



**DARYO VA KO‘LLARNING IFLOSLANISHI: ANTROPOGEN TA’SIR
MEXANIZMLARI, EKOLOGIK OQIBATLAR VA GLOBAL STRATEGIK
YECHIMLAR**

Sharipov Nurbek Ro‘zimuradovich

*Samarqand viloyati FVB Kattaqo‘rg‘on shahar Hayot faoliyati
xavfsizligi o‘quv markazi o‘qituvchisi*

Annotatsiya. Mazkur tadqiqot ishi chuchuk suv ekotizimlari, xususan daryo va ko‘llarning antropogen ifloslanish muammolarini fundamental tahlil qilishga qaratilgan. Maqolada ifloslanishning gidrokimyoviy mexanizmlari, ksenobiotiklarning suv muhitidagi migratsiyasi hamda suv havzalarining o‘z-o‘zini tozalash kinetikasining buzilish jarayonlari ko‘rib chiqiladi. Shuningdek, antropogen evtrofikatsiya va og‘ir metallarning bioakkumulyatsiyasi natijasida yuzaga keladigan ekologik oqibatlar zamonaviy monitoring ma’lumotlari asosida ilmiy asoslab berilgan.

Kalit so‘zlar. Hidrobiosfera, ksenobiotiklar, bioakkumulyatsiya, antropogen evtrofikatsiya, gidrologik rejim, kation-anion balansi, ekotizim barqarorligi, monitoring.


**POLLUTION OF RIVERS AND LAKES: MECHANISMS OF
ANTHROPOGENIC IMPACT, ECOLOGICAL CONSEQUENCES, AND GLOBAL
STRATEGIC SOLUTIONS**

Abstract. This research work is devoted to a fundamental analysis of the problems of anthropogenic pollution of freshwater ecosystems, particularly rivers and lakes. The article examines the hydrochemical mechanisms of pollution, the migration of xenobiotics in the aquatic environment, and the processes of disruption of the self-purification kinetics of water bodies. Furthermore, the ecological consequences resulting from anthropogenic eutrophication and bioaccumulation of heavy metals are scientifically substantiated based on modern monitoring data.

Keywords. Hydrobiosphere, xenobiotics, bioaccumulation, anthropogenic eutrophication, hydrological regime, cation-anion balance, ecosystem stability, monitoring.

**ЗАГРЯЗНЕНИЕ РЕК И ОЗЕР: МЕХАНИЗМЫ АНТРОПОГЕННОГО
ВОЗДЕЙСТВИЯ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ И ГЛОБАЛЬНЫЕ
СТРАТЕГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ**


Аннотация. Данная исследовательская работа посвящена фундаментальному анализу проблем антропогенного загрязнения пресноводных экосистем, в частности рек и озер. В статье рассматриваются гидрохимические механизмы загрязнения, миграция ксенобиотиков в водной среде и процессы нарушения кинетики.



самоочищения водоемов. Также на основе данных современного мониторинга научно обоснованы экологические последствия, возникающие в результате антропогенной эвтрофикации и биоаккумуляции тяжелых металлов.

Ключевые слова. Гидробиосфера, ксенобиотики, биоаккумуляция, антропогенная эвтрофикация, гидрологический режим, катионно-анионный баланс, устойчивость экосистем, мониторинг.

Кирish. Insoniyat sivilizatsiyasi tarixan chuchuk suv manbalari — daryo va ko‘llar atrofida shakllangan bo‘lib, bu resurslar nafaqat biologik hayotni ta‘minlovchi element, balki ijtimoiy-iqtisodiy barqarorlik va texnologik taraqqiyotning strategik asosi hisoblanadi. Biroq, XXI asrning birinchi choragiga kelib, gidrosferaning holati kritik chegaraga yetdi. Global miqyosda chuchuk suv ekotizimlarining ifloslanishi shunchaki lokal ekologik muammo bo‘lishdan to‘xtab, biosferaning omon qolishi bilan bog‘liq bo‘lgan fundamental inqirozga aylandi [1]. Dunyo miqyosida mavjud jami suv zaxiralarining atigi 2.5-3 foizini chuchuk suv tashkil etishi, shundan ham juda oz qismi ochiq suv havzalarida, ya‘ni daryo va ko‘llarda mavjudligi ushbu resurslarning naqadar cheklangan va zaif ekanligini ko‘rsatadi [3]. Shu sababli, daryo va ko‘llardagi har qanday gidrokimyoviy o‘zgarish butun bir mintaqalarning oziq-ovqat xavfsizligi va aholi salomatligiga bevosita tahdid soladi. Gidrologik va biofizik nuqtai nazardan, daryo va ko‘llar o‘zaro farq qiluvchi, ammo chambarchas bog‘langan ekotizimlardir. Daryolar ochiq gidrologik tizimlar sifatida ifloslantiruvchi moddalarni uzoq masofalarga transport qilish va o‘z oqimi orqali ksenobiotiklarni jahon okeaniga olib chiqish xususiyatiga ega bo‘lsa, ko‘llar turg‘un yoki yarim turg‘un suv havzalari sifatida toksikantlarni o‘z tubida to‘plash (sedimentatsiya) va uzoq muddatli akumulatsiya qilish qobiliyatiga ega [5]. Bu holat ko‘llarni ifloslanishga nisbatan o‘ta sezgir va tabiiy regeneratsiya (qayta tiklanish) qobiliyati past bo‘lgan ekotizimga aylantiradi. Antropogen bosimning ortishi natijasida suv havzalarining tabiiy gidrokimyoviy balansi buzilmoqda, bu esa gidrobiotsenozlarning — suvda yashovchi jonli organizmlar jamoasining bosqichma-bosqich degradatsiyasiga olib kelmoqda. Hozirgi vaqtda gidrosferaning antropogen transformatsiyasi bir necha darajada namoyon bo‘ladi. Kimyoviy ifloslanish suvning tarkibini molekulyar darajada o‘zgartirib, undagi kation-anion balansini buzsa, biologik ifloslanish patogen mikroorganizmlarning tarqalishiga zamin yaratadi. Termal ifloslanish esa sanoat korxonalarining issiq oqovalari natijasida suv haroratining ko‘tarilishi va undagi erigan kislorod miqdorining fizik qonuniyatlarga ko‘ra kamayishiga (gipoksiya) sabab bo‘ladi [2]. Shuni alohida ta‘kidlash joizki, suv havzalarining ifloslanishi faqatgina mahalliy ekologik inqiroz emas; daryolar transchegaraviy suv ob‘ektlari sifatida xalqaro siyosiy va iqtisodiy munosabatlarning ham ob‘ektiga aylanadi. Masalan, Markaziy Osiyo mintaqasida, xususan Orol dengizi havzasida daryolarning minerallashuv darajasi va pestitsidlar bilan to‘yinishi mintaqaviy miqyosdagi ekologik fojining bosh omillaridan biri bo‘lib qolmoqda [7]. Mavzuning ilmiy dolzarbligi shundaki, toza chuchuk suv zaxiralari biosferaning barqaror rivojlanishi (Sustainable Development) uchun asosiy cheklovchi omildir. Ifloslanish




mexanizmlarini gidrokimyoviy va ekotizim darajasida tahlil qilish, undagi persistent (turg'un) ksenobiotiklar migratsiyasini modellashtirish zamonaviy gidrobiologiya va ekologiyaning ustuvor vazifasidir. Suvning tabiiy tarkibi bugungi kunda ksenobiotiklar — inson faoliyati natijasida yuzaga kelgan yot moddalar bilan boyib bormoqda, bu esa suv muhitining oksidlanish-qaytarilish va vodorod ko'rsatkichini (pH) o'zgartirib yubormoqda. Insoniyat kelajagi to'g'ridan-to'g'ri gidrosferaning tabiiy regeneratsiya qobiliyatini saqlab qolishiga va suv resurslarini boshqarishda ilmiy asoslangan innovatsion yondashuvlarni qo'llashiga bog'liq. Mazkur tadqiqot ishi chuchuk suv havzalari ifloslanishining fundamental mexanizmlarini ochib berish, uning oqibatlarini biofizik va gidrokimyoviy nuqtai nazardan tahlil qilish hamda ilmiy asoslangan global strategik yechimlarni taklif etishga qaratilgan.

Asosiy qism. Daryo va ko'llarning ifloslanish kinetikasini tahlil qilishda, birinchi navbatda, sanoat ishlab chiqarishining gidrosferaga ko'rsatayotgan texnogen bosimini o'rganish lozim. Zamonaviy sanoat korxonalarini, ayniqsa metallurgiya, kimyo va tog'-kon sanoati ob'ektlari suv havzalariga o'ta toksik bo'lgan ksenobiotiklarni, xususan, og'ir metallar ionlarini (Hg^{2+} , Pb^{2+} , Cd^{2+} , As^{3+}) chiqaradi. Biofizik nuqtai nazardan, bu ionlar suv muhitida barqaror gidratlangan komplekslar hosil qiladi va suvning tabiiy ion almashinuv jarayonlarini izdan chiqaradi [8]. Og'ir metallarning xavfliligi ularning organizmdan chiqib ketmasdan, to'qimalarda to'planish (bioakkumulyatsiya) xususiyatiga egaligidadir. Trofik zanjir bo'ylab harakatlanganda, ushbu moddalar konsentratsiyasi har bir keyingi bo'g'inda o'nlab va yuzlab marta ortib boradi (biomagnifikatsiya). Masalan, suv muhitidagi simob konsentratsiyasi ruxsat etilgan me'yordan kam bo'lsa-da, shu suvda yashovchi yirtqich baliqlar to'qimasida u toksik darajaga yetishi ilmiy isbotlangan [4]. Bu jarayon nafaqat gidrobiontlarning fiziologik holatiga, balki ularning genetik apparatiga ham zarar yetkazib, mutatsiyalar va populyatsiyalarning qisqarishiga olib keladi. Qishloq xo'jaligi landshaftlaridan kelib chiqadigan difuz ifloslanish chuchuk suv havzalarining bioximiyaviy muvozanatini buzuvchi eng murakkab omillardan biridir. Bu yerda asosiy muammo — mineral o'g'itlar tarkibidagi biogen elementlarning (azot va fosfor birikmalari) suvga oqib tushishidir. Ushbu moddalar suv havzalariga tushgach, "antropogen evtrofikatsiya" deb ataluvchi murakkab zanjirli reaksiyani boshlaydi. Fosfatlar va nitratlar suv o'tlarining, ayniqsa kianobakteriyalarning (ko'k-yashil suv o'tlari) anomal darajada ko'payishiga sharoit yaratadi [6]. Suv yuzasining "gullashi" natijasida suvning shaffofligi pasayadi va fotosintez jarayoni faqat yuqori qatlamlarda cheklanib qoladi. Chuqur qatlamlarda quyosh nuri yetishmasligi sababli o'simliklar nobud bo'ladi. Ularning mikrobiologik parchalanishi jarayonida suvda erigan barcha kislorod sarflanadi, natijada "gipoksiya" (kislorod tanqisligi) va keyinchalik "anoksiya" (mutloq kislorodsiz muhit) yuzaga keladi. Bunday sharoitda aerob organizmlar nobud bo'lib, ularning o'rnini anaerob bakteriyalar egallaydi. Anaerob parchalanish natijasida suvda o'ta zaharli gazlar — metan (CH_4), vodorod sulfid (H_2S) va ammiak (NH_3) to'planadi, bu esa suv havzasining biologik jihatdan "o'lik zona"ga aylanishiga olib keladi [5]. Kommunal-maishiy oqova suvlarning suv havzalariga ta'siri faqatgina organik ifloslanish bilan cheklanmaydi. Zamonaviy shahar kanalizatsiya



tizimlaridan chiqadigan oqovalar tarkibida sintetik yuvish vositalari — detergentlar va sirtfaol moddalar o'ta yuqori konsentratsiyada uchraydi. Biofizik nuqtai nazardan, SFM molekullari suv yuzasida monomolekulyar parda hosil qilib, suvning sirt tarangligini pasaytiradi va atmosfera bilan gaz almashinuvini bloklaydi [9]. Bu esa suvning tabiiy aeratsiyasini to'xtatib, undagi o'z-o'zini tozalash kinetikasini sekinlashtiradi. Bundan tashqari, maishiy oqovalar suvning biologik ifloslanishiga — vabo, ich terlama, dizenteriya va gepatit kabi xavfli kasalliklar qo'zg'atuvchilarining keng tarqalishiga sabab bo'ladi. So'nggi o'n yillikda aniqlangan eng jiddiy xavflardan biri — mikroplastiklar muammosidir. Kosmetika va to'qimachilik sanoatidan chiqadigan mikroskopik plastik zarralar oddiy tozalash inshootlaridan o'tib ketib, daryo va ko'llarga tushadi. Mikroplastiklar o'zining g'ovakli strukturasi tufayli suv muhitidagi boshqa toksikantlarni (masalan, pestitsidlarni) o'ziga adsorbsiya qiladi va gidrobiontlar organizmiga o'tgach, ularning qon aylanish tizimi va hujayralariga chuqur kirib boradi [10]. O'zbekiston va Markaziy Osiyo mintaqasi uchun daryolarning minerallasuv darajasining ortishi eng dolzarb ekologik muammolardan biridir. Amudaryo va Sirdaryo misolida ko'radigan bo'lsak, sug'orma dehqonchilikdan qaytayotgan kollektor-drenaj suvlari daryo o'zanlariga zaharli tuzlar, gerbitsidlar va qoldiq pestitsidlarni qaytaradi. Bu jarayon suvning tabiiy gidrokimyoviy tipini (masalan, karbonatli tipdan sulfat-xloridli tipga) o'zgartirib yuboradi [7]. Sho'rlanish darajasining ortishi suvning osmotik bosimini o'zgartiradi, bu esa mahalliy chuchuk suv baliqlari va o'simliklarining fiziologik funksiyalarini buzadi. Gidrotexnik qurilishlar, ya'ni yirik to'g'onlar daryo oqimini tartibga solib, suv tezligini kamaytirishi natijasida daryolarda "turg'unlashish" zonalari paydo bo'ladi. Bu zonalarda ifloslantiruvchi moddalar cho'kib, tub cho'kindilarini zaharli qatlarga aylantiradi. Bunday sharoitda suv havzasining gidrobiologik rejimi tubdan o'zgarib, turlar xilma-xilligi (biodiversity) keskin qisqaradi [2]. Global strategik yechimlar chuchuk suv resurslarini saqlab qolish uchun radikal va ilmiy asoslangan choralar ko'rishni talab qiladi. Sanoat korxonalarida "yopiq suv aylanish" tizimini joriy etish orqali tabiatdan olinadigan suv miqdorini kamaytirish va oqovalarni butunlay to'xtatish lozim [3]. Zamonaviy tozalash texnologiyalarida "membrana bioreaktorlari" (MBR) va "teskari osmos" kabi usullardan foydalanish suvni molekulyar darajada tozalash imkonini beradi. Qishloq xo'jaligida mineral o'g'itlar o'rniga "aniq dehqonchilik" (precision agriculture) texnologiyalarini qo'llash, biogen moddalarning suvga oqib tushishini 80-90% gacha kamaytiradi. Shuningdek, daryo qirg'oqlari bo'ylab "riparian bufer zonalari" (suvni himoya qiluvchi o'rmon mintaqalari) yaratish tabiiy filtr vazifasini o'tab, iflosliklarni o'ziga ushlab qoladi. Global miqyosda raqamli monitoring tizimini (IoT datchiklar, sun'iy yo'ldosh tahlili va sun'iy intellekt) kengaytirish ifloslanish o'choqlarini soniyalar ichida aniqlash imkonini beradi [1]. Insoniyatning suvga bo'lgan munosabatini "cheksiz resurs"dan "cheklangan ne'mat"ga o'zgartirishi ushbu ekologik inqirozni bartaraf etishning ma'naviy-etik asosi bo'lib qolishi shart.

Xulosa. Daryo va ko'llarning antropogen ifloslanishi bugungi kunda shunchaki ekologik muammo doirasidan chiqib, milliy va global xavfsizlikka tahdid soluvchi gidroekologik



favqulodda vaziyat darajasiga ko'tarildi. Ushbu tadqiqot davomida tahlil qilingan gidrokimyoviy mexanizmlar va ekotizimlar degradatsiyasi shuni ko'rsatadiki, chuchuk suv havzalarining ifloslanishi aholining hayot faoliyati xavfsizligini ta'minlashda eng zaif bo'g'in bo'lib qolmoqda. Sanoat oqovalari tarkibidagi og'ir metallarning bioakkumulyatsiyasi va qishloq xo'jaligidagi biogen elementlar keltirib chiqarayotgan evtrofikatsiya jarayonlari suvning tabiiy o'z-o'zini tozalash kinetikasini to'xtatib, qaytarib bo'lmas ekologik kollaps xavfini yuzaga keltirmoqda. Hayot faoliyati xavfsizligi mutaxassisi nuqtai nazaridan xulosa qiladigan bo'lsak, suv havzalarining ifloslanishi bilan bog'liq xatarlarni boshqarishda quyidagi strategik yo'nalishlar ustuvor ahamiyat kasb etishi lozim:

Monitoring va Bashoratlash: Zamonaviy raqamli texnologiyalar va sun'iy intellektga asoslangan ekologik monitoring tizimini joriy etish orqali suv havzalaridagi gidrokimyoviy o'zgarishlarni real vaqt rejimida nazorat qilish va yuzaga kelishi mumkin bo'lgan ekologik ofatlarni oldindan bashoratlash.

Texnogen Xavfsizlik: Sanoat ob'ektlarida oqova suvlarni tozalashning ko'p bosqichli innovatsion tizimlarini majburiy joriy etish va "yopiq suv aylanish" texnologiyasiga o'tish orqali gidrosferaga bo'lgan texnogen yuklamani nol darajasiga tushirish.

Preventiv Ekologik Madaniyat: Aholi, ayniqsa yosh avlod o'rtasida suv resurslarini muhofaza qilish bo'yicha ekologik madaniyatni va favqulodda vaziyatlarda to'g'ri harakat qilish ko'nikmalarini shakllantirish, bu orqali antropogen ta'sirning sub'ektiv omillarini minimallashtirish.

Xulosa qilib aytganda, daryo va ko'llarni ifloslanishdan saqlash — bu nafaqat tabiatni asrash, balki insoniyatning barqaror hayot faoliyati xavfsizligini ta'minlashning fundamental shartidir. Kelajak avlodlarga toza va xavfsiz suv resurslarini meros qoldirish uchun bugun davlat, jamiyat va ilmiy hamjamiyatning sa'y-harakatlarini birlashtirish strategik zaruriyatdir.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Allan, J. D., & Castillo, M. M. Stream Ecology: Structure and Function of Running Waters. – Springer, 2021. – 436 p.
2. Wetzel, R. G. Limnology: Lake and River Ecosystems. – Academic Press, 2023. – 1006 p.
3. World Water Assessment Programme. The United Nations World Water Development Report 2024: Water for Prosperity and Peace. – UNESCO, 2024.
4. Schwarzenbach, R. P., et al. Environmental Organic Chemistry. – Wiley, 2022. – 1328 p.
5. Ergashev, A. Umumiy ekologiya. – Toshkent: "O'qituvchi", 2022. – 350 b.
6. Chislock, M. F., et al. Eutrophication: Causes, Consequences, and Controls in Aquatic Ecosystems. – Nature Education Knowledge, 2023.
7. Tursunov, A. A. Orol dengizi va Markaziy Osiyo gidroekologiyasi. – Toshkent, 2021. – 280 b.
8. Mason, R. P. Mercury in Aquatic Ecosystems. – Elsevier, 2024. – 412 p.



9. World Health Organization. Guidelines for Drinking-water Quality: Fifth edition. – Geneva, 2023.

10. Wagner, M., & Lambert, S. Freshwater Microplastics: Emerging Environmental Contaminants – Springer, 2024.

