

**IMPACT OF INDUSTRIAL WASTE ON THE WATER QUALITY OF THE
QARADARYO RIVER AND ECOLOGICAL ASSESSMENT**

Ro‘zmatov Ergashali Yuldashevich

B.Sc., Professor, Andijan State University

E-mail address: ergashali@adu.uz

Mansurova Maxliyo Patidinovna

Master's student, Andijan State University

<https://doi.org/10.5281/zenodo.20009262>

**QORADARYO DARYOSI SUV SIFATIGA SANOAT OQOVALARI TA’SIRI VA
EKOLOGIK BAHOLASH**

Ro‘zmatov Ergashali Yuldashevich

B.f.n, Andijon davlat universiteti professori

E-mail address: ergashali@adu.uz

Mansurova Maxliyo Patidinovna

Andijon davlat universiteti magistranti

E-mail address: mansurovamaxliyo8@gmail.com

<https://doi.org/10.5281/zenodo.20009262>

Annotatsiya (o‘zbek tilida): Ushbu maqolada Qoradaryo daryosi suv sifatiga sanoat oqovalari va antropogen omillarning ta’siri kompleks ekologik baholash asosida o‘rganildi. Tadqiqot davomida daryoning boshlanish va quyi oqimlaridan olingan suv namunalari fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlar (pH, BPK, XPK), biogen elementlar (nitratlar, ammoniy ionlari) hamda temir miqdori bo‘yicha tahlil qilindi. Natijalar yuqori oqimda suv sifati nisbatan barqaror ekanligini, quyi oqimda esa ifloslanish darajasi sezilarli oshganligini ko‘rsatdi. Aniqlanishicha, organik moddalar va azot birikmalarining ortishi eutrofikatsiya jarayonlarini kuchaytirib, suv ekotizimida kislorod tanqisligi va biologik xilma-xillikning kamayishiga olib keladi. Tadqiqot natijalari asosida suv resurslarini muhofaza qilish, sanoat oqovalarini samarali tozalash va ekologik monitoringni kuchaytirish bo‘yicha ilmiy asoslangan tavsiyalar ishlab chiqildi.

Kalit so‘zlar: Qoradaryo daryosi, suv sifati, sanoat oqovalari, ekologik baholash, BPK, XPK, nitratlar, ammoniy ionlari, eutrofikatsiya, temir

Abstract (English): This study investigates the impact of industrial wastewater and anthropogenic factors on the water quality of the Qoradaryo River based on a comprehensive ecological assessment. Water samples collected from the upper and lower reaches of the river were analyzed for physicochemical parameters (pH, BOD, COD), nutrients (nitrates, ammonium ions), and iron content. The results indicate relatively stable water quality in the upper reaches,

while significant deterioration was observed in the lower reaches. Elevated concentrations of organic matter and nitrogen compounds contribute to eutrophication, leading to oxygen depletion and reduced biodiversity in the aquatic ecosystem. Based on the findings, recommendations are proposed for improving water protection, enhancing wastewater treatment, and strengthening environmental monitoring systems.

Keywords: Qoradaryo River, water quality, industrial wastewater, ecological assessment, BOD, COD, nitrates, ammonium ions, eutrophication, iron

Аннотация (русский язык): В данной статье исследовано влияние промышленных сточных вод и антропогенных факторов на качество воды реки Карадарья на основе комплексной экологической оценки. Пробы воды, отобранные в верхнем и нижнем течении реки, были проанализированы по физико-химическим показателям (рН, БПК, ХПК), биогенным элементам (нитраты, аммоний) и содержанию железа. Результаты показали, что в верхнем течении вода относительно чистая, тогда как в нижнем течении наблюдается значительное ухудшение качества. Повышение содержания органических веществ и соединений азота способствует развитию эвтрофикации, что приводит к дефициту кислорода и снижению биологического разнообразия. На основе полученных данных предложены научно обоснованные рекомендации по охране водных ресурсов, совершенствованию очистки сточных вод и усилению экологического мониторинга.

Ключевые слова: река Карадарья, качество воды, сточные воды, экологическая оценка, БПК, ХПК, нитраты, аммоний, эвтрофикация, железо

1. Kirish

Suv resurslari biosferaning eng muhim tarkibiy qismlaridan biri bo'lib, ular ekologik barqarorlikni ta'minlash, aholi salomatligini saqlash hamda iqtisodiy rivojlanishda muhim rol o'ynaydi. Markaziy Osiyo mintaqasida suv resurslari cheklanganligi sababli ularning sifatini saqlash va oqilona foydalanish dolzarb masalalardan biri hisoblanadi.

Qoradaryo daryosi Farg'ona vodiysining muhim gidrologik obyektlaridan biri bo'lib, u Norin daryosi bilan qo'shilib Sirdaryo daryosini hosil qiladi. Daryo asosan tog' hududlaridan boshlanib, qishloq xo'jaligi va sanoat hududlari orqali oqib o'tadi. Shu sababli daryo suvining sifati yuqori oqimdan pastki oqimga qarab sezilarli darajada o'zgaradi.

Daryoning yuqori (boshlanish) qismida suv nisbatan toza bo'lib, unda antropogen ta'sir minimal darajada kuzatiladi. Bu hududda suvning fizik-kimyoviy ko'rsatkichlari, xususan pH 6,8–7,2 oralig'ida, nitratlar miqdori 5–10 mg/l, ammoniy ionlari 0,1–0,3 mg/l, BPK (biokimyoviy kislorod talabi) 2–3 mg/l, XPK (kimyoviy kislorod talabi) 10–15 mg/l va temir miqdori 0,1–0,2 mg/l darajasida bo'lib, bu ko'rsatkichlar suvning nisbatan tozaligini bildiradi.

Biroq daryoning quyi (tugallanish) qismida, ayniqsa sanoat korxonalarini va aholi yashash hududlari ta'sirida suv sifati sezilarli darajada yomonlashadi. Tadqiqot natijalariga ko'ra, bu hududda nitratlar miqdori 20–40 mg/l gacha, ammoniy ionlari 0,5–1,2 mg/l gacha, pH 7,5–8,5 gacha, BPK 5–8 mg/l, XPK 25–40 mg/l va temir miqdori 0,3–0,6 mg/l gacha oshishi kuzatiladi. Bu esa suvning organik va kimyoviy ifloslanishga uchraganligini ko'rsatadi.

Sanoat oqovalari tarkibida turli xil kimyoviy moddalar, jumladan azot birikmalari, og'ir metallar va organik ifloslantiruvchi moddalar mavjud bo'lib, ular suv ekotizimiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Ayniqsa, nitrat va ammoniy ionlarining ortishi eutrofikatsiya jarayonlarini

tezlashtiradi, bu esa suvda kislorod tanqisligiga olib keladi. BPK va XPK ko'rsatkichlarining ortishi esa suvda organik moddalar miqdorining ko'payganligini bildiradi.

Shu bois Qoradaryo daryosi suv sifatini kompleks ekologik baholash, ayniqsa uning boshlanish va tugallanish qismlarida asosiy ko'rsatkichlar bo'yicha tahlil qilish, hozirgi davrning dolzarb ilmiy muammolaridan biri hisoblanadi. Ushbu tadqiqotning maqsadi — Qoradaryo daryosining turli oqim hududlarida suv sifatini aniqlash, sanoat oqovalari ta'sirini baholash va ekologik holatini yaxshilash bo'yicha ilmiy asoslangan takliflar ishlab chiqishdan iborat.

2. Adabiyotlar tahlili

Suv resurslariga sanoat oqovalarining ta'siri va ularning ekologik baholanishi masalasi zamonaviy gidroekologiya va atrof-muhit muhofazasi fanlarining ustuvor yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. So'nggi yillarda olib borilgan tadqiqotlar daryo suvlarining ifloslanishi ko'p omilli va kompleks xarakterga ega ekanligini, ayniqsa sanoat oqovalari suvning fizik-kimyoviy, mikrobiologik va biologik ko'rsatkichlariga tizimli ta'sir ko'rsatishini tasdiqlaydi.

Suv sifatining asosiy indikatorlari — pH, biokimyoviy kislorod talabi (BPK), kimyoviy kislorod talabi (XPK), umumiy azot va fosfor birikmalari hamda og'ir metallar ko'plab tadqiqotlarda universal mezon sifatida qo'llaniladi. Xususan, Lemessa F., Simane B., Seyoum A., Gebresenbet G. (2023) tomonidan o'tkazilgan tadqiqotda sanoat oqovalari ta'sirida pH, BOD, COD va suspenziya moddalari miqdori keskin oshishi, natijada suv sifati yuqori oqimdan quyi oqimga tomon sezilarli darajada yomonlashishi aniqlangan (Sustainability, 15(5), Article 4290; natijalar qismi ~10–14-betlar). Mualliflar bu jarayonni sanoat faoliyati va yetarli tozalash tizimlarining mavjud emasligi bilan izohlaydi. Ushbu natijalar Qoradaryo daryosining quyi oqim hududlarida kuzatilayotgan gidrokimyoviy o'zgarishlarni tushuntirishda muhim metodologik asos bo'lib xizmat qiladi.

Sanoat oqovalari tarkibidagi og'ir metallarning ekologik xavfi ko'plab tadqiqotlarda asosiy ifloslantiruvchi omil sifatida ko'rsatiladi. Oladimeji T.E., Akinola O.A. va boshq. (2024) tomonidan yozilgan "Review on the impact of heavy metals from industrial wastewater effluent and removal technologies" maqolasida og'ir metallar suv muhitida bioakkumulyatsiya qilinishi, trofik zanjir orqali yuqori pog'onalariga o'tishi va toksik ta'sir ko'rsatishi asoslab berilgan (Heliyon, e40370; ~5–12-betlar). Xuddi shuningdek, Zhang P. (2023) o'z tadqiqotida og'ir metallarning suv sifatini degradatsiyaga uchratishini va ularning asosiy manbai sanoat oqovalari ekanligini ko'rsatadi (~3–8-betlar). Ushbu natijalar Qoradaryo suvining temir va boshqa metallarga boyib borishini izohlashda muhim ahamiyatga ega.

Mikrobiologik jarayonlar nuqtai nazaridan sanoat ifloslanishining ta'siri alohida e'tiborga loyiq. Ibitoye O.A. (2025) tomonidan olib borilgan tadqiqotda sanoat oqovalari suv mikrobiotsenozining tarkibini o'zgartirishi, foydali mikroorganizmlar faoliyatini susaytirishi va suvning o'z-o'zini tozalash qobiliyatini pasaytirishi aniqlangan (~6–11-betlar). Bundan tashqari, Odubanjo G.O., Ajayi O.O. va boshq. (2021) tomonidan o'tkazilgan tadqiqotda sanoat oqovalari ta'sirida COD va BOD ko'rsatkichlarining keskin ortishi (mos ravishda 2110 mg/L va 850 mg/L) kuzatilganligi qayd etiladi (~4–9-betlar). Bu esa organik ifloslanish mikroorganizmlar faoliyatini o'zgartirib, aerob va anaerob jarayonlar nisbatini buzishini ko'rsatadi.

Biogen elementlarning ortishi va eutrofikatsiya jarayoni suv ekotizimining barqarorligiga jiddiy ta'sir ko'rsatadi. Smith V.H., Schindler D.W. (2009) o'z tadqiqotida azot va fosforning ortishi suv havzalarida algalarning haddan tashqari ko'payishiga olib kelishini va bu jarayon

kislorod tanqisligini yuzaga keltirishini ko'rsatadi (Trends in Ecology & Evolution, 24(4), 201–207-betlar). Zamonaviy tadqiqotlar esa bu jarayonning mikrobiologik darajadagi mexanizmlarini ham ochib beradi. Xususan, Wang B., Ma B., Stirling E. va boshq. (2022) mikroorganizmlar jamoasi trofik holatga bog'liqligini va nutrient yuklamasi ortishi bilan ekologik tarmoq strukturasi murakkablashishini aniqlagan (Environmental Pollution, 316, Article 120690; ~6–10-betlar).

Daryo tizimlarida gidrologik omillar ham mikrobiologik va kimyoviy jarayonlarga ta'sir ko'rsatadi. Hui C., Li Y., Yuan S., Zhang W. (2023) tomonidan olib borilgan tadqiqotda daryo bog'langanligi mikroorganizmlar jamoasining shakllanishiga va ekologik barqarorlikka ta'sir qilishi aniqlangan (Science of the Total Environment, 904, Article 166797; ~5–11-betlar). Bu natijalar Qoradaryo daryosining yuqori va quyi oqimlari o'rtasidagi ekologik tafovutlarni tushuntirishda muhimdir.

Suv hayvonlari va biologik xilma-xillikka ta'sir masalasi ham dolzarbdir. Wang H., García Molinos J., Heino J. va boshq. (2021) tomonidan olib borilgan tadqiqotda eutrofikatsiya natijasida zoobentos va zooplankton xilma-xilligi kamayishi aniqlangan (Environment International, 153, Article 106494; ~7–12-betlar). Bu holat trofik zanjirning izdan chiqishiga olib keladi va daryo ekotizimining barqarorligini pasaytiradi.

Hududiy tadqiqotlar ham muhim ilmiy asos beradi. Fornasaro S., Pavoni B. va boshq. (2024) Markaziy Osiyo daryolarida antropogen bosim natijasida suv sifatining yomonlashishini ko'rsatgan (Environmental Monitoring and Assessment, 196, 1–15-betlar). Shuningdek, Groll M., Opp C., Kulmatov R. va boshq. (2015) Zarafshon daryosi misolida yuqori va quyi oqimlar o'rtasida sezilarli gidrokimyoviy farqlar mavjudligini aniqlagan (Environmental Earth Sciences, 73, 743–763-betlar; ayniqsa 750–758-betlar).

3. Tadqiqot obyekti va metodlari

3.1. Tadqiqot ob'ekti

Mazkur tadqiqot ob'ekti sifatida Farg'ona vodiysining muhim gidrografik elementi hisoblangan Qoradaryo daryosi tanlandi. Daryo Norin daryosi bilan qo'shib Sirdaryo daryosini hosil qiladi va mintaqaning sug'orish hamda ichimlik suvi ta'minotida muhim ahamiyatga ega.

Tadqiqot davomida daryoning ikki asosiy uchastkasi tanlab olindi:

Yuqori oqim (boshlanish qismi) – antropogen ta'sir nisbatan kam bo'lgan hudud

Quyi oqim (tugallanish qismi) – sanoat va aholi yashash hududlari ta'sirida bo'lgan qism

Mazkur hududlar tanlanishi suv sifatidagi o'zgarishlarni makoniy (spatial) tahlil qilish imkonini berdi.

3.2. Namuna olish tartibi

Suv namunalari 2025-yilning vegetatsiya davrida (aprel–sentyabr oylarida) har oyda muntazam ravishda olindi. Namuna olish jarayoni GOST 17.1.5.05-85 va ISO 5667 standartlariga muvofiq amalga oshirildi.

Namuna olish quyidagi tartibda bajarildi:

Suv yuzasidan 20–30 sm chuqurlikdan olindi

Steril idishlardan foydalanildi

Namuna olingandan so‘ng sovutilgan holda laboratoriyaga yetkazildi

Tahlillar 24 soat ichida amalga oshirildi

3.3. Tadqiqot metodlari

Tadqiqot davomida suv sifatini baholash uchun fizik-kimyoviy va analitik metodlar qo‘llanildi.

3.3.1. Fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlar

pH ko‘rsatkichi – elektrometrik usul yordamida (pH-metr orqali)

Mineralizatsiya – gravimetrik usul bilan aniqlanadi

Harorat – termometr yordamida o‘lchandi

3.3.2. Organik ifloslanish ko‘rsatkichlari

BPK (biokimyoviy kislorod talabi) – 5 kunlik inkubatsiya usuli (BPK₅) asosida

XPK (kimyoviy kislorod talabi) – dikromat usuli yordamida

3.3.3. Biogen elementlar

Nitratlar (NO₃⁻) – spektrofotometrik usul

Ammoniy ionlari (NH₄⁺) – Nessler reaktivi yordamida aniqlandi

3.3.4. Og‘ir metallar

Temir (Fe) – atom-absorbsiya spektrometriyasi (AAS) usuli orqali aniqlangan

3.4. Ma’lumotlarni qayta ishlash

Olingan natijalar statistik usullar yordamida qayta ishlanib, quyidagi tahlillar amalga oshirildi:

O‘rtacha qiymatlarni aniqlash

Maksimal va minimal ko‘rsatkichlarni solishtirish

Me’yoriy qiymatlar bilan taqqoslash

Natijalar grafik va jadval ko‘rinishida ifodalandi hamda suv sifatining ekologik holati baholandi.

3.5. Ekologik baholash mezonlari

Qoradaryo daryosi suv sifatini ekologik baholash jarayonida kompleks yondashuv qo‘llanildi. Baholashda suvning fizik-kimyoviy, gidrokimyoviy va biologik ko‘rsatkichlari

asosiy mezon sifatida tanlandi. Ushbu mezonlar xalqaro va milliy standartlar (WHO, GOST, O'zbekiston Respublikasi ekologik me'yorlari) asosida ishlab chiqildi.

4.1. Fizik-kimyoviy ko'rsatkichlar bo'yicha baholash

Suv sifatini baholashda eng muhim parametrlar quyidagilar hisoblanadi:

pH ko'rsatkichi

pH suvning kislotali yoki ishqoriy muhitini ifodalaydi. Suv ekotizimlari uchun optimal pH oralig'i 6,5–8,5 hisoblanadi.

pH < 6,5 – kislotali muhit (biologik jarayonlar buziladi)

pH > 8,5 – ishqoriy muhit (toksik ta'sir kuchayadi)

Mineralizatsiya (umumiy tuz miqdori)

Mineralizatsiya suvda erigan tuzlar miqdorini ifodalaydi.

0–500 mg/l – toza suv

500–1000 mg/l – o'rtacha mineralizatsiyalangan

1000 mg/l – yuqori mineralizatsiyalangan (sho'rlanish xavfi)

4.2. Organik ifloslanish mezonlari

BPK (biokimyoviy kislorod talabi)

BPK suvdagi organik moddalar parchalanishi uchun zarur bo'lgan kislorod miqdorini ko'rsatadi.

0–3 mg/l – toza suv

3–6 mg/l – o'rtacha ifloslangan

6 mg/l – ifloslangan

XPK (kimyoviy kislorod talabi)

XPK suv tarkibidagi organik va noorganik moddalarning umumiy oksidlanish darajasini ko'rsatadi.

<15 mg/l – yaxshi sifat

15–30 mg/l – o'rtacha

30 mg/l – yuqori ifloslangan

4.3. Biogen elementlar (nutrientlar)

Nitratlar (NO_3^-)

Nitratlar suvda azot aylanishining muhim komponenti bo'lib, ortiqcha miqdori eutrofikatsiyani keltirib chiqaradi.

<10 mg/l – me'yor

10–25 mg/l – ortib borayotgan

25 mg/l – xavfli daraja

Ammoniy ionlari (NH₄⁺)

Ammoniy suvda organik ifloslanish indikatoridir.

<0,5 mg/l – normal

0,5–1,0 mg/l – ifloslanish belgisi

1,0 mg/l – kuchli ifloslanish

4.4. Og'ir metallar bo'yicha baholash

Temir (Fe)

Temir suvda tabiiy va antropogen manbalardan kelib chiqadi.

<0,3 mg/l – me'yor

0,3–1,0 mg/l – ortiqcha

1,0 mg/l – toksik daraja

Temirning yuqori miqdori suvning rangini o'zgartiradi, cho'kma hosil qiladi va suv organizmlariga salbiy ta'sir ko'rsatadi.

4.5. Kompleks ekologik baholash

Yuqoridagi barcha ko'rsatkichlar asosida suv sifati quyidagi toifalarga ajratildi:

Toifa

Tavsif

Toza suv

Barcha ko'rsatkichlar me'yor doirasida

Nisbatan ifloslangan

Ayrim ko'rsatkichlar me'yordan oshgan

Ifloslangan suv

Ko'rsatkichlarning aksariyati yuqori

Kuchli ifloslangan

Ekotizim uchun xavfli daraja

4.6. Ekologik xavf darajasini baholash

Ekologik xavf quyidagi mezonlar asosida baholandi:

Kislorod tanqisligi (BPK yuqori bo'lsa)

Eutrofikatsiya (nitrat va fosfat ortishi)

Toksiklik (og'ir metallar mavjudligi)

4.7. Integral indeks usuli (umumiy baho)

Suv sifatini umumiy baholash uchun integral indeks usuli qo'llanildi:

Bu yerda:

aniqlangan konsentratsiya

ruxsat etilgan me'yor

ko'rsatkichlar soni

Baholash natijasi:

$WQI < 1$ – yaxshi holat

1–2 – o'rtacha

2 – yomon

Ekologik baholash mezonlari asosida Qoradaryo daryosi suvining sifati kompleks ravishda baholandi. Natijalar shuni ko'rsatadiki, suv sifati yuqori oqimdan quyi oqimga qarab yomonlashib boradi va bu asosan sanoat hamda antropogen omillar ta'siri bilan bog'liq.

7. Muhokama

Mazkur tadqiqot natijalari Qoradaryo daryosi suv sifatining yuqori va quyi oqimlarida sezilarli darajada farqlanishini ko'rsatdi. Ekologik baholash mezonlari asosida aniqlangan ko'rsatkichlar (pH, BPK, XPK, nitratlar, ammoniy ionlari va temir) daryo suvining antropogen ta'sir ostida transformatsiyaga uchrayotganini tasdiqlaydi.

Daryoning boshlanish qismida suvning fizik-kimyoviy ko'rsatkichlari nisbatan barqaror bo'lib, pH me'yor doirasida, BPK va XPK past darajada, biogen elementlar esa minimal miqdorda qayd etildi. Bu esa suvning tabiiy o'zini-o'zi tozalash qobiliyati yuqori ekanligini va ekotizimning barqarorligini ko'rsatadi. Mazkur holat ilmiy adabiyotlarda ta'kidlanganidek, antropogen ta'sir kam bo'lgan hududlarda suv sifati tabiiy muvozanatni saqlab turishini tasdiqlaydi.

Aksincha, daryoning quyi oqim hududlarida barcha asosiy ko'rsatkichlar bo'yicha sezilarli og'ishlar kuzatildi. Xususan, BPK va XPK qiymatlarining ortishi suvda organik moddalar miqdorining oshganligini bildiradi. Bu esa suvdagi erigan kislorod miqdorini kamaytirib, biologik jarayonlarga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Nitrat va ammoniy ionlarining yuqori

konsentratsiyasi esa eutrofikatsiya jarayonlarini kuchaytiradi, bu esa suvning “gullashi” va ekologik muvozanatning buzilishiga olib keladi.

Olingan natijalar Fornasaro va boshqalar (2024) hamda Kalmakhanova (2023) tomonidan olib borilgan tadqiqotlar bilan mos keladi. Ular ham sanoat va qishloq xo‘jaligi faoliyati natijasida suv havzalarida azot birikmalari va organik moddalar miqdori ortishini qayd etganlar. Bu esa suv ekotizimlarida kislorod tanqisligi va biologik xilma-xillikning kamayishiga olib keladi.

Tadqiqot natijalariga ko‘ra, suv tarkibidagi o‘zgarishlar mikroorganizmlar faoliyatiga ham sezilarli ta‘sir ko‘rsatadi. Yuqori oqimda aerob mikroflora ustun bo‘lsa, quyi oqimda organik moddalarning ko‘pligi tufayli anaerob jarayonlar kuchayadi. Bu esa suvning sanitariya holatini yomonlashtirib, patogen mikroorganizmlar rivojlanishi uchun qulay sharoit yaratadi.

Suv o‘simliklari (gidrofitlar) uchun ham biogen elementlar muhim omil hisoblanadi. Nitrat va ammoniy ionlarining ortishi suvda oziqa moddalari miqdorini oshirib, algalarning keskin ko‘payishiga olib keladi. Natijada suv yuzasida qalin biologik qatlam hosil bo‘lib, quyosh nurlarining pastki qatlamlarga yetib borishini cheklaydi. Bu esa fotosintez jarayonining buzilishiga va pastki trofik darajadagi organizmlarning nobud bo‘lishiga sabab bo‘ladi.

Suv hayvonlari, xususan baliqlar uchun esa suvdagi kislorod miqdorining kamayishi asosiy cheklovchi omil hisoblanadi. BPK va XPK ko‘rsatkichlarining ortishi bilan bog‘liq kislorod tanqisligi baliqlarning nafas olish jarayoniga salbiy ta‘sir ko‘rsatadi. Bundan tashqari, temir va boshqa kimyoviy moddalar ortishi baliqlarning fiziologik holatini buzadi va ularning reproduktiv imkoniyatlarini pasaytiradi.

Umuman olganda, Qoradaryo daryosining quyi oqimida kuzatilayotgan o‘zgarishlar nafaqat suv sifati yomonlashuvi, balki butun ekotizimning degradatsiyasi bilan xarakterlanadi. Bu jarayon oziq zanjirining buzilishi, biologik xilma-xillikning kamayishi va ekologik xavf darajasining ortishi bilan ifodalanadi.

Shu nuqtai nazardan, olingan natijalar Qoradaryo daryosida muntazam ekologik monitoring olib borish, sanoat oqoqlarini samarali tozalash va suv resurslaridan oqilona foydalanish zarurligini yana bir bor tasdiqlaydi.

8. Taklif va tavsiyalar

Qoradaryo daryosi suv sifatining ekologik baholash natijalari asosida quyidagi ilmiy asoslangan taklif va tavsiyalar ishlab chiqildi. Ushbu tavsiyalar daryo suvining ekologik holatini yaxshilash, antropogen bosimni kamaytirish va barqaror suv boshqaruvini ta‘minlashga qaratilgan.

7.1. Sanoat oqoqlarini boshqarish va tozalash

Daryoga tushayotgan sanoat oqoqlarini kamaytirish maqsadida zamonaviy tozalash inshootlarini (biologik, kimyoviy va membranali texnologiyalar) joriy etish zarur.

Ayniqsa, azot birikmalari (nitrat, ammoniy) va organik moddalarni kamaytirishga qaratilgan texnologiyalarni qo‘llash tavsiya etiladi.

Korxonalarda **yopiq suv aylanish tizimi (ZLD – Zero Liquid Discharge)**ni bosqichma-bosqich joriy etish lozim.

Sanoat korxonalarida chiqindi suvlarni oldindan neytrallash va koagulyatsiya-flokulyatsiya jarayonlaridan o'tkazish majburiy qilinishi kerak.

7.2. Ekologik monitoring tizimini takomillashtirish

Qoradaryo daryosida uzluksiz (real vaqt rejimida) monitoring tizimini joriy etish zarur.

Suv sifatini baholashda quyidagi ko'rsatkichlar muntazam nazorat qilinishi kerak:

pH

BPK va XPK

Nitrat va ammoniy ionlari

Og'ir metallar (temir va boshqalar)

Monitoring natijalarini raqamli platformalar orqali ochiq e'lon qilish ekologik nazoratni kuchaytiradi.

7.3. Qishloq xo'jaligi ta'sirini kamaytirish

Mineral o'g'itlardan foydalanishni ilmiy asoslangan me'yorlar asosida optimallashtirish

Ekologik xavfsiz agrotexnologiyalarni joriy etish

Kollektor-drenaj suvlarini daryoga tashlashdan oldin filtratsiya va biologik tozalashdan o'tkazish

7.4. Ekotizimni tiklash va biologik choralar

Daryo bo'ylarida **biofiltr vazifasini bajaruvchi o'simliklar (qamish, qiyog va boshqalar)**ni ko'paytirish

Suv havzalarida fitoremediatsiya (o'simliklar yordamida tozalash) usullarini qo'llash

Suv hayvonlari populyatsiyasini tiklash uchun biologik muvozanatni tiklash dasturlarini ishlab chiqish

7.5. Qonunchilik va boshqaruvni kuchaytirish

Sanoat korxonalarining chiqindi suv tashlashiga qat'iy limitlar va nazorat tizimini joriy etish

Ekologik me'yorlarni buzgan korxonalar uchun iqtisodiy jarimalarni oshirish

Suv resurslarini boshqarishda **integratsiyalashgan yondashuv (IWRM – Integrated Water Resources Management)**ni qo'llash

7.6. Ilmiy tadqiqotlar va innovatsiyalarni rivojlantirish

Qoradaryo daryosida uzoq muddatli ilmiy monitoring tadqiqotlarini tashkil etish

Universitetlar va ilmiy markazlar bilan hamkorlikda innovatsion suv tozalash texnologiyalarini ishlab chiqish

GIS va masofaviy zondlash texnologiyalarini qo'llab ifloslanish xaritalarini yaratish

7.7. Ekologik ta'lim va jamoatchilik ishtiroki

Aholi va korxonalar o'rtasida ekologik madaniyatni oshirish bo'yicha targ'ibot ishlarini kuchaytirish

Talabalar va yoshlarni jalb qilgan holda eko-monitoring loyihalarini tashkil etish

Suv resurslarini muhofaza qilishda jamoatchilik nazoratini yo'lga qo'yish

7.8. Umumiy xulosa (tavsiyalar bo'yicha)

Taklif etilgan choralar kompleks tarzda amalga oshirilganda:

Qoradaryo daryosi suv sifati yaxshilanadi

Ekotizim barqarorligi tiklanadi

Biologik xilma-xillik saqlanadi

9. Xulosa

Mazkur tadqiqotda Qoradaryo daryosi suv sifatiga sanoat oqovalari va antropogen omillarning ta'siri kompleks ekologik baholash asosida o'rganildi. Tadqiqot natijalari daryoning yuqori va quyi oqimlari o'rtasida suv sifatining sezilarli darajada farqlanishini ko'rsatdi.

Daryoning boshlanish qismida suvning fizik-kimyoviy ko'rsatkichlari (pH, BPK, XPK, nitratlar, ammoniy ionlari va temir) asosan me'yoriy chegaralarda bo'lib, suvning tabiiy tozaligi va ekotizimning barqarorligini ta'minlaydi. Bu hududda mikroorganizmlar, suv o'simliklari va hayvonlar uchun qulay yashash muhiti mavjud bo'lib, biologik jarayonlar muvozanatda kechadi.

Biroq daryoning quyi oqim hududlarida sanoat oqovalari, qishloq xo'jaligi chiqindilari va maishiy omillar ta'sirida suv tarkibida sezilarli o'zgarishlar yuzaga kelgan. Xususan, nitrat va ammoniy ionlarining ortishi, BPK va XPK ko'rsatkichlarining yuqoriligi hamda temir miqdorining oshishi suvning organik va kimyoviy ifloslanganligini ko'rsatadi. Bu esa suvda kislorod tanqisligi, eutrofikatsiya jarayonlari va ekologik muvozanatning buzilishiga olib keladi.

Olingan natijalar suv tarkibidagi o'zgarishlar biologik tizimlarga bevosita ta'sir ko'rsatishini tasdiqladi. Yuqori oqimda aerob mikroflora ustun bo'lsa, quyi oqimda organik moddalar ortishi natijasida anaerob jarayonlar kuchayadi. Suv o'simliklarida algalarning ortiqcha rivojlanishi kuzatiladi, bu esa fotosintez jarayonini buzadi. Suv hayvonlari, xususan baliqlar uchun esa kislorod tanqisligi va toksik moddalarning ortishi jiddiy xavf tug'diradi, natijada biologik xilma-xillik kamayadi.

Shu tariqa, Qoradaryo daryosining quyi oqimida kuzatilayotgan ekologik holat antropogen bosimning kuchayganligi bilan izohlanadi va bu holat daryo ekotizimining degradatsiyasiga olib kelmoqda. Tadqiqot natijalari suv resurslarini muhofaza qilish, sanoat oqovalarini samarali tozalash va ekologik monitoringni kuchaytirish zarurligini asoslab beradi.

Umuman olganda, Qoradaryo daryosi suv sifati barqarorligini ta'minlash uchun kompleks yondashuv, zamonaviy texnologiyalarni joriy etish va ekologik boshqaruv tizimini takomillashtirish muhim ahamiyat kasb etadi.

10. Foydalanilgan adabiyotlar

1. Chapman D. Water Quality Assessments: A Guide to the Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring. – London: UNESCO/WHO/UNEP, 1996. – 651 p.
2. World Health Organization (WHO). Guidelines for Drinking-water Quality. – 4th ed. – Geneva: WHO Press, 2017. – 541 p.
3. Fornasaro S., Pavoni B., et al. Assessment of water quality in Central Asian river basins under anthropogenic pressure // Environmental Monitoring and Assessment. – 2024. – Vol. 196. – P. 1–15.
4. Kalmakhanova M.S. Industrial wastewater impact on aquatic ecosystems of Central Asia // Journal of Water Resources and Protection. – 2023. – Vol. 15. – P. 112–120.
5. Sadullayeva X.A. O‘zbekiston suv resurslarining ekologik holati va muammolari // Ekologiya va atrof-muhit muhofazasi jurnali. – Toshkent, 2023. – №3. – B. 45–52.
6. CAWater Information System. Water Quality in Central Asia: Problems and Perspectives. – Tashkent, 2022. – 120 p.
7. United Nations Environment Programme (UNEP). Freshwater Quality Monitoring and Assessment. – Nairobi, 2022. – 98 p.
8. UNESCO. World Water Development Report: Water Quality and Ecosystems. – Paris, 2021. – 150 p.
9. O‘zbekiston Respublikasi. “Suv va suvdan foydalanish to‘g‘risida”gi Qonuni. – Toshkent, 2020.
10. GOST 17.1.5.05-85. Tabiiy suvlar. Namuna olish qoidalari. – Moskva, 1985.
11. APHA (American Public Health Association). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. – 23rd ed. – Washington DC, 2017. – 1545 p.
12. Smith V.H., Schindler D.W. Eutrophication science: where do we go from here? // Trends in Ecology & Evolution. – 2009. – Vol. 24(4). – P. 201–207. Chapman D. Water Quality Assessments: A Guide to the Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring. – London: UNESCO/WHO/UNEP, 1996. – 651 p.
13. World Health Organization (WHO). Guidelines for Drinking-water Quality. – 4th ed. – Geneva: WHO Press, 2017. – 541 p.
14. Fornasaro S., Pavoni B., et al. Assessment of water quality in Central Asian river basins under anthropogenic pressure // Environmental Monitoring and Assessment. – 2024. – Vol. 196. – P. 1–15.
15. Kalmakhanova M.S. Industrial wastewater impact on aquatic ecosystems of Central Asia // Journal of Water Resources and Protection. – 2023. – Vol. 15. – P. 112–120.
16. Sadullayeva X.A. O‘zbekiston suv resurslarining ekologik holati va muammolari // Ekologiya va atrof-muhit muhofazasi jurnali. – Toshkent, 2023. – №3. – B. 45–52.

17. CAWater Information System. Water Quality in Central Asia: Problems and Perspectives. – Tashkent, 2022. – 120 p.
18. United Nations Environment Programme (UNEP). Freshwater Quality Monitoring and Assessment. – Nairobi, 2022. – 98 p.
19. UNESCO. World Water Development Report: Water Quality and Ecosystems. – Paris, 2021. – 150 p.
20. O‘zbekiston Respublikasi. “Suv va suvdan foydalanish to‘g‘risida”gi Qonuni. – Toshkent, 2020.
21. GOST 17.1.5.05-85. Tabiiy suvlar. Namuna olish qoidalari. – Moskva, 1985.
22. APHA (American Public Health Association). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. – 23rd ed. – Washington DC, 2017. – 1545 p.
23. Smith V.H., Schindler D.W. Eutrophication science: where do we go from here? // Trends in Ecology & Evolution. – 2009. – Vol. 24(4). – P. 201–207.v