ZARAFSHON DARYOSINING KUZGI DAVRDAGI GIDROKIMYOVIY HOLATI VA AZOTLI BIRIKMALAR BILAN IFLOSLANISHI TAHLIL QILISH

Xolmirzayev Xurshid Ulug‘bek o‘g‘li
xurshidxolmirzayev430@gmail.com

Annotatsiya. *Maqolada 2022-yil 4–10-noyabr kunlari Zarafshon daryosi va unga bog‘liq suv obyektlarining 26 ta kuzatuv nuqtasida olingan ma’lumotlar asosida suvning gidrokimyoviy holati baholandi. Elektr o‘tkazuvchanlik, harorat, pH, erigan kislorod, muallaq moddalar hamda ammoniy, nitrit va nitrat shakllaridagi azotning fazoviy o‘zgarishi tahlil qilindi. Ion konsentratsiyalari elementar azotga qayta hisoblandi. Elektr o‘tkazuvchanlik va nitrat azoti yuqori oqimdan quyi oqimga barqaror ortib, kuzatuv nuqtasi tartibi bilan kuchli musbat bog‘liqlikni ko‘rsatdi (Spearman ρ mos ravishda 0,938 va 0,960; p<0,001). Nitrat azoti 19–26-nuqtalarda qabul qilingan baliqchilik mezoni 9,1 mg/l dan yuqori bo‘ldi; eng katta qiymat Malikrabotda 13,233 mg/l ni tashkil etdi. Natijalar quyi oqimda minerallashuv va nitrat yuklamasi kuchayganini ko‘rsatadi hamda mavsumiy takroriy monitoringni talab etadi.*

Kalit so‘zlar: *Zarafshon daryosi, suv sifati, ammoniy azoti, nitrit azoti, nitrat azoti, elektr o‘tkazuvchanlik, erigan kislorod, monitoring.*

Аннотация. *На основе данных, полученных 4–10 ноября 2022 года в 26 пунктах наблюдения реки Зарафшан и связанных водных объектов, оценено гидрохимическое состояние воды. Проанализированы пространственные изменения электропроводности, температуры, pH, растворённого кислорода, взвешенных веществ, а также аммонийного, нитритного и нитратного азота. Электропроводность и нитратный азот устойчиво возрастали вниз по течению и имели сильную положительную связь с порядком пунктов наблюдения (ρ Спирмена 0,938 и 0,960; p<0,001). В пунктах 19–26 нитратный азот превысил принятый рыбохозяйственный критерий 9,1 мг/л; максимум 13,233 мг/л зарегистрирован в Маликработе. Результаты указывают на усиление минерализации и нитратной нагрузки в нижнем течении и обосновывают необходимость сезонного мониторинга.*

Ключевые слова: *река Зарафшан, качество воды, аммонийный азот, нитритный азот, нитратный азот, электропроводность, растворённый кислород, мониторинг.*

Abstract. *Water quality was assessed using observations collected at 26 sites along the Zarafshan River and connected water bodies on 4–10 November 2022. Spatial patterns in electrical conductivity, temperature, pH, dissolved oxygen, suspended solids, and ammonium, nitrite and nitrate nitrogen were analysed. Electrical conductivity and nitrate nitrogen increased consistently downstream and were strongly associated with site order (Spearman’s ρ=0.938 and 0.960, respectively; $p<0.001$). Nitrate nitrogen exceeded the adopted fishery benchmark of 9.1 mg/L at sites 19–26, reaching 13.233 mg/L at Malikrabot. The findings indicate increasing mineralisation and nitrate pressure in the lower reach and support repeated seasonal monitoring.*

Keywords: *Zarafshan River, water quality, ammonium nitrogen, nitrite nitrogen, nitrate nitrogen, electrical conductivity, dissolved oxygen, monitoring.*

Kirish

Zarafshon daryosi Markaziy Osiyoning transchegaraviy suv tizimlaridan biri bo‘lib, Samarqand va Navoiy hududlarining sug‘orish, sanoat hamda kommunal ehtiyojlarida muhim o‘rin tutadi. Daryo suvining sifati tabiiy geokimyoviy sharoit, oqim hajmi, kollektor-drenaj suvlari, aholi punktlari va ishlab chiqarish zonalari ta’sirida shakllanadi. Shu sababli daryoning faqat alohida nuqtadagi holatini emas, balki yuqori oqimdan quyi oqimgacha bo‘lgan fazoviy profilini baholash ekologik boshqaruv uchun muhimdir [1; 2].

Azotli birikmalar suv ekotizimida ikki tomonlama ahamiyatga ega. Ular biologik mahsuldorlik uchun zarur bo‘lsa-da, ortiqcha miqdori organik ifloslanish, maishiy va qishloq xo‘jaligi oqovalari hamda biogeokimyoviy o‘zgarishlarning indikatori hisoblanadi. Ammoniy azoti yangi organik yuklama va qaytaruvchi muhit bilan, nitrit azoti nitrifikatsiya jarayonining oraliq bosqichi bilan, nitrat azoti esa oksidlangan va nisbatan barqaror azot shakli bilan bog‘liq. Ushbu shakllarni alohida o‘lchash ifloslanishning ehtimoliy mexanizmini to‘liqroq tushuntirish imkonini beradi [3; 4].

Tadqiqotning maqsadi 2022-yil noyabr oyidagi bir martalik kuzatuv ma’lumotlari asosida Zarafshon daryosi suvining gidrokimyoviy holatini tavsiflash, azot shakllarining fazoviy o‘zgarishini me’yoriy mezonlar bilan taqqoslash va ustuvor monitoring zonalarini aniqlashdan iborat. Tadqiqot gipotezasiga ko‘ra, daryo quyi

oqimiga tomon antropogen va kollektor-drenaj yuklamalari yig‘ilishi natijasida elektr o‘tkazuvchanlik hamda nitrat azoti oshadi.

Materiallar va usullar

Boshlang‘ich ma’lumotlar 2022-yil 4–10-noyabr kunlari Ravatxo‘ja to‘g‘onidan Malikrabotgacha joylashgan 26 ta kuzatuv nuqtasida olingan. Nuqtalar Zarafshon daryosining asosiy o‘zani, Darg‘om bilan bog‘liq uchastkalar, Kattaqo‘rg‘on suv ombori atrofi, Samarqand va Navoiy hududlari, shuningdek kollektor tashlamasi va kanallarga bo‘linish qismlarini qamrab oladi. Excel bazasida har bir nuqta uchun koordinata, elektr o‘tkazuvchanlik (EC), suv harorati, pH, ammoniy, nitrit va nitrat ionlari, muallaq moddalar, erigan kislorod hamda namuna olingan sana qayd etilgan [5].

Ion ko‘rinishida berilgan konsentratsiyalarni elementar azot miqdoriga o‘tkazishda molyar massa ulushlari qo‘llanildi: $N–NH_4 = NH_4^+ \times 0{,}77$; $N–NO_2 = NO_2^- \times 0{,}30$; $N–NO_3 = NO_3^- \times 0{,}22$. Natijalar mg/l birlikda ifodalandi. Baholashda baliqchilik ahamiyatidagi suvlar uchun amaliyotda qo‘llanadigan mezonlar — ammoniy azoti 0,40 mg/l, nitrit azoti 0,020 mg/l va nitrat azoti 9,10 mg/l — qiyosiy chegara sifatida qabul qilindi [6]. pH uchun 6,5–8,5 oralig‘i, erigan kislorod uchun esa 6 mg/l dan kam bo‘lmagan qiymat yo‘naltiruvchi mezon sifatida olindi [7]. Muallaq moddalar bo‘yicha tabiiy fon va gidrologik rejim haqidagi ma’lumot bo‘lmagani sababli ushbu ko‘rsatkichga “me’yordan oshgan” degan qat’iy baho berilmadi.

Tahlilda minimum, maksimum, o‘rtacha qiymat, me’yordan yuqori nuqtalar soni hamda kuzatuv nuqtalarining yuqori oqimdan quyi oqimga tartibi bilan ko‘rsatkichlar orasidagi Spearman darajali korrelatsiyasi hisoblandi. Spearman koeffitsienti $\rho = 1 - 6\Sigma d_i^2/[n(n^2-1)]$ formula orqali talqin qilinadi; bunda d_i — ikki daraja orasidagi farq, n — kuzatuvlar soni. $p<0{,}05$ statistik ahamiyat chegarasi sifatida olindi. Mazkur tahlil fazoviy bog‘lanishni ko‘rsatadi, biroq ifloslanish manbalarining sababiy ta’sirini mustaqil ravishda isbotlamaydi.

Natijalar va muhokama

Suv harorati 10,6–18,1 °C, pH esa 7,88–8,44 oralig‘ida bo‘ldi. Barcha 26 nuqtada pH qabul qilingan 6,5–8,5 diapazonda saqlandi. Eng yuqori harorat tosh maydalash zavodi yaqinidagi ikkinchi nuqtada (18,1 °C), eng past qiymat Ravatxo‘ja to‘g‘onida (10,6 °C) kuzatildi. Harorat o‘lchovlari yetti kun davomida va turli vaqtlarda olingani uchun ularning fazoviy farqini faqat texnogen issiqlik ta’siri bilan izohlash to‘g‘ri emas; sutkalik va meteorologik o‘zgaruvchanlik ham hisobga olinishi lozim.

Ko‘rsatkich	O‘rtacha	Minimum	Maksimum	Mezon buzilgan nuqta
EC, µS/sm	1210,8	384	2590	Mezon belgilanmadi
pH	8,21	7,88	8,44	0
N–NH_4, mg/l	1,033	0,115	2,926	21
N–NO_2, mg/l	0,025	0,004	0,114	17
N–NO_3, mg/l	5,249	0,440	13,233	8
Muallaq moddalar, mg/l	909,2	46	3356	Fon zarur
Erigan O_2, mg/l	9,99	5,68	13,16	1

1-jadval. Zarafshon daryosi bo‘yicha asosiy ko‘rsatkichlarning tavsifiy statistikasi (n=26)

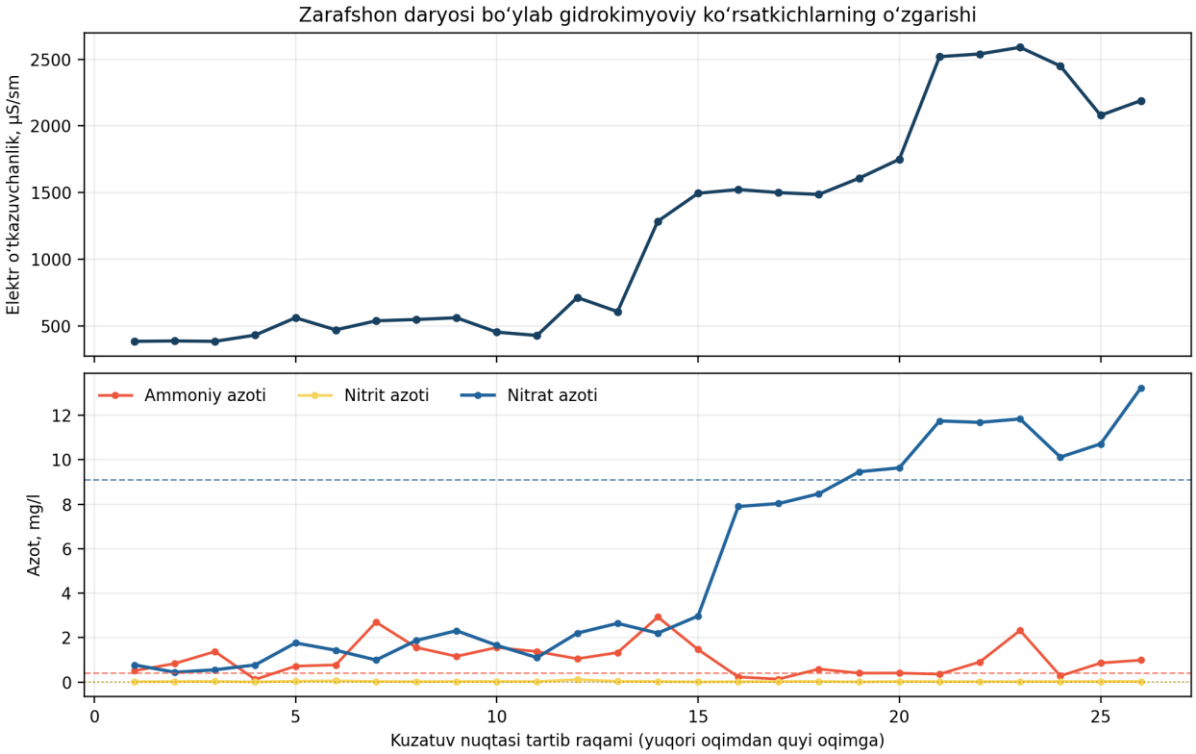
Elektr o‘tkazuvchanlik 384–2590 µS/sm oralig‘ida o‘zgardi. Birinchi besh nuqtada o‘rtacha EC 429,4 µS/sm bo‘lgan bo‘lsa, oxirgi besh nuqtada 2370,0 µS/sm ga yetdi, ya’ni 5,5 baravar oshdi. Eng katta qiymat Konimex tumanida Zarafshonning Jalvon kanaliga bo‘linish nuqtasida qayd etildi. Nuqta tartibi bilan EC orasidagi Spearman bog‘liqligi $\rho=0,938$ ($p<0,001$) bo‘lib, quyi oqimga tomon erigan ionlar umumiy yuklamasining izchil ortishini ko‘rsatadi. EC suvdagi muayyan ifloslantiruvchini aniqlamaydi, ammo minerallashuv va kollektor-drenaj aralashuvi kabi jarayonlarga sezgir integral indikator hisoblanadi.

Ammoniy azoti 0,116–2,926 mg/l oralig‘ida bo‘lib, 26 nuqtaning 21 tasida 0,40 mg/l mezondan yuqori qayd etildi. Eng katta qiymat 14-nuqtada — Narpay hududida 2,926 mg/l bo‘lib, mezondan 7,3 baravar yuqori. Samarqand shahri nuqtasida ham 2,695 mg/l aniqlangan. Biroq ammoniy azotining nuqta tartibi bilan bog‘liqligi statistik ahamiyatli emas ($\rho=-0,138$; $p=0,502$). Demak, ammoniy yuklamasi daryo bo‘ylab bir yo‘nalishda to‘planishdan ko‘ra, alohida lokal kirimlar va transformatsiya jarayonlari bilan izohlanishi ehtimolga yaqin.

Nitrit azoti 0,004–0,114 mg/l oralig‘ida bo‘ldi. 17 ta nuqtada 0,020 mg/l mezon oshgan. Eng katta konsentratsiya Darg‘om quyilishidan oldingi nuqtada 0,114 mg/l bo‘lib, qabul qilingan mezondan 5,7 baravar yuqori. Nitritning uzunlamasına barqaror trendi aniqlanmadi ($\rho=-0,072$; $p=0,728$). Nitrit nitrifikatsiya va denitrifikatsiyaning oraliq mahsuloti bo‘lgani sababli uning qisqa masofada keskin o‘zgarishi gidrologik

aralashish, kislorod rejimi va yangi organik yuklama bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin. Bu nuqtalarda oqova kirimlari va oqim tezligini bir vaqtda o‘lchash zarur.

Nitrat azoti 0,440–13,233 mg/l oralig‘ida qayd etildi. 19–26-nuqtalarning barchasida 9,10 mg/l mezon oshgan; maksimal qiymat Malikrabotda 13,233 mg/l bo‘lib, mezondan 1,45 baravar yuqori. Daryoning dastlabki besh nuqtasida o‘rtacha nitrat azoti 0,858 mg/l, oxirgi besh nuqtasida esa 11,517 mg/l bo‘ldi — 13,4 baravar farq. Nitrat azotining nuqta tartibi bilan korrelatsiyasi $\rho=0{,}960$ ($p<0{,}001$), EC bilan korrelatsiyasi esa $\rho=0{,}969$ ($p<0{,}001$). Ushbu birgalikdagi o‘sish quyi oqimda erigan tuzlar va oksidlangan azot yuklamasi bir vaqtda kuchayganini ko‘rsatadi. Biroq manbani ajratish uchun asosiy ionlar, umumiy azot, oqim sarfi va izotop tahlillari zarur.



1-rasm. Kuzatuv nuqtalari bo‘yicha elektr o‘tkazuvchanlik va azot shakllarining profili. Gorizontal chiziqlar qiyosiy mezonlarni bildiradi.

Muallaq moddalar 46–3356 mg/l oralig‘ida juda katta farq qildi. Maksimum Navoiy IES va “Navoiyazot”dan oldingi 18-nuqtada, undan keyingi nuqtada esa 2731 mg/l qayd etilgan. Darg‘om kanali va Siyob–Darg‘om quyilishidan keyingi qismlarda ham qiymatlar 2107 va 1282 mg/l ga yetgan. Noyabr oyidagi suv sarfi, cho‘kindi tarkibi va namuna olish vaqtidagi gidrologik holat berilmagani uchun bu qiymatlarni muayyan korxona tashlamasiga bevosita bog‘lash mumkin emas. Muallaq moddalarning yuqori miqdori laboratoriya filtratsiyasi, loyqalilik va oqim sarfi bilan parallel tekshirilishi kerak.

Erigan kislorod o‘rtacha 9,99 mg/l bo‘lib, aksariyat nuqtalarda qoniqarli kislorod rejimi saqlangan. Faqat 19-nuqtada, “Navoiyazot” va IESdan keyingi uchastkada 5,68 mg/l qayd etilib, 6 mg/l yo‘naltiruvchi chegaradan past bo‘lgan. Ushbu nuqtada nitrat azoti 9,460 mg/l va muallaq moddalar 2731 mg/l bo‘lgan. Bir martalik o‘lchov sababli bu uyg‘unlik ifloslanish manbasini isbotlamaydi, ammo aynan shu uchastkada sutkalik kislorod rejimi, biokimyoviy kislorod sarfi va kimyoviy kislorod sarfini takroriy o‘lchash uchun yetarli signal beradi.

Amaliy monitoring uchun takliflar

Birinchidan, monitoringni kamida to‘rt mavsumda va suv kam hamda suv ko‘p davrlarda takrorlash lozim. Har bir kritik zonada “ta’sirdan oldin — ta’sir nuqtasi — ta’sirdan keyin” sxemasi bo‘yicha kamida uchta stvor ajratilishi kerak. Narpay, Darg‘om, Karmana–Navoiy sanoat zonasi, Qiziltepa–Konimex hamda Malikrabot ustuvor nazorat segmentlari sifatida tanlanishi maqsadga muvofiq.

Ikkinchidan, konsentratsiya bilan cheklanmay, ifloslantiruvchi yuklamasi L=C×Q hisoblanishi kerak; bunda L — modda oqimi, C — konsentratsiya, Q — suv sarfi. Suv sarfisiz yuqori konsentratsiya kichik oqimning ta’sirini yoki katta massaviy tashlamani farqlashga imkon bermaydi. Elektr o‘tkazuvchanlik bilan birga asosiy kation va anionlar, umumiy erigan moddalar, umumiy azot, fosfatlar, BKS_5 va KKSni kiritish manbalarni aniqroq ajratadi.

Uchinchidan, dala blanki, parallel namuna, sertifikatlangan standart namuna va uskunani kalibrlash yozuvlari sifat nazoratining majburiy qismi bo‘lishi kerak. Koordinatalardagi o‘nlik ajratuvchi xatolar GIS bazasiga yuklashdan oldin tuzatiladi. Natijalar yagona identifikator, sana-vaqt, stvor turi va laboratoriya aniqlash chegarasi bilan saqlansa, ko‘p yillik trendlarni avtomatik tahlil qilish mumkin bo‘ladi.

Xulosa

2022-yil noyabr oyidagi 26 nuqtali kesim Zarafshon daryosida suv sifati yuqori oqimdan quyi oqimga bir xil emasligini ko‘rsatdi. pH barcha nuqtalarda 7,88–8,44 oralig‘ida bo‘lib, qabul qilingan diapazondan chiqmagan. Elektr o‘tkazuvchanlik quyi oqimga tomon 384 µS/sm dan 2590 µS/sm gacha ortdi va nuqta tartibi bilan juda kuchli bog‘landi.

Azot shakllari orasida fazoviy jihatdan eng aniq signal nitrat azotida kuzatildi: 19–26-nuqtalarda 9,10 mg/l qiyosiy mezon oshib, Malikrabotda 13,233 mg/l ga yetdi. Ammoniy azoti 21 nuqtada, nitrit azoti esa 17 nuqtada tegishli mezondan yuqori bo‘ldi, biroq ularning daryo bo‘ylab bir yo‘nalishli trendi aniqlanmadi. Bu holat ammoniy va nitrit uchun lokal kirimlar hamda tez kechuvchi transformatsiya jarayonlari muhimligini ko‘rsatadi.

Tadqiqotning asosiy cheklovi — bir mavsum va bir martalik namuna olishga asoslanganidir. Shuning uchun natijalar manbalarni yakuniy ayblash uchun emas, kritik uchastkalarni saralash va keyingi monitoring dizaynini belgilash uchun xizmat qiladi. Eng ustuvor vazifa Karmana–Navoiy sanoat zonasi va undan quyi qismlarda suv sarfi bilan uyg‘unlashtirilgan mavsumiy nazoratni yo‘lga qo‘yishdir.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. United Nations Economic Commission for Europe. Second Environmental Performance Review of Uzbekistan. New York; Geneva: United Nations, 2010.

2. Micklin P. The Aral Sea Disaster // Annual Review of Earth and Planetary Sciences. 2007. Vol. 35. P. 47–72. DOI: 10.1146/annurev.earth.35.031306.140120.

3. Wetzel R. G. Limnology: Lake and River Ecosystems. 3rd ed. San Diego: Academic Press, 2001. 1006 p.

4. Novikov Yu. V., Lastochkina K. O., Boldina Z. N. Metody issledovaniya kachestva vody vodoyomov: rukovodstvo. Moskva: Meditsina, 1990. 399 s.

5. Zarafshon daryosi bo‘yicha 2022-yil 4–10-noyabr kuzatuv ma’lumotlari: 26 nuqtadan iborat birlamchi elektron jadval. Muallif ma’lumotlari.

6. Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения. Москва, 2016.

7. O‘zbekiston Respublikasi SanQvaM № 0318-15. O‘zbekiston Respublikasi hududidagi suv havzalari suvini muhofaza qilishga qo‘yiladigan gigiyenik va epidemiyaga qarshi talablar. Toshkent, 2015.

8. GOST 31861–2012. Suv. Namuna olishga doir umumiy talablar. Moskva: Standartinform, 2019.

9. APHA. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 23rd ed. Washington, DC: American Public Health Association, 2017.