IQLIM O‘ZGARISHI SHAROITIDA OHANGARON DARYOSI HAVZASINING EKOLOGIK HOLATINI GIDROKIMYOVIY KO‘RSATKICHLAR ASOSIDA BAHOLASH

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

Annotatsiya. *Maqolada 2022-yil 11-oktabr kuni Ohangaron daryosi havzasining 12 ta stvorida olingan ma'lumotlar asosida suvning ekologik holati baholandi. Elektr o'tkazuvchanlik, harorat, pH, muallaq moddalar, erigan kislorod hamda ammoniy, nitrit va nitrat shakllaridagi azotning fazoviy o'zgarishi tahlil qilindi. Elektr o'tkazuvchanlik yuqori oqimdan quyi oqimga ishonchli ortdi (Spearman $\rho=0,879$; $p<0,001$); nitrat azotida ham musbat fazoviy trend aniqlandi ($\rho=0,725$; $p=0,008$), biroq uning miqdori barcha stvorlarda 9,1 mg/l qiyosiy mezondan past bo'ldi. Nitrit azoti faqat Oqchasoyda 0,0225 mg/l ga yetib, 0,020 mg/l mezondan 1,13 baravar oshdi. Gidrokimyoviy kuzatuvlarni Landsat va Sentinel ma'lumotlari bilan uyg'unlashtiruvchi bosqichli monitoring sxemasi taklif etildi.*

Kalit so'zlar: *Ohangaron daryosi, ekologik holat, suv sifati, azotli birikmalar, elektr o'tkazuvchanlik, masofadan zondlash, ekologik monitoring.*

Аннотация. *По данным, полученным 11 октября 2022 года в 12 створах бассейна реки Ахангаран, оценено экологическое состояние воды. Проанализированы электропроводность, температура, pH, взвешенные вещества, растворённый кислород и формы азота. Электропроводность достоверно возрастала вниз по течению (ρ Спирмена=0,879; $p<0,001$); положительный тренд выявлен и для нитратного азота ($\rho=0,725$; $p=0,008$), однако во всех створах его содержание оставалось ниже сравнительного критерия 9,1 мг/л. Нитритный азот превысил критерий 0,020 мг/л только в Акчасае, достигнув 0,0225 мг/л. Предложена схема интеграции гидрохимического контроля с данными Landsat и Sentinel.*

Ключевые слова: *река Ахангаран, экологическое состояние, качество воды, соединения азота, электропроводность, дистанционное зондирование, мониторинг.*

Abstract. *Water quality was assessed using measurements collected at 12 sites in the Akhangaran River basin on 11 October 2022. Electrical conductivity, temperature,*

pH, suspended solids, dissolved oxygen and nitrogen forms were analysed. Electrical conductivity increased significantly downstream (Spearman's ρ=0.879; p<0.001), and nitrate nitrogen also showed a positive spatial trend (ρ=0.725; p=0.008), while remaining below the comparative benchmark of 9.1 mg/L at all sites. Nitrite nitrogen exceeded 0.020 mg/L only at Akchasay, reaching 0.0225 mg/L. A phased monitoring framework integrating hydrochemical observations with Landsat and Sentinel data is proposed.

Keywords: *Akhangaran River, ecological condition, water quality, nitrogen compounds, electrical conductivity, remote sensing, environmental monitoring.*

Kirish

Ohangaron daryosi Sirdaryoning o'ng irmoqlaridan biri bo'lib, Toshkent viloyatining sug'orish, sanoat va kommunal suv ta'minotida muhim ahamiyatga ega. Havzada Angren, Ohangaron va Olmaliq kabi yirik sanoat markazlarining joylashgani, aholi punktlari va konchilik faoliyatining rivojlangani suv resurslariga ko'p omilli ekologik bosim hosil qiladi [1; 2]. Iqlim isishi, bug'lanishning kuchayishi va oqim rejimining o'zgarishi bunday bosimni yanada murakkablashtirishi mumkin: suv sarfi kamaygan davrda erigan moddalar kamroq suyuladi va ayrim komponentlarning konsentratsiyasi ortadi.

An'anaviy laboratoriya monitoringi ifloslantiruvchi moddalarning aniq konsentratsiyasini beradi, biroq uning fazoviy va vaqt bo'yicha qamrovi cheklangan. Masofadan zondlash esa suv yuzasi maydoni, yer yuzasi harorati, qirg'oqbo'yi o'simliklari va loyqalikka yaqin optik belgilarni muntazam kuzatish imkonini beradi. Shu sababli 11.00.05 — atrof-muhitni muhofaza qilish va tabiiy resurslardan oqilona foydalanish ixtisosligi doirasida dala-laboratoriya va sun'iy yo'ldosh ma'lumotlarini integratsiyalash ekologik monitoringni takomillashtirishning istiqbolli yo'nalishidir.

Tadqiqotning maqsadi Ohangaron daryosi havzasining 2022-yil kuzgi gidrokimyoviy holatini fazoviy baholash, ekologik xavf signallarini aniqlash va ushbu natijalar asosida masofadan zondlash bilan uyg'unlashtirilgan monitoring sxemasini taklif qilishdan iborat. Tadqiqotda iqlim o'zgarishi fon sharoiti sifatida qaraladi; bir kunlik gidrokimyoviy kesim iqlim ta'sirini mustaqil isbotlamasligi alohida hisobga olinadi.

Materiallar va usullar

Boshlang'ich ma'lumotlar 2022-yil 11-oktabr kuni soat 9:30–18:30 oralig'ida olingan. Kuzatuv tarmog'i Qamchiqsoy, Ohangaron suv omboridan oldingi va keyingi stvorlar, Angren shahri, Dukentsoy, Qorabog'soy, Oqchasoy, Angren–Ohangaron

oralig'i, Ohangaronsoy hamda Ohangaron shahri hududidagi jami 12 nuqtani qamrab olgan [3]. Excel bazasida koordinatalar, elektr o'tkazuvchanlik (EC), suv harorati, pH, ammoniy, nitrit va nitrat ionlari, fosfat, muallaq moddalar, erigan kislorod, KKS, sana va vaqt berilgan.

Azot shakllari ion konsentratsiyasidan elementar azotga molyar massa ulushi bilan qayta hisoblandi: $N\text{-}NH_4 = NH_4 + \times 14/18$; $N\text{-}NO_2 = NO_2 - \times 14/46$; $N\text{-}NO_3 = NO_3 - \times 14/62$. Aniqlanmagan ammoniy qiymatlari nol deb emas, aniqlash chegarasidan past deb talqin qilindi va o'rtacha konsentratsiya hisobiga kiritilmadi. Qiyosiy baholashda $N\text{-}NH_4$ uchun 0,40 mg/l, $N\text{-}NO_2$ uchun 0,020 mg/l, $N\text{-}NO_3$ uchun 9,10 mg/l, pH uchun 6,5–8,5 va erigan kislorod uchun kamida 6 mg/l mezonlari qo'llandi [4; 5].

Ko'rsatkichlarning minimum, maksimum va o'rtacha qiymatlari hisoblandi. Stvorlar yuqori oqimdan quyi oqimga tartiblangan deb qabul qilinib, ushbu tartib bilan ko'rsatkichlar o'rtasidagi monotonik bog'lanish Spearman koeffitsienti yordamida baholandi. $p<0,05$ statistik ahamiyat chegarasi sifatida olindi. Bu usul fazoviy yo'nalishni ko'rsatadi, ammo oqim sarfi va takroriy kuzatuvlarsiz sababiy ta'sirni aniqlamaydi.

Natijalar va muhokama

Suv harorati 12,8–21,5 °C, pH 7,81–8,53 oralig'ida bo'ldi. pH faqat Angren shahri Grum mahallasi yaqinidagi stvorda 8,53 ga yetib, 8,5 chegaradan 0,03 birlik yuqori qayd etildi. Oqchasoydagi 21,5 °C eng katta harorat bo'lsa-da, namunalar turli soatlarda olingani uchun bu tafovutni faqat antropogen yoki iqlimiy omilga bog'lash mumkin emas. Takroriy monitoringda havo harorati, bulutlilik, chuqurlik va namuna vaqti birgalikda qayd etilishi zarur.

Elektr o'tkazuvchanlik 155,8–547,0 µS/sm oralig'ida o'zgardi. Qamchiqsoyda eng past, "Yangi nuqta 1"da eng yuqori qiymat kuzatildi. Dastlabki uch stvorda o'rtacha EC 175,1 µS/sm, oxirgi uch stvorda esa 521,3 µS/sm bo'lib, deyarli uch baravar farq qildi. ECning stvor tartibi bilan bog'liqligi kuchli va statistik ahamiyatli ($\rho=0,879$; $p<0,001$). Bu natija quyi oqim tomon erigan ionlar yuklamasi ortishini ko'rsatadi, lekin ECning o'zi ifloslantiruvchi modda yoki uning manbasini aniqlamaydi.

Ammoniy 12 stvordan faqat ikkitasida aniqlangan. Ohangaron suv omboridan keyingi stvorda N-NH4 0,0926 mg/l, "Yangi nuqta 1"da 0,0264 mg/l bo'lib, ikkala qiymat ham 0,40 mg/l mezondan past. "Aniqlanmadi" natijalarini nolga tenglashtirish noto'g'ri bo'lgani uchun barcha stvor bo'yicha sun'iy o'rtacha qiymat chiqarilmadi. Bu yondashuv laboratoriya aniqlash chegarasi ma'lum bo'lmagan sharoitda xulosaning ishonchliligini saqlaydi.

Nitrit azoti 0,0049–0,0225 mg/l oralig'ida bo'ldi. Faqat Oqchasoyda 0,0225 mg/l qayd etilib, 0,020 mg/l qiyosiy mezondan 1,13 baravar oshdi. Nitritning stvor tartibi bilan bog'liqligi ahamiyatli emas (ρ=0,105; p=0,744), bu esa umumiy quyi oqim trendidan ko'ra lokal jarayon ehtimolini ko'rsatadi. Oqchasoyda suv harorati ham maksimal — 21,5 °C bo'lgan, ammo bir martalik kuzatuv bu ikki holat orasidagi sababiy aloqani isbotlamaydi.

Nitrat azoti 2,211–4,159 mg/l oralig'ida bo'lib, barcha stvorlarda 9,10 mg/l mezondan past saqlandi. Shunga qaramay, quyi oqim yo'nalishida ishonchli ortish mavjud (ρ=0,725; p=0,008). EC bilan N-NO3 o'rtasida ham musbat bog'liqlik aniqlandi (ρ=0,653; p=0,021). Bu natija minerallashuv va oksidlangan azot shaklining birgalikda o'zgarayotganini bildiradi; manbalarni ajratish uchun suv sarfi, asosiy ionlar, umumiy azot va barqaror izotoplar kerak.

Muallaq moddalar 31,2–43,6 mg/l oralig'ida bo'lib, maksimal qiymat "Yangi nuqta 2"da kuzatildi. Tabiiy fon, oqim tezligi va loyqalik ma'lumotlari mavjud emasligi sababli ushbu ko'rsatkich bo'yicha me'yor oshishi haqida qat'iy xulosa berilmadi. Erigan kislorod faqat olti stvorda o'lchangan va 7,34–13,20 mg/l oralig'ida bo'lib, mavjud qiymatlarning barchasi 6 mg/l yo'naltiruvchi mezondan yuqori. Yetishmayotgan qiymatlar monitoring dizaynida bir xil parametrlar to'plamini barcha stvorlarda o'lchash zarurligini ko'rsatadi.

Masofadan zondlash asosida monitoringni takomillashtirish

Mavjud gidrokimyoviy kesim aniq konsentratsiyalarni beradi, ammo faqat bir sana va 12 nuqtani ifodalaydi. Uni masofadan zondlash bilan almashtirish emas, balki to'ldirish kerak. Sentinel-2 tasvirlaridan NDWI yoki MNDWI orqali suv yuzasi va qirg'oq chizig'i, NDVI orqali qirg'oqbo'yi o'simliklar holati, spektral qaytish ko'rsatkichlari orqali loyqalikka yaqin proksi belgilar kuzatilishi mumkin. Landsat 8/9 termal kanallari esa suv va unga tutash yer yuzasining harorat fonini uzoq muddatli baholash imkonini beradi [6; 7].

Taklif etilayotgan tizim uch bosqichdan iborat. Birinchi bosqichda sun'iy yo'ldosh tasvirlari yordamida suv maydoni qisqargan, yuzaki harorat oshgan yoki qirg'oq o'simliklari yomonlashgan segmentlar aniqlanadi. Ikkinchi bosqichda shu segmentlar va nazorat zonalarida laboratoriya namunalari olinadi. Uchinchi bosqichda EC, azot shakllari, erigan kislorod va muallaq moddalar sun'iy yo'ldosh indikatorlari bilan GISda birlashtirilib, ekologik xavf zonalari ajratiladi. Masofadan zondlash azot konsentratsiyasini bevosita o'lchamaydi; laboratoriya tekshiruvi saqlanadi.

Iqlim o'zgarishini ilmiy baholash uchun kamida 20–30 yillik havo harorati va yog'in qatorlari, daryo suv sarfi hamda bir xil mavsumlarda takrorlangan suv sifati

kuzatuvlari talab qilinadi. CHIRPS yog'in ma'lumotlari, ERA5-Land harorat qatorlari va Landsat arxivi meteorologik stansiyalar bilan tekshirilgan holda yordamchi manba bo'lishi mumkin. Natijada iqlim fondagi o'zgarish, gidrologik javob va lokal antropogen yuklama bir-biridan ehtiyotkor ajratiladi.

Xulosa va takliflar

2022-yil 11-oktabrdagi kuzatuvlar Ohangaron havzasida suvning gidrokimyoviy holati fazoviy jihatdan bir xil emasligini ko'rsatdi. Eng aniq o'zgarish elektr o'tkazuvchanlikda kuzatilib, quyi oqimga tomon kuchli o'sish qayd etildi. Nitrat azoti me'yoriy chegaradan oshmadi, biroq uning stvor tartibi va EC bilan musbat bog'liqligi kelgusida minerallashuv hamda nitrat yuklamasini birgalikda nazorat qilish zarurligini ko'rsatadi.

Ekologik xavf signallari sifatida Oqchasoydagi nitrit azotining 0,020 mg/l mezondan biroz oshishi va Angren shahri Grum mahallasi yaqinidagi pH 8,53 qiymati ajratildi. Ushbu holatlar kamida turli mavsumlarda takroriy namuna olish orqali tekshirilishi kerak. Ammoniy aniqlangan ikkala nuqtada ham qiyosiy chegaradan past, mavjud erigan kislorod o'lchovlari esa qoniqarli bo'lgan.

Ohangaron havzasi monitoringini takomillashtirish uchun laboratoriya stvorlarini Sentinel-2 va Landsat tasvirlari bo'yicha aniqlangan dinamik zonalar bilan muvofiqlashtirish, barcha stvorlarda bir xil ko'rsatkichlar to'plamini o'lchash, suv sarfi asosida modda yuklamasini hisoblash va natijalarni yagona GIS bazasida yuritish tavsiya etiladi. Bu yondashuv 11.00.05 ixtisosligi doirasida atrof-muhitni muhofaza qilish bo'yicha tezkor va ilmiy asoslangan qarorlarni qo'llab-quvvatlaydi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. O'zbekiston milliy ensiklopediyasi. Ohangaron daryosi. Toshkent: O'zbekiston milliy ensiklopediyasi davlat ilmiy nashriyoti, 2000–2005.

2. Axmedova T. A., Sharipov O. O., Pulatov S. M. va boshq. Ohangaron va Chirchiq daryolari suv sifatiga ifloslanish manbalari ta'sirini o'rganish // Web of Scholar. 2018. № 6(24). Vol. 2. B. 24–31. DOI: 10.31435/rsglobal_wos/12062018/5748.

3. Ohangaron daryosi havzasi bo'yicha 2022-yil 11-oktabr gidrokimyoviy kuzatuv ma'lumotlari: 12 stvordan iborat birlamchi elektron jadval (Akhangaran_october2022.xlsx). Muallif ma'lumotlari.

4. Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения. Москва, 2016.

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

6. McFeeters S. K. The use of the Normalized Difference Water Index in the delineation of open water features // International Journal of Remote Sensing. 1996. Vol. 17, No. 7. P. 1425-1432. DOI: 10.1080/01431169608948714.

7. Xu H. Modification of normalised difference water index to enhance open water features in remotely sensed imagery // International Journal of Remote Sensing. 2006. Vol. 27, No. 14. P. 3025-3033. DOI: 10.1080/01431160600589179.

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.