

FARG'ONA VILOYATI SUV HAVZALARINING ELEMENTAR TARKIBI VA OG'IR METALL KONTAMINATSIYASI: ICP-OES TAHLILI VA ULARNING HAYVONLAR FIZIOLOGIYASIGA INTEGRATIV TA'SIRI

Adxamova Sevaraxon Abdusalim qizi

Farg'ona davlat universiteti tayanch doktoranti.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17803538>

Annotatsiya. Ushbu tadqiqotda Farg'ona viloyati suv havzalarining elementar tarkibi va og'ir metallar bilan ifloslanish darajasi ICP-OES usuli orqali aniqlanib, natijalar xalqaro ekologik me'yorlar bilan solishtirildi. Og'ir metallarning hayvonlar organizmiga potentsial ta'siri jigar, buyrak, qon tizimi va nerv-mushak faoliyati kabi asosiy fiziologik jarayonlar kesimida baholandi.

Kalit so'zlar: Farg'ona viloyati, og'ir metallar, ICP-OES, hayvonlar fiziologiyasi, suv havzalari.

ЭЛЕМЕНТАРНЫЙ СОСТАВ И ЗАГРЯЗНЕНИЕ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ФЕРГАНСКОЙ ОБЛАСТИ: АНАЛИЗ ICP-OES И ИХ ИНТЕГРАЛЬНОЕ ВЛИЯНИЕ НА ФИЗИОЛОГИЮ ЖИВОТНЫХ

Аннотация. В данном исследовании с использованием метода ICP-OES была определена элементная композиция и степень загрязнения тяжелыми металлами водных объектов Ферганской области, а полученные результаты сопоставлены с международными экологическими нормативами. Потенциальное воздействие тяжелых металлов на организм животных было оценено в разрезе основных физиологических процессов, включая функции печени, почек, кроветворной системы и нервно-мышечной деятельности.

Ключевые слова: Ферганская область, тяжёлые металлы, ICP-OES (индуктивно связанная плазменная оптическая эмиссионная спектрометрия), физиология животных, водоёмы.

ELEMENTAL COMPOSITION AND HEAVY METAL CONTAMINATION OF WATER BODIES IN THE FERGANA REGION: ICP-OES ANALYSIS AND THEIR INTEGRATIVE IMPACT ON ANIMAL PHYSIOLOGY

Abstract. In this study, the elemental composition and degree of heavy metal contamination in the water bodies of the Fergana Region were determined using the ICP-OES method, and the results were compared with international environmental standards. The potential impact of heavy metals on animal organisms was assessed in the context of key physiological processes, including hepatic, renal, hematological, and neuromuscular functions

Key words: Fergana region, heavy metals, ICP-OES (Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry), animal physiology, water bodies.

KIRISH. Suv resurslarining kimyoviy tarkibi va ekologik barqarorligi har qanday mintaqaning ekologik holatini baholashda asosiy mezonlardan biri hisoblanadi. Farg'ona viloyati O'zbekistonning eng zich aholi joylashgan hududlaridan biridir. Sanoat korxonalari, qishloq xo'jaligi faoliyati, transport va maishiy chiqindilar bosimi ostida bo'lib, bu jarayonlar suv havzalari sifatining yomonlashishiga sezilarli ta'sir ko'rsatmoqda.

Ayniqsa, og‘ir metallarning suv muhitiga tushishi va uzoq muddat saqlanish xususiyati ularning ekologik xavfini yanada kuchaytiradi. Bunday elementlar suvda erigan holatda, kolloid shaklda yoki cho‘kindi komponentlar bilan bog‘liq holda mavjud bo‘lib, hayvonlar organizmida biokumulyatsiya va biomagnifikatsiya jarayonlarini keltirib chiqaradi. Og‘ir metallar — qo‘rg‘oshin, kadmiy, simob, mishyak, xrom va boshqalar — past konsentratsiyalarda ham toksik xususiyatga ega bo‘lib, jigar, buyrak, gematopoetik tizim, endokrin organlar, shuningdek, nerv-mushak faoliyatiga sezilarli zarar yetkazishi mumkin. Ularning suvda me‘yordan oshishi hayvonlar fiziologiyasida oksidativ stress kuchayishi, ferment tizimlarining susayishi, metabolik jarayonlarning izdan chiqishi va immun reaksiyalarning pasayishiga olib kelishi qayd etilgan. Shu sababli, suv havzalaridagi og‘ir metall kontaminatsiyasining aniq bahosi ekologik monitoring tizimida ustuvor vazifalardan biridir.

Suvning elementar tarkibini yuqori aniqlik bilan baholashda zamonaviy analitik texnologiyalar, xususan ICP-OES (Induksion bog‘langan plazmali optik emissiya spektrometriya) usuli eng ishonchli va o‘zgaruvchan diapazonga ega bo‘lgan metodlardan biri hisoblanadi. Bu usul turli elementlarning juda past konsentratsiyadagi miqdorini aniqlash, ularning tarqalish xususiyatlarini solishtirish hamda potentsial ifloslanish manbalarini aniqlash imkonini beradi.

Ushbu tadqiqotning maqsadi — Farg‘ona viloyatidagi suv havzalarining elementar tarkibini ICP-OES usuli orqali aniqlash, og‘ir metallarning kontaminatsiya darajasini xalqaro ekologik me‘yorlar bilan solishtirish hamda olingan natijalar asosida ularning hayvonlar fiziologiyasiga ehtimoliy integrativ ta‘sirini baholashdir. Tadqiqot natijalari suv resurslarining real ekologik holatini ochib berish bilan birga, og‘ir metallarning biologik tizimlarga ta‘sir mexanizmlarini tushunishda muhim ilmiy asos yaratadi.

MATERIAL VA METODLAR. Tadqiqot uchun suv namunalari Farg‘ona viloyatidagi asosiy suv havzalaridan jami 10 ta suv namunasi olish orqali amalga oshirildi.

Namuna olishda ekologik tozalikka rioya qilinib, steril polietilen idishlar ishlatildi. Har bir idish 500 ml hajmda bo‘lib, oldindan 10% li HNO₃ eritmasi bilan yuvilgan. Olingan suv namunalari og‘ir metallarning miqdori induksion bog‘langan plazmali optik emissiya spektrometriya (IBP-OES) usulida aniqlangan[3]. Tahlillar Andijon davlat universiteti ilmiy-tadqiqot laboratoriyasida o‘tkazildi.

Namunalardan 10 ml hajm olinib, 2ml kontsentratsiyalangan HNO₃ qo‘shildi va 50ml hajmgacha distillangan suv bilan to‘ldirildi. Har bir namuna 0,45 µm filtrlardan o‘tkazilib, 25°C haroratda saqlangan.

IBP-OES asbobi uchun quyidagi ish rejimi tanlandi:

Asbob: Thermo Fisher Scientific iCAP PRO X Duo ICP-OES

RF quvvati: 1150 Vt

Nebulizator gaz oqimi: 0,6 L/min

Analiz vaqti: 15 soniya

O‘lchash takrorlanishi: 3 marta

Aniqlangan natijalar µg/L birlikda ifodalandi. O‘lchov aniqligi ±5 % dan oshmagan.

Suvning elementar tarkibi ICP-OES (iCAP PRO X Duo, Thermo Fisher Scientific) asbobida aniqlangan bo‘lib, u ko‘p elementli tahlil uchun yuqori sezgirlikka ega[7].

Tahlilni bajarishdan oldin 60 dan ortiq elementlar uchun standart ishchi eritmalar tayyorlandi va ulardan kalibrlash chiziqlari qurildi. Kalibrlash chiziqlarining mosligi $R^2 \geq 0,995$ bo'lgan holatlarda tahlil natijalari ishonchli deb qabul qilindi. Har bir namuna uch marotaba o'Ichandi, statistik xatolikni kamaytirish uchun o'rtacha qiymatlar hisobga olindi.

ICP-OES tahlili aksial va radial rejimlarda amalga oshirilib, har bir element uchun optimal emissiya to'liq uzunliklari tanlandi. Asbob parametrlarining barqarorligi (plazma gaz oqimi, nebulayzer tizimi, RF quvvati) tahlil davomida saqlab turildi.

NATIJARLAR VA MUHOKAMA. Farg'ona viloyatining 10 ta ovaqa suvi namunasi ustida olib borilgan IBP-OES tahlili shuni ko'rsatdiki, mintaqqa suv resurslarining kimyoviy tarkibi murakkab va differensial xususiyatga ega. Natijalar quyidagi asosiy tendensiyalarni ochib berdi:

Barcha tahlil qilingan namunalarning 90 foizida xrom (Cr) konsentratsiyasi EPA (AQSH Atrof-muhitni muhofaza qilish agentligi) tomonidan belgilangan suv jonivorlari himoyasi me'yoridan (20 $\mu\text{g/L}$) yuqori bo'lgan [1]. Eng yuqori og'ish +88%, eng past og'ish esa +11.7% qayd etilgan. Bu xromning mintaqaviy miqyosda tarqalgan kontaminant ekanligidan dalolat beradi.

40 foiz namunada natriy (Na) konsentratsiyasi FAO optimal me'yoridan (70 mg/L) yuqori bo'lgan. Eng yuqori daraja 94.18 mg/L, +34.5% kuzatilgan. Kalsiy (Ca) konsentratsiyasi ham 4 ta namunada FAO optimal me'yoridan (40 mg/L) 87-124% yuqori bo'lgan, bu tuproq kalsifikatsiyasi xavfini keltirib chiqaradi[2].

Makroelementlar (Ca, Mg, Na, K) miqdori suvning mineralizatsiya darajasi, gidrogeologik xususiyatlar va antropogen yuklanish bilan bevosita bog'liq bo'lib, ayrim havzalarda Ca va Mg ko'rsatkichlari xalqaro me'yorlarga yaqin, ayrimlarida esa chegaraviy qiymatlardan yuqori ekanligi aniqlandi. Natijalar suvning umumiy qattiqligi va ion balansida tabiiy gidrokimyoviy jarayonlarning ustunligini ko'rsatadi.

O'g'ir metallar bo'yicha olingan ma'lumotlar suv havzalarida kontaminatsiyasining bir xil emasligini tasdiqladi. Ba'zi havzalarda Pb, Cd va As ning fon qiymatidan yuqoriligi aniqlandi, bu esa antropogen manbalar (transport chiqindilari, qishloq xo'jaligi oqimlari, sanoat qoldiqlari) bilan bog'liq bo'lishi mumkin. Pb ning me'yorlardan oshishi nerv tizimi uchun xavf tug'diradi; Cd esa buyrak to'qimalarida to'planib, surunkali nefrotoksik ta'sir ko'rsatishi mumkin. As ning ayrim nuqtalarda yuqori darajada aniqlanishi gormonal balans va immun tizimga potensial tahdidni kuchaytiradi.

Metallarning bir-biri bilan o'zaro nisbati ham muhim ahamiyatga ega. Masalan, Ca–Mg hamda Zn–Cu nisbatlarining buzilishi suyak tizimi, ferment reaksiyalari va metabolik jarayonlarda funksional chegaralanishga olib kelishi ehtimoldan xoli emas. Suv namunalari Mn, Ni, Cr va Cu iz miqdorlarda bo'lsa-da, ularning jamlangan yuklamasi hayvon organizmida antioksidant himoya tizimining pasayishiga sabab bo'lishi mumkin. Bu holat jigarni detoksifikatsiya jarayonlari bilan bog'liq qo'shimcha yuklanishga olib keladi.

Hayvonlar fiziologiyasi nuqtai nazaridan baholaganda, suv tarkibida qayd etilgan metallarning kombinatsiyasi ayniqsa jigar (detoksifikatsiya markazi), buyrak (metall ionlarini chiqaruvchi asosiy organ), qon tizimi (gemoglobinning funksional o'zgarishlari) va nerv-mushak tizimi (ion transporti) uchun sezilarli xavf tug'dirishi mumkin[6].

Pb, Cd va As kabi toksik metallarning past kontsentratsiyada bo'lsa ham bioakkumulatsiya xususiyatiga egaligi hayvonlarda uzoq muddatli fiziologik buzilishlar xavfini oshiradi[5]. Bu holat ayniqsa yaylov hayvonlari, suv jonivorlari va suv resurslariga bog'liq yovvoyi fauna uchun dolzarbdir. Shuningdek, ayrim suv havzalarida elementlarning yuqori mineralizatsiyasi va og'ir metall yuklamasi bir vaqtning o'zida kuzatilgani integrativ toksik ta'sir kuchayishini ko'rsatadi.

Bu jarayon metabolik stress, oksidativ stress va immun reaksiyalar sustlashishiga olib kelishi mumkin.

Umuman olganda, olingan natijalar Farg'ona viloyatidagi ayrim suv resurslarining ekologik holati hayvonlar organizmi uchun sezilarli xavf tug'dirishi mumkinligini ko'rsatadi.

Natijalar kompleks toksikologik baholashning zarurligini va kontaminatsiya manbalarini aniqlash bo'yicha qo'shimcha tadqiqotlar o'tkazish ahamiyatini ta'kidlaydi.

Qo'rg'oshinning suvdagi darajasi jiddiy xavf tug'dirmaydi, lekin boshqa og'ir metallar bilan birgalikda mavjudligi ehtiyotkorlikni talab qiladi[9]. Bu zona uchun integratsiyalashgan monitoring tizimi o'rnatish, o'simlik va hayvonlar to'qimalaridagi Pb darajasini muntazam nazorat qilish tavsiya etiladi. Qo'rg'oshinning asosiy xavfi uning suyak to'qimasida uzoq muddat saqlanishi (10-30 yil) va hayvonlarning reproduktiv tizimiga salbiy ta'siri bilan bog'liq[8].

XULOSA. Tadqiqot natijalari Farg'ona viloyati suv havzalarida elementar tarkibning sezilarli farqlanishini va ayrim nuqtalarda og'ir metall kontaminatsiyasining xalqaro me'yorlardan yuqori ekanini ko'rsatdi. ICP-OES tahlili suv sifati va ekologik xavf darajasini baholashda dolzarb axborot berdi. Aniqlangan Pb, Cd va As kabi toksik metallarning mavjudligi hayvonlar organizmida jigar, buyrak, qon va nerv-mushak tizimlariga salbiy integrativ ta'sir ko'rsatishi mumkinligini ko'rsatadi. Ayrim havzalarda bioakkumulativ metallarning jamlanishi uzoq muddatli fiziologik buzilishlar xavfini kuchaytiradi.

ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. EPA. (2022). National Recommended Water Quality Criteria. United States Environmental Protection Agency.
2. FAO. (2017). Guidelines for Drinking-water Quality for Livestock and Irrigation. Food and Agriculture Organization.
3. Skoog, D. A., Holler, F. J., & Crouch, S. R. (2018). Principles of Instrumental Analysis (7th ed.). Cengage Learning.
4. WHO. (2021). Guidelines for Drinking-water Quality (4th ed., incorporating 1st addendum). World Health Organization.
5. Tchounwou, P. B., Yedjou, C. G., Patlolla, A. K., & Sutton, D. J. (2012). Heavy metals toxicity and the environment. In Molecular, Clinical and Environmental Toxicology (pp. 133–164). Springer.
6. Zaynab, M., et al. (2022). Heavy metal toxicity and its impact on plants and animals. Environmental Science and Pollution Research, 29, 845–860.
7. Thermo Fisher Scientific. (2020). iCAP PRO Series ICP-OES Technical Guide. Thermo Fisher Scientific.
8. Friberg, L., Nordberg, G. F., & Vouk, V. B. (Eds.). (2013). Handbook on the Toxicology of Metals (4th ed.). Academic Press.

9. Gupta, N., Yadav, K. K., Kumar, V., et al. (2019). Water pollution and its impact on the human and animal health. Environmental Science and Pollution Research, 26(30), 30303–30318.