URBOLANDSHAFTLAR TUPROQLARINING KIMYOVIY ELEMENTLAR BILAN IFLOSLANISHINI BAHOLASHDA GIS TEXNOLOGIYALARINING AHAMIYATI

[a]Tadjibaeva Lolaxon Akbarali qizi
[a]Farg‘ona davlat universiteti tayanch doktoranti

Annotatsiya. *Ushbu maqolada urbolandshaftlar tuproqlarining kimyoviy elementlar, ayniqsa og‘ir metallar bilan ifloslanish muammosi hamda ularni baholashda geoaxborot tizimlari (GIS) texnologiyalarining ahamiyati tahlil qilinib, og‘ir metallarning asosiy manbalari, ekologik xavfi va ularning fazoviy tarqalishini baholash usullari ko‘rib chiqilgan. GIS texnologiyalarining tuproq monitoringi, ifloslanish xaritalarini tuzish va ekologik xavf zonalarini aniqlashdagi imkoniyatlari yoritilgan. Shuningdek, jahon tajribasi va O‘zbekistondagi ekologik monitoring ishlarining ayrim jihatlari tahlil qilingan.*

Kalit so‘zlar: *urbolandshaft, shahar tuproqlari, og‘ir metallar, kimyoviy elementlar, GIS, geoaxborot tizimlari, ekologik monitoring, fazoviy tahlil.*

Urbolandshaftlar tuproqlari tabiiy tuproqlardan farqli ravishda kuchli antropogen bosim ostida shakllanadi. Shahar muhitida sanoat korxonalari, avtotransport harakati, issiqlik-energetika ob’ektlari, qurilish materiallari, maishiy va sanoat chiqindilari tuproq tarkibida kimyoviy elementlar, ayniqsa og‘ir metallarning to‘planishiga sabab bo‘ladi. Pb, Cd, Cu, Zn, Ni, Cr, Co, Mn va As kabi elementlar tuproqda uzoq muddat saqlanishi, biologik parchalanmasligi va oziq zanjiri orqali inson organizmiga o‘tishi mumkinligi sababli ekologik xavfli komponentlar hisoblanadi.

So‘nggi yillarda urban tuproqlar geoekologiya, shahar ekologiyasi va atrof-muhit monitoringida alohida tadqiqot ob’ektiga aylandi. Tang va hammualliflar (2024) shahar tuproqlarida og‘ir metallar bo‘yicha ilmiy ishlar soni keskin ortib borayotganini, tadqiqotlarda asosiy e’tibor ifloslanish manbalari, fazoviy tarqalish, inson salomatligi uchun xavf va remediatsiya usullariga qaratilayotganini ta’kidlaydi. Bu holat urbolandshaftlarda tuproq faqat biologik muhit emas, balki shahar ekologik xavfini aks ettiruvchi muhim indikator ekanini ko‘rsatadi.

Rasmiy xalqaro hisobotlarda ham tuproq ifloslanishi global ekologik muammo sifatida baholanadi. FAO tomonidan tayyorlangan “Global Assessment of Soil Pollution” hisobotida tuproq ifloslanishi oziq-ovqat xavfsizligi, suv sifati, bioxilma-xillik va inson salomatligiga tahdid soluvchi omil sifatida ko‘rsatilgan. Bunda og‘ir metallar, pestitsidlar, sanoat chiqindilari, neftь mahsulotlari va maishiy chiqindilar tuproq ifloslanishining asosiy manbalari sifatida qayd etiladi. UNECE tomonidan tayyorlangan O‘zbekistonning ekologik holatiga oid hisobotda ham yer resurslari degradatsiyasi, sanoat ta’siri, cho‘llanish va tuproq sifatini saqlash masalalari mamlakat uchun muhim ekologik yo‘nalishlardan biri sifatida ko‘rsatilgan.

O‘zbekiston sharoitida tuproq ifloslanishi monitoringi Uzhydromet tizimida qishloq xo‘jaligi yerlari va yirik sanoat shaharlari atrofida amalga oshiriladi. Monitoringda og‘ir metallar, neft mahsulotlari, nitratlar, ammoniy azoti, ftoridlar va boshqa ifloslantiruvchi komponentlar hisobga olinadi. Bu ma’lumotlar urbolandshaftlar

tuproqlarini tadqiq etishda rasmiy ekologik monitoring ma’lumotlari bilan ilmiy tahlilni bog‘lash zarurligini ko‘rsatadi.

Urbolandshaft tuproqlarida og‘ir metallar asosan ikki xil manbadan kelib chiqadi: tabiiy-geokimyoviy va antropogen. Tabiiy manbalar jinslar tarkibi, geologik tuzilish, tuproq hosil bo‘lish jarayonlari bilan bog‘liq bo‘lsa, antropogen manbalar sanoat chiqindilari, transport aerozollari, yoqilg‘i yonish mahsulotlari, qurilish changlari, maishiy chiqindilar va agrokimyoviy vositalar bilan bog‘liq. Shahar muhitida aynan antropogen omillar ustunlik qiladi. Masalan, Pb ko‘pincha transport va sanoat ta’siri bilan, Zn va Cu avtomobiль shinalari, tormoz tizimlari va metall buyumlar bilan, Cd batareyalar, bo‘yoqlar, fosforli o‘g‘itlar va sanoat jarayonlari bilan bog‘lanadi.

Shahar tuproqlarining ifloslanishini baholashda faqat elementlarning umumiy miqdorini aniqlash yetarli emas. Zamonaviy tadqiqotlarda geoakkumulyatsiya indeksi (Igeo), boyish koeffitsienti (EF), ifloslanish koeffitsienti (CF), umumiy ifloslanish indeksi yoki Pollution Load Index (PLI), potentsial ekologik xavf indeksi va inson salomatligi uchun xavf indeksi kabi ko‘rsatkichlardan foydalaniladi. Bu indekslar element miqdorini fon qiymatlar, me’yoriy chegaralar va toksiklik darajasi bilan solishtirish imkonini beradi.

Bu borada GIS texnologiyalarining ahamiyati juda katta. Geografik axborot tizimlari tuproq namunalari olingan nuqtalarni koordinatalar bilan bog‘lash, kimyoviy elementlar kontsentratsiyasining fazoviy tarqalishini xaritalash, ifloslanish “qaynoq nuqtalari”ni aniqlash, sanoat ob’ektlari va transport yo‘llariga nisbatan xavf zonalarini belgilash imkonini beradi. GIS asosida tayyorlangan kartalar tadqiqot natijalarini vizual, tushunarli va amaliy qaror qabul qilishga qulay shaklga keltiradi.

So‘nggi ilmiy ishlarda GIS geostatistik usullar bilan birgalikda qo‘llanmoqda. Masalan, ArcGIS, QGIS va boshqa dasturlarda IDW, kriging, spline interpolyatsiyasi, bufer tahlili, overlay analysis va hot spot analysis usullari orqali og‘ir metallarning tarqalish maydonlari aniqlanadi. Gök va hammualliflar (2024) GIS ma’lumotlar bazasi orqali og‘ir metallar ifloslanishi, PLI, Igeo, EF va CF indekslarini xaritalash mumkinligini ko‘rsatgan. Li va hammualliflar (2024) esa ArcGIS yordamida Cd, Cu, Cr, Ni, Zn, Pb va boshqa elementlarning fazoviy variatsiyasini baholab, geostatistik tahlil ifloslanish manbalarini ajratishda muhim ekanini ta’kidlaydi.

GIS texnologiyalarining yana bir muhim jihati — ularni masofadan zondlash ma’lumotlari bilan integratsiya qilish imkoniyatidir. Sputnik tasvirlari, yerdan foydalanish kartalari, sanoat ob’ektlari joylashuvi, yo‘l tarmoqlari, aholi zichligi va relьef ma’lumotlari tuproq tahlillari bilan birlashtirilganda urbolandshaftlarda ekologik xavfni kompleks baholash mumkin bo‘ladi. Bu yondashuv Farg‘ona shahri kabi sanoat, transport va aholi zichligi omillari bir-biri bilan kesishgan hududlar uchun ayniqsa muhim.

Farg‘ona shahri tuproqlarini o‘rganishda GIS texnologiyalari quyidagi vazifalarni bajarishga xizmat qiladi: namunalar olish nuqtalarini aniq koordinatalar bilan belgilash; Pb, Cd, Cu, Zn, Ni, Cr kabi elementlar tarqalish kartalarini tuzish; sanoat korxonalari, magistral yo‘llar, bozorlar, turar joy massivlari va yashil zonalar ta’sirini fazoviy solishtirish; ifloslanish indeksi asosida past, o‘rta va yuqori xavf zonalarini

ajratish; fitoremediatsiya yoki boshqa rekultivatsiya choralari uchun ustuvor hududlarni belgilash.

Shunday qilib, urbolandshaftlar tuproqlarining kimyoviy elementlar bilan ifloslanishini o‘rganishda zamonaviy yondashuv laboratoriya tahlili, geokimyoviy indekslar va GIS texnologiyalarini birlashtirishni talab qiladi. Farg‘ona shahri misolida ushbu yondashuv shahar tuproqlarida og‘ir metallarning tarqalish qonuniyatlarini aniqlash, antropogen manbalarni baholash, ekologik xavf zonalarini belgilash va kelgusida fitoremediatsiya yoki boshqa tiklash texnologiyalarini ilmiy asoslash imkonini beradi. Shu jihatdan GIS texnologiyalari tadqiqotning faqat texnik vositasi emas, balki urbolandshaftlarda ekologik xavfni fazoviy tahlil qilishning asosiy metodologik instrumenti hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Alloway, B. J. (2013). Heavy metals in soils: Trace metals and metalloids in soils and their bioavailability (3rd ed.). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-4470-7
2. FAO, & UNEP. (2021). Global assessment of soil pollution: Report. Food and Agriculture Organization of the United Nations. https://doi.org/10.4060/cb4894en
3. Kabata-Pendias, A. (2010). Trace elements in soils and plants (4th ed.). CRC Press. https://doi.org/10.1201/b10158
4. Perelman, A. I., & Kasimov, N. S. (1999). Geokhimiya landshafta [Landscape geochemistry]. Astreya-2000.
5. Salt, D. E., Smith, R. D., & Raskin, I. (1998). Phytoremediation. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, 49, 643–668. https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.49.1.643
6. Tang, S., Wang, Y., Yang, X., Chen, Y., Zhang, Z., & Li, H. (2024). Advances in studies on heavy metals in urban soil: Sources, spatial distribution, ecological risks, and remediation technologies. Sustainability, 16(2), 860. https://doi.org/10.3390/su16020860
7. United Nations Economic Commission for Europe. (2020). Environmental Performance Reviews: Uzbekistan (Third Review). United Nations. https://unece.org/environment-policy/publications/3rd-environmental-performance-review-uzbekistan
8. Vangronsveld, J., Herzig, R., Weyens, N., Boulet, J., Adriaensen, K., Ruttens, A., Thewys, T., Vassilev, A., Meers, E., Nehnevajova, E., van der Lelie, D., & Mench, M. (2009). Phytoremediation of contaminated soils and groundwater: Lessons from the field. Environmental Science and Pollution Research, 16(7), 765–794. https://doi.org/10.1007/s11356-009-0213-6
9. Wei, B., & Yang, L. (2010). A review of heavy metal contaminations in urban soils, urban road dusts and agricultural soils from China. Microchemical Journal, 94(2), 99–107. https://doi.org/10.1016/j.microc.2009.09.014
10. Wong, M. H. (2003). Ecological restoration of mine degraded soils, with emphasis on metal contaminated soils. Chemosphere, 50(6), 775–780. https://doi.org/10.1016/S0045-6535(02)00232-1