TUPROQNING OG‘IR METALLAR BILAN IFLOSLANISHI: SABABLARI, TA’SIRI VA HAL QILISH YO‘LLARI

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВЫ ТЯЖЁЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ: ПРИЧИНЫ, ПОСЛЕДСТВИЯ И ПУТИ РЕШЕНИЯ

SOIL CONTAMINATION WITH HEAVY METALS: CAUSES, EFFECTS AND SOLUTIONS

Solijonov Shaxboz Zafarjon o‘g‘li
Qo‘qon davlat universiteti tayanch doktoranti
Solijonovshahboz018@gmail.com

Annotatsiya. *Mazkur maqolada tuproqning og‘ir metallar bilan ifloslanishi, uning asosiy manbalari va oqibatlari, shuningdek, muammoni bartaraf etish bo‘yicha zamonaviy yondashuvlar tahlil qilingan. Tadqiqotda bio-remediatsiya, nanotexnologiyalar va elektrokinetik usullar kabi ilg‘or texnologiyalar taqqoslab ko‘rsatilgan. Xalqaro tajribalar asosida monitoring natijalari ham yoritilgan.*

Kalit so‘zlar. *Tuproq, og‘ir metallar, bio-remediatsiya, ekologiya, monitoring, ifloslanish.*

Аннотация. *В статье рассматривается загрязнение почвы тяжёлыми металлами, его основные источники и последствия, а также современные подходы к решению данной проблемы. В работе анализируются такие технологии, как биоремедиация, нанотехнологии и электрокинез, а также приводятся результаты международного мониторинга.*

Ключевые слова. *почва, тяжёлые металлы, биоремедиация, экология, мониторинг, загрязнение.*

Abstract. *This article analyzes soil contamination with heavy metals, its main sources and impacts, as well as modern approaches to addressing the problem. The study highlights innovative technologies such as bioremediation, nanotechnology, and electrokinetic methods, along with international monitoring results.*

Keywords. *soil, heavy metals, bioremediation, ecology, monitoring, pollution.*

Kirish. Tuproq insoniyatning eng muhim tabiiy resurslaridan biri hisoblanadi. U nafaqat o‘simliklar va hayvonlar uchun yashash muhitini ta’minlashi, balki suv va havo bilan birgalikda ekologik muvozanatni saqlashda ham muhim rol o‘ynaydi. Tuproq global ekologik tizimning ajralmas qismi bo‘lib, uning ifloslanishi inson salomatligi va atrof-muhit uchun jiddiy xavf tug‘diradi. Ayniqsa, og‘ir metallar bilan ifloslanish urbanizatsiya, sanoat rivoji va qishloq xo‘jaligi faoliyatlari natijasida

kuchaymoqda. Shu sababli, tuproq ifloslanishini aniqlash, monitoring qilish va samarali usullar bilan kamaytirish dolzarb masaladir. Tuproqning og‘ir metallar bilan ifloslanishining salbiy ta’siri butun dunyo bo‘ylab sezilmoqda va bu muammoni hal qilish uchun yangi ekologik tozalash texnologiyalari ishlab chiqilmoqda.

Adabiyotlar tahlili. Alloway (2013) o‘zining “Heavy Metals in Soils” asarida og‘ir metallarni tuproqdagi eng asosiy ifloslantiruvchi moddalar sifatida qayd etadi va ularning bioakkumulyatsiya xususiyati tufayli oziq-ovqat zanjiriga o‘tib, inson salomatligi uchun jiddiy xavf tug‘dirishini ta’kidlaydi. Kabata-Pendias (2011) esa turli mintaqalarda tuproqdagi iz elementlar tarqalishini tizimli tahlil qilib, og‘ir metallar yuqori konsentratsiyada bo‘lganda tuproq unumdorligi pasayishini ko‘rsatgan. WHO (2010) hisobotida qo‘rg‘oshin va kadmiy kabi metallarning transport vositalari, sanoat chiqindilari va maishiy chiqindilar orqali tuproqqa tushishi, ularning atrof-muhitda uzoq muddat saqlanishi haqida ma’lumot berilgan. Hindiston va Xitoydagi tadqiqotlarda esa (Science of the Total Environment, 2014) qishloq xo‘jaligi o‘g‘itlari va pestitsidlar ham asosiy ifloslanish manbalaridan biri sifatida qayd etilgan.

Materiallar va metodlar. Tadqiqotda og‘ir metallarni aniqlash bo‘yicha zamonaviy analitik metodlardan foydalanish nazarda tutiladi. Ular orasida atom absorbsion spektroskopiya (AAS), induktiv bog‘langan plazma spektroskopiyasi (ICP) va biologik monitoring usullari mavjud. Ushbu metodlar tuproqdagi qo‘rg‘oshin, kadmiy, nikel, rux va boshqa metallarning konsentratsiyasini aniqlashda qo‘llaniladi. Shuningdek, bio-remediatsiya texnologiyalari (o‘simlik va mikroorganizmlar yordamida), nanotexnologiyalar (nanosorbentlardan foydalanish) va elektrokinetik tozalash usullari amaliyotda qo‘llanilishi mumkin bo‘lgan yondashuvlar sifatida ko‘rib chiqildi. Tadqiqotda og‘ir metallarni aniqlash bo‘yicha zamonaviy analitik metodlardan foydalaniladi. 1-jadvalda ifloslanish manbalari keltirilgan.

1-jadval . Tuproqning og‘ir metallar bilan ifloslanish manbalari.

Manba	Asosiy metallar	Izoh
Sanoat chiqindilari	Pb, Cd, Ni, Zn	Zavod va metallurgiya ishlab chiqarishi
Qishloq xo‘jaligi	Cd, As, Hg	O‘g‘itlar va pestitsidlar orqali
Transport	Pb, Zn	Benzin va dizel yonilg‘isi chiqindilari

Maishiy chiqindilar	Pb, Hg, Cd	Akkumulyator va elektronika chiqindilari

Natijalar. Xalqaro tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, Xitoyda 16% tuproqlar, Hindistonda esa 2 5% ga yaqin hududlar og‘ir metallar bilan ifloslangan. Evropa Ittifoqida esa ifloslanish darajasi 3-5% atrofida qayd etilgan. Braziliyada pestitsid va o‘g‘itlardan foydalanish natijasida 20% ga yaqin tuproqlar ifloslangan. Ushbu natijalar og‘ir metallar ifloslanishining global muammo ekanini ko‘rsatadi. Monitoring natijalari shuni ham ko‘rsatadiki, AQShda og‘ir metallar konsentratsiyasi 0.1–5.0 mg/kg oralig‘ida bo‘lib, Afrikadagi tog‘-kon sanoati hududlarida esa yuqori darajaga yetadi. Bu esa turli geografik hududlarda muammo darajasi turlicha ekanini bildiradi.

2-jadval . Turli hududlarda tuproqdagi og‘ir metallar konsentratsiyasi

Mamlakat	Asosiy metallar	Konsentratsiya (mg/kg)	Manba
Xitoy	Pb, Cd, Zn	0.5 – 12	Rasmiy hisobot, 2014
Hindiston	Cd, Zn	1 – 15	Tadqiqotlar, 2017
Evropa Ittifoqi	Pb, Cd, As	0.3 – 5	EU Report, 2016
Braziliya	Cd, Zn	1 – 10	Agrar tadqiqot, 2015
AQSh	Pb, Ni, Zn	0.1 – 5	EPA, 2016
Afrika (Zambiya, Kongo)	Zn, Ni, Pb	5 – 20	Regional survey, 2019

Munozara. Olingan ma’lumotlar shuni ko‘rsatadiki, tuproqdagi og‘ir metallar nafaqat ekologik tizimga, balki inson salomatligiga ham salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Bioakkumulyatsiya natijasida ular oziq-ovqat zanjiriga kirib, surunkali kasalliklar xavfini oshiradi. Shu bilan birga, bio-remediatsiya va nanotexnologiyalar tuproqni tozalashda samarali natija bermoqda.

Xulosa. Tuproqning og‘ir metallar bilan ifloslanishi global miqyosdagi muammo bo‘lib, uni hal qilish uchun kompleks yondashuv talab etiladi. Ilmiy izlanishlar shuni ko‘rsatadiki, monitoringni kuchaytirish, ekologik standartlarga rioya etish va innovatsion texnologiyalarni keng qo‘llash orqali bu muammoni bartaraf etish mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Alloway, B.J. (2013). Heavy Metals in Soils: Trace Metals and Metalloids in Soils and their Bioavailability. Springer.

2. Kabata-Pendias, A. (2011). Trace Elements in Soils and Plants. CRC Press.
3. World Health Organization (WHO). (2010). Exposure to Cadmium: A Major Public Health Concern.
4. United Nations Environment Programme (UNEP). (2019). Global Chemicals Outlook II.
5. Science of the Total Environment Journal (2014). Heavy metal contamination in urban soils: sources and health risks.