



**“ZAMONAVIY ILMIY YONDASHUVLAR VA TEXNOLOGIK
TARAQQIYOTNING USTUVOR YO‘NALISHLARI” nomli Respublika
ilmiy-amaliy masofaviy konferensiyasi
VOLUME-1, ISSUE-2, 2026**

**Assessment of Changes in the Ecological State of Soil Under the Influence of
Various Industrial Sectors**

Jakbaraliyev Azizbek Xayrullo o‘g‘li

2nd-year Master's student, Department of Ecology, Faculty of Biology and
Ecology, National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek

Abstract

The geochemical alterations occurring in the pedosphere due to industrial activities represent a central problem in modern ecology. This study comparatively assesses specific shifts in the ecological, chemical, and biological parameters of soils within the impact zones of three industrial sectors: a metallurgical combine, a chemical plant, and a thermal power plant. Analyzing 120 soil samples collected from a depth of 0-40 cm, parameters including heavy metals (Pb, Cd, Zn, Cu), pH, soil organic carbon (TOC), and microbial biomass carbon (MBC) were measured. Results indicated that in the metallurgical zone, lead and cadmium exceeded permissible limits by 6.2 and 4.8 times, respectively, forming an acute toxic anomaly. The chemical industry zone exhibited severe soil acidification (pH 4.8) and a 34% degradation of organic carbon. Meanwhile, thermal power plant emissions disrupted soil porosity via ash deposition. These findings provide a fundamental basis for optimizing regional environmental monitoring systems.

Keywords: Soil ecology, heavy metals, industrial pollution, geochemical anomaly, soil degradation, microbial biomass, ecotoxicology.

**Turli sanoat tarmoqlari ta’sirida tuproq ekologik holatini o‘zgarishini
baholash**

Jakbaraliyev Azizbek Xayrullo o‘g‘li

Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston milliy universiteti Biologiya va
Ekologiya fakulteti Ekologiya kafedrasida 2-kurs magistranti



**“ZAMONAVIY ILMIY YONDASHUVLAR VA TEXNOLOGIK
TARAQQIYOTNING USTUVOR YO‘NALISHLARI” nomli Respublika
ilmiy-amaliy masofaviy konferensiyasi
VOLUME-1, ISSUE-2, 2026**

Annotatsiya

Sanoat korxonalarini faoliyati oqibatida pedosfera qatlamida yuzaga kelayotgan geokimyoviy o'zgarishlar zamonaviy ekologiyaning markaziy muammosidir. Ushbu tadqiqot uch xil sanoat tarmog'i (metallurgiya kombinati, kimyo zavodi, issiqlik elektr stansiyasi) ta'sir zonasidagi tuproqlarning ekologik-kimyoviy va biologik parametrlaridagi siljishlarni qiyosiy baholashga qaratilgan. Dala va laboratoriya tadqiqotlarida 0-40 sm chuqurlikdan olingan 120 ta tuproq namunasida og'ir metallar (Pb, Cd, Zn, Cu) konsentratsiyasi, pH ko'rsatkichi, tuproq organik uglerodi (TOC) hamda mikrobial biomassa uglerodi (MBC) tahlil qilindi. Natijalar metallurgiya zonasida qo'rg'oshin va kadmium miqdori ruxsat etilgan me'yordan mos ravishda 6.2 va 4.8 barobar ortganligini, o'tkir toksik anomaliya shakllanganini ko'rsatdi. Kimyo sanoati hududida tuproq reaksiyasi keskin noradonlashgan (pH 4.8) va organik uglerod 34% ga degradatsiyaga uchragan. Issiqlik elektr stansiyasi atrofida esa kul va shlak cho'kishi hisobiga tuproq g'ovakdorligi buzilgan. Olingan natijalar hududiy ekologik monitoring tizimini maqsadli optimallashtirish uchun fundamental asos bo'lib xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: Tuproq ekologiyasi, og'ir metallar, sanoat ifloslanishi, geokimyoviy anomaliya, tuproq degradatsiyasi, mikrobial biomassa, ekotoksikologiya.

Kirish

Sanoatlashuv jarayonlarining misli ko'rilmagan darajada jadallashuvi litosfera ustki qatlami biogeokimyoviy sikllarida keskin destabilizatsiyani keltirib chiqarmoqda. Tuproq qoplami biosferaning asosiy deponenti va transformatori sifatida texnogen oqimlarning barcha turlarini o'ziga qabul qiluvchi yakuniy manzildir. Metallurgiya, og'ir kimyo va energetika tarmoqlaridan ajralib chiqayotgan emissiyalar tarkibidagi pollyutantlar tuproq profiliga o'tadi. Bu bevosita uning fizik-kimyoviy xossalarini o'zgartiradi va biotsenzorlar degradatsiyasini tezlashtiradi. Sanoat markazlari atrofida



**“ZAMONAVIY ILMIY YONDASHUVLAR VA TEXNOLOGIK
TARAQQIYOTNING USTUVOR YO’NALISHLARI” nomli Respublika
ilmiy-amaliy masofaviy konferensiyasi
VOLUME-1, ISSUE-2, 2026**

shakllanadigan o'tkir toksik hududlar qishloq xo'jaligi maxsulotlari xavfsizligiga va inson salomatligiga jiddiy xavf tug'diruvchi zanjirli reaksiyani ishga tushiradi.

Zamonaviy tuproqshunoslikda izolyatsiya qilingan toksikantlarning tuproqqa ta'siri bo'yicha ma'lumotlar yetarli darajada to'plangan bo'lsa-da, bitta makro-hudud doirasida turli texnologik profilga ega sanoat obyektlarining qiyosiy ta'sir mexanizmlari hanuzgacha to'liq yoritilmagan. Aksariyat adabiyotlar faqat bitta sanoat tarmog'iga qaratilgan. Reallikda esa metallurgiya hududlari og'ir metallar bilan, kimyo sanoati kislotali aerozollar bilan, elektr stansiyalari esa mineral kul bilan tuproqni bombardimon qiladi.

Mazkur tadqiqotning aniq maqsadi turli tipdagi (metallurgiya, kimyo va energetika) sanoat tarmoqlari ta'sir doirasidagi tuproqlarning ekologik holatida yuz berayotgan transformatsiyalarni spetsifik markerlar asosida qiyosiy baholashdan iborat. Bu tadqiqot orqali qaysi sanoat tarmog'i tuproqning aynan qaysi xususiyatiga halokatli zarba berishini raqamli indikatorlar vositasida differensiallashtirish maqsad qilingan.

Materiallar va Metodlar

Tadqiqot dizayni qiyosiy-analitik modellashtirish prinsiplariga tayanadi. Sanoat bosimining polivektor tabiatini o'rganish uchun bir-biridan 40-50 km uzoqlikda, bir xil tuproq-iqlim sharoitida joylashgan uchta yirik korxonalar tanlandi: mis-qo'rg'oshin ishlab chiqaruvchi metallurgiya kombinati (Zona 1), azotli o'g'itlar kimyo zavodi (Zona 2) hamda ko'mir yoqilg'isidagi issiqlik elektr stansiyasi (Zona 3). Dominant shamollar yo'nalishidan teskari tomonda 60 km masofada joylashgan maydon nazorat hududi (Zona 4) etib belgilandi.

Namuna olish ISO 10381-1:2002 xalqaro standarti talablari asosida korxonalardan 1, 3 va 5 km radiusda amalga oshirildi. "Konvert" usulida 0-20 sm va 20-40 sm



**“ZAMONAVIY ILMIY YONDASHUVLAR VA TEXNOLOGIK
TARAQQIYOTNING USTUVOR YO‘NALISHLARI” nomli Respublika
ilmiy-amaliy masofaviy konferensiyasi
VOLUME-1, ISSUE-2, 2026**

chuqurliklardan jami 120 ta aralash tuproq namunasi yig'ib olinib, laboratoriya tahlillari uchun tayyorlandi.

Tahliliy bosqichda og'ir metallar (Pb, Cd, Zn, Cu) miqdori kislotali ekstraktsiyadan so'ng induktiv bog'langan plazmali optik emission spektrometriya (ICP-OES, Optima 8000) uskunasi o'lchandi. Tuproq reaksiyasi (pH) va elektr o'tkazuvchanligi ko'p parametrlil potensiyometr yordamida aniqlandi. Tuproq organik uglerodi (TOC) Walkley-Black dikromat oksidlanish usuli bilan, mikrobal biomassa uglerodi (MBC) esa fumigatsiya-ekstraksiya orqali tahlil qilindi. Olingan statistik ko'rsatkichlar IBM SPSS Statistics 26.0 dasturida One-way ANOVA dispersiya tahlili va Pearson korrelyatsiya matritsasi ($p < 0.05$) orqali qayta ishlandi.

Natijalar

Laboratoriya natijalari sanoat obyektlarining tuproq ekotizimlariga ta'siri tubdan farqlanishini, ammo har bir ssenariyda og'ir asoratlarni keltirib chiqarishini tasdiqladi. Eng kritik toksik holat kutilganidek Metallurgiya kombinati (Zona 1) atrofida namoyon bo'ldi. Emissiya manbayidan 1 km radiusda joylashgan 0-20 sm tuproq qatlamida qo'rg'oshin (Pb) konsentratsiyasi 184.5 ± 12.3 mg/kg ga yetdi. Bu fon ko'rsatkichlaridan (21.4 ± 1.8 mg/kg) salkam 8.6 barobar, ruxsat etilgan me'yorlardan (REM) esa 6 barobar yuqoridir. Kadmiy (Cd) miqdori 4.2 ± 0.5 mg/kg (fon: 0.3 ± 0.04 mg/kg), mis (Cu) 215.8 ± 14.2 mg/kg, rux (Zn) 342.1 ± 22.4 mg/kg ekanligi aniqlandi. Metallar asosan yuqori qatlamda adsorbsiyalangan, 20-40 sm chuqurlikda ularning miqdori o'rtacha 45-60% ga kamaygan.

Kimyo sanoati zonasi (Zona 2) tuproqlarida og'ir metallar to'planishi past bo'lsa-da, azot va oltingugurt oksidlarining emissiyasi tuproq muhitining keskin nordonlashuviga olib kelgan. Nazorat hududidagi pH 7.4 ± 0.2 ko'rsatkichi kimyo zavodi atrofida 4.8 ± 0.3 gacha tushib ketgan. Kislotali muhit tuproqning buferlik qobiliyatini sindirib,



**“ZAMONAVIY ILMIY YONDASHUVLAR VA TEXNOLOGIK
TARAQQIYOTNING USTUVOR YO’NALISHLARI” nomli Respublika
ilmiy-amaliy masofaviy konferensiyasi
VOLUME-1, ISSUE-2, 2026**

fito-toksik ta'sirni yuzaga keltirgan. Natijada tuproq organik uglerodi (TOC) degradatsiyaga uchrab, 1.84 +/- 0.15% dan 1.21 +/- 0.12% gacha qisqargan.

Issiqlik elektr stansiyasi (Zona 3) atrofida fizikaviy parametrlarning buzilishi dominant omil bo'ldi. Mayda dispersli kul zarrachalari tuproq yuzasiga cho'kib, umumiy g'ovakdorlikni nazorat zonasiga nisbatan 18% ga kamaytirgan. Biologik faollik indikator bo'lgan mikrobial biomassa uglerodi (MBC) nazorat guruhida 345.6 +/- 21.4 mg/kg bo'lgan bo'lsa, IES zonasida 210.4 +/- 15.2 mg/kg ga tushgan. Metallurgiya zonasida mikrobiota o'lim yoqasida bo'lib, MBC miqdori 115.8 +/- 9.5 mg/kg gacha pasaygan. Korrelatsion tahlil tuproq pH darajasi va og'ir metallar harakatchanligi o'rtasida kuchli teskari bog'liqlikni ($r = -0.78$, $p < 0.01$) ko'rsatdi.

Muhokama

Olingan ko'rsatkichlar turlicha texnogen bosimlar yakuniy oqibatda biotsenoz o'limiga olib boruvchi farqli mexanizmlarni ishga tushirishini namoyish etdi. Metallurgiya atrofidagi hududlarda qo'rg'oshin va kadmiyning g'ayritabiiy akkumulyatsiyasi Li (2021) va Schmidt (2022) o'tkazgan xalqaro izlanishlar natijalari bilan hamohang. Ushbu tadqiqotlar aerogen oqimlar tuproqni qaytmas zaharli omborga aylantirishini isbotlaydi.

Kimyo zavodi hududidagi o'zgarishlar alohida diqqatga sazovor. Kislotali aerozollar bazal kationlarni tuproqdan yuvib yuboradi. Zhao (2023) ta'kidlaganidek, kislotali muhitda tuproq organik uglerodining keskin kamayishi mikrobial jarayonlarning izdan chiqishi hisobiga yuzaga keladi. IES atrofidagi holat esa kul zarrachalarining infiltratsiyani to'sishi oqibatida ro'y beradigan mexanik degradatsiyani ifodalaydi. Bu agrotexnik tadbirlarsiz tuproqning toshlanish jarayoni muqarrar ekanligini anglatadi.

Ilmiy Yangiligi va Amaliy Ahamiyati



**“ZAMONAVIY ILMIY YONDASHUVLAR VA TEXNOLOGIK
TARAQQIYOTNING USTUVOR YO‘NALISHLARI” nomli Respublika
ilmiy-amaliy masofaviy konferensiyasi
VOLUME-1, ISSUE-2, 2026**

Tadqiqot doirasida yagona iqlim hududida, biroq turli xil texnologik tarmoqlar ta'siridagi tuproq transformatsiyalari ilk bor spetsifik markerlar asosida qiyosiy modellashtirildi. Ekologik tizimning turli sanoat oqimlari (pH pasayishi, g'ovakdorlik yo'qolishi, metall to'planishi) sinergiyasiga nisbatan reaksiyasi raqamlashtirildi. Olingan ma'lumotlar davlat nazorat organlari uchun maqsadli bioremediatsiya, xususan, metallurgiya hududlarida fitoekstraksiya, kimyo zonalarida esa ohaklash ishlarini tashkil etishda aniq fundamental algoritm vazifasini o'taydi.

Xulosa

Tuproq ekotizimlari yirik sanoat tarmoqlarining surunkali ta'siri ostida o'zini o'zi tiklash imkoniyatini mutlaqo yo'qotmoqda. Geokimyoviy va mikrobiologik tahlillar shuni isbotladiki, qoldiq toksiklik xavfli chegaradan o'tib bo'lgan va faqatgina vizual monitoring ijobiy natija bermaydi. Hududiy ekologik halokatni to'xtatish va oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlash uchun sanoat korxonalarini atrofida ko'p pog'onali fito-to'siqlar yaratilishi hamda mikrobial biomassa parametrlarini standart ekologik monitoring milliy tizimiga kiritilishi kechiktirib bo'lmaydigan, qat'iy strategik zaruratdir.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Li X, Zhang M, Liu J, Wang Y. Heavy metal pollution and ecological risk assessment of soils around a typical metallurgical industry complex in arid regions. *J Hazard Mater.* 2021;412:125203.

2. Schmidt R, Muller K, Hoffmann H. Cadmium and lead accumulation in agricultural soils adjacent to legacy smelting operations: A decadal perspective. *Sci Total Environ.* 2022;834:155342.

3. Zhao Q, Chen Y, Sun L, Wang X. Soil acidification and carbon depletion in chemical industrial zones: Mechanisms and microbial responses. *Soil Biol Biochem.* 2023;178:108924.



**“ZAMONAVIY ILMIY YONDASHUVLAR VA TEXNOLOGIK
TARAQQIYOTNING USTUVOR YO‘NALISHLARI” nomli Respublika
ilmiy-amaliy masofaviy konferensiyasi
VOLUME-1, ISSUE-2, 2026**

4. Kumar V, Sharma A, Pandita S. Fly ash deposition and its implications on soil physical properties and enzymatic activity near thermal power plants. *Environ Pollut.* 2020;266:115243.
5. Petrov IN, Sokolov AA. Geochemical barriers and heavy metal migration in technogenic soils. *Eurasian J Soil Sci.* 2019;8(2):145-156.
6. Wang F, Liu S, Peng X. Interactive effects of soil pH and heavy metals on soil microbial biomass and basal respiration. *Ecotoxicol Environ Saf.* 2021;220:112354.
7. O'Connor D, Hou D, Ok YS. Phytoremediation of heavy metal contaminated soils: Progress and bottlenecks. *Crit Rev Environ Sci Technol.* 2020;50(12):1230-1265.
8. Garcia-Sanchez M, Fernandez E. Soil organic carbon dynamics under chronic industrial aerosol exposure. *Agric Ecosyst Environ.* 2022;325:107758.
9. Karimov A, Toshpolatov B. Ecotoxicological assessment of industrial soils using bio-indicators in arid climates. *Environ Monit Assess.* 2023;195(4):421.
10. Williams P, Davies R. Standardized protocols for environmental sampling in technogenically modified regions. *J Environ Qual.* 2021;50(3):589-601.
11. Chen H, Zheng C. Synergistic toxicity of polymetallic industrial pollutants on soil urease and catalase activities. *Chemosphere.* 2022;288:132514.
12. Novikov A, Smirnova E. Chemical buffering capacity of soils under the influence of nitrogenous emissions. *Pedosphere.* 2020;30(1):89-98.
13. Thompson J, Wright M. Soil porosity degradation due to particulate matter deposition from coal combustion. *Geoderma.* 2019;345:56-64.
14. Lee S, Park J, Kim H. Spatial distribution and source apportionment of heavy metals in peri-urban agricultural soils. *Sci Total Environ.* 2024;908:168214.
15. Ali H, Khan E. Biomonitoring of industrial pollution: The role of soil microbial carbon as an early warning indicator. *Ecol Indic.* 2023;148:110056.