

ТАҲҚИҚИ ТАРКИБИ ХИМИЯВИИ ТАҲШИНҲОИ ИНШООТҲОИ ТОЗАКУНИИ ОБҲОИ ПАРТОВИ ШАҲРИ ДУШАНБЕ

¹Г.Б. Катаганова, ²А.А. Гулахмадзода

¹Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ, ш. Душанбе Ҷумҳурии Тоҷикистон

²Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи АМИТ, ш. Душанбе Ҷумҳурии Тоҷикистон

Дар мақола таркиби химиявии таҳшинҳои или фаоли иншоотҳои тозакунии обҳои партови шаҳри Душанбе мавриди таҳқиқ қарор дода шудааст. Концентрасияи макроэлементҳо (К, Са, Мг) ва микроэлементҳо, аз ҷумла металлҳои вазнин (Сг, Pb, Hg, Cd, Cu, Ni, Zn ва As), бо истифода аз нишондиҳандаҳои омӯрӣ, диаграммаҳои куттӣ ва таҳлили коррелясионӣ арзёбӣ гардид. Натиҷаҳои таҳқиқот бо стандартҳои байналмилалӣ, аз ҷумла ЕРА, Дастури 86/278/ЕЕС-и Иттиҳоди Аврупо ва GB 18918-2002-и Ҷумҳурии Мардумии Чин муқоиса карда шуданд. Муайян гардид, ки концентрасияи аксари металлҳои вазнин аз ҳадди ниҳии иҷозатдодашуда пасттар аст, аммо барои мис, руҳ ва арсен концентрасияҳои нисбатан баланд ба қайд гирифта шуданд. Дар заминаи афзоиши мушкilotи тозакунии обҳои партов ва дар ҷустуҷӯи усулҳои устувори кишоварзӣ, истифодаи таҳшинҳои или фаоли роҳи ҳалли ояндадор мебошад. Таҳқиқот таркиби таҳшинҳои или фаол, таъсири он ба ҳосилхезии хок, нашъунамо ва ҳосили зироатҳо ва хатарҳои эҳтимолии марбут ба истифодаи ин навъи нурихоро дар бар мегирад. Натиҷаҳои таҳқиқот ба тартиб додани таъсири оид ба истифодаи беҳавф ва самарабахши таҳшинҳои или фаол дар хоҷагии қишлоқ равона карда шудаанд.

Калидвожаҳо: таҳшинҳои или фаол, обҳои партов, таркиби химиявӣ, металлҳои вазнин, макроэлементҳо, микроэлементҳо, концентрасия, омилҳои ганисозӣ (EF), таҳлили коррелясионӣ, стандартҳои ЕРА, 86/278/ЕЕС, арзёбии экологӣ, истифодаи тақрирӣ, шаҳри Душанбе.

ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ОСАДКОВ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ГОРОДА ДУШАНБЕ

¹Г.Б. Катаганова, ²А.А. Гулахмадзода

¹Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими

²Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ

В статье исследуется химический состав активного ила очистных сооружений Душанбе. Концентрации макроэлементов (К, Са, Мг) и микроэлементов, включая тяжелые металлы (Cr, Pb, Hg, Cd, Cu, Ni, Zn и As), оценивались с использованием статистических показателей, диаграмм разброса и корреляционного анализа. Результаты исследования сравнивались с международными стандартами, включая ЕРА, Директиву 86/278/ЕЕС Европейского союза и GB 18918-2002 Китайской Народной Республики. Было установлено, что концентрации большинства тяжелых металлов ниже максимально допустимых пределов, но относительно высокие концентрации были зафиксированы для меди, цинка и мышьяка. В контексте растущих проблем очистки сточных вод и в поисках устойчивых методов ведения сельского хозяйства использование активного ила является перспективным решением. Исследование включает в себя состав активного ила, его влияние на плодородие почвы, рост и урожайность сельскохозяйственных культур, а также потенциальные риски, связанные с использованием этого вида удобрений. Результаты исследования направлены на разработку рекомендаций по безопасному и эффективному использованию активного ила в сельском хозяйстве.

Ключевые слова: активный ил, сточные воды, химический состав, тяжелые металлы, макроэлементы, микроэлементы, концентрация, коэффициент обогащения (EF), корреляционный анализ, стандарты ЕРА, директива 86/278/ЕЕС, экологическая оценка, повторное использование, г. Душанбе.

STUDY OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF SEDIMENTS FROM THE SEWAGE TREATMENT PLANTS OF THE CITY OF DUSHANBE

¹G.B. Kataganova, ²A.A. Gulakhmadzoda

¹Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi

²Institute of Water Problems, Hydropower and Ecology, National Academy of Sciences of Tajikistan (NAST)

This article examines the chemical composition of activated sludge from the Dushanbe wastewater treatment plant. The concentrations of macroelements (K, Ca, Mg) and microelements—including heavy metals (Cr, Pb, Hg, Cd, Cu, Ni, Zn, and As)—were evaluated using statistical metrics, scatter plots, and correlation analysis. The findings were compared against international standards, including those set by the EPA, the European Union's Directive 86/278/EEC, and the People's Republic of China's standard GB 18918-2002. While the concentrations of most heavy metals were found to be below the maximum permissible limits, relatively high levels of copper, zinc, and arsenic were recorded. Given the growing challenges in wastewater treatment and the ongoing search for sustainable agricultural practices, the use of activated sludge presents a promising solution. This study covers the composition of activated sludge, its impact on soil fertility and crop growth and yield, as well as the potential risks associated with its use as a fertilizer. The results are intended to inform the development of recommendations for the safe and effective application of activated sludge in agriculture.

Keywords: activated sludge, wastewater, chemical composition, heavy metals, macro-elements, micro-elements, concentration, enrichment factor (EF), correlation analysis, EPA standards, Directive 86/278/EEC, environmental assessment, reuse, Dushanbe.

Муқаддима (Introduction)

Таҳқиқи таркиби химиявии таҳшинҳои или фаол яке аз самтҳои муҳими арзёбии ҳолати экологӣ ва имконияти истифодаи тақрири онҳо мебошад [1-6]. Таҳшинҳои ҳосилшуда дар иншоотҳои тозакунии обҳои партов метавонанд ҳам унсурҳои физӣ ва ҳам металлҳои вазнинро дар таркиби худ ҷамъ намоянд. Аз ин рӯ, муайян намудани концентрасияи макро- ва микроэлементҳо барои арзёбии

беҳатариҳои экологӣ ва мутобиқати онҳо ба стандартҳои байналмилалӣ аҳамияти калон дорад. Дар ин таҳқиқот таркиби химиявии таҳшинҳои или фаолҳои иншоотҳои тозакунии обҳои партови шаҳри Душанбе бо истифода аз нишондиҳандаҳои омори, диаграммаҳои куттӣ ва таҳлили коррелятсионӣ арзёбӣ гардид. Натиҷаҳои таҳлил бо меъёрҳои байналмилалӣ, аз ҷумла стандартҳои ЕРА, Иттиҳоди Аврупо (86/278/ЕЕС) ва GB 18918-2002 муқоиса карда шуданд. Натиҷаҳои бадастомада барои муайян намудани имконияти истифодаи таҳшинҳои или фаол дар соҳаи кишоварзӣ, барқарорсозии замин ва ҳифзи муҳити зист асоси илмӣ фароҳам меоранд.

Дар ин мақола натиҷаҳои таҳлили таҳшинҳои или фаол, ки дар иншоотҳои тозакунидаи обҳои партови шаҳри Душанбе ба даст оварда шудаанд, оварда шудааст. Маълумот дар шакли ҷадвал (Ҷадвали 1) бо диапазонҳо ва қиматҳои миёнаи концентратсияи унсурҳо, инчунин, диаграммаҳои куттӣ ва матритсаи коррелятсионӣ оварда шудааст. Дар ҷадвал макро- ва микроэлементҳо оварда шудаанд: калий (K), хром (Cr), сурб (Pb), симоб (Hg), кадмий (Cd), мис (Cu), никел (Ni), руҳ (Zn), арсен (As), калсий (Ca) ва магний (Mg). Барои ҳар як элемент концентратсияи ҳадди ақал ва максималӣ, инҳирофи стандартӣ, арзиши миёна, арзиши истинод (TLV) ва омили ғанисозӣ (EF) дода мешавад, ки дараҷаи ҷамъшавии антропогениро тавсиф мекунад.

Барои муқоисаи дақиқ бо стандартҳои арзишҳои максималии иҷозатдодашудаи таркиби металлҳои вазнин дар таҳшинҳои или фаол истифода шудаанд. Дар ИМА, стандартҳои аз ҷониби ЕРА Part 503 танзим карда мешаванд, ки концентратсияи ҳадди ниҳии солони таҳшинҳои или фаол ба замин истифодашударо муқаррар мекунад. Масалан, концентратсияи максималии иҷозатдодашудаи миёнаи моҳона (дар асоси моддаи хушк) барои кадмий 39 мг/кг, мис 1500 мг/кг, сурб 300 мг/кг, симоб 17 мг/кг, никел 420 мг/кг ва руҳ 2800 мг/кг мебошад. Барои кишварҳои Иттиҳоди Аврупо, арзишҳои маҳдуд тибқи муқаррароти 86/278/ЕЕС муайян карда шудаанд: миқдори иҷозатдодашудаи кадмий 20-40 мг / кг (вобаста ба рН хок), никел - 300-400 мг / кг, мис - 1000-1750 мг / кг, руҳ - 2500-4000 мг / кг, хром - 500-1200 мг/кг ва сурб - 750-1200 мг/кг. Стандартҳои Чин (GB 18918-2002) ва тавсияҳои Африқои Ҷанубӣ маҳдудиятҳои сахттар доранд (масалан, барои мис 250-500 мг/кг ва руҳ 500-1000 мг/кг). Стандартҳои ниҳии ЕРА барои симоб ва арсен мутаносибан 57 мг / кг ва 75 мг / кг мебошанд.

Дар ҷадвали зер параметрҳои тахминии омори, ки аз ҷадвали 1 гирифта шудаанд, оварда шудаанд. Қиматҳои ҳадди ақал (min), максималӣ (max) ва миёна (mean) дар баробари инҳирофи стандартӣ (SD) ва омили ғанисозӣ (EF) дода шудаанд. TLV концентратсияи максималии иҷозатдодашудаи дар ҳуҷҷати ибтидоӣ зикршударо ифода мекунад (стандартҳои муқаррароти ЕРА ё ИА дар қавс оварда шудаанд). Дефис нишон медиҳад, ки арзиши роҳнамо дар ҷадвали манбаъ мавҷуд нест.

Ҷадвали 1 – Параметрҳои омории концентратсияи унсурҳо

Table 1 – Concentration and irregularity parameters

Heavy metals	Min (mg kg ⁻¹)	Max (mg kg ⁻¹)	SD (σ)	Std. Err	Mean Value (mg kg ⁻¹)	TLV ^a (mg kg ⁻¹)	Ranges of EF
K	1350	1950	253.87	0.44	1802,4	1 ^b	11.7-296.4
Cr	21	53	11.78	0.32	40,4	30 ^b	0.1-3.3
Pb	21,5	30	3.56		25,3	110 ^b	0-1.2
Hg	1,5	4,2	1.10		2,674	33 ^b	0.1-2.4
Cd	1,02	3,4	0.95		2,064	40 ^b	0.2-4
Cu	198	215	7.04		203,2	5 б (ҳадди хеле пасти ҷадвали аслӣ; ЕРА:1500 мг/кг; ЕС: 1000-1750 мг/кг)	0.3-21.9
Ni	19	36	6.26		29,2	- (ЕРА: 420 мг/кг; ИА: 300-400 мг/кг)	-
Zn	970	1015	18.44		987,8	6 б (ҷадвали аслӣ); ЕРА: 2800 мг / кг; ИА: 2500-4000 мг/кг	0.2-3
As	11	21	1.30		15	- (ЕРА: 41 мг/кг; ИА: 1-10 мг/кг)	-
Ca	35640	35640	3052		30989	- (ИА/ИМА: 500-5000 мг/кг)	
Mg	5250	5250	4.63		4529,8	- (ИА/ИМА: 100-1000 мг/кг)	

Дар расми 1 диаграммаҳои қуттӣ барои шаш унсур нишон дода шудаанд. Арзишҳои миёна бо ҷадвал мувофиқати хуб доранд: консентратсияи миёнаи хром - 42 мг/кг, сурб 25 мг/кг, симоб 3 мг/кг, кадмий 2 мг/кг, никел 30 мг/кг ва арсен 14 мг/кг – ро ташкил мекунад.

Арзишҳои хром аз 20 то 50 мг/кг буда, аз ҳадди 30 мг/кг, ки дар ҷадвали аслӣ зикр шудаанд, зиёданд, вале аз ҳадди ниҳии ЕРА (1500 мг/кг) ва муқаррароти ИА (то 500 мг/кг) хеле пасттаранд. Тақсимои сурб: танг (21–30 мг/кг), аз консентратсияи иҷозатдодашуда дар ИМА (300 мг/кг) ва Иттиҳоди Аврупо (750 мг/кг) камтар аст.

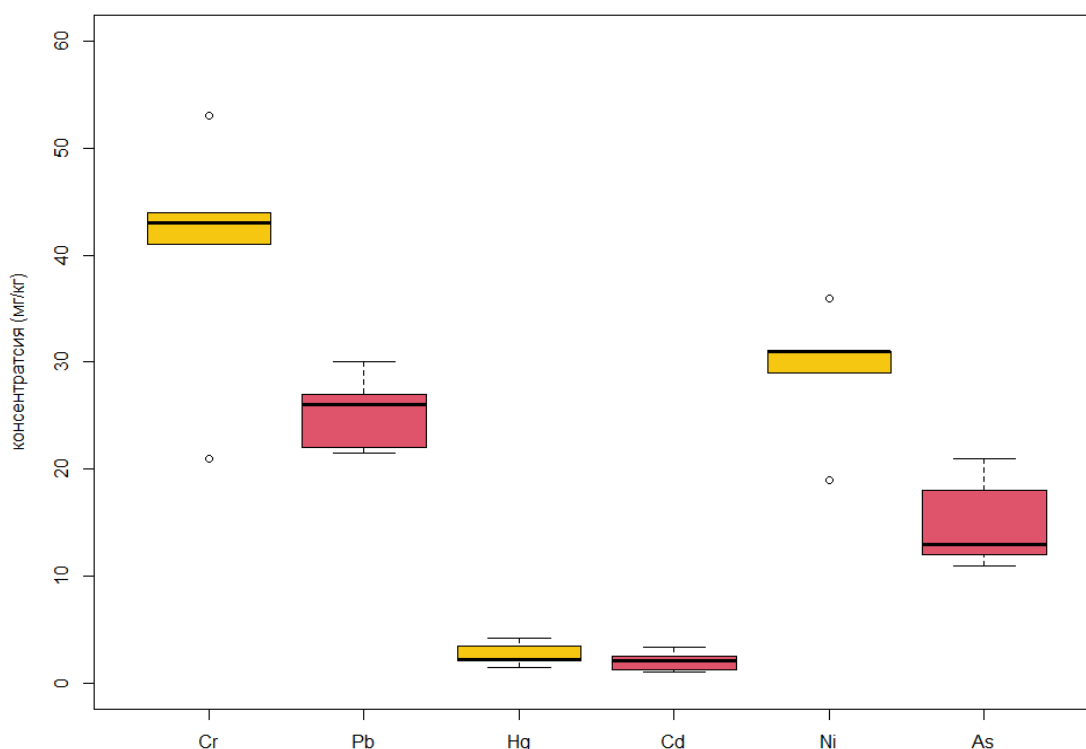
Микдори миёнаи симоб тақрибан 2,7 мг/кг аст; мувофиқи стандартҳои ЕРА, консентратсияи максималии моҳонаи таҳшинҳо 17 мг / кг ва ҳадди ниҳии он 57 мг / кг аст, бинобар ин арзишҳои ошкоршуда бехатар ҳисобида мешаванд. Бо вуҷуди ин, дар ИА, муқаррароти 86/278/ЕЕС танҳо ба 0,1-1 мг/кг симоб иҷозат медиҳад, ки аз ҳад зиёд аст ва истифодаи онро дар соҳаи кишоварзӣ маҳдуд мекунад.

Арзишҳои кадмий тақрибан 2 мг / кг мутамарказ шудаанд; ин аз ҳудуди 39 мг/кг (ЕРА) ва 20-40 мг/кг (ИА) камтар аст.

Никел: консентратсияи ~30 мг/кг аз меъёрҳои (420 мг/кг мувофиқи ЕРА ва 300-400 мг/кг мувофиқи Иттиҳоди Аврупо) хеле пасттар аст.

Микдори миёнаи арсен 14-15 мг/кг аст; ин аз баъзе маҳдудиятҳои аврупоӣ ва чинӣ (1-10 мг/кг) зиёд аст, аммо аз ҳадди ниҳии ЕРА аз 75 мг/кг пасттар аст.

КВД обу Корез



Расми 1 – Таҳлили ғализи Cr, Pb, Hg, Cd, Ni, AS дар таҳшинҳои лойӣ

Figure 1 – Analysis of Cr, Pb, Hg, Cd, Ni, and As concentrations in sludge sediments.

Дар расми 2 консентратсия ва тақсимои K, Cu, Zn, Ca ва Mg нишон дода шудааст.

Калий (K): консентратсияи миёна ~ 1800 мг/кг (1,8 г/кг). Калий як маводи ғизой аст; Стандартҳои ЕРА барои металлҳои вазнини ба он татбиқ намешаванд. Аммо ин консентратсия аз сершавии баланди калий дар таҳшини или фаол шаҳодат медиҳад, ки истифодаи он метавонад барои зироатҳои кишоварзӣ муфид бошад.

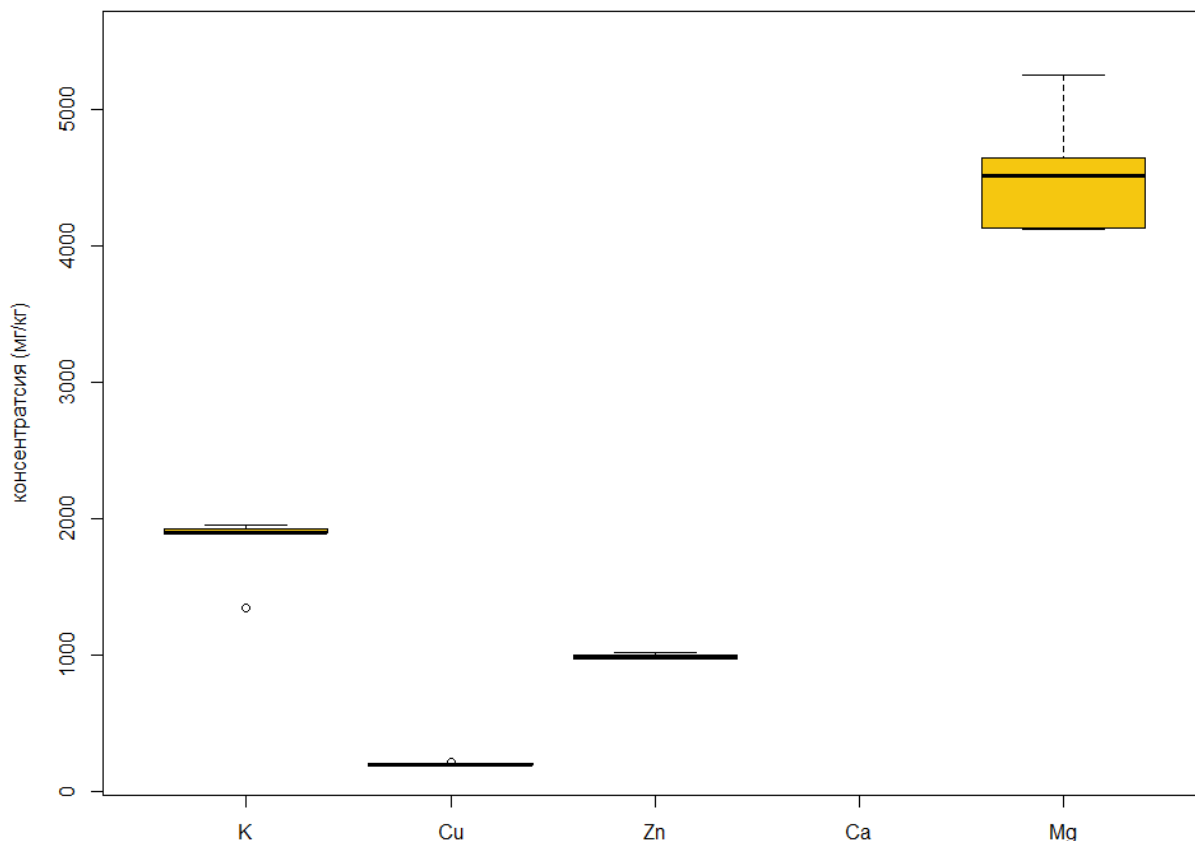
Мис (Cu): консентратсияи миёна: тақрибан 203 мг/кг, ки аз ҳадди тавсияшудаи 100 мг/кг дар ИМА ва Чин зиёд аст, аммо аз ҳадди ниҳии ЕРА (1500 мг/кг) ва муқаррароти ИА (1000-1750 мг/кг) пасттар аст. Барои истифодаи бехатари таҳшини или фаол дар кишоварзӣ ин консентратсияи баланд ҳисобида мешавад; Истифодаи такрорӣ метавонад боиси дар хок ҷамъ шудани мис гардад.

Рух (Zn): арзишҳо 0,9-1,0 г/кг (900-1050 мг/кг). Ин аз меъёрҳои дар ИМА (100–500 мг/кг) ва Чин (50–300 мг/кг) додашуда болотар аст ва дар охири болоии диапазони таҳаммулпазири ИА (то 2500 мг/кг) қарор дорад. Консентратсияи максималии иҷозатдодашудаи ЕРА барои рух 2800 мг/кг аст, аз ин рӯ

арзишҳои пайдошуда пасттар аз ҳадди ниҳой қарор доранд, аммо дар сурати ҷамъшавии музмин метавонад захролудшавии растаниҳоро ба вучуд орад.

Калсий (Ca) ва магний (Mg): концентратсияи миёнаи Ca ~ 4,2 г / кг, дар ҳоле ки концентратсияи Mg ~ 4,5 г / кг аст. Ин унсурҳо маъданҳои муҳим мебошанд ва зери металлҳои вазнин танзим карда намешаванд; Аммо концентратсияи баланди онҳо хосиятҳои агрохимиявии таҳшинҳои или фаол- ро (ишқоркуниро) беҳтар намуда, қобилияти онро барои коркарди такрории заминҳои туршиашон баландро афзун мекунад.

КВД обу Корез



Расми 2 – Таҳлили концентратсияи K, Cu, Zn, Ca, Mg дар таҳшинҳои или фаол
Figure 2 – Analysis of K, Cu, Zn, Ca, and Mg concentrations in activated sludge.

Ҷадвали 2 – Арзишҳои максималии иҷозатдодашуда (МРС) барои унсурҳои гуногуни таҳшинҳои или фаол барои якчанд кишварҳо

Table 2 – Maximum Permissible Concentrations (MPC) for various elements in activated sludge across several countries

Унсур	ИМА (мг/кг)	Иттиҳоди Аврупо (мг/кг)	Чин (мг/кг)
K (калий)	500-1500	300-1000	200-800
Cr (хром)	10-50	5-50	5-50
Pb (пешбар)	10-100	5-50	5-50
Hg (симоб)	0,1-1	0,1-1	0,1-1
CD (кадмий)	0,1-5	0,1-2	0,1-5
Cu (мис)	10-100	10-50	10-100
Ni (никел)	10-50	10-50	10-50
Zn (синк)	100-500	50-300	50-300
As (арсен)	1-10	1-10	1-10
Ca (калсий)	500-5000	500-5000	500-5000
Mg (магний)	100-1000	100-1000	100-1000

Матритсаи коррелятсия муносибатҳои байни элементҳоро нишон медиҳад.

Муносибати мусбӣ байни металлҳои вазнин. Ҷуфтҳои Cd–Ni ($r \approx 0,87$), Cd–Zn (0,87), Zn–Ca (0,92), Zn–As (0,71) ва As–Ca (0,90) таносуби мусбӣи қавӣ доранд. Ин як манбаи умумии ифлосшавиро нишон медиҳад; Эҳтимол меравад, ки обҳои партови саноатӣ ё равандҳои зангзанӣ дар қубурҳо боиси дар як вақт ҷамъ шудани ин металлҳо мешаванд.

Муносибатҳои манфӣ бо калий ва магний. Калий бо сурб (-0,75), симоб (-0,72) ва арсен (-0,23) ба таври назаррас робитаи манфӣ дорад. Байни магний ва калий (-0,86) таносуби манфии шабеҳ мушоҳида мешавад. Ин метавонад аз он шаҳодат диҳад, ки дар қитъаҳои, ки дорои сатҳи баланди макронутриентҳо мебошанд, эҳтимолан аз сабаби маҳлӯлшавӣ ё фарқияти манбаҳои ҷамъшавии металлҳои захролуд камтар доранд.

Таносуби манфии қавӣ байни мис ва никел (-0,89) мушоҳида шуд. Ҳангоми баланд шудани концентратсияи мис сатҳи никел кам мешавад. Ин метавонад сабаби рақобати сорбсионии байни ионҳо дар ҷузъҳои органикии таҳшинҳои или фаол бошад.

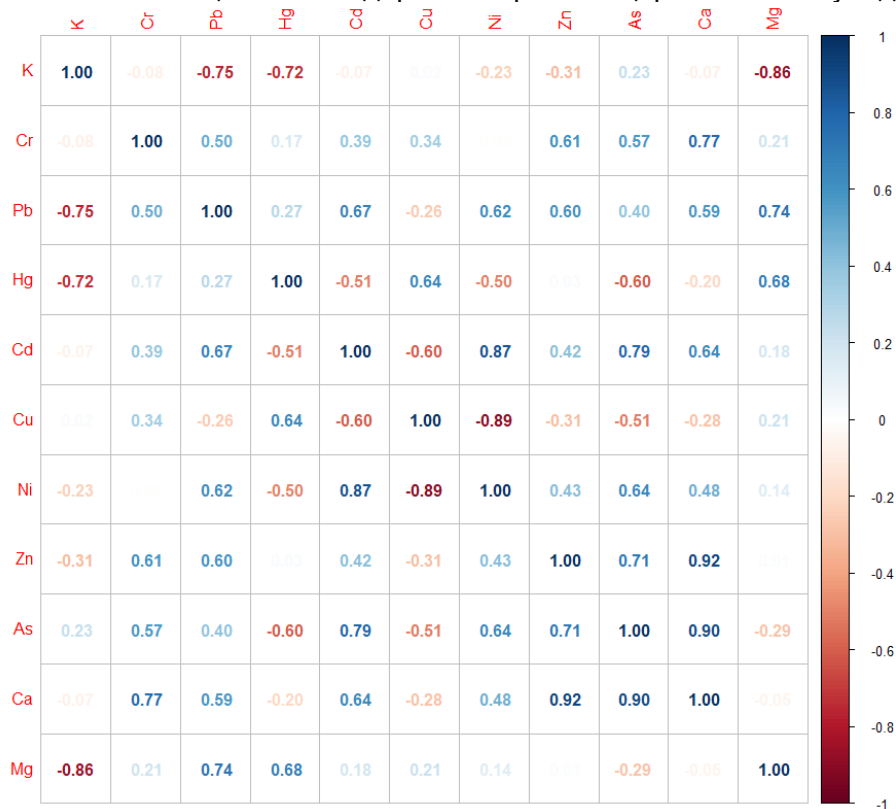
Байни Cd ва Pb ва Hg таносуби мусбӣ қавӣ мавҷуд аст. Коэффисиентҳои Cd-Pb (0,67) ва Hg-Cu (0,64) воридшавии яқояи ин элементҳоро нишон медиҳанд, ки ба ҷадвал мувофиқ аст: арзишҳои миёнаи Pb, Cd ва Hg аз ҳадди аксар камтаранд, аммо мавҷудияти яқояи онҳо назоратро талаб мекунад.

Потенсиали истифодаи таҳшинҳои или фаол. Концентратсияи миёнаи аксари металлҳои вазнин (Cr, Pb, Cd, Ni) аз меъёрҳои ниҳии EPA ва муқаррароти Иттиҳоди Аврупо хеле пасттаранд. Симоб аз меъёрҳои аврупоӣ зиёдтар аст, аммо аз стандартҳои ИМА пасттар боқӣ мемонад. Миқдори мис (~203 мг/кг) ва рух (~988 мг/кг) аз меъёрҳои тавсияшуда болотар буда, истифодаи бечунучарои таҳшинҳои или фаолро дар заминҳои кишоварзӣ, махсусан, дар заминҳои дорои қобилияти буферии паст маҳдуд мекунад. Миқдори арсен низ аз 10 мг/кг зиёд аст, ки аз рӯи аксари стандартҳои байналмилалӣ қобили қабул нест.

Тасниф аз рӯи омилҳои ғанисозӣ. Қиматҳои баланди EF барои калий ва мис (то 296 барои K ва 22 барои Cu) пайдоиши антропогениро тасдиқ мекунанд; барои Cd ва Hg, арзишҳои омилҳои ғанисозӣ EF низ ба 4 наздиканд, ки ифлосшавии мӯътадилро нишон медиҳанд. Қиматҳои пасти омилҳои ғанисозӣ EF (то 3) барои Cr, Ni ва Zn нишон медиҳанд, ки ин унсурҳо ба арзишҳои замина наздиктаранд.

Аз сабаби зиёд будани меъёрҳои Cu, Zn ва As, таҳшинҳои или фаоли мазкур набояд барои парвариши зироатҳои ғизоӣ истифода шавад. Корҳои бештар мувофиқ дар ин самт ин шудгори такрорӣ қитъаҳои вайроншуда, ҷангалпарварӣ ё барқарор кардани хок дар минтақаҳои ғайри кишоварзӣ иборатанд. Пеш аз истифода бурдан таҳшинҳои или фаолро безарар кардан (компост кардан, шуста кардан) ва таркиби онро мунтазам назорат кардан лозим аст.

Дар маҷмӯъ, таркиби кимиёвии таҳшинҳои или фаол аз мавҷудияти моддаҳои ғизоӣ арзишманд (K, Ca, Mg) шаҳодат медиҳад, аммо инчунин, аз олудашавӣ бо мис, рух ва арсен низ ишора месозад. Истифодаи ин таҳшинҳои или фаол риояи қоидаҳои EPA ва муқаррароти 86/278/ЕЕС, инчунин мониторинги ҷамъшавии металлҳои вазнин дар хок ва растаниҳоро талаб мекунад.



Расми 3 – Матрицаи таносуби металлҳо дар таҳшинҳои или фаол
Figure 3 – Matrix of metal ratios in active sludge sediments

Хулоса (Conclusion)

Натиҷаҳои таҳқиқот нишон доданд, ки таҳшинҳои или фаоли иншоотҳои тозакунии обҳои партови шаҳри Душанбе дорои миқдори назарраси макроэлементҳо (K, Ca ва Mg) ва микроэлементҳо мебошанд. Концентратсияи миёнаи аксари металлҳои вазнин, аз ҷумла хром (Cr), сурб (Pb), кадмий (Cd), никел (Ni) ва симоб (Hg), аз меъёрҳои ниҳии стандартҳои байналмилалӣ, аз ҷумла ЕРА ва 86/278/ЕЕС, пасттар буда, аз ҷиҳати экологӣ хавфи баланд надоранд. Бо вучуди ин, барои баъзе унсурҳо, аз ҷумла мис (Cu), руҳ (Zn) ва арсен (As), концентратсияҳои нисбатан баланд муайян гардиданд, ки метавонанд ҳангоми истифодаи дарозмуддати таҳшинҳо дар заминҳои кишоварзӣ боиси ҷамъшавии металлҳо дар хок ва таъсири манфӣ ба муҳити зист гарданд.

Таҳлили коррелятсионӣ мавҷудияти робитаҳои мусбат байни баъзе металлҳои вазнинро нишон дод, ки ба эҳтимоли мавҷуд будани манбаи умумии антропогенӣ ифлосшавӣ ишора мекунад. Ҳамзамон, қиматҳои омили ғанисозӣ (EF) барои мис ва калий аз таъсири назарраси фаъолияти инсон шаҳодат медиҳанд, дар ҳоле ки барои хром, никел ва руҳ ин нишондиҳандаҳо ба сатҳи заминавӣ наздик мебошанд.

Дар маҷмӯъ, таҳшинҳои или фаоли таҳқиқшуда метавонанд барои баъзе самтҳои барқарорсозии муҳити зист, аз ҷумла рекултиватсияи заминҳои вайроншуда, ҷангалпарварӣ ва барқарорсозии хок дар минтақаҳои ғайрикишоварзӣ истифода шаванд. Аммо истифодаи онҳо барои парвариши зироатҳои ғизой танҳо баъд аз коркарди пешакӣ, паст кардани миқдори металлҳои вазнин ва гузаронидани мониторинги мунтазами таркиби химиявӣ мувофиқи талаботи стандартҳои байналмилалӣ тавсия карда мешавад.

Муқаррир: Зоиров Ф.Б. — н.и.т., дотсенти кафедраи беҳатарии ғайролияти инсон ва экологияи ДИИТ ба номи академик М.С. Осимӣ

Адабиёт

1. Ramandeep, K. Anaerobic Baffled Reactor: A Promising Wastewater Treatment Technology in Tropical Countries / K. Ramandeep // International Journal on Emerging Technologies. – 2016. – Vol. 7, No. 1 (Special Issue on RTIESTM-2016). – P. 114–117.
2. Mousavi, N. Performance of Anaerobic Baffled Reactor for Biodegradation of Phenol / N. Mousavi, G. D. Najafpour, Z. Bakhshi, R. Pishgar // Iranica Journal of Energy & Environment. – 2011. – Vol. 2, No. 3. – P. 229–234. – DOI: <https://doi.org/10.5829/idosi.ijee.2011.02.03.1519>.
3. Chen, M. Total concentrations and speciation of heavy metals in municipal sludge from Changsha, Zhuzhou and Xiangtan in middle-south region of China / M. Chen, X.-M. Li, Q. Yang, G.-M. Zeng, Y. Zhang, D.-X. Liao, J.-J. Liu, J.-M. Hu, L. Guo // Journal of Hazardous Materials. – 2008. – Vol. 160, No. 2–3. – P. 324–329. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2008.03.036>.
4. Wang, C. Total concentrations and fractions of Cd, Cr, Pb, Cu, Ni and Zn in sewage sludge from municipal and industrial wastewater treatment plants / C. Wang, X. Hu, M.-L. Chen, Y.-H. Wu // Journal of Hazardous Materials. – 2005. – Vol. 119, No. 1–3. – P. 245–249. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2004.11.023>.
5. Wang, C. Distribution of extractable fractions of heavy metals in sludge during the wastewater treatment process / C. Wang, X.-C. Li, H.-T. Ma, J. Qian, J.-B. Zhai // Journal of Hazardous Materials. – 2006. – Vol. 137, No. 3. – P. 1277–1283. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2006.04.026>.
6. Yuan, X. Total concentrations and chemical speciation of heavy metals in liquefaction residues of sewage sludge / X. Yuan, H. Huang, G. Zeng, H. Li, J. Wang, C. Zhou, H. Zhu, X. Pei, Z. Liu, Z. Liu // Bioresource Technology. – 2011. – Vol. 102, No. 5. – P. 4104–4110. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2010.12.055>.

References

1. Ramandeep, K. Anaerobic Baffled Reactor: A Promising Wastewater Treatment Technology in Tropical Countries / K. Ramandeep // International Journal on Emerging Technologies. – 2016. – Vol. 7, No. 1 (Special Issue on RTIESTM-2016). – P. 114–117.
2. Mousavi, N. Performance of Anaerobic Baffled Reactor for Biodegradation of Phenol / N. Mousavi, G. D. Najafpour, Z. Bakhshi, R. Pishgar // Iranica Journal of Energy & Environment. – 2011. – Vol. 2, No. 3. – P. 229–234. – DOI: <https://doi.org/10.5829/idosi.ijee.2011.02.03.1519>.
3. Chen, M. Total concentrations and speciation of heavy metals in municipal sludge from Changsha, Zhuzhou and Xiangtan in middle-south region of China / M. Chen, X.-M. Li, Q. Yang, G.-M. Zeng, Y. Zhang, D.-X. Liao, J.-J. Liu, J.-M. Hu, L. Guo // Journal of Hazardous Materials. – 2008. – Vol. 160, No. 2–3. – P. 324–329. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2008.03.036>.
4. Wang, C. Total concentrations and fractions of Cd, Cr, Pb, Cu, Ni and Zn in sewage sludge from municipal and industrial wastewater treatment plants / C. Wang, X. Hu, M.-L. Chen, Y.-H. Wu // Journal of Hazardous Materials. – 2005. – Vol. 119, No. 1–3. – P. 245–249. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2004.11.023>.
5. Wang, C. Distribution of extractable fractions of heavy metals in sludge during the wastewater treatment process / C. Wang, X.-C. Li, H.-T. Ma, J. Qian, J.-B. Zhai // Journal of Hazardous Materials. – 2006. – Vol. 137, No. 3. – P. 1277–1283. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2006.04.026>.

6. Yuan, X. Total concentrations and chemical speciation of heavy metals in liquefaction residues of sewage sludge / X. Yuan, H. Huang, G. Zeng, H. Li, J. Wang, C. Zhou, H. Zhu, X. Pei, Z. Liu, Z. Liu // Bioresource Technology. – 2011. – Vol. 102, No. 5. – P. 4104–4110. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2010.12.055>.

Маълумот оид ба муаллиф

Қатаганова Гулбахор Бароталиевна, ассистент кафедраи бехатарии ҷаҳолияти инсон ва экология, Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ. E-mail: gulja-76@bk.ru Тел: +992918377352

Гулаҳмадзода Аминҷон Абдучабор, д.и.т., Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экология. E-mail: agulakhmadov@Gmail.Com

Сведения об авторе:

Катаганова Гулбахор Бароталиевна, ассистент кафедры безопасности жизнедеятельности и экология, Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими. E-mail: gulja-76@bk.ru Тел: +992918377352

Гулаҳмадзода Аминҷон Абдучабор, д.т.н., Институт проблем водных ресурсов, гидроэнергетики и экологии. E-mail: agulakhmadov@Gmail.Com

Information about authors:

Kataganova Gulbahor Barotalieva, Assistant Department of Life Safety and Ecology, Tajik Technical University named after Academician M. S. Osimi. E-mail: gulja-76@bk.ru Тел: +992918377352

Gulahmadzoda Aminjon Abdujabor, Doctor of Technical Sciences, Institute of Water Problems, Hydropower, and Ecology. E-mail: agulakhmadov@Gmail.Com