

**QASHQADARYO VILOYATI SUG'ORILADIGAN
HUDUDLARINING OG'IR METALLAR BILAN IFLOSLANISH HOLATI.**

Poyanov Javlonbek Shodmon o'g'li

Qarshi davlat universiteti "Geografiya" kafedrası tayanch doktoranti

Аnnотatsiya: Ushbu maqolada o'gir metallarning tuproq qoplamiga ko'rsatadigan salbiy ta'siri, ularning turlari haqida so'z borgan. Shu bilan birgalikda, Qashqadaryo viloyati tuproqlariga og'ir metallarning qoldiqlarini tashlayotgan gaz-kimyó majmualari atrofidan olingan na'munalar kimyoviy tahlil etilgan. Xususan, Sho'rtan gaz-kimyó majmuasi atrofida tarqalgan og'ir metallarning tarqalishi shamollarga bo'g'liq ekanligi isbotlangan bo'lib, majmuaning janubi-sharq yo'nalishda 1500 metr uzoqlik masofasida qo'rg'oshinning REM dan 8-9 marta yuqori ekanligi aniqlangan.

Kalit so'zlar: og'ir metallar, geotizim, ekotizim, geotizimlar barqarorligi.

**СОСТОЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ
ОРОШАЕМЫХ ТЕРРИТОРИЙ КАШКАДАРЬИНСКОЙ ОБЛАСТИ.**

Поянов Жавлонбек Шодмон углы

**Каршинский государственный университет, базовый докторант
кафедры "Географии"**

Аннотация: В этой статье речь идет о негативном влиянии обратимых металлов на почвенный покров, их видах. Наряду с этим проведен химический анализ проб, взятых вокруг газохимических комплексов, выбрасывающих в почвы Кашкадарьинской области остатки тяжелых металлов. В частности, доказано, что распространение тяжелых металлов, распространенных в окрестностях Шуртанского газохимического комплекса, зависит от ветров, и установлено, что на расстоянии 1500 метров в юго-восточном направлении комплекс в 8-9 раз превышает ПДК свинца.

Ключевые слова тяжелые металлы, геосистема, экосистема, устойчивость геосистем.

THE STATE OF HIGH METAL POLLUTION OF IRRIGATED TERRITORIES IN THE KASHKADARYA REGION.

Poyanov Javlonbek Shodmon ugli

Basic doctoral student of the Department of "Geography" of Karshi State University

Abstract: This article discusses the negative impact of deposited metals on the soil cover and their types. At the same time, samples taken from the vicinity of gas chemical complexes, which are dumping heavy metal residues into the soils of the Kashkadarya region, were chemically analyzed. Specifically, it has been proven that the distribution of heavy metals around the Shurtan Gas Chemical Complex depends on winds, and it has been established that lead is 8-9 times higher than the maximum permissible concentration of lead at a distance of 1500 meters in the southeastern direction of the complex.

Key words: heavy metals, geosystems, ecosystems, stability of geosystems.

Insonlarning turli xil faoliyati ta'sirida tuproqlarga tushgan og'ir metallar geokimyoviy oqimlarga qo'shiladi va geotizimlarning ekologik barqarorligiga jiddiy salbiy ta'sir o'tkazadi. Ushbu og'ir moddalar tuproqlarning fizik-kimyoviy va mikrobiologik xossalari sezilarli ravishda salbiy tomonga o'zgartiradi. Oqibatda esa tuproqdagi biotsenozlarga jumladan, tirik organizmlar va ularning ekologik muhitiga salbiy ta'sir ko'rsatadi.

Ma'lumki, og'ir metallar biosferaning boshqa qismlariga nisbatan tuproqda ko'proq to'planadi va tuproq-o'simlik-hayvonot-insoniyat tizimida ekotizimga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Shunday ekan, og'ir metallarning toksik ta'sirini ilmiy tadqiq etish va ekotizimni muhofaza qilish muhim ahamiyatga ega. Tuproqda og'ir metallar konsentrasiyasining ortib borishi na'tijasida o'simliklarning o'sishi, rivojlanishi va hosildorligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Chunki ular protoplazmatik zahar hisoblanadi. Ularning zaharliligi elementlar atom massasi ortishi bilan ortib boraveradi. Shuning uchun tuproqlardagi og'ir metallar miqdori va unga har-xil

omillarning ta'sirini o'rganish dolzarb masalalardan biri hisoblanadi [13; 164-168 b.].

"Og'ir metallar" atamasi zaharliligi bilan bog'liq muammolarni keltirib chiqarishi mumkin bo'lgan Pb, Cd, Cu, Hg, Sn, Zn kabi nisbatan yuqori atom massasi ($>4,5 \text{ g/sm}^3$) bo'lgan metallar va metalloidlarning guruhini anglatadi. Ko'pincha og'ir metallar bilan birga ko'riladigan boshqa metallmaslarga margumush (As), surma (Sb) va selen (Se) kiradi (Kemp, 1998). Bu elementlar tabiiy ravishda tuproqlarda past konsentratsiyalarda uchraydi. Ularning ko'pchiligi o'simliklar, hayvonlar va insonlar uchun muhim mikroelementlardir, ammo yuqori konsentratsiyalarda ular biologik parchalanmasligi tufayli fitotoksiklik va inson salomatligiga zarar yetkazishi mumkin, bu ularning to'qimalar va tirik organizmlarda osongina to'planishiga olib keladi.

Og'ir metallar tabiatda tozalash uchun eng qiyin va murakkab ifloslantiruvchi moddalardir. Ular nafaqat atmosfera, suv havzalari va oziq-ovqat ekinlari sifatini pasaytiradi, balki hayvonlar va odamlarning sog'lig'i va farovonligiga tahdid soladi. Metallar tirik organizm to'qimalarida to'planadi, chunki ular ko'pchilik organik birikmalardan farqli o'laroq, metabolik parchalanishga uchramaydi. Og'ir metallar orasida rux (Zn), nikel (Ni), kobalt (Co) va mis (Cu) o'simliklar uchun nisbatan zaharli, margimush (As), kadmiy (Cd), qo'rg'oshin (Pb), xrom (Cr) va simob (Hg) esa hayvonlar uchun nisbatan zaharli hisoblanadi [5].

Kon sanoatining zaharli chiqindilari chiqindi omborlarda to'planadi, ular asosan og'ir metallarning turli konsentratsiyalariga ega bo'lgan mayda zarrachalardan iborat. Bu ifloslangan zarrachalar shamol va suv eroziyasi natijasida tarqalishi, ba'zan qishloq xo'jaligi yerlariga yetib borishi mumkin.

Shahar markazlarida va uning atrofidagi transport bilan bog'liq faoliyat tuproq ifloslanishining asosiy manbalaridan biridir. Bu nafaqat ichki yonuv dvigatellarining chiqindilari tufayli, balki transport faoliyati va undan kelib chiqadigan o'zgarishlar natijasida ham sodir bo'ladi [6]. Transport vositalarining

ichki yonuv dvigatellardan chiqadigan chiqindilar yoki benzin to'kilishi orqali 100 metr dan ortiq masofadagi tuproqlarga yetib boradi. Agar yo'llardagi drenaj tizimi yaxshi ishlamasa, yomg'ir paytida transport harakatidan hosil bo'lgan sachrashlar va oqimlar transport vositalarining metall qismlari, shinalar va yo'l qoplamalarining yemirilishi natijasida og'ir metallarga boy zarrachalarni ko'chirishi mumkin [12,14]. Yo'llar atrofidagi tuproqning ifloslanishi ayniqsa, shahar va shahar atrofidagi tuproqlarda muhim ahamiyatga ega. Bu qo'shni hududlarda oziq-ovqat ishlab chiqarilganda jiddiy xavf tug'dirishi mumkin. Yo'l yoqasidagi tuproqlarda kuzatiladigan asosiy jarayonlar biofaol og'ir metallarning barglarda to'planishi, ildiz orqali so'rilishi va yer ustki to'qimalarga to'planishidir [3,14]. Yo'l bo'yidagi o'tloqlarda hayvonlarni o'tlatish ham viloyatda keng tarqalgan. Ifloslangan tuproq va o'simliklarni iste'mol qilish hayvonlar va odamlarning sog'lig'iga ta'sir qiluvchi ifloslantiruvchi moddalarning potensial oziq-ovqat zanjiri orqali o'tishiga sabab bo'ladi [10].

Transport bilan bog'liq tuproq ifloslanishining asosiy qoldiq manbai qo'rg'oshinli benzin tufayli tuproqning ushbu modda bilan ifloslanishidir. Buning natijasida tuproqning ifloslanishi yo'llar va, ayniqsa, asosiy shahar hududlarida yuqori darajaga yetgan. Aholi istiqomat qiladigan hududlarida foydalaniladigan qo'rg'oshin asosidagi bo'yoqlar shaharlarda qo'rg'oshin (Pb) bilan ifloslanishning asosiy qoldiq manbai hisoblanadi. Qo'rg'oshin asosidagi bo'yoqlar ta'mirlash yoki eski binolarni buzish paytida chang yoki mayda zarrachalarga aylanib, atrof-muhitga tarqalganda tuproqlar ifloslaydi [4].

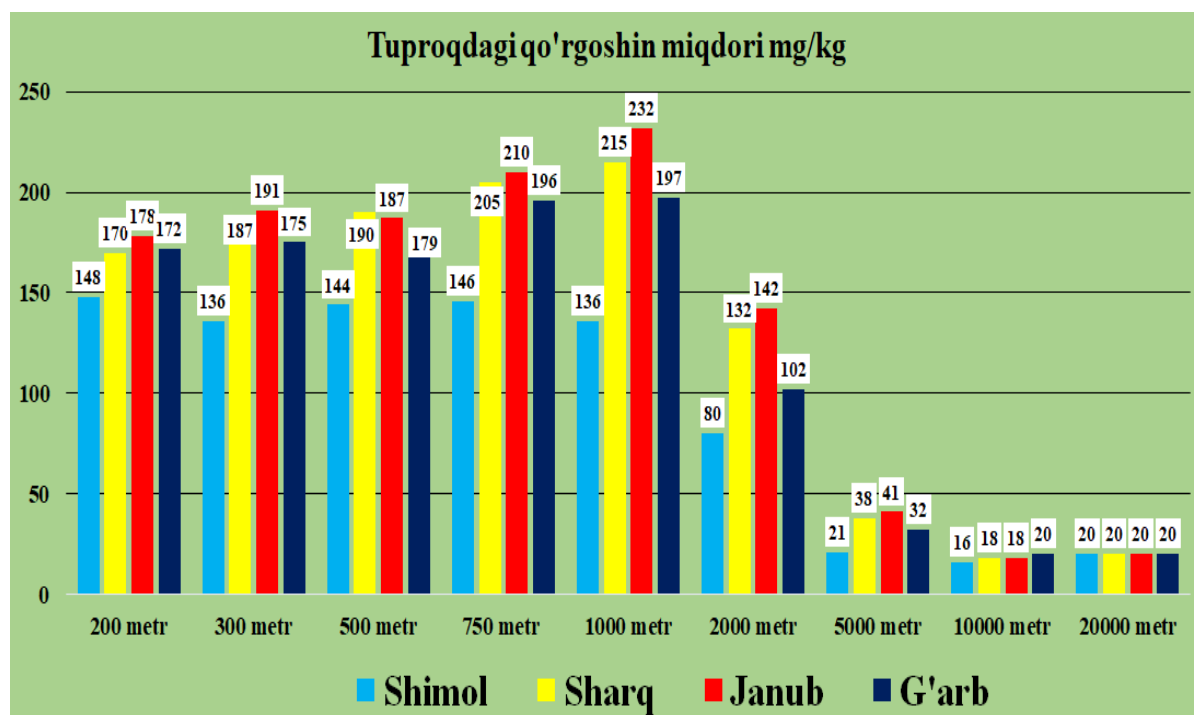
Tuproqdagi mishyak, kadmiy, qo'rg'oshin va simob kabi ortiqcha og'ir metallar ham o'simliklar metabolizmini buzishi va ekinlar hosildorligini pasaytirishi, pirovardida ekin maydonlariga bosim o'tkazishi mumkin. Oziq-ovqat zanjiriga kirganda, bu ifloslantiruvchi moddalar oziq-ovqat xavfsizligi, suv resurslari, qishloq turmush tarzi va inson salomatligi uchun xavf tug'diradi. Yer ustki to'qimalariga metallarning singishi va translokatsiyasi o'simliklarning genetik va fiziologik farqlari [15], shuningdek, tuproqdagi metallarning

konsentratsiyasi va ta'sir qilish vaqti bilan bog'liq [9]. Ushbu metallar o'simlik to'qimalariga kirgandan so'ng, ular bir nechta metabolik jarayonlarga halal berishi, o'simlikning o'sishini pasaytirishi va toksiklikni keltirib chiqarishi va nihoyat o'simlikning nobud bo'lishiga olib kelishi mumkin. O'sish tezligining pasayishi, oksidlovchi shikastlanish, pastki ildiz va novdalarning cho'zilishi va shakar va oqsil metabolizmlarining o'zgarishi asosiy ta'sirlar sifatida qayd etilgan [1]. Misol uchun, qo'rg'oshinning yuqori miqdori kislorodning reaktiv turlarini ishlab chiqarishni tezlashtiradi, lipid membranasi va xlorofillning shikastlanishiga olib keladi, bu esa fotosintez jarayonlarining va o'simlikning umumiy o'sishining o'zgarishiga olib keladi [7]. Kadmiy turli xil iste'mol qilinadigan to'qimalarda to'planishi mumkin [2], bu ildiz, poya va barg o'sishining pasayishiga, sof fotosintez va suvdan foydalanish samaradorligining pasayishiga va ozuqa moddalarining so'rilishini o'zgartiradi [9].

H.Tursunovning keltirishicha, "madaniy landshaftlarda keng tarqalgan og'ir metallar rux, qo'rg'oshin, simob, kadmiy va xrom hisoblanadi. Dalalarda rezina qoldiqlari kuydirilsa, rux ko'payib ketadi. Avtomobillar va umuman, ichki yonuv dvigateli ishlashi natijasida atrof-muhitda qo'rg'oshin ko'payadi. Dalalarda fosfor o'g'itlari ko'p ishlatilganda, u bilan birga tuproqqa kadmiy tushadi va to'planadi. Urug'larni dorilashda ishlatiladigan fungitsidlar simobning tuproqda to'planishiga olib keladi. Shahar chiqindilari organik o'g'it sifatida ishlatilganda ham tuproqqa simob tushishi mumkin. Fosforli o'g'itlar bilan tuproqqa uran, toriy, radiy elementlari tushib qolishi mumkin" (Tursunov H. 2017-yil, 157-b).

Qashqadaryo viloyatida tuproqlarning asosiy ifloslovchi sohalari bu hududda joylashgan gaz-kimyoy majmualari ekanligini hisobiga tuproqlarni og'ir metallar bilan ifloslovchi punktlar ekanligini inobatga olgan holda, ishimizning qolgan qismida biz viloyatdagi og'ir metallar va ularning tarqalishi haqida o'zining ilmiy ishlarini olib borgan Uzoqov Z., Nizamov S., Yoqubov T kabi olimlarning ishlari va ular olgan tuproq namunalari tahlil etdik.

Sho'rtan gaz-kimyo majmuasining atrofida och tusli bo'z tuproqlarda qo'rg'oshin elementi yuqorida berilgan 1-rasmda berilgan bo'lib, majmuaning atrofidan uzoqlashgan sari och tusli bo'z tuproqlarda tuproqdagi qo'g'oshinning yalpi miqdori kamayib boradi. Xususan, majmuaning janub va g'arb tomonida joylashgan tuproqlarda qo'rg'oshinning yalpi miqdori qolgan tomonlarga nisbatan yuqori ekanligi ma'lum bo'ladi. Bunga asosiy sabab esa bu hududda shamollar g'arbdan va shimolda esganligi ko'rsatish mumkin.



1-rasm. Sho'rtan gaz-kimyo majmuasi atrofidagi tuproqlarda qo'rg'oshinning yalpi miqdori, mg/kg (0-30 sm qatlamda)

[Manba: Yoqubov T va boshq, 2024]

Jumladan, majmuadan shimol yo'nalishda 100 m uzoqlikda 1 kg tuproqda qo'rg'oshin -151 mg; ekanligi aniqlangan bo'lsa, g'arb yo'nalishida ushbu elementlarning miqdori mos ravishda 168; mg ni, janub yo'nalishida 160; mg ni; sharq yo'nalishida esa mos ravishda 148; mg ni tashkil etdi. Majmuadan uzoqlashgan sari o'rganilgan og'ir metallar miqdori shamol yo'nalishi bo'ylab ma'lum masofagacha oshib borishi kuzatildi. Majmua atrofidagi och tusli bo'z tuproqlarda qo'rg'oshin elementi ushbu elementning ruxsat etilgan eng yuqori miqdori (REM) (30 mg/kg) va fon ko'rsatkichi (20 mg/kg) dan bir necha barobar

ko'pligi qayd etildi. Tadqiqotlarda qo'rg'oshinning eng ko'p miqdorlari majmuaning janub yo'nalishda 1000 m uzoqlikda (1 kg tuproqda 232 mg), janubiy-g'arb yo'nalishida 1250 m uzoqlikda (1 kg tuproqda 240 mg) va janubiy- sharq yo'nalishida 1500 m uzoqlikda (1 kg tuproqda 276 mg) aniqlandi. Keltirilgan ushbu ko'rsatkichlar qo'rg'oshinning REM dan 8-9 marotabadan, fon ko'rsatkichidan esa 12-13 marotaba va undan ko'proq ekanligini ko'rsatadi [13; 164-168 b].

Qashqadaryo viloyati cho'l mintaqasi sug'oriladigan hududlari tuproqlarining toksitligini tadqiq etgan S.Nizamovning keltirishicha, Nishon tumanidagi «Uch Mola» massivida tuproqning 0-2 smli yuza qismida nikelning miqdori mg/kg, 30-50 smli haydov qatlamida esa 20,3 mg/kg dan pastki tomon 19,1 mg/kg gacha uchrasa, Muborak tumani «Xitoy» massivi tuproqlaridai qo'rg'oshinning harakatchan (kislota eruvchi) shaklining haydov qatlamlaridagi ortacha miqdori 8,8-16,7 mg/kg, haydov ostki qatlamlarida esa 6,2-17,5 mg/kg atrofida kuzatilgan bo'lib, REM (10 mg/kg) 1,5-1,7 marta oshganligi qayd etilgan. Bundan tashqari, och tusli buz tuproqlarning mitaqasining sug'oriladigan bo'z-o'tloqi tuproqlarida esa (Kasbi tumani «Paxtakor» massivi) nikelning miqdori tuproqning 0-2 smli yuza qismida 8,5 mg/kg, 2-10 smli qismida 8,4 mg/kg, 10-20 sm qatlamida 8,3 mg/kg gacha, 30-50 sm qatlamida esa 7,3 mg/kg gacha to'plangan [8].

G'uzor tumanida joylashgan «Burxon» fermer xo'jaligi o'tloqi-bo'z tuproqlarida qo'rg'oshin haydov, ya'ni 0-30 sm qatlamda 14,0 mg/kg, 31-50 sm da esa 12,0 mg/kg, 51-80 sm 13,0 mg/kg da ekanligi aniqlangan bo'lsa, ruxsat etilgan miqdori (REM) adabiyotlarda 10-6 mg/kg harakatchan shakl uchun ko'rsatib o'tilgan¹. Tuproqlarning haydov va haydov osti qatlamlarida (0-30 sm, 31-50 sm) qo'rg'oshin elementining REMdan 2,3-2,0 barobar, 51-80 sm qatlamiga borib esa 2,2 barobarga ortib borishi aniqlangan. Pastki qatlamlar tomon REM darajasida

¹ ushbu ish uchun Sanitariya qoidalari va me'yorlari (2005 y.) ning ma'lumotlariga asosan qo'rg'oshinning harakatchan shakli uchun 6 mg/kg deb olingan.

to'planishi kuzatilgan. O'rganilgan tuproqlarda bu element uchun eng yuqori ko'rsatkich 15,2 milligrammdan 8,0 mg/kg atrofida tebranib turishi aniqlangan va bu holatni qo'rg'oshin bilan ifloslanish boshlanganligi deb ayta olishimiz mumkin. Yana shuningdek, ushbu hududda 2018-yil ma'lumotlariga ko'ra 1-kesmaning 0-30 sm qatlamida 7,25 barobarga, 51-80 sm qatlamda esa o'rtacha 34,5 mg/kg da ekanligi, REM dan 8,6 martagacha ortgan, 4 kesmaning 51 -80 sm qatlamida esa 10,30 martaga ortiq. Pastki qatlamlar tomon esa REMdan ortiq miqdorda kamayib borishi kuzatilgan bo'lsa, xrom elementi esa deyarli barcha kesmalarda REM darajasida va 1-kesmaning 31-50 sm dan 81-100 sm qatlam tomon 6,85→7,22→6,33 barobarga ortib, qolgan kesmalarda tuproq qatlamlari bo'ylab 41,2 mg/kg gacha to'planib tuproq ekologik holatining buzilishi, ya'ni, REMdan 6,87 martagacha ortganligi aniqlangan. 5 kesmaning eng pastki, 121-150 sm qatlamdan olingan tuproq namunalarida ham nikel elementining ko'p miqdorda to'planishi kuzatilgan bo'lib, 18,4 mg/kg atrofida ekanligi aniqlangan. Kesmalarning barcha qatlamlarida o'rta hisobda 25,0 mg/kg atrofida tebranib turishi aniqlangan. Olingan kesmalarning barchasida tuproqda nikel elementi uchun REM darajasidan ortiq ekanligi kuzatilgan [13; 60-61 b.].

Ushbu fermer xo'jaligida olingan tuproq namunalarida qo'rg'oshin elementining haydov qatlamida 14,0 mg/kg bo'lishi hamda pastki qatlamlarda ham (31-50, 51-80 sm) 12,0-13,0 mg/kg atrofida, kadmiy elementining harakatchan shakli eng ko'p miqdor 1-kesmaning 51-80 sm bo'lgan qatlamida uchragan bo'lib, 0,75 mg/kg to'plangan. Bu esa REM ko'rsatkichidan 1,5 martaga yuqori ekanligi aniqlangan [11; 61-b.].

Xulosa. Ushbu ish uchun to'plangan ma'lumotlar, xorijiy va mahalliy adabiyotlarni tahlil qilish orqali bir qancha xulosalarni keltirish mumkin:

a) Tuproq qoplamini asosiy og'ir metallar bilan ifloslaydigan soha bu- kon sanoati hisoblanib, ushbu tarmoq sohalardan bir qanchasi tuproqni ifloslashda muhim rol o'ynashi tahlil etildi.

b) Aholi tomonidan foydalaniladigan qo'rg'oshin asosidagi buyoqlar aholi manzilgohlar ayniqsa, shaharlarda tuproqlarning qo'rg'oshin bilan ifloslashida yetakchi ekanligi ochiqlandi.

c) Viloyatda faoliyot olib borayotgan Sho'rtan gaz-kimyoy majmuasi, Muborak va Nishon tumanlaridan olingan na'munalarda o'g'ir metallarning to'planishi REM dan bir necha barobar ekanligi aniqlandi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Ahmad, M.S. & Ashraf, M. 2011. Essential roles and hazardous effects of nickel in plants. *Reviews of environmental contamination and toxicology*, 214: 125–167. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-0668-6_6

2. Baldantoni, D., Morra, L., Zaccardelli, M. & Alfani, A. 2016. Cadmium accumulation in leaves of leafy vegetables. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 123: 89–94. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2015.05.019>

3. Hashim, T., Abbas, H., Farid, I., El-Husseiny, O. & Abbas, M. 2017. Accumulation of some heavy metals in plants and soils adjacent to Cairo – Alexandria agricultural highway. *Egyptian Journal of Soil Science*, 0(0): 0–0. <https://doi.org/10.21608/ejss.2016.281.1047>

4. Mielke, H.W. & Reagan, P.L. 1998. Soil is an important pathway of human lead exposure. *Environmental Health Perspectives*, 106 Suppl 1: 217–229.

5. McBride, M.B. 1994. *Environmental chemistry of soils*. New York, Oxford University Press.

6. Mirsal, I. 2008. *Soil Pollution: Origin, Monitoring & Remediation*. Springer Science & Business Media. 310 pp.

7. Najeeb, U., Ahmad, W., Zia, M.H., Zaffar, M. & Zhou, W. 2017. Enhancing the lead phytostabilization in wetland plant *Juncus effusus* L. through somaclonal manipulation and EDTA enrichment. *Arabian Journal of Chemistry*, 10: S3310–S3317. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2014.01.009>

8. Nizamov S.A. Sahro mintaqasi sug'oriladigan tuproqlarida toksikantlarning tarqalishi va ularning zaharli ta'sirini kamaytirish yo'llari

(Qashqadaryo havzasi quyi qismi tuproqlari misolida). Q.x.f.f.d. diss. avtoreferati. Toshkent – 2020. – 43 B.

9. Rizwan, M., Ali, S., Adrees, M., Ibrahim, M., Tsang, D.C.W., Zia-ur-Rehman, M., Zahir, Z.A., Rinklebe, J., Tack, F.M.G. & Ok, Y.S. 2017. A critical review on effects, tolerance mechanisms and management of cadmium in vegetables. *Chemosphere*, 182: 90–105. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2017.05.013>

10. Cruz, N., Rodrigues, S.M., Coelho, C., Carvalho, L., Duarte, A.C., Pereira, E. & Römkens, P.F.A.M. 2014. Urban agriculture in Portugal: Availability of potentially toxic elements for plant uptake. *Applied Geochemistry*, 44: 27–37. <https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2013.07.003>

11. Uzakov Z.Z. Og‘ir metallarning sug‘oriladigan tuproqlarda, sabzavot-poliz ekinlarida to‘planishi va ularning ekologik holati. *Biologiya.fan.fal.dok.* (PhD) ilmiy darajasini olish uchun yozilgan diss. Qarshi. 2021. – 149 B.

12. Venuti, A., Alfonsi, L. & Cavallo, A. 2016. Anthropogenic pollutants on top soils along a section of the Salaria state road, central Italy. *Annals of Geophysics*(5). <https://doi.org/10.4401/ag-7021>

13. Yaqubov T.B., Usmonov S.O., Farxodova M.Sh. Qo‘rg‘oshinning och tusli bo‘z tuproqda geografik tarqalishi. “Zamonaviy geografiyada innovatsion g‘oyalar: raqamli iqtisodiyot va GIS texnologiyalar” mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallari. Qarshi-2024.I QISM. - 482 B.

14. Zhang, H., Luo, Y., Wu, L., Huang, Y. & Christie, P. 2015a. Residues and potential ecological risks of veterinary antibiotics in manures and composts associated with protected vegetable farming. *Environmental Science and Pollution Research*, 22(8): 5908–5918. <https://doi.org/10.1007/s11356-014-3731-9>

15. Chen, Y., Li, X. & Shen, Z. 2004. Leaching and uptake of heavy metals by ten different species of plants during an EDTA-assisted phytoextraction process. *Chemosphere*, 57(3): 187–196. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2004.05.044>