



UDK: 502.3:614.7(575.111)

**Validaxon GADOYEVA,**  
*O'zbekiston Milliy universiteti magistranti*  
*E-mail: gadoyevavolida@gmail.com*  
**Baxrom JOBBOROV,**  
*O'zbekiston Milliy universiteti professori v.b, b.f.d*  
**Shahinabonu TILLAYEVA,**  
*O'zbekiston Milliy universiteti magistranti*  
**Azizbek JAKBARALIYEV,**  
*O'zbekiston Milliy universiteti magistranti*  
*E-mail: jakbaraliyev@gmail.com*

*PhD J.Mirzayev taqrizi asosida*

**OG'IR METALLAR TA'SIRIDA TUPROQLARNING EKOLOGIK HOLATINING O'ZGARISHI (O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI TOSHKENT VILOYATI OHANGARON TUMANI SEMENT ISHLAB CHIQRARISH KORXONASI MISOLIDA)**

Аннотация

Ushbu maqolada Ohangaron tumani sement korxonasi faoliyatining tuproq ekologiyasiga ta'siri baholandi. Tadqiqotda og'ir metallar (vanadiy, kobalt, mis, rux, mishyak, surma, qo'rg'oshin) konsentratsiyasi yaqin hududlarda me'yordan yuqori ekanligi aniqlangan. Masofa ortishi bilan ifloslanish kamayadi, bu asosiy manbaning sement zavodi ekanini ko'rsatadi. Maqolada tuproqni tiklash va ekologik xavfsizlikni ta'minlash bo'yicha yechimlar taklif etilgan.

**Kalit so'zlari:** tuproq, sement sanoati, og'ir metall, ekologik ifloslanish, kimyoviy tarkib, sanoat emissiyalari, ekologik xavfsizlik.

**ИЗМЕНЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ (НА ПРИМЕРЕ ЦЕМЕНТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ В ГОРОДЕ ОХАНГАРОН, ТАШКЕНТСКАЯ ОБЛАСТЬ, РЕСПУБЛИКА УЗБЕКИСТАН)**

Аннотация

В статье оценено влияние деятельности цементного завода в Охангароне на экологическое состояние почв. Вблизи предприятия концентрации тяжелых металлов (ванадий, кобальт, медь, цинк, мышьяк, сурьма, свинец) превышают нормы. С удалением от источника загрязнение снижается, что подтверждает цементный завод как основной источник. Предлагаются решения по восстановлению почв и обеспечению экологической безопасности.

**Ключевые слова:** почва, цементная промышленность, тяжёлые металлы, экологическое загрязнение, химический состав, промышленные выбросы, экологическая безопасность.

**CHANGES IN THE ECOLOGICAL STATE OF SOILS UNDER THE INFLUENCE OF HEAVY METALS (CASE STUDY OF A CEMENT PRODUCTION PLANT IN OHANGARON DISTRICT, TASHKENT REGION, REPUBLIC OF UZBEKISTAN)**

Annotation

The study assessed the impact of a cement plant in Ohangaron on soil ecology. Heavy metal concentrations (vanadium, cobalt, copper, zinc, arsenic, antimony, lead) near the plant exceed permissible limits. Pollution decreases with distance, confirming the cement plant as the main source. Solutions for soil restoration and environmental safety are proposed.

**Keywords:** Soil, industrial enterprise, heavy metal, chemical element, pollution, area, permissible limit.

**Kirish.** Hozirgi sanoatlashtirish davrida tuproq ekologiyasi muhofazasi global ahamiyatga ega masala hisoblanadi. Sement sanoati atmosferaga chang va gaz chiqarishi bilan ajralib turadi, bu chiqindilar tuproqning kimyoviy va fizik xususiyatlarini o'zgartirib, agroekotizimlarda muvozanatni buzadi va qishloq xo'jaligi hosildorligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Changning tarqalish radiusi bir necha kilometrni tashkil etadi va tuproqning ustki qatlamida degradatsiya jarayonlari kuzatiladi. Shu bilan birga, og'ir metallar (kadmiy, qo'rg'oshin, simob, xrom, mishyak) tuproqda to'planib, oziq-ovqat zanjiri orqali inson salomatligiga tahdid soladi. Tuproq ekologiyasini yaxshilash va toksik elementlarning harakatchanligini kamaytirish maqsadida fizik, kimyoviy va biologik remediatsiya usullari qo'llaniladi. So'nggi tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, geopolimer asosidagi materiallardan foydalanish tuproqning mexanik xususiyatlarini yaxshilash, zichlik va mustahkamlikni oshirishda samarali vosita hisoblanadi. Shu nuqtai nazardan, sement sanoati chiqindilarining tuproqqa ta'siri va ekologik xavfsizlikni ta'minlash uchun zamonaviy meliorativ texnologiyalarni ishlab chiqish zarur.

**Mavzuga oid adabiyotlar tahlili.** Sement ishlab chiqarish sanoati ta'sirida tuproqning agrokimyoviy hamda boshqa asosiy xossalari sodir bo'ladigan o'zgarishlar qishloq xo'jaligi ekinlarining o'sish va rivojlanish jarayoniga salbiy ta'sir ko'rsatishi aniqlangan [1]. Tadqiqotlar qattiq sanoat chiqindilaridan tayyorlangan geopolimer birikmalarni tuproqni mustahkamlash vositasi sifatida qo'llashga qaratilgan bo'lib, faqat texnogen chiqindilardan olingan geopolimerlar o'rganilgan. Tuproqning geotexnik xossalari yaxshilashda optimal parametrlar quyidagicha aniqlangan: 5–20% geopolimer aralashmasi, 8–12 M ishqoriy eritma, 25–45°C haroratda quritish, 7–28 kun qotish, 1,5–2,5% faollashtiruvchi nisbati va 0,35–0,85 suv-bog'lovchi nisbati. Shuningdek,

geopolimerlarning mikrostrukturaviy va morfologik xususiyatlari tuproqning geotexnik ko'rsatkichlariga sezilarli ta'sir qiladi [2]. Texnogen omillar va sun'iy sharoitlar ta'sirida tabiiy landshaftlarda to'planadigan og'ir metallar (Cu, Zn, Pb, Cd, Ni va boshqalar)ning miqdori o'rganilib, ularning tuproqdagi turli birikmalari orqali yuzaga keladigan ekologik xavflar baholandi. Ifloslangan tuproqdagi zaif bog'langan metall fraksiyalarining kuchli bog'langan shakllarga nisbati asosida yangi indikator parametrlar taklif qilinib, tuproqning ekologik holatini baholashda hamda meliorativ tadbirlarning ta'sirini aniqlashda foydalanish mumkinligi ko'rsatildi [3]. Bugungi kunda og'ir metallarning ortiqcha to'planishi butun dunyoda ekologik muammo hisoblanadi, bu asosan oziq-ovqat xavfsizligiga bo'lgan talabning oshishi bilan bog'liq. Eng xavfli elementlar kadmium, simob, mishyak, qo'rg'oshin va xrom bo'lib, ular tabiiy jarayonlar hamda antropogen faoliyatlar (sanoat, transport, qishloq xo'jaligi) orqali tuproq ekotizimiga tushib, oziq-ovqat zanjiri orqali inson salomatligiga xavf tug'diradi. Ushbu muammoni bartaraf etish uchun fizik, kimyoviy va biologik remediatsiya usullari va texnologiyalari qo'llanadi [4]. itoyda sanoatlashuv va urbanizatsiya tufayli tuproqning ekologik xavfsizligi muhim masalaga aylangan. Og'ir metallar bilan ifloslangan tuproqlarni tiklashda fizik, kimyoviy va biologik remediatsiya usullari o'rganilgan, har bir usulning afzalliklari va cheklovlari tahlil qilingan [5]. Polshada 1987-yilda mis, rux, qo'rg'oshin va kadmium oksidlari bilan sun'iy ifloslantirilgan tuproqlarda uzoq muddatli tajriba o'tkazilgan. Tuproqlar pH, organik modda miqdori va mexanik tarkib bo'yicha farqlangan. 14 yil o'tib, metallar tuproq qatlamlarida sezilarli siljigan va ularning harakatchanligi oshgani aniqlangan. Metallarning harakatlanish koeffitsienti yengil tuproqlarda  $Cd > Cu > Zn > Pb$ , o'rtacha og'ir tuproqlarda  $Cd > Zn > Pb > Cu$  tartibida kuzatilgan [6]. Og'ir metallar bilan ifloslangan qishloq xo'jaligi tuproqlarida biologik ko'rsatkichlar ham o'rganilgan. Organik uglerod miqdori dehidrogenaza, katalaza faolligi, tuproqning asosiy nafas olish darajasi va mikroba biomassa-C bilan statistik jihatdan ahamiyatli bog'liqlik ko'rsatgan ( $P < 0,01$ ), holbuki ureaza faolligi gil miqdori va kation almashinuvi sig'imi bilan bog'liq bo'lib, organik C bilan sezilarli aloqaga ega emasligi aniqlangan. Ko'plab mikrobiologik ko'rsatkichlar og'ir metallar miqdori oshishi bilan salbiy o'zgaradi va ular tuproq ifloslanish darajasini baholashda indikator sifatida ishlatilishi mumkin [7]. Shimoliy Gretsiyaning Saloniki shahridan olingan chuqur tuproq namunalarda Cd, Cr, Cu, Ni, Pb va Zn miqdorlari keng diapazonda o'zgarib, eng yuqori qiymatlar 2,5 m dan past qatlamlarda qayd etilgan, bu tuproqning ekologik holati va unumdorligiga jiddiy ta'sir ko'rsatadi [8]. Hindistonning Gujarat shtati, Surat shahri sanoat zonalaridan olingan namunalarda Ba, Cu, Cr, Co, Ni, Sr, V va Zn elementlari yuqori konsentratsiyada bo'lib, antropogen ifloslanishning ustuvor ekanini va zaharli moddalar tuproqda me'yordan oshib to'planganini tasdiqlaydi [9]. Xitoyda og'ir metallar bilan bog'liq tuproq muammolarini o'rganish davomida tuproqning fon ko'rsatkichlari va me'yoriy talablar tahlil qilingan, olimlar esa ifloslantiruvchi moddalarni baholashda bioavailability (o'zlashtirilish darajasi) ko'rsatkichini hisobga olish zarurligini ta'kidlagan [10]. Tuproqning fazoviy taqsimoti va ifloslanish darajasi atrof-muhit boshqaruvini samarali olib borishda muhimdir. Shimoliy Irlandiyada sanoat, shahar va qishloq xo'jaligi hududlaridan olingan 620 ta nuqta bo'yicha og'ir metallar (Mn, Zn, Pb, Cu, Cr, Ni, As, Co, Cd) tahlili o'tkazilib, Mn eng yuqori, Cd eng past miqdorda aniqlangan; Cd, As va Pb ekologik xavf indeksi bo'yicha eng xavfli metallar sifatida baholangan [11]. Angliya va Uels qishloq xo'jaligi tuproqlarida og'ir metallarning (Zn, Cu, Ni, Pb, Cd, Cr, As, Hg) umumiy balansini baholash bo'yicha o'tkazilgan inventarizatsiya natijalariga ko'ra, asosiy manbalar atmosferadan tushadigan chang-qo'shimchalar, kanalizatsiya loylari, chorva go'ngi, noorganik o'g'itlar va sanoat chiqindilari bo'lib, atmosfera cho'kindilari ko'pincha metallarning 25–85% qismini tashkil qiladi [12].

**Tadqiqot metodologiyasi.** Toshkent viloyatining Ohangaron tumani hududida joylashgan sement ishlab chiqarish korxonasi atrofida tarqalgan tuproqlarning og'ir metallar ta'sirida ekologik holati qanday o'zgarayotganini aniqlash maqsadida kompleks tadqiqotlar amalga oshirildi. Dala sharoitida quyidagi vazifalar bosqichma-bosqich bajarildi:

✓ tadqiqot maydonida uchraydigan tuproqlar to'g'risida umumiy ma'lumotlarni yig'ish va ularning morfologik xususiyatlarini baholash;

✓ hudud tuproqlarining ifloslanishiga olib keluvchi asosiy omillar hamda potentsial manbalarni aniqlash;

✓ laboratoriyada kimyoviy tahlil o'tkazish uchun turli chuqurliklardan tuproq namunalari yig'ish;

✓ tuproqdagi og'ir metallar konsentratsiyasini aniqlash jarayonida Rossiyada ishlab chiqilgan va O'zbekistonda amalda qo'llashga ruxsat etilgan o'lchash reqlamenti (MVI) - O'zO'U 0677:2015 (MVI № 499-AEM/MS) talablari asosida tahlillar o'tkazildi. Mazkur ishlar Tog'-kon sanoati va geologiya vazirligi tasarrufidagi "O'zbek geologiya qidiruv" AJ Markaziy laboratoriyasida bajarildi.

**Tahlil va natijalar.** Hozirgi davrda global miqyosdagi tezkor sanoatlashuv jarayonlari hamda qishloq xo'jaligining yuqori intensivlikda olib borilishi tufayli atrof-muhitga turli ifloslantiruvchi moddalar chiqarilishi ortib bormoqda. Ayniqsa, og'ir metallarning tuproq muhitida to'planishi keng ko'lamda kuzatilib, bu jarayon agroekotizimlar va o'simlik jamoalari (fitozenozlar)ning tarkibiy tuzilishi hamda funksional faoliyatida jiddiy siljishlarga olib kelmoqda. Natijada, yirik ekologik muammolarning shakllanishi va kuchayishi uchun sharoit yuzaga kelmoqda. Shu sababli tuproq-o'simlik tizimining ekologik va gigiyenik holatini baholash, og'ir metallar bilan ifloslangan tuproqlarni xavfsiz holga keltirishning biologik mexanizmlarini ishlab chiqish, o'simliklar orqali metallarning tuproqdan ko'chishini kamaytirish hamda ekologik toza qishloq xo'jaligi mahsulotlarini yetishtirishga xizmat qiluvchi ilmiy asoslangan yondashuvlarni yaratish bugungi kunda dolzarb vazifalardan biri hisoblanadi.

O'rganilgan maydon tuproqlarida qayd etilgan kimyoviy ifloslanish izlari tarqalish zonasi, kelib chiqish xususiyati va intensivligi bo'yicha turlicha bo'lib, ayrim komponentlar bo'yicha ruxsat etilgan chegaraviy qiymatdan (REChU) oshish holatlari ham kuzatildi. Ushbu ilmiy kuzatuvlardan olingan asosiy natijalar 1-jadvalda batafsil yoritilgan.

1-jadval.

## Ohangaron sement ishlab chiqarish sanoat korxonasi faoliyatini natijasida sug'oriladigan tuproqlarning kimyoviy ifloslanish holati, mg/kg

№	Nomi	Tadqiqot hududlari					
		KO-2,2-km	KO-7km	KO-13-km	KO-17-km	KO-22-km	REChU
1.	Li	26,7	25,8	24,6	22,4	20,3	0
2.	Be	1,62	1,50	1,39	1,20	1,9	0
3.	Ba	7,28	6,79	4,86	3,20	2,45	0
4.	Na	6487	6358	6135	6049	5886	0
5.	Mg	7592	7428	7284	7035	6946	0
6.	Al	30956	28746	27542	25359	24592	0
7.	P	1073	965	852	746	651	0
8.	K	14369	12589	11367	10235	9846	0
9.	Ca	65139	63257	62596	61244	60852	0
10.	S	5,57	4,28	3,52	2,84	1,53	0
11.	Ti	1593	1463	1357	1236	1048	0
12.	V	55,2	53,5	52,8	51,3	50,6	150
13.	Cr	38,4	36,6	35,8	34,2	33,5	200
14.	Mn	592	587	562	549	537	1500
15.	Fe	20836	18852	17563	16594	14682	0
16.	Co	8,76	7,53	6,41	5,23	3,87	5,0
17.	Ni	38,8	36,5	35,2	33,9	32,4	85
18.	Cu	48,7	46,3	45,8	43,6	42,3	55
19.	Zn	146	132	127	109	96	100
20.	Ga	10,6	8,3	7,4	6,8	4,5	0
21.	As	22,7	21,6	20,4	19,3	17,8	2
22.	Sb	6,09	5,03	4,08	3,01	2,0	0
23.	Rb	67,6	66,2	64,1	63,6	61,7	0
24.	Sr	157	143	137	125	108	0
25.	Y	12,0	10,8	9,3	8,7	7,6	0
26.	Zr	0	0	0	0	0	0
27.	Nb	18,4	17,3	15,8	14,2	13,5	0
28.	Mo	3,82	2,72	2,38	1,49	1,06	0
29.	Ag	0,449	0,437	0,325	0,209	0,182	0
30.	Cd	0,476	0,462	0,458	0,437	0,376	0,7
31.	In	0	0	0	0	0	0
32.	Sn	2,12	1,46	1,18	0,93	0,24	0
33.	Pb	2,77	2,39	1,57	1,08	0,86	4,3
34.	Tl	0,30	0,18	0,03	0,9	0,3	0
35.	Cs	4,77	3,59	2,47	1,29	0,73	0
36.	Ba	439	425	419	407	391	0
37.	La	17,2	16,8	15,3	14,2	12,7	0
38.	Ce	38,5	36,4	35,8	34,2	32,5	0
39.	Pr	4,43	3,59	3,04	2,64	1,79	0
40.	Nd	17,8	15,4	14,9	13,2	12,8	0
41.	Sm	3,44	2,49	2,06	1,58	0,18	0
42.	Eu	0,712	0,695	0,627	0,591	0,487	0
43.	Gd	2,67	2,17	1,83	1,14	0,85	0
44.	Tb	0,428	0,396	0,324	0,257	0,194	0
45.	Dy	2,59	2,27	1,86	0,13	0,09	0
46.	Ho	0,500	0,437	0,392	0,249	0,228	0
47.	Er	1,39	1,19	0,81	0,36	0,17	0
48.	Tm	0,195	0,184	0,746	0,652	0,571	0
49.	Yb	1,28	1,16	1,03	0,87	0,19	0
50.	Lu	0,189	0,173	0,169	0,147	0,121	0
51.	Hf	1,76	1,26	1,07	0,94	0,53	0
52.	Ta	1,08	1,06	1,02	0,36	0,10	0
53.	W	2,96	2,73	2,18	1,64	0,59	0
54.	Re	0,01	0,01	0,00	0,0	0	0
55.	Pt	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01	0
56.	Au	0,05	0,05	0,04	0,03	0,01	0
57.	Th	0,173	0,627	0,567	0,462	0,349	0
58.	Pb	68,6	67,5	66,2	65	63,8	30
59.	Di	0,546	0,429	0,384	0,317	0,263	0
60.	Tl	6,88	5,64	4,18	3,57	2,26	0
61.	U	2,55	2,26	1,57	1,26	0,73	0

Tadqiqot jarayonida Ohangaron sement zavodidan atmosfera orqali tarqalayotgan kimyoviy komponentlar tuproq tarkibiga sezilarli ta'sir ko'rsatayotgani aniqlandi. Olingan namunalarda ayrim og'ir metall va toksik elementlarning miqdori ruxsat etilgan chegaraviy me'yorlardan yuqori ekani ma'lum bo'ldi. Xususan, korxonadan 2,2 km masofada olingan tuproqlarda V – 55,2 mg/kg, Co – 8,76 mg/kg, Cu – 48,7 mg/kg, Zn – 146 mg/kg, As – 22,7 mg/kg, Sb – 2,77 mg/kg va Pb – 68,6 mg/kg miqdorida aniqlangan.

Korxonadan uzoqlashgan sari ushbu elementlarning konsentratsiyasi bosqichma-bosqich kamayib borishi kuzatildi. Jumladan:

- ❖ 7 km masofada: V – 53,5; Co – 7,53; Cu – 46,3; Zn – 132; As – 21,6; Sb – 2,39; Pb – 67,5 mg/kg.
- ❖ 13 km masofada: V – 52,8; Co – 6,41; Cu – 45,8; Zn – 127; As – 20,4; Sb – 1,57; Pb – 66,2 mg/kg.
- ❖ 17 km masofada: V – 51,3; Co – 5,23; Cu – 43,6; Zn – 109; As – 19,3; Sb – 1,08; Pb – 65 mg/kg.
- ❖ 22 km masofada: V – 50,6; Co – 3,87; Cu – 42,3; Zn – 96; As – 17,8; Sb – 0,86; Pb – 63,8 mg/kg.

Olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, sement zavodiga yaqin hududlarda og'ir metallarning miqdori yuqori bo'lib, masofa ortishi bilan ularning konsentratsiyasi kamayib boradi. Bu esa ifloslanish manbai - Ohangaron sement korxonasi ajralayotgan chang, aerosol va gazsimon birikmalar ekanini tasdiqlaydi. Tuproqdagi V, Co, Cu, Zn, As, Sb va Pb elementlarining me'yorlardan oshishi sanoat chiqindilarining yaqin hududlarga faol ta'sir ko'rsatayotganidan dalolat beradi. Ushbu tendensiya sement zavodining atrof-muhitga ko'rsatayotgan emissiyasi tufayli og'ir metallar tuproqqa yengil tarqalishini, ammo fazoviy masofaga bog'liq holda asta-sekin kamayib borishini ilmiy asosda tasdiqlaydi.

**Xulosa va takliflar.** Ohangaron sement zavodi atrofida olib borilgan tadqiqotlar sanoat faoliyatining tuproq tizimiga sezilarli ta'sir ko'rsatishini isbotladi. Zavoddan chiqadigan chang, aerosol va gazlar tufayli tuproqda vanadiy, kobalt, mis, rux, mishyak, surma va qo'rg'oshin kabi og'ir metallarning ruxsat etilgan miqdordan oshgani aniqlangan. Konsentratsiyalar korxonaga

yaqin hududlarda eng yuqori bo'lib, masofa oshishi bilan kamayadi, bu ularning asosiy manbai sanoat emissiyalari ekanini ko'rsatadi. Og'ir metallarning to'planishi tuproqning kimyoviy, biokimyoviy va morfologik xususiyatlarini o'zgartirib, unumdorlikni pasaytiradi va agroekotizim barqarorligini buzadi. Tuproq ekologiyasini tiklash va xavfsizlikni ta'minlash uchun fitoremediatsiya, mikrobiologik tiklash, kimyoviy immobilizatsiya va geopolimerlashtirish kabi zamonaviy texnologiyalar tavsiya etiladi. Natijalar ekologik monitoringni rivojlantirish, sanoat chiqindilarini cheklash va tuproq resurslarini himoya qilish bo'yicha strategik qarorlar qabul qilishda muhim ilmiy-amaliy asos sifatida xizmat qiladi.

#### ADABIYOTLAR

1. Kuldeep Sharma and Arvind Kumar //Utilization of industrial waste - based geopolymers as a soil stabilizer - a review // Published: 12 August 2020 //Volume 5, article number 97, (2020).
2. Shovkat Xoldorov, Zafarjon Jabborov, Ilhomjon Aslanov, Baxrom Jobborov va Zoyr Rahmatov // sement ishlab chiqarish sanoatining tuproq va qishloq xo'jaligi o'simliklariga ta'sirini tahlil qilish // E3S Web Conf // 284- jild , 2021 yil.
3. GV Motuzova, EA Karpova, NU Barsova, S.S.Mandjieva // Soil contamination with heavy metals as a potential and real risk to the environment // Journal of Geochemical Exploration // Volume 144, Part B, September 2014, Pages 241-246.
4. Changfeng Li, Kexay Chjou, Venqiang Qin, Changjiu Tyan, Miao Qi, Xiaoming Yan // A Review on Heavy Metals Contamination in Soil: Effects, Sources, and Remediation Techniques // Published online: 26 Mar 2019 // Pages 380-394.
5. Zhitong Yao, Jinxui Li, Xenxua Xie, Conghai Yu // Review on Remediation Technologies of Soil Contaminated by Heavy Metals // Procedia Environmental Sciences // Volume 16, 2012, Pages 722-729.
6. Dorota Pikula, Voytsex Stepien // Effect of the Degree of Soil Contamination with Heavy Metals on Their Mobility in the Soil Profile in a Microplot Experiment // Published: 29 April 2021, Volume 11 Issue 5.
7. J.P.E. Anderson // Microbiological characteristics of soils contaminated with heavy metals // European Journal of Soil Biology // Volume 40, Issue 2, April-June 2004, Pages 95-102.
8. OA Al-Xashman // Soil contamination by heavy metals: Measurements from a closed unlined landfill // Bioresource Technology // Volume 99, Issue 18, December 2008, Pages 8578-8584.
9. A. K. Krishna, P. K. Govil // Soil Contamination Due to Heavy Metals from an Industrial Area of Surat, Gujarat, Western India // Published: 21 October 2006 // Volume 124, pages 263-275.
10. Yiming Sun, Hong Li, Guanlin Guo, Kirk T. Semple, Kevin C. Jones // Soil contamination in China: Current priorities, defining background levels and standards for heavy metals // Journal of Environmental Management // Volume 251, 1 December 2019, 109512.
11. Ali Keshavarzi, Vinod Kumar, Güneş Ertunch, Erik C. Brevik // Ecological risk assessment and source apportionment of heavy metals contamination: an appraisal based on the Tellus soil survey // Published: 04 January 2021 // Volume 43, pages 2121-2142.
12. FA Nikolson, SR Smit, B.J. Allouey, C. Karlton-Smit, BJ Chambers // An inventory of heavy metals inputs to agricultural soils in England and Wales // Science of The Total Environment // Volume 311, Issues 1-3, 20 July 2003, Pages 205-219.