



UO'T:579.64:631.46 (575.1)

Gulhayo ATOYEVA,
O'zbekiston Milliy universiteti katta o'qituvchisi, PhD
E-mail: gulhayoatoyeva@gmail.com
Zafarjon JABBAROV,
O'zbekiston Milliy universiteti Tuproqshunoslik kafedrasini mudiri, professor
Mashhura FAXRUTDINOVA,
O'zbekiston Milliy universiteti Tuproqshunoslik kafedrasini dotsenti
Anarjon MATKARIMOVA,
O'zbekiston Milliy universiteti Botanika kafedrasini dotsenti
Maftuna HUSNIDDINOVA,
O'zbekiston Milliy universiteti talabasi

FarDU dotsenti, PhD H.Abdurahimova taqrizi asosida

THE IMPACT OF MUNICIPAL SOLID WASTE AND ITS RESIDUES ON THE PHYSICAL PROPERTIES OF SOIL

Annotation

This article explores the impact of municipal solid waste and its residues on the physical properties of soil. The study analyzes the relationship between household waste and the ash residues resulting from its incineration with soil pH, electrical conductivity, and mechanical composition. Furthermore, the accumulation of waste in the soil and the resulting degradation processes, environmental risks, and agrotechnical issues are also examined. The research findings aim to provide recommendations for maintaining soil quality and improving its fertility through the proper management, segregation, recycling, and overall utilization of household waste.

Key words: Soil, physical properties, pollution, vegetation, fertility, degradation.

ВЛИЯНИЕ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ И ИХ ОСТАТКОВ НА ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ

Аннотация

В статье изучается влияние бытовых отходов и их остатков на физические свойства почвы. В ходе исследования проанализирована взаимосвязь между бытовыми отходами, золой, образующейся в результате их сжигания, и такими параметрами почвы, как pH-среда, электропроводность и механический состав. Также рассмотрены процессы деградации, возникающие вследствие накопления отходов в почве, экологические риски и агротехнические проблемы. Результаты исследования направлены на выработку рекомендаций по сохранению качества почвы и повышению её плодородия за счёт правильного управления, сортировки, переработки и, в целом, утилизации бытовых отходов.

Ключевые слова: почва, физические свойства, загрязнение, растительность, плодородие, деградация.

TUPROQ FIZIK XOSSASIGA MAISHIY CHIQINDILAR VA ULARNING QOLDIQLARINING TA'SIRI

Annatsiya

Maqolada tuproqning fizik xossalariiga maishiy chiqindilar va ularning qoldiqlarining ta'siri o'rganiladi. Tadqiqot davomida maishiy chiqindilar va ularni yoqilishi natijasida hosil bo'lgan kul moddalarining tuproq pH-muhitiga, elektr o'tkazuvchanligiga va mexanik tarkibiga bog'liqligi tahlil qilingan. Shuningdek, chiqindilarning tuproq tarkibida to'planishi natijasida yuzaga keladigan degradatsiya jarayonlari, ekologik xavflar va agrotexnik muammolar ham ko'rib chiqilgan. Tadqiqot natijalari, maishiy chiqindilarni to'g'ri boshqarish, saralash, qayta ishlab, umuman olganda utilitatsiya qilish orqali tuproq sifatini saqlab qolish hamda uning unumdorligini oshirish yo'llarini tavsiya etishga qaratilgan.

Kalit so'zlar. Tuproq, fizik xossa, ifloslanish, o'simlik, unumdorlik, degradatsiya.

Kirish. Tuproq qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishining asosiy vositasi bo'lib, u atrof-muhit va odamlarga nisbatan muhim rol o'ynaydi. Insonlar tomonida tuproqqa tashlanadigan har qanday ifloslovchi moddalarni yutib, o'zida saqlaydi. Tuproqqa to'plangan bu birikmalar tabiiy suvlarga, o'simliklarga va keyinchalik oziq moddalar zanjiri bo'ylab hayvonlar va odamlarga ta'sir ko'rsatishini oldini oluvchi filtr vazifasini o'taydi. Biroq, tuproqning bu boradagi imkoniyatlari cheksiz deb aytoilmaymiz. Texnogen ifloslanish darajasi tobora ortib bormoqda va bu orqali inson salomatligi yomonlashib bormoqda. Og'ir metallar inson tanasiga kirganda jigar, buyrak, yurak funktsiyalari buzilishi, kamqonlik, xotira buzilishi, eshitish qobiliyati, oshqozon yarasi kabikasalliklarni keltirib chiqaradi. Shu sababli turli ifloslovchi manbalar atrofida tarqalgan tuproqlarda kimyoviy ifloslanish darajasini aniqlash, ifloslanish natijasida tuproqlarning turli xossalariining o'zgarishini tadqiq qilish va ularni muhofaza qilishga yanada kengroq yondashish muhim ahamiyatga ega.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2021-yil 9-avgustdagi PF-6274-son farmoni – "Atrof-muhitni muhofaza qilish va ekologik barqarorlikni ta'minlash bo'yicha qo'shimcha chora-tadbirlar" to'g'risidagi qarori, 2022-yil 25-martdagi PQ-168-son qarori – "Tuproq unumdorligini oshirish va uni muhofaza qilish bo'yicha chora-tadbirlar to'g'risida" qarori, bundan tashqari atrof-muhitda tobora ortib borayotgan maishiy chiqindilarni boshqarish va nazorat qilish to'g'risidagi O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 4-iyundagi PQ-4747-son qarori – "Chiqindilarni qayta ishlash va energiyaga aylantirish bo'yicha davlat

dasturi" to'g'risidagi qarori va 2023-yil 18-apreldagi PQ-127-son qarori – "Chiqindilarni boshqarish tizimini takomillashtirish chora-tadbirlari" qarorlari hozirgi kundagi global muammoga aylanib qolayotgan ekologik barqarorlikni ta'minlash, tabiiy resurslarni tejash va atrof-muhitga salbiy ta'sirni kamaytirishga qaratilgan.

Mavzuga oid adabiyotlar tahlili. Inson faoliyati natijasida yerlarning degradatsiyasi butun dunyo bo'ylab atrof-muhit va ekotizimlarga sezilarli salbiy ta'sir ko'rsatmoqda va qattiq chiqindilar muhim va yangi paydo bo'layotgan ekologik muammo hisoblanadi [1]. Dunyoning turli mintaqalarida kuniga bir kishiga 0,5-4,5 kg qattiq chiqindilar hosil bo'lishi hisoblab chiqilgan. Chiqindilarni bunday joylashtirishning eng keng tarqalgan usullari poligonlar va yoqish joylaridir. Aslida, butun dunyo bo'ylab to'plangan qattiq maishiy chiqindilarning (QMCH) 95% gacha qismi chiqindixonalariga tashlanadi va chiqindilarni ko'mish zamonaviy shaharlarda qo'llaniladigan asosiy QMCH yo'q qilish usuli hisoblanadi [2]. Odatda "axlat" deb ataladigan bu qattiq maishiy chiqindilar inson faoliyatining muqarrar mahsuloti bo'lib, chiqindixonalar orqali yo'q qilinadi. Yerni qattiq chiqindilar bilan to'ldirish qattiq chiqindilarni yo'q qilishning eng keng tarqalgan usuli hisoblanadi [3]. Yangi ifloslantiruvchi moddalar sifatida mikroplastmassalar va nanoplastikalar dunyoning barcha mintaqalarida keng tarqalgan [4]. Maishiy chiqindixonada atrofida tarqalgan tuproq organik moddalar bilan ifloslanish yuzaga keladi. ifloslantiruvchi moddalar, kul elementlari va og'ir metallar va boshqa ifloslantiruvchi moddalar, shu jumladan Cd umumiy miqdori 3,1 marta, As 4,39 marta, Sb 2,46 marta ruxsat etilgan darajadan oshadi [5]. Oddiy sof tuproqlarga nisbatan Cu, Zn, Ni, Cr va Pb ning tuproq tarkibi mos ravishda 8, 12, 3, 2, 17 marta ko'p. Tuproqning og'ir metallar bilan ifloslanishi natijasida bu metallarning harakatchan shakllari soni ortib boradi: Zn uchun – 4, Ni – 5, Cu – 6, Pb uchun – 8 marta [6].

Hindistonning Kerala shtatidagi Trissur shahrida qattiq maishiy chiqindilarni utilizatsiya qilish maydonchasi qattiq maishiy chiqindilarni tartibsiz tashlab yuborilishi tufayli to'lib-toshgan chiqindixonaga aylangan. Chiqindi oqava suvlarning chiqindixonaga chegaralaridan uzoqlashishi jiddiy ekologik muammolarni keltirib chiqaradi, jumladan yong'inlar va portlashlar, o'simliklarning shikastlanishi, yoqimsiz hid, chiqindixonada joylashish, yer osti suvlarining ifloslanishi, tuproqning ifloslanishi va global isish kabilar [7]. Kaifengning sharqiy chekkasidagi chiqindixonada og'ir metallarning o'rtacha qiymatlari 41 ta sirt tuproq namunalaridan Cd ning og'ir va o'rtacha ifloslanish darajasi mos ravishda 15% va 38% gacha bo'lgan va Cd elementi keltirib chiqaradigan potentsial ekologik xavf juda jiddiy va tuproq namunalarining 35% dan ortig'ida ekologik xavf yuqori potentsialda edi.. Keng qamrovli tekshirish natijalari shuni ko'rsatdiki, namunalarning 38 foizi kuchli ifloslangan va namunaviy tuproqlarning 23 foizi yuqori potentsial ekologik xavf ostida qolgan [8]. Shimoliy Osetiya-Alaniya Respublikasining to'rtta hududida kanalizatsiya suvlari, chiqindilarni ko'mish poligonlaridagi tuproq va cheklangan ruxsat etilgan axlatxonalar sinovdan o'tkazilgan. Unga ko'ra, ba'zi kimyoviy moddalarning, shu jumladan og'ir metal ionlarining suv migratsiyasi chiqindixonaga olib kelishi kanalizatsiya suvining ifloslanishiga yordam beradi. Tuproqlarning ifloslanish darajasini oshirish darajasiga ko'ra, ruxsat etilgan maksimal konsentratsiyadan oshib ketish zanjiri tuzilgan: Cu>Pb>Zn>Cd. Tuproqda og'ir metallar ionlarining konsentratsiyasi ko'paydi, bu PECHU dan bir necha baravar oshib ketadi [9].

Tadqiqot metodologiyasi. Ushbu tadqiqot ishlari O'zbekiston Respublikasining Innovatsion rivojlanish agentligi buyurtmasiga asosan AL-8624042553- "Maishiy chiqindixonalar atrofidagi hududlar uchun muhofaza, ifloslanish, fon hudud chegarasini belgilash hamda tuproqlarning ekologik indikatorlarini ishlab chiqish" mavzusidagi amaliy loyiha doirasida Toshkent viloyati Ohangaron tumanida joylashgan Toshkent shahar maishiy chiqindixonasi atrofi tuproqlarini fizik xossalarini o'rganish uzasidan amalga oshirilgan. Olib kelingan tuproq namunalari maishiy chiqindixonaning janubiy, sharqiy va g'arbiy tomonlaridan 1,0 km (janubiy qism), 2,0 km (sharqiy qism), 0,5 km (g'arbiy qism) va 3,0 km (fon) uzoqlikdan olingan.

Tadqiqot hududida mavjud o'simliklar ham tahlil qilinib, hozirgi kunda ifloslangan hududda o'saoygan o'simlik yozib chiqildi. Olib kelingan tuproq namunalaridan tuproqning mexanik tarkibi va elektr o'tkazuvchanlik xossalari aniqlandi.

Tahlil va natijalar. Tadqiqot hududida asosan lalmi va sug'oriladigan tipik bo'z tuproqlar tarqalgan bo'lib, bu hududning o'simliklar qoplamasi juda xilma-xil va dorivor o'simliklarga boy hudud hisoblanadi. Bu hududda asosan archazorlar – Archalar (Juniperus turkestanica), o'rmonzorlar (yong'oq, olma, nok, o'rik, zarang), katta va kichik butazorlar – (do'lana, itshumurt, bodom, bodrezak va boshqa butalar), bir yillik va ko'p yillik o'tlar – yovvoyi piyoz, rayhon, shuvoq, dorivor o'simliklar keng tarqalgan. Dasht o'simliklari (qamish, yulg'un, shuvoq, g'allachilik uchun madaniy o'simliklar), dorivor o'simliklar (kantaron, shirinmiya, boyalich, kavrak), daryo va soyliklar bo'ylab esa suvga yaqin hududlarda namsevar o'simliklar ko'p uchraydi (1-jadval)

1-jadval

Tadqiqot hududi o'simliklar qoplamining umumiy statistik tahlili

Hayotiy shakli	Soni	Foizi	Soni	Foizi
	Ifloslanishdan oldin		Ifloslanishdan keyin	
Daraxtlar	20	20%	20	40%
Butalar	12	12%	1	2%
Ko'p yillik o'tlari	35	35%	16	32%
Ikki yillik o'tlari	5	5%	1	2%
Bir yillik o'tlari	28	28%	12	24%
Jami	100	100%	50	100%

Tadqiqot hududida uzoq yillar davomida maishiy chiqindilarni to'planishi, turib qolishi, yoqib yuborilishi va ko'mib tashlanishi nafaqat tuproq qoplamiga, undagi o'simliklar qoplamiga ham o'z ta'sirini ko'rsatadi. Jadval ma'lumotlariga nazar tashlaydigan bo'lsak, lalmi va sug'oriladigan tipik bo'z tuproqlarda o'sadigan barcha turdagi o'simliklarning sonining kamayganligini ko'rishimiz mumkin. Bundan tashqari uchbu hudud dhqonchilik qilishga moslashtirilgan bo'lib, bu yerda ko'plab ekinlar va mevali daraxtlar o'stiriladi. Jumladan, paxta (*Gossypium spp.*), bug'doy (*Triticum spp.*), arpa (*Hordeum vulgare*), sabzavotlardan pomidor, bodring, piyoz, sabzi, kartoshka, karam. Mevali daraxtlardan olma, nok, shaftoli, o'rik, anor, uzum, gilos, olcha, poliz ekinlari tarvuz, qovun, qovoq, bodring kabilar yetishtiriladi. Ushbu mahsulotlar insonlar ehtiyojini qondirish maqsadida ishlatiladi va istemolqilinadi. Natijada insonlarda ko'plab kasalliklarning rivojlanishiga sabab bo'ladi.

Tuproqlarining elektr o'tkazuvchanligi bo'yicha o'lchov natijalari berilgan. Elektr o'tkazuvchanlik birligi - $\mu\text{S}/\text{cm}$ (mikrosimens/sm) - tuproq eritmasidagi ionlar miqdorini ko'rsatadi. Bu orqali tuproqdagi sho'rlanish va ifloslanish darajalarini aniqlash mumkin.

2-jadval

Maishiy chiqindixonaga atrofi tuproqlarining elektr o'tkazuvchanligi

Tuproq kesmalari	$\mu\text{S}/\text{sm}$	Tuproq kesmalari	$\mu\text{S}/\text{sm}$
------------------	-------------------------	------------------	-------------------------

1-kesma	0-14	301	2-kesma	0-6	327
	14-29	272		14-30	201
	29-41	220		30-55	178
	41-51	214		55-85	162
	51-59	222		85-120	181
	59-76	204	Fon sharqiy	0-5	192
	76-94	210		5-20	174
	94-108	210		20-50	176
	108-118	211			
	118-137	145			
Fon Janubiy	0-5	184			
	5-20	177			
	20-50	172			

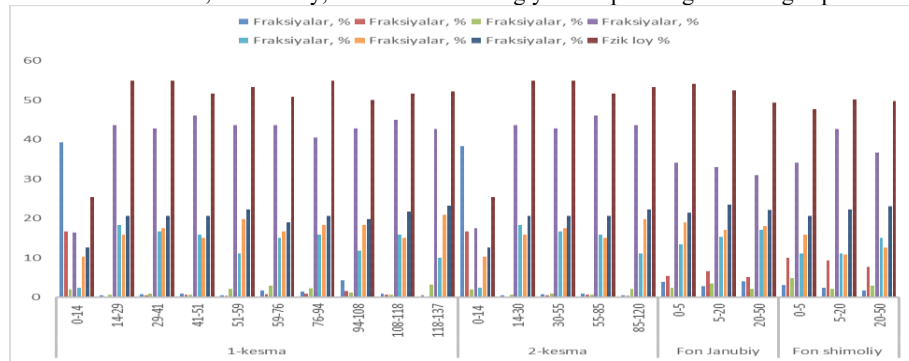
Elektr o'tkazuvchanlik (EC) qiymati ifloslanmagan tuproqlarda odatda past bo'ladi, chunki bu tuproqlarda erigan ionlar (tuzlar) miqdori kam bo'lib, EC tuproqdagi sho'rlanish yoki ifloslanish darajasini bildiradi.

Odatda ifloslanmagan tuproqlarda EC miqdori 0 – 200 $\mu\text{S}/\text{sm}$ gacha bo'ladigan bo'lsa toza tuproq, bu tuproqda sho'rlanish va ifloslanish yo'q. 200 – 400 $\mu\text{S}/\text{sm}$ gacha o'rtacha darajada sho'rlashish yoki ifloslanish bor. lekin normal holat. >400 $\mu\text{S}/\text{sm}$ dan katta bo'lsa sho'rlangan yoki ifloslangan tuproqlar hisoblanadi.

Yuqori qatlamlarda (0–14 sm) EC-301 $\mu\text{S}/\text{sm}$, ya'ni ushbu hududda o'rtacha sho'rlanish yoki ifloslanish mavjud. Pastki qatlamlarga tushgan sari EC kamayib boradi. 118–137 sm chuqurlikda EC 145 $\mu\text{S}/\text{cm}$ – bu sho'rlanish va ifloslanish juda kam miqdorda mavjud ekanligini ko'rsatadi. 1-kesmada sho'rlanish yoki ifloslanish asosan yuqori qatlamlarda to'plangan, bu esa sirtga yaqin ifloslanish bilan bog'liq bo'lishi mumkin.

2-kesma yuqori qatlam (0–6 sm): EC 327 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ifloslanish yoki sho'rlanish mavjudligini ko'rsatadi. Pastki qatlamga borgan sari elektr o'tkazuvchanlik keskin kamayadi. 85–120 sm qatlamda EC 181 $\mu\text{S}/\text{sm}$.da kam ifloslanish mavjudligini ko'rsatadi 2-kesmada ham 1-kesmadagi kabi yuqori qatlamda ifloslanish yuqori, lekin pastga qarab sezilarli darajada kamaygan.

Tuproqning unumdorligi uning fizik-kimyoviy xususiyatlariga gumus qoplami, tarkibida mavjud bo'lgan organik-mineral moddalarga, tuproq tarkibidagi turli xil foydali mikroorganizmlar faoliyati, miqdori va biologik faolligiga bevosita bog'liq. Jumladan, ekin maydonlarining turli hududlarda joylashganligi, ularni madaniylashtirish xususiyatlariga qarab, etishtiriladigan ekinlarning maqsadli ravishda tanlash, zamonaviy, bezarar biotexnologiyalarni qo'llashga ham bog'liq.



1-rasm. Maishiy chiqindixona atrofi tuproqlarining mexanik tarkibi

Tuproq fraksiyalari tuproq tarkibining mexanik tuzilishini bildirib, ularni quyidagicha tasniflash mumkin. >0.25 -qum, 0.25–0.1 - o'rta qum, 0.1–0.05-mayda qum, 0.05–0.01-chang (eng yirik), 0.01–0.005-chang, 0.005–0.001-chang-lov, <0.001-lov (kolloid) kabi turlari mavjud. Fizik loy % esa <0.01 mm.li ya'ni chang va loy fraksiyalarining yig'indisi hisoblanib, ba'zan <0.002 mm zarralar ham kiritiladi.

1-kesmaning 0-14 sm qatlamida katta va o'rta qum fraksiyasi juda ko'p bo'lib, 39,3 %ni, fizik loy 25,4% (qumloq tuproq) tashkil qilgan, 14-137 sm oraliqda juda ko'p chang va loy fraksiyalari uchraydi. Pastki qatlamga borgan sari 0,05-0,01 mm.li zarralar miqdori ortib borgan. 2-kesmada ham xuddi 1-kesmaga o'xshash holatni kuzatishimiz mumkin. - 0–14 sm.li qatlamda > 0,25-qum miqdori (38,3%) eng ko'p bo'lib, fizik loy 25,4% ni tashkil qilgan. Past qatlamlarda fizik loy 51–55% atrofida, chang va loy ko'p miqdorda uchraydi. Maishiy chiqindilarning kuli bu zarralar miqdoriga ta'sir ko'rsatmagan, 0,05-0,01 va 0,01-0,005 mm zarralar miqdorining maishiy chiqindixona yaqinidan olingan 1- va 2-kesma tuproqlarida fon tuproqlariga qaraganda ko'p bo'lishi, chiqindilarning yoqib yuborilishi natijasida hosil bo'lgan kul zarralarining tuproqlarni haydash jarayonida tuproqqa aralashib ketishi natijasi deb izohlash mumkin. Fizik loy miqdori ikkala kesmaning barcha qatlamlarida deyarli bir xil bo'lib, fon hudud tuproqlarida fizik loyning miqdori kamayib pastki qatlamlarga borgan sari ortib boradi. Tuproqdagi mexanik zarrachalarning bunday darajada o'zgarishida maishiy chiqindixona tuproqlari uchun ma'lum bir qonuniyat mavjud emas.

Xulosa va tavsiyalar. Olib borilgan tadqiqotlar natijasida shuni aytish mumkinki, tuproqda maishiy chiqindilar bilan ifloslanish darajasini yuqori bo'lishi tuproq umumiy fizik xossalarini o'zgarishiga olib keladi. Tuproq muhitining o'zgarishi tuproqdagi o'simliklarning unuvchanligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Mexanik tarkibi unumdorlik ko'rsatkichlarining eng muhim xossalaridan biri hisoblanib, tadqiqon hududi tuproqlarining mexanik tarkibi o'rta va yengil qumoqli bo'lganligi sababli chiqindi qoldiqlari tez yutiladi va tuproq ifloslanishi masshtabi kengayadi. Yutilgan qoldiq moddalar o'simliklar tomonidan o'zlashtirilib oziqa zanjiri orqali inson salomatligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Maishiy chiqindixona atrofi hududlarida oziq ovqat mahsulotlarini yetishtirmaslik va chiqindixona hududini ekin dalalaridan ajratib olish tavsiya etiladi.

ADABIYOTLAR

- Riding, M. J., Martin, F. L., Jones, K. C., and Semple, K. T.: Carbon nanomaterials in clean and contaminated soils: environmental implications and applications, Soil 1, 1–21, doi:10.5194/soil1-1-2015, 2015.
- Wong, M. H., Chan, Y. S. G., Zhang, Ch., and Wang-Wai, Ng. Ch.: Comparison of pioneer and native woodland species growing on top of an engineered landfill, Hong Kong: restoration program, Wiley Online Library, Land Degrad. Dev., doi:10.1002/ldr.2380, 2015.

3. Chukwuma, O.B., Rafatullah, M., Tajarudin, H.A., & Ismail, N. (2021). "Bacterial Diversity and Community Structure of a Municipal Solid Waste Landfill: A Source of Lignocellulolytic Potential." *Life*, 11(6), 493.
4. Kunhadi D.B., Atmajawati Y. Improving Skills to Manage Household Waste in Wonokromo Urban Village, Surabaya, *Kontribusia*, Vol 1, Issue 1, 2018 ISSN 2614-1582 E-ISSN 2614-1590. p 43-46
5. Zafarjon Jabbarov, Gulkhayo Atoyeva, Sardor Sayitov, Rakhmon Kurvantaev, Nodira Khakimova, Samad Makhmadiyev, Yunus Kenjaev, Dilafruz Makhkamova, Bakhrom Jobborov, Gulchekhra Nabiyeva, Najmiddin Nurgaliev, Malika Aliboyeva and Salomat Zakirova. Study on the soil pollution condition around the domestic wastewater. // *Agricultural Engineering. E3S Web Conf. Volume 497*, 2024. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202449703005>.
6. Azimov O. T., Kuraeva I. V.2, Trofymchuk O. M. 3, Karmazynenko S. P.4, Dorofey Ye. M.1and Voytyuk Yu. Yu. 2. Estimation of the heavy metal pollution for the soils and different environmental objects within the solid domestic waste landfills. // *European Association of Geoscientists & Engineers. 18th International Conference on Geoinformatics - Theoretical and Applied Aspects*, May 2019, Volume 2019, p.1 – 7. DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.201902129>
7. Sruti Pillai, Anju Eizbath Peter, Sunil B.M., and Shrihari S. Soil Pollution near a Municipal Solid Waste Disposal Site in India. *International Conference on Biological, Civil and Environmental Engineering (BCEE-2014) March 17-18, 2014 Dubai (UAE)*. –P. 148-152
8. Lin Wang,,Lin Wang,, Mojtaba Zeraatpisheh, Zhangdong Wei ., Ming Xu. Heavy metal pollution and risk assessment of farmland soil around abandoned domestic waste dump in Kaifeng City. // *Toxicology, Pollution and the Environment. Volume 10 - 2022* | <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.946298>.
9. Waheed S., Siddique N., Hamid Q. and Chaudhry M.. Assessing soil pollution from a municipal waste dump in Islamabad, Pakistan: a study by INAA and AAS. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry. Volume/Issue: Volume 285: Issue 3*. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10967-010-0623-4>.