

Bo'riyeva Muhabbat Mamayusuf qizi

madinamm2022@gmail.com

Termiz Davlat Universiteti

Annotatsiya Tuproq remediatsiyasi — ifloslangan tuproqni zararli kimyoviy, biologik yoki fizik omillardan tozalash, uning tabiiy unumdorligi va ekologik xavfsizligini tiklash jarayonidir. Sanoat chiqindilari, pestitsidlar, og'ir metallar, neft mahsulotlari, radioaktiv moddalarning tuproqqa tushishi uning biologik faolligini kamaytiradi va oziq-ovqat xavfsizligiga xavf tug'diradi. Ushbu maqolada tuproq remediatsiyasining asosiy usullari, jumladan fizik, kimyoviy, biologik va fitoremediatsiya texnologiyalari tahlil qilinadi.

Kalit so'zlar: tuproq remediatsiyasi, ifloslanish, og'ir metallar, pestitsidlar, neft mahsulotlari, fitoremediatsiya, bioremediatsiya, ekologik xavfsizlik.

Kirish Tuproq tabiatdagi eng muhim resurslardan biri bo'lib, qishloq xo'jaligi, oziq-ovqat yetishtirish, suv aylanishi va biologik xilma-xillikni saqlashda katta ahamiyatga ega. Ammo sanoatlashuv, konchilik, kimyoviy o'g'it va pestitsidlardan ortiqcha foydalanish, neft mahsulotlari to'kilishi va maishiy chiqindilar tuproqning ifloslanishiga sabab bo'lmoqda.

Tuproq ifloslanganda undagi mikroorganizmlar faoliyati pasayadi, o'simliklar normal rivojlana olmaydi, zararli moddalar oziq-ovqat zanjiriga kirib boradi. Ayniqsa qo'rg'oshin, kadmiy, simob, xrom, mishyak kabi og'ir metallar tuproqda uzoq vaqt saqlanib qoladi. Pestitsidlar va neft mahsulotlari esa tuproqning fizik-kimyoviy xossalarni o'zgartiradi.

Shuning uchun tuproq remediatsiyasi ekologik barqarorlikni ta'minlashda muhim yo'nalish hisoblanadi. Remediatsiya faqat tuproqni "tozalash" emas, balki uning biologik faolligi, unumdorligi va xavfsizligini tiklashdir.

Tuproq ifloslanishining asosiy manbalari

Ifloslantiruvchi manba	Tuproqqa tushadigan moddalar	Xavfi
Sanoat korxonalar	Og'ir metallar, kislotalar, ishqorlar	Tuproq zaharlanishi
Konchilik	Metall ionlari, sulfidlar	Tuproq va suv ifloslanishi
Qishloq xo'jaligi	Pestitsidlar, nitratlar, fosfatlar	Oziq-ovqat xavfsizligiga zarar

Ifloslantiruvchi manba	Tuproqqa tushadigan moddalar	Xavfi
Neft-gaz sanoati	Neft mahsulotlari, uglevodorodlar	Mikroorganizmlar faoliyati pasayadi
Maishiy chiqindilar	Plastik, organik chiqindi, toksik moddalar	Uzoq muddatli ifloslanish
Transport	Qo'rg'oshin, yoqilg'i qoldiqlari	Yo'lbo'yi tuproqlari ifloslanadi

Remediatsiya usullari

Tuproq remediatsiyasi bir nechta usullar orqali amalga oshiriladi. Ular fizik, kimyoviy, biologik va o'simliklar yordamidagi usullarga bo'linadi.

Fizik remediatsiyada ifloslangan tuproq qazib olinadi, yuviladi, saralanadi yoki termik ishlov beriladi. Bu usullar tez natija beradi, lekin qimmat va ko'p energiya talab qiladi. Kimyoviy remediatsiyada zararli moddalar kimyoviy reagentlar yordamida neytrallanadi, cho'ktiriladi yoki kam harakatchan shaklga o'tkaziladi. Masalan, og'ir metallarni immobilizatsiya qilish uchun fosfatlar, ohak, biochar yoki zeolit qo'llanilishi mumkin.

Bioremediatsiya mikroorganizmlar yordamida ifloslantiruvchi moddalarni parchalashga asoslanadi. Neft mahsulotlari, pestitsidlar va organik ifloslantiruvchilar bakteriya va zamburug'lar yordamida nisbatan xavfsiz moddalarga aylantiriladi.

Fitoremediatsiya esa o'simliklar yordamida tuproqni tozalash usulidir. Ayrim o'simliklar tuproqdagi og'ir metallarni o'z ildizi orqali yutib, poya va barglarida to'playdi. Bunday o'simliklar giperakkumulyatorlar deyiladi.

Remediatsiya usullarining taqqoslanishi

Usul	Afzalligi	Kamchiligi	Qo'llanilishi
Fizik remediatsiya	Tez natija beradi	Qimmat, tuproq strukturasi buzilishi mumkin	Kuchli ifloslangan hududlar
Kimyoviy remediatsiya	Og'ir metallarni tez immobilizatsiya qiladi	Reagentlar ikkilamchi ta'sir berishi mumkin	Metall bilan ifloslangan tuproq
Bioremediatsiya	Ekologik xavfsiz, arzonroq	Sekin kechadi	Neft, pestitsid, organik ifloslanish
Fitoremediatsiya	Tabiiy va arzon	Uzoq vaqt talab qiladi	Og'ir metallar, nitratlar

Usul	Afzalligi	Kamchiligi	Qo'llanilishi
Biochar qo'llash	Tuproq unumdorligini ham oshiradi	Xomashyo sifatiga bog'liq	Metall va organik ifloslanish
Zeolit qo'llash	Ion almashinish xususiyati kuchli	Organik moddalar uchun cheklangan	Ammoniy va metall ionlari

Fitoremediatsiya

Fitoremediatsiya ekologik xavfsiz va iqtisodiy jihatdan foydali usullardan biridir. Bunda kungaboqar, xantal, terak, beda, qamish, tol kabi o'simliklar tuproqdagi zararli moddalarni kamaytirishda ishlatilishi mumkin. Fitoremediatsiyaning bir necha turi mavjud: fitoekstraksiya, fitostabilizatsiya, fitodegradatsiya va rizofiltratsiya.

Fitoekstraksiyada o'simliklar tuproqdagi metall ionlarini yutadi va o'z to'qimalarida to'playdi. Keyin bu o'simliklar yig'ib olinadi va xavfsiz utilizatsiya qilinadi. Fitostabilizatsiyada esa o'simliklar ifloslantiruvchilarni tuproq ichida harakatsiz holatda ushlab turadi. Bu usul zararli moddalarning yer osti suvlariga o'tishini kamaytiradi.

Bioremediatsiya

Bioremediatsiya mikroorganizmlar yordamida zararli organik moddalarni parchalaydi. Masalan, neft mahsulotlari bilan ifloslangan tuproqlarda *Pseudomonas*, *Bacillus* va boshqa bakteriyalar uglevodorodlarni parchalashi mumkin. Bu jarayonda mikroorganizmlar uglevodorodlarni energiya manbai sifatida ishlatadi va ularni karbonat angidrid, suv hamda biomassaga aylantiradi.

Bioremediatsiya samaradorligi tuproq namligi, harorat, pH, kislorod miqdori va oziq moddalar mavjudligiga bog'liq. Ba'zan jarayonni tezlashtirish uchun tuproqqa azot, fosfor yoki maxsus mikroorganizmlar qo'shiladi.

Biochar va tabiiy sorbentlar

So'nggi yillarda biochar tuproq remediatsiyasida muhim material sifatida o'rganilmoqda. Biochar biomassa qoldiqlarini kislorodsiz sharoitda qizdirish orqali olinadi. U g'ovakli tuzilishga ega bo'lib, og'ir metallar va organik ifloslantiruvchilarni bog'laydi. Bundan tashqari, biochar tuproqning suv ushlab turish qobiliyatini va unumdorligini oshirishi mumkin.

Zeolit, bentonit va boshqa tabiiy minerallar ham tuproqdagi metall ionlari va ammoniy birikmalarini yutishda samarali hisoblanadi. Ular arzon, tabiiy va nisbatan xavfsiz materiallardir.

Xulosa

Tuproq remediatsiyasi ekologik xavfsizlik, qishloq xo'jaligi barqarorligi va oziq-ovqat xavfsizligi uchun muhim jarayondir. Tuproq ifloslanishi og'ir metallar, pestitsidlar, neft

mahsulotlari va sanoat chiqindilari ta'sirida yuzaga keladi. Bunday ifloslanish uzoq muddat saqlanib, o'simliklar, hayvonlar va inson salomatligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Tuproqni tozalashda fizik, kimyoviy, biologik va fitoremediatsiya usullari qo'llaniladi. Fizik va kimyoviy usullar tez natija beradi, ammo qimmat va ba'zan ekologik xavfli bo'lishi mumkin. Bioremediatsiya va fitoremediatsiya esa sekinroq kechadi, lekin tabiiy, arzon va ekologik xavfsizroq hisoblanadi.

Eng istiqbolli yondashuv — kompleks remediatsiyadir. Ya'ni biochar, zeolit, mikroorganizmlar va o'simliklarni birgalikda qo'llash orqali tuproqdagi ifloslantiruvchilarni kamaytirish, ularning harakatchanligini cheklash va tuproq unumdorligini tiklash mumkin. Shu sababli tuproq remediatsiyasi kelajakda ekologik kimyo, biotexnologiya va agrotexnologiyaning eng muhim yo'nalishlaridan biri bo'lib qoladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Umarov B.B. **Fizik kimyo**. Toshkent: O'zbekiston milliy ensiklopediyasi, 2017.
2. G'ulomov M.G. **Kimyoviy texnologiya asoslari**. Toshkent: Fan, 2018.
3. To'rayev X.X. **Materialshunoslik asoslari**. Toshkent: Fan va texnologiya, 2021.
4. Karimov B.K. **Zamonaviy materiallar kimyosi**. Toshkent: Innovatsiya, 2022.
5. Mirkomilov T.M., Raximov H.R. **Umumiy va noorganik kimyo**. Toshkent: O'qituvchi, 2016.
6. Xolmurodov N.A. **Yuqori molekulyar birikmalar kimyosi**. Toshkent: Fan, 2019.