

## SUVNI TOZALASHNING YANGI SORBENTLARI

*Bo'riyeva Muhabbat Mamayusuf qizi**[madinammm2022@gmail.com](mailto:madinammm2022@gmail.com)**Termiz Davlat Universiteti*

**Annotatsiya** Ushbu maqolada suvni tozalashda qo'llaniladigan yangi sorbentlar, ularning kimyoviy tarkibi, ishlash mexanizmi va ekologik ahamiyati yoritiladi. Suv resurslarining sanoat chiqindilari, og'ir metallar, organik bo'yoqlar, neft mahsulotlari, pestitsidlar va mikroplastiklar bilan ifloslanishi zamonaviy ekologiyaning dolzarb muammolaridan biridir. An'anaviy tozalash usullari har doim ham yetarli samaradorlik bermaydi. Shu sababli nanozarrachalar, biochar, modifikatsiyalangan tabiiy minerallar, polimer sorbentlar, metall-organik karkaslar va kompozit materiallar asosidagi yangi sorbentlar suvni chuqur tozalashda istiqbolli yo'nalish hisoblanadi.

**Kalit so'zlar:** sorbent, adsorbsiya, suvni tozalash, og'ir metallar, biochar, zeolit, nanozarrachalar, aktiv ko'mir, kompozit sorbentlar.

**Kirish**

Suv inson hayoti, sanoat, qishloq xo'jaligi va ekologik barqarorlik uchun eng muhim tabiiy resurslardan biridir. Biroq sanoatlashtirish, urbanizatsiya va qishloq xo'jaligida kimyoviy moddalarning ko'p ishlatilishi natijasida suv havzalari turli ifloslantiruvchi moddalar bilan zararlanmoqda. Ayniqsa, qo'rg'oshin, kadmiy, simob, xrom, mishyak kabi og'ir metallar, sintetik bo'yoqlar, fenollar, neft mahsulotlari va mikroplastiklar suv sifati uchun katta xavf tug'diradi.

Suvni tozalashda koagulyatsiya, filtratsiya, biologik tozalash, membranali usullar va kimyoviy oksidlanish kabi texnologiyalar qo'llaniladi. Ammo ularning ayrimlari qimmat, energiya talabchan yoki ikkilamchi chiqindi hosil qilishi mumkin. Shu sababli sorbsiya usuli samarali, nisbatan arzon va texnologik jihatdan qulay usul sifatida keng o'rganilmoqda.

Sorbentlar ifloslantiruvchi moddalarni o'z yuzasiga yutib olish yoki kimyoviy bog'lash orqali suvdan ajratadi. Yangi avlod sorbentlarining asosiy vazifasi — yuqori sorbsiya sig'imi, selektivlik, qayta ishlatish imkoniyati va ekologik xavfsizlikni ta'minlashdir.

**Sorbentlarning asosiy turlari**

Sorbent turi	Asosiy tarkibi	Qo'llanilishi
Aktiv ko'mir	Uglerodli material	Organik moddalar, bo'yoqlar, hid va rangni yo'qotish

Sorbent turi	Asosiy tarkibi	Qo'llanilishi
Biochar	Biomassa pirolizi mahsuloti	Og'ir metallar, organik ifloslantiruvchilar
Zeolit	Alumosilikat mineral	Ammoniy ionlari, og'ir metallar
Bentonit	Loy minerali	Bo'yoqlar, metall ionlari
Nano-sorbentlar	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> , TiO <sub>2</sub> , ZnO, SiO <sub>2</sub>	Og'ir metallar, mikroblar, organik moddalar
Polimer sorbentlar	Chitosan, alginat, sintetik polimerlar	Metall ionlari, farmatsevtik qoldiqlar
Metall-organik karkaslar	MOF materiallar	Selektiv adsorbsiya, mikropollutantlar

### Yangi sorbentlarning xususiyatlari

Yangi sorbentlar oddiy filtr materiallaridan farq qiladi. Ular yuqori sirt maydoniga, faol funksional guruhlarga va ma'lum ifloslantiruvchilarga nisbatan tanlab ta'sir qilish xususiyatiga ega bo'ladi. Masalan, chitosan tarkibidagi amin guruhlari metall ionlarini bog'laydi. Zeolitlarning g'ovakli tuzilishi ammoniy va metall ionlarini ushlab qoladi. Magnit nanozarrachalar esa suvdan magnit maydon yordamida oson ajratib olinadi.

Biochar ekologik xavfsiz sorbentlardan biri hisoblanadi. U qishloq xo'jaligi chiqindilari, daraxt po'stlog'i, somon, paxta poyasi yoki boshqa biomassa qoldiqlarini kislorodsiz sharoitda qizdirish orqali olinadi. Uning yuzasi g'ovakli bo'lib, og'ir metallar va organik moddalarni yutish qobiliyatiga ega. Eng muhim tomoni — biochar chiqindini foydali mahsulotga aylantiradi.

Nanozarrachalar asosidagi sorbentlar yuqori samaradorligi bilan ajralib turadi. Masalan, temir oksidi nanozarrachalari magnit xususiyatga ega bo'lib, suvga aralashtirilgandan keyin ifloslantiruvchilarni bog'laydi va magnit yordamida ajratib olinadi. Bu usul filtratsiyani osonlashtiradi va sorbentni qayta ishlatish imkonini beradi.

### Adsorbsiya mexanizmi

Sorbentlar ifloslantiruvchilarni turli mexanizmlar orqali ushlab qoladi. Bular fizik adsorbsiya, kimyoviy adsorbsiya, ion almashinish, kompleks hosil qilish va elektrostatik tortishish jarayonlaridir.

Mexanizm	Mazmuni	Misol
Fizik adsorbsiya	Modda sorbent yuzasida kuchsiz tortishish bilan ushlanadi	Aktiv ko'mirda organik modda yutilishi

Mexanizm	Mazmuni	Misol
Kimyoviy adsorbsiya	Sorbent va modda o'rtasida kimyoviy bog' hosil bo'ladi	Chitosan bilan $\text{Cu}^{2+}$ ionining bog'lanishi
Ion almashinish	Sorbentdagi ionlar suvdagi ionlar bilan almashinadi	Zeolit bilan $\text{NH}_4^+$ yutilishi
Kompleks hosil qilish	Metall ionlari funksional guruhlar bilan kompleks hosil qiladi	Amin guruhli polimerlar
Elektrostatik tortishish	Qarama-qarshi zaryadlangan zarrachalar tortiladi	Bo'yoq molekularining bentonitga yutilishi

### Amaliy qo'llanilishi

Yangi sorbentlar ichimlik suvi, sanoat oqova suvlari, qishloq xo'jaligi drenaj suvlari va laboratoriya chiqindilarini tozalashda qo'llanilishi mumkin. Masalan, metallurgiya va galvanik ishlab chiqarish korxonalaridan chiqadigan oqova suvlarda  $\text{Cr(VI)}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$  kabi ionlar uchraydi. Bunday ionlarni chitosan, zeolit, biochar va magnit nanozarrachalar yordamida kamaytirish mumkin.

To'qimachilik sanoati oqova suvlari ko'pincha sintetik bo'yoqlar bilan ifloslanadi. Bunday moddalar suvga rang beradi, yorug'lik o'tishini kamaytiradi va biologik jarayonlarga salbiy ta'sir qiladi. Aktiv ko'mir, bentonit, modifikatsiyalangan biochar va polimer sorbentlar bo'yoqlarni yutishda samarali bo'lishi mumkin.

Farmatsevtik qoldiqlar va pestitsidlar suvni tozalashdagi murakkab ifloslantiruvchilar qatoriga kiradi. Ular juda past konsentratsiyada ham biologik ta'sir ko'rsatishi mumkin. Bunday moddalar uchun metall-organik karkaslar, uglerodli nanomateriallar va funkcionallashtirilgan polimer sorbentlar istiqbolli hisoblanadi.

### Afzallik va kamchiliklar

Sorbent turi	Afzalligi	Kamchiligi
Aktiv ko'mir	Yuqori yutish qobiliyati	Qayta tiklash qimmat
Biochar	Arzon, ekologik xavfsiz	Sifat xomashyoga bog'liq
Zeolit	Tabiiy, ion almashinish kuchli	Organik moddalar uchun cheklangan
Chitosan	Biologik parchalanadi, metall ionlarini yaxshi bog'laydi	Kislotalilikka sezgir
Magnit nanozarrachalar	Oson ajratiladi, qayta ishlatiladi	Agglomeratsiya muammosi bor

Sorbent turi	Afzalligi	Kamchiligi
MOF materiallar	Juda katta sirt maydoni	Sanoat miqyosida qimmat

### Xulosa

Suvni tozalashning yangi sorbentlari ekologik xavfsizlik va resurslardan oqilona foydalanish nuqtai nazaridan katta ahamiyatga ega. An'anaviy tozalash usullari ayrim murakkab ifloslantiruvchilarni to'liq bartaraf eta olmagan sababli yuqori samarali, selektiv va qayta ishlatiladigan sorbentlarga ehtiyoj ortib bormoqda.

Biochar, zeolit, chitosan, magnit nanozarrachalar, metall-organik karkaslar va kompozit sorbentlar suvni og'ir metallar, sintetik bo'yoqlar, organik moddalar va farmatsevtik qoldiqlardan tozalashda istiqbolli materiallar hisoblanadi. Ayniqsa, qishloq xo'jaligi chiqindilaridan biochar olish yoki tabiiy minerallarni modifikatsiya qilish iqtisodiy va ekologik jihatdan foydalidir.

Eng muhim xulosa shuki, kelajakdagi samarali suv tozalash tizimlari bitta materialga emas, balki bir nechta sorbentlarning kompozit kombinatsiyasiga tayanadi. Masalan, biochar-magnit nanozarracha, chitosan-zeolit yoki aktiv ko'mir-polimer kompozitlari yuqori samaradorlik, qayta tiklanish va ekologik xavfsizlikni birlashtirishi mumkin. Shu sababli yangi sorbentlar kimyosi suv xavfsizligini ta'minlashda dolzarb ilmiy-amaliy yo'nalish hisoblanadi.

### Foydalanilgan adabiyotlar

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