



## OQOVA SUVLARNI NANOFILTRATSION MEMBRANALAR ASOSIDA TOZALASH HAMDA EKOLOGIK MONITORING OLIB BORISH

*Qobilova Charos O'ktamovna*  
*Termiz Davlat Universiteti*

**Annotatsiya** Ushbu maqolada oqova suvlarni nanofiltratsion membranalar yordamida tozalash va ekologik monitoring olib borish masalalari yoritiladi. Nanofiltratsiya mikrofiltratsiya va ultrafiltratsiyaga nisbatan maydaroq zarrachalar, ikki valentli ionlar, organik mikropollutantlar, bo'yoqlar, pestitsidlar va ayrim og'ir metall komplekslarini ushlab qolish imkoniyatiga ega. Shu sababli ushbu texnologiya sanoat, maishiy va qishloq xo'jaligi oqova suvlarini chuqur tozalashda istiqbolli hisoblanadi. Maqolada nanofiltratsion membranalarining ishlash prinsipi, asosiy materiallari, afzalliklari, kamchiliklari, ekologik monitoring ko'rsatkichlari va amaliy ahamiyati tahlil qilinadi.

**Kalit so'zlar:** oqova suv, nanofiltratsiya, membrana, ekologik monitoring, og'ir metallar, organik ifloslantiruvchilar, suv sifati, barqaror ekologiya.

**Kirish** Oqova suvlar tarkibida turli xil ifloslantiruvchi moddalar mavjud bo'ladi. Ular sanoat korxonalarini, maishiy xo'jalik, qishloq xo'jaligi va transport faoliyati natijasida hosil bo'ladi. Ayniqsa, to'qimachilik, kimyo, oziq-ovqat, neft-gaz, farmatsevtika va metallurgiya sanoati oqova suvlarida organik moddalar, og'ir metall ionlari, bo'yoqlar, tuzlar, mikroorganizmlar va toksik birikmalar uchraydi.

An'anaviy tozalash usullari — cho'ktirish, koagulyatsiya, biologik tozalash va qum filtrlari — ko'p hollarda yirik zarrachalar va oson parchalanadigan organik moddalarni kamaytiradi. Ammo zamonaviy oqova suvlar tarkibidagi murakkab ifloslantiruvchilarni, xususan mikropollutantlar va ikki valentli ionlarni to'liq ushlab qolish uchun chuqurroq texnologiyalar zarur. Shu jihatdan nanofiltratsion membranalar muhim ahamiyatga ega.

Nanofiltratsiya bosim ta'sirida ishlaydigan membranali ajratish jarayoni bo'lib, uning g'ovak o'lchami ultrafiltratsiyadan kichik, teskari osmosdan esa kattaroq bo'ladi. Bu texnologiya suv tarkibidagi organik molekulalar, bo'yoqlar, qattiqlik beruvchi ionlar, ayrim og'ir metallar va mikroifloslantiruvchilarni kamaytiradi. Nanofiltratsiya oqova suvlarni qayta ishlatish, texnik suv sifatini yaxshilash va ekologik xavfsizlikni ta'minlashda istiqbolli usul hisoblanadi.

### **Nanofiltratsion membranalarining ishlash prinsipi**

Nanofiltratsion membranalar suvni yarim o'tkazuvchi qatlam orqali o'tkazadi. Suv molekulalari membranadan o'tadi, lekin yirik organik molekulalar, ko'p valentli ionlar va ayrim toksik moddalarning o'tishi cheklanadi. Ajratish jarayoni uch asosiy mexanizmga asoslanadi: o'lcham bo'yicha elash, zaryad ta'siri va diffuziya.



O'lcham bo'yicha elashda membrana g'ovaklaridan katta bo'lgan zarrachalar ushlab qolinadi. Zaryad ta'sirida esa membrana yuzasi va ionlar o'rtasidagi elektrostatik itarilish yoki tortishish jarayoni sodir bo'ladi. Masalan, nanofiltratsion membranalar ikki valentli ionlarni bir valentli ionlarga qaraganda yaxshiroq ushlab qoladi. Shu sababli ular suvni yumshatish va og'ir metall ionlarini kamaytirishda foydalidir.

**Jadval. Nanofiltratsion membranalar asosida oqova suvlarni tozalashda asosiy ko'rsatkichlar**

Ko'rsatkich	Mazmuni	Ekologik ahamiyati
Suv oqimi	Birlik vaqt ichida membranadan o'tgan suv miqdori	Tozalash jarayonining unumdorligini belgilaydi
Ushlab qolish darajasi	Ifloslantiruvchi moddaning membrana orqali o'tmaslik foizi	Tozalangan suv sifatini ko'rsatadi
Bosim	Membrana ishlashi uchun zarur tashqi kuch	Energiya sarfiga ta'sir qiladi
G'ovak o'lchami	Membrana teshiklarining o'lchami	Ajratish selektivligini belgilaydi
Membrana zaryadi	Yuzaning musbat yoki manfiy zaryadi	Ionlarni ajratishda muhim
Fouling darajasi	Membrana yuzasida ifloslik to'planishi	Xizmat muddati va samaradorlikka ta'sir qiladi
Kimyoviy barqarorlik	Membrananing pH, tuz va reagentlarga chidamliligi	Sanoat oqova suvlari uchun muhim
Monitoring parametrlari	pH, BPK, XPK, og'ir metallar, tuzlar, mikroblar	Ekologik xavfsizlikni baholaydi

**Nanofiltratsion membrana materiallari**

Nanofiltratsion membranalar odatda poliamid, polisulfon, polietersulfon, asetat sellyuloza, polivinilidenftorid va kompozit materiallar asosida tayyorlanadi. Ularning ichida yupqa qatlamli kompozit membranalar keng qo'llanadi. Bunda tayanch qatlam mexanik mustahkamlik beradi, faol selektiv qatlam esa ajratish vazifasini bajaradi.

So'nggi yillarda nanokompozit membranalar ko'p o'rganilmoqda. Bunday membranalariga TiO<sub>2</sub>, ZnO, grafen oksid, SiO<sub>2</sub>, Ag nanozarrachalari yoki uglerod nanotubalari qo'shiladi. Bu qo'shimchalar membrananing gidrofilligini oshiradi, foulingni kamaytiradi, antibakterial xossalari beradi va suv oqimini yaxshilashi mumkin.

**Oqova suvlarni tozalashdagi qo'llanilishi**

Nanofiltratsion membranalar to'qimachilik sanoati oqova suvlarni bo'yoqlardan tozalashda samarali bo'lishi mumkin. Bo'yoq molekullari odatda yirik va zaryadlangan



bo'ladi, shuning uchun nanofiltratsiya ularni yaxshi ushlab qoladi. Bu jarayon rang, organik yuklama va toksiklikni kamaytiradi.

Metallurgiya va galvanik korxonalaridan chiqadigan oqova suvlarda mis, nikel, xrom, qo'rg'oshin, kadmiy kabi og'ir metall ionlari uchraydi. Nanofiltratsiya bu ionlarning bir qismini ushlab qolishi yoki ularni keyingi tozalash bosqichiga tayyorlashi mumkin.

Farmatsevtika va maishiy oqova suvlarda dori qoldiqlari, gormonlar, pestitsidlar va boshqa mikropollutantlar bo'lishi mumkin. An'anaviy biologik tozalash ularni to'liq yo'qota olmaydi. Nanofiltratsiya bunday moddalarning konsentratsiyasini kamaytirishda qo'shimcha bosqich sifatida ishlatilishi mumkin.

### **Ekologik monitoring olib borish**

Oqova suvlarni nanofiltratsion membranalar bilan tozalash faqat texnologik jarayon emas; u doimiy ekologik monitoring bilan birga olib borilishi kerak. Monitoring orqali suvning tozalashdan oldingi va keyingi holati baholanadi, membrana samaradorligi nazorat qilinadi va atrof-muhitga chiqariladigan suvning xavfsizligi aniqlanadi.

Ekologik monitoringda quyidagi ko'rsatkichlar muhim:

pH — suvning kislotali yoki ishqoriyligini bildiradi.

BPK — biologik parchalanadigan organik moddalar miqdorini ko'rsatadi.

XPK — kimyoviy oksidlanadigan organik moddalar miqdorini bildiradi.

Umumiy mineralizatsiya — suvdagi erigan tuzlar miqdorini ko'rsatadi.

Og'ir metallar — toksik elementlarning miqdorini baholaydi.

Mikrobiologik ko'rsatkichlar — bakterial xavfsizlikni aniqlaydi.

Rang va loyqalik — ko'rinadigan ifloslanish darajasini belgilaydi.

Monitoring natijalari asosida membrana almashtirish vaqti, tozalash bosqichlari samaradorligi va ekologik xavfsizlik darajasi baholanadi.

### **Afzalliklari**

Nanofiltratsiyaning asosiy afzalligi — yuqori selektivlikdir. U suvdan yirik organik molekulalar va ko'p valentli ionlarni ajratadi, lekin teskari osmosga qaraganda kamroq bosim talab qiladi. Bu energiya sarfini kamaytiradi.

Ikkinchi afzallik — kimyoviy reagentlar sarfining kamligi. Membranali tozalashda ko'p hollarda qo'shimcha kimyoviy moddalar kam ishlatiladi. Bu ikkilamchi ifloslanish xavfini kamaytiradi.

Uchinchi afzallik — modulli tizim yaratish imkoniyati. Nanofiltratsion qurilmalar kichik obyektlardan tortib yirik sanoat korxonalarigacha moslashtirilishi mumkin.

### **Kamchiliklari**



Nanofiltratsiyaning asosiy muammosi — fouling. Membrana yuzasida organik modda, tuzlar, mikroorganizmlar yoki kolloidlar to'planib qolsa, suv oqimi kamayadi. Bu membranani tez-tez yuvish yoki almashtirish zaruratini keltirib chiqaradi.

Ikkinchi muammo — konsentrat hosil bo'lishi. Nanofiltratsiyada tozalangan suv bilan birga ifloslantiruvchilar to'plangan konsentrat oqimi ham hosil bo'ladi. Uni xavfsiz qayta ishlash yoki utilizatsiya qilish kerak.

Uchinchi muammo — dastlabki investitsiya xarajatlari. Membrana modullari, nasoslar va nazorat tizimlari arzon emas. Lekin uzoq muddatda suvni qayta ishlatish hisobiga iqtisodiy foyda berishi mumkin.

### **Xulosa**

Oqova suvlarni nanofiltratsion membranalar asosida tozalash zamonaviy ekologik texnologiyalarning muhim yo'nalishidir. Ushbu usul organik ifloslantiruvchilar, bo'yoqlar, ikki valentli ionlar, ayrim og'ir metallar va mikropollutantlarni kamaytirishda samarali hisoblanadi. Nanofiltratsiya biologik, kimyoviy va mexanik tozalash usullaridan keyingi chuqur tozalash bosqichi sifatida qo'llansa, oqova suvlarni qayta ishlatish imkoniyati oshadi. Bu suv resurslarini tejash, atrof-muhitga chiqariladigan zararli moddalarni kamaytirish va sanoat ekologik xavfsizligini ta'minlashga xizmat qiladi.

Biroq texnologiyani samarali ishlatish uchun ekologik monitoring majburiy bo'lishi kerak. Tozalashdan oldin va keyin pH, BPK, XPK, og'ir metallar, tuzlar, mikrobiologik ko'rsatkichlar va rang-loyqalik doimiy nazorat qilinishi zarur. Shundagina nanofiltratsiya real ekologik natija beradi.

Kelajakda nanokompozit, antibakterial va foulingga chidamli membranalarni ishlab chiqish oqova suvlarni tozalash samaradorligini yanada oshiradi. Eng to'g'ri yondashuv — nanofiltratsiyani biologik tozalash, sorbsiya, ultrafiltratsiya va ekologik monitoring tizimi bilan birgalikda qo'llashdir.

### **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.