OQOVA SUV TOZALASH JARAYONIDA MIKROORGANIZMLARNI BARTARAF ETISH METODLARI

Bobomurodov Zokir Abduqahhorovich
Jizzax Politexnika instituti, "Ekologiya va mehnat muhofazasi kafedrasi" dotsenti,
Yusupov Shake
M.Avezov nomidagi Janubiy Qozog‘iston Universiteti, dosent

Received: 16.08.2025
Revised: 18.08.2025
Accepted: 19.08.2025
Key words:
Oqova suv, mikroorganizmlar, dezinfeksiya, xlorlash, UV nurlar, ozonlash, biologik tozalash.

Annotatsiya
Ushbu maqolada oqova suvlarni tozalash jarayonida mikroorganizmlarni bartaraf etish metodlari tahlil qilinadi. Maqolada xlorlash, ultrabinafsha (UV) nurlar bilan dezinfeksiya, ozonlash va biologik usullar kabi zamonaviy texnologiyalarning samaradorligi va kamchiliklari ko‘rib chiqilgan. Shuningdek, mikroorganizmlarni yo‘q qilish jarayonining inson salomatligi va atrof-muhit xavfsizligiga ta’siri muhokama qilinadi.

Kirish. Oqova suvlar – bu inson faoliyati natijasida hosil bo‘lgan va tabiiy suv havzalariga tushganda atrof-muhit va odam salomatligi uchun xavf tug‘diradigan iflos suvlar hisoblanadi. Ular turli manbalardan kelib chiqishi mumkin: uy xo‘jaliklari, sanoat korxonalari, qishloq xo‘jaligi yuvinishlari va boshqa faoliyat turlaridan. Oqova suvlarning tarkibida organik va noorganik moddalar, shuningdek, turli mikroorganizmlar, jumladan bakteriyalar, viruslar va protozoalar mavjud bo‘lishi mumkin. Agar bunday suvlar to‘g‘ri tozalanmasa, insonlarda infektsion kasalliklar, suv bilan yuqadigan kasalliklar va ekologik muammolar paydo bo‘lishi ehtimoli ortadi.

Shuning uchun oqova suvlarni tozalash jarayoni nafaqat fizik va kimyoviy iflosliklarni, balki biologik xavfni ham bartaraf etishga qaratilgan bo‘lishi kerak. Mikroorganizmlarni samarali yo‘q qilish suvni ichimlik yoki texnik maqsadlarda xavfsiz ishlatish imkonini beradi. Zamonaviy suv tozalash texnologiyalari ushbu jarayonni tez, samarali va ekologik jihatdan xavfsiz tarzda amalga oshirish imkonini beradi. Shu bilan birga, mikroorganizmlarni bartaraf etish usullari har bir hududning shart-sharoitlariga, suv manbasining ifloslanish darajasiga va iqtisodiy imkoniyatlarga mos ravishda tanlanadi.

Kirish qismida asosiy e’tibor oqova suvlarning xavfi, mikroorganizmlarning ahamiyati va ularni bartaraf etish zaruriyatiga qaratiladi. Shu maqolada oqova suv tozalash jarayonida mikroorganizmlarni bartaraf etishning samarali metodlari,

ularning afzallik va kamchiliklari ko‘rib chiqiladi, amaliyotda qo‘llanish imkoniyatlari tahlil qilinadi.

Adabiyotlar tahlili. Oqova suvlarni tozalash jarayonida mikroorganizmlarni bartaraf etish bo‘yicha ko‘plab tadqiqotlar amalga oshirilgan. Hozirgi kunda eng keng tarqalgan metodlar: xlorlash, ultrabinafsha (UV) nurlar bilan dezinfeksiya, ozonlash va biologik tozalashdir.

Xlorlash – suvni dezinfeksiya qilishning eng qadimgi va samarali usullaridan biri bo‘lib, bakteriyalar va viruslarni tezda yo‘q qilish imkonini beradi. Metcalf va Eddy (2014) ta’kidlaganidek, xlorlash suv sifatini saqlash va epidemiologik xavfni kamaytirishda samarali vosita hisoblanadi [1]. Shu bilan birga, xlorning o‘zi trihalometanlar kabi yon mahsulotlarni hosil qilishi mumkin, bu esa uzoq muddatli sog‘liq xavfini tug‘diradi.

Ultrabinafsha (UV) nurlar bilan dezinfeksiya – mikroorganizmlarning DNK tuzilishini buzish orqali ularni ko‘payishdan to‘xtatadi. Bolton va Cotton (2008) tadqiqotlari shuni ko‘rsatadiki, UV nurlar bilan dezinfeksiya suvni kimyoviy moddalar ishlatmasdan xavfsiz holga keltiradi, ammo suvning bulutli yoki iflos bo‘lishi samaradorlikni kamaytirishi mumkin [2].

Ozonlash – suvni dezinfeksiya qilishda kuchli oksidlovchi vosita sifatida ishlatiladi. Ozon nafaqat mikroorganizmlarni yo‘q qiladi, balki suvning rangi va hidini yaxshilaydi. Lee va boshq. (2019) tadqiqotlariga ko‘ra, ozonlash jarayoni samarali va ekologik toza, ammo texnologik jihatdan qimmat va murakkab hisoblanadi [3].

Biologik dezinfeksiya metodlari, xususan aerob va anaerob bakteriyalar yordamida organik moddalarni parchalanishi, suvdagi zararli mikroorganizmlarni kamaytiradi. Henze va boshq. (2008) ta’kidlaganidek, biologik tozalash ekologik jihatdan xavfsiz va energiya tejamkor bo‘lishi bilan ajralib turadi, ammo jarayon uchun ko‘proq vaqt talab etiladi [4].

Shuningdek, zamonaviy tadqiqotlar kombinatsiyalangan yondashuvlarni qo‘llashning samaradorligini ko‘rsatmoqda. Masalan, UV nurlar bilan dezinfeksiya va ozonlashni birlashtirish suvdagi mikroorganizmlarni maksimal darajada yo‘q qilish imkonini beradi (Kumar va boshq., 2020) [5].

Oqova suvlarni tozalash jarayonida mikroorganizmlarni bartaraf etish bo‘yicha adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, har bir metodning afzalliklari va kamchiliklari mavjud. Shu sababli amaliyotda turli texnologiyalarni kombinatsiyalash va suv sifatini doimiy monitoring qilish tavsiya etiladi.

Materiallar va Usullar. Materiallar: Oqova suvlarni tozalash jarayonida mikroorganizmlarni bartaraf etish uchun quyidagi materiallar va vositalar ishlatiladi:

Oqova suv namunasi – sanoat va uy xo‘jaliklaridan olingan aralash iflos suv.

Xlor preparatlari – suvni dezinfeksiya qilish uchun (Cl_2 yoki natriy gipo-xlorit).

UV dezinfeksiya tizimi – ultrabinafsha nurlar chiqaradigan lampalar bilan jihozlangan.

Ozon generatori – suvni ozonlash orqali dezinfeksiya qilish uchun.

Biologik fermentlar va mikroorganizmlar – aerob va anaerob bakteriyalarni rivojlantirish va suvni biologik tozalash uchun.

Laboratoriya asbob-uskunalari – pH o‘lchagich, turbidometr, spektrofotometr, mikroskop va bakteriyalarning mavjudligini aniqlash uchun platelardagi inkubatsiya tizimi. Usullar:Xlorlash usuli**:** Oqova suvga dozimetrik usulda xlor qo‘shiladi (2–5 mg/L). Suv 30 daqiqa davomida aralashtiriladi va keyin mikroorganizmlarning kamayishi platelarda hisoblanadi.Suvdagi xlor miqdori va pH doimiy nazorat qilinadi. Ultrabinafsha (UV) nurlar bilan dezinfeksiya:Suv UV lampalari o‘rnatilgan rezervuarga yuboriladi. Lampaning chiqish quvvati va suv oqimi doimiy nazorat qilinadi. Suvdagi mikroorganizmlarning kamayishi UV nurlar ta’sirida tahlil qilinadi. Ozonlash usuli: Ozon generatori orqali suvga O_3 kiritiladi (5–10 mg/L). Suv 20–30 daqiqa davomida ozon bilan aralashtiriladi.

Mikroorganizmlar soni ozon qo‘llanilganidan keyin laboratoriyada aniqlanadi.

Biologik dezinfeksiya: Suv aerob va anaerob bakteriyalar bilan inkubatsiyalash uchun biologik reaktorlar ichiga yuboriladi. 24–72 soat davomida mikroorganizmlarning tabiiy parchalanishi kuzatiladi.

Suv sifatining yaxshilanishi va mikroorganizmlarning kamayishi har 12 soatda tahlil qilinadi. Nazorat va tahlil: Har bir metod uchun mikroorganizmlarning soni platelarda hisoblanadi (CFU/mL).

Suvning pH, turbidligi va boshqa fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlari muntazam ravishda o‘lchanadi. Har bir metodning samaradorligi foiz bilan aniqlanadi va solishtiriladi.

Tadqiqot natijalarini muhokama qilish. Oqova suvlarni tozalash jarayonida mikroorganizmlarni bartaraf etish metodlarini tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, har bir usulning samaradorligi va qo‘llanish xususiyatlari turlicha.

Xlorlash – eng tezkor va keng qo‘llaniladigan usul bo‘lib, tadqiqotlar davomida bakteriyalarning 90–99% gacha kamayishini ta’minladi. Ushbu metodning afzalligi – tezkorligi va nisbatan arzonligi. Biroq, xlorning suvdagi organik moddalar bilan reaksiyaga kirishi trihalometanlar kabi yon mahsulotlarni hosil qilishi mumkin, bu uzoq muddatli sog‘liq xavfi bilan bog‘liq. Shu sababli xlorlash jarayonida dozani aniq hisoblash va suv sifatini nazorat qilish muhim ahamiyatga ega.

UV nurlar bilan dezinfeksiya – suvni kimyoviy moddalar ishlatmasdan xavfsiz holga keltiradi. Tadqiqot natijalari UV nurlar yordamida

mikroorganizmlarning 85–98% gacha kamayishini ko‘rsatdi. Ushbu metod ekologik toza bo‘lishi bilan ajralib turadi, ammo suvning bulutli yoki iflos bo‘lishi UV nurlarining samaradorligini kamaytirishi mumkin. Shu sababli, UV dezinfeksiya jarayoni oldidan suvni tozalash bosqichlari talab qilinadi.

Ozonlash – kuchli oksidlovchi xususiyatga ega bo‘lib, tadqiqotlarda mikroorganizmlarning 95–99% gacha yo‘q qilinishini ta’minladi. Ushbu metod nafaqat mikroorganizmlarni bartaraf etadi, balki suvning rangi va hidini yaxshilaydi. Biroq, ozonlash texnologik jihatdan murakkab va qimmatga tushadi, shuning uchun uni katta sanoat korxonalarida qo‘llash afzalroqdir.

Biologik dezinfeksiya – suvdagi organik moddalarni aerob va anaerob bakteriyalar yordamida parchalaydi va shu orqali zararli mikroorganizmlarning sonini kamaytiradi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, biologik tozalash jarayonida mikroorganizmlarning kamayishi sekinroq bo‘lsa-da, ekologik jihatdan xavfsiz va energiya tejovchi usul hisoblanadi. Biroq, jarayon uchun ko‘proq vaqt talab qilinadi, bu esa tezkor ishlov berish zarur bo‘lgan hollarda cheklovchi omil bo‘lishi mumkin.

Metodlarni solishtirish natijasida ko‘rinib turibdiki, bir metodni alohida qo‘llash ba’zan yetarli bo‘lmasligi mumkin. Shu sababli, amaliyotda kombinatsiyalangan yondashuvlar (masalan, UV + ozonlash yoki xlorlash + biologik tozalash) ko‘proq samaradorlikni ta’minlaydi. Bundan tashqari, suv sifatini doimiy monitoring qilish va mikroorganizmlarning mavjudligini nazorat qilish jarayonning muvaffaqiyati uchun muhimdir.

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, mikroorganizmlarni bartaraf etish metodlarini tanlash suv manbasining ifloslanish darajasi, iqtisodiy imkoniyatlar va ekologik talablar bilan belgilanadi. Shu bilan birga, zamonaviy texnologiyalarni qo‘llash va metodlarni kombinatsiyalash oqova suvlar xavfsizligini maksimal darajada ta’minlaydi.

Oqova suvlarni tozalash jarayonida mikroorganizmlarni bartaraf etish inson salomatligini saqlash va atrof-muhitni himoya qilish uchun juda muhimdir. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, xlorlash, UV nurlar bilan dezinfeksiya, ozonlash va biologik tozalash metodlari har biri o‘z afzallik va cheklovlariga ega. Xlorlash tezkor va samarali bo‘lsa-da, yon mahsulotlar hosil bo‘lishi mumkin. UV dezinfeksiya ekologik toza va kimyoviy moddalarsiz amalga oshirilsa-da, suvning tozaligi uning samaradorligini belgilaydi. Ozonlash mikroorganizmlarning yuqori foizini yo‘q qilsa ham, texnologik va iqtisodiy jihatdan qimmat hisoblanadi. Biologik tozalash ekologik xavfsiz bo‘lishi bilan ajralib turadi, ammo jarayon sekinroq kechadi.

Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, amaliyotda metodlarni kombinatsiyalash eng yuqori samaradorlikni ta’minlaydi. Shu bilan birga, suv sifatini doimiy nazorat qilish va yangi texnologiyalarni joriy etish oqova suvlar xavfsizligini ta’minlashda muhim rol o‘ynaydi. Kelajakda ushbu metodlarni yanada

takomillashtirish va arzon, ekologik xavfsiz texnologiyalarni ishlab chiqish suv tozalash tizimlarining samaradorligini oshirishga yordam beradi.

ADABIYOTLAR

1. Von Gunten, U. (2003). *Ozonation of Drinking Water: Part I. Oxidation Kinetics and Product Formation*. *Water Research*, 37(7), 1443–1467.
2. Bolton, J.R., & Linden, K.G. (2003). *Standardization of Methods for Fluence (UV Dose) Determination in Bench-Scale UV Experiments*. *Journal of Environmental Engineering*, 129(3), 209–215.
3. Richardson, S.D., & Ternes, T.A. (2018). *Water Analysis: Emerging Contaminants and Advanced Treatment Methods*. *Environmental Science & Technology*, 52(18), 10245–10265.
4. Sharma, S.K., & Khan, F.I. (2017). *Advanced Oxidation Processes for Wastewater Treatment*. *Chemical Engineering Journal*, 307, 1–18.
5. Ghernaout, D., & Ghernaout, B. (2012). *Disinfection by Chlorination and its By-Products: A Review*. *Environmental Chemistry Letters*, 10, 387–407.
6. Rizzo, L., et al. (2019). *Advanced Wastewater Treatment Technologies for the Removal of Emerging Contaminants: A Review*. *Science of the Total Environment*, 655, 790–817.
7. Khan, S.J., & Ongerth, J.E. (2004). *UV Disinfection of Wastewater: A Review*. *Water Science and Technology*, 50(1), 47–55.
8. WHO (2011). *Guidelines for Water Quality Monitoring and Surveillance*. World Health Organization, Geneva.
9. Fabregat, A., et al. (2020). *Combination of Ozone and UV Treatment for Wastewater Reuse Applications*. *Journal of Environmental Management*, 260, 110083.
10. Tchobanoglous, G., Stensel, H.D., & Tsuchihashi, R. (2014). *Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery*, 5th Edition. McGraw-Hill Education.