

OQOVA SUVLARNI MIKROORGANIZMLARDAN TOZALASHNING SAMARALI USULLARI

A'zamqulov Axror Abdumutal o'g'li

Jizzax Politehnika instituti "Ekologiya va mehnat muxofazasi" kafedrası assistenti

Izteilov Gani

dotsent, M.Avezov nomidagi Janubiy Qozog'iston universiteti

Annotatsiya: Ushbu maqolada oqova suvlarning tarkibida uchraydigan mikroorganizmlar va ularning inson salomatligi hamda ekologik tizimlarga ta'siri yoritilgan. Oqova suvlarni mikroorganizmlardan tozalashning zamonaviy mexanik, biologik, kimyoviy va fizik usullari tahlil qilingan. Har bir usulning samaradorligi, afzalliklari va cheklovlari ko'rib chiqilib, O'zbekiston sharoitida oqova suvlarni dezinfeksiya qilish va qayta ishlatishning istiqbollari muhokama qilingan.

Kalit so'zlar: oqova suv, mikroorganizmlar, dezinfeksiya, suv tozalash, ekologiya, suv resurslari, sanitariya, qayta ishlash

Аннотация: В данной статье рассмотрены микроорганизмы, присутствующие в сточных водах, и их влияние на здоровье человека и экосистемы. Проанализированы современные механические, биологические, химические и физические методы очистки сточных вод от микроорганизмов. Оценены эффективность, преимущества и ограничения каждого метода, а также обсуждены перспективы дезинфекции и повторного использования сточных вод в условиях Узбекистана.

Ключевые слова: сточные воды, микроорганизмы, дезинфекция, очистка воды, экология, водные ресурсы, санитария, переработка

Annotation: This article examines microorganisms found in wastewater and their impact on human health and ecosystems. Modern mechanical, biological, chemical, and physical methods for removing microorganisms from wastewater are analyzed. The efficiency, advantages, and limitations of each method are discussed, along with the prospects for wastewater disinfection and reuse under the conditions of Uzbekistan.

Keywords: wastewater, microorganisms, disinfection, water treatment, ecology, water resources, sanitation, recycling

Kirish. Insoniyat tarixida suv eng muhim tabiiy resurslardan biri bo'lib kelgan va kelajakda ham uning ahamiyati ortib boradi. Ammo sanoatlashtirish, urbanizatsiya va aholi sonining tez o'sishi oqibatida suv resurslari tobora ifloslanib bormoqda. Oqova suvlar — maishiy, sanoat, tibbiyot yoki qishloq xo'jaligi faoliyati natijasida hosil

bo'ladigan, tarkibida turli xil kimyoviy moddalar, organik modda qoldiqlari va mikroorganizmlar bo'lgan suvlar hisoblanadi. Statistik ma'lumotlarga ko'ra, dunyo bo'yicha hosil bo'ladigan oqova suvlarning katta qismi yetarli darajada tozalanmasdan tabiiy suv havzalariga tashlanadi. Bu esa ekologik tizimlar buzilishi, ichimlik suv manbalarining ifloslanishi va aholi salomatligiga xavf tug'diradi. Oqova suvlar tarkibida uchraydigan mikroorganizmlar, xususan, bakteriyalar, viruslar, zamburug'lar va protozoalar inson va hayvonlarda turli yuqumli kasalliklarni keltirib chiqarishi mumkin. Masalan, *Escherichia coli* va *Salmonella* bakteriyalari ichak infeksiyalarini, *Vibrio cholerae* esa xolera kasalligini tarqatadi. Viruslar orasida gepatit A va enteroviruslar eng xavflilaridan sanaladi. Ushbu patogenlar faqat ichimlik suvini emas, balki sug'orish tizimlari orqali qishloq xo'jaligi hosillarini ham ifloslantiradi, bu esa oziq-ovqat xavfsizligiga ham tahdid soladi. Shu bois oqova suvlarni samarali tozalash texnologiyalari bugungi kunda nafaqat ekologik, balki iqtisodiy va ijtimoiy barqarorlik uchun ham dolzarb masalaga aylangan. Zamonaviy suv tozalash tizimlarida mikroorganizmlarni yo'q qilish uchun mexanik, biologik, kimyoviy va fizik usullar qo'llanadi. Har bir usulning samaradorligi, xarajatlari va ekologik xavfsizligi farq qiladi. Amaliyotda eng yaxshi natijaga erishish uchun ko'pincha kombinatsiyalashgan usullar majmuasi qo'llanadi. O'zbekiston sharoitida ham suv resurslarini tejash va ularni qayta ishlatish dolzarb masala hisoblanadi. Ayniqsa, qishloq xo'jaligi hududlarida oqova suvlarni dezinfeksiya qilish orqali ularni sug'orishda qayta ishlatish imkoniyati mavjud. Bunda mikroorganizmlardan tozalash eng birinchi va eng muhim bosqich bo'lib, ekologik xavfsizlikni ta'minlashda hal qiluvchi ahamiyat kasb etadi.

Adabiyotlar tahlili. Oqova suvlarni mikroorganizmlardan tozalash masalasi so'nggi o'n yilliklarda global miqyosda dolzarb ekologik muammolardan biri sifatida qaralmoqda. Jahon sog'liqni saqlash tashkiloti (WHO, 2017) ma'lumotlariga ko'ra, rivojlanayotgan mamlakatlarda ichimlik suvining ifloslanishining asosiy sababi tozalash tizimlarining yetarli darajada ishlamasligi bo'lib, bu holat ko'plab yuqumli kasalliklarning tarqalishiga olib keladi. Oqova suv tarkibida uchraydigan mikroorganizmlarning turlari juda keng bo'lib, ular orasida bakteriyalar (*Escherichia coli*, *Salmonella* spp.), viruslar (enteroviruslar, adenoviruslar) va parazitlar (*Giardia*, *Cryptosporidium*) eng xavflilari sifatida e'tirof etiladi (Bitton, 2014). Bu mikroorganizmlar suv orqali inson organizmiga tushganda ich ketish, gepatit A, tifo kabi kasalliklarni keltirib chiqarishi mumkin (Ashbolt, 2004). Tozalash texnologiyalarining ilmiy tahlillari shuni ko'rsatadiki, **mexanik tozalash** (cho'ktirish, filtrlash) yirik zarrachalarni samarali ajratadi, biroq mikroorganizmlarni to'liq yo'qota olmaydi (Metcalf & Eddy, 2014). **Biologik tozalash** usullari (aktiv loy, biofiltrlar) mikroblarni organik ifloslanish bilan birga kamaytiradi, lekin yuqori darajadagi dezinfeksiya talab qilinadi. **Kimyoviy usullar** (xlrlash, ozonlash) esa patogenlarni tez yo'q qilishda samarali bo'lsa-da, suvda zararli qoldiq moddalar hosil qilishi

mumkin (Shannon et al., 2008). **Fizik usullar** (ultrabinafsha nurlanish) xavfsizroq bo‘lib, dezinfeksiyada keng qo‘llanmoqda, ammo ularning samaradorligi suvning tiniqligiga bog‘liq (Hijnen et al., 2006). O‘zbekiston sharoitida oqova suvlarni tozalash bo‘yicha tadqiqotlar ko‘proq Toshkent va viloyat markazlaridagi yirik inshootlarda olib borilgan (Usmonov va boshq., 2019). Ammo kichik aholi punktlarida zamonaviy dezinfeksiya texnologiyalarining joriy etilishi hali ham past darajada. Shu bois, ilmiy adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, O‘zbekiston uchun mahalliy sharoitga mos, energiya tejamkor va ekologik xavfsiz texnologiyalarni ishlab chiqish dolzarbdir.

Materiallar va metodlar. Ushbu tadqiqotda oqova suvlarni mikroorganizmlardan tozalash samaradorligini baholash maqsadida laboratoriya sharoitida bir nechta texnologiyalar sinovdan o‘tkazildi. Tadqiqot jarayonida quyidagi materiallar va asbob-uskunalar ishlatildi:

Tadqiqot ob’ekti tajriba uchun namunalar Toshkent shahar kanalizatsiya tizimining kirish va chiqish oqova suvlaridan olindi. Suv namunalarida mikrobiologik ifloslanish darajasi turli mavsumlarda (yoz, qish) solishtirildi.

Asbob-uskunalar membranali filtrlar – suv tarkibidagi bakteriyalarni ajratib olish uchun.

UV-dezinfeksiya qurilmasi – fizik tozalash samaradorligini baholash uchun.

Xlorlash tizimi – kimyoviy dezinfeksiya sinovlari uchun.

Spektrofotometr – suvning loyqaligi va rangi o‘zgarishini o‘lchash uchun.

Mikroskop va Petri kosachalari – mikroorganizmlarni sanash va identifikatsiya qilish uchun.

Tadqiqot metodlari

Mikrobiologik tahlil – suvdagi umumiy koliform bakteriyalar, E. coli va boshqa patogen mikroorganizmlar sonini aniqlash (ISO 9308-1:2014 standarti asosida).

Kimyoviy tahlil – suvdagi xlor qoldig‘i va organik ifloslantiruvchi moddalar miqdorini aniqlash.

Fizik parametrlarni o‘lchash – harorat, pH, loyqalik va elektr o‘tkazuvchanlik kabi ko‘rsatkichlarni belgilash.

Tadqiqot bosqichlari

Namuna olish – sanitariya me‘yorlariga muvofiq, steril idishlarda 1 litr hajmdagi suv namunalarini yig‘ish.

Boshlang‘ich tahlil – tozalashdan oldingi suv tarkibini mikrobiologik va fizik-kimyoviy jihatdan o‘rganish.

Tozalash usullarini qo‘llash – xlorlash, ozonlash, UV-nurlanish va biologik filtrlash texnologiyalarini alohida va kombinatsiyalangan holda sinash.

Natijalarni solishtirish – har bir usuldan keyingi suvdagi mikroorganizmlar miqdorini boshlang‘ich ko‘rsatkichlar bilan taqqoslash.

Ma’lumotlarni tahlil qilish

Tadqiqot natijalari statistik usullar yordamida (MS Excel, SPSS) qayta ishlanib, har bir usulning mikroorganizmlarni kamaytirish samaradorligi foizlarda hisoblab chiqildi.

Tadqiqot natijalari muhokamasi . Oqova suvlarni mikroorganizmlardan tozalash bo'yicha o'tkazilgan tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, har bir tozalash usulining samaradorligi mikroorganizmlar turi, suvning boshlang'ich ifloslanish darajasi va qo'llangan texnologiya parametrlariga bevosita bog'liqdir.

Kimyoviy dezinfeksiya (xlorlash) Xlorlash oqova suvdagi umumiy koliform bakteriyalar sonini 96–98% gacha kamaytirishga muvaffaq bo'ldi. Biroq, xlorning yuqori konsentratsiyasi suvda trixlormetan kabi zararli organik qo'shimcha mahsulotlarning hosil bo'lishiga olib kelishi kuzatildi. Bu esa ekologik xavfsizlik nuqtayi nazaridan xlorlash jarayonini qat'iy nazorat qilish zarurligini ko'rsatadi.

Fizik dezinfeksiya (UV-nurlanish) UV-nurlanish usuli qisqa vaqt ichida (5–10 daqiqa) E. coli va boshqa patogen bakteriyalarni 99% gacha yo'q qilish samaradorligini namoyish etdi. Ushbu usul qo'shimcha kimyoviy moddalar ishlatmasligi bilan afzal, ammo suv loyqaligi yuqori bo'lganda UV samaradorligi sezilarli darajada pasaydi. Biologik filtrlar yordamida tozalash jarayonida foydali mikroorganizmlar patogen bakteriyalarni raqobat yo'li bilan siqib chiqardi. Bu usul ayniqsa uzoq muddatli ishlashda samarali bo'lib, chiqindi suvning mikrobiologik ko'rsatkichlarini me'yoriy talab darajasiga keltirdi. Ammo biologik tozalash jarayonining davomiyligi (12–24 soat) va muntazam texnik xizmat ko'rsatish zarurati uning kamchiliklari sifatida qayd etildi. Tadqiqot shuni ko'rsatdiki, UV-nurlanish va biologik filtrlashni birgalikda qo'llash eng yuqori samaradorlikni (99,5%) ta'minladi. Bu kombinatsiya suvning kimyoviy tarkibiga zarar yetkazmasdan mikroorganizmlarni maksimal darajada kamaytirdi. Natijalar boshqa ilmiy ishlanmalar bilan solishtirilganda (Jamil et al., 2019; WHO, 2022), olingan ko'rsatkichlar xalqaro standartlarga mos kelishi aniqlandi. Bu esa tadqiqotda qo'llangan usullarni amaliyotga tatbiq qilish mumkinligini ko'rsatadi. Umuman olganda, oqova suvlarni mikroorganizmlardan samarali tozalash uchun texnologiyalarni tanlashda suvning fizik-kimyoviy xususiyatlari, ifloslanish darajasi va ekologik xavfsizlik talablarini hisobga olish muhimdir.

Xulosa. Oqova suvlarni mikroorganizmlardan tozalash zamonaviy ekologik xavfsizlik va jamoat salomatligini ta'minlashda muhim ahamiyatga ega. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, har bir dezinfeksiya usuli o'zining afzallik va cheklovlariga ega. Xlorlash tezkor va arzon bo'lsa-da, kimyoviy yon mahsulotlar hosil bo'lishi xavfini oshiradi. UV-nurlanish yuqori samaradorlikka ega, ammo suvning loyqaligi uning ta'sirchanligini pasaytiradi. Biologik filtrlash esa uzoq muddatli barqaror natijalar beradi, biroq ko'proq vaqt va texnik xizmat talab qiladi. Tadqiqot davomida aniqlanishicha, kombinatsiyalangan usullar — xususan, UV-nurlanish va biologik filtrlashni birgalikda qo'llash — mikroorganizmlarni maksimal darajada

yo‘qotib, suvning kimyoviy tarkibiga zarar yetkazmaydi. Shunday qilib, oqova suvlarni mikroorganizmlardan tozalashda optimal natijaga erishish uchun integratsiyalashgan yondashuvlarni joriy etish tavsiya etiladi. Kelgusida qo‘shimcha tadqiqotlar suvni tozalash jarayonlarida energiya samaradorligi, iqtisodiy tejamkorlik va ekologik xavfsizlikni birgalikda ta‘minlash yo‘nalishida olib borilishi zarur.

Foydalanilgan adabiyotlar

- 1.Bitton, G. (2014). *Oqova suv mikrobiologiyasi*. 4-nashr. Hoboken: Wiley-Blackwell.
- 2.Tchobanoglous, G., Stensel, H. D., Tsuchihashi, R., & Burton, F. L. (2014). *Oqova suv muhandisligi: tozalash va resurslarni qayta tiklash*. 5-nashr. Nyu-York: McGraw-Hill Education.
- 3.JSST (2017). *Ichimlik suvi sifati bo‘yicha qo‘llanma: Mikrobiologik jihatlar*. Jahon sog‘liqni saqlash tashkiloti, Jeneva.
- 4.LeChevallier, M. W., & Au, K. K. (2004). *Suvni tozalash va patogenlarni nazorat qilish: Xavfsiz ichimlik suvi ta‘minotida jarayon samaradorligi*. London: IWA Publishing.
- 5.Mara, D., & Horan, N. J. (2003). *Suv va oqova suv mikrobiologiyasi qo‘llanmasi*. Academic Press.
- 6.Metcalf & Eddy, Inc. (2014). *Oqova suv muhandisligi: Tozalash va resurslarni qayta tiklash*. McGraw-Hill Education.
- 7.AQSh EPA (2021). *Oqova suvlarni ultrabinafsha nurlanishi bilan dezinfeksiya qilish bo‘yicha texnologiya varaqasi*. AQSh Atrof-muhitni muhofaza qilish agentligi.
- 8.Spellman, F. R. (2018). *Suv va oqova suvlarni tozalash inshootlari ishlash qo‘llanmasi*. 4-nashr. CRC Press.
- 9.Bartram, J., & Cairncross, S. (2010). *Gigiyena, sanitariya va suv: sog‘liqning unutilgan asoslari*. PLoS Medicine, 7(11), e1000367.
- 10.Xu, P., Janex, M. L., Savoye, P., Cockx, A., & Lazarova, V. (2002). Ozon yordamida oqova suvlarni dezinfeksiya qilish: jarayon loyihasi uchun asosiy parametrlari. *Water Research*, 36(4), 1043–1055.