

YEROSTI SUVLARINI TUZLANISHDAN TOZALASH UCHUN SAMARALI FILTRATSIYA TIZIMI

Ro'zimurodova Zuhra

Bo'riyeva Muhabbat

Termiz Davlat universiteti kimyo yo'nalishi 1-kurs talabalari

Ilmiy rahbar : Kurbonov Faxriddin Bobomuratovich

Annotatsiya. Ushbu maqolada yerosti suvlarining minerallashuvi va tuzlanishi sharoitida ichimlik hamda xo'jalik ehtiyojlari uchun yaroqli suv olishga mo'ljallangan samarali filtratsiya tizimini ishlab chiqish masalasi yoritiladi. Maqolada suv tarkibi, umumiy erigan moddalar miqdori, qattqlik, sulfat, xlorid va gidrokarbonat ionlari, shuningdek, tizimning bosim, energiya va tiklanish ko'rsatkichlari ilmiy jihatdan tahlil qilinadi. Natijada yerosti suvlari tuzlanishidan tozalash uchun samarali filtratsiya tizimi faqat bitta usulga emas, balki suv sifatiga moslashtirilgan ko'p bosqichli texnologik yechimga tayangan holda qurilishi zarurligi asoslab beriladi

Kalit so'zlar: yerosti suvlari, tuzlanish, minerallashuv, filtratsiya tizimi, teskari osmos, nanofiltratsiya, sorbsiya, ion-almashinish, ichimlik suvi, suv tozalash, membrana, O'zbekiston.

Kirish. Suv tanqisligi va suv sifati muammosi XXI asrning eng keskin ekologik va texnologik masalalaridan biriga aylandi. Odatda jamiyat e'tibori ko'proq daryolar, ko'llar va suv omborlariga qaratiladi, biroq real hayotda aholi, qishloq xo'jaligi va sanoat ehtiyojlarining katta qismi yerosti suvlariga tayanadi.

Yerosti suvlarining asosiy afzalligi ularning nisbatan barqarorligi, mavsumiy tebranishlarga kamroq berilishi va ko'pincha mikrobiologik jihatdan ochiq suv havzalariga nisbatan xavfsizroq bo'lishidir.

O'zbek tilidagi "Suv ta'minoti va oqava suvlarni oqizish asoslari", "Gidroekologiya" va "Sanoat gigiyenasi" kabi manbalarda ham suvni tozalash darajasi manba xossalriga qarab tanlanishi kerakligi, tozalash va zararsizlantirish usullari bosqichma-bosqich qo'llanilishi bayon etiladi.

Mavzuning dolzarbligi yana bir omil bilan kuchayadi: sho'rlanish faqat ichimlik suvi sifati masalasi emas, balki ijtimoiy-iqtisodiy masala hamdir. Quduq suvining qattqligi oshsa, maishiy jihozlar va quvurlar tez ishdan chiqadi; xlorid va sulfat miqdori yuqori bo'lsa, ta'm va korroziya muammosi paydo bo'ladi; natriy yuqori bo'lsa, sug'orish suvi sifatida ham muammo tug'diradi. Shu sabab yerosti suvlarini tozalash tizimi nafaqat suvni ichishga yaroqli qilish, balki qishloq tumanlari, chekka hududlar va suv tanqis mintaqalarda kichik hajmli, barqaror va iqtisodiy jihatdan

ko'tarib bo'ladigan texnologik platforma yaratish masalasidir. Ayniqsa markazlashmagan quduq suvlari uchun bu yo'nalish muhim, chunki bunday hududlarda yirik inshoot emas, balki modul tipidagi lokal tozalash tizimlari samaraliroq bo'ladi. Shu maqolaning asosiy maqsadi ham shundan iborat: yerosti suvlarini tuzlanishdan tozalash uchun samarali filtratsiya tizimining ilmiy asoslarini tahlil qilish, texnologik modelini taklif etish va O'zbekiston sharoitida amaliy jihatdan asoslash.

Adabiyotlar tahlili. Adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, yerosti suvlari bilan bog'liq muammolar uch asosiy yo'nalishda o'rganiladi: birinchi yo'nalish — suv manbalarining gidrogeologik va ekologik holati; ikkinchisi — suvni ichimlik yoki xo'jalik maqsadida tayyorlash texnologiyalari; uchinchisi — tuzsizlantirish va membranali filtratsiya tizimlari. Jahon miqyosidagi hisobotlarda yerosti suvlari suv xavfsizligi uchun markaziy resurs sifatida baholanadi. UNESCO hisobotlari yerosti suvlaridan foydalanish iqlim o'zgarishi va suv tanqisligi fonida yanada ortishini ta'kidlaydi. Bu esa ularning sifatini saqlash va zarur hollarda chuqur tozalash texnologiyalarini keng joriy etishni talab qiladi. Xalqaro manbalarda nanofiltratsiya ko'p valentli ionlar va qattqlikni kamaytirishda, teskari osmos esa umumiy erigan moddalarni chuqur kamaytirishda ustun ekani ko'rsatilgan. Shu sabab lokal filtratsiya tizimi dizaynida klassik filtrlash usullari yakuniy yechim emas, balki membrana uchun tayyorlov bosqichi sifatida qaralishi ilmiy jihatdan to'g'ri bo'ladi.

Metodologiya. Ushbu maqola eksperimental laboratoriya hisobotidan ko'ra qiyosiy-tahliliy ilmiy ish bo'lib, unda yerosti suvlarini tuzlanishdan tozalash uchun samarali filtratsiya tizimi nazariy va amaliy manbalar asosida modellashtirildi. Tahlilda uch turdagi manbalar birlashtirildi: birinchisi — yerosti suvlari va suv tanqisligi bo'yicha xalqaro institutsional hisobotlar; ikkinchisi — sho'r va o'rtacha minerallashgan suvlarni tozalashga oid texnik manbalar; uchinchisi — o'zbek tilidagi suv ta'minoti, gidroekologiya va mahalliy yerosti suvlari sifati haqidagi adabiyotlar. Shu asosda samarali filtratsiya tizimini loyihalash uchun oltita mezon tanlandi: boshlang'ich suvning minerallashuvi, qattqlik darajasi, loyqaligi, temir/marganets mavjudligi, energiya talabi va chiqindi konsentratni boshqarish imkoniyati.

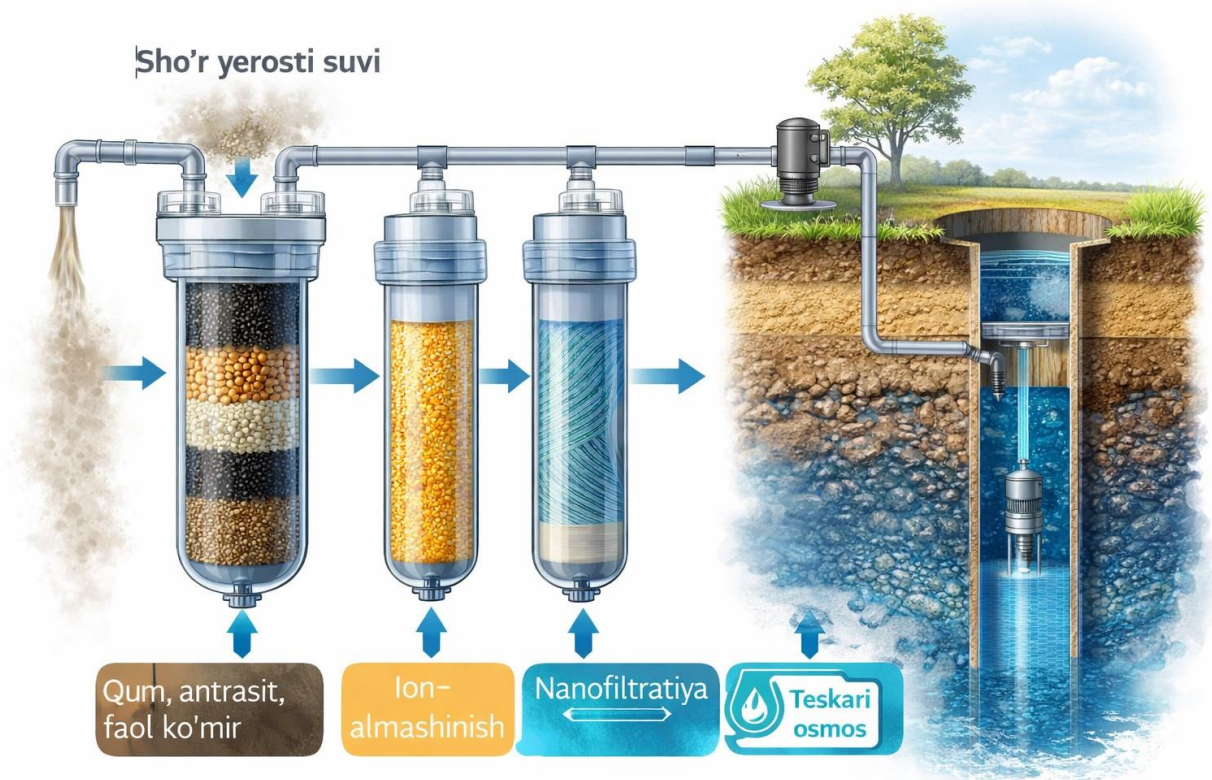
Nazariy texnologik zanjir quyidagicha ishlab chiqildi: quduq suvi namunasi olish → fizik-kimyoviy tahlil → dastlabki mexanik filtrlash → aeratsiya yoki oksidlovchi old ishlov → qum/antrasit yoki multimedia filtr → faol ko'mirli sorbsion qatlam → kerak bo'lsa ion-almashinish yumshatish → nanofiltratsiya yoki teskari osmos → remineralizatsiya va pH korreksiyasi → dezinfeksiya → foydalanish. Bu zanjir har bir bosqichni majburiy qilmaydi; aksincha, suv sifatiga qarab konfiguratsiya tanlanadi. Masalan, temiri yuqori suv uchun aeratsiya va katalitik filtrlash kuchaytiriladi;

qattiqliqi yuqori, ammo TDS o'rtacha suv uchun nanofiltratsiya tanlanishi mumkin; yuqori TDS va ichimlik sifati talabi bo'lsa, teskari osmos asosiy bosqichga aylanadi. Bu yondashuv suvni tozalashni "hamma joyga bir xil uskuna" printsiptidan chiqarib, "analizga asoslangan moslashuvchan loyiha" bosqichiga olib keladi.

Quyidagi jadval taklif etilayotgan tizimning qiyosiy modelini ko'rsatadi.

Jadvaldan ko'rinadiki, samarali filtratsiya tizimi bitta qurilmadan iborat emas. Mexanik bosqich membranani himoya qiladi, sorbsion qatlam organik yuklamani pasaytiradi, ion-almashinish va nanofiltratsiya qattiqlikni boshqaradi, teskari osmos esa yakuniy tuzsizlantirishni bajaradi. Shu sabab tizim samaradorligi alohida elementlar emas, ularning ketma-ket va bir-birini to'ldiruvchi ishlashi bilan belgilanadi.

Tahlil va natijalar. Tahlil natijalari shuni ko'rsatadiki, yerosti suvlarini tuzlanishdan tozalashda eng katta xatolik TDS va qattiqlikni bir xil muammo deb qarashdir. Qattiqlik asosan kalsiy va magniy ionlari bilan bog'liq bo'lsa, umumiy minerallasuvga natriy xlorid, sulfatlar va boshqa erigan modda ham kiradi. Agar suvning asosiy muammosi qattiqlik bo'lsa, ion-almashinish yoki nanofiltratsiya ko'pincha yetarli bo'ladi. Agar asosiy muammo yuqori TDS bo'lsa, ayniqsa natriy va xlorid yuqori bo'lsa, teskari osmos zarur bo'ladi. Shuning uchun samarali tizim loyihasi "bir xil filtrni hamma joyga qo'yish" emas, suv tarkibini oldindan laboratoriyada tahlil qilishdan boshlanishi kerak.



Ikkinchi natija — old filtrlash bosqichining ahamiyati. Energetika va suv bo'yicha texnik manbalarda sho'r yerosti suvlarini RO bilan tozalash samaradorligi old ishlov sifatiga kuchli bog'liq ekani ko'rsatiladi. Agar suv tarkibida kolloid, temir, loyqa va organik modda ko'p bo'lsa, membrananing tez ifloslanishi ro'y beradi. Bu esa bosim sarfini, yuvish chastotasini va xizmat xarajatini oshiradi. Demak, qumli yoki multimedia filtr, zarur bo'lsa aeratsiya, keyin faol ko'mirli sorbsion qatlam qo'llanishi membrana bosqichining barqarorligini oshiradi. Bu yerda ko'p foydalanuvchilar ko'rmaydigan nuqta shuki, arzon old filtr butun tizim iqtisodiyotini yaxshilaydi.

Uchinchi natija — nanofiltratsiya va teskari osmosni bir-biriga raqib emas, turli holatlar uchun ikki xil vosita sifatida ko'rish kerak. EPA manbalarida nanofiltratsiya kamroq energiya talab qilishi, biroq tuzlarni teskari osmos darajasida ushlamasligi qayd etiladi. Shu sabab qattiqligi yuqori, ammo umumiy sho'rli juda katta bo'lmagan quduq suvlari uchun NF iqtisodiy jihatdan ma'qul bo'lishi mumkin. Aksincha, ichimlik suvi standartlariga yaqin chuqur tuzsizlantirish kerak bo'lgan holatda RO ustun bo'ladi. Boshqacha aytganda, samaradorlik faqat maksimal tozalash foizi emas; energiya, xizmat muddati va suv tiklanishi bilan birga baholanishi kerak.



To'rtinchi natija — brine, ya'ni konsentrat masalasi. RO tizimlari yuqori samaradorlik beradi, lekin tuzlar yo'qolib ketmaydi; ular konsentrat oqimga o'tadi. NREL

manbasidagi yirik sho‘r yerosti suvi tuzsizlantirish tizimida ham ma‘lum suv qayta tiklanishidan so‘ng konsentrat oqimi hosil bo‘lishi ko‘rinadi. Shu sabab samarali filtratsiya tizimi loyihalashda “tozalangan suv qancha chiqadi?” degan savol bilan birga “konsentratni nima qilamiz?” degan savol ham hal qilinishi shart. Mahalliy sharoitda bu bug‘latish hovuzi, nazoratli chiqarish yoki ma‘lum sanoat ehtiyojlariga qayta ishlatish shaklida ko‘rilishi mumkin. Bu masala yechilmasa, texnologiya laboratoriya darajasida qoladi.

Beshinchi natija — O‘zbekiston uchun modul tipidagi lokal tizimlar istiqbolliroq. Sababi markazlashmagan quduqlar, qishloq punktlari va suv sifati hududdan hududga farqlanuvchi joylarda yirik markaziy inshootdan ko‘ra, joyning suv tarkibiga moslashtirilgan kichik yoki o‘rta quvvatli filtratsiya bloklari ko‘proq foyda beradi. Bunda taklif etilayotgan optimal model quyidagicha ko‘rinadi: 1) quduq suvi analiz qilinadi; 2) agar loyqa va temir yuqori bo‘lsa — aeratsiya + qum filtri; 3) organik ifloslanish va hid bo‘lsa — faol ko‘mir; 4) qattqlik ustun bo‘lsa — yumshatish yoki NF; 5) TDS yuqori bo‘lsa — RO; 6) yakunda remineralizatsiya va dezinfeksiya. Ana shu moslashuvchan konfiguratsiya yerosti suvlari bilan ishlash uchun eng real va ilmiy asoslangan yechim bo‘lib ko‘rinadi.

Muhokama. Yerosti suvlarini tuzlanishdan tozalash uchun samarali filtratsiya tizimi yaratish g‘oyasi oddiy ko‘rinadi, lekin amalda to‘rtta qattiq savolga borib taqaladi. Birinchi savol: maqsad nima — ichimlik suvi tayyorlashmi, maishiy texnik ehtiyojmi yoki sug‘orish uchun moslashtirishmi? Chunki ichimlik suvi uchun talab bilan sug‘orish suvi uchun talab bir xil emas. Ikkinchi savol: suv tarkibida aynan qaysi komponent ustun — qattqlikmi, xloridmi, sulfatmi, natriymi, temirmi? Uchinchi savol: tizim energiya va xizmat xarajatlari bo‘yicha ko‘tarib bo‘ladimi? To‘rtinchi savol: konsentratni boshqarish qanday hal qilinadi? Ana shu savollar aniq javobsiz qolsa, “samarali filtratsiya tizimi” degan ibora chiroyli ko‘rinadi, lekin amalda ishlamaydi.

Xulosa. Ushbu maqola tahlili shuni ko‘rsatdiki, yerosti suvlarini tuzlanishdan tozalash uchun samarali filtratsiya tizimi yaratish bugungi O‘zbekiston sharoitida nafaqat ilmiy, balki amaliy zaruratdir. Buning birinchi sababi — yerosti suvlari aholi uchun strategik ichimlik suvi manbai bo‘lib qolmoqda. Ikkinchi sababi — sug‘orma dehqonchilik, ikkilamchi sho‘rlanish va xo‘jalik faoliyati ayrim hududlarda quduq suvlari sifatini jiddiy yomonlashtirmoqda. Uchinchi sabab — oddiy mexanik yoki dezinfeksion usullar erigan tuzlar muammosini hal qilmaydi; buning uchun ko‘p bosqichli fizik-kimyoviy va membranali tizimlar talab etiladi. Yakunda esa remineralizatsiya va dezinfeksiya bilan suvning iste‘mol sifati tiklanadi. Shu ketma-ketlik saqlansa, tizim nafaqat tozalaydi, balki uzoq muddat barqaror ishlaydi. Nihoyat,

ilmiy-amaliy istiqbol nuqtai nazaridan yerosti suvlari uchun filtratsiya tizimlari bo'yicha keyingi tadqiqotlar uch yo'nalishga qaratilishi kerak: birinchidan, O'zbekiston hududlari kesimida quduq suvlari tarkibining tipologiyasini yaratish; ikkinchidan, mahalliy sharoit uchun optimal old tozalash + membrana konfiguratsiyalarini tajriba asosida sinash; uchinchidan, chiqindi konsentratni xavfsiz va iqtisodiy boshqarish texnologiyalarini ishlab chiqish. Ana shu uch yo'nalish birlashgandagina yerosti suvlarini tuzlanishdan tozalash masalasi nazariy tavsiyadan amaliy infratuzilma yechimiga aylanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Baratov X.A., Xalimova Z.Sh. **O'zbekiston Respublikasi tog' oldi tekisliklarida sug'orma dehqonchilikning grunt suvlar sifati va rejimiga ta'siri (Ulus cho'li misolida)** // Ilmiy axborotnoma. Geografiya, 2021.
2. Nurmurodov A.B. **Tabiiy suv resurslari va suv ekologiyasidan to'g'ri foydalanish madaniyatini yuksaltirish** // 2022.
3. **Suv ta'minoti va oqava suvlarni oqizish asoslari.** O'quv-uslubiy majmua. Ziyonet manbasi.
4. **Gidroekologiya.** O'quv qo'llanma. Ziyonet manbasi.
5. **Sanoat gigiyenasi yoki Sanoat gigiyenasi fanidan ma'ruzalar to'plami.** Suvni tozalash va zararsizlantirish usullari bo'limlari. Ziyonet manbalari.