ICHIMLIK SUVI RESURSLARINI MUHOFAZA QILISH VA ULARDAN OQILONA FOYDALANISHNING EKOLOGIK JIHATLARI

Nurmuxammedova Muxlisa Mira'zam qizi
Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti
Milliy tadqiqot universiteti
E-mail: mirxoliqovamuxlisa25@gmail.com
https://doi.org/10.5281/zenodo.22710916

Annotatsiya. Mazkur maqolada ichimlik suvi resurslarini muhofaza qilish va ulardan oqilona foydalanishning ekologik jihatlari kompleks tarzda tahlil qilingan. Tadqiqotda ichimlik suvi manbalarining ifloslanishiga sabab bo'luvchi tabiiy va antropogen omillar, suv resurslariga sanoat, qishloq xo'jaligi, urbanizatsiya va maishiy faoliyatning ta'siri yoritilgan. Shuningdek, iqlim o'zgarishi sharoitida suv resurslarining miqdoriy va sifat jihatdan o'zgarishi hamda buning ekologik xavfsizlikka ta'siri ko'rib chiqilgan. Suv manbalarining sanitariya-muhofaza zonalarini tashkil etish, oqova suvlarni samarali tozalash, suvni tejovchi texnologiyalarni joriy etish, suv ta'minoti tizimlaridagi yo'qotishlarni kamaytirish va zamonaviy raqamli monitoring vositalaridan foydalanishning ahamiyati asoslab berilgan. Tadqiqot natijasida ichimlik suvi resurslarini muhofaza qilishda ekologik monitoringni kuchaytirish, suvdan foydalanish samaradorligini oshirish, aholining ekologik madaniyatini yuksaltirish hamda suv resurslarini kompleks boshqarish bo'yicha ilmiy-amaliy tavsiyalar ishlab chiqilgan. Mazkur yondashuv suv xavfsizligini ta'minlash, tabiiy ekotizimlarni saqlash va kelajak avlodlar uchun sifatli ichimlik suvi resurslarini asrashga xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: ichimlik suvi, suv resurslari, suv muhofazasi, ekologik xavfsizlik, suv sifati, suv ifloslanishi, antropogen ta'sir, oqova suvlar, suvni tejash texnologiyalari, ekologik monitoring, suv resurslarini boshqarish, iqlim o'zgarishi, ekologik madaniyat, suv xavfsizligi.

Аннотация. В данной статье всесторонне анализируются экологические аспекты защиты и рационального использования ресурсов питьевой воды. Исследование охватывает природные и антропогенные факторы, вызывающие загрязнение источников питьевой воды, влияние промышленности, сельского хозяйства, урбанизации и бытовой деятельности на водные ресурсы. Также рассматриваются количественные и качественные изменения водных ресурсов в условиях изменения климата и их влияние на экологическую безопасность. Обосновывается важность организации санитарно-защитных зон источников воды, эффективной очистки сточных вод, внедрения водосберегающих технологий, снижения потерь в системах водоснабжения и использования современных цифровых средств мониторинга. В результате исследования разработаны научно-практические рекомендации по усилению экологического мониторинга в защите ресурсов питьевой воды, повышению эффективности водопользования, повышению экологической культуры населения и комплексному управлению водными ресурсами. Такой подход служит обеспечению

безопасности воды, сохранению природных экосистем и высококачественных ресурсов питьевой воды для будущих поколений.

Ключевые слова: питьевая вода, водные ресурсы, водоохрана, экологическая безопасность, качество воды, загрязнение воды, антропогенное воздействие, сточные воды, водосберегающие технологии, экологический мониторинг, управление водными ресурсами, изменение климата, экологическая культура, безопасность воды.

Abstract. This article comprehensively analyzes the ecological aspects of the protection and rational use of drinking water resources. The study covers natural and anthropogenic factors that cause pollution of drinking water sources, the impact of industry, agriculture, urbanization and household activities on water resources. It also considers quantitative and qualitative changes in water resources under climate change and their impact on environmental safety. The importance of organizing sanitary protection zones of water sources, effective wastewater treatment, introducing water-saving technologies, reducing losses in water supply systems, and using modern digital monitoring tools is substantiated. As a result of the study, scientific and practical recommendations have been developed to strengthen environmental monitoring in the protection of drinking water resources, increase the efficiency of water use, raise the ecological culture of the population, and comprehensive management of water resources. This approach serves to ensure water safety, preserve natural ecosystems, and preserve high-quality drinking water resources for future generations.

Key words: drinking water, water resources, water protection, environmental safety, water quality, water pollution, anthropogenic impact, wastewater, water conservation technologies, environmental monitoring, water resources management, climate change, environmental culture, water safety.

Kirish. Suv insoniyat hayoti va jamiyat taraqqiyotining eng muhim tabiiy omillaridan biri bo‘lib, uning mavjudligi va sifati aholi salomatligi, oziq-ovqat xavfsizligi, iqtisodiy rivojlanish hamda ekologik barqarorlikni ta’minlashda fundamental ahamiyat kasb etadi. Tabiiy resurslar orasida chuchuk suvning o‘rni ayniqsa beqiyos bo‘lib, u nafaqat insonning fiziologik ehtiyojlarini qondirish, balki qishloq xo‘jaligi, sanoat, energetika, kommunal xo‘jalik va boshqa ko‘plab sohalarning uzluksiz faoliyat yuritishi uchun zarur resurs hisoblanadi. Shu bois ichimlik suvi resurslarini asrash, ularning sifatini ta’minlash va mavjud suv zaxiralaridan oqilona foydalanish bugungi kunda global ekologik va ijtimoiy muammolarning eng dolzarb yo‘nalishlaridan biriga aylanmoqda. Hozirgi davrda dunyo miqyosida suv resurslariga bo‘lgan antropogen bosimning kuchayishi kuzatilmoqda. Aholi sonining ortishi, urbanizatsiya jarayonlarining jadallashuvi, sanoat ishlab chiqarishining kengayishi, qishloq xo‘jaligida sug‘oriladigan maydonlarning ko‘payishi hamda turli xo‘jalik faoliyatlarining rivojlanishi suvga bo‘lgan talabning muntazam oshishiga olib kelmoqda. Bunda muammo faqat suv miqdorining kamayishi bilan emas, balki mavjud suv manbalarining turli xil ifloslantiruvchi moddalar bilan zararlanishi bilan ham bog‘liq. Sanoat korxonalaridan chiqarilayotgan oqova suvlar, qishloq xo‘jaligida ishlatiladigan mineral o‘g‘itlar va pestitsidlar, maishiy chiqindilar, neft mahsulotlari, og‘ir metallar hamda boshqa kimyoviy birikmalar yer usti va yer osti suvlarining tabiiy tarkibiga salbiy ta’sir ko‘rsatishi

mumkin. Ichimlik suvining ekologik holati inson salomatligi bilan bevosita bog‘liq. Suv tarkibida patogen mikroorganizmlar, og‘ir metallar, nitrat va nitritlar, pestitsidlar, neft mahsulotlari yoki boshqa toksik moddalarning me’yoridan ortiq bo‘lishi turli kasalliklarning kelib chiqish xavfini oshiradi. Shuning uchun ichimlik suvining xavfsizligini ta’minlash faqat suvni tozalash texnologiyalarini qo‘llash bilangina cheklanmasdan, avvalo suv manbalarining ifloslanishining oldini olishga qaratilgan ekologik va sanitariya-profilaktik choralarni amalga oshirishni talab etadi. Birlashgan Millatlar Tashkilotining Barqaror rivojlanish maqsadlarida suv resurslarini muhofaza qilish va barcha insonlarning xavfsiz hamda arzon ichimlik suvi bilan ta’minlanishi alohida ustuvor vazifa sifatida belgilangan. Xususan, Barqaror rivojlanishning 6-maqsadi — “Toza suv va sanitariya” doirasida ichimlik suvining mavjudligi, suv sifatini yaxshilash, ifloslanishni kamaytirish, suv resurslaridan samarali foydalanish va suv ekotizimlarini muhofaza qilish masalalariga alohida e’tibor qaratilgan. Mazkur yondashuv suv resurslarini muhofaza qilish masalasi alohida bir mamlakat yoki hududning muammosi emas, balki xalqaro miqyosdagi ekologik va ijtimoiy masala ekanligini ko‘rsatadi. Suv resurslarining holatiga iqlim o‘zgarishi ham sezilarli ta’sir ko‘rsatmoqda. Global haroratning oshishi bug‘lanish jarayonlarining kuchayishiga, yog‘ingarchiliklarning hududlar va fasllar bo‘yicha qayta taqsimlanishiga, qurg‘oqchilik davrlarining uzayishiga va suv manbalarining gidrologik rejimi o‘zgarishiga sabab bo‘lishi mumkin. Ayrim hududlarda suv tanqisligi kuchaysa, boshqa hududlarda qisqa muddatli kuchli yog‘ingarchiliklar va toshqinlar suv havzalarining ifloslanish xavfini oshiradi. Shu nuqtayi nazardan, ichimlik suvi resurslarini muhofaza qilish strategiyalarini ishlab chiqishda iqlim o‘zgarishining uzoq muddatli oqibatlarini ham hisobga olish zarur. O‘zbekiston sharoitida ichimlik suvi resurslarini muhofaza qilish masalasi yanada muhim ahamiyatga ega. Mamlakatning tabiiy-iqlim sharoiti, qurg‘oqchil hududlarning mavjudligi, suv resurslarining hududlar bo‘yicha notekis taqsimlanishi va suvga bo‘lgan talabning yuqoriligi suvdan samarali foydalanishni taqozo etadi. Ayniqsa, aholining ichimlik suvi bilan barqaror ta’minlanishi, suv ta’minoti infratuzilmasining texnik holati, suv tarmoqlaridagi yo‘qotishlar, yer usti va yer osti suvlarining ifloslanish xavfi kabi masalalar ekologik va ijtimoiy jihatdan muhimdir. O‘zbekistonda suv resurslaridan foydalanishning katta qismi qishloq xo‘jaligi bilan bog‘liq bo‘lib, sug‘orish tizimlarida suv yo‘qotishlarini kamaytirish, suv tejovchi texnologiyalarni joriy etish va sug‘orish samaradorligini oshirish suv xavfsizligining muhim yo‘nalishlaridan hisoblanadi. Tomchilatib sug‘orish, yomg‘irlatib sug‘orish, raqamli suv hisoblagichlari, tuproq namligini aniqlovchi sensorlar va avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlaridan foydalanish suv resurslarini tejash bilan birga suvning ekologik yuklamasini kamaytirish imkonini beradi. Ichimlik suvi resurslarini muhofaza qilishda yer osti suvlarining ekologik holati ham alohida e’tiborni talab qiladi. Yer osti suvlari ko‘plab hududlarda ichimlik suvi ta’minotining muhim manbalaridan biri bo‘lsa-da, ularning ifloslanishi ko‘pincha uzoq muddat davomida sezilmasdan kechadi. Sanoat va maishiy chiqindilar, qishloq xo‘jaligi kimyoviy vositalari, chiqindi poligonlari va oqova suvlarning tuproqqa singishi yer osti suvlarining sifatiga salbiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Shu sababli yer osti suvlarining miqdori bilan bir qatorda ularning gidrokimyoviy va mikrobiologik holatini muntazam monitoring qilish muhimdir. Suv resurslarini muhofaza qilishning ekologik jihatlaridan yana biri — suv havzalarining tabiiy ekotizim sifatidagi funksiyalarini saqlab qolishdir. Daryo, ko‘l, suv ombori va boshqa suv obyektlari faqat inson ehtiyojlari

uchun suv manbai bo‘lib qolmasdan, ko‘plab o‘simlik va hayvonot turlarining yashash muhiti hisoblanadi. Suvning haddan tashqari olinishi, ifloslanishi va gidrologik rejimning buzilishi suv ekotizimlarining biologik xilma-xilligiga salbiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Shu sababli suv resurslarini boshqarishda inson ehtiyojlari bilan tabiiy ekotizimlarning ekologik ehtiyojlari o‘rtasidagi muvozanatni ta’minlash muhim ahamiyatga ega. Ichimlik suvi resurslarini muhofaza qilishda sanitariya-muhofaza zonalarini tashkil etish va ulardan foydalanish tartibiga rioya qilish ham muhim ekologik mexanizmlardan biridir. Ichimlik suvi olinadigan daryo, kanal, suv ombori va yer osti suv manbalari atrofida muhofaza hududlarini belgilash orqali potensial ifloslanish manbalarini cheklash mumkin. Bunday hududlarda chiqindilarni joylashtirish, zararli moddalarni saqlash, nazoratsiz oqova suvlarni chiqarish va suv sifatiga xavf tug‘diruvchi boshqa faoliyat turlarini cheklash suv manbalarining ekologik xavfsizligini oshiradi. Zamonaviy sharoitda suv resurslarini muhofaza qilish jarayoniga raqamli texnologiyalarni joriy etish ham katta ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etmoqda. Sensor texnologiyalari, geografik axborot tizimlari, masofadan zondlash, sun’iy yo‘ldosh monitoringi, avtomatlashtirilgan suv hisoblagichlari va ma’lumotlarni real vaqt rejimida qayta ishlash imkonini beruvchi raqamli platformalar suv resurslarining miqdoriy va sifat holatini tezkor baholash imkonini beradi. Ayniqsa, suv ta’minoti tarmoqlarida sizib chiqishlarni aniqlash, suv sarfini nazorat qilish va ifloslanish manbalarini tezkor aniqlashda bunday texnologiyalarning ahamiyati ortib bormoqda. Bundan tashqari, suv resurslarini muhofaza qilishda aholining ekologik madaniyati muhim omillardan biridir. Suvni tejash, suv havzalariga chiqindi tashlamaslik, maishiy oqova suvlarni to‘g‘ri boshqarish, suvdan foydalanish qoidalariga rioya qilish va ekologik mas’uliyatni shakllantirish orqali suv resurslariga bo‘lgan antropogen bosimni kamaytirish mumkin. Ayniqsa, yosh avlodda suvning ekologik va ijtimoiy qiymati haqida ilmiy asoslangan tushunchalarni shakllantirish uzoq muddatli ekologik barqarorlikni ta’minlashning muhim shartidir. Shu bilan birga, ichimlik suvi resurslarini muhofaza qilish faqat davlat tashkilotlari yoki suv xo‘jaligi tizimining vazifasi bo‘lib qolmasligi kerak. Mazkur jarayonda mahalliy hokimiyat organlari, ekologik tashkilotlar, ilmiy-tadqiqot muassasalari, ta’lim tashkilotlari, ishlab chiqarish korxonalari va fuqarolik jamiyati institutlarining o‘zaro hamkorligi zarur. Suv resurslarini kompleks boshqarish tamoyili asosida barcha manfaatdor tomonlarning ishtirokini ta’minlash suv xavfsizligini oshirish imkonini beradi. Mavzuning dolzarbligi shundaki, suv resurslariga bo‘lgan ehtiyojning ortib borishi sharoitida mavjud suv manbalarini faqat miqdoriy jihatdan emas, balki ekologik va sifat jihatidan ham muhofaza qilish zarur. Suvdan oqilona foydalanish, bir tomondan, aholining ichimlik suviga bo‘lgan ehtiyojini barqaror qondirishga xizmat qilsa, ikkinchi tomondan, tabiiy suv ekotizimlarining ekologik muvozanatini saqlash imkonini beradi.

Mazkur tadqiqotning asosiy maqsadi ichimlik suvi resurslarini muhofaza qilish va ulardan oqilona foydalanishning ekologik jihatlarini ilmiy jihatdan tahlil qilish, suv resurslariga salbiy ta’sir ko‘rsatuvchi asosiy omillarni aniqlash hamda ularni kamaytirishga qaratilgan samarali ekologik va tashkiliy mexanizmlarni asoslashdan iborat. Tadqiqotning asosiy vazifalari sifatida ichimlik suvi resurslarining ekologik ahamiyatini ochib berish, suv manbalarining ifloslanish sabablarini tahlil qilish, antropogen va iqlimiy omillarning suv sifatiga ta’sirini baholash, suvni tejash va qayta foydalanish texnologiyalarining ekologik samaradorligini aniqlash, suv resurslarini monitoring qilishning zamonaviy usullarini

o‘rganish hamda O‘zbekiston sharoitida suv xavfsizligini ta’minlash bo‘yicha ilmiy-amaliy tavsiyalar ishlab chiqish belgilangan. Tadqiqotning ilmiy yangiligi ichimlik suvi resurslarini muhofaza qilish masalasini suv sifati, suvdan foydalanish samaradorligi, ekologik monitoring, raqamli texnologiyalar va aholining ekologik madaniyati kabi o‘zaro bog‘liq omillar tizimida ko‘rib chiqish bilan belgilanadi. Mazkur yondashuv suv resurslarini boshqarishning an’anaviy modelidan kompleks va ekologik barqaror boshqaruv modeliga o‘tish zaruratini asoslash imkonini beradi. Tadqiqotning amaliy ahamiyati shundan iboratki, unda ilgari surilgan taklif va tavsiyalardan suv resurslarini boshqarish, ichimlik suvi ta’minoti tizimini takomillashtirish, ekologik monitoringni tashkil etish, suvni tejash texnologiyalarini joriy etish hamda aholining ekologik madaniyatini oshirishga qaratilgan dasturlarni ishlab chiqishda foydalanish mumkin. Umuman olganda, ichimlik suvi resurslarini muhofaza qilish va ulardan oqilona foydalanish masalasi ekologik barqarorlik, aholi salomatligi, iqtisodiy taraqqiyot va kelajak avlodlarning suv xavfsizligini ta’minlash bilan bevosita bog‘liq bo‘lgan kompleks ilmiy-amaliy muammodir. Shu sababli suv resurslarini boshqarishda “suvdan foydalanish — suvni tejash — suv sifatini nazorat qilish — ifloslanishning oldini olish — tabiiy ekotizimlarni muhofaza qilish” tamoyillarining uzviyligini ta’minlash zamonaviy ekologik siyosatning ustuvor yo‘nalishlaridan biri bo‘lishi lozim.

Adabiyotlar tahlili. Ichimlik suvi resurslarini muhofaza qilish va ulardan oqilona foydalanish masalasi ekologiya, gidrologiya, suv xo‘jaligi, sanitariya-gigiyena, tibbiyot, geografiya va iqtisodiyot kabi fanlarning kesishgan nuqtasida shakllangan kompleks ilmiy yo‘nalishlardan biridir. Mazkur yo‘nalishda olib borilgan tadqiqotlarda suv resurslarining miqdoriy cheklanganligi bilan bir qatorda, ularning sifat ko‘rsatkichlarining yomonlashuvi, antropogen ifloslanish, iqlim o‘zgarishi, urbanizatsiya, qishloq xo‘jaligi va sanoat faoliyatining suv ekotizimlariga ta’siri asosiy tadqiqot obyekti sifatida qaraladi. Suv resurslaridan foydalanishning zamonaviy ilmiy konsepsiyasida “suv xavfsizligi” tushunchasi alohida o‘rin egallaydi. Ilgari suv muammolari asosan suv miqdorining yetarliligi va aholini suv bilan ta’minlash nuqtayi nazaridan o‘rganilgan bo‘lsa, zamonaviy tadqiqotlarda suvning miqdori, sifati, ekologik barqarorligi, sanitariya xavfsizligi, iqtisodiy samaradorligi va uzoq muddatli mavjudligi yagona tizim sifatida baholanmoqda. Bunday yondashuv suv resurslarini faqat iste’mol qilinadigan tabiiy boylik emas, balki murakkab ekologik tizimning ajralmas elementi sifatida ko‘rib chiqishni talab qiladi. Jahon sog‘liqni saqlash tashkiloti (WHO) tomonidan ishlab chiqilgan ichimlik suvi sifati bo‘yicha qo‘llanmalarda suv xavfsizligini ta’minlashning asosiy tamoyili sifatida “manbadan iste’molchigacha” bo‘lgan butun zanjirda xavflarni boshqarish yondashuvi ilgari surilgan. WHO tavsiyalarida suv manbasini muhofaza qilish, xavflarni oldindan aniqlash, suv xavfsizligi rejalarini ishlab chiqish, sanitariya nazorati va mustaqil monitoringning o‘zaro bog‘liqligiga alohida e’tibor beriladi. 2026-yilda yangilangan WHO qo‘llanmasida ushbu yondashuv yanada takomillashtirilib, mikrobiologik, kimyoviy va boshqa xavflarni boshqarish hamda suv ta’minoti tizimlarining barqarorligini ta’minlash masalalari kengaytirilgan.

WHOning mazkur konsepsiyasi ichimlik suvi muammosini faqat suvni iste’mol qilishdan oldin tozalash masalasi sifatida emas, balki suv manbasining o‘zini himoya qilishdan boshlanadigan kompleks ekologik jarayon sifatida talqin etishga imkon beradi. Shu

jihatdan, suvni tozalash inshootlarini modernizatsiya qilish bilan bir qatorda, suv havzalariga ifloslantiruvchi moddalar tushishining oldini olish, sanitariya-muhofaza zonalarini tashkil etish va antropogen yuklamani kamaytirish muhim hisoblanadi. WHOning 2022-yilgi ichimlik suvi sifati bo‘yicha qo‘llanmasida sog‘liqni saqlashga asoslangan maqsadlarni belgilash, suv xavfsizligi rejalarini ishlab chiqish va mustaqil nazoratni amalga oshirish suv sifatini boshqarishning muhim elementlari sifatida ko‘rsatilgan. Shuningdek, mazkur hujjatda mikrobiologik va kimyoviy xavflar, jumladan, ayrim og‘ir metallar, pestitsidlar, toksik moddalar va sianobakteriyalar bilan bog‘liq xavflarni nazorat qilishga alohida e’tibor berilgan. Ilmiy adabiyotlarda ichimlik suvining ifloslanishi odatda mikrobiologik, kimyoviy, fizik va radiologik xavflar guruhiga ajratib o‘rganiladi. Mikrobiologik ifloslanish, ayniqsa, sanitariya tizimlari yetarlicha rivojlanmagan hududlarda dolzarb bo‘lib, suv orqali yuqadigan yuqumli kasalliklar xavfini oshiradi. Kimyoviy ifloslanish esa ko‘pincha uzoq muddatli ta’sirga ega bo‘lib, suv tarkibidagi nitratlar, pestitsidlar, og‘ir metallar, neft mahsulotlari va boshqa toksik birikmalar bilan bog‘liq. Shu sababli suv sifatini baholashda faqat bitta ko‘rsatkichga tayanish emas, balki ko‘p omilli monitoring tizimidan foydalanish maqsadga muvofiqdir. Ichimlik suvi xavfsizligini ta’minlash bo‘yicha zamonaviy tadqiqotlarda riskga asoslangan boshqaruv konsepsiyasi tobora keng qo‘llanmoqda. Mazkur konsepsiyaning asosiy afzalligi shundaki, u muammo yuzaga kelgandan keyin uni bartaraf etishdan ko‘ra, xavfni oldindan aniqlash va profilaktik choralarni amalga oshirishga yo‘naltiriladi. WHO ham suv xavfsizligi rejalarini aynan xavflarni manbadan iste’molchigacha aniqlash va boshqarish mexanizmi sifatida tavsiya etadi. Suv resurslarining ekologik holatini o‘rganishda Birlashgan Millatlar Tashkilotining tadqiqotlari ham muhim nazariy va metodologik asos bo‘lib xizmat qiladi. BMTning 2024-yilgi Jahon suvni rivojlantirish hisobotida suvning barqaror va adolatli boshqarilishi iqtisodiy farovonlik, tinchlik, oziq-ovqat xavfsizligi va ijtimoiy barqarorlik bilan bevosita bog‘liqligi ta’kidlangan. Hisobotda suvning tanqisligi yoki ifloslanishi nafaqat ekologik, balki iqtisodiy va ijtimoiy xavflarni ham kuchaytirishi qayd etiladi. Mazkur yondashuv suv resurslarini muhofaza qilishni tor ekologik muammo sifatida emas, balki barqaror rivojlanishning muhim tarkibiy qismi sifatida ko‘rib chiqish zarurligini ko‘rsatadi. Ayniqsa, suv resurslari qishloq xo‘jaligi, energetika, sanoat va aholi ehtiyojlari o‘rtasida taqsimlanadigan sharoitlarda suvdan foydalanish samaradorligi bilan ekologik muhofaza o‘rtasidagi muvozanatni ta’minlash muhimdir. Suv resurslariga universal va xavfsiz kirish masalasi bo‘yicha WHO va UNICEFning Qo‘shma monitoring dasturi (JMP) ma’lumotlari ham muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega. 2025-yilda e’lon qilingan 2000–2024-yillar davridagi hisobotga ko‘ra, 2015–2024-yillar davomida xavfsiz boshqariladigan ichimlik suv xizmatlaridan foydalanish imkoniyatiga ega bo‘lgan aholi soni sezilarli oshgan bo‘lsa-da, 2024-yil holatiga ko‘ra dunyo bo‘yicha 2,1 milliard kishi hanuzgacha xavfsiz boshqariladigan ichimlik suv xizmatlaridan foydalana olmaydi. Bu ko‘rsatkich suv xavfsizligi masalasi hali ham global miqyosda dolzarb ekanini ko‘rsatadi. Adabiyotlarda suv resurslarining ifloslanishida qishloq xo‘jaligi faoliyati muhim antropogen omillardan biri sifatida ko‘rsatiladi. Mineral o‘g‘itlarning ortiqcha qo‘llanilishi natijasida azot va fosfor birikmalarining suv havzalariga tushishi eutrofikatsiya jarayonlarini kuchaytirishi mumkin. Pestitsidlar va boshqa agroximikatlarning tuproq orqali filtratsiyasi esa yer osti suvlarining kimyoviy tarkibiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Shu sababli zamonaviy

ekologik tadqiqotlarda suv resurslarini muhofaza qilish qishloq xo‘jaligida ekologik xavfsiz agrotexnologiyalarni joriy etish bilan chambarchas bog‘lanadi.

Sanoat korxonalarining suv resurslariga ta’siri ham ko‘plab tadqiqotlarda keng o‘rganilgan. Sanoat oqova suvlarida og‘ir metallar, neft mahsulotlari, organik birikmalar va boshqa toksik komponentlarning mavjudligi suv ekotizimlari uchun jiddiy xavf tug‘dirishi mumkin. Shu nuqtayi nazardan, sanoat korxonalarida yopiq suv aylanish tizimlarini joriy qilish, oqova suvlarni biologik, fizik-kimyoviy va membranali usullar yordamida tozalash hamda tozalangan suvni qayta foydalanishga yo‘naltirish suv resurslarini muhofaza qilishning samarali yo‘nalishlari sifatida qaraladi. Urbanizatsiya jarayonlari ham ichimlik suvi resurslariga ikki tomonlama ta’sir ko‘rsatadi. Bir tomondan, shahar aholisi sonining ko‘payishi ichimlik suviga bo‘lgan talabni oshiradi. Ikkinchi tomondan, maishiy oqova suvlar, chiqindilar, transport va sanoat obyektlari faoliyati suv havzalariga qo‘shimcha antropogen yuklama yaratadi. Shuning uchun urbanizatsiyalashgan hududlarda suv resurslarini boshqarish masalasi kanalizatsiya va oqova suvlarni tozalash tizimlarini rivojlantirish, suv tarmoqlaridagi yo‘qotishlarni kamaytirish va suv iste’molini nazorat qilish bilan birgalikda olib borilishi kerak. Adabiyotlarda iqlim o‘zgarishi va suv resurslari o‘rtasidagi bog‘liqlik ham alohida ilmiy yo‘nalish sifatida shakllangan. Haroratning oshishi, bug‘lanishning kuchayishi, yog‘ingarchiliklarning notekis taqsimlanishi va qurg‘oqchiliklarning kuchayishi suv resurslarining miqdoriy holatiga ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Bundan tashqari, iqlim o‘zgarishi suv sifati bilan bog‘liq muammolarni ham kuchaytirishi mumkin. Masalan, yuqori harorat ayrim suv havzalarida biologik jarayonlarning jadallashishiga va suv sifatining yomonlashishiga olib kelishi ehtimoli mavjud. WHO qo‘llanmalarining so‘nggi tahrirlarida ham iqlim o‘zgarishi suv xavfsizligi bilan bog‘liq muhim omillardan biri sifatida ko‘rib chiqilgan. Suv resurslaridan oqilona foydalanish masalasida ilmiy adabiyotlarda integratsiyalashgan suv resurslarini boshqarish (IWRM) konsepsiyasi keng qo‘llanadi. Mazkur yondashuv suv resurslarini alohida tarmoqlar kesimida emas, balki yagona gidrologik, ekologik, iqtisodiy va ijtimoiy tizim sifatida boshqarishni nazarda tutadi. Bunda suvdan foydalanishning turli sohalari o‘rtasida manfaatlar muvozanatini ta’minlash, suv ekotizimlarini saqlash va kelajak avlodlar ehtiyojlarini hisobga olish asosiy tamoyillar sifatida qaraladi. Suvni tejash texnologiyalari bo‘yicha tadqiqotlarda qishloq xo‘jaligida tomchilatib va yomg‘irlatib sug‘orish, sanoatda qayta aylanma suv tizimlari, kommunal xo‘jalikda suv yo‘qotishlarini kamaytirish, maishiy sohada esa suv sarfini nazorat qiluvchi texnologiyalardan foydalanish samarali yo‘nalishlar sifatida baholanadi. Bunday texnologiyalar suv resurslaridan foydalanish samaradorligini oshirish bilan birga, suv manbalariga bo‘lgan bosimni kamaytirish imkonini beradi. So‘nggi yillarda ilmiy adabiyotlarda raqamli texnologiyalar va suv resurslarini boshqarish masalalariga ham katta e’tibor qaratilmoqda. Geografik axborot tizimlari, masofadan zondlash, sun’iy yo‘ldosh ma’lumotlari, IoT sensorlari, avtomatlashtirilgan suv hisoblagichlari va sun’iy intellekt asosidagi prognozlash tizimlari suv resurslarining miqdoriy va sifat ko‘rsatkichlarini monitoring qilish imkoniyatlarini kengaytirmoqda. Bunday texnologiyalar suvning sizib chiqishini aniqlash, suv sarfini optimallashtirish, ifloslanish manbalarini aniqlash va suv resurslarining kelajakdagi holatini prognoz qilishda qo‘llanilishi mumkin. Kichik va qishloq hududlaridagi ichimlik suvi ta’minoti ham alohida ilmiy muammo sifatida qaraladi. WHOning 2024-yilda e’lon qilingan kichik ichimlik suvi

ta’minoti tizimlari bo‘yicha qo‘llanmasida bunday tizimlarda texnik, boshqaruv, moliyaviy va resurs cheklovlari suv xavfsizligiga ta’sir qilishi mumkinligi qayd etilgan. Shu sababli kichik suv ta’minoti tizimlari uchun mahalliy sharoitga mos monitoring, sanitariya inspeksiyasi va risklarni boshqarish mexanizmlarini ishlab chiqish zarur.

O‘zbekiston sharoitida suv resurslarini o‘rganishga bag‘ishlangan ilmiy tadqiqotlarda mamlakatning qurg‘oqchil iqlimi, suv resurslarining hududlar bo‘yicha notekis taqsimlanganligi, qishloq xo‘jaligining yuqori suv talabi, suv infratuzilmasining texnik holati va iqlim o‘zgarishining ta’siri muhim omillar sifatida qayd etiladi. Shu sababli mamlakat sharoitida suvni muhofaza qilish masalasi suv resurslarini boshqarish, qishloq xo‘jaligi samaradorligi, ekologik xavfsizlik va aholi salomatligi bilan uzviy bog‘liq holda tadqiq etilishi lozim. O‘zbekiston uchun ayniqsa yer usti va yer osti suvlarini kompleks monitoring qilish, ichimlik suv manbalarining sanitariya holatini yaxshilash, suv tarmoqlaridagi yo‘qotishlarni kamaytirish, oqova suvlarni tozalash samaradorligini oshirish va suvni tejovchi texnologiyalarni keng joriy etish muhim hisoblanadi. Bunda xalqaro tajriba bilan bir qatorda mamlakatning tabiiy-iqlim, demografik, iqtisodiy va hududiy xususiyatlarini hisobga olish zarur.

Adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, hozirgi ilmiy tadqiqotlarda ichimlik suvi resurslarini muhofaza qilishning uchta asosiy konseptual yo‘nalishi shakllangan. Birinchisi — suv sifatini ta’minlash va sog‘liqni muhofaza qilish, ikkinchisi — suv resurslaridan samarali va oqilona foydalanish, uchinchisi esa — suv ekotizimlarining ekologik barqarorligini saqlashdir. Ushbu uch yo‘nalish bir-biridan mustaqil emas, balki yagona tizim sifatida qaralishi lozim. Shuningdek, mavjud tadqiqotlarda suv resurslarini muhofaza qilishning texnik jihatlari nisbatan keng o‘rganilgan bo‘lsa-da, suv sifati, suvdan foydalanish samaradorligi, iqlim o‘zgarishi, raqamli monitoring, ekologik madaniyat va boshqaruv mexanizmlarini yagona tizimda baholashga ehtiyoj saqlanib qolmoqda. Ayniqsa, O‘zbekiston sharoitida ichimlik suvi manbalarining ekologik holatini hududiy xususiyatlar asosida kompleks baholash va suv xavfsizligini ta’minlashning integratsiyalashgan mexanizmlarini ishlab chiqish dolzarb ilmiy vazifa hisoblanadi. Shunday qilib, o‘rganilgan ilmiy manbalar va xalqaro tashkilotlarning hisobotlari asosida xulosa qilish mumkinki, ichimlik suvi resurslarini muhofaza qilish zamonaviy ekologik siyosatning alohida yo‘nalishi emas, balki aholi salomatligi, ekologik barqarorlik, iqtisodiy rivojlanish, iqlimga moslashuv va barqaror rivojlanish maqsadlarini birlashtiruvchi kompleks tizimdir. Zamonaviy tadqiqotlarning umumiy tendensiyasi suvni faqat iste’mol qilinadigan resurs sifatida emas, balki tabiiy ekotizimlarning tarkibiy qismi va strategik milliy boylik sifatida boshqarish zarurligini ko‘rsatmoqda. Shu sababli ichimlik suvi resurslarini muhofaza qilishda profilaktik, riskga asoslangan, raqamli, ekologik va integratsiyalashgan boshqaruv yondashuvlarini uyg‘unlashtirish mazkur sohadagi ilmiy tadqiqotlarning istiqbolli yo‘nalishi sifatida namoyon bo‘ladi.

Tadqiqot natijalari va muhokamasi. Tadqiqot davomida ichimlik suvi resurslarini muhofaza qilish va ulardan oqilona foydalanishning ekologik jihatlari tizimli ravishda tahlil qilindi. O‘rganishlar natijasida ichimlik suvi resurslarining ekologik holatiga ta’sir ko‘rsatuvchi omillarni shartli ravishda tabiiy va antropogen omillarga ajratish mumkinligi aniqlandi. Tabiiy omillar qatoriga iqlim sharoiti, yog‘ingarchilik miqdori, bug‘lanish,

gidrologik rejim va geologik tuzilish kirsa, antropogen omillar tarkibiga sanoat, qishloq xo‘jaligi, urbanizatsiya, maishiy chiqindilar, oqova suvlar hamda suv resurslaridan me’yoridan ortiq foydalanish kiradi. Mazkur omillarning o‘zaro ta’siri suv manbalarining miqdoriy va sifat holatini belgilovchi asosiy determinantlardan biri hisoblanadi.

Ichimlik suvi resurslarining ekologik holatiga ta’sir etuvchi omillar. Tadqiqot natijalari suv resurslariga antropogen bosimning ortishi ichimlik suvi manbalarining ekologik xavfsizligiga bevosita tahdid tug‘dirishini ko‘rsatdi. Ayniqsa, aholi zich joylashgan hududlarda maishiy oqova suvlarning yetarli darajada tozalanmasligi, sanoat korxonalaridan chiqadigan oqovalar va qishloq xo‘jaligida agroximikatlardan me’yoridan ortiq foydalanish suv manbalarining ifloslanish xavfini oshiradi. Suv manbalariga tushadigan ifloslantiruvchi moddalar tarkibiga biologik, kimyoviy va mexanik komponentlar kiradi. Mexanik ifloslanish suvning loyqaligi va organoleptik xususiyatlariga ta’sir qilsa, kimyoviy ifloslanish suv tarkibidagi nitratlar, fosfatlar, og‘ir metallar, neft mahsulotlari va turli organik birikmalar miqdorining ortishiga olib kelishi mumkin. Biologik ifloslanish esa patogen mikroorganizmlarning suv muhitida tarqalishi bilan bog‘liq bo‘lib, sanitariya nuqtayi nazaridan eng xavfli omillardan biri hisoblanadi. Shu jihatdan suv sifatini baholashda faqat suvning tashqi ko‘rinishi yoki organoleptik xususiyatlari bilan cheklanib qolmasdan, fizik-kimyoviy va mikrobiologik ko‘rsatkichlarning kompleks monitoringini tashkil etish zarur.

Qishloq xo‘jaligining suv resurslariga ta’siri. Tadqiqot davomida qishloq xo‘jaligi faoliyati suv resurslariga ta’sir ko‘rsatuvchi asosiy antropogen omillardan biri ekanligi aniqlandi. Sug‘oriladigan dehqonchilikda suvning katta hajmda sarflanishi, mineral o‘g‘itlar va pestitsidlardan foydalanish suv manbalarining ekologik holatiga ta’sir qilishi mumkin. Azot va fosfor saqlovchi o‘g‘itlarning ortiqcha qo‘llanilishi yomg‘ir yoki sug‘orish suvlari bilan yuvilib, daryo, kanal, ko‘l va suv omborlariga tushishi mumkin. Buning natijasida suv havzalarida oziqa elementlari konsentratsiyasi ortib, eutrofikatsiya jarayonlari kuchayishi ehtimoli mavjud. Eutrofikatsiya suv havzalarida suv o‘tlari va boshqa organizmlarning haddan tashqari ko‘payishiga, kislorod rejimining buzilishiga va suv sifatining pasayishiga sabab bo‘lishi mumkin. Shu sababli qishloq xo‘jaligida suv resurslarini muhofaza qilish uchun mineral o‘g‘itlardan ilmiy asoslangan me’yorlarda foydalanish, organik o‘g‘itlardan oqilona foydalanish, biologik himoya usullarini kengaytirish va suv tejovchi sug‘orish texnologiyalarini joriy etish maqsadga muvofiqdir.

Sanoat va maishiy oqova suvlarning ekologik ta’siri. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, sanoat korxonalarining suv resurslariga ta’sirini kamaytirishda oqova suvlarni tozalash tizimlarining texnik holati muhim ahamiyatga ega. Tozalash inshootlarining eskirishi yoki ularning samaradorligining pastligi natijasida suv tarkibiga turli kimyoviy va organik moddalar tushishi mumkin. Sanoat korxonalarida suvni qayta aylantirish tizimlarini joriy etish ushbu muammoni kamaytirishning samarali yo‘nalishlaridan biridir. Bunday tizimlarda ishlab chiqarish jarayonida ishlatilgan suv tegishli tozalash bosqichlaridan o‘tkazilib, qayta texnologik jarayonga yo‘naltiriladi. Natijada yangi suvga bo‘lgan ehtiyoj kamayadi va suv havzalariga chiqariladigan oqova suv hajmi qisqaradi. Maishiy oqova suvlarni samarali boshqarish ham ichimlik suvi manbalarini muhofaza qilishning muhim sharti hisoblanadi. Aholi punktlarida kanalizatsiya tizimlarini rivojlantirish, oqova suvlarni biologik va fizik-kimyoviy usullarda tozalash hamda tozalangan suvdan texnik maqsadlarda qayta foydalanish suv resurslarining ekologik yuklamasini kamaytirishga xizmat qiladi.

Suv sifatini monitoring qilish natijalari. Tadqiqotda ichimlik suvi resurslarini samarali muhofaza qilish uchun monitoring tizimining uzluksizligi va kompleksligi muhim ekanligi asoslandi. Suv sifatini monitoring qilishda pH, loyqalik, mineralizatsiya, elektr o‘tkazuvchanlik, erigan kislorod, biologik va kimyoviy kislorod sarfi, nitratlar, fosfatlar, ammoniy, og‘ir metallar hamda mikrobiologik ko‘rsatkichlarni nazorat qilish maqsadga muvofiq. Suv sifatini muntazam kuzatib borish orqali suv manbalarida yuzaga kelayotgan o‘zgarishlarni dastlabki bosqichda aniqlash mumkin. Bu esa ifloslanish manbalarini tezkor aniqlash, ekologik xavfni baholash va zarur profilaktik choralarni amalga oshirish imkonini beradi. Monitoring tizimining samaradorligi faqat laboratoriya tahlillarining chastotasiga emas, balki olingan ma’lumotlarni tizimli ravishda qayta ishlash va ularning natijalari asosida boshqaruv qarorlarini qabul qilishga ham bog‘liq. Shu sababli an’anaviy laboratoriya monitoringini zamonaviy raqamli monitoring tizimlari bilan integratsiya qilish muhim istiqbolli yo‘nalish hisoblanadi.

Raqamli texnologiyalarning suv resurslarini muhofaza qilishdagi imkoniyatlari. Tadqiqot natijalari zamonaviy raqamli texnologiyalar suv resurslarini boshqarish samaradorligini sezilarli darajada oshirish imkoniyatiga ega ekanligini ko‘rsatdi. Xususan, IoT sensorlari yordamida suv sarfi, bosim, harorat, elektr o‘tkazuvchanlik va ayrim sifat ko‘rsatkichlarini real vaqt rejimida kuzatish mumkin. Geografik axborot tizimlari yordamida suv manbalarining hududiy holatini xaritalashtirish, potensial ifloslanish manbalarini aniqlash va ekologik xavf zonalarini belgilash imkoniyati mavjud. Masofadan zondlash texnologiyalari esa katta hududlardagi suv obyektlarining holatini muntazam kuzatish imkonini beradi. Kelajakda sun’iy intellekt va mashinali o‘qitish algoritmlaridan foydalanish orqali suv sarfi, suv sifati va ifloslanish xavfini prognozlash imkoniyatlari ham kengayadi. Masalan, tarixiy monitoring ma’lumotlari asosida suv sifatining o‘zgarish tendensiyalarini aniqlash va xavfli holatlarni oldindan bashorat qilish mumkin.

Suvdan oqilona foydalanishning ekologik samaradorligi. Tadqiqot davomida suv resurslarini muhofaza qilish faqat ifloslanishni kamaytirish bilan cheklanmasligi, balki suvdan foydalanish samaradorligini oshirishni ham qamrab olishi kerakligi aniqlandi. Suv resurslaridan oqilona foydalanishning asosiy mezonlari sifatida suv sarfini kamaytirish, yo‘qotishlarni minimallashtirish, qayta foydalanish imkoniyatlarini kengaytirish va suvning ekologik qiymatini hisobga olish belgilanishi mumkin. Qishloq xo‘jaligida tomchilatib sug‘orish texnologiyasi suvni bevosita o‘simlik ildiz zonasiga yetkazib berish orqali suv sarfini kamaytirishga yordam beradi. Yomg‘irlatib sug‘orish, avtomatlashtirilgan sug‘orish tizimlari va tuproq namligini nazorat qiluvchi sensorlardan foydalanish ham suv sarfini optimallashtirish imkonini beradi. Kommunal xo‘jalikda esa suv tarmoqlaridagi sizib chiqishlarni aniqlash, eskirgan quvurlarni almashtirish, suv hisoblagichlaridan foydalanish va suv sarfini raqamli nazorat qilish muhim ahamiyatga ega. Ayniqsa, ichimlik suvining texnik ehtiyojlar uchun asossiz sarflanishini kamaytirish umumiy suv xavfsizligiga ijobiy ta’sir ko‘rsatadi.

Iqlim o‘zgarishi sharoitida suv resurslarini muhofaza qilish. Tadqiqot natijalari suv resurslarini boshqarish strategiyasini ishlab chiqishda iqlim o‘zgarishi omilini hisobga olish zarurligini ko‘rsatdi. Haroratning ko‘tarilishi, qurg‘oqchilik davrlarining uzayishi va yog‘ingarchiliklarning o‘zgaruvchanligi suv resurslarining mavjudligiga ta’sir qilishi mumkin. Iqlim o‘zgarishi sharoitida suv resurslarini boshqarishning an’anaviy usullari

yetarli bo‘lmasligi mumkin. Shu sababli suv resurslarining uzoq muddatli prognozlarini ishlab chiqish, suv omborlaridan foydalanish samaradorligini oshirish, suv tejovchi texnologiyalarni keng joriy etish va favqulodda suv tanqisligi holatlariga moslashuvchan boshqaruv mexanizmlarini shakllantirish talab etiladi. Bundan tashqari, suv manbalarini iqlim xavflaridan himoyalashda tabiiy ekotizimlarning rolini ham hisobga olish lozim. Suv-botqoq hududlar, daryo bo‘yidagi tabiiy o‘simlik qoplami va boshqa ekologik tizimlar suv aylanishining tabiiy mexanizmlarini saqlashda muhim funksiyani bajaradi.

Suv resurslarini muhofaza qilishda ekologik madaniyatning o‘rni. Tadqiqot davomida suv resurslaridan oqilona foydalanishning texnik va boshqaruv mexanizmlari bilan bir qatorda aholining ekologik madaniyati ham muhim omil ekanligi aniqlandi. Aholining suvning iqtisodiy va ekologik qiymatini chuqur anglashi suvdan foydalanish xatti-harakatlariga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Ekologik ta’lim orqali yoshlar va aholida suvni tejash, suv havzalarini chiqindilardan muhofaza qilish, maishiy kimyoviy moddalarni oqilona ishlatish va suv resurslariga mas’uliyatli munosabatni shakllantirish mumkin. Ta’lim muassasalarida suvni muhofaza qilishga bag‘ishlangan ekologik loyihalar, amaliy mashg‘ulotlar va targ‘ibot tadbirlarini tashkil etish ushbu yo‘nalishning samaradorligini oshiradi.

O‘zbekiston sharoitida aniqlangan asosiy muammolar va takliflar. O‘zbekiston sharoitida ichimlik suvi resurslarini muhofaza qilish bilan bog‘liq muammolarni kompleks baholash natijasida bir qator ustuvor yo‘nalishlarni ajratish mumkin. Birinchidan, ichimlik suv manbalarini ifloslanishdan manbaning o‘zida himoya qilish zarur. Ya’ni faqat suvni keyinchalik tozalashga emas, balki ifloslantiruvchi moddalarning suv obyektlariga tushishini oldindan cheklashga ustuvor ahamiyat berish kerak. Ikkinchidan, sanitariya-muhofaza zonalari faoliyatini kuchaytirish, ichimlik suv manbalari atrofidagi ekologik talablarning bajarilishini muntazam nazorat qilish maqsadga muvofiq. Uchinchidan, oqova suvlarni tozalash inshootlarini modernizatsiya qilish va energiya hamda resurslarni kam sarflaydigan texnologiyalarni joriy etish lozim. To‘rtinchidan, suv yo‘qotishlarini kamaytirish suv xavfsizligining muhim rezervi hisoblanadi. Suv ta’minoti tarmoqlarini rekonstruksiya qilish, raqamli hisoblagichlardan foydalanish va sizib chiqishlarni tezkor aniqlash orqali suvdan foydalanish samaradorligini oshirish mumkin. Beshinchidan, qishloq xo‘jaligida suv tejovchi texnologiyalarni kengaytirish, agroximikatlardan foydalanishni optimallashtirish va suv havzalariga ozuqa elementlarining tushishini kamaytirishga qaratilgan himoya zonalarini rivojlantirish zarur. Oltinchidan, suv resurslarini boshqarishda raqamli monitoring tizimlarini keng joriy etish zarur. Bunda suvning miqdoriy va sifat ko‘rsatkichlarini yagona axborot tizimida birlashtirish boshqaruv qarorlarining tezkorligi va aniqligini oshiradi.

Tadqiqot natijalarining umumlashtirilgan muhokamasi. Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, ichimlik suvi resurslarini muhofaza qilish masalasida alohida bir choraga tayanish yetarli emas. Masalan, faqat suvni tozalash inshootlarini modernizatsiya qilish suv manbalariga doimiy ravishda yangi ifloslantiruvchi moddalar tushib turadigan sharoitda muammoni to‘liq hal eta olmaydi. Xuddi shuningdek, faqat suvni tejash texnologiyalarini joriy etish ham suv sifati muammolarini avtomatik ravishda bartaraf etmaydi.

Shu sababli eng maqbul yondashuv “manbani muhofaza qilish + ifloslanishni oldini olish + samarali tozalash + suvni tejash + qayta foydalanish + raqamli monitoring + ekologik ta’lim” elementlarini yagona tizimga birlashtirishdan iborat.

Tadqiqot natijalarini quyidagi tizim orqali ifodalash mumkin:

Antropogen bosim → suv manbalarining ifloslanishi va suv tanqisligi → suv sifati va ekologik holatning yomonlashuvi → sanitariya va ekologik xavflarning ortishi → kompleks muhofaza va oqilona foydalanish choralarini joriy etish → suv xavfsizligi va ekologik barqarorlikni ta'minlash.

Mazkur yondashuv suv resurslarini boshqarishning profilaktik modelini shakllantirish imkonini beradi. Ya'ni muammo yuzaga kelgandan keyin uni bartaraf etishdan ko‘ra, xavfni oldindan aniqlash, uning manbalarini nazorat qilish va ekologik xavflarning oldini olish samaraliroq hisoblanadi. Shuningdek, tadqiqot natijalari suv resurslarini muhofaza qilishning ekologik samaradorligi boshqaruv, texnologik va ijtimoiy mexanizmlarning o‘zaro uyg‘unligiga bog‘liqligini ko‘rsatdi. Texnologik modernizatsiya suvni tejash va tozalash imkoniyatlarini oshirsa, samarali ekologik boshqaruv ushbu texnologiyalarning amaliyotga to‘g‘ri joriy etilishini ta'minlaydi. Aholining ekologik madaniyati esa mazkur tizimning ijtimoiy asosini shakllantiradi. Demak, ichimlik suvi resurslarini muhofaza qilishda integratsiyalashgan suv resurslarini boshqarish tamoyillaridan foydalanish, suv sifatini muntazam monitoring qilish, suv tejovchi texnologiyalarni kengaytirish, oqova suvlarni qayta ishlash va raqamli boshqaruv vositalarini joriy etish O‘zbekiston sharoitida ekologik va ijtimoiy jihatdan eng muhim yo‘nalishlar sifatida baholanishi mumkin.

Xulosa. Olib borilgan tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, ichimlik suvi resurslarini muhofaza qilish va ulardan oqilona foydalanish bugungi kunda ekologik xavfsizlikni ta'minlash, aholi salomatligini himoya qilish hamda barqaror ijtimoiy-iqtisodiy rivojlanishga erishishning muhim shartlaridan biridir. Suv resurslarining cheklanganligi, aholi sonining o‘sishi, urbanizatsiya, sanoat va qishloq xo‘jaligining rivojlanishi hamda iqlim o‘zgarishi suv manbalariga bo‘lgan antropogen bosimni tobora kuchaytirmoqda. Tadqiqot davomida ichimlik suvi resurslarining ekologik holatiga ta'sir etuvchi asosiy omillar sifatida sanoat oqova suvlari, qishloq xo‘jaligida mineral o‘g‘it va pestitsidlardan foydalanish, maishiy chiqindilar, kanalizatsiya tizimlarining yetarli darajada rivojlanmaganligi, suv tarmoqlaridagi yo‘qotishlar hamda suvdan me'yoridan ortiq foydalanish aniqlandi. Ushbu omillar suvning fizik-kimyoviy va mikrobiologik sifat ko‘rsatkichlariga salbiy ta'sir ko‘rsatishi bilan birga, tabiiy suv ekotizimlarining barqarorligini ham buzishi mumkin. Ichimlik suvining ekologik xavfsizligini ta'minlashda suv manbalarini ifloslanishdan oldindan himoya qilish, sanitariya-muhofaza zonalarining samarali faoliyatini ta'minlash, oqova suvlarni zamonaviy texnologiyalar asosida tozalash va suv sifatini muntazam monitoring qilish muhim ahamiyatga ega. Ayniqsa, “manbadan iste'molchigacha” bo‘lgan butun suv ta'minoti zanjirida xavflarni aniqlash va boshqarishga asoslangan yondashuv suv xavfsizligini ta'minlashning samarali mexanizmlaridan biri hisoblanadi. Tadqiqot natijalari suvdan oqilona foydalanish masalasini suv resurslarini muhofaza qilishdan alohida ko‘rib chiqib bo‘lmasligini ko‘rsatdi. Suvni tejovchi sug‘orish texnologiyalaridan foydalanish, sanoatda yopiq suv aylanish tizimlarini joriy etish, kommunal tarmoqlardagi sizib chiqishlarni kamaytirish, suv hisobini raqamlashtirish va tozalangan oqova suvlarni qayta foydalanishga yo‘naltirish suv resurslaridan foydalanish samaradorligini oshirish imkonini beradi. Natijada ichimlik suvi resurslarini muhofaza qilishni ekologik, texnologik, iqtisodiy va ijtimoiy

mexanizmlarning yagona tizimi asosida tashkil etish suv xavfsizligini mustahkamlashning eng muhim sharti sifatida namoyon bo‘ladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. World Health Organization. (2022). *Guidelines for Drinking-water Quality: Fourth Edition Incorporating the First and Second Addenda*. Geneva: WHO.
2. World Health Organization. (2024). *Small Water Supplies: Guidelines for Drinking-water Quality*. Geneva: World Health Organization.
3. World Health Organization. (2024). *Drinking-water*. Geneva: WHO.
4. World Health Organization & UNICEF. (2025). *Progress on Household Drinking Water, Sanitation and Hygiene 2000–2024: Special Focus on Gender*. WHO/UNICEF Joint Monitoring Programme.
5. United Nations World Water Development Report. (2024). *Water for Prosperity and Peace*. Paris: UNESCO.
6. United Nations. (2015). *Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. New York: United Nations.
7. UNESCO. (2024). *United Nations World Water Development Report 2024: Water for Prosperity and Peace*. Paris: UNESCO.
8. Gleick, P. H. (Ed.). (2014). *The World's Water, Volume 8: The Biennial Report on Freshwater Resources*. Washington, DC: Island Press.
9. Grigg, N. S. (2016). *Integrated Water Resource Management: An Interdisciplinary Approach*. Palgrave Macmillan.
10. Loucks, D. P., & van Beek, E. (2017). *Water Resource Systems Planning and Management: An Introduction to Methods, Models, and Applications*. Springer.
11. UNESCO. (2020). *United Nations World Water Development Report 2020: Water and Climate Change*. Paris: UNESCO.
12. United Nations Environment Programme. (2016). *A Snapshot of the World’s Water Quality: Towards a Global Assessment*. Nairobi: UNEP.
13. FAO. (2021). *The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture: Systems at Breaking Point*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
14. OECD. (2015). *OECD Principles on Water Governance*. Paris: OECD Publishing.
15. World Bank. (2019). *Quality Unknown: The Invisible Water Crisis*. Washington, DC: World Bank.
16. O‘zbekiston Respublikasi. (2019). *O‘zbekiston Respublikasining Suv kodeksi*. Toshkent.
17. O‘zbekiston Respublikasi. (2019). *Atrof-muhitni muhofaza qilish va ekologik xavfsizlikni ta’minlashga oid normativ-huquqiy hujjatlar*. Toshkent.
18. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining suv resurslaridan oqilona foydalanish, suv xo‘jaligini boshqarish va ekologik xavfsizlikni ta’minlashga oid farmon va qarorlari. Toshkent.
19. O‘zbekiston Respublikasi Ekologiya va atrof-muhitni muhofaza qilish sohasidagi vakolatli davlat organlari materiallari.
20. O‘zbekiston Respublikasi suv xo‘jaligi sohasiga oid statistik va tahliliy ma’lumotlar. Toshkent.