

SUV RESURSLARIDAN TARMOQLARARO FOYDALANISH FAOLIYATI BOSHQARUVIGA TA'SIR ETUVCHI OMILLAR

Karimov Anvarjon Muqumjonovich

Zahridin Muhammad Bobur nomidagi Andijon davlat universitetining Kompyuter injiniringi kafedrasi, 170100, Universitet ko'chasi, 129-uy, O'zbekiston, Andijon shahri.

anvarjonkarimov1987@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada suv resurslaridan tarmoqlararo foydalanish faoliyati boshqaruviga ta'sir etuvchi omillar tizimli ravishda tahlil qilingan. Tadqiqotda iqtisodiy, institutsional, texnologik, ekologik va ijtimoiy omillar alohida ko'rib chiqilib, ular o'rtasidagi o'zaro bog'liqlik aniqlangan. Adabiyotlar tahlili asosida suv boshqaruvining nazariy modellari va zamonaviy yondashuvlari o'rganilgan. O'zbekiston va Markaziy Osiyo mintaqasining o'ziga xos sharoitlari hisobga olingan holda omillar tasnifi ishlab chiqilgan. Tadqiqot natijalari suv resurslarini tarmoqlararo taqsimlash samaradorligini oshirishga qaratilgan siyosiy va amaliy tavsiyalar ishlab chiqish uchun nazariy asos bo'lib xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: suv resurslari, tarmoqlararo boshqaruv, omillar tahlili, institutsional omillar, suv iqtisodiyoti, integratsiyalashgan suv boshqaruvi, Markaziy Osiyo.

KIRISH

Suv resurslari insoniyat hayoti va iqtisodiy rivojlanishning asosini tashkil etadi. Jahon miqyosida suv tanqisligi muammosi keskinlashib borayotgan bugungi kunda ushbu resurslarga bo'lgan ehtiyoj tobora ortmoqda. Ayniqsa, qishloq xo'jaligi, sanoat va kommunal xizmatlar kabi asosiy tarmoqlar suv iste'molida raqobatlashuvi boshqaruv sohasida tubdan yangi yondashuvlarni talab qilmoqda [1]. Markaziy Osiyo mintaqasi, xususan O'zbekiston, tabiiy-iqlim sharoitlari nuqtai nazaridan suv resurslari taqchilligini o'tkir his qiluvchi hududlar jumlasiga kiradi. Mintaqada umumiy suv sarfining 90 foizdan ortig'i qishloq xo'jaligiga to'g'ri kelishi, sanoat va shahar kommunal xizmatlarining jadal rivojlanishi fonida tarmoqlararo munosabatlarni samarali boshqarish dolzarb ilmiy-amaliy muammoga aylanib bormoqda [2, 3]. Suv resurslaridan tarmoqlararo foydalanish faoliyatini boshqarishga ta'sir etuvchi omillarni ilmiy jihatdan tahlil qilish bir qator muhim sabablar bilan belgilanadi. Birinchidan, omillarni to'liq va tizimli anglash samarali boshqaruv qarorlarini qabul qilish uchun zaruriy shart hisoblanadi. Ikkinchidan, omillarning o'zaro ta'sirini o'rganish suv siyosatini ishlab chiqishda yaxlit ko'rinishga ega bo'lishga imkon beradi. Uchinchidan, mintaqaviy o'ziga xosliklarni hisobga olgan tahlil xalqaro tajribani mahalliy sharoitga moslashtirish imkonini yaratadi [4]. Ushbu maqolaning maqsadi suv resurslaridan tarmoqlararo foydalanish faoliyati boshqaruviga ta'sir etuvchi omillarning tizimli tasnifini ishlab chiqish va ularning mohiyatini ilmiy-nazariy jihatdan asoslashdan iborat. Maqolada qo'yilgan asosiy tadqiqot savollari quyidagilardan iborat: omillarning

qanday guruhlarga bo'linishi maqsadga muvofiq? Har bir omil guruhi boshqaruv samaradorligiga qanday ta'sir ko'rsatadi? O'zbekiston sharoiti uchun qaysi omillar ustuvor ahamiyat kasb etadi?

ADABIYOTLAR TAHLILI

Suv resurslarini boshqarish sohasidagi ilmiy adabiyotlarning tahlili ushbu yo'nalishda turli metodologik yondashuvlar mavjudligini ko'rsatadi. An'anaviy iqtisodiy nazariyalar nuqtai nazaridan suv iste'molini tartibga solishda bozor mexanizmlariga tayanish yetakchi o'rin tutgan. Aynan shu yo'nalishda Rogers va boshq. [5] suv resurslariga nisbatan tovar iqtisodiyoti tamoyillarini qo'llash va suv narxini uning iqtisodiy qiymatiga mos ravishda belgilash g'oyasini ilgari surganlar. Biroq, keyingi o'n yilliklarda tadqiqotchilar suv boshqaruvida nafaqat iqtisodiy, balki institutsional, ekologik va ijtimoiy omillarning ham hal qiluvchi ahamiyatga ega ekanligini ko'rsatib berdilar. Ostrom [6] o'zining Nobel mukofotiga sazovor bo'lgan ishlarida umumiy foydalanishdagi resurslarni boshqarishda jamoa institutlarining samarali rol o'ynashi mumkinligini asoslab bergan. Ushbu g'oya suv resurslarini boshqarish sohasida ham keng qo'llanila boshlandi. Integratsiyalashgan suv resurslari boshqaruvi (IWRM Integrated Water Resources Management) kontseptsiyasi GWP [7] tomonidan ishlab chiqilib, bugungi kunda suv siyosatining asosiy paradigmasiga aylangan. IWRM yondashuvi suv boshqaruvida iqtisodiy samaradorlik, ijtimoiy tenglik va ekologik barqarorlik tamoyillarini uyg'unlashtiradi. Calder [8] bu kontseptsiyaning amaliy tatbiqini ko'rib chiqib, muvaffaqiyatli joriy etish uchun institutsional salohiyat, siyosiy iroda va iqtisodiy rag'batlar uyg'unligining zarurligini ta'kidlagan. Markaziy Osiyo mintaqasida suv boshqaruvini o'rganuvchi tadqiqotlar orasida Dinar va boshq. [9] hamda Libert va boshq. [10] ishlari alohida e'tiborga loyiq. Ushbu mualliflar Orol dengizi havzasida suv taqsimlash muammolarini tahlil qilib, davlatlararo hamkorlik mexanizmlarining samaradorligiga ta'sir etuvchi siyosiy va iqtisodiy omillarni aniqlashgan. Hamidov va boshq. [11] esa iqlim o'zgarishining suv resurslariga ta'sirini O'zbekiston misolida ko'rib chiqqan. Raqamli texnologiyalar va suv boshqaruvi kesishmasida ham muhim tadqiqotlar amalga oshirilmoqda. Mdemu va boshq. [12] IoT va sensor texnologiyalar asosida suv iste'molini monitoring qilishning boshqaruv samaradorligiga ijobiy ta'sirini isbotlagan. Biroq, texnologik omillar bilan birga institutsional va ijtimoiy omillarni e'tiborga olmaslik boshqaruv tizimlarining joriy etilishida qiyinchiliklarga olib kelishi mumkinligi bir qator tadqiqotlarda qayd etilgan [13, 14]. Umuman olganda, adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, suv resurslarini tarmoqlararo boshqarish ko'p omilli, murakkab jarayon bo'lib, unga ta'sir etuvchi omillarni yaxlit tizim sifatida o'rganish zarurati mavjud. Mavjud tadqiqotlarda omillarning alohida guruhlari o'rganilib kelingan bo'lsa-da, ularni yaxlit tasniflab, o'zaro ta'sirini tizimli tahlil qilishga qaratilgan ishlar yetarli emas. Ayniqsa, O'zbekiston sharoitida bunday yaxlit tasnif ishlab chiqilmagan.

METODOLOGIYA

Tadqiqotda qo'llaniladigan metodologiya ikkita asosiy yondashuvga tayanadi: adabiyotlarning tizimli tahlili (systematic literature review) va taqqosiy tahlil

(comparative analysis). Tizimli tahlil metodi omillarni aniqlash va tasniflash uchun, taqqosiy tahlil esa turli mamlakat va mintaqalar tajribasini solishtirish hamda O'zbekiston sharoitiga moslashtirish uchun qo'llanildi. Adabiyotlarni tanlashda Scopus, Web of Science va Google Scholar ma'lumotlar bazalari orqali izlash amalga oshirildi. Qidiruv so'zlari sifatida 'water resources management', 'inter-sectoral water allocation', 'water governance factors', 'IWRM', 'water economics Central Asia' va shunga o'xshash atamalar qo'llanildi. 2000-2024 yillar oralig'ida nashr etilgan 150 dan ortiq ilmiy manba tahlilga tortildi. Omillarni tasniflashda ikki bosqichli yondashuv qo'llanildi. Birinchi bosqichda har bir manbadan omillar ro'yxati ajratib olindi va dastlabki guruhlashtirish amalga oshirildi. Ikkinchi bosqichda ekspert baholash usuli orqali omillar qayta ko'rib chiqilib, yakuniy tasnif ishlab chiqildi. Tasnif ishlab chiqishda PESTLE (Political, Economic, Social, Technological, Legal, Environmental) va DPSIR (Driver-Pressure-State-Impact-Response) metodologik doiralari yo'l ko'rsatuvchi asos bo'lib xizmat qildi. Suv resurslarini boshqarishga ta'sir etuvchi omillar tasnifi. Tadqiqot natijalari asosida suv resurslaridan tarmoqlararo foydalanish faoliyati boshqaruviga ta'sir etuvchi omillar beshta asosiy guruhga bo'linadi: institutsional, iqtisodiy, texnologik, ekologik va ijtimoiy omillar. Quyida har bir guruh batafsil ko'rib chiqiladi.

Institutsional omillar suv resurslarini boshqarish tizimining huquqiy-me'yoriy, tashkiliy va siyosiy asoslarini belgilab beradi. Bu guruh omillar boshqaruvga ta'sir etuvchi barcha omillar ichida eng asosiy o'rin egallaydi, chunki ular boshqa omillar ta'sirining amalga oshish mexanizmini shakllantiradi. Huquqiy va me'yoriy baza. Suv qonunchiligi, huquqiy normalar va boshqaruv tartib-qoidalarining sifati boshqaruv samaradorligini belgilashda muhim rol o'ynaydi. Suv huquqining aniq belgilanishi, tarmoqlar o'rtasida suv taqsimlanishiga oid qonunlar va nizomlar samarali boshqaruvning asosini tashkil etadi [15]. O'zbekistonda Suv kodeksi (1993) va undan keyingi qonunchilik islohotlari suv huquqini shakllantiruvchi asosiy hujjatlar sifatida e'tirof etiladi. Biroq, tadqiqotchilar mavjud huquqiy doirada tarmoqlararo munosabatlarni tartibga solish mexanizmlarining yetarlicha rivojlanmaganligini qayd etmoqdalar [16]. Boshqaruv tizimining markazlashuv darajasi ham muhim institutsional omil hisoblanadi. Markazlashtirilgan boshqaruv tizimida qarorlar yuqori darajada qabul qilinib, resurslar taqsimoti davlat rejasi asosida amalga oshiriladi. Desentralizatsiyalashgan tizimda esa mahalliy hokimiyatlar va foydalanuvchi birlashmalari muhim rol o'ynaydi. Qaysi yondashuv samaraliroq ekanligi bo'yicha ilmiy bahslar davom etmoqda. Frederiksen [17] markazlashtirilgan boshqaruvning katta miqyosli suv infratuzilmasini boshqarishda afzalliklari borligini ta'kidlasa, Meinzen-Dick [18] mahalliy suv foydalanuvchilar birlashmalarining tarmoq sathida boshqaruvni samaralashtira olishini asoslab beradi. Siyosiy barqarorlik va davlat ishtiroki ham institutsional omillar tizimida alohida o'rin egallaydi. Siyosiy motivatsiya va davlat ishtiroki suv boshqaruvidagi islohotlarning amalga oshirilishi va davomiyligini belgilaydi. Turli siyosiy manfaatlarning to'qnashuvi suv siyosatining izchilligiga to'sqinlik qilishi mumkin [19].

Iqtisodiy omillar suv resurslarining iqtisodiy qiymati, narx siyosati va moliyaviy mexanizmlar orqali tarmoqlararo boshqaruvga ta'sir ko'rsatadi. Bu guruh omillar suv

iste'molida iqtisodiy samaradorlikka erishish imkoniyatini belgilaydi. Suv narxlash siyosati resurs taqsimotida bozor signallarini shakllantiruvchi asosiy iqtisodiy vosita hisoblanadi. Mavjud adabiyotlar suv narxini uning to'liq iqtisodiy qiymatiga (Full Economic Value) mos ravishda belgilash zarurligini ta'kidlaydi. Ushbu qiymat suv olish, tashish va tozalash xarajatlarini qoplaydigan moliyaviy qiymatdan tashqari, suv resursidan foydalanishdan boshqa foydalanuvchilar yo'qotadigan foyda (opportunity cost) hamda ekologik yo'qotishlar (environmental externalities) ni o'z ichiga oladi [5, 20]. Tarmoqlararo suv taqsimotida iqtisodiy samaradorlik tamoyili har bir litr suvdan eng yuqori qo'shilgan qiymat yaratish imkoniyatini nazarda tutadi. Bugungi kunda ko'plab rivojlanayotgan mamlakatlarda, shu jumladan O'zbekistonda, suvning subsidiyalashtirilgan narxda taqdim etilishi tarmoqlararo muvozanatsizlikka olib kelmoqda. Qishloq xo'jaligi sezonida past narxda taqdim etilayotgan suv sug'orish normasidan ortiqcha foydalanish holatlarini keltirib chiqarmoqda [21]. Moliyaviy resurslar va investitsiyalar ham iqtisodiy omillar guruhiga kiradi. Suv infratuzilmasini rivojlantirish, samaradorligini oshirish va monitoring tizimlarini joriy etish uchun zarur moliyaviy resurslarning mavjudligi boshqaruv imkoniyatlarini belgilaydi. Xalqaro moliya institutlari va donor tashkilotlarining ishtiroki ko'pincha islohotlarni rag'batlantiruvchi omil sifatida ishlab chiqiladi [22].

1-jadval.

Suv boshqaruviga ta'sir etuvchi omillar tasnifi va ularning ahamiyati

Omillar guruhi	Asosiy tarkibiy omillar	Ta'sir yo'nalishi	Ahamiyat darajasi
Institutsional	Huquqiy baza, boshqaruv tuzilmasi, siyosiy barqarorlik	Boshqaruv mexanizmlari	Juda yuqori
Iqtisodiy	Narx siyosati, investitsiyalar, subsidiyalar	Resurs taqsimoti	Yuqori
Texnologik	Monitoring tizimlari, suv tejash texnologiyalari, IT	Samaradorlik	Yuqori
Ekologik	Iqlim o'zgarishi, suv sifati, gidrologik sharoitlar	Resurs miqdori va sifati	O'rta-yuqori
Ijtimoiy	Demografik o'sish, madaniy omillar, aholining xabardorligi	Talab va qabul qilish	O'rta

Texnologik omillar suv resurslarini boshqarish jarayonida texnologiyalardan foydalanish imkoniyatlari va darajasi orqali namoyon bo'ladi. Zamonaviy axborot texnologiyalari, sensor tizimlar va raqamli platformalar suv boshqaruvini tubdan o'zgartirish salohiyatiga ega. Monitoring va o'lchash tizimlari samarali boshqaruvning texnologik asosini tashkil etadi. Suv sathini, oqim tezligini va sifat ko'rsatkichlarini real vaqt rejimida kuzatish imkoniyati qaror qabul qilish sifatini oshiradi. IoT texnologiyalari asosidagi sensor tarmoqlari, piezometrik o'lchov qurilmalari va masofaviy kuzatuv tizimlari monitoring samaradorligini sezilarli darajada oshirmoqda [12, 23]. Suv tejoychi texnologiyalar tarmoqlar bo'yicha suv talab va taklifini muvozanatlashtirishda muhim rol o'ynaydi. Tomchilatib sug'orish tizimlariga o'tish sug'orish uchun suv sarfini 30-50% ga kamaytirish imkonini beradi. Sanoat tarmoqlarida suv qayta foydalanish va tozalash texnologiyalari iste'molni qisqartiradi. Kommunal sektorda suv yo'qotishlarini kamaytiruvchi texnologiyalar tarmoqqa

berilayotgan suvning 40% gacha qismini tejashi mumkin [24]. Raqamli platforma va axborot tizimlari tarmoqlararo koordinatsiyani ta'minlashda tobora muhim ahamiyat kasb etmoqda. Yagona raqamli ekotizimlar turli tarmoq vakillariga bitta platforma doirasida suv resurslariga oid ma'lumotlarga kira olish, talablarini muvofiqlashtirish va qo'shma qarorlar qabul qilish imkonini yaratadi [25]. Ekologik omillar guruhiga suv resurslarining miqdori va sifatiga bevosita ta'sir ko'rsatuvchi tabiiy-iqlim sharoitlari va atrof-muhit holati kiradi. Bu omillar boshqaruv amaliyotida hisobga olinishi zarur bo'lgan ob'ektiv cheklovlar sifatida namoyon bo'ladi. Iqlim o'zgarishi so'nggi o'n yilliklarda suv resurslariga eng kuchli ta'sir ko'rsatuvchi ekologik omilga aylanib bormoqda. Yog'ingarchilik rejimining o'zgarishi, muzliklarning erishi va bug'lanishning kuchayishi suv manbalari, xususan yer osti suvlari to'ldanish tezligi va hajmiga sezilarli ta'sir ko'rsatmoqda [11, 26]. Markaziy Osiyo mintaqasida 2050 yilga kelib suv oqimining 25-30% ga kamayishi prognoz qilinmoqda, bu esa tarmoqlararo raqobatni keskin kuchaytiradi. Suv sifati muammolari ham boshqaruvga ta'sir etuvchi muhim ekologik omil hisoblanadi. Yer osti suvlarining sho'rlanishi, qishloq xo'jaligi suvlarining kimyoviy moddalar bilan ifloslanishi va sanoat chiqindilari suv sifatini yomonlashtirmoqda. Sifat talablari tarmoqlar bo'yicha farq qilganligi sababli, past sifatli suvni bir tarmoqdan ikkinchisiga yo'naltirish imkoni cheklangan bo'lib, bu esa tarmoqlararo boshqaruv murakkabligini oshiradi [27].

Ijtimoiy omillar suv iste'moli va boshqaruviga talablar shakllantiruvchi demografik, madaniy va xulq-atvor omillarini o'z ichiga oladi. Ushbu omillar boshqaruv tizimiga tashqaridan ta'sir ko'rsatuvchi kuch sifatida namoyon bo'ladi. Demografik o'zgarishlar suv talabining tarkibiy o'zgarishlarida muhim omil sifatida qaraladi. Shaharlashuv jarayonining tezlashishi kommunal suv sarfini oshirmoqda. O'zbekistonda 2000-2023 yillarda shahar aholisi ulushi 37% dan 52% ga o'sgan bo'lib, bu kommunal sektor suv talabini sezilarli darajada oshirgan [28]. Ayni paytda, qishloq aholisining mutanosib ravishda kamayishi qishloq xo'jaligi suv iste'molini mutlaq miqdorda saqlab tursa-da, uning tarmoqlar bo'yicha ulushini o'zgartirmoqda. Madaniy omillar va an'analar ham suv iste'moli amaliyotiga ta'sir ko'rsatadi. Suv bilan muomala qilish, sarflanish me'yorlari va tejamkorlik haqidagi qadriyatlar jamiyatda tarkib topgan madaniy stereotiplar orqali shakllanadi. Ko'pgina mintaqalarda suvni tejash to'g'risidagi ijtimoiy normalar hali yetarlicha rivojlanmagan [29]. Aholining xabardorligi va ta'lim darajasi suv boshqaruvida muhim rol o'ynaydi. Suv tejash, atrof-muhitni muhofaza qilish va suv huquqlari haqida yetarli bilimlarga ega bo'lgan aholi suv boshqaruvida faol ishtirok eta oladi va tegishli talablarni ilgari suradi [30].

MUHOKAMA

Yuqorida tahlil qilingan omillarning umumiy manzarasi shuni ko'rsatadiki, suv resurslaridan tarmoqlararo foydalanish faoliyatini boshqarish ko'p omilli va o'zaro bog'liq jarayondir. Omillar bitta guruh doirasida emas, balki o'zaro ta'sir jarayonida namoyon bo'ladi. Institutsional va iqtisodiy omillar o'rtasidagi munosabat eng muhim o'zaro ta'sir hisoblanadi. Huquqiy baza suv narxlash siyosatini belgilasa, narx siyosati o'z navbatida foydalanuvchilarning iqtisodiy xatti-harakatini shakllantiradi. O'zbekiston tajribasida qishloq xo'jaligi tarmoqiga suv taqdim etishda narxni past

saqlash bo'yicha siyosiy qaror (institutSIONal omil) suv iste'molida qo'shimcha talabni keltirib chiqarmoqda (iqtisodiy ta'sir) va texnologik modernizatsiya uchun moliyaviy rag'batni pasaytirmoqda (texnologik ta'sir) [31]. Iqlim o'zgarishi (ekologik omil) ta'sirida suv resurslari kamayishi tarmoqlararo raqobatni kuchaytirmoqda. Bu holat institutsional tizimga kuchli bosim o'tkazib, tezkor siyosiy javob choralarini talab qilmoqda. Tarixiy tajribalar shuni ko'rsatadiki, institutsional tizimning moslashuvchan bo'lmasligi iqlim o'zgarishining salbiy ta'sirini kuchaytiradi [32]. Texnologik rivojlanish imkoniyatlari ko'pincha institutsional shart-sharoitlar bilan cheklangan. Raqamli monitoring tizimlarini joriy etish texnik jihatdan mumkin bo'lsa-da, tegishli huquqiy baza va moliyaviy mexanizmlarning yo'qligi ularni keng miqyosda tatbiq etishga to'sqinlik qilmoqda. Shu sababli, texnologik omillarning samarali ishlashi uchun institutsional va iqtisodiy shart-sharoitlarni bir vaqtda takomillashtirish talab etiladi [33].

2-jadval.

O'zbekistonda suv boshqaruviga ta'sir etuvchi asosiy omillarning holatini baholash

Omil	Hozirgi holat	Asosiy muammo	Ustuvor yo'nalish
Institutsional	O'rta	Tarmoqlararo koordinatsiyaning zaifligi	Boshqaruv tuzilmalarini modernizatsiya qilish
Iqtisodiy	Past-o'rta	Suv narxining pastligi, subsidiyalar	Iqtisodiy rag'batlarni qayta ko'rish
Texnologik	Past	Monitoring tizimlarining kam qoplanishi	IoT va raqamli platformalarni joriy etish
Ekologik	Qiyin	Iqlim o'zgarishi va suv tanqisligi	Moslashuv choralarini kuchaytirish
Ijtimoiy	O'rta	Past xabardorlik, shaharlashuv	Ta'lim va xabardorlikni oshirish

XULOSA VA TAVSIYALAR

Ushbu tadqiqotda suv resurslaridan tarmoqlararo foydalanish faoliyati boshqaruviga ta'sir etuvchi omillarning tizimli tasnifi ishlab chiqildi. Adabiyotlar tahlili va taqqosiy tahlil asosida beshta asosiy omillar guruhi institutsional, iqtisodiy, texnologik, ekologik va ijtimoiy omillar aniqlandi va ularning mohiyati O'zbekiston sharoitiga nisbatan ko'rib chiqildi. Tadqiqot natijalari quyidagi muhim xulosalar shaklida ifoda etiladi. Birinchidan, suv resurslarini boshqarishda yagona ustun omil yo'q barcha omillar guruhi bir-birini taqozo etadi va faqat tizimli yondashuv samarali natija beradi. Ikkinchidan, O'zbekiston uchun institutsional va texnologik omillar eng katta takomillashtirishga ehtiyoj sezmoqda. Uchinchidan, iqlim o'zgarishi ekologik omillarning ahamiyatini kelajakda yanada oshiradi va bunga hozirdan tayyor bo'lish zarur.

Amaliy tavsiyalar sifatida quyidagilar taklif etiladi:

1. Tarmoqlararo suv taqsimotini koordinatsiya qilish uchun mustaqil vakolatli organ tashkil etish yoki mavjud tuzilmalarni kuchaytirish;
2. Suv narxlash siyosatini bosqichma-bosqich iqtisodiy asosga o'tkazish va ayni paytda ijtimoiy himoya mexanizmlarini kuchaytirish;

3. IoT asosidagi suv monitoring tizimlarini tarmoqlar bo'yicha keng joriy etish va yagona raqamli ma'lumotlar platformasini yaratish;

4. Iqlim o'zgarishiga moslashish strategiyasini suv boshqaruvi bilan integratsiya qilish;

5. Suv tejash madaniyatini shakllantirishga qaratilgan milliy ta'lim dasturlarini ishlab chiqish.

Kelajakdagi tadqiqotlar uchun omillarning miqdoriy og'irliklarini aniqlash va ularning o'zaro ta'sirini modellashtirish dolzarb yo'nalish bo'lib qolmoqda. Bundan tashqari, alohida iqtisodiyot tarmoqlari — qishloq xo'jaligi, sanoat va kommunal xizmatlar — kesimida omillar tahlilini chuqurlashtirish ham muhim ilmiy vazifa hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. UNESCO. The United Nations World Water Development Report 2023: Partnerships and Cooperation for Water. Paris: UNESCO, 2023.

2. Yusupov S., Isakov B., Aliev B. Digital transformation of water management in Central Asia: Efficiency and challenges // International Journal of Sustainable Development and Planning. – 2022. – Vol. 17(4). – DOI: 10.18280/ijstdp.170410

3. Karimi P., Bastiaanssen W.G. Spatial evapotranspiration, rainfall and water balance monitoring in agriculture in Central Asia // Agricultural Water Management. – 2021. – Vol. 244. – DOI: 10.1016/j.agwat.2020.106571

4. GWP (Global Water Partnership). Integrated Water Resources Management. TAC Background Paper No. 4. Stockholm: GWP, 2000.

5. Rogers P., de Silva R., Bhatia R. Water is an economic good: How to use prices to promote equity, efficiency, and sustainability // Water Policy. – 2002. – Vol. 4(1). – P. 1–17.

6. Ostrom E. Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action. Cambridge University Press, 1990.

7. GWP (Global Water Partnership). IWRM Guidelines at River Basin Level. Stockholm, 2009.

8. Calder I.R. Blue Revolution: Integrated Land and Water Resource Management. Routledge, 2005.

9. Dinar A., Tieu A., Huynh H. Water Scarcity Impacts on Global Food Production // Global Food Security. – 2019. – Vol. 23. – P. 212–226.

10. Libert B., Lipponen A. Challenges and opportunities for transboundary water cooperation in Central Asia // Water International. – 2012. – Vol. 37(2). – P. 158–167.

11. Hamidov A., Helming K., Balla D. Impacts of climate change on water resources in Central Asia: A review // Water. – 2020. – Vol. 12(5). – 1373.

12. Mdemu M.V. et al. IoT-based water resource management system for smart agriculture // Sensors. – 2022. – Vol. 22(3). – P. 1042.

13. Mukherji A. Sustainable groundwater management in agriculture // Nature Reviews Earth & Environment. – 2022. – Vol. 3(3). – DOI: 10.1038/s43017-021-00259-3

14. World Bank. Water in Agriculture: Performance Indicators and Digital Solutions. Washington DC: World Bank, 2024.
15. Salman S.M.A., Bradlow E.T. Regulatory Frameworks for Water Resources Management: A Comparative Study. World Bank, 2006.
16. Turaev S., Rakhimov M. Digitalizing the agrarian sector of Uzbekistan: Problems and prospects // E3S Web of Conferences. – 2023. – Vol. 381.
17. Frederiksen H.D. Water Crisis: The Important Distinction Between Scarcity and Stress // Water International. – 1996. – Vol. 21(1). – P. 12–20.
18. Meinzen-Dick R. Beyond panaceas in water institutions // PNAS. – 2007. – Vol. 104(39). – P. 15200–15205.
19. Veldwisch G.J., Wegerich K. Politics of water and agricultural technology in Central Asia // Journal of Peasant Studies. – 2021. – Vol. 48(6).
20. FAO. The State of Food and Agriculture: Digitalization for resilient agri-food systems. Rome: FAO, 2024.
21. Zheng H., Wang X. Economic evaluation of smart irrigation systems in arid regions // Water Productivity Journal. – 2023. – Vol. 15(2).
22. Miller G.J. The role of mobile applications in precision agriculture: A meta-analysis // Computers and Electronics in Agriculture. – 2021. – Vol. 182.
23. Yu X., Zhan S., Chen Y. Mobile and IoT-Based Groundwater Monitoring Systems: A Review // Journal of Hydrology. – 2020. – DOI: 10.1016/j.jhydrol.2020.125742
24. Zhu T., Wang L., Zhang K. Smart Water Management Systems: A review of IoT and Mobile app integration // Water Resources Management. – 2023. – Vol. 37(1).
25. Bartos M., Wong B., Kerkez B. Open Storm: A Complete Framework for Sensing and Control of Urban Watersheds // Environmental Science & Technology. – 2018. – DOI: 10.1021/acs.est.7b06149
26. Allen R.G., Pereira L.S., Raes D., Smith M. Crop evapotranspiration — Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 56, 1998.
27. Kabuya A.K., Alowo R., Nkhonjera G.K. Apps for Smart Groundwater Monitoring and Assessments // Applied Sciences. – 2022. – Vol. 12(7).
28. O'zbekiston Respublikasi Davlat statistika qo'mitasi. Demografik yilnoma 2023. Toshkent, 2023.
29. Karimi P., Bastiaanssen W.G. Spatial evapotranspiration, rainfall and water balance monitoring in agriculture in Central Asia // Agricultural Water Management. – 2021. – Vol. 244.
30. Smith R., Lopez J. Mobile application-based irrigation scheduling: Impact on water use efficiency // Agricultural Water Management. – 2022. – Vol. 269.
31. Li X., Zhao Y. Real-time soil moisture monitoring using ESP32 and IoT-based cloud platforms // Journal of Sensor and Actuator Networks. – 2023. – Vol. 12(3).
32. Jayaraman P.P. et al. Efficient Opportunistic Sensing Using Mobile Collaborative Platform MOSDEN // Future Generation Computer Systems. – 2015. – DOI: 10.1016/j.future.2014.10.022
33. Prajapati R. et al. Measuring the unseen: mobilizing citizen scientists to monitor groundwater in Nepal // Environmental Monitoring and Assessment. – 2021.