

THEORETICAL AND METHODOLOGICAL FOUNDATIONS OF IRRIGATION WATER USE IN THE LOWER AHANGARAN REGION

Dilshod Dostnazarov

*Doctoral Researcher, Research Institute of Environmental Protection and Nature Conservation Technologies
Tashkent, Uzbekistan*

Anvar Rasulov

*Associate Professor, Department of Geography and Fundamentals of Economic Knowledge
Nizami National Pedagogical University of Uzbekistan
Doctor of Philosophy in Geographical Sciences (PhD)
Tashkent, Uzbekistan*

ABOUT ARTICLE

Key words: irrigation water, Lower Ahangaran, water use efficiency, water productivity, water-saving technologies, irrigated lands, water scarcity, canal efficiency coefficient, GIS, monitoring, drip irrigation, land reclamation, geocological assessment, water management, sustainable development.

Received: 05.05.26

Accepted: 06.05.26

Published: 07.05.26

Abstract: The article analyzes the theoretical and methodological foundations for assessing the efficiency of irrigation water use in the Lower Ahangaran region through an integrated geographical, hydrological, geocological, and economic approach. The study considers the formation of water resources, their spatial distribution, the efficiency coefficient of irrigation networks, water losses, crop water requirements, water-saving technologies, and management mechanisms as an interconnected system. The relevance of the topic is substantiated by the objectives of the Concept for the Development of the Water Management Sector of the Republic of Uzbekistan for 2020–2030, the large-scale introduction of water-saving technologies, the modernization of irrigation infrastructure, and adaptation to climate change. The findings indicate that, under the conditions of the Lower Ahangaran region, improving water use efficiency requires basin-based management, digital monitoring, GIS-based assessment, more accurate water accounting, and the adjustment of crop structure to the territorial water potential.

QUYI OHANGARON HUDUDIDA IRRIGATSIYA SUVLARIDAN FOYDALANISHNING NAZARIY-USLUBIY ASOSLARI

Dilshod Do'stnazarov

*Atrof-muhit va tabiatni muhofaza qilish texnologiyalari
ilmiy-tadqiqot instituti tayanch doktoranti
Toshkent, O'zbekiston*

Anvar Rasulov

*Nizomiy nomidagi O'zbekiston Milliy pedagogika universiteti,
Geografiya va iqtisodiy bilim asoslari kafedrasida dotsenti, g.f.f.d. (PhD)
Toshkent, O'zbekiston*

MAQOLA HAQIDA

Kalit so'zlar: irrigatsiya suvlari, Quyi Ohangaron, suvdan foydalanish samaradorligi, suv mahsuldorligi, suv tejoychi texnologiyalar, sug'oriladigan yerlar, suv tanqisligi, kanal FIK, GAT, monitoring, tomchilatib sug'orish, melioratsiya, geoekologik baholash, suv xo'jaligi, barqaror rivojlanish.

Annotatsiya: Maqolada Quyi Ohangaron hududida irrigatsiya suvlaridan foydalanish samaradorligini baholashning nazariy-uslubiy asoslari geografik, gidrologik, geoekologik va iqtisodiy yondashuvlar uyg'unligida tahlil qilindi. Tadqiqotda suv resurslarining shakllanishi, hududiy taqsimlanishi, sug'orish tarmoqlarining foydali ish koeffitsiyenti, suv yo'qotishlari, ekinlar suv talabi, suv tejoychi texnologiyalar va boshqaruv mexanizmlari o'zaro bog'liq tizim sifatida ko'rib chiqildi. Mavzuning dolzarbligi O'zbekiston Respublikasi suv xo'jaligini 2020-2030-yillarda rivojlantirish konsepsiyasi, suv tejankor texnologiyalarni keng joriy etish, irrigatsiya infratuzilmasini modernizatsiya qilish va iqlim o'zgarishiga moslashish vazifalari bilan asoslandi. Natijalarda Quyi Ohangaron sharoitida suvdan foydalanish samaradorligini oshirish uchun havzaviy boshqaruv, raqamli monitoring, GAT asosida baholash, suv hisobini aniqlashtirish va ekin tarkibini hududiy suv salohiyatiga moslashtirish zarurligi ko'rsatildi.

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИРРИГАЦИОННЫХ ВОД В НИЖНЕОХАНГАРСКОМ РАЙОНЕ

Дилшод Дустназаров

*Базовый докторант Научно-исследовательского института
технологий охраны окружающей среды и природы
Ташкент, Узбекистан*

Анвар Расулов

*Доцент кафедры географии и основ экономических знаний
Узбекского национального педагогического университета имени Низами,
доктор философии по географическим наукам (PhD)
Ташкент, Узбекистан*

О СТАТЬЕ

Ключевые слова: ирригационные воды, Нижний Ахангаран, эффективность водопользования, водная продуктивность, водосберегающие технологии, орошаемые земли, дефицит воды, КПД каналов, ГИС, мониторинг, капельное орошение, мелиорация, геоэкологическая оценка, водное хозяйство, устойчивое развитие.

Аннотация: В статье на основе сочетания географического, гидрологического, геоэкологического и экономического подходов проанализированы теоретико-методические основы оценки эффективности использования ирригационных вод в Нижнеахангаранском районе. В исследовании формирование водных ресурсов, их территориальное распределение, коэффициент полезного действия оросительных сетей, потери воды, водопотребность сельскохозяйственных культур, водосберегающие технологии и механизмы управления рассмотрены как взаимосвязанная система. Актуальность темы обоснована задачами Концепции развития водного хозяйства Республики Узбекистан на 2020–2030 годы, широкого внедрения водосберегающих технологий, модернизации ирригационной инфраструктуры и адаптации к изменению климата. В результатах показано, что в условиях Нижнего Ахангарана для повышения эффективности водопользования необходимы бассейновое управление, цифровой мониторинг, оценка на основе ГИС, уточнение учёта воды и адаптация структуры посевов к территориальному водному потенциалу.

Kirish. O‘zbekiston tabiiy-geografik jihatdan arid va semi-arid mintaqada joylashgan bo‘lib, mamlakat qishloq xo‘jaligi, oziq-ovqat xavfsizligi va hududiy ijtimoiy-iqtisodiy barqarorligi bevosita suv resurslarining mavjudligi hamda ulardan oqilona foydalanish darajasiga bog‘liq. Sug‘oriladigan dehqonchilik respublika agrar ishlab chiqarishining asosiy tayanchi hisoblanadi. Shu sababli irrigatsiya suvlaridan foydalanish samaradorligini baholash nafaqat gidrotexnik yoki agronomik masala, balki geografik, iqtisodiy va geoeologik mazmunga ega kompleks ilmiy muammo sifatida qaralishi zarur.

Quyi Ohangaron hududi Toshkent viloyatining muhim sug‘oriladigan dehqonchilik zonalaridan biri bo‘lib, u Ohangaron daryosi havzasining quyi qismi, allyuvial-prolyuvial tekisliklar, kanal va kollektor-drenaj tarmoqlari, agrotexnogen landshaftlar hamda suv tanqisligi va meliorativ cheklanishlar bilan ajralib turadi. Hududda suv resurslarining shakllanishi yuqori oqimdagi tog‘-oldi va tog‘ landshaftlari, mavsumiy qor-yomg‘ir rejimi, yer osti suvlari, suv omborlari, magistral kanallar va xo‘jaliklararo taqsimot tizimi bilan bog‘liq. Biroq quyi oqimda

suvga bo'lgan talabning ortishi, ochiq kanallarda filtratsiya va bug'lanish yo'qotishlari, kollektor-drenaj suvlarining sifati, tuproq sho'rlanishi hamda ekinlar tarkibining suv talabi hududiy tafovutlarni kuchaytiradi.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining PF-6024-son Farmoni bilan tasdiqlangan 2020-2030-yillarga mo'ljallangan suv xo'jaligini rivojlantirish konsepsiyasida suv resurslarini boshqarish, suv tejoychi texnologiyalarni joriy etish, irrigatsiya tizimlarini modernizatsiya qilish va suv hisobini raqamlashtirish ustuvor yo'nalish sifatida belgilanganligi bilan izohlanadi [1]. Ikkinchidan, global iqlim o'zgarishi sharoitida Markaziy Osiyoda suv xavfsizligi muammosi kuchaymoqda; FAO AQUASTAT, Jahon banki va UN-Water ma'lumotlari suv resurslari cheklangan hududlarda irrigatsiya samaradorligi davlat iqtisodiy barqarorligining muhim indikatorini ekanini ko'rsatadi [8; 9; 10]. Uchinchidan, Quyi Ohangaron singari urbanizatsiya, sanoat, qishloq xo'jaligi va rekreatsion foydalanish kesishadigan hududlarda suvdan foydalanish samaradorligini baholash havzaviy yondashuvsiz to'liq natija bermaydi.

Ilmiy maqolaning maqsadi Quyi Ohangaron hududida irrigatsiya suvlaridan foydalanish samaradorligini baholashning nazariy-uslubiy asoslarini ishlab chiqish, uning geografik mezonlari, indikatorlari, baholash usullari va amaliy takomillashtirish yo'nalishlarini asoslashdan iborat. Ushbu maqsadga erishish uchun suv resurslari shakllanishining tabiiy-geografik omillari, sug'orish tarmoqlarining samaradorlik ko'rsatkichlari, suv yo'qotishlari tarkibi, meliorativ holat, suv tejoychi texnologiyalar, raqamli monitoring hamda iqtisodiy samaradorlik yondashuvlari tahlil qilindi.

Materiallar va metodlar. Tadqiqotning nazariy asosini geosistemalar haqidagi ta'limot, landshaft-geografik tahlil, irrigatsiya gidrologiyasi, suv xo'jaligi iqtisodiyoti, geoekologik baholash va GAT texnologiyalariga oid yondashuvlar tashkil etadi. V.B. Sochava geosistemalarni o'zaro bog'langan tabiiy komponentlar majmuasi sifatida talqin etadi; bu qarash irrigatsiya hududlarini ham yagona tabiiy-antropogen geotizim sifatida o'rganishga imkon beradi [2]. P. Baratovning O'zbekiston tabiiy geografiyasiga oid ishlari esa hududning tabiiy sharoiti, relyef, iqlim va suv resurslari shakllanishini izohlashda muhim nazariy asos bo'lib xizmat qiladi [1].

Quyi Ohangaron hududida irrigatsiya suvlaridan foydalanish samaradorligini baholash uchun uch bosqichli metodik model taklif qilindi: birinchi bosqichda suv resurslarining tabiiy shakllanishi va taqsimlanishi baholanadi; ikkinchi bosqichda irrigatsiya infratuzilmasi, suv yo'qotishlari va suv iste'moli indikatorlari hisoblanadi; uchinchi bosqichda suvdan foydalanishning iqtisodiy, agroekologik va hududiy samaradorligi integral ko'rsatkichlar orqali aniqlanadi. Bunday yondashuv FAO, Jahon banki, IWMI va CAWater-Info tomonidan tavsiya etilgan suv boshqaruvi indikatorlari bilan hamohangdir [8; 9; 11; 12].

Baholashda quyidagi asosiy ko'rsatkichlardan foydalanish maqsadga muvofiq: kanal va tarmoq foydali ish koeffitsiyenti; sug'orishga olingan suv hajmi; dala darajasida yetkazilgan suv hajmi; ekin hosildorligi; suv mahsuldorligi; suv yo'qotishlari ulushi; sho'rlanish va botqoqlanish xavfi; kollektor-drenaj suvlarining holati; suv tejovchi texnologiyalar bilan qamrov; suv iste'molchilari uyushmalari faoliyatining tashkiliy samaradorligi; raqamli hisob va monitoring darajasi. Ushbu indikatorlar suvdan foydalanishni faqat fizik hajm bo'yicha emas, balki natijadorlik, tejamkorlik va barqarorlik mezonlari asosida baholashga imkon beradi.

Irrigatsiya suvlaridan foydalanish samaradorligini ifodalashda quyidagi formulalar asosiy ahamiyatga ega. Birinchisi, tarmoq foydali ish koeffitsiyenti: $FIK = W_{dala} / W_{olingan} \times 100$, bu yerda W_{dala} - dalaga yetib borgan suv hajmi, $W_{olingan}$ - manbadan olingan suv hajmi. Ikkinchisi, suv mahsuldorligi: $SM = H / W$, bu yerda H - hosil miqdori, W - sarflangan sug'orish suvi. Uchinchisi, suv yo'qotishlari koeffitsiyenti: $SY = (W_{olingan} - W_{dala}) / W_{olingan} \times 100$. Ushbu formulalar irrigatsiya tizimi samaradorligini hududlar, ekin turlari va texnologiyalar kesimida taqqoslash imkonini beradi.

Tadqiqotda GAT asosida baholash alohida metodologik yo'nalish sifatida ko'riladi. GAT suv manbalari, kanallar, kollektorlar, sug'oriladigan maydonlar, tuproq sho'rlanishi, yer osti suvlari sathi, relyef qiyaligi, aholi punktlari va ekinlar strukturasi yagona fazoviy bazada tahlil qilish imkonini beradi. Burrough va McDonnell tomonidan ishlab chiqilgan geografik axborot tizimlari tamoyillari irrigatsiya samaradorligini ko'p omilli fazoviy tahlil orqali baholashda muhim uslubiy asos bo'la oladi [7].

1-jadval.

Quyi Ohangaron hududida irrigatsiya suvlaridan foydalanish samaradorligini baholash indikatorlari

Baholash bloki	Asosiy indikatorlar	Tahlil usuli	Kutiladigan natija
Gidrologik blok	daryo oqimi, suv ombori, kanallar, mavsumiy taqsimot	gidrologik balans, vaqt qatorlari	suv ta'minoti darajasi aniqlanadi
Texnik blok	kanal FIK, filtratsiya, bug'lanish, suv hisoblagichlar	koeffitsiyent, monitoring, audit	yo'qotishlar manbai belgilanadi
Agroiqtisodiy blok	ekin turi, hosildorlik, suv mahsuldorligi	suv-hosil nisbati, iqtisodiy baholash	1 m ³ suv natijadorligi aniqlanadi
Geoekologik blok	sho'rlanish, botqoqlanish, drenaj, tuproq unumdorligi	indikatorli va kartografik tahlil	ekologik xavf zonalarini ajratiladi
Boshqaruv bloki	SIU faoliyati, raqamli hisob, suv taqsimoti	institutsional tahlil	qaror qabul qilish takomillashadi

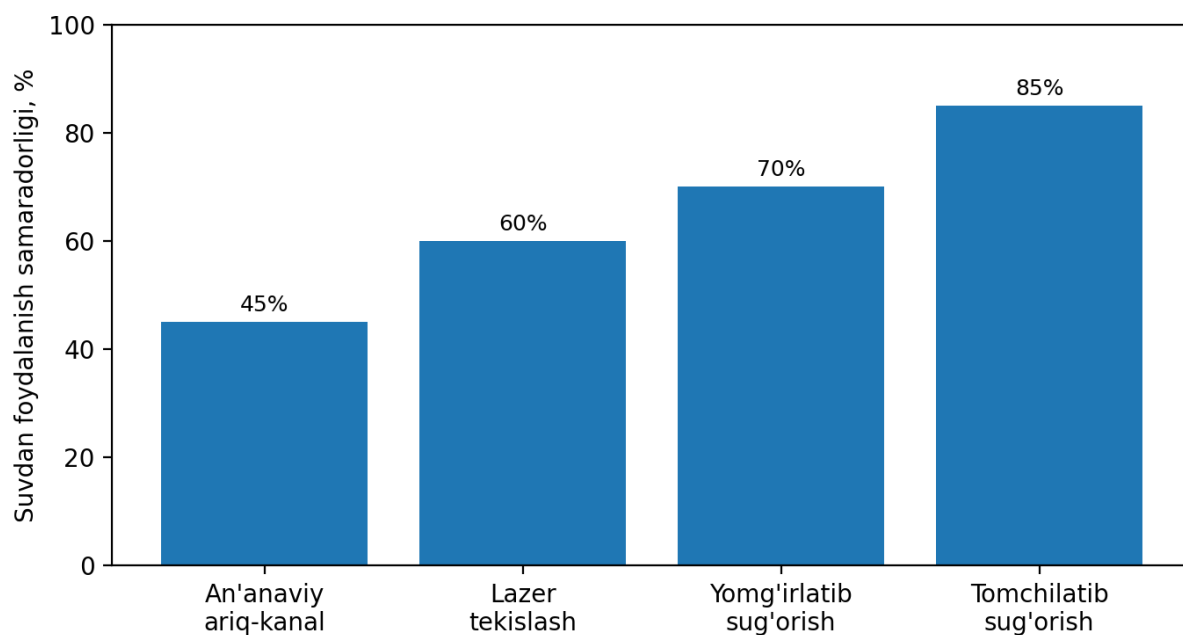
Natijalar. Quyi Ohangaron hududida irrigatsiya suvlaridan foydalanishning tabiiy asosini Ohangaron daryosi havzasi, mavsumiy qor-yomg'ir suvlari, yer osti suvlari, suv omborlari va kanallar tizimi tashkil etadi. Hududning quyi qismida suv oqimi yuqori qismga nisbatan ko'proq

tartibga solingan bo‘lib, irrigatsiya tarmoqlari orqali ekin maydonlariga yo‘naltiriladi. Bunda suvning tabiiy shakllanishi bilan xo‘jalik ehtiyojlari o‘rtasidagi nisbat yilning vegetatsiya davrida ayniqsa keskinlashadi. Natijada suv taqsimoti, sug‘orish muddati va dala darajasidagi suv yetkazib berish aniqligi samaradorlikning asosiy omiliga aylanadi.

Tahlil shuni ko‘rsatadiki, irrigatsiya samaradorligini pasaytiruvchi asosiy omillar ochiq kanal tarmoqlarida filtratsiya, betonlanmagan ariqlarda suv singishi, bug‘lanish, noto‘g‘ri sug‘orish normasi, ekinlar suv talabining ilmiy hisoblanmasligi, suv hisobining yetarlicha raqamlashtirilmagani va SIU faoliyatidagi tashkiliy nomuvofiqliklardir. Ayniqsa quyi hududlarda suv manbadan dalagacha yetib borguncha sezilarli miqdorda kamayadi. Bu holat kanal FIK ko‘rsatkichini oshirishni suv xo‘jaligi modernizatsiyasining eng asosiy vazifalaridan biriga aylantiradi.

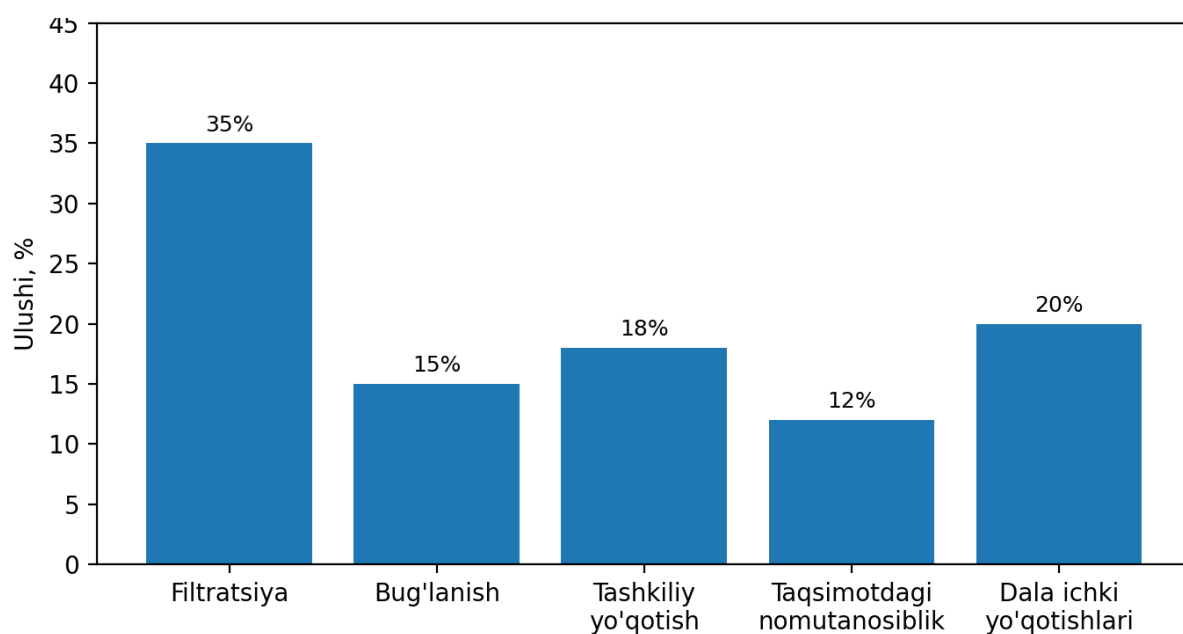
Quyi Ohangaron sharoitida irrigatsiya samaradorligini baholashda hududiy tafovutlar muhim rol o‘ynaydi. Tog‘oldi prolyuvial tekisliklarida suv oqimi va relyef qiyaligi suv taqsimotini nisbatan osonlashtirsa, allyuvial pastqam hududlarda yer osti suvlari sathining ko‘tarilishi, tuproq sho‘rlanishi va drenaj muammolari kuchayishi mumkin. Shuning uchun hududni bir xil me‘yor asosida emas, balki irrigatsion-geoekologik rayonlar yoki mikrozonalar bo‘yicha baholash talab etiladi.

Suv tejoychi texnologiyalar samaradorlikni oshirishning eng muhim amaliy vositalaridan biridir. Tomchilatib sug‘orish, yomg‘irlatib sug‘orish, lazer tekislash, plastik quvurlar orqali suv yetkazish, avtomatlashtirilgan suv hisoblagichlar va masofadan monitoring qilish texnologiyalari suv sarfini kamaytiradi, hosildorlikni oshiradi hamda tuproqning ikkilamchi sho‘rlanish xavfini pasaytiradi. Biroq texnologik samaradorlik faqat texnik jihoz bilan emas, balki agrotexnika, iqtisodiy rag‘bat, fermer bilim darajasi va suv hisobining aniqligi bilan birgalikda yuzaga chiqadi [4; 6; 14].



1-rasm. Sug'orish texnologiyalari bo'yicha suvdan foydalanish samaradorligining indikativ taqqoslanishi

1-rasmdagi indikativ taqqoslashdan ko'rinadiki, an'anaviy ochiq ariqlar asosidagi sug'orish tizimlarida suvdan foydalanish samaradorligi nisbatan past bo'lib, suv yo'qotishlari yuqori ulushga ega. Lazer tekislash suvning dala bo'ylab bir tekis tarqalishini kuchaytiradi, yomg'irlatib sug'orish suv taqsimotini mexanizatsiyalash imkonini beradi, tomchilatib sug'orish esa suvni bevosita ildiz zonasiga yetkazib, eng yuqori samaradorlikni ta'minlaydi. Shuning uchun Quyi Ohangaron hududida texnologik tanlov ekin turi, tuproq mexanik tarkibi, relyef, suv sifati va fermer xo'jaligining iqtisodiy imkoniyatlari bilan bog'liq holda amalga oshirilishi kerak.



2-rasm. Ochiq irrigatsiya tarmoqlarida suv yo‘qotishlarining indikativ tarkibi

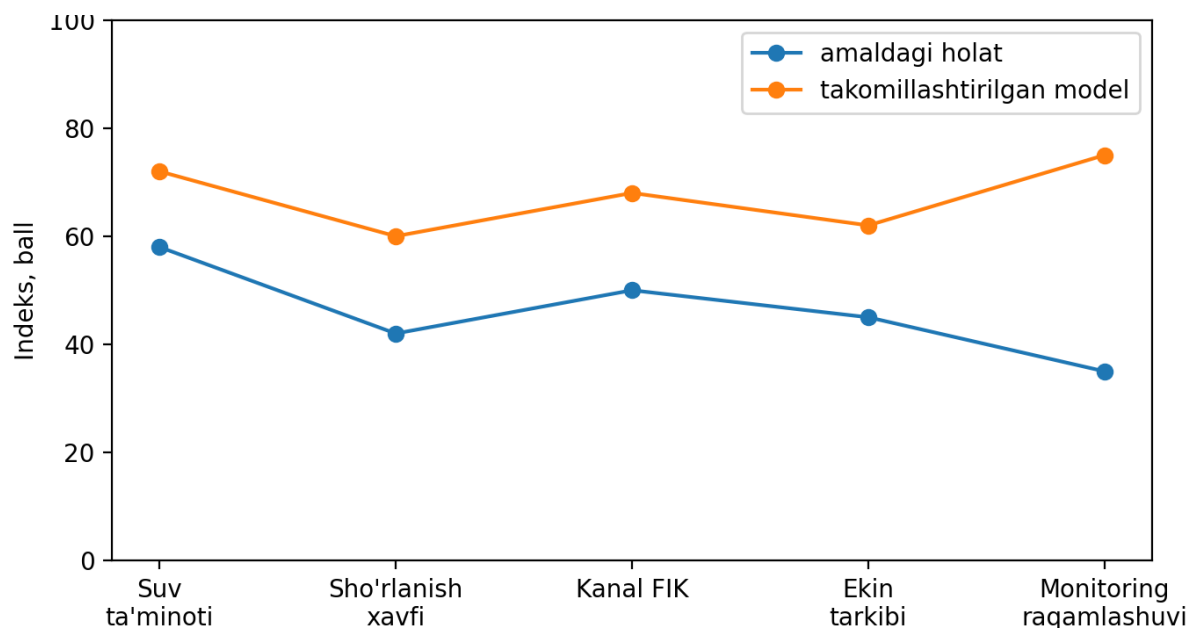
2-rasmda berilgan tahliliy model suv yo‘qotishlarining asosiy qismi filtratsiya va dala ichki yo‘qotishlari bilan bog‘liq bo‘lishi mumkinligini ko‘rsatadi. Filtratsiya ko‘pincha betonlanmagan kanallar, eskirgan gidrotexnik inshootlar, nazoratsiz suv burilishlari va suv hisobining aniq yuritilmasligi bilan kuchayadi. Bug‘lanish esa vegetatsiya davridagi yuqori harorat va ochiq suv yuzasi bilan bog‘liq. Tashkiliy yo‘qotishlar suv navbati, suv iste‘molchilari o‘rtasida kelishuv, suv o‘lchash va nazorat tizimidagi kamchiliklar natijasida yuzaga keladi.

2-jadval.

Quyi Ohangaron hududida irrigatsion-geoekologik rayonlashtirishning amaliy modeli

Rayonlashtirish birligi	Tabiiy-geografik belgilar	Irrigatsion muammo	Taklif etiladigan yechim
Tog‘oldi prolyuvial tekisliklari	qiyalik, yengil mexanik tarkibli tuproq, mavsumiy oqim	suvning tez oqib ketishi, notekis namlanish	lazer tekislash, qisqa egatlar, namlik sensori
Qayir-terrasali pastqam hududlar	yer osti suvi sathi nisbatan yuqori, allyuvial yotqiziqlar	botqoqlanish va sho‘rlanish xavfi	drenajni tiklash, kollektor nazorati
Magistral kanal ta‘sir zonasi	kanal tarmoqlari zich, suv taqsimoti faol	filtratsiya va norasmiy suv olish	betonlash, suv hisoblagich, telemetriya
Intensiv ekin maydonlari	sabzavot, bog‘, yem-xashak ekinlari	yuqori suv talabi, iqtisodiy bosim	tomchilatib sug‘orish, ekin diversifikatsiyasi
Sho‘rlanish xavfi yuqori maydonlar	tekis relyef, drenaj oqimi sust	hosildorlik pasayishi	meliorativ monitoring, yuvish normasi, suv sifati nazorati

Taklif etilgan rayonlashtirish modeli irrigatsiya suvlaridan foydalanishni makoniy jihatdan differensial baholash imkonini beradi. Bunda har bir hududiy birlik uchun bir xil texnologiyani joriy etish emas, balki tabiiy sharoit va iqtisodiy ehtiyojga mos texnologik paketni tanlash lozim. Masalan, pastqam va sho‘rlanish xavfi yuqori hududlarda faqat tomchilatib sug‘orish yetarli emas; u drenaj tizimi, tuproq sho‘rlanishi monitoringi va suv sifati nazorati bilan qo‘shib olib borilishi kerak. Tog‘oldi hududlarida esa asosiy e‘tibor suvni ushlab qolish, dala tekislash va namlikni saqlashga qaratiladi.



3-rasm. Quyi Ohangaron uchun integrativ baholash indikatorlarining indikativ modeli

3-rasmda irrigatsiya samaradorligini oshirish modeli bo'yicha besh asosiy indikator taqqoslangan. Amaldagi holatda suv ta'minoti, kanal FIK va ekin tarkibi ko'rsatkichlari o'rtacha darajada bo'lsa, monitoring raqamlashuvi nisbatan past bo'lishi mumkin. Takomillashtirilgan modelda esa suv hisobining raqamlashtirilishi, kanal FIKning oshirilishi, suv tejoychi texnologiyalar va ekin tarkibini optimallashtirish natijasida umumiy samaradorlik sezilarli yaxshilanadi. Bunda asosiy tamoyil - suvni ko'p sarflash orqali hosil olish emas, balki har bir kub metr suvdan olinadigan iqtisodiy va ekologik natijani oshirishdir.

Muhokama. Quyi Ohangaron hududida irrigatsiya suvlaridan foydalanish samaradorligi masalasini faqat texnik yo'qotishlarni kamaytirish bilan cheklab bo'lmaydi. Chunki irrigatsiya tizimi tabiiy resurs, hududiy iqtisodiyot, fermer xo'jaligi, aholi bandligi, oziq-ovqat xavfsizligi va geokologik barqarorlik bilan bog'liq murakkab geotizimdir. Shuning uchun baholash metodologiyasi ko'p mezonli bo'lishi, unda gidrologik, texnik, agroiqtisodiy, meliorativ va institutsional indikatorlar birgalikda qo'llanilishi kerak.

Hukumat tomonidan belgilangan suv xo'jaligi islohotlari aynan shu kompleks yondashuvni talab qiladi. PF-6024-son konsepsiyada suv resurslarini boshqarish tizimini takomillashtirish, suv tejoychi texnologiyalarni keng joriy etish, suv xo'jaligi obyektlarini modernizatsiya qilish, raqamli texnologiyalarni tatbiq etish va suv hisobini shaffoflashtirish kabi vazifalar belgilangan [1]. Mazkur vazifalar Quyi Ohangaron hududi uchun ham bevosita amaliy ahamiyatga ega. Chunki suv hisobining aniqligi bo'lmasa, samaradorlikni real baholash, yo'qotish manbalarini aniqlash va suvni adolatli taqsimlash mushkul bo'ladi.

Adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, irrigatsiya samaradorligini baholashda xalqaro miqyosda uchta asosiy yondashuv keng qo'llaniladi. Birinchi yondashuv - texnik samaradorlik

bo'lib, unda suv manbadan dalagacha qancha yo'qotish bilan yetib borishi aniqlanadi. Ikkinchi yondashuv - agroiqtisodiy samaradorlik bo'lib, unda bir kub metr suv hisobiga qancha hosil yoki daromad olingani baholanadi. Uchinchi yondashuv - ekologik samaradorlik bo'lib, unda suvdan foydalanish tuproq sho'rlanishi, yer osti suvlari sathi, drenaj oqimi va landshaft barqarorligiga qanday ta'sir qilgani aniqlanadi [9; 11; 13].

Quyi Ohangaron sharoitida ushbu uch yondashuvni birlashtirgan integral indeksdan foydalanish maqsadga muvofiq. Masalan, umumiy samaradorlik indeksi quyidagicha tuzilishi mumkin: $ISI = 0,30 \times FIK + 0,25 \times SM + 0,20 \times MHI + 0,15 \times RT + 0,10 \times IT$, bu yerda FIK - tarmoq foydali ish koeffitsiyenti, SM - suv mahsuldorligi, MHI - meliorativ holat indeksi, RT - raqamli monitoring va hisob darajasi, IT - institutsional tashkiliy samaradorlik. Vazn koeffitsiyentlari hududiy sharoitga qarab ekspert baholash, analitik iyerarxiya jarayoni yoki klaster tahlili asosida aniqlanishi mumkin.

Suv tejoychi texnologiyalarni joriy etishda iqtisodiy rag'bat muhim o'rin tutadi. Tomchilatib yoki yomg'irlatib sug'orish tizimlari dastlabki investitsiya talab qiladi. Shuning uchun fermer xo'jaliklari uchun kredit, subsidiya, servis xizmati, texnik maslahat va kafolatlangan bozor mexanizmlari birgalikda ishlashi lozim. Aks holda texnologiya o'rnatiladi, lekin undan to'liq foydalanilmaydi. Yusupov va Fazliyev suv tejoychi texnologiyalarning resurs tejamkorlik ko'rsatkichlarini qiyosiy baholash zarurligini ta'kidlagan bo'lsa, Muradov va Eshmuradov SIU faoliyatida suv hisobini zamonaviylashtirish masalasiga e'tibor qaratadi [4; 5].

Hududiy geoeologik nuqtai nazardan eng muhim masala - sug'orishning tuproq va yer osti suvlari holatiga ta'siridir. Suv ortiqcha berilganda tuproqning suv-havo rejimi buziladi, yer osti suvlari sathi ko'tariladi va sho'rlanish xavfi ortadi. Suv yetishmaganda esa ekinlar stress holatiga tushadi, hosildorlik pasayadi va iqtisodiy zarar kuchayadi. Demak, samaradorlik suvni maksimal tejash emas, balki suv, hosil va geoeologik barqarorlik o'rtasidagi optimal nisbatni topishdir.

Quyi Ohangaron hududida GAT va masofadan zondlash ma'lumotlaridan foydalanish istiqbolli yo'nalish hisoblanadi. NDVI indeksi orqali ekinlarning vegetatsion holati, tuproq namligi ko'rsatkichlari orqali sug'orish rejimi, raqamli relyef modeli orqali suv oqimi yo'nalishlari, sho'rlanish xaritalari orqali meliorativ xavf zonalari aniqlanishi mumkin. Bu esa irrigatsiya suvlaridan foydalanish samaradorligini real vaqtga yaqin monitoring qilish imkonini beradi. Jahon banki va IWMI tadqiqotlari suv boshqaruvida ma'lumotlar, raqamli texnologiyalar va institutsional islohotlarning birgalikda qo'llanishi eng yuqori natija berishini ko'rsatadi [9; 11].

Xulosa. Quyi Ohangaron hududida irrigatsiya suvlaridan foydalanish samaradorligini baholash nazariy-uslubiy jihatdan kompleks geografik yondashuvni talab etadi. Chunki hududda suv resurslarining shakllanishi tog'-oldi va quyi oqim gidrologik sharoitlari, sug'oriladigan yerlar, ekinlar tarkibi, kanal tarmoqlari, meliorativ holat va boshqaruv tizimi bilan chambarchas

bog‘langan. Suvdan foydalanish samaradorligini faqat sarflangan suv hajmi bilan emas, balki kanal FIK, suv mahsuldorligi, hosildorlik, sho‘rlanish xavfi, drenaj holati va raqamli monitoring darajasi bilan baholash zarur.

Maqolada taklif etilgan metodik model gidrologik, texnik, agroiqtisodiy, geoeologik va boshqaruv bloklarini o‘z ichiga oladi. Ushbu model Quyi Ohangaron hududini irrigatsion-geoeologik mikrozonalar bo‘yicha tahlil qilish, har bir zona uchun maqbul texnologiya va boshqaruv choralarini belgilash imkonini beradi. Bu yondashuv suv resurslaridan oqilona foydalanish, suv yo‘qotishlarini kamaytirish va sug‘oriladigan yerlarning barqarorligini ta‘minlashga xizmat qiladi.

Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, suv tejoychi texnologiyalar, kanallarni modernizatsiya qilish, suv hisobini raqamlashtirish, GAT monitoringi, ekin tarkibini optimallashtirish va SIU faoliyatini takomillashtirish Quyi Ohangaron hududida irrigatsiya samaradorligini oshirishning asosiy yo‘nalishlaridir. Biroq bu choralar alohida-alohida emas, balki yagona havzaviy boshqaruv va geoeologik monitoring tizimi doirasida amalga oshirilgandagina kutilgan natija beradi.

Umuman olganda, Quyi Ohangaron hududi uchun irrigatsiya suvlaridan foydalanish samaradorligini baholash nafaqat suv xo‘jaligi modernizatsiyasi, balki hududiy ekologik xavfsizlik, oziq-ovqat barqarorligi va iqlim o‘zgarishiga moslashish strategiyasining muhim ilmiy-amaliy asosi hisoblanadi.

Taklif va tavsiyalar

1. Quyi Ohangaron hududida irrigatsiya suvlaridan foydalanish samaradorligini har yili GAT asosida xaritalash va suv taqsimoti, kanal FIK, sho‘rlanish, ekin tarkibi hamda hosildorlik ko‘rsatkichlari bo‘yicha yagona raqamli baza yaratish zarur.

2. Ochiq kanallarda filtratsiya yo‘qotishlarini kamaytirish uchun ustuvor uchastkalarini aniqlab, bosqichma-bosqich betonlash, quvurlashtirish va suv o‘lchash inshootlarini modernizatsiya qilish maqsadga muvofiq.

3. Suv tejoychi texnologiyalarni joriy etishda hududiy differensial yondashuv qo‘llanishi kerak: sho‘rlanish xavfi yuqori maydonlarda drenaj va tuproq monitoringi bilan birga, intensiv bog‘ va sabzavot maydonlarida tomchilatib sug‘orish bilan birga agronomik servis tashkil etilishi lozim.

4. SIU va fermer xo‘jaliklari darajasida suv hisobini yuritish bo‘yicha raqamli platformalar, telemetrik suv o‘lchagichlar va mobil monitoring tizimlari joriy etilishi zarur.

5. Suv mahsuldorligi indikatorini asosiy iqtisodiy mezon sifatida qabul qilish, ya‘ni har bir kub metr suv hisobiga olinadigan hosil va daromadni muntazam baholash tavsiya etiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1. Mirziyoyev Sh.M. (2020). O'zbekiston Respublikasi suv xo'jaligini rivojlantirishning 2020-2030-yillarga mo'ljallangan konsepsiyasi to'g'risida. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining Farmoni, PF-6024-son.
2. Baratov P. O'zbekiston tabiiy geografiyasi. - Toshkent: O'qituvchi, 1996. - 264 b.
3. Sochava V.B. Введение в учение о геосистемах. - Новосибирск: Наука, 1978. - 319 с.
4. Begmatov I.A., Xamidov A. (2022). Sug'oriladigan yerlarda suv resurslaridan samarali foydalanish va monitoring tizimi. Monografiya. Toshkent: TIQXMMI Milliy tadqiqot universiteti nashriyoti.
5. Ahrorov S., Radjabov N. (2023). Irrigatsiya tizimlarida suv yo'qotishlarini kamaytirish va iqtisodiy samaradorlikni baholash usullari. Agro Ilm jurnali, №4, 55-58-b.
6. Yusupov Monis, Fazliyev S. (2024). Tomchilatib va yomg'irilatib sug'orish texnologiyalarining resurs tejankorlik ko'rsatkichlarini qiyosiy baholash. O'zbekiston qishloq xo'jaligi jurnali, №2, 14-17-b.
7. Burrough P.A., McDonnell R.A. Principles of Geographical Information Systems. - Oxford: Oxford University Press, 1998. - 333 p.
8. FAO. AQUASTAT Country Profile: Uzbekistan. - Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2020.
9. World Bank. Water Security and Climate Resilience in Central Asia. - Washington, DC: World Bank, 2021.
10. UN-Water. Sustainable Development Goal 6: Synthesis and progress materials. - Geneva: UN-Water, various years.
11. International Water Management Institute (IWMI). Irrigation performance and water productivity research materials. - Colombo: IWMI, various years.
12. Scientific Information Center of ICWC. Water and land resources management in Central Asia: analytical materials. - Tashkent: SIC ICWC, various years.
13. Духовный В.А., Соколов В.И. (2019). Управление водными ресурсами в бассейне Аральского моря: опыт и вызовы. - Ташкент: НИЦ МКВК.
14. Karimov, A. Kh., Amirova, I., Karimov, A. A., & Abdurakhmanov, B. (2022). Water, Energy and Carbon Tradeoffs of Groundwater Irrigation-Based Food Production: Case Studies from Fergana Valley, Central Asia. Sustainability, 14(3), 1451.
15. O'zbekiston Respublikasi Suv xo'jaligi vazirligi (2025). Suv resurslaridan oqilona foydalanish va irrigatsiya ob'ektlarini modernizatsiya qilish bo'yicha uslubiy qo'llanma. Toshkent: Suv loyiha.