



SUG'ORMA DEHQONCHILIKDA SUV TEJOVCHI TEXNOLOGIYALARNI JORIY ETISH

Amanov Xayrullo Saydullayevich

Surxon-Sherobod irrigatsiya tizimi boshqarmasi boshlig'ining 1-o'rinbosari

Amanov Xushvaqt Saydullayevich

O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi Agrosanoat majmuasi ustidan nazorat qilish inspeksiyasining Surxondaryo viloyati boshqarmasi Inson resurslarini rivojlantirish va boshqarish bo'yicha bosh mutaxassisi.

Annotatsiya. Sug'orma dehqonchilik O'zbekiston qishloq xo'jaligining asosiy tayanchi bo'lib, suv resurslari taqchilligi va iqlim o'zgarishi sharoitida uning barqarorligi to'g'ridan-to'g'ri suv tejoychi texnologiyalarni joriy etish sur'ati va sifatga bog'liq. Maqolada suv tejamkor texnologiyalarni tizimli tatbiq etishning ilmiy-amaliy asoslari tahlil qilinadi. Texnologiyalarni tanlashda gidravlik hisob-kitob, suv balansi, agronomik rejim (namlik me'yori, sug'orish intervali), energiya samaradorligi va iqtisodiy baholash mezonlari asos qilib olinadi. Shuningdek, davlat siyosatida suv tejoychi texnologiyalarni rag'batlantirish, infratuzilma va raqamlashtirishni kengaytirishga oid me'yoriy hujjatlar, hamda mahalliy tadqiqotlarda keltirilgan dalillar asosida KPI tizimi (m^3/ga , suv tejash %, hosildorlik o'zgarishi, $kVt \cdot soat/1000 m^3$, emitter birxilligi, filtrlash samaradorligi, hisoblagich qamrovi) taklif etiladi. Maqola sug'orishda "texnika + agrotexnika + ma'lumot" integratsiyasi orqali suv tejamkorligi va hosildorlikni bir vaqtning o'zida oshirish mumkinligini ilmiy jihatdan asoslaydi.

Kalit so'zlar: sug'orma dehqonchilik, suv tejoychi texnologiyalar, tomchilatib sug'orish, mikroyog'dirish, lazerli tekislash, egat oralatib sug'orish, fertigatsiya, emitter birxilligi, SCADA/IoT, suv hisobi, energiya samaradorligi, KPI, iqtisodiy baholash.

KIRISH

Sug'oriladigan yerlardan yuqori hosil olishda suvni to'g'ri me'yorlash va o'z vaqtida yetkazib berish hal qiluvchi omil hisoblanadi. Biroq suv resurslari taqchilligi kuchayishi, meliorativ muammolar, tarmoqlardagi yo'qotishlar, nasos stansiyalarida energiya sarfining yuqoriligi va dalalarda sug'orish rejimining "ko'zbo'yama" boshqaruvi sug'orma dehqonchilikning iqtisodiy samaradorligini pasaytiradi. Shu sababli suv tejoychi texnologiyalarni joriy etish bugun "ixtiyoriy innovatsiya" emas, balki suv xavfsizligi va oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlashning majburiy strategik yo'nalishiga aylanmoqda. O'zbekistonda suv xo'jaligini rivojlantirishning 2020-2030 yillarga mo'ljallangan konsepsiyasida suv



resurslarini samarali boshqarish, sug'oriladigan yerlarning meliorativ holatini yaxshilash va suv taqchilligi sharoitida suv xavfsizligiga erishish maqsadlari ustuvor vazifa sifatida belgilab berilgan.

Shuningdek, qishloq xo'jaligida suv tejevchi texnologiyalarni joriy etishni rag'batlantirish va amaliy yordam ko'rsatish choralari bo'yicha davlat qarorlarida aniq vazifalar va indikatorlar qayd etilgan: masalan, 2023 yilda tomchilatib sug'orishni qo'llashni kengaytirishga ko'maklashish, hamda suv xo'jaligi tizimida minglab ob'ektlarga raqamli texnologiyalarni joriy etish vazifasi ko'rsatilgan (13057 ta ob'ektga raqamli texnologiyalarni joriy qilish bandi keltiriladi). (LEX.UZ) Bunday siyosiy-tashkiliy asoslar "mas'uliyatli modernizatsiya" uchun platforma yaratadi, ammo texnologik tatbiq ilmiy asoslangan metodikaga tayanmasa, kutilgan suv tejami va hosil oshishi ta'minlanmaydi. Shu nuqtai nazardan mazkur maqolaning maqsadi - sug'orma dehqonchilikda suv tejevchi texnologiyalarni joriy etishning kompleks ilmiy asoslarini bayon qilish, mahalliy tadqiqotlardan dalillar keltirish va amaliy KPI tizimini taklif etishdan iborat.

ASOSIY QISM.

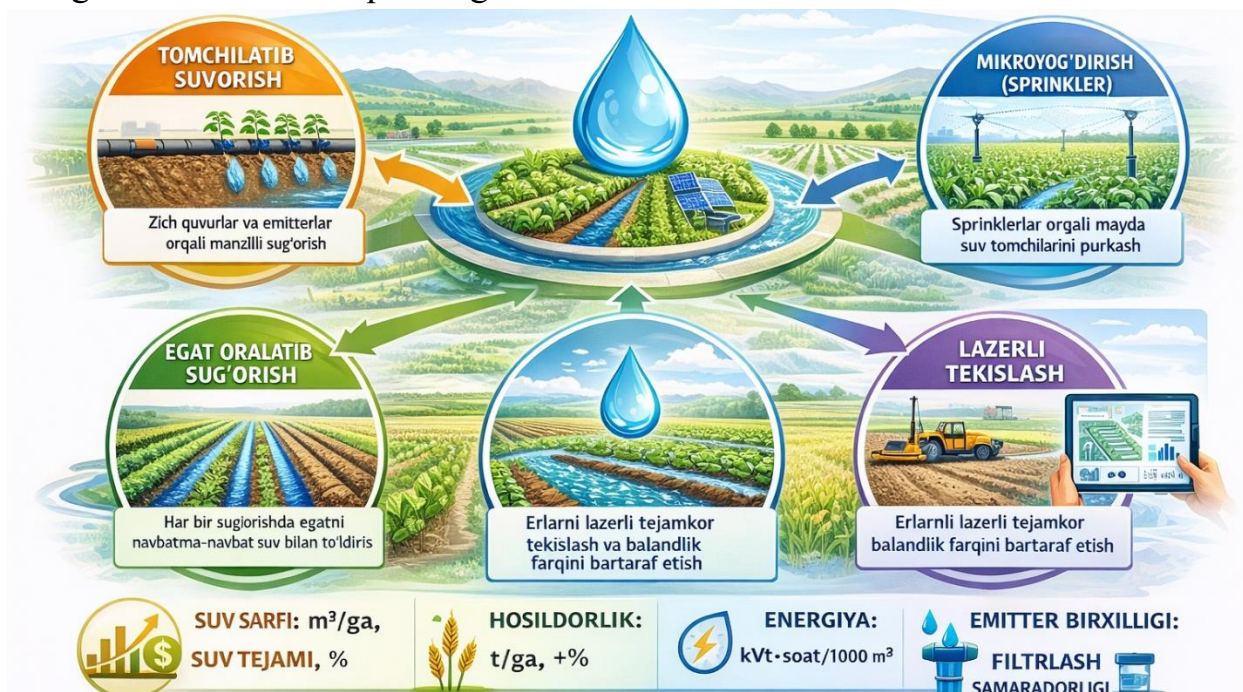
Sug'orma dehqonchilikda suv tejevchi texnologiyalarni tanlash va joriy etish masalasi oddiy "qaysi uskunani olish" savoli emas, balki suv-tuproq-o'simlik-atmosfera tizimida suvning harakati, yo'qotishlar tabiati va boshqaruvning aniqligi bilan bog'liq kompleks ilmiy-texnik vazifadir. Amaliyotda suv tejevchi texnologiyalarni ikki katta guruhga ajratish metodik jihatdan to'g'ri: sug'orish usulini tubdan o'zgartiradigan texnologiyalar hamda sug'orishning sifati va aniqligini oshiradigan texnologiyalar. Bunday tasnifning ilmiy afzalligi shundaki, u "texnologiya-sharoit mosligi" prinsipini birinchi o'ringa qo'yadi: suvni tejash natijasi ko'pincha texnologiyaning o'zi bilan emas, uning ekin turi, tuproqning mexanik tarkibi (qumloq, qumoq, soz, og'ir soz), yerning tekisligi, suv manbasi sifati (loyqalilik, tuzlar, temir, karbonatlar), energiya imkoniyati va investitsiya quvvati kabi omillar bilan mos kelishi orqali yuzaga chiqadi. Shu sababli, texnologiya tanlashda ko'p mezonli baholash (multi-criteria decision making) yondashuvi qo'llanadi: agrobiologik mezonlar (ildiz chuqurligi, suv stressiga sezgirlik), gidravlik mezonlar (bosim, debit, yo'qotishlar), iqtisodiy mezonlar, ekologik mezonlar (sho'rlanish, sizot suvlari, o'g'it yuvilishi) va boshqaruv mezonlari (kadrlar, servis, ehtiyot qismlar, raqamli monitoring) bir vaqtda ko'riladi.

Sug'orish nazariyasida suv me'yorini ilmiy belgilash odatda evapotraspiratsiya konsepsiyasiga tayanadi: ET_0 (referens evapotraspiratsiya) meteorologik ma'lumotlar asosida Penman-Monteith tenglamasi bilan hisoblanadi, so'ng $ET_c = K_c \cdot ET_0$ orqali ekin ehtiyoji aniqlanadi. Bu - me'yorlashning "yuqoridan pastga" modeli. Amaliyotda esa "pastdan yuqoriga" verifikatsiya ham zarur: dala sarfi (Q), tuproq namligi, shorlanish dinamikasi va hosil reaksiyasi bo'yicha ET ga moslashtirish qilinadi. Aynan shu yerda suv tejevchi texnologiyalar



qiymat beradi: ular sug'orish jarayonini mikro-miqyosda boshqarib, dala bo'ylab namlanish bir xilligini oshiradi, yuza oqim va keraksiz bug'lanishni kamaytiradi, natijada "suv mahsuldorligi" (water productivity: kg/m^3 yoki $\text{so}'\text{m}/\text{m}^3$) yaxshilanadi. Milliy ochiq manbalarda suv xo'jaligi samaradorligi ko'rsatkichlarini oshirish bo'yicha maqsadlar va natija indikatorlari tilga olinadi: sug'orish tizimlari foydali ish koeffitsiyentini (FIK) 0,63 dan 0,73 gacha oshirish hamda har gektarga beriladigan suv hajmini 20% kamaytirish orqali suv mahsuldorligini ko'tarish kabi yondashuvlar aynan "me'yor + aniqlik + yo'qotishlarni qisqartirish" konsepsiyasiga mos keladi.

Tomchilatib sug'orish manzilli namlanish tamoyiliga asoslanadi: suv ildiz zonasiga yaqin nuqtalardan past sarfda uzatilgani uchun yuza bug'lanishi va oqim yo'qotishlari qisqaradi, sho'r qatlamning harakati esa boshqariladigan bo'ladi.



1-rasm. Sug'orma dehqonchilikda suv tejovchi texnologiyalarni joriy etish

Tomchilatib sug'orishning texnik ishonchliligi "nasos - filtr - magistral/taqsimlash quvurlari - tomizgich (emitter)" zanjiri bo'yicha baholanadi, zanjirning istalgan bo'g'inidagi nosozlik (masalan, filtr tiqilishi) butun maydonda sug'orish bir xilligini buzadi.

Gidravlik loyihalashda sarf (Q), bosim (H), quvurlarda bosim yo'qotishlari (hf) va friksion koeffitsiyentlar (Darcy-Weisbach yoki Hazen-Williams kabi modellarda) hisoblanadi amalda esa "eng uzoq va eng noqulay nuqta" bo'yicha minimal ishchi bosim kafolatlanadi. Tomizgichlar bir xilligi va umumiy bir xillik ko'rsatkichlari bilan nazorat qilinadi; EU past bo'lsa, dalaning bir qismi ortiqcha, bir qismi kam namlanadi va bu hosildorlikni pasaytiribgina qolmay, tuzlarning migratsiyasini keskinlashtiradi. Shu bois tomchilatib sug'orishda "ko'rinmas, lekin hal qiluvchi" komponentlar - filtrlash uzeli va suv sifati monitoringi



(loyqalilik, temir, karbonatlar) hisoblanadi. Tomchilatib sug'orish bo'yicha rasmiy axborot resurslarida suvni tabiiy (an'anaviy) sug'orishga nisbatan 40-45% tejalishi mumkinligi ta'kidlanadi, bu esa texnologiyaning suv tejash potentsiali yuqori ekanini ko'rsatadi.

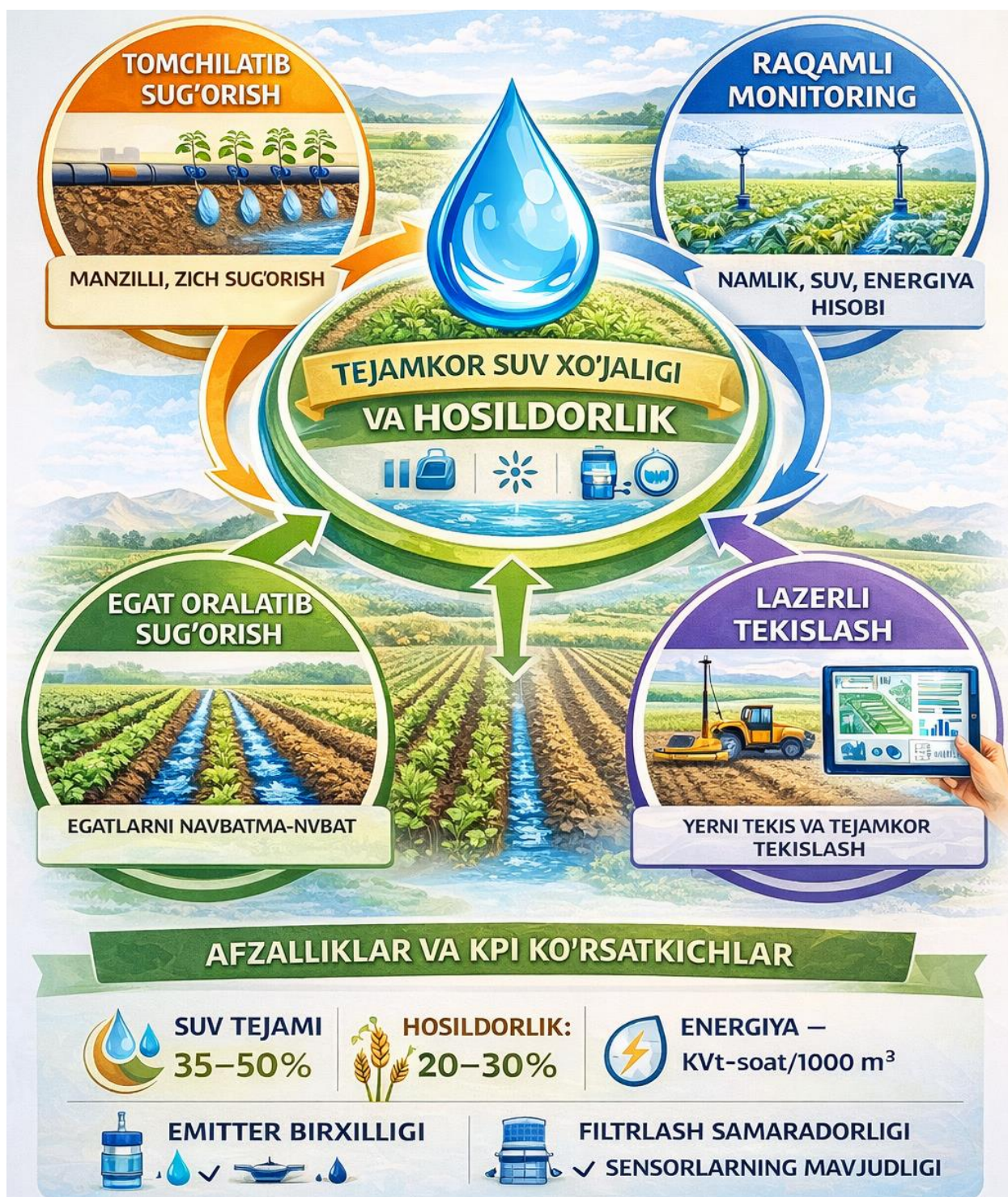
Biroq tomchilatib sug'orishda faqat suv tejami emas, energiya komponenti ham hisobga olinadi. Bosimli sug'orish tizimlari, ayniqsa, noto'g'ri loyihalansa, energiya sarfini oshirib yuborishi mumkin; shuning uchun nasos tanlash, chastota o'zgartirgichlar, bosimni me'yorlash, quvur diametrini optimal tanlash, gidravlik yo'qotishlarni minimallashtirish suv-energiya optimizatsiyasi uchun zarur. Shu yo'nalishda mamlakat darajasida suv tejovchi texnologiyalar nafaqat suvni, balki yonilg'i-moylash materiallari va mineral o'g'itlarni ham sezilarli tejashi, hosildorlikni oshirishi haqida raqamlar keltiriladi: tahlillarga ko'ra, suv tejovchi texnologiyalar suv resurslarini 45-50% gacha tejashi, xarajatlarning ayrim turlarini 25-35% gacha kamaytirishi va hosildorlikni 15-20% gacha oshirishi mumkinligi qayd etilgan. Bu raqamlarni ilmiy talqinda "potensial diapazon" sifatida tushunish kerak: natija dalaning sharoiti, filtrlar va tomizgichlar servisi, hamda agrotexnikaga bog'liq.

Mikroyog'dirish va boshqa bosimli sug'orish usullari tomchilatishga nisbatan ayrim sharoitlarda afzal: yengil tuproqlar, zich ekinlar, ayrim sabzavot va ozuqa ekinlari, shuningdek, mikroiklimni boshqarish zarur bo'lgan vaziyatlarda. Bunda asosiy ilmiy mezonlar - tomchi spektri, shamol sezgirligi, bir xillik, bosim talabi, suvning sifat ko'rsatkichlari va energiya sarfidir. Qisqacha aytganda, sprinkler - "mayda tomchilar orqali tarqatish", drip - "ildiz zonasiga manzilli uzatish". Har ikkisida ham nazariy asos bir: ETc bo'yicha me'yor, ammo ijro mexanizmi boshqa, yo'qotishlarning profili farq qiladi.

Egat oralatib sug'orish esa "kam investitsiyali suv tejash" segmentida eng samarali yo'nalishlardan biridir. Uning mohiyati - bir sug'orishda egatlarning bir qismi sug'orilib, keyingisida almashlab sug'orilishi; bunda namlanish fronti va havolanish balansi yaxshilanadi, ildiz zonasida kislorod rejimi barqarorroq bo'ladi, qator oralari ortiqcha suvlanmaydi, yuza oqim kamayadi. Mahalliy tadqiqotda g'o'za misolida egat oralatib sug'orishda suv sarfi 33,5% tejalishi, paxta hosildorligi esa 4,2% (1,34 s/ga)ga oshishi keltirilgani "suv tejash" va "hosildorlik" bir-biriga zid emasligini, to'g'ri rejimda ular bir vaqtda yaxshilanishi mumkinligini ko'rsatadi. Bu natijani ilmiy izohlashda ikki mexanizm ko'rinadi:

1) ildiz zonasida suv stressi "yumshoq" boshqariladi va o'simlik transpiratsiyasi samaraliroq bo'ladi;

2) ortiqcha infiltratsiya va sizib ketish kamayib, foydasiz yo'qotishlar qisqaradi. Albatta, bu usul ham sharoit talab qiladi: egat geometriyasi, tuproqning suv o'tkazuvchanligi, nishablik va sug'orishning vaqt-debit rejimi to'g'ri tanlanmasa, tejamkorlik o'rniga notekis namlanish paydo bo'lishi mumkin.



2-rasm. Sug'orma dehqonchilikning suv tejovchi texnologiyalari

Lazerli tekislash sug'orishning "geometriyasi"ni to'g'riylaydigan bazaviy texnologiya bo'lib, u sug'orish usulidan qat'i nazar natijani yaxshilashi bilan qimmatli. Dala mikrorelefiga 2-3 sm farqning o'zi namlanishni sezilarli o'zgartiradi: past joylarda suv to'planib sho'rlanish va ikkilamchi botqoqlanish xavfini kuchaytiradi, baland joylarda esa suv yetishmasligi hosilni



pasaytiradi. Lazerli tekislash suvning dalaga tarqalishini muvozanatlashtiradi, sug'orish vaqtini qisqartiradi, ortiqcha suv berishni kamaytiradi, mehnat va yoqilg'i sarfini tushiradi. Davlat axborot manbalarida lazerli tekislagichlar bo'yicha subsidiyalash amaliyotini davom ettirish kabi chora-tadbirlar tilga olinishi lazerli tekislashning amaliy ahamiyati yuqori ekanini tasdiqlaydi.

Ilmiy baholashda tekislashdan oldin va keyin mikrorelief xaritasi, sug'orish davomiyligi, m^3 /ga bo'yicha suv sarfi, hosildorlik, shuningdek, sho'rlanishga oid indikatorlar (EC, sizot suv sathi) qayd etilishi kerak; shundagina tekislash effekti "subyektiv" emas, "instrumental" isbotlanadi.

Raqamli monitoring, hisob-uchyot va qaror qabul qilish mexanizmlari suv tejoychi texnologiyalarni "barqaror ishlaydigan tizim"ga aylantiradi. "O'lchamasang - boshqara olmaysan" tamoyili irrigatsiyada ayniqsa to'g'ri: suv sarfi real vaqtda o'lchanmasa, me'yorlash "taxmin" bo'lib qoladi; nosozliklar erta aniqlanmasa, kichik muammo tezda katta yo'qotishga aylanadi. Shu sababli raqamlashtirish uch darajada ko'riladi: manba-tarmoq darajasi (gidropost, rasxodomer, telemetriya), xo'jalik darajasi (nasos va elektr hisob, sektor sarfi), dala darajasi (tuproq namligi datchiklari, meteostansiya, sug'orish jurnallari). Mamlakatda suv tejoychi texnologiyalarni joriy etishni jadallashtirish bo'yicha hujjatlar va rasmiy axborotlarda bu yo'nalishlar aniq vazifalar sifatida qayd etilgan: 2021 yilda 230 ming gektarda suv tejoychi texnologiyalarni joriy etish va 200 ming gektarni lazerli uskuna yordamida tekislash tashabbuslari shular jumlasidan. So'nggi yillarda esa suv tejoychi texnologiyalarni kengaytirish bo'yicha yanada yirik ko'rsatkichlar muhokama qilinmoqda. Masalan, 2028 yilgacha sug'oriladigan yerlarning 80 foizida suv tejoychi texnologiyalar joriy etilishi va bu yiliga 3,5 mlrd m^3 suv tejashga xizmat qilishi haqida ochiq manbada xabar berilgan. Bu kabi ko'rsatkichlar nazariy jihatdan shuni anglatadi: texnologiya "yakka-yakka" emas, tizimli miqyosda joriy etilsa, suv balansi darajasida sezilarli natija beradi.

Suv tejoychi texnologiyalarni joriy etishda iqtisodiy baholash professorona yondashuvning markaziy qismidir, chunki fermer yoki klaster uchun birinchi savol - investitsiya qachon va qanday sharoitda o'zini qoplaydi. Ilmiy-amaliy metodikada CAPEX (uskuna, montaj, loyiha), OPEX (energiya, filtrlar, servis, ta'mir), foyda qismi (hosil oshishi, suv/energiya tejami, mehnat tejami) va risk-sezgirlik tahlili (narxlar, suv taqchilligi, uskuna ishonchligi, servis sifati) alohida hisoblanadi. Bu yerda LCC (life-cycle cost) yondashuvi juda muhim: tomchilatib sug'orishning haqiqiy qiymati ko'pincha 3-5 yil davomida O&M intizomi bilan namoyon bo'ladi, bir mavsumlik baho noto'liq xulosa berishi mumkin. Shu sababli investitsion qaror NPV/IRR kabi ko'rsatkichlar bilan baholanadi, ammo irrigatsiyada "texnik risk" (tiqilish, bosim yo'qotish, suv sifati) albatta inobatga olinadi: risk boshqaruvi bo'lmasa, NPV qog'ozda ijobiy bo'lib, amalda salbiyga aylanadi.



Natijani ilmiy asosda boshqarish uchun KPI tizimi majburiy: suv tejovchi texnologiya joriy etilganda natija aniq o'lchovlar orqali kuzatilishi kerak. Amaliy, lekin ilmiy jihatdan to'liq KPIlar *quyidagilar*:

- mavsumiy suv sarfi m^3/ga va tejalish foizi; hosildorlik s/ga yoki t/ga va o'zgarish foizi;
- sug'orish bir xilligi (tomchilatishda EU %, sprinklerda CU %);
- energiya intensivligi $kVt \cdot soat/1000 m^3$;
- nosozliklar chastotasi (filtr tiqilishi, tomizgich ishdan chiqishi, bosim pasayishi);
- raqamli qamrov (hisoblagich/datchik o'rnatilgan nuqtalar ulushi);
- tuproq tuz rejimi (EC dinamikasi) va sizot suvlari sathi.

Shu KPIlar "texnologiya natijasi"ni subyektiv bahodan chiqarib, dalilga asoslangan boshqaruvga o'tkazadi. Yana bir muhim jihat: KPIlar faqat dalada emas, xo'jalik miqyosida ham integratsiyalashgan bo'lishi kerak, chunki suv tejash ko'pincha tarmoqdagi yo'qotishlar, suv taqsimoti intizomi va energiya ta'minoti bilan bog'liq; shuning uchun KPIlar "dala-xo'jalik-tarmoq" darajalarida uyg'unlashsa, texnologiya barqaror ishlaydi.

XULOSA.

Sug'orma dehqonchilikda suv tejovchi texnologiyalarni joriy etish samaradorligi texnologik vositani tanlash emas, balki "loyihalash - ekspluatatsiya - agrotexnika - hisob-uchyot" zanjiri to'g'ri qurilishiga bog'liq. Tomchilatib sug'orish yuqori aniqlik va fertigatsiya integratsiyasi orqali katta potensial bersa, egat oralatib sug'orish kabi nisbatan arzon texnologiyalar ham to'g'ri shartlarda sezilarli suv tejami va hosil o'sishini ta'minlashi mumkin. Lazerli tekislash sug'orishning geometrik asosini tuzatib, har qanday usulda namlanish birxilligini oshiradi. Raqamli monitoring va hisob-uchyot esa texnologiyalarning uzoq muddatli ishonchliligini ta'minlaydi va qaror qabul qilishni dalilga asoslaydi; bu yo'nalish davlat dasturlarida ham alohida vazifa sifatida belgilangan. Demak, ilmiy-amaliy jihatdan eng to'g'ri yondashuv - texnologiyalarni "komplekt" sifatida joriy etish, natijani KPIlar orqali o'lchash va xizmat ko'rsatish tizimini institutlashtirishdir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR.

1. Jumaniyozov F. M. Mintaqa barqaror iqtisodiy o'sishini ta'minlashda suv resurslaridan samarali foydalanish masalalari: egat oralatib sug'orishda suv tejash va hosildorlik dinamikasi, 2025.
2. "Suv va suv resurslari" jurnali. Suv tejamkor sug'orish texnologiyalari, jumladan tomchilatib sug'orishning texnika va ekspluatatsiya jihatlari haqida. №5(94), 2023.
3. Chorshanbiyev P. Tomchilatib sug'orishning rivojlanishi va zamonaviy qo'llanilishi. 2024.
4. Esenbaevich B. Ye. Tomchilatib sug'orish loyihalarining qishloq xo'jaligi loyihalari samaradorligiga ta'siri. 2025.



5. Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti (TIAME). Tomchilatib sug'orish tizimining tarkibiy qismlari: nasos tanlash, sarf-bosim-energiya ko'rsatkichlari (o'quv-uslubiy material).