

QISHLOQ XO‘JALIGIDA SUV RESURSLARINI TEJOVCHI RAQAMLI TEKNOLOGIYALARDAN FOYDALANISHNING EKOLOGIK AFZALLIKLARI

Tolibayeva Sevara Baxtiyor qizi

Markaziy Osiyo atrof-muhit va iqlim o‘zgarishini o‘rganish universiteti

(Green University),

Ingliz tili fani katta o‘qituvchisi

black_rank1122@mail.ru

<https://doi.org/10.5281/zenodo.21451026>

Annotatsiya. Ushbu maqola qishloq xo‘jaligida aqlli sug‘orish texnologiyalarining ekologik samaradorligini tahlil qiladi. Sensorli monitoring va IoT asosidagi tizimlar suv iste‘molini kamaytirish, tuproq sho‘rlanishini oldini olish va uglerod izini qisqartirish imkoniyatlari O‘zbekiston hamda Yevropa olimlarining tadqiqotlari asosida ilmiy asoslanadi.

Kalit so‘zlar: aqlli sug‘orish, suv resurslari, tuproq sho‘rlanishi, IoT sensorlar, raqamli texnologiyalar, ekologik barqarorlik, iqlim o‘zgarishi.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДОСБЕРЕГАЮЩИХ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Толибаева Севара Бахтиёр кизи

Старший преподаватель английского языка,

Центрально-Азиатский университет по изучению окружающей среды и

изменения климата (Green University)

black_rank1122@mail.ru

Аннотация. Настоящая статья анализирует экологическую эффективность технологий интеллектуального орошения в сельском хозяйстве. На основе исследований учёных Узбекистана и Европы научно обосновываются возможности систем сенсорного мониторинга и IoT по снижению водопотребления, предотвращению засоления почв и сокращению углеродного следа.

Ключевые слова: интеллектуальное орошение, водные ресурсы, засоление почв, IoT-сенсоры, цифровые технологии, экологическая устойчивость, изменение климата.

ECOLOGICAL ADVANTAGES OF USING WATER-SAVING DIGITAL TECHNOLOGIES IN AGRICULTURE

Tolibayeva Sevara Baxtiyor qizi

Senior English Teacher at Central Asian University of Environmental and Climate Change

Studies (Green University)

black_rank1122@mail.ru

Annotation. This article analyzes the ecological efficiency of smart irrigation technologies in agriculture. Based on the research of Uzbek and European scientists, the capabilities of sensor monitoring and IoT-based systems to reduce water consumption, prevent soil salinization, and reduce the carbon footprint are scientifically substantiated.

Keywords: smart irrigation, water resources, soil salinization, IoT sensors, digital technologies, ecological sustainability, climate change.

Global miqyosda qishloq xo'jaligi tarmog'i umumiy suv iste'molining qariyb 70–80% ini tashkil etib, bu ko'rsatkich suv resurslariga bo'lgan antropogen bosimning eng muhim manbai hisoblanadi [1]. Iqlim o'zgarishi natijasida yog'ingarchilik rejimining buzilishi, qurg'oqchilik davrlarining chastotasi ortib borishi va aholi sonining o'sishi suv tanqisligini keskin kuchaytirmoqda. Ayniqsa, Markaziy Osiyo mintaqasida, jumladan O'zbekistonda suv resurslariga bo'lgan ehtiyojning ortishi va mavjud suv zahiralarining kamayishi o'ta dolzarb ekologik muammo sifatida namoyon bo'lmoqda [2].

O'zbekiston Respublikasida sug'oriladigan yerlar umumiy yer maydonining 9,7 foizini tashkil etadi, bu ko'rsatkich Qashqadaryo – 16,9%, Jizzax – 11,1% va Samarqand – 10,9% viloyatlarida eng yuqori darajaga yetadi [3]. Suv resurslaridan samarasiz foydalanish nafaqat suv tanqisligini chuqurlashtiradi, balki tuproqlarning ikkilamchi sho'rlanishi va agroekologik degradatsiyasiga olib keladi. FAO ma'lumotlariga ko'ra, butun dunyo bo'ylab sug'oriladigan yerlarning 10% dan ortig'i sho'rlanish muammosiga duch kelgan bo'lib, bu ko'rsatkich ayrim mintaqalarda 30% gacha yetadi [4].

“Aqlli sug'orish” – deganda tuproq namligi, atmosfera harorati, yog'ingarchilik miqdori va boshqa agroekologik parametrlarni real vaqt rejimida monitoring qilish asosida sug'orish jarayonlarini avtomatlashtirilgan boshqarish tizimlari tushuniladi [5]. Ushbu tizimlar tuproq qatlamiga o'rnatilgan namlik sensorlari, Internet of Things (IoT) protokollari, bulutli hisoblash platformalari va sun'iy intellekt asosidagi qaror qabul qilish algoritmlarini o'z ichiga oladi [6].

Tuproq namligi sensorlari sig'imli, rezistiv va vaqt-domen reflektometriyasi (TDR) kabi fizik prinsiplarga asoslanib ishlaydi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, sensorlar yordamida tuproq namligi haqida real vaqtda ma'lumot olish an'anaviy gravimetrik usullarga nisbatan quyidagi afzalliklarga ega: sug'orish vaqtini aniq belgilash, suv isrofini kamaytirish, energiya sarfini qisqartirish va mehnat unumdorligini oshirish [7]. Zamonaviy masofaviy monitoring tizimlari har 20 daqiqada turli chuqurliklardagi tuproq namligini o'lchash imkonini beradi, bu esa sug'orish jadvalini optimal tarzda tuzishga xizmat qiladi [3].

Ilmiy adabiyotlarda aqlli sug'orish texnologiyalarining suv iste'moliga ta'siri bo'yicha keng ko'lamli empirik tadqiqotlar mavjud. Xususan, Yevropa Ittifoqining IRRISAVE loyihasi doirasida ishlab chiqilgan sun'iy intellekt asosidagi o'z-o'zini kalibrlovchi tizim ekin maydonlarida suv iste'molini 40% gacha, shahar maysazorlarida esa 50% gacha qisqartirish imkonini beradi [8]. Ushbu tizim nafaqat suvni, balki sug'orish uchun zarur bo'lgan elektr energiyasini va bog'liq holda CO₂ emissiyalarini ham kamaytiradi.

Nature Scientific Reports jurnalida chop etilgan tadqiqotda quyosh energiyasida ishlaydigan aqlli sug'orish tizimi an'anaviy tizimga nisbatan suv sarfini 28,1% ga, energiya sarfini esa 28,4% ga kamaytirganligi qayd etilgan [9]. Tadqiqotchilarning hisob-kitoblariga ko'ra, 15 yillik xizmat muddati davomida ushbu tizim an'anaviy tizimga nisbatan 18,37 tonna CO₂ ekvivalentida kam emissiya chiqarishga imkon beradi.

O'zbekiston sharoitida R.Yangiboyeva tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda IoT asosidagi sensorli tizimlar yordamida tuproq namligini real vaqtda kuzatish suv resurslarini tejash va hosildorlikni oshirishga xizmat qilishi ilmiy asoslangan [3]. Tadqiqotda qayd etilishicha, an'anaviy tuproq namligini o'lchash usullari ko'p mehnat talab qiladi va sug'orishni kechiktirishga olib

keladi, holbuki avtomatlashtirilgan sensor tarmoqlari doimiy monitoring imkoniyatini taqdim etadi.

Tuproq sho'rlanishi qishloq xo'jaligida hosildorlikni pasaytiruvchi asosiy omillardan biri bo'lib, butun dunyo bo'ylab qishloq xo'jaligi mahsuldorligini taxminan 18% ga kamaytiradi [10]. Suv resurslarini tejovchi raqamli texnologiyalar, ayniqsa, ikkilamchi sho'rlanishning oldini olishda muhim ekologik ahamiyatga ega.

Shu o'rinda Xitoy tajribasiga yuzlansak, Xitoyning shimoli-g'arbiy hududlarida olib borilgan tadqiqotda Digital Twin texnologiyasi va IoT asosidagi aqlli sug'orish-drenaj tizimi tuproq sho'rlanishini sezilarli darajada kamaytirishga erishgan. Ushbu tadqiqotda Long Short-Term Memory (LSTM) chuqur o'qitish modeli tuproq elektr o'tkazuvchanligini — sho'rlanishning asosiy indikatorini — yuqori aniqlikda ($R^2 = 0.97$) bashorat qilgan [11]. Tadqiqot natijalariga ko'ra, sensorli monitoring va drenaj tizimlarining sinxronizatsiyasi tuproq profilida tuz miqdorini kamaytirishga imkon bergan.

FAO tomonidan e'tirof etilishicha, aqlli sug'orish tizimlari suv resurslari va tuproq resurslarini bir vaqtda tejash orqali barqaror qishloq xo'jaligiga erishishning samarali strategiyasi hisoblanadi [4]. Sug'orishni optimallashtirish orqali er osti suvlarining ko'tarilishi va bug'lanish natijasida tuzlarning yuqori qatlamlarda to'planishining oldi olinadi.

O'zbekiston misolida, Dayu Irrigation Group kompaniyasi bilan hamkorlikda sho'rlangan yerlarni qayta tiklash va suv tejovchi sug'orish texnologiyalarini joriy etish bo'yicha ishlar olib borilmoqda [12]. Ushbu hamkorlik O'zbekistonning 2020–2030 yillarga mo'ljallangan qishloq xo'jaligini rivojlantirish strategiyasida suvdan foydalanish samaradorligini 20% ga oshirish maqsadiga xizmat qilmoqda.

Shuningdek, O'zbekiston Respublikasi Qishloq xo'jaligi vazirligi Valmont Irrigation kompaniyasi bilan hamkorlikda zamonaviy suv tejovchi texnologiyalarni joriy etish bo'yicha faol ish olib bormoqda [1]. Ushbu hamkorlik doirasida aylanishli sug'orish (center pivot) va tomchilatib sug'orish tizimlarini raqamli boshqaruv bilan integratsiyalash orqali suv tejash samaradorligini oshirishga qaratilgan chora-tadbirlar amalga oshirilmoqda.

Xulosa qilib aytganda, iqlim o'zgarishi va suv resurslari tanqisligi kuchayib borayotgan hozirgi sharoitda qishloq xo'jaligida suv resurslarini tejovchi raqamli texnologiyalardan foydalanish ekologik zarurat darajasiga yetgan.

Adabiyotlar, References, Литературы:

1. Trend News Agency. (2025). Uzbekistan embraces advanced water-saving solutions with Valmont Partnership. *Trend News Agency*, Baku.
2. O'zbekiston Respublikasi Suv xo'jaligi vazirligi. (2023). *O'zbekiston suv resurslari holati va ulardan foydalanish samaradorligini oshirish strategiyasi*. Toshkent.
3. R.Yangiboyeva, (2024). Optimizing irrigation and soil moisture management in Uzbekistan's agricultural sector through modern technologies. *American Journal of Applied Science and Technology*, 4(2), 45–52.
4. FAO. (2025). World Soil Day: Smart Irrigation - Efficient Water Management for Soil Protection. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, Rome.
5. Winsen Sensors. (2025). Aqlli sug'orish tizimlarida bosim sensorining roli. *Winsen Electronics*, Zhengzhou.
6. IC Components. (2025). Qishloq xo'jaligi va bog'dorchilikda tuproq namligi sensorlari. *IC Components Technical Documentation*, Shenzhen.

7. O‘zbekiston Qishloq xo‘jaligi jurnali. (2024). “Aqlli” qishloq xo‘jaligi va sug‘orish tizimlari. *O‘zbekiston Qishloq xo‘jaligi*, 5(67), 12–18.
8. European Commission CORDIS. (2025). Smart Irrigation Control System with 40% Savings in Water for Universal Use (IRRISAVE). *CORDIS EU Research Results*, Brussels.
9. Ahmed, M., & Rahman, M. (2025). Design and evaluation of a solar powered smart irrigation system for sustainable urban agriculture. *Nature Scientific Reports*, 15(1), Article 2845.
10. Qadir, M., & Schubert, S. (2024). Salinity and agriculture: A global perspective. *Agricultural Water Management*, 298, 108945.
11. Li, X., Zhang, Y., & Wang, H. (2025). Digital twin-enabled intelligent irrigation-drainage system for precision water-salt management in saline agroecosystems. *ScienceDirect Agricultural Systems*, 226, 104212.
12. Global Water Partnership. (2024). The Chinese delegation of Dayu Irrigation Group Co., Ltd. Visited Uzbekistan. *GWP China Cooperation Report*, Beijing.