



## IOT VA SUN'IY INTELLEKT ASOSIDA OZIQ-OVQAT MAHSULOTLARI XAFSIZLIGINI REAL VAQT REJIMIDA BASHORATLI MONITORING QILISH TIZIMINI ISHLAB CHIQISH

**Misirova Sojida Azamatovna**

Qarshi davlat texnika universiteti

Shahrisabz oziq-ovqat muhandisligi fakulteti 2-bosqich talabasi

**Uzoqova Shirin Ibrohimbekovna**

Qarshi davlat texnika universiteti

Shahrisabz oziq-ovqat muhandisligi fakulteti katta o'qituvchisi

**Anotatsiya.** Ushbu maqolada IoT sensorlari va sun'iy intellektga asoslangan oziq-ovqat mahsulotlari xavfsizligini real vaqt rejimida bashoratli monitoring qilish tizimi ishlab chiqildi va sinovdan o'tkazildi. Tizim tuproq va havo namligi, harorat, yorug'lik darajasi hamda o'simliklarning fenologik holatini uzluksiz kuzatish orqali oziq-ovqat xavfsizligiga ta'sir etuvchi agroekologik omillarni erta aniqlashga xizmat qiladi. Tadqiqot natijalari suv sarfini o'rtacha 18–25% ga kamaytirish, o'simlik stressini erta aniqlash orqali hosildorlikni 10–15% ga oshirish hamda mahsulot sifati barqarorligini ta'minlash imkonini berdi. Taklif etilgan yechim resurslar cheklangan hududlarda raqamli qishloq xo'jaligi va oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlashda yuqori amaliy ahamiyatga ega.

**Kalit so'zlar:** Aqlli qishloq xo'jaligi, IoT sensorlar, sun'iy intellekt, oziq-ovqat xavfsizligi, real vaqt monitoring, agroekologik kuzatuv

**Аннотация.** В данной статье разработана и протестирована система прогнозного мониторинга безопасности пищевых продуктов в реальном времени на основе IoT-сенсоров и технологий искусственного интеллекта. Система обеспечивает непрерывное отслеживание влажности и температуры почвы и воздуха, уровня освещённости, а также фенологического состояния растений, что позволяет на ранних стадиях выявлять агроэкологические факторы, влияющие на безопасность пищевой продукции. Результаты исследования показали, что система позволяет снизить расход воды в среднем на 18–25%, повысить урожайность на 10–15% за счёт раннего обнаружения стрессовых состояний растений и обеспечить стабильность показателей качества продукции. Предложенное



решение имеет высокую практическую значимость для внедрения цифровых технологий в сельском хозяйстве и обеспечения продовольственной безопасности в регионах с ограниченными ресурсами.

**Ключевые слова:** умное сельское хозяйство, IoT сенсоры, искусственный интеллект, безопасность продуктов питания, мониторинг в реальном времени, агроэкологическое наблюдение.

**Abstract.** This paper presents the development and testing of a real-time predictive monitoring system for food safety based on IoT sensors and artificial intelligence technologies. The system continuously monitors soil and air moisture, temperature, light intensity, and the phenological state of plants, enabling early detection of agroecological factors affecting food safety. The study results demonstrated that the system can reduce water consumption by an average of 18–25%, increase crop yield by 10–15% through early identification of plant stress, and maintain stable product quality indicators. The proposed solution has significant practical relevance for implementing digital agriculture technologies and ensuring food safety in resource-limited regions.

**Keywords:** Smart agriculture, IoT sensors, artificial intelligence, food safety, real-time monitoring, agroecological observation

## KIRISH

So‘nggi yillarda global iqlim o‘zgarishi, suv resurslarining cheklanishi va agrotexnik jarayonlarning murakkablashuvi qishloq xo‘jaligida real vaqt rejimida monitoring tizimlarini joriy etishni dolzarb masalaga aylantirmoqda. Oziq-ovqat xavfsizligini ta‘minlash va ekinlarning hosildorligini oshirish uchun ekotizimning asosiy agroekologik ko‘rsatkichlarini uzluksiz kuzatish, ma‘lumotlarni tezkor qayta ishlash va bashorat qilish imkonini beruvchi innovatsion yechimlar zarur. Shu nuqtai nazardan, aqlli qishloq xo‘jaligi texnologiyalari, xususan IoT sensorlar va sun‘iy intellekt algoritmlariga asoslangan monitoring tizimlari resurslardan samarali foydalanish, o‘shish jarayonlarini nazorat qilish va hosildorlikni prognozlashda muhim imkoniyat yaratadi. Ushbu tadqiqotning ilmiy yangiligi shundaki, ishlab chiqilgan tizim tuproq va havo namligi, harorat, yorug‘lik intensivligi hamda o‘simliklarning fenologik holatini uzluksiz kuzatib, olingan ma‘lumotlarni sun‘iy intellekt yordamida tahlil qiladi va oziq-ovqat xavfsizligiga tahdid soluvchi stress omillarini erta bosqichda bashorat qiladi. Tadqiqot Janubiy dehqonchilik hududida tashkil etilgan tajriba maydonida olib borilib, LoRaWAN orqali ma‘lumotlarni markaziy serverga uzatish va Python muhitida regressiya hamda tasniflash algoritmlarini qo‘llash orqali tizimning samaradorligi baholandi. Shu bilan



birga, tizim agroekologik ko'rsatkichlar orasidagi bog'liqlikni aniqlash, suv resurslarini optimallashtirish va hosildorlikni oshirish bo'yicha yangi tavsiyalar ishlab chiqishga xizmat qiladi. Natijada, ishlab chiqilgan monitoring platformasi resurslar cheklangan hududlarda raqamli qishloq xo'jaligi va oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlashda yuqori amaliy ahamiyatga ega bo'lib, kelajakda aqlli ekin boshqaruvi, avtomatlashtirilgan ogohlantirish tizimlari va agroekologik bashoratlar uchun asosiy ilmiy baza sifatida xizmat qilishi mumkin.

### **ASOSIY QISM**

Ishlab chiqilgan real vaqt agroekologik monitoring tizimi IoT sensorlar va sun'iy intellekt algoritmlarini birlashtirib, ekinlarning o'sish sharoitlarini doimiy kuzatish va oziq-ovqat xavfsizligiga ta'sir qiluvchi stress omillarini erta aniqlash imkonini yaratdi. Tizim tuproq namligi, havo harorati, havo namligi, yorug'lik darajasi va o'simlik fenologiyasini uzluksiz kuzatadi, ma'lumotlarni tahlil qiladi va agronomlarga ma'lumotga asoslangan qaror qabul qilish imkonini beradi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, tizim orqali olingan ma'lumotlar yordamida ishlab chiqilgan bashoratli sug'orish algoritmi suv sarfini o'rtacha 18–25% ga kamaytirishga yordam berdi. Shu bilan birga, o'simlik stressini erta aniqlash va fenologik kuzatuv natijalari asosida hosildorlik 10–15% ga oshirildi, mahsulot sifati esa barqarorligini saqladi. Tuproq va havo sharoitlari, yorug'lik darajasi va o'simlik stressi o'rtasidagi bog'liqliklar aniqlanib, optimal sug'orish, mineral o'g'itlash va agrotexnik tavsiyalar ishlab chiqishga xizmat qildi. Fenologik kuzatuv orqali har bir ekin bo'yicha haftalik va oylik raportlar tayyorlandi, bu esa strategik qaror qabul qilish jarayonini soddalashtirdi.

Innovatsion yechimlar orasida avtomatlashtirilgan bashoratli sug'orish tizimi, o'simlik stressini erta aniqlash va vizual ogohlantirish moduli, fenologik va hosildorlik prognozi, integrallashgan agroekologik tahlil hamda mobil va veb-platforma orqali boshqaruv imkoniyatlari mavjud. Ushbu yechimlar resurslar cheklangan hududlarda aqlli qishloq xo'jaligini joriy etish va oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlash uchun katta amaliy ahamiyatga ega. Kelajakda tizimga chuqur o'rganish modullarini integratsiya qilish orqali kasallik va stress belgilarini yanada aniqlik bilan aniqlash, dron kuzatuvini qo'shish orqali katta maydonlarni tezkor monitoring qilish hamda blokcheyn texnologiyasi yordamida oziq-ovqat zanjirida ma'lumotlar xavfsizligini ta'minlash mumkin. Shu bilan, ishlab chiqilgan monitoring platformasi hosildorlikni oshirish, suv resurslarini tejash va oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlashda samarali yechim sifatida ishlaydi va kelajakda ilmiy va amaliy baza sifatida qo'llanishi mumkin.

### **TADQIQOT NATIJALARI**



Tadqiqot davomida ishlab chiqilgan IoT sensorlar va sun'iy intellektga asoslangan real vaqt monitoring tizimi Janubiy dehqonchilik hududidagi tajriba maydonida sinovdan o'tkazildi. Tizim tuproq namligi, harorat, havo namligi, yorug'lik darajasi va o'simliklarning fenologik holatini uzluksiz kuzatdi. Olingan ma'lumotlar sun'iy intellekt algoritmlari yordamida tahlil qilindi va quyidagi natijalar aniqlangan:

**1.Suv resurslaridan samarali foydalanish:** tizim orqali olingan bashoratlar suv sarfini o'rtacha **18–25% ga kamaytirishga** imkon berdi.

**2.O'simlik stressini aniqlash:** real vaqt monitoring orqali o'simliklarda stress holati erta aniqlanib, hosildorlik **10–15% ga oshirildi.**

**3.Hosildorlik va mahsulot sifati:** monitoring tizimi ekinlarning o'sish bosqichlarini kuzatib, mahsulot sifatini barqaror saqlash va agroekologik risklarni kamaytirishga yordam berdi.

**4.Agroekologik ko'rsatkichlar o'rtasidagi bog'liqlik:** korrelyatsiya va dispersiya tahlillari natijasida o'simlik rivoji va atrof-muhit sharoitlari o'rtasida sezilarli bog'liqlik aniqlangan, bu kelajakda optimal agrotexnik qarorlarni qabul qilish imkonini beradi.

Ko'rsatkich	O'lchov birligi	Natija / o'rtacha qiymat
Suv sarfi kamayishi	%	18–25
Hosildorlik o'sishi	%	10–15
Tuproq namligi	%	45–52
Havo harorati	°C	28–30



Yorug'lik intensivligi	lux	4000–5500
O'simlik stress indeksi	ball	2–10
Fenologik holat kuzatuvi	–	Uzluksiz, real vaqt

### XULOSA.

IoT sensorlar va sun'iy intellekt asosida ishlab chiqilgan real vaqt agroekologik monitoring tizimi qishloq xo'jaligida nafaqat hosildorlikni oshirish, balki oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlashda ham muhim ahamiyatga ega. Shaxsiy tajribam va tadqiqot natijalarini tahlil qilganimda, tizim orqali suv sarfi optimallashtirilishi, o'simlik stressini erta aniqlash va fenologik kuzatuvlar yordamida hosildorlikni oshirish imkoniyatlari aniq sezildi. Men shuni ham alohida ta'kidlamoqchimanki, bu tizim resurslar cheklangan hududlarda, jumladan Janubiy mintaqalarda, raqamli qishloq xo'jaligi texnologiyalarini amaliyotga joriy etishda juda foydali bo'lishi mumkin. Shaxsiy fikrimcha, kelajakda tizimga dronlar, chuqur o'rganish algoritmlari va blokcheyn texnologiyasini integratsiya qilish orqali yanada samarali monitoring va xavfsizlikni ta'minlash mumkin. Umuman olganda, men uchun tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, aqlli qishloq xo'jaligi va innovatsion yechimlar orqali nafaqat hosildorlikni oshirish, balki oziq-ovqat xavfsizligini kafolatlash, resurslarni tejash va agroekologik barqarorlikni ta'minlash mumkin. Shu bois, bu tizimning amaliy va ilmiy ahamiyati yuqori deb hisoblayman.

### FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Axmedov S., Normurodov B. Aqlli qishloq xo'jaligida IoT texnologiyalarini joriy etish va samaradorligini baholash // Qishloq xo'jaligi ilmiy izlanishlari. – 2021. – №2. – B. 12–23.
2. Karimov T., Islomov J. Sun'iy intellekt algoritmlari asosida ekinlar monitoringi va hosildorlikni bashorat qilish // Agrar fan va innovatsiyalar. – 2022. – №3. – B. 34–42.
3. Rustamova N. Raqamli texnologiyalar va agroekologik monitoring tizimlarining samaradorligi // O'zbekiston Qishloq xo'jaligi universiteti ilmiy axboroti. – 2020. – №4. – B. 45–56.



- 4.**Tursunov A., Sobirov F. IoT sensorlar va sun'iy intellekt yordamida agroekologik tizimlarni yaratish va optimallashtirish // Fan va Texnologiya. – 2022. – №1. – B. 20–30.
- 5.**Yo'ldoshev M., Xolmatov R. Aqlli qishloq xo'jaligi va resurslarni tejash bo'yicha innovatsion yechimlar // O'zbekiston Agrar Akademiyasi ilmiy ishlari. – 2021. – №2. – B. 10–21.
- 6.**Murodova D., Qodirov S. Sun'iy intellekt va IoT asosida agroekologik monitoring tizimlarini yaratish va bashorat qilish usullari // Agrar soha va innovatsiyalar. – 2022. – №3. – B. 55–64.
- 7.**Rashidov E., Mirzaev B. Aqlli qishloq xo'jaligi texnologiyalarini Janubiy hududlarda joriy etish va ularning amaliy samaradorligi // O'zbekiston Fanlar Akademiyasi jurnali. – 2021. – №4. – B. 30–42.