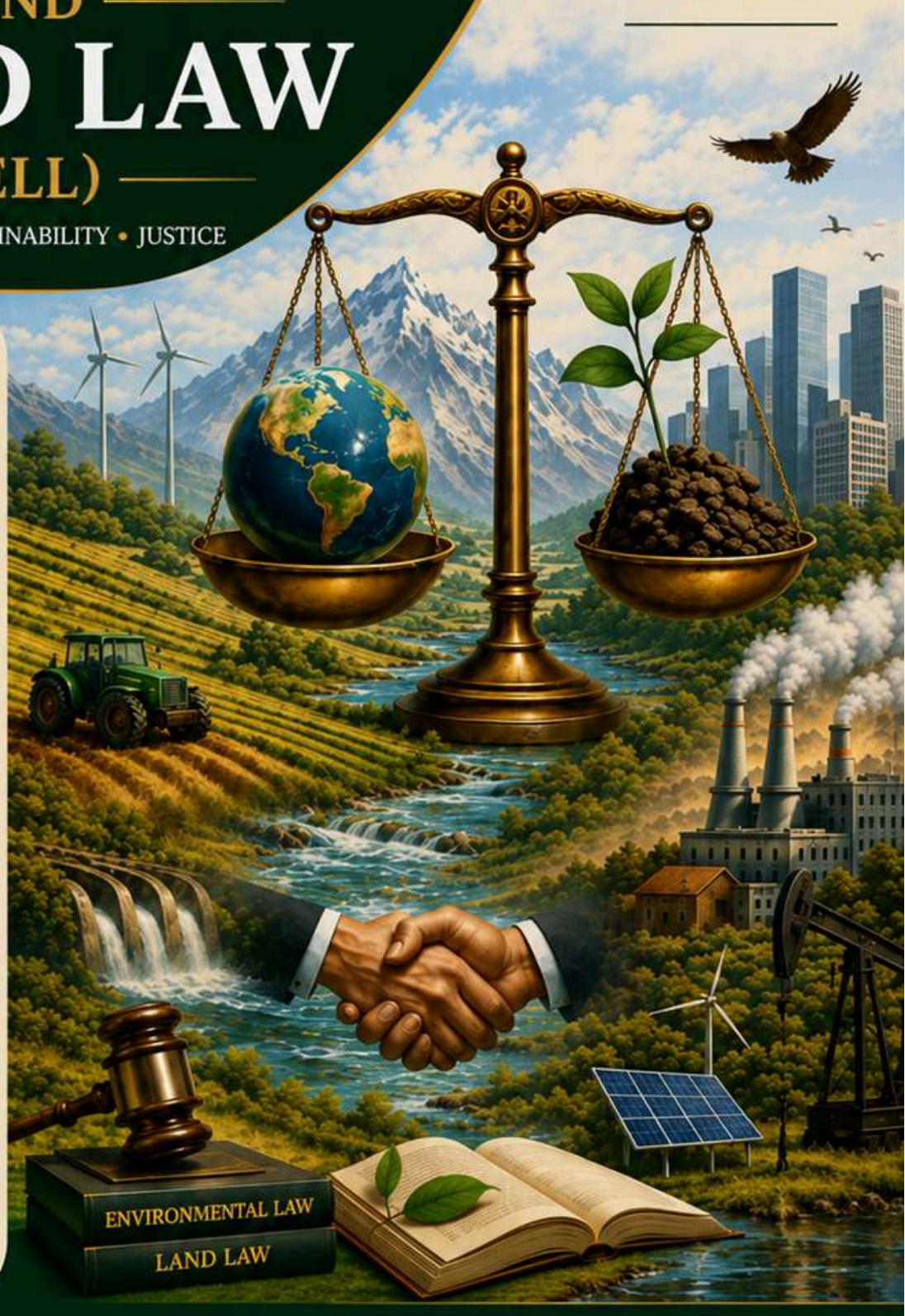
JOURNAL OF ENVIRONMENTAL AND LAND LAW (JELL)

ISSN
3093-9321

LAW • ENVIRONMENT • SUSTAINABILITY • JUSTICE



OUR FIELDS

- Land law and agrarian relations
- Environmental law and climate change
- Water law and transboundary cooperation
- Urban planning and zoning law
- Natural resources and energy law

OUR INDEXING

- Google Scholar
- Zenodo
- DOI
- OpenAIRE
- Open Access

https://unireview.uz/index.php/jell

Published by
UniLex Global

VOLUME 2 | ISSUE 1

OCTOBER 2026

"UNILEX GLOBAL" LLC

Ekologiya va yer huquqi jurnali / Journal of Environmental and Land Law

October, 2026
VOLUME 2, ISSUE 1

EDITORIAL TEAM

Editor-in-Chief, Tukhtashev Hikmatilla Ismatillaevich - Head of the Department of Legal Sciences, Doctor of Philosophy in Legal Sciences (PhD), TIIAME National Research University, Tashkent, Republic of Uzbekistan.

1. **Editorial Board Members Kholmuminov Juma Toshtemirovich** - Doctor of Legal Sciences (DSc), Professor, Department of Environmental Law, Tashkent State University of Law, Tashkent, Republic of Uzbekistan.
2. **Editorial Board Members Fayziev Shukhrat Khasanovich** - Doctor of Legal Sciences (DSc), Professor, Department of Environmental Law, Tashkent State University of Law, Tashkent, Republic of Uzbekistan.
3. **Editorial Board Members Uzakova Gozal Sharipovna** - Doctor of Legal Sciences (DSc), Professor, Department of Environmental Law, Tashkent State University of Law, Tashkent, Republic of Uzbekistan.
4. **Editorial Board Members Narzullaev Olim Kholmamatovich,** Doctor of Legal Sciences (DSc), Professor, Department of Environmental Law, Tashkent State University of Law, Tashkent, Republic of Uzbekistan.
5. **Editorial board members Kenjaev Rustam Khaydarovich,** Candidate of Legal Sciences (PhD), Professor, Head of the Department of Environmental Law, Tashkent State University of Law, Tashkent, Republic of Uzbekistan.
6. **Editorial Board Members Utegenov Ongarbay Dariyabayevich -** Doctor of Legal Sciences (DSc), Professor, Department of Finance, Tashkent University of Chemical Technology – International University, Tashkent, Republic of Uzbekistan.
7. **Editorial Board Members Hayitov Hasan Shermatovich** - Candidate of Legal Sciences (PhD), Investigator, Shykhontohur District Division, Department for Combating Economic Crimes under the Prosecutor General's Office of the Republic of Uzbekistan, Tashkent, Republic of Uzbekistan.
8. **Editorial Board Members Khodjaeva Aziza Bakhtiyarovna -** Doctor of Philosophy in Legal Sciences (PhD) "Academy of Labor and Social Relations" under the Federation of Trade Unions of the Republic of Uzbekistan, Tashkent, Republic of Uzbekistan.
9. **Editorial Board Members Nishonov Abdulloh Ubaydulloh ugli -** Senior Lecturer Tashkent State University of Law, Tashkent, Republic of Uzbekistan.
10. **Editorial Board Members Makhkamov Durbek Nematovich -** Doctor of Legal Sciences (DSc), Professor, Dean, Faculty of Public Law, Tashkent State University of Law, Tashkent, Republic of Uzbekistan.
11. **Editorial Board Members Usmanov Muhammad Bahritdinovich -** Doctor of Legal Sciences (DSc), Professor, University of Public Safety of the Republic of Uzbekistan, Tashkent, Republic of Uzbekistan.
12. **Editorial Board Members Juraev Yuldash Achilovich -** Doctor of Legal Sciences (DSc), Associate Professor Senior Researcher, Parliamentary Research Institute under the Legislative Chamber of the Oliy Majlis of the Republic of Uzbekistan, Tashkent, Republic of Uzbekistan.
13. **Editorial Board Members Nurmatov Mirgolib Mirzayevich -** Doctor of Legal Sciences (DSc), Professor, Head of the Department of Special Legal Sciences and Military Diplomacy, University of Public Safety of the Republic of Uzbekistan, Tashkent, Republic of Uzbekistan.
14. **Editorial Board Members Bobokulov Shoxnazar Ochilovich -** Candidate of Legal Sciences, Associate Professor, Acting Professor, Department of Legal Sciences, Tashkent International University, Tashkent, Republic of Uzbekistan.
15. **Editorial Board Members Mirzaabdullaeva Matluba Rustamovna -** Candidate of Legal Sciences, Associate Professor Associate Professor, Department of Environmental Law, Tashkent State University of Law, Tashkent, Republic of Uzbekistan.
16. **Editorial Board Members Allayorov Tulqin Ruziqulovich -** Doctor of Philosophy in Philology (PhD), Associate Professor Nizami Named Tashkent State Pedagogical University, Tashkent, Republic of Uzbekistan.

UNILEX GLOBAL

EKOLOGIYA VA YER HUQUQI JURNALI /
JOURNAL OF ENVIRONMENTAL AND LAND LAW

Journal homepage: https://unireview.uz/index.php/jell



Original research article

O‘SIMLIK O‘SISH DINAMIKASINI DATCHIKLAR ORQALI MONITORING QILISH

Hayitboyev To‘lqinjon Rajabboy o‘g‘li
“TIQXMMI” Milliy tadqiqot universiteti
“Intellektual o‘lchash tizimlari va asboblari”
mutaxassisligi bo‘yicha magistr talabasi

MAQOLA MA’LUMOTI

Kalit so’zlar:
IoT, datchiklar,
pomidor,
o‘sish dinamikasi,
tuproq namligi,
mikroiqlim,
avtomatik sug‘orish.

A N N O T A T S I Y A

Tezisda issiqxona sharoitida pomidor o‘simligining o‘sish dinamikasini IoT texnologiyalari va datchiklar yordamida monitoring qilish natijalari umumlashtirilgan. Sakkiz hafta davomida 58 ta niholda sensor ma’lumotlari asosidagi avtomatik sug‘orish va an’anaviy sug‘orish sharoitlari taqqoslangan. Eksperimental guruhda yakuniy bo‘y, barglar soni va biomassa nazorat guruhiga nisbatan yuqori bo‘lgan. Tuproq namligi, yorug‘lik va mikroiqlim ko‘rsatkichlarining o‘sish bilan bog‘liqligi hamda tizimni amaliy qo‘llash yo‘nalishlari yoritilgan.

MONITORING PLANT GROWTH DYNAMICS USING SENSORS

ARTICLE INFO

Keywords:
IoT,
sensors,
tomato,
growth dynamics,
soil moisture,
microclimate,
automatic irrigation.

A B S T R A C T

The thesis summarizes the results of monitoring the growth dynamics of tomato plants in greenhouse conditions using IoT technologies and sensors. Over the course of eight weeks, the conditions of automatic and conventional irrigation based on sensor data were compared in 58 seedlings. The final height, number of leaves, and biomass of plants in the experimental group were higher than in the control group. The relationship between soil moisture, light, and microclimate indicators with growth, as well as the directions for the practical application of the system, are highlighted.

EKOLOGIYA VA YER HUQUQI JURNALI /
JOURNAL OF ENVIRONMENTAL AND LAND LAW
Journal homepage: https://unireview.uz/index.php/jell

МОНИТОРИНГ ДИНАМИКИ РОСТА РАСТЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ ДАТЧИКОВ

ИНФОРМАЦИЯ СТАТЬИ

Ключевые слова:
IoT,
датчики,
томат,
динамика роста,
влажность почвы,
микроклимат,
автоматический полив.

А Н Н О Т А Т С И Я

В тезисах обобщены результаты мониторинга динамики роста растений томата в тепличных условиях с использованием технологий Интернета вещей (IoT) и датчиков. В течение восьми недель на 58 растениях сравнивались условия автоматического полива на основе данных датчиков и традиционного полива. В экспериментальной группе итоговая высота растений, количество листьев и биомасса были выше, чем в контрольной группе. Рассмотрены взаимосвязи влажности почвы, освещённости и показателей микроклимата с ростом растений, а также направления практического применения системы.

KIRISH

O‘simliklarning o‘sishi va rivojlanishini kuzatish qishloq xo‘jaligi fanining eng muhim yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. O‘simliklarning bo‘yi, barg yuzasi, biomassa hosil qilishi va fiziologik holati ularning hosildorligini belgilovchi asosiy omillardir. Shu sababli agronomlar va biologlar uzoq yillar davomida o‘simliklarning o‘sish jarayonlarini muntazam kuzatish hamda ularning rivojlanishiga ta’sir qiluvchi omillarni aniqlashga intilib kelganlar. Dastlabki tadqiqotlarda o‘simliklarning o‘sishi asosan vizual kuzatishlar, qo‘lda o‘lchash usullari va laboratoriya tahlillari orqali baholangan. Biroq bunday yondashuvlar ko‘p vaqt talab qilishi, inson omiliga bog‘liqligi hamda real vaqt rejimida ma’lumot olish imkoniyatining cheklanganligi bilan xarakterlangan [1].

O‘simlik monitoringida sensor texnologiyalaridan foydalanish bo‘yicha dastlabki keng qamrovli ilmiy tadqiqotlar XXI asr boshlarida paydo bo‘la boshladi. Jones (2004) o‘simliklarning suv tanqisligi holatini aniqlashda sensorlarga asoslangan monitoring tizimlarining samaradorligini o‘rganib, bunday tizimlar sug‘orish jarayonlarini

optimallashtirish imkonini berishini aniqlagan [4]. Shu bilan birga Kim va Evans (2009) simsiz sensor tarmoqlaridan foydalangan holda aqlli sug‘orish tizimini ishlab chiqib, real vaqt rejimida yig‘ilgan ma’lumotlar suv sarfini kamaytirish va hosildorlikni oshirishga xizmat qilishini isbotladilar [5].

2010-yillardan boshlab Internet of Things (IoT) texnologiyasining rivojlanishi sensorlar asosidagi monitoring tizimlarining yangi avlodini shakllantirdi. IoT texnologiyasi turli datchiklardan ma’lumotlarni yig‘ish, saqlash va tahlil qilish imkonini beruvchi yagona tarmoqni hosil qiladi. Atzori, Iera va Morabito (2010) IoT konsepsiyasini fizik obyektlarning internet orqali o‘zaro bog‘lanishi va ma’lumot almashishi sifatida ta’riflab, ushbu texnologiyaning qishloq xo‘jaligidagi istiqbollarini ko‘rsatib berdilar [6]. Keyinchalik qishloq xo‘jaligida IoT texnologiyalaridan foydalanish bo‘yicha tadqiqotlar soni keskin ortdi. Wolfert, Ge, Verdouw va Bogaardt (2017) esa aqlli qishloq xo‘jaligida katta hajmdagi ma’lumotlar va sensor texnologiyalarining rolini tahlil qilib, real vaqt monitoringi hosildorlikni oshirish, resurslardan samarali foydalanish hamda ekologik xavfsizlikni ta’minlashda muhim ahamiyatga ega ekanligini ta’kidladilar [7]. Liakos (2018) esa sun’iy intellekt va mashinaviy o‘qitish algoritmlarini sensor ma’lumotlari bilan integratsiyalash o‘simliklarning rivojlanishini prognoz qilish imkonini berishini aniqladi [8].

Mazkur ishning ilmiy muammosi muhit parametrlarini o‘lchash bilan cheklanmay, yig‘ilgan ma’lumotlarni o‘simlikning biologik javobi bilan bog‘lashdan iborat. Kuzatuv tizimi amaliy qiymatga ega bo‘lishi uchun sensor signali sug‘orish qaroriga, qaror esa o‘sish ko‘rsatkichlarini baholashga ulanadi. Shu sababli tadqiqotda texnologik monitoring va vegetativ rivojlanish birgalikda tahlil qilingan. Ishning amaliy hissasi mahalliy issiqxona sharoitida ushbu yondashuvni nazorat guruhi bilan qiyoslash va natijalarni o‘lchanadigan biologik ko‘rsatkichlarda ifodalashdir.

Maqsadga erishish uchun uch vazifa belgilangan: mikroiqlim ma’lumotlarini avtomatik

qayd etish; avtomatik va an'anaviy sug'orish sharoitidagi o'sishni taqqoslash; ekologik parametrlar bilan bo'y, barglar soni va biomassa o'rtasidagi bog'liqlikni baholash. Tekshiriladigan asosiy taxmin sensor ma'lumotlariga mos sug'orish sharoitida o'simlikning vegetativ rivojlanish ko'rsatkichlari yuqoriroq bo'lishidir. Natijalar ushbu taxminni o'rganilgan sharoit doirasida baholashga xizmat qiladi.

TADQIQOT USULLARI

Tadqiqot Toshkent viloyatidagi issiqxonada Solanum lycopersicum o'simligi misolida 8 hafta davomida olib borilgan. Jami 58 ta nihol ikki guruhga ajratilgan: eksperimental guruhda 32 ta, nazorat guruhida 26 ta o'simlik kuzatilgan. Boshlang'ich bo'y va barglar soni qayd etilib, keyingi o'zgarishlar guruhlar kesimida taqqoslangan.

Eksperimental guruhda DHT22 havo harorati va nisbiy namlikni, Capacitive Soil Moisture Sensor v2.0 tuproq namligini, BH1750 esa yorug'lik intensivligini o'lchash uchun qo'llangan. ESP32 mikrokontrolleri sensor ma'lumotlarini yig'ib, Wi-Fi orqali serverga uzatgan. Datchiklar ildiz zonasi va o'simlikning vegetativ qismi yaqiniga o'rnatilgan; muhit ko'rsatkichlari har 30 daqiqada qayd etilgan.

Tuproq namligi belgilangan chegaradan pasayganda eksperimental guruhda avtomatik sug'orish ishga tushirilgan. Nazorat guruhida sug'orish an'anaviy agronomik tavsiyalar asosida qo'lda amalga oshirilgan. O'simlik bo'yi haftalik o'lchangan, barglar qo'lda sanalgan va tajriba yakunida yer ustki qism biomassasi elektron tarozida aniqlangan. Ma'lumotlar SPSS Statistics 29 dasturida deskriptiv statistika va Pearson korrelyatsiyasi yordamida tahlil qilingan.

Monitoring tizimining ish ketma-ketligi datchik orqali o'lchash, mikrokontrollerda ma'lumotni yig'ish, serverga uzatish, namlikni belgilangan chegara bilan solishtirish va sug'orish qurilmasini ishga tushirishdan iborat. Namlik chegarasining sonli qiymati manba maqolada berilmagan. Shuning uchun tizimning aniq sug'orish algoritmini boshqa

issiqxonada takrorlashdan avval bu qiymatni ekin, tuproq yoki substrat xususiyatlariga mos belgilash talab etiladi.

O‘lchovlar ikki turdagi ma’lumotlarni birlashtirgan: datchiklar qayd etgan muhit parametrlari va qo‘lda o‘lchangan biologik ko‘rsatkichlar. Demak, bo‘y, barglar soni va biomassa datchiklardan bevosita olinmagan. Ularni sensor yozuvlari bilan vaqt bo‘yicha moslashtirish muhit va o‘sish o‘rtasidagi bog‘lanishni tahlil qilishning asosiy shartidir. Tajriba boshida datchiklar kalibrlangan, ma’lumotlar tekshirilgan va noto‘g‘ri qiymatlar chiqarib tashlangan; chiqarish mezonlari kelgusi takroriy tajribada alohida hujjatlashtirilishi lozim.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Eksperimental guruhda o‘rtacha bo‘y 14,8 sm dan 48,6 sm gacha, nazorat guruhida esa 15,1 sm dan 39,7 sm gacha oshgan. Yakuniy bo‘ylar o‘rtasidagi farq 8,9 sm ni tashkil etgan. Mutlaq o‘sish mos ravishda 33,8 sm va 24,6 sm bo‘lgan. Yakuniy o‘lchovning standart og‘ishi eksperimental guruhda 4,3 sm, nazorat guruhida 4,9 sm sifatida qayd etilgan.

1-jadval. Guruhlarning morfologik ko‘rsatkichlari

Ko‘rsatkich	Eksperimental (n = 32)	Nazorat (n = 26)
Boshlang‘ich bo‘y, sm (M ± SD)	14,8 ± 2,1	15,1 ± 2,4
Yakuniy bo‘y, sm (M ± SD)	48,6 ± 4,3	39,7 ± 4,9
Bo‘y ortishi, sm	33,8	24,6
Yakuniy barglar soni	28	22
Biomassa, g (M ± SD)	214,7 ± 18,6	169,3 ± 20,1

Haftalik kuzatuvlarda birinchi ikki haftada guruhlar o‘rtasidagi farq kichik bo‘lgan. Uchinchi haftada eksperimental guruh bo‘yi 24,6 sm, nazorat guruhiniki 22,8 sm ni tashkil etgan; to‘rtinchi haftada ushbu qiymatlar 30,4 sm va 27,1 sm bo‘lgan. Sakkizinchi haftaga kelib eksperimental guruh ustunligi kattalashgan. Ushbu dinamika sensor asosidagi sug‘orish sharoitida vegetativ o‘sish faolroq kechganini ko‘rsatadi.

2-jadval. Sakkiz haftalik bo‘y dinamikasi

Hafta	Eksperimental, sm	Nazorat, sm	Farq, sm
1	14,8	15,1	−0,3
2	18,9	18,2	0,7
3	24,6	22,8	1,8
4	30,4	27,1	3,3
5	35,8	31,2	4,6
6	40,7	34,5	6,2
7	45,1	37,3	7,8
8	48,6	39,7	8,9

Grafikdan ko‘rinib turibdiki, dastlabki ikki haftada guruhlar o‘rtasidagi farq katta bo‘lmagan. Biroq uchinchi haftadan boshlab eksperimental guruhdagi o‘sish sur’ati tezlashgan va tajriba oxiriga kelib guruhlar o‘rtasidagi farq 8.9 sm ni tashkil qilgan.

Pearson tahlilida eng yuqori musbat bog‘liqlik tuproq namligi va o‘simlik bo‘yi o‘rtasida qayd etilgan ($r = 0,81$). Tuproq namligi va biomassa o‘rtasidagi koeffitsient $r = 0,77$, yorug‘lik intensivligi va biomassa o‘rtasida $r = 0,74$ bo‘lgan. Harorat va o‘sish tezligi uchun $r = 0,69$, havo namligi va barglar soni uchun $r = 0,65$ qiymatlari keltirilgan. Ushbu ko‘rsatkichlar o‘sish va mikroiqlim parametrlarining bog‘liqligini ifodalaydi; korrelyatsiyaning o‘zi sababiy ta’sirni isbotlamaydi.

Guruhlararo yakuniy bo‘y farqi nazorat guruhining yakuniy qiymatiga nisbatan 22,4%, barglar soni ustunligi esa 27,3% ni tashkil etadi. Boshlang‘ich qiymatlar hisobga olinganda, eksperimental guruhning bo‘y ortishi nazorat guruhidan 9,2 sm yuqori bo‘lgan. Bu ko‘rsatkich yakuniy bo‘ylar farqi bo‘lgan 8,9 sm dan boshqa mazmunga ega: biri o‘sish

miqdorlari ayirmasi, ikkinchisi yakuniy o‘lchovlar ayirmasidir. Natijalarni baholashda ushbu farqni saqlash zarur.

Eksperimental guruhdagi o‘zgarish uchun $t = 9,42$, $p < 0,001$ va Cohen’s $d = 1,45$ qiymatlari keltirilgan. Biroq qaysi o‘zgaruvchi, erkinlik darajasi va effekt hajmini hisoblash varianti qo‘llangani to‘liq ochiqlanmagan. Shu sababli bu qiymatlar yangi guruhlararo test natijasi sifatida qayta talqin qilinmadi. Individual o‘lchovlar mavjud bo‘lganda guruhlararo farq, boshlang‘ich-yakuniy o‘zgarish va ishonch oralig‘ini alohida hisoblash ilmiy hisobotni kuchaytiradi.

Ilmiy talqinda suv ta’minotini kuzatish, sug‘orish jadvalini ma’lumotlarga moslashtirish va mikroiqlimni nazorat qilish o‘zaro bog‘liq jarayonlardir. Jonesning sug‘orish vaqtini aniqlashga oid yondashuvi [4] va Kim hamda Evansning sensor asosidagi boshqaruv modeli [5] ushbu natijalarni muhokama qilish uchun nazariy asos beradi. Mazkur tajribada o‘lchangan bo‘y va biomassa ustunligi vegetativ rivojlanishni ifodalaydi; meva hosili yoki suv samaradorligi uchun alohida o‘lchovlar talab qilinadi.

Natijalar issiqxonada namlikni uzluksiz kuzatish va sug‘orishni shu ma’lumotlarga moslashtirishning amaliy ahamiyatini ko‘rsatadi. Bunda kuzatilgan farqlar monitoring bilan birga avtomatik sug‘orish joriy etilgan sharoitga tegishli. Shuning uchun ularni faqat datchik o‘rnatilishining alohida ta’siri sifatida talqin qilishdan saqlanish lozim.

XULOSA

Mazkur tadqiqot o‘simlik o‘sish dinamikasini datchiklar orqali monitoring qilishning samaradorligini baholashga qaratildi. Tadqiqot natijalari IoT texnologiyalari va sensorlar asosida tashkil etilgan monitoring tizimi pomidor o‘simligining o‘sish va rivojlanish ko‘rsatkichlariga ijobiy ta’sir ko‘rsatishini tasdiqladi. Xususan, eksperimental guruhda o‘simlik bo‘yi, barglar soni va biomassa ko‘rsatkichlari nazorat guruhiga nisbatan yuqori natijalarni qayd etdi. Pearson korrelyatsiya tahlili natijalari tuproq namligi, yorug‘lik intensivligi va harorat kabi muhit omillari o‘simliklarning rivojlanishi bilan chambarchas

bog‘liqligini ko‘rsatdi. Ayniqsa, tuproq namligi va o‘simlik bo‘yi o‘rtasida kuchli musbat bog‘liqlik (r = 0.81) aniqlanib, sug‘orish jarayonini sensorlar asosida boshqarish o‘simliklarning optimal rivojlanishiga xizmat qilishi tasdiqlandi.

Olingan natijalar sensor texnologiyalaridan foydalanish qishloq xo‘jaligida resurslardan samarali foydalanish, sug‘orish jarayonlarini optimallashtirish hamda hosildorlikni oshirish imkonini berishini ko‘rsatdi. Shu sababli IoT asosidagi monitoring tizimlarini issiqxona xo‘jaliklari va boshqa agrotexnologik jarayonlarda keng joriy etish maqsadga muvofiqdir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2023). *The State of Food and Agriculture 2023*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. https://www.fao.org
2. Bongiovanni, R., & Lowenberg-Deboer, J. (2004). Precision agriculture and sustainability. *Precision Agriculture*, *5*(4), 359–387. https://doi.org/10.1023/B:PRAG.0000040806.39604.aa
3. Pierce, F. J., & Nowak, P. (1999). Aspects of precision agriculture. *Advances in Agronomy*, *67*, 1–85. https://doi.org/10.1016/S0065-2113(08)60513-1
4. Jones, H. G. (2004). Irrigation scheduling: Advantages and pitfalls of plant-based methods. *Journal of Experimental Botany*, *55*(407), 2427–2436. https://doi.org/10.1093/jxb/erh213
5. Kim, Y., & Evans, R. G. (2009). Software design for wireless sensor-based site-specific irrigation. *Computers and Electronics in Agriculture*, *66*(2), 159–165. https://doi.org/10.1016/j.compag.2009.01.009
6. Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). The Internet of Things: A survey. *Computer Networks*, *54*(15), 2787–2805. https://doi.org/10.1016/j.comnet.2010.05.010
7. Wolfert, S., Ge, L., Verdouw, C., & Bogaardt, M. J. (2017). Big data in smart farming: A review. *Agricultural Systems*, *153*, 69–80. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.01.023