

UOT: 631347

MƏMMƏDOV N.Y., TAĞIYEV E.M.

Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti

elsevertaqiyev14@gmail.com

AQRAR SAHƏDƏ SUVARMA SİSTEMLƏRİNİN RƏQƏMSALLAŞDIRILMASI

Giriş. Kənd təsərrüfatının davamlı inkişafında su resurslarının düzgün idarə olunması əsas şərtlərdən biridir. Əkin sahələrinin su təminatı məhsuldarlığın formalaşmasına birbaşa təsir göstərir və buna görə də suvarma sistemlərinin səmərəli təşkili xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Son illərdə iqlim dəyişmələrinin təsiri, yağış rejimində qeyri-sabitlik və su ehtiyatlarının tədricən azalması suvarma prosesinin dəqiq idarə olunmasını zəruri edib. Artan tələblərə cavab olaraq, kənd təsərrüfatında rəqəmsal texnologiyaların tətbiqi geniş vüsət almış və suvarma sistemlərinin avtomatlaşdırılması aqrar sahənin prioritet istiqamətlərindən birinə çevrilmişdir.

Ənənəvi suvarma üsullarında su itkisinin yüksək olması, sahələrin düzgün nəmləndirilməməsi, vaxt intervalının təsadüfi seçilməsi və insan nəzarətinin məhdudluğu kimi problemlər məhsuldarlığa mənfi təsir göstərir. Torpağın real rütubət göstəricilərinin nəzərə alınmaması nəticəsində bitkilər ya su çatışmazlığı ilə üzləşir, ya da həddindən artıq nəmlənmə səbəbindən stres yaşayır. Bu proses torpaq strukturlarının zədələnməsinə, duzluluğun artmasına və su resurslarının səmərəsiz istifadəsinə gətirib çıxarır. Bütün bunlar suvarma sistemlərinin yenilənməsini və elmi əsaslı idarəetmə mexanizmlərinin tətbiqini vacib edir.

Rəqəmsal suvarma sistemləri sensor texnologiyaları, IoT qurğuları, SCADA monitorinq platformaları və avtomatlaşdırılmış idarəetmə həllərindən ibarət kompleks bir yanaşmanı özündə birləşdirir. Torpaq rütubəti, hava göstəriciləri, günəş radiasiyası və bitkilərin su tələbatı barədə məlumatlar real vaxtda toplanır və emal edilir. Toplanmış göstəricilər əsasında suvarma avtomatik tən-

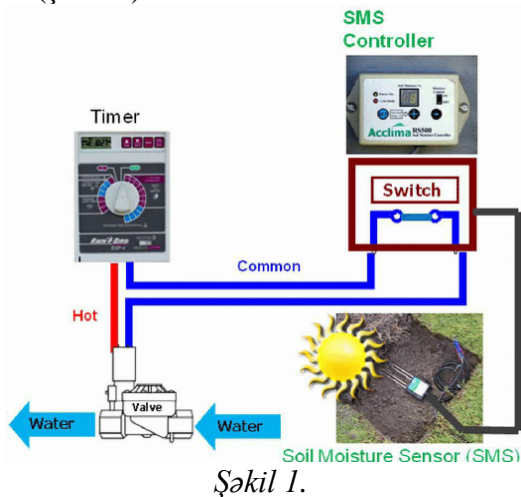
zimlənilir və bu da su itkisinin əhəmiyyətli dərəcədə azalmasına səbəb olur. Bu sistemlər suvarma prosesini daha dəqiq, davamlı və planlı şəkildə idarə etməyə imkan verir.

Əsas hissə: Aqrar sahədə rəqəmsallaşdırma kənd təsərrüfatı proseslərinin idarə olunmasını daha dəqiq və optimallaşdırılmış formaya gətirən strateji yenilik hesab olunur. Suvarma sistemlərində rəqəmsal texnologiyaların tətbiqi bu istiqamətin ən vacib komponentlərindən biridir, çünki bitki inkişafında su təminatı həlledici rol oynayır və hər hansı səhv suvarma rejimi həm məhsuldarlığa, həm də torpaq resurslarına mənfi təsir göstərə bilər. Rəqəmsallaşdırılmış suvarma sistemi, suvarma prosesinin ənənəvi müşahidə metodlarından tam fərqli olaraq, məlumatların real vaxtda toplanması, təhlili və idarə olunmasına əsaslanır. Bu isə su ehtiyatlarının daha səmərəli istifadə edilməsinə, məhsulun vegetasiya dövründə su tələbatının daha dəqiq müəyyənəndirilməsinə imkan yaradır.

Rəqəmsallaşdırmanın mühüm tərəflərindən biri də qərarvermə prosesinin avtomatlaşdırılmasıdır. Əvvəllər suvarma vaxtını təyin etmək üçün gözlə görünən əlamətlərə əsaslanmaq tələb olunurdusa, rəqəmsal sistemlər bitkinin inkişaf mərhələsini və torpağın rütubət balansını avtomatik nəzərə alır. Bu yanaşma insan faktorundan asılılığı minimuma endirir, çünki sistem rütubət sensorlarından gələn siqnallar əsasında suvarmanı özü işə sala və ya dayandıra bilər. Avtomatlaşdırılmış yanaşma həm də torpaq deqradasiyası riskini aşağı salır, çünki torpağın artıq su ilə yüklənməsi və ya su çatışmazlığı kimi hallar qarşısı öncədən alınır.

Suvarma prosesində istifadə olunan rəqəmsal texnologiyalar (qısa). Aqrar sahədə suvarmanın rəqəmsallaşdırılması müxtəlif texnoloji vasitələrin birlikdə işləməsinə əsaslanır. Əsas məqsəd su sərfini azaltmaq, bitkinin real tələbatına uyğun suvarma rejimi qurmaq və prosesləri avtomatlaşdırmaqdır. Bu məqsədlə ən geniş istifadə olunan texnologiyalar aşağıdakılardır:

1. Torpaq rütubəti sensorları və IoT qurğuları. Bu cihazlar torpağın nəmlik səviyyəsini real vaxtda ölçərək suvarmanın nə zaman və hansı həcmdə lazım olduğunu müəyyən edir. IoT modulları məlumatı mərkəzi sistemə ötürür və idarəetməni avtomatlaşdırır (şəkil 1)



Ekoloji baxımdan ağıllı suvarmanın ən mühüm təsirlərindən biri torpağın strukturunun qorunmasıdır. Torpaq canlı bir sistemdir və onun münbitliyi yalnız kimyəvi maddələrlə deyil, həm də fiziki və bioloji proseslərlə müəyyən olunur. Suyun həddindən artıq verilməsi torpağın sıxlaşmasına, oksigen dövriyyəsinin pozulmasına və nəticədə mikroorqanizmlərin fəaliyyətinin zəifləməsinə səbəb olur. Mikroorqanizmlər torpaqda üzvi maddələrin parçalanmasını təmin edən əsas canlılardır. Onların fəaliyyəti pozulduqda torpağın humus ehtiyatı azalır, struktur pozulur və torpaq eroziyaya daha meyilli hala gəlir.

Ağıllı suvarma sistemlərinin ekoloji üstünlüklərindən biri də duzlaşma posesləri

nin qarşısını almasıdır. Suvarma sularında müəyyən miqdarda həll olmuş duzlar olur və ənənəvi suvarma metodlarında bu duzlar torpağın səthinə yığılaraq şoranlaşmaya səbəb olur. Şoranlaşma torpağın məhsuldarlığını azaldan əsas ekoloji problemlərdən biridir. Smart suvarma sistemlərində suyun dəqiq dozalanması nəticəsində torpaqda duzların yuxarı qatlara daşınması azaldılır və torpaq şoranlaşmasının qarşısı alınır. Bu həm kənd təsərrüfatı iqtisadiyyatı, həm də torpaq ekologiyası baxımından son dərəcə vacibdir (şəkil 1).



Şəkil 1.

2. Peyk təsvirləri və multispektral dron çəkilişləri sahədə suvarma qeyri-bərabərliyini, bitki stressini və rütubət dəyişkənliyini vizual göstərir. Bu məlumatlar xəritələndirilərək suvarma planının tənzimlənməsinə kömək edir (şəkil 2).



Şəkil 2.

3. SCADA əsaslı idarəetmə sistemləri. Suvarma nasosları, klapanlar və boru xətləri SCADA platforması ilə məsafədən idarə olunur. Sistem nasosun iş vaxtını, təzyiqi və su sərfini avtomatik tənzimləyir.

4. Avtomatik damcı və yağmurlama

sistemləri. Sensorlardan gələn məlumatlara əsasən suvarmanı özbaşına işə salan və dayandıran ağıllı damcı xətləri tətbiq olunur. Bu sistem su itkisinin minimuma endirilməsində əsas rol oynayır.

5. Bulud əsaslı platformalar. Bütün məlumatlar bulud sistemində saxlanılır və mobil tətbiqlə idarə olunur. Fermer sahənin rütubətini, su sərfini və sistemin iş vəziyyətini istənilən yerdən izləyir.

Rəqəmsal texnologiyalara əsaslanan suvarma sistemləri su ehtiyatlarının idarə edilməsində daha dəqiq və nəzarət edilən yanaşma yaradır. Bu sistemlərin ən böyük üstünlüyü real vaxt məlumatlarından istifadə etməsidir. Sensorlar, dron monitorinqi və avtomatlaşdırılmış idarəetmə modulları sayəsində hər bir sahənin su tələbatı ayrı-ayrılıqda müəyyənləşdirilir. Beləliklə, torpaqda artıq su yığılmasının və ya su çatışmazlığının qarşısı alınır və bitkilər optimal şəraitdə inkişaf edir.

NƏTİCƏ

Aqrar sahədə suvarma sistemlərinin rəqəmsallaşdırılması müasir dövrdə kənd təsərrüfatının qarşılaşdığı qlobal problemlərə cavab verən, strateji əhəmiyyətə malik bir transformasiya prosesidir. Su resurslarının azalması, iqlim dəyişiklikləri, məhsuldarlığın artırılması ehtiyacı və ərzaq təhlükəsizliyinin təmin olunması kimi çağırışlar suvarma prosesinin səmərəli, dəqiq və idarəolunan formada təşkil edilməsini zərurətə çevirir. Bu kontekstdə rəqəmsal texnologiyaların – sensorların, IoT sistemlərinin, süni intellektin, peyk monitorinqinin, avtomatlaşdırılmış suvarma mexanizmlərinin və bulud əsaslı idarəetmə platformalarının tətbiqi kənd təsərrüfatında yeni dövrün başlanmasını ifadə edir.

Aqrar suvarma sistemlərinin rəqəmsallaşdırılması yalnız texnoloji proses deyil, həm də sosial-iqtisadi dəyişiklikdir. Bu proses yeni bilik və bacarıqlara malik mütəxəssislərə ehtiyac yaradır, fermerlərin rəqəmsal savadlılığını artırır və kənd təsərrüfatında

yeni idarəetmə modelinin formalaşmasına töhfə verir. Rəqəmsal texnologiyaların tətbiqi həm kiçik, həm də iri fermer təsərrüfatlarının iqtisadi dayanıqlığını gücləndirir, onların bazar rəqabət qabiliyyətini artırır və istehsal risklərini minimuma endirir.

Gələcək perspektivlər göstərir ki, suvarma sistemlərinin rəqəmsallaşdırılması daha da inkişaf edəcək və kənd təsərrüfatının hər bir mərhələsi ilə daha güclü inteqrasiya olunacaq. Süni intellektin proqnozlaşdırma imkanlarının güclənməsi, daha dəqiq sensor texnologiyaları, genişmiqyaslı data mərkəzləri və ağıllı idarəetmə platformaları yaxın illərdə suvarma prosesini tam avtomatlaşdırılmış, yüksək optimallaşdırılmış və minimal resurs sərfiyyatı ilə həyata keçirilən bir sistemə çevirəcək. Bu isə həm ölkələrin ərzaq təhlükəsizliyinin möhkəmlənməsinə, həm kənd təsərrüfatının dayanıqlı inkişafına, həm də ekoloji tarazlığın qorunmasına mühüm töhfə verəcək.

ƏDƏBİYYAT

1. Ə.C. Əhmədzadə, A.C. Həşimov, Ə.Ə. Verdiyev – “Azərbaycan hidrotexnika və meliorasiya elm-istehsalat birliyinin yaranma tarixi və XX-XXI əsrlərdə Azərbaycan meliorasiya elminin nailiyyətləri”, Bakı: Azərneşr, 2014.
2. M.A. Rzayev. – “Azərbaycan: suvarma əkinçiliyinin reformasiyası və ekoloji dayanıqlığı”, Bakı: Elm və Təhsil nəşriyyatı, 2019.
3. Əhmədzadə Ə.C., Həşimov A.C., Verdiyev Ə.Ə. — Azərbaycan hidrotexnika və meliorasiya elm-istehsalat birliyinin yaranma tarixi və XX-XXI əsrlərdə Azərbaycan meliorasiya elminin nailiyyətləri — Bakı: Azərneşr, 2014.
4. H.Q. Aslanov, R.M. Yaqubov — Hidromeliiorativ tədbirlərin torpaq örtüyündə aqro-irriqasiya landşaftlarının yaranmasında rolu (məqalə) — Azərbaycan Aqrar Elmi jurnalı, 2019.
5. AMEA Aqrar Elmlər Bölməsi, Azərbaycan Torpaqsünaslar Cəmiyyəti (red. Q.Ş.

Məmmədov və başq.) — Azərbaycan torpaqları: genezis, coğrafiya, meliorasiya, səmərəli istifadə və ekologiya (Beynəlxalq elmi konfransın materialları) — Bakı: Elm nəşriyyatı, 2012.

6. Milli qanun — Meliorasiya və İrriqasiya haqqında Qanun — Azərbaycan Respublikası Qanunu, 1996.

Aqrar sahədə suvarma sistemlərinin rəqəmsallaşdırılması

XÜLASƏ

Kənd təsərrüfatında suvarma sistemlərinin rəqəmsallaşdırılması su ehtiyatlarının idarə olunmasında yeni imkanlar yaradan mühüm innovativ istiqamətlərdən biridir. Müasir sensor texnologiyaları, IoT qurğuları və avtomatlaşdırılmış idarəetmə sistemləri vasitəsilə torpaq rütubəti, hava şəraiti, bitkilərin su tələbatı barədə məlumatlar real vaxtda toplanaraq analiz edilir. Bu məlumatlara əsaslanan ağıllı alqoritmlər suvarma prosesini avtomatik tənzimləyir, su israfını azaldır və su resurslarının daha məqsədyönlü istifadəsini təmin edir. Rəqəmsal suvarma sistemləri həm enerji, həm də əməliyyat xərclərini minimuma endirir, məhsuldarlığın yüksəlməsinə və torpaq münbitliyinin qorunmasına kömək edir.

Açar sözlər: *rəqəmsal suvarma, IoT suvarma sistemləri, sensor texnologiyaları, torpaq rütubəti sensoru.*

Digitalization of irrigation systems in the agricultural sector

ABSTRACT

The digitalization of irrigation systems in agriculture represents a significant innovative advancement that enhances efficiency in managing water resources. Through modern sensor technologies, IoT devices, and

automated control platforms, real-time data on soil moisture, weather conditions, and crop water demand are collected and analyzed. Intelligent algorithms use this information to regulate irrigation automatically, reducing water waste and ensuring more purposeful water distribution. Digital irrigation systems also minimize energy and operational costs while contributing to improved crop productivity and soil sustainability.

Keyword: *digital irrigation, IoT irrigation systems, sensor technologies, soil moisture sensor.*

Цифровизация ирригационных систем в сельскохозяйственном секторе

АННОТАЦИЯ

Цифровизация систем орошения в сельском хозяйстве является важным инновационным направлением, открывающим новые возможности для эффективного управления водными ресурсами. Современные сенсоры, IoT-устройства и автоматизированные платформы позволяют в режиме реального времени собирать и анализировать данные о влажности почвы, погодных условиях и водных потребностях растений. На основе этих данных интеллектуальные алгоритмы автоматически регулируют процесс орошения, снижая потери воды и обеспечивая ее рациональное распределение. Цифровые системы орошения уменьшают энергозатраты и эксплуатационные расходы, повышают урожайность и способствуют сохранению плодородия почвы.

Ключевые слова: *цифровое орошение, IoT-системы орошения, сенсорные технологии, датчик влажности почвы.*

Məqaləyə AzMIU-nun "Meliorasiya və su təsərrüfatı tikintisi" kafedrasının müdiri, dosent Z.S. Musayev rəy vermişdir.

Redaksiyaya daxil olma/Received 31.10.2025

Çapa qəbul olunma/Accepted for publication 21.01.2026

