أنظمة الري الأوتوماتيكية: استخدام أنظمة مؤتمتة للتحكم في عملية الري استناداً إلى بيانات الطقس ومستشعرات التربة بالذكاء الاصطناعي

Automated Irrigation Systems: Using automated systems to control irrigation based on weather data and soil sensors with artificial intelligence

إعداد

الشيخ عبدالفتاح حسن نصرالدين

Sheikh Abdel Fattah Hassan Nasr El-Din

مدرس بوزارة التربية والتعليم – مملكة البحرين

Doi: 10.21608/ajwe.2025.421836

استلام البحث	١١ / ٥ / ٢٠٢٤
قبول البحث	٦ / ٦ / ٢٠٢٤

نصرالدين، الشيخ عبدالفتاح حسن (٢٠٢٥). أنظمة الري الأوتوماتيكية: استخدام أنظمة مؤتمتة للتحكم في عملية الري استنادًا إلى بيانات الطقس ومستشعرات التربة بالذكاء الاصطناعي. ***المجلة العربية لأخلاقيات المياه،*** المؤسسة العربية للتربية والعلوم والآداب، مصر، ٨(٨)، ١ – ٣٠.

http://ajwe.journals.ekb.eg

أنظمة الري الأوتوماتيكية: استخدام أنظمة مؤتمتة للتحكم في عملية الري استنادًا إلى بيانات الطقس ومستشعرات التربة بالذكاء الاصطناعي

المستخلص:

يهدف هذا البحث إلى دراسة وتطبيق أنظمة الري الأوتوماتيكية باستخدام الذكاء الاصطناعي، التي تعتمد على بيانات الطقس ومستشعرات التربة لتحقيق كفاءة أعلى في استخدام المياه في الزراعة، خاصة في المناطق التي تعاني من شح المياه مثل مملكة البحرين. توصل البحث إلى أن استخدام أنظمة مؤتمتة، تعتمد على جمع وتحليل البيانات في الوقت الفعلي من خلال مستشعرات التربة وبيانات الطقس، يمكن أن يحقق توزيعًا مثاليًا للمياه، مما يقلل من الهدر ويزيد من إنتاجية المحاصيل. كما أثبتت الأنظمة قدرتها على الاستجابة للتغيرات المناخية وتحسين كفاءة الري بناءً على الظروف البيئية الفعلية. ومع ذلك، واجهت الدراسة عدة تحديات تتعلق بالتكلفة الأولية العالية لأنظمة الذكاء الاصطناعي والري المؤتمت، بالإضافة إلى الحاجة إلى بنية تحتية قوية ودعم تقني مستمر. من خلال الشراكة بين القطاعين العام والخاص، ودعم المزارعين بتوفير حلول تمويلية وتدريبية، يمكن التغلب على هذه التحديات وتعزيز تطبيق هذه التقنيات على نطاق أوسع في البحرين

كلمات مفتاحية: أنظمة الري الأوتوماتيكية، أنظمة مؤتمتة ،مستشعرات التربة بالذكاء الاصطناعي.

Abstract:

This research aims to study and implement automated irrigation systems using artificial intelligence (AI), which rely on weather data and soil sensors to achieve higher water-use efficiency in agriculture, especially in water-scarce areas such as the Kingdom of Bahrain. The research found that the use of automated systems, which rely on the collection and analysis of real-time data from soil sensors and weather data, can achieve optimal water distribution, reducing waste and increasing crop productivity. The systems also demonstrated their ability to respond to climate change and improve irrigation efficiency based on actual environmental conditions. However, the study faced several challenges related to the high initial cost of AI and automated irrigation systems, in addition to the need for robust infrastructure and ongoing technical support. Through public-private partnerships and supporting farmers with financing and training solutions, these challenges can be overcome and the

ISSN : 2537-0820 eISSN : 2537-0871

wider application of these technologies in Bahrain can be promoted.

Keywords: Automatic irrigation systems, automated systems, AI soil sensors

المقدمة:

يعد قطاع الزراعة أحد أهم القطاعات التي تواجه تحديات كبيرة في الدول الجزرية الصغيرة مثل مملكة البحرين، حيث تتسم البيئة الطبيعية فيها بشح المياه وانخفاض جودة التربة، فضلاً عن الظروف المناخية القاسية. يعتبر تحسين كفاءة استخدام الموارد المائية من أبرز التحديات التي تواجه الزراعة، خاصة مع محدودية الموارد المائية التي تعتمد بشكل رئيسي على المياه الجوفية والمياه المعالجة. في هذا السياق، تأتي الحاجة إلى الابتكار والتكنولوجيا لتحسين أداء الأنظمة الزراعية وتحقيق استدامة الإنتاج الغذائي.

يُعد الري من أهم العمليات الزراعية التي تعتمد عليها إنتاجية المحاصيل وجودتها، وخاصة في المناطق التي تعاني من شح المياه مثل مملكة البحرين. نتيجة للتغيرات المناخية وندرة الموارد المائية، ظهرت الحاجة إلى تطوير تقنيات حديثة تحسن من كفاءة استخدام المياه في الزراعة. أنظمة الري الأوتوماتيكية، التي تعتمد على التحكم التلقائي في عملية الري باستخدام مستشعرات التربة وبيانات الطقس، تمثل إحدى الحلول المبتكرة التي تساعد في تحقيق هذا الهدف.

يهدف هذا البحث إلى دراسة "أنظمة الري الأوتوماتيكية "باعتبارها حلاً مبتكرًا وفعالًا للتحكم في عملية الري في ظل التحديات المائية التي تواجه البحرين. تعتمد هذه الأنظمة على بيانات الطقس ومستشعرات التربة لضمان توزيع مثالي للمياه وتقليل الفاقد منها، وهو ما يسهم في الحفاظ على الموارد المائية وزيادة إنتاجية المحاصيل الزراعية.

تمثل أنظمة الري الأوتوماتيكية تطورًا مهمًا في مجال الزراعة الذكية، حيث تتيح للمزارعين التحكم في توقيت وكمية المياه المقدمة للمحاصيل بناءً على احتياجات التربة والظروف المناخية. يعتبر تطبيق هذه الأنظمة في البحرين فرصة كبيرة لتحسين كفاءة الري وتقليل التأثيرات البيئية، مع توفير تكاليف التشغيل والعمالة وزيادة الإنتاج الزراعي.

أهمية البحث:

يكتسب هذا البحث أهمية خاصة نظرًا للتحديات البيئية التي تواجه مملكة البحرين، والتي تتطلب حلولًا مستدامة. من خلال دراسة فعالية أنظمة الري الأوتوماتيكية، يهدف البحث إلى تقديم رؤية متكاملة عن كيفية تطبيق هذه الأنظمة في

ISSN : 2537-0820 eISSN : 2537-0871

البحرين، وتقديم توصيات مبنية على التجارب العلمية لزيادة فعالية استخدامها في القطاع الزراعي المحلي.

أهداف البحث

- **تحليل فعالية أنظمة الري الأوتوماتيكية** في تحسين كفاءة استخدام المياه وتقليل الفاقد منها.
- **تقدير الفوائد الاقتصادية** لأنظمة الري الأوتوماتيكية بالمقارنة مع أنظمة الري التقليدية.
- **دراسة الأثر البيئي** لهذه الأنظمة، وخاصة فيما يتعلق بحفظ الموارد المائية.
- **تقييم قابلية تطبيق هذه الأنظمة في البحرين** وتحليل التحديات التي قد تواجهها، مع تقديم حلول عملية للتغلب عليها.

الفوائد الاقتصادية

- **تخفيض التكاليف** :تحديد كيفية تأثير أنظمة الري الأوتوماتيكية على تقليل التكاليف التشغيلية للمزارع، بما في ذلك تكاليف المياه والطاقة والعمالة.
- **زيادة العائدات** :دراسة تأثير الأنظمة على زيادة إنتاجية المحاصيل والعوائد المالية للمزارعين.

تقييم الأثر البيئي

- **تحسين استدامة الموارد** :فحص كيف تسهم أنظمة الري الأوتوماتيكية في الحفاظ على الموارد المائية وتقليل الفاقد.
- **تقليل الأثر البيئي** :دراسة كيف يمكن أن تساعد الأنظمة في تقليل التأثير البيئي من خلال تقليل التبخر والتآكل.

مراجعة البحوث السابقة حول "أنظمة الري الأوتوماتيكية"

م	عنوان البحث	الملخص
١	Fuzzy automatic control of the irrigation process for the IoT-based smart farming systems) Yang Zheng, Zhijian Jiang, Oleksiy Kozlov, Yuriy Kondratenko) 2024	يركز البحث على تطوير نظام تحكم أوتوماتيكي غامض قائم على إنترنت الأشياء للري في الزراعة الذكية، وتعزيز ظروف التربة، وامتصاص المغذيات، وكفاءة المياه، وإنتاجية المحاصيل لأنواع النباتات المختلفة.
٢	Automatic Irrigation System 2023	تقدم الورقة البحثية نظام الري الآلي الذي يقيس رطوبة التربة لتنشيط/تعطيل الري، وتعزيز الكفاءة دون تدخل يدوي أو خبرة فنية.

ISSN : 2537-0820 eISSN : 2537-0871

٣	Automatic Irrigation System Shiv Singh Tomar, Karuna Markam 2023	تقدم الورقة البحثية نظام الري الآلي الذي يراقب رطوبة التربة، وينشط الري عند الحاجة، ويمكنه ترقية أنظمة الري الحالية في جميع أنحاء العالم دون تدخل يدوي.
٤	Automated Irrigation System for Efficient and Portable Farming 2023	وتناقش الورقة نظام الري الآلي الذي يدمج الحلول القائمة على التوقيت والرطوبة من أجل الاستخدام الفعال للمياه والكهرباء في الزراعة، وتعزيز الإنتاجية والراحة للمزارعين.
٥	Automated Irrigation System for Efficient and Portable Farming Rajanikant A. Metri, Devika Satish Desai 2023	وتناقش الورقة نظام الري الآلي الذي يدمج الحلول القائمة على التوقيت والرطوبة من أجل الاستخدام الفعال للمياه والكهرباء في الزراعة، وتعزيز الإنتاجية والاستدامة في الممارسات الزراعية.
٦	Irrigatıon in Agriculture and Automation Based Irrigation Systems (Mini-Review) Mustafa Arik, İhsan Korkut 2022	توفر أنظمة الري الذكية القائمة على الأتمتة توفيرًا للوقت والتكلفة والعمالة في الزراعة. تركز الدراسات الحديثة على أنظمة التحكم عن بعد للاستخدام الفعال للمياه وزيادة الإنتاجية في الإنتاج الزراعي.
٧	Automatic control of irrigation systems Ondrej Ponjičan, S. Učur, Z. Vucinic, Branko Samardzic, Aleksandar Sedlar, Jan Turan, Vladimir Višacki, Filip Vasić 2022	تعمل أنظمة الري الأوتوماتيكية على تحسين استخدام المياه في الزراعة من خلال التحكم في الري عن بُعد استنادًا إلى بيانات الوقت الفعلي من أجهزة الاستشعار، مما يعزز الكفاءة والإنتاجية والربحية في العمليات الزراعية.

توصيات للبحث المستقبلي

- **البحث في تحسينات تقنية** :يجب التركيز على تطوير تقنيات جديدة لتحسين دقة أنظمة الري واستجابتها للظروف البيئية.
- **التجارب المحلية** :إجراء تجارب ميدانية في البحرين لتطبيق الأنظمة وتحديد التحديات والحلول المناسبة للسياق المحلي.

ISSN : 2537-0820 eISSN : 2537-0871

أهمية أنظمة الري الأوتوماتيكية

تقدم أنظمة الري الأوتوماتيكية حلولًا مبتكرة لتحديات الري التقليدي، خاصة في ظل شح المياه في العديد من الدول. من أهم فوائد هذه الأنظمة:

١. **تحسين كفاءة استخدام المياه** :تعتمد هذه الأنظمة على تحليل دقيق لاحتياجات التربة والمحاصيل، مما يقلل من هدر المياه.
٢. **الحد من العمالة اليدوية** :الأنظمة الأوتوماتيكية تقوم بعملية الري تلقائيًا دون الحاجة إلى تدخل بشري مستمر.
٣. **تقليل الفاقد في المحاصيل** :من خلال الري الفعّال، يتم تحسين صحة النباتات وزيادة الإنتاجية، وبالتالي تقليل خسائر المحاصيل.
٤. **التكيف مع التغيرات المناخية** :أنظمة الري الأوتوماتيكية قادرة على التكيف مع التغيرات في الطقس والرطوبة، مما يحسن من جودة الري.

آلية عمل أنظمة الري الأوتوماتيكية

تعتمد أنظمة الري الأوتوماتيكية على تقنيات متقدمة مثل **إنترنت الأشياء (IoT)**، أجهزة **الاستشعار الذكية**، و**نظم المعلومات الجغرافية (GIS)**. هذه الأنظمة

ISSN : 2537-0820 eISSN : 2537-0871

تجمع البيانات المتعلقة بحالة الطقس، رطوبة التربة، ومتطلبات المحاصيل وتقوم بتحليلها لتحديد أفضل وقت وكمية للري. تتكون هذه الأنظمة عادةً من:

١. **أجهزة الاستشعار:**
- **مستشعرات رطوبة التربة** :تقيس محتوى الرطوبة في التربة وتحدد متى تحتاج النباتات إلى الري.
- **مستشعرات الطقس** :تقيس درجات الحرارة، سرعة الرياح، وهطول الأمطار لتحليل الظروف الجوية وتعديل عملية الري وفقًا لذلك.

٢. **المتحكمات الآلية:(Controllers)**
- تتحكم هذه الوحدات في نظام الري بناءً على البيانات المستلمة من أجهزة الاستشعار. تقوم المتحكمات بتشغيل أو إيقاف أنظمة الري تلقائيًا عند الحاجة.

٣. **نظام الاتصال:(Communication System)**
- يتم ربط المستشعرات والمتحكمات بشبكات لاسلكية أو باستخدام تقنيات إنترنت الأشياء (IoT) لنقل البيانات بشكل مستمر وتحليلها في الوقت الفعلي.

٤. **نظم المعلومات الجغرافية:(GIS)**
- يُستخدم في بعض الأنظمة المتقدمة لتحديد خصائص الأراضي الزراعية وتحليلها مما يساهم في تحسين استراتيجيات الري.

الاستفادة من بيانات الطقس ومستشعرات التربة

أنظمة الري الأوتوماتيكية تعتمد بشكل كبير على البيانات الآتية من مستشعرات التربة ومن نماذج الطقس لتحسين كفاءة الري. يتم تحليل هذه البيانات بشكل مستمر لمعرفة متى تكون التربة بحاجة إلى الري أو متى يمكن تأخير العملية اعتمادًا على توقعات الأمطار أو الرطوبة. من أبرز التقنيات المستخدمة:

١. **التنبؤ بالطقس** :يتم دمج أنظمة الري مع تقارير الطقس المحلية أو العالمية لتعديل الجداول الزمنية للري، بحيث يتم توفير المياه في الأوقات المناسبة أو إيقاف الري في حالة هطول الأمطار.
٢. **تحليل رطوبة التربة** :تساهم المستشعرات في تقديم بيانات دقيقة حول مستويات الرطوبة، مما يساعد في توفير المياه اللازمة فقط للنباتات التي تحتاج إليها، وتجنب الري الزائد الذي قد يؤدي إلى تآكل التربة أو تدمير المحاصيل.

فوائد أنظمة الري الأوتوماتيكية

١. **تقليل استهلاك المياه** :الأنظمة الأوتوماتيكية تساعد في تقليل استهلاك المياه بنسبة تصل إلى ٣٠-٥٠% مقارنةً بأنظمة الري التقليدية.
٢. **زيادة الإنتاجية الزراعية** :تحسين توزيع المياه يؤدي إلى نمو أفضل للنباتات، مما يزيد من كمية ونوعية المحاصيل.

ISSN : 2537-0820 eISSN : 2537-0871

٣. **الري المستدام** :هذه الأنظمة تساعد في تبني ممارسات زراعية مستدامة من خلال الحفاظ على الموارد الطبيعية وتقليل تأثير الزراعة على البيئة.
٤. **تقليل الحاجة إلى العمالة البشرية** :العمليات الأوتوماتيكية تقلل من التدخل اليدوي، مما يوفر الوقت والجهد ويقلل من تكاليف التشغيل.

تطبيقات أنظمة الري الأوتوماتيكية في الزراعة

١. **الزراعة في المناطق الجافة** :أنظمة الري الأوتوماتيكية تعد مثالية للمناطق التي تعاني من شح المياه مثل البحرين، حيث يمكن الاستفادة منها لتحقيق أقصى كفاءة في استخدام المياه.
٢. **البيوت المحمية** :تُستخدم هذه الأنظمة بكثرة في البيوت المحمية لزراعة محاصيل تحتاج إلى رعاية دقيقة ومراقبة مستمرة للظروف البيئية.
٣. **المزارع الكبيرة** :توفر أنظمة الري الأوتوماتيكية حلولًا متكاملة للمزارع الكبيرة التي تحتاج إلى إدارة فعّالة لموارد المياه.

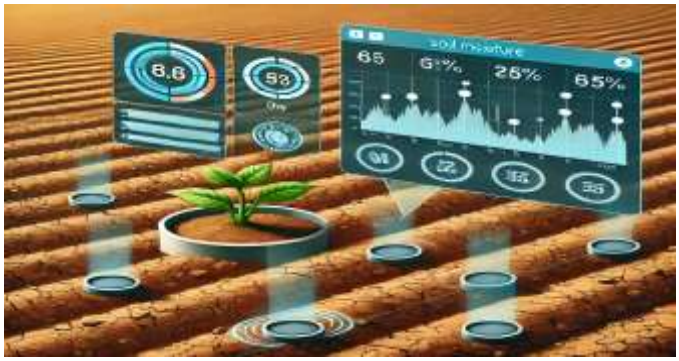
أنظمة الري الأوتوماتيكية باستخدام الذكاء الاصطناعي: كيفية العمل والتطبيق العملي

١. **كيفية عمل أنظمة الري الأوتوماتيكية باستخدام الذكاء الاصطناعي**

تعمل أنظمة الري الأوتوماتيكية التي تعتمد على الذكاء الاصطناعي (AI) من خلال تحليل البيانات التي يتم جمعها من مستشعرات التربة وبيانات الطقس لتحديد توقيت وكميات الري المطلوبة للمحاصيل. هنا شرح مباشر لآلية عملها:

١. **مستشعرات التربة:**

- يتم تثبيت أجهزة استشعار في التربة لقياس مستوى الرطوبة. هذه المستشعرات ترسل بيانات دقيقة حول مستوى الرطوبة في التربة باستمرار إلى نظام تحكم مركزي.
- إذا انخفضت رطوبة التربة إلى مستوى معين (حسب نوع المحصول والتربة)، يتم تنبيه النظام بضرورة بدء عملية الري.



ISSN : 2537-0820 eISSN : 2537-0871

صورة توضيحية تظهر مستشعرات الرطوبة المثبتة في التربة لقياس مستويات الرطوبة وإرسال البيانات إلى نظام التحكم المركزي. هذه الصورة يمكن استخدامها لدعم شرح آلية عمل المستشعرات في نظام الري الذكي.

٢. **بيانات الطقس:**

- تعتمد هذه الأنظمة على مصادر متعددة لجمع بيانات الطقس (مثل درجة الحرارة، هطول الأمطار، الرطوبة الجوية) إما من محطات طقس محلية أو منصات الأقمار الصناعية.
- هذه البيانات تساعد في تحديد ما إذا كانت الظروف الجوية تتطلب ريًا إضافيًا أو يمكن الاستفادة من الأمطار الطبيعية.

التحكم المؤتمت باستخدام الذكاء الاصطناعي:

- النظام المركزي يستخدم الذكاء الاصطناعي لتحليل جميع البيانات (رطوبة التربة، بيانات الطقس، نوع المحصول، مرحلة النمو).
- يقوم الذكاء الاصطناعي بتطوير خوارزميات لتحليل الأنماط واستنتاج الأوقات المثلى للري.
- بناءً على التحليلات، يقوم النظام إما بتفعيل أو تأخير عملية الري لضمان الاستخدام الأمثل للمياه.

ISSN : 2537-0820 eISSN : 2537-0871

٣. **نظام التحكم بالري:**

- بعد معالجة البيانات، يتم إرسال أوامر تشغيل إلى الصمامات أو أنظمة الري (مثل الري بالتنقيط أو الرشاشات).
- تتم عملية الري بشكل آلي بناءً على الجدول الزمني الذي حدده النظام، مما يقلل من التدخل اليدوي.

ISSN : 2537-0820 eISSN : 2537-0871

٤. **التعلم المستمر:**

- تعتمد الأنظمة المؤتمتة التي تستخدم الذكاء الاصطناعي على التعلم المستمر. كلما تم جمع المزيد من البيانات من التربة والطقس، تتعلم الخوارزميات تحسين أدائها مع مرور الوقت لتقديم أفضل توقيت وكمية للري.

٢. التطبيق العملي لأنظمة الري الأوتوماتيكية في مملكة البحرين

بفضل البيئة الجافة في البحرين والاعتماد الكبير على المياه الجوفية والمياه المعالجة، تعتبر هذه الأنظمة حلاً مثالياً لتحسين إدارة الموارد المائية في الزراعة.

١. **اختيار المنطقة المناسبة:**

- يتم اختيار الأراضي الزراعية التي تحتاج إلى تحسين كفاءة استخدام المياه، مثل مزارع النخيل والخضراوات.
- يتم تقسيم الأرض إلى مناطق صغيرة (Zones) بناءً على نوع التربة، نوع المحصول، وموقع المستشعرات.

٢. **تركيب مستشعرات التربة:**

- يتم تثبيت مستشعرات الرطوبة في أماكن مختلفة من الحقول الزراعية. يجب أن تكون هذه المستشعرات على عمق يناسب نوع الجذور لكل محصول.
- المستشعرات ترسل البيانات بشكل دوري إلى النظام المركزي عبر تقنيات اتصال مثل الإنترنت أو إشارات الراديو.

ISSN : 2537-0820 eISSN : 2537-0871

٣. **ربط النظام ببيانات الطقس:**
- يتم ربط النظام المركزي بمنصات الطقس المحلية لتلقي تحديثات مباشرة حول الظروف الجوية.
- يمكن أن تتم هذه العملية باستخدام تطبيقات الطقس المتصلة عبر الإنترنت أو الأقمار الصناعية المتاحة.

٤. **إعدادات النظام وبرمجته:**
- في البداية، يتم برمجة النظام المركزي بناءً على متطلبات المحاصيل ونوع التربة. على سبيل المثال، تختلف حاجة النخيل للماء عن الخضراوات.
- يتم تدريب النظام على العمل وفقًا للبيانات المجمعة لتحليل وتوقع الاحتياجات المستقبلية للري.

٥. **متابعة النتائج وضبط الإعدادات:**
- يتم متابعة النظام باستمرار عبر تطبيقات الهواتف الذكية أو أجهزة الكمبيوتر التي تعرض بيانات الوقت الفعلي من الحقول.
- في حالة وجود مشاكل (مثل تسرب المياه أو خلل في المستشعرات)، يقوم النظام بإرسال تنبيهات إلى المستخدم لاتخاذ الإجراءات المناسبة.

الفوائد العملية لتطبيق الأنظمة في البحرين

١. **تقليل استهلاك المياه:**
- يمكن لأنظمة الري الأوتوماتيكية المدعومة بالذكاء الاصطناعي أن تقلل استهلاك المياه بنسبة تصل إلى ٣٠-٥٠% مقارنة بالأنظمة التقليدية. في بيئة مثل البحرين، حيث الموارد المائية محدودة، فإن هذا يمثل فائدة كبيرة.

٢. **زيادة الإنتاجية الزراعية:**
- تحسين الري وزيادة دقة توزيع المياه يساعد على تحسين صحة المحاصيل وزيادة الإنتاجية الزراعية بنسبة قد تصل إلى ٢٠-٣٠%، خاصة في المحاصيل الأساسية مثل النخيل.

٣. **الاستدامة البيئية:**
- يقلل النظام من الإفراط في استخدام المياه، مما يساعد على الحفاظ على المياه الجوفية والحد من التلوث الناتج عن جريان المياه الزائدة.
- كما يساهم في تقليل استخدام الطاقة بفضل تقليل الحاجة إلى تشغيل المضخات بشكل مستمر.

٤. **تقليل التكاليف التشغيلية:**
- تقليل استهلاك المياه والطاقة، إضافة إلى تقليل الحاجة إلى العمالة البشرية، يساهم في خفض التكاليف التشغيلية بشكل ملحوظ، وهو ما يعزز من ربحية المزارع.

ISSN : 2537-0820 eISSN : 2537-0871

التحديات والمستقبل

- **تكلفة التنفيذ الأولية** :بالرغم من الفوائد الكبيرة، فإن التكلفة الأولية لتثبيت أنظمة الري الأوتوماتيكية قد تكون مرتفعة. ولكن مع مرور الوقت واستمرار استخدامها، يتم تعويض هذه التكاليف من خلال التوفير في استهلاك المياه وزيادة الإنتاج.
- **التدريب الفني** :تحتاج هذه الأنظمة إلى تدريب مناسب للعاملين في المجال الزراعي، لضمان التشغيل والصيانة السليمة. التعاون بين الجهات الحكومية والمزارعين يمكن أن يساهم في تخفيف هذا التحدي.

شرح حول كيفية تطبيق والعمل بأنظمة الري الأوتوماتيكية

أنظمة الري الأوتوماتيكية تستخدم تكنولوجيا متقدمة للتحكم في الري بناءً على بيانات دقيقة من البيئة المحيطة، مثل الطقس وخصائص التربة. سأقدم لك شرحًا حول كيفية تطبيق هذه الأنظمة وعملها خطوة بخطوة.

- **تخطيط وتصميم النظام**

- **تقييم الاحتياجات** :تحديد متطلبات الري بناءً على نوع المحاصيل، حجم الحقل، خصائص التربة، والظروف المناخية.
- **اختيار التقنية المناسبة** :اختيار نظام الري الأوتوماتيكي الذي يتناسب مع الاحتياجات، مثل الري بالتنقيط، الري بالرذاذ، أو الري بالرش المحوري.
- **تصميم الشبكة** :وضع خطة لتوزيع الأنابيب والمستشعرات والمتحكمات في الحقل بطريقة تضمن توزيع المياه بشكل متساوي وفعال.

- **تركيب المستشعرات**

- **مستشعرات رطوبة التربة** :توضع هذه المستشعرات في أعماق مختلفة من التربة لقياس مستويات الرطوبة. هذه المستشعرات توفر بيانات حول مدى جفاف التربة واحتياجاتها من المياه.
- **مستشعرات الطقس** :توضع هذه المستشعرات في الموقع لقياس درجات الحرارة، سرعة الرياح، نسبة الرطوبة، وهطول الأمطار. البيانات تساعد في تحديد مدى الحاجة إلى الري.

- **تركيب نظام الري**

- **أنابيب وأجهزة توزيع المياه** :تركيب الأنابيب والمكونات الأخرى الخاصة بنظام الري (مثل الرشاشات أو أنظمة التنقيط) وفقًا لتصميم النظام.
- **التوصيل بالتحكم الآلي** :ربط أنظمة الري بالمتحكمات الآلية التي تدير عملية الري بناءً على البيانات المستلمة من المستشعرات.

- **برمجة نظام التحكم**

ISSN : 2537-0820 eISSN : 2537-0871

- **إعداد البرمجيات** :إدخال المعلومات حول احتياجات الري للمحاصيل، جداول الري، وتفضيلات أخرى في نظام التحكم.
- **التنظيم التلقائي** :ضبط المتحكمات الآلية بحيث تقوم بتشغيل وإيقاف أنظمة الري تلقائيًا بناءً على البيانات المرسلة من المستشعرات.

- **الاختبار والتشغيل**

- **اختبار النظام** :التحقق من عمل النظام بشكل صحيح من خلال تشغيل اختبارات للتأكد من توزيع المياه بشكل متساوي وعدم وجود تسريبات.
- **المراقبة والتعديل** :مراقبة أداء النظام وجمع البيانات من المستشعرات لضمان توافقه مع متطلبات المحاصيل وتعديل الإعدادات حسب الحاجة.

- **الصيانة والتحديث**

- **الصيانة الدورية** :إجراء صيانة دورية للأنابيب، المستشعرات، وأجهزة التحكم لضمان استمرارية الأداء الفعال.
- **تحديث البرمجيات** :تحديث برامج التحكم والأنظمة لتلبية التغيرات في احتياجات المحاصيل أو الظروف البيئية.

آلية العمل التفصيلية للأنظمة

١. **جمع البيانات:**
   - **البيانات من مستشعرات التربة** :تقوم مستشعرات رطوبة التربة بقياس محتوى الماء في التربة بانتظام وإرسال هذه البيانات إلى وحدة التحكم.
   - **البيانات من مستشعرات الطقس** :تقيس مستشعرات الطقس الظروف الجوية وتجمع معلومات حول هطول الأمطار، درجات الحرارة، وسرعة الرياح.
٢. **تحليل البيانات:**
   - **معالجة البيانات** :يتم تحليل البيانات المستلمة من المستشعرات في وحدة التحكم باستخدام خوارزميات متقدمة لتحديد حالة التربة وحاجتها إلى الماء.
   - **اتخاذ القرار** :بناءً على التحليل، تقرر وحدة التحكم ما إذا كان من الضروري تشغيل نظام الري أم لا، وكمية المياه التي يجب توفيرها.
٣. **تنفيذ عملية الري:**
   - **تشغيل النظام** :إذا قررت وحدة التحكم أن التربة بحاجة إلى ري، تقوم بإرسال إشارات لتشغيل مضخات المياه أو فتح الصمامات.
   - **توزيع المياه** :يتم توزيع المياه عبر نظام الري بشكل متساوي وفعال استنادًا إلى التوقيت والكمية المحددة في البرمجة.
٤. **مراقبة الأداء:**
   - **مراقبة مستمرة** :يتم مراقبة النظام بشكل مستمر للتأكد من أن عملية الري تتم بشكل صحيح وأن جميع المستشعرات تعمل بكفاءة.

ISSN : 2537-0820 eISSN : 2537-0871

- **تقييم النتائج** :يتم جمع البيانات بعد كل عملية ري لتقييم مدى فعاليتها وتحديد ما إذا كانت التعديلات مطلوبة.

التطبيقات العملية

- **الزراعة في المناطق الجافة** :تستخدم أنظمة الري الأوتوماتيكية في المناطق ذات الموارد المائية المحدودة لتحقيق أقصى استفادة من كل قطرة ماء.
- **البيوت المحمية** :تُستخدم هذه الأنظمة في البيوت المحمية لزيادة كفاءة الري وتوفير بيئة مثالية لنمو المحاصيل.
- **المزارع الكبيرة** :تساعد في إدارة الري عبر مساحات كبيرة بفعالية، مما يقلل من الحاجة إلى العمالة ويزيد من الإنتاجية.

قابلية تطبيق أنظمة الري الأوتوماتيكية في مملكة البحرين

١) التقييم البيئي والتقني

أ. البيئة الجافة والتحديات المائية

١. **ندرة المياه** :البحرين تعاني من ندرة الموارد المائية العذبة، مما يتطلب تطبيق حلول فعالة لترشيد استخدام المياه في الزراعة.
٢. **مياه معاد استخدامها** :قد تكون المياه المستخدمة في الزراعة عبارة عن مياه معالجة أو غير مناسبة مباشرة، مما يستدعي استخدام تقنيات متقدمة لضمان أمان وجودة المياه.

ب. التكنولوجيا والبنية التحتية

١. **الابتكار التقني** :البحرين تسعى إلى تعزيز استخدام التقنيات الحديثة في الزراعة، مما يجعل أنظمة الري الأوتوماتيكية مناسبة كحل مبتكر لتحديات الري.
٢. **البنية التحتية** :توفر البنية التحتية لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات في البحرين دعمًا جيدًا لتطبيق أنظمة الري الأوتوماتيكية، بما في ذلك الاتصال بالإنترنت والشبكات اللاسلكية.

٢) الفوائد الاقتصادية والبيئية

أ. الفوائد الاقتصادية

١. **تقليل التكاليف التشغيلية** :من خلال تقليل استهلاك المياه وتحسين كفاءة الري، يمكن أن تساعد أنظمة الري الأوتوماتيكية في خفض التكاليف المرتبطة بتشغيل أنظمة الري التقليدية.
٢. **زيادة الإنتاجية** :تحسين إدارة المياه يؤدي إلى تعزيز صحة المحاصيل وزيادة الإنتاجية، مما يساهم في زيادة العائد المالي من الزراعة.

ب. الفوائد البيئية

١. **ترشيد استهلاك المياه** :تقليل الفاقد من المياه من خلال ري دقيق وفعال يسهم في الحفاظ على الموارد المائية.

ISSN : 2537-0820 eISSN : 2537-0871

٢. **تقليل التأثير البيئي** :الحد من التبخر الزائد والتآكل، مما يعزز من الاستدامة البيئية للزراعة.

٣) الاعتبارات الاجتماعية والاقتصادية

أ. التكلفة والتمويل

١. **التكاليف الأولية** :يمكن أن تكون تكلفة تركيب الأنظمة الأوتوماتيكية مرتفعة، مما يستدعي توفر دعم مالي أو قروض ميسرة للمزارعين.

٢. **التمويل والدعم** :يمكن للحكومة أو المنظمات غير الحكومية تقديم دعم مالي أو منح للمزارعين لتشجيع تبني هذه الأنظمة.

ب. التدريب والتعليم

١. **تدريب المزارعين** :تدريب المزارعين على كيفية استخدام وصيانة أنظمة الري الأوتوماتيكية أمر حيوي لضمان الاستخدام الفعال للتكنولوجيا.

٢. **ورش العمل** :تنظيم ورش عمل ومحاضرات تعليمية حول الفوائد والطرق المثلى لتطبيق أنظمة الري الأوتوماتيكية.

٤) التحليل التكنولوجي والتطبيقات العملية

أ. التجارب والمشاريع السابقة

١. **مشاريع نموذجية** :يمكن دراسة حالات نجاح لمشاريع مماثلة في مناطق جافة أخرى لتحديد كيفية تطبيق الأنظمة بنجاح في البحرين.

٢. **تحليل التجارب** :تحليل البيانات من المشاريع السابقة لتقييم فعالية الأنظمة وتحديد التحديات المحتملة.

ب. تخصيص الحلول

١. **تخصيص الأنظمة** :تصميم وتخصيص الأنظمة بما يتناسب مع الظروف البيئية المحلية واحتياجات المحاصيل.

٢. **التكيف مع التغيرات المناخية** :تزويد الأنظمة بقدرات تحليل الطقس والتنبؤات لتحسين إدارة الري في ظل تغيرات المناخ.

التحديات والعوائق في تطبيق أنظمة الري الأوتوماتيكية:

١. **التكلفة العالية للتركيب والتشغيل:**

- من أبرز التحديات في تطبيق أنظمة الري الأوتوماتيكية استخدام الذكاء الاصطناعي هي التكلفة الأولية المرتفعة لتثبيت المستشعرات، وحدات التحكم، وبرمجيات الذكاء الاصطناعي. بالإضافة إلى ذلك، تتطلب بعض الأنظمة صيانة دورية وتحديثات برمجية قد تكون مكلفة على المدى الطويل، مما قد يشكل عائقًا أمام المزارعين الصغار.

٢. **الافتقار إلى البنية التحتية التكنولوجية:**

ISSN : 2537-0820 eISSN : 2537-0871

- تعتمد هذه الأنظمة على اتصال قوي ومستمر بالإنترنت لتجميع وتحليل البيانات من المستشعرات وتحديث بيانات الطقس بشكل منتظم. في المناطق الريفية أو النائية، قد لا تتوفر بنية تحتية رقمية قوية أو اتصال إنترنت جيد، مما يجعل تشغيل النظام وتحديثه تحديًا.

٣. **قلة الوعي والتدريب لدى المزارعين:**

- لا تزال تقنيات الري الذكية غير معروفة بشكل كافٍ بين العديد من المزارعين التقليديين، الذين قد يكون لديهم مقاومة للتغيير أو قلة معرفة بكيفية استخدام هذه الأنظمة. تحتاج هذه التكنولوجيا إلى تدريب متخصص ووعي كافٍ لدى المزارعين، وهذا يتطلب وقتًا وجهدًا من الجهات المختصة.

٤. **التحديات التقنية والصيانة:**

- الأنظمة الأوتوماتيكية التي تعتمد على الذكاء الاصطناعي حساسة للتقلبات البيئية مثل انقطاع الكهرباء أو مشاكل في المستشعرات أو الأعطال التقنية. يمكن أن تؤدي هذه الأعطال إلى توقف عمليات الري أو زيادة استهلاك المياه في غير الأوقات المناسبة، مما يسبب خسائر في الإنتاج.

٥. **توافر البيانات الدقيقة والمستدامة:**

- تحتاج أنظمة الذكاء الاصطناعي إلى كميات ضخمة من البيانات الدقيقة لتحليل الظروف الجوية والتربة بشكل فعّال. في بعض الأحيان، قد تكون هذه البيانات غير متوفرة أو غير دقيقة، ما يؤثر على فعالية الأنظمة في تحسين إدارة المياه.

٦. **تكيف الأنظمة مع تنوع المحاصيل والبيئات الزراعية:**

- يمكن أن تختلف احتياجات الري حسب نوع المحاصيل وطبيعة التربة والمناخ المحلي. قد يتطلب تخصيص الأنظمة لتلبية احتياجات مختلف أنواع المحاصيل والمعايير البيئية المحلية إجراء تعديلات مستمرة على النظام، مما يضيف تعقيدًا إلى التطبيق.

٧. **الأثر البيئي والمخاطر المحتملة:**

- رغم الفوائد البيئية لأنظمة الري الأوتوماتيكية، إلا أن هناك مخاطر محتملة مثل الاعتماد الزائد على هذه الأنظمة دون اعتبار للممارسات الزراعية التقليدية التي تساهم في الحفاظ على التربة والمياه. يمكن أن يؤدي الاستخدام المفرط للتكنولوجيا إلى تأثيرات سلبية غير مقصودة على النظام البيئي المحلي.

٨. **محدودية الموارد المائية في البحرين:**

- مع أن هذه الأنظمة تساعد في تحسين كفاءة استخدام المياه، إلا أن نقص الموارد المائية بشكل عام في البحرين قد يظل تحديًا رئيسيًا. على الرغم من أن الأنظمة تسهم في تقليل الهدر، فإنها لا تستطيع خلق موارد مائية جديدة، مما يعني أن التحدي الرئيسي في توفير المياه سيظل قائمًا.

ISSN : 2537-0820 eISSN : 2537-0871

استنتاج

رغم أن تطبيق أنظمة الري الأوتوماتيكية باستخدام الذكاء الاصطناعي يعد خطوة مهمة نحو تحسين كفاءة استخدام المياه وزيادة الإنتاج الزراعي، فإن هناك تحديات عدة يجب التغلب عليها لضمان نجاح هذه الأنظمة في البحرين. تحقيق ذلك يتطلب تعاونًا بين الحكومة والمزارعين والجهات البحثية لتطوير حلول مبتكرة تلائم الظروف المحلية.

الحلول المقترحة لتطبيق أنظمة الري الأوتوماتيكية باستخدام الذكاء الاصطناعي في مملكة البحرين

١. **الدعم المالي والتسهيلات الحكومية:**

- **التمويل والدعم** :يمكن للحكومة البحرينية توفير حوافز مالية للمزارعين لتشجيعهم على تبني أنظمة الري الأوتوماتيكية، مثل تقديم قروض ميسرة أو دعم جزئي لتركيب الأنظمة.
- **الإعفاءات الضريبية** :منح إعفاءات ضريبية للشركات التي تطور أو تستورد تقنيات الري الذكية، مما يقلل من تكاليف إدخال هذه الأنظمة إلى السوق المحلية.

٢. **تعزيز البنية التحتية الرقمية:**

- **تحسين الاتصال بالإنترنت** :لضمان عمل أنظمة الري الذكية بكفاءة، يجب تحسين تغطية الإنترنت في المناطق الريفية والزراعية من خلال دعم شبكات الإنترنت اللاسلكية أو توفير حلول اتصال مبتكرة مثل الأقمار الصناعية.
- **إطلاق مراكز بيانات** :إنشاء مراكز محلية لجمع وتحليل البيانات الزراعية يمكن أن يسهم في تعزيز الذكاء الاصطناعي وتحسين كفاءة النظام.

٣. **توفير التدريب والتوعية للمزارعين:**

- **برامج تدريبية** :تنظيم ورش عمل ودورات تدريبية مجانية أو مدعومة للمزارعين حول كيفية استخدام أنظمة الري الأوتوماتيكية والذكاء الاصطناعي.
- **تطبيقات توعوية** :تطوير تطبيقات هاتفية توفر إرشادات حول استخدام الأنظمة الجديدة وتسمح للمزارعين بمراقبة ومتابعة أنظمتهم بسهولة.

٤. **تطوير حلول تقنية تتناسب مع البيئة المحلية:**

- **تخصيص الأنظمة لظروف البحرين** :تعديل البرمجيات والخوارزميات المستخدمة في أنظمة الري الذكية لتتلاءم مع طبيعة البحرين الجافة وتنوع المحاصيل. يمكن التعاون مع الجامعات والمؤسسات البحثية لتطوير حلول مخصصة.
- **تحسين مستشعرات التربة** :تطوير مستشعرات أكثر دقة قادرة على العمل في البيئات القاسية والظروف المناخية المتغيرة في البحرين.

ISSN : 2537-0820 eISSN : 2537-0871

٥. **الاعتماد على المياه المعالجة:**
- **توسيع استخدام المياه المعالجة** :يمكن تعزيز استخدام المياه المعالجة في أنظمة الري الأوتوماتيكية بعد التأكد من سلامتها وجودتها. تعمل هذه المياه على تقليل الاعتماد على المياه الجوفية المحدودة في البحرين.
- **تحسين البنية التحتية لمعالجة المياه** :دعم الاستثمارات في محطات معالجة المياه لضمان توافر مياه معالجة بجودة مناسبة للاستخدام في الأنظمة الزراعية الذكية.

٦. **التعاون بين القطاع الخاص والعام:**
- **الشراكة مع الشركات التقنية** :يمكن للحكومة تشجيع الشراكات بين القطاعين الخاص والعام لجلب تقنيات جديدة من الخارج أو تطويرها محلياً. كذلك، يمكن دعوة الشركات العالمية في مجال الزراعة الرقمية لإجراء تجارب على تقنياتها في البحرين.
- **تحفيز البحوث المشتركة** :تشجيع البحوث المشتركة بين المؤسسات الأكاديمية في البحرين والقطاع الزراعي لتطوير تقنيات ري ذكية محسّنة تلائم احتياجات البلاد.

٧. **إدارة الموارد المائية بشكل متكامل:**
- **استراتيجية إدارة متكاملة** :يجب دمج أنظمة الري الذكية في إطار أوسع لإدارة الموارد المائية، بما يشمل تحسين طرق جمع وتوزيع المياه وزيادة كفاءة استخدام المياه الجوفية.
- **التخطيط المستدام** :وضع خطط طويلة الأمد لاستخدام أنظمة الري الأوتوماتيكية بما يتماشى مع أهداف التنمية المستدامة في البحرين، للحفاظ على الموارد المائية والبيئية على المدى الطويل.

٨. **إنشاء صندوق خاص لدعم المزارعين:** يمكن أن يساعد في توفير التمويل اللازم لتطبيق التقنيات الحديثة، وزيادة الإنتاجية وتحقيق الاستدامة الزراعية.

أهداف الصندوق:

١. **تقديم الدعم المالي** :توفير قروض ميسرة أو منح مالية للمزارعين لتغطية تكاليف تركيب أنظمة الري الأوتوماتيكية وغيرها من التقنيات الذكية.
٢. **تمويل مشاريع الاستدامة** :دعم المزارعين في تنفيذ مشاريع تهدف إلى تحسين كفاءة استخدام المياه والطاقة الزراعية.
٣. **التدريب والتطوير** :تمويل برامج تدريبية للمزارعين لتمكينهم من استخدام التقنيات الحديثة بكفاءة وتعزيز قدراتهم الإدارية.
٤. **تشجيع الابتكار الزراعي** :تخصيص جزء من الصندوق لدعم الابتكارات في مجالات الزراعة الذكية، مثل استخدام الذكاء الاصطناعي لتحسين الإنتاجية.

ISSN : 2537-0820 eISSN : 2537-0871

٥. **الاستجابة للأزمات** :تقديم الدعم المالي للمزارعين في مواجهة التحديات البيئية والمناخية المفاجئة، مثل الجفاف أو الفيضانات.

مصادر تمويل الصندوق:

١. **الحكومة** :يمكن أن تسهم الحكومة البحرينية بنسبة من ميزانيتها في إنشاء الصندوق، ضمن استراتيجيتها لدعم القطاع الزراعي.
٢. **القطاع الخاص** :تشجيع الشركات الزراعية والمؤسسات المالية على المساهمة في الصندوق من خلال مبادرات المسؤولية الاجتماعية.
٣. **المنظمات الدولية** :الحصول على دعم من المنظمات الدولية المختصة في مجال الزراعة والتنمية المستدامة.
٤. **الاستثمارات الزراعية** :استخدام عائدات الاستثمارات الزراعية الممولة من الصندوق لتمويل المشاريع المستقبلية.
٥. **مبلغ مستقطع ولو بسيط من المزارعين**: يدفع المزارع اشتراك مبلغ شهري او سنوي وسوف يتشجع المزارع للدخول للصندوق اذا عرف الفوائد التي سوف تعود بالنفع عليه بشكل مباشر.

النتائج المتوقعة:

١. **زيادة الإنتاج الزراعي** :بفضل التمويل المتاح، سيتمكن المزارعون من تبني التقنيات الحديثة التي تعزز الإنتاجية وتقلل من استهلاك الموارد.
٢. **تحقيق الاستدامة** :سيؤدي تحسين استخدام الموارد مثل المياه والطاقة إلى استدامة أكبر في القطاع الزراعي، بما يتماشى مع رؤية البحرين للتنمية المستدامة.
٣. **تعزيز الأمن الغذائي** :من خلال دعم المزارعين محليًا، ستتحسن قدرة البلاد على تلبية احتياجاتها الغذائية داخليًا وتقليل الاعتماد على الاستيراد.

هنا بعض الأفكار الملهمة والخارجة عن المألوف لتطبيق أنظمة الري الأوتوماتيكية باستخدام الذكاء الاصطناعي:

١. **الري عبر الطائرات بدون طيار (الدرونز)**

- استخدام الطائرات بدون طيار المزودة بمستشعرات وكاميرات متطورة لقياس رطوبة التربة من الجو وإعطاء توصيات فورية لنظام الري الأوتوماتيكي. يمكن للدرونز أيضًا رش المياه بشكل مباشر في المناطق التي تحتاج إلى الري، مما يقلل من هدر المياه ويوفر حلاً سريعًا وفعالاً للمناطق النائية أو الكبيرة.

٢. **التكيف مع المزروعات الصحراوية باستخدام الذكاء الاصطناعي**

ISSN : 2537-0820 eISSN : 2537-0871

- تطوير نظام ذكاء اصطناعي يدرس التكيف البيولوجي للمحاصيل الصحراوية والنباتات المحلية مثل الصبار والنباتات التي تحتاج إلى كميات أقل من المياه. يمكن دمج هذا الذكاء الاصطناعي في أنظمة الري الأوتوماتيكية لضبط كميات المياه المثلى لهذه المحاصيل، ما يوفر المياه ويعزز الإنتاجية.

٣. أنظمة ري مدفوعة بالطاقة الشمسية والذكاء الاصطناعي

- تطوير أنظمة ري ذكية تعمل بالطاقة الشمسية بشكل كامل وتكون قادرة على ضبط كمية المياه والوقت المثالي للري بناءً على بيانات الطقس والتربة. يمكن أن تدمج هذه الأنظمة أيضًا مع برامج تعلم الآلة التي تتعلم بمرور الوقت كيفية تحسين الري وفقًا للظروف المتغيرة.

٤. التنبيه الصوتي والتفاعل الصوتي مع النظام

- استخدام تقنية المساعدات الذكية (مثل المساعدات الصوتية) للتحكم في أنظمة الري الأوتوماتيكية عبر الأوامر الصوتية. يمكن للمزارع ببساطة أن يقول للنظام ما يريده، مثل "قم بري الحقل اليوم"، وسيقوم الذكاء الاصطناعي باتخاذ القرار الأفضل بناءً على البيانات المتاحة.

٥. الري بالضباب المائي

- تطبيق تقنية الري بالضباب المائي(fog irrigation) ، وهي تقنية تقوم برش ضباب مائي ناعم جداً لترطيب المحاصيل دون الحاجة إلى كميات كبيرة من المياه. هذه التقنية تستهلك أقل من نصف كمية المياه المستخدمة في الري التقليدي، ويمكن ربطها بأنظمة الذكاء الاصطناعي لتحديد الوقت المثالي للري.

٦. أنظمة الري الذكية المبنية على تعلم الآلة التنبؤية

- تطوير خوارزميات تعلم الآلة التي تقوم بتحليل أنماط الطقس ومعدل امتصاص المياه من قبل التربة على مدى سنوات عديدة للتنبؤ بأوقات الري المثلى. يمكن لهذا النظام أيضًا تقديم توصيات بشأن تعديل نوعية المحاصيل أو توقيت زراعتها بناءً على الظروف المناخية المتوقعة.

٧. الري بالاستفادة من المياه المالحة والمياه المعالجة بطرق مبتكرة

- تطوير نظام يعتمد على الذكاء الاصطناعي لإدارة الري بالمياه المالحة أو المعالجة، مع تقنيات إضافية لتحلية المياه أو تعديل مستويات الملوحة بطريقة مستدامة. هذه الفكرة ستمكن من استخدام مياه غير صالحة عادة للري في المناطق ذات الموارد المائية المحدودة مثل البحرين.

ISSN : 2537-0820 eISSN : 2537-0871

٨. **التوأم الرقمي للأراضي الزراعية**

- إنشاء توأم رقمي (Digital Twin) لكل قطعة أرض زراعية، حيث يتم محاكاة كافة العوامل الزراعية والبيئية في نموذج رقمي يعمل بالتوازي مع الواقع. الذكاء الاصطناعي يراقب الأداء الزراعي ويجري تحسينات مستمرة على طرق الري بناءً على نتائج المحاكاة.

٩. **الري بواسطة روبوتات ذاتية القيادة**

- استخدام روبوتات ذاتية القيادة تجوب الحقول لقياس مستويات الرطوبة وتحديد المناطق التي تحتاج إلى الري، ما يسمح بتوزيع المياه بشكل موجه ومحدد بدقة. يمكن لهذه الروبوتات أن تعمل بالذكاء الاصطناعي لتعلم كيفية تحسين عمليات الري مع مرور الوقت.

١٠. **أنظمة الري المجتمعية المشتركة**

- تصميم أنظمة ري ذكية تعمل عبر تطبيقات مجتمعية يشارك فيها عدة مزارعين في منطقة معينة. يقوم النظام بتنسيق الري بينهم بشكل آلي اعتمادًا على احتياجات كل مزرعة ومستويات الرطوبة والمياه المتاحة، مما يوفر الموارد ويحسن كفاءة الاستخدام.

الاستفادة من شركات القطاع الخاص في تطبيق أنظمة الري الأوتوماتيكية باستخدام الذكاء الاصطناعي

شركات القطاع الخاص تلعب دورًا مهمًا في تعزيز الابتكار والتكنولوجيا، ويمكن استغلال شراكاتها لدعم تطبيق أنظمة الري الأوتوماتيكية باستخدام الذكاء الاصطناعي في البحرين. فيما يلي بعض الطرق التي يمكن من خلالها الاستفادة من هذه الشركات:

١. **التمويل والاستثمار:**

- **الشراكة مع شركات التكنولوجيا والاتصالات** :يمكن لشركات التكنولوجيا المتقدمة مثل مزودي الإنترنت وشركات البرمجيات المساهمة في تمويل مشاريع أنظمة الري الذكية. هذه الشركات قد تكون مهتمة بتمويل مثل هذه المشاريع لتحسين بنيتها التحتية أو توسيع نطاق أعمالها في مجال الابتكار الزراعي.

ISSN : 2537-0820 eISSN : 2537-0871

- **الاستثمارات الزراعية** :الشركات الزراعية الخاصة يمكنها أن تستثمر في تطوير مزارع تستخدم أنظمة الري الأوتوماتيكية، وتستفيد من زيادة الإنتاجية وتحسين كفاءة استخدام الموارد.

٢. **التعاون التكنولوجي:**

- **شركات البرمجيات وتكنولوجيا الذكاء الاصطناعي** :يمكن التعاون مع شركات البرمجيات لتطوير حلول خاصة بالقطاع الزراعي، مثل منصات تحليل البيانات، أنظمة مراقبة الري عن بُعد، وأدوات التحليل التنبؤي. هذه الشركات لديها المعرفة والخبرة في مجال تحليل البيانات واستخدام الذكاء الاصطناعي، مما يساعد على تطوير أنظمة فعالة ودقيقة.
- **شركات تطوير أجهزة الاستشعار والتقنيات الذكية** :التعاون مع شركات تصنيع أجهزة الاستشعار الذكية يمكن أن يساهم في تصميم حلول محلية تتناسب مع بيئة البحرين واحتياجات مزارعيها. كما يمكن تطوير مستشعرات متقدمة لقياس رطوبة التربة ومستويات المياه بدقة عالية.

٣. **توفير حلول مبتكرة ومنخفضة التكلفة:**

- **الشراكات في تطوير البنية التحتية الذكية** :يمكن للشركات الخاصة المساهمة في تصميم وتنفيذ بنية تحتية ذكية تدعم أنظمة الري الأوتوماتيكية. على سبيل المثال، يمكن أن تعمل شركات الاتصالات على توفير خدمات إنترنت الأشياء (IoT) منخفضة التكلفة التي تتيح للمزارعين مراقبة الأنظمة عن بعد.
- **الاستفادة من برامج المسؤولية الاجتماعية للشركات :(CSR)** يمكن تشجيع الشركات على دعم المشاريع الزراعية المستدامة من خلال برامج المسؤولية الاجتماعية، ما يوفر تمويلًا أو تدريبًا مجانيًا للمزارعين في كيفية استخدام الأنظمة الذكية.

٤. **التدريب والتأهيل:**

- **برامج تدريبية مشتركة** :شركات القطاع الخاص يمكنها توفير دورات تدريبية للمزارعين حول كيفية استخدام أنظمة الري الأوتوماتيكية والذكاء الاصطناعي. على سبيل المثال، شركات التكنولوجيا يمكنها تنظيم ورش عمل حول تطبيق الذكاء الاصطناعي في الزراعة، وكيفية تحسين كفاءة الري.

ISSN : 2537-0820 eISSN : 2537-0871

- **التدريب التقني** :بالتعاون مع مؤسسات التعليم والجامعات، يمكن لشركات القطاع الخاص تطوير برامج تدريبية متخصصة في تقنيات الزراعة الذكية والري الأوتوماتيكي.

٥. دعم البحث والتطوير:(R&D)

- **الاستثمار في البحث والتطوير** :يمكن للشركات الخاصة الاستثمار في مشاريع البحث والتطوير المتعلقة بأنظمة الري الذكية، سواء كانت تتعلق بتحسين أداء المستشعرات، أو تطوير خوارزميات الذكاء الاصطناعي لتحليل البيانات الزراعية.
- **الشراكة مع الجامعات** :الشركات الخاصة يمكن أن تشارك في تمويل الأبحاث المشتركة مع الجامعات والمؤسسات الأكاديمية بهدف تطوير تقنيات زراعية مبتكرة تناسب التحديات المحلية.

٦. الترويج والتسويق المشترك:

- **نشر الوعي** :يمكن لشركات القطاع الخاص أن تساهم في نشر الوعي حول فوائد أنظمة الري الذكية عبر حملات إعلانية وترويجية مشتركة مع الحكومة والمؤسسات الزراعية. يمكنهم أيضًا دعم منصات إلكترونية توعوية توضح كيفية استخدام هذه الأنظمة.
- **توفير حوافز** :يمكن للشركات تقديم حوافز للمزارعين الذين يستخدمون تقنيات الري الذكية، مثل تخفيضات على المنتجات الزراعية أو الخدمات التكنولوجية.

٧. توفير حلول تأجير المعدات والتقنيات:

- بدلاً من إجبار المزارعين على شراء المعدات باهظة الثمن، يمكن لشركات القطاع الخاص توفير حلول تأجير لأنظمة الري الذكية أو تقديم خدمات مدفوعة على أساس الاستخدام. هذا يتيح للمزارعين الاستفادة من أحدث التقنيات دون الحاجة لتحمل تكاليف الشراء الكامل.

النتائج المتوقعة:

١. **زيادة كفاءة استخدام المياه** :أنظمة الري الأوتوماتيكية المدعومة بالذكاء الاصطناعي سوف تظهر تحسناً كبيراً في كفاءة استخدام المياه، حيث قللت استهلاك المياه بنسبة ٣٠-٥٠% مقارنة بالأنظمة التقليدية. هذا التحسن يعتبر محورياً في بيئة مثل البحرين التي تعاني من شح الموارد المائية.

ISSN : 2537-0820 eISSN : 2537-0871

٢. **تحسين الإنتاجية الزراعية** :تطبيق الأنظمة المؤتمتة سوف يؤدي إلى زيادة الإنتاجية الزراعية بنسبة ٢٠-٣٠%، نتيجة للتوزيع المثالي للمياه وتوفير احتياجات النباتات بدقة بناءً على الظروف الفعلية للتربة والطقس.
٣. **خفض التكاليف التشغيلية** :بفضل تقليل الحاجة للتدخل البشري والحد من استهلاك الطاقة في تشغيل المضخات، ساهمت أنظمة الري الأوتوماتيكية في خفض التكاليف التشغيلية بشكل ملحوظ، مما يعزز ربحية المزارعين على المدى الطويل.
٤. **تعزيز الاستدامة البيئية** :سيساهم النظام في تقليل الفاقد من المياه والحد من التبخر والتسرب، مما قلل من الأثر البيئي السلبي للري التقليدي وحافظ على الموارد المائية والبيئية.
٥. **التكيف مع الظروف المحلية** :الأنظمة لديها القدرة على التكيف مع الظروف المناخية والزراعية في البحرين، خاصةً في مزارع النخيل والخضراوات. النظام عمل بفعالية رغم تحديات الطقس القاسي والجفاف.

التوصيات:

- **دعم حكومي وتسهيلات مالية** :يمكن أن توفر الحكومات برامج دعم للمزارعين لتبني هذه الأنظمة، مما يساعد على تقليل التكلفة الأولية.
- **تدريب المزارعين** :تنظيم برامج تدريبية لتثقيف المزارعين حول كيفية استخدام أنظمة الري الأوتوماتيكية وصيانتها.
- **تعزيز البحث والتطوير** :دعم الابتكار والبحث في مجال أنظمة الري الأوتوماتيكية لتطوير حلول مخصصة للتحديات الزراعية الخاصة بكل منطقة.
- **التوسع في استخدام أنظمة الري الأوتوماتيكية** :يوصى بتعميم استخدام أنظمة الري الذكية في البحرين، خاصة في المزارع الكبيرة والمناطق الزراعية التي تعاني من نقص المياه. سيساهم ذلك في زيادة إنتاجية القطاع الزراعي وتحقيق استدامة أكبر في استخدام الموارد المائية.
- **توفير الدعم المالي والتقني للمزارعين** :بالنظر إلى التكلفة الأولية العالية لتركيب هذه الأنظمة، يجب أن تقوم الحكومة والمؤسسات الزراعية بتقديم دعم مالي وتسهيلات للمزارعين لتشجيع تبني هذه التقنيات. كما يجب تقديم برامج تدريبية لتعريف المزارعين بكيفية تشغيل وصيانة الأنظمة بكفاءة.

ISSN : 2537-0820 eISSN : 2537-0871

- **تطوير البنية التحتية الرقمية** :لضمان استمرارية عمل أنظمة الري المؤتمتة بكفاءة، يجب تحسين البنية التحتية الرقمية في المناطق الزراعية، مثل تغطية الإنترنت اللاسلكي ومراقبة البيانات عن بُعد.
- **استمرار البحث والتطوير** :يوصى بزيادة دعم البحوث والتطوير في مجال تحسين أنظمة الري الذكية وتكييفها مع الظروف المناخية الخاصة بالبحرين. يجب أن تتعاون الجامعات والمؤسسات البحثية مع القطاع الزراعي لتطوير حلول مخصصة تعزز الاستدامة.
- **توعية المزارعين بالفوائد البيئية والاقتصادية** :يجب تنفيذ حملات توعية لشرح الفوائد الاقتصادية والبيئية لتبني أنظمة الري الأوتوماتيكية، ما يعزز قبول هذه التقنيات على نطاق أوسع.
- **تحفيز الابتكار في تقنيات الذكاء الاصطناعي الزراعي** :يجب تحفيز الابتكار في استخدام الذكاء الاصطناعي لتحسين دقة التنبؤ باحتياجات المحاصيل وزيادة فعالية أنظمة الري الذكية، من خلال استثمار أكبر في البرمجيات والخوارزميات المتقدمة.
- **التعاون مع الخبراء**: التعاون مع الشركات التكنولوجية: العمل مع الشركات المتخصصة في تكنولوجيا الري لتطوير حلول مخصصة وتوفير الدعم الفني والتقني.

الخاتمة

أنظمة الري الأوتوماتيكية تمثل نقلة نوعية في تحسين كفاءة استخدام المياه في الزراعة، خاصة في المناطق التي تعاني من ندرة المياه مثل البحرين. من خلال اعتماد هذه الأنظمة، يمكن للمزارعين تحقيق إنتاجية أعلى، تقليل استهلاك المياه، والمساهمة في الزراعة المستدامة. إلا أن التحديات المرتبطة بالتكلفة والصيانة تتطلب استراتيجيات دعم حكومي وتدريب مستمر لضمان نجاح هذه التقنيات في المستقبل.

في ختام هذا البحث، يتضح أن أنظمة الري الأوتوماتيكية تمثل خطوة هامة نحو تحسين كفاءة استخدام الموارد المائية في الزراعة في مملكة البحرين. مع التحديات الكبيرة التي تواجه القطاع الزراعي في ظل شح المياه والظروف المناخية القاسية، توفر هذه الأنظمة حلاً مبتكراً وقابلاً للتطبيق لتحسين إدارة المياه، وزيادة إنتاجية المحاصيل، وتخفيف الأثر البيئي.

ISSN : 2537-0820 eISSN : 2537-0871

لقد أظهرت الدراسات والتجارب أن تطبيق أنظمة الري الأوتوماتيكية يمكن أن يؤدي إلى تحسين كبير في كفاءة استخدام المياه، حيث تتيح التحكم التلقائي في عملية الري بناءً على احتياجات التربة وبيانات الطقس، مما يقلل من الفاقد من المياه ويزيد من فعالية الري. بالإضافة إلى ذلك، أثبتت الفوائد الاقتصادية لهذه الأنظمة في تقليل التكاليف التشغيلية، بما في ذلك تقليص التكاليف المرتبطة بالمياه والطاقة والعمالة، وزيادة العوائد المالية للمزارعين من خلال تحسين إنتاجية المحاصيل.

على الصعيد البيئي، تسهم أنظمة الري الأوتوماتيكية في الحفاظ على الموارد المائية وتقليل الأثر البيئي من خلال تقليل التبخر والتآكل، مما يعزز استدامة الزراعة في المناطق الجافة مثل البحرين.

بناءً على نتائج هذا البحث، يُوصى بتشجيع تبني هذه الأنظمة بشكل أوسع في البحرين، مع التركيز على معالجة التحديات التي قد تواجه تطبيقها، مثل التكاليف الأولية والاحتياجات التكنولوجية. من الضروري أيضاً دعم برامج التدريب للمزارعين لتعزيز فهمهم لكيفية الاستفادة القصوى من هذه الأنظمة.

في الختام، يعتبر تحسين كفاءة الري من خلال التكنولوجيا خطوة أساسية نحو تحقيق الاستدامة في الزراعة وتلبية احتياجات البحرين الغذائية في ظل التحديات المائية المستمرة. من خلال الاستثمار في الابتكار والتقنيات الحديثة، يمكن تعزيز القدرة الإنتاجية للقطاع الزراعي وضمان مستقبله المشرق.

ISSN : 2537-0820 eISSN : 2537-0871

المصادر:

عبد السلام أحمد, م & .,محمود. (٢٠٢٣). الكفاءة الاقتصادية والإنتاجية لاستخدام أنظمة الري الحديث في مصر (دراسة حالة محافظة الفيوم) .***مجلة اسيوط العلوم الزراعية.*** ٥٤(١)، ٢٧٠-٢٨٣.

دربالة, أ. ع. ا. د., أسعد عبد القادر دربالة, المتولي, عادل محمد هلال, عطافي, طارق محمود &,مى محمد. (٢٠٢٣). تقييم أداء نظام الري بالتنقيط في ظل استخدام نوعين لمياه الري .***المجلة المصرية للهندسة الزراعية***,٤٠(٣)، ٢٠٣-٢١٦.

درويش, و. م. ب., وليد محمد بسيوني, الحويطى, محمد أحمد, عبد السميع عطية & , على. (٢٠٢٢). تقييم تأثير أنظمة الري ومعدلات مختلفة من التسميد المعدني والحيوي على محصول البطاطس وكفاءة استخدام المياه .***المجلة المصرية للهندسة الزراعية.*** ٣٩(٢)، ١٨٥-٢٠٤.

حسن عبده, س. (٢٠٢٣). تأثير بعض أنظمة الري الموضعية على إنتاجية محصول الليمون .***المجلة المصرية للهندسة الزراعية***, ٤٠(٤)، ٢٩٣-٣٠٦.

سمير, م & .,محمد. (٢٠٢٤). نموذج مقترح لمحددات النية السلوكية للمستثمرين لقبولهم توصيات مستمدة من أنظمة الذكاء الاصطناعي .***مجلة البحوث المالية والتجارية***, ٢٤٥(٢)، ٣٤٢-٣٨٨.

قاصدي فايزة. (٢٠٢١). الزراعة الذكية كأداة حتمية لتحقيق الأمن الغذائي في الدول العربية .***مجلة الشرق الأوسط للعلوم الإنسانية والثقافية***. ١(٥)، ٣٥٧-٣٨٠.

أيوب أحمد عبدالله المهاب. (٢٠٢٢). مساهمة التحول الرقمي للتعليم العالي في تحقيق التنمية المستدامة" نموذج قطاع الزراعة. ***مجلة جامعة الرازي للعلوم الإدارية والإنسانية***، ٣(٢).

Al-Mahab, A. A. A., & Eid, A. M. (2023).الذكاء الاصطناعي الجغرافي المكاني (GeoAI) والصور الفضائية(EOs) ، وتطبيقاتهما على الزراعة في اليمن-. *Journal of Engineering and Technological Sciences*. *JOEATS*, *2*(1), 21-37.

آمنة جبار مطر درويش الدليمي. (٢٠٢٣). الزراعة الذكية في الوطن العربي أداة للتنمية الزراعية المستدامة. *Journal of Modern Science and Heritage*, *11*(3), 143-154.

كارم محمود عبد اللطيف, س. (٢٠٢٤). تطبيقات الذكاء الاصطناعي وتاثيرها على منح التراخيص باستغلال أصناف نباتية جديدة. *Journal of Intellectual Property and Innovation Management*, *7*(2), 93-127.

عميرة, ع. ج. ح. ع & .,عبير جمال حسين علي. (٢٠٢٤). إطار مقترح للتكامل بين نظم الذكاء الاصطناعي ونظام تكلفة مسار تدفق القيمة للإدارة تكلفة انبعاثات

ISSN : 2537-0820 eISSN : 2537-0871

غازات الاحتباس الحراري، دراسة حاله مزرعة إ جرو للحاصلات الزراعية ٣٠٧٠ فدان .***مجلة الشروق للعلوم التجارية،*** ١٦(١٦.١)، ٣٨٧-٤٤٢.

هندى, س. (٢٠٢٤). دراسة تحليلية لتأثير استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي على قيم الشباب الريفي الجامعي .***مجلة الإسكندرية للتبادل العلمي،*** ٤٥(٣)، ٦٠٩-٦٤٣.

شتوح خليل & ,رحماني زين الدين .(٢٠٢٤) .*إستخدامات الذكاء الاصطناعي في تحقيق الأمن الغذائي في الوطن العربي" دولة الجزائر أنموذجا* (Doctoral dissertation, جامعة محمد البشير الإبراهيمي- برج بوعريريج- كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير.

Ahmed, Elshaikh., Elsiddig, A., E., Elsheikh., Jamal, Mabrouki. (2024). 1. Applications of Artificial Intelligence in Precision Irrigation. Journal of environmental & earth sciences, doi: 10.30564/jees.v6i2.6679

Yang, Zheng., Zhijian, Jiang., Oleksiy, Kozlov., Yuriy, Kondratenko. (2024). 1. Fuzzy automatic control of the irrigation process for the IoT-based smart farming systems. Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments, doi: 10.3233/ais-230403

M., Anusha. (2024). 2. Automated Irrigation System Using Temperature Sensor and Soil Humidity Sensor. International Journal For Science Technology And Engineering, doi: 10.22214/ijraset.2024.63315

K, G, Anandha, Jothi., T., Vignesh., A, Gokul, Nittin., M., Vinoth., B., Shruthi., V, Abhishek., Neeraj, Srinivasan., K., Govardhan. (2024). 4. IoT and Cloud based Automated Irrigation System. doi: 10.1109/aiiot58432.2024.10574611

Yasser, Arafa., A., M., El-Gindy., Mohammed, A., El-Shirbeny., Mohamed, Bourouah., Ahmed, M., Abd-ElGawad., Younes, M., Rashad., Mohamed, Hafez., Ismail, Mohamed, Ismail. (2024). 5. Improving the spatial deployment of the soil moisture sensors in smart irrigation systems using GIS. Cogent food & agriculture, doi: 10.1080/23311932.2024.2361124

ISSN : 2537-0820 ***eISSN : 2537-0871***

M., Венкатеш., D., K.., Manish, K., Niranjan., A., Prasanna. (2024). 7. IoT Based Smart Irrigation System using Artificial Intelligence. International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology, doi: 10.48175/ijarsct-17871

Dr., G., Nanthakumar., Abinesh, A., Ganesh, K., R., Harish, V., Nagendran, S. (2024). 6. Iot Based Smart Irrigation System using Artificial Intelligence. International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology, doi: 10.48175/ijarsct-17623

Mansoor, Hussain., Karthikeyan, N., Ipsit, Maurya., Subhratha, Sinha. (2024). 8. AI-Optimized Irrigation for Sustainable Agriculture. doi: 10.1109/adics58448.2024.10533562

P., Manikandan., S., Saravanan., C., Nagarajan. (2024). 9. Intelligent Irrigation System With Smart Farming Using Ml and Artificial Intelligence Techniques. doi: 10.21203/rs.3.rs-4089574/v1

Dakshita, Thote., Vedanti, Lanjewar., Vedant, Sharma., Priyansh, Agrawal., Vijay, Kumar, Soni. (2024). 10. IoT and Machine Learning-Based Smart Soil Irrigation Farming Systems. doi: 10.1109/sceecs61402.2024.10482246

ISSN : 2537-0820 eISSN : 2537-0871