فاعلية نظام زراعي منزلي ذكي قائم على استخدام الطاقة الشمسية والمستشعرات والروبوتات في التغلب على بعض مشكلات الزراعة في المملكة العربية السعودية

The effectiveness of a smart home agricultural system based on the use of solar energy, sensors and robots in overcoming some agricultural problems in the Kingdom of Saudi Arabia

إعداد

أميرة مطر الزهراني
Amira Matar Al-Zahrani

لين بندر الجهني
Leen Bandar Al-Jahni

سارا بندر الجهني
Sara Bandar Al-Jahni

أرين عبد الرحمن الغامدي
Areen A. Al-Ghamdi

ليندا ماجد حكمي
Linda Majed Hakimi

وزارة التعليم – المملكة العربية السعودية

Doi: 10.21608/asajs.2025.403637

استلام البحث : ١١ / ٩ /٢٠٢٤

قبول النشـر : ١٢ / ١٠ / ٢٠٢٤

الزهراني، أميرة مطر و الجهني، لين بندر والجهني، سارا بندر والغامدي، أرين عبد الرحمن وحكمي، ليندا ماجد (٢٠٢٥). فاعلية نظام زراعي منزلي ذكي قائم على استخدام الطاقة الشمسية والمستشعرات والروبوتات في التغلب على بعض مشكلات الزراعة في المملكة العربية السعودية. ***المجلة العربية للعلوم الزراعية***، المؤسسة العربية للتربية والعلوم والآداب، مصر، ٨(٢٥)، ٩٩- ١٣٠.

http://asajs.journals.ekb.eg

فاعلية نظام زراعي منزلي ذكي قائم على استخدام الطاقة الشمسية والمستشعرات والروبوتات في التغلب على بعض مشكلات الزراعة في المملكة العربية السعودية

المستخلص:

هدفت الدراسة الحالية إلى التعرف على فاعلية نظام زراعي منزلي ذكي قائم على استخدام الطاقة الشمسية والمستشعرات والروبوتات في التغلب على بعض مشكلات الزراعة في المملكة العربية السعودية، واعتمدت الدراسة أسلوب المزج بين التحليل الوصفي والتحليل الكمي، وتكونت عينة الدراسة من (٦٠) فردًا من الخبراء والمهتمين والعاملين بمجال الزراعة، واعتمد مشروع الدراسة على تطبيق خطوات منحى STEAM، وتوصلت نتائج الدراسة إلى أنه توجد نتائج إيجابية من إنشاء نظام زراعي منزلي ذكي باستخدام الطاقة الشمسية قائم على استخدام الحساسات والروبوتات للتغلب على بعض مشكلات الزراعة في المملكة العربية السعودية، وأوصت الدراسة بتبني استخدام الأنظمة الزراعية الذكية والتوسع في استخدامها على المستوى الفردي أو المؤسسي، وتكثيف الأبحاث والنشر المعرفي الخاص بتقنيات الزراعة الذكية، وتشجيع تبنيها من قبل المزارعين والمهتمين بالزراعة.

الكلمات المفتاحية: الزراعة، الطاقة الشمسية، المستشعرات، الروبوتات، الزراعة الذكية، أنظمة الزراعة، الزراعة الذكية، التقنيات الزراعية، الري الذكي، الأتمتة.

Abstract:

The current study aimed to identify the effectiveness of a smart home agricultural system based on the use of solar energy, sensors and robotics in overcoming some agricultural issues in the Kingdom of Saudi Arabia Saudi Arabia. The study adopted the method of combining descriptive and quantitative analysis, and the study sample consisted of the study sample consisted of (60) individuals from experts, interested and working in the field of the study project was based on applying the steps of the STEAM approach. the results of the study found that there are positive results from the establishment of a smart home agricultural system using solar energy based on the use of sensors and robots to overcome some of the study recommended adopting the use of smart agricultural systems and expanding their use at the study recommends adopting and expanding the use of smart agricultural systems at the individual or institutional

ISSN: 2537-0804 eISSN: 2537- 0855

level, and intensifying research and knowledge dissemination on smart farming technologies, and encourage their adoption by farmers and those interested in agriculture. farmers and those interested in agriculture.

Keywords: Agriculture, solar energy, sensors, robotics, smart farming, systems, smart agriculture, agricultural technologies, smart irrigation, automation.

المقدمة :

تُعد الزراعة من أقدم المهن التي مارسها الإنسان على مر السنين، وعمد إلى تطوير أساليبها ومعداتها بمرور الزمن ، وتغير الأحوال والظروف الاجتماعية والاقتصادية والحضارية؛ ذلك أن الزراعة تُعد الركيزة الرئيسة للأمن الغذائي، ووحدة بناء الاقتصاد في العديد من الدول، إذ أن قضايا التنمية الزراعية والأمن الغذائي تتصدر قائمة الأولويات المشتركة لمختلف الدول العربية في ظل المتغيرات الاقتصادية والبيئية المعاصرة على الصعيدين الإقليمي والدولي. لذلك تتوجه الجهود العربية للتصدي لكافة التحديات التي تواجه مسيرة التنمية الزراعية المستدامة والأمن الغذائي في الوطن العربي (المنظمة العربية للتنمية الزراعية، ٢٠٢٠).

ويمثل مفهوم التنمية الزراعية المستدامة أحد المفاهيم ذات الأهمية على مستوى العالم؛ نتيجة ارتفاع مستويات الفقر، وسوء التغذية، إذ أشارت الإحصاءات الصادرة عن منظمة الصحة العالمية أن حوالي (٧٩٣) مليون فرد يعانون من الجوع المزمن حول العالم خلال الفترة الممتدة منذ العام ٢٠١٤م وحتى العام ٢٠١٦م، ويتوقع بحلول عام ٢٠٥٠م تزايد أعداد هؤلاء الأفراد الذين يعانون من الجوع إلى (٩) مليار شخص حول العالم، وهو ما قد يؤدي إلى ازدياد الطلب والحاجة إلى المحاصيل الزراعية المختلفة، إذ تلبي الزراعة ما يقرب من (٦٠%) من الاحتياجات الغذائية على مستوى العالم، ومن هنا تهدف التنمية الزراعية المستدامة إلى تلبية الاحتياجات الغذائية للمجتمعات، كما أنها تمثل حجر الأساس للصناعة والتجارة (Singh, et al., 2018).

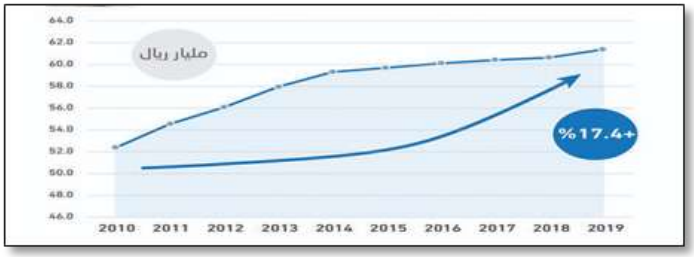
وتهدف التنمية الزراعية المستدامة إلى تحقيق ثلاثة أهداف رئيسة هي: توفير بيئة زراعية صحية، وربحية اقتصادية عالية، وعدالة اجتماعية واقتصادية (Beckman & Countryman, 2021). كما تعد الزراعة الرافد الأول للاقتصاد بما تمد به الدول والشعوب من العوامل الأساسية للإنتاج؛ وهو ما أدى إلى اعتبارها

ISSN: 2537-0804 eISSN: 2537- 0855

المصدر الأساسي للتنمية الاقتصادية في المجتمعات العالمية (Bielski, et al., 2022).

فيبين خان (Khan, et al., 2019) في هذا السياق أن الزراعة بالهند تسهم بشكل أساسي في النمو الاقتصادي، فهي تمثل المصدر الأول للمواد الخام لمختلف الصناعات الهندية، وأيضا توفر العديد من فرص العمل للشباب الهندي؛ إذ يعتمد حوالي (٥٠%) من سكان الهند على الزراعة كمصدر للعيش والكسب المادي. ويرى (Petitpierre, et al., 2022) أن للزراعة أهمية كبيرة في الحفاظ على المحاصيل البرية التي تشتهر بها سويسرا؛ تلك التي تُمثل (٦٠%) من إجمالي المحاصيل الزراعية السويسرية، وهي تمُثل أهمية كبيرة في الدخل القومي، أيضاً أشار (Mănescu, et al., 2022) إلى أن الزراعة هي الدعامة الأساسية للاقتصاد الروماني؛ إذ بلغت قيمة الإنتاج الزراعي برومانيا (٥.٣) مليار يورو بما يعادل (١٩%) من الناتج المحلي.

كما تؤدي الزراعة دورًا مهمًا في إجمالي الناتج المحلي للمملكة العربية السعودية، وتحتل بذلك المرتبة الثالثة بين الدول العربية بعد كل من: مصر والجزائر في حجم الإنتاج الزراعي، ويوضح الشكل (١) مقدار إسهام قطاع الزراعة في الدخل المحلي (مقدرًا بالمليار) بالمملكة خلال الفترة (٢٠١٠- ٢٠١٩) كما يلي:



شكل (١): مقدار إسهام قطاع الزراعة في الدخل المحلي (مقدرًا بالمليار) بالمملكة خلال الفترة من (٢٠١٠- ٢٠١٩) (جريدة الاقتصادية السعودية، ٢٠٢٣)

كما هدفت استراتيجية التنمية الزراعية العربية المستدامة (٢٠٢٠-٢٠٣٠) إلى توفير إطار عمل لإدارة ومعالجة التحديات المتعلقة بالقطاع الزراعي في الدول العربية من خلال تحقيق خمسة أهداف استراتيجية طويلة الأجل تتمثل في: دعم التحول والتكيف في النظم الزراعية والغذائية للقضاء على الجوع والحد من الفقر، والمحافظة على حسن إدارة الموارد الزراعية والنظم البيئية واستدامتها، وتعزيز التكامل الزراعي العربي، وتأطير آليات وإجراءات وسياسات ونظم التجارة

ISSN: 2537-0804 eISSN: 2537- 0855

والاستثمار الزراعي، وتنمية وازدهار الريف العربي، وتأهيل ودعم مقدرات التأقلم مع التغيرات البيئية والاقتصادية والمجتمعية ذات الصلة بالقطاع الزراعي، وحسن إدارة ومشاركة وإتاحة المعرفة الزراعية فنيًا ومؤسسيًا لدعم صانعي القرار (المنظمة العربية للتنمية الزراعية، ٢٠٢٠).

وفي ذات الإطار يؤكد (Al-Shayaa, et al., 2021) أن المملكة العربية السعودية تسعى باستمرار نحو استحداث ممارسات زراعية صديقة للبيئة، وفي ذات الوقت تسعى المراكز والمؤسسات الزراعية إلى قياس مستوى وعي المزارعين بالممارسات الزراعية التي تسبب مشكلات بيئية؛ بما يُمكن من ابتكار برامج إرشادية زراعية جديدة.

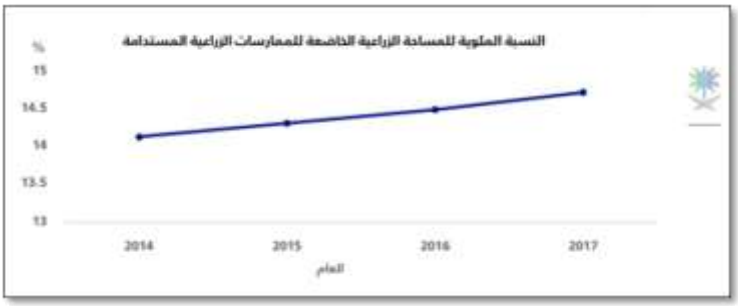
كما يولي التقرير الإحصائي الصادر عن (الهيئة العامة للإحصاء، ٢٠١٩) والمتعلق بأهداف التنمية المستدامة في المملكة العربية السعودية أهمية كبيرة للاهتمام بالقطاع الزراعي كأحد المصادر الأساسية للتنمية المستدامة؛ بما يُمكن من القضاء على الفقر بجميع أشكاله، وتعزيز الزراعة المستدامة، وتحقيق الأمن الغذائي. وفي سياق الاهتمام الذي توليه المملكة لقطاع الزراعة وخصوصًا زراعة المحاصيل الأساسية، يوضح الجدول (١) حجم إنتاج المشروعات الزراعية (كيلو جرام لكل دونم) من عام (٢٠١٥- ٢٠١٨) على النحو التالي:

جدول (١): حجم إنتاج المشروعات الزراعية (كيلو جرام لكل دونم) بالمملكة من عام (٢٠١٥- ٢٠١٨) (الهيئة العامة للإحصاء، ٢٠١٩)

نوع الإنتاج الزراعي	٢٠١٥	٢٠١٦	٢٠١٧	٢٠١٨
الأعلاف	٢٠١٨	٢٠٧١	٢٠١٨	٢٠١٩
الحبوب	٥٣٣	٥٢٣	٥٤٣	٥٤٣
الخضروات	٢٢١٧	٢٢٩٣	٢٢٨٢	٢٢٩٧
الفواكه	٨٩٦	٩٧٩	١٠٠٣	١٠٤٣

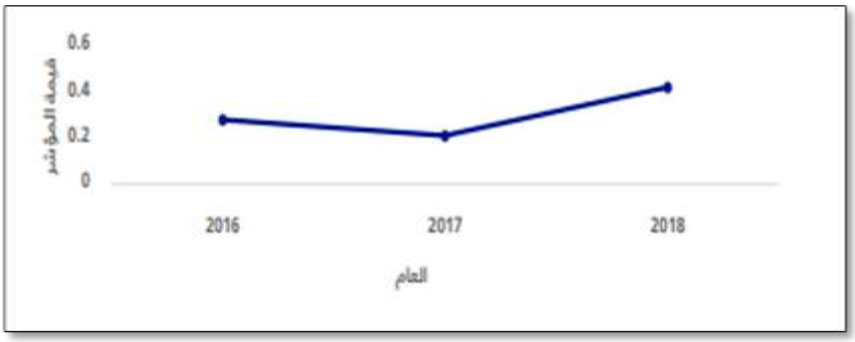
كما يوضح الشكل (٢) النسب المئوية للمساحة الزراعية الخاضعة للممارسات الزراعية المستدامة على النحو الآتي :

ISSN: 2537-0804 eISSN: 2537- 0855



شكل (٢): النسب المئوية للمساحة الزراعية الخاضعة للممارسات الزراعية المستدامة خلال الفترة من (٢٠١٤- ٢٠١٧) (الهيئة العامة للإحصاء، ٢٠١٩)

كما يوضح الشكل (٣) التوجه الزراعي للنفقات الحكومية خلال الأعوام (٢١٦-٢٠١٨)، بما يعكس الجهود التي تبذلها المملكة في النهوض بقطاع الزراعة، كما يأتي:



شكل (٣): التوجه الزراعي للنفقات الحكومية خلال الأعوام (٢١٦- ٢٠١٨) (الهيئة العامة للإحصاء، ٢٠١٩)

واليوم في ظل التطور المستمر والهائل في مجالات التقنية، والإقبال المتزايد على استخدام الأجهزة المتنقلة والإنترنت، التي أدت إلى تغيرات جذرية في شتى المجالات والقطاعات وأصبحت هذه التقنية حاضراً مُعاشاً في كل شيء حولنا، ومستقبلاً واعدًا مُنتظرًا، وأصبحت هذه المؤسسات والقطاعات مطالبة بالبحث عن أفضل الطرق للاستفادة من إمكانياتها واستثماراها الاستثمار الأمثل. وقد دفعت تلك التقنيات إلى تحول قطاع الزراعة نحو نظام بيئي متصل بالإنترنت؛ بما يضمن توفير الوقت والجهد، وفي ذات الوقت توفير إمدادات غذائية صحية، حيث يوجد بالولايات

ISSN: 2537-0804 eISSN: 2537- 0855

المتحدة حاليًا حوالي (١٨٧١) جمعية زراعية قائمة على توظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي (Chukkapalli, et al., 2020).

ويؤكد (Ghosal, et al., 2018) أنه على المجتمعات العالمية وخصوصًا تلك التي تعتمد على الزراعة بشكل أساسي تتبنى أساليب حديثة في الزراعة، وتمثل الروبوتات وأجهزة الاستشعار أحد أهم وأبرز تلك التقنيات، وتعرف أجهزة الاستشعار (Sensors) بأنها أجهزة إلكترونية متصلة بأنظمة رقمية مصممة لاستقبال مجموعة من المدخلات، سواءً كانت على شكل حرارة، أو ضوء، أو حركة، أو ضغط أو غير ذلك، ومن ثم إظهار استجابة معينة بناءً على ذلك، فالبيئة المحيطة يتم إدراكها من خلال أجهزة الاستشعار. وهي تشبه إلى حد كبير الطريقة التي يمتلك بها الإنسان الحواس الخمسة وأنظمتها الإدراكية المقابلة. (Jyoti et al., 2020) كما تعرف الروبوتات بأنها: آلات ميكانيكية قابلة للبرمجة، ومتعددة الوظائف، قادرة على تنفيذ سلسلة من الإجراءات والمهام المتنوعة دون تدخل بشري (Dimri & Nautiyal, 2020).

ويؤكد (Mombeni, et al., 2022) أن من أهم التقنيات الحديثة التي يمكن استخدامها في المجال الزراعي هي أجهزة الاستشعار؛ بما يتيح مراقبة عملية الإنبات، ومتابعة التطورات الحادثة سواء في درجة ملوحة/ قلوية التربة، وهي تقنية تتسم بالدقة والشمولية. ومن التجارب العالمية في هذا المجال: تجربة مدرسة Del Campo بالهندرواس Honduras قامت باستخدام تلك الأجهزة الذكية في زراعة نبات الطماطم، موفرًا ٣٠% من استهلاك المياه في الظروف الطبيعية، كما أنها حدت من الإفراط في استخدام الأسمدة الكيميائية (Mouratidis, 2020).

ويرى (Wadsworth & Colemen, 2017) أن توفير أجهزة الاستشعار والحلول القائمة على الذكاء الاصطناعي في قطاع الزراعة؛ يمكن أن يضيف قيمة للزراعة، كما أن تلك الأجهزة والربوتات يمكن أن تُمكن المزارع من مراقبة نمو البذور بما يضمن تحقيق محصول أفضل. ويرى (Emmi, et al., 2014) أن أنظمة الزراعة الحديثة تقوم على توظيف التقنية من خلال دمج المستشعرات والروبوتات المتنقلة لتكوين نظام زراعي قادر ذكي يزيد من جودة المحاصيل الزراعية، وفي ذات الوقت يقلل من التكلفة الإنتاجية، بما ينعكس في زيادة الصادرات التجارية وزيادة الدخل القومي. ويؤكد (Roldán, et al., 2018) أن للروبوتات أهمية كبيرة في مجال الزراعة أثناء عمليات الحصاد، والمراقبة للتغيرات البيئية، وفحص المحاصيل ومعالجتها، بالإضافة إلى متابعة حالة الطقس.

ومن خلال مراجعة الباحثات لبعض الدراسات والبحوث السابقة، أمكن تحديد بعض النماذج لاستخدام المستشعرات والروبوتات في المجال الزراعي منها:

ISSN: 2537-0804 eISSN: 2537- 0855

الجرارات وآلات الحصاد المزودة بنظام تحديد المواقع GPS (Reid et al., 2016; Kayacan et al., 2015)، وآلات قياس الملوثات والآفات في الأسمدة والتربة (King, 2017; Belforte et al., 2006)، وأنظمة الري الآلية (Bergerman et al., 2016)، وروبوتات تحليل المحاصيل وتعبئتها (Caldwell, 2012, Roldán, et al., 2018)، وروبوتات التغذية الآلية (Bergerman et al., 2016)، وروبوتات حصاد المحاصيل الزراعية (Bac et al., 2014).

وفي إطار هذه التوجهات العالمية تأتي رؤية المملكة العربية السعودية (٢٠٣٠) التي تهدف إلى حماية البيئة الطبيعية وتعزيزها من خلال تبني رؤية شمولية للنظم البيئية الثمينة، كما تعمل على تشجيع الممارسات الزراعية المستدامة في جميع أنحاء المملكة؛ مما يساعد في توفير مواد غذائية محلية آمنة وعالية الجودة للمواطنين والمقيمين.

ومن الجدير بالذكر هنا مبادرتي "السعودية الخضراء (SGI) والشرق الأوسط الأخضر (MGI) " التي تشكلان معًا خارطة طريق طموحة لا تقود المملكة فحسب، بل وتُسيّر الجهود في المنطقة نحو الاستدامة؛ حيث ستعمل هذه المبادرات على تقليل الانبعاثات، وزراعة ٥٠ مليار شجرة، وحماية الطبيعة في الأرض والبحر، فعلى سبيل المثال: ستشهد مبادرة السعودية الخضراء إعادة تأهيل ٤٠ مليون هكتار من الأراضي المتدهورة، وزيادة نسبة المناطق المحمية في جميع أنحاء المملكة إلى أكثر من ٣٠% من إجمالي مساحة الأرض، أي ٦٤٥,٠٠٠ كيلومتر مربع ، وهو ما يوازي حجم دولة كبيرة (وثيقة رؤية المملكة العربية السعودية ٢٠٣٠، ٢٠١٦).

ومن جانب آخر ومنذ إطلاق رؤية المملكة العربية السعودية (٢٠٣٠) تم إطلاق مشاريع مميّزة لتنويع مصادر الطاقة من خلال تحسين مزيج الطاقة في المملكة، كما تلتزم المملكة العربية السعودية بالاستثمار على نحو استراتيجي في التقنيات المستدامة، بحيث تصل نسبة الطاقة المستهلكة من المصادر المتجدّدة إلى ٥٠% بحلول عام ٢٠٣٠م، إذ تُعد التقنيات التكنولوجية القائمة على استخدام الطاقة الشمسية من التقنيات ذات الأهمية في القطاع الزراعي بما يحقق التنمية المستدامة؛ فهي تعد مصدر من المصادر الدائمة والمتجددة للطاقة التي يُمكن توظيفها، وفي هذا الشأن سعت المملكة إلى الاهتمام بالاستفادة من الطاقة الشمسية في مجال الزراعة من خلال المشاريع الاقتصادية القائمة على دمج الطاقة الشمسية في المرافق القائمة على توليد البخار بما يُمكن من تكثيفه لإنتاج المياه اللازمة للزراعة (المنصة الوطنية السعودية الموحدة للخدمات الحكومية، د.ت).

وفي ذات الإطار أهتمت المملكة بإطلاق المبادرات لاستخدام الطاقة الشمسية كأحد الطاقات النظيفة والمتجددة، ومنها مبادرة السعودية الخضراء، القائمة على

ISSN: 2537-0804 eISSN: 2537- 0855

زيادة الاعتماد على الطاقة النظيفة وتقليل الانبعاثات الكربونية، وحماية البيئة تماشيًا ورؤية المملكة العربية السعودية (٢٠٢٣)، تلك المبادرة الهادفة إلى تحقيق الحياد الصفري للانبعاثات بحلول عام (٢٠٦٠)، وتقليل الانبعاثات الكربونية بأكثر من (٢٧٨) مليون طن سنويًا بحلول عام (٢٠٣٠)، وزراعة (٤٥٠) مليون شجرة وإعادة تأهيل (٨) مليون هكتار من الأراضي المتدهورة بحلول عام (٢٠٣٠)، زيادة نسبه المحميات إلى أكثر من (٣٠%) من إجمالي مساحة المملكة (وثيقة رؤية المملكة العربية السعودية ٢٠٣٠، ٢٠١٦).

وتعد مشاريع الطاقة المتجددة أحد المحركات الرئيسية لتحقيق الاستدامة، ومن المشروعات التي أولت لها المملكة اهتماما بالغًا مشروع سكاكا للطاقة الشمسية؛ حيث تعمل أول محطة للطاقة الشمسية الكهروضوئية المتجددة في سكاكا على توليد (٣٠٠) ميجاواط من الكهرباء، وتعويض انبعاثات الغازات الدفيئة بما يعادل (١٢٠) ألف سيارة من الطريق سنويًا (مشروع سكاكا للطاقة الشمسية، د.ت).

ومن ناحية أخرى يؤكد (Gorjian et al. 2020) أن الحاجة ملحة إلى دمج الابتكارات التي تعمل بالطاقة الشمسية في مجال الزراعة بما ينعكس في تقليل اعتماد أنظمة الزراعة داخل المزارع على الموارد التقليدية للطاقة، ومن ثم يخفف من انبعاثات الغازات الدفينة، ويمكن أن تسهم أنظمة الطاقة الشمسية على تلبية متطلبات الطاقة اللازمة لاستزراع نباتات ومحاصيل جديدة ذات طبيعة اقتصادية، ومن أشهر أنظمة الطاقة الشمسية: نظام الطاقة الكهروضوئية؛ والذي يساعد في إنتاج الطاقة الحرارية و الطاقة الكهربية، وهو نظام لا يتطلب أنظمة تخزين للطاقة.

ومن هنا تأتي أهمية المشروع البحثي الحالي كونه يتفق ورؤية المملكة العربية السعودية (٢٠٣٠)، وفي ذات الوقت يساعد على حل بعض مشكلات الزراعة في المملكة العربية السعودية، التي تتسم ببيئة صحراوية تعتمد في المقام الأول على المياه الجوفية كمصدر أساسي للماء العذب، بالإضافة إلى تحلية مياه البحار للاستفادة منها في عمليات الري، وفي نفس الوقت يتضمن المشروع محاولة استخدام الطاقة الشمسية اعتمادًا على الروبوتات والمستشعرات (مستشعرات الرطوبة، ومستشعرات الحرارة، ، ومستشعرات ملوحة الماء)، بما يمكن من توفير بيئة نباتية آمنة، وعالية الجودة.

مشكلة البحث:

اليوم يساهم القطاع الزراعي بشكل محوري في تحقيق رؤية المملكة العربية السعودية (٢٠٣٠) حيث يعتبر ركيزة أساسية للأمن الغذائي واستقرار أسعار المنتجات الغذائية في المملكة، ويسهم في التنمية الريفية والاقتصادية.

ISSN: 2537-0804 eISSN: 2537- 0855

وعلى الرغم من أهمية القطاع الزراعي،إلا أن الزراعة بحكم طبيعتها ومتغيراتها أكثر عرضة عن بقية القطاعات الأخرى للعديد من التحديات والعقبات سواء كانت طبيعية أو اقتصادية، إذ يؤكد التقرير الرئيس الصادر عن وزارة الزراعة السعودية (٢٠١٩) والمتعلق باستراتيجية التنمية الزراعية المستدامة للمملكة العربية السعودية حتى عام (٢٠٣٠) أن هناك مجموعة من التحديات التي تواجه قطاع الزراعة بالمملكة العربية السعودية منها: الظروف المناخية القاسية، والتربة الرملية ذات ملوحة وقلوية عالية، وانخفاض المادة العضوية، ومحدودية مصادر المياه، والانخفاض النسبي في كفاءة استخدام المياه في الزراعة، وهو ما يؤكد حتمية إعادة النظر في النمط الزراعي السائد بالمملكة.

وفي ذات السياق يؤكد (Funk & Brown, 2022) أنه خلال السنوات القليلة الماضية كان هناك انخفاض عالمي في معدلات النمو الزراعي، وهو ما انعكس سلبًا على نصيب الفرد من الدخل القومي، وقد ظهر ذلك الانخفاض نتيجة لعدة عوامل بيئية منها: تدهور التربة، والاستخدام المفرط للأسمدة، ونقص الاستثمار في المجال الزراعي.

كما يؤكد تقرير (المنظمة العربية للتنمية الزراعية، ٢٠٢٠) أن هناك مجموعة من التحديات التي تواجه التنمية الزراعية المستدامة بالمجتمعات العربية منها: زيادة معدلات الاستهلاك الغذائي؛ حيث بلغت الأغذية المتاحة للاستهلاك في الدول العربية حوالي (٣٢٢) مليون طن خلال الفترة (٢٠١٦-٢٠١٨) بزيادة عن الأعوام السابقة مقدارها (٥%)، والتغيرات المناخية في ظل الظروف الجافة السائدة، والنقص الحاد في المياه، والاعتماد على زراعة الأراضي الجافة، واستخدام النظم التقليدية في الإنتاج الزراعي في المنطقة العربية، وضعف الاعتماد على التقنيات؛ حيث أشارت الإحصاءات أن مساهمة الباحثين العرب في الجهود المبذولة لتطوير التقنيات الزراعية المطبقة في نهاية برامج الألفية كانت على نحو (٠.٣%) فقط، مقابل (١٠%) في الدول النامية، و(٣٠%) في الولايات المتحدة الأمريكية.

لذلك كان من الضروري الاستثمار في مجال القطاع الزراعي؛ ذلك أنه يُمثل الضمانة لتحقيق الجودة والسلامة الغذائية، حيث يؤكد (Gorjian et al. 2020) أن القطاع الزراعي من أكثر القطاعات المستقبلية لجذب الاستثمارات على مستوى العالم؛ حيث أنه من المتوقع زيادة معدلات النمو في القطاع الزراعي بمقدار (٣.٢) ضعف معدلات الزيادة في القطاعات الاقتصادية الأخرى.

وهو ما يتطلب بالضرورة استخدام التقنيات الحديثة، ويؤكد (Dhonde, et al., 2022) أن قطاع الزراعة في حاجة ماسة إلى استخدام التقنيات الحديثة بما يساعد على تلبية الطلب المتزايد على المحاصيل الزراعية كمصدر أساسي ورئيس للغذاء،

ISSN: 2537-0804 eISSN: 2537- 0855

وهنا تأتي أهمية التنمية المستدامة كونها تساعد في تحقيق التوازن الدقيق بين تعظيم إنتاجية المحاصيل، والحفاظ على الاستقرار الاقتصادي؛ مع التقليل في ذات الوقت من استخدام الموارد الطبيعية والآثار البيئية الضارة، ويتطلب تحقيق التنمية الزراعية المستدامة استخدام التقنيات الحديثة القائمة على استخدام الطاقة المتجددة كالطاقة الشمسية.

وفي إطار ذلك جاءت العديد من الدراسات التي تناولت مجال الزراعة، حيث سعت دراسة (Prajapat, et al., 2022) إلى التعرف على دور التقنيات القائمة على استخدام الطاقة الشمسية في إدارة درجة الحرارة داخل المحميات البلاستيكية، وأظهرت النتائج أن أكثر تقنيات الطاقة الشمسية المستخدمة في إدارة عمليات الاحتباس الحراري هي: الوحدات الكهروضوئية، والمجمعات الحرارية للطاقة الشمسية، والأنظمة الهجينة PV/T .

كما قام (Asfahan, et al., 2022) بدراسة هدفت إلى التعرف على التحديات التي يجب مواجهتها لتكييف نظام ري جديد قائم على توظيف الطاقة الشمسية بباكستان، حيث تشير الإحصاءات إلى تراجع الإنتاج الزراعي الباكستاني بشكل ملحوظ، وأظهرت النتائج أن زيادة الضغط على الموارد التقليدية للطاقة، والاعتماد على المياه الجوفية كمصدر للري من أهم التحديات التي تواجه قطاع الزراعة، كما أن نظام الري القائم على توظيف الطاقة الشمسية أدى إلى توفير مصدر بديل للطاقة أمكن استثمارها في قيادة وإدارة أنظمة الري، من خلال التحكم في كمية المياه الجوفية اللازمة للري.

كذلك قام (Maftouh, et al., 2022) بدراسة هدفت إلى التعرف على الجدوى الاقتصادية لتحلية مياه البحر باستخدام الطاقة الشمسية، حيث أظهرت النتائج أن نقص مياه الأمطار والجفاف في كثير من المدن المغربية أدى إلى الاستخدام المفرط لخزانات المياه الجوفية؛ مما أدى إلى انخفاض منسوب وكمية تلك المياه، بالإضافة إلى التخلص غير السليم من النفايات المنزلية والصناعية أدى إلى سوء المياه الجوفية، وتدني في جودتها، ومن هنا تُعد عمليات التحلية القائمة على توظيف الطاقة الشمسية البديل الذي يمكن الاعتماد عليه في توفير مياه للري جيدة يمكن الاعتماد عليها في تحسين جودة المحاصيل الزراعية.

أيضاً دراسة (أحمد الكبيسي، وزياد أحمد، ٢٠١٦) التي هدفت إلى التعرف على كثافة الغطاء النباتي والتوسع العمراني على الأراضي الزراعية في ناحية الصقلاوية شمال غرب الفلوجة في محافظة الأنبار العراقية، وأظهرت النتائج كفاءة أجهزة الاستشعار في تقدير التباين بالمساحات المزروعة بمنطقة الصقلاوية، وكذلك أظهرت

ISSN: 2537-0804 eISSN: 2537- 0855

النتائج تفوق التفسير الرقمي المستمد من الاستشعار على التفسير البصري في عزل أصناف أغطية التربة باستخدام مرئيات ذوات قدرة تمييزية منخفضة نسبيًا.

ومن ناحية أخرى سعت بعض الدراسات إلى تحديد أهم التحديات التي تواجه قطاع الزراعة، منها دراسة (Salih, et al., 2016) التي تناولت موضوع التوسع الزراعي بالعراق؛ بما يساعد على تكوين رؤية واضحة للوضع الحالي للزراعة العراقية، مقارنة بدول الجوار: إيران، والأردن، والسعودية، وتركيا، وسوريا، وأظهرت النتائج انحسار الرقعة الزراعية العراقية، وعدم تحقيق الاكتفاء الذاتي من المحاصيل الزراعية، كما أوضحت النتائج أن قطاع الزراعة يقابله تحديات عدة منها: عدم توافر الأدوات الحديثة القائمة على توظيف التكنولوجيا والتقنيات الحديثة في مجال الاستزراع، بالإضافة إلى مشكلات التلوث، والتغيرات المناخية.

كما هدفت دراسة (Mahajan, 2020) إلى التعرف على درجة نمو القطاع الزراعي بالهند خلال الفترة من (١٩٩١: ٢٠١٤)، وأظهرت النتائج أنه خلال (٢٤) عام لم يكن نمو الزراعة مستقرًا بالشكل المرغوب عالميًا؛ ذلك أنه يعتمد على الأساليب التقليدية في الزراعة، كما أن نسبة الصادرات الزراعية أقل بكثير من النسبة المئوية للواردات، كما أن قطاع الزراعة يواجه مشكلات في الري.

وقد سعت دراسة (Al-Shayaa, et al., 2021) إلى التعرف على تصورات المزارعين نحو الزراعة والبيئة بمنطقة الغاط Al-Ghat area في المملكة العربية السعودية، حيث تم جمع البيانات من (١١٠) مزارعًا من خلال استبانة، والمقابلات الشخصية، وأظهرت النتائج أن نسبة (٨٧.٣%) من المزارعين أبدو الرغبة في الاستمرار بالعمل في مجال الزراعة، وأن (٧٧.٣%) منهم لا يعتبرون الزراعة مهنتهم الأساسية، كما أظهر (٥٥.٥%) من المزارعين إدراكهم بالممارسات الزراعية وعلاقتها بالمناخ البيئي المحيط، كما وجدت علاقة ارتباطية موجبة بين مستوى تعليم المزارع و كل من: الاتجاهات الإيجابية نحو العمل بقطاع الزراعة، ودرجة الوعي بالممارسات الزراعية صديقة البيئة.

مما سبق يمكن استنتاج ما يلي:

١) تُعد التقنيات الحديثة القائمة على استخدام الطاقة المتجددة كالطاقة الشمسية من الضروريات التي يجب الاعتماد عليها في تحقيق التنمية الزراعية المستدامة.

٢) يُعد استخدام المستشعرات والروبوتات من التقنيات الحديثة ذات التأثير الإيجابي في عملية الزراعة.

٣) يواجه قطاع الزراعة العديد من التحديات التي تُعد بمثابة عقبات تحول دون تحقيق التنمية المستدامة.

ISSN: 2537-0804 eISSN: 2537- 0855

واستنادا على ما سبق تأتي فكرة البحث الحالي الذي يسعي إلى تقديم مجموعة من الحلول الذكية القائمة على منحى STAEM اعتمادا على استخدام المستشعرات والروبوتات للتغلب على المشكلات التي تواجه الزراعة بالمملكة العربية السعودية، من خلال إنشاء نظام زراعي منزلي ذكي كنموذج يتسم في ظل استخدام تقنيات الطاقة الشمسية والحساسات والروبوتات بعدة ميزات منها:

- مناسبته لحل بعض مشكلات الزراعة بالبيئة السعودية ذات الطبيعة الصحراوية القائمة على المياه الجوفية، وتحلية ماء البحر في عمليات الري.
- إمكانية تحقيق أعلى درجات الجودة للمحاصيل المزروعة، كونها يتم متابعتها عبر نظام ذكي، بما يضمن توافر المعلومات المناسبة بسهولة ويسر.
- ذو عائد اقتصادي مجزي؛ كون المحاصيل ذات قيمة اقتصادية.
- تقديم أنواع مختلفة من النباتات (خضراوات، فواكه، زهور، ...) خارج موسمها الطبيعي وفي وقت انعدامها.
- مواصفات المنتجات جيدة، حيث أنها أنضر شكلًا وأقل تلوثًا بذرات التراب مما يساعد على استهلاكها بأكملها، ومما يزيد من ربح هذا النوع من الزراعة.
- توفير طاقة نظيفة بأسعار مقبولة؛ من خلال الألواح الشمسية.
- محدودية العنصر البشري؛ نتيجة الاعتماد على الروبوتات الحديثة.
- استغلال المساحات الفارغة بالمنازل مثل الحدائق، والأسطح في الزراعة اعتمادًا على تقنيات الطاقة الشمسية والحساسات والروبوتات.

وبالتالي يمكن صياغة فكرة المشروع البحثي في السؤال الرئيس الآتي :

ما فاعلية نظام زراعي منزلي ذكي قائم على استخدام الطاقة الشمسية والمستشعرات والروبوتات في التغلب على بعض مشكلات الزراعة في المملكة العربية السعودية؟

ويتفرع من هذا السؤال الرئيس الأسئلة الفرعية الآتية :

١. ماهي أبرز المشكلات البيئية والمناخية التي تواجه قطاع الزراعة في المملكة من وجهة نظر الخبراء، والمهتمين والعاملين في المجال؟
٢. ما تصورات الخبراء، والمهتمين والعاملين في المجال حول إيجابيات وسلبيات استخدام تقنيات الطاقة الشمسية والحساسات والروبوتات في المشروع البحثي.؟
٣. هل يمكن إنشاء نظام زراعي منزلي ذكي باستخدام الطاقة الشمسية قائم على استخدام الحساسات والروبوتات للتغلب على بعض مشكلات الزراعة في المملكة واستثمار المساحات المتاحة بالمنازل؟

ISSN: 2537-0804 eISSN: 2537- 0855

٤. ما نتائج استخدام النظام الزراعي المنزلي الذكي باستخدام الطاقة الشمسية قائم على استخدام الحساسات والروبوتات؟

أهداف البحث:

يهدف المشروع البحثي إلى تحقيق الأهداف التالية:

١. التعرف على أبرز المشكلات البيئية والمناخية التي تواجه قطاع الزراعة في المملكة من وجهة نظر الخبراء، والمهتمين والعاملين في المجال.

٢. التعرف على تصورات الخبراء والمهتمين والعاملين في المجال حول إيجابيات وسلبيات استخدام تقنيات الطاقة الشمسية والحساسات والروبوتات في المشروع البحثي.

٣. إنشاء نظام زراعي منزلي ذكي باستخدام الطاقة الشمسية قائم على استخدام الحساسات والروبوتات للتغلب على بعض مشكلات الزراعة بالمملكة واستثمار المساحات المتاحة بالمنازل.

٤. التعرف على نتائج استخدام النظام الزراعي المنزلي الذكي باستخدام الطاقة الشمسية قائم على استخدام الحساسات والروبوتات.

الفرض البحثي :

يسعى المشروع البحثي الحالي إلى محاولة التحقق من صحة الفرض الآتي :

توجد نتائج إيجابية من إنشاء نظام زراعي منزلي باستخدام الطاقة الشمسية قائم على استخدام الحساسات والروبوتات للتغلب على بعض مشكلات الزراعة في المملكة العربية السعودية

منهجية المشروع البحثي:

اعتمد المشروع البحثي منهجية المزج بين أسلوب التحليل الوصفي فيما يتعلق بتحديد أبرز التحديات والمشكلات البيئية والمناخية التي تواجه قطاع الزراعة في المملكة العربية السعودية وتصورات الخبراء والمهتمين والعاملين في المجال حول إيجابيات وسلبيات استخدام تقنيات الطاقة الشمسية والحساسات والروبوتات في المشروع البحثي، بالإضافة إلى التحليل الكمي والقياس للبيانات.

مجتمع وعينة المشروع البحثي:

تكون مجتمع البحث من جميع الخبراء والمهتمين والعاملين في مجال الزراعة في المملكة العربية السعودية، في حين تكونت عينة البحث من (٦٠) فردًا من الخبراء والمهتمين والعاملين بمجال الزراعة ممن تتراوح خبراتهم من (٣- ١٢) عام، بمتوسط عدد سنوات خبرة (٦.٩٨) سنة، والجدول التالي يوضح وصفًا للعينة المستهدفة كما يلي:

ISSN: 2537-0804 eISSN: 2537- 0855

جدول (٢): وصف العينة الأساسية للبحث

المنطقة	العدد	النسبة المئوية	سنوات الخبرة
الجوف	٥	٨.٤	٥
المدينة المنورة	١٥	٢٥	٦.٣
بريدة	٥	٨.٣	٣.٧
تبوك	٥	٨.٣	١٢
جدة	١٠	١٦.٧	٤.١
ينبع	٢٠	٣٣.٣	١٠.٨
المجموع	٦٠	%١٠٠	٦.٩٨

المواد والأدوات المستخدمة في المشروع البحثي:

تطلب المشروع البحثي استخدام المواد الآتية :

- استبانة للتعرف على تصورات الخبراء والمهتمين بمجال الزراعة حول التحديات والمشكلات التي تواجه قطاع الزراعة في المملكة العربية السعودية، وكذلك التعرف على أهم السلبيات والإيجابيات لاستخدام التقنيات الحديثة في مجال الزراعة.
- تم بناء وتصميم هيكل المحمية الزراعية المنزلية من مادة البولي كربونيت وهي عبارة عن بوليمر صلب عديم اللون، والبولي كربونيت هو أحد أنواع البلاستيك الحراري الأكثر متانة يُصنع من البوليمر المعالج بالكربون، مما يعطيه مزيجًا من المتانة والمرونة، فيمكن تطويعه، ويسهُل تشكيله، وهو يعتبر أقوى ب٢٥٠ مرة من الزجاج، فهو مقاوم للكسر، ويُعد أفضل بديل للزجاج بألوانه الجذابة الشفاف. ويرجع السبب في اختيار البولي كربونيت لبناء هيكل المحمية لاتسامه بمجموعة من الخصائص منها: مقاومة عالية ضد الحرارة، مقاومة للأشعة فوق البنفسجية، مادة صديقة للبيئة، المتانة والخفة ومقاومة للاشتعال، شفاف بصرياً، مقاومة عالية ضد الكسر (المركز الوطني لأبحاث وتطوير الزراعة المستدامة، د.ت.).
- مادة البرلايت كوسط زراعي وهي عبارة عن سليكات بوتاسيوم أو سيلكات أمونيوم، وهي صخور تم طحنها ووضعها في أفران على درجة حرارة عالية ١١٠٠ - ١٢٠٠ درجة مئوية، وتعطي هذه الحبيبات الصغيرة تربة جيدة بديلة للرمل حيث توفر التهوية في بيئة الجذور، ويرجع السبب في اختيار مادة البرلايت كوسط زراعي لاتسامه بمجموعة من الخصائص والمميزات منها: سهولة إمدادات المياه لجذور النبات، التهوية وتوفير الأكسجين المناسب لجذور النبات، وبسبب العزل الحراري ، فإنه يمنع التغيرات في درجات الحرارة في زراعة النبات مما يجعل منه وسط زراعي مناسب.

ISSN: 2537-0804 eISSN: 2537- 0855

- مجموعة من الأدوات والمستشعرات والروبوتات كالتالي:

جدول (٣): الأدوات والمستشعرات والروبوتات المستخدمة في المشروع البحثي

الأداة	صورتها	سبب الاستخدام
اردوينو اونو مع سلك توصيل **Arduino Uno**		يستخدم للتحكم في المستشعرات وأجزاء وأدوات المشروع
موديول مستشعر رطوبة التربة، مستشعر المياه **Humidity Sensor Module**		لقياس نسبه رطوبة التربة وتحديد الوقت المناسب لري التربة وعدم تعريضها للجفاف
حساس درجة الحرارة **LM35 Temperature Sensor**		لمعرفة درجة حرارة المناسبة لنمو النباتات
لوح تجارب ٤٠٠ نقطة لون ابيض **Solderless Breadboard**		للتوصيل بين أجزاء المشروع
وحدة استشعار **TDS** التناظرية **TDS Sensor Module**		لقياس وضبط نسبة الملوحة في الماء والمناسبة لنوع كل نبات
ترانزستور **2N2222**		إعطاء اشارة من الاردوينو لتشغيل المروحة ومضخة الماء في الوقت الازم
بطارية ٩ فولت باناسونيك **Panasonic battery**		لتزويد المشروع بالطاقة اللازمة
موصل بطارية ٩ فولت ١٠ سم Battery Connector		للتوصيل
لوحة طاقة شمسية ٢ وات ٦ فولت (١٣٥ x ١١٠ مم) **Solar Panel**		لتزويد المشروع بالطاقة اللازمة
شاشة LCD 16 x 02 IIC/I2C Serial		شاشة لعرض القيم المدخلة من المستشعرات

ISSN: 2537-0804 eISSN: 2537- 0855

أسلاك توصيل ذكر لذكر ٤٠ قطعة ٢٠ سم **Male to Male jumper wires**		للتوصيل بين القطع
مضخة المياه الصغيرة **DC 3V-5V Mini Submersible Pump**		لضخ الماء وري النبات
DC 12V Fan 8010 *مروحة تبريد كروية مزدوجة مزود بكابل ٣٠ سم*		لتبريد وخفض درجة حرارة المحمية
بازر ٥ فولت طنان **Active Buzzer**		إصدار الصوت عند اعطاء الاشارة من الاردوينو
روبوت **MINDSTORMS® Robot Inventor**		وضع محلول الملوحة في خزان الماء عند الحاجة

خطوات إتمام المشروع وآلية التنفيذ:

اعتمد المشروع على تسلسل خطوات منحى STEAM المتمثلة في خمس خطوات هي:

أولاً: التهيئة:

وهي الخطوة الأولى من خطوات المشروع وتضمنت هذه الخطوة التعرف على التحديات المختلفة التي تواجه قطاع الزراعة، وهو ما تطلب بالضرورة التعرف على آراء الخبراء والمهتمين بمجال الزراعة، وتصوراتهم عن التحديات التي تواجهه قطاع الزراعة في المملكة العربية السعودية، وذلك حتى يتم تحديد مشكلة البحث وتعريفها بدقة.

ثانياً: البحث:

وهي الخطوة الثانية من خطوات المشروع وتضمنت هذه الخطوة ما يلي:

- جمع المادة العلمية المتعلقة بفكرة البحث الحالي من خلال الاطلاع على العديد من الدراسات والكتب والتقارير وغيرها من المصادر التي تناولت موضوع البحث.
- وضع التصور والمخطط للمشروع البحثي، من خلال تقديم مجموعة من الحلول الذكية القائمة على منحى STEAM اعتمادًا على استخدام المستشعرات والروبوتات للتغلب على المشكلات التي تواجه الزراعة في المملكة العربية السعودية، من خلال إنشاء نظام زراعي منزلي ذكي كنموذج.

ISSN: 2537-0804 eISSN: 2537- 0855

- صياغة أسئلة وفرض البحث.

ثالثاً: الاكتشاف:

وهي الخطوة الثالثة من خطوات المشروع وتضمنت هذه الخطوة ما يلي:

- إعداد أداة لقياس تصورات الخبراء والمهتمين بمجال الزراعة في المملكة العربية السعودية حول التحديات التي تواجه قطاع الزراعة، وتحديد أهم الإيجابيات والسلبيات لاستخدام التقنيات التكنولوجية الحديثة في مجال الزراعة؛ وذلك عن طريق Google Form .
- إرسال الأداة للعينة المستهدفة عبر تطبيق واتس أو الإيميل.

رابعاً: التطبيق:

وهي الخطوة الرابعة من خطوات المشروع وتضمنت هذه الخطوة ما يلي:

- تجميع استجابات أفراد العينة، وتحليلها إحصائيًا باستخدام برنامج Spss.
- بناء وإنشاء نظام زراعي منزلي ذكي باستخدام الطاقة الشمسية قائم على استخدام الحساسات والروبوتات .
- مقارنة النتائج بالفرض المصاغ، للتعرف على درجة تحقق الفرض.

خامساً: التواصل:

وهي الخطوة الخامسة والأخيرة من خطوات المشروع وتضمنت هذه الخطوة ما يلي:

- عرض النموذج المبدئي الزراعي المنزلي الذكي على مجموعة من أفراد العينة للوقوف على صلاحيته والأخذ بآرائهم ومقترحاتهم التطويرية.
- الوصول إلى النموذج الزراعي المنزلي الذكي النهائي وتطبيقه.
- عرض النتائج التي تم التوصل إليها.
- تقديم مجموعة من التوصيات والمقترحات البحثية في ضوء النتائج التي تم التوصل إليها.

ويمكن إجمال إجراءات إتمام المشروع وآلية التنفيذ في النقاط التالية:

- التسجيل في المسابقة
- تكوين فريق العمل
- مناقشه هدف وأهمية المشروع
- طرح ومناقشه الأفكار والآراء.
- البحث والاطلاع في المراجع والمصادر ذات الصلة بفكرة المشروع.
- حضور الدورات الخاصة بالمسابقة.
- اعتماد فكرة وعنوان المشروع (FARM. tech).

ISSN: 2537-0804 eISSN: 2537- 0855

- إعداد استبانة للتعرف على تصورات الخبراء والمهتمين بمجال الزراعة حول التحديات والمشكلات التي تواجه قطاع الزراعة بالمملكة العربية السعودية، وكذلك التعرف على أهم السلبيات والإيجابيات لاستخدام التقنيات الحديثة في مجال الزراعة وعرضها على مجموعة من المختصين للتأكد من خلو الاستبانة من الأخطاء وقدرتها على تحقيق الهدف منها.
- تطبيق الاستبانة على عينة الدراسة.
- تصحيح استجابات العينة، وتحليل النتائج باستخدام الأساليب الإحصائية المناسبة.
- وضع نماذج متعددة لتصميم المشروع وعرضها على بعض المختصين والمهتمين للتأكد من إمكانية تطبيق المشروع وخلوه من الأخطاء وقدرته على تحقيق الهدف منه.
- اعتماد تصميم المشروع بعد الأخذ بآراء الخبراء في المجال.
- اختيار المواد والأدوات الخاصة بتنفيذ تصميم المشروع.
- شراء المواد والأدوات والأجهزة الخاصة بتنفيذ تصميم المشروع.
- تركيب وإنشاء المشروع.
- تطبيق المشروع والتحقق من فاعليته.
- استخلاص النتائج.
- كتابة البحث العلمي الخاص بالمشروع.
- إعداد الملصق العلمي الخاص بالمشروع.
- تسجيل الفيديو الخاص بالمشروع.
- اتمام المشروع وتقديمه للجنة المسابقة.

تحليل البيانات ورصد النتائج:

قامت الباحثات بتحليل استجابات عينة البحث على الاستبانة المُعدة باستخدام برنامج SPSS 25، للإجابة على الأسئلة البحثية وتحقيق الأهداف المنشودة، وذلك على النحو التالي:

أولًا: تحديد أهم أبرز المشكلات البيئية والمناخية التي تواجه قطاع الزراعة في المملكة من وجهة نظر الخبراء والمهتمين بمجال الزراعة، حيث قامت الباحثات بتحديد النسب المئوية للاستجابات على السؤال الأول من الاستبانة، ويوضح ذلك المخطط التالي:

ISSN: 2537-0804 eISSN: 2537- 0855

جدول (٤). النسب المئوية لاستجابات العينة المتعلقة بالتحديات التي تواجه قطاع الزراعة

المشكلة/ التحدي	النسبة المئوية
المناخ الصحراوي الجاف الذي تتصف به المملكة	%٨٠.٢
قلة الماء اللازم للري والاعتماد على المياه الجوفية	%٧٩.٨
نقص العناصر الغذائية بالتربة الزراعية	%٥٤.٨
استهلاك كميات كبيرة من المياه في عملية الري	%٦٨.٣
محدودية الخبرة في استخدام الأساليب الحديثة في الزراعة	%٨٥.٦
شدة الرياح وما يتبعها من تكسير في الأشجار	%٦٥.٧
التغيرات المناخية التي تجتاح العالم والمملكة	%٦٦.١

ومن الجدول السابق يتضح أن أهم التحديات والمشكلات التي تواجه قطاع الزراعة بالمملكة من وجهة نظر الخبراء والمهتمين تتمثل في: محدودية الخبرة لدى كثير من المزارعين في استخدام التقنيات الحديثة أثناء الزراعة (٨٥.٦%)، يليها طبيعة المناخ الصحراوي الجاف الذي تتصف به المملكة (٨٠.٢%)، يليهما قلة الماء اللازم للري نظرًا للاعتماد بشكل أساسي على المياه الجوفية (٧٩.٨%).

ثانيًا: تحديد تصورات الخبراء، والمهتمين والعاملين في المجال حول إيجابيات وسلبيات استخدام تقنيات الطاقة الشمسية والحساسات والروبوتات في المشروع البحثي

يوضح الجدول التالي النسب المئوية لاستجابات عينة البحث المتعلقة بإيجابيات استخدام التقنيات في مجال الزراعة على النحو الآتي:

جدول (٥). النسب المئوية لاستجابات العينة المتعلقة بإيجابيات استخدام التقنيات في الزراعة

تصورات العينة حول إيجابيات استخدام التقنيات	النسبة المئوية
تحقيق التنمية الزراعية المستدامة	%٩٤.٧
التحكم في معدلات استهلاك مياه الري	%٨٩.١
استزراع نباتات وسلالات جديدة ذات عائد اقتصادي	%٦٩.٤
زيادة الإنتاجية الزراعية	%٨٠.٧
تحقيق معدلات آمنة من الأمن الغذائي للسكان والمقيمين	%٩١.٧
تحسين جودة المحاصيل الزراعية	%٧٨.٤

ومن الجدول السابق يمكن تحديد أهم الإيجابيات من استخدام التقنيات الحديثة في قطاع الزراعي من وجهة نظر الخبراء والمهتمين في: **تحقيق التنمية الزراعية المستدامة** (٩٤.٧%)، يليها **تحقيق معدلات آمنة من الأمن الغذائي للسكان**

ISSN: 2537-0804 eISSN: 2537- 0855

والمقيمين (٩١.٧%)، يليهما **التحكم في معدلات استهلاك مياه الري (٨٩.١%)** يليها **زيادة الإنتاجية الزراعية (٨٠.٧%)**

كما يوضح الجدول التالي النسب المئوية لاستجابات عينة البحث المتعلقة بسلبيات استخدام التقنيات في مجال الزراعة على النحو التالي:

جدول (٦): النسب المئوية لاستجابات العينة المتعلقة بسلبيات استخدام التقنيات في الزراعة

تصورات العينة حول سلبيات استخدام التقنيات	النسبة المئوية
التكلفة المادية المرتفعة	%٩٤.١
نقص الأيدي العاملة المدربة على استخدام التقنيات	%٨٧.٥
توافر المخصيين في مجال الصيانة للأعطال	%٦٩.٢
استهلاك معدلات كبيرة من الطاقة الكهربية	%٥١.٢

ومن الجدول السابق يمكن تحديد أهم سلبيات استخدام التقنيات الحديثة في قطاع الزراعة من وجهة نظر الخبراء والمهتمين في: التكلفة المادية المرتفعة (٩٤.١%)، يليها نقص الأيدي العاملة المدربة على استخدام التقنيات (٨٧.٥%)، يليها توافر المخصيين في مجال الصيانة للأعطال (٦٩.٢%)

رابعًا: تحديد تصورات الخبراء، والمهتمين بمجال الزراعة حول توظيف تقنيات الطاقة الشمسية والحساسات والروبوتات محور اهتمام البحث في مجال الزراعة؛ حيث قامت الباحثات بتحديد النسب المئوية للاستجابات على السؤال الرابع من الاستبانة، ويوضح ذلك الجدول (٧):

ISSN: 2537-0804 eISSN: 2537- 0855

جدول (٧): التكرارات والنسب المئوية لاستجابات أفراد العينة حول توظيف تقنيات الطاقة الشمسية والحساسات والروبوتات محور اهتمام البحث في مجال الزراعة

العبارة		درجة الموافقة			المتوسط	الانحراف المعياري	الترتيب
		أوافق	إلى حد ما	لا أوافق			
تساعد في التغلب على التحديات التي تواجه الزراعة	ك	29	16	15	١.٤٥	٥.٢٨	١٤
	%	48	26.67	25			
تساعد على زيادة الإنتاجية	ك	45	11	4	٢.٢٥	٤.٤٤	٥
	%	75	18.33	6.67			
تساعد في التغلب على مشكلة التغيرات المناخية	ك	42	12	6	٢.١	٤.٤٥	٦
	%	70	20	10			
تساعد في التغلب على مشكلات الري	ك	41	12	7	٢.٠٥	٤.٤٧	٧
	%	68	20	11.67			
تساعد على مشكلة حموضة التربة أو قلويتها	ك	38	14	8	١.٩	٥.١	٩
	%	63	23.33	13.33			
يسهم في التغلب على الملوثات البيئية	ك	37	15	8	١.٨٥	٥.٥	١٠
	%	62	25	13.33			
تُمكن من إعادة تدوير مياه الري؛ بما يسهم في التغلب على مشكلة عدم توافر المياه	ك	٤٠	١٤	٦	٢	٥.١	٨
	%	٦٧	٢٣.٣٣	١٠			
تتناسب طبيعة المناخ الصحراوي التي تتسم به المملكة العربية السعودية	ك	٥٠	٣	٧	٢.٥	٤.٢٩	٢
	%	٨٣	٥	١١.٦٧			
يمكن أن تؤدي إلى زيادة المساحات الخضراء المنزرعة	ك	٥٢	٤	٤	٢.٦	٢.٢٤	١
	%	٨٧	٦.٦٧	٦.٦٧			
تُمكن من المتابعة الدورية لعملية الإنبات	ك	٣٤	١٦	١٠	١.٧	٥.٦	١١
	%	٥٧	٢٦.٦٧	١٦.٦٧			
تساعد على استزراع محاصيل زراعية متنوعة	ك	٤٧	١٠	٣	٢.٣٥	٤.٤٠	٤
	%	٧٨	١٦.٦٧	٥			
تحد من كم الملوثات البيئة الناتجة عن استخدام الأسمدة الصناعية	ك	٣٢	١٨	١٠	١.٦	٥.١٠	١٢
	%	٥٣	٣٠	١٦.٦٧			
تساعد في تحديد استهلاك المياه وتقليص هدرها	ك	٤٨	١١	١	٢.٤	٤.٣٨	٣
	%	٨٠	١٨.٣٣	١.٦٧			
يساعد توليد الطاقة الكهربائية من الطاقة الشمسية في المحافظة على البيئة	ك	٣٠	٢١	٩	١.٥	٥.١٤	١٣
	%	٥٠	٣٥	١٥			

ومن الجدول (٧) يمكن تحديد أهم الأدوار التي تؤديها الطاقة الشمسية والحساسات والروبوتات في قطاع الزراعة من وجهة نظر الخبراء والمهتمين في:

ISSN: 2537-0804 eISSN: 2537- 0855

زيادة المساحات الخضراء، بالإضافة إلى ملائمتها لطبيعة المناخ الصحراوي التي تتسم به المملكة العربية السعودية، ودورها الإيجابي في الحد من استهلاك المياه وتقليص هدرها، ودورها في استزراع محاصيل زراعية متنوعة، ومن ثم تساعد على زيادة الإنتاجية.

ثالثاً: إنشاء نظام زراعي منزلي ذكي باستخدام الطاقة الشمسية قائم على استخدام الحساسات والروبوتات للتغلب على بعض مشكلات الزراعة بالمملكة واستثمار المساحات المتاحة بالمنازل.

تم إنشاء نظام زراعي منزلي ذكي باستخدام الطاقة الشمسية قائم على استخدام الحساسات والروبوتات للتغلب على بعض مشكلات الزراعة بالمملكة واستثمار المساحات المتاحة بالمنازل باستخدام مجموعة من الأدوات والمواد والأجهزة السابق ذكرها أعلاه، أطلق عليه اسم (FARM. tech) يمثل النظام بيئة زراعة مناسبة لزراعة أنواع مختلفة من النباتات داخل محمية ذكية باستخدام الطاقة الشمسية قائم على استخدام الحساسات والروبوتات ومصنوع من مادة البولي كربونيت، مع تأمين حاجة النباتات البيئية وحمايتها من التيارات الهوائية، ومن الآفات الزراعية، بهدف تحقيق الأمن الغذائي وزراعة النباتات في أي وقت وحتى خارج أوقات مواسمها الطبيعية، كما يقلل النظام الخسائر التي تنتج من تغير الأحوال الجوية، إذ يقوم النظام بالتالي:

- يستخدم النظام مستشعر الرطوبة (يتم ضبطه بدرجة الرطوبة المناسبة لنوع النبات المزروع) للكشف عن درجة رطوبة الوسط الزراعي ويستخدم محرك لتشغيل نظام الري عند اكتشاف المستشعرات انخفاض درجة الرطوبة.
- يستخدم النظام مستشعر الحرارة (يتم ضبطه بدرجة الحرارة المناسبة لنوع النبات المزروع) للكشف عن درجة حرارة المحمية الزراعية ويستخدم محرك لتشغيل مراوح تبريد عند اكتشاف ارتفاع درجة الحرارة.
- يستخدم النظام مستشعر ملوحة الماء للكشف عن درجة ملوحة الماء المناسبة لنمو النباتات، وللتحكم بمعدل ملوحة الماء الذي يتوافق مع نوع كل نبته، إذ سيتم استخدام الروبوت لإضافة المحلول الملحي عند الحاجة.

وتمتاز FARM. Tech بأنها مشروع علمي متكامل يخدم الإنسان والبيئة في آن واحد قائم على منحى STEAM وذلك كالتالي:

- **العلوم (Sciences):** ويتمثل في التجارب العلمية والمكتسبات المهارية من منهجية البحث، والمحمية والماء والتربة والنباتات واستغلال الطاقة الشمسية والمضخة والمراوح.

ISSN: 2537-0804 eISSN: 2537- 0855

- **التقنية (Technology):** وتتمثل في التقنيات المختلفة المستخدمة في المشروع والتي تكمن بوجود المستشعرات، والروبوت واللوح الشمسي وغيرها من التقنيات المستخدمة في النظام الذكي.
- **الهندسة (Engineering):** ويتمثل في طريقه التصميم الهندسي والتركيب للمحمية الذي يراعي كافة احتياجات النبات لتعزيز الانبات.
- **الفنون (Art):** يتمثل في إخراج المشروع النهائي والوسائل والأدوات اللازمة في تصميم المحمية وتصميم الفيديو والملصق العلمي.
- **الرياضيات (Mathematics):** ويتمثل في مراعات المساحات والحجم والمسافات والزوايا بين أجزاء المحمية وحساب معدل ونسبه إنبات النبات.

رابعاً: التعرف على نتائج استخدام النظام الزراعي المنزلي الذكي باستخدام الطاقة الشمسية القائم على استخدام الحساسات والروبوتات.

من خلال استخدام النظام الزراعي المنزلي الذكي باستخدام الطاقة الشمسية قائم على استخدام الحساسات والروبوتات ومقارنته بالزراعة التقليدية تم التوصل إلى النتائج الآتية:

- انخفاض معدل استهلاك الماء المستخدم في الري بشكل ملحوظ، وذلك من خلال ضبط استهلاك المياه من خلال استخدام مستشعر الرطوبة وأتمتة عملية الري.
- حماية النباتات من الآفات والأمراض والحشرات الموجودة في التربة والتي قد تقضي عليها، من خلال استخدام مادة البيرلايت كوسط زراعي، وضمان تهوية جذور النباتات وتصريف وعودة مياه الري الزائدة للخزان.
- انخفاض تكلفة استهلاك الطاقة الكهربائية وذلك بسبب الاعتماد على ألواح الطاقة الشمسية ، وزيادة الاعتماد على الطاقة النظيفة وتقليل الانبعاثات الكربونية وبالتالي حماية البيئة.
- ضبط درجة الحرارة بما يناسب النباتات داخل النظام الزراعي ويضمن عدم تأثيرها بشكل سلبي على كل وظيفة من الوظائف الحيوية للنبات، والتي تؤثر في كافة العمليات الكيميائية للتحول الغذائي.
- تقليل التحكم البشري في الزراعة وبالتالي تقليل الجهد والوقت المبذول في الزراعة والاعتماد على تقنيات حديثة أكثر دقة وسرعة من العنصر البشري.

وبذلك يتم قبول الفرض الذي ينص على أنه توجد نتائج إيجابية من إنشاء نظام زراعي منزلي ذكي باستخدام الطاقة الشمسية قائم على استخدام الحساسات والروبوتات للتغلب على بعض مشكلات الزراعة في المملكة العربية السعودية.

ISSN: 2537-0804 eISSN: 2537- 0855

النتائج والاستنتاجات من المشروع البحثي:

من خلال تحليل استجابات أفراد العينة وتطبيق النظام الزراعي الذكي؛ يمكن تلخيص النتائج والاستنتاجات كما يلي:

- هناك مجموعة من التحديات التي تواجه قطاع الزراعة بالمملكة العربية السعودية من وجهة نظر الخبراء والمهتمين منها: محدودية الخبرة ونقص الوعي الزراعي لدي كثير من المزارعين في استخدام التقنيات الحديثة، كما أن المناخ الصحراوي الجاف الذي تتصف به المملكة من التحديات الأساسية التي تواجه قطاع الزراعة، وكذلك الاعتماد على المياه الجوفية كمورد أساسي لعمليات الري، وهو ما أدى إلى قلة الماء اللازم للري، وفي ذات الوقت زيادة معدلات الاستهلاك لتلك المياه.
- من الآليات التي يمكن الاعتماد عليها في التغلب على تلك التحديات: الاهتمام بإنشاء المحميات الزراعية الحديثة القائمة على توظيف التكنولوجيا الحديثة، وكذلك حُسن استثمار الموارد الطبيعية المتوفرة بالمملكة كالطاقة الشمسية، واستخدام المحميات المكيفة، والاعتماد على تقنيات الذكاء الاصطناعي كالروبوتات واستخدام الحساسات.
- من إيجابيات استخدام التقنيات الحديثة في قطاع الزراعة: تحقيق التنمية الزراعية المستدامة، وتحقيق معدلات آمنة من الأمن الغذائي للسكان والمقيمين، وكذلك التحكم في معدلات استهلاك مياه الري.
- من سلبيات استخدام التقنيات الحديثة في القطاع الزراعي من وجهة نظر الخبراء والمهتمين: التكلفة المادية المرتفعة، ونقص الأيدي العاملة المدربة على استخدام هذه التقنيات.
- من الأدوار التي تؤديها الطاقة الشمسية والحساسات والروبوتات في قطاع الزراعة من وجهة نظر الخبراء والمهتمين: زيادة المساحات الخضراء المزروعة، بالإضافة إلى ملائمتها لطبيعة المناخ الصحراوي التي تتسم به المملكة العربية السعودية، ودورها الإيجابي في الحد من استهلاك المياه وتقليص هدرها، ودورها في استزراع محاصيل زراعية متنوعة، ومن ثم تساعد على زيادة الإنتاجية.
- استخدام الأنظمة الذكية والتقنيات الحديثة يساعد من مواجهة التغيرات المناخية ويخفف من آثارها، ويساعد في استدامة الإنتاج الزراعي خلال الظروف الطارئة مثل جائحة كورونا.

التوصيات والمقترحات:

في إطار النتائج التي توصل إليها المشروع البحثي، يمكن تقديم مجموعة من التوصيات والمقترحات على النحو الآتي:

ISSN: 2537-0804 eISSN: 2537- 0855

- تبني استخدام الأنظمة الزراعية الذكية والتوسع في استخدامها على المستوى الفردي أو المؤسسي.
- تكثيف الأبحاث والنشر المعرفي الخاص بتقنيات الزراعة الذكية، وتشجيع تبنيها من قبل المزارعين والمهتمين بالزراعة.
- توجيه المختصين والتوعية بالاهتمام والعمل على توظيف التقنيات الحديثة في المجال الزراعي، ودعم التحول التدريجي لاستخدام أنظمة الزراعة الذكية.
- إطلاق المبادرات التي تشجع المؤسسات والشركات التقنية على الاستثمار في القطاع الزراعي.

ISSN: 2537-0804 eISSN: 2537- 0855

المراجع:

أولًا: المراجع العربية:

أحمد مدلول الكبيسي، وزياد فرحان أحمد(٢٠١٦). دراسة كثافة الغطاء النباتي والتوسع العمراني علي الأراضي الزراعية باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في ناحية الصقلاوية، المجلة العراقية لدراسات الصحراء، ٦(١)، ٦٩- ٨١.

جريدة الإقتصادية السعودية (٢٠٢٣). إسهام قطاع الزراعة في الدخل القومي (مقدرًا بالمليار) بالمملكة خلال الفترة من (٢٠١٠- ٢٠١٩). استرجع من:
https://www.aleqt.com/2020/04/09/article_1801781.html

رؤية المملكة ٢٠٣٠ (د.ت). مبادرة السعودية الخضراء، استرجع من:
https://www.vision2030.gov.sa/ar/v2030/v2030-projects/%D9%85%D8%A8%D8%A7%D8%AF%D8%B1%D8%A9-%D8%A7%D9%84%D8%B3%D8%B9%D9%88%D8%AF%D9%8A%D8%A9-%D8%A7%D9%84%D8%AE%D8%B6%D8%B1%D8%A7%D8%A1/.

المركز الوطني لأبحاث وتطوير الزراعة المستدامة (د. ت.). المواصفات القياسية للبيوت المحمية في المنطقة الوسطى. استرجع من:
chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://estidamah.gov.sa/sites/default/files/2020-12/%D8%A7%D9%84%D9%85%D9%88%D8%A7%D8%B5%D9%81%D8%A7%D8%AA%20%D8%A7%D9%84%D9%82%D9%8A%D8%A7%D8%B3%D9%8A%D8%A9%20%D9%84%D9%84%D8%A8%D9%8A%D9%88%D8%AA%20%D8%A7%D9%84%D9%85%D8%AD%D9%85%D9%8A%D8%A9%20%20%282%29.pdf

مشروع سكاكا للطاقة الشمسية (د.ت). استرجع من:
https://www.vision2030.gov.sa/ar/v2030/v2030-projects/%D8%B3%D9%83%D8%A7%D9%83%D8%A7-%D9%84%D9%84%D8%B7%D8%A7%D9%82%D8%A9-%D8%A7%D9%84%D8%B4%D9%85%D8%B3%D9%8A%D8%A9/

المنصة الوطنية السعودية الموحدة للخدمات الحكومية(د.ت). الطاقة المتجددة، استرجع من:
https://www.my.gov.sa/wps/wcm/connect/e8e0b383-d7ab-4375-9502-18d3d9c9c1af/Pilot+Concentrated+Solar+Power.pdf?MOD=AJPERES&CVID=mOKUw1m.

ISSN: 2537-0804 eISSN: 2537- 0855

المنظمة العربية للتنمية الزراعية (٢٠٢٠). استراتيجية التنمية الزراعية العربية المستدامة (٢٠٢٠-٢٠٣٠)، جامعة الدول العربية، استرجع من:
https://www.aoad.org/AOADNewStatgy2022.pdf.

الهيئة العامة للإحصاء (٢٠١٩). أهداف التنمية المستدامة في المملكة العربية السعودية: التقرير الإحصائي الثاني، متاح على الموقع التالي:
https://www.stats.gov.sa/sites/default/files/statistical_report_on_the_current_status_2019_ar.pdf.

وزارة الزراعة السعودية (٢٠١٩). استراتيجية التنمية الزراعية المستدامة للمملكة العربية السعودية حتى عام (٢٠٣٠): التقرير الرئيسي، الجزء الأول، استرجع من: https://faolex.fao.org/docs/pdf/sau145464PartI.pdf.

وزارة البيئة والمياة والزراعة (٢٠٢٣). بيانات إحصائية، استرجع من:
https://www.mewa.gov.sa/ar/InformationCenter/Researchs/StaticticsData/Pages/default.aspx

ثانيًا: المراجع الأجنبية:

Aguiar, A.; dos Santos, F.; Cunha, J.; Sobreira, H. and Sousa, A. (2020). Localization and mapping for robots in agriculture and forestry: A survey, Robotics, 9(1), 1-23.

Al-Shayaa, M.; Al-Wabel, M.; Herab, A.; Sallam, A.; Baig, M. and Usman, A. (2021). Environmental issues in relation to agricultural practices and attitudes of farmers: A case study from Saudi Arabia, Saudi Journal of Biological Sciences, 28(1), 1080-1087.

Asfahan, H.; Sultan, M.; Ahmad, F.; Majeed, F.; Ahamed, M.; Aziz, M.; Redmond, R.; Shamshiri, U., Khan, M. and Farooq, M. (2022). Agrovoltaic and Smart Irrigation: Pakistan Perspective, Irrigation and Drainage: Recent Advances, Available at: https://www.intechopen.com/chapters/83628

Bac, W., Van Henten, J., Hemming, J., and Edan, Y. (2014). Harvesting robots for high-value crops: State of the art review and challenges ahead, Journal of Field Robotics, 31(6), 888–911.

ISSN: 2537-0804 eISSN: 2537- 0855

Beckman, J. & Countryman, A. (2021). The Importance of Agriculture in the Economy: Impacts from COVID-19, the American Journal of Agricultural Economics, 103(5), 1595-1611.

Bielski, S.; Marks-Bielska, R.; Zielińska-Chmielewska, A.; Romaneckas, K. and Šarauskis, E. (2021). Importance of agriculture in creating energy security—A case study of Poland, Energies, 14(9), 2465; https://doi.org/10.3390/en14092465.

Belforte, G., Deboli, R., Gay, P., Piccarolo, P., and Aimonino, R. (2006). Robot design and testing for greenhouse applications. Bio-systems engineering, 95(3), 309–321.

Bergerman, M., Billingsley, J., Reid, J., and van Henten, E. (2016). Robotics in agriculture and forestry. In B. Siciliano, & O. Khatib (Eds.), Springer handbook of robotics (pp. 1463–1492). Cham, Switzerland: Springer.

Caldwell, G. (Ed.). (2012). Robotics and automation in the food industry: Current and future technologies. Cambridge, MA: Elsevier.

Deepa, A.; Khan, M.; Prabadevi, B; Vincent, V.; Maddikunta, P. And Gadekallu, T. (2020).Multiclass Model for Agriculture Development Using Multivariate Statistical Method, IEEE ACCESS, 8(2), 183749- 183758.

Dhonde, M.; Sahu, K. and Murty, V. (2022). The application of solar-driven technologies for the sustainable development of agriculture farming: a comprehensive review, 21(1), 139–167

Dimri, Deepakshi; & Nautiyal, Siddharth. (2020). Dental Robotics - Get Going. International Journal of Science and Healthcare Research, 5(2), 424-426.

Emmi, L.; Soto,M.; Pajares, G. and Gonzalez-de-Santo, P. (2014). New trends in robotics for agriculture: integration

ISSN: 2537-0804 eISSN: 2537- 0855

and assessment of a real fleet of robots, The Scientific World Journal, Available at: https://www.hindawi.com/journals/tswj/2014/404059/.

Gorjian S, Minaei S, MalehMirchegini L, Trommsdorff M, Shamshiri R (2020). Applications of solar PV systems in agricultural automation and robotics. In: Gorjian S, Shukla A (eds) Photovoltaic Solar Energy Conversion. London: Elsevier.

Jyoti, B., Chandel, N. S., & Agrawal, K. (2020). Application of robotics in agriculture: an Indian perspective. In Proceedings of the 8th Asian-Australasian Conference on Precision Agriculture.

Kayacan, E., Kayacan, E., Raymon, H., and Saeys, W. (2015). Towards agrobots: Identification of the yaw dynamics and trajectory tracking of an autonomous tractor, Computers and Electronics in Agriculture, 115(1), 78–87.

Khan, W.; Jamshed, M. and Fatima,S. (2019). Contribution of agriculture in economic growth: A case study of West Bengal (India), Public Affairs, 20(2), 1-10.

King, A. (2017). Technology: The future of agriculture. Nature, 544(1), S21–S23.

Mahajan, P. (2020). Agriculture Trade Scenario in India and Its Global Comparisons, International Journal of Agricultural Economics, 5(3): 63-70.

Maftouh, A.; El Fatni, O.; m Bouzekr, S.; Rajabi, F.; Sillanpää, M. and Butt, M. (2022). Economic Feasibility of Solar-Powered Reverse Osmosis Water Desalination: A Comparative Systemic Review, environment al science and population research, 1(1), 1-32.,

Mănescu, C.; Mănescu, A.; Vass, H.; Sicoe-Murg, O.; Dincu, A. and Mateoc-Sîrb, N. (2022). Studies on The Importance of Agriculture In The Romanian Economy, Agricultural

ISSN: 2537-0804 eISSN: 2537- 0855

Management / Lucrari Stiintifice Seria I, Management Agricola, 24(2), 68-75.

Mombeni, M.; Arekhi, S. and Arami, A.(2022). Changes in the salinity using remote sensing and GIS (Case study: South Khuzestan), Desert Ecosystem Engineering, 27- 32

Petitpierre, B.; Boserup, J.; Möhl,A. and Römetsch, S. (2022). Importance of agriculture for Crop Wild Relatives conservation in Switzerland, bioRxiv, Available at: https://www.biorxiv.org/content/biorxiv/early/2022/10/07/2022.10.05.511054.full.pdf.

Prajapat; K.; Dhonde; M.; Sahu; K. and Murty, V. (2022). A Mini-Review on Solar-Powered Energy Conservation Strategies for Sustainable Greenhouse Systems, International Conference on Emerging Trends in Engineering and Medical Sciences (ICETEMS), Nagpur, India.

Reid, J., Moorehead, S., Foessel, A., and Sanchez, J. (2016). Autonomous driving in agriculture leading to autonomous worksite solutions. SAE Technical Paper, SAE 2016 Commercial Vehicle Engineering Congress, USA.

Roldán, J.; Cerro, J.; Garzón-Ramos, D.; Garcia-Aunon, P.; Garzón, M.; de León, J. and Barrientos, A. (2018). Robots in agriculture: State of art and practical experiences, Available at: https://www.intechopen.com/chapters/56199.

Rose, D.; Lyon, J.; de Boon, A.; Hanheide,M. and & Pearson, S. (2021). Responsible development of autonomous robotics in agriculture, Nature Food, 2(1), 306–309

Salih, A.; Al Qaesi, H. And El-Jubouri, M.(2016). The importance of agriculture's extension in the Arab republic of Iraq, Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development, 16(4), 1-10

ISSN: 2537-0804 eISSN: 2537- 0855

Singh, J.; Nigam, R.; Hasan, W. and Kumar, A. (2018). Sustainable Development for Agriculture and Environment, New Delhi: An International Publisher; ANU BOOKS.

ISSN: 2537-0804 eISSN: 2537- 0855