Arabian Gulf Journal of Humanities and Social Studies

ISSN: 3080-4086

الإصدار الخامس - العدد الخامس عشر || تاريخ الإصدار 2026-06-20

توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تعزيز إنتاجية القطاع الزراعي الأردني للمحاصيل الأساسية

Employing Artificial Intelligence Applications in Enhancing the Jordanian Agricultural Sector's Productivity for Staple Crops

إبراهيم فؤاد الخصاونة

Ibrahim Fuad Al Khasawneh

قسم الإذاعة والتلفزيون، كلية الإعلام

جامعة البترا، عمان، الأردن

https://orcid.org/0000-0002-7936-7504

آية أحمد ربحي علي سليم

Aya Ahmad Rebhi Ali Saleem

مركز اللغات، كلية الآداب والعلوم

جامعة البترا، عمان، الأردن

https://orcid.org/0009-0000-2170-8671

DOI: https://doi.org/10.64355/agjhss51523

مجلة خليج العرب للدراسات الإنسانية والاجتماعية || هذه المقالة مفتوحة المصدر موزعة بموجب شروط وأحكام ترخيص مؤسسة المشاع الإبداعي(CC BY-NC-SA)

الملخص:

الأهداف: هدفت الدراسة التعرف إلى تطبيقات الذكاء الاصطناعي المُوظفة في تعزيز إنتاجية القطاع الزراعي الأردني للمحاصيل الأساسية، والكشف عن المنفعة المُدركة من توظيف التطبيقات الذكية، والتحديات المصاحبة، وكذلك مقومات نجاح توظيفها.

المنهجية: اعتمدت الدراسة الوصفية منهج المسح الكمي، وباستخدام الاستبانة أداةً منهجية لجمع البيانات من عينة قصدية بلغ قوامها (120) مفردةً من المزارعين الأعضاء في الاتحاد العام للمزارعين، والعاملين في وزارة الزراعة، وكذلك الباحثين في المركز الوطني للبحوث الزراعية/ الذراع العلمي لوزارة الزراعة، بالإضافة إلى المنتمين لنقابة المهندسين الزراعيين الأردنيين، وبواقع (30) مفردةً من كل جهة.

النتائج: كشفت النتائج عن أبرز التطبيقات الذكية المُوظفة في تعزيز إنتاجية القطاع الزراعي الأردني، والمتمثلة بأنظمة الهيدروبونيك المسؤولة عن زراعة النباتات في أوساط خاملة، والتحليل الضوئي الذكي المنوط به تحديد حاجة المحصول للري والتغذية، وأنظمة الآيروبونيك التي تعتمد تعليق جذور النبتة في الهواء ورشها دورياً برذاذ يجمع الماء والمغذيات، وكذلك أجهزة الرش الذكية، وتطبيقات المعايشة الواقعية التي تُمكّن المزارع من معايشة الواقع الحقلي المحلي، كما وتمحورت أبرز المنافع المُدركة من توظيف التطبيقات الذكية حول الإدارة المستدامة للموارد المائية، وإدارة أنظمة الإضاءة والتهوية والتبريد والتدفئة، وتعزيز الاقتصاد الدائري، وتقليل هدر المبيدات والأسمدة، وأشارت النتائج إلى أبرز التحديات المُصاحبة لعملية التوظيف، وهي: اتساع الفجوة في توزيع فوائد التكنولوجيا بين كبار المزارعين وصغارهم، وغياب المعايير الموحدة لمشاركة البيانات، وضعف البنية التحتية الرقمية اللازمة لتبني التطبيقات وتسويق الصادرات، وكذلك تصدر مُقوم تقديم حزم التمويل المدعوم قائمة مقومات نجاح توظيف التطبيقات الذكية في القطاع، وتلاه مقوم تعزيز التعاون بين القطاعين العام والخاص لنقل التكنولوجيا من المختبر إلى الحقل.

الكلمات المفتاحية: تطبيقات الذكاء الاصطناعي، الإنتاجية، القطاع الزراعي الأردني، المحاصيل الأساسية.

Abstract:

Objectives: The study aimed to identify the artificial intelligence applications employed in enhancing the Jordanian agricultural sector's productivity for staple crops, and reveal the perceived benefit, in addition to the associated challenges and the key elements for a successful employment process.

Methodology: The descriptive study adopted the quantitative survey approach, using the questionnaire as a methodological tool to collect data from a purposive sample of (120) individuals from the members of the General Union of Farmers, the staff of the Ministry of Agriculture and the National Center for Agricultural Research, in addition to whom affiliated with the Jordanian Agricultural Engineers Association, with (30) individuals from each entity.

Results: The results revealed the most prominent applications employed in enhancing the Jordanian agricultural sector's productivity, represented by hydroponic systems, intelligent photo-analysis, aeroponics systems, in addition to the intelligent spraying devices, and the virtual and augmented reality applications. Furthermore, the most significant perceived benefits centered around the sustainable management of water resources and the systems responsible for the plant growth, the promotion of the circular economy, and the reduction of pesticide and fertilizer waste. Moreover, the results pointed to the most prominent challenges associated with the employment process, which are: the widening gap in the distribution of technology benefits between the farmers, the absence of unified standards for data sharing, and the weak digital infrastructure needed to adopt the applications and market the exports. Additionally, the subsidized financing packages topped the list of the key elements for a successful employment process, followed by the strengthening cooperation between the public and private sectors to transfer the technology from the laboratory to the field.

Keywords: Artificial Intelligence Applications, Productivity, Jordanian Agricultural Sector, Staple Crops.

المقدمة

برزت الزراعة الذكية، التي توظف تطبيقات الذكاء الاصطناعي والتكنولوجيا الناشئة في الممارسات الزراعية، نهجاً يُعنى بتطوير منظومة الزراعة من حيث زيادة الإنتاجية الزراعية مع خفض كلف مدخلات الإنتاج، وتحسين جودة المحاصيل، والحفاظ على استدامة الموارد الطبيعية، والوصول للأمن الغذائي وكذلك تعزيز مساراته؛ فالزراعة ركيزة بناء الحضارة وأساس استقرار المجتمعات، إلا أن اعتمادها على الأنماط التقليدية والخبرات التراكمية في ظل المنظومة الرقمية لم يعد خياراً مستداماً، بل خطراً يجرفها إلى هوامش الاقتصاد العالمي.

وأثبتت التطبيقات الذكية أنها منظومة رقمية تخدم القطاع الزراعي من خلال معادلة اقتصادية مفادها: توظيف الموارد لزيادة الإنتاجية بما يشبع الطلب المتنامي؛ فالأنظمة الذكية تعزز الاستدامة البيئية من خلال فحص التربة وتحديد نوع السماد اللازم وكميته، وهذا بدوره يقلل استخدام المركبات الكيميائية، كما أن أنظمة الري الذكية لا تعتبر وسيلةً تقنينيةً فحسب، بل نموذجاً بيئياً يُعنى بتحليل البيانات المناخية وتوجيه المورد المائي نحو المحصول ذي الأهمية الاستراتيجية، وكذلك الخوارزميات الذكية التي تسهم في تخفيض الفاقد وضبط سلاسل الإمداد الزراعية من خلال رصد التغيرات المناخية وتحديد موعد حصاد المحصول في ضوء خصائصه.

ويتداخل القطاع الزراعي الأردني مع القطاعات الاقتصادية الوطنية مساهماً بنسبة تصل إلى (5.6%) من الناتج المحلي الإجمالي، وداعماً للأمن الوطني الأردني باعتباره الركيزة الرئيسة للأمن الغذائي، وأحد دعائم التنمية الاجتماعية المُكافحة للبطالة؛ حيث تمثل سلسلة القيمة الزراعية الغذائية ما نسبته (15-20%) من الناتج المحلي الإجمالي، وتوظف ما نسبته تفوق (15%) من سكان المدينة، و(52%) من نساء المناطق الريفية، كما ويصدّر القطاع الزراعي الأردني الفواكه والخضراوات الطازجة إلى الأسواق الخليجية، ويصل بشكل موسمي إلى الأسواق الأوروبية، وحقق في ضوء ذلك الاكتفاء الذاتي من الفواكه والخضراوات ولحوم الدواجن وزيت الزيتون والبيض، لكنه في المقابل يعتمد استيراد القمح والشعير واللحوم الحمراء (وزارعة الزراعة الأردنية، 2025).

كما وحمّلت تقارير اللجنة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ "IPCC" القطاع الزراعي مسؤولية إنبعاث ما نسبته (14%) من الغازات المسببة للاحتباس الحراري، وأشارت بالوقت ذاته إلى قدرة القطاع على تخفيض عوادم الغازات الكربونية وعزل امتصاص الكميات المتزايدة منها من خلال اللجوء للزراعة الذكية مناخياً بهدف تحسين القدرة الاستيعابية للأنشطة الزراعية العالمية على نحو يضمن إشباع الاحتياجات الغذائية بمعزلٍ عن المناخ الخاضع لظاهرة الاحتباس الحراري، وزيادة كفاءة توظيف الموارد الطبيعية في تعزيز الزراعة المستدامة، وكذلك إضافة القيمة للمنتجات الزراعية (حدادة، 2018)

وأشار تقرير مؤسسة "Deep Knowledge Analytics" الصادر عام (2022) إلى احتلال المملكة الأردنية الهاشمية المرتبة العاشرة ضمن ترتيب الدول العشر المتصدرة مؤشر الأمن الغذائي عربياً بمجموع نقاط (6.1) نقطة، والمرتبة (76) عالمياً (مقدم وفارس، 2023)، مما يعكس سعي المملكة لتعزيز الإنتاج الغذائي بما يحقق أمنه واستدامة القطاع الزراعي، الأمر الذي يستدعي التوجه للزراعة الذكية بغية السيطرة على التحديات التي تعرقل تنمية القطاع الزراعي الأردني، وتخفيض عجز الميزان التجاري الزراعي، وفي ضوء هذه المعطيات، جاءت الدراسة الحالية للكشف عن اتجاهات العاملين في القطاع الزراعي الأردني نحو توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تعزيز إنتاجية القطاع للمحاصيل الأساسية.

مشكلة الدراسة

يتجاوز تبني التطبيقات الذكية في الزراعة العربية البعد التكنولوجي إلى البعدين الأمني والاقتصادي؛ إذ أصبح استراتيجيةً تفرض نفسها في خطط الأمن الغذائي واستثمارات البحث والتطوير، وذلك بغية تمكين قدرة المنتجات العربية التنافسية في الأسواق العالمية، وخفض نسبة الواردات مما يخفض بالضرورة التبعية الاقتصادية، كما وتواجه مناطق الإنتاج الزراعي الأردني (الأغوار الشمالية والوسطى والجنوبية، وادي عربة، البادية، المناطق الجبلية الشفاوية، ومناطق الشفا غورية) تهديدات يتمحور أبرزها حول تراجع مساحة الأراضي الصالحة لزراعة القمح وتزايد مساحة زراعة الشعير في الرقع الهامشية غير المناسبة، وتذبذب كمية الأمطار الموسمية، واستنزاف أحواض المياه الجوفية جراء الضخ الجائر، وكذلك شح مياه الري السطحية وترديها في ضوء اختلاطها بالمياه العادمة المعالجة مما انعكس سلباً على درجة ملوحة التربة، وانتقال فئة العمال الزراعيين إلى القطاعات الاقتصادية الأخرى والاعتماد على العمالة الوافدة، بالإضافة إلى غياب توجيه الإنتاج نحو حاجة الأسواق المحلية، وعجز أنظمة التسويق عن إبرام الزراعات التعاقدية لغايات التصدير، الأمر الذي اقتضى التحرر من القيد التقليدي الذي يفرض التكيف مع الظروف المتغيرة، والتوجه إلى الحل الذكي الذي يتحكم بالظروف ويستشرف المستقبل متيحاً التدخلات الاستباقية ومانعاً الخسائر، ومن هنا تتلخص مشكلة الدراسة في الإجابة عن التساؤل الرئيس التالي: **ما اتجاهات العاملين في القطاع الزراعي الأردني نحو توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تعزيز إنتاجية القطاع للمحاصيل الأساسية؟**

أهداف الدراسة

وقد تمثلت الأهداف بما يلي:

1. التعرف إلى أبرز تطبيقات الذكاء الاصطناعي المُوظفة في تعزيز إنتاجية القطاع الزراعي الأردني للمحاصيل الأساسية.
2. الكشف عن المنفعة المُدركة من توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تعزيز إنتاجية القطاع الزراعي الأردني للمحاصيل الأساسية.
3. التعرف إلى التحديات المُصاحبة لتوظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تعزيز إنتاجية القطاع الزراعي الأردني للمحاصيل الأساسية.
4. الكشف عن مقومات نجاح توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تعزيز إنتاجية القطاع الزراعي الأردني للمحاصيل الأساسية.

تساؤلات الدراسة

وقد تمثلت بما يلي:

1. ما تطبيقات الذكاء الاصطناعي المُوظفة في تعزيز إنتاجية القطاع الزراعي الأردني للمحاصيل الأساسية؟
2. ما المنفعة المُدركة من توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تعزيز إنتاجية القطاع الزراعي الأردني للمحاصيل الأساسية؟
3. ما التحديات المُصاحبة لتوظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تعزيز إنتاجية القطاع الزراعي الأردني للمحاصيل الأساسية؟
4. ما مقومات نجاح توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تعزيز إنتاجية القطاع الزراعي الأردني للمحاصيل الأساسية؟
5. هل توجد فروقات ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.05$) في اتجاهات العاملين في القطاع الزراعي الأردني نحو توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تعزيز إنتاجية القطاع للمحاصيل الأساسية تُعزى للمتغيرات الديموغرافية لعينة الدراسة (النوع الاجتماعي، الفئة العمرية، الدرجة العلمية، العمل)؟

أهمية الدراسة

تتجلى **الأهمية النظرية** للدراسة في تقاطعها مع القطاع الوطني المدعم للاقتصاد، والذي يواجه بهيئته التقليدية عدداً من التحديات المتمثلة بالفجوة الغذائية الناتجة عن زيادة السكان، وندرة الموارد المائية، وارتفاع كلف مدخلات العملية الإنتاجية التأسيسية والتشغيلية، والتغير المناخي، وكذلك تفتت ملكية الأراضي الصالحة للزراعة وتراجع رقعتها لحساب العقار، وغياب الاستثمار في الطاقة البديلة، وتحرير تجارة السلع الزراعية الذي انعكس على المنتج الزراعي بمكاسب من فائض الإنتاج وعلى المستهلك بخسائر جراء انخفاض فائض الاستهلاك، مما يقتضي تبني مخرجات الثورة الصناعية الرابعة لمعالجة هذه التحديات التي انعكست سلباً على إسهامات القطاع في الناتج المحلي الإجمالي، وبالتالي تعزيز استدامة الأنشطة الزراعية، بالإضافة إلى توجيه أنظار الباحثين والعاملين في القطاع نحو التطبيقات الذكية والتكنولوجيا الناشئة التي من شأنها تحسين جودة القرارات الزراعية، أما **الأهمية التطبيقية**: فتتمثل برصد واقع استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي في الممارسات الزراعية من وجهة نظر العاملين في القطاع، مما يفسح المجال أمام التقييم العملي، والتطوير الاستشرافي المستند إلى أسس تحليلية لتأصيل تطبيقات الذكاء الاصطناعي في القطاع الزراعي وبالتالي تمكين الاقتصاد الأردني.

مفاهيم الدراسة

الذكاء الاصطناعي: يُعرّف بأنه "العلم الناتج عن تزاوج الثورة التقنية في حقل النظم والتحكم الآلي، والثورة التقنية في حقل المنطق واللغات والرياضيات، والذي يحاكي الذكاء البشري ميكانيكياً من حيث قدرته على التكيف مع الظروف المختلفة، والاستعانة بالخبرات والتجارب السابقة، وكذلك التعلم واكتساب المعرفة، وتوظيف ما تم اكتسابه بشكل عملي ومنطقي" (الخصاونة وسليم، 2025). ويُعرّف **إجرائياً** بأنه الأنظمة التكنولوجية الناشئة المُوظفة في تعزيز إنتاجية القطاع الزراعي الأردني للمحاصيل الأساسية من وجهة نظر المزارعين الأعضاء في الاتحاد العام للمزارعين، والعاملين في وزارة الزراعة، والباحثين في المركز الوطني للبحوث الزراعية، والمنتمين لنقابة المهندسين الزراعيين الأردنيين.

الإنتاجية: تعرّف بأنها المؤشر المنوط به تحديد المدخلات اللازمة لعمليات المعالجة والتشغيل بغية تحقيق المخرجات المنشودة في الوحدات الاقتصادية المختلفة (Kazekami, 2020). وتعرّف **إجرائياً** بأنها مقياس كفاءة تبني التطبيقات الذكية والتكنولوجيا الناشئة في القطاع الزراعي الأردني من وجهة نظر العاملين والباحثين فيه.

القطاع الزراعي الأردني: تعرفه مديرية المعلومات والاحصاءات الزراعية بأنه النظام الإنتاجي المتكامل المساهم في تحسين الأداء الاقتصادي، وتعزيز فرص زيادة مستويات الأمن الغذائي في المملكة الأردنية الهاشمية، وتمكين الروابط الاقتصادية مع قطاعات الاقتصاد الأخرى (وزارة الزراعة الأردنية، 2018). ويُعرّف **إجرائياً** بأنه القطاع الذي تستهدف الدراسة التعرف إلى أبرز تطبيقات الذكاء الاصطناعي المُوظفة في تعزيز إنتاجيته، والمنفعة المُدركة من توظيفها، وكذلك التحديات المُصاحبة ومقومات النجاح.

حدود الدراسة

الحدود البشرية: اقتصرت الدراسة على المزارعين الأعضاء في الاتحاد العام للمزارعين، والعاملين في وزارة الزراعة، وكذلك الباحثين في المركز الوطني للبحوث الزراعية، والمنتمين لنقابة المهندسين الزراعيين الأردنيين.

الحدود الزمانية: خلال الفترة الممتدة بين 2026/03/1 لغاية 2026/05/31.

الحدود المكانية: تم توزيع الاستبانة رقمياً على العينة من خلال البريد الإلكتروني، وتطبيق (WhatsApp).

الإطار النظري والدراسات السابقة

النظرية الموحدة لقبول واستخدام تكنولوجيا المعلومات (UTAUT)

استندت الدراسة في إطارها النظري إلى "النظرية الموحدة لقبول واستخدام تكنولوجيا المعلومات" (UTAUT) المعنية بتحليل سلوكيات الأفراد نحو توظيف التكنولوجيا الذكية الناشئة بالاعتماد على مؤشر النية السلوكية؛ حيث تفترض النظرية تأثير مجموعة من المتغيرات على تقبل التكنولوجيا وتبنيها، وهي: **المتغيرات المستقلة** المتمثلة بالنية السلوكية والاستخدام الفعلي للتكنولوجيا، **والمتغيرات التابعة** المتمثلة بالأداء المتوقع الذي يعكس درجة إدراك الفرد المُستخدِم لوجود فائدة فعلية عائدة عليه من استخدام المستحدثات التكنولوجية بشكل يعزز أدائه الوظيفي، والجهد المتوقع الذي يعكس إدراك الفرد لمعادلة السهولة والجهد؛ فكلما سهل استخدام المستحدثات التكنولوجية زاد توقع الفرد بتوفير جهده، والعوامل الاجتماعية التي تسلط الضوء على الدافع الاجتماعي لتقبل التكنولوجيا وتوظيفها في إتمام المهمات؛ حيث يؤثر تقبل مجتمع الفرد المحيط به للتكنولوجيا على اتجاهاته، كما وتشير التسهيلات المتاحة إلى توفر الإمكانات المادية والتكنولوجية لتوظيف المستحدثات الرقمية، وكذلك **المتغيرات الوسيطة** المتمثلة بالخصائص الديموغرافية لمستخدمي المستحدثات (سليم، 2024).

وتعتمد النظرية الربط بين متغيريّ المنفعة المتوقعة وسهولة الاستخدام، والمُدرج ضمن نموذج قبول التكنولوجيا (TAM) الذي تم تطوير النظرية في ضوئه؛ إذ يرصد النموذج نوايا الفرد السلوكية ويحللها من خلال هذين المتغيرين؛ المنفعة المتوقعة التي عرّفها دافيس (Davis) بأنها "درجة اعتقاد الفرد المُستخدم لنظام معين بأن أداء وظيفته من خلال هذا النظام سيُحسنها"، وسهولة الاستخدام التي تعرّف بأنها "درجة اعتقاد الفرد بأن استخدام هذا النظام لا يتطلب الكثير من الجهد"، الأمر الذي يعكس إيجابية بساطة استخدام المُستحدثات التكنولوجية على المنفعة المتوقعة جراء استخدامها (إسماعيل، 2022).

كما وتتيح العلاقة بين متغيريّ المنفعة المتوقعة وسهولة الاستخدام تفسير اتجاهات العاملين في القطاع الزراعي الأردني نحو توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تعزيز إنتاجية القطاع للمحاصيل الأساسية في ضوء متغيريّ الأداء المتوقع الذي يعكس تولُّد اتجاهات سلوكية من قبل العاملين لاستخدام التطبيقات الذكية في حال وجود منفعة مُدركة من توظيفها، والمتضمّن في تساؤل الدراسة المتعلق بالمنفعة، وكذلك التسهيلات المتاحة المتضمّنة في تساؤليّ الدراسة المتعلقان بالتحديات المُصاحبة ومقومات النجاح.

أبرز تطبيقات الذكاء الاصطناعي المُوظفة في قطاع الزراعة

قدمت الزراعة الذكية مقاربةً معاكسةً للزراعة التقليدية؛ حيث اقترنت الإنتاجية في الزراعة التقليدية باستهلاك الموارد الطبيعية، بينما اتجهت الزراعة الذكية إلى هندسة العملية الإنتاجية على نحو يضمن بلوغ أقصى درجات الكفاءة، لذا يعرض الآتي بعض مساهمات الذكاء الاصطناعي في الممارسات الزراعية، والتي من شأنها توجيه هذه الممارسات إلى نموذج التنمية الاقتصادية المتمثل بالاقتصاد الأخضر الرامي إلى إدارة الموارد الطبيعية بشكلٍ مستدام، وتدعيم الانتقال من الاقتصاد الخطي إلى الدائري:

- تكنولوجيا المزاوجة بين إنترنت الأشياء (IoT) وأجهزة الاستشعار عن بعد: وهي عملية ربط الهواتف المحمولة والأجهزة والآلات المستخدمة في الحقل بجهاز انترنت وأجهزة استشعار تتحكم بتشغيلها، وتعمل على جمع البيانات ومعالجتها وارسالها واستقبالها، مما يتيح لمزارعيّ الميدان تتبع حالة المحصول، وتحديد بؤر الإصابات أو الآفات، والاستجابة لتغير الظروف المناخية المحيطة بالحقل، والتنبؤ بمواعيد الحصاد، وكذلك مراقبة درجة حرارة المياه المستهلكة وكميتها في ضوء رطوبة التربة ودرجة تصريفها، وقياس مؤشرات التربة من حيث مستويات العناصر المتمثلة بالفسفور والنيتروجين والحموضة، الأمر الذي يحسن توظيف مواردهم، ويخفض الفاقد، كما ويقلل استخدام المبيدات والأسمدة مما يقلل بالضرورة البصمة الكربونية والتلوث في البيئة (حسين والحياري، 2025)، وتتمثل أبرز تطبيقات هذه المزاوجة في **الزراعة الدقيقة** المستندة إلى الأقمار الصناعية وأنظمة المعلومات الجغرافية والمنوط بها اتخاذ القرارات المتعلقة بكل متر مربع في الحقل من حيث كمية الري اللازمة، **وتقنية النانو** التي تحقن الأسمدة والمبيدات الحشرية في كبسولات نانوية تُطلق المواد الكيماوية بطريقة بطيئة لكنها مستدامة، وكذلك **الدفيئات الذكية** المسؤولة عن فتح النوافذ وإشعال الأضواء وإدارة أنظمة التدفئة والتبريد بشكل تلقائي من خلال إشارة Wifi، **وتكنولوجيا التعامل الرقمي (Blockchain)** المنوط بها إنشاء سجلات رقمية تتبع منتجات سلسلة توريد معينة، وترصد تفاصيل سجلات المزارع والمصانع والمستودعات على امتداد سلسلة التوريد ذاتها، وتكشف عن بؤر الاختناقات داخل السلسلة، وكذلك تتعقب المنتج الفاسد جراء الاختناق وتحدد نطاق تأثيره السلبي على المنتجات الأخرى، بالإضافة إلى **المحميات الزراعية الرقمية** التي توظف أنظمة التحكم الآلية في تكييف البيئة الزراعية المغلقة وضبط خصائصها بشكل يهيئ مناخ البيت الزجاجي لنمو المحصول (ليلة وطبي، 2024).

- الزراعة الرأسية (العمودية): وهي عملية زرع المحصول في طبقات برجية علوية مكدسة فوق بعضها بشكل رأسي بغية توسيع المساحة لكل متر مربع في الأرض، كما وتعتمد على إعادة استخدام مخلفات العمليات؛ إذ توظف المياه المُنسابة بفعل الجاذبية الأرضية من الطبقات العليا في ري محاصيل الطبقات السفلى، أما المخلفات العضوية التي لا تصلح علفاً للحيوانات؛ فيتم تجميعها ووضعها في أفران تعمل بالطاقة الشمسية بهدف تحويلها إلى أقراص حيوية مضغوطة تعتبر وقوداً لإنتاج الطاقة، وكذلك يوظف بخار الماء الناتج عن نتح النباتات بعد تكثيفه في إنتاج ماء نقي صالح للشرب (البلاونة وأبو صيني، 2021).

- تكنولوجيا المزاوجة بين الشبكات التوليدية التنافسية (GANs) والطائرات المسيرة (Drones): وهي نظام ذكي يوظف تطبيقات التعلم العميق والشبكات العصبية في تشخيص أمراض النباتات آلياً، والكشف عن الآفات، مما يسهم في خفض كلف الفحوصات المخبرية، ومضاعفة سرعة التشخيص؛ حيث أثبتت قدرتها منذ بداية توظيفها على تصنيف (58) مرضاً بنسبة دقة تفوق (98%)، وكذلك ساهمت في توليد بيانات خاصة بالأمراض النادرة، مما أتاح صياغة نماذج قابلة للتعميم (Fuentes et al.,2017).، وفي السياق ذاته، أثبتت تجربة ميدانية لمؤسسة هندية قدرة الطائرات المسيرة المزودة بـ"كاميرا" متعددة الأطياف على تتبع صحة محصول الطماطم، وربط البيانات الناتجة عن عملية التتبع بأنظمة ذكية، مما مكّن المؤسسة من إجراء التدخل المبكر الذي تقتضيه النبتة قبل تفاقم المرض أو انتشاره بين المحصول، وبدقة بلغت نسبتها (90%)، كما وأثبتت شركة (AgriTech) الأوغندية بالتعاون مع أكاديميّ جامعة (Makerere) قدرة الأنظمة الذكية المرتبطة بالهاتف المحمول على تنبيه المزارعين في حال بروز أي علامات أولية للتعفن الناتج عن انخفاض الرطوبة أو الآفات الفطرية؛ حيث أقر (3000) مزارع بفاعلية هذه الأنظمة في زيادة الإنتاج خلال عام التجربة التطبيقية، وخفض استخدام المبيدات بنسبة (30%) (بدوي، 2025).

ومن الجدير بالذكر ضعف البنى التحتية والقواعد التكنولوجية في المملكة الأردنية الهاشمية نظراً لمحدودية المقدرات المادية وضعف الاستثمار في الشبكات الرقمية، الأمر الذي يعيق التوسع في إدخال التكنولوجيا الناشئة والمنصات الذكية في الممارسات الزراعية والقرارات الاقتصادية المتعلقة بها، ويُثبط تحسين القطاعات المُعتمدة على البيانات والخدمات الرقمية؛ إذ يُقاس التقدم الاقتصادي للدولة بما تملكه من عناصر إنتاجية.

الزراعة الذكية وتعزيز إنتاجية القطاع الأردني

سعت الجهود الأردنية إلى دعم الاقتصاد الوطني وتمكين استدامة الأمن الغذائي من خلال إحالة مهنة الزراعة التقليدية إلى قطاع رقمي يوظف مخرجات الثورة الخضراء الثالثة لرفع كفاءة إدارة الموارد الزراعية الحالية، وإيجاد حلول مبتكرة تخدم صمود القطاع أمام ظاهرة تغير المناخ، وكذلك إحالة المهنة إلى مركز إقليمي للإنتاج الزراعي بحكم موقع المملكة الأردنية الهاشمية الاستراتيجي بجانب الأسواق، الأمر الذي اقتضى أتمتة المزارع، وتحسين الممارسات الزراعية والعمليات التشغيلية والإدارية والنشاطات التسويقية، وكذلك تطوير الخدمات اللوجستية المرتبطة بالبنى التحتية لسلاسل التوريد بما يغطي متطلبات الاستهلاك المحلي، ويعزز قدرة القطاع التنافسية على التصدير وتلبية احتياجات الأسواق الحالية والمستقبلية بشكلٍ يُدعّم عناصر الاستدامة الزراعية، والمتمثلة بالرؤى الاقتصادية، والمعطيات التقنية، والحماية البيئية من الاستنزاف، والجوانب الاجتماعية.

وفي هذا الصدد، أطلق الذراع العلمي لوزارة الزراعة "المركز الوطني للبحوث الزراعية" عام (2023) بالتعاون مع منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة "الفاو" منصةً خدميةً ذكيةً تُدعى "مع المزارع" لتزويد المعنيين بالمعلومات الزراعية اللازمة ضمن خمسة محاور؛ محور تربية الحيوان المنوط به تسليط الضوء على الممارسات الفعّالة في تربية المواشي والدواجن والنحل من حيث جدولة مواعيد التطعيم ومكافحة الأمراض، ومحور تقويم المحاصيل المنوط به التنبؤ بالأحوال الجوية وتقديم النصائح المتعلقة بعمليات الري والتسميد، ومحور الحصاد وما يتبعه من عمليات

لتوعية المعنيين بطرق التعبئة والتخزين والنقل، وكذلك لتجنيب المحصول الأمراض الشائعة بعد الحصاد، ومحور الأسواق الزراعية المنوط به تزويدهم بأسعار الخضار والفواكه في السوق المركزي، ومحور "منتدى المزارعين" الذي يتيح تواصل المزارعين ببعضهم وبالباحثين والخبراء في المركز (محسّب، 2024).

وفي السياق ذاته، تعمل الحكومة الأردنية بالتنسيق مع أذرعها الزراعية على تطوير سلسلة القيمة الزراعية من خلال استحداث أساليب وممارسات رقمية مثل الزراعة المائية التي توظف أنظمة الأتمتة في مزرعة فاكهة "الفراولة" في منطقة "اليادودة" في العاصمة، وفي مزرعة أزهار في منطقة "عين الباشا"، وتبني الزراعة العمودية/الرأسية التي تستهدف توسيع مساحة الزراعة لكل متر مربع في الأرض لرفع كفاءة سلسلة الغذاء وسد الفجوات الغذائية الناتجة عن الكثافة السكانية، وكذلك دعم توظيف الطاقة المتجددة وتحديداً الطاقة الشمسية في القطاع، وإنشاء محطات زراعية تُعنى بتدريب المزارعين والعاطلين عن العمل على أنظمة الإنتاج النباتي والحيواني الحديثة (البلاونة وأبو صيني، 2021).

وشهد عام (2025) نقلة نوعية في إدارة الموارد المائية ومواجهة التغير المناخي في المملكة الأردنية الهاشمية؛ حيث قدمت محطة "دير علا" التابعة للمركز الوطني للبحوث الزراعية عدداً من المشاريع البحثية والتطبيقية، والتي تستهدف التوسع بتوظيف تطبيقات الزراعة الذكية المتمثلة بأجهزة الاستشعار وأنظمة الري والتسميد الذكية في البيئات الحقلية، وتحسين كفاءة استخدام المياه، ومن أبرزها مجموعة مشاريع "WISEMED" المعنية بتبني التطبيقات الذكية التي من شأنها ترشيد استهلاك المياه من خلال نهج رباعي العناصر يعتمد على بناء علاقة ترابطية بين المياه والطاقة والغذاء والبيئة، وكذلك مشروع "EcoFuture Smart Farming" المنوط به استدامة الزراعة الذكية، كما وعُرضت هذه المشاريع ضمن برامج "التعاون الدولي والتمويل الأوروبي" الداعمة لاستحداث أساليب معالجة شح المياه في المنطقة العربية (حسين والحياري، 2025).

كما وأشار ممثل منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة "الفاو" في المملكة إلى مشروع "المزرعة النموذجية الذكية"، والذي يوظف أجهزة الاستشعار وصور الأقمار الصناعية في تحديد منسوب الري اللازم للمحصول، مما أسهم في ترشيد استهلاك المياه بنسبة (30%) وفقاً لنتائج التجارب، وكذلك يوظف الزراعة المائية في البيوت البلاستيكية لإنتاج بعض الخضراوات على نحوٍ مقاومٍ للتغيرات البيئية والمناخية، الأمر الذي قلل هدر مياه الري بنسبة (90%) مقارنةً بالممارسات الزراعية التقليدية، كما وبرز مشروع "الاستزراع السمكي" في الأغوار الأردنية فرصةً اقتصاديةً وطنية أعادت تشكيل المشهد الزراعي؛ إذ اعتمد على على تحويل مساحات تخزين المياه غير المُستغلة إلى مزارع سمكية مغلقة أو شبه مغلقة متفاوتة الحجم، وتدريب أكثر من (50) مجموعة تعاونية خلال عام (2025) على آلية العمل، الأمر الذي وفر مصدر دخل مستدام للمجموعات المشاركة، وساهم في رفعه بنسبة تتراوح بين (40%-50%) خلال العام ذاته، كما وقدم المشروع للمجتمعات المحلية مصدراً غذائياً عاليَّ القيمة، مما خفض نسبة استيراد الأسماك (اللوباني، 2025).

وقام قطاع الإرشاد الزراعي، التابع لوزارة الزراعة الأردنية، باستحداث نهج ارشادي تطبيقي يُدعى "مدارس المزارعين الحقلية"، والذي يُعنى بعقد جلسات تدريبية تشاركية توظف التكنولوجيا الحديثة في الحقل بشكل ميداني، وكذلك جلسات تجريبية تنقل المزارع من خانة التلقي إلى خانة المساهمة في تحليل نتائج التجربة وصناعة القرار في ضوء المنافع والتحديات المتعلقة بتأثير الممارسات التكنولوجية على متغيريّ الإنتاجية والجودة؛ حيث أنشأ القطاع خلال العام (2023) ما يزيد على (50) مدرسةً حقليةً، كما وبلغ عدد المشاركين (1000) مفردةً من كلا الجنسين (العبادي، 2024).

الدراسات السابقة

تعرض الدراسة عدداً من الدراسات العربية والأجنبية التي أجريت في المجالات ذات الصلة على النحو المُدرج أدناه:

- هدفت دراسة (بدوي، 2025) بعنوان: **"نحو زراعة ذكية ومستدامة: تحليل تطبيقات الذكاء الاصطناعي وانترنت الأشياء وأثرها المجتمعي"** رصد أدوار التطبيقات الذكية في الحقل الزراعي، والكشف عن أثرها على الاستدامة الزراعية من المنظورين؛ الاقتصادي والاجتماعي، واعتمدت الدراسة مزاوجة المنهجين؛ الوصفي التحليلي والتجريبي التطبيقي؛ حيث شمل المنهج الوصفي التحليلي مراجعة (30) مصدراً علمياً منشوراً في قواعد بيانات عالمية، بينما شمل المنهج التجريبي التطبيقي بيانات قاعدة (PlantVillage) التي تحتضن (54000) صورة لأوراق النباتات السليمة والمُصابة. أشارت نتائج الدراسة العملية باستخدام نموذج (MobileNetV2) إلى كفاءة النموذج في تصنيف أمراض النبتة من خلال تحليل صور أوراقها بنسبة (99.4%)، وفي زمن التشخيص؛ حيث استغرق النموذج (0.03) ثانية لتشخيص المرض، بينما استغرق الخبير البشري (20) ثانية، كما وأسفرت نتائج الدراسة عن مساهمة التطبيقات الذكية في تحسين الإنتاجية بنسبة تزيد على (20%)، وتقليل الفاقد بنسبة تصل إلى (35%)، ورفع العائد على الاستثمار في المشاريع الزراعية بنسبة (147%) مقارنةً بنسبة العائد في المشاريع التقليدية (38%).

- هدفت دراسة (Lakshminarayan et al., 2025) بعنوان: **"استخدام الذكاء الاصطناعي في الأنظمة الغذائية والزراعية"** رصد فاعلية الحلول المُدعمة بتطبيقات الذكاء الاصطناعي في مجال الزراعة، واعتمدت الدراسة المراجعة المنهجية لعينة مكونة من (51) دراسةً منشورة؛ منها (35) دراسةً كمية، و(14) دراسةً نوعية، بينما زاوجت دراستان بين المنهجين الكمي والنوعي. أشارت نتائج الدراسة إلى نجاح توظيف

تطبيقات الذكاء الاصطناعي في معالجة المشكلات الزراعية بنسبة (76.5%)، وتحسين الإنتاجية بنسبة (40.5%)، وتعزيز الأمن الغذائي بنسبة (24.3%)، وكذلك في زيادة الدخل بنسبة (24.3%)، كما وتوصلت نتائج الدراسة إلى أبرز تحديات توظيف التطبيقات الذكية في الزراعة، والمتمثلة بغياب العدالة الاجتماعية بدليل غياب تمثيل البلدان منخفضة الدخل وصغار المزارعين للتطبيقات الذكية في البحوث الزراعية، وافتقارهم للمعرفة الرقمية.

- هدفت دراسة (محمود، 2025) بعنوان: **"تحليل اقتصادي لاستخدام الذكاء الاصطناعي في تحسين إنتاجية الزيتون"** تقييم المنافع الاقتصادية الناتجة عن توظيف التطبيقات الذكية في مزارع الزيتون، واعتمدت الدراسة الوصفية مراجعة الأدبيات العلمية وتحليل بيانات الدراسات المرجعية، كما واستندت إلى أداة تحليل التكلفة والعائد لتقييم الجدوى الاقتصادية، وأداة "SWOT" لتحديد نقاط القوة والضعف. أشارت النتائج إلى أبرز التطبيقات الذكية المُوظفة في المزارع، وهي: الطائرات دون طيار لمراقبة المحصول، والشبكات العصبونية لتحديد مستوى النضج، وأجهزة الاستشعار لتتبع الجودة، كما وأسفرت نتائج الدراسة عن مساهمة التطبيقات الذكية في زيادة الإنتاجية بنسبة (20-50%)، وتقليل الفاقد بنسبة (60%)، وكذلك كشفت النتائج عن تحديات توظيف التطبيقات الذكية في الدول العربية، والمتمثلة بالكلف الأولية والافتقار للمهارات التقنية ومقاومة بعض المزارعين للتغيير والتحول إلى الزراعة الذكية.

- هدفت دراسة (Adamo et al., 2025) بعنوان: **"تحسين الري والتسميد في الزراعة الذكية"** اختبار قدرة نظام اتخاذ القرار المقترح، الذي يزاوج انترنت الأشياء وتطبيقات الذكاء الاصطناعي، على تحسين ممارسات الري والتسميد وضبط إمداد المحصول بالماء والعناصر الغذائية، واعتمدت الدراسة المنهج التجريبي، كما وطُبق النظام في بيتين زجاجين مختلفين في جنوب شرق ايطاليا خلال العام (2024)؛ حيث احتضن البيت الأول مختلف المحاصيل المزروعة بالتربة أو بمنأى عنها، في حين احتضن البيت الثاني محصول فاكهة "الفراولة" فقط، والذي تم زرعه بدون تربة. أسفرت نتائج الدراسة عن قدرة النظام على ترشيد استهلاك الموارد؛ إذ خفضّ النظام استهلاك حمض النتريك بنسبة (47.5%)، واستهلاك المغذيات بنسبة (67.7%)، واستهلاك الماء بنسبة (30%) مقارنةً بالأنظمة التقليدية، وكذلك أشارت النتائج إلى أبرز التحديات المصاحبة للنظام، والمتمثلة بعدم مراعاته لسمات الأراضي الزراعية أو ظروف المحاصيل المختلفة.

- هدفت دراسة (علي، 2024) بعنوان: **"إطار مقترح للتكامل بين نظم الذكاء الاصطناعي ونظام تكلفة مسار تدفق القيمة لإدارة تكلفة انبعاثات غازات الاحتباس الحراري"** رصد فاعلية مزاوجة نظاميّ الذكاء الاصطناعي وتكلفة مسار تدفق القيمة في إدارة كلف انبعاث غازات الاحتباس الحراري في قطاع الزراعة باعتباره أحد ركائز تحقيق التنمية المستدامة، واعتمدت الدراسة الوصفية منهج دراسة الحالة بالتطبيق على مزرعة "Agro" للحاصلات الزراعية في جمهورية مصر العربية، وأشارت النتائج إلى قدرة الإطار المقترح على تقليل البصمة الكربونية من خلال تقليل كمية الأسمدة الضارة بناءً على البيانات التنبؤية الخاصة ببرنامجيّ الري والتسميد، وخفض انبعاث الغازات من خلال استبعاد الأنشطة الزراعية غير المضيفة للقيمة، مما ساهم في خفض استهلاك الطاقة، وبالتالي تقليل الكلف، كما وانعكست هذه النتائج ايجابياً على كفاءة النظام الإنتاجي من حيث ارتفاع نسبة التصدير، وانخفاض نسبتيّ التالف والفرز المحلي.

- هدفت دراسة (إبراهيم وفريد ومقبل وعبد السلام، 2024) بعنوان: **"دور التكنولوجيا الحديثة في رفع كفاءة الإنتاج الزراعي وتحقيق الأمن الغذائي في تنزانيا"** التعرف إلى دور التكنولوجيا الرقمية الناشئة في القطاع الزراعي في جمهورية تنزانيا، واعتمدت الدراسة الوصفية تحليل مؤشرات كفاءة المخرجات الزراعية التي وُظفت التكنولوجيا في إنتاجها، وأسفرت نتائج الدراسة عن ارتفاع الناتج المحلي الإجمالي بعد توظيف التكنولوجيا الرقمية في القطاع، وزيادة العمالة الإنتاجية، وانخفاض نسبة البطالة والفقر في الريف، كما وأظهرت النتائج مساهمة التكنولوجيا في تسهيل وصول المزارعين للخدمات المصرفية ومعلومات السوق، وكذلك كشفت النتائج عن أبرز التحديات المتمثلة بغياب القوانين والاستراتيجيات العادلة، وضعف البنية التحتية.

- هدفت دراسة (Hamed et al., 2024) بعنوان: **"الذكاء الاصطناعي في الزراعة: تعزيز الإنتاجية والاستدامة"** التعرف إلى فرص وتحديات دمج تطبيقات الذكاء الاصطناعي في الممارسات الزراعية، واعتمدت الدراسة الوصفية منهج المسح بفرعيه الكمي والكيفي، كما واستندت إلى الاستبانة والمقابلات المعمقة لجمع البيانات من المهندسين الزراعيين ومطوري التكنولوجيا في قطاع غزة، وأوضحت نتائج الدراسة قدرة أجهزة الاستشعار المُدعمة بالذكاء الاصطناعي والطائرات المسيرة وتطبيقات التحليل التنبؤي على تحسين الإنتاجية، وتعزيز كفاءة استخدام الموارد، والكشف عن الآفات، وأتمتة المهمات كثيفة العمالة، مما يسهم في تمكين الأمن الغذائي مستقبلاً، كما وأشارت النتائج إلى التحديات المصاحبة لتوظيف التطبيقات الذكية في الممارسات الزراعية، وهي على التوالي: المخاوف المتعلقة بخصوصية البيانات، وارتفاع الكلف الأولية، والمعيقات التقنية، وكذلك أسفرت النتائج عن وجوب فرض سياسات تعزز الاستخدام الأخلاقي لتطبيقات الذكاء الاصطناعي في القطاع الزراعي.

- هدفت دراسة (Oliveira & Silva, 2023) بعنوان: **"الذكاء الاصطناعي في الزراعة: الاتجاهات، والمنافع، والتحديات"** التعرف إلى تطبيقات الذكاء الاصطناعي المُستخدمة في القطاع الزراعي، واعتمدت الدراسة الوصفية المراجعة المنهجية لعينة مكونة من (176) دراسة خلال السنوات الخمس الماضية، وكشفت نتائج الدراسة عن أبرز التطبيقات الذكية المُوظفة في القطاع الزراعي لإدارة المحاصيل والتنبؤ بآفاتها، والمتمثلة بالتعلم الآلي، والتعلم العميق من خلال الشبكات العصبية الالتفافية، وانترنت الأشياء، والروبوتات، والرؤية الحاسوبية، والطائرات المسيرة، وكذلك

أسفرت النتائج عن وجود منافع مرتبطة بتوظيف التطبيقات الذكية في القطاع، وهي على التوالي: تعزيز أنظمة الإدارة الزراعية، والكشف المبكر عن الأمراض والآفات، ومعالجة كمية كبيرة من البيانات، أما التحديات؛ فقد تمحورت حول الكلف الأولية الباهظة، وتأهيل القوى العاملة.

- هدفت دراسة (Anderson & Shekhar, 2023) بعنوان: **"توظيف أنظمة الري الذكية وانترنت الأشياء لإدارة المياه: نهج متكامل للزراعة المستدامة"** اختبار أثر أنظمة الري الذكية على الاستدامة البيئية في مختلف البيئات الزراعية، واعتمدت الدراسة المنهج التجريبي المتضمن توظيف تطبيقات الذكاء لاصطناعي وانترنت الأشياء وشبكات الاستشعار ومنصات معالجة البيانات في تصميم نظام ري ذكي، وتنفيذه عبر عدة مراحل، كما وأظهرت نتائج الدراسة التجريبية كفاءة النظام الذكي في خفض استهلاك المياه بنسبة (40%) نظراً لقدرته على جدولة أوقات الري بدقة، ومراقبة رطوبة التربة بشكل فوري، وتعديل كمية الري بناءً على احتياجات المحصول ديناميكياً، وكذلك أشارت النتائج إلى تحديات التجربة، والمتمثلة بانقطاع تدفق البيانات في البيئات النائية، وارتفاع التكلفة الأولية لنشر أجهزة الاستشعار، وضعف البنية التحتية للاتصالات، وفقدان السيطرة على خصوصية البيانات فور دمج خدمات الأرصاد الجوية ومنصات الجهات الخارجية.

التعقيب على الدراسات السابقة

تشابهت الدراسات السابقة إلى حد كبير في الأهداف؛ حيث رصدت أدوار تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تعزيز إنتاجية القطاع الزراعي مثل دراسة (Hamed et al., 2024)، ودراسة (Oliveira & Silva, 2023)، وتطرقت بعض الدراسات إلى تحليل توظيف التطبيقات الذكية في القطاع الزراعي من ناحية اقتصادية مثل دراسة (محمود، 2025)، ودراسة (علي، 2024)، كما وسلطت بعض الدراسات الضوء على أنظمة الري الذكية وانترنت الأشياء مثل دراسة (Adamo et al., 2025)، ودراسة (Anderson & Shekhar, 2023)، واتجهت بعض الدراسات للكشف عن الأثر المجتمعي لتوظيف التطبيقات الذكية في القطاع الزراعي مثل دراسة (بدوي، 2025)، ودراسة (إبراهيم وفريد ومقبل وعبد السلام، 2024).

وتأرجحت **المناهج المعتمدة** في الدراسات السابقة بين الوصفي التحليلي، والمراجعة المنهجية، والمنهج التجريبي، ومنهج دراسة الحالة، وكذلك منهج المسح بشقيه الكمي والكيفي، كما واعتمدت الدراسات السابقة على عدد من **الأدوات البحثية**، مثل: تحليل المضمون، وأداة تحليل التكلفة والعائد، وأداة "SWOT"، والاستبانة، والتجربة، وكذلك المقابلات المعمقة، وتراوحت **العينة** في الدراسات السابقة بين الدراسات الكمية، والدراسات الكيفية، والدراسات الكمية والكيفية، وبيانات القواعد المعنية بالزراعة، والمهندسين الزراعيين، وكذلك مطوري التكنولوجيا، وبعض المزارع التي جرى تطبيق التجارب فيها.

وأظهر العرض السابق عدم تطرق الدراسات السابقة لاتجاهات العاملين في القطاع الزراعي الأردني، والمتمثلين بالمزارعين الأعضاء في الاتحاد العام للمزارعين، وكذلك العاملين في وزارة الزراعة، والباحثين في المركز الوطني للبحوث الزراعية/ الذراع العلمي لوزارة الزراعة، والمنتمين لنقابة المهندسين الزراعيين الأردنيين، **وهذا ما يميز الدراسة الحالية**.

نوع الدراسة ومنهجها

تنتمي الدراسة إلى الدراسات الوصفية التي تُعنى بتوصيف الظاهرة وتحليل العوامل المؤثرة بها وشبكة التداخلات المرتبطة بوجودها، كما واعتمدت الدراسة في ضوء الدراسات الوصفية منهج المسح بشقه الكمي.

مجتمع الدراسة

تمثل مجتمع الدراسة بالمزارعين الأعضاء في الاتحاد العام للمزارعين والبالغ عددهم (5000) مزارعاً وفقاً لإحصائيات الاستراتيجية الوطنية للتنمية الزراعية (2020-2025)، والعاملين في وزارة الزراعة بكافة مديرياتها، وكذلك الباحثين في المركز الوطني للبحوث الزراعية/ الذراع العلمي لوزارة الزراعة والبالغ عددهم (68) باحثاً وفقاً للبيانات الواردة في موقع المركز الالكتروني، والمنتمين لنقابة المهندسين الزراعيين الأردنيين والبالغ عددهم (19000) مهندساً زراعياً موزعاً على (6) شعب تخصصية وفقاً للبيانات الواردة في موقع النقابة الالكتروني.

عينة الدراسة

بلغ قوام العينة (120) مفردةً بواقع (30) مفردةً من المزارعين الأعضاء في الاتحاد العام للمزارعين، وكذلك (30) مفردةً من العاملين في وزارة الزراعة، و(30) مفردةً من الباحثين في المركز الوطني للبحوث الزراعية/ الذراع العلمي لوزارة الزراعة، و(30) مفردةً من المنتمين لنقابة المهندسين الزراعيين الأردنيين، وباستخدام العينة القصدية، كما وقام الباحثان بمساعدة بعض المزارعين الأعضاء في الاتحاد العام للمزارعين في الإجابة عن فقرات أداة الدراسة شفوياً، وتوضح بيانات الجدول (1) توزيع أفراد عينة الدراسة تبعاً لمتغيراتها الديموغرافية.

الجدول رقم (1) الوسط الحسابي والانحراف المعياري للمتغيرات الديموغرافية

المتغير	الفئات	التكرار	النسبة المئوية	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري
النوع الاجتماعي	ذكر	84	70	**1.3**	**0.460**
	أنثى	36	30		
	المجموع	**120**	**%100**		
الفئة العمرية	من (25-35)	15	12.5	**2.24**	**0.686**
	من (36-45)	63	52.5		
	من (46-55)	40	33.3		
	(56 فأكثر)	2	1.7		
	المجموع	**120**	**%100**		
الدرجة العلمية	ثانوية عامة فما دون	25	20.8	**2.73**	**1.010**
	دبلوم	6	5		
	بكالوريوس	65	54.2		
	دراسات عليا	24	20		
	المجموع	**120**	**%100**		
العمل	الاتحاد العام للمزارعين	30	25	**2.50**	**1.123**
	وزارة الزراعة	30	25		
	المركز الوطني للبحوث الزراعية/ الذراع العلمي لوزارة الزراعة	30	25		
	نقابة المهندسين الزراعيين الأردنيين	30	25		
	المجموع	**120**	**%100**		

وتشير بيانات الجدول (1) إلى النتائج الآتية:

- **متغير النوع الاجتماعي:** جاءت فئة الذكور بأعلى تكرار، وبنسبة مئوية بلغت (70%)، في حين جاءت فئة الإناث بأقل تكرار، وبنسبة مئوية بلغت (30%)، وبلغ الوسط الحسابي للنوع الاجتماعي (1.3).

- **متغير الفئة العمرية:** جاءت النسبة الأكبر (52.5%) لصالح الفئة "36-45"، وتلتها الفئة "46-55" بنسبة (33.3%)، ثم الفئة "25-35" بنسبة مئوية (12.5%)، في حين جاءت الفئة "56 فأكثر" بأقل تكرار، وبنسبة مئوية بلغت (1.7%)، وبلغ الوسط الحسابي للفئة العمرية (2.24).

- **متغير الدرجة العلمية:** إن معظم المستجيبين ممن شملتهم عينة الدراسة من حملة شهادة البكالوريوس؛ حيث بلغت النسبة (54.2%)، وبلغ الوسط الحسابي للدرجة العلمية (2.73).

- **متغير العمل:** تساوت نسب عينة الدراسة المتمثلة بالعاملين في القطاع الزراعي الأردني في متغير العمل؛ حيث بلغت النسبة (25%) من كل جهة، وبالتكرار ذاته (30).

أداة جمع البيانات

استندت الدراسة إلى "الاستبانة" لجمع البيانات، ومنحت الأداة (3) لدرجة موافق، و(2) لدرجة محايد، و(1) لدرجة غير موافق، وتمّ الاعتماد على التصنيف التالي للحكم على المتوسطات الحسابية: (أعلى قيمة – أقل قيمة)/ 3 وتساوي: (3-1) / 3 = 0.66 طول الفئة، كما واعتُمِد المقياس التالي لوصف الوسط الحسابي: من (1- 1.66) درجة منخفضة، من (1.67 - 2.33) درجة متوسطة، من (2.34 – 3) درجة مرتفعة.

صدق الأداة (الاستبانة) وثباتها

تمّ التحقق من الصدق الظاهري للاستبانة من خلال عرضها على مجموعة محكمين مؤلفة من (9) من أعضاء الهيئات التدريسية في الجامعات الأردنية، والمتخصصين في الحقول التالية: الذكاء الاصطناعي، والزراعة الذكية والمستدامة، والإنتاج النباتي، والبستنة والمحاصيل، والتغذية والتصنيع الغذائي، والاقتصاد الزراعي وإدارة الأعمال الزراعية، وكذلك الأراضي والمياه والبيئة. كما وتم التحقق من ثبات أداة الدراسة من خلال حساب معاملات الارتباط بين كل فقرة من الفقرات في الاستبانة عن طريق استخدام معادلة كرونباخ ألفا على عينة الدراسة الأصلية، وذلك لمعرفة ثبات الاتساق الداخلي لفقرات أداة القياس لكل محور من محاور أداة القياس، وتشير بيانات الجدول رقم (2) أدناه إلى نتائج تحليل الاعتمادية (Analysis Reliability).

الجدول رقم (2) قيم معامل كرونباخ ألفا لمحاور أداة القياس وللأداة ككل

الرقم	محاور أداة الدراسة	قيمة معامل كرونباخ ألفا
1	**المحور الأول: ما تطبيقات الذكاء الاصطناعي المُوظفة في تعزيز إنتاجية القطاع الزراعي الأردني للمحاصيل الأساسية؟**	**0.963**
2	**المحور الثاني: ما المنفعة المُدركة من توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تعزيز إنتاجية القطاع الزراعي الأردني للمحاصيل الأساسية؟**	**0.977**
3	**المحور الثالث: ما التحديات المُصاحبة لتوظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تعزيز إنتاجية القطاع الزراعي الأردني للمحاصيل الأساسية؟**	**0.967**
4	**المحور الرابع: ما مقومات نجاح توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تعزيز إنتاجية القطاع الزراعي الأردني للمحاصيل الأساسية؟**	**0.972**
جميع محاور الدراسة مجتمعة		**0.970**

توضح بيانات الجدول رقم (2) تراوح قيم معامل كرونباخ ألفا لكل محور من محاور الدراسة بين (0.963 و 0.977)، كما وبلغت قيمة معامل كرونباخ ألفا لجميع فقرات أداة القياس في جميع المحاور (97%)، وتدل هذه النسبة على ثبات الاتساق الداخلي لفقرات كل محور، وكذلك على وضوح الفقرات ومفرداتها للعينة التي شملتها الدراسة، وجاهزيتها للتحليل الإحصائي.

نتائج الدراسة ومناقشتها

فيما يأتي عرض للنتائج التي خلصت إليها الدراسة الحالية، ومناقشتها في ضوء تساؤلاتها:

نتائج التساؤل الأول: تطبيقات الذكاء الاصطناعي المُوظفة في تعزيز إنتاجية القطاع الزراعي الأردني للمحاصيل الأساسية.

الجدول رقم (3) الوسط الحسابي، الانحراف المعياري والنسب والتكرارات

رقم الفقرة	نص الفقرة	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري	مؤشر الوسط الحسابي	المستوى	الترتيب
1	أنظمة الهيدروبونيك الزراعية المائية المسؤولة عن زراعة النباتات في أوساط خاملة مثل القنوات والأنابيب والأحواض، وإمدادها بالعناصر المساعدة على النمو عبر محاليل مغذية	2.95	0.219	98.3%	مرتفع	1
7	التحليل الضوئي الذكي وتقنيات الرؤية الحاسوبية المنوط بها تحديد حاجة المحصول للري أو التغذية، وتقدير نضجه ثم تحديد مواعيد حصاده في ضوء خصائصه	2.88	0.322	96%	مرتفع	2
14	أنظمة الآيروبونيك المتفرعة من أنظمة الزراعة المائية (الهيدروبونيك)، والتي تعتمد تعليق جذور النبتة في الهواء ورشها دورياً برذاذ يجمع الماء والمغذيات بواسطة محاقن ومضخات رقمية	2.88	0.332	96%	مرتفع	3
10	أجهزة الرش الذكية التي توظف الرؤية الحاسوبية وخوارزميات التعلم الآلي في رش المبيدات وتحديد الحشائش الحقلية الضارة، مثل نظامSpray See	2.85	0.359	95%	مرتفع	4
4	تطبيقات المعايشة الواقعية التي تُمكّن المزارع من معايشة الواقع الحقلي المحلي باستخدام الحاسوب	2.83	0.374	94.3%	مرتفع	5
8	الجرارات الزراعية الذكية ذاتية التوجيه، والتي تعتمد القيادة بنظام (جي بي اس) للحفاظ على مسارها بشكل تلقائي، والتقليل من تآكل التربة	2.83	0.382	94.3%	مرتفع	6
12	الطائرات المسيرة وتطبيقات الاستشعار الذكية والشبكات العصبية الاصطناعية والخوارزميات الجينية المنوط بها مراقبة سلامة المحاصيل وتشخيص أمراض النباتات والكشف عن الآفات	2.83	0.374	94.3%	مرتفع	7
3	أنظمة استشعار التربة والمُناخ المستندة إلى انترنت الأشياء (IoT) والمنوط بها تقديم البيانات حول رطوبة التربة وتركيبتها الكيميائية، والكشف عن مستوى المغذيات فيها وذلك بقياس حرارة وكلوروفيل	2.79	0.408	93%	مرتفع	8

	الأوراق، من خلال ربطها بتطبيق على الهاتف المحمول					
13	الزراعة العمودية التي توظف الإضاءة الاصطناعية لإنتاج المحاصيل في بيئات مغلقة تشبه المصانع وعلى شكل طبقات عليا وسفلى	2.76	0.430	92%	مرتفع	**9**
11	الروبوت ذاتي القيادة (الذراع الآلي المعتمد على الطاقة الشمسية) والمنوط به القيام بمهمات الري والتسميد العميق وحصد المحصول من خلال التحرك التلقائي على سكك حديدية	2.75	0.435	91.7%	مرتفع	**10**
15	التقنيات النووية والنظيرية المنوط بها تزويد النباتات بالنيتروجين من خلال تحويل النيتروجين المخزن في المواد العضوية في التربة إلى نيتروجين متاح للاستخدام	2.71	0.456	90.3%	مرتفع	**11**
9	أنظمة التخزين الذكية والبطاريات الذكية المنوط بها تحسين كفاءة تخزين الطاقة وتوزيعها، مثل أنظمة ضبط اتجاه الألواح الشمسية آلياً على نحو يتيح تتبع الشمس بغية زيادة كمية الطاقة المُجمّعة فيها	2.68	0.467	89.3%	مرتفع	**12**
5	الطائرة دون طيار (Drones) والتي تزود المزارعين بالخصائص الجغرافية للحقل، مما يسهم في تحديد المكان المناسب لغرس محاصيل معينة	2.61	0.490	87%	مرتفع	**13**
2	أنظمة الأكوابونيك التي تنقل مياه الأحواض المُحمّلة بمخلفات الأسماك إلى وحدات زراعية بدون تربة، وتقوم البكتيريا النافعة بتزويد النبتة بالعناصر المغذية، ثم تعود المياه المصفاة إلى أحواض الأسماك	2.60	0.492	86.7%	مرتفع	**14**
6	التطبيقات الذكية المنوط بها التنبؤ بالسوق وتقديم الإحصائيات حول اتجاهات العرض والطلب، والكميات المطلوب إنتاجها	2.60	0.492	86.7%	مرتفع	**15**
	الوسط الحسابي للفقرات جميعها	**2.77**	**0.270**	**92.3%**	مرتفع	

تشير بيانات الجدول رقم (3) إلى المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية ومؤشرات الوسط الحسابي لتطبيقات الذكاء الاصطناعي المُوظفة في تعزيز إنتاجية القطاع الزراعي الأردني للمحاصيل الأساسية من وجهة نظر العاملين فيه؛ حيث جاءت الفقرة (1) والمتعلقة بـِ " أنظمة الهيدروبونيك الزراعية المائية المسؤولة عن زراعة النباتات في أوساط خاملة مثل القنوات والأنابيب والأحواض، وإمدادها بالعناصر المساعدة على النمو عبر محاليل مغذية" في المرتبة الأولى، وبدرجة مرتفعة وأعلى مؤشر للوسط الحسابي (2.95)؛ أي بنسبة موافقة (98.3%)، وجاءت الفقرتان (7) و(14) المتعلقتان بأنظمة " التحليل الضوئي الذكي وتقنيات الرؤية الحاسوبية المنوط بها تحديد حاجة المحصول للري أو التغذية، وتقدير نضجه ثم تحديد مواعيد حصاده في ضوء خصائصه" و"أنظمة الآيروبونيك المتفرعة من أنظمة الزراعة المائية (الهيدروبونيك)، والتي

تعتمد تعليق جذور النبتة في الهواء ورشها دورياً برذاذ يجمع الماء والمغذيات بواسطة محاقن ومضخات رقمية" في المرتبة الثانية، وبدرجة مرتفعة وبالوسط الحسابي ذاته (2.88)، كما وحصدت الفقرة (10) المتعلقة بـِ "أجهزة الرش الذكية التي توظف الرؤية الحاسوبية وخوارزميات التعلم الآلي في رش المبيدات وتحديد الحشائش الحقلية الضارة" المرتبة الثالثة، وبدرجة مرتفعة ووسط حسابي (2.85)، واحتلت الفقرة (4) المتعلقة بتطبيقات "المعايشة الواقعية التي تُمكّن المزارع من معايشة الواقع الحقلي المحلي" المرتبة الرابعة، وبدرجة مرتفعة ووسط حسابي (2.83)، بينما جاءت الفقرة (6) المتعلقة بالتطبيقات الذكية المنوط بها التنبؤ بالسوق وتقديم الإحصائيات حول اتجاهات العرض والطلب في المرتبة الأخيرة بدرجة مرتفعة، وسجلت أقل مؤشر للوسط الحسابي (2.60)، وبلغ الوسط الحسابي لجميع فقرات هذا المحور (2.77)، وهذا يدل على مؤشر مرتفع من الموافقة بشكل عام.

وتعكس هذه النتائج تعدد تطبيقات الذكاء الاصطناعي المساهمة في تعزيز إنتاجية القطاع الزراعي الأردني للمحاصيل الأساسية؛ حيث سلط العاملون في القطاع الضوء على أنظمة الزراعة المائية التي من شأنها تكييف الممارسات الزراعية بما يتناسب وعجز البنى التحتية للحصاد المائي عن توفير الموارد المائية اللازمة، وكذلك ضمان وصول العناصر الغذائية بتركيز ممنهج للجذور مباشرة عند زراعة النبتة في أوساط خاملة، مثل الصوف الصخري أو "التوف البركاني".

كما وسلط العاملون على تطبيقات المعايشة الواقعية التي توظف تقنيتيّ الواقع المعزز والافتراضي؛ فالواقع المعزز هو تقنية تفاعلية تزامنية توظف الأجهزة السلكية واللاسلكية لتزويد الواقع الفعلي ببيانات رقمية متعددة الوسائط تعرض الواقع دون عزل المُزارع عن بيئته؛ إذ تزاوج الواقع الحقيقي والافتراضي من خلال إسقاط الأجسام الافتراضية في بيئة المزارع المتلقي الفعلية، وتدمج المشهديّن بغية تزويد المزارع بمعلومات إضافية تُشعره بأنه يتفاعل مع العالم الحقيقي لا الظاهري، الأمر الذي يعزز إدراكه الحسي باعتبارها تقنية تكمل الواقع، أما الواقع الافتراضي؛ فهو محاكاة الحاسب الآلي للعالم الحقيقي بطريقة تخيلية من خلال بيئة تفاعلية ثنائية الأبعاد تحيط بالمزارع، وتضعه في عالم وهمي يبدو وكأنه حقيقي، وبذلك يعتبر تجسيداً تخيلياً متطوراً يمنح المستخدم إمكانيات لمحاكاة حاسة البصر والسمع والشم واللمس، الأمر الذي يشعره كأنه في الواقع الفيزيائي الطبيعي، إلا أنه في واقع وهمي يرتدي قشور الحقيقي؛ إذ تمكنه من استكشاف البؤر الزراعية التي يصعب عليه الوصول اليها كما لو أنه يعيش التجربة بشكل حقيقي.

واتفقت هذه النتائج مع نتائج دراسة (محمود، 2025) التي أشارت إلى أبرز التطبيقات الذكية المُوظفة في المزارع، والمتمثلة بالطائرات دون طيار لمراقبة المحصول والشبكات العصبونية لتحديد مستوى النضج.

نتائج التساؤل الثاني: المنفعة المُدركة من توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تعزيز إنتاجية القطاع الزراعي الأردني للمحاصيل الأساسية.

الجدول رقم (4) الوسط الحسابي، الانحراف المعياري والنسب والتكرارات

رقم الفقرة	نص الفقرة	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري	مؤشر الوسط الحسابي	المستوى	الترتيب
4	الإدارة المستدامة للموارد المائية	2.89	0.312	96.3%	مرتفع	1
14	توفير الظروف الملائمة لنمو المحاصيل المُستنبتة وإدارة أنظمة الإضاءة والتهوية والتبريد والتدفئة وفقاً لعمليات التمثيل الضوئي	2.85	0.359	95%	مرتفع	2
1	تعزيز الاقتصاد الدائري من خلال توظيف التكنولوجيا الناشئة في تحويل النفايات الزراعية إلى أسمدة عضوية	2.79	0.408	93%	مرتفع	3
10	تقليل هدر المبيدات والأسمدة؛ إذ تعمل التطبيقات الذكية على ايقاف تشغيل أقسام من الرشاش حال الاقتراب من حواف الأرض بشكل تلقائي	2.77	0.425	92.3%	مرتفع	4

12	تعزيز الإدارة اللوجستية للمنتجات الزراعية، ودعم سلسلة التوريد من خلال تقدير حجم العائد المتوقع، وتمكين المزارعين من اتخاذ القرارات التجارية التي تضاعف العائد المالي	2.77	0.425	92.3%	مرتفع	**5**
7	التحكم بالآفات والأمراض المُحتملة والمخاطر الخفية	2.75	0.435	91.7%	مرتفع	**6**
3	رفع كفاءة منظومة الأمن الغذائي وجودة الإنتاج الزراعي؛ بحيث تسهم التطبيقات الجينية والحيوية الذكية في إنتاج سلالات جديدة من المحاصيل	2.73	0.448	91%	مرتفع	**7**
8	دعم الاستدامة الزراعية من خلال زيادة عدد دورات الإنتاج والتكيف مع التغيرات المناخية	2.73	0.444	91%	مرتفع	**8**
16	تعزيز قدرة التربة على تخزين المغذيات والمياه، مما يزيد خصوبة التربة، ويمكنها من مقاومة تغير المناخ، الأمر الذي يتيح إنتاج النيتروجين من داخلها على المدى البعيد	2.62	0.488	87.3%	مرتفع	**9**
13	تعزيز القدرة التنافسية للقطاع الزراعي، وتمكين المزارعين من الوصول إلى أسواق جديدة	2.61	0.507	87%	مرتفع	**10**
9	تحسين كفاءة الوقود مقارنة بالعملية التقليدية؛ بحيث تنخفض المسافة الإجمالية المقطوعة من قبل المعدات الزراعية مثل الجرارات	2.57	0.514	85.7%	مرتفع	**11**
11	يساعد توفر البيانات في الوقت المناسب على اتخاذ التدابير الاستباقية لتجنب الخسائر	2.45	0.500	81.7%	مرتفع	**12**
5	استغلال الأراضي القابلة للزراعة بعد التنبؤ بخصوبة تربتها	2.33	0.470	77.7%	متوسط	**13**
15	الحد من انبعاثات الغازات الدفيئة نظراً لقدرة الزراعة الذكية على إدارة عملية نقل الكربون/ثاني أكسيد الكربون من الغلاف الجوي إلى التربة	2.25	0.454	75%	متوسط	**14**
2	تحقيق الاكتفاء الذاتي في ضوء الأزمات الإقليمية والدولية	2.22	0.434	74%	متوسط	**15**
6	زيادة فرص العمل في القطاع الزراعي	2.20	0.422	73.3%	متوسط	**16**
	الوسط الحسابي للفقرات جميعها	**2.594**	**0.224**	**86.5%**	مرتفع	

تشير بيانات الجدول رقم (4) إلى المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية ومؤشرات الوسط الحسابي للمنفعة المُدركة من توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تعزيز إنتاجية القطاع الزراعي الأردني للمحاصيل الأساسية؛ حيث جاءت منفعة الإدارة المستدامة للموارد المائية في المرتبة الأولى، وبدرجة مرتفعة وأعلى مؤشر للوسط الحسابي (2.89)؛ أي بنسبة موافقة (96.3%)، وجاءت المنفعة المتعلقة بتوفير الظروف الملائمة لنمو المحاصيل المُستنبتة وإدارة أنظمة الإضاءة والتهوية والتبريد والتدفئة في المرتبة الثانية، وبدرجة مرتفعة ووسط حسابي (2.85)، أما المرتبة الثالثة؛ فكانت من نصيب منفعة "تعزيز الاقتصاد الدائري من خلال توظيف التكنولوجيا الناشئة في تحويل النفايات الزراعية إلى أسمدة عضوية"، وبدرجة مرتفعة ووسط حسابي (2.79)، كما واحتلت منفعة تقليل هدر المبيدات والأسمدة المرتبة الرابعة، وبدرجة مرتفعة ووسط حسابي (2.77)، بينما جاءت المنفعة المتعلقة بزيادة فرص العمل في القطاع الزراعي في المرتبة الأخيرة بدرجة متوسطة، وسجلت أقل مؤشر للوسط حسابي (2.20)، كما وبلغ الوسط الحسابي لجميع فقرات هذا المحور (2.59)، وهذا يدل على مؤشر مرتفع من الموافقة بشكل عام.

وتُلخص هذه المنافع التي جاءت بدرجة مرتفعة أدوار الذكاء الاصطناعي في تجويد الممارسات الزراعية من حيث التصدي لتهديد شح الموارد المائية نظراً لاعتماد القطاع الزراعي على مياه الأمطار الموسمية المُتذبذبة جراء عوامل التغير المناخي؛ حيث تعتمد أنظمة الهيدروبونيك والآيروبونيك مجاليّ تصريف؛ أحدهما مغلق يعيد تدوير المياه الصادرة عن النظام إلى النبتة ذاتها، والآخر مفتوح يصرّف المياه الصادرة عن النظام إلى بؤر أخرى في المزرعة ذاتها، بالإضافة إلى قدرة التطبيقات الذكية على تهيئة الظروف المناسبة لعمليات التمثيل الضوئي من خلال التحكم بأنظمة الإضاءة والتهوية والتبريد والتدفئة، وتدعيم الاقتصاد الدائري الأخضر المساهم في توليد الطاقة المتجددة، وحماية الموارد الطبيعية من الاستنزاف، لكنها في المقابل تطرح علامة استفهامية حول فرص العمل؛ حيث أجمع العاملون على إحلال المنفعة المتعلقة بزيادة فرص العمل في القطاع الزراعي في المرتبة الأخيرة نظراً لتفاوت الفرص لصالح المزارعين الأكثر تبنياً وتوظيفاً للتطبيقات الذكية، الأمر الذي يشكل تهديداً وجودياً للمزارعين الأقل تبنياً للتطبيقات الذكية.

وكذلك أعادت هذه المنافع صياغة قواعد العلاقة بين الطبيعية والنشاط الزراعي من خلال استحداث نمط معرفي رقمي يساند النشاط بحلول ذكية، ويحمي الطبيعة التي يُمارس النشاط فيها من الاستنزاف، بل ويضمن استدامة مواردها بما يخدم النشاط الزراعي، وبالتالي الأنشطة الاقتصادية المرتبطة به؛ فالإدارة اللوجستية للمنتجات الزراعية، ودعم سلسلة التوريد من خلال تقدير حجم العائد المتوقع يمكن المزارعين من اتخاذ القرارات التجارية التي تضاعف العائد المالي، مما يعزز القدرة التنافسية للمنتجات العربية والأردنية في الأسواق العالمية.

واتفقت هذه النتائج مع نتائج دراسة (Adamo et al., 2025) التي أسفرت عن قدرة النظام الذكي على ترشيد استهلاك الموارد؛ إذ خفضّ النظام استهلاك حمض النتريك بنسبة (47.5%)، واستهلاك المغذيات بنسبة (67.7%)، واستهلاك الماء بنسبة (30%) مقارنةً بالأنظمة التقليدية، كما واتفقت مع نتائج دراسة (Anderson & Shekhar, 2023) التي أظهرت كفاءة النظام الذكي في خفض استهلاك المياه بنسبة (40%) نظراً لقدرته على جدولة أوقات الري بدقة، ومراقبة رطوبة التربة بشكل فوري، وتعديل كمية الري بناءً على احتياجات المحصول ديناميكياً.

واختلفت هذه النتائج مع نتائج دراسة (إبراهيم وفريد ومقبل وعبد السلام، 2024) التي كشفت عن دور التكنولوجيا الرقمية الناشئة في زيادة العمالة الإنتاجية، وانخفاض نسبة البطالة والفقر في ريف جمهورية تنزانيا.

نتائج التساؤل الثالث: التحديات المُصاحبة لتوظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تعزيز إنتاجية القطاع الزراعي الأردني للمحاصيل الأساسية.

الجدول رقم (5) الوسط الحسابي، الانحراف المعياري والنسب والتكرارات

رقم الفقرة	نص الفقرة	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري	مؤشر الوسط الحسابي	المستوى	الترتيب
3	اتساع الفجوة في توزيع فوائد التكنولوجيا بين كبار المزارعين وصغارهم	2.97	0.180	99%	**مرتفع**	**1**
1	غياب المعايير والآليات الموحدة لمشاركة البيانات، مما يثير مخاوف الخصوصية	2.83	0.374	94.3%	**مرتفع**	**2**
2	ضعف البنية التحتية الرقمية اللازمة لتبني التطبيقات الذكية، وتسويق الصادرات الزراعية	2.57	0.498	85.7%	**مرتفع**	**3**

7	إثارة التطبيقات لتداعيات أخلاقية؛ فخوارزميات الذكاء الاصطناعي عرضة للتحيز جراء نقص البيانات، مما يؤدي إلى تقليل جودة المعلومات	2.50	0.519	83.3%	مرتفع	**4**
8	التحديات التقنية والتشغيلية المرتبطة بتعقيدات البيئة الطبيعية غير المتوقعة	2.48	0.501	82.7%	مرتفع	**5**
11	الفجوة الرقمية الناتجة عن غياب الوعي التقني والدعم الفني	2.46	0.517	82%	مرتفع	**6**
9	ندرة البحوث العلمية الزراعية المعنية بدراسة تبني التطبيقات الذكية في المجال ذاته	2.45	0.532	81.7%	مرتفع	**7**
10	الضغط على الأنظمة البيئية المحلية، والاخلال بالتوازن البيئي، والتأثير على التنوع البيولوجي بشكل سلبي	2.44	0.499	81.3%	مرتفع	**8**
6	التهديدات الأمنية الرقمية	2.39	0.507	79.7%	مرتفع	**9**
5	صعوبة تقييم دقة مخرجات ونتائج الذكاء الاصطناعي	2.31	0.482	77%	متوسط	**10**
4	غياب التكامل بين أنظمة الإنتاج وإدارة الموارد وصنع القرار	2.15	0.381	71.7%	متوسط	**11**
	الوسط الحسابي للفقرات جميعها	**2.504**	**0.264**	**83.5%**	مرتفع	

توضح بيانات الجدول رقم (5) المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية ومؤشرات الوسط الحسابي للتحديات المُصاحبة لتوظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تعزيز إنتاجية القطاع الزراعي الأردني؛ حيث احتل التحدي المتعلق باتساع الفجوة في توزيع فوائد التكنولوجيا بين كبار المزارعين وصغارهم المرتبة الأولى بدرجة مرتفعة، وسجل أعلى مؤشر للوسط الحسابي (2.97)؛ أي بنسبة موافقة (99%)، وتلاه تحدي غياب المعايير والآليات الموحدة لمشاركة البيانات في المرتبة الثانية، وبدرجة مرتفعة ووسط حسابي (2.83)، كما وحصد ضعف البنية التحتية الرقمية اللازمة لتبني التطبيقات الذكية، وتسويق الصادرات الزراعية المرتبة الثالثة، وبدرجة مرتفعة ووسط حسابي (2.57)، وجاء التحدي المتعلق بِـ "إثارة التطبيقات لتداعيات أخلاقية؛ فخوارزميات الذكاء الاصطناعي عرضة للتحيز جراء نقص البيانات، مما يؤدي إلى تقليل جودة المعلومات" في المرتبة الرابعة، وبدرجة مرتفعة ووسط حسابي (2.50)، بينما جاء تحدي غياب التكامل بين أنظمة الإنتاج وإدارة الموارد وصنع القرار في المرتبة الأخيرة بدرجة متوسطة، وسجل أقل مؤشر للوسط الحسابي (2.15)، كما وبلغ الوسط الحسابي لجميع فقرات هذا المحور (2.50)، وهذا يدل على مؤشر مرتفع من الموافقة بشكل عام.

وبالرجوع إلى العلامة الاستفاهمية الخاصة بفرص العمل والتي طرحتها نتيجة التساؤل الثاني؛ يتبين تمحور الثغرة حول اتساع الفجوة في توزيع فوائد التكنولوجيا بين كبار المزارعين وصغارهم، مما يُقصي محدودي الدخل من المنافسة العادلة، ويحكم عليهم بالتبعية لكبار المزارعين بالضرورة، الأمر الذي يفاقم اتساع الفجوة بين الدخل والإنتاجية، كما وينظر القطاع الزراعي، باعتباره أحد القطاعات الاقتصادية الوطنية، للبيانات على أنها أصل استراتيجي، لذا تستوجب مشاركته مع الأطراف الأخرى أطر موحدة تكفل ملكيته الفكرية؛ إذ يشير العاملون في القطاع إلى غياب المعايير الدولية الموحدة لتداول البيانات بين الدول العربية، مما يهدد خصوصيتها بالتآكل.

كما وفرضت المنظومة الذكية تحدياً وجودياً على القطاع الزراعي العربي نظراً لتغير معادلات الإنتاجية وتنامي الطلب على الغذاء، مما كشف هشاشة البنى التحتية وعجزها عن استيعاب التبعيات الرقمية للزراعة الذكية، ويكمن هذا التحدي المفصلي في توجه الدول العربية بشكل عام والمملكة الأردنية الهاشمية بشكل خاص نحو استحداث سياسات داعمة واستثمارات طويلة الأجل في البنى التحتية، وذلك بغية توظيف مخرجات الثورة الصناعية الرابعة في تحقيق هدفيّ الكفاءة والإستدامة؛ فهذه المخرجات هي امتداد لمخرجات الثورة الصناعية الأولى التي نقلت الإنتاج الزراعي والحيواني نقلةً نوعية من العمل البدائي اليدوي إلى الآلي.

واتفقت هذه النتائج مع نتائج دراسة (Lakshminarayan et al., 2025) التي أشارت إلى أبرز تحديات توظيف التطبيقات الذكية في الزراعة، والمتمثلة بغياب العدالة الاجتماعية بدليل غياب تمثيل البلدان منخفضة الدخل وصغار المزارعين للتطبيقات الذكية في البحوث الزراعية، كما واتفقت مع نتائج دراسة (إبراهيم وفريد ومقبل وعبد السلام، 2024) التي كشفت عن معيقات توظيف التكنولوجيا الرقمية الناشئة في القطاع الزراعي في جمهورية تنزانيا، والمُتمحورة حول غياب القوانين والاستراتيجيات العادلة، وضعف البنية التحتية.

وكذلك اتفقت النتائج مع نتائج دراسة (Hamed et al., 2024) التي أظهرت عراقيل توظيف التطبيقات الذكية في الممارسات الزراعية، وعلى رأسها المخاوف المتعلقة بخصوصية البيانات المرتبة الأولى، وتلاها ارتفاع الكلف الأولية في المرتبة الثانية، بالإضافة إلى نتائج دراسة (Oliveira & Silva, 2023) التي أشارت إلى الكلف الأولية الباهظة المرتبطة بتوظيف التطبيقات الذكية في القطاع الزراعي، وفي السياق ذاته، اتفقت النتائج مع نتائج دراسة (Anderson & Shekhar, 2023) التي لخصت التهديدات المتعلقة بتجربة اختبار أثر أنظمة الري الذكية على الاستدامة البيئية في مختلف البيئات الزراعية، والمتمثلة بانقطاع تدفق البيانات في البيئات النائية، وارتفاع التكلفة الأولية لنشر أجهزة الاستشعار، وضعف البنية التحتية للاتصالات، وفقدان السيطرة على خصوصية البيانات فور دمج خدمات الأرصاد الجوية ومنصات الجهات الخارجية.

واختلفت هذه النتائج مع نتائج دراسة (Adamo et al., 2025) التي أسفرت عن عجز نظام اتخاذ القرار، الذي يزاوج انترنت الأشياء وتطبيقات الذكاء الاصطناعي، عن مراعاة سمات الأراضي الزراعية أو ظروف المحاصيل المختلفة.

نتائج التساؤل الرابع: مقومات نجاح توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تعزيز إنتاجية القطاع الزراعي الأردني للمحاصيل الأساسية.

الجدول رقم (6) الوسط الحسابي، الانحراف المعياري والنسب والتكرارات

رقم الفقرة	نص الفقرة	الوسط الحسابي	الانحراف المعياري	مؤشر الوسط الحسابي	المستوى	الترتيب
4	تقديم حزم من التمويل المدعوم للتوسع في توظيف التطبيقات الذكية	2.96	0.201	98.7%	مرتفع	1
12	تعزيز التعاون بين القطاعين العام والخاص لنقل التكنولوجيا من المختبر إلى الحقل؛ حيث يسهم القطاع العام في تمكين استراتيجيات البحث والتطوير، في حين يسهم القطاع الخاص في تطبيق الممارسات الإدارية وتقديم الحلول التكنولوجية	2.94	0.235	98%	مرتفع	2
2	جذب الاستثمارات في القطاع الزراعي مع مراعاة تهيئة المسارات الآمنة والتدريجية	2.93	0.264	97.7%	مرتفع	3
8	استحداث قاعدة بيانات وطنية تُعنى بتطوير حلول ذكية تتماشى والواقع المحلي	2.89	0.312	96.3%	مرتفع	4
14	فرض إطار تشريعي وتنظيمي يضمن الحفاظ على توازن البيئة وحماية تنوعها البيولوجي	2.89	0.312	96.3%	مرتفع	5
10	تعزيز التعاون الدولي بين الدول المتقدمة والنامية من خلال مشاريع مشتركة؛ حيث توفر الدول المتقدمة الموارد الذكية، في حين توفر الدول النامية الموارد البشرية والميدانية، ثم يتم تمويل المشاريع الناجحة	2.86	0.350	95.3%	مرتفع	6

	من الصناديق الدولية ومبادرات التعاون الانمائي لضمان استدامتها					
9	تعزيز العدالة الاجتماعية من خلال منح المزارعين حق المساواة في الحصول على التطبيقات الذكية	2.83	0.374	94.3%	مرتفع	7
7	دعم حاضنة الأعمال في المركز الوطني للبحوث الزراعية بغية استقطاب المختصين	2.76	0.430	92%	مرتفع	8
3	المختبرات الذكية المتنقلة المنوط بها رفع جاهزية القطاع الريفي للتحول الرقمي	2.73	0.448	91%	مرتفع	9
1	التوجه لاستخدام مصادر الطاقة المتجددة، مثل الألواح الشمسية، وتوربينات الرياح	2.68	0.467	89.3%	مرتفع	10
11	رفد المناهج الجامعية بمساقات تعليمية وتدريبية تركز على توظيف التطبيقات الذكية في تعزيز الإنتاجية وتقليل الفاقد	2.65	0.479	88.3%	مرتفع	11
6	توظيف رمز الاستجابة السريعة (QR) في تتبع سلاسل التوريد، والامتثال لمعايير الجودة	2.63	0.484	87.7%	مرتفع	12
13	التأهيل المهني للمزارعين بعقد الدورات التدريبية وورش العمل، وتنظيم اللقاءات الدورية مع المتخصصين	2.63	0.484	87.7%	مرتفع	13
5	دعم المبادرات الزراعية الرقمية التي تستهدف ربط المزارعين بالمؤسسات الزراعية والمراكز البحثية والمشرفين الميدانيين، وضمان حصولهم على الاستشارات الزراعية	2.59	0.494	86.3%	مرتفع	14
	الوسط الحسابي للفقرات جميعها	**2.784**	**0.261**	**92.8%**	**مرتفع**	

تعكس بيانات الجدول رقم (6) المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية ومؤشرات الوسط الحسابي لمقومات نجاح توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تعزيز إنتاجية القطاع الزراعي الأردني للمحاصيل الأساسية؛ حيث حصد مقوم "تقديم حزم من التمويل المدعوم للتوسع في توظيف التطبيقات الذكية" المرتبة الأولى بدرجة مرتفعة، وسجل أعلى مؤشر للوسط الحسابي (2.96)؛ أي بنسبة موافقة (98.7%)، وتلاه مقوم "تعزيز التعاون بين القطاعين العام والخاص لنقل التكنولوجيا من المختبر إلى الحقل" في المرتبة الثانية، وبدرجة مرتفعة ووسط حسابي (2.94)، كما واحتل مقوم "جذب الاستثمارات في القطاع الزراعي مع مراعاة تهيئة المسارات الآمنة والتدريجية" المرتبة الثالثة، وبدرجة مرتفعة ووسط حسابي (2.93)، وتبعه مقوم "استحداث قاعدة بيانات وطنية تُعنى بتطوير حلول ذكية تتماشى والواقع المحلي" في المرتبة الرابعة، وبدرجة مرتفعة ووسط حسابي (2.89)، بينما جاء مقوم "دعم المبادرات الزراعية الرقمية التي تستهدف ربط المزارعين بالمؤسسات الزراعية والمراكز البحثية والمشرفين الميدانيين" في المرتبة الأخيرة بدرجة مرتفعة، وسجل أقل مؤشر للوسط الحسابي (2.59)، كما وبلغ الوسط الحسابي لجميع فقرات هذا المحور (2.78)، وهذا يدل على مؤشر مرتفع من الموافقة بشكل عام.

وجاءت مقومات نجاح توظيف التطبيقات الذكية في القطاع الزراعي الأردني بدرجات مرتفعة مشيرةً إلى معيار التحول الناجح من الاقتصاد التقليدي إلى الرقمي الذكي، والمتمثل بقيام المؤسسات الزراعية والجهات المعنية ببناء الأصول وتعزيز القدرات الرقمية الداعمة لعناصر القطاع؛ إذ يؤمن العاملون في القطاع الزراعي الأردني بدور الاستثمارات المشتركة بين القطاعين العام والخاص في تطوير الممارسات الذكية زراعياً من

خلال تدشين الحقول بتكنولوجيا المختبرات، وبالتالي تقديم عائدات على الاستثمار، وجذب الاستثمارات الخارجية المُطّلعة على نجاح الاستثمارات المحلية الأردنية.

ويسفر وجود مقوم "دعم المبادرات الزراعية الرقمية التي تستهدف ربط المزارعين بالمؤسسات الزراعية والمراكز البحثية والمشرفين الميدانيين" في المرتبة الأخيرة عن اهتمام المملكة الأردنية الهاشمية ممثلةً بمؤسساتها الزراعية ومراكزها البحثية وجمعياتها الزراعية والتعاونية بتعزيز سبل التواصل بين مزارعي الحقل ومشرفي الميدان، وضمان حصولهم على الاستشارات الزراعية والمعلومات الفنية، وفي هذا الصدد، لا بد من الإشارة إلى اهتمامها بتدريب القوى العاملة في القطاع وتأهيلها مهنياً بدليل حصاد هذا المقوم المرتبة التي تسبق الأخيرة ضمن مقومات النجاح.

نتائج التساؤل الخامس: هل توجد فروقات ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة (α≤0.05) في اتجاهات العاملين في القطاع الزراعي الأردني نحو توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تعزيز إنتاجية القطاع للمحاصيل الأساسية تُعزى للمتغيرات الديموغرافية لعينة الدراسة (النوع الاجتماعي، الفئة العمرية، الدرجة العلمية، العمل)؟

الجدول رقم (7) نتائج تحليل الفروقات ذات الدلالة الإحصائية

المتغير	نوع التحليل	الفئات	الوسط الحسابي	قيمة F	مستوى الدلالة الاحصائية (Sig.)
النوع الاجتماعي	ANOVA	ذكور	2.6754	0.217	0.642
		إناث	2.6607		
الفئة العمرية	ANOVA	(25-35)	2.6595	0.105	0.957
		(36-45)	2.6698		
		(46-55)	2.6746		
		(56 فأكثر)	2.7232		
الدرجة العلمية	ANOVA	ثانوية عامة فما دون	2.6379	0.606	0.613
		دبلوم	2.6726		
		بكالوريوس	2.6868		
		دراسات عليا	2.6622		
العمل	ANOVA	الاتحاد العام للمزارعين	2.6411	0.723	0.540
		وزارة الزراعة	2.6917		
		المركز الوطني للبحوث الزراعية/ الذراع العلمي لوزارة الزراعة	2.6905		
		نقابة المهندسين الزراعيين الأردنيين	2.6607		

تشير بيانات الجدول رقم (7) إلى التالي:

- لا توجد فروقات ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.05$) في اتجاهات العاملين في القطاع الزراعي الأردني نحو توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تعزيز إنتاجية القطاع الزراعي الأردني للمحاصيل الأساسية تعزى لمتغير النوع الاجتماعي؛ حيث بلغت قيمة مستوى الدلالة الاحصائية (0.642)، وهي أكبر من (0.05).

- لا توجد فروقات ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.05$) في اتجاهات العاملين في القطاع الزراعي الأردني نحو توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تعزيز إنتاجية القطاع الزراعي الأردني للمحاصيل الأساسية تعزى لمتغير الفئة العمرية؛ حيث بلغت قيمة مستوى الدلالة الاحصائية (0.957)، وهي أكبر من (0.05).

- لا توجد فروقات ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.05$) في اتجاهات العاملين في القطاع الزراعي الأردني نحو توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تعزيز إنتاجية القطاع الزراعي الأردني للمحاصيل الأساسية تعزى لمتغير الدرجة العلمية؛ حيث بلغت قيمة مستوى الدلالة الاحصائية (0.613)، وهي أكبر من (0.05).

- لا توجد فروقات ذات دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.05$) في اتجاهات العاملين في القطاع الزراعي الأردني نحو توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تعزيز إنتاجية القطاع الزراعي الأردني للمحاصيل الأساسية تعزى لمتغير العمل؛ حيث بلغت قيمة مستوى الدلالة الاحصائية (0.540)، وهي أكبر من (0.05).

التوصيات

تعرض الدراسة في ضوء نتائجها بعض التوصيات على النحو التالي:

- توجه الجهات المعنية لتحسين كفاءة البنى التحتية من خلال تمكين التعاون الدولي بين الدول المتقدمة والمملكة؛ حيث توفر الدول المتقدمة الموارد الذكية، في حين توفر المملكة الموارد البشرية والميدانية، وكذلك التوجه لتوظيف نظم الطاقة المتجددة لتقليل الاعتماد على الوقود الاعتيادي، وذلك عن طريق الاستثمار في الطاقة الشمسية باللجوء إلى توطين تقنيات تصنيع الخلايا الشمسية في القطاع الزراعي على سبيل المثال؛ إذ سيُحمل اللحاق بركب الذكاء الاصطناعي ارتفاعاً في استهلاك الطاقة على مستوى الدول، وهذا بدوره يزيد الطلب على مصادر الطاقة التقليدية، الأمر الذي يقتضي توجيه الجهات المعنية لتسارع التحول نحو الطاقة المتجددة لتلبية متطلبات الواقع الرقمي.

- زيادة كفاءة العمليات اللوجستية ونظام التسويق الزراعي من خلال استحداث منظومة وطنية تُدعّم ربط بيانات الحيازات الزراعية والعمليات الإنتاجية والتسويقية، وكذلك تُدعّم الربط المؤسسي بين نظم المعلومات الجغرافية وأنظمة دعم القرار وآليات الإنذار المبكر وإدارة المخاطر، بالإضافة إلى تطوير سلاسل القيمة للصناعات الزراعية المعتمدة على الموارد المحلية، والاعتماد على المحاصيل التصديرية الأقل استهلاكاً للمياه.

- تعزيز تعاون الحكومات العربية ورواد الأعمال العرب والمؤسسات الزراعية البحثية ومختصي الذكاء الاصطناعي لاستحداث نماذج زراعية ذكية وإخضاعها للتجربة على أراضي المملكة الأردنية الهاشمية بغية تقييم فاعليتها وتذليل العقبات أمام تبنيها في البيئات الواقعية، وكذلك توظيف المعرفة التكنولوجية الناتجة عن تكرار التجارب لتحفيز الأنشطة الزراعية الإقليمية، وإثراء القرارات الاقتصادية العربية.

- زيادة كفاءة الخدمات الحكومية الزراعية الرقمية من خلال توفير خدمات متنقلة للمزارعين ذوي الحيازات الصغيرة؛ مثل الخدمات المصرفية عبر الهاتف المحمول، وخدمات السوق للحصول على أسعار عادلة، وكذلك خدمات تمويل القروض الصغيرة، وخدمات التكنولوجيا المجتمعية المنوط بها افتتاح مراكز ذكية تعاونية تتيح استخدام التكنولوجيا بطريقة مشتركة بين مزارعي المناطق الريفية أو النائية بغية خفض الكلف الفردية.

- تعزيز الاستثمارات الوطنية المشتركة بين القطاعين العام والخاص ونقل التكنولوجيا الناشئة والتطبيقات الذكية من المختبر إلى الحقل، وتحفيز الاستثمارات من خلال توفير حزم من الاعفاءات الجمركية والحوافز الضريبية للمستثمرين.

- استغلال مصادر المياه مثل السدود لاستدامة المشاريع الخاصة بالاستزراع السمكي، وتسجيل علامات تجارية للأسماك الأردنية.

- اختبار نقاء وكمية المياه الصالحة للشرب والناتجة عن تكثيف بخار الماء المنبعث من نتح النباتات في المزارع التي تعتمد الزراعة الرأسية، وذلك بالتعاون مع الجهات المختصة.

قائمة المصادر والمراجع

إبراهيم، أ. وفريد، س. ومقبل، ع. وعبد السلام، ج. (2024). دور التكنولوجيا الحديثة في رفع كفاءة الإنتاج الزراعي وتحقيق الأمن الغذائي في تنزانيا، *مجلة الدراسات الإفريقية*، مج 46، ع 4.
https://mafs.journals.ekb.eg/article_388922_7fb045a094712a1ecf23a03728e854ba.pdf

إسماعيل، ف. (2022). اتجاهات الصحفيين نحو استخدام الذكاء الاصطناعي في تطوير المحتوى الصحفي بالصحف والمواقع المصرية، *المجلة المصرية لبحوث الرأي العام*، مج 21، ع 4. https://joa.journals.ekb.eg/article_276295.html.

بدوي، و. (2025). نحو زراعة ذكية ومستدامة: تحليل تطبيقات الذكاء الاصطناعي وانترنت الأشياء وأثرها المجتمعي، *المجلة العربية للعلوم الزراعية*، مج 8، ع 27. 10.21608/asajs.2025.443281.

البلاونة، ع. وأبو صيني، ي. (2021). مفهوم الزراعة الذكية والتجربة الأردنية في تطبيقها، *المجلة العربية العلمية للفتيان*، ع 36.
https://l.facebook.com/l.php?u=https%3A%2F%2Fwww.researchgate.net%2Fpublication%2F365294044_mfhwm_alzrat_aldhkyt_waltjrbt_alardnyt_fy_ttbyqha_The_concept_of_smart_agriculture_and_the_Jordanian_experience_in_its_application%3Ffbclid%3DIwZXh0bgNhZW0CMTEAc3J0YwZhcHBfaWQPNDM3NjI2MzE2OTczNzg4AAEeR5ejriSi17e_UhKNfVJ03seOuSfuJtWeXuhmcHjKWD-_2SlFKb9dTx_DESE_aem_Vq8DLiWEml3vsN3NKDyeYg&h=AUC900YiX0Ys4lcfOyzz3NS6Kltl335r8u0vtk9WEMWyIY9oDf-tsTJ3gjupfiOFNGBDp7Lh8NdO0HAwQSQU5hIAjZlcj38i7ppR50q3E3QXccJxRquA-beMgyGG5Ho&s=1

حدادة، ع. (2018). الزراعة الذكية ومجالات تطبيقها في العالم العربي، *دائرة البحوث الاقتصادية- اتحاد الغرف العربية*.
https://faculty.uobasrah.edu.iq/uploads/teaching/1723058537.pdf.

حسين، ه. والحياري، م. (2025). الدليل الفني للزراعة الحديثة والذكية مناخياً، ط1، عمان: دائرة المكتبة الوطنية.
https://www.narc.gov.jo/ebv4.0/root_storage/ar/eb_list_page/%D8%A7%D9%84%D8%B2%D8%B1%D8%A7%D8%B9%D8%A9_%D8%A7%D9%84%D8%AD%D8%AF%D9%8A%D8%AB%D8%A9%D9%88_%D8%A7%D9%84%D8%B0%D9%83%D9%8A%D8%A9_%D9%85%D9%86%D8%A7%D8%AE%D9%8A%D8%A7.pdf

الخصاونة، إ. وسليم، آ. (2025). توظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي في المحطات الإعلامية الأردنية في ضوء النظرية الموحدة لقبول واستخدام تكنولوجيا المعلومات، *مجلة دراسات للعلوم الإنسانية والاجتماعية*، مج 53، ع 3.
https://www.researchgate.net/publication/396104741_twzyf_tqnyat_aldhka_alastnay_fy_almhtat_alalamyt_alardnyt_fy_dw_alnzryt_almwhdt_lqbwl_wastkhdam_tknwlwjya_almlwmat.

سليم، آ. (2024). "اتجاهات الإعلاميين الأردنيين نحو الفرص والتحديات التي تفرضها تقنيات الذكاء الاصطناعي في إنتاج المضامين الإعلامية الرقمية"، *رسالة ماجستير منشورة*، كلية الإعلام، جامعة البترا، المملكة الأردنية الهاشمية.

العبادي، و. (2024). تقييم نسبة تبني ممارسات الزراعة الذكية مناخياً والتقنيات الحديثة لمشاركي مدارس المزارعين الحقلية، *وزارة الزراعة*.
https://moa.gov.jo/ebv4.0/root_storage/ar/eb_list_page/%D8%AF%D8%B1%D8%A7%D8%B3%D8%A9_%D8%AA%D9%82%D9%8A%D9%8A%D9%85_%D9%86%D8%B3%D8%A8%D8%A9_%D8%A7%D9%84%D8%AA%D8%A8%D9%86%D9%8A_%D9%84%D9%84%D9%85%D9%85%D8%A7%D8%B1%D8%B3%D8%A7%D8%AA_%D8%A7%D9%84%D8%B2%D8%B1%D8%A7%D8%B9%D9%8A%D8%A9_%D8%A7%D9%84%D8%B0%D9%83%D9%8A%D8%A9_%D9%85%D9%86%D8%A7%D8%AE%D9%8A%D9%8B%D8%A7_%D9%88%D8%A7%D9%84%D8%AA%D9%82%D9%86%D9%8A%D8%A7%D8%AA_%D8%A7%D9%84%D8%AD%D8%AF%D9%8

A%D8%AB%D8%A9_%D9%84%D9%85%D8%B4%D8%A7%D8%B1%D9%83%D9%8A_%D9%85%D8%AF%D8%A7%D8%B1%D8%B3_%D8%A7%D9%84%D9%85%D8%B2%D8%A7%D8%B1%D8%B9%D9%8A%D9%86_%D8%A7%D9%84%D8%AD%D9%82%D9%84%D9%8A%D8%A9_%D9%84%D8%B9%D8%A7%D9%85_2023.pdf

علي، ع. (2024). إطار مقترح للتكامل بين نظم الذكاء الاصطناعي ونظام تكلفة مسار تدفق القيمة لإدارة تكلفة انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، *مجلة الشروق للعلوم التجارية*، مج 16، عدد خاص.
https://sjcs.journals.ekb.eg/article_358578_9ca62cccdf1ab31bf4f80be36180ddb0.pdf

اللوباني، م. (2025). الفاو: مشروع المزرعة الذكية في الأردن خفض هدر المياه بنسبة 30%، *قناة المملكة*.
https://www.almamlakatv.com/news/181168-%D8%A7%D9%84%D9%81%D8%A7%D9%88-%D9%85%D8%B4%D8%B1%D9%88%D8%B9-%D8%A7%D9%84%D9%85%D8%B2%D8%B1%D8%B9%D8%A9-%D8%A7%D9%84%D8%B0%D9%83%D9%8A%D8%A9-%D9%81%D9%8A-%D8%A7%D9%84%D8%A3%D8%B1%D8%AF%D9%86-%D8%AE%D9%81%D9%91%D8%B6-%D9%87%D8%AF%D8%B1-%D8%A7%D9%84%D9%85%D9%8A%D8%A7%D9%87-%D8%A8%D9%86%D8%B3%D8%A8%D8%A9-30

ليلة، ح. وطبي، د. (2024). دور الزراعة الذكية في تحقيق الأمن الغذائي- دراسة حالة لمجموعة من الدول العربية للفترة (2016-2022)، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية، جامعة محمد خيضر، الجزائر.

محسّب، ي. (2024). الاستشعار من البعد والذكاء الاصطناعي في خدمة الزراعة الدقيقة والذكية، *المجلة العربية لسياسات العلوم والتكنولوجيا والابتكار*، مج 5، ع 2024.
https://arabsti.journals.ekb.eg/article_392223_eb38b95b90dd5536be5e0506c7ab4273.pdf

محمود، ع. (2025). تحليل اقتصادي لاستخدام الذكاء الاصطناعي في تحسين إنتاجية الزيتون، *مجلة الأصالة*، مج 6، ع 11.
http://alasala.alandalus-libya.org.ly/ojs/index.php/aj/article/view/924

مقدم، ن. وفارس، ط. (2023). التوجه نحو الزراعة الذكية لتحقيق الأمن الغذائي في البلدان العربية مع الإشارة لتجارب عربية ناجحة، *مجلة الاقتصاد والتجارة الدولية*، مج 5، ع 1.

وزارة الزراعة الأردنية (2025). الاستراتيجية الوطنية للتنمية الزراعية (2020-2025).

وزارة الزراعة الأردنية (2018). الزراعة بالأرقام (احصاءات زراعية)، *مديرية المعلومات والاحصاءات الزراعية*.
https://www.moa.gov.jo/EBV4.0/Root_Storage/AR/EB_HomePage/%D9%86%D8%B3%D8%AE%D8%A9_%D9%86%D9%87%D8%A7%D8%A6%D9%8A%D8%A9_%D9%85%D9%86_%D8%AA%D9%82%D8%B1%D9%8A%D8%B1_%D8%A7%D9%84%D8%B2%D8%B1%D8%A7%D8%B9%D8%A9_%D8%A8%D8%A7%D9%84%D8%A3%D8%B1%D9%82%D8%A7%D9%85_-converted.pdf

References

Adamo, T., Caivano, D., Colizzi, L., Dimauro, G. & Guerriero, E. (2025). Optimization of irrigation and fertigation in smart agriculture: An IoT-based micro-services framework, *Smart Agriculture Technology,* 11. https://doi.org/10.1016/j.atech.2025.100885.

Anderson, S. & Shekhar, S. (2023). Smart irrigation systems using AI and IoT for water management: an integrated approach for sustainable agriculture, *ResearchGate*.

https://www.researchgate.net/publication/389490564_Smart_Irrigation_Systems_Using_AI_and_IoT_for_Water_Management_An_Integrated_Approach_for_Sustainable_Agriculture

Fuentes, A., Yoon, S., Kim, S. & Park, D. (2017). A robust deep- learning- based detector for real-time tomato plant diseases and pests recognition, *Sensors,* 17(9). https://doi.org/10.3390/s17092022.

Hamed, M., El-Habibi, M., Sababa, R., Al-Hanjori, M., Abunasser, B. & Abu-Naser, S. (2024). Artificial intelligence in agriculture: enhancing productivity and sustainability, *International Journal of Engineering and Information Systems (IJEAIS),* 8(8). http://ijeais.org/wp-content/uploads/2024/8/IJEAIS240801.pdf

Kazekami, S. (2020). Mechanisms to improve labor productivity by performing telework, *Telecommunications Policy,* 44(2).

Lakshminarayan, M., Siddiqui, Z., Narayan, S., Mariganti, S., Skinner, G., Campbell, M. & Rathinam, F. (2025). The use of artificial intelligence in food and agriculture systems, *Research Commissioning Centre*. https://www.grtd.fcdo.gov.uk/wp-content/uploads/2025/11/Rapid-Review-Report.pdf

Oliveira, R. & Silva, R. (2023). Artificial intelligence in agriculture: benefits, challenges, and trends, *MDPI Applied Sciences,* 13(13). https://doi.org/10.3390/app13137405