الاستشعار من البعد والذكاء الاصطناعي في خدمة الزراعة الدقيقة والذكية

يحيى زكريا محسِّب

مجلس بحوث الفضاء والاستشعار عن بعد

عميد الدراسات العليا بالأكاديمية العربية للعلوم والتكنولوجيا والنقل البحري

المقالة الأصلية

الملخص

هناك تزايدٌ ملحوظ في الصور والبيانات المتاحة من أقمار الاستشعار من البعد، سواء الأقمار التقليدية الكبيرة أو الصغيرة الحجم الكثيفة العدد. كما تعاظم استخدام الطائرات المسيرة بدون طيار في تصوير مساحات أصغر وأكثر تركيزاً. وتُضفي شبكات إنترنت الأشياء (IoT) بعداً جديداً يتمثل في القدرة على تجميع كم كبير من البيانات تتيحها المستشعرات بمختلف أنواعها في مكان واحد للتصنيف والتحليل. وبذلك يصبح التحدي الحقيقي في القدرة على تحليل هذا الكم الهائل من البيانات والاستفادة منها لحل المشكلات التي تواجه البشرية خاصة في ظل تغير المناخ وقلة الموارد المائية، وهو ما يوفره الذكاء الاصطناعي. ونظراً لأن الزراعة، والإنتاج الحيواني المصاحب لها، من الركائز الأساسية في تحقيق الأمن الغذائي، إلا أنها من المجالات الأشد تأثراً بالتغيرات المناخية. لذلك أصبح من الضروري استغلال التقنيات الحديثة في خدمة الزراعة. وتستعرض هذه الورقة البحثية تطبيقات الذكاء الاصطناعي في مجال الزراعة الذكية والدقيقة، والحفاظ على الثروة الحيوانية وتنميتها، ويستعرض أمثلة من التطبيقات العملية لهذه التقنية وتجارب الدول العربية والأجنبية. ويُختتم البحث بالإشارة إلى الصعوبات التي تواجه هذا المجال الواعد وكيفية التغلب عليها.

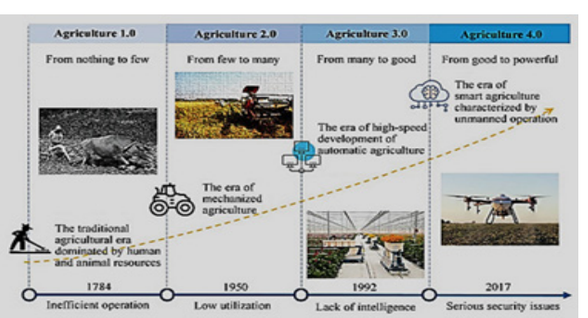
الإستلام: ١٠ ديسمبر ٢٠٢٣، **القبول:** ٣ نوفمبر ٢٠٢٤

الكلمات الدالة: الذكاء الاصطناعي - تقنيات الاستشعار عن بُعد – الزراعة الذكية – الزراعة الدقيقة – الثروة الحيوانية

الباحث الرئيسي: يحيى زكريا محسّب، مجلس بحوث الفضاء والاستشعار عن بعد - عميد الدراسات العليا بالأكاديمية العربية للعلوم والتكنولوجيا والنقل البحري، **بريد إلكتروني:** ymohasseb@aast.edu

المقدمة

تطورت الزراعة عبر العصور المختلفة، ويمكن تقسيم المراحل الرئيسية في تطورها عبر أربعة عصور[١]. العصر الزراعي الأول: حيث كانت الممارسات القديمة تتميز بالاعتماد على العمل اليدوي والحيوانات والأدوات الأساسية. وكانت الإنتاجية محدودة بسبب محدودية الأدوات والتقنيات. ثم جاء العصر الزراعي الثاني (بداية من القرن التاسع عشر)، حيث عرفت البشرية استخدام المحركات والآلات البخارية في الزراعة، وكذلك استخدام الأسمدة الصناعية للمساعدة في نمو النبات والمبيدات الحشرية للقضاء على الآفات، وكَثُرَ استخدام الجرارات الزراعية وآلات الري، مما أدى إلى تحسين الإنتاجية. ولكن هذا جاء مصحوبًا بمخاوف بيئية وتلوث كيميائي وإهدار للموارد المائية، وكثرة استهلاك الوقود. وفي منتصف القرن العشرين شهد العالم الانتقال إلى العصر الزراعي الثالث مع ظهور التقنيات الحاسوبية والإلكترونية، وبداية استخداماتها في الزراعة والاعتماد على التقنيات الروبوتية والآلات المبرمجة. لحل المشكلات البيئية المميزة للعصر السابق، مع التركيز على الزراعة الدقيقة للحد من استخدام الموارد والحد من التلوث.



الشكل رقم ١. خصائص التطور الزراعي والمشكلات التي واجته (من الزراعة ١,٠ إلى الزراعة ٤,٠)[٢].

ومع زيادة التطور التكنولوجي، شهد القرن الحادي والعشرين حدوث تكامل بين التقنيات الحديثة، بما في ذلك إنترنت الأشياء (IoT)، وتحليل البيانات الضخمة، والذكاء الاصطناعي، والحوسبة السحابية، والاستشعار عن بعد. وأدى ذلك إلى تطبيق ممارسات الزراعة الذكية لتحسين كفاءة الإنتاج وتحقيق الاستدامة البيئية. ومن خلال هذه التقنيات تساهم مراقبة الأراضي الزراعية في الوقت الحقيقي، وتحليل البيانات الناتجة عن تلك المراقبة، وميكنة العمليات في زيادة الدقة وحسن التوقيت في عملية صنع القرار. وأطلق على هذا العصر اسم «العصر الزراعي الرابع» أو (Agriculture ٤,٠)، وأصبح يُشار إلى النظم الزراعية التي تطبق هذه التقنيات باسم «الزراعة الذكية». تعالج الزراعة الذكية مختلف المشكلات المتعلقة بإنتاج المحاصيل، من خلال دمج الأدوات وأجهزة الاستشعار المتقدمة. وفي ظل أزمة تطور المناخ ظهرت «الزراعة الذكية مناخيًا" (Climate Smart Agriculture)، وأصبحت هذه التقنيات وتقنيات الزراعة الدقيقة تقوم بدورٍ حاسمٍ في تحسين الأمن الغذائي وخفض التأثير البيئي.

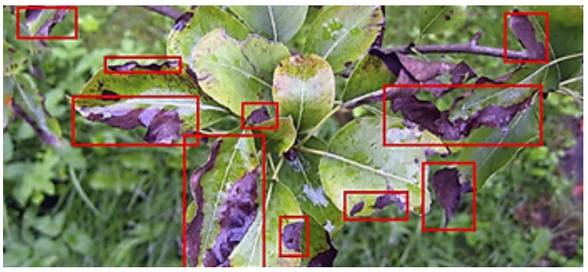
تشير دراسة أعدتها مجلة فوربس الأمريكية[٣] إلى أنه من المتوقع أن يتضاعف الإنفاق العالمي على التقنيات والأنظمة الزراعية الذكية المرتبطة بها، والتي تشمل الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي (Machine Learning)، ثلاث مرات بحلول عام ٢٠٢٥، ليصل إلى ١٥,٣ مليار دولار. وأن يزداد الإنفاق على أنظمة الذكاء الاصطناعي في الزراعة الذكية تحديداً من مليار دولار أمريكي عام ٢٠٢٠ إلى ٤ مليارات دولار أمريكي عام ٢٠٢٦، بمعدل نمو سنوي مركب (CAGR) يبلغ ٢٥,٥٪. وعلى أنظمة المراقبة الزراعية المدعومة بإنترنت الأشياء (IoTAg)، لتصل قيمتها إلى ٤,٥ مليار دولار بحلول عام ٢٠٢٥، مما يجعلها أسرع القطاعات التكنولوجية نموًا في الزراعة الذكية المتصلة. وتهدف هذه الاستثمارات في مجال استخدام الذكاء الاصطناعي وتعلُّم الآلة (Machine Learning) إلى سد الفجوة المتوقعة في الإنتاجية الغذائية لمليارى شخص إضافي في جميع أنحاء العالم بحلول عام ٢٠٥٠.

DOI: 10.21608/ARABSTI.2024.386074
Print ISSN: 2682 - 4310 / Online ISSN: 2682 - 4078
Volume 5, 2024

أولاً: أبرز استخدامات الذكاء الاصطناعي في الزراعة

مراقبة المحاصيل والتربة

تستغرق عملية فحص الحبوب يدويًا وقتًا طويلاً وهي عُرضة للخطأ البشري. لذلك يتزايد الاعتماد على أنظمة الرؤية الحاسوبية في فحص الحبوب لحل هذه المشكلات. وتستخدم هذه الأنظمة تقنيات تصوير متقدمة وخوارزميات تعلُّم الآلة (ML) لتحليل صور الحبوب وتحديد العيوب والشوائب مثل الحبوب المكسورة أو المواد الغريبة أو الإصابة بالفطريات. ولهذا الغرض تستخدم تقنيات تعلم الآلة مثل الشبكات العصبية الاصطناعية (ANNs)، وخوارزمية تحويل الميزات الكثيفة الثابتة (DSIFT)، وأجهزة ناقلات الدعم (SVM) بنجاح في الزراعة لتصنيف الحبوب وتحديد هويتها[٤]. وتتيح هذه التقنيات تصنيف أنواع القمح بناءً على تحليل الصور، كما يمكن تحديد خصائص معينة مثل الحجم والشكل لتصنيف الحبوب. ويمكن أيضاً تحديد الفطريات التي تصيب الغلال مثل الأرز، وتطوير طرق للكشف عن حبوب القمح المصابة بمرض الفيوزاريوم (الشكل رقم ٢). تتيح هذه الأنظمة مراقبة دقيقة وآلية لمراحل تطور النبات، مما يساعد في الكشف المبكر عن الأمراض ومراقبة الإجهاد. ويمكن حينئذ تحسين استراتيجيات التسميد لتحسين غلات المحاصيل.



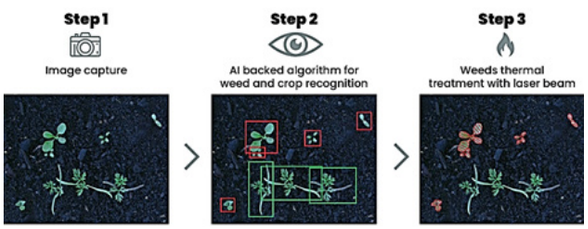
الشكل رقم ٢. التعرف على أمراض النبات آلياً [٥]

وتعد شركة DeepLeaf نموذجاً ناجحاً لاستخدام هذه التقنيات في المغرب[٦]. حيث قطعت شوطاً طويلاً في ذلك المجال من خلال دمج الذكاء الاصطناعي في حلولها المبتكرة للمزارعين. وقد طورت الشركة برنامج دردشة آلي (Chatbot) متطور وروبوت مناظر له، كلاهما مدعوم بالذكاء الاصطناعي، لمساعدة المزارعين في تحديد ومعالجة الأمراض النباتية. حيث يمثل روبوت الدردشة نقطة التواصل الأولى لتقديم الاستشارات للمزارعين، بينما يسهم الروبوت الآلي النظير، الذي يتنقل في الأراضي الزراعية، في جمع معلومات ميدانية لتحسين دقة وكفاءة الاستشارات التي يقدمها برنامج الدردشة الآلي[٧]. وقد أدى الكشف المبكر عن المرض والتوجيه على مستوى الخبراء بشأن خيارات العلاج إلى تحسينات ملموسة في نتائج الإنتاجية للمزارعين المغاربة.

الكشف عن الحشرات والآفات والتخلص منها

يعد التحديد الدقيق لأنواع الحشرات والآفات والأعشاب الضارة التي تصيب النباتات، والتخلص منها، من الجوانب الهامة لتحسين فعالية الزراعة. ويجري تطوير العديد من تقنيات الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي للكشف عن الحشرات وإحصائها، وذلك باستخدام الرؤية الحاسوبية وخوارزميات التعلم الآلي لتحديد وتصنيف أنواع الحشرات المختلفة[٨]. ورغم أن هذه التقنيات لا تزال في مراحل الاختبار، إلا أنها قادرة على إحداث ثورة في إدارة الآفات في الزراعة. إذ أن استخدام المبيدات بالطرق التقليدية لمكافحة الحشائش يمكن أن يكون له آثار سلبية. ولكن تقنيات الزراعة الدقيقة، التي تتعرف باستخدام الذكاء الاصطناعي على أماكن الإصابة وتتعامل بتلك المبيدات موضعياً، تعد من التقنيات الواعدة في اكتشاف وتصنيف أنواع مختلفة من الأعشاب الضارة. وقد استخدم مزيج من أنظمة الطائرات بدون طيار (UAS)، والشبكات العصبية الاصطناعية ذات الانتشار العكسي (CP-ANN)، والتصوير المتعدد الأطياف للكشف عن الحشائش، وتحققت من خلاله نتائج هامة.

وقد بدأت شركة كاربون روبوتيكس (Carbon Robotics)[٩] في تطبيق هذه التقنيات عملياً منذ عام ٢٠١٨، بإدخال تكنولوجيا إزالة الأعشاب الضارة بالليزر. وقامت بتطوير الروبوت LaserWeeder™ الذي يعمل بالذكاء الاصطناعي، وربطه بالجرارات، ويستخدم الروبوت الرؤية الحاسوبية، والتعلم العميق، والليزر لتحديد الأعشاب الضارة بدقة والقضاء عليها بالليزر بدون مواد كيميائية. تعمل هذه التقنية ليلاً أو نهارًا، وتستهدف ٥٠٠٠ عشبة ضارة في الدقيقة، مما يؤدي إلى تحسين إنتاجية المحاصيل بشكل كبير وتقليل تكاليف الزراعة. وبالتالي لا تستخدم مبيدات الأعشاب الضارة، ولا العمالة الكثيفة المطلوبة للتخلص اليدوي، ولا الحرث المدمر للتربة المطلوب للتخلص الميكانيكي. ويستطيع الروبوت تحديد الأعشاب الضارة وإزالتها في وقت مبكر من دورة حياتها بدقة تقل عن ١ ملليمتر، وهو فعال بشكل خاص للمحاصيل المزروعة بكثافة. من الناحية الاقتصادية، يوفر استخدام الروبوت ٨٠٪ من تكاليف مكافحة الحشائش الضارة، وتتحسن إنتاجية المحاصيل، وتزداد قيمتها السوقية لعدم استخدام المبيدات[١٠]. ويُظهر الشكل رقم ٣ الخطوات المتبعة بدايةً بالتقاط الصورة، ثم التعرف على الأعشاب الضارة، ثم استئصالها بأشعة الليزر.



الشكل رقم ٣: التخلص من الأعشاب الضارة بعد التعرف عليها في الصور من خلال خوارزميات الذكاء الاصطناعي[١١].

اختيار المحاصيل وتحسين إنتاجيتها

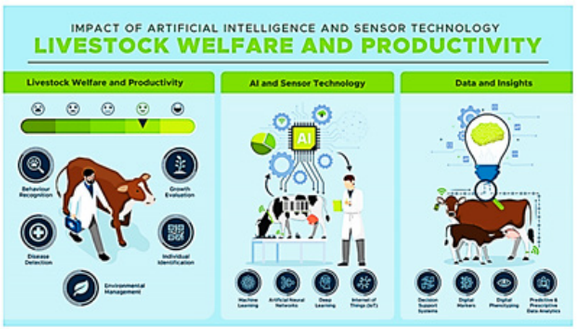
يلعب التخطيط الزراعي دوراً حاسماً في الأمن الغذائي العالمي، وخاصة في الاقتصادات القائمة على الزراعة. ويكمن التحدي في اختيار المحاصيل المناسبة ذات الإنتاجية المحسنة، والتي تتأثر بعوامل مثل الطقس، ونوعية التربة، وإتاحة المياه، والآفات. وقد تزايد تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي في اختيار المحاصيل وتحسين الإنتاجية[١٢]، مما يساعد في تربية المحاصيل والتحسين الوراثي. ومن خلال تحليل البيانات الوراثية، تحدد خوارزميات التعلم الآلي السمات الرئيسية المرتبطة بالإنتاجية، مما يتيح تطوير أصناف المحاصيل التي تتكيف بشكل أفضل مع ظروف محددة. وفي مجال تحسين الإنتاجية، يتم نشر تقنيات الميكنة، لتقليل تكاليف العمالة وتعزيز الكفاءة في مهام مثل حصاد الفاكهة والخضروات. حيث تستخدم هذه الروبوتات الرؤية الحاسوبية والتعلم الآلي لتحديد واختيار المنتجات الناضجة بسرعات تفوق كثيراً القدرات البشرية، وبالتالي تؤدي إلى تقليل تكاليف العمالة وتحسين العائدات الإجمالية. وتشمل التطبيقات الأخرى الروبوتات لتقليم زهور نباتات الفراولة وتقييم مستويات المياه والمغذيات.

وفي هذا المجال، قامت شركة Harvest Croo Robotics بتطوير روبوت متخصص في جمع ثمار الفراولة من الصوب الزراعية[١٣]. وقد تمكنت الشركة، بعد خمس سنوات من التطوير، من بناء روبوت آلي لانتقاء ثمار الفراولة مزود بالذكاء الاصطناعي يمكنه تقييم نباتات الفراولة بصريًا وتحديد مدى نضج كل ثمرة منها. ويمكن للمزارعين استخدام هذه التقنية من خلال اشتراك دون الحاجة إلى شراء الآلة، حتى لا تزيد تكلفة الحصاد. وتجدر الإشارة إلى أن الفراولة من الفواكه التي تحتاج إلى مهارة خاصة في الحصاد لانتقاء الثمار الناضجة من ناحية – وهو ما يتم من خلال الذكاء الاصطناعي – ونظراً لحساسية الثمار التي تحتاج إلى تعامل دقيق دون الإخلال بالسرعة. ولهذا تعاونت الشركة مع رواد الصناعة والجامعات لتطوير تقنيات حصلت على براءات اختراع، مثل «عجلة بيتزر» المبتكرة، التي تتميز بمخالب مطاطية ناعمة من السيليكون، قطف ثمار الفراولة بسرعة ودقة.

وبالإضافة إلى التطبيقات التي تستخدم الروبوتات الذكية في الزراعة، هناك تزايد ملموس في الشركات التي تعتمد على تقنية إنترنت الأشياء في نقل بيانات التربة والطقس والمحاصيل إلى السحابة الإلكترونية، مثل شركة Arable (www.arable.com)، حيث يجري تحليلها وإرسال المعلومات المستخلصة منها إلى المزارعين عبر الهواتف الذكية والحواسب اللوحية لاستخدامها في التحكم في مياه الري والتسميد حسب الحاجة. وتتيح بعض الشركات، مثل شركة Semios (www.semios.com) مراقبة نمو الآفات والحشرات الضارة، واستخدام المعلومات لتطبيق طرق كيميائية وميكانيكية (مصائد) لتقليل تكاثرها، وبخاصة في الأوقات التي تكون فيها المحاصيل ضعيفة وأكثر عرضة للضرر من تلك الحشرات والآفات.

مراقبة قطعان الماشية

تشهد حلول الذكاء الاصطناعي لرصد الماشية في الوقت الحقيقي تزايداً كبيراً. ويستفيد المزارعون من تقنيات الذكاء الاصطناعي التقليدية، مثل تصنيف الصور، والتعرف على الوجه، والرؤية الآلية، في مراقبة الجوانب الحيوية والسلوكية للماشية مثل حالة الجسم، وأنماط التغذية، وخصائص الجلود للحيوانات. ويمكن تسجيل بيانات دقيقة بصورة فردية عن كل فرد من القطيع. وتساهم الإمكانيات المتاحة، مثل رصد مقدار تناول المياه والغذاء، وتسجيل درجة حرارة الجسم، وتحليل السلوك، في زيادة الطلب في هذا القطاع. وتستخدم هذه البيانات في تحسين التغذية من خلال تحديد متطلبات الحيوانات الفردية وتخصيص الأنظمة الغذائية، مما يضمن أفضل نواتج النمو والصحة. كما يستخدم الذكاء الاصطناعي في تحسين السلالات من خلال تحليل البيانات الوراثية، وتقديم توصيات لأفضل أزواج التربية لتعزيز الجودة الشاملة للماشية. يتم تسهيل تتبع الماشية، ومعرفة أعدادها، في الوقت الفعلي بواسطة الذكاء الاصطناعي، مما يمكّن المزارعين من تحديد مواقع الحيوانات بدقة، مما يعزز السلامة ويسِّر إدارة القطيع[١٤]. وهناك العديد من الشركات الناشئة التي تهدف إلى الاستفادة من هذا المجال الواعد[١٥]. ويبين الشكل رقم ٤ أبرز التطبيقات.



الشكل رقم ٤: أبرز تطبيقات الذكاء الاصطناعي في مجال متابعة الثروة الحيوانية[١٦].

ثانياً: الاهتمام العالمي بتطبيقات الذكاء الاصطناعي في مجال الزراعة

تهتم منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (الفاو) باستخدامات الذكاء الاصطناعي في مجال الزراعة. ويظهر ذلك جلياً من خلال تخصيص جلسة خاصة ضمن منتدى الفاو للعلوم والابتكار لعام ٢٠٢٣ (SIF ٢٠٢٣)[١٦] بعنوان « الذكاء الاصطناعي والأدوات الرقمية لأنظمة الأغذية الزراعية القادرة على الصمود أمام تغير المناخ». تناولت الجلسة التي عقدت في ١٩ أكتوبر ٢٠٢٣ دور التقنيات الرقمية المبتكرة، وخاصة الذكاء الاصطناعي، في تحويل الممارسات الزراعية التقليدية إلى أنظمة تعتمد على البيانات. وشدَّد كبير الاقتصاديين في الفاو على ضرورة تحديد أولويات الاستثمارات بناءً على بيانات دقيقة لبناء القدرة على الصمود وزيادة الإنتاجية في مواجهة تغير المناخ. كما تناولت ضمانات الاستخدام الأخلاقي للأدوات الرقمية لأنظمة الأغذية الزراعية القادرة على الصمود في مواجهة تغير المناخ.

وقد أطلقت منظمة الفاو منصة الخدمات الرقمية (Digital Services Portfolio)[١٧] والتي تشمل عدة تطبيقات منها:

١. التطبيق الرقمي لمنظمة الأغذية والزراعة لتحليل خسائر الأغذية (FLAPP)[١٨]. يستخدم التطبيق الذكاء الاصطناعي للمساعدة في الزراعة من خلال تمكين تحليل أماكن وأسباب حدوث خسائر الأغذية على مستوى المزرعة. وذلك من خلال استخدام البيانات الجماعية التي تُجمع من المزارعين. وبناءً على تحليل البيانات يقترح التطبيق إجراء تدخلات أكثر تحديداً لتقليل الفقد.

٢. تطبيق الهاتف المحمول، «Ugani Kiganjani»، الذي يساعد المزارعين التنزانيين في التنبؤ بالطقس. وهو نظام مبتكر وسهل الاستخدام وفعال من حيث التكلفة يستخدم الهاتف المحمول والإنترنت لتوفير معلومات الطقس وتقويمات المحاصيل والتغذية والثروة الحيوانية ومصايد الأسماك في القطاعات الفرعية في تنزانيا[١٩]. وهو يقدم تنبؤات جوية وخدمات استشارية للمزارعين، بحسب أماكنهم المحددة من خلال نظام GPS، تمكنهم من إعداد الأرض أو الحصاد وفقًا لذلك.

ثالثاً: بعض تجارب الدول العربية في مجال الزراعة الذكية واستخدامات الذكاء الاصطناعي

الأردن

في ٢٣ يونيو ٢٠٢٣، أطلق المركز الوطني للبحوث الزراعية في الأردن، بالتعاون مع منظمة الفاو، تطبيق الهاتف الذكي «مع المزارع»[٢٠] لتوفير منصة خدمية تتيح معلومات زراعية للجميع. ويعمل التطبيق على خمسة محاور هي: تربية الحيوان: يقدم توصيات للممارسات الجيدة في تربية المجترات والدواجن وتربية النحل بالإضافة لمكافحة الأمراض وجداول التطعيمات. الطقس وتقويم المحاصيل: يوفر معلومات عن تنبؤات الطقس ومواعيد الزراعة والحصاد ويقدم نصائح لعمليات الري والتسميد لتحسين المنتج وزيادة الإنتاجية. الحصاد وما بعد الحصاد: يقدم توصيات للمزارعين تشمل طرق التعبئة والتخزين والنقل بالإضافة إلى سبل تجنب أمراض ما بعد الحصاد. الأسواق الزراعية: يوفر أسعار السوق للمنتجات الزراعية، مثل الخضار والفواكه في السوق المركزي. منتدى المزارعين: يسمح للمزارعين بالتواصل فيما بينهم، والتواصل مع الخبراء في المركز الوطني للبحوث الزراعية.

البحرين

في فبراير ٢٠٢١، أنهت الهيئة الوطنية لعلوم الفضاء في مملكة البحرين حصر أعداد النخيل في البلاد[٢١] باستخدام الصور والبيانات الفضائية عالية الدقة. وذلك في إطار توفير المعلومات الفضائية لخدمة التنمية والتقدم العلمي والتنمية المستدامة. وقد استخدمت الهيئة تقنيات الذكاء الاصطناعي للتعامل مع البيانات الضخمة التي تم جمعها من خلال الأقمار الصناعية. وتأتي أهمية هذه الدراسة في تزويد الجهات المعنية بمعلومات دقيقة لمتابعة تطور القطاع الزراعي وحماية البيئة ودعم الأمن الغذائي. وأشارت الدراسة إلى زيادة كبيرة في أعداد النخيل في المملكة بنسبة تقارب ١٦٪ مقارنة بالدراسة السابقة وقد تمت الدراسة كجزء من التحديث الدوري لقاعدة البيانات الجغرافية للزراعة في المملكة.

العراق

في ١٧ يونيو ٢٠٢٣، أعلنت وزارة الزراعة العراقية[٢٢]، بالتعاون مع منظمة الفاو، عن إطلاق تطبيق «الرافدين للإرشاد الزراعي» ليخدم المزارعين في جميع أنحاء جمهورية العراق. ويخدم التطبيق القطاعين النباتي والحيواني، وتعمل الوزارة على نشر استخدام التطبيق بين المزارعين لإتاحة المعلومات والإرشادات الزراعية،

مصر

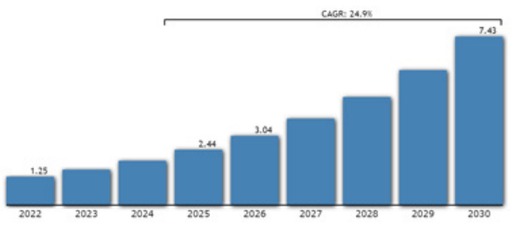
أطلقت وزارة الزراعة المصرية في ٦ ديسمبر ٢٠٢١ تطبيق «هدهد» الذي يعد مساعدًا ذكيًا للفلاح باستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي[٢٣]. ويأتي التطبيق ثمرة تعاون بين وزارتي الزراعة واستصلاح الأراضي، والاتصالات وتكنولوجيا المعلومات في مجال خدمات التحول الرقمي وتطوير منظومة الخدمات الزراعية الإلكترونية. يعتمد التطبيق على التواصل الفعّال مع المزارعين وتوفير محتوى ارشادي رقمي.

كما تشهد مصر جهوداً لتوظيف تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي في حصر المساحات المحصولية باستخدام صور الأقمار الصناعية[٢٤] ويلي ذلك التنبؤ بكمية المحاصيل الناتجة قبل نهاية الموسم الزراعى، ليوضح لمتخذ القرار حجم الكميات التى سوف تنتج من محصول معين فيستطيع تحديد الاحتياجات المطلوبة للتخطيط والعمل على تدبيرها.

كما أطلقت مصر بالتعاون مع منظمة الفاو تطبيق «المفيد فى الأغذية والزراعة»[٢٥]، والذي يمد المزارعين والمرأة الريفية بالمعلومات والخدمات الاستشارية التي تهمهم، ويتكون من خمسة أقسام تغطي زراعة الموالح والبلح والتمور والتغذية الصحية والتربية المنزلية للدواجن وأسعار الجملة للخضر والفاكهة. ويحتوي التطبيق على نصوص كتابية ومقاطع فيديو وتسجيلات صوتية.

رابعاً: البعد الاقتصادي للزراعة الذكية

من المتوقع أن ينمو حجم سوق تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي في الزراعة بشكل كبير في السنوات القادمة. وقد بلغ حجم سوق استخدام الذكاء الاصطناعي في الزراعة ١,٧٠ مليار دولار أمريكي في عام ٢٠٢٣ ومن المتوقع زيادته إلى ٤,٧٠ مليار دولار أمريكي بحلول عام ٢٠٢٨، بمعدل نمو سنوي مركب (CAGR) قدره ٢٢,٥٥٪ خلال الفترة ٢٠٢٣-٢٠٢٨ كما يبين الشكل رقم ٥[٢٦]. ويرد أدناه استعراض لكبرى الشركات في المجال مصحوباً بأهم التطبيقات التي تعمل فيها.



الشكل رقم ٥: حجم السوق العالمي المتوقع للذكاء الاصطناعي في مجال الزراعة[٢٦].

شركة مزارع البحر الأحمر – المملكة العربية السعودية

تأسست شركة مزارع البحر الأحمر[٢٧] في ٢٠١٨، وهي تركز على تطوير وإنتاج الخضروات المقاومة للملوحة باستخدام تقنيات الصوبات الزجاجية المتطورة. وقد أسسها باحثون في جامعة الملك عبد الله للعلوم والتكنولوجيا (KAUST). وتستخدم الشركة المياه المالحة في الزراعة بفضل تطوير سلالات من النباتات تتحمل تلك المياه. كما طوّر باحثوها طريقة لاستخدام المياه المالحة في أنظمة التبريد لتقليل الحاجة إلى عمليات التحلية وتحقيق التبريد المستدام. كما توفر الطاقة من خلال استخدام ألواح الطاقة الشمسية وتصنيع الصوب من زجاج يحجب المزيد من الحرارة ولا يحتاج إلى تشغيل نظم التبريد بصفة مستمرة. ويستخدم الذكاء الاصطناعي في مراقبة النباتات بصفة مستمرة والتحكم في بيئة الصوب الزراعية طبقاً للقياسات. وتؤدي تلك التقنيات إلى تحسين كفاءة استهلاك المياه بنسبة ٨٥-٩٠٪. وهو ما يكافئ توفير ٣٠٠ لتر من المياه العذبة لكل كيلو جرام واحد من الخضروات المُنتجَة.

وقد تعاونت مع مستثمرين من السعودية والشرق الأوسط والولايات المتحدة، وبلغ إجمالي ما حصلت عليه في ثلاث جولات تمويلية مبلغ ٣٦,٥ مليون دولار مما يمكنها من التوسع إقليميا وعالمياً. وهي تقوم حالياً بمشروع تجريبي في صحراء أريزونا بالولايات المتحدة الأمريكية. كما نفذت الشركة مشروعات طموحة في كلٍ من الإمارات العربية المتحدة وقطر.

"بُستانَك" أكبر مزرعة عمودية في العالم – الإمارات العربية المتحدة

في يوليو ٢٠٢٢، أعلنت «الإمارات لتموين الطائرات»، عن افتتاح «بستانِكَ» وهي أكبر مزرعة رأسية تعتمد على الزراعة المائية في العالم بتكلفة ٤٠ مليون

دولار في دبي. وهي مشروع مُشترك مع شركة «كروب وان»، الرائدة عالميًا في الزراعة الرأسية الداخلية[٢٨]. تمتاز المزرعة بالتقنيات العالية، وتشمل الذكاء الاصطناعي، وتستخدم دورة إنتاج مُستمرة تُضمن إنتاجًا نباتيًا مميزاً دون استخدام مُبيدات أو مواد كيماوية. وتبلغ مساحتها ٣٣٠,٠٠٠ قدم مربع، مما يسمح لها بإنتاج أكثر من مليون نبات مُستزرع سنويًا بكمية مياه تقل بنسبة ٩٥٪ عن الزراعة التقليدية. من المتوقع أن يستفيد المسافرون على رحلات طيران الإمارات من هذه المزرعة، حيث ستقدم الخضروات الطازجة في وقت قريب. وتعتزم «بستانِكَ» توسيع نطاق إنتاجها لتشمل الفواكه والخضروات وصولاً إلى عموم المستهلكين.

وقد قامت شركة سيمنز الألمانية بدورٍ حاسم في توفير نظم الميكنة والبنية التحتية لمزرعة «بُستانك»[١٧]، وتستفيد المنشأة من تكنولوجيا سيمنز لتعزيز الكفاءة والاستدامة. سواء في ربط الأنظمة الذكية المستخدمة في جميع أنحاء المزرعة، ومنها أنظمة إدارة المباني والميكنة وأنظمة التحكم لتحسين الإنتاج وتقليل النفايات وضمان الاستدامة. وتستخدم كذلك البنية التحتية الذكية لسيمنز، بإدارة تكييف الهواء والتهوية، والتحكم في الإضاءة ومستويات ثاني أكسيد الكربون. وتستخدم المزرعة مياهاً أقل بنسبة ٩٥٪ من الزراعة التقليدية، وتقوم بتدوير المياه بكفاءة، واستعادة البخار لإعادة التدوير، مما يوفر ٢٥٠ مليون لتر مياه عذبة سنوياً. وتستخدم نتائج التجربة أيضًا في تحسين الاستخدام المستقبلي للتعلم الآلي والذكاء الاصطناعي في العمليات الزراعية.

شركة Ag-Analytics المتخصصة في تحليل بيانات الأراضي

تقدِّم شركة Ag-Analytics، والتي تأسست عام ٢٠١٨ في الولايات المتحدة الأمريكية، خدمات قائمة على الذكاء الاصطناعي تتعلق بالإنتاج الزراعي[٢٩]. حيث تجمع الشركة بيانات الأراضي الزراعية ويتم تخزينها في السحابة الإلكترونية الخاصة بشركة مايكروسوفت (Azure)، وإتاحتها للمزارعين لتمكين الزراعة الدقيقة[٣٠]، مما يساعدهم على اتخاذ قرارات أفضل على المدى القصير والطويل. وتسهم الشركة في مراقبة الموارد الطبيعية للأرض وإدارتها باستخدام تقنية الذكاء الاصطناعي. وتتيح نتائج البيانات وتحليلاتها التي تستخدم فيها الذكاء الاصطناعي للمزارعين من خلال أدوات مثل FarmScope التي تجمع بين مصادر البيانات المتنوعة بما في ذلك الأقمار الصناعية والطقس والتربة والمحاصيل التاريخية ومعدات المزرعة لإنشاء صورة للحالة الحالية لحقول المزرعة وتوقعات الإنتاج المستقبلي. مما يمنح المزارعين المعلومات اللازمة للتحول بشكل عملي إلى ممارسات الحفاظ على البيئة تحقيق المزيد من الأرباح.

التحديات التي تحول دون تنفيذ تقنيات الزراعة الذكية

يواجه تطبيق تقنيات الزراعة الذكية عدة تحديات

١. تكلفة التكنولوجيا: حيث تتطلب تقنيات الزراعة الذكية استثمارات كبيرة، قد تفوق قدرة المزارعين على التحمل، وخاصة في المناطق التي تعتمد بشكل كبير على العمالة البشرية في الزراعة. وفي حالات كثيرة، لا يتوافر الدعم المالي للمزارعين.

٢. ضعف إلمام المزارعين بالتقنيات الحديثة: يعيق انخفاض مستويات التعليم بين المزارعين استخدام التكنولوجيا على الوجه الأكمل ويدفعهم إلى تفضيل أساليب الزراعة التقليدية. لذلك يعد محو الأمية الرقمية أمرًا بالغ الأهمية.

٣. عدم التكامل بين الأنظمة: تحتاج تقنيات الزراعة الذكية إلى قدر أكبر من التكامل بين الأنظمة المختلفة، وتحديداً ما بين أنظمة الإنتاج وإدارة الموارد وأدوات صنع القرار. لذا يلزم تحسين الاتصال بين العلوم الزراعية وعلوم المعلومات.

٤. ضعف البنية التحتية للاتصالات: يؤثر ضعف البنية التحتية للاتصالات في المناطق الريفية على نقل البيانات، وفي أغلب الأحيان لا يمكنها تحقيق متطلبات تقنيات الزراعة الذكية التي تتطلب الاتصال بالإنترنت في الوقت الحقيقي، نتيجة ضعف إشارات التغطية وقلة سرعات النقل.

٥. محدودية القدرة على إدارة البيانات: يواجه المزارعون صعوبات في تنظيم واستخدام البيانات الواردة من أجهزة الاستشعار، بالإضافة إلى ضعف القدرة على الاستفادة من المعلومات التي توفرها محطات الأرصاد الجوية واستخدامها بشكل فعال.

٦. ويعد التغلب على هذه العقبات أمرًا بالغ الأهمية للتنفيذ الناجح لتقنيات الزراعة الذكية.

الخلاصة

يمكن للذكاء الاصطناعي أن يوفر حلولاً تسهم في تحقيق الأمن الغذائي من خلال تطبيق مبادئ الزراعة الذكية والزراعة الدقيقة. وتتنوع التطبيقات من مراقبة المحاصيل والتربة لمعرفة احتياجاتها من المياه وأطوار نموها، وتمهيد الطريق لاستخدام نظم الري الذكية وتقليل استخدام المبيدات الضارة، إلى التعرف على النباتات والحشائش الدخيلة والضارة، وعلى الحشرات والآفات التي تصيب المزروعات، والتخلص منها بطرق موجهة ودقيقة وغير ضارة، مثل الكي بالليزر أو الاستخدام الرشيد للمبيدات. وبمعرفة معلومات دقيقة عن التربة ومكوناتها، وعن السلالات النباتية المختلفة، يمكن اختيار أنسب المحاصيل وضمان تحسين إنتاجيتها – وهو ما يمثل توسعاً رأسياً للرقعة الزراعية في ظل محدودية القدرة على توسعها أفقياً.

هناك اهتمام عالمي وعربي بهذا التوجه، يبرز من خلال بدء نشر التطبيقات الذكية المساعدة للمزارعين، ووجود بعض الأمثلة الواعدة للزراعة في المناطق الصحراوية سواءً باستخدام المياه المالحة أو بترشيد الاستخدام من خلال أنظمة الري الذكي وإعادة تدوير مياه الري. إلا أن هذه التطبيقات لا تزال في مرحلة ناشئة. والمجال مفتوح لزيادتها كماً وكيفاً – حيث تشير التقديرات إلى أن سوق استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي في الزراعة قد يصل إلى ٨ مليارات دولار سنوياً بحلول عام ٢٠٣٠، وهو ما يظهر من خلال تحقيقه لمعدلات نمو تقارب ٢٥٪ سنوياً.

من الضروري أن تتضافر الجهود الحكومية مع جهود القطاع الخاص للاستفادة من هذه التقنية، حيث يمكن أن تسهم الجهود الحكومية في توفير البيانات الكميّة، بصورة آمنة، مما يساعد في تدريب أنظمة الذكاء الاصطناعي وتحسين مخرجاتها، وكذلك في تحسين البنية التحتية للاتصالات التي تخدم إنترنت الأشياء، وتوفير صور الاستشعار من البعد على اختلاف منصاتها. بينما يأتي دور القطاع الخاص في تطوير نماذج أعمال يمكن من خلالها الاستفادة من التقنيات الحديثة في صورة «خدمات» تقدم إلى المزارعين، مما يقلل من عبء التكلفة العالية للمزارعين ويتغلب على مشكلة عدم الإلمام بالتقنيات الحديثة.

المراجع

1. Taneja, A.; Nair, G.; Joshi, M.; Sharma, S.; Sharma, S.; Jambrak, A.R.; Roselló-Soto, E.; Barba, F.J.; Castagnini, J.M.; Leksawasdi, N.; et al. "Artificial Intelligence: Implications for the Agri-Food Sector." Agronomy 2023, 13, 1397. https://doi.org/10.3390/agronomy13051397

2. Louis Columbus 10 Ways AI Has The Potential To Improve Agriculture In 2021 (forbes.com) Accessed December 6th 2023. (Available at https://www.forbes.com/sites/louiscolumbus/2021/02/17/10-ways-ai-has-the-potential-to-improve-agriculture-in-2021) Dhanaraju, M.; Chenniappan, P.; Ramalingam, K.; Pazhanivelan, S.; Kaliaperumal, R. "Smart farming: Internet of Things (IoT)-based sustainable agriculture". Agriculture 2022, 12, 1745 (https://doi.org/10.3390/agriculture12101745)

3. Xing Yang, Lei Shu, Jianing Chen, Mohamed Amine Ferrag, Jun Wu, Edmond Nurellari and Kai Huang, "A Survey on Smart Agriculture: Development Modes, Technologies, and Security and Privacy Challenges," IEEE/CAA J. Autom. Sinica, vol. 8, no. 2, pp. 273-302, Feb. 2021. doi: 10.1109/JAS.2020.1003536

4. Patrício, D.; Rieder, R. "Computer vision and artificial intelligence in precision agriculture for grain crops: A systematic review". Comput. Electron. Agric. 2022, 153, 69–81.

5. BitRefine Company Website Plant disease detection (bitrefine.group) Accessed December 7th 2023.

6. Company Website DeepLeaf – Predict the future by making it Accessed December 6th 2023.

7. Innovative AgriTech Firm Develops AI Solutions for Enhanced Crop Yields in Morocco (ts2.space) Accessed December 7th 2023.

8. Li, W.; Zhu, T.; Li, X.; Dong, J.; Liu, J. "Recommending advanced deep learning models for efficient insect pest detection". Agriculture 2022, 12, 1065.

9. Company Website Carbon Robotics Accessed December 8th, 2023

10. AI comes to the farm: New technology tackles acres of weeds quickly by using robotics and lasers (foxbusiness.com) Accessed December 8th, 2023.

11. WeedBot - High precision laser weeding technology Accessed December 8th, 2023.

12. M. Aruna Devi, D. Suresh, D. Jeyakumar, D. Swamydoss and M. Lilly Florence, "Agriculture Crop Selection and Yield Prediction using Machine Learning Algorithms," 2022 Second International Conference on AI and Smart Energy (ICAIS), Coimbatore, India, 2022, pp. 510-517.

13. Company Website, Harvest CROO Robotics Accessed December 8th, 2023.

14. Neethirajan, S. "Artificial Intelligence and Sensor Technologies in Dairy Livestock Export: Charting a Digital Transformation". Sensors 2023, 23, 7045.

15. Company Website Smart Farms: A Guide to AI in Livestock Monitoring (saiwa.ai) Accessed December 9th, 2023.

16. FAO, World Food Forum: The pivotal role of Artificial Intelligence (AI) and digital tools in making agrifood systems climate resilient (fao.org) Accessed December 6th 2023.

17. FAO Digital Services Portfolio Accessed December 6th 2023.

18. Knowledge for Action: the launch of FAO Food Loss App (FLAPP) (fao.org) Accessed December 6th 2023.

19. Ugani Kiganjani – Agricultural services in the palm of your hand (fao.org) Accessed December 6th 2023.

20. "مع المزارع" تطبيق ذكي للإرشاد الزراعي | صحيفة الرأي (alrai.com) تم الاطلاع عليه في 6 ديسمبر 2023.

21. باستخدام الذكاء الاصطناعي.. فريق من الهيئة الوطنية للفضاء يتمكن من حصر العدد الفعلي للنخيل في مملكة البحرين (bna.bh) تم الاطلاع عليه في 6 ديسمبر 2023.

22. الزراعة والفاو تطلقان التطبيق الرقمي "الرافدين للإرشاد الزراعي" وكالة الأنباء العراقية (ina.iq) تم الاطلاع عليه في 6 ديسمبر 2023.

23. وزارة الزراعة واستصلاح الأراضى - وزيرا الزراعة والاتصالات يعلنان الاطلاق التجريبى لخدمات التحول الرقمى فى القطاع الزراعي (moa.gov.eg) تم الاطلاع عليه في 6 ديسمبر 2023.

24. "الزراعة" و "الاستشعار من البعد" يوقعان بروتوكول تعاون لحصر وتصنيف المساحات المنزرعة باستخدام الذكاء الاصطناعي-الهيئة العامة للإستعلامات (sis.gov.eg) تم الاطلاع عليه في 6 ديسمبر 2023.

25. الزراعة والفاو تطلقان حملة ترويجية للإرشاد الزراعي الرقمي-الهيئة العامة للاستعلامات (sis.gov.eg) تم الاطلاع عليه في 6 ديسمبر 2023.

26. AI in Agriculture Market Size USD 7.43 Billion by 2030 (vantagemarketresearch.com) Accessed December 8th 2023

27. Website: Red Sea Farms Accessed December 7th 2023.

28. الإمارات لتموين الطائرات تفتتح في دبي أكبر مزرعة رأسية في العالم (mediaoffice.ae) تم الاطلاع عليه في 7 ديسمبر 2023.

29. Ag-Analytics Website Home | Analytics.ag Accessed December 7th 2023.

30. Microsoft AI Website microsoft.com/en-us/ai/ai-for-earth-ag-analytics Accessed December 7th 2023.

Abstract

Remote Sensing and Artificial Intelligence Serving Precise and Smart Agriculture

Yahya Zakaria Mohasseb

Arab Academy for Science, Technology and Maritime Transport

There is a notable increase in images and data available from remote sensing satellites, whether large traditional satellites or constellations of small ones. The use of drones to survey smaller, more focused areas has also increased. The Internet of Things (IoT) adds a new dimension, demonstrated by the ability to collect a large amounts of data from sensors of various types in one location for classification and analysis. Thus, the real challenge becomes the ability to analyze this huge amount of data and benefit from it to solve critical problems for humanity,, aggravated by climate change and the scarcity of water resources,, which is what AI can provide. Although agriculture, and the associated livestock production , are among the basic pillars of achieving food security,,it is one of the areas most affected by climate change. Therefore, it has become necessary to exploit modern technologies in the service of agriculture. This paper reviews the applications of artificial intelligence in the field of smart and precision agriculture, and the preservation and development of livestock, and reviews examples of practical applications of this technology and the experiences of Arab and foreign countries. The research concludes by pointing out the difficulties facing this promising field and how to overcome them.

Keywords: Artificial Intelligence; Remote Sensing Technologies; Smart Agriculture; Precise Agriculture; Livestock