

تقنيات الذكاء الاصطناعي (AI) في تنمية القطاع الزراعي

م. م. ابتهاج عبد العباس معضد البرقعلاوي
وزارة التربية / مديرية تربية الديوانية
iabdalabbas@gmail.com

ا. د. انتظار ابراهيم حسين
جامعة القادسية / كلية الآداب
intidar.hussien@qu.edu.iq

تاريخ استلام البحث : ٢٠٢٥/٣/٢٧

تاريخ قبول البحث : ٢٠٢٥/٤/١٠

الملخص:

يهدف البحث الى تسليط الضوء على تطبيقات الذكاء الاصطناعي في القطاع الزراعي كونه احد التقانات الحديثة التي دخلت حيز التنفيذ والتأثير في مجالات اقتصادية متعددة ومنها المجال الزراعي إذ اضافت هذه التقنية طرائق لتحسين الانتاجية ونوعية المحاصيل فضلاً عن استعمال الموارد بالشكل الافضل وقد تم الاعتماد على المنهج التحليلي احد دعائم المنهج العام للجغرافية متحداً مع الطريقة الاستقرائية لتحقيق النتائج العلمية المتوخاة من البحث الذي تضمنت هيكلته مقدمة تضمنت الاطار النظري للبحث وثلاثة مباحث سلط المبحث الاول منها على نبذة مختصرة حول تقنية الذكاء الاصطناعي ومجالاتها في القطاع الاقتصادي ، اما المبحث الثاني فقد بين اهم طرائق تطبيق تقنية الذكاء الاصطناعي في القطاع الزراعي، في حين اهتم المبحث الثالث بالعلاقة بين تقنية الذكاء الاصطناعي والتنمية الزراعية وختم البحث بالاستنتاجات وبعض المقترحات وقائمة المراجع والمصادر.

الكلمات المفتاحية : الذكاء، الاصطناعي ، القطاع، الزراعي، واستدامته

Artificial Intelligence (AI) Technologies in Agricultural Sector Development

Prof. Dr. Intidar Ibrahim Hussein
University of Al-Qadisiyah
College of Arts
intidar.hussien@qu.edu.iq

Assist.Lec. Ibtihaal Abdul Abbas Muadh
Ministry of Education / Directorate of
Education Diwaniyah
iabdalabbas@gmail.com

Date received: 27/3/2025

Acceptance date: 10/4/2025

Abstract:

The research aims to shed light on the applications of artificial intelligence in the agricultural sector, as it is one of the modern technologies that has entered into force and has an impact in various economic fields. Including the agricultural field, this technology has added methods to improve productivity and crop quality. In addition to using resources in the best way, the analytical approach, one of the pillars of the general geography approach, was relied upon, combined with the inductive method, to achieve the scientific results sought from the research, the structure included an introduction that included the theoretical framework of the research and three chapters, the first of which focused on a brief overview of artificial intelligence technology and its fields in the economic sector, The second section showed the most important methods of applying artificial intelligence technology in the agricultural sector, While the third section focused on the relationship between artificial intelligence technology and agricultural development, the research concluded with conclusions, some proposals, and a list of references and sources.

Keywords: intelligence, artificial intelligence, agricultural sector, and its sustainability

المقدمة:

تواجه الزراعة التقليدية تحديات كثيرة منها التغير المناخي ونقص الموارد الطبيعية وزيادة الطلب على الغذاء ونقص الايدي العاملة وغيرها من التحديات التي يمكن التصدي لها عن طريق بعض التقانات الحديثة ومنها تقنية الذكاء الاصطناعي كحل واعد لمواجهةها بالاتحاد مع تقنية نظم المعلومات الجغرافية ليقدماً معاً حلاً مبتكرة للتنمية الزراعية وتحدياتها ، وسوف نوضح اسلوب البحث ومنهجيته على النحو الآتي:

١. مشكلة البحث: يمكن صياغة مشكلة البحث على شكل السؤال الآتي: (كيف يمكن استثمار تقنيات الذكاء الاصطناعي في تنمية وتطوير القطاع الزراعي)

٢. فرضية البحث: تتمثل الفرضية العلمية للبحث بأن للتكنولوجيا المتطورة تأثير واضح ومميز في تطوير وتنمية القطاع الزراعي واستثماراته المتنوعة وبشقيه النباتي والحيواني فهو احد القطاعات الاقتصادية الكبيرة والمهمة لأي بلد وهو المورد غير الناضب لها اذا ما تمت عملية تنميته وتطويره باستمرار للوصول الى استدامته ومن ضمن التقنيات الحديثة التي اصبح لها دور كبير في القطاع الاقتصادي والزراعي منه يشهد العالم بحوث متعددة لتوضيح تلك الامكانيات الممكنة لتفعيل تلك التقنية في تنمية القطاع الزراعي ومنها بحثنا الحالي.

٣. اهمية البحث: تأتي اهمية البحث في كون القطاع الزراعي احد القطاعات الاقتصادية المهمة التي توفر الغذاء لسكان العالم والذي يعد احد المقومات الاساسية للإنسان والتي لا يمكن الاستغناء عنها وهذا يدفع بالعاملين والمستثمرين الى ايجاد طرق للزراعة حديثة تلبي متطلبات السكان وتبتعد عن الطرق التقليدية التي باتت تؤثر على انتاجية المحاصيل والتربة لتقل قدر الممكن من الاضرار عليها بواسطة تلك التقنيات الحديثة ومنها تقنية الذكاء الاصطناعي.

٤. منهج البحث: تم اعتماد المنهج التحليلي وهو احد عناصر المنهج العام لعلم الجغرافية لتوضيح مدى امكانية توظيف واستثمار تقنية الذكاء الاصطناعي في تنمية القطاع الزراعي عن طريق استعمال الطريقة الاستقرائية من البحوث والدراسات العلمية التي كان محور اهتمامها استعمال تقنية الذكاء الاصطناعي لتطور وتنمية المجال الاقتصادي والزراعي.

المبحث الاول

نبذة مختصرة حول تقنية الذكاء الاصطناعي ومجالاتها في القطاع الاقتصادي

ان الثورة المعلوماتية والمعرفية الهائلة انتجت تقنية حديثة تعمل على محاكاة الآلة لسلوك وتفكير العقل البشري وتقوم على اساس تجميع البيانات الضخمة ومعالجتها في وقت قصير بشكل يعجز الانسان عنه وهذه التقنية هي الذكاء الاصطناعي (Artificial Intelligence)⁽¹⁾. بل ويشير البعض الى انها نتاج للثورة الصناعية الرابعة ، اذ يمكن التوضيح ان اول من استعمل مصطلح الذكاء الاصطناعي هو (جون مكارثي عام ١٩٥٦) واخترعه لغة البرمجة (LISP) عام ١٩٥٨ ومن ثم قدم عالم الحاسبات (جوزيف فايزنباوم عام ١٩٦٦) لغة (ELIZA) التي يمكن من خلالها اقامة اتصال بين البشر والآلات وفي عام ١٩٦٩ قدم معهد ستانفورد للأبحاث والتطوير رباتاً قادراً على الحركة والادراك وحل المشكلات. وتطورت تلك الروبوتات خلال التسعينيات وعند دخول الالفية الثانية بدأت تحاكي العقل البشري⁽²⁾. وقد شهدت السنوات المعاصرة تطوراً هائلاً في تقنيات الذكاء الاصطناعي بحث اخترق معظم المجالات العلمية والاقتصادية الصناعية والزراعية.

يعرف الذكاء الاصطناعي بأنه انظمة تستعمل تقنيات قادرة على جمع البيانات واستعمالها للتنبؤ او للتوصية او لاتخاذ القرار بمستويات متفاوتة من الحكم الذاتي واختيار افضل اجراء لتحقيق اهداف معينة⁽³⁾، او هو مجموعة الجهود المبذولة لتطوير نظم المعلومات وتجميع البيانات بطريقة تستطيع تلك النظم ان تتصرف وتفكر بأسلوب مماثل للبشر وان تتعلم اللغات الطبيعية وانجاز مهام فعلية بتنسيق متكامل او استعمال لصور واشكال إدراكية لترشيد السلوك المادي ويستطيع بالوقت نفسه تخزين الخبرات والمعارف الإنسانية المتراكمة واستعمالها في عملية اتخاذ القرار، في حين يعرفه قاموس اكسفورد بأنه نظرية وتطوير انظمة كمبيوتر قادرة على اداء المهام التي تتطلب عادة الذكاء البشري، فهو برنامج حاسوبي شديد التطور يحاكي السلوك البشري او التفكير ويمكن تدريبه على حل مشكلات معينة وهو مزيج من تقنيات التعلم الآلي والتعلم العميق⁽⁴⁾. وبناءً على هذه المفاهيم لتقنية الذكاء الاصطناعي يمكن التأكيد على انه احد العلوم الحاسوبية التي تهدف الى فهم طبيعة الذكاء البشري عن طريق تصميم برنامج للحاسب الآلي قادر على محاكاة السلوك البشري الذكي من خلال تحقيق مبدئين هما:⁽⁵⁾

- مبدأ تمثيل البيانات في الحاسب الآلي اي تخزين البيانات ومعالجتها للوصول لنتائج دقيقة

- مبدأ البحث والتفكير بحيث يقوم الحاسب الآلي بالبحث على افضل الخيارات المتاحة امامه وتطبيقها وفقاً لمعايير موضوعة له ومن ثم اتخاذ الحل او القرار الامثل
- اما اهم تطبيقات تقنية الذكاء الاصطناعي والتي اتسعت في العديد من المجالات فهي:^(٦)
١. تطبيقات الواجهة البيئية الطبيعية وتشمل عدد من المجالات مثل فهم اللغات الطبيعية وتقنيات الواقع الافتراضي وتمثيل المعرفة والتعرف على الكلام (اللغة).
 ٢. تطبيقات الآلات الذكية وتشمل الادراك البصري والادراك الحسي والتنقل الحركي وغيرها.
 ٣. تطبيقات العلوم الادراكية مثل النظم الخبيرة ونظم التعلم والمنطق الغامض والخوارزميات الجينية.
- تتكون تقنيات الذكاء الاصطناعي من أنظمة متعددة تعتمد على مدى التطور والدقة في النظام الحاسوبي والبرمجيات التي تسهم في التنقيب عن المعلومات وتخزينها ويمكن اجمال تلك النظم على النحو الآتي:^(٧)
- أولاً: النظم الخبيرة: وهي البرامج المعلوماتية التي تهدف الى محاكاة سلوك الانسان الخاص بالخبراء في ميدان معرفي معين ليحل محله الذكاء الاصطناعي وهذه النظم الخبيرة تستعمل في مجال الاعمال لتقديم النصح والمشورة حيث لا تعد بديلاً عن متخذ القرار نفسه ومنها :
- الاصطناعية الشبكات العصبية: هي شبكات تحاكي في تصميمها بنية الدماغ البشري وطريقة عمله وتستند الى نظم قواعد المعرفة الموزعة على مجموعة من النظم والبرامج التي تعمل من خلال عدد كبير من المعالجات وهي تسهم في عملية صناعة القرار وتستعمل بشكل واسع في مجال المال والاعمال.
- ثانياً: نظم الخوارزميات الجينية: هي برامج الكمبيوتر التي تحاكي عمليات بيولوجية من اجل تحليل مشاكل النظم التطويرية وتقوم هذه التقنية على فكرة عملية لبرنامج حاسوبي تتنافس فيه الحلول الممكنة للقرار مع بعضها البعض وصولاً للأفضل وتعد احد الطرائق الهامة والفعالة للتعامل مع مسائل الاستقصاء والبحث عن الأمثلية ووصفت بالجينية لاعتمادها الشديد على محاكاة عمل الجينات الوراثية للتوصل الى الحل الأمثل وتستعمل في مجالات الاعمال المالية والمصرفية والعمليات اللوجستية والتحكم في حركة الموارد.
- ثالثاً: نظم المنطق الغامض او الضبابي: ويطلق عليه المنطق المبهم وهي طريقة تعتمد على الادراك وتحاكي طريقة ادراك العنصر البشري من حيث تقدير القيم عن طريق بيانات غير ضبابية وتستعمل هذه التقنية بشكل كبير في مجال التنبؤات والاستثمار والعائد المتوقع من الاوراق المالية.

رابعاً: نظم الوكيل الذكي: ويعرف بأنه عبارة عن كائن يستطيع ادراك بيئته الموجود فيها عبر المستشعرات التي يمتلكها ومن ثم التجاوب معها بواسطة آليات تنفيذ ويعد احد تطبيقات التقيب عن البيانات من شبكة الانترنت ويستعمل الوكيل الذكي في مجالات التجارة الالكترونية

اما اهم خصائص تقنية الذكاء الاصطناعي فهي (8):

١. القدرة على التعلم اي اكتساب المعلومات ووضع قواعد استعمالها .
 ٢. امكانية جمع وتحليل البيانات والمعلومات وانشاء علاقة في ما بينهما.
 ٣. اتخاذ القرارات بناء على عملية تحليل المعلومات.
- تشير معظم الدراسات المكانية التي تهتم بنظم المعلومات الجغرافية بأن هناك الكثير من الادوار التي يؤديها الذكاء الاصطناعي ذات العلاقة بعلم الجغرافية وفروعه المتنوعة ونذكر منها على النحو الاتي:(9)

١. تحليل البيانات المكانية
٢. التنبؤات البيئية
٣. تحسين كفاءة نظم المعلومات الجغرافية
٤. سهولة القيام بالتصنيف المكاني او تحديد الانماط المكانية
٥. نمذجة التوسع الحضري والتخطيط العمراني
٦. تحقيق فعالية استعمال الاستشعار عن بعد
٧. مراقبة استعمال الموارد الطبيعية وادارتها
٨. تحليل الشبكات الاجتماعية المكانية وتحديد مواقعها

ومن اهم المجالات التي ذاع فيها استعمال تقنية الذكاء الاصطناعي هو المجال الاقتصادي الذي يعول عليه دفع عجلة النمو الاقتصادي وزيادة كفاءة مستويات الانتاج، اذ تم استعمال اقتصاديات الذكاء الاصطناعي في الأدبيات الاقتصادية في الآونة الاخيرة التي تعني بشكل عام دراسة الأفكار الأساسية حول الذكاء الاصطناعي المتعلقة بالاقتصاد بداية من النفقات التي تمول ابحاث الذكاء الاصطناعي مروراً بالآثار الاقتصادية لظهور الذكاء الاصطناعي مثل تأثيره على الاسعار والأجور وتسريع نمو الإنتاج والتأثير المحتمل على معدل البطالة وانتهاءً بإجراء الأبحاث الاقتصادية التطبيقية من خلال تقنيات الذكاء الاصطناعي(10). ويمكن الوقوف على اهم الأبعاد الاقتصادية لتقنيات الذكاء الاصطناعي من خلال النقاط الآتية (11):

١. التأثير على سلاسل القيمة العالمية من خلال هندسة المنتجات والعمليات الانتاجية او الخدمية من حيث انتاج منتجات او خدمات اعلى جودة واقل تكلفة.
٢. تعزيز دقة التوقعات المستقبلية من خلال تخزين بيانات ضخمة وتقوم بمعالجتها على ايجاد بيئة عمل اكثر قابلية للتنبؤ واقل مخاطرة.
٣. دراسة اتجاهات واحتياجات طلب المستهلكين من خلال توفير بيانات ومعلومات عن المستهلك تمكن التنبؤ باحتياجات المستهلكين
٤. زيادة المكاسب الاقتصادية من خلال عمليات الانتاج وتقديم الخدمات من دولة لأخرى بحسب حجم الاستثمارات والظروف والاوزاع الاقتصادية وحجم السوق.
٥. تعزيز القرار الاستثماري إذ يمكن للمستثمرين سواء اكانوا افراد ام شركات ام حكومات تجديد الفرص الاستثمارية المتاحة والمقارنة والاختيار بين انسبها للاستثمار.
٦. زيادة انتاجية القطاعات الانتاجية السلعية الرئيسة التي تعمل على تحليل الكم الهائل من المعلومات والبيانات المخزونة والتوصل الى الابحاث العلمية في المجالات الصناعي والزراعي ومحاكات تطبيقها للوصول لأفضل النتائج.
٧. الاثر في عملية التصنيع من خلال مجموعة متنوعة من الفرص لتحسين مراحل عملية التصنيع ومن اهمها مراقبة الجودة وتسريع عمليات التصميم وتقليل كمية المواد المهدورة وانتهاج اسلوب زيادة اعادة التدوير وتنفيذ الصيانة الوقائية ومن ثم زيادة كفاءة الانتاج وتقليل النفقات مما يؤدي الى ضمان جودة الانتاج وباستمرار.

المبحث الثاني

طرائق تطبيق تقنية الذكاء الاصطناعي في القطاع الزراعي

يعد القطاع الزراعة أحد أهم قطاعات الاقتصاد، وتؤدي التكنولوجيا دوراً متزايداً بالأهمية ولاسيما تكنولوجيا تطبيقات الذكاء الاصطناعي ذات تأثير واضح جدا في هذا القطاع. وفيما يلي بعض الطرائق التي يتم بها تطبيق تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي فيه:

١. طرائق ادارة المياه وترشيد استعمالها:

ان إحدى أكبر التحديات التي تواجه الزراعة هي ندرة المياه لاسيما في المناطق التي تعاني من شحة الموارد المائية والجفاف فكان لتقنية الذكاء الاصطناعي المساعدة في تحسين ادارة المياه من خلال تحليل البيانات الخاصة بالتربة والمناخ وتحديد افضل طرائق الري ومنها طريقة الري الذكي التي تستعمل خوارزميات الذكاء الاصطناعي لتحليل بيانات التربة والمناخ وتحديد الوقت المناسب لري المحاصيل مما يقلل من هدر المياه ويزيد من فاعلية الري إذ يمكن لأنظمة الاستشعار المتصلة بتقنية الذكاء الاصطناعي قياس مستويات الرطوبة في التربة وتحديد كميات المياه اللازمة لكل جزء من الأرض الزراعية بدقة.⁽¹²⁾

٢. طريقة التنبؤ بالمحاصيل وزيادة الانتاجية

ان تحسين الانتاجية الزراعية وتوقعات المحاصيل هي إحدى أهم الفوائد التي يقدمها الذكاء الاصطناعي فالتنبؤ بالمحصول بناءً على البيانات التاريخية والظروف المناخية الحالية جعلت من الممكن التنبؤ بالعوائد الزراعية قبل وقت طويل من الحصاد مما يمكن المزارعين للتخطيط بشكل افضل.

٣. طرائق تسريع فاعلية مكافحة الآفات والأمراض

تشكل هذه الآفات والأمراض تهديداً كبيراً على الزراعة وغالباً ما تؤدي الى خسائر كبيرة في المحاصيل لذا كان لتقنية الذكاء الاصطناعي دور كبير في رصد تلك الآفات والأمراض بشكل سريع وفعال مما يسمح للمزارعين بالتصرف قبل حدوث اضرار كبيرة او التقليل منها باستعمال تقنيات الرؤية الحاسوبية للتعرف على انماط الضرر التي تسببها الآفات على النباتات من خلال تحليل صور النباتات المصابة والكشف عنها بالسرعة الممكنة بواسطة تحديد المواقع الدقيقة التي تحتاج الى المبيدات الحشرية او اي علاج اخر مما يقلل من استعمال المواد الكيميائية وتحقيق المعالجة الدقيقة وحماية البيئة^(١٣).

٤. طريقة إدارة التربة وتحسين خصوبتها

التربة احد عناصر العملية الزراعية الرئيسية وهي العامل الاساسي في نجاح انتاجية المحاصيل الزراعية ولكن ادارتها بشكل فعال يتطلب معرفة تفصيلية عن نوعها ومستوى خصوبتها وهذا ما توفره تقنية الذكاء الاصطناعي فيتم تحليل البيانات الجغرافية الخاصة بالتربة لتقديم المقترحات حول الاسمدة الافضل استعمالاً فضلاً عن تحديد طرائق تحسين خصوبة التربة وعدم اجهادها.⁽¹⁴⁾

٥. طريقة التنبؤ بالتغيرات المناخية والطقسية

تتأثر المحاصيل الزراعية بالتغيرات المناخية والطقسية بشكل كبير قد يؤدي الى حدوث اضرار كبيرة فيها وتعرضها للجفاف بسبب ارتفاع درجة الحرارة او للفيضانات بسبب السيول او كثرة الامطار ولتقادي تلك الاضرار تم الاستفادة من تقنية الذكاء الاصطناعي في تحليل البيانات المناخية والتنبؤ بالطقس واحوال الظروف الجوية بدقة مما يمكن المزارعين من اتخاذ القرارات الاستباقية التي تبني على التنبيهات المبكرة لدرء مخاطر الفيضانات او العواصف او الصقيع وتوفير المياه في حالة حدوث الجفاف او تقنين مياه الري ووضع المقترحات للحماية من الكوارث المناخية مما يسمح للمزارعين بالتخطيط للموسم الزراعي بشكل افضل. (15)

٦. طرائق معالجة النقص بالأيدي العاملة

تعاني بعض المناطق الزراعية من نقص في الأيدي العاملة وهو يؤثر على انتاجية المحاصيل وعدم كفاءة الاراضي الزراعية لذا تساهم تقنية الذكاء الاصطناعي في معالجة هذه المشكلة من خلال توفير روبوتات زراعية قادرة على تنفيذ المهام الزراعية المختلفة مثل الحصاد والري والتسميد ومكافحة الآفات ومراقبة المحاصيل عن بعد.

٧. طرائق ادارة المخلفات الزراعية

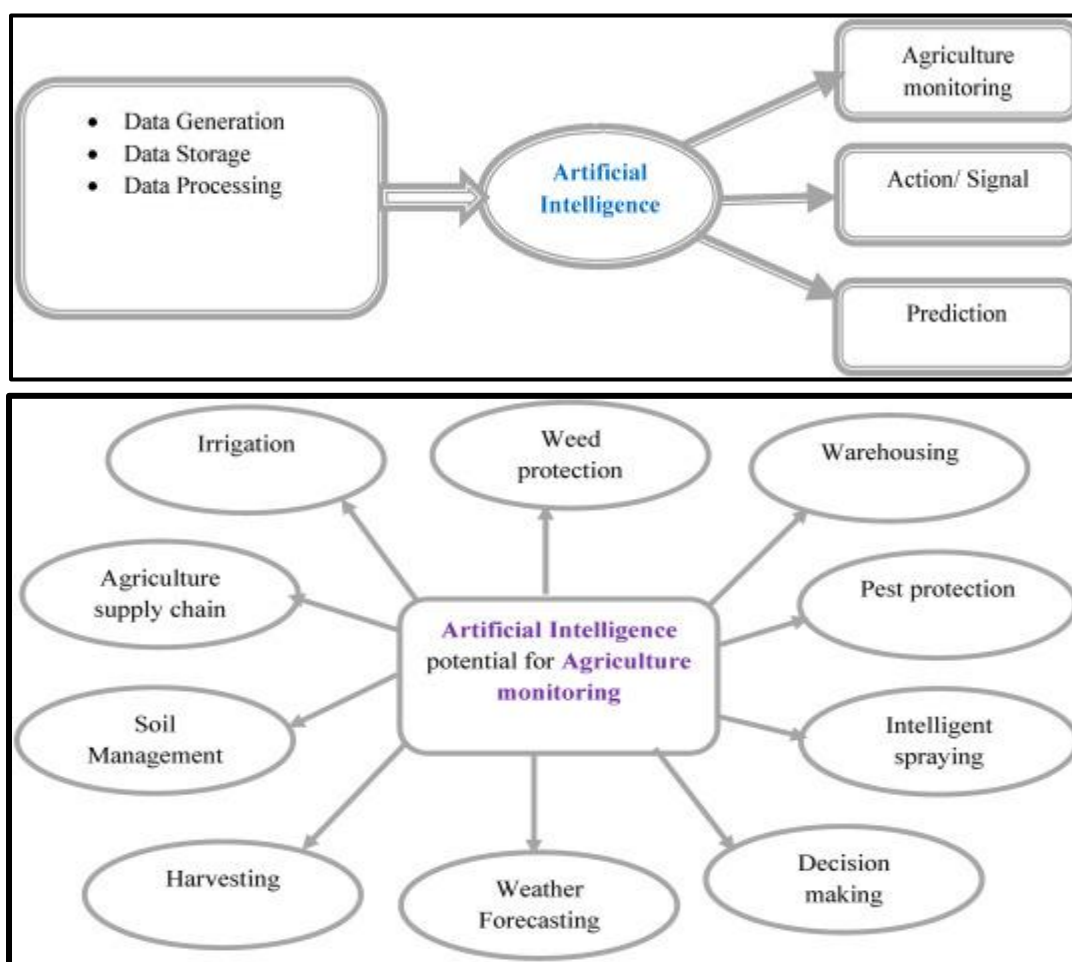
يقدم الذكاء الاصطناعي حلول كثيرة لتحليل المخلفات واستعمالها بشكل فعال لإنتاج الطاقة او تحسين التربة من خلال اعادة تدويرها مثلاً استعمالها كأسمدة عضوية او انتاج طاقة حيوية فضلاً عن مساعدة تقنية الذكاء الاصطناعي في تقليل الهدر الزراعي من خلال تحليل سلاسل التوريد وتحسين العمليات الانتاجية. (16)

يتضح مما تقدم ان لتقنية الذكاء الاصطناعي طرائق متنوعة ممكن ان يستفاد منها المستثمرين في القطاع الزراعي واهمها مراقبة صحة المحاصيل والتربة إذ يمكن للطائرات بدون طيار النقاط بيانات الصور الجوية التي يمكن استخدامها لمراقبة ظروف المحاصيل والتربة والكشف عن الحشرات وأمراض النباتات أذ تمكن تلك الطرق تطوير الخوارزميات على اكتشاف الآفات والأمراض في المحاصيل، ومراقبة صحة الماشية من خلال استخدام أجهزة الاستشعار لمراقبة صحتها. وهذا يمكن أن يساعد المزارعين على اكتشاف العلامات المبكرة للمرض واتخاذ التدابير الوقائية لضمان سلامة حيواناتهم، والرش الذكي للمبيدات بشكل أكثر كفاءة وهذا بدوره سوف يقلل من الاثار الجانبية الضارة للرش المفرط للمبيدات الكيميائية فضلاً عن إزالة الأعشاب الضارة تلقائياً باستعمال الروبوتات إذ يساعد هذا في تقليل الحاجة إلى مبيدات الأعشاب والعمل اليدوي واخيراً اجراء عملية

تصنيف المنتجات الزراعية وفرزها بناءً على الجودة والحجم وعوامل أخرى. وهذا بدوره سوف يساعد في تقليل النفايات وضمان وصول المنتجات عالية الجودة فقط إلى السوق، لذا فالبحث يؤكد على ان مستقبل تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي في القطاع الزراعي واعد. وان تبني المزارعون لهذه التقنيات سوف يقود بشكل متزايد لتحسين محاصيلهم، وتقليل النفايات، وتحسين استخدام الموارد الطبيعية واستدامتها. لذا يمكن لهذه التكنولوجيا أن تساعد المزارعين على تلبية هذا الطلب من خلال جعل الزراعة أكثر كفاءة واستدامة

شكل (١)

عمليات اعتماد تقنية الذكاء الاصطناعي في الزراعة ومعاييرها التي تتم مراقبتها بواسطته.



Understanding the potential applications of Artificial Intelligence in Agriculture Sector Mohd Javaid a,* , Abid Haleem a , Ibrahim Haleem Khan b , Rajiv Suman c Contents lists available at Science Direct Advanced Agrochem journal homepage: www.keaipublishing.com/en/journals/advanced-agrochem

المبحث الثالث

العلاقة بين تقنية الذكاء الاصطناعي والتنمية الزراعية

تنتج البيانات الجغرافية في العصر الرقمي بيانات هائلة وبشكل مستمر بواسطة الأقمار الصناعية وتقنيات الاستشعار عن بعد والمسوحات الميدانية التي هي جزء من نظام متكامل أطلق عليه نظم المعلومات الجغرافية (Geographical Information System) ويتطور تقنية الذكاء الاصطناعي وتداخلها في معظم المجالات لقدرتها على تحليل ومعالجة البيانات بسرعة ودقة عالية أدى الى محاولة الاستفادة منها بشكل أو بآخر في الجغرافية بشكل عام والجغرافية الاقتصادية بشكل خاص ومن أهم تلك التنبؤات هي:

١. تحليل المخاطر الطبيعية وتقدير تأثيرها من خلال تحليل البيانات التاريخية وتطبيق الخوارزميات في التعلم العميق للتنبؤ بحدوث الكوارث الطبيعية وتوجيه الجهود للحد منها.
٢. اكتشاف مواقع الموارد الطبيعية مثل المياه الجوفية والمعادن فضلاً عن تحديد المناطق الحضرية والتغيرات السكانية من خلال الأقمار الصناعية.
٣. تحليل البيانات البيئية ولاسيما تحليل العوامل التي تؤثر على التنوع البيولوجي مثل التلوث والتغير المناخي وتغير استعمال الأرض إذ تساهم تلك التحليلات في وضع استراتيجيات للحفاظ على الموارد البيئية وتحسين الاستدامة.

أما التحديات التي تواجه استعمال تقنية الذكاء الاصطناعي في القطاع الزراعي فتتمثل بالآتي: (17)

١. الكلفة العالية لتطوير ونشر تقنيات الذكاء الاصطناعي في المناطق الزراعية لأي بلد يتطلب استثمارات كبيرة تبدأ من البنى التحتية الى نشر المعدات التكنولوجية لمراقبة المحاصيل الزراعية.
 ٢. تدريب المزارعين على استعمال الأدوات الذكية وفهم كيفية الاستفادة القصوى منها وبفعالية ودقة.
 ٣. توفير البيانات الدقيقة والحديثة أي جودة البيانات هي التي تحقق أفضل النتائج
- تؤدي تقنية الذكاء الاصطناعي دوراً كبيراً ومتزايداً في تحقيق التنمية الزراعية لأنه يساهم في تحسين الكفاءة والانتاجية والاستدامة من خلال الآتي: (18)

١. الزراعة الدقيقة التي تنتج من دقة البيانات

٢. تحليل التربة والمناخ

٣. استعمال الروبوتات الزراعية

٤. يحقق الرؤية الحاسوبية

٥. تحسين إدارة سلسلة الإمدادات

٦. التنبؤ بإنتاجية المحاصيل

٧. التكنولوجيا الجينية وتعديل المحاصيل الزراعية وتحسينها

٨. إدارة المياه تحسين كفاءة استعمالها

٩. تدريب المزارعين وتوعيتهم لتحسين الممارسات الزراعية.

اثبتت الدراسات فاعلية تقنية الذكاء الاصطناعي في تحقيق التنمية الزراعية المستدامة ولكن تبقى تلك التقنية سيفاً ذي حدين بسبب الاشكال السلبية لها التي تتأرجح بين كونها قيوداً ومخاوف يمكن ان تتطور لدرجة المخاطر مشيراً الى ان أسوء المخاوف للانتشار السريع لتقنية الذكاء الاصطناعي في القطاع الزراعي تتمثل بالآتي:⁽¹⁹⁾

١. القدرة المنعدمة او المحدودة على تماشي الزراعة الرقمية مع فكر المزارع والدخول الى فلسفته التقليدية وهذا سبب رئيس لفشل الكثير من الشركات الكبيرة التي استثمرت بالزراعة الدقيقة إذ اهتمت بتطوير تقنياتها ولم تكثرث لأفئاع المزارعين او وضع برامج تدريب لمحو الأمية الرقمية او ادخالها في مناهج الكليات الزراعية.

٢. خطر افلاس المزارعين بعد الاستثمار بالزراعة الدقيقة وكذلك الشركات المستثمرة بالقطاع الزراعي بحيث تعد حيازة تلك التقنيات مكلفة للغاية ولاسيما في الدول النامية التي لا تمتلك البنى التحتية فضلاً عن قلة الدعم الحكومي.

٣. القدرة المحدودة للسيطرة على الأخطار الجيوسياسية مثل الهجمات السيبرانية واعتماد المتسللين استراتيجيات تحطيمية للبرامج الرقمية وتخريب الخوارزميات الخاصة بتقنية الذكاء الاصطناعي الزراعي وقد تضاعفت هذه الهجمات في السنوات الاخيرة التي سببت خسائر كبيرة في المحاصيل الزراعية وتعطيل كلي للروبوتات الزراعية.

٤. الاعتماد المفرط على تقنية الذكاء الاصطناعي بات يهدد الايدي العاملة في الزراعة بفقدان مصدر ارزاقهم.

٥. كثرة النفايات الالكترونية الناتجة عن انتشار الزراعة بواسطة تقنية الذكاء الاصطناعي فاعلم الاجهزة الالكترونية المستعملة في هذه التقنية غير قابلة لإعادة التدوير او حتى لإعادة الاستعمال مع التطوير الفني والمتواصل والسريع لها لتصبح المعضلة هنا علمية ، بيئية ، صحية.

تشير منظمة الغذاء العالمي (FAO) الى ان تقنية الذكاء الاصطناعي تؤدي دوراً كبيراً في تحويل النظم الغذائية والمساعدة على زيادة مستويات الأمن الغذائي. ويمكن ذلك بالقطاعات الزراعية بطرائق متعددة من بينها تفعيل الامثل للأنشطة البشرية ومن ثم زيادة الانتاجية وتحسين ظروف العمل من خلال توفير الوقت والمجهود وزيادة كفاءة استعمال الموارد الطبيعية، ففي ظل التقدم السريع في مجال تكنولوجيا الزراعة الذكية يبرز الذكاء الاصطناعي في الزراعة في مجالات رئيسة هي: (20)

- الروبوتات الزراعية
- مراقبة التربة
- مراقبة المحاصيل
- التحليل لأغراض التنبؤ

تتم عملية التنمية للقطاع الزراعي اعتماداً على تقنيات الذكاء الاصطناعي من خلال ما توفره هذه التقنية من تأثير في مجال توفير الغذاء وتحقيق الامن الغذائي مع توفير الاستدامة للموارد الطبيعية وعدم استنزافها لضمان حق الاجيال القادمة منها ويمكن اجمال ما تحققة التقنية في مجال التنمية الزراعية على النحو الآتي: (21)

١. الاثر على التوسع الزراعي : فمن خلال تقنيات الذكاء الاصطناعي يمكن الوقوف على افضل الأراضي الممكن استصلاحها والتحكم في ظروف المناخ والاضاءة والري بواسطة روبوتات تعمل تحت منظومة الذكاء الاصطناعي مع توفير بيانات عن افضل المحاصيل التي يمكن زراعتها في المناطق المستصلحة ومتابعة نموها وادخال تعديلات بشكل مستمر على الظروف البيئية المحيطة من اجل توفير افضل الظروف لنمو المحصول وبالتالي توفر هذه التقنيات المساحات والمياه بنسب اقل من الاراضي وكمية اقل من مياه الري مقارنة بأنشطة الزراعة التقليدية مما سوف تؤدي دوراً كبيراً في استقرار سلسلة الغذاء في المستقبل.

٢. تحسين استدامة الممارسات الزراعية: تبشر تقنيات الذكاء الاصطناعي بتحسين استدامة الممارسات الزراعية من خلال تقليل استعمال الأسمدة والمبيدات الحشرية وتعزيز دقة الكشف عن الآفات والأمراض وتسهيل التصنيف الآلي للمحاصيل مما يساعد بإدارة مراحل الانتاج الزراعي.
٣. انتاج محاصيل عالية الانتاجية وتقاوم التغيرات المناخية: من خلال تقنيات الذكاء الاصطناعي يمكن اجراء عملية تحسين انتاج البذور وتعديلها بما يزيد من انتاجيتها وقدرتها على مقاومة التغير المناخي إذ تحاول كبرى الشركات العاملة في الانتاج الزراعي استعمال هذه التقنية لإيجاد فرص افضل لتحسين انتاج البذور المحسنة حيث يمكن للخوارزميات الخاصة بها معالجة كميات من البيانات بسرعة قد تستغرق من الانسان اعوام.
٤. تطوير منظومة الارشاد الزراعي: فمن خلال تقنيات الذكاء الاصطناعي يمكن تقديم الدعم الفني والممارسات الزراعية الحديثة والجيدة من الزراعة وحتى الحصاد بواسطة توفير برامج الكترونية رقمية يستفاد منها المزارع.
٥. انتهاز اسلوب الزراعة الرقمية او الذكية: تشمل مشروعات الزراعة الذكية التعرف على مساحات الأراضي الزراعية والتركيب المحصولي في كل موسم زراعي بواسطة صور الأقمار الاصطناعية ومنظومة الذكاء الاصطناعي بما يدعم عمليات التخطيط لاحتياجات الدولة من البذور والاسمدة وسائر مستلزمات الزراعة والموارد المائية المطلوبة والفجوة الانتاجية التي يتعين تقليصها وسدها اذ تؤدي هذه التقنيات الى تعزيز القدرة على انتاج الغذاء وتسهيل الاستعمال الفعال للموارد الطبيعية بما يساعد في تحسين المحاصيل والاصول الزراعية بل وتوفير الوقت والتكلفة.
٦. تخفيض هدر الغذاء : اذ يمكن ان توفر تقنيات الذكاء الاصطناعي المنصات المدعومة للمزارعين لاسيما اصحاب الحيازات الصغيرة الذين يحتاجون التواصل مباشرة مع المشتريين بالأسواق لمنتجاتهم مما يقلل من هدر الغذاء ويزيد من دخولهم.
٧. تعزيز شفافية سلاسل الامداد الغذائي: فمن خلال تقنيات الذكاء الاصطناعي تسهل عملية التوفيق بين المشتريين والبائعين في سوق الغذاء فبالنسبة للمزارعين تتيح التقنيات تلك الوصول الى السوق المناسبة وبأسعار معقولة وبالنسبة للبائعين تتمثل فائدة التقنية بزيادة الموثوقية في الحصول على منتجات عالية الجودة.

الاستنتاجات

١. أكد البحث بشكل نظري على أهمية الاهتمام بتقنية الذكاء الاصطناعي في معظم المجالات الاقتصادية ومنها القطاع الزراعي.
٢. أشار البحث إلى أهم الطرائق غير التقليدية للزراعة التي يمكن الاستفادة من تقنية الذكاء الاصطناعي في العمل بها وتحقيق نتائج جيدة ودقيقة في إدارة الأراضي الزراعية ورفع كفاءة الانتاجية وتحقيق التنمية الزراعية.
٣. استنتج البحث أن هناك بعض التحديات التي تبطأ عملية الاستفادة من هذه التقنية الحديثة في المجال الزراعي مثل التكلفة العالية لوضع البنى التحتية وتدريب المزارعين وتوفير جودة البيانات وحداثتها.
٤. يمكن أن تقدم هذه التقنية استراتيجيات حديثة تدعم المزارعين والشركات الخاصة بصنع الغذاء لتحسين عملهم وتطويره وتنميته بحيث يحقق أرباحاً كبيرة بكلفة أقل ودقة عالية ونظام جديد.
٥. تسهم تقنية الذكاء الاصطناعي في المساعدة لتجنب الزراعة التقليدية وتمهد الطريق لاستعمال تقنيات الزراعة الحديثة من البدء بالعمليات الزراعية وصولاً إلى التسويق وإيصال المنتجات للمستهلكين.
٦. تساعد تقنية الذكاء الاصطناعي في تقليل الأضرار المرضية والمخاطر البيئية على المحاصيل الزراعية والتنبيه بما يحتاجه السوق من مواد غذائية عند الربط بين البيانات الطبيعية والبشرية ولا سيما التغير السكاني ونموه.

المقترحات

١. يقترح البحث إجراء دراسات حديثة وواسعة حول أهمية الذكاء الاصطناعي في مجال القطاع الزراعي وتنميته ولتكون مدعومة بالدراسات العلمية التطبيقية حول منطقة معينة لغرض تحقيق المردود العلمي من تلك الأبحاث والدراسات.
٢. الأخذ بنظر الاعتبار علاقة تقنية الذكاء الاصطناعي بالبحوث الجغرافية المكانية والتي تؤكد زخم البيانات التي تتضمنها التقنيات الجغرافية مثل الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية.
٣. محاولة تجسيد ما يتحدث به الذكاء الاصطناعي حول التنمية الزراعية على الواقع الزراعي من خلال دراسة تطبيقية لمنطقة زراعية أو حقل زراعي.

٤. توظيف تقنية الذكاء الاصطناعي في ادارة الموارد الطبيعية ولاسيما المياه والتربة لأنها اهم عناصر قيام الزراعة وتنميتها.

٥. التعريف بتقنية الذكاء الاصطناعي للمزارعين بواسطة برامج الارشاد الزراعي على المستوى العالمي والمحلي من خلال برامج التواصل الاجتماعي ومحركات البحث العلمي.

هوامش البحث ومصادره

- (1) احمد محمد كامل غرابه، دور الذكاء الاصطناعي في مواجهة العب الاقتصادي لمشكلة الغذاء في مصر،
- (٢) سعاد بويحة ، الذكاء الاصطناعي تطبيقات وانعكاسات ، مجلة اقتصاديات المال والاعمال، المجلد السادس العدد الرابع، المركز الجامعي لمعهد العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، الجزائر ، ٢٠٢٢، ص٤.
- (٣) تقرير الهيئة السعودية للبيانات والذكاء الاصطناعي ، المشاركة المجتمعية منشور على الرابط الآتي:

<https://sdaia.gov.sa/ar>

(4) Konathala Kusumavathi a,b , Ramesh Konatala c , Priyanka Lal d , Smritikana Sarkar b , Hirak Banerjee b , Pintoo Bandopadhyay b , Debadatta Sethi e,* , Konga Upendarf, Artificial intelligence for fostering sustainable agriculture, Current Plant Biology,10, 2025, Contents lists available at Science Direct : journal homepage: www.journals.elsevier.com/hybrid-advances

(5) Yansong Gao a , Seyit A. Camtepe a , Nazatul Haque Sultan a , Hang Thanh Bui b , Arash Mahboubi b , Hamed Aboutorab b , Michael Bewong b , Rafiqul Islam b , Md Zahidul Islam b , Aufeef Chauhan c , Praveen Gauravaram d , Dineshkumar Singh e, Security threats to agricultural artificial intelligence: Position and perspective, Contents lists available at Science Direct,227 journal homepage: www.elsevier.com/locate/compag

(6) S. Modgil, R. K. Singh, and C. Hannibal, “Artificial intelligence for supply chain resilience: learning from Covid-19,” Int. J. Logist. Manag., vol. 33, no. 4, pp. 1246–1268, 2022, doi: 10.1108/IJLM-02-2021-0094.

(٧) ياسين سعد غالب ، اساسيات نظم المعلومات الإدارية وتكنولوجيا المعلومات ، ط١، دار المناهج للنشر والتوزيع ، الاردن ، ٢٠١٢، ص١٥.

(٨) ايهاب خليفة ، الذكاء الاصطناعي مستقبل الحياة البشرية في ظل التطورات التكنولوجية ، ط١، الهيئة المصرية العامة للكتاب ، القاهرة ، ٢٠٢٠، ص٢٠.

(٩) يحيى زكريا محسب ، الاستشعار عن بعد والذكاء الاصطناعي في خدمة الزراعة الدقيقة والذكاء، مجلة اربيسك ، مجلس بحوث القضاء والاستشعار عن بعد ٢٠٢٤، ص٨٣.

(١٠) نوال رضا، استخدامات تطبيقات الذكاء الاصطناعي في الدول العربية بين التمثيلات الاجتماعية والتحديات التنموية ، الرابطة العربية للبحث العلمي وعلوم الاتصال، بيروت ، ٢٠١٩، ص٣١.

- (11) Russell, S.J., Norvig, P. Artificial Intelligence: A Modern Approach; Pearson: Hoboken , NJ, USA, 2016. (Google Scholar)
- (12) The Future of Digital Agriculture: Technologies and Opportunities. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8994135>.
- (13) The Future of Digital Agriculture: Technologies and Opportunities. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8994135>.
- (14) Analysis of Virtual Reality Technology Applications in Agriculture https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-0-387-77251-6_15.
- (15) Appenzeller, T. The AI Revolution in Science. Science, 2017.P. 357, 16-17. (Google Scholar) (CrossRef) (PubMed) (Green Version)
- (16) Smith, T. R. Artificial intelligence and its applicability to geographical problem solving. The Professional Geographe , 1984, P.p: 36(2), 147-158.
- (١٧) يوسف ك خوشناو ، تعزيز قوة التقنيات الرقمية في القطاع الزراعي في العراق لتحسين القدرة على مواجهة الهجرة والنزوح الناجم عن تغير المناخ، دراسة بحثية من المركز الدنماركي للاجئين تموز ٢٠٢٣، ص ٨.
- (١٨) المنتدى الاقتصادي العالمي ، تقرير عن استخدام التكنولوجيا والذكاء الاصطناعي لتحسين الانتاج الزراعي وتحقيق الامن الغذائي على المستوى العالمي (WEF: The Role of AI in Agriculture). وينظر ايضاً: منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة ، تقارير ودراسات حول الذكاء الاصطناعي وتطبيقاته في الزراعة وكيفية تحسين الزراعة المستدامة باستخدام التقنيات الحديثة (FAO: AI in Agriculture)
- (١٩) سكاى نيوز عربية ، تقرير بعنوان (الزراعة بالذكاء الاصطناعي نعمة ام نقمة) ، ابو ضبي نشر بتاريخ ٢٣/٦/٢٠٢٤، على الرابط الآتي: <https://www.skynewsarabia.com/search?q>
- (٢٠) المصدر نفسه.
- (21) Smith, T. R. Artificial intelligence and its applicability to geographical problem solving. The Professional Geographe , 1984, P.p: 36(2), 147-158.

