

تحليل تطبيقات الذكاء الاصطناعي في البحوث العلمية الزراعية

Analysis of applications of artificial intelligence in agricultural scientific research



د. مطروح لياس¹

جامعة لوئيسي علي، البليدة¹

liyaceh@gmail.com

د. بلمادي سفيان²

جامعة لوئيسي علي، البليدة²

s.belmadi@univ-blida2.dz

تاريخ النشر: 2025/12./28

تاريخ القبول: 2025/12./17

تاريخ الارسال: 2025/11/03

ملخص: يتمحور البحث العلمي حول إجراء أبحاث ودراسات مبنية على أسس علمية وخبرات متركمة بأساليب منهجية منظمة، كما أنها عبارة عن تجارب أو تطبيقات عملية في أحد الحقول المعرفية، بهدف اكتشاف الحقائق وتفسير الظواهر وتحقيق الفرضيات والتوصل إلى مفاهيم وقوانين ونظريات جديدة، ويشمل البحث العلمي مواصلة وإعادة التجريب وفق المعطيات والحقائق الجديدة، كما يوفر البحث العلمي الحلول لمختلف المشكلات في شتى المجالات كالزراعة، والصناعة، والتكنولوجيا، والتجارة، وغيرها.

وينظر للجامعات عموماً على أنها مؤسسات للتعليم العالي وحسب، غير أن مهامها الرئيسية تتضمن القيام بنشاطات في مختلف مجالات البحث العلمي والتطوير التكنولوجي لخدمة المجتمع، ويتوقف أداء النشاطات البحثية للتعليم العالي على عدد من العوامل من خلال وضع السياسات والبرامج التي تتضمن مدى تطور وترقية نشاطات البحث.

الكلمات المفتاحية: البحث العلمي، التعليم العالي، البحث العلمي الزراعي، الذكاء الاصطناعي، الأمن الغذائي.

Abstract: Scientific research revolves around conducting research and studies based on scientific foundations and accumulated experience using organized methodological methods. It is also experiments or practical applications in one of the fields of knowledge, with the aim of discovering facts, interpreting phenomena, achieving hypotheses, and arriving at new concepts, laws, and theories. Scientific research includes continuing and re-experimenting. According to new data and facts, scientific research also provides solutions to various problems in various fields such as agriculture, industry, technology, trade, and others.

Universities are generally viewed as institutions of higher education only, but their main tasks include carrying out activities in various fields of scientific research and technological development to serve society. The performance of higher education research activities depends on a number of factors through the development of policies and programs that include the extent of development and promotion of research activities.

key words: Scientific research, higher education, agricultural scientific research, artificial intelligence, food security.

مقدمة:

يعتبر البحث العلمي نشاطاً فكرياً وتطبيقياً منظماً، من أجل تحليل وتفسير الظواهر وإيجاد الحلول وصياغة النظريات، وذلك بإتباع أسلوب علمي ممنهج، بهدف الوصول إلى نتائج مناسبة للتعميم على الظواهر المتماثلة، فالبحث العلمي نشاط علمي وأسلوب تفكير واقعي وموضوعي يسعى إلى كشف الحقائق بالاعتماد على المناهج العلمية الموضوعية والمحققة من أجل فهم الارتباطات بين هذه الحقائق وصولاً إلى صياغة المبادئ العامة أو القوانين التفسيرية.

ويعتبر البحث العلمي الركيزة الأساسية للتقدم العلمي والتنمية، لما له من دور فعال في جميع الجوانب المختلفة الصناعية والزراعية والاقتصادية، كما أنه يؤدي إلى إيجاد الحلول للمشكلات التي تواجه القطاعات الإنتاجية، ويساعد في كشف طرق جديدة لتحسين وزيادة وتطوير الإنتاج في كل المجالات، خاصة التي تعتمد على تكامل تقنيات متعددة كالزراعة.

وتعتبر الجامعات من أهم المصادر الأساسية في البحث والتطوير في كل مجالات الحياة، وانعكاساتها لما تسخره هذه المؤسسات من إمكانيات فعالة في التنمية في كل الأبعاد الاجتماعية والاقتصادية والسياسية والتكنولوجية وغيرها¹، كما أنها تعتبر صرحاً للتواصل ونقل الخبرات محلياً ووطنياً ودولياً.

ومع ظهور الذكاء الاصطناعي لأول مرة سنة 1953 خلال مؤتمر رابطة الطلاب في جامعة دارتموث في الولايات المتحدة الأمريكية، وقد توسع الذكاء الاصطناعي ليشمل مجموعة واسعة من التطبيقات في المجال الرقمي والمتعلق بإمكانية بناء آلات ذكية أو روبوتات أو أجهزة استشعار تحاكي تصرفات الإنسان لتحقيق المهام لخدمة المجتمع بذكاء، من خلال التحكم عن طريق برامج تطبيقية تستخدم أجهزة تكنولوجيا المعلومات،

لقد كانت أول محاولة للذكاء الاصطناعي في البحث العلمي الزراعي حيث حاول ماكينيون وليمون في عام 1985 إنشاء GOSSYM، وهو نموذج لمحاكاة محصول القطن باستخدام نظام الذكاء الاصطناعي لتحسين إنتاج القطن تحت تأثير الري والتسميد والمراقبة، من خلال الجمع بين أساليب الذكاء الاصطناعي والأساليب الزراعية التقليدية، ويتم استخدام الزراعة الذكية لتحسين الإنتاج عن طريق مراقبة نمو المحاصيل باستخدام الذكاء الاصطناعي، ومن خلال هذه الاستراتيجيات وبمساعدة التعلم الرقمي والإنترنت والتخزين السحابي، يمكن مراقبة جميع الميزات البيئية لاختيار البيئة الأفضل لكل نوع من المحاصيل من خلال تصنيف البيانات المجمعة مع مراعاة المناخ وعوامل أخرى.

ومن خلال ما سبق نطرح الإشكالية التالية:

كيف يمكن تعزيز فعالية البحوث العلمية في الزراعة باستخدام التكنولوجيا والذكاء الاصطناعي؟.

ومن هذه الإشكالية نطرح عدة تساؤلات:

1- كيف يمكن استخدام الذكاء الاصطناعي في البحث العلمي المتعلق بالبيئة؟.

¹ المادة 7 من القانون 15-21 المؤرخ في 30 ديسمبر 2015، المتضمن القانون التوجيهي حول البحث العلمي والتطوير التكنولوجي.

- 2- ماهي إستخدامات الذكاء الإصطناعي في بحوث الجو والتربة والمياه ؟.
 - 3- ما هي آليات الذكاء الإصطناعي التي تساعد البحث العلمي في الزراعة ؟.
- ومن خلال هذه التستاؤلات يمكن صياغة عدة فرضيات:
- 1- يساعد الذكاء الإصطناعي في ترقية البحث العلمي في مجال الجغرافيا والبيئة.
 - 2- يساعد الذكاء الإصطناعي في ترقية البحث العلمي في مجال التربة والمياه.
 - 3- يؤدي البحث العلمي بالذكاء الإصطناعي إلى رفع مستوى الإنتاج الزراعي كما ونوعا.
- ولمحاولة حل هذه الإشكالية تم تقسيم هذا الموضوع إلى محورين كالآتي:
- المحور الأول: إستخدامات الذكاء الإصطناعي الزراعية في البحث العلمي البيئي
- المحور الثاني: آليات الذكاء الإصطناعي الزراعية في البحث العلمي النباتي

المحور الأول: إستخدامات الذكاء الإصطناعي الزراعية في البحث العلمي البيئي

يتمثل دور العديد من الباحثين والمتخصصين في مجالات علوم المناخ والبيئة وغيرها من المجالات المتعلقة بالبيئة من إكتشاف طرق ووسائل لحماية للبيئة، وذلك بالتركيز على الحفاظ على الموارد الطبيعية، والإدارة الذكية للمخلفات خاصة الصناعية، وكيفية الإفادة من تكنولوجيا علوم الفضاء في رصد التغيرات المناخية، والكشف عن أحدث التقنيات العلمية، وتطوير تطبيقات جديدة تعكس مدى التقدم في مجال الجغرافيا وتغير المناخ.

أولاً: الذكاء الإصطناعي في البحوث العلمية المناخية والجغرافية:

لقد أدى تغير المناخ والإحتباس الحراري إلى تقلبات في الطعس تجعل من الصعب التنبؤ به، وكنتيجة للتغيرات المناخية التي يمر بها كوكب الأرض، بسبب تأثير مختلف التلوثات والمخلفات الغازات الصناعية، يعمل البحث العلمي على تطوير سبل زراعية جديدة تعرف بأنظمة الزراعة الذكية مناخيا، وهي تعتمد على زراعة أصناف نباتية قادرة على التكيف مع جميع الظروف المناخية من إرتفاع درجات الحرارة أو موجات الجفاف أو إرتفاع معدل الغازات السامة، وهي تحتاج إلى الكثير من الاستثمارات من أجل تمويل أنشطة البحث والتطوير فيها. (FAO, 2010, p. 24)

وإضافة إلى ترقية المشاريع البحثية التي لها إنعكاس إيجابي في ظل تغير المناخ، وبجانب نظم المعلومات الجغرافية والإستشعار عن بعد، والنظم البيئية والطاقة المتجددة المستدامة، مع إبتكار سياسة تعمل على التوعية بمخاطر التغيرات المناخية والبيئية وسبل مواجهتها والتقليل منها.

فالببحث العلمي يركز دائما على الأدلة والتجريب، وليس على الآراء، حيث تستمر البحوث العلمية في كشف أن النشاطات البشرية خاصة إستغلال الوقود الأحفوري، أدت إلى زيادة مستوى التلوث وارتفاع درجة حرارة سطح الأرض، والتي بدورها إنعكست سلبا على المناخ في الأرض، ويستند هذا إلى أكثر من قرن من البحوث العلمية التي تشكل الأساس في بناء الحضارة، وما وصل إليه الإنسان اليوم.

ويعمل البحث العلمي على تحسين التنبؤ بالطقس من خلال استخدام أجهزة الكمبيوتر والبرمجيات ومختلف التقنيات المسخرة تحت خدمة الهيئات المكلفة بالبحث في مجال الطقس، فالتوقعات للأيام الثلاثة إلى العشرة القادمة قد تكون دقيقة، خاصة فيما يتعلق بدرجات الحرارة والظروف الجوية العامة، ومع ذلك، لا يزال من الصعب التنبؤ بدقة كمية الأمطار والرطوبة وتساقط الثلوج والصقيع، ومع ذلك لا تزال محطات الطقس المحلية مفيدة جدا وينبغي دمجها مع مسار بحوث التعليم العالي.

فباستخدام البحث العلمي يمكن الجمع بين الذكاء الاصطناعي، والمعطيات المتعلقة بالطقس من أجهزة الاستشعار والتنبؤات الجوية، ووالمعلومات المتعلقة بالجغرافيا والرطوبة والمحاصيل، بالإضافة إلى ذلك، يمكن الوصول إلى المعلومات الجغرافية من الطائرات بدون طيار والأقمار الصناعية، وبهذا يمكن أن تصبح الإدارة الذكية الفعالة مع المناخ ممكنة من خلال مراعاة التباين الزمني والمكاني للرياح والأمطار وحالة المحاصيل في الحقل، مما يسمح باستجابات سريعة وتفاعل بشكل استباقي يسمح برفع دقة التوقعات، وبالتالي يمكن إعطاء نتائج دقيقة حول المناطق الجغرافية الأنسب للزراعة من حيث التربة والأمطار والرطوبة وكل ما يتعلق بالجغرافيا والمناخ. (Nera Kuljanic, 2023, p. 29)

ويساعد الذكاء الاصطناعي على القيام بالتجارب الزراعية من خلال بيانات الطقس في أوقات وجيزة، في حين أن التجارب التطبيقية تستغرق عدة أشهر أو سنة كاملة، بالإضافة إلى التنقل أو القيام بها من طرف فرق عمل في مناطق مختلفة حسب تنوع الطقس، ومن بين تطبيقات الذكاء الاصطناعي الزراعية التي تعتمد على متغير الطقس (Fuzzy Logic (FL، نظام المعلومات الجغرافية على الإنترنت حيث أنه فعال من حيث النتائج، وأقل من حيث التكلفة.

ثانيا: الذكاء الاصطناعي في البحث العلمي في مجال التربة ومياه:

تنطوي الزراعة على قدر كبير من الصعوبات والتحديات، بالإضافة إلى تقلبات المناخ فإن تدهور التربة ينعكس سلبا على المحاصيل، فعلى الرغم من أن الممارسة الزراعية واسعة النطاق، فإن جودة التربة والمياه عوامل حاسمة في الإنتاج الزراعي، ومن الأهمية بمكان مراجعة تطبيق البحث العلمي في الذكاء الاصطناعي على الزراعة فيما يتعلق بإدارة التربة والمياه. (M. Pagliai, 2004, p. 131)

فالتربة جزء مهم من الزراعة الناجحة وهي المصدر الأساسي للعناصر الغذائية المستخدمة في زراعة المحاصيل، كما أنها أساس جميع نظم الإنتاج في الزراعة والغابات، وتقوم التربة بتخزين الماء والمواد المغذية والمعادن التي تحتاجها النباتات لتنمو وتتطور بشكل سليم. (G. S. Abawi, 2000, p. 37) إذ تعد إدارة التربة جزءا لا يتجزأ من الأنشطة الزراعية، كم أن المعرفة العلمية بأنواع التربة المختلفة وظروفها تعزز إنتاجية الزراعة وتحافظ على الموارد الموجودة في التربة، وقد تحتوي التربة على ملوثات يمكن فحصها باستخدام أساليب معاينة التربة، ويؤدي استخدام الأسمدة إلى تحسين نوعية التربة، خاصة استخدام المواد العضوية التي تعد ضرورية لتحسين جودة التربة، وغالبا ما يتأثر إنتاج الخضروات والمحاصيل الصالحة للأكل الأخرى بشكل كبير بالعديد من مسببات الأمراض التي تنتقل عن طريق التربة

والتي تتطلب السيطرة عليها من خلال إدارة التربة، وتعتبر حساسية وتدهور التربة عاملاً أساسياً في تقييم استدامة ممارسات إدارة الأراضي الزراعية. (Syers, 1997, p. 63)

لقد كان البحث العلمي في خصائص التربة وتأثيرها على الإنتاج الزراعي هو الأساس لتصنيف التربة، وذلك لإنشاء خرائط التربة التي تشير إلى التباين الكبير في أنواع التربة وجودتها، فالبحث العلمي التطبيقي يسجل كمية الحبوب المنتجة في كل حقل وإرتباطها بالطقس ونوعية التربة وكمية ونوعية الأسمدة المستخدمة.

والبحث العلمي بإستخدام الذكاء الاصطناعي يساعد على إدراك أنه سيكون من الأفضل محاولة تعديل ممارسات الزراعة وفقاً للتغيرات في التربة من خلال المعلومات المدرجة ضمن خوارزميات تطبيقات الذكاء الاصطناعي الزراعية، حيث بدأ هذا البحث والتطوير لقياس الإنتاج المحلي داخل الحقل، حيث لم تعمل آلة الحصاد بالحصاد فحسب، بل وتقوم أيضاً بإدراج البيانات حول مدى إنتاجية الحقل تلقائياً. (Eli Chukwu, 2019, p. 4377)

العديد من النباتات تتطلب خصائص محددة للتربة لتحقيق أعلى مستوى من الإنتاجية (Sharma, 2021, p. 937)، لذا تساهم مدخلات البحث العلمي في تعزيز تكنولوجيا الفلاحة من خلال تحديد نسبة الرطوبة ومستويات النتروجين والملوحة في التربة عن طريق إستخدام أجهزة الاستشعار عن بعد وبالأقمار الصناعية وطائرات بدون طيار، حيث تستخدم هذه المعلومات لتحديد أوقات الري وأوقات التسميد المناسبة ونوعية الزراعة المناسبة لطبيعة التربة، ونوع النباتات والمحاصيل التي يتوجب زراعتها فيها. (إسماعيل، 2022، صفحة 40)

تم استحداث البحوث العلمية الزراعية المتقدمة لتلبية الاحتياجات الغذائية للبشر لتحقيق الأمن الغذائي في مواجهة الكثافات السكانية المرتفعة والتغيرات المناخية والاقتصادية، وتعتمد الزراعة الحديثة على التكنولوجيا لزراعة النباتات بطرق غير تقليدية، حيث أصبحت تقلل من الإعتماد على التربة وتوفر المياه المستخدمة في الزراعة التقليدية.

فالتكنولوجيا الذكية أو ما يعرف بالذكاء الاصطناعي والمستعملة في العديد من البحوث كانت لها آثارها الإيجابية مثل تطوير وتحسين طرق الري والرش والتسميد وحتى إدارة المحاصيل عن بعد، وفحص التربة والمعادن بها وللمياه وكذا النباتات، إما داخل المختبرات أو في المزارع عن طريق الطائرات المسيرة عن بعد. (إسماعيل، 2022، صفحة 42)

وقد قام أودومودو وآخرون، بتطوير تقنية UFMNet، أو شبكة قياس تدفق المياه بالموجات فوق الصوتية واستشعار الضغط في الأنابيب، مع مراقبة التدفق آنياً، مما يوفر حلاً فعالاً من حيث التكلفة لاكتشاف تسرب في خطوط أنابيب الري، وتتكون تقنية UFMNet من مجموعة من أجهزة الاستشعار بالموجات فوق الصوتية المتزامنة لقياس بيانات التدفق "التغيرات في معدل التدفق في نقاط مختلفة من خط الأنابيب" بشكل مستمر عند الترددات العالية، وأجهزة الإرسال والاستقبال المدمجة بالذكاء الاصطناعي لتمكين ارتباط البيانات ومعالجة تدفق البيانات داخل الشبكة.

كما تم تطوير نظام ANN والذي يمكنه التنبؤ بنشاط إنزيمات التربة، حيث يتنبأ بدقة ويصنف بنية التربة، وذلك من خلال قياس عدد قليل من إنزيمات التربة على مراحل حسب تطور ونمو النبات والطقس وكمية الأمطار، ويعتبر أكثر أدوات الذكاء الاصطناعي من حيث قياس عناصر التربة. (Eli Chukwu, 2019, p. 4380)

وتستخدم أيضا خوارزميات التصنيف بالذكاء الاصطناعي البيانات الأولية المعالجة مسبقا والمستلمة من أجهزة استشعار متعددة باستخدام دمج المعلومات لرصد المتغيرات المتعلقة بالبحوث في مجال التربة، أظهرت النتائج التجريبية أن الأساليب القائمة على الاحتمالية مثل مصنف Naïve Bayes وخوارزميات شبكة Bayes توفر دقة عالية في التصنيف. (Yazhini, 2020, p. 7)

غالبا ما تركز البحوث العلمية الزراعية على مجموعة من المعايير من أهمها جودة التربة ومستوى التلوث وسبل معالجتها، وتستمر بمراقبة التربة في مراحل النمو ووحى بعد الحصاد وتخزين المحاصيل، وتتلخص بحوث إدارة التربة بالذكاء الاصطناعي في الأنشطة التي تعمل على مراقبة وتحسين التربة وحتى إختيارها، ومن بين أساليب الذكاء الاصطناعي في الإدارة الدقيقة (PCM) وهي نظام إدارة زراعية مصمم لاستهداف مدخلات المحاصيل والتربة وفقا لمتطلبات الحقل لتحسين الإنتاجية وحماية البيئة، ولكن لم يتم تبني نظام PCM بسبب عدم وفرة المعلومات الموزعة وعدم مشاركة بيانات البحوث الزراعية في الوقت المناسب والمتعلقة بظروف الزراعة والتربة، إذ يجب على الباحثين الجمع بين استراتيجيات إدارة المحاصيل المختلفة المستمدة من مختلف المعلومات كمدخلات للنظام لمواجهة مختلف المتغيرات كندرة المياه الجوفية أو تغير التربة أو تقلبات الطقس، وينبغي تفضيل أنظمة إدارة المحاصيل المرنة القائمة على الذكاء الاصطناعي، إذ يعد التنبؤ بالجفاف والمتغيرات التي تؤثر على التربة من السمات المهمة للذكاء الاصطناعي التي تحسن الإختيار بين البدائل المتاحة. (M. S. Moran, 1997, p. 319)

المحور الثاني: آليات الذكاء الاصطناعي الزراعية في البحث العلمي النباتي

تعود الابتكارات في مجال التكنولوجيات الرقمية، وخاصة في مجال الذكاء الاصطناعي، بفوائد كبيرة للقطاع الزراعي، وذلك من خلال البحوث العلمية التي تضمن الزراعة والأمن الغذائي والسلامة الغذائية مع مراعاة الجوانب البيئية في نفس الوقت، حيث تستطيع تقنيات الذكاء الاصطناعي ترقية قطاع الزراعة في إنتاج وتطوير وتنويع المحاصيل في مساحات محدودة، وإنتاج سلالات غذائية أكثر مقاومة، مع مكافحة الاستباقية للآفات التي تشكل الهاجس الأول في الزراعة.

أولا: تقنيات البحث العلمي بالذكاء الاصطناعي في كشف الآفات والأمراض:

تعاني الزراعة من العديد من الأمراض والآفات الزراعية التي تقضي على كميات كبيرة من الإنتاج الزراعي بالإضافة لما تتركه من آثار سلبية على جودة المنتجات، وما يترتب على ذلك من تدني المردود الفلاحي، كما أن الكثير من المبيدات المستخدمة وطرق استخدامها تترك آثارا سلبية كبيرة على البيئة المحيطة بها وعلى الإنسان والحيوان، فبينما تكافح الزراعة لدعم النمو السكاني السريع، فإن أمراض

النباتات تقلل من كمية ونوعية الإنتاج الزراعي، ويمكن أن تكون الخسائر الزراعية المترتبة عن الأمراض كارثية سواء قبل الحصاد أو بعده.

وتشكل الأعشاب الضارة أحد التهديدات الرئيسية لجميع الأصناف الزراعية، حيث تؤثر الأعشاب الضارة سلباً على مستوى الإنتاجية، إذ تغزو المحاصيل وتنافس بقوة على المياه والمغذيات والمعادن، مما يؤدي إلى تردي الإنتاج الزراعي كما ونوعاً، وبغض النظر عن كونها ضارة بالزراعة إلا أنه يتم استخدام المبيدات لتثبيط نمو الأعشاب الضارة، الأمر الذي يكون له تأثير سلبي على الصحة الإنسان، كما يمكن أن يؤدي الاستخدام الزائد إلى تلويث البيئة، ولذلك، تم اختبار أنظمة الذكاء الاصطناعي لكشف الحشائش في المختبرات لحساب الكمية الدقيقة للرش الذي سيتم استخدامه والرش على الموقع المستهدف بدقة، مما يقلل أيضاً من التكاليف ومخاطر إتلاف المحاصيل. (Partel V, 2019, p. 157)

وغالباً ما يكون اكتشاف الآفات والبكتيريا أمراً صعباً، كما أن الحشرات وبيضها غالباً ما تكون في الجهة السفلة من الأوراق، وبالتالي يصعب اكتشافها، كما أنها صغيرة جداً، وقد تعاني المحاصيل بشكل عام من آفات متعددة في نفس الوقت، لذلك، لا يلزم الكشف عالي الدقة فحسب، بل يلزم أيضاً البحث العلمي في سبل الوقاية المسبقة لهذه الآفات، ويعد الكشف التلقائي عن مسببات الأمراض في النباتات، في أقرب وقت ممكن ودون الإضرار بالنبات، أسلوباً يحظى باهتمام متزايد في مجال الزراعة، فالنبات المريض يبدو مختلفاً عن النبات السليم، كما يمكن أن تحتوي الأوراق على تباين طفيف في اللون، والتي غالباً ما تكون غير مرئية للعين المجردة ولكن يمكن التقاطها باستخدام تقنيات مثل التصوير الطيفي، حيث يتمتع التصوير الطيفي، جنباً إلى جنب مع تقنيات الذكاء الاصطناعي بالقدرة على الكشف عن مسببات الأمراض، مما يستدعي كميات كبيرة من الصور المصنفة والمختلفة لتدريب خوارزميات الذكاء الاصطناعي بشكل كافٍ. (Nera Kuljanic, 2023, p. 13)

وقد عكفت وزارة التعليم العالي والبحث العلمي على إنشاء وحدتين للبحث العلمي في مجال الآفات الزراعية والصحة النباتية، حيث تطرق الباحثون بالمعهد الوطني لحماية النباتات بالجزائر إلى مختلف الجوانب المتعلقة بإنشاء وحدتين للبحث العلمي، تكون تابعة للمعهد وتتكفل ببحث حلول الآفات الزراعية وتوسيع مجالات البحث العلمي الميداني.

وعليه تمكن البحوث العلمية من بناء دعامة للذكاء الاصطناعي في مجال المراقبة والقياس في القطاع الفلاحي والذي يمكن من حماية الثروة النباتية من خطر الآفات والأمراض وانتشارها من خلال الاعتماد على الوقاية من الأمراض الوافدة وانتقالها بين المناطق الزراعية من خلال المراقبة والتأكد من سلامة البذور والنباتات وخلوها من أي عدوى أو مشاكل أو حشرات أو إصابات، واعتماد إستراتيجية مكافحة متكاملة، وإعطاء الأولوية في البحث العلمي والتكنولوجي للآفات والأمراض الزراعية التي تهدد المحاصيل الزراعية الرئيسية كالقمح والحبوب، وتوجيه المزارعين لحماية المحاصيل الزراعية من الحشرات والآفات والأمراض الشائعة وتمكينهم من المعلومات التقنية بالنسبة للوسائل الضرورية وطرق استخدامها مع وقت ومدى تركيز الاستخدام، وتوفير المعدات التقنية اللازمة للمكافحة من خلال برامج

الدعم وتدخل الدولة في أعمال الوقاية والعلاج من الآفات الرئيسية والخطيرة التي تواجه المحاصيل الرئيسية، كما يتم تنفيذ البحوث العلمية وعمليات المسح الشاملة للآفات والأمراض الزراعية الرئيسية وجغرافية وأوقات انتشارها وتحديد وسائل مكافحتها الحيوية والكيميائية والميكانيكية، إلى جانب المتابعة المستمرة لاكتشاف الأمراض والآفات في أطوار مراحلها الأولى مما يسهل مكافحتها، إضافة إلى ذلك يتم تنفيذ برامج توفير المبيدات الكيميائية والحيوية وتدريب المزارعين على استخدام التقنيات الحديثة في مكافحة الآفات والحشرات الزراعية وبرامج دعم الوقاية الزراعية. (جرجيس، 2003، صفحة 36)

وآخر ما تم التوصل إليه في البحث العلمي في مجال الوقاية والمعالجة الفلاحية هو إنتشار تطبيقات الذكاء الاصطناعي لفحص النباتات من خلال أوراقها أو أغصانها عن طريق الكاميرا الرقمية، حيث تعمل هذه البرامج والتطبيقات من خلال قاعدة بيانات موسعة على معرفة الخلل سواء كان نقص المعادن أو الجفاف أو الآفات، وتقوم بعدها بإعطاء الحلول مباشرة.

وقد زادت فعالية البحث العلمي الزراعي من خلال الثورة الرقمية بظهور شبكة الإنترنت التي استطاعت تطوير وسائل الإتصال، وفتحت قنوات واسعة لكافة المجتمعات والأشخاص والهيئات، وزاد انتشارها في مجال البحث العلمي الزراعي، ولقيت إستعمالا واسعا في كثير من بلدان العالم لزيادة فاعلية التحسين الزراعي، فهي الوسيلة التي تتيح للمستخدم أن يتلقى ويتبادل المعلومات الحديثة ونتائج الأبحاث الزراعية العالمية والوطنية، لتقدم بذلك الطرق العلمية بشكل أكثر كفاءة وفاعلية، وبأقل التكاليف، وتوفرها في أي وقت وفي أي مكان، والإستفادة بتطبيق الممارسات التكنولوجية الفلاحية من أي مكان في العالم لتحسين مستوى الإنتاج وإستدامته. (2023)

إذ تمكن تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي من متابعة المزارع والتحكم السريع عن بعد في التشغيل، والمساعدة على تجنب الأضرار أو إصابة النباتات بالأمراض أو تلفها، مع التنبؤ بأي أخطار قد تحدث، كما يتم عن طريق البحث العلمي رقمنة جميع البيانات وتحليلها بأساليب علمية، مما يساعد المزارعين على اتخاذ القرارات لتحسين جودة النباتات، حيث يتم التعامل مع القياسات الدورية لعوامل جودة الزراعة المختلفة وتحليلها. (Kumar, 2014, p. 998)

ومن بين تقنيات البحث العلمي بالذكاء الاصطناعي في كشف الآفات والأمراض نظام سالوما الخبير للتقييم والتنبؤ وإدارة الأعشاب الضارة، والذي يتطلب بيانات كبيرة وخبرة في الاستخدام، وكذا نظام التوضيح الكمي (LVQ)، ANN والذي يتميز بارتفاع معدل التعرف على الحشائش الضارة مع إقتراح كيفية معالجتها في وقت قصير، مع الأخذ بعين الإعتبار أن آلية عمله تبقى خاضعة للبيانات التي تم إدراجها. (Eli Chukwu, 2019, p. 4383)

فللحصول على عائد أمثل في الإنتاج الزراعي، من الضروري مكافحة الأمراض، إذ تعتبر الأمراض النباتية والحيوانية عاملا رئيسيا يحد من مستوى الإنتاج، وتلعب عدة عوامل دورا في إنتشار وتطور هذه الأمراض التي تهاجم النباتات والحيوانات، منها الوراثة ونوع التربة والأمطار والطقس الجاف والرياح ودرجة الحرارة وغيرها، ونظرا لكل هذه العوامل والطبيعة غير المستقرة لبعض الأمراض، فإنها تشكل تحديا كبيرا،

خاصة في الزراعة واسعة النطاق، حيث يلعب البحث العلمي بالذكاء الاصطناعي دورا هاما في إدارة الأمراض، للسيطرة عليها ومحاربتها بشكل فعال، حيث يعمل البحث العلمي على تطوير نموذج متكامل لمكافحة الأمراض وإدارتها يتضمن التدابير الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية، ومن هنا تأتي الحاجة إلى تطبيق نهج الذكاء الاصطناعي لمكافحة الأمراض وإدارتها، مع وجوب تغذية الذكاء الاصطناعي بالأبحاث العلمية بشكل مستمر لتطوير النظام الذي يساعد في اكتشاف الأمراض وتقديم اقتراحات الوقاية والعلاج. (K. Ballela, 2014, p. 11)

ثانيا: تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي في الهندسة والتحليلي الجيني:

شهدت السنوات الأخيرة تطورات علمية وتكنولوجية هائلة أثرت على الإنتاجية الفلاحية، حيث ساعد البحث العلمي على إكتشاف طرق وتقنيات الهندسة الوراثية لإنتاج الأصناف النباتية الأكثر نجاحا وتوافقا مع البيئة الزراعية، وتقنيات المبيدات الكيميائية والبيولوجية الأكثر توافقا مع البيئة، وكذلك تقنيات الزراعة الأكثر ملائمة مع متطلبات حماية البيئة، بالإضافة إلى أنظمة الري الأتوماتيكية التي تقلل من استخدام المياه، وتقنيات الزراعة الحديثة الأخرى مثل الزراعة المحمية والزراعة البيولوجية، وأنظمة تقنيات المعلومات الزراعية والذكاء الاصطناعي وغيرها. (المنظمة العربية للتنمية الزراعية، 2010، صفحة 15)

يعد تخصص الهندسة الزراعية واحدا من التخصصات الهامة في البحث العلمي خاصة لدى الباحثين الأكاديميين أو الشركات، وهذا راجع للدور الكبير الذي تلعبه الزراعة في تحقيق الأمن الغذائي للإنسان، ويعد هذا التخصص قديم النشأة، ومن خلال هذا التخصص يتم إبتكار الأساليب التي يتم من خلالها تطوير وترقية علميات الإنتاج الزراعي، بأقل جهد ووقت ممكن.

لقد أصبحت تطبيقات الذكاء الاصطناعي في البحوث العلمية الزراعية وسيلة لتحسين الإنتاج الزراعي وتنويعه، بالإضافة إلى البحوث العلمية في الكيمياء الزراعية بما تسهم به من تطبيقات الأسمدة الكيميائية، والمبيدات الكيميائية للآفات الزراعية النباتية والحشرية، والمبيدات الفطرية الكيميائية، ومعالجة التركيب الكيميائي للتربة وغيرها، ولكن تبقى الثورة الحقيقية في مجال الزراعة هي الزراعة بدون تربة، والتهجين، والمعالجة والهندسة الوراثية، وما أنتجته هذه الممارسات الجديدة من محاصيل لها سمات تفوق النباتات الأصلية كالمنتجات الأكبر حجما والأكثر مقاومة للأمراض والبذور المعدلة جينيا لتنمو بشكل أسرع بالإضافة إلى إنتاج النباتات المقاومة للمبيدات الكيميائية. (LHERBIER, 2015, p. 20)

وقد صاحب هذا التطور توجهات أخرى في السياسات المطبقة الدافعة لتبني المزيد من التطبيقات التكنولوجية خاصة الذكاء الاصطناعي في البحوث العلمية الزراعية، والذي فتح المجال إلى تحقيق التوازن البيئي، إذ ساعد على استخراج أصناف نباتية أقل استخداما للموارد الزراعية المحدودة، والعديد من تقنيات المقاومة الحيوية للآفات الزراعية، وعليه فإن البحث العلمي الزراعي أدى إلى تطور آخر يتمثل في الآليات الأتوماتيكية التي تعمل عن طريق الذكاء الصناعي في الزراعة. (عبد السلام، 1998، صفحة 170)

وبمساعدة البحث العلمي تم تطوير خوارزميات الذكاء الاصطناعي مثل DBN (شبكات الاعتقاد العميق) و CNN (الشبكة العصبية التلافيفية) و AgroDSS وهو تقييم ذكي قائم على السحابة لتحليل البيانات الزراعية. (Diego Inácio Patrícia, 2018, p. 151)

ومن بين أدوات ومنصات الذكاء الاصطناعي المستخدمة في مجال الزراعة والبيئة: (2023) [Taranis](#) وهي منصة زراعية مبنية على الذكاء الاصطناعي، توفر خدمات البحث العلمي الزراعي كالتحليل، الصور، التقارير، والمقارنة بين الحقول، وتحتوي على قاعدة البيانات AgroBrain القاعدة الأكثر شمولاً لتهديدات المحاصيل، مما يجعل تحديد المشكلات دقيقاً.

[GODAN](#) هي شبكة ذكاء إصطناعي مبنية على البحث العلمي تضم أكثر من 1000 من المبتكرين والباحثين العالميين من مختلف الدول، لدعم وتبادل البيانات العلمية بصيغة مفتوحة حول الزراعة والغذاء. [TensorFlow](#) منصة مفتوحة المصدر للذكاء الاصطناعي، تحتوي على منظومة بيئية مرنة من الأدوات والمكتبات وموارد المجتمع، وتدعم العديد من اللغات البرمجية وأنظمة التشغيل.

وهناك العديد من الأجهزة والتكنولوجيا المستخدمة في تطوير وتحسين البذور باستخدام الذكاء الاصطناعي المدعم بالبحث العلمي، ومن بين هذه الأجهزة والتقنيات توجد تقنيات الصور حيث تستخدم لتحليل خصائص البذور بدقة عالية، مثل حجم البذور ولونها وشكلها، بالإضافة إلى صواعق البذور والتي تستخدم لتحفيز بذور النبات لتحسين قدرتها على الإنبات والنمو، وكذلك أجهزة الاستشعار البيولوجي والتي تستخدم لقياس المتغيرات البيولوجية في البذور، مثل محتوى الرطوبة والتأثيرات الوراثية، كما تم تطوير الروبوتات الزراعية في البحث العلمي الزراعي حيث تقوم بجمع البيانات المتعلقة بالنباتات والبذور. وهناك العديد من الشركات المصنعة لأجهزة تحليل البذور، ومن بينها "SeedCount" التابعة لشركة Perten Instruments تقدم SeedCount نظاماً متكاملًا لتحليل البذور يقوم بقياس وتحليل عدد البذور والشكل والحجم والكثافة والخواص الأخرى.

يتم حالياً تزويد الذكاء الاصطناعي بمختلف المعلومات والبحوث العلمية، ويتم ربط الذكاء الاصطناعي بمختلف الآلات والتقنيات مع القدرة على نقل البيانات وإدارتها، مثل المراقبة والزراعة الدقيقة والتتبع والآلات الزراعية وآلات الرش، حيث تتضمن هذه الطريقة إدارة سلسلة كاملة من الإنتاج الزراعي مما يؤدي إلى إدخال المعلومات بشكل متواصل مع القدرة على تخزين المعلومات، ونقلها ومعالجتها وتحليلها مع تقديم النتائج والوصف، وتشمل المجالات التي يعد تحليل البيانات أمراً حيوياً فيها التنبؤ بكل ما يتعلق بالزراعة من طقس أو مياه أو التغيرات التي تطرأ على التربة أو النباتات وصولاً إلى الإنتاج وإدارة البذور والمخزون. (Elijah O, 2018, p. 99)

خاتمة:

إن البحوث العلمية الزراعة الذكية هي تقنيات ناشئة تساعد البلدان على الحفاظ على الاستدامة في قطاع الزراعة، ومع ذلك يجب على مجتمع البحث أن يأخذ في الاعتبار بعض التحديات البحثية التي

تخلق فرصاً جديدة للباحثين لإجراء مسارات بحثية جديدة باستخدام بيانات موثوقة وأمنة وعوامل كتغير المناخ، والتنبؤ بالطقس لتحسين الإنتاجية، فقد تم إجراء الكثير من الجهود البحثية لاستخدام الذكاء الاصطناعي للكشف المبكر عن الأمراض في المزارع، كم أن ربط البحث العلمي بالذكاء الاصطناعي يمكن من ترقية المجال الزراعي والغذائي لإجراء أبحاث جديدة في مسارات مختلفة كعمل مستقبلي لإيجاد حلول وإبتكارات قابلة للتطبيق لمعالجة عدم كفاية الغذاء والتكيف مع احتياجات السكان المتزايدة.

إن الرؤية الأساسية التي يقوم عليها البحث العلمي الزراعي بالذكاء الاصطناعي هي الجودة والدقة والقدرة على التكيف والفعالية من حيث الإنتاج وتقليل التكاليف، حيث تهدف التكنولوجيا الفلاحية إلى تطوير تقنيات الزراعة الحديثة الأخرى مثل الزراعة المحمية والزراعة البيولوجية، وأنظمة تقنيات المعلومات الزراعية والذكاء الاصطناعي وغيرها.

ويعتبر الذكاء الاصطناعي أداة فعالة في تعزيز البحث العلمي الزراعي وتحسين البذور، حيث يمكن استغلاله في التنبؤ بصفات النباتات وخصائص البذور الأكثر كفاءة وإنتاجية، كما يساعد في عمليات التهجين والتحليل الجيني من خلال توجيه بحوث الهندسة الوراثية لتطوير سلالات جديدة، كما ويمكن استخدام الذكاء الاصطناعي في عمليات تحليل بيانات البذور الوراثية ضمن الخوازميات لتحديد الصفات المطلوبة، مثل المقاومة للأمراض والآفات والظروف البيئية المختلفة، كما يمكن استخدام الذكاء الاصطناعي في توجيه الإدارة الزراعية وتحسين عمليات الإنتاج الزراعي وإدارة تخزين البذور بكفاءة عالية.

ومن بين النتائج:

- باستخدام البحث العلمي بالذكاء الاصطناعي، يمكن إكتشاف طرق عملية لتحسين البذور وتوفير محاصيل ذات جودة أفضل وأداء أفضل في مختلف الظروف البيئية.
- يمكن استخدام الذكاء الاصطناعي في عمليات البحث لمراقبة الإنتاج وصحة التربة في نفس الوقت، مما يسمح للباحثين بتقدير الإنتاج كما ونوعاً والتنبؤ بأفضل وقت للحصاد لتحقيق أقصى إنتاجية ممكنة.
- يساعد البحث العلمي بالذكاء الاصطناعي في التصنيف المبكر للأمراض النباتية، ويسمح باستخدام أفضل الاستراتيجيات لمكافحة الأمراض.
- إن استخدام أجهزة الاستشعار والرؤية الآلية ونماذج الذكاء الاصطناعي والروبوتات يجعل من الممكن تطوير البحث العلمي مما يفتح آفاق جديدة أمام التطوير الزراعي.
- يساعد البحث العلمي بالذكاء الاصطناعي على التنبؤ بإنتاجية المحاصيل والتنبؤ بأفضل ظروف للزراعة، وباستخدام تقنيات وأدوات الذكاء الاصطناعي، أصبح من الممكن التنبؤ بأفضل وقت لتسميد الحقول وزرع البذور لتحقيق أقصى إنتاجية ومع تقليل الأسعار وبأفضل الطرق الممكنة.
- يساعد البحث العلمي بالذكاء الاصطناعي على ترشيد العينات في الحقل الذي يتم تجربته، كما يعمل على ترشيد رش المواد الكيميائية لمكافحة الآفات الحشرية والفطريات والأمراض البكتيرية التي تصيب النباتات.

- ومن المتوقع أن يكون هناك المزيد من التطوير في مختلف التطبيقات أو المجالات التكنولوجية الزراعية، إذ يقدم البحث العلمي آليات لتسهيل استخدام أجهزة الذكاء الاصطناعي عالية التقنية للصناعات التكنولوجية الأخرى في مجال الفلاحة والزراعة.

- يمكن أن يكون البحث العلمي والتحليلات المتقدمة أداة قوية في بناء نماذج الذكاء الاصطناعي باستخدام مجموعات كبيرة من البيانات عالية الدقة، ويمكن الاستفادة من هذه الآليات المستحدثة للقيام بإجراءات فعالة من أجل:

- إدارة النفايات الغذائية والزراعية.

- مكافحة تفشي وانتشار الأمراض الحيوانية.

- التنبؤ والتصدي للآفات والأمراض الزراعية الأمر الذي له إنعكاس بعيد المدى على الأمن الغذائي والتنوع البيولوجي الزراعي والبيئة وصحة الإنسان.

التوصيات

- يمكن الجمع بين معارف الهندسة وتكنولوجيا المعلومات وخبراء الزراعة في نهج متكامل يعتمد على أرضية مشتركة قابلة للتطوير بالذكاء الاصطناعي.

- ترجمة نتائج المختبرات الخاصة والبحوث العلمية الأجنبية، والتحقق من صحة التقنيات في التجارب العلمية التي يمكن ترجمتها إلى خوارزميات لدعم الذكاء الاصطناعي.

- إنشاء المزيد من المختبرات الميدانية ذات بنية تحتية للبيانات عالية التقنية على مستوى الجامعات لتسهيل هذه التكنولوجيا وربطها مع قواعد الذكاء الاصطناعي.

- تدريب طلاب تخصص الزراعة والفلاحة ومختلق التخصصات المتعلقة بالبيئة على استخدام الذكاء الاصطناعي بصيغة علمية تحت إشراف وزارة التعليم العالي.

قائمة المراجع:

References

- (2023, 10 2). Retrieved from <https://www.renile.net/ar/blog/تقنيات-الزراعة-الحديثة>
- (2023, 12 10). Retrieved from <https://thakaa.sa/library/articles/ai-in-agriculture>
- Diego Inácio Patrícia, R. R. (2018). *Computer vision and artificial intelligence in precision agriculture for grain crops: A systematic*. Computers and Electronics in Agriculture.
- Eli Chukwu, N. C. (2019). *Applications of Artificial Intelligence in Agriculture*. Engineering, Technology and Applied Research.
- Elijah O. (2018). *An Overview of Internet of Things (IoT) and Data Analytics in Agriculture: Benefits and Challenges*. IEEE Internet of Things Journal.
- FAO. (2010). *Climate-Smart Agriculture, report on agriculture, food security and climate change*. Rome, Italy: FAO.
- G. S. Abawi, T. L. (2000). Impact of soil health management practices on soilborne pathogens, nematodes and root diseases of vegetable crops. *Applied Soil Ecology*, 15(01), 37.
- K. Balleda, D. S. (2014). *An Efficient Rule-Based Expert System to Prevent Pest Diseases of Rice & Wheat Crops*. Coimbatore, India: 8th International Conference on Intelligent Systems and Control.
- kkkk. (5555). uuuu.
- Kumar, D. S. (2014). Survey on applications of image processing methods in agriculture sector. *Proc. Int. Conf Conver. Tech*, 4(1), 998.
- LHERBIER, J. (2015). *Valorisation de l'information géographique en agriculture de précision, Thèse de doctorat*. France: département de géographie, Université Joseph Fourier- Grenoble 1.
- M. Pagliai, N. V. (2004). Soil structure and the effect of management practices. *Soil and Tillage Research*, 79(03), 131.
- M. S. Moran, Y. I. (1997). Opportunities and limitations for image-based remote sensing in precision crop management. *Remote Sensing of Environment*, 61(3), 319.
- Nera Kuljanic, A. G. (2023). *Artificial intelligence in the agri-food sector, Applications, risks and impacts, Panel for the Future of Science and Technology*. Scientific Foresight Unit (STOA): EPRS | European Parliamentary Research Service.
- Partel V, C. K. (2019). *Development and evaluation of a low-cost and smart technology for precision weed management utilizing artificial intelligence*. Computers and Electronics in Agriculture.
- Sharma, R. (2021). *Artificial intelligence in agriculture*. in Proc. 5th Int. Conf. Intell. Comput. Control Syst.
- Syers, J. K. (1997). *Managing Soil for Long-Term Productivity*. The Royal Society.

- Yazhini, K. P. (2020). A novel methodology for smart soil management and health assessment system to support the contemporary cultivation using AI on mobile app environment. *Int. J. Adv Sci. Technol*, 7(29), 7.
- المنظمة العربية للتنمية المنظمة العربية للتنمية الزراعية. (2010). *دراسة مسحية لتطبيقات التقانات الحيوية في الإنتاج الزراعي العربي*. السودان: المنظمة العربية للتنمية الزراعية.
- عادل يوسف إسماعيل. (2022). *أثر التكنولوجيا على تنمية القطاع الزراعي في قطاع غزة*، مذكرة مقدمة كجزء من متطلبات نيل شهادة الماجستير. القدس: معهد التنمية المستدامة، كلية الدراسات العليا، جامعة القدس.
- عبد الستار عارف علي، ميسر مجيد جرجيس. (2003). *المكافحة الحيوية للآفات الزراعية*. مجلة الاستثمار الزراعي، العدد الأول، 36.
- عبد السلام، م. ا. (1998). *الأمن الغذائي للوطن العربي*. الكويت: المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب.