



آليات الذكاء الاصطناعي لتحليل ونشر المعلومات حول الأمن الغذائي:

الفرص والتحديات

Artificial intelligence mechanisms for analyzing and disseminating information about food security: opportunities and challenges

خليفة عبدالرزاق^{*1}

¹جامعة الوادي (الجزائر)، khelifi-abderrezek@univ-eloued.dz

تاريخ النشر: 2024/12/12

تاريخ قبول النشر: 2024/06/08

تاريخ الاستلام: 2024/01/20

ملخص

تعتبر قضايا الأمن الغذائي من أبرز التحديات التي تواجه المجتمعات الحديثة، ويأتي دور الذكاء الاصطناعي (AI) كأداة حيوية في تفعيل آليات التحليل ونشر المعلومات لمواجهة هذه التحديات. تهدف هذه الورقة البحثية إلى استكشاف كيفية استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين الحصول على المعرفة المتعلقة بالأمن الغذائي، كما يتناول استخدام الذكاء الاصطناعي في تحليل البيانات الكبيرة المرتبطة بمختلف جوانب سلسلة الإمداد الغذائي، بدءًا من إنتاج المحاصيل وانتهاءً بتوزيع المنتجات للمستهلكين، كما تستعرض السبل التي يمكن بها تحسين تبادل المعلومات بين الدول والمنظمات المعنية بالأمن الغذائي باستخدام تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي. إضافة إلى التحديات التي قد تواجه تفعيل آليات الذكاء الاصطناعي في هذا السياق، مثل تأمين البيانات وضمان دقة التحليلات.

الكلمات المفتاحية: تقنيات الذكاء الاصطناعي، التحول الرقمي، الأمن الغذائي.

Abstract

Food security issues are considered one of the most prominent challenges facing modern societies, and the role of artificial intelligence (AI) is a vital tool in activating mechanisms of analysis and dissemination of information to confront these challenges. This research paper aims to explore how the use of artificial intelligence technologies can improve the collection of knowledge related to food security. It also addresses the use of artificial intelligence in analyzing big data related to various aspects of the food supply chain, from crop production to the distribution of products to consumers. It also presents ways in which it can be improved. Exchanging information between countries and organizations concerned with food security using artificial intelligence technology. In addition to the challenges that may face activating artificial intelligence mechanisms in this context, such as securing data and ensuring the accuracy of analyses.

Keywords: artificial intelligence techniques, Digital conversion, food security.

1. مقدمة

تعد مسألة الأمن الغذائي أحد التحديات العالمية الملحة في القرن الحادي والعشرين. فمع تزايد عدد السكان العالمي وتغيرات المناخ وتدهور الأراضي الزراعية، يتعاظم الاهتمام بضمان توفر الغذاء الكافي والصحي للجميع. وفي هذا السياق، يؤدي الذكاء الاصطناعي دورًا محوريًا في تحليل ونشر المعلومات المرتبطة بالأمن الغذائي، مما يوفر فرصًا هائلة لتعزيز الفهم والتدخل الفعال في قضايا الأمن الغذائي. فالذكاء الاصطناعي يمكنه تحليل كميات هائلة من البيانات المتعلقة بالإنتاج الزراعي، والتوزيع، والمخزون، والأسعار، والتغذية، وغيرها من المتغيرات ذات الصلة. وباستخدام تقنيات التعلم العميق وتحليل البيانات، يمكن للذكاء الاصطناعي أيضًا تحديد الاتجاهات والأنماط والتنبؤ بالآزمات الغذائية المحتملة.

ومع ذلك، ينطوي تفعيل آليات الذكاء الاصطناعي حول الأمن الغذائي على تحديات عديدة. على سبيل المثال، يتطلب الأمر توافر بيانات جيدة وشاملة للغاية، مما يتطلب تنسيق وتوحيد المعايير والمصادر المختلفة. بالإضافة إلى ذلك، فإن مسألة خصوصية البيانات وأمانها تعتبر قضية حساسة، حيث يجب ضمان حماية المعلومات الحساسة والحفاظ على سرية البيانات المتعلقة بالأمن الغذائي. علاوة على ذلك، يجب أن يتم توظيف الذكاء الاصطناعي بطريقة تعزز التشارك والتعاون المستدام بين الدول والمؤسسات المختلفة. فالتحديات الغذائية تتجاوز الحدود الوطنية، ولذلك يجب أن تكون هناك إرادة سياسية قوية للتعاون الدولي وتبادل المعلومات والتجارب في مجال الأمن الغذائي.

من خلال الورقة البحثية التي بين أيدينا سنناقش تفصيليًا الفرص والتحديات المتعلقة بتفعيل آليات الذكاء الاصطناعي لتحليل ونشر المعلومات حول الأمن الغذائي، وسنستكشف الأدوات والتقنيات المستخدمة في هذا المجال وكيف يمكن تجاوز التحديات المذكورة أعلاه.

يعتبر الذكاء الاصطناعي تطور علمي وتكنولوجي مهم يمكن أن يساهم في تحقيق أهداف التنمية المستدامة وضمان توافر الغذاء الكافي والمستدام للجميع. من خلال تجاوز التحديات الفنية والمعرفية والسياسية المطروحة، كما يمكنه أيضًا أن يكون أداة فعالة لتعزيز الأمن الغذائي وتحقيق التوازن بين الاحتياجات المتزايدة للغذاء والموارد المحدودة.

ومما سبق ذكره يمكن طرح الإشكالية التالية:

هل تساهم تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تطوير المعرفة المتعلقة بالأمن الغذائي؟

ولإحاطة أكثر بالموضوع ارتأينا إلى تفكيك الإشكالية المطروحة إلى التساؤلات الفرعية التالية:

- ماذا نعني بالذكاء الاصطناعي وما هي أهم مميزاته؟
- ما مفهوم الأمن الغذائي وما هي أهم مقوماته؟

- ماهي أهم تحديات استخدام الذكاء الاصطناعي في مجال الأمن الغذائي؟

نهدف من خلال هذه الورقة البحثية الى:

- ابراز مفهوم الذكاء الاصطناعي والامن الغذائي والمفاهيم المرتبطة بهما.
- معرفة الأدوار الأساسية للذكاء الاصطناعي في سبيل تحصيل المعرفة المتعلقة الامن الغذائي.
- الكشف عن أهم التحديات التي تواجه استخدام الذكاء الاصطناعي في مجال الامن الغذائي.

2. الذكاء الاصطناعي والامن الغذائي: عرض مفاهيمي:

1.2 مفهوم الذكاء الاصطناعي وأهم مميزاته:

يعتبر الذكاء الاصطناعي أحد فروع علم الحاسوب، وإحدى الركائز الأساسية التي تقوم عليها صناعة التكنولوجيا في العصر الحالي، فيعد الذكاء الاصطناعي بأنه قدرة الآلات والحواسيب الرقمية على القيام بمهام مُعينة تحاكي وتشابه تلك التي تقوم بها الكائنات الذكية؛ كالقدرة على التفكير أو التعلم من التجارب السابقة أو غيرها من العمليات الأخرى التي تتطلب عمليات ذهنية.

تعددت المفاهيم والتعريفات الخاصة بالذكاء الاصطناعي وفقًا لجوانب توظيفها، وفيما يأتي يستعرض الباحث أهم هذه التعريفات من وجهة نظره.

عرفه Dan W Patterson على أنه فرع من فروع علم الحاسبات الذي يهتم بد ارسنة وتكوين منظومات حاسوبية تظهر بعض صيغ الذكاء، هذه المنظومات لها القابلية على تقديم استنتاجات مفيدة حول المشكلة الموضوعة، كما تستطيع هذه المنظومات فهم اللغات الطبيعية أو فهم الإدراك الحي وغيرها من الإمكانيات التي تحتاج إلى ذكاء متى نفذت من قبل الإنسان (محمد، 2001، صفحة 87) .

ويشار للذكاء الاصطناعي على أنه فرع من علوم الحاسب الآلي الذي يمكن بواسطته خلق وتصميم برنامج الحاسبات التي تحاكي أسلوب الذكاء الإنساني، لكي يتمكن الحاسب الآلي من أداء بعض المهام بدلا من الإنسان، والتي تتطلب التفكير والتفهم والسمع والتحدث والحركة بأسلوب منطقي ومنظم (الشرقاوي، 1998، صفحة 23).

ويعرفه مارفن لي مينسكي Marvin lee Minsky، الذي يرى أن الذكاء الاصطناعي هو: "بناء برامج الكمبيوتر التي تنخرط في المهام التي يتم انجازها بشكل مرض من قبل البشر، وذلك لأنها تتطلب عمليات عقلية عالية المستوى مثل: التعلم الإدراكي تنظيم الذاكرة و التفكير النقدي" (موسى و حبيب بلال، 2019، صفحة 20). ومنه يمكن اعتبار أن الذكاء الاصطناعي يمثل اندماج الاجهزة والبرمجيات الذكية ضمن نظام علمي يهدف بالاساس الى تطوير القدرات الذاتية للآلات، من اجل تنفيذ مهمات دقيقة، تضاهي تلك التي يؤديها الانسان.

وبصفة عامة يعتبر الذكاء الاصطناعي (AI) فرع من علوم الكمبيوتر يهتم بتطوير أنظمة وبرمجيات تكون قادرة على أداء مهام تتطلب تفكيرًا ذكيًا. يهدف الذكاء الاصطناعي إلى تحقيق القدرة على التعلم والتكيف واتخاذ

القرارات الذكية، مما يشمل فهم اللغة الطبيعية، والتعرف على الصور، وحل المشكلات، والتفاعل مع البيئة بشكل ذكي، كما يتيح الذكاء الاصطناعي للأنظمة الحاسوبية أداء مهام تتطلب تحليل البيانات، واستنتاج الأنماط، واتخاذ القرارات، وتعلم الخبرات من البيئة المحيطة. يتضمن تصميم النظم الذكية الاصطناعية استخدام تقنيات مثل تعلم الآلة ومعالجة اللغة الطبيعية ورؤية الحاسوب والتخطيط والتفاعل الآلي.

كما يتسم الذكاء الاصطناعي بمجموعة من الخصائص أهمها (النجار، 2010، الصفحات 169-170):

- استخدام الذكاء في حل المشاكل المعروضة مع غياب المعلومة الكاملة.
- القدرة على التفكير والادراك.
- القدرة على اكتساب المعرفة وتطبيقها.
- إمكانية التعلم و الفهم من التجارب والخبرات السابقة.
- استخدام الخبرات القديمة وتوظيفها في مواقف جديدة.
- القدرة على استخدام التجربة والخطأ لاكتشاف الأمور المختلفة.
- الاستجابة السريعة للمواقف والظروف الجديدة.
- التعامل مع الحالات الصعبة والمعقدة.
- التعامل مع المواقف الغامضة في غياب المعلومات.
- القدرة على تمييز الأهمية النسبية لعناصر الحالات المعروضة.
- تقديم المعلومات لاسناد القرارات الإدارية.

2.2 مفهوم الأمن الغذائي:

لسنوات عديدة، كانت قضية الغذاء من بين أهم التحديات التي نالت اهتمامًا كبيرًا من قِبَل الباحثين، ترتبط هذه التحديات بمفهوم يُعرف بالأمن الغذائي، والذي شهد تنوعًا في التعاريف والمفاهيم المقدمة له، وذلك استنادًا إلى وجهات نظر واتجاهات فردية وإيديولوجيات وثقافات متنوعة. فيما يلي، سنُقدِّم بعض التعاريف المتنوعة المُقدمة لمفهوم الأمان الغذائي:

تعرفه منظمة الأغذية والزراعة العالمية الفاو على أنه: "الحالة التي يتحقق فيها الحصول المادي والاقتصادي على الغذاء الكافي والأمن والمغذي لكل الناس وفي كل الأوقات بشكل يلبي احتياجاتهم الغذائية كما يناسب أذواقهم الغذائية المختلفة بما يدعم حياة نشطة وصحية" (عبدالمنعم، 2023، صفحة 49).

كما تبنت المنظمة العربية للتنمية الزراعية تعريف الأمن الغذائي على النحو التالي: "يعني الأمن الغذائي توفير الغذاء بالكمية والنوعية اللازمين للنشاط الحيوي وبصورة مستمرة لكل أفراد الأمة اعتمادًا على الإنتاج المحلي وعلى أساس الميزة النسبية لإنتاج السلعة الغذائية لكل قطر وإتاحتها لكل المواطنين بالأسعار التي تتناسب مع دخولهم وإمكانياتهم المادية"

وقد عرف الأمن الغذائي على أنه: " يكون الأمن الغذائي عندما يكون باستطاعة جميع الناس، وفي كل الأوقات الحصول على الغذاء الكافي، الآمن، والمغذي لتلبية احتياجاتهم من أجل التمتع بنمط حياة صحي ونشط" (خلالفة 2016، 13).

بينما يعرفه البنك الدولي على أنه : "حصول كل الناس في كل الاوقات على غذاء كاف لحياة نشطة وسليمة" كما ان البنك الدولي في تعريفه للأمن الغذائي يكون قد ميز بين اللا أمن الغذائي المزمن، واللا أمن الغذائي العابر، ويعني النوع الاول وجود حالة نقص حاد في امدادات الغذاء بسبب العجز الدائم عن تحصيله بشكل كافي، بينما يشير النوع الثاني الى حالة انحدار مؤقت في قدرة الأسرة على تحصيل الغذاء الكافي. والملاحظ ان المفهومين يرتبطان اولاً بالاهلية للغذاء وثانياً بالمجموعات الصغيرة كالاسرة والافراد (بن عبيد، مطاي ، وصلاح ، 2017، صفحة 140).

وينقسم مفهوم الغذاء على المستوى الدولي والمجتمعات الاقتصادية الكبرى الى مستويين مطلق ونسبي، فالأمن الغذائي المطلق يشير الى قدرة الدولة على انتاج الغذاء داخليا بما يعادل أو يفوق طلبها المحلي، وفي هذا المستوى تصبح الدولة في حالة اكتفاء ذاتي. بينما يشير الأمن الغذائي النسبي الى قدرة الدولة على توفير احتياجاتها من السلع الغذائية الضرورية بشكل كلي أو جزئي (عبدالمنعم، 2023، الصفحات 50-51).

وبدورها، عرفت وزارة الزراعة الأميركية الأمن الغذائي بأنه "حصول كل الأفراد في كل الأوقات على كميات الطعام الكافية لضمان حياة نشطة وصحية"، كما عرفت انعدام الأمن الغذائي بـ"محدودية التوفر" أو "التوفر غير الأكيد" للغذاء الملائم ولسلامة الأطعمة أو "محدودية إمكانية الحصول على طعام مناسب بوسائل مقبولة اجتماعياً".

ويتأسس الأمن الغذائي على مقومات تتغير نسبياً من بلد لبلد، ومن مجتمع لمجتمع آخر، ويمكن تقسيمها الى أربعة مقومات وهي:

توفر الأغذية:

أي توفير السلع والغذاء ويتحدد هذا المرتكز بالنظر الى عدد والحجم السكاني (سلاطينة وعرعور، 2009، صفحة 8)، ويعني ذلك وجود توفر السلع الغذائية الكافية مع ضمان وصول الامدادات بشكل مستمر، سواء عن طريق الإنتاج المحلي أو الاستيراد، بالإضافة إلى الإعانات التي تقدمها المنظمات العالمية او الدول الكبرى.

إمكانات الحصول عليها:

ويعني ذلك الحصول على تلك الأغذية بطرائق مستدامة لا تتعارض مع التمتع بحقوق الإنسان الأخرى، كما يعني وجود دخل كاف لإتاحة الغذاء المناسب، أو وجود موارد أخرى تضمن هذا الغذاء.

وقد أشارت لجنة الأمم المتحدة المعنية بالحقوق الاقتصادية والاجتماعية والثقافية إلى أنه كثيرا ما لا تكون أسباب الجوع وسوء التغذية ناتجة عن ندرة الغذاء، بل قد ترجع إلى العجز عن الوصول إلى الأغذية المتاحة، بسبب الفقر أو الكوارث أو الحروب، وأضافت وزارة الزراعة الأميركية أن الوصول إلى الطعام يجب أن يكون متاحا بطرق مقبولة اجتماعيا، من دون اللجوء إلى إمدادات غذائية عاجلة أو إلى السرقة أو القيام بأعمال أخرى غير قانونية أو غير لائقة للحصول على الغذاء.

استخدامها:

ويقصد بذلك كل العمليات المرتبطة باستخدام هذه الأغذية، من تخزين ورعاية ونقل وطهي وتجهيز، وكذا تنوع الغذاء، لأنه لا يحقق النتيجة المرجوة منه إلا عندما يكون متنوعا، بحيث يشمل العناصر الغذائية المطلوبة كافة، ولتحقيق الأمن الغذائي، يجب أن يكون الطعام المستهلك آمنا ويلبي احتياجات الأفراد الجسدية بصورة كافية، أي حاجيات الجسم الضرورية لقيام الفرد بكل نشاطاته بشكل معتدل (سلاطينية وعرعور 2009، 9).

استقرار الإمدادات منها:

ويعني ذلك ضمان وصول السلع الغذائية الكافية مع ضمان عدم انقطاعها أو ترجعها بالاختصاص في اوقات الطوارئ مثل النزاعات المسلحة أو الكوارث الطبيعية وغيرها من العوامل الاستثنائية.

كما ينطوي توفر الأمن الغذائي على مجموعة من الشروط تتعلق بالأساس بالمساحة الوافرة، حيث توفر المساحات الصالحة للزراعة يساهم بشكل فعال في زيادة المحاصيل وبالتالي الرفع من مستوى الغذاء داخل الدولة ويقلل من وارداتها، ويتأتى هذا عن طريق عمليات الاستصلاح الواسعة التي تأخذ طابعها الرسمي لنجاحها، إضافة إلى الموارد المائية، حيث تشكل أحد أهم العوامل الرئيسية في إنتاج الغذاء، وبالتالي فمن الواجب الحفاظ عليه، كما ان توفر رؤوس الأموال اللازمة يعتبر عاملا حاسما في نجاح الاستثمارات الموجهة لإنتاج الغذاء والاستغلال الأمثل للأراضي الصالحة للزراعة، وكذا ادخال الطرق الحديثة في ذلك، مثل استعمال المبيدات والمكننة التي من شأنها تطوير إنتاج المحاصيل، وكل ما سبق ذكره لا يتأتى بدون وجود إرادة حقيقة من طرف السلطات الرسمية سواء من خلال الدعم أو القوانين التي تحمي الأراضي من النهب وسوء الاستغلال. (سلاطينية و عرعور 2009، 20-21)

3. تفعيل دور الذكاء الاصطناعي في تحقيق الامن الغذائي:

1.3 استخدام الذكاء الاصطناعي في مجال الزراعة:

يتصارع عالمنا مع تزايد عدد السكان، و المشاكل المتعلقة بتغيرات المناخ ، إضافة الى القيود المفروضة على الموارد، حيث أصبحت الحاجة إلى حلول مبتكرة أكثر إلحاحا من أي وقت مضى. وبينما نتنقل عبر شبكة معقدة من التحديات، يقدم الذكاء الاصطناعي مجموعة من الأدوات التي تمكن المزارعين والباحثين وصناع

السياسات من اتخاذ قرارات المؤسسة، لا يتعلق الأمر فقط بآتمتة المهام، بل يتعلق بالاستفادة من الرؤى المستمدة من تحليل البيانات لبناء مستقبل أكثر استدامة وأمانًا. فنرى أن مساهمة الذكاء الاصطناعي في تحقيق الأمن الغذائي كبيرة جدا وفعالة من خلال تطبيقات مختلفة تعزز الكفاءة والإنتاجية واتخاذ القرار في سلسلة الإمداد الزراعي والغذائي.

لقد شكل ظهور ما يسمى بالزراعة الدقيقة أو الذكية ثورة حقيقية في المجال، حيث استحدث هذا النهج الحديث من أجل تطوير القطاع الزراعي، إذ يسمح باندماج تكنولوجيا المعلومات والاتصالات والحوسبة لتحقيق أقصى استفادة من الموارد الزراعية وزيادة إنتاجية الأراضي. كما يتميز هذا النهج بتحليل دقيق لظروف البيئة الزراعية، مما يمكن من اتخاذ قرارات مبنية على البيانات، لتحسين جودة المحاصيل وضمان الاستدامة. تستخدم الزراعة الدقيقة تقنيات متنوعة مثل نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد وتحليل البيانات الضخمة لفهم التفاصيل الدقيقة في الحقول الزراعية واتخاذ القرارات بشكل فعال، بحيث يهدف هذا النهج إلى تحسين استخدام المياه والأسمدة، والحد من الهدر في الإنتاج الزراعي، وتعزيز إنتاجية الأراضي بشكل عام. كما ان دخول تقنيات الذكاء الاصطناعي في مجال الزراعة وفي العديد من المعدات القادرة على تحسين النوعية و الزيادة في معدلات الإنتاج ومنها (سياري و جبلي، 2023، صفحة 38):

-الروبوتات الزراعية: تطورت الشركات في برمجة الروبوتات المستقلة للتعامل مع المهام الزراعية الأساسية مثل حصاد المحاصيل بأحجام أكبر وأسرع من العمال البشر ومراقبة المحاصيل والرتبة من خلال الاستفادة من رؤية الكمبيوتر والتعلم العميق لمعالجة البيانات التي تلتقطها الطائرات بدون طيار.

-المزارع الروبوتية: افتتحت شركة آيرون اوكس الأمريكية أول مزرعة تقوم فيها الروبوتات بدور المزارعين عوضا عن البشر من خلال تنفيذ العديد من المهام البشرية، حيث طرحت فعلياً منتجات زراعية أنتجها الروبوت المزارع المسؤول عن أهم العمليات في هذه المزرعة.

-الجرارات ذاتية القيادة: استخدام الجرار الذكي قادر على أحداث ثورة في الصناعة الزراعية فهو يسهل عملية الحرث ورش البذور وعلى مسافات متساوية كما يمكنه مراقبة مستوى النمو والتنبؤ بموعد الحصاد، كما يمكنه الكشف المستقل عن موقع الحرث في الحقول، وتحديد السرعة وتجنب العقبات مثل معدات الري والبشر والحيوانات أثناء أداء المهام.

-الطائرات بدون طيار: اتجه خبراء الزراعة الى دمج طائرات بدون طيار تستخدم من أجل تعزيز الممارسات الزراعية المختلفة وتقييم صحة المحاصيل والري ورصد المحاصيل ورش المحاصيل بالمبيدات الكيماوية والزراعة، كما تستعمل في التصوير الصحي للمحاصيل ورسم الخرائط المتكاملة لنظام المعلومات الجغرافية وسهولة الاستخدام وتوفير الوقت وإمكانية زيادة الغلة من خلال جمع ومعالجة البيانات عبر سلسلة من أجهزة الاستشعار.

- صور الأقمار الصناعية: شاع في الفترة الأخيرة استخدام الأقمار الصناعية في الزراعة، فهي تستخدم لمراقبة المحاصيل عن بعد، وهذا ما يوفر قدرا كبيرا من المال والوقت، كما يمكن دمج هذه التكنولوجيا مع مجسات التربة والمياه والمحاصيل، لذا كلما حصل خطر أو نقص شيء من الموارد، يمكن للمزارع الحصول على إشعار، ومن أهم ادوار الأقمار الصناعية، التنبؤ بالطقس وهذا ما يمكن المزارع من تحديد المواعيد زرع البذور أو تأجيل الحصاد وغير ذلك من المهام (الراوي، 2020).

- أجهزة الاستشعار عن بعد: تتيح أجهزة الاستشعار عن بعد التي يتم تثبيتها في أماكن موزعة بعناية، معرفة البيانات المحتملة في الظروف البيئية داخل الحقل لقياس مؤشرات التربة، مثل مستويات النيتروجين والفسفور والمحتوى الرطوبي والحموضة، ودرجة حرارة التربة والظروف الصحية الملائمة للنمو كذلك التنبؤ بأنماط الطقس لأيام وأسابيع قادمة وغيرها من المعلومات الأخرى. يتم تجميع البيانات بشكل دوري ضمن نظام دقيق لتخزين وتحليل واسترجاع البيانات مما يساعد على اتخاذ القرار الأمثل في الوقت المناسب.

- الاعتماد على إنترنت الأشياء (IoT): وهي عملية ربط أي جهاز بجهاز آخر عبر الإنترنت، من الهواتف المحمولة إلى الآلات المستخدمة في الحقول الزراعية، حيث يمكن تشغيلها والتحكم بها وإرسال واستقبال البيانات منها عن طريق الإنترنت، ومن أبرز تطبيقات إنترنت الأشياء في الزراعة نجد أجهزة الإستشعار وأنظمة التحكم عن بعد، والآلات ذاتية التشغيل (سوداني، بن عيشوبة، و صدقاوي، 2022، صفحة 459).

- رصد المحاصيل والكشف عن الأمراض: يمكن لخوارزميات الذكاء الاصطناعي تحليل الصور والبيانات الواردة من أجهزة الاستشعار للكشف عن العلامات المبكرة لأمراض المحاصيل وتفشي الآفات ونقص المغذيات. ويتيح هذا الكشف المبكر للمزارعين اتخاذ إجراءات مستهدفة وفي الوقت المناسب لحماية المحاصيل، وضمان إمدادات غذائية أكثر موثوقية (فقيه، 2023).

- التحليلات التنبؤية لإنتاجية المحاصيل: تقوم نماذج الذكاء الاصطناعي بتحليل البيانات التاريخية وأنماط الطقس وظروف التربة للتنبؤ بإنتاجية المحاصيل. تساعد هذه المعلومات المزارعين على اتخاذ قرارات مستنيرة بشأن الزراعة والحصاد وإدارة الموارد، مما يساهم في ممارسات زراعية أكثر كفاءة ومرونة. إضافة إلى تحسين سلسلة التوريد، حيث يعمل الذكاء الاصطناعي على تحسين سلسلة الإمداد الغذائي من خلال التنبؤ بالطلب وإدارة المخزون وتقليل الهدر. تضمن الأنظمة اللوجستية الذكية المدعومة بالذكاء الاصطناعي وصول الغذاء إلى وجهته في الوقت المناسب، مما يقلل من الخسائر ويضمن إمدادًا ثابتًا من الغذاء إلى الأسواق (فقيه، 2023).

- وسائل تحليل المعطيات: وهذا من خلال اتخاذ القرار والتنبؤ، لأن عملية جمع المعطيات هي عملية مهمة جدا في نظام الزراعة الذكية، فكمية المعطيات المتوفرة حول الإنتاج الخاص بالزراعات في نمو وتغير مستمر، لاسيما فيما يخص الأراضي والتغير المناخي واستعمالات الأسمدة والآلات والصحة الحيوانية (قاصدي، 2021، صفحة 361).

- المرونة في مواجهة المناخ: يساعد الذكاء الاصطناعي في تطوير محاصيل مقاومة للمناخ يمكنها تحمل الظروف الجوية القاسية. ومن خلال تحليل البيانات الوراثية والعوامل البيئية، يساهم الذكاء الاصطناعي في تطوير محاصيل أكثر مقاومة للجفاف والفيضانات وغيرها من التحديات المرتبطة بالمناخ، كما يمكن له إدارة المياه، حيث تساعد الأنظمة التي تعمل بالذكاء الاصطناعي على تحسين استخدام المياه في الزراعة. ومن خلال تحليل البيانات، يمكن للذكاء الاصطناعي أن يوصي بجداول زمنية دقيقة للري، والحد من هدر المياه وضمان ممارسات الإدارة المستدامة للمياه في المناطق التي تواجه ندرة المياه.

ومن خلال تعزيز الإنتاجية والكفاءة والاستدامة عبر سلسلة القيمة الزراعية والغذائية، فإن تطبيق الذكاء الاصطناعي يضمن إمكانات كبيرة لتعزيز الأمن الغذائي، خاصة في أجزاء من العالم الأكثر عرضة للجوع وسوء التغذية، ومع ذلك، لا تزال هناك حاجة إلى بذل جهود لتحسين الوصول وسد الفجوة الرقمية على مستوى العالم.

كما يظهر دور الذكاء الاصطناعي في دورة إدارة المعلومات الزراعية، حيث يمكن أن تكون إدارة البيانات الزراعية مع الذكاء الاصطناعي مفيدة بعدة طرق: (Lenniy 2023)

- إدارة المخاطر: التحليلات التنبؤية تقلل من الأخطاء في عمليات الزراعة.
- تربية النبات: استخدمت الذكاء الاصطناعي بيانات نمو النبات لتقديم المشورة لمزيد من المحاصيل التي تكون أكثر مرونة في الطقس القاسي أو المرض أو الآفات الضارة.
- تحليل صحة التربة والمحاصيل: يمكن لخوارزميات الذكاء الاصطناعي تحليل التركيب الكيميائي لعينات التربة لتحديد العناصر الغذائية التي قد تكون غير موجودة. يمكن لـ AI أيضاً تحديد أو حتى التنبؤ بأمراض المحاصيل.
- تغذية المحاصيل: يعد استعمال تقنيات الذكاء الاصطناعي في الري مفيداً لتحديد الأنماط المثلى وأوقات تطبيق المغذيات، مع التنبؤ بالمزيج الأمثل من المنتجات الزراعية.
- الحصاد: إن الذكاء الاصطناعي مفيد لتعزيز غلة المحاصيل ويمكن أن تتنبأ بأفضل وقت لحصاد المحاصيل.
- رسم خرائط العائد والتحليلات التنبؤية: يستخدم رسم خرائط العائد خوارزميات ML لتحليل مجموعات البيانات الكبيرة في الوقت الفعلي. وهذا يساعد المزارعين على فهم أنماط وخصائص محاصيلهم، مما يسمح بتخطيط أفضل. ومن خلال الجمع بين تقنيات مثل رسم الخرائط ثلاثية الأبعاد، والبيانات المستمدة من أجهزة الاستشعار والطائرات بدون طيار، يمكن للمزارعين التنبؤ بمحصول التربة لمحاصيل محددة. يتم جمع البيانات من خلال رحلات متعددة بطائرات بدون طيار.

2.3 تحديات استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحقيق الأمن الغذائي

في حين أن الذكاء الاصطناعي يقدم فوائد كبيرة في تعزيز الأمن الغذائي، إلا أن هناك العديد من التحديات المرتبطة بتنفيذه في سلسلة الإمداد الزراعي والغذائي. وتشمل هذه التحديات ما يلي:

ارتفاع تكلفة الاستثمار:

أحد التحديات الرئيسية التي يواجهها المزارعون هو ارتفاع تكلفة الاستثمار في تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي. تتطلب أنظمة الذكاء الاصطناعي استثمارات كبيرة في الأجهزة والبرمجيات، فضلاً عن التدريب والدعم، ويمكن أن يشكل هذا عائقاً كبيراً أمام صغار المزارعين، الذين غالباً ما تكون مواردهم محدودة، وعلى سبيل المثال، قد لا يمتلك المزارع الصغير في دولة نامية الموارد المالية اللازمة لشراء نظام الذكاء الاصطناعي وصيانته. وهذا يتركهم في وضع غير مؤات مقارنة بالمزارعين الكبار الذين يمكنهم الوصول إلى هذه التكنولوجيات.

نقص الخبرة الفنية:

ونعني به حاجة المزارعين لمزيد من الخبرة الفنية. العديد من المزارعين ليسوا على دراية بأحدث تقنيات الذكاء الاصطناعي وقد يفتقرون إلى المهارات التقنية اللازمة لتشغيل هذه الأنظمة وصيانتها. ويمكن أن يؤدي ذلك إلى صعوبات في استخدام الذكاء الاصطناعي بشكل فعال، مما يؤدي إلى تقليل الغلة وانخفاض دخل المزارعين، على سبيل المثال، في المناطق الريفية في البلدان النامية، قد لا يتمكن المزارعون من الوصول إلى التدريب والدعم اللازم لاستخدام أنظمة الذكاء الاصطناعي بشكل فعال. وهذا يقلل من ميزتهم التنافسية مقارنة بالمزارعين في المناطق الأكثر تقدماً. (Artificial Intelligence in Agriculture: Overview, Applications, Challenges & More, 2023). كما يتطلب التنفيذ الناجح لتقنيات الذكاء الاصطناعي متخصصين ماهرين يمكنهم تطوير أنظمة الذكاء الاصطناعي ونشرها وصيانتها. ومع ذلك، هناك نقص في خبراء الذكاء الاصطناعي وعلماء البيانات والفنيين ذوي الخبرة في الزراعة والأنظمة الغذائية. يعد بناء القدرات البشرية اللازمة وتوفير فرص التدريب أمراً ضرورياً لاستخدام الذكاء الاصطناعي بشكل فعال في تحقيق الأمن الغذائي (Lenny, 2023).

البيانات الزراعية متناثرة:

حتى لو تم جمع البيانات بشكل كامل، ويمكن للمزارع (أو المستشار) الوصول إلى جميع البيانات ذات الصلة من المزرعة، فإن جمع البيانات بين المزارع لا يكون مركزياً، وهذا يعني أن المعرفة/الرؤية الجماعية المستمدة من التقنيات القائمة على الذكاء الاصطناعي لا تزدهر بشكل كامل، ولتوضيح هذا التناقض الحاد، سننقد مقارنة بين الزراعة والتمويل. ففي مجال التمويل، يمكنك الوصول إلى بيانات رأسمال الكبير لجميع الشركات المتداولة علناً من جميع أنحاء العالم، والتي تستخدم الذكاء الاصطناعي في البيانات المالية، بينما لا يوجد مثل هذا النظام المركزي للبيانات عالي الدقة في القطاع الزراعي، وتقدر منظمة الأغذية والزراعة أن هناك 570 مليون مزرعة في جميع أنحاء العالم، فلا يمكن لعالم البيانات الاستفادة من هذه الثروة من البيانات لتحقيق عائد أفضل.

تكلفة التحول نحو الذكاء الاصطناعي في الزراعة، وتكلفة الأخطاء:

إن التكلفة العالية للتغيير صحيحة بشكل خاص في حالة الصناعة الزراعية. يختلف هيكل التكلفة هذا كثيراً عن بعض القطاعات الأخرى التي اعتمدت الذكاء الاصطناعي بأذرع مفتوحة. إذا قامت شركة أوبر بتشغيل

حملة بريد إلكتروني بناءً على ما اقترحه فريق علوم البيانات لديها، وبعد بضعة أيام تبين أنها لا تعمل بالطريقة التي تم تقديرها، فيمكنهم إيقافها/تعديلها على الفور. يكون عامل الخطر على نطاق مختلف في النظام الزراعي؛ إن اتباع توصية خاطئة قد يعني خسارة غلة المحاصيل لموسم زراعي. من جهة أخرى قد تكون حلول الذكاء الاصطناعي غير مكلفة على المدى المتوسط إلى الطويل، بينما يكون الاستثمار الأولي مكلفاً للغاية، ومع معاناة العديد من المزارع والشركات الزراعية مالياً، قد يكون اعتماد الذكاء الاصطناعي مستحيلاً في الوقت الحالي، خاصة في حالات صغار المزارعين وأولئك الذين يعيشون في البلدان النامية. ومع ذلك، فإن تكلفة تنفيذ الذكاء الاصطناعي قد تنخفض مع تطور التقنيات، كما قد تحظى الشركات أيضاً بفرصة استكشاف موارد التمويل مثل المنح الحكومية أو الاستثمار الخاص.

ملكية البيانات والخصوصية:

من يملك البيانات في القطاع الزراعي؟ الإجابة على هذا السؤال ليست واضحة كما قد تتوقع. نعم، البيانات مملوكة للمنتجين ويمكن الوصول إليها، وهم المزارعون ومديرو المحميات الزراعية والمربون والمهندسون الزراعيون وما إلى ذلك، لكن هذه ليست الصورة الكاملة. على الرغم من أن المالكين لديهم إمكانية الوصول إلى بعض البيانات المهمة، إلا أنهم لا يستطيعون الوصول الفوري إلى العديد من المصادر الأخرى للبيانات ذات الصلة مثل البيانات البيئية التاريخية في المنطقة أو صور الأقمار الصناعية، إلا إذا دفعوا مقابل الوصول وتدريبوا على استخدامها، ويمكن تغطية هذه الفجوة (وخاصة عدم إمكانية الوصول إلى البيانات البيئية والبيانات الساتلية من جانب المزارعين) بشكل جيد من قبل علماء البيانات ومهندسي البيانات المدربين على جمع ودمج البيانات من مصادر مختلفة (AI in Agriculture: Opportunities and Challenges, n.d.).

مقاومة التغيير:

قد يتردد معظم المزارعين في تبني التغييرات المرتبطة بالتقنيات الجديدة. ويرجع ذلك جزئياً إلى قلة التعرض وعدم الإلمام بالأنظمة الجديدة، وهذا يمكن أن يجعل من الصعب على المزارعين تبني الذكاء الاصطناعي بشكل كامل، حتى لو كان بإمكانه تحسين عملياتهم بشكل كبير. على سبيل المثال، في بعض المجتمعات، تم تناقل أساليب الزراعة التقليدية عبر الأجيال، وقد يقاوم المزارعون تبني تقنيات جديدة يُنظر إليها على أنها غريبة وغير مألوفة (Artificial Intelligence in Agriculture: Overview, Applications, Challenges & More, 2023).

توافر البيانات وجودتها:

تعتمد أنظمة الذكاء الاصطناعي بشكل كبير على كميات كبيرة من البيانات عالية الجودة لأغراض التدريب وصنع القرار. ومع ذلك، في العديد من المناطق، وخاصة في البلدان النامية، قد تكون البيانات المتعلقة بالزراعة وإنتاج الأغذية واستهلاكها محدودة أو مجزأة أو ذات نوعية رديئة. يمكن أن تؤدي البيانات غير الكافية إلى إعاقة دقة وموثوقية نماذج الذكاء الاصطناعي وقدرتها على تقديم رؤى مفيدة.

الإحجام عن تبني التقنيات والعمليات الجديدة:

يتأسس اعتماد تقنيات الذكاء الاصطناعي على نطاق واسع على اكتساب الثقة والقبول من أصحاب المصلحة، بما في ذلك المزارعين وصانعي السياسات والمستهلكين. ولا بد من معالجة المخاوف المتعلقة بخصوصية البيانات والأمن والنزوح المحتمل للعمالة البشرية. يعد التواصل الشفاف وإشراك أصحاب المصلحة في عملية التطوير وإظهار فوائد وقيمة أنظمة الذكاء الاصطناعي أمراً بالغ الأهمية لتعزيز الثقة والقبول. يحتاج المزارعون إلى فهم أن الذكاء الاصطناعي ليس سوى نسخة أكثر تقدماً من التقنيات الأبسط لمعالجة البيانات الميدانية. ولإقناع العمال الزراعيين بتبني الذكاء الاصطناعي، ينبغي للقطاعين العام والخاص توفير التحفيز والموارد والتدريب. ويتعين على الحكومات أيضاً أن تضع القواعد التنظيمية اللازمة لضمانة العمال إلا أن التكنولوجيا لا تشكل تهديداً (Lenniy, 2023)، إضافة إلى بعض العوامل السياقية والثقافية، حيث يتأثر الأمن الغذائي بتفاعل معقد بين العوامل الاجتماعية والاقتصادية والثقافية والبيئية. قد تواجه نماذج الذكاء الاصطناعي صعوبة في التقاط الفروق الدقيقة في السياقات المحلية، والمعرفة التقليدية، والممارسات الزراعية المتنوعة. يعد تكييف حلول الذكاء الاصطناعي مع مناطق محددة والتأكد من توافقها مع الممارسات والقيم الثقافية المحلية أمراً بالغ الأهمية لنجاح تنفيذها.

نقص المعرفة:

حيث يعتبر الافتقار إلى المعلومات والمهارات عقبة رئيسية أمام اتباع الطرق الذكية في الزراعة، فقد يتطلب الأمر الحصول على معلومات عن البحوث الزراعية وخدمات الإرشاد التي قد تصعب على عامة المزارعين منخفضي التعليم أو في الأغلب يعانون من الأمية، ويعتبر أيضاً تدني مستوى التعليم بين المزارعين حجرة عثرة أمام تبني التقنيات الجديدة (عبدالسلام، 2022)، ومن بينها تقنيات الذكاء الاصطناعي.

إختيار البيانات ورقمنتها:

ونظراً للتنوع الكبير في أنواع البيانات وأشكالها ومصادرها في علوم النبات، فإن تحديد موارد البيانات التي يمكن اختيارها للتحليل المستنير بالذكاء الاصطناعي يشكل تحدياً خطيراً. إذ يعد إختيار البيانات مسألة بالغة الأهمية نظراً للكم الكبير من العمل المطلوب لرقمنة مجموعات البيانات والبيانات الوصفية ذات الصلة وتنظيمها ومعالجتها. يجب أن تأخذ هذه المعايير في الاعتبار مهمة تعلم الآلة المطروحة، والأهداف العلمية، بالإضافة إلى اهتمامات الأفراد والمجموعات التي تمتلك البيانات (Williamson, 2023).

قضايا الخصوصية والأمن:

لا يزال هناك نقص عام في اللوائح المتعلقة باستخدام الذكاء الاصطناعي في جميع الصناعات. على وجه الخصوص، يثير تطبيق الذكاء الاصطناعي في الزراعة الدقيقة والزراعة الذكية العديد من الأسئلة القانونية. على سبيل المثال، قد تسبب التهديدات الأمنية مثل الهجمات الإلكترونية وتسريب البيانات مشاكل خطيرة للمزارعين.

بل إنه من الممكن تصور أن أنظمة الزراعة القائمة على الذكاء الاصطناعي يمكن أن تكون مستهدفة من قبل المتسللين بهدف تعطيل الإمدادات الغذائية (Lenny 2023).

الآثار الأخلاقية والاجتماعية:

مثل التحيز والإنصاف فقد تظهر خوارزميات الذكاء الاصطناعي تحيزات، مما يؤدي إلى معاملة غير متساوية لمجموعات أو مناطق ديموغرافية مختلفة. إن معالجة هذه التحيزات أمر بالغ الأهمية لضمان نتائج عادلة ومنصفة في عمليات صنع القرار، على سبيل المثال، قد تهمل القرارات المتخذة بناءً على خوارزميات الذكاء الاصطناعي في الجوانب الأخلاقية، مثل التوزيع العادل، أو الأهمية الثقافية لمحاصيل معينة، أو الاستدامة البيئية. هناك حاجة إلى دراسة متأنية للعواقب الاجتماعية والاقتصادية والبيئية المترتبة على حلول الذكاء الاصطناعي لتجنب تفاقم أوجه عدم المساواة القائمة أو خلق حالات جديدة. كما أن استبدال الوظائف قد يؤدي اعتماد الذكاء الاصطناعي على نطاق واسع في الزراعة إلى استبدال الوظائف في قطاعات معينة، مما يثير مخاوف بشأن التأثيرات الاجتماعية والاقتصادية على المجتمعات التي تعتمد على الممارسات الزراعية التقليدية.

القيود التكنولوجية:

بما أن الذكاء الاصطناعي لا يزال يتطور، فإن التكنولوجيا سيكون لها قيود. وتعتمد النماذج الدقيقة على بيانات متنوعة وعالية الجودة، والتي قد تكون نادرة في الزراعة. بالنسبة للروبوتات المزودة بأجهزة استشعار، فإن القيود قد تجعل التكيف مع البيئات الزراعية المتغيرة أمراً صعباً. ويتطلب التغلب على هذه القيود البحث المستمر وتحليل البيانات. وينبغي للمزارعين أيضاً أن يظلوا مشاركين في عملية صنع القرار بدلاً من تسليم السيطرة بالكامل إلى الذكاء الاصطناعي. من المرجح أن تكون مراقبة قرارات الذكاء الاصطناعي يدوياً مفيدة خلال المراحل الأولى من الاعتماد (Lenny 2023).

على الرغم من هذه التحديات، أصبح استخدام الذكاء الاصطناعي في الزراعة واسع الانتشار على نحو متزايد، ومن المرجح أن يستفيد المزارعون الذين يتبنون هذه التقنيات الجديدة من زيادة الغلة، وانخفاض التكاليف، وتحسين الكفاءة. وللتغلب على هذه التحديات، يجب على الحكومات والمنظمات غير الربحية والقطاع الخاص العمل معاً لتزويد المزارعين بالموارد والدعم الذي يحتاجون إليه لتبني الذكاء الاصطناعي في الزراعة. ويشمل ذلك توفير الوصول إلى التكنولوجيا والتدريب والدعم بأسعار معقولة وبيئة تنظيمية داعمة تشجع الابتكار والاستثمار في هذا المجال، كما يتطلب التصدي لهذه التحديات جهوداً تعاونية من جانب الحكومات ومطوري التكنولوجيا والمزارعين وغيرهم من أصحاب المصلحة لضمان مساهمة تكنولوجيات الذكاء الاصطناعي بشكل فعال في الأمن الغذائي العالمي مع تخفيف المخاطر والفوارق المحتملة، على الرغم من أن توفير البنية التحتية والتعليم والرقابة والدعم الاجتماعي والسياسي الضروري للذكاء الاصطناعي لإفادة أصحاب الحيازات الصغيرة وتغذية المجتمعات التي تعاني من أكبر قدر من انعدام الأمن الغذائي لا يزال يمثل تحدياً كبيراً، على الرغم من

كونه واعدًا، إن معالجة هذه العوائق ستحدد ما إذا كان الذكاء الاصطناعي يساهم بشكل هادف في الأمن الغذائي على مستوى العالم.

4. خاتمة

تعتبر التقنيات الذكية والذكاء الاصطناعي من المحركات الرئيسية لتحقيق تقدم كبير في قدرتنا على فهم التحديات الحديثة وابتكار حلول فعالة. من خلال تحليل البيانات الضخمة، إذ يمكن للذكاء الاصطناعي تحديد الاتجاهات والتوقعات المستقبلية في مجال الأمن الغذائي، كما يساهم هذه التكنولوجيا في تعزيز الفعالية وتحسين إدارة المخاطر والتخطيط للمواقف الطارئة، بالأخص مع تزايد التحديات المعقدة المتعلقة بالأمن الغذائي، يمكن أن يكون التكامل بين البشر والتكنولوجيا، خاصة الذكاء الاصطناعي، مفتاحًا لضمان استدامة إمداداتنا الغذائية، لكن يجب علينا أيضًا أن نأخذ في اعتبارنا التحديات المتعلقة بالأمن السيبراني والخصوصية، وضمان أن هذه التقنيات تعمل لصالح الإنسان والبيئة.

في الأخير، تشكل تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي فرصة حقيقية لتعزيز فعالية الإنسان في مجال الأمن الغذائي ومواجهة التحديات الراهنة والمستقبلية، كما أن تحقيق التوازن بين الابتكار التكنولوجي والمسؤولية الاجتماعية يعد أمرًا حيويًا لضمان مستقبل آمن ومستدام للغذاء على مستوى العالم.

5. قائمة المراجع

الكتب

- النجار، فايز جمعة (2010). نظم المعلومات الإدارية-منظور إداري، دار الحامد للنشر والتوزيع، عمان، ط3.
- الشرقاوي، محمد علي (1998). الذكاء الاصطناعي والشبكات العصبية، مصر، مركز الكتاب للنشر.
- موسى، عبدالله وحيب بلال، أحمد (2019). الذكاء الاصطناعي ثورة في تقنيات العصر، مصر، دار الكتب المصرية.
- محمد، محمد الهادي (2001). تكنولوجيا الاتصال وشبكات المعلومات، مصر، المكتبة الأكاديمية.

المقالات

- بن عبيد، فريد، مطاي عبدالقادر، صلاح محمد (2017). الأمن الغذائي في الوطن العربي دراسة تحليلية للواقع ونظرة إستشرافية للحلول، جامعة زيان عاشور، الجلفة، المجلد 11 (العدد 3). الصفحات 138-153، استرجعت من موقع <https://www.asjp.cerist.dz/en/article/63099>
- خللفة، هاجر (2016). الامن الغذائي بين إشكالية تعدد المضامين وتنامي التهديدات، مجلة دفاتر/المتوسط، جامعة عنابة، المجلد 2 (العدد1)، الصفحات 10-36، تم الاسترجاع من موقع <https://www.asjp.cerist.dz/en/article/83061>
- سوداني، نادية، بن عيشوة رفيقة، صدقاوي صورية (2022). إشكالية تبني الزراعة الذكية في الدول العربية مع الإشارة الى تجارب بعض الدول العربية، مجلة دراسات اقتصادية، الجزائر، المجلد 22 (العدد1). الصفحات 453-475، استرجعت من موقع <https://www.asjp.cerist.dz/en/article/193825>

- سياري، نواره، جبلي هدى (2023). الزراعة الذكية رهان المستقبل نحو تطوير الزراعة وتعزيز الأمن الغذائي، مجلة البصائر للبحوث في العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، المركز الجامعي تيبازة، المجلد 2 (العدد1). الصفحات 27-48، استرجعت من موقع <https://www.asjp.cerist.dz/en/article/226222>
- سلاطنية، بلقاسم، مليكة عرعور (2009). معالجة تصويرية لمفهوم الامن الغذائي وابعاده، مجلة كلية الاداب والعلوم الانسانية والاجتماعية، جامعة بسكرة، العدد 5، الصفحات 1-8، تم الاسترجاع من موقع http://univ-biskra.dz/sites/fll/images/pdf_revue/pdf_revue_05/pd%20slatnia.pdf
- عبد المنعم، عبدالله سيد حسين (2023). الأمن الغذائي في الدول العربية: الكفاءة والانتاجية وسبل تغيير العادات الغذائية، آفاق عربية وإقليمية، جامعة بني سويف، مصر، العدد 13. الصفحات 46-66، استرجعت من موقع <https://doi.org/10.21608/afar.2023.305239>
- قاصدي، فايزة (2022). الزراعة الذكية كأداة حتمية لتحقيق الأمن الغذائي في الدول العربية، مجلة الشرق الأوسط للعلوم الانسانية والثقافية، جامعة ابن خلدون، تيارت، مجلد 1 (العدد 5). الصفحات 357-380، استرجعت من موقع <https://doi.org/10.56961/mejhss.v1i5.239>

مواقع الانترنت

- الراوي، طه (2020). دور التكنولوجيا والذكاء الاصطناعي في تطوير الزراعة، استرجعت يوم 2023/12/12 من موقع <https://www.noonpost.com/content/35941>
- جيهان، عبدالسلام (2022). الزراعة الذكية مناخياً في أفريقيا .. الواقع والتحديات، استرجعت يوم 2023/12/14 من موقع <https://pharostudies.com/?p=11682>
- فقيه، علي (2023). الذكاء الاصطناعي في مواجهة تحديات الأمن الغذائي، استرجعت يوم 2023/12/11 من موقع <https://www.linkedin.com>

قائمة المراجع الأجنبية

- Artificial Intelligence in Agriculture: Overview, Applications, Challenges & More (2023). Accessed 13/12/2023. <https://www.jiva.ag/blog/artificial-intelligence-in-agriculture-overview-applications-challengesmore#:~:text=One%20of%20the%20main%20challenges,who%20often%20have%20limited%20resources>.
- AI in Agriculture: Opportunities and Challenges. Accessed 13/12/2023. <https://graindatasolutions.com/data-science-artificial-intelligence-applications-agricultural-practices-opportunities-challenges/>.
- Lenniy, Dmytro (2023). *AI in Agriculture — The Future of Farming*. 10 07. Accessed 12 12, 2023. <https://intellias.com/artificial-intelligence-in-agriculture/>.
- Williamson. hugh and others (2023). Data management challenges for artificial intelligence in plant and agricultural research, F1000 research, version 2 (peer review: 2 approved). pages 1-28.