العلوم الاقتصادية
العدد الخامس والسبعون/ المجلد التاسع عشر/ كانون الاول 2024

دور الذكاء الاصطناعي في دعم وتعزيز الزراعة العربية في ظل التغيرات المناخية

المدرس المساعد رائد عبد فهد
جامعة البصرة / كلية الادارة والاقتصاد / قسم الاقتصاد

تواريخ البحث
تاريخ تقديم البحث : 2024/ 8/25
تاريخ قبول البحث :2024/ 9/26
تاريخ رفع البحث على الموقع:
2024/12/15

المستخلص :

يواجه القطاع الزراعي في الوطن العربي تحديات غير مسبوقة بسبب الآثار السلبية لتغير المناخ تؤدي أنماط الطقس غير المنتظمة وتغير هطول الأمطار وارتفاع درجات الحرارة إلى فشل المحاصيل وانخفاض الغلة وزيادة ضعف أنظمة الغذاء. ولمعالجة هذه التحديات وضمان الأمن الغذائي للأعداد المتزايدة من السكان، هناك حاجة ماسة إلى تطوير أنظمة زراعية غذائية وتتمثل في استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي لتكون قادرة على التكيف مع المناخ والظروف البيئية المتغيرة، من ادارة جيدة لعمليات الانتاج والموارد ، من خلال الاعتماد علي البيانات وتحليلها واتخاذ افضل القرارات المناسبة بأسرع وقت ، ويتم من خلال أتمته الانشطة الزراعية .

الكلمات الافتتاحية : الذكاء الاصطناعي ، التغيرات المناخية ، السلع الغذائية ، الفجوة الغذائية

The role of artificial intelligence in supporting and enhancing Arab agriculture in light of climate change

Assistant Lecturer Raed Abd Fahd

College of Admin & Economic / Department of Economics

University of Basrah

Abstract :

The agricultural sector in the Arab region faces unprecedented challenges due to the negative effects of climate change. Erratic weather patterns, variable rainfall and high temperatures lead to crop failure, lower yields and increased vulnerability of food systems. To address these challenges and ensure food security for a growing population, there is an urgent need to develop agricultural food systems, which is represented by the use of artificial intelligence technologies to be able to adapt to changing climate and environmental conditions, from good management of production processes and resources, by relying on data, analyzing it and taking the best Appropriate decisions are made as quickly as possible, and this is achieved by automating agricultural activities.

Keywords: artificial intelligence, climate change, smart agriculture, the food gap.

المقدمة:

إن قطاع الزراعة في الوطن العربي اليوم يتأثر كثيرا بسبب التغيرات المناخية ، كالتغير في معدل درجات الحرارة ومعدل الهطول واتساع رقعة المناطق الصحراوية ، والجفاف وارتفاع نسبة الملوحة التي طالت حتى المياه الجوفية ، مما ادى ضغط كبير على الموارد الطبيعية والتي انعكس بشكل سلبي على قدرة هذه القطاع على إنتاج محاصيل غذائية كافية لتلبية احتياجات السكان في الوطن العربي والبالغ عددهم (444.81) مليون نسمة ويشكلون 5.6% من سكان العالم ، وبما أن اغلب مناطق العالم العربي تقع ضن النطاقات القاحلة وشبة القاحلة ، وتعد من اكثر المناطق تضرر بالتغيرات المناخية فقد استدعت الحاجة إلى استخدام طرقٍ جديدة للإنتاج في الزراعة من أجل تلبية الاحتياجات الغذائية وفي خضم التغيرات المناخية المضطردة تعمل حكومات البلدان العربية لمواجهة هذه التحديات ، أذ يظهر الذكاء الاصطناعي امثل حل مبتكر وفعال في التصدي لتأثيرات التغيرات المناخية في الزراعة، حيث تعتمد هذه التطبيقات على استخدام البيانات المحصلة من الحقول وأجهزة مراقبة البيئة والأقمار الاصطناعية وتحليلها وتقديم توصيات مبنية على البيانات ،وكذلك استخدام تقنيات الري الحديثة وتحسين تطبيقات الاسمدة بناءً على احتياجات النباتات التي ترصدها اجهزة الاستشعار وانشطة الرش الموجة باستخدام الطائرات بدون طيار واستخدام حاصدات المحاصيل الموجة بالذكاء الاصطناعي (الاسكوا ،2021 : 9) وغيرها من التقنيات الحديثة للحفاظ على الموارد الطبيعية والحد من الاضرار البيئة وزيادة المحاصيل بحيث يمثل استخدام الذكاء الاصطناعي في الزراعة نقلة نوعية تعطي فرصة لتحسين اداء القطاع الزراعي والتكيف مع التحديات المناخية المستمرة وفي ظل التحديات التي تواجهها الوطن العربي .

أهمية البحث : تأتي اهمية الدراسة من :

الدور الذي تؤديه تقنيات الذكاء الاصطناعي في تطوير القطاع الزراعي وزيادة الانتاج ومساعدة المزارعين في الحصول على محاصيل ذات جودة، واستخدام الموارد بشكل أكثر استدامة .

مشكلة البحث :

يعد القطاع الزراعي من اكثر القطاعات حساسية للتغيرات المناخية ، ونظرا لاعتماد هذه القطاع على الوسائل والطرق الكلاسيكية في الانتاج مما اضعف قدرة القطاع على الصمود والتكييف مع التحديات التي تواجهه وبالتالي عدم قدرة على تأمين الطلب المتزايد على الغذاء لموكبه النمو السكاني المتزايد، لذا كان من الضروري تبني طرق انتاج عالية التقنية متمثلة في استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي لمواجهة تلك التحديات .

هدف البحث :

يهدف البحث بيان أهمية استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في تطوير قطاع الزراعة في الوطن العربي مما يحقق نمط زراعي مستدام هدفة تحقيق الامن الغذائي و التخفيف من اثر للتغيرات المناخية.

فرضية البحث :

ان استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي هي وسيلة لتحديد اي نظم الانتاج الانسب في قطاعات الزراعة العربية للرد على تحديات التغيرات المناخية ، والعمل على تطوير كفاءتها من خلال تحسين الانتاج نوعا وكما و زيادة الدخل وتحقيق الامن الغذائي.

منهجية البحث : لغرض بيان فرضية البحث واهمية تم الاعتماد على المنهج الوصفي والتحليلي .

المبحث الاول : مفاهيم عامة عن الذكاء الاصطناعي واستخداماته في المجال الزراعي

أولا: الذكاء الاصطناعي المفهوم والاهمية:

يشهد العالم اليوم تطورات كبيرة في مجال الثورة الصناعية الرابعة أو ما يسمى بالجيل الرابع من العولمة ، انتجت الذكاء الاصطناعي والذي سيكون محرك التقدم والنمو والازدهار خلال السنوات القليلة القادمة ، وقد اسهم التقدم في مجال التكنولوجيا والبرمجيات تطورا هائلا في تقنيات الذكاء الاصطناعي لتقتحم بشكل كبير كافة المجالات الاقتصادية، والذي يساعد في تحقيق تنمية حقيقية تعود بالنفع على جميع افراد المجتمع.

وقد تتعدد مفاهيم الذكاء الاصطناعي الا ان العامل المشترك هو قدرة الالة على محاكاة العقل البشري والقيام بأعمال تتصف بالذكاء(مجدي ،202 :5)، كما يعرف على انه كل الجهود المقدمة لتطوير نظم المعلومات وتجميع البيانات بطريقة تستطيع هذه النظم ان تتصرف وتفكر بأسلوب مماثل للبشر، وفهم اللغات الطبيعية وانجاز مهام فعلية بتنسيق متكامل، أو استخدامها صور واشكال أدركيه لترشيد السلوك المادي كما تستطيع في نفس الوقت تخزين الخبرات والمعارف الانسانية المتراكمة واستخدامها في عملية اتخاذ القرارات(عثمانية ،2019: 13). وتعرف منظمة الاغذية والزراعة(الفاو) الذكاء الاصطناعي هو انظمة حاسوبية تستخدم الخوارزميات ولها القدرة على التعلم وجمع البيانات وتحليلها واتخاذ القرارات بناءً على هذه المعطيات (منظمة الاغذية والزراعة ،2022 :3)، بمعنى تستطيع تطبيقات الذكاء الاصطناعي من القدرة على التعلم واكتساب المعلومات ووضع قواعد لاستخدامها مع امكانية جمع وتحليل البيانات والمعلومات التي يستطيع من خلالها على اتخاذ قرارات مناسبة بناء على تحليل تلك المعلومات (خليفة ،2020: 20).

يتضح لنا ان الذكاء الاصطناعي يرتكز على محورين اساسيين هما الاول: تمثل البيانات اساس عمل الحاسب الالي وتعني قدرته على تخزين البيانات ومعالجتها للوصول الى نتائج مناسبة ، والثاني: البحث و التفكير بحيث يقوم الحاسب الالي بالبحث في افضل الخيارات المتاحة أمامه وتطبيقها وفقاً لمعاير موضوعة لهٌ ثم تقدير الحل الامثل (عفيفي، 2014: 31-32).

تعددت استخدامات الذكاء الاصطناعي ليشمل الكثير من المجالات كالتشخيص الطبي والتعليم التفاعلي و تداول الاسهم والمجالات الامنية والعسكرية وليس من السهل حصرها في جانب معين، فهو يساهم في توفير الوقت والجهد والتكلفة وذلك من خلال تحسينه للأداء والإنتاجية، وكل هذا يحقق لنا جودة الحياة والتطور المستمر في مختلف المجالات ،كما تساهم تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحقيق أهداف التنمية المستدامة ، مثل طاقة نظيفة وبأسعار معقولة، العمل المناخي والحياة تحت الماء والحياة في البر (سباع ، واخرون ،2018: 34) ، من جهة أخرى تبرز اهمية استخدام الذكاء الاصطناعي في قطاع الزراعة في احداث تغيرات تعمل على تحسين وادارة انظمة الانتاج الزراعي بشقية النباتي والحيواني: (غريب، دريد،2021: 73-75)

أ- تزويد المزارعين بالمعلومات اللازمة التي تمكنهم من تحسين الانتاج من خلال توفير البيانات عن تنبؤات الطقس التي تساعد على التكييف والقدرة على الصمود بوجه تأثيرات التغيرات المناخية وبالتالي تمكن المزارعين من اتخاذ

تدابير تخفف من تأثير المناخ في الزراعة واستخدام الاراضي و تربية الحيوانات ومصائد الاسماك وغيرها من عمليات الزراعة.

ب- تتيح تقنيات الذكاء الاصطناعي لأصحاب المشاريع الزراعية الوصول الى الاسواق المحلية والعالمية ومعرفة متطلباتها والسماح لهم في المشاركة في سلاسل القيمة الغذائية.

ت- تعمل تطبيقات الذكاء الاصطناعي على تحقيق مبدا التكامل في نظام الاغذية والزراعة من خلال حصول جميع المعنيين بالشأن الزراعي على المعلومات والعمل تحقيق التعاون في مجال الامن الغذائي

ث- تساعد تقنيات الذكاء الاصطناعي على خلق نظام بيئي زراعي مستدام ، أذ تعمل التقنيات مثل الاجهزة المحمولة وانترنت الاشياء وغيرها من وسائل الاتصال على ربط المزارعين بسلاسل التوريد مما تمكنهم في الوصول الى الانواع الجيدة من البذور والاسمدة والتي تعزز رفع كفاءة المحاصيل وزيادة الانتاج ، فضلا عن تمكين المزارعين على سرعة التسويق وبيع منتجاتهم بصورة مباشرة للمستهلكين مما يزيد مستوى الارباح وتجنب الوسطاء.

ج- تساعد التقنيات الحديثة في ادارة المحاصيل الزراعية ومراقبتها واكتشاف الامراض والتعرف عليها، كما تساعد في ادارة التربة والغابات من اجل تحقيق الاستخدام الامثل للموارد .

ح- تعمل تقنيات الذكاء الاصطناعي في دعم المزارعين اصحاب المساحات الصغيرة مما يساعد على رفع قدرتهم الانتاجية وكذلك تمكين الشباب من خلق وظائف رقمية اكثر جاذبية في المناطق الريفية والتي تعمل على خفض معدل الهجرة من الريف الى المدينة .

خ- تمكن تقنيات الذكاء الاصطناعي زيادة الكفاءة في استخدام الموارد المائية وتقليل النفايات الزراعية، ما يساعد في الحفاظ على التنوع البيولوجي وتحسين مستويات الإنتاج.

ثانيا : مجالات استخدامات الذكاء الاصطناعي في القطاع الزراعي

في ظل الابتكارات والانظمة الرقمية تتعدد استخدامات الذكاء الاصطناعي في القطاع الزراعي، وهي تعد بمثابة ثورة على انماط الزراعة التقليدية ، اذ تتضمن أعادة توجيه الانظمة الزراعية بهدف مواكبة الانماط الاستهلاكية المتزايدة وتحقيق الامن الغذائي في ظل تحديات التغيرات المناخية ، من خلال استخدم التقنيات الحديثة مثل اجهزة الاستشعار عن بعد وانظمة تحديد المواقع ، وانترنت الاشياء بهدف رفع الكفاءة الانتاجية للمحاصيل الزراعية وفي جميع مراحل العملية الانتاجية، واستخدام تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في تطوير المسارات الزراعية المستدامة ، والاعتماد على المعلومات وتحليلها من اجل اتخاذ افضل القرارات المناسبة لعملية الانتاج ، وكذلك استخدام الروبوتات لا تمام الانشطة الزراعية كالري ومكافحة الآفات ومراقبة التربة والمحاصيل. وهي تعني ايضا قدرة المزارعين على استخدام الهواتف المحمولة وغيرها من التقنيات الرقمية الحديثة للوصول الى معلومات زراعية متخصصة وقابلة للتنفيذ من دون تأخير. وترى منظمة (الفاو) ان استخدام الذكاء الاصطناعي في الزراعة يعمل على تحقيق ثلاثة أهداف رئيسية هي: زيادة مستدامة في الإنتاجية الزراعية والدخل، والتكيف مع تغير المناخ، وبناء القدرة على الصمود، وتقليل أو إزالة انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، حيثما كان ذلك ممكنا (منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة ،2016: 11). وتشمل تطبيقات الذكاء الاصطناعي المستخدمة في الزراعة على سبيل المثال لا الحصر:

أ- الطائرات المسيرة : تستخدم لعمليات المسح والتصوير الجوي لمراقبة صحة المحاصيل والتربة يمكن التقاط الصور الجوية والحصول البيانات. ويمكن تحليل هذه البيانات لتقديم رؤى حول صحة المحاصيل، ونوعية التربة، ومراحل النمو، أذ يمكن استخدام هذه الصور لإنشاء خرائط تفصيلية لحالة المحاصيل ورطوبة التربة والعوامل الأخرى التي تؤثر على نمو المحاصيل، كما يمكن استخدامها في عمليات رش المبيدات .

ب- تستخدم لتنبؤ بالطقس والظروف الجوية وهذا يمكن المزارعين من تحديد مواعيد زراعة البذور او تأجيل الحصاد ، بالاعتماد على صور الاقمار الصناعية.

ج- استخدام أجهزة الاستشعارر التي تعمل على كتشاف الآفات والأمراض في المحاصيل ومراقبة صحة النبات. وهذا يمكن أن يساعد المزارعين على اتخاذ الإجراءات في الوقت المناسب لمنع انتشار الأمراض وتقليل تلف المحاصيل. كذلك لمراقبة صحة الماشية. وهذا يمكن أن يساعد المزارعين على اكتشاف العلامات المبكرة للمرض واتخاذ التدابير الوقائية لضمان سلامة حيواناتهم.

د- يمكن استخدام رشاشات المبيدات الحشرية والأسمدة بشكل أكثر كفاءة. تستخدم هذه الرشاشات الكمبيوترات للكشف عن مواقع المحاصيل وتطبيق الكمية المناسبة من المواد الكيميائية عند الحاجة فقط وهذا بدوره سوف يقلل من الاثار الجانبية الضارة للرش المفرط للمبيدات الكيميائية.

هـ- استخدام الروبوتات الزراعية : لتحديد وإزالة الأعشاب الضارة من الحقول. اذ يمكن أن يساعد هذا في تقليل الحاجة إلى مبيدات الأعشاب والعمل اليدوي.

و- الجرارات الزراعية ذاتية القيادة : تعمل دون الحاجة لأيدي العاملة فتقوم هذه الجرارات بكافة العمل الزراعي بداية من حرث الارض وصولا الى الحصاد وهي تجمع بين نظامي الاستشعار عن بعد والتشغيل الالي

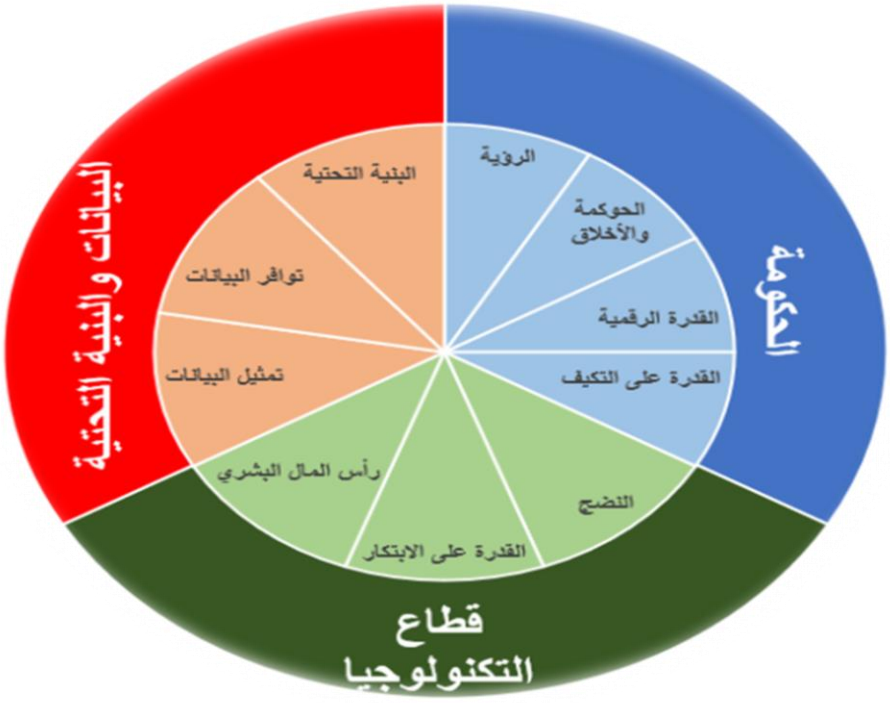
ز-تصنيف المنتجات الزراعية وفرزها: يمكن تطوير الخوارزميات لتصنيف المنتجات وفرزها بناءً على الجودة والحجم وعوامل أخرى. وضمان وصول المنتجات عالية الجودة إلى السوق.

ح- يساعد الذكاء الاصطناعي المزارعين من خلال الهواتف الذكية في الحصول صور ومعلومات عن مواعيد الزرعة والارشادات الزراعية فضلا عن معلومات السوق وتتبع اخبار الطقس .

ثالثا: جاهزية الذكاء الاصطناعي

مقياس بين مدى استعداد الحكومات لتطبيق الذكاء الاصطناعي في عملية تقديم الخدمات العامة للأفراد وفي كافة المجالات يصدر من مؤسسة اكسفورد إنسايتس مركز ابحاث التنمية الدولية الكندي يشمل عدد من المؤشرات بالاعتماد على ثلاث أبعاد هي الاول البعد الحكومي وتعني قدرة الحكومة على امتلاك رؤية واضحة عن كيفية استيعاب وتشغيل الذكاء الاصطناعي، والثاني بعد قطاع التكنولوجيا وهو يخص قطاع الاعمال وخاصة قطاع التكنولوجيا وقدرة شركاته على تلبية حاجة ومتطلبات الحكومة من التجهيزات والتطبيقات، اما البعد الثالث محو البيانات والبنية التحتية ويشمل محتوى المعلومات والبيانات عالية الجودة المغذية لنظم الذكاء الاصطناعي وكما موضح في شكل (1) .

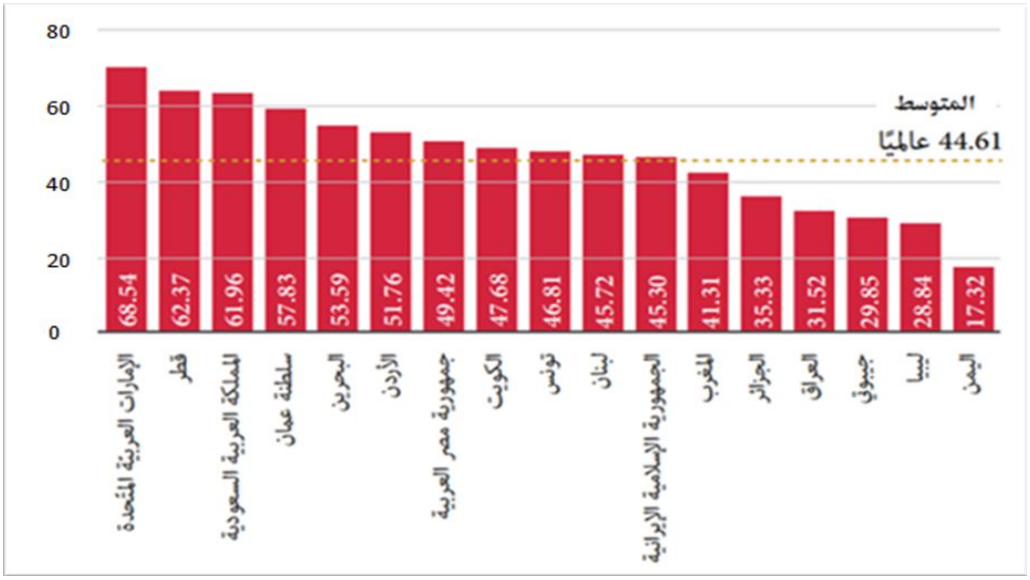
شكل (1) أبعاد مؤشر جاهزية الحكومات للذكاء الاصطناعي لعام 2022



المصدر: الجهاز المركزي للتعبة والاحصاء، مصر، 2024 ،دراسة تطور الذكاء الاصطناعي في مصر خلال الفترة 2010-2022 ، 41.

ويشير التقرير الصادر من مؤسسة اكسفورد إنسايتس لعام 2022 حول منطقة الشرق الاوسط وشمال افريقيا بوجود فوارق بين البلدان العربية واستمرار فجوة التطور ويوضح الشكل(2) ترتيب الدول العربية على مستوى العالم فقد احتلت الامارات المرتبة 22 عالميا مسجلة 68.54 نقطة ، وجاءت دولة قطر في المرتبة 36 مسجلة 62.37 واحتلت السعودية المرتبة 39 عالميا مسجلة 61.96 وهذا يعود الزيادة الاستثمارات في المجال الرقمي والى قطاع التكنولوجيا ويوضح التقرير ان الامارات في عام 2022 رصدت 2 مليار دولار لهذا القطاع ، وان السعودية رصدت ما يقارب 20 مليار دولار عند طرح رؤيتها لعام 2030 في مجال الذكاء الاصطناعي ، ونجد ان هناك دول عربية فوق المتوسط العالمي البالغ 44.5 نقطة وهي كل من سلطنة عمان ، الاردن، مصر، الكويت، تونس، ولبنان في حين ان بقية الدول العربية لم تتجاوز المتوسط العالمي وهذا دليل لعدم جاهزية تلك الدول الاستيعاب تقنيات الذكاء الاصطناعي وذلك بسبب انخفاض نسبة الاستثمارات في المجال الرقمي والتطورات السياسية والامنية في تلك الدول (البرماوي ، 2023 : 215).

شكل (2) ترتيب البلدان العربية على مؤشر استعداد الحكومات للذكاء الاصطناعي



https://www.unido.org/sites/default/files/files/2023-01/Government_AI_Readiness_2022_FV.pdf

المبحث الثاني : الخصائص المناخية للمنطقة العربية

تثير قضايا التغير المناخي وانعكاساتها البيئية الهامة مخاوف على الساحة العالمية اذ يشهد العالم تغيرات حقيقية وملموسة في النظام المناخي التي اصبحت خطراً له تداعياته الجسيمة في كافة المجالات ، السياسية ، الاجتماعية ، البيئية ، والاقتصادية .

اولا: مفهوم التغيرات المناخية : وفقاً لاتفاقية الامم المتحدة الاطارية بشان المناخ ، تعرف التغيرات المناخية هي " تغيرات طويلة الامد في عوامل الطقس تعزى بصورة مباشرة أو غير مباشرة إلى النشاط البشري الذي يفضي إلى تغير في تكوين الغلاف الجوي العالمي ، بالإضافة إلى التقلب الطبيعي للمناخ، على مدى فترات زمنية متماثلة "(اتفاقية الأمم المتحدة، 1992 :3). ويشمل هذا التعريف جميع الانشطة المتعلقة بديمومة حياة البشر، مثل حرق الوقود الاحفوري (الفحم والنفط والغاز) والذي يتسبب بانبعاثات الغازات الدفيئة ، كما تؤدي عمليات تطهير الاراضي من الاعشاب او قطع الاشجار الى اطلاق ثاني اوكسيد الكاربون ، بالإضافة الى ان مناطق الطمر الصحي تعد مصدرا لانبعاث غاز الميثان وفي المجمل ان جميع عمليات انتاج واستهلاك الطاقة والصناعة والنقل والمباني والزراعة واستخدام الاراضي هي مصدر الانبعاثات الرئيسة .

وتعرفه الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) بأنه التغيرات التي يمكن تحديدها عن طريق استخدام الاختبارات الإحصائية مثلا: التغير في المتوسط، وأن يستمر هذا التغير فترة طويلة تدوم عقود ، ويشير هذه التعريف الى الاثار السلبية للتغيرات المناخية والتي تصيب الجيل الحالي وتستمر حتى مع الاجيال المقبلة .(IPCC ،2012 :3) ومن ذلك

يتضح ان التغير المناخي هو حاله عدم التوازن في عوامل الطقس المعتادة كالحرارة وأنماط الرياح و الهطول التي تميز كل منطقة على الأرض.

يرى المختصون بهذا الشأن ان اسباب التغير المناخي تنقسم الى مجموعتين من العوامل الاولى هي النشاط البشري والادارة السيئة في استخدام الموارد الطبيعية المتاحة ، فكلما اتبعت المجتمعات البشرية انماط حياة اكثر تعقيداً واعتماداً على الآلات احتاجت الى المزيد من الطاقة، مما يعي زيادة الطلب على الطاقة من الوقود الاحفوري (النفط، الغاز، الفحم) وبالتالي رفع نسب الغازات الحابسة للحرارة في الغلاف الجوي. مسببةً بذلك لرفع درجة حرارة الكرة الارضية ، اما الثانية نتيجة عوامل طبيعية كتغير معالم دوران وشدة الأشعة الشمسية التي تصل الى الارض، فضلا عن نشاط الكرة الأرضية كالبراكين والزلازل والفيضانات والحرائق الامر الي ادى الى الاختلال في التوازن البيئي . (حسن، 2021: 13) .

ثانيا: السمات المناخية للوطن العربي:

تمتد الوطن العربي على مساحة نحو 14,000,000كلم2 تشمل حوالى 30,000 كيلومتر من السواحل، وخصائصها الطوبوغرافية وتضاريسها شديدة الاختلاف، وتغطي معظمها مناطق جبلية ضخمة وصحارى شاسعة توجد فيها واحات عديدة تشكل مناخات صغيرة محلية حيث يمكن الزراعة فيها بشكل محدود (التقرير العربي حول تقييم المناخ ،2017: 23) و يقسم الوطن العربي الى خمسة أقاليم مناخية وبيئية وكما يشير الجدول (1) تشمل المناخ المتوسطي البحري المعتدل ويغطي سواحل الدول العربية المتوسطية الذي يتسم بالمناخ المعتدل والأمطار الوفيرة التي يتعدى معدلها السنوي 1000 ملم ، والمناخ المتوسطي القاري الذي يتراوح فيه معدل الأمطار بين 600 ملم و 1000 ملم ويتركز في السهول الداخلية ، والمناخ الجبلي ويتميز بالأمطار والثلوج ويغطى الجبال العالية في لبنان وسلسلة جبال الأطلس عبر كل من المغرب والجزائر وتونس ، والمناخ المداري الموسمي ذو الأمطار الصيفية الغزيرة ويمتد من جنوب شبه الجزيرة العربية إلى وسط وجنوب السودان والصومال ، والمناخ شبه الجاف الذي تتراوح فيه الأمطار بين 100-300 ملم سنويا ، والمناخ الجاف الذي يغطي 80 % من المساحة الإجمالية للدول العربية وتقل فيه الأمطار عن 100 ملم سنويا. وتعد الوطن العربي في معظمها قاحلة أو شبه قاحلة إذ تقـع على خطوط العرض التي يهيمن عليها هبوب الرياح الجافة وارتفاع درجات الحرارة مما يؤدي إلى انخفاض معدل هطول الأمطار وارتفاع معدل التبخر والجفاف المستمر وتلعب خصائص المناخ الجاف دورا رئيسيا في بنية التربة الكيميائية والعضوية حيث تتركز الأملاح في الطبقات السطحية لها نتيجة التبخر خلال فترات الجفاف والحرارة بالإضافة إلى ضعف العناصر الغذائية مثل الآزوت والفسفور (الاسكوا، 2017 : 9).

جدول (1)الاقاليم البيئية والمناخية في الوطن العربي

الاقاليم البيئية / المناخية	معدل التساقط السنوي (ملم)	المساحة(مليون كم)
الرطبة / المتوسطي البحري	اكثر من 1000	0.3
شبه الرطبة / المتوسطي القاري	1000 - 600	1.0
شبه الجافة / شبه الرطبة / المداري المتوسطي	600 - 300	1.2
شبه الجافة	100 - 300	2.1
الجافة	اقل من 100	9.7
الاجمالي		14.3

المصدر : الاسكوا ، 2017، التقرير العربي حول تقييم تغير المناخ ، 23

ثالثا: العلاقة بين تطبيقات الذكاء الاصطناعي والتغيرات المناخية

يعد العمل المناخي احد اهداف التنمية المستدامة وبالتالي لابد من استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في مواجهة تحديات المناخ العالمية ، من خلال المراقبة المستمرة ورصد الحالات المناخية المتطرفة والعمل على تحليل البيانات ومعالجة نقاط الضعف والحد وذلك باستخدام انظمة الرصد والانذار المبكر للمخاطر المناخية الرئيسة كالفيضانات والانهيارات الارضية والجفاف والعواصف الترابية والاعاصير وغيرها من التقلبات المناخية (البراشي، 2024: 975)، ويلاحظ ان هناك ارتباط وثيق بين البيئة والتقنيات التكنولوجية ناجمة من محاولات الإنسان توظيف الأفكار والابتكارات في مواجهة الصعوبات البيئة المحيطة به، و جعلها أكثر ملاءمة للعيش والرفاهية، وبقدر ما تقدمة التقيات الحديثة في تسهيل حياة الإنسان، إلا إنها كان لها انعكاسات سلبية في زيادة معدلات التلوث. ان التطورات التي حصلت في قطاع الصناعة عموما وفي مجال التكنولوجيا ابتدأ من التحول من الفحم إلى المحرك البخاري مع بداية ظهور الصناعة، حتى اختراع الكهرباء، وتأثير ذلك على التوسع في عمليات التصنيع الإنتاجي مع حدوث توسع مقابل في الأسواق. ومن ثم عملية تحول طرق الإنتاج إلى الآلية، والتطورات في التكنولوجيا الحديثة ، التي ظهرت في الستينيات من القرن العشرين. وصولاً الى الثورة الصناعية الرابعة لتعبر عن عملية الدمج بين العلوم الفيزيائية أو المادية بالأنظمة الرقمية والبيولوجية في عمليات التصنيع عبر آلات يتم التحكم فيها إلكترونيا، والات الذكية المتصلة بالإنترنت مثل: إنترنت الأشياء، والروبوتات، وغيرها في شكل تطبيقات دخلت في كافة مجالات الحياة .(رؤية المملكة العربية السعودية 2030، 2021: 4). وفيما يلي يمكن توضيح الآراء التي تساهم في تفسير العلاقة بين التطورات التكنولوجية والبيئة، والتي تنقسم إلى اتجاهين رئيسيين:(عبدالصادق، 2022 : 36):-

الاتجاه الأول : هناك تأثير سلبي للتكنولوجيا على البيئة والمناخ أذ يركز على المخاوف المحيطة بالتأثيرات الضارة لكل من الأجهزة والبرامج التقنية على البيئة مثل: ارتفاع مستويات استهلاك الطاقة، وانبعاثات الغازات الدفيئة، والنفايات الإلكترونية، وخاصة أن الأجهزة الإلكترونية تعد قصيرة العمر نسبيا بما يتسبب في أضرار بيئية أثناء التخلص منها .

الاتجاه الثاني: يعد الأكثر قبولاً حيث يركز على دور التكنولوجيا في مواجهة التغييرات المناخية، وأهم تطبيقاتها "التكنولوجيا الخضراء" والتي تنطوي على أحدث ثورة في تطبيقات تكنولوجيا المعلومات بما يتواكب مع معايير الحفاظ على البيئة والتنمية المستدامة، وإمكانية دمج تكنولوجيا المعلومات في الإدارة البيئية بكفاءة، ودور تكنولوجيا المعلومات في نشر الوعي البيئي عبر المنصات الرقمية، وإمكانية إطلاق مبادرات للحماية من الملوثات البيئية، والوعي بانعكاسات التغير المناخي على البيئة. ويمكن للتطور المتسارع في مجال إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي يساهم في تقديم حلول للحد من تلك التأثيرات الضارة.

المبحث الثالث : الواقع الزراعي في الوطن العربي في ظل التغيرات المناخية

في ظل الظروف التغيرات المناخية المتقلبة وندرة المياه ، التي تواجه دول العالم ،وبما فيها لدول العربي ،أذا تعاني العديد من البلدان العربية من انخفاض الإنتاجية الزراعية بسبب الممارسات الزراعية التقليدية أو المتقادمة، والبنية التحتية غير الملائم، والاستثمار المحدود في مشاريع البحث والتطوير والتقنية. فأن هذه العوامل تعيق قدرة القطاع الزراعي في تلبية الطلب المتزايد على السلع الغذائية .

أولا: تطور مساحات الاراضي الزراعية للمحاصيل الغذائية .

تعد الأراضي الصالحة للزراعة من المقومات الأساسية التي يرتكز عليها النشاط الزراعي ، ومن خلال جدول(2) يمكن ملاحظة المساحة المزروعة بالمجاميع المحصولية في الوطن العربي فقد شهدت المساحة المزروعة بالمحاصيل الغذائية تذبذبا واضحا ، وتشمل محاصيل الحبوب (القمح ، الشعير، الرز، الذرة البيضاء و الذرة الصفراء) وتعد من اكثر مجاميع المحصول من حيث المساحة فقد بلغت المساحة المزرعة 27683.89 عام 2022، وقد شهدت المساحات المزروعة بمحاصيل الدرنات تزايدا ملحوظا ، بينما تراجعت المساحات المزروعة بمحاصيل الخضروات والفواكه، وذلك نتيجة ثائرها بالتغيرات المناخية وخاصة تذبذب معدلات الهطول مما انعكس على تدني مستوى الانتاج وتفاقم حالة العجز مما يوثر على الامن الغذائي.

جدول(2) تطور مساحة المحاصيل الغذائية النباتية الرئيسية في الوطن العربي للمدة (2018-2022)

المحصول	المساحات المزروعة (الف هكتار)					معدل التغير بين (2021—2022) %
	2018	2019	2020	2021	2022	
محاصيل الحبوب	2980.42	30388.88	29301.32	26749.86	27683.89	3.5
الخضروات	2624.69	2611.04	2465.83	2040.95	1961.52	3.9-
السكرية	494.888	521.498	551.806	460.081	484.022	5.2
الفواكه	4533.65	4011.88	3240.43	3673.64	3643.34	9.9-
الدرنات	726.53	741.71	741.91	808.47	810.68	15.6
البقوليات	1529.65	1678.93	2061.17	1569.01	1834.77	13.4

المصدر: المنظمة العربية للتنمية الزراعية ، اوضاع الامن الغذائي العربي ، سنوات متفرقة

ثانيا: تطورانتاج المحاصيل الغذائية الرئيسية:

من خلال الجدول (3) نلاحظ التغيرات التي طرأت على الانتاج الزراعي في بعض المحاصيل الزراعية الرئيسية للمدة (2016-2022) ،اذ تشكل محاصيل الحبوب (القمح والشعير والذرة والارز) الاهمية الكبرى من بين المحاصيل الزراعية الاخرى نظراً للنمط الاستهلاكي في الوطن العربي ويحتل محصول القمح ومنتجاته موقع الصدارة على مجموعة السلع الغذائية الاخرى ، ويتركز نحو (92%) انتاج القمح للعام 2022 في ست دول على التوالي هي مصر، الجزائر، العراق، المغرب، سوريا، تونس وقد تناقص انتاج محصول الحبوب في العام 2022 الى (54.46) طن مقارنتا بالعام 2021 (49.49) طن، اما محاصيل الخضروات والفواكه ، تعد من المحاصيل التي يزداد الطلب عليها في الدول العربية نتيجة لزيادة عدد السكان وتحسن المستوي المعيشي ، ونلاحظ معدل التغير في محصول الخضروات بين عام 2021-2022 بلغ نحو 6.5% مما يدل على الزيادة ، فيما شهد محصول الفواكه انخفاضا بلغ معدلة بنحو -1.3% لنفس الفترة ، في حين نرى المحاصيل السكرية المتمثلة في قصب السكر والشمندر السكري والذي نتحصر زراعة في مناطق محددة من الوطن العربي مثل مصر وسوريا والمغرب والسودان شهد هو الاخر تراجعا ملحوظا في إنتاجه ويعزي سبب انخفاض الانتاج الزراعي الى انخفاض المساحة المزروعة وقلة المياه وقلة التكنولوجيا المستخدمة فضلا عن التأثيرات السلبية للتغيرات المناخية

جدول(3) تطورإنتاج المحاصيل الغذائية النباتية الرئيسية في الوطن العربي للمدة (2018-2022)

المحصول	كمية الانتاج (الف طن)					معدل التغيربين (2021—2022) %
	2018	2019	2020	2021	2022	
محاصيل الحبوب	54.09	57.77	53.36	54.46	49.49	- 9.1
الخضروات	49.68	54.82	51.64	48.88	52.05	6.5
السكرية	3.70	3.71	3.55	3.52	3.27	- 6.8
الفواكه	46.66	40.28	45.46	47.88	44.22	- 3.1
الدرنات	16.64	17.17	18.73	18.09	18.58	1.5
البقوليات	1.72	1.74	1.80	1.93	1.85	- 0.6

المصدر: المنظمة العربية للتنمية الزراعية ، اوضاع الامن الغذائي العربي ، 2022 ، 15.

ثالثا: أتساع حجم الفجوة الغذائية:

ان فجوة السلع الغذائية تتأثر بحجم الانتاج والاسعار وتجارة السلع الغذائية ، والتغيرات في الانماط الاستهلاكية للأفراد ، فانخفاض الانتاج الزراعي وعدم قدرة على تلبية الطلب المحلي تستدعي التوجه نحو التجارة الخارجية في سد هذه النقص وتقليص حجم تلك الفجوة . فقد تأثرت التجارة الخزرجية للسلع الغذائية في الوطن العربي بين عامي 2021-2022 بالسياسات التجارية التي رافقت اندلاع الحرب الروسية الاوكرانية وبطئ حركة التجارة الدولية التي انعكست على اسعار الغذاء في العالم والوطن العربي ومن ثم انخفاض حجم واردات الغذاء. ويشير الجدول (4) الى التباين في قيمة الفجوة بين مختلف السلع الغذائية الرئيسية ، فالقيمة الاجمالية لسلع العجز عام 2022 بلغت على النحو التالي 47% للحبوب ، 7.11% للحوم ، 13% للألبان ، 1.7% للسكر، 9.4 للزيوت النباتية ، اما بقية المحاصيل

فقد ساهمت بنسبة 51.5 من قيمة سلع العجز لعام 2022 اذ يلاحظ ان محاصيل الحبوب شكلت النسبة الاكبر من قيمة سلع العجز، لذا يتطلب بذل المزيد الجهد واستخدام طرق واساليب الزراعة الذكية باستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في مجال الانتاج الزراعي والحيواني لتخفيض حجم الفجوة الغذائية والتقليل من التبعية والاعتماد على الخارج .

جدول (4) حجم الفجوة الغذائية من السلع الرئيسية بين عامي 2018-2022

المحاصيل	قيمة الفجوة (مليار دولار)					معدل قيمة الفجوة الغذائية بين عامي 2022-2021 %
	2018	2019	2020	2021	2022	
مجموعة الحبوب	20.76	21.79	24.09	24.35	24.12	46.90
اللحوم الحمراء	4.45	8.24	4.20	4.33	3.66	7.12
الالبان ومنتجاتها	3.31	5.53	5.13	6.02	6.74	13.10
السكر	3.12	1.07	0.82	1.02	0.88	1.71
الزيوت النباتية	1.27	2.60	3.46	3.57	4.82	9.38

المصدر: المنظمة العربية للتنمية الزراعية ، اوضاع الامن الغذائي العربي ، سنوات متفرقة

المبحث الرابع : تطبيقات الذكاء الاصطناعي في بعض الدول العربية والتحديات التي واجهتها.

اولا: تجارب عربية في استخدام الذكاء الاصطناعي

1. دولة الامارات العربية المتحدة تعد دولة الامارات من الدول السباقة في استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي في مجال الزراعة بهدف تلبية الاحتياجات وتحقيق الاستدامة في الانتاج وبناء القدرة على التكيف مع التغيرات المناخية كارتفاع درجات الحرارة وشحة المياه. وتعد مزارع مدار من الشركات المحلية التي تخطت الامن الغذائي كذلك شركة الزراعة العمودية التي عملت على تطوير انظمة الري التنقيط بالإضافة الى استخدام تقنيات حديثة مثل تقنيات الزراعة المحمية والزراعة المائية والزراعة في بدائل التربة ويقدر حجم الاستثمارات في مجال الزراعة الذكية بحوالي 372 مليون دولار.
2. قيام المملكة العربية السعودية باستخدام تقنيات توفير المياه كالري بالتنقيط ومعدات استشعار رطوبة التربة ، فقد استخدمت التكنولوجيا اللاسلكية لتوزيع مياه الري في زراعة القمح .
3. تجربة المغرب كان لدولة المغرب دور بارز في استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي ورقمنه الخدمات الزراعية من خلال استخدام 100 الف مضخة شمسية للري وتطوير الزراعة عن طريق استخدام بيانات الصور للطقس والاقمار الصناعية والطائرات المسيرة مما ساهم في تنمية الانتاج المحلي من الاغذية ذات القيمة الغذائية العالية.
4. تونس وتكمن تجربتها في استخدام انابيب الري ذات اجهزة الاستشعار عالية الدقة مما يساعد المزارعين على السيطرة على ملوحة التربة واضافة العناصر المعدنية المفقودة من التربة مما يؤدي التحسين غلة الانتاج.
5. قامت مصر ببناء منظومة للذكاء الاصطناعي واستخدام تطبيقاتها على الهاتف المحمول (تطبيق المساعد الذكي للفلاح "هدهد" حيث يوفر هذا التطبيق خدمات لكل الفلاحين من توفير المعلومات عن الامراض والآفات التي تضر المحاصيل وكيفية التخلص منها فضلاً عن المعلومات التي يوفرها عن الاسعار في السوق ومتابعة احوال الطقس

ومعلومات عن مواعيد زراعة الخضروات والمحاصيل الاستراتيجية وكذلك استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي في مجال الري وتربية الحيوانات وفروع الدواجن وعمليات الصيد البحري من خلال بعض المؤسسات الصغيرة باستخدام تكنولوجيا انترنت المعطيات.(الجهاز المركزي للتعبة والاحصاء، 2024: 3).

6. الاردن قامت في عام 2021 بمشروع الصحراء الذكي وبتمويل من الحكومة الفرنسية للتنمية وهي الزراعة في المناطق القاحلة وشبة القاحلة وتم استخدام تطبيقات الهواتف الذكية لتزويد المزارعين ببيانات عن الانذار المبكر عن الظروف الجوية والتنبؤ بأحوال الطقس بهدف المشروع تحقيق الاكتفاء الذاتي وتنمية الموارد الزراعية وتحسين استخدام المياه نظرا لوجود ندرة كبيرة في المياه قد قامت باستيراد تكنولوجيا حديثة لأغراض السيطرة على المياه (البلاونة، ابوصيني ، 2021: 31).

7. نفذت لبنان مشروع (swat) عام 2016 بتمويل من الاتحاد الاوربي باستخدام السيطرة والتحكم عن بعد على مساحة تقدر بحوالي (50) الف هكتار اي ما يعادل (5%) من الاراضي اللبنانية هدف المشروع للتكيف وتقليل استنزاف المياه العذبة الناجمة عن تغيرات المناخ وكانت النتائج توفير المياه بنسبة 30% وزيادة في الانتاج بنسبة 10%، كما تبنى عدد قليل من المزارعين تكنولوجيا الزراعة الذكية من خلال استخدام الطائرات المسيرة للحصول على صور عالية الدقة في مراقبة الكروم ومراقبة حاجة النباتات الى الماء , بينما قام مزارعون بتبني استعمال الزراعة الدقيقة في محصول الدرنات وذلك لتلبية الطلب المحلي لهذا المحصول .

ثانيا: التحديات التي تواجه تطبيقات الذكاء الاصطناعي في قطاعات الزراعة العربية

ينظر الكثير من الناس إلى الذكاء الاصطناعي على أنه شيء ينطبق فقط على العالم الرقمي، ولا علاقة له بمهام الزراعة المادية. يعتمد هذا الافتراض عادةً على عدم فهم أدوات الذكاء الاصطناعي. معظم الناس لا يفهمون تمامًا كيفية عمل الذكاء الاصطناعي، وخاصة أولئك الذين يعملون في القطاعات غير المرتبطة بالتكنولوجيا، مما يؤدي إلى بطئ اعتماد الذكاء الاصطناعي في القطاع الزراعي. على الرغم من أن الزراعة شهدت تطورات لا تعد ولا تحصى في تاريخها الطويل، إلا أن العديد من المزارعين أكثر دراية بالطرق التقليدية. من غير المرجح أن تكون الغالبية العظمى من المزارعين قد عملت في مشاريع تتضمن تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي. فإن تطبيق هذه التكنولوجيا قد يبدو كخطوة منطقية لكل مزارع. ومع ذلك، لا تزال هناك بعض التحديات التي تعيق استخدام الذكاء الاصطناعي.

أ. **ارتفاع التكاليف الاولية** : ارتفاع تكاليف الاستثمار الأولي في تقنيات الذكاء الاصطناعي وخاصة على المزارعين الذين يعيشون في البلدان النامية ، وتشكل عبأً مالياً يعاني منه العديد من المزارعين والشركات الزراعية ، لكنها تكون فعالة من حيث التكلفة على المدى المتوسط إلى الطويل،. ومع ذلك، فإن تكلفة تنفيذ الذكاء الاصطناعي قد تنخفض مع تطور التقنيات(غرابه، 2024 : 911).

ب. **الإحجام عن تبني التقنيات والعمليات الجديدة**: ترد الكثير من المزارعين في تبني التقيات الحديثة نظراً لمحدودية مواردهم ولعدم قناعة المزارعين بتبني تقنيات الذكاء الاصطناعي كون ان اغلب المزارعين وخاصة اصحاب المساحات الصغيرة في الدول العربية اعتادوا استخدام الاساليب التقليدية في الانتاج الزراعي وعدم الالمام او المعرفة بأساليب الزراعة الحديثة ،

ج. **القيود التكنولوجية:** اختلاف البيئة الزراعية يؤدي الى عدم ملائمة التقنيات المستخدمة وهذا يتطلب ايجاد تقنيات تتلاءم مع طبيعة كل بيئة من حيث اختلافها وخصائصها هذا من جانب وجانب اخر هي صعوبة التخصص حيث يمارس عدد من المزارعين أنشطة زراعية مختلفة مثل الزراعة وتربية المواشي هذا يجعل من الصعب الحصول على حلول رقمية بسبب تعدد الانشطة .(الدليمي ،2023: 153)

د. **البنية التحتية للتكنولوجيا الرقمية:** ضعف البنية التحتية اللازمة لعمل الذكاء الاصطناعي في بعض الدول العربية . وحتى المزارع التي لديها بالفعل بعض التكنولوجيا قد تجد صعوبة في المضي قدمًا. تمثل البنية التحتية أيضًا تحديًا لمقدمي التكنولوجيا الزراعية وشركات البرمجيات، بسبب نقص الفهم والوعي باحتياجات وتحديات صغار المزارعين (غريب ، دريد، 2021: 89)

هـ. **الامن والاستقرار السياسي:** ان الاوضاع الاجتماعية والاقتصادية والسياسية التي تشهدها عدد من الدول العربية كاليمن، سوريا، العراق، السودان وغيرها يجعل من تبني تقنيات الذكاء الاصطناعي في مجال الزراعة مقيداً والاكتفاء بالطرق التقليدية في الزراعة.

الاستنتاجات

1- ان استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي تساهم في تخفيف الاثر البيئي للقطاع الزراعي من خلال الاستخدام الامثل للمساحات الزراعية وتحديد كمية الاسمدة والمبيدات التي تحتاجها التربة.

2- تعمل تقنيات الذكاء الاصطناعي على التحكم وأداره العملية الزراعية بصوره كاملة مما يعزز انتاج المحاصيل الزراعية كماً ونوعاً.

3- يعمل الذكاء الاصطناعي على السيطرة والتحكم في حجم المدخلات الزراعية ومن ثم زيادة حجم المخرجات .

4- تساعد تقنيات الذكاء الاصطناعي على توفير المعلومات التي تساعد في عملية اتخاذ القرارات المتعلقة بمواعيد وطرق ومراحل العملية الزراعية .

5- تعاني الدول العربية من عجز المحاصيل الغذائية الرئيسية كالحبوب والزيوت النباتية مما يزيد مخاطر الامن الغذائي .

التوصيات:

1- زيادة الاستثمارات المخصصة في مجال استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي من اجل تحقيق كفاءه انتاجية عالية.

2- اعداد الدورات التي ترفع من كفاءة العاملين في القطاع الزراعي وتمكينهم استخدام تلك التقنيات بمهاره عالية .

3- عدم تشجيع القطاع الخاص للانتفال من الزراعة التقليدية وتبني مشاريع الزراعة الذكية للنهوض بواقع الانتاج الزراعي وتحقيق الامن الغذائي.

4- العمل على التكامل العربي الزراعي في مجال تكنولوجيا ونقل المهارات والخبرات لضمان عمل عربي مستدام في جميع مجالات الانشطة الزراعية.

5- يتطلب من الحكومات ومن خلال الوزرات والهيئات التي تعنى بالزراعة رعاية التقنيات التي تحفز الثورة الزراعية من خلال استقدام هذه التكنلوجيا المتطورة وتقديم الدعم المالي وتوفير البنى التحتية اللازمة الها.

المصادر:

1. الأمم المتحدة ، 1992 ، اتفاقية الإطارية بشأن تغير المناخ ، المادة /1 .
2. امينة عثمانية ، 2019 ، المفاهيم الاساسية للذكاء الاصطناعي ، المركز الديمقراطي العربي للدراسات الاقتصادية والسياسية ، ط/1 ، المانيا.
3. ايهاب خليفة ، 2020، الذكاء الاصطناعي مستقبل الحياة البشرية في ظل التغيرات التكنولوجية هيئة المعرفة العامة للكتاب ، ط/1 ، القاهرة .
4. البراشي، طارق السيد، 2024، دور الذكاء الاصطناعي في تحقيق التنمية المستدامة في مصر، مجلة راية الدولية للعلوم التجارية ، مجلد 3 , العدد 9 .
5. البرماوي، عبده موسى ،2023، مراجعة مؤشر استعداد الحكومة للذكاء الاصطناعي 2022،مجلة حكامة ، المجلد 3، العدد6
6. البلاونة، عبير محمد ، أبو صيني، يحيى. 2021. مفهوم الزراعة الذكية و التجربة الأردنية. المجلة العربية العلمية للفتيان، مجلد 2021 ، العدد 36 .
7. برنامج الامم المتحدة للبيئة ، 2019، تقرير فجوة الانبعاثات(موجز تنفيذي) .
8. جمهوريةمصرالعربية، الجهاز المركزي للتعبة والاحصاء، 2024، دراسة تطور الذكاء الاصطناعي في مصر خلال الفترة2010-2022.
9. حسن ، خالد السيد ، 2021 التغيرات المناخية والأهداف العالمية للتنمية المستدامة ، الطبعة الاولى ، مكتبة جزيرة ، القاهرة .
10. الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) ، 2012 ، لتقرير الخاص بإدارة مخاطر الظواهر المتطرفة والكوارث للنهوض بعملية التكيف مع تغير المناخ .
11. الدليمي، امنة جبار مطر،2023 ، الزراعة الذكية في الوطن العربي اداة للتنمية الزراعية المستدامة ، مجلة العلوم الحديثة والتراثية ،مجلد 11، العدد 3.
12. رؤية المملكة العربية السعودية 2030 ، 2021 ، مركز البحوث والعمليات ابها .
13. سباع، احمد الصالح، محمد يوسفي ،عمر ملوكي، 2018، تطبيق استراتيجيات الذكاء الاصطناعي على المستوى الدولي (الامارات العربية المتحدة انموذجا)، مجلة الميادين الاقتصادية، الجزائر، مجلد 1، العدد 1 .
14. الطاوس غريب، حنان دريد، 2021 ، الزراعة الالكترونية كتوجه استراتيجي للقطاع الزراعي في ظل التحول الرقمي ، مجلد 11 ، العدد 1 .
15. عبدالصادق عادل ، 2022، C0p27 وسبل تعزيز دور التكنولوجيا في موجهة التغير المناخي ، الملف المصري ،مركز الاهرام للدراسات السياسة والاستراتيجية ، العدد 99.
16. عفيفي ، جهاد احمد ، 2014، الذكاء الاصطناعي والانظمة الخبيرة ، دار امجد للتوزيع والنشر ، ط/1، عمان .
17. غرابه، احمد محمد كامل ، 2024، دور الذكاء الاصطناعي في موجهة العبء الاقتصادي لمشكلة الغذاء في مصر ، مجلة العلوم القانونية والاقتصادية ، مجلد66 ، العدد 6.
18. لجنة الأمم المتحدة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا) ، 2017، التقرير العربي حول تقييم تغير المناخ
19. منظمة الأغذية والزراعة ،الامم المتحدة ،2202 ،حالة الأغذية والزراعة ، الاستفادة من الأتمتة في الزراعة لتحويل النظم الزراعية والغذائية. روما.

20. منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة ،2016، المناخ يتغير، الأغذية والزراعة .
21. المنظمة العربية للتنمية الزراعية ، 2020، اوضاع الامن الغذائي العربي ، الخرطوم .
22. نرمين مجدي ،2020 ،الذكاء الاصطناعي وتعلم الالة ، صندوق النقد العربي ، العدد(3) .
23. https://www.unido.org/sites/default/files/files/202301/Government_AI_Readiness_2022_FV.pdf