تقنيات الذكاء الاصطناعي وأثارها الاقتصادية والبيئية على الزراعة في العراق

Artificial Intelligence Techniques and Their Economic and Social Environmental lmpacts on Agriculture in Iraq

عبدالرحيم رشيد عبد اللطيف

AbdulRahim Rashid AbdulLatif

جامعة سامراء – كلية التربية للعلوم الانسانية

University of Samarra – College of Education for Human Scienc

E-mail: mailto:EDUHM250234@stu.uosamarra.edu.iq

0770 613 892

ا.م. د محمد محسن عبدالله الجبوري

Assistant Professor Dr. Mohammed Mohsen Abdullah

جامعة سامراء – كلية التربية للعلوم الانسانية

University of Samarra – College of Education for Human Scienc

E-mail: Mohammed.moh.87@uosamarra.edu.iq

٠٧٨١٥٣٣٤١٣٨

الكلمات المفتاحية: الذكاء الاصطناعي , الاثار , الزراعة الذكية .

Keywords: Artificial Intelligence, Effects, Smart Agriculture

الملخص

يهدف هذا البحث إلى تحليل اثر التوجه نحو الزراعة الذكية في العراق وبيان آثارها الاقتصـــادية والبيئية في ظل التحديات التي يواجهها القطاع الزراعي، مثل محدودية الموارد المائية، وتدهور التربة، والتغيرات المناخية، وانخفاض كفاءة استخدام المدخلات الزراعية. تعتمد الزراعة الذكية على توظيف التقنيات الحديثة مثل الذكاء الاصطناعي، وإنترنت الأشياء، والاستشعار عن بعد، ونظم المعلومات الجغرافية، من أجل تحسين إدارة الموارد الزراعية ورفع كفاءة الإنتاج. تنطلق الدراسة من فرضية مفادها أن تبني تقنيات الزراعة الذكية يمكن أن يسهم في تحقيق تنمية زراعية مستدامة في العراق من خلال زيادة الإنتاجية، وتقليل التكاليف، وترشيد استخدام المياه والأسمدة، والحد من الآثار البيئية السلبية للأنشطة الزراعية التقليدية. اعتمد البحث على المنهجين التحليلي الكمي والوصفي من خلال دراسة واقع الزراعة في العراق وتحليل إمكانات تطبيق التقنيات الذكية في إدارة العمليات الزراعية. وتوصلت الدراسة إلى أن تطبيق تقنيات الزراعة الذكية يسهم في تحسين كفاءة استخدام الموارد الطبيعية، وزيادة الإنتاج الزراعي، وخفض الهدر في المياه والطاقة، فضلاً عن تقليل انبعاثات الملوثات وتحسين جودة البيئة الزراعية انخفاض التكاليف للمياه بنسبة تصل الى اكثر من ٨٠ بالمئة. كما أظهرت النتائج أن تبني هذه التقنيات يمكن أن يعزز الأمن الغذائي ويوفر فرصاً اقتصادية جديدة للمزارعين من خلال تحسين الإنتاجية وزيادة العوائد الزراعية. وتوصي الدراسة بضرورة دعم التحول نحو الزراعة الذكية في العراق عبر تطوير البنية التحتية الرقمية، وتعزيز برامج التدريب والإرشـــاد الزراعي، وتشجيع الاستثمار في التقنيات الحديثة لتحقيق التنمية الزراعية.

Abstract

This study aims to analyze the trend toward smart agriculture in Iraq and examine its economic and environmental impacts in light of the challenges facing the agricultural sector, such as limited water resources, soil degradation, climate change, and the inefficient use of agricultural inputs. Smart agriculture relies on modern technologies including artificial intelligence, the Internet of Things (IoT), remote sensing, and geographic information systems (GIS) to improve the management of agricultural resources and enhance productivity. The study is based on the hypothesis that adopting smart agricultural technologies can contribute to achieving sustainable agricultural development in Iraq by increasing productivity, reducing production costs, optimizing the use of water and fertilizers, and minimizing the negative environmental impacts of traditional agricultural practices. The research employs a descriptive-analytical approach by examining the current status of agriculture in Iraq and assessing the potential of smart technologies in managing agricultural operations. The results indicate that the application of smart agriculture technologies improves the efficiency of natural

resource use, increases agricultural output, and reduces waste in water and energy consumption, while also contributing to lower pollution levels and better environmental quality. Furthermore, the adoption of these technologies can enhance food security and create new economic opportunities for farmers by improving productivity and increasing agricultural income. The study recommends supporting the transition toward smart agriculture in Iraq through strengthening digital infrastructure, expanding agricultural training and extension programs, and encouraging investment in modern technologies to achieve sustainable agricultural development

المقدمة:

يمتلك العراق تنوعاً جغرافياً مميزاً يجمع بين السهول الرسوبية الواسعة في الوسط والجنوب، والمناطق الجبلية في الشـمال، والمناطق شـبه الصـحراوية في الغرب، مما جعل بيئته الزراعية محكومة بجملة من الخصـائص الطبيعية التي تؤثر تأثيراً مباشـراً في حجم الإنتاج الزراعي وتنوعه. وتُعد عناصـر مثل التربة، والمناخ، والموارد المائية، والتضـاريس، من أهم المحددات الأساسية التي تتحكم في قابلية الأرض للزراعة، وفي نوعية المحاصيل المزروعة، وفي مستويات الإنتاجية. فالتباين في خصـائص التربة من حيث القوام والخصـوبة والملوحة، والاختلاف في كميات الأمطار ودرجات الحرارة، إضـافة إلى تذبذب الموارد المائية السـطحية والجوفية، كلها عوامل تفسر التفاوت المكاني في النشاط الزراعي بين محافظات العراق.

ومع التطورات الحديثة في تقنيات التحليل المكاني وعلوم الحاسـوب، أصـبح الذكاء الاصـطناعي أداة فعّالة لدراسـة العلاقات بين الخصـائص الجغرافية والإنتاج الزراعي. إذ تتيح الخوارزميات الحديثة، مثل نماذج التنبؤ والتصـنيف والشـبكات العصـبية، إمكانية تحليل كميات ضخمة من البيانات المناخية والزراعية ، واستخلاص الأنماط المكانية التي يصعب على الإنسان ملاحظتها بشـكل مباشـر. كما يسـهم الذكاء الاصـطناعي في بناء خرائط ملائمة مكانية عالية الدقة، تسـاعد في تحديد أفضـل المواقع لزراعة المحاصـيل، وتقدير الإنتاج المتوقع، ورصـد التغيرات البيئية ذات التأثير على العملية الزراعية.

مشـكلة البحث : على الرغم من توفر مسـتلزمات تطور الزراعة في العراق إلا أن الزراعة في العراق تعاني من تذبذب حجم المسـاحات المزروعة وانخفاض معدلات الغلة وانعكاس ذلك على فرص التنمية الزراعية المستدامة

١- ما هي أبرز التحديات التي تواجه القطاع الزراعي في العراق؟

٢- كيف يمكن لتطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي أن يساهم في حل هذه التحديات وتحقيق لتنمية الزراعية المستدامة؟

٢- فرضية البحث

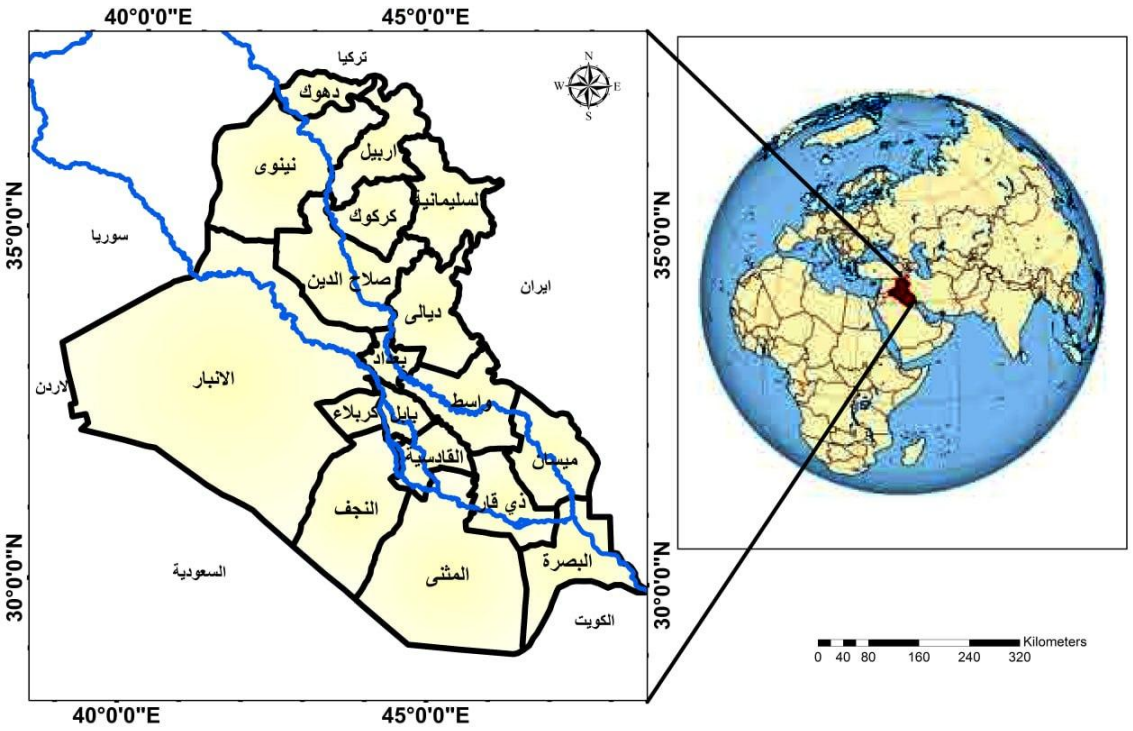
الفرضـية الرئيسـية: يمكن لتقنيات الذكاء الاصـطناعي تحسـين كفاءة العمليات الزراعية، تقليل لتكاليف، وتعزيز إنتاجية المحاصـيل، مما يسـاهم في تحقيق التنمية الزراعية المسـتدامة في ا لعراق. فضـلا عن الاثار الاقتصـادية والبيئية التي يعكسـها اسـتخدام هذه التقنيات على الزراعة والمجتمع بشكل عام .

منهجية البحث : تم اسـتخدام المنهجين الوصـفي والوظيفي فضـلاعن المنهج التحليلي الكمي لغرض معالجة مشكلة البحث وبيان الاثار التي ستتحق من خلال استخدام التقنيات الحديثة على الزراعة .

محتويات البحث : ضـم البحث ثلاثة محاور رئيسـية تناول الاول مفهوم الزراعة الذكية واهدافها ومبرراتها قيما تناول الثاني ان الزراعة الذكية وخصـائص كل نوع منها . وتناول الثالث الاثار الاقتصادية والبيئية لاستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي على الزراعة في العراق

حدود منطقة الدراسة : تتحدد منطقة الدراسة بكامل حدود العراق الجغرافية وموقع البلد في الجزء الشمالي الشرقي من الوطن العربي والجزء الجنوبي الغربي من قارة اسيا بين دائرتي عرض ٥- ٢٩ - ٣٢ -٢٢ شـمالا وخطي طول ٣٨-٤٢ - ٤٥-٤٨ شـرقا خريطة رقم (١).

خريطة رقم (١) موقع العراق بالنسبة لقارة اسيا والعالم



المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على برنامج Arc gis

إن دراســـة الخصـــائص الجغرافية وأثرها على الإنتاج الزراعي في العراق في ضـــوء الذكاء الاصـــطناعي، تمثل خطوة مهمة نحو تطوير اســـتراتيجيات زراعية مســـتدامة تعتمد على المعلومات الدقيقة لاتخاذ القرار. ويســـهم هذا التوجه في الحد من الهدر في الانتاج الزراعي، وتحســـين كفاءة اســـتخدام الموارد المائية، وزيادة الإنتاجية، وتوجيه الجهود نحو تعزيز الأمن الغذائي الوطني. ومن هنا تأتي أهمية هذا البحث في بيان اثر اســـتخدام تقنيات الذكاء الاصـــطناعي في الزراعة، وبيان كيف يمكن لهذه التنقنيات أن تقدم حلولاً متقدمة في فهم وتحسين الواقع الزراعي في العراق.

أولا : مفهوم وأهداف ومبررات الدراسة الذكية :

الزراعة الذكية من خلال نوعيها المائية والعضوية، هي استخدام أقل مساحة من الأرض والمياه للحصول على أفضل إنتاج من المحاصيل المستهدفة، وذلك لتحقيق إنتاج زراعي مستدام مع الحفاظ على الموارد الطبيعية للأجيال القادمة، كما تعمل الزراعة الذكية على خفض انبعاث

الغاز الضار بالبيئة إلى أدنى حد ممكن والتكيف مع التغيرات المناخية المستقبلية (حداده، ٢٠١٨، ص. ٢).

وتعرف منظمة الأغذية والزراعة (FAO) الزراعة الذكية بأنها حشد الابتكارات الرقمية من الاستشعار عن بعد إلى الذكاء الاصطناعي لغرض زيادة كفاءة الإنتاج الزراعي ومرونته واستدامته عبر استخدام برمجيات وتقنيات متقدمة ومرتبطة بمنظومة الأقمار الاصطناعية والمراكز الأرضية والمعدات المستخدمة في الزراعة، ويستند هذا المفهوم إلى دمج ثلاث طبقات متكاملة: طبقة البيانات (أقمار صناعية، وطائرات بدون طيار)، وطبقة التحليل (نمذجة تنبؤية وتعلم آلي)، ثم طبقة اتخاذ القرار/ التنفيذ (معدات ممكنة بإنترنت الأشياء أو روبوتات). وتشمل الزراعة الذكية ما هو أوسع من الزراعة الرقمية، فهي تمتد لمنصات تتبع الأغذية، والخدمات المالية للمزارعين وسلاسل الإمداد المدعومة، مما يجعلها منظومة لا تقنية حقلية فحسب (كعكة وخلف، ٢٠٢٥، ص. ٢٤).

ومن أهم الأسباب التي أدت إلى ظهور الزراعة الذكية ما يأتي (كعكة وخلف، ٢٠٢٥، ص. ٢٦):

١- ضغط الموارد المائية: تستهلك الزراعة حوالي ٧٠٪ من المياه العذبة على مستوى العالم، مما يضع ضغطاً كبيراً على الموارد المائية المتاحة مع تفاقم ظاهرة تغير المناخ.

٢- التغير المناخي والظواهر المتطرفة:- تزايد حدة الظواهر المناخية المتطرفة مثل الجفاف، الفيضانات، العواصف، جعل من الضروري اعتماد ادارة دقيقة وشاملة للمدخلات الزراعية، من خلال ارتفاع درجات الحرارة وستباط اصناف من المحاصيل الزراعية المقاومة لهذه التغيرات فضلا الى قلت حاجتها الى كميات كبيرة من المياه ، للحد من المخاطر المحتملة.

٣- الفجوة بين الامكانات والواقع: تشير بعض الدراسات الى ان صغار المزارعين، يخسرون ما بين ٢٠٪، الى ٤٠٪ من الغلة المحتملة، وذلك بسبب غياب التنبؤ الدقيق بالأمراض، الآفات، والامراض لا يمكن التنبؤ بها ولكن من خلال استخدام التقنيات الحديثة سيكون هناك سهولة وسرعة في الاجراءات للوقوف على اهم الامراض المنتشرة في الحقول من خلال مراقبة النباتات وتغير لون الورق او معرفة ان كانت هناك اصابة في الحقل والسيطرة عليها , حالة المحاصيل الزراعة الذكية تعتمد على تقنيات الاستشعار عن بعد والاقمار الصناعية، توفير تنبؤات دقيقة تساعد في تحسين الانتاجية وتقليل الهدر.

٤_ تعقيد سلاسل الامداد الغذائي:- تتطلب الاسواق الحديثة شفافية وتتبعا فوريا لضمان الامان الغذائي وجودة المنتجات.

٥_ نقص العمالة الريفية وارتفاع تكلفتها: قلة العمالة الزراعية في المناطق الريفية وارتفاع اجورها، وضـــع المزارعين الى اعتماد تقنيات الاتمته والروبوتات التي تقوم بعمليات الزراعة والحصـاد والمراقبة بشكل اكثر دقة وكفاءة مما يعالج عجز القوى العاملة ويخفف التكاليف على المدى الطويل.

٦_ عقبة السـياسـات والبنية التحتية:- جديد من الاقتصـاديات الناشـئة، لا تزال البنية التحتية الريفية ضعيفة خاصة في مجال الاتصالات والانترنت مما يعيق تبني تقنيات الزراعة الحديثة..

وهناك عدة مبررات لاستخدام الزراعة الذكية وهي (الشمري، ٢٠٢٥، ص. ٤٧):

(١) الامن الغذائي واستجابة النمو السكاني، مع زيادة عدد السكان العالمي، هناك حاجة لزيادة الانتاج الزراعي بطريقة مستدامة، من خلال استخدام الموارد والبيئة والاسـمدة والمبيدات يمكن تحقيق انتاج اعلى ودون استنزاف البنية.

(٢)- كفاءة استخدام الموارد وتقليل الفاقد: تعتمد على بيانات واجهزة استشعار مثل مستشعرات التربة وانترنت الاشـياء لمراقبة الظروف في الوقت الحقيقي، مما يسـاعد على اتخاذ قرارات اكثر دقة بخصوص الري والتسميد.

(٣)- الاستدامة البيئية: استخدام التكنولوجيا يقلل من التلوث المرتبط بالأسمدة والمبيدات.

(٤)- تحسـين الانتاجية والجودة: بفضـل البيانات والتحليلات بما في ذلك الذكاء الاصـطناعي، يمكن التنبؤ بالمشاكل قبل وقوعها مثل تفشي الامراض او نقص المغذيات والتدخل مبكرا.

(٥)- الاجهزة : مثل الطائرات بدون طيار (Drone), واجهزة الاســـتشـــعار تتيح مراقبة دقيقة للمحاصيل, مما يؤدي الى ادارة محاصيل اكثر فعالية وجودة .

وهناك عدة اهداف للزراعة الذكية ومن اهمها ما يأتي (حداده، ٢٠١٨، ص ١١):

(١)- زيادة مستدامة في الزراعة والدخل.

(٢)- التكيف وبناء القدرة على التكيف مع تغير المناخ وخفض وازالة انبعاثات غازات الاحتباس الحراري حيثما كان ذلك ممكنا.

(٣)- الزراعة الذكية هي وسـيلة لتحديد اي نظم الانتاج او المؤسـسـات والسـياسـات الانسـب والوقوف للرد على تحديات تغير المنـاخ، في مواقع محددة، وفي نفس الوقت فهي تهدف الى زيادة الانتاجية او زيادة الدخل، وفضـلا عن الاهداف السـابقة هناك اهداف اخرى يمكن تحقيقها منها ما يأتي (بوكليخة، ٢٠٢٣):

(١)- تعزيز الابتكار الزراعي.

(٢)- حفظ وحماية البيئة من خلال ادارة افضل موارد الطبيعية. و تحسين ادارة التربة و التكيف مع تغير المناخ و الحد من انبعاث الغازات الدفيئة

(٣)- ايجاد الوظائف الخضـراء وإدارة التربة وخصـوبتها فضـلا عن زيادة الانتاج وتحسـين جودة المحاصيل الزراعية و تحويل الفضلات الحيوانية الى غاز حيوي كمصدر بديل ومتجدد للطاقة.

ثانيا : تطبيقات الذكاء الاصطناعي في الزراعة :

اولاً : الاستمطار الصناعي:

يعرف الاسـتمطار والمعروف ايضـا بالمطر الصـناعي، بانه محاولة لاسـتجلاب او زيادة هطول الامطار الصـــناعية، بغرض درء الجفاف او الاحتباس الحراري على نطاق واســـع، وقد لجأت دول كثيرة الى اســـتخدام عدد من التقنيات الحديثة، كمحاولة لاســـترداد الســـحب بغرض هطول الامطار وتعويض نقص المياه وهو ما يســـهل في تحقيق الامن الغذائي وبالتالي تحقيق التنمية المستدامة، ومن هذه التقنيات:-

الاســـتمطار الصـــناعي:- وهو عباره عن عملية اســـقاط الامطار الموجودة في الغلاف الجوي، بطريقة متعمدة بارض زيادة كثافة السحب، وبالتالي ادرار السحب للمياه، من خلال حقنها بمحافظات لســقوط الامطار، على ســبيل المثال مواد كيميائية متعددة منها، الثلج الجاف وثاني اكسيد الكربون الصلب ويوديد الفضـة ويوديد البوتاسيوم، والبروبان السائل، وكلوريد الصـوديوم، وهو ما يجعل بلورات الثلج، الموجودة في الســـحب تتجمد، ثم تتســـاقط بفعل تأثير الجاذبية الارضـــية، ونقلها نحو الارض، وقد اســـتخدمت هذه التقنية ، عدة دول ، ففي عام ١٩٦٣، اسـتخدمت الولايات المتحدة الامريكية، الاسـتمطار الصـناعي في اثناء حربها مع فيتنام، وذلك بهدف اطالة مدة الامطار، حتى تعوق تقدم المقاتلين الفيتناميين في اثناء الحرب، وخلال المدة

من ١٩٦٩_ ٢٠٠٦، اجرة ادارة الارصـاد الجوية الصـينية، تجارب (البذر السـحاب السـحابي)، وتمكنت من ايجاد ٢٥٠ مليار طن من الامطار الصناعية (سلامة، ٢٠٢٤، ص. ٢٤).

وفي العراق اجريت عدة محاولات خلال الثمانينات والتسـعينات من القرن الماضـي للاستمطار الصناعي, لكن لم تستمر وخلال السنوات السابقة باشرت الكوادر العراقية في وزارتي الزراعة والموارد المائية الى احياء هذه البرامج لمواجهة العجز المائي الذي يشـهده العراق ودول المنطقة المجاورة له , والفائدة من هذه ا لتجارب في العراق امكانية اسـتخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في سد احتياجات القطاع الزراعي من المياه وتحقيق التنمية الزراعية .

ثانياً : مراقبة المحاصيل الزراعية:

تشـير منظمة الغذاء العالمي(FAo), الى ان تقنية الذكاء الاصـطناعي, تؤدي دورا كبيرا في تحويل النظم الغذائية والمسـاعدة على زيادة مسـتويات الامن الغذائي, ويمكن ذلك بالقطاعات الزراعية, بطرائق متعددة من بينها التفصـيل الامثل للأنشـطة البشـرية, ومن ثم زيادة الانتاجية, وتحسين ظروف العمل, من خلال توفير الوقت والمجهود, وزيادة كفاءة استعمال الموارد الطبيعية, ففي ظل التقدم السـريع في مجال تكنولوجيا الزراعة الذكية, يبرز دور الذكاء الاصـطناعي في الزراعة في مجالات رئيسـية وهي (حسـن والبرقعاوي، ٢٠٢٥، ص. ٥١٧) روبوتات زراعية و مراقبة التربة و التحليل لأغراض التنبؤ .

تتم عملية التنمية للقطاع الزراعي، اعتمادا على تقنيات الذكاء الاصـطناعي، من خلال ما توفره هذه التقنية، من تأثير في مجال توفير الغذاء، وتحقيق الامن الغذائي، مع توفير الاسـتدامة للموارد الطبيعية، وعدم استنزافها لضمان حق الاجيال القادمة , وهناك بعض الطرق التي يتم بها تطبيق تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي في الزراعة وعلى النحو الاتي (لهوف، ٢٠٢٣):

١. **مراقبة صـحة المحاصـيل والتربة:**- التي يمكن اسـتخدامها لمراقبة الظروف المحاصـيل والتربة، وتمكين تحليل هذه البيانات بتقديم رؤى حول صـحة المحاصـيل ونوعية التربة ومراحل النمو،
٢. **الكشـف عن الحشـرات وامراض النباتات:**- يمكن تطوير الخوارزميات الذكاء الصـناعي على اكتشـاف الآفات والامراض في المحاصـيل الزراعية، وهذا يمكن ان يسـاعد

المزارعين، على اتخاذ الاجراءات في الوقت المناســب لمنع ازدياد الامراض وتقليل تلف المحاصيل الزراعية.

٣. **مراقبة صحة الماشية:**- يمكن استخدام اجهزة الاستشعار لمراقبة صحة الماشية، وهذا يمكن ان يســاعد المزارعين على اكتشــاف العلامات المبكرة للمرض،، واتخاذ التدابير الوقائية لضمان سلامة حيواناتهم.

٤. **الرش الذكي للمبيدات:**- يمكن استخدام الرشاشات المبيدات، لتطبيق المبيدات الحشرية والاسمدة بشكل اكثر كفاءة، تستخدم هذه الرشاشات رؤية الكمبيوتر للكشف عن مواقع المحاصيل وتطبيق الكمية المناسبة من المواد الكيميائية عند الحاجة فقط.

٥. **ازالة الاعشاب الضارة تلقائيا:**- يمكن استخدام الروبوتات لتحديد وازالة الاعشاب الضارة من الحقول، اذ يمكن ان يســاعد هذا في تقليل الحاجة الى مبيدات الاعشــاب والعمل اليدوي.

٦. **المسـح الجوي والتصـوير:**- يمكن اسـتخدام الطائرات بدون طيار لالتقاط صـور عالية الدقة للحقول، والتي يمكن اســتخدام هذه الصــور، لأنشــاء خرائط تفصــيلية لصــحة المحاصيل ورطوبة التربة والعوامل الاخرى التي تؤثر على نمو المحاصيل الزراعية،

٧. تصـنيف المنتجات الزراعية وفرزها يمكن تطوير خوارزميات الذكاء الصـناعي لتصـنيف المنتجات وفرزها بناء على الجودة والحجم.

ان استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي المتمثلة بأجهزة الكاميرات ومعدات السيطرة واجهزة التحكم والتحســس وقياس الحرارة والضــوء والرطوبة وملوحة التربة والمياه وطائرات الدرون في العراق يعد من الامور المهمة جداً في لغرض النهوض بالقطاع الزراعي , اذ يعد العراق من البلاد الزراعية المهمة في منطقة الشرق الاوسط والمنطقة العربية , اذ يتميز بوفرة التربة الصالحة للزراعة والتي تزيد على(٤٨)مليون دونم والمستغل منها حالياً يقدر ب (١٢) مليون دونم تزرع بمختلف المحاصــيل الزراعية(وزارة التخطيط .٢٠٢٤) , فضــلاً عن الثورة الحيوانية والمراعي الطبيعية ,و ان اتساع الرقعة الجغرافية يحتاج الى التقنيات زراعية متطورة تساهم في تطوير هذا القطاع الزراعي المهم , ومن أهم هذه الوسائل نظم مراقبة المحاصيل الزراعية سواء كان ذلك عن طريق الاقمار الصناعية التي تغطي أراضي العراق أومنضومات الاتصالات الحديثة ٥ g4

g, التي بدات بالانتشار في ريف العراق او عن طريق طائرات الدرون التي يمكن استيراد اعداد كبيرة منها تغطي احتياجات كل محافظة , فضلاً عن نظم المراقبة المحلية ضمن كل مزرعة , اذ يمكن لأي فلاح تركيب منظومة مراقبة لمزرعته تربط بشـاشـات مراقبة منزلية او تربط بالهاتف المحمول وهي متوفرة في الاسـواق العراقية وبأسـعار زهيدة , وان اسـتخدام هذه التقنيات الزراعية يمكن ان يوفر الجهد والوقت المبذول , فضلاً عن تقليل الكلف الزراعية , ومساهمته زيادة كميات الانتاج من خلال عملية رصـد نضـج المحصـول والمراقبة الامراض والآفات الزراعية ومراقبة الحالة الجوية ومدى تأثيرها على المزارع وهذا ماتبين من خلال الدراسـة الميدانية واللقاءات مع مسـئولي شـركات منضـومات الري الحديثة الذين اكدوا بيع مئات المعدات الحديثة للمزارعين في محافظات صـلاح الدن والنجف وكربلاء وواسـط فضـلا عن محافظات اقليم كوردسـتان خلال عامي ٢٠٢٥و٢٠٢٦.

وبسبب معاناة الفلاح العراقي من الحالات المفاجئة التي تواجه المزارع والمتمثلة بموجات البرد والصـقيع والرياح شـديد في السرعة التي تحصـل في فصـل الشـتاء، وموجات الحر والغبار والرطوبة العالية في فصل الصيف تواجه الزراعة في جنوب العراق بالتحديد، فضلا عن الامراض والافات الزراعية والحيوانات التي تدمر المزروعات المتمثلة بالخنازير البريه اذ يمكن للمزارع من خلال اسـتخدام اجهزة الاتصـالات واجهزة التحسـسـو الكاميرات مراقبه الزراعة وتلافي الحالات المفاجئة الطارئة من خلال منظومه الاقمار الاصـطناعية التي ترسـل معلومات مناخيه محدثه على مدار السـاعة، والتي يمكن من خلالها اتخاذ الاجراءات المناسـبة للحد من تأثير هذه المشكلة.

ثالثا : الاثار الاقتصـادية والبيئية لاسـتخدام برمجيات الذكاء الاصـطناعي على الزراعة في العراق:

هناك العديد من الاثار المترتبة على اسـتخدام برمجيات الذكاء الاصـطناعي على الزراعة في العراق. والتي يمكن تقسيمها عن نحو الاتي:

اولا/ الاثار الاقتصادية لاستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي على الزراعة في العراق :

تعد تقنيات الذكاء الاصـطناعي، من اهم الدعائم الاسـاسـية في تطور وتوسـع القطاع الزراعي، اذا اسـهمت هذه التقنيات في تعزيز التوسـع في الزراعة الدقيقة، وتقديم المسـاعدة للمزارعين في الحصول على محاصيل ذات جودة وكفاءة عالية، وان استخدام هذه الموارد، بشكل

اكثر أستدامة عن طريق التوسع في استخدام الجرارات الزراعية ذاتية القيادة تجمع بين نظامين الاستشعار عن بعد(Gps) والتفضيل الالي, وهذا يسمح بقيادة الجرار تجنب الضغط المفرط للتربة, فضلاعن ذلك يتيح ظروف ملائمة لعملية الزرع والحصاد, ويساعد في توفير الوقت, ويسهم كذلك في برمجة هذه الجرارات للكشف بشكل دقيق عن موقع الحراثة في الحقول, وكذلك تحديد السرعة وتجنب العقبات مثل الري والبشر والحيوانات اثار القيام بأداء المهام الزراعية في الحقل (كاظم وآخرون، ٢٠٢٥، ص. ٧).

يساعد التوسع في استخدام هذه التقنية الحديثة, على حدوث نقلة نوعية في الزراعة, فضلاً عن القيام بمكافحة الآفات والحشرات, وفقا للتقارير منظمة الاغذية والزراعة العالمية, يتعرض ما بين ٢٠٪ و٤٠٪ من محصول الحبوب في العالم حاليا, الى الهدر بسبب الآفات والحشرات, التي تعد من اكثر التهديدات التي تسبب بتلف المحاصيل على مستوى العالم، قبل حصادها وتخزينها للاستهلاك البشري، وتساعد شركات الذكاء الاصطناعي مثل(farm wise) على ارسال تنبيهات للمزارعين عبر هواتفهم, بشان الحشرات مثل الجراد المحتمل نزولها نحو مزرعة معينة, كما تستعين هذه الشركات بخوارزميات تحليل صور الاقمار الصناعية الجديدة, والعمل على مقارنتها ببيانات الصور السابقة, مما يفسح المجال امام المزارعين لتخفيف الاضرار وازالة الآفات في الوقت المناسب, فضلا عن ذلك يمكن عن طريق خوارزميات الذكاء الاصطناعي, رصد صحة التربة والمحاصيل باستخدام تقنية التعلم العميق عن طريق تطبيق(plantit) لتحديد العيوب المحتملة ونقص المغذيات في التربة, بما في ذلك الآفات والامراض, بالإضافة الى تقديم خدمات تحليل التربة للمزارعين, ومراجعة الظروف الصحية للتربة والمحصول وانتاج محصول صحي بمستوى اعلى من الانتاجية, كما يمكن عن طريق استخدام تقنيات الطائرات بدون طيار, رصد صحة المحاصيل والتقاط الصور من الحقول الزراعية, يتم نقل جميع البيانات عبر محرك اقراص,Ups من الطائرة بدون طيار الى جهاز كمبيوتر وتحليلها من قبل الخبراء, وتقديم تقرير مفصل عن محتوى الحالة الصحية للمزروعات, تحكم في صحة المزروعات وحمايتها في الوقت المناسب (كاظم وآخرون، ٢٠٢٥، ص. ٨).

يمكن الاستعانة بالروبوتات الزراعية, التي تعمل شركات الذكاء الاصطناعي, على تطويرها بشكل الذي يمكنها من اداء مهام متعددة في مجال الزراعة، ويتم تدريب هذه الروبوتات على العمل على مكافحة الاعشاب الضارة، وحصائد المحاصيل بشكل اسرع، مقارنة بالبشر ،

والمساعدة في التحقق من جودة المحاصيل واكتشاف النباتات او الاعشاب غير المرغوب فيها، وغيرها من الاعمال، وتقوم شـــركات مثلBlueriver Techndogy لصـــناعة هذا النوع من الروبوتات التي يمكنها من حصاد ما يقارب ٣٠, الف متر مربع من الاراضي في يوم واحد, مما يوفر الوقت والجهد ويسمح بتخفيض عدد العاملين والى جانب ذلك يمكن ان تساعد التكنولوجيا على التوسع في الزراعة الدقيقة, وذلك من خلال توفير التوجيه المناسب للمزارعين حول الزراعة المثلى وادارة المياه والحصـــاد في الوقت المناســـب غيرها, وذلك عن طريق اســـتخدام البرامج الرياضية, والبيانات الضخمة والصور الملتقطة بواسطة الاقمار الصناعية والطائرات بدون طيار, للتنبؤ بظروف الطقس مثل, درجة الحرارة وهطول الامطار وسرعة الرياح والاشعاع الشمسي وتحليل استدامة المحاصيل او الآفات, مع توفير بيانات لتحويل الزراعة الى زراعة دقيقة لإنتاج المحاصيل ذات جودة افضل مع استخدام موارد اقل (عبد الله، ٢٠١٤، ص. ٨٨).

توصلت الدراسات الحديثة, الى ان استخدام برمجيات الذكاء الاصطناعي في الزراعة, تمثل ركيزة اساسية في تطوير الاداء الزراعي, وتحقيق الاستدامة الانتاجية, لما توفره من امكانات متقدمة في رصد حالة التربة والمحاصيل, والتنبؤ بالمخاطر الزراعية وتحسين كفاءة استخدام المدخلات الزراعية, فضلا عن ذلك اسهمت هذه البرمجيات في تعزيز القدرة على مكافحة الآفات والامراض النباتية, بصورة استباقية, وتقليل الفاقد في الانتاج, ورفع جودة المحاصيل الزراعية, ويتبين من كل ذلك ان الذكاء الاصطناعي, لا يقتصر دورة على كونه اداة تقنية مساندة, بل يعد عاملا اســـتراتيجيا في اعادة هيكلة النظم الزراعية التقليدية, ودعم الامن الغذائي, وتحقيق التوازن بين المتطلبات الاقتصـــادية, والحفاظ على الموارد البيئية بما ينســـجم مع اهداف التنمية الزراعية المستدامة (يعقوب، ٢٠١٢، ص. ٧٥).

ان اســتخدام الروبوتات المتقدمة يمثل اهمية كبيرة في الزراعة إذ سـيوفر على أصـحاب الاعمال الوقت والجهد المبذول وتحقق دقة بالعمل وكفاءة في الإنتاج مقارنة بالوســـائل التقليدية المتمثلة باليد العاملة وجميع ما ذكر سيسهم في تخفيض التكاليف أن تطبيق التقنيات المعاصرة في المجالات المختلفة يمكن ان يحقق المنافســـة ويرفع من معدلات الإنتاج والمرونة وســـرعة الإنتاج وتحسين جودة المنتج وتحسين سلاسل التوريد وتوظيف أكثر كفاءة للطاقة والمواد وهذا يسهم في تخفيض التكاليف.

وان استبدال الايدي العاملة بالروباتات المتقدمة يقودنا الى نتائج منها ما يأتي :

١- زيادة الإنتاجية وانخفاض تكاليف إنتاج الوحدة بسبب انخفاض تكاليف العمالة لكل وحدة وانخفاض أسعار المنتجات وزيادة الأرباح.

٢- يؤدي إلى تنوع أكبر في المنتجات داخل القطاعات بالتالي زيادة الطلب على المنتجات الذي ينتج عنه زيادة في المبيعات وتحقيق أرباح لدى الشـركات خياران أسـاسـيان: زيادة الانتاجية باستعمال الروبوتات المتقدمة التي توفر أجور اليد العاملة وفقا للوسائل التقليدية المعتمدة ومن ثم تقليل النفقات على الأجور المباشـرة والقضـاء على الهدر في الوقت والوظائف التي لا تضـيف قيمة. بدأ المزارعون ايضـا في اسـتعمال الجرارات والحصـادات التي تعمل بنظام تحديد المواقع العالمي (GPS) ومؤخرا زاد الاستعمال التجريبي للأنظمة المستقلة الي تعمل على اتتمة العمليات مثل التقليم التخفيف والقص والري وازالة الحشائش(Javaid et al., 2021)).

وان اسـتخدام تقنيات الذكاء الاصـطناعي في الزراعة العراقية، يمكن ان يترك اثارا اقتصـاديه متميزة، سـواء في خفض التكاليف او تقليل الهدر بالمياه ، وفي دراسـة اجريت حول مزارع الرز في جنوب العراق تم اسـتخدام التقنيات الحديثة المعتمدة على الذكاء الاصـطناعي حققت نتائج جيده على صعيد التكاليف وزياده الانتاج وخفض كميه المياه المستخدمة في الارواء.

اذ تتطلب زراعة محصـول الرز كميات كبيرة من الماء مقارنة بالمحاصـيل الأخرى، فالتبخر من سـطح التربة الغدقة يكون عاليا فالرز يسـتهلك حوالي (١٩٠٠٠-٢١٠٠٠م (٣) خلال مدة نمو النبات للدونم الواحد وتتغير كميات الماء المفقود تبعاً للظروف السائدة وتزداد هذه الكميات كلما زادت درجات حرارة الجو وقلة الرطوبة النسـبية خلال موسـم النمو، فهذه الظروف تؤدي إلى زيادة التبخر ، لذا فأن كميات الماء المفقود تختلف من منطقة إلى أخرى من العالم ، وتختلف كميات الماء المسـتهلك لإنتاج الرز في نفس البلد ، تبعا لاختلاف الظروف البيئية والصـنف المزروع وطرائق الزراعة المطبقة، في جميع أنحاء العالم أصـبحت المياه المخصـصـة للزراعة شحيحة بشكل متزايد وعلى وجه الخصوص في العراق، ونظراً الأصول الرز الشبه مائية، فإنه حساس للغاية لنقص المياه يزرع عادة في محافظات محددة تكون مصـادر المياه فيها وفيرة وذلك لحاجته إلى المياه طيلة موسم الزراعة، اذ انها تكون مغمورة باستمرار حتى (٧-١٠) أيام قبل الحصـاد يسـاعد الري المسـتمر على ومكافحة الأعشـاب الضـارة(عبد وفليح ,٢٠٢٤ .ص ٢١٩).

ارتفاع تكاليف الماء سواء كان حسب السعر التجاري أو السعر المنزلي وذلك لحاجة محصول الرز الكبيرة للمياه وطيلة الموسم الزراعي ولارتفاع تكاليف المياه قامت الحكومة بدعم المزارعين بتسعير الماء للدونم الواحد (٢٥٠٠٠) دينار /دونم) وذلك لتخفيض تكاليف الانتاج الزراعي والجدول رقم ١ يوضح مقدار تكاليف المياة المستخدمة لسقي محصول الرز .

جدول (١) حساب تكاليف الماء باستعمال الطرائق التقليدية في زراعة محصول الرز في العراق

المحافظة	المساحة المزروعة – دونم	سعر الدعم الحكومي للدونم ٢٥٠٠٠ دينار الدونم	أجور اليد العاملة للري دينار	اجمالي تكاليف الماء التقليدية دينار
نينوي	١٠٠	٢٥٠٠,٠٠٠	٦,٠٠٠,٠٠٠	٨,٥٠٠,٠٠٠
بابل	٩١٤٥	٢٢٨,٦٢٥,٠٠٠	٥٩٤,٤٢٥,٠٠٠	٨٢٣,٠٥٠,٠٠٠
النجف	١٩٧١٨٩	٤,٩٢٩,٧٢٥,٠٠٠	١٢,٢٢٥,٧١٨,٠٠٠	١٧,١٥٥,٤٤٣,٠٠٠
القادسية	١٦٣٩١٦	٤,٠٩٧,٩٠٠,٠٠٠	٩,٨٣٤,٩٦٠,٠٠٠	١٣,٩٣٢,٨٦٠,٠٠٠
المثنى	٨٦٠٧	٢١٥,١٧٥,٠٠٠	٤٩٩,٢٠٦,٠٠٠	٧١٤,٣٨١,٠٠٠
ذي قار	٥٨٢٦	١٤٥,٦٥٠,٠٠٠	٣٧٢,٨٦٤,٠٠٠	٥١٨,٥٥١٤,٠٠٠
مسيان	١٤٣	٣,٥٧٥,٠٠٠	٩,٢٩٥,٠٠٠	١٢,٨٧٠,٠٠٠
الإجمالي	٣٨٤,٩٢٦	٩,٦٢٣,١٥٠,٠٠٠	٢٣,٥٤٢,٤٦٨,٠٠٠	٣٣,١٦٥,٦١٨,٠٠٠

المصـدر : نغم سـمير عبد، محمد عبد الواحد فليح، دور التقنيات الذكية المتقدمة في ترشـيد اسـتهلاك المياه في القطاع الزراعي العراقي، المجلة العراقية للعلوم الاقتصـادية العدد ٢٨٢ بغداد ٢٠٢٤ ص ٢١٨.

رغم الدعم الحكومي للزراعة في تكاليف الماء إلا أنها لازالت مرتفعة جدا وترهق كاهل المزارعين وذلك لانخفاض الغلة وقلة إنتاج الأرز فضـــلا عن ارتفاع تكاليف إنتاجه مما يجعل أرباح الإنتاج منخفضــة نسـبة إلى تكاليف الانتاج والجهد الذي يبذله العاملون على الإنتاج، كل هذا يحفز ويستدعي اتخاذ خطوات سريعة لإيجاد حلول لهذه المشاكل المتمثلة بارتفاع التكاليف وانخفاض الإنتاج والايرادات عن طريق التحول إلى اســتعمال تقنيات تســهم في تحقيق إنتاجية أكبر وتؤدي إلى ارتفاع دخل المنتجين وزيادة وفرة المحصول في الأسواق المحلية وتحقيق زراعة مســتدامة تؤدي إلى زيادة الإنتاجية وتعزيز الأمن الغذائي, مما تقدم تم حســاب تكاليف وكميات المياه التي يستهلكها المنتج وكان ذلك بموجب البيانات التي تم الحصول عليها من وزارة الزراعة ووزارة التخطيط الجهاز المركزي للإحصاء وعند استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي يتم ترشيد وتخفيض تكاليف الماء للأراضـــي المزروعة باســتعمال تقنيات الثورة الصـــناعية الرابعة ومنها الروبوت المتقدم في المحافظات السبعة وعند استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي سيتم ترشيد وتخفيض تكاليف الماء للاراضـــي المزروعة باســتعمال تقنيات الثورة الصـــناعية الرابعة ومنها الروبوت المتقدم في المحافظات الســبعة والجدول رقم(٢) يوضـــح مقدار الفرق بين اســتخدام التقنيات التق اذ ان مقدار انخفاض التكاليف في اســتهلاك المياه في عدد من محافظات العراق التي يزرع فيها الرز بلغت اكثر من هذا الشـيء يعود بالفائدة الكبيرة للمزارعين ويسـاهم في تنميه الاقتصـاد العراقي وتوفير كميات كبيره للتوسـع في زراعه بقيه المحاصـيل الزراعية الاخرى (عبد الهادي وفليح، ٢٠٢٤، ص. ٢١٢).والحدول رقم (٢) يوضـــح مقدار انخفاض تكاليف المياه باستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي مقارنة بالطرق التقليدية .

جدول رقم(٢) انخفاض تكاليف المياه باستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي.

ت	المحافظة	وفق المياه كميات التقليدية الأساليب	المياه تكاليف الذكاء باستخدام الاصطناعي	إجمالي التخفيض	% التخفيض نسبة
1	نينوى	8,511,000	1,881,000	6,630,000	%78

ت	المحافظة	وفق المياه كميات التقليدية الأساليب	المياه تكاليف الذكاء باستخدام الاصطناعي	إجمالي التخفيض	% التخفيض نسبة
2	بابل	82,350,000	17,292,000	65,058,000	%79
3	النجف	171,554,230	33,639,170	137,915,060	%80
4	القادسية	139,328,600	27,744,216	111,584,384	%80
5	المثنى	7,143,810	1,456,700	5,687,110	%79
6	قار ذي	51,851,400	9,873,750	41,977,650	%81
7	ميسان	12,870,000	2,581,050	10,288,950	%80
المجموع الكلي		473,609,040	94,467,886	379,141,154	%80

المصـــدر : نغم ســـمير عبد، محمد عبد الواحد فليح، دور التقنيات الذكية المتقدمة في ترشـيد اسـتهلاك المياه؟؟؟؟ في القطاع الزراعي العراقي، المجلة العراقية للعلوم الاقتصـادية العدد ٢٨٢ بغداد ٢٠٢٤ ص ٢١٨.

وفي دراســة اخرى اجريت في كليه توصــل احد الباحثين الى ان اســتخدام تطبيقات الذكاء الاصـــطناعي في الزراعة يمكن ان توفر ٦٠٪ من المياه المتاحة للزراعة مما يؤدي الى عدم تبذير المياه والحفاظ على التربة من المياه الزائدة عن حاجه النبات والتي قد تصـــيب النبات بالضرر وبالتالي تؤدي الى انخفاض الانتاج (عباس، ٢٠٢٤).

وفضلا عن ذلك يمكن لاستخدام الري الذي يعمل على تحسين كفاءه الاستخدام بنسبه ٢٥٪ واثر مـالي؟؟ ٢٠٠ مليون دولار. وذلـك من خلال خط التكـاليف الميـاه مع الاحتفـاظ بـالغلات الزراعية وهذا يشير الى وجود امكانات حقيقيه لتحسين الاداء المالي للقطاع الزراعي في مواجهه ندره المياه (المراكشي، ٢٠٢٤).

يمكن اجمال الاثار الاقتصـــادية لاســـتخدام تقنيات الذكاء الاصـــطناعي في مجال زراعه محصول الرز في ما يأتي (عبد وفليح ٢٠٢٦، ص. ١٣):

١- تقليل كميه مياه السقي وذلك لعدم الحاجه الى الرية الاولى البالغة ٤٥ يوما متواصلة. وكمية البذور في وحدة المســـاحة من ٣٥ كغم/دونم الى ١٠-١٢ كلغ /دونم, فضـــلا عن تقليل كميه الاسمدة المضـافة بنسبه ٢٥٪و استعمال مبيدات بنسبه ٢٥٪ و زياده كميه انتاج الغلة في وحده المساحة بنسبه تصل الى ١٠٪.

٢- تقليل الاعتماد على اليد العاملة الزراعية ذات الكلفة العالية و سـرعه انجاز زراعه المسـاحة مما يؤدي الى زياده المساحة المزروعة مستقبلا.

ثانيا/ الاثار البيئية لاستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي على الزراعة في العراق :

في ظل تصـــاعد التحديات البيئية العالمية, وخاصـــة تغير المناخ, وتدهور النظم البيئية, واســـتنزاف الموارد الطبيعية, برزت برمجيات الذكاء الاصـــطناعي, بوصـــفها أداة معرفية وتقنية متقدمة تســـهم بفاعلية في دعم الجهود الرامية الى حماية البيئة, وتحقيق التنمية المســـتدامة. اذا تاحت هذه البرمجيات امكانات غير مســـبوقة في جمع البيانات الضـــخمة, وتحليلها والتنبؤ بالاتجاهات المســـتقبلية للظواهر البيئية المعقدة, بما يعزز اتخاذ القرار البيئي على المســـتويات المحلية والاقليمية والعالمية, وهنا جاء دور اســـتخدام برمجيات الذكاء الاصـــطناعي في المجال البيئي. والذي يمكن تقسيمة عن نحو الاتي (حسون، ٢٠٢٥):-

١. تقوم انظمة الذكاء الاصـــطناعي بمعالجة وتحليل البيانات والمعلومات البيئية لمتابعة التغيرات في ظروف مناخية في الوقت الفعلي, ومعالجة نقاط الضـــعف والتخفيف من حدتها، وايجاد فرص كبيرة لحلول لها تأثير ايجابي على الكوكب بشكل اسرع.
٢. تســـاهم انظمة برمجيات الذكاء الاصـــطناعي، في جميع انحاء العالم، ومن ضـــمنها منضـــومة الاقمار الاصـــطناعية في مكافحة الجفاف من خلال رصـــد ومتابعة المناطق المتأثرة بالتصـــحر، ويمكن اسـتخدام هذه الانظمة لنمذجة ذوبان الانهار الجليدية, والتنبؤ بارتفاع مستوى سطح البحر, بحيث يمكن اتخاذ تدابير مضادة وفعالة وناجحة في الوقت المناسب.

٣. انظمة استشعار البيانات(اجهزة الاستشعار المتصلة). وهي تستخدم الجمع البيانات حول جودة الهواء والمياه ودرجات الحرارة ومؤثرات التغيرات البيئية الاخرى.
٤. تحليل الصور بواسطة الذكاء الاصطناعي. اداة مثل،Open Cv لتحليل الصور البيئية مثل طريقة تحليل الصور للتعرف على الانواع النباتية والحيوانية, تساهم هذه الادوات جميعا في تحسين فهمنا للقضايا البيئية وتعزيز استراتيجيات الاستدامة وحماية البيئة. ومن اهم تجارب الدول في استخدام الذكاء الاصطناعي لتحسين البيئة (سعد، ٢٠٢٥، ص. ٢):

وقد اظهرت دراسات عالمية ان الزراعة المدعومة بالذكاء الاصطناعي يمكن المبيدات بنسبه حوالي٢٠-٣٠٪، عبر التنبؤ المبكر بالامراض ومكافحه الافات الزراعية، اتبين من خلال الاحصائيات الزراعية في العراق، التي تم استخدامها في معالجه الامراض والافات الزراعية في العراق بلغت١٠٨،٣ طن، لعام ٢٠٢٤، وقد ضمت مواد ذا السمية عالية لها اثار خطيره على البيئة بشكل عام والبيئة الزراعية بشكل خاص، فضلا عن تأثيرها على جوده الغذاء وصلاحيه الاستخدام، . (وزارة التخطيط، ٢٠٢٤).

وفي مجال المحافظة على البيئة يؤدي استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي الى التقليل من حجم الاسمدة الكيميائية المستخدمة في الزراعة، مما يؤدي الى الحد من تلوث التربة والمياه الجوفية ويحسن من الخصائص البولوجية للبيئة الزراعية، وقد بلغت كميه الاسمدة الكيميائية المضافة للترب الزراعية في العراق حوالي(٥٠) الف طن , وفي مجال الحد من البصمة الكربونية، يمكن لتقنيات الذكاء الاصطناعي ان تساعد في تقليل انبعاثات الكربون في الزراعة، اذا اشارت احدى الدراسات البحثية من هذه الانبعاثات بنسبه تتراوح ما بين٣٠-٥٠٪، عن طريق تحسين عمليات الارواء والتسميد واداره العمليات الزراعية (Artificial Intelligence Applications and Economics, n.d.).

وفي مجال تحسين صحه التربة ومراقبة الارصدة البيئية يمكن لأنظمة الذكاء الاصطناعي مراقبه محتوى العناصر الغذائية في التربة وتوجيه كيفيه استخدام الموارد المتاحة لتحسين الجودة الزراعية مع تقليل حجم التدهور البيئي، وفي مجال مراقبه تغيرات المناخ، يمكن استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي من تتبع موجات الحر الشديدة والاعاصير ومحاوله التنبؤ الدقيق للتغيرات الطقس لتقليل الخسائر التي تطال المحاصيل الزراعية، باعتبار الزراعة شديده التأثر بالظروف المناخية اذ استخدم الباحثون تقنيات التعلم العميق(DL) لتحليل بيانات الاقمار الصناعية المخلفة بمراقبه تغيرات المناخ (حسان، ٢٠٢٥، ص. ٥٨).

وان الاســـتفادة من هذه التقنيات في العراق يمكن ان يحدمن الاثار الســـلبية لظروف الطقس في العراق وتجنب التاثيرات المبكرة لموجات الحر صـيفا وموجات البرد شـتاء، والحد من تأثيرها على المحاصيل الزراعية.

هناك العديد من التجارب التي برزت والتي تعكس تنوع الاســاليب والتوجهات التي اتبعتها الحكومات والمنظمات لحماية الموارد الطبيعية وتعزيز الاســـتدامة والتي يمكن تقســـيمها النحو الاتي:-

اولا/ الولايات المتحدة الامريكية. مشـروع (Earth Eyes) تسـتخدم وكالة الفضـاء الامريكية(ناسـا) تقنيات الذكاء الاصـطناعي لتحليل صـور الاقمار الصـناعية, لرصـد التغيرات البيئية مثل ازالة الغابات والتغيرات في اســـتخدام الاراضـــي ومراقبة جودة الهواء, الذي يســـاهم الذكاء الاصـطناعي في تحليل البيانات من المسـتشـعرات في المدن لتحسـين نماذج جودة الهواء وتقديم تحذيرات في الوقت المناسب حول التلوث (حسون، ٢٠٢٥، ص. ١٢).

ثانيا/ الصين.:- مراقبة التلوث. استشـعار في المدن الصـينية, تستخدم الذكاء الاصـطناعي في مراقبـة جودة الهواء وتقديم التقارير الحية حول مســـتويات التلوث والمبادرات الزراعيـة الذكيـة, تســتخدم الصــين تقنيات الذكاء الاصــطناعي في الزراعة لتحســين انتاجية المحاصــيل وتقليل استخدام المياه والمبيدات (المصري، ٢٠٢٤، ص. ١٢).

و اسـتخدمت المنظمات الزراعية في الهند الذكاء الاصـطناعي لتحليل بيانات اسـتهلاك الطاقة وتوقع الطلب, مما يعين في تحســين كفاءة اســتخدام الطاقة المتجددة (دحماني، ٢٠٢٣، ص. ٤٩٦).

معوقات تطبيق برمجيات الذكاء الاصطناعي في المجال البيئي:-

هناك بعض المعوقات في تطبيق برمجيات الذكاء الاصـطناعي في المجال البيئي وتتمثل في كل ممـا يـأتي (مركز البحوث والمعلومـات، بـدون تـاريخ). ومن اهمهـا نقص الكفـاءات البشـــريـة المتخصصـة في الذكاء الصـناعي.فضـلا عن ان سوق الذكاء الاصـطناعي المجال البيئي سريع التحول.وان استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي يمكن ان تهدد وظائفهم

ويمكن توظيف تطبيقات الذكاء الاصـــطناعي, في المجال البيئي وذلك من خلال الامور الاتية (روابحي وبقنيش، ٢٠٢٣، ص. ١٩):

١. وضع سياسات واضحة وفعالة لتحقيق التنمية المستدامة في المجال البيئي.
٢. يمكن اسـتخدام تطبيقات وتقنيات الذكاء الاصـطناعي في زيادة الوعي البيئي من خلال, تطبيقات الهواتف الذكية التي تساعد المستخدمين في قياس تأثيرهم البيئي, مثل استهلاك الطاقة والمياه او مستوى انبعاث الكربون.

٣. المحافظة على الموارد المائية. وذلك من خلال اســـتخدام الانظمة الحديثة والمدعومة بتقنيات من اجل ترشيد والمحافظة على كميات مياه من الهدر .قضلا عن ضمان استقرار البيئة بطريقة امنة ومستدامة .
٤. اعداد برامج تدريبية للشــركات والمؤســســات تشــجيع وتعزيز توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في المجال البيئي.
٥. امكانية التنبؤ بالكوارث الطبيعية ســواء كانت فيضــانات او حرائق بدقة مما يســاهم في الحد من الخســائر البيئية.ومراقبة التغيرات المناخية ومواجهتها باســاليب فعالة .وحماية التنوع البيئي .

ويشـكل التغير المناخي والتدهور البيئي. تحدي رئيسـي في القرن الحادي والعشـرين, مما دفع العلماء والمفكرين الى البحث عن حلول تقنية مسـتدامة؟ ويعد الذكاء الاصـطناعي واحدا من هذه الحلول، اذ يمكنه تحســين العمليات الصــناعية لتقليل الهدر والمســاعدة في تطوير انظمة الطاقة نظيفة، ولكن على الرغم من فوائده يسـتهلك الذكاء الصـناعي موارد ضـخمة، خاصـة في عمليات التدريب العميق للنماذج الكبيرة. لذلك من الضــروري تحقيق توازن بين الفوائد البيئية والتحديات التي يفرضها الذكاء الاصطناعي لضمان استدامة حقيقية (جمعة، ٢٠٢٥).

وفي السـنوات الاخيرة اظهرت التطورات الحديثة في مجال برمجيات الذكاء الاصـطناعي تحول جدري كبير في التقنيات والممارســات والتفاعلات على مســتوى العالم، ويتزايد اســتخدام الذكاء الاصــطناعي في اثناء المحتوى وتحليل البيانات واتخاذ القرارات المناســبة، وغيرها من الوظائف التي تتطلب عمالة كثيفة بوتيرة متســارعة، مما يدفع الكثيرين الى تســاؤل عن ما هي ابرز اثارة الاجتماعية (جمعة، ٢٠٢٥).

الخاتمة: الاستنتاجات والتوصيات

أولا: الاستنتاجات :

١. من المتوقع أن يسهم التوسع في استخدام برمجيات الذكاء الاصطناعي في إحداث تحول تدريجي من الزراعة التقليدية إلى الزراعة الذكية القائمة على التحليل التنبؤي والبيانات الضخمة في العراق، الأمر الذي يؤدي إلى تحسين دقة التخطيط الزراعي وتقليل الاعتماد على التقديرات الشخصية غير العلمية في تحديد مواعيد الزراعة والحصاد.

٢. يُتوقع أن تؤدي أنظمة الذكاء الاصـــطناعي دورًا محوريًا في تعزيز كفاءة إدارة الموارد المائية، من خلال تطوير نظم ري ذكية قادرة على الاســتجابة الفورية للتغيرات المناخية وخصــائص التربة، بما يحد من الهدر المائي ويعزز الاسـتدامة الزراعية في ظل الشـح المـائي الـذي يعـاني منـه العراق, اذ يمكن تغطي العجز المســـتقبلي للميـاه من خلال استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي واستخدام تقنيات الارواء الحديثة اذ تبين من خلال اسـتخدام تقنيات الذكاء الاصـطناعي لمحصـول الرز في العراق انخفاض تكاليف المياه بنسبة ٨٠بالمئة.

٣. أن تطبيق خوارزميات تعلم الآلة ورؤية الحاسـوب سـيؤدي إلى تحسـين أنظمة الكشـف المبكر عن الآفات والأمراض النباتيـة، ممـا يقلل من الخســـائر الزراعيـة ويرفع جودة الإنتاج، مع خفض الاعتماد على المبيدات الكيميائية ذات الأثر البيئي والصحي السلبي, سواء على الاراضي والانتاج الزراعي او على جودة الغذاء وبقية مكونات البيئة العراقية.

٤. من المنتظر أن تســهم برمجيات الذكاء الاصــطناعي في تحســين إنتاجية المحاصــيل الزراعية من خلال التســـميد الدقيق وإدارة التربة الذكية، وذلك عبر تحليل الخصـــائص الفيزيائية والكيميائية للتربة وربطها باحتياجات النبات الفعلية، بما يحقق الاستخدام الأمثل للأسمدة.

٥. أن دمج الذكاء الاصـــطناعي في الزراعة يســـهم في تعزيز الأمن الغذائي الوطني، من خلال تحسين الإنتاجية، وتقليل المخاطر المناخية، ورفع كفاءة استخدام الموارد الطبيعية.

ثانيا التوصيات

١. ضـروره تبني استراتيجية وطنية للزراعة الذكية من خلال اعداد استراتيجية وطنية شـاملة لادماج تقنيات الذكاء الاصـطناعي ضـمن خطط التنمية الزراعية في العراق تتضـمن اهدافا ومدة زمنية واضحة ومؤشرات اداء قابلة للقياس

٢. ينبغي انشـاء قاعدة بيانات زراعية رقمية تغ بلال تطوير نظام المعلومات الجغرافية الوطني يضـم بيانات تفصـيلية عن التربة والمناخ والموارد المائية والغطاء النباتي وانماط الانتاج الزراعي ليكون اساسا لتطبيق خوارزميات او برمجيات الذكاء الاصطناعي.

٣. ضـرورة تعزيز البنية التحتية الرقمية في الريف العراقي من خلال تقديم الدعم الكامل لشبكة الانترنت والاتصـالات في المناطق الزراعية وانترنت الاشياء(IoT), وانظمة الراي الذكي.

٤. ضـرورة تدريب وتاهيل الكوادر الزراعية سـواء كانت كوادر حكومية او ضـمن القطاع الخاص من خلال ادراج برامج تدريبيه متخصـصـة للمزارعين والمهندسين حول استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي وتحليل البيانات الزراعية .

٥- ينبغي انشـاء مراكز بيانات زراعية وطنية تعتمد على الحوسـبة السـحابية لربط المزارعين بمنظومات الذكاء الاصطناعي سواء الفردية او المراكز الرئيسية في كل محافظة .

قائمة المصادر

١. حداده، علي. (٢٠١٨). *الزراعة الذكية ومجالات تطبيقها في العالم العربي*. دائرة البحوث الاقتصادية، اتحاد الغرف التجارية.

٢. كعكة، وليد عبد الغني، وخلف، محمد زيدان. (٢٠٢٥). *الثورة الرقمية لتحقيق الأمن الغذائي والتنمية المستدامة* (ط. ١). مركز البحوث والدراسات والنشر، جامعة واسط.

٣. الشمري، سلمى عبد الرحيم عبد الحسن. (٢٠٢٥). *السياسات الزراعية الذكية مناخياً*. مجلة الإدارة والاقتصاد، ٥٠(١٤٨)، ٤٧.

٤. بوكليخة، لطيفة. (٢٠٢٣). *الزراعة الذكية مناخياً لتحقيق الأمن الغذائي في ظل تحديات تغير المناخ: دراسة حالة الجزائر*. *مجلة البشائر الاقتصادية*، ٨(٣). https://asjp.cerist.dz/en/article/209411

٥. حسن، انتظار إبراهيم، والبرقعاوي، ابتهال عبد العباس معضد. (٢٠٢٥). *تقنيات الذكاء الاصطناعي (AI) في تنمية القطاع الزراعي*. مجلة القادسية للعلوم الإنسانية، ٢٨(٢٠)، ٥١٧.

٦. سلامة، محمد عبد الرحمن. (٢٠٢٤). *الاستمطار الصناعي سلاح جديد لمكافحة أزمات المناخ*. مجلة الأرصاد الجوية، العدد(٧٤) ٢٤.

٧. لهوف، عدنان عبد الجليل. (٢٤ ديسمبر ٢٠٢٣) .*تطبيقات الذكاء الاصطناعي في المجال الزراعي* .موقع جامعة كربلاء https://uokerbala.edu.iq/archives/30184 .

٨. كاظم، فلاح خلف، وآخرون. (٢٠٢٥). *الآثار الاقتصادية للذكاء الاصطناعي*. مجلة السياسة الدولية، ٦٣(٦٣)، ٧.

٩. عبد الله، ماجد. (2014). *أثر تبني الزراع للتكنولوجيا الزراعية الحديثة على رفع الكفاءة الاقتصادية للمحاصيل الزراعية*. مجلة الزقازيق للبحوث الزراعية، ٤١(١٠)، ٨٨.

١٠. يعقوب، صالح أنور. (2012). *استخدام تقانة الذكاء الاصطناعي في إعادة هندسة العمليات بالتصنيف في الشركة العامة لصناعة الأدوية والمستلزمات الطبية في نينوى*. مجلة بحوث مستقبلية، ٣(٣٩)، ٧٥.

11. Javaid, M., Haleem, A., Singh, R. P., & Suman, R. (2021). Substantial capabilities of robotics in enhancing industry 4.0 implementation. *Cognitive Robotics*, *1*, 58–75.

١٢. عبد الهادي، نغم سمير، وفليح، محمد عبد الواحد. (٢٠٢٤). *دور التقنيات الذكية المتقدمة في ترشيد استهلاك المياه في القطاع الزراعي العراقي*. المجلة العراقية للعلوم الاقتصادية، (٢٨٢)، ٢١٢

١٣. عباس، لؤي حسين. (٢٠٢٤). *الزراعة الذكية في العراق بالاعتماد على إنترنت الأشياء* [أطروحة دكتوراه غير منشورة]. كلية العلوم، جامعة ديالى.

١٤. المراكشي، شكرية. (١٨ نوفمبر ٢٠٢٤) .*التقنيات الذكية في الزراعة: خطوة نحو الأمن الغذائي المستدام في عصر التحديات العالمية* .الفلاح اليوم .
https://alfallahalyoum.news/%D8%A7%D9%84%D8%AA%D9%82%D9%86%D9%8A%D8%A7%D8%AA-%D8%A7%D9%84%D8%B0%D9%83%D9%8A%D8%A9-%D9%81%D9%8A-%D8%A7%D9%84%D8%B2%D8%B1%D8%A7%D8%B9%D8%A9

١٥. النجم , عقيل , (٢٠٢٦). *التوزيع الجغرافي للانتقانات الزراعية الحديثة المستعملة في الإنتاج النباتي في محافظة النجف الأشرف*. مجلة كلية التربية للبنات، جامعة الكوفة. (بحث مقبول للنشر).

١٦. حسون، عمر مخيلف. (٢٠٢٥). *استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تحقيق أهداف التنمية المستدامة في المجال البيئي*. مجلة العلوم الإنسانية، ١٦(٢).

١٧. سعد، عماد. (٢٠٢٥). *أهمية الذكاء الاصطناعي في إدارة المحميات الطبيعية والمناطق الرطبة بين الابتكار والاستدامة*. شبكة بيئة إمارة أبو ظبي.

١٨. وزارة التخطيط. (٢٠٢٤). المجموعة الإحصائية السنوية. هيئة الإحصاء ونظم المعلومات الجغرافية.

19. Artificial Intelligence Applications and Economics. (n.d.).

٢٠. حسان، ليندا. (٢٠٢٥). *تطبيقات الذكاء الاصطناعي في القطاع الزراعي بين التحديات والآفاق*. مجلة المنتدى للدراسات والأبحاث الاقتصادية، ٩(١)، ٥٨.

٢١. حسون، عمر مخيلف. (٢٠٢٥). *استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تحقيق أهداف التنمية المستدامة في المجال البيئي*. مجلة العلوم الإنسانية، ١٦(٢)، ١٢.

٢٢. المصري، فرح محمد. (٢٠٢٤). *مستقبل الذكاء الاصطناعي في تحسين الأمن السيبراني*. مجلة النخبة للدراسات والأبحاث، ٣(٢)، ١٢.

٢٣. دحماني، محمد. (٢٠٢٣). *استخدامات الذكاء الاصطناعي في المجال البيئي*. مجلة القانون والعلوم البيئية، ٢(٣)، ٤٩٦.

٢٤. روابحي، أمينة، وبقنيش، عثمان. (٢٠٢٥). *دور الذكاء الاصطناعي في حماية البيئة*. المجلة الجزائرية للحقوق والعلوم الإنسانية، ١٠(٣)، ١٩.

٢٥. مركز البحوث والمعلومات. (بدون تاريخ) *.الذكاء الاصطناعي السعودي* .تم الاسترجاع من :

https://www.abhath.org.sa/

٢٦. جمعة، آية علي. (٩ مارس ٢٠٢٥) *.تأثير الذكاء الاصطناعي على البيئة المستدامة* .جامعة المستقبل .

https://www.uomus.edu.iq/NewDep.aspx?depid=4&newid=79386

References

1. Haddada, A. (2018). *Smart Agriculture and its Fields of Application in the Arab World*. Economic Research Department, Federation of Chambers of Commerce.
2. Kaakeh, W. A., & Khalaf, M. Z. (2025). *The Digital Revolution for Achieving Food Security and Sustainable Development* (1st ed.). Center for Research, Studies, and Publishing, Wasit University.
3. Al-Shammari, S. A. A. (2025). Climate-Smart Agricultural Policies. *Journal of Administration and Economics*, 50(148), 47.
4. Bouklikha, L. (2023). Climate-Smart Agriculture to Achieve Food Security under Climate Change Challenges: A Case Study of Algeria. *El-Bashaer Economic Journal*, 8(3). https://asjp.cerist.dz/en/article/209411
5. Hassan, I. I., & Al-Burqawi, I. A. M. (2025). Artificial Intelligence (AI) Techniques in the Development of the Agricultural Sector. *Al-Qadisiya Journal for Humanities Sciences*, 28(20), 517.
6. Salama, M. A. (2024.). Cloud Seeding: A New Weapon to Combat Climate Crises. *Meteorological Journal*, 24.
7. Lahouf, A. A. (2023, December 24). *Artificial Intelligence Applications in the Agricultural Field*. University of Kerbala Website. https://uokerbala.edu.iq/archives/30184
8. Kadhim, F. K., et al. (2025). Economic Impacts of Artificial Intelligence. *International Politics Journal*, 63(63), 7.
9. Abdullah, M. (2014.). The Impact of Farmers' Adoption of Modern Agricultural Technology on Raising the Economic Efficiency of Crops. *Zagazig Journal of Agricultural Research*, 41(10), 88.
10. Yaqoub, S. A. (2012.). Using Artificial Intelligence Technology in Process Re-engineering by Classification at the State Company for Drug Industries and Medical Appliances in Nineveh. *Future Research Journal*, 3(39), 75.
11. Javaid, M., Haleem, A., Singh, R. P., & Suman, R. (2021). Substantial capabilities of robotics in enhancing industry 4.0 implementation. *Cognitive Robotics*, 1, 58–75.
12. Abdul Hadi, N. S., & Fleih, M. A. (2024). The Role of Advanced Smart Technologies in Rationalizing Water Consumption in the

Iraqi Agricultural Sector. *Iraqi Journal of Economic Sciences*, (282), 212.

13. Abbas, L. H. (2024). *Smart Agriculture in Iraq Based on the Internet of Things* [Unpublished Doctoral Dissertation]. College of Science, University of Diyala.

14. Al-Marrakchi, S. (2024, November 18). Smart Technologies in Agriculture: A Step Towards Sustainable Food Security in the Era of Global Challenges. *Al-Falah Al-Youm*. https://alfallahalyoum.news/

15. [nahm aqeel]. (2026). The Geographical Distribution of Modern Agricultural Techniques Used in Plant Production in Najaf Governorate. *Journal of the College of Education for Women, University of Kufa*. (Accepted for publication).

16. Hassoun, O. M. (2025). Using Artificial Intelligence Applications to Achieve Sustainable Development Goals in the Environmental Field. *Journal of Humanities*, 16(2).

17. Saad, E. (2025). *The Importance of Artificial Intelligence in Managing Natural Reserves and Wetlands: Between Innovation and Sustainability*. Abu Dhabi Environment Network.

18. Ministry of Planning. (2024). *Annual Statistical Abstract*. Statistics and Geographic Information Systems Authority.

19. *Artificial Intelligence Applications and Economics*. (n.d.).

20. Hassan, L. (n.d.). Artificial Intelligence Applications in the Agricultural Sector: Challenges and Prospects. *Al-Muntada Journal for Economic Studies and Research*, 9(1), 58.

21. Hassoun, O. M. (2025). Using Artificial Intelligence Applications to Achieve Sustainable Development Goals in the Environmental Field. *Journal of Humanities*, 16(2), 12.

22. Al-Masri, F. M. (2024). The Future of Artificial Intelligence in Improving Cybersecurity. *Al-Nukhba Journal for Studies and Research*, 3(2), 12.

23. Dahmani, M. (2023). Uses of Artificial Intelligence in the Environmental Field. *Journal of Law and Environmental Sciences*, 2(3), 496.

24. Rawabhi, A., & Baqnish, O. (n.d.). The Role of Artificial Intelligence in Environmental Protection. *Algerian Journal of Rights and Humanities*, 10(3), 19.

25. Center for Research and Information. (n.d.). *Saudi Artificial Intelligence*. Retrieved from: https://www.abhath.org.sa/

26. Jumaa, A. A. (2025, March 9). *The Impact of Artificial Intelligence on a Sustainable Environment*. Al-Mustaqbal University. https://www.uomus.edu.iq/NewDep.aspx?depid=4&newid=79386