

الذكاء الاصطناعي والتنمية الفلاحية المستدامة في الجزائر

Artificial Intelligence and Sustainable Agricultural Development in Algeria

حدادو نبيلة

جامعة الجزائر 3

haddadou.nabila77@gmail.com

المخلص:	معلومات المقال
يهدف هذا المقال إلى إبراز دور الذكاء الاصطناعي في دعم التنمية الفلاحية المستدامة في الجزائر في ظل الصعوبات التي يواجهها القطاع مثل: ندرة المياه، والتغيرات المناخية، وتدهور التربة، وتذبذب الإنتاج، وارتفاع تكاليف المدخلات الزراعية، وقد اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي، من خلال وصف واقع القطاع الفلاحي الجزائري وتحليل إمكانات توظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي في تطويره. وتخلص الدراسة إلى أن الذكاء الاصطناعي يمثل خيارا استراتيجيا لتعزيز الأمن الغذائي وتحقيق الاستدامة الفلاحية في الجزائر، غير أن نجاح تطبيقه يتطلب مواجهة عدة تحديات، أبرزها ارتفاع التكاليف، وضعف البنية التحتية الرقمية، ومحدودية البيانات الزراعية، ونقص الكفاءات المتخصصة، لذلك توصي الدراسة بتطوير البنية الرقمية، وإنشاء قواعد بيانات زراعية وطنية، وتأهيل الموارد البشرية، ودعم الابتكار والمؤسسات الناشئة، ووضع أطر قانونية لحوكمة البيانات وحمايتها.	تاريخ الارسال: 2026/09/25 تاريخ القبول: 2026/10/25 الكلمات المفتاحية: ✓ الذكاء الاصطناعي. ✓ الزراعة الذكية . ✓ التنمية المستدامة . ✓ التحول الرقمي
Abstract :	Article info
<i>This article examines the role of artificial intelligence in supporting sustainable agricultural development in Algeria. Using a descriptive-analytical approach, it highlights AIs potential to address challenges such as water scarcity, climate change , and production instability. The study finds that AI can enhance food security and agricultural sustainability, provided that digital infrastructure, agricultural data ,and specialized skills are strengthened .</i>	Received 25/09/2026 Accepted 25/10/2026. Keywords: ✓ Artificial Intelligence. ✓ Smart Agriculture. ✓ Sustainable Development. ✓ Digital Transformation.

يشهد القطاع الزراعي العالمي تحولات هيكلية متسارعة تفرضها جملة من التحديات المتدخلة ، في مقدمتها التغيرات المناخية ، وتزايد الضغط على الموارد الطبيعية ولا سيما المياه والتربة ، إلى جانب الارتفاع المستمر في الطلب على الغذاء بفعل النمو الديمغرافي والتحول الاستهلاكية ، وفي هذا السياق ، أصبحت الرقمنة القائمة على البيانات من أهم المحركات التي تسهم في إعادة تشكيل النظم الزراعية والغذائية ، من خلال تطوير أساليب الإنتاج ، وتحسين إدارة الموارد ، وتعزيز القدرة على التنبؤ بالمخاطر واتخاذ القرارات المناسبة في الوقت الملائم .

غير أن الأثر الإيجابي لهذه التحولات التكنولوجية لا يتحقق بصورة تلقائية ، بل يرتبط بمدى التحكم وتفعيل هذه التقنيات ، وطبيعة الحوكمة ، وتوفر البنية التحتية الرقمية ، وجودة البيانات ، ومستوى التأهيل البشري والمؤسسي لدى مختلف الفاعلين في القطاع الزراعي . ومن ثم ، لم تعد الزراعة الذكية مجرد خيارات تقنية إضافية ، وإنما أصبحت مدخلا استراتيجيا لتحسين الكفاءة الإنتاجية والبيئية ، عبر الانتقال من القرارات القائمة على الخبرة الشخصية والتقدير العام إلى قرارات تستند إلى البيانات والتحليل والتنبؤ .

وفي هذا الإطار ، يحتل الذكاء الاصطناعي مكانة محورية ضمن منظومة التحول الرقمي الزراعي ، بالنظر إلى قدرته على معالجة كميات كبيرة ، من البيانات وتحويلها إلى معلومات وتوصيات عملية قابلة للتنفيذ . إذ يمكن للذكاء الاصطناعي تحليل البيانات الواردة من أجهزة الاستشعار ، والأقمار الصناعية ، والطائرات دون طيار ، ومحطات الأرصاد الجوية ، وسجلات الحقول الزراعية ، ثم توظيفها في بناء نماذج تنبؤية وإنذارات مبكرة تساعد على تحسين إدارة الإنتاج الزراعي . وتشمل تطبيقاته التنبؤ بالمرودية والإنتاج ، والكشف المبكر عن الأمراض والأفات ، وترشيد استعمال المياه ، وضبط عمليات التسميد ، واختيار المحاصيل الملائمة ، وإدارة الآلات الزراعية ، وتحسين سلاسل القيمة الزراعية والغذائية .

وتكتسي هذه التطبيقات أهمية متزايدة في البيئات الزراعية التي تعاني من هشاشة مناخية ومائية ، فالزراعة الذكية تمثل خيارا ضروريا لتعزيز الأمن الغذائي ، ورفع كفاءة استخدام الموارد المحدودة ، والتكيف مع آثار الجفاف وارتفاع درجات الحرارة وعدم انتظام التساقطات . كما أن تبني الحلول الرقمية في المجال الزراعي يعد أحد المداخل المهمة لمواكبة متطلبات الثورة الصناعية الرابعة ، بما تتضمنه من توظيف للذكاء الاصطناعي ، وإنترنت الأشياء ، والبيانات الضخمة ، والاستشعار عن بعد ، والأنظمة الذكية لدعم القرار .

وفي الحالة الجزائرية ، تبرز أهمية هذا الموضوع بصورة خاصة بالنظر إلى المكانة الاستراتيجية التي يحتلها القطاع الفلاحي في دعم الأمن الغذائي ، وتوفير فرص العمل ، وتنشيط الاقتصاد المحلي ، وتقليل التبعية للأسواق الخارجية . كما تعزز هذه الأهمية بفعل الخصائص المناخية والجغرافية للبلاد ، حيث تسود الظروف الجافة وشبه الجافة في جزء معتبر من المجال الزراعي ، فضلا عن محدودية الموارد المائية ، وتزايد آثار التغيرات المناخية ، وتذبذب تساقط المطار ، وارتفاع مخاطر الجفاف وموجات الحر .

وتواجه الفلاحة الجزائرية ، إلى جانب هذه التحديات الطبيعية ، جملة من الاختلالات المرتبطة بتفاوت الإنتاجية ، ضعف تحديث بعض أساليب الإنتاج ، ومحدودية انتشار الرقمنة ، والحاجة إلى تحسين إدارة المدخلات الزراعية . كما أن الاعتماد النسبي على الواردات الغذائية ، خاصة بالنسبة لبعض المنتجات الاستراتيجية ، يكشف عن ضرورة تعزيز القدرات الإنتاجية الوطنية ورفع كفاءة سلاسل القيمة الفلاحية . وتبرز شعبة الحبوب ، وبالأخص القمح ، باعتبارها من الشعب الاستراتيجية التي تتطلب توظيف مقاربات استشرافية حديثة تساعد على تحسين التخطيط والإنتاج وإدارة المخاطر المناخية والمائية .

ومن هذا المنطلق ، لا يتمثل التحدي الأساسي بالنسبة إلى الجزائر في إثبات أهمية التكنولوجيا الرقمية بالنسبة للقطاع الفلاحي ، بل في تحديد الكيفية التي يمكن من خلالها توظيف الذكاء الاصطناعي بصورة تدريجية وفعالة وعادلة ، بما ينسجم مع خصوصيات البيئة الزراعية الوطنية واحتياجات المنتجين والمؤسسات . فالذكاء الاصطناعي ، رغم ما يتيح من فرص واعدة ، يظل مرتبطا بجملة من المتطلبات ، منها

توفر البيانات الزراعية الدقيقة والمحدثة ، وتحسين البنية التحتية الرقمية ، وتعميم التكوين في المهارات الرقمية ، وتوفير التمويل المناسب ، ووضع أطر تنظيمية ومؤسسية تضمن الاستخدام الرشيد والفعال لهذه التقنيات .

كما أن التحول نحو الزراعة الذكية لا ينبغي اختزاله في مجرد اقتناء التجهيزات الرقمية أو استخدام تطبيقات تقنية معزولة ، لأن القيمة الحقيقية لهذه الأدوات تتحقق عندما تندمج ضمن منظومة متكاملة تشمل السياسات العمومية ، والمؤسسات الزراعية ، ومراكز البحث ، والجامعات ، والمؤسسات الناشئة ، والمنتجين الفلاحين ، ومقدمي خدمات الإرشاد الزراعي . ولذلك فإن نجاح تطبيقات الذكاء الاصطناعي في الزراعة يرتبط بدرجة كبيرة بمستوى الجاهزية الرقمية والمؤسسية والبشرية ، أكثر من ارتباطه بالتطور التقني في حد ذاته .

وفي هذا السياق ، يمثل الجنوب الجزائري مجالا واعدا لتطوير نماذج زراعية ذكية تعتمد على الذكاء الاصطناعي ، خاصة في ظل اتساع المساحات الزراعية ، والحاجة إلى ترشيد استخدام المياه ، وتزايد أهمية الاستثمار الفلاحي ، ونقص اليد العاملة في بعض المناطق . ويمكن للحلول الذكية أن تساهم في تحسين مراقبة المحاصيل ، وضبط الري ، وتوجيه استعمال الأسمدة والمبيدات ، وتوقع الأمراض والآفات ، بما يرفع من مردودية الاستثمارات الزراعية ويعزز استدامتها الاقتصادية والبيئية .

وعليه ، يسعى هذا البحث إلى دراسة دور الذكاء الاصطناعي في دعم التنمية الفلاحية المستدامة في الجزائر ، من خلال إبراز أهم تطبيقاته في المجال الزراعي ، وتحليل واقع توظيفه في القطاع الفلاحي الجزائري ، والكشف عن أبرز التحديات التي تحد من انتشاره وفعاليته ، فضلا عن اقتراح مجموعة من المتطلبات والتوجهات الكفيلة بتعزيز استخدامه في خدمة الأمن الغذائي والتنمية المستدامة .

إشكالية البحث:

انطلاقا مما سبق ، تتمثل الإشكالية الرئيسية للبحث في التساؤل الآتي:

إلى أي مدى يمكن للذكاء الاصطناعي أن يساهم في تحقيق التنمية الفلاحية المستدامة في الجزائر وما أبرز التحديات التي تواجه توظيفه في القطاع الفلاحي ؟

التساؤلات الفرعية : تتفرع عن الإشكالية الرئيسية الفرعية ، تتمثل في :

- ما المفاهيم الأساسية المكونة لإطار البحث ، ولاسيما مفاهيم التنمية الفلاحية المستدامة ، والذكاء الاصطناعي ، الزراعة الذكية ، وما أهم التطبيقات العملية للذكاء الاصطناعي في المجال الفلاحي ؟

- ما واقع توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في القطاع الفلاحي الجزائري ، وما مدى انتشارها بين مختلف الفاعلين الزراعيين ؟

- ما هي حدود استخدام الذكاء الاصطناعي في التنمية المستدامة للقطاع الفلاحي الجزائري؟

فرضيات البحث : بناء على إشكالية البحث وتساؤلاته ، يمكن صياغة الفرضية الرئيسية التالية:

يساهم توظيف الذكاء الاصطناعي في دعم التنمية الفلاحية المستدامة في الجزائر ، من خلال تحسين الإنتاجية ، وترشيد استخدام الموارد الطبيعية ، ودعم اتخاذ القرار .

أهمية البحث : تنبع أهمية هذا البحث في:

- الربط بين مجالين متكاملين هما الذكاء الاصطناعي والتنمية الفلاحية المستدامة ، وإبراز دور التقنيات الذكية في تحديث القطاع الفلاحي .

- إبراز واقع تبني الزراعة الذكية في الجزائر ، وبيان الفرص التي تتيحها والتحديات التي تواجهها .

- المساهمة في تقديم مقترحات وتوصيات تساهم في تفعيل استخدام الذكاء الاصطناعي في الفلاحة الجزائرية بصورة تدريجية وفعالة .

أهداف البحث : يهدف هذا البحث بصفة عامة إلى دراسة دور الذكاء الاصطناعي في تحقيق التنمية الفلاحية المستدامة ، مع التركيز على إمكانيات تطبيقه في القطاع الزراعي الجزائري.

منهجية البحث: لتحقيق أهداف الدراسة والإجابة عن إشكالياتها ، تم اعتماد المنهج الوصفي التحليلي ، من خلال وصف واقع القطاع الفلاحي الجزائري وتحليل المؤشرات المرتبط بالقطاع الفلاحي في الجزائر ، ثم تحليل إمكانيات تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي في معالجة بعض التحديات التي تواجه هذا القطاع.

2. الإطار المفاهيمي للذكاء الاصطناعي والتنمية الفلاحية المستدامة

1.2 الذكاء الاصطناعي:

مصطلح الذكاء الاصطناعي صاغه البروفيسور John Mc Carthy من جامعة ستانفورد في عام 1955 وقد عرفه أنه علم وهندسة صنع الآلات الذكية.

الذكاء الاصطناعي هو مجال من مجالات علوم الكمبيوتر الذي يتعامل مع تطور أنظمة الكمبيوتر الذكية القادرة على إدراك المدخلات ، تحليلها والرد عليها والاستجابة لها . يشير الذكاء الاصطناعي إلى أنه الأنظمة التي تظهر سلوكا ذكيا من خلال تحليل بيئتها واتخاذ الإجراءات لتحقيق أهداف محددة.

حسب Luger and Stubblefield يعرف الذكاء الاصطناعي على أنه فرع من علوم الكمبيوتر يعمل على تطوير أنظمة وألات ذكية، تساهم في أداء المهام بكفاءة والوصول إلى الأهداف المحددة (حسان، 2025) ومن هنا يمكن القول أن الذكاء الاصطناعي هو محاكاة ذكاء الإنسان على آلة الحاسوب لتقوم بتحليل البيانات والتفكير بشكل سريع وذكي . (سبتي ، 2024 ص:107)

تظهر أهمية الذكاء الاصطناعي في قدرته على تقليد وظائف بشرية معينة، مما يجعله أداة مهمة في الكثير من التطبيقات التي تحتاج إلى تحليل بيانات واتخاذ قرارات . وتنوع تطبيقات الذكاء الاصطناعي بين الروبوتات الذكية وأنظمة إدارة البيانات بهدف تعزيز تجربة المستخدمين في مختلف المجالات تسهم هذه التطبيقات في تحسين كفاءة العمليات واتخاذ القرارات ، مما يزيد من الإنتاجية والابتكار في المجتمع (علاء عبد الخالق وآخرون ، ص:13)

2.2 مفهوم التنمية الفلاحية المستدامة

تعرف التنمية الفلاحية المستدامة على أنها عملية إدارة معدلات النمو ، حيث تهدف إلى زيادة متوسط الدخل الفردي الحقيقي على المدى الطويل في المناطق الريفية ، إما من خلال زيادة رقعة الأراضي الزراعية باستصلاح وزراعة الأراضي القابلة للزراعة ، و بقيام الحكومة بتزويدها بالبنية الأساسية اللازمة لتشجيع القطاع الخاص على الاستثمار فيها ، وهو ما يمثل التنمية الزراعية الأفقية ، أو من خلال تكتيف راس المال وإدخال الأساليب التكنولوجية الحديثة في العمليات الزراعية ، والاستفادة من البحوث العلمية في المجال الزراعي بهدف الاستغلال الأمثل للأراضي المزروعة والمحافظة على التربة ، وترتيب استغلال الري وزيادة الإنتاجية .

وحسب منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة FAO ، فإن التنمية الزراعية المستدامة تعني إدارة وصيانة الموارد الطبيعية الأساسية بطريقة تضمن تحقيق المتطلبات الأساسية للأجيال الحالية والمستقبلية وتبليتها باستمرار . (بوسكار ، 2022 ص:118)

مما سبق نستنتج أن التنمية الفلاحية المستدامة تهتم بالبعد الاقتصادي للتنمية من خلال استدامة الحصول على العوائد المالية من الزراعة ، وبالبعد البيئي بالمحافظة على البيئة وتقليل تأثير النشاط الزراعي على الموارد الطبيعية ، وبالبعد الاجتماعي بالحصول على إنتاج غذائي صحي لجميع المستهلكين مع حفظ حقوق الأجيال المستقبلية واستمرارها ، مما يجعل الزراعة المستدامة نظاما زراعيا شاملا ومتكاملا يهتم بالمجالات الزراعية الأتية : (بوراس ، 2023 ، ص:47)

– حماية التربة وزيادة خصوبتها بالاعتماد على تقنيات خاصة حديثة

– ترشيد الموارد المائية وحمايتها من التلوث، من خلال الاستفادة من تقنيات وتطبيقات العلوم الزراعية والبيئية المتعلقة بتصميم واستخدام نظم الري الحديثة، وربطها بالاحتياجات الفعلية للمحاصيل، وزراعة المحاصيل النباتية حسب المناطق الجغرافية الملائمة لمتطلبات المناخ والتربة.

-تحسين التسويق والإدارة المزرعية لضمان حصول المزارعين على عائد مجزي من العمل الزراعي يكفل لهم تحقيق ربح مناسب لرأس المال المستخدم لكي يستطيعون الاستمرار في النشاط الزراعي . تفعيل الزراعة التعاقدية وتقليص الوسطاء عبر منصات تسويق مباشرة

-ارشاد وتدريب المزارعين على استخدام التقنيات الخاصة بالزراعة المستدامة، مما يسمح لهم بتطبيق البرامج الإرشادية في استخدام مياه الري ونظم الري الحديثة والمكافحة الحيوية (البيولوجية) للحشرات ومسببات الأمراض ، طرق التسميد العضوي والحيوي، والحفاظ على التربة وصيانتها ، مع دمج الإنذار المبكر ونماذج حقول إرشادية لتبني ممارسات مستدامة تنتج غذاءً صحيًا وتحمي الموارد الطبيعية .

وعليه فإن القطاع الفلاحي يلعب دور رئيسي في تحقيق أهداف التنمية المستدامة التي تم تحديدها من طرف الأمم المتحدة وتكمن في توفير الأمن الغذائي، إنهاء الفقر، وخلق فرص العمل ،توفير المواد الخام للصناعة من جهة ودعم الاستدامة البيئية من جهة أخرى (حسون، عدة، 2021 ص:33)

3.2 - مفهوم الزراعة الذكية :

تعرفها FAO بأنها زراعة تزيد الإنتاجية ،المرونة بشكل مستدام ،وتقلل أو تزيل انبعاثات غازات الدفيئة، وتعزز تحقيق الأهداف الوطنية للأمن الغذائي والتنمية، (موساوي ، يوسف، 2021 ص:914)، تشير الزراعة الذكية إلى توظيف التقنيات الزراعية الذكية بهدف تحسين مختلف العمليات والأنشطة الزراعية وتستند هذه المقاربة إلى دمج تقنيات متقدمة مثل أجهزة الاستشعار المرتبطة بأنترنت الأشياء (LOT) والذكاء الاصطناعي (AI)، وتحليلات البيانات الضخمة وتقنيات المعلومات والاتصالات (ICT)، من أجل تعزيز كفاءة إدارة المزارع وتحسين استخدام الموارد. ولاسيما في مجالات الري، مكافحة الآفات، ومراقبة المحاصيل والتعامل مع التقلبات والتحديات المناخية . كما تسهم الزراعة الذكية في رفع مستوى الإنتاجية وتحسين كفاءة العمليات الزراعية ،مع الحد من استهلاك المياه والمدخلات الزراعية وتقليل الفاقد والهدر الغذائي، وتمكن هذه التقنيات المزارعين من اتخاذ قرارات أكثر دقة ووعيا. كما تسهم في رفع مستوى الإنتاجية وتحسين كفاءة العمليات الزراعية .

تعد الزراعة الذكية أحد المداخل التي ظهرت استجابة للتحديات المتزايدة التي فرضتها التغيرات المناخية على القطاع الزراعي العالمي، حيث تهدف إلى تحقيق التوازن بين زيادة الإنتاجية الزراعية والحفاظ على الموارد الطبيعية وتعزيز القدرة على التكيف مع التغيرات المناخية وتقليل الانبعاثات الكربونية المرتبطة بالأنشطة الزراعية (فوزي، وآخرون ، 2026 ، ص:496)

وعند تطبيقها بصورة ملائمة ،يمكن للزراعة الذكية أن تدعم تحقيق الاستدامة الزراعية ،وتعزيز الأمن الغذائي ،والحفاظ على التنوع البيولوجي ،والمساهمة في تجديد النظم البيئية ،ومن ثم أصبحت هذه المقاربة من الركائز الأساسية لتطوير الزراعة المعاصرة ومواجهة التحديات المرتبطة بتغير المناخ وتزايد الطلب على الغذاء وتتيح الزراعة الذكية تحقيق كفاءة أعلى واستدامة أكبر ،وهو ما يعد أمراً حيوياً في الزراعة المعاصرة. (مرزوقي، بوزيان ، 2026 ص:396)

هي نهج متكامل يهدف إلى تطوير المنظومة الزراعية وتحسين كفاءتها من خلال توظيف الوسائل والتقنيات والممارسات الزراعية الحديثة بما يسهم في رفع الإنتاجية وتحسين جودة المنتجات مع الحفاظ على الموارد الطبيعية وعدم استنزافها. ويشمل ذلك تطبيق الممارسات الزراعية الجيدة ،واعتماد نظم الزراعة الحيوية والعضوية ،التي تقوم على استخدام الأسمدة الحيوية والعضوية لتحسين خصوبة التربة ،والحفاظ على سلامة البيئة ،وتعزيز كفاءة استغلال الموارد الزراعية ،بما ينعكس إيجاباً على جودة المنتج الزراعي النهائي.(سياري، جبلي، 2023، ص31) من خلال ما سبق يمكن القول أن الزراعة الذكية تقوم على المقومات التالية : (بلهتات، 2024، ص:250)

-زيادة الإنتاجية الزراعية التي يقصد به تعزيز الاستدامة والحفاظ على البيئة ومنه ضمان الأمن الغذائي ،عن طريق تعزيز إدارة المحاصيل والثروة الحيوانية وتشجيع أساليب الإدارة المستدامة للأراضي والمياه.

-وتعزيز المرونة من خلال تخفيض تعرض المزارعين إلى مختلف المخاطر وكذا تحسين قدراتهم فيما يخص مواجهة مختلف الصدمات ،يمكن القيام بذلك من خلال تنفيذ التنوع الزراعي، والحفاظ على المياه والتربة ، والجراحة الزراعية . الهدف هو جعل النظم الزراعية أكثر قدرة على التكيف مع تغير المناخ وأقل عرضة لتأثيراته بالمعنى الواسع تعزيز قدرة البشر على التأقلم مع التغيرات المناخية .

-وتخفيض الانبعاثات، فهي تركز على طرق التي تقلل الانبعاثات من الزراعة، مثل الإدارة المتكاملة للآفات، والزراعة المحافظة على الموارد، واستخدام الطاقة المتجددة في الزراعة. الهدف هو زيادة الجهود للخفيف من تغير المناخ مع تقليل مساهمة الزراعة في انبعاثات غازات الاحتباس الحراري .

4.2 - الزراعة التقليدية والزراعة الذكية:

تعتمد الزراعة التقليدية على أساليب إدارة متجانسة نسبيا داخل المزرعة أو الحقل ،حيث تتخذ قرارات الري أو التسميد أو مكافحة الآفات بصورة عامة ،دون مراعاة كافية للاختلافات المكانية والزمانية بين أجزاء الحقل الواحد. أما الزراعة الذكية فتتركز على رصد هذه التباينات وتحليلها بالاعتماد على بيانات تجمع من مصادر متعددة ،بما يسمح باتخاذ قرارات أكثر دقة من المكان والتوقيت والكمية المناسبة من المياه أو الأسمدة أو المبيدات .ولا تهدف الزراعة الذكية إلى الاستغناء عن الخبرة البشرية ،بل إلى دعمها وتطويرها من خلال تزويد المزارعين والمهنيين بمعلومات أكثر شمولاً ودقة ،تساعدهم على تحسين القرارات الزراعية ورفع كفاءة التسيير والإنتاج (نحاسية، 2026 ص: 27)

تعتمد الزراعة التقليدية غالبا على الري اليدوي، والاستخدام المحدودة للمياه، وتطبيق مبدأ التناوب الزراعي ، مع محدودية الاستفادة من التقنيات الحديثة، ويؤدي هذا الأسلوب في كثير من الحالات إلى ضعف كفاءة إدارة الموارد المائية، والحاجة إلى مساحات أكبر لتحقيق إنتاجية مناسبة، فضلا عن تأثر الإنتاج بشكل كبير بالتقلبات المناخية والتغيرات البيئية .

في المقابل ،تقوم الزراعة الذكية على استخدام تقنيات متقدمة ،مثل الاستشعار عن بعد ، وتحليل البيانات ، والذكاء الاصطناعي بهدف تحسين إدارة الموارد الزراعية ،ولا سيما المياه والتربة ،وتتيح هذه التقنيات متابعة حالة المحاصيل والظروف المناخية بصورة مستمرة .مما يعزز قدرة المزارعين على اتخاذ قرارات مبنية على بيانات دقيقة ،كما تساهم في رفع كفاءة استخدام المياه ، وتحسين جودة الإنتاج ،والحد من الفاقد الزراعي . وتسمح أنظمة الري الذكية بتحديد كميات المياه اللازمة بدقة وفق الاحتياجات الفعلية للمحاصيل، الأمر الذي يحد من الهدر ويرشد الاستهلاك المائي ،إضافة إلى ذلك ، تمكن الزراعة الذكية من تنظيم مختلف مراحل إدارة المحاصيل، مثل تحديد المواعيد الملائمة للري والتسميد والحصاد ، بما يؤدي إلى زيادة الإنتاجية وتحسين الكفاءة العامة للعمليات الزراعية (نظمي،)

وبصفة عامة ،يشهد القطاع الفلاحي تحولا تدريجيا من الأساليب التقليدية إلى ممارسات حديثة تعتمد على توظيف التقنيات المتقدمة، ويحمل هذا التحول إمكانات كبيرة لتطوير الزراعة، إذ لا يقتصر على تقليل الهدر والحد من الآثار البيئية للأنشطة الزراعية ، بل يمتد إلى تحسين جودة المحاصيل وزيادة كمياتها . كما يمنح المزارعين قدرة أكبر على الاستجابة لتغيرات السوق واحتياجات المستهلكين ويساعدهم على الالتزام بالمعايير واللوائح المتعلقة بالممارسات الزراعية الجيدة . والجدول التالي يوضح مقارنة مختصرة بين الزراعة التقليدية والزراعة الذكية

الجدول رقم (1): مقارنة بين الزراعة التقليدية والزراعة الذكية

البعد	الزراعة التقليدية	الزراعة الذكية
منطق القرار	قائم على التقرير العام لظروف المزرعة وخبرة المزارع المباشرة	قرارات مبنية على البيانات والتحليل المكاني - الزماني
إدارة الحقل	إدارة موحدة نسبيا لمساحة الحقل بأكمله	إدارة تفاضلية تراعي التباين داخل الحقل الواحد
استخدام المدخلات	تطبيق جرعات متساوية غالبا من الأسمدة والمبيدات على كامل المساحة	جرعات متغيرة وموجهة حسب احتياجات المناطق المختلفة داخل الحقل

ري ذكي قائم على الإحتياج الفعلي وتحليل رطوبة التربة .	جداول ري ثابتة أو قرارات مبنية على تقديرات بصرية	إدارة المياه
استخدام الحساسات، الصور الجوية، والتحليلات الاستباقية	ملاحظات ميدانية دورية تعتمد على المراقبة البشرية	الرصد والمتابعة
كفاءة تشغيلية أعلى واستدامة بيئية واقتصادية مثلى . تقليل الجريان السطحي والانبعاثات، الحفاظ على التربة، وحماية التوازن البيئي	احتمال أعلى لهدر الموارد (مثل الإفراط في استخدام المياه والمواد الكيميائية، تآكل التربة، وفقدان التنوع البيولوجي) وعدم دقة النتائج	الأثر المتوقع
تقنيات مؤثرة تقلل الجهد مثل جرارات موجهة عبر GPS، روبوتات للحصاد، طائرات مسيرة للرش، وبيوت محمية ذكية.	طرق كثيفة العمالة مثل البذر اليدوي، إزالة الأعشاب يدويا، والحصاد اليدوي	العمالة وتنفيذ المهام

المصدر: (نحاسية ، 2026 ، صفحة 28)

5.2 - أهمية القطاع الفلاحي في التنمية المستدامة:

يعد القطاع الفلاحي ركيزة أساسية ضمن استراتيجية التنمية الوطنية المستدامة، حيث تولي الحكومة الجزائرية اهتماما متزايدا بهذا القطاع باعتباره خيارا حيويا ، ولاسيما في ظل السعي إلى تحقيق الأمن الغذائي وتنويع الاقتصاد الوطني وتقليل الاعتماد على المحروقات، وتبرز أهمية القطاع الفلاحي في الجزائر من خلال الأدوار الأتية : (عبد الباقي ، طيبي، 2024 ص:56)

- تحقيق الأمن الغذائي :الإسهام في تلبية الطلب المحلي المتزايد على المنتجات الغذائية وضمان توفير الاحتياجات الأساسية للسكان.
- تنويع الصادرات : دعم الصادرات خارج قطاع المحروقات ،بما يساعد على الحد من التبعية للاقتصاد النفطي .
- تعزيز التوازن المالي: زيادة موارد الدولة من العملة الصعبة من خلال تصدير المنتجات الفلاحية .
- توفير المواد الأولية: زيادة القطاع الصناعي بالمواد الخام الضرورية ، إلى جانب ،وتوفير موارد مالية تسهم في تحريك عجلة التنمية
- جذب الاستثمارات : تشجيع الاستثمارات الوطنية والأجنبية ،باعتبار الفلاحة قطاعا واعدا وقادرا على توليد رأس المال ودعم المشاريع التنموية .
- تنشيط القطاعات المرتبطة : إحداث حركية اقتصادية في القطاعات المكملية، مثل النقل والتخزين والتسويق ، التي تستفيد من عمليات نقل المنتجات من مناطق الإنتاج إلى الأسواق ونقاط البيع .
- خلق فرص العمل: المساهمة في استيعاب اليد العاملة، وتوفير مناصب شغل جديدة، وتعزيز حجم القوى العاملة ودعم الاستقرار الاجتماعي والاقتصادي .

وعليه لا تقتصر أهمية القطاع الفلاحي على إنتاج الغذاء فحسب، بل تمتد لتشمل دعم التنويع الاقتصادي، وتحفيز الاستثمار، وتنشيط القطاعات المرتبطة ،والمساهمة في تحقيق التنمية الوطنية المستدامة

3. تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تحقيق التنمية الفلاحية المستدامة

تشمل تطبيقات الذكاء الاصطناعي في الزراعة المستدامة استخدام الخوارزميات المتقدمة وتقنيات تحليل البيانات لتحسين العمليات الزراعية، واتخاذ قرارات مستنيرة، ومعالجة قضايا أكبر مثل الاستهلاك المفرط لموارد المياه العذبة، والإفراط في استخدام المبيدات الحشرية ، وفقدان التنوع البيولوجي .

وتستطيع تطبيقات الذكاء الاصطناعي في الزراعة المستدامة تسهيل الممارسات الزراعية المستدامة ، وذلك من خلال تمكين استشعار الصور لرسم خرائط المحاصيل وتحسين محاصيل الغلات ، واكتشاف حدود الحقول والمساحات المائية ، فضلا عن دعم جهود الحفاظ على البيئة .بالإضافة إلى ذلك ، يمكن الاستفادة من تقنيات الذكاء الاصطناعي مثل الروبوتات والرؤية الحاسوبية والتعلم الآلي لإطلاق العنان للزراعة الأكثر ذكاء والمساعدة في الكشف المبكر عن أمراض المحاصيل ، مما يساهم في ممارسات زراعية أكثر استدامة وكفاءة . وتعد هذه التطورات التي يقودها الذكاء الاصطناعي أمرا بالغ الأهمية لمستقبل الاستدامة الغذائية ويتم الاعتراف بها كأدوات قوية لإحداث ثورة في تقنيات الزراعة التقليدية ، وتحسين الكفاءة ، وتقليل النفايات ، واتخاذ قرارات أكثر استنارة تساهم في الزراعة المستدامة (مصطفىاوي ، براهمي بن حراث ، قبائلي ، 2025 ص: 890)

1.3 تقنيات الذكاء الاصطناعي المستخدمة في القطاع الفلاحي:

توجد العديد من تقنيات الذكاء الاصطناعي المطبقة على مستوى القطاع الفلاحي لتطويره وتحسين إنتاجيته.:

***الروبوتات الزراعية :** تستخدم الروبوتات الزراعية بشكل أساسا لأتمته وتسريع المهام الروتينية في مختلف مراحل الإنتاج الفلاحي ، إلى جانب خفض التكاليف وتحسين كفاءة العمل . وتشمل تطبيقاتها عمليات الرش ، والحراثة ، وزراعة البذور ، والحصاد ، ومكافحة الأعشاب الضارة ، وقطف المنتجات ، فضلا عن فرز المحاصيل وتعبئتها وتغليفها . كما تساهم هذه الروبوتات في معالجة نقص اليد العاملة في القطاع الفلاحي ، من خلال تنفيذ بعض المهام التي كانت تعتمد على الجهد البشري (حسان ، 2025-ص:54).

بدأ الاهتمام بتوظيف الروبوتات في المجال الفلاحي منذ ثمانينات القرن العشرين ، حيث طورت اليابان في تلك الفترة أحد أوائل الروبوتات المخصصة لرش المبيدات الحشرية ، وقد ارتبط تطوير هذه الروبوتات ، في بداياته ، بالرغبة في حماية العمال من مخاطر التعرض للمبيدات الحشرية والفطرية والمواد الكيميائية الأخرى ، ولا سيما داخل البيئات المغلقة وضعيفة التهوية ، مثل البيوت البلاستيكية . كما تستخدم هذه الروبوتات في مراقبة المحاصيل والتربة ، بالاعتماد على تقنيات الرؤية الحاسوبية والتعلم العميق لتحليل البيانات التي تجمعها الطائرات المسيرة ، مما يساعد على اكتشاف مظاهر إدارة الحقول .

ومن بين الابتكارات الحديثة أيضا الروبوتات ذات الأرجل ، التي تتميز بقدرتها على المشي أو الزحف ، مما يمنحها مرونة أكبر في التعامل مع التضاريس الوعرة وغير المستوية . وتستطيع هذه الروبوتات التنقل بين الحقول التي تضم محاصيل في مراحل نمو مختلفة ، فضلا عن مساهمتها في مراقبة النباتات وجمع البيانات الزراعية لتحسين عملية اتخاذ القرار .

كما يساهم استخدام الجرارات الذكية ذاتية القيادة في تسهيل عمليات الحراثة وزراعة البذور على مسافات منتظمة ، كما يمكنها متابعة نمو المحاصيل والمساعدة على التنبؤ بمواعيد الحصاد . وتجمع هذه الجرارات بين تقنيات الاستشعار عن بعد وأنظمة التشغيل الآلي ، مما يسمح بتوجيهها بدقة وفق مسارات محددة ، ويحد من الضغط المفرط على التربة ، ويوفر ظروفًا أكثر ملائمة لنمو النباتات وإتمام عمليات الحصاد . كما تساعد الجرارات ذاتية القيادة على توفير الوقت والجهد من خلال تخطيط المسارات المناسبة لحركة آلات الزراعة والحصاد داخل الحقول . وتبرمج هذه الجرارات للعمل بصورة مستقلة ، إذ تستطيع تحديد مواقع الحراثة ، وضبط سرعتها وفقا لطبيعة المهمة ، ورصد العقبات وتجنبها ، مثل معدات الري والأشخاص والحيوانات ، أثناء تنفيذ العمليات الزراعية .

***تقنية إنترنت الأشياء:** تتمثل تقنية إنترنت الأشياء في توظيف أجهزة ومعدات متصلة بشبكات الاتصال ، ولا سيما الشبكات اللاسلكية ، بما يتيح جمع بيانات المزرعة ومتابعتها عن بعد ، وتساعد هذه التقنية المزارعين على اتخاذ قرارات أكثر دقة بشأن مواعيد الحصاد ، وظروف المزرعة ، وأساليب تسويق المنتجات الزراعية . تقوم هذه الأجهزة بجمع البيانات ومعالجتها بصفة متكررة بما يمكن المزارعين من الاستجابة بسرعة للقضايا الناشئة والتغير في الظروف المحيطة . هذه الدورة تبدأ بالملاحظة ، التشخيص ثم اتخاذ القرار . (مقدم ، فارس ، 2023 ص:64)

وتعتمد تقنية إنترنت الأشياء على تحويل المتغيرات الفيزيائية ، مثل درجة الحرارة والرطوبة والضغط ومعدل تدفق المياه إلى بيانات رقمية يمكن جمعها ومعالجتها آلياً دون الحاجة إلى تدخل بشري مستمر .ومن خلال هذه البيانات، يستطيع المزارعون الحصول على معلومات آنية حول صحة المحاصيل، والظروف المناخية، ومستوى رطوبة التربة وجودتها، دون الحاجة إلى الوجود الفعلي داخل المزرعة .

ويقوم أساس هذه التقنية على ربط مختلف الأجهزة والمعدات ببعضها عبر الإنترنت، بدءاً من الهواتف والأجهزة المنزلية، وصولاً إلى الآلات والمعدات المستخدمة في الحقول الزراعية. ويسمح هذا الترابط بتشغيل الأجهزة والتحكم فيها عن بعد، فضلاً عن إرسال البيانات واستقبالها وتحليلها بهدف تحسين العمليات الزراعية ورفع كفاءة استخدام الموارد.

وبذلك يعرف إنترنت الأشياء بأنه منظومة من الأجهزة الإلكترونية التي تتمكن من جمع المعلومات وتبادلها فيما بينها عبر الشبكات الرقمية، وتشمل هذه المنظومة الحوسبة في كل مكان ، وشبكات الاستشعار اللاسلكية ، ونظم الاتصال من آلة إلى أخرى ، مما يجعلها إحدى التقنيات الأساسية الداعمة للتحويل نحو الزراعة الذكية . (حسان ، 2025 -ص:56)

***الاستشعار عن بعد:** تتمثل هذه التقنية في مجموعة من أجهزة الاستشعار التي تثبت وتوزع في مواقع مختلفة داخل الحقل، بهدف رصد الظروف البيئية والتنبؤ بالأنماط الجوية خلال الأيام والأسابيع المقبلة، فضلاً عن قياس عدد من مؤشرات التربة، وتوفير هذه الأجهزة بيانات دقيقة تساعد المزارعين على اتخاذ القرارات المناسبة في الوقت المناسب، وتحسين عمليات إدارة المحاصيل والموارد الزراعية . وترتبط أجهزة الاستشعار بلوحات تحكم تحليلية تتيح متابعة حالة المحاصيل وتقييم تطورها من خلال رصد التغيرات التي تطرأ على شكلها وحجمها ومستويات الإضاءة والرطوبة ودرجات الحرارة ، كما تساعد هذه الأنظمة على اكتشاف المؤشرات المبكرة لأمراض النباتات ، ومتابعة الظروف المناخية ، مثل الرطوبة والأمطار ودرجات الحرارة ، فضلاً عن رصد الندى ، مما يمكن المزارعين من اختيار المحاصيل الأكثر ملائمة للظروف السائدة.

وتسهم أجهزة الاستشعار كذلك في تحليل خصائص التربة وتحديد احتياجاتها من الأسمدة ، والكشف عن المناطق الجافة داخل الحقل ، وتقييم قدرتها على تصريف المياه ، وضبط مستويات الري ، واختيار الأنواع الزراعية المناسبة ، كما تتيح الأجهزة الموزعة بعناية رصد التباينات المكانية في الظروف البيئية داخل الحقل ، وقياس مؤشرات النيتروجين والفوسفور ، ومحتوى الرطوبة ، ودرجة الحموضة ، وحرارة التربة ، وملاءمة الظروف لنمو النباتات.

وتجمع البيانات بصورة دورية داخل نظام متكامل لتخزينها وتحليلها واسترجاعها عند الحاجة ، الأمر الذي يوفر معلومات موثوقة تساعد على اتخاذ القرارات الفلاحية المثلى في الوقت المناسب ، وتحسين كفاءة استخدام الموارد وزيادة فعالية إدارة المحاصيل . (سياري ، جبلي ، 2023 ، ص:40)

***الطائرات بدون طيار:** تستخدم الطائرات المسيرة وأنظمة المعلومات الجغرافية في جمع الصور الجوية وإعداد الخرائط الدقيقة ، فضلاً عن مراقبة الأضرار التي قد تلحق بالمحاصيل والثروة الحيوانية . وتدمج البيانات الميدانية الخاصة بالمزرعة مع معلومات خارجية ، مثل بيانات الطقس المحلية المستمدة من محطات الأرصاد الجوية القريبة ، مما يتيح للمزارعين متابعة مدخلاتهم وإنتاجهم وإدارتها بدرجة عالية من الدقة . كما تتيح الطائرات المسيرة تنفيذ تدخلات زراعية موجهة ، من خلال تطبيق المعالجة المناسبة في المكان والوقت المناسبين ، مثل رش المبيدات أو الأسمدة على المناطق التي تحتاج إليها فقط . ويسهم هذا الاستخدام الدقيق في ترشيد الموارد ، وزيادة ربحية العمليات الزراعية واستدامتها ، والحد من آثارها البيئية السلبية ، فضلاً عن تحسين ظروف العمل داخل المزرعة.

وقد أصبحت الزراعة من أبرز القطاعات التي تستفيد من تكنولوجيا الطائرات المسيرة ، نظراً لتعدد تطبيقاتها في تقييم صحة المحاصيل ، ومراقبة عمليات الري ، ورصد الحقول ، ورش المبيدات والمواد الزراعية ، إضافة إلى إجراء عمليات المسح وتحليل خصائص التربة ، وتمثل أهم مزاياها في توفير صور دقيقة عن الحالة الصحية للمحاصيل ، وإعداد خرائط متكاملة بالاعتماد على نظم المعلومات الجغرافية ، فضلاً عن سهولة

الاستخدام وتوفير الوقت والجهد، وإمكانية زيادة الغلة من خلال جمع البيانات الزراعية ومعالجتها بالاستناد إلى مجموعة متنوعة من أجهزة الاستشعار .

وتساعد هذه التقنيات على تسهيل مهام الإشراف وإدارة المزارع، إذ تستطيع الطائرات المسيّرة تغطية مساحات واسعة خلال رحلة واحدة، وقد تمتد إلى مئات الهكتارات، باستخدام الأشعة تحت الحمراء والتصوير متعدد الأطياف . كما تتيح جمع معلومات متنوعة حول حالة التربة والمحاصيل، ومستويات احتياجات الري، ومعدات النمو، ومؤشرات الإصابة بالأمراض أو تعرض النباتات للإجهاد، بما يدعم اتخاذ قرارات زراعية أكثر سرعة ودقة . (سياري، جبلي ، 2023 ص:34)

* **تطبيقات إدارة الثروة الحيوانية :** تستخدم إدارة الثروة الحيوانية منصات ذكية متخصصة في تربية الحيوانات لمساعدة المربين على إدارة قطعانهم بكفاءة أكبر، إذ تتيح لهم تتبع السجلات البيطرية للحيوانات، ومراقبة معدلات نموها، وقياس مؤشرات أدائها وإنتاجيتها . وبالاعتماد على تحليل هذه البيانات، يمكن اتخاذ قرارات أكثر دقة لتحسين صحة الحيوانات، ورفع إنتاجيتها، وتقليل التكاليف، بما يساهم في بناء نظام فلاحى أكثر استدامة .

كما أحدثت أنظمة التغذية الذكية تحولاً مهماً في مجال إدارة الثروة الحيوانية، من خلال الجمع بين أجهزة الاستشعار وتحليل البيانات وتقنيات الأتمتة، تساعد هذه الأنظمة على إعداد برامج تغذية تتناسب مع احتياجات الحيوانات، ومتابعة استهلاكها للعلف، واكتشاف الاضطرابات أو المشكلات المرتبطة بالتغذية في وقت مبكر، مما يسمح باتخاذ الإجراءات المناسبة لتحسين صحة الحيوانات وإنتاجيتها، والحد من تكاليف اليد العاملة . كما تساهم الأجهزة الذكية وتقنيات الذكاء الاصطناعي في الارتقاء بمستوى الرعاية الصحية للحيوانات، من خلال مراقبة حالتها بصورة مستمرة، وتحليل البيانات المرتبطة بسلوكها وحركتها ومؤشرات صحتها . كما تتيح هذه التقنيات التعرف على الأنماط غير الطبيعية والاتجاهات الصحية، والكشف المبكر عن الأمراض باستخدام أجهزة استشعار، الأمر الذي يساعد على التدخل السريع والحد من الخسائر . إضافة إلى ذلك، تدعم تقنيات المزارع الذكية تحسين إنتاجية الثروة الحيوانية وترشيد استخدام الموارد، مع تقليل الآثار البيئية الناجمة عن الأنشطة المرتبطة بتربية الحيوانات بما يعزز استدامة القطاع الفلاحى . (حرفوش، بن عطاء الله ، 2024 ص:384)

* **أنظمة الرصد والمراقبة للمحاصيل والتربة :** يمكن توظيف التقنيات الحديثة المرتبطة بأنظمة الرصد الذكية في المجال الزراعي، بهدف متابعة حالة المحاصيل والتربة والموارد الزراعية، وتحسين دقة القرارات الزراعية ومن أبرز هذه التقنيات الأقمار الاصطناعية : تستخدم الأقمار الصناعية في مراقبة المحاصيل عن بعد، مما يساهم في توفير الوقت والتكاليف المرتبطة بالمعينة الميدانية . ويمكن دمج صور الأقمار الاصطناعية مع البيانات التي تجمعها أجهزة الاستشعار الخاصة بالتربة والمياه والمحاصيل، بحيث ترسل تنبيهات عند حدوث خلل في الموارد أو ظهور خطر يهدد صحة النباتات .

كما تعد الشبكات العصبية والخوارزميات المرتبطة بها من أبرز تقنيات الذكاء الاصطناعي المستخدمة في الزراعة والبيئة . ومن بينها خوارزمية آلة المتجهات الداعمة، التي تستخدم في تصنيف البيانات وتجميعها، والتنبؤ بإنتاجية المحاصيل وجودتها، فضلاً عن تطبيقاتها في مجال تربية الماشية وإنتاجها . كما تستخدم خوارزمية التجميع بالمتوسطات، وهي من أشهر خوارزميات التعلم غير الموجه، لتقسيم البيانات إلى عدد محدد من المجموعات وفقاً لخصائصها . وتضم كل مجموعة عناصر متشابهة، مما يساعد على تحليل البيانات الزراعية واكتشاف الأنماط والتباينات داخل الحقول .

استخدام خوارزمية التجميع بالمتوسطات، وهي من أشهر الخوارزميات الوصفية غير الموجهة، التي تقوم بتقسيم البيانات بناءً على خصائصها إلى مجموعات ذات عدد معين، بحيث تحتوي كل مجموعة على عناصر متشابهة .

كما تمثل شبكات بايزي النماذج الرسومية الاحتمالية التي تستخدم لبناء نماذج اعتمادا على البيانات المتاحة وخبرات المتخصصين، وتساعد هذه الشبكات في تنفيذ مجموعة من المهام الزراعية مثل التنبؤ والكشف عن البيانات الشاذة، وتحليل السلاسل الزمنية، ودعم عملية اتخاذ القرار في ظل عدم اليقين. وبذلك تساهم هذه التقنيات في توفير معلومات دقيقة ومستمرة حول حالة المحاصيل والتربة والظروف المناخية، بما يعزز كفاءة إدارة المزارع ويدعم الانتقال نحو زراعة أكثر إنتاجية واستدامة. (درج، طهار، 2025، ص: 94)

***الأمن الرقمي وتقنية سلسلة الكتل Blockchain :** تتيح تقنية سلسلة الكتل إنشاء سجل رقمي موثوق وقابل للتبع لمسار المنتجات الغذائية، بدءاً من المزرعة ووصولاً إلى المستهلك، ويسمح هذا السجل بمراقبة مراحل الإنتاج والتخزين والنقل والتوزيع بصورة آنية، مما يعزز الشفافية وسلامة المنتجات الغذائية. كما تساعد هذه التقنية على اكتشاف مواطن الخلل والتأخير في سلسلة الإمداد، والحد من تلف المنتجات وهدرها، فضلاً عن تحديد المناطق التي تكون فيها الحاجة إلى الغذاء أو الموارد أكبر، بما يدعم سرعة التدخل ويحسن كفاءة إدارة السلاسل الزراعية والغذائية. (سياري، جبلي، ص: 33)

4. واقع توظيف الذكاء الاصطناعي في القطاع الفلاحي الجزائري

4.1 خصائص القطاع الفلاحي الجزائري:

يعد القطاع الفلاحي من أهم القطاعات الاقتصادية في الجزائر، إذ يستند إلى مجموعة من المقومات التي تقوم أساساً على التكامل بين الموارد البشرية والمالية والإمكانات الطبيعية. فلا يمكن تحقيق إنتاجية مرضية ورفع كفاءة استغلال الموارد الاقتصادية من دون تحقيق الانسجام بين العنصر البشري والمالي وما توفره البيئة الطبيعية من الإمكانات

1- الأراضي الزراعية : تعتبر الأراضي الزراعية القاعدة الأساسية للإنتاج الزراعي، وتختلف مساحة الأراضي الصالحة للزراعة من سنة إلى أخرى بالإضافة إلى المنخفضات الصحراوية التي تعتبر أراضيها من الأراضي الممتازة والخالية من الجليد والتي تسمح بالنمو البيولوجي النباتي طول السنة، وتوفير أحسن نوعية للمنتجات الزراعية، وتتركب الجزائر على مساحة تقدر بـ 2381741 كلم مربع، تحتل بها المرتبة الأولى إفريقيا من حيث المساحة الكلية، وتمثل المساحة الزراعية 18% من هذه المساحة، أما بالنسبة للمساحة الزراعية المستغلة فهي تقدر بـ 28% من المساحة الزراعية الإجمالية ويمكن تصنيفها إلى ما يلي: (خامد مصطفى، القطاع الزراعي وأثره على معدلات النمو الاقتصادي في الجزائر، دار إيلياء للنشر والتوزيع، الجزائر، ص: 100)

- المساحة الزراعية الكلية: وتشمل كل الأراضي التي تستغل فعلاً بالإضافة إلى المراعي وتلك التي تتوفر على مقومات الزراعة ولكنها تتطلب استصلاح وتهئية قبل أن تصبح جاهزة للاستغلال

- المساحة المستخدمة للزراعة : والتي تستخدم فعلياً، أي التي يتشكل من خلالها الناتج الزراعي كل سنة وتضم :

* مساحة المحاصيل الموسمية الزراعية : وتمثل المساحة التي تزرع في السنة مضروبة بعدد المحاصيل التي تتناوب عليها خلال تلك السنة، حيث تخضع للتناوب في زراعتها، سواء تعلق الأمر بالزراعات الفصلية أو السنوية أو الزراعات متعددة السنوات

* مساحة المحاصيل الدائمة : وتمثل في المساحة التي تزرع بمحصول واحد في السنة بصفة دائمة، مثل الأشجار المثمرة والمروج الطبيعية .

* المساحة المستريحة : وهي المساحة الزراعية التي لا يتم استغلالها في أحد أو بعض المواسم، إما بسبب عدم كفاية المياه أو إراحتها لاستعادة قدرتها الإنتاجية أو لأسباب أخرى، بشرط أن تتعدى مدة استراحتها خمس سنوات وإلا اعتبرت نوع من أراضي المراعي .

* المراعي والمراعي : وتشمل كل المساحات التي لم تستغل لأكثر من خمس سنوات، وتتميز نباتاتها الصالحة للرعي .

إن الأراضي الزراعية الصالحة للزراعة وغير مستغلة تمثل النسبة الأكبر من مجموع الأراضي الصالحة للزراعة، فهي تمثل نسبة تقدر بـ 82.49 % من المساحة الإجمالية سنة 2020، وهذا راجع إلى تبذير هذه الأراضي القابلة للزراعة، من خلال اعتماد أسلوب التبوير

الذي ينتهجه الفلاحون ،على أساس إعطاء منتوجات أفضل في السنوات القادمة، وبالتالي فإن الجزائر لم تستغل ثروتها الأرضية بالشكل المطلوب ،كما نلاحظ الاعتماد على الزراعات الموسمية أكثر بكثير من الزراعات المستديمة ،كذلك ارتفاع نسبة المحاصيل التي تعتمد على الأمطار في عملية السقي فهي تقدر ب75 % من مجموع المساحة المخصصة للمحاصيل الموسمية

-الموارد المائية : تتمتع الجزائر بموارد مائية متنوعة سطحية وجوفية وهذا راجع إلى التنوع الديمغرافي وكبر المساحة وتنوع تضاريسها من العوامل المؤثرة على عملية التساقط والتي تشكل مصدرا رئيسا للموارد المائية للبلد وتشكل الموارد المائية من :
*مياه الأمطار : تشكل مياه الأمطار العمود الفقري للموارد المائية بشكل عام ،باعتبارها مصدر تغذية الأحواض الجوفية والمجري الطبيعية والينابيع والأودية.

*المياه السطحية :وهي مياه الوديان والأنهار والتي تعتبر قليلة في الجزائر، وتقدر كميتها ب15.4 مليار متر مكعب في السنة والمستغل منها يقدر ب20% فقط، حيث يضعف الباقي في البحر والشطوط .

*المياه الجوفية: بلغ حجم المياه الجوفية في الجزائر 7 مليار متر مكعب منها 2 مليار متر مكعب في الشمال والباقي في الصحراء ،إلا أن استغلالها يبقى ضعيف بسبب التكاليف الباهظة لتهيئة الآبار ،وقد اتبعت الجزائر سياسة بناء السدود والإعتماد على تقنيات الري بالتنقيط وطريق التدفق المائي تحت الضغط الطاقوي الضعيف وتحلية مياه الأمطار .

تتجه الجزائر في السنوات الأخيرة نحو استغلال مواردها المائية البحرية الممتدة على سواحلها ، من خلال إنشاء العديد من مصانع تحلية المياه مثل مصنع أرزيو بطاقة إنتاجية كلية 900 متر مكعب في اليوم ومصنع الجزائر ب49805 ألف متر مكعب في اليوم ،هذه الموارد ساهمت في التوسع في الأراضي المسقية التي انتقلت مساحتها من 498.5 ألف هكتار سنة 2000 إلى 1183.8 ألف هكتار سنة 2015 ،وهو ما يعادل نسبة نمو 137.47 % (بوراس ،غردى ، 2023،ص:54)

2-الثروة البشرية: يعتبر المورد البشري العنصر الأساسي الذي يمكنه تحقيق الشروط الملائمة لاستغلال الموارد الطبيعية والإستغلال الأمثل للإمكانيات المتوفرة .خاصة إذا كان هذا المورد البشري يملك مؤهلات علمية وتقنية تمكنه من توفير شروط رفع الإنتاج . ويلاحظ انخفاض مستمر في نسبة سكان الأرياف مقارنة بالعدد الإجمالي لسكان الجزائر حيث كانت نسبة الأرياف سنة 2016 تقدر ب 34.06% من عدد الإجمالي لسكان الجزائر وانخفضت النسبة لتصل إلى 25.72 % سنة 2020 ،وهذا الانخفاض راجع لعدة أسباب من بينها الهجرة الداخلية لسكان الريف نحو المدينة بحثا عن فرص عمل منتظم ذو دخل مستقر .(مكرسي ، بوعكاز ، 2023 ص: 77)

3-الإمكانيات المالية : يعتبر توفر الموارد المالية أحد الوسائل الأساسية لتمويل العمليات الإنتاجية لزيادة الإنتاج الزراعي وتحقيق التنمية الفلاحية ،حيث يرتبط توفر الموارد المالية بحجم المخصصات المالية الموجهة لدعم هذا القطاع في إطار البرامج التنموية وكذا سياسة التمويل الفلاحي في إطار الإصلاحات الاقتصادية التي عرفها القطاع .وحرصا على تطوير القطاع الفلاحي ،تم تخصيص مجموعة من الموارد والأليات المالية لدعمه ،وتتمثل في النقاط التالية: (مكرسي ، بوعكاز ، 2023 ص: 77)

-توفير مستلزمات الإنتاج : توفير كافة العناصر الضرورية لتسهيل العمليات الزراعية ورفع جودة المحاصيل ، مثل : الآلات والمعدات الزراعية ،المواد الأولية (البذور ،الأسمدة وغيرها).

-تقديم القروض الفلاحية : توفير سيولة مالية للفلاحين لتشجيعهم ،ويقدمها بنك الفلاحة والتنمية الريفية عبر نوعين رئيسيين :
***القرض الموسمي:** قرض مدعوم يشمل القرض الموسمي والقرض الفيدرالي موجه للفلاحين والمستثمرين وفقا لقانون التوجيه الفلاحي العام 2008 .

***القرض الاستثماري:** قرض محسن يهدف إلى إنشاء مستثمرات جديدة (زراعية أو تربية حيوانات) على الأراضي غير المستغلة.

-تقديم الحوافز الجبائية: منح الفلاحين مزايا ضريبية سواء في الرسم على القيمة المضافة أو الضريبة على الدخل ،بهدف تحفيز الاستثمار وتطويره.

-برامج دعم التنمية الفلاحية : شهدت سياسة تمويل القطاع الفلاحي تحولات جوهرية تهدف إلى رفع الكفاءة والفعالية أهم ملامحها: *تغيير مصادر التمويل : توقف الخزينة العامة عن تحمل خسائر القطاع ،تم التخلي تدريجيا عن النموذج التقليدي الذي تتحمل فيه الميزانية العامة للدولة خسائر الاستغلالات الفلاحية ،تحولا نحو نموذج يعتمد على الموارد البنكية الخاصة. أصبح تمويل المستثمرات الفلاحية يعتمد بشكل أساسي على موارد بنك الفلاحة والتنمية الريفية ،الذي يتعامل وفق قواعد تجارية محصنة بالإضافة إلى إنشاء صناديق دعم متخصصة مثل الصندوق الوطني للضبط والتنمية الفلاحية

*الصرامة في تسير القروض : ربط منح القروض بمعايير الكفاءة ،مع منح البنك صلاحية حجز أموال المستغلين وحققهم في الانتفاع بالأرض في حال عدم الالتزام

*تحديث السياسة المالية : توحيد سياسة القروض عبر مختلف البنوك العمومية ،تعديل معدلات الفائدة ،والتوجه نحو إنشاء هوليدينغ مالي فلاحى ، يعد هذا التوجه جزءا من استراتيجية أوسع لدمج الآليات التمويلية تحت مظلة مؤسسية موحدة، تهدف إلى تحسين تنسيق السياسات المالية الفلاحية ورفع فعاليتها

2- مظاهر تطبيق الزراعة الذكية في الجزائر: وضعت الحكومة الجزائرية خارطة طريق تهدف إلى ترسيخ الاكتفاء الذاتي وتوسيعه ليشمل مختلف المنتجات الفلاحية ، وذلك من خلال توظيف الإمكانيات العلمية والتقنيات الحديثة في تطوير القطاع ، وتتمثل أبرز محاور هذا التوجه الاستراتيجي فيما يلي:

- توظيف التقنيات الحديثة بصورة عقلانية لرفع إنتاجية شعبة الحبوب وتحسين مردوديتها .
 - تشجيع الاستثمارات المهيكلية في المناطق الجنوبية، بهدف تطوير الزراعات الاستراتيجية واستغلال الإمكانيات الزراعية المتاحة.
 - تحسين التحكم في عمليات الإنتاج من خلال تعزيز القدرات اللوجستية ،ولاسيما في مجالات التخزين والنقل والتسويق .
 - توجيه الأراضي الفلاحية ضعيفة الإنتاجية نحو الزراعات الاستراتيجية ، مثل الأشجار المثمرة ،والمحاصيل ذات القيمة الاقتصادية
 - عصرنة القطاع الفلاحي عبر تشجيع الابتكار والرقمنة ، وربط المستثمرات الفلاحية بالحلول التكنولوجية الحديثة .
 - إشراك المؤسسات الناشئة في تطوير الإنتاج الفلاحي ،وتحفيز الشباب على ابتكار حلول جديدة في مجال الاستثمار الفلاحي
 - تعظيم القيمة المضافة للقطاع من خلال اعتماد نظم الري الذكية ،وتوسيع المساحات المسقية وفق البرامج الحكومية المعتمدة .
- وفي هذا الإطار ،أعد مخطط للتنمية الفلاحية لسنة 2025، بهدف إحداث نقلة نوعية في القطاع من خلال دمج المعرفة العلمية وتوظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي والحلول الرقمية ،ووفق المعطيات الحكومية المتعلقة بسنة 2022، ساهم القطاع الفلاحي بنحو 14.4 % من الناتج الداخلي الخام ووفر فرص عمل لأكثر من 2.7 مليون شخص، كما بلغت قيمة الإنتاج الفلاحي حوالي 4500 مليار دج ،مقابل 3500 مليار دج سنة 2021 ،أي بزيادة تقارب 31% . وفي هذا الصدد تم إعداد المخطط الجديد للتنمية الفلاحية التي يمتد إلى 2025 والذي من شأنه إحداث قفزة حقيقية في مجال الفلاحة من خلال دمج المعرفة واستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي ،حيث أصبح القطاع الفلاحي يساهم حاليا بأكثر من 14.4% في الناتج الوطني ،ويمثل أكثر من ربع اليد العاملة الناشطة بما يعادل 2.7 مليون عامل ،كما بلغت قيمة الإنتاج الفلاحي لسنة 2022 ب4500 مليار دج مقابل 3500 مليار دج في سنة 2021 أي بزيادة قدرها 31% كما تضمنت البرامج الحكومية المتعلقة ب2025 تطوير الزراعات الإستراتيجية في الجنوب ،وتعزيز إنتاج الحبوب ،وتوسيع استخدام تقنيات الري المقتصدة للمياه، وقد شملت الأهداف المعلنة تأمين الري التكميلي للحبوب على مساحة قدرها 500 ألف هكتار ،وتعميم أنظمة الري الموفرة للمياه على مساحة إضافية تقدر بنحو 150 ألف هكتار. وفي سياق دعم الزراعة الصحراوية ،اتجهت الدولة إلى تخصيص

مساحات واسعة للاستثمار في الزراعات الإستراتيجية ، فقد تم ضمن البرامج المعلنة ، تخصيص نحو 134 ألف هكتار لفائدة 140 مستثمرا ، إلى جانب برمجة مساحة إضافية قدرها 79 ألف هكتار خلال سنة 2022.

كما عملت الجزائر على تهيئة بيئة أعمال ملائمة لتبني تقنيات الذكاء الاصطناعي في المجال الفلاحي ، من خلال تشجيع الابتكار والرقمنة وربط المستثمرات الزراعية بالحلول الذكية ، وقد سجلت الجزائر أحسن ترتيب لها في مؤشر جاهزية الحكومة للذكاء الاصطناعي لسنة 2021 والمتمثل في المرتبة 99 من أصل 160 دولة مشاركة بقيمة 37.92 نقطة ، (حرفوش ، بن عطاء الله ص:385) وبهذا تسعى الجزائر إلى توفير بيئة أعمال داعمة لتطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي في الفلاحة ، عبر دعم المؤسسات الناشئة والابتكار الرقمي ، بما يرفع الإنتاجية ويحسن كفاءة استخدام الموارد ويعزز استدامة القطاع .

تعهدت الحكومة الجزائرية بدعم الزراعة الذكية وتوسيع المساحات المسقية ، إلى جانب تحسين الاستغلال الرشيد للأراضي الفلاحية ، وذلك من خلال رقمنة برامج القطاع وتطوير نظم المعلومات الزراعية ، وتهدف هذه التوجهات إلى تحسين متابعة المستثمرات ، وتوفير بيانات دقيقة وأنية تساعد على رفع الإنتاجية وترشيد استخدام الموارد . تراهن الجزائر على تشجيع الفلاحة الذكية لتحقيق الأمن الغذائي ، من خلال إعطاء أهمية كبيرة للبحث العلمي المتخصص في مجال الزراعة ، وتحفيز الشباب على الانخراط في البرامج ذات الطابع الفلاحي (بلهتهات ، 2024ص:257)

كما تركز الخطط المستقبلية على تطوير القطاع الفلاحي في المناطق الريفية ، من خلال تجسيد سياسة التجديد الفلاحي والريفي ، وتعزيز الابتكار وتحديث أساليب الإنتاج والتسيير ، وتندرج هذه الجهود ضمن رؤية تسعى إلى تحقيق تنمية زراعية أكثر كفاءة واستدامة ، قادرة على الاستجابة لمتطلبات المن الغذائي وحماية الموارد الطبيعية .

وفي هذا السياق ، تنظر إلى الزراعة الإيكولوجيا باعتبارها رافدا لدعم الزراعة العضوية وتأمين المنتجات المحلية ، لما تقوم عليه من مبادئ ترشيد استخدام الموارد والمحافظة على التوازن البيئي ، كما تأخذ الزراعة الذكية بعين الاعتبار التطور المتسارع في مجال التكنولوجيا ، ولاسيما تقنيات الاستشعار ، وتحليل البيانات ، والذكاء الاصطناعي ، والري الذكي ، بما يسمح بتطوير ممارسات زراعية أكثر دقة وإنتاجية واستدامة . (بوعبدلي ، غربي ، 2023 ص:324)

1- الري الذكي وإدارة المياه : تعد إدارة المياه بالاعتماد على الذكاء الاصطناعي من أكثر تطبيقات الزراعة الذكية أهمية وإلحاحا في السياق الجزائري ، ولاسيما في ظل محدودية الموارد المائية وتزايد الحاجة إلى تحسين كفاءة استخدامها ، فمن خلال دمج بيانات رطوبة التربة ومعطيات الطقس ، ومؤشرات صحة النباتات المستخرجة من صور الأقمار الصناعية أو الطائرات المسيرة ، تستطيع النماذج الذكية تحديد مواعيد الري وكمياته بدرجة أكبر من الدقة مقارنة بالجدول الزمنية الثابتة أو التقديرات العامة .

ويسهم هذا الاستخدام في رفع إنتاجية المياه ، والحد من الهدر ، وتقليل تكاليف التشغيل ، فضلا عن تعزيز قدرة المستثمرات الفلاحية على التكيف مع ظروف الندرة المائية ، كما يساعد الذكاء الاصطناعي على تحسين جدولة عمليات الري والتنبؤ بالاحتياجات المائية للمحاصيل ، الأمر الذي يربط بين الكفاءة الاقتصادية والحفاظ على البيئة ، ومن ثم ، يعد الري الذكي من أكثر التطبيقات انسجاما مع القيود البنوية التي تواجه الزراعة الجزائرية (بلاسكة ، الوناس ، 2025 ص:56) ، حيث توصل فريق مركز البحث العلمي والتقني للمناطق الجافة في بسكرة crsrt أن استخدام هذا النظام يقلص من استعمال المياه 40% مما يضمن إدارة مستدامة للمياه والتربة .

2- التنبؤ بالمخاطر المناخية ودعم اتخاذ القرار: تتزايد أهمية التطبيقات التنبؤية في الشعب الزراعية الإستراتيجية ، مثل القمح نظرا لدورها فيتحسين التخطيط القطاعي ودعم القرارات المرتبطة بالأمن الغذائي على المستوى الوطني ، إذ تسمح هذه التطبيقات بتحليل المعطيات المناخية والزراعية السابقة والحالية ، والتنبؤ بالظروف المحتملة التي قد تؤثر في الإنتاج ، مثل الجفاف ، وارتفاع درجات الحرارة ، ونقص تساقط

الأمطار ، وانتشار بعض الأفات والأمراض .وبذلك تصبح تطبيقات الذكاء الاصطناعي أداة تقنية واستراتيجية تساعد على تعزيز قدرة القطاع الفلاحي على الاستباق والاستجابة للمخاطر وتدعن وضع سياسات أكثر دقة لتحقيق الأمن الغذائي في الجزائر .

3-الإستشعار عن بعد والمراقبة واسعة النطاق : يوفر الإستشعار عن بعد إمكانية مراقبة مساحات زراعية واسعة بالاعتماد على صور الأقمار الاصطناعية والطائرات المسييرة ،مع توظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحليل الصور وتشخيص حالة المحاصيل والتربة ، ومن أهم أدوار الأقمار الصناعية مراقبة المحاصيل عن بعد مما يوفر المال والوقت (بن سويسي ، 2023 ص:194) وتساعد هذه التطبيقات على متابعة نمو النباتات ،ورصد مظاهر الإجهاد المائي ، واكتشاف الإصابات المرضية ،وتحديد المناطق التي تحتاج إلى تدخل زراعي ،بما يدعم عمليات التشخيص والمتابعة واتخاذ القرار .

كما تهيئ هذه الأنظمة بيئة ملائمة لنمو المؤسسات الناشئة وتطوير الحلول الرقمية المحلية في المجال الزراعي، ويمكن أن تسهم بصورة خاصة في تنشيط ريادة الأعمال الفلاحية بالمناطق الجنوبية ، من خلال تقديم خدمات تعتمد على تحليل البيانات والمراقبة الذكية وإدارة الموارد ،ومن هذا المنطلق ،يمثل التحول نحو الزراعة الذكية رافعة مهمة لدعم الابتكار والمقاولة المحلية وتعزيز تحديث القطاع الفلاحي .

4- التحول الرقمي والمنصات الذكية : عملت وزارة الفلاحة والتنمية الريفية والصيد البحري على إطلاق النظام الوطني للمعلومات الفلاحية ، الذي يهدف إلى جمع البيانات الزراعية ومركز المعلومات المتعلقة بالقطاع ومعالجتها وتحليلها ،بما يسمح بتحسين المتابعة ودعم اتخاذ القرار . وقد خصصت المرحلة الأولى من هذا النظام لمتابعة موسم الحصاد والدرس، ومن خلال تسجيل المساحات المحصودة وكميات الإنتاج والمردودية والصعوبات المسجلة ميدانيا بصورة دورية .

إن عملية تحديث القطاع الفلاحي بإخضاعه لتطبيقات الذكاء الاصطناعي، سعيًا وراء تحقيق التنمية المستدامة، لايزال في مراحله الأولى ،غير أن مجهودات معتبرة تم بذلها في سبيل رفع أداء هذا القطاع منها : (سايل، 2026 ص:461)

*منصة الديوان الوطني للأراضي الفلاحية تسمح للمستثمرين بإيداع طلبات التنازل عن الأراضي الفلاحية عبر الإنترنت
*منصة ELfirma.dz أطلقت من طرف وزارة الفلاحة من أجل تسويق منتجات اللحوم والمنتجات الزراعية لتسهيل العلاقة بين المنتجين والمستهلكين .

*منصة Agrichem Algerie : تقترح هذه المنصة الرقمية خدمات الاستشارة والدعم والتنبهات الفلاحية ،وتقديم المعلومات حول الحلول المتوفرة .

*منصة فلاحية لأنترنت الأشياء : لتلقين الفلاحين الري الذكي ،وكيفية استخدام أدوات الإستشعار، كما تمكنهم من مراقبة محاصيلهم ،والحصول على بيانات في وقت واقعي ،ومراقبة وبرمجة الري بشكل فعال .

5-البيوت الزجاجية الذكية : وهي موجهة للضواحي الحضرية في شمال البلاد ،حيث خصصت لزراعة الخضروات للاستجابة لحاجيات المدن ،ورفع الإنتاجية الزراعية على مساحات محدودة ،مع خفض تكاليف الإنتاج ، وقد أثبت المشروع الذي أطلقته المدرسة الوطنية العليا للفلاحة ENSA بالشراكة مع الجامعة الهولندية Wageningen بالفعل ،قدرة هذه البيوت على إنتاج 40 كلغ في المتر المربع الواحد ،بدلا مما تنتجه البيوت التقليدية سابقا أي 20 كلغ في المتر المربع الواحد.

6- مؤسسات ناشئة تعتمد على الذكاء الاصطناعي : تعد المؤسسات الناشئة المتخصصة في الذكاء الاصطناعي الزراعي من أبرز الفاعلين في دعم التحول نحو الزراعة الذكية ومن الأمثلة على ذلك شركة Farm -AI ، التي طورت حلولاً مبتكرة لمتابعة صحة المحاصيل والكشف المبكر عن الأمراض النباتية ، بالاعتماد على الطائرات بدون طيار وخوارزميات التعلم الآلي، وقد نجحت في تطوير نظام للكشف المبكر عن أمراض القمح ، ثم إرسال تنبيهات تساعد الفلاح على التدخل في وقت قياسي للحد من الخسائر المحتملة .وفي السياق نفسه ،تبرز أهمية المؤسسات الناشئة التي تقدم حلولاً للري الذكي في المناطق الجافة وشبه الجافة ،حيث يمكن للذكاء الاصطناعي أن يساهم في

ترشيد استخدام المياه من خلال تحليل رطوبة التربة، والظروف المناخية، واحتياجات النبات الفعلية من الري، فنجند شركة Agri Tech Sahara التي يمكن وصفها نموذجاً لتطوير أنظمة ري ذكية موجهة للبيئات الصحراوية، حيث قامت بتطوير نظام للري الذكي مصمم خصيصاً للظروف الصحراوية، وقد ساهم في زيادة الغلة بنسبة 40% وتقليل استهلاك المياه بنسبة 50% في الوحدات الإنتاجية. (سايل، 2026 ص: 461)

7- الرقمنة والمتابعة التقنية: تسهم المنظومات الرقمية في الجزائر في تحسين متابعة برامج الدعم الفلاحي، من خلال تتبع الاعتمادات، وقياس نسب الإنجاز، ورصد مدى استفادة المستثمرات من التجهيزات والتمويلات. كما تساعد قواعد البيانات الميدانية على توفير مؤشرات دقيقة حول الإنتاج والمساحات المزروعة والمردودية والصعوبات التي تواجه الفلاحين. فمثلاً توفر المؤسسة الناشئة choufli أفضل الممارسات لإدارة الجودة للمزرعة الذكية من خلال ابتكار جهازين (جهاز المراقبة وجهاز الوزن) في مجال تربية الدواجن وتسهيل وصول المعلومات للمربين أثناء حدوث خلل داخل مبنى الدواجن من خلال تنبهات ترسل عبر التطبيق المحمول على هواتفهم الذكية من أجل اتخاذ الإجراءات المناسبة وهذا ما يؤدي إلى تطوير شعبة الدواجن. (حرفوس، عادل بن عطاء الله ص: 396)، ويمكن أن تتطور هذه المنظومات مستقبلاً إلى خدمات للتأمين الفلاحي الذكي، تقوم على إصدار تنبيهات استباقية بشأن مخاطر الجفاف والتقلبات المناخية، ولاسيما في المناطق القاحلة وشبه القاحلة. ويتطلب ذلك بيانات الطقس والتربة والمحاصيل بآليات التأمين والدعم، حتى يتمكن الفلاحون من الاستجابة المبكرة للمخاطر وتقليل الخسائر.

من خلال ما سبق، يتضح أن توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في المجال الزراعي يحقق مجموعة من الفوائد المهمة، من أبرزها ما يأتي: -زيادة إنتاجية المحاصيل: تتيح تطبيقات الذكاء الاصطناعي متابعة مؤشرات صحة التربة، وتحليل أنماط الطقس، ورصد مراحل نمو النباتات، مما يوفر للمزارعين معلومات دقيقة تساعد على تحسين قراراتهم ورفع الإنتاجية الزراعية.

-خفض التكاليف: تسهم هذه التطبيقات في ترشيد استخدام الموارد، وتحسين كفاءة المزرعة، وأتمتة عدد من العمليات الزراعية، بما يقلل من النفقات المرتبطة بالعمالة والمدخلات والإنتاج.

-تحسين إدارة الري: تساعد تقنيات الذكاء الاصطناعي على ضبط عمليات الري وفق الاحتياجات الفعلية للمحاصيل، فضلاً عن الكشف المبكر عن التسربات والأعطال، مما يضمن استخدام المياه بكفاءة والحد من الهدر.

-تعزيز إدارة المحاصيل: تمكن هذه التقنيات من مراقبة حالة المحاصيل بصورة مستمرة، والكشف المبكر عن الآفات والأمراض وتحديد التدخلات المناسبة في الوقت والمكان الملائمين، الأمر الذي يؤدي إلى تحسين جودة الإنتاج وزيادة مردوديته.

وفي هذا السياق فإن للزراعة الذكية عدة فوائد وأهداف مهمة، فحسب الخبير ألكساندر مولير، المدير العام المساعد لقطاع الموارد الطبيعية لدى منظمة FAO، فإن التحول إلى أساليب الزراعة الذكية يساهم في تحسين جودة ونوعية المحاصيل، ويوفر أساليب عدة لخفض غازات الاحتباس الحراري وعزل الكربون في التربة، ورفع مستويات دخل الأسر الزراعية، ويحمي المزارعين، من الآثار الضارة لتغير المناخ، بالإضافة إلى أهداف لها آثار على التنمية المستدامة (قاصدي، 2021، ص: 362)

5. تحديات توظيف الذكاء الاصطناعي في القطاع الفلاحي الجزائري

1.5 التحديات :

يطرح الاستخدام العملي للذكاء الاصطناعي في الزراعة المستدامة مجموعة من التحديات التقنية والإقتصادية والمؤسسية والبشرية ويتطلب نجاح هذا التحول معالجة هذه التحديات ضمن رؤية تدريجية تراعي خصوصية القطاع الفلاحي واحتياجات المزارعين. ومن أبرزها ما يأتي :

- **ارتفاع التكاليف الأولية والتشغيلية** : يتطلب إدماج الذكاء الاصطناعي في الزراعة استثمارات معتبرة لاقتناء أجهزة الاستشعار وأنظمة اتصال، والبرمجيات، ومعدات جمع البيانات ومعالجتها، فضلا عن تكاليف الصيانة والتحديث والتكوين، وقد تشكل هذه النفقات عائقا أمام صغار المزارعين والمستثمرين، خاصة في ظل محدودية إمكانياتهم المالية (مصطفاوي، بن حراث، قبائلي، ص:60)

- **ضعف البنية التحتية الرقمية** : لا يمكن تطبيق الذكاء الاصطناعي ميدانيا دون توفر شبكات اتصال ملائمة، وأجهزة استشعار، ومعدات لجمع البيانات، وخدمات قادرة على تخزينها ومعالجتها وتحليلها. ويؤدي التفاوت في مستوى البنية التحتية بين المناطق والفاعلين إلى اتساع فجوة تبني التكنولوجيا، لذلك، ينبغي أن يتم التحول في الجزائر بصورة تدريجية، بدأ بالمناطق والمحاصيل ذات الأولوية، بدل اعتماد تعميم سريع لا يراعي الواقع الميداني.

- **توفير القوى العاملة الماهرة** : يتطلب نجاح الزراعة القائمة على الذكاء الاصطناعي توفر كفاءات تجمع بين علوم الحاسوب والهندسة الزراعية وعلوم النبات وتحليل البيانات. كما يتوقف التبنى الفعلي لهذه التقنيات على قدرة المزارعين والمهنيين على فهم التوصيات الخوارزمية وتوظيفها في الممارسة اليومية. إلى جانب وجود جهاز إرشاد زراعي قادر على الوساطة بين التكنولوجيا والواقع الميداني. وبذلك يصبح إدماج المهارات الرقمية والبيانية في برامج التكوين الفلاحي والجامعي والمهني، وتحديث منظومة الإرشاد الزراعي، شرطا أساسيا لنجاح التحول الرقمي في الجزائر. ويعزز هذه الأهمية تركز نحو 55% إلى 62% من اليد العاملة في إفريقيا جنوب الصحراء ضمن القطاع الزراعي، هذه المعطيات تجعل من التأهيل الرقمي للعامل الزراعي شرطا بنويا، ومن ثم فإن تحديث الإرشاد الزراعي في الجزائر، وإدماج المهارات الرقمية والبيانية في التكوين الفلاحي والجامعي والمهني، ليس عنصرا مساعدا فقط، بل شرطا بنويا للنجاح. (نحاسية رتيبة، ص:35)

- **محدودية التمويل والحوافز** : قد يواجه تبني الأتمتة والزراعة الذكية صعوبات مالية، لذلك يتطلب الأمر وضع آليات تمويل وحوافز تراعي العدالة والجدوى الاقتصادية. وفي الحالة الجزائرية ينبغي توجيه التمويل نحو التطبيقات ذات الأثر المباشر، مثل الري الذكي، ومراقبة الأمراض، والتنبؤ بالمخاطر المناخية، بدل الاستثمار العشوائي في تجهيزات مرتفعة التكلفة لا تتلاءم مع الاحتياجات الفعلية للمستثمرين.

- **الحوكمة وملكية البيانات والأمن السيبراني** : يثير التوسع في استخدام المنصات الرقمية الزراعية عددا من التساؤلات المتعلقة بملكية البيانات، والجهات المخولة بالوصول إليها، وسبل حماية خصوصية المزارعين والمستثمرين. كما تبرز مخاطر احتكار المنصات، وانحياز الخوارزميات، واختراق الأنظمة المتصلة، خاصة عندما يتعلق الأمر بشبكات الري والمراقبة الرقمية ومنصات دعم القرار، لذلك ينبغي أن يتضمن أي تصور وطني للذكاء الاصطناعي الزراعي أطرا واضحة لحوكمة البيانات وحمايتها، وضمان أمن الأنظمة الرقمية واستمراريتها (مرزوقي، بوزيان، 2026 ص:400)

- **التحديات البيئية والمناخية** : تواجه الزراعة المستدامة ضغوطا متزايدة نتيجة تغير المناخ، ونُدرة المياه، وتدهور التربة، والنمو السكاني، وتزايد الطلب على الغذاء. ومن المفترض أن يسهم الذكاء الاصطناعي في مواجهة هذه التحديات من خلال تحسين إدارة الموارد، والتنبؤ بالمخاطر، ودعم الزراعة الذكية مناخيا، غير أن ذلك يتطلب توجيه استخدام التكنولوجيا نحو حلول منخفضة الانبعاثات وقابلة للتكيف مع الظروف البيئية المحلية.

- **جودة البيانات الزراعية وتكاملها** : تعتمد فعالية الذكاء الاصطناعي على توفر بيانات دقيقة وموثوقة ومحدثة وقابلة للتكامل. وبقتضي ذلك إنشاء قواعد بيانات وطنية تشمل معلومات التربة والمياه والمناخ والمحاصيل والمداخلات الزراعية، وفق صيغ ومعايير موحدة تسمح بتبادل البيانات بين مختلف المؤسسات والمنصات. فضعف البيانات أو غيابها قد يحول الذكاء الاصطناعي إلى مجرد واجهة تقنية تستند إلى قرارات غير دقيقة، مما يجعل الاستثمار في المنظومة الوطنية للبيانات الزراعية خطوة سابقة لأي توظيف تنموي فعال.

لا ينبغي النظر إلى الزراعة الذكية باعتبارها مجرد إدخال للأجهزة والبرمجيات، بل بوصفها تحولا مؤسسيا وتنمويا متكاملًا. فنجاحها يتطلب تنسيقا بين سياسات الفلاحة والمياه والبيئة والطاقة والتمويل، إلى جانب تطوير الأطر القانونية والمؤسسية التي تنظم استخدام البيانات

والتقنيات الحديثة. وتؤكد منظمة الأغذية والزراعة أن التحول الرقمي والذكاء الاصطناعي يمكن أن يدعم الإنتاجية، والإنذار المبكر، والتكيف المناخي، وسلاسل القيمة، شريطة أن يتم تطبيقها بصورة شاملة ومسؤولة تراعي العدالة وعدم الإقصاء الرقمي. (قاصدي فايزة، ص:365)

وعلى الرغم من هذه التحديات، يمتلك الذكاء الاصطناعي قدرة كبيرة على إحداث تحول عميق في القطاع الزراعي، من خلال تحسين إدارة الموارد، وزيادة الكفاءة والإنتاجية، والحد من الآثار البيئية. غير أن تحقيق هذه الإمكانيات يظل مرتبطا بتوفير التمويل الملائم، وتطوير البنية التحتية الرقمية، وتأهيل الموارد البشرية، وتحسين جودة البيانات، ووضع أطر فعالة للحوكمة والأمن السيبراني. وبذلك، يصبح توظيف الذكاء الاصطناعي في الزراعة المستدامة وسيلة لدعم المن الغذائي وتحقيق أهداف التنمية المستدامة، وليس مجرد خيار تقني منفصل عن السياسات الزراعية والبيئية.

2.5 آليات تفعيل الذكاء الاصطناعي لخدمة التنمية الفلاحية المستدامة في الجزائر:

يتطلب توظيف الذكاء الاصطناعي في خدمة التنمية الفلاحية المستدامة تبني رؤية شاملة لا تقتصر على إدخال التقنيات الحديثة، بل تشمل بناء بيئة مؤسسية وتشريعية ورقمية قادرة على ضمان الاستفادة الفعلية منها، ويمكن تلخيص أهم متطلبات فيما يأتي:

- إعداد استراتيجيات وطنية متكاملة للزراعة الذكية، تحدد الأهداف والأولويات ومجالات التدخل، وترتبط بين الأمن الغذائي، وترشيد الموارد، والتحول الرقمي، والتنمية الريفية المستدامة.

- وضع إطار تشريعي وتنظيمي داعم لتطبيقات الزراعة الذكية، من خلال سن قوانين وتشريعات تسهم في تطوير البنى التحتية الرقمية، وتنظيم استخدام البيانات الزراعية، وحماية الخصوصية، وتشجيع الاستثمار والابتكار في المجال الفلاحي.

- تطوير البنية التحتية الرقمية في المناطق الريفية والزراعية، بما يشمل توسيع تغطية شبكات الإتصال والأنترنت، وتوفير التجهيزات الذكية، وتحسين الوصول إلى خدمات الحوسبة والاتصال الرقمي.

- إنشاء منظومة وطنية متكاملة للبيانات الزراعية تضم بيانات الطقس، والتربة، والمياه، والمحاصيل، والثروة الحيوانية، والأسواق الزراعية، بما يسمح بتحليلها وتوظيفها في التنبؤ واتخاذ القرارات الزراعية الدقيقة.

- دعم المؤسسات الناشئة والمشروعات الابتكارية في المجال الفلاحي، عبر تشجيع المشاريع التجريبية المحلية في الري الذكي، والكشف المبكر عن الآفات والأمراض، والتنبؤ بالمردودية الزراعية، بدل الانتقال المباشر إلى التعميم الشامل قبل اختبار فعالية الحلول في الميدان.

- إعادة تصميم منظومة الإرشاد الزراعي من خلال إدماج التكوين الرقمي، وتحليل البيانات، ومنصات التواصل الذكية، وأدوات دعم القرار، بما يسمح للفلاح بالحصول على توصيات عملية ومعلومات آنية تتلاءم مع ظروف مزرعته.

- تعزيز التكوين والبحث العلمي في مجالات الذكاء الاصطناعي والزراعة الذكية، عبر دعم الشراكات بين الجامعات، ومخابر البحث، والمؤسسات الناشئة، والهيئات الزراعية من أجل تطوير حلول تقنية تتكيف مع الخصائص المناخية والإنتاجية والاجتماعية للواقع الجزائري.

- توجيه التمويل العمومي وشبه العمومي نحو التطبيقات ذات الأثر المباشر، لاسيما الحلول التي تسهم في رفع كفاءة استخدام المياه وتقليص الهدر وتحسين إنتاجية المحاصيل، وخفض تكاليف الإنتاج.

- ضمان العدالة في الوصول إلى التكنولوجيا من خلال إدراج البعد الاجتماعي والرقمي ضمن سياسات تبني الزراعة الذكية، بما يضمن عدم استبعاد صغار الفلاحين والمزارعين في المناطق الريفية من فوائد التحول الرقمي.

- تعزيز التعاون الدولي مع الدول الرائدة في مجال الزراعة الذكية للاستفادة من الخبرات والتجارب الناجحة ونقل التكنولوجيا وبناء القدرات الوطنية، خاصة في مجالات الري الدقيق، والمراقبة الذكية للمحاصيل، والتسيير الرقمي للبيوت البلاستيكية.

6. خاتمة:

تعد الزراعة الذكية من أبرز المقاربات الحديثة القادرة على دعم مسار التنمية الفلاحية المستدامة في ظل التحديات البيئية والاقتصادية والاجتماعية المتزايدة التي تواجه القطاع الزراعي . فهي تمثل قطاعا إستراتيجيا وحيويا يرتبط بتأمين الغذاء ، وتحقيق الأمن الغذائي ، ودعم الاستقرار الاجتماعي والاقتصادي ، وتحسين رفاهية أفراد المجتمع

وقد ازدادت أهمية القطاع الفلاحي مع تفاقم أزمات الجوع والفقر ، وارتفاع الطلب على المنتجات الغذائية بفعل النمو السكاني المتسارع ، الذي قد يتجاوز في بعض الحالات وتيرة نمو الإنتاج الزراعي . كما يواجه هذا القطاع جملة من التحديات المرتبطة بالتغيرات المناخية ، مثل الجفاف ، والتصحر ، وارتفاع درجات الحرارة ، وتراجع الموارد المائية ، وتدهور خصوبة التربة ، وتفرض هذه الظروف على الدول تبني أساليب إنتاجية حديثة وأكثر كفاءة بما يضمن استمرارية الإنتاج الزراعي وقدرته على تلبية الاحتياجات الغذائية المتزايدة.

وفي هذا السياق ، أصبحت الزراعة الذكية القائمة على توظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي خيارا إستراتيجيا ضروري لتطوير أداء القطاع الفلاحي وتعزيز قدرته على التكيف مع المخاطر المختلفة ، إذ تتيح هذه التقنيات التنبؤ بالإنتاج والمردودية ، وترشيد استعمال المياه والأسمدة والمبيدات ، وتحسين جودة المنتجات الزراعية ، وخفض التكاليف ، كما تساهم في تطوير أصناف ومحاصيل زراعية أكثر قدرة على مقاومة الظروف المناخية القاسية والتكيف مع التغيرات البيئية المتسارعة .

وعليه ، فإن تحقيق التنمية الفلاحية المستدامة يقتضي من الحكومات والجهات المعنية تكثيف الجهود لتسخير الموارد والإمكانات المتاحة من أجل تطوير القطاع الزراعي ، ويتطلب ذلك الاستثمار في تكنولوجيا المعلومات والاتصال ، والبنية التحتية الرقمية ، والبحث العلمي ، والتكوين ، والابتكار الزراعي . كما يفرض اعتماد ممارسات الزراعة الذكية بوصفها مدخلا أساسيا لرفع الإنتاجية الزراعية ، وتحسين كفاءة استغلال الموارد الطبيعية وتعزيز الأمن الغذائي الوطني ، وتحقيق تنمية فلاحية أكثر استدامة ومرونة.

1.6 أهم نتائج الدراسة :

توصلت الدراسة إلى مجموعة من النتائج يمكن عرضها كما يأتي :

- الذكاء الاصطناعي هو مجال متعدد التخصصات يهدف إلى محاكاة القدرات الذهنية البشرية ، أو تجاوزها ، من خلال تمكين الأنظمة التقنية من التعلم والتحليل والتنبؤ واتخاذ القرار .

- يؤدي الذكاء الاصطناعي دورا محوريا في مواجهة التحديات الزراعية المستقبلية ، خاصة في ظل تزايد الطلب العالمي على الغذاء ، وتقلص الموارد الطبيعية ، وارتفاع حدة التغيرات المناخية

- يساعد توظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين إدارة الموارد الزراعية ، وزيادة الإنتاجية ، وتقليل تكاليف الإنتاج ، وترشيد المياه والطاقة والأسمدة والمبيدات .

- توفر تقنيات إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي والحوسبة السحابية حولا فعالة لتحسين جودة المحاصيل وزيادة الإنتاج الزراعي ، من خلال المراقبة النية للمزارع وتحليل البيانات وإدارة الموارد بكفاءة أكبر .

- تحتاج الجزائر إلى تبني الزراعة الذكية لمواجهة الضغط المتزايد على الموارد المائية ، والهشاشة المناخية ، وتحسين أداء القطاع الزراعي نظرا لأهميته الاقتصادية والاجتماعية ودوره في تحقيق الأمن الغذائي .

- تشمل أهم تطبيقات الذكاء الاصطناعي في الفلاحة الجزائرية الري الذكي ، التنبؤ بالمردودية ، الكشف المبكر عن الأمراض والآفات ، وتحسين استخدام المدخلات الزراعية .

- ينبغي أن يكون التحول نحو الزراعة الذكية في الجزائر تحولا مؤسسيا ومعرفيا إلى جانب كونه تحولا تقنيا ، إذ يتطلب تحديث آليات إنتاج البيانات الزراعية ، وتخزينها ، وتبادلها ، وتحليلها ، واستخدامها في اتخاذ القرار .

- قد يؤدي التعميم السريع وغير المرحلي لتطبيقات الزراعة الذكية إلى نتائج محدودة، خصوصا في ظل تفاوت الجاهزية الرقمية بين المناطق والفلاحين، لذلك يبدو المسار التجريبي التدريجي أكثر ملائمة، من خلال تنفيذ مشاريع نموذجية قابلة للتقييم والتطوير قبل توسيع نطاقها .

- يتطلب نجاح الزراعة الذكية في الجزائر توفير بيئة داعمة تشمل بنية تحتية رقمية قوية، وتمويلا مناسباً، وتكويناً متخصصاً، وإرشادا زراعيا حديثا، وتشريعات محفزة، وشراكات فعالة بين الجامعات والقطاع الزراعي والمؤسسات الناشئة .

- يمثل الاستثمار في الذكاء الاصطناعي الزراعي فرصة حقيقية لتعزيز الاستدامة الفلاحية، وتحقيق استخدام أكثر عقلانية للموارد ورفع تنافسية المنتجات الزراعية الجزائرية، ودعم الأمن الغذائي على المدى الطويل .

5. قائمة المراجع:

• المقالات:

- بلاسكة زكريا، الوناس سفيان، (2025)، توظيف الذكاء الاصطناعي في خدمة القطاع الزراعي: بين الضرورة والتحديات مجلة البشائر الاقتصادية، المجلد 11-العدد 02- ص: 56
- بلهتهات أسماء، (2024)، الزراعة الذكية مناخيا لتحقيق الأمن الغذائي في الدول العربية ، مجلة الاقتصاد الجديد، المجلد 15- العدد 01، ص: 250
- بن سويسي حمزة، (2023)، تقييم تكلفة أدوات الزراعة الذكية في الدول النامية ،دراسة حالة الجزائر ،مجلة التكامل الاقتصادي، المجلد 11-العدد 01- ص: 194
- بوراس ياسمينه ،غردي محمد ، (2023) واقع التنمية الزراعية المستدامة في الجزائر ودورها في تحقيق الامن الغذائي ،مجلة الإبداع، المجلد 13 ،العدد 03 ، ص: 47
- بوسكار ربعة ،بن عزة هشام ، دلال العابدي،(2022) التنمية الزراعية المستدامة في الجزائر :الواقع والتحديات ،مجلة دفاتر اقتصادية، المجلد 13،العدد 02- ص: 118
- حروفش زينب ،بن عطاء الله عادل، (2024)، محاولة استخدام تطبيقات الزراعة الذكية كآلية لتطوير الإنتاج الفلاحي في الجزائر ،مجلة التمويل والإستثمار والتنمية المستدامة ،المجلد 09-العدد 01-جوان ص: 384
- حسان ليندة ، (2025)، تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي في القطاع الزراعي بين التحديات والآفاق -عرض تجارب لبعض الدول العربية مجلة المنتدى للدراسات والأبحاث الاقتصادية،المجلد 9-العدد 01؛
- حسون صلاح الدين ، عدة خير الدين سليم ، جوان 2021، دور القطاع الفلاحي في تحقيق التنمية المستدامة في الجزائر ،المجلة الجزائرية للسياسات العام،المجلد 01- عدد خاص ، ص: 33
- حامد مصطفى، القطاع الزراعي وأثره على معدلات النمو الاقتصادي في الجزائر ،دار إيلياء للنشر والتوزيع،الجزائر، ص: 100
- دراج نبيلة صليحة ،طهار ناصر، (2025)، أهمية استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي في الإنتاج الزراعي،مجلة اقتصاديات شمال افريقيا،المجلد 21،العدد 38 - ص: 94
- سايل مليكة،(2026)، الفلاحة الذكية كخيار استراتيجي لتحقيق التنمية المستدامة في الجزائر :التحديات والرهانات ،مجلة الحقوق والعلوم الإنسانية، المجلد 19،العدد 01 ص: 461
- سبتي سهام ،عباس منير ،(2024)، استخدام الذكاء الاصطناعي في البحث العلمي ومساهمته في تحقيق التنمية المستدامة ،حوليات جامعة الجزائر 1، المجلد 38-العدد 03- ص: 107

- سياري نورة ، جبلي هدى ،(2023)، الزراعة الذكية رهان المستقبل نحو تطوير الزراعة وتعزيز الأمن الغذائي –تحديات وأفاق ،مجلة بصائر ، المجلد2العدد1 31
- عبد الباقي حياة ، طيبي خديجة ،(2024)، واقع قطاع الفلاحة في الجزائر ومدى مساهمته في التنمية الاقتصادية خلال الفترة 2000-2023،مجلة التنوع الاقتصادي،المجلد5-العدد02 - ص:
- مرزوقي عبد المؤمن ، حسان بوزيان ، (2026)، الزراعة الذكية في ظل الثورة الصناعية الرابعة أمثلة عن تجارب دولية ناجحة ،مجلة أبحاث إقتصادية معاصرة ،المجلد 09،العدد01، ص:396
- مصطفىاوي نادية ،براهيمي بن حراث حياة ،حورية قبايلي ، (2025) أهمية تطبيقات التكنولوجيا الزراعية في تعزيز الامن الغذائي-تجارب دولية رائدة –مجلة دفاتر اقتصادية ،المجلد16-العدد01-ص: 890
- مقدم نسرين ،فارس طارق ،(2023)، التوجه نحو الزراعة الذكية لتحقيق الأمن الغذائي في البلدان العربية مع الإشارة لتجارب عربية ناجحة ،مجلة الاقتصاد والتجارة الدولية ،المجلد 5 العدد 1 ص:64
- مكروسي لمياء، بوعكاز هاجر ، (2023)، تحليل واقع القطاع الفلاحي في الجزائر ،مجلة الاقتصاد والتجارة الدولية ، المجلد 5 العدد 1 -، ص:77
- نحاسية رتيبة ،(2026)، الذكاء الاصطناعي كرافعة للتنمية الفلاحية المستدامة في الجزائر:من الزراعة التقليدية إلى الزراعة الذكية ،مجلة معهد العلوم الاقتصادية ،المجلد29 العدد 01 - ص: 27