

دور استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة مخاطر الآفات
النباتية والأمراض الحيوانية لتحقيق رؤية ٢٠٣٠

اسم الطالب

حسن بن سالم النخلي

الرقم الأكاديمي

٢٤١٠٠٢١٤٤

المشرف الثاني

د. فايز علي جراد

المشرف الرئيسي

د. الفیصل عبدالحمید محمد

العام الدراسي:

٢٠٢٤ - ٢٠٢٥

الملخص:

يستكشف هذا البحث تكامل تقنيات الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر الزراعية في المملكة العربية السعودية ، مع التركيز على التخفيف من آفات النباتات وأمراض الحيوانات.

تهدف الدراسة إلى تقييم فعالية تحليلات البيانات المدعومة بالذكاء الاصطناعي، والمراقبة في الوقت الفعلي وأنظمة دعم القرار والأتمتة في تعزيز الكفاءة التشغيلية والاستدامة من خلال معالجة هذه الأهداف ، يتماشى البحث مع التركيز على رؤية ٢٠٣٠ على الابتكار والمرونة الزراعية ، يتم استخدام نهج مختلط الأساليب يجمع بين التقنيات الكمية والنوعية لضمان تحليل شامل ، ويتم جمع البيانات الكمية من خلال استبيان منظم يتم توزيعه على المزارعين والخبراء الزراعيين وصناع السياسات لتقييم تصوراتهم لدور الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر. كما يتم استخلاص الرؤى النوعية من مراجعة الأدبيات المكثفة ، وفحص البحوث الحالية حول تطبيقات الذكاء الاصطناعي في الزراعة وتحديد فجوات المعرفة.

تستخدم الدراسة إطارًا تحليليًا وصفيًا لتفسير النتائج ودمج البيانات الأولية والثانوية لتعزيز موثوقية النتائج ، وتكشف النتائج أن تقنيات الذكاء الاصطناعي تعمل على تحسين التنبؤ بالمخاطر الزراعية ومراقبتها والتخفيف من حدتها بشكل كبير ، كما تعمل تحليلات البيانات والمراقبة في الوقت الفعلي على تعزيز الكشف المبكر عن التهديدات، في حين تعمل أنظمة دعم القرار على تحسين استراتيجيات مكافحة الآفات والأمراض ، وتساهم الأتمتة في الكفاءة التشغيلية والاستدامة مما يعزز فعالية ممارسات إدارة المخاطر.

وبناءً على هذه النتائج توصي الدراسة بالاستثمار في البنية التحتية للذكاء الاصطناعي وتعزيز الشراكات بين القطاعين العام والخاص وتصميم حلول الذكاء الاصطناعي للتحديات الإقليمية. كما يتم التأكيد على السياسات الأخلاقية والتعاون العالمي لضمان الوصول العادل والاستدامة طويلة الأجل. يؤكد هذا البحث على الإمكانيات التحويلية للذكاء الاصطناعي في معالجة التحديات الزراعية والمساهمة في الأمن الغذائي والممارسات المستدامة ، كما يوفر رؤى عملية لأصحاب المصلحة بما في ذلك صناع السياسات والأكاديميين والممارسين الذين يدعون إلى الابتكارات القائمة على الذكاء الاصطناعي لتعزيز المرونة الزراعية في المملكة العربية السعودية وخارجها.

الكلمات المفتاحية:

الذكاء الاصطناعي - إدارة المخاطر - تحليل البيانات - المراقبة في الوقت الفعلي - أنظمة دعم القرار - الأتمتة.

فهرس المحتويات

٢	الفصل الأول: الإطار العام للبحث
٢	١,١ المقدمة:
٦	١,٢ مشكلة الدراسة:
٨	١,٣ أهمية الدراسة:
٨	١,٣,١ الأهمية العلمية:
٩	١,٣,٢ الأهمية العملية:
٩	١,٤ أهداف الدراسة:
١٠	١,٥ تساؤلات الدراسة:
١٠	١,٦ فرضيات الدراسة:
١٠	١,٧ النظريات العلمية المتبعة لإعداد البحث:
١٠	١,٧,١ نموذج قبول التكنولوجيا (TAM):
١١	١,٧,٢ نظرية انتشار الابتكارات (DOI):
١١	١,٧,٣ النظرة القائمة على الموارد (RBV):
١٢	١,٧,٤ المزج بين النظريات لتطبيقها في البحث:
١٥	الفصل الثاني: مراجعة الأدبيات (الدراسات السابقة والإطار النظري):
١٥	٢,١ المقدمة:
١٥	٢,٢ الدراسات السابقة:
١٥	٢,٢,١ عرض الدراسات السابقة:
١٥	٢,٢,١,١ الدراسات باللغة العربية:
١٨	٢,٢,١,٢ الدراسات باللغة الانكليزية:
٢١	٢,٢,٢ مناقشة وتحليل الدراسات السابقة:
٢٥	٢,٢,٣ ربط الدراسات السابقة بالدراسة الحالية:
٢٧	٢,٣ الإطار النظري:
٢٧	٢,٣,١ القسم الأول: الإطار النظري للمتغير المستقل (استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي)
٢٧	٢,٣,١,١ المقدمة:
٢٨	٢,٣,١,٢ تعريف ومفاهيم الذكاء الاصطناعي الأساسية:
٢٩	٢,٣,١,٣ التطور التاريخي لتقنيات الذكاء الاصطناعي:
٣٠	٢,٣,١,٤ خوارزميات الذكاء الاصطناعي وتحليلات البيانات: أدوات لحل المشكلات المعقدة
٣١	٢,٣,١,٥ تقنيات المراقبة في الوقت الحقيقي في الذكاء الاصطناعي:
٣٢	٢,٣,١,٦ أنظمة دعم القرار المدعومة بالذكاء الاصطناعي:
٣٣	٢,٣,١,٧ الأتمتة في الذكاء الاصطناعي: تبسيط العمليات عبر القطاعات
٣٤	٢,٣,١,٨ تكامل تقنيات الذكاء الاصطناعي: بناء أنظمة بيئية شاملة
٣٥	٢,٣,١,٩ الاعتبارات والتحديات الأخلاقية في تطبيقات الذكاء الاصطناعي:
٣٦	٢,٣,١,١٠ الاتجاهات المستقبلية والابتكارات في مجال الذكاء الاصطناعي:

٣٨	٢,٣,٢. القسم الثاني: الإطار النظري للمتغير التابع (فعالية إدارة المخاطر)
٣٨	٢,٣,٢,١. المقدمة:
٣٩	٢,٣,٢,٢. التعريف المفاهيمي ونطاق إدارة المخاطر:
٣٩	٢,٣,٢,٣. السياق التاريخي لممارسات إدارة المخاطر في الزراعة:
٤٠	٢,٣,٢,٤. فئات ومصادر المخاطر في الزراعة والثروة الحيوانية:
٤١	٢,٣,٢,٥. استراتيجيات وأطر عمل لإدارة المخاطر الفعالة:
٤٢	٢,٣,٢,٦. إدارة المخاطر كركيزة أساسية لتحقيق أهداف رؤية ٢٠٣٠:
٤٣	٢,٣,٣. القسم الثالث: ربط استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي بفعالية إدارة المخاطر
٤٣	٢,٣,٣,١. المقدمة:
٤٤	٢,٣,٣,٢. دور تحليلات البيانات في تعزيز فعالية إدارة المخاطر:
٤٥	٢,٣,٣,٣. المراقبة في الوقت الحقيقي كأداة للكشف الاستباقي عن المخاطر:
٤٦	٢,٣,٣,٤. أنظمة دعم القرار للتخفيف الاستراتيجي من المخاطر:
٤٧	٢,٣,٣,٥. الأتمتة وتأثيرها على الحد من المخاطر:
٤٧	٢,٣,٣,٦. دمج أبعاد الذكاء الاصطناعي لإدارة المخاطر الشاملة:
٤٨	٢,٣,٣,٧. تطبيقات الذكاء الاصطناعي ومساهمتها في أهداف رؤية ٢٠٣٠:
٤٩	٢,٣,٣,٨. التحديات والفرص في ربط الذكاء الاصطناعي بإدارة المخاطر:
٥١	الفصل الثالث: منهجية الدراسة
٥١	٣,١. المقدمة:
٥٢	٣,٢. تصميم البحث:
٥٢	٣,٣. مجتمع البحث:
٥٢	٣,٤. خصائص العينة:
٥٣	٣,٥. محددات حجم العينة:
٥٤	٣,٦. خطوات وأدوات جمع البيانات:
٥٤	٣,٧. خطوات وأدوات التحليل الإحصائي:
٥٥	٣,٨. حدود الدراسة:
٥٥	٣,٨,١. الحدود الزمانية:
٥٦	٣,٨,٢. الحدود المكانية:
٥٦	٣,٨,٣. الحدود البشرية:
٥٦	٣,٨,٤. الحدود الموضوعية:
٥٩	الفصل الرابع: الإطار التطبيقي
٥٩	٤,١. المقدمة:
٦٠	٤,٢. الإحصاءات الوصفية لعينة البحث:
٦١	٤,٢,١. تحليل الجدول:
٦١	٤,٢,١,١. تحليل بيانات النوع:
٦٢	٤,٢,١,٢. تحليل بيانات الأعمار:

٦٣	٤,٢,١,٣ . تحليل بيانات التحصيل التعليمي:
٦٤	٤,٢,١,٤ . تحليل بيانات سنوات الخبرة:
٦٥	٤,٢,٢ . آثار البيانات الديموغرافية:
٦٦	٤,٣ . اختبارات الصدق والثبات للاستبيان:
٦٧	٤,٣,١ . موثوقية المتغير المستقل:
٦٧	٤,٣,١,١ . البعد الأول: تحليلات البيانات
٦٧	٤,٣,١,٢ . البعد الثاني: المراقبة في الوقت الفعلي
٦٧	٤,٣,١,٣ . البعد الثالث: أنظمة دعم القرار
٦٨	٤,٣,١,٤ . البعد الرابع: الأتمتة
٦٨	٤,٣,١,٥ . الموثوقية الكلية للمتغير المستقل:
٦٨	٤,٣,٢ . الموثوقية الكلية للمتغير التابع:
٦٨	٤,٣,٣ . الموثوقية الكلية للاستبيان:
٦٩	٤,٤ . الإحصاءات الوصفية لمتغيرات البحث (الإجابة على أسئلة البحث):
٦٩	٤,٤,١ . تحليل اتجاه الرأي العام لإجابات المشاركين بالنسبة لبُعد تحليلات البيانات:
٧٣	٤,٤,٢ . تحليل اتجاه الرأي العام لإجابات المشاركين بالنسبة لبُعد المراقبة في الوقت الفعلي:
٧٧	٤,٤,٣ . تحليل اتجاه الرأي العام لإجابات المشاركين بالنسبة لبُعد أنظمة دعم القرار:
٨٢	٤,٤,٤ . تحليل اتجاه الرأي العام لإجابات المشاركين بالنسبة لبُعد الأتمتة:
٨٧	٤,٤,٥ . تحليل اتجاه الرأي العام لإجابات المشاركين بالنسبة لفعالية إدارة المخاطر:
٩٢	٤,٤,٦ . تحليل اتجاه الرأي العام لردود المشاركين بالنسبة لكامل عبارات الاستبيان:
٩٦	٤,٥ . اختبار الفرضيات:
٩٨	٤,٥,١ . التحقق من صحة الفرضية الأولى:
٩٨	٤,٥,٢ . التحقق من صحة الفرضية الثانية:
٩٩	٤,٥,٣ . التحقق من صحة الفرضية الثالثة:
١٠٠	٤,٥,٤ . التحقق من صحة الفرضية الرابعة:
١٠٠	٤,٥,٥ . ملخص النتائج الخاصة بالتحقق من صحة الفرضيات البحثية:
١٠٣	الفصل الخامس: الاستنتاجات والتوصيات
١٠٣	٥,١ . نتائج الدراسة وربطها بالدراسات السابقة:
١٠٥	٥,٢ . التوصيات:
١٠٩	المراجع:
١٠٩	المراجع العربية:
١٠٩	المراجع الأجنبية:

قائمة بالجداول

- الجدول (١-٤) خصائص العينة المشاركة في البحث ٦١
- الجدول (٢-٤) معاملات ألفا كرونباخ لعبارات الاستبيان بحسب المتغيرات والأبعاد ٦٦
- الجدول (٣-٤) الجدول المعياري لمقياس ليكرت الخماسي لمعرفة اتجاه الرأي العام ٦٩
- الجدول (٤-٤) اتجاه الرأي العام بالنسبة لبُعد تحليلات البيانات ٧٠
- الجدول (٥-٤) اتجاه الرأي العام بالنسبة لبُعد المراقبة في الوقت الفعلي ٧٤
- الجدول (٦-٤) اتجاه الرأي العام بالنسبة لبُعد أنظمة دعم القرار ٧٨
- الجدول (٧-٤) اتجاه الرأي العام بالنسبة لبُعد الأتمتة ٨٣
- الجدول (٨-٤) اتجاه الرأي العام بالنسبة لفعالية إدارة المخاطر ٨٨
- الجدول (٩-٤) اتجاه الرأي العام بالنسبة لكامل عبارات الاستبيان ٩٣
- الجدول (١٠-٤) مصفوفة الارتباط الخاصة بمعامل ارتباط بيرسون ٩٧
- الجدول (١١-٤) مصفوفة الارتباط المختصرة ١٠١

قائمة بالأشكال

- الشكل (١-٣) نموذج تصميم متغيرات البحث ٥٢
- الشكل (١-٤) توزيع العينة بناءً على الجنس (النوع) ٦٢
- الشكل (٢-٤) توزيع العينة بناءً على العمر ٦٣
- الشكل (٣-٤) توزيع العينة بناءً على التحصيل العلمي ٦٤
- الشكل (٤-٤) توزيع العينة بناءً على سنوات الخبرة ٦٥
- الشكل (٥-٤) المدرج التكراري للإجابات الخاصة بـبعد تحليلات البيانات ٧٣
- الشكل (٦-٤) المدرج التكراري للإجابات الخاصة بـبعد المراقبة في الوقت الفعلي ٧٧
- الشكل (٧-٤) المدرج التكراري للإجابات الخاصة بـبعد أنظمة دعم القرار ٨٢
- الشكل (٨-٤) المدرج التكراري للإجابات الخاصة بـبعد الأتمتة ٨٦
- الشكل (٩-٤) المدرج التكراري للإجابات الخاصة بفعالية إدارة المخاطر ٩٢
- الشكل (١٠-٤) المدرج التكراري للإجابات الخاصة بكامل عبارات الاستبيان ٩٦

الفصل الأول

الإطار العام للبحث

الفصل الأول: الإطار العام للبحث

١.١. المقدمة:

إن إدارة الزراعة والثروة الحيوانية تشكل جزءاً لا يتجزأ من استدامة المجتمعات البشرية، حيث تعمل كعمود فقري للأمن الغذائي العالمي والاستقرار الاقتصادي ومع ذلك تواجه هذه القطاعات تحديات مستمرة تفرسها آفات النباتات وأمراض الحيوانات، والتي يمكن أن تعطل الإنتاجية بشكل كبير وتؤدي إلى خسائر اقتصادية كبيرة.

لا تقتصر التأثيرات الضارة لهذه القضايا على منطقة واحدة بل إنها محسوسة عالمياً، مما يؤثر على ملايين سبل العيش ويؤدي إلى تفاقم انعدام الأمن الغذائي ، تتطلب معالجة هذه المخاطر استراتيجيات مبتكرة وفعالة تتجاوز الممارسات التقليدية، وتدمج التقنيات المتقدمة لتعزيز الكشف والمراقبة والتخفيف "منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، ٢٠٢٠".

في السنوات الأخيرة برز الذكاء الاصطناعي كقوة تحويلية عبر مجالات متعددة بما في ذلك الزراعة وإدارة صحة الحيوان ، قدمت تطبيقات الذكاء الاصطناعي قدرات متقدمة في تحليلات البيانات والنمذجة التنبؤية والأتمتة ، مما يوفر فرصاً غير مسبوقه لإدارة المخاطر الزراعية بشكل استباقي من خلال الاستفادة من الذكاء الاصطناعي، يمكن لأصحاب المصلحة التحول من النهج التفاعلي إلى النهج الوقائي، وتحسين المرونة الشاملة ضد آفات النباتات وأمراض الحيوانات ، وتتماشى هذه الثورة التكنولوجية مع الجهود العالمية لتحقيق التنمية المستدامة وخاصة في المناطق المعرضة للاضطرابات المناخية والبيئية "سياري وجبلي، ٢٠٢٣".

إن الانتشار العالمي للآفات النباتية والأمراض الحيوانية يشكل تهديداً خطيراً للاستدامة الزراعية وفقاً لمنظمة الأغذية والزراعة، فإن الآفات مثل الجراد ودودة الحشد وذباب الفاكهة تساهم في انخفاض يقدر بنحو ٢٠-٤٠٪ في غلة المحاصيل العالمية سنوياً ، وعلى نحو مماثل تؤدي أمراض الماشية بما في ذلك مرض الحمى القلاعية وإنفلونزا الطيور إلى خسائر اقتصادية كبيرة ومخاطر على الصحة العامة ، وتتفاقم هذه القضايا بسبب الترابط المتزايد بين التجارة العالمية والسفر مما يسهل الانتشار السريع للآفات ومسببات الأمراض عبر الحدود "محمد، ٢٠٢٣".

ويؤدي تغير المناخ إلى تفاقم الوضع وتغيير النظم البيئية وخلق الظروف المواتية لانتشار الآفات والأمراض ، وتعمل درجات الحرارة المرتفعة وأنماط هطول الأمطار المتغيرة والأحداث الجوية المتطرفة على تعطيل التوازنات الطبيعية مما يجعل النباتات والحيوانات أكثر عرضة للإصابة بالعدوى ، على سبيل المثال مكنت المناخات الأكثر

دفعاً الآفات من توسيع نطاقها الجغرافي مما يؤثر على مناطق لم تتأثر بوجودها من قبل مع تصارع العالم مع هذه التحديات، هناك حاجة ملحة إلى حلول مبتكرة تعزز فعالية إدارة المخاطر الزراعية "ياسين ورشيد، ٢٠٢٣".

لقد أثبت الذكاء الاصطناعي أنه يغير قواعد اللعبة في معالجة التحديات المعقدة في مختلف المجالات في الزراعة ، تعمل تطبيقات الذكاء الاصطناعي على إحداث ثورة في طريقة تحديد المخاطر وتحليلها والتخفيف منها، تشمل المجالات الرئيسية التي يحدث فيها الذكاء الاصطناعي تأثيراً كبيراً تحليلات البيانات والمراقبة في الوقت الفعلي وأنظمة دعم القرار والأتمتة وتحلل الخوارزميات التي تعتمد على الذكاء الاصطناعي مجموعات بيانات ضخمة للكشف عن الأنماط والارتباطات التي قد لا تكون واضحة على الفور، مما يسمح بالتعرف المبكر على عوامل الخطر والتنبؤ بالتفشي المحتمل "هند وزهرة، ٢٠٢٤".

تمكن أجهزة الاستشعار وتقنيات التصوير المتقدمة التي تعمل بالذكاء الاصطناعي من المراقبة المستمرة للمحاصيل والثروة الحيوانية، وتوفير تنبيهات في الوقت المناسب حول التهديدات المحتملة مثل الإصابة بالآفات أو تفشي الأمراض، تقدم المنصات القائمة على الذكاء الاصطناعي رؤى وتوصيات قابلة للتنفيذ مما يساعد المزارعين ومديري الزراعة على اتخاذ قرارات مستنيرة بشأن مكافحة الآفات وجدول التطعيم وتخصيص الموارد من الطائرات بدون طيار التي ترش المبيدات الحشرية بدقة إلى الروبوتات التي تراقب صحة الماشية، وتعمل الأتمتة التي تعمل بالذكاء الاصطناعي على تعزيز الكفاءة وتقليل الحاجة إلى التدخل اليدوي "نسرين وطارق، ٢٠٢٣".

وقد أظهر اعتماد الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر الزراعية نتائج واعدة في تحسين الإنتاجية وخفض التكاليف والحد من التأثير البيئي، ومع ذلك فإن التنفيذ الناجح لتقنيات الذكاء الاصطناعي يعتمد على عوامل مختلفة بما في ذلك البنية التحتية والخبرة الفنية والأطر التنظيمية وتوجه البلدان النامية على وجه الخصوص تحديات فريدة في تسخير الإمكانيات الكاملة للذكاء الاصطناعي بسبب قيود الموارد وفجوات المعرفة "Rahman & Ravi, 2022".

يمثل الشرق الأوسط الذي يتميز بمناخه الجاف وموارده المائية المحدودة مجموعة فريدة من التحديات للاستدامة الزراعية، وفي المملكة العربية السعودية تلعب الزراعة دوراً حيوياً في تحقيق الأمن الغذائي والتنويع الاقتصادي كما هو موضح في استراتيجية رؤية الأمة ٢٠٣٠. وعلى الرغم من التقدم في الممارسات الزراعية لا تزال البلاد تواجه مخاطر كبيرة من آفات النباتات وأمراض الحيوان والتي تهدد الإنتاجية والصحة العامة "Dhamanda et al., 2021".

إن الموقع الجغرافي للمملكة العربية السعودية والظروف المناخية تجعلها عرضة بشكل خاص للآفات والأمراض الغازية، على سبيل المثال تخلف أسراب الجراد التي تنتشر في المنطقة آثارًا مدمرة على المحاصيل في حين تشكل أمراض الماشية مثل داء البروسيلات مخاطر جسيمة على صحة الحيوان والإنسان، وتتطلب هذه التحديات اتباع نهج مبتكرة لإدارة المخاطر الزراعية حيث يقدم الذكاء الاصطناعي حلاً واعدًا " Kariyanna & Sowjanya, 2024".

تؤكد رؤية ٢٠٣٠ على أهمية دمج التقنيات المتقدمة لدفع التحول الاقتصادي والاستدامة وفي القطاع الزراعي، يتماشى تبني الذكاء الاصطناعي مع أهداف الرؤية من خلال تعزيز الكفاءة والحد من هدر الموارد وضمان الأمن الغذائي، ومن خلال الاستفادة من تطبيقات الذكاء الاصطناعي يمكن للمملكة العربية السعودية تعزيز قدرتها على معالجة المخاطر الزراعية، والمساهمة في تحقيق الأهداف الأوسع للتنمية المستدامة والمرونة الاقتصادية "González-Rodríguez et al., 2024".

مكة المكرمة المدينة المشهورة بأهميتها الدينية وبيئتها الحضرية الصاخبة، لها أيضًا أهمية استراتيجية في المشهد الزراعي في المملكة العربية السعودية والأنشطة الزراعية في المدينة على الرغم من محدودية نطاقها وحيوية لإنتاج الغذاء المحلي وتساهم في الاقتصاد الإقليمي، ومع ذلك فإن الديناميكيات الفريدة لمكة بما في ذلك تدفق الملايين من الحجاج سنويًا تخلق تعقيدات إضافية في إدارة صحة النبات والحيوان، إن الحجم الكبير من الماشية التي يتم جلبها إلى مكة خلال موسم الحج يزيد من خطر انتقال الأمراض مما يستلزم أنظمة مراقبة وتدخل قوية " Sparrow et al., 2021".

وعلى نحو مماثل تواجه زراعة المحاصيل في المنطقة تحديات ناجمة عن الآفات وندرة المياه مما يسلط الضوء على الحاجة إلى ممارسات فعالة ومستدامة لإدارة المخاطر، ويمكن لتطبيقات الذكاء الاصطناعي أن تلعب دورًا حاسمًا في معالجة هذه القضايا من خلال تمكين المراقبة في الوقت الفعلي والتحليلات التنبؤية والاستجابات الآلية المصممة خصيصًا للاحتياجات المحددة للقطاع الزراعي في مكة "Guo et al., 2023".

من خلال التركيز على مكة توفر هذه الدراسة منظورًا محليًا لإمكانات الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر الزراعية ومن المتوقع أن تساهم النتائج في فهم أوسع لكيفية نشر التقنيات المتقدمة بشكل فعال في سياقات متنوعة، مما يوفر رؤى قيمة لصناع السياسات والممارسين والباحثين "Murmu et al., 2024".

المتغير المستقل في هذا البحث هو استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة مخاطر الآفات النباتية والأمراض الحيوانية، يشمل هذا المتغير أربعة أبعاد: استخدام خوارزميات الذكاء الاصطناعي لتحليل وتفسير مجموعات البيانات الكبيرة المتعلقة بأنماط الآفات والأمراض، مما يتيح الكشف المبكر والتنبؤ؛ ونشر أدوات تعمل بالذكاء الاصطناعي لمراقبة صحة النبات والحيوان بشكل مستمر، وتوفير تنبيهات في الوقت المناسب حول التهديدات المحتملة ودمج المنصات التي تعمل بالذكاء الاصطناعي والتي تقدم توصيات ورؤى لاستراتيجيات إدارة المخاطر الفعالة واستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي لأتمتة المهام الروتينية مثل اكتشاف الآفات وتشخيص الأمراض وتخطيط التدخل وتحسين الكفاءة التشغيلية " Leybourne et al., 2024; Shoaib et al., 2023; Tzachor, 2020; Sara et al., 2021".

المتغير التابع هو فعالية إدارة المخاطر، والتي تقاس من خلال انخفاض انتشار وتأثير الآفات النباتية والأمراض الحيوانية، وهذا يشمل مقاييس مثل انخفاض خسائر المحاصيل وتحسين صحة الماشية وتعزيز الاستعداد لتفشي الأمراض في المستقبل، من خلال دراسة العلاقة بين هذه المتغيرات يسعى هذا البحث إلى تقييم إمكانات تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تحويل ممارسات إدارة المخاطر الزراعية "Baerdemaeker et al., 2023".

يتناول هذا البحث فجوة حرجية في الأدبيات الحالية من خلال استكشاف دور الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر الزراعية في سياق المملكة العربية السعودية، في حين سلطت الدراسات العالمية الضوء على إمكانات الذكاء الاصطناعي في الزراعة إلا أن الاهتمام بتطبيقه في المناطق ذات الظروف المناخية والاقتصادية والثقافية الفريدة لم يكن كبيراً ، توفر هذه الدراسة فهماً دقيقاً لكيفية تصميم الذكاء الاصطناعي لمعالجة تحديات محددة وتقديم حلول عملية تتماشى مع الاحتياجات المحلية وأهداف رؤية ٢٠٣٠ "Christakakis et al., 2024"، وعلاوة على ذلك يساهم هذا البحث في الخطاب الأوسع حول التنمية المستدامة من خلال ربط الابتكار التكنولوجي بالمرونة الزراعية، ومن المتوقع أن تساعد النتائج في تصميم وتنفيذ استراتيجيات تعتمد على الذكاء الاصطناعي وتعزيز التعاون بين أصحاب المصلحة وتعزيز تبني أفضل الممارسات.

في نهاية المطاف تهدف هذه الدراسة إلى إظهار الإمكانات التحويلية للذكاء الاصطناعي في الزراعة وتوفير خارطة طريق لدمج التقنيات المتقدمة في أنظمة إدارة المخاطر "Dhamanda et al., 2021".

تمثل إدارة الآفات النباتية والأمراض الحيوانية تحديًا بالغ الأهمية للزراعة والأمن الغذائي في جميع أنحاء العالم. يقدم الذكاء الاصطناعي حلاً واعدًا، مما يتيح التحليلات التنبؤية والمراقبة في الوقت الفعلي ودعم القرار والأتمتة،

من خلال التركيز على مدينة مكة في إطار رؤية المملكة العربية السعودية ٢٠٣٠، يسعى هذا البحث إلى تقديم رؤى قيمة حول إمكانات الذكاء الاصطناعي لتحويل الممارسات الزراعية وتعزيز فعالية إدارة المخاطر. ومن خلال الفحص المنهجي لمتغيرات الدراسة، يهدف هذا البحث إلى المساهمة في الأهداف الأوسع للتنمية المستدامة والابتكار التكنولوجي في الزراعة "Baerdemaeker et al., 2023".

١,٢. مشكلة الدراسة:

لقد عانت الأنظمة الزراعية في جميع أنحاء العالم لفترة طويلة من التهديد المستمر الذي تشكله آفات النباتات وأمراض الحيوانات هذه التحديات التي تفاقمت بسبب تغير المناخ والتجارة العالمية وتعطل الإنتاجية وتخلق خسائر اقتصادية كبيرة مما يهدد الأمن الغذائي، وفي حين ساهمت التطورات التكنولوجية في تحسين ممارسات إدارة المخاطر، فإن الإمكانيات الكاملة للذكاء الاصطناعي لا تزال غير مستغلة بشكل كامل وخاصة في المناطق ذات الظروف الاجتماعية والاقتصادية والبيئية الفريدة مثل المملكة العربية السعودية، تركز هذه الدراسة على مكة المكرمة وهي مدينة تتميز بأهميتها الزراعية وديناميكياتها البيئية والاجتماعية الثقافية الفريدة لمعالجة هذه الفجوة البحثية الحرجة "محسب، ٢٠٢٤".

استكشفت الدراسات السابقة تقنيات مختلفة لإدارة المخاطر الزراعية إلا أن العديد منها يفشل في توفير حلول شاملة وقابلة للتكيف تتكامل بسلاسة في السياقات الزراعية المحلية، توجد فجوات نظرية في فهم كيفية تعامل الذكاء الاصطناعي بشكل شامل مع الطبيعة المتعددة الأوجه للمخاطر الزراعية بدءًا من الاكتشاف المبكر إلى التخفيف الفعال، من الناحية العملية فحصت دراسات محدودة كيفية أداء تطبيقات الذكاء الاصطناعي في البيئات ذات القيود مثل الموارد المائية المحدودة والمناخات المتطرفة والتدفقات الموسمية للثروة الحيوانية، إن هذا الانفصال بين النظرية والتطبيق يسلط الضوء على الحاجة الملحة إلى البحوث التي تسد الفجوة بين القدرات التكنولوجية المتقدمة والتطبيق في العالم الحقيقي "فايزة، ٢٠٢١".

إن التحديات التي واجهتها البحوث السابقة تؤكد على هذه الفجوات، فقد ركزت العديد من الدراسات على جوانب محددة من الذكاء الاصطناعي، مثل تحليلات البيانات أو الأتمتة دون معالجة كافية لكيفية تفاعل هذه الأبعاد في الأنظمة الزراعية المعقدة، على سبيل المثال في حين أثبتت النماذج التنبؤية نجاحها في تحديد أنماط المخاطر فإن نشرها كان غالبًا ما يعوقه نقص البنية الأساسية أو الخبرة الفنية بالإضافة إلى ذلك غالبًا ما تفتقر البحوث السابقة

إلى التوطين اللازم لتكييف تطبيقات الذكاء الاصطناعي مع التحديات الإقليمية الفريدة في مكة، كما تشكل عوامل مثل تدفق الماشية المرتفع في موسم الحج وظروف المدينة وأهميتها الثقافية مخاطر زراعية مميزة لا تستطيع نماذج الذكاء الاصطناعي العامة معالجتها بشكل فعال "غرابه، ٢٠٢٤"، على الرغم من هذه العيوب هناك فرص كبيرة للبناء على نجاحات وقوة البحوث السابقة، تقدم الدراسات التي استفادت من الذكاء الاصطناعي للمراقبة في الوقت الفعلي ودعم القرار والأتمتة رؤى قيمة حول كيفية تعزيز هذه الأدوات لإدارة المخاطر الزراعية ، على سبيل المثال أظهرت تقنيات التصوير المدعومة بالذكاء الاصطناعي إمكانيات في الكشف الدقيق عن الآفات النباتية في المراحل المبكرة، مما أدى إلى تقليل خسائر المحاصيل وعلى نحو مماثل قدمت أنظمة دعم القرار توصيات قابلة للتنفيذ مما مكن المزارعين من تحسين تخصيص الموارد وتخفيف المخاطر بشكل أكثر فعالية، وتؤكد هذه التطورات على أهمية دمج هذه القوى المثبتة في إطار شامل يعالج الفجوات النظرية والعملية "محمد، ٢٠٢٣".

تسعى هذه الدراسة إلى تجنب التحديات التي واجهتها الأبحاث السابقة من خلال تبني نهج متعدد الأبعاد لتطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر الزراعية ومن خلال دمج العوامل البيئية والاجتماعية والثقافية المحلية، تهدف الدراسة إلى تطوير حلول قابلة للتكيف تعالج التحديات الفريدة التي تواجهها مكة وستستفيد الدراسة من نقاط القوة المنهجية للأبحاث السابقة مع توسيع نطاقها لتشمل أبعادًا غير مستكشفة مثل قابلية التوسع والاستدامة والتوطين. ومن خلال وضع هذا البحث في سياق رؤية المملكة العربية السعودية ٢٠٣٠ فإنه يربط الابتكار التكنولوجي بالأهداف الوطنية مما يضمن أن النتائج ليست مهمة أكاديميًا فحسب بل وأيضًا مؤثرة عمليًا (Baerdemaeker et al., 2023).

على المستوى النظري يعالج البحث الفجوات من خلال تطوير إطار متكامل يفحص التفاعل بين أبعاد الذكاء الاصطناعي مثل تحليلات البيانات والمراقبة في الوقت الفعلي والأتمتة، ويتجاوز هذا النهج التحليلات المنعزلة لاستكشاف كيف يمكن لهذه المكونات أن تعمل بشكل تآزري لتحسين إدارة المخاطر الزراعية، وعلى المستوى العملي يهدف العمل الميداني للدراسة في مكة إلى تقديم أدلة تجريبية حول كيفية أداء تطبيقات الذكاء الاصطناعي في ظل القيود الواقعية وتقديم رؤى قابلة للتنفيذ لصناع السياسات والممارسين، ومن خلال معالجة الفجوات في كل من النظرية والممارسة، كما يطمح هذا البحث إلى سد الفجوة بين القدرات التكنولوجية المتقدمة وتنفيذها الفعال (Dhamanda et al., 2021).

كما تسلط التحديات التي واجهتها الأبحاث السابقة الضوء على الحاجة إلى نهج شامل يأخذ في الاعتبار وجهات نظر أصحاب المصلحة المتعددين، ويجب على المزارعين وصناع السياسات ومطوري التكنولوجيا التعاون لضمان أن تطبيقات الذكاء الاصطناعي ليست فعالة فحسب، بل وأيضًا يمكن الوصول إليها ومستدامة، وتستفيد هذه الدراسة من هذا الإطار التعاوني لتعظيم التطبيق العملي لنتائجها من خلال البناء على نجاحات الأبحاث السابقة ومعالجة نقاط ضعفها، كما تهدف هذه الدراسة إلى تطوير مجال إدارة المخاطر الزراعية وتقديم حلول مبتكرة قوية من الناحية النظرية وقابلة للتطبيق عمليًا (منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، ٢٠٢٠).

وفي نهاية المطاف يضع هذا البحث نفسه عند تقاطع التكنولوجيا والاستدامة مع التركيز على التطبيق العملي للذكاء الاصطناعي لحل مشاكل العالم الحقيقي، ومن خلال معالجة التحديات المحددة المتمثلة في آفات النباتات وأمراض الحيوانات في مكة تساهم الدراسة في فهم أوسع لكيفية تحويل الذكاء الاصطناعي للممارسات الزراعية في سياقات متنوعة، ويضمن التركيز في الدراسة على سد الفجوات النظرية والعملية أن تكون نتائجها ذات صلة ليس فقط بالأوساط الأكاديمية ولكن أيضًا بالمجتمع الزراعي الأوسع مما يوفر نموذجًا للبحوث المستقبلية في بيئات مماثلة (سياري وجبلي، ٢٠٢٣).

١,٣. أهمية الدراسة:

يربط هذا البحث بين الاستقصاء العلمي والتطبيق العملي من خلال تعزيز التعاون بين أصحاب المصلحة وضمان تطوير حلول قابلة للتطوير ومؤثرة من خلال معالجة الثغرات في الدراسات السابقة والبناء على نقاط قوتها، فإنه لا يعزز الفهم الأكاديمي فحسب بل يقدم أيضًا فوائد ذات مغزى لأولئك المتأثرين بشكل مباشر بالمخاطر الزراعية والسياقات المماثلة (ياسين ورشيد، ٢٠٢٣).

١,٣,١. الأهمية العلمية:

تكمن أهمية هذا البحث في قدرته على معالجة التحديات الحرجة عند تقاطع الزراعة والتكنولوجيا والاستدامة وخدمة مجموعة واسعة من أصحاب المصلحة، ومن منظور علمي تساهم هذه الدراسة في مجموعة المعرفة حول تطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر الزراعية وتقدم رؤى حول كيفية قدرة التقنيات المتقدمة على التخفيف من التهديدات التي تشكلها آفات النباتات وأمراض الحيوانات (Leybourne et al., 2024).

من خلال تقدم منظورًا محليًا غالبًا ما تم تجاهله في الدراسات العالمية مما يسد فجوة كبيرة في البحث يستفيد الأكاديميون والباحثون من تطوير إطار عمل متكامل يستكشف التفاعل بين الأدوات التي تعتمد على الذكاء الاصطناعي مثل التحليلات التنبؤية والمراقبة في الوقت الفعلي والأتمتة يتماشى هذا البحث مع الجهود العالمية لتسخير التكنولوجيا من أجل التنمية المستدامة مع معالجة الفجوات النظرية التي لا تزال قائمة في فهم إمكانات الذكاء الاصطناعي لتحويل الأنظمة الزراعية (Shoaib et al., 2023).

١,٣,٢. الأهمية العملية:

من الناحية العملية هذا البحث ذو أهمية كبيرة لخبراء الزراعة والثروة الحيوانية وصناع السياسات وسكان مكة المكرمة فضلاً عن ملايين الحجاج والمعتمرين الذين يعتمدون على الغذاء والثروة الحيوانية الآمنة والعالية الجودة أثناء زيارتهم تقدم الدراسة حلولاً عملية، مثل أنظمة الكشف المبكر عن الآفات وتقنيات مراقبة الأمراض المتقدمة مما يعزز الإنتاجية الزراعية مع تقليل الخسائر الاقتصادية والبيئية من خلال معالجة التحديات البيئية المتميزة في مكة المكرمة بما في ذلك الظروف القاحلة والتدفق الموسمي للثروة الحيوانية، كما توفر النتائج رؤى عملية تعمل على تحسين الكفاءة والاستدامة في الممارسات الزراعية المحلية ويمكن لصناع السياسات استخدام هذه الرؤى لصياغة استراتيجيات تدمج تقنيات الذكاء الاصطناعي في السياسات الزراعية وتعزيز المرونة والابتكار (Mohr & Kühl, 2021).

١,٤. أهداف الدراسة:

١. تقييم كيفية تحسين تحليلات البيانات المدعومة بالذكاء الاصطناعي لفعالية إدارة المخاطر في التنبؤ بالآفات النباتية وأمراض الحيوانات والتخفيف منها في المملكة العربية السعودية.
٢. البحث في دور المراقبة في الوقت الفعلي المدعومة بالذكاء الاصطناعي في تعزيز فعالية إدارة المخاطر من خلال تمكين الكشف المبكر عن التهديدات الزراعية.
٣. تقييم تأثير أنظمة دعم القرار القائمة على الذكاء الاصطناعي على تحسين استراتيجيات إدارة المخاطر وتحسين النتائج في مكافحة الآفات والأمراض.
٤. استكشاف كيف تساهم الأتمتة المدعومة بالذكاء الاصطناعي في تحسين الكفاءة التشغيلية والاستدامة في إدارة المخاطر الزراعية، وتعزيز فعالية إدارة المخاطر.

١,٥. تساؤلات الدراسة:

١. كيف تؤثر تحليلات البيانات المدعومة بالذكاء الاصطناعي على فعالية إدارة المخاطر في التنبؤ بالآفات النباتية وأمراض الحيوانات والتخفيف منها في المملكة العربية السعودية ؟
٢. بأي طرق تعمل المراقبة في الوقت الفعلي المدعومة بالذكاء الاصطناعي على تعزيز فعالية إدارة المخاطر من خلال الكشف المبكر عن التهديدات الزراعية؟
٣. كيف تعمل أنظمة دعم القرار القائمة على الذكاء الاصطناعي على تحسين استراتيجيات إدارة المخاطر وتحسين النتائج في مكافحة الآفات والأمراض؟
٤. إلى أي مدى تعمل الأتمتة المدعومة بالذكاء الاصطناعي على تحسين الكفاءة التشغيلية والمساهمة في فعالية إدارة المخاطر الزراعية؟

١,٦. فرضيات الدراسة:

١. توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين استخدام تحليلات البيانات المدعومة بالذكاء الاصطناعي وفعالية إدارة المخاطر في التنبؤ بالآفات النباتية وأمراض الحيوانات والتخفيف منها في المملكة العربية السعودية.
٢. توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين استخدام المراقبة في الوقت الفعلي المدعومة بالذكاء الاصطناعي وفعالية إدارة المخاطر في الكشف المبكر عن التهديدات الزراعية.
٣. توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين استخدام أنظمة دعم القرار القائمة على الذكاء الاصطناعي وفعالية إدارة المخاطر في تحسين استراتيجيات مكافحة الآفات والأمراض.
٤. توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين استخدام الأتمتة المدعومة بالذكاء الاصطناعي وفعالية إدارة المخاطر في تحسين الكفاءة التشغيلية والاستدامة.

١,٧. النظريات العلمية المتبعة لإعداد البحث:

١,٧,١. نموذج قبول التكنولوجيا (TAM):

نموذج قبول التكنولوجيا (TAM) هو نظرية راسخة تشرح كيف يقبل المستخدمون التكنولوجيا ويستخدمونها وفقًا لنموذج قبول التكنولوجيا، فإن سهولة الاستخدام المتصورة والفائدة المتصورة للتكنولوجيا هما العاملان الرئيسيان

الذان يؤثران على تبنيها واستخدامها في سياق تطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر الزراعية، وتساعد هذه النظرية في شرح كيفية إدراك أصحاب المصلحة مثل المزارعين والخبراء الزراعيين وصناع السياسات لاستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي إذا تم اعتبار تطبيقات الذكاء الاصطناعي سهلة الاستخدام ومفيدة في التخفيف من آفات النباتات وأمراض الحيوانات، فمن المرجح أن يتم تبنيها، كما يعد نموذج قبول التكنولوجيا ضروريًا لفهم العوامل التي تؤثر على قبول الأدوات القائمة على الذكاء الاصطناعي، والتي ستؤثر على فعالية استراتيجيات إدارة المخاطر وتساهم في تحقيق رؤية ٢٠٣٠ (Mohr & Kühl, 2021).

١,٧,٢. نظرية انتشار الابتكارات (DOI):

تركز نظرية انتشار الابتكارات (DOI) التي طورها "إيفرت روجرز" على كيفية انتشار التقنيات الجديدة عبر الثقافات والمجتمعات، ولماذا وبأي معدل تحدد خمس سمات رئيسية للابتكارات التي تؤثر على تبنيها: الميزة النسبية، والتوافق، والتعقيد، وقابلية التجربة، وقابلية الملاحظة.

في سياق هذا البحث تساعد نظرية انتشار الابتكارات في شرح كيفية انتشار تطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر الزراعية بحيث يتم تبني تقنيات الذكاء الاصطناعي التي تقدم مزايا واضحة على الطرق التقليدية من حيث الفعالية والكفاءة. كما تسلط النظرية الضوء على أهمية التوافق مع الممارسات الزراعية المحلية والظروف الاجتماعية والاقتصادية للمنطقة والتي تعد ضرورية لاعتماد التكنولوجيا بنجاح وتحسين إدارة المخاطر (Issa et al., 2021; García-Avilés, 2020).

١,٧,٣. النظرة القائمة على الموارد (RBV):

النظرة القائمة على الموارد (RBV) هي نظرية تؤكد على دور الموارد والقدرات الداخلية للمنظمة في اكتساب ميزة تنافسية، في سياق تطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر الزراعية تؤكد النظرة القائمة على الموارد على أهمية الموارد التكنولوجية والبشرية والتنظيمية في تحديد فعالية أدوات الذكاء الاصطناعي، وتتطلب تحليلات البيانات التي تعتمد على الذكاء الاصطناعي وأنظمة المراقبة في الوقت الفعلي ودعم القرار والأتمتة الوصول إلى موارد محددة مثل العمالة الماهرة والبنية الأساسية والبيانات، وتفترض النظرية أن المناطق التي تتمتع بالموارد

الكافية، مثل الخبرة الفنية والبنية الأساسية اللازمة هي أكثر عرضة لتنفيذ تقنيات الذكاء الاصطناعي بنجاح، وبالتالي تحسين نتائج إدارة المخاطر.

تسلط هذه النظرية الضوء أيضًا على الحاجة إلى القدرات التنظيمية في تعزيز التكامل الفعال للذكاء الاصطناعي في الممارسات الزراعية الحالية والتي يمكن أن تعزز فعالية إدارة المخاطر بشكل عام (Rejeb et al., 2022).

١,٧,٤. المزج بين النظريات لتطبيقها في البحث:

يقدم دمج نموذج قبول التكنولوجيا (TAM) ونظرية انتشار الابتكارات (DOI) والنظرة القائمة على الموارد (RBV) إطارًا شاملاً لفهم اعتماد تطبيقات الذكاء الاصطناعي وفعاليتها في إدارة المخاطر الزراعية، تعمل هذه النظريات الثلاث معًا لمعالجة أبعاد مختلفة لتبني التكنولوجيا واستخدامها (Issa et al., 2021; García-Avilés, 2020; Mohr & Kühl, 2021; Rejeb et al., 2022)، كما يساعد نموذج قبول التكنولوجيا على فهم كيفية إدراك أصحاب المصلحة لتطبيقات الذكاء الاصطناعي من حيث سهولة الاستخدام والفائدة وهو أمر بالغ الأهمية لتبنيها الأولي (Mohr & Kühl, 2021). توفر نظرية انتشار الابتكارات رؤى حول كيفية انتشار تقنيات الذكاء الاصطناعي واكتساب القبول في المجتمع الزراعي الأوسع مع مراعاة عوامل مثل التوافق مع الممارسات المحلية والمزايا الملحوظة مقارنة بالطرق التقليدية (Issa et al., 2021; García-Avilés, 2020).

أخيرًا تؤكد النظرة القائمة على الموارد على أهمية الموارد والقدرات الداخلية، مثل الخبرة الفنية والبنية الأساسية في ضمان التنفيذ الفعال لأدوات الذكاء الاصطناعي (Rejeb et al., 2022).

من خلال الجمع بين هذه النظريات يمكن لهذا البحث تقييم كيفية اعتماد تقنيات الذكاء الاصطناعي ودمجها في القطاع الزراعي في المملكة العربية السعودية بشكل أفضل، وكيف يمكنها تعزيز فعالية ممارسات إدارة المخاطر بما يتماشى مع أهداف رؤية ٢٠٣٠، كما يتيح هذا النهج النظري المشترك فهمًا شاملاً للتحديات والفرص لاستخدام الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر الزراعية مع التوافق للمشهد الاجتماعي والاقتصادي والتكنولوجي في المملكة العربية السعودية (Issa et al., 2021; García-Avilés, 2020; Mohr & Kühl, 2021; Rejeb et al., 2022).

الفصل الثاني

مراجعة الأدبيات

(الدراسات السابقة والإطار النظري)

الفصل الثاني: مراجعة الأدبيات (الدراسات السابقة والإطار النظري)

٢,١. المقدمة:

في هذا القسم سيتم تقديم ومناقشة تحليل شامل للدراسات السابقة العربية والأجنبية لتوفير سياق أوسع للبحث الحالي، تغطي هذه الدراسات مجموعة واسعة من المواضيع من دور الذكاء الاصطناعي في الاستدامة الزراعية إلى تطبيقه في إدارة المخاطر المتعلقة بالآفات النباتية وأمراض الحيوان والهدف هو تقييم هذه الدراسات بشكل نقدي من حيث منهجياتها ونتائجها وأهدافها وتبسيط الضوء على كيفية توافقها مع أو اختلافها عن البحث الحالي الذي يتم إجراؤه، ومن خلال القيام بذلك سيتم اكتساب فهم أعمق لمشهد البحث وإبراز النتائج الرئيسية التي تفيد الدراسة الحالية وتحديد الثغرات التي يعتمزم البحث الحالي معالجتها، وسيضمن التحليل أيضاً مناقشة مقارنة لنقاط القوة والضعف والفرص والتحديات المقدمة في الدراسات التي تمت مراجعتها، كما سيشمل هذا فحص منهجياتها والتي تختلف من حيث النطاق والنهج والنتائج.

ومن خلال تحليل أوجه التشابه والاختلاف في الغرض والنتائج ومنهجية هذه الدراسات ستوضح هذه المراجعة مزايا وعيوب تصميمات وأساليب البحث المختلفة علاوة على ذلك ستسلط المناقشة الضوء على الفرص والتحديات التي تنشأ عن تنفيذ الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر الزراعية مما يوفر رؤية قيمة لتطوير استراتيجيات أكثر فعالية في سياق رؤية ٢٠٣٠ في المملكة العربية السعودية.

وفي النهاية سيعمل هذا التحليل كأساس لربط الدراسات السابقة بالبحث الجاري مع التأكيد على مساهمة العمل الحالي في هذا المجال.

٢,٢. الدراسات السابقة:

٢,٢,١. عرض الدراسات السابقة:

٢,٢,١,١. الدراسات باللغة العربية:

دراسة فايزة (٢٠٢١)، بعنوان: الزراعة الذكية كأداة حتمية لتحقيق الأمن الغذائي في الدول العربية

استكشف بحث فايزة (٢٠٢١) الدور الحاسم للزراعة الذكية في معالجة تحديات الأمن الغذائي في الدول العربية وسلطت الدراسة الضوء على الدور المركزي للزراعة في الاقتصاد، وخاصة في الحد من الفقر وترابطها مع

القطاعات الأخرى. وأكدت على الأهمية المتزايدة للتكنولوجيات الحديثة بما في ذلك الذكاء الاصطناعي والتعلم العميق في معالجة التحديات البيئية مثل تغير المناخ والاستخدام غير الفعال للموارد، وهدف البحث إلى دراسة أهمية الزراعة الذكية وتطبيقها الحالي في المنطقة العربية والتحديات التي تواجهها وطرق توظيف الذكاء الاصطناعي في القطاع الزراعي وباستخدام أسلوب تحليلي وصفي مدعوم بالبيانات والإحصاءات النظرية، أظهرت الدراسة إمكانات الابتكارات الرقمية في تحويل الزراعة وأكدت النتائج على الحاجة إلى إصلاحات السياسات، وتبني التكنولوجيا والجهود العامة والخاصة المنسقة للتغلب على العقبات وأوصت الدراسة بالاستفادة من الأدوات الرقمية وتعزيز المشاركة الريفية وتعزيز التعاون الإقليمي لتطوير أنظمة زراعية مستدامة.

دراسة سليم (٢٠٢٢)، بعنوان: استراتيجية التنمية الصناعية الذكية و الزراعة الرقمية الذكية: تجارب عالمية رائدة

استكشف سليم (٢٠٢٢) تكامل الاستراتيجيات الصناعية الذكية مع الزراعة الرقمية من خلال تحليل التجارب العالمية الرائدة. وسلطت الدراسة الضوء على اعتماد الدول الرائدة في الزراعة الذكية على التقنيات المتقدمة مثل الحوسبة السحابية وتحليلات البيانات الضخمة والذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء، وتستكمل هذه الأدوات بمنصات الاتصالات الرقمية وتقنيات الزراعة الدقيقة والروبوتات الزراعية وهدف البحث إلى إظهار كيف يمكن لتطبيق الزراعة الذكية من خلال الاستراتيجيات الصناعية وتحسين الإنتاجية وضمان الممارسات الزراعية المستدامة والحد من المدخلات الضارة مثل المبيدات والأسمدة الكيماوية. وباستخدام أسلوب تحليلي وصفي بحثت الدراسة كيف يمكن لهذه التقنيات تعزيز الثروة الزراعية والاقتصادية وخاصة في المناطق النامية مثل الجزائر، وأوصى سليم بالاستفادة من البحث الأكاديمي وتعزيز الشراكات بين القطاعين العام والخاص وتحسين البنية التحتية الرقمية لدعم المزارع الذكية وأكدت النتائج على أهمية حوافز الابتكار ودمج الزراعة الذكية في السياسات لتعزيز تنوع الغذاء والمرونة.

دراسة سوداني (٢٠٢٢)، بعنوان: التحول إلى الزراعة الرقمية في دولة الإمارات العربية المتحدة: تجربة زراعة الأرز في صحراء الشارقة خلال الفترة ٢٠١٩-٢٠٢١

بحث سوداني (٢٠٢٢) التحول إلى الزراعة الرقمية في دولة الإمارات العربية المتحدة مع التركيز على زراعة الأرز في صحراء الشارقة كدراسة حالة، واستكشفت الدراسة الأدوات والقدرات الزراعية الرقمية للدولة باستخدام نهج تحليلي وصفي. وسلط الضوء على أنه في حين حققت دولة الإمارات العربية المتحدة نتائج واعدة في زراعة الأرز التجريبية إلا أن تطوير الزراعة الرقمية الشاملة لا يزال في مرحلة مبكرة، وأكدت النتائج على الدور الأساسي للزراعة الرقمية في تحقيق الأمن الغذائي وخاصة خلال الأزمات العالمية، وأقرت بالقدرات والمبادرات التقنية لدولة الإمارات العربية المتحدة لتعزيز الابتكار الزراعي وقد سهلت شراكات دولة الإمارات العربية المتحدة مع دول مثل الولايات المتحدة وكوريا المشاريع المتقدمة مما جعلها مركزاً مستقبلياً للزراعة الذكية وأوصى سوداني بالاستفادة من الموارد الرقمية لدولة الإمارات العربية المتحدة للذكاء الاقتصادي ومعالجة ندرة المياه من خلال أساليب مبتكرة وتعزيز التعاون الإقليمي والدولي لتوسيع الزراعة المستدامة في المناطق الصحراوية.

دراسة غرابه (٢٠٢٤)، بعنوان: دور الذكاء الاصطناعي في مواجهة العبء الاقتصادي لمشكلة الغذاء في مصر

أجرى غرابه (٢٠٢٤) دراسة لمعالجة الفجوة الغذائية الحادة في مصر الناجمة عن زيادة الطلب على الغذاء وعدم كفاية العرض مما يفرض عبئاً كبيراً على ميزان المدفوعات، وهدف البحث إلى استكشاف كيف يمكن للذكاء الاصطناعي التخفيف من مشكلة الغذاء من خلال تعزيز الإنتاجية الزراعية والحد من واردات الغذاء.

استخدمت الدراسة نهجاً نوعياً يجمع بين المعلومات النظرية والبيانات الإحصائية واستخدمت أسلوباً تحليلياً وصفيًا وأكدت النتائج على الأهمية الاقتصادية لتقنيات الذكاء الاصطناعي في الزراعة وكشفت عن إمكاناتها لمعالجة انخفاض الإنتاجية وتلبية الطلب المتزايد على الغذاء ، وأبرزت الدراسة أن القطاع الزراعي لا يزال الأقل رقمنة ويواجه تحديات مثل البنية التحتية التكنولوجية المحدودة والتدريب غير الكافي، وشملت التوصيات تنفيذ سياسات وأطر أخلاقية للذكاء الاصطناعي وتوفير التدريب للعاملين الزراعيين وتعزيز التعاون بين مؤسسات البحث، وتشجيع مشاركة القطاع الخاص لتعزيز الإنتاج الزراعي المستدام من خلال تقنيات الذكاء الاصطناعي.

دراسة محاسب (٢٠٢٤)، بعنوان: الاستشعار من البعد والذكاء الاصطناعي في خدمة الزراعة الدقيقة والذكية

بحث محاسب (٢٠٢٤) الدور المتزايد للاستشعار عن بعد والذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء في معالجة التحديات التي تواجه الزراعة في ظل تغير المناخ وندرة المياه وهدفت الدراسة إلى استكشاف إمكانات تطبيقات الذكاء

الاصطناعي في الزراعة الدقيقة والذكاء مع التركيز على مراقبة المحاصيل والري الذكي ومكافحة الآفات وتحليل التربة لتعزيز الأمن الغذائي. وباستخدام أسلوب تحليلي نوعي ووصفي استعرض البحث التجارب العالمية والعربية في تطبيق هذه التقنيات، وسلطت النتائج الضوء على إمكانات الذكاء الاصطناعي لإحداث ثورة في الزراعة من خلال الاستخدام الفعال للموارد وتحسين إنتاجية المحاصيل والممارسات المستدامة ومع ذلك أشارت الدراسة أيضاً إلى عقبات مثل التكاليف المرتفعة والبنية التحتية المحدودة والتي تعيق التبني الأوسع، وشملت التوصيات تعزيز التعاون بين الحكومات والقطاع الخاص لتحسين البنية التحتية وتعزيز توافر البيانات وإنشاء خدمات زراعية قائمة على الذكاء الاصطناعي بأسعار معقولة مما يتيح الوصول على نطاق أوسع إلى هذه التقنيات التحويلية.

٢, ١, ٢, ٢. الدراسات باللغة الانكليزية:

دراسة أجراها (Tzachor (2020، بعنوان: الذكاء الاصطناعي لإدارة مخاطر سلسلة التوريد الزراعية: الأولويات الأولية والقيود المفروضة على نشر الذكاء الاصطناعي في سلاسل الغذاء التي يقيمها علماء المجموعة الاستشارية للبحوث الزراعية الدولية

استكشف (Tzachor (2020 دمج الذكاء الاصطناعي في سلاسل التوريد الزراعية للتخفيف من نقاط الضعف وتعزيز الأمن الغذائي العالمي على مدى عشر سنوات استخدمت الدراسة مقابلات نوعية مع متخصصين من منظمات رائدة بما في ذلك منظمة الأغذية والزراعة والمجموعة الاستشارية للبحوث الزراعية الدولية، إلى جانب مسح كمي للباحثين لتقييم نقاط ضعف سلسلة التوريد وجدوى تبني الذكاء الاصطناعي عبر المناطق المتقدمة والنامية، أشارت النتائج إلى أن معظم مراحل سلسلة التوريد من المتوقع أن تواجه مخاطر متزايدة، مع إمكانات محدودة لدمج الذكاء الاصطناعي في المراحل المعرضة للخطر داخل البلدان النامية، وسلطت الدراسة الضوء على أهمية تطبيقات الذكاء الاصطناعي المستهدفة للتخفيف من المخاطر المحددة بدلاً من نقاط الضعف العامة، وأكدت على الحاجة إلى تحليل مفصل ومحدد لكل منطقة لسلاسل التوريد واستراتيجيات نشر الذكاء الاصطناعي، وأوصى الباحث بإجراء أبحاث مستقبلية لتقييم سلاسل التوريد مرحلة بمرحلة ومخاطرة بمخاطرة وتصميم حلول الذكاء الاصطناعي لتتناسب مع الظروف الاجتماعية والاقتصادية والبيئية المحددة من أجل إدارة المخاطر الزراعية بشكل أكثر فعالية.

دراسة (Sara et al. (2021)، بعنوان: تطبيق الذكاء الاصطناعي في علم البيئة الحديث للكشف عن آفات النباتات وأمراض الحيوانات

قامت (Sara et al. (2021) بالتحقيق في تطبيق الذكاء الاصطناعي في الكشف عن آفات النباتات وأمراض الحيوانات مع تسليط الضوء على التحديات البيئية التي يفرضها تغير المناخ وتأثيره على انتشار الأمراض. هدفت الدراسة إلى تحديد سمات الرافعة المالية اللازمة لتطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي في الكشف عن الآفات والأمراض كجزء من الممارسات البيئية الحديثة. باستخدام طريقة القياس متعدد الأبعاد (MDS)، قام الباحثون بتحليل مجموعات بيانات كبيرة، بما في ذلك هياكل البروتين المنتجة من مسببات الأمراض، لتطوير خوارزميات تنبؤية. أكدت النتائج على فعالية الذكاء الاصطناعي في إنشاء أنظمة الإنذار المبكر وتعزيز الأمن البيئي من خلال أدوات الكشف والمراقبة الدقيقة. كما أكدت الدراسة على فائدة هذه التطبيقات للزراعة الذكية وإدارة السياحة البيئية، مما يضمن الحفاظ على التوازن البيئي بشكل أفضل في العصر الحديث. أوصى الباحثون بمواصلة تطوير الأدوات القائمة على الذكاء الاصطناعي للتخفيف من المخاطر المرتبطة بأمراض النبات والحيوان.

دراسة (Hammad et al. (2023)، بعنوان: استخدام الذكاء الاصطناعي للحد من مخاطر الكوارث في الزراعة

قام (Hammad et al. (2023) بفحص دور الذكاء الاصطناعي في الحد من مخاطر الكوارث داخل القطاع الزراعي، والذي يكون عرضة بشكل خاص للظواهر الطبيعية غير المتوقعة الناجمة عن تغير الظروف المناخية والجوية. وهدفت الدراسة إلى استكشاف كيفية استخدام الذكاء الاصطناعي جنبًا إلى جنب مع مجموعاته الفرعية من التعلم الآلي والتعلم العميق، للتنبؤ بالكوارث الطبيعية التي تؤثر على الزراعة ومراقبتها وإدارتها. باستخدام مراجعة نوعية للأدبيات الحديثة، قام الباحثون بتقييم التقدم في تطبيقات الذكاء الاصطناعي وفعاليتها في معالجة التحديات الزراعية في العالم الحقيقي. ووجدوا أن الابتكارات الجارية في خوارزميات الذكاء الاصطناعي، بما في ذلك النماذج الهجينة، تعمل على تحسين دقة التنبؤ وتقليل متطلبات الموارد. وأكدت الدراسة على إمكانات الذكاء الاصطناعي في تقليل الخسائر الزراعية الناجمة عن الكوارث وأوصت بمزيد من البحث لتحسين أدوات الذكاء الاصطناعي للحد من مخاطر الكوارث. وتصور الباحثون مستقبلًا حيث يحقق تكامل الذكاء الاصطناعي تقدمًا كبيرًا في التخفيف من نقاط الضعف الزراعية.

دراسة أجراها Christakakis et al. (2024)، بعنوان: أداة العلوم للمواطنين القائمة على الهواتف الذكية للكشف عن أمراض النباتات والآفات الحشرية باستخدام الذكاء الاصطناعي

استكشف Christakakis et al. (2024) دمج تكنولوجيا الهواتف الذكية والذكاء الاصطناعي لإحداث ثورة في الكشف عن الآفات والأمراض في الزراعة. وهدفت الدراسة إلى تطوير تطبيق جوال علمي للمواطنين قادر على توفير الكشف في الوقت الفعلي عن آفات وأمراض النباتات، وبالتالي دعم الزراعة المستدامة والحد من الخسائر الاقتصادية. وباستخدام نماذج التعلم العميق المتقدمة ونظام دعم القرار القوي، صمم الباحثون تطبيقاً قابلاً للتطوير وقابل للتشغيل المتبادل لتحليل بيانات الصور وتوليد رؤى قابلة للتنفيذ. وتضمنت المنهجية نشر التصوير القائم على الذكاء الاصطناعي ومجموعات البيانات الواسعة والأدوات سهلة الاستخدام للكشف عن الآفات مثل دودة Tuta absoluta في الطماطم. وأثبت الاختبار الميداني فعالية التطبيق ورضا المستخدم، مما يسلط الضوء على إمكاناته في إدارة الآفات والممارسات المستدامة وعمليات التفتيش على الحدود. وأوصى الباحثون بتوسيع قدرات التطبيق لتغطية المحاصيل والبيئات والمناطق الجغرافية المتنوعة، بما يتماشى مع أهداف الاستدامة العالمية مثل الصفقة الخضراء وأجندة التنوع البيولوجي لعام ٢٠٣٠.

دراسة أجراها Gryshova et al. (2024)، بعنوان: الذكاء الاصطناعي في الزراعة الذكية مناخياً: نحو مستقبل زراعي مستدام

قام Gryshova et al. (2024) بفحص دمج الذكاء الاصطناعي في الزراعة الذكية مناخياً لتعزيز الاستدامة والمرونة في ممارسات الزراعة. وأكدت الدراسة على الأهمية المتزايدة لتقنيات الذكاء الاصطناعي في معالجة التحديات التي يفرضها تغير المناخ في الزراعة، بما في ذلك تحسين الموارد، وتخفيف المخاطر، وتعزيز الإنتاجية. وكان الغرض من البحث استكشاف إمكانات تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تحسين عملية صنع القرار، وتعزيز الاستدامة، وضمان الأمن الغذائي من خلال ممارسات زراعية مبتكرة. وباستخدام تحليل بيليومتري، قامت الدراسة بتقييم الأدبيات الحالية وتطبيق أدوات مثل تحليل SWOT لتحديد نقاط القوة والضعف والفرص والتهديدات للذكاء الاصطناعي في الزراعة. وسلطت النتائج الضوء على الدور التحويلي للذكاء الاصطناعي في الزراعة الدقيقة، والنمذجة المناخية، وتطوير المحاصيل المقاومة للمناخ. وأوصى المؤلفون بالاعتماد الأوسع على تقنيات الذكاء

الاصطناعي، وتعزيز إمكانية الوصول للمزارع الصغيرة، ومواصلة البحث لدمج الذكاء الاصطناعي مع الممارسات الزراعية المستدامة، وضمان مستقبل زراعي مرّن ومنتج.

٢,٢,٢. مناقشة وتحليل الدراسات السابقة:

تساهم الدراسات بشكل جماعي في تعزيز فهم الذكاء الاصطناعي في الزراعة، وخاصة في إدارة الآفات والزراعة الذكية مناخياً. تستكشف هذه الدراسات مجموعة متنوعة من تطبيقات الذكاء الاصطناعي من تحسين استخدام الموارد إلى تعزيز مكافحة الآفات، ولكنها تكشف أيضاً عن فجوات بحثية كبيرة ونقاط ضعف وتحديات تعيق التنفيذ الأوسع، وعلى الرغم من الاختلافات في أهدافها ومنهجياتها ونتائجها إلا أن هناك قواسم مشتركة قوية تربط بين هذه الأعمال، مما يجعلها قيمة لمزيد من الاستكشاف في هذا المجال.

تتمثل إحدى الفجوات الكبيرة في هذه الدراسات في عدم التركيز الكافي على قابلية التوسع والقدرة على تحمل تكاليف حلول الذكاء الاصطناعي في الزراعة، وخاصة في المناطق النامية. وفي حين يوضح غرابه (٢٠٢٤)، ومحسب (٢٠٢٤)، وGryshova et al. (2024) إمكانات الذكاء الاصطناعي لتحسين العمليات الزراعية، إلا أن هناك مناقشة محدودة حول كيفية تكييف هذه التقنيات للمزارعين من أصحاب الحيازات الصغيرة في المناطق ذات الدخل المنخفض. وغالباً ما تفتقر هذه المناطق إلى البنية الأساسية والموارد اللازمة لتنفيذ حلول الذكاء الاصطناعي المتطورة. ونتيجة لذلك، قد لا تكون تطبيقات الذكاء الاصطناعي، وخاصة تلك التي اقترحها باحثون مثل Hammad et al. (2023) وSara et al. (2021)، قابلة للتطبيق بسهولة على مجتمع زراعي أوسع.

وعلاوة على ذلك تركز العديد من هذه الدراسات، بما في ذلك Tzachor (2020) وسليم (٢٠٢٢)، في المقام الأول على الجوانب الفنية لتطبيق الذكاء الاصطناعي، مثل تطوير الخوارزميات أو تحليل البيانات، مع مراعاة محدودة للآثار الاجتماعية والاقتصادية والأخلاقية لهذه التقنيات. على سبيل المثال، لا يزال تأثير تبني الذكاء الاصطناعي على العمالة أو المعرفة المحلية أو التقاليد الزراعية غير مستكشف إلى حد كبير. ويشكل هذا الافتقار إلى الاهتمام بالعواقب الاجتماعية والاقتصادية نقطة ضعف، حيث يمكن أن تؤثر التأثيرات الأوسع للذكاء الاصطناعي على المجتمعات الزراعية على تبني هذه التقنيات ونجاحها في الأمد البعيد.

بالإضافة إلى ذلك تعتمد العديد من الدراسات على نماذج نظرية أو مجموعات بيانات محدودة، مما يقلل من إمكانية تعميمها. على سبيل المثال، تركّز فايزة (٢٠٢١) على النماذج التنبؤية القائمة على الذكاء الاصطناعي لإدارة الآفات ولكنها توفر التحقق الميداني المحدود. وفي حين أن النماذج التي طورها باحثون مثل Sara et al. (2021) و Hammad et al. (2023) واعدة، إلا أنها تعتمد أيضًا على تجارب خاضعة للرقابة أو صغيرة النطاق، والتي قد لا تعكس الديناميكيات المعقدة الموجودة في البيانات الزراعية الكبيرة والمتنوعة. وهذا يتطلب تجارب ميدانية أكثر قوة لاختبار أنظمة الذكاء الاصطناعي في ظل ظروف العالم الحقيقي.

تختلف هذه الدراسات بشكل كبير في غرضها ومنهجيتها ونتائجها. على سبيل المثال، تهدف دراسة غرابه (٢٠٢٤) ومحسب (٢٠٢٤) إلى استكشاف دور الذكاء الاصطناعي في الزراعة الذكية مناخيًا، وتحديدًا كيف يمكن أن يساعد في تحسين الموارد والتكيف البيئي. بينما يتبنى غرابه (٢٠٢٤) نهجًا أكثر اعتمادًا على البيانات، باستخدام النمذجة الاقتصادية للتنبؤ بنتائج تنفيذ الذكاء الاصطناعي، يركّز محسب (٢٠٢٤) على تقنيات الزراعة الدقيقة مثل الاستشعار عن بعد والتعلم الآلي لتحسين مكافحة الآفات. توضح كلتا الدراستين إمكانات الذكاء الاصطناعي في معالجة تغير المناخ، لكن غرابه (٢٠٢٤) يضع تركيزًا أكبر على الجوانب الاقتصادية، بينما يستكشف محسب (٢٠٢٤) الجدوى الفنية للذكاء الاصطناعي في إدارة الموارد الزراعية.

في المقابل، يقدم Tzachor (2020) و Hammad et al. (2023) دراسات أصيق وأكثر تركيزًا على إدارة الآفات، يقدم Tzachor (2020) إطارًا نظريًا لكيفية إحداث الذكاء الاصطناعي ثورة في مكافحة الآفات، مع التركيز بشكل أساسي على خوارزميات المراقبة والتنبؤ، بينما يتبنى Hammad et al. (2023) نهجًا أكثر عملية، حيث يختبرون أنظمة إدارة الآفات القائمة على الذكاء الاصطناعي في البيانات الزراعية في العالم الحقيقي يسلط الاختلاف في منهجيتهم الضوء على الفجوة بين الاحتمالات النظرية والتطبيقات العملية، يقدم Hammad et al. (2023) أدلة ملموسة على تأثير الذكاء الاصطناعي، بينما يقدم Tzachor (2020) رؤى أكثر مفاهيمية.

وعلى نحو مماثل، تركّز الدراسات التي أجراها Sara et al. (2021) و Christakakis et al. (2024) على اكتشاف الآفات ولكن باستخدام مناهج مختلفة. تركّز Sara et al. (2021) على تطوير خوارزميات الذكاء الاصطناعي للكشف المبكر عن الأمراض في المحاصيل، بالاعتماد على تقنيات التعلم الآلي لتحديد الأنماط في البيانات. في المقابل، يتبنى Christakakis et al. (2024) نهجًا أكثر شمولاً، يجمع بين الذكاء الاصطناعي وعلم

المواطن. من خلال استخدام البيانات في الوقت الفعلي من المزارعين والتطبيقات المحمولة، فإنهم يوفرّون نموذجًا أكثر مشاركة لمراقبة الآفات والأمراض، مما يتيح للمزارعين المساهمة بشكل مباشر في عملية المراقبة. يقدم هذا النموذج التشاركي، الذي يشرك المزارعين كجامعي بيانات، فرصة لحلول أكثر لامركزية لإدارة الآفات.

في حين تركز الدراسات على دور الذكاء الاصطناعي في مكافحة الآفات، إلا أن أساليبهما تختلف بشكل كبير. يعتمد الأسلوب الذي اتبعه Christakakis et al. (2024) على نهج أوسع نطاقًا قائمًا على المجتمع مقارنة بالنهج الذي يعتمد على الخوارزميات من أعلى إلى أسفل الذي اتبعته Sara et al. (2021). ويؤكد هذا التمييز على المنهجيات المتنوعة المطبقة على مشاكل مماثلة، حيث تقدم كلتا الدراستين رؤى قيمة حول كيفية تكيف الذكاء الاصطناعي لإدارة الآفات.

وتكمن نقاط القوة في هذه الدراسات في استخدامها المبتكر للذكاء الاصطناعي في الزراعة. ويوضح عمل غرابه (٢٠٢٤) و Gryshova et al. (2024) إمكانات الذكاء الاصطناعي في تعزيز الإنتاجية وتحسين استخدام الموارد في المزارع الكبيرة، مما يوفر لمحة عن كيفية مساعدة الذكاء الاصطناعي في تلبية الطلب المتزايد على الغذاء مع تقليل التأثيرات البيئية. ومن خلال التركيز على الممارسات الذكية مناخيًا، توفر هذه الدراسات أساسًا متينًا لفهم كيفية دمج الذكاء الاصطناعي في ممارسات الزراعة المستدامة.

وعلاوة على ذلك، تقدم دراسات مثل تلك التي أجراها سليم (٢٠٢٢) وسوداني (٢٠٢٢) فرصًا للتكيف مع تغير المناخ. ويركز سليم (٢٠٢٢) على تحسين كفاءة استخدام المياه، بينما ينظر سوداني (٢٠٢٢) في معالجة مشكلة التصحر في الزراعة. ويسلط كلاهما الضوء على كيفية مساهمة الذكاء الاصطناعي في تحقيق أهداف المناخ من خلال تمكين إدارة الموارد بكفاءة أكبر. وتكمن نقاط القوة في هذه الدراسات في تركيزها على الاستدامة البيئية، وهو مصدر قلق عالمي ملح.

وتقدم الدراسات التي أجراها Tzachor (2020)، Hammad et al. (2023)، و Sara et al. (2021) فرصًا كبيرة لتحسين إدارة الآفات. ومن خلال إظهار إمكانات الذكاء الاصطناعي في الكشف عن أمراض النباتات والآفات وإدارتها، تساهم هذه الدراسات في تقليل الاعتماد على المبيدات الحشرية الضارة وتقليل خسائر المحاصيل. وتتمتع

الابتكارات التكنولوجية التي تمت مناقشتها في هذه الأعمال بإمكانية إحداث ثورة في إدارة الآفات، مما يجعلها أكثر كفاءة واستهدافاً واستدامة.

وعلاوة على ذلك تقدم الدراسات التي أجراها Christakakis et al. (2024) و Gryshova et al. (2024) مناهج مبتكرة تتجاوز مناهج البحث التقليدية. على سبيل المثال، يستخدم Christakakis et al. (2024) العلوم المدنية والبيانات في الوقت الفعلي من التطبيقات المحمولة، والتي لا تعمل على تحسين إدارة الآفات فحسب، بل تعزز أيضاً مشاركة أكبر من المزارعين في جمع البيانات واتخاذ القرار. يفتح هذا النموذج التشاركي الباب أمام حلول الذكاء الاصطناعي الفعالة والشاملة، مما يسمح بتبني أكثر انتشاراً بين المجتمعات الزراعية.

وعلى الرغم من الاختلافات في التركيز والمنهجية، فإن العديد من الدراسات تشترك في أهداف ومناهج مماثلة. ويتمثل الهدف الشامل لمعظم هذه الدراسات في استكشاف كيف يمكن للذكاء الاصطناعي تحسين الممارسات الزراعية وزيادة الكفاءة والمساهمة في الاستدامة. على سبيل المثال، تسلط دراسات غرابية (٢٠٢٤)، ومحسب (٢٠٢٤)، وسليم (٢٠٢٢)، وسوداني (٢٠٢٢) الضوء على إمكانات الذكاء الاصطناعي في معالجة تغير المناخ من خلال تحسين استخدام الموارد، والحد من الانبعاثات، وتحسين مرونة المزارع.

بالإضافة إلى ذلك، تؤكد العديد من الدراسات على دور الذكاء الاصطناعي في إدارة الآفات والأمراض. يستكشف Tzachor (2020)، و Hammad et al. (2023)، و Sara et al. (2021)، و Christakakis et al. (2024) جميعاً كيف يمكن تطبيق الذكاء الاصطناعي للكشف عن الآفات والأمراض وإدارتها، مع التركيز على تحسين دقة وكفاءة تدابير مكافحة الآفات. وفي حين تتنوع المنهجيات - بدءاً من الأساليب الخوارزمية إلى العلوم التشاركية للمواطنين - فهناك فهم مشترك بأن الذكاء الاصطناعي يمكن أن يحدث ثورة في إدارة الآفات ويساهم في ممارسات زراعية أكثر استدامة.

ومن حيث المنهجية، تستخدم الدراسات باستمرار التعلم الآلي والاستشعار عن بعد وتحليل البيانات في الوقت الفعلي لجمع ومعالجة البيانات الزراعية، مما يوفر أساساً متيناً لتطبيقات الذكاء الاصطناعي في الزراعة. ويؤكد هذا الاتساق المنهجي على الأهمية المتزايدة للذكاء الاصطناعي في الزراعة ويوضح إمكانية تطبيق هذه التقنيات على نطاق واسع في سياقات متنوعة.

وتقدم الدراسات مساهمات كبيرة في مجال الذكاء الاصطناعي في الزراعة، مع التركيز على مكافحة الآفات والممارسات الذكية للمناخ. وفي حين تسلط هذه الدراسات الضوء على الإمكانيات الهائلة للذكاء الاصطناعي لتحسين الكفاءة والاستدامة والمرونة في الزراعة، فإنها تكشف أيضاً عن فجوات وتحديات بحثية مهمة، لا سيما من حيث قابلية التوسع والقدرة على تحمل التكاليف والتأثيرات الاجتماعية والاقتصادية. ومع ذلك، فإن مناهجها المبتكرة، من الزراعة الدقيقة إلى النماذج التشاركية، تقدم فرصاً قيمة لمستقبل الزراعة المدعومة بالذكاء الاصطناعي. ومن خلال معالجة الفجوات والتحديات التي تم تحديدها، يمكن للبحوث المستقبلية الاستفادة بشكل أكبر من قوة الذكاء الاصطناعي لتحويل الممارسات الزراعية على مستوى العالم.

٢,٢,٣. ربط الدراسات السابقة بالدراسة الحالية:

تشارك الدراسة الحالية حول دور الذكاء الاصطناعي في إدارة مخاطر الآفات النباتية وأمراض الحيوان لتحقيق رؤية ٢٠٣٠ في مكة المكرمة بالمملكة العربية السعودية في تقاطعات مهمة مع الدراسات التي أجراها غرابية (٢٠٢٤) ومحسب (٢٠٢٤) و Hammad et al. (2023). تؤكد هذه الدراسات على الإمكانيات التحويلية للذكاء الاصطناعي في الزراعة، وخاصة في مكافحة الآفات والزراعة الذكية مناخياً، بما يتماشى مع هدف البحث الحالي لاستكشاف كيف يمكن لتطبيقات الذكاء الاصطناعي تحسين الممارسات الزراعية والاستدامة. ومثل غرابية (٢٠٢٤)، الذي يحقق في دور الذكاء الاصطناعي في تحسين استخدام الموارد وزيادة الكفاءة الزراعية، يهدف البحث الحالي أيضاً إلى تعزيز المرونة الزراعية من خلال الاستفادة من الذكاء الاصطناعي للحد من المخاطر المتعلقة بالآفات وتعزيز الاستدامة. يوضح محسب (٢٠٢٤) و Hammad et al. (2023) بشكل أكبر التطبيقات العملية للذكاء الاصطناعي في إدارة الآفات، والتي ترتبط بشكل مباشر بتركيز الدراسة الحالية على استخدام الذكاء الاصطناعي للتخفيف من أمراض النبات والحيوان في القطاعات الزراعية في المملكة العربية السعودية.

كما توفر المنهجيات المستخدمة في هذه الدراسات السابقة رؤى قيمة للبحث الحالي. يستخدم كل من غرابية (٢٠٢٤) ومحسب (٢٠٢٤) تقنيات تعتمد على الذكاء الاصطناعي مثل التعلم الآلي والاستشعار عن بعد لتحسين العمليات الزراعية، تماماً مثل النهج في الدراسة الحالية، والتي تسعى إلى دمج أدوات الذكاء الاصطناعي للمراقبة في الوقت الفعلي والتحليلات التنبؤية في إدارة تفشي الآفات والأمراض. إن تطبيق خوارزميات التعلم الآلي لمراقبة النباتات الزراعية، كما هو موضح في دراسات Sara et al. (2021) و Tzachor (2020)، له صلة مباشرة بمنهجية

البحث الحالي، والتي تتضمن تطبيقات تقنيات تعتمد على البيانات للكشف عن مخاطر الآفات والاستجابة لها. من خلال البناء على منهجيات هذه الدراسات، يهدف البحث الحالي إلى تحسين تطبيقات الذكاء الاصطناعي للتحديات المحددة التي تواجهها الزراعة في المملكة العربية السعودية، وخاصة في سياق الظروف المناخية والاجتماعية والاقتصادية الفريدة في المنطقة.

بالإضافة إلى ذلك، يقدم البحث الذي أجراه Christakakis et al. (2024) و Gryshova et al. (2024) نماذج تشاركية مبتكرة، تتوافق مع هدف الدراسة الحالية المتمثل في تعزيز حلول الذكاء الاصطناعي القائمة على المجتمع. يسلط Christakakis et al. (2024) الضوء على أهمية إشراك المزارعين في جمع البيانات من خلال تطبيقات الهاتف المحمول وآليات التغذية الراجعة في الوقت الفعلي، وهو أمر وثيق الصلة بنية البحث الحالي لإشراك أصحاب المصلحة المحليين في مراقبة تفشي الآفات وتنفيذ أنظمة دعم القرار القائمة على الذكاء الاصطناعي. يعد هذا النهج التشاركي أمرًا بالغ الأهمية في مناطق مثل مكة، حيث قد يتمتع المزارعون بمستويات متفاوتة من الوصول إلى التكنولوجيا والموارد. يمكن أن يستفيد البحث الحالي من دمج هذه النماذج التي يقودها المجتمع، مما يضمن أن تكون تطبيقات الذكاء الاصطناعي شاملة وعملية للمجتمعات الزراعية المحلية.

في حين تركز الدراسات السابقة بشكل أساسي على مكافحة الآفات، فإن البحث الحالي يوسع هذا التركيز ليشمل كل من آفات النباتات وأمراض الحيوان، ومعالجة نطاق أوسع من المخاطر الزراعية. الدراسات التي أجراها سليم (٢٠٢٢) وسوداني (٢٠٢٢)، والتي تسلط الضوء على دور الذكاء الاصطناعي في إدارة المتغيرات البيئية مثل استخدام المياه وانبعاثات الكربون، تكمل الهدف الأوسع للبحث الحالي المتمثل في المساهمة في أهداف الاستدامة لرؤية ٢٠٣٠. وكما يناقش سليم (٢٠٢٢) تحسين موارد المياه في الزراعة، يهدف البحث الحالي إلى دعم ممارسات زراعية أكثر استدامة من خلال تقليل تأثير الأضرار المرتبطة بالآفات على المحاصيل والثروة الحيوانية. يعزز هذا التوافق مع أهداف الاستدامة الأوسع نطاقًا أهمية تطبيقات الذكاء الاصطناعي ليس فقط في إدارة الآفات، ولكن أيضًا في تعزيز الاستدامة الزراعية طويلة الأجل.

أخيرًا، تكشف الرؤى التي توفرها هذه الدراسات عن إمكانات الذكاء الاصطناعي لمعالجة التحديات الرئيسية التي تم تحديدها في البحث الحالي. إن الفجوة في حلول الذكاء الاصطناعي القابلة للتطوير وبأسعار معقولة للمزارعين الصغار، كما لاحظ غرابه (٢٠٢٤) و Gryshova et al. (2024)، وثيقة الصلة بشكل خاص بفحص الدراسة

الحالية للذكاء الاصطناعي في السياق الزراعي في المملكة العربية السعودية. من خلال معالجة هذه التحديات، يهدف البحث الحالي إلى ضمان إمكانية نشر تقنيات الذكاء الاصطناعي بشكل فعال عبر مختلف البيئات الزراعية في مكة، من المزارع التجارية واسعة النطاق إلى المزارع العائلية الأصغر. بناءً على نقاط القوة في الدراسات التي أجراها Hammad et al. (2023) وTzachor (2020)، سيساهم البحث الحالي في تطوير تطبيقات الذكاء الاصطناعي العملية القابلة للتطوير والتي يمكن أن تعزز مرونة الزراعة السعودية في مواجهة تهديدات الآفات والأمراض، ودعم أهداف رؤية ٢٠٣٠ الأوسع نطاقاً للأمن الغذائي المستدام والتحديث الزراعي.

٢,٣. الإطار النظري:

٢,٣,١. القسم الأول: الإطار النظري للمتغير المستقل (استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي)

٢,٣,١,١. المقدمة:

برز الذكاء الاصطناعي كقوة تحويلية تعيد تشكيل الصناعات في جميع أنحاء العالم. وتمتد تطبيقاته إلى مجالات متنوعة، بما في ذلك الرعاية الصحية، والتمويل، والتصنيع، ولا سيما الزراعة والثروة الحيوانية. وقد وضعت القدرات الفريدة للذكاء الاصطناعي في معالجة كميات هائلة من البيانات، وتحديد الأنماط، وتوليد رؤى تنبؤية، في مكانته كعامل تمكين حاسم للابتكار والكفاءة في هذه القطاعات. وفي مجال الزراعة وإدارة الثروة الحيوانية، تقدم تطبيقات الذكاء الاصطناعي فرصاً لا مثيل لها لمعالجة التحديات مثل الإصابة بالآفات، وأمراض الحيوان، وتحسين الموارد (Tzachor, 2020).

وبواجه القطاع الزراعي، على وجه الخصوص، مطالب متزايدة بالإنتاجية والاستدامة وسط الضغوط البيئية والاقتصادية. وتعد تقنيات الذكاء الاصطناعي بإحداث ثورة في ممارسات الزراعة والثروة الحيوانية التقليدية من خلال إدخال الزراعة الدقيقة والمراقبة في الوقت الفعلي والتحليلات التنبؤية. وتمكن هذه التطورات أصحاب المصلحة من توقع المخاطر وتحسين الموارد وضمان مرونة الأنظمة الزراعية. وتتماشى هذه القدرة مع أهداف التنمية المستدامة والمبادرات مثل رؤية ٢٠٣٠، التي تؤكد على الاستفادة من التكنولوجيا لدفع التقدم الاقتصادي والبيئي (سليم، ٢٠٢٢).

كما أظهرت تطبيقات الذكاء الاصطناعي إمكانات كبيرة في التخفيف من المخاطر المتعلقة بالآفات النباتية وأمراض الحيوان. وتتطلب هذه المخاطر، التي غالبًا ما تتفاقم بسبب تغير المناخ والعولمة، استراتيجيات إدارة استباقية وتكيفية. يوفر الذكاء الاصطناعي أدوات للكشف عن الشذوذ والتنبؤ بالأوبئة والتوصية بتدابير التدخل، وتعزيز نهج قوي قائم على البيانات لإدارة المخاطر (منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، ٢٠٢٠).

مع استمرار الصناعة الزراعية في دمج تقنيات الذكاء الاصطناعي، من الضروري استكشاف أسسها النظرية وتداعياتها العملية. يتعمق هذا القسم في المفاهيم الأساسية والتطور التاريخي والتطبيقات المحددة للذكاء الاصطناعي، ويقدم إطارًا شاملاً لفهم دوره التحويلي في الزراعة وإدارة الثروة الحيوانية.

٢،٣،١،٢. تعريف ومفاهيم الذكاء الاصطناعي الأساسية:

يشير الذكاء الاصطناعي إلى محاكاة الذكاء البشري بواسطة الآلات، وخاصة أنظمة الكمبيوتر. في جوهره، يشمل الذكاء الاصطناعي عمليات مثل التعلم والاستدلال والتصحيح الذاتي، مما يمكن الأنظمة من أداء المهام التي تتطلب عادةً وظائف معرفية بشرية. يعمل الذكاء الاصطناعي من خلال الخوارزميات - تسلسلات من التعليمات المصممة لحل مشاكل محددة أو أداء مهام محددة - ويستخدم تقنيات مختلفة، بما في ذلك التعلم الآلي والتعلم العميق ومعالجة اللغة الطبيعية (غرابه، ٢٠٢٤).

يمكن التعلم الآلي، وهو جزء من الذكاء الاصطناعي لأنظمة من التعلم من البيانات وتحسين أدائها دون برمجة صريحة. وهو يتضمن التعلم الخاضع للإشراف وغير الخاضع للإشراف والتعلم التعزيزي، وكل منها مصمم لتطبيقات محددة. التعلم العميق، وهو شكل أكثر تقدمًا، يستخدم الشبكات العصبية التي تحاكي وظائف الدماغ البشري لمعالجة البيانات المعقدة. تعمل هذه التقنيات بشكل جماعي على تمكين أنظمة الذكاء الاصطناعي من تحديد الأنماط والتنبؤ والتكيف مع المعلومات الجديدة بشكل ديناميكي (Shoaib et al., 2023).

تتضمن مكونات أنظمة الذكاء الاصطناعي البيانات والخوارزميات وقوة الحوسبة والنماذج. تعمل البيانات كأساس، وتوفر معلومات أولية للتحليل. تعالج الخوارزميات هذه البيانات، وتستخرج رؤى ذات مغزى. وتضمن قوة الحوسبة كفاءة وقابلية توسيع عمليات الذكاء الاصطناعي، في حين تمثل النماذج الهياكل والعلاقات التي تقوم عليها التنبؤات القائمة على البيانات (Hammad et al., 2023; Shoaib et al., 2023).

تصنف تقنيات الذكاء الاصطناعي إلى الذكاء الاصطناعي الضيق، الذي يؤدي مهام محددة، والذكاء الاصطناعي العام، الذي يطمح إلى قدرات معرفية أوسع. يهيمن الذكاء الاصطناعي الضيق على التطبيقات الحالية، في حين يظل الذكاء الاصطناعي العام هدفًا نظريًا للتطوير المستقبلي. ويؤكد هذا التمييز على التركيز على الحلول المتخصصة عالية التأثير في أبحاث الذكاء الاصطناعي المعاصر وتنفيذه (منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، ٢٠٢٠).

يمتد دور الذكاء الاصطناعي إلى ما هو أبعد من الأتمتة، مؤكداً على قدرته على تعزيز عملية اتخاذ القرار البشري. من خلال تعزيز الأساليب التقليدية بالرؤى القائمة على البيانات، يدعم الذكاء الاصطناعي تحسين الكفاءة والدقة وقابلية التوسع. تتجلى هذه الإمكانيات التحويلية بشكل خاص في الزراعة، حيث يعالج الذكاء الاصطناعي التحديات المعقدة مثل تخصيص الموارد، والتنبؤ بالأمراض، ومراقبة البيئة (فايزة، ٢٠٢١).

إن فهم المفاهيم الأساسية للذكاء الاصطناعي يضع الأساس لاستكشاف تطبيقاته عبر الصناعات. يخلق دمج الذكاء الآلي مع الخبرة البشرية فرصاً لحل المشكلات المتعددة الأوجه، وتعزيز الابتكار والاستدامة (محسب، ٢٠٢٤).

٣، ١، ٢. التطور التاريخي لتقنيات الذكاء الاصطناعي:

لقد تشكل تطور الذكاء الاصطناعي من خلال عقود من البحث والابتكار والتعاون بين التخصصات المختلفة. يمكن إرجاع مفهوم الذكاء الاصطناعي إلى الأساطير القديمة والاستفسارات الفلسفية حول خلق كائنات ذكية. ومع ذلك، ظهرت جذوره العلمية في منتصف القرن العشرين مع التقدم في الرياضيات وعلوم الكمبيوتر وعلم النفس الإدراكي (غرابه، ٢٠٢٤؛ سوداني، ٢٠٢٢).

تم صياغة مصطلح "الذكاء الاصطناعي" لأول مرة في عام ١٩٥٦ بواسطة جون مكارثي الذي بدأ أبحاثه على الذكاء الاصطناعي في وادي السيليكون في الولايات المتحدة الأمريكية. ركزت الأبحاث المبكرة على التفكير الرمزي وحل المشكلات وفهم اللغة. كان إنشاء برامج تعتمد على الذكاء الاصطناعي بمثابة معالم مهمة في إظهار قدرات التفكير الآلي (غرابه، ٢٠٢٤).

شهدت السبعينيات ظهور أنظمة الخبراء، المصممة لمحاكاة الخبرة البشرية في مجالات محددة. استخدمت هذه الأنظمة مناهج قائمة على القواعد لتوفير الحلول ودعم القرار، واكتسبت زخماً في الطب والهندسة والتمويل. ومع

ذلك، فإن القيود المفروضة على قوة الحوسبة وتوافر البيانات قيدت قابلية التوسع والتطبيق (غرابه، ٢٠٢٤؛ سياري وجبلي، ٢٠٢٣).

لقد جلبت ثمانينيات وتسعينيات القرن العشرين تقدماً في التعلم الآلي، مدعوماً بتطوير الأساليب الإحصائية والشبكات العصبية. وقد أرسى تجمد الاهتمام بالشبكات العصبية، بفضل الخوارزميات المحسنة والموارد الحسابية، الأساس للتعلم العميق الحديث. وفي الوقت نفسه، توسعت تطبيقات الذكاء الاصطناعي لتشمل الروبوتات ومعالجة اللغة الطبيعية والرؤية الحاسوبية (غرابه، ٢٠٢٤؛ محمد، ٢٠٢٣).

لقد شهد القرن الحادي والعشرون حقبة تحويلية للذكاء الاصطناعي، مدفوعة بالنمو الهائل في البيانات وقوة الحوسبة والابتكار الخوارزمي. لقد أحدثت الاختراقات في التعلم العميق ثورة في مجالات مثل التعرف على الصور ومعالجة الكلام والأنظمة المستقلة. كما أدى دمج الذكاء الاصطناعي في منصات الحوسبة السحابية وإنترنت الأشياء (IoT) إلى تسريع تبنيه عبر الصناعات (غرابه، ٢٠٢٤؛ محسب، ٢٠٢٤).

واليوم، تستمر تقنيات الذكاء الاصطناعي في التطور، ومعالجة المشاكل المعقدة بشكل متزايد وتعزيز القدرات البشرية. ويعكس مسار الذكاء الاصطناعي التفاعل الديناميكي بين التقدم النظري والابتكار التكنولوجي والتطبيق العملي، مما يؤكد تأثيره العميق على المجتمع والصناعة (ياسين ورشيد، ٢٠٢٣).

٤, ٣, ٢. خوارزميات الذكاء الاصطناعي وتحليلات البيانات: أدوات لحل المشكلات المعقدة

تشكل خوارزميات الذكاء الاصطناعي وتحليلات البيانات العمود الفقري للأنظمة الذكية، مما يتيح للآلات معالجة المعلومات وتحديد الأنماط واتخاذ قرارات مستنيرة. الخوارزميات عبارة عن مجموعات منظمة من التعليمات التي توجه معالجة البيانات وتحليلها، وترجمة المعلومات الخام إلى رؤى قابلة للتنفيذ (Shoaib et al., 2023).

في سياق تحليلات البيانات، تتفوق خوارزميات الذكاء الاصطناعي في التعامل مع مجموعات البيانات الكبيرة والمعقدة التي تتجاوز القدرات التحليلية البشرية. تعمل تقنيات مثل التجميع والتصنيف والانحدار واكتشاف الشذوذ على تمكين الأنظمة من استنباط علاقات واتجاهات ذات مغزى. هذه القدرات قيمة بشكل خاص في الزراعة، حيث توفر مصادر البيانات المتنوعة - بدءاً من صور الأقمار الصناعية إلى قراءات المستشعرات - معلومات عن القرارات الحاسمة (محسب، ٢٠٢٤).

تلعب خوارزميات التعلم الآلي، بما في ذلك التعلم الخاضع للإشراف وغير الخاضع للإشراف والتعلم التعزيزي، دوراً محورياً في حل المشكلات القائمة على البيانات. يستفيد التعلم الخاضع للإشراف من البيانات المصنفة لتدريب النماذج على مهام التنبؤ، في حين يكشف التعلم غير الخاضع للإشراف عن الهياكل المخفية في البيانات غير المصنفة. يركز التعلم التعزيزي على عمليات اتخاذ القرار، وتحسين الإجراءات بناءً على ردود الفعل (Shoaib et al., 2023).

تتجاوز التحليلات المتقدمة الرؤى الوصفية، حيث تقدم قدرات تنبؤية وتوجيهية تتوقع التحليلات التنبؤية الأحداث المستقبلية بناءً على البيانات التاريخية، بينما توصي التحليلات التوجيهية بالإجراءات المثلى لتحقيق النتائج المرجوة. هذه الوظائف جزء لا يتجزأ من الزراعة الدقيقة، مما يمكن المزارعين من تحسين جداول الزراعة وتخصيص الموارد وتدابير مكافحة الآفات (هند وزهرة، ٢٠٢٤).

يعزز دمج خوارزميات الذكاء الاصطناعي مع تحليلات البيانات تحولاً نموذجياً في كيفية معالجة الصناعات للتحديات من خلال الجمع بين الكفاءة الحسابية والدقة التحليلية، تفتح هذه التقنيات فرصاً للابتكار والكفاءة والاستدامة (نسرین وطارق، ٢٠٢٣).

٢,٣,١,٥. تقنيات المراقبة في الوقت الحقيقي في الذكاء الاصطناعي:

تمثل تقنيات المراقبة في الوقت الحقيقي حجر الزاوية لتطبيقات الذكاء الاصطناعي، حيث تقدم مراقبة مستمرة وتحليل للبيئات الديناميكية، تستفيد هذه الأنظمة من أجهزة الاستشعار والكاميرات وأجهزة إنترنت الأشياء لجمع البيانات، والتي تتم معالجتها بعد ذلك بواسطة خوارزميات الذكاء الاصطناعي لتوليد رؤى قابلة للتنفيذ (محسب، ٢٠٢٤).

في الزراعة وإدارة الثروة الحيوانية، تعالج المراقبة في الوقت الحقيقي تحديات مثل الإصابة بالآفات وتفشي الأمراض والتقلبات البيئية. تمكن الأدوات التي تعمل بالذكاء الاصطناعي أصحاب المصلحة من اكتشاف الشذوذ والتنبؤ بالمخاطر وتنفيذ التدخلات في الوقت المناسب، مما يقلل الخسائر ويحسن الإنتاجية (Hammad et al., 2023).

تتضمن أمثلة تقنيات المراقبة في الوقت الحقيقي أنظمة المراقبة القائمة على الطائرات بدون طيار، وأجهزة الاستشعار القابلة للارتداء للماشية، ومحطات الطقس الآلية. توفر هذه الأدوات معلومات دقيقة ومحدثة، مما يعزز الوعي بالموقف ودقة اتخاذ القرار (Rahman & Ravi, 2022).

تكمن قيمة المراقبة في الوقت الحقيقي في قدرتها على توقع التغييرات والاستجابة لها بشكل استباقي. من خلال تحديد التهديدات المحتملة في وقت مبكر، يمكن لأصحاب المصلحة تنفيذ تدابير مستهدفة للتخفيف من المخاطر، وضمان مرونة واستدامة الأنظمة الزراعية (Christakakis et al., 2024).

مع استمرار تقدم تقنيات الذكاء الاصطناعي، أصبحت أنظمة المراقبة في الوقت الفعلي على أهبة الاستعداد للعب دور محوري متزايد الأهمية في تحويل الصناعات. ويؤكد تكاملها مع تحليلات البيانات والتعلم الآلي والأتمتة على إمكانات الذكاء الاصطناعي في دفع الابتكار والكفاءة في البيئات المعقدة والديناميكية (Sara et al., 2021).

٢,٣,١,٦. أنظمة دعم القرار المدعومة بالذكاء الاصطناعي:

أحدث الذكاء الاصطناعي ثورة في أنظمة دعم القرار، حيث غير الطريقة التي تتعامل بها المنظمات مع عملية اتخاذ القرار الاستراتيجي. تستفيد هذه الأنظمة من النمذجة التنبؤية والمحاكاة لتوفير رؤى قابلة للتنفيذ، وتمكين القادة من توقع النتائج وتحسين الاستراتيجيات. في الزراعة، تدمج أنظمة دعم القرار المدعومة بالذكاء الاصطناعي البيانات من مصادر متنوعة مثل أنماط المناخ وظروف التربة وصحة المحاصيل للتوصية بتدخلات دقيقة. من خلال تجميع مجموعات البيانات المعقدة، تسهل هذه الأدوات اتخاذ قرارات مستنيرة واستباقية، مما يقلل من عدم اليقين ويعزز الإنتاجية (Christakakis et al., 2024).

إن القدرات التنبؤية لأنظمة دعم القرار المدعومة بالذكاء الاصطناعي ذات قيمة خاصة في إدارة المخاطر. على سبيل المثال، تقوم خوارزميات التعلم الآلي بتحليل البيانات التاريخية للتنبؤ بتفشي الآفات أو انتشار الأمراض، مما يسمح لأصحاب المصلحة بتنفيذ تدابير وقائية في الوقت المناسب. تعمل المحاكاة على تعزيز هذه الأنظمة من خلال نمذجة السيناريوهات الافتراضية، مما يمكن صناع القرار من تقييم التأثير المحتمل للاستراتيجيات المختلفة. يعزز هذا النهج المرونة والقدرة على التكيف، وهو أمر بالغ الأهمية للتنقل بين التحديات الزراعية الديناميكية (Leybourne et al., 2024).

وتتمثل ميزة أخرى مهمة لأنظمة دعم القرار القائمة على الذكاء الاصطناعي في قدرتها على تخصيص التوصيات. فمن خلال النظر في العوامل الإقليمية والبيئية المحددة، تقدم هذه الأنظمة حلولاً مخصصة تعالج ظروفًا فريدة. على سبيل المثال، يمكن للذكاء الاصطناعي أن يوصي بأصناف المحاصيل المناسبة للمناخات المحلية أو اقتراح جداول الري بناءً على بيانات الطقس في الوقت الفعلي. ولا يعمل هذا المستوى من التخصيص على تحسين استخدام الموارد فحسب، بل يدعم أيضاً ممارسات الزراعة المستدامة (Baerdemaeker et al., 2023).

كما تساهم أنظمة دعم القرار القائمة على الذكاء الاصطناعي في التعاون وتبادل المعرفة. وتمكن المنصات القائمة على السحابة أصحاب المصلحة المتعددين من الوصول إلى مجموعات البيانات المشتركة وتحليلها، وتعزيز الجهود المنسقة في معالجة القضايا المعقدة. وهذا النهج التعاوني ضروري لمعالجة التحديات العالمية مثل الأمن الغذائي وتغير المناخ، لأنه يعزز تبادل الخبرات والموارد (Leybourne et al., 2024).

وعلى الرغم من مزاياها، تواجه أنظمة دعم القرار القائمة على الذكاء الاصطناعي تحديات، بما في ذلك الحاجة إلى بيانات عالية الجودة وواجهات سهلة الاستخدام. ويعد ضمان دقة البيانات واكتمالها أمراً بالغ الأهمية للتنبؤات الموثوقة، في حين أن الواجهات البديهية ضرورية لتسهيل التبني بين المستخدمين غير الفنيين. وسيكون معالجة هذه التحديات محورياً في تعظيم إمكانات أنظمة دعم القرار القائمة على الذكاء الاصطناعي (Baerdemaeker et al., 2023).

٢,٣,١,٧. الأتمتة في الذكاء الاصطناعي: تبسيط العمليات عبر القطاعات

الأتمتة هي حجر الزاوية للذكاء الاصطناعي، حيث توفر فرصاً غير مسبوقة لتعزيز الكفاءة والاتساق عبر الصناعات. من خلال أتمتة المهام الروتينية، يقلل الذكاء الاصطناعي من الاعتماد على العمل اليدوي، ويقلل الأخطاء، ويسرع العمليات. في الزراعة، تلعب الأتمتة دوراً محورياً في تبسيط العمليات مثل الزراعة والري والحصاد، مما يمكن المزارعين من التركيز على أنشطة أكثر استراتيجية (Dhamanda et al., 2021).

تتمثل إحدى الفوائد الرئيسية للأتمتة التي يقودها الذكاء الاصطناعي في قدرتها على التعامل مع المهام المتكررة والمستهلكة للوقت بدقة. تؤدي الأنظمة الآلية، مثل الحصادات الآلية والرشاشات التي تعمل بالطائرات بدون طيار،

وظائف كانت تتطلب عمالة كثيفة تقليدياً، مما يقلل بشكل كبير من تكاليف التشغيل. كما تضمن هذه التقنيات الجودة المتسقة، حيث تعمل بدون تعب أو خطأ بشري، مما يوفر نتائج موثوقة (Baerdemaeker et al., 2023).

في سياق الزراعة وإدارة الثروة الحيوانية، تمتد الأتمتة إلى عمليات المراقبة والتدخل. على سبيل المثال، تتعقب أجهزة الاستشعار والكاميرات التي تعمل بالذكاء الاصطناعي صحة النبات والحيوان باستمرار، مما يؤدي إلى استجابات آلية للشذوذ المكتشف. إن هذا النهج الاستباقي يقلل من الخسائر ويحسن استخدام الموارد، مما يساهم في الممارسات الزراعية المستدامة (Tzachor, 2020).

كما تعمل الأتمتة على تعزيز قابلية التوسع، مما يسمح للعمليات بالتوسع دون زيادات متناسبة في العمالة أو البنية الأساسية. على سبيل المثال، تعمل البيوت الزجاجية التي تعمل بالذكاء الاصطناعي على أتمتة التحكم في المناخ والري وتوصيل العناصر الغذائية، مما يتيح الإنتاج على نطاق واسع مع الحد الأدنى من التدخل البشري. إن قابلية التوسع هذه حاسمة بشكل خاص في معالجة الطلب العالمي على الغذاء، لأنها تدعم النمو الفعال والمستدام (Kariyanna & Sowjanya, 2024).

ومع ذلك، فإن التنبؤ الواسع النطاق للأتمتة ليس خالياً من التحديات. فقد تعيق المخاوف مثل زوال الوظائف، وتكاليف الاستثمار الأولية المرتفعة، والحاجة إلى الخبرة الفنية تنفيذه. ويتطلب معالجة هذه القضايا نهجاً متوازناً يؤكد على رفع مهارات القوى العاملة وضمان الوصول العادل إلى التكنولوجيا، وتعزيز التكامل المتناغم للأتمتة عبر القطاعات (González-Rodríguez et al., 2024).

٨, ١, ٣, ٢. تكامل تقنيات الذكاء الاصطناعي: بناء أنظمة بيئية شاملة

يخلق تكامل تقنيات الذكاء الاصطناعي المختلفة حلولاً تآزرية تعالج التحديات المعقدة ومتعددة الأوجه. من خلال الجمع بين أدوات مثل التعلم الآلي ومعالجة اللغة الطبيعية والرؤية الحاسوبية، تقدم أنظمة الذكاء الاصطناعي نهجاً شاملاً لحل المشكلات. في الزراعة، تعمل هذه الأنظمة المتكاملة على تعزيز الإنتاجية والاستدامة والمرونة من خلال معالجة جوانب متنوعة من الزراعة وإدارة الثروة الحيوانية (Sparrow et al., 2021).

تتفوق أنظمة الذكاء الاصطناعي في تجميع البيانات من مصادر متعددة لتوفير رؤى شاملة. على سبيل المثال، يمكن دمج صور الأقمار الصناعية وتوقعات الطقس وأجهزة استشعار التربة لتطوير حلول زراعية دقيقة. يسمح هذا

التقارب لأصحاب المصلحة بمراقبة وإدارة الأنظمة الزراعية بشكل شامل، وتحسين كل مرحلة من مراحل الإنتاج (Guo et al., 2023).

كما يدعم التشغيل البيئي لتقنيات الذكاء الاصطناعي الاستجابات التكيفية والديناميكية للظروف المتغيرة. على سبيل المثال، تمكن أنظمة المراقبة في الوقت الفعلي المتكاملة مع التحليلات التنبؤية المزارعين من اكتشاف تفشي الآفات أو تقلبات الطقس والاستجابة لها على الفور. إن هذه القدرة على التكيف ضرورية للحفاظ على الاستقرار في البيئات غير المتوقعة، وخاصة في المناطق المعرضة لتقلبات المناخ (Murmu et al., 2024).

إن التعاون هو ميزة أخرى للأنظمة البيئية المتكاملة للذكاء الاصطناعي. حيث تعمل المنصات القائمة على السحابة على تسهيل تبادل البيانات وتحليلها بين أصحاب المصلحة، وتعزيز حل المشكلات الجماعية. وتمكن هذه المنصات الباحثين والمزارعين وصناع السياسات من الاستفادة من الأفكار المشتركة، ودفع الابتكار والكفاءة. إن الإمكانيات التعاونية للأنظمة البيئية للذكاء الاصطناعي قيمة بشكل خاص في معالجة التحديات العالمية مثل الأمن الغذائي وإدارة الموارد المستدامة (Gryshova et al., 2024).

على الرغم من فوائدها، فإن دمج تقنيات الذكاء الاصطناعي يطرح تحديات، بما في ذلك قضايا التوافق والحاجة إلى حوكمة قوية للبيانات. يتطلب ضمان التكامل السلس التوحيد القياسي والتشغيل البيئي والأطر الأخلاقية لحماية خصوصية البيانات وأمنها. وسيكون التغلب على هذه العقبات ضروريًا لإطلاق العنان للإمكانيات الكاملة للأنظمة البيئية للذكاء الاصطناعي عبر الصناعات (Mohr & Kühl, 2021).

٩، ٣، ٢. الاعتبارات والتحديات الأخلاقية في تطبيقات الذكاء الاصطناعي:

مع انتشار الذكاء الاصطناعي بشكل متزايد، تتطلب الاعتبارات والتحديات الأخلاقية المحيطة بتنفيذه اهتمامًا بالغ الأهمية. إن القضايا مثل التحيز والشفافية والمساءلة لها آثار كبيرة على الاستخدام العادل والمسؤول لتقنيات الذكاء الاصطناعي. إن معالجة هذه المخاوف أمر بالغ الأهمية لتعزيز الثقة وضمان تقاسم فوائد الذكاء الاصطناعي عبر المجتمع (Issa et al., 2021).

إن أحد التحديات الأخلاقية الأساسية في الذكاء الاصطناعي هو احتمال التحيز في الخوارزميات. يمكن أن ينشأ التحيز من بيانات التدريب التي تعكس التفاوتات المجتمعية القائمة، مما يؤدي إلى نتائج تمييزية. على سبيل المثال،

يمكن أن تؤدي مجموعات البيانات المتحيزة في التطبيقات الزراعية إلى تخصيص غير متكافئ للموارد أو استبعاد المجتمعات المهمشة. إن ضمان تنوع البيانات والإنصاف أمر ضروري للتخفيف من هذه المخاطر وتعزيز التنمية الشاملة (García-Avilés, 2020).

الشفافية هي مصدر قلق رئيسي آخر، حيث تعمل خوارزميات الذكاء الاصطناعي غالبًا كـ "صناديق سوداء" ذات قابلية محدودة للتفسير. إن الانتقال إلى فهم كيفية توليد أنظمة الذكاء الاصطناعي للتنبؤات أو القرارات يمكن أن يقوض الثقة والمساءلة. إن تطوير نماذج الذكاء الاصطناعي القابلة للتفسير والتي توفر رؤى حول عمليات صنع القرار أمر ضروري لتعزيز الشفافية وثقة المستخدم (ياسين ورشيد، ٢٠٢٣).

إن المساءلة في تنفيذ الذكاء الاصطناعي تتضمن تحديد الأطراف المسؤولة عن نتائج النظام. ومع تزايد استقلالية أنظمة الذكاء الاصطناعي، أصبح تحديد المسؤولية عن الأخطاء أو العواقب غير المقصودة أكثر تعقيدًا. إن وضع إرشادات وأطر قانونية واضحة أمر ضروري لمعالجة قضايا المساءلة وضمان النشر الأخلاقي (نسرين وطارق، ٢٠٢٣).

إن خصوصية البيانات وأمنها يشكلان تحديات إضافية في تطبيقات الذكاء الاصطناعي. إن جمع ومعالجة كميات هائلة من البيانات يثير المخاوف بشأن الوصول غير المصرح به وإساءة الاستخدام والانتهاكات. إن تنفيذ سياسات حوكمة البيانات القوية وتدابير التشفير أمر بالغ الأهمية لحماية المعلومات الحساسة والحفاظ على ثقة الجمهور (غرابه، ٢٠٢٤).

إن التغلب على هذه التحديات الأخلاقية يتطلب نهجًا متعدد الأطراف يشمل صناع السياسات وخبراء التكنولوجيا والمستخدمين النهائيين، وستكون الجهود التعاونية لوضع إرشادات أخلاقية وأطر تنظيمية وأفضل الممارسات مفيدة في تشكيل مستقبل الذكاء الاصطناعي كقوة من أجل الخير (منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، ٢٠٢٠).

١.١، ٢، ٣. الاتجاهات المستقبلية والابتكارات في مجال الذكاء الاصطناعي:

يتميز مستقبل الذكاء الاصطناعي بالاتجاهات والابتكارات المثيرة التي تعد بإعادة تعريف الصناعات وتحسين الحياة، ومن المتوقع أن تعمل التقنيات الناشئة مثل الحوسبة الكمومية والذكاء الاصطناعي التوليدي والحوسبة

الطرفية على توسيع قدرات أنظمة الذكاء الاصطناعي، وفتح إمكانيات جديدة للابتكار وحل المشكلات (سياري وجبلي، ٢٠٢٣).

الحوسبة الكمومية بقوتها الحسابية التي لا مثيل لها، لديها القدرة على إحداث ثورة في الذكاء الاصطناعي من خلال حل المشكلات المعقدة التي يصعب حلها حاليًا. ومن المتوقع أن تستفيد التطبيقات في التحسين والتشفير واكتشاف المواد بشكل كبير من هذا التآزر، مما يسرع التقدم في مجالات تتراوح من الرعاية الصحية إلى الزراعة (منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، ٢٠٢٠).

يمثل الذكاء الاصطناعي التوليدي المتمثل في نماذج مثل GPT، ابتكارًا تحويليًا آخر. تعمل هذه النماذج على إنشاء المحتوى ومحاكاة السيناريوهات وتوليد الأفكار، وتقديم حلول جديدة لصناعات مثل الترفيه والتعليم والتصميم. في الزراعة، يمكن للذكاء الاصطناعي التوليدي محاكاة أنماط نمو المحاصيل في ظل ظروف مختلفة، مما يساعد في التخطيط وتخصيص الموارد (Rejeb et al., 2022).

وتكتسب الحوسبة الحافة أيضًا زخمًا تكنولوجيًا تكميلية للذكاء الاصطناعي. فمن خلال معالجة البيانات محليًا على الأجهزة بدلاً من الاعتماد فقط على الخوادم المركزية، تعمل الحوسبة الحافة على تعزيز السرعة والكفاءة والخصوصية. وهذه القدرة قيمة بشكل خاص في البيئات النائية أو المحدودة الموارد، حيث يجب أن تعمل تطبيقات الذكاء الاصطناعي في الوقت الفعلي بشكل موثوق (Gryshova et al., 2024).

وتمثل أنظمة الذكاء الاصطناعي التعاوني، التي تؤكد على التفاعل بين الإنسان والآلة، اتجاهًا واعدًا آخر. وتستفيد هذه الأنظمة من نقاط القوة لدى كل من البشر والذكاء الاصطناعي، وتعزز الشراكات التي تعزز عملية اتخاذ القرار والإبداع والكفاءة. وفي الزراعة، يمكن للذكاء الاصطناعي التعاوني تمكين المزارعين من الجمع بين خبراتهم ورؤى الذكاء الاصطناعي، وتحسين النتائج مع الحفاظ على المعرفة التقليدية (سوداني، ٢٠٢٢).

ومع استمرار تطور تقنيات الذكاء الاصطناعي، فإن معالجة التحديات مثل قابلية التوسع والاعتبارات الأخلاقية وإمكانية الوصول ستكون ضرورية. ومن خلال تعزيز الابتكار مع الحفاظ على المعايير الأخلاقية، فإن الذكاء الاصطناعي لديه القدرة على دفع التنمية المستدامة وتحسين نوعية الحياة في جميع أنحاء العالم (فايزة، ٢٠٢١).

٢,٣,٢. القسم الثاني: الإطار النظري للمتغير التابع (فعالية إدارة المخاطر)

٢,٣,٢,١. المقدمة:

إن إدارة المخاطر تشكل حجر الزاوية للممارسات المستدامة في الزراعة والثروة الحيوانية، حيث تعمل على معالجة حالة عدم اليقين التي تهدد الإنتاجية والربحية والاستدامة البيئية. وهي تشمل تدابير استباقية لتحديد وتقييم وتخفيف المخاطر المحتملة، وضمان مرونة هذه القطاعات الحيوية. وفي الزراعة، تحمي إدارة المخاطر الفعالة من العوامل المتقلبة مثل تغير المناخ، وإصابات الآفات، وتقلبات السوق، والتي يمكن أن تدمر سبل العيش والأمن الغذائي (Tzachor, 2020).

يواجه قطاعا الزراعة والثروة الحيوانية تحديات فريدة تتطلب استراتيجيات مخصصة لإدارة المخاطر. تتطلب أنماط الطقس غير المتوقعة، وندرة الموارد، والتهديدات البيولوجية مثل الآفات والأمراض، مناهج ديناميكية وتكيفية. ولا تعمل إدارة المخاطر في هذه المجالات على حماية الإنتاج فحسب، بل إنها تعزز أيضاً الاستقرار الاقتصادي، وتمكن المزارعين وأصحاب المصلحة من اتخاذ قرارات مستنيرة وسط حالة عدم اليقين (Hammad et al., 2023).

لقد أحدث دمج التقنيات المتقدمة، بما في ذلك الذكاء الاصطناعي، ثورة في مناهج إدارة المخاطر التقليدية. توفر أدوات مثل المراقبة في الوقت الفعلي، والتحليلات التنبؤية، والتدخلات الآلية قدرات غير مسبوقة لتوقع المخاطر ومعالجتها بشكل فعال. ومن خلال الاستفادة من هذه الابتكارات، يمكن للقطاع الزراعي أن ينتقل من الإدارة التفاعلية إلى الإدارة الاستباقية، مما يعزز المرونة الشاملة (Dhamanda et al., 2021).

وفي سياق مكة المكرمة، بالمملكة العربية السعودية، تحمل إدارة المخاطر أهمية خاصة بسبب توافقها مع أهداف رؤية ٢٠٣٠. وتؤكد الرؤية على الاستدامة والابتكار والتنويع الاقتصادي، مما يجعل إدارة المخاطر القوية عنصراً أساسياً لتحقيق هذه الأهداف. وتتطلب الزراعة، باعتبارها قطاعاً رئيسياً في المنطقة، استراتيجيات تدمج الممارسات الحديثة مع الظروف المحلية (غرابه، ٢٠٢٤).

ويتناول هذا القسم الإطار النظري للمتغير التابع، فعالية إدارة المخاطر، من خلال فحص أسسه المفاهيمية وتطوره التاريخي وتطبيقاته الاستراتيجية. ويسلط التحليل الضوء على دوره الحاسم في معالجة التحديات والاستفادة من الفرص، وخاصة في السعي لتحقيق أهداف رؤية ٢٠٣٠.

٢,٣,٢,٢. التعريف المفاهيمي ونطاق إدارة المخاطر:

تتضمن إدارة المخاطر في جوهرها تحديد وتقييم وتخفيف التهديدات المحتملة لتحقيق الأهداف المرجوة. إنها عملية منهجية تشمل التخطيط والتنفيذ والمراقبة والتكيف مع عدم اليقين، وضمان الاستقرار والمرونة. في الزراعة، تمتد إدارة المخاطر إلى حماية المحاصيل والثروة الحيوانية والموارد من التهديدات المتنوعة التي تعرض الإنتاجية وسبل العيش للخطر (Baerdemaeker et al., 2023).

إن نطاق إدارة المخاطر في الزراعة والثروة الحيوانية واسع، ويشمل مجالات مختلفة مثل المخاطر البيئية والاقتصادية والتشغيلية. تشمل المخاطر البيئية الظروف الجوية السيئة والجفاف والفيضانات، والتي تؤثر بشكل مباشر على صحة المحاصيل والثروة الحيوانية. تتضمن المخاطر الاقتصادية تقلبات السوق وتقلبات الأسعار واختلافات تكلفة المدخلات، مما يؤثر على الربحية والاستدامة (Sparrow et al., 2021).

تمثل المخاطر البيولوجية جانبًا بالغ الأهمية آخر، حيث تشكل الآفات والأمراض والأنواع الغازية تهديدات كبيرة للأنظمة الزراعية. تعالج إدارة المخاطر الفعالة هذه التحديات من خلال الإدارة المتكاملة للآفات وبرامج التطعيم وأنظمة مراقبة الأمراض. وتعمل هذه التدابير على الحد من نقاط الضعف وتعزيز القدرة على الاستجابة للمخاطر الناشئة. ويؤكد الإطار المفاهيمي لإدارة المخاطر على طبيعته الديناميكية، التي تتطلب التقييم المستمر والتكيف مع الظروف المتغيرة. وهو يدمج استراتيجيات متنوعة، من الممارسات التقليدية إلى التقنيات المتطورة، مما يخلق نهجًا شاملاً يتماشى مع السياقات الزراعية والإقليمية المحددة. وتضمن هذه القدرة على التكيف أهميتها وفعاليتها في مختلف البيئات (Baerdemaeker et al., 2023).

٢,٣,٢,٣. السياق التاريخي لممارسات إدارة المخاطر في الزراعة:

لقد تطورت ممارسات إدارة المخاطر في الزراعة بشكل كبير بمرور الوقت، مما يعكس التقدم في المعرفة والتكنولوجيا وأولويات المجتمع. تاريخيًا، اعتمد المزارعون على الأساليب التقليدية مثل تناوب المحاصيل والزراعة المختلطة ومكافحة الآفات الطبيعية للتخفيف من المخاطر. شكلت هذه الممارسات، المتجذرة في المعرفة المحلية والفهم البيئي، أساس المرونة الزراعية (محسب، ٢٠٢٤).

كانت الثورة الصناعية بمثابة نقطة تحول، حيث قدمت المكننة والمدخلات الكيميائية التي حولت إدارة المخاطر الزراعية. مكنت الأسمدة والمبيدات الحشرية وأنظمة الري من زيادة الإنتاجية وتقليل التعرض للقيود البيئية. ومع ذلك، جلبت هذه التطورات أيضًا مخاطر جديدة، مثل تدهور التربة ومقاومة المواد الكيميائية واختلال التوازن البيئي، مما استلزم اتباع مناهج إدارة أكثر تطورًا (Tzachor, 2020).

شهد أواخر القرن العشرين تحولًا نموذجيًا مع ظهور الإدارة المتكاملة للآفات والزراعة المستدامة. أكدت هذه الأساليب على التوازن البيئي، وتقليل المدخلات الكيميائية مع تعزيز آليات الدفاع الطبيعية. وقد ركزت المناقشات على الاستدامة في التعامل مع المخاطر طويلة الأجل، وموازنة الإنتاجية مع الحفاظ على البيئة (Dhamanda et al., 2021).

وقد أدت الابتكارات التكنولوجية في القرن الحادي والعشرين إلى إحداث ثورة في إدارة المخاطر في الزراعة. فقد سمحت الزراعة الدقيقة، التي مكنتها أنظمة تحديد المواقع العالمية وأجهزة الاستشعار والطائرات بدون طيار، للمزارعين بمراقبة وإدارة الموارد بدقة غير مسبوقة. وقد أدت هذه الأدوات إلى تقليل النفايات وتحسين المدخلات وتعزيز الإنتاجية، مما أدى إلى تخفيف المخاطر البيئية والاقتصادية (Baerdemaeker et al., 2023).

في السنوات الأخيرة، برز الذكاء الاصطناعي كعامل تغيير، حيث يدمج تحليلات البيانات والمراقبة في الوقت الفعلي وأنظمة دعم القرار للتنبؤ بالمخاطر والتخفيف منها. ويمثل اعتماد تقنيات الذكاء الاصطناعي أحدث مرحلة في التطور التاريخي لإدارة المخاطر الزراعية، مما يوفر إمكانات تحويلية لمعالجة التحديات المعاصرة (Sparrow et al., 2021).

٢،٣،٤. فئات ومصادر المخاطر في الزراعة والثروة الحيوانية:

تواجه الأنظمة الزراعية والثروة الحيوانية عددًا لا يحصى من المخاطر، والتي تصنف على نطاق واسع إلى تهديدات بيئية وبيولوجية واقتصادية. كل فئة تقدم تحديات فريدة تتطلب استراتيجيات إدارة مستهدفة لضمان الاستقرار والإنتاجية (فايزة، ٢٠٢١).

المخاطر البيئية، بما في ذلك تغير المناخ، والأحداث الجوية المتطرفة، والكوارث الطبيعية، لها تأثير عميق على الزراعة. الجفاف والفيضانات وتقلبات درجات الحرارة تعطل جداول الزراعة، وتقلل من الغلة، وتزيد من تكاليف

الإنتاج. يتطلب معالجة هذه المخاطر ممارسات مقاومة للمناخ، مثل أنظمة الري الموفرة للمياه وأصناف المحاصيل المقاومة للجفاف (Leybourne et al., 2024).

تشمل المخاطر البيولوجية الآفات والأمراض والأنواع الغازية التي تهدد صحة المحاصيل والثروة الحيوانية. يمكن أن تنتشر هذه المخاطر بسرعة، مما يتسبب في خسائر كبيرة إذا لم تتم إدارتها بشكل فعال. تعد الإدارة المتكاملة للآفات، وبرامج التطعيم، وأنظمة مراقبة الأمراض أدوات حاسمة للتخفيف من التهديدات البيولوجية (Gryshova et al., 2024).

تشمل المخاطر الاقتصادية تقلبات السوق، وتقلبات تكاليف المدخلات، والوصول إلى الائتمان. يؤثر عدم استقرار الأسعار على الربحية، في حين أن ارتفاع تكاليف البذور والأسمدة وموارد العلف يؤدي إلى إجهاد المزارعين. تشمل استراتيجيات إدارة المخاطر في هذه الفئة الزراعة التعاقدية، والتأمين على المحاصيل، وتنويع مصادر الدخل لتقليل الاعتماد على السلع الفردية (Tzachor, 2020).

من خلال فهم فئات ومصادر المخاطر، يمكن لأصحاب المصلحة تطوير استراتيجيات شاملة تعالج التهديدات الفورية والضعف على المدى الطويل. يضمن هذا النهج الشامل مرونة واستدامة الأنظمة الزراعية، وخاصة في مناطق مثل مكة المكرمة، المملكة العربية السعودية، حيث تلعب الزراعة دورًا حيويًا في تحقيق أهداف رؤية ٢٠٣٠ (محسب، ٢٠٢٤).

٢,٣,٢,٥. استراتيجيات وأطر عمل لإدارة المخاطر الفعالة:

تعتمد إدارة المخاطر الفعالة في الزراعة على مزيج من الممارسات التقليدية والابتكارات التكنولوجية والأطر الاستراتيجية. وتهدف هذه الأساليب إلى التخفيف من المخاطر مع تعزيز الإنتاجية والاستدامة، ومعالجة التحديات الفورية والطويلة الأجل (سليم، ٢٠٢٢).

وتتمثل إحدى الاستراتيجيات الرئيسية في التنويع، الذي يقلل من الاعتماد على المحاصيل الفردية أو أنواع الماشية. ومن خلال زراعة مجموعة متنوعة من المحاصيل أو دمج الماشية مع إنتاج المحاصيل، يمكن للمزارعين أن يخففوا من الخسائر الناجمة عن تقلبات السوق أو المخاطر البيئية. كما يعمل التنويع على تعزيز مرونة النظام البيئي، مما يساهم في ممارسات الزراعة المستدامة (منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، ٢٠٢٠).

لقد أدت الابتكارات التكنولوجية، وخاصة الذكاء الاصطناعي، إلى تحويل إدارة المخاطر في الزراعة. توفر الأدوات التي تعمل بالذكاء الاصطناعي، مثل التحليلات التنبؤية وأنظمة المراقبة في الوقت الفعلي، رؤى قابلة للتنفيذ تمكن من التدخلات الاستباقية. على سبيل المثال، تحلل خوارزميات الذكاء الاصطناعي بيانات الطقس وظروف التربة ونشاط الآفات للتوصية بجدول الزراعة المثلى وتدابير مكافحة الآفات (Dhamanda et al., 2021).

تلعب أنظمة التأمين والأدوات المالية أيضًا دورًا حاسمًا في إدارة المخاطر الاقتصادية. إن تأمين المحاصيل، على سبيل المثال، يعوض المزارعين عن الخسائر الناجمة عن الكوارث الطبيعية، مما يوفر شبكة أمان تضمن الاستقرار المالي. كما أن الوصول إلى فرص الائتمان والاستثمار يدعم إدارة المخاطر من خلال تمكين المزارعين من تبني التقنيات والممارسات الحديثة (Baerdemaeker et al., 2023).

وتعمل الأطر التعاونية، مثل الشراكات بين القطاعين العام والخاص والمبادرات المجتمعية، على تعزيز إدارة المخاطر من خلال تجميع الموارد والخبرات. وتسهل هذه الأطر تبادل المعرفة وبناء القدرات والاستجابات المنسقة للتحديات الناشئة. ومن خلال تعزيز التعاون، يمكن لأصحاب المصلحة تطوير حلول متكاملة تعالج تعقيدات المخاطر الزراعية (Dhamanda et al., 2021).

إن دمج هذه الاستراتيجيات في إطار متماسك لإدارة المخاطر يضمن نهجًا شاملاً يعالج التحديات المتنوعة. ومن خلال موازنة الابتكار مع الممارسات التقليدية، يمكن لأصحاب المصلحة بناء أنظمة زراعية مرنة تتوافق مع أهداف الاستدامة الإقليمية والعالمية (Sparrow et al., 2021).

٢,٣,٢,٦. إدارة المخاطر مركيزة أساسية لتحقيق أهداف رؤية ٢٠٣٠:

تعتبر إدارة المخاطر مكونًا أساسيًا لرؤية ٢٠٣٠، حيث تدعم أهدافها في التنوع الاقتصادي والاستدامة والابتكار. وفي مكة المكرمة، المملكة العربية السعودية، تلعب الإدارة الفعالة للمخاطر الزراعية والحيوانية دورًا حاسمًا في تحقيق هذه الأهداف، وضمان الأمن الغذائي والحفاظ على البيئة (منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، ٢٠٢٠).

أحد الجوانب الرئيسية لرؤية ٢٠٣٠ هو تعزيز الممارسات الزراعية المستدامة. تتماشى إدارة المخاطر مع هذا الهدف من خلال تقليل هدر الموارد، والحد من التدهور البيئي، وتعزيز القدرة على الصمود في مواجهة تغير

المناخ. على سبيل المثال، تساهم أنظمة الري الموفرة للمياه والإدارة المتكاملة للآفات في الزراعة المستدامة مع التخفيف من المخاطر البيئية (سوداني، ٢٠٢٢).

يرتبط التنوع الاقتصادي، وهو ركيزة أخرى من ركائز رؤية ٢٠٣٠، ارتباطاً وثيقاً بإدارة المخاطر القوية. من خلال الحد من نقاط الضعف وتعزيز الإنتاجية، تمكن استراتيجيات إدارة المخاطر القطاع الزراعي من المساهمة في النمو الاقتصادي والاستقرار. كما تعمل تدفقات الدخل المتنوعة، التي تيسرها أنظمة التأمين على المحاصيل والثروة الحيوانية، على دعم المرونة الاقتصادية بشكل أكبر (سياري وجبلي، ٢٠٢٣).

إن الابتكار وتبني التكنولوجيا يشكلان عنصرين أساسيين في رؤية ٢٠٣٠، كما تعمل إدارة المخاطر كمنصة لدمج الأدوات المتقدمة. وتوضح الحلول التي تعمل بالذكاء الاصطناعي، مثل التحليلات التنبؤية وأنظمة المراقبة في الوقت الفعلي، الإمكانات التحويلية للتكنولوجيا في معالجة التحديات الزراعية. وتعمل هذه الابتكارات على تعزيز الكفاءة والحد من الخسائر ودعم اتخاذ القرارات القائمة على الأدلة (هند وزهرة، ٢٠٢٤).

في مكة المكرمة، لا يعالج تطبيق استراتيجيات إدارة المخاطر الفعالة التحديات المحلية فحسب، بل يعمل أيضاً كنموذج للتنمية المستدامة. ومن خلال التوافق مع أهداف رؤية ٢٠٣٠، تساهم ممارسات إدارة المخاطر في بناء قطاع زراعي مرن ومزدهر، ودعم الأهداف طويلة الأجل للمنطقة في الاستدامة الاقتصادية والاجتماعية والبيئية (محمد، ٢٠٢٣).

٢,٣,٣. القسم الثالث: ربط استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي بفعالية إدارة المخاطر

٢,٣,٣,١. المقدمة:

يمثل دمج تطبيقات الذكاء الاصطناعي في أطر إدارة المخاطر نهجاً تحويلياً للتخفيف من حدة التهديدات في قطاعي الزراعة والثروة الحيوانية. تكمن إمكانات الذكاء الاصطناعي في قدرته على معالجة كميات هائلة من البيانات، وتوفير رؤى في الوقت الفعلي، ودعم اتخاذ القرار، وأتمتة المهام. يساهم كل بُعد من أبعاد المتغير المستقل - تحليلات البيانات، والمراقبة في الوقت الفعلي، وأنظمة دعم القرار، والأتمتة - بشكل مباشر في تعزيز فعالية إدارة المخاطر (ياسين ورشيد، ٢٠٢٣).

تعتبر الأدوات التي تعمل بالذكاء الاصطناعي ذات صلة خاصة في سياق إدارة الآفات النباتية وأمراض الحيوان. تفرض هذه التهديدات تحديات كبيرة على الاستدامة والإنتاجية الزراعية، وتتطلب تدخلات استباقية ودقيقة. من خلال الاستفادة من الذكاء الاصطناعي، يمكن لأصحاب المصلحة تحديد المخاطر في وقت مبكر، ونشر حلول مستهدفة، وتقليل الخسائر، وبالتالي دعم الأهداف العامة لإدارة المخاطر (نسرين وطارق، ٢٠٢٣).

في مكة المكرمة، المملكة العربية السعودية، تتوافق هذه التطبيقات بشكل وثيق مع أهداف رؤية ٢٠٣٠. تؤكد الرؤية على الابتكار والاستدامة والتنويع الاقتصادي، وكلها مدعومة بممارسات إدارة المخاطر التي يقودها الذكاء الاصطناعي. وتمكن هذه التقنيات القطاع الزراعي من تبني مناهج حديثة تعزز المرونة والكفاءة، وتعالج التحديات الفريدة التي تواجهها المنطقة (منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، ٢٠٢٠). ويستكشف هذا القسم الترابط بين تطبيقات الذكاء الاصطناعي وفعالية إدارة المخاطر. ويبحث في كيفية مساهمة كل بُعد من أبعاد الذكاء الاصطناعي في تحديد المخاطر وتقييمها وتخفيف منها، مع التأكيد على دورها في تحقيق أهداف رؤية ٢٠٣٠. ومن خلال فهم هذه الروابط، يمكن لأصحاب المصلحة تحسين استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي لإنشاء أنظمة زراعية مستدامة ومرنة.

٢,٣,٣,٢. دور تحليلات البيانات في تعزيز فعالية إدارة المخاطر:

تلعب تحليلات البيانات، وهي أحد الأبعاد الأساسية للذكاء الاصطناعي، دورًا محوريًا في إدارة المخاطر من خلال تحويل البيانات الخام إلى رؤى قابلة للتنفيذ. في الزراعة والثروة الحيوانية، تمكن أصحاب المصلحة من تحديد الأنماط وتقييم نقاط الضعف والتنبؤ بالمخاطر المحتملة بدقة عالية (Rahman & Ravi, 2022).

تساعد التحليلات التنبؤية المدعومة بالذكاء الاصطناعي في التنبؤ بتفشي الآفات وانتشار الأمراض والتهديدات البيئية. على سبيل المثال، تحلل الخوارزميات بيانات الطقس التاريخية وظروف التربة ونشاط الآفات للتنبؤ بالإصابات أو تفشي الأمراض. تسمح هذه الرؤى بالتدخلات في الوقت المناسب، مما يقلل من احتمالية حدوث أضرار واسعة النطاق وخسائر اقتصادية (Sara et al., 2021).

وعلاوة على ذلك، تسهل تحليلات البيانات تقييم المخاطر من خلال تحديد المناطق عالية الخطورة والسكان المعرضين للخطر. من خلال دمج البيانات من مصادر مختلفة - مثل صور الأقمار الصناعية وأجهزة الاستشعار

الميدانية وتقارير السوق - توفر أنظمة الذكاء الاصطناعي نظرة عامة شاملة لعوامل الخطر. وهذا يمكن المزارعين وصناع القرار من تحديد أولويات الموارد بشكل فعال، واستهداف المناطق التي تتطلب اهتمامًا فوريًا (Hammad et al., 2023).

وفي إطار رؤية ٢٠٣٠، تدعم تحليلات البيانات الممارسات الزراعية المستدامة من خلال تعزيز كفاءة الموارد. على سبيل المثال، يمكن لأنظمة الذكاء الاصطناعي تحسين استخدام المياه، وتطبيق الأسمدة، وتدابير مكافحة الآفات، والحد من النفايات والتأثير البيئي. ويتمشى هذا مع أهداف الرؤية المتمثلة في تعزيز الابتكار والاستدامة في القطاع الزراعي (منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، ٢٠٢٠).

٢,٣,٣. المراقبة في الوقت الحقيقي كأداة للكشف الاستباقي عن المخاطر:

توفر تقنيات المراقبة في الوقت الحقيقي المدعومة بالذكاء الاصطناعي قدرات لا مثيل لها للكشف عن المخاطر والاستجابة لها فور ظهورها. تجمع هذه الأنظمة باستمرار البيانات من أجهزة الاستشعار والطائرات بدون طيار والأجهزة الأخرى وتحللها، مما يوفر رؤية فورية حول صحة المحاصيل والثروة الحيوانية (Sara et al., 2021). في إدارة آفات النباتات وأمراض الحيوانات، تمكن المراقبة في الوقت الحقيقي من الكشف المبكر عن الشذوذ. على سبيل المثال، يمكن للأدوات التي تعمل بالذكاء الاصطناعي تحديد الأنماط غير العادية في نمو النبات أو سلوك الماشية، والإشارة إلى مشاكل محتملة مثل الإصابة أو المرض. يسمح الكشف المبكر بالتدخلات السريعة، ومنع تصعيد التهديدات وتقليل الخسائر (Christakakis et al., 2024).

كما تعمل المراقبة في الوقت الحقيقي على تعزيز الوعي الظرفي من خلال توفير تحديثات مستمرة حول الظروف البيئية. تتبع أنظمة الذكاء الاصطناعي المتغيرات مثل درجة الحرارة والرطوبة ورطوبة التربة، والتي تؤثر على انتشار الآفات والأمراض. من خلال ربط هذه العوامل، تساعد أدوات المراقبة أصحاب المصلحة في توقع المخاطر وتنفيذ التدابير الوقائية (Kariyanna & Sowjanya, 2024).

هذه التقنيات مفيدة بشكل خاص في مناطق مثل مكة، حيث يمكن أن تكون الظروف الزراعية صعبة. ومن خلال تمكين الكشف الاستباقي عن المخاطر، يدعم الرصد في الوقت الفعلي أهداف رؤية المنطقة ٢٠٣٠ لبناء أنظمة

زراعية مرنة ومستدامة. كما أنه يمكن المزارعين من التصرف بسرعة، مما يضمن استقرار وإنتاجية عملياتهم (González-Rodríguez et al., 2024).

٢,٣,٣,٤. أنظمة دعم القرار للتخفيف الاستراتيجي من المخاطر:

تعمل أنظمة دعم القرار المدعومة بالذكاء الاصطناعي على تعزيز عملية اتخاذ القرار الاستراتيجي من خلال تقديم توصيات تستند إلى الأدلة. تقوم هذه الأنظمة بتحليل مجموعات البيانات المعقدة ومحاكاة السيناريوهات وتوليد الحلول المثلى لإدارة المخاطر في الزراعة والثروة الحيوانية (Guo et al., 2023).

تتمثل إحدى المزايا الرئيسية لأنظمة دعم القرار المدعومة بالذكاء الاصطناعي في قدرتها على معالجة كميات هائلة من المعلومات وتقديم رؤى قابلة للتنفيذ. على سبيل المثال، يمكن لهذه الأنظمة أن توصي بأكثر تدابير مكافحة الآفات فعالية بناءً على مستويات الإصابة الحالية وتوقعات الطقس وظروف المحاصيل. وهذا يقلل من عدم اليقين ويمكن أصحاب المصلحة من اتخاذ قرارات مستنيرة (Murmu et al., 2024).

النمذجة التنبؤية هي ميزة أخرى مهمة لأنظمة دعم القرار المدعومة بالذكاء الاصطناعي. من خلال محاكاة سيناريوهات مختلفة، تساعد هذه الأنظمة أصحاب المصلحة في تقييم النتائج المحتملة لاستراتيجيات مختلفة. على سبيل المثال، يمكن لنظام دعم القرار نمذجة تأثير إدخال صنف جديد من المحاصيل المقاومة للآفات أو تنفيذ برنامج تطعيم للماشية. وهذا يدعم التخطيط الطويل الأجل والتخفيف من المخاطر (غرابه، ٢٠٢٤).

يمتد دور أنظمة دعم القرار إلى ما هو أبعد من المزارع الفردية إلى المستويات الإقليمية والوطنية. ومن خلال تجميع البيانات من مصادر متعددة، توفر هذه الأنظمة لصناع السياسات رؤى حول الاتجاهات والتحديات الأوسع نطاقاً. وهذا يسهل تطوير السياسات والتدخلات المستهدفة التي تتماشى مع أهداف رؤية ٢٠٣٠ في تعزيز الابتكار والمرونة (منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، ٢٠٢٠).

٥,٣,٢. الأتمتة وتأثيرها على الحد من المخاطر:

تعمل الأتمتة التي تعمل بالذكاء الاصطناعي على تحويل عمليات إدارة المخاطر من خلال تبسيط المهام والحد من الخطأ البشري. في الزراعة والثروة الحيوانية، تتعامل الأنظمة الآلية مع الأنشطة الروتينية والتي تتطلب عمالة كثيفة، مما يحرر الموارد لمبادرات أكثر استراتيجية (Shoaib et al., 2023).

أحد التطبيقات المهمة للأتمتة هو إدارة الآفات والأمراض. تعمل الأنظمة التي تعمل بالذكاء الاصطناعي على أتمتة اكتشاف المناطق المتضررة ومعالجتها، باستخدام الطائرات بدون طيار أو الرشاشات الآلية لتطبيق المبيدات الحشرية أو الأسمدة بدقة. وهذا يقلل من النفقات، ويقلل التكاليف، ويعزز فعالية التدخلات (Baerdemaeker et al., 2023).

تلعب أنظمة المراقبة الآلية أيضاً دوراً حاسماً في الحفاظ على الإشراف المستمر على العمليات الزراعية. على سبيل المثال، تتعقب الأجهزة التي تعمل بالذكاء الاصطناعي باستمرار الظروف البيئية، وصحة الماشية، ونمو المحاصيل، وتنبيه أصحاب المصلحة إلى المخاطر المحتملة. وهذا يقلل من الاعتماد على عمليات التفتيش اليدوية، والتي يمكن أن تستغرق وقتاً طويلاً وعرضة للأخطاء (Sparrow et al., 2021).

وعلاوة على ذلك، تعمل الأتمتة على تعزيز قابلية التوسع، مما يتيح للعمليات واسعة النطاق إدارة المخاطر بكفاءة. في مناطق مثل مكة، حيث يجب أن توازن الأنشطة الزراعية بين الإنتاجية والاستدامة، توفر الأتمتة حلاً قابلاً للتطبيق. من خلال تحسين العمليات وتقليل عدم الكفاءة، فإنها تدعم أهداف رؤية ٢٠٣٠ للتنمية المستدامة والمبتكرة (Mohr & Kühl, 2021).

٦,٣,٢. دمج أبعاد الذكاء الاصطناعي لإدارة المخاطر الشاملة:

إن دمج أبعاد الذكاء الاصطناعي المختلفة - تحليلات البيانات، والمراقبة في الوقت الفعلي، وأنظمة دعم القرار، والأتمتة - يخلق نهجاً تآزرياً لإدارة المخاطر. يعالج هذا الإطار الشامل تعقيدات المخاطر الزراعية، ويوفر حلاً شاملاً تعزز المرونة والكفاءة (Issa et al., 2021).

يشكل تحليل البيانات الأساس لهذا التكامل من خلال توليد رؤى تساعد في المراقبة واتخاذ القرار في الوقت الفعلي. على سبيل المثال، تعمل النماذج التنبؤية المستمدة من تحليلات البيانات على توجيه أنظمة المراقبة في تحديد المناطق عالية الخطورة وإعطاء الأولوية للتدخلات. يضمن هذا النهج المترابط أن تساهم كل أداة من أدوات الذكاء الاصطناعي في استراتيجية موحدة لإدارة المخاطر (García-Avilés, 2020).

تعمل الأتمتة على تضخيم فعالية هذا الإطار من خلال تنفيذ المهام بدقة وتناسق. من خلال أتمتة التدخلات مثل تطبيق المبيدات الحشرية والري، تعمل أنظمة الذكاء الاصطناعي على تعزيز الكفاءة الإجمالية لعمليات إدارة المخاطر. يقلل هذا التكامل من التكرار، ويحسن استخدام الموارد، ويقلل من احتمالية حدوث أخطاء (Gryshova et al., 2024).

ومن خلال الجمع بين هذه الأبعاد، يمكن لأصحاب المصلحة تطوير أطر قوية لإدارة المخاطر تعالج التهديدات المباشرة والتحديات طويلة الأجل. ويتماشى هذا النهج الشامل مع أهداف رؤية ٢٠٣٠ في تعزيز الابتكار والاستدامة والمرونة في القطاع الزراعي في مكة (Rejeb et al., 2022).

٢,٣,٣,٧. تطبيقات الذكاء الاصطناعي ومساهمتها في أهداف رؤية ٢٠٣٠:

تساهم تطبيقات الذكاء الاصطناعي بشكل كبير في رؤية ٢٠٣٠ من خلال تعزيز الممارسات الزراعية المستدامة وتعزيز قدرات إدارة المخاطر. تتماشى هذه التقنيات مع ركائز الرؤية المتمثلة في الابتكار والتنوع الاقتصادي والاستدامة البيئية، ومعالجة التحديات الفريدة التي يواجهها القطاع الزراعي في مكة (Leybourne et al., 2024).

تتمثل إحدى المساهمات الرئيسية للذكاء الاصطناعي في قدرته على تحسين استخدام الموارد والحد من النفايات والتأثير البيئي. على سبيل المثال، توصي الأدوات التي تعمل بالذكاء الاصطناعي باستخدام دقيق للمياه والأسمدة، مما يضمن إدارة فعالة للموارد. وهذا يدعم هدف رؤية ٢٠٣٠ المتمثل في التنمية المستدامة، وموازنة الإنتاجية مع الحفاظ على البيئة (Dhamanda et al., 2021).

كما يعزز الذكاء الاصطناعي المرونة الاقتصادية من خلال التخفيف من المخاطر وتعزيز الإنتاجية. من خلال تمكين الكشف المبكر عن الآفات والأمراض، تعمل أنظمة المراقبة في الوقت الفعلي على تقليل الخسائر وتحسين

الربحية. وهذا يتماشى مع التركيز على الرؤية على التنويع الاقتصادي، وتمكين المزارعين من المساهمة في النمو الإقليمي (Baerdemaeker et al., 2023).

بالإضافة إلى معالجة التحديات الفورية، تعمل تقنيات الذكاء الاصطناعي على وضع القطاع الزراعي في مكة كنموذج للابتكار والاستدامة. ومن خلال دمج الأدوات والممارسات المتقدمة، يمكن لأصحاب المصلحة تحقيق أهداف رؤية ٢٠٣٠ على المدى الطويل، وإنشاء نظام بيئي زراعي مرن ومزدهر (سياري وجبلي، ٢٠٢٣).

٢,٣,٣,٨. التحديات والفرص في ربط الذكاء الاصطناعي بإدارة المخاطر:

في حين يوفر الذكاء الاصطناعي إمكانيات تحويلية، فإن دمجها في أطر إدارة المخاطر يواجه العديد من التحديات. تشكل تكاليف التنفيذ المرتفعة، والخبرة الفنية المحدودة، وقضايا إمكانية الوصول إلى البيانات حواجز كبيرة، وخاصة في المناطق النامية (نسرين وطارق، ٢٠٢٣).

وعلى الرغم من هذه التحديات، فإن الفرص المتاحة لتعزيز إدارة المخاطر من خلال الذكاء الاصطناعي هائلة. إن التقدم في التكنولوجيا، إلى جانب زيادة الوعي بفوائدها، يخلق بيئة مواتية للتبني. يمكن للمبادرات التعاونية، مثل الشراكات بين القطاعين العام والخاص، معالجة فجوات التكلفة والمعرفة، مما يسهل نشر حلول الذكاء الاصطناعي (سياري وجبلي، ٢٠٢٣).

من خلال التغلب على هذه التحديات، يمكن لأصحاب المصلحة إطلاق العنان للإمكانيات الكاملة للذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر. إن التكامل الناجح لهذه التقنيات لن يعالج المخاطر الزراعية المباشرة فحسب، بل سيساهم أيضاً في تحقيق الأهداف الشاملة لرؤية ٢٠٣٠، مما يضمن مستقبلاً مستداماً ومرناً للقطاع الزراعي في مكة (هند وزهرة، ٢٠٢٤).

الفصل الثالث

منهجية الدراسة

تعتمد منهجية البحث في هذه الدراسة على نهج مختلط الأساليب، يجمع بين كل من التقنيات الكمية والنوعية لتوفير تحليل شامل لدور تطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر الزراعية في مكة المكرمة، المملكة العربية السعودية. يتضمن المكون الكمي للدراسة توزيع استبيان منظم مصمم لإشراك أصحاب المصلحة الرئيسيين في القطاع الزراعي، بما في ذلك المزارعين والخبراء الزراعيين وصناع السياسات. يهدف الاستبيان إلى جمع البيانات الرقمية حول تصورات وتجارب هؤلاء أصحاب المصلحة فيما يتعلق باستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في إدارة الآفات النباتية وأمراض الحيوان. سيتم تحليل هذه البيانات للإجابة على أسئلة البحث واختبار الفرضيات المقترحة.

يتم إجراء الجزء النوعي من الدراسة من خلال مراجعة واسعة للأدبيات، والتي تدرس الأبحاث الحالية حول تطبيقات الذكاء الاصطناعي في الزراعة، وخاصة في إدارة المخاطر. توفر هذه المراجعة فهماً سياقياً وتحدد الثغرات في المعرفة الحالية، مما يساعد في صياغة أسئلة البحث ومنهجية الدراسة. يستخدم البحث أسلوباً تحليلياً وصفيًا لتجميع وتفسير كل من البيانات الكمية والنوعية. ومن خلال الجمع بين البيانات الأولية من الاستبيان والبيانات الثانوية من مراجعة الأدبيات، تضمن المنهجية استكشافاً شاملاً للموضوع وتعزز موثوقية وصحة نتائج الدراسة.



الشكل (١-٣) نموذج تصميم متغيرات البحث

٣, ٣. مجتمع البحث:

يضم مجتمع البحث في هذه الدراسة مجموعة متنوعة من المهنيين العاملين في قطاعي الزراعة والصحة الحيوانية في مكة المكرمة، المملكة العربية السعودية. تتكون هذه المجموعة من خبراء زراعيين ومهندسين وأطباء بيطريين وفنيين وعمال متخصصين في إدارة آفات النباتات وأمراض الحيوانات. يلعب هؤلاء الأفراد دورًا حاسمًا في المشهد الزراعي المحلي، وخاصة في إدارة المخاطر المتعلقة بصحة المحاصيل والثروة الحيوانية. إن خبراتهم ورؤاهم لا تقدر بثمن لفهم التحديات والفرص العملية المرتبطة بتطبيق الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر الزراعية في سياق مكة المكرمة.

٣, ٤. خصائص العينة:

سيتم اختيار العينة المشاركة في هذا البحث على أساس خصائص محددة ذات صلة بتركيز الدراسة على الآفات الزراعية وأمراض الحيوان. سيتم جمع المعلومات الديموغرافية مثل العمر والجنس والمستوى التعليمي لفهم

تنوع المشاركين. بالإضافة إلى ذلك، سيتم النظر في عدد سنوات الخبرة في إدارة الآفات الزراعية وأمراض الحيوان لضمان تمثيل العينة لمجموعة من الخبرات والمعرفة العملية. ستساعد هذه الخصائص في توفير رؤى حول وجهات نظر أصحاب المصلحة والمساهمة في دقة وأهمية نتائج البحث.

٣,٥. محددات حجم العينة:

يبلغ إجمالي القوى العاملة في الزراعة وتربية الحيوانات والدواجن وصيد الأسماك في مكة المكرمة ٩١,١٤٦ فرداً، وفقاً لأحدث مسح إحصائي (الهيئة العامة للإحصاء، ٢٠٢٤). لتحديد حجم العينة المناسب لهذا المجتمع، سيتم استخدام طريقة أخذ العينات العشوائية البسيطة، مما يضمن التمثيل المتساوي للمشاركين. سيتم حساب حجم العينة باستخدام معادلة (Krejcie and Morgan (1970)، والتي تُعرف على نطاق واسع بموثوقيتها الإحصائية في تحديد أحجام العينات لأحجام سكانية محددة. وكما أبرز (Gil-Lacruz et al. (2020، توفر هذه الصيغة طريقة قوية وفعالة لحساب حجم العينة المطلوب لضمان الدقة والتمثيل في البحث.

$$n = \frac{N \times Z^2 \times p \times q}{(N - 1) \times e^2 + Z^2 \times p \times q}$$

حيث أن:

n = حجم العينة المطلوب

N = حجم المجتمع

Z = (لمستوى ثقة ٩٥٪، فهو تقريباً ١,٩٦)

p = نسبة السكان (عادة ٥٠٪)

$q = (p - ١)$

e = هامش الخطأ (يفترض أنه ٥٪، أو ٠,٠٥)

وبالتعويض في المعادلة نجد مايلي:

$$\frac{91,146 \times 1.96^2 \times 0.5 \times 0.5}{91,145 \times 0.05^2 + 1.96^2 \times 0.5 \times 0.5}$$

وبالتالي سيكون حجم العينة الناتج ٣٨٢,٥٥ أي ٣٨٣ شخصاً، أي يجب أن يشارك ٣٨٣ شخصاً على

الأقل في الاستبيان كعينة بحثية.

٣,٦. خطوات وأدوات جمع البيانات:

ستتبع عملية جمع البيانات لهذا البحث نهجاً منظماً، يشتمل على البيانات الثانوية والأولية. سيتم جمع البيانات الثانوية من خلال مراجعة شاملة للأدبيات، مع التركيز على الدراسات السابقة والأدبيات ذات الصلة باستخدام الذكاء الاصطناعي في إدارة الآفات الزراعية وأمراض الحيوان. سيوفر هذا أساساً نظرياً قوياً للبحث.

سيتم جمع البيانات الأولية باستخدام استبيان مصمم خصيصاً، والذي سيتكون من قسمين. سيحتوي القسم الأول على أربعة أسئلة ديموغرافية، تجمع معلومات أساسية عن الجنس والعمر والتحصيل التعليمي وسنوات الخبرة في المجال. تهدف هذه الأسئلة إلى فهم ملف المشاركين وخلفياتهم.

سيتكون القسم الثاني من ٣٠ سؤالاً مقدمة في شكل عبارات، باستخدام مقياس ليكرت من خمس نقاط لقياس مستوى اتفاق أو اختلاف المشاركين. سيتم تمثيل كل بُعد من أبعاد المتغير المستقل وعددها أربعة بأبعاد بخمسة أسئلة لكل بعد وبالتالي سيكون المتغير المستقل ممثلاً بالكامل في عشرين سؤالاً، أما المتغير التابع فسيتم تمثيله بعشرة أسئلة. ستقيم هذه الأسئلة تأثير تطبيقات الذكاء الاصطناعي على إدارة المخاطر الزراعية والحيوانية، وخاصة في مكة. سيتم إدارة الاستبيان عبر نماذج جوجل، حيث ستكون جميع الأسئلة إلزامية لضمان الحصول على إجابات شاملة ومنع فقدان البيانات.

٣,٧. خطوات وأدوات التحليل الإحصائي:

ستتبع عملية التحليل الإحصائي في هذا البحث نهجاً منظماً لضمان موثوقية وصلاحية البيانات. بعد استرداد الاستجابات من المشاركين، سيتم تصدير البيانات أولاً إلى ملف اكسل. سيتم إدخال التمثيلات الرقمية للبيانات في برنامج SPSS لمزيد من التحليل. سيسمح هذا بالمعالجة الإحصائية الدقيقة وتوليد نتائج ثابتة.

ستتضمن الخطوة الأولى في التحليل فحص الخصائص الديموغرافية للعينة. سيتم ذلك من خلال تحليل البيانات الديموغرافية التي تم جمعها في القسم الأول من الاستبيان، والتي تشمل الجنس والعمر والتحصيل التعليمي وسنوات الخبرة. سيتم تقديم هذه الخصائص في شكل جدول مع الرسوم البيانية المقابلة لتعزيز وضوح النتائج. سيساعد تحليل هذه البيانات في تحديد ما إذا كانت هذه العوامل تؤثر على الاستجابات المتعلقة بإدارة الآفات الزراعية وأمراض الحيوان وكيف تؤثر.

ستركز الخطوة الثانية على تقييم موثوقية وتناسق الاستبيان. سيتم اختبار الموثوقية من خلال حساب معامل ألفا كرونباخ للمجموعة الكاملة من عبارات الاستبيان في القسم الثاني. في البداية، سيتم حساب ألفا كرونباخ لكل بُعد من أبعاد المتغير المستقل، يليه المتغير المستقل الإجمالي، والمتغير التابع، والاستبيان بأكمله. سيتم عرض هذه المعاملات في جدول مخصص لتوفير نظرة ثاقبة على الاتساق الداخلي للاستبيان.

في الخطوة الثالثة، سيتم تحليل الاتجاهات العامة في استجابات المشاركين. سيتم مقارنة النتائج بجدول معياري محدد مسبقاً لتحديد الاتجاه العام للاستجابات. سيتضمن هذا حساب التكرارات والنسب المئوية لها والمتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية والتباينات لكل سؤال. سيتم تمثيل كل بُعد من أبعاد المتغير المستقل بمتوسط الدرجات للمجموعة المقابلة من الأسئلة الخمسة، بينما سيتم تمثيل المتغير التابع بمتوسط عشرة أسئلة. سيتم إنشاء جداول خاصة ومدرجات تكرارية لأبعاد المتغير المستقل والمتغير التابع والاستبيان الإجمالي لتوفير تمثيل مرئي لاتجاهات البيانات. ستكون هذه الخطوة حاسمة في الإجابة على أسئلة البحث.

الخطوة الرابعة تتضمن اختبار صحة فرضيات البحث من خلال حساب معامل ارتباط بيرسون، حيث سيساعد هذا التحليل في تحديد قوة واتجاه الارتباط بين كل بُعد من أبعاد المتغير المستقل والمتغير التابع، وسيتم عرض النتائج في مصفوفة ارتباط، والتي سيتم تضمينها في جدول مخصص لتوضيح العلاقات بين المتغيرات، وسيوفر هذا الدليل الإحصائي اللازم للتحقق من صحة الفرضيات المقترحة أو دحضها.

٣,٨. حدود الدراسة:

٣,٨,١. الحدود الزمانية:

إن الإطار الزمني لهذا البحث، والذي يركز على عام ٢٠٢٥، يحد من قدرة الدراسة على تفسير التغيرات طويلة الأجل في المجالات الزراعية والبيطرية. وقد لا تلتقط البيانات التي تم جمعها خلال هذا العام المحدد الاتجاهات المتطورة أو التقدم التكنولوجي أو التحولات في الممارسات التي قد تحدث في السنوات اللاحقة. ونظرًا لأن الدراسة مقيدة بفترة زمنية واحدة، فقد تعكس أي نتائج فقط الظروف والتحديات في ذلك العام المعين، وبالتالي منع تعميم النتائج على أطر زمنية أخرى أو تطورات مستقبلية. وقد يؤثر هذا الحد الزمني أيضًا على الأهمية المتصورة للنتائج بعد فترة البحث، مما يقلل من نطاق التنبؤات طويلة الأجل.

٣,٨,٢. الحدود المكانية:

يقتصر البحث على مكة، المملكة العربية السعودية، مما يحد من تعميم النتائج على مناطق أخرى، سواء داخل المملكة العربية السعودية أو على المستوى الدولي. وقد تختلف البيئة الزراعية والبيطرية الفريدة في مكة، والتي تشكلها الظروف المحلية مثل المناخ وأنواع المحاصيل وانتشار الأمراض، بشكل كبير عن تلك الموجودة في مدن أو دول أخرى. إن هذا القيد المكاني يعني أن النتائج قد لا تكون قابلة للتطبيق على مناطق جغرافية أخرى ذات سياقات بيئية واجتماعية واقتصادية مختلفة. وبالتالي، لا يمكن تفسير النتائج إلا في سياق ممارسات إدارة الأمراض الزراعية والحيوانية في مكة، مما يحد من إمكانية التعميمات الأوسع.

٣,٨,٣. الحدود البشرية:

تتكون عينة الدراسة من الخبراء والفنيين والعمال والمهندسين الزراعيين والأطباء البيطريين من مكة. وفي حين أن هؤلاء الأفراد يتمتعون بمعرفة عالية وذوي صلة بموضوع البحث، فإن حجم العينة وتكوينها قد لا يمثلان التنوع الكامل للمهنيين العاملين في المجالات الزراعية والبيطرية في المملكة العربية السعودية أو على مستوى العالم. وعلى هذا النحو، قد لا تلتقط الدراسة بشكل كامل وجهات نظر وتجارب أولئك الموجودين في مناطق أخرى أو أولئك الذين لديهم خلفيات مهنية أو خبرة مختلفة. ويؤكد هذا القيد على أهمية فهم النتائج في سياق القوى العاملة والخبرة المحلية، والتي قد لا تكون قابلة للتطبيق في أي مكان آخر.

٣,٨,٤. الحدود الموضوعية:

يركز البحث على العلاقة بين استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي وفعالية إدارة المخاطر في معالجة آفات النبات وأمراض الحيوان في مكة المكرمة، المملكة العربية السعودية. يشمل المتغير المستقل، استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي، أربعة أبعاد: تحليل البيانات، والمراقبة في الوقت الفعلي، وأنظمة دعم القرار، والأتمتة. تمثل هذه الأبعاد كيفية الاستفادة من تقنيات الذكاء الاصطناعي لتحليل البيانات، ومراقبة صحة النبات والحيوان، وتوفير دعم القرار لإدارة الآفات والأمراض، وأتمتة العمليات الرئيسية. يقيم المتغير التابع، فعالية إدارة المخاطر، مدى مساهمة تطبيقات الذكاء الاصطناعي في الحد من مخاطر آفات النبات وأمراض الحيوان وإدارتها، ودعم أهداف رؤية ٢٠٣٠ بشكل مباشر.

يقتصر البحث على هذه الأبعاد والمتغيرات المحددة، مما يعني أن العوامل مثل الظروف البيئية، أو القيود الاقتصادية، أو العوامل البشرية التي قد تؤثر على فعالية إدارة المخاطر لا تؤخذ في الاعتبار ضمن نطاق هذه الدراسة. وعلى هذا النحو، تقتصر نتائج هذا البحث على تأثير تطبيقات الذكاء الاصطناعي في سياق إدارة مخاطر الآفات والأمراض، وقد لا تكون قابلة للتطبيق على إعدادات أو تقنيات أخرى خارج هذا التركيز. ويضمن هذا التركيز الضيق فهماً عميقاً ومحددًا لدور الذكاء الاصطناعي في المنطقة المستهدفة، لكنه يحد من التعميم على سياقات أوسع في مجال الإدارة الزراعية أو إدارة الأمراض الحيوانية.

الفصل الرابع

الإطار التطبيقي

٤,١. المقدمة:

بدأت عملية التحليل بتوزيع ٤٠٠ استبيان عبر نماذج جوجل على عينة مختارة بعناية تمثل مجتمع البحث. وتم استرداد ٣٩٢ استبيانًا بنجاح، مما يعكس معدل استجابة مرتفع يؤكد استجابة وتعاون المشاركين. وتضمنت العينة مجموعة متنوعة من المهنيين العاملين في قطاعي الزراعة والصحة الحيوانية في مكة المكرمة، المملكة العربية السعودية. وشمل هؤلاء الأفراد خبراء زراعيين ومهندسين وأطباء بيطريين وفنيين وعمال متخصصين في إدارة آفات النباتات وأمراض الحيوان، مما يضمن أن البيانات التي تم جمعها تمثل السكان المستهدفين.

بمجرد استرداد الاستبيانات، تم تصدير البيانات إلى Microsoft Excel للمعالجة. وشمل ذلك تنظيف البيانات وتنظيمها وتنسيقها لإعدادها للتحليل الإحصائي. ثم تم استيراد البيانات المنظفة إلى برنامج التحليل الإحصائي SPSS للفحص التفصيلي. ركزت الخطوة الأولى على تحليل الخصائص الديموغرافية للمشاركين. قدم هذا التحليل الأولي رؤية قيمة حول تكوين العينة، مما يسلط الضوء على تنوع المشاركين وارتباطهم بأهداف البحث. وقد تم استخدام الجداول والرسوم البيانية لعرض هذه النتائج بوضوح، مع التأكيد على تأثيرها على نتائج الدراسة. ولضمان موثوقية وصلاحية الاستبيان، تم حساب معامل ألفا كرونباخ. وقد قامت هذه الخطوة بتقييم الاتساق الداخلي لعبارات الاستبيان، والتأكد من موثوقية الأداة وملاءمتها لتحقيق أهداف البحث. وقد تم عرض النتائج في جدول مفصل، مما يدل على قوة الاستبيان كأداة لجمع البيانات.

بعد ذلك، تم تحليل اتجاهات الرأي العام بين المشاركين. وتم حساب التكرارات والنسب المئوية لكل عبارة من عبارات الاستبيان، إلى جانب المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية والتباينات. وقد ساعدت هذه المقاييس في تمثيل الاستجابات فيما يتعلق بمتغيرات البحث وأبعادها. كما عزز استخدام الجداول التكرارية التفصيلية والمخططات البيانية من وضوح النتائج وسهولة الوصول إليها، مما جعل البيانات أكثر قابلية للتفسير.

وأخيرًا، تم استخدام معامل ارتباط بيرسون لفحص العلاقات بين متغيرات البحث، وقد تم تطوير مصفوفة ارتباط لتوضيح هذه الروابط. وقد سهلت هذه التحليلات بشكل جماعي إطارًا سلسًا للتحقق من الفرضيات وتوفير

نهج منظم لمعالجة أسئلة البحث وتحقيق أهداف الدراسة. وقد قدمت النتائج أساساً لصياغة توصيات شاملة تهدف إلى تحسين إدارة المخاطر في قطاعي الزراعة والصحة الحيوانية بما يتماشى مع أهداف رؤية ٢٠٣٠.

٢,٤. الإحصاءات الوصفية لعينة البحث:

يقدم الجدول التالي تفصيلاً للخصائص الديموغرافية لعينة البحث، والتي تألفت من ٣٩٢ مشاركاً من قطاعي الزراعة والصحة الحيوانية في مكة المكرمة، المملكة العربية السعودية. يتضمن الجدول بيانات عن الجنس والعمر والمستوى التعليمي وعدد سنوات الخبرة، مما يوفر نظرة شاملة على ملفات المشاركين. تعد هذه المتغيرات بالغة الأهمية لفهم وجهات نظر وخبرة المشاركين في إدارة آفات النباتات وأمراض الحيوان، وهو المحور الرئيسي لهذا البحث.

يوضح الجدول الخلفيات المتنوعة للعينة، مع التركيز على المستويات المختلفة من الخبرة والتعليم والتمثيل الديموغرافي التي تساهم في الدراسة. من خلال تحليل هذه الخصائص، يسعى البحث إلى استخلاص رؤى حول كيفية تأثير هذا التنوع على فعالية استراتيجيات إدارة المخاطر في القطاع. ستقدم الأقسام التالية تحليلاً مفصلاً للبيانات الديموغرافية وتداعياتها على هذه الدراسة، مع التركيز على التأثيرات الفعلية لهذه الخصائص على نتائج البحث.

الجدول (٤-١) خصائص العينة المشاركة في البحث

المتغيرات	المجموعات	التكرار	النسبة المئوية للتكرار
الجنس	ذكر	270	68.88
	أنثى	122	31.12
	المجموع	392	100
العمر	أقل من ٢٠ سنة	47	11.99
	من ٢١ إلى ٣٠ سنة	81	20.66
	من ٣١ إلى ٤٠ سنة	188	47.96
	من ٤١ إلى ٥٠ سنة	61	15.56
	من ٥١ إلى ٦٠ سنة	15	3.83
	المجموع	392	100
التحصيل العلمي	ثانوية عامة	48	12.20
	دبلوم متوسط	61	15.60
	بكالوريوس	235	59.90
	دبلوم عالي	28	7.10
	ماجستير	9	2.30
	دكتوراه	11	2.80
	المجموع	392	100
سنوات الخبرة	أقل من سنة	37	9.44
	من سنة إلى ٥ سنوات	70	17.86
	من ٥ سنوات إلى ١٠ سنوات	172	43.88
	من ١٠ سنوات إلى ١٥ سنة	98	25.00
	أكثر من ١٥ سنة	15	3.83
	المجموع	392	100

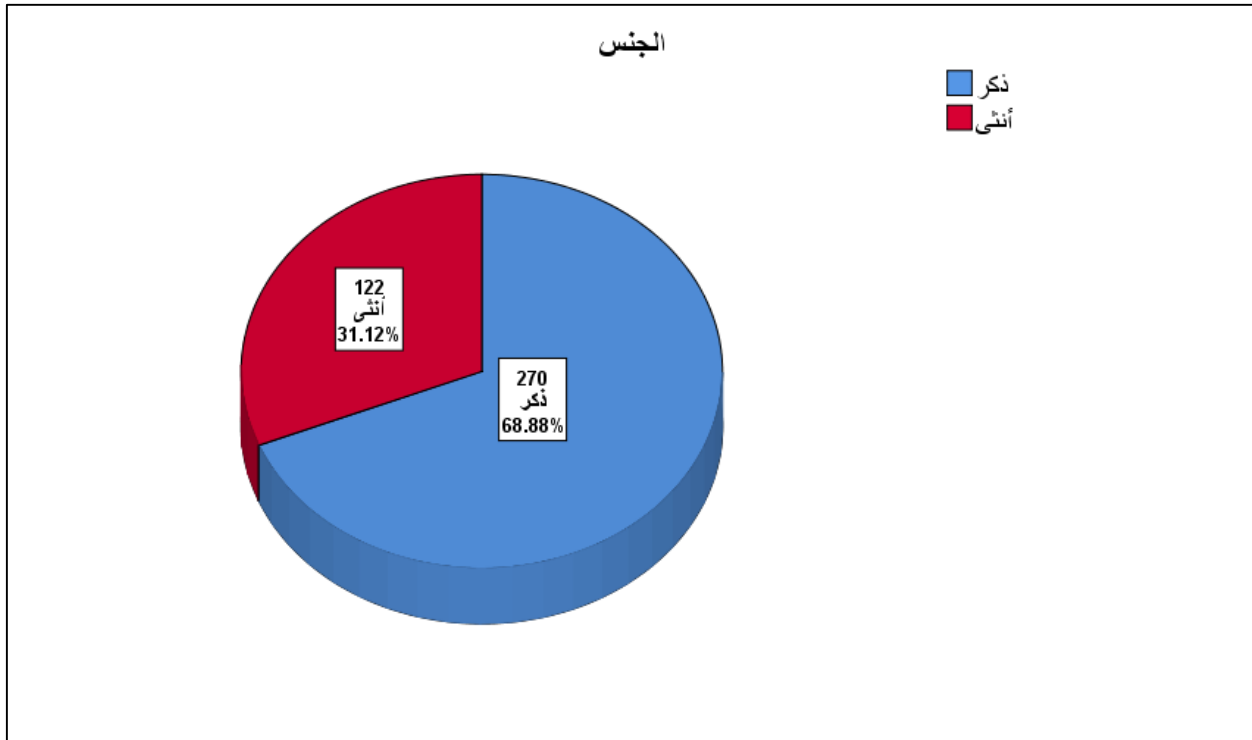
١, ٢, ٤. تحليل الجدول:

١, ٢, ٤. تحليل بيانات النوع:

أظهر التوزيع الجنساني للعينة أن ٦٨,٨٨% من المشاركين كانوا من الذكور (٢٧٠ فردًا)، بينما كانت نسبة الإناث ٣١,١٢% (١٢٢ فردًا). ويعكس هذا الاختلاف الكبير هيمنة الذكور التقليدية في قطاعي الزراعة والصحة الحيوانية في مكة. ومع ذلك، فإن وجود أكثر من ٣٠% من المشاركات الإناث يسلط الضوء على إدماج متزايد للنساء في هذه المجالات.

وقد أثر هذا التوزيع الجنساني بشكل مباشر على نتائج البحث من خلال تقديم منظور متوازن حول فعالية تطبيقات إدارة المخاطر القائمة على الذكاء الاصطناعي. قدم المشاركون الذكور، الذين غالبًا ما يشغلون أدوارًا تنطوي على العمل الميداني الفني، رؤى حول التحديات التشغيلية والتطبيقات العملية لأدوات إدارة المخاطر. كما ساهمت المشاركات الإناث، اللواتي من المحتمل أن يكون العديد منهن منخرطات في أدوار إدارية أو تحليلية أو

داعمة، بوجهات نظر دقيقة حول الجوانب التنظيمية والاستراتيجية لإدارة المخاطر. وقد أدى دمج هذه المنظورات إلى إثراء النتائج، مما يضمن فهمًا شاملاً للتحديات والحلول في القطاع. وفيما يلي المخطط التفصيلي لبيانات النوع والذي يوضح التكرارات والنسب المئوية بشكل أكثر تفصيلاً وأسهل للقراءة:



الشكل (٤-١) توزيع العينة بناءً على الجنس (النوع)

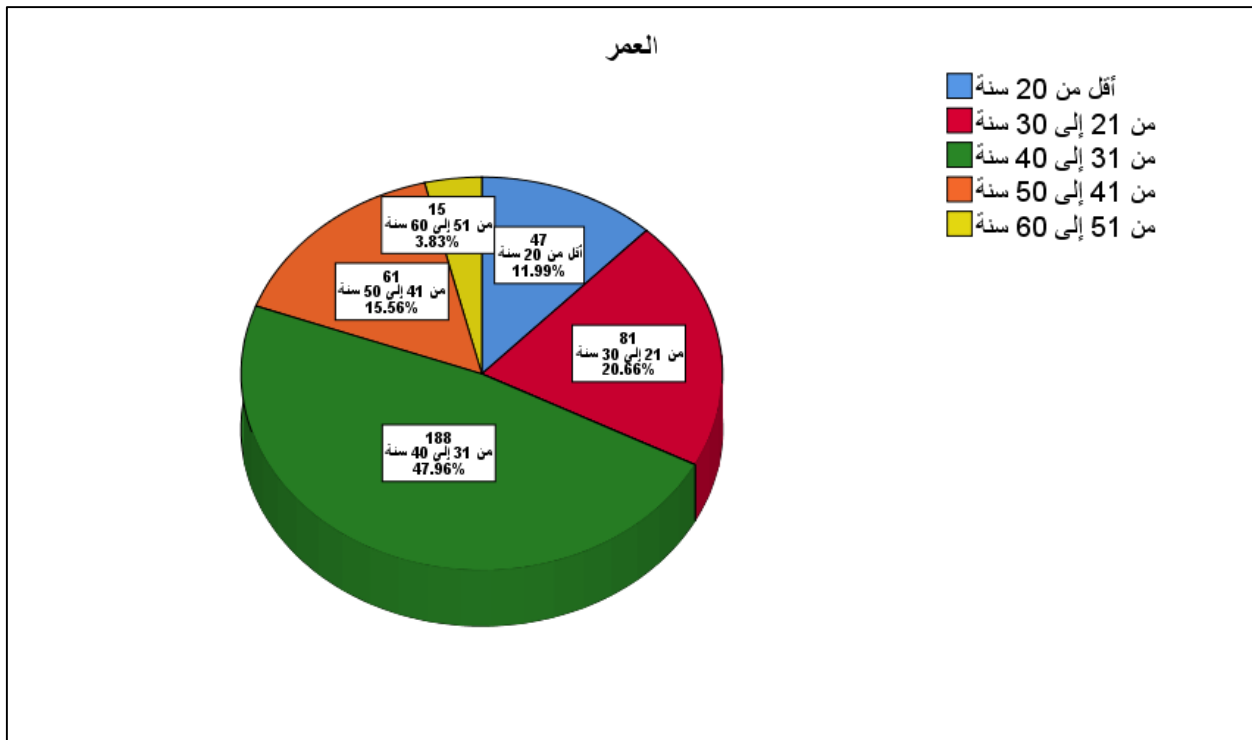
٢, ١, ٢, ٤. تحليل بيانات الأعمار:

أظهر توزيع الأعمار أن ما يقرب من نصف المشاركين (٤٧,٩٦%) تتراوح أعمارهم بين ٣١ و ٤٠ عامًا، يليهم ٢٠,٦٦% تتراوح أعمارهم بين ٢١ و ٣٠ عامًا. وكان عدد المشاركين الذين تقل أعمارهم عن ٢٠ عامًا (١١,٩٩%) والذين تزيد أعمارهم عن ٥٠ عامًا (٧,٦٦%) أقل تمثيلًا. ويعكس هذا التركيز من المهنيين في منتصف حياتهم المهنية اعتماد القطاع على الأفراد في ذروة إنتاجيتهم المهنية.

لقد أثرت هيمنة الفئة العمرية ٣١-٤٠ عامًا بشكل كبير على نتائج البحث من خلال جلب مزيج من الخبرة والطاقة إلى البيانات. وكان هؤلاء المشاركون غالبًا على دراية جيدة بالممارسات الحالية مع انفتاحهم على تبني حلول الذكاء الاصطناعي المبتكرة لإدارة المخاطر. وساهم المشاركون الأصغر سنًا بأفكار جديدة وقابلة للتكيف مع التقنيات الجديدة، في حين قدمت الفئات العمرية الأكبر سنًا سياقًا تاريخيًا حاسمًا ووجهات نظر طويلة الأجل.

وقد ضمن هذا التنوع العمري عدم انحراف نتائج البحث نحو أي وجهة نظر جيلية واحدة، مما عزز موثوقية النتائج.

والشكل التالي يوضح المزيد من التفاصيل:

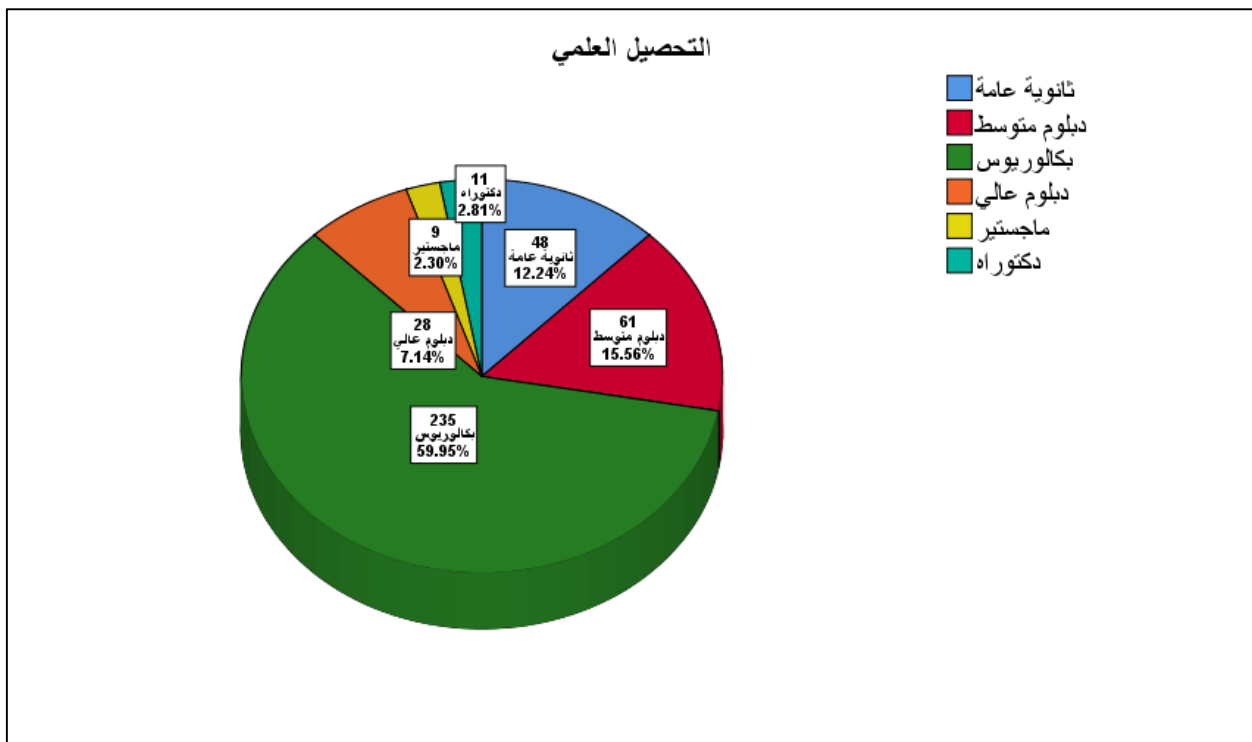


الشكل (٤-٢) توزيع العينة بناءً على العمر

٣, ١, ٢, ٤. تحليل بيانات التحصيل التعليمي:

أبرز التحصيل التعليمي للعينة أن ٥٩,٩٠% من المشاركين يحملون شهادات البكالوريوس، يليهم ١٥,٦٠% يحملون شهادات الدبلوم المتوسطة و ١٢,٢٠% يحملون مؤهلات المدرسة الثانوية. وكانت الدرجات المتقدمة أقل شيوعاً، حيث حصل ٧,١٠% على شهادات الدبلوم العليا، و ٢,٣٠% يحملون شهادات الماجستير، و ٢,٨٠% يحملون شهادات الدكتوراه.

لقد ضمن التمثيل القوي لحاملي شهادات البكالوريوس أن نتائج البحث كانت مبنية على أساس نظري قوي. ساهم المشاركون الحاصلون على شهادات متقدمة بمعرفة وخبرة متعمقة، وخاصة في المجالات المتخصصة مثل تحليل البيانات وتنفيذ الذكاء الاصطناعي. وعلى العكس من ذلك، جلب أولئك الحاصلون على مؤهلات المدرسة المتوسطة أو الثانوية خبرة تطبيقية وعملية. عزز هذا التنوع التعليمي البحث بشكل مباشر من خلال توفير فهم شامل للجوانب النظرية والعملية لإدارة المخاطر في القطاع. ويوضح الشكل التالي المزيد من التفاصيل الفنية:

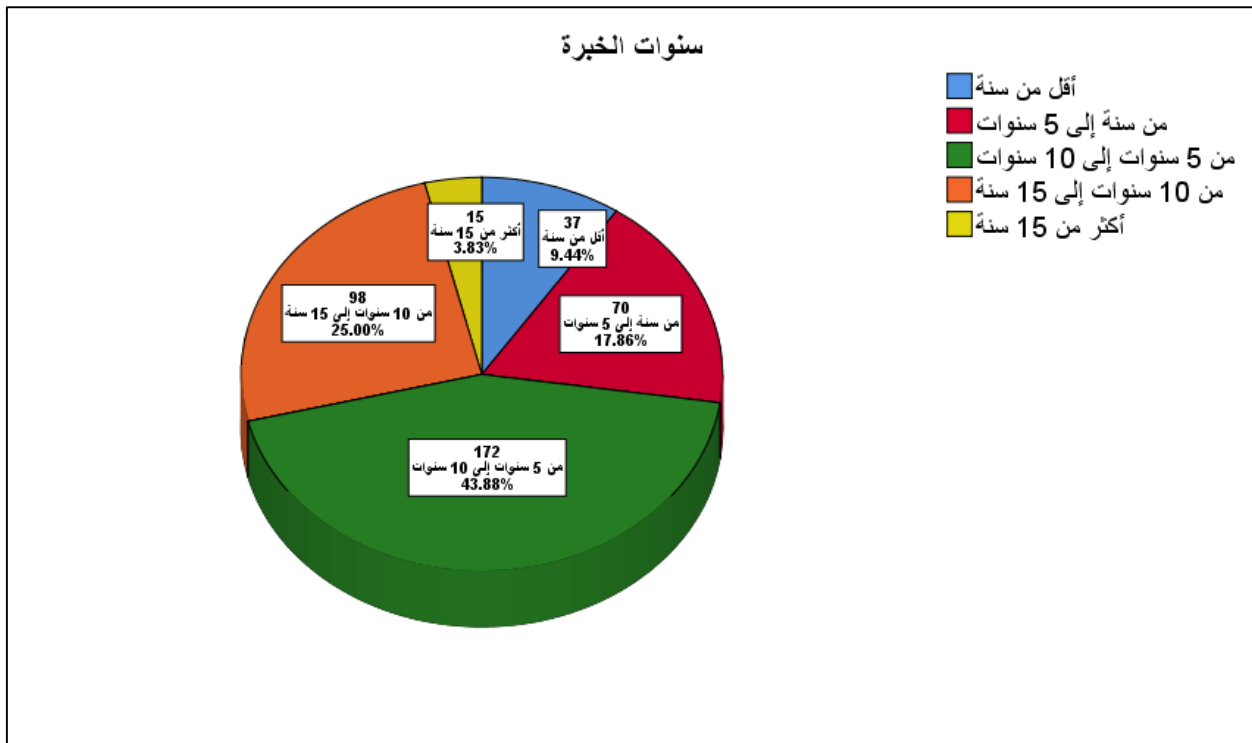


الشكل (٤-٣) توزيع العينة بناءً على التحصيل العلمي

٤, ١, ٢, ٤. تحليل بيانات سنوات الخبرة:

شكل المشاركون الذين تتراوح خبرتهم بين ٥ إلى ١٠ سنوات أكبر مجموعة (٤٣,٨٨%)، يليهم ٢٥.٠٠% ممن تتراوح خبرتهم بين ١٠ إلى ١٥ عامًا. وشكل أولئك الذين تقل خبرتهم عن عام واحد أو تزيد عن ١٥ عامًا نسبيًا أصغر، بنسبة ٩,٤٤% و ٣,٨٣% على التوالي.

أكد هذا التوزيع على التأثير الكبير للمهنيين من المستوى المتوسط على نتائج البحث. فقد سمحت خبرتهم الميدانية الواسعة بإجراء تقييم واقعي لفعالية أدوات الذكاء الاصطناعي في إدارة آفات النباتات وأمراض الحيوانات. كما قدم المشاركون الذين تتراوح خبرتهم بين ١٠ إلى ١٥ عامًا رؤى ممتدة حول التحديات والفرص طويلة الأجل التي يواجهها القطاع. وفي الوقت نفسه، ساهم أولئك الذين تقل خبرتهم عن عام واحد بمنظورات جديدة وسلطوا الضوء على إمكانية الوصول إلى تطبيقات الذكاء الاصطناعي للقادمين الجدد. وضمنت مستويات الخبرة المتنوعة أن الدراسة التقطت رؤية شاملة لاحتياجات القطاع وقدراته. وفيما يلي المخطط الذي يوضح مزيداً من التفاصيل:



الشكل (٤-٤) توزيع العينة بناءً على سنوات الخبرة

٤,٢,٢. آثار البيانات الديموغرافية:

كان للبيانات الديموغرافية عدة تأثيرات ملموسة على نتائج البحث. أولاً، أثر توزيع الجنس على الدراسة من خلال ضمان تمثيل كل من المنظورين التشغيلي والإستراتيجي. قدم المشاركون الذكور رؤى عملية حول التحديات على مستوى الميدان، في حين أثرت المشاركات التحليل بوجهات نظر تنظيمية وسياسية. ضمن هذا التنوع أن توصيات البحث كانت شاملة وقابلة للتطبيق على الأدوار المهنية المختلفة.

ثانياً، ضمن تنوع أعمار العينة أن تعكس النتائج توازناً بين الإبداع والخبرة. جلبت غلبة المهنيين في منتصف حياتهم المهنية تركيزاً عملياً على البحث، في حين ضمنّت مساهمات المشاركين الأصغر والأكبر سناً أن الدراسة تناولت كل من الاتجاهات الحالية والتحديات التاريخية. عزز هذا التوازن من قابلية تطبيق النتائج عبر مراحل مهنية مختلفة.

ثالثاً، ساهم التنوع التعليمي داخل العينة بشكل مباشر في عمق واتساع البحث. قدم الوجود القوي لحاملي درجة البكالوريوس أساساً نظرياً قوياً لتحليل أدوات الذكاء الاصطناعي، في حين قدم حاملو الدرجات المتقدمة خبرة متخصصة. وقد ضمن المشاركون الذين حصلوا على تعليم أقل رسمية عدم إغفال الرؤى العملية والتطبيقية، مما جعل نتائج البحث أكثر واقعية وقابلة للتنفيذ.

رابعاً، لعبت مستويات خبرة المشاركين دوراً حاسماً في تشكيل نتائج البحث. فقد ضمنت مساهمات المهنيين من المستوى المتوسط أن تكون النتائج ذات صلة بممارسات الصناعة الحالية، في حين سلطت وجهات نظر المشاركين الأقل خبرة الضوء على إمكانية الوصول إلى أدوات الذكاء الاصطناعي وسهولة استخدامها. كما قدم المشاركون ذوو الخبرة العالية سياقاً تاريخياً قيماً، مما مكن الدراسة من معالجة الاتجاهات والتحديات طويلة الأجل. أخيراً، ضمنت الخصائص الديموغرافية بشكل جماعي أن تكون نتائج البحث قوية وشاملة وتعكس الحقائق المتنوعة لقطاعي الزراعة والصحة الحيوانية في مكة. ومن خلال التقاط مجموعة واسعة من وجهات النظر، تمكنت الدراسة من تطوير توصيات دقيقة وعملية للاستفادة من أدوات الذكاء الاصطناعي لتعزيز فعالية إدارة المخاطر بما يتماشى مع أهداف رؤية ٢٠٣٠.

٣,٤. اختبارات الصدق والثبات للاستبيان:

يوفر الجدول أدناه تحليلاً مفصلاً لموثوقية وصلاحية الاستبيان المستخدم في هذه الدراسة. وقد أُجري هذا التحليل لضمان الاتساق الداخلي والمتانة لأداة البحث. وتم تقييم موثوقية الاستبيان باستخدام معاملات ألفا كرونباخ لكل بُعد من أبعاد المتغير المستقل، والمتغير المستقل الإجمالي، والمتغير التابع، والاستبيان بأكمله. وتعتبر هذه المعاملات بالغة الأهمية في تحديد مدى قدرة العناصر في كل قسم على قياس بنياتها الخاصة ومساهمتها في الاتساق الإجمالي لعملية جمع البيانات.

الجدول (٤-٢) معاملات ألفا كرونباخ لعبارات الاستبيان بحسب المتغيرات والأبعاد

المتغير	البعد	عدد العبارات	معامل ألفا كرونباخ
المتغير المستقل: استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي	البعد الأول: تحليلات البيانات	5	0.749899
	البعد الثاني: المراقبة في الوقت الفعلي	5	0.673608
	البعد الثالث: أنظمة دعم القرار	5	0.695318
	البعد الرابع: الأتمتة	5	0.720114
مجموع عبارات المتغير المستقل			0.908383
المتغير التابع: فعالية إدارة المخاطر		10	0.814898
مجموع عبارات المتغير التابع			0.814898
مجموع عبارات الاستبيان			0.933830

٤,٣,١. موثوقية المتغير المستقل:

تم تصميم المتغير المستقل "استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي" بأربعة أبعاد رئيسية، يتناول كل منها جانباً محدداً من دور الذكاء الاصطناعي في العمليات الزراعية وإدارة المخاطر. وتضمن المتغير المستقل ما مجموعه ٢٠ عبارة، موزعة بالتساوي عبر الأبعاد الأربعة: "تحليلات البيانات"، و"المراقبة في الوقت الفعلي"، و"أنظمة دعم القرار"، و"الأتمتة". يتألف كل بُعد من خمس عبارات مُصممة بعناية تهدف إلى التقاط رؤى المشاركين وإدراكاتهم. وتم تقييم موثوقية هذه الأبعاد، جنباً إلى جنب مع المتغير المستقل الإجمالي، لضمان قياس التراكيب بشكل متنسق ودقيق.

٤,٣,١,١. البعد الأول: تحليلات البيانات

ركز البعد الأول، "تحليلات البيانات"، على تقييم دور تحليل البيانات المدفوع بالذكاء الاصطناعي في تعزيز العمليات الزراعية وإدارة المخاطر. وباستخدام خمس عبارات، حقق هذا البعد معامل ألفا كرونباخ ٠,٧٥٠. توضح هذه القيمة الاتساق الداخلي المقبول، مما يشير إلى أن العبارات قاست بفعالية وجهات نظر المشاركين حول أهمية وفعالية تحليلات البيانات في تطبيقات الذكاء الاصطناعي. وتسلط الموثوقية القوية لهذا البعد الضوء على مساهمته الحاسمة في فهم المتغير المستقل الأوسع.

٤,٣,١,٢. البعد الثاني: المراقبة في الوقت الفعلي

فحص البعد الثاني، "المراقبة في الوقت الفعلي"، دور تقنيات الذكاء الاصطناعي في توفير الكشف في الوقت الفعلي والاستجابات للمخاطر، مثل آفات النباتات وأمراض الحيوانات. يتألف هذا البعد من خمس عبارات، وقد سجل معامل ألفا كرونباخ ٠,٦٧٤. وعلى الرغم من انخفاضه قليلاً عن البعد الأول، إلا أن هذه القيمة تظل ضمن نطاق مقبول، وخاصة للدراسات الاستكشافية. وقد نجحت العبارات في هذا البعد في التقاط آراء المشاركين حول أهمية وعملية المراقبة في الوقت الفعلي في التخفيف من المخاطر.

٤,٣,١,٣. البعد الثالث: أنظمة دعم القرار

يهدف البعد الثالث، "أنظمة دعم القرار"، إلى تقييم دور الذكاء الاصطناعي في تحسين عمليات صنع القرار الاستراتيجي. وشمل هذا البعد خمس عبارات وحقق معامل ألفا كرونباخ ٠,٦٩٥. تشير قيمة الموثوقية إلى أن

العبارات كانت متسقة في قياس تصورات المشاركين لأنظمة دعم القرار التي يقودها الذكاء الاصطناعي. قدم هذا البعد رؤى قيمة حول كيفية نظر المشاركين إلى تكامل الذكاء الاصطناعي في تحسين أطر صنع القرار.

٤,٣,١,٤. البعد الرابع: الأتمتة

يقيم البعد الرابع، "الأتمتة"، استخدام الذكاء الاصطناعي في أتمتة العمليات لتحسين الكفاءة والحد من الخطأ البشري. يتألف من خمس عبارات ويسجل معامل ألفا كرونباخ ٠,٧٢٠، مما يعكس اتساقاً داخلياً جيداً. تؤكد موثوقية هذا البعد على أهميته في التقاط تقييمات المشاركين لدور الأتمتة في تطبيقات الذكاء الاصطناعي.

٤,٣,١,٥. الموثوقية الكلية للمتغير المستقل:

كانت الموثوقية الكلية للمتغير المستقل، المحسوبة باستخدام ٢٠ عبارة مجمعة عبر الأبعاد الأربعة، عالية بشكل استثنائي، مع معامل ألفا كرونباخ ٠,٩٠٨. تعكس هذه النتيجة اتساقاً داخلياً ممتازاً، مما يؤكد أن الأبعاد توفر مجمعة قياساً موثوقاً به للمتغير المستقل. تؤكد الموثوقية القوية للمتغير المستقل على قوته في تقييم دور تطبيقات الذكاء الاصطناعي في السياقات الزراعية وإدارة المخاطر.

٤,٣,٢. الموثوقية الكلية للمتغير التابع:

تضمن المتغير التابع "فعالية إدارة المخاطر" ١٠ عبارات مصممة لتقييم تصورات المشاركين لإدارة المخاطر الفعالة في العمليات الزراعية. حقق هذا المتغير معامل ألفا كرونباخ ٠,٨١٥، مما يشير إلى مستوى عالٍ من الموثوقية. يؤكد الاتساق عبر العبارات أن المتغير تم قياسه بشكل فعال، مما يضمن أن البيانات التي تم جمعها تمثل بدقة رؤى المشاركين في ممارسات إدارة المخاطر.

٤,٣,٣. الموثوقية الكلية للاستبيان:

تم حساب الموثوقية الكلية للاستبيان، والتي تشمل جميع العبارات الثلاثين، عند ٠,٩٣٤. يعكس معامل ألفا كرونباخ الاستثنائي هذا الاتساق الداخلي المتميز، مما يثبت صحة الاستبيان كأداة موثوقة لجمع البيانات. تضمن الموثوقية الكلية العالية أن الأداة تلتقط بفعالية بنيات كل من المتغيرات المستقلة والتابعة.

إن الموثوقية القوية للاستبيان لها آثار كبيرة على الدراسة. ويضمن دقة وتناسق البيانات التي تم جمعها، وهو أمر ضروري لاستخلاص استنتاجات موثوقة وصحيحة. ويسلط الاتساق الداخلي القوي عبر جميع الأبعاد الضوء على فعالية تصميم الاستبيان وملاءمته لاستكشاف العلاقات بين تطبيقات الذكاء الاصطناعي وفعالية إدارة المخاطر.

٤,٤. الإحصاءات الوصفية لمتغيرات البحث (الإجابة على أسئلة البحث):

يقدم الجدول التالي مقياس ليكرت القياسي المكون من خمس نقاط والذي يستخدم كمعيار لتفسير وتحليل استجابات المشاركين للاستبيان. يصنف هذا المقياس اتجاهات الرأي إلى خمسة مستويات، تتراوح من "أختلف بشدة" إلى "أوافق بشدة"، بناءً على المتوسطات العددية. يتوافق كل نطاق مع ميول المشاركين المحددة، حيث يشير ١,٠٠ إلى ١,٧٩ إلى "أختلف بشدة"، و ١,٨٠ إلى ٢,٥٩ يعكس "أختلف"، و ٢,٦٠ إلى ٣,٣٩ يمثل موقفًا "محايدًا"، و ٣,٤٠ إلى ٤,١٩ يظهر "أوافق"، و ٤,٢٠ إلى ٥,٠٠ يشير إلى "أوافق بشدة". من خلال مقارنة نتائج الاستبيان بهذه البيانات المعيارية، يحدد التحليل اتجاه آراء المشاركين بشأن العبارات. يضمن هذا الإطار تقييمًا موضوعيًا لوجهات نظرهم، مما يسهل فهمًا أوضح لنتائج البحث. يشكل الجدول مرجعًا أساسيًا لتفسير الاتجاهات، وتوجيه التحليل اللاحق للاستجابات لاستخلاص استنتاجات ذات معنى.

الجدول (٤-٣) الجدول المعياري لمقياس ليكرت الخماسي لمعرفة اتجاه الرأي العام

اتجاه الرأي لمقياس ليكرت الخماسي	
المتوسط	اتجاه الرأي
من ١ إلى ١,٧٩	أعارض بشدة
من ١,٨٠ إلى ٢,٥٩	أعارض
من ٢,٦٠ إلى ٣,٣٩	حيادي
من ٣,٤٠ إلى ٤,١٩	أوافق
من ٤,٢٠ إلى ٥	أوافق بشدة

٤,٤,١. تحليل اتجاه الرأي العام لإجابات المشاركين بالنسبة لبُعد تحليلات البيانات:

يتناول الجدول التالي دور تحليلات البيانات القائمة على الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر المرتبطة بصحة النبات والحيوان في الزراعة والثروة الحيوانية. كما يوفر نظرة ثاقبة لآراء المشاركين حول خمس عبارات رئيسية، تم قياسها على مقياس ليكرت من خمس نقاط، تتراوح من "أختلف بشدة" إلى "أوافق بشدة". لكل عبارة، يتم تقديم التكرارات والنسب المئوية ومتوسط الدرجات والانحرافات المعيارية والتباينات واتجاه الرأي العام. تسلط

البيانات الضوء على كيفية مساهمة التحليلات المدعومة بالذكاء الاصطناعي في التخفيف من المخاطر واتخاذ القرار والكفاءة في إدارة الآفات والأمراض. يعمل المتوسط المحسوب للمتوسطات والانحراف المعياري للمتوسطات وتباين المتوسطات كمؤشرات مجمعة تلخص تصورات المشاركين عبر جميع الأبعاد. تعمل هذه التدابير الإحصائية على توجيه تفسير النتائج وتمهد الطريق لتحليل شامل لتأثير تحليلات البيانات المدعومة بالذكاء الاصطناعي في هذا المجال مما يضمن الإجابة عن السؤال البحثي الأول المتعلق بأثر استخدام تحليل البيانات على إدارة المخاطر المتعلقة بالآفات الزراعية والأمراض الحيوانية.

الجدول (٤-٤) اتجاه الرأي العام بالنسبة لبُعد تحليلات البيانات

تحليلات البيانات										
أعراض بشدة	أعراض	حيادي	أوافق	أوافق بشدة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	التباين	اتجاه الرأي		
12	10	68	216	86	3.90	0.87	0.76	أوافق	التكرار	تعمل خوارزميات الذكاء الاصطناعي على تحليل مجموعات البيانات الكبيرة بفعالية للتنبؤ بالمخاطر التي تهدد صحة النبات والحيوان والتخفيف منها.
									النسبة المئوية للتكرار	
12	10	48	230	92	3.97	0.86	0.74	أوافق	التكرار	تعمل تحليلات البيانات التي توفرها تطبيقات الذكاء الاصطناعي على تحسين فهم أنماط الآفات والأمراض في الزراعة والثروة الحيوانية.
									النسبة المئوية للتكرار	
13	9	64	202	104	3.96	0.91	0.82	أوافق	التكرار	يُعمل استخدام تحليلات البيانات التي تعتمد على الذكاء الاصطناعي على تعزيز عملية اتخاذ القرار في إدارة المخاطر التي تهدد النباتات والحيوانات.
									النسبة المئوية للتكرار	
14	7	60	227	84	3.92	0.87	0.76	أوافق	التكرار	تساعد أدوات الذكاء الاصطناعي في تحديد عوامل الخطر الحرجة التي تهدد النباتات والحيوانات من خلال تحليل البيانات المتقدم.
									النسبة المئوية للتكرار	
10	12	65	220	85	3.91	0.85	0.73	أوافق	التكرار	تعمل التحليلات القائمة على الذكاء الاصطناعي على زيادة الكفاءة في التنبؤ بالآفات والأمراض والسيطرة عليها في الأنظمة الزراعية والحيوانية.
									النسبة المئوية للتكرار	
المتوسط الحسابي للمتوسطات الحسابية										
الانحراف المعياري للمتوسطات الحسابية										
التباين للمتوسطات الحسابية										

تقيم العبارة الأولى فعالية خوارزميات الذكاء الاصطناعي في تحليل مجموعات البيانات الكبيرة للتنبؤ بالمخاطر على صحة النبات والحيوان والتخفيف منها. تشير النتائج إلى أن ٥٥,١٠٪ من المشاركين "موافقون"، و ٢١,٩٤٪ "موافقون بشدة"، مع إجمالي ٧٧,٠٤٪ يعبرون عن آراء إيجابية. فقط ٣,٠٦٪ "غير موافقين بشدة"، و ٢,٥٥٪ "غير موافقين"، مما يشير إلى وجود خلاف ضئيل، بينما ظل ١٧,٣٥٪ محايدين. يعكس متوسط الدرجة ٣,٩٠، إلى جانب الانحراف المعياري ٠,٨٧ والتباين ٠,٧٦، إجماعاً يميل نحو الاتفاق، وإن كان مع تباين معتدل

في الاستجابات. تؤكد هذه النتائج على الأهمية المتصورة للذكاء الاصطناعي في التحليلات التنبؤية لتحديد وتخفيف المخاطر الزراعية والحيوانية، وتبسيط الضوء على دوره الحاسم في تعزيز التدابير الاستباقية في هذا القطاع.

تبحث العبارة الثانية في دور تحليلات الذكاء الاصطناعي في تحسين فهم أنماط الآفات والأمراض في الزراعة والثروة الحيوانية. مع نسبة "موافق" ٥٨,٦٧% و"موافق بشدة" ٢٣,٤٧%، تكشف النتائج عن إجماع قوي، حيث ينظر ٨٢,١٤% من المستجيبين إلى الذكاء الاصطناعي بشكل إيجابي في هذا السياق. وهناك نسبة صغيرة، ٣,٠٦%، "غير موافق بشدة"، و ٢,٥٥% "غير موافق"، بينما ظل ١٢,٢٤% محايدين. يشير متوسط الدرجة ٣,٩٧ إلى اتفاق أقوى قليلاً مقارنة بالعبارة السابقة، مدعوماً بانحراف معياري أقل بمقدار ٠,٨٦، وتباين ٠,٧٤، مما يدل على اتساق أعلى في الاستجابات. وهذا يعكس الاعتراف المشترك للمشاركين بإمكانية الذكاء الاصطناعي لتحليل البيانات البيولوجية والبيئية المعقدة لتحديد الأنماط الحاسمة لإدارة الآفات والأمراض.

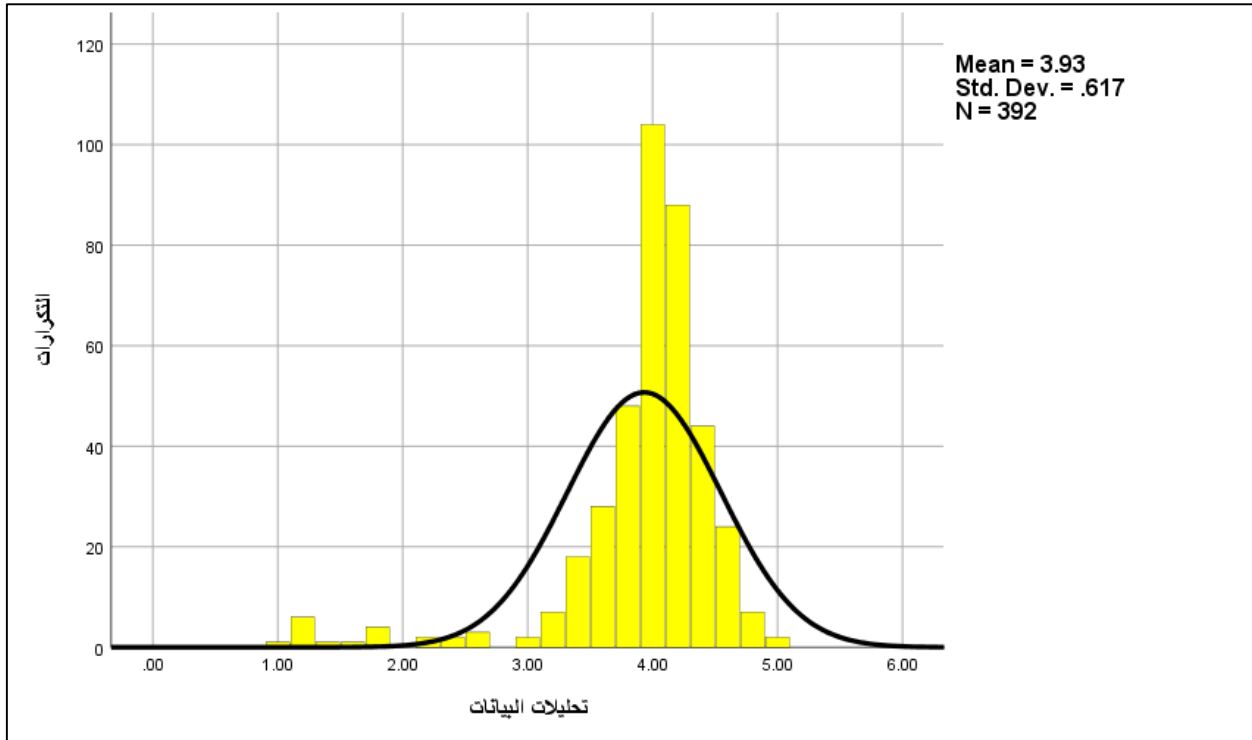
تركز العبارة الثالثة على تعزيز عملية اتخاذ القرار في إدارة المخاطر التي تتعرض لها النباتات والحيوانات من خلال تحليلات البيانات القائمة على الذكاء الاصطناعي. تسيطر الآراء الإيجابية، حيث قال ٥١,٥٣% "موافق" و ٢٦,٥٣% "موافق بشدة"، بإجمالي ٧٨,٠٦%. من ناحية أخرى، قال ٣,٣٢% فقط "غير موافق بشدة" و ٢,٣٠% "غير موافق"، بينما اتخذ ١٦,٣٣% موقفاً محايداً. يعكس متوسط الدرجة ٣,٩٦، إلى جانب الانحراف المعياري ٠,٩١ والتباين ٠,٨٢، اتفاقاً مرتفعاً مع تباين أكبر قليلاً في الاستجابات. تؤكد هذه النتائج على دور الذكاء الاصطناعي في تعزيز عمليات صنع القرار القائمة على البيانات والمستنيرة والتي يمكن أن تؤدي إلى استراتيجيات أكثر فعالية لإدارة المخاطر في الزراعة والثروة الحيوانية.

تقيم العبارة الرابعة ما إذا كانت أدوات الذكاء الاصطناعي تساعد في تحديد عوامل الخطر الحرجة للنباتات والحيوانات من خلال تحليل البيانات المتقدم. من بين المشاركين، قال ٥٧,٩١% "موافق" و ٢١,٤٣% "موافق بشدة"، وهو ما يمثل مجتمعين ٧٩,٣٤% من الاستجابات الإيجابية. يوجد حد أدنى من الخلاف، حيث قال ٣,٥٧% "لا أوافق بشدة" و ١,٧٩% "لا أوافق"، بينما قال ١٥,٣١% إنهم محايدون. يشير متوسط الدرجة ٣,٩٢، مقترناً بانحراف معياري ٠,٨٧ وتباين ٠,٧٦، إلى اتفاق قوي مع نمط استجابة ثابت. يسلط هذا الاكتشاف الضوء على قيمة الذكاء الاصطناعي في تحديد المناطق عالية الخطورة، مما يمكن أصحاب المصلحة من تحديد أولويات التدخلات بشكل فعال.

تقيم العبارة الخامسة ما إذا كانت التحليلات القائمة على الذكاء الاصطناعي تعزز الكفاءة في التنبؤ بالآفات والأمراض والسيطرة عليها داخل الأنظمة الزراعية والحيوانية. تكشف البيانات أن ٥٦,١٢% "موافقون" و ٢١,٦٨% "موافقون بشدة"، بإجمالي ٧٧,٨٠% يؤكدون هذا الرأي. نسبة صغيرة من المستجيبين، ٢,٥٥%، "لا أوافق بشدة" و ٣,٠٦% "لا أوافق"، بينما ظل ١٦,٥٨% محايدين. يشير متوسط النتيجة ٣,٩١، إلى جانب الانحراف المعياري ٠,٨٥ والتباين ٠,٧٣، إلى اتفاق قوي مع تباين منخفض نسبيًا. وهذا يؤكد قدرة الذكاء الاصطناعي على تبسيط العمليات التنبؤية والتحكمية، وتعزيز الكفاءة التشغيلية وتقليل أوقات الاستجابة.

يبلغ متوسط المتوسطات لجميع العبارات ٣,٩٣، مما يشير إلى اتجاه عام للاتفاق عبر جميع الأبعاد. يشير الانحراف المعياري للمتوسطات عند ٠,٦٢ وتباين المتوسطات عند ٠,٣٨ إلى الاتساق العام في استجابات المشاركين. تؤكد هذه المقاييس الإجمالية على تصور مشترك بين المشاركين فيما يتعلق بالتأثير الإيجابي لتحليلات البيانات التي تعتمد على الذكاء الاصطناعي على إدارة المخاطر في الزراعة والثروة الحيوانية.

وتُعد هذه النتائج محورية في التحقق من صحة الفرضية القائلة بأن تحليلات البيانات القائمة على الذكاء الاصطناعي تساهم بشكل كبير في تخفيف المخاطر وتحسين الكفاءة في الأنظمة الزراعية والحيوانية وبالتالي الإجابة على السؤال الأول للبحث. وتشير الاستجابات التفصيلية إلى قبول قوي لقدرات الذكاء الاصطناعي في التحليل التنبئي والتعرف على الأنماط واتخاذ القرار والكفاءة التشغيلية. وهذا يسلط الضوء على الدور التحويلي للذكاء الاصطناعي في معالجة التحديات القطاعية، بما يتماشى مع أهداف البحث لاستكشاف حلول مبتكرة للزراعة المستدامة وإدارة الثروة الحيوانية. وعلاوة على ذلك، يوفر الاتساق الإحصائي والدرجات المتوسطة العالية أساسًا قويًا لاستخلاص رؤى وتوصيات قابلة للتنفيذ لتعزيز تكامل الذكاء الاصطناعي في هذا المجال الحاسم. ويوضح المدرج التكراري التالي المزيد من التفاصيل المرئية المتعلقة بالاستجابات والردود الخاصة بالمتغير الأول مع المقارنة بالتوزيع الطبيعي المعياري:



الشكل (٥-٤) المدرج التكراري للإجابات الخاصة بـ تحليلات البيانات

٢, ٤, ٤. تحليل اتجاه الرأي العام لإجابات المشاركين بالنسبة لبُعد المراقبة في الوقت الفعلي:

يتناول الجدول التالي دور المراقبة في الوقت الفعلي من خلال الذكاء الاصطناعي في إدارة صحة النبات والحيوان داخل الأنظمة الزراعية والحيوانية. وهو يتضمن استجابات لخمس عبارات رئيسية تتعلق بالأدوات التي تعمل بالذكاء الاصطناعي، مع التركيز بشكل خاص على قدرتها على مراقبة الصحة، واكتشاف العلامات المبكرة للآفات والأمراض، وتوفير تحديثات الصحة، والحد من التأخير في الاستجابة للمخاطر، وتعزيز دقة مراقبة الحالة البيئية. يتم قياس الاستجابات لهذه العبارات باستخدام مقياس ليكرت من خمس نقاط يتراوح من "أختلف بشدة" إلى "أوافق بشدة". لا يعرض الجدول فقط تواتر ونسبة الاستجابات لكل فئة، بل يوفر أيضًا مقاييس إحصائية، بما في ذلك المتوسط والانحراف المعياري والتباين لكل عبارة. تقدم هذه المقاييس فهمًا شاملاً لوجهات نظر المشاركين، وتسلط الضوء على الاتجاه العام للاتفاق، والتباين في الاستجابات، والتأثير الإجمالي لأنظمة المراقبة في الوقت الفعلي القائمة على الذكاء الاصطناعي. يهدف هذا التحليل إلى تقديم رؤى حول فعالية تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تحسين إدارة صحة النبات والحيوان، والحد من تأخير الاستجابة، وتعزيز الدقة في مراقبة البيئة.

الجدول (٤-٥) اتجاه الرأي العام بالنسبة لبُعد المراقبة في الوقت الفعلي

المراقبة في الوقت الفعلي										
أعراض بشدة	أعراض	حيادي	أوافق	أوافق بشدة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	التباين	اتجاه الرأي		
15	9	65	220	83	3.89	0.90	0.80	أوافق	التكرار	تمكن الأدوات التي تعمل بالذكاء الاصطناعي من المراقبة المستمرة لصحة النبات والحيوان بشكل فعال.
									النسبة المئوية للتكرار	
9	9	52	213	109	4.03	0.84	0.71	أوافق	التكرار	تساعد المراقبة في الوقت الفعلي من خلال الذكاء الاصطناعي في الكشف عن العلامات المبكرة للآفات والأمراض في النباتات والحيوانات.
									النسبة المئوية للتكرار	
7	17	68	213	87	3.91	0.85	0.72	أوافق	التكرار	توفر الأنظمة القائمة على الذكاء الاصطناعي تحديثات دقيقة عن الحالة الصحية للنباتات والثروة الحيوانية.
									النسبة المئوية للتكرار	
15	6	63	214	94	3.93	0.90	0.80	أوافق	التكرار	تعمل المراقبة في الوقت الفعلي باستخدام الذكاء الاصطناعي على تقليل التأخير في الاستجابة للمخاطر الصحية الزراعية والثروة الحيوانية.
									النسبة المئوية للتكرار	
6	10	54	214	108	4.04	0.81	0.65	أوافق	التكرار	تعمل تطبيقات الذكاء الاصطناعي على تعزيز دقة مراقبة الظروف البيئية التي تؤثر على النباتات والحيوانات.
									النسبة المئوية للتكرار	
المتوسط الحسابي للمتوسطات الحسابية										
الانحراف المعياري للمتوسطات الحسابية										
التباين للمتوسطات الحسابية										

تقيم العبارة الأولى فعالية الأدوات التي تعمل بالذكاء الاصطناعي في تمكين المراقبة المستمرة لصحة النبات والحيوان. أغلبية كبيرة من المستجيبين، ٥٦,١٢%، "موافقون"، و ٢١,١٧% "موافقون بشدة"، مما يعكس مشاعر إيجابية فيما يتعلق بدور الذكاء الاصطناعي في مراقبة الصحة. وينتج عن هذا أن ٧٧,٢٩% من المستجيبين يعبرون عن آراء إيجابية تجاه أدوات الذكاء الاصطناعي في هذا السياق. ٣,٨٣% فقط "غير موافقين بشدة"، و ٢,٣٠% "غير موافقين"، مما يشير إلى وجود معارضة ضئيلة لفعالية الذكاء الاصطناعي في المراقبة المستمرة. ومع بقاء ١٦,٥٨% من المشاركين محايدين، يشير المتوسط العام البالغ ٣,٨٩ إلى موافقة قوية، مع انحراف معياري قدره ٠,٩٠ وتباين قدره ٠,٨٠. توضح هذه المقاييس الإحصائية أنه في حين يوجد اتفاق واسع النطاق، فهناك درجة معتدلة من التباين في آراء المشاركين، مما قد يعكس مستويات مختلفة من الألفة بأدوات الذكاء الاصطناعي أو تجارب متباينة في استخدامها. تشير هذه النتيجة إلى أن المشاركين يقرون عمومًا بقيمة الذكاء الاصطناعي في تمكين المراقبة المستمرة في الوقت الفعلي لصحة النباتات والحيوانات، وهو جانب أساسي من جوانب إدارة المخاطر الفعالة في صناعات الزراعة والثروة الحيوانية.

وتبحث العبارة الثانية فيما إذا كانت المراقبة في الوقت الفعلي من خلال الذكاء الاصطناعي تساعد في الكشف عن العلامات المبكرة للآفات والأمراض في النباتات والحيوانات. وقد أجاب أغلب المشاركين، ٥٤,٣٤%، بـ"موافق"، و ٢٧,٨١% بـ"موافق بشدة"، وبذلك تصل النسبة الإجمالية للاستجابات الإيجابية إلى ٨٢,١٥%. وتعكس نسبة أصغر، ٢,٣٠% "غير موافق بشدة" و ٢,٣٠% "غير موافق"، بعض المعارضة الطفيفة، في حين كان ١٣,٢٧% من المشاركين محايدين. ويشير متوسط الدرجة ٤,٠٣، إلى جانب الانحراف المعياري ٠,٨٤ والتباين ٠,٧١، إلى إجماع قوي لصالح قدرة الذكاء الاصطناعي على الكشف عن العلامات المبكرة للمشاكل الصحية، على الرغم من وجود تباين أكبر قليلاً في الاستجابات مقارنة بالعبارة الأولى. وهذا يسلط الضوء على الاتفاق العام على أن تطبيقات الذكاء الاصطناعي يمكن أن تساهم بشكل كبير في الكشف المبكر عن الآفات والأمراض، مما يسمح بتدخلات أكثر فعالية وفي الوقت المناسب يمكنها الحد من الأضرار التي تلحق بالمحاصيل والثروة الحيوانية.

وتتناول العبارة الثالثة قدرة الأنظمة القائمة على الذكاء الاصطناعي على تقديم تحديثات دقيقة عن الحالة الصحية للنباتات والثروة الحيوانية. وتكشف الاستجابات أن ٥٤,٣٤% "موافقون" و ٢٢,١٩% "موافقون بشدة"، بإجمالي ٧٦,٥٣% من المشاركين يؤيدون العبارة. وفي الوقت نفسه، ١,٧٩% "غير موافقين بشدة" و ٤,٣٤% "غير موافقين"، مع بقاء ١٧,٣٥% من المستجيبين محايدين. ويشير متوسط الدرجة ٣,٩١، إلى جانب الانحراف المعياري ٠,٨٥ والتباين ٠,٧٢، إلى موافقة قوية، مع بعض التباين في الاستجابات. وتعزز هذه النتائج فكرة أن الذكاء الاصطناعي يُعتبر أداة موثوقة لتوفير تحديثات صحية دقيقة وفي الوقت الفعلي. ومع ذلك، فإن النسبة المئوية الأعلى نسبياً من الاستجابات المحايدة والمخالفة قليلاً قد تشير إلى مجالات قد لا يزال تطبيق التكنولوجيا فيها غير متسق أو حيث يكون تعرض المستجيبين لأدوات الذكاء الاصطناعي في سياقات المراقبة في الوقت الفعلي محدوداً.

تقيم العبارة الرابعة ما إذا كان الرصد في الوقت الفعلي باستخدام الذكاء الاصطناعي يقلل من التأخير في الاستجابة للمخاطر الصحية الزراعية والحيوانية. نسبة كبيرة من المشاركين، ٥٤,٥٩%، "موافقون"، و ٢٣,٩٨% "موافقون بشدة"، مما يجعل النسبة الإجمالية للاستجابات الإيجابية ٧٨,٥٧%. فقط ٣,٨٣% "غير موافقين بشدة" و ١,٥٣% "غير موافقين"، مما يشير إلى معارضة ضئيلة للدعاء. بقي إجمالي ١٦,٠٧% من المستجيبين محايدين. يعكس متوسط النتيجة ٣,٩٣، مصحوباً بانحراف معياري قدره ٠,٩٠ وتباين ٠,٨٠، اتفاقاً قوياً على أن الرصد في

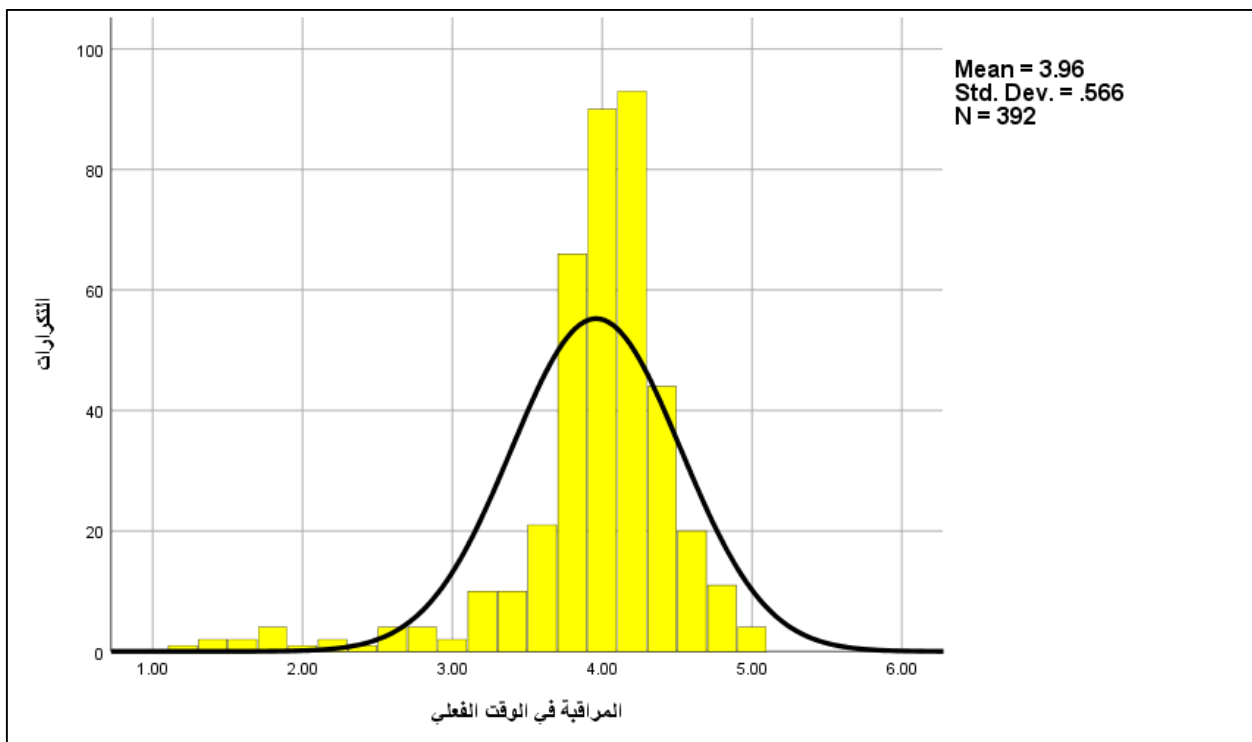
الوقت الفعلي القائم على الذكاء الاصطناعي يمكن أن يقلل بشكل فعال من التأخير في الاستجابة للمخاطر الصحية. يشير الانحراف المعياري الأعلى مقارنة بالعبارات الأخرى إلى وجود مجموعة أوسع من الآراء حول هذه القضية، والتي قد تكون بسبب مستويات متفاوتة من التنفيذ أو تجارب مختلفة مع توقيت الذكاء الاصطناعي في بيئات العالم الحقيقي. ومع ذلك، يشير الاتجاه الإيجابي إلى أن أغلب الناس ينظرون إلى الذكاء الاصطناعي باعتباره أداة قادرة على تسريع أوقات الاستجابة، وهو عامل حاسم في التخفيف من تأثير الأمراض والآفات.

تقيم العبارة الخامسة ما إذا كانت تطبيقات الذكاء الاصطناعي تعزز دقة مراقبة الظروف البيئية التي تؤثر على النباتات والحيوانات. تُظهر نسبة كبيرة تبلغ ٥٤,٥٩% "موافق"، و ٢٧,٥٥% "موافق بشدة"، بإجمالي ٨٢,١٤%، موافقة قوية على دور الذكاء الاصطناعي في تحسين مراقبة البيئة. فقط ١,٥٣% "غير موافق بشدة" و ٢,٥٥% "غير موافق"، بينما ظل ١٣,٧٨% محايدين. بمتوسط درجة ٤,٠٤، وانحراف معياري ٠,٨١، وتباين ٠,٦٥، تعكس النتائج موافقة عالية، مع تباين منخفض نسبيًا. يشير هذا إلى اعتراف واسع النطاق بقدرة الذكاء الاصطناعي على تحسين دقة مراقبة البيئة، وهو أمر ضروري لإدارة التفاعلات المعقدة بين الآفات والأمراض والظروف البيئية. يشير المتوسط المرتفع والانحراف المعياري المنخفض إلى أن المشاركين، بشكل عام، واثقون من قدرة الذكاء الاصطناعي على تعزيز دقة أنظمة المراقبة.

المتوسط الحسابي لمتوسطات جميع العبارات هو ٣,٩٦، مما يشير إلى أن المشاركين "يوافقون" في المتوسط على العبارات المتعلقة بالمراقبة في الوقت الفعلي المدعومة بالذكاء الاصطناعي. وهذا يعزز النظرة الإيجابية الشاملة لقدرة الذكاء الاصطناعي على تعزيز جوانب مختلفة من الصحة وإدارة المخاطر في الزراعة والثروة الحيوانية. يشير الانحراف المعياري للمتوسطات، ٠,٥٧، وتباين المتوسطات، ٠,٣٢، إلى أنه في حين كانت معظم الاستجابات إيجابية، لا يزال هناك قدر من التباين في تصورات المشاركين، وخاصة فيما يتعلق بسرعة ودقة أدوات الذكاء الاصطناعي في سياقات المراقبة في الوقت الفعلي. يعزز الاتساق في الاستجابات الإيجابية عبر العبارات مركزية الذكاء الاصطناعي في الممارسات الزراعية الحديثة.

إن النتائج الواردة في الجدول حاسمة في التحقق من صحة دور الذكاء الاصطناعي في تحسين أنظمة المراقبة في الوقت الفعلي لإدارة صحة النبات والحيوان وبالتالي الإجابة عن السؤال الثاني للبحث. وتتوافق الدرجات المتوسطة العالية والاتجاهات الإيجابية في الاستجابات مع أهداف البحث، مما يسلط الضوء على فعالية الذكاء

الاصطناعي في تمكين المراقبة الصحية المستمرة، واكتشاف العلامات المبكرة للأمراض والآفات، وتوفير تحديثات صحية دقيقة، وتحسين أوقات الاستجابة. كما يشير التباين الملحوظ في بعض الاستجابات إلى مجالات لمزيد من الاستكشاف، مثل تحديد التحديات أو القيود المحددة في تنفيذ الذكاء الاصطناعي عبر سياقات زراعية وحيوانية مختلفة. وستساهم هذه النتائج في الإجابة على سؤال البحث الأوسع من خلال إظهار الدور الحاسم الذي يلعبه الذكاء الاصطناعي في تحسين ممارسات إدارة المخاطر، وتحسين الكفاءة، وضمان نتائج صحية أفضل لكل من النباتات والحيوانات في الأنظمة الزراعية. وفيما يلي المدرج التكراري الخاص بالعبارات مع المقارنة بالتوزيع الطبيعي المعياري:



الشكل (٤-٦) المدرج التكراري للإجابات الخاصة بـ «المراقبة في الوقت الفعلي»

٣, ٤, ٤. تحليل اتجاه الرأي العام لإجابات المشاركين بالنسبة لـ «أنظمة دعم القرار»:

يستكشف الجدول التالي فعالية أنظمة دعم القرار المدعومة بالذكاء الاصطناعي في إدارة مخاطر صحة النبات والحيوان. يتضمن الجدول إجابات على خمسة عبارات رئيسية حول كيفية مساهمة الذكاء الاصطناعي في استراتيجيات إدارة المخاطر وعمليات صنع القرار وإدارة الصحة الزراعية والحيوانية بشكل عام. تم جمع الإجابات من مقياس ليكرت من خمس نقاط، يتراوح من "أختلف بشدة" إلى "أوافق بشدة"، والذي يلتقط مدى الموافقة أو الاختلاف مع كل عبارة. يرافق كل عبارة تكرارات ونسبة الاستجابات في كل فئة، بالإضافة إلى المتوسط

والانحراف المعياري والتباين، والتي تقدم رؤى قيمة في الاتجاهات العامة والتباين والمشاعر العامة تجاه دور الذكاء الاصطناعي في عمليات صنع القرار. تسمح هذه التدابير الإحصائية بإجراء فحص مفصل لوجهات نظر المشاركين حول فعالية الذكاء الاصطناعي في تعزيز دعم القرار، وزيادة الثقة في إدارة الآفات والأمراض، وتحسين التنسيق بين أصحاب المصلحة، وتوفير رؤى قابلة للتنفيذ للحفاظ على المحاصيل والثروة الحيوانية الصحية. يهدف التحليل المقدم هنا إلى تسليط الضوء على كيفية إدراك الذكاء الاصطناعي من حيث قيمته وإمكانية تطبيقه في صنع القرار في الوقت الفعلي لإدارة الزراعة والثروة الحيوانية.

الجدول (٦-٤) اتجاه الرأي العام بالنسبة لُبُد أنظمة دعم القرار

أنظمة دعم القرار									
اتجاه الرأي	التباين	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	أوافق بشدة	أوافق	حيادي	أعارض	أعارض بشدة	
أوافق	0.75	0.86	3.93	89	220	61	11	11	التكرار
				22.70%	56.12%	15.56%	2.81%	2.81%	
أوافق	0.83	0.91	3.90	89	216	63	8	16	التكرار
				22.70%	55.10%	16.07%	2.04%	4.08%	
أوافق	0.87	0.93	3.90	92	210	63	11	16	التكرار
				23.47%	53.57%	16.07%	2.81%	4.08%	
أوافق	0.71	0.84	3.95	89	224	62	5	12	التكرار
				22.70%	57.14%	15.82%	1.28%	3.06%	
أوافق	0.78	0.89	3.90	88	213	69	9	13	التكرار
				22.45%	54.34%	17.60%	2.30%	3.32%	
أوافق	3.92			المتوسط الحسابي للمتوسطات الحسابية					
	0.60			الانحراف المعياري للمتوسطات الحسابية					
	0.36			التباين للمتوسطات الحسابية					

تتناول العبارة الأولى في الجدول ما إذا كانت أنظمة دعم القرار المدعومة بالذكاء الاصطناعي تعمل على تحسين الاستراتيجيات لإدارة المخاطر الصحية على النباتات والحيوانات. وقد أجاب ٥٦,١٢% من المشاركين بـ "موافق"، و ٢٢,٧٠% بـ "موافق بشدة"، مما يوضح أن الغالبية العظمى من المشاركين يقرون بالتأثير الإيجابي

للذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر الصحية. ولم يبد سوى ٢,٨١% من المشاركين "غير موافقين بشدة"، و ٢,٨١% بـ "غير موافقين"، مما يعكس أنه على الرغم من وجود دعم قوي بشكل عام، إلا أن قلة من المشاركين أعربوا عن بعض التحفظات. ويشير متوسط الدرجة ٣,٩٣، إلى جانب الانحراف المعياري ٠,٨٦ والتباين ٠,٧٥، إلى مستوى عالٍ من الاتفاق بين المشاركين، على الرغم من أن الانحراف المعياري الأعلى نسبيًا يشير إلى درجة معينة من التباين في الآراء. ويشير الاتجاه الإيجابي إلى أن الذكاء الاصطناعي يُنظر إليه على نطاق واسع كأداة قيمة لتحسين استراتيجيات صنع القرار في سياق إدارة المخاطر الصحية على النباتات والحيوانات. ومع ذلك، فإن التباين في الاستجابات قد يشير إلى وجود عوامل - مثل نطاق التنفيذ، أو مستوى تبني التكنولوجيا، أو الاختلافات الإقليمية - تؤثر على كيفية إدراك الذكاء الاصطناعي في سياقات مختلفة.

وتتساءل العبارة الثانية عما إذا كان استخدام الذكاء الاصطناعي في اتخاذ القرار يضمن مكافحة فعالة للآفات والأمراض في النباتات والحيوانات. وكما في العبارة السابقة، فإن غالبية المستجيبين، ١٠.٥٥%، "موافقون"، و ٢٢,٧٠% "موافقون بشدة"، مما يعزز بشكل أكبر التصور الإيجابي للذكاء الاصطناعي في مكافحة الآفات والأمراض. وبلغت النسبة المئوية الإجمالية للاستجابات الإيجابية ٧٧,٨٠%، مما يشير إلى دعم قوي لفعالية الذكاء الاصطناعي في تحسين إدارة الآفات والأمراض. وتكشف نسبة صغيرة، ٤,٠٨%، "غير موافقين بشدة"، و ٢,٠٤% "غير موافقين"، عن الحد الأدنى من المعارضة للفكرة. ومع بقاء ١٦,٠٧% من المستجيبين محايدين، فإن متوسط الدرجة الإجمالي ٣,٩٠، مقترنًا بانحراف معياري قدره ٠,٩١ وتباين قدره ٠,٨٣، يعكس اتفاقًا عامًا، ولكن مع تباين أعلى قليلاً مقارنة بالعبارة السابقة. ويشير هذا إلى أنه على الرغم من الاعتراف على نطاق واسع بالذكاء الاصطناعي كأداة فعالة لمكافحة الآفات والأمراض، فقد يتساءل بعض المشاركين عن قدرته على ضمان الفعالية في جميع السيناريوهات، وخاصة عند مواجهة نقشي الآفات المعقدة أو غير المتوقعة.

تقيم العبارة الثالثة ما إذا كانت توصيات الذكاء الاصطناعي توفر رؤى قابلة للتنفيذ للحفاظ على صحة المحاصيل والثروة الحيوانية. غالبية المستجيبين، ٥٣,٥٧%، "موافقون"، و ٢٣,٤٧% "موافقون بشدة"، مما يسلط الضوء على إجماع إيجابي تجاه قدرة الذكاء الاصطناعي على توليد رؤى مفيدة وقابلة للتنفيذ للحفاظ على صحة النبات والحيوان. تبلغ النسبة المئوية الإجمالية للاستجابات الإيجابية ٧٧,٠٤%، مما يشير إلى مستوى قوي من الدعم. ومع ذلك، فإن ٤,٠٨% "غير موافقين بشدة" و ٢,٨١% "غير موافقين"، مع بقاء ١٦,٠٧% من المشاركين

محايدین، یشیرون إلى بعض التباين في الاستجابات. یشیر متوسط الدرجة ٣,٩٠، إلى جانب الانحراف المعياري ٠,٩٣ والتباين ٠,٨٧، إلى مستوى قوي من الاتفاق، على الرغم من أن الانحراف المعياري الأعلى مقارنة بالعبارات الأخرى یشیر إلى المزيد من التباين في الآراء. قد يكون هذا بسبب اختلاف الخبرات أو التوقعات فيما يتعلق بفائدة توصيات الذكاء الاصطناعي. وعلى الرغم من هذا التنوع، یشیر الاتجاه العام إلى أن المشاركين ينظرون عمومًا إلى توصيات الذكاء الاصطناعي كمورد قيم لدعم عمليات صنع القرار الرامية إلى الحفاظ على صحة الأنظمة الزراعية والحيوانية.

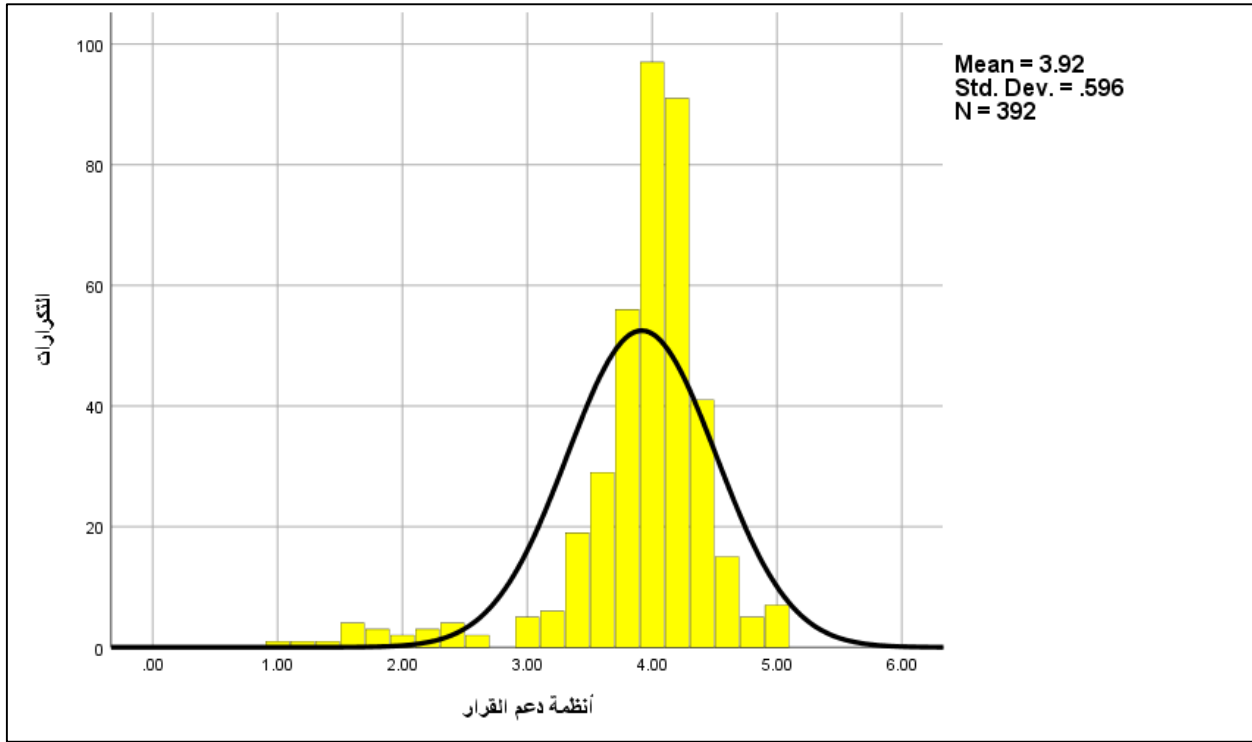
وتبحث العبارة الرابعة فيما إذا كانت أنظمة دعم القرار المدعومة بالذكاء الاصطناعي تزيد من الثقة في تنفيذ استراتيجيات إدارة الآفات والأمراض. ومرة أخرى، كانت الاستجابات إيجابية بشكل ساحق، حيث أجاب ٥٧,١٤% من المستجيبين "موافقون"، و ٢٢,٧٠% "موافقون بشدة"، مما يرفع النسبة الإجمالية للاستجابات الإيجابية إلى ٧٩,٨٤%. ولم يبد سوى ٣,٠٦% "غير موافقين بشدة"، و ١,٢٨% "غير موافقين"، مما یشیر إلى الحد الأدنى من المعارضة. وظل إجمالي ١٥,٨٢% من المستجيبين محايدین. ويعكس متوسط الدرجات ٣,٩٥، إلى جانب الانحراف المعياري ٠,٨٤ والتباين ٠,٧١، اتفاقًا قويًا ویشیر إلى أن أنظمة دعم القرار المدعومة بالذكاء الاصطناعي يُنظر إليها عمومًا على أنها فعالة في تعزيز الثقة عند تنفيذ استراتيجيات إدارة الآفات والأمراض. ویشیر التباين المنخفض في هذه الحالة، كما يتضح من الانحراف المعياري والتباين، إلى اعتقاد أكثر اتساقًا بقيمة الذكاء الاصطناعي في تعزيز الثقة في هذه الاستراتيجيات، على عكس بعض العبارات الأخرى حيث كان التباين أكثر وضوحًا.

تستكشف العبارة الخامسة ما إذا كانت القرارات المدعومة بالذكاء الاصطناعي تعزز التنسيق بين أصحاب المصلحة في معالجة التحديات الزراعية والحيوانية. هنا، ٥٤,٣٤% من المستجيبين "موافقون"، و ٢٢,٤٥% "موافقون بشدة"، بإجمالي ٧٦,٧٩% من الاستجابات الإيجابية. كان المستجيبون المتبقون إما محايدین (١٧,٦٠%) أو غير موافقين (٣,٣٢% "غير موافقين بشدة" و ٢,٣٠% "غير موافقين"). بمتوسط ٣,٩٠، وانحراف معياري ٠,٨٩، وتباين ٠,٧٨، تعكس الاستجابات مرة أخرى إجماعًا عامًا على أن الذكاء الاصطناعي يحسن التنسيق بين أصحاب المصلحة. تشير القيمة المتوسطة إلى أن المشاركين يتفقون مع التأثير الإيجابي للذكاء الاصطناعي على تعاون أصحاب المصلحة، في حين یشیر الانحراف المعياري والتباين إلى بعض التباين في مستوى الاتفاق، ويرجع

ذلك على الأرجح إلى الاختلافات في كيفية تطبيق الذكاء الاصطناعي وإدراكه في سياقات تنظيمية مختلفة. ومع ذلك، يظل الاتجاه العام إيجابياً، مما يشير إلى إمكانات أنظمة اتخاذ القرار المدعومة بالذكاء الاصطناعي في تعزيز التنسيق الأكثر فعالية بين المشاركين في إدارة مخاطر صحة النبات والحيوان.

المتوسط الحسابي لمتوسطات جميع العبارات هو ٣,٩٢، مما يشير إلى أن المستجيبين "يوافقون" في المتوسط على العبارات المتعلقة بفعالية أنظمة دعم القرار المدعومة بالذكاء الاصطناعي. وهذا يعكس اتفاقاً عاماً قوياً مع فكرة أن الذكاء الاصطناعي يلعب دوراً حاسماً في تحسين عمليات صنع القرار وإدارة المخاطر الصحية في قطاعي الزراعة والثروة الحيوانية. يشير الانحراف المعياري للمتوسطات، ٠,٦٠، وتباين المتوسطات، ٠,٣٦، إلى مستوى معتدل من التباين، مما يشير إلى أنه في حين يوجد اتفاق واسع النطاق على التأثير الإيجابي للذكاء الاصطناعي، لا تزال هناك بعض الاختلافات في الآراء الفردية، مما يعكس على الأرجح تجارب وتوقعات وسياقات مختلفة يتم فيها تطبيق الذكاء الاصطناعي.

إن النتائج التي تم التوصل إليها من هذا الجدول لها آثار كبيرة على البحث في دور الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر التي تهدد صحة النبات والحيوان. وتشير الاستجابة الإيجابية الساحقة للعبارات حول فعالية أنظمة دعم القرار المدعومة بالذكاء الاصطناعي إلى أن الذكاء الاصطناعي يُنظر إليه على نطاق واسع باعتباره أداة قيمة في تعزيز قدرات اتخاذ القرار، وزيادة الثقة في استراتيجيات إدارة المخاطر، وتعزيز التعاون بين أصحاب المصلحة وبالتالي الإجابة عن السؤال الثالث للبحث. وتتوافق هذه النتائج مع أهداف البحث الشاملة، التي تسعى إلى فهم كيفية مساهمة تطبيقات الذكاء الاصطناعي في تحسين كفاءة وفعالية ممارسات الإدارة الزراعية والثروة الحيوانية. كما يسلط التباين في الاستجابات الضوء على المجالات التي تستحق المزيد من التحقيق، مثل التحديات المحددة في تنفيذ الذكاء الاصطناعي عبر سياقات زراعية مختلفة، وكيف ينظر أصحاب المصلحة المختلفون إلى أدوات صنع القرار المدعومة بالذكاء الاصطناعي ويتفاعلون معها. وبشكل عام، تؤكد النتائج على الأهمية المتزايدة للذكاء الاصطناعي في صنع القرار الزراعي والحاجة إلى البحث والتطوير المستمر لتعزيز فوائده المحتملة. وفيما يلي المدرج التكراري الخاص ببعُد أنظمة دعم القرار:



الشكل (٧-٤) المدرج التكراري للإجابات الخاصة بـبعد أنظمة دعم القرار

٤, ٤, ٤. تحليل اتجاه الرأي العام لإجابات المشاركين بالنسبة لـبعد الأتمتة:

يقدم الجدول قيد المناقشة رؤى حول الفعالية المتصورة للأتمتة التي يقودها الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر المتعلقة بصحة النبات والحيوان. يتكون من خمس عبارات مميزة مصممة لتقييم دور أتمتة الذكاء الاصطناعي في جوانب مختلفة من مكافحة الآفات والأمراض، من تبسيط المهام الروتينية إلى ضمان التدخلات في الوقت المناسب والحد من الخطأ البشري. يتم تسجيل الاستجابات لهذه العبارات باستخدام مقياس ليكرت من خمس نقاط، يتراوح من "أختلف بشدة" إلى "أوافق بشدة"، مما يسمح بفهم واضح لمستوى الاتفاق أو الاختلاف بين المشاركين. لكل عبارة، يعرض الجدول التردد والنسبة المئوية للمستجيبين في كل فئة، بالإضافة إلى المتوسط والانحراف المعياري والتباين، والتي تقدم تحليلاً إحصائياً أكثر شمولاً للاستجابات. تمكن البيانات التي تم جمعها هنا من استكشاف دقيق لكيفية إدراك أتمتة الذكاء الاصطناعي في قدرتها على تبسيط العمليات وتعزيز الكفاءة وتخفيف المخاطر في الأنظمة الزراعية والحيوانية. يضع هذا التحليل الأساس لتقييم التأثير الكلي لأتمتة الذكاء الاصطناعي على كفاءة وفعالية إدارة مخاطر صحة النبات والحيوان.

الجدول (٧-٤) اتجاه الرأي العام بالنسبة لبُعد الأتمتة

الأتمتة									
أعراض بشدة	أعراض	حيادي	أوافق	أوافق بشدة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	التباين	اتجاه الرأي	
16	7	61	212	96	3.93	0.92	0.84	أوافق	تعمل أتمتة الذكاء الاصطناعي على تبسيط المهام الروتينية في اكتشاف المخاطر التي تتعرض لها النباتات والحيوانات ومعالجتها.
12	9	70	215	86	3.90	0.87	0.76	أوافق	تعمل أدوات الذكاء الاصطناعي الآلية على تعزيز كفاءة عمليات مكافحة الآفات والأمراض في الزراعة والثروة الحيوانية.
10	10	69	208	95	3.94	0.87	0.75	أوافق	تضمن أتمتة الذكاء الاصطناعي التدخلات في الوقت المناسب لحماية صحة النبات والحيوان.
14	10	64	225	79	3.88	0.88	0.78	أوافق	تكون مهام المراقبة والتدخل الروتينية أكثر موثوقية مع أتمتة الذكاء الاصطناعي للنباتات والحيوانات.
5	16	76	201	94	3.93	0.84	0.71	أوافق	تعمل الأتمتة باستخدام الذكاء الاصطناعي على تقليل الخطأ البشري في إدارة مخاطر الصحة الزراعية والحيوانية.
المتوسط الحسابي للمتوسطات الحسابية									
الانحراف المعياري للمتوسطات الحسابية									
التباين للمتوسطات الحسابية									

تقيم العبارة الأولى في الجدول ما إذا كان أتمتة الذكاء الاصطناعي تبسط المهام الروتينية التي تنطوي على اكتشاف المخاطر التي تتعرض لها النباتات والحيوانات ومعالجتها. غالبية المستجيبين، ٥٤,٠٨%، "موافقون"، و ٢٤,٤٩% "موافقون بشدة"، مما يشير إلى إجماع واضح على أن أتمتة الذكاء الاصطناعي تلعب دورًا مهمًا في تبسيط المهام المتعلقة باكتشاف المخاطر والتخفيف منها. مجتمعة، تمثل هذه النسب ٧٨,٥٧% من المستجيبين الذين يؤيدون فعالية الذكاء الاصطناعي في تبسيط العمليات الروتينية. تشير النسبة المئوية الصغيرة نسبيًا من المستجيبين الذين "يعارضون بشدة" (٤,٠٨%) أو "يعارضون" (١,٧٩%) إلى أن أتمتة الذكاء الاصطناعي يُنظر إليها عمومًا على أنها أداة مفيدة، على الرغم من وجود درجة طفيفة من الخلاف أو عدم اليقين بين بعض المستجيبين. يعكس متوسط الدرجة ٣,٩٣ اتفاقًا عامًا مع العبارة، في حين يشير الانحراف المعياري ٠,٩٢ والتباين ٠,٨٤ إلى تباين معتدل في الاستجابات. يمكن أن يُعزى هذا التنوع إلى الاختلافات في كيفية تنفيذ أتمتة الذكاء الاصطناعي أو إدراكها

في سياقات مختلفة، مما يشير إلى أن تأثير الأتمتة قد يختلف اعتمادًا على عوامل مثل الاستعداد التكنولوجي أو البنية التحتية أو الأولويات التنظيمية.

تركز العبارة الثانية على ما إذا كانت أدوات الذكاء الاصطناعي الآلية تعزز كفاءة عمليات مكافحة الآفات والأمراض في الزراعة والثروة الحيوانية. غالبية المستجيبين، ٥٤,٨٥٪، "موافقون"، و ٢١,٩٤٪ "موافقون بشدة"، مما يعكس إجماعًا قويًا على أن أتمتة الذكاء الاصطناعي تؤثر بشكل إيجابي على الكفاءة في عمليات مكافحة الآفات والأمراض. مع موافقة ٧٦,٧٩٪ من المستجيبين، يشير هذا إلى أن الذكاء الاصطناعي يُنظر إليه على نطاق واسع على أنه يحسن فعالية وسرعة إدارة الآفات والأمراض في الأنظمة الزراعية. تظل نسبة المستجيبين الذين "لا يوافقون" (٢,٣٠٪) أو "لا يوافقون بشدة" (٣,٠٦٪) منخفضة، مما يشير إلى أن الاختلاف ضئيل. يعكس متوسط الدرجة ٣,٩٠، إلى جانب الانحراف المعياري ٠,٨٧ والتباين ٠,٧٦، مستوى عالٍ من الاتفاق مع العبارة. ومع ذلك، يشير الانحراف المعياري المعتدل إلى أنه في حين يدرك غالبية المستجيبين مكاسب الكفاءة من أتمتة الذكاء الاصطناعي، لا تزال هناك بعض الاختلافات في كيفية إدراك المستجيبين لفعالية التكنولوجيا في تعزيز الكفاءة، ربما بسبب الاختلافات في نطاق أو حجم تطبيقات الذكاء الاصطناعي في مكافحة الآفات.

تقيم العبارة الثالثة ما إذا كانت أتمتة الذكاء الاصطناعي تضمن التدخلات في الوقت المناسب لحماية صحة النبات والحيوان. ما مجموعه ٥٣,٠٦٪ من المستجيبين "موافقون"، و ٢٤,٢٣٪ "موافقون بشدة"، مما يشير إلى أن نسبة كبيرة من المشاركين يعتقدون أن أتمتة الذكاء الاصطناعي تلعب دورًا رئيسيًا في ضمان التدخلات في الوقت المناسب. مع موافقة ٧٧,٢٩٪ من المستجيبين، من الواضح أن استخدام الذكاء الاصطناعي يُنظر إليه على أنه أمر بالغ الأهمية في الحد من التأخير في الاستجابة للمخاطر الصحية، مثل الإصابة بالآفات أو تفشي الأمراض. تنقسم الاستجابات المتبقية بين أولئك المحايدون (١٧,٦٠٪) وأولئك الذين إما "غير موافقين" (٢,٥٥٪) أو "غير موافقين بشدة" (٢,٥٥٪). تشير هذه الاستجابات المعارضة، على الرغم من صغر نسبتها المئوية، إلى أن هناك من قد يشكك في موثوقية أو توقيت التدخلات التي يقودها الذكاء الاصطناعي، ربما بسبب المخاوف بشأن أعطال النظام، أو دقة البيانات، أو الحاجة إلى الإشراف البشري. ويشير متوسط النتيجة البالغ ٣,٩٤، مصحوبًا بانحراف معياري قدره ٠,٨٧ وتباين قدره ٠,٧٥، إلى وجود اتفاق عام ولكنه يسلط الضوء على درجة من التباين في كيفية إدراك المشاركين لتوقيت تدخلات الذكاء الاصطناعي في السياقات الزراعية والحيوانية المختلفة.

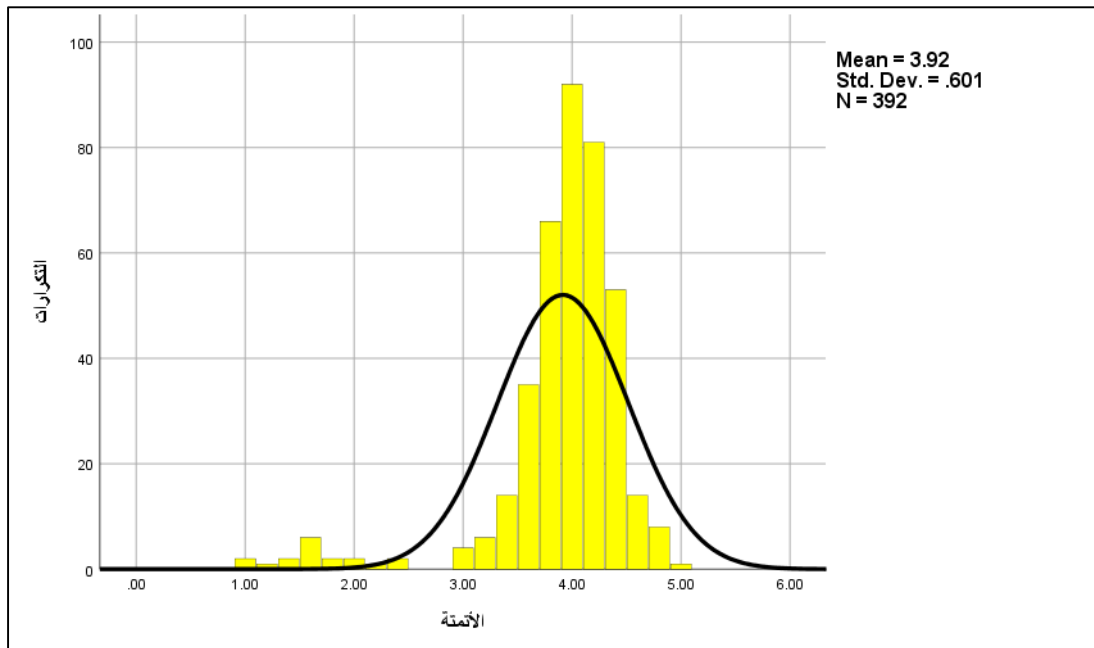
تسأل العبارة الرابعة عما إذا كانت مهام المراقبة والتدخل الروتينية أكثر موثوقية مع أتمتة الذكاء الاصطناعي. ٥٧,٤٠٪ من المستجيبين "موافقون"، و ٢٠,١٥٪ "موافقون بشدة"، مما يجعل النسبة المئوية الإجمالية للاستجابات الإيجابية ٧٧,٥٥٪. يشير هذا المستوى المرتفع من الاتفاق إلى أن المستجيبين ينظرون إلى الذكاء الاصطناعي كأداة موثوقة لتحسين اتساق وموثوقية المراقبة والتدخلات الروتينية لصحة النبات والحيوان. تكشف الاستجابات أيضاً عن نسبة صغيرة من الآراء المحايدة (١٦,٣٣٪)، وأقلية من المستجيبين الذين "لا يوافقون" (٢,٥٥٪) أو "لا يوافقون بشدة" (٣,٥٧٪). يشير هذا إلى أنه في حين يُنظر إلى أتمتة الذكاء الاصطناعي عمومًا على أنها مفيدة في ضمان الموثوقية، فقد يكون هناك عدد قليل من المشاركين غير متأكدين من اتساقها أو يعتقدون أن الإشراف البشري لا يزال ضروريًا لمهام معينة. يعكس متوسط الدرجة ٣,٨٨، مع انحراف معياري ٠,٨٨، وتباين ٠,٧٨، اتفاقًا قويًا، على الرغم من أن الانحراف المعياري يشير إلى بعض التباين في تصورات الموثوقية. وقد ينبع هذا التباين من عوامل مثل مستويات الثقة المختلفة في أنظمة الذكاء الاصطناعي أو المخاوف بشأن احتمال حدوث أعطال فنية.

تقيم العبارة الخامسة ما إذا كانت الأتمتة باستخدام الذكاء الاصطناعي تقلل من الخطأ البشري في إدارة المخاطر الصحية الزراعية والحيوانية. هنا، ٥١,٢٨٪ من المشاركين "موافقون"، و ٢٣,٩٨٪ "موافقون بشدة"، مما يدل على أن نسبة كبيرة من المشاركين يرون أن أتمتة الذكاء الاصطناعي هي طريقة فعالة لتقليل الخطأ البشري في مهام إدارة المخاطر. مجتمعة، تمثل هذه النسب ٧٥,٢٦٪ من الاستجابات الإيجابية، مما يعكس الثقة الواسعة النطاق في قدرة الذكاء الاصطناعي على تقليل الأخطاء البشرية في المهام الحرجة. النسبة المئوية لأولئك الذين "لا يوافقون" (٤,٠٨٪) أو "لا يوافقون بشدة" (١,٢٨٪) صغيرة نسبيًا، مما يشير إلى أن معظم المشاركين يؤمنون بإمكانية الذكاء الاصطناعي لتحسين الدقة في إدارة صحة النبات والحيوان. يشير متوسط الدرجة ٣,٩٣، إلى جانب الانحراف المعياري ٠,٨٤، والتباين ٠,٧١، إلى اتفاق قوي مع العبارة. ويشير الانحراف المعياري المنخفض نسبيًا إلى وجود قدر أقل من التباين في آراء المستجيبين فيما يتعلق بقدرة الذكاء الاصطناعي على تقليل الخطأ البشري، مما يشير إلى ثقة واسعة في دقة الذكاء الاصطناعي وموثوقيته.

المتوسط الحسابي لمتوسطات جميع العبارات هو ٣,٩٢، مما يشير إلى أن المستجيبين "يوافقون" بشكل عام على العبارات المتعلقة بأتمتة الذكاء الاصطناعي. وهذا يعزز التصور الإيجابي العام لأتمتة الذكاء الاصطناعي

كأداة فعالة لتحسين إدارة المخاطر والكفاءة التشغيلية في الزراعة وصحة الماشية. يعكس الانحراف المعياري للمتوسطات، ٠,٦٠، وتباين المتوسطات، ٠,٣٦، تبايناً معتدلاً في الاستجابات، مما يشير إلى أنه على الرغم من وجود إجماع عام، لا تزال هناك اختلافات في الفعالية والموثوقية المتصورة لأتمتة الذكاء الاصطناعي، ويرجع ذلك على الأرجح إلى التجارب الفردية، أو مستويات التبني التكنولوجي، أو الاختلافات في تطبيق الذكاء الاصطناعي في سياقات مختلفة.

وتؤكد النتائج المستخلصة من هذا الجدول على الأهمية المتزايدة للأتمتة التي تعتمد على الذكاء الاصطناعي في تعزيز كفاءة وموثوقية وفعالية مكافحة الآفات والأمراض، فضلاً عن تحسين استراتيجيات إدارة المخاطر لصحة النبات والحيوان وبالتالي الإجابة عن السؤال الرابع للبحث. ويشير الاتفاق الواسع النطاق بين المستجيبين إلى أن أتمتة الذكاء الاصطناعي يُنظر إليها على نطاق واسع على أنها أداة قيمة لتبسيط المهام، وضمان التدخلات في الوقت المناسب، والحد من الخطأ البشري. ومع ذلك، فإن التباين المعتدل في الاستجابات يسلط الضوء على الحاجة إلى مزيد من البحث لاستكشاف العوامل التي قد تؤثر على كيفية إدراك الذكاء الاصطناعي وتبنيه في أنظمة الزراعة والثروة الحيوانية المختلفة. وتتفق هذه النتائج مع الأهداف العامة للبحث، الذي يسعى إلى فهم كيف يمكن لتطبيقات الذكاء الاصطناعي تحسين ممارسات إدارة المخاطر وعمليات صنع القرار في سياق الزراعة وصحة الماشية. وفيما يلي المدرج التكراري الخاص ببُعد الأتمتة:



الشكل (٨-٤) المدرج التكراري للإجابات الخاصة ببُعد الأتمتة

٤,٤,٥. تحليل اتجاه الرأي العام لإجابات المشاركين بالنسبة لفعالية إدارة المخاطر:

يتناول الجدول المقدم تصورات المستجيبين فيما يتعلق بفعالية تطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر المتعلقة بالآفات والأمراض في الزراعة وتربية الحيوانات. يتم تقييم هذه التطبيقات عبر عشر عبارات مميزة، حيث يستكشف كل عبارة جانبًا محددًا من دور الذكاء الاصطناعي في تعزيز ممارسات إدارة المخاطر. تهدف العبارات إلى تقييم كيفية مساهمة الذكاء الاصطناعي في الحد من المخاطر وتحسين استخدام الموارد والتوافق مع الأهداف الاستراتيجية في رؤية ٢٠٣٠ وتعزيز الاستعداد وتعزيز التعاون بين أصحاب المصلحة، من بين عوامل أخرى.

تم تسجيل الاستجابات لهذه العبارات على مقياس ليكرت، يتراوح من "أختلف بشدة" إلى "أوافق بشدة"، مما يوفر رؤى حول المشاعر العامة تجاه تطبيق الذكاء الاصطناعي في هذا المجال. بالإضافة إلى ذلك، يوفر الجدول العديد من المقاييس الإحصائية، بما في ذلك النسب المئوية للتردد والمتوسطات والانحرافات المعيارية والتباينات، والتي تسمح بفهم أعمق لكيفية إدراك المستجيبين لمساهمة الذكاء الاصطناعي في تحسين استراتيجيات إدارة المخاطر. توفر هذه الإحصائيات أيضًا مؤشرًا على الإجماع بين المستجيبين، مما يلقي الضوء على المجالات التي يوجد فيها اتفاق واسع أو آراء متباينة.

تكمن أهمية هذا الجدول في قدرته على توفير فهم شامل للقيمة المدركة للذكاء الاصطناعي في إدارة مخاطر صحة النبات والحيوان، وخاصة في ضوء الأهمية المتزايدة للتكنولوجيات التي تعتمد على الذكاء الاصطناعي في الزراعة والثروة الحيوانية. سيتيح تحليل الجدول فهمًا أفضل لكيفية اعتبار الذكاء الاصطناعي عاملاً في تعزيز فعالية جهود إدارة المخاطر، وكيف يتكامل مع الاستراتيجيات الوطنية الأوسع مثل رؤية ٢٠٣٠، وإمكاناته في تحقيق تدابير أكثر استدامة وكفاءة لمكافحة الآفات والأمراض.

الجدول (٤-٨) اتجاه الرأي العام بالنسبة لفعالية إدارة المخاطر

فعالية إدارة المخاطر									
اتجاه الرأي	التباين	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	أوافق بشدة	أوافق	حيادي	أعارض	أعارض بشدة	
أوافق	0.77	0.88	3.97	104	202	67	8	11	التكرار
				26.53%	51.53%	17.09%	2.04%	2.81%	النسبة المئوية للتكرار
أوافق	0.90	0.95	3.92	105	194	67	10	16	التكرار
				26.79%	49.49%	17.09%	2.55%	4.08%	النسبة المئوية للتكرار
أوافق	0.76	0.87	3.90	83	224	61	12	12	التكرار
				21.17%	57.14%	15.56%	3.06%	3.06%	النسبة المئوية للتكرار
أوافق	0.86	0.93	3.97	110	198	63	5	16	التكرار
				28.06%	50.51%	16.07%	1.28%	4.08%	النسبة المئوية للتكرار
أوافق	0.78	0.89	3.94	93	217	61	7	14	التكرار
				23.72%	55.36%	15.56%	1.79%	3.57%	النسبة المئوية للتكرار
أوافق	0.78	0.88	3.97	101	211	57	12	11	التكرار
				25.77%	53.83%	14.54%	3.06%	2.81%	النسبة المئوية للتكرار
أوافق	0.67	0.82	4.01	99	224	51	10	8	التكرار
				25.26%	57.14%	13.01%	2.55%	2.04%	النسبة المئوية للتكرار
أوافق	0.75	0.87	3.93	89	219	65	6	13	التكرار
				22.70%	55.87%	16.58%	1.53%	3.32%	النسبة المئوية للتكرار
أوافق	0.74	0.86	3.92	88	215	68	11	10	التكرار
				22.45%	54.85%	17.35%	2.81%	2.55%	النسبة المئوية للتكرار
أوافق	0.76	0.87	3.91	86	221	63	9	13	التكرار
				21.94%	56.38%	16.07%	2.30%	3.32%	النسبة المئوية للتكرار
أوافق		3.94	المتوسط الحسابي للمتوسطات الحسابية						
		0.54	الانحراف المعياري للمتوسطات الحسابية						
		0.29	التباين للمتوسطات الحسابية						

تقيم العبارة الأولى كيف تساهم تطبيقات الذكاء الاصطناعي في الحد من مخاطر الآفات والأمراض في النباتات والحيوانات. غالبية المستجيبين (٥١,٥٣٪) "موافقون"، بينما ٢٦,٥٣٪ "موافقون بشدة"، مما يجعل إجمالي الموافقة ٧٨,٠٦٪. وهذا يشير إلى أن نسبة كبيرة من المستجيبين يقرون بدور الذكاء الاصطناعي في التخفيف من المخاطر المرتبطة

بالآفات والأمراض. مجموعة أصغر من المستجيبين (٢,٨١٪) "غير موافقين بشدة"، و ٢,٠٤٪ "غير موافقين"، مما يشير إلى أنه في حين أن المشاعر العامة إيجابية، لا يزال هناك من يظل متشككاً أو يعتقد أن تطبيقات الذكاء الاصطناعي ليس لها تأثير كبير على الحد من المخاطر. يشير متوسط النتيجة ٣,٩٧ إلى إجماع قوي لصالح مساهمة الذكاء الاصطناعي في الحد من مخاطر الآفات والأمراض، مع انحراف معياري قدره ٠,٨٨، وتباين ٠,٧٧، يشير إلى تباين معتدل في الاستجابات. تشير النسبة المنخفضة نسبياً للآراء المعارضة إلى أن الذكاء الاصطناعي يُنظر إليه على نطاق واسع كأداة فعالة في معالجة هذه القضايا الحرجة.

وتقيم العبارة الثانية ما إذا كانت أدوات الذكاء الاصطناعي تعمل على تحسين استخدام الموارد لإدارة المخاطر الصحية الزراعية والحيوانية. وكانت الاستجابات هنا إيجابية على نحو مماثل، حيث قال ٤٩,٤٩٪ من المشاركين "موافقون" و ٢٦,٧٩٪ "موافقون بشدة". ويعكس هذا اعترافاً بقدرة الذكاء الاصطناعي على تحسين تخصيص الموارد، مما يؤدي إلى إدارة أكثر كفاءة لمكافحة الآفات والأمراض. ولم يوافق سوى جزء صغير من المشاركين (٤,٠٨٪) على ذلك، وقال ٢,٥٥٪ "لا أوافق بشدة"، وهو ما يشير إلى أنه في حين يوجد إجماع على التأثيرات الإيجابية للذكاء الاصطناعي، لا تزال هناك بعض التحفظات، ربما تتعلق بتكاليف أو تعقيدات تنفيذ أنظمة الذكاء الاصطناعي في البيئات المحدودة الموارد. ويشير متوسط الدرجات ٣,٩٢، مع انحراف معياري قدره ٠,٩٥، وتباين قدره ٠,٩٠، إلى مستوى مرتفع نسبياً من الاتفاق، على الرغم من أن الانحراف المعياري الأعلى قليلاً يعكس نطاقاً أوسع من الآراء، وخاصة حول الكفاءة المتصورة لأدوات الذكاء الاصطناعي في إدارة الموارد.

وفي تقييم مساهمة الذكاء الاصطناعي في مواءمة جهود إدارة المخاطر مع رؤية ٢٠٣٠، تكشف العبارة الثالثة عن توافق قوي مع الأهداف الوطنية، حيث أجاب ٥٧,١٤٪ من المشاركين "موافقون" و ٢١,١٧٪ "موافقون بشدة". وتشير هذه النتائج إلى أن غالبية المشاركين يعتقدون أن تطبيقات الذكاء الاصطناعي تلعب دوراً أساسياً في المساعدة في تحقيق الأهداف الأوسع نطاقاً لرؤية ٢٠٣٠، وخاصة في تعزيز الإنتاجية الزراعية والاستدامة. وتشير النسبة المنخفضة نسبياً من إجابات "غير موافق" (٣,٠٦٪) و "غير موافق بشدة" (٣,٠٦٪) إلى أن دور الذكاء الاصطناعي في دعم رؤية ٢٠٣٠ يُنظر إليه على أنه إيجابي بشكل عام. وبمتوسط درجة ٣,٩٠ وانحراف معياري ٠,٨٧، وتباين ٠,٧٦، تُظهر الإجابات مستوى معقولاً من الاتفاق، وإن كان مع بعض التباين في كيفية إدراك توافق الذكاء الاصطناعي مع أجندة التنمية الوطنية. ويمكن أن يعزى هذا الاختلاف إلى وجهات نظر مختلفة بشأن أولويات رؤية ٢٠٣٠ وكيفية ملائمة الذكاء الاصطناعي مع تلك الأولويات.

وتقيم العبارة الرابعة دور الذكاء الاصطناعي في تحسين الاستعداد لتفشي الآفات والأمراض المحتملة في النباتات والحيوانات. ويظهر هنا إجماع قوي، حيث قال ٥٠,٥١% "موافقون" و ٢٨,٠٦% "موافقون بشدة"، وهو ما يمثل ٧٨.٥٧% من المشاركين في دعم العبارة. ويشير هذا إلى أن الكثيرين يعتقدون أن تقنيات الذكاء الاصطناعي تعزز بشكل كبير من استعداد الأنظمة الزراعية للتعامل مع الأوبئة. وقالت مجموعة أصغر (٤,٠٨%) "لا أوافق"، و ١,٢٨% فقط "لا أوافق بشدة"، وهو ما يسلط الضوء على أن الأغلبية ترى الذكاء الاصطناعي كأداة أساسية في إدارة المخاطر الاستباقية. ويدعم متوسط الدرجات ٣,٩٧ والانحراف المعياري ٠,٩٣، والتباين ٠,٨٦ التوقعات الإيجابية، على الرغم من أن الانحراف المعياري الأعلى يشير إلى درجة معينة من التباين في كيفية إدراك المستجيبين لمساهمة الذكاء الاصطناعي في الاستعداد، والتي يمكن أن تتأثر بنطاق تطبيقات الذكاء الاصطناعي أو التحديات الخاصة بالقطاع في إدارة المخاطر الصحية.

تقيم العبارة الخامسة ما إذا كانت تطبيقات الذكاء الاصطناعي تساعد في تقليل الخسائر الاقتصادية الناجمة عن الآفات والأمراض التي تؤثر على الزراعة وتربية الحيوانات. تظهر الاستجابات دعمًا قويًا، حيث أجاب ٥٥.٣٦% بـ "موافق" و ٢٣,٧٢% بـ "موافق بشدة". وهذا يسلط الضوء على اعتراف كبير بدور الذكاء الاصطناعي في الحد من التأثير المالي لتفشي الآفات والأمراض. فقط ٣,٥٧% "غير موافق" و ١,٧٩% "غير موافق بشدة"، مما يشير إلى أن معظم المستجيبين ينظرون إلى الذكاء الاصطناعي كأداة فعالة في تقليل التكاليف الاقتصادية للمخاطر الصحية في الزراعة. يشير متوسط النتيجة ٣,٩٤ والانحراف المعياري ٠,٨٩، والتباين ٠,٧٨ إلى مستوى عالٍ من الاتفاق، على الرغم من وجود بعض التباين في الاستجابات، كما هو الحال مع العبارات الأخرى. قد يعكس هذا آراء مختلفة حول الفوائد الاقتصادية المباشرة للذكاء الاصطناعي، والتي قد تعتمد على نطاق تبني الذكاء الاصطناعي أو نوع الممارسات الزراعية المعنية.

تركز العبارة السادسة على ما إذا كان استخدام الذكاء الاصطناعي يعزز التدابير الوقائية ضد المخاطر التي تتعرض لها النباتات والحيوانات. أغلبية (٥٣,٨٣%) "موافقون" و ٢٥,٧٧% "موافقون بشدة"، مما أدى إلى إجمالي ٧٩.٦٠% من الاستجابات الإيجابية. يشير هذا إلى أن معظم المستجيبين يدركون دور الذكاء الاصطناعي في تعزيز الإجراءات الوقائية، مثل الكشف المبكر عن المخاطر المحتملة وإدارتها. ومع ذلك، هناك بعض الاستجابات المحايدة (٤,٥٤%) وجزء صغير "غير موافق" (٣,٠٦%) أو "غير موافق بشدة" (٢,٨١%). يشير متوسط الدرجات ٣,٩٧ والانحراف المعياري ٠,٨٨، والتباين ٠,٧٨ إلى أن الذكاء الاصطناعي يُنظر إليه على نطاق واسع على أنه يحسن التدابير الوقائية، ولكن مرة أخرى، هناك درجة معينة من عدم اليقين أو التباين في كيفية تقييم المستجيبين لفعاليتها في هذا المجال.

تقيم العبارة السابعة تأثير الذكاء الاصطناعي على الاستدامة طويلة الأجل لاستراتيجيات إدارة الآفات والأمراض. تشير أغلبية ٥٧,١٤% "موافق" و ٢٥,٢٦% "موافق بشدة" إلى دعم قوي لفكرة أن الذكاء الاصطناعي يحسن استدامة

استراتيجيات الإدارة. ٢,٠٤% فقط "غير موافق بشدة" و ٢,٥٥% "غير موافق"، مما يشير إلى ثقة واسعة في قدرة الذكاء الاصطناعي على المساهمة في ممارسات زراعية أكثر استدامة. يؤكد متوسط النتيجة ٤,٠١، إلى جانب الانحراف المعياري ٠,٨٢ والتباين ٠,٦٧، على الإجماع العام بشأن فوائد الذكاء الاصطناعي على الاستدامة. يشير هذا إلى أن المستجيبين يرون الذكاء الاصطناعي كأداة حيوية لضمان إمكانية الحفاظ على استراتيجيات إدارة الآفات والأمراض على المدى الطويل.

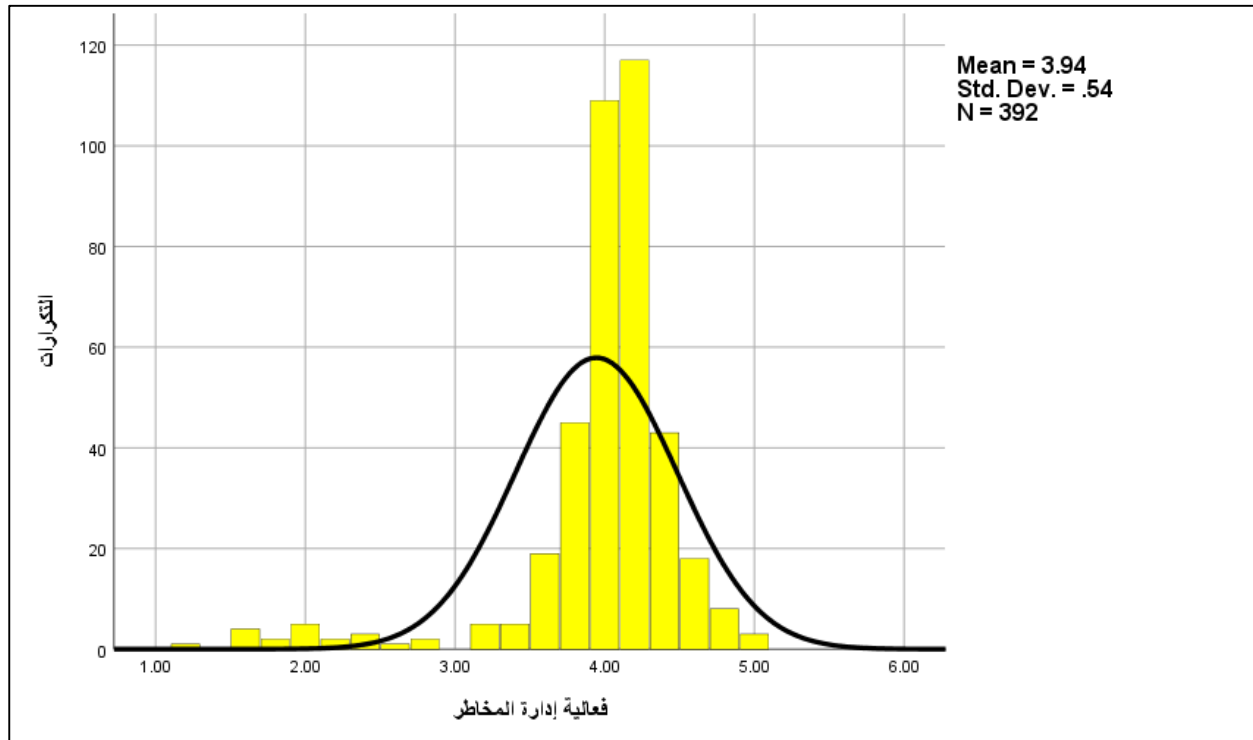
تقيم العبارة الثامنة ما إذا كانت تطبيقات الذكاء الاصطناعي تعمل على تحسين دقة تقييم المخاطر للنباتات والحيوانات. ويظهر إجمالي ٥٥,٨٧% "موافق" و ٢٢,٧٠% "موافق بشدة" أن نسبة كبيرة من المستجيبين يعتقدون أن الذكاء الاصطناعي يعزز دقة تقييم المخاطر. وهناك مجموعة أصغر (٣,٣٢%) "غير موافق" و ١,٥٣% "غير موافق بشدة"، مما يشير إلى أن معظم المستجيبين يدركون قيمة الذكاء الاصطناعي في تحسين دقة تقييم المخاطر. ويشير متوسط الدرجات ٣,٩٣ والانحراف المعياري ٠,٨٧ والتباين ٠,٧٥ إلى مستوى عالٍ من الاتفاق، وإن كان مع بعض التباين في كيفية تقييم المستجيبين لتأثير الذكاء الاصطناعي على تقييم المخاطر.

تقيم العبارة التاسعة دور الذكاء الاصطناعي في تيسير التعاون بين أصحاب المصلحة في إدارة المخاطر الصحية الزراعية والحيوانية. ويشير إجمالي ٥٤,٨٥% "موافق" و ٢٢,٤٥% "موافق بشدة" إلى أن الذكاء الاصطناعي يُنظر إليه كأداة مفيدة لتحسين التنسيق بين أصحاب المصلحة. ويشير متوسط الدرجات ٣,٩٢ والانحراف المعياري ٠,٨٦ والتباين ٠,٧٤ إلى إجماع عام على دور الذكاء الاصطناعي في تعزيز التعاون، على الرغم من وجود بعض التباين في الاستجابات، مما يعكس مستويات مختلفة من مشاركة أصحاب المصلحة أو الثقة في تقنيات الذكاء الاصطناعي.

تقيم العبارة العاشرة ما إذا كان الذكاء الاصطناعي يحسن من تكامل تدابير مكافحة الآفات والأمراض للنباتات والحيوانات. يشير إجمالي ٥٦,٣٨% "موافق" و ٢١,٩٤% "موافق بشدة"، جنبًا إلى جنب مع متوسط درجة ٣,٩١، إلى دعم قوي لدور الذكاء الاصطناعي في إنشاء استراتيجيات أكثر تكاملاً وتماسكاً لمكافحة الآفات. يشير الانحراف المعياري البالغ ٠,٨٧ والتباين البالغ ٠,٧٦ إلى تباين معتدل، وقد يكون ذلك بسبب اختلاف الخبرات مع تقنيات الذكاء الاصطناعي في دمج تدابير المكافحة.

يسلط تحليل الجدول الضوء على اتجاه واضح: يرى المستجيبون عمومًا أن تطبيقات الذكاء الاصطناعي فعالة للغاية في تحسين جوانب مختلفة من إدارة المخاطر في الزراعة وصحة الماشية. بمتوسط درجة ٣,٩٤، يتفق المستجيبون إلى حد كبير على أن الذكاء الاصطناعي يلعب دورًا حاسمًا في تعزيز مكافحة الآفات والأمراض، وتحسين استخدام الموارد، وتعزيز التعاون، وضمان استدامة استراتيجيات الإدارة. ومع ذلك، تشير الانحرافات المعيارية والتباينات المعتدلة عبر الاستجابات

والتي كانت قيمتها ٠,٥٤ للانحراف المعياري و ٠,٢٩ للتباين إلى أنه في حين يوجد اتفاق واسع النطاق، إلا أن هناك بعض التباين في كيفية إدراك المستجيبين للفوائد والتحديات المحددة لتطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر. هذا التباين يبرر المزيد من الاستكشاف، وخاصة في فهم العوامل التي تؤثر على تبني وتنفيذ الحلول القائمة على الذكاء الاصطناعي في سياقات زراعية مختلفة. ويمكن من خلال المدرج التكراري التالي معرفة المزيد من التفاصيل المتعلقة بالمتغير التابع وإجابات المشاركين في الاستبيان فيما يتعلق به:



الشكل (٩-٤) المدرج التكراري للإجابات الخاصة بفعالية إدارة المخاطر

٤,٤,٦. تحليل اتجاه الرأي العام لردود المشاركين بالنسبة لكامل عبارات الاستبيان:

يقدم الجدول التالي تحليلاً شاملاً للاستجابات التي تم جمعها من المشاركين فيما يتعلق بفعالية وتطبيق المكونات التكنولوجية المختلفة في إدارة مخاطر صحة النبات والحيوان. على وجه التحديد، يوضح الجدول المتوسط والانحراف المعياري والتباين لخمس مجالات رئيسية: تحليلات البيانات، والمراقبة في الوقت الفعلي، وأنظمة دعم القرار، والأتمتة، وفعالية إدارة المخاطر. يتم تقييم كل من هذه المجالات على أساس اتفاق المشاركين، كما هو موضح في "اتجاه الرأي"، مع مقياس الاستجابة يتراوح من "أختلف بشدة" إلى "أوافق بشدة".

الغرض من هذا الجدول هو تلخيص الاستجابات الجماعية وتوفير فهم واضح لكيفية إدراك المشاركين لدور هذه المكونات التكنولوجية في تحسين إدارة مخاطر الصحة الزراعية والحيوانية. يسمح إدراج المقاييس الإحصائية مثل المتوسط والانحراف المعياري والتباين بإجراء تحليل أعمق لمستوى الإجماع بين المستجيبين. يوفر المتوسط درجة متوسطة لكل

مكون، في حين يوفر الانحراف المعياري والتباين نظرة ثاقبة لتشتت الاستجابات، مما يسلط الضوء على المجالات التي يوجد فيها اتفاق أو اختلاف قوي في الرأي.

ومن خلال تقديم تحليل لهذه المجالات الرئيسية، يمهد هذا الجدول الطريق لإجراء فحص تفصيلي لكيفية مساهمة كل جانب من الجوانب التكنولوجية في الفعالية الإجمالية لاستراتيجيات إدارة المخاطر في الزراعة وتربية الحيوانات. وعلاوة على ذلك، يمهد الجدول الطريق لمناقشات لاحقة حول الآثار الأوسع لهذه النتائج وكيف يمكن أن تفيد التقدم التكنولوجي المستقبلي وعمليات صنع القرار في هذا المجال.

الجدول (٩-٤) اتجاه الرأي العام بالنسبة لكامل عبارات الاستبيان

اتجاه الرأي العام للإجابات				
	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	التباين	اتجاه الرأي
تحليلات البيانات	3.93	0.62	0.38	أوافق
المراقبة في الوقت الفعلي	3.96	0.57	0.32	أوافق
أنظمة دعم القرار	3.92	0.60	0.35	أوافق
الأتمتة	3.92	0.60	0.36	أوافق
فعالية إدارة المخاطر	3.94	0.54	0.29	أوافق
المتوسط الحسابي للمتغيرات	3.93			أوافق
الانحراف المعياري للمتغيرات	0.52			
التباين للمتغيرات	0.27			

المكون الأول في التحليل هو تحليلات البيانات، بمتوسط درجات ٣,٩٣، وانحراف معياري ٠,٦٢، وتباين ٠,٣٨. يشير متوسط الدرجات ٣,٩٣ إلى أن غالبية المشاركين يتفقون مع العبارة التي تفيد بأن تحليلات البيانات تلعب دوراً مهماً في إدارة المخاطر المتعلقة بصحة النبات والحيوان. يشير متوسط الدرجات المرتفع إلى أن المستجيبين يرون تحليلات البيانات كأداة أساسية في تحسين عملية اتخاذ القرار، وتحديد الاتجاهات، وتمكين التنبؤ بشكل أكثر دقة بالمخاطر المحتملة. قد يتضمن هذا تحليل البيانات التاريخية للكشف عن الأنماط في تفشي الآفات والأمراض، مما يسمح بدوره بتدخلات أكثر استهدافاً. يعكس الانحراف المعياري ٠,٦٢ والتباين ٠,٣٨ مستوى معتدلاً من التباين في الاستجابات. في حين يشير المتوسط إلى اتفاق عام، يشير التباين إلى أن بعض المستجيبين قد يكون لديهم وجهات نظر مختلفة حول تأثير تحليلات البيانات. يمكن أن تُعزى هذه الاختلافات إلى المستويات المختلفة من التعرض والألفة مع أدوات تحليل البيانات، أو التعقيد الملحوظ لتطبيق مثل هذه

التقنيات في القطاعين الزراعي والحيواني. وعلى الرغم من هذا التباين، فإن الاتجاه العام نحو الاتفاق يشير إلى أن تحليلات البيانات تعتبر على نطاق واسع أداة قيمة لتعزيز جهود إدارة المخاطر.

يتمتع المكون الثاني، الرصد في الوقت الحقيقي، بمتوسط درجات أعلى قليلاً يبلغ ٣,٩٦، وانحراف معياري يبلغ ٠,٥٧، وتباين يبلغ ٠,٣٢. ويعكس متوسط الدرجات البالغ ٣,٩٦ اتفاقاً قوياً، مما يشير إلى أن معظم المستجيبين يعتقدون أن الرصد في الوقت الحقيقي يشكل جانباً أساسياً من جوانب إدارة المخاطر في الزراعة وصحة الحيوان. ويسمح الرصد في الوقت الحقيقي بالكشف الفوري عن المخاطر الناشئة، مثل الإصابة بالآفات أو تفشي الأمراض، ويمكن من التدخلات في الوقت المناسب. وهذه القدرة حاسمة في الحد من تأثير مثل هذه المخاطر، حيث يمكن للاكتشاف المبكر أن يخفف بشكل كبير من انتشار الأمراض أو الآفات.

الانحراف المعياري البالغ ٠,٥٧ والتباين البالغ ٠,٣٢ منخفضان نسبياً، مما يشير إلى وجود إجماع قوي بين المستجيبين فيما يتعلق بقيمة الرصد في الوقت الحقيقي. وهذا يشير إلى أن معظم المشاركين يتفقون على فعالية الرصد في الوقت الحقيقي في تحسين استجابة ومرونة استراتيجيات إدارة المخاطر. يشير النطاق الضيق نسبياً للاستجابات إلى أن المراقبة في الوقت الفعلي يُنظر إليها كأداة مفيدة للغاية في إدارة المخاطر الصحية، مع وجود خلاف ضئيل حول أهميتها.

بعد ذلك، يتم تقييم أنظمة دعم القرار، بمتوسط درجة ٣,٩٢، وانحراف معياري ٠,٦٠، وتباين ٠,٣٥. يشير متوسط الدرجة ٣,٩٢ إلى أن أنظمة دعم القرار تُنظر إليها بشكل إيجابي بشكل عام، حيث يتفق المستجيبون على أن هذه الأنظمة تعزز عمليات صنع القرار في إدارة مخاطر صحة النبات والحيوان. تدمج أنظمة دعم القرار البيانات من مصادر مختلفة، مثل أنماط الطقس، واتجاهات أعداد الآفات، وانتشار الأمراض، لتقديم توصيات ورؤى لاستراتيجيات إدارة أكثر فعالية. تدعم هذه الأنظمة تقييم المخاطر، وتخصيص الموارد، والتخطيط الاستراتيجي، وبالتالي تمكين اتخاذ قرارات أكثر استنارة.

يشير الانحراف المعياري ٠,٦٠ والتباين ٠,٣٥ إلى تباين معتدل في الاستجابات. في حين يتفق أغلب المشاركين على قيمة أنظمة دعم القرار، فإن التباين يشير إلى أن بعض المشاركين قد يكون لديهم آراء مختلفة حول فعالية أو إمكانية تطبيق هذه الأنظمة في بيئات زراعية أو حيوانية مختلفة. وقد يكون هذا راجعاً إلى عوامل مثل مستوى التعقيد المرتبط بأنظمة دعم القرار أو التحديات المحددة التي تواجهها الصناعات المختلفة في تنفيذ مثل هذه الأنظمة. ومع ذلك، يشير الاتجاه العام للاتفاق إلى أن أنظمة دعم القرار تُرى كأدوات مفيدة في مجال إدارة المخاطر.

الأتمتة هي عنصر رئيسي آخر، بمتوسط درجة ٣,٩٢، وانحراف معياري ٠,٦٠، وتباين ٠,٣٦. يشير متوسط الدرجة ٣,٩٢ إلى أن المستجيبين يتفقون عموماً على أن الأتمتة تلعب دوراً مهماً في إدارة المخاطر على صحة النبات

والحيوان. يمكن أن تتطوي الأتمتة في إدارة المخاطر على استخدام أنظمة تعمل بالذكاء الاصطناعي للكشف عن الإصابة بالآفات وتفشي الأمراض والتغيرات البيئية والاستجابة لها. من خلال أتمتة المهام الروتينية مثل المراقبة والإبلاغ والاستجابة للتهديدات، يمكن للأتمتة تحسين الكفاءة بشكل كبير وتقليل الخطأ البشري وتحرير الموارد لاتخاذ قرارات أكثر تعقيداً.

يعكس الانحراف المعياري ٠,٦٠ والتباين ٠,٣٦ مستوى مماثلاً من التباين للمكونات الأخرى، مما يشير إلى أنه في حين يتفق معظم المستجيبين على فوائد الأتمتة، لا يزال هناك بعض التنوع في الآراء. يمكن أن يتأثر هذا بعوامل مثل مستوى الأتمتة المعمول به بالفعل في قطاعات المستجيبين، أو معرفتهم بالأنظمة الآلية. ومع ذلك، يشير الاتجاه العام إلى أن الأتمتة يُنظر إليها على نطاق واسع باعتبارها أداة قيمة في تحسين كفاءة وفعالية جهود إدارة المخاطر.

المكون الأخير، فعالية إدارة المخاطر، لديه متوسط درجة ٣,٩٤، وانحراف معياري ٠,٥٤، وتباين ٠,٢٩. وهذا يشير إلى اتفاق قوي بين المشاركين فيما يتعلق بالفعالية الإجمالية لممارسات إدارة المخاطر عند دمج الذكاء الاصطناعي والحلول التكنولوجية الأخرى. يشير متوسط الدرجة المرتفع إلى أن المستجيبين يعتقدون أن دمج التقنيات المتقدمة، مثل تحليلات البيانات والمراقبة في الوقت الفعلي وأنظمة دعم القرار والأتمتة، يؤدي إلى إدارة أكثر فعالية للمخاطر في الزراعة وصحة الماشية.

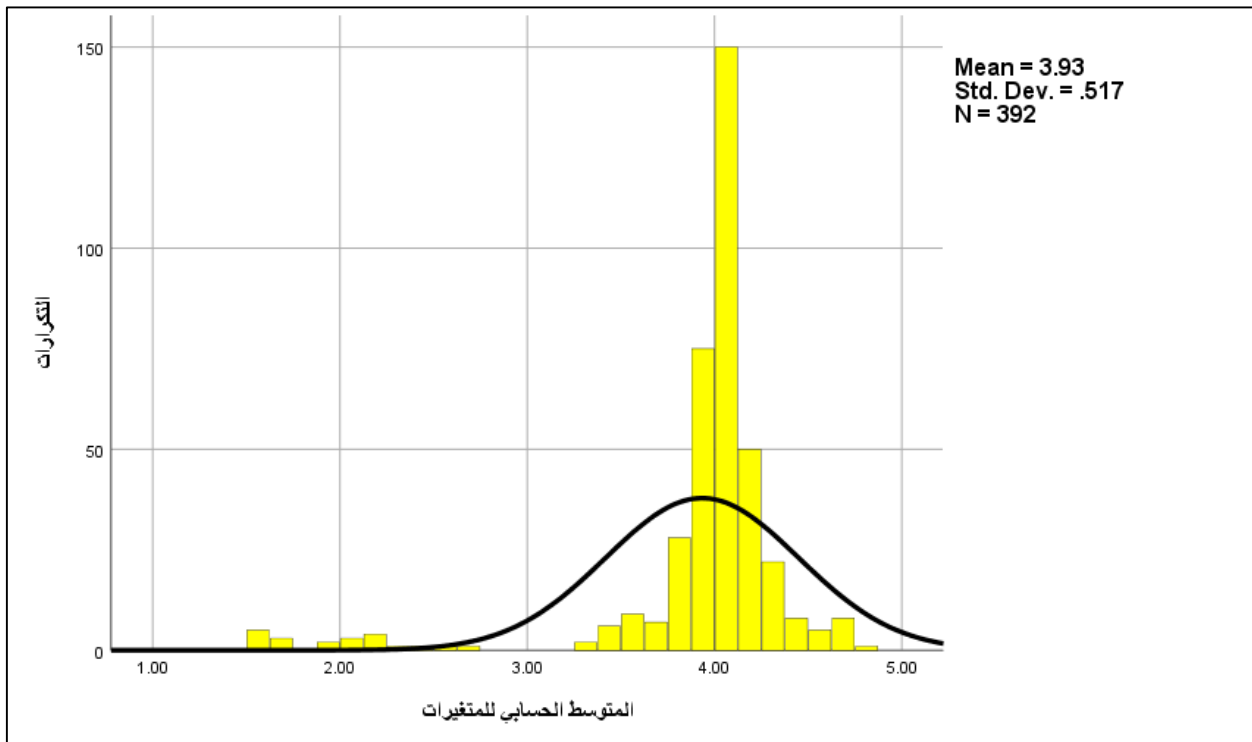
يشير الانحراف المعياري المنخفض نسبياً البالغ ٠,٥٤ والتباين ٠,٢٩ إلى وجود إجماع قوي على فعالية هذه التقنيات في تحسين نتائج إدارة المخاطر. يشير هذا الاتساق إلى أن معظم المستجيبين يرون أن هذه التطورات التكنولوجية فعالة للغاية في الحد من المخاطر ومنع تفشي الأمراض وتحسين استدامة جهود مكافحة الآفات والأمراض. ويؤكد المستوى المرتفع للاتفاق على الدور الحاسم للتكنولوجيا في تعزيز مرونة النظم الزراعية وضمان صحة النباتات والحيوانات على المدى الطويل.

يشير متوسط الدرجة الإجمالي ٣,٩٣، مع انحراف معياري ٠,٥٢ وتباين ٠,٢٧، إلى اتجاه عام للاتفاق عبر جميع المكونات الخمسة. ويشير هذا إلى أن المستجيبين، ككل، ينظرون إلى تكامل الذكاء الاصطناعي والتقنيات ذات الصلة على أنه ضروري لتحسين ممارسات إدارة المخاطر في الزراعة وصحة الماشية. ويسلط الانحراف المعياري المنخفض والتباين عبر جميع المكونات الضوء على الإجماع القوي بين المشاركين، مما يؤكد بشكل أكبر على الأهمية المتصورة لهذه التقنيات في تعزيز فعالية وكفاءة استراتيجيات إدارة المخاطر.

ومع ذلك، يشير وجود بعض التباين في الانحرافات المعيارية والتباينات عبر المكونات المختلفة إلى أنه قد تكون هناك بعض الاختلافات في كيفية إدراك هذه التقنيات أو تنفيذها في سياقات زراعية وحيوانية مختلفة. على سبيل المثال، في

حين يُنظر إلى المراقبة في الوقت الفعلي وتحليلات البيانات على أنها ذات قيمة خاصة، فقد يكون لأنظمة الأتمتة ودعم القرار تقييمات أكثر تنوعاً اعتماداً على التحديات المحددة التي تواجهها الصناعات أو المناطق المختلفة.

وفي الختام، يكشف تحليل اتجاهات الرأي في الجدول أن المستجيبين يتفقون بشدة على أهمية الذكاء الاصطناعي والحلول التكنولوجية في تحسين استراتيجيات إدارة المخاطر على صحة النبات والحيوان. وتشير الدرجات المتوسطة المرتفعة عبر جميع المكونات إلى أن هذه التقنيات تعتبر على نطاق واسع أدوات قيمة في الحد من المخاطر وتعزيز الاستعداد وتحسين عملية اتخاذ القرار. وفي حين أن هناك بعض التباين في الاستجابات، فإن الاتجاه العام يشير إلى إجماع قوي على أن الذكاء الاصطناعي والتقنيات ذات الصلة ضرورية لتحديث وتحسين إدارة المخاطر الصحية الزراعية والحيوانية. ويؤكد هذا التحليل على الدور الحاسم للابتكار التكنولوجي في ضمان استدامة ومرونة الأنظمة الزراعية. ويمكن من خلال المدرج التكراري التالي عرض تفاصيل الاستبيان ككل مع المتغيرين التابع والمستقل وأبعاد المتغير المستقل الأربعة:



الشكل (٤-١٠) المدرج التكراري للإجابات الخاصة بكامل عبارات الاستبيان

٤,٥. اختبار الفرضيات:

يمثل الجدول التالي مصفوفة ارتباط مفصلة تحدد العلاقات بين المكونات التكنولوجية الرئيسية - تحليلات البيانات، والمراقبة في الوقت الفعلي، وأنظمة دعم القرار، والأتمتة، وفعالية إدارة المخاطر. كما يعرض معاملات ارتباط بيرسون، التي تقيس قوة واتجاه العلاقات بين هذه المتغيرات، ومستويات أهميتها، والتي تشير إلى ما إذا كانت الارتباطات الملحوظة

ذات مغزى إحصائي. يسلط كل مكون من مكونات الجدول الضوء على الترابطات المتبادلة بين الأدوات التكنولوجية المختلفة المستخدمة في إدارة مخاطر صحة النبات والحيوان. والغرض من تحليل الارتباط هذا هو دراسة كيفية ارتباط هذه التقنيات ببعضها البعض وفعالية إدارة المخاطر، وبالتالي توفير فهم أعمق لتأثيرها الجماعي على إدارة الصحة الزراعية والحيوانية.

تتراوح معاملات الارتباط من ٠,٦٩٤ إلى ٠,٧٨٨، وكلها ذات دلالة إحصائية عند مستوى دلالة ٠,٠١، مما يشير إلى أن هذه العلاقات ليست بسبب الصدفة العشوائية ولكنها قوية وموثوقة. يعد هذا التحليل أمراً بالغ الأهمية للتحقق من صحة فرضيات البحث، لأنه يقيم كيف تساهم جوانب مختلفة من التقنيات التي تعتمد على الذكاء الاصطناعي في الفعالية الإجمالية لإدارة المخاطر. من خلال فحص الارتباطات بين كل من المكونات التكنولوجية وفعالية إدارة المخاطر، ستتحقق الدراسة مما إذا كانت هذه التقنيات، بشكل فردي أو جماعي، تدعم فعالية ممارسات إدارة المخاطر في التنبؤ بالآفات النباتية وأمراض الحيوان واكتشافها والسيطرة عليها. يعد هذا الجدول مفتاحاً لمعالجة فرضيات البحث، وما يليه سيوفر فحصاً تفصيلياً لكيفية التحقق من صحة كل فرضية من خلال الارتباطات الملحوظة.

الجدول (٤-١٠) مصفوفة الارتباط الخاصة بمعامل ارتباط بيرسون

مصفوفة الارتباط						
فعالية إدارة المخاطر	الأتمتة	أنظمة دعم القرار	المراقبة في الوقت الفعلي	تحليلات البيانات		
				1	معامل ارتباط بيرسون	تحليلات البيانات
.788**	.694**	.743**	.731**		مستوى المعنوية	
0.000	0.000	0.000	0.000			المراقبة في الوقت الفعلي
.732**	.702**	.731**	1	.731**	معامل ارتباط بيرسون	
0.000	0.000	0.000		0.000	مستوى المعنوية	أنظمة دعم القرار
.750**	.694**	1	.731**	.743**	معامل ارتباط بيرسون	
0.000	0.000		0.000	0.000	مستوى المعنوية	الأتمتة
.723**	1	.694**	.702**	.694**	معامل ارتباط بيرسون	
0.000		0.000	0.000	0.000	مستوى المعنوية	فعالية إدارة المخاطر
1	.723**	.750**	.732**	.788**	معامل ارتباط بيرسون	
	0.000	0.000	0.000	0.000	مستوى المعنوية	
** ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ٠,٠١						

٤,٥,١. التحقق من صحة الفرضية الأولى:

تفترض الفرضية الأولى وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين استخدام تحليلات البيانات التي تعتمد على الذكاء الاصطناعي وفعالية إدارة المخاطر في التنبؤ بالآفات النباتية وأمراض الحيوان والتخفيف من حدتها في مكة. وللتحقق من هذه الفرضية، نركز على معامل ارتباط بيرسون بين تحليلات البيانات وفعالية إدارة المخاطر، والذي تم الإبلاغ عنه عند ٠,٧٨٨. وهذا ارتباط إيجابي قوي، مما يشير إلى أنه مع زيادة استخدام تحليلات البيانات التي تعتمد على الذكاء الاصطناعي، تتحسن فعالية إدارة المخاطر في التخفيف من حدة الآفات والأمراض بشكل كبير. تم الإبلاغ عن مستوى الدلالة عند ٠,٠٠٠، وهو أقل من عتبة ٠,٠١، مما يؤكد أن الارتباط ذو دلالة إحصائية.

تدعم هذه النتيجة الفرضية، حيث توضح أن تحليلات البيانات، وخاصة التحليلات التي تعتمد على الذكاء الاصطناعي، تلعب دورًا حاسمًا في تعزيز جهود إدارة المخاطر. تمكّن تحليلات البيانات من معالجة وتحليل مجموعات البيانات الكبيرة لتحديد الاتجاهات والتنبؤ بانتشار الآفات أو الأمراض المحتملة وتحسين استراتيجيات التدخل. يسלט الارتباط الإيجابي والهام إحصائيًا بين تحليلات البيانات وفعالية إدارة المخاطر الضوء على الدور الحاسم للتحليلات المدعومة بالذكاء الاصطناعي في تحسين القدرات التنبؤية واستراتيجيات التخفيف من المخاطر الصحية الزراعية في مكة.

وبالتالي، يتم التحقق من صحة الفرضية الأولى، حيث تُظهر البيانات بوضوح وجود علاقة قوية وهامة إحصائيًا بين استخدام تحليلات البيانات وفعالية إدارة المخاطر في التنبؤ بالآفات النباتية وأمراض الحيوان والتخفيف منها.

٤,٥,٢. التحقق من صحة الفرضية الثانية:

تشير الفرضية الثانية إلى وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين استخدام المراقبة في الوقت الفعلي المدعومة بالذكاء الاصطناعي وفعالية إدارة المخاطر في الكشف المبكر عن التهديدات الزراعية. تم الإبلاغ عن معامل الارتباط بين المراقبة في الوقت الفعلي وفعالية إدارة المخاطر عند ٠,٧٣٢، بمستوى دلالة ٠,٠٠٠، وهو مرة أخرى أقل من عتبة ٠,٠١ للدلالة الإحصائية. وهذا يشير إلى وجود ارتباط إيجابي قوي بين المتغيرين.

يسمح الرصد في الوقت الفعلي بالمراقبة المستمرة للأنظمة الزراعية، مما يتيح الكشف المبكر عن المخاطر مثل الإصابة بالآفات أو تفشي الأمراض. إن القدرة على اكتشاف التهديدات في الوقت الفعلي والاستجابة السريعة أمر ضروري لمنع الأضرار الواسعة النطاق للمحاصيل أو الماشية. ويدعم الارتباط العالي والأهمية الإحصائية الفرضية الثانية من خلال

إظهار أن الرصد في الوقت الفعلي المدعوم بالذكاء الاصطناعي هو عنصر حاسم في إدارة المخاطر الفعالة، وخاصة في المراحل المبكرة من اكتشاف التهديدات.

تؤكد العلاقة القوية بين الرصد في الوقت الفعلي وفعالية إدارة المخاطر على أهمية تقنيات الذكاء الاصطناعي في تمكين القرارات السريعة القائمة على البيانات والتي تعمل على تحسين توقيت ودقة التدخلات. ونظرًا للسياق الزراعي في مكة، حيث تعد الاستجابات في الوقت المناسب للتهديدات الناشئة أمرًا بالغ الأهمية، فإن هذا الاكتشاف يسلط الضوء على قيمة دمج أنظمة الرصد في الوقت الفعلي القائمة على الذكاء الاصطناعي في استراتيجيات إدارة المخاطر.

وبالتالي، يتم التحقق من صحة الفرضية الثانية أيضًا، حيث تشير البيانات إلى أن الرصد في الوقت الفعلي المدعوم بالذكاء الاصطناعي يساهم بشكل كبير في فعالية الاكتشاف المبكر في إدارة التهديدات الزراعية.

٣, ٥, ٤. التحقق من صحة الفرضية الثالثة:

تفترض الفرضية الثالثة وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين استخدام أنظمة دعم القرار القائمة على الذكاء الاصطناعي وفعالية إدارة المخاطر في تحسين استراتيجيات مكافحة الآفات والأمراض. معامل ارتباط بيرسون بين أنظمة دعم القرار وفعالية إدارة المخاطر هو ٠,٧٥٠، بمستوى دلالة ٠,٠٠٠، مما يؤكد وجود علاقة قوية وذات دلالة إحصائية بين هذين المتغيرين.

تستخدم أنظمة دعم القرار الذكاء الاصطناعي لدمج وتحليل البيانات من مصادر مختلفة، مثل الظروف الجوية، وأعداد الآفات، واتجاهات الأمراض، لتقديم توصيات قابلة للتنفيذ لإدارة الآفات والأمراض. يمكن أن تعزز أنظمة دعم القرار بشكل كبير تحسين استراتيجيات المكافحة من خلال مساعدة صناع القرار على تخصيص الموارد بكفاءة، وإعطاء الأولوية للتدخلات، وتخصيص الاستجابات لمخاطر محددة. يشير الارتباط العالي بين أنظمة دعم القرار وفعالية إدارة المخاطر إلى أن هذه الأنظمة مفيدة في تحسين كفاءة وفعالية تدابير مكافحة الآفات والأمراض.

يوضح الارتباط الإيجابي البالغ ٠,٧٥٠ أنه مع زيادة تبني نظام دعم القرار، تتحسن أيضًا الفعالية الإجمالية لإدارة المخاطر في السيطرة على الآفات والأمراض. كما تعزز الدلالة الإحصائية (قيمة 0.000) صحة الفرضية، حيث تؤكد أن العلاقة بين نظام دعم القرار وفعالية إدارة المخاطر لا ترجع إلى الصدفة العشوائية.

لذلك، تم التحقق من صحة الفرضية الثالثة، حيث تشير البيانات إلى أن أنظمة دعم القرار القائمة على الذكاء الاصطناعي لها تأثير كبير وإيجابي على تحسين استراتيجيات مكافحة الآفات والأمراض في الإدارة الزراعية والحيوانية.

٤,٥,٤. التحقق من صحة الفرضية الرابعة:

تؤكد الفرضية الرابعة أن هناك فروقاً ذات دلالة إحصائية بين استخدام الأتمتة المدعومة بالذكاء الاصطناعي وفعالية إدارة المخاطر في تحسين الكفاءة التشغيلية والاستدامة. معامل الارتباط بين الأتمتة وفعالية إدارة المخاطر هو ٠,٧٢٣، بمستوى دلالة ٠,٠٠٠، مما يؤكد وجود علاقة إيجابية قوية وذات دلالة إحصائية.

يمكن أن تتضمن الأتمتة في سياق إدارة المخاطر استخدام الذكاء الاصطناعي لتبسيط وتحسين المهام الروتينية مثل المراقبة وجمع البيانات وإعداد التقارير. من خلال أتمتة هذه العمليات، يمكن لأنظمة الذكاء الاصطناعي تقليل احتمالية الخطأ البشري، وزيادة سرعة اتخاذ القرار، وتعزيز الكفاءة الإجمالية لعمليات إدارة الآفات والأمراض. يشير الارتباط العالي بين الأتمتة وفعالية إدارة المخاطر إلى أن الأتمتة التي يقودها الذكاء الاصطناعي هي عامل مهم في تحسين الكفاءة التشغيلية وضمان استدامة ممارسات إدارة المخاطر.

تسلط العلاقة الإيجابية بين الأتمتة وفعالية إدارة المخاطر الضوء بشكل أكبر على قيمة الذكاء الاصطناعي في زيادة الكفاءة التشغيلية، وهو أمر بالغ الأهمية لإدارة تعقيد المخاطر الصحية الزراعية والحيوانية. من خلال أتمتة المهام وتمكين الاستجابات الأسرع للتهديدات الناشئة، يمكن للأتمتة التي تعمل بالذكاء الاصطناعي ضمان تخصيص الموارد بشكل أكثر فعالية، وأن تكون التدخلات أكثر دقة وفي الوقت المناسب.

وبالتالي، يتم التحقق من صحة الفرضية الرابعة أيضاً، حيث تدعم البيانات بوضوح الاستنتاج القائل بأن الأتمتة التي تعمل بالذكاء الاصطناعي تساهم بشكل كبير في تعزيز الكفاءة التشغيلية والاستدامة في إدارة المخاطر الزراعية.

٤,٥,٥. ملخص النتائج الخاصة بالتحقق من صحة الفرضيات البحثية:

تقدم مصفوفة الارتباط دليلاً قوياً على صحة الفرضيات الأربع. حيث تظهر كل من التقنيات التي تعتمد على الذكاء الاصطناعي - تحليلات البيانات، والمراقبة في الوقت الفعلي، وأنظمة دعم القرار، والأتمتة - ارتباطاً إيجابياً مهماً إحصائياً بفعالية إدارة المخاطر. وتؤكد هذه النتائج على الدور الحاسم لتقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين جوانب مختلفة من إدارة المخاطر الزراعية، من الاكتشاف المبكر إلى استراتيجيات التحكم المحسنة وتعزيز الكفاءة التشغيلية. وتؤكد الارتباطات المهمة إحصائياً على أهمية دمج الذكاء الاصطناعي في أنظمة إدارة الصحة الزراعية والحيوانية لتحقيق تدخلات أكثر فعالية واستدامة وفي الوقت المناسب. وتعمل النتائج المستخلصة من هذا التحليل على تأكيد أن الذكاء الاصطناعي هو أداة تحويلية

في إدارة المخاطر المرتبطة بالآفات النباتية وأمراض الحيوان، بما يتماشى مع الأهداف الأوسع لتعزيز الأمن الغذائي والاستدامة الزراعية.

توفر مصفوفة الارتباط نظرة شاملة للعلاقات المتبادلة بين المكونات الأساسية للتكنولوجيات التي تعتمد على الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر الزراعية. وتسلط الضوء على الترابط والطبيعة التكميلية لتحليلات البيانات والمراقبة في الوقت الفعلي وأنظمة دعم القرار والأتمتة وفعالية إدارة المخاطر. وتؤكد الارتباطات الإيجابية القوية الموحدة عبر هذه المتغيرات على مساهمتها الجماعية في تحسين التنبؤ بالمخاطر الزراعية ومراقبتها وإدارتها. وتؤكد هذه المصفوفة أن تكامل هذه التقنيات يخلق تأثيرًا تآزريًا، مما يعزز الكفاءة التشغيلية الشاملة والاستدامة والقدرة على التخفيف من آفات النباتات وأمراض الحيوانات بشكل فعال. وتؤكد هذه النتائج على أهمية التطبيق الشامل والمنسق لأدوات الذكاء الاصطناعي في تعزيز الممارسات الزراعية وتحقيق الأهداف الاستراتيجية مثل رؤية ٢٠٣٠. وفيما يلي جدول مصفوفة الارتباط المختصرة التي توضح العلاقة بين كل بعد من أبعاد المتغير المستقل مع المتغير التابع:

الجدول (٤-١١) مصفوفة الارتباط المختصرة

مصفوفة الارتباط المختصرة					
	تحليلات البيانات	المراقبة في الوقت الفعلي	أنظمة دعم القرار	الأتمتة	فعالية إدارة المخاطر
تحليلات البيانات	1				
المراقبة في الوقت الفعلي	0.731	1			
أنظمة دعم القرار	0.743	0.731	1		
الأتمتة	0.694	0.702	0.694	1	
فعالية إدارة المخاطر	0.788	0.732	0.750	0.723	1

الفصل الخامس

الاستنتاجات والتوصيات

الفصل الخامس: الاستنتاجات والتوصيات

١, ٥. نتائج الدراسة وربطها بالدراسات السابقة:

توضح نتائج هذه الدراسة الإمكانيات الكبيرة لتطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر الزراعية، وخاصة في معالجة آفات النباتات وأمراض الحيوانات في سياق مكة. ومن خلال دمج تقنيات الذكاء الاصطناعي في العمليات الزراعية المختلفة، يمكن لأصحاب المصلحة تعزيز الإنتاجية وتخفيف المخاطر وضمان الاستدامة طويلة الأجل. وتدعم هذه الاستنتاجات وتبني عليها الأفكار التي قدمتها الأبحاث السابقة في هذا المجال.

كشفت الدراسة عن رأي عام قوي يؤيد تحليلات البيانات التي تعتمد على الذكاء الاصطناعي لتحسين النتائج الزراعية. وسلط المشاركون الضوء باستمرار على قيمة تحليلات البيانات في تحديد الأنماط والتنبؤ بالمخاطر وتسهيل اتخاذ القرارات المستنيرة. ويتمشى هذا مع استنتاجات فاييزة (٢٠٢١)، التي أكدت على أهمية الأدوات الرقمية في تحويل الزراعة لمعالجة التحديات البيئية والمتعلقة بالموارد. وبالمثل، أكد غرابه (٢٠٢٤) على الأهمية الاقتصادية للذكاء الاصطناعي في تعزيز الإنتاجية الزراعية ومعالجة قضايا الأمن الغذائي، مما عزز نتائج هذا البحث بشكل أكبر.

وقد برزت المراقبة في الوقت الفعلي كمكون أساسي في إدارة المخاطر الزراعية، حيث أقر المشاركون بدورها في الكشف عن المشكلات ومعالجتها على الفور. ويتوافق هذا الاكتشاف مع عمل محاسب (٢٠٢٤)، الذي استكشف إمكانيات الذكاء الاصطناعي في الزراعة الدقيقة، وخاصة للمراقبة في الوقت الفعلي لصحة المحاصيل ونشاط الآفات وظروف التربة. وعلاوة على ذلك، سلط Sara et al. (2021) الضوء على فعالية أنظمة الإنذار المبكر المدعومة بالذكاء الاصطناعي في الحد من انتشار آفات النباتات وأمراض الحيوانات، بما يتمشى مع المشاعر التي عبر عنها المستجيبون في هذه الدراسة.

وقد أثبتت الدراسة أهمية أنظمة دعم القرار المدعومة بالذكاء الاصطناعي في تعزيز استراتيجيات إدارة المخاطر. وأدرك المشاركون قيمة هذه الأنظمة في تقديم رؤى قابلة للتنفيذ وتحسين التدخلات. وتتفق هذه النتائج مع سليم (٢٠٢٢)، الذي سلط الضوء على تكامل الزراعة الذكية مع الاستراتيجيات الصناعية لتحسين الإنتاجية والحد من الاعتماد على المدخلات الضارة. وبالمثل، أكد Hammad et al. (2023) على دور الذكاء الاصطناعي في الحد من مخاطر الكوارث، مشيرين إلى فعاليته في تقديم تنبؤات دقيقة ودعم الاستراتيجيات التكيفية.

وقد تم الاعتراف بالأئمة، وهي بُعد رئيسي آخر تم استكشافه في الدراسة، لمساهمتها في تعزيز الكفاءة التشغيلية والحد من الأخطاء البشرية في الممارسات الزراعية. وأشار المشاركون إلى أن الأئمة تعمل على تبسيط المهام المتكررة

وتضمن الاتساق في جهود المراقبة والتدخل. وتتوافق هذه الملاحظات مع نتائج Sara et al. (2021)، الذين ناقشوا دور الأتمتة في تعزيز الإنتاجية الزراعية، وChristakakis et al. (2024)، الذين أظهروا فائدة أدوات الذكاء الاصطناعي القائمة على الهواتف الذكية في الكشف عن الآفات والأمراض.

وتسلط نتائج الدراسة الضوء بشكل أكبر على الترابط بين تطبيقات الذكاء الاصطناعي وأهداف الاستدامة الأوسع نطاقاً، مع التأكيد على دور هذه التقنيات في تحقيق أهداف رؤية ٢٠٣٠. ويتمشى هذا الاستنتاج مع الرؤى التي قدمها Gryshova et al. (2024)، الذين استكشفوا دمج الذكاء الاصطناعي في الزراعة الذكية مناخياً لتعزيز الاستدامة والمرونة. وسلطت دراستهم الضوء على الإمكانيات التحويلية للذكاء الاصطناعي في تحسين الموارد ومعالجة التحديات المتعلقة بالمناخ، وتعزيز أهمية الذكاء الاصطناعي في السياق الزراعي في مكة.

وفي معالجة أسئلة البحث، أكدت الدراسة أن تطبيقات الذكاء الاصطناعي تعزز بشكل كبير إدارة المخاطر الزراعية من خلال تحسين دقة التنبؤ، وتمكين الاستجابات في الوقت الفعلي، ودعم اتخاذ القرارات الاستراتيجية. وتثبت هذه النتائج صحة الفرضيات وتتماشى مع نتائج الدراسات السابقة. على سبيل المثال، سلط سوداني (٢٠٢٢) الضوء على إمكانيات الزراعة الرقمية في تحقيق الأمن الغذائي من خلال الأساليب المبتكرة، وهو منظور تردد صداه في هذا البحث.

ويؤكد توافق نتائج الدراسة مع الأبحاث السابقة على قوة وصحة استنتاجاتها. على سبيل المثال، أكد Tzachor (2020) على أهمية تصميم تطبيقات الذكاء الاصطناعي لتناسب مع الظروف الإقليمية وسلسلة التوريد المحددة للتخفيف من المخاطر بشكل فعال. ويتوافق هذا التوصية مع التركيز الذي أظهرته الدراسة على الحلول المحلية لإدارة التحديات الزراعية في مكة.

كما يؤكد هذا البحث على الارتباط بين أبعاد الذكاء الاصطناعي وفعالية إدارة المخاطر، ويسلط الضوء على الفوائد المتعددة الجوانب لدمج تحليلات البيانات والمراقبة في الوقت الفعلي وأنظمة دعم القرار والأتمتة في الممارسات الزراعية. وتوضح النتائج أن هذه التقنيات لا تعمل على تحسين الإنتاجية فحسب، بل تساهم أيضاً في الاستدامة طويلة الأجل، بما يتماشى مع استنتاجات سليم (٢٠٢٢) وGryshova et al. (2024).

وبناءً على هذه النتائج، يمكن تقديم العديد من التوصيات لتعزيز تبني وفعالية الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر الزراعية. أولاً، يجب على صناع السياسات إعطاء الأولوية للاستثمارات في البنية التحتية للذكاء الاصطناعي وبرامج التدريب لتزويد أصحاب المصلحة بالمهارات والموارد اللازمة. وهذا يتماشى مع توصيات فايزة (٢٠٢١) وHammad et al. (2023)، الذي أكد على أهمية بناء القدرات والتعاون للتغلب على الحواجز التي تحول دون التبني.

ثانيًا، يعد تعزيز الشراكات بين القطاعين العام والخاص أمرًا بالغ الأهمية لتوسيع نطاق تطبيقات الذكاء الاصطناعي وضمان إمكانية وصولها إلى المزارعين من أصحاب الحيازات الصغيرة. سلط سليم (٢٠٢٢) وسوداني (٢٠٢٢) الضوء على دور الجهود التعاونية في دفع الابتكار ومعالجة قيود الموارد، مما يدعم هذه التوصية بشكل أكبر.

ثالثًا، هناك حاجة إلى استمرار البحث والتطوير لصقل أدوات الذكاء الاصطناعي وتوسيع نطاق تطبيقها في سياقات زراعية متنوعة. أكد Sara et al. (2021) و Christakakis et al. (2024) على أهمية تطوير حلول قابلة للتطوير والتشغيل المتبادل لمعالجة التحديات الناشئة في الزراعة، مما يعزز الحاجة إلى الابتكار المستمر.

وفي الختام، تقدم هذه الدراسة أدلة دامغة على الإمكانيات التحويلية للذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر الزراعية وتحقيق أهداف الاستدامة وخاصة ما يتعلق برؤية ٢٠٣٠ السعودية. من خلال التحقق من صحة فرضيات البحث ومواءمة النتائج مع الدراسات السابقة، يؤكد البحث على الدور الحاسم لتقنيات الذكاء الاصطناعي في تعزيز الإنتاجية وتخفيف المخاطر وتعزيز الممارسات الزراعية المستدامة. وتسلط هذه الاستنتاجات الضوء على الحاجة إلى الاستثمارات الاستراتيجية والجهود التعاونية والابتكار المستمر لتحقيق أقصى قدر من فوائد الذكاء الاصطناعي في الزراعة، مما يمهّد الطريق لمستقبل مرّن ومنتج.

٥,٢. التوصيات:

١. الاستثمار في البنية الأساسية للذكاء الاصطناعي وبرامج التدريب (في الأمد القريب):

لضمان التنفيذ الفعال للذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر الزراعية، ينبغي أن تركز الاستثمارات الفورية على تطوير البنية الأساسية القوية وبرامج التدريب. وستزود هذه المبادرات أصحاب المصلحة، بما في ذلك المزارعون وصناع السياسات والباحثون، بالمهارات والأدوات اللازمة لاستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي بشكل فعال.

٢. تشجيع الشراكات بين القطاعين العام والخاص لتبني الذكاء الاصطناعي (في الأمد القريب):

إن إقامة تعاون بين الكيانات الحكومية ومنظمات القطاع الخاص يمكن أن يسرع من تبني الذكاء الاصطناعي في الزراعة. وستعمل مثل هذه الشراكات على تمكين تقاسم الموارد والابتكار وإمكانية الوصول، وخاصة بالنسبة للمزارعين من أصحاب الحيازات الصغيرة الذين قد يفتقرون إلى الوسائل المالية لتبني هذه التقنيات بشكل مستقل.

٣. تطوير حلول الذكاء الاصطناعي الإقليمية المصممة لتلبية الاحتياجات المحلية (في الأمد المتوسط):

يجب تخصيص تطبيقات الذكاء الاصطناعي لمعالجة التحديات الزراعية المحددة في مناطق مختلفة. من خلال التركيز على البيانات المحلية وعوامل الخطر، يمكن لصناع السياسات والباحثين تصميم حلول تعمل على تعظيم الفعالية والأهمية، وضمان الممارسات المستدامة عبر بيئات متنوعة.

٤. توسيع نطاق البحث حول دور الذكاء الاصطناعي في الاستدامة الزراعية (في الأمد المتوسط):

يتعين على الأكاديميين والباحثين إعطاء الأولوية لاستكشاف إمكانات الذكاء الاصطناعي لتعزيز الاستدامة الزراعية. ويشمل ذلك التحقيق في دوره في تحسين استخدام الموارد، والحد من التأثيرات البيئية، ودعم الممارسات الزراعية الذكية مناخياً للتخفيف من آثار تغير المناخ.

٥. إنشاء تقنيات الذكاء الاصطناعي بأسعار معقولة وقابلة للتطوير (في الأمد المتوسط):

إن تصميم أدوات الذكاء الاصطناعي بأسعار معقولة وقابلة للتطوير سيسمح لمجموعة أوسع من أصحاب المصلحة بالاستفادة من هذه الابتكارات. وينبغي لصناع السياسات ومطوري التكنولوجيا التركيز على خفض تكلفة حلول الذكاء الاصطناعي لتعزيز إمكانية الوصول للمزارعين الصغار والمناطق النامية.

٦. تنفيذ السياسات الداعمة للاستخدام الأخلاقي للذكاء الاصطناعي في الزراعة (في الأمد الطويل):

إن تطوير وإنفاذ السياسات التي تضمن الاستخدام الأخلاقي للذكاء الاصطناعي في الزراعة أمر ضروري. وينبغي لهذه السياسات أن تعالج خصوصية البيانات وشفافية الخوارزميات والوصول العادل، وتعزيز الثقة بين أصحاب المصلحة وضمان الاستدامة على المدى الطويل.

٧. إنشاء أنظمة إنذار مبكر تعتمد على الذكاء الاصطناعي للمخاطر الزراعية (في الأمد الطويل):

يجب تطوير أنظمة إنذار مبكر تعتمد على الذكاء الاصطناعي لمراقبة وتوقع المخاطر الزراعية مثل تفشي الآفات والأمراض والكوارث المرتبطة بالمناخ. ستمكن هذه الأنظمة أصحاب المصلحة من الحصول على المعلومات في الوقت المناسب لتنفيذ التدابير الوقائية وتقليل الخسائر وتعزيز القدرة على الصمود.

٨. تعزيز التعاون العالمي في الابتكارات الزراعية المعتمدة على الذكاء الاصطناعي (في الأمد الطويل):

سيؤدي تسهيل التعاون الدولي بين الباحثين وصناع السياسات والممارسين إلى تسريع التقدم في تقنيات الذكاء الاصطناعي للزراعة. يمكن أن تؤدي المعرفة المشتركة والتمويل والموارد إلى حلول مبتكرة تعالج التحديات الزراعية العالمية، مما يعود بالنفع على جميع أصحاب المصلحة في هذا القطاع.

المراجع

المراجع:

المراجع العربية:

سليم، س. (٢٠٢٢). استراتيجية التنمية الصناعية الذكية و الزراعة الرقمية الذكية: تجارب عالمية رائدة. *الملتقى الدولي الافتراضي: دور المناطق الصناعية في تحقيق الأمن الغذائي التشاركي في ظل التحول إلى الاقتصاد الأخضر*، ١-٢١. <https://www.researchgate.net/publication/362317365>

سوداني، ن. (٢٠٢٢). التحول إلى الزراعة الرقمية في دولة الإمارات العربية المتحدة: تجربة زراعة الأرز في صحراء الشارقة خلال الفترة ٢٠١٩-٢٠٢١. *مجلة نماء للاقتصاد والتجارة*، ٦ (٢)، ٤٧-٦٣. <https://asjp.cerist.dz/en/article/212964>

سياري، ن.، وجبلي، هـ. (٢٠٢٣). الزراعة الذكية رهان المستقبل نحو تطوير الزراعة وتعزيز الأمن الغذائي: تحديات وآفاق. *مجلة البصائر للبحوث في العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير*، ٢ (١)، ٢٧-٤٨. <https://asjp.cerist.dz/en/article/226222>

غرابه، أ. م. ك. ت. (٢٠٢٤). دور الذكاء الاصطناعي في مواجهة العبء الاقتصادي لمشكلة الغذاء في مصر. *مجلة العلوم القانونية والاقتصادية*، ٦٦ (٣)، ٨٥١-٨٨٢. <https://doi.org/10.21608/jelc.2024.342125>

فايزة، ق. (٢٠٢١). الزراعة الذكية كأداة حتمية لتحقيق الأمن الغذائي في الدول العربية. *مجلة الشرق الأوسط للعلوم الإنسانية والثقافية*، ١ (٥)، ٣٥٧-٣٨٠. <https://doi.org/10.56961/mejhss.v1i5.239>

محسب، ي. ز. (٢٠٢٤). الاستشعار من البعد والذكاء الاصطناعي في خدمة الزراعة الدقيقة والذكاء. *المجلة العربية لسياسات العلوم والتكنولوجيا والابتكار*، ٥ (٥)، ٨٨-٨٢. <https://doi.org/10.21608/ARABSTI.2024.386074>

محمد، ل. (٢٠٢٣). الاقتصاد، الصحة والزراعة في ظل الذكاء الاصطناعي. *مجلة معهد العلوم الاقتصادية*، ٢٦ (٢)، ٢١-٣٩. <https://asjp.cerist.dz/en/article/235405>

منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة. (٢٠٢٠). *الاستفادة متكاملة طاقة الرقمنة لتحسين النظام الزراعي الغذائي من خلال اقتراح إنشاء مجلس رقمي دولي جديد للأغذية والزراعة: مذكرة مفاهيمية*. المنصة الدولية للأغذية والزراعة الرقمية. <https://www.fao.org/3/nd091ar/nd091ar.pdf>

نسرين، م.، وطارق، ف. (٢٠٢٣). التوجه نحو الزراعة الذكية لتحقيق الأمن الغذائي في البلدان العربية مع الإشارة لتجارب عربية ناجحة. *مجلة الاقتصاد والتجارة الدولية*، ٥ (١)، ٥٠-٧٠. <https://asjp.cerist.dz/en/article/235859>

هند، م.، وزهرة، ت. (٢٠٢٤). دور الطاقات المتجددة في ترقية الزراعة الذكية لتحقيق الأمن الغذائي. *المجلة الجزائرية للحقوق والعلوم السياسية*، ٨ (٢)، ٩٧-٧٧. <https://asjp.cerist.dz/en/article/238296>

الهيئة العامة للإحصاء. (٢٠٢٤). *مسح القوى العاملة للربع الثاني من عام ٢٠١٦* (رقم ٤٤٠١؛ ص. ٨٧؛ ربع سنوي). الهيئة العامة للإحصاء. <https://www.stats.gov.sa/ar/4401>

ياسين، ب.، ورشيد، غ. (٢٠٢٣). الزراعة الذكية كخيار إستراتيجي لتحقيق الأمن الغذائي في الجزائر. *مجلة شعاع للدراسات الاقتصادية*، ٧ (١)، ٣٠٨-٣٢٧. <https://asjp.cerist.dz/en/article/218438>

المراجع الأجنبية:

Baerdemaeker, J. D., Hemming, S., Polder, G., Chauhan, A., Petropoulou, A., Rovira-Más, F., Moshou, D., Wyseure, G., Norton, T., Nicolai, B., Hennig-Possenti, F., & Hostens, I. (2023). *Artificial intelligence in the agri-food sector: Applications, risks and impacts*.

Scientific Foresight Unit (STOA) at European Parliamentary Research Service.
[https://www.europarl.europa.eu/stoa/en/document/EPRS_STU\(2023\)734711](https://www.europarl.europa.eu/stoa/en/document/EPRS_STU(2023)734711)

- Christakakis, P., Papadopoulou, G., Mikos, G., Kalogiannidis, N., Ioannidis, D., Tzovaras, D., & Pechlivani, E. M. (2024). Smartphone-based citizen science tool for plant disease and insect pest detection using artificial intelligence. *Technologies*, 12(7), 101. <https://doi.org/10.3390/technologies12070101>
- Dhamanda, A., Ahmad, M. H., Afzal, M. F., Imran, M., Khalid, M. A., Arshad, M. S., Zubair, M., Javed, M., & Bazayr, P. (2021). *Artificial intelligence applications*. iksad publishing house. <https://iksadyayinevi.com/home/artificial-intelligence-applications>
- García-Avilés, J. A. (2020). Diffusion of innovation. In J. Bulck (Ed.), *The International Encyclopedia of Media Psychology* (1st ed., pp. 1–8). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781119011071.iemp0137>
- Gil-Lacruz, M., Gil-Lacruz, A. I., & Gracia-Pérez, M. L. (2020). Health-related quality of life in young people: The importance of education. *Health and Quality of Life Outcomes*, 18(1), 187. <https://doi.org/10.1186/s12955-020-01446-5>
- González-Rodríguez, V. E., Izquierdo-Bueno, I., Cantoral, J. M., Carbú, M., & Garrido, C. (2024). Artificial intelligence: A promising tool for application in phytopathology. *Horticulturae*, 10(3), 197. <https://doi.org/10.3390/horticulturae10030197>
- Gryshova, I., Balian, A., Antonik, I., Miniailo, V., Nehodenko, V., & Nyzhnychenko, Y. (2024). Artificial intelligence in climate smart in agricultural: Toward a sustainable farming future. *Access to Science, Business, Innovation in the Digital Economy*, ACCESS Press, 5(1), 125–140. [https://doi.org/10.46656/access.2024.5.1\(8\)](https://doi.org/10.46656/access.2024.5.1(8))
- Guo, W., Lv, C., Guo, M., Zhao, Q., Yin, X., & Zhang, L. (2023). Innovative applications of artificial intelligence in zoonotic disease management. *Science in One Health*, 2, 100045. <https://doi.org/10.1016/j.soh.2023.100045>
- Hammad, M., Shoaib, M., Salahudin, H., Baig, M. A. I., & Ali, M. U. (2023). Use of AI for Disaster Risk Reduction in Agriculture. *Springer*, 461–488. <https://www.researchgate.net/publication/375231113>
- Issa, H., Jabbouri, R., & Palmer, M. (2021). An Artificial Intelligence (AI)-Readiness and Adoption Framework for AgriTech Firms. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3971188>
- Kariyanna, B., & Sowjanya, M. (2024). Unravelling the use of artificial intelligence in management of insect pests. *Smart Agricultural Technology*, 8, 100517. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2024.100517>
- Leybourne, D. J., Musa, N., & Yang, P. (2024). Can artificial intelligence be integrated into pest monitoring schemes to help achieve sustainable agriculture? An entomological, management and computational perspective. *Agricultural and Forest Entomology*, afe.12630. <https://doi.org/10.1111/afe.12630>

- Mohr, S., & Kühn, R. (2021). Acceptance of artificial intelligence in German agriculture: An application of the technology acceptance model and the theory of planned behavior. *Precision Agriculture*, 22(6), 1816–1844. <https://doi.org/10.1007/s11119-021-09814-x>
- Murmu, S., Sinha, D., Chaurasia, H., Sharma, S., Das, R., Jha, G. K., & Archak, S. (2024). A review of artificial intelligence-assisted omics techniques in plant defense: Current trends and future directions. *Frontiers in Plant Science*, 15, 1292054. <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1292054>
- Rahman, S. M., & Ravi, G. (2022). Role of artificial intelligence in pest management. *Current Topics in Agricultural Sciences*, 7, 64–81. <https://www.researchgate.net/publication/360652345>
- Rejeb, A., Rejeb, K., Zailani, S., Keogh, J. G., & Appolloni, A. (2022). Examining the interplay between artificial intelligence and the agri-food industry. *Artificial Intelligence in Agriculture*, 6, 111–128. <https://doi.org/10.1016/j.aiia.2022.08.002>
- Sara, D. V., Maharani, M. D. D., Amin, H. F., & Triana, Y. S. (2021). Application of artificial intelligence in modern ecology for detecting plant pests and animal diseases. *International Journal of Quantitative Research and Modeling*, 2(2), 83–90. <https://doi.org/10.46336/ijqrm.v2i2.149>
- Shoaib, M., Shah, B., EI-Sappagh, S., Ali, A., Ullah, A., Alenezi, F., Gechev, T., Hussain, T., & Ali, F. (2023). An advanced deep learning models-based plant disease detection: A review of recent research. *Frontiers in Plant Science*, 14, 1158933. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1158933>
- Sparrow, R., Howard, M., & Degeling, C. (2021). Managing the risks of artificial intelligence in agriculture. *NJAS: Impact in Agricultural and Life Sciences*, 93(1), 172–196. <https://doi.org/10.1080/27685241.2021.2008777>
- Tzachor, A. (2020). Artificial intelligence for agricultural supply chain risk management: Preliminary prioritizations and constraints for the deployment of AI in food chains assessed by CGIAR Scientists. *CGIAR Platform for Big Data in Agriculture*, 1–27. <https://hdl.handle.net/10568/108402>

الملاحق

الملاحق:

١. نموذج الاستبيان:

الجزء الأول: خصائص العينة المشاركة

قم باختيار أحد الخيارات مما يلي:

١- الجنس: ☐ ذكر ☐ أنثى

٢- العمر:

☐ أقل من ٢٠ سنة ☐ من ٢١ إلى ٣٠ سنة ☐ من ٣١ إلى ٤٠ سنة

☐ من ٤١ إلى ٥٠ سنة ☐ من ٥١ إلى ٦٠ سنة

٣- التحصيل العلمي:

☐ ثانوية عامة ☐ دبلوم متوسط ☐ بكالوريوس

☐ دبلوم عالي ☐ ماجستير ☐ دكتوراه

٤- سنوات الخبرة:

☐ أقل من سنة ☐ من سنة إلى ٥ سنوات ☐ من ٥ سنوات إلى ١٠ سنوات

☐ من ١٠ سنوات إلى ١٥ سنة ☐ أكثر من ١٥ سنة

الجزء الثاني: عبارات الاستبيان

المتغير	البعد	العبرة	الإجابة					المرجع
			أعارض بشدة	أعارض	حيادي	أوافق	أوافق بشدة	
المتغير المستقل: استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي	تحليلات البيانات	البعد الأول:						(Hammad et al., 2023)
								(Murmu et al., 2024)
								(Christakakis et al., 2024)
								(Sara et al., 2021)
								(Issa et al., 2021)
	المراقبة في الوقت الفعلي	البعد الثاني:						(Hammad et al., 2023)
								(Rejeb et al., 2022)
								(Christakakis et al., 2024)
								(Rejeb et al., 2022)
								(Issa et al., 2021)
	أنظمة دعم القرار	البعد الثالث:						(Hammad et al., 2023)
								(محسب، ٢٠٢٤)
								(Issa et al., 2021)
								(محسب، ٢٠٢٤)
								(سوداني، ٢٠٢٢)
	الأتمتة	البعد الرابع:						(Issa et al., 2021)
								(محسب، ٢٠٢٤)
								(Issa et al., 2021)
								(Sara et al., 2021)
								(سوداني، ٢٠٢٢)

(Murmu et al., 2024)					تساهم تطبيقات الذكاء الاصطناعي في الحد من مخاطر الآفات والأمراض في النباتات والحيوانات.
(Leybourne et al., 2024)					تعمل أدوات الذكاء الاصطناعي على تحسين استخدام الموارد لتحسين إدارة مخاطر الصحة الزراعية والحيوانية.
(سوداني، ٢٠٢٢)					إن جهود إدارة المخاطر للنباتات والحيوانات تتماشى بشكل أفضل مع أهداف رؤية ٢٠٣٠ من خلال تطبيقات الذكاء الاصطناعي.
(Sara et al., 2021)					تعزز تقنيات الذكاء الاصطناعي الاستعداد المسبق لتفشي الآفات والأمراض المحتملة في النباتات والثروة الحيوانية.
(Leybourne et al., 2024)					تساعد تطبيقات الذكاء الاصطناعي على تقليل الخسائر الاقتصادية الناجمة عن الآفات والأمراض التي تؤثر على الزراعة وتربية الحيوانات.
(Murmu et al., 2024)					يعزز استخدام الذكاء الاصطناعي التدابير الوقائية ضد المخاطر في النباتات والحيوانات.
(Hammad et al., 2023)					تعمل أدوات الذكاء الاصطناعي على تحسين الاستدامة طويلة الأجل لاستراتيجيات إدارة الآفات والأمراض في الزراعة والثروة الحيوانية.
(Mohr & Kühl, 2021)					يكون تقييم المخاطر للنباتات والحيوانات أكثر دقة مع تطبيقات الذكاء الاصطناعي.
(Leybourne et al., 2024)					يسهل الذكاء الاصطناعي التعاون بين أصحاب المصلحة في إدارة المخاطر الصحية الزراعية والحيوانية.
(Sara et al., 2021)					تعمل تقنيات الذكاء الاصطناعي على تحسين تكامل تدابير مكافحة الآفات والأمراض للنباتات والحيوانات.

٢. الموافقة المستنيرة للمشاركة في الاستبيان:

عنوان البحث: دور استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة مخاطر الآفات النباتية والأمراض الحيوانية لتحقيق رؤية

٢٠٣٠: دراسة ميدانية في مدينة مكة، السعودية

جهة البحث: جامعة ميد أوشن - كلية إدارة الأعمال

سنة البحث: ٢٠٢٥

مكان البحث: مدينة مكة المكرمة، المملكة العربية السعودية

الغرض من الدراسة: يهدف هذا البحث إلى استكشاف كيف يمكن لتطبيقات الذكاء الاصطناعي أن تعزز إدارة المخاطر

المرتبطة بالآفات النباتية وأمراض الحيوان، مما يساهم في تحقيق أهداف رؤية ٢٠٣٠.

معلومات المشارك: أنت مدعو للمشاركة في هذا الاستبيان، والذي سيستغرق إكماله حوالي ٣٠ دقيقة. مشاركتك طوعية

تمامًا، ويمكنك الانسحاب في أي وقت دون أي عواقب.

السرية: ستظل جميع المعلومات المقدمة سرية تمامًا وسيتم استخدامها للأغراض الأكاديمية فقط. لن يتم الكشف عن هويتك

في أي جزء من البحث.

المساهمة في المساعي البحثية والأكاديمية: من خلال المشاركة، ستساهم بروى قيمة من شأنها تعزيز فهمنا لكيفية دعم

الذكاء الاصطناعي للممارسات الزراعية المستدامة وإدارة المخاطر.

حق الانسحاب: لديك الحق في سحب مشاركتك في أي وقت أثناء المسح دون إبداء سبب، ولن تترتب على قرارك أي عواقب

سلبية.

الأسئلة أو المخاوف: إذا كانت لديك أي أسئلة أو تحتاج إلى مزيد من التوضيح، فنحن نشجعك على الاتصال بالباحث أو كلية

إدارة الأعمال في جامعة ميد أوشن أو المشرف على البحث.

الموافقة: من خلال متابعة هذا المسح، فإنك تشير إلى أنك قرأت وفهمت نموذج الموافقة هذا، وتوافق على المشاركة طوعية.

نشكرك على وقتك الثمين ومساهمته في هذا البحث.

مع خالص التقدير،

الباحث

Abstract:

This research explores the integration of artificial intelligence (AI) technologies in agricultural risk management in Makkah, Saudi Arabia, with a focus on mitigating plant pests and animal diseases. The study aims to evaluate the effectiveness of AI-powered data analytics, real-time monitoring, decision support systems, and automation in enhancing operational efficiency and sustainability. By addressing these objectives, the research aligns with Vision 2030's emphasis on innovation and agricultural resilience. A mixed-methods approach is employed, combining quantitative and qualitative techniques to ensure a comprehensive analysis. Quantitative data is collected through a structured questionnaire distributed to farmers, agricultural experts, and policymakers, assessing their perceptions of AI's role in risk management. Qualitative insights are derived from an extensive literature review, examining existing research on AI applications in agriculture and identifying knowledge gaps. The study employs a descriptive analytical framework to interpret findings, integrating primary and secondary data to enhance the reliability of the results. The findings reveal that AI technologies significantly improve the prediction, monitoring, and mitigation of agricultural risks. Data analytics and real-time monitoring enhance early threat detection, while decision support systems optimize strategies for controlling pests and diseases. Automation contributes to operational efficiency and sustainability, reinforcing the effectiveness of risk management practices. Based on these results, the study recommends investing in AI infrastructure, fostering public-private partnerships, and tailoring AI solutions to regional challenges. Ethical policies and global cooperation are also emphasized to ensure equitable access and long-term sustainability. This research underscores AI's transformative potential in addressing agricultural challenges, contributing to food security and sustainable practices. It provides actionable insights for stakeholders, including policymakers, academics, and practitioners, advocating for AI-driven innovations to enhance agricultural resilience in Makkah and beyond.

Keywords:

Artificial Intelligence - Risk Management - Data Analytics - Real-Time Monitoring - Decision Support Systems - Automation.

Midocean University
School of Management
Department / Major: MBA



**The Role of Using Artificial Intelligence Applications in
Managing the Risks of Plant Pests and Animal Diseases to Achieve
Vision 2030: A Field Study in Mecca, Saudi Arabia**

Academic Year

2024 - 2025