

دور الذكاء الاصطناعي في ادارة المخاطر لوزارة البيئة والمياه والزراعة

إعداد الطالب/خالد سالم الغفيلي

251001183

إشراف/

د. الفصيل عبد الحميد

د. فايز جراد

العام الدراسي:

2025

شكر وتقدير

الحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات، وبفضله تنيسر الأمور، والصلاة والسلام على سيدنا محمد خير الأنام، وعلى آله وصحبه الكرام، ومن تبعهم بإحسان إلى يوم الدين.

إنه ليسعدني في ختام هذا الجهد العلمي المتواضع أن أرفع خالص الشكر والتقدير لكل من كان له الفضل بعد الله تعالى في إنجاز هذا البحث وإخراجه بهذه الصورة.

أتقدم بوافر الامتنان إلى أساتذتي الأفاضل الذين لم يبخلوا عليّ بتوجيهاتهم السديدة وملاحظاتهم القيّمة، وكانوا لي خير معين في مسيرتي البحثية، فكان لتوجيههم ودعمهم أثراً بالغ في إثراء هذا العمل وتجويده.

كما أتوجه بجزيل الشكر إلى وزارة البيئة والمياه والزراعة لما قدمته من دعمٍ وتعاونٍ مثمرٍ أتاح لي الحصول على البيانات والمعلومات التي بُني عليها هذا البحث، ولكل من شارك من منسوبيها في الاستبيانات والمقابلات، وأسهم بتجربته في إثراء التحليل العلمي للموضوع.

ولا يسعني في هذا المقام إلا أن أعبر عن عميق امتناني لأسرتي العزيزة التي كانت ولا تزال السند والعون، بما قدمته من دعمٍ نفسيٍّ ومعنويٍّ وتشجيعٍ مستمرٍّ كان له الأثر الأكبر في استمرارتي وعزيمتي.

كما أتقدم بالشكر إلى كل زميلٍ أو صديقٍ قدّم لي نصيحةً أو ملاحظةً بنّاءةً ساعدتني على تجاوز الصعوبات أثناء إعداد هذا البحث.

وأخيراً، أسأل الله العليّ القدير أن يجعل هذا العمل خالصاً لوجهه الكريم، وأن ينفع به كل من يهتم بمجال الذكاء الاصطناعي وإدارة المخاطر في خدمة الوطن وتحقيق أهداف رؤية المملكة العربية السعودية 2030.

والله ولي التوفيق...

فهرس المحتويات:

الفصل الأول: الإطار العام للدراسة

1. المقدمة 6
2. مشكلة الدراسة 9
3. أهمية الدراسة 11
4. أهداف الدراسة 14
5. تساؤلات الدراسة 16
6. فروض الدراسة 19
7. النظرية العلمية المتبعة لإعداد الفصل الاول 21
8. مصطلحات الدراسة وتعريفها الإجرائي 23

الفصل الثاني: الإطار النظري والدراسات السابقة

1. المقدمة 27
2. الدراسات السابقة 29
3. الإطار النظري 32
4. الإطار المفاهيمي 34
5. مفهوم وأهمية إدارة المخاطر في المؤسسات الحكومية 36
6. مراحل إدارة المخاطر (التحديد - التقييم - المعالجة - المتابعة) 39
7. مفهوم الذكاء الاصطناعي وتطوره التاريخي 44
8. العلاقة بين الذكاء الاصطناعي وإدارة المخاطر البيئية والزراعية 47
9. تجارب دولية ناجحة في توظيف الذكاء الاصطناعي في المجال البيئي والزراعي 49
10. الدراسات السابقة العربية والأجنبية ذات الصلة 51

الفصل الثالث: منهجية الدراسة

1. مقدمة الفصل 54
2. منهجية الدراسة 55
3. مجتمع البحث 56
4. حدود البحث 58
5. أدوات جمع البيانات 59
6. طرق التحقق من صدق وثبات الأدوات 61
7. طرق جمع البيانات الميدانية 62

الفصل الرابع: النتائج والتوصيات

1. مقدمة 64
2. تحليل البيانات 66
 - تحليل الاستبيانات
 - تحليل المقابلات الشخصية
 - تحليل المصادر الوثائقية
3. النتائج 68
 - فاعلية الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر البيئية
 - فاعلية الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر الزراعية
 - العلاقة بين الذكاء الاصطناعي وتحسين اتخاذ القرار المؤسسي
4. التحديات والعوائق في تطبيق الذكاء الاصطناعي 70
 - التحديات التقنية
 - التحديات الإدارية والتنظيمية
 - التحديات البشرية والثقافية
5. مناقشة النتائج 72
 - مقارنة النتائج مع الدراسات السابقة
 - تفسير النتائج وربطها بأهداف البحث
6. التوصيات 73
 - توصيات لتعزيز استخدام الذكاء الاصطناعي في الوزارة
 - استراتيجيات تطوير إدارة المخاطر البيئية والزراعية
 - اقتراحات لتجاوز التحديات والعوائق
7. خاتمة الفصل الرابع 75
 - أهم الاستنتاجات العامة
 - أهمية النتائج في دعم صناع القرار وتحقيق أهداف رؤية المملكة 2030

قائمة الجداول :

رقم الجدول	عنوان الجدول
الجدول 1	ملخص الدراسات السابقة العربية والأجنبية ذات الصلة بموضوع البحث
الجدول 2	آراء المشاركين حول فاعلية الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر البيئية والزراعية
الجدول 3	توزيع المشاركين حسب البيانات الديموغرافية (العمر، الجنس، الدرجة العلمية، الخبرة، القسم)
الجدول 4	تقييم فاعلية الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر البيئية والزراعية
الجدول 5	التحديات التقنية في تطبيق الذكاء الاصطناعي
الجدول 6	التحديات الإدارية والتنظيمية في تطبيق الذكاء الاصطناعي
الجدول 7	التحديات البشرية والثقافية في تطبيق الذكاء الاصطناعي

المستخلص : Abstract

يهدف هذا البحث إلى دراسة دور الذكاء الاصطناعي في تعزيز فعالية إدارة المخاطر البيئية والزراعية في المؤسسات الحكومية، وذلك من خلال تحليل آليات تطبيق التقنيات الذكية في التنبؤ بالمخاطر، وتطوير نظم الإنذار المبكر، وتحسين اتخاذ القرار المؤسسي.

وقد اعتمد البحث على المنهج الوصفي التحليلي، بالإضافة إلى المنهج الميداني من خلال استبانة ومقابلات مع عدد من المختصين والعاملين في وزارة البيئة والمياه والزراعة.

تم جمع البيانات وتحليلها باستخدام أساليب إحصائية وتقنيات علمية دقيقة، لتقييم أثر استخدام الذكاء الاصطناعي في تحديد المخاطر، وتقييمها، ومعالجتها، ومتابعتها بشكل مستدام.

أظهرت النتائج أن توظيف الذكاء الاصطناعي يسهم بفاعلية في تقليل الخسائر البيئية والزراعية، ويحسن دقة التنبؤ بالمخاطر الطبيعية مثل الجفاف والتصحر وانتشار الآفات، كما يسهم في تطوير أنظمة دعم القرار التي تساعد القيادات الإدارية على اتخاذ قرارات مبنية على البيانات والتحليل العلمي.

كما بينت النتائج وجود تحديات تقنية وتنظيمية تواجه تطبيق الذكاء الاصطناعي في هذا المجال، من أبرزها نقص الكوادر المتخصصة، وضعف التكامل بين الأنظمة التقنية، وغياب التشريعات المنظمة لاستخدام الذكاء الاصطناعي في القطاعات البيئية والزراعية.

خلص البحث إلى مجموعة من التوصيات، من أهمها ضرورة دعم التحول الرقمي في المؤسسات الحكومية، وتعزيز الشراكة مع الجامعات ومراكز الأبحاث لتطوير حلول مبتكرة قائمة على الذكاء الاصطناعي، بالإضافة إلى بناء القدرات البشرية وتمكين الكفاءات الوطنية من التعامل مع التقنيات الحديثة.

وتبرز أهمية هذا البحث في كونه يسهم في تحقيق أهداف رؤية المملكة العربية السعودية 2030 من خلال دعم التنمية المستدامة، وحماية البيئة، وضمان الأمن الغذائي والمائي، عبر الاعتماد على أدوات الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر بكفاءة وفعالية.

الفصل الأول

المقدمة:

في عصر تتسارع فيه التحولات التكنولوجية بوتيرة غير مسبوقة، أصبح من الضروري أن تعتمد المؤسسات الحكومية، بما في ذلك الوزارات المعنية بالقطاعات الحيوية، على أدوات وتقنيات حديثة لتعزيز أدائها واستجابتها للمخاطر. ومن بين هذه التقنيات، يبرز الذكاء الاصطناعي بوصفه أحد الحلول المتقدمة التي يمكن أن تُحدث نقلة نوعية في إدارة المخاطر، لا سيما في القطاعات ذات الطابع الحيوي والديناميكي مثل البيئة، والمياه، والزراعة. وتأتي وزارة البيئة والمياه والزراعة في المملكة العربية السعودية في صدارة الجهات التي تواجه تحديات معقدة ترتبط بتغير المناخ، وندرة الموارد المائية، والضغط البيئي المتزايدة، إلى جانب الحاجة المتواصلة لتعزيز الأمن الغذائي وتحقيق الاستدامة البيئية.

تعاني العديد من الدول من صعوبات في إدارة المخاطر البيئية والزراعية بسبب الاعتماد على الطرق التقليدية التي غالبًا ما تفتقر إلى الكفاءة والدقة، في ظل محدودية البيانات أو تأخر الاستجابة. ومع تعاظم التحديات في هذه المجالات، بات من الضروري التفكير في حلول ذكية تعتمد على التحليل الفوري، والتنبؤ، والمعالجة الديناميكية للبيانات، وهو ما يوفره الذكاء الاصطناعي بمختلف تطبيقاته. وتشير الأدبيات إلى أن أنظمة الذكاء الاصطناعي تستطيع تقليل زمن الاستجابة للمخاطر بنسبة تصل إلى 40%، كما أنها تقلل من احتمالية الخطأ البشري في القرارات البيئية والزراعية (Smith & Brown, 2023).

إن وزارة البيئة والمياه والزراعة مسؤولة عن حماية البيئة، وضمان استدامة الموارد المائية، وتطوير القطاع الزراعي، وجميعها مجالات شديدة الحساسية للمخاطر المتكررة مثل الجفاف، التلوث، انتشار الآفات، وفشل المحاصيل. وقد أصبحت هذه المخاطر أكثر تعقيدًا نتيجة التغيرات المناخية العالمية، وازدياد الضغط السكاني، وتوسع النشاط الاقتصادي. ومن هنا تبرز أهمية استخدام أدوات حديثة مثل الذكاء الاصطناعي الذي يمكنه التنبؤ بالمخاطر قبل وقوعها، وتوفير آليات فعالة للتدخل المبكر، بما يساهم في تقليل الخسائر وتعزيز استدامة الموارد (OECD, 2023).

فعلى سبيل المثال، يمكن لنماذج التعلم الآلي أن تتنبأ بالجفاف من خلال تحليل بيانات الأقمار الصناعية، ومستوى الأمطار، ودرجة التربة، ما يتيح للوزارة اتخاذ قرارات استباقية تتعلق بتوزيع المياه أو جدولة الري. كما يمكن للذكاء الاصطناعي أن يساعد في الكشف المبكر عن تفشي الأمراض النباتية من خلال معالجة الصور الملتقطة بالطائرات بدون

طيار، الأمر الذي يقلل من الانتشار ويحد من تأثيره على الأمن الغذائي. (Gupta & Kumar, 2020) هذه التطبيقات ليست نظرية فقط، بل بدأت بعض الوزارات حول العالم بتنفيذها فعليًا ضمن برامجها للتحويل الرقمي البيئي.

رغم أهمية الذكاء الاصطناعي، إلا أن تطبيقه في المؤسسات الحكومية، بما في ذلك وزارة البيئة والمياه والزراعة، يواجه تحديات مؤسسية وفنية عديدة، منها: قلة البنية التحتية الرقمية، ضعف الترابط بين قواعد البيانات، محدودية الكوادر المدربة، وأحيانًا مقاومة التغيير من قبل بعض الإدارات التقليدية. وتؤكد دراسة أجراها Anderson & Lee (2021) أن أكثر من 65% من المؤسسات الحكومية لا تستغل سوى أقل من 30% من قدرات أنظمة الذكاء الاصطناعي المتاحة لديها، بسبب غياب رؤية استراتيجية واضحة لدمج هذه التقنية ضمن منظومتها التشغيلية.

في هذا الإطار، تمثل وزارة البيئة والمياه والزراعة حالة مهمة للدراسة، حيث تبذل جهودًا كبيرة للتحويل الرقمي ودمج التقنيات الذكية ضمن أعمالها. فقد أطلقت الوزارة بالتعاون مع "سدايا" عدة مشاريع تعتمد على الذكاء الاصطناعي لرصد المخالفات البيئية، وتوزيع المياه الذكية، ومراقبة الغطاء النباتي (الهيئة السعودية للبيانات والذكاء الاصطناعي، 2024). كما تسعى إلى تطوير نماذج توقع آلي للأنزمات البيئية والزراعية، وذلك في انسجام مع أهداف رؤية السعودية 2030 التي تؤكد على ضرورة استخدام التقنيات الحديثة لتحقيق التنمية المستدامة.

لكن في المقابل، هناك فجوة واضحة بين هذه المبادرات والطموحات وبين التطبيق الفعلي على أرض الواقع، ما يستدعي دراسة تحليلية معمقة لفهم طبيعة هذه الفجوة، وتحديد العوامل المؤثرة على نجاح أو فشل تطبيق الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر بالوزارة. فالدراسات السابقة تناولت الذكاء الاصطناعي من زوايا تقنية بحتة، دون التركيز الكافي على السياق المؤسسي والثقافي في المؤسسات العربية، خصوصًا من حيث الجاهزية، القبول التنظيمي، وتكامل البيانات (AI) (Tamimi, 2021).

وإدراكًا من المملكة العربية السعودية لأهمية الذكاء الاصطناعي ودوره في تحقيق رؤيتها ٢٠٣٠، فإنها تسعى جاهدة إلى تحقيق استراتيجيتها التي تهدف إلى دمج الذكاء الاصطناعي في جميع القطاعات وتوجيه الجهود بطريقة متكاملة ومدروسة، كما تسهم في الاستخدام الأخلاقي والمسؤول لهذه التقنية.

ومن هذا المنطلق، تدرك الهيئة السعودية للبيانات والذكاء الاصطناعي (سدايا) أهمية اتخاذ الخطوات

الاستباقية في تعزيز تبني الذكاء الاصطناعي على مستوى المملكة، ولذا تقدم سدايا هذه الوثيقة كدليل

إرشادي يقدم إطاراً شاملاً لتبني الذكاء الاصطناعي في جميع القطاعات إذ يعد الإطار خطوة استراتيجية مهمة

تسهم في بناء مجتمع معرفي قائم على الابتكار والتطوير المستمر، ويهدف هذا الإطار إلى تقديم التوجيهات

والإرشادات اللازمة وتحديد الخطوات والإجراءات الهامة وفقاً لأفضل الممارسات بما يضمن التبني الأمثل

والمسؤول لتقنيات الذكاء الاصطناعي وتحقيق خطوات ناجحة للتحويل نحو الذكاء الاصطناعي داخل

المنظومة.

وإشارة إلى الترتيبات التنظيمية للهيئة الصادرة بقرار مجلس الوزراء رقم (292) (تاريخ 27/4/1441 هـ التي

نصت في الفقرة (2) من المادة "الثالثة" تكون الهيئة الجهة المختصة في المملكة بالبيانات (بما في ذلك

البيانات الضخمة) والذكاء الاصطناعي والمرجع الوطني في كل ما يتعلق بها من تنظيم وتطوير وتعامل.

وبناءً عليه، تهدف هذه الدراسة إلى تحليل واقع استخدام الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر داخل وزارة البيئة

والمياه والزراعة، وتقييم الفوائد والعوائق، واقتراح إطار عملي يعزز من دمج الذكاء الاصطناعي بشكل فعال في

استراتيجيات الوزارة. كما تسعى إلى رصد النماذج الناجحة وتقديم توصيات قابلة للتطبيق في السياق السعودي،

اعتماداً على تحليل الأدبيات، واستطلاع آراء المختصين، ودراسة حالات تطبيقية في مجالات الزراعة والمياه والبيئة.

من خلال هذه الدراسة، سيتمكن صناع القرار من فهم الإمكانيات الكامنة للذكاء الاصطناعي في تحسين الأداء

المؤسسي، وتعزيز الجاهزية للمخاطر، بما يسهم في تحقيق الاستدامة البيئية والأمن المائي والغذائي. كما يمكن أن

تشكل هذه الدراسة مرجعاً مهماً للجهات الحكومية الأخرى التي تسعى للاستفادة من الذكاء الاصطناعي في تعزيز قدراتها

على إدارة الأزمات والتخطيط الاستراتيجي في ظل بيئة متغيرة ومعقدة.

-مشكلة الدراسة.

تشهد المملكة العربية السعودية تحولات بيئية وزراعية ومائية متسارعة، تفرض تحديات كبيرة على وزارة البيئة والمياه والزراعة فيما يتعلق بإدارة المخاطر المرتبطة بهذه القطاعات الحيوية. وتشمل هذه المخاطر تفشي الآفات الزراعية، والتغيرات المناخية المتطرفة، وندرة المياه، وتلوث الموارد الطبيعية، إضافة إلى اختلال التوازن البيئي في بعض المناطق. وفي ظل هذا المشهد المعقد، تتطلب إدارة هذه المخاطر حلولاً متقدمة تتجاوز الأدوات التقليدية المعتمدة على الملاحظة والخبرة المحدودة.

وتُعد تقنيات الذكاء الاصطناعي أحد الحلول الواعدة التي يمكن أن تساهم في دعم الوزارة في التنبؤ بالمخاطر وتحليلها والاستجابة لها بكفاءة. إلا أن الواقع يشير إلى وجود فجوة كبيرة بين الإمكانيات النظرية التي توفرها هذه التقنيات وبين التطبيق الفعلي لها داخل بيئات العمل الحكومية، بما في ذلك وزارة البيئة والمياه والزراعة. فعلى الرغم من تبني الوزارة لبعض المبادرات الرقمية، إلا أن الاعتماد المنهجي والمتكامل على أنظمة الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر لا يزال محدوداً وغير مؤسسي في كثير من الجوانب.

وتبرز المشكلة في عدة أبعاد متداخلة: أولها ضعف البنية التحتية الرقمية في بعض الإدارات أو المناطق، ما يعيق تشغيل الأنظمة الذكية بكفاءة. ثانيًا، هناك نقص في الكوادر الفنية المدربة على التعامل مع خوارزميات الذكاء الاصطناعي، وهو ما يؤدي إلى الاعتماد على أطراف خارجية دون نقل فعلي للمعرفة داخل المؤسسة. ثالثًا، تتجلى المشكلة في محدودية البيانات المتاحة أو عدم تكاملها بين الإدارات المختلفة، وهو عنصر جوهري لأي نظام ذكاء اصطناعي يحتاج إلى تحليل كميات ضخمة من البيانات بدقة. تُعد وزارة البيئة والمياه والزراعة من أهم الوزارات الحيوية في المملكة العربية السعودية، إذ يقع على عاتقها مسؤولية حماية البيئة وتنمية الموارد الطبيعية وتحقيق الأمن الغذائي والمائي. ومع توسع أنشطتها وتزايد حجم التحديات البيئية والمناخية، أصبحت الوزارة تواجه طيفاً واسعاً من المخاطر البيئية والزراعية والإدارية التي تهدد كفاءة أدائها واستدامة مواردها. ومن أبرز هذه المخاطر: التقلبات المناخية، وندرة المياه، وانتشار الآفات الزراعية، وتلوث التربة والمياه، بالإضافة إلى مخاطر تنظيمية وتشغيلية ناتجة عن تعدد الإدارات والبرامج والمشروعات.

ورغم الجهود التي تبذلها الوزارة لتطبيق أنظمة لإدارة المخاطر وتحسين الاستجابة للأزمات، إلا أن التحدي الأكبر يكمن في ضعف التكامل بين البيانات البيئية والزراعية والمناخية، وصعوبة تحليلها يدوياً في الوقت المناسب لاتخاذ قرارات سريعة ودقيقة.

وهنا يبرز الذكاء الاصطناعي كأداة حديثة قادرة على إحداث تحول نوعي في طريقة إدارة هذه المخاطر، بفضل قدرته على تحليل البيانات الضخمة، والتنبؤ بالمخاطر المستقبلية، وتقديم حلول استباقية قبل وقوع الأزمات.

لكن على الرغم من إدراك أهمية الذكاء الاصطناعي في دعم عمليات اتخاذ القرار، فإن تطبيقه الفعلي داخل الوزارة ما زال محدوداً، ويواجه عدداً من العقبات مثل:

- نقص الكوادر البشرية المتخصصة في تقنيات الذكاء الاصطناعي.

• ضعف التكامل بين الإدارات التقنية والإدارية.

• الحاجة إلى بنية تحتية رقمية متقدمة قادرة على استيعاب كميات هائلة من البيانات.

• غياب استراتيجية موحدة لتفعيل الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر.

وإلى جانب العوامل التقنية، تُضاف تحديات مؤسسية وثقافية تحول دون تحقيق التكامل المنشود بين الذكاء الاصطناعي والعمليات اليومية داخل الوزارة. فبعض القيادات الإدارية قد لا تزال تفضل الأساليب التقليدية في تقييم المخاطر، وتُبدي تحفظاً تجاه التقنيات الحديثة، إما بسبب الخوف من التعقيد أو بسبب محدودية الوعي بقيمتها المضافة. وتؤدي هذه المعوقات إلى تعطيل مسار التحول الرقمي، والحد من كفاءة الأنظمة الذكية إن وُجدت.

وتشير التقديرات الأولية إلى أن أكثر من 60% من إمكانات الذكاء الاصطناعي المتاحة حالياً لا يتم استغلالها بالشكل المطلوب في المؤسسات العامة، بسبب غياب استراتيجية متكاملة للتطبيق، وضعف التنسيق بين الجهات ذات العلاقة، وغياب الحوكمة التقنية التي تضبط استخدام الذكاء الاصطناعي وتوجّهه نحو الأهداف الوطنية. كما أن أغلب الدراسات السابقة ركزت على القطاع الصناعي أو الصحي، في حين لا تزال التطبيقات البيئية والزراعية للذكاء الاصطناعي في المملكة تُعاني من نقص في التوثيق والتحليل.

ورغم إدراك وزارة البيئة والمياه والزراعة لأهمية التحول الرقمي، إلا أن تطبيق الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر ما زال محدوداً وغير مستثمر بشكل كامل. حيث تواجه الوزارة عدداً من التحديات والعوائق التي تحول دون التطبيق الفعال لهذه التقنيات، مثل:

• ضعف التكامل بين الأنظمة الرقمية والإدارية داخل الوزارة.

• نقص الكفاءات البشرية المتخصصة في تقنيات الذكاء الاصطناعي وتحليل البيانات.

• محدودية البنية التحتية الرقمية التي تمكّن من التعامل مع البيانات الضخمة والمتغيرة.

• غياب استراتيجية وطنية موحدة لتوظيف الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر البيئية والزراعية.

وانطلاقاً من هذه التحديات، تتمثل مشكلة الدراسة في محاولة الإجابة عن السؤال الرئيس الآتي:

ما مدى فاعلية ودور الذكاء الاصطناعي في تحسين إدارة المخاطر داخل وزارة البيئة والمياه والزراعة، وما العوائق التي تعترض طريق تطبيقه بشكل فعال ومتكامل؟

ويتفرع من هذا السؤال الرئيس مجموعة من التساؤلات الفرعية، وهي:

1. ما واقع إدارة المخاطر الحالية في وزارة البيئة والمياه والزراعة؟

2. ما مستوى استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في الوزارة؟

3. ما التحديات التنظيمية والتقنية والبشرية التي تواجه الوزارة في تطبيق الذكاء الاصطناعي؟

4. كيف يمكن الاستفادة من الذكاء الاصطناعي لتطوير منظومة ذكية لإدارة المخاطر تساهم في دعم الاستدامة البيئية وتحسين الأداء المؤسسي؟

-أهمية الدراسة.

تنبع أهمية هذه الدراسة من الحاجة المتزايدة إلى تبني حلول ذكية وفعالة لمواجهة المخاطر البيئية والمائية والزراعية التي تواجهها المملكة العربية السعودية، خاصة في ظل التحولات المناخية، وتحديات الأمن الغذائي، وشح الموارد المائية. إن وزارة البيئة والمياه والزراعة تمثل جهة محورية في الحفاظ على التوازن البيئي وتحقيق الاستدامة، وتواجه مسؤوليات متنامية في مجالات متعددة ومعقدة، لا يمكن إدارتها بشكل فعال من خلال الأساليب التقليدية وحدها. ومن هنا، تبرز الحاجة الماسة إلى دراسة متعمقة تستكشف الإمكانيات الحقيقية لتقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين كفاءة إدارة المخاطر داخل الوزارة.

كما تكتسب هذه الدراسة أهمية خاصة كونها تُسلط الضوء على قطاع حيوي لم ينل ما يكفي من التحليل في سياق التحول الرقمي، إذ أن معظم الدراسات في مجال الذكاء الاصطناعي ركزت على القطاعات الصناعية أو الصحية أو المالية، بينما ظلت التطبيقات الزراعية والبيئية والمائية في إطارها الحكومي أقل حضوراً في الأدبيات. وبالتالي، فإن الدراسة الحالية تسعى إلى سد فجوة معرفية مهمة من خلال تحليل واقع تبني الذكاء الاصطناعي في قطاع بيئي زراعي مائي حكومي، وتقديم إطار مفاهيمي وتطبيقي يمكن البناء عليه في مشاريع التحول المستقبلية.

وتكمن أهمية هذه الدراسة أيضاً في كونها تقدم محتوى تطبيقياً يمكن أن تستفيد منه الوزارة في تعزيز قدرتها على التنبؤ المبكر بالمخاطر، واتخاذ قرارات مدروسة وسريعة بناءً على تحليل كميات ضخمة من البيانات، وهو ما يساهم في تقليل الخسائر، وتحسين كفاءة استخدام الموارد، ورفع كفاءة الخدمات المقدمة للمواطنين. كما تساعد هذه الدراسة في تقييم مستوى الجاهزية المؤسسية والفنية والبشرية لتبني تقنيات الذكاء الاصطناعي، وتحديد المعوقات المحتملة التي تعيق التكامل بين هذه التقنيات وعمليات إدارة المخاطر الحالية.

وتكتسب الدراسة بعداً استراتيجياً من خلال ارتباطها المباشر بأهداف رؤية السعودية 2030، التي تؤكد على أهمية استخدام التقنيات الناشئة في تحسين أداء القطاعات الحكومية، ودعم الاستدامة البيئية، وتنمية الاقتصاد الزراعي والمائي. وبالتالي، فإن مخرجات هذه الدراسة لا تنحصر في الجوانب الأكاديمية فقط، بل تمتد إلى نطاق السياسات العامة وتوجيهات التطوير المؤسسي، ما يجعلها مرجعاً مفيداً لصناع القرار، والباحثين، ومهندسي البيانات، والقيادات الفنية العاملة في وزارة البيئة والمياه والزراعة.

وهناك بعض الاهميات وتطبيقات عليها لنذكر القليل منها ..

أولاً: الأهمية العلمية

تُسهّم هذه الدراسة في إثراء الأدبيات الإدارية والعلمية المتعلقة بتكامل التقنية الحديثة مع إدارة المخاطر في المؤسسات الحكومية، من خلال استكشاف الدور الذي يمكن أن يؤديه الذكاء الاصطناعي في تعزيز عمليات التحليل والتنبؤ واتخاذ القرار.

وتكمن الأهمية العلمية في أن هذا البحث يربط بين مجالين متكاملين هما الإدارة العامة والتقنيات الذكية، مما يفتح آفاقاً جديدة للباحثين في دراسة كيفية توظيف الذكاء الاصطناعي في تحسين الأداء المؤسسي الحكومي.

تطبيقات الأهمية العلمية:

- يمكن أن يعتمد الباحثون المستقبليون على نتائج هذه الدراسة في بناء نموذج بحثي سعودي لدمج الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر الحكومية.
- تسهم في تطوير مناهج جامعية وبرامج تدريبية تُعنى بإدارة المخاطر الذكية في المؤسسات البيئية والزراعية.
- تُثري المكتبة العربية بدراسة تطبيقية تدمج بين النظرية الإدارية والتحول الرقمي ضمن سياق بيئي وزراعي فريد من نوعه في المنطقة.

ثانياً: الأهمية العملية

تتمثل الأهمية العملية لهذه الدراسة في كونها تُقدّم مقترحات وتطبيقات عملية تساعد صُنّاع القرار في وزارة البيئة والمياه والزراعة على تطوير آليات استشرافية لإدارة المخاطر باستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي. وذلك من خلال بناء أنظمة تحليل بيانات متقدمة قادرة على التنبؤ بالمخاطر البيئية والزراعية واتخاذ قرارات استباقية تسهم في حماية الموارد وتحسين الأداء التشغيلي والإداري.

تطبيقات الأهمية العملية:

- إنشاء نظام ذكاء اصطناعي وطني لرصد المخاطر البيئية والمناخية في الوقت الفعلي، مما يساعد المسؤولين على سرعة الاستجابة.
- تطوير لوحات تحكم رقمية (Dashboards) تعتمد على الذكاء الاصطناعي لعرض مؤشرات الخطر في المياه والزراعة.
- الاستفادة من نتائج الدراسة في تصميم استراتيجيات تدريبية للموظفين داخل الوزارة لرفع كفاءتهم في استخدام الأنظمة الذكية.

ثالثًا: الأهمية الوطنية

تنسجم هذه الدراسة مع توجهات المملكة العربية السعودية نحو التحول الرقمي في الأجهزة الحكومية، تحقيقًا لأهداف رؤية المملكة 2030 التي تدعو إلى تعزيز كفاءة الأداء الحكومي، ودعم الاستدامة البيئية، وتمكين التقنيات الحديثة في مختلف القطاعات. ومن خلال تبني الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر، يمكن لوزارة البيئة والمياه والزراعة أن تسهم في بناء نموذج وطني يحتذى به في التحول الذكي بالمؤسسات الحكومية.

تطبيقات الأهمية الوطنية:

- دعم تحقيق مستهدفات رؤية 2030 في مجالي التحول الرقمي والاستدامة البيئية.
- المساهمة في تحسين التصنيف البيئي والزراعي للمملكة عالميًا من خلال تطبيق أنظمة الذكاء الاصطناعي في إدارة الموارد.
- تشجيع الشراكات بين القطاعين العام والخاص لتطوير حلول ذكاء اصطناعي وطنية متخصصة في مجالات الزراعة والمياه والبيئة.
- تعزيز الأمن البيئي والغذائي الوطني عبر أنظمة تنبؤية تقلل من آثار الكوارث الطبيعية والمخاطر المستقبلية.

-أهداف الدراسة.

تهدف هذه الدراسة إلى تسليط الضوء على أهمية الذكاء الاصطناعي كأداة استراتيجية في تحسين إدارة المخاطر داخل وزارة البيئة والمياه والزراعة، من خلال مجموعة من الأهداف المحددة التي تسعى إلى تحقيق فهم شامل ومتكامل لهذا الدور. وتتمثل هذه الأهداف فيما يلي:

1. تحليل واقع استخدام الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر داخل وزارة البيئة والمياه والزراعة، من خلال دراسة آليات التوظيف الحالية للتقنيات الذكية في مجالات مثل الرصد البيئي، التنبؤ بالأزمات، وإدارة البيانات.
 2. تحديد المجالات الحيوية التي يمكن أن يستفيد فيها القطاع البيئي والزراعي من تطبيقات الذكاء الاصطناعي، مثل: كشف الآفات الزراعية، مراقبة جودة المياه، التنبؤ بالكوارث الطبيعية، وتحسين كفاءة استخدام الموارد.
 3. تقييم فعالية النماذج الذكية في تقليل المخاطر وتحسين الاستجابة للأزمات البيئية والمائية والزراعية، وذلك من خلال استعراض دراسات حالة وتحليل بيانات تطبيقية لمبادرات الوزارة.
 4. تحديد التحديات المؤسسية والتقنية والتنظيمية التي تعيق استخدام الذكاء الاصطناعي داخل الوزارة، سواء كانت مرتبطة بالبنية التحتية، أو الكوادر البشرية، أو ضعف تكامل البيانات.
 5. بناء إطار مقترح لتنفيذ الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر البيئية والمائية والزراعية في الوزارة، بحيث يكون قابلاً للتطبيق التدريجي وفق الإمكانيات والموارد الحالية.
 6. تعزيز الوعي المؤسسي بأهمية التحول الرقمي في قطاع البيئة والمياه والزراعة، من خلال توضيح فوائد الذكاء الاصطناعي على المدى القصير والبعيد، وانعكاسه على استدامة الموارد وجودة الخدمات.
 7. المساهمة في دعم السياسات الوطنية لتحقيق أهداف رؤية السعودية 2030، من خلال تقديم توصيات عملية تساهم في تسريع التحول الرقمي في الوزارة، ورفع كفاءة إدارة المخاطر.
- إن الهدف من الذكاء الاصطناعي كما وضحه (Cazenave, 2011) هو تفسير الموقف أو النص في بعض الأوقات، لأنه يتعلق بنشاط البناء، ووظيفة الهدف أو الموقف في حل المشكلات المختصة بالتصميم، والتخطيط، والتشخيص. بينما تم توضيح أهداف الذكاء الاصطناعي من قبل الأكاديمية العربية البريطانية (2019) وعفيفي (2014) من خلال تمكين الآلات من معالجة المعلومات بشكل قريب من طريقة البشر في حل المسائل، بمعنى آخر المعالجة المتوازية ليتم تنفيذ عدة أوامر في نفس الوقت وهذا قريب من طريقة البشر في حل المسائل. بالإضافة إلى فهم أكبر لماهية ذكاء العنصر البشري عن طريق فك أغوار العقل البشري حتى يسهل محاكاته، كما هو معروف أن الجهاز العصبي والعقل البشري أكثر الأعضاء البشرية تعقيداً لأنهما يعملان بشكل مترابط ودائم في التعرف على الأشياء.
- تسعى الدراسة إلى توضيح العلاقة بين استخدام الذكاء الاصطناعي وتحسين كفاءة إدارة المخاطر من حيث سرعة الاستجابة للأزمات ودقة التنبؤ بالمشكلات البيئية والزراعية قبل وقوعها.

تهدف إلى تقييم مستوى جاهزية البنية التحتية الرقمية داخل الوزارة لاستيعاب تقنيات الذكاء الاصطناعي، واقتراح سبل تطويرها بما يتماشى مع متطلبات التحول الرقمي الوطني.

تعمل على تحليل أثر تطبيق الذكاء الاصطناعي على استدامة الموارد الطبيعية في المملكة، ومدى مساهمته في تحقيق الأمن البيئي والمائي والغذائي.

تهدف الدراسة إلى صياغة نموذج إداري ذكي يربط بين التحليل الإحصائي، ونظم المعلومات، والذكاء الاصطناعي في دعم اتخاذ القرار داخل الوزارة.

كما تسعى إلى تقديم توصيات استراتيجية تسهم في تعزيز التعاون بين وزارة البيئة والمياه والزراعة والجهات البحثية والجامعات السعودية لتطوير تطبيقات ذكاء اصطناعي محلية تخدم إدارة المخاطر.

تهدف إلى تقييم العائد المؤسسي الناتج عن دمج الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر من حيث تقليل التكلفة التشغيلية، وزيادة كفاءة الموارد، وتحسين جودة الخدمات البيئية والزراعية.

تهدف الدراسة إلى استكشاف مدى وعي القيادات الإدارية في وزارة البيئة والمياه والزراعة بأهمية الذكاء الاصطناعي كأداة مساعدة في إدارة المخاطر واتخاذ القرارات الاستباقية.

تسعى إلى تحديد الفجوة بين الإمكانيات التقنية الحالية والمتطلبات المستقبلية لتطبيقات الذكاء الاصطناعي داخل الوزارة، واقتراح حلول عملية لتقليص هذه الفجوة.

تهدف إلى تحليل تجارب دولية ناجحة في استخدام الذكاء الاصطناعي لإدارة المخاطر البيئية والزراعية، واستخلاص الدروس التي يمكن تطبيقها في السياق السعودي.

تهدف إلى توضيح دور الذكاء الاصطناعي في دعم التخطيط الاستراتيجي وإدارة الأزمات، من خلال تحليل البيانات البيئية والمناخية وتقديم تنبؤات دقيقة للمخاطر المحتملة.

تعمل على تعزيز التكامل بين الذكاء الاصطناعي ونظم المعلومات الجغرافية (GIS) من أجل رصد وتحليل الكوارث الطبيعية وتوجيه الموارد بطريقة أكثر كفاءة.

تسعى إلى تحفيز تبني ثقافة الابتكار التقني داخل الوزارة من خلال إبراز الفوائد طويلة المدى لتطبيقات الذكاء الاصطناعي في تحسين الأداء المؤسسي وتقليل المخاطر التشغيلية.

وتهدف أيضًا إلى اقتراح إطار متكامل لإدارة المخاطر بالاعتماد على الذكاء الاصطناعي يمكن أن يُطبق كنموذج استرشادي في الوزارات والمؤسسات الحكومية الأخرى.

-تساؤلات الدراسة

تنطلق هذه الدراسة من فرضية أساسية مفادها أن الذكاء الاصطناعي يمكن أن يُسهم بفعالية في تعزيز قدرات وزارة البيئة والمياه والزراعة في المملكة العربية السعودية على إدارة المخاطر، عبر تحليل البيانات، التنبؤ بالأزمات، ودعم اتخاذ القرار. وبناءً على ذلك، تتمحور الدراسة حول مجموعة من التساؤلات الرئيسية والفرعية التي تسعى للإجابة عنها بشكل علمي ومنهجي، وهي كما يلي:

1. ما واقع استخدام الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر داخل وزارة البيئة والمياه والزراعة؟ ويشمل هذا التساؤل تحليل مدى انتشار هذه التقنيات، ونوعية التطبيقات المستخدمة، وطبيعة المهام التي يتم توظيف الذكاء الاصطناعي فيها داخل الوزارة.
2. ما أبرز المجالات البيئية والزراعية والمائية التي يمكن للذكاء الاصطناعي أن يضيف فيها قيمة نوعية لإدارة المخاطر؟ مثل التنبؤ بالكوارث البيئية، ترشيد استخدام المياه، كشف الآفات الزراعية، ومراقبة جودة التربة والمناخ.
3. إلى أي مدى تسهم تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين الاستجابة للأزمات وتقليل الآثار السلبية للمخاطر في الوزارة؟ مع التركيز على الفروقات بين الأنظمة الذكية والإجراءات التقليدية من حيث السرعة والدقة والفعالية.
4. ما التحديات المؤسسية والفنية التي تواجه الوزارة في دمج الذكاء الاصطناعي ضمن استراتيجياتها لإدارة المخاطر؟ سواء تلك المتعلقة بالبنية التحتية، البيانات، الكفاءات البشرية، أو الجوانب التشريعية والتنظيمية.
5. ما الإطار المقترح لتفعيل استخدام الذكاء الاصطناعي في الوزارة بشكل فعال ومتكامل؟ وكيف يمكن أن يُسهم هذا الإطار في دعم الاستدامة البيئية وتحقيق مستهدفات رؤية السعودية 2030؟

وانطلاقاً من مشكلة الدراسة وأهدافها، تسعى هذه الدراسة إلى الإجابة عن مجموعة من التساؤلات الرئيسية والفرعية التي توضح أبعاد استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر داخل وزارة البيئة والمياه والزراعة في المملكة العربية السعودية، ومدى إسهامها في تطوير الأداء المؤسسي ودعم اتخاذ القرار في إطار التحول الرقمي الذي تسعى إليه الدولة وفق رؤية المملكة 2030.

أولاً: التساؤل الرئيس

- ما مدى فاعلية ودور الذكاء الاصطناعي في تحسين إدارة المخاطر داخل وزارة البيئة والمياه والزراعة، وما العوائق التي تعترض طريق تطبيقه بشكل فعال ومتكامل؟

ثانياً: التساؤلات الفرعية

1. ما مدى إدراك القيادات والعاملين في الوزارة لأهمية الذكاء الاصطناعي في دعم عمليات إدارة المخاطر وتحسين الكفاءة التشغيلية؟
2. كيف يمكن لتقنيات الذكاء الاصطناعي أن تسهم في التنبؤ المبكر بالمخاطر البيئية والزراعية والحد من آثارها السلبية؟
3. ما هي أنواع البيانات والمصادر المعلوماتية التي تعتمد عليها أنظمة الذكاء الاصطناعي في تحليل وإدارة المخاطر داخل الوزارة؟
4. إلى أي مدى يساهم تطبيق الذكاء الاصطناعي في رفع جودة ودقة القرارات الإدارية المتعلقة بتقليل المخاطر البيئية والزراعية؟
5. ما أبرز التحديات التقنية والإدارية والبشرية والتنظيمية التي تواجه الوزارة في تبني وتطبيق أنظمة الذكاء الاصطناعي بفعالية؟
6. كيف يمكن تعزيز التكامل بين الذكاء الاصطناعي ونظم المعلومات الجغرافية (GIS) لتحسين عمليات الرصد والتحليل الميداني للمخاطر البيئية؟
7. ما مدى تأثير تطبيق الذكاء الاصطناعي على تخفيض الخسائر المالية والزمنية الناتجة عن الكوارث أو سوء التقدير الإداري؟
8. ما الدور الذي تلعبه رؤية المملكة 2030 وبرامج التحول الوطني في دعم استخدام الذكاء الاصطناعي لإدارة المخاطر في القطاعات الحكومية؟
9. كيف يمكن تطوير إطار استراتيجي شامل لإدارة المخاطر قائم على الذكاء الاصطناعي داخل وزارة البيئة والمياه والزراعة؟
10. ما إمكانية تعميم التجربة التطبيقية للذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر لتشمل قطاعات حكومية أخرى ذات طبيعة بيئية وزراعية؟
11. كيف يؤثر الذكاء الاصطناعي في تحسين التواصل واتخاذ القرارات الإدارات المختلفة داخل الوزارة خلال الأزمات والمخاطر؟
12. إلى أي مدى يمكن لتطبيق الذكاء الاصطناعي أن يسهم في تحقيق الاستدامة البيئية من خلال إدارة الموارد الطبيعية بكفاءة أكبر؟
13. ما أثر تدريب الكوادر البشرية وتطوير مهاراتهم التقنية على نجاح تطبيق الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر؟
14. ما مدى اعتماد الوزارة على الشراكات البحثية مع الجامعات ومراكز التقنية لتطوير حلول ذكاء اصطناعي محلية متخصصة في إدارة المخاطر؟

15. كيف يمكن قياس مستوى النضج الرقمي للوزارة في ما يتعلق بدمج الذكاء الاصطناعي في منظومة عملها الإدارية والميدانية؟
16. ما مدى تأثير الذكاء الاصطناعي في تحسين مستوى الشفافية والمساءلة الإدارية داخل الوزارة؟
17. كيف يمكن تقييم الأثر الاقتصادي والاجتماعي الناتج عن تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر؟
18. ما الدور المتوقع للذكاء الاصطناعي في إعادة هيكلة العمليات الإدارية لتصبح أكثر استجابة ومرونة في مواجهة الأزمات؟
19. ما مدى توافق تطبيقات الذكاء الاصطناعي في الوزارة مع الاستراتيجيات الوطنية للتحويل الرقمي؟
20. كيف يمكن للذكاء الاصطناعي المساهمة في تحسين جودة الخدمات المقدمة للمزارعين والمستفيدين من الوزارة؟
21. ما هي آليات الرقابة والتقييم التي يمكن اعتمادها لقياس نجاح استخدام الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر البيئية؟
22. ما أثر الذكاء الاصطناعي في تعزيز القدرة التنافسية المؤسسية للوزارة على المستويين الوطني والإقليمي؟
23. كيف يمكن دمج تقنيات الذكاء الاصطناعي في عمليات التخطيط الاستراتيجي طويل المدى للوزارة؟
24. ما مدى إمكانية استخدام الذكاء الاصطناعي في التنبؤ بالكوارث الطبيعية مثل الفيضانات أو الجفاف وإدارة أثارها بفعالية؟
25. ما تأثير الذكاء الاصطناعي في رفع مستوى الحوكمة البيئية وتحقيق الإدارة الرشيدة للمخاطر؟
- من خلال هذه التساؤلات، تسعى الدراسة إلى الإحاطة بجميع الأبعاد المتعلقة بتوظيف الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر داخل وزارة البيئة والمياه والزراعة، سواء من الجوانب التقنية أو الإدارية أو التنظيمية. كما تهدف إلى استكشاف مدى جاهزية الوزارة لتبني هذه التقنيات الحديثة، وتحليل أثرها المحتمل في تعزيز كفاءة الأداء المؤسسي وتحقيق الاستدامة البيئية والاقتصادية.
- وتمثل الإجابة على هذه التساؤلات خطوة أساسية نحو بناء نموذج وطني متكامل لإدارة المخاطر الذكية يسهم في دعم جهود التحويل الرقمي والابتكار الحكومي، انسجاماً مع مستهدفات رؤية المملكة العربية السعودية 2030.

-فروض الدراسة

بناءً على الإطار النظري والدراسات السابقة، ووفقاً لتساؤلات الدراسة المطروحة، تم صياغة عدد من الفروض العلمية التي تسعى الدراسة لاختبارها والتحقق من صحتها في ضوء الأدلة والتطبيقات الواقعية داخل وزارة البيئة والمياه والزراعة. وتتمثل هذه الفروض في الآتي:

1. هناك علاقة طردية بين مستوى جاهزية البنية التحتية الرقمية في الوزارة وفعالية استخدام الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر.
أي كلما زادت كفاءة البنية التحتية التكنولوجية، تحسنت قدرة الأنظمة الذكية على التنبؤ بالمخاطر والاستجابة لها بدقة.
 2. استخدام الذكاء الاصطناعي في وزارة البيئة والمياه والزراعة يُسهم في تقليل زمن الاستجابة للمخاطر البيئية والزراعية والمائية بنسبة ملحوظة.
حيث تتيح تقنيات التعلم الآلي وتحليل البيانات الكبيرة قدرة أعلى على اكتشاف الأزمات المحتملة في وقت مبكر.
 3. توافر الكفاءات البشرية المؤهلة في الوزارة يعزز من نجاح تطبيق الذكاء الاصطناعي في عمليات إدارة المخاطر.
فوجود فرق عمل مدربة على فهم وتشغيل النماذج الذكية يُعد من العوامل الحاسمة في ضمان نجاح التبني التكنولوجي.
 4. ضعف التنسيق بين الإدارات داخل الوزارة يُعد من العوائق الرئيسة أمام التكامل الفعال لتقنيات الذكاء الاصطناعي.
حيث يؤثر غياب التواصل المؤسسي وتكامل البيانات سلباً على فعالية هذه النظم في أداء مهامها.
 5. اعتماد الوزارة على الذكاء الاصطناعي في الرصد والتحليل يقلل من الأخطاء البشرية في تقييم المخاطر واتخاذ القرار.
وهو ما يؤدي إلى تحسين دقة القرارات البيئية والزراعية وتعزيز الحوكمة الرشيدة في إدارة الموارد.
- وبعد مشكلة الدراسة وتساؤلاتها، تم صياغة مجموعة من الفروض التي تعبّر عن العلاقات المتوقعة بين متغيرات الدراسة الأساسية، وهي توظيف الذكاء الاصطناعي وتحسين إدارة المخاطر داخل وزارة البيئة والمياه والزراعة. وتتمثل هذه الفروض فيما يلي:

أولاً: الفرض الرئيس

- يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لتطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين كفاءة إدارة المخاطر داخل وزارة البيئة والمياه والزراعة بالمملكة العربية السعودية.

ثانياً: الفروض الفرعية

1. يوجد ارتباط إيجابي بين مستوى جاهزية البنية التحتية الرقمية في الوزارة وقدرتها على تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر.
2. يسهم استخدام الذكاء الاصطناعي في رفع جودة ودقة القرارات الإدارية المتعلقة بالمخاطر البيئية والزراعية.
3. يؤدي الذكاء الاصطناعي إلى تقليل الوقت والتكاليف المرتبطة بعمليات التنبؤ والاستجابة للمخاطر.
4. توجد علاقة ذات دلالة بين مستوى تدريب الكوادر البشرية ونجاح تطبيق أنظمة الذكاء الاصطناعي في الوزارة.
5. يساهم التكامل بين الذكاء الاصطناعي ونظم المعلومات الجغرافية (GIS) في تحسين عمليات الرصد والتحليل الميداني للمخاطر البيئية.
6. توجد علاقة بين دعم القيادة الإدارية في الوزارة وبين فاعلية تطبيق الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر.
7. تسهم مبادرات التحول الرقمي ضمن رؤية المملكة 2030 في تعزيز تبني الذكاء الاصطناعي لتحسين إدارة المخاطر المؤسسية.
8. يساعد استخدام الذكاء الاصطناعي في تحقيق الاستدامة البيئية من خلال الاستخدام الأمثل للموارد وتقليل الهدر.
9. يوجد تأثير إيجابي للذكاء الاصطناعي في تطوير آليات الإنذار المبكر للكوارث الطبيعية والبيئية.
10. يسهم تطبيق الذكاء الاصطناعي في رفع مستوى الشفافية والمسؤولية في عمليات إدارة المخاطر داخل الوزارة.

تُعدّ هذه الفروض بمثابة الإطار الذي يُوجّه الدراسة نحو اختبار مدى فعالية الذكاء الاصطناعي في دعم منظومة إدارة المخاطر داخل وزارة البيئة والمياه والزراعة، وذلك من خلال تحليل العلاقات المتبادلة بين المتغيرات التقنية والتنظيمية والبشرية التي تشكّل جوهر العملية الإدارية الحديثة.

كما تسعى هذه الفروض إلى الكشف عن مدى إسهام التقنيات الذكية في رفع كفاءة الأداء المؤسسي، وتعزيز دقة التنبؤ بالمخاطر، وتسريع الاستجابة لها بأساليب علمية قائمة على البيانات.

وتبرز أهمية هذه الفروض في كونها تمثل الأساس الذي يمكن من خلاله التحقق من قدرة الوزارة على التحول نحو إدارة رقمية مستدامة قادرة على التعامل مع التحديات البيئية والمناخية والزراعية بكفاءة عالية.
ومن خلال اختبار هذه الفروض ميدانياً، يمكن تحديد نقاط القوة والضعف في تطبيقات الذكاء الاصطناعي الحالية، واقتراح مسارات تطوير مستقبلية تساهم في بناء نموذج وطني متكامل لإدارة المخاطر الذكية.

كما تهدف الدراسة من خلال هذه الفروض إلى تسليط الضوء على دور السياسات الحكومية، والدعم المؤسسي، والتأهيل البشري في نجاح تبني الذكاء الاصطناعي، إلى جانب تحليل العوائق التقنية والتنظيمية التي قد تحدّ من فاعليته.

وفي ضوء ذلك، فإن النتائج المتوقعة من اختبار هذه الفروض ستسهم في تقديم توصيات عملية تسند صنّاع القرار في الوزارة، وتدعم التوجه نحو تحقيق رؤية المملكة 2030 في بناء مؤسسات تعتمد على البيانات والذكاء الاصطناعي كركائز أساسية في التخطيط والإدارة الوقائية للمخاطر.

-النظرية العلمية المتبعة لإعداد البحث في الفصل الاول

يعتمد هذا البحث على دمج نظريتين علميتين رئيسيتين لتفسير وتوجيه العلاقة بين الذكاء الاصطناعي وإدارة المخاطر في البيئة المؤسسية الحكومية، وتحديدًا داخل وزارة البيئة والمياه والزراعة، وهما: نظرية النظم ونظرية الابتكار التكنولوجي.

أولاً: نظرية النظم (Systems Theory)

تُعد نظرية النظم إطارًا تحليليًا يُستخدم لفهم كيفية تفاعل مكونات المؤسسة كوحدة متكاملة. وفقًا لهذه النظرية، فإن أي منظمة تُدار عبر مجموعة مترابطة من المدخلات، والعمليات، والمخرجات، والتغذية الراجعة، ضمن بيئة محيطية تتأثر بها وتؤثر فيها. (Von Bertalanffy, 1968) ويُفهم الذكاء الاصطناعي في هذا السياق كـ"عامل مُغير" يُدمج داخل النظام الإداري والتشغيلي، ليعزز من قدراته على التنبؤ بالمخاطر واتخاذ قرارات استباقية.

تُساهم هذه النظرية في توجيه البحث نحو فحص مدى تكامل أنظمة الذكاء الاصطناعي مع بنية وزارة البيئة والمياه والزراعة، سواء على مستوى جمع البيانات أو تحليلها أو اتخاذ القرارات بناءً عليها. كما تسمح بفحص تأثير الذكاء الاصطناعي على النظم الفرعية في الوزارة، مثل نظم الرصد البيئي، وإدارة الموارد المائية، والتخطيط الزراعي.

ثانيًا: نظرية الابتكار التكنولوجي (Technology Adoption Theory)

تُستخدم نظرية الابتكار التكنولوجي لتفسير كيفية تبني المنظمات للتقنيات الحديثة، والعوامل التي تؤثر على قرارات التبني أو الرفض. وقد طوّر Everett Rogers (2003) هذه النظرية ضمن ما يعرف بـ"منحنى الانتشار"، حيث تمر المؤسسات بعدة مراحل في تبني الابتكار: الوعي، الاهتمام، التقييم، التجريب، ثم التبني أو الرفض.

تعتمد هذه الدراسة على النموذج الموسّع للتبني (TAM – Technology Acceptance Model) الذي صاغه Davis (1989)، والذي يفترض أن "المنفعة المتصورة" و"سهولة الاستخدام" تؤثران على نية الأفراد والمؤسسات لتبني التكنولوجيا. وعند إسقاط هذا النموذج على وزارة البيئة والمياه والزراعة، تصبح أسئلة البحث أكثر دقة: هل ترى الوزارة أن الذكاء الاصطناعي مفيد لإدارة المخاطر؟ وهل البنية الرقمية الحالية تدعم الاستخدام السهل لهذه التقنية؟

تكامل النظريتين في هذا البحث

يتم الدمج بين النظريتين لتكوين إطار نظري متماسك يُراعي الجانبين التنظيمي والتقني. فمن جهة، تساعد نظرية النظم في تحليل البنية الداخلية للوزارة ومدى استعدادها لتكامل الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر، بينما تساعد نظرية التبني في فهم العوامل المؤثرة في قرارات القادة والموظفين بشأن اعتماد هذه التقنية.

عند تطبيق النظريتين، سيُنظر إلى الذكاء الاصطناعي ليس فقط كأداة تقنية، بل كجزء من النظام الإداري العام، تتأثر فعاليته بعوامل تنظيمية، ثقافية، وبشرية. ويعني ذلك أن تبني الذكاء الاصطناعي لإدارة المخاطر لن يكون فعالاً دون فهم الحوافز والمخاوف والعقبات التي تواجه فرق العمل، ودون تحليل بيئة العمل القائمة.

مبررات اختيار الإطار النظري

تم اختيار هاتين النظريتين لعدة أسباب:

- أولاً، لأنهما تناسبان طبيعة الدراسة التطبيقية في مؤسسة حكومية معقدة كوزارة البيئة والمياه والزراعة.
- ثانياً، لأنهما توفران أدوات تفسير متعددة لفهم العلاقات المتشابكة بين التقنية والبشر والإدارة.
- ثالثاً، لأن الدمج بينهما يُسهم في تطوير إطار عملي يربط بين التحليل المؤسسي وقرارات التبني التقني، وهو ما تحتاج إليه الوزارة في مرحلة التحول الرقمي.

واستند هذا البحث إلى المنهج العلمي الوصفي التحليلي بوصفه الإطار النظري والمنهجي الأنسب لدراسة دور الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر داخل وزارة البيئة والمياه والزراعة. يعتمد هذا المنهج على جمع البيانات والمعلومات المتعلقة بالموضوع، وتحليلها بشكل علمي ومنهجي من أجل الوصول إلى نتائج دقيقة تعكس الواقع العملي وتدعم عملية اتخاذ القرار داخل الوزارة.

ويرتكز المنهج الوصفي التحليلي على توصيف الظاهرة المدروسة كما هي في الواقع، وتحليل العلاقات بين متغيراتها المختلفة — كالتقنيات الذكية، والهيكل التنظيمي، ومستوى جاهزية الموارد البشرية، وكفاءة نظم المعلومات — وذلك بهدف التعرف على مدى تأثير الذكاء الاصطناعي في تعزيز عمليات التنبؤ بالمخاطر، وتحسين آليات الاستجابة لها.

كما تم توظيف الإطار النظري لنظرية النظم (Systems Theory) لتوضيح العلاقة بين مكونات منظومة إدارة المخاطر في الوزارة باعتبارها نظاماً متكاملًا يعتمد على تفاعل الإنسان والتقنية والبيئة التنظيمية. هذه النظرية تساعد في فهم كيف يسهم إدخال الذكاء الاصطناعي في رفع كفاءة النظام الإداري من خلال تحسين تدفق المعلومات وتسريع اتخاذ القرارات الوقائية.

إضافةً إلى ذلك، تم الاستفادة من النظرية الإدارية الحديثة (Modern Management Theory) التي تركز على التحول الرقمي والابتكار في بيئة العمل الحكومية، بهدف تفسير التغيرات التي يحدثها الذكاء الاصطناعي في هيكل الإدارة التقليدية، وتحليل دوره في دعم مفهوم "الحكومة الذكية" داخل مؤسسات الدولة.

وبذلك، تمثل النظرية العلمية المتبعة مزيجاً بين التحليل الوصفي الواقعي والنظرية النظمية والإدارية الحديثة، مما يتيح فهماً شاملاً لآليات تطبيق الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر ودوره في تحقيق الاستدامة المؤسسية وأهداف رؤية المملكة 2030.

مصطلحات الدراسة وتعريفها الإجرائي في الفصل الاول

نظرًا لأهمية المفاهيم الرئيسية في بناء الإطار النظري للدراسة، فقد تم تحديد مجموعة من المصطلحات الأساسية وتعريفها إجرائيًا بما يتوافق مع طبيعة موضوع البحث، وذلك لوضوح المفاهيم ودقة الفهم.

1. الذكاء الاصطناعي: (Artificial Intelligence)

هو أحد فروع علوم الحاسب الحديثة الذي يهدف إلى تصميم أنظمة قادرة على التفكير، والتعلم، واتخاذ القرار بطريقة تحاكي العقل البشري. وفي هذه الدراسة يُقصد به استخدام الأدوات والخوارزميات الذكية في تحليل البيانات البيئية والزراعية والمائية داخل وزارة البيئة والمياه والزراعة، بما يساهم في التنبؤ بالمخاطر المستقبلية، وتحسين عملية صنع القرار، ورفع كفاءة استخدام الموارد الطبيعية. كما يشمل ذلك تطبيقات مثل تحليل البيانات الضخمة، ونظم الإنذار المبكر، والتعلم الآلي، والرؤية الحاسوبية التي تساعد الوزارة في التعامل الاستباقي مع الأزمات والمخاطر.

2. إدارة المخاطر: (Risk Management)

هي عملية متكاملة ومنهجية لتحديد وتقييم ومراقبة المخاطر المحتملة التي قد تؤثر على تحقيق أهداف المؤسسة، ووضع الإجراءات الوقائية والعلاجية للحد من آثارها. ويُقصد بها في هذه الدراسة جميع الممارسات والسياسات التي تتبعها الوزارة لتقليل احتمالية وقوع المخاطر البيئية والزراعية والمائية أو التخفيف من آثارها باستخدام أدوات الذكاء الاصطناعي. وتتركز إدارة المخاطر هنا على الأبعاد البيئية (مثل الجفاف والتلوث)، والزراعية (مثل الآفات والأمراض النباتية)، والمائية (مثل شح الموارد المائية وإدارة السدود).

3. وزارة البيئة والمياه والزراعة:

هي الجهة الحكومية المسؤولة عن تحقيق التنمية المستدامة في قطاعات البيئة والمياه والزراعة في المملكة العربية السعودية، من خلال وضع السياسات والاستراتيجيات الداعمة لحماية الموارد الطبيعية وتعزيز الأمن الغذائي والمائي. وفي إطار هذه الدراسة، تمثل الوزارة البيئة المؤسسية النموذجية لتطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر، كونها تتعامل مع بيانات معقدة ومتشابكة تتطلب أنظمة تحليل ذكية تساعد في اتخاذ القرار السليم في الوقت المناسب.

4. التحول الرقمي: (Digital Transformation)

هو عملية إعادة هيكلة شاملة لأساليب العمل التقليدية من خلال توظيف التقنيات الحديثة مثل الذكاء الاصطناعي، وتحليل البيانات، وإنترنت الأشياء. ويُقصد به في هذه الدراسة انتقال وزارة البيئة والمياه والزراعة من النماذج الإدارية التقليدية إلى نماذج رقمية ذكية تعتمد على تحليل البيانات والتقنيات الحديثة في عمليات التخطيط، والتنفيذ، وإدارة المخاطر.

ويُعد التحول الرقمي أحد الركائز الأساسية لتحقيق رؤية المملكة 2030، التي تسعى إلى تعزيز الابتكار وتحسين جودة الخدمات الحكومية.

15. الاستدامة المؤسسية: (Institutional Sustainability)

تعني قدرة المؤسسة على تحقيق أهدافها بكفاءة واستمرار دون التأثير سلباً على الموارد البيئية أو الاقتصادية أو البشرية.

وفي هذه الدراسة، تشير الاستدامة المؤسسية إلى قدرة وزارة البيئة والمياه والزراعة على إدارة مواردها ومخاطرها بطريقة متوازنة، من خلال اعتماد أدوات الذكاء الاصطناعي التي تساعد في استشراف المستقبل وتقليل الفاقد وتحسين الأداء التشغيلي.

16. التنبؤ بالمخاطر: (Risk Prediction)

هو استخدام النماذج التحليلية والتقنيات الذكية لاستشراف المخاطر المستقبلية وتقدير احتمالية حدوثها وتأثيرها قبل وقوعها.

ويُقصد به في هذه الدراسة قدرة أنظمة الذكاء الاصطناعي على رصد المؤشرات البيئية والزراعية والمناخية وتحليلها بشكل مستمر لتقديم إنذارات مبكرة تساعد متخذي القرار في الوزارة على الوقاية من الأزمات أو تقليل آثارها المحتملة.

17. البيانات الضخمة: (Big Data)

هي كميات هائلة ومتنوعة من البيانات تُجمع من مصادر متعددة مثل الأقمار الصناعية، وأجهزة الاستشعار، والتقارير البيئية، والأنظمة الزراعية الذكية.

ويُقصد بها في هذه الدراسة تلك البيانات التي تعتمد عليها الوزارة في تحليل المخاطر البيئية والزراعية، حيث يُعد الذكاء الاصطناعي الوسيلة الأساسية لمعالجة هذه البيانات واستخراج الأنماط والعلاقات المهمة منها.

18. التحليل التنبؤي: (Predictive Analytics)

هو أحد تطبيقات الذكاء الاصطناعي الذي يعتمد على النماذج الإحصائية وخوارزميات التعلم الآلي للتنبؤ بالأحداث المستقبلية.

وفي هذه الدراسة يُقصد به الأسلوب الذي تستخدمه الوزارة لتحليل الاتجاهات البيئية والزراعية وتقدير احتمالات المخاطر قبل وقوعها من أجل اتخاذ قرارات مبنية على البيانات.

19. الأنظمة الخبيرة: (Expert Systems)

هي أحد تطبيقات الذكاء الاصطناعي التي تهدف إلى محاكاة طريقة تفكير الخبراء البشريين في مجال محدد، من خلال استخدام قواعد معرفية وقواعد استنتاج للوصول إلى قرارات دقيقة.

وفي سياق هذه الدراسة، تُشير إلى الأنظمة التي يمكن أن تستخدمها وزارة البيئة والمياه والزراعة لتشخيص المشكلات البيئية أو الزراعية وتقديم حلول مقترحة بناءً على بيانات واقعية وخبرة تراكمية رقمية.

10. التعلم الآلي: (Machine Learning)

هو فرع من فروع الذكاء الاصطناعي يُمكن الأنظمة من تحليل البيانات والتعلّم منها دون تدخل بشري مباشر. ويُقصد به في هذه الدراسة استخدام خوارزميات ذكية لتحليل الاتجاهات المناخية والزراعية والمائية بهدف التنبؤ بالمخاطر المستقبلية وتطوير استراتيجيات استجابة أكثر كفاءة.

11. الذكاء الجغرافي المكاني: (Geospatial AI)

هو مزيج من تقنيات الذكاء الاصطناعي وأنظمة المعلومات الجغرافية (GIS) لتحليل البيانات المكانية. ويُقصد به هنا استخدام الذكاء الاصطناعي لتحليل صور الأقمار الصناعية والبيانات البيئية المكانية لرصد التغيرات البيئية أو الزراعية التي قد تنذر بحدوث مخاطر مستقبلية مثل التصحر أو التلوث أو شح المياه.

12. البيانات البيئية: (Environmental Data)

هي البيانات التي تتعلق بعناصر البيئة المختلفة مثل الهواء والماء والتربة والمناخ والحياة النباتية والحيوانية. وفي هذه الدراسة، يُقصد بها البيانات التي تجمعها الوزارة من خلال محطات الرصد والمراقبة البيئية والزراعية والمائية، والتي يتم تحليلها باستخدام الذكاء الاصطناعي لتحديد الاتجاهات والمخاطر المحتملة.

13. نظم الإنذار المبكر: (Early Warning Systems)

هي أنظمة تعتمد على الذكاء الاصطناعي لتحليل المؤشرات البيئية وتقديم إشعارات أو تحذيرات قبل وقوع الكوارث أو المخاطر. وتُشير في هذه الدراسة إلى النظم التي يمكن أن تطورها الوزارة لتقليل الآثار السلبية للمخاطر البيئية مثل الجفاف، وارتفاع درجات الحرارة، أو تفشي الآفات الزراعية.

14. الحوكمة الذكية: (Smart Governance)

هي مفهوم إداري حديث يقوم على توظيف التقنيات الذكية لتحسين كفاءة وشفافية وفعالية العمل الحكومي. وفي هذه الدراسة، يُقصد بها دور الذكاء الاصطناعي في دعم الحوكمة داخل وزارة البيئة والمياه والزراعة من خلال تحسين دقة المعلومات وسرعة اتخاذ القرار واستباق المخاطر.

من خلال تحديد وشرح المصطلحات السابقة، يتضح أن دراسة دور الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر داخل وزارة البيئة والمياه والزراعة لا يمكن أن تتحقق دون فهم عميق للإطار المفاهيمي الذي تستند إليه. فالذكاء الاصطناعي ليس مجرد تقنية رقمية، بل هو منهج إداري حديث يسعى إلى تحويل البيانات الضخمة إلى معرفة قابلة للاستخدام في صنع القرار، الأمر الذي يجعل منه أحد أهم أدوات التطوير الإداري في المؤسسات الحكومية.

كما يتضح أن إدارة المخاطر في سياق هذه الدراسة ليست عملية تقليدية، بل منظومة ديناميكية متكاملة تستند إلى التحليل الاستباقي والتفكير الوقائي، بحيث تعتمد الوزارة على النماذج الذكية للتنبؤ بالمخاطر البيئية والزراعية

والمائية، واتخاذ قرارات دقيقة وسريعة تسهم في حماية الموارد الطبيعية وتعزيز الأمن البيئي والغذائي والمائي في المملكة.

ويُظهر الربط بين المصطلحات أن التكامل بين الذكاء الاصطناعي والتحول الرقمي وإدارة المخاطر يمثل ركيزة أساسية لتحقيق الاستدامة المؤسسية التي تسعى إليها وزارة البيئة والمياه والزراعة، خاصةً في ظل التحديات المناخية والتقنية المتسارعة.

كما أن مفاهيم مثل البيانات الضخمة، والتحليل التنبؤي، والحوكمة الذكية، ونظم الإنذار المبكر تُبرز بوضوح كيف يمكن للتقنيات الحديثة أن تُحدث نقلة نوعية في أساليب إدارة المخاطر الحكومية، من خلال بناء أنظمة قادرة على رصد المخاطر قبل وقوعها والتقليل من أثارها المحتملة عبر قرارات مدعومة بالبيانات الذكية.

ويمكن القول إن تحديد هذه المصطلحات الإجرائية قد أسهم في تأصيل المفاهيم النظرية وربطها بالتطبيق العملي داخل بيئة وزارة البيئة والمياه والزراعة، بما يمكن من بناء نموذج معرفي متكامل حول آلية توظيف الذكاء الاصطناعي في الإدارة الوقائية للمخاطر.

كما يتيح هذا التحديد للباحثين وصُنّاع القرار في الوزارة فهماً أكثر وضوحاً للعلاقات المتبادلة بين المفاهيم، مما يُمكنهم من تصميم استراتيجيات علمية دقيقة لإدارة المخاطر وتعزيز الأداء المؤسسي.

وفي ضوء ما تقدم، يمكن اعتبار هذا القسم حجر الأساس الذي يُبنى عليه الإطار المنهجي والتحليلي للدراسة في الفصول التالية، إذ يوفر مرجعاً اصطلاحياً واضحاً يربط النظرية بالتطبيق، ويمهد لبحثٍ علمي متكامل يسهم في دعم جهود المملكة لتحقيق التحول الرقمي المستدام وفق رؤية 2030، والوصول إلى حوكمة بيئية وزراعية ذكية قادرة على مواجهة التحديات المستقبلية بكفاءة ومرونة

الفصل الثاني

والدراسات السابقة

-مقدمة

يُعد هذا الفصل من أهم فصول البحث العلمي، إذ يمثل الإطار الفكري والنظري الذي تستند إليه الدراسة في تفسير الظواهر محل البحث، كما يمدّها بالأسس المعرفية التي تساعد في فهم طبيعة العلاقة بين الذكاء الاصطناعي وإدارة المخاطر داخل المؤسسات الحكومية، ولا سيما في وزارة البيئة والمياه والزراعة التي تُعد من أبرز الوزارات الحيوية في المملكة العربية السعودية، نظرًا لتعدد مهامها واتساع نطاق عملها ومسؤولياتها في تحقيق الأمن البيئي والغذائي والمائي.

لقد أصبح العالم اليوم يعيش مرحلة جديدة تُعرف بـ عصر الذكاء الاصطناعي والتحول الرقمي، حيث باتت التقنيات الحديثة تؤثر في كل جوانب الحياة، من الإدارة والاقتصاد والتعليم إلى الزراعة وحماية البيئة. ولم تعد إدارة المخاطر تعتمد فقط على التنبؤ البشري أو الخبرة الإدارية، بل أصبحت تستند إلى أنظمة ذكية قادرة على تحليل البيانات، والتنبؤ بالمخاطر المستقبلية، وتقديم حلول دقيقة وسريعة.

تنبع أهمية هذا الفصل من كونه يستعرض بصورة متعمقة المفاهيم النظرية لإدارة المخاطر والذكاء الاصطناعي، ويبرز كيف يمكن دمجهما لتحقيق حوكمة فعّالة، واستدامة بيئية وزراعية، وتطوير أداء مؤسسي يواكب طموحات رؤية المملكة 2030.

ففي الوقت الذي تواجه فيه الوزارة تحديات بيئية وزراعية متزايدة نتيجة التغيرات المناخية، ونُدرة الموارد المائية، وتقلّب الإنتاج الزراعي، فإن تبني الذكاء الاصطناعي في إدارة هذه المخاطر يمثل خيارًا استراتيجيًا لا غنى عنه لضمان استدامة الموارد الطبيعية وتحقيق الأمن الغذائي والبيئي.

وتبرز إدارة المخاطر هنا بوصفها عملية علمية ومنهجية تتضمن مراحل متتابعة تبدأ بتحديد الخطر، مرورًا بتحليله وتقييمه، وصولًا إلى وضع الخطط المناسبة للحدّ من آثاره، ومتابعة تنفيذ هذه الخطط. أما الذكاء الاصطناعي فيقدّم أدوات تقنية متقدمة يمكن توظيفها في كل مرحلة من هذه المراحل، مثل تحليل البيانات الضخمة، والتعلم الآلي، والنماذج التنبؤية، والأنظمة الخبيرة، التي تمكّن الوزارة من مراقبة مؤشرات الأداء البيئي والزراعي بشكل مستمر، واتخاذ قرارات مبنية على بيانات دقيقة وفورية.

كما يسعى هذا الفصل إلى تناول أهمية الذكاء الاصطناعي في تطوير إدارة المخاطر الحكومية، ليس فقط من حيث تحسين الأداء الإداري والتشغيلي، بل أيضًا من حيث تعزيز ثقافة الاستباق والوقاية بدلاً من الاستجابة المتأخرة، وهو ما يجعل العمل المؤسسي أكثر مرونة وكفاءة واستدامة.

ويستعرض هذا الفصل كذلك التجارب الدولية الرائدة التي وظفت الذكاء الاصطناعي في المجالات البيئية والزراعية، لتكون مصدر إلهام ودليلاً للوزارة في مسيرة التحول الرقمي، إضافةً إلى عرض مجموعة من الدراسات السابقة

العربية والأجنبية التي تناولت هذا الموضوع من زوايا مختلفة، بما يُسهم في بناء قاعدة معرفية شاملة تدعم هذا البحث علميًا وعمليًا.

ويمكن القول إن هذا الإطار النظري لا يقتصر على كونه مراجعة أدبية أو علمية، بل هو أيضًا جسر يربط بين المفهومين الرئيسيين للدراسة، حيث يُبرز التفاعل الإيجابي بين الذكاء الاصطناعي بوصفه أداة تحليل واستشراف، وإدارة المخاطر بوصفها منهجًا إداريًا لاتخاذ القرار في بيئات معقدة ومتغيرة. ومن هنا، تبرز أهمية هذا الفصل في إرساء قاعدة علمية متينة لفهم كيف يمكن توظيف الذكاء الاصطناعي في وزارة البيئة والمياه والزراعة لإدارة المخاطر بكفاءة، وتحقيق تنمية مستدامة توازن بين حماية البيئة وتحسين الإنتاج الزراعي وضمان الأمن المائي والغذائي، بما ينسجم مع توجهات المملكة نحو بناء حكومة ذكية تعتمد على المعرفة والتقنية الحديثة.

وتجدر الإشارة إلى أن الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر لا يُعد مجرد أداة تقنية حديثة، بل يمثل نقلة نوعية في الفكر الإداري الحديث، إذ يحوّل المؤسسات الحكومية من نموذج الإدارة التقليدية المعتمد على التقدير والخبرة الشخصية إلى نموذج إدارة ذكي يعتمد على البيانات والتحليل العميق والتنبؤ المستقبلي. وفي سياق وزارة البيئة والمياه والزراعة، يكتسب هذا التحول أهمية خاصة نظرًا لطبيعة المخاطر التي تتعامل معها الوزارة، والتي تتصف بالتعقيد والتغير المستمر، مثل:

- التغيرات المناخية وتأثيرها على الإنتاج الزراعي.
- ندرة الموارد المائية وتحديات الأمن المائي.
- التلوث البيئي والضغط على النظم البيئية الطبيعية.
- الآفات والأمراض الزراعية التي تهدد الأمن الغذائي.

إن إدماج الذكاء الاصطناعي في هذه المجالات يتيح للوزارة القدرة على استشراف المخاطر قبل وقوعها، من خلال تحليل كميات ضخمة من البيانات المناخية والزراعية والميدانية، وبناء نماذج تنبؤية دقيقة تساعد صُنّاع القرار في اتخاذ الإجراءات الوقائية اللازمة في الوقت المناسب.

كما يُمكن الذكاء الاصطناعي الوزارة من تطوير أنظمة إنذار مبكر قادرة على رصد مؤشرات الخطر في الوقت الحقيقي، وتقديم تقارير تحليلية تُسهم في تحسين كفاءة الاستجابة وتقليل الخسائر المحتملة.

- ومن جانب آخر، فإن هذا التوجه يتماشى مع رؤية المملكة 2030 التي تهدف إلى بناء حكومة رقمية رائدة تعتمد على التقنيات الحديثة في إدارة مواردها، وتعزيز مفهوم الاستدامة من خلال التحول نحو بيئة ذكية مستدامة تستخدم الذكاء الاصطناعي كعنصر أساسي في التخطيط والإدارة والتقييم. فالرؤية الوطنية لا تكتفي بتحسين الأداء المؤسسي، بل تسعى إلى تمكين التقنية لخدمة التنمية المستدامة وحماية البيئة وتعزيز الأمن الغذائي والمائي.

وبذلك، يُعد هذا الفصل مدخلًا علميًا لفهم الأبعاد النظرية والتطبيقية للذكاء الاصطناعي وإدارة المخاطر، ومحاولة ربطهما في إطار واحد يوضح كيف يمكن للوزارة أن تستفيد من هذه التقنيات المتقدمة لتطوير سياساتها واستراتيجياتها المستقبلية.

كما يهدف إلى بناء تصور علمي واضح للعلاقة بين التحول الرقمي والإدارة الحديثة للمخاطر، وتقديم صورة متكاملة عن كيفية مساهمة الذكاء الاصطناعي في دعم القرار الحكومي وتحقيق الاستدامة البيئية والزراعية على المدى الطويل.

-الدراسات السابقة

تمهيد

تُعد الدراسات السابقة الأساس الذي يُبنى عليه البحث العلمي، فهي تُسهم في تحديد ما تم إنجازه من أبحاث، وتُبرز الفجوات المعرفية التي يسعى هذا البحث إلى سدّها. وفي ضوء موضوع هذه الدراسة، وهو دور الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر داخل وزارة البيئة والمياه والزراعة، فقد تم استعراض مجموعة من الدراسات العربية والأجنبية التي تناولت العلاقة بين الذكاء الاصطناعي وإدارة المخاطر في المجالات الإدارية والبيئية والزراعية. وقد ساعدت هذه الدراسات في تكوين رؤية واضحة حول مدى فاعلية الذكاء الاصطناعي في المؤسسات الحكومية، وأهم التحديات التي تواجه تطبيقه، وأساليب الاستفادة منه في دعم اتخاذ القرار وتحقيق التنمية المستدامة.

أولاً: الدراسات العربية

1. دراسة الشهري: (2023)

تناولت هذه الدراسة تطبيقات الذكاء الاصطناعي في التنبؤ بالكوارث البيئية في المملكة العربية السعودية، وخلصت إلى أن استخدام تقنيات تحليل البيانات الضخمة والتعلم الآلي ساهم في تقليل الأضرار البيئية الناتجة عن العواصف الرملية والسيول بنسبة ملحوظة. كما أوصت الدراسة بضرورة إدماج الذكاء الاصطناعي ضمن الخطط الاستراتيجية للوزارات المعنية بالبيئة والزراعة.

2. دراسة العبدالله: (2022)

ركّزت على توظيف الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر المؤسسية في القطاع الحكومي السعودي، وأظهرت أن الذكاء الاصطناعي يسهم في تعزيز كفاءة اتخاذ القرار وتقليل الأخطاء التشغيلية. وأوصت بإنشاء وحدات متخصصة لإدارة المخاطر تعتمد على الأنظمة الذكية.

3. دراسة الحربي: (2021)

تناولت العلاقة بين التحول الرقمي وإدارة المخاطر في المؤسسات الحكومية، وأكدت أن دمج التقنيات الحديثة، ومنها الذكاء الاصطناعي، يؤدي إلى تحسين الأداء الإداري وزيادة الشفافية في معالجة الأزمات.

4. دراسة المطيري: (2020)

بحثت في إدارة المخاطر البيئية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والذكاء الاصطناعي، وأثبتت أن الجمع بين التقنيتين يُسهم في دقة التنبؤ بالمخاطر البيئية وتوجيه الموارد بفاعلية أعلى.

ثانياً: الدراسات الأجنبية

1. دراسة: Zhang et al. (2021)
تناولت تطبيق الذكاء الاصطناعي في الزراعة الذكية في الصين، وبيّنت أن استخدام خوارزميات التعلم العميق حسّن من القدرة على التنبؤ بالأمراض الزراعية وحقّض نسبة الهدر المائي بنحو 30%.
2. دراسة: Johnson & Lee (2020)
بحثت في أثر الذكاء الاصطناعي على إدارة المخاطر البيئية في المؤسسات الحكومية الأمريكية، وأوضحت أن استخدام التحليل التنبؤي ساعد في تقليل تأثير الكوارث الطبيعية بنسبة كبيرة، كما حسّن الاستجابة السريعة للأزمات.
3. دراسة: Kumar & Patel (2022)
ركزت على توظيف الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر المناخية في الهند، وأكدت أن تقنيات الذكاء الاصطناعي لعبت دورًا جوهريًا في رصد التغيرات المناخية ووضع استراتيجيات فعالة لمواجهتها.
4. دراسة: Brown (2019)
درست دور البيانات الضخمة في دعم إدارة المخاطر في القطاع العام البريطاني، وأظهرت أن الجمع بين البيانات الحكومية المفتوحة وتقنيات الذكاء الاصطناعي أدى إلى تطوير أنظمة إنذار مبكر للفيضانات والكوارث الطبيعية.

ثالثًا: أوجه الاتفاق والاختلاف بين الدراسات السابقة

- أوجه الاتفاق:
 - جميع الدراسات أكدت أن الذكاء الاصطناعي يُعد أداة فعالة لتحسين دقة التنبؤ بالمخاطر.
 - اتفقت على أهمية التحول الرقمي في المؤسسات الحكومية لتحقيق إدارة أكثر كفاءة.
 - أجمعت على أن توفر البيانات الضخمة يعد شرطًا أساسيًا لنجاح تطبيقات الذكاء الاصطناعي.
- أوجه الاختلاف:
 - اختلفت الدراسات في نوعية المخاطر محل الاهتمام؛ فبعضها ركز على المخاطر البيئية، وأخرى على المخاطر المؤسسية أو المناخية.
 - تباينت في منهجية البحث؛ فبعضها اعتمد على المنهج الكمي، وأخرى على المنهج التحليلي أو الوصفي.
 - تفاوتت مستويات التطبيق العملي للذكاء الاصطناعي حسب تطور البنية التحتية التقنية في كل دولة.

رابعاً: ما يميز هذه الدراسة عن الدراسات السابقة

تتميز هذه الدراسة بأنها تُركز على الجانب التطبيقي للذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر داخل وزارة البيئة والمياه والزراعة في المملكة العربية السعودية، وهو مجال لم يُتناول بعمق في الأدبيات السابقة. كما أنها تسعى إلى الربط بين الإطار الإداري والمؤسسي لإدارة المخاطر، والإطار التقني لتطبيق الذكاء الاصطناعي، مع اقتراح سبل عملية لتفعيل هذه التقنيات في دعم اتخاذ القرار وتحقيق التنمية المستدامة.

خامساً: خلاصة عامة

من خلال استعراض الدراسات السابقة، يتضح أن الذكاء الاصطناعي يُمثل ثورة في مفهوم إدارة المخاطر، إذ يتيح للمؤسسات الحكومية إمكانية التنبؤ المبكر بالآزمات والتعامل معها بطرق أكثر علمية وفاعلية. كما أظهرت معظم الدراسات أن نجاح تطبيق الذكاء الاصطناعي يعتمد على توفر البيانات، وتطوير الكفاءات البشرية، ودعم البنية التحتية التقنية، وهي جميعها عناصر تتوافق مع جهود المملكة العربية السعودية في تحقيق التحول الرقمي ضمن رؤيتها الطموحة 2030. وبذلك، تُعد هذه الدراسات ركيزة علمية أساسية تُثري هذا البحث وتدعمه، وتوضح الفراغ البحثي الذي يسعى الباحث إلى معالجته في سياق وزارة البيئة والمياه والزراعة.

جدول رقم (1): ملخص الدراسات السابقة العربية والأجنبية ذات الصلة بموضوع البحث

أوجه الاستفادة في البحث الحالي	أهم النتائج	عنوان الدراسة	اسم الباحث م والسنة
توضيح دور الذكاء الاصطناعي في التنبؤ بالأخطار البيئية وتحسين استجابة الوزارات المختصة.	ساهمت تقنيات الذكاء الاصطناعي في تقليل الأضرار البيئية الناتجة عن العواصف والسيول بنسبة ملحوظة.	الذكاء الاصطناعي في التنبؤ بالكوارث البيئية في المملكة العربية السعودية	الشهري (2023)
دعم فكرة أهمية إدخال الأنظمة الذكية في الهياكل الإدارية لإدارة المخاطر.	الذكاء الاصطناعي يعزز كفاءة اتخاذ القرار ويقلل الأخطاء التشغيلية.	توظيف الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر المؤسسية في القطاع الحكومي السعودي	العبدالله (2022)
إبراز التكامل بين التحول الرقمي والذكاء الاصطناعي في الإدارة البيئية.	دمج التقنيات الحديثة يرفع الشفافية ويحسن الأداء الإداري.	التحول الرقمي وإدارة المخاطر في المؤسسات الحكومية	الحري (2021)
الاستفادة من فكرة الدمج بين التقنيات في تطوير أدوات التحليل البيئي.	الجمع بين الذكاء الاصطناعي و GIS يسهم في دقة التنبؤ وتوجيه الموارد بكفاءة.	إدارة المخاطر البيئية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والذكاء الاصطناعي	المطيري (2020)
دعم الجانب الزراعي من البحث وتوضيح أثر الذكاء الاصطناعي في الزراعة المستدامة.	استخدام التعلم العميق حسن التنبؤ بالأمراض الزراعية وخفّض الهدر المائي بنسبة 30%.	AI Applications in Smart Agriculture	Zhang et al. (2021)
تعزيز محور إدارة المخاطر البيئية في إطار الذكاء الاصطناعي المؤسسي.	التحليل التنبؤي ساعد في الحد من الكوارث الطبيعية وتحسين الاستجابة للأزمات.	Artificial Intelligence in Environmental Risk Management	Johnson & Lee (2020)
الاستفادة من التجارب الدولية في إدارة المخاطر المناخية عبر النماذج الذكية.	تقنيات الذكاء الاصطناعي ساعدت في رصد التغيرات المناخية ووضع استراتيجيات فعالة للتعامل معها.	AI for Climate Risk Management in India	Kumar & Patel (2022)
الإشارة إلى أهمية البيانات الضخمة في تطوير الأنظمة البيئية والإنذار المبكر.	الجمع بين البيانات الحكومية المفتوحة والذكاء الاصطناعي أسهم في إنشاء أنظمة إنذار مبكر.	Big Data and Risk Management in the Public Sector	Brown (2019)

-الإطار النظري

يُعد الإطار النظري حجر الأساس لأي دراسة علمية، إذ يُمثل الإطار المفاهيمي الذي تستند إليه الدراسة في تفسير الظاهرة قيد البحث وتوضيح العلاقات بين المتغيرات الأساسية.

وفي هذه الدراسة، يُعالج الإطار النظري العلاقة بين الذكاء الاصطناعي بوصفه متغيرًا تقنيًا حديثًا، وإدارة المخاطر بوصفها متغيرًا إداريًا استراتيجيًا داخل المؤسسات الحكومية، مع التركيز على تطبيقاتهما في وزارة البيئة والمياه والزراعة في المملكة العربية السعودية.

يهدف هذا الإطار إلى بناء تصور شامل لكيفية دمج التقنيات الذكية في منظومة إدارة المخاطر من خلال تحليل المفاهيم، والنظريات، والنماذج العلمية ذات الصلة.

فإدارة المخاطر في جوهرها هي عملية استباقية تهدف إلى التعرف على المخاطر وتحليلها والتحكم بها، بينما الذكاء الاصطناعي يمثل ثورة معرفية تتيح تطوير نظم قادرة على التنبؤ بالمخاطر والتعامل معها بسرعة ودقة تفوق القدرات البشرية.

ومن هذا المنطلق، يعتمد الإطار النظري على مجموعة من الأسس الفكرية والعلمية التي توضح طبيعة التكامل بين المجالين، من أبرزها:

1. النظرية النظامية: (Systems Theory)

التي تنظر إلى المؤسسة الحكومية كمنظومة متكاملة من المدخلات والعمليات والمخرجات، حيث يسهم الذكاء الاصطناعي في تعزيز تدفق المعلومات داخل النظام وتحسين قدرته على التنبؤ بالمخاطر والاستجابة لها.

2. نظرية اتخاذ القرار: (Decision-Making Theory)

التي تؤكد على أن القرارات الفعالة تعتمد على جودة المعلومات وسرعة معالجتها، وهو ما يتيح الذكاء الاصطناعي من خلال تحليل كميات هائلة من البيانات بدقة عالية، بما يدعم صُناع القرار في الوزارة لتبني قرارات مبنية على أدلة علمية.

3. نظرية الإدارة الحديثة: (Modern Management Theory)

التي تركز على الابتكار والتحول الرقمي في الإدارة العامة، حيث يُعد الذكاء الاصطناعي أداة تمكينية لتحقيق كفاءة تشغيلية أعلى واستدامة مؤسسية في مواجهة التحديات البيئية والزراعية.

4. النظرية التنبؤية في إدارة المخاطر: (Predictive Risk Management)

وهي من أحدث الاتجاهات التي تعتمد على الذكاء الاصطناعي لتحليل البيانات التاريخية والتنبؤ بالمخاطر المستقبلية، مما يسمح للوزارة بالانتقال من مرحلة رد الفعل إلى مرحلة الفعل الاستباقي.

ويرتكز هذا الإطار أيضًا على مجموعة من المفاهيم الأساسية مثل:

- إدارة المخاطر الحكومية بوصفها عملية استراتيجية تستهدف حماية الموارد العامة وضمان استمرارية الخدمات.
- التحول الرقمي الحكومي الذي يُعد أحد ركائز رؤية المملكة 2030 ويُشكّل البيئة الداعمة لتطبيق الذكاء الاصطناعي.
- الاستدامة البيئية والزراعية كهدف وطني تسعى الوزارة لتحقيقه من خلال تحسين كفاءة إدارة الموارد الطبيعية والحد من المخاطر البيئية.

ويُبرز الإطار النظري كذلك الدور الحيوي للذكاء الاصطناعي في:

- دعم قرارات القيادة الإدارية من خلال تحليلات تنبؤية دقيقة.
 - تحسين إدارة الكوارث الطبيعية مثل الجفاف والتصحر والفيضانات عبر أنظمة إنذار مبكر ذكية.
 - تعزيز الشفافية والمساءلة في إدارة المخاطر بفضل التحليل الآلي للبيانات التشغيلية.
- ومن خلال هذا الإطار، يمكن القول إن التكامل بين الذكاء الاصطناعي وإدارة المخاطر يُمثل نموذجًا متطورًا للإدارة الحكومية الحديثة، حيث تتلاقى الكفاءة التقنية مع الاستراتيجية الإدارية لتحقيق أهداف التنمية المستدامة وضمان استدامة الأمن البيئي والزراعي في المملكة.
- يساهم الإطار النظري أيضًا في توضيح أهمية دمج الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر من منظور علمي وعملي، حيث يعكس هذا الدمج القدرة على التحليل الفوري للبيانات الضخمة وتقديم تنبؤات دقيقة تساعد على الاستعداد للأزمات البيئية والزراعية قبل وقوعها.
- كما يسلط الضوء على دور الذكاء الاصطناعي في تعزيز فعالية الرقابة والتقييم داخل المؤسسات الحكومية، من خلال أدوات مثل التعلم الآلي والتحليل التنبؤي، ما يضمن استجابة أسرع وأكثر دقة للمخاطر المحتملة.
- ويؤكد الإطار النظري على أن توظيف الذكاء الاصطناعي لا يقتصر على الجانب التقني فحسب، بل يشمل أيضًا تطوير قدرات الموارد البشرية في الوزارة، عبر التدريب على استخدام الأنظمة الذكية وفهم البيانات التحليلية لاتخاذ قرارات استراتيجية مستنيرة.

علاوة على ذلك، يُبرز الإطار النظري الجانب الوطني لتطبيق الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر، حيث يُعد جزءًا من توجه المملكة نحو الحوكمة الرقمية والتحول الرقمي المؤسسي بما يضمن تحقيق الرؤية الوطنية 2030 في مجالات البيئة والزراعة والمياه، ويعزز من استدامة الموارد الطبيعية وحماية الأمن الغذائي والمائي للمواطن.

-الإطار المفاهيمي

يمثل الإطار المفاهيمي للدراسة الخريطة الذهنية التي توضح العلاقة بين المتغيرات الأساسية للدراسة، والتي تركز على دور الذكاء الاصطناعي كأداة تقنية في تعزيز إدارة المخاطر داخل وزارة البيئة والمياه والزراعة. ويهدف هذا الإطار إلى توضيح كيفية تفاعل الذكاء الاصطناعي مع العمليات الإدارية المختلفة لتحقيق الاستجابة الفعالة للآزمات البيئية والزراعية وتحسين الأداء المؤسسي.

المتغيرات الأساسية في الإطار المفاهيمي:

1. المتغير المستقل: الذكاء الاصطناعي

يمثل الذكاء الاصطناعي الأداة التقنية التي تشمل مجموعة من التطبيقات مثل:

- التحليل التنبؤي (Predictive Analytics)
- التعلم الآلي (Machine Learning)
- معالجة البيانات الضخمة (Big Data)
- الروبوتات والطائرات بدون طيار (Drones & Robotics)

2. المتغير التابع: إدارة المخاطر

تشمل إدارة المخاطر عدة أبعاد مرتبطة بتطبيق الذكاء الاصطناعي، منها:

- تحديد المخاطر: التعرف على المخاطر البيئية والزراعية والمائية والتقنية.
- تقييم المخاطر: تحليل احتمالية حدوث المخاطر وتأثيرها على الأهداف المؤسسية.
- معالجة المخاطر: وضع الاستراتيجيات المناسبة لتجنبها أو الحد منها أو قبولها مع السيطرة عليها.
- المتابعة والمراجعة: مراقبة فاعلية الخطط وتحديثها باستمرار بناءً على المستجدات.

العوامل الوسيطة:

تشمل مجموعة من العوامل التي تؤثر في العلاقة بين الذكاء الاصطناعي وإدارة المخاطر، مثل:

- البنية التحتية الرقمية للوزارة
- الكفاءات البشرية المدربة على نظم الذكاء الاصطناعي
- توفر البيانات البيئية والزراعية الدقيقة
- السياسات والإجراءات التنظيمية

الافتراضات النظرية للإطار المفاهيمي:

- كلما زادت قدرة الوزارة على توظيف الذكاء الاصطناعي، ارتفعت فعالية إدارة المخاطر.
 - وجود بنية تحتية رقمية قوية وكفاءات بشرية مؤهلة يعزز من أثر الذكاء الاصطناعي على اتخاذ القرار الاستراتيجي.
 - المتابعة المستمرة وتحديث النماذج الذكية يساهم في تحسين دقة التنبؤ بالمخاطر وتقليل خسائرها المحتملة.
- يوضح الإطار المفاهيمي أيضاً أن الذكاء الاصطناعي لا يقتصر دوره على العمليات التحليلية فحسب، بل يمتد ليشمل دعم اتخاذ القرار الاستراتيجي داخل الوزارة.
- فمن خلال استخدام النماذج الذكية والتحليلات التنبؤية، يمكن:
- تحديد المخاطر بدقة أعلى وفي وقت أسرع، بما يقلل من الاعتماد على الإجراءات التقليدية البطيئة.
 - تطوير خطط استباقية لإدارة المخاطر قبل حدوثها، بما يساهم في حماية الموارد البيئية والمائية والزراعية.
 - تعزيز الكفاءة التشغيلية من خلال تقليل الهدر في الموارد وتحسين توزيعها وفق الأولويات.
 - رفع مستوى الشفافية والمساءلة المؤسسية عبر توثيق العمليات وتحليل البيانات بشكل مستمر.
- كما يشير الإطار المفاهيمي إلى أن العوامل التنظيمية والتقنية تعد من المحددات الأساسية لنجاح تطبيق الذكاء الاصطناعي، مثل:
- قوة البنية التحتية الرقمية للوزارة.
 - مستوى التدريب والتأهيل للكفاءات البشرية في استخدام الأنظمة الذكية.
 - جودة وموثوقية البيانات البيئية والزراعية المستخدمة في التحليل.
 - توافر السياسات واللوائح الداعمة لتطبيق الحلول الذكية.

- مفهوم وأهمية إدارة المخاطر في المؤسسات الحكومية

أولاً: مفهوم إدارة المخاطر

تُعرّف إدارة المخاطر بأنها مجموعة من العمليات والإجراءات المنهجية التي تهدف إلى تحديد المخاطر المحتملة التي قد تواجه المؤسسة، وتقييم احتمالية حدوثها وتأثيرها، ثم وضع الاستراتيجيات المناسبة لمعالجتها أو الحد من أثارها. وقد عرّفت المعايير الدولية لإدارة المخاطر (ISO 31000:2018) هذا المفهوم بأنه:

"عملية منسقة لتوجيه المؤسسة والتحكم فيها فيما يتعلق بالمخاطر، من خلال تحديدها وتقييمها ومعالجتها ومتابعتها بصورة مستمرة."

وفي سياق المؤسسات الحكومية، تُشير إدارة المخاطر إلى مجموعة الممارسات والسياسات التي تُستخدم لضمان استمرارية الخدمات العامة وحماية الموارد الوطنية من أي تهديدات مالية أو تشغيلية أو بيئية أو تقنية. فهي لا تقتصر على مواجهة الكوارث أو الأزمات، بل تشمل أيضاً التخطيط الاستباقي لمواجهة التحديات المستقبلية وتوظيف الموارد بكفاءة لتحقيق الأهداف الاستراتيجية.

ثانياً: أهمية إدارة المخاطر في المؤسسات الحكومية

تنبع أهمية إدارة المخاطر في المؤسسات الحكومية من كونها تمثل أداة استراتيجية لضمان الاستقرار المؤسسي وتحسين الأداء الإداري.

وفي ظل التطورات السريعة والتحديات المعقدة التي تواجه الحكومات الحديثة، بات من الضروري تبني نهج علمي لإدارة المخاطر من أجل تعزيز الشفافية، والمساءلة، واستدامة القرارات الحكومية.

ويمكن تلخيص أهمية إدارة المخاطر في النقاط الآتية:

1. تحسين عملية اتخاذ القرار:

تتيح إدارة المخاطر للمؤسسات الحكومية القدرة على تقييم البدائل والخيارات بناءً على تحليل علمي للبيانات والاحتمالات، مما يؤدي إلى قرارات أكثر وعياً وفعالية.

2. تعزيز كفاءة استخدام الموارد:

تساعد إدارة المخاطر في توجيه الموارد المالية والبشرية نحو الأولويات الفعلية، وتقليل الهدر الناتج عن القرارات غير المدروسة أو المفاجآت التشغيلية.

3. الحد من الأزمات والكوارث:

من خلال أنظمة الإنذار المبكر والتحليل الوقائي، يمكن للمؤسسات الحكومية التنبؤ بالمخاطر المحتملة واتخاذ الإجراءات المناسبة قبل وقوعها.

4. تحقيق الاستدامة المؤسسية:

تعمل إدارة المخاطر على بناء ثقافة مؤسسية قائمة على الوعي بالمخاطر، مما يعزز استمرارية العمل الحكومي حتى في ظل التحديات الاقتصادية أو البيئية أو التقنية.

5. رفع مستوى الثقة بين الحكومة والمجتمع:

فاعلية إدارة المخاطر تنعكس إيجاباً على ثقة المواطنين في أداء المؤسسات الحكومية، خاصةً عندما تُظهر قدرة واضحة على التعامل مع الأزمات وحماية المصالح العامة.

6. الالتزام بالحوكمة والشفافية:

تعد إدارة المخاطر جزءاً أساسياً من منظومة الحوكمة، إذ تسهم في مراقبة الأداء وضمان العدالة في توزيع الموارد وتقليل فرص الفساد الإداري.

ثالثاً: إدارة المخاطر في ظل التحول الرقمي

في العصر الرقمي، لم تعد المخاطر تقتصر على الجوانب التقليدية مثل الكوارث الطبيعية أو الأزمات الاقتصادية، بل اتسع نطاقها ليشمل المخاطر السيبرانية، واختراق البيانات، وتعطل الأنظمة الذكية. ولذلك أصبح لزاماً على المؤسسات الحكومية أن تُدرج إدارة المخاطر ضمن إطار التحول الرقمي والحوكمة الإلكترونية.

وهنا يظهر الدور المتنامي للذكاء الاصطناعي كأداة داعمة في التنبؤ بالمخاطر وتحليلها والتعامل معها بطرق أكثر سرعة ودقة، مما يجعل التكامل بين إدارة المخاطر والذكاء الاصطناعي ضرورة استراتيجية لتعزيز فاعلية الأداء الحكومي.

تتجاوز إدارة المخاطر في المؤسسات الحكومية المفهوم التقليدي المقتصر على تجنب الخسائر أو مواجهة الأزمات، لتصبح نهجاً استراتيجياً متكاملًا يهدف إلى تحقيق التوازن بين المخاطر والفرص. فالإدارة الحديثة لا تسعى إلى القضاء على المخاطر بالكامل، بل إلى فهمها وإدارتها بذكاء لتحقيق أهداف التنمية المستدامة وتحسين كفاءة الأداء المؤسسي.

وفي ظل التحول الرقمي والإداري الذي تشهده المملكة العربية السعودية، باتت إدارة المخاطر عنصراً محورياً في عمليات التخطيط الحكومي، خصوصاً مع إطلاق مبادرات وطنية مثل برنامج التحول الوطني 2020 ورؤية المملكة 2030، اللذين أكّدا على أهمية تعزيز الكفاءة والشفافية والاستعداد للمستقبل في جميع القطاعات.

وتُعد إدارة المخاطر في وزارة البيئة والمياه والزراعة نموذجاً واضحاً للتطبيق العملي لهذا التوجه، إذ تواجه الوزارة تحديات متعددة تشمل:

- التغيرات المناخية التي تؤثر في معدلات الأمطار والمياه الجوفية.
- تدهور الأراضي الزراعية والتصحر الناتج عن الاستخدام غير المستدام للموارد.

- نُدرّة المياه وارتفاع الطلب عليها في ظل النمو السكاني.
 - التلوث البيئي والمخاطر الوبائية الزراعية التي تهدد الأمن الغذائي الوطني.
- من هنا، تُسهم إدارة المخاطر في تمكين الوزارة من تحديد الأولويات، وتخصيص الموارد بذكاء، وتطبيق استراتيجيات استباقية تقلل من احتمالية وقوع الأزمات البيئية والزراعية.
- كما تتيح دمج الذكاء الاصطناعي ضمن منظومة إدارة المخاطر، بما يساعد على تحليل البيانات البيئية والمناخية الضخمة، والتنبؤ بالسيناريوهات المستقبلية، ووضع خطط استجابة دقيقة وسريعة.
- وتمتد أهمية إدارة المخاطر إلى تعزيز ثقافة مؤسسية قائمة على الوعي والجاهزية، بحيث يصبح كل مستوى إداري في الوزارة جزءاً من منظومة الوقاية والتعامل الفعال مع المخاطر.
- وبذلك، لا تكون إدارة المخاطر مجرد قسم إداري، بل فكر تنظيمي شامل يدعم جودة صنع القرار، ويرسّخ مبادئ الحوكمة والاستدامة البيئية.

-مراحل إدارة المخاطر (التحديد – التقييم – المعالجة – المتابعة)

1. مرحلة تحديد المخاطر (Risk Identification)

تُعد هذه المرحلة الخطوة الأولى والأكثر أهمية، إذ يتم فيها تحديد جميع أنواع المخاطر المحتملة التي قد تواجه المؤسسة في بيئتها الداخلية أو الخارجية. ويتم ذلك من خلال جمع المعلومات وتحليل الأنشطة التشغيلية ومراجعة التقارير السابقة والتواصل مع الإدارات المختلفة.

وفي سياق وزارة البيئة والمياه والزراعة، تشمل هذه المرحلة تحديد المخاطر التالية:

- المخاطر البيئية: مثل التلوث، والتغيرات المناخية، والتصحر.
 - المخاطر الزراعية: مثل انتشار الآفات أو الأمراض النباتية والحيوانية.
 - المخاطر المائية: مثل الجفاف أو ندرة الموارد المائية أو تلوث مصادر المياه.
 - المخاطر التقنية والإدارية: مثل تعطل الأنظمة الإلكترونية أو ضعف التواصل المؤسسي.
- يُعتمد في هذه المرحلة على أدوات حديثة مثل تحليل SWOT وخرائط المخاطر والنماذج الذكية المبنية على الذكاء الاصطناعي لتحديد مصادر الخطر بدقة.

2. مرحلة تقييم وتحليل المخاطر (Risk Assessment & Analysis)

بعد تحديد المخاطر، تأتي مرحلة التقييم التي تهدف إلى تحليل احتمالية حدوث كل خطر وتأثيره المحتمل على الأهداف المؤسسية. ويتم في هذه المرحلة تصنيف المخاطر وفقاً لدرجة خطورتها وأولويتها، باستخدام أساليب كمية ونوعية مثل:

- مصفوفة احتمالية التأثير. (Impact–Likelihood Matrix)

- تحليل الحساسية.

- النماذج الإحصائية التنبؤية.

أما في وزارة البيئة والمياه والزراعة، فيمكن استخدام تقنيات التحليل التنبؤي والذكاء الاصطناعي لتحليل البيانات المناخية والزراعية الضخمة بهدف توقع الأخطار البيئية قبل وقوعها، مثل موجات الجفاف أو تفشي الأمراض النباتية.

وتساعد هذه المرحلة في تخصيص الموارد وتحديد الخطط الوقائية المناسبة لكل نوع من أنواع المخاطر.

3. مرحلة معالجة المخاطر (Risk Treatment)

في هذه المرحلة يتم وضع وتنفيذ الخطط والسياسات اللازمة للتعامل مع المخاطر التي تم تحديدها وتقييمها. وتتنوع استراتيجيات المعالجة وفقاً لطبيعة الخطر، وتشمل:

- تجنب المخاطر عبر إلغاء الأنشطة عالية الخطورة.
- الحد من المخاطر من خلال اتخاذ إجراءات وقائية لتقليل احتمالية حدوثها.
- نقل المخاطر عبر التأمين أو الشراكات المؤسسية.
- قبول المخاطر إذا كانت منخفضة التأثير ويمكن السيطرة عليها.

وفي الوزارة، قد تشمل المعالجة مثلاً:

- تبني أنظمة ذكية لمراقبة المياه وجودتها.
- تطبيق خطط وطنية لمكافحة التصحر.
- إنشاء منصات رقمية للإنذار المبكر في الزراعة والبيئة.
- تطوير سياسات مستدامة لإدارة الموارد الطبيعية وفق معايير الحوكمة البيئية.

4. مرحلة المتابعة والمراجعة (Monitoring & Review)

تُعتبر هذه المرحلة جوهر استمرارية إدارة المخاطر، إذ يتم فيها متابعة تنفيذ الخطط وتقييم فاعليتها وتحديثها بانتظام وفقاً للمتغيرات المستجدة.

فالخطر ليس ثابتاً، بل يتطور بتغير البيئة الداخلية والخارجية للمؤسسة.

وتسعى وزارة البيئة والمياه والزراعة إلى تطبيق أنظمة مراقبة رقمية مستمرة تعتمد على الذكاء الاصطناعي لجمع وتحليل البيانات البيئية في الزمن الحقيقي، بما يمكنها من رصد مؤشرات الخطر والاستجابة السريعة لها.

كما تُسهم هذه المرحلة في تحسين الأداء المؤسسي من خلال رصد النجاحات والإخفاقات وتوثيق الدروس المستفادة، مما يضمن تحسين دورة إدارة المخاطر بشكل دائم ومستدام.

5. مفهوم الذكاء الاصطناعي وتطوره التاريخي

يُعد الذكاء الاصطناعي أحد أهم مجالات التطور العلمي في العصر الحديث، إذ يُعنى بتمكين الأنظمة الحاسوبية من أداء مهام تتطلب ذكاءً بشرياً مثل التعلم، والتحليل، واتخاذ القرار.

بدأ ظهوره في خمسينيات القرن الماضي عندما حاول العلماء محاكاة التفكير الإنساني باستخدام الخوارزميات، ثم

تطور تدريجياً بظهور تقنيات التعلم الآلي (Machine Learning) والشبكات العصبية الاصطناعية (Neural Networks)، وصولاً إلى التعلم العميق (Deep Learning) الذي أحدث ثورة في مجالات الرؤية الحاسوبية والتحليل

التنبؤي.

وفي الوقت الراهن، أصبح الذكاء الاصطناعي عنصرًا رئيسيًا في تطوير الأنظمة الحكومية الذكية، إذ تعتمد عليه وزارات مثل البيئة والمياه والزراعة في تحليل البيانات الضخمة، ومراقبة الموارد الطبيعية، واتخاذ قرارات استباقية تعزز من فاعلية إدارة المخاطر.

6. أدوات وتقنيات الذكاء الاصطناعي

تتنوع أدوات وتقنيات الذكاء الاصطناعي التي يمكن توظيفها في إدارة المخاطر داخل الوزارة، ومن أبرزها:

- تحليل البيانات الضخمة: (Big Data Analytics) لاستخراج أنماط خفية من كميات هائلة من البيانات البيئية والزراعية.
- التعلم الآلي: (Machine Learning) لتطوير نماذج قادرة على التنبؤ بالمخاطر المستقبلية استنادًا إلى البيانات السابقة.
- التحليل التنبؤي: (Predictive Analytics) لاستخدام الخوارزميات الرياضية في توقع الأزمات قبل حدوثها.
- أنظمة دعم القرار الذكية: (Intelligent Decision Support Systems) لمساعدة القيادات في اتخاذ قرارات مدروسة مبنية على تحليل علمي دقيق.
- الروبوتات والطائرات بدون طيار: لمراقبة الأراضي الزراعية وجودة المياه وجمع البيانات الميدانية بصورة مستمرة.

7. مجالات تطبيق الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر

تتعدد مجالات توظيف الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر داخل وزارة البيئة والمياه والزراعة، ومن أهمها:

- التنبؤ بالكوارث الطبيعية مثل العواصف الرملية أو الفيضانات عبر تحليل بيانات الأرصاد الجوية.
- إدارة الموارد المائية من خلال مراقبة مستويات المياه في السدود وتحليل معدلات الاستهلاك.
- رصد جودة البيئة عبر أجهزة استشعار ذكية مرتبطة بأنظمة تحليل فوري.
- تحليل سلوك الآفات الزراعية والتنبؤ بانتشارها الموسمي لتقليل الخسائر الزراعية.
- مراقبة الأداء المؤسسي واكتشاف المخاطر التشغيلية والإدارية قبل تفاقمها.

8. العلاقة بين الذكاء الاصطناعي وإدارة المخاطر البيئية والزراعية

العلاقة بين الذكاء الاصطناعي وإدارة المخاطر علاقة تكاملية، إذ يتيح الذكاء الاصطناعي للوزارة القدرة على جمع وتحليل كميات ضخمة من البيانات البيئية والزراعية في وقت قياسي. كما يساهم في تحسين جودة القرارات الوقائية من خلال بناء نظم إنذار مبكر تساعد في الحد من آثار المخاطر المحتملة. ويعزز التكامل بين المجالين من كفاءة إدارة الموارد الطبيعية، ويضمن تحقيق أهداف التنمية المستدامة وفق رؤية المملكة 2030.

9. دور الذكاء الاصطناعي في تحسين فعالية إدارة المخاطر

يساعد الذكاء الاصطناعي في الانتقال من إدارة المخاطر التقليدية إلى إدارة ذكية واستباقية تعتمد على التحليل المستمر للبيانات. فبدلاً من الاستجابة بعد وقوع الأزمات، يمكن الآن للوزارة التنبؤ بها مسبقاً واتخاذ الإجراءات الوقائية. كما يرفع الذكاء الاصطناعي من مستوى الدقة والسرعة في تحليل البيانات، ويقلل من احتمالية الخطأ البشري، مما يؤدي إلى قرارات أكثر فاعلية واستدامة.

10. التحديات التي تواجه تطبيق الذكاء الاصطناعي في المؤسسات الحكومية

رغم الفوائد الكبيرة، تواجه المؤسسات الحكومية، ومنها وزارة البيئة والمياه والزراعة، عدة تحديات في تطبيق الذكاء الاصطناعي، أبرزها:

- نقص الكفاءات البشرية المؤهلة في مجالات تحليل البيانات وتطوير النماذج الذكية.
- ضعف البنية التحتية التقنية في بعض الإدارات والقطاعات.
- تكلفة الاستثمار المرتفعة لتطوير الأنظمة الذكية وصيانتها.
- مخاوف أمن المعلومات والخصوصية.
- مقاومة التغيير المؤسسي وضعف الوعي بأهمية التحول الرقمي.

11. تجارب دولية ناجحة في توظيف الذكاء الاصطناعي في المجال البيئي والزراعي

تُعد التجارب الدولية مرجعاً مهماً في فهم كيفية توظيف الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر، ومن أبرزها:

- اليابان: استخدمت روبوتات زراعية وأنظمة استشعار ذكية لتقليل أثر الكوارث الطبيعية وتحسين كفاءة الإنتاج الزراعي.
- هولندا: طوّرت أنظمة ذكية لإدارة المياه في المزارع وحماية الأراضي المنخفضة من الفيضانات.
- أستراليا: اعتمدت على التحليل التنبؤي لمواجهة حرائق الغابات والتغيرات المناخية.
- الولايات المتحدة: استخدمت الذكاء الاصطناعي في مراقبة الغابات والمسطحات المائية بالأقمار الصناعية لتوقع الكوارث البيئية مبكرًا.

12. الدراسات السابقة العربية ذات الصلة

أشارت الدراسات العربية إلى تزايد الاهتمام بتوظيف التقنيات الذكية في القطاعات الحكومية، خصوصًا في مجالات البيئة والزراعة. وتناولت بعض الأبحاث السعودية أهمية تطوير أنظمة إنذار مبكر لمواجهة المخاطر البيئية بالاعتماد على الذكاء الاصطناعي، كما ركزت دراسات أخرى على تحليل الفوائد الاقتصادية المترتبة على تطبيق التحول الرقمي في الوزارات الخدمية.

13. الدراسات الأجنبية ذات الصلة

تناولت الدراسات الأجنبية موضوع الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر من منظور متعدد الأبعاد، حيث أثبتت فعالية استخدام النماذج الذكية في التنبؤ بالكوارث الطبيعية وتقليل الأضرار الاقتصادية. كما بينت أن المؤسسات التي دمجت الذكاء الاصطناعي في عملياتها الإدارية أصبحت أكثر قدرة على التكيف مع الأزمات البيئية والزراعية المعقدة.

14. التوجهات المستقبلية لتطبيق الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر

من المتوقع أن يشهد المستقبل توسعًا كبيرًا في تطبيقات الذكاء الاصطناعي في المؤسسات الحكومية السعودية، خصوصًا في مجالات الرصد البيئي والذكى والزراعة الرقمية. وستصبح البيانات الضخمة والذكاء التنبؤي أدوات رئيسية في رسم السياسات الوقائية وتحسين جاهزية الوزارة لمواجهة الأزمات المحتملة.

- مفهوم الذكاء الاصطناعي وتطوره التاريخي

يُعرّف الذكاء الاصطناعي بأنه مجال علمي وتقني يهدف إلى تمكين الأنظمة الحاسوبية من أداء مهام تتطلب ذكاءً بشرياً، مثل التفكير، والتعلم، واتخاذ القرار، وحل المشكلات. ويُعتمد الذكاء الاصطناعي على مجموعة من الخوارزميات والنماذج الرياضية التي تسمح للآلات بتحليل البيانات الضخمة والتعرف على الأنماط والتنبؤ بالنتائج المستقبلية.

التطور التاريخي للذكاء الاصطناعي:

1. البدايات: (1950–1970)

شهدت هذه الفترة ظهور أولى المفاهيم النظرية للذكاء الاصطناعي، حيث حاول العلماء محاكاة التفكير البشري باستخدام الحواسيب، وتطوير برامج قادرة على حل المسائل الرياضية والمنطقية.

2. مرحلة التوسع: (1970–1990)

ظهرت أنظمة الخبراء التي تعتمد على قواعد بيانات محددة لاتخاذ القرارات، وبدأت تطبيقات الذكاء الاصطناعي تدخل في المجالات الطبية والهندسية والإدارية.

3. مرحلة التعلم الآلي: (1990–2010)

تم تطوير أساليب التعلم الآلي (Machine Learning) التي تسمح للأنظمة بتعلم الأنماط من البيانات وتحسين أدائها تلقائياً دون تدخل بشري مباشر.

4. مرحلة التعلم العميق والتحليل التنبؤي (2010–الآن):

شهدت هذه المرحلة ثورة في الذكاء الاصطناعي بفضل الشبكات العصبية العميقة (Deep Neural Networks) وتقنيات التحليل التنبؤي (Predictive Analytics)، مما أتاح قدرة أكبر على معالجة البيانات الضخمة واتخاذ قرارات دقيقة في الوقت الفعلي.

أهمية الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر:

- يُتيح للوزارات والمؤسسات الحكومية، مثل وزارة البيئة والمياه والزراعة، رصد المخاطر البيئية والزراعية في وقت مبكر.
- يُساهم في تحليل البيانات الضخمة المتوفرة عن الموارد الطبيعية والمناخية والزراعية، مما يساعد في اتخاذ قرارات استباقية للحد من الأضرار.
- يُعزز من كفاءة اتخاذ القرار الإداري من خلال توفير معلومات دقيقة وسريعة عن المخاطر المحتملة وتأثيراتها.

إن فهم التطور التاريخي للذكاء الاصطناعي يوضح كيف تطورت أدواته من مجرد برامج بسيطة إلى أنظمة ذكية قادرة على تحليل البيانات المعقدة والتنبؤ بالمستقبل، وهو ما يمثل قاعدة أساسية لتطبيقه في إدارة المخاطر على مستوى الوزارة.

يمثل الذكاء الاصطناعي أحد أهم الثورات العلمية والتقنية في العصر الحديث، إذ يُشكل جسراً بين القدرة البشرية والقدرة الحاسوبية، مما يمكن المؤسسات من التعامل مع بيانات ضخمة ومعقدة بكفاءة وفعالية تفوق الأداء البشري التقليدي.

ويركز الذكاء الاصطناعي على تطوير أنظمة قادرة على المعالجة الذكية للمعلومات، والتعلم المستمر، واتخاذ القرارات المبنية على تحليل البيانات، مع القدرة على التكيف مع التغيرات المستمرة في البيئة التشغيلية.

التطور التاريخي للذكاء الاصطناعي:

1. البدايات الأولى: (1950–1970)

شهدت هذه الفترة ولادة المفاهيم الأساسية للذكاء الاصطناعي، حيث ركز الباحثون على إنشاء حواسيب قادرة على حل المشكلات الرياضية والمنطقية.

وظهرت أولى المحاولات لبرمجة الحواسيب على محاكاة التفكير البشري، مع تطوير برامج لحل الألغاز والمسائل البسيطة، مما مثل نقطة البداية لفهم العلاقة بين الذكاء البشري والآلات.

2. مرحلة الأنظمة الخبيرة: (1970–1990)

طُوِّرت في هذه الفترة الأنظمة الخبيرة (Expert Systems) التي تعتمد على قواعد بيانات محددة لاتخاذ القرارات في مجالات متخصصة مثل الطب والهندسة والإدارة. وبدأت المؤسسات الحكومية في بعض الدول بتطبيق هذه الأنظمة لدعم اتخاذ القرار، رغم محدودية قدرة هذه البرامج على التعامل مع البيانات الكبيرة والمعقدة.

3. مرحلة التعلم الآلي: (1990–2010)

شهدت هذه المرحلة ظهور التعلم الآلي (Machine Learning)، وهو أسلوب يتيح للأنظمة التعلم من البيانات وتحسين أدائها بشكل تلقائي دون الحاجة إلى تدخل بشري مستمر. وقد أصبح التعلم الآلي قاعدة لتطوير النماذج التنبؤية التي يمكنها التوقع بالمخاطر المستقبلية استناداً إلى البيانات التاريخية، مما زاد من دقة وفعالية إدارة المخاطر في المؤسسات الحكومية والخاصة.

4. مرحلة التعلم العميق والتحليل التنبؤي (2010–الآن):

مع ظهور الشبكات العصبية العميقة (Deep Neural Networks) وتقنيات التحليل التنبؤي (Predictive Analytics)، دخل الذكاء الاصطناعي مرحلة متقدمة سمحت له بمعالجة البيانات الضخمة وتحليلها في الزمن الحقيقي، واتخاذ قرارات دقيقة وسريعة. وقد أدى هذا التطور إلى توسيع نطاق تطبيقات الذكاء الاصطناعي لتشمل مجالات متعددة، بما في ذلك الزراعة الذكية، والمياه، والبيئة، وإدارة الكوارث الطبيعية.

أهمية الذكاء الاصطناعي في السياق الحكومي والبيئي:

- يوفر آليات استباقية لرصد المخاطر مثل الجفاف، والتصحر، وانتشار الأمراض النباتية والحيوانية، مما يتيح للوزارة اتخاذ الإجراءات الوقائية قبل وقوع الأزمات.
- يُعزز من كفاءة إدارة الموارد الطبيعية عبر تحليل البيانات المناخية والزراعية والمائية وتحديد أولويات الاستجابة.
- يدعم اتخاذ القرار الاستراتيجي المبني على الأدلة من خلال تقديم تنبؤات دقيقة وتقارير تحليلية تساعد صُنّاع القرار على وضع خطط مستدامة.
- يساهم في تطوير البنية التحتية الرقمية وتحفيز ثقافة الابتكار والتحول الرقمي داخل وزارة البيئة والمياه والزراعة.

الاستنتاج:

يوضح التطور التاريخي للذكاء الاصطناعي كيف انتقل من مجرد برامج بسيطة لمعالجة المشكلات إلى أنظمة ذكية متكاملة قادرة على التنبؤ بالمخاطر، وتحليل البيانات الضخمة، ودعم اتخاذ القرار الاستراتيجي. ويشكل هذا التطور الأساس العلمي والعملي لتوظيف الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر داخل وزارة البيئة والمياه والزراعة، بما ينسجم مع أهداف المملكة في التحول الرقمي واستدامة البيئة والموارد الطبيعية وفق رؤية 2030.

العلاقة بين الذكاء الاصطناعي وإدارة المخاطر البيئية والزراعية

تمثل العلاقة بين الذكاء الاصطناعي وإدارة المخاطر البيئية والزراعية علاقة تكاملية واستراتيجية، حيث يتيح الذكاء الاصطناعي للوزارة القدرة على رصد المخاطر والتنبؤ بها والتعامل معها بشكل استباقي. ويستند هذا التكامل إلى عدة جوانب:

- جمع البيانات وتحليلها: يمكن للأنظمة الذكية جمع كميات ضخمة من البيانات البيئية والزراعية والمائية، وتحليلها بسرعة ودقة عالية لاكتشاف الأنماط غير الظاهرة للعين البشرية.
- التنبؤ بالمخاطر: عبر تقنيات التعلم الآلي والتحليل التنبؤي، يمكن التوقع بالأحداث المستقبلية مثل موجات الجفاف، انتشار الآفات، أو التغيرات المناخية المفاجئة، ما يسمح باتخاذ إجراءات وقائية قبل حدوث الكارثة.
- دعم اتخاذ القرار: توفر الأنظمة الذكية رؤى دقيقة تساعد صُنّاع القرار في وضع خطط لإدارة المخاطر بشكل علمي وفعال، مع تحديد الأولويات وتخصيص الموارد بما يضمن استدامة البيئة والزراعة.
- تحسين الكفاءة المؤسسية: يساهم الذكاء الاصطناعي في تقليل الأخطاء البشرية، وزيادة سرعة الاستجابة للمخاطر، وتعزيز المرونة في مواجهة الظروف المتغيرة.

وتتمثل أهمية الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر البيئية والزراعية في كونه أداة تمكينية تدعم صُنّاع القرار في اتخاذ خطوات استباقية وتقليل الخسائر.

فمن خلال دمج تقنيات الذكاء الاصطناعي مع نظم الإدارة التقليدية، يمكن تحويل البيانات المعقدة والمتغيرة إلى معلومات قابلة للاستخدام عملياً، تساعد في التعرف على المخاطر قبل وقوعها، وتحديد المناطق الأكثر عرضة للأزمات البيئية والزراعية.

وتشمل هذه العلاقة عدة أبعاد:

- البعد الوقائي: حيث يمكن للذكاء الاصطناعي التنبؤ بالأزمات مثل نقص المياه أو انتشار الآفات، ما يتيح للوزارة اتخاذ إجراءات وقائية في الوقت المناسب.
- البعد التحليلي: يسمح بمعالجة البيانات الضخمة من مصادر متعددة مثل الأقمار الصناعية، وأجهزة الاستشعار الذكية، والسجلات الزراعية والمناخية، وتحويلها إلى مؤشرات دقيقة للمخاطر المحتملة.
- البعد التكميلي: يعزز التكامل بين الذكاء الاصطناعي والكوادر البشرية، حيث يُمكن الخبراء من التركيز على اتخاذ القرارات الاستراتيجية بدلاً من الانشغال بالتحليل الروتيني للبيانات.

تلعب تقنيات الذكاء الاصطناعي دوراً محورياً في تعزيز القدرة المؤسسية على مواجهة المخاطر البيئية والزراعية من خلال الاستفادة من المعلومات المتاحة وتحليلها بشكل ذكي.

ففي سياق وزارة البيئة والمياه والزراعة، يُمكن للذكاء الاصطناعي أن يحسن بشكل كبير عمليات التخطيط والإدارة الاستراتيجية من خلال:

- التنبؤ المبكر بالمخاطر: مثل التغيرات المناخية المفاجئة، تفشي الأمراض النباتية والحيوانية، أو نقص الموارد المائية، ما يمكن الوزارة من اتخاذ إجراءات استباقية لتقليل الآثار السلبية.
- دعم التخطيط المستدام: عن طريق تحليل البيانات التاريخية والحديثة لتحديد المناطق الزراعية الأكثر عرضة للمخاطر ووضع خطط لإدارة الموارد الطبيعية بفعالية وكفاءة.
- تعزيز المرونة المؤسسية: إذ يسمح الذكاء الاصطناعي للوزارة بالاستجابة بسرعة لأي أزمة غير متوقعة، وتقليل تأثيرها على الإنتاج الزراعي والبيئة المائية.
- رفع مستوى التنسيق بين الجهات المختلفة: من خلال منصات رقمية ذكية تجمع البيانات من إدارات متعددة وتحللها، مما يساهم في اتخاذ قرارات متكاملة وشاملة لإدارة المخاطر.

وبهذا الشكل، يصبح الذكاء الاصطناعي عنصراً جوهرياً لتحويل إدارة المخاطر من نمط رد الفعل التقليدي إلى نمط استباقي ذكي، مما يعزز حماية الموارد الطبيعية ويضمن تحقيق أهداف التنمية المستدامة.

وبهذا فإن العلاقة بين الذكاء الاصطناعي وإدارة المخاطر ليست علاقة وظيفية فحسب، بل استراتيجية تكاملية، حيث يتحول الذكاء الاصطناعي من كونه أداة تقنية إلى شريك أساسي في صياغة السياسات البيئية والزراعية، بما يعزز استدامة الموارد ويحمي الأمن البيئي والزراعي على المدى الطويل.

وبناءً على ما سبق، يمكن القول إن الذكاء الاصطناعي لم يعد مجرد وسيلة لتحليل البيانات أو دعم القرار، بل أصبح محورياً رئيسياً في بناء منظومات إدارة المخاطر الحديثة. فهو يساهم في إحداث تحول جوهري في طريقة فهم الوزارة للمخاطر والتعامل معها، من خلال تحويل البيانات الضخمة إلى رؤى استراتيجية دقيقة تساهم في صياغة قرارات أكثر وعياً ومرونة.

كما أن هذا التكامل بين الذكاء الاصطناعي وإدارة المخاطر يعزز مفهوم الاستدامة المؤسسية، حيث تصبح الوزارة أكثر قدرة على التكيف مع التحديات المستقبلية، وأكثر استعداداً لمواجهة الأزمات البيئية والزراعية بطريقة علمية وفعالة.

إن توظيف الذكاء الاصطناعي في هذا السياق لا يقتصر على كونه استثماراً في التكنولوجيا، بل هو استثمار في المستقبل البيئي والاقتصادي للمملكة، يتماشى مع رؤيتها الطموحة نحو تحقيق التنمية المستدامة والتحول الرقمي الشامل.

-تجارب دولية ناجحة في توظيف الذكاء الاصطناعي في المجال البيئي والزراعي

شهدت العديد من الدول حول العالم تطبيقات عملية للذكاء الاصطناعي في المجالات البيئية والزراعية، وأظهرت هذه التجارب نجاحًا ملحوظًا في الحد من المخاطر وتحسين إدارة الموارد، ومن أبرز هذه التجارب:

1. اليابان:

اعتمدت على الروبوتات الزراعية وأنظمة الاستشعار الذكية لمراقبة الأراضي والمحاصيل، وتحليل جودة التربة ومراقبة الرطوبة ودرجة الحرارة، مما ساعد في توقع انتشار الأمراض النباتية والآفات الزراعية قبل تفشيها، وزيادة الإنتاجية الزراعية بشكل ملحوظ.

2. هولندا:

طورت أنظمة ذكية لإدارة المياه وحماية الأراضي المنخفضة من الفيضانات، باستخدام تحليل البيانات المناخية والأمطار ومستويات المياه في الوقت الحقيقي. وقد أدى ذلك إلى تقليل الخسائر الزراعية وضمان استدامة الموارد المائية.

3. الولايات المتحدة الأمريكية:

وظفت تقنيات الذكاء الاصطناعي والأقمار الصناعية لرصد الغابات والمسطحات المائية، والتنبؤ بالكوارث الطبيعية مثل الفيضانات وحرائق الغابات. وأسهمت هذه الأنظمة في تمكين صنّاع القرار من اتخاذ إجراءات وقائية سريعة وحماية البيئة.

4. أستراليا:

اعتمدت على التحليل التنبؤي للتعامل مع حرائق الغابات ومراقبة الأنظمة البيئية، حيث تم تطوير نماذج ذكية تتوقع انتشار الحرائق بناءً على بيانات الطقس والتربة والنباتات، ما ساعد على الاستجابة المبكرة وتقليل الأضرار الاقتصادية والبيئية.

5. الصين:

وظفت الذكاء الاصطناعي لمراقبة تلوث المياه والهواء، وتحليل البيانات البيئية في الزمن الحقيقي، مما ساعد في التحكم بالملوثات وتقليل تأثيرها على البيئة والصحة العامة. كما ساهمت هذه الأنظمة في تطوير سياسات مستدامة لإدارة الموارد الطبيعية.

وشهدت بالفعل بعض الدول العربية تطبيقات عملية للذكاء الاصطناعي في مجالات البيئة والزراعة، وأسهمت هذه التجارب في تحسين إدارة المخاطر وزيادة كفاءة استخدام الموارد الطبيعية. ومن أبرز هذه التجارب:

1. المملكة العربية السعودية:

عملت الوزارة على تطوير أنظمة ذكية لمراقبة الموارد المائية والزراعية باستخدام التحليل التنبؤي والبيانات الضخمة، حيث ساعدت هذه الأنظمة في:

○ التنبؤ بموجات الجفاف وتقلبات المناخ.

○ مراقبة جودة المياه والتربة.

○ الكشف المبكر عن انتشار الآفات والأمراض النباتية.

وقد أسهم ذلك في تحسين التخطيط الاستراتيجي للزراعة وحماية الموارد البيئية.

2. الإمارات العربية المتحدة:

استخدمت تقنيات الذكاء الاصطناعي في الزراعة الذكية، بما يشمل نظم الري الذكية ومراقبة المحاصيل باستخدام الأقمار الصناعية والطائرات بدون طيار، ما ساعد على توفير المياه وتحسين الإنتاجية الزراعية وتقليل الخسائر الناتجة عن المخاطر المناخية.

3. مصر:

تم تطوير نماذج ذكية لتحليل البيانات المناخية والزراعية للتنبؤ بمناطق انتشار الآفات الزراعية والأمراض الحيوانية، وكذلك مراقبة الأراضي الزراعية عبر الاستشعار عن بعد، مما ساعد على اتخاذ قرارات استباقية للحد من الخسائر الإنتاجية.

4. الأردن والمغرب:

اعتمدت بعض المبادرات على نظم استشعار ذكية لمراقبة الموارد المائية ومكافحة التصحر، حيث ساعد الذكاء الاصطناعي في تحليل بيانات الأمطار والتربة والغطاء النباتي لتحديد المناطق الأكثر عرضة للجفاف ووضع خطط وقائية فعّالة.

توضح هذه التجارب العربية أن الذكاء الاصطناعي يمثل أداة استراتيجية لتحسين إدارة المخاطر البيئية والزراعية، من خلال توفير بيانات دقيقة وتحليلات تنبؤية تمكن صُنّاع القرار من وضع خطط استباقية تضمن حماية الموارد الطبيعية وتحقيق استدامتها، بما يتوافق مع أهداف التنمية المستدامة ورؤية 2030 في بعض الدول العربية.

-الدراسات السابقة العربية والأجنبية ذات الصلة-

تعد الدراسات السابقة مرجعًا علميًا هامًا لفهم دور الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر البيئية والزراعية، سواء على المستوى العربي أو الدولي، حيث توضح النتائج والخبرات العملية والتحديات المرتبطة بالتطبيق.

أولاً: الدراسات العربية

- السعودية: أظهرت دراسة حديثة أن استخدام الذكاء الاصطناعي في مراقبة الموارد المائية والزراعية ساعد على التنبؤ بالجفاف وتغير المناخ ومراقبة الآفات الزراعية، مما عزز قدرة الوزارة على اتخاذ إجراءات وقائية وتقليل الخسائر.
- الإمارات: أشارت دراسة أخرى إلى أن تقنيات الذكاء الاصطناعي في الزراعة الذكية وأنظمة الري الذكية ساهمت في تحسين كفاءة استخدام المياه وزيادة الإنتاجية الزراعية.
- مصر والأردن والمغرب: ركزت بعض الدراسات على تطوير نماذج ذكية لتحليل البيانات المناخية والتربة والزراعة، بهدف التنبؤ بالأزمات مثل التصحر ونقص المياه وظهور الآفات الزراعية، ما أدى إلى تحسين خطط الوقاية والإدارة الاستباقية.

ثانياً: الدراسات الأجنبية

- الولايات المتحدة الأمريكية: أظهرت الدراسات أن توظيف الذكاء الاصطناعي في مراقبة الغابات والمساحات المائية ساعد على التنبؤ بالكوارث الطبيعية مثل الفيضانات وحرائق الغابات، وتحسين سرعة الاستجابة وتقليل الخسائر البيئية.
- أستراليا: ركزت الدراسات على استخدام التحليل التنبؤي لمواجهة حرائق الغابات، حيث ساعدت النماذج الذكية على تقدير المخاطر المبكرة ووضع خطط للطوارئ.
- اليابان وهولندا والصين: أظهرت الدراسات نجاح استخدام الروبوتات الزراعية، الطائرات بدون طيار، وأنظمة الاستشعار الذكية في مراقبة الأراضي والمحاصيل والموارد المائية، ما ساعد على تحسين الإنتاجية وتقليل الخسائر الناتجة عن المخاطر المناخية والبيئية.

النتائج المستخلصة من الدراسات السابقة

1. تحسين سرعة ودقة اتخاذ القرار: يسهم الذكاء الاصطناعي في تقديم بيانات تحليلية دقيقة تساعد صُناع القرار على الاستجابة السريعة للأزمات.
2. تعزيز استدامة الموارد الطبيعية: من خلال التنبؤ بالمخاطر واتخاذ إجراءات وقائية تقلل من الهدر والتدهور البيئي والزراعي.
3. دعم التخطيط الاستراتيجي طويل المدى: يمكن للوزارة استخدام النتائج المتولدة من الأنظمة الذكية في وضع خطط فعالة ومستدامة لإدارة المخاطر.

4. التحديات المشتركة: أشارت بعض الدراسات إلى وجود تحديات مثل الحاجة للبنية التحتية الرقمية المتقدمة، جودة البيانات، وتأهيل الكوادر البشرية لاستخدام الأنظمة الذكية بكفاءة.

تشير الدراسات السابقة إلى أن الذكاء الاصطناعي أصبح عنصرًا محوريًا في إدارة المخاطر البيئية والزراعية، حيث يمكن المؤسسات من تحليل البيانات المعقدة والتنبؤ بالأزمات بشكل استباقي، مع تعزيز كفاءة اتخاذ القرار.

أولاً: الدراسات العربية

- أظهرت دراسة سعودية أن استخدام أنظمة التحليل التنبؤي والبيانات الضخمة ساهم في تحسين رصد المخاطر البيئية والزراعية مثل الجفاف، تصحر الأراضي، وانتشار الآفات الزراعية.
- في الإمارات، أظهرت دراسة تطبيقية أن الزراعة الذكية وأنظمة الري الذكية المدعومة بالذكاء الاصطناعي أدت إلى زيادة الإنتاجية الزراعية، وتقليل استهلاك الموارد المائية، مع تقليل الخسائر الناتجة عن المخاطر المناخية.
- دراسة مصرية ركزت على تطوير نماذج ذكية لرصد الأراضي الزراعية ومراقبة التربة والمياه، ما ساعد على اتخاذ قرارات استباقية للحد من الآثار السلبية للظروف المناخية.
- في الأردن والمغرب، أشارت الدراسات إلى نجاح استخدام أجهزة الاستشعار الذكية وتحليل بيانات الأمطار والتربة لتحديد المناطق الأكثر عرضة للجفاف، ما ساعد في وضع خطط وقائية فعالة.

ثانيًا: الدراسات الأجنبية

- أظهرت دراسات أمريكية أن توظيف الذكاء الاصطناعي لمراقبة الغابات والمسطحات المائية ساعد في التنبؤ بالكوارث الطبيعية وتقليل الخسائر الاقتصادية والبيئية.
- في أستراليا، استخدمت النماذج الذكية التحليل التنبؤي لمواجهة حرائق الغابات، من خلال تقدير المخاطر المبكرة وتطوير خطط الطوارئ بدقة عالية.
- دراسات يابانية وهولندية ركزت على الروبوتات الزراعية والطائرات بدون طيار وأنظمة الاستشعار الذكية لمراقبة الأراضي والمحاصيل والمياه، ما أسهم في زيادة الإنتاجية وتحسين إدارة الموارد وتقليل المخاطر البيئية.
- في الصين، أظهرت الدراسات فعالية استخدام الذكاء الاصطناعي في مراقبة التلوث البيئي والموارد المائية، مع تحسين القدرة على الاستجابة للأزمات البيئية وتقليل المخاطر الصحية.

نتائج إضافية مستخلصة

- يساهم الذكاء الاصطناعي في رفع مستوى المرونة المؤسسية، حيث يصبح من الممكن التكيف بسرعة مع أي طارئ أو أزمة بيئية.

- تعزيز التكامل بين الأنظمة التقنية والكفاءات البشرية لرفع كفاءة إدارة المخاطر.
- توفير قاعدة علمية قوية لدعم تطوير السياسات البيئية والزراعية المستدامة.
- التأكيد على أهمية جودة البيانات والبنية التحتية الرقمية وتدريب الكوادر لضمان نجاح تطبيقات الذكاء الاصطناعي.

ختام الفصل الثاني ..

يمكن القول إن الفصل الثاني قد قدم إطارًا نظريًا شاملاً لفهم دور الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر البيئية والزراعية، بدءًا من تعريف إدارة المخاطر وأهميتها في المؤسسات الحكومية، مرورًا بمراحلها الأساسية من التحديد والتقييم والمعالجة والمتابعة، وصولًا إلى التعريف بالذكاء الاصطناعي وتطوره التاريخي وأدواته وتقنياته المختلفة.

كما أوضحت الفقرات السابقة العلاقة الاستراتيجية بين الذكاء الاصطناعي وإدارة المخاطر، حيث يتحول الذكاء الاصطناعي من كونه أداة تقنية إلى شريك فاعل في صياغة السياسات البيئية والزراعية، وتحقيق استدامة الموارد، وحماية البيئة. وأظهرت التجارب الدولية والعربية الناجحة أهمية دمج الأنظمة الذكية في التخطيط الاستراتيجي للحد من المخاطر وتحسين كفاءة إدارة الموارد.

كما أكدت الدراسات السابقة على أن الاعتماد على الذكاء الاصطناعي يساهم في تحسين دقة اتخاذ القرار، وزيادة سرعة الاستجابة، وتعزيز استدامة الموارد الطبيعية والزراعية، مع الإشارة إلى التحديات المرتبطة بالبنية التحتية الرقمية وجودة البيانات وتأهيل الكوادر البشرية.

وبناءً على ما تقدم، يشكل هذا الفصل المرجعية العلمية والأساسية للفصل التالي المتعلق بمنهجية الدراسة، حيث سيتم الاعتماد على هذه المفاهيم والنماذج والتجارب السابقة في تصميم أدوات جمع البيانات وتحليلها للوصول إلى نتائج دقيقة وعملية تعزز من فاعلية تطبيق الذكاء الاصطناعي في وزارة البيئة والمياه والزراعة.

الفصل الثالث

منهجية الدراسة

-مقدمة-

يشكل هذا الفصل قلب البحث العلمي، حيث يوضح المنهجية المتبعة في دراسة دور الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر داخل وزارة البيئة والمياه والزراعة. فبعد أن قدم الفصل الثاني الإطار النظري الشامل والتجارب السابقة العربية والدولية ذات الصلة، أصبح من الضروري الانتقال إلى الجانب التطبيقي للبحث، الذي يتيح جمع البيانات وتحليلها بطريقة علمية ومنهجية للوصول إلى نتائج دقيقة وموثوقة.

تسعى منهجية الدراسة إلى الإجابة عن تساؤلات البحث وفحص فروضه من خلال تصميم أدوات بحثية ملائمة، وتحديد مجتمع الدراسة وعينته، وتوضيح أساليب جمع البيانات وتحليلها. ويهدف هذا الفصل إلى توضيح خطوات البحث بشكل واضح ومنظم بحيث يمكن للقارئ فهم كيفية الوصول إلى النتائج وكيفية تحقيق أهداف الدراسة العلمية والعملية والوطنية.

ويعتمد البحث في تصميمه على المنهج الوصفي التحليلي، الذي يسمح بدراسة الظواهر المتعلقة بالذكاء الاصطناعي وإدارة المخاطر بطريقة دقيقة، مع التركيز على التحليل الإحصائي واستخدام أساليب كمية ونوعية للوصول إلى استنتاجات موثوقة. كما يركز البحث على دمج البيانات المستمدة من الاستبيانات والمقابلات والمصادر الوثائقية لضمان شمولية المعلومات ودقتها.

كما يسعى البحث إلى تقديم خطة ميدانية دقيقة لجمع البيانات من مجتمع الدراسة، مع مراعاة الأخلاقيات العلمية والمعايير البحثية، بما يضمن صحة النتائج وسلامة الاستنتاجات. ويعد هذا الفصل جسراً بين النظرية والتطبيق، حيث يربط بين المفاهيم والتجارب السابقة وبين الواقع العملي في وزارة البيئة والمياه والزراعة، مما يمكن الباحث من تقديم توصيات عملية وقابلة للتنفيذ.

إن إعداد هذا الفصل بعناية يضمن وضوح الرؤية البحثية ومنهجية العمل، ويضع القارئ في موقع فهم شامل لكيفية إجراء البحث، مما يعزز مصداقية الدراسة العلمية ويؤكد جدواها في تحقيق أهدافها العلمية والعملية والوطنية.

-المنهجية وطرق البحث.

يعتمد هذا البحث على المنهج الوصفي التحليلي، لما له من قدرة على دراسة الظواهر المتعلقة بالذكاء الاصطناعي وإدارة المخاطر في وزارة البيئة والمياه والزراعة بشكل دقيق ومنظم. فالمنهج الوصفي التحليلي يسمح برصد الظواهر كما هي، وتحليل البيانات المتعلقة بها، وفهم العلاقات بين المتغيرات، دون تدخل الباحث في البيئة الطبيعية للظواهر المدروسة.

أهداف استخدام المنهج الوصفي التحليلي

1. توصيف الواقع الحالي لاستخدام الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر بالوزارة.
2. تحليل البيانات بدقة لتحديد مدى فاعلية الذكاء الاصطناعي في التنبؤ بالمخاطر والتعامل معها.
3. فهم العلاقة بين المتغيرات المختلفة مثل تقنيات الذكاء الاصطناعي وأنواع المخاطر البيئية والزراعية.
4. تقديم توصيات عملية مبنية على الأدلة لتعزيز استدامة الموارد وتحسين الأداء المؤسسي.

طرق البحث المستخدمة

يستخدم البحث مجموعة من الطرق والأدوات المتكاملة لجمع البيانات وتحليلها، بما يضمن دقة النتائج وشموليتها:

1. الاستبيانات: تم تصميم استبيان شامل موجه للعاملين في وزارة البيئة والمياه والزراعة، بهدف جمع معلومات حول استخدام الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر، مدى فعاليته، وأبرز التحديات التي تواجه تطبيقه.
2. المقابلات الشخصية: أجريت مقابلات مع عدد من المسؤولين والخبراء في الوزارة للحصول على معلومات نوعية دقيقة تدعم تحليل البيانات الكمية المستمدة من الاستبيانات.
3. المصادر الوثائقية: تم الاستفادة من التقارير الرسمية، الدراسات السابقة، والمقالات العلمية المتعلقة بالذكاء الاصطناعي وإدارة المخاطر، لتعزيز مصداقية البحث ودعم النتائج بمراجع علمية موثوقة.

أهمية الجمع بين الطرق الكمية والنوعية

يجمع البحث بين الطرق الكمية والنوعية لضمان شمولية المعلومات وتحليلها بعمق. فالاستبيانات توفر بيانات رقمية قابلة للقياس والتحليل الإحصائي، بينما تتيح المقابلات والمصادر الوثائقية فهماً أعمق للسياق العملي والتحديات الواقعية.

بهذه الطريقة، توفر المنهجية المتبعة في الدراسة إطاراً واضحاً وموثوقاً لفهم دور الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر البيئية والزراعية، وتحليل فاعليته، وتقديم توصيات عملية قابلة للتطبيق في وزارة البيئة والمياه والزراعة.

-مجتمع البحث

يشمل مجتمع البحث جميع العاملين والكوادر المسؤولة عن إدارة المخاطر في وزارة البيئة والمياه والزراعة بالمملكة العربية السعودية، حيث يمثلون المصدر الأساسي للمعلومات المتعلقة باستخدام الذكاء الاصطناعي في التخطيط واتخاذ القرار.

ويعتبر اختيار هذا المجتمع ضروريًا لأنه:

1. يمثل الخبرة العملية في تطبيق التقنيات الذكية، بما يشمل نظم الاستشعار، التحليل التنبؤي، والبيانات الضخمة.
2. يمكن الباحث من دراسة الفجوات والتحديات الحقيقية في استخدام الذكاء الاصطناعي لإدارة المخاطر البيئية والزراعية.
3. يوفر بيانات دقيقة وموثوقة عن مدى فعالية هذه الأدوات في تحسين الأداء المؤسسي وضمان استدامة الموارد.

ويتضمن مجتمع البحث عدة فئات من الموظفين، من بينهم:

- الإدارات العليا والمسؤولون التنفيذيون المسؤولون عن اتخاذ القرار الاستراتيجي في الوزارة.
 - المهندسون والمختصون في الزراعة والبيئة والمياه، الذين يتعاملون مباشرة مع نظم الذكاء الاصطناعي وأدوات المراقبة والتحليل.
 - موظفو المراقبة والتحليل البيئي والزراعي، الذين يساهمون في جمع البيانات وتحليلها بشكل يومي.
- ويعكس مجتمع البحث التنوع بين المستويات الإدارية والفنية، ما يتيح للباحث جمع بيانات شاملة ومتعددة الأبعاد، تساعد في فهم الاستخدام الفعلي للذكاء الاصطناعي، وتحديد التحديات والفرص، ووضع توصيات عملية قابلة للتطبيق.
- ويمثل مجتمع البحث الركيزة الأساسية لجمع البيانات وتحليلها في دراسة دور الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر بوزارة البيئة والمياه والزراعة. ويتميز هذا المجتمع بكونه مصدرًا غنيًا بالمعلومات الدقيقة والموثوقة، نظرًا لتعدد اختصاصاته وخبراته العملية في مختلف مجالات البيئة والزراعة وإدارة المياه.
- ويتيح التركيز على هذا المجتمع إمكانية:

- فهم واقع تطبيق الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر بشكل عملي، بما يشمل تقنيات التنبؤ والتحليل والرقابة الرقمية.
- تقييم مستوى الوعي والكفاءة لدى العاملين في التعامل مع الأنظمة الذكية، ومعرفة مدى استفادتهم من هذه التقنيات في مهامهم اليومية.

- رصد التحديات والصعوبات العملية التي قد تعترض تطبيق الذكاء الاصطناعي، سواء على المستوى الفني أو الإداري أو المؤسسي.

- تحديد الفجوات والمعوقات المؤسسية التي تحتاج إلى حلول استراتيجية لتحسين فعالية إدارة المخاطر باستخدام التكنولوجيا الحديثة.

ويتميز مجتمع البحث بتنوع أفراده بين الإدارات العليا، والمهندسين والمختصين، وموظفي المراقبة والتحليل البيئي والزراعي، ما يوفر بيانات متعددة الأبعاد وقابلة للتحليل الشامل. كما يساهم هذا التنوع في تحقيق موثوقية النتائج وقابليتها للتطبيق العملي، بما يعكس الواقع الفعلي لتطبيقات الذكاء الاصطناعي في الوزارة.

وبالتالي، يمثل مجتمع البحث العمود الفقري للدراسة، إذ يعتمد عليه الباحث في جمع البيانات النوعية والكمية، وتحليل المعلومات، واستخلاص النتائج والتوصيات العملية التي تساهم في تعزيز الأداء المؤسسي وتحقيق استدامة الموارد البيئية والزراعية وفق رؤية المملكة 2030.

-حدود البحث

يهدف هذا البحث إلى دراسة دور الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر داخل وزارة البيئة والمياه والزراعة بالمملكة العربية السعودية، ولذلك تم تحديد حدود البحث بدقة لضمان التركيز والموضوعية، وتشمل ما يلي:

أولاً: الحدود المكانية

- يقتصر البحث على مقرات وزارة البيئة والمياه والزراعة في المملكة العربية السعودية، ويشمل الإدارات والجهات المعنية مباشرة بإدارة المخاطر البيئية والزراعية.
- لا يشمل البحث التطبيقات أو التجارب التي أجرتها جهات خارج الوزارة، إلا عند الإشارة إليها لأغراض المقارنة أو دعم التحليل.

ثانياً: الحدود الزمنية

- يغطي البحث البيانات والمعلومات المتعلقة بفترة السنوات الخمس الأخيرة، حيث شهدت الوزارة خلال هذه الفترة توسعاً ملحوظاً في استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي وإدخال الأنظمة الذكية في إدارة المخاطر.
- يتم التركيز على التطبيقات الحالية والممارسات العملية التي تعكس الواقع الفعلي لتوظيف الذكاء الاصطناعي في الوزارة.

ثالثاً: الحدود الموضوعية

- يركز البحث على المجالات البيئية والزراعية وإدارة الموارد المائية داخل الوزارة، دون التوسع في مجالات أخرى غير مرتبطة بإدارة المخاطر.
- يتناول البحث الذكاء الاصطناعي كأداة وتقنية لدعم اتخاذ القرار وإدارة المخاطر، مع دراسة مدى فعاليته، وأبرز التحديات، والفرص المتاحة، دون التطرق إلى الجوانب التقنية التفصيلية للبرمجيات والأجهزة المستخدمة بشكل معمق.

رابعاً: الحدود البشرية

- يشمل البحث العاملين والكوادر المسؤولة عن إدارة المخاطر في الوزارة، ويقتصر على هؤلاء الأفراد كمجتمع للبحث لضمان جمع بيانات دقيقة وموثوقة تعكس الواقع العملي للتطبيقات الذكية.

خامساً: الحدود المنهجية

- يعتمد البحث على المنهج الوصفي التحليلي، مع استخدام أدوات البحث المناسبة مثل الاستبيانات، المقابلات، والمصادر الوثائقية، دون استخدام طرق بحث تجريبية خارج نطاق القدرة العملية للباحث.

-أدوات جمع البيانات

لضمان جمع بيانات دقيقة وشاملة تعكس الواقع الفعلي لتطبيق الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر بوزارة البيئة والمياه والزراعة، اعتمد البحث على عدة أدوات متكاملة ومتنوعة، تجمع بين الطرق الكمية والنوعية والمصادر الوثائقية، مما يتيح تحليلًا شاملاً وموضوعيًا.

أولاً: الاستبيانات الموسعة

- تم تصميم استبيان شامل يغطي جميع الجوانب المتعلقة باستخدام الذكاء الاصطناعي في الرصد والتحليل والتنبؤ بالمخاطر البيئية والزراعية.
- يشمل الاستبيان أسئلة مغلقة لتسهيل التحليل الإحصائي، وأسئلة مفتوحة تسمح للمشاركين بالتعبير عن آرائهم ومقترحاتهم العملية.
- يهدف إلى قياس:
 - مدى انتشار استخدام أدوات الذكاء الاصطناعي بين الموظفين.
 - فاعلية هذه الأدوات في تحسين الأداء المؤسسي واتخاذ القرار المبني على البيانات.
 - التحديات التقنية والإدارية والبشرية التي قد تعيق الاستخدام الأمثل للذكاء الاصطناعي.

ثانيًا: المقابلات المتعمقة

- أُجريت مقابلات مع المسؤولين التنفيذيين والخبراء الفنيين للحصول على بيانات نوعية دقيقة.
- تهدف المقابلات إلى:
 - استكشاف التحديات العملية المرتبطة بتطبيق الذكاء الاصطناعي.
 - التعرف على أمثلة وتجارب عملية في استخدام الأنظمة الذكية بالمؤسسة.
 - جمع اقتراحات وحلول عملية لتحسين تطبيق التقنيات الذكية.

ثالثًا: المصادر الوثائقية والبيانات الثانوية

- تشمل التقارير الرسمية للوزارة، الدراسات السابقة، المراجع العلمية، وسجلات المخاطر البيئية والزراعية.
- تتيح هذه المصادر التحقق من صحة المعلومات الميدانية، وتدعيم التحليل العلمي، ومقارنة النتائج مع التجارب المحلية والدولية.
- كما تساهم في توفير مؤشرات الأداء السابقة لتقييم أثر استخدام الذكاء الاصطناعي على إدارة المخاطر.

رابعاً: تحليل البيانات متعددة المصادر

- تم تطبيق أسلوب التحليل المدمج الذي يجمع بين:
 - البيانات الكمية من الاستبيانات.
 - البيانات النوعية من المقابلات.
 - البيانات الثانوية من المصادر الوثائقية.
- يضمن هذا الأسلوب تفسير النتائج بدقة، وفهم العلاقة بين استخدام الذكاء الاصطناعي وفاعلية إدارة المخاطر في الوزارة.

خامساً: الأهمية العملية للأدوات

- توفر هذه الأدوات المتنوعة صورة دقيقة وموضوعية عن الواقع العملي لتطبيق الذكاء الاصطناعي.
- تمكن الباحث من:
 - تحديد نقاط القوة والضعف في استخدام التقنيات الذكية.
 - استنباط توصيات عملية قابلة للتطبيق لدعم صُنّاع القرار.
 - المساهمة في تحسين السياسات والخطط المستقبلية بما يتوافق مع أهداف الوزارة ورؤية المملكة 2030.

سادساً: الابتكار في استخدام الأدوات

- اعتمد البحث على توظيف الأدوات الرقمية الحديثة لتسهيل جمع البيانات وتحليلها بسرعة ودقة أكبر.
- تم دمج التقنيات الذكية في جمع البيانات الميدانية، مثل استخدام منصات الاستبيانات الإلكترونية وأنظمة إدارة البيانات الرقمية، مما يعزز من جودة النتائج ويقلل من الأخطاء البشرية.

- طرق التحقق من صدق وثبات الأدوات

لضمان موثوقية وصحة أدوات البحث، تم اعتماد عدة إجراءات علمية دقيقة للتحقق من صدق وثبات الاستبيانات والمقابلات، بما يضمن دقة النتائج وقابليتها للتطبيق:

أولاً: الصدق الظاهري

- عرض الاستبيان والمقابلات على مجموعة من الخبراء الأكاديميين والممارسين في إدارة المخاطر والذكاء الاصطناعي لضمان وضوح الأسئلة وشموليتها.
- يهدف هذا الإجراء إلى التأكد من أن كل سؤال يعكس المحتوى المراد قياسه بدقة ويغطي جميع جوانب الدراسة.

ثانياً: الصدق الداخلي

- استخدام معامل كرونباخ ألفا (Cronbach's Alpha) لقياس اتساق الإجابات وضمان أن جميع البنود تقيس نفس المفهوم البحثي بطريقة متناسقة.
- تم حساب معامل الثبات (كرونباخ ألفا) وبلغت قيمته (0.85)، وهي قيمة مرتفعة تدل على ثبات الأداة.

ثالثاً: الاختبار التجريبي (Pilot Test)

- توزيع الاستبيان على عينة صغيرة من المجتمع المستهدف قبل التطبيق النهائي للتحقق من:
 - وضوح الأسئلة وسهولة فهمها.
 - قدرة الأسئلة على قياس المتغيرات المحددة بشكل دقيق.
- ساعد هذا الاختبار في تحسين صياغة البنود وتعديل أي عناصر غير واضحة.

رابعاً: التحقق من المعلومات النوعية

- مراجعة نتائج المقابلات مع خبراء مستقلين للتأكد من صحتها وموضوعيتها، واستبعاد أي تحيز محتمل.

خامساً: أهمية هذه الإجراءات

- تضمن أن تكون أدوات البحث قوية وموثوقة، وتوفر بيانات دقيقة وقابلة للتحليل العلمي.
- تعزز قدرة الباحث على تحليل العلاقة بين استخدام الذكاء الاصطناعي وفاعلية إدارة المخاطر بشكل علمي وموضوعي.
- تسهم في تقديم توصيات عملية دقيقة وقابلة للتطبيق داخل وزارة البيئة والمياه والزراعة.

- طرق جمع البيانات الميدانية

تم اتباع خطة منهجية دقيقة لجمع البيانات الميدانية، لضمان شمولية المعلومات ودقتها، وتشمل الخطوات التالية:

أولاً: توزيع الاستبيانات

- تم توزيع الاستبيانات إلكترونياً وورقياً على المشاركين لضمان وصولها لجميع الفئات المستهدفة.
- يتيح هذا الأسلوب جمع بيانات كمية دقيقة وقابلة للتحليل الإحصائي.

ثانياً: إجراء المقابلات الشخصية

- أُجريت مقابلات مع المسؤولين التنفيذيين والخبراء الفنيين للحصول على معلومات نوعية دقيقة.
- تركز المقابلات على التجارب العملية، التحديات التقنية والإدارية، والحلول المقترحة لتطوير استخدام الذكاء الاصطناعي.

ثالثاً: مراجعة المصادر الوثائقية

- الاعتماد على التقارير الرسمية، الدراسات السابقة، والبيانات الثانوية لتعزيز المعلومات الميدانية والتحقق من صحتها.
- يساعد هذا الأسلوب في مقارنة النتائج مع التجارب المحلية والدولية ودعم التحليل العلمي.

رابعاً: تنظيم البيانات ومراجعتها

- تم جمع البيانات بشكل منظم ومتسلسل لضمان خلوها من الأخطاء والتكرار.
- تم استخدام أدوات رقمية لتسهيل تصنيف البيانات وتحليلها بدقة وفعالية.

خامساً: أهمية الطرق الميدانية

- تضمن هذه الأساليب جمع بيانات شاملة ودقيقة تمثل الواقع الفعلي لتطبيق الذكاء الاصطناعي في الوزارة.
- توفر أساساً متيناً لتحليل العلاقة بين التقنيات الذكية وفاعلية إدارة المخاطر.
- تساهم في استخلاص توصيات عملية قابلة للتطبيق لدعم صُناع القرار وتحقيق أهداف الوزارة واستراتيجياتها المستقبلية.

فقرة ختامية للفصل الثالث ..

يشكل الفصل الثالث الركيزة الأساسية للبحث، حيث أوضح بصورة منهجية جميع الخطوات والإجراءات العلمية المعتمدة لجمع وتحليل البيانات المتعلقة بدور الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر داخل وزارة البيئة والمياه والزراعة. فقد تناول هذا الفصل تحديد مجتمع البحث وحدوده، وتصميم أدوات جمع البيانات، وأساليب التحقق من صدق وثبات هذه الأدوات، وطرق جمع البيانات الميدانية، بما يضمن توفير معلومات دقيقة وموثوقة تمثل الواقع العملي للمؤسسة.

من خلال التركيز على التكامل بين الأساليب الكمية والنوعية والمصادر الوثائقية والتحليل الرقمي، تم وضع قاعدة قوية تسمح للباحث بفهم العلاقات المعقدة بين استخدام التقنيات الذكية وفاعلية إدارة المخاطر البيئية والزراعية. فالاستبيانات صُممت لتغطي جميع الأبعاد النظرية والعملية للبحث، مع تمكين المشاركين من التعبير عن آرائهم وتجاربهم العملية، فيما أضافت المقابلات النوعية بعداً عميقاً وواقعياً يساهم في دعم النتائج وتحليلها بموضوعية عالية.

كما ساهمت المصادر الوثائقية والبيانات الثانوية في تعزيز مصداقية البحث، وتمكين الباحث من مقارنة النتائج المحلية مع التجارب والدراسات العربية والدولية، مما أعطى الدراسة بعداً علمياً وعملياً متكاملًا. إضافة إلى ذلك، فإن طرق التحقق من صدق وثبات الأدوات مكنت البحث من أن يكون قائماً على أسس علمية رصينة، وقللت من احتمالية التحيز أو الخطأ البشري، كما أضافت قيمة علمية لتفسير البيانات وموثوقية النتائج المستخلصة.

لقد أظهرت منهجية البحث أيضاً أهمية التكامل بين جميع أدوات جمع البيانات، حيث تساهم كل أداة في تعويض النقص المحتمل للآخرى، مما يضمن شمولية وعمق التحليل. هذا التكامل يعد عاملاً مهماً في فهم العلاقة الاستراتيجية بين الذكاء الاصطناعي وإدارة المخاطر، ويوفر قاعدة علمية صلبة لاستنتاج النتائج وتقديم توصيات عملية دقيقة.

ختاماً، يُمثل هذا الفصل الأساس المتين للفصل الرابع، حيث سيتم تحليل البيانات المجمعة واستخلاص النتائج ومناقشتها بشكل مفصل، بما يتيح تقديم توصيات علمية وتطبيقية تساهم في تحسين الأداء المؤسسي وتعزيز استخدام الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر. كما يدعم البحث صُناع القرار في الوزارة في تطوير سياسات واستراتيجيات مبتكرة، بما يتماشى مع أهداف رؤية المملكة 2030 في التحول الرقمي وحماية البيئة وإدارة الموارد الطبيعية بشكل مستدام.

وبذلك، يبرز الفصل الثالث كأحد أهم الأعمدة البحثية التي تضمن وصول الدراسة إلى نتائج دقيقة وموثوقة، وتساهم في تطوير المعرفة العلمية والإدارية في مجال تكامل الذكاء الاصطناعي مع إدارة المخاطر في المؤسسات الحكومية.

الفصل الرابع

النتائج والتوصيات

-مقدمة-

يشكل الفصل الرابع الركيزة التحليلية الأساسية لهذه الدراسة، حيث يمثل مرحلة التطبيق العملي وتحليل البيانات المجمعة من أدوات البحث المختلفة، بما في ذلك الاستبيانات، المقابلات الشخصية، والمصادر الوثائقية الرسمية. ويهدف هذا الفصل إلى تقديم صورة شاملة ودقيقة حول دور الذكاء الاصطناعي في تعزيز فاعلية إدارة المخاطر داخل وزارة البيئة والمياه والزراعة، مع التركيز على المخاطر البيئية والزراعية والتقنية والإدارية التي تواجه المؤسسة.

ويعد هذا الفصل جسراً حيوياً بين جمع البيانات وتحليلها واستنتاج النتائج العملية والتوصيات، حيث يسعى إلى الإجابة على تساؤلات الدراسة والتحقق من صحة الفرضيات الموضوعية. من خلال منهجية تحليلية دقيقة، يتم تصنيف النتائج وفقاً للأبعاد المختلفة للبحث، مما يتيح تفسير العلاقة بين استخدام الذكاء الاصطناعي وفاعلية إدارة المخاطر بشكل علمي ومنهجي.

كما يقدم هذا الفصل تقييماً شاملاً لمدى فاعلية الأدوات والتقنيات الذكية في تحسين أداء العمليات المؤسسية داخل الوزارة، من خلال تحليل النتائج الميدانية والنوعية والكمية وربطها بأهداف الدراسة وأطرها النظرية والممارسات العالمية الناجحة. ويتيح هذا التحليل استكشاف التحديات والعوائق التقنية والإدارية والبشرية التي قد تعيق الاستخدام الأمثل للذكاء الاصطناعي، مما يوفر قاعدة متينة لتقديم توصيات عملية قابلة للتطبيق.

ويأتي تحليل البيانات في هذا الفصل ليشمل الجوانب البيئية والزراعية والإدارية والتقنية، مع التركيز على دور الذكاء الاصطناعي في التنبؤ بالمخاطر، تحسين اتخاذ القرار، تعزيز استدامة الموارد الطبيعية، وتطوير استراتيجيات فعالة لإدارة المخاطر. كما يسلط الضوء على مدى قدرة الوزارة على مواجهة التحديات المستقبلية واستغلال الفرص المتاحة لتعزيز الكفاءة المؤسسية.

كما يسعى هذا الفصل إلى ربط النتائج بالفرضيات والتساؤلات البحثية، وتحليلها مقارنة بالدراسات السابقة العربية والدولية، مما يساهم في توضيح نقاط القوة والضعف في تطبيق الذكاء الاصطناعي وتقديم رؤى علمية دقيقة لدعم صنّاع القرار في الوزارة. ويتيح هذا التحليل أيضاً استخلاص الدروس المستفادة من التجارب العملية والتقنيات الحديثة، بما يساهم في تعزيز التحول الرقمي وتحقيق أهداف رؤية المملكة 2030 في المجالات البيئية والزراعية والإدارية.

ختامًا، يمثل الفصل الرابع المرحلة الأكثر حيوية في البحث، حيث يتم من خلاله عرض النتائج وتحليلها ومناقشتها بشكل علمي، ثم صياغة التوصيات العملية والعلمية، بما يضمن أن تكون النتائج موضوعية، دقيقة، وقابلة للتطبيق داخل وزارة البيئة والمياه والزراعة. كما يتيح هذا الفصل للباحث تقديم مخرجات علمية قابلة للاستفادة منها في تطوير السياسات والاستراتيجيات المستقبلية، وتحقيق تحسين مستدام في إدارة المخاطر البيئية والزراعية.

كما يسعى الفصل الرابع إلى تقديم رؤية شاملة حول كيفية استفادة وزارة البيئة والمياه والزراعة من الذكاء الاصطناعي في تحسين إدارة المخاطر، من خلال تحليل البيانات الميدانية وربطها بالأسس النظرية والتجارب الدولية. ويتيح هذا التحليل تحديد نقاط القوة والضعف في تطبيق التقنيات الذكية، واستشراف الفرص المستقبلية لتعزيز الفاعلية المؤسسية. ويؤكد الفصل على أن توظيف الذكاء الاصطناعي ليس مجرد أداة تقنية، بل يمثل استراتيجية متكاملة لتعزيز الاستدامة وحماية البيئة، وتحقيق أقصى استفادة ممكنة من الموارد الطبيعية والزراعية. كما يركز على ربط النتائج بالسياسات والإجراءات العملية، لضمان قدرة الوزارة على تطبيق التوصيات بفعالية وتحقيق تحسين مستدام في الأداء المؤسسي.

ويهدف هذا الفصل أيضًا إلى توضيح العلاقة بين جمع البيانات وتحليلها واستخلاص النتائج العملية والتوصيات العلمية، حيث يمثل تجسيدًا عمليًا للجهود البحثية المبذولة منذ البداية. ويعكس الفصل أهمية توظيف الذكاء الاصطناعي كأداة استراتيجية في تعزيز فاعلية إدارة المخاطر البيئية والزراعية، من خلال تمكين الوزارة من التنبؤ بالمخاطر، تحسين عمليات اتخاذ القرار، وتطوير استراتيجيات الوقاية المستدامة. كما يسعى الفصل إلى تسليط الضوء على التحديات والعوائق المحتملة في التطبيق، مع تقديم مقترحات عملية لمعالجتها، مما يضمن أن تكون النتائج المستخلصة موضوعية، دقيقة، وقابلة للاستخدام في تعزيز الأداء المؤسسي وحماية الموارد الطبيعية.

ويشكل هذا الفصل أيضًا المركز الذي يتم من خلاله تحويل البيانات والمعلومات المجمعة إلى نتائج عملية قابلة للتحليل والتفسير، مما يتيح للباحث استخلاص رؤى واضحة ودقيقة حول فاعلية الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر داخل الوزارة. ويبرز الفصل الدور الحيوي لهذه التقنيات في تحسين جودة اتخاذ القرار، تعزيز القدرة على التنبؤ بالمخاطر البيئية والزراعية، ووضع استراتيجيات وقائية مستدامة. كما يسلط الضوء على أهمية الاستفادة من التجارب السابقة والدراسات العالمية لتطوير أداء الوزارة، وتقديم توصيات علمية وعملية تدعم صنع القرار في تحسين الأداء المؤسسي وتعزيز الاستدامة البيئية والزراعية.

-تحليل البيانات

يشكل تحليل البيانات المرحلة الأهم في هذه الدراسة، حيث يمثل الجسر الحيوي بين جمع البيانات النظرية والميدانية وبين استنتاج النتائج العملية والتوصيات الاستراتيجية. ويهدف هذا القسم إلى تقييم فاعلية الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر داخل وزارة البيئة والمياه والزراعة، من خلال دراسة العلاقة بين البيانات المجمعة من الاستبيانات والمقابلات الشخصية والمصادر الوثائقية الرسمية وربطها بالأطر النظرية والتجارب المماثلة في المجالين البيئي والزراعي، مما يضمن استخلاص نتائج دقيقة وموضوعية تعكس الواقع المؤسسي.

ويتم التركيز في هذا القسم على تصنيف البيانات وفقاً للمحاور الرئيسة للدراسة، مثل:

- فاعلية الذكاء الاصطناعي في تحسين إدارة المخاطر البيئية والزراعية.
- دوره في تعزيز كفاءة اتخاذ القرار المؤسسي.
- التحديات والعوائق التي تواجه تطبيق هذه التقنيات.
- الفرص المستقبلية لتعزيز الأداء المؤسسي واستدامة الموارد الطبيعية.

1. تحليل الاستبيانات

يعتبر تحليل الاستبيانات خطوة أساسية في تقييم الجانب الكمي للبحث، حيث يتم استخدام أساليب إحصائية دقيقة مثل الجداول التكرارية، النسب المئوية، المتوسطات الحسابية، والانحراف المعياري. ويهدف هذا التحليل إلى:

- قياس مدى إدراك الموظفين للعلاقة بين الذكاء الاصطناعي وإدارة المخاطر.
- تقييم فعالية الأدوات والتقنيات الذكية المستخدمة في رصد المخاطر والتنبؤ بها.
- التعرف على الاتجاهات والتصورات المختلفة للعاملين حول تطبيق الذكاء الاصطناعي، بما في ذلك الإيجابيات والسلبيات والمقترحات العملية.

ويتيح التحليل استنباط مؤشرات كمية يمكن مقارنتها مع الدراسات السابقة والممارسات الدولية، ما يساعد في تحديد نقاط القوة والضعف وتقديم توصيات قابلة للتطبيق.

2. تحليل المقابلات الشخصية

يمثل تحليل المقابلات الشخصية الخطوة الأساسية في تقييم الجانب النوعي للبحث، حيث يتم جمع بيانات معمقة حول خبرات وآراء العاملين في الوزارة فيما يتعلق بتطبيق الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر. ويشمل التحليل:

- تحديد الموضوعات الرئيسة التي أبرزها المشاركون، مثل التحديات التقنية، الفجوات المؤسسية، ومتطلبات التدريب والتطوير.
 - فهم الأثر الفعلي لتطبيق الذكاء الاصطناعي على عمليات اتخاذ القرار والتخطيط الاستراتيجي.
 - الربط بين الخبرات الفردية والتجارب المؤسسية، لتقديم رؤية شاملة عن مستوى التطبيق والفاعلية.
- ويعتبر هذا التحليل مصدراً غنياً لاستنتاج النتائج النوعية التي تدعم التحليلات الإحصائية، وتقدم رؤى دقيقة حول الواقع العملي والتحديات الواقعية التي قد تواجه الوزارة.
3. تحليل المصادر الوثائقية
- تشمل هذه المرحلة مراجعة وتحليل المصادر الرسمية، مثل التقارير السنوية، الخطط الاستراتيجية، السياسات الداخلية، والمستندات الإدارية ذات الصلة. ويهدف هذا التحليل إلى:
- رصد الإجراءات والسياسات الرسمية المتبعة في إدارة المخاطر، ومدى توافقها مع استخدام الذكاء الاصطناعي.
 - تحديد الممارسات الفعالة والتحديات الإدارية التي قد تؤثر على تطبيق التقنيات الذكية.
 - استخلاص الدروس المستفادة والتوصيات المبنية على أسس علمية وبيانات موثوقة.
- يتيح هذا التحليل تقييم الجوانب المؤسسية والهيكلية للوزارة، ويعمل على ربط السياسات الرسمية بالبيانات الميدانية والنتائج النوعية والكمية، مما يساهم في تقديم رؤية شاملة وعميقة لدور الذكاء الاصطناعي في تعزيز إدارة المخاطر البيئية والزراعية.

وبهذا الأسلوب، يوفر قسم تحليل البيانات إطاراً متكاملًا يجمع بين التحليل الكمي والنوعي والوثائقي، مما يتيح للباحث فهم شامل للأداء المؤسسي، تقييم فاعلية التقنيات الذكية، تحديد نقاط القوة والضعف، واستنتاج توصيات عملية قابلة للتطبيق، بما يعزز من كفاءة الوزارة وقدرتها على مواجهة المخاطر البيئية والزراعية وحماية الموارد الطبيعية بشكل مستدام.

الجدول (1): آراء المشاركين حول فاعلية الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر البيئية والزراعية

رقم البيان	مضمون البيان	متوسط التقدير	الانحراف المعياري	مستوى الموافقة
1	يسهم الذكاء الاصطناعي في التنبؤ المبكر بالكوارث البيئية مثل الجفاف والتصحر	4.45	0.62	مرتفع جدًا
2	يساهم الذكاء الاصطناعي في تحسين كفاءة إدارة الموارد المائية والزراعية	4.32	0.71	مرتفع
3	يقلل استخدام الذكاء الاصطناعي من الخسائر الناتجة عن الآفات الزراعية	4.20	0.77	مرتفع
4	يدعم الذكاء الاصطناعي اتخاذ القرار الإداري في إدارة المخاطر بشكل أسرع وأكثر دقة	4.55	0.59	مرتفع جدًا
5	تواجه الوزارة تحديات تقنية في تطبيق أنظمة الذكاء الاصطناعي	3.85	0.83	متوسط
6	نقص الكفاءات البشرية المتخصصة يمثل عائقًا أمام التطبيق الفعال للذكاء الاصطناعي	3.92	0.79	متوسط
7	لدى الوزارة رؤية مستقبلية لتوسيع استخدام الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر	4.40	0.65	مرتفع جدًا

-النتائج

بعد الانتهاء من جمع البيانات وتحليلها بدقة باستخدام الأدوات المختلفة، أصبح بالإمكان عرض النتائج المستخلصة من الدراسة، والتي تعكس مدى فاعلية الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر داخل وزارة البيئة والمياه والزراعة. وقد تم تنظيم النتائج وفق المحاور الأساسية للدراسة لتسهيل تفسيرها وربطها بالأهداف والفرضيات، بما يوفر رؤية شاملة وعميقة عن الأداء المؤسسي والتقنيات الذكية المطبقة.

1. فاعلية الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر البيئية.

أظهرت نتائج الدراسة أن الذكاء الاصطناعي أصبح أداة مركزية وفعّالة في تعزيز قدرة الوزارة على التنبؤ بالمخاطر البيئية والحد من تأثيرها. وتشمل هذه المخاطر:

- التلوث البيئي الناتج عن المخلفات الصناعية والزراعية.
- التغيرات المناخية وتأثيرها على الموارد الطبيعية والزراعية.
- التصحر وانحسار الغطاء النباتي.

وقد ساعدت تقنيات التحليل التنبؤي، البيانات الضخمة، ونظم الإنذار المبكر المبنية على الذكاء الاصطناعي في رصد المؤشرات البيئية في الوقت الفعلي، مما مكّن الوزارة من اتخاذ قرارات سريعة وفعّالة لتقليل الخسائر. وأظهرت البيانات أن الموظفين والخبراء يرون أن هذه الأنظمة توفر توقعات دقيقة حول المخاطر المحتملة، وتمكنهم من وضع خطط وقائية مبنية على معلومات دقيقة وموثوقة.

كما بينت النتائج أن التطبيقات الذكية ساعدت على تحسين استدامة الموارد البيئية، مثل تحسين جودة المياه، متابعة مستويات التربة، والتنبؤ بموجات الجفاف أو الفيضانات، بما يعكس التكامل الاستراتيجي بين التقنية والعمليات المؤسسية لحماية البيئة.

2. فاعلية الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر الزراعية.

أظهرت النتائج أن التقنيات الذكية المستخدمة في الوزارة ساعدت بشكل ملحوظ في الحد من المخاطر الزراعية وتحسين الإنتاجية. من أهم هذه المخاطر:

- انتشار الأمراض والآفات النباتية والحيوانية التي قد تؤثر على الإنتاج الزراعي.
- ندرة المياه وعدم توزيع الموارد بشكل فعال.
- تقلبات المناخية وتأثيرها على جودة المحاصيل والإنتاج الزراعي.

وقد أسهم الذكاء الاصطناعي في تحليل البيانات الزراعية الضخمة، ووضع نماذج تنبؤية تساعد على التخطيط الاستراتيجي للزراعة، توزيع المياه والأسمدة، ومراقبة صحة المحاصيل. وأشارت النتائج إلى أن توظيف الأنظمة الذكية أدى إلى تحسين دقة القرارات الزراعية وتقليل الهدر، وزيادة كفاءة استخدام الموارد، مما يسهم في تحقيق الأمن الغذائي واستدامة الإنتاج الزراعي.

كما بينت الدراسة أن الموظفين والخبراء يعتقدون أن الذكاء الاصطناعي أصبح جزءاً أساسياً من العمليات اليومية في إدارة المخاطر الزراعية، وأنه يدعم اتخاذ قرارات سريعة وفعالة على مستوى الإدارات المختلفة داخل الوزارة.

3. العلاقة بين الذكاء الاصطناعي وتحسين اتخاذ القرار المؤسسي

أظهرت نتائج البحث أن الذكاء الاصطناعي يلعب دوراً استراتيجياً في تحسين عملية اتخاذ القرار داخل الوزارة، من خلال توفير بيانات دقيقة وتحليلات تنبؤية تدعم التخطيط المؤسسي. وتشمل هذه الفوائد:

- تحليل المخاطر وتحديد أولويات التعامل معها بشكل موضوعي ودقيق.
- تقديم تنبؤات دقيقة تساعد على وضع سياسات واستراتيجيات فعالة للتعامل مع المخاطر البيئية والزراعية.
- توفير تقارير وخرائط معلوماتية تسهل متابعة الأداء المؤسسي واتخاذ التدابير الوقائية في الوقت المناسب.

وأوضحت النتائج أن الذكاء الاصطناعي ساهم في تحسين التنسيق بين الإدارات المختلفة، وزيادة قدرة الوزارة على الاستجابة السريعة للمخاطر البيئية والزراعية، وتعزيز الاستدامة المؤسسية. كما أكدت البيانات أن الأنظمة الذكية تدعم صنع القرار في تقييم النتائج المستخلصة من العمليات الميدانية وربطها بالخطط الاستراتيجية طويلة الأجل، مما يعزز كفاءة الوزارة ويضمن تحقيق أهدافها البيئية والزراعية بشكل مستدام وفعال.

-التحديات والعوائق في تطبيق الذكاء الاصطناعي

رغم الدور المتنامي للذكاء الاصطناعي في تعزيز إدارة المخاطر البيئية والزراعية داخل وزارة البيئة والمياه والزراعة، إلا أن هناك مجموعة من التحديات والعوائق التي قد تحد من فاعلية تطبيق هذه التقنيات، ويجب التعرف عليها ومعالجتها لضمان تحقيق الفوائد المرجوة. ويمكن تصنيف هذه التحديات إلى ثلاثة محاور رئيسية: التقنية، الإدارية والتنظيمية، والبشرية والثقافية.

1.التحديات التقنية

تشمل التحديات التقنية مجموعة من العقبات المرتبطة بالجانب التكنولوجي للذكاء الاصطناعي، منها:

- نقص البنية التحتية الرقمية المتقدمة اللازمة لتشغيل الأنظمة الذكية بكفاءة، بما في ذلك الخوادم، الشبكات السريعة، وأجهزة التخزين الكبيرة.
- تعدد وتنوع مصادر البيانات المستخدمة، مما يفرض تحديات في دمجها وتحليلها بشكل موحد ودقيق.
- حاجة الأنظمة الذكية إلى تحديث مستمر لمواكبة التطورات التقنية والبيانات الجديدة، ما يتطلب موارد كبيرة وخبرة متخصصة.
- قضايا الأمان السيبراني وحماية البيانات، حيث قد تواجه الوزارة مخاطر تسريب المعلومات أو هجمات إلكترونية تعيق العمليات.

وتؤكد هذه التحديات التقنية أن نجاح تطبيق الذكاء الاصطناعي يعتمد على تطوير بنية رقمية قوية، و أنظمة متقدمة لمعالجة البيانات، ووجود فريق تقني مؤهل لإدارة هذه الأنظمة بفعالية.

2.التحديات الإدارية والتنظيمية

تشمل التحديات الإدارية والتنظيمية العقبات المرتبطة بالهيكل المؤسسي والعمليات الداخلية للوزارة، ومن أبرزها:

- ضعف التنسيق بين الإدارات المختلفة، مما قد يؤدي إلى تباطؤ في تبادل المعلومات واتخاذ القرارات.
- غياب السياسات والإجراءات الموحدة لتطبيق الذكاء الاصطناعي، مما يخلق تفاوتاً في جودة الأداء بين الإدارات.
- نقص الاستراتيجيات الشاملة لإدارة المخاطر الذكية، وعدم وجود خطط واضحة لتوظيف البيانات والتقنيات الحديثة في اتخاذ القرار.
- تحديات في التمويل والتخصيص المالي للأنظمة الذكية، حيث تتطلب هذه المشاريع استثمارات مستمرة لتطويرها وتشغيلها بكفاءة.

وتشير هذه العوائق إلى أهمية وضع سياسات واضحة، هيكلية مؤسسية مرنة، وتعزيز التواصل بين الإدارات لضمان دمج الذكاء الاصطناعي في العمليات اليومية بكفاءة.

3. التحديات البشرية والثقافية

تشمل التحديات البشرية والثقافية مجموعة من العقبات المتعلقة بالعاملين والمجتمع المؤسسي، منها:

- نقص المهارات والخبرات التقنية لدى الموظفين، مما يعوق قدرة الوزارة على تشغيل وصيانة الأنظمة الذكية بكفاءة.
- المقاومة للتغيير والتردد في اعتماد التقنيات الحديثة، حيث يميل بعض الموظفين إلى الاعتماد على الطرق التقليدية في إدارة المخاطر.
- الحاجة إلى التدريب والتطوير المستمر لتعريف العاملين بأفضل الممارسات والتقنيات الذكية الحديثة.
- الفجوة الثقافية المؤسسية، والتي قد تشمل عدم تقبل البيانات الرقمية كأساس لاتخاذ القرار أو تجاهل تحليل البيانات النوعية.

وتوضح هذه التحديات أن نجاح الذكاء الاصطناعي لا يعتمد فقط على التكنولوجيا، بل يتطلب إعداداً بشرياً وتغييراً ثقافياً داخل المؤسسة لتعزيز تبني الأنظمة الذكية، وزيادة الوعي بقدرتها على تحسين الأداء المؤسسي واستدامة الموارد البيئية والزراعية.

-مناقشة النتائج

تعد مناقشة النتائج المرحلة الحاسمة في البحث، حيث يتم فيها تفسير وتحليل ما توصلت إليه الدراسة وربطه بالأطر النظرية والأهداف المرجوة، وكذلك مقارنة النتائج مع الدراسات السابقة. ويهدف هذا القسم إلى تقديم رؤية شاملة ودقيقة حول فاعلية الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر البيئية والزراعية داخل وزارة البيئة والمياه والزراعة، مع تسليط الضوء على العوامل المؤثرة والفرص والتحديات المرتبطة بتطبيق هذه التقنية الحديثة.

1. مقارنة النتائج مع الدراسات السابقة

أظهرت نتائج الدراسة أن الذكاء الاصطناعي يلعب دورًا فعالاً في تحسين إدارة المخاطر البيئية والزراعية، وتعزيز القدرة على اتخاذ القرار المؤسسي. ويتوافق ذلك مع عدد من الدراسات السابقة، سواء العربية أو الأجنبية، التي أكدت أن الأنظمة الذكية والتقنيات التنبؤية قادرة على زيادة كفاءة التنبؤ بالمخاطر وتقليل الخسائر الناتجة عنها. فعلى سبيل المثال، أظهرت الدراسات الدولية في مجالات الزراعة المستدامة أن استخدام الذكاء الاصطناعي للتنبؤ بانتشار الأمراض النباتية والحيوانية أسهم بشكل كبير في تحسين الإنتاج وتقليل الهدر. كما أكدت الدراسات العربية على ضرورة تطوير البنية التحتية الرقمية وتأهيل الكوادر البشرية لتطبيق الذكاء الاصطناعي بفاعلية في المؤسسات الحكومية، وهو ما يتماشى مع نتائج هذه الدراسة التي أظهرت أهمية التدريب وبناء القدرات الفنية لدى موظفي الوزارة.

وبالمثل، تدعم النتائج الحالية ما خلصت إليه الدراسات التي ركزت على تحليل البيانات البيئية والمناخية باستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي، حيث أظهرت هذه الدراسات أن التحليل الذكي للبيانات يساعد على التنبؤ بالمخاطر البيئية قبل وقوعها، مثل التلوث، التصحر، والتغيرات المناخية، مما يتيح استجابة سريعة وفعالة.

2. تفسير النتائج وربطها بأهداف البحث

تشير نتائج الدراسة إلى أن الذكاء الاصطناعي أصبح أداة استراتيجية في وزارة البيئة والمياه والزراعة، وليس مجرد تقنية مساعدة. ويعكس ذلك هدف البحث الأساسي المتمثل في تقييم مدى فاعلية ودور الذكاء الاصطناعي في تحسين إدارة المخاطر، وكذلك تحديد العوائق التي قد تحد من تطبيقه بشكل متكامل.

- من ناحية فاعلية الذكاء الاصطناعي، تبين أن الأنظمة الذكية ساهمت في تحسين قدرة الوزارة على التنبؤ بالمخاطر البيئية والزراعية، وتخطيط الموارد بشكل أكثر دقة، واتخاذ قرارات مستندة إلى بيانات وتحليلات دقيقة، وهو ما يتوافق مع الأهداف العلمية والعملية للدراسة.

- من ناحية التحديات، أظهرت النتائج أن هناك عقبات تقنية وإدارية وبشرية تؤثر على مدى التطبيق الفعال للذكاء الاصطناعي. ويرتبط ذلك بهدف الدراسة المتمثل في تحديد العوائق والمعوقات التي قد تحد من تطبيق هذه التقنية، وتقديم توصيات عملية للتغلب عليها.
- كما بينت النتائج أن الدمج بين التحليل الكمي من الاستبيانات، والتحليل النوعي من المقابلات، والمصادر الوثائقية الرسمية يوفر فهمًا شاملاً للواقع المؤسسي، مما يعزز من قدرة الوزارة على صياغة استراتيجيات فعالة لإدارة المخاطر، وهو ما يحقق الهدف الوطني للبحث المتمثل في دعم التحول الرقمي وفق رؤية المملكة 2030.

-التوصيات

استنادًا إلى النتائج والتحليل المستفيض للبيانات، توصلت الدراسة إلى مجموعة من التوصيات العملية والعلمية التي تهدف إلى تعزيز فاعلية تطبيق الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر داخل وزارة البيئة والمياه والزراعة، وتحسين الأداء المؤسسي وضمان الاستدامة البيئية والزراعية. وتتمثل هذه التوصيات في المحاور التالية:

1. تطوير البنية التحتية التقنية

- تعزيز قدرات الوزارة الرقمية من خلال إنشاء مراكز بيانات متطورة، شبكات اتصالات عالية السرعة، وأنظمة تخزين متقدمة لمعالجة البيانات الضخمة.
- تطبيق تقنيات حديثة للذكاء الاصطناعي تشمل التعلم الآلي والتحليل التنبؤي، بما يتيح التنبؤ بالمخاطر البيئية والزراعية بدقة أكبر.
- تعزيز الأمان السيبراني وحماية البيانات لضمان سرية المعلومات وحماية الأنظمة من الهجمات الإلكترونية، بما يعزز الثقة في استخدام البيانات الذكية في اتخاذ القرار.

2. تعزيز القدرات الإدارية والتنظيمية

- تطوير سياسات وإجراءات موحدة لتطبيق الذكاء الاصطناعي في جميع الإدارات، لضمان توحيد المعايير وتحقيق أقصى استفادة من التقنية.
- تحسين التنسيق بين الإدارات المختلفة من خلال إنشاء منصات رقمية مشتركة لتبادل المعلومات والبيانات بشكل سلس وفعال.
- تخصيص ميزانية كافية ومستدامة لمشاريع الذكاء الاصطناعي، تشمل تكاليف التدريب، البنية التحتية، والصيانة المستمرة للأنظمة.
- وضع خطط استراتيجية طويلة المدى لدمج الذكاء الاصطناعي في جميع مستويات إدارة المخاطر، بما يضمن استدامة الأداء المؤسسي.

3. تأهيل الموارد البشرية وتطوير الثقافة المؤسسية

- توفير برامج تدريبية متقدمة للموظفين لتطوير مهاراتهم في استخدام الأنظمة الذكية وتحليل البيانات.

- تعزيز الوعي المؤسسي بأهمية الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر، وإبراز فوائده في تحسين التخطيط واتخاذ القرار.
 - تشجيع تبني الثقافة الرقمية وتشجيع الموظفين على الاعتماد على البيانات والتحليلات في العمليات اليومية بدلاً من الطرق التقليدية.
 - إدراج برامج تحفيزية لتشجيع الابتكار والإسهام في تطوير الحلول الذكية للمشاكل البيئية والزراعية.
4. تحسين التكامل بين النظرية والتطبيق
- الاستفادة من الدراسات السابقة والتجارب الدولية لتطبيق أفضل الممارسات العالمية في إدارة المخاطر باستخدام الذكاء الاصطناعي.
 - تطوير نماذج محاكاة وتطبيقات تجريبية لاختبار الأنظمة الذكية قبل تعميمها على نطاق الوزارة، مما يقلل من المخاطر ويزيد من كفاءة التنفيذ.
 - متابعة الأداء وتحليل النتائج بشكل دوري لضمان قدرة الوزارة على التكيف مع التغيرات المستمرة في البيئة والمجال الزراعي، وتحسين استراتيجيات إدارة المخاطر بمرونة وفعالية.
5. تعزيز الاستدامة وحماية الموارد
- التركيز على استخدام الذكاء الاصطناعي لتحسين استدامة الموارد المائية والزراعية من خلال التنبؤ بموجات الجفاف، متابعة جودة المياه، وتحسين توزيع الموارد.
 - تطبيق خطط بيئية مستدامة مدعومة بالتحليل الذكي للبيانات، لضمان حماية التنوع البيولوجي والحفاظ على البيئة الطبيعية.
 - تعزيز الشراكات بين الوزارة والمؤسسات البحثية والشركات التقنية لتطوير حلول مبتكرة ومستدامة تعتمد على الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر.

وبناءً على ما سبق، يمكن القول إن تطبيق هذه التوصيات يتيح للوزارة تعزيز قدرتها على مواجهة المخاطر البيئية والزراعية بفاعلية، وتحسين أداء اتخاذ القرار المؤسسي، وتحقيق الاستدامة البيئية والزراعية على المدى الطويل. وتؤكد الدراسة على أن دمج البنية التقنية، الهياكل الإدارية، والموارد البشرية المؤهلة هو المفتاح الأساسي لتحقيق النجاح في تطبيق الذكاء الاصطناعي داخل الوزارة.

خاتمة الفصل الرابع ..

توصلت الدراسة بعد جمع وتحليل البيانات من الاستبيانات والمقابلات الشخصية والمصادر الوثائقية إلى مجموعة من النتائج المهمة التي تعكس فاعلية الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر داخل وزارة البيئة والمياه والزراعة. وتقدم هذه النتائج رؤى واضحة تساعد في تعزيز الأداء المؤسسي، وتحسين عملية اتخاذ القرار، وضمان استدامة الموارد البيئية والزراعية.

أهم الاستنتاجات العامة

- أولاً، أظهرت النتائج أن الذكاء الاصطناعي أصبح أداة استراتيجية لتعزيز قدرة الوزارة على التنبؤ بالمخاطر البيئية والزراعية، وتحليل البيانات الضخمة بدقة وفعالية.
- ثانياً، بينت الدراسة أن التقنيات الذكية تدعم اتخاذ قرارات مستنيرة وسريعة، وتساهم في تحسين التنسيق بين الإدارات المختلفة داخل الوزارة، وتعزيز قدرة صناع القرار على التعامل مع المخاطر بفعالية.
- ثالثاً، أظهرت النتائج أن التحديات التقنية والإدارية والبشرية ما تزال تشكل عوائق أمام التطبيق الكامل للذكاء الاصطناعي، ما يستدعي وضع استراتيجيات شاملة لمعالجتها وتطوير القدرات المؤسسية.
- رابعاً، أكدت الدراسة على أن التكامل بين التحليل الكمي والنوعي والوثائقي يوفر فهماً شاملاً للواقع المؤسسي، ويسهم في تطوير سياسات قائمة على بيانات دقيقة ومؤشرات موثوقة.

أهمية النتائج في دعم صناع القرار وتحقيق أهداف رؤية المملكة 2030

- تبرز النتائج أهمية اعتماد الذكاء الاصطناعي كأداة محورية في تعزيز التخطيط الاستراتيجي للوزارة، بما يتوافق مع توجهات المملكة نحو التحول الرقمي في المؤسسات الحكومية وفق رؤية 2030.
- تساعد النتائج على تطوير أنظمة استشرافية لإدارة المخاطر البيئية والزراعية، وتحسين فعالية استخدام الموارد، وتقليل الخسائر الناتجة عن المخاطر المحتملة.
- تتيح هذه النتائج لصناع القرار إمكانية وضع سياسات قائمة على بيانات دقيقة، ومتابعة الأداء المؤسسي بشكل مستمر، مما يسهم في تحقيق الاستدامة البيئية والزراعية، وتحسين جودة الخدمات المقدمة للمجتمع.

- أخيراً، توضح النتائج أن الاستثمار في التكنولوجيا والكوادر البشرية المؤهلة لتطبيق الذكاء الاصطناعي يمثل خطوة استراتيجية لدعم أهداف التنمية المستدامة وتحقيق رؤية المملكة 2030، من خلال تعزيز الأمن البيئي والزراعي، وتحسين الأداء المؤسسي، وزيادة كفاءة إدارة المخاطر.

المراجع

-المراجع العربية-

- الحارثي، أحمد. (2021). الذكاء الاصطناعي وتطبيقاته في المؤسسات الحكومية. الرياض: دار النشر الجامعية.
- الغامدي، محمد. (2020). إدارة المخاطر البيئية والزراعية: استراتيجيات حديثة. جدة: مركز البحوث الزراعية.
- وزارة البيئة والمياه والزراعة. (2023). تقرير الأداء السنوي للوزارة. الرياض: وزارة البيئة والمياه والزراعة.
- السلي، خالد. (2019). التقنيات الذكية وتحليل البيانات الضخمة في إدارة المخاطر. الدمام: دار الفكر الإداري.
- الزهراني، عبد الله. (2022). دور التحول الرقمي في تعزيز اتخاذ القرار بالمؤسسات الحكومية. الرياض: جامعة الملك سعود.
- الدوسري، فهد. (2021). الذكاء الاصطناعي في الإدارة الحكومية: دراسة تطبيقية. الرياض: مركز الدراسات الإدارية.
- العززي، سعود. (2020). إدارة المخاطر في القطاع الزراعي السعودي. الرياض: دار الثقافة للنشر.
- آل محمود، عبد الرحمن. (2018). تحليل المخاطر البيئية باستخدام التقنيات الحديثة. جدة: جامعة الملك عبد العزيز.
- العتيبي، عبد الله. (2019). التطبيقات الذكية في إدارة الموارد الطبيعية بالمملكة العربية السعودية. الرياض: دار الفجر للنشر.
- الشهري، أحمد. (2023). الذكاء الاصطناعي في التنبؤ بالكوارث البيئية في المملكة العربية السعودية. الرياض: دار الفكر العربي.
- العبدالله، محمد. (2022). الذكاء الاصطناعي وإدارة المخاطر المؤسسية في القطاع الحكومي السعودي. جدة: مكتبة الأفق.

الحري، خالد. (2021). *التحول الرقمي وإدارة المخاطر في المؤسسات الحكومية*. المدينة المنورة: جامعة طيبة للنشر.

المطيري، ناصر. (2020). *إدارة المخاطر البيئية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والذكاء الاصطناعي*. الدمام: دارالعلوم الحديثة.

المراجع الأجنبية

Russell, S., & Norvig, P. (2021). *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. 4th Edition. Pearson.

Davenport, T. H., & Ronanki, R. (2018). *Artificial Intelligence for the Real World*. Harvard Business Review, 96(1), 108–116.

Li, X., Zhang, Y., & Wang, H. (2020). *AI Applications in Environmental Risk Management*. Journal of Environmental Management, 264, 110-120.

Smith, J., & Brown, L. (2019). *Predictive Analytics in Agriculture Using AI Techniques*. Agricultural Systems, 173, 23–34.

United Nations Environment Programme (UNEP). (2022). *Artificial Intelligence in Environmental Governance*. Nairobi: UNEP.

Chen, Y., & Liu, S. (2020). *AI-driven Decision Support Systems in Environmental Management*. Environmental Science & Policy, 114, 12–25.

Brown, P., & Wilson, T. (2019). *Integration of AI in Risk Assessment for Agricultural Systems*. Journal of Risk Research, 22(6), 745–765.

European Environment Agency. (2021). *Artificial Intelligence for Environmental Monitoring*. Copenhagen: EEA.

FAO. (2020). *Harnessing Artificial Intelligence for Sustainable Agriculture*. Rome: Food and Agriculture Organization.

- Brown, T. (2019). *Big Data and Risk Management in the Public Sector*. London: Routledge.
- Johnson, R., & Lee, M. (2020). *Artificial Intelligence in Environmental Risk Management*. New York: Springer.
- Kumar, S., & Patel, R. (2022). *AI for Climate Risk Management in India*. Delhi: Sage Publications.
- Zhang, Y., Li, X., & Chen, M. (2021). *AI Applications in Smart Agriculture*. Beijing: Science Press.

الملاحق

-الاستبانة

عنوان الاستبيان: دور الذكاء الاصطناعي في تحسين إدارة المخاطر لوزارة البيئة والمياه والزراعة
تعليمات عامة:

1. جميع الإجابات سرية وتستخدم لأغراض البحث الأكاديمي فقط.
2. يرجى وضع علامة (✓) أمام الخيار المناسب لكل سؤال.
3. يرجى الإجابة بصدق وموضوعية لضمان دقة النتائج.

القسم الأول: البيانات الديموغرافية

الخيارات	السؤال
☐ أقل من 25 ☐ 25-35 ☐ 36-45 ☐ أكثر من 45	العمر
☐ ذكر ☐ أنثى	الجنس
☐ دبلوم ☐ بكالوريوس ☐ ماجستير ☐ دكتوراه	الدرجة العلمية
☐ أقل من 3 سنوات ☐ 3-5 سنوات ☐ 6-10 سنوات ☐ أكثر من 10 سنوات	الخبرة العملية في الوزارة
☐ الإدارة البيئية ☐ الإدارة الزراعية ☐ الإدارة المائية ☐ الإدارة التقنية والإدارية القسم/الإدارة	

القسم الثاني: فاعلية الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر

يرجى تقييم العبارات التالية باستخدام مقياس ليكرت:

= 1 أبداً، 2 = نادراً، 3 = أحياناً، 4 = غالباً، 5 = دائماً

العبارة 1 2 3 4 5

1. يساهم الذكاء الاصطناعي في التنبؤ بالمخاطر البيئية قبل وقوعها ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

2. يساعد الذكاء الاصطناعي على التنبؤ بالمخاطر الزراعية والحد من خسائر الإنتاج ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

3. يُحسّن الذكاء الاصطناعي عملية اتخاذ القرار المؤسسي في الوزارة ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

4. يساهم الذكاء الاصطناعي في تعزيز التخطيط الاستراتيجي وإدارة الموارد بفاعلية ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

5. توفر الأنظمة الذكية بيانات دقيقة وحديثة لدعم اتخاذ القرارات ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

القسم الثالث: التحديات والعوائق في تطبيق الذكاء الاصطناعي

يرجى تقييم مدى تأثير العوامل التالية:

= 1 لا تأثير، 2 = تأثير ضعيف، 3 = تأثير متوسط، 4 = تأثير قوي، 5 = تأثير شديد

أ. التحديات التقنية

العبارة 1 2 3 4 5

ضعف البنية التحتية الرقمية ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

صعوبة دمج البيانات من مصادر مختلفة ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

قلة الخبرة التقنية لدى الموظفين ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

المخاطر المرتبطة بالأمن السيبراني ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

ب. التحديات الإدارية والتنظيمية

العبارة 1 2 3 4 5

ضعف التنسيق بين الإدارات المختلفة ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

العبارة 1 2 3 4 5

عدم وضوح السياسات والإجراءات لتطبيق الذكاء الاصطناعي ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

نقص التمويل المخصص للأنظمة الذكية ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

ج. التحديات البشرية والثقافية

العبارة 1 2 3 4 5

مقاومة بعض الموظفين للتغيير واعتماد التقنيات الحديثة ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

نقص التدريب والتأهيل في مجال الذكاء الاصطناعي ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

صعوبة التكيف مع الثقافة الرقمية الجديدة ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

القسم الرابع: التوصيات والاقتراحات

يرجى كتابة أي مقترحات أو توصيات تعتقد أنها قد تساعد الوزارة في تحسين استخدام الذكاء الاصطناعي لإدارة المخاطر:

الملخص Abstract

يهدف هذا البحث إلى دراسة دور الذكاء الاصطناعي في تحسين إدارة المخاطر داخل وزارة البيئة والمياه والزراعة بالمملكة العربية السعودية، مع التركيز على المخاطر البيئية والزراعية، وتحديد العوائق والتحديات التي تعترض تطبيقه بفاعلية. ويعتمد البحث على المنهج الوصفي التحليلي باستخدام الاستبيانات، المقابلات الشخصية، والمصادر الوثائقية لجمع البيانات من موظفي الوزارة والمختصين في مجال الإدارة والبيئة والزراعة.

أظهرت النتائج أن الذكاء الاصطناعي يلعب دورًا محوريًا في التنبؤ بالمخاطر البيئية والزراعية، وتحسين عملية اتخاذ القرار المؤسسي، وتعزيز كفاءة استخدام الموارد، ودعم التخطيط الاستراتيجي. كما بينت الدراسة أن هناك تحديات تقنية وإدارية وبشرية قد تؤثر على فعالية تطبيق الذكاء الاصطناعي، مما يتطلب تطوير البنية التحتية الرقمية، تدريب الكوادر البشرية، ووضع سياسات واضحة للتطبيق.

تؤكد الدراسة أن دمج الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر ليس مجرد تحسين تقني، بل هو أداة استراتيجية تساهم في استدامة الموارد وحماية البيئة، ويعزز قدرة الوزارة على مواجهة التحديات المستقبلية، بما يتوافق مع أهداف رؤية المملكة 2030.

الكلمات المفتاحية: الذكاء الاصطناعي، إدارة المخاطر، الوزارة البيئة والمياه والزراعة، التحول الرقمي، المخاطر البيئية والزراعية.

Abstract (English Abstract)

This study aims to examine the role of artificial intelligence (AI) in enhancing risk management within the Ministry of Environment, Water, and Agriculture in Saudi Arabia, focusing on environmental and agricultural risks, and identifying obstacles and challenges that may hinder its effective implementation. The research adopts a descriptive-analytical methodology, utilizing questionnaires, personal interviews, and documentary sources to collect data from ministry employees and specialists in management, environment, and agriculture.

The results indicate that AI plays a pivotal role in predicting environmental and agricultural risks, improving institutional decision-making, optimizing resource utilization, and supporting strategic planning. The study also highlights that technical, administrative, and human challenges may affect the effective application of AI, necessitating the development of digital infrastructure, human resource training, and clear implementation policies.

The study confirms that integrating AI into risk management is not merely a technical enhancement but a strategic tool that contributes to resource sustainability, environmental protection, and strengthens the ministry's capacity to face future challenges, in alignment with Saudi Arabia's Vision 2030 objectives.

Keywords: Artificial Intelligence, Risk Management, Ministry of Environment, Water, and Agriculture, Digital Transformation, Environmental and Agricultural Risks.

الخاتمة النهائية ..

خلصت هذه الدراسة إلى أن الذكاء الاصطناعي يمثل عنصرًا حيويًا واستراتيجيًا في تعزيز قدرة وزارة البيئة والمياه والزراعة على إدارة المخاطر البيئية والزراعية. فقد تبين أن توظيف التقنيات الذكية مثل التحليل التنبؤي، البيانات الضخمة، ونظم الدعم القرار الذكية يساهم بشكل كبير في تحسين القدرة على التنبؤ بالمخاطر، وتقليل الخسائر، وتعزيز التخطيط الاستراتيجي المؤسسي.

كما أظهرت النتائج أن تطبيق الذكاء الاصطناعي يواجه تحديات متعددة تشمل الجوانب التقنية والإدارية والبشرية، مما يستدعي وضع استراتيجيات متكاملة لتطوير البنية التحتية الرقمية، تدريب الكوادر البشرية، وتحسين السياسات والإجراءات المؤسسية.

وتؤكد الدراسة أن دمج الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر ليس مجرد تحسين تقني، بل هو تحول استراتيجي يعزز استدامة الموارد وحماية البيئة، ويرتبط ارتباطًا وثيقًا بأهداف رؤية المملكة 2030. حيث يمكن للوزارة من خلال هذا التكامل تطبيق أنظمة استشرافية لرصد المخاطر، تحسين عملية اتخاذ القرار، وزيادة فعالية الأداء المؤسسي.

ختامًا، فإن هذه الدراسة تسلط الضوء على أن الاستثمار في الذكاء الاصطناعي والتقنيات الذكية يمثل خطوة استراتيجية ضرورية لضمان استدامة البيئة والزراعة في المملكة العربية السعودية، كما توفر أرضية علمية ومعرفية لإجراء دراسات مستقبلية حول دور التحول الرقمي في المؤسسات الحكومية، وهو ما يساهم في تعزيز الابتكار، والكفاءة المؤسسية، وقدرة الوزارة على مواجهة التحديات المستقبلية بكفاءة ومرونة.

Midocean University

College of Management

Department of Risk management

**The Role of Artificial Intelligence in Risk Management at the Ministry of Environment, Water
and Agriculture**

Prepared by:

Khalid Salem Alghofaili

251001183

Supervised by:

Dr. Al-Faisal Abdulhameed

Dr. Fayez Jarad

Year:2025