

أثر إدارة مخاطر البيانات والتقنية على دقة التنبؤات ودعم القرار في الأرصاد الجوية: دراسة ميدانية
على العاملين في الأرصاد الجوية بالمملكة العربية السعودية

إعداد الطالب/انور عبد العزيز الشيخ

الرقم الجامعي/253001085

إشراف/

د. الفیصل عبد الحمید محمد حسن

د.فايز جراد

العام الدراسي:2026

3	.....	مقدمة:
4	.....	مشكلة الدراسة
6	.....	أهمية الدراسة:
7	.....	أهداف الدراسة:
8	.....	تساؤلات الدراسة
9	.....	فروض الدراسة:
10	.....	الدراسات السابقة:
19	.....	الفجوة البحثية
20	.....	المنطلقات النظرية للدراسة:
23	.....	المنهجية وطرق البحث:
23	.....	مجتمع وعينة الدراسة
24	.....	مصادر جمع البيانات
24	.....	أداة الدراسة (الاستبانة)
25	.....	الأساليب الإحصائية المستخدمة
27	.....	حدود الدراسة
28	.....	المراجع:

مقدمة:

يُعدّ التطور المتسارع في تكنولوجيا المعلومات والاتصالات من أبرز سمات العصر الراهن، إذ أصبحت المؤسسات بمختلف أنواعها تعتمد اعتماداً جوهرياً على البنى التحتية الرقمية والأنظمة التقنية المتقدمة في تسيير عملياتها وتحقيق أهدافها الاستراتيجية. وقد أفرز هذا الاعتماد المتزايد على التكنولوجيا مخاطر متعددة ومتنامية تُهدد أمن البيانات واستمرارية العمليات وسلامة المخرجات، مما جعل إدارة مخاطر تكنولوجيا البيانات ضرورة مؤسسية لا غنى عنها لضمان تحقيق التوازن بين الاستفادة من الإمكانيات التقنية والحدّ من تبعاتها السلبية المحتملة. وفي هذا الإطار، أكدت الأدبيات العلمية أن غياب منظومة فعّالة لإدارة المخاطر التقنية يُمثّل تهديداً حقيقياً لجودة البيانات وموثوقية الأنظمة واستقرار المخرجات في المؤسسات المعاصرة. (Cremer et al., 2022)

وتبرز إدارة مخاطر تكنولوجيا البيانات بوصفها منظومة متكاملة تشمل عدة أبعاد محورية تتضافر فيما بينها لتوفير بيئة تقنية آمنة ومستقرة؛ إذ يُشكّل تقييم المخاطر التقنية الخطوة الأولى في تحديد التهديدات ونقاط الضعف المحتملة في الأنظمة، فيما يُمثّل أمن البيانات والبنية التحتية خط الدفاع الأساسي لحماية المعلومات من الاختراق أو الفقدان، كما تضطلع حوكمة تكنولوجيا المعلومات بدور محوري في المواءمة بين الاستثمارات التقنية والأهداف المؤسسية، بينما تضمن المراقبة والتحسين المستمر استدامة فاعلية هذه المنظومة وتطويرها بصورة تراكمية (الجبلي، 2022)

ومن بين القطاعات الحيوية التي يتجلى فيها أثر إدارة المخاطر التقنية بصورة بالغة الوضوح، يأتي قطاع الأرصاد الجوية الذي يعتمد في جوهر عمله على منظومات تقنية معقدة تشمل شبكات الرصد الآلي والأقمار الاصطناعية والنماذج العددية والحاسبات الفائقة لإنتاج تنبؤات جوية دقيقة تُشكّل ركيزة أساسية لحماية الأرواح والممتلكات، وقد شهدت السنوات الأخيرة تحولاً نوعياً في أساليب التنبؤ الجوي مع دخول تقنيات الذكاء الاصطناعي والتعلم العميق التي أثبتت قدرات واعدة في معالجة البيانات الجوية الضخمة وتحسين دقة التنبؤات، وإن كانت لا تزال تحتاج إلى مزيد من التطوير لتحقيق الاتساق الفيزيائي وتقدير عدم اليقين، وقد أسهمت النماذج المعتمدة على البيانات في تقليص زمن التنبؤ من ساعات إلى ثوانٍ مع الحفاظ على مستويات دقة تنافسية مقارنة بالنماذج العددية التقليدية. (Wu & Xue, 2024)

ويظل التقدم التقني في مجال التنبؤات الجوية مرهوناً بمدى سلامة البيانات المُغذية للنماذج وموثوقية البنية التحتية التقنية التي تعمل من خلالها هذه الأنظمة. فالتحذيرات المبكرة الفعّالة وأنظمة دعم القرار في مؤسسات الأرصاد تعتمد على تدفق مستمر وآمن للبيانات من مصادر متعددة، وأي خلل في هذه المنظومة قد يؤدي إلى تراجع دقة التنبؤات أو تأخر وصول التحذيرات، مما يُعرّض المجتمعات لمخاطر جسيمة. وقد أكدت الدراسات أن فاعلية أنظمة دعم القرار الجوي ترتبط ارتباطاً وثيقاً بجودة البنية التحتية وأمن البيانات التي تعمل من خلالها. (Na-Yemeh et al., 2022)

وتتقاطع إدارة مخاطر تكنولوجيا البيانات مع دقة التنبؤات الجوية ودعم القرار في علاقة عضوية لا يمكن فصل أحد طرفيها عن الآخر؛ فكلما ارتقت ممارسات إدارة المخاطر التقنية من حيث التقييم والتأمين والحوكمة والمراقبة المستمرة، انعكس ذلك إيجاباً على موثوقية البيانات واستقرار الأنظمة ودقة المخرجات التنبؤية وفاعلية أدوات دعم القرار. وهذا ما يجعل دراسة هذه العلاقة في سياق المركز الوطني للأرصاد بالمملكة العربية السعودية ذات أهمية بالغة، لا سيما في ظل التحولات الكبرى التي تشهدها المملكة ضمن رؤية 2030 نحو التحول الرقمي وتعزيز الأمن السيبراني وتطوير القدرات الوطنية في مجال الأرصاد والبيئة. (Sanjaya et al., 2020)

و تسعى الدراسة الحالية إلى الكشف عن أثر إدارة مخاطر تكنولوجيا البيانات بأبعادها الأربعة (تقييم المخاطر التقنية، أمن البيانات والبنية التحتية، حوكمة تكنولوجيا المعلومات، المراقبة والتحسين المستمر) على دقة التنبؤات الجوية ودعم القرار في المركز الوطني للأرصاد بالمملكة العربية السعودية، بما يُسهم في تقديم إطار علمي وعملي يُعزز من كفاءة المنظومة التقنية ويرتقي بجودة الخدمات الجوية المقدمة لمختلف القطاعات والجهات المستفيدة في المملكة .

مشكلة الدراسة

يشهد العالم تحولات تكنولوجية متسارعة فرضت على المؤسسات الحكومية والخدمية إعادة هيكلة منظوماتها التقنية والمعلوماتية بما يتواءم مع متطلبات العصر الرقمي، ولعل قطاع الأرصاد الجوية من أكثر القطاعات التي تتأثر بهذه التحولات نظراً لاعتماده الجوهري على البيانات الضخمة والنماذج العددية المعقدة وشبكات الرصد المتقدمة في إنتاج تنبؤات جوية دقيقة تُشكّل ركيزة أساسية لحماية الأرواح

والممتلكات ودعم اتخاذ القرار في قطاعات حيوية متعددة. وفي هذا السياق، تبرز إدارة مخاطر تكنولوجيا البيانات بوصفها ضرورة استراتيجية لا يمكن تجاوزها، إذ إن أي خلل أو قصور في منظومة إدارة المخاطر التقنية قد يُفضي إلى تدهور جودة البيانات المُغذية لنماذج التنبؤ، وتعطل الأنظمة التشغيلية في أوقات حرجة، واختراق البيانات الجوية الحساسة أو فقدانها، مما ينعكس سلباً على دقة التنبؤات الجوية وفعالية أنظمة دعم القرار والتحذيرات المبكرة.

وتكتسب هذه المشكلة أبعاداً خاصة في المملكة العربية السعودية التي تتميز بتنوع جغرافي ومناخي واسع يجعلها عُرضة لظواهر جوية خطيرة كالعواصف الرملية والسيول المفاجئة والموجات الحرارية الشديدة، مما يستوجب امتلاك منظومة تنبؤات جوية عالية الدقة مدعومة ببنية تحتية تقنية آمنة ومستقرة. ويُمثل المركز الوطني للأرصاد الجهة المعنية بتقديم هذه الخدمات الحيوية، وهو ما يضعه أمام تحديات مضاعفة تتعلق بضرورة تأمين بنيته التقنية ومعالجة المخاطر المرتبطة بها في ظل التوسع المتسارع في استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي والحوسبة السحابية وإنترنت الأشياء في عمليات الرصد والتنبؤ.

وعلى الرغم من الجهود الكبيرة التي يبذلها المركز الوطني للأرصاد في تطوير قدراته التقنية وتحديث أنظمتها، إلا أن الملاحظات الميدانية والتقارير الفنية تُشير إلى وجود تحديات لا تزال قائمة تتعلق بتفاوت مستويات دقة التنبؤات في بعض الظواهر الجوية، وتأخر وصول التحذيرات المبكرة في بعض الحالات، وقصور بعض أنظمة دعم القرار عن تلبية احتياجات الجهات المستفيدة بالكفاءة المطلوبة. ويُرجَّح أن جزءاً من هذه التحديات يعود إلى عوامل مرتبطة بإدارة المخاطر التقنية، سواء على صعيد تقييم التهديدات المحتملة أو تأمين البيانات والبنية التحتية أو حوكمة تكنولوجيا المعلومات أو آليات المراقبة والتحسين المستمر.

وبمراجعة الأدبيات العلمية والدراسات السابقة، يتبيّن وجود فجوة بحثية واضحة تتمثل في ندرة الدراسات في حدود علم الباحث التي تناولت العلاقة المباشرة بين إدارة مخاطر تكنولوجيا البيانات ودقة التنبؤات الجوية ودعم القرار، لا سيما في السياق العربي والسعودي تحديداً. فمعظم الدراسات السابقة تناولت إدارة المخاطر التقنية في القطاعات المالية والمصرفية، بينما ظل قطاع الأرصاد الجوية بعيداً عن الاهتمام البحثي في هذا الجانب رغم حساسيته وخطورة تبعات القصور فيه. كما أن الدراسات التي تناولت دقة

التنبؤات الجوية ركزت في غالبيتها على الجوانب الفنية والنمذجة العددية دون التطرق الكافي إلى البعد المؤسسي والتقني المتعلق بإدارة المخاطر وأثره على جودة المخرجات.

وانطلاقاً مما سبق، وفي ضوء التوجهات الاستراتيجية لرؤية المملكة 2030 التي تولي أهمية قصوى للتحول الرقمي وتعزيز الأمن السيبراني ورفع كفاءة المؤسسات الحكومية، تتبلور مشكلة الدراسة الحالية في التساؤل الرئيسي التالي: ما أثر إدارة مخاطر تكنولوجيا البيانات بأبعادها (تقييم المخاطر التقنية، أمن البيانات والبنية التحتية، حوكمة تكنولوجيا المعلومات، المراقبة والتحسين المستمر) على دقة التنبؤات الجوية ودعم القرار في المركز الوطني للأرصاد بالمملكة العربية السعودية؟

أهمية الدراسة:

- الأهمية العلمية (النظرية)
- تُعدّ هذه الدراسة من الدراسات الرائدة في حدود علم الباحث التي تتناول العلاقة بين إدارة مخاطر تكنولوجيا البيانات ودقة التنبؤات الجوية ودعم القرار في سياق عربي سعودي؛ إذ تكشف مراجعة الأدبيات عن ندرة الدراسات التي ربطت بين هذين المتغيرين في قطاع الأرصاد الجوية بشكل مباشر، مما يمنح هذه الدراسة قيمة علمية تأسيسية في بناء إطار نظري متكامل.
- تُسهم الدراسة في بناء نموذج نظري يدمج بين أبعاد إدارة مخاطر التكنولوجيا المستندة إلى أطر معتمدة دولياً وبين مؤشرات دقة التنبؤات الجوية ومتطلبات دعم القرار، مما يوفر إطاراً مفاهيمياً يمكن للباحثين اللاحقين اختباره وتطويره في بيئات ومؤسسات مختلفة.
- تُعزز الدراسة التوجه البحثي البيئي الذي يجمع بين تخصصات نظم المعلومات وإدارة المخاطر وعلوم الأرصاد الجوية، مما يفتح آفاقاً بحثية جديدة تتجاوز الحدود التقليدية للتخصص الواحد، ويُسهم في بناء قاعدة معرفية أكثر شمولاً حول البعد التكنولوجي في مؤسسات الأرصاد.
- تتجاوز الدراسة التناول التقليدي لعوامل دقة التنبؤات الجوية المتمثل في النماذج العددية والرصدات إلى استكشاف البعد المؤسسي والتقني المتمثل في إدارة المخاطر، مما يُضيف بعداً تفسيرياً جديداً لتباين مستويات الدقة بين مراكز الأرصاد المختلفة.

- تُقدم الدراسة نموذجاً منهجياً يمكن الاحتذاء به في دراسة أثر إدارة المخاطر التقنية على الأداء المؤسسي في القطاعات الحكومية المتخصصة، مما يُسهم في تطوير المنهجيات البحثية في هذا الحقل المعرفي الناشئ.

الأهمية العملية (التطبيقية)

- تُقدم الدراسة توصيات عملية قائمة على أدلة إحصائية تُساعد إدارة المركز الوطني للأرصاد في تحديد أولويات الاستثمار في إدارة المخاطر التقنية، بما يتماشى مع مستهدفات رؤية المملكة 2030 في التحول الرقمي وتطوير القدرات الوطنية في مجال الأرصاد والبيئة.
- تُسهم نتائج الدراسة في تعزيز منظومة التحذيرات المبكرة من الظواهر الجوية الخطرة كالعواصف الرملية والسيول والموجات الحرارية، مما ينعكس مباشرة على سلامة المواطنين والمقيمين وحماية البنى التحتية الحيوية في المملكة.
- تُوفر الدراسة خريطة واضحة لأبعاد إدارة المخاطر التقنية الأكثر تأثيراً على دقة التنبؤات، مما يُمكن المركز من توجيه الموارد المالية والبشرية نحو المجالات ذات العائد الأعلى بدلاً من التوزيع العشوائي للموارد، وهو ما يُحقق كفاءة اقتصادية مرتفعة في ظل محدودية الميزانيات.
- تُساعد نتائج الدراسة في تصميم برامج تدريبية متخصصة للعاملين في المركز الوطني للأرصاد تستهدف تعزيز الوعي بإدارة المخاطر التقنية وربطه بمتطلبات دقة التنبؤات، مما يرفع الكفاءة المؤسسية الشاملة ويُقلل من الأخطاء البشرية في التعامل مع الأنظمة التقنية.
- تُسهم التوصيات العملية للدراسة في رفع تصنيف المركز الوطني للأرصاد ضمن مراكز الأرصاد العالمية من خلال تبني أفضل الممارسات في إدارة المخاطر التقنية، مما يُعزز مكانة المملكة في المحافل الدولية المعنية بالأرصاد الجوية والمناخ.

أهداف الدراسة:

- تهدف هذه الدراسة إلى التعرف على أثر إدارة مخاطر تكنولوجيا البيانات بأبعادها الأربعة (تقييم المخاطر التقنية، أمن البيانات والبنية التحتية، حوكمة تكنولوجيا المعلومات، المراقبة والتحسين المستمر) على دقة التنبؤات الجوية ودعم القرار في المركز الوطني للأرصاد بالمملكة العربية السعودية.

يتفرع من الهدف الرئيسي الأهداف الفرعية التالية:

1. قياس أثر تقييم المخاطر التقنية على دقة التنبؤات الجوية ودعم القرار في المركز الوطني للأرصاد، من خلال التعرف على مدى فاعلية آليات تحديد التهديدات ونقاط الضعف في الأنظمة التقنية المستخدمة في عمليات الرصد والتنبؤ، ومدى انعكاس ذلك على تقليل الأخطاء التشغيلية وتحسين مخرجات النماذج العددية.
2. تحديد أثر أمن البيانات والبنية التحتية على دقة التنبؤات الجوية ودعم القرار في المركز الوطني للأرصاد، وذلك بالكشف عن مدى إسهام سياسات حماية البيانات الجوية وتأمين شبكات الاتصال ومراكز البيانات في ضمان سلامة المعلومات المُغذية لنماذج التنبؤ، وأثر ذلك على موثوقية التحذيرات المبكرة وجودة مخرجات دعم القرار.
3. الكشف عن أثر حوكمة تكنولوجيا المعلومات على دقة التنبؤات الجوية ودعم القرار في المركز الوطني للأرصاد، من خلال فحص مدى تطبيق أطر الحوكمة المعتمدة في توجيه الموارد التقنية وإدارة المخاطر مؤسسياً، وأثر ذلك على المواءمة الاستراتيجية بين الإمكانيات التكنولوجية ومتطلبات الدقة في التنبؤات.
4. استكشاف أثر المراقبة والتحسين المستمر على دقة التنبؤات الجوية ودعم القرار في المركز الوطني للأرصاد، وذلك بتقييم فاعلية برامج المتابعة الدورية واختبارات الاختراق والتدقيق المستمر للأنظمة التقنية في تعزيز استقرار منظومة التنبؤ وتطوير أدوات دعم القرار بصورة تراكمية ومستدامة.
5. تقديم إطار مقترح يوضح العلاقة التكاملية بين أبعاد إدارة مخاطر تكنولوجيا البيانات ودقة التنبؤات الجوية ودعم القرار، بما يُسهم في تطوير السياسات والممارسات المؤسسية في المركز الوطني للأرصاد.

تساؤلات الدراسة

السؤال الرئيسي

ما أثر إدارة مخاطر تكنولوجيا البيانات بأبعادها (تقييم المخاطر التقنية، أمن البيانات والبنية التحتية، حوكمة تكنولوجيا المعلومات، المراقبة والتحسين المستمر) على دقة التنبؤات الجوية ودعم القرار في المركز الوطني للأرصاد بالملكة العربية السعودية؟

الأسئلة الفرعية

1. ما أثر تقييم المخاطر التقنية على دقة التنبؤات الجوية ودعم القرار في المركز الوطني للأرصاد بالملكة العربية السعودية؟
2. ما أثر أمن البيانات والبنية التحتية على دقة التنبؤات الجوية ودعم القرار في المركز الوطني للأرصاد بالملكة العربية السعودية؟
3. ما أثر حوكمة تكنولوجيا المعلومات على دقة التنبؤات الجوية ودعم القرار في المركز الوطني للأرصاد بالملكة العربية السعودية؟
4. ما أثر المراقبة والتحسين المستمر على دقة التنبؤات الجوية ودعم القرار في المركز الوطني للأرصاد بالملكة العربية السعودية؟
5. ما التصور المقترح لتعزيز ممارسات إدارة مخاطر تكنولوجيا البيانات بهدف تحسين دقة التنبؤات الجوية ودعم القرار في المركز الوطني للأرصاد؟

فروض الدراسة:

الفرض الرئيسي

يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية $(\alpha \geq 0.05)$ لإدارة مخاطر تكنولوجيا البيانات بأبعادها مجتمعة (تقييم المخاطر التقنية، أمن البيانات والبنية التحتية، حوكمة تكنولوجيا المعلومات، المراقبة والتحسين المستمر) على دقة التنبؤات الجوية ودعم القرار في المركز الوطني للأرصاد بالملكة العربية السعودية.

الفروض الفرعية

الفرض الفرعي الأول: يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($0.05 \geq \alpha$) لتقييم المخاطر التقنية على دقة التنبؤات الجوية ودعم القرار في المركز الوطني للأرصاد بالمملكة العربية السعودية.

الفرض الفرعي الثاني: يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($0.05 \geq \alpha$) لأمن البيانات والبنية التحتية على دقة التنبؤات الجوية ودعم القرار في المركز الوطني للأرصاد بالمملكة العربية السعودية.

الفرض الفرعي الثالث: يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($0.05 \geq \alpha$) لحوكمة تكنولوجيا المعلومات على دقة التنبؤات الجوية ودعم القرار في المركز الوطني للأرصاد بالمملكة العربية السعودية.

الفرض الفرعي الرابع: يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($0.05 \geq \alpha$) للمراقبة والتحسين المستمر على دقة التنبؤات الجوية ودعم القرار في المركز الوطني للأرصاد بالمملكة العربية السعودية

الدراسات السابقة:

المحور الأول: دراسات المتغير المستقل – إدارة مخاطر البيانات والتقنية

دراسة الجبلي (2022): "أثر التكامل بين أبعاد COBIT5 ومكونات الرقابة الداخلية وفقاً لإطار COSO في الحد من مخاطر المحاسبة السحابية"

هدفت الدراسة إلى التعرف على أثر التكامل بين أبعاد إطار COBIT5 بأبعاده (التخطيط والتنظيم، الاقتناء والتنفيذ، التسليم والدعم، التوجيه والرقابة، المراقبة والتقييم) ومكونات الرقابة الداخلية وفقاً لإطار COSO على الحد من مخاطر المحاسبة السحابية، في بيئة الشركات المصرية. واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي، وتكونت العينة من مجموعة من المحاسبين والمراجعين العاملين في شركات المساهمة المصرية. وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن التكامل بين أبعاد COBIT5 ومكونات الرقابة الداخلية وفقاً لإطار COSO يسهم بشكل جوهري وإيجابي في الحد من مخاطر المحاسبة السحابية بأبعادها المختلفة (مخاطر الأمان، مخاطر التشغيل، مخاطر الخصوصية). وأوصت الدراسة بضرورة

تبنى الشركات لإطار تكاملي يجمع بين حوكمة تكنولوجيا المعلومات والرقابة الداخلية لتعزيز الأمان ومواجهة المخاطر التقنية المستحدثة.

دراسة خليفة وضيف الله وزين": (2021) أثر حوكمة تكنولوجيا المعلومات على الحد من مخاطر نظام المعلومات المحاسبي: دراسة ميدانية لعينة من المحاسبين"

هدفت الدراسة إلى التعرف على المخاطر التي تواجه نظام المعلومات المحاسبي، ومدى مساهمة تطبيق حوكمة تكنولوجيا المعلومات بأبعادها (التخطيط الاستراتيجي لتقنية المعلومات، إدارة الموارد، قياس الأداء، إدارة المخاطر) في الحد من تلك المخاطر. واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي من خلال استبانة وُزعت على مستخدمي نظم المعلومات المحاسبية في الشركات ومكاتب المحاسبة خلال الفترة من 2019/09/14 إلى 2019/10/30 وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن نظم المعلومات المحاسبية قد تتعرض لمخاطر أثناء تشغيلها ناتجة في الغالب عن أسباب داخلية، وأن تطبيق حوكمة تكنولوجيا المعلومات يعمل كأداة فعالة للتقليل من هذه المخاطر خاصة في ظل التطورات التكنولوجية المتسارعة. وأوصت الدراسة بضرورة تعزيز تطبيق حوكمة تكنولوجيا المعلومات في المؤسسات لحماية أنظمتها المحاسبية.

دراسة راجح وسلام (2025): "دور حوكمة تكنولوجيا المعلومات وفق إطار COBIT5 في الحد من مخاطر المحاسبة السحابية: دراسة ميدانية على مجموعة هائل سعيد أنعم وشركاه"

هدفت الدراسة إلى التعرف على دور حوكمة تكنولوجيا المعلومات وفق إطار COBIT5 بأبعاده (التخطيط والتنظيم، الاقتناء والتنفيذ، التسليم والدعم، التوجيه والرقابة، المراقبة والتقييم) في الحد من مخاطر المحاسبة السحابية في شركات مجموعة هائل سعيد أنعم وشركاه باليمن. واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي، وتكونت العينة من (161) موظفًا في شركات المجموعة تم توزيع استبانات عليهم. وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن مستوى ممارسة حوكمة تكنولوجيا المعلومات بأبعادها كان مرتفعًا في شركات المجموعة، وأن هذا المستوى المرتفع أسهم بشكل جوهري في تقليل المخاطر المرتبطة بالمحاسبة السحابية. وأوصت الدراسة بضرورة إشراك أصحاب المصلحة في الإجراءات المتعلقة بتقنية المعلومات لتحسين جودة القرارات والحد من المخاطر.

دراسة الصيد وأبوشناف والتويقري " (2022): حوكمة تقنية المعلومات للحد من المخاطر السيبرانية وتعزيز أمن المعلومات المحاسبية في المؤسسات الليبية العامة"

هدفت الدراسة إلى اقتراح نموذج لحوكمة تقنية المعلومات بأبعاده (الحوكمة المؤسسية، لجنة حوكمة تقنية المعلومات، إدارة المخاطر، الرقابة المستمرة، الشفافية والمساءلة، استقلالية المراجع الداخلي) للحد من المخاطر السيبرانية وتعزيز أمن المعلومات المحاسبية في المؤسسات الليبية العامة. واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي من خلال مراجعة الدراسات السابقة والتقارير والنماذج وأفضل الممارسات والأدبيات ذات العلاقة. وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن حوكمة تقنية المعلومات لها دور إيجابي في الحد من المخاطر السيبرانية وتعزيز أمن المعلومات المحاسبية. وأوصت الدراسة بضرورة تبني المؤسسات الليبية العامة لحوكمة تقنية المعلومات وتفعيل آلياتها لمواجهة التهديدات السيبرانية المتزايدة.

دراسة العازمي (2022): "تفعيل حوكمة تكنولوجيا المعلومات في تأمين المعلومات المحاسبية من المخاطر الإلكترونية في ظل عصر الرقمنة: دراسة تطبيقية على البنوك التجارية الكويتية"

هدفت الدراسة إلى التعرف على دور تفعيل حوكمة تكنولوجيا المعلومات بأبعادها (التوافق الاستراتيجي، إدارة المخاطر، إدارة الموارد، قياس الأداء، تحقيق القيمة) في تأمين المعلومات المحاسبية من المخاطر الإلكترونية في البنوك التجارية الكويتية في ظل عصر الرقمنة. واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي، وتكونت العينة من العاملين في أقسام تكنولوجيا المعلومات والمحاسبة والمراجعة في البنوك التجارية الكويتية. وتوصلت نتائج الدراسة إلى وجود أثر ذي دلالة إحصائية لتفعيل حوكمة تكنولوجيا المعلومات بأبعادها المختلفة في تأمين المعلومات المحاسبية من المخاطر الإلكترونية. وأوصت الدراسة بضرورة تبني البنوك الكويتية لأطر حوكمة تقنية المعلومات المعتمدة دوليًا وتحديثها باستمرار.

دراسة "Cremer et al., (2022):

هدفت الدراسة إلى التعرف على مدى توافر البيانات المتعلقة بالمخاطر السيبرانية وأمن المعلومات، بأبعاد تشمل (مصادر المخاطر السيبرانية، آثار المخاطر السيبرانية، مجموعات بيانات الأمن السيبراني) وتأثيرها على إدارة المخاطر وصناعة التأمين السيبراني. واستخدمت الدراسة منهج المراجعة المنهجية المنظمة وفق إطار PRISMA ، وتكونت العينة من (5219) دراسة أولية تمت تصفيتها وصولاً إلى (255)

دراسة نهائية و (79) مجموعة بيانات فريدة من أربع قواعد بيانات (IEEE Xplore, Scopus, SpringerLink, Web of Science). (SpringerLink, Web of Science) وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن نقص البيانات المتاحة حول المخاطر السيبرانية يمثل مشكلة خطيرة، وأن 58.2% من مجموعات البيانات مصدرها الولايات المتحدة، مع وجود فجوة كبيرة في قواعد البيانات المفتوحة. وأوصت الدراسة بضرورة إتاحة البيانات المفتوحة وتوحيد معايير بيانات المخاطر السيبرانية لدعم البحث العلمي وصناعة التأمين.

دراسة: (2023) Al-Dosari & Fetais

هدفت الدراسة إلى التعرف على مدى فاعلية أطر إدارة مخاطر تكنولوجيا المعلومات بأبعادها (إطار NIST، إطار ISO/IEC 27001، إطار COBIT، إطار OCTAVE) في تعزيز أمن نظم المعلومات في المنشآت الصغيرة والمتوسطة. واستخدمت الدراسة منهج التحليل البعدي (Meta-Analysis) للمراجعة المنهجية للأدبيات، وتكونت العينة من (168) مقالة أولية تمت تصفيتهما إلى (29) دراسة نهائية منشورة بين 2016 و 2022 من قواعد بيانات Google Scholar و IEEE Xplore و Springer Link و Elsevier و Scopus. وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن الأطر الحالية مثل NIST و ISO تعاني من التعقيد المفرط وصعوبة التطبيق في المنشآت الصغيرة، وأن النهج الهجين الذي يجمع بين أكثر من إطار يحقق نتائج أفضل. وأوصت الدراسة بتطوير أطر مبسطة ومرنة تناسب خصائص المنشآت الصغيرة والمتوسطة وتراعي العوامل البشرية في إدارة المخاطر.

دراسة: (2024) Li & Wang

هدفت الدراسة إلى التعرف على كيفية تصميم وتنفيذ نظام ذكي لتقييم وإدارة مخاطر أمن البيانات بأبعاده (تحديد مصادر المخاطر، تقييم احتمالية التهديدات، تقييم تأثير الثغرات الأمنية، آليات الاستجابة الآلية) في بيئة المؤسسات الرقمية. واستخدمت الدراسة المنهج التجريبي التطبيقي القائم على تصميم النظام وتطويره واختباره. وتكونت العينة من بيانات أمنية مستخلصة من بيانات مؤسسية مختلفة لاختبار أداء النظام المطور. وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن النظام الذكي المقترح يتمتع بقدرة عالية على اكتشاف التهديدات الأمنية وتقييم المخاطر بدقة وسرعة تفوق الأساليب التقليدية، مع توفير آليات استجابة آلية فعالة. وأوصت الدراسة بضرورة اعتماد المؤسسات لأنظمة تقييم المخاطر الذكية المدعومة بالذكاء الاصطناعي لتعزيز حماية البيانات.

دراسة: (2025) Najwa, Miskon, & Okfalisa

هدفت الدراسة إلى التعرف على اتجاهات البحث وفرصه المستقبلية في مجال إدارة مخاطر نظم وتكنولوجيا المعلومات، بأبعاد تشمل (تقييم المخاطر، التهديدات الأمنية، إدارة المشاريع، أمن المعلومات، الحوكمة) من منظور بيبليومتري. واستخدمت الدراسة المنهج البيبليومتري (Bibliometric Analysis) باستخدام برنامج VOSViewer لتحليل شبكات المصطلحات. وتكونت العينة من (289) ورقة بحثية منشورة في الفترة من 2020 إلى 2025 تم استخراجها من قواعد البيانات العلمية المحكمة. وتوصلت نتائج الدراسة إلى تحديد (145) مصطلحًا مُصنّفًا في (7) مجموعات (Clusters)، وأن أكثر المصطلحات تكرارًا هي "المشروع" و"التقييم" و"التهديد"، مع تباين نتائج إدارة مخاطر نظم المعلومات حسب ظروف كل حالة. وأوصت الدراسة بضرورة التركيز على البحث في الفجوات المحددة وتطوير أطر إدارة مخاطر ديناميكية تتكيف مع التطورات التكنولوجية.

دراسة: (2020) Sanjaya et al.,

هدفت الدراسة إلى التعرف على كيفية تطبيق إدارة مخاطر تكنولوجيا المعلومات وفق معيار ISO 31000 بأبعاده (تحديد السياق، تحديد المخاطر، تحليل المخاطر، تقييم المخاطر، معالجة المخاطر) بالاعتماد على إطار ISSAF لاختبار الاختراق في نظام المعلومات لمفوضية الانتخابات بمدينة X في إندونيسيا. واستخدمت الدراسة المنهج التجريبي من خلال تنفيذ اختبارات اختراق فعلية على النظام. وتكونت العينة من نظام تقنية المعلومات الخاص بمفوضية الانتخابات كدراسة حالة واحدة. وتوصلت نتائج الدراسة إلى اكتشاف عدة ثغرات أمنية خطيرة في النظام، وأن تطبيق إطار ISO 31000 مع اختبار الاختراق وفق ISSAF يوفر منهجية شاملة وفعالة لتحديد المخاطر وتقييمها ومعالجتها. وأوصت الدراسة بضرورة إجراء اختبارات اختراق دورية وتبني معايير إدارة المخاطر الدولية في المؤسسات الحكومية.

المحور الثاني: دراسات المتغير التابع – دقة التنبؤات ودعم القرار في الأرصاد الجوية

دراسة الشهري (2024): "استخدام نماذج أريما في التنبؤ بمعدلات هطول الأمطار في منطقة الباحة بالمملكة العربية السعودية"

هدفت الدراسة إلى التعرف على إمكانية استخدام نماذج السلاسل الزمنية (ARIMA) بأبعادها (التعريف بالنموذج، تقدير المعلمات، اختبار ملاءمة النموذج، التنبؤ بالقيم المستقبلية) في التنبؤ بمعدلات هطول الأمطار في منطقة الباحة بالمملكة العربية السعودية. واستخدمت الدراسة المنهج الكمي التحليلي القائم على تحليل السلاسل الزمنية. وتكونت العينة من بيانات هطول الأمطار الشهرية المسجلة لمنطقة الباحة خلال الفترة من 1985م إلى 2014م. وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن نماذج السلاسل الزمنية (ARIMA) قادرة على التنبؤ بالقيم المستقبلية لمعدلات هطول الأمطار بدقة مقبولة، وأنها أداة فعالة خاصة في ظل محدودية البيانات المتاحة. وأوصت الدراسة بتوظيف نماذج ARIMA في التخطيط لإدارة الموارد المائية والتنبؤ بالأحوال المناخية في المملكة.

دراسة مركز تريندز للبحوث والاستشارات (2024): "الذكاء الاصطناعي وتطور التنبؤ بالأحوال الجوية: الفرص والتحديات"

هدفت الدراسة إلى التعرف على دور تقنيات الذكاء الاصطناعي بأبعادها (التعلم العميق، الشبكات العصبية، تحليل البيانات الضخمة، النمذجة المناخية الذكية) في تطوير دقة التنبؤات الجوية ودعم اتخاذ القرارات المتعلقة بالأحوال المناخية. واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي من خلال مراجعة وتحليل الأدبيات والتجارب الدولية والعربية في هذا المجال. وتكونت العينة من مجموعة من التقارير والدراسات والتجارب العالمية لهيئات الأرصاد الجوية. وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن الذكاء الاصطناعي أحدث نقلة نوعية في دقة التنبؤات الجوية وسرعة إصدارها، إلا أن هناك تحديات تتعلق بجودة البيانات والبنية التحتية الرقمية والكفاءات البشرية. وأوصت الدراسة بتعزيز الاستثمار في البنية التحتية الرقمية وتأهيل الكوادر الوطنية لتوظيف الذكاء الاصطناعي في قطاع الأرصاد.

دراسة المركز الوطني للأرصاد بالمملكة العربية السعودية (2023): "تطوير منظومة التنبؤات الجوية ودعم القرار في المملكة العربية السعودية"

هدفت الدراسة إلى التعرف على جهود تطوير منظومة التنبؤات الجوية بأبعادها (توسيع شبكة محطات الرصد، تحديث أنظمة النمذجة العددية، تطبيقات الذكاء الاصطناعي، أنظمة الإنذار المبكر) ودورها في دعم اتخاذ القرار في المملكة العربية السعودية. واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التوثيقي من خلال عرض المشاريع والبرامج المنفذة في المركز الوطني للأرصاد. وتكونت البيانات من تقارير أداء المركز ومخرجات أنظمة التنبؤ والإنذار المبكر. وتوصلت النتائج إلى تحقيق تقدم ملموس في دقة التنبؤات الجوية بعد تحديث منظومة الرصد وتطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي، مع تحسن ملحوظ في سرعة إصدار الإنذارات المبكرة. وأوصت الدراسة بمواصلة الاستثمار في التقنيات الحديثة وتعزيز التعاون الإقليمي والدولي في مجال الأرصاد الجوية.

دراسة نجيب (2022): "دور الذكاء الاصطناعي في تحسين إدارة المخاطر وإدارة الكوارث"

هدفت الدراسة إلى التعرف على دور تقنيات الذكاء الاصطناعي بأبعادها (التعلم الآلي، التحليلات التنبؤية، أنظمة دعم القرار، نمذجة المخاطر) في تحسين إدارة المخاطر والكوارث الطبيعية بما فيها الظواهر الجوية المتطرفة. واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي من خلال مراجعة الأدبيات والدراسات السابقة ذات الصلة. وتكونت العينة من مجموعة من التجارب والنماذج الدولية في توظيف الذكاء الاصطناعي لإدارة الكوارث. وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن الذكاء الاصطناعي يعزز بشكل كبير القدرة على التنبؤ بالكوارث وتحسين استجابة أنظمة الإنذار المبكر وتقليل الخسائر البشرية والمادية. وأوصت الدراسة بضرورة دمج تقنيات الذكاء الاصطناعي في خطط إدارة المخاطر الوطنية وتطوير البنية التحتية الرقمية اللازمة لذلك.

دراسة هيئة الأرصاد المصرية (2024): "الذكاء الاصطناعي وثورة في التنبؤات الجوية والمائية"

هدفت الدراسة إلى التعرف على أثر توظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي بأبعادها (النمذجة العددية المحسنة، الشبكات العصبية التلافيفية، تحليل صور الأقمار الصناعية، التعلم العميق) في تحسين دقة التنبؤات الجوية والمائية في مصر. واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي من خلال عرض التجارب التطبيقية لهيئة الأرصاد المصرية. وتكونت البيانات من مخرجات أنظمة التنبؤ الرقمية ومقارنتها بالأرصاد الفعلية. وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي أدى إلى تحسين ملموس في دقة التنبؤات الجوية قصيرة ومتوسطة المدى، وتقليل نسبة الخطأ في التنبؤ بالظواهر الجوية

المتطرفة. وأوصت الدراسة بتوسيع نطاق تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي وتطوير الكوادر البشرية المتخصصة.

دراسة: (Na-Yemeh et al., (2022)

هدفت الدراسة إلى التعرف على أثر نظام دعم القرار الجوي OK-First بأبعاده (أدوات الرصد، التدريب والتأهيل، خدمات الدعم الفني، التكامل مع شبكة الأرصاد) على قرارات مسؤولي السلامة العامة في ولاية أوكلاهوما بالولايات المتحدة. واستخدمت الدراسة المنهج المختلط (Mixed Methods) الذي يجمع بين التحليل الكمي والنوعي من ثلاثة مصادر (تحليلات استخدام الموقع الإلكتروني، استبانات المستخدمين، مقابلات معمقة). وتكونت العينة من مستخدمي نظام OK-First من مسؤولي السلامة العامة في أوكلاهوما. وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن مجموعة متنوعة من الأدوات الجوية ضرورية لاتخاذ القرارات في ظروف الطقس الخطرة، وأن النظام حقق وفورات مالية تُقدر بأكثر من 1.2 مليون دولار خلال 12 شهرًا. وأوصت الدراسة بتعزيز تطوير أنظمة دعم القرار الجوي وتوسيع برامج التدريب.

دراسة: (Pagano et al., (2024)

هدفت الدراسة إلى التعرف على التحديات التي تواجه عمليات التحقق من دقة التنبؤات الجوية وتقييمها بأبعادها (أساليب التحقق غير الملائمة، عدم اكتمال بيانات الرصد، صعوبة تقييم المنتجات الاحتمالية، ربط التحقق بالتطوير المؤسسي، التواصل مع صناع القرار). واستخدمت الدراسة المنهج المسحي القائم على استبانة دولية واسعة النطاق. وتكونت العينة من ممارسين في هيئات الأرصاد الجوية الوطنية حول العالم. وتوصلت نتائج الدراسة إلى خمسة محاور رئيسية للتحديات: عدم ملائمة أساليب التحقق الحالية، وبيانات الرصد غير الكاملة، وصعوبات ربط التحقق بتحسين الخدمات، ونقص الموارد والكفاءات، وضعف التواصل مع المستخدمين النهائيين. وأوصت الدراسة بتطوير منهجيات تحقق جديدة تتناسب مع المنتجات الاحتمالية الحديثة وتعزيز التعاون الدولي في هذا المجال.

دراسة: (Ripberger et al., (2022)

هدفت الدراسة إلى التعرف على كيفية تأثير إيصال معلومات الاحتمالات في التنبؤات الجوية بأبعادها (فهم الجمهور للاحتتمالات، صيغ عرض المعلومات، تأثير الاحتمالات على القرارات، الفروق الفردية

في الاستيعاب) على جودة قرارات المستخدمين. واستخدمت الدراسة منهج المراجعة المنهجية المنظمة الحية (Living Systematic Review) وتكونت العينة من (327) دراسة تم تحديدها وتصنيفها من الأدبيات العلمية ذات الصلة. وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن الأفراد يتخذون قرارات أفضل عند تزويدهم بمعلومات احتمالية مقارنة بالتنبؤات الحتمية التقليدية، وأن طريقة عرض المعلومات الاحتمالية تؤثر بشكل كبير على فهمها واستخدامها. وأوصت الدراسة بضرورة اعتماد صيغ موحدة وبمبسطة لعرض المعلومات الاحتمالية في التنبؤات الجوية لتحسين دعم القرار.

دراسة: Schultz et al., (2021)

هدفت الدراسة إلى التعرف على إمكانية استبدال نماذج التنبؤ العددي بالطقس بنماذج التعلم العميق بأبعاده (الشبكات العصبية التلافيفية، شبكات الذاكرة طويلة المدى، شبكات التوليد التنافسية، التقنيات الهجينة) لتحقيق تنبؤات جوية أسرع وأدق. واستخدمت الدراسة المنهج التحليلي المقارن من خلال مراجعة شاملة لمعمارية نماذج التعلم العميق وتقييم قابليتها للتطبيق على بيانات الأرصاد الجوية. وتكونت العينة من تحليل نماذج التنبؤ العددي الحالية ومقارنتها بنماذج التعلم العميق المتاحة. وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن استبدال النماذج العددية بالكامل بنماذج تعلم عميق ليس مستبعدًا مستقبلاً، لكنه يتطلب اختراقات جوهرية في معالجة خصائص البيانات الجوية المعقدة وتحقيق الاتساق الفيزيائي وتقدير عدم اليقين. وأوصت الدراسة بتعزيز التعاون بين علماء الحاسوب وعلماء الأرصاد لتطوير نماذج هجينة تجمع بين مزايا النهجين.

دراسة: Wu & Xue (2024)

هدفت الدراسة إلى التعرف على تطور نماذج التنبؤ الجوي والنمذجة المناخية القائمة على البيانات بأبعادها (اختيار مجموعات البيانات، تصميم بنية النموذج، عمليات التدريب، التسريع الحاسوبي، تقييم فاعلية التنبؤ). واستخدمت الدراسة منهج المراجعة الأدبية الشاملة لأبرز النماذج المطورة منذ عام 2018 حتى 2024. وتكونت العينة من تحليل مقارن لنماذج رئيسية تشمل Pangu و GraphCast و FengWu و FuXi و NeuralGCM و ClimaX. وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن النماذج القائمة على البيانات المدربة على بيانات ERA5 قادرة على تقديم تنبؤات فعالة بمعامل ارتباط (ACC) أعلى من 0.6 لمدة تصل إلى 15 يومًا بدقة مكانية 0.25 درجة، وأنها تتفوق أو تضاهي أفضل طرق التنبؤ

العددي لـ 90% من المتغيرات مع تقليل زمن التنبؤ من ساعات إلى ثوانٍ. وأوصت الدراسة ببناء نماذج أكبر ودمج المزيد من القيود الفيزيائية وتطوير أساليب التقييم الشامل.

الفجوة البحثية

تتفق الدراسة الحالية مع عدد من الدراسات السابقة في جوانب متعددة تتعلق بالهدف والمنهج وبيئة التطبيق. فمن حيث الهدف، تتفق الدراسة الحالية مع دراسة الجبلي (2022) ودراسة خليفة وضيف الله وزين (2021) ودراسة راح وسلام (2025) ودراسة العازمي (2022) في السعي نحو الكشف عن أثر حوكمة تكنولوجيا المعلومات وإدارة المخاطر التقنية على جودة المخرجات المؤسسية، كما تتفق مع دراسة Al-Dosari & Fetais (2023) ودراسة Sanjaya et al. (2020) في التركيز على أطر إدارة المخاطر التقنية المعتمدة دولياً كـ ISO 31000 و COBIT و NIST بوصفها أدوات مرجعية لتقييم الممارسات المؤسسية. وفي جانب المتغير التابع، تتفق الدراسة الحالية مع دراسة Schultz et al. (2021) ودراسة Wu & Xue (2024) في الاهتمام بتحسين دقة التنبؤات الجوية، ومع دراسة Na-Yemeh et al. (2022) ودراسة Ripberger et al. (2022) في التركيز على فاعلية أنظمة دعم القرار الجوي وأثرها على المستفيدين. أما من حيث المنهج، فتتفق الدراسة الحالية مع غالبية الدراسات العربية كدراسة الجبلي (2022) ودراسة خليفة وآخرين (2021) ودراسة العازمي (2022) في اعتماد المنهج الوصفي التحليلي واستخدام الاستبانة أداة رئيسية لجمع البيانات، كما تتفق مع دراسة الشهري (2024) في التطبيق على البيئة السعودية بوصفها بيئة ذات خصوصية مناخية وجغرافية تستوجب دراسات متخصصة.

تختلف الدراسة الحالية عن الدراسات السابقة في عدة جوانب جوهرية تمنحها تميزاً وأصاله بحثية. فمن حيث الهدف، ركزت معظم الدراسات السابقة في جانب المتغير المستقل على قطاعات مالية ومصرفية ومحاسبية؛ إذ طبقت دراسة الجبلي (2022) على شركات الاتصالات المصرية، ودراسة خليفة وآخرين (2021) على عينة من المحاسبين الجزائريين، ودراسة راح وسلام (2025) على مجموعة هائل سعيد أنعم اليمنية، ودراسة العازمي (2022) على البنوك التجارية الكويتية، ودراسة الصيد وآخرين (2022) على المؤسسات العامة الليبية، في حين تتفرد الدراسة الحالية بتطبيقها على قطاع الأرصاد الجوية المتمثل في المركز الوطني للأرصاد بالملكة العربية السعودية وهو قطاع لم تتناوله الدراسات السابقة

في سياق إدارة المخاطر التقنية. كما أن دراسات المتغير التابع كدراسة (Schultz et al. 2021) ودراسة (Wu & Xue 2024) اعتمدت مناهج تحليلية ومراجعات نظرية لنماذج التعلم العميق والتنبؤ المعتمد على البيانات دون ربطها بإدارة المخاطر التقنية، بينما ركزت دراسة (Pagano et al. 2024) على تحديات التحقق من التنبؤات من منظور فني بحث، وتناولت دراسة (Cremer et al. 2022) ودراسة (Najwa et al. 2025) المخاطر السيبرانية من منظور بليومتري ونظري دون تطبيق ميداني على قطاع بعينه. وبذلك تتميز الدراسة الحالية بكونها الدراسة الأولى — في حدود علم الباحث — التي تربط بين إدارة مخاطر تكنولوجيا البيانات بأبعادها الأربعة ودقة التنبؤات الجوية ودعم القرار في بيئة تطبيقية سعودية متخصصة، مما يُسهم في سد فجوة بحثية واضحة في الأدبيات العربية والدولية على حد سواء

المنطلقات النظرية للدراسة:

أولاً: إدارة مخاطر تكنولوجيا البيانات

مفهوم إدارة مخاطر تكنولوجيا البيانات

تُعرّف إدارة مخاطر تكنولوجيا البيانات بأنها مجموعة الأنشطة والعمليات المنسقة التي تهدف إلى تحديد وتحليل وتقييم ومعالجة ومراقبة المخاطر المرتبطة بالأنظمة التقنية والبيانات الرقمية داخل المؤسسة، بما يضمن استمرارية العمليات وسلامة المخرجات وحماية الأصول المعلوماتية. وقد عرّف المعيار الدولي ISO 31000:2018 المخاطر بأنها "أثر عدم اليقين على الأهداف"، فيما عرّف إدارة المخاطر بأنها "الأنشطة المنسقة لتوجيه المؤسسة والتحكم فيها فيما يتعلق بالمخاطر". وفي السياق التقني تحديداً، تتسع هذه المخاطر لتشمل التهديدات السيبرانية واختراق البيانات وأعطال الأنظمة وفقدان المعلومات وعدم التوافق التقني، مما يستوجب وجود منظومة إدارة متكاملة تعمل بشكل استباقي ومنهجي. ويُعرّف إطار NIST للأمن السيبراني (النسخة 2.0) إدارة مخاطر الأمن السيبراني بأنها "نهج منظم لإدارة المخاطر من خلال ست وظائف أساسية هي: الحوكمة، والتحديد، والحماية، والكشف، والاستجابة، والتعافي". وتتبنى هذه الدراسة تعريفاً إجرائياً لإدارة مخاطر تكنولوجيا البيانات بوصفها المنظومة المؤسسية المتكاملة التي يتبناها المركز الوطني للأرصاد لتحديد وتقييم ومعالجة ومراقبة المخاطر المرتبطة بأنظمتها التقنية

وبياناته الجوية، وتتضمن أربعة أبعاد رئيسية تُقاس من خلال استجابات العاملين على فقرات الاستبانة المصممة لهذا الغرض.

أبعاد إدارة مخاطر تكنولوجيا البيانات

البُعد الأول — تقييم المخاطر التقنية: يُشير هذا البُعد إلى العملية المنهجية لتحديد التهديدات ونقاط الضعف المحتملة في الأنظمة التقنية، وتحليل احتمالية وقوعها وتقدير أثرها المحتمل على العمليات والمخرجات. ويتضمن ذلك إجراء مسح دوري للثغرات الأمنية، وتصنيف المخاطر وفقاً لمصفوفة الاحتمالية والأثر، وتحديد أولويات المعالجة. ويُعدّ تقييم المخاطر وفقاً لإطار NIST SP 800-30 "عملية تحديد عوامل الخطر التي يمكن أن تؤثر سلباً على قدرة المؤسسة على إنجاز أعمالها". وفي سياق الأرصاد الجوية، يشمل ذلك تقييم المخاطر المتعلقة بشبكات الرصد والمحطات الآلية ووحدات المعالجة ونظم الاتصالات.

البُعد الثاني — أمن البيانات والبنية التحتية: يُعبر هذا البُعد عن مجموعة السياسات والإجراءات والتقنيات المُصممة لحماية البيانات من الوصول غير المصرح به أو التعديل أو فقدان أو التدمير، وتأمين البنية التحتية التقنية (الخوادم، شبكات الاتصال، مراكز البيانات، أنظمة التخزين) من الأعطال والتهديدات الخارجية والداخلية. ويشمل ذلك تطبيق آليات التشفير والنسخ الاحتياطي والتحكم في الوصول وجدران الحماية وأنظمة كشف التسلل. ويكتسب هذا البُعد أهمية خاصة في مؤسسات الأرصاد نظراً لحساسية البيانات الجوية وضرورة توافرها بصورة مستمرة وأنية لتغذية نماذج التنبؤ.

البُعد الثالث — حوكمة تكنولوجيا المعلومات: تُعرّف حوكمة تكنولوجيا المعلومات بأنها الإطار المؤسسي الذي يضمن توجيه الاستثمارات التقنية ومراقبتها وتقييمها بما يتوافق مع الأهداف الاستراتيجية للمؤسسة. ويتضمن هذا البُعد خمسة مجالات رئيسية وفقاً للأدبيات الأكاديمية هي: المواءمة الاستراتيجية، وتقديم القيمة، وإدارة المخاطر، وإدارة الموارد، وقياس الأداء. وقد طوّرت منظمة ISACA إطار COBIT بوصفه الإطار الأكثر شمولاً لحوكمة تكنولوجيا المعلومات وإدارتها في المؤسسات، حيث يتضمن في نسخته الأخيرة (COBIT 2019) أربعين هدفاً للحوكمة والإدارة مُوزعة على ستة مبادئ أساسية هي: تقديم قيمة لأصحاب المصلحة، والنهج الشمولي، ونظام الحوكمة الديناميكي، وفصل الحوكمة عن الإدارة، والتصميم وفقاً لاحتياجات المؤسسة، والنظام الشامل. وفي سياق الدراسة الحالية يُقصد بحوكمة

تكنولوجيا المعلومات مدى تطبيق المركز الوطني للأرصاد لأطر ومعايير الحوكمة التقنية في توجيه الموارد ومراقبة الأداء وإدارة المخاطر بما يخدم أهدافه في تحسين دقة التنبؤات.

البُعد الرابع — المراقبة والتحسين المستمر: يُعبّر هذا البُعد عن الآليات المؤسسية المُصممة لمتابعة أداء الأنظمة التقنية بشكل دوري ومستمر، والكشف المبكر عن أي انحرافات أو تهديدات ناشئة، وتنفيذ إجراءات تصحيحية وتحسينية بصورة تراكمية. ويشمل ذلك برامج التدقيق الداخلي للأنظمة المعلومات، واختبارات الاختراق الدورية، ومراجعة سجلات الأحداث الأمنية، وقياس مؤشرات الأداء الرئيسية للأنظمة التقنية، فضلاً عن تبني منهجية التحسين المستمر القائمة على دورة (خطط — نفذ — تحقق — صحّح). ويُسهّم هذا البُعد في ضمان أن منظومة إدارة المخاطر التقنية تتطور باستمرار لمواكبة التهديدات المتجددة والمتطلبات المتغيرة.

ثانياً: دقة التنبؤات الجوية ودعم القرار

مفهوم دقة التنبؤات الجوية

تُعرّف دقة التنبؤات الجوية بأنها مقياس كمي ونوعي لمدى تطابق التنبؤات الصادرة عن مركز الأرصاد مع الأرصاد الفعلية المُسجّلة، وتُقاس باستخدام مجموعة من المقاييس الإحصائية المعتمدة دولياً مثل معامل ارتباط الشذوذ (ACC) والجذر التربيعي لمتوسط مربع الخطأ (RMSE) ومعدل الخطأ المطلق (MAE) ودرجة بريير (Brier Score) للتنبؤات الاحتمالية. وقد عرّفت المنظمة العالمية للأرصاد الجوية (WMO) التحقق من التنبؤات بأنه "عملية تقييم مدى تطابق التنبؤ مع الأرصاد الفعلية"، مُشيرة إلى أن الدقة تُمثّل "المقاييس الكمية التمثيلية لخطأ التنبؤ". وفي السياق الإجرائي لهذه الدراسة، يُقصد بدقة التنبؤات الجوية مستوى الموثوقية والتطابق في التنبؤات الصادرة عن المركز الوطني للأرصاد مع الظروف الجوية الفعلية، كما يُدركها العاملون في المركز ويُقيّمونها من خلال استجاباتهم على فقرات الاستبانة.

مفهوم دعم القرار في مجال الأرصاد الجوية

يُعرّف نظام دعم القرار في مجال الأرصاد الجوية بأنه المنظومة المتكاملة من الأدوات والمعلومات والتحليلات التي تُقدّم لصانعي القرار بيانات جوية مُعالجة ومُفسّرة بصورة تُمكنهم من اتخاذ قرارات مستنيرة

في الوقت المناسب. ويشمل ذلك أنظمة الإنذار المبكر، ونشرات التحذيرات الجوية، والخرائط التفاعلية، والتقارير المتخصصة للقطاعات المختلفة (الطيران، الزراعة، الملاحة البحرية، إدارة الأزمات)، والمنصات الرقمية لإيصال المعلومات الجوية. وتكمن أهمية أنظمة دعم القرار في كونها تُحوّل البيانات الجوية الخام والتنبؤات العددية إلى معلومات قابلة للتطبيق تُساعد الجهات المستفيدة على اتخاذ إجراءات وقائية أو تكتيكية مناسبة.

المنهجية وطرق البحث:

سوف تعتمد هذه الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي باعتباره المنهج الأكثر ملاءمة لطبيعة الدراسة وأهدافها، حيث سيمكّن الباحث من وصف وتحليل أثر إدارة مخاطر تكنولوجيا البيانات بأبعادها الأربعة (تقييم المخاطر التقنية، أمن البيانات والبنية التحتية، حوكمة تكنولوجيا المعلومات، المراقبة والتحسين المستمر) على دقة التنبؤات الجوية ودعم القرار في المركز الوطني للأرصاد بالملكة العربية السعودية. وسيتيح هذا المنهج جمع البيانات الكمية من مفردات العينة وتحليلها إحصائياً لاختبار فروض الدراسة والإجابة عن تساؤلاتها، فضلاً عن الكشف عن العلاقات الارتباطية والسببية بين متغيرات الدراسة.

كما سيستعين الباحث بأسلوب المسح الميداني الشامل من خلال تصميم استبانة إلكترونية مُحكّمة ستُوزع على العاملين في المركز الوطني للأرصاد ممن تتصل مهامهم الوظيفية بتكنولوجيا المعلومات والأنظمة التقنية والتنبؤات الجوية ودعم القرار، وذلك بهدف الوصول إلى نتائج دقيقة وقابلة للتعميم. وسيراعى في تطبيق المنهج الالتزام بمعايير الصدق والثبات والموضوعية العلمية لضمان جودة النتائج وموثوقيتها.

مجتمع وعينة الدراسة

سيكون **مجتمع الدراسة** من جميع العاملين في المركز الوطني للأرصاد بالملكة العربية السعودية في التخصصات ذات الصلة بموضوع الدراسة، ويشمل ذلك العاملين في إدارات تكنولوجيا المعلومات وأمن البيانات والتنبؤات الجوية والرصد والمحطات والأنظمة العددية ودعم القرار والتحذيرات المبكرة. ووفقاً للبيانات المتاحة عن الهيكل التنظيمي للمركز الوطني للأرصاد، يُقدّر إجمالي مجتمع الدراسة بنحو **(850)** موظفاً وموظفة يعملون في هذه التخصصات عبر المقر الرئيسي في جدة والفروع الإقليمية المنتشرة في مختلف مناطق المملكة.

وبالنظر إلى حجم مجتمع الدراسة، سيلجأ الباحث إلى استخدام أسلوب العينة الطبقية العشوائية التناسبية لضمان تمثيل جميع الإدارات والمستويات الوظيفية تمثيلاً متوازناً. وسيتم تحديد حجم العينة باستخدام معادلة ستيفن ثومبسون (Steven Thompson) عند مستوى ثقة (95%) وهامش خطأ (5%)، ليبلغ الحد الأدنى المطلوب للعينة نحو (265) مفردة. وسيحرص الباحث على توزيع (320) استبانة لتعويض الفاقد المتوقع في الاستبانات غير المكتملة أو غير الصالحة للتحليل الإحصائي، مع مراعاة التوزيع التناسبي على الطبقات الوظيفية المختلفة (إدارة تقنية المعلومات، إدارة التنبؤات الجوية، إدارة الرصد والمحطات، إدارة دعم القرار والتحذيرات المبكرة

مصادر جمع البيانات

سيعتمد الباحث على نوعين رئيسيين من مصادر جمع البيانات:

المصادر الثانوية: وتشمل الكتب والمراجع العلمية المتخصصة، والدوريات والمجلات العلمية المحكمة العربية والأجنبية، والرسائل الجامعية (ماجستير ودكتوراه)، والتقارير والوثائق الرسمية الصادرة عن المركز الوطني للأرصاد والهيئات الدولية المعنية بالأرصاد الجوية، وقواعد البيانات الإلكترونية مثل Scopus و Web of Science و Google Scholar، وذلك بهدف بناء الإطار النظري للدراسة ومراجعة الدراسات السابقة.

المصادر الأولية: وتتمثل في البيانات التي سيجمعها الباحث ميدانياً من خلال الاستبانة الإلكترونية المصممة خصيصاً لأغراض هذه الدراسة، والتي ستوزع على مفردات العينة لقياس آرائهم وتصوراتهم حول واقع تطبيق إدارة مخاطر تكنولوجيا البيانات وأثرها على دقة التنبؤات الجوية ودعم القرار.

أداة الدراسة (الاستبانة)

سيُصمم الباحث استبانة إلكترونية تُعدّ الأداة الرئيسية لجمع البيانات الأولية، وستتكون من ثلاثة أقسام رئيسية على النحو التالي:

القسم الأول: البيانات الديموغرافية والوظيفية

سيتضمن هذا القسم (4) متغيرات تصنيفية تشمل: المؤهل العلمي، سنوات الخبرة، التخصص الوظيفي، والمستوى الإداري.

القسم الثاني: المتغير المستقل — إدارة مخاطر تكنولوجيا البيانات

سيكون هذا القسم من (4) أبعاد، يضم كل بُعد (4) فقرات، بإجمالي (16) فقرة، وذلك على النحو التالي:

البُعد	عدد الفقرات
تقييم المخاطر التقنية	4 فقرات
أمن البيانات والبنية التحتية	4 فقرات
حوكمة تكنولوجيا المعلومات	4 فقرات
المراقبة والتحسين المستمر	4 فقرات
الإجمالي	16 فقرة

القسم الثالث: المتغير التابع — دقة التنبؤات الجوية ودعم القرار

سيكون هذا القسم من محور واحد أحادي البُعد يضم (12) فقرة تقيس مستوى دقة التنبؤات الجوية وفاعلية أنظمة دعم القرار في المركز الوطني للأرصاد.

ستكون الاستبانة في صورتها النهائية من (28) فقرة موزعة على محاور المتغير المستقل والمتغير التابع، بالإضافة إلى (4) متغيرات ديموغرافية ووظيفية. وسيُستخدم مقياس ليكرت الخماسي (موافق بشدة = 5، موافق = 4، محايد = 3، غير موافق = 2، غير موافق بشدة = 1) لقياس استجابات المبحوثين على جميع فقرات الاستبانة.

الأساليب الإحصائية المستخدمة

سيستعين الباحث ببرنامج الحزم الإحصائية للعلوم الاجتماعية (SPSS V.26) وبرنامج (AMOS V.24) للنمذجة بالمعادلات الهيكلية لتحليل بيانات الدراسة، وسيتم توظيف الأساليب الإحصائية التالية:

أولاً: أساليب التحقق من صلاحية الأداة

- **معامل ألفا كرونباخ: (Cronbach's Alpha)** سيستخدم لقياس درجة ثبات أداة الدراسة والتأكد من الاتساق الداخلي لفقرات كل بُعد من أبعاد الاستبانة وللاداة ككل، حيث تُعدّ القيم الأعلى من (0.70) مقبولة إحصائياً.
- **معامل ارتباط بيرسون: (Pearson Correlation Coefficient)** سيستخدم لقياس صدق الاتساق الداخلي من خلال حساب معاملات الارتباط بين درجة كل فقرة والدرجة الكلية للبُعد الذي تنتمي إليه، وبين درجة كل بُعد والدرجة الكلية للاستبانة.
- **التحليل العاملي التوكيدي: (Confirmatory Factor Analysis – CFA)** سيستخدم باستخدام برنامج AMOS للتحقق من صدق البناء والتأكد من أن البيانات تتوافق مع النموذج النظري المفترض للدراسة، ولتقييم مؤشرات حسن المطابقة مثل (GFI, CFI, RMSEA, Chi-Square/df).

ثانياً: أساليب الإحصاء الوصفي

- **التكرارات والنسب المئوية:** سيستخدم لوصف خصائص عينة الدراسة وفقاً للمتغيرات الديموغرافية (الوظيفية) (المؤهل العلمي، سنوات الخبرة، التخصص الوظيفي، المستوى الإداري).
- **المتوسطات الحسابية: (Means)** سيستخدم لتحديد مستوى استجابات أفراد العينة على كل فقرة من فقرات الاستبانة وعلى كل بُعد والأداة ككل، وترتيب الأبعاد والفقرات وفقاً لدرجة الموافقة.
- **الانحرافات المعيارية: (Standard Deviations)** سيستخدم للتعرف على مدى تشتت استجابات أفراد العينة عن المتوسط الحسابي، والكشف عن درجة التجانس أو التباين في الآراء.
- **الأهمية النسبية: (Relative Importance)** سيستخدم لترتيب أبعاد المتغير المستقل وفقاً لأهميتها من وجهة نظر المبحوثين.

ثالثاً: أساليب الإحصاء الاستدلالي

- **تحليل الانحدار الخطي البسيط: (Simple Linear Regression)** سيستخدم لاختبار أثر كل بُعد من أبعاد إدارة مخاطر تكنولوجيا البيانات (تقييم المخاطر التقنية، أمن البيانات والبنية

التحتية، حوكمة تكنولوجيا المعلومات، المراقبة والتحسين المستمر) منفرداً على دقة التنبؤات الجوية ودعم القرار.

- **تحليل الانحدار الخطي المتعدد: (Multiple Linear Regression)** سيستخدم لاختبار الأثر المشترك لأبعاد إدارة مخاطر تكنولوجيا البيانات مجتمعة على دقة التنبؤات الجوية ودعم القرار، وتحديد الأبعاد الأكثر تأثيراً وقدرة تفسيرية.
- **معامل التحديد: (R^2)** سيستخدم لتحديد نسبة التباين في المتغير التابع (دقة التنبؤات الجوية ودعم القرار) التي تُفسرها أبعاد المتغير المستقل (إدارة مخاطر تكنولوجيا البيانات).
- **اختبار: (F-Test)** سيستخدم للتحقق من معنوية نموذج الانحدار الكلي ومدى صلاحيته لتفسير العلاقة بين المتغيرات المستقلة والمتغير التابع.
- **اختبار (T-Test) للعينات المستقلة:** سيستخدم لاختبار دلالة الفروق الإحصائية في استجابات أفراد العينة وفقاً للمتغيرات الديموغرافية ثنائية الفئات.

حدود الدراسة

الحدود الموضوعية: ستقتصر الدراسة على دراسة أثر إدارة مخاطر تكنولوجيا البيانات بأبعادها الأربعة (تقييم المخاطر التقنية، أمن البيانات والبنية التحتية، حوكمة تكنولوجيا المعلومات، المراقبة والتحسين المستمر) على دقة التنبؤات الجوية ودعم القرار.

الحدود المكانية: ستطبق الدراسة في المركز الوطني للأرصاد بالمملكة العربية السعودية بمقره الرئيسي في مدينة جدة وفروعه الإقليمية المنتشرة في مختلف مناطق المملكة.

الحدود الزمانية: سيتم جمع البيانات الميدانية خلال الفصل الدراسي الثاني من العام الجامعي 1448/1447 هـ الموافق 2026/2025 م.

الحدود البشرية: ستطبق الدراسة على العاملين في المركز الوطني للأرصاد في التخصصات ذات الصلة بتكنولوجيا المعلومات وأمن البيانات والتنبؤات الجوية والرصد والأنظمة العددية ودعم القرار والتحذيرات المبكرة.

المراجع:

المراجع العربية

- الجبلي، وليد سمير عبدالعظيم. (2022). أثر التكامل بين أبعاد COBIT5 ومكونات الرقابة الداخلية وفقاً لإطار COSO في الحد من مخاطر المحاسبة السحابية. *مجلة الإسكندرية للبحوث المحاسبية*، 6(3)، 129. https://journals.ekb.eg/article_268544.html -225.
- خليفة، أحمد؛ ضيف الله، مراد؛ وزين، عبدالمالك. (2021). أثر حوكمة تكنولوجيا المعلومات على تفعيل إدارة المخاطر في المؤسسات: دراسة ميدانية. *مجلة الدراسات المالية والمحاسبية والإدارية*، 8(1)، 1. <https://www.asjp.cerist.dz> -32.
- راجح، ميثاق أحمد؛ وسلام، مروان عبدالمالك عبدالله. (2025). دور حوكمة تكنولوجيا المعلومات وفق إطار COBIT5 في الحد من مخاطر المحاسبة السحابية: دراسة ميدانية على مجموعة هائل سعيد أنعم وشركاه. *مجلة العلوم التربوية والدراسات الإنسانية*، 49(1)، 1-35. <https://doi.org/10.55074/hesj.vi49.1543>
- الصيد، وليد؛ أبوشناف، عادل؛ والتويقري، خالد. (2022). أثر حوكمة تكنولوجيا المعلومات على أداء المؤسسات العامة الليبية. *مجلة البحوث الاقتصادية والاستراتيجية*، 9(1)، 1-25. <https://lam-journal.ly/index.php/jar/article/view/616>
- العازمي، أحمد فهد. (2022). تفعيل حوكمة تكنولوجيا المعلومات وأثرها على الحد من مخاطر التكنولوجيا المالية في الخدمات المصرفية الإلكترونية. *المجلة العلمية للدراسات والبحوث المالية والإدارية*، 13(2)، 1115. <https://journals.ekb.eg> -1155.
- الشهري، محمد عبدالله. (2024). استخدام نماذج أريما في التنبؤ بمعدلات هطول الأمطار في منطقة الباحة بالمملكة العربية السعودية. *المجلة العربية للعلوم ونشر الأبحاث*، 10(3)، 1-22. <https://doi.org/10.26389/AJSRP.S050524>
- المركز الوطني للأرصاد بالمملكة العربية السعودية. (2023). تطوير منظومة التنبؤات الجوية ودعم القرار في المملكة العربية السعودية. *مجلة ودق*، 3(3)، 1-52. <https://www.ncm.gov.sa>

- مركز تريندز للبحوث والاستشارات. (2024). الذكاء الاصطناعي وتطور التنبؤ بالأحوال الجوية: الفرص والتحديات. سلسلة إصدارات تريندز، 1-45.
<https://trendsresearch.org>
- نجيب، رائد عبدالله. (2022). دور الذكاء الاصطناعي في تحسين إدارة المخاطر وإدارة الكوارث. مجلة العلوم الطبيعية والتطبيقية، 6(2)، 1-18.
<https://najsp.com/index.php/home/article/view/400>
- هيئة الأرصاد المصرية. (2024). الذكاء الاصطناعي وثورة في التنبؤات الجوية والمائية. مجلة أرصاد، (12)، 1-15. https://arsad.journals.ekb.eg/article_460373

المراجع الإنجليزية

- Al-Dosari, K., & Fetais, N. (2023). Risk-management framework and information-security systems for small and medium enterprises (SMEs): A meta-analysis approach. *Electronics*, 12(17), Article 3629, 1–35.
<https://doi.org/10.3390/electronics12173629>
- Cremer, F., Sheehan, B., Fortmann, M., Kia, A. N., Mullins, M., Murphy, F., & Materne, S. (2022). Cyber risk and cybersecurity: A systematic review of data availability. *The Geneva Papers on Risk and Insurance—Issues and Practice*, 47(3), 698–736. <https://doi.org/10.1057/s41288-022-00266-6>
- Li, S., & Wang, H. (2024). Design and implementation of intelligent data security risk assessment and management system. *Procedia Computer Science*, 242, 424–431. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.08.044>
- Najwa, N. F., Miskon, S., & Okfalisa. (2025). Risk management in information systems and technology trends: A bibliographic perspective. *International Journal of Academic Research in Business and Social*

Sciences, 15(12), 1684–1694. <https://doi.org/10.6007/IJARBSS/v15-i12/27294>

- Na-Yemeh, D. Y., Fiebrich, C. A., Hocker, J. E., & Shafer, M. A. (2022). Assessing the impacts of a weather decision support system for Oklahoma public safety officials. *Weather, Climate, and Society*, 14(2), 597–608. <https://doi.org/10.1175/WCAS-D-21-0086.1>
- Pagano, T. C., Casati, B., Landman, S., Loveday, N., Amrhein, C., & Ebert, E. (2024). Challenges of operational weather forecast verification and evaluation. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 105(4), E789–E802. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-22-0257.1>
- Ripberger, J., Bell, A., Fox, A., Forney, A., Livingston, W., Gaddie, C., Silva, C., & Jenkins-Smith, H. (2022). Communicating probability information in weather forecasts: Findings and recommendations from a living systematic review of the research literature. *Weather, Climate, and Society*, 14(2), 481–498. <https://doi.org/10.1175/WCAS-D-21-0034.1>
- Sanjaya, I. G. A. S., Sasmita, G. M. A., & Sri Arsa, D. M. (2020). Information technology risk management using ISO 31000 based on ISSAF framework penetration testing (Case study: Election commission of X city). *International Journal of Computer Network and Information Security*, 12(4), 30–40. <https://doi.org/10.5815/ijcnis.2020.04.03>
- Schultz, M. G., Betancourt, C., Gong, B., Kleinert, F., Langguth, M., Leufen, L. H., Mozaffari, A., & Stadtler, S. (2021). Can deep learning beat numerical weather prediction? *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, 379(2194), Article 20200097, 1–23. <https://doi.org/10.1098/rsta.2020.0097>

- Wu, Y., & Xue, W. (2024). Data-driven weather forecasting and climate modeling from the perspective of development. *Atmosphere*, 15(6), Article 689, 1–28. <https://doi.org/10.3390/atmos15060689>

Mid Ocean University

College of Management

Department of risk management



**The Impact of Data and Technology Risk Management on Forecast
Accuracy and Decision Support in Meteorology: A Field Study on
Meteorological Staff in the Kingdom of Saudi Arabia**

Prepared by:

Supervision:

Dr. Al-Faisal Abdelhamid Mohamed Hassan

Dr. Fayez Jarad

1447-2026