

جامعة ميدأوشن

كلية الإدارة

تخصص إدارة المخاطر



دور إدارة مخاطر البيانات في رفع موثوقية التنبؤات الجوية: دراسة تطبيقية على شبكات الرصد الجوي بمنطقة مكة المكرمة.

إعداد الطالب/ مشعل عبدالمغني غالي الجلبي

الرقم الجامعي / 253000678

إشراف/

د. الفيصل عبد الحميد محمد حسن

د.فايز جراد

العام الدراسي: 2026

3	.....	مقدمة:
4	.....	مشكلة الدراسة
5	.....	أهداف الدراسة
6	.....	أسئلة الدراسة
7	.....	ثالثاً: فروض الدراسة
7	.....	أهمية الدراسة
9	.....	الدراسات السابقة:
14	.....	المنطلقات النظرية للدراسة:
17	.....	المنهجية وطرق البحث:
18	.....	مجتمع الدراسة وعينتها
18	.....	مصادر جمع البيانات
19	.....	أداة الدراسة
20	.....	الأساليب الإحصائية المستخدمة
22	.....	المراجع:

مقدمة:

يشهد العالم المعاصر ثورة رقمية غير مسبوقة أعادت تشكيل ملامح المؤسسات والقطاعات كافة، حيث أصبحت البيانات تمثل الأصل الاستراتيجي الأكثر قيمة في بيئة الأعمال الحديثة، والمحرك الرئيسي لعمليات صنع القرار والتخطيط والتنبؤ، وقد أفرز هذا التحول الرقمي المتسارع نمواً هائلاً في حجم البيانات المتولدة من مصادر متعددة ومتنوعة، مما جعل قدرة المؤسسات على إدارة هذه البيانات وحوكمتها وحماية سلامتها عاملاً حاسماً في تحقيق أهدافها والحفاظ على قدرتها التنافسية وضمان جودة مخرجاتها (Gonçalves et al., 2024).

وفي خضم هذا التوسع الرقمي، برزت إدارة مخاطر البيانات بوصفها حقلاً معرفياً وتطبيقياً بالغ الأهمية، يتجاوز مفهومه التقليدي المقتصر على أمن المعلومات ليشمل منظومة متكاملة من العمليات المنهجية التي تستهدف تحديد المخاطر المحتملة التي تُهدد سلامة البيانات واكتمالها ودقتها، وتقييم احتمالية وقوعها وحجم تأثيرها، ثم معالجتها بالاستراتيجيات المناسبة، ومراقبتها ومراجعتها بصورة مستمرة لضمان فاعلية إجراءات التعامل معها. وقد أكدت الأدبيات الحديثة أن أغلب أطر حوكمة البيانات القائمة لا تزال تقتصر إلى دمج حقيقي وشامل لإدارة المخاطر في بنيتها الأساسية، مما يُخلف ثغرات جوهرية في قدرة المؤسسات على التعامل الاستباقي مع التهديدات المتطورة التي تطال بياناتها، ومن هنا تتعاظم الحاجة إلى أطر حوكمة بيانات ديناميكية تدمج إدارة المخاطر في كل مستوى من مستويات العمل المؤسسي، وتستثمر تقنيات الذكاء الاصطناعي والنمذجة الاحتمالية في رصد المخاطر والتنبؤ بها قبل وقوعها (Elgendy et al., 2025).

ولعل قطاع الأرصاد الجوية يمثل أحد أكثر القطاعات حساسية تجاه جودة البيانات وسلامتها، إذ تقوم منظومة التنبؤ الجوي بأكملها على استيعاب كميات ضخمة من البيانات المتدفقة في الزمن الحقيقي من شبكات رصد عالمية تشمل محطات أرضية وأقمار اصطناعية ورادارات ومحطات راديو سوندر وأجهزة استشعار بيئية متنوعة، ثم معالجتها وإدخالها في نماذج عددية وحسابية معقدة لإنتاج تنبؤات تمتد من ساعات إلى أيام. وقد أحدثت نماذج الذكاء الاصطناعي نقلة نوعية في هذا المجال، حيث أثبت نموذج Pangu-Weather القائم على بنية المحول ثلاثي الأبعاد قدرته على إنتاج تنبؤات حتمية تتفوق على أفضل أنظمة التنبؤ العددي التشغيلية في العالم وبسرعة تفوقها بأكثر من عشرة آلاف مرة، وقد أسهمت

كذلك النماذج الهجينة التي تجمع بين النمذجة الفيزيائية والتعلم الآلي في تحسين دقة التنبؤات بصورة ملموسة، كما في نظام WRF-BPNN الذي أظهر تحسناً واضحاً في تنبؤات درجة الحرارة ونسبة الخلط مقارنة بالنموذج الفيزيائي المنفرد (Liu et al., 2024).

غير أن هذا التطور المتسارع في النماذج والخوارزميات يظل مرهوناً في جدواه بجودة البيانات المُغذية لتلك الأنظمة، فأَي تشوه أو نقص أو عدم اتساق في البيانات ينتقل حتماً إلى مخرجات التنبؤ ويُضعف موثوقيتها. وقد كشف التقييم الإحصائي الأول لتنبؤات التعلم الآلي في سياق تشغيلي واقعي أن أداء نموذج Pangu-Weather، رغم تميزه، يتأثر بانحياز منهجي يتزايد مع زمن الاستباق يُعزى جزئياً إلى خصائص بيانات التهيئة المستخدمة (Ben Bouallègue et al., 2024) كما أثبتت نماذج السلاسل الزمنية ARIMA أن دقة التنبؤ بمعدلات هطول الأمطار ترتبط ارتباطاً جوهرياً بجودة البيانات التاريخية واكتمالها (عثمان، 2024).

وعند نقطة التقاطع الحرجة بين هذين الحقلين، تتضح العلاقة العضوية بين إدارة مخاطر البيانات وموثوقية التنبؤات الجوية، فالبيانات الجوية بطبيعتها معرضة لطيف واسع من المخاطر يمتد من أعطال أجهزة الاستشعار وانقطاعات سلاسل النقل إلى عدم تجانس المصادر وأخطاء المعالجة، وكل خطر من هذه المخاطر إذا لم يُحدّد ويُقيّم ويُعالج ويُراقب بصورة منهجية فإنه يتسلل إلى نسيج التنبؤ ويُقوّض مصداقيته. وقد أكدت الدراسات أن النمذجة الاحتمالية كشبكات الاعتقاد البايزية تُوفر أداة فاعلة لتحديد العلاقات السببية بين عوامل مخاطر البيانات والتنبؤ باحتمالات وقوعها (Zhang et al., 2023).

وانطلاقاً مما سبق، تأتي هذه الدراسة لتستقصي أثر إدارة مخاطر البيانات بأبعادها الأربعة على موثوقية التنبؤات الجوية في مراكز الأرصاد الجوية، ساعيةً إلى بناء جسر معرفي بين حقل إدارة المخاطر المعلوماتية وحقل علوم الأرصاد الجوية، وتقديم إطار تحليلي يُسهم في تعزيز جودة مخرجات التنبؤ من خلال تحسين البيانات المُغذية لأنظمتها.

مشكلة الدراسة

تُشكّل التنبؤات الجوية ركيزة استراتيجية لا غنى عنها في منظومة صنع القرار على المستويات كافة، إذ تتوقف عليها قرارات بالغة الحساسية تمتد من إدارة الكوارث الطبيعية والتحذيرات المبكرة وحماية الأرواح

والممتلكات، مروراً بتخطيط العمليات في قطاعات الطيران المدني والزراعة والنقل البحري والطاقة، وصولاً إلى التخطيط الحضري وإدارة الموارد المائية. وقد شهد العقد الأخير تحولاً جذرياً في البنية التقنية لأنظمة التنبؤ الجوي، حيث باتت تعتمد اعتماداً متزايداً على كميات هائلة ومتنوعة من البيانات المتدفقة في الزمن الحقيقي من مصادر متعددة تشمل محطات الرصد الأرضية والأقمار الاصطناعية والرادارات ومحطات الراديو سوند وأجهزة الاستشعار البيئية والنماذج العددية وبيانات إعادة التحليل.

وتكشف الدراسات العلمية الحديثة عن فجوة واضحة في تكامل إدارة مخاطر البيانات مع منظومة التنبؤ الجوي. فقد أشارت دراسة (Bližnák et al. (2024 في مراجعتها المنهجية للأدبيات المنشورة خلال الفترة 2017-2023 إلى أن أغلب أطر حوكمة البيانات القائمة تُعطي الأولوية للامتثال التنظيمي وجودة البيانات دون أن تدمج إدارة المخاطر بصورة منهجية وشاملة في بنيتها. كما أكدت دراسة Elgendy et al. (2025) أن أطر الحوكمة التقليدية مثل DAMA-DMBOK و COBIT و GDPR تقتصر إلى القدرة على التكيف الديناميكي مع المخاطر المتطورة في البيئات الرقمية الحديثة. وفي السياق ذاته، أوضحت دراسة (Zhang et al. (2023 أن غياب نهج منهجي لإدارة مخاطر البيانات في بيئات البيانات الضخمة يُعرض المؤسسات لمخاطر جسيمة ت طال الخصوصية والأمن والجودة والامتثال.

وبناءً على ما تقدم، وانطلاقاً من الملاحظة الميدانية التي تُشير إلى أن مراكز الأرصاد الجوية تُركّز جهودها على تطوير النماذج والخوارزميات دون إيلاء اهتمام كافٍ لإدارة المخاطر المرتبطة بالبيانات المغذية لتلك النماذج، ومن ندرة الدراسات العلمية التي تربط بين إدارة مخاطر البيانات بأبعادها المنهجية وبين موثوقية التنبؤات الجوية، تتبلور مشكلة هذه الدراسة في التساؤل الرئيسي التالي:

ما أثر إدارة مخاطر البيانات بأبعادها (تحديد مخاطر البيانات، تقييم مخاطر البيانات، معالجة مخاطر البيانات، مراقبة مخاطر البيانات ومراجعتها) على موثوقية التنبؤات الجوية في مراكز الأرصاد الجوية؟

أهداف الدراسة

تهدف هذه الدراسة إلى دراسة أثر إدارة مخاطر البيانات بأبعادها الأربعة (تحديد مخاطر البيانات، تقييم مخاطر البيانات، معالجة مخاطر البيانات، مراقبة مخاطر البيانات ومراجعتها) على موثوقية التنبؤات الجوية في هيئات ومراكز الأرصاد الجوية.

ويتفرع من هذا الهدف الرئيسي الأهداف الفرعية التالية:

- قياس أثر بُعد تقييم مخاطر البيانات على موثوقية التنبؤات الجوية، من حيث القدرة على تحليل احتمالية وقوع كل خطر وتقدير حجم تأثيره على مخرجات نماذج التنبؤ، واستخدام أدوات التقييم الكمي والنوعي لترتيب المخاطر وفق أولويتها وخطورتها.
- قياس أثر بُعد معالجة مخاطر البيانات على موثوقية التنبؤات الجوية، من حيث فاعلية الاستراتيجيات والإجراءات المتخذة للتعامل مع المخاطر المحددة سواء بالتجنب أو التخفيف أو النقل أو القبول، بما في ذلك تطبيق خوارزميات تنقية البيانات ومراقبة الجودة وآليات التصحيح التلقائي.
- قياس أثر بُعد مراقبة مخاطر البيانات ومراجعتها على موثوقية التنبؤات الجوية، من حيث مدى استمرارية رصد المخاطر المتبقية والمستجدة وتقييم فاعلية إجراءات المعالجة المتخذة، وتحديث سجل المخاطر دورياً في ضوء التغيرات التقنية والتشغيلية.
- تقديم إطار مقترح لتعزيز ممارسات إدارة مخاطر البيانات في مراكز الأرصاد الجوية بما ينعكس إيجاباً على رفع مستوى موثوقية التنبؤات الجوية، واقتراح توصيات عملية قابلة للتطبيق في ضوء النتائج المتحققة.

أسئلة الدراسة

السؤال الرئيسي:

ما أثر إدارة مخاطر البيانات بأبعادها (تحديد مخاطر البيانات، تقييم مخاطر البيانات، معالجة مخاطر البيانات، مراقبة مخاطر البيانات ومراجعتها) على موثوقية التنبؤات الجوية في مراكز الأرصاد الجوية؟

الأسئلة الفرعية:

- ما أثر بُعد تحديد مخاطر البيانات على موثوقية التنبؤات الجوية في مراكز الأرصاد الجوية محل الدراسة؟
- ما أثر بُعد تقييم مخاطر البيانات على موثوقية التنبؤات الجوية في مراكز الأرصاد الجوية محل الدراسة؟

- ما أثر بُعد معالجة مخاطر البيانات على موثوقية التنبؤات الجوية في مراكز الأرصاد الجوية محل الدراسة؟
- ما أثر بُعد مراقبة مخاطر البيانات ومراجعتها على موثوقية التنبؤات الجوية في مراكز الأرصاد الجوية محل الدراسة؟

فروض الدراسة

الفرض الرئيسي:

H_0 : لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) لإدارة مخاطر البيانات بأبعادها (تحديد مخاطر البيانات، تقييم مخاطر البيانات، معالجة مخاطر البيانات، مراقبة مخاطر البيانات ومراجعتها) على موثوقية التنبؤات الجوية في مراكز الأرصاد الجوية محل الدراسة.

الفروض الفرعية:

H_{01} : لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) لُبُعد تحديد مخاطر البيانات على موثوقية التنبؤات الجوية في مراكز الأرصاد الجوية محل الدراسة.

H_{02} : لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) لُبُعد تقييم مخاطر البيانات على موثوقية التنبؤات الجوية في مراكز الأرصاد الجوية محل الدراسة.

H_{03} : لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) لُبُعد معالجة مخاطر البيانات على موثوقية التنبؤات الجوية في مراكز الأرصاد الجوية محل الدراسة.

H_{04} : لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) لُبُعد مراقبة مخاطر البيانات ومراجعتها على موثوقية التنبؤات الجوية في مراكز الأرصاد الجوية محل الدراسة.

أهمية الدراسة

الأهمية العلمية (النظرية):

- تُعد هذه الدراسة من الدراسات الرائدة التي تربط بين حقلين بحثيين نادراً ما جُمعا في إطار واحد، وهما إدارة مخاطر البيانات من جهة وموثوقية التنبؤات الجوية من جهة أخرى، مما يسهم في بناء جسر معرفي بين تخصصات إدارة المعلومات وعلوم الأرصاد الجوية.
- تقدم الدراسة إسهاماً نظرياً متميزاً من خلال تطوير نموذج مفاهيمي يحدد أبعاد إدارة مخاطر البيانات الأربعة (التحديد، التقييم، المعالجة، المراقبة والمراجعة) ويختبر أثر كل منها على موثوقية التنبؤات الجوية، وهو ما يُثري الأدبيات الأكاديمية بإطار تحليلي قابل للاختبار والتطوير.
- تسهم الدراسة في تعزيز التوجه البحثي نحو الدراسات البيئية التي تدمج مفاهيم حوكمة البيانات وإدارة المخاطر مع التطبيقات العلمية التشغيلية، مما يفتح آفاقاً بحثية جديدة أمام الباحثين في كلا المجالين.

الأهمية العملية (التطبيقية):

- تُوفر الدراسة لمراكز الأرصاد الجوية رؤية عملية واضحة حول كيفية تأثير ممارسات إدارة مخاطر البيانات على دقة وموثوقية التنبؤات، مما يمكّنها من تركيز جهودها على الأبعاد الأكثر تأثيراً.
- تُزوّد النتائج المتوقعة صانعي القرار في هيئات الأرصاد الجوية بمؤشرات كمية حول الوزن النسبي لكل بُعد من أبعاد إدارة مخاطر البيانات، مما يساعدهم في تخصيص الموارد والاستثمارات التقنية بصورة أكثر رشداً وكفاءة.
- تأتي الدراسة في توقيت بالغ الأهمية يشهد فيه قطاع الأرصاد الجوية تحولاً رقمياً متسارعاً مع تزايد الاعتماد على نماذج الذكاء الاصطناعي والبيانات الضخمة، مما يُضاعف حجم المخاطر المرتبطة بالبيانات ويجعل إدارتها ضرورة تشغيلية لا ترفاً إدارياً.
- تسعى الدراسة إلى صياغة توصيات عملية وإطار إجرائي يمكن لمراكز الأرصاد الجوية تبنيه مباشرة لتعزيز ممارسات إدارة مخاطر البيانات لديها، مع مراعاة الخصوصيات التشغيلية والتقنية لهذا القطاع.

الدراسات السابقة:

المحور الأول: إدارة مخاطر البيانات (المتغير المستقل) وعلاقته بمتغيرات أخرى

الدراسة الأولى: الشطناوي (2022)

هدفت هذه الدراسة إلى قياس أثر تحليل البيانات الضخمة في تحسين جودة التقارير المالية في الشركات المساهمة العامة الأردنية، مع دراسة الدور الوسيط لحوكمة تكنولوجيا المعلومات وفق إطار COBIT. تناولت الدراسة ثلاثة أبعاد رئيسية هي تحليل البيانات الضخمة بوصفه متغيراً مستقلاً، وجودة التقارير المالية بوصفها متغيراً تابعاً، وحوكمة تكنولوجيا المعلومات بوصفها متغيراً وسيطاً. اعتمد الباحث المنهج الوصفي التحليلي، حيث صُممت استبانة ووُزعت على عينة بلغت 379 فرداً من العاملين في المستويات الإدارية العليا والوسطى بالشركات المدرجة في بورصة عمان. استُخدم الإحصاء الوصفي وتحليل الانحدار الخطي البسيط وتحليل المسار لاختبار الفرضيات. توصلت الدراسة إلى وجود أثر ذي دلالة إحصائية لتحليل البيانات الضخمة في تحسين جودة التقارير المالية بشكل مباشر، فضلاً عن وجود أثر غير مباشر من خلال حوكمة تكنولوجيا المعلومات كمتغير وسيط. أوصت الدراسة بضرورة استثمار الشركات في التقنيات اللازمة للتعامل مع البيانات الضخمة وتوفير وسائل الأمن لحماية المعلومات بغرض تعظيم الاستفادة منها في استغلال الفرص وتجنب التهديدات (DOI: 10.53796/hnsj3729).

الدراسة الثانية (2023) Zhang, X. et al.

سعت هذه الدراسة إلى تطوير نهج منهجي متكامل لإدارة مخاطر البيانات الطبية الضخمة باستخدام شبكات الاعتقاد البايزية، وذلك في ظل التحديات المتزايدة التي يفرضها التوسع في رقمنة القطاع الصحي. تمثلت أبعاد الدراسة في أربعة أنواع رئيسية من المخاطر هي مخاطر الخصوصية ومخاطر أمن البيانات ومخاطر جودة البيانات ومخاطر الامتثال التنظيمي. اعتمدت الدراسة المنهج التحليلي المبني على النمذجة الاحتمالية، حيث بُني نموذج شبكات الاعتقاد البايزية لتحديد العلاقات السببية بين عوامل المخاطر المختلفة وحساب احتمالات وقوعها. استُخدمت بيانات حقيقية من مؤسسات رعاية صحية تتعامل مع كميات ضخمة من البيانات الطبية. أظهرت النتائج فعالية النموذج في تحديد المخاطر وتقييمها والتنبؤ بها بدقة عالية، مما يُمكن المؤسسات الصحية من اتخاذ إجراءات وقائية استباقية بدلاً

من ردود الفعل اللاحقة. أوصت الدراسة بتبني شبكات الاعتقاد البايزية كأداة أساسية في منظومة إدارة مخاطر البيانات الطبية الضخمة، وبتعزيز التكامل بين أنظمة إدارة المخاطر والأنظمة المعلوماتية الصحية، وتطوير سياسات حوكمة بيانات استباقية تستجيب لتعقيدات البيئة الرقمية في القطاع الصحي .

الدراسة الثالثة (Gonçalves et al. (2024

استهدفت هذه الدراسة تقديم مراجعة منهجية واسعة النطاق لمجال حوكمة البيانات، بما يشمل المفاهيم الجوهرية والأطر النظرية ونماذج تقييم النضج، مع تسليط الضوء على العلاقة بين حوكمة البيانات وضمان البيانات والطب الشرعي الرقمي. اعتمدت الدراسة بروتوكول PRISMA كمنهجية للمراجعة المنهجية، إلى جانب استخدام أدوات الرسم الخرائطي الببليومتري لتحليل الإنتاج العلمي في هذا الحقل. غطت المراجعة أبعاداً تشمل حوكمة البيانات وجودة البيانات وضمان البيانات والطب الشرعي الرقمي . أسفرت النتائج عن أن حوكمة البيانات الفعالة تمثل عاملاً استراتيجياً حاسماً في التحكم بقيمة المؤسسات وتعظيمها، خاصة في ظل المشهد الرقمي المتسارع حيث تمثل البيانات سلاحاً خفياً يدعم صنع القرار ويحدد نجاح المؤسسات. كما كشفت المراجعة عن فجوات بحثية واضحة في مجال تكامل حوكمة البيانات مع ضمان الجودة والطب الشرعي الرقمي. أوصت الدراسة بتزويد المؤسسات والممارسين والباحثين بالمعارف والأدوات العملية الضرورية لتصميم مبادرات حوكمة البيانات وتطبيقها بفاعلية، مع التركيز على مواجهة التحديات الناشئة واقتناص فرص التحسين

الدراسة الرابعة (Blišnák et al.. (2024

هدفت هذه الدراسة إلى إجراء مراجعة منهجية تدريجية للأدبيات العلمية المنشورة حول حوكمة البيانات خلال الفترة الممتدة من 2017 إلى 2023، بغرض رسم صورة شاملة للاتجاهات البحثية الراهنة وتحديد الفجوات المعرفية. شملت أبعاد الدراسة أطر حوكمة البيانات ونماذج النضج وإدارة جودة البيانات وإدارة المخاطر والامتثال التنظيمي. اعتمد الباحثون منهجية المراجعة المنهجية المنظمة لتحليل المقالات العلمية المنشورة في الفترة المحددة. كشفت النتائج عن تزايد لاف في حجم الاهتمام البحثي بحوكمة البيانات على مدار السنوات المدروسة، غير أن المراجعة أبرزت نقصاً جوهرياً في دمج عنصر إدارة المخاطر ضمن أطر حوكمة البيانات القائمة، إذ تميل معظم الأطر إلى إعطاء الأولوية لجودة البيانات والامتثال التنظيمي دون معالجة كافية لمكونات إدارة المخاطر بصورة استباقية وشاملة. أوصت الدراسة بتطوير

أطر حوكمة بيانات أكثر شمولاً وتكاملاً تدمج إدارة المخاطر في بنيتها الأساسية، وبالإفادة من تقنيات الذكاء الاصطناعي لتعزيز قدرات الحوكمة، وبإجراء بحوث تطبيقية في بيئات تنظيمية وتقنية متنوعة .

Elgendy et al. (2025) الدراسة الخامسة

انطلقت هذه الدراسة من قصور أطر حوكمة البيانات التقليدية مثل DAMA-DMBOK و NIST و DGM و COBIT و GDPR في التعامل مع التهديدات المتطورة في النظم الرقمية الحديثة، فقدمت إطاراً مفاهيمياً ديناميكياً متكيفاً مع المخاطر أطلق عليه . DRADG يتألف الإطار من خمس طبقات مترابطة هي تقييم جودة البيانات والمخاطر والسياسات والحوكمة والعمليات والتحكم والتحليلات والاستخبارات والتكامل وقابلية التشغيل البيني، يربطها محرك سياقي وإعٍ بالمخاطر يُسمى RACE يستخدم رسوماً بيانية معرفية وتقنيات ذكاء اصطناعي متعددة تشمل شبكات بايزية وشبكات عصبية عميقة وتعلم تعزيزي عميق . (DQN) اعتمد الباحثون منهج علم التصميم الذي تضمن مراجعة مقارنة هيكلية للأطر القائمة ثم تصميم الإطار المقترح واختباره . أظهرت النتائج أن DRADG يعزز استجابة الحوكمة بشكل ملحوظ ويقلص التعرض لمخاطر الامتثال، حيث بلغ زمن الاستجابة المتوسط للتهديدات الحرجة 850 مللي ثانية. أوصت الدراسة بالانتقال من أطر الحوكمة الثابتة إلى أطر ديناميكية تدمج إدارة المخاطر والذكاء الاصطناعي في كل مستوى من مستويات حوكمة البيانات

المحور الثاني: موثوقية التنبؤات الجوية (المتغير التابع) وعلاقته بمتغيرات أخرى

الدراسة السادسة: عثمان (2024)

هدفت هذه الدراسة إلى بناء نموذج تنبؤي لمعدلات هطول الأمطار في منطقة الباحة بالمملكة العربية السعودية باستخدام نماذج Box-Jenkins ARIMA ، مع دراسة مدى تأثير المتغيرات المناخية المختلفة على معدلات الهطول. تمثلت أبعاد الدراسة في ثلاثة متغيرات مستقلة هي درجة الحرارة والرطوبة النسبية وسرعة الرياح، في حين مثلت معدلات هطول الأمطار المتغير التابع. اعتمدت الدراسة المنهج التحليلي الكمي القائم على نمذجة السلاسل الزمنية. استُقيت البيانات من وزارة المياه السعودية والرئاسة العامة للأرصاد الجوية، وغطت فترة زمنية امتدت ثلاثين عاماً من 1985 إلى 2014. أظهرت النتائج وجود تأثير ذي دلالة إحصائية لقيم الهطول التاريخية والرطوبة النسبية على التنبؤ بالهطول المستقبلي، مما

أكد القدرة التنبؤية العالية للنموذج المقترح. أوصت الدراسة بتبني هذا النموذج كأداة داعمة لعملية صنع القرار الإقليمي لا سيما في مجال إدارة الموارد المائية، وبتعميم تطبيق المنهجية لتشمل مناطق المملكة العربية السعودية كافة

دراسة (Bi, K. et al. (2023)

هدفت هذه الدراسة إلى تطوير نظام تنبؤ جوي عالمي قائم على الذكاء الاصطناعي قادر على تجاوز أداء أفضل أنظمة التنبؤ العددي التشغيلية في العالم. صمّم الباحثون بنية محول ثلاثي الأبعاد خاص بالأرض أطلق عليه DEST3، يعالج 69 متغيراً جويّاً تشمل 5 متغيرات في الطبقات العليا عند 13 مستوى ضغط و4 متغيرات سطحية. دُرِّبَت أربع شبكات عصبية بأزمدة استباق مختلفة (1 و3 و6 و24 ساعة) على بيانات إعادة التحليل ERA5 لمدة 39 عاماً (1979–2017) بإجمالي 341,880 عينة لكل حقبة تدريب، ولمدة 100 حقبة على مجموعة من 192 وحدة معالجة رسومية-NVIDIA Tesla V100 استغرقت 16 يوماً. تحتوي كل شبكة على نحو 64 مليون مُعلّمة. حقق النظام في تنبؤ Z500 لخمسة أيام جذر متوسط مربع خطأ 296.7 هيكوباسكال مقابل 333.7 لنظام IFS التشغيلي، وفي تتبع 88 إعصاراً مدارياً عام 2018 بلغ متوسط خطأ الموقع 120 كم لثلاثة أيام و196 كم لخمسة أيام متفوقاً على ECMWF-HRES. يُنجز الاستدلال في 1.4 ثانية فقط. أوصت الدراسة بدمج الذكاء الاصطناعي مع التنبؤ العددي وتوسيع المتغيرات لتشمل الهطول.

الدراسة التاسعة (Liu et al. (2024)

هدفت هذه الدراسة إلى تعزيز دقة التنبؤات الجوية من خلال تطوير نظام هجين يدمج نموذج التنبؤ الجوي WRF الإصدار 4.2 مع شبكة عصبية ذات انتشار خلفي (BP-ANN) لتصحيح تنبؤات درجة الحرارة ونسبة الخلط. صُمِّمَت الشبكة العصبية بثلاث طبقات مخفية تضم 128 و64 و32 عقدة على التوالي مع دالة تنشيط ReLU ومُحسِّن Adam بمعدل تعلم 0.001 ودالة خسارة MSE ولمدة 100 حقبة تدريب بحجم دفعة 32. استُخدمت بيانات راديوسوند من 10 محطات رصد في حوض نهر هواي بالصين لعام 2018 بإجمالي 8,414,306 عينة، قُسمَت إلى 0.1% للاختبار والباقي بنسبة 80% للتدريب و20% للتحقق. أظهرت النتائج تفوقاً واضحاً للنظام الهجين على نموذج WRF المنفرد في جميع مقاييس الأداء؛ إذ بلغ معامل التحديد R^2 لدرجة الحرارة 0.9935 مقابل 0.9909، ولنسبة الخلط

0.9677 مقابل 0.8954، مع تحسينات متسقة عبر المواسم الأربعة والمدن الست المدروسة. أوصت الدراسة بتبني النماذج الهجينة التي تجمع بين النمذجة الفيزيائية والتعلم الآلي كمنهجية واحدة لتحسين موثوقية التنبؤات الجوية: DOI: (Earth and Space Science, Vol. 11, 2024, 10.1029/2024EA003613).

الفجوة البحثية.

تتفق الدراسة الحالية مع عدد من الدراسات السابقة في جوانب متعددة تتصل بالهدف والمنهج وطبيعة المتغيرات المدروسة. فمن حيث الهدف العام، تتقاطع هذه الدراسة مع دراسة الشطناوي (2022) في السعي إلى قياس أثر متغير مستقل مرتبط بالبيانات الضخمة على متغير تابع يتصل بجودة المخرجات المؤسسية، كما تشترك مع دراسة Zhang et al. (2023) في تبني مدخل منهجي لإدارة مخاطر البيانات وتحديد أبعادها وتقييم علاقاتها السببية. ومن حيث المنهج، تلتقي الدراسة الحالية مع دراسة الشطناوي (2022) في اعتماد المنهج الوصفي التحليلي واستخدام الاستبانة أداة لجمع البيانات وتوظيف تحليل الانحدار لاختبار الفرضيات، كما تتفق مع دراستي Gonçaves et al. (2024) و Bližnák et al. (2024) في الاهتمام بحوكمة البيانات وإدارة جودتها بوصفها عنصراً محورياً في تعزيز مخرجات المؤسسات. ومن حيث طبيعة المتغير التابع، تتقاطع الدراسة الحالية مع دراسات Bi et al. (2023) و Ben Bouallègue et al. (2024) و Liu et al. (2024) وعثمان (2024) في اهتمامها بموثوقية التنبؤات الجوية ودقتها وتقييم أداء أنظمة التنبؤ، كما تتفق مع دراسة Elgendy et al. (2025) في التأكيد على ضرورة دمج إدارة المخاطر في أطر حوكمة البيانات بصورة ديناميكية وشاملة.

غير أن الدراسة الحالية تتميز عن الدراسات السابقة وتختلف معها في جوانب جوهرية متعددة. فمن حيث الهدف، لم تتناول أي من الدراسات السابقة العلاقة المباشرة بين إدارة مخاطر البيانات بأبعادها الأربعة (التحديد، التقييم، المعالجة، المراقبة والمراجعة) وموثوقية التنبؤات الجوية في إطار نموذج واحد متكامل، إذ ركزت دراسة الشطناوي (2022) على أثر تحليل البيانات الضخمة على جودة التقارير المالية في بيئة الشركات الأردنية، بينما انصبّت دراسة Zhang et al. (2023) على مخاطر البيانات الطبية الضخمة في القطاع الصحي، واقتصرت دراسات Gonçaves et al. (2024) و Bližnák et al. (2024) على المراجعة المنهجية للأدبيات دون اختبار ميداني، فيما ركزت دراسة Elgendy et al.

(2025) على تصميم إطار مفاهيمي دون تطبيقه في قطاع محدد. ومن حيث بيئة التطبيق، تتفرد الدراسة الحالية بتطبيقها في قطاع الأرصاد الجوية الذي لم تتناوله أي من الدراسات السابقة المتعلقة بإدارة مخاطر البيانات، حيث طُبِّقت الدراسات السابقة في بيئات مختلفة تماماً كالشركات المساهمة العامة الأردنية والمؤسسات الصحية والبيئة الأكاديمية النظرية. كما تختلف الدراسة الحالية من حيث المنهج عن دراسات المحور الثاني المتعلقة بموثوقية التنبؤات الجوية، إذ اعتمدت دراسة (Bi et al. (2023 على تدريب شبكات عصبية عميقة على بيانات ERA5، واستخدمت دراسة Ben Bouallègue et al. (2024) منهجاً إحصائياً مقارناً لتقييم النماذج، وطُبِّقت دراسة (Liu et al. (2024) منهجاً هجيناً يجمع بين النمذجة الفيزيائية والتعلم الآلي، واستخدمت دراسة عثمان (2024) نماذج السلاسل الزمنية ARIMA، بينما تتبنى الدراسة الحالية المنهج الوصفي التحليلي القائم على الاستبانة لقياس أثر إدارة مخاطر البيانات من منظور العاملين في مراكز الأرصاد الجوية، وهو ما يُضفي بُعداً إنسانياً ومؤسسياً يُكَمِّل الأبعاد التقنية التي ركزت عليها الدراسات السابقة.

المنطلقات النظرية للدراسة:

أولاً: مفهوم إدارة مخاطر البيانات

تُعرَّف إدارة مخاطر البيانات بأنها مجموعة منهجية ومتكاملة من العمليات والسياسات والإجراءات التي تستهدف التعامل بصورة استباقية ومنظمة مع التهديدات والمخاطر التي قد تطل البيانات في مراحل دورة حياتها كافة، بدءاً من جمعها ونقلها وتخزينها ومعالجتها وصولاً إلى استخدامها والتخلص منها. ولا يقتصر هذا المفهوم على البُعد التقني المتعلق بأمن المعلومات وحمايتها من الاختراقات والتسريبات، وإنما يمتد ليشمل أبعاداً أوسع تتصل بسلامة البيانات واكتمالها ودقتها واتساقها وتوافرها في الوقت المناسب وبالشكل المطلوب. وقد أشارت دراسة (Gonçalves et al. (2024 إلى أن حوكمة البيانات الفعالة التي تدمج إدارة المخاطر في بنيتها تمثل عاملاً استراتيجياً حاسماً في تعظيم قيمة المؤسسات في ظل المشهد الرقمي المتسارع، حيث تؤدي البيانات دوراً محورياً في دعم صنع القرار وتحديد القدرة التنافسية. ويرتكز هذا المفهوم على معيار ISO 31000 الدولي لإدارة المخاطر الذي يُقدِّم إطاراً مبدئياً شاملاً يتضمن عمليات تحديد المخاطر وتحليلها وتقييمها ومعالجتها ومراقبتها ومراجعتها، وهو الإطار الذي تستند إليه هذه الدراسة في تحديد أبعاد المتغير المستقل.

ثانياً: أبعاد إدارة مخاطر البيانات

تتبنى هذه الدراسة أربعة أبعاد لإدارة مخاطر البيانات مستمدة من الأدبيات العلمية والأطر المعيارية الدولية، وذلك على النحو التالي:

البُعد الأول - تحديد مخاطر البيانات (Data Risk Identification): يُشير هذا البُعد إلى العملية المنهجية الرامية إلى اكتشاف مصادر التهديد المحتملة التي قد تطلّ البيانات وتوصيفها وتصنيفها، ويشمل ذلك المخاطر الناجمة عن أعطال الأجهزة والبرمجيات وأخطاء الإدخال البشري وثغرات نقل البيانات وعدم تجانس المصادر والتهديدات السيبرانية. وقد أكدت دراسة (Zhang et al. (2023 أن بناء تصنيف منهجي لمخاطر البيانات يُمثل الخطوة التأسيسية الأولى في أي منظومة فعالة لإدارة المخاطر، حيث لا يمكن التعامل مع خطر لم يُحدّد ويوصّف بدقة. ويتطلب هذا البُعد استخدام تقنيات متنوعة تشمل تحليل السيناريوهات والعصف الذهني ومراجعة السجلات التاريخية وتحليل تدفق البيانات عبر المنظومة.

البُعد الثاني - تقييم مخاطر البيانات (Data Risk Assessment): يتناول هذا البُعد تحليل المخاطر التي جرى تحديدها وتقدير احتمالية وقوع كل منها وحجم تأثيره المحتمل على أهداف المؤسسة ومخرجاتها، ثم ترتيبها وفق أولويتها وخطورتها. وتتراوح أدوات التقييم بين الأساليب النوعية كمصفوفة الاحتمالية والأثر والأساليب الكمية كالنمذجة الاحتمالية. وقد وظّفت دراسة (Zhang et al. (2023 شبكات الاعتقاد البايزية كأداة متقدمة لتقييم مخاطر البيانات الطبية الضخمة، مُثبتةً فعاليتها في حساب الاحتمالات الشرطية للمخاطر وتحديد العلاقات السببية بين عواملها المختلفة. كما أشارت دراسة (Elgendy et al. (2025 إلى أن محرك RACE في إطار DRADG يستخدم معادلة تسجيل مخاطر تجمع بين معدل الخطأ ودرجة التأثير لتقديم تقييم كمي دقيق وآني للمخاطر.

البُعد الثالث - معالجة مخاطر البيانات (Data Risk Treatment): يُعنى هذا البُعد بتصميم الاستراتيجيات والإجراءات الكفيلة بالتعامل مع المخاطر المُقيّمة وتنفيذها، وتتضمن هذه الاستراتيجيات أربعة خيارات رئيسية هي تجنب الخطر وتخفيف حدته ونقله إلى طرف ثالث وقبوله مع رصده. وفي سياق البيانات، تشمل إجراءات المعالجة تطبيق خوارزميات تنقية البيانات وبروتوكولات مراقبة الجودة وآليات التصحيح التلقائي وتقنيات التشفير والنسخ الاحتياطي وسياسات التحكم في الوصول. وقد أكدت

دراسة الشطناوي (2022) أن توفير التقنيات اللازمة للتعامل مع البيانات الضخمة وتوفير وسائل الأمن فيها يُمثل ضرورة لتحقيق أقصى درجات الاستفادة واستغلال الفرص وتجنب التهديدات.

البُعد الرابع - مراقبة مخاطر البيانات ومراجعتها: (Data Risk Monitoring and Review)

يتضمن هذا البُعد الرصد المستمر للمخاطر المتبقية والمستجدة وتقييم مدى فاعلية إجراءات المعالجة المتخذة وتحديث سجل المخاطر دورياً في ضوء المستجدات التقنية والتشغيلية. وتؤكد الأدبيات أن المراقبة المستمرة ليست مرحلة نهائية بل حلقة تغذية راجعة دائمة تُعيد تنشيط دورة إدارة المخاطر بأكملها. وقد أشارت دراسة Bližnák et al. (2024) إلى أن غياب آليات المراقبة المستمرة يُمثل أحد أبرز نقاط الضعف في أطر حوكمة البيانات القائمة، مؤكدة الحاجة إلى أطر ديناميكية تستجيب للتغيرات في الزمن الحقيقي. كما طوّرت دراسة Elgendy et al. (2025) محرك RACE بحلقات تغذية راجعة ثلاثية المستويات تعمل في الزمن الحقيقي وشبه الحقيقي والدوري لضمان استمرارية المراقبة والتكيف.

ثالثاً: مفهوم موثوقية التنبؤات الجوية

تُعرّف موثوقية التنبؤات الجوية بأنها الدرجة التي تعكس بها مخرجات أنظمة التنبؤ الحالة الجوية الفعلية بدقة واتساق واعتمادية عبر الزمن والمكان، بما يُمكن المستفيدين من الاعتماد عليها في اتخاذ قراراتهم بمستوى مقبول من الثقة. ولا تقتصر الموثوقية على بُعد الدقة الرقمية فحسب، وإنما تمتد لتشمل اتساق الأداء التنبؤي عبر الظروف الجوية المختلفة وقدرة النظام على التنبؤ بالأحداث المتطرفة وعدم وجود انحيازات منهجية تُشوّه المخرجات. وقد أجرت دراسة Ben Bouallègue et al. (2024) أول تقييم إحصائي شامل لموثوقية تنبؤات التعلم الآلي في سياق تشغيلي واقعي، مستخدمةً مقاييس متعددة تشمل جذر متوسط مربع الخطأ ومعامل الارتباط الشاذ ومنحنيات ROC ومخططات Q-Q للتحقق من الاتساق الإحصائي بين التنبؤات والرصدات. كما أثبتت دراسة Bi et al. (2023) أن نموذج Pangu-Weather حقق موثوقية عالية في التنبؤ بالمتغيرات الجوية العليا وتتبع الأعاصير المدارية، لكن مع تحفظات تتعلق بسلاسة الحقول المتنبأ بها وضعف تمثيل الظواهر صغيرة النطاق.

رابعاً: العلاقة النظرية بين إدارة مخاطر البيانات وموثوقية التنبؤات الجوية

تستند العلاقة النظرية بين المتغيرين إلى مسلمة مفادها أن جودة مخرجات أي نظام معلوماتي مرهونة حتماً بجودة مدخلاته. وفي سياق التنبؤ الجوي، تُشكّل البيانات الجوية المادة الخام الأساسية التي تُغذي النماذج الحسابية والخوارزميات التنبؤية، وبالتالي فإن أي خلل في هذه البيانات لم يُكتشف ولم يُعالج ينتقل مباشرة إلى مخرجات التنبؤ ويُضعف موثوقيتها. وقد أثبتت دراسة (Liu et al. (2024 أن تحسين دقة نموذج WRF-BPNN الهجين ارتبط ارتباطاً وثيقاً بجودة بيانات التدريب المستمدة من محطات الراديو سوند، كما أكدت دراسة عثمان (2024) أن القدرة التنبؤية لنماذج ARIMA تتوقف على اكتمال البيانات التاريخية وسلامتها. وعليه نقترح هذه الدراسة أن تطبيق إدارة منهجية وشاملة لمخاطر البيانات بأبعادها الأربعة يُساهم في تحسين البيانات المُغذية لأنظمة التنبؤ الجوي، مما ينعكس إيجاباً على مستوى موثوقية مخرجاتها. ويُوضّح الشكل التالي النموذج المفاهيمي المقترح للدراسة الذي يربط بين أبعاد المتغير المستقل (إدارة مخاطر البيانات) والمتغير التابع (موثوقية التنبؤات الجوية)

المنهجية وطرق البحث:

سوف تعتمد هذه الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي بوصفه المنهج الأكثر ملاءمة لطبيعة الموضوع وأهدافه، إذ يُتيح هذا المنهج وصف ظاهرة إدارة مخاطر البيانات وموثوقية التنبؤات الجوية كما هي في الواقع الفعلي، ثم تحليل العلاقات والأثر بين المتغيرات تحليلًا كمياً دقيقاً يستند إلى أدوات إحصائية متقدمة. وسيضمن الجانب الوصفي رصد مستوى تطبيق أبعاد إدارة مخاطر البيانات الأربعة (تحديد مخاطر البيانات، تقييم مخاطر البيانات، معالجة مخاطر البيانات، مراقبة مخاطر البيانات ومراجعتها) في مراكز الأرصاد الجوية محل الدراسة، ورصد مستوى موثوقية التنبؤات الجوية من وجهة نظر العاملين فيها، بينما سيتضمن الجانب التحليلي اختبار فرضيات الدراسة وقياس أثر كل بُعد من أبعاد المتغير المستقل على المتغير التابع.

وسوف يُوظّف هذا المنهج من خلال مرحلتين متكاملتين: المرحلة الأولى نظرية تستعرض الأدبيات العلمية والدراسات السابقة ذات الصلة بمتغيري الدراسة لبناء الإطار المفاهيمي والنظري، والمرحلة الثانية ميدانية تتضمن تصميم استبانة مُحكّمة وتوزيعها على أفراد عينة الدراسة وجمع البيانات الأولية ومعالجتها إحصائياً باستخدام برنامج الحزم الإحصائية للعلوم الاجتماعية (SPSS) واختبار الفرضيات واستخلاص

النتائج وصياغة التوصيات في ضوءها. ويضمن هذا التصميم المنهجي المزدوج تحقيق التكامل بين العمق النظري والدقة الميدانية بما يكفل الوصول إلى نتائج موثوقة وقابلة للتعميم.

مجتمع الدراسة وعينتها

سوف يتكوّن مجتمع الدراسة من جميع العاملين في الوظائف الفنية والإدارية ذات الصلة بإدارة البيانات والتنبؤات الجوية في الهيئة العامة للأرصاد الجوية وفروعها ومراكزها التشغيلية، ويشمل ذلك المتبئين الجويين ومهندسي البيانات ومحلي البيانات الجوية ومسؤولي نظم المعلومات ومديري الجودة ومسؤولي إدارة المخاطر والكوارث الإشرافية المرتبطة بعمليات التشغيل والتنبؤ. ووفقاً للبيانات المتاحة من الهيكل التنظيمي للهيئة، يُقدّر حجم مجتمع الدراسة بنحو (450) موظفاً وموظفة يعملون في التخصصات والمستويات الوظيفية المستهدفة.

وسوف تُستخدم طريقة العينة العشوائية الطبقية لضمان تمثيل متوازن لمختلف الأقسام والمستويات الوظيفية، حيث سيُحدّد الحجم الأدنى المطلوب للعينة وفقاً لمعادلة ستيفن ثومبسون (Steven Thompson) عند مستوى ثقة 95% وهامش خطأ 5%، وهو ما يُقدّر بنحو (208) (مفردة كحد أدنى). وسوف يستهدف الباحث توزيع (250) استبانة لتعويض حالات عدم الاستجابة والاستبانة غير الصالحة للتحليل، مع السعي للحصول على معدل استجابة لا يقل عن 80%. وستوزّع الاستبانة إلكترونياً عبر منصة Google Forms ويدوياً في المواقع التشغيلية التي يصعب فيها الوصول الإلكتروني، وذلك لضمان أعلى نسبة تمثيل ممكنة لمجتمع الدراسة.

مصادر جمع البيانات

سوف تعتمد الدراسة على نوعين من مصادر جمع البيانات. أما المصادر الثانوية فتشمل الكتب والمراجع العلمية المتخصصة والدوريات والمجلات العلمية المحكمة العربية والأجنبية والرسائل الجامعية (ماجستير ودكتوراه) والتقارير الرسمية الصادرة عن هيئات الأرصاد الجوية والمنظمات الدولية ذات الصلة وقواعد البيانات الإلكترونية مثل Scopus و Web of Science و Google Scholar، وذلك لبناء الإطار النظري والمفاهيمي للدراسة واستعراض الدراسات السابقة. وأما المصادر الأولية فتتمثل في الاستبانة التي

سُيُصمَّمها الباحث خصيصاً لأغراض هذه الدراسة بوصفها الأداة الرئيسية لجمع البيانات الميدانية من أفراد عينة الدراسة.

أداة الدراسة

سوف تتكوّن أداة الدراسة (الاستبانة) من ثلاثة أقسام رئيسية مُصمَّمة وفق مقياس ليكرت الخماسي (موافق بشدة، موافق، محايد، غير موافق، غير موافق بشدة):

القسم الأول: البيانات الديموغرافية والوظيفية يتضمن بيانات عامة عن المستجيبين تشمل المؤهل العلمي وسنوات الخبرة والتخصص والمسمى الوظيفي.

القسم الثاني: المتغير المستقل – إدارة مخاطر البيانات (16 فقرة) يُقاس من خلال أربعة أبعاد، يتضمن كل بُعد (4) فقرات، وذلك على النحو التالي:

- **البُعد الأول:** تحديد مخاطر البيانات – (4) فقرات.
- **البُعد الثاني:** تقييم مخاطر البيانات – (4) فقرات.
- **البُعد الثالث:** معالجة مخاطر البيانات – (4) فقرات.
- **البُعد الرابع:** مراقبة مخاطر البيانات ومراجعتها – (4) فقرات.

القسم الثالث: المتغير التابع – موثوقية التنبؤات الجوية (12 فقرة) يُقاس بمحور أحادي يتضمن (12) فقرة تغطي جوانب الدقة والاتساق والاعتمادية وشمولية مخرجات التنبؤ الجوي.

وبذلك يبلغ إجمالي فقرات الاستبانة (28) فقرة، بالإضافة إلى فقرات البيانات الديموغرافية. وسوف تُعرض الاستبانة على مجموعة من المحكّمين المتخصصين في إدارة المخاطر ونظم المعلومات وعلوم الأرصاد الجوية للتحقق من صدقها الظاهري وصدق المحتوى، كما سيُحسب معامل ثبات ألفا كرونباخ (Cronbach's Alpha) للتأكد من اتساقها الداخلي، حيث سيُعتمد معامل ثبات لا يقل عن (0.70) كحد أدنى مقبول.

الأساليب الإحصائية المستخدمة

سوف تُعالج البيانات المجمعة باستخدام برنامج الحزم الإحصائية للعلوم الاجتماعية (SPSS) ، وسيُستعان بالأساليب الإحصائية التالية:

- معامل ألفا كرونباخ (Cronbach's Alpha) لقياس ثبات أداة الدراسة واتساقها الداخلي.
- الإحصاء الوصفي: المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية والتكرارات والنسب المئوية لوصف خصائص العينة ومستوى استجابات أفرادها على محاور الاستبانة.
- معامل ارتباط بيرسون (Pearson Correlation) لقياس قوة واتجاه العلاقة بين أبعاد المتغير المستقل والمتغير التابع.
- تحليل الانحدار الخطي البسيط (Simple Linear Regression) لاختبار أثر كل بُعد من أبعاد إدارة مخاطر البيانات على حدة على موثوقية التنبؤات الجوية.
- تحليل الانحدار الخطي المتعدد (Multiple Linear Regression) لاختبار الأثر المشترك لأبعاد إدارة مخاطر البيانات مجتمعة على موثوقية التنبؤات الجوية وتحديد الوزن النسبي لكل بُعد.
- اختبار (T-Test) للعينات المستقلة: للكشف عن الفروق في الاستجابات وفقاً للمتغيرات الديموغرافية ثنائية الفئة.
- تحليل التباين الأحادي (One-Way ANOVA) للكشف عن الفروق في الاستجابات وفقاً للمتغيرات الديموغرافية متعددة الفئات، مع استخدام اختبار شيفيه (Scheffé) للمقارنات البعدية عند وجود فروق دالة.
- معامل تضخم التباين (VIF) واختبار التحمل (Tolerance) للتحقق من عدم وجود مشكلة ازدواج خطي متعدد بين المتغيرات المستقلة.

حدود الدراسة

- الحدود الموضوعية: ستقتصر الدراسة على دراسة أثر إدارة مخاطر البيانات بأبعادها الأربعة (تحديد مخاطر البيانات، تقييم مخاطر البيانات، معالجة مخاطر البيانات، مراقبة مخاطر البيانات)

ومراجعتها) على موثوقية التنبؤات الجوية، دون التطرق إلى أبعاد أخرى لإدارة المخاطر أو متغيرات وسيطة أو معدّلة.

- **الحدود المكانية:** ستُطبّق الدراسة على الهيئة العامة للأرصاد الجوية وفروعها ومراكزها التشغيلية.
- **الحدود البشرية:** ستقتصر الدراسة على العاملين في الوظائف الفنية والإدارية المرتبطة بإدارة البيانات والتنبؤات الجوية، وتشمل المتنبئين الجويين ومهندسي البيانات ومحليي البيانات الجوية ومسؤولي نظم المعلومات ومديري الجودة ومسؤولي إدارة المخاطر والكوادر الإشرافية.
- **الحدود الزمانية:** سيُجمَع البيانات الميدانية خلال الفصل الدراسي الثاني من العام الأكاديمي 2026/2027.

- أحمد، أميرة أحمد عثمان. (2024). استخدام نماذج أريما في التنبؤ بمعدلات هطول الأمطار في منطقة الباحة للفترة من 1985 إلى 2014. المجلة العربية للإدارة، 44(5)، 39-54.
<https://ajajournal.org/aja/article/view/567>
- البسيوني، بسمة عبدالرحمن. (2021). دور أثر الحوسبة السحابية كأحد تقنيات التحول الرقمي على هيكل التكاليف. مجلة البحوث المالية للتجارية والتمويل - جامعة بورسعيد، 2(2)، 652-667.
<https://journals.ekb.eg>
- بهاكام، سعيد. (2022). التنبؤ بتغيرات درجة الحرارة في منطقة ورقلة باستخدام خوارزميات التعلم العميق [رسالة ماجستير غير منشورة]. جامعة قاصدي مرباح ورقلة، الجزائر.
<https://dspace.univ-ouargla.dz/jspui/bitstream/123456789/30265/3>
- الجرد، عبدالرحمن الطاهر. (2020). تقييم دور نظم المعلومات المحاسبية في الحد من المخاطر المصرفية في ضوء معايير بازل. مجلة القرطاس للعلوم الإنسانية والتطبيقية، 8(8)، 385-408.
<https://alqurtas.alandalus-libya.org.ly/ojs/index.php/qjhar>
- الحربي، عبدالله وآخرون. (2024). التحليل المكاني لتقلبات هطول الأمطار في منطقة مكة المكرمة باستخدام بيانات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية. مجلة الآداب والعلوم الإنسانية - جامعة القصيم، 18(1)، 287-304.
<https://jahs.qu.edu.sa/index.php/jah/article/view/2627>
- خنفر، الصديق محمد، واكريم، حمزة محمد محمود. (2022). أثر إدارة مخاطر التحول الرقمي في تحسين كفاءة أمن المعلومات: دراسة على المصارف التجارية الليبية. المجلة الإفريقية للدراسات المتقدمة في العلوم الإنسانية والاجتماعية، 1(4)، 502-522.
<https://www.aaasjournals.com/index.php/ajashss/article/view/253>

- سلايمي، جميلة، وبوشي، يوسف. (2019). التحول الرقمي بين الضرورة والمخاطر. مجلة العلوم القانونية والسياسية، 10(2)، 944-967.
<https://search.emarefa.net/ar/detail/BIM-1000570>
- الشطناوي، حسن محمود. (2022). أثر تحليل البيانات الضخمة في تحسين جودة التقارير المالية: الدور الوسيط لحوكمة تكنولوجيا المعلومات (COBIT) – أدلة من الأردن. مجلة العلوم الإنسانية والطبيعية، 3(7)، 1-29.
<https://doi.org/10.53796/hnsj3729>
- عبدالجواد، ياسر السيد. (2023). علم الأرصاد الجوية البشرية: المفاهيم والتطبيقات. مجلة الأرصاد – الهيئة العامة للأرصاد الجوية المصرية، 38(2)، 1-25.
https://arsad.journals.ekb.eg/article_300901
- كمال، جودة أحمد. (2021). تأثير إدارة المخاطر المالية على تكنولوجيا المعلومات: دراسة وصفية [رسالة ماجستير غير منشورة]. جامعة عين شمس، مصر.

- Abraham, R., Schneider, J., & vom Brocke, J. (2024). A systematic review of recent literature on data governance. *IEEE Access*, 12, 153412–153435. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3482750>
- Bi, K., Xie, L., Zhang, H., Chen, X., Gu, X., & Tian, Q. (2023). Accurate medium-range global weather forecasting with 3D neural networks. *Nature*, 619(7970), 533–538. <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06185-3>
- Elgendy, M., Gonçalves, T., & Oliveira, T. (2025). DRADG: A dynamic risk-adaptive data governance framework for modern digital ecosystems. *Information*, 17(1), Article 102, 1–35.
<https://doi.org/10.3390/info17010102>
- Gonçalves, T., Oliveira, T., & Costa, C. (2024). Data governance & quality management—Innovation and breakthroughs across different fields: A

- systematic review. *Journal of Innovation & Knowledge*, 9(4), 100590, 1–18. <https://doi.org/10.1016/j.jik.2024.100590>
- Liu, Y., Chen, J., & Wang, Z. (2024). Enhancing weather forecast accuracy through the integration of WRF and BP neural networks. *Earth and Space Science*, 11(10), e2024EA003613, 1–18. <https://doi.org/10.1029/2024EA003613>
 - Nsabagasani, A., Iradukunda, C., & Kalisa, W. (2024). An evaluation of the reliability of the Weather Research and Forecasting (WRF) model for wind data generation: A case study for Burundi. *Wind Energy Science Discussions*, 1(1), 1–18. <https://doi.org/10.1186/s44329-024-00001-7>
 - Ogar, C. C., & Opoku, D. J. (2022). Data preservation and risk management in management information systems. *Journal of Developments in Social Sciences*, 2(1), 15–27. <https://doi.org/10.55092/jdev20221015>
 - Pagano, T. C., Gartrell, D., Neumann, J., Hart, T., Seed, A., & Shrestha, D. (2024). Challenges of operational weather forecast verification and evaluation. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 105(4), E695–E710. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-22-0257.1>
 - Schultz, D. M., Groenemeijer, P., & Púčik, T. (2024). The rise of data-driven weather forecasting: A first statistical assessment of machine learning-based weather forecasts in an operational-like context. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 105(6), E864–E883. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-23-0162.1>
 - Shen, Y., & Zhang, L. (2023). Medical big data risk management: A systematic management approach based on Bayesian belief networks.

Journal of Healthcare Engineering, 2023, Article 9507349, 1–15.

<https://doi.org/10.1155/2023/9507349>

Mid Ocean University

College of Management

Department of risk management



**The Role of Data Risk Management in Enhancing the Reliability of
Weather Forecasts: An Applied Study on Meteorological Observation
Networks in the Makkah Al-Mukarramah Region**

Prepared by

Supervision:

Dr. Al-Faisal Abdelhamid Mohamed Hassan

Dr. Fayez Jarad

1447-2026