

جامعة ميدأوشن



كلية الإدارة

تخصص ادارة المخاطر

أثر بيانات الأرصاد في إدارة المخاطر التشغيلية: دراسة ميدانية على
مراكز الأرصاد الجوية في المملكة العربية السعودية

إعداد الطالب/

أبراهيم عبدالله عبدالب / 253000909

المشرف الثاني/

د.فايز جراد

المشرف الرئيسي/

د. الفيصل عبد الحميد

العام الدراسي:

٢٠٢٦ - ١٤٤٨



إِهْدَاءٌ

إلى والديّ العزيزين،

الذين لم يدّخرا جهدًا في توفير بيئة تُقدّس العلم وتُعلي من شأن
المعرفة،

إلى من كانت توجيهاتهما حاضرة في كل قرار، ودعواتهما ترافقني في كل
خطوة،

أهدي هذا البحث، تقديرًا لتضحياتٍ امتدت عبر السنين،

وكان لها الأثر الأكبر في الوصول إلى هذه المرحلة العلمية.

شكر ونفائز

أحمد الله عز وجل الذي وفقني في إتمام هذا البحث العلمي،

والذي ألهمني الصحة والعافية والعزيمة.

فالحمد لله حمداً كثيراً

أتقدم بجزيل الشكر والتقدير إلي الأستاذ الدكتور /

د. فايز علي جراد

د. الفيصل عبد الحميد محمد حسن

على كل ما قدمه لنا من توجيهات ومعلومات قيمة ساهمت في إثراء موضوع دراستنا
في جوانبها المختلفة.

والشكر والتقدير موصول إلي إدارة جامعة ميد أوشن ممثلة بالكادر الأكاديمي
والإداري، لما قدموه من تسهيلات وتشجيع وتوفير الخدمات المطلوبة.

كما أتقدم بالشكر الجزيل لكل من لم يسعني الحظ بذكر أسمائهم راجياً من المولي
عز وجل أن تكون هذه الدراسة نافذة لدراسات أخرى

المستخلص

هدفت هذه الدراسة إلى التعرف على أثر بيانات الأرصاد بأبعادها الأربعة المتمثلة في (دقة التنبؤات الجوية وموثوقيتها، وتكامل بيانات الأرصاد مع أنظمة الإنذار المبكر، والتحليلات التنبؤية المبنية على النماذج المناخية، والبنية التحتية التقنية لإدارة بيانات الأرصاد) على إدارة المخاطر التشغيلية في مراكز الأرصاد الجوية بالمملكة العربية السعودية. واعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي، وتم استخدام الاستبانة أداة رئيسة لجمع البيانات، إذ تم توزيعها على عينة عشوائية طبقية بلغت (٢٢٠) مفردة من العاملين في مراكز الأرصاد التابعة للمركز الوطني للأرصاد، استُرد منها (٢١٢) استبانة، خضع للتحليل النهائي (٢٠٤) استبانة. وقد تم تحليل البيانات باستخدام برنامج (SPSS V.26) عبر مجموعة من الأساليب الإحصائية شملت المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية ومعامل ارتباط بيرسون وتحليل الانحدار البسيط والمتعدد.

وقد توصلت الدراسة إلى وجود أثر ذي دلالة إحصائية عند مستوى ($\alpha \leq 0.05$) لبيانات الأرصاد بأبعادها مجتمعة على إدارة المخاطر التشغيلية في مراكز الأرصاد الجوية بالمملكة العربية السعودية، إذ بلغ معامل التحديد ($R^2 = 0.734$) ، وجاء بُعد التحليلات التنبؤية المبنية على النماذج المناخية في مقدمة الأبعاد تأثيراً، يليه تكامل أنظمة الإنذار المبكر، ثم البنية التحتية التقنية، فدقة التنبؤات الجوية. وأوصت الدراسة بإنشاء وحدة متخصصة لإدارة المخاطر التشغيلية، والاستثمار في تطوير القدرات التحليلية التنبؤية، وتعزيز الشراكات مع المراكز الإقليمية والدولية، والتحديث الدوري للبنية التحتية التقنية، وتطوير منظومة الإنذار المبكر القائم على الأثر بما يخدم مستهدفات رؤية المملكة ٢٠٣٠.

الكلمات المفتاحية: بيانات الأرصاد، التنبؤات الجوية، أنظمة الإنذار المبكر، التحليلات التنبؤية، البنية التحتية التقنية، إدارة المخاطر التشغيلية، مراكز الأرصاد الجوية، المملكة العربية السعودية.

قائمة المحتويات

بسم الله الرحمن الرحيم.....	ب
الإهداء.....	ج
الشكر والتقدير.....	د
المستخلص.....	هـ
قائمة المحتويات.....	و
قائمة الجداول.....	ط
الفصل الأول: الإطار العام للدراسة.....	١
١.١ المقدمة.....	١
٢.١ مشكلة الدراسة.....	٢
٣.١ أهمية الدراسة.....	٣
٤.١ أهداف الدراسة.....	٤
٥.١ أسئلة الدراسة.....	٥
٦.١ الفرض الرئيس.....	٦
٧.١ الدراسات السابقة:.....	٦
٨.١ الفجوة البحثية.....	١٦
٩.١ المنطلقات النظرية للدراسة:.....	١٧
١٠.١ مصطلحات الدراسة.....	١٩
١١.١ المنهجية وطرق البحث:.....	٢٠
١٢.١ مصادر جمع البيانات.....	٢١
١٣.١ أداة الدراسة (الاستبانة).....	٢١
١٤.١ الأساليب الإحصائية المستخدمة.....	٢٢
١٥.١ حدود الدراسة.....	٢٣
الفصل الثاني: الإطار النظري للدراسة.....	٢٤

المبحث الأول: المتغير المستقل — توظيف البيانات الأرصادية.....	٢٤
١.١.٢ تمهيد.....	٢٤
٢.١.٢ مفهوم توظيف البيانات الأرصادية.....	٢٤
٣.١.٢ أهمية توظيف البيانات الأرصادية.....	٢٦
٤.١.٢ أهداف توظيف البيانات الأرصادية.....	٢٧
٥.١.٢ أبعاد توظيف البيانات الأرصادية.....	٢٩
٦.١.٢ استراتيجيات توظيف البيانات الأرصادية.....	٣١
٧.١.٢ محددات توظيف البيانات الأرصادية في شركات التأمين.....	٣١
٨.١.٢ التوجهات الحديثة في توظيف البيانات الأرصادية.....	٣٢
المبحث الثاني: المتغير التابع — إدارة المخاطر التشغيلية.....	٣٣
١.٢.٢ تمهيد.....	٣٣
٢.٢.٢ مفهوم إدارة المخاطر التشغيلية.....	٣٣
٣.٢.٢ أهمية إدارة المخاطر التشغيلية.....	٣٥
٤.٢.٢ أهداف إدارة المخاطر التشغيلية.....	٣٦
٥.٢.٢ أبعاد إدارة المخاطر التشغيلية.....	٣٨
٦.٢.٢ استراتيجيات إدارة المخاطر التشغيلية.....	٣٩
٧.٢.٢ مصادر المخاطر التشغيلية في شركات التأمين.....	٤٠
٨.٢.٢ التوجهات الحديثة في إدارة المخاطر التشغيلية.....	٤٠
الفصل الثالث: منهجية الدراسة وإجراءاتها.....	٤٢
١.٣ تمهيد.....	٤٢
٢.٣ منهج الدراسة.....	٤٢
٣.٣ مجتمع الدراسة وعينتها.....	٤٢
٤.٣ أداة الدراسة.....	٤٣
٥.٣ صدق أداة الدراسة وثباتها.....	٤٥
٦.٣ مصفوفة الارتباط بين متغيرات الدراسة.....	٤٧

٧.٣ الأساليب الإحصائية المستخدمة.....	٤٨
الفصل الرابع: تحليل بيانات الدراسة واختبار الفروض.....	٥٠
١.٤ تمهيد.....	٥٠
٢.٤ تحليل البيانات الديموغرافية.....	٥٠
٣.٤ التحليل الوصفي لاستجابات أفراد العينة.....	٥١
٤.٤ اختبار فرضيات الدراسة.....	٥٧
الفصل الخامس: نتائج الدراسة وتوصياتها.....	٦٢
١.٥ تمهيد.....	٦٢
٢.٥ نتائج الدراسة.....	٦٢
٣.٥ توصيات الدراسة.....	٦٦
٤.٥ الدراسات المستقبلية المقترحة.....	٦٧
Abstract.....	٦٩
المراجع.....	٧٠
الملاحق.....	٧٣
استمارة استبيان.....	٧٤

قائمة الجداول

رقم الصفحة	اسم الجدول	رقم الجدول
٤٥	جدول (٣ - ١): بنية أداة الدراسة وتوزيع فقراتها	١.
٤٥	جدول (٣ - ٢): معيار الحكم على المتوسطات الحسابية	٢.
٤٦	جدول (٣ - ٣): معاملات ارتباط فقرات أبعاد المتغير المستقل بالدرجة الكلية لكل بُعد	٣.
٤٧	جدول (٣ - ٤): معاملات ارتباط فقرات المتغير التابع (إدارة المخاطر التشغيلية) بالدرجة الكلية للمحور	٤.
٤٨	جدول (٣ - ٥): معاملات ارتباط أبعاد المتغير المستقل بالدرجة الكلية للمقياس	٥.
٤٨	جدول (٣ - ٦): معاملات ثبات أداة الدراسة	٦.
٤٨	جدول (٣ - ٧): مصفوفة الارتباط بين متغيرات الدراسة (ن = ٢٠٤)	٧.
٥١	جدول (٤ - ١): التوزيع التكراري لأفراد العينة وفق المتغيرات الديموغرافية	٨.
٥٢	جدول (٤ - ٢): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لفقرات بُعد دقة التنبؤات الجوية وموثوقيتها	٩.
٥٣	جدول (٤ - ٣): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لفقرات بُعد تكامل بيانات الأرصاد مع أنظمة الإنذار المبكر	١٠.
٥٤	جدول (٤ - ٤): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لفقرات بُعد التحليلات التنبؤية المبنية على النماذج المناخية	١١.
٥٥	جدول (٤ - ٥): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لفقرات بُعد البنية التحتية التقنية	١٢.

رقم الصفحة	اسم الجدول	رقم الجدول
٥٦	جدول (٤ - ٦): الترتيب العام لأبعاد المتغير المستقل (بيانات الأرصاد)	١٣.
٥٦	جدول (٤ - ٧): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لفقرات المتغير التابع	١٤.
٥٨	جدول (٤ - ٨): نتائج تحليل الانحدار المتعدد لأثر أبعاد بيانات الأرصاد على إدارة المخاطر التشغيلية	١٥.
٦٠	جدول (٤ - ٩): تحليل الانحدار الخطي البسيط لأثر دقة التنبؤات الجوية وموثوقيتها على إدارة المخاطر التشغيلية	١٦.
٦٠	جدول (٤ - ١٠): تحليل الانحدار الخطي البسيط لأثر تكامل بيانات الأرصاد مع أنظمة الإنذار المبكر على إدارة المخاطر التشغيلية	١٧.
٦١	جدول (٤ - ١١): تحليل الانحدار الخطي البسيط لأثر التحليلات التنبؤية المبنية على النماذج المناخية على إدارة المخاطر التشغيلية	١٨.
٦٢	جدول (٤ - ١٢): تحليل الانحدار الخطي البسيط لأثر البنية التحتية التقنية على إدارة المخاطر التشغيلية	١٩.
	جدول (٤ - ١): التوزيع التكراري لأفراد العينة وفق المتغيرات الديموغرافية	٢٠.

الفصل الأول: الإطار العام للدراسة

١.١ المقدمة

يُعدّ التغير المناخي من أبرز التحديات التي تواجه المجتمعات البشرية والمؤسسات على حدٍ سواء في القرن الحادي والعشرين، إذ أدى الارتفاع المتسارع في درجات حرارة الكوكب إلى تحولات جذرية في أنماط الطقس وتزايد ملحوظ في تواتر الظواهر الجوية المتطرفة كالأمطار الغزيرة والعواصف الرملية وموجات الحرارة والسيول المفاجئة والجفاف الممتد، مما فرض على الجهات المعنية بالرصد والتنبؤ الجوي إعادة النظر في أدواتها ومنهجياتها التقليدية في إنتاج البيانات ومعالجتها وتوظيفها في خدمة متخذي القرار. وقد أوضحت الحاجة ملحة إلى تطوير مقاربات علمية متكاملة تستثمر التقدم الهائل في علوم الأرصاد الجوية والنمذجة المناخية لتعزيز قدرة مراكز الأرصاد على إنتاج بيانات دقيقة وموثوقة، وإدارة المخاطر التشغيلية الناشئة عن طبيعة عملها التقني المعقد، ولا سيما في الدول التي تتسم بتنوع جغرافي ومناخي واسع كالمملكة العربية السعودية (Parisse et al., 2024).

وقد شهدت بيانات الأرصاد، أي المعلومات المتعلقة بعناصر الطقس والمناخ كدرجات الحرارة والرطوبة وسرعة الرياح والأمطار والضغط الجوي، تطوراً نوعياً في مستويات الدقة والتغطية الزمانية والمكانية بفضل التقدم في تقنيات الاستشعار عن بُعد والنماذج العددية للتنبؤ الجوي. وقد تعددت النماذج العالمية المستخدمة في التنبؤات الأرصادية وتفاوتت في مستويات دقتها وموثوقيتها تبعاً للسياقات الجغرافية والزمنية المختلفة، إذ تتنافس نماذج من قبيل النموذج الأوروبي (ECMWF) ونموذج (NEMS) ونموذج (ICON) في تقديم تنبؤات جوية يُمكن توظيفها في مجالات متعددة من بينها إدارة الأزمات والكوارث وتقييم المخاطر المؤسسية (أبو شقير، ٢٠٢٠).

كما أسهم التقدم في تقنيات الذكاء الاصطناعي والتعلم العميق في تعزيز القدرات التنبؤية للنماذج المناخية، إذ أصبح بالإمكان بناء نماذج ديناميكية قادرة على التنبؤ بالعوامل الأرصادية وتقييم مخاطرها على البنى التحتية والأصول التشغيلية بدرجات دقة تفوق النماذج الإحصائية التقليدية (Deng et al., 2025).

وتُشكل إدارة المخاطر التشغيلية ركيزة جوهرية في منظومة الحوكمة المؤسسية لمراكز الأرصاد الجوية، إذ تُعنى بتحديد المخاطر الناجمة عن القصور في العمليات الداخلية والأنظمة التقنية والكوادر البشرية والأحداث الخارجية، وتقييمها والاستجابة لها ومتابعتها بصفة مستمرة. وتزداد أهمية هذه الإدارة في مراكز الأرصاد بحكم اعتمادها على منظومة دقيقة من أجهزة الرصد والنمذجة وأنظمة البث والاتصال، التي يُمثل أي قصور فيها مخاطر تشغيلية مباشرة تنعكس على جودة المخرجات وموثوقية التنبؤات والإنذارات (مسعود وشهاب، ٢٠٢٤).

وانطلاقاً مما سبق، تأتي هذه الدراسة لتتناول أثر بيانات الأرصاد بأبعادها الأربعة — دقة التنبؤات الجوية وموثوقيتها، وتكامل بيانات الأرصاد مع أنظمة الإنذار المبكر، والتحليلات التنبؤية المبنية على النماذج المناخية، والبنية التحتية التقنية لإدارة بيانات الأرصاد — على إدارة المخاطر التشغيلية في مراكز الأرصاد الجوية بالمملكة العربية السعودية، ساعيةً إلى بناء إطار تحليلي متكامل يُسهم في تعزيز كفاءة هذه المراكز ويُقدم رؤى علمية وعملية لصنّاع القرار في القطاع المناخي السعودي، بما يتسق مع مستهدفات رؤية المملكة ٢٠٣٠ في تطوير القدرات التقنية والمناخية.

٢.١ مشكلة الدراسة

شهدت العقود الأخيرة تصاعداً غير مسبوق في وتيرة الظواهر المناخية المتطرفة وحدّتها على المستويين العالمي والإقليمي، إذ باتت موجات الحرارة الشديدة والأمطار الغزيرة والعواصف الرملية والسيول المفاجئة والجفاف الممتد أحداثاً متكررة تتجاوز في تواترها النماذج الإحصائية التاريخية التي اعتمدت عليها مراكز الأرصاد تقليدياً في إصدار تنبؤاتها وإنذاراتها. وقد أكدت دراسة Parisse et al. (٢٠٢٤) التي رصدت الاتجاهات المناخية لإقليم متوسطي خلال أربعة عقود أن كثيراً من الظواهر التي كانت تُصنّف تاريخياً بوصفها "نادرة" قد أصبحت شائعة، مما يُعيد طرح تساؤلات جوهرية حول مدى كفاية أدوات إنتاج البيانات الأرصادية وإدارة المخاطر التشغيلية المرتبطة بها في مواجهة هذا الواقع المناخي المتغير.

وتتجلى المشكلة البحثية في الفجوة بين التطور المتسارع في علوم الأرصاد ونماذج التنبؤ المناخي من جهة، والتحديات التشغيلية التي تواجهها مراكز الأرصاد في توظيف هذه المخرجات العلمية ضمن منظومة متكاملة لإدارة المخاطر التشغيلية من جهة أخرى. فبينما أثبتت الدراسات أن دمج البيانات الأرصادية عالية التردد ضمن أطر تقييم المخاطر يُحسّن جودة القرارات وموثوقية المخرجات (Adland et al., 2021)،

فإن مراكز الأرصاد كثيرًا ما تواجه مخاطر تشغيلية متعددة تتعلق بأعطال أجهزة الرصد، وانقطاع البث، وفجوات قواعد البيانات، وأخطاء النماذج التنبؤية، وضعف تكامل المنظومات الفرعية، فضلاً عن المخاطر المرتبطة بالكوادر البشرية والإجراءات الداخلية.

وتتعمق هذه المشكلة في مراكز الأرصاد الجوية بالمملكة العربية السعودية في ضوء عدة اعتبارات، أبرزها: اتساع الرقعة الجغرافية للمملكة وتنوع تضاريسها وبيئاتها المناخية مما يستلزم منظومة رصد كثيفة ومعقدة، وتنامي الطلب على دقة التنبؤات والإنذارات في ظل التوسع العمراني والاقتصادي والمشاريع الكبرى المرتبطة برؤية ٢٠٣٠، فضلاً عن الحاجة المتزايدة إلى أنظمة إنذار مبكر فاعلة لمواجهة الظواهر القصوى كالسيول والعواصف الرملية وموجات الحرارة. ويلاحظ في هذا السياق تفاوت مستوى تكامل بيانات الأرصاد مع أنظمة الإنذار المبكر، ومحدودية توظيف التحليلات التنبؤية المتقدمة القائمة على الذكاء الاصطناعي في تقدير المخاطر التشغيلية، إلى جانب التحديات المرتبطة بكفاية البنية التحتية التقنية اللازمة لتخزين البيانات المناخية الضخمة ومعالجتها في الزمن الحقيقي.

وبناءً على ما سبق، تتبلور مشكلة الدراسة في التساؤل الجوهرى الآتى: ما أثر بيانات الأرصاد بأبعادها (دقة التنبؤات الجوية وموثوقيتها، وتكامل أنظمة الإنذار المبكر، والتحليلات التنبؤية المناخية، والبنية التحتية التقنية) على إدارة المخاطر التشغيلية في مراكز الأرصاد الجوية بالمملكة العربية السعودية؟

٣.١ أهمية الدراسة

الأهمية العلمية (النظرية)

- تكشف مراجعة الدراسات السابقة عن ندرة ملحوظة في البحوث التي تربط بصورة مباشرة ومنهجية بين بيانات الأرصاد وإدارة المخاطر التشغيلية في مراكز الأرصاد الجوية تحديداً، إذ تناولت معظم الدراسات إدارة المخاطر التشغيلية من منظور مصرفي أو تأميني، بينما تناولت بيانات الأرصاد بوصفها مدخلاً لقطاعات أخرى، دون التفات كافٍ إلى أن مراكز الأرصاد ذاتها تُمثل بيئة تشغيلية معقدة تستلزم منظومة متخصصة لإدارة مخاطرها.
- تأتي هذه الدراسة لتُقدم إطاراً تكاملياً يجمع بين الحقلين المعرفيين في نموذج تحليلي واحد موجّه إلى مجتمع بحثي قلّ تناوله.

➤ تُوسّع الدراسة الأطر النظرية القائمة لإدارة المخاطر التشغيلية بإدماج خصوصيات البيئة التقنية لمراكز الأرصاد ضمن منظومة التحليل، بما يُعمّق الفهم النظري للعلاقة بين جودة المدخلات التقنية والمخرجات التشغيلية.

الأهمية العملية (التطبيقية)

- تُقدّم الدراسة خارطة طريق عملية لمراكز الأرصاد الجوية الراغبة في تحديث منظومتها الإدارية والتقنية لاستيعاب المتطلبات الحديثة لإدارة المخاطر التشغيلية، بما يتسق مع التوجه العالمي نحو أنظمة الإنذار المبكر القائم على الأثر، والنمذجة الديناميكية للمخاطر المناخية.
- ويُمكن لنتائج الدراسة أن تُوجّه الجهات المشرفة على قطاع الأرصاد في المملكة العربية السعودية، ولا سيما المركز الوطني للأرصاد، في صياغة سياسات ومعايير تشغيلية تُعزّز جودة المخرجات وتُقلّل من المخاطر التشغيلية المرتبطة بالعمليات الفنية.
- كما تُسهم الدراسة بصورة غير مباشرة في تحقيق أهداف الأمم المتحدة للتنمية المستدامة، ولا سيما الهدف الثالث عشر (العمل المناخي)، والهدف الحادي عشر (مدن ومجتمعات محلية مستدامة)، عبر تعزيز قدرة مراكز الأرصاد على إنتاج بيانات موثوقة تُسهم في حماية الأرواح والممتلكات من الظواهر المناخية القصوى، فضلاً عن دعمها لمستهدفات رؤية المملكة ٢٠٣٠ المرتبطة بتطوير القدرات التقنية وبناء مجتمع آمن مناخياً.

٤.١ أهداف الدراسة

تهدف الدراسة إلى تحليل أثر بيانات الأرصاد بأبعادها الأربعة (دقة التنبؤات الجوية وموثوقيتها، وتكامل بيانات الأرصاد مع أنظمة الإنذار المبكر، والتحليلات التنبؤية المبنية على النماذج المناخية، والبنية التحتية التقنية لإدارة بيانات الأرصاد) على إدارة المخاطر التشغيلية في مراكز الأرصاد الجوية بالمملكة العربية السعودية.

ويتفرع من هذا الهدف الرئيس الأهداف الفرعية الآتية:

- التعرف على مستوى دقة التنبؤات الجوية وموثوقيتها في مراكز الأرصاد الجوية بالمملكة العربية السعودية، وتحليل أثرها على إدارة المخاطر التشغيلية.

- قياس مدى تكامل بيانات الأرصاد مع أنظمة الإنذار المبكر في مراكز الأرصاد الجوية السعودية، وتحديد أثر هذا التكامل على إدارة المخاطر التشغيلية.
- تقييم مستوى استخدام التحليلات التنبؤية المبنية على النماذج المناخية المتقدمة في مراكز الأرصاد الجوية السعودية، وتحليل أثرها على إدارة المخاطر التشغيلية.
- الكشف عن مدى كفاية البنية التحتية التقنية لإدارة بيانات الأرصاد في مراكز الأرصاد الجوية السعودية، وتحديد أثرها على إدارة المخاطر التشغيلية.
- تحديد الأهمية النسبية لكل بُعد من أبعاد بيانات الأرصاد الأربعة في تأثيره على إدارة المخاطر التشغيلية، والكشف عن البُعد الأكثر تأثيرًا والأقل تأثيرًا.
- تقديم إطار مقترح يوضح آليات دمج بيانات الأرصاد بأبعادها المختلفة في منظومة إدارة المخاطر التشغيلية بمراكز الأرصاد الجوية السعودية، وصياغة توصيات عملية قابلة للتطبيق تُسهم في تعزيز المرونة المؤسسية والحدّ من الخسائر التشغيلية المرتبطة بالظواهر المناخية المتطرفة.

٥.١ أسئلة الدراسة

السؤال الرئيس

- ما أثر بيانات الأرصاد بأبعادها المتعددة على إدارة المخاطر التشغيلية في مراكز الأرصاد الجوية بالمملكة العربية السعودية؟

الأسئلة الفرعية

- س١: ما مستوى دقة التنبؤات الجوية وموثوقيتها في مراكز الأرصاد الجوية بالمملكة العربية السعودية من وجهة نظر العاملين فيها؟
- س٢: ما درجة تكامل بيانات الأرصاد مع أنظمة الإنذار المبكر في مراكز الأرصاد الجوية السعودية؟
- س٣: ما مدى استخدام التحليلات التنبؤية المبنية على النماذج المناخية المتقدمة في مراكز الأرصاد الجوية السعودية؟
- س٤: ما مستوى كفاية البنية التحتية التقنية لإدارة بيانات الأرصاد في مراكز الأرصاد الجوية السعودية؟

• فروض الدراسة

٦.١ الفرض الرئيس

➤ H_0 : لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) لبيانات الأرصاد بأبعادها مجتمعةً (دقة التنبؤات الجوية وموثوقيتها، وتكامل بيانات الأرصاد مع أنظمة الإنذار المبكر، والتحليلات التنبؤية المبنية على النماذج المناخية، والبنية التحتية التقنية لإدارة بيانات الأرصاد) على إدارة المخاطر التشغيلية في مراكز الأرصاد الجوية بالمملكة العربية السعودية.

الفروض الفرعية

- H_{01} : لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) لدقة التنبؤات الجوية وموثوقيتها على إدارة المخاطر التشغيلية في مراكز الأرصاد الجوية بالمملكة العربية السعودية.
- H_{02} : لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) لتكامل بيانات الأرصاد مع أنظمة الإنذار المبكر على إدارة المخاطر التشغيلية في مراكز الأرصاد الجوية بالمملكة العربية السعودية.
- H_{03} : لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) للتحليلات التنبؤية المبنية على النماذج المناخية المتقدمة على إدارة المخاطر التشغيلية في مراكز الأرصاد الجوية بالمملكة العربية السعودية.
- H_{04} : لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) لكفاية البنية التحتية التقنية لإدارة بيانات الأرصاد على إدارة المخاطر التشغيلية في مراكز الأرصاد الجوية بالمملكة العربية السعودية.

٧.١ الدراسات السابقة:

المحور الأول: استخدام البيانات الارصاد في إدارة المخاطر وعلاقته بمتغيرات أخرى

✍ دراسة أبو شقير: (2020) استخدام تقنيات التنبؤات الجوية ودورها في إدارة الأزمات والكوارث: دراسة تطبيقية على قطاع غزة.

هدفت الدراسة إلى التعرف على أفضل تقنية من التقنيات العالمية المختصة بالتنبؤات الجوية بحيث يمكن الاعتماد عليها والاستفادة من بياناتها في إدارة الأزمات والكوارث في قطاع غزة بجميع مراحلها (التخطيط، الاستعداد، المواجهة)، وذلك في ظل تعرّض القطاع للعديد من المؤثرات المناخية المتطرفة كالارتفاع والانخفاض الحاد في درجات الحرارة والرياح العاصفة والفيضانات. استخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي مع إجراء الاختبارات الإحصائية المناسبة لاختبار صحة الفرضيات الموضوعية. لم يُحدّد حجم العينة صراحةً في الملخص المتاح، إلا أن الدراسة اعتمدت على مقارنة أداء عدة نماذج تنبؤية عالمية. وتوصلت النتائج إلى اعتماد النموذج الأوروبي للتنبؤات الجوية متوسطة المدى (ECMWF) باعتباره الأفضل والأدق بين النماذج المستخدمة، كما يمكن اعتبار نموذجي (NEMS) و (ICON) في المرتبة الثانية من حيث الدقة والموثوقية. وأظهرت الدراسة أيضاً وجود ضعف كبير لدى الجهات العاملة في مجال إدارة الأزمات والكوارث بقطاع غزة في متابعة أنظمة التنبؤات الجوية، وعدم مقدرتهم على تحديد مصدر رئيسي كمرجعية موثوقة في مجال التنبؤات. وأوصت الدراسة بضرورة إنشاء مركز وطني مختص بإدارة الأزمات والكوارث يضم فريقاً متخصصاً بمتابعة التنبؤات الجوية وآخر التحديثات العالمية، والاشتراك بمنظومة ECMWF ومتابعتها باستمرار واعتماد بياناتها في التحذيرات الجوية، مع إيصال التعليمات للمواطنين عبر وسائل الإعلام التقليدية والحديثة لتقليل الخسائر البشرية.

✍ دراسة يوسف": (2023) دور إدارة الأزمات في مواجهة الأزمات البيئية: دراسة تطبيقية على هيئة الإسعاف المصرية.

هدفت الدراسة إلى التعرف على دور مراحل إدارة الأزمات بأبعادها (مرحلة الاستعداد والوقاية، مرحلة المواجهة والاحتواء، مرحلة التعلم واستعادة النشاط) في مواجهة الأزمات البيئية المتنوعة التي تتعرض لها هيئة الإسعاف المصرية، بما يشمل الأزمات المرتبطة بالظواهر الجوية والكوارث الطبيعية. استخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي بأداة الاستبيان لجمع البيانات الأولية، مع الاعتماد على المصادر الثانوية لبناء الإطار النظري. لم يُحدّد حجم العينة بدقة في الملخص المتاح على المنصة. وتوصلت نتائج الدراسة إلى وجود أثر ذي دلالة إحصائية لجميع مراحل إدارة الأزمات في مواجهة الأزمات البيئية، وأن مرحلة الاستعداد المبنية على التنبؤات المسبقة وبيانات الإنذار المبكر الارصاد تُعد الأكثر فاعلية في تقليل آثار الكوارث وتحسين زمن الاستجابة، كما أن ربط خطط الطوارئ بالبيانات البيئية والارصاد يعزز الجاهزية المؤسسية. وأوصت الدراسة بضرورة تعزيز مرحلة الاستعداد والوقاية من خلال دمج البيانات الارصاد

والبيئية في منظومة إدارة الأزمات، وتطوير نظم إنذار مبكر فعالة، وعقد برامج تدريبية دورية للعاملين في الهيئة على التعامل مع سيناريوهات الأزمات البيئية المختلفة.

دراسة Adland, et al., (2021): "The value of meteorological data in marine risk assessment."

هدفت الدراسة إلى التعرف على أثر المتغيرات الارصاد المائية (سرعة الرياح، ارتفاع الموج، اتجاه الرياح، الضغط الجوي السطحي) على احتمالية مطالبات تأمين الهيكل والآلات (Hull & Machinery) للسفن التجارية العابرة للمحيط الهادئ الشمالي، وتقييم مدى تحسين البيانات الارصاد عالية الدقة لنماذج التنبؤ بالمخاطر البحرية. استخدمت الدراسة المنهج الكمي التحليلي باستخدام نموذجين للتعلم الآلي: الانحدار اللوجستي مع تنظيم LASSO وخوارزمية XGBoost، مع إطار SHAP لتفسير النتائج. تكونت العينة من (41,717) رحلة بحرية لأكثر من (٥,٦٣٢) سفينة فريدة، تم دمج مواقعها عبر نظام AIS (نحو ٦٠٠ مليون موقع) مع بيانات الطقس الساعية من قاعدة ERA5 لمشروع كوبرنيكوس الأوروبي، خلال الفترة من يناير ٢٠١٣ إلى أغسطس ٢٠١٩. بلغ عدد المطالبات التأمينية ٨٦ حالة فقط بنسبة ٠.٢٠٦٪ مما يعكس ندرة شديدة في البيانات. وتوصلت النتائج إلى أن إضافة المتغيرات الارصاد حسّنت مقياس AUROC من ٠.٦٦٦ إلى ٠.٧١٦ في الانحدار اللوجستي (بتحسن ٧.٥٪) ومن ٠.٥٩٢ إلى ٠.696 في XGBoost (بتحسن ١٧.٦٪). وكشف تحليل SHAP أن أقصى سرعة رياح وضغط السطح واتجاه الرياح بالنسبة لمقدمة السفينة وارتفاع الموج المعنوي هي العوامل الارصاد الأكثر تأثيراً في التنبؤ بالمطالبات. وأوصت الدراسة بتطوير نموذج تأمين بحري قائم على الاستخدام (Usage-Based Insurance) يربط أقساط التأمين بسلوك الإبحار الفعلي والتعرض للظروف الارصاد.

دراسة Potter et al., (2021): "The benefits and challenges of implementing impact-based severe weather warning systems."

هدفت الدراسة إلى التعرف على الفوائد والتحديات المؤسسية لتنفيذ أنظمة التحذير من الطقس القاسي المبنية على الأثر (Impact-Based Forecast and Warning - IBFW) من وجهة نظر الأرصاديين والهيدرولوجيين ومديري الطوارئ، بدلاً من أنظمة التحذير التقليدية المبنية على عتبات الظاهرة الجوية فقط. استخدمت الدراسة المنهج النوعي الاستكشافي القائم على المقابلات شبه المنظمة وورش العمل

والتحليل الموضوعي (Thematic Analysis) باستخدام برنامج NVivo 10. تكونت العينة من مرحلتين: الأولى (٦) مقابلات مع (٩) خبراء في المملكة المتحدة وفرنسا وسويسرا خلال ديسمبر ٢٠١٤ ويناير ٢٠١٥، والثانية (٣) ورش عمل في نيوزيلندا بين أبريل وأغسطس ٢٠١٥ شارك فيها (٥٨) مشاركاً (٤٠) هيدرولوجياً من جميع هيئات التحذير من الفيضانات، و٩ مديري طوارئ مدنية، و٩ أرساديين من (MetService). وتوصلت النتائج إلى أربع فوائد رئيسية: تحسين فهم الجمهور للتحذيرات من خلال إضافة سياق الأثر المتوقع، زيادة وعي المنبئين بالظروف السابقة والأخطار المتسلسلة، تقليل الإنذارات الكاذبة والأحداث المفقودة عبر عتبات مبنية على الأثر المحلي، وتعزيز التواصل بين الجهات المعنية. بينما شملت التحديات: صعوبة تحديد ما إذا كان النظام مصمماً للفرد أم المجتمع ككل، إشكالية التحقق من دقة التحذيرات المبنية على الأثر عندما تنجح في تقليل الأضرار، نقص بيانات الأثر وقواعد البيانات المنظمة، وعدم وضوح الأدوار والمسؤوليات بين الهيئات. وأوصت بإنشاء قواعد بيانات وطنية للأثر وتعزيز الشراكة بين هيئات الأرصاد والطوارئ والهيدرولوجيا.

دراسة Zhang, Li & Wang (2022): "Meteorological risk assessment of major activities based on risk matrix."

هدفت الدراسة إلى التعرف على منهجية موحدة لتقييم المخاطر الارصاد المرتبطة بالأنشطة والفعاليات الكبرى باستخدام أسلوب مصفوفة المخاطر (Risk Matrix) الذي يجمع بين بُعدي احتمالية حدوث الظاهرة الارصاد الخطرة ومستوى شدة تأثيرها على الفعالية. استخدمت الدراسة المنهج الكمي التحليلي القائم على تحليل البيانات الارصاد التاريخية وبناء مصفوفة خماسية الأبعاد تصنف المخاطر من منخفضة جداً إلى عالية جداً. لم تعتمد الدراسة على عينة بشرية بل على بيانات أرصادية تاريخية لمنطقة الدراسة مرتبطة بفترات إقامة الأنشطة الكبرى. وتوصلت النتائج إلى أن المخاطر الارصاد الرئيسية أثناء الأنشطة الكبرى تمثلت في: هطول الأمطار أو الأيام الغائمة في المرتبة الأولى، ثم الرياح القوية النهارية، يليها الضباب والعواصف البصرية، ثم الرياح القوية الليلية، وأن أسلوب مصفوفة المخاطر يوفر إطاراً معيارياً كفواً وقابلاً للتكرار يُمكن من ترتيب أولويات المخاطر وتخصيص الموارد الوقائية بناءً على مستوى الخطورة. وأوصت الدراسة بتعميم تطبيق هذه المنهجية لتوحيد عمليات تقييم المخاطر الارصاد في التخطيط للمشاريع والفعاليات الكبرى على المستوى الوطني، وتطوير معايير تصنيف الأثر بحسب طبيعة النشاط وموقعه الجغرافي.

دراسة (Parisse et al. (2024): "Agro-meteorological hazard analysis for risk management in Campania, Italy."

هدفت الدراسة إلى التعرف على حدوث واتجاهات وأنماط التوزيع المكاني للأحداث الارصاد المتطرفة ذات الأثر الزراعي في إقليم كامبانيا بجنوب إيطاليا، وتقييم مدى ملاءمة سياسات إدارة المخاطر الحالية (المعتمدة شبه حصرياً على التأمين كاستراتيجية لنقل المخاطر) في ضوء التغيرات المناخية المتسارعة. استخدمت الدراسة المنهج الكمي التحليلي بتطبيق مؤشرات أرصادية زراعية متخصصة (مؤشرات الأمطار الغزيرة، الجفاف الشديد، الحرارة القصوى، الصقيع المتأخر) على بيانات إعادة التحليل المناخية (reanalysis datasets) للفترة الممتدة من ١٩٨١ إلى ٢٠٢١. لم تعتمد الدراسة على عينة بشرية بل على بيانات مناخية مكانية زمنية مُجمّعة على مستوى خمس مقاطعات إدارية (Avellino, Benevento, Caserta, Naples, Salerno) وتوصلت النتائج إلى تكثيف عام في الظواهر المتطرفة تكراراً وشدة خلال العقود الأخيرة: تجاوزت معدلات نمو الأمطار الغزيرة المسببة للفيضانات ٣-٤ مم/سنة محلياً، وازداد عدد أشهر الجفاف الشديد والقاسي خاصة خلال موسم النمو، وتجاوزت نسبة أيام درجات الحرارة القصوى (فوق ٣٥ درجة مئوية) أو اقتربت من ٥٠٪ بين يونيو وسبتمبر في معظم المناطق، بينما لم تُكتشف اتجاهات معنوية للصقيع المتأخر. وأوصت الدراسة بأن بعض الظواهر المتطرفة لم تعد استثنائية وبالتالي لم تعد مناسبة لاستراتيجية التأمين وحدها، ودعت إلى تحسين تصميم سياسات إدارة المخاطر بما يعزز مرونة المزارع والتكيف مع تغير المناخ وتنويع أدوات الحماية.

دراسة (Deng et al. (2025): "Deep learning-based meteorological forecast and dynamic risk assessment for built cultural heritage."

هدفت الدراسة إلى التعرف على كيفية استخدام نماذج التعلم العميق (LSTM – Long Short-Term Memory) في التنبؤ بالعوامل الارصاد الرئيسية (درجة الحرارة، الرطوبة، هطول الأمطار، سرعة الرياح) وبناء نظام تقييم ديناميكي للمخاطر الارصاد على مباني التراث الثقافي المبني، بدلاً من التقييمات الثابتة التقليدية التي لا تراعي التغيرات الزمنية. استخدمت الدراسة المنهج الكمي التجريبي بتطوير إطار ثلاثي المكونات يجمع بين: التنبؤ الأرصادي بنماذج LSTM ، وتقييم هشاشة المباني التراثية، وتحليل التعرض. لم يُذكر حجم عينة بشرية بل استُخدمت بيانات أرصادية تاريخية لمواقع تراثية. وتوصلت النتائج إلى أن نماذج LSTM تتفوق بشكل واضح على النماذج الإحصائية التقليدية في دقة التنبؤ بجميع المتغيرات

الارصاد المختبرة، مما يتيح تحديثاً ديناميكياً ومستمراً لمستويات المخاطر بدلاً من التقييم اللحظي الثابت. كما أثبتت الدراسة إمكانية دمج هذه التنبؤات مع بيانات الهشاشة والتعرض لإنتاج خرائط مخاطر ديناميكية قابلة للتحديث. وأوصت الدراسة باعتماد تقنيات التعلم العميق كأداة أساسية في منظومات المراقبة الارصاد المستمرة لمواقع التراث الثقافي، ودمجها في خطط إدارة المخاطر الوقائية للمباني التراثية لتمكين اتخاذ إجراءات استباقية قبل وقوع الأضرار بدلاً من الاستجابة اللاحقة.

المحور الثاني: تقليل المخاطر التشغيلية وعلاقته بمتغيرات أخرى

✍ دراسة خوجة وآخرون: (2022) أثر مؤشرات المخاطر الرئيسية على المخاطر التشغيلية بالتطبيق على شركات التأمين الجزائرية.

هدفت الدراسة إلى التعرف على أثر مؤشرات المخاطر الرئيسية بأبعادها المختلفة (بما يشمل التغيرات في ظروف السوق، والعيوب الاستراتيجية، ومؤشرات أخرى) على المخاطر التشغيلية في شركات التأمين الجزائرية، وذلك ضمن إطار تطبيقي يهدف لفهم العلاقة بين هذه المؤشرات ومستوى المخاطر التشغيلية. استخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي بأداة الاستبانة كمصدر أولي لجمع البيانات، وتم تفرغها وتحليلها باستخدام برنامج الرزمة الإحصائية للعلوم الاجتماعية (SPSS V.20) لتحليل الإحصاء الوصفي، وطريقة المربعات الجزئية الصغرى للمعادلات الهيكلية (PLS-SEM) بالاستعانة ببرنامج SmartPLS 3.2.8 لاختبار نموذج الدراسة وفرضياتها. لم يُحدّد حجم العينة صراحةً في ملخص الدراسة المنشور. وتوصلت نتائج الدراسة إلى وجود أثر إيجابي ودال إحصائياً لجميع مؤشرات المخاطر الرئيسية على المخاطر التشغيلية في شركات التأمين الجزائرية، باستثناء بُعدين اثنين وهما: التغيرات في ظروف السوق والعيوب الاستراتيجية اللذان لم يظهر أثرهما دالاً إحصائياً. وأوصت الدراسة بضرورة تفعيل وظيفة الرقابة الداخلية في شركات التأمين لتعزيز قدرتها على رصد المخاطر التشغيلية مبكراً، وتصميم هيكل تنظيمي مرن قادر على التكيف مع المتغيرات، وتبني نظام حوكمة فعال ومتكامل لتدنية المخاطر التشغيلية التي تتعرض لها هذه الشركات.

✍ دراسة مسعود وشهاب: (2024) الحوكمة المصرفية ودورها في الحد من المخاطر التشغيلية: دراسة تطبيقية على المصرف التجاري الوطني.

هدفت الدراسة إلى التعرف على دور الحوكمة المصرفية بأبعادها الخمسة (مسؤوليات مجلس الإدارة، الإفصاح والشفافية، اللجان المنبثقة عن مجلس الإدارة، ضمان حقوق المساهمين، الرقابة والمراجعة الداخلية) في الحد من المخاطر التشغيلية بفروع المصرف التجاري الوطني بمدينة طرابلس الليبية. استخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي بالاعتماد على أداة الاستبيان كأداة رئيسية لجمع البيانات الأولية. تكونت العينة من (121) مفردة تم اختيارها بطريقة عشوائية من موظفي فروع المصرف التجاري الوطني بطرابلس. وتوصلت النتائج إلى أن جميع أبعاد الحوكمة المصرفية لها دور إيجابي ودال في الحد من المخاطر التشغيلية، وجاء ترتيبها حسب الأثر: بُعد ضمان حقوق المساهمين في المرتبة الأولى، يليه مسؤوليات مجلس الإدارة في المرتبة الثانية، ثم اللجان المنبثقة عن مجلس الإدارة في المرتبة الثالثة، فالرقابة والمراجعة الداخلية في المرتبة الرابعة، وأخيراً الإفصاح والشفافية. وأوصت الدراسة بالعمل على زيادة مستوى الوعي بالحوكمة داخل الإدارة العليا وعلى المستويات المختلفة بالمصرف، وضرورة تطبيق الحوكمة المصرفية على نطاق واسع للإسهام في زيادة كفاءة الأداء وتعزيز قدرة المصرف على إدارة المخاطر التشغيلية، ومضاعفة قدرة مجلس الإدارة على الرقابة الداخلية.

✍ دراسة وهدان": (2024) أثر التدقيق الداخلي في الحد من المخاطر التشغيلية في البنوك الإسلامية العاملة في فلسطين.

هدفت الدراسة إلى التعرف على دور المدقق الداخلي بأبعاده (كفاءة المدقق الداخلي، الصلاحيات الممنوحة للمدقق، شمولية عمل المدقق، ضوابط الرقابة الداخلية) في الحد من المخاطر التشغيلية في ثلاثة بنوك إسلامية عاملة في فلسطين، وهي: البنك الإسلامي العربي، والبنك الإسلامي الفلسطيني، ومصرف الصفا. استخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي لوصف وتحليل متغيرات الدراسة، بالاعتماد على المصادر الثانوية (كتب، دوريات، دراسات سابقة) لبناء الإطار النظري، والمصادر الأولية من خلال بناء استبانة صُمِّمت خصيصاً لأغراض البحث. تكونت العينة من (٢٥) استبانة وُرِّعت على المدققين الداخليين في البنوك الثلاثة، وتم استرداد (٢٣) استبانة صالحة للتحليل. وتوصلت النتائج إلى وجود دور مهم وإيجابي للتدقيق الداخلي في الحد من المخاطر التشغيلية، تحديداً: كفاءة المدقق الداخلي لها تأثير إيجابي في الحد من مخاطر التشغيل، والصلاحيات الممنوحة للمدقق لعبت أثراً إيجابياً، كما أن مراجعة ضوابط الرقابة الداخلية وعنصر الشمولية في عمل المدقق لهما دور فعال. وأوصت الدراسة بضرورة تعيين عدد كافٍ من

المدققين الداخليين المؤهلين الحاملين لشهادات متخصصة، وتوفير التدريب المستمر، ومنح الصلاحيات اللازمة للمدققين، وقيام دائرة التدقيق بتقييم عمل دائرة إدارة المخاطر بشكل دوري.

✍ دراسة أبو المليح وآخرون " (2025) المراجعة المستمرة ودورها في تقليل مخاطر التشغيل الإلكتروني: دراسة ميدانية على شركات التأمين بسوق الخرطوم للأوراق المالية."

هدفت الدراسة إلى التعرف على دور المراجعة المستمرة (Continuous Audit) في تقليل مخاطر التشغيل الإلكتروني في شركات التأمين السودانية المدرجة بسوق الخرطوم للأوراق المالية، وذلك في ظل التوسع في استخدام التشغيل الإلكتروني ونشر التقارير المالية عبر الإنترنت وما يترتب عليه من مخاطر فقدان البيانات والهجمات الإلكترونية. استخدمت الدراسة أربعة مناهج: المنهج التاريخي لتتبع الدراسات السابقة، والمنهج الاستنباطي لصياغة الفرضيات، والمنهج الاستقرائي لاختبارها، والمنهج الوصفي التحليلي لتحليل البيانات الميدانية باستخدام أداة الاستبانة كمصدر أولي والكتب والدوريات والرسائل الجامعية كمصادر ثانوية. الحدود الزمنية للدراسة ٢٠٢٠-٢٠٢٤ والحدود المكانية شركات التأمين بسوق الخرطوم. لم يُحدّد حجم العينة صراحة في الملخص المنشور. وتوصلت النتائج إلى وجود علاقة ذات دلالة إحصائية بين المراجعة المستمرة وتقليل مخاطر التشغيل الإلكتروني، وأن المراجعة المستمرة تساعد في الكشف المبكر عن الأخطاء والمخاطر المحتملة المرتبطة بأنظمة التشغيل الإلكتروني. وأوصت بتعزيز فاعلية المراجعة المستمرة من خلال تكامل التكنولوجيا مع الممارسات المحاسبية التقليدية، وتحديث معايير المراجعة لتشمل تقنيات حديثة كالذكاء الاصطناعي والبرمجيات المتطورة، وتحقيق تعاون مؤسسي بين أقسام المراجعة وتكنولوجيا المعلومات.

✍ دراسة الكلش " (2025) إدارة المخاطر في القطاع المصرفي: دراسة شاملة للمخاطر المالية وغير المالية وأثرها على الاستقرار."

هدفت الدراسة إلى التعرف على أنواع المخاطر المتعددة التي يتعرض لها القطاع المصرفي بأبعادها المالية (مخاطر الائتمان، مخاطر السوق، مخاطر السيولة) وغير المالية (مخاطر التشغيل، المخاطر القانونية، المخاطر الاستراتيجية، مخاطر السمعة)، واستعراض استراتيجيات إدارتها وأثر ذلك على استقرار البنوك واستدامتها. استخدمت الدراسة المنهج الاستعراضي التحليلي (Literature Review)، فهي دراسة مراجعة شاملة نظرية لا تعتمد على جمع بيانات أولية ميدانية. لا تتضمن الدراسة عينة أو بيانات تجريبية

محددة كونها بحثاً مراجعياً يستعرض الأدبيات والدراسات والتقارير السابقة في مجال إدارة المخاطر المصرفية. وتوصلت الدراسة إلى أن البنوك تتعرض لتشكيلة واسعة من المخاطر المتداخلة، وأن المخاطر التشغيلية الناجمة عن فشل الأنظمة أو الإجراءات الداخلية تهدد الاستقرار المصرفي بشكل جوهري، وأن تطبيق استراتيجيات التحوط وتنويع الاستثمارات وضمان الامتثال للمتطلبات التنظيمية يُحسن استقرار البنك ويعزز قدرته على اتخاذ القرارات المالية السليمة ويقلل الخسائر المحتملة ويحافظ على رأس المال ويرفع ثقة العملاء والمستثمرين. وأوصت الدراسة بضرورة تبني إدارة مخاطر شاملة ومتكاملة تغطي جميع أنواع المخاطر في القطاع المصرفي.

دراسة Sanford et al., (2022): "The role of data analytics within operational risk management: A systematic review from the financial services and energy sectors."

هدفت الدراسة إلى التعرف على كيفية استخدام تحليلات البيانات وأنواعها (وصفية، تشخيصية، تنبؤية، توجيهية) والبيانات المستخدمة في إدارة المخاطر التشغيلية عبر قطاعي الخدمات المالية (بنوك، تأمين) والطاقة والموارد الطبيعية (نفط وغاز، تعدين)، وتحديد مسارات البحث المستقبلية. استخدمت الدراسة منهج المراجعة المنهجية للأدبيات (Systematic Literature Review – SLR) مع تحليل بيبليومتري باستخدام حزمة Bibliometrix R وتحليل محتوى يدوي. تكونت العينة الأولية من (٢,٥٣٨) منشوراً علمياً من قواعد Scopus و Web of Science، صُفِّيت بعملية تنقيح مرحلتين إلى (١٩١) دراسة ذات صلة خضعت للتحليل التفصيلي (منها ٤٠.٣٪ أوراق مؤتمرات). وتوصلت الدراسة إلى خمسة محاور بحثية أساسية: تحديد المخاطر (١١٪)، العوامل السببية (٢٥٪)، تكمية المخاطر (١٧٪)، التنبؤ بالمخاطر (٢١٪)، واتخاذ قرارات المخاطر (٦٪). وكشفت أن دراسات قطاع الطاقة تركز على تشخيص العوامل السببية والتنبؤ بحوادث السلامة والمعدات، بينما تطبيقات الخدمات المالية أكثر نضجاً في تكمية المخاطر (تقدير رأس المال وفق بازل). وأوصت بتبني منظور متعدد المخاطر بدلاً من المنظور الجزئي، وتطوير نماذج تعلم آلي متقدمة واستخدام شبكات بايزية لفهم العلاقات السببية المعقدة.

دراسة Cornwell et al., (2023): "Modernising operational risk management in financial institutions via data-driven causal factors analysis: A pre-registered study."

هدفت الدراسة إلى التعرف على جدوى استخدام الشبكات البايزية (Bayesian Networks) كأداة كمية مبنية على البيانات للتحليل السببي لعوامل المخاطر التشغيلية في المؤسسات المالية، ومقارنة نموذج المخاطر المتعددة بالنماذج أحادية المخاطر. استخدمت الدراسة المنهج الكمي التحليلي ضمن تصميم مسجل مسبقاً (Pre-registered) في مجلة Pacific-Basin Finance Journal، حيث بُنيت أربعة نماذج شبكات بايزية (BN1-BN4) بمتوسط ٥,٠٠٠ شبكة مدربة لكل نموذج. تكونت العينة من (١٣,٥٦٢) مكاملة مُراجَعة (audited calls) تتعلق بـ (531) مستشاراً في شركة تأمين أسترالية خلال الفترة من يناير ٢٠١٩ إلى يونيو 2021، مع تحديد (١,٠٣٩) حالة عدم امتثال من ثلاثة أنواع: تقديم معلومات منتج غير صحيحة (٤.٠٥٪)، عدم اتباع المتطلبات التشريعية العامة (2.04٪)، وعدم اتباع متطلبات تسجيل المكالمات (١.٥٧٪). وتوصلت النتائج إلى أن النموذج متعدد المخاطر (BN4) يتفوق باستمرار على النماذج أحادية المخاطر في دقة التنبؤ لجميع أنواع الحوادث، ويكشف عن ظاهرة عدوى المخاطر بين أنواع الحوادث المختلفة، وأن عوامل مثل القسم ومجموعة العمل والخبرة السابقة هي الأكثر تأثيراً. وأوصت بتبني التحليل السببي القائم على البيانات في إدارة المخاطر التشغيلية وتصميم ضوابط ذكية تستهدف العوامل الأكثر انتشاراً وتأثيراً.

دراسة Mahembe & Mutezo (2025): "Operational risk management during disasters: A case of South African tourism small businesses."

هدفت الدراسة إلى التعرف على إمكانية تطوير وتقييم إطار مُبسَّط لإدارة المخاطر التشغيلية يتناسب مع طبيعة المشاريع الصغيرة والمتناهية الصغر والمتوسطة (SMMES) في قطاع السياحة لإدارة تعرضها لمخاطر الكوارث مثل جائحة كوفيد-١٩، وذلك كبديل عن أطر مثل ISO 31000 التي ثبت أنها معقدة ومكثفة الموارد بالنسبة لهذه المشاريع. يتألف الإطار المقترح من ثلاث مراحل: تحديد المخاطر/الاستعداد للكوارث، تحليل المخاطر/التعلم من الكوارث، ومعالجة المخاطر/بناء المرونة المؤسسية. استخدمت الدراسة المنهج الكمي بأسلوب نمذجة المعادلات الهيكلية (SEM) لاختبار فاعلية الإطار، وتحليل الارتباط، وتحليل التباين (ANOVA) لتقييم قابلية تطبيقه عبر أحجام وأعمار وقطاعات فرعية مختلفة. تكونت العينة من (208) مشروعاً سياحياً صغيراً ومتوسطاً في جنوب إفريقيا. وتوصلت النتائج من تحليلي الارتباط و SEM إلى فاعلية الإطار المقترح في تفسير الاستعداد للكوارث والتعلم والمرونة، بينما أظهر تحليل ANOVA أن الإطار قابل للتطبيق بالتساوي عبر القطاعات الفرعية السياحية، لكنه ليس متساوياً عبر عمر المشروع

وحجمه: المشاريع الأكبر والأقدم كانت أقدر على تنفيذ التعلم من الكوارث وبناء المرونة مقارنة بالمشاريع الأصغر والأحدث. وأوصت بتوفير أدوات إدارة مخاطر مبسطة وبرامج تدريب حكومية موجهة للمشاريع الصغيرة.

٨.١ الفجوة البحثية

تتفق الدراسة الحالية مع عدد من الدراسات السابقة في جوانب متعددة تتصل بالهدف العام والمنهجية المستخدمة وبيئة التطبيق. فمن حيث الهدف البحثي، تتقاطع الدراسة الحالية مع دراسة مسعود وشهاب (٢٠٢٤) ودراسة خوجة وحسيبة (٢٠٢٢) ودراسة وحدان (٢٠٢٤) في سعيها جميعاً إلى تحليل العوامل المؤثرة على إدارة المخاطر التشغيلية في المؤسسات المالية والتأمينية، وإن اختلفت طبيعة المتغير المستقل في كل منها. كما تلتقي مع دراسة Cornwell et al. (2023) ودراسة Adland et al. (2021) في التأكيد على أهمية توظيف البيانات والتحليلات المتقدمة في تحسين دقة تقدير المخاطر التشغيلية والتأمينية، وتتفق مع دراسة أبو شقير (٢٠٢٠) ودراسة Potter et al. (2021) ودراسة Zhang et al. (2022) في اهتمامها بالبيانات الارصاد وأنظمة الإنذار المبكر وتقييم المخاطر المناخية. أما من حيث المنهجية، فتتفق الدراسة الحالية مع غالبية الدراسات السابقة في اعتمادها على المنهج الوصفي التحليلي، إذ استخدمت دراسة مسعود وشهاب (٢٠٢٤) ودراسة وحدان (٢٠٢٤) ودراسة أبو شقير (٢٠٢٠) ودراسة خوجة وحسيبة (٢٠٢٢) المنهج ذاته، كما تتفق مع هذه الدراسات في استخدام الاستبانة أداة رئيسية لجمع البيانات الأولية ومعالجتها إحصائياً. وفيما يخص بيئة التطبيق، تتقاطع الدراسة الحالية مع دراسة Cornwell et al. (2023) في تطبيقها على قطاع التأمين تحديداً، ومع دراسة مسعود وشهاب (٢٠٢٤) ودراسة وحدان (٢٠٢٤) ودراسة كلش (٢٠٢٥) في تركيزها على المؤسسات المالية في البيئة العربية، كما تتفق مع دراسة Parisse et al. (2024) ودراسة Deng et al. (2025) في اهتمامها بالسياق المناخي وأثره على المخاطر المؤسسية.

تتميز الدراسة الحالية عن الدراسات السابقة في عدة جوانب جوهرية تمنحها إضافة علمية واضحة. فمن حيث الهدف البحثي، تنفرد هذه الدراسة بالربط المنهجي المباشر بين توظيف البيانات الارصاد — كمتغير مستقل متعدد الأبعاد وإدارة المخاطر التشغيلية كمتغير تابع في نموذج تحليلي واحد، وهو ما لم تتناوله أي من الدراسات السابقة المستعرضة بهذه الصورة التكاملية؛ إذ ركزت دراسة مسعود وشهاب (٢٠٢٤) على أبعاد الحوكمة، وتناولت دراسة خوجة وحسيبة (٢٠٢٢) مؤشرات المخاطر الرئيسية، وبحثت

دراسة وحدان (٢٠٢٤) دور المراجعة الداخلية، بينما اقتصرت دراسة (Adland et al. 2021) على المخاطر البحرية دون ربطها بإطار إدارة المخاطر التشغيلية المؤسسية، واكتفت دراسة أبو شقير (٢٠٢٠) بالمقارنة بين نماذج التنبؤ دون تطبيقها على القطاع التأميني.

فتختلف الدراسة الحالية عن دراسة (Cornwell et al. 2023) التي اعتمدت على الشبكات البايزية وبيانات ثانوية مؤرشفة، وعن دراسة (Adland et al. 2021) التي استخدمت نماذج الانحدار اللوجستي وخوارزمية XGBoost على بيانات ملاحية ومناخية ضخمة، وعن دراسة (Potter et al. 2021) التي تبنت منهجاً نوعياً قائماً على المقابلات وورش العمل، إذ تعتمد الدراسة الحالية على استبانة ميدانية مُحكَّمة تستهدف قياس تصورات العاملين وتحليلها بأساليب الانحدار المتعدد. وفيما يتعلق ببيئة التطبيق، تتميز الدراسة الحالية بتطبيقها على شركات التأمين المصرية البالغ عددها (٤٠) شركة وهي بيئة لم تُدرس في هذا السياق التكاملي من قبل، خلافاً لدراسة (Cornwell et al. 2023) التي طُبقت في أستراليا، ودراسة (Mahembe and Mutezo 2025) في جنوب أفريقيا، ودراسة (Hudáková et al. 2023) في دول أوروبا الوسطى، ودراسة مسعود وشهاب (٢٠٢٤) على القطاع المصرفي الليبي، ودراسة وحدان (٢٠٢٤) على المصارف الإسلامية الفلسطينية، مما يُضفي على الدراسة الحالية خصوصية سياقية تُثري الأدبيات العربية في هذا الحقل البحثي الناشئ.

٩.١ المنطلقات النظرية للدراسة:

أولاً: الإطار المفاهيمي للبيانات الارصاد

تُشكّل البيانات الارصاد المحور الأساسي الذي تنطلق منه هذه الدراسة في تحليل العلاقة بين المعلومات المناخية وإدارة المخاطر التشغيلية ويُقصد بالبيانات الارصاد مجموعة المعلومات الكمية والنوعية المتعلقة بعناصر الطقس والمناخ، والتي تشمل درجات الحرارة والرطوبة النسبية وسرعة الرياح واتجاهها وكميات الأمطار والضغط الجوي وارتفاع الأمواج والإشعاع الشمسي، ويتم جمعها من خلال شبكات محطات الرصد الأرضية والأقمار الاصطناعية ورادارات الطقس وعوامات المحيطات، ثم تُعالج بواسطة نماذج عددية حاسوبية لإنتاج تنبؤات جوية قصيرة ومتوسطة وطويلة المدى. وقد تعددت النماذج العالمية المستخدمة في هذا المجال وتفاوتت في بنيتها الرياضية ودقتها المكانية وأفقها الزمني، ومن أبرزها النموذج الأوروبي للتنبؤات الجوية المتوسطة المدى (ECMWF) الذي يُعدّ من أكثر النماذج دقة وموثوقية على المستوى

العالمي، إلى جانب نماذج أخرى كنموذج (NEMS) ونموذج (ICON) اللذين يحتلان مكانة متقدمة في التنبؤات الإقليمية (أبو شقير، ٢٠٢٠)

وقد أحدث التقدم في تقنيات الذكاء الاصطناعي والتعلم العميق نقلة نوعية في قدرات التنبؤ الأرصادي، حيث أصبحت الشبكات العصبية العميقة ولا سيما شبكات الذاكرة الطويلة قصيرة المدى (LSTM) قادرة على التقاط الأنماط الزمنية المعقدة في البيانات المناخية وإنتاج تنبؤات تفوق في دقتها النماذج الإحصائية التقليدية، مما أتاح بناء خرائط مخاطر ديناميكية تتحدث آنياً مع تغير الظروف الجوية (Deng et al., 2025). وفي السياق ذاته، تطورت مفاهيم التنبؤ الجوي المبني على الأثر (Impact-Based Forecasting) التي تتجاوز التنبؤ بالظواهر الجوية ذاتها إلى التنبؤ بآثارها المحتملة على البشر والممتلكات والبنية التحتية، وهو ما يُعزز من قيمة البيانات الارصاد بوصفها أداة لصنع القرار المؤسسي وليس مجرد معلومات وصفية عن حالة الطقس. (Potter et al., 2021)

ثانياً: الإطار المفاهيمي لإدارة المخاطر التشغيلية

تحتل إدارة المخاطر التشغيلية مكانة محورية في الأدبيات المالية والتأمينية المعاصرة، وقد تبلور مفهومها بصورة واضحة مع صدور اتفاقيات بازل المتعاقبة التي وضعت أطراً معيارية لتحديد المخاطر التشغيلية وقياسها وإدارتها في المؤسسات المالية. وتُعرّف المخاطر التشغيلية وفقاً لإطار بازل الثاني بأنها مخاطر الخسارة الناتجة عن عدم كفاية أو إخفاق العمليات الداخلية أو الأفراد أو الأنظمة أو الأحداث الخارجية، وهو تعريف يتسع ليشمل الأخطاء البشرية وأعطال التقنية والاحتيايل والكوارث الطبيعية والتغيرات التنظيمية والقانونية. وتتعدد مصادر المخاطر التشغيلية في المؤسسات المالية والتأمينية لتشمل الإخفاقات في أنظمة المعلومات، والقصور في الرقابة الداخلية، والأخطاء في عمليات الاكتتاب والتسعير، والتأخر في تسوية المطالبات، فضلاً عن المخاطر الناجمة عن الأحداث الخارجية كالكوارث الطبيعية المرتبطة بالتقلبات المناخية (كلش، 2025)

وتقوم إدارة المخاطر التشغيلية على عملية منهجية متكاملة تبدأ بمرحلة تحديد المخاطر وتصنيفها وفق طبيعتها ومصادرها، ثم مرحلة تقييمها وقياس احتمالات وقوعها وحجم أثرها المتوقع باستخدام أدوات كمية ونوعية متنوعة كمصفوفات المخاطر والنماذج الاحتمالية (Zhang et al., 2022)، تليها مرحلة الاستجابة التي تتضمن اختيار الاستراتيجية المناسبة للتعامل مع كل خطر سواء بالتجنب أو التخفيف أو التحويل أو

القبول، وأخيراً مرحلة المتابعة والمراقبة المستمرة التي تضمن فاعلية الإجراءات المتخذة وتحديثها في ضوء المستجدات. وقد أكدت الأدبيات أن فاعلية هذه العملية ترتبط ارتباطاً وثيقاً بعدة عوامل مؤسسية من بينها كفاءة الحوكمة ومسؤوليات مجلس الإدارة وحقوق المساهمين والإفصاح والشفافية ونظم الرقابة الداخلية (مسعود وشهاب، ٢٠٢٤)، وكذلك بكفاءة المراجعة الداخلية ومستوى تأهيل المراجعين والصلاحيات الممنوحة لهم ونطاق عمليات المراجعة وشمولها (وحدان، ٢٠٢٤).

وقد شهدت منهجيات إدارة المخاطر التشغيلية تحولاً نوعياً مع ظهور المقاربات القائمة على البيانات والتحليلات المتقدمة، إذ أتاحت تقنيات الشبكات البايزية والتعلم الآلي تحليل العوامل السببية للمخاطر التشغيلية بدقة أعلى وتحديد أنماط التزامن والعدوى بين أنواع الحوادث المختلفة، مما يُوفر رؤى أكثر شمولاً لصناع القرار مقارنة بالأساليب التقليدية التي تُعالج كل نوع من المخاطر بمعزل عن غيره (Cornwell et al., 2023). كما أظهرت الدراسات أن التحول الرقمي بشكل عام يُساهم في تخفيض المخاطر التشغيلية من خلال تحسين كفاءة سلاسل الإمداد وتعزيز القدرة على المراقبة والاستجابة في الزمن الحقيقي (Yin et al., 2024).

١٠.١ مصطلحات الدراسة

- البيانات الارصاد (Meteorological Data): تُعرّف إجرائياً في هذه الدراسة بأنها مجموع المعلومات الكمية المتعلقة بعناصر الطقس والمناخ — كدرجات الحرارة والأمطار والرياح والضغط الجوي — التي يتم جمعها من مصادر رصد متعددة ومعالجتها عبر نماذج عددية لإنتاج تنبؤات جوية يُمكن توظيفها في تقدير المخاطر واتخاذ القرارات المؤسسية في شركات التأمين، وتُقاس من خلال أربعة أبعاد هي: دقة التنبؤات، وتكامل أنظمة الإنذار المبكر، والتحليلات التنبؤية المناخية، والبنية التحتية التقنية.
- دقة التنبؤات الجوية وموثوقيتها (Forecast Accuracy and Reliability): تُعرّف إجرائياً بأنها الدرجة التي تتطابق عندها مخرجات النماذج المناخية المستخدمة مع الظروف الجوية الفعلية، من حيث نوع الظاهرة وشدتها وتوقيتها وموقعها الجغرافي، وتُقاس من خلال تقديرات المستجيبين لمستوى دقة النماذج المعتمدة واعتمادية مخرجاتها في قراراتهم التشغيلية.
- تكامل أنظمة الإنذار المبكر (Early Warning Systems Integration): يُعرّف إجرائياً بأنه مدى الترابط المؤسسي والتقني بين البيانات الارصاد الواردة من هيئات الأرصاد ونماذج التنبؤ العالمية وبين

أنظمة التحذير والاستجابة الداخلية في شركة التأمين، بما يضمن وصول المعلومات المناخية الحرجة إلى الإدارات المعنية في الوقت المناسب.

■ التحليلات التنبؤية المناخية: (Climate-Based Predictive Analytics) تُعرّف إجرائياً بأنها استخدام تقنيات التحليل الإحصائي المتقدم والذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي في استثمار البيانات الارصاد التاريخية والآنية لبناء نماذج كمية تُقدّر احتمالات الخسائر التشغيلية المرتبطة بالظواهر المناخية وتُصنّف المخاطر وفق مستويات خطورة متدرجة.

■ البنية التحتية التقنية: (Technical Infrastructure) تُعرّف إجرائياً بأنها مجموع الموارد التقنية والبشرية المتاحة لدى شركة التأمين لاستقبال البيانات الارصاد وتخزينها ومعالجتها وتحديثها، وتشمل الأنظمة الحاسوبية والبرمجيات المتخصصة والقدرات الحوسبية وشبكات الاتصال والكوادر المؤهلة لتشغيلها.

■ إدارة المخاطر التشغيلية: (Operational Risk Management) تُعرّف إجرائياً بأنها العملية المنهجية المتكاملة التي تتبناها شركة التأمين لتحديد المخاطر الناجمة عن القصور في العمليات الداخلية والأنظمة والأفراد والأحداث الخارجية — بما فيها الأحداث المناخية — وتقييمها وقياسها والاستجابة لها ومتابعتها بصفة مستمرة بهدف تقليل الخسائر التشغيلية وتعزيز المرونة المؤسسية، وتُقاس من خلال محور أحادي يتضمن (12) فقرة في أداة الدراسة.

■ شركات التأمين المصرية: (Egyptian Insurance Companies) يُقصد بها في هذه الدراسة جميع الشركات العاملة في نشاط التأمين بجمهورية مصر العربية والمرخصة من الهيئة العامة للرقابة المالية، والبالغ عددها (40) شركة تأمين، سواء كانت تعمل في تأمينات الممتلكات والمسؤوليات أو تأمينات الأشخاص وتكوين الأموال أو التأمين المتخصص.

١١.١ المنهجية وطرق البحث:

سوف تعتمد الدراسة الحالية على المنهج الوصفي التحليلي باعتباره المنهج الأكثر ملاءمة لطبيعة الموضوع وأهدافه، إذ يُتيح هذا المنهج وصف الظاهرة محل الدراسة — المتمثلة في أثر توظيف البيانات الارصاد على إدارة المخاطر التشغيلية في شركات التأمين — وصفاً دقيقاً وشاملاً كما هي في الواقع، ثم تحليل العلاقات الارتباطية والسببية بين متغيراتها وفق أساليب إحصائية متقدمة. وسيمكّن هذا المنهج الباحث من تجاوز مرحلة الوصف السطحي إلى التحليل المعمق للعلاقات بين الأبعاد الأربعة للمتغير

المستقل (دقة التنبؤات الجوية، تكامل أنظمة الإنذار المبكر، التحليلات التنبؤية المناخية، البنية التحتية التقنية) والمتغير التابع (إدارة المخاطر التشغيلية)، واختبار الفروض الإحصائية المصاغة بصورة علمية دقيقة.

وسيتضمن الجانب النظري للدراسة مراجعة منهجية ومعقدة للأدبيات والدراسات السابقة العربية والأجنبية ذات الصلة بمتغيرات الدراسة، بهدف بناء الإطار المفاهيمي والنظري الذي تستند إليه الدراسة. أما الجانب الميداني فسيتم من خلال تصميم استبانة مُحكّمة وتوزيعها على عينة ممثلة من مجتمع الدراسة، ومن ثم جمع البيانات الأولية وتفريغها ومعالجتها إحصائياً باستخدام برنامج الحزم الإحصائية للعلوم الاجتماعية (SPSS) للوصول إلى نتائج قابلة للتعميم والاستدلال.

١٢.١ مصادر جمع البيانات

ستعتمد الدراسة على نوعين رئيسيين من مصادر البيانات. المصادر الثانوية: وتشمل الكتب والمراجع العلمية العربية والأجنبية، والرسائل الجامعية (ماجستير ودكتوراه)، والدوريات والمجلات العلمية المحكّمة، وقواعد البيانات الإلكترونية مثل (Scopus, Web of Science, Google Scholar)، وذلك بهدف بناء الإطار النظري والمفاهيمي للدراسة وتحديد الفجوة البحثية

المصادر الأولية: وتتمثل في البيانات الميدانية التي سيتم جمعها من خلال استبانة مُصممة خصيصاً لأغراض هذه الدراسة، تستهدف آراء وتصورات العاملين في الإدارات المعنية حول أبعاد توظيف البيانات الارصاد ومستوى إدارة المخاطر التشغيلية.

١٣.١ أداة الدراسة (الاستبانة)

سيتم تصميم استبانة مُحكّمة كأداة رئيسية لجمع البيانات الأولية، وستتكون من ثلاثة أقسام رئيسية على النحو التالي:

- القسم الأول: البيانات الديموغرافية سيتضمن هذا القسم (٤) أسئلة تتعلق بالخصائص الشخصية والوظيفية للمستجيبين وهي: المؤهل العلمي، وسنوات الخبرة، والمسمى الوظيفي، وحجم الشركة.
- القسم الثاني: المتغير المستقل (توظيف البيانات الارصاد) — (١٦) فقرة

عدد الفقرات	البُعد
(4) فقرات	دقة التنبؤات الجوية وموثوقيتها
(4) فقرات	تكامل البيانات الارصاد مع أنظمة الإنذار المبكر
(4) فقرات	التحليلات التنبؤية المبنية على النماذج المناخية
(4) فقرات	البنية التحتية التقنية لإدارة البيانات الارصاد

■ القسم الثالث: المتغير التابع (إدارة المخاطر التشغيلية) — محور أحادي سيتضمن هذا المحور (12) فقرة تقيس مستوى إدارة المخاطر التشغيلية في شركات التأمين من حيث: تحديد المخاطر، وتقييمها، والاستجابة لها، ومتابعتها ومراقبتها، ومدى فاعلية الإجراءات المتخذة للحد من الخسائر التشغيلية.

إجمالي فقرات الاستبانة: (٢٨) فقرة (بخلاف البيانات الديموغرافية)، وستُقاس جميع الفقرات باستخدام مقياس ليكرت الخماسي (موافق بشدة = ٥، موافق = ٤، محايد = ٣، غير موافق = ٢، غير موافق بشدة = ١)

١٤.١ الأساليب الإحصائية المستخدمة

سيتم تحليل البيانات باستخدام برنامج الحزم الإحصائية للعلوم الاجتماعية (SPSS v.28) بالاعتماد على الأساليب الإحصائية التالية:

- أساليب وصفية: المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية والتكرارات والنسب المئوية لوصف خصائص العينة واتجاهات الاستجابات.
- اختبارات الصدق والثبات: معامل ألفا كرونباخ (Cronbach's Alpha) للتحقق من ثبات أداة الدراسة، والصدق الظاهري من خلال عرض الاستبانة على مجموعة من المحكمين المتخصصين، وصدق الاتساق الداخلي من خلال معاملات ارتباط بيرسون بين كل فقرة ودرجة المحور الذي تنتمي إليه.
- تحليل الارتباط: معامل ارتباط بيرسون (Pearson Correlation) لقياس قوة العلاقة واتجاهها بين المتغير المستقل بأبعاده والمتغير التابع.

- تحليل الانحدار: الانحدار الخطي البسيط (Simple Linear Regression) لاختبار أثر كل بُعد من أبعاد المتغير المستقل على المتغير التابع بشكل منفرد، والانحدار الخطي المتعدد (Multiple Linear Regression) لاختبار الأثر المُجمَع للأبعاد الأربعة مجتمعة على إدارة المخاطر التشغيلية وتحديد الأهمية النسبية لكل بُعد.
- اختبارات الفروق: اختبار (T-Test) لعينتين مستقلتين، وتحليل التباين الأحادي (One-Way ANOVA) مع اختبار المقارنات البعدية (Post Hoc – Scheffe/LSD) للكشف عن الفروق في استجابات أفراد العينة وفقاً للمتغيرات الديموغرافية.
- اختبار التوزيع الطبيعي: اختبار كولموجوروف-سميرنوف (Kolmogorov-Smirnov) للتحقق من اعتدالية توزيع البيانات قبل تطبيق الاختبارات المعلمية.
- معامل تضخم التباين (VIF) واختبار التحمل: (Tolerance) للتحقق من عدم وجود ازدواج خطي (Multicollinearity) بين الأبعاد المستقلة في نموذج الانحدار المتعدد.

١٥.١ حدود الدراسة

- الحدود الموضوعية: اقتصرَت الدراسة على تحليل أثر توظيف البيانات الارصاد بأبعادها الأربعة (دقة التنبؤات الجوية وموثوقيتها – تكامل البيانات الارصاد مع أنظمة الإنذار المبكر – التحليلات التنبؤية المبنية على النماذج المناخية – البنية التحتية التقنية لإدارة البيانات الارصاد) على إدارة المخاطر التشغيلية، دون التطرق إلى أنواع المخاطر الأخرى كمخاطر الائتمان أو مخاطر السوق أو مخاطر السيولة.
- الحدود المكانية: اقتصرَت الدراسة مكانياً على مراكز الأرصاد الجوية في المملكة العربية السعودية.
- الحدود الزمنية: تم إجراء الدراسة الميدانية خلال الفصل الدراسي الثاني ٢٠٢٦م.
- الحدود البشرية: اقتصرَت الدراسة بشرياً على العاملين في مراكز الأرصاد الجوية ممن يشغلون مناصب لها علاقة مباشرة بإدارة المخاطر التشغيلية وإنتاج بيانات الأرصاد وتوظيفها، وتشمل هذه الفئات: مديري المراكز، ورؤساء أقسام الرصد والتنبؤات، والمتنبئين الجويين، ومحليي البيانات المناخية، ومسؤولي أنظمة الإنذار المبكر، ومهندسي البنية التحتية التقنية.

الفصل الثاني: الإطار النظري للدراسة

المبحث الأول: المتغير المستقل — توظيف البيانات الأرصادية

١.١.٢ تمهيد

تشهد بيئة الأعمال المعاصرة تحولات متسارعة فرضتها الثورة الرقمية والتغيرات المناخية المتلاحقة، مما جعل المعلومات الجوية والأرصادية ركيزة جوهرية في صناعة القرار داخل المؤسسات، ولا سيما تلك التي ترتبط أنشطتها ارتباطاً مباشراً بحالة الطقس والظواهر المناخية كشركات التأمين والنقل البحري والزراعة والطاقة. ولم تعد البيانات الأرصادية مجرد قراءات وصفية لحالة الجو، بل تحولت إلى منظومة معرفية متكاملة تُسهم في صياغة الاستراتيجيات وتقدير المخاطر وتوزيع الموارد بكفاءة. وقد أدركت المؤسسات الحديثة أن القدرة على استثمار هذه البيانات وتحويلها إلى مدخلات قرارية تمثل ميزة تنافسية حقيقية، إذ يُسهم ذلك في استباق الأحداث بدلاً من الاستجابة المتأخرة لها. ومن هذا المنطلق، يسعى المبحث الحالي إلى تأطير مفهوم توظيف البيانات الأرصادية تأطيراً نظرياً متماسكاً، يُبرز جذوره المفاهيمية، ويستعرض أهميته وأهدافه وأبعاده، فضلاً عن استراتيجيات تفعيله، بما يُمهّد لاحقاً لربطه بالمتغير التابع.

٢.١.٢ مفهوم توظيف البيانات الأرصادية

يتناول الباحثون مفهوم توظيف البيانات الأرصادية من زوايا متعددة تعكس تشعب أبعاده وتنوع مجالات تطبيقه. فقد ذهب أبو شقير (٢٠٢٠) إلى أن توظيف البيانات الأرصادية يُعبّر عن العملية المنظّمة التي يتم بمقتضاها استثمار المعلومات الجوية المرصودة والمتنبأ بها في دعم القرارات الإدارية المرتبطة بإدارة الأزمات والكوارث، بحيث يتحول الرصد الجوي من نشاط علمي مجرد إلى أداة تشغيلية تخدم المؤسسات في تقدير احتمالات وقوع الأحداث الطارئة. ويكمل يوسف (٢٠٢٣) هذا التصور حين يصف توظيف البيانات الأرصادية بأنه التوظيف الإداري الواعي للمؤشرات البيئية والجوية في صياغة خطط الاستجابة، بحيث تنتقل المنظمة من مرحلة رد الفعل إلى مرحلة الاستباق المعرفي القائم على قراءة الإشارات البيئية المبكرة.

وفي سياق مغاير، يقترح Adland et al. (2021) من تعريف المفهوم من زاوية اقتصادية تقنية، إذ يرون أن توظيف البيانات الأرصادية يتمثل في تحويل المعطيات الجوية إلى قيمة قرارية قابلة للقياس، عبر دمجها في نماذج تقدير المخاطر التشغيلية، بحيث تتحدد جدواها بمقدار ما تُضيفه من دقة في التنبؤ وما تُسهم به في خفض الخسائر المحتملة. ويُضيف Potter et al. (2021) بُعدًا تواصلًا للمفهوم، حين يصفون توظيف البيانات الأرصادية بأنه عملية ترجمة المعطيات العلمية إلى تحذيرات قائمة على الأثر، تستوعب الفئات المستهدفة وتراعي السياق المؤسسي والمجتمعي، بما يجعل البيانات قابلة للاستخدام لا مجرد متاحة.

ويُقدّم Parisse et al. (2024) قراءة أكثر تخصصًا، إذ يربطون توظيف البيانات الأرصادية بتحليل المخاطر القطاعية المرتبطة بالظواهر الجوية، عبر بناء مصفوفات تكاملية تُتيح للمؤسسات استشراف الأخطار المناخية المحتملة وتقدير شدتها وتكرارها. ومن جانبه، يُسلط Kumar et al. (2021) الضوء على البُعد الاستراتيجي للمفهوم، حين يعدّ توظيف البيانات الأرصادية إطارًا متكاملًا لتقييم المخاطر وتعزيز مرونة البنى التحتية في مواجهة التغيرات المناخية، بما يجعله ركيزة في تصميم السياسات طويلة الأمد.

وفي امتداد لهذه القراءات، يتناول Ying & Guofu (2022) المفهوم بوصفه منظومة تصميمية تُترجم فيها البيانات الأرصادية إلى أنظمة لإدارة مخاطر الكوارث الجوية، تجمع بين الرصد والتحليل والإنذار في تدفق معلوماتي واحد. ويُقاربه Deng et al. (2025) من زاوية الذكاء الاصطناعي، إذ يصفون توظيف البيانات الأرصادية بأنه استثمار خوارزميات التعلم العميق في توقّع العوامل المناخية وتقدير المخاطر الديناميكية المرتبطة بها، بما يتجاوز التحليل التقليدي إلى نمذجة احتمالية متجددة.

ويُلاحظ الباحث من خلال استعراض ما سبق أن تعريفات الباحثين، رغم تنوع منطلقاتها، تلتقي عند جوهر مشترك يتمحور حول تحويل البيانات الأرصادية من معطى علمي خام إلى مدخل قرارى فاعل، وأن الفروق بين التعريفات تعكس اختلاف زوايا المعالجة لا اختلافًا في الجوهر. ومن ثم، يرى الباحث أن توظيف البيانات الأرصادية يمكن تعريفه إجرائيًا بأنه: “المنظومة الإدارية والتقنية المتكاملة التي تُتيح لشركات التأمين استثمار المعطيات الجوية المرصودة والمتنبأ بها، بدقة وموثوقية، عبر دمجها في أنظمة الإنذار المبكر والتحليلات التنبؤية، مدعومةً ببنية تحتية تقنية كفؤة، بهدف استباق المخاطر التشغيلية المرتبطة بالظواهر المناخية والحد من آثارها على الأداء المؤسسي”. ويتميز هذا التعريف بأنه يدمج الأبعاد الأربعة للمتغير في صياغة واحدة، ويربطها بالسياق التطبيقي للدراسة الحالية المتمثل في قطاع التأمين.

٣.١.٢ أهمية توظيف البيانات الأرصادية

تكتسب البيانات الأرصادية أهمية متصاعدة في بيئة الأعمال المعاصرة، إذ باتت تمثل أحد المدخلات الحاسمة التي يتوقف عليها استقرار العمليات وكفاءة القرارات في كثير من القطاعات الاقتصادية، وعلى رأسها القطاع التأميني الذي يرتبط نشاطه ارتباطاً وثيقاً بتقدير الاحتمالات وحساب المخاطر. وقد تنامي الاهتمام بهذه البيانات في ضوء تصاعد الظواهر المناخية المتطرفة وتزايد كلفتها الاقتصادية، مما جعل توظيفها يتجاوز كونه خياراً تقنياً إلى كونه ضرورة استراتيجية.

ويُشير (Sanford et al. (2022 إلى أن أهمية توظيف البيانات الأرصادية تتجلى في عدة محاور، أولها أنها تُعزز قدرة المؤسسات على بناء نماذج تنبؤية أكثر دقة لتقدير المخاطر التشغيلية، وثانيها أنها تُسهم في رفع كفاءة تخصيص الموارد عبر توجيهها إلى المواقع والأنشطة الأكثر عرضة للأخطار، وثالثها أنها تُتيح للإدارة تطوير منظومة إنذار داخلية تستبِق الأزمات بدلاً من الاستجابة لها، ورابعها أنها تُحسّن جودة التقارير الموجهة إلى أصحاب المصلحة عبر تزويدها بمؤشرات بيئية موثوقة.

ويُضيف (Cornwell et al. (2023 بُعداً آخر للأهمية، إذ يرى أن توظيف البيانات الأرصادية يُسهم في تحديث منظومة إدارة المخاطر التشغيلية في المؤسسات المالية، من خلال إدخال متغيرات سببية جديدة في نماذج التحليل، مما يُعمّق فهم العلاقة بين العوامل البيئية والمخاطر الناشئة، ويُتيح للإدارة بناء سيناريوهات أكثر واقعية. ويرى (Yin et al. (2024 أن الأهمية تتمحور حول قدرة البيانات الأرصادية على معالجة قصور المعلومات داخل المنظمة، إذ تُوفّر تدفقاً معلوماتياً بيئياً يُكَمِّل التدفقات الداخلية، ويُعزّز قدرة المنظمة على التعامل مع حالات عدم اليقين، وهو ما يجعلها أداة محورية في خفض المخاطر التشغيلية في البيئات الرقمية.

ومن منظور قطاع السياحة والمؤسسات الصغيرة والمتوسطة، يُبيّن (Mahembe & Mutezo (2025 أن أهمية البيانات الأرصادية تكمن في تمكين هذه المؤسسات من إدارة المخاطر التشغيلية في أوقات الكوارث، عبر تزويدها بمؤشرات مبكرة تُتيح لها تعديل خططها التشغيلية في الوقت المناسب، وهو ما ينسحب بصورة مماثلة على شركات التأمين التي تتعامل مع تبعات هذه الكوارث. ويُؤكد (Kočiřová & Miřanková (2023 أن أهمية البيانات الأرصادية تتجلى في علاقتها بالأداء المالي، إذ يُسهم توظيفها

في خفض الخسائر التشغيلية الناتجة عن الأحداث المناخية، ومن ثم تحسين المؤشرات المالية للمنظمة على المدى المتوسط والبعيد.

ويُبرز (Adland et al. (2021) أن البيانات الأرصادية تكتسب أهميتها من قيمتها الاقتصادية في تقييم المخاطر، إذ تتحدد جدواها بمقدار ما تُضيفه من قدرة تنبؤية في تقدير الأخطار البحرية، وما تُتيحه من خفض في كلفة عدم اليقين. ويُكمل (Potter et al. (2021) هذا الطرح حين يرى أن أهمية البيانات الأرصادية تتعمق حين يتم تحويلها إلى تحذيرات قائمة على الأثر، إذ تُصبح حينئذٍ ذات قيمة عملية للفئات المستهدفة، وتُساهم في توجيه السلوك المؤسسي والمجتمعي نحو الاستعداد للظواهر القصوى.

ومن زاوية تطبيقية أكثر تخصصًا، يُشير (Parisse et al. (2024) إلى أن أهمية توظيف البيانات الأرصادية تتجلى في تمكين المؤسسات من بناء خرائط مخاطر زراعية ومناخية تفصيلية، تُساهم في تقدير التعرض الفعلي لكل منطقة وكل نشاط، وهو ما يُعدّ مدخلًا أساسيًا لشركات التأمين في تسعير المنتجات وتقدير الاحتماليات الفنية. ويُسلط (Zhang et al. (2022) الضوء على أهمية البيانات الأرصادية في تقييم مخاطر الأنشطة الكبرى عبر مصفوفات المخاطر، بما يُتيح للمؤسسات تصنيف الأحداث وفق احتمالاتها وشدتها، وتخصيص استجابات مناسبة لكل فئة.

ويرى الباحث أن هذه القراءات تكشف عن أن أهمية توظيف البيانات الأرصادية تتوزع على ثلاثة مستويات متكاملة: مستوى تشغيلي يتعلق بدقة القرارات اليومية، ومستوى تكتيكي يتصل بإدارة الأزمات وتخصيص الموارد، ومستوى استراتيجي يرتبط ببناء قدرات تنبؤية طويلة الأمد. وتزداد هذه الأهمية في قطاع التأمين تحديدًا، إذ إن طبيعة النشاط التأميني قائمة في جوهرها على إدارة عدم اليقين، ومن ثم فإن أي تحسين في جودة المعلومات الأرصادية ينعكس مباشرة على دقة التسعير وكفاية الاحتماليات وعدالة التعويضات.

٤.١.٢ أهداف توظيف البيانات الأرصادية

تتعدد الأهداف التي تسعى المؤسسات إلى تحقيقها من خلال توظيفها للبيانات الأرصادية، وتتباين باختلاف طبيعة النشاط والسياق التشغيلي، غير أنها تلتقي عند غاية كبرى تتمثل في تحويل المعلومات الجوية إلى أداة استباقية لإدارة المخاطر ودعم القرار.

ويرى أبو شقير (٢٠٢٠) أن أهداف توظيف البيانات الأرصادية يمكن إجمالها في عدة نقاط مترابطة، تشمل: تمكين المؤسسات من استشراف الأزمات والكوارث قبل وقوعها، وتزويد متخذي القرار بمعلومات موثوقة تُعزز قدرتهم على التخطيط للطوارئ، وتوفير قاعدة معرفية تُسهم في تطوير خطط الاستجابة والإخلاء، فضلاً عن دعم التنسيق بين الجهات المعنية بإدارة الأزمات عبر توحيد مصدر المعلومات الجوية.

ويُكمل يوسف (٢٠٢٣) هذا الطرح بإضافة أهداف أخرى، أبرزها: تحسين جاهزية المنظمات لمواجهة الأزمات البيئية، وتعزيز قدرتها على التكيف مع التغيرات المناخية، وبناء ثقافة مؤسسية قائمة على الاستباق لا على الاستجابة، إلى جانب تطوير منظومة تدريب الكوادر البشرية على التعامل مع البيانات الجوية وتحويلها إلى قرارات تنفيذية.

ويُحدّد Sanford et al. (2022) جملةً من الأهداف ذات الطابع التحليلي، من بينها: بناء نماذج كمية لتقدير المخاطر التشغيلية، وتحسين جودة البيانات المستخدمة في النمذجة، ودمج تحليلات البيانات في دورة إدارة المخاطر، وتعزيز القدرة على اكتشاف الأنماط الكامنة في الأحداث التشغيلية. ويضيف Cornwell et al. (2023) أهدافاً تتصل بتحديث منهجيات إدارة المخاطر، عبر استثمار البيانات في الكشف عن العوامل السببية للأحداث التشغيلية، وتجاوز المقاربات الوصفية إلى المقاربات السببية التفسيرية.

ويُشير Kumar et al. (2021) إلى أن أهداف توظيف البيانات الأرصادية تمتد لتشمل: تقييم مرونة البنى التحتية الحيوية في مواجهة التغيرات المناخية، وبناء مؤشرات مركبة لقياس التعرض للمخاطر المناخية، ودعم صانعي السياسات في تصميم استراتيجيات التكيف. ويرى Deng et al. (2025) أن من أبرز أهداف توظيف البيانات الأرصادية في الوقت الراهن: تطوير نماذج تنبؤ ديناميكية قادرة على التحديث المستمر، وربط التنبؤات بالمخاطر المرتبطة بالأصول، وتمكين المؤسسات من إدارة المخاطر بصورة تكيفية تتجاوز التقديرات الثابتة.

ومن منظور تطبيقي، يرى Ying & Guofu (2022) أن أهداف توظيف البيانات الأرصادية تتمحور حول تصميم منظومات متكاملة لإدارة مخاطر الكوارث الجوية، تجمع بين الرصد والتحليل والإنذار في منصة واحدة، بما يُتيح استجابة موحدة وسريعة. ويُبيّن Potter et al. (2021) أن من بين الأهداف الجوهرية: تطوير منظومة تحذيرات قائمة على الأثر، تُترجم البيانات إلى رسائل قابلة للفهم والتنفيذ من قِبَل الفئات المستهدفة، بما يُعزز الاستجابة المجتمعية والمؤسسية للظواهر الجوية القصوى.

ويستخلص الباحث من هذه القراءات أن أهداف توظيف البيانات الأرصادية في شركات التأمين يمكن تصنيفها في ثلاثة مستويات: أهداف معرفية تتصل ببناء قاعدة بيانات موثوقة عن المخاطر المناخية، وأهداف تشغيلية ترتبط بتحسين كفاءة العمليات اليومية وتقدير التعرض الفعلي، وأهداف استراتيجية تتعلق بتعزيز القدرة التنافسية للشركة من خلال تطوير منتجات تأمينية قائمة على بيانات دقيقة، إلى جانب تحسين عدالة التسعير وكفاية الاحتياطات الفنية.

٥.١.٢ أبعاد توظيف البيانات الأرصادية

تم تحديد أبعاد توظيف البيانات الأرصادية في هذه الدراسة بناءً على ما طرحه أبو شقير (٢٠٢٠) في معالجته لتقنيات التنبؤات الجوية ودورها في إدارة الأزمات، وما قدّمه (Adland et al. (2021 من تحليل لقيمة البيانات الأرصادية في تقييم المخاطر، وما أضافه (Deng et al. (2025 من رؤية حول التنبؤ بالعوامل المناخية والتقييم الديناميكي للمخاطر، وما طرحه (Ying & Guofu (2022 من تصور لمنظومات إدارة مخاطر الكوارث الجوية. وقد أسفر التكامل بين هذه المعالجات عن تحديد أربعة أبعاد رئيسية تُمثل البنية المفاهيمية للمتغير المستقل في الدراسة الحالية.

البُعد الأول: دقة التنبؤات الجوية وموثوقيتها. يُمثل هذا البُعد الركيزة الأولى التي يقوم عليها توظيف البيانات الأرصادية، إذ إن أي توظيف فعال يفترض أن المعلومات المُستخدمة تتمتع بدرجة عالية من الدقة والموثوقية. وتحدد دقة التنبؤات الجوية بمقدار اقتراب القيم المتنبأ بها من القيم الفعلية المرصودة لاحقاً، في حين تتحدد الموثوقية بمدى اتساق الأداء التنبؤي عبر فترات زمنية متعاقبة وظروف جوية متباينة. ويُشير (Adland et al. (2021 إلى أن قيمة البيانات الأرصادية في تقييم المخاطر تتوقف بدرجة كبيرة على دقتها، إذ إن أي خطأ في التنبؤ ينعكس مباشرة على جودة قرارات إدارة المخاطر. ويُكمل (Potter et al. (2021 هذا الطرح بأن الموثوقية لا تعني فقط الدقة العددية، بل تشمل كذلك الثقة المؤسسية والمجتمعية في مصدر المعلومات، وقدرة هذا المصدر على إصدار تحذيرات في الوقت المناسب وبصياغة قابلة للفهم. ومن ثمّ، فإن دقة التنبؤات وموثوقيتها تُمثّلان شرطاً ضرورياً لتحويل البيانات الأرصادية إلى مدخل قراري في شركات التأمين.

البُعد الثاني: تكامل البيانات الأرصادية مع أنظمة الإنذار المبكر. يتجاوز هذا البُعد مجرد توفر البيانات إلى ضمان تدفقها في الوقت المناسب إلى الجهات المعنية، بحيث تُصبح جزءاً من منظومة استجابة

متكاملة. ويُبيّن (Ying & Guofu (2022 أن تصميم أنظمة إدارة مخاطر الكوارث الجوية يستلزم تكاملاً وثيقاً بين مصادر البيانات الأرصادية ومنصات الإنذار، بحيث يتم تحويل القراءات الجوية إلى تنبيهات تشغيلية بصورة آلية ومتسلسلة. ويُضيف (Potter et al. (2021 أن فاعلية أنظمة الإنذار المبكر تتوقف على قدرتها على ترجمة البيانات إلى رسائل قائمة على الأثر، تُحدّد ما يجب فعله لا ما يجري فحسب. ويرى أبو شقير (٢٠٢٠) أن التكامل بين البيانات الأرصادية وأنظمة الإنذار المبكر يُمثل أحد المرتكزات الأساسية في إدارة الأزمات، إذ يضمن وصول المعلومات إلى متخذي القرار قبل تفاقم الأحداث. ويتجلى هذا التكامل في شركات التأمين عبر ربط أنظمة الرصد بأنظمة معلومات الشركة، بما يُتيح تحديث تقديرات التعرض بصورة آنية، وإصدار تنبيهات إلى وحدات الاكتتاب وتسوية المطالبات.

البُعد الثالث: التحليلات التنبؤية المبنية على النماذج المناخية. يُمثل هذا البُعد المستوى المتقدم في توظيف البيانات الأرصادية، إذ ينتقل من مرحلة استخدام البيانات الخام إلى مرحلة استخراج الأنماط والاتجاهات منها عبر النماذج المناخية المتقدمة. ويُشير (Deng et al. (2025 إلى أن خوارزميات التعلم العميق باتت تُتيح تطوير نماذج تنبؤية ديناميكية تجمع بين تنبؤ العوامل المناخية وتقييم المخاطر المرتبطة بها في إطار واحد، بما يتجاوز التحليل الإحصائي التقليدي. ويُضيف (Kumar et al. (2021 أن النماذج المناخية المتقدمة تُتيح بناء مؤشرات مركبة لتقييم مرونة البنى التحتية في مواجهة التغيرات المناخية، وهو ما ينعكس مباشرة على تقديرات شركات التأمين للتعرض في القطاعات المختلفة. ويُكمل (Zhang et al. (2022 هذا الطرح عبر مصفوفات تقييم المخاطر الجوية، التي تستثمر التحليلات التنبؤية في تصنيف الأحداث الكبرى وفق احتمالاتها وشدتها. ومن ثم، فإن التحليلات التنبؤية تُمثل العقل التحليلي لمنظومة توظيف البيانات الأرصادية، وتُحدّد مستوى نضجها في المؤسسة.

البُعد الرابع: البنية التحتية التقنية لإدارة البيانات الأرصادية. يُمثل هذا البُعد الركيزة المادية والتقنية التي تستند إليها سائر الأبعاد، إذ إن دقة التنبؤات وتكامل أنظمة الإنذار والتحليلات التنبؤية تتوقف جميعها على وجود بنية تحتية تقنية كفؤة. وتشمل هذه البنية: محطات الرصد، وقواعد البيانات، ومنصات التحليل، وأنظمة الاتصال، فضلاً عن الكوادر البشرية المؤهلة للتعامل معها. ويُبيّن (Yin et al. (2024 أن الرقمنة تُمثل عاملاً محورياً في معالجة قصور المعلومات داخل المنظمة، وأن توظيف البيانات الأرصادية يستلزم بنية تحتية رقمية قادرة على استيعاب التدفقات المعلوماتية الضخمة ومعالجتها في الوقت المناسب. ويُضيف (Adekunle et al. (2021 أن النمذجة التنبؤية لتحسين العمليات تستلزم منظومة تقنية متكاملة تُتيح

تطبيق خوارزميات التعلم الآلي على البيانات التشغيلية. ويُكَمِّل Chowdhury et al. (2023) هذا الطرح حين يُبَيِّن أن تبني تقنيات حديثة كسلاسل الكتل في إدارة المخاطر التشغيلية يستلزم تطويرًا متوازيًا في البنية التحتية الرقمية، بما يضمن أمن البيانات ومصداقيتها وقابليتها للتدقيق.

٦.١.٢ استراتيجيات توظيف البيانات الأرصادية

تتعدد الاستراتيجيات التي يمكن للمؤسسات اعتمادها لتوظيف البيانات الأرصادية، وتتدرج من استراتيجيات ذات طابع تشغيلي قصير الأمد إلى استراتيجيات استراتيجية طويلة الأمد. وتتمثل الاستراتيجية الأولى في التكامل المؤسسي للبيانات، عبر بناء منصة موحدة تجمع البيانات الأرصادية من مصادرها المختلفة، وتُتيح للوحدات المختلفة الوصول إليها وفق صلاحيات محددة، بما يُحقق الاتساق في القرارات. وتأتي الاستراتيجية الثانية في تطوير القدرات التحليلية، عبر استثمار أدوات تحليل البيانات الضخمة وتقنيات الذكاء الاصطناعي في استخراج الأنماط من البيانات الأرصادية، وهو ما يُشير إليه Sanford et al. (2022) باعتباره أحد أبرز الاتجاهات الحديثة في تحديث منظومات إدارة المخاطر.

وتتمثل الاستراتيجية الثالثة في بناء الشراكات مع الجهات الأرصادية المتخصصة، إذ إن جودة البيانات تتوقف بدرجة كبيرة على مصدرها، ومن ثم فإن إقامة علاقات مؤسسية مستقرة مع هيئات الأرصاد الجوية ومراكز البحث المناخي يُمثل ركيزة في ضمان استمرارية تدفق البيانات. وتأتي الاستراتيجية الرابعة في التحول إلى منظومة الإنذار القائم على الأثر، كما يطرحها Potter et al. (2021)، عبر إعادة تصميم رسائل الإنذار بحيث تُركّز على ما يجب فعله وعلى الفئات المتضررة، لا على وصف الظاهرة فحسب. وتتمثل الاستراتيجية الخامسة في تبني النمذجة الديناميكية للمخاطر، التي يُشير إليها Deng et al. (2025)، والتي تستثمر التعلم العميق في تحديث تقديرات المخاطر بصورة مستمرة كلما توفرت بيانات جديدة.

٧.١.٢ محددات توظيف البيانات الأرصادية في شركات التأمين

تواجه شركات التأمين جملةً من المحددات في سعيها لتوظيف البيانات الأرصادية، يمكن تصنيفها في محددات تقنية تتصل بضعف البنية التحتية، ومحددات معلوماتية ترتبط بمحدودية جودة البيانات في بعض البيئات، ومحددات بشرية تتعلق بنقص الكوادر المتخصصة في تحليل البيانات المناخية، ومحددات تنظيمية

ترتبط بضعف التكامل بين الوحدات الداخلية. ويُسلّط Yin et al. (2024) الضوء على أن التحول الرقمي يُتيح تجاوز كثير من هذه المحددات حين يُدار وفق منظور معالجة المعلومات التنظيمية.

٨.١.٢ التوجهات الحديثة في توظيف البيانات الأرصادية

تتجه المؤسسات المعاصرة نحو توظيف البيانات الأرصادية ضمن منظومة أوسع للذكاء المؤسسي، تُدمج فيها البيانات البيئية مع البيانات التشغيلية والمالية، بما يُتيح بناء صورة شاملة عن التعرض للمخاطر. ويُشير Li et al. (2021) إلى أن الابتكار في الذكاء الاصطناعي وكفاءة العمليات يُسهمان في خفض المخاطر غير المنتظمة، وهو ما ينطبق على توظيف البيانات الأرصادية حين يُدمج ضمن منظومة ذكاء أعمال متكاملة. ويرى الباحث أن التوجه المستقبلي في شركات التأمين سيتمحور حول الانتقال من النموذج التقليدي القائم على البيانات التاريخية إلى نموذج هجين يجمع بين البيانات التاريخية والتنبؤية الديناميكية، بما يُحقق توازنًا بين الاستقرار الاكتواري والاستجابة للتغيرات المناخية المتسارعة.

المبحث الثاني: المتغير التابع — إدارة المخاطر التشغيلية

١.٢.٢ تمهيد

تُعد إدارة المخاطر التشغيلية واحدةً من أكثر المجالات الإدارية تطوراً في العقود الأخيرة، إذ انتقلت من كونها وظيفة ثانوية ضمن منظومة الرقابة الداخلية إلى كونها وظيفة استراتيجية مستقلة تُسهم في حماية المؤسسات من الخسائر غير المتوقعة وتُعزز استدامة أدائها. وقد أسهمت الأزمات المالية المتتالية والكوارث الطبيعية المتصاعدة في إبراز أهمية هذه الوظيفة، ولا سيما في القطاعات التي تتعامل بطبيعتها مع عدم اليقين، كالقطاع المصرفي وقطاع التأمين. وفي ظل تزايد الاعتماد على التقنيات الرقمية وتنامي تعقيد العمليات، باتت المخاطر التشغيلية تتسم بتعدد مصادرها وتشابك آثارها، مما يستلزم تبني مقاربات حديثة في إدارتها تتجاوز الأطر التقليدية إلى أطر متكاملة قائمة على البيانات والتحليل. ويتناول هذا المبحث المتغير التابع للدراسة بالتأطير النظري، عبر استعراض مفهومه وأهميته وأهدافه وأبعاده، إلى جانب استراتيجيات إدارته والاتجاهات الحديثة فيه.

٢.٢.٢ مفهوم إدارة المخاطر التشغيلية

تتنوع تعريفات الباحثين لمفهوم إدارة المخاطر التشغيلية تنوعاً يعكس تشعب أبعادها وتعدد سياقاتها التطبيقية. فقد ذهب الكلش (٢٠٢٥) إلى أن إدارة المخاطر في القطاع المصرفي تُمثل منظومة شاملة لتحديد المخاطر المالية وغير المالية وقياسها ومعالجتها، وأن المخاطر التشغيلية تُمثل أحد أبرز مكوناتها، إذ ترتبط بالعمليات الداخلية والأفراد والأنظمة والأحداث الخارجية. ويُكمل هذا التصور بوليفة وآخرون (٢٠٢٢) حين يصفون إدارة المخاطر التشغيلية بأنها العملية الإدارية المنظمة التي تتبناها البنوك التجارية لتحديد المخاطر الناشئة عن نشاطها التشغيلي اليومي، ووضع آليات لقياسها والتعامل معها، بما يضمن استمرارية العمل ويحدّ من الخسائر المحتملة.

وفي السياق ذاته، يطرح خوجة وعلمي (٢٠٢٢) المفهوم من زاوية مؤشرات المخاطر الرئيسية، إذ يرون أن إدارة المخاطر التشغيلية تتمثل في بناء منظومة من المؤشرات الكمية والنوعية تُتيح للمؤسسة رصد التطورات في بيئتها التشغيلية واستباق الأحداث السلبية قبل تفاقمها، وهو ما يجعلها أداة استشرافية لا مجرد أداة استجابة. ويُضيف مسعود وشهاب (٢٠٢٤) بُعداً حوكمياً للمفهوم حين يعدّان إدارة المخاطر التشغيلية

جزءًا من منظومة الحوكمة المصرفية، تتولى مهمة الحدّ من المخاطر الناشئة عن قصور الضوابط الداخلية أو ضعف الالتزام أو الأخطاء البشرية، وذلك ضمن إطار رقابي متكامل.

ويقدّم وهدان (٢٠٢٤) قراءة تتمحور حول دور التدقيق الداخلي، إذ يصف إدارة المخاطر التشغيلية بأنها المنظومة التي يُسهم فيها التدقيق الداخلي بدور محوري في تحديد نقاط الضعف في العمليات وتقييم فاعلية الضوابط، خاصةً في البنوك الإسلامية التي تتميز بطبيعة عملياتها الخاصة. ويكمل أبو المريح وآخرون (٢٠٢٥) هذا الطرح بإضافة بُعد التشغيل الإلكتروني، إذ يصفون إدارة المخاطر التشغيلية بأنها العملية المستمرة التي تُتيح لشركات التأمين تقليل المخاطر الناشئة عن العمليات الإلكترونية، عبر آليات المراجعة المستمرة التي ترصد الأحداث في الوقت المناسب.

ومن منظور تنافسي، تطرح المعاينة والمخادمة (٢٠٢٣) المفهوم بوصفه أداة لدعم الميزة التنافسية، إذ ترى أن إدارة المخاطر التشغيلية تتجاوز كونها وظيفة دفاعية إلى كونها رافعة لتحسين الأداء وتعزيز الموقع التنافسي للبنوك التجارية. ويضيف (Kočíšová & Mišanková (2023) بُعدًا أدائيًا ماليًا حين يصفان إدارة المخاطر التشغيلية بأنها العملية التي تربط ممارسات إدارة المخاطر بنتائج الأداء المالي في المؤسسات الصغيرة والمتوسطة، بحيث تتحدد جدواها بمقدار ما تُسهم به في تحسين المؤشرات المالية.

ويرى (Li et al. (2021 أن إدارة المخاطر التشغيلية ترتبط ارتباطًا وثيقًا بكفاءة العمليات والابتكار التكنولوجي، إذ إن المؤسسات التي تتمتع بمستوى عالٍ من الكفاءة التشغيلية والابتكار في الذكاء الاصطناعي تُحقق مستوى أدنى من المخاطر غير المنتظمة. ويكمل (Chowdhury et al. (2023 هذا الطرح بإضافة بُعد سلاسل الكتل، إذ يصف إدارة المخاطر التشغيلية بأنها العملية التي تستفيد من التقنيات الناشئة كسلاسل الكتل في تعزيز الشفافية والمصادقية في إدارة المخاطر داخل العمليات وسلاسل التوريد.

ويلاحظ الباحث من خلال هذا الاستعراض أن التعريفات، رغم تنوع منطلقاتها بين المنظور المصرفي والتأميني والتقني والحوكمي، تلتقي عند جوهر مشترك يتمثل في كون إدارة المخاطر التشغيلية عملية منظّمة تهدف إلى تحديد المخاطر الناشئة عن البيئة التشغيلية وقياسها ومعالجتها بصورة تضمن استمرارية العمل وكفاءته. ومن ثم، يرى الباحث أن إدارة المخاطر التشغيلية في شركات التأمين يمكن تعريفها إجرائيًا بأنها: “المنظومة الإدارية المتكاملة التي تتبناها شركات التأمين لتحديد المخاطر الناشئة عن العمليات الداخلية والأفراد والأنظمة والأحداث الخارجية، وقياسها وتقييمها ومعالجتها، عبر منظومة من السياسات والضوابط

والأدوات، بهدف الحدّ من الخسائر المحتملة وضمان استمرارية الأعمال وتعزيز كفاءة الأداء". ويتميز هذا التعريف بشموليته لمصادر المخاطر التشغيلية الأربعة المعتمدة عالمياً، وربطه بالسياق التأميني الذي تنشط فيه الدراسة.

٣.٢.٢ أهمية إدارة المخاطر التشغيلية

تكتسب إدارة المخاطر التشغيلية أهميةً متزايدة في بيئة الأعمال المعاصرة، إذ باتت تُمثل أحد المداخل الجوهرية لحماية المؤسسات من الخسائر غير المتوقعة وتعزيز قدرتها على الاستمرار في ظل بيئة شديدة التقلب. وقد تنامي الاهتمام بها في ضوء تصاعد تكاليف الأحداث التشغيلية في مختلف القطاعات، وتزايد الضغوط الرقابية على المؤسسات المالية للالتزام بمعايير دولية في إدارة المخاطر.

ويُشير الكلش (٢٠٢٥) إلى أن أهمية إدارة المخاطر التشغيلية تتجلى في عدة محاور، أبرزها: حماية المؤسسة من الخسائر المالية الناجمة عن قصور العمليات أو الأخطاء البشرية، وتعزيز الثقة في المؤسسة لدى المساهمين والعملاء، وضمان الالتزام بالمتطلبات الرقابية والتشريعية، فضلاً عن دعم القدرة على اتخاذ قرارات استثمارية وتشغيلية مدروسة في ظل أوضاع غير مستقرة. ويُضيف بوليفة وآخرون (٢٠٢٢) أن أهمية إدارة المخاطر التشغيلية تتعمق في القطاع المصرفي تحديداً، إذ يرون أنها تُسهم في حماية رأس المال المصرفي، وتعزيز ملاءة البنوك، ودعم استقرار النظام المالي ككل، فضلاً عن تحسين كفاءة العمليات اليومية.

ويرى مسعود وشهاب (٢٠٢٤) أن أهمية إدارة المخاطر التشغيلية تتجلى في علاقتها بالحوكمة المصرفية، إذ تُمثل أحد أعمدتها الأساسية، وتُسهم في تعزيز الشفافية والمساءلة وضبط السلوك المؤسسي وحماية مصالح أصحاب المصلحة. ويكمل وهدان (٢٠٢٤) هذا الطرح بأن إدارة المخاطر التشغيلية تكتسب أهميتها من كونها تُمثل المجال الذي يتفاعل فيه التدقيق الداخلي مع باقي الوظائف الإدارية، بما يُسهم في كشف نقاط الضعف وتعزيز فاعلية الضوابط الداخلية.

ويُبيّن أبو المليح وآخرون (٢٠٢٥) أن أهمية إدارة المخاطر التشغيلية في شركات التأمين تتمحور حول تقليل المخاطر الناشئة عن التشغيل الإلكتروني، وتعزيز موثوقية العمليات الرقمية، وضمان جودة البيانات المتداولة، فضلاً عن تحسين قدرة الشركات على المنافسة في بيئة رقمية متسارعة. وترى المعاينة والمخادمة

(٢٠٢٣) أن أهمية إدارة المخاطر التشغيلية تتجلى في كونها تُمثل رافعة للميزة التنافسية، إذ تُسهم في تمييز المؤسسة عن منافسيها من خلال جودة عملياتها ومستوى استقرارها.

ويُشير (Sanford et al. (2022 إلى أن أهمية إدارة المخاطر التشغيلية تتعمق في عصر البيانات الضخمة، إذ باتت تُمثل أحد أبرز المجالات التي تُسهم فيها تحليلات البيانات في تطوير منهجيات القياس والتقييم. ويُضيف (Cornwell et al. (2023 أن أهمية إدارة المخاطر التشغيلية تتجلى في قدرتها على التحديث المستمر عبر استثمار تحليل العوامل السببية، بما يُتيح فهمًا أعمق للأحداث التشغيلية وأسبابها الجذرية.

ويُبين (Yin et al. (2024 أن أهمية إدارة المخاطر التشغيلية تتزايد في البيئات الرقمية، إذ إن التحول الرقمي يُولّد مخاطر جديدة تستلزم استجابات إدارية مبتكرة، وأن إدارة هذه المخاطر تُمثل ركيزة في نجاح التحول الرقمي ذاته. ويرى (Mahembe & Mutezo (2025 أن أهمية إدارة المخاطر التشغيلية تبرز بوضوح في أوقات الكوارث، إذ تُمثل خط الدفاع الأول الذي يحمي المؤسسات الصغيرة والمتوسطة من الانهيار، ويُتيح لها الاستمرار في تقديم خدماتها رغم الظروف الاستثنائية.

ويرى (Kočiřová & Miřanková (2023 أن أهمية إدارة المخاطر التشغيلية تتجلى في علاقتها بالأداء المالي، إذ إنها تُسهم في تحسين المؤشرات المالية للمؤسسات عبر خفض الخسائر التشغيلية وتعزيز كفاءة استخدام الموارد. ويستخلص الباحث من هذه القراءات أن أهمية إدارة المخاطر التشغيلية في شركات التأمين يمكن تصنيفها في ثلاثة مستويات متكاملة: مستوى وقائي يرتبط بحماية الشركة من الخسائر، ومستوى تنموي يتصل بتحسين كفاءة العمليات وتعزيز الميزة التنافسية، ومستوى استراتيجي يرتبط ببناء سمعة مؤسسية قوية وضمان الاستدامة طويلة الأمد.

٤.٢.٢ أهداف إدارة المخاطر التشغيلية

تتعدد الأهداف التي تسعى المؤسسات إلى تحقيقها من خلال إدارة المخاطر التشغيلية، وتتباين باختلاف طبيعة النشاط والسياق التشغيلي، غير أنها تلتقي عند غاية كبرى تتمثل في حماية المؤسسة من الخسائر غير المتوقعة وتعزيز كفاءة عملياتها.

ويرى الكليش (٢٠٢٥) أن أهداف إدارة المخاطر التشغيلية يمكن إجمالها في عدة نقاط، تشمل: تحديد المخاطر التشغيلية بدقة وفق مصادرها الأربعة، وقياس مستوى التعرض لكل نوع من المخاطر، ووضع استراتيجيات مناسبة للتعامل معها سواء بالتجنب أو التخفيف أو التحويل أو القبول، فضلاً عن المتابعة المستمرة لفاعلية هذه الاستراتيجيات في ضوء المستجدات.

ويُكمل بوليفة وآخرون (٢٠٢٢) هذا الطرح بإضافة أهداف أخرى، من بينها: تعزيز الاستقرار المؤسسي للبنوك التجارية، وحماية أصولها من التآكل، وضمان الالتزام بالمتطلبات الرقابية لبنك التسويات الدولية، إلى جانب تطوير ثقافة مؤسسية واعية بالمخاطر تشمل جميع المستويات الإدارية.

ويُحدّد خوجة وعلمي (٢٠٢٢) جملةً من الأهداف ذات الطابع التشخيصي، تشمل: بناء منظومة من مؤشرات المخاطر الرئيسية، ورصد التطورات في كل مؤشر بصورة دورية، واستباق تجاوز المؤشرات لحدودها المقبولة، وتزويد الإدارة بتقارير منتظمة عن الوضع التشغيلي للمؤسسة. ويُضيف مسعود وشهاب (٢٠٢٤) أهدافاً تتصل بالحوكمة، من بينها: تعزيز الالتزام بأنظمة الرقابة الداخلية، وتحسين جودة الإفصاح عن المخاطر، وتقوية دور لجان المخاطر في مجالس الإدارة.

ويُشير وهذان (٢٠٢٤) إلى أهداف ترتبط بالتدقيق الداخلي، تشمل: تقييم فاعلية الضوابط الداخلية، وكشف نقاط الضعف في العمليات، ورفع التوصيات لتعزيز منظومة المخاطر، خاصةً في البنوك الإسلامية. ويُضيف أبو المليح وآخرون (٢٠٢٥) أهدافاً تتصل بالتشغيل الإلكتروني في شركات التأمين، من بينها: ضمان أمن البيانات الإلكترونية، والحدّ من مخاطر الاحتيال الرقمي، وتعزيز موثوقية الأنظمة الإلكترونية.

ومن منظور تنافسي، ترى المعاينة والمخادمة (٢٠٢٣) أن أهداف إدارة المخاطر التشغيلية تشمل: تمييز المؤسسة عن منافسيها بجودة عملياتها، وتعزيز ثقة العملاء فيها، وبناء سمعة مؤسسية قوية تنعكس على الموقع التنافسي. ويرى Adekunle et al. (2021) أن أبرز أهداف إدارة المخاطر التشغيلية في العصر الراهن: تحسين العمليات عبر النمذجة التنبؤية، والحدّ من أوجه القصور التشغيلية باستثمار التعلم الآلي، وتحويل البيانات التشغيلية إلى رؤى قرارية.

ويستخلص الباحث من هذه القراءات أن أهداف إدارة المخاطر التشغيلية في شركات التأمين يمكن تصنيفها في ثلاثة مستويات: أهداف تشخيصية تتصل بتحديد المخاطر وقياسها، وأهداف علاجية ترتبط

بمعالجة المخاطر بأدوات متنوعة، وأهداف استراتيجية تتعلق ببناء قدرة مؤسسية على التكيف مع المخاطر المتغيرة وتحويلها إلى فرص للتمايز التنافسي.

٥.٢.٢ أبعاد إدارة المخاطر التشغيلية

تم تحديد أبعاد إدارة المخاطر التشغيلية في هذه الدراسة بناءً على ما طرحه الكلش (٢٠٢٥) في معالجته الشاملة لإدارة المخاطر في القطاع المصرفي، وما قدّمه بوليفة وآخرون (٢٠٢٢) من تأطير لإدارة المخاطر التشغيلية في البنوك التجارية، وما أضافه خوجة وعلمي (٢٠٢٢) من رؤية حول مؤشرات المخاطر الرئيسية وعلاقتها بالمخاطر التشغيلية، إلى جانب ما طرحه (Sanford et al. (2022) من تأطير لتحليلات البيانات ضمن إدارة المخاطر التشغيلية. وقد أسفر التكامل بين هذه المعالجات عن تحديد أربعة أبعاد رئيسية تمثل البنية المفاهيمية للمتغير التابع في الدراسة الحالية.

البُعد الأول: تحديد المخاطر التشغيلية. يُمثل هذا البُعد الخطوة الأولى في منظومة إدارة المخاطر التشغيلية، إذ لا يمكن إدارة ما لا يمكن تحديده. ويتمثل تحديد المخاطر في عملية منظّمة لاستكشاف مصادر المخاطر المحتملة في العمليات الداخلية والأفراد والأنظمة والأحداث الخارجية. ويُشير خوجة وعلمي (٢٠٢٢) إلى أن تحديد المخاطر يستلزم بناء خارطة شاملة للمخاطر تُغطي جميع وحدات المؤسسة وأنشطتها، وأن مؤشرات المخاطر الرئيسية تُمثل أداة جوهرية في هذه العملية. ويُضيف وهدان (٢٠٢٤) أن التدقيق الداخلي يُسهم بدور محوري في تحديد المخاطر التشغيلية، عبر فحص العمليات وكشف نقاط الضعف فيها. ويُكمّل أبو المليح وآخرون (٢٠٢٥) هذا الطرح بأن المراجعة المستمرة تُتيح تحديد المخاطر الناشئة عن التشغيل الإلكتروني في الوقت المناسب، بما يضمن استباق الأحداث قبل وقوعها.

البُعد الثاني: قياس المخاطر التشغيلية وتقييمها. ينتقل هذا البُعد بمنظومة إدارة المخاطر من مرحلة التحديد إلى مرحلة التقدير الكمي والنوعي للمخاطر المكتشفة، عبر تقدير احتمال وقوعها وشدة آثارها. ويُبيّن بوليفة وآخرون (٢٠٢٢) أن قياس المخاطر التشغيلية يستلزم اعتماد منهجيات متعددة، تشمل الأساليب الإحصائية والنوعية وأساليب السيناريوهات، بما يُتيح للمؤسسة تقديرًا متكاملًا لمستوى تعرضها. ويُضيف (Sanford et al. (2022) أن تحليلات البيانات الحديثة باتت تُتيح قياس المخاطر التشغيلية بدرجة عالية من الدقة، عبر استثمار البيانات الضخمة وخوارزميات التعلم الآلي في بناء نماذج قياس متطورة. ويُكمّل

Cornwell et al. (2023) هذا الطرح بأن تحليل العوامل السببية يُتيح تقييمًا أعمق للمخاطر، عبر الانتقال من رصد الأحداث إلى فهم العوامل المسببة لها، بما يُساهم في تطوير منظومات قياس أكثر تفسيرية.

البُعد الثالث: معالجة المخاطر التشغيلية. يُمثل هذا البُعد المرحلة التنفيذية في منظومة إدارة المخاطر، إذ يتمحور حول اتخاذ القرارات المناسبة للتعامل مع المخاطر المكتشفة والمقاسة. وتتنوع أساليب المعالجة بين تجنب المخاطر، أو تخفيفها عبر تعزيز الضوابط، أو تحويلها عبر التأمين والتعاقد، أو قبولها حين تكون كلفة المعالجة أعلى من كلفة الحدث. ويُشير الكلش (٢٠٢٥) إلى أن اختيار أسلوب المعالجة يستلزم تحليلًا دقيقًا للكلفة والعائد، ومراعاةً لطبيعة المخاطر وسياقها. ويُضيف مسعود وشهاب (٢٠٢٤) أن الحوكمة المصرفية تُوفّر إطارًا منظمًا لمعالجة المخاطر، عبر تحديد الصلاحيات والمسؤوليات وضبط السلوك المؤسسي. ويُكمّل Chowdhury et al. (2023) هذا الطرح بأن التقنيات الناشئة كسلاسل الكتل باتت تُتيح أساليب جديدة لمعالجة المخاطر في العمليات وسلاسل التوريد، عبر تعزيز الشفافية والمصادقية وتقليل فرص التلاعب.

البُعد الرابع: متابعة المخاطر التشغيلية ومراقبتها. يُمثل هذا البُعد المرحلة المستمرة في منظومة إدارة المخاطر، إذ لا تنتهي إدارة المخاطر بمعالجتها بل تستلزم متابعة دائمة لرصد التطورات وتقييم فاعلية الإجراءات المتبعة. ويُبين أبو المليح وآخرون (٢٠٢٥) أن المراجعة المستمرة تُمثل آليةً جوهريةً في متابعة المخاطر التشغيلية، إذ تُتيح رصد الأحداث في الوقت المناسب واتخاذ الإجراءات التصحيحية بسرعة. ويُضيف Yin et al. (2024) أن الرقمنة تُتيح أدوات متقدمة لمتابعة المخاطر، عبر منظومات معلومات تُحدّث تقديرات المخاطر بصورة آنية. ويرى Li et al. (2021) أن متابعة المخاطر تستلزم ربطها بمؤشرات الأداء الكلي للمؤسسة، إذ إن إدارة المخاطر الفاعلة تنعكس على خفض المخاطر غير المنتظمة وتحسين الأداء العام.

٦.٢.٢ استراتيجيات إدارة المخاطر التشغيلية

تتعدد الاستراتيجيات التي يمكن لشركات التأمين اعتمادها في إدارة المخاطر التشغيلية، وتتدرج من استراتيجيات تشغيلية قصيرة الأمد إلى استراتيجيات استراتيجية طويلة الأمد. وتتمثل الاستراتيجية الأولى في بناء منظومة حوكمة متكاملة للمخاطر، كما يطرحها مسعود وشهاب (٢٠٢٤)، عبر إنشاء لجان مخاطر متخصصة، وتحديد الصلاحيات والمسؤوليات، وبناء سياسات واضحة لإدارة المخاطر. وتأتي الاستراتيجية

الثانية في تعزيز دور التدقيق الداخلي، كما يُبين وهدان (٢٠٢٤)، عبر تطوير قدرات التدقيق على فحص العمليات وكشف نقاط الضعف، خاصةً في البيئات ذات الطبيعة الخاصة كالبنوك الإسلامية.

وتتمثل الاستراتيجية الثالثة في تبني المراجعة المستمرة، كما يطرحها أبو المليح وآخرون (٢٠٢٥)، عبر منظومات إلكترونية تُتيح رصد العمليات في الوقت المناسب، خاصةً في البيئات الرقمية. وتأتي الاستراتيجية الرابعة في استثمار تحليلات البيانات، كما يُشير (Sanford et al. (2022)، عبر تطوير قدرات المؤسسة على استخراج الأنماط من البيانات التشغيلية وبناء نماذج تنبؤية متقدمة. وتتمثل الاستراتيجية الخامسة في تبني النمذجة التنبؤية، كما يطرحها (Adekunle et al. (2021)، عبر استثمار التعلم الآلي في توقع الأحداث التشغيلية والحدّ من أوجه القصور قبل تفاقمها. وتأتي الاستراتيجية السادسة في توظيف التقنيات الناشئة، كما يُبين (Chowdhury et al. (2023)، عبر تبني تقنيات سلاسل الكتل في تعزيز شفافية العمليات وتقليل فرص التلاعب، خاصةً في سلاسل التوريد المرتبطة بنشاط شركات التأمين.

٧.٢.٢ مصادر المخاطر التشغيلية في شركات التأمين

تتوزع مصادر المخاطر التشغيلية في شركات التأمين على أربعة مصادر رئيسية وفق التصنيف المعتمد دوليًا. ويتمثل المصدر الأول في العمليات الداخلية، التي تنشأ منها مخاطر تتصل بقصور الإجراءات أو ضعف الضوابط أو عدم كفاية التوثيق. ويتمثل المصدر الثاني في الأفراد، إذ تنشأ مخاطر من الأخطاء البشرية أو الاحتيال الداخلي أو نقص الكفاءة أو ضعف الالتزام بالسياسات. ويتمثل المصدر الثالث في الأنظمة، إذ تنشأ مخاطر من أعطال البنية التحتية التقنية أو الاختراقات السيبرانية أو ضعف أمن البيانات. ويتمثل المصدر الرابع في الأحداث الخارجية، إذ تنشأ مخاطر من الكوارث الطبيعية والظواهر المناخية القسوى والتغيرات التشريعية والاضطرابات الاقتصادية. ويُشير الكلش (٢٠٢٥) إلى أن هذا التصنيف الرباعي يُمثل الإطار المعتمد عالميًا في إدارة المخاطر التشغيلية، وأن كل مصدر يستلزم أدوات قياس ومعالجة مختلفة.

٨.٢.٢ التوجهات الحديثة في إدارة المخاطر التشغيلية

تتجه إدارة المخاطر التشغيلية في الوقت الراهن نحو عدة توجهات حديثة، أبرزها التحول من المقاربات الوصفية إلى المقاربات التنبؤية، عبر استثمار البيانات الضخمة والذكاء الاصطناعي في توقع الأحداث قبل وقوعها. ويُبين (Adekunle et al. (2021) أن النمذجة التنبؤية باتت تُمثل أحد أبرز التوجهات في

تحسين العمليات والحدّ من المخاطر التشغيلية. ويُضيف Yin et al. (2024) أن التحول الرقمي يُعيد تشكيل منظومة إدارة المخاطر التشغيلية، عبر تزويدها بأدوات معالجة معلومات أكثر تطورًا.

ويُتجه المجال كذلك نحو تعميق ارتباط إدارة المخاطر بالأداء المالي، كما يُبين Kočíšová & Mišanková (2023)، بحيث تتحول من وظيفة دفاعية إلى رافعة لتحسين الأداء. ويُتجه نحو الربط بين إدارة المخاطر والمسؤولية الاجتماعية، كما يطرحه Li et al. (2021)، إذ إن الأداء البيئي والاجتماعي للشركات يرتبط بمستوى المخاطر غير المنتظمة فيها. ويُتجه أيضًا نحو إدارة المخاطر في أوقات الكوارث، كما يُبين Mahembe & Mutezo (2025)، عبر بناء منظومات استجابة سريعة تُتيح للمؤسسات الاستمرار في ظل الظروف الاستثنائية.

الفصل الثالث: منهجية الدراسة وإجراءاتها

١.٣ تمهيد

يتناول الفصل بالتفصيل المنهج المعتمد في الدراسة، ومجتمعها وعينتها، وأداة جمع البيانات وما تتضمنه من محاور وفقرات، إلى جانب الإجراءات التي اتبعتها الباحثة للتحقق من صدق الأداة وثباتها، وعرض مصفوفة الارتباط بين متغيرات الدراسة، فضلاً عن الأساليب الإحصائية التي تم توظيفها في تحليل البيانات واختبار الفروض.

٢.٣ منهج الدراسة

اعتمد الباحث على المنهج الوصفي التحليلي، باعتباره المنهج الأنسب لطبيعة الدراسة وأهدافها، إذ يقوم على وصف الظاهرة محل البحث وصفاً دقيقاً، وجمع البيانات المتعلقة بها، وتحليلها وتفسيرها للوصول إلى استنتاجات تُسهم في فهم العلاقة بين متغيرات الدراسة. وقد تم توظيف هذا المنهج في شقيه: الشق الوصفي الذي يتمثل في وصف خصائص مجتمع الدراسة وتحديد مستوى توظيف بيانات الأرصاد ومستوى إدارة المخاطر التشغيلية في مراكز الأرصاد الجوية، والشق التحليلي الذي يتمثل في اختبار العلاقة بين المتغير المستقل بأبعاده الأربعة والمتغير التابع، والكشف عن طبيعة الأثر ومستوى دلالاته الإحصائية.

كما اعتمد الباحث على أسلوبين متكاملين في جمع البيانات: الأسلوب الأول هو الأسلوب المكتبي، الذي تم بمقتضاه الرجوع إلى الكتب والدوريات العلمية والرسائل الجامعية والأبحاث المنشورة لبناء الإطار النظري للدراسة. والأسلوب الثاني هو الأسلوب الميداني، الذي تم بمقتضاه تصميم استبانة وتوزيعها على عينة الدراسة لجمع البيانات الأولية اللازمة لاختبار الفروض.

٣.٣ مجتمع الدراسة وعينتها

مجتمع الدراسة

يتكون مجتمع الدراسة من العاملين في مراكز الأرصاد الجوية بالمملكة العربية السعودية، التابعة للمركز الوطني للأرصاد، ممن يشغلون مناصب لها علاقة مباشرة بإنتاج بيانات الأرصاد وتوظيفها وإدارة المخاطر

التشغيلية الناشئة عن العمليات الفنية والتقنية، وتشمل هذه الفئات: مديري المراكز ورؤساء الأقسام، والمتنبيين الجويين، ومحلي البيانات المناخية، ومسؤولي أنظمة الإنذار المبكر، ومهندسي الرصد والاتصالات، ومسؤولي البنية التحتية التقنية، والعاملين في وحدات الجودة وإدارة المخاطر. وقد بلغ إجمالي مجتمع الدراسة (420) فردًا موزعين على المركز الرئيس ومحطاته الإقليمية في مختلف مناطق المملكة.

عينة الدراسة

تم اعتماد العينة العشوائية الطبقية لضمان تمثيل جميع الفئات الوظيفية داخل مراكز الأرصاد الجوية. وتم حساب حجم العينة وفق معادلة ستيفن ثامبسون عند مستوى ثقة (٩٥٪) وهامش خطأ (٥٪)، فبلغ حجم العينة المطلوب (201) مفردة، وقام الباحث بتوزيع (220) استبانة احتياطاً لاحتمالات عدم الاستجابة أو عدم صلاحية بعضها للتحليل، استُرد منها (212) استبانة، استُبعد منها (8) استبانات لعدم اكتمال البيانات أو لاحتوائها على إجابات نمطية، ليصبح عدد الاستبانات الصالحة للتحليل (204) استبانة، بنسبة استرداد صافية بلغت (92.7%)، وهي نسبة مرتفعة تُعزّز موثوقية النتائج.

٤.٣ أداة الدراسة

اعتمد الباحث على الاستبانة أداة رئيسة لجمع البيانات، نظرًا لملاءمتها لطبيعة الدراسة وحجم العينة. وقد تم تصميمها بالاستناد إلى الإطار النظري والدراسات السابقة المرتبطة بمتغيرات الدراسة، وصيغت فقراتها بأسلوب واضح ومحدد يُراعي الطبيعة التقنية لعمل مراكز الأرصاد، وتم استخدام مقياس ليكرت الخماسي للإجابة عن الفقرات، بحيث تتدرج الإجابات من (موافق بشدة = ٥) إلى (غير موافق بشدة = ١).

بنية الاستبانة

جدول (٣ - ١): بنية أداة الدراسة وتوزيع فقراتها

القسم	المحور	البُعد	عدد الفقرات
الأول	البيانات الديموغرافية	النوع، العمر، المؤهل، التخصص، الخبرة	5
الثاني	المتغير المستقل: بيانات الأرصاد	دقة التنبؤات الجوية وموثوقيتها	4
		تكامل بيانات الأرصاد مع أنظمة الإنذار المبكر	4
		التحليلات التنبؤية المبنية على النماذج المناخية	4
		البنية التحتية التقنية لإدارة بيانات الأرصاد	4
الثالث	المتغير التابع: إدارة المخاطر التشغيلية	محور أحادي	12
	إجمالي فقرات المقياس		28

معيّار الحكم على المتوسطات الحسابية

اعتمد الباحث المعيار التالي، بناءً على طول الفئة المحسوب وفق المعادلة: $(١ - ٥) \div ٥ = ٠.٨٠$.

جدول (٣ - ٢): معيار الحكم على المتوسطات الحسابية

المتوسط الحسابي	درجة الموافقة
من ١.٠٠ إلى أقل من ١.٨٠	منخفضة جدًا
من ١.٨٠ إلى أقل من ٢.٦٠	منخفضة
من ٢.٦٠ إلى أقل من ٣.٤٠	متوسطة
من ٣.٤٠ إلى أقل من ٤.٢٠	مرتفعة
من ٤.٢٠ إلى ٥.٠٠	مرتفعة جدًا

٥.٣ صدق أداة الدراسة وثباتها

الصدق الظاهري (صدق المحكمين)

تم عرض الاستبانة في صورتها الأولية على مجموعة من المحكمين المتخصصين في إدارة الأعمال وإدارة المخاطر وعلوم الأرصاد والإحصاء، بلغ عددهم (9) محكمين، للتأكد من سلامة الصياغة اللغوية، ومدى ملاءمة الفقرات للمحور الذي تنتمي إليه، ومناسبتها لقياس متغيرات الدراسة في سياق مراكز الأرصاد الجوية. وقد تم الأخذ بملاحظات المحكمين بإجراء التعديلات اللازمة، حتى استقرت الاستبانة في صورتها النهائية على (٢٨) فقرة.

صدق الاتساق الداخلي

تم التحقق من صدق الاتساق الداخلي بحساب معاملات ارتباط (بيرسون) بين كل فقرة من فقرات الاستبانة والدرجة الكلية للبعد الذي تنتمي إليه، على عينة استطلاعية بلغت (30) مفردة من خارج عينة الدراسة الأساسية.

جدول (٣ - ٣): معاملات ارتباط فقرات أبعاد المتغير المستقل بالدرجة الكلية لكل بُعد

البُعد	الفقرة	معامل الارتباط	مستوى الدلالة
دقة التنبؤات الجوية وموثوقيتها	الفقرة ١	0.782**	0.000
	الفقرة ٢	0.815**	0.000
	الفقرة ٣	0.764**	0.000
	الفقرة ٤	0.798**	0.000
تكامل بيانات الأرصاد مع أنظمة الإنذار المبكر	الفقرة ١	0.751**	0.000
	الفقرة ٢	0.806**	0.000
	الفقرة ٣	0.789**	0.000
	الفقرة ٤	0.823**	0.000
	الفقرة ١	0.812**	0.000

0.000	0.776**	الفقرة ٢	التحليلات التنبؤية المبنية على النماذج المناخية
0.000	0.794**	الفقرة ٣	
0.000	0.831**	الفقرة ٤	
0.000	0.768**	الفقرة ١	البنية التحتية التقنية لإدارة بيانات الأرصاد
0.000	0.802**	الفقرة ٢	
0.000	0.785**	الفقرة ٣	
0.000	0.819**	الفقرة ٤	

**دالة عند مستوى (0.01)

جدول (٣ - ٤): معاملات ارتباط فقرات المتغير التابع (إدارة المخاطر التشغيلية) بالدرجة الكلية للمحور

الفقرة	معامل الارتباط	مستوى الدلالة
الفقرة ١	0.742**	0.000
الفقرة ٢	0.768**	0.000
الفقرة ٣	0.795**	0.000
الفقرة ٤	0.781**	0.000
الفقرة ٥	0.756**	0.000
الفقرة ٦	0.803**	0.000
الفقرة ٧	0.789**	0.000
الفقرة ٨	0.774**	0.000
الفقرة ٩	0.812**	0.000
الفقرة ١٠	0.797**	0.000
الفقرة ١١	0.765**	0.000
الفقرة ١٢	0.784**	0.000

**دالة عند مستوى (0.01)

الصدق البنائي

جدول (٣ - ٥): معاملات ارتباط أبعاد المتغير المستقل بالدرجة الكلية للمقياس

البُعد	معامل الارتباط	مستوى الدلالة
دقة التنبؤات الجوية وموثوقيتها	0.861**	0.000
تكامل بيانات الأرصاد مع أنظمة الإنذار المبكر	0.879**	0.000
التحليلات التنبؤية المبنية على النماذج المناخية	0.892**	0.000
البنية التحتية التقنية لإدارة بيانات الأرصاد	0.874**	0.000

**دالة عند مستوى (0.01)

ثبات أداة الدراسة

جدول (٣ - ٦): معاملات ثبات أداة الدراسة

المحور / البُعد	عدد الفقرات	ألفا كرونباخ	التجزئة النصفية
دقة التنبؤات الجوية وموثوقيتها	4	0.842	0.821
تكامل بيانات الأرصاد مع أنظمة الإنذار المبكر	4	0.863	0.847
التحليلات التنبؤية المبنية على النماذج المناخية	4	0.878	0.859
البنية التحتية التقنية لإدارة بيانات الأرصاد	4	0.851	0.834
المتغير المستقل (إجمالي)	16	0.921	0.903
إدارة المخاطر التشغيلية	12	0.906	0.889
الاستبانة ككل	28	0.937	0.918

٦.٣ مصفوفة الارتباط بين متغيرات الدراسة

جدول (٣ - ٧): مصفوفة الارتباط بين متغيرات الدراسة (ن = ٢٠٤)

المتغير	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
(1) دقة التنبؤات الجوية وموثوقيتها	1					
(2) تكامل بيانات الأرصاد مع أنظمة الإنذار المبكر	0.612**	1				
(3) التحليلات التنبؤية المبنية على النماذج المناخية	0.584**	0.647**	1			
(4) البنية التحتية التقنية لإدارة بيانات الأرصاد	0.556**	0.601**	0.673**	1		
(5) بيانات الأرصاد (إجمالي)	0.821**	0.853**	0.867**	0.842**	1	
(6) إدارة المخاطر التشغيلية	0.694**	0.726**	0.758**	0.712**	0.823**	1

**دالة عند مستوى (0.01)

تُشير المصفوفة إلى وجود علاقات طردية دالة إحصائياً بين جميع المتغيرات، مع ارتباطات متوسطة إلى قوية بين الأبعاد الأربعة فيما بينها (تتراوح بين ٠.٥٥٦ و ٠.٦٧٣)، مما يدل على عدم وجود مشكلة ارتباط متعدد. كما بلغ معامل الارتباط بين المتغير المستقل في صورته الإجمالية والمتغير التابع (٠.٨٢٣)، وهو ارتباط قوي جداً يُمهد لاختبار الأثر في الفصل التالي.

٧.٣ الأساليب الإحصائية المستخدمة

اعتمد الباحث على برنامج (SPSS V.26) في تحليل البيانات، وتم توظيف الأساليب الآتية:

- التكرارات والنسب المئوية: لوصف الخصائص الديموغرافية لأفراد العينة.

- المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية: لقياس استجابات أفراد العينة وتحديد مستوى الموافقة.
- معامل ألفا كرونباخ (Cronbach's Alpha): لقياس ثبات الأداة.
- التجزئة النصفية بمعادلة سبيرمان-براون (Spearman-Brown): للتأكد من ثبات الأداة بأسلوب مكمل.
- معامل ارتباط بيرسون (Pearson Correlation): لقياس صدق الاتساق الداخلي وبناء مصفوفة الارتباط.
- اختبار معامل تضخم التباين (VIF) والتباين المسموح به (Tolerance): للتحقق من عدم وجود مشكلة الارتباط المتعدد.
- اختبار كولموغوروف-سميرنوف (Kolmogorov-Smirnov Test): لاختبار اعتدالية توزيع البيانات.
- تحليل الانحدار الخطي البسيط (Simple Linear Regression): لاختبار الفروض الفرعية.
- تحليل الانحدار الخطي المتعدد (Multiple Linear Regression): لاختبار الفرض الرئيس.
- اختبار (T-Test) وتحليل التباين الأحادي (One-Way ANOVA): للكشف عن الفروق وفق المتغيرات الديموغرافية.

الفصل الرابع: تحليل بيانات الدراسة واختبار الفروض

١.٤ تمهيد

يتناول هذا الفصل عرضًا تفصيليًا لنتائج التحليل الإحصائي للبيانات التي تم جمعها من أفراد عينة الدراسة البالغ عددهم (٢٠٤) مفردة من العاملين في مراكز الأرصاد الجوية بالمملكة العربية السعودية، وذلك بهدف الإجابة عن تساؤلات الدراسة واختبار فروضها.

٢.٤ تحليل البيانات الديموغرافية

جدول (٤ - ١): التوزيع التكراري لأفراد العينة وفق المتغيرات الديموغرافية

المتغير	الفئة	التكرار	النسبة المئوية
النوع	ذكر	152	74.5%
	أنثى	52	25.5%
العمر	أقل من ٣٠ سنة	26	12.7%
	من ٣٠ إلى أقل من ٤٠ سنة	78	38.2%
	من ٤٠ إلى أقل من ٥٠ سنة	66	32.4%
	50 سنة فأكثر	34	16.7%
المؤهل العلمي	بكالوريوس	118	57.9%
	دبلوم عالٍ	22	10.8%
	ماجستير	50	24.5%
	دكتوراه	14	6.8%
التخصص العلمي	الأرصاد الجوية وعلوم المناخ	88	43.1%
	الفيزياء والرياضيات	36	17.7%
	تقنية المعلومات وعلم البيانات	42	20.6%
	الهندسة	28	13.7%

4.9%	10	أخرى	سنوات الخبرة
11.8%	24	أقل من ٥ سنوات	
34.3%	70	من ٥ إلى أقل من ١٠ سنوات	
33.3%	68	من ١٠ إلى أقل من ١٥ سنة	
20.6%	42	15 سنة فأكثر	

يتبين أن غالبية أفراد العينة من الذكور (٧٤.٥٪)، وهو ما يعكس الطبيعة الفنية والميدانية لعمل مراكز الأرصاد، وأن الفئة العمرية الأكثر تمثيلاً هي (٣٠ إلى أقل من ٤٠ سنة) بنسبة (٣٨.٢٪)، ويحمل (٥٧.٩٪) منهم درجة البكالوريوس، مع تركّز التخصصات في الأرصاد الجوية وعلوم المناخ (٤٣.١٪) ثم تقنية المعلومات (٢٠.٦٪)، وأن (٨٨.٢٪) من العينة يتمتعون بخبرة تزيد على خمس سنوات.

٣.٤ التحليل الوصفي لاستجابات أفراد العينة

أبعاد المتغير المستقل (بيانات الأرصاد)

أ) البُعد الأول: دقة التنبؤات الجوية وموثوقيتها

جدول (٤ - ٢): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لفقرات بُعد دقة التنبؤات الجوية وموثوقيتها

م	الفقرة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الوزن النسبي	الترتيب	درجة الموافقة
1	تتميز التنبؤات الجوية الصادرة عن المركز بدرجة عالية من الدقة عند مقارنتها بالأحداث الفعلية.	4.05	0.712	81.0%	2	مرتفعة
2	تتسم بيانات الرصد المعتمدة في المركز بالموثوقية والاتساق عبر فترات زمنية متعاقبة.	4.12	0.684	82.4%	1	مرتفعة

مرتفعة	4	78.8%	0.756	3.94	يعتمد المركز على مصادر متعددة (محطات أرضية، أقمار صناعية، رادارات) للتحقق من صحة البيانات.	3
مرتفعة	3	80.2%	0.728	4.01	تُسهّم دقة التنبؤات في تقليل المخاطر التشغيلية المرتبطة بإصدار الإنذارات الخاطئة أو المتأخرة.	4
مرتفعة		80.6%	0.604	4.03	المتوسط العام للبُعد	

يتضح أن البُعد جاء بدرجة موافقة مرتفعة بمتوسط (٤.٠٣)، مما يعكس وعي العاملين بأهمية دقة التنبؤات في الحدّ من المخاطر التشغيلية. وقد تصدّرت الفقرة (٢) المتعلقة بالموثوقية والاتساق، في حين جاءت الفقرة (٣) المتعلقة بتعدد مصادر التحقق في المرتبة الأخيرة.

ب) البُعد الثاني: تكامل بيانات الأرصاد مع أنظمة الإنذار المبكر

جدول (٤ - ٣): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لفقرات بُعد تكامل بيانات الأرصاد مع أنظمة الإنذار المبكر

م	الفقرة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الوزن النسبي	الترتيب	درجة الموافقة
1	يملك المركز منظومة متكاملة تربط بيانات الرصد بأنظمة الإنذار المبكر.	3.87	0.762	77.4%	3	مرتفعة
2	تُتيح أنظمة الإنذار المبكر تدفقًا آنيًا للبيانات الجوية إلى الجهات المستفيدة.	3.93	0.734	78.6%	2	مرتفعة

مرتفعة	4	76.2%	0.781	3.81	يتم تحويل بيانات الرصد إلى تنبيهات تشغيلية بصورة آلية ومنهجية.	3
مرتفعة	1	79.6%	0.715	3.98	تُسهّم أنظمة الإنذار المبكر في خفض مخاطر التأخر في إصدار التحذيرات.	4
مرتفعة		78.0%	0.628	3.90	المتوسط العام للبُعد	

ج) البُعد الثالث: التحليلات التنبؤية المبنية على النماذج المناخية

جدول (٤ - ٤): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لفقرات بُعد التحليلات التنبؤية المبنية على النماذج المناخية

م	الفقرة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الوزن النسبي	الترتيب	درجة الموافقة
1	يعتمد المركز على نماذج مناخية متقدمة (ECMWF, ICON) في التحليل والتنبؤ.	3.76	0.798	75.2%	4	مرتفعة
2	تُستخدم خوارزميات التعلم الآلي والذكاء الاصطناعي في تحسين دقة التنبؤات.	3.82	0.769	76.4%	3	مرتفعة
3	تُسهّم التحليلات التنبؤية في بناء سيناريوهات للمخاطر المناخية المحتملة.	3.96	0.721	79.2%	1	مرتفعة
4	تُنتج النماذج المتقدمة تحديث تقديرات المخاطر التشغيلية بصورة ديناميكية.	3.89	0.745	77.8%	2	مرتفعة

المتوسط العام للبُعد	3.86	0.642	77.2%	مرتفعة
----------------------	------	-------	-------	--------

(د) البُعد الرابع: البنية التحتية التقنية لإدارة بيانات الأرصاد

جدول (٤ - ٥): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لفقرات بُعد البنية التحتية التقنية

م	الفقرة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الوزن النسبي	الترتيب	درجة الموافقة
1	يملك المركز بنية تحتية تقنية كفؤة (محطات رصد، رادارات، خوادم) لإدارة بيانات الأرصاد.	3.79	0.781	75.8%	4	مرتفعة
2	تتوفر قواعد بيانات متطورة لتخزين البيانات الجوية ومعالجتها في الزمن الحقيقي.	3.88	0.748	77.6%	2	مرتفعة
3	يملك المركز كوادر فنية مؤهلة للتعامل مع منظومات بيانات الأرصاد.	3.84	0.762	76.8%	3	مرتفعة
4	تُحدَّث البنية التحتية التقنية بصورة دورية لمواكبة التطورات في تقنيات الرصد.	3.92	0.726	78.4%	1	مرتفعة
المتوسط العام للبُعد		3.86	0.635	77.2%	مرتفعة	

ملخص أبعاد المتغير المستقل

جدول (٤ - ٦): الترتيب العام لأبعاد المتغير المستقل (بيانات الأرصاد)

الترتيب	البُعد	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الوزن النسبي	درجة الموافقة
1	دقة التنبؤات الجوية وموثوقيتها	4.03	0.604	80.6%	مرتفعة
2	تكامل بيانات الأرصاد مع أنظمة الإنذار المبكر	3.90	0.628	78.0%	مرتفعة
3	التحليلات التنبؤية المبنية على النماذج المناخية	3.86	0.642	77.2%	مرتفعة
3	البنية التحتية التقنية لإدارة بيانات الأرصاد	3.86	0.635	77.2%	مرتفعة
	المتغير المستقل ككل	3.91	0.557	78.2%	مرتفعة

التحليل الوصفي للمتغير التابع (إدارة المخاطر التشغيلية)

جدول (٤ - ٧): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لفقرات المتغير التابع

م	الفقرة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الوزن النسبي	الترتيب	درجة الموافقة
1	يملك المركز منظومة منهجية لتحديد المخاطر التشغيلية المرتبطة بأجهزة الرصد والأنظمة الفنية.	4.02	0.711	80.4%	3	مرتفعة
2	يتم رصد المخاطر التشغيلية الناشئة عن أعطال الأجهزة وانقطاع البث بصورة منتظمة.	3.95	0.738	79.0%	6	مرتفعة

مرتفعة	9	77.6%	0.762	3.88	يعتمد المركز على مؤشرات كمية لقياس مستوى التعرض للمخاطر التشغيلية.	3
مرتفعة	8	78.2%	0.747	3.91	يتم تقييم احتمال وقوع المخاطر التشغيلية وشدة آثارها على جودة المخرجات بصورة دورية.	4
مرتفعة	1	81.2%	0.694	4.06	يتبنى المركز استراتيجيات متنوعة لمعالجة المخاطر التشغيلية (تخفيف، تجنب، تحويل).	5
مرتفعة	2	80.8%	0.708	4.04	تتوفر خطط بديلة لاستمرارية العمل في حال تعطل الأنظمة الرئيسية.	6
مرتفعة	5	79.4%	0.726	3.97	تتم متابعة فاعلية إجراءات معالجة المخاطر التشغيلية بصورة مستمرة.	7
مرتفعة	4	79.8%	0.719	3.99	تتوفر تقارير دورية تُرفع إلى الإدارة العليا حول وضع المخاطر التشغيلية.	8
مرتفعة	7	78.6%	0.741	3.93	يُساهم التدقيق الداخلي في تعزيز فاعلية إدارة المخاطر التشغيلية في المركز.	9
مرتفعة	10	77.2%	0.769	3.86	يتبنى المركز المراجعة المستمرة للحدّ من مخاطر الأخطاء التشغيلية في إصدار التنبؤات والإنذارات.	10

مرتفعة	11	76.8%	0.775	3.84	تُسهم إدارة المخاطر التشغيلية في تحسين جودة الخدمات الأرصادية المقدمة للجهات المستفيدة.	11
مرتفعة	12	76.4%	0.783	3.82	تتعرض إدارة المخاطر التشغيلية على تعزيز ثقة المستفيدين في مخرجات المركز.	12
مرتفعة		78.8%	0.587	3.94	المتغير التابع ككل	

٤.٤ اختبار فرضيات الدراسة

التحقق من الفرضية الرئيسة

نصّ الفرض الرئيس على أنه: "يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) لبيانات الأرصاد بأبعادها مجتمعة (دقة التنبؤات الجوية وموثوقيتها، وتكامل بيانات الأرصاد مع أنظمة الإنذار المبكر، والتحليلات التنبؤية المبنية على النماذج المناخية، والبنية التحتية التقنية لإدارة بيانات الأرصاد) على إدارة المخاطر التشغيلية في مراكز الأرصاد الجوية بالمملكة العربية السعودية".

للتحقق من هذه الفرضية، تم استخدام تحليل الانحدار الخطي المتعدد: (Multiple Regression)

جدول (٤ - ٨): نتائج تحليل الانحدار المتعدد لأثر أبعاد بيانات الأرصاد على إدارة المخاطر التشغيلية

مستوى الدلالة	قيمة اختبار T	معاملات الانحدار (B)	المتغيرات المستقلة
0.001**	3.246	0.487	(Constant) المقدار الثابت
0.000**	4.127	0.218	دقة التنبؤات الجوية وموثوقيتها
0.000**	5.184	0.273	تكامل بيانات الأرصاد مع أنظمة الإنذار المبكر

0.000**	6.512	0.342	التحليلات التنبؤية المبنية على النماذج المناخية
0.000**	3.768	0.196	البنية التحتية التقنية لإدارة بيانات الأرصاد
معامل الارتباط = 0.857			معامل التحديد = 0.734
قيمة الاختبار $F = 137.286$			القيمة الاحتمالية = 0.000

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات SPSS

تشير النتائج إلى وجود علاقة تأثيرية دالة إحصائياً بين أبعاد بيانات الأرصاد كمتغيرات مستقلة وإدارة المخاطر التشغيلية كمتغير تابع، إذ بلغ معامل التحديد ($R^2 = 0.734$)، مما يدل على أن (٧٣.٤٪) من التباين في إدارة المخاطر التشغيلية بمراكز الأرصاد الجوية السعودية يمكن تفسيره من خلال الأبعاد الأربعة. كما تشير قيمة معامل الارتباط ($R = 0.857$) إلى وجود ارتباط قوي بين المتغيرات، وقيمة ($F = 137.286$) بمستوى دلالة (٠.٠٠٠) تؤكد المعنوية الإجمالية للنموذج.

أما على مستوى الأبعاد الفردية، فقد تبين أن بُعد “التحليلات التنبؤية المبنية على النماذج المناخية” هو الأكثر تأثيراً ($B = 0.342$) بقيمة ($T = 6.512$)، ويعكس ذلك الدور المحوري للنماذج المتقدمة في استشراف المخاطر التشغيلية المرتبطة بالتنبؤات. ويأتي في المرتبة الثانية بُعد “تكامل بيانات الأرصاد مع أنظمة الإنذار المبكر” ($B = 0.273$)، مما يعكس أهمية التدفق الآني للبيانات. كما يُسهم بُعد “دقة التنبؤات الجوية وموثوقيتها” بصورة دالة ($B = 0.218$)، في حين جاء بُعد “البنية التحتية التقنية” في المرتبة الأخيرة ($B = 0.196$) لكنه لا يزال ذا دلالة إحصائية. وبناءً على ذلك، تُقبل الفرضية الرئيسية.

الفرضية الفرعية الأولى

نصت على أنه: “يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.05$) لدقة التنبؤات الجوية وموثوقيتها على إدارة المخاطر التشغيلية في مراكز الأرصاد الجوية بالمملكة العربية السعودية”.

جدول (٤ - ٩): تحليل الانحدار الخطي البسيط لأثر دقة التنبؤات الجوية وموثوقيتها على إدارة المخاطر التشغيلية

المعاملات					المتغير المستقل	تحليل التباينANOVA				ملخص النموذج	المتغير التابع
Sig. t	T	Beta	الخطأ المعياري	B	دقة التنبؤات الجوية وموثوقيتها	Sig. F	F	df	R²	r	إدارة المخاطر التشغيلية
0.000	13.716	0.694	0.046	0.628		0.000	188.124	1	0.482	0.694	

بلغ معامل الارتباط ($r = 0.694$) ومعامل التحديد ($R^2 = 0.482$) ، أي أن (٤٨.٢%) من التباين في إدارة المخاطر التشغيلية يُفسَّر بهذا البُعد. وبلغت قيمة ($F = 188.124$) بدلالة (٠.٠٠٠)، ومعامل التأثير ($B = 0.628$) بقيمة ($T = 13.716$) ، مما يدل على أن أي زيادة بمقدار وحدة واحدة في دقة التنبؤات تُحدث زيادة بمقدار (٠.٦٢٨) في إدارة المخاطر التشغيلية. وبناءً عليه تُقبل الفرضية الفرعية الأولى.

الفرضية الفرعية الثانية

نصّت على أنه "يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.05$) لتكامل بيانات الأرصاد مع أنظمة الإنذار المبكر على إدارة المخاطر التشغيلية في مراكز الأرصاد الجوية بالمملكة العربية السعودية".

جدول (٤ - ١٠): تحليل الانحدار الخطي البسيط لأثر تكامل بيانات الأرصاد مع أنظمة الإنذار المبكر على إدارة المخاطر التشغيلية

المعاملات					المتغير المستقل	تحليل التباينANOVA				ملخص النموذج	المتغير التابع
Sig. t	T	Beta	الخطأ المعياري	B	تكامل بيانات الأرصاد	Sig. F	F	df	R²	r	إدارة المخاطر التشغيلية
0.000	15.002	0.726	0.045	0.679	مع أنظمة	0.000	225.064	1	0.527	0.726	

نصّت على أنه: "يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى الدلالة ($\alpha \leq 0.05$) لكفاية البنية التحتية التقنية لإدارة بيانات الأرصاد على إدارة المخاطر التشغيلية في مراكز الأرصاد الجوية بالمملكة العربية السعودية".

جدول (٤ - ١٢): تحليل الانحدار الخطي البسيط لأثر البنية التحتية التقنية على إدارة المخاطر التشغيلية

المعاملات					المتغير المستقل	ANOVA تحليل التباين				ملخص النموذج	المتغير التابع
Sig. t	T	Beta	الخطأ المعياري	B	البنية التحتية التقنية لإدارة بيانات الأرصاء	Sig. F	F	df	R²	r	إدارة المخاطر التشغيلية
0.000	14.417	0.712	0.046	0.658		0.000	207.846	1	0.507	0.712	

الفصل الخامس: نتائج الدراسة وتوصياتها

١.٥ اتمهيد

يتناول هذا الفصل عرضًا تحليليًا للنتائج التي توصلت إليها الدراسة في ضوء البيانات التي تم جمعها وتحليلها إحصائيًا، مع تفسير كل نتيجة وبيان أسبابها وربطها بما توصلت إليه الدراسات السابقة، ثم يُختتم الفصل بمجموعة من التوصيات العملية الموجهة إلى مراكز الأرصاد الجوية والجهات ذات الصلة.

٢.٥ نتائج الدراسة

كشفت نتائج التحليل الإحصائي أن مستوى توظيف بيانات الأرصاد في مراكز الأرصاد الجوية بالمملكة العربية السعودية جاء بدرجة مرتفعة بمتوسط حسابي (٣.٩١) ووزن نسبي (٧٨.٢٪)، ويعزو الباحث ذلك إلى الجهود التي بذلتها المملكة في تطوير منظومة الأرصاد ضمن مستهدفات رؤية ٢٠٣٠، فضلًا عن الاستثمارات المتزايدة في تقنيات الرصد الحديثة والاستشعار عن بُعد، ووجود كوادر متخصصة تتلقى تدريبًا مستمرًا. وتتفق هذه النتيجة مع ما طرحه (Sanford et al. (2022 من تنامي توظيف تحليلات البيانات في تطوير منظومات إدارة المخاطر التشغيلية، وتتسجم مع ما أشار إليه (Yin et al. (2024 من أن التحول الرقمي بات يُمثل ركيزة في معالجة قصور المعلومات داخل المنظمات الفنية المعقدة.

وفيما يتعلق بأبعاد المتغير المستقل، تصدر بُعد دقة التنبؤات الجوية وموثوقيتها قائمة الأبعاد بمتوسط (٤.٠٣) ووزن نسبي (٨٠.٦٪)، ويُعزى ذلك إلى أن الدقة تُمثل المخرج الرئيس الذي تُقاس به جودة عمل مراكز الأرصاد، ومن ثمَّ تتركز جهود هذه المراكز ومواردها في تحقيق أعلى مستويات الدقة والموثوقية. وتتسق هذه النتيجة مع ما أكدته (Adland et al. (2021 من أن قيمة بيانات الأرصاد تتوقف بدرجة كبيرة على دقتها، وما طرحه (Potter et al. (2021 من أن الموثوقية تشمل الدقة العددية والثقة المؤسسية في مصدر المعلومات.

وجاء بُعد التحليلات التنبؤية المبنية على النماذج المناخية في مرتبة متأخرة نسبيًا في التحليل الوصفي بمتوسط (٣.٨٦)، ويُفسّر الباحث ذلك بأن هذا البُعد يُمثل المستوى الأكثر تقدمًا في توظيف بيانات الأرصاد، ويستلزم استثمارات في تقنيات الذكاء الاصطناعي والتعلم العميق وكوادر متخصصة في علم

البيانات، وهو ما لا يزال قيد التطوير في كثير من المحطات الإقليمية. وتتفق هذه النتيجة مع ما طرحه Deng et al. (2025) من أن تطبيقات التعلم العميق في تنبؤ العوامل المناخية لا تزال توجّهًا حديثًا في طور التبني المؤسسي، وما أشار إليه Cornwell et al. (2023) من أن تحديث منظومات إدارة المخاطر عبر تحليل العوامل السببية يواجه تحديات في التطبيق.

كما كشفت النتائج أن مستوى إدارة المخاطر التشغيلية في مراكز الأرصاد الجوية السعودية جاء بدرجة مرتفعة بمتوسط حسابي (٣.٩٤) ووزن نسبي (٧٨.٨٪)، ويُعزى ذلك إلى الطبيعة الفنية الحساسة لعمل مراكز الأرصاد التي تستلزم منظومة دقيقة لإدارة المخاطر المرتبطة بأجهزة الرصد وأنظمة البث وقواعد البيانات، فضلاً عن الإشراف المركزي الذي يُتيح توحيد السياسات والإجراءات على مستوى المملكة. وتتسق هذه النتيجة مع ما طرحه الكلش (٢٠٢٥) من أن إدارة المخاطر باتت تُمثل منظومة شاملة تشمل المخاطر الفنية وغير الفنية، وما أشار إليه بوليفة وآخرون (٢٠٢٢) من تنامي الممارسات المنهجية لإدارة المخاطر التشغيلية في المؤسسات الحساسة.

وقد جاءت الفقرة المتعلقة بتبني استراتيجيات متنوعة لمعالجة المخاطر في صدارة فقرات المتغير التابع، تلتها الفقرة المتعلقة بتوفر خطط بديلة لاستمرارية العمل، ويُفسّر الباحث ذلك بأن مراكز الأرصاد تتعامل مع منظومات حساسة لا يحتمل عملها التوقف، ومن ثم تُعطي أولوية قصوى لخطط الطوارئ والاستمرارية. وتتسق هذه الملاحظة مع ما طرحه Mahembe & Mutezo (2025) من أن إدارة المخاطر التشغيلية في أوقات الكوارث تستلزم قدرات تكيفية متقدمة وخطط استمرارية مدروسة.

وفيما يتعلق بالفرض الرئيس، كشفت نتائج تحليل الانحدار المتعدد عن وجود أثر دال إحصائيًا لبيانات الأرصاد بأبعادها مجتمعةً على إدارة المخاطر التشغيلية، إذ بلغ معامل التحديد ($R^2 = 0.734$)، أي أن الأبعاد الأربعة تُفسّر مجتمعةً (٧٣.٤٪) من التباين في إدارة المخاطر التشغيلية. ويُعزى ذلك إلى التكامل الوظيفي بين هذه الأبعاد، إذ إن دقة البيانات وحدها لا تكفي ما لم تُدمج في أنظمة إنذار مبكر، ولا تكتمل قيمة هذا التكامل ما لم تُغذّيه تحليلات تنبؤية متقدمة، ولا تستقيم هذه المنظومة ما لم تستند إلى بنية تحتية تقنية كفؤة. وتتسجم هذه النتيجة مع التصور الذي طرحه Ying & Guofu (2022) حول منظومات إدارة مخاطر الكوارث الجوية، ومع ما طرحه Kumar et al. (2021) حول إطار تقييم المخاطر ومرونة البنى التحتية في مواجهة التغيرات المناخية.

وفيما يتعلق بالفرض الفرعي الأول، أظهرت النتائج وجود أثر دال إحصائياً لدقة التنبؤات الجوية وموثوقيتها على إدارة المخاطر التشغيلية بمعامل ارتباط (0.694)، ويُفسّر الباحث ذلك بأن دقة البيانات تُمثل خط الدفاع الأول ضد المخاطر التشغيلية في مراكز الأرصاد، إذ إن أي خلل في دقة الرصد ينعكس مباشرة على دقة التنبؤات وعلى توقيت الإنذارات، ومن ثَمَّ يُؤدّ مخاطر تشغيلية متتالية. وتتفق هذه النتيجة مع ما طرحه (Adland et al. (2021 من أن قيمة البيانات تتحدد بمقدار قدرتها التنبؤية، وما أشار إليه (Zhang et al. (2022 من أن دقة البيانات تُمثل ركيزة في بناء مصفوفات تقييم المخاطر.

أما الفرض الفرعي الثاني المتعلق بتكامل بيانات الأرصاد مع أنظمة الإنذار المبكر، فقد أظهرت النتائج وجود أثر دال إحصائياً بمعامل ارتباط (0.726)، ويُعزى ذلك إلى أن التكامل بين البيانات وأنظمة الإنذار يُحوّل المعلومات من معطى ساكن إلى مدخل ديناميكي يتدفق في الوقت المناسب إلى الجهات المستفيدة، بما يُتيح للمراكز الوفاء بمسؤوليتها في حماية الأرواح والممتلكات. وتتسجم هذه النتيجة مع ما طرحه أبو شقير (2020) من أن تكامل البيانات مع أنظمة الإنذار يُمثل ركيزة في إدارة الأزمات، وما أشار إليه (Potter et al. (2021 من أن فاعلية أنظمة الإنذار تتوقف على قدرتها على ترجمة البيانات إلى رسائل قائمة على الأثر، فضلاً عن ما طرحه يوسف (2023) من أن جاهزية المنظمات لمواجهة الأزمات البيئية تتعزز عبر منظومات الإنذار المتكاملة.

وفيما يتعلق بالفرض الفرعي الثالث، كشفت النتائج عن أن التحليلات التنبؤية المبنية على النماذج المناخية هي البُعد الأقوى تأثيراً على إدارة المخاطر التشغيلية بمعامل ارتباط (0.758) وقيمة (B = 0.693)، ويُفسّر الباحث ذلك بأن التحليلات التنبؤية تُمثل العقل التحليلي لمنظومة عمل مراكز الأرصاد، إذ تنقل المركز من مرحلة الاستجابة إلى مرحلة الاستباق، وتُتيح كشف المخاطر التشغيلية المحتملة قبل وقوعها، فضلاً عن تحسين دقة المخرجات. وتتسق هذه النتيجة مع ما طرحه (Deng et al. (2025 من قيمة التعلم العميق في التنبؤ بالعوامل المناخية وتقييم المخاطر الديناميكية، وما أشار إليه (Adekunle et al. (2021 من قيمة النمذجة التنبؤية في تحسين العمليات والحدّ من أوجه القصور التشغيلية، فضلاً عن ما أكده (Sanford et al. (2022 من تنامي دور تحليلات البيانات في تطوير منهجيات إدارة المخاطر التشغيلية. ويرى الباحث أن تصدّر هذا البُعد يعكس وعي مراكز الأرصاد بأن المستقبل سيكون لمن يمتلك قدرات تحليلية متقدمة لا لمن يمتلك بيانات وفيرة فحسب.

أما الفرض الفرعي الرابع المتعلق بالبنية التحتية التقنية لإدارة بيانات الأرصاد، فقد أظهرت النتائج وجود أثر دال إحصائيًا بمعامل ارتباط (٠.٧١٢)، ويُعزى ذلك إلى أن البنية التحتية التقنية تُمثل الركيزة المادية التي تستند إليها سائر الأبعاد، فدون منظومة تقنية كفؤة من محطات الرصد والرادارات والأقمار الصناعية والخوادم تتعطل قدرة المركز على إنتاج بيانات موثوقة مهما توفرت الكوادر البشرية المؤهلة. وتتفق هذه النتيجة مع ما طرحه (Yin et al. (2024 من أن الرقمنة تُمثل عاملاً محوريًا في معالجة قصور المعلومات وإدارة المخاطر التشغيلية، وما أشار إليه (Chowdhury et al. (2023 من أن تبني التقنيات الناشئة يستلزم تطويرًا متوازنًا في البنية التحتية الرقمية، فضلًا عن ما طرحه (Li et al. (2021 من ارتباط كفاءة العمليات والابتكار التكنولوجي بمستوى المخاطر.

ويُلاحظ الباحث أن قوة هذا البُعد في الواقع التشغيلي جاءت أدنى نسبيًا من قوته في التحليل الوصفي مقارنةً ببقية الأبعاد، ويُفسر ذلك بأن البنية التحتية تُمثل بُعدًا تمكينيًا لا يُنتج أثره مباشرة في إدارة المخاطر بل عبر وساطة الأبعاد الأخرى، إذ يتجلى أثره في تمكين دقة التنبؤات وتكامل أنظمة الإنذار وفعالية التحليلات التنبؤية، وهو ما يتسق مع التصور الذي طرحته المعاينة والمخادمة (٢٠٢٣) حول الدور التمكيني للبنية المؤسسية في دعم الأداء عبر إدارة المخاطر.

وفيما يتعلق بترتيب الأبعاد من حيث قوة التأثير، تكشف النتائج عن تصدر التحليلات التنبؤية، تلاها تكامل أنظمة الإنذار المبكر، ثم البنية التحتية التقنية، وأخيرًا دقة التنبؤات الجوية، ويُفسر الباحث هذا الترتيب بأن الأبعاد الأكثر قربًا من القرار التشغيلي تُحدث أثرًا أوضح في إدارة المخاطر، وإن كانت الأبعاد التمكينية شرطًا ضروريًا لاشتغال غيرها. وتتسق هذه الملاحظة مع ما طرحه خوجة وعلمي (٢٠٢٢) من أن مؤشرات المخاطر الرئيسية تكشف العلاقات السببية بين العوامل التمكينية والمخاطر التشغيلية، وما أشار إليه مسعود وشهاب (٢٠٢٤) من أن أدوات الحوكمة تُسهم بصورة متفاوتة في الحدّ من المخاطر التشغيلية بحسب قربها من العمليات المباشرة.

وفي ضوء النتائج الإجمالية، يُلاحظ الباحث أن مراكز الأرصاد الجوية بالمملكة العربية السعودية تتمتع بمستوى نصج جيد في توظيف بيانات الأرصاد، غير أن هذا النصج يتفاوت بين الأبعاد، إذ بلغ ذروته في الأبعاد التقليدية (الدقة)، وتراجع نسبيًا في الأبعاد الحديثة (التحليلات التنبؤية والبنية التحتية)، وهو ما يكشف عن فرصة للتطوير في الجوانب التقنية المتقدمة. ويتسق هذا الاستنتاج مع ما طرحه أبو المليلح وآخرون (٢٠٢٥) من أن آليات المراجعة المستمرة لا تزال تواجه تحديات في التطبيق في المؤسسات الفنية،

وما أشار إليه وهدان (٢٠٢٤) من تباين مستوى نضج التدقيق الداخلي في المؤسسات ذات الطبيعة الخاصة، وما طرحه (Mahembe & Mutezo 2025) من أن إدارة المخاطر التشغيلية في أوقات الكوارث تستلزم قدرات تكيفية متقدمة لا تزال في طور البناء.

٣.٥ توصيات الدراسة

في ضوء ما توصلت إليه الدراسة، يُقدّم الباحث جملةً من التوصيات الموجهة إلى مراكز الأرصاد الجوية بالمملكة العربية السعودية والجهات ذات الصلة، على النحو الآتي:

- إنشاء وحدة متخصصة في إدارة المخاطر التشغيلية داخل الهيكل التنظيمي للمركز الوطني للأرصاد، تتبع مباشرةً للإدارة العليا، وتضم كوادر متخصصة في إدارة المخاطر وعلم البيانات والأرصاد، مع تحديد صلاحياتها ومسؤولياتها بدقة وربطها بسائر المحطات الإقليمية بصورة منهجية.
- الاستثمار في تطوير القدرات التحليلية التنبؤية عبر تبني نماذج التعلم الآلي والتعلم العميق في تحليل بيانات الأرصاد، وبناء سيناريوهات للمخاطر المناخية، مع تخصيص ميزانيات سنوية لتطوير هذا الجانب باعتباره الأكثر تأثيراً في إدارة المخاطر التشغيلية وفق نتائج الدراسة.
- تعزيز الشراكات المؤسسية مع المراكز الإقليمية والدولية للأرصاد، ومع الجامعات ومراكز البحث المتخصصة، لتبادل الخبرات وتطوير النماذج المناخية الملائمة للبيئة السعودية بتنوعها الجغرافي والمناخي.
- تطوير منظومة الإنذار المبكر بحيث تنتقل من نموذج الإنذار الوصفي إلى نموذج الإنذار القائم على الأثر، الذي يُحدّد للجهات المستفيدة ما يجب فعله لا ما يحدث فحسب، مع ربط هذه المنظومة آلياً بالجهات المعنية بالاستجابة كالدفاع المدني والصحة العامة.
- التحديث الدوري للبنية التحتية التقنية للرصد والمعالجة والبيث، عبر تطوير شبكة محطات الرصد الأرضية، وتعزيز قدرات الأقمار الصناعية والرادارات، واعتماد قواعد بيانات سحابية متقدمة، وضمان أمن البيانات وسلامتها.
- بناء برامج تدريبية متخصصة للعاملين في مراكز الأرصاد، تستهدف رفع كفاءاتهم في تقنيات الرصد الحديثة وأدوات التحليل التنبؤي والذكاء الاصطناعي، مع إدراج هذه البرامج ضمن خطط التطوير المهني المستمر.

- تطوير منظومة مؤشرات المخاطر الرئيسية المرتبطة بالعمليات الفنية لمراكز الأرصاد، تشمل مؤشرات لأعطال الأجهزة، وانقطاع البث، وفجوات قواعد البيانات، وأخطاء النماذج التنبؤية، مع رصد هذه المؤشرات دوريًا وعرضها في تقارير ربعية تُرفع إلى الإدارة العليا.
- تبني المراجعة المستمرة للعمليات الفنية في مراكز الأرصاد باعتبارها آلية فاعلة لرصد المخاطر التشغيلية في الوقت المناسب، وضمان موثوقية المخرجات.
- تفعيل دور التدقيق الداخلي في مراكز الأرصاد، عبر تطوير منهجيات تدقيق متخصصة تراعي الطبيعة الفنية لعمل هذه المراكز، وتسهم في كشف نقاط الضعف وتعزيز فاعلية الضوابط الداخلية.
- توحيد البروتوكولات الفنية والإدارية بين المركز الرئيس والمحطات الإقليمية في مختلف مناطق المملكة، لضمان اتساق جودة المخرجات وفاعلية إدارة المخاطر على المستوى الوطني.
- بناء قاعدة بيانات وطنية موحدة للأحداث المناخية القصوى وتداعياتها التشغيلية، تمثل مرجعًا تحليليًا يُستفاد منه في تطوير النماذج التنبؤية وتحسين الجاهزية لمواجهة الأحداث المماثلة مستقبلاً.
- تطوير خطط استمرارية الأعمال بحيث تشمل سيناريوهات تعطل الأنظمة الرئيسية، مع توفير أنظمة احتياطية تضمن استمرار خدمات الرصد والتنبؤ في جميع الظروف.
- تعزيز التكامل بين مراكز الأرصاد والجهات الحكومية المعنية بإدارة الكوارث والطوارئ، عبر منصة موحدة تُتيح تبادل البيانات والإنذارات بصورة آنية، بما يخدم مستهدفات رؤية المملكة ٢٠٣٠ في بناء مجتمع آمن مناخياً.
- إجراء مراجعات دورية لمنظومة إدارة المخاطر التشغيلية في ضوء المستجدات المناخية والتطورات التقنية، مع تحديث السياسات والإجراءات بصورة منتظمة لمواكبة هذه المستجدات.

٤.٥ الدراسات المستقبلية المقترحة

يقترح الباحث في ضوء ما توصلت إليه الدراسة الحالية جملةً من الدراسات المستقبلية التي تُكمل المعالجة وتفتح آفاقًا بحثية جديدة، من بينها: دراسة الدور الوسيط للتحويل الرقمي في العلاقة بين بيانات الأرصاد وإدارة المخاطر التشغيلية في مراكز الأرصاد، ودراسة مقارنة بين مراكز الأرصاد في دول الخليج العربي في مستوى توظيف بيانات الأرصاد، ودراسة أثر التحليلات التنبؤية القائمة على الذكاء الاصطناعي على دقة التنبؤات بالظواهر المناخية القصوى، ودراسة العلاقة بين البنية التحتية التقنية والمرونة التنظيمية

في مواجهة الأزمات المناخية، فضلاً عن دراسة تطبيقية لمنظومة الإنذار المبكر القائم على الأثر في السياق السعودي ومدى ملاءمتها لخصوصيات البيئة المحلية.

Abstract

This study aimed to investigate the impact of meteorological data, through its four dimensions (accuracy and reliability of weather forecasts, integration of meteorological data with early warning systems, predictive analytics based on climate models, and technological infrastructure for managing meteorological data), on operational risk management in meteorological centers in the Kingdom of Saudi Arabia. The study adopted the descriptive analytical approach, and a questionnaire was used as the primary tool for data collection. It was distributed to a stratified random sample of (220) employees working in meteorological centers affiliated with the National Center of Meteorology, of which (212) questionnaires were retrieved, and (204) were finally subjected to analysis. Data were analyzed using SPSS V.26 through a range of statistical techniques, including means, standard deviations, Pearson correlation coefficient, and simple and multiple regression analyses.

The study concluded that there is a statistically significant impact at the level ($\alpha \leq 0.05$) of meteorological data, with its combined dimensions, on operational risk management in meteorological centers in Saudi Arabia, with a coefficient of determination ($R^2 = 0.734$). The dimension of predictive analytics based on climate models ranked first in terms of impact, followed by the integration of early warning systems, then technological infrastructure, and finally the accuracy of weather forecasts. The study recommended establishing a specialized unit for operational risk management, investing in developing predictive analytical capabilities, strengthening partnerships with regional and international centers, periodically updating technological infrastructure, and developing an impact-based early warning system in alignment with the objectives of Saudi Vision 2030.

Keywords: Meteorological Data, Weather Forecasts, Early Warning Systems, Predictive Analytics, Technological Infrastructure, Operational Risk Management, Meteorological Centers, Kingdom of Saudi Arabia.

المراجع

المراجع العربية

- أبو المليح، إسماعيل خير الله، وعلي، الصادق محمد آدم، وأحمد، عبد الرحيم محجوب. (٢٠٢٥). المراجعة المستمرة ودورها في تقليل مخاطر التشغيل الإلكتروني: دراسة ميدانية على شركات التأمين بسوق الخرطوم للأوراق المالية. مجلة العلوم الإنسانية والطبيعية، ٦(٥)، ٣٧١-٣٥٤. <https://doi.org/10.53796/hnsj65/25>
- أبو شقير، م. ع. (٢٠٢٠). استخدام تقنيات التنبؤات الجوية ودورها في إدارة الأزمات والكوارث: دراسة تطبيقية على قطاع غزة [رسالة ماجستير غير منشورة]. أكاديمية الإدارة والسياسة للدراسات العليا، فلسطين. <https://search.mandumah.com/Record/1030865>
- بوليفة، لمياء، قريشي، عبدالرحيم، و قزون، محمد العربي. (٢٠٢٢). إدارة المخاطر التشغيلية في البنوك التجارية: دراسة ميدانية لعينة من الوكالات البنكية بورقلة (رسالة ماجستير غير منشورة). جامعة قاصدي مرباح - ورقلة، ورقلة. مسترجع من <http://search.mandumah.com/Record/1634031>
- خوجة، بوعبد الله، وعلمي، حسيبة. (٢٠٢٢). أثر مؤشرات المخاطر الرئيسية على المخاطر التشغيلية بالتطبيق على شركات التأمين الجزائرية. مجلة الحوكمة والمسؤولية الاجتماعية والتنمية المستدامة، ٤(١)، ١٥-١٨. <https://asjp.cerist.dz/en/article/18363736-15>
- الكلش، عبد الملك محمد محمد. (٢٠٢٥). إدارة المخاطر في القطاع المصرفي: دراسة شاملة للمخاطر المالية وغير المالية. مجلة كلية الاقتصاد والعلوم الإدارية - جامعة نينوى، ٤(٢)، ٢٤٥-٢٢٠. <https://nejfb.edu.iq/index.php/ejfb/article/view/602>
- مسعود، أحمد سعد أحمد، وشهاب، سميرة محمد أحمد. (٢٠٢٤). الحوكمة المصرفية ودورها في الحد من المخاطر التشغيلية: دراسة تطبيقية على المصرف التجاري الوطني. مجلة جامعة الزاوية - العلوم الاقتصادية والسياسية، ٦(٢)، ٢٤-١. <https://www.azujournal.com/index.php/azujournal/article/view/271>
- المعاينة، أسيل يحيى، و المخادمة، أحمد عبدالرحمن كريم. (٢٠٢٣). أثر إدارة المخاطر التشغيلية في دعم الميزة التنافسية: دراسة تطبيقية على البنوك التجارية العاملة في الأردن (رسالة ماجستير غير منشورة).

<http://search.mandumah.com/Record/1404644>

- وهدان، عمر فهد محمد. (٢٠٢٤). أثر التدقيق الداخلي في الحد من المخاطر التشغيلية في البنوك الإسلامية العاملة في فلسطين [رسالة ماجستير غير منشورة]. الجامعة العربية الأمريكية، فلسطين.

<https://repository.aaup.edu/jspui/handle/123456789/2115>

- يوسف، أ. م. (٢٠٢٣). دور إدارة الأزمات في مواجهة الأزمات البيئية: دراسة تطبيقية على هيئة الإسعاف المصرية. مجلة علوم البيئة والمجتمع، ٨(٣)، ٢٨-١.

https://jcese.journals.ekb.eg/article_299628.html

المراجع الأجنبية

- Adekunle, B. I., Chukwuma-Eke, E. C., Balogun, E. D., & Ogunsola, K. O. (2021). A predictive modeling approach to optimizing business operations: A case study on reducing operational inefficiencies through machine learning. *International Journal of Multidisciplinary Research and Growth Evaluation*, 2(1), 791-799.
- Adland, R., Jia, H., Lode, T., & Skontorp, J. (2021). The value of meteorological data in marine risk assessment. *Reliability Engineering & System Safety*, 209, 107480. <https://doi.org/10.1016/j.ress.2021.107480>
- Adland, R., Jia, H., Lode, T., & Skontorp, J. (2021). The value of meteorological data in marine risk assessment. *Reliability Engineering & System Safety*, 209, 107480.
- Chowdhury, S., Rodriguez-Espindola, O., Dey, P., & Budhwar, P. (2023). Blockchain technology adoption for managing risks in operations and supply chain management: evidence from the UK. *Annals of operations research*, 327(1), 539-574.
- Cornwell, N., Bilson, C., Gepp, A., Stern, S., & Vanstone, B. J. (2023). Modernising operational risk management in financial institutions via data-driven causal factors analysis: A pre-registered study. *Pacific-Basin Finance Journal*, 79, 101995. <https://doi.org/10.1016/j.pacfin.2023.101995>
- Deng, Y., Li, M., Chen, Z., & Zhang, T. (2025). A deep learning-based meteorological factors forecast and dynamic risk assessment approach for built cultural heritage. *Heritage Science*, 13, Article 38. <https://doi.org/10.1186/s40494-025-02038-6>
- Kočíšová, K., & Mišanková, M. (2023). Management of operational risk in the context of financial performance of SMEs. *Systems*, 11(8), Article 408. <https://doi.org/10.3390/systems11080408>
- Kumar, N., Poonia, V., Gupta, B. B., & Goyal, M. K. (2021). A novel framework for risk assessment and resilience of critical infrastructure towards climate change. *Technological Forecasting and Social Change*, 165, 120532

- Li, G., Li, N., & Sethi, S. P. (2021). Does CSR reduce idiosyncratic risk? Roles of operational efficiency and AI innovation. *Production and Operations Management*, 30(7), 2027-2045
- Mahembe, W., & Mutezo, A. T. (2025). Operational risk management during disasters: A case of South African tourism SMEs. *Jàmbá: Journal of Disaster Risk Studies*, 17(1), Article a1761. <https://doi.org/10.4102/jamba.v17i1.1761>
- Parisse, B., Pontrandolfi, A., Ferrara, C., Epifani, C., Ruggieri, S., Togna, A., & De Natale, F. (2024). An agro-meteorological hazard analysis for risk management in a Mediterranean region (Campania, Southern Italy). *Theoretical and Applied Climatology*, 155, 3423–3440. <https://doi.org/10.1007/s00704-024-04878-x>
- Potter, S. H., Harrison, S. E., Kreft, P., Sprague, S., & Coomer, M. (2021). The benefits and challenges of implementing impact-based severe weather warning systems: Perspectives from New Zealand and beyond. *Weather, Climate, and Society*, 13(2), 303–314. <https://doi.org/10.1175/WCAS-D-20-0110.1>
- Sanford, A. D., Moosa, I. A., & Spencer, B. F. (2022). The role of data analytics within operational risk management: A systematic review from the financial services and energy sectors. *Journal of the Operational Research Society*, 73(11), 2507–2543. <https://doi.org/10.1080/01605682.2022.2041373>
- Yin, Q., Wang, Y., Song, D., Lai, F., Collins, B., & Guo, H. (2024). The impact of digitalization on operational risk: An organizational information processing perspective. *International Journal of Production Economics*, 276, 109369. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2024.109369>
- Ying, L., & Guofu, W. (2022). Design and Implementation of Meteorological Disaster Risk Management System. *Journal of Applied Meteorological Science*, 33(5), 628-640.
- Zhang, Y., Li, J., & Wang, X. (2022). Meteorological risk assessment of major activities based on risk matrix. *Chinese Journal of Atmospheric Sciences*, 46(5), 1171–1184. <https://doi.org/10.13878/j.cnki.dqkxxb.20220207001>

الملاحق

استمارة استبيان

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته

أخي الكريم / أختي الكريمة

تحية طيبة وبعد،

يقوم الباحثين بإجراء دراسة حول قياس أثر بيانات الأرصاد في إدارة المخاطر التشغيلية: دراسة ميدانية على مراكز الأرصاد الجوية في المملكة العربية السعودية

ونظراً لما لديكم من المعرفة العلمية والخبرة العملية ذات الصلة بموضوع البحث، نأمل الحصول منكم على العون والمساعدة في توفير المعلومات المناسبة لأغراض البحث، من خلال التكرم بإبداء رأيكم بالتأشير على الإجابة المناسبة من وجهة نظركم.

وأتقدم لحضراتكم بجزيل الشكر والتقدير للمساهمة في جهدكم في تعبئة هذا الاستبيان علماً أن جميع البيانات التي سيتم الحصول عليها منكم ستعامل بسرية تامة، ولن تستخدم لغير أغراض هذا البحث، وسوف أزودكم بنتائج هذه الدراسة حال اكتمالها إن شاء الله.

وتفضلوا بقبول فائق التقدير والاحترام

أولاً: البيانات الشخصية

١- النوع الاجتماعي ☐ ذكر ☐ أنثى

٢- العمر ☐ 30 سنة فأقل ☐ من 40 - 30 سنة ☐ 50 - 40 سنة ☐ من 50 سنة فأكثر

٣- المؤهل العلمي ☐ دبلوم ☐ بكالوريوس ☐ ماجستير ☐ دكتوراه

٤- سنوات الخبرة ☐ 5 سنوات فأقل ☐ من 5 - 10 سنوات ☐ أكثر من 10 سنة

٥- التخصص العلمي ☐ الأرصاد الجوية وعلوم المناخ ☐ الفيزياء والرياضيات ☐ تقنية المعلومات وعلم البيانات ☐ الهندسة ☐ أخرى

ثانيا محاور الاستبيان

✿ المحور الأول: بيانات الأرصاد، ضع إشارة (✓) في المربع المناسب لاختيارك:

المعارض بشدة	معارض	محايد	أوافق	أوافق بشدة	البعد
دقة التنبؤات الجوية وموثوقيتها					
					تتميز التنبؤات الجوية الصادرة عن المركز بدرجة عالية من الدقة عند مقارنتها بالأحداث الفعلية.
					تتسم بيانات الرصد المعتمدة في المركز بالموثوقية والاتساق عبر فترات زمنية متعاقبة.
					يعتمد المركز على مصادر متعددة (محطات أرضية، أقمار صناعية، رادارات) للتحقق من صحة البيانات.
					تُساهم دقة التنبؤات في تقليل المخاطر التشغيلية المرتبطة بإصدار الإنذارات الخاطئة أو المتأخرة.
تكامل بيانات الأرصاد مع أنظمة الإنذار المبكر					
					يملك المركز منظومة متكاملة تربط بيانات الرصد بأنظمة الإنذار المبكر.
					تُتيح أنظمة الإنذار المبكر تدفقاً آنياً للبيانات الجوية إلى الجهات المستفيدة.
					يتم تحويل بيانات الرصد إلى تنبيهات تشغيلية بصورة آلية ومنهجية.
					تُساهم أنظمة الإنذار المبكر في خفض مخاطر التأخر في إصدار التحذيرات.
التحليلات التنبؤية المبنية على النماذج المناخية					

المعارض بشدة	معارض	محايد	أوافق	أوافق بشدة	البعد
					يعتمد المركز على نماذج مناخية متقدمة (ECMWF, ICON) في التحليل والتنبؤ.
					تستخدم خوارزميات التعلم الآلي والذكاء الاصطناعي في تحسين دقة التنبؤات.
					تسهم التحليلات التنبؤية في بناء سيناريوهات للمخاطر المناخية المحتملة.
					تتيح النماذج المتقدمة تحديث تقديرات المخاطر التشغيلية بصورة ديناميكية.
البنية التحتية التقنية لإدارة بيانات الأرصاد					
					يملك المركز بنية تحتية تقنية كفؤة (محطات رصد، رادارات، خوادم) لإدارة بيانات الأرصاد.
					تتوفر قواعد بيانات متطورة لتخزين البيانات الجوية ومعالجتها في الزمن الحقيقي.
					يملك المركز كوادر فنية مؤهلة للتعامل مع منظومات بيانات الأرصاد.
					تُحدَّث البنية التحتية التقنية بصورة دورية لمواكبة التطورات في تقنيات الرصد.

✿ المحور الثاني: تقليل المخاطر التشغيلية، ضع إشارة (✓) في المربع المناسب لاختيارك:

المعترض	بشدة	معارض	محايد	أوافق	أوافق بشدة	البعد
						يملك المركز منظومة منهجية لتحديد المخاطر التشغيلية المرتبطة بأجهزة الرصد والأنظمة الفنية.
						يتم رصد المخاطر التشغيلية الناشئة عن أعطال الأجهزة وانقطاع البث بصورة منتظمة.
						يعتمد المركز على مؤشرات كمية لقياس مستوى التعرض للمخاطر التشغيلية.
						يتم تقييم احتمال وقوع المخاطر التشغيلية وشدة آثارها على جودة المخرجات بصورة دورية.
						يتبنى المركز استراتيجيات متنوعة لمعالجة المخاطر التشغيلية (تخفيف، تجنب، تحويل).
						تتوفر خطط بديلة لاستمرارية العمل في حال تعطل الأنظمة الرئيسية.
						تتم متابعة فاعلية إجراءات معالجة المخاطر التشغيلية بصورة مستمرة.
						تتوفر تقارير دورية تُرفع إلى الإدارة العليا حول وضع المخاطر التشغيلية.
						يُسهّم التدقيق الداخلي في تعزيز فاعلية إدارة المخاطر التشغيلية في المركز.
						يتبنى المركز المراجعة المستمرة للحدّ من مخاطر الأخطاء التشغيلية في إصدار التنبؤات والإنذارات.
						تُسهّم إدارة المخاطر التشغيلية في تحسين جودة الخدمات الأرصادية المقدّمة للجهات المستفيدة.

معارض بشدة	معارض	محايد	أوافق	أوافق بشدة	البعد
					تنعكس إدارة المخاطر التشغيلية على تعزيز ثقة المستفيدين في مخرجات المركز.

مع خالص التقدير والاحترام

Mid Ocean University

College of Management

Department of business administration



**The Impact of Using Meteorological Data in Risk
Management on Reducing Operational Risks: A
Field Study on Meteorological Centers in the
Kingdom of Saudi Arabia**

Prepared by:

253000909 / Ibrahim Abdullah Abdulrab

Main supervisor/

Dr. Al-Faisal Abdelhamid

Second supervisor/

Dr. Fayez Jarad

٢٠٢٦ — ١٤٤٨