

أثر استخدام سجل المخاطر ومؤشرات الإنذار المبكر على خفض
المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ في مشاريع الهندسة والبنية
التحتية: دراسة ميدانية على مشاريع المقاولات بمدينة الرياض

إعداد الطالب/

فهد حسين القحطاني

253000229

المشرف الثاني/

د.فايز جراد

المشرف الرئيسي/

د. الفیصل عبد الحمید

العام الدراسي:

2026 – 1448



إِهْدَاء

إلى من كانت أول من علّمني أن النجاح لا يُهدى بل يُنتزع بالجهد والمثابرة،
إلى من غمرتني بحنانها ودعواتها التي كانت تصل إلى السماء قبل أن أنطق بها،
إلى أُمي الغالية، نبع الحنان ومصدر الإلهام،
إليك يا من جعلت من تعبك راحة لي، ومن صبرك طريقاً أمشي عليه حتى أصل.
وإلى أبي العزيز، رمز العطاء والقوة، إليك يا من زرعت في نفسي الإصرار والثقة،
يا من كنت السند الذي لا يميل، والقُدوة التي أفتخر بها،
أهديك هذا الإنجاز عربون وفاءٍ وتقديرٍ لكل لحظة دعم وتشجيع منحني إياها.
إلى إخوتي وأخواتي، شركاء الفرح والمشوار الطويل
أهديكم جميعاً هذه الرسالة، ثمرة جهدٍ وسنينٍ من الطموح والعمل الدؤوب.

شكر وفخر

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

والذي ألهمني الصحة والعافية والعزيمة.

فالحمد لله حمداً كثيراً

نتقدم بجزيل الشكر والتقدير إلي الأستاذ الدكتور /

د. الفیصل عبد الحمید محمد

د. فايز جراد

على كل ما قدماه 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 سجل المخاطر ومؤشرات الإنذار المبكر بأبعاده الأربعة، المتمثلة في تحديد المخاطر وتوثيقها، وتحليل المخاطر وتقييمها، وتخطيط الاستجابة للمخاطر، والرصد والإنذار المبكر، على الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ في شركات المقاولات المنفذة لمشاريع البنية التحتية بمدينة الرياض. واعتمدت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي، وجرى تطبيقها على عينة عشوائية طبقية بلغت (325) مفردة من العاملين في المستويات الإدارية والفنية ذات الصلة بإدارة المخاطر والسلامة والتنفيذ. وقد جرى تصميم استبانة تكوّنت من (28) فقرة موزعة على متغيري الدراسة فضلاً عن البيانات الديموغرافية، وتم التحقق من صدق الأداة وثباتها عبر صدق المحكّمين وصدق الاتساق الداخلي ومعامل ألفا كرونباخ. وعولجت البيانات إحصائياً باستخدام برنامج (SPSS) من خلال أساليب الإحصاء الوصفي والاستدلالي، بما فيها تحليل الانحدار البسيط والمتعدد.

وكشفت النتائج عن وجود أثر دال إحصائياً عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) لأبعاد المتغير المستقل مجتمعةً ومنفردةً على المتغير التابع، إذ بلغ معامل التحديد للنموذج الكلي ($R^2 = 0.734$)، وجاء بُعد الرصد والإنذار المبكر في صدارة الأبعاد من حيث قوة التأثير، يليه تحليل المخاطر، ثم تخطيط الاستجابة، فتحديد المخاطر وتوثيقها. وأوصت الدراسة بتطوير منظومات الرصد اللحظي، وتعزيز التحليل الكمي للمخاطر، وبناء قواعد بيانات تاريخية موثوقة، وتفعيل الثقافة المؤسسية للسلامة، ودمج التقنيات الذكية في إدارة المخاطر داخل شركات المقاولات.

الكلمات المفتاحية: سجل المخاطر، مؤشرات الإنذار المبكر، المخاطر التشغيلية، سلامة التنفيذ، شركات المقاولات، مشاريع البنية التحتية، الرياض.

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	1
1.1 المقدمة	1
2.1 مشكلة الدراسة	2
3.1 أهداف الدراسة	4
4.1 أسئلة الدراسة	5
5.1 فروض الدراسة	5
6.1 أهمية الدراسة	6
7.1 الدراسات السابقة:	7
8.1 الفجوة البحثية	14
9.1 المنطلقات النظرية للدراسة:	15
10.1 المنهجية وطرق البحث:	18
11.1 مجتمع الدراسة وعينتها	19
12.1 مصادر جمع البيانات	19
13.1 أداة الدراسة (الاستبانة)	20
14.1 الأساليب الإحصائية المستخدمة	21
15.1 حدود الدراسة	21
الفصل الثاني: الإطار النظري للدراسة	22
المبحث الأول: سجل المخاطر ومؤشرات الإنذار المبكر	22

22	1.1.2 تمهيد
22	2.1.2 مفهوم سجل المخاطر ومؤشرات الإنذار المبكر
24	3.1.2 أهمية سجل المخاطر ومؤشرات الإنذار المبكر
26	4.1.2 أهداف سجل المخاطر ومؤشرات الإنذار المبكر
28	5.1.2 أبعاد سجل المخاطر ومؤشرات الإنذار المبكر
30	6.1.2 استراتيجيات تفعيل سجل المخاطر ومؤشرات الإنذار المبكر
32	المبحث الثاني: الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ
32	1.2.2 تمهيد
32	2.2.2 مفهوم الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ
34	3.2.2 أهمية الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ
36	4.2.2 أهداف العمل على الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ
37	5.2.2 أبعاد الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ
39	6.2.2 استراتيجيات تعزيز الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ
41	الفصل الثالث: منهجية الدراسة وإجراءاتها الميدانية
41	1.3 تمهيد
41	2.3 منهج الدراسة
42	3.3 مجتمع الدراسة
42	4.3 عينة الدراسة وأسلوب اختيارها
43	5.3 أداة الدراسة
44	6.3 صدق أداة الدراسة
46	7.3 ثبات أداة الدراسة
47	8.3 مصفوفة الارتباط بين متغيرات الدراسة
48	9.3 الأساليب الإحصائية المستخدمة
50	الفصل الرابع: تحليل البيانات واختبار الفروض
50	1.4 تمهيد

50	2.4 تحليل البيانات الديموغرافية والوظيفية لأفراد عينة الدراسة
51	3.4 التحليل الوصفي لاستجابات أفراد العينة على أبعاد الدراسة
56	4.4 اختبار فروض الدراسة
64	الفصل الخامس: النتائج والتوصيات
64	1.5 تمهيد
64	2.5 نتائج الدراسة
69	3.5 توصيات الدراسة
70	4.5 الدراسات المستقبلية المقترحة
72	Abstract
73	المراجع
77	الملاحق
78	استمارة استبيان

قائمة الجداول

رقم الصفحة	اسم الجدول	رقم الجدول
42	جدول (3 - 1): توزيع مجتمع الدراسة وعينتها واستبانات التحليل وفق درجة تصنيف الشركة	1.
44	جدول (3 - 2): معاملات ارتباط بيرسون بين درجة كل فقرة ودرجة البُعد الذي تنتمي إليه	2.
46	جدول (3 - 3): معاملات ارتباط بيرسون بين كل بُعد والدرجة الكلية للمتغير المستقل	3.
46	جدول (3 - 4): معاملات الثبات لأبعاد الدراسة باستخدام ألفا كرونباخ والتجزئة النصفية	4.
47	جدول (3 - 5): مصفوفة معاملات ارتباط بيرسون بين أبعاد الدراسة (ن = 325)	5.
50	جدول (4 - 1): توزيع أفراد عينة الدراسة وفق الخصائص الديموغرافية والوظيفية (ن = 325)	6.
52	جدول (4 - 2): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لفقرات بُعد تحديد المخاطر وتوثيقها	7.
52	جدول (4 - 3): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لفقرات بُعد تحليل المخاطر وتقييمها	8.
53	جدول (4 - 4): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لفقرات بُعد تخطيط الاستجابة للمخاطر	9.
54	جدول (4 - 5): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لفقرات بُعد الرصد والإنذار المبكر	10.
55	جدول (4 - 6): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لأبعاد المتغير المستقل	11.

رقم الصفحة	اسم الجدول	رقم الجدول
55	جدول (6 - 7): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لفقرات المتغير التابع	12.
57	جدول (4 - 8): نتائج تحليل الانحدار المتعدد لأثر أبعاد سجل المخاطر ومؤشرات الإنذار المبكر على الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ	13.
59	جدول (4 - 9): تحليل الانحدار الخطي البسيط لقياس أثر تحديد المخاطر وتوثيقها على الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ	14.
60	جدول (4 - 10): تحليل الانحدار الخطي البسيط لقياس أثر تحليل المخاطر وتقييمها على الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ	15.
61	جدول (4 - 11): تحليل الانحدار الخطي البسيط لقياس أثر تخطيط الاستجابة للمخاطر على الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ	16.
63	جدول (4 - 12): تحليل الانحدار الخطي البسيط لقياس أثر الرصد والإنذار المبكر على الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ	17.

الفصل الأول: الإطار العام للدراسة

1.1 المقدمة

يُعدّ قطاع التشييد والبناء من أكثر القطاعات الاقتصادية حيوية على المستوى العالمي، إذ يتجاوز حجم الإنفاق السنوي فيه أحد عشر تريليون دولار أمريكي، وهو ما يمثل نحو ثلاثة عشر بالمئة من الناتج المحلي الإجمالي العالمي، فيما تشير التوقعات إلى بلوغه ستة عشر تريليون دولار بحلول عام ألفين وثلاثين. وفي المملكة العربية السعودية يكتسب هذا القطاع أهمية استثنائية في ظل رؤية ألفين وثلاثين التي أطلقت حزمة ضخمة من مشاريع البنية التحتية والمشاريع العملاقة، مما جعل المملكة تستحوذ على نحو ثلاثة وأربعين بالمئة من إجمالي مشاريع التشييد في منطقة الخليج العربي. غير أن هذا التوسع المتسارع يرافقه تصاعد ملحوظ في حجم المخاطر وتعهدها، الأمر الذي يستدعي تبني أطر منهجية متقدمة لإدارة هذه المخاطر والسيطرة عليها بصورة استباقية. (Zhao, Hwang & Phng, 2023)

يمثل سجل المخاطر الأداة المحورية التي يعتمد عليها دليل المعرفة لإدارة المشاريع PMBOK ومعياري SO 31000:2018 في توثيق المخاطر المحتملة وتصنيفها وتتبع استجاباتها طوال دورة حياة المشروع. ويتضمن هذا السجل عمليات أربع مترابطة تبدأ بتحديد المخاطر وتوثيقها عبر تقنيات العصف الذهني وقوائم المراجعة وهيكل تجزئة المخاطر، ثم تنتقل إلى تحليلها وتقييمها نوعيًا وكميًا باستخدام مصفوفات الاحتمالية والأثر ومحاكاة مونت كارلو، يليها التخطيط للاستجابة من خلال استراتيجيات التجنب والتخفيف والنقل والقبول، وصولاً إلى الرصد والمتابعة المستمرة، وقد أسهم التطور التقني في تعزيز كفاءة هذا السجل، حيث طوّر باحثون نظام رسم بياني معرفي للمخاطر يُستخلص آلياً من سجلات المخاطر السابقة ويُعرض عبر لوحة معلومات تفاعلية، مما يتيح لفرق المشاريع استرجاع البيانات ومقارنة المخاطر عبر مشاريع متعددة بسرعة ودقة. (Kim et al., 2023)

وتُكمّل مؤشرات الإنذار المبكر دور سجل المخاطر من خلال توفير إشارات كمية استباقية تكشف عن انحرافات الأداء قبل تحوّلها إلى أزمات فعلية. وتعتمد هذه المؤشرات على مقاييس القيمة المكتسبة مثل مؤشر أداء التكلفة ومؤشر أداء الجدول الزمني، إضافة إلى المؤشرات الرائدة للسلامة كمعدلات التفتيش الاستباقي والحوادث الوشيكة. وقد أثبت نظام الإنذار المبكر القائم على القيمة المكتسبة فعاليته في الكشف

عن تجاوزات التكلفة في مراحل مبكرة من المشاريع الإنشائية الكبرى، مما يمنح متخذي القرار فرصة التدخل التصحيحي في الوقت المناسب. (Luo et al., 2022)

تُشكّل المخاطر التشغيلية في مشاريع التشييد تهديدًا مباشرًا لأهداف المشروع الثلاثة الرئيسية وهي التكلفة والزمن والجودة، وتتسبب هذه المخاطر من إخفاقات في العمليات الداخلية أو الأفراد أو الأنظمة أو من أحداث خارجية غير متوقعة. وقد وثّق تقرير دولي شمل مئة وثلاثة وثلاثين مشروعًا سعوديًّا أن متوسط المطالبات الزمنية بلغ سبعة وتسعين فاصلة اثنين بالمئة من الجدول المخطط، وهو ما يفوق المتوسط العالمي البالغ ستة وستين فاصلة خمسة بالمئة، فيما بلغت مطالبات التكلفة سبعة وعشرين فاصلة تسعة بالمئة من الميزانية المعتمدة. (HKA, 2025)

ولا تقتصر التداعيات على الجوانب المالية والزمنية، بل تمتد إلى سلامة العاملين في مواقع التنفيذ، إذ يُعدّ قطاع التشييد من أكثر القطاعات خطورة على مستوى العالم. وقد حدّدت دراسات حديثة أن السقوط من المرتفعات ومناولة المواد الثقيلة وتشغيل المعدات الثقيلة تمثل أكثر المخاطر المهنية شيوعًا في مواقع البناء، فيما تسهم المؤشرات الرائدة للسلامة القائمة على التفتيش الاستباقي في تحسين مستوى الأداء السلامي بشكل ملموس عند تطبيقها بصورة منهجية ومنظمة. (Bhagwat et al., 2022)

وبناءً على ما سبق، تسعى هذه الدراسة إلى قياس أثر استخدام سجل المخاطر ومؤشرات الإنذار المبكر بأبعاده الأربعة — التحديد والتوثيق، والتحليل والتقييم، والتخطيط للاستجابة، والرصد والإنذار المبكر — على خفض المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ في شركات المقاولات المصنّفة العاملة في مشاريع البنية التحتية بمدينة الرياض، وذلك بما يُسهم في إثراء الأدبيات العربية في هذا المجال ويُوفّر إطارًا تطبيقيًّا يدعم تحقيق مستهدفات رؤية المملكة ألفين وثلاثين.

2.1 مشكلة الدراسة

يشهد قطاع التشييد والبناء في المملكة العربية السعودية طفرة غير مسبوقة في حجم المشاريع وتعقيدها، لا سيما في مدينة الرياض التي تحتضن حزمة ضخمة من مشاريع البنية التحتية المرتبطة بمستهدفات رؤية 2030، تشمل مشروع الرياض الخضراء، ومترو الرياض، ومشروع القدية، فضلاً عن مشاريع الطرق والصرف الصحي وشبكات المرافق التي تُشرف عليها أمانة منطقة الرياض ومركز مشاريع البنية التحتية. وعلى الرغم من هذا الزخم التنموي الهائل، تُشير الشواهد الإحصائية إلى أن قطاع المقاولات السعودي يُعاني

من إشكاليات تشغيلية هيكلية وتحديات جوهرية في منظومة السلامة، تُهدد كفاءة تنفيذ هذه المشاريع وتُلقي بأعباء مالية وبشرية ثقيلة على جميع أصحاب المصلحة.

و كشفت دراسة أكاديمية صادرة عن جامعة الملك سعود أن 82% من مشاريع البنية التحتية في المملكة تجاوزت الجدول الزمني المحدد لها، وأن 41% منها شهدت تجاوزاً في التكلفة عن الميزانية المعتمدة، حيث تعرّ 850 مشروعاً من أصل 1,035 مشروع بنية تحتية تم تحليلها. وعلى المستوى الإقليمي، أظهر تقرير CRUX الصادر عن شركة HKA عام 2025 — والذي حلّل 133 مشروعاً إنشائياً في المملكة العربية السعودية — أن المقاولين طالبوا بتمديدات زمنية بلغت في المتوسط 97.2% من الجدول الزمني المُخطط، وهي نسبة تفوق المتوسط العالمي البالغ 66.5% بفارق شاسع، فيما بلغت مطالبات التكلفة 27.9% من الميزانية الرأسمالية المُقدّرة. وأرجع التقرير أبرز أسباب النزاعات إلى التأخر في الوصول إلى مواقع العمل (30.8%)، وإشكاليات التدفق النقدي والمدفوعات (31.6%)، وتأخر الموافقات (30.1%)، وهي عوامل كان يمكن رصدها مبكراً والتعامل معها استباقياً لو توفر نظام فعّال لسجل المخاطر ومؤشرات الإنذار المبكر.

أما على صعيد السلامة والصحة المهنية، فإن الأرقام لا تقل إثارة للقلق؛ إذ تُظهر إحصائيات المؤسسة العامة للتأمينات الاجتماعية (GOSI) أن قطاع التشييد يستأثر وحده بما يتراوح بين 42% و 48% من إجمالي إصابات العمل المُسجّلة في المملكة خلال الفترة من 2016 إلى 2021، وقد سجّل 9,607 إصابات عمل في قطاع البناء وحده خلال عام 2022. كما أشارت دراسة علمية منشورة في مجلة Buildings إلى أن معدل الحوادث غير المميتة في قطاع التشييد السعودي بلغ 5.4 حادثة لكل 1,000 عامل مقارنة بـ 5.1 في القطاعات الأخرى، مع ارتفاع نسبة إصابات العمال السعوديين من 5.3% عام 2016 إلى 10% عام 2021، مما يعكس تصاعد المخاطر التشغيلية بالتوازي مع التوسع في حجم المشاريع.

وتتفاقم هذه الإشكاليات في ظل ما أشارت إليه الدراسات الميدانية من ضعف واضح في الممارسات المنهجية لإدارة المخاطر لدى شركات المقاولات المحلية؛ فقد وثّقت دراسة احميدة وأرحومة (2024) أن 85% من ممارسي إدارة المشاريع في مشاريع البناء الليبية يعتمدون حصرياً على الخبرة الشخصية في التعامل مع المخاطر دون الاستناد إلى سجل مخاطر مُنظّم أو مؤشرات إنذار مبكر، وهو واقع لا يبعد كثيراً عن بيئة المقاولات في المنطقة العربية بشكل عام. وفي السياق ذاته، كشفت دراسة الفهواوي (2024) أن

مؤشر أثر المخاطر على ميزانية مشاريع البنية التحتية في ليبيا بلغ 75%، وعلى الجدول الزمني 71%، وعلى الجودة 63%، بينما لم يتجاوز أثرها على السلامة المهنية 43%، مما يُشير إلى تهميش بُعد السلامة في منظومة إدارة المخاطر رغم خطورته البالغة.

وفي ضوء ما سبق، تتبلور مشكلة الدراسة في وجود فجوة واضحة بين الحجم المتسارع لمشاريع البنية التحتية في مدينة الرياض ومستوى نضج ممارسات إدارة المخاطر المُطبَّقة فعلياً في شركات المقاولات العاملة بها، مما يُفضي إلى تجاوزات مُتكررة في التكلفة والوقت وتراجع مؤشرات السلامة المهنية. وعليه، تسعى هذه الدراسة إلى الإجابة عن السؤال المحوري التالي: ما أثر سجل المخاطر ومؤشرات الإنذار المبكر بأبعاده (تحديد المخاطر وتوثيقها، تحليل المخاطر وتقييمها، تخطيط الاستجابة للمخاطر، الرصد والإنذار المبكر) على الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ في شركات المقاولات العاملة بمشاريع البنية التحتية بمدينة الرياض؟

3.1 أهداف الدراسة

تهدف هذه الدراسة إلى قياس وتحليل أثر سجل المخاطر ومؤشرات الإنذار المبكر بأبعاده الأربعة — تحديد المخاطر وتوثيقها، وتحليل المخاطر وتقييمها، وتخطيط الاستجابة للمخاطر، والرصد والإنذار المبكر — على الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ في شركات المقاولات المُصنَّفة العاملة بمشاريع البنية التحتية في مدينة الرياض.

ينبثق عن الهدف الرئيسي الأهداف الفرعية التالية:

- ☒ قياس أثر بُعد تحديد المخاطر وتوثيقها على الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ في شركات المقاولات العاملة بمشاريع البنية التحتية بمدينة الرياض.
- ☒ قياس أثر بُعد تحليل المخاطر وتقييمها على الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ في شركات المقاولات العاملة بمشاريع البنية التحتية بمدينة الرياض.
- ☒ قياس أثر بُعد تخطيط الاستجابة للمخاطر على الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ في شركات المقاولات العاملة بمشاريع البنية التحتية بمدينة الرياض.
- ☒ قياس أثر بُعد الرصد والإنذار المبكر على الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ في شركات المقاولات العاملة بمشاريع البنية التحتية بمدينة الرياض.

✕ تقديم توصيات علمية وعملية لشركات المقاولات والجهات التنظيمية المعنية بقطاع البنية التحتية في مدينة الرياض حول تعزيز فاعلية سجل المخاطر وآليات الإنذار المبكر بما يُسهم في خفض المخاطر التشغيلية ورفع مؤشرات السلامة المهنية.

4.1 أسئلة الدراسة

السؤال الرئيسي

ما أثر سجل المخاطر ومؤشرات الإنذار المبكر بأبعاده (تحديد المخاطر وتوثيقها، تحليل المخاطر وتقييمها، تخطيط الاستجابة للمخاطر، الرصد والإنذار المبكر) على الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ في شركات المقاولات العاملة بمشاريع البنية التحتية بمدينة الرياض؟

الأسئلة الفرعية

1. ما أثر تحديد المخاطر وتوثيقها في سجل المخاطر على الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ في شركات المقاولات بمشاريع البنية التحتية بمدينة الرياض؟
2. ما أثر تحليل المخاطر وتقييمها باستخدام الأساليب النوعية والكمية على الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ في شركات المقاولات بمشاريع البنية التحتية بمدينة الرياض؟
3. ما أثر تخطيط الاستجابة للمخاطر ووضع خطط الطوارئ على الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ في شركات المقاولات بمشاريع البنية التحتية بمدينة الرياض؟
4. ما أثر الرصد المستمر ومؤشرات الإنذار المبكر على الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ في شركات المقاولات بمشاريع البنية التحتية بمدينة الرياض؟

5.1 فروض الدراسة

الفرض الرئيسي

✕ H_0 : لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية $(\alpha \leq 0.05)$ لسجل المخاطر ومؤشرات الإنذار المبكر بأبعاده مجتمعة على الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ في شركات المقاولات بمشاريع البنية التحتية بمدينة الرياض.

الفروض الفرعية

- ☒ H_{01} : لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) لُبُعد تحديد المخاطر وتوثيقها على الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ في شركات المقاولات بمشاريع البنية التحتية بمدينة الرياض.
- ☒ H_{02} : لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) لُبُعد تحليل المخاطر وتقييمها على الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ في شركات المقاولات بمشاريع البنية التحتية بمدينة الرياض.
- ☒ H_{03} : لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) لُبُعد تخطيط الاستجابة للمخاطر على الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ في شركات المقاولات بمشاريع البنية التحتية بمدينة الرياض.
- ☒ H_{04} : لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) لُبُعد الرصد والإنذار المبكر على الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ في شركات المقاولات بمشاريع البنية التحتية بمدينة الرياض.

6.1 أهمية الدراسة

الأهمية العلمية (النظرية)

- ☒ تعاني المكتبة العربية من نُدرة ملحوظة في الدراسات التطبيقية التي تربط بين سجل المخاطر بأبعاده المنهجية الأربعة ومؤشرات الإنذار المبكر من جهة، والحد من المخاطر التشغيلية وسلامة التنفيذ في مشاريع البنية التحتية من جهة أخرى. وتأتي هذه الدراسة لسد هذه الفجوة عبر تقديم نموذج تحليلي متكامل يُختبر ميدانياً في بيئة المقاولات السعودية.
- ☒ تُسهم الدراسة في تعميق الفهم الأكاديمي لكيفية تفاعل أبعاد سجل المخاطر — من التحديد والتحليل والاستجابة إلى الرصد — في سلسلة سببية متكاملة تؤثر على مخرجات الأداء التشغيلي والسلامة، وذلك بالاستناد إلى أطر نظرية معتمدة مثل PMBOK 7 و ISO 31000:2018.

✕ تطرح الدراسة نموذجاً هيكلياً يربط بين أربعة أبعاد مستقلة ومتغير تابع واحد، مما يُوفر أساساً قابلاً للتكرار والتوسع في دراسات مستقبلية تشمل مدناً سعودية أخرى أو قطاعات إنشائية مختلفة (مثل مشاريع رؤية 2030 الكبرى)

الأهمية العملية (التطبيقية)

✕ تُوفر نتائج هذه الدراسة لشركات المقاولات في الرياض دليلاً عملياً حول الأبعاد الأكثر تأثيراً في سجل المخاطر، مما يُمكنها من تخصيص مواردها المحدودة نحو الممارسات ذات العائد الأعلى في تقليل الخسائر التشغيلية ورفع مؤشرات السلامة.

✕ تتسق هذه الدراسة مع التوجهات الاستراتيجية للمملكة العربية السعودية ضمن رؤية 2030 التي تتضمن مشاريع بنية تحتية ضخمة (نيوم، البحر الأحمر، القدية، مشروع الرياض)، حيث يُشكّل تطبيق نظام فعال لسجل المخاطر والإنذار المبكر ضرورة حتمية لضمان تنفيذ هذه المشاريع ضمن الميزانية والوقت المحددين وبأعلى معايير السلامة.

✕ تُلقي الدراسة الضوء على العلاقة المباشرة بين فاعلية سجل المخاطر وتحسين مؤشرات السلامة والصحة المهنية، وهو ما يدعم جهود وزارة الموارد البشرية والتنمية الاجتماعية وهيئة المقاولين في فرض معايير أكثر صرامة لحماية العمال والحد من الحوادث الإنشائية التي تُكلف القطاع خسائر بشرية ومادية كبيرة سنوياً.

✕ تُمكن نتائج الدراسة الجهات التنظيمية — كهيئة المحتوى المحلي والمشتريات الحكومية وهيئة كفاءة الإنفاق والمشاريع الحكومية — من اشتراط وجود سجل مخاطر ونظام إنذار مبكر فعال ضمن متطلبات التأهيل المسبق لشركات المقاولات المتقدمة لمشاريع البنية التحتية الحكومية.

7.1 الدراسات السابقة:

المحور الأول: المتغير المستقل (سجل المخاطر ومؤشرات الإنذار المبكر)

✕ دراسة: (Odimabo & Oduoza (2020)

هدفت الدراسة إلى التعرف على مؤشرات الإنذار المبكر (Early Warning Signs) بأبعادها (الأعراض الإدارية، الأعراض المالية، أعراض الأداء التنفيذي) التي تُنبئ بفشل مشاريع البناء في نيجيريا،

وذلك لتوفير بيانات تجريبية تُسهم في تحسين تسليم المشاريع. واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي المسحي الكمي، حيث تم توزيع استبيان مُهيكل على العاملين في شركات الاستشارات والمقاولات بولاية لاغوس. وتكونت العينة من (134) مستجيبًا من أصل (180) استبانة موزعة بمعدل استجابة مركّب بلغ (74.44%). وتم تحليل البيانات باستخدام التوزيع التكراري والنسب المئوية ومتوسط درجات البنود (Mean Item Score) واختبار مان-ويتني (Mann-Whitney U Test) للمقارنة بين مجموعتي الاستشاريين والمقاولين. وتوصلت النتائج إلى أن معظم المتخصصين يطبقون نهج مؤشرات الإنذار المبكر في مرحلتي التخطيط وبداية التنفيذ. وكانت أبرز المؤشرات المنبئة بفشل المشاريع: (1) عجز الإدارة وعدم كفاءتها في اكتشاف المشكلات وإدارتها مبكرًا، (2) تجاوز النفقات الفعلية المستمر للتقديرات التكلفة، (3) تفوق التكاليف المتكبدة على الفوائد المتوقعة. وأظهرت النتائج أن الأعراض المتعلقة بإدارة المشروع هي الأكثر دلالة على احتمالية الفشل. وأوصت الدراسة بتبني نهج استباقي لمؤشرات الإنذار المبكر لتعزيز إدارة المشاريع وتحسين جودة تسليم المشاريع الإنشائية في نيجيريا.

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

هدفت الدراسة إلى التعرف على أثر مؤشرات المخاطر الرئيسية (Key Risk Indicators) بأبعادها (مؤشرات العمليات الداخلية، مؤشرات التغيرات في ظروف السوق، مؤشرات العيوب الاستراتيجية، مؤشرات الموارد البشرية، مؤشرات التكنولوجيا) على المخاطر التشغيلية في شركات التأمين الجزائرية. واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي من خلال أداة الاستبانة الموجهة إلى العاملين في شركات التأمين الجزائرية. وتم تغريغ البيانات في برنامج الرزمة الإحصائية للعلوم الاجتماعية (SPSS V.20)، ثم تحليلها باستخدام طريقة المربعات الجزئية الصغرى للمعادلات الهيكلية (PLS-SEM) بالاستعانة ببرنامج SmartPLS 3.2.8 لاختبار الفرضيات وقياس العلاقات السببية بين المتغيرات. وتوصلت نتائج الدراسة إلى وجود أثر إيجابي ودال إحصائيًا لجميع مؤشرات المخاطر الرئيسية على المخاطر التشغيلية في شركات التأمين الجزائرية، ما عدا بُعدَي التغيرات في ظروف السوق والعيوب الاستراتيجية اللذين لم يُظهرا تأثيرًا دالًا إحصائيًا. وخلصت الدراسة إلى أن مؤشرات المخاطر الداخلية والتشغيلية هي الأكثر تأثيرًا على المخاطر التشغيلية مقارنة بالمؤشرات الخارجية. وأوصت الدراسة بضرورة تفعيل وظيفة الرقابة الداخلية وتعزيز آلياتها، وتصميم هيكل تنظيمي مرن يتكيف مع التغيرات المحيطة، وتبني نظام حوكمة فعال ومتكامل يسهم في تدنية المخاطر التشغيلية التي تتعرض لها شركات التأمين في الجزائر.

☒ دراسة: Zhao et al., (2023)

هدفت الدراسة إلى تقديم مراجعة شاملة وكّلية للبحوث العالمية في إدارة مخاطر التشييد (CRM) بأبعادها (الهيكل الفكري للمجال المعرفي، الموضوعات البحثية الناشئة) وذلك للمنشورات الصادرة خلال الفترة من 2000 إلى 2021. واستخدمت الدراسة المنهج الببليومتري (Bibliometric Review) باستخدام تقنيتي الاستشهاد المشترك للوثائق (Document Co-citation) والاقتران المرجعي (Bibliographic Coupling) مع مناقشة نوعية تكميلية، وذلك عبر برنامج VOSViewer. وتكونت عينة الدراسة من (2,034) وثيقة أولية و (68,727) مرجعاً ثانوياً تم جمعها من قاعدة بيانات Web of Science Core Collection. وتوصلت نتائج التحليل بالاستشهاد المشترك إلى أن الهيكل الفكري لمجال إدارة مخاطر التشييد يتكون من أربعة محاور رئيسية هي: خطوات عملية إدارة المخاطر الرسمية (التعريف والتحليل والاستجابة)، وإدارة المخاطر في مشاريع ذات خصائص محددة، وإدارة المخاطر في التشييد الدولي، وإدارة فئات مخاطر بعينها. كما حدّد تحليل الاقتران المرجعي أربعة موضوعات ناشئة تشمل: تقنيات تحليل المخاطر المتقدمة، وإدارة المخاطر المدعومة بتكنولوجيا المعلومات والاتصالات، ودمج إدارة المخاطر مع وظائف إدارية أخرى، والعوامل البشرية في إدارة المخاطر. وأوصت الدراسة بتعزيز استخدام الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي في أنظمة إدارة المخاطر وتطوير نماذج تكاملية أكثر تخصيصاً.

☒ دراسة القهواي: (2024)

تقييم ممارسات استراتيجيات إدارة المخاطر في شركات التشييد المحلية: دراسة تحليلية على شركات التشييد المنفذة لمشاريع البنية التحتية بمدينة زليتن "هدفت الدراسة إلى تقييم ممارسات استراتيجيات إدارة المخاطر بأبعادها معرفة واستخدام تقنيات تحليل المخاطر، تصنيف المخاطر الإدارية في مشروعات التشييد، تأثير المخاطر على الميزانية والجدولة والجودة والسلامة المهنية (على أداء شركات التشييد المحلية المنفذة لمشاريع البنية التحتية بمدينة زليتن بليبيا. واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي، وتم تصميم استبيان تكوّن من ثلاثة مجالات رئيسية. وتكونت العينة من (166) عاملاً بشركات التشييد المحلية. وتم تحليل البيانات باستخدام الأساليب الإحصائية الوصفية ومقاييس التأثير الحرج. وتوصلت نتائج الدراسة إلى وجود قصور واضح في معرفة واستخدام الشركات المنفذة لتقنيات تحليل المخاطر في مشروعات التشييد، مع الاعتماد الكبير على الخبرة والمهارات الشخصية في الحكم المباشر على الأحداث والمشكلات المتعلقة بالمشروع. وأشارت النتائج إلى أن تأثير المخاطر على الميزانية بلغ (0.75) بمؤشر حرج عالٍ (75%)،

وعلى الجدولة الزمنية (0.71) بنسبة (71%)، وعلى الجودة (0.63) بنسبة (63%)، وعلى السلامة المهنية (0.43) بنسبة (43%). وبينت النتائج أن أغلب إجراءات الاستجابة للمخاطر تتم عن طريق إضافة شروط عقدية لاحتواء الخطر أو توقعه دون وجود منهجية علمية واضحة. وأوصت الدراسة بضرورة تبني أساليب منهجية متكاملة لتحليل المخاطر وعدم الاكتفاء بالحكم الشخصي، وتدريب العاملين على استخدام أدوات إدارة المخاطر الحديثة كسجل المخاطر ومصفوفة الاحتمالية والأثر.

✉ دراسة احميدة وارجومة": (2024) الممارسات الفعلية لإدارة المخاطر في مشاريع البناء الليبية: دراسة حالة لمشروع بناء مدرسة في مدينة الزاوية."

هدفت الدراسة إلى تشخيص واقع ممارسات إدارة المخاطر بأبعادها (التعريف بالمخاطر، تحليلها نوعيًا وكميًا، التخطيط للاستجابة، المراقبة والمتابعة) في مشاريع البناء الليبية من خلال دراسة حالة تطبيقية لمشروع بناء مدرسة في مدينة الزاوية. واعتمدت الدراسة على منهجية الأساليب المختلطة (Mixed Methods) لجمع البيانات وتحليلها، حيث تمت مقابلة (20) من أصحاب المصلحة المعنيين بالمشروع، وتحليل (15) وثيقة مشروع رسمية تشمل العقود والمخططات والتقارير، بالإضافة إلى تطبيق استبيان كمّي على (35) مختصًا في مجال إدارة المشاريع والتشييد. وكشفت النتائج عن وجود فجوة منهجية كبيرة في ممارسات إدارة المخاطر، حيث تبين أن (85%) من الممارسين يعتمدون على الخبرة الشخصية فقط دون اللجوء إلى أساليب علمية منظّمة. كما تم رصد (12) خطرًا جوهريًا يتميز بها السياق الليبي عن غيره من البيئات، وتم تطوير مصفوفات أولوية مخاطر ملونة تسهّل على صنّاع القرار تحديد الأولويات. وقدمت الدراسة إطارًا مقترحًا بعنوان "نموذج المخاطر السياقي المتكامل" يهدف إلى تعزيز مرونة وكفاءة مشاريع البناء في ليبيا. وأوصت بضرورة تبني أدوات إدارة مخاطر مهيكلة تراعي خصوصية البيئة الليبية وتوفير تدريب متخصص للكوادر الهندسية.

✉ دراسة: Alrasheed et al., (2024)

هدفت الدراسة إلى التعرف على أثر دمج مبادئ إدارة المخاطر وتقنيات القيمة المكتسبة بأبعادها (تحديد عناصر المخاطر، مؤشر أداء الجدول الزمني SPI، مؤشر أداء التكلفة CPI، وأمر التغيير) على الكشف المبكر عن مشكلات الأداء في مشروع بنية تحتية ضخم بدولة الكويت. واستخدمت الدراسة منهج دراسة الحالة المتعمقة، حيث أنشئت لجنة متخصصة لإدارة المخاطر مكونة من (7) أعضاء (3 من جانب العميل و3 من جانب المقاول و1 من الاستشاري) بخبرة لا تقل عن (10) سنوات، عقدت ورشة عصف

ذهني لتحديد عناصر المخاطر المتوقعة. ثم طُبِّقَت تقنية القيمة المكتسبة على مدار (22) دورة زمنية (كل دورة 3 أشهر). وبلغت ميزانية المشروع (32.5) مليون دينار كويتي ومدته التعاقدية من فبراير 2015 إلى أغسطس 2018. وحددت اللجنة (8) عناصر مخاطر رئيسية. وتوصلت النتائج إلى أن المشروع عانى تأخرًا بنسبة (65.3%) مع تجاوز في التكاليف بنسبة (16%) ناتج عن (5) أوامر تغيير معتمدة أضافت (715) يومًا و(5.9) مليون دينار كويتي. وأكد تحليل القيمة المكتسبة انخفاض SPI المستمر بعد إصدار أول أمر تغيير. وأوصت الدراسة بإشراك جميع كوادرات الإدارة العليا في لجان المخاطر واستخدام القيمة المكتسبة كنظام إنذار مبكر دوري مع دمج تقنيات الذكاء الاصطناعي لتسريع التحليل.

☒ دراسة المنقوش واخرون: (2026) إدارة المخاطر والأزمات في المشاريع الهندسية: دور أطر إدارة المشاريع والتقنيات الناشئة."

هدفت الدراسة إلى تقديم منظور منهجي متكامل لتحديد وتصنيف وإدارة المخاطر بأبعادها (المخاطر الداخلية والخارجية، المخاطر المتوقعة والأزمات غير المتوقعة) في بيئات المشاريع الهندسية، مع التأكيد على أهمية الأساليب النوعية والكمية والتقنيات الحديثة. واستخدمت الدراسة المنهج الاستعراضي المنهجي (المراجعة النظرية التحليلية)، حيث جمعت بين الأساليب النوعية مثل حكم الخبراء وتقنية دلفي وهياكل تقسيم المخاطر، والأساليب الكمية مثل تقييم المخاطر الاحتمالي ومحاكاة مونت كارلو. وتوصلت الدراسة إلى أن المخاطر غير المُدارة يمكن أن تتصاعد إلى أزمات تؤثر سلبًا على مؤشرات أداء المشروع الرئيسية شاملة التكلفة والجدول الزمني والجودة والسلامة وثقة أصحاب المصلحة، مما قد يؤدي إلى إعادة العمل والتأخير وتجاوز الميزانية والنزاعات التعاقدية والإضرار بالسمعة وحتى إنهاء المشروع. وأكدت الدراسة على الدور الحيوي للأطر القياسية لإدارة المشاريع مثل PMBOK و PRINCE2 و ISO 31000، بالإضافة إلى التقنيات الحديثة مثل نمذجة معلومات البناء (BIM) والذكاء الاصطناعي والتوائم الرقمية والتحليلات التنبؤية. وأوصت بأن دمج المنهجيات المنظمة مع الأدوات الرقمية المتقدمة يُسهم في تعزيز مرونة المشاريع وتحسين فرص نجاحها واستدامتها في ظل بيئات تتسم بعدم اليقين والتعقيد المتزايد.

المحور الثاني: المتغير التابع (خفض المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ)

☒ دراسة " (2020): Akal & El-Kholy

هدفت الدراسة إلى تقديم قائمة فحص عملية شاملة لمخاطر أعمال الهندسة المدنية بأبعادها (البيئة العامة للموقع، أعمال التربة، أعمال الهدم، أعمال الحفر، أعمال الخرسانة، أعمال نزع المياه، أعمال العزل المائي والحراري، أعمال السقالات (وتطوير مؤشر لقياس مستوى السلامة يُعرف بـ SLICETH (Safety Level Indicator of Civil Engineering Trades-related Hazards). واستخدمت الدراسة المنهج المختلط (Mixed Methods) الذي شمل المراجعة الأرشيفية للأدبيات السابقة، وزيارات المواقع الإنشائية، واستخدام أسلوب الملاحظة المباشرة وتحليل المخاطر الأولي (Preliminary Hazard Analysis)، وإجراء مقابلات شبه مهيكلة لتحديد المخاطر والتحقق من صحتها، ثم استبيان مسحي بتقنية وزن المجموع الرتبتي (Rank Sum Weight) وتوصلت النتائج إلى تحديد (70) خطراً موزعة على (9) تخصصات هندسية مدنية. وأظهر مؤشر SLICETH قابلية تطبيق عالية وموثوقية جيدة عند التحقق من صلاحيته في (5) مشاريع وطنية ودولية. وأوصت الدراسة باستخدام هذا المؤشر كأداة عملية قابلة للتطبيق لتحسين أداء السلامة في مواقع مشاريع التشييد وتوفير دليل إرشادي للأكاديميين والممارسين لمواجهة التأثيرات السلبية للمخاطر.

☒ دراسة: Bhagwat, Delhi & Nanthagopalan (2022)

هدفت الدراسة إلى تقديم طريقة عملية قائمة على المؤشرات القيادية (Leading Indicators) لفحص السلامة في مواقع العمل بأبعادها (السلوك الآمن وغير الآمن، الظروف الآمنة وغير الآمنة، مؤشر أداء السلامة (SPI) لقياس أداء السلامة في مشاريع التشييد بدلاً من الاعتماد التقليدي على المؤشرات التأخرية (Lagging Indicators). واستخدمت الدراسة منهج دراسة الحالة التطبيقية على موقع تشييد حقيقي في الهند. وتكونت بيانات الدراسة من (781) ملاحظة ميدانية تم تسجيلها خلال جولتي فحص: فحص أساسي (Baseline JSI) وفحص متابعة (Follow-up JSI). وتوصلت النتائج إلى تحقيق زيادة في السلوكيات والظروف الآمنة (SB&C) مصحوبة بانخفاض في السلوكيات غير الآمنة (UB) والظروف غير الآمنة (UC). وأكدت النتائج تحسناً ذا دلالة في مؤشر أداء السلامة (SPI) للمشروع من (39.07%) إلى (67.47%). كما حدّدت الدراسة المواقع الأكثر خطورة وأبعاد السلامة الضعيفة التي تحتاج إلى مزيد من التحسين. وأوصت الدراسة بتبني هذه الطريقة كأداة استباقية لقياس أداء السلامة بشكل مستمر في مشاريع التشييد.

☒ دراسة: Choudhry et al., (2023)

هدفت الدراسة إلى قياس إدارة السلامة في مشاريع البناء بالمملكة العربية السعودية باستخدام نهج استباقي بأبعادها المستخلصة): العامل الأول: التزام الإدارة ومشاركة العاملين والتدريب على السلامة – ويشمل 15 فقرة؛ العامل الثاني: خطة سلامة المشروع ولجنة السلامة والاستخدام الآمن للمعدات – ويشمل 8 فقرات). واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي من خلال استبانة مكونة من (59) فقرة وفق مقياس ليكرت الخماسي، إضافة إلى إجراء (8) مقابلات إدارية معمّقة مع مديري مشاريع ومسؤولي سلامة بخبرة تتجاوز (10) سنوات. وتكونت العينة من (165) مستجيباً (86% ذكور، 14% إناث) من (42) مشروع بناء في مختلف مناطق المملكة. تم تحليل البيانات بالتحليل العاملي (Factor Analysis) بتدوير Varimax والانحدار الخطي المتعدد عبر برنامج SPSS v.27. وبلغت قيمة KMO (0.842) وقيمة اختبار Bartlett ($\chi^2=1565.415$, $p\leq0.001$). واستخلص التحليل العاملي عاملين يفسران (43.35%) من التباين الكلي. وأوصت الدراسة بأن تركز الإدارة على هذين العاملين لتحسين أداء نظام إدارة السلامة بشكل استباقي قبل وقوع الحوادث.

☒ دراسة: Almaskati et al., (2024)

هدفت الدراسة إلى التعرف على المخاطر التي تُسهم في الإصابات المهنية المرتبطة بالتشييد بأبعادها (المخاطر الأساسية كالسقوط والصعق الكهربائي، المخاطر الفيزيائية كالضوضاء والحرارة، المخاطر الكيميائية كالغبار والمواد الخطرة، المخاطر المريحة والأخرى كالمعدات الثقيلة والحفريات)، وتصنيفها حسب القطاعات الإنشائية (سكني، تجاري، صناعي، ثقيل)، وتحديد أفضل استراتيجيات التخفيف. واستخدمت الدراسة منهج المراجعة المنهجية الشاملة للأدبيات عبر قواعد Google Scholar و ASCE Library و ScienceDirect و ResearchGate وتكونت العينة من (236) منشوراً علمياً منشوراً في (41) دولة خلال الفترة من 2002 إلى مارس 2023. وتوصلت النتائج إلى تحديد (18) خطراً صنّفت في أربع فئات حسب تأثيرها الفسيولوجي، ورُتبت وفق تكرار الاستشهاد بها في الأدبيات. وأظهرت النتائج أن السقوط من ارتفاع ومناولة المواد والمعدات والآلات الثقيلة والصعق الكهربائي وحوادث الاصطدام هي الأكثر تكراراً وتأثيراً على جميع القطاعات. وأوصت الدراسة بأن معظم المخاطر يمكن تخفيفها عبر الاستخدام الصحيح لمعدات الحماية الشخصية (PPE) والتدريب الفعال على السلامة والإشراف الميداني المتواصل واستخدام التقنيات الحديثة مثل BIM والواقع الافتراضي.

8.1 الفجوة البحثية

تتفق الدراسة الحالية مع غالبية الدراسات السابقة في الاهتمام بمحورية إدارة المخاطر في المشاريع الإنشائية وأثرها على الأداء التشغيلي والسلامة، فمن حيث الهدف تشترك مع دراسة القهواوي (2024) في تقييم ممارسات إدارة المخاطر في شركات المقاولات المحلية العاملة بمشاريع البنية التحتية، ومع دراسة خوجة وعلمي (2022) في قياس أثر مؤشرات المخاطر على المخاطر التشغيلية، ومع دراسة Alrasheed وآخرين (2024) في الربط بين مؤشرات الإنذار المبكر والأداء الزمني والمالي للمشاريع. ومن حيث المنهج تتفق مع دراسة القهواوي (2024) ودراسة Choudhry و Zafar و (2023) Almatawa ودراسة خوجة وعلمي (2022) في اعتماد المنهج الوصفي التحليلي واستخدام الاستبانة أداة رئيسية لجمع البيانات الأولية مع توظيف الأساليب الإحصائية الاستدلالية في اختبار الفرضيات. ومن حيث بيئة التطبيق تتقارب مع دراسة Choudhry وآخرين (2023) التي طُبِّقت في المملكة العربية السعودية على مشاريع البناء، ومع دراسة احميدة وأرحومة (2024) التي ركّزت على مشاريع البناء في بيئة عربية (ليبيا)، ومع دراسة Odimabo و (2020) Oduoza التي استهدفت قطاع المقاولات في بيئة نامية (نيجيريا).

غير أن الدراسة الحالية تتميز عن الدراسات السابقة وتختلف عنها في عدة جوانب جوهرية. فمن حيث الهدف، لم تجمع أي من الدراسات السابقة بين أبعاد سجل المخاطر الأربعة (التحديد، التحليل، الاستجابة، الرصد والإنذار المبكر) في نموذج واحد متكامل يختبر أثرها المُجمَع والمنفرد على المخاطر التشغيلية وسلامة التنفيذ معاً؛ فدراسة Zhao وآخرين (2023) اقتصرَت على المراجعة الببليومترية دون اختبار ميداني، ودراسة Kim وآخرين (2023) ركّزت على تطوير أداة تقنية (رسم بياني معرفي) دون قياس أثرها على السلامة، ودراسة Luo وآخرين (2022) تناولت بُعد الإنذار المبكر بالتكلفة فقط دون ربطه بسجل المخاطر الشامل أو بمؤشرات السلامة. ومن حيث المنهج، اعتمدت عدة دراسات سابقة على المراجعة المنهجية للأدبيات كدراسة Almaskati وآخرين (2024) ودراسة Baghdadadi وآخرين (2024) ودراسة Zhao وآخرين (2023)، أو على دراسة الحالة الواحدة كدراسة Alrasheed وآخرين (2024) ودراسة احميدة وأرحومة (2024)، بينما تتبنّى الدراسة الحالية منهجاً وصفيّاً تحليليّاً كمياً بعينة واسعة (400 مبحوث) تُتيح تعميماً إحصائياً أقوى. ومن حيث بيئة التطبيق، تتفرد الدراسة الحالية بتطبيقها على شركات المقاولات المُصنّفة العاملة تحديداً في مشاريع البنية التحتية بمدينة الرياض — وهي بيئة لم تُدرس من هذه الزاوية المُركّبة سابقاً — في حين طُبِّقت الدراسات الأجنبية في سنغافورة ونيجيريا والكويت وكوريا الجنوبية والصين، وطُبِّقت الدراسات العربية في ليبيا والجزائر وغزة، مما يجعل الدراسة الحالية إضافة أصيلة للسياق السعودي الذي يشهد أضخم محفظة مشاريع بنية تحتية في المنطقة ضمن مستهدفات رؤية 2030.

9.1 المنطلقات النظرية للدراسة:

سجل المخاطر (Risk Register)

يُعرف سجل المخاطر إجرائياً في هذه الدراسة بأنه وثيقة مُنظمة ومُحدثة باستمرار تُستخدم في مشاريع البنية التحتية لتسجيل جميع المخاطر المُحددة وتوصيفها وتصنيفها وتقييم احتمالية وقوعها وأثرها المتوقع على أهداف المشروع من حيث التكلفة والوقت والجودة والسلامة، مع تحديد مالك كل خطر واستراتيجية الاستجابة المعتمدة والإجراءات الوقائية والعلاجية المرتبطة بها. ويتسق هذا التعريف مع ما ورد في دليل PMBOK الذي يصف سجل المخاطر بأنه "وثيقة تلتقط تفاصيل المخاطر الفردية المُحددة للمشروع" وتُستخدم مُخرجاً رئيسياً لعملية تحديد المخاطر ومُدخلاً لجميع عمليات إدارة المخاطر اللاحقة. وقد جسد Kim وChoi وKim (2023) التطور المعاصر لهذا المفهوم حين طوّروا رسماً بيانياً معرفياً للمخاطر (RiskKG) ينطلق من بيانات سجل المخاطر ويُحوّلها إلى شبكة معرفية رقمية قابلة للاستعلام الذكي (Kim, Choi & Kim, 2023).

مؤشرات الإنذار المبكر (Early Warning Indicators)

تُعرف مؤشرات الإنذار المبكر إجرائياً بأنها مجموعة من المقاييس والإشارات الاستباقية — الكمية والنوعية — التي تُرصد بشكل دوري ومنتظم خلال مراحل تنفيذ مشاريع البنية التحتية بهدف الكشف عن الانحرافات والتغيرات السلبية في مؤشرات أداء المشروع قبل أن تتحول إلى مشكلات فعلية أو أزمات. وتشمل هذه المؤشرات على المستوى الكمي مؤشر أداء التكلفة (CPI) ومؤشر أداء الجدول الزمني (SPI) المُشتقين من تحليل القيمة المكتسبة (EVM)، كما وظّفها Luo وآخرون (2022) في بناء نظام إنذار مبكر بالتكلفة يعتمد على مقارنة القيمة المُخططة (BCWS) والقيمة المكتسبة (BCWP) والتكلفة الفعلية (ACWP)، مع نظام تنبيهات بالألوان يتدرج من الأخضر إلى الأحمر حسب مستوى الانحراف (Luo et al., 2022). أما على مستوى السلامة، فتتضمن المؤشرات الرائدة (Leading Indicators) معدلات التفقيش الميداني ونسب الالتزام بإجراءات السلامة ومعدلات الحوادث الوشيكة (Near-Misses)، وهو ما أكدت عليه دراسة Bhagwat وDelhi وNanthagopalan (2022) حين أثبتت أن تطبيق منهج التفقيش القائم على المؤشرات الرائدة أحدث تحسناً جوهرياً في مؤشر أداء السلامة في مواقع التشييد (Bhagwat, Delhi & Nanthagopalan, 2022). كما تعمل مؤشرات الإنذار المبكر بوصفها نظاماً استشعارياً

متكاملاً مع سجل المخاطر، وهو ما أكدته Alrasheed وآخرون (2024) من خلال دمج تحليل القيمة المكتسبة مع إدارة المخاطر في مشروع بنية تحتية كويتي لاكتشاف علامات الانحراف الزمني والمالي في مراحلها المبكرة. (Alrasheed et al., 2024)

أبعاد المتغير المستقل

أ. تحديد المخاطر وتوثيقها: (Risk Identification and Documentation) يُقصد بها العملية المنهجية للكشف عن مصادر المخاطر الداخلية والخارجية المُحتملة التي قد تؤثر على أهداف المشروع، وتسجيلها وتوصيفها في سجل المخاطر بشكل تفصيلي يشمل طبيعة الخطر وأسبابه المُحتملة ومالكه والأطراف المتأثرة به. ويستخدم هذا البُعد أدوات متعددة كالعصف الذهني وقوائم المراجعة وتحليل أصحاب المصلحة وهيكل تقسيم المخاطر (RBS) وأسلوب دلفي. وقد أشار القهواوي (2024) إلى أن البنود التعاقدية تُمثل الأداة الأكثر استخداماً لاحتواء المخاطر المُحددة أو توقعها في شركات المقاولات العاملة بمشاريع البنية التحتية (القهواوي، 2024).

ب. تحليل المخاطر وتقييمها: (Risk Analysis and Assessment) يُشير إلى عمليات الفحص المنهجي للمخاطر المُحددة لتقدير احتمالية وقوعها وحجم أثرها على أهداف المشروع، وترتيبها حسب أولويتها. ويتضمن هذا البُعد التحليل النوعي عبر مصفوفة الاحتمالية والأثر، والتحليل الكمي عبر أساليب مثل محاكاة مونت كارلو وتحليل شجرة القرار وتقنية القيمة المكتسبة. وقد استخدمت دراسة خوجة وعلمي (2022) نمذجة المعادلات البنائية عبر برنامج SmartPLS v3.2.8 لتحليل أثر مؤشرات المخاطر الرئيسية على المخاطر التشغيلية في شركات التأمين الجزائرية (خوجة وعلمي، 2022).

ت. تخطيط الاستجابة للمخاطر: (Risk Response Planning) يُعرّف بأنه عملية تطوير استراتيجيات وإجراءات مُحددة للتعامل مع المخاطر ذات الأولوية العالية وفقاً لأربع استراتيجيات رئيسية هي: التجنب، والتخفيف، والنقل (كالتأمين والتعاقد من الباطن)، والقبول. ويشمل أيضاً إعداد خطط الطوارئ وبروتوكولات إدارة الأزمات. وقد أكد المنقوش وآخرون (2026) على أهمية تكامل هذه الاستراتيجيات مع أطر حوكمة المشاريع لضمان استجابة فعالة ومُنسقة عند وقوع المخاطر (المنقوش وآخرون، 2026).

ث. الرصد والإنذار المبكر: (Monitoring and Early Warning) يُشير إلى المتابعة المستمرة والدورية لحالة المخاطر المُسجلة ومؤشرات أداء المشروع، بهدف اكتشاف المخاطر الناشئة وتقييم فاعلية

استراتيجيات الاستجابة المُطبَّقة وتحديث سجل المخاطر وفقاً للمستجدات. ويعتمد هذا البُعد على لوحات المعلومات الرقمية والتقارير الدورية ومؤشرات الأداء الرائدة وأدوات التحليل التنبؤي. وقد وثَّق Odimabo و (2020) Oduoza أن عجز الإدارة عن اكتشاف المشكلات ومعالجتها مبكراً يُمثِّل أبرز علامات الإنذار المبكر التي تُنذر بفشل المشاريع الإنشائية. (Odinabo & Oduoza, 2020)

المخاطر التشغيلية (Operational Risks)

تُعرَّف المخاطر التشغيلية إجرائياً في سياق هذه الدراسة بأنها احتمالية تعرُّض مشاريع البنية التحتية لخسائر ناجمة عن إخفاق أو قصور في العمليات الداخلية أو الكوادر البشرية أو الأنظمة التقنية أو الأحداث الخارجية، وتتجلى في صور متعددة تشمل تجاوز التكلفة المُقدَّرة والتأخر عن الجدول الزمني المُعتمد والإخلال بمعايير الجودة وأعطال المعدات ونقص العمالة وتعطل سلسلة الإمداد. وقد أكدت دراسة خوجة وعلمي (2022) وجود أثر إيجابي دال إحصائياً لمؤشرات المخاطر الرئيسية على المخاطر التشغيلية، مما يعني أن ارتفاع مؤشرات المخاطر دون إدارة فعالة يُفاقم من حدة المخاطر التشغيلية (خوجة وعلمي، 2022).

سلامة التنفيذ (Execution Safety)

تُعرَّف سلامة التنفيذ إجرائياً بأنها الحالة التي تكون فيها بيئة العمل في مواقع تنفيذ مشاريع البنية التحتية خالية أو شبه خالية من المخاطر التي تُهدد صحة العاملين وسلامتهم الجسدية، وذلك من خلال الالتزام بمعايير السلامة والصحة المهنية وتطبيق إجراءات الوقاية والحماية وتوفير معدات الحماية الشخصية والتدريب المستمر وآليات الإبلاغ عن الحوادث والحوادث الوشيكة. ويُقاس هذا المفهوم بمؤشرات مثل معدل تكرار الإصابات ومعدل شدتها ومؤشر أداء السلامة (SPI). وقد أكدت دراسة Choudhry و Zafar و (2023) Almatawa من خلال مسح ميداني شمل 165 مبحوثاً في مشاريع البناء السعودية أن التزام الإدارة ومشاركة العاملين والتدريب على السلامة تُشكِّل العوامل المحركة الأساسية لأداء السلامة، وأن قياسها الاستباقي يُسهم في رفع مستوى الحماية المهنية. (Choudhry, Zafar & Almatawa, 2023)

مشاريع البنية التحتية (Infrastructure Projects)

يُقصد بها في هذه الدراسة المشاريع الإنشائية الكبرى التي تُنفَّذ في مدينة الرياض وتشمل شبكات الطرق والجسور والأنفاق وشبكات الصرف الصحي ومحطات معالجة المياه وشبكات الكهرباء والاتصالات ومشاريع النقل العام، والتي تُشرف عليها جهات حكومية مثل أمانة منطقة الرياض ومركز مشاريع البنية التحتية والهيئة الملكية لمدينة الرياض، وتُنفَّذها شركات مقاولات مُصنَّفة ومُسجَّلة لدى الهيئة السعودية للمقاولين.

شركات المقاولات المُصنَّفة (Classified Contracting Companies)

يُقصد بها المنشآت العاملة في قطاع المقاولات والحاصلة على شهادة تصنيف من وزارة البلديات والإسكان وعضوية الهيئة السعودية للمقاولين، والتي تُؤهِّلها للتنافس على المشاريع الحكومية وفق درجات تصنيفية تعكس قدراتها الفنية والمالية والإدارية. وقد بلغ عدد هذه المنشآت أكثر من 28,254 منشأة مُصنَّفة ومؤهلة على مستوى المملكة بنهاية عام 2024 وفقاً لبيانات وزارة البلديات والإسكان، تستحوذ منطقة الرياض على نحو 27% منها.

10.1 المنهجية وطرق البحث:

ستعتمد هذه الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي بوصفه الأنسب لطبيعة الموضوع وأهدافه، إذ سيُستخدم الجانب الوصفي في استعراض الإطار النظري والمفاهيمي لسجل المخاطر ومؤشرات الإنذار المبكر بأبعاده الأربعة (تحديد المخاطر وتوثيقها، تحليل المخاطر وتقييمها، تخطيط الاستجابة للمخاطر، الرصد والإنذار المبكر) وعلاقتها بالحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ، وذلك بالاستناد إلى الأدبيات العربية والإنجليزية والمعايير الدولية مثل PMBOK 7 و ISO 31000:2018. أما الجانب التحليلي فسيُوظَّف في قياس أثر المتغير المستقل بأبعاده على المتغير التابع باستخدام أساليب إحصائية متقدمة تشمل تحليل الانحدار المتعدد واختبارات الدلالة الإحصائية.

وسيُجمع البيانات الأولية من خلال استبانة مُحكَّمة تُصمَّم خصيصاً لهذه الدراسة وتُوزَّع إلكترونياً وورقياً على المبحوثين في شركات المقاولات العاملة بمشاريع البنية التحتية في مدينة الرياض. وسيُعتمد مقياس ليكرت الخماسي في تصميم فقرات الاستبانة لقياس اتجاهات المبحوثين. كما ستُجرى اختبارات الصدق والثبات للتحقق من الخصائص السيكومترية للأداة قبل التطبيق الفعلي، فضلاً عن إجراء دراسة استطلاعية أولية على عينة محدودة للتأكد من وضوح العبارات وملاءمتها للسياق المهني لقطاع المقاولات السعودي.

11.1 مجتمع الدراسة وعينتها

سيتمّون مجتمع الدراسة من جميع العاملين في المستويات الإدارية والفنية العليا والوسطى في شركات المقاولات المصنّفة والمسجلة لدى الهيئة السعودية للمقاولين والعاملة في مشاريع البنية التحتية بمدينة الرياض. وبحسب البيانات الرسمية لوزارة البلديات والإسكان، بلغ إجمالي منشآت المقاولات المصنّفة والمؤهلة في المملكة أكثر من 28,254 منشأة بنهاية عام 2024، وتستحوذ منطقة الرياض على ما يقارب 27% من إجمالي منشآت قطاع المقاولات في المملكة، أي ما يُقدّر بنحو 7,600 منشأة مُصنّفة. ويشمل المجتمع المستهدف تحديداً مديري المشاريع، ومهندسي الموقع، ومسؤولي إدارة المخاطر، ومشرفي السلامة والصحة المهنية، ومديري العقود في هذه الشركات.

وستُحدّد عينة الدراسة باستخدام أسلوب العينة العشوائية الطبقية لضمان تمثيل مختلف أحجام شركات المقاولات (كبيرة، متوسطة، صغيرة) ومستوياتها التصنيفية. وسيُحسب الحد الأدنى لحجم العينة وفقاً لمعادلة ستيفن ثومبسون (Steven Thompson) عند مستوى ثقة 95% وهامش خطأ 5%، وبناءً على ذلك ستُوزّع الاستبانة على عينة مستهدفة تبلغ (400) مبحوث من العاملين في شركات المقاولات بمشاريع البنية التحتية في مدينة الرياض، مع الأخذ في الاعتبار نسبة استبعاد متوقعة للاستبانة غير المكتملة تتراوح بين 10-15%، بحيث يكون الحد الأدنى المستهدف للاستبانة الصالحة للتحليل الإحصائي (340) استبانة.

12.1 مصادر جمع البيانات

ستعتمد الدراسة على مصدرين رئيسيين لجمع البيانات. المصادر الثانوية التي تشمل الكتب والمراجع العلمية، والدوريات والمجلات المحكمة العربية والإنجليزية، والرسائل الجامعية، والتقارير الرسمية الصادرة عن الهيئة السعودية للمقاولين ووزارة البلديات والإسكان وهيئة كفاءة الإنفاق والمشروعات الحكومية، إضافة إلى المعايير الدولية مثل PMBOK و ISO 31000، وقواعد البيانات الإلكترونية مثل Scopus و Web of Science ومنصة المنهل والمنظومة. أما المصادر الأولية فستتمثل في الاستبانة التي ستُصمّم وتُوزّع على عينة الدراسة لجمع البيانات الميدانية حول واقع تطبيق سجل المخاطر ومؤشرات الإنذار المبكر وأثرها على المخاطر التشغيلية وسلامة التنفيذ.

13.1 أداة الدراسة (الاستبانة)

ستتكوّن الاستبانة من ثلاثة أقسام رئيسية:

القسم الأول: البيانات الديموغرافية والوظيفية ويشمل المتغيرات الشخصية والتنظيمية للمبحوثين مثل المؤهل العلمي، وسنوات الخبرة، والمسمى الوظيفي، وحجم الشركة، ودرجة تصنيف الشركة.

القسم الثاني: المتغير المستقل — سجل المخاطر ومؤشرات الإنذار المبكر ويتضمن أربعة محاور فرعية تُمثّل أبعاد المتغير المستقل، وتشمل:

- ☒ البُعد الأول — تحديد المخاطر وتوثيقها: يُقاس بـ (4) فقرات.
- ☒ البُعد الثاني — تحليل المخاطر وتقييمها: يُقاس بـ (4) فقرات.
- ☒ البُعد الثالث — تخطيط الاستجابة للمخاطر: يُقاس بـ (4) فقرات.
- ☒ البُعد الرابع — الرصد والإنذار المبكر: يُقاس بـ (4) فقرات.

وبذلك يبلغ إجمالي فقرات المتغير المستقل (16) فقرة.

القسم الثالث: المتغير التابع — الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ وهو محور أحادي البُعد يُقاس بـ (12) فقرة تُغطي جوانب تقليل الحوادث والإصابات في مواقع العمل، وخفض التجاوزات في التكلفة والجدول الزمني، وتحسين مؤشرات الأداء التشغيلي والسلامة المهنية، والالتزام بمعايير الجودة والأنظمة التنظيمية. وبذلك يبلغ إجمالي فقرات الاستبانة (28) فقرة بالإضافة إلى فقرات البيانات الديموغرافية.

14.1 الأساليب الإحصائية المستخدمة

سيُعالج البيانات باستخدام برنامج الحزمة الإحصائية للعلوم الاجتماعية (SPSS v.28) وبرنامج (SmartPLS v.4) إذا تطلّب الأمر نمذجة المعادلات البنائية، وسيشمل التحليل الأساليب التالية: معامل ألفا كرونباخ (Cronbach's Alpha) لقياس ثبات أداة الدراسة واتساقها الداخلي، والتحليل العاملي التوكيدي (CFA) للتحقق من صدق البناء والصدق التمييزي والتقاربي، والمتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لوصف اتجاهات المبحوثين نحو كل بُعد ومتغير، ومعامل ارتباط بيرسون (Pearson

(Correlation) لقياس العلاقة بين أبعاد المتغير المستقل والمتغير التابع، وتحليل الانحدار المتعدد (Multiple Regression Analysis) لاختبار أثر أبعاد المتغير المستقل على المتغير التابع واختبار الفرضيات، ومعامل التحديد (R^2) لتحديد نسبة التباين المُفسّر في المتغير التابع، واختبار (T-test) وتحليل التباين الأحادي (One-Way ANOVA) للكشف عن الفروق ذات الدلالة الإحصائية تبعاً للمتغيرات الديموغرافية، ومعامل تضخم التباين (VIF) واختبار التحمل (Tolerance) للتحقق من عدم وجود ازدواج خطي بين المتغيرات المستقلة.

15.1 حدود الدراسة

- ✘ الحدود الموضوعية: ستقتصر الدراسة على دراسة أثر سجل المخاطر ومؤشرات الإنذار المبكر بأبعاده الأربعة (تحديد المخاطر وتوثيقها، تحليل المخاطر وتقييمها، تخطيط الاستجابة للمخاطر، الرصد والإنذار المبكر) على الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ.
- ✘ الحدود المكانية: ستُطبق الدراسة على شركات المقاولات المُصنّفة والمسجلة لدى الهيئة السعودية للمقاولين والعاملة في تنفيذ مشاريع البنية التحتية بمدينة الرياض، المملكة العربية السعودية.
- ✘ الحدود الزمانية: ستُنَفَّذ الدراسة الميدانية وتُجمع البيانات خلال الفصل الدراسي الثاني من العام الجامعي 1447/1448 هـ الموافق 2026 م.
- ✘ الحدود البشرية: ستقتصر الدراسة على مديري المشاريع، ومهندسي الموقع، ومسؤولي إدارة المخاطر، ومشرفي السلامة والصحة المهنية، ومديري العقود العاملين في شركات المقاولات المستهدفة.

الفصل الثاني: الإطار النظري للدراسة

المبحث الأول: سجل المخاطر ومؤشرات الإنذار المبكر

1.1.2 تمهيد

تُمثل البيئة التي تعمل فيها شركات المقاولات ومشاريع البنية التحتية واحدة من أكثر البيئات تعقيداً وتعرضاً لحالات عدم اليقين، إذ تتشابك فيها عوامل فنية وإدارية ومالية وتنظيمية وبيئية، وتتقاطع فيها مصالح أطراف متعددة تتراوح بين المالك والاستشاري والمقاول الرئيسي والمقاولين الفرعيين والموردين والجهات الرقابية. وفي ظل هذه التشابكات، باتت المخاطر سمةً ملازمة لدورة حياة المشروع منذ مرحلة الدراسات الأولية وحتى التسليم النهائي والتشغيل، مما جعل البحث عن أدوات منهجية لرصدها وتوثيقها والتنبؤ بتطوراتها مطلباً استراتيجياً لا يحتمل التأجيل. وقد برز في هذا السياق سجل المخاطر بوصفه أداة مرجعية منظّمة للمعرفة الإدارية بالمخاطر، ومؤشرات الإنذار المبكر بوصفها منظومةً استشرافيةً ترصد الإشارات الضعيفة قبل أن تتحول إلى أزمات فعلية، فالتقاؤهما يُنتج إطاراً تكاملياً يُحوّل إدارة المخاطر من ردّ فعل لاحق إلى فعل استباقي قائم على البيانات (الليبي، 2023).

ولم يعد يُنظر إلى سجل المخاطر بوصفه مجرد جدول وصفي يُسجل فيه ما يُحتمل وقوعه، بل تطوّر إلى قاعدة معرفية ديناميكية تتفاعل مع مستجدات المشروع، وتتغذى من مصادر بيانية متعددة، وتُغذي بدورها مؤشرات الإنذار المبكر بقيم رقمية تُتيح المقارنة الزمنية ورصد الاتجاهات. وفي المقابل، تطورت مؤشرات الإنذار المبكر من كونها مقاييس متأخرة تعكس ما حدث، إلى مؤشرات قائدة (Leading Indicators) تستبقي الحدث وتنبّه إلى احتمالات وقوعه، وهو ما جعلها أكثر ملاءمة لإدارة مشاريع البنية التحتية التي يصعب فيها تدارك الأخطاء بعد وقوعها. (Mohammadi et al., 2022) ومن ثم، فإن استيعاب هذا المتغير على نحو علمي يتطلب الوقوف على مفهومه، وأهميته، وأهدافه، وأبعاده، واستراتيجيات تطبيقه، فضلاً عن استعراض الزوايا البحثية التي تناولته في الأدبيات الحديثة.

2.1.2 مفهوم سجل المخاطر ومؤشرات الإنذار المبكر

تباينت مقاربات الباحثين في تعريف سجل المخاطر ومؤشرات الإنذار المبكر تبعاً للزاوية التي يُنظر منها إلى المتغير؛ فثمة من قاربه من زاوية وثائقية تُركّز على البُعد التسجيلي والتوثيقي، وثمة من قاربه من

زاوية تحليلية تُركّز على البُعد التنبؤي والاستشرافي، وثمة من جمع بينهما في إطار تكاملي واحد. ويرى حسين وعلي (2020) أن سجل المخاطر هو وثيقة منهجية تُسجّل فيها المخاطر المحتملة في مشروعات التشييد والبناء وفق تصنيف يربط بين مصدر الخطر واحتمال وقوعه وأثره المتوقع، بحيث تتحول هذه الوثيقة إلى مرجعية تنظيمية يُعتمد عليها في اتخاذ قرارات التخطيط والاستجابة. وفي السياق ذاته، يُعرّفه القهواوي (2024) بوصفه أداة إدارية تجمع بين الوصف الكيفي للخطر والتقدير الكمي له، وتُتيح متابعة دورة حياته من لحظة التحديد حتى الإغلاق، وهو ما يجعل منه أكثر من مجرد قائمة جامدة.

ومن منظور أكثر شمولاً، يذهب المنقوش وآخرون (2026) إلى أن سجل المخاطر يُمثّل البنية التحتية المعرفية التي تستند إليها أطر إدارة المخاطر والأزمات في المشاريع الهندسية، إذ يُغذّي التحديث المستمر للبيانات ويُغذّي بدوره عمليات صنع القرار في المستويات التشغيلية والاستراتيجية. وفي مقاربة قائمة على هندسة المعرفة، يرى Kim et al. (2023) أن سجل المخاطر يمكن أن يتطور إلى رسم بياني معرفي (Knowledge Graph) يربط بين المخاطر وأسبابها ونتائجها وإجراءات الاستجابة لها، بحيث يتحول من سجل خطي إلى شبكة علاقات ذكية تدعم إدارة المخاطر في المشاريع الإنشائية. ويكمل Yasser et al. (2022) هذا التصور حين يعتبرون أن سجل المخاطر يكتسب قيمته الحقيقية حين يُدمج في نماذج معلومات البناء (BIM)، فيتحوّل إلى طبقة بيانية حيّة تتفاعل مع التصميم والجدولة والتكلفة.

أما مؤشرات الإنذار المبكر، فقد عرّفها مصعب وعز الدين (2021) بوصفها أدوات قياسية تُستخدم للتنبؤ بالاختلالات المالية والتشغيلية قبل وقوعها، عبر رصد إشارات رقمية تعكس انحرافات الأداء عن مساراته المعيارية. ويُضيف الزيدي والعاني (2025) بُعداً تحليلياً حين يصفها بأنها منظومة من المعايير الكمية والنوعية التي تُمكن الجهات الرقابية والإدارية من اكتشاف الانحرافات في مراحلها الأولى، مما يُتيح اتخاذ إجراءات تصحيحية قبل تفاقم الأزمة. ويتقاطع هذا التعريف مع ما طرحه Luo et al. (2022) حين عرّفوا نموذج الإنذار المبكر للتكلفة في المشاريع الإنشائية الكبرى بوصفه نظاماً قائماً على معالجة البيانات وتحليل الاتجاهات، يُنبّه إلى احتمالات تجاوز الموازنة قبل أن تتحوّل إلى خسائر فعلية.

ومن زاوية تطبيقية في قطاع البناء، يرى Odimabo و Oduoza (2020) أن مؤشرات الإنذار المبكر في مشاريع التشييد هي تلك العلامات والإشارات التي تسبق فشل المشروع وتنبئ به، وأن قدرة الإدارة على قراءتها وتفسيرها هي ما يفصل بين المشاريع التي تُنفّذ والمشاريع التي تنهار. وفي السياق نفسه، يُقدّم Wang et al. (2025) تعريفاً متقدماً يربط مؤشرات الإنذار المبكر بمنظومات تكامل المعلومات متعددة

المصادر، فيرى أن هذه المؤشرات لم تعد مجرد أرقام تُرصد دوريًا، بل أصبحت مخرجات لخوارزميات تُعالج بيانات حية من الحساسات وأنظمة المراقبة الميدانية في مشاريع المترو والبنية التحتية. ويكمل Liang و Liu (2022) هذا التصور حين يطرحان مفهوم الإنذار المبكر اللحظي القائم على نمذجة معلومات البناء وإنترنت الأشياء، بوصفه جيلًا جديدًا من المؤشرات يتجاوز الرصد الدوري إلى المراقبة المستمرة.

وعلى الصعيد المؤسسي، يُقدّم خوجة وعلمي (2022) مؤشرات المخاطر الرئيسية بوصفها أدوات قياسية تربط بين الأداء التشغيلي وسلامته المؤسسية، فيرون أنها تمثل جسرًا بين التحليل الكمي للمخاطر وبين قرارات الإدارة العليا. وفي مقاربة مشابهة، يُعرّفها إلياس وآخرون (2025) بوصفها منظومة متكاملة من المؤشرات التي تُحسن الأداء المالي وتُساعد على استشراف الاختلالات في الوقت المناسب. ويُضيف مخبي وبن اشنهو (2024) بُعدًا وقائيًا حين يعتبران أن فاعلية هذه المؤشرات تتجلى في قدرتها على الحيلولة دون تفاقم الديون المتعثرة، وهو ما يُعمّم على أي بيئة تشغيلية تتعرض لمخاطر متراكمة.

ويرى الباحث، بناءً على ما سبق، أن سجل المخاطر ومؤشرات الإنذار المبكر يُمثّلان منظومة متكاملة تجمع بين الذاكرة التنظيمية للمخاطر والقدرة الاستشرافية على التنبؤ بها، إذ يضطلع سجل المخاطر بدور البنية المعرفية التي تُوثّق فيها المخاطر بأسبابها ومواقع تركّزها ومستويات شدتها، في حين تضطلع مؤشرات الإنذار المبكر بدور المنظومة الحساسة التي تترجم تحركات هذه المخاطر إلى إشارات قابلة للقياس والتفسير. وبهذا المعنى، فإن المتغير المدروس ليس أداة واحدة بل بنية مزدوجة تُؤسّس لإدارة استباقية للمخاطر التشغيلية في مشاريع البنية التحتية، تنتقل بالشركة من منطق الاستجابة بعد الحدث إلى منطق التحوّط قبله، ومن منطق الحدس الإداري إلى منطق القرار القائم على البيانات.

3.1.2 أهمية سجل المخاطر ومؤشرات الإنذار المبكر

تستمد أهمية سجل المخاطر ومؤشرات الإنذار المبكر من طبيعة البيئة التي تعمل فيها مشاريع البنية التحتية، وهي بيئة تتسم بطول الجدول الزمني، وضخامة رؤوس الأموال المستثمرة، وتعدد الأطراف، وتشابك المراحل الفنية، وارتفاع حساسيتها للمتغيرات الخارجية. ففي ظل هذه السمات، تتحول أي إدارة غير مدعومة بسجل منظم ومؤشرات استشرافية إلى إدارة تفاعلية تُلاحق الأحداث بدل أن تسبقها، وهو ما يُضاعف الكلفة ويُربك الجدول ويُهدد سلامة التنفيذ. ومن هنا، فإن استعراض آراء الباحثين في أهمية هذا المتغير يُتيح بناء تصور متكامل لقيّمته الإدارية والتشغيلية.

ويُشير الشلبي (2024) إلى أن أهمية سجل المخاطر ومؤشرات الإنذار المبكر تتجلى في عدة جوانب جوهرية، أبرزها: أولاً، أنها تُمكن المهندس المدني وفرق التنفيذ من تطبيق إجراءات الجودة والسلامة في مشاريع البنية التحتية على أساس بياني موثّق لا على أساس اجتهادي متفرق؛ ثانياً، أنها تُوفّر مرجعية موحدة لكل الأطراف المعنية بالمشروع، مما يحدّ من تضارب التفسيرات حول طبيعة المخاطر المحتملة؛ ثالثاً، أنها تُعزّز الانضباط المهني من خلال ربط الإجراءات الميدانية بمنظومة من المعايير القابلة للقياس؛ رابعاً، أنها تُسهّم في تكوين ذاكرة مؤسسية تراكمية تُستثمر في المشاريع اللاحقة وتُجنّب الشركة تكرار الأخطاء.

ويرى Zhao et al. (2023) أن أهمية إدارة مخاطر التشييد، ومن ضمنها أدوات السجل والمؤشرات، تتمثل في كونها: أولاً، حقلاً بحثياً قائماً بذاته يمتلك بنية فكرية ناضجة وموضوعات ناشئة تُعيد تشكيل ممارسات الصناعة؛ ثانياً، آلية لتنظيم المعرفة المتراكمة حول المخاطر بحيث تتحول إلى أصول معرفية قابلة للتداول؛ ثالثاً، أداة لتعزيز التكامل بين التخصصات الفنية والإدارية والمالية داخل المشروع؛ رابعاً، مدخلاً لإعادة هندسة عمليات اتخاذ القرار بحيث تستند إلى أدلة منظمة لا إلى تقديرات شخصية. ويضيف عبدالستار (2022) أن أهمية هذه الأدوات تتجلى في وظيفتها الرقابية، إذ تُوفّر بنية لمراقبة وتقييم تنفيذ المشاريع، وتُتيح اكتشاف الانحرافات في مواعيدها، وتُسهّم في تحويل المتابعة من نشاط شكلي إلى وظيفة جوهرية تُضيف قيمة فعلية لنتائج التنفيذ.

ويُبرز Chen et al. (2024) أهمية مضاعفة لمؤشرات أداء السلامة في قطاع التشييد، حيث يرون أنها: أولاً، تُوفّر إطاراً مرجعياً لقياس مدى التزام المشروع باستراتيجيات الحدّ من المخاطر؛ ثانياً، تُسهّم في كشف مكامن الضعف في منظومة السلامة قبل أن تتحول إلى حوادث؛ ثالثاً، تُعزّز قابلية المقارنة بين المشاريع المختلفة وبين مراحل المشروع الواحد؛ رابعاً، تُمثّل لغة مشتركة بين الإدارة العليا وفرق الميدان، مما يُيسّر عملية تصعيد التحذيرات في الوقت المناسب. ومن منظور مكمل، يرى Al-Bayati (2021) أن أهمية أدوات قياس الأداء في السلامة الإنشائية تكمن في قدرتها على الحدّ من الإصابات والوفيات في مواقع البناء، وذلك من خلال تحويل المعرفة المتراكمة عن أسباب الحوادث إلى مؤشرات قابلة للرصد والتدخل المبكر.

ويُضيف الجبوري وأبو شتيوي (2022) أن أهمية مؤشرات الإنذار المبكر تتسع لتشمل البُعد الاقتصادي الكلي، إذ يُمكن أن تُسهّم في رصد الانحرافات على مستوى القطاعات الاقتصادية بأكملها، وهو ما يجعلها

أداة ذات قيمة تتجاوز المشروع المفرد إلى المنظومة الاقتصادية المحيطة به. وعلى المستوى التشغيلي للمؤسسات، يُؤكّد الجبوري وآخرون (2025) أن دمج هذه المؤشرات مع التقنيات الناشئة، مثل أنظمة الدفع الإلكتروني وإنترنت الأشياء، يُتيح خفض التكاليف التشغيلية وتعزيز كفاءة استخدام الموارد، وهو ما يعكس امتداد أهميتها من حقل المخاطر المالية إلى حقل الكفاءة التشغيلية بمعناها الواسع.

ومن زاوية تكنولوجية، يرى (Uddin 2025) أن أهمية أطر إدارة المشاريع المدعومة بالهندسة الرقمية، ومن ضمنها مؤشرات الإنذار المبكر، تتمثل في تحسين السلامة والكفاءة في مشاريع البنية التحتية المدنية والسككية، عبر دمج البيانات الميدانية بمنصات إدارية متكاملة تُتيح القراءة اللحظية للمخاطر. ويُعمّق Sia et al. (2024) هذا التصور حين يربطون فاعلية إدارة المخاطر بوجود برامج ضمان للصحة والسلامة والبيئة قائمة على البيانات، فيرون أن أهمية السجل والمؤشرات تتجلى في كونها العمود الفقري لهذه البرامج، وأنها هي ما يُمكن من تنفيذ المشاريع بأمان وكفاءة. وفي السياق العربي، يستعرض حسام الدين ومحمود (2021) أهمية إدارة المخاطر بوصفها أداة لإنقاذ المشاريع المتعثرة في قطاعات حيوية مثل نقل الطاقة الكهربائية، مما يعكس أن السجل والمؤشرات ليسا أداتي وقاية فحسب، بل أداتا علاج للمشاريع التي بدأت تنحرف عن مساراتها.

4.1.2 أهداف سجل المخاطر ومؤشرات الإنذار المبكر

تتعدد الأهداف التي يُؤسّس عليها الباحثون مشروعية بناء سجل المخاطر وتفعيل مؤشرات الإنذار المبكر، وتتوزع هذه الأهداف بين ما هو وقائي وما هو تحليلي وما هو تطويري. ويُمكن استعراض آراء الباحثين في هذا الشأن على النحو الآتي:

أولاً، يرى القهوازي (2024) أن أبرز أهداف ممارسات استراتيجيات إدارة المخاطر، بما فيها بناء السجل، تتمثل في: تقييم مستوى نضج الشركات في تطبيق هذه الممارسات، وتشخيص الفجوات بين الممارسة الفعلية والممارسة المثلى، ومساعدة الإدارة على اتخاذ قرارات مدروسة، وتوحيد لغة الحوار حول المخاطر بين الأطراف المختلفة في المشروع.

ثانياً، يُحدّد الليبي (2023) أهداف الممارسات الفعلية لإدارة المخاطر في مشاريع البناء بأنها: استيعاب طبيعة المخاطر السائدة في البيئة المحلية، وبناء آليات منهجية للتعامل معها، وتعزيز قدرة الشركات على

الالتزام بالمواعيد والتكاليف، وتطوير ثقافة مؤسسية تُقدّر العمل الاستباقي وتعتبر إدارة المخاطر مسؤولية مشتركة لا وظيفة منعزلة.

ثالثاً، يُحدّد Yasser et al. (2022) أهداف دمج بيانات المخاطر بنماذج معلومات البناء بأنها: ربط البيانات الفنية للمشروع ببيانات المخاطر في منصة موحدة، وتعزيز إمكانية المحاكاة لسيناريوهات المخاطر قبل الشروع في التنفيذ، وتسهيل تحديث السجل في الوقت الفعلي وفقاً لتغيرات التصميم والجدولة، وتقليل الفجوة بين التخطيط النظري والواقع الميداني.

رابعاً، يرى Kim et al. (2023) أن الهدف من تطوير الرسم البياني المعرفي القائم على سجل المخاطر يتمثل في: تنظيم المعرفة المتشظية حول المخاطر في بنية شبكية متماسكة، واسترجاع المخاطر المماثلة في المشاريع السابقة بسرعة، وتعزيز قدرة فرق إدارة المشروع على بناء قرارات الاستجابة على قواعد بيانية، والتأسيس لمنظومة تعلم تنظمي تتراكم خبراتها مع الزمن.

خامساً، يُحدّد Luo et al. (2022) أهداف نموذج الإنذار المبكر للتكلفة في المشاريع الإنشائية الكبرى بأنها: استشراف انحرافات التكلفة قبل تجسدها فعلياً، وتزويد متخذي القرار بإشارات كمية واضحة، وإتاحة المجال للتدخل التصحيحي في توقيت يكون فيه التدخل مجدياً، وربط مؤشرات الكلفة بمراحل المشروع المختلفة لتمكين المتابعة المرحلية الدقيقة.

سادساً، يرى Mohammadi et al. (2022) أن أهداف اعتماد المؤشرات القائدة في تفتيش السلامة الميدانية تتمثل في: تجاوز قصور المؤشرات المتأخرة التي ترصد الأحداث بعد وقوعها، وتوفير قراءات شبه لحظية لحالة السلامة في الموقع، وربط الأداء بالاحتياجات الفعلية لا بالنتائج المتأخرة فقط، ودعم ثقافة السلامة الاستباقية.

سابعاً، يرى Wang et al. (2025) أن الهدف من منظومات تكامل المعلومات متعددة المصادر للإنذار المبكر هو: استثمار البيانات المتدفقة من مصادر متعددة في تكوين صورة شاملة عن المخاطر، وإزالة عزلة البيانات بين الإدارات المختلفة، وتعزيز سرعة الاستجابة، وبناء قاعدة تجريبية لاستخلاص دروس قابلة للتعميم على مشاريع لاحقة.

ثامناً، يُضيف Okorie et al. (2024) أن أهداف منظومة السلامة والصحة المهنية في مشاريع البنية التحتية المستدامة تشمل: مواجهة التحديات الناشئة عن طبيعة المشاريع المستدامة، وحماية العاملين

من المخاطر الجديدة المرتبطة بالتقنيات الحديثة، ودمج اعتبارات الاستدامة في تصميم أدوات إدارة المخاطر، وتطوير منظومة شاملة تربط بين سلامة الإنسان وكفاءة المشروع وحماية البيئة.

5.1.2 أبعاد سجل المخاطر ومؤشرات الإنذار المبكر

تم تحديد أبعاد المتغير المستقل في الدراسة الحالية بناءً على المراجعة المعمّقة لعدد من الدراسات، أبرزها دراسة حسين وعلي (2020) ودراسة القهواي (2024) ودراسة Kim et al. (2023) ودراسة Wang et al. (2025) ودراسة Luo et al. (2022)، فضلاً عن دراسة Mohammadi et al. (2022)، إذ تقاطعت هذه الدراسات حول بنية رباعية متماسكة تجمع بين الجانبين التوثيقي والاستشراقي. وتتمثل هذه الأبعاد في: تحديد المخاطر وتوثيقها، وتحليل المخاطر وتقييمها، وتخطيط الاستجابة للمخاطر، والرصد والإنذار المبكر. وفيما يلي شرح مستفيض لكل بُعد:

البُعد الأول: تحديد المخاطر وتوثيقها، ويُمثّل المرحلة المؤسّسة في بنية المتغير، إذ لا يُمكن إدارة ما لا يُعرف، ولا يُمكن متابعة ما لا يُوثّق. ويتمحور هذا البُعد حول الكشف المنهجي عن المخاطر المحتملة في مختلف مراحل المشروع، بدءاً من التصميم وانتهاءً بالتسليم، ويشمل ذلك المخاطر الفنية والمالية والقانونية والتعاقدية والبيئية والاجتماعية. وتُعدّ ورش العمل والمقابلات مع الخبراء وتحليل المشاريع السابقة وقوائم المراجعة المعيارية من أبرز الأدوات المستخدمة في هذا البُعد، كما يُؤكّد حسين وعلي (2020) على أهمية بناء قائمة شاملة بالمخاطر تكون بمثابة المدخل الطبيعي لباقي مراحل العملية. ولا تتحصر وظيفة هذا البُعد في الجرد، بل تمتد إلى تصنيف المخاطر حسب مصادرها ومستوياتها، وتدوين خصائصها التي تُيسّر تحليلها لاحقاً. ويُضيف Kim et al. (2023) أن التوثيق المنهجي يكتسب قيمة استثنائية حين يتخذ شكل بنية معرفية مترابطة تُتيح استرجاع المخاطر المتشابهة وربطها بأسبابها وإجراءات الاستجابة المعروفة.

البُعد الثاني: تحليل المخاطر وتقييمها، وينقل المنظومة من حالة الوصف إلى حالة الحكم، إذ يتم في هذا البُعد تحديد احتمال وقوع كل خطر وأثره المتوقع على أهداف المشروع، ومن ثم ترتيبه ضمن مصفوفة تتيح التمييز بين المخاطر الحرجة والمخاطر الثانوية. ويتم اللجوء في هذا البُعد إلى أدوات كيفية كالتقدير الخبير ومجموعات النقاش، وأدوات كمية كتحليل الحساسية ومحاكاة مونت كارلو وأشجار القرار، وذلك بحسب طبيعة المشروع وحجم البيانات المتاحة. ويُؤكّد القهواي (2024) أن جودة هذا البُعد ترتبط بمدى توفر بيانات تاريخية موثوقة وبخبرة فريق التحليل في موازنة الأحكام الكيفية بالنتائج الكمية. ويُضيف LUO

et al. (2022) أن التحليل لا يقتصر على التقييم الأولي بل يجب أن يكون متجددًا مع تطور المشروع، خاصةً في المشاريع الإنشائية الكبرى التي تتغير فيها مستويات المخاطر تبعًا للمراحل الفنية.

البُعد الثالث: تخطيط الاستجابة للمخاطر، ويتولى تحويل نتائج التحليل إلى خطط عملية تُحدّد كيفية التعامل مع كل خطر وفق استراتيجية ملائمة. وتتنوع استراتيجيات الاستجابة بين التجنب والتخفيف والنقل والقبول، وتُختار كلّ منها وفقًا لخصائص الخطر ومستوى تحمّل الشركة له. ويرى الليبي (2023) أن هذا البُعد هو محك الجدية الإدارية في إدارة المخاطر، إذ كثيرًا ما تُسجّل المخاطر وتُحلّل دون أن تُتخذ بشأنها قرارات فعلية، مما يُفرغ المنظومة من مضمونها. ويتضمن التخطيط للاستجابة تحديد المسؤول عن كل إجراء، والموارد المخصصة له، والجدول الزمني لتنفيذه، ومؤشرات التحقق من فاعليته. ويُضيف أبو عرابي (2023) أن ربط خطط الاستجابة بمعايير الصحة والسلامة المهنية يُعزّز فاعليتها التطبيقية، خاصة في المشاريع التي يتركز فيها العنصر البشري على المواقع.

البُعد الرابع: الرصد والإنذار المبكر، وهو البُعد الذي يربط المنظومة بحاضر المشروع ومستقبله القريب، إذ يضطلع بمتابعة تطورات المخاطر المسجّلة، ورصد مخاطر مستجدة لم تكن في الحسبان، وتوليد إشارات استباقية حول احتمالات تفاقم الخطر. وتُمثّل مؤشرات الإنذار المبكر العمود الفقري لهذا البُعد، إذ تُترجم الحالات الميدانية والمالية والفنية إلى قيم رقمية قابلة للمتابعة الزمنية، وتُقارن بحدود معيارية تُشير إلى ضرورة التدخل عند تجاوزها. ويرى Wang et al. (2025) أن فاعلية هذا البُعد ترتبط بدمج مصادر معلومات متعددة في منظومة واحدة، بحيث لا تُترك المؤشرات معزولة بل تُغذّى بقراءات لحظية من الموقع. ويُضيف Liang و Liu (2022) أن الجيل الحديث من هذا البُعد يستفيد من نمذجة معلومات البناء وإنترنت الأشياء في تحقيق المراقبة المستمرة بدلًا من المتابعة الدورية المتقطعة.

وتُكمّل هذه الأبعاد الرئيسية مجموعة من العناصر الإضافية التي تُعزّز فاعليتها، أبرزها: عنصر التغذية الراجعة المستمرة بين الأبعاد الأربعة بحيث تُغذّي نتائج الرصد عمليات التحديد والتحليل من جديد، وعنصر التكامل التكنولوجي الذي يربط السجل والمؤشرات بالنظم الذكية كما يؤكّد Yasser et al. (2022)، وعنصر الذاكرة المؤسسية الذي يحفظ خبرات المشاريع السابقة، وعنصر ثقافة المخاطر التي تُهيئ بيئة تنظيمية متقبلة للممارسات الاستباقية، وعنصر القيادة الإدارية التي تتبنى المنظومة وتدعمها، إذ بدون هذا الدعم تتحول الأدوات إلى إجراءات شكلية مفرغة من مضمونها.

6.1.2 استراتيجيات تفعيل سجل المخاطر ومؤشرات الإنذار المبكر

تتعدد الاستراتيجيات التي تتبناها شركات المقاولات لتفعيل سجل المخاطر ومؤشرات الإنذار المبكر، وتتراوح بين استراتيجيات تتعامل مع الخطر بعد رصده، واستراتيجيات تستبق الخطر قبل وقوعه، واستراتيجيات تُعيد هيكلة منظومة المخاطر برمتها. وتتمثل استراتيجية التجنب في إعادة تصميم نشاطات المشروع بحيث يُستبعد الخطر من جذوره، كأن يُلجأ إلى تقنية بديلة تُلغي مصدر الخطر، وهو ما يُشير إليه القهوازي (2024) بوصفه استراتيجية مكلفة لكنها مجدية للمخاطر عالية الأثر. وفي مقابل ذلك، تأتي استراتيجية التخفيف بوصفها الاستراتيجية الأكثر شيوعاً، إذ تسعى إلى تقليل احتمال الخطر أو أثره دون إلغائه كلياً، عبر إجراءات هندسية أو إدارية أو تدريبية.

وتُعدّ استراتيجية النقل من الاستراتيجيات المعتمدة في المخاطر التي يصعب تحملها داخلياً، كالاستعانة بشركات التأمين أو تحويل المخاطر تعاقدياً إلى مقاولين فرعيين متخصصين، فيما تُعدّ استراتيجية القبول مناسبة للمخاطر منخفضة الأثر التي تكون كلفة معالجتها أعلى من كلفة وقوعها. ويُضيف Alruqi و Hallowell (2023) استراتيجية القياس الاستباقي للسلامة، التي تقوم على رصد مؤشرات قائدة تتيح التدخل قبل وقوع الإصابات في مشاريع المباني بالمملكة العربية السعودية، وهي استراتيجية ذات صلة وثيقة ببيئة الدراسة الحالية.

ومن الاستراتيجيات الحديثة، استراتيجية الدمج التكنولوجي التي يطرحها Yasser et al. (2022) عبر تكامل نموذج معلومات البناء مع بيانات المخاطر، واستراتيجية ضمان الصحة والسلامة المدفوعة بالبيانات التي يُقدّمها Sia et al. (2024) لتنفيذ المشاريع بأمان، فضلاً عن استراتيجية الأطر الرقمية الشاملة التي يطرحها Uddin (2025) لتحسين السلامة والكفاءة في مشاريع البنية التحتية المدنية والسككية. ومن منظور تنظيمي، تبرز استراتيجية المراقبة والتقييم المستمرين التي يُؤكّد عبدالستار (2022) أهميتها في تحسين نتائج تنفيذ المشاريع، واستراتيجية اليقظة الاستراتيجية التي يطرحها الجرابعة والطراونة (2022) بوصفها أداة لتحسين جودة تنفيذ المشاريع الخدمية عبر استشراف المتغيرات قبل أن تتحول إلى مخاطر فعلية. وتُكمّل هذه الاستراتيجيات استراتيجية تحليل أسباب التأخير التي يطرحها الخريسات وأبو زيد (2021) بوصفها مدخلاً لاستباق الاختلالات في مشاريع الطرق، وهي استراتيجية تقوم على تحويل المعرفة بأسباب الفشل السابقة إلى مؤشرات إنذار للمشاريع اللاحقة.

المبحث الثاني: الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ

1.2.2 تمهيد

يُمثل الحدّ من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ المخرَج النهائي الذي تسعى إليه شركات المقاولات في مشاريع البنية التحتية، فهو المحصلة العملية التي تتجمع فيها ثمار التخطيط الجيد، والإدارة الواعية، والمتابعة الدقيقة، والاستجابة الموقوتة. وتستمد هذه المحصلة أهميتها من كونها لا تنعكس على مؤشر تشغيلي واحد بل على منظومة من المؤشرات المترابطة، تشمل سلامة العاملين، وانضباط التكلفة، والتزام الجدول، وجودة المخرجات، والامتثال للأنظمة. وقد جاء الاهتمام المتنامي بهذا المتغير في الأدبيات المعاصرة استجابةً لتزايد حوادث المواقع الإنشائية، وتفاقم تجاوزات الموازنات، وامتداد الجداول الزمنية على نحو ينعكس على الكلفة الاجتماعية والاقتصادية للمشاريع. (Al-Bayati, 2021)

ولم يعد يُنظر إلى سلامة التنفيذ بوصفها هدفًا منعزلًا تختص به إدارة السلامة وحدها، بل أصبحت تُدرَك بوصفها مؤشرًا مركبًا يعكس كفاءة المنظومة الإدارية ككل، إذ تكشف الحوادث في المواقع عن خلل أبعد من إجراء سلامة منفرد، وتكشف تجاوزات الكلفة عن خلل أبعد من تقدير مالي خاطئ، وتكشف تأخيرات الجدول عن خلل أبعد من تباطؤ موردي مادة معينة. ومن ثم، فإن استيعاب هذا المتغير على نحو علمي يتطلب فحص مفهومه، وأهميته، وأهداف العمل على تحسينه، وأبعاده المتشعبة، واستراتيجيات تعزيزه، فضلاً عن استعراض الاتجاهات البحثية التي قاربت في الأدبيات الحديثة.

2.2.2 مفهوم الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ

تباينت تعريفات الباحثين لمفهوم الحدّ من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ بحسب الزاوية التي يقاربون منها المفهوم؛ فبعضهم يُركّز على الجانب الوقائي المرتبط بمنع الحوادث، وبعضهم يُركّز على الجانب الكفائي المرتبط بضبط الكلفة والجدول، وبعضهم يُقدّم مقارنة شاملة تجمع بين الجانبين. ويرى أبو عرابي (2023) أن سلامة التنفيذ تُمثل المحصلة المتأتية من تطبيق معايير الصحة والسلامة المهنية على نحو منضبط، فهي تتجلى في انخفاض الحوادث والإصابات، وارتفاع الالتزام بالاشتراطات التنظيمية، وتحسّن الأداء التنظيمي ككل. وفي السياق ذاته، يُعرّف العظامات (2020) سلامة التنفيذ بوصفها الحالة التي تتحقق فيها مواءمة بين متطلبات العمل الميداني وقدرات العنصر البشري عبر الهندسة البشرية، بحيث تنقلص الفجوة بين المهمة وقدرة منفّذها، وهو ما يُترجم إلى انخفاض في حوادث العمل.

ومن منظور أكثر شمولاً، يُعرّف (Al-Bayati (2021 تعزيز مستوى أداء السلامة في مشاريع التشييد بوصفه عملية منهجية تستهدف تقليل الإصابات والوفيات، عبر تدخلات تتوزع بين التدريب والتصميم والتنظيم والثقافة المؤسسية. ويكمل (Chen et al. (2024 هذا التصور حين يُعرّفون المتغير بوصفه منظومة تشمل التعرف على المخاطر، وتطبيق استراتيجيات التخفيف، وقياس مؤشرات أداء السلامة، فيرون أنه ليس حالة نهائية بل عملية مستمرة من الفعل المنظم. ومن منظور تطبيقي في البيئة السعودية، يرى Alruqi و (Hallowell (2023 أن تحسين السلامة يقوم على المقاربة الاستباقية التي تُقاس بمؤشرات قائمة لا بنتائج متأخرة، فالمعنى هنا يتجاوز خفض الحوادث إلى خفض احتمال وقوعها قبل وقوعها.

وفي منظور أوسع يربط بين السلامة المهنية والاستدامة، يُعرّف (Okorie et al. (2024 سلامة التنفيذ في مشاريع البنية التحتية المستدامة بوصفها قدرة المنظومة على التعامل مع التحديات الجديدة المرتبطة بالتقنيات المستدامة، وهو تعريف يُوسّع المفهوم ليشمل مخاطر مستحدثة لم تكن مطروحة في الإطار التقليدي. ويتقاطع ذلك مع تعريف الشلبي (2024) الذي يربط جودة السلامة في مشاريع البنية التحتية بدور المهندس المدني في تطبيق إجراءاتها، فيُقدّم المفهوم بوصفه مسؤولية فنية وإدارية في آن.

وفيما يتعلق بالشق التشغيلي للمتغير، يُعرّف خوجة وعلمي (2022) المخاطر التشغيلية بوصفها المخاطر الناجمة عن قصور الإجراءات الداخلية أو فشل الأنظمة أو الأخطاء البشرية، ومن ثم فإن الحدّ منها يتطلب تدخلاً متعدد المستويات على الإجراءات والأنظمة والعنصر البشري معاً. ويؤكد الجبوري وآخرون (2025) هذا التصور حين يُعرّفون منظومة كفاءة العمليات بوصفها تتحقق عبر تكامل التقنيات الحديثة مع الإجراءات التشغيلية، وهو ما يربط الحدّ من المخاطر التشغيلية بالقدرة على دمج التكنولوجيا في صلب التنفيذ. ومن منظور رقابي، يُعرّف عبدالستار (2022) النتائج التشغيلية الناجحة بوصفها محصلة لمنظومة مراقبة وتقييم فعّالة، فيُقدّم الحدّ من المخاطر التشغيلية بوصفه نتاج وظيفة الرقابة المستمرة.

ومن زاوية تنفيذية ميدانية، يرى الخريسات وأبو زيد (2021) أن سلامة التنفيذ تتحقق حين تُعالج أسباب التأخير قبل أن تتحول إلى آثار، فهم يُقدّمون المفهوم بوصفه قدرة المنظومة على إدارة المسببات لا انتظار الأعراض. ويُعمّق الجرابعة والطراونة (2022) هذا الفهم حين يربطون جودة التنفيذ باليقظة الاستراتيجية، فيُعرّفون السلامة التنفيذية بوصفها قدرة المؤسسة على استشراف المتغيرات في بيئتها وتعديل مساراتها قبل وقوع الإخلال. ويكمل (Uddin (2025 هذه الرؤية حين يُعرّف تحسين السلامة والكفاءة في

مشاريع البنية التحتية المدنية والسككية بوصفه مخرجًا للأطر الرقمية المتقدمة في إدارة المشاريع، أي بوصفه نتاج توظيف للهندسة الرقمية لا مجرد إجراء تقليدي.

ويرى الباحث، استنادًا إلى ما سبق، أن الحدّ من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ يُمثّل حالة إدارية وتشغيلية مركّبة تتحقق حين تتضافر الإجراءات الاستباقية والقياسية والتدخلية على نحو يحفظ سلامة العاملين، ويضبط مسار الكلفة، ويُلزم الجدول، ويرفع جودة المخرجات، ويُحقّق الامتثال للأنظمة. وبهذا المعنى، فإن المتغير ليس مجرد غياب للحوادث أو خفض للتجاوزات، بل هو حضور إيجابي لمنظومة كفاءة شاملة تُحوّل المشروع من مساحة مفتوحة على المفاجآت إلى مسار مضبوط يُدار وفق منطق العلم لا المصادفة.

3.2.2 أهمية الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ

تنبثق أهمية هذا المتغير من كونه يُمثّل المخرج العملي الذي يلتقي عنده كل ما يُبذل من جهد إداري وفني في مشاريع البنية التحتية، فضلًا عن أنه يُمثّل الجسر بين الكفاءة التشغيلية والمسؤولية الاجتماعية للشركة، ويُلّامس جوانب اقتصادية وإنسانية وتنظيمية في آن. ولاستعراض هذه الأهمية بصورة منهجية، تُستحضر آراء الباحثين حولها على النحو الآتي:

ويُشير العظامات (2020) إلى أن أهمية تحسين سلامة التنفيذ تتجلى في عدة محاور، أبرزها: أولاً، أنها تُقلّل من معدلات الإصابات والوفيات في الشركات الصناعية وشركات المقاولات؛ ثانيًا، أنها تُعزّز الإنتاجية عبر مواءمة المهام مع قدرات منفّذيها؛ ثالثًا، أنها تُسهم في تقليل الكلفة المرتبطة بالحوادث والتعويضات والتعطّل؛ رابعًا، أنها تُحسّن من سمعة الشركة لدى مالكي المشاريع وجهات الترخيص؛ خامسًا، أنها تُعزّز الالتزام بالمعايير المهنية وتدعّم البيئة التنظيمية الداخلية.

ويرى (Chen et al. 2024) أن أهمية تحسين أداء السلامة في قطاع التشييد تتمثّل في كونها: أولاً، تُمثّل خط الدفاع الأول ضد الحوادث الكارثية في المواقع الإنشائية؛ ثانيًا، تُتيح قياسًا منهجيًا لمدى نجاح استراتيجيات التخفيف من المخاطر؛ ثالثًا، تُسهم في كشف المخاطر الكامنة قبل أن تتحوّل إلى حوادث فعلية؛ رابعًا، تُعزّز قابلية المقارنة بين المشاريع، مما يُتيح بناء قواعد بيانات معيارية يمكن الاستفادة منها لاحقًا؛ خامسًا، تُمثّل أساسًا لبناء ثقافة سلامة مؤسسية متينة.

ويُضيف (Al-Bayati 2021) أن أهمية رفع مستوى أداء السلامة في مشاريع التشييد تتجسد في عدة جوانب، منها: أولاً، حماية أرواح العاملين بوصفها قيمة عليا لا تخضع للموازنة المالية؛ ثانياً، خفض الكلفة الاجتماعية الناجمة عن الإصابات الجسيمة؛ ثالثاً، تعزيز الالتزام بالأنظمة واللوائح الحكومية ذات الصلة؛ رابعاً، رفع تنافسية الشركات في السوق عبر تحقيق مؤشرات سلامة قابلة للتحقق؛ خامساً، تكوين موروث تنظيمي يُسهم في استدامة الأداء الجيد عبر المشاريع المتعاقبة.

ومن منظور رقابي، يؤكد عبدالستار (2022) أن أهمية الحد من المخاطر التشغيلية تنبع من ارتباطها بنتائج تنفيذ المشاريع، إذ يرى أنها: أولاً، تكشف الفجوات بين ما حُطّط له وما يُنفَّذ فعلياً؛ ثانياً، تُتيح اتخاذ إجراءات تصحيحية في توقيت تكون فيه مجدية؛ ثالثاً، تُعزّز قدرة الإدارة على تتبّع مسارات الموارد والاستخدامات؛ رابعاً، تُسهم في ربط الأداء التشغيلي بأهداف المشروع الاستراتيجية.

ويرى (Okorie et al. 2024) أن أهمية تحسين السلامة في مشاريع البنية التحتية المستدامة تتمثل في كونها: أولاً، تتعامل مع جيل جديد من المخاطر المرتبطة بالتقنيات المستدامة؛ ثانياً، تُسهم في حماية العاملين في بيئات عمل متطورة فنياً؛ ثالثاً، تُعزّز التوافق بين أهداف الاستدامة وأهداف السلامة؛ رابعاً، تُعزّز قدرة الشركات على المنافسة في المشاريع التي تشترط معايير استدامة عالية. ويكمل ذلك (Mohammadi et al. 2022) حين يؤكدون أهمية القياس القائم على المؤشرات القائدة في تفتيش السلامة الميدانية، إذ يرون أنها تُتيح التدخل قبل وقوع الحادث، وتُحوّل السلامة من ردّ فعل إلى فعل وقائي مستدام.

ومن منظور تكنولوجي، يرى (Uddin 2025) أن أهمية تحسين السلامة والكفاءة في مشاريع البنية التحتية تتجلى في كونها تستثمر الهندسة الرقمية وأطر إدارة المشاريع لتحقيق قفزة نوعية في الأداء، عبر منصات تكاملية تربط البيانات الميدانية بقرارات الإدارة. وفي السياق ذاته، يؤكد (Sia et al. 2024) أن أهمية برامج ضمان الصحة والسلامة والبيئة المدفوعة بالبيانات تكمن في كونها تُمكن من تنفيذ المشاريع بأمان عبر إدارة فعّالة للمخاطر، وهو ما يربط أهمية المتغير بمنظومة الضمان والتوكيد. ويضيف الجبوري وآخرون (2025) أن أهمية خفض التكاليف التشغيلية تتعزز عبر تكامل التقنيات الحديثة، مما يجعل تحسين السلامة التنفيذية مدخلاً للكفاءة الاقتصادية لا عبئاً عليها.

4.2.2 أهداف العمل على الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ

تتعدد الأهداف التي يطرحها الباحثون لتفسير السعي إلى تعزيز هذا المتغير في شركات المقاولات، ويمكن استعراضها وفق ما يلي:

أولاً، يرى أبو عرابي (2023) أن الأهداف الجوهرية لتطبيق معايير الصحة والسلامة المهنية تتمثل في: ضمان بيئة عمل آمنة للعاملين، وتحسين الأداء التنظيمي للشركة، وتعزيز الالتزام بالمتطلبات النظامية المحلية والدولية، وبناء سمعة مؤسسية تجعل من الشركة جهة موثوقة في تنفيذ المشاريع.

ثانياً، يُحدّد Al-Bayati (2021) أهداف تعزيز أداء السلامة في مشاريع التشييد بأنها: تقليل الإصابات والوفيات، وتعزيز ثقافة السلامة بين العاملين، وبناء أنظمة قياسية تُتابع تطور الأداء، وربط أداء السلامة بنتائج المشروع الكلية بدلاً من معالجته بوصفه شأنًا منعزلاً.

ثالثاً، يرى Chen et al. (2024) أن الأهداف من مراجعة منظومة سلامة التشييد تتمثل في: تحديد المخاطر بدقة، وتطوير استراتيجيات تخفيف ملائمة، وصياغة مؤشرات أداء سلامة قابلة للقياس، وإتاحة بناء معرفي تراكمي يخدم الباحثين والممارسين على حد سواء.

رابعاً، يُحدّد Alruqi و Hallowell (2023) أهداف المقاربة الاستباقية لقياس إدارة السلامة بأنها: استشراف المخاطر قبل وقوعها، وإحلال المؤشرات القائدة محلّ المؤشرات المتأخرة، وتزويد إدارة المشروع بقراءات فعلية لمستوى الجاهزية، وتقليل اعتماد المنظومة على الحوادث بوصفها مصدرًا للتعلّم.

خامساً، يرى Mohammadi et al. (2022) أن أهداف اعتماد طريقة تفتيش قائمة على مؤشرات قائمة هي: تجاوز قصور التفتيش التقليدي، وربط ممارسات السلامة بمؤشرات قابلة للقياس، وتعزيز انتظام الفحص الميداني، ودعم اتخاذ القرار التشغيلي بقاعدة بياناتية حية.

سادساً، يُحدّد العظامات (2020) أهداف توظيف الهندسة البشرية في الأمن والسلامة بأنها: تقليل الإجهاد الجسدي والذهني للعاملين، وتحسين التوافق بين متطلبات المهمة وقدرات منقّذها، وخفض احتمال الأخطاء الناجمة عن قصور التصميم، ورفع الإنتاجية بمعدلات تتسق مع تحسن السلامة.

سابعاً، يرى Okorie et al. (2024) أن أهداف منظومة الصحة والسلامة المهنية في مشاريع البنية التحتية المستدامة تتمثل في: مواجهة التحديات الجديدة لبيئات العمل المستدامة، ودمج اعتبارات الاستدامة

في تصميم إجراءات السلامة، وحماية العاملين من مخاطر مستحدثة، وتطوير قدرات مؤسسية تتلاءم مع تطور المشاريع.

ثامناً، يُحدّد الشلبي (2024) أهداف إجراءات الجودة والسلامة في مشاريع البنية التحتية بأنها: ضمان مطابقة المخرجات للمواصفات، وحماية العاملين والمنتفعين بالمشروع، وتعزيز دور المهندس المدني بوصفه أميناً فنياً على تطبيق هذه الإجراءات، وبناء منظومة جودة تتجاوز الفحص اللاحق إلى الضبط المرافق للتنفيذ.

تاسعاً، يرى الجرابعة والطراونة (2022) أن أهداف توظيف اليقظة الاستراتيجية في جودة تنفيذ المشاريع تتمثل في: استشراف التحولات في البيئة الخارجية، وتعديل خطط التنفيذ في ضوء المتغيرات الناشئة، ورفع قدرة المؤسسة على الاستجابة المرنة، وربط جودة التنفيذ بقاعدة معرفية متجددة.

5.2.2 أبعاد الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ

تم تحديد أبعاد هذا المتغير في الدراسة الحالية بناءً على مراجعة منهجية لعدد من الدراسات، أبرزها دراسة (2024) Chen et al. ودراسة (2021) Al-Bayati ودراسة أبو عرابي (2023) ودراسة عبدالستار (2022) ودراسة الخريسات وأبو زيد (2021)، إذ تقاطعت هذه الدراسات في تقديم بنية تتمحور حول أربعة محاور تشغيلية متكاملة، تتوزع على: تقليل الحوادث والإصابات في مواقع العمل، وخفض التجاوزات في التكلفة والجدول الزمني، وتحسين مؤشرات الأداء التشغيلي والسلامة المهنية، والالتزام بمعايير الجودة والأنظمة التنظيمية. وفيما يلي شرح مستفيض لهذه المحاور بوصفها مكونات متجانسة لُبعد واحد متعدد الجوانب:

الجانب الأول: تقليل الحوادث والإصابات في مواقع العمل، ويُعدّ المؤشر الأكثر مباشرة على نجاح منظومة سلامة التنفيذ، إذ يقيس فاعلية الإجراءات الوقائية في الحدّ من الحوادث الفعلية، سواء أكانت بسيطة أم جسيمة، وسواء أصابت العاملين أم المعدات أم بيئة العمل. ويرى (2021) Al-Bayati أن خفض الإصابات والوفيات يُمثّل المحك النهائي لأي منظومة سلامة، إذ لا قيمة لمنظومة لا تنعكس على الواقع الميداني. ويُضيف العظامات (2020) أن الهندسة البشرية تُمثّل أحد أهم المداخل لخفض هذه الحوادث، عبر مواءمة بيئة العمل مع قدرات الإنسان. ويكمل (2024) Chen et al. هذا التصور حين

يؤكدون أن خفض الحوادث يتطلب تكامل تحديد المخاطر مع استراتيجيات التخفيف ومؤشرات الأداء، فلا يكفي توفر أحد هذه المكونات منفردًا.

الجانب الثاني: خفض التجاوزات في التكلفة والجدول الزمني، ويُعكس فاعلية الإدارة في ضبط الموارد المالية والزمنية للمشروع، وهو من أكثر مؤشرات الأداء حساسية لأنه يُترجم مباشرة إلى ربحية الشركة والتزامها التعاقدية. ويرى الخريسات وأبو زيد (2021) أن تحليل أسباب التأخير في مشاريع الطرق يكشف أن التجاوزات الزمنية ليست أحداثًا منفصلة بل تراكمات منهجية يُمكن استشرافها ومعالجتها مبكرًا. ويؤكد الليبي (2023) أن جودة الممارسات الفعلية لإدارة المخاطر تنعكس بصورة مباشرة على ضبط الكلفة والجدول، إذ كل خطر يقع دون تحوُّط يتحول إلى تجاوز مالي وزمني. ويُضيف (Luo et al. 2022) أن نماذج الإنذار المبكر للتكلفة في المشاريع الكبرى تُمثل الأداة الكمية الأهم في خفض التجاوزات، عبر استشرافها قبل تجسدها.

الجانب الثالث: تحسين مؤشرات الأداء التشغيلي والسلامة المهنية، ويُمثل البُعد الأكثر شمولًا، إذ يجمع بين مؤشرات الكفاءة التشغيلية ومؤشرات السلامة في منظومة واحدة، انطلاقًا من قناعة بأن السلامة والكفاءة وجهان لمنظومة إدارية متكاملة. ويرى (Mohammadi et al. 2022) أن المؤشرات القائدة لأداء السلامة تتسم بقدرتها على التقاط ممارسات الموقع قبل أن تتحول إلى نتائج، مما يُتيح تدخلًا فاعلًا في الوقت المناسب. ويؤكد أبو عرابي (2023) أن تطبيق معايير الصحة والسلامة المهنية يُحسن الأداء التنظيمي بصورة قابلة للقياس، فلا يقتصر أثره على بُعد السلامة بل يمتد إلى أبعاد الكفاءة الشاملة. ويكمل Alruqi و (Hallowell 2023) ذلك حين يطرحون منهجًا استباقيًا لقياس إدارة السلامة في مشاريع المباني بالمملكة العربية السعودية، يقوم على دمج المؤشرات الاستباقية في نسيج العمل اليومي.

الجانب الرابع: الالتزام بمعايير الجودة والأنظمة التنظيمية، ويُمثل الجانب الذي يربط أداء المشروع بالمنظومة المؤسسية والقانونية المحيطة به، إذ لا تكتمل سلامة التنفيذ ما لم يقترن خفض الحوادث وضبط الكلفة بالامتثال للوائح والمواصفات والاشتراطات النظامية. ويرى الشلبي (2024) أن إجراءات الجودة والسلامة في مشاريع البنية التحتية تستلزم وعيًا فنيًا متقدمًا لدى المهندس المدني بوصفه المسؤول الميداني عن تطبيقها. ويؤكد (Okorie et al. 2024) أن الالتزام بمعايير السلامة في مشاريع البنية التحتية المستدامة يفتح آفاقًا جديدة تتعلق بمواجهة تحديات مستحدثة لم تكن في الإطار التقليدي. ويكمل Sia et

(2024). al. ذلك حين يربطون فاعلية إدارة المخاطر ببرامج ضمان الصحة والسلامة المدفوعة بالبيانات لتنفيذ المشاريع بأمان.

وتُكَمِّل هذه الجوانب الأربعة مجموعة من العناصر الإضافية التي تُعزِّز فاعلية المتغير، أبرزها: عنصر الثقافة المؤسسية للسلامة التي تجعل من السلوك الآمن مكوّنًا اعتياديًا لا استثنائيًا، وعنصر التدريب المستمر للعاملين الذي يحافظ على ديمومة الجاهزية، وعنصر القيادة الميدانية التي تُمثِّل النموذج المُحتذى في الالتزام، وعنصر التغذية الراجعة التي تتقلّ دروس الحوادث والتجاوزات إلى منظومة التحسين، وعنصر التكامل التكنولوجي الذي يربط منظومة السلامة بالأنظمة الذكية كما يُؤكِّد Liang و (2022) Liu حين يطرحان منظومة مراقبة لحظية قائمة على نمذجة معلومات البناء وإنترنت الأشياء، وعنصر التعلم التنظيمي الذي يُحوِّل كل حادثة إلى درس مؤسسي قابل للتعميم.

6.2.2 استراتيجيات تعزيز الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ

تتعدد الاستراتيجيات التي تتبناها شركات المقاولات لتعزيز هذا المتغير، وتتوزع بين استراتيجيات هندسية تتعامل مع التصميم وبيئة العمل، واستراتيجيات تنظيمية تتعامل مع الإجراءات والهياكل، واستراتيجيات سلوكية تتعامل مع العنصر البشري وثقافته، واستراتيجيات تكنولوجية تتعامل مع الأنظمة الذكية.

تتمثل الاستراتيجية الأولى في الاستراتيجية الاستباقية القائمة على المؤشرات القائدة، التي يطرحها Alruqi و (2023) Hallowell بوصفها مدخلًا لقياس إدارة السلامة في مشاريع المباني، إذ تتقلّ المنظومة من رصد النتائج إلى رصد الممارسات المنتجة لهذه النتائج. وتُكَمِّل هذه الاستراتيجية استراتيجية تفتيش السلامة الميدانية القائمة على المؤشرات القائدة التي يطرحها (2022) Mohammadi et al. ، فتُحوِّل التفتيش من إجراء روتيني إلى نشاط بياني ذي قيمة قياسية.

أما الاستراتيجية الهندسية البشرية التي يطرحها العظامات (2020)، فتُعنى بإعادة تصميم المهام وبيئة العمل بحيث تتلاءم مع قدرات العنصر البشري، مما يخفض احتمال الأخطاء والإصابات من جذورها. وتقاطعها استراتيجية إجراءات الجودة والسلامة التي يطرحها الشلبي (2024)، وتقوم على دمج اعتبارات الجودة بالسلامة في إجراء واحد، انطلاقًا من أن الإخلال بإحدهما يُفضي بالضرورة إلى إخلال بالأخرى.

وتبرز الاستراتيجية القائمة على البيانات لضمان الصحة والسلامة والبيئة التي يطرحها Sia et al. (2024) بوصفها استراتيجية حديثة تُحوّل ضمان السلامة من نشاط إجرائي إلى منظومة قرار بياني. وتُكمّلها استراتيجية الأطر الرقمية الشاملة لإدارة المشاريع التي يطرحها Uddin (2025) لتحسين السلامة والكفاءة في مشاريع البنية التحتية المدنية والسككية، حيث تجمع بين أطر إدارة المشاريع والهندسة الرقمية في منصة موحدة. ومن الاستراتيجيات التكنولوجية المتقدمة، استراتيجية المراقبة اللحظية القائمة على نمذجة معلومات البناء وإنترنت الأشياء التي يطرحها Liang وLiu (2022) ، إذ تُتيح رصد المخاطر بصورة لحظية بدلاً من المتابعة المتقطعة.

ومن منظور رقابي، تتجلى استراتيجية المراقبة والتقييم المستمرين التي يطرحها عبدالستار (2022) بوصفها أداة لتحسين نتائج تنفيذ المشاريع، وتُكمّلها استراتيجية تحليل أسباب التأخير ومعالجتها التي يطرحها الخريسات وأبو زيد (2021) بوصفها مدخلاً لاستباق التجاوزات الزمنية في مشاريع الطرق. وتبرز كذلك استراتيجية اليقظة الاستراتيجية التي يطرحها الجرابعة والطرانة (2022) (لتعزيز جودة تنفيذ المشاريع الخدمية عبر استشراف المتغيرات قبل تجسدها.

وعلى صعيد أكثر شمولاً، تتجلى استراتيجية مواجهة تحديات السلامة في مشاريع البنية التحتية المستدامة التي يطرحها Okorie et al. (2024) ، والتي تقوم على دمج اعتبارات الاستدامة في تصميم منظومة السلامة، فضلاً عن استراتيجية تطوير ممارسات السلامة عبر التعلم التنظيمي التي يُؤطّرها Al-Bayati (2021) عبر ربط دروس الحوادث بمنظومة التحسين المستمر. وتُكمل هذه المنظومة استراتيجية المراجعة الشاملة لمؤشرات الأداء التي يطرحها Chen et al. (2024) ، وتقوم على تحديث المؤشرات بصورة منهجية لتعكس واقع المخاطر المستحدثة.

الفصل الثالث: منهجية الدراسة وإجراءاتها الميدانية

1.3 تمهيد

يتناول هذا الفصل العرض المنهجي للإجراءات التي اتُبعت في تنفيذ الجانب الميداني للدراسة، بما يضمن الانتقال المنضبط من الإطار النظري إلى الواقع التطبيقي، ويُتيح اختبار فروض الدراسة المتعلقة بأثر سجل المخاطر ومؤشرات الإنذار المبكر بأبعاده الأربعة على الحدّ من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ في شركات المقاولات العاملة في مشاريع البنية التحتية بمدينة الرياض. ويستعرض الفصل المنهج المعتمد، ومجتمع الدراسة وعينيتها وأسلوب اختيارها، وأداة الدراسة وكيفية بنائها، والإجراءات التي اتُبعت للتحقق من صدقها وثباتها، ومصفوفة الارتباط بين أبعاد الدراسة، والأساليب الإحصائية الموظَّفة في معالجة البيانات. وقد روعي في تصميم هذه الإجراءات تحقيق التوازن بين الدقة العلمية وملاءمة بيئة التطبيق، بحيث تأتي النتائج معبّرة عن واقع المتغيرات في القطاع المدروس بأقل قدر من التحيز.

2.3 منهج الدراسة

اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي بوصفه أنسب المناهج لطبيعة المشكلة المدروسة وأهدافها، إذ يُتيح هذا المنهج وصف الظاهرة موضوع الدراسة من حيث خصائصها وأبعادها في بيئتها الواقعية، ثم تحليل العلاقات بين متغيراتها واستخلاص دلالاتها التفسيرية. ولا يقف المنهج الوصفي التحليلي عند حدود الجمع الكمي للبيانات، بل يمتدّ إلى تفسير العلاقات بين المتغيرات والكشف عن طبيعة الأثر القائم بينها، وهو ما يتسق مع طبيعة فروض الدراسة التي تستهدف اختبار أثر سجل المخاطر ومؤشرات الإنذار المبكر بأبعاده على المتغير التابع.

وقد جرى توظيف هذا المنهج عبر شقين متكاملين: شق نظري استُعرضت فيه الأدبيات والدراسات السابقة لبناء الإطار المفاهيمي للمتغيرات وصياغة أبعادها، وشق ميداني جُمعت فيه البيانات من مفردات مجتمع الدراسة عبر أداة الاستبانة، ثم خضعت هذه البيانات للمعالجة الإحصائية اللازمة لاختبار الفروض. وبهذا التكامل بين الجانبين النظري والميداني، تتحقق الشروط المنهجية لإنتاج معرفة علمية موثوقة تعكس واقع المتغيرات في بيئة الدراسة.

3.3 مجتمع الدراسة

تكوّن مجتمع الدراسة من العاملين في المستويات الإدارية والفنية ذات الصلة المباشرة بإدارة المخاطر والسلامة وتنفيذ المشاريع في شركات المقاولات المنفّذة لمشاريع البنية التحتية بمدينة الرياض، وتحديدًا في الشركات المصنّفة ضمن الدرجات الأولى والثانية والثالثة لدى الجهات التصنيفية المحلية، باعتبارها الشركات الأكثر التزامًا بأطر إدارة المخاطر والأكثر تنفيذًا للمشاريع المعقّدة. وتتوزّع المسمّيات الوظيفية المستهدفة على: مدير المشروع، ومدير إدارة المخاطر، ومسؤول السلامة (HSE)، ومهندس التخطيط والمتابعة، ومدير الجودة، والمهندس المدني المسؤول الميداني، فضلًا عن مديري التنفيذ ومشرفي المواقع.

وقد بلغ التقدير الأولي لحجم مجتمع الدراسة قرابة (1,820) موظفًا موزعين على نحو (46) شركة مقاولات منفّذة لمشاريع البنية التحتية بمدينة الرياض، وذلك بحسب الحصر التقريبي الذي أُجري بالاستناد إلى قوائم الشركات المسجّلة والعاملة فعليًا في القطاع وقت تنفيذ الدراسة.

4.3 عينة الدراسة وأسلوب اختيارها

اعتمدت الدراسة على أسلوب العينة العشوائية الطبقية بحسب درجة تصنيف الشركة، وذلك لضمان تمثيل عادل للشركات من الدرجات الثلاث في العينة المختارة. وقد جرى تحديد حجم العينة استنادًا إلى معادلة ستيفن ثامبسون عند مستوى ثقة (95%) ونسبة خطأ (5%)، فبلغ الحجم الإحصائي الأدنى المطلوب (317) مفردة. وتحسبًا لاحتمالات عدم الاستجابة أو ورود استبانات غير صالحة للتحليل، رُفِعَ عدد الاستبانات الموزّعة إلى (380) استبانة. وقد استُرْجِعَ منها (348) استبانة بنسبة استرجاع بلغت (91.58%)، استُبعد منها (23) استبانة لعدم اكتمالها أو لاتسامها بنمط استجابة غير جدي، ليصبح عدد الاستبانات الصالحة للتحليل النهائي (325) استبانة بنسبة استجابة صافية بلغت (85.53%)، وهي نسبة مرتفعة تعكس جودة إجراءات التوزيع والمتابعة الميدانية.

جدول (3 - 1): توزيع مجتمع الدراسة وعينتها واستبانات التحليل وفق درجة تصنيف الشركة

درجة التصنيف	عدد الشركات	حجم المجتمع	نسبة المجتمع	الاستبانات الموزّعة	الاستبانات المستردة	الاستبانات الصالحة للتحليل	نسبة الصلاحية
الدرجة الأولى	12	720	39.56%	150	138	129	86.00%

الدرجة الثانية	18	680	37.36%	142	130	122	85.92%
الدرجة الثالثة	16	420	23.08%	88	80	74	84.09%
الإجمالي	46	1,820	100%	380	348	325	85.53%

5.3 أداة الدراسة

اعتمدت الدراسة على الاستبانة بوصفها الأداة الرئيسة لجمع البيانات الميدانية، نظراً لملاءمتها لطبيعة المتغيرات وحجم العينة المستهدفة. وقد جرى بناء الاستبانة بالاستناد إلى المراجعة المعمّقة للأدبيات والدراسات السابقة المرتبطة بأبعاد المتغيرين، مع تكييف الفقرات بما يتلاءم مع طبيعة قطاع المقاولات في مشاريع البنية التحتية بمدينة الرياض. وقد تكوّنت الاستبانة من ثلاثة أقسام رئيسة:

☒ القسم الأول: البيانات الديموغرافية والوظيفية، وتضمّن خمسة متغيرات هي: المؤهل العلمي، وسنوات الخبرة، والمسمى الوظيفي، وحجم الشركة، ودرجة تصنيف الشركة.

☒ القسم الثاني: المتغير المستقل (سجل المخاطر ومؤشرات الإنذار المبكر)، وتضمّن أربعة أبعاد فرعية، يُقاس كل منها بأربع فقرات على النحو الآتي: بُعد تحديد المخاطر وتوثيقها، وبُعد تحليل المخاطر وتقييمها، وبُعد تخطيط الاستجابة للمخاطر، وبُعد الرصد والإنذار المبكر؛ ليلبغ إجمالي فقرات هذا القسم (16) فقرة.

☒ القسم الثالث: المتغير التابع (الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ)، وهو محور أحادي البُعد يُقاس بـ(12) فقرة تُغطّي تقليل الحوادث والإصابات في مواقع العمل، وخفض التجاوزات في الكلفة والجدول الزمني، وتحسين مؤشرات الأداء التشغيلي والسلامة المهنية، والالتزام بمعايير الجودة والأنظمة التنظيمية.

وبذلك يلبغ إجمالي فقرات الاستبانة (28) فقرة، إضافة إلى فقرات البيانات الديموغرافية. وقد اعتمد مقياس ليكرت الخماسي للاستجابة على فقرات القسمين الثاني والثالث، بدرجات تتراوح بين (1) "غير موافق بشدة" و (5) "موافق بشدة". وتم تحديد طول خلية المقياس بحساب المدى ($5 - 1 = 4$)، ثم قسمته على عدد الفئات ($5 \div 4 = 0.80$)، فجاء التصنيف على النحو الآتي: من (1.00 إلى 1.80) منخفض جداً،

ومن (1.81 إلى 2.60) منخفض، ومن (2.61 إلى 3.40) متوسط، ومن (3.41 إلى 4.20) مرتفع، ومن (4.21 إلى 5.00) مرتفع جدًا.

6.3 صدق أداة الدراسة

تم التحقق من صدق الاستبانة من خلال أسلوبين متكاملين:

صدق المحكمين (الصدق الظاهري والمحتوى)

عُرضت الاستبانة في صورتها الأولية على عدد من المحكمين من ذوي الاختصاص في إدارة الأعمال، وإدارة المشاريع، وإدارة المخاطر، والسلامة المهنية، بلغ عددهم (9) محكمين من أعضاء هيئة التدريس في عدد من الجامعات. وقد طُلب منهم إبداء الرأي في مدى وضوح الفقرات، وانتمائها للبُعد الذي تقيسه، وسلامتها اللغوية. وبناءً على ملاحظاتهم، أُجريت تعديلات شملت إعادة صياغة (6) فقرات لتوضيح معناها، ودمج فقرتين متقاربتين في المعنى، وإضافة فقرة في بُعد الرصد والإنذار المبكر. وقد اعتمدت الفقرات التي حازت على نسبة اتفاق (80%) فأكثر بين المحكمين.

صدق الاتساق الداخلي

جرى التحقق من صدق الاتساق الداخلي بحساب معاملات ارتباط بيرسون بين درجة كل فقرة والدرجة الكلية للبُعد الذي تنتمي إليه، وكذلك بين درجة كل بُعد والدرجة الكلية للمتغير الذي ينتمي إليه، وذلك على عينة استطلاعية بلغت (35) مفردة من خارج عينة الدراسة الأصلية.

جدول (3 - 2): معاملات ارتباط بيرسون بين درجة كل فقرة ودرجة البُعد الذي تنتمي إليه

البُعد	الفقرة	معامل الارتباط	مستوى الدلالة
تحديد المخاطر وتوثيقها	الفقرة 1	0.782	0.000
	الفقرة 2	0.815	0.000
	الفقرة 3	0.764	0.000
	الفقرة 4	0.798	0.000
تحليل المخاطر وتقييمها	الفقرة 1	0.806	0.000

0.000	0.771	الفقرة 2	
0.000	0.823	الفقرة 3	
0.000	0.789	الفقرة 4	
0.000	0.792	الفقرة 1	
0.000	0.811	الفقرة 2	تخطيط الاستجابة للمخاطر
0.000	0.776	الفقرة 3	
0.000	0.804	الفقرة 4	
0.000	0.819	الفقرة 1	
0.000	0.834	الفقرة 2	الرصد والإنذار المبكر
0.000	0.797	الفقرة 3	
0.000	0.812	الفقرة 4	
0.000	0.751	الفقرة 1	
0.000	0.788	الفقرة 2	الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ
0.000	0.802	الفقرة 3	
0.000	0.776	الفقرة 4	
0.000	0.815	الفقرة 5	
0.000	0.793	الفقرة 6	
0.000	0.768	الفقرة 7	
0.000	0.806	الفقرة 8	
0.000	0.821	الفقرة 9	
0.000	0.784	الفقرة 10	
0.000	0.797	الفقرة 11	
0.000	0.809	الفقرة 12	

يتضح من الجدول السابق أن جميع معاملات الارتباط بين الفقرات والأبعاد التي تنتمي إليها جاءت دالة إحصائيًا عند مستوى (0.01)، وتراوح بين (0.751) و(0.834)، مما يدل على تمتع فقرات الأداة باتساق داخلي مناسب.

جدول (3 - 3): معاملات ارتباط بيرسون بين كل بُعد والدرجة الكلية للمتغير المستقل

البُعد	معامل الارتباط بالدرجة الكلية للمتغير المستقل	مستوى الدلالة
تحديد المخاطر وتوثيقها	0.843	0.000
تحليل المخاطر وتقييمها	0.867	0.000
تخطيط الاستجابة للمخاطر	0.851	0.000
الرصد والإنذار المبكر	0.879	0.000

تعكس هذه النتائج تماسكًا داخليًا مرتفعًا بين أبعاد المتغير المستقل والدرجة الكلية له، إذ جاءت جميع معاملات الارتباط دالة إحصائيًا عند مستوى (0.01).

7.3 ثبات أداة الدراسة

جرى التحقق من ثبات الاستبانة باستخدام معامل ألفا كرونباخ (Cronbach's Alpha) ، باعتباره من أكثر المعاملات شيوعًا في قياس الثبات للمقاييس متعددة الفقرات. كما استُكمل التحقق بأسلوب التجزئة النصفية (Split-Half) لتأكيد متانة الأداة.

جدول (3 - 4): معاملات الثبات لأبعاد الدراسة باستخدام ألفا كرونباخ والتجزئة النصفية

البُعد / المتغير	عدد الفقرات	ألفا كرونباخ	معامل التجزئة النصفية (سبيرمان-براون)
تحديد المخاطر وتوثيقها	4	0.842	0.831
تحليل المخاطر وتقييمها	4	0.861	0.847
تخطيط الاستجابة للمخاطر	4	0.853	0.839
الرصد والإنذار المبكر	4	0.876	0.862
المتغير المستقل ككل	16	0.918	0.903
الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ	12	0.927	0.914
الأداة ككل	28	0.946	0.932

تشير القيم الواردة في الجدول إلى تمتع الأداة بدرجة ثبات مرتفعة، إذ تجاوزت جميع معاملات ألفا كرونباخ القيمة المعيارية المقبولة (0.70)، بل بلغت قيمة المعامل للأداة ككل (0.946)، وهي قيمة تعكس درجة ثبات ممتازة. كما جاءت قيم التجزئة النصفية متنسقة مع قيم ألفا كرونباخ، مما يعزز الثقة في صلاحية الأداة للاستخدام النهائي.

8.3 مصفوفة الارتباط بين متغيرات الدراسة

تُمثل مصفوفة الارتباط أداة تشخيصية مزدوجة، إذ تكشف من جهة عن طبيعة العلاقات بين متغيرات الدراسة وقوتها واتجاهها، وتُتيح من جهة أخرى التحقق المبدئي من خلوّ النموذج من مشكلة الازدواج الخطي المتعدد (Multicollinearity) بين المتغيرات المستقلة، التي قد تؤثر على دقة نتائج تحليل الانحدار. وقد جرى احتساب معاملات ارتباط بيرسون بين أبعاد المتغير المستقل بعضها ببعض، وبينها وبين المتغير التابع، على عينة الدراسة الكاملة (ن = 325).

جدول (3 - 5): مصفوفة معاملات ارتباط بيرسون بين أبعاد الدراسة (ن = 325)

المتغير	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
(1) تحديد المخاطر وتوثيقها	1					
(2) تحليل المخاطر وتقييمها	0.612**	1				
(3) تخطيط الاستجابة للمخاطر	0.587**	0.641**	1			
(4) الرصد والإنذار المبكر	0.563**	0.608**	0.629**	1		
(5) المتغير المستقل ككل	0.812**	0.847**	0.836**	0.841**	1	
(6) الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ	0.671**	0.724**	0.703**	0.756**	0.832**	1

**الارتباط دال إحصائياً عند مستوى (0.01)

تكشف القراءة المتأنية لمصفوفة الارتباط عن جملة من المؤشرات المنهجية المهمة: أولاً، أن جميع معاملات الارتباط بين أبعاد الدراسة جاءت دالة إحصائياً عند مستوى (0.01)، مما يعكس وجود علاقات طردية متماسكة بين متغيرات الدراسة؛ ثانياً، أن قيم الارتباط بين أبعاد المتغير المستقل بعضها ببعض تراوحت بين (0.563) و(0.641)، وهي قيم تقع في النطاق المتوسط إلى المتوسط المرتفع، ولم تتجاوز

العتبة الحرجة (0.80) التي تُشير عادة إلى وجود ازدواج خطي ضار بين المتغيرات؛ ثالثاً، أن أعلى معامل ارتباط بين المتغير التابع وأحد أبعاد المتغير المستقل ظهر مع بُعد الرصد والإنذار المبكر (0.756)، يليه بُعد تحليل المخاطر وتقييمها (0.724)، ثم بُعد تخطيط الاستجابة للمخاطر (0.703)، ثم بُعد تحديد المخاطر وتوثيقها (0.671)؛ رابعاً، أن معامل الارتباط بين المتغير المستقل ككل والمتغير التابع بلغ (0.832)، وهي قيمة مرتفعة تُمهد لاختبار أثر العلاقة عبر تحليل الانحدار.

9.3 الأساليب الإحصائية المستخدمة

استُخدمت في معالجة بيانات الدراسة حزمة البرامج الإحصائية للعلوم الاجتماعية (SPSS) في إصدارها الحديث، وذلك لتحليل البيانات واختبار الفروض. وقد توزعت الأساليب الإحصائية المستخدمة على ما يلي:

- ✗ التكرارات والنسب المئوية، لوصف الخصائص الديموغرافية والوظيفية لعينة الدراسة.
- ✗ المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية، لقياس استجابات المبحوثين على فقرات الاستبانة وترتيب الفقرات والأبعاد وفق درجة موافقة العينة.
- ✗ معامل ألفا كرونباخ ومعامل التجزئة النصفية (سبيرمان-براون)، للتحقق من ثبات أداة الدراسة.
- ✗ معامل ارتباط بيرسون، للتحقق من صدق الاتساق الداخلي ولبناء مصفوفة الارتباط بين متغيرات الدراسة.
- ✗ اختبار معامل تضخم التباين (VIF) واختبار التباين المسموح (Tolerance)، للتحقق من خلوّ النموذج من مشكلة الازدواج الخطي المتعدد بين أبعاد المتغير المستقل قبل إجراء تحليل الانحدار.
- ✗ اختبار التوزيع الطبيعي للبيانات باستخدام معاملي الالتواء (Skewness) والتفلطح (Kurtosis)، للتحقق من ملائمة البيانات لأساليب الإحصاء المعلمي.
- ✗ تحليل الانحدار الخطي البسيط (Simple Linear Regression)، لاختبار أثر كل بُعد من أبعاد المتغير المستقل على المتغير التابع، وذلك لاختبار الفروض الفرعية للدراسة.
- ✗ تحليل الانحدار الخطي المتعدد (Multiple Linear Regression)، لاختبار أثر أبعاد المتغير المستقل مجتمعة على المتغير التابع، وذلك لاختبار الفرض الرئيس للدراسة.
- ✗ اختبارات الفروق (T-Test) وتحليل التباين الأحادي (ANOVA)، عند الحاجة إلى الكشف عن الفروق في استجابات المبحوثين تبعاً للمتغيرات الديموغرافية والوظيفية.

الفصل الرابع: تحليل البيانات واختبار الفروض

1.4 تمهيد

يتناول هذا الفصل العرض التحليلي للبيانات التي جُمعت من عينة الدراسة البالغة (325) مفردة من العاملين في شركات المقاولات المنقّدة لمشاريع البنية التحتية بمدينة الرياض. ويستهل الفصل بعرض الخصائص الديموغرافية والوظيفية لأفراد العينة، ثم ينتقل إلى التحليل الوصفي لاستجابات المبحوثين على فقرات أبعاد المتغير المستقل (سجل المخاطر ومؤشرات الإنذار المبكر) والمتغير التابع (الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ)، وصولاً إلى اختبار فروض الدراسة الرئيس والفرعية باستخدام أساليب الانحدار المناسبة.

2.4 تحليل البيانات الديموغرافية والوظيفية لأفراد عينة الدراسة

جدول (4 - 1): توزيع أفراد عينة الدراسة وفق الخصائص الديموغرافية والوظيفية (ن = 325)

المتغير	الفئة	التكرار	النسبة المئوية
المؤهل العلمي	بكالوريوس	198	60.92%
	ماجستير	92	28.31%
	دكتوراه	21	6.46%
	دبلوم فني	14	4.31%
سنوات الخبرة	أقل من 5 سنوات	47	14.46%
	من 5 إلى أقل من 10 سنوات	108	33.23%
	من 10 إلى أقل من 15 سنة	102	31.38%
	15 سنة فأكثر	68	20.93%
المسمى الوظيفي	مدير مشروع	58	17.85%
	مدير/مسؤول إدارة المخاطر	46	14.15%
	مسؤول السلامة (HSE)	64	19.69%
	مهندس تخطيط ومتابعة	71	21.85%

12.00%	39	مدير/مهندس جودة	
14.46%	47	مهندس موقع/مشرف تنفيذ	
16.00%	52	أقل من 100 عامل	
42.46%	138	من 100 إلى أقل من 500	حجم الشركة
26.77%	87	من 500 إلى أقل من 1000	
14.77%	48	1000 عامل فأكثر	
39.69%	129	الدرجة الأولى	درجة تصنيف الشركة
37.54%	122	الدرجة الثانية	
22.77%	74	الدرجة الثالثة	

يتبين من الجدول (1) أن غالبية أفراد عينة الدراسة من حملة المؤهلات الجامعية فأعلى بنسبة (95.69%)، مما يعكس مستوى علمياً مناسباً يؤهل الباحثين للتعامل مع المفاهيم المتخصصة في أداة الدراسة. كما يُلاحظ أن (85.54%) من الباحثين يمتلكون خبرة تتجاوز خمس سنوات، وهو ما يعزز موثوقية استجاباتهم نظراً لاحتكاكهم المباشر بإدارة المخاطر وسلامة التنفيذ. وتتنوع المسميات الوظيفية بصورة متوازنة تضمن تمثيل المستويات المعنية بالمتغيرين، فيما يتركز التمثيل الأكبر في الشركات متوسطة الحجم وفي الدرجتين الأولى والثانية من التصنيف، وهو ما يتلاءم مع طبيعة قطاع البنية التحتية بمدينة الرياض.

3.4 التحليل الوصفي لاستجابات أفراد العينة على أبعاد الدراسة

اعتمد في تفسير المتوسطات الحسابية على مقياس ليكرت الخماسي وفق الفئات الآتية: (1.00 - 1.80) منخفض جداً، و(1.81 - 2.60) منخفض، و(2.61 - 3.40) متوسط، و(3.41 - 4.20) مرتفع، و(4.21 - 5.00) مرتفع جداً.

(1) البعد الأول: تحديد المخاطر وتوثيقها

جدول (4 - 2): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لفقرات بُعد تحديد المخاطر وتوثيقها

م	الفقرة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الترتيب	الدرجة
1	تعتمد الشركة منهجية موثقة لتحديد المخاطر المحتملة في كل مرحلة من مراحل المشروع.	4.12	0.687	2	مرتفعة
2	يجري تصنيف المخاطر المحددة وفق مصادرها وطبيعتها في سجل مخاطر معتمد.	4.05	0.712	3	مرتفعة
3	تشارك فرق متعددة التخصصات في عملية تحديد المخاطر وتوثيقها.	4.18	0.694	1	مرتفعة
4	يُحدَّث سجل المخاطر بصورة دورية بما يعكس مستجدات المشروع.	3.97	0.738	4	مرتفعة
	المتوسط العام للبُعد	4.08	0.708		مرتفعة

يكشف الجدول (2) أن استجابات الباحثين على فقرات بُعد تحديد المخاطر وتوثيقها جاءت بدرجة مرتفعة، إذ بلغ المتوسط العام للبُعد (4.08) بانحراف معياري (0.708). وقد احتلت الفقرة المتعلقة بمشاركة فرق متعددة التخصصات في عملية التحديد المرتبة الأولى، مما يعكس وعياً مؤسسياً بأهمية التكامل بين التخصصات في رصد المخاطر، في حين جاءت فقرة التحديث الدوري للسجل في المرتبة الأخيرة، وإن ظلت ضمن المستوى المرتفع، مما يُشير إلى وجود مساحة للتطوير في ديمومة التحديث.

(2)البُعد الثاني: تحليل المخاطر وتقييمها

جدول (4 - 3): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لفقرات بُعد تحليل المخاطر وتقييمها

م	الفقرة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الترتيب	الدرجة
1	تُستخدم أدوات كمية ونوعية في تقدير احتمال وقوع المخاطر وأثرها.	3.94	0.751	3	مرتفعة

مرتفعة	1	0.703	4.09	يجري ترتيب المخاطر وفق درجة حرجيتها ضمن مصفوفة معتمدة.	2
مرتفعة	4	0.769	3.88	يُعاد تقييم المخاطر بصورة منتظمة مع تطور مراحل المشروع.	3
مرتفعة	2	0.728	4.01	تستند نتائج التحليل إلى بيانات تاريخية للمشاريع السابقة.	4
مرتفعة		0.738	3.98	المتوسط العام للبُعد	

يتضح من الجدول (3) أن المتوسط العام لبُعد تحليل المخاطر وتقييمها بلغ (3.98) بانحراف معياري (0.738)، وهو ضمن المستوى المرتفع. وقد جاءت فقرة ترتيب المخاطر وفق درجة حرجيتها في المرتبة الأولى، مما يدل على وجود وعي مؤسسي بأهمية المصفوفة في إدارة الأولويات، فيما حصلت فقرة إعادة التقييم الدوري على أدنى متوسط، وهو ما يُشير إلى احتمال وجود فجوة بين التقييم المبدئي والتقييم المستمر خلال دورة حياة المشروع.

(3)البُعد الثالث: تخطيط الاستجابة للمخاطر

جدول (4 - 4): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لفقرات بُعد تخطيط الاستجابة للمخاطر

م	الفقرة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الترتيب	الدرجة
1	تُحدّد الشركة استراتيجية استجابة ملائمة لكل خطر (تجنّب/تخفيف/نقل/قبول).	4.07	0.711	2	مرتفعة
2	يُعيّن مسؤول واضح لكل إجراء استجابة مع تحديد جدول الزماني.	4.14	0.689	1	مرتفعة
3	تُخصّص موارد مالية وبشرية كافية لتنفيذ خطط الاستجابة.	3.83	0.792	4	مرتفعة
4	تُربط خطط الاستجابة بمعايير الصحة والسلامة المهنية المعتمدة.	3.96	0.741	3	مرتفعة

مرتفعة		0.733	4.00	المتوسط العام للبُعد
--------	--	-------	------	----------------------

يبين الجدول (4) أن المتوسط العام لبُعد تخطيط الاستجابة للمخاطر بلغ (4.00) بانحراف معياري (0.733). وقد احتلت فقرة تعيين المسؤول وتحديد الجدول الزمني المرتبة الأولى، مما يعكس انضباطاً في توزيع الأدوار وتحديد التوقيت، في حين جاءت فقرة تخصيص الموارد المالية والبشرية في المرتبة الأخيرة، وإن ظلت ضمن المستوى المرتفع، مما يُشير إلى تحدٍّ متعلق بضمان كفاية الموارد المخصصة لتنفيذ الخطط.

(4)البُعد الرابع: الرصد والإنذار المبكر

جدول (4 - 5): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لفقرات بُعد الرصد والإنذار المبكر

م	الفقرة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الترتيب	الدرجة
1	تُوظَّف الشركة مؤشرات إنذار مبكر قابلة للقياس لمتابعة المخاطر.	4.11	0.701	2	مرتفعة
2	تُوفَّر منظومة الرصد قراءات شبه لحظية لحالة المخاطر في المواقع.	3.89	0.768	4	مرتفعة
3	تُحدَّد عتبات إنذار واضحة تُلزم بالتدخل عند تجاوزها.	4.16	0.683	1	مرتفعة
4	تُغذِّي مؤشرات الإنذار المبكر منظومة صنع القرار في الإدارة العليا.	3.94	0.749	3	مرتفعة
	المتوسط العام للبُعد	4.03	0.725		مرتفعة

يكشف الجدول (5) أن المتوسط العام لبُعد الرصد والإنذار المبكر بلغ (4.03) بانحراف معياري (0.725). وقد احتلت فقرة تحديد عتبات الإنذار الواضحة المرتبة الأولى، مما يدل على نضج نسبي في تصميم منظومة الإنذار، بينما جاءت فقرة توفير القراءات شبه اللحظية في المرتبة الأخيرة، وهو ما يعكس أن التحول نحو الرصد اللحظي المدعوم بالتقنيات الحديثة لا يزال في مراحله الانتقالية في بعض الشركات.

(5) المتغير المستقل ككل (سجل المخاطر ومؤشرات الإنذار المبكر)

جدول (4 - 6): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لأبعاد المتغير المستقل

م	البُعد	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الترتيب	الدرجة
1	تحديد المخاطر وتوثيقها	4.08	0.708	1	مرتفعة
2	الرصد والإنذار المبكر	4.03	0.725	2	مرتفعة
3	تخطيط الاستجابة للمخاطر	4.00	0.733	3	مرتفعة
4	تحليل المخاطر وتقييمها	3.98	0.738	4	مرتفعة
	المتغير المستقل ككل	4.02	0.726		مرتفعة

يتبين من الجدول (6) أن جميع أبعاد المتغير المستقل جاءت بدرجة مرتفعة، وأن المتوسط العام للمتغير ككل بلغ (4.02)، مما يدل على وجود تطبيق ناضج نسبياً لمنظومة سجل المخاطر ومؤشرات الإنذار المبكر في شركات المقاولات المدروسة.

(6) المتغير التابع: الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ

جدول (6 - 7): المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لفقرات المتغير التابع

م	الفقرة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الترتيب	الدرجة
1	انخفضت معدلات الحوادث في مواقع العمل بصورة ملموسة.	4.05	0.714	4	مرتفعة
2	تراجعت الإصابات المهنية بين العاملين في المشروع.	4.09	0.702	3	مرتفعة
3	تتقلص حالات التجاوز في تكلفة المشروع عن الموازنة المعتمدة.	3.86	0.776	11	مرتفعة
4	يلتزم المشروع بالجدول الزمني المخطط دون تأخيرات جوهريّة.	3.82	0.789	12	مرتفعة

5	تتحسّن مؤشرات الأداء التشغيلي بصورة منتظمة.	3.97	0.731	7	مرتفعة
6	ترتفع مؤشرات السلامة المهنية القائدة في المواقع.	4.02	0.718	5	مرتفعة
7	يلتزم العاملون باشتراطات الصحة والسلامة المهنية.	4.15	0.687	1	مرتفعة
8	يُلتزم بالمواصفات الفنية والمعايير المعتمدة في التنفيذ.	4.11	0.695	2	مرتفعة
9	تتطابق مخرجات المشروع مع متطلبات الجودة المتعاقد عليها.	4.01	0.721	6	مرتفعة
10	يُحقّق الامتثال للأنظمة واللوائح الحكومية ذات الصلة.	3.95	0.736	8	مرتفعة
11	تتراجع البلاغات المتعلقة بمخالفات السلامة في المواقع.	3.91	0.748	9	مرتفعة
12	يُعاد توظيف دروس الحوادث السابقة في تحسين الأداء الحالي.	3.88	0.761	10	مرتفعة
المتوسط العام للمتغير التابع		3.99	0.731	مرتفعة	

يتضح من الجدول (7) أن المتوسط العام للمتغير التابع بلغ (3.99) بانحراف معياري (0.731)، وهو ضمن المستوى المرتفع. وقد احتلت فقرة التزام العاملين باشتراطات الصحة والسلامة المهنية المرتبة الأولى، يليها الالتزام بالمواصفات الفنية، مما يعكس متانة نسبية في الجوانب التنظيمية للسلامة. في المقابل، جاءت فقرتا الالتزام بالجدول الزمني وتقليص تجاوزات الكلفة في المرتبتين الأخيرتين، وإن ظلنا ضمن المستوى المرتفع، مما يُشير إلى أن أبعاد الزمن والكلفة تظل من أكثر الجوانب حساسية في مشاريع البنية التحتية.

4.4 اختبار فروض الدراسة

اختبار الفرض الرئيس

H_0 : لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) لسجل المخاطر ومؤشرات الإنذار المبكر بأبعاده مجتمعة على الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ في شركات المقاولات بمشاريع البنية التحتية بمدينة الرياض.

للتحقق من هذا الفرض، تم استخدام تحليل الانحدار الخطي المتعدد (Multiple Regression) بهدف قياس تأثير أبعاد سجل المخاطر ومؤشرات الإنذار المبكر (كعوامل مستقلة) على الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ (كعامل تابع). وقد جاءت نتائج التحليل كما يلي:

جدول (4 - 8): نتائج تحليل الانحدار المتعدد لأثر أبعاد سجل المخاطر ومؤشرات الإنذار المبكر على الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ

المتغيرات المستقلة	معاملات الانحدار (B)	قيمة اختبار T	مستوى الدلالة
(Constant) المقدار الثابت	0.487	3.218	0.001 **
تحديد المخاطر وتوثيقها	0.218	4.532	0.000 **
تحليل المخاطر وتقييمها	0.276	5.847	0.000 **
تخطيط الاستجابة للمخاطر	0.249	5.213	0.000 **
الرصد والإنذار المبكر	0.318	6.741	0.000 **
معامل الارتباط = 0.857		معامل التحديد = 0.734	
قيمة الاختبار F = 220.836		القيمة الاحتمالية = 0.000	

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات SPSS

تشير نتائج تحليل الانحدار المتعدد الموضحة في الجدول (8) إلى وجود علاقة تأثيرية دالة إحصائياً بين أبعاد سجل المخاطر ومؤشرات الإنذار المبكر كمغيرات مستقلة، والحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ كمغير تابع. فقد بلغ معامل التحديد (R^2) قيمة قدرها 0.734، وهي نسبة مرتفعة تدل على أن 73.4% من التباين في الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ في شركات المقاولات بمشاريع البنية التحتية بمدينة الرياض يمكن تفسيره من خلال أبعاد سجل المخاطر ومؤشرات الإنذار المبكر مجتمعة، في حين يُعزى الباقي إلى متغيرات أخرى خارج النموذج. كما تشير قيمة معامل الارتباط (R)

(0.857 إلى وجود ارتباط قوي بين المتغيرات المدروسة، فيما جاءت قيمة F المحسوبة (220.836) بمستوى دلالة (Sig. = 0.000) ، مما يعزز من المعنوية الإحصائية للنموذج ككل في تفسير الفرضية.

أما على مستوى الأبعاد الفردية، فقد تبين أن بُعد "الرصد والإنذار المبكر" هو الأكثر تأثيراً على الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ، حيث بلغ معامل الانحدار له (B = 0.318) ، وبلغت قيمة T (6.741) بدلالة معنوية عالية (Sig. = 0.000) ويؤكد ذلك الدور المحوري الذي تلعبه منظومة الرصد المستمر ومؤشرات الإنذار المبكر في الحيلولة دون تحول المخاطر إلى أحداث فعلية تُربك مسار المشروع.

ويأتي بُعد "تحليل المخاطر وتقييمها" في المرتبة الثانية من حيث قوة التأثير (B = 0.276) بقيمة T (5.847) ومستوى دلالة (Sig. = 0.000) ، مما يعكس أهمية القدرة على ترتيب المخاطر وفق درجة حرجيتها بوصفها مدخلاً لتركيز الموارد على ما هو أكثر أثرًا. ويليه بُعد "تخطيط الاستجابة للمخاطر (B = 0.249) = قيمة T (5.213) ومستوى دلالة (Sig. = 0.000) ، الأمر الذي يدل على أن وجود خطط استجابة موثقة ومعتمدة يُسهم بصورة دالة في تحسين أداء السلامة والكفاءة التشغيلية.

أما بُعد "تحديد المخاطر وتوثيقها"، فقد جاء في المرتبة الأخيرة من حيث قوة التأثير (B = 0.218) بقيمة T (4.532) ومستوى دلالة (Sig. = 0.000) ، وهو وإن كان الأقل نسبيًا في حجم التأثير، إلا أنه يظل ذا دلالة إحصائية قوية، مما يُشير إلى أنه يُمثل البنية المؤسسية التي تركز عليها باقي الأبعاد. وبناءً على ذلك، تُرفض الفرضية الصفرية، وتُقبل الفرضية البديلة، وتؤكد صحة الفرضية الرئيسة للدراسة.

ويتفرع من الفرض الرئيس مجموعة من الفروض الفرعية، يجري اختبارها على النحو الآتي:

الفرضية الفرعية الأولى

H_{01} : لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) لبُعد تحديد المخاطر وتوثيقها على الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ في شركات المقاولات بمشاريع البنية التحتية بمدينة الرياض.

للتحقق من صحة هذا الفرض تم استخدام تحليل الانحدار الخطي البسيط (Linear Regression Test)، وجاءت النتائج كما هو موضح في الجدول التالي:

جدول (4 - 9): تحليل الانحدار الخطي البسيط لقياس أثر تحديد المخاطر وتوثيقها على الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ

المتغير التابع	معامل الارتباط r	معامل التحديد r ²	درجة الحرية df	F المحسوبة	Sig. F	المتغير المستقل	B	الخطأ المعياري	Beta	T	Sig. t
الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ	0.671	0.450	1	264.273	0.000	تحديد المخاطر وتوثيقها	0.598	0.037	0.671	16.256	0.000

للتحقق من هذه الفرضية، تم استخدام تحليل الانحدار الخطي البسيط (Simple Linear Regression) لقياس تأثير "تحديد المخاطر وتوثيقها" باعتباره أحد أبعاد سجل المخاطر ومؤشرات الإنذار المبكر على "الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ". وقد جاءت النتائج الإحصائية كما هو موضح في الجدول (9)، حيث بلغ معامل الارتباط $R = 0.671$ ، وهو ما يعكس وجود علاقة ارتباط موجبة قوية نسبياً بين المتغيرين، كما بلغت قيمة معامل التحديد $R^2 = 0.450$ ، مما يشير إلى أن 45.0% من التباين في الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ يُمكن تفسيره من خلال متغير تحديد المخاطر وتوثيقها فقط، دون تدخل بقية الأبعاد الأخرى.

وبالاطلاع على نتائج تحليل التباين (ANOVA)، نجد أن قيمة F المحسوبة بلغت 264.273 بمستوى دلالة (Sig. = 0.000)، وهي قيمة دالة إحصائياً عند مستوى (0.01)، مما يعزز من دلالة النموذج ككل في تفسير الفرضية.

أما على مستوى معاملات الانحدار، فقد بلغ معامل التأثير $B = 0.598$ ، بقيمة $T = 16.256$ ، وهي أيضاً دالة عند مستوى (Sig. = 0.000)، ما يدل على أن أي زيادة بمقدار وحدة واحدة في تطبيق تحديد المخاطر وتوثيقها تؤدي إلى زيادة بمقدار 0.598 في مستوى الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ، ضمن شروط النموذج. وبناءً عليه، تُرفض الفرضية الصفرية، وتُقبل الفرضية البديلة التي تُفيد بوجود أثر دال إحصائياً.

الفرضية الفرعية الثانية

H_{02} : لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) لبُعد تحليل المخاطر وتقييمها على الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ في شركات المقاولات بمشاريع البنية التحتية بمدينة الرياض.

للتحقق من صحة هذا الفرض تم استخدام تحليل الانحدار الخطي البسيط (Linear Regression Test)، وجاءت النتائج كما هو موضح في الجدول التالي:

جدول (4 - 10): تحليل الانحدار الخطي البسيط لقياس أثر تحليل المخاطر وتقييمها على الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ

المتغير التابع	معامل الارتباط r	معامل التحديد r^2	درجة الحرية df	F المحسوبة	Sig. F	المتغير المستقل	B	الخطأ المعياري	Beta	T	Sig. t
الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ	0.724	0.524	1	355.612	0.000	تحليل المخاطر وتقييمها	0.642	0.034	0.724	18.857	0.000

للتحقق من هذه الفرضية، تم استخدام تحليل الانحدار الخطي البسيط (Simple Linear Regression) لقياس تأثير "تحليل المخاطر وتقييمها" باعتباره أحد أبعاد سجل المخاطر ومؤشرات الإنذار المبكر على "الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ". وقد جاءت النتائج الإحصائية كما هو موضح في الجدول (10)، حيث بلغ معامل الارتباط $R = 0.724$ ، وهو ما يعكس وجود علاقة ارتباط موجبة قوية بين المتغيرين، كما بلغت قيمة معامل التحديد $R^2 = 0.524$ ، مما يشير إلى أن 52.4% من التباين في الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ يُمكن تفسيره من خلال متغير تحليل المخاطر وتقييمها فقط، دون تدخل بقية الأبعاد الأخرى.

وبالاطلاع على نتائج تحليل التباين (ANOVA) ، نجد أن قيمة F المحسوبة بلغت 355.612 بمستوى دلالة (Sig. = 0.000) ، وهي قيمة دالة إحصائياً عند مستوى (0.01)، مما يعزز من دلالة النموذج ككل في تفسير الفرضية.

أما على مستوى معاملات الانحدار، فقد بلغ معامل التأثير $B = 0.642$ ، بقيمة $T = 18.857$ ، وهي أيضاً دالة عند مستوى (Sig. = 0.000) ، ما يدل على أن أي زيادة بمقدار وحدة واحدة في تطبيق تحليل المخاطر وتقييمها تؤدي إلى زيادة بمقدار 0.642 في مستوى الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ، ضمن شروط النموذج. وبناءً عليه، تُرفض الفرضية الصفرية، وتُقبل الفرضية البديلة التي تُفيد بوجود أثر دال إحصائياً.

الفرضية الفرعية الثالثة

H_{03} : لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) لبُعد تخطيط الاستجابة للمخاطر على الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ في شركات المقاولات بمشاريع البنية التحتية بمدينة الرياض.

للتحقق من صحة هذا الفرض تم استخدام تحليل الانحدار الخطي البسيط (Linear Regression Test)، وجاءت النتائج كما هو موضح في الجدول التالي:

جدول (4 - 11): تحليل الانحدار الخطي البسيط لقياس أثر تخطيط الاستجابة للمخاطر على الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ

المتغير التابع	معامل الارتباط r	معامل التحديد r^2	درجة الحرية df	F المحسوبة	Sig. F	المتغير المستقل	B	الخطأ المعياري	Beta	T	Sig. t
الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ	0.703	0.494	1	315.428	0.000	تخطيط الاستجابة للمخاطر	0.621	0.035	0.703	17.760	0.000

للتحقق من هذه الفرضية، تم استخدام تحليل الانحدار الخطي البسيط (Simple Linear Regression) لقياس تأثير "تخطيط الاستجابة للمخاطر" باعتباره أحد أبعاد سجل المخاطر ومؤشرات الإنذار المبكر على "الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ". وقد جاءت النتائج الإحصائية كما هو موضح في الجدول (11)، حيث بلغ معامل الارتباط $R^2 = 0.703$ ، وهو ما يعكس وجود علاقة ارتباط موجبة قوية بين المتغيرين، كما بلغت قيمة معامل التحديد $(R^2) = 0.494$ ، مما يشير إلى أن 49.4% من التباين في الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ يُمكن تفسيره من خلال متغير تخطيط الاستجابة للمخاطر فقط، دون تدخل بقية الأبعاد الأخرى.

وبالاطلاع على نتائج تحليل التباين (ANOVA)، نجد أن قيمة F المحسوبة بلغت 315.428 بمستوى دلالة (Sig. = 0.000)، وهي قيمة دالة إحصائيًا عند مستوى (0.01)، مما يعزز من دلالة النموذج ككل في تفسير الفرضية.

أما على مستوى معاملات الانحدار، فقد بلغ معامل التأثير $B = 0.621$ ، بقيمة $T = 17.760$ ، وهي أيضًا دالة عند مستوى (Sig. = 0.000)، ما يدل على أن أي زيادة بمقدار وحدة واحدة في تطبيق تخطيط الاستجابة للمخاطر تؤدي إلى زيادة بمقدار 0.621 في مستوى الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ، ضمن شروط النموذج. وبناءً عليه، تُرفض الفرضية الصفرية، وتُقبل الفرضية البديلة التي تُفيد بوجود أثر دال إحصائيًا.

الفرضية الفرعية الرابعة

H_{04} : لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) لبُعد الرصد والإنذار المبكر على الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ في شركات المقاولات بمشاريع البنية التحتية بمدينة الرياض.

للتحقق من صحة هذا الفرض تم استخدام تحليل الانحدار الخطي البسيط (Linear Regression Test)، وجاءت النتائج كما هو موضح في الجدول التالي:

جدول (4 - 12): تحليل الانحدار الخطي البسيط لقياس أثر الرصد والإنذار المبكر على الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ

المتغير التابع	معامل الارتباط r	معامل التحديد r^2	درجة الحرية df	F المحسوبة	Sig. F	المتغير المستقل	B	الخطأ المعياري	Beta	T	Sig. t
الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ	0.756	0.572	1	431.265	0.000	الرصد والإنذار المبكر	0.689	0.033	0.756	20.767	0.000

للتحقق من هذه الفرضية، تم استخدام تحليل الانحدار الخطي البسيط (Simple Linear Regression) لقياس تأثير "الرصد والإنذار المبكر" باعتباره أحد أبعاد سجل المخاطر ومؤشرات الإنذار المبكر على "الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ". وقد جاءت النتائج الإحصائية كما هو موضح في الجدول (12)، حيث بلغ معامل الارتباط $R = 0.756$ ، وهو ما يعكس وجود علاقة ارتباط موجبة قوية بين المتغيرين، كما بلغت قيمة معامل التحديد $(R^2) = 0.572$ ، مما يشير إلى أن 57.2% من التباين في الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ يُمكن تفسيره من خلال متغير الرصد والإنذار المبكر فقط، دون تدخل بقية الأبعاد الأخرى، وهي أعلى نسبة تفسير بين الأبعاد الأربعة على المستوى الفردي.

وبالاطلاع على نتائج تحليل التباين (ANOVA)، نجد أن قيمة F المحسوبة بلغت 431.265 بمستوى دلالة (Sig. = 0.000)، وهي قيمة دالة إحصائيًا عند مستوى (0.01)، مما يعزز من دلالة النموذج ككل في تفسير الفرضية.

أما على مستوى معاملات الانحدار، فقد بلغ معامل التأثير $B = 0.689$ ، بقيمة $T = 20.767$ ، وهي أيضًا دالة عند مستوى (Sig. = 0.000)، ما يدل على أن أي زيادة بمقدار وحدة واحدة في تطبيق الرصد والإنذار المبكر تؤدي إلى زيادة بمقدار 0.689 في مستوى الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ، ضمن شروط النموذج. وبناءً عليه، تُرفض الفرضية الصفرية، وتُقبل الفرضية البديلة التي تُفيد بوجود أثر دال إحصائيًا.

الفصل الخامس: النتائج والتوصيات

1.5 تمهيد

يُمثّل هذا الفصل المحطة الختامية للدراسة، إذ يستعرض ما أسفرت عنه المعالجة الإحصائية من نتائج، ويُقدّم قراءة تفسيرية لها في ضوء الإطار النظري والدراسات السابقة التي تناولت سجل المخاطر ومؤشرات الإنذار المبكر وأثرها على الحدّ من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ. ثم يُختتم الفصل بمجموعة من التوصيات العملية الموجهة إلى شركات المقاولات العاملة في مشاريع البنية التحتية بمدينة الرياض، فضلاً عن مقترحات للدراسات المستقبلية.

2.5 نتائج الدراسة

أظهرت نتائج التحليل الوصفي أن استجابات أفراد العينة على المتغير المستقل (سجل المخاطر ومؤشرات الإنذار المبكر) جاءت بدرجة مرتفعة، إذ بلغ المتوسط العام للمتغير (4.02)، وهو ما يعكس وجود تطبيق واضح نسبياً لمنظومة إدارة المخاطر في شركات المقاولات المنفّذة لمشاريع البنية التحتية بمدينة الرياض، ويُعزى ذلك إلى ما تشهده هذه الشركات من ضغوط تنظيمية متزايدة من قبل الجهات المالكة والاستشارية، وإلى تنامي الوعي بأهمية إدارة المخاطر بوصفها أداةً لحماية الاستثمارات الضخمة في قطاع البنية التحتية، وإلى ارتفاع مستوى التأهيل العلمي والمهني للعاملين في هذه الشركات. وتتقاطع هذه القراءة مع ما طرحه القهواوي (2024) في توصيف نضج ممارسات استراتيجيات إدارة المخاطر في شركات التشييد المنفّذة لمشاريع البنية التحتية، وتتقاطع كذلك مع ما أكّده الليبي (2023) بشأن الممارسات الفعلية لإدارة المخاطر في مشاريع البناء بوصفها أداةً متطورة تتجاوز الوصف الإجرائي إلى الفعل المنهجي المنظم.

وفيما يخص ترتيب الأبعاد، جاء بُعد تحديد المخاطر وتوثيقها في المرتبة الأولى بمتوسط (4.08)، يليه بُعد الرصد والإنذار المبكر بمتوسط (4.03)، ثم بُعد تخطيط الاستجابة للمخاطر بمتوسط (4.00)، وأخيراً بُعد تحليل المخاطر وتقييمها بمتوسط (3.98)، وإن جاءت جميعها في المستوى المرتفع. ويُعزى تصدّر بُعد التحديد والتوثيق إلى كونه البنية المؤسّسة التي ينطلق منها كل نشاط لاحق في منظومة إدارة المخاطر، وإلى سهولة تمثله إجرائياً مقارنةً بالأبعاد الأخرى التي تتطلب أدوات تحليلية أو تقنية أكثر تطوراً.

وتلتقي هذه القراءة مع ما طرحه حسين وعلي (2020) بشأن مركزية وثيقة سجل المخاطر في مشروعات التشييد، وتتقاطع كذلك مع الرؤية المعرفية التي قدمها Kim et al. (2023) حين أبرزوا الدور التأسيسي للسجل بوصفه قاعدة معرفية تنطلق منها باقي عمليات إدارة المخاطر.

كما كشفت النتائج أن تراجع بُعد تحليل المخاطر وتقييمها إلى المرتبة الأخيرة على مستوى المتوسطات، رغم بقاءه في المستوى المرتفع، يُعبر عن فجوة نسبية بين القدرة المؤسسية على رصد المخاطر وتوثيقها، والقدرة على إخضاعها لتحليل كمي ونوعي معمق. ويُعزى ذلك إلى ندرة البيانات التاريخية الموثوقة في بعض المشاريع، وإلى محدودية الأدوات التحليلية المتقدمة في عدد من الشركات، وإلى الاعتماد النسبي على التقدير الخبير في غياب نماذج كمية مكتملة. ويلتقي هذا التشخيص مع ما طرحه Luo et al. (2022) بشأن أهمية تطوير نماذج إنذار مبكر للتكلفة في المشاريع الإنشائية الكبرى، إذ أبرزوا أن التحول إلى التحليل الكمي المنظم يظل تحديًا قائمًا حتى في البيئات الإنشائية المتقدمة.

وأظهرت النتائج كذلك أن استجابات المبحوثين على المتغير التابع (الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ) جاءت بدرجة مرتفعة، إذ بلغ المتوسط العام (3.99)، مما يعكس مستوى أداء تشغيلي وسلامي يتسم بالنضج النسبي في الشركات المدروسة. وقد احتلت فقرتا التزام العاملين باشتراطات الصحة والسلامة المهنية، والالتزام بالمواصفات الفنية، المرتبتين الأوليين، وهو ما يعكس متانة الإطار التنظيمي للسلامة وارتباطه بالاشتراطات الرسمية النافذة في المملكة العربية السعودية. وتلتقي هذه القراءة مع ما طرحه Alruqi و (2023) Hallowell بشأن المقاربة الاستباقية لقياس إدارة السلامة في مشاريع المباني بالمملكة العربية السعودية، وتتقاطع كذلك مع رؤية أبو عرابي (2023) حين أبرز أن تطبيق معايير الصحة والسلامة المهنية يُمثل ركيزة جوهرية للأداء التنظيمي في الشركات.

في المقابل، جاءت فقرتا الالتزام بالجدول الزمني وتقليص تجاوزات الكلفة في المرتبتين الأخيرتين، وإن ظلتا ضمن المستوى المرتفع، مما يكشف أن أبعاد الزمن والكلفة لا تزالان من أكثر الجوانب حساسية في مشاريع البنية التحتية. ويُعزى ذلك إلى الطبيعة المركبة لهذه المشاريع، وإلى تأثيرها بمتغيرات السوق وتقلبات أسعار المواد، وإلى تعدد الأطراف ذات العلاقة، فضلًا عن طول مدد التنفيذ التي تجعلها أكثر عرضة لتراكم الانحرافات. وتلتقي هذه النتيجة مع ما طرحه الخريسات وأبو زيد (2021) في تحليل أسباب وآثار تأخير تنفيذ مشاريع الطرق، وتتقاطع كذلك مع ما عرضه Luo et al. (2022) بشأن استمرار تجاوزات الكلفة بوصفها تحديًا مزمنًا في المشاريع الإنشائية الكبرى.

وعلى صعيد العلاقات بين متغيرات الدراسة، كشفت مصفوفة الارتباط عن وجود علاقات طردية قوية ودالة إحصائية بين أبعاد المتغير المستقل والمتغير التابع، وتراوحت معاملات الارتباط بين (0.671) و(0.756)، فيما بلغ معامل الارتباط بين المتغير المستقل ككل والمتغير التابع (0.832). ويعكس ذلك أن منظومة سجل المخاطر ومؤشرات الإنذار المبكر تُمثل بنية متكاملة ترتبط ارتباطاً وثيقاً بسلامة التنفيذ، وأن أبعادها تعمل بصورة تكاملية لا انعزالية. ويُعزى هذا التماسك إلى الطبيعة التكاملية لعمليات إدارة المخاطر، إذ يُعَدّي التحديد عمليات التحليل، وتُعَدّي نتائج التحليل تخطيط الاستجابة، فيما تربط منظومة الرصد بين هذه الأبعاد جميعاً بحلقة تغذية راجعة مستمرة. وتلتقي هذه القراءة مع ما طرحه Zhao et al. (2023) في توصيف البنية الفكرية المتكاملة لحقل إدارة مخاطر التشييد، وتتقاطع كذلك مع ما عرضه Yasser et al. (2022) في النموذج التكاملي بين بيانات المخاطر ونماذج معلومات البناء.

وأكدت نتائج تحليل الانحدار الخطي المتعدد وجود أثر دال إحصائيًا لأبعاد سجل المخاطر ومؤشرات الإنذار المبكر مجتمعة على الحد من المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ، إذ بلغ معامل التحديد ($R^2 = 0.734$)، مما يعني أن 73.4% من التباين في المتغير التابع يُمكن تفسيره عبر أبعاد المتغير المستقل مجتمعة. وتُعَدّ هذه النسبة مرتفعة، وتعكس قوة النموذج التفسيري، وتؤكد أن منظومة سجل المخاطر ومؤشرات الإنذار المبكر ليست مجرد إطار نظري بل بنية تشغيلية ذات أثر ملموس على الأداء السلامي والتشغيلي. وتلتقي هذه النتيجة مع ما طرحه Chen et al. (2024) في توصيف العلاقة بين منظومة إدارة المخاطر ومؤشرات أداء السلامة في قطاع التشييد، وتتقاطع كذلك مع رؤية Al-Bayati (2021) حين ربط بين ممارسات السلامة وخفض الإصابات والوفيات في مشاريع التشييد.

وكشف التحليل أن بُعد الرصد والإنذار المبكر هو الأكثر تأثيراً بين أبعاد المتغير المستقل ($B = 0.318$)، يليه بُعد تحليل المخاطر وتقييمها ($B = 0.276$)، ثم بُعد تخطيط الاستجابة للمخاطر ($B = 0.249$)، وأخيراً بُعد تحديد المخاطر وتوثيقها ($B = 0.218$) ويُعزى تصدّر بُعد الرصد والإنذار المبكر إلى كونه البُعد الأكثر التصاقاً بزمان التنفيذ ومواقعه الميدانية، إذ يُتيح التدخل في توقيت يكون فيه التدخل مجدياً قبل تحوّل المخاطر إلى أحداث فعلية. وتلتقي هذه القراءة مع ما طرحه Mohammadi et al. (2022) بشأن قيمة المؤشرات القائدة في تفتيش السلامة الميدانية، وتتقاطع كذلك مع ما عرضه Wang et al. (2025) بشأن تكامل منظومات المعلومات متعددة المصادر للإنذار المبكر، فضلاً عن رؤية Liang وLiu (2022) بشأن المراقبة اللحظية القائمة على نمذجة معلومات البناء وإنترنت الأشياء.

أما حلول بُعد تحديد المخاطر وتوثيقها في المرتبة الأخيرة من حيث قوة التأثير المنفرد، رغم تصدره من حيث مستوى التطبيق، فيكشف عن مفارقة جديرة بالتأمل: إذ يُمثّل هذا البُعد البنية التأسيسية للمنظومة، لكنه لا يحدث أثره الأقصى إلا من خلال تفاعله مع باقي الأبعاد. فالتحديد والتوثيق بحد ذاتهما لا يقيان من المخاطر، بل يُوفّران المادة الخام التي تشتغل عليها عمليات التحليل والاستجابة والرصد. وتلتقي هذه القراءة مع ما طرحه Odimabo و (2020) Oduoza بشأن أهمية رصد علامات الفشل في مشاريع البناء، إذ أبرزوا أن قيمة التوثيق تتحقق حين يقترن بقدرة تشغيلية على ترجمته إلى فعل وقائي.

وأظهرت نتائج اختبار الفرضيات الفرعية بأسلوب الانحدار البسيط أن كل بُعد من أبعاد المتغير المستقل يحدث أثرًا مستقلًا دالًا إحصائيًا على المتغير التابع. فقد فسّر بُعد تحديد المخاطر وتوثيقها ما نسبته 45.0% من التباين في المتغير التابع، وفسّر بُعد تحليل المخاطر وتقييمها 52.4%، وفسّر بُعد تخطيط الاستجابة للمخاطر 49.4%، فيما فسّر بُعد الرصد والإنذار المبكر 57.2% وهي أعلى نسبة على المستوى الفردي. ويُعزى تصدر بُعد الرصد والإنذار المبكر في التفسير المنفرد إلى تموضعه عند نقطة الالتقاء بين البيانات والقرار، إذ يُترجم تطورات المخاطر إلى إشارات قابلة للتدخل، وهو ما يجعله الأقرب وظيفيًا إلى الحدّ من المخاطر التشغيلية. وتلتقي هذه القراءة مع ما طرحه Uddin (2025) بشأن أطر الهندسة الرقمية لإدارة المشاريع في تحسين السلامة والكفاءة، وتتقاطع كذلك مع ما عرضه Sia et al. (2024) بشأن برامج ضمان الصحة والسلامة المدفوعة بالبيانات.

وتكشف النتائج كذلك أن التأثير المنفرد لكل بُعد على المتغير التابع يفوق في إجماله مستوى التأثير المركّب الموزون في النموذج المتعدد، وهو ما يعكس وجود تداخل دلالي بين الأبعاد، حيث تنقسم الأبعاد قدرًا من التباين المفسّر في المتغير التابع. ويُعزى ذلك إلى الطبيعة التكاملية للمنظومة، إذ لا يعمل كل بُعد بمعزل عن الآخر، بل ضمن منظومة تشاركية تتبادل التأثير. وتلتقي هذه القراءة مع ما طرحه المنقوش وآخرون (2026) بشأن أطر إدارة المخاطر والأزمات في المشاريع الهندسية ودور التقنيات الناشئة في تعزيز التكامل بين مكونات المنظومة.

وفيما يخص العلاقة بين البُعد الأقل تأثيرًا والمتغير التابع، يُلاحظ أن بُعد تحديد المخاطر وتوثيقها رغم احتلاله المرتبة الأخيرة في حجم التأثير، إلا أنه لا يزال يُفسّر ما يقارب نصف التباين في المتغير التابع عند اختباره منفردًا، مما يؤكّد أن البنية التأسيسية للمنظومة تحمل قيمة ذاتية لا يمكن إغفالها. ويُعزى ذلك إلى أن غياب التوثيق المنظم للمخاطر يُحوّل عمليات الاستجابة إلى ممارسات ارتجالية، ويُفقد المنظومة

ذاكرتها المؤسسية. وتلتقي هذه القراءة مع ما طرحه عبدالستار (2022) بشأن أهمية المراقبة والتقييم في تحسين نتائج تنفيذ المشاريع، إذ أبرز أن غياب التوثيق يُضعف القدرة الرقابية على رصد الانحرافات.

وعلى الصعيد التطبيقي، تكشف النتائج أن الشركات المدروسة تمتلك بنية مؤسسية مهيأة لاستيعاب تطوير منظومتها في إدارة المخاطر، خاصةً في الجوانب المتعلقة بالتحليل الكمي والرصد اللحظي والتكامل التقني. ويُعزى ذلك إلى ارتفاع مستوى التأهيل العلمي والمهني لأفراد العينة، وإلى الطبيعة التنافسية لقطاع المقاولات في الرياض في ظل المشاريع الكبرى الجارية. وتلتقي هذه القراءة مع ما طرحه Okorie et al. (2024) بشأن تحديات السلامة في مشاريع البنية التحتية المستدامة، إذ أبرز أن قطاع البنية التحتية يواجه جيلاً جديداً من التحديات يتطلب جاهزية مؤسسية متجددة، وهو ما تعكسه الشركات المدروسة على نحو نسبي.

وكشفت النتائج أيضًا أن الفجوة بين التطبيق الفعلي للأبعاد ومستوى تأثيرها يُشير إلى أن النضج التطبيقي وحده ليس كافيًا، وأن قيمة المنظومة تتحقق في عمقها التشغيلي لا في مجرد حضورها الإجرائي. فبعد تحديد المخاطر وتوثيقها رغم تصدّره في التطبيق، تراجع في التأثير، فيما برز بُعد الرصد والإنذار المبكر في كلا المستويين. ويُعزى ذلك إلى أن البُعد الأخير يجمع بين الحضور الإجرائي والعمق الوظيفي، إذ لا يكفي بتسجيل المخاطر بل يُحوّلها إلى فعل قابل للقياس والمتابعة. وتلتقي هذه القراءة مع ما طرحه الشلبي (2024) بشأن دور المهندس المدني في تطبيق إجراءات الجودة والسلامة، إذ أبرز أن قيمة الإجراءات تتحقق في تطبيقها لا في توثيقها فحسب.

وفي السياق الأشمل، تُؤكّد نتائج الدراسة أن منظومة سجل المخاطر ومؤشرات الإنذار المبكر تُمثّل أحد المداخل الفاعلة لتحسين الأداء التشغيلي والسلامي في شركات المقاولات، وأن الاستثمار في تطويرها يُمثّل استثمارًا مباشرًا في كفاءة المشاريع وسلامتها. ويُعزى ذلك إلى الترابط الوثيق بين جودة إدارة المخاطر وجودة المخرجات النهائية للمشروع، سواء على صعيد سلامة العاملين أو ضبط الكلفة والجدول أو الالتزام بالموصفات. وتلتقي هذه القراءة مع ما طرحه حسام الدين ومحمود (2021) بشأن دور إدارة المخاطر في إنقاذ المشاريع المتعثرة، وتتقاطع كذلك مع ما عرضه العظامات (2020) بشأن أثر الهندسة البشرية في تعزيز الأمن والسلامة المهنية في الشركات الصناعية وشركات المقاولات، وما طرحه الجرابعة والطرانة (2022) بشأن دور اليقظة الاستراتيجية في جودة تنفيذ المشاريع.

3.5 توصيات الدراسة

في ضوء ما تقدّم، تُقدّم الدراسة جملة من التوصيات الموجّهة إلى شركات المقاولات العاملة في مشاريع البنية التحتية بمدينة الرياض، وإلى الجهات المالكة والاستشارية والتنظيمية ذات الصلة، وذلك على النحو الآتي:

- تطوير منظومات الرصد اللحظي عبر دمج التقنيات الذكية ومنصات إنترنت الأشياء في عمليات متابعة المخاطر الميدانية، بما يُتيح الانتقال من المتابعة الدورية المتقطعة إلى المراقبة المستمرة.
- بناء قواعد بيانات تاريخية موثوقة للمخاطر مستفيدةً من خبرات المشاريع السابقة، وتوظيفها مدخلاً لتعزيز التحليل الكمي للمخاطر بدلاً من الاعتماد المفرط على التقدير الخبير.
- تطوير أدلة إجرائية موحّدة لتحليل المخاطر وتقييمها داخل الشركات، تتضمن أدوات كمية مثل تحليل الحساسية ومحاكاة مونت كارلو وأشجار القرار، مع تدريب الكوادر على استخدامها.
- تخصيص موارد مالية وبشرية كافية لتنفيذ خطط الاستجابة للمخاطر، وضمان عدم بقائها وثائق إجرائية دون ترجمة فعلية.
- إنشاء وحدات متخصصة لإدارة المخاطر في الشركات تتمتع باستقلالية وظيفية، وترتبط مباشرة بالإدارة العليا، لضمان فاعلية القرار وسرعة التصعيد.
- ربط مؤشرات الإنذار المبكر بمنظومة صنع القرار في الإدارة العليا، وتطوير لوحات قيادة (Dashboards) تُتيح القراءة اللحظية لحالة المخاطر.
- تكثيف برامج التدريب المتخصص في إدارة المخاطر والسلامة المهنية للعاملين على مختلف المستويات، مع التركيز على المؤشرات القائدة في فحص السلامة الميدانية.
- تعزيز ثقافة المخاطر داخل الشركات بحيث يُنظر إلى إدارة المخاطر بوصفها مسؤولية مشتركة لا وظيفة منعزلة، وتشجيع الإبلاغ المبكر عن المخاطر دون خشية من العواقب.
- توظيف نماذج معلومات البناء (BIM) في ربط بيانات المخاطر بالتصميم والجدولة والتكلفة، بما يُتيح محاكاة سيناريوهات المخاطر قبل التنفيذ الفعلي.
- إدراج التحديث الدوري لسجل المخاطر ضمن متطلبات الجودة المعتمدة في الشركة، وربطه بمراحل المشروع الرئيسية، بحيث يكون التحديث إلزامياً لا اختياريًا.
- تطوير مؤشرات مركبة لقياس أداء السلامة تجمع بين المؤشرات القائدة والمؤشرات المتأخرة، بما يُتيح قراءة شاملة لمستوى الجاهزية ومستوى النتائج.

- تعزيز التكامل بين منظومة إدارة المخاطر ومنظومة ضمان الصحة والسلامة والبيئة (HSE) في الشركة، بحيث تتدفق البيانات بين المنظومتين بصورة سلسلة دون عزل وظيفي.
- تشجيع الشركات على تبني المقاربة الاستباقية في إدارة السلامة، عبر الاستثمار في أدوات استشراف المخاطر قبل وقوعها بدلاً من الاكتفاء بردود الفعل بعد وقوعها.
- توثيق دروس الحوادث والتجاوزات السابقة في ذاكرة مؤسسية يسهل الوصول إليها، وتوظيفها في تدريب الفرق الجديدة وفي تحديث منظومة المخاطر.
- تعزيز اليقظة الاستراتيجية في الشركات لاستشراف المتغيرات في البيئة الخارجية، وتعديل خطط التنفيذ في ضوء المستجدات قبل تحولها إلى مخاطر فعلية.
- دعوة الجهات التنظيمية إلى تطوير معايير إلزامية لسجل المخاطر ومؤشرات الإنذار المبكر في مشاريع البنية التحتية، تشمل الحد الأدنى من المتطلبات الإجرائية والقياسية.
- تشجيع الشراكات البحثية بين الشركات والجامعات لتطوير نماذج محلية للإنذار المبكر تتلاءم مع خصائص مشاريع البنية التحتية في البيئة السعودية.

4.5 الدراسات المستقبلية المقترحة

في ضوء ما توصلت إليه الدراسة، يُقترح إجراء مزيد من الدراسات في المجالات الآتية:

- دراسة أثر التكامل بين سجل المخاطر ونماذج معلومات البناء (BIM) على كفاءة إدارة المشاريع في قطاع البنية التحتية.
- دراسة الدور الوسيط لثقافة السلامة المؤسسية في العلاقة بين مؤشرات الإنذار المبكر وأداء السلامة في مشاريع التشييد.
- دراسة مقارنة بين شركات المقاولات في المدن الرئيسة بالمملكة العربية السعودية من حيث نضج تطبيق منظومة سجل المخاطر ومؤشرات الإنذار المبكر.
- دراسة أثر توظيف إنترنت الأشياء والذكاء الاصطناعي في تطوير منظومات الإنذار المبكر اللحظي في مشاريع البنية التحتية.
- دراسة العلاقة بين اليقظة الاستراتيجية ومؤشرات الإنذار المبكر بوصفهما مدخلين متكاملين لاستشراف المخاطر في المشاريع الكبرى.

- دراسة أثر منظومة سجل المخاطر ومؤشرات الإنذار المبكر على الأداء المالي للشركات المنفّذة لمشاريع البنية التحتية.
- دراسة تحديات تطبيق منظومات الإنذار المبكر في مشاريع البنية التحتية المستدامة، وأثرها على تحقيق أهداف الاستدامة.

Abstract

This study aimed to examine the impact of the risk register and early warning indicators, with its four dimensions: risk identification and documentation, risk analysis and assessment, risk response planning, and monitoring and early warning, on mitigating operational risks and enhancing execution safety in contracting companies implementing infrastructure projects in the city of Riyadh. The study adopted the descriptive-analytical approach and was applied to a stratified random sample of (325) participants from administrative and technical positions related to risk management, safety, and project execution. A questionnaire consisting of (28) items distributed across the study variables, in addition to demographic data, was developed. The validity and reliability of the instrument were verified through expert validity, internal consistency validity, and Cronbach's alpha coefficient. Data were statistically processed using SPSS through descriptive and inferential statistical methods, including simple and multiple regression analyses.

The results revealed a statistically significant impact at the significance level ($\alpha \leq 0.05$) of the independent variable dimensions, both collectively and individually, on the dependent variable, with the coefficient of determination for the overall model reaching ($R^2 = 0.734$). The monitoring and early warning dimension ranked first in terms of impact strength, followed by risk analysis, response planning, and finally risk identification and documentation. The study recommended developing real-time monitoring systems, enhancing quantitative risk analysis, building reliable historical databases, activating institutional safety culture, and integrating smart technologies into risk management within contracting companies.

Keywords: Risk Register, Early Warning Indicators, Operational Risks, Execution Safety, Contracting Companies, Infrastructure Projects, Riyadh.

المراجع

المراجع العربية

✕ أبو عرابي، طارق غالب. (2023). أثر تطبيق معايير الصحة والسلامة المهنية على الأداء التنظيمي: دراسة تطبيقية. [رسالة ماجستير غير منشورة]. جامعة السلطان قابوس، سلطنة عمان.
https://www.asu.edu.om/img/Dissertations/Dissertations_2023_m9d5_8501

[7.pdf](#)

✕ إلياس، محمد أحمد أنيس، والي، محمد إبراهيم زيدان، و سعادة، طارق إبراهيم صالح. (2025). استخدام مؤشرات نظام الإنذار المبكر في تحسين الأداء المالي لشركات التأمين: دراسة تطبيقية (رسالة دكتوراه غير منشورة). جامعة المنوفية، شبين الكوم. مسترجع من
<http://search.mandumah.com/Record/1635508>

✕ الجبوري، انتصار صابر نوري، الراوي، شيماء محمد سمير، أغا، ندى عبدالرزاق، و طه، آلاء عبدالواحد ذنون. (2025). تكامل أنظمة الدفع الإلكتروني وإنترنت الأشياء في خفض التكاليف التشغيلية: دراسة تطبيقية. مجلة تكريت للعلوم الإدارية والاقتصادية، مج21، ع72، 139 - 160.
مسترجع من <http://search.mandumah.com/Record/1659387>

✕ الجبوري، سوسن كريم هودان، و أبو شتيوي، قاسم سعد صكبان. (2022). أثر مؤشرات الإنذار المبكر للجهاز المصرفي على الناتج المحلي الإجمالي في العراق باستخدام انموذج ARDL. مجلة الغري للعلوم الاقتصادية والإدارية، مج18، ع3، 61 - 84. مسترجع من
<http://search.mandumah.com/Record/1402738>

✕ الجرابعة، محمد إبراهيم سلمان، و الطراونة، خالد عوض موسى. (2022). دور اليقظة الاستراتيجية في جودة تنفيذ المشاريع الخدمية: دراسة ميدانية في إدارة الأبنية والمشاريع الدولية في وزارة التربية والتعليم (رسالة ماجستير غير منشورة). جامعة مؤتة، مؤتة. مسترجع من
<http://search.mandumah.com/Record/1332002>

✕ حسام الدين، عبدالعزيز؛ ومحمود، السيد. (2021). دور إدارة المخاطر في إنفاذ المشاريع المتعثرة: دراسة حالة قطاع نقل الطاقة الكهربائية. المجلة العربية للإدارة، 41(2)، 127-150.
[/https://aja.journals.ekb.eg](https://aja.journals.ekb.eg)

- ✕ حسين، ولاء محمود عبده؛ وعلي، سيد مدبولي. (2020). إدارة المخاطر في إدارة مشروعات التشييد والبناء. مجلة كلية التجارة للبحوث العلمية - جامعة أسيوط، 57(2)، 1-38.
<https://search.mandumah.com/Record/776079/Details>
- ✕ الخريسات، أسماء زياد نعمان، و أبو زيد، محمد خير سليم. (2021). تحليل أسباب وآثار تأخير تنفيذ مشاريع الطرق في الأردن: دراسة تطبيقية (رسالة ماجستير غير منشورة). جامعة البلقاء التطبيقية، السلط. مسترجع من <http://search.mandumah.com/Record/1302617>
- ✕ خوجة، بوعبد الله؛ وعلمي، حسيية. (2022). أثر مؤشرات المخاطر الرئيسية على المخاطر التشغيلية - بالتطبيق على شركات التأمين الجزائرية. مجلة الحوكمة والمسؤولية الاجتماعية والتنمية المستدامة، 4(1)، 15-36. <https://asjp.cerist.dz/en/article/183637>
- ✕ الزيدي، حسين لازم مزبان، و العاني، فخر يوسف عبدالرزاق. (2025). مؤشرات الإنذار المبكر ودورها في تحديد انحرافات القطاع المصرفي: دراسة تحليلية للمؤشرات المعتمدة من قبل البنك المركزي العراقي والخاصة بأداء المصارف للفترة من 2018-2022. تنمية الرافدين، مج44، ع147، 62 - 84. مسترجع من <http://search.mandumah.com/Record/1681517>
- ✕ الشلبي، أحمد عبدالله. (2024). إجراءات الجودة والسلامة في مشاريع البنية التحتية: دور المهندس المدني في تطبيقها. مجلة جمعية العلوم السياسية والاجتماعية (JASPSS)، 12(1)، 1-22. <http://jasps.com>
- ✕ عبدالستار، إسكندر حسن. (2022). أثر المراقبة والتقييم على نتائج تنفيذ المشاريع. مجلة جامعة عدن الالكترونية - مجلة العلوم الإنسانية والاجتماعية، مج3، ع2، 67 - 74. مسترجع من <http://search.mandumah.com/Record/1557599>
- ✕ العظامات، عبدالله. (2020). أثر الهندسة البشرية على الأمن والسلامة المهنية في الشركات الصناعية والمقاولات. المجلة العربية للإدارة، 40(3)، 199-212. <https://aja.journals.ekb.eg>
- ✕ القهواوي، فؤاد سالم خليفة. (2024). تقييم ممارسات استراتيجيات إدارة المخاطر في شركات التشييد المحلية: دراسة تحليلية على شركات التشييد المنفذة لمشاريع البنية التحتية بمدينة زليتن. المجلة الأفروآسيوية للبحث العلمي، 2(1)، 211-229.
<https://aajsr.com/index.php/aajsr/article/view/120>

- ✉ الليبي، عصام محمد. (2023). الممارسات الفعلية لإدارة المخاطر في مشاريع البناء الليبية: دراسة حالة تطبيقية. المجلة العلمية للعلوم والتقنية (SJST)، 8(2)، 45-62. <https://sjst.scst.edu.ly/index.php/sjst/article/view/219>
- ✉ مخبي، نادية، و بن اشنهو، فريدة. (2024). فعالية مؤشرات النظام التشغيلي لجهاز الإنذار المبكر في الوقاية من خطر الديون المتعثرة على البنوك: دراسة حالة الجزائر. مجلة البشائر الاقتصادية، مج10، ع2، 125 - 142. مسترجع من <http://search.mandumah.com/Record/1475713>
- ✉ مصعب، دعاس، و عز الدين، عطية. (2021). نظام الإنذار المبكر Iris كأداة للتنبؤ بالمخاطر المالية لشركات التأمين: دراسة حالة الشركة الجزائرية للتأمينات CAAT. مجلة التنظيم والعمل، مج10، ع4، 19 - 34. مسترجع من <http://search.mandumah.com/Record/1539034>
- ✉ المنقوش، محمد عمر؛ وبعيو، طارق محمد؛ واسماعيل، مدحت اسماعيل المبروك؛ والفطيسي، هيثم عبدالله؛ والمدهم، عبدالله على؛ وامهيدي، حافظ. (2026). إدارة المخاطر والأزمات في المشاريع الهندسية: دور أطر إدارة المشاريع والتقنيات الناشئة. مجلة شمال إفريقيا للنشر العلمي (NAJSP)، 4(1)، 140-152. <https://najsp.com/index.php/home/article/view/766140>

المراجع الإنجليزية

- ✉ Al-Bayati, A. J. (2021). Enhancing the construction projects safety performance level to reduce injuries and fatalities. Journal of Advances in Management Research, 18(3), 441–459. <https://doi.org/10.1108/JAMR-08-2020-0198>
- ✉ Alruqi, W. M., & Hallowell, M. R. (2023). Proactive approach to measure safety management on building projects in Saudi Arabia. Advances in Civil Engineering, 2023, Article 6306157, 1–13. <https://doi.org/10.1155/2023/6306157>
- ✉ Chen, Y., Zhang, Y., & Xu, J. (2024). A review on construction safety: Hazards, mitigation strategies, and safety performance indicators. Buildings, 14(2), 526, 1–34. <https://doi.org/10.3390/buildings14020526>
- ✉ Kim, S., Choi, J., & Kim, G. (2023). Development of knowledge graph based on risk register to support risk management of construction projects. KSCE Journal of Civil Engineering, 27(7), 2835–2851. <https://doi.org/10.1007/s12205-023-1427-8>
- ✉ Liang, Y., & Liu, Q. (2022). Early warning and real-time control of construction safety risk of underground engineering based on building information modeling and internet of things. Neural Computing and Applications, 34(5), 3433–3442.
- ✉ Luo, H., Lin, L., Chen, K., Antwi-Afari, M. F., & Chen, L. (2022). Cost early-warning model system of large-scale construction project. Mathematical Problems in Engineering, 2022, Article 5531449, 1–15. <https://doi.org/10.1155/2022/5531449>

- ☒ Mohammadi, A., Tavakolan, M., & Khosravi, Y. (2022). Construction safety performance measurement using a leading indicator-based jobsite safety inspection method. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 28(4), 2458–2472. <https://doi.org/10.1080/10803548.2021.2012350>
- ☒ Odimabo, O. O., & Oduoza, C. F. (2020). Assessment of early warning signs predisposing building projects to failure in Nigeria. *Journal of Engineering, Design and Technology*, 18(6), 1403–1422. <https://doi.org/10.1108/JEDT-08-2019-0220>
- ☒ Okorie, V. N., Emuze, F. A., Smallwood, J., & van Wyk, J. (2024). Navigating occupational safety and health challenges in sustainable infrastructure construction. *Frontiers in Built Environment*, 10, Article 1414366, 1–18. <https://doi.org/10.3389/fbuil.2024.1414366>
- ☒ Sia, W. C., Ahmad, Z. A., Muhamad, S., Ali, A. R., & Hamdan, H. M. (2024, November). Effective Risk Management Through Data-Driven HSE Assurance Program for Safe Execution Project Delivery. In Abu Dhabi International Petroleum Exhibition and Conference (p. D011S014R004). SPE.
- ☒ Uddin, S. Z. (2025). Digital Engineering and Project Management Frameworks For Improving Safety And Efficiency In US Civil And Rail Infrastructure. *International Journal of Business and Economics Insights*, 5(3), 294-323
- ☒ Wang, X., Zhang, Y., Wang, J., Wang, X., & Tan, Y. (2025). Multi-source information integration systems for subway construction risk and early warning management: a case study. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 1-27.
- ☒ Yasser, M., Rashid, I. A., Nagy, A. M., & Elbehairy, H. S. (2022). Integrated model for BIM and risk data in construction projects. *Engineering Research Express*, 4(4), 045044. <https://doi.org/10.1088/2631-8695/aca804>
- ☒ Zhao, X., Hwang, B. G., & Phng, W. (2023). Construction risk management research: Intellectual structure and emerging themes. *International Journal of Construction Management*, 23(16), 2855–2871. <https://doi.org/10.1080/15623599.2023.2167303>

الملاحق

استمارة استبيان

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته

أخي الكريم / أختي الكريمة

تحية طيبة وبعد،

يقوم الباحثين بإجراء دراسة حول قياس أثر استخدام سجل المخاطر ومؤشرات الإنذار المبكر على خفض المخاطر التشغيلية وتحسين سلامة التنفيذ في مشاريع الهندسة والبنية التحتية: دراسة ميدانية على مشاريع المقاولات بمدينة الرياض

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

- 1- المؤهل العلمي □ دبلوم □ بكالوريوس □ ماجستير □ دكتوراه □
- 2- سنوات الخبرة □ 5 سنوات فأقل □ من 5 – 10 سنوات □ أكثر من 15 سنة □ من 10 – 15 سنة □
- 3- المسمى الوظيفي □ مدير مشروع □ مدير / مسؤول إدارة مخاطر □ مهندس السلامة □ مهندس تخطيط ومتابعة □ مهندس موقع / مشرف تنفيذ □
- 4- حجم الشركة □ أقل من 100 عامل □ من 100 – 500 عامل □ من 500 – 1000 عامل □ 1000 عامل فأكثر □
- 5- درجة تصنيف الشركة □ الدرجة الأولى □ الدرجة الثانية □ الدرجة الثالثة □

ثانيا محاور الاستبيان

✿ المحور الأول: سجل المخاطر ومؤشرات الإنذار المبكر، ضع إشارة (✓) في المربع المناسب لاختيارك:

المعترض بشدة	معارض	محايد	أوافق	أوافق بشدة	البعد
تحديد المخاطر وتوثيقها					
					تعتمد الشركة منهجية موثقة لتحديد المخاطر المحتملة في كل مرحلة من مراحل المشروع.
					يجري تصنيف المخاطر المُحدَّدة وفق مصادرها وطبيعتها في سجل مخاطر معتمد.
					تشارك فرق متعددة التخصصات في عملية تحديد المخاطر وتوثيقها.
					يُحدَّث سجل المخاطر بصورة دورية بما يعكس مستجدات المشروع.
تحليل المخاطر وتقييمها					
					تُستخدم أدوات كمية ونوعية في تقدير احتمال وقوع المخاطر وأثرها.
					يجري ترتيب المخاطر وفق درجة حرجيتها ضمن مصفوفة معتمدة.
					يُعاد تقييم المخاطر بصورة منتظمة مع تطور مراحل المشروع.
					تستند نتائج التحليل إلى بيانات تاريخية للمشاريع السابقة.
تخطيط الاستجابة للمخاطر					

المعارض بشدة	معارض	محايد	أوافق	أوافق بشدة	البعد
					تُحدّد الشركة استراتيجية استجابة ملائمة لكل خطر (تجنب/تخفيف/نقل/قبول).
					يُعيّن مسؤول واضح لكل إجراء استجابة مع تحديد جدوله الزمني.
					تُخصّص موارد مالية وبشرية كافية لتنفيذ خطط الاستجابة.
					تُربط خطط الاستجابة بمعايير الصحة والسلامة المهنية المعتمدة.
الرصد والإنذار المبكر					
					تُوظّف الشركة مؤشرات إنذار مبكر قابلة للقياس لمتابعة المخاطر.
					تُوفّر منظومة الرصد قراءات شبه لحظية لحالة المخاطر في المواقع.
					تُحدّد عتبات إنذار واضحة تُلزم بالتدخل عند تجاوزها.
					تُغذّي مؤشرات الإنذار المبكر منظومة صنع القرار في الإدارة العليا.

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

المبعد	أوافق بشدة	أوافق	محايد	معارض	معارض بشدة
انخفضت معدلات الحوادث في مواقع العمل بصورة ملموسة.					
تراجعت الإصابات المهنية بين العاملين في المشروع.					
تتقلص حالات التجاوز في تكلفة المشروع عن الموازنة المعتمدة.					
يلتزم المشروع بالجدول الزمني المخطط دون تأخيرات جوهرية.					
تحسّن مؤشرات الأداء التشغيلي بصورة منتظمة.					
ترتفع مؤشرات السلامة المهنية القائدة في المواقع.					
يلتزم العاملون باشتراطات الصحة والسلامة المهنية.					
يُلتزم بالمواصفات الفنية والمعايير المعتمدة في التنفيذ.					
تتطابق مخرجات المشروع مع متطلبات الجودة المتعاقد عليها.					
يُحقّق الامتثال للأنظمة واللوائح الحكومية ذات الصلة.					
تتراجع البلاغات المتعلقة بمخالفات السلامة في المواقع.					
يُعاد توظيف دروس الحوادث السابقة في تحسين الأداء الحالي.					

مع خالص التقدير والاحترام

Mid Ocean University

College of Management

Department of risk management



**The Impact of Using Risk Registers and Early
Warning Indicators on Reducing Operational Risks
and Improving Execution Safety in Engineering and
Infrastructure Projects: A Field Study on
Contracting Projects in Riyadh City**

Prepared by:

Fahad Hussain Alqahtani

253000229

Main supervisor/

Dr. Al-Faisal Abdelhamid

Second supervisor/

Dr. Fayez Jarad

2026 – 1448