

جامعة ميدأوشن

كلية الإدارة

ماجستير / إدارة المشاريع



”أثر ادارہ المخاطر الهندسية في تحسين كفاءة تنفيذ مشاريع صيانه الطرق والبنية التحتية”

إعداد الطالب/

عبد الله محمد القحطاني

إشراف/

أ.د. الفیصل عبد الحمید محمد

أ.د. فايز علي جراد

العام الدراسي:

٢٠٢٦

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

الشكر والتقدير

الحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات، والصلاة والسلام على معلم البشرية هادياً وبشيراً، وعلى آله وصحبه ومن تبعهم بإحسان.. أما بعد،

تقديراً لأهل الفضل والوفاء، وامثالاً للتوجيه النبوي الكريم في شكر الناس، يسعدني ببالغ الامتنان أن أرفع أسمى عبارات التقدير إلى جامعة ميدأوشن، منارتنا العلمية المتميزة، لجهودها الرائدة في رعاية البحث العلمي وتهيئة السبل للباحثين.

كما أتوجه بفيض من الإجلال والتقدير للأستاذين القديرين الذين حظيت بشرف نهل العلم من معينهما، وتوجيههما الأكاديمي الراقي طوال مسيرة هذا البحث:

الأستاذ الدكتور/ الفیصل عبدالحمید محمد الأستاذ الدكتور/ فايز علي جراد

لقد غمراني بكريم فضلهما، وسعة صدرهما، ونصحهما العلمي الثمين الذي كان له الأثر البالغ في نضج هذا العمل وإتمامه، فجزاهما الله عني خير ما يجزي العلماء والعاملين.

والشكر موصول ببالغ التقدير إلى السادة أعضاء لجنة المناقشة الموقرين، لجميل تفضلهم بقراءة هذا الجهد المتواضع وإثرائه بآرائهم النيرة.

وإلى كل الأوفياء والزملاء الذين شدوا على عضدي، وشاركوني رحلة السعي والاجتهاد، لكم مني

وافر الامتنان والتقدير،،

اهداء

إلى النفوس الطاهرة والأرواح التي سكنت قلبي ومرافقت خطواتي . . .

إلى والديّ الكريمين؛

منبع الضياء، وجميل الدعاء، وسر كل نجاح وتوفيق .

إلى إخوتي وأقاربي وعائلتي؛

سندي المتين في دروب الحياة، ومن شاركوني تطلعاتي بكل حب .

إلى كل من تمنى لي الخير وبعث في نفسي الأمل . .

أهديكم هذا الثمر الصغير من غرسكم الطيب .

فهرس المحتويات

الصفحة	العنوان
أ	فهرس المحتويات
ت	قائمة الجداول
ث	قائمة الاشكال
ج	الملخص
الفصل الأول: المقدمة واشكالية البحث	
٢	المقدمة
٣	مشكلة البحث
٤	أهمية الدراسة
٤	الأهمية العلمية (النظرية)
٤	الأهمية العملية (التطبيقية)
٥	الأهداف
٥	تساؤلات الدراسة
٦	فرضيات البحث
٧	النظرية العلمية المتبعة لإعداد البحث
الفصل الثاني: الاطار النظري والدراسات السابقة	
٩	تمهيد:
١٠	المبحث الأول: الإطار النظري:
١٠	المبحث الأول: الإطار المفاهيمي لإدارة المخاطر الهندسية في المشاريع
١٠	المطلب الأول: مفهوم المخاطر وإدارة المخاطر الهندسية في المشاريع
١٢	المطلب الثاني: مصادر وأنواع المخاطر في مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية
١٣	المبحث الثاني: عمليات إدارة المخاطر الهندسية في مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية
١٤	المطلب الأول: تحديد وتحليل المخاطر الهندسية في المشاريع
١٥	المطلب الثاني: استراتيجيات الاستجابة والتحكم في المخاطر الهندسية
١٦	المبحث الثالث: دور إدارة المخاطر الهندسية في تحسين كفاءة تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية
١٧	المطلب الأول: أثر إدارة المخاطر الهندسية على ضبط الوقت والتكلفة في المشاريع
١٧	المطلب الثاني: أثر إدارة المخاطر الهندسية على جودة التنفيذ وتحسين الأداء التشغيلي
١٨	المطلب الثالث: دور إدارة المخاطر الهندسية في دعم اتخاذ القرار ورفع كفاءة إدارة المشروع
١٨	المبحث الرابع: واقع مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية في المملكة العربية السعودية
١٩	المطلب الأول: واقع قطاع الطرق والبنية التحتية في المملكة العربية السعودية

٢٠	المطلب الثاني: التحديات والمخاطر المرتبطة بمشاريع صيانة الطرق في المملكة العربية السعودية
٢١	المطلب الثالث: أهمية إدارة المخاطر الهندسية في تحسين كفاءة مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية بالمملكة
٢٢	المبحث الثاني: الدراسات السابقة
٣٠	المنطلقات النظرية للدراسة
الفصل الثالث: المنهجية وطرق البحث	
٣٣	تمهيد
٣٤	منهج البحث
٣٤	مجتمع البحث
٣٥	عينة الدراسة
٣٥	جمع البيانات
٣٦	مصادر جمع البيانات
٣٦	أدوات الدراسة
٣٧	حدود الدراسة
٣٨	اختبار الثبات
٣٩	صدق الاستبانة
٤١	الصدق البنائي
الفصل الرابع: الدراسة الميدانية	
٤٤	أولاً: التحليل الوصفي للدراسة
٤٦	ثانياً: تحليل آراء أفراد عينة الدراسة
٤٧	أولاً : إدارة المخاطر الهندسية
٥٠	ثانياً : كفاءة تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية
٥٢	ثالثاً: اختبار الفرضيات
٥٥	النتائج
٥٦	التوصيات
٥٧	الحلول والمقترحات
٥٨	الخاتمة
٦٢	المراجع العربية
٦٢	المراجع الإنجليزية

قائمة الجداول

رقم الجدول	عنوان الجدول	الصفحة
جدول (٣-١)	معامل ألفا كرو نباخ لقياس ثبات الاستبانة	٣٨
جدول (٣-٢)	يوضح معامل الارتباط بين كل فقرة من فقرات متغير إدارة المخاطر الهندسية والدرجة الكلية للمتغير	٣٩
جدول (٣-٣)	يوضح معامل الارتباط بين كل فقرة من فقرات متغير كفاءة تنفيذ مشاريع البنية التحتية والدرجة الكلية للمتغير	٤٠
جدول (٣-٤)	معامل الارتباط بين درجة كل متغير من متغيرات الدراسة والدرجة الكلية للاستبانة	٤١
جدول (٤-٥)	توزيع عينة الدراسة حسب الجنس	٤٤
جدول (٤-٦)	توزيع عينة الدراسة حسب المستوى التعليمي	٤٥
جدول (٤-٧)	توزيع عينة الدراسة حسب سنوات الخبرة	٤٥
جدول (٤-٨)	الحدود الحقيقية لفئات المتوسط الحسابي	٤٦
جدول (٤-٩)	المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية والوزن النسبي لفقرات متغير إدارة المخاطر الهندسية	٤٧
جدول (٤-١٠)	المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية والوزن النسبي لفقرات متغير كفاءة تنفيذ مشاريع البنية التحتية	٥٠
جدول (٤-١١)	ارتباط إدارة المخاطر الهندسية بأنواعها بالمتغير التابع (كفاءة تنفيذ مشاريع البنية التحتية)	٥٣
جدول (٤-١٢)	نتائج تحليل الانحدار الخطي البسيط لتحديد المخاطر على كفاءة تنفيذ مشاريع البنية التحتية	٥٣
جدول (٤-١٣)	نتائج تحليل الانحدار الخطي البسيط لتطوير استراتيجيات معالجة المخاطر على كفاءة تنفيذ مشاريع البنية التحتية	٥٤

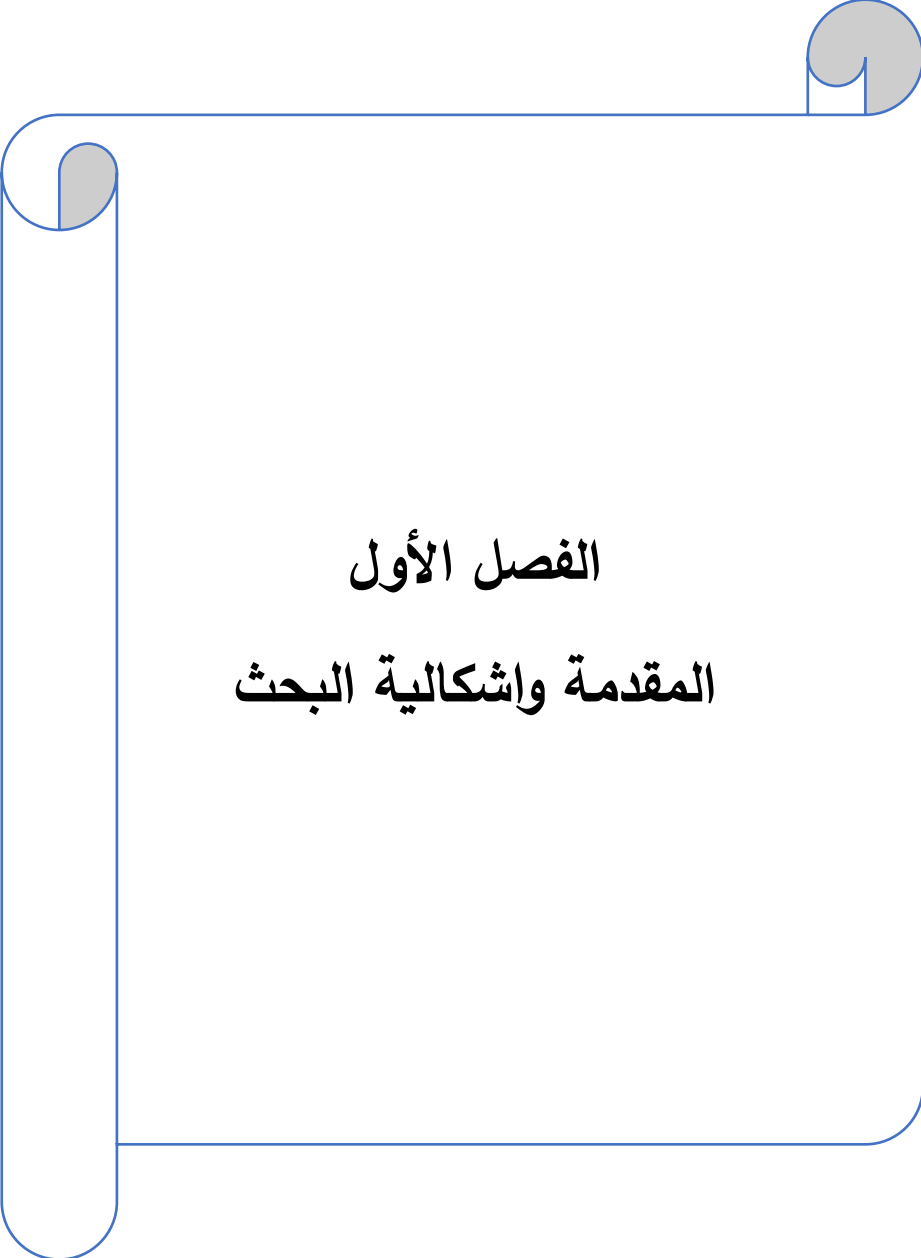
قائمة الاشكال

الصفحة	عنوان الشكل	رقم الشكل
٦	نموذج الدراسة	شكل (١-١)
٤٤	توزيع عينة الدراسة حسب الجنس	شكل (٢-٤)
٤٥	توزيع عينة الدراسة حسب المستوى التعليمي	شكل (٣-٤)
٤٦	توزيع عينة الدراسة حسب سنوات الخبرة	شكل (٤-٤)

الملخص:

هدفت هذه الدراسة إلى التعرف على أثر إدارة المخاطر الهندسية في تحسين كفاءة تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية بمدينة الرياض في المملكة العربية السعودية، من خلال دراسة أبعاد إدارة المخاطر الهندسية المتمثلة في تحديد المخاطر وتقييم المخاطر وتطوير استراتيجيات معالجة المخاطر، وبيان أثرها في رفع كفاءة تنفيذ المشاريع. واعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي، وتم جمع البيانات باستخدام الاستبانة التي وُزعت على عينة مكونة من (٣٨٤) فرداً من العاملين في مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية بمدينة الرياض. وتم تحليل البيانات باستخدام البرنامج الإحصائي (SPSS Version 26)، من خلال مجموعة من الأساليب الإحصائية شملت التكرارات والنسب المئوية والمتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية ومعامل ارتباط بيرسون وتحليل الانحدار الخطي البسيط. وأظهرت النتائج ارتفاع مستوى تطبيق إدارة المخاطر الهندسية وارتفاع مستوى كفاءة تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية، كما بينت النتائج وجود علاقة ارتباط إيجابية قوية وأثر ذي دلالة إحصائية لإدارة المخاطر الهندسية بأبعادها المختلفة في تحسين كفاءة تنفيذ المشاريع. وأوصت الدراسة بضرورة تعزيز ممارسات إدارة المخاطر الهندسية، وتطوير آليات تحديد المخاطر وتقييمها، وتبني الأنظمة الرقمية الحديثة، وتوفير برامج تدريبية متخصصة للعاملين بما يسهم في رفع كفاءة تنفيذ مشاريع البنية التحتية وتحقيق أهدافها بكفاءة وفاعلية.

الكلمات المفتاحية: إدارة المخاطر الهندسية، كفاءة التنفيذ، صيانة الطرق، البنية التحتية، إدارة المشاريع.

A decorative scroll frame with a blue outline and grey shaded scroll ends, enclosing the title text.

الفصل الأول

المقدمة واشكالية البحث

المقدمة:

تُعد مشاريع البنية التحتية من أهم مكونات التطور العمراني والاقتصادي، لما تمثله من أصول استراتيجية ترتبط باستمرارية الخدمات ورفع كفاءة الأنشطة المختلفة داخل المجتمعات. وتأتي مشاريع الطرق وصيانتها في مقدمة هذه المشاريع نظرًا لدورها في المحافظة على كفاءة شبكات النقل وضمان استدامة الأصول القائمة. إلا أن طبيعة هذه المشاريع وما تتضمنه من أعمال هندسية متداخلة ومتطلبات تشغيلية معقدة تجعل تنفيذها عرضة للعديد من التحديات التي قد تؤثر في تحقيق أهدافها المتعلقة بالوقت والتكلفة والجودة.

وتواجه مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية بيئة تنفيذ تتسم بدرجة مرتفعة من عدم اليقين، نتيجة تعدد الأطراف المشاركة، وتنوع الظروف الميدانية، واحتمالية ظهور متغيرات غير متوقعة أثناء مراحل التنفيذ. وقد تنعكس هذه التحديات في صورة تأخر في إنجاز الأعمال، أو ارتفاع في التكاليف، أو انخفاض في مستوى الجودة الفنية للمخرجات، مما يؤكد أهمية تبني ممارسات إدارية وهندسية قادرة على التعامل مع هذه المتغيرات بصورة استباقية (Abdulmoneim et al., 2021).

وفي هذا الإطار، تمثل إدارة المخاطر الهندسية أحد المداخل الحديثة التي تسهم في تعزيز قدرة المشاريع على مواجهة حالات عدم التأكد وتحسين كفاءة التنفيذ. فهي لا تقتصر على التعامل مع المشكلات بعد حدوثها، بل تعتمد على منهجية منظمة تبدأ بتحديد مصادر المخاطر وتحليل احتمالية وقوعها وتقدير تأثيراتها، ثم تطوير استجابات مناسبة للحد من آثارها ودعم عملية اتخاذ القرار خلال دورة حياة المشروع (Shoeb, 2015).

وتزداد أهمية إدارة المخاطر الهندسية في مشاريع صيانة الطرق تحديدًا بسبب ارتباطها بأصول قائمة تتأثر بالعمر التشغيلي والاستخدام المستمر والظروف البيئية المختلفة، فنجاعها يعتمد بدرجة كبيرة على دقة تقييم الحالة الحالية للطريق، واختيار أساليب الصيانة المناسبة، وإدارة الموارد والأنشطة التنفيذية بكفاءة. ومن ثم فإن وجود نظام فعال لإدارة المخاطر يساعد على تقليل الانحرافات وتحسين القدرة على الالتزام بالخطط الزمنية والمالية وتحقيق مستويات أعلى من الجودة في الأعمال المنفذة (Issa et al., 2023).

وبناءً على ذلك، تبرز الحاجة إلى دراسة أثر إدارة المخاطر الهندسية في تحسين كفاءة تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية، من خلال تحليل الدور الذي تؤديه ممارسات تحديد المخاطر وتقييمها والاستجابة لها في تعزيز أداء المشاريع وتقليل العوامل التي قد تعيق تحقيق أهدافها. وتسعى هذه الدراسة إلى الإسهام في فهم العلاقة بين تطبيق إدارة المخاطر الهندسية ومستوى كفاءة التنفيذ في هذا النوع من المشاريع، بما يدعم تطوير الممارسات الإدارية والهندسية المرتبطة بإدارة المشاريع.

مشكلة البحث:

تمثل مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية أحد المجالات الهندسية التي تتطلب مستوى مرتفعاً من التخطيط والتنظيم نظراً لحساسيتها وتعدد العوامل المؤثرة في مراحل تنفيذها. وعلى الرغم من التطور في أساليب إدارة المشاريع، إلا أن العديد من هذه المشاريع ما تزال تواجه تحديات مرتبطة بالتأخير في الإنجاز، وزيادة التكاليف، وصعوبة المحافظة على المستوى المطلوب من الجودة، وهي تحديات ترتبط بدرجة كبيرة بقدرة الجهات المنفذة على التعامل مع المخاطر المصاحبة للمشروع بكفاءة وفعالية.

وتنشأ المخاطر في مشاريع صيانة الطرق نتيجة مجموعة من العوامل المتداخلة، تشمل الجوانب الفنية والهندسية، مثل عدم الدقة في تقييم حالة الطريق أو ظهور ظروف ميدانية غير متوقعة، إضافة إلى الجوانب التنظيمية والمالية المرتبطة بالتنسيق بين الأطراف، وتوفر الموارد، والتغيرات التي قد تؤثر على سير التنفيذ، ويؤدي ضعف التعامل مع هذه المخاطر إلى انتقال آثارها بين مراحل المشروع المختلفة، مما قد ينعكس سلباً على مؤشرات الأداء الأساسية المتمثلة في الوقت والتكلفة والجودة (Sharma & Gupta, 2019).

وعلى الرغم من أهمية إدارة المخاطر في تحسين أداء المشاريع الهندسية، إلا أن التطبيق العملي لبعض المشاريع لا يزال يميل إلى التعامل مع المخاطر بصورة تفاعلية بعد ظهور آثارها، بدلاً من اعتماد منهجية استباقية قائمة على التحديد والتحليل والتخطيط للاستجابة، ويؤدي هذا الأسلوب إلى محدودية القدرة على السيطرة على التحديات المفاجئة، وزيادة احتمالية حدوث الانحرافات التي تؤثر على كفاءة تنفيذ المشروع (Rehman & Ishak, 2024).

كما أن خصوصية مشاريع صيانة الطرق، بما تتضمنه من مراحل تنفيذية متعددة وظروف تشغيلية متغيرة، تجعل الحاجة إلى إدارة المخاطر الهندسية أكثر أهمية مقارنة ببعض أنواع المشاريع الأخرى، فغياب منهجية واضحة لإدارة المخاطر قد يحد من قدرة المشروع على تحقيق أهدافه بكفاءة، في حين أن تطبيق ممارسات فعالة لإدارة المخاطر يمكن أن يساهم في تحسين التخطيط، ورفع جودة القرارات، وتعزيز السيطرة على عناصر التنفيذ المختلفة (Elsaied & Alghamdi, 2024).

وعلى الرغم من تعدد الدراسات التي تناولت المخاطر في مشاريع الإنشاء والبنية التحتية، إلا أن جانباً من هذه الدراسات ركز على تحديد أنواع المخاطر أو قياس تأثيرها على أداء المشاريع بشكل عام، بينما ما تزال الحاجة قائمة إلى مزيد من الدراسات التي تبحث بصورة مباشرة في أثر إدارة المخاطر الهندسية على كفاءة تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية، خاصة من خلال الربط بين ممارسات إدارة المخاطر ومؤشرات الكفاءة التنفيذية للمشروع.

وعليه، تتمثل مشكلة الدراسة في الحاجة إلى فهم مدى مساهمة إدارة المخاطر الهندسية في تحسين كفاءة تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية، ويمكن صياغة المشكلة من خلال التساؤل الرئيس الآتي: ما أثر إدارة المخاطر الهندسية في تحسين كفاءة تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية؟

أهمية الدراسة:

تتبع أهمية هذه الدراسة من الأهمية المتزايدة التي تكتسبها مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية في دعم التنمية الاقتصادية والاجتماعية، حيث تمثل هذه المشاريع أحد العناصر الأساسية التي تسهم في تحسين كفاءة شبكات النقل وتعزيز استدامة المرافق العامة. ومع اتساع نطاق هذه المشاريع وتعقيدها الفني والتنظيمي، أصبحت عملية إدارتها تتطلب تبني ممارسات إدارية متقدمة قادرة على التعامل مع التحديات والمخاطر المحتملة التي قد تؤثر في مسار التنفيذ. وفي هذا الإطار تبرز إدارة المخاطر الهندسية بوصفها أداة أساسية تساعد في التعرف على مصادر الخطر وتحليل آثارها ووضع الإجراءات المناسبة للتعامل معها بصورة استباقية. ومن ثم فإن دراسة أثر إدارة المخاطر الهندسية في تحسين كفاءة تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية تمثل مجالاً مهماً يسهم في تعزيز كفاءة إدارة المشاريع وتحسين جودة مخرجاتها وتقليل احتمالات التعثر أو الفشل في تنفيذها.

الأهمية العلمية (النظرية)

تتمثل الأهمية العلمية لهذه الدراسة في إسهامها في تعزيز المعرفة العلمية المرتبطة بإدارة المخاطر في مجال إدارة المشاريع الهندسية، ولا سيما في مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية التي تتسم بدرجة عالية من التعقيد الفني والتشغيلي. كما تسعى الدراسة إلى توضيح العلاقة بين ممارسات إدارة المخاطر الهندسية وكفاءة تنفيذ المشاريع، وهو ما يسهم في إثراء الأدبيات العلمية في مجال إدارة المشاريع من خلال تقديم إطار معرفي يربط بين مفاهيم إدارة المخاطر ومؤشرات الأداء في المشاريع الإنشائية. إضافة إلى ذلك، تقدم الدراسة تحليلاً علمياً يمكن أن يشكل أساساً لدراسات مستقبلية تهتم بتطوير نماذج أكثر فاعلية لإدارة المخاطر في مشاريع البنية التحتية، بما يسهم في دعم التوجهات البحثية المعاصرة في هذا المجال.

الأهمية العملية (التطبيقية)

تكتسب هذه الدراسة أهمية تطبيقية من خلال النتائج التي يمكن أن تقدمها للجهات المسؤولة عن تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية، سواء كانت جهات حكومية أو شركات مقاولات أو مؤسسات استشارية، حيث تساعد في إبراز الدور الذي يمكن أن تؤديه إدارة المخاطر الهندسية في تحسين كفاءة تنفيذ المشاريع وتقليل المشكلات التي قد تواجهها خلال مراحل التنفيذ المختلفة. كما يمكن أن تسهم نتائج الدراسة في مساعدة مديري المشاريع والمهندسين على تبني أساليب أكثر فاعلية في تحديد المخاطر وتحليلها وإدارتها،

بما ينعكس إيجاباً على تقليل التأخيرات الزمنية والحد من تجاوز التكاليف وتحسين جودة الأعمال المنفذة. إضافة إلى ذلك، قد تسهم الدراسة في دعم عملية اتخاذ القرار لدى الجهات المعنية من خلال توفير مؤشرات علمية تساعد في تطوير ممارسات إدارة المخاطر في مشاريع البنية التحتية.

الأهداف:

الهدف الرئيسي:

تسعى هذه الدراسة بصورة رئيسة إلى تحليل أثر اداره المخاطر الهندسية في تحسين كفاءة تنفيذ مشاريع صيانه الطرق والبنية التحتية،

ويتفرع عن هذا الهدف الرئيس مجموعة من الأهداف الفرعية تتمثل في الآتي:

1. التعرف على أثر تحديد المخاطر الهندسية في تحسين كفاءة تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية.
2. تحليل أثر تقييم المخاطر الهندسية في تعزيز كفاءة تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية.
3. تحديد أثر تطوير استراتيجيات معالجة المخاطر الهندسية في تحسين كفاءة تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية.
4. قياس أثر إدارة المخاطر الهندسية بمختلف أبعادها في تحسين كفاءة تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية بصورة عامة.

تساؤلات الدراسة:

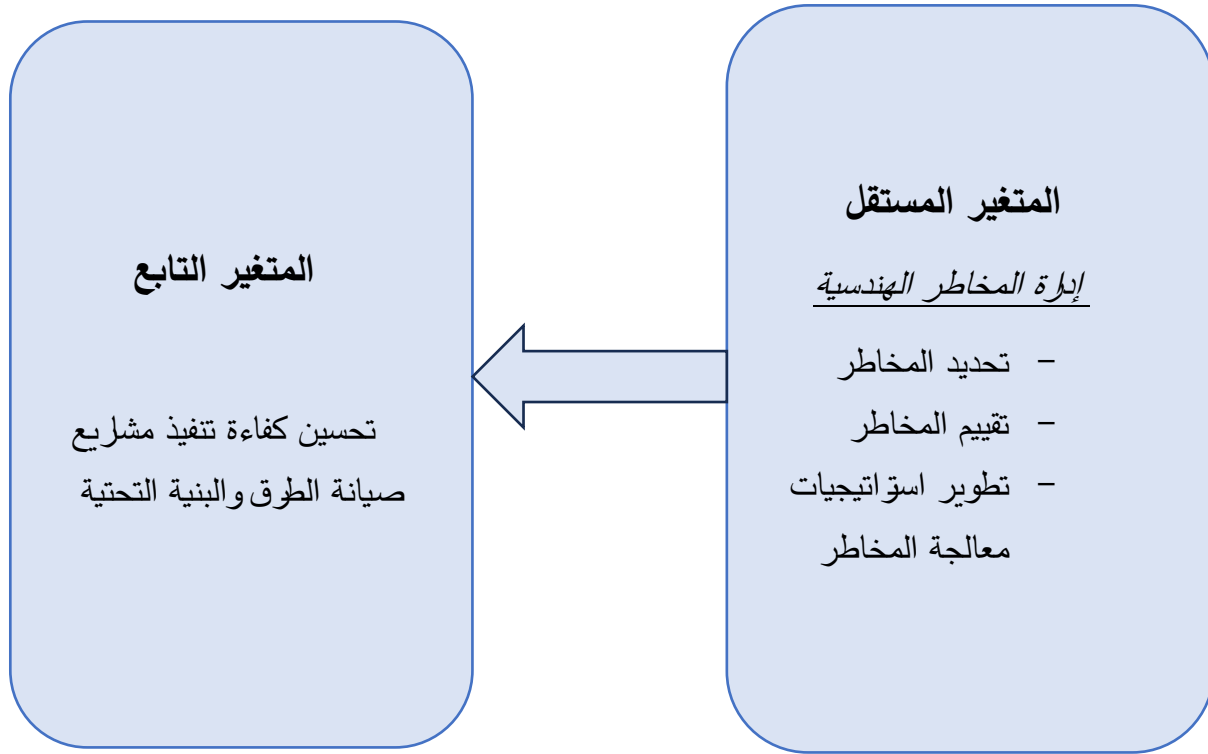
استناداً إلى مشكلة الدراسة وأهدافها، تسعى الدراسة للإجابة عن التساؤل الرئيس الآتي: ما أثر إدارة المخاطر الهندسية في تحسين كفاءة تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية؟

وينبثق عن هذا التساؤل الرئيس مجموعة من التساؤلات الفرعية، وهي:

1. ما واقع تطبيق إدارة المخاطر الهندسية في مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية؟
2. ما مستوى تحسين كفاءة تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية؟
3. ما أثر تحديد المخاطر الهندسية في تحسين كفاءة تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية؟
4. ما أثر تقييم المخاطر الهندسية في تحسين كفاءة تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية؟
5. ما أثر تطوير استراتيجيات معالجة المخاطر الهندسية في تحسين كفاءة تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية؟

فرضيات البحث:

بناء على مشكلة الدراسة وأهدافها وكذلك الاستفادة من الدراسات السابقة، ومن أجل دراسة النموذج المعرفي والموضح بالشكل أدناه:



شكل (١) نموذج الدراسة

المصدر من اعداد الباحث

وتم صياغة فرضيات البحث كالتالي:

الفرضية الرئيسية الأولى: لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى $(\alpha \leq 0.05)$ لإدارة المخاطر الهندسية في تحسين كفاءة تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية. ومنها تنبثق الفرضيات الفرعية التالية:

١. لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى $(\alpha \leq 0.05)$ لتحديد المخاطر الهندسية في تحسين كفاءة تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية.

٢. لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى $(\alpha \leq 0.05)$ لتقييم المخاطر الهندسية في تحسين كفاءة تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية.

٣. لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى ($\alpha \leq 0.05$) لتطوير استراتيجيات معالجة المخاطر الهندسية في تحسين كفاءة تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية.

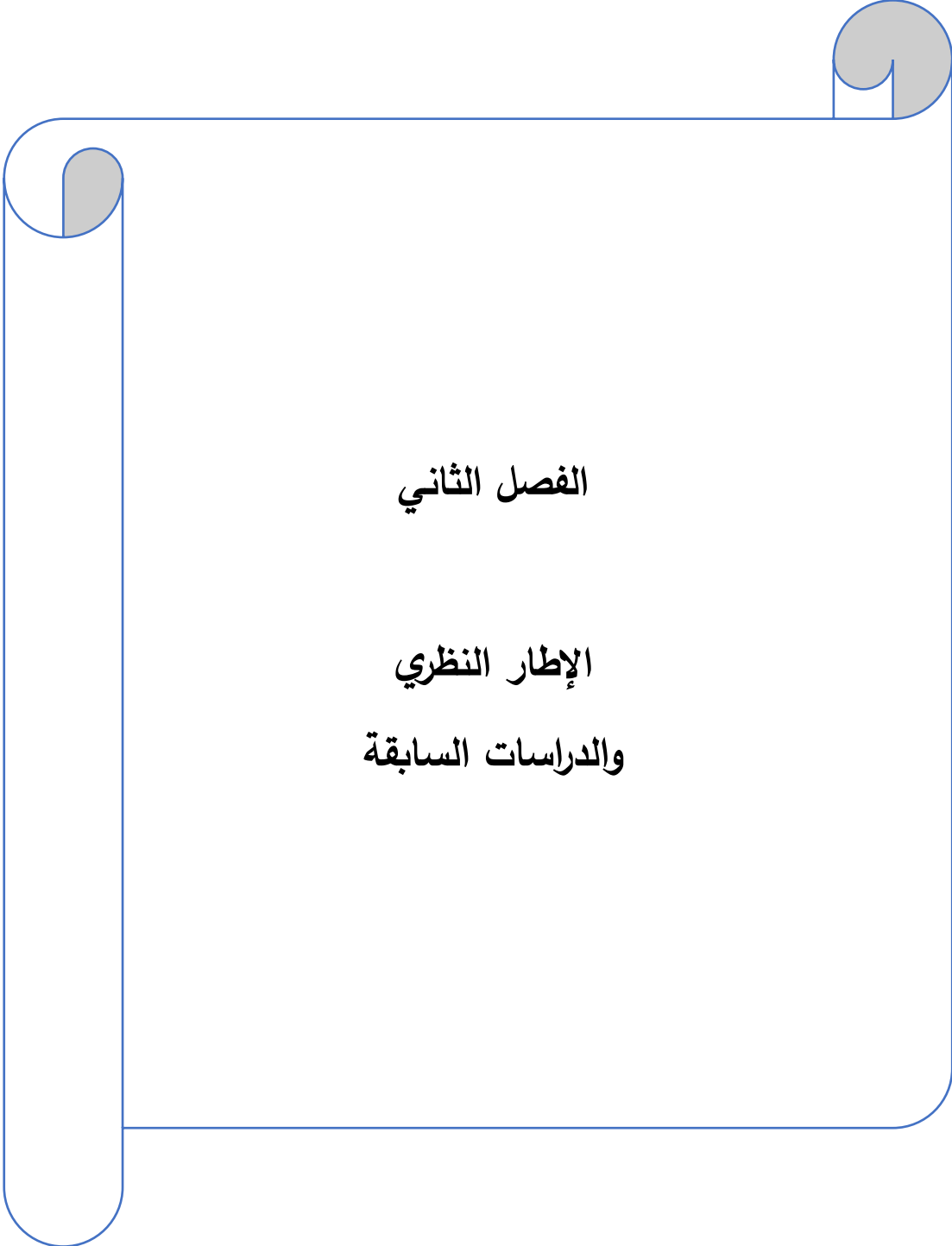
النظرية العلمية المتبعة لإعداد البحث

استندت هذه الدراسة إلى نظرية إدارة المخاطر (Risk Management Theory) باعتبارها الإطار النظري الأكثر ملاءمة لتفسير العلاقة بين إدارة المخاطر الهندسية وكفاءة تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية. وتنطلق هذه النظرية من فكرة أساسية مفادها أن نجاح المشاريع لا يعتمد فقط على التخطيط والتنظيم وتوفير الموارد، وإنما يرتبط بقدرة إدارة المشروع على التعرف المبكر على المخاطر المحتملة وتحليلها وتقييم آثارها ووضع الاستجابات المناسبة للتعامل معها قبل أن تتحول إلى مشكلات تؤثر على تحقيق أهداف المشروع. وترى نظرية إدارة المخاطر أن المشاريع تعمل في بيئات تتسم بدرجات متفاوتة من عدم التأكد، وأن المخاطر تعد جزءاً طبيعياً من دورة حياة أي مشروع، خصوصاً المشاريع الهندسية ومشاريع البنية التحتية التي تتأثر بعوامل فنية وبيئية وتنظيمية ومالية متعددة. ومن هذا المنطلق تؤكد النظرية أن الإدارة الفعالة للمخاطر تسهم في تقليل احتمالات التعثر، وخفض التكاليف غير المتوقعة، وتحسين جودة المخرجات، وتعزيز القدرة على الالتزام بالجدول الزمنية المحددة.

وتتمحور النظرية حول مجموعة من العمليات المتكاملة تبدأ بتحديد المخاطر المحتملة التي قد تواجه المشروع، ثم تقييم تلك المخاطر من خلال تقدير احتمالية حدوثها وحجم تأثيرها، يلي ذلك تطوير استراتيجيات مناسبة لمعالجة المخاطر أو الحد من آثارها السلبية. وتؤكد النظرية أن فعالية هذه العمليات تنعكس بصورة مباشرة على مستوى الأداء والكفاءة في تنفيذ المشاريع، حيث تساعد متخذي القرار على التعامل مع التحديات بصورة استباقية بدلاً من الاقتصار على ردود الأفعال بعد وقوع المشكلات.

وتتوافق هذه النظرية مع طبيعة الدراسة الحالية التي تبحث في أثر إدارة المخاطر الهندسية بأبعادها المتمثلة في تحديد المخاطر وتقييمها وتطوير استراتيجيات معالجتها على كفاءة تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية. فكلما ارتفع مستوى تطبيق هذه الممارسات، ازدادت قدرة الجهات المنفذة على السيطرة على المشكلات المحتملة وتحسين استغلال الموارد المتاحة وتحقيق الأهداف الزمنية والمالية والفنية للمشروع بكفاءة أكبر.

وبناءً على ذلك، تم اعتماد نظرية إدارة المخاطر كأساس علمي لتفسير العلاقة بين متغيرات الدراسة، حيث توفر إطاراً نظرياً يوضح الكيفية التي يمكن من خلالها لممارسات إدارة المخاطر الهندسية أن تسهم في رفع كفاءة تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية وتحقيق مستويات أفضل من الأداء والنجاح المؤسسي.

A decorative border in the shape of a scroll, drawn with a blue line. It starts at the top right, goes left, then down, then right, and finally down again. The corners are rounded, and there are small circular motifs at the top right and bottom left of the scroll's path.

الفصل الثاني

الإطار النظري

والدراسات السابقة

تمهيد:

شهدت العقود الأخيرة تطوراً متسارعاً في حجم وتعقيد مشاريع البنية التحتية وصيانة الطرق، الأمر الذي جعل هذه المشاريع أكثر عرضة للعديد من المخاطر الهندسية والفنية والتنظيمية التي قد تؤثر بصورة مباشرة على قدرتها في تحقيق أهدافها المخططة. وفي ظل التوسع المستمر في تنفيذ مشاريع البنية التحتية وما تتطلبه من استثمارات مالية كبيرة وموارد بشرية وفنية متعددة، برزت إدارة المخاطر الهندسية كأحد المرتكزات الأساسية التي تعتمد عليها المؤسسات لضمان نجاح المشاريع وتحقيق مستويات مرتفعة من الكفاءة والجودة والاستدامة.

وتُعد إدارة المخاطر الهندسية منهجاً إدارياً منظماً يهدف إلى التعرف على المخاطر المحتملة وتحليلها وتقييم آثارها ووضع الاستراتيجيات المناسبة للتعامل معها قبل تحولها إلى مشكلات فعلية قد تعيق تنفيذ المشروع. وتزداد أهمية هذا المفهوم في مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية نظراً لارتباطها المباشر بعوامل فنية وميدانية وبيئية متغيرة قد تؤدي إلى ارتفاع التكاليف أو تأخير التنفيذ أو انخفاض جودة المخرجات إذا لم تتم إدارتها بالشكل المناسب.

وانطلاقاً من أهمية هذا الموضوع، يتناول هذا الفصل عرضاً للإطار النظري المرتبط بإدارة المخاطر الهندسية ومفاهيمها وأهدافها وأبعادها الرئيسية، إضافة إلى استعراض مفهوم كفاءة تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية والعوامل المؤثرة فيها. كما يتضمن الفصل مراجعة وتحليلاً للدراسات السابقة العربية والأجنبية ذات الصلة بموضوع الدراسة، بهدف الوقوف على أبرز النتائج التي توصلت إليها تلك الدراسات والاستفادة منها في بناء الإطار العلمي للدراسة الحالية وتفسير نتائجها في ضوء ما توصلت إليه الأدبيات السابقة.

المبحث الأول: الإطار النظري:

المبحث الأول: الإطار المفاهيمي لإدارة المخاطر الهندسية في المشاريع

تُعَدُّ إدارة المخاطر الهندسية موضوعاً محورياً في إدارة المشاريع، نظراً لمستويات التعقيد وعدم اليقين العالية المتأصلة في بيئة المشاريع الحديثة، لا سيما في مشاريع صيانة البنية التحتية والطرق، حيث تتداخل العديد من العوامل التقنية والتنظيمية والمالية والتشغيلية. إن طبيعة هذه المشاريع تجعلها عرضة للعديد من الأحداث المحتملة التي قد تؤثر على قدرتها على تحقيق أهدافها المتعلقة بالوقت والتكلفة والجودة ومستويات الأداء.

وتتضاعف أهمية إدارة المخاطر في مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية نظراً لاعتمادها على عناصر هندسية وتشغيلية متغيرة، مثل حالة الأصول القائمة، ودقة البيانات الهندسية، وظروف الموقع، وتوافر المواد والمعدات، وكفاءة المقاول، والتنسيق بين الجهات المعنية. لذا، لم تعد إدارة المخاطر نشاطاً تفاعلياً، بل أصبحت عملية إدارية وهندسية استباقية تهدف إلى تحديد مصادر عدم اليقين، وتحليل آثارها، وتنفيذ التدابير المناسبة للتخفيف من آثارها وتعزيز نجاح المشروع.

يرتكز مفهوم إدارة المخاطر الهندسية على مجموعة من الممارسات المنهجية التي تبدأ بتحديد المخاطر المحتملة، ثم تقييم تأثيرها واحتمالية حدوثها، وصولاً إلى اختيار الاستجابات المناسبة ومراقبة تنفيذها طوال دورة حياة المشروع. وتكتسب هذه المنهجية أهمية خاصة في مشاريع صيانة الطرق، إذ أن أي قصور في إدارة المخاطر قد يؤدي إلى ارتفاع تكاليف الصيانة، وتأخير في الإنجاز، وانخفاض في جودة العمل المنجز، فضلاً عن تأثيره على استدامة وكفاءة شبكات النقل والبنية التحتية.

المطلب الأول: مفهوم المخاطر وإدارة المخاطر الهندسية في المشاريع

أولاً: مفهوم المخاطر في المشاريع الهندسية

يُعدُّ مفهوم المخاطر أساسياً في بيئة المشاريع، إذ يُشير إلى حالة عدم اليقين التي قد تؤثر على قدرة المشروع على تحقيق أهدافه المخططة. (Chapman, 2002) ولا يقتصر مفهوم المخاطرة على النتائج السلبية فحسب، بل يعكس إمكانية الانحراف عن النتائج المتوقعة، سواءً كانت إيجابية أم سلبية. (Akintoye, 2003) لذا، لا تعني المخاطر في المشاريع الهندسية بالضرورة وجود مشكلة، بل تُشير إلى احتمالية تغيير مسار المشروع نتيجةً لأحداث أو ظروف غير مؤكدة.

في سياق مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية، تنشأ المخاطر من طبيعة العمل، التي تتضمن التعامل مع الأصول القائمة وظروف الموقع التي قد تكون متباينة. ومن الأمثلة على ذلك العيوب غير المتوقعة في طبقات الرصف، والاختلافات بين البيانات المتاحة وحالة الطريق الفعلية، أو التغيرات في ظروف الموقع

أثناء الإنشاء. وقد تنشأ المخاطر أيضاً من عوامل خارجية مثل تقلبات أسعار المواد، وتأخيرات تسليم المعدات، أو التغييرات التنظيمية التي تؤثر على متطلبات التنفيذ. (Saleh & Hilal, 2024)

وتختلف درجة تأثير المخاطرة تبعاً لاحتمالية وقوع الحدث، وحجمه، ومدته، قد يكون لبعض المخاطر تأثير محدود ويمكن إدارتها ضمن إجراءات التشغيل القياسية، بينما قد يؤدي بعضها الآخر إلى إعادة جدولة المشروع، أو زيادة التكاليف، أو انخفاض جودة العمل النهائي. (Zou P.X., 2007) لذا، يتطلب فهم طبيعة المخاطر الهندسية النظر إليها كعنصر أساسي في دورة حياة المشروع، بدءاً من مرحلة التخطيط والتصميم، مروراً بمراحل التنفيذ والتشغيل والصيانة. إن تجاهل هذه المخاطر أو التعامل معها بطريقة غير منهجية يؤدي إلى انتقال آثارها من مرحلة إلى أخرى، مما يزيد من صعوبة السيطرة عليها ويؤثر سلباً على كفاءة تنفيذ المشروع.

ثانياً: مفهوم إدارة المخاطر الهندسية

إدارة المخاطر الهندسية هي منهجية تهدف إلى تحديد وتحليل وتقييم تأثير المخاطر المحتملة في المشروع، ثم وضع استراتيجيات مناسبة لإدارتها بفعالية وتحقيق أهداف المشروع. وهي عملية مستمرة ترافق جميع مراحل المشروع، ولا تقتصر على مرحلة التخطيط. تتغير طبيعة المخاطر ومستويات تأثيرها مع تقدم العمل وتطور ظروف المشروع المحيطة. (إصلاحي & الفيض, ٢٠٢٢)

تستند إدارة المخاطر الهندسية إلى مبدأ التحول من نهج رد الفعل، الذي يتعامل مع المشكلات بعد وقوعها، إلى نهج استباقي يتوقع الأحداث المحتملة ويستعد لها قبل أن تتحول إلى عواقب تؤثر على الأداء. في مشاريع صيانة الطرق، تساعد هذه المنهجية في تحديد المخاطر المرتبطة بالدراسات الهندسية، وتقييم حالة البنية التحتية القائمة، وتحديد احتمالية تأخير التنفيذ، ووضع خطط طوارئ تضمن استمرارية العمل وتحقيق الأهداف الزمنية والميزانية المحددة. (Arshad et al., 2021)

ترتبط إدارة المخاطر ارتباطاً مباشراً بعملية صنع القرار في إدارة المشاريع، فهي تزود المديرين بمعلومات تساعد على دراسة البدائل المختلفة واختيار الإجراءات الأنسب بناءً على مستوى المخاطر وتأثيرها المتوقع. على سبيل المثال، عند وجود مخاطر تتعلق بتدهور حالة الطرق أو عدم دقة التقديرات الأولية للأعمال المطلوبة، فإن التحليل المبكر لهذه المخاطر يمكّن إدارة المشروع من تعديل خطط التنفيذ أو تخصيص موارد إضافية قبل حدوث آثار سلبية كبيرة. (SHOEB, 2015) تتميز إدارة المخاطر الهندسية في مشاريع البنية التحتية بخصائص فريدة مقارنةً بالعديد من المشاريع الأخرى، وذلك بسبب طول مدة التنفيذ، وكثرة الجهات المعنية، وضخامة الاستثمارات، والارتباط المباشر بين جودة المخرجات والسلامة العامة واستدامة الخدمات. لذا، يُعدّ التطبيق الفعال لممارسات إدارة المخاطر عاملاً أساسياً في تحسين كفاءة التنفيذ وتحقيق التوازن بين متطلبات الوقت والتكلفة والجودة.

المطلب الثاني: مصادر وأنواع المخاطر في مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية

أولاً: مصادر المخاطر الهندسية في المشاريع

تواجه مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية مخاطر عديدة، يمكن تصنيفها بشكل عام إلى مخاطر داخلية وخارجية. وتختلف طبيعة كل خطر وقدرة إدارة المشروع على التحكم فيه.

تشمل المخاطر الداخلية عوامل نابعة من البيئة الداخلية للمشروع، مثل سوء التخطيط، وعدم كفاءة التنسيق بين الجهات المعنية، وأخطاء التصميم أو الهندسة، والإدارة غير الكافية للموارد البشرية والمعدات. في مشاريع صيانة الطرق، قد تتجلى هذه المخاطر في تقييمات غير دقيقة لحالة الطريق قبل الصيانة، أو اختلافات بين الخطط الهندسية والظروف الفعلية للموقع، أو ضعف مراقبة الجودة أثناء التنفيذ. (Smith M. T., 2013)

أما المخاطر الخارجية، فهي عوامل خارجة عن سيطرة فريق المشروع المباشرة. وتشمل هذه المخاطر التقلبات الاقتصادية، وتقلب أسعار المواد، والتغيرات التنظيمية، والظروف المناخية، والأحداث غير المتوقعة. (Zou P.X., 2007) تؤثر هذه المخاطر بشكل مباشر على قدرة المشروع على الالتزام بالميزانية والجدول الزمني، لا سيما في المشاريع التي تعتمد على مواد ومعدات باهظة الثمن أو تتطلب ظروف تشغيل محددة. (Project management institute, 1996) ولا تقتصر مصادر المخاطر على جانب واحد من المشروع، بل تمتد لتشمل عناصر مختلفة من التنفيذ، والتي قد تتعلق بجوانب فنية أو مالية أو تعاقدية أو تشغيلية. لذلك، يعد تحديد مصادر المخاطر خطوة حاسمة في فهم طبيعة التحديات المحتملة وبناء استراتيجيات مناسبة لمواجهتها.

ثانياً: تصنيف المخاطر في مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية

يمكن تصنيف المخاطر في مشاريع صيانة الطرق وفقاً لطبيعتها وتأثيرها إلى مجموعة من الأنواع الرئيسية، ومن أبرزها: (Saleh & Hilal, 2024)

أ - المخاطر الفنية والهندسية:

تتعلق هذه المخاطر بالموصفات الفنية، ودقة الدراسات الهندسية، وجودة المواد المستخدمة، وأساليب التنفيذ. وهي من بين المخاطر الأكثر تأثيراً في مشاريع الصيانة، إذ أن أي خطأ في التشخيص أو اختيار الحل الهندسي المناسب قد يؤدي إلى تقليل عمر أعمال الصيانة وزيادة الحاجة إلى إعادة تنفيذها. (Rehman & Ishak, 2024)

ب - مخاطر الوقت:

تتعلق هذه المخاطر باحتمالية تأخر العمل عن الجدول الزمني المخطط له نتيجة عوامل مثل تأخر التوريد، أو ضعف التنسيق، أو ظهور أعمال إضافية غير متوقعة. وتؤثر هذه المخاطر على كفاءة المشروع من خلال زيادة وقت التنفيذ ورفع التكاليف التشغيلية. (Aigul et al., 2025)

ج- المخاطر المالية:

تنشأ هذه المخاطر من تغيرات التكاليف الفعلية مقارنةً بالتقديرات الأولية، سواءً بسبب ارتفاع أسعار المواد، أو تغييرات في نطاق العمل، أو عدم دقة التقديرات المالية. وتُعد هذه المخاطر من بين العوامل المؤثرة على استقرار المشروع واستمراره. (Ang, 2020)

د- المخاطر التعاقدية والتنظيمية:

تنشأ هذه المخاطر من اختلاف الالتزامات بين الأطراف المشاركة أو عدم وضوح المسؤوليات والادوار التعاقدية، وقد تؤدي هذه المخاطر إلى النزاعات والتأخيرات في قرارات التنفيذ. (Jalhoom & Mahjoob, 2023)

هـ- المخاطر التشغيلية والبيئية:

تتعلق هذه المخاطر بالظروف المحيطة بتنفيذ أعمال الصيانة، مثل حركة المرور، والظروف المناخية، ومتطلبات السلامة أثناء العمل. وهي عوامل يجب التخطيط لها مسبقًا لضمان استمرار التنفيذ دون التأثير على جودة المشروع أو سلامة المستخدمين.

وبناءً على ذلك، فإن نجاح مشاريع صيانة الطرق لا يعتمد فقط على توفر الموارد الفنية والمالية، بل يرتبط بدرجة كبيرة بقدرة إدارة المشروع على التعرف المبكر على مصادر المخاطر وتصنيفها وتحليل آثارها، بما يتيح تطوير حلول استباقية تدعم تحقيق الكفاءة في التنفيذ.

المبحث الثاني: عمليات إدارة المخاطر الهندسية في مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية

تمثل عملية إدارة المخاطر الهندسية إطارًا منهجيًا يساعد على التعامل مع حالات عدم اليقين التي تواجه مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية، إذ تعتمد كفاءة التنفيذ بشكل كبير على قدرة إدارة المشروع على اكتشاف المخاطر المحتملة قبل وقوعها، وتحليل آثارها، واتخاذ التدابير المناسبة للحد من تأثيرها. وتزداد أهمية هذه العمليات في مشاريع الصيانة تحديدًا لارتباطها بالأعمال القائمة التي تتطلب التعامل مع ظروف ميدانية قد تتغير أثناء التنفيذ، مما يجعل التخطيط المسبق والاستجابة المنظمة للمخاطر عنصرًا ضروريًا للحفاظ على جودة العمل وتحقيق الأهداف الزمنية والمالية. (Saleh & Hilal, 2024)

تتكون عملية إدارة المخاطر من مجموعة من المراحل المتسلسلة التي تبدأ بتحديد المخاطر وتحليلها، ثم تقييم مستوى تأثيرها، ووضع استجابات مناسبة، وأخيراً متابعة تنفيذ تلك الاستجابات لضمان فعاليتها. وتعمل هذه المراحل بشكل مترابط لتوفير رؤية واضحة تساعد صناع القرار على تحسين كفاءة تنفيذ المشروع وتقليل احتمالية حدوث انحرافات. (Odekunle et al., 2025)

المطلب الأول: تحديد وتحليل المخاطر الهندسية في المشاريع

أولاً: تحديد المخاطر الهندسية

تُعدّ مرحلة تحديد المخاطر الخطوة الأولى في بناء نظام فعال لإدارة المخاطر. وتهدف هذه المرحلة إلى تحديد جميع الأحداث أو الظروف التي قد تؤثر على تحقيق أهداف المشروع. وتعتمد هذه المرحلة على دراسة طبيعة المشروع وخصائصه الفنية والتنظيمية، وتحليل جميع الأنشطة التي قد تنطوي على احتمال الفشل أو الانحراف عن الخطة المعتمدة. (العنزي و الديلمي، ٢٠١٥)

في مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية، يتطلب تحديد المخاطر فهماً دقيقاً لحالة الأصول القائمة، وتحليل تقارير الفحص الهندسي، ومراجعة الخطط والمواصفات، ودراسة ظروف الموقع قبل بدء التنفيذ. وقد تنشأ المخاطر من عوامل هندسية، مثل عدم كفاية تقييم حالة الطريق أو عدم ملائمة أسلوب الصيانة المُختار، أو من عوامل إدارية، مثل ضعف التنسيق بين المقاول والاستشاري والمالك. (Braimah, 2018)

تعتمد عملية تحديد المخاطر على مجموعة من الأدوات، مثل الاجتماعات الفنية، وقوائم المراجعة، وتحليل التجارب السابقة، وسجلات المخاطر. وتساعد هذه الأدوات فريق المشروع على بناء قاعدة معرفية تمكّنه من توقع المشكلات المحتملة ووضع حلول مناسبة قبل أن تتحول إلى عقبات فعلية. (Mazher et al., 2022)

ثانياً: تحليل وتقييم المخاطر الهندسية

بعد تحديد المخاطر المحتملة، تبدأ مرحلة التحليل والتقييم. تهدف هذه المرحلة إلى تحديد مستوى خطورة كل عامل بناءً على احتمالية حدوثه وتأثيره المحتمل على المشروع. وتساعد إدارة المشروع على ترتيب أولويات المخاطر والتركيز على تلك التي لها أكبر تأثير على الوقت والتكلفة والجودة. (Abdulmoneim et al., 2021)

يُجرى تحليل المخاطر باستخدام أساليب نوعية تعتمد على تقييمات الخبراء، أو أساليب كمية تعتمد على البيانات والنماذج الإحصائية لتقدير احتمالية التأثير. ويعتمد اختيار الأسلوب على طبيعة المشروع وتوافر

المعلومات. بعض المخاطر قابلة للقياس بسهولة، بينما يتطلب البعض الآخر تقديرات هندسية تستند إلى الخبرة السابقة. (جاسم، ٢٠١٦)

في مشاريع صيانة الطرق، يساعد تحليل المخاطر في تحديد تأثير عوامل مثل تأخيرات تسليم المواد، أو تغيرات ظروف الموقع، أو ظهور أعمال إضافية غير مخطط لها، على الجدول الزمني للمشروع والتكلفة الإجمالية. كما يساعد في تحديد مستوى الموارد المطلوبة لمعالجة هذه المخاطر وتقليل تأثيرها على أداء المشروع. لا يهدف تقييم المخاطر إلى القضاء على المخاطر تمامًا، لأن ذلك غير ممكن في بيئة المشروع. بل يركز على فهم طبيعتها والتحكم في آثارها من خلال اتخاذ قرارات أكثر دقة واستنارة.

المطلب الثاني: استراتيجيات الاستجابة والتحكم في المخاطر الهندسية

أولاً: استراتيجيات التعامل مع المخاطر

بعد تحديد المخاطر وتحليل مستويات تأثيرها، يتم اختيار الاستراتيجية المناسبة لمعالجتها، مع مراعاة طبيعتها وإمكانية التحكم بها. وتختلف الاستجابة باختلاف نوع المخاطر وحجمها. قد تتطلب بعض المخاطر تدابير وقائية للحد من احتمالية حدوثها، بينما تستلزم مخاطر أخرى خطط طوارئ لإدارة تأثيرها في حال وقوعها.

تشمل استراتيجيات الاستجابة الرئيسية للمخاطر ما يلي: (Alhammadi et al., 2021)

✚ تجنب المخاطر:

يتضمن ذلك تعديل خطة المشروع أو تغيير أسلوب التنفيذ للقضاء على مصدر الخطر أو تقليل احتمالية حدوثه. في مشاريع صيانة الطرق، يمكن تطبيق ذلك من خلال اختيار تقنيات تنفيذ بديلة تقلل من احتمالية حدوث مشاكل فنية مستقبلية.

✚ تخفيف المخاطر:

تهدف هذه الاستراتيجية إلى تقليل احتمالية حدوث الخطر أو الحد من تأثيره في حال حدوثه. ومن الأمثلة على ذلك إجراء عمليات تفتيش هندسية إضافية قبل التنفيذ أو تعزيز مراقبة جودة المواد المستخدمة.

✚ نقل المخاطر:

يتضمن ذلك نقل مسؤولية إدارة مخاطر معينة إلى جهة أخرى لديها قدرة أكبر على التعامل معها. ومن الأمثلة على ذلك تضمين مخاطر معينة في العقود أو استخدام تغطية تأمينية مناسبة.

✚ قبول المخاطر:

يُعتمد هذا النهج عندما تتجاوز تكلفة معالجة المخاطر أثرها المتوقع، مع وضع خطط طوارئ لضمان إدارتها في حال وقوعها.

تساعد هذه الاستراتيجيات على تحقيق التوازن بين متطلبات المشروع والموارد المتاحة. لا تكمن الإدارة الفعالة للمخاطر في القضاء عليها تمامًا، بل في اختيار أنسب طريقة لإدارتها وتقليل أثرها على نتائج المشروع.

ثانياً: المراقبة والتحكم في المخاطر

تُعَدّ مراقبة المخاطر مرحلة مستمرة تضمن تتبع مستوى المخاطر المتغير أثناء تنفيذ المشروع. قد تظهر مخاطر جديدة نتيجة لتغيرات في ظروف التنفيذ أو نطاق العمل. لذا، لا تنتهي إدارة المخاطر بوضع خطة استجابة، بل تتطلب مراقبة دورية لضمان فعالية التدابير المُنفذة وإجراء التعديلات اللازمة. (Noor et al., 2024)

في مشاريع صيانة الطرق، تُساعد المراقبة المستمرة على اكتشاف الانحرافات في مراحلها المبكرة، مثل التأخيرات، أو انخفاض جودة العمل، أو ظهور متطلبات إضافية. وهذا يُتيح لإدارة المشروع فرصة اتخاذ إجراءات تصحيحية قبل تفاقم الأثر.

يعتمد التحكم في المخاطر على التحديث المستمر لسجل المخاطر، ومراجعة خطط الاستجابة، وقياس نتائج التدابير المُنفذة، وتعزيز التواصل بين جميع أصحاب المصلحة في المشروع. يُسهم تطبيق هذه الممارسات في زيادة قدرة المشروع على التكيف مع التغيرات وتحسين كفاءة التنفيذ. (Arshad et al., 2021)

وبناءً على ذلك، فإن إدارة المخاطر الهندسية تمثل عملية متكاملة تبدأ بالتنبؤ بالمخاطر وتنتهي بالسيطرة عليها، وتوفر إطاراً عملياً يساعد مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية على تحقيق أهدافها ضمن حدود الوقت والتكلفة والجودة المحددة.

المبحث الثالث: دور إدارة المخاطر الهندسية في تحسين كفاءة تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية

تُعَدّ كفاءة تنفيذ المشاريع الهندسية من أهم المؤشرات التي تعكس قدرة إدارة المشروع على تحقيق الأهداف المخططة ضمن القيود الزمنية والميزانية والجودة المطلوبة. وفي مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية تحديداً، ترتبط كفاءة التنفيذ بالقدرة على التعامل مع المتغيرات والمشاكل المحتملة التي قد تؤثر على سير العمل. وهذا ما يجعل إدارة المخاطر الهندسية عنصراً حاسماً في تحسين الأداء وتقليل الانحرافات خلال مراحل التنفيذ. (Elsaied & Alghamdi, 2024)

تساهم إدارة المخاطر الهندسية في تحويل المشروع من نهج رد الفعل، الذي يقتصر على معالجة المشاكل بعد وقوعها، إلى نهج استباقي وتوقعي. فهي توفر منهجية تساعد على تحديد مصادر المخاطر، وتحليل آثارها، واتخاذ القرارات المناسبة في الوقت المناسب. ولذلك، فإن العلاقة بين إدارة المخاطر وكفاءة التنفيذ تتجاوز مجرد تقليل الخسائر المحتملة، لتشمل أيضًا الاستخدام الأمثل للموارد، وتحسين جودة المخرجات، وتحقيق استقرار أكبر طوال مراحل تنفيذ المشروع. (Issa et al., 2023)

المطلب الأول: أثر إدارة المخاطر الهندسية على ضبط الوقت والتكلفة في المشاريع

يُعدّ الالتزام بالجدول الزمني والميزانية المعتمدين معيارًا أساسيًا لنجاح مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية. مع ذلك، فإن طبيعة هذه المشاريع تجعلها عرضةً لعوامل عديدة قد تُسبب تأخيرات أو زيادة في التكاليف، مثل ظهور أعمال إضافية غير مُخطط لها، أو تغييرات في ظروف الموقع، أو تأخيرات في توريد المواد والمعدات. (Abdul Rehman & Bin Ishak, 2025)

يُساعد نظام إدارة المخاطر الهندسية على التخفيف من هذه الآثار من خلال التنبؤ الاستباقي بالعوامل التي قد تُعيق تقدم المشروع، واتخاذ تدابير لمعالجتها قبل تفاقمها إلى مشاكل تُؤثر على التنفيذ. ومن خلال تحليل المخاطر المرتبطة بأنشطة المشروع المختلفة، يُمكن تحديد الأعمال الأكثر عرضةً للتأخير، وتخصيص الموارد المناسبة لمعالجتها. (العززي و الديلمي، ٢٠١٥)

كما يُساهم نظام إدارة المخاطر في تحسين دقة التقديرات المالية من خلال دمج التغييرات المُحتملة والتكاليف المرتبطة بها في خطط المشروع. يُساعد هذا في تقليل الفجوة بين التكاليف المُخططة والفعالية، ويُعزز قدرة الإدارة على اتخاذ قرارات مالية أكثر واقعية. في مشاريع صيانة الطرق، يُصبح هذا الأمر بالغ الأهمية عند التعامل مع ظروف غير متوقعة، مثل الحاجة إلى إصلاحات إضافية نتيجةً لأضرار تم اكتشافها خلال التقييم الأولي. تتيح إدارة المخاطر الفعالة تطوير أساليب تنفيذ بديلة تقلل من تأثير مثل هذه المواقف على الجدول الزمني والميزانية. (جاسم، ٢٠١٦)

المطلب الثاني: أثر إدارة المخاطر الهندسية على جودة التنفيذ وتحسين الأداء التشغيلي

ترتبط جودة مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية ارتباطًا وثيقًا بقدرة المشروع على تلبية المتطلبات الفنية والهندسية وضمان استدامة الأعمال المنجزة. وتؤثر المخاطر غير المُدارة تأثيرًا مباشرًا على جودة المخرجات، سواءً من خلال استخدام مواد دون المستوى المطلوب، أو عدم كفاية الإشراف على التنفيذ، أو عدم ملاءمة الحلول الهندسية لطبيعة المشكلة. (Sharma & Kumar Gupta, 2020)

توفر إدارة المخاطر الهندسية إطارًا يعزز الجودة من خلال تحديد المخاطر الفنية في المراحل المبكرة ووضع إجراءات رقابية لضمان امتثال العمل للمواصفات والمعايير المطلوبة. كما أنها تُحسن التنسيق بين أصحاب المصلحة في المشروع، مما يقلل من احتمالية حدوث أخطاء ناتجة عن ضعف التواصل أو تضارب المسؤوليات. (Chapman, 2002)

في مشاريع صيانة الطرق، يُسهم تقييم المخاطر الهندسية قبل التنفيذ في اختيار أساليب الصيانة المناسبة بناءً على حالة الطريق وطبيعة الضرر، مما يؤدي إلى تحسين كفاءة استخدام الموارد وإطالة عمر الخدمة. علاوة على ذلك، يساعد الرصد المستمر للمخاطر أثناء التنفيذ على اكتشاف أي انحرافات فنية ومعالجتها فوراً قبل أن تؤثر على جودة المشروع. (جاسم، ٢٠١٦)

المطلب الثالث: دور إدارة المخاطر الهندسية في دعم اتخاذ القرار ورفع كفاءة إدارة المشروع

تؤثر جودة القرارات الإدارية والهندسية بشكل مباشر على نجاح مشاريع البنية التحتية، وتواجه إدارة المشاريع باستمرار مواقف تتطلب دراسة متأنية لخيارات متعددة واتخاذ قرارات سريعة ومدروسة. وهنا تبرز أهمية إدارة المخاطر، إذ توفر فهماً واضحاً لطبيعة التحديات المحتملة وآثارها المتوقعة. (Elsaied & Alghamdi, 2024)

ومن خلال تحليل المخاطر وتحديد أولوياتها، تستطيع إدارة المشاريع تركيز جهودها على الجوانب الأكثر أهمية، بدلاً من توزيع الموارد بالتساوي على جميع المشكلات. وهذا يؤدي إلى استخدام أكثر كفاءة للموارد البشرية والمالية والتقنية.

كما تعزز إدارة المخاطر التنسيق بين مختلف الجهات المعنية بمشاريع صيانة الطرق، كالملاك والاستشاريين والمقاولين، من خلال تحديد المسؤوليات والإجراءات اللازمة للاستجابة للمخاطر بوضوح. ويقلل هذا التنسيق من النزاعات ويحسن سرعة الاستجابة للمشكلات التي قد تنشأ. لذا، تُعد إدارة المخاطر الهندسية عاملاً أساسياً في تحسين كفاءة مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية. فهي تعزز التخطيط الاستباقي، وتحسن جودة القرارات، وتقلل من الانحرافات المتعلقة بالوقت والتكلفة والجودة. كلما كانت ممارسات إدارة المخاطر أكثر نضجاً وتنظيماً، كلما تمكن المشروع من تحقيق أهدافه بكفاءة وموثوقية أكبر. (Alshihri et al., 2022)

المبحث الرابع: واقع مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية في المملكة العربية السعودية

تُعدّ مشاريع الطرق والبنية التحتية مجالاً هندسياً بالغ الأهمية نظراً لارتباطها الوثيق باستمرارية الخدمات، وتحسين كفاءة النقل، ودعم الأنشطة الاقتصادية والاجتماعية. وقد شهد قطاع الطرق في المملكة العربية

السعودية توسعاً ملحوظاً خلال العقود الماضية نتيجةً لاتساع رقعة المملكة وتزايد الحاجة إلى تطوير شبكات النقل وربط مختلف المدن والمناطق. (Kakw'U & Sang, PhD, 2024)

ومع ازدياد حجم شبكة الطرق وتنوع الأصول المرتبطة بها، بات الحفاظ على كفاءة هذه الشبكات من خلال برامج الصيانة والتأهيل تحدياً إدارياً وهندسياً يتطلب تطبيق ممارسات متقدمة في التخطيط والتنفيذ والمتابعة. وتختلف مشاريع الصيانة عن مشاريع الإنشاء الجديدة لأنها تتعامل مع بنية تحتية قائمة تتأثر بعمرها التشغيلي واستخدامها المستمر والظروف البيئية، مما يزيد من احتمالية حدوث مخاطر فنية وتشغيلية تستلزم إدارة منهجية.

وفي هذا السياق، تبرز أهمية إدارة المخاطر الهندسية كإحدى الطرق التي تحسّن كفاءة مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية من خلال التنبؤ بالمشاكل المحتملة وتخفيف آثارها على العناصر الأساسية للمشروع: الوقت والتكلفة والجودة.

المطلب الأول: واقع قطاع الطرق والبنية التحتية في المملكة العربية السعودية

أولاً: تطور شبكة الطرق وحجم مشاريع البنية التحتية

تمتلك المملكة العربية السعودية شبكة طرق واسعة تمتد عبر مختلف المناطق والمدن، وتشكل ركيزة أساسية في بنيتها التحتية للنقل. ووفقاً لإحصاءات الهيئة العامة للإحصاء، بلغ إجمالي طول شبكة الطرق في المملكة حوالي ٣١٦,٩٠٠ كيلومتر في عام ٢٠٢٣. ويشمل ذلك الطرق داخل المدن والطرق السريعة بين المناطق، مما يعكس ضخامة هذه البنية التحتية والحاجة إلى برامج صيانة وتطوير مستمرة. (Abdul Rehman & Bin Ishak, 2025)

وتتولى عدة جهات مسؤولية إدارة وتطوير قطاع النقل البري، أبرزها وزارة النقل واللوجستيات والهيئة العامة للطرق. وتعتمد بيانات القطاع على السجلات الإدارية لهذه الجهات، بالإضافة إلى جهات حكومية أخرى معنية بالنقل والسلامة والبنية التحتية.

وتتطلب هذه الشبكة الواسعة عمليات تشغيل مستمرة للحفاظ على مستويات الأداء التشغيلي. فالطرق من الأصول التي تتأثر بشكل مباشر بالاستخدام المتواصل، وحركة المرور، والظروف المناخية، مما يجعل الصيانة الدورية والتأهيل المستمر ضروريين للحفاظ على كفاءة هذه الأصول وتقليل تكاليف الصيانة المستقبلية.

ثانياً: طبيعة مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية

تختلف مشاريع صيانة الطرق عن مشاريع الإنشاء الجديدة في طبيعة المخاطر والتحديات التي تواجهها. فهي تعتمد بشكل كبير على دقة تقييم الحالة الراهنة للطريق وتحديد نوع التدخل الهندسي المناسب. قد تشمل أعمال الصيانة معالجة طبقات الرصف، وإصلاح الشقوق والأضرار، وتحسين خصائص السلامة المرورية، وأعمال إعادة التأهيل التي تهدف إلى استعادة القدرة التشغيلية للطريق.

تتسم هذه المشاريع بدرجة عالية من عدم اليقين نظرًا لاحتمالية ظهور ظروف ميدانية غير متوقعة أثناء التنفيذ، مثل اختلاف حالة الطبقات الداخلية للطريق عن نتائج الفحص الأولي، أو الحاجة إلى تعديل نطاق العمل بعد بدء التنفيذ. لذلك، يعتمد نجاح المشروع بشكل كبير على جودة الدراسات الأولية وفعالية إدارة المخاطر خلال مرحلتي التخطيط والتنفيذ. (Arshad et al., 2021)

كما تُضيف طبيعة مشاريع الصيانة تحديات تشغيلية إضافية، حيث تُنفذ الأعمال غالبًا في مناطق يستخدمها المستفيدون. وهذا يستلزم تحقيق توازن بين سرعة الإنجاز، والحفاظ على السلامة، وتقليل تأثير إغلاق الطرق أو تحويل حركة المرور.

المطلب الثاني: التحديات والمخاطر المرتبطة بمشاريع صيانة الطرق في المملكة العربية السعودية

أولاً: المخاطر الفنية والهندسية

تواجه مشاريع صيانة الطرق مجموعة من المخاطر التقنية المتعلقة بدقة تقييمات حالة الطرق واختيار الحلول الهندسية المناسبة. فنقص البيانات الدقيقة حول حالة الطريق أو الاعتماد على تقييمات غير كافية قد يؤدي إلى اختيار أسلوب صيانة لا يعالج السبب الجذري للتدهور، مما ينتج عنه جودة عمل رديئة وعمر خدمة أقصر. (Saleh & Hilal, 2024)

وترتبط المخاطر التقنية أيضًا بجودة المواد المستخدمة، وأساليب التنفيذ، والالتزام بالموصفات الهندسية. وأي قصور في الإشراف الفني أو الاختبارات الميدانية قد يؤدي إلى انخفاض في الأداء المتوقع للمشروع. ويُعد التعامل مع هذه المخاطر بالغ الأهمية في المملكة نظرًا لتنوع تضاريسها وبيئتها. فالظروف المؤثرة على الطرق تختلف باختلاف المناطق، مما يستلزم حلولاً هندسية مصممة خصيصًا للخصائص والمتطلبات التشغيلية لكل موقع.

ثانياً: المخاطر المرتبطة بالوقت والتكلفة

تُعد التأخيرات الزمنية وتجاوزات التكاليف من أبرز التحديات التي تواجه مشاريع البنية التحتية عموماً، إذ تؤثر التغييرات غير المتوقعة أثناء التنفيذ على قدرة المشروع على الالتزام بالخطط المعتمدة.

في مشاريع صيانة الطرق، قد تتجم التأخيرات عن أسباب عديدة، مثل ظهور أعمال إضافية، أو تأخر وصول المواد، أو صعوبات التنسيق بين الجهات المعنية في الموقع. كما أن تغيرات أسعار المواد والمعدات قد تؤدي إلى ارتفاع التكاليف الفعلية عن التقديرات الأولية. (Alshihri et al., 2022)

يؤكد هذا على أهمية تطبيق إدارة فعالة للمخاطر منذ المراحل الأولى للمشروع. فتحديد مصادر عدم اليقين وتحليل آثارها المالية والزمنية قبل بدء التنفيذ يسهم في وضع خطط أكثر واقعية وتقليل الانحرافات أثناء العمل.

ثالثاً: المخاطر التنظيمية والتنسيقية

تتطلب مشاريع صيانة الطرق مشاركة العديد من الجهات المعنية، بما في ذلك الملاك والاستشاريون والمقاولون وموردي المواد والمعدات. وهذا يجعل مستوى التنسيق والتواصل عاملاً حاسماً في نجاح المشروع. قد يؤدي ضعف التنسيق بين هذه الجهات إلى تأخير اتخاذ القرارات أو تضارب المسؤوليات، مما يؤثر سلباً على سير العمل وجودة التنفيذ. لذا، يساعد نظام إدارة المخاطر الواضح في تحديد المسؤوليات ويوفر آلية لمعالجة المشكلات قبل أن تؤثر على سير المشروع.

المطلب الثالث: أهمية إدارة المخاطر الهندسية في تحسين كفاءة مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية بالمملكة

تتطلب طبيعة مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية تبني منهجيات متطورة لإدارة المخاطر. فالاعتماد على الأساليب التقليدية والتفاعلية لمعالجة المشكلات بعد وقوعها غالباً ما يؤدي إلى زيادة تكاليف المشروع، وإطالة مدة التنفيذ، وانخفاض كفاءة استخدام الموارد.

توفر إدارة المخاطر الهندسية إطاراً يساعد على تحسين كفاءة هذه المشاريع من خلال مجموعة من الممارسات، يبدأ ذلك بتحديد المخاطر المحتملة وتحليل مستويات تأثيرها، ثم وضع خطط استجابة مناسبة مصممة خصيصاً لطبيعة كل خطر، وهذا يعزز قدرة إدارة المشروع على التعامل مع التغيرات ويقلل من احتمالية حدوث انحرافات. (Alfraidi et al., 2020)

كما تحسّن إدارة المخاطر جودة القرارات الهندسية من خلال توفير معلومات أكثر دقة حول التحديات المحتملة والبدائل المتاحة، مما يُمكن من اختيار الحلول الأنسب من الناحيتين الفنية والاقتصادية.

وفي مشاريع صيانة الطرق تحديداً، يُمكن أن يسهم تطبيق منهجية واضحة لإدارة المخاطر في تحقيق العديد من النتائج المهمة، بما في ذلك: (Noor et al., 2024)

- تحسين دقة تخطيط المشروع.

- تقليل التأخيرات الناتجة عن الظروف غير المتوقعة.
- زيادة الالتزام بالمواصفات الفنية.
- الاستخدام الأمثل للموارد المالية والبشرية.
- تحسين جودة الأصول بعد إتمام أعمال الصيانة.

وبناءً على ذلك، يُظهر واقع مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية في المملكة الحاجة إلى تطوير الممارسات الإدارية والهندسية التي تُمكن من التعامل مع حجم هذه المشاريع وتعقيدها. وتُعَد إدارة المخاطر الهندسية أداةً أساسيةً لتحقيق هذا الهدف، وذلك بتحويل المخاطر من عوامل تُهدد نجاح المشروع إلى عناصر يُمكن تحليلها والتحكم بها ضمن إطار إداري ومنهجي واضح.

المبحث الثاني: الدراسات السابقة

يعتبر الاطلاع على الدراسات السابقة من أهم الخطوات التي يقوم بها الباحث لما لها من تأثير وإثراء لمحصلته العلمية، وللتعرف على الإنجازات والأخطاء التي قام بها الباحثون، وبالرغم من قلة الدراسات المتعلقة دور تطبيق إدارة المخاطر الهندسية في تحسين كفاءة تنفيذ مشاريع البنية التحتية، فقد تمت الاستعانة بمجموعة من الدراسات التي عرضت في أجزائها مكونات متعلقة بتطبيق إدارة المخاطر في المشاريع في الدول العربية والأجنبية وتمثلت في الآتي:

أولاً: الدراسات العربية

دراسة (Ibrahim & Irashed 2014)

ركزت الدراسة على تقييم المخاطر في مشاريع البناء الحديثة في المملكة العربية السعودية، مع تطوير نموذج جديد لاتخاذ القرار الخطي لتقييم المخاطر. بيّنت الدراسة أهمية إدارة المخاطر لتحسين نجاح المشاريع، خصوصاً في المشاريع السكنية مقابل التجارية، وأوضحت أن التطبيق الصحيح لنماذج تقييم المخاطر يساهم في الحد من الفشل وتعزيز الكفاءة. أوصت الدراسة بتبني أدوات تقييم جديدة وتطبيقها عملياً لضمان إدارة فعالة للمخاطر في مشاريع البناء.

دراسة (SHOEB 2015)

ناقشت الدراسة دور إدارة المخاطر في صناعة الإنشاءات في السعودية، مركزة على مدى استخدام المقاولين لأدوات واستراتيجيات إدارة المخاطر. تم جمع البيانات عبر استبيان مغلق استهدف المقاولين من الدرجة الأولى والثانية والثالثة في المنطقة الشرقية، وتحليلها لتحديد فعالية الأدوات المستخدمة. أظهرت النتائج أن معظم المقاولين يمارسون إدارة المخاطر ولكن يفتقرون للخبرة والمنهجية المنظمة، مع اعتمادهم

على أدوات فعالة لكنها تحتاج إلى تحسين التنسيق والتخطيط. أوصت الدراسة بتدريب الفرق على استراتيجيات إدارة المخاطر وتطبيق أساليب منظمة لتقليل تأثير المخاطر على المشاريع.

دراسة (ALShayeq, Abdulrahman, 2016)

ركزت على مشاريع توليد الطاقة في السعودية، مع تحليل المخاطر الخارجية عبر مقابلات مع خبراء ومراجعة الأدبيات. تم تحديد ٢٧ تهديدًا و ١٣ فرصة، أبرزها توافر القوى العاملة المؤهلة والأحوال الجوية، بالإضافة إلى الفرص الاقتصادية المتنامية. أوصت الدراسة بإنشاء سجل للمخاطر، تحليل الأسباب الجذرية، إضافة الاستجابات الأولية، ومراقبة المخاطر بشكل مستمر لتقليل تأثيرها على المشاريع.

دراسة (Algahtany وآخرون, ٢٠١٦):

أظهرت أن مشاريع البناء في السعودية تعاني ضعف الأداء بسبب عدم كفاية ممارسات إدارة المخاطر التقليدية. قدمت الدراسة نموذجًا جديدًا قائمًا على نظرية قياس المعلومات ونظام الحصول على معلومات الأداء، أثبت فعاليته في تقليل تدخل المالك بنسبة ٨٠٪ وزيادة الكفاءة بنسبة تصل إلى ٤٠٪، مع تحسين جودة المشروع والتقليل من المخاطر الناتجة عن قرارات العميل.

دراسة (Alfraidi وآخرون, ٢٠٢٠):

تناولت دراسة آثار العوامل الداخلية على تجاوز الميزانية في مشاريع الشراكة بين القطاعين العام والخاص في السعودية. ركزت على العلاقة بين المخاطر والتكلفة والوقت، مع تحليل دور العقود والمشتريات في تخصيص المخاطر. خلصت الدراسة إلى ضرورة فهم العوامل المؤثرة في تجاوز التكاليف لتطوير استراتيجيات إدارة المخاطر في مشاريع PPP.

دراسة Alhammadi وآخرون (٢٠٢١)

هدفت الدراسة إلى تقييم استراتيجيات إدارة المخاطر في مؤسسات البناء في قطاع غزة، فلسطين. تم توزيع ٧٠ استبيانًا على مهندسين ومستشارين من مؤسسات البناء ووزارة الأشغال والوكالات الدولية، مع معدل استجابة ٦٥.٧١٪. أظهرت النتائج أن قائمة المراجعة هي الطريقة الأكثر شيوعًا لتحديد عوامل الخطر (RII=84٪)، وأن الاعتماد على الخبرة في التقييم المباشر هو الأداة الأكثر استخدامًا (RII=78٪) كما أبرزت الدراسة أهمية التخطيط المسبق ومتابعة التنفيذ لتجنب إعادة العمل، مع توصية بتطبيق استراتيجيات إدارة المخاطر لتحسين الأداء وتقليل الإخفاقات.

دراسة (Boustani, 2021)

ركزت على تأثير إدارة المخاطر على تطوير مشاريع البناء في السعودية، من خلال استبيان شمل ٢٣٠ مشاركًا تم استرجاع ٢٠٠ منها (٨٧.٤٪). أظهرت النتائج وجود تأثير إيجابي بين تحديد المخاطر وتقييمها

واستجابة المشروع على نجاحه، بما في ذلك تحقيق نطاق العمل، الوقت المحدد، والجودة. ومع ذلك، لم يكن هناك تأثير على تجنب الدعاوى أو المطالبات، مما يشير إلى أهمية التركيز على الاستجابة الفعالة للمخاطر.

دراسة (Abdulmoneim وآخرون, ٢٠٢١):

تناولت إدارة المخاطر في المشاريع الكبرى السعودية، مع التركيز على التعقيدات المرتبطة بحجم المشروع وطول الجدول الزمني. تم تحديد ٥٧ مخاطرة مصنفة إلى مجموعتين رئيسيتين و ٨ مجموعات فرعية، منها مخاطر متعلقة بخصائص المشاريع الكبرى. أظهرت الدراسة أهمية تطبيق أفضل طرق إدارة المخاطر لضمان تحقيق أهداف المشروع من حيث الوقت، التكلفة، والجودة.

دراسة قاصدي (٢٠٢١)

سعت الدراسة إلى تقييم أثر تبني الطاقات المتجددة على تنفيذ مشاريع البنية التحتية والحد من آثار الطاقة التقليدية على البيئة في الدول العربية. اعتمدت الدراسة على تحليل تجارب عدة دول عربية في تنفيذ مشاريع الطاقات المتجددة، مع التركيز على أسلوب الشراكة بين القطاعين العام والخاص وعقود البناء والتشغيل والتحويل (B.O.T) كأداة لتسهيل تقديم الخدمات وفق الخطط التنموية. بينت النتائج أن اعتماد أساليب الشراكة واستراتيجيات العقود الحديثة يساهم في تعزيز كفاءة تنفيذ المشاريع وتحقيق الأهداف البيئية والتنموية. وأوصت الدراسة بتوسيع استخدام هذه الأساليب لضمان استدامة مشاريع البنية التحتية للطاقة المتجددة.

دراسة (الشهري وآخرون, ٢٠٢٢)

ركزت على مشاريع المباني الحكومية في السعودية، مع تحديد ٨٣ عامل خطر في ٩ فئات. استخدمت استبيانات RII لتحديد أهم عوامل الخطر، مثل الصعوبات المالية للمقاول، التأخر في الدفع، العقود الممنوحة لأقل مزايد، وأوامر التغيير. أكدت النتائج أن إدارة المخاطر الفعالة بين العملاء والمقاولين والمصممين ضرورية لتقليل تجاوزات الوقت والتكلفة وتحقيق التنمية المستدامة.

دراسة محمد وآخرون (٢٠٢٣)

هدفت الدراسة إلى تسليط الضوء على أهمية إدارة المخاطر المالية في المشروعات الصغيرة والمتوسطة في مصر، خاصة في ظل تعرضها لمخاطر مالية متعددة قد تؤثر على استمراريتها. استخدمت الدراسة تحليل البيانات المالية المستخرجة من القوائم المالية لعينة مختارة من القطاع محل الدراسة لتقييم تأثير مخاطر الائتمان والاقتراض والتشغيل على الأداء المالي. أظهرت النتائج أن المخاطر المالية، وخصوصاً مخاطر الائتمان، لها تأثير سلبي كبير على الأداء المالي، مما يزيد من احتمالية الفشل والإفلاس. وأكدت

الدراسة على ضرورة تطوير إدارة فعالة للمخاطر المالية عبر تقليل المخاطر أو التحوط لها لضمان استدامة المشروعات. كما قدمت توصيات للباحثين والقطاع لتعزيز الوعي وتطبيق أدوات إدارة المخاطر بشكل منهجي لتحسين كفاءة الأداء المالي.

دراسة (Issa وآخرون, ٢٠٢٣):

حددت الدراسة الأنشطة الرئيسية في مشاريع إنشاء الطرق المصرية وتصنيفها إلى خمس مجموعات. استخدم المسح الميداني لتقييم ٣٩ عامل خطر على الوقت والتكلفة والجودة، ووجدت أن النشاط الثاني (أعمال الأرض) كان الأعلى في نسب تجاوز الوقت (٣١٪) والتكلفة (٢٩٪). كما أظهرت النتائج تأثيراً كبيراً لبعض الأنشطة على جودة المشروع، مؤكدة أهمية إدارة المخاطر لكل نشاط لضمان الجودة النهائية.

دراسة (Elsaied & Alghamdi (2024)

هدفت الدراسة إلى تحديد أهم عوامل الخطر في تنفيذ مشاريع بناء الطرق في المملكة العربية السعودية وتأثيرها على الوقت والتكلفة والجودة. استخدم الباحثان أداة مسح تحتوي على ٣٩ عامل خطر تم توزيعها على المشاركين وتحليل البيانات باستخدام برنامج SPSS. أظهرت النتائج أن عمليات القطع والتعبئة في الأعمال الترابية كانت الأكثر تأثيراً على الوقت (٣٤٪) والتكلفة (٣٢٪)، بينما كان لأعمال أثاث السلامة أقل تأثير. كما تبين أن ١٥-٢٠٪ من المشاريع شهدت تجاوزاً إجمالياً في الوقت بنسبة ٣٣٪، و ٥-١٥٪ تجاوزت التكاليف بنسبة ٣١٪. أوصت الدراسة بالتركيز على إدارة هذه المخاطر لضمان تحسين كفاءة تنفيذ مشاريع الطرق.

دراسة (Rehman & Ishak, 2024) ركزت على تحديد عوامل المخاطر في مشاريع البناء السعودية وتأثيرها على الوقت والتكلفة والجودة. شملت الدراسة ٣٠٣ شركات مقاولات، واستخدمت أسلوب أخذ العينات العشوائية البسيطة ومقياس ليكرت. أظهرت النتائج مستوى متوسطاً لإدارة المخاطر، مع أهم خمسة عوامل: فحص السلامة، تعديل العقد بعد المناقصات، نقل المواد، الخسائر المالية، ومراقبة الجودة، مع تقديم إطار لتقييم أداء إدارة المخاطر في المقاولات.

دراسة (Abdul Rehman & Bin Ishak (2025)

هدفت الدراسة إلى تقييم مدى ممارسة المقاولين لإدارة مخاطر البناء في المملكة العربية السعودية وتأثيرها على الوقت والتكلفة والجودة. شملت الدراسة ٣٠٣ شركات مقاولات باستخدام مقياس ليكرت من ٥ نقاط وتحليل بيانات وصفية. أظهرت النتائج أن درجة إدارة مخاطر البناء متوسطة (٢.٥٨٧)، مع تحديد أهم عوامل المخاطر وهي الفحص الأمني، تعديل العقد بعد المناقصة، نقل المواد، الخسائر المالية، ومراقبة

الجودة. تعد الدراسة الأولى عملياً لتقييم درجة إدارة المخاطر بين المقاولين في السعودية، وتضع إطاراً لمعيار الأداء لتحسين إدارة المخاطر في المشاريع.

ثانياً: الدراسات الأجنبية

دراسة (Heravi & Gholami, 2018)

تهدف الدراسة إلى تطوير آلية لإدارة المخاطر في مشاريع البنية التحتية عبر الشراكة بين القطاعين العام والخاص في باكستان. استخدمت الدراسة استبيانات، مقابلات شبه منظمة، ومسوح قائمة على الحالات، مع تطبيق أساليب تحليلية متنوعة مثل ترتيب متوسط الدرجات وتحليل الاتفاق والتحليل الضبابي متعدد المعايير. أظهرت النتائج تطوير ٣٠ مقياساً لإدارة المخاطر المبكرة، مع تحديد ستة أبعاد أساسية لإدارة الموارد الفعالة قدمت الدراسة إطاراً مفاهيمياً يساعد أصحاب المصلحة على اتخاذ قرارات إدارة المخاطر بفعالية طوال دورة حياة المشروع.

دراسة (Rather, Gulam Mohi Ud Din, 2018)

ركزت على إدارة المخاطر في مشاريع البنية التحتية في الهند، مع تصنيف المخاطر إلى ثمانية أنواع. أبرزت الدراسة أهمية التعامل مع معارضة الهيئات الاجتماعية، تغييرات التصميم، وتوقف العمل. أوصت الدراسة باستخدام مستندات العقود كأداة لإدارة المخاطر، مع تشجيع التعاون بين العملاء والمصممين والمقاولين والهيئات الحكومية منذ مرحلة الجدوى لتقليل المخاطر وتحقيق أهداف المشروع في الوقت والتكلفة والجودة.

دراسة (Sharma & Gupta, 2019)

ركزت الدراسة على تحديد عوامل الخطر الحرجة في المشاريع الإنشائية الضخمة والمعقدة وطرق تصنيفها، مع تحليل محتوى الأدبيات لتحديد ٦٧ عامل خطر. أظهرت النتائج أن أهم خمسة مخاطر تشمل عدم توفر التمويل، أخطاء التصميم، ضعف الهندسة، سوء إدارة المواقع، والمخاطر التعاقدية. أبرزت الدراسة أهمية تطبيق تقييم مبكر وإدارة سليمة للمخاطر لضمان نجاح المشاريع، مع التركيز على أدوات استبيانات الاستطلاع كأسلوب فعال لتصنيف المخاطر الحرجة.

تطبيق (Mazher, 2019)

استخدم البحث تقنية FST لتحليل ٤٥ عامل خطر في مشاريع الطاقة والنقل، مصنفة إلى سبع مجموعات مخاطرة حرجة. أظهرت النتائج وجود تأثير كبير للقدرة المؤسسية والتمويل على المخاطر، مع تحديد ١٧ عاملاً رئيسياً. أتاح النموذج المقترح تقييم المخاطر العامة للمشروع في المرحلة الأولية بفعالية وتقليل الموارد المطلوبة، مع تعزيز القدرة على تخصيص ومشاركة المخاطر وفقاً للظروف السياقية لكل مشروع.

دراسة (Ang, 2020)

تناولت دراسة المخاطر في مشاريع البناء والتشغيل والنقل (BOT) في ماليزيا. حددت المخاطر على مستويات كلي ومتوسط وجزئي، مع اقتراح تدابير للتخفيف. استخدمت الدراسة استبيانات لتقييم تصنيف المخاطر من قبل العملاء والمقاولين والمستشارين. أوصت الدراسة بتعاون جميع الأطراف لتحديد المخاطر وإدارتها بفعالية، مما يعزز قدرة المشاريع على تقليل المخاطر وتحقيق أهدافها.

دراسة Arshad وآخرون (٢٠٢١)

سعت الدراسة إلى تطوير أداة تقييم مشاريع بنية تحتية للطرق قائمة على الاستدامة، باستخدام أساليب دورة حياة المشروع (LCSA) والتحليل الهرمي التحليلي (AHP) تم إجراء مقابلات للحصول على مقارنات زوجية وتقييم أولويات التأثير، وتم دمج النتائج في إطار قرار متكامل. أظهرت النتائج أن الأداة تمكن صناع القرار من اختيار المشاريع الأكثر استدامة، مع تحقيق فهم أفضل للآثار البيئية والاجتماعية. أوصت الدراسة باستخدام هذه الأداة لتحسين عملية اتخاذ القرار في مشاريع البنية التحتية للطرق.

دراسة (Mazher وآخرون, ٢٠٢٢):

هدفت إلى تحديد والتحقق من مقاييس إدارة المخاطر الفعالة في مشاريع PPP في دولة نامية. استخدمت الدراسة مراجعة أدبيات، مقابلات واستبيانات، مع تحليل العوامل وتصنيف المقاييس على طول دورة حياة المشروع. أظهرت النتائج أهمية الممارسات متعددة المؤسسات، مع ستة أبعاد أساسية لإدارة الموارد الفعالة، مع التأكيد على الحاجة إلى أطر قانونية وتنظيمية داعمة لضمان نجاح مشاريع PPP.

دراسة (Jalhoom & Mahjoob, 2023)

تناولت الدراسة الأساليب الحديثة لتقييم المخاطر في صناعة البناء، مع التركيز على سد الفجوة بين النظرية والتطبيق عبر أدوات تحليلية دقيقة تعتمد على تكلفة المخاطر ومعرفة المتخصصين. تم مراجعة الأدبيات من ١٩٩٠ إلى ٢٠١٥ وتصنيف المقالات حسب المجالات والأساليب، مما أتاح تحديد أكثر الأساليب فعالية لتقييم المخاطر، وأوصت الدراسة بتبني أدوات تحليلية حديثة لتحسين دقة التقييم وتطبيق نتائج البحث عملياً في المشاريع الإنشائية.

دراسة (Rwechungura, 2023)

درس البحث دور الرصد والتقييم في أداء مشاريع بناء الطرق في تانزانيا. استخدم تصميم حالة مختلطة وطرق بحث كمية ونوعية، مع تطبيق الإحصاءات الوصفية والتحليل الموضوعي. أظهرت النتائج أن ممارسات الرصد والتقييم جيدة ومنظمة، لكن بعض أصحاب المصلحة يفتقرون إلى قنوات الاتصال الواضحة

وتحديد الأدوار والمسؤوليات. أوصت الدراسة بتعزيز أنظمة وسياسات الرصد والتقييم، وتخصيص الموارد والوقت الكافي لضمان متابعة فعالة، وتحسين جودة المشاريع من خلال إشراك جميع الأطراف بوضوح.

دراسة (Noor وآخرون, ٢٠٢٤):

تحتاج المجتمعات إلى مرافق طرق ذات رسوم لتحسين المعايير الاقتصادية مع ضمان سهولة التنقل. تواجه مشاريع الطرق ذات الرسوم غالبًا تأخيرات في جدول التنفيذ، مما يؤدي إلى زيادة التكاليف. هدفت الدراسة إلى تحديد تأثير خطر زيادة التكاليف الناتجة عن تأخيرات تنفيذ المشروع، وفقًا لإرشادات PMBOK. اعتمدت الدراسة على مشروع Japek II Selatan Package III، مع استخدام الاستبيانات وتحليل البيانات عبر برنامج SEM Smart PLS. أظهرت النتائج أن أداء التكاليف يتأثر بجاهزية الأراضي ونقص التخطيط، إذ تم تأجيل اكتمال المشروع من ديسمبر ٢٠٢٠ إلى منتصف ٢٠٢٤، مع زيادة التكاليف بنسبة ٢٪. خلصت الدراسة إلى ضرورة تطبيق إدارة المخاطر وفق PMBOK للحد من تأثير هذه المخاطر على المشاريع المماثلة.

دراسة (Kakw'U & Sang (2024)

ركزت الدراسة على تأثير استراتيجيات إدارة المشاريع على أداء مشاريع الطرق بالشراكة بين القطاعين العام والخاص في نيروبي، كينيا. استخدمت الدراسة ١١ مشروع طريق و ٩٩ مستجيبًا، مع استبيانات شبه منظمة وتحليل وصفي واستنتاجي، إضافة إلى اختبارات الارتباط والانحدار لفحص تأثير المتغيرات المستقلة على الأداء. بينت النتائج أن التخطيط، المراقبة، إدارة المخاطر، ومشاركة أصحاب المصلحة تؤثر بشكل كبير على نجاح المشاريع، مع ضرورة تدريب الفرق وإجراء مراقبة مستمرة وتحليل دوري للبيانات. أوصت الدراسة بتطبيق خطة استجابة للمخاطر والحفاظ على مشاركة أصحاب المصلحة لضمان تحقيق أهداف المشاريع.

دراسة (Saleh & Hilal (2024)

هدفت الدراسة إلى تطوير طريقة تحليلية لتحديد عوامل المخاطر المؤثرة في مشاريع إنشاء الطرق في الدول النامية. تم استخدام منهجية مؤشر الأهمية النسبية ونموذج المنتج الموزون لتقييم المخاطر، حيث تبين أن تأمين العمال والآلات كان العامل الأهم (٠.٨٦٨)، تلاه مهارات العمال (٠.٥٤٧). خلصت الدراسة إلى ضرورة توفر الموارد الأساسية في جميع مراحل النشاط لضمان نجاح المشروع، مع توصية بتطبيق أساليب تحليلية دقيقة لرفع كفاءة إدارة المخاطر.

دراسة (Aigul وآخرون (٢٠٢٥)

قدمت الدراسة مراجعة منهجية لعوامل الخطر الحرجة المؤثرة على أداء الوقت والتكلفة في مشاريع بناء الطرق السريعة استنادًا إلى ٨٣ دراسة محكمة. تم تحديد أهم المخاطر مثل القيود المالية، التأخيرات في الاستحواذ على الأراضي، تغييرات التصميم، نقص المواد والمعدات، وظروف العمل. أكدت النتائج على أهمية التخطيط المبكر والتنسيق الاستباقي بين أصحاب المصلحة، مع تقديم توصيات لتطوير أطر تقييم المخاطر وتعزيز استراتيجيات التخفيف من المخاطر خلال المراحل المبكرة من المشروع.

دراسة Odekunle وآخرون (٢٠٢٥)

تناولت الدراسة إمكانات الذكاء الاصطناعي والتحليلات التنبؤية في تعزيز إدارة المخاطر الديناميكية لمشاريع البنية التحتية في نيجيريا. شملت الدراسة ١٦٨ ممارسة محترفًا باستخدام استبيان رسمي وتحليل الانحدار والارتباط. أظهرت النتائج وجود علاقة قوية بين تبني الذكاء الاصطناعي وتحسين فعالية تخفيف المخاطر ($r=0.732$)، ($\beta=0.481$)، مع مساهمة التحليلات التنبؤية في تعزيز الأداء ($\beta=0.364$). وأكدت الدراسة أهمية الاعتماد على تقنيات ذكية لإدارة المخاطر الاستباقية، مع توصية بتطوير مهارات القوى العاملة والاستثمار في البنية التحتية الرقمية.

التعقيب على الدراسات السابقة

من خلال مراجعة الدراسات السابقة يتضح أن معظمها اتفقت على التأكيد على الأهمية الكبيرة لإدارة المخاطر في تحسين أداء المشاريع الإنشائية ومشاريع البنية التحتية، حيث ركزت العديد من الدراسات مثل دراسة (الشهري وآخرون، ٢٠٢٢) و (Saleh & Hilal, 2024) و (Sharma & Gupta, 2019) على تحديد عوامل الخطر الرئيسية التي تؤثر في الوقت والتكلفة والجودة، بينما تناولت دراسات أخرى مثل (Abdul Rehman & Bin Ishak, 2025) و (SHOEB, 2015) مستوى تطبيق ممارسات إدارة المخاطر لدى المقاولين في المملكة العربية السعودية. كما ركزت بعض الدراسات على تطوير نماذج وأساليب تحليلية لتقييم المخاطر مثل دراسة (Ibrahim & Irashed, 2014) و (Mazher, 2019)، في حين اهتمت دراسات أخرى بتوظيف التقنيات الحديثة مثل الذكاء الاصطناعي والتحليلات التنبؤية في إدارة المخاطر كما في دراسة (Odekunle وآخرون، ٢٠٢٥).

ورغم هذا الاتفاق العام، إلا أن الدراسات السابقة اختلفت في طبيعة القطاعات التي تناولتها، إذ ركزت بعض الدراسات على مشاريع البناء أو الطاقة أو الشراكات بين القطاعين العام والخاص، بينما تناولت دراسات أخرى مشاريع الطرق أو البنية التحتية بصورة عامة، كما اختلفت في البيئات الجغرافية والمنهجيات المستخدمة بين الاستبيانات، النماذج التحليلية، أو المراجعات المنهجية. كذلك ركزت بعض الدراسات على تحديد المخاطر أو طرق تقييمها، في حين ركزت أخرى على استراتيجيات إدارتها أو أثرها على الأداء المالي أو التشغيلي للمشروعات.

وبالرغم من الجهود البحثية السابقة، إلا أن هناك فجوة بحثية تتمثل في محدودية الدراسات التي تناولت أثر إدارة المخاطر الهندسية بشكل مباشر في تحسين كفاءة تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية، خصوصًا في السياق التطبيقي لمشاريع الصيانة التي تختلف في طبيعتها عن مشاريع الإنشاء الجديدة من حيث طبيعة المخاطر وأساليب التعامل معها. كما أن العديد من الدراسات ركزت على تحديد المخاطر أو تصنيفها دون الربط بصورة واضحة بين ممارسات إدارة المخاطر وبين كفاءة تنفيذ المشاريع من حيث الوقت والتكلفة والجودة.

وبناءً على ذلك، تتميز الدراسة الحالية بمحاولة الربط بين إدارة المخاطر الهندسية وكفاءة تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية، مع التركيز على تحليل أثر ممارسات إدارة المخاطر في تحسين أداء تنفيذ هذه المشاريع. كما تسعى الدراسة إلى تقديم رؤية تطبيقية يمكن أن تسهم في تطوير ممارسات إدارة المخاطر في هذا النوع من المشاريع، بما يدعم تحسين كفاءة التنفيذ وتقليل احتمالات التعثر أو تجاوز التكاليف والجدول الزمنية.

المنطلقات النظرية للدراسة

تستند هذه الدراسة إلى عدة منطلقات نظرية أساسية تتعلق بمجالي إدارة المشاريع وإدارة المخاطر الهندسية، والتي تساعد على فهم العلاقة بين ممارسات إدارة المخاطر وكفاءة تنفيذ المشاريع الهندسية والبنية التحتية:

نظرية إدارة المشاريع (Project Management Theory)

تفترض هذه النظرية أن المشاريع يمكن إدارتها بشكل منظم من خلال مجموعة من العمليات المتكاملة تشمل التخطيط والتنفيذ والمراقبة والتحكم. ووفق هذه النظرية، يُعد التخطيط الاستراتيجي وإدارة الموارد وتطبيق أدوات التحكم في المشروع عوامل مركزية لتحقيق كفاءة التنفيذ وتحقيق الأهداف المرجوة.

نظرية إدارة المخاطر (Risk Management Theory)

تقوم هذه النظرية على أن أي مشروع يواجه مجموعة من المخاطر المحتملة التي قد تؤثر في نجاحه. وتؤكد على أن الفاعلية في إدارة المخاطر تعتمد على المراحل الأساسية التي تشمل: تحديد المخاطر، تقييم المخاطر، ومراقبة وتحكم المخاطر. كما تشير إلى أن إدارة المخاطر بشكل منهجي يقلل من حالات عدم اليقين ويعزز من القدرة على اتخاذ قرارات مستنيرة لتحسين أداء المشروع.

نظرية الأداء والكفاءة في المشاريع (Project Performance & Efficiency Theory)

تؤكد هذه النظرية أن كفاءة تنفيذ المشاريع تعتمد على القدرة على تحقيق الأهداف المحددة ضمن القيود الزمنية والمالية والجودة المتفق عليها. وتشير إلى أن تحسين كفاءة التنفيذ يتطلب دمج ممارسات إدارة المخاطر ضمن عمليات المشروع لضمان تقليل التأخير والتكاليف الزائدة وتحسين جودة التنفيذ.

وبناء على هذه المنطلقات النظرية، تسعى الدراسة إلى تحليل كيفية توظيف ممارسات إدارة المخاطر الهندسية في تحسين كفاءة تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية، من خلال التركيز على ثلاث مراحل رئيسية: تحديد المخاطر، تقييم المخاطر، ومراقبة وتحكم المخاطر.

التعريف الإجرائي لمصطلحات الدراسة

لتوضيح نطاق الدراسة ومفهوماتها، يتم تقديم التعريفات الإجرائية للمصطلحات الأساسية كما يلي:

إدارة المخاطر الهندسية (Engineering Risk Management)

التعريف الإجرائي: هي العملية المنهجية التي تتضمن تحديد المخاطر المحتملة، تقييمها من حيث الاحتمالية والتأثير، ووضع خطط للوقاية أو التخفيف، ومتابعة المراقبة والتحكم المستمر طوال دورة حياة المشروع، بهدف تقليل آثارها السلبية على تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية.

كفاءة تنفيذ المشاريع (Project Execution Efficiency)

التعريف الإجرائي: هي القدرة على إنجاز أنشطة المشروع وفق الجدول الزمني المخطط، والميزانية المحددة، والمواصفات الفنية والجودة المطلوبة، مع تحقيق أعلى مستوى من الأداء وتقليل الهدر أو الانحرافات أثناء تنفيذ مشروع صيانة الطرق والبنية التحتية.

تحديد المخاطر (Risk Identification)

التعريف الإجرائي: هي المرحلة التي يتم فيها التعرف على جميع المخاطر المحتملة التي قد تواجه المشروع أثناء التنفيذ، سواء كانت تقنية أو مالية أو تشغيلية أو بيئية، وتوثيقها لتكون أساساً لتحليلها وإدارتها لاحقاً.

تقييم المخاطر (Risk Assessment)

التعريف الإجرائي: هي العملية التي يتم من خلالها تحليل المخاطر المكتشفة من حيث احتمال حدوثها وحجم تأثيرها على أهداف المشروع، وترتيب أولويات التعامل معها وفقاً لخطورتها.

المراقبة والتحكم في المخاطر (Risk Monitoring and Control)

التعريف الإجرائي: هي العملية المستمرة التي تتضمن متابعة المخاطر المحددة، تقييم فعالية الإجراءات المتخذة للتعامل معها، واتخاذ الإجراءات التصحيحية عند الحاجة لتقليل آثارها على المشروع.



الفصل الثالث

المنهجية وطرق البحث

تمهيد:

تُعد المنهجية العلمية الأساس الذي تستند إليه الدراسات البحثية في الوصول إلى نتائج دقيقة وموضوعية يمكن الاعتماد عليها في تفسير الظواهر وتحليل العلاقات بين المتغيرات المختلفة. وتزداد أهمية المنهجية في الدراسات التطبيقية التي تتناول موضوعات إدارية وهندسية معاصرة، حيث يتطلب الأمر اختيار الأساليب والإجراءات البحثية المناسبة لطبيعة المشكلة وأهداف الدراسة ومتغيراتها.

وانطلاقاً من سعي هذه الدراسة إلى التعرف على أثر إدارة المخاطر الهندسية في تحسين كفاءة تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية، فقد كان من الضروري اعتماد منهج علمي يتيح جمع البيانات وتحليلها بصورة منهجية تمكن من اختبار الفرضيات والإجابة عن تساؤلات الدراسة بدرجة عالية من الدقة والموضوعية. كما استلزم ذلك تحديد مجتمع الدراسة وعينتها، واختيار أداة القياس المناسبة، والتحقق من صدقها وثباتها، بالإضافة إلى تحديد الأساليب الإحصائية الملائمة لتحليل البيانات واستخلاص النتائج.

وعليه، يتناول هذا الفصل وصفاً مفصلاً للمنهج المستخدم في الدراسة، ومجتمع الدراسة وعينتها، وأداة جمع البيانات، وإجراءات التحقق من صدق الأداة وثباتها، إضافة إلى عرض الأساليب الإحصائية التي تم استخدامها في تحليل البيانات واختبار فرضيات الدراسة بما ينسجم مع طبيعة المتغيرات والأهداف التي تسعى الدراسة إلى تحقيقها.

منهج البحث:

لتحقيق أهداف الدراسة الحالية والكشف عن أثر إدارة المخاطر الهندسية في تحسين كفاءة تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية، تم اعتماد المنهج الوصفي التحليلي بوصفه الأنسب للدراسات التطبيقية في مجال إدارة المشاريع الهندسية.

ويركز المنهج الوصفي على دراسة الظواهر كما هي قائمة في الواقع العملي، من خلال جمع البيانات والمعلومات المتعلقة بموضوع الدراسة وتحليلها بهدف تفسيرها والوصول إلى استنتاجات علمية دقيقة تسهم في فهم طبيعة العلاقة بين إدارة المخاطر الهندسية وكفاءة تنفيذ المشاريع. وفي إطار هذه الدراسة، يساعد المنهج الوصفي في التعرف على مستوى تطبيق ممارسات إدارة المخاطر الهندسية في مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية، بما يشمل مراحل تحديد المخاطر، تقييم المخاطر، ومراقبة وتحكم المخاطر، وكذلك في الوقوف على طبيعة الإجراءات والأساليب المتبعة في إدارة هذه المخاطر خلال دورة حياة المشاريع.

كما تم توظيف المنهج التحليلي إلى جانب المنهج الوصفي، وذلك بهدف تحليل العلاقة بين متغيرات الدراسة، حيث يمثل إدارة المخاطر الهندسية بأبعادها الثلاثة المتغير المستقل، في حين يمثل كفاءة تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية المتغير التابع. ويساعد هذا التحليل في الكشف عن طبيعة العلاقة بين هذه المتغيرات، وبيان مدى إسهام ممارسات إدارة المخاطر الهندسية في تحسين أداء المشاريع وتحقيق أهدافها التشغيلية والفنية بكفاءة عالية.

مجتمع البحث

يتكون مجتمع الدراسة من جميع العاملين في مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية في الجهات العامة والخاصة بالمملكة العربية السعودية، والذين يشاركون بشكل مباشر أو غير مباشر في تخطيط وتنفيذ ومتابعة مشاريع الصيانة، بما يشمل:

✓ المديرين والمشرفين على المشاريع.

✓ مهندسي التنفيذ والتصميم.

✓ رؤساء الأقسام والفنيين المختصين.

✓ الموظفين العاملين في إدارات المشاريع والبنية التحتية.

وقد تم اختيار هذا المجتمع لكونه يمثل الفئة المهنية الأكثر ارتباطاً بموضوع الدراسة، حيث يشارك أفرادها في مختلف مراحل دورة حياة المشاريع، بدءاً من التخطيط والتصميم، مروراً بالتنفيذ، ووصولاً إلى المراقبة والمتابعة. كما أن طبيعة عمل هذه الفئة تتيح لها فهماً دقيقاً للمخاطر الهندسية التي قد تواجه مشاريع صيانة الطرق، وللاليات المتبعة في إدارتها داخل المؤسسات.

عينة الدراسة:

نظراً لاتساع حجم مجتمع الدراسة وتعدد الجهات المرتبطة بمشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية، فقد تم الاعتماد على العينة العشوائية البسيطة كأحد الأساليب الإحصائية المناسبة لاختيار عينة تمثل المجتمع تمثيلاً جيداً.

تم تحديد حجم العينة باستخدام معادلة كوتشران (Cochran, 1977)، وهي إحدى أكثر الطرق شيوعاً لتحديد حجم العينة للمجتمعات الكبيرة أو غير المحددة بدقة. وتمثلت عينة الدراسة من ٣٨٤ فرداً من مجتمع الدراسة والتي تستوفي خصائصهم معايير الدراسة، وتبعاً للمعادلة، فإن الحجم الأولي للعينة يكون على النحو التالي:

$$\frac{z^2 \times p \times q}{2e} = 0n$$

حيث ان:

- $Z=1.96$ وهو المستوى الثابت عند لمعامل الثقة عند نسبة ٩٥٪
 - $P=0.5$ وهو تقدير احتمالية النجاح أو الخاسية في المجتمع، وهو الافتراض الأكثر تحفظاً عندما لا تتوفر معلومات دقيقة.
 - $q = 1-P = 0.5$
 - $e = 0.05$ وهو هامش الخطأ المقبول
- وبتطبيق القيم السابقة في المعادلة، نحصل على:

$$\frac{0.5 \times 0.5 \times 1.96^2}{(0.05)^2} = 384$$

جمع البيانات:

خطوات جمع البيانات:

تم جمع البيانات من خلال الاستبيان العربي المعدل المصمم مسبقاً، حيث تم ارسال الاستبيان مع مراعات اخلاقيات البحث العلمي وتم تجنيد جميع موظفين المشاريع الانشائية الذين استوفوا معايير الدراسة، وتم شرح اهداف الدراسة للموظفين بداية الاستبيان واخذ موافقتهم، حيث تم نشر ٣٨٤ استبيان وتم استرجاعها كاملة بنسبة ١٠٠٪.

مصادر جمع البيانات:

١. المصادر الثانوية

تمثل المصادر الثانوية في مراجعة مجموعة من المراجع العلمية والدراسات السابقة التي تناولت موضوعات إدارة المخاطر الهندسية، إدارة المشاريع، كفاءة تنفيذ المشاريع، وصيانة البنية التحتية. شملت هذه المصادر:

- الكتب والمراجع العلمية المتخصصة.
 - المقالات المنشورة في المجلات العلمية المحكمة.
 - رسائل الماجستير والدكتوراه السابقة.
 - التقارير والدراسات المتعلقة بقطاع الطرق والبنية التحتية.
- وقد ساعدت هذه المصادر في بناء الإطار النظري للدراسة، وتحديد المفاهيم الأساسية لمتغيرات البحث، وصياغة الفرضيات العلمية.

٢. المصادر الأولية

تمثل المصادر الأولية في الاستبانة المصممة خصيصاً لجمع البيانات من أفراد العينة. وتم إعداد الاستبانة اعتماداً على الأدبيات العلمية والدراسات السابقة المرتبطة بموضوع إدارة المخاطر الهندسية وكفاءة تنفيذ المشاريع. وتم تحويل الاستبانة إلى صيغة إلكترونية (Google Forms)، وتوزيعها على أفراد العينة لتسهيل عملية جمع البيانات وضمان سرعة الاستجابة.

أدوات الدراسة:

تم استخدام الاستبيان للكشف عن دور إدارة المخاطر الهندسية في تحسين كفاءة تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية في المملكة العربية السعودية.

تصميم الأداة:

بعد الاطلاع الباحث على العديد من المصادر ذات الصلة بالموضوع، بالإضافة إلى الأبحاث والدراسات السابقة وآراء المحكمين، تم إعداد استبانة الدراسة كأداة رئيسية لجمع البيانات والتي تتكون من التالي:

الجزء الأول: ويتعلق بالبيانات الديموغرافية لأفراد العينة مثل (الجنس، سنوات الخبرة، المستوى التعليمي)

الجزء الثاني: ويتعلق بتأثير إدارة المخاطر الهندسية في تحسين كفاءة تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية، ويتكون من محورين وهما:

المحور الاول المتغير المستقل: ويشمل العبارات التي تقيس واقع إدارة المخاطر الهندسية في مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية في المملكة العربية السعودية، ويتكون من ١٥ فقرة موزعة على الابعاد الثلاثة لإدارة المخاطر الهندسية:

✓ تحديد المخاطر (٥ فقرات)

✓ تقييم المخاطر (٥ فقرات)

✓ تطوير استراتيجيات معالجة المخاطر (٥ فقرات)

المحور الثاني المتغير التابع: ويشمل العبارات التي تقيس مستوى تحسين كفاءة تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية في المملكة العربية السعودية، ويحتوي على ١٠ فقرات.

حدود الدراسة:

- الحدود الموضوعية: تقتصر الدراسة على تحليل أثر إدارة المخاطر الهندسية بأبعادها الثلاثة (تحديد المخاطر، تقييم المخاطر، تطوير استراتيجيات معالجة المخاطر) في تحسين كفاءة تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية.
- الحدود المكانية: اقتصر البحث على مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية الواقعة داخل مدينة الرياض، المملكة العربية السعودية.
- الحدود الزمانية: تم تنفيذ البحث خلال الفصل الدراسي الأول والثاني العام ٢٠٢٦م.

التحليل الإحصائي المستخدم:

١. اختبارات الثبات والمصدقية لأداة الدراسة (الاستبيان):

❖ استخدام معامل الارتباط لمعرفة مدى قوة العلاقة بين فقرات أسئلة الاستبانة والمتغير التي تنتمي اليه الفقرة.

❖ اختبار ألفا كرونباخ Cronbach's Alpha لمعرفة ثبات أداة الدراسة ومدى مصداقية آراء العينة على مستوى المتغيرات الرئيسية.

٢. الأساليب الإحصائية المتعلقة بوصف نتائج متغيرات ومحاور وفقرات الدراسة:

✓ التكرارات والنسب المئوية لوصف عينة الدراسة.

✓ المتوسط الحسابي والوزن النسبي ودرجة الموافقة.

✓ الانحراف المعياري لمعرفة مدى انحراف إجابات العينة عن المتوسط.

٣. الأساليب الإحصائية المتعلقة باختبار الفرضيات:

❖ معامل الارتباط لمعرفة الارتباط بين محاور الدراسة

❖ اختبار الانحدار الخطي البسيط لمعرفة أثر اداره المخاطر الهندسية في تحسين كفاءة تنفيذ مشاريع صيانه الطرق والبنية التحتية.

اختبار الثبات

تم اختبار معامل الثبات، باستخدام ألفا كرو نباخ لمعرفة مدى تشابه اجابات افراد العينة، ولقياس مدى ثبات الاستبانة، حيث تم حساب معامل " ألفا كرو نباخ"، والجدول (١) يوضح معاملات ثبات الاستبانة.

جدول رقم (١): معامل ألفا كرو نباخ لقياس ثبات الاستبانة

متغيرات الدراسة	معامل ألفا كرو نباخ	عدد الفقرات
إدارة المخاطر الهندسية	.923	15
كفاءة تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية	.867	10
الاستبانة كاملة	.942	25

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج SPSS

اشار الجدول اعلاه، أن معامل الثبات العام للاستبانة قد بلغ 0.942، وهي نسبة ممتازة كونها تزيد عن النسبة المقبولة احصائياً والبالغة ٦٠٪، وهذا يؤكد أن استبانة البحث تتمتع بدرجة ودلالة ثبات مقبولة، ويؤكد وجود علاقة ترابط بين عبارات الاستبانة، وبالنسبة لمتغيرات الدراسة فإن متغير إدارة المخاطر الهندسية (.923)، وكفاءة تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية (.867)، مما يعطي ثقة بصحة الاستبانة وصلاحياتها لتحليل النتائج، ويمكن الاعتماد نتائج الاستبانة في التفسير، والإجابة عن أسئلة الدراسة.

صدق الاستبانة

للتحقق من صدق الاتساق الداخلي للاستبانة من خلال تطبيقها على عينة من أفراد العينة، تم حساب معامل ارتباط بيرسون بين درجة كل فقرة من فقرات المحور (المتغير) مع الدرجة الكلية للمحور الذي تنتمي اليه الفقرة، وكذلك حساب ارتباط بيرسون بين درجات كل محور (متغير) من محاور الدراسة والدرجة الكلية للاستبانة، وذلك باستخدام برنامج SPSS والجداول التالية توضح ذلك.

جدول ٢: يوضح معامل الارتباط بين كل فقرة من فقرات متغير إدارة المخاطر الهندسية والدرجة الكلية للمتغير

الدالة الاحصائية	معامل الارتباط	إدارة المخاطر الهندسية	
.000	.477	يتم تحديد المخاطر الهندسية المحتملة في مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية بصورة شاملة قبل بدء التنفيذ.	تحديد المخاطر
.000	.653	تشارك الجهات الفنية والهندسية ذات العلاقة في عملية تحديد المخاطر المرتبطة بالمشروع.	
.000	.705	يتم توثيق المخاطر الهندسية المكتشفة بطريقة منظمة تسهل متابعتها خلال مراحل المشروع.	
.000	.612	يتم تحديث قائمة المخاطر بشكل مستمر بما يتوافق مع التغيرات التي تطرأ أثناء تنفيذ المشروع.	
.000	.706	تعتمد الجهة المنفذة على أساليب وأدوات هندسية واضحة لتحديد المخاطر المحتملة في المشروع.	
.000	.716	يتم تقييم احتمالية حدوث المخاطر الهندسية وتأثيرها على جودة وسير تنفيذ المشروع.	تقييم المخاطر
.000	.713	تستخدم معايير واضحة ومحددة لتصنيف مستوى خطورة المخاطر في المشروع.	
.000	.746	يتم ترتيب المخاطر الهندسية حسب درجة تأثيرها وأولويتها لضمان سرعة التعامل معها.	
.000	.694	تؤخذ العوامل البيئية والفنية والتنظيمية بعين الاعتبار عند تقييم مخاطر المشروع.	
.000	.643	تتم مراجعة تقييم المخاطر بصورة دورية لمواكبة المستجدات أثناء تنفيذ أعمال الصيانة والبنية التحتية.	
.000	.714	يتم إعداد خطط وإجراءات واضحة لمعالجة المخاطر الهندسية ذات التأثير المرتفع على المشروع.	تطوير استراتيجيات معالجة المخاطر
.000	.635	يتم اختيار أساليب معالجة المخاطر بما يحقق التوازن بين التكلفة وكفاءة التنفيذ.	
.000	.674	يتم توفير الموارد الفنية والمالية اللازمة لتطبيق خطط معالجة المخاطر الهندسية.	
.000	.700	يتم إعداد خطط طوارئ للتعامل مع المشكلات والمخاطر المحتملة أثناء تنفيذ المشروع.	
.000	.618	يتم تقييم فعالية إجراءات معالجة المخاطر بشكل مستمر لتحسين أداء المشروع وتقليل التعثرات.	

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج SPSS

من جدول (2)، أظهرت النتائج جميع القيم تشير إلى علاقات إيجابية متوسطة، حيث تتراوح معامل الارتباطات ما بين (0.477، 0.746)، والتي تعكس اتساقاً جيداً وبمستوى دلالة (0.000) لارتباط كل فقرة من فقرات متغير الدراسة بالدرجة الكلية للمتغير، مما يشير إلى عدم وجود فقرات قد تضعف من المصدقية للاستبيان.

جدول ٣: يوضح معامل الارتباط بين كل فقرة من فقرات متغير كفاءة تنفيذ مشاريع البنية التحتية والدرجة الكلية للمتغير

معامل الارتباط	الدلالة الاحصائية	كفاءة تنفيذ مشاريع البنية التحتية
.563	.002	يتم تنفيذ أعمال صيانة الطرق والبنية التحتية ضمن الإطار الزمني المحدد في الخطة التنفيذية للمشروع.
.754	.000	تتم متابعة تقدم الأعمال بشكل مستمر لتقليل احتمالية حدوث تأخير في مراحل التنفيذ.
.650	.000	يتم إنجاز المراحل الرئيسية للمشروع وفق المدد الزمنية المعتمدة مسبقاً.
.613	.000	تتخذ الجهة المنفذة إجراءات سريعة لمعالجة المعوقات التي قد تؤثر على سير المشروع الزمني.
.657	.000	يتم تنفيذ مشاريع الصيانة والبنية التحتية بما يتوافق مع الميزانية المعتمدة للمشروع.
.779	.000	يتم ضبط المصروفات التشغيلية والإنشائية بما يحد من حدوث تجاوزات مالية أثناء التنفيذ.
.552	.000	تتم مراجعة التكاليف الفعلية للمشروع بصورة دورية للتأكد من توافقها مع التقديرات المالية المخططة.
.729	.000	يتم تنفيذ أعمال المشروع وفق المتطلبات الفنية والمعايير الهندسية المعتمدة.
.467	.000	يتم تطبيق إجراءات الفحص والرقابة الفنية لضمان جودة أعمال الصيانة والتنفيذ.
.677	.000	يتم توثيق نتائج الاختبارات الفنية وتقارير الجودة بشكل منتظم خلال مراحل المشروع المختلفة.

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج SPSS

من جدول (٣)، أظهرت النتائج جميع القيم تشير إلى علاقات إيجابية متوسطة، حيث تتراوح معامل الارتباطات ما بين (0.467، 0.779)، والتي تعكس اتساقاً جيداً وبمستوى دلالة (0.000) لارتباط كل فقرة من فقرات متغير الدراسة بالدرجة الكلية للمتغير، مما يشير إلى عدم وجود فقرات قد تضعف من المصدقية للاستبيان.

الصدق البنائي

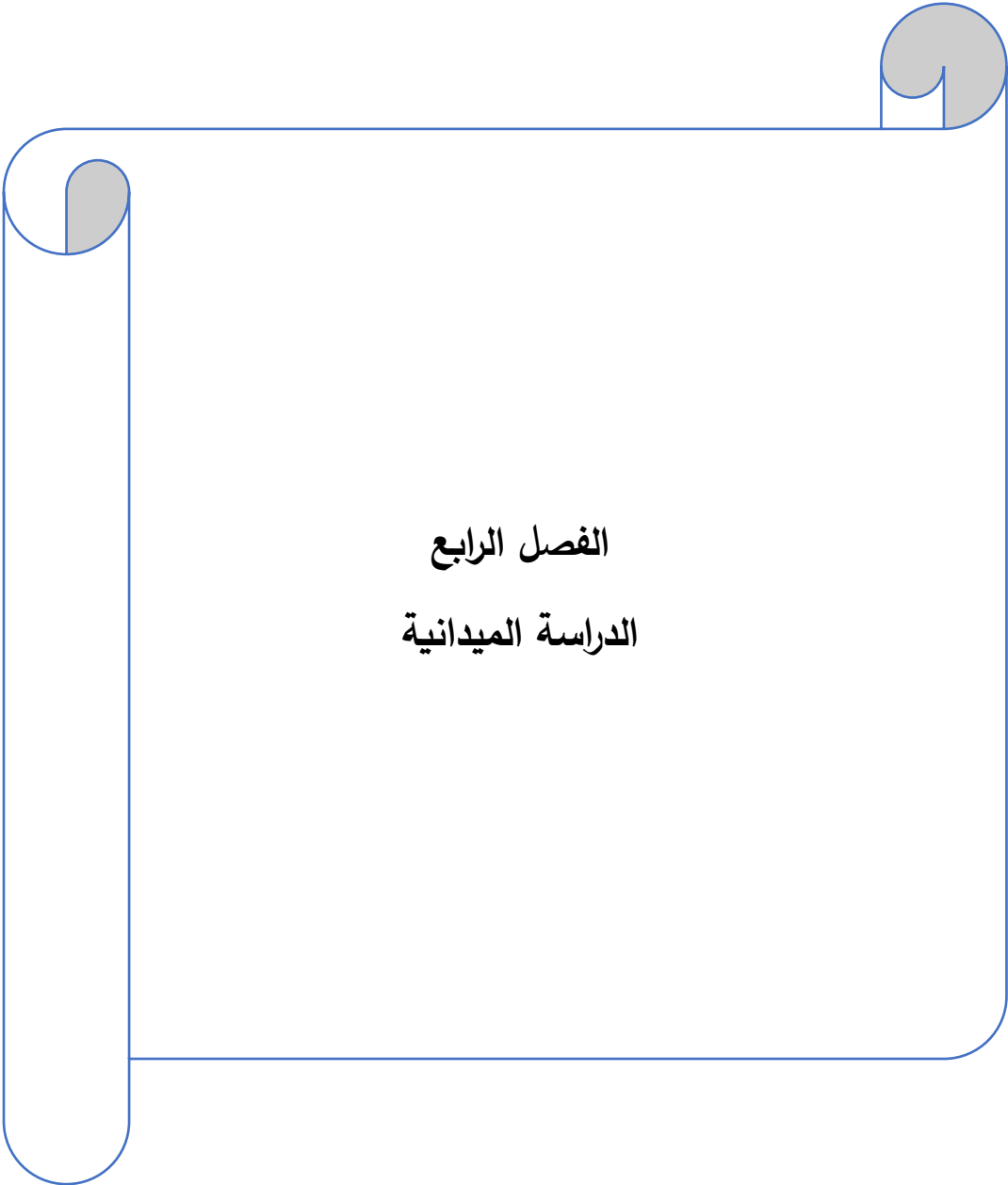
تم التأكد من عدم وجود فقرات في أداة الدراسة يمكن أن تضعف القدرة التفسيرية للنتائج، بإيجاد معامل الارتباط بين كل متغير من متغيرات الدراسة بالدرجة الكلية لفقرات الاستبانة كاملة، والموضح كالتالي:

جدول (٤): معامل الارتباط بين درجة كل متغير من متغيرات الدراسة والدرجة الكلية للاستبانة

المتغيرات الدراسية	ابعاد المتغير المستقل	معامل الارتباط	الدالة الاحصائية
إدارة المخاطر الهندسية	تحديد المخاطر	.915	.000
	تقييم المخاطر	.946	.000
	تطوير استراتيجيات معالجة المخاطر	.954	.000
	المتغير المستقل	.974	.000
كفاءة تنفيذ مشاريع البنية التحتية			.936

المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج SPSS

في الجدول اعلاه، اشارت النتائج إلى ان جميع متغيرات الدراسة دالة احصائيا وبدرجة قوية عند مستوى دلالة $\alpha=0.05$ ، وذلك يعتبر جميع متغيرات الدراسة صادقة لما وضعت لقياسه.

A decorative border in the shape of a scroll, drawn with a blue line. It starts at the top right, goes left, then down, then left again, and finally down to the bottom left. At each of the three turns, there is a grey-shaded semi-circular scroll element.

الفصل الرابع

الدراسة الميدانية

تمهيد

يمثل هذا الفصل الجانب التطبيقي للدراسة، حيث تنتقل الدراسة من الإطار النظري إلى الواقع العملي من خلال تحليل البيانات التي تم جمعها من أفراد العينة المستهدفة بهدف التعرف على واقع إدارة المخاطر الهندسية ومستوى كفاءة تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية، وبيان طبيعة العلاقة بينهما. ويكتسب هذا الفصل أهمية خاصة كونه يشكل الأساس الذي تُبنى عليه الاستنتاجات والتوصيات النهائية للدراسة.

وقد تم في هذا الفصل استخدام مجموعة من الأساليب الإحصائية المناسبة لتحليل البيانات واستخراج المؤشرات الإحصائية اللازمة للإجابة عن أسئلة الدراسة واختبار فرضياتها. كما تم عرض النتائج بصورة منظمة وفق متغيرات الدراسة وأبعادها المختلفة، مع تقديم تفسير علمي للنتائج في ضوء أهداف الدراسة والإطار النظري والدراسات السابقة ذات العلاقة.

ويسهم تحليل النتائج ومناقشتها في توفير فهم أعمق للدور الذي تؤديه إدارة المخاطر الهندسية في تعزيز كفاءة تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية، كما يساعد في تحديد الجوانب التي تتطلب المزيد من الاهتمام والتطوير من قبل الجهات المعنية، بما يدعم تحسين أداء المشاريع وتحقيق أفضل النتائج الممكنة على مستوى الوقت والتكلفة والجودة.

أولاً: التحليل الوصفي للدراسة

تم تناول وصف عينة الدراسة، وعرض آراء أفراد العينة بخصوص متغيرات الدراسة (إدارة المخاطر الهندسية) وكفاءة تنفيذ مشاريع صيانه الطرق والبنية التحتية.

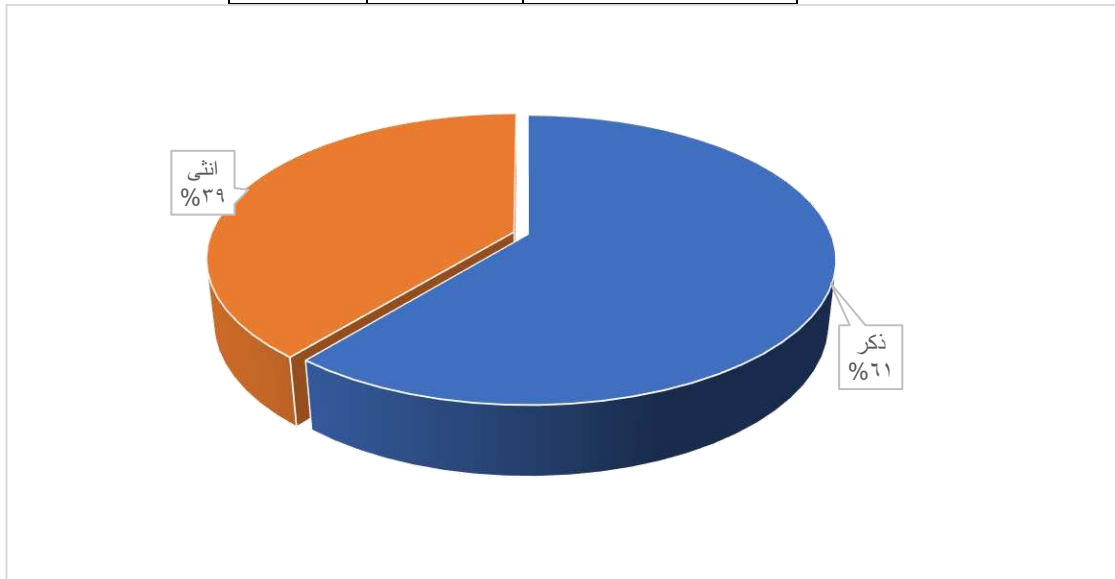
وصف عينة الدراسة :

تضمنت الاستبانة جزءا خاصا بالمعلومات الشخصية للتعرف على خصائص عينة الدراسة من خلال الجنس، المستوى التعليمي، وسنوات الخبرة، وكانت النتائج كما هي مبينة في الجداول التالية:

١. توزيع عينة الدراسة حسب الجنس

جدول ٥ : توزيع عينة الدراسة حسب الجنس

الجنس	العدد	%
نكر	234	60.9
انثى	150	39.1
الاجمالي	384	100.0



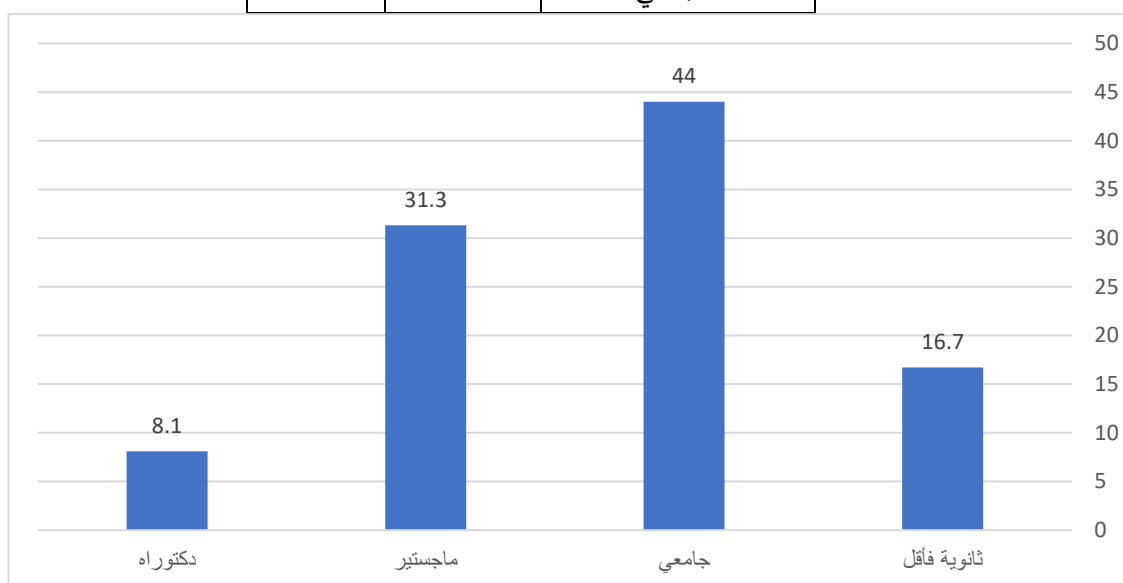
شكل ٢ : توزيع عينة الدراسة حسب الجنس

أظهرت نتائج الدراسة أن الذكور يمثلون النسبة الأكبر من أفراد العينة بواقع (٢٣٤) مفردة ونسبة (٦٠.٩٪)، في حين بلغ عدد الإناث (١٥٠) مفردة بنسبة (٣٩.١٪). ويمكن تفسير ارتفاع نسبة الذكور بأن طبيعة العمل في مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية ما زالت تعتمد بدرجة كبيرة على التخصصات الهندسية والفنية والإشراف الميداني، وهي مجالات تشهد مشاركة أكبر للذكور مقارنة بالإناث. كما تشير هذه النتائج إلى أن آراء العينة تعكس بدرجة كبيرة خبرات العاملين المباشرين في إدارة وتنفيذ المشاريع الهندسية، مما يعزز من موثوقية النتائج المتعلقة بممارسات إدارة المخاطر الهندسية وكفاءة تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية.

٢. توزيع عينة الدراسة حسب المستوى التعليمي

جدول ٦ : توزيع عينة الدراسة حسب المستوى التعليمي

المستوى التعليمي	العدد	%
ثانوية فأقل	64	16.7
جامعي	169	44.0
ماجستير	120	31.3
دكتوراه	31	8.1
الاجمالي	384	100.0



شكل ٣ : توزيع عينة الدراسة حسب المستوى التعليمي

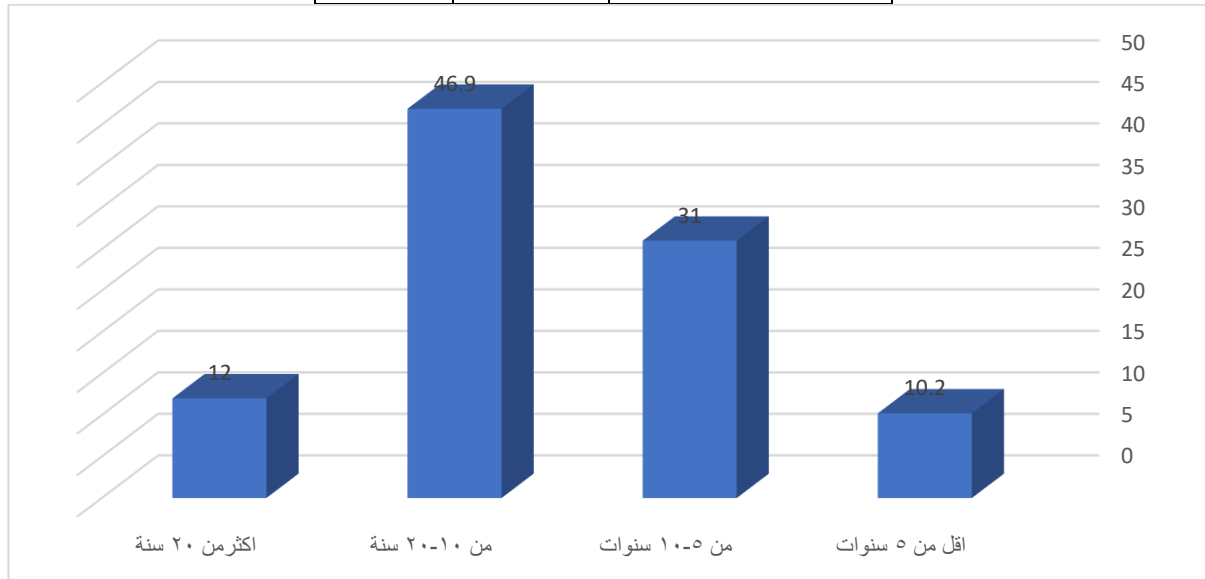
أظهرت نتائج الدراسة أن حملة المؤهل الجامعي شكلوا النسبة الأعلى من أفراد العينة بواقع (١٦٩) فرداً وبنسبة (٤٤.٠٪)، تلاهم حملة الماجستير بعدد (١٢٠) فرداً وبنسبة (٣١.٣٪)، ثم حملة الثانوية فأقل بنسبة (١٦.٧٪)، في حين بلغت نسبة حملة الدكتوراه (٨.١٪). وتعكس هذه النتائج تمتع غالبية أفراد العينة بمستويات تعليمية مرتفعة تتناسب مع طبيعة العمل في مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية، والتي تتطلب معارف هندسية وإدارية متخصصة في مجالات التخطيط والتنفيذ وإدارة المخاطر. كما يعزز ارتفاع نسبة المؤهلات الجامعية والعليا من موثوقية البيانات المقدمة وقدرة المشاركين على تقييم ممارسات إدارة المخاطر الهندسية وانعكاسها على كفاءة تنفيذ المشاريع بصورة أكثر دقة وموضوعية.

٣. توزيع عينة الدراسة حسب سنوات الخبرة

جدول ٧ : توزيع عينة الدراسة حسب سنوات الخبرة

سنوات الخبرة	العدد	%
اقل من ٥ سنوات	39	10.2
من ٥-١٠ سنوات	119	31.0

46.9	180	من ١٠-٢٠ سنة
12.0	46	أكثر من ٢٠ سنة
100.0	384	الاجمالي



شكل ٤ : توزيع عينة الدراسة حسب سنوات الخبرة

أظهرت نتائج الدراسة أن الفئة التي تمتلك خبرة تتراوح بين (١٠-٢٠ سنة) جاءت في المرتبة الأولى بواقع (١٨٠) فرداً ونسبة (٤٦.٩٪)، تلتها فئة (٥-١٠ سنوات) بنسبة (٣١.٠٪)، ثم فئة أكثر من (٢٠ سنة) بنسبة (١٢.٠٪)، في حين جاءت فئة أقل من (٥ سنوات) في المرتبة الأخيرة بنسبة (١٠.٢٪). وتشير هذه النتائج إلى أن غالبية أفراد العينة يمتلكون خبرات مهنية طويلة في مجال مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية، الأمر الذي يمنحهم القدرة على تكوين تصورات دقيقة حول ممارسات إدارة المخاطر الهندسية وآثارها على كفاءة التنفيذ. كما تعزز هذه الخبرات المتراكمة من موثوقية النتائج نظراً لارتباطها المباشر بالتعامل مع التحديات والمخاطر التي تواجه المشاريع خلال مراحل التخطيط والتنفيذ والمتابعة.

ثانياً: تحليل آراء أفراد عينة الدراسة

اعتمدت الإجابة على فقرات الاستبانة للمتغير التابع والمستقل (مرتفعة جداً - مرتفعة - متوسطة - منخفضة - منخفضة جداً)، واعطيت الأوزان (١، ٢، ٣، ٤، ٥) على التوالي، وفق مقياس ليكرت الخماسي، وتم استخراج الحدود الحقيقية لفئات المتوسط الحسابي، واستخراج مدى الأوزان، بإيجاد الفرق بين أعلى وزن وأقل وزن لبدائل سلم الإجابة (٥ - ١ = ٤)، وتحديد طول الفئة، ثم بتقسيم مدى الأوزان على عدد البدائل (٤/٥ = ٠,٨٠)، وفي الجدول أدناه وضحت فئات الحدود الحقيقية والمعنى اللفظي لقيم المتوسط الحسابي :

جدول ٨: الحدود الحقيقية لفئات المتوسط الحسابي

المدى المتوسط (فئات الحدود الحقيقية)	المعنى اللفظي (درجة الممارسة)
1 - 1.80	ضعيفة جداً (غير موافق بشدة)

ضعيفة (غير موافق)	2.60 - 1.81
متوسطة (محايد)	3.40 - 2.61
مرتفعة (موافق)	4.20 - 3.41
مرتفعة جداً (موافق بشدة)	5 - 4.21

أولاً : إدارة المخاطر الهندسية

في هذا القسم تم الاجابة على التساؤل التالي: ما واقع تطبيق إدارة المخاطر الهندسية بأبعادها (تحديد المخاطر - تقييم المخاطر - تطوير استراتيجيات معالجة المخاطر) في مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية في المملكة العربية السعودية؟، وذلك بإيجاد المتوسط والانحراف المعياري والوزن النسبي ودرجة القبول لآراء افراد العينة حول فقرات متغير إدارة المخاطر الهندسية بأبعادها، والموضح في الجدول ادناه:

جدول ٩: المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية والوزن النسبي لفقرات متغير إدارة المخاطر الهندسية

الرتبة	درجة القبول	الوزن النسبي	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	إدارة المخاطر الهندسية	
1	مرتفعة جداً	91%	.535	4.53	يتم تحديد المخاطر الهندسية المحتملة في مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية بصورة شاملة قبل بدء التنفيذ.	تحديد المخاطر
2	مرتفعة جداً	86%	.718	4.28	تشارك الجهات الفنية والهندسية ذات العلاقة في عملية تحديد المخاطر المرتبطة بالمشروع.	
5	مرتفعة	83%	.960	4.17	يتم توثيق المخاطر الهندسية المكتشفة بطريقة منظمة تسهل متابعتها خلال مراحل المشروع.	
3	مرتفعة جداً	85%	.814	4.25	يتم تحديث قائمة المخاطر بشكل مستمر بما يتوافق مع التغيرات التي تطرأ أثناء تنفيذ المشروع.	
4	مرتفعة جداً	84%	.791	4.22	تعتمد الجهة المنفذة على أساليب وأدوات هندسية واضحة لتحديد المخاطر المحتملة في المشروع.	
	مرتفعة جداً	86%	0.7636	4.29	المتوسط الكلي للبعد	
2	مرتفعة جداً	86%	.777	4.28	يتم تقييم احتمالية حدوث المخاطر الهندسية وتأثيرها على جودة وسير تنفيذ المشروع.	تقييم المخاطر
4	مرتفعة جداً	85%	.798	4.23	تستخدم معايير واضحة ومحددة لتصنيف مستوى خطورة المخاطر في المشروع.	
4	مرتفعة جداً	85%	.845	4.23	يتم ترتيب المخاطر الهندسية حسب درجة تأثيرها وأولويتها لضمان سرعة التعامل معها.	
3	مرتفعة جداً	85%	.777	4.26	تؤخذ العوامل البيئية والفنية والتنظيمية بعين الاعتبار عند تقييم مخاطر المشروع.	

1	مرتفعة جداً	86%	.783	4.30	تتم مراجعة تقييم المخاطر بصورة دورية لمواكبة المستجدات أثناء تنفيذ أعمال الصيانة والبنية التحتية.	
	مرتفعة جداً	85%	0.50120	4.2578	المتوسط الكلي للبعد	
5	مرتفعة جداً	84%	.905	4.21	يتم إعداد خطط وإجراءات واضحة لمعالجة المخاطر الهندسية ذات التأثير المرتفع على المشروع.	تطوير استراتيجيات معالجة المخاطر
4	مرتفعة جداً	85%	.815	4.25	يتم اختيار أساليب معالجة المخاطر بما يحقق التوازن بين التكلفة وكفاءة التنفيذ.	
2	مرتفعة جداً	86%	.743	4.28	يتم توفير الموارد الفنية والمالية اللازمة لتطبيق خطط معالجة المخاطر الهندسية.	
3	مرتفعة جداً	85%	.771	4.26	يتم إعداد خطط طوارئ للتعامل مع المشكلات والمخاطر المحتملة أثناء تنفيذ المشروع.	
1	مرتفعة جداً	86%	.756	4.30	يتم تقييم فعالية إجراءات معالجة المخاطر بشكل مستمر لتحسين أداء المشروع وتقليل التعثرات.	
	مرتفعة جداً	85%	.56030	4.2582	المتوسط الكلي للبعد	
	مرتفعة جداً	85%	0.60836	4.2486	المتوسط العام لمتغير إدارة المخاطر الهندسية	

جاء المتوسط العام لمتغير إدارة المخاطر الهندسية (٤.٢٤٨٦) وبوزن نسبي (٨٥٪) ودرجة قبول مرتفعة جداً، مما يعكس وجود مستوى متقدم من تطبيق ممارسات إدارة المخاطر الهندسية في مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية، ويؤكد اهتمام الجهات المنفذة بتقليل المخاطر المحتملة وتعزيز كفاءة التنفيذ.

أولاً: بعد تحديد المخاطر

حقق بعد تحديد المخاطر متوسطاً حسابياً بلغ (٤.٢٩) ووزناً نسبياً (٨٦٪) بدرجة قبول مرتفعة جداً، وجاء في المرتبة الأولى بين أبعاد إدارة المخاطر الهندسية، مما يدل على إدراك الجهات المنفذة لأهمية الاكتشاف المبكر للمخاطر قبل وأثناء تنفيذ المشاريع.

احتلت الفقرة: "يتم تحديد المخاطر الهندسية المحتملة في مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية بصورة شاملة قبل بدء التنفيذ" المرتبة الأولى بمتوسط (٤.٥٣) ووزن نسبي (٩١٪). ويعكس ذلك حرص الجهات المنفذة على استباق المشكلات الفنية المحتملة وتقليل آثارها على سير المشروع. وجاءت الفقرة: "تشارك الجهات الفنية والهندسية ذات العلاقة في عملية تحديد المخاطر المرتبطة بالمشروع" في المرتبة الثانية بمتوسط (٤.٢٨) ووزن نسبي (٨٦٪). ويشير ذلك إلى أهمية التكامل بين الأطراف الفنية في رفع دقة تحديد المخاطر وتعزيز جودة القرارات الهندسية. وحصلت الفقرة: "يتم تحديث قائمة المخاطر بشكل مستمر بما يتوافق مع التغيرات التي تطرأ أثناء تنفيذ المشروع" على المرتبة الثالثة بمتوسط (٤.٢٥) ووزن نسبي (٨٥٪). ويعكس ذلك إدراكاً لأهمية المتابعة المستمرة للمخاطر في ظل الطبيعة المتغيرة لمشاريع

الصيانة والبنية التحتية. وجاءت الفقرة: "تعتمد الجهة المنفذة على أساليب وأدوات هندسية واضحة لتحديد المخاطر المحتملة في المشروع" في المرتبة الرابعة بمتوسط (٤.٢٢) ووزن نسبي (٨٤٪). ويؤكد ذلك وجود ممارسات منظمة تسهم في تحسين كفاءة عمليات التعرف على المخاطر. أما الفقرة: "يتم توثيق المخاطر الهندسية المكتشفة بطريقة منظمة تسهل متابعتها خلال مراحل المشروع" فقد جاءت في المرتبة الخامسة بمتوسط (٤.١٧) ووزن نسبي (٨٣٪). وقد يعزى انخفاضها النسبي إلى تفاوت مستوى أنظمة التوثيق والمتابعة بين المشاريع المختلفة.

ثانياً: بعد تقييم المخاطر

بلغ المتوسط الحسابي لبعء تقييم المخاطر (٤.٢٥٧٨) بوزن نسبي (٨٥٪) ودرجة قبول مرتفعة جداً، محتلاً المرتبة الثانية، مما يعكس اهتمام الجهات المنفذة بتقدير تأثير المخاطر وأولويات التعامل معها بصورة منهجية.

حصلت الفقرة: "تم مراجعة تقييم المخاطر بصورة دورية لمواكبة المستجدات أثناء تنفيذ أعمال الصيانة والبنية التحتية" على المرتبة الأولى بمتوسط (٤.٣٠) ووزن نسبي (٨٦٪). ويشير ذلك إلى وجود متابعة مستمرة للمخاطر لضمان سرعة الاستجابة للمتغيرات الميدانية. وجاءت الفقرة: "يتم تقييم احتمالية حدوث المخاطر الهندسية وتأثيرها على جودة وسير تنفيذ المشروع" في المرتبة الثانية بمتوسط (٤.٢٨) ووزن نسبي (٨٦٪). ويعكس ذلك اهتماماً بتقدير مستوى التأثير المتوقع للمخاطر قبل وقوعها. واحتلت الفقرة: "تؤخذ العوامل البيئية والفنية والتنظيمية بعين الاعتبار عند تقييم مخاطر المشروع" المرتبة الثالثة بمتوسط (٤.٢٦) ووزن نسبي (٨٥٪). ويؤكد ذلك شمولية عملية التقييم وعدم اقتصرها على الجوانب الفنية فقط. وجاءت الفقرتان: "تستخدم معايير واضحة ومحددة لتصنيف مستوى خطورة المخاطر في المشروع" و "يتم ترتيب المخاطر الهندسية حسب درجة تأثيرها وأولويتها لضمان سرعة التعامل معها" * في المرتبة الرابعة بمتوسط (٤.٢٣) ووزن نسبي (٨٥٪). ويشير ذلك إلى وجود ممارسات جيدة في تصنيف المخاطر وترتيب أولوياتها رغم الحاجة إلى مزيد من التوحيد المنهجي بين المشاريع.

ثالثاً: بعد تطوير استراتيجيات معالجة المخاطر

بلغ المتوسط الحسابي لهذا البعد (٤.٢٥٨٢) وبوزن نسبي (٨٥٪) ودرجة قبول مرتفعة جداً، محتلاً المرتبة الثالثة، مما يدل على اهتمام الجهات المنفذة بوضع حلول وإجراءات عملية للحد من آثار المخاطر الهندسية.

جاءت الفقرة: "يتم تقييم فعالية إجراءات معالجة المخاطر بشكل مستمر لتحسين أداء المشروع وتقليل التعثرات" في المرتبة الأولى بمتوسط (٤.٣٠) ووزن نسبي (٨٦٪). ويعكس ذلك توجهاً نحو التحسين المستمر وضمان فاعلية المعالجات المطبقة. واحتلت الفقرة: "يتم توفير الموارد الفنية والمالية اللازمة

لتطبيق خطط معالجة المخاطر الهندسية المرتبة الثانية بمتوسط (٤.٢٨) ووزن نسبي (٨٦٪). ويؤكد ذلك إدراك أهمية توفير الإمكانيات اللازمة لنجاح خطط إدارة المخاطر. وجاءت الفقرة: "يتم إعداد خطط طوارئ للتعامل مع المشكلات والمخاطر المحتملة أثناء تنفيذ المشروع" في المرتبة الثالثة بمتوسط (٤.٢٦) ووزن نسبي (٨٥٪). ويعكس ذلك استعداد الجهات المنفذة للتعامل مع الظروف غير المتوقعة التي قد تواجه المشاريع. وحصلت الفقرة: "يتم اختيار أساليب معالجة المخاطر بما يحقق التوازن بين التكلفة وكفاءة التنفيذ" على المرتبة الرابعة بمتوسط (٤.٢٥) ووزن نسبي (٨٥٪). ويشير ذلك إلى حرص الجهات المنفذة على تحقيق أفضل عائد من إجراءات المعالجة دون تحميل المشروع تكاليف إضافية غير ضرورية. أما الفقرة: "يتم إعداد خطط وإجراءات واضحة لمعالجة المخاطر الهندسية ذات التأثير المرتفع على المشروع" فقد جاءت في المرتبة الخامسة بمتوسط (٤.٢١) ووزن نسبي (٨٤٪). وقد يعود ذلك إلى اختلاف مستوى التفصيل والوضوح في خطط المعالجة بين المشاريع المختلفة.

وتتفق نتائج المحور الحالي مع نتائج دراسة الشهري وآخرون (٢٠٢٢) التي أكدت أهمية إدارة المخاطر في الحد من تجاوزات الوقت والتكلفة، كما تتفق مع دراسة Elsaied & Alghamdi (٢٠٢٤) التي أوضحت تأثير إدارة المخاطر على كفاءة تنفيذ مشاريع الطرق. كذلك تتوافق مع دراسة Boustani (٢٠٢١) التي أثبتت وجود أثر إيجابي لتحديد المخاطر وتقييمها والاستجابة لها على نجاح المشاريع. كما تتسجم مع نتائج Alhammadi وآخرون (٢٠٢١) التي أكدت أهمية التخطيط المسبق والمتابعة المستمرة للمخاطر. ويمكن تفسير هذا الاتفاق بتشابه طبيعة المشاريع الهندسية واعتمادها على ممارسات منهجية لإدارة المخاطر لضمان تحقيق أهداف المشروع من حيث الوقت والتكلفة والجودة.

ثانيا : كفاءة تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية

في هذا القسم تم الاجابة على التساؤل التالي: ما مستوى تحسين كفاءة تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية في المملكة العربية السعودية؟، وذلك بإيجاد المتوسط والانحراف المعياري والوزن النسبي ودرجة القبول لآراء افراد العينة حول فقرات متغير كفاءة تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية، والموضح في الجدول ادناه:

جدول ١٠: المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية والوزن النسبي لفقرات متغير كفاءة تنفيذ مشاريع البنية التحتية

الرتبة	درجة القبول	الوزن النسبي	الانحراف المعياري	المتوسط	كفاءة تنفيذ مشاريع البنية التحتية
1	مرتفعة جدا	92%	.569	4.60	يتم تنفيذ أعمال صيانة الطرق والبنية التحتية ضمن الإطار الزمني المحدد في الخطة التنفيذية للمشروع.
3	مرتفعة جدا	89%	.782	4.43	تتم متابعة تقدم الأعمال بشكل مستمر لتقليل احتمالية حدوث تأخير في مراحل التنفيذ.
10	مرتفعة	83%	.716	4.15	يتم إنجاز المراحل الرئيسية للمشروع وفق المدد الزمنية المعتمدة مسبقاً.

7	مرتفعة جداً	84%	1.152	4.22	تتخذ الجهة المنفذة إجراءات سريعة لمعالجة المعوقات التي قد تؤثر على سير المشروع الزمني.
9	مرتفعة	83%	.715	4.17	يتم تنفيذ مشاريع الصيانة والبنية التحتية بما يتوافق مع الميزانية المعتمدة للمشروع.
4	مرتفعة جداً	88%	.831	4.40	يتم ضبط المصروفات التشغيلية والإنشائية بما يحد من حدوث تجاوزات مالية أثناء التنفيذ.
8	مرتفعة جداً	84%	.719	4.21	تتم مراجعة التكاليف الفعلية للمشروع بصورة دورية للتأكد من توافقها مع التقديرات المالية المخططة.
2	مرتفعة جداً	90%	.754	4.50	يتم تنفيذ أعمال المشروع وفق المتطلبات الفنية والمعايير الهندسية المعتمدة.
6	مرتفعة جداً	85%	.694	4.25	يتم تطبيق إجراءات الفحص والرقابة الفنية لضمان جودة أعمال الصيانة والتنفيذ.
5	مرتفعة جداً	88%	.835	4.39	يتم توثيق نتائج الاختبارات الفنية وتقارير الجودة بشكل منتظم خلال مراحل المشروع المختلفة.
	مرتفعة جداً	87%	0.569	4.3326	المتوسط الكلي لمتغير كفاءة تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية

بلغ المتوسط الكلي لمتغير كفاءة تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية (٤.٣٣٢٦) ووزن نسبي (٨٧٪) ودرجة قبول مرتفعة جداً، مما يعكس ارتفاع مستوى الكفاءة التشغيلية والتنفيذية للمشاريع وقدرة الجهات المنفذة على تحقيق أهدافها الزمنية والمالية والفنية.

جاءت الفقرة: "يتم تنفيذ أعمال صيانة الطرق والبنية التحتية ضمن الإطار الزمني المحدد في الخطة التنفيذية للمشروع" في المرتبة الأولى بمتوسط (٤.٦٠) ووزن نسبي (٩٢٪). ويعكس ذلك نجاح الجهات المنفذة في الالتزام بالجدول الزمنية المخططة وتقليل التأخيرات المحتملة. واحتلت الفقرة: "يتم تنفيذ أعمال المشروع وفق المتطلبات الفنية والمعايير الهندسية المعتمدة" المرتبة الثانية بمتوسط (٤.٥٠) ووزن نسبي (٩٠٪). ويشير ذلك إلى الاهتمام الكبير بضمان جودة التنفيذ والالتزام بالموصفات الفنية المعتمدة. وجاءت الفقرة: "تتم متابعة تقدم الأعمال بشكل مستمر لتقليل احتمالية حدوث تأخير في مراحل التنفيذ" في المرتبة الثالثة بمتوسط (٤.٤٣) ووزن نسبي (٨٩٪). ويؤكد ذلك وجود أنظمة متابعة ورقابة تساعد على اكتشاف المشكلات ومعالجتها مبكراً. وحصلت الفقرة: "يتم ضبط المصروفات التشغيلية والإنشائية بما يحد من حدوث تجاوزات مالية أثناء التنفيذ" على المرتبة الرابعة بمتوسط (٤.٤٠) ووزن نسبي (٨٨٪). ويعكس ذلك كفاءة إدارة الموارد المالية وحرص الجهات المنفذة على التحكم في التكاليف. وجاءت الفقرة: "يتم توثيق نتائج الاختبارات الفنية وتقارير الجودة بشكل منتظم خلال مراحل المشروع المختلفة" في المرتبة الخامسة بمتوسط (٤.٣٩) ووزن نسبي (٨٨٪). ويشير ذلك إلى اهتمام الجهات المنفذة بتوثيق الإجراءات الرقابية وضمان جودة المخرجات. واحتلت الفقرة: "يتم تطبيق إجراءات الفحص والرقابة الفنية لضمان جودة أعمال الصيانة والتنفيذ" المرتبة السادسة بمتوسط (٤.٢٥) ووزن نسبي (٨٥٪). ويعكس ذلك وجود ممارسات

رقابية فعالة تسهم في رفع مستوى جودة الأعمال المنفذة. وجاءت الفقرة: **تتخذ الجهة المنفذة إجراءات سريعة لمعالجة المعوقات التي قد تؤثر على سير المشروع الزمني** في المرتبة السابعة بمتوسط (٤.٢٢) ووزن نسبي (٨٤٪). ويشير ذلك إلى قدرة الجهات المنفذة على التعامل مع التحديات الميدانية وتقليل آثارها على التنفيذ. وحصلت الفقرة: **تتم مراجعة التكاليف الفعلية للمشروع بصورة دورية للتأكد من توافقها مع التقديرات المالية المخططة** على المرتبة الثامنة بمتوسط (٤.٢١) ووزن نسبي (٨٤٪). ويعكس ذلك اهتماماً مستمراً بمتابعة الأداء المالي للمشروع وتعزيز الانضباط المالي. وجاءت الفقرة: **يتم تنفيذ مشاريع الصيانة والبنية التحتية بما يتوافق مع الميزانية المعتمدة للمشروع** في المرتبة التاسعة بمتوسط (٤.١٧) ووزن نسبي (٨٣٪). وقد يرتبط انخفاضها النسبي بتأثر بعض المشاريع بمتغيرات السوق وارتفاع أسعار المواد والخدمات. أما الفقرة: **يتم إنجاز المراحل الرئيسية للمشروع وفق المدد الزمنية المعتمدة مسبقاً** فقد جاءت في المرتبة العاشرة بمتوسط (٤.١٥) ووزن نسبي (٨٣٪). وقد يعود ذلك إلى وجود بعض التحديات الفنية أو التشغيلية التي تؤثر على إنجاز بعض المراحل وفق التوقيت المحدد.

وتتفق هذه النتائج مع دراسة Kakw'U & Sang (٢٠٢٤) التي أكدت أن التخطيط وإدارة المخاطر والمتابعة المستمرة تسهم في تحسين أداء مشاريع الطرق، كما تتوافق مع دراسة Issa وآخرون (٢٠٢٣) التي أشارت إلى أهمية التحكم بالمخاطر للحفاظ على الوقت والتكلفة والجودة. كذلك تتسجم مع دراسة Algahtany وآخرون (٢٠١٦) التي أثبتت أن تطوير ممارسات إدارة المخاطر ينعكس إيجاباً على كفاءة تنفيذ المشاريع وجودتها. ويمكن تفسير هذا الاتفاق بأن مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية تعتمد بصورة كبيرة على كفاءة التخطيط والمتابعة وإدارة المخاطر لتحقيق الأداء المستهدف ضمن الوقت والتكلفة والجودة المحددة.

ثالثاً: اختبار الفرضيات

تم استخدام معامل ارتباط بيرسون لمعرفة العلاقة بين المتغير التابع (كفاءة تنفيذ مشاريع البنية التحتية) بالمتغير المستقل (إدارة المخاطر الهندسية)، واستخدام تحليل الانحدار الخطي البسيط لمعرفة دور إدارة المخاطر الهندسية على تحسين كفاءة تنفيذ مشاريع البنية التحتية، والموضح كما يلي :

الفرضية الرئيسية الأولى: لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى ($\alpha \leq 0.05$) لإدارة المخاطر الهندسية في تحسين كفاءة تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية.

الفرضيات الفرعية:

٤. لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى ($\alpha \leq 0.05$) لتحديد المخاطر الهندسية في تحسين كفاءة تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية.

٥. لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى ($\alpha \leq 0.05$) لتقييم المخاطر الهندسية في تحسين كفاءة تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية.

٦. لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى ($\alpha \leq 0.05$) لتطوير استراتيجيات معالجة المخاطر الهندسية في تحسين كفاءة تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية. وللإجابة على الفرضية الرئيسية الأولى والفرضيات الفرعية، تم أولاً إيجاد معامل ارتباط بيرسون، لمعرفة مدى ارتباط إدارة المخاطر الهندسية بأبعادها بالمتغير التابع (كفاءة تنفيذ مشاريع البنية التحتية)، والموضح كما يلي :

جدول (١١): ارتباط إدارة المخاطر الهندسية بأنواعها بالمتغير التابع (كفاءة تنفيذ مشاريع البنية التحتية)

إدارة المخاطر الهندسية بأبعادها	معامل الارتباط	مستوى الدلالة
تحديد المخاطر	.752**	.000
تقييم المخاطر	.789**	.000
تطوير استراتيجيات معالجة المخاطر	.782**	.000
إدارة المخاطر	.833**	.000

أظهرت نتائج معامل ارتباط بيرسون وجود علاقة ارتباط موجبة قوية بين إدارة المخاطر الهندسية كمتغير مستقل وكفاءة تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية كمتغير تابع، حيث بلغ معامل الارتباط (٠.٨٣٣) عند مستوى دلالة إحصائية (٠.٠٠٠)، وهي قيمة أقل من (٠.٠٠٥). ويشير ذلك إلى أنه كلما ارتفع مستوى تطبيق ممارسات إدارة المخاطر الهندسية بمختلف أبعادها ارتفعت كفاءة تنفيذ المشاريع من حيث الوقت والتكلفة والجودة. وبناءً على ذلك أرفض الفرضية العدمية الرئيسية وأقبل الفرضية البديلة التي تنص على وجود أثر ذي دلالة إحصائية لإدارة المخاطر الهندسية في تحسين كفاءة تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية.

١. لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى ($\alpha \leq 0.05$) لتحديد المخاطر الهندسية في تحسين كفاءة تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية.

جدول ١٢: نتائج تحليل الانحدار الخطي البسيط لتحديد المخاطر على كفاءة تنفيذ مشاريع البنية التحتية

ملخص النماذج				تحليل التباين One Way ANOVA		معاملات الانحدار			
المتغير التابع	R	R ²	F	مستوى الدلالة	المتغير المستقل	b	الخطأ المعياري	t	مستوى الدلالة
كفاءة تنفيذ مشاريع البنية التحتية	.752	.617	524.95	.000	تحديد المخاطر	.724	.025	26.61	.000

أظهرت نتائج تحليل الانحدار الخطي البسيط وجود أثر إيجابي ذي دلالة إحصائية لتحديد المخاطر الهندسية في تحسين كفاءة تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية، حيث بلغ معامل الارتباط ($R=0.752$) ومعامل التحديد ($R^2=0.617$)، مما يعني أن تحديد المخاطر يفسر ما نسبته (٦١.٧٪) من التغير في كفاءة التنفيذ. كما بلغت قيمة ($F=524.95$) ومستوى الدلالة (٠.٠٠٠٠)، وهي أقل من (٠.٠٠٥)، مما يؤكد معنوية النموذج الإحصائي. كذلك أظهرت قيمة معامل الانحدار ($\beta=0.724$) أن تحسين ممارسات تحديد المخاطر ينعكس بصورة مباشرة على رفع كفاءة تنفيذ المشاريع. وبناءً على ذلك أرفض الفرضية العدمية وأقبل الفرضية البديلة التي تنص على وجود أثر ذي دلالة إحصائية لتحديد المخاطر الهندسية في تحسين كفاءة تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية.

٢. لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى ($\alpha \leq 0.05$) لتقييم المخاطر الهندسية في تحسين كفاءة تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية.

جدول ١٣: نتائج تحليل الانحدار الخطي البسيط لتقييم المخاطر على كفاءة تنفيذ مشاريع البنية التحتية

معاملات الانحدار					تحليل التباين One Way ANOVA		ملخص النماذج		
مستوى الدلالة	t	الخطأ المعياري	b	المتغير المستقل	مستوى الدلالة	F	R^2	R	المتغير التابع
.000	24.16	.035	.962	تقييم المخاطر	.000	636.12	.632	.659	كفاءة تنفيذ مشاريع البنية التيهية

أظهرت نتائج تحليل الانحدار الخطي البسيط وجود أثر إيجابي ذي دلالة إحصائية لتقييم المخاطر الهندسية في تحسين كفاءة تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية، حيث بلغ معامل الارتباط ($R=0.659$)، بينما بلغ معامل التحديد ($R^2=0.632$)، مما يدل على أن تقييم المخاطر يسهم بدرجة كبيرة في تفسير التغيرات التي تطرأ على كفاءة التنفيذ. كما بلغت قيمة ($F=636.12$) عند مستوى دلالة (٠.٠٠٠٠)، وهو مستوى أقل من (٠.٠٠٥)، مما يؤكد معنوية النموذج الإحصائي. كذلك أظهر معامل الانحدار ($\beta=0.962$) وجود تأثير إيجابي قوي لتقييم المخاطر على كفاءة تنفيذ المشاريع. وبناءً على ذلك أرفض الفرضية العدمية وأقبل الفرضية البديلة التي تنص على وجود أثر ذي دلالة إحصائية لتقييم المخاطر الهندسية في تحسين كفاءة تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية.

٣. لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى ($\alpha \leq 0.05$) لتطوير استراتيجيات معالجة المخاطر الهندسية في تحسين كفاءة تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية.

جدول ١٣: نتائج تحليل الانحدار الخطي البسيط لتطوير استراتيجيات معالجة المخاطر على كفاءة تنفيذ مشاريع البنية التحتية

معاملات الانحدار					تحليل التباين الاحادي One Way ANOVA		ملخص النماذج		
مستوى الدلالة	t	الخطأ المعياري	b	المتغير المستقل	مستوى الدلالة	F	R ²	R	المتغير التابع
.000	24.424	.041	.865	تطوير استراتيجيات معالجة المخاطر	.000	751.43	.542	.682	كفاءة تنفيذ مشاريع البنية التحتية

أظهرت نتائج تحليل الانحدار الخطي البسيط وجود أثر إيجابي ذي دلالة إحصائية لتطوير استراتيجيات معالجة المخاطر الهندسية في تحسين كفاءة تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية، حيث بلغ معامل الارتباط ($R=0.682$)، وبلغ معامل التحديد ($R^2=0.542$)، مما يشير إلى أن تطوير استراتيجيات المعالجة يفسر نسبة مهمة من التغير في كفاءة تنفيذ المشاريع. كما بلغت قيمة ($F=751.43$) عند مستوى دلالة (0.000)، وهو أقل من (0.005)، مما يؤكد معنوية النموذج الإحصائي. كذلك أظهر معامل الانحدار ($\beta=0.865$) أن تحسين استراتيجيات معالجة المخاطر ينعكس إيجابياً على مستوى كفاءة التنفيذ وتقليل التعثرات المحتملة. وبناءً على ذلك أرفض الفرضية العدمية وأقبل الفرضية البديلة التي تنص على وجود أثر ذي دلالة إحصائية لتطوير استراتيجيات معالجة المخاطر الهندسية في تحسين كفاءة تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية.

النتائج

أظهرت نتائج الدراسة أن:

- كشفت النتائج عن ارتفاع مستوى تطبيق إدارة المخاطر الهندسية في مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية، حيث بلغ المتوسط العام (4.2486) والوزن النسبي (85%).
- أظهرت النتائج أن بعد تحديد المخاطر جاء في المرتبة الأولى بين أبعاد إدارة المخاطر الهندسية بمتوسط حسابي بلغ (4.29) ووزن نسبي (86%).
- بينت النتائج أن بعد تقييم المخاطر حقق متوسطاً حسابياً بلغ (4.2578) ووزناً نسبياً (85%)، مما يعكس اهتمام الجهات المنفذة بتقييم المخاطر بصورة مستمرة.
- أوضحت النتائج أن بعد تطوير استراتيجيات معالجة المخاطر جاء بمتوسط حسابي بلغ (4.2582) ووزن نسبي (85%)، مما يؤكد الاهتمام بوضع خطط وإجراءات للتعامل مع المخاطر الهندسية.
- أظهرت النتائج ارتفاع مستوى كفاءة تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية، حيث بلغ المتوسط العام (4.3226) والوزن النسبي (87%).
- بينت نتائج الارتباط وجود علاقة ارتباط موجبة قوية ودالة إحصائية بين إدارة المخاطر الهندسية وكفاءة تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية، حيث بلغ معامل الارتباط (0.833).

- أظهرت النتائج وجود علاقة ارتباط موجبة ودالة إحصائية بين تحديد المخاطر وكفاءة تنفيذ المشاريع، حيث بلغ معامل الارتباط (٠.٧٥٢).
- كشفت النتائج عن وجود علاقة ارتباط موجبة ودالة إحصائية بين تقييم المخاطر وكفاءة تنفيذ المشاريع، حيث بلغ معامل الارتباط (٠.٧٨٩).
- أوضحت النتائج وجود علاقة ارتباط موجبة ودالة إحصائية بين تطوير استراتيجيات معالجة المخاطر وكفاءة تنفيذ المشاريع، حيث بلغ معامل الارتباط (٠.٧٨٢).
- أثبتت نتائج تحليل الانحدار وجود أثر ذي دلالة إحصائية لتحديد المخاطر الهندسية في تحسين كفاءة تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية، حيث فسّر هذا البعد ما نسبته (٦١.٧٪) من التغير في كفاءة التنفيذ.
- أظهرت نتائج تحليل الانحدار وجود أثر ذي دلالة إحصائية لتقييم المخاطر الهندسية في تحسين كفاءة تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية.
- بينت النتائج وجود أثر ذي دلالة إحصائية لتطوير استراتيجيات معالجة المخاطر الهندسية في تحسين كفاءة تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية.
- أكدت النتائج بصورة عامة أن الإدارة الفعالة للمخاطر الهندسية تمثل أحد العوامل الرئيسية التي تسهم في رفع كفاءة تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية وتحسين الأداء المرتبط بالوقت والتكلفة والجودة.

التوصيات

في ضوء ما توصلت إليه الدراسة من نتائج، يمكنني صياغة التوصيات التالية:

١. تعزيز تطبيق ممارسات إدارة المخاطر الهندسية في مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية من خلال اعتماد منهجيات وإجراءات موحدة لإدارة المخاطر في جميع مراحل المشروع.
٢. الاهتمام بتطوير آليات تحديد المخاطر الهندسية بصورة استباقية قبل بدء التنفيذ لضمان اكتشاف المخاطر المحتملة والحد من آثارها المستقبلية.
٣. تحديث سجلات المخاطر بشكل مستمر وربطها بالمتغيرات الفنية والتنظيمية التي قد تطرأ أثناء تنفيذ مشاريع الصيانة والبنية التحتية.
٤. تعزيز استخدام الأساليب والأدوات الحديثة في تقييم المخاطر الهندسية بما يسهم في رفع دقة التنبؤ بالمخاطر وتحديد أولويات التعامل معها.
٥. توفير برامج تدريبية متخصصة للعاملين ومديري المشاريع في مجال إدارة المخاطر الهندسية وأساليب تقييمها ومعالجتها وفق الممارسات المهنية الحديثة.

٦. تطوير خطط استجابة ومعالجة المخاطر الهندسية وتحديثها بصورة دورية لضمان جاهزية الفرق التنفيذية للتعامل مع المخاطر المحتملة بكفاءة عالية.
٧. زيادة الاهتمام بإعداد خطط الطوارئ للمشاريع الحيوية بما يحد من تأثير المخاطر المفاجئة على الوقت والتكلفة وجودة التنفيذ.
٨. تعزيز التكامل والتنسيق بين الجهات الهندسية والفنية والإدارية المشاركة في المشروع عند تحديد المخاطر وتقييمها واتخاذ القرارات المتعلقة بمعالجتها.
٩. دعم استخدام الأنظمة الرقمية وتقنيات الذكاء الاصطناعي في عمليات رصد المخاطر وتحليلها والتنبؤ بها بما يسهم في تحسين كفاءة تنفيذ المشاريع.
١٠. تعزيز أنظمة المتابعة والرقابة الفنية والمالية للمشاريع لضمان الالتزام بالجدول الزمنية والميزانيات المعتمدة وتحقيق مستويات أعلى من الكفاءة التشغيلية.
١١. الاستفادة من نتائج تقييم المخاطر في تحسين عمليات التخطيط واتخاذ القرار وتخصيص الموارد بما يحقق الاستخدام الأمثل للإمكانات المتاحة.
١٢. إجراء دراسات مستقبلية تتناول أثر التقنيات الحديثة والتحول الرقمي في تطوير إدارة المخاطر الهندسية ورفع كفاءة تنفيذ مشاريع البنية التحتية في المملكة العربية السعودية.

الحلول والمقترحات

في ضوء النتائج التي توصلت إليها الدراسة، يتضح أن إدارة المخاطر الهندسية تمثل عاملاً محورياً في تحسين كفاءة تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية، الأمر الذي يستدعي العمل على تطوير الممارسات الحالية وتعزيزها من خلال تبني حلول عملية ومستدامة. ومن هذا المنطلق، أقترح إنشاء وحدات متخصصة بإدارة المخاطر الهندسية ضمن الجهات المسؤولة عن مشاريع البنية التحتية، تتولى عمليات تحديد المخاطر وتقييمها ومتابعة معالجتها بصورة مستمرة خلال دورة حياة المشروع.

كما أقترح التوسع في استخدام الأنظمة الرقمية الذكية وتقنيات الذكاء الاصطناعي ونظم المعلومات الجغرافية في التنبؤ بالمخاطر الهندسية وتحليل آثارها المحتملة قبل حدوثها، بما يسهم في دعم متخذي القرار ورفع كفاءة التخطيط والتنفيذ. كذلك تبرز الحاجة إلى بناء قواعد بيانات وطنية متخصصة بالمخاطر التي تواجه مشاريع الطرق والبنية التحتية، بحيث يتم الاستفادة من الخبرات والدروس المستفادة من المشاريع السابقة عند التخطيط للمشاريع المستقبلية.

ومن المقترحات المهمة أيضاً تطوير برامج تدريب وتأهيل مستمرة للعاملين في مجال إدارة المشاريع والهندسة المدنية وإدارة المخاطر، بما يضمن مواكبة التطورات الحديثة في أساليب إدارة المخاطر الهندسية. كما يمكن مستقبلاً إجراء دراسات تتناول أثر التحول الرقمي، والذكاء الاصطناعي، ونمذجة معلومات البناء (BIM)،

والاستدامة الهندسية على فعالية إدارة المخاطر وكفاءة تنفيذ مشاريع البنية التحتية في المملكة العربية السعودية.

كذلك أقترح توسيع نطاق الدراسات المستقبلية لتشمل قطاعات هندسية أخرى مثل مشاريع النقل، والمياه، والطاقة، والمطارات، بهدف المقارنة بين طبيعة المخاطر في هذه القطاعات واستخلاص أفضل الممارسات التي يمكن تعميمها على مشاريع البنية التحتية المختلفة.

الخاتمة

هدفت هذه الدراسة إلى التعرف على أثر إدارة المخاطر الهندسية في تحسين كفاءة تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية في المملكة العربية السعودية، وذلك من خلال دراسة أبعاد إدارة المخاطر الهندسية المتمثلة في تحديد المخاطر، وتقييم المخاطر، وتطوير استراتيجيات معالجة المخاطر، وتحليل دورها في تعزيز كفاءة تنفيذ المشاريع.

وقد بينت نتائج الدراسة أن مستوى تطبيق إدارة المخاطر الهندسية جاء مرتفعاً بدرجة كبيرة، كما أظهرت النتائج ارتفاع مستوى كفاءة تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية. كذلك أكدت النتائج وجود علاقات ارتباط إيجابية قوية بين أبعاد إدارة المخاطر الهندسية وكفاءة تنفيذ المشاريع، إضافة إلى وجود أثر ذي دلالة إحصائية لكل من تحديد المخاطر وتقييمها وتطوير استراتيجيات معالجتها في تحسين كفاءة التنفيذ. وتؤكد هذه النتائج أن نجاح مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية لم يعد يعتمد فقط على توافر الموارد المالية والفنية، بل أصبح مرتبطاً بصورة مباشرة بقدرة الجهات المنفذة على إدارة المخاطر الهندسية بطريقة علمية ومنهجية تضمن الحد من المشكلات المحتملة وتقليل آثارها السلبية على الوقت والتكلفة والجودة. وعليه، فإن تعزيز ثقافة إدارة المخاطر وتطوير أدواتها وممارساتها يمثل أحد المرتكزات الأساسية لتحقيق الاستدامة والكفاءة في تنفيذ مشاريع البنية التحتية ودعم مستهدفات التنمية الشاملة في المملكة العربية السعودية.

المراجع

المراجع العربية

السعيد، أ.إ.، والغامدي، م.س. (٢٠٢٤). أثر إدارة المخاطر لأعمال الطرق في المملكة العربية السعودية.

<https://doi.org/10.21608/erj.2024.302834.1071> مجلة البحوث الهندسية.

الشهري، س.، القحطاني، ك.، والمحسن، أ. (٢٠٢٢). عوامل الخطر التي تؤدي إلى تجاوزات في الوقت والتكلفة لمشاريع البناء في المملكة العربية السعودية. المباني.

<https://doi.org/10.3390/buildings12070902>

الفريدي، ي.، الزهراني، س.م.، عبد الحافظ، م.ح.، وبوسابين، ح. (٢٠٢٠). أثر عوامل المخاطر الداخلية على تكلفة المخاطر في مشاريع الشراكة بين القطاعين العام والخاص في المملكة العربية السعودية. بحوث الهندسة والتكنولوجيا والعلوم والتطبيقية،

<https://doi.org/10.48084/etasr.3462>

الصايع. (٢٠٠٨). تقييم المخاطر وتخصيصها في صناعة البناء والتشييد في دولة الإمارات العربية المتحدة. المجلة الدولية لإدارة المشاريع، الصفحات ٤٣١-٤٣٨.

سعد علي حمود العنزي، و عاك عبود عمير الديلمي. (٢٠١٥). تأثير إدارة امخاطر وفوائدها في املنظمات مدخل نظري تحليلي. مجلة جامعة الانبار للعلوم الاقتصادية والادارية.

عفيفه خلف العنزي. (٢٠٢٤، ١٠ ٢). "أثر تطبيق استراتيجيات إدارة المخاطر على نجاح المشروعات: دراسة تطبيقية على الشركات الخاصة بالمنطقة الشرقية". *Arab Journal for Scientific Publishing*.

عبد الرحمن، م.، وبن إسحاق، س. (١٦ أكتوبر ٢٠٢٥). (ملف PDF) تقييم مستوى المخاطر في إدارة مخاطر الإنشاءات لدى المقاولين في المملكة العربية السعودية.

https://doi.org/10.1007/978-981-99-6022-4_1

غسان محمد خليل النجار. (٢٠١٥). أثر إدارة المخاطر لدى أصحاب المشاريع الريادية في تحقيق الميزة التنافسية لمشاريعهم. غزة: رسالة ماجستير غير منشورة، الجامعة الإسلامية.

فهد احمد بستانى. (٢٠٢١، ٧ ١٥). أثر العلاقة بين إدارة المخاطر وتطوير المشاريع الإنشائية في المملكة العربية السعودية. جامعة آسيا متروبوليتان أطروحة دكتوراه غير منشورة.

قاصدي، ف. (٢٠٢١). دور عقد البناء والتشغيل والتحويل في إنجاز مشاريع البنية التحتية للطاقات المتجددة <https://doi.org/10.21608/auber.2021.78824.1007>

محمد, ب., عبدالله, ع., & عبدالرحمن, ع. (٢٠٢٣). أثر إدارة المخاطر المالية على تحسين الأداء المالي للمشروعات الصغيرة والمتوسطة في بورصة النيل المصرية . .

<https://doi.org/10.21608/jesr.2023.194748.1005>

محمد حسن مراد. (٢٠١٨). إدارة المخاطر فيما يتعلق بنجاح المشاريع في مشاريع البناء في الإمارات العربية . الجامعة البريطانية في دبي.

نصر الدين علي الجريمازي، زكريا ادريس، محمد عبدالله الفرجاني ، و الشماق اكرم . (٢٠٢٣ , ٦ ٢٩) . أثر ممارسات إدارة المخاطر على أداء المشروع: دراسة حالة لصناعة البناء الليبية. *المجلة الدولية لمراجعة الأعمال المهنية*.

نضال عدنان جاسم. (٢٠١٦). تقييم ادارة المخاطر للمشاريع النشائية في محافظة ديالى باستخدام تقنية افضلية النظام بالتشابه مع الحل المثالي. *journal of Engineering and Sustainable Development*.

ينال عاطف الرواشدة، و عبد الله احمد الشورة . (٢٠٢٣). أثر إدارة المخاطر في مرونة سلاسل التوريد في شركة البوتاس العربية. *المثقال للعلوم الاقتصادية والإدارية وتكنولوجيا المعلومات*.

- Abdul Rehman, M., & Bin Ishak, S. (2025,). (PDF) Risk-Level Assessment of Construction Risk Management Among the Kingdom of Saudi Arabia Contractors. *ResearchGate*. https://doi.org/10.1007/978-981-99-6022-4_1
- Abdulmoneim, A., A, A. S., & Ia, N. (2021). Identification and Ranking the Most Significant Risks of the Mega Construction Projects in Saudi Arabia. *Saudi Journal of Civil Engineering*, 5(2), 35–49. <https://doi.org/10.36348/sjce.2021.v05i02.003>
- Aigul, Z., Evdorides, H., & Davies, R. J. (2025). Critical Risk Factors Affecting Time and Cost in Highway Construction: A Global Systematic Literature Review. *Future Transportation*, 5(4). <https://doi.org/10.3390/futuretransp5040192>
- Alfraidi, Y., Alzahrani, S. M., Abdelhafez, M. H. H., & Boussabaine, H. (2020). Impact of Endogenous Risk Factors on Risk Cost in PPP Projects in Saudi Arabia. *Engineering, Technology & Applied Science Research*, 10(4), 6087–6091. <https://doi.org/10.48084/etasr.3462>
- Algahtany, M., Alhammadi, Y., & Kashiwagi, D. (2016). Introducing a New Risk Management Model to the Saudi Arabian Construction Industry. *Procedia Engineering, ICSDEC 2016 – Integrating Data Science, Construction and Sustainability*, 145, 940–947. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.04.122>
- Alhammadi, S. A., Tayeh, B. A., Alaloul, W. S., & Salem, T. J. (2021). Risk Management Strategies in Construction Organizations. *The Open Civil Engineering Journal*, 15(1), 406–413. <https://doi.org/10.2174/1874149502115010406>
- Alshihri, S., Al-Gahtani, K., & Almohsen, A. (2022). Risk Factors That Lead to Time and Cost Overruns of Building Projects in Saudi Arabia. *Buildings*, 12(7). <https://doi.org/10.3390/buildings12070902>
- Ang, K. C. (2020). *Risk Management for Build, Operate and Transfer Infrastructure Project during Construction Stage* [Final Year Project]. Tunku Abdul Rahman University College. <https://eprints.tarc.edu.my/15519/>
- Arshad, H., Thaheem, M. J., Bakhtawar, B., & Shrestha, A. (2021). Evaluation of Road Infrastructure Projects: A Life Cycle Sustainability-Based Decision-Making Approach. *Sustainability*, 13(7). <https://doi.org/10.3390/su13073743>
- Akintoye, a. b. (2003). *Public private partnership: managing risks & opportunities. 1st ed. Oxford: blackwell.Fewings.*

- Braimah, n. &. (2018). Factors influencing the selection of delay analysis methodologies. *International journal of project management*, pp. 789-799.
- Boustani, F. A. (د.ت). *A STUDY ON THE IMPACT OF THE RELATIONSHIP BETWEEN RISK MANAGEMENT AND THE DEVELOPMENT OF CONSTRUCTION PROJECTS IN THE KINGDOM OF SAUDI ARABIA*.
- Chapman, b. &. (2002). Managing project risk and uncertainty: a constructively simple approach to decision making. *chichester, new york, wiley & sons*.
- Clough, R. H. (2000). Construction project management. *John Wiley & Sons*.
- Cretu, O. S. (2011). Risk management for design and construction . *John Wiley & Sons*.
- Elsaied, A. E., & Alghamdi, M. S. (2024). Risk Management Impact for Roadworks in the Kingdom of Saudi Arabia. *Engineering Research Journal*. <https://doi.org/10.21608/erj.2024.302834.1071>
- Flanagan, R. &. (2019). Risk Management and Construction. *4th edition, John Wiley & Sons*.
- Heravi, G., & Gholami, A. (2018). The Influence of Project Risk Management Maturity and Organizational Learning on the Success of Power Plant Construction Projects. *Project Management Journal*, 49(5), 22–37. <https://doi.org/10.1177/8756972818786661>
- Ibrahim, A., & Irashed, A. (2014). Risk Assessments for Construction projects in Saudi Arabia. *Research Journal of Management Sciences*, 3(7), 1–6.
- Issa, U. H., Marouf, K. G., & Faheem, H. (2023). Analysis of risk factors affecting the main execution activities of roadways construction projects. *Journal of King Saud University - Engineering Sciences*, 35(6), 372–383. <https://doi.org/10.1016/j.jksues.2021.05.004>
- Jalhoom, R. J. K., & Mahjoob, A. M. R. (2023). An Extensive Literature Review on Risk Assessment Models (Techniques and Methodology) for Construction Industry. *Journal of Engineering*, 29(08), 76–93. <https://doi.org/10.31026/j.eng.2023.08.06>
- Kakw’U, F. M., & Sang, PhD, P. K. (2024). PROJECT MANAGEMENT STRATEGIES AND PERFORMANCE OF PUBLIC PRIVATE PARTNERSHIP ROAD INFRASTRUCTURE PROJECTS IN NAIROBI CITY-COUNTY, KENYA. *Strategic Journal of Business & Change Management*, 11(1). <https://doi.org/10.61426/sjbcm.v11i1.2880>
- Mazher, K. M. (2019). *Risk assessment and allocation model for public-private partnership infrastructure projects in Pakistan*. <https://theses.lib.polyu.edu.hk/handle/200/10035>

- Mazher, K. M., Chan, A. P. C., Choudhry, R. M., Zahoor, H., Edwards, D. J., Ghaithan, A. M., Mohammed, A., & Aziz, M. (2022). Identifying Measures of Effective Risk Management for Public–Private Partnership Infrastructure Projects in Developing Countries. *Sustainability*, 14(21). <https://doi.org/10.3390/su142114149>
- Noor, A. B. S., Dwiarmoko, H., & Amin, M. (2024). Analysis of the Effect of Time and Cost Performance Risk of Toll Road Project Based on the Principle of Project Management Body of Knowledge. *Asian Journal of Engineering, Social and Health*, 3(4), 851–865. <https://doi.org/10.46799/ajesh.v3i4.303>
- Odekunle, Y. O., Omotola, A. S., Edeh, C. G., & Chinonyerem, C. A. (2025). LEVERAGING ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND PREDICTIVE ANALYTICS FOR DYNAMIC RISK MANAGEMENT IN COMPLEX INFRASTRUCTURE PROJECTS. *International Journal of Earth Design and Innovation Research*. <https://doi.org/10.70382/mejedir.v9i4.054>
- Oztas, a. O. (2005). judgmental risk analysis process development in construction projects, building and environmen. pp. 124-125.
- N. J., Merna, T & ,Jobling, P Smith .(٢٠١٤) .*Managing risk in construction projects* . John Wiley & Sons.
- Project management institute .(١٩٩٦) . project management body of knowledge . *training in risk management international journal of project management* ، الصفحات ٢٢٩-٢٢٥ .
- Project Management Institute .(٢٠٠٠) .*A guide to the project management body of knowledge (PMBOK Guide)* .Project Management Institute.
- Rehman, M. A., & Ishak, Md. S. B. (2024). Risk-Level Assessment of Construction Risk Management Among the Kingdom of Saudi Arabia Contractors. في N. Sabtu (تحقيق), *Proceedings of AWAM International Conference on Civil Engineering 2022—Volume 1* (ص ٣-٢٩). Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-981-99-6022-4_1
- Rwechungura, B. A. (2023). *THE ROLE OF MONITORING AND EVALUATION ON PERFORMANCE OF ROAD CONSTRUCTION PROJECTS IN TANZANIA: A CASE OF TANROADS DAR ES SALAAM*.
- Saleh, A. M., & Hilal, M. A. (2024). Identification Risks in Road Construction Projects Using Weighted Product Model: Iraq as a Case Study. *Journal of Engineering*, 30(12), 76–95. <https://doi.org/10.31026/j.eng.2024.12.06>
- Sharma, S., & Gupta, A. K. (د.ت). *IJHSS V5 Issue6 Article 2 – KKG PUBLICATIONS*. <https://doi.org/10.20469/ijhss.5.20002-6>

- Simu, K. (2006). *Risk management in small construction projects* (Doctoral dissertation, Luleå tekniska universitet).
- Smith, M. T. (2013). *Managing risk in construction projects*. John Wiley and Sons.
- Zou P.X., Z. G. (2007). Understanding the key risks in construction projects in China. *International Journal of Project Management*.
- Smith, N. J., Merna, T., & Jobling, P. (2014). *Managing risk in construction projects*. John Wiley & Sons.
- SHOEB, M. (2015). *Risk Management in Construction Industry in Saudi Arabia: A Contractors Perspective* [Masters, King Fahd University of Petroleum and Minerals]. <https://eprints.kfupm.edu.sa/id/eprint/139553/>

الملاحق

الاستبيان

عزيزي المستجيب،

أنا طالب ماجستير (إدارة مشاريع) في جامعة ميداوون حالياً، أقوم بإجراء دراسة بعنوان "أثر ادارة المخاطر الهندسية في تحسين كفاءة تنفيذ مشاريع صيانه الطرق والبنية التحتية"، وتهدف هذه الدراسة الى قياس "أثر ادارة المخاطر الهندسية في تحسين كفاءة تنفيذ مشاريع صيانه الطرق والبنية التحتية"، أود أن أطلب تعاونك للإجابة على هذا الاستبيان. ستظل أي معلومات يتم الحصول عليها سرية ولن تُستخدم إلا للأغراض الأكاديمية. إن تعاونك محل تقدير كبير.

القسم أ : الخصائص الديموغرافية

يرجى وضع علامة (✓) أمام الاختيار المناسب

الجنس :	ذكر	☐	انثى	☐
سنوات الخبرة:	٥ سنوات و اقل	☐	٦-١٠ سنوات	☐
	١١-٢٠ سنة	☐	من ٢١ سنة وأكثر	☐
المستوى التعليمي :	دبلوم	☐	بكالوريوس	☐
	ماجستير	☐	دكتوراه	☐

القسم ب:

يرجى الإشارة إلى درجة موافقتك أو عدم موافقتك على العبارات التالية، لذا يرجى وضع علامة (✓) أمام الخيار الذي يعكس رأيك من خلال اختيار أحد البدائل الخمسة.

المحور الاول المتغير المستقل: العبارات التالية تقيس واقع تطبيق إدارة المخاطر الهندسية في مشاريع البنية التحتية في المملكة العربية السعودية. يرجى وضع علامة (✓) وفقاً لمستوى موافقتك.

الابعاد: تحديد المخاطر - تقييم المخاطر - تطوير استراتيجيات معالجة المخاطر

م	الفقرات	مرتفعة جداً	مرتفعة	متوسطة	منخفضة	منخفضة جداً
تحديد المخاطر						
١.	يتم تحديد المخاطر الهندسية المحتملة في مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية بصورة شاملة قبل بدء التنفيذ.					
٢.	تشارك الجهات الفنية والهندسية ذات العلاقة في عملية تحديد المخاطر المرتبطة بالمشروع.					
٣.	يتم توثيق المخاطر الهندسية المكتشفة بطريقة منظمة تسهل متابعتها خلال مراحل المشروع.					
٤.	يتم تحديث قائمة المخاطر بشكل مستمر بما يتوافق مع التغيرات التي تطرأ أثناء تنفيذ المشروع.					
٥.	تعتمد الجهة المنفذة على أساليب وأدوات هندسية واضحة لتحديد المخاطر المحتملة في المشروع.					
تقييم المخاطر						
٦.	يتم تقييم احتمالية حدوث المخاطر الهندسية وتأثيرها على جودة وسير تنفيذ المشروع.					
٧.	تستخدم معايير واضحة ومحددة لتصنيف مستوى خطورة المخاطر في المشروع.					
٨.	يتم ترتيب المخاطر الهندسية حسب درجة تأثيرها وأولويتها لضمان سرعة التعامل معها.					
٩.	تؤخذ العوامل البيئية والفنية والتنظيمية بعين الاعتبار عند تقييم مخاطر المشروع.					
١٠.	تتم مراجعة تقييم المخاطر بصورة دورية لمواكبة المستجدات أثناء تنفيذ أعمال الصيانة والبنية التحتية.					
تطوير استراتيجيات معالجة المخاطر						

١١	يتم إعداد خطط وإجراءات واضحة لمعالجة المخاطر الهندسية ذات التأثير المرتفع على المشروع.				
١٢	يتم اختيار أساليب معالجة المخاطر بما يحقق التوازن بين التكلفة وكفاءة التنفيذ.				
١٣	يتم توفير الموارد الفنية والمالية اللازمة لتطبيق خطط معالجة المخاطر الهندسية.				
١٤	يتم إعداد خطط طوارئ للتعامل مع المشكلات والمخاطر المحتملة أثناء تنفيذ المشروع.				
١٥	يتم تقييم فعالية إجراءات معالجة المخاطر بشكل مستمر لتحسين أداء المشروع وتقليل التعثرات.				

المحور الثاني المتغير التابع: العبارات التالية تقيس مستوى تحسين كفاءة تنفيذ مشاريع صيانة الطرق والبنية التحتية في المملكة العربية السعودية. يرجى وضع علامة (✓) وفقاً لمستوى موافقتك

م	الفقرات	مرتفعة جداً	مرتفعة	متوسطة	منخفضة	منخفضة جداً
١	يتم تنفيذ أعمال صيانة الطرق والبنية التحتية ضمن الإطار الزمني المحدد في الخطة التنفيذية للمشروع.					
٢	تتم متابعة تقدم الأعمال بشكل مستمر لتقليل احتمالية حدوث تأخير في مراحل التنفيذ.					
٣	يتم إنجاز المراحل الرئيسية للمشروع وفق المدد الزمنية المعتمدة مسبقاً.					
٤	تتخذ الجهة المنفذة إجراءات سريعة لمعالجة المعوقات التي قد تؤثر على سير المشروع الزمني.					
٥	يتم تنفيذ مشاريع الصيانة والبنية التحتية بما يتوافق مع الميزانية المعتمدة للمشروع.					
٦	يتم ضبط المصروفات التشغيلية والإنشائية بما يحد من حدوث تجاوزات مالية أثناء التنفيذ.					
٧	تتم مراجعة التكاليف الفعلية للمشروع بصورة دورية للتأكد من توافقها مع التقديرات المالية المخططة.					
٨	يتم تنفيذ أعمال المشروع وفق المتطلبات الفنية والمعايير الهندسية المعتمدة.					

					٩. يتم تطبيق إجراءات الفحص والرقابة الفنية لضمان جودة أعمال الصيانة والتنفيذ.
					١٠. يتم توثيق نتائج الاختبارات الفنية وتقارير الجودة بشكل منتظم خلال مراحل المشروع المختلفة.

الامتنان:

نشكرك على تخصيص وقتك لملء الاستبيان، وإن مشاركتك تعني الكثير بالنسبة لنا ونحن نقدرها بشدة، إن المعلومات التي شاركتها مهمة لتحليلنا وستمكنا من إجراء تحسينات في أداء الشركة. مرة أخرى، نحن ممتنون جدًا لمساهمتك.

مع خالص التقدير

Abstract:

This study aimed to examine the impact of engineering risk management on improving the efficiency of road maintenance and infrastructure project implementation in Riyadh, Saudi Arabia. The study investigated the key dimensions of engineering risk management, namely risk identification, risk assessment, and the development of risk response strategies, and explored their influence on project execution efficiency. A descriptive-analytical approach was adopted, and data were collected through a questionnaire distributed to a sample of 384 employees working in road maintenance and infrastructure projects in Riyadh. The collected data were analyzed using SPSS Version 26. Statistical techniques included frequencies, percentages, means, standard deviations, Pearson correlation coefficient, and simple linear regression analysis. The findings revealed a high level of engineering risk management practices as well as a high level of project execution efficiency. The results also indicated a strong positive relationship and a statistically significant effect of engineering risk management and its dimensions on improving the efficiency of project implementation. Based on these findings, the study recommends strengthening engineering risk management practices, enhancing risk identification and assessment mechanisms, adopting modern digital technologies, and providing specialized training programs for project personnel to improve infrastructure project performance and achieve project objectives more effectively and efficiently.

Keywords: Engineering Risk Management, Project Execution Efficiency, Road Maintenance, Infrastructure Projects, Project Management.

Midocean University
College of Management
Master Project Management



**"The Impact of Engineering Risk Management on Improving the
Efficiency of Implementing Road Maintenance and Infrastructure
Projects"**

Prepared by:

Abdullah Mohammed Al-Qahtani

Supervised by:

Dr. Faisal Abdul Hamid

Dr. Fayez Jarad

Year:2026