

أثر الذكاء الاصطناعي في التنبؤ بتأخر المشاريع على فعالية إدارة الجدول الزمني: دراسة تطبيقية على
المشاريع الإنشائية في المملكة العربية السعودية

إعداد الطالب /

سعد علي عبدالله آل بوغبران القحطاني

الرقم الجامعي /

252000384

تحت إشراف:

د. الفیصل عبد الحمید

د. فايز جراد

العام الدراسي:

2026م

قائمة المحتويات

3.....	مقدمة:
4.....	مشكلة الدراسة:
5.....	أهمية الدراسة:
6.....	أهداف الدراسة:
7.....	أسئلة البحث:
8.....	فرضيات البحث:
9.....	الدراسات السابقة:
15.....	المنطلقات النظرية للدراسة:
18.....	المنهجية وطرق البحث:
20.....	أدوات الدراسة:
21.....	أدوات الدراسة:
24.....	حدود الدراسة:
26.....	المراجع:

مقدمة:

يُعدّ قطاع الإنشاءات من أهمّ المساهمين في التنمية الاقتصادية، وتطوير البنية التحتية، والتحول الوطني. في المملكة العربية السعودية، شهد هذا القطاع نموًا هائلًا نتيجةً لخطط التنمية واسعة النطاق، ونفقات البنية التحتية، والمشاريع المرتبطة برؤية السعودية 2030. غالبًا ما تكون هذه المبادرات معقدة، وتضمّ العديد من الجهات المعنية، وتتطلب موارد مالية ضخمة، وتعمل ضمن قيود زمنية صارمة. ونتيجةً لذلك، أصبحت إدارة الجداول الزمنية بكفاءة عنصرًا أساسيًا لضمان إنجاز مشاريع الإنشاءات ضمن الجداول الزمنية المحددة. مع ذلك، لا تزال تأخيرات المشاريع من أبرز التحديات التي تواجه شركات الإنشاءات، وقد تؤدي إلى زيادة التكاليف، وسوء استخدام الموارد، ونزاعات تعاقدية، وانخفاض أداء المشروع (Shang, 2024).

وقد أتاحت التطورات التقنية الحديثة خيارات جديدة لمعالجة هذه التحديات من خلال استخدام الذكاء الاصطناعي. تستطيع أنظمة الذكاء الاصطناعي تحليل كميات هائلة من بيانات المشاريع التاريخية والآنية، واكتشاف الاتجاهات، والكشف عن المخاطر المحتملة، وتقديم رؤى تنبؤية. على وجه الخصوص، قد تُفيد نماذج التنبؤ القائمة على الذكاء الاصطناعي مديري المشاريع في تحديد احتمالية تأخيرات المشاريع وتوقيتها المحتمل قبل أن تؤثر سلبًا على الجدول الزمني للمشروع. من خلال توفير إنذارات مبكرة، تُساعد هذه الأدوات فرق المشاريع على اتخاذ خطوات تصحيحية، وإعادة تخصيص الموارد، وتعديل المهام، وتحسين قرارات الجدولة (Rashid, 2024).

وبالتالي، يُمثل دمج الذكاء الاصطناعي في إدارة الجداول الزمنية نقلة نوعية في إدارة المشاريع الحديثة. فبدلاً من الاعتماد كلياً على أساليب المراقبة التقليدية والمعرفة الإدارية، يُمكن لشركات الإنشاءات الاستفادة من التقنيات التنبؤية لتعزيز اتخاذ قرارات أكثر دقة واستباقية. ويكتسب هذا الأمر أهمية خاصة في المملكة العربية السعودية، حيث يتطلب نطاق مشاريع البناء وتعقيدها أساليب مبتكرة للتحكم في الوقت وأداء المشروع (Pal, 2023).

وبناءً على ذلك، تستكشف هذه الدراسة تأثير الذكاء الاصطناعي في توقع تأخيرات المشاريع على فعالية إدارة الجداول الزمنية في مشاريع البناء بالملكة العربية السعودية. وتهدف إلى دراسة كيف يُساعد التنبؤ القائم على الذكاء الاصطناعي في الكشف المبكر عن التأخيرات، وتحسين قرارات الجدولة، وتعزيز الفعالية العامة لإدارة جداول المشاريع.

مشكلة الدراسة:

تزداد صعوبة مشاريع البناء في المملكة العربية السعودية نظراً لحجمها الهائل، وقيمتها المالية المرتفعة، وتعدد الجهات المعنية، وضيق أطر التنفيذ الزمنية. ورغم ضرورة إدارة الجداول الزمنية بكفاءة، لا تزال تأخيرات المشاريع تشكل مصدر قلق بالغ لشركات المقاولات. وقد تنجم هذه التأخيرات عن عدة عوامل، منها تغييرات في نطاق المشروع، وتوقعات زمنية خاطئة، ونقص الموارد، ومشاكل التنسيق، وأداء المقاول، ومشاكل فنية غير متوقعة، والظروف البيئية الخارجية. وعندما لا يتم رصد هذه المتغيرات ومعالجتها في مرحلة مبكرة، فإنها قد تؤثر سلباً على الجدول الزمني المتوقع، وتؤدي إلى تجاوزات في التكاليف، وعدم كفاءة في استخدام الموارد، ونزاعات تعاقدية، وانخفاض في فعالية المشروع (Alajmi، 2022).

تعتمد الأساليب التقليدية لإدارة الجداول الزمنية غالباً على المعلومات التاريخية، وتقارير التقدم الدورية، والمراقبة اليدوية، وخبرة مديري المشاريع. ورغم أهمية هذه التقنيات، إلا أنها قد تكون محدودة في معالجة مجموعات البيانات الضخمة والمعقدة التي تُنشأ خلال مشاريع البناء الحالية. كما أنها قد تُصعب اكتشاف الروابط بين متغيرات المخاطر المتعددة، والتنبؤ بالتأخيرات المستقبلية في وقت مبكر بما يكفي لتسهيل اتخاذ إجراءات تصحيحية فعالة (Umana، 2022).

يُتيح ظهور الذكاء الاصطناعي إمكانية التغلب على بعض هذه المعوقات. إذ تستطيع أنظمة الذكاء الاصطناعي تقييم بيانات المشاريع التاريخية والأنية، ورصد الاتجاهات المرتبطة بالتأخيرات، وتقييم المخاطر المحتملة، ووضع تنبؤات تُساهم في إدارة الجداول الزمنية بشكل استباقي. مع ذلك، فإن فعالية التنبؤ بالتأخيرات باستخدام

الذكاء الاصطناعي في تحسين إدارة جداول مشاريع البناء في المملكة العربية السعودية تستحق مزيداً من البحث. لذا، ثمة حاجة لدراسة ما إذا كان استخدام الذكاء الاصطناعي في توقع تأخيرات المشاريع يُسهم في جدولة أكثر دقة، وتدخل مبكر، وتخصيص أفضل للموارد، وزيادة الالتزام بالجدول الزمنية المخططة للمشاريع (Kutá، 2025).

وبناءً على ذلك، يركز موضوع هذه الدراسة على تحديد مدى إسهام التنبؤ بتأخيرات المشاريع باستخدام الذكاء الاصطناعي في تعزيز فعالية إدارة الجداول الزمنية في مشاريع البناء في المملكة العربية السعودية.

أهمية الدراسة:

تكمن أهمية هذه الدراسة في الحاجة المتزايدة إلى تحسين إدارة وأداء مشاريع البناء في المملكة العربية السعودية، لا سيما مع اتساع نطاق المشاريع وتعقيدها المرتبط ببرامج التنمية الوطنية. تركز الدراسة على دور الذكاء الاصطناعي في التنبؤ بتأخيرات المشاريع، ومساهمته المحتملة في رفع كفاءة إدارة الجداول الزمنية. ويمكن التعبير عن قيمة الدراسة من خلال بُعدين رئيسيين:

• الأهمية العلمية:

تكمن القيمة العلمية لهذا العمل في إسهامه في الأدبيات الأكاديمية المتعلقة بالذكاء الاصطناعي وإدارة المشاريع، وتحديدًا في مجال إدارة جداول البناء. يقدم البحث تقييمًا نظريًا للصلة بين التنبؤ بتأخيرات المشاريع باستخدام الذكاء الاصطناعي وكفاءة إدارة الجداول الزمنية. كما يُسهم في فهم كيفية دمج التقنيات الحديثة في عمليات إدارة المشاريع الحالية لتمكين اتخاذ قرارات استباقية.

علاوة على ذلك، قد يُشكل هذا العمل مرجعًا أكاديميًا مفيدًا للباحثين والطلاب المهتمين بالذكاء الاصطناعي، وإدارة الإنشاءات، وجدولة المشاريع، والتنبؤ بالتأخيرات. يمكن أن يُسهم هذا البحث أيضًا في تسليط الضوء على

المجالات التي تتطلب مزيداً من الدراسة فيما يتعلق بتطبيق تقنية الذكاء الاصطناعي في مشاريع البناء داخل الاقتصادات النامية والمتطورة بسرعة، كالمملكة العربية السعودية (Amayreh, 2025).

• الأهمية العملية:

تكمن القيمة العملية لهذه الدراسة في مزاياها المحتملة لشركات الإنشاءات، ومديري المشاريع، والمقاولين، وغيرهم من الفاعلين في قطاع الإنشاءات السعودي. فمن خلال دراسة قدرة الذكاء الاصطناعي على التنبؤ بتأخيرات المشاريع المستقبلية، قد تُساعد هذه الدراسة الشركات على فهم كيفية استخدام التقنيات التنبؤية للكشف عن المخاطر في مراحلها المبكرة، وتمكينها من اتخاذ خطوات تصحيحية فورية.

كما قد تُسهم هذه النتائج في تحسين تخطيط الجداول الزمنية، وتخصيص الموارد، ومتابعة التقدم، واتخاذ القرارات. ومن شأن الاستخدام الفعال للتنبؤات القائمة على الذكاء الاصطناعي أن يُساعد مديري المشاريع على تقليل الآثار السلبية للتأخيرات، وزيادة الالتزام بالجدول الزمنية المحددة، والتخلص من النفقات غير الضرورية، وتعزيز الأداء العام للمشروع. إضافةً إلى ذلك، قد تُمكن هذه الدراسة شركات الإنشاءات السعودية من تطبيق تقنيات رقمية متطورة تُسهم في أساليب إدارة مشاريع أكثر كفاءة وقائمة على البيانات (Jamal, 2026).

أهداف الدراسة:

- الهدف الرئيسي:

تهدف هذه الدراسة بشكل أساسي إلى تقييم تأثير الذكاء الاصطناعي في توقع تأخيرات المشاريع على فعالية إدارة الجداول الزمنية في مشاريع البناء بالمملكة العربية السعودية.

- الأهداف الفرعية:

1. استكشاف دور الذكاء الاصطناعي في توقع التأخيرات المحتملة في مشاريع البناء السعودية.

2. تحديد العناصر الأساسية التي تؤثر على دقة وفعالية التنبؤ بتأخيرات المشاريع باستخدام الذكاء الاصطناعي.
3. دراسة كفاءة استراتيجيات إدارة الجداول الزمنية في مشاريع البناء بالمملكة العربية السعودية.
4. دراسة تأثير التنبؤ بالتأخيرات باستخدام الذكاء الاصطناعي على دقة جدولة المشاريع وتخطيطها.
5. بحث تأثير التنبؤ بالتأخيرات باستخدام الذكاء الاصطناعي على الكشف المبكر عن مشكلات الجداول الزمنية والتحكم بها.

أسئلة البحث:

- السؤال الرئيسي:

ما تأثير الذكاء الاصطناعي في التنبؤ بتأخيرات المشاريع على فعالية إدارة الجداول الزمنية في مشاريع البناء بالمملكة العربية السعودية؟

- الأسئلة الفرعية:

1. ما وظيفة الذكاء الاصطناعي في التنبؤ بالتأخيرات المحتملة في مشاريع البناء السعودية؟
2. ما المتغيرات التي تؤثر على دقة وفعالية التنبؤ بتأخيرات المشاريع باستخدام الذكاء الاصطناعي؟
3. ما هو مستوى فعالية إجراءات إدارة الجداول الزمنية في مشاريع البناء السعودية حالياً؟
4. إلى أي مدى يمكن للتنبؤ بالتأخيرات باستخدام الذكاء الاصطناعي أن يزيد من دقة جدولة المشاريع وتخطيطها؟
5. إلى أي مدى يمكن للتنبؤ بالتأخيرات باستخدام الذكاء الاصطناعي أن يساهم في الكشف المبكر عن مخاطر الجداول الزمنية والسيطرة عليها؟

فرضيات البحث:

- الفرضية الرئيسية:

للذكاء الاصطناعي في توقع تأخيرات المشاريع تأثير إيجابي ذو دلالة إحصائية على فعالية إدارة الجداول الزمنية في مشاريع البناء بالمملكة العربية السعودية.

- الفرضيات الفرعية:

1. يُؤثر التنبؤ بالتأخيرات باستخدام الذكاء الاصطناعي تأثيرًا إيجابيًا ذا دلالة إحصائية على دقة جدولة المشاريع وتخطيطها.

2. يُؤثر التنبؤ بالتأخيرات باستخدام الذكاء الاصطناعي تأثيرًا إيجابيًا ذا دلالة إحصائية على الكشف المبكر عن مخاطر الجدول الزمني وإدارتها.

3. يُؤثر التنبؤ بالتأخيرات باستخدام الذكاء الاصطناعي تأثيرًا إيجابيًا ذا دلالة إحصائية على كفاءة تخصيص الموارد في مشاريع البناء.

4. يُؤثر التنبؤ بالتأخيرات باستخدام الذكاء الاصطناعي تأثيرًا إيجابيًا ذا دلالة إحصائية على جودة وسرعة اتخاذ القرارات التصحيحية.

5. تُؤثر دقة التنبؤ بالتأخيرات في المشاريع باستخدام الذكاء الاصطناعي تأثيرًا إيجابيًا ذا دلالة إحصائية على كفاءة إدارة الجدول الزمني.

6. يُؤثر دمج الذكاء الاصطناعي بنجاح في إجراءات إدارة المشاريع تأثيرًا إيجابيًا ذا دلالة إحصائية على الالتزام بالجدول الزمنية المتوقعة للمشاريع.

الدراسات السابقة:

يعتمد تطور أي دولة بشكل كبير على مشاريع البناء. وتُستخدم المخرجات لقياس نجاح هذه المشاريع. ومع ذلك، ونظرًا للمخاطر المصاحبة لها، تواجه الشركات صعوبات طوال مراحل تنفيذها، بما في ذلك التأخيرات والإخفاقات. هدفت دراسة (Rashid Y., 2026) إلى فحص متغيرات المخاطر المرتبطة بمشاريع البناء في المملكة العربية السعودية. واقترحت الدراسة نموذجًا يتعلق بمتغيرات مخاطر فشل المشاريع، سواءً الخارجية أو الداخلية. وشملت الدراسة 76 شركة إنشاءات سعودية. واستُخدمت طريقة تحليل الموثوقية للتأكد من الاتساق الداخلي للمتغيرات. واستخدمت اختبارات التقارب مقياسين: نسبة الموثوقية (CR) ومتوسط التباين المستخرج (AVE). وباستخدام اختبار بارتلليت لتقييم مدى ملاءمة البيانات للتحليل العاملي، توصلنا إلى نتيجة 0.888. علاوة على ذلك، تشير قيمة دلالة التكرور البالغة 0.00 إلى أن ارتباط البيانات قوي ومثالي للتحليل العاملي. وتم فحص صحة البنى المقترحة باستخدام التحليل العاملي التوكيدي (CFA). تم تحديد العلاقات المتبادلة بين مقاييس فشل المشاريع، ومتغيرات المخاطر الخارجية، وعوامل المخاطر الداخلية باستخدام تقنيات نمذجة المعادلات الهيكلية (SEM). ثم جرى تفسير هذه المقاييس في ضوء أسبابها الكامنة المشتركة. كما تم التحقق من التأثير الوسيط لجائحة كوفيد-19 والظروف المحيطة على فشل المشاريع باستخدام تحليل SEM. تشير نتائج الدراسة إلى أن متغيرات المخاطر الداخلية تؤثر بشكل مباشر وهام وإيجابي على فشل مشاريع البناء في المملكة العربية السعودية. كما تم التحقق من التأثير الوسيط لجائحة كوفيد-19 والظروف المحيطة على فشل المشاريع باستخدام تحليل SEM. تشير نتائج هذه الدراسة إلى أن الروابط بين متغيرات المخاطر الداخلية والخارجية على فشل مشاريع البناء في المملكة العربية السعودية تتأثر بشكل كبير بكل من الظروف المحيطة وجائحة كوفيد-19. وخلصت الدراسة إلى اقتراح إجراء المزيد من البحوث في هذا المجال خارج قطاع البناء السعودي.

استخدام الذكاء الاصطناعي في إدارة مشاريع البناء التنبؤية: نظراً لتعدد الأطراف، والالتزام الصارم بالمواعيد النهائية، ومحدودية الموارد، والمخاطر غير المؤكدة، فإن مشاريع البناء معقدة بطبيعتها. غالباً ما تفشل أساليب إدارة المشاريع التقليدية في مراعاة أوجه القصور في الموارد، والتأخيرات، وتجاوزات التكاليف. من خلال تسهيل اتخاذ القرارات القائمة على البيانات، والتنبؤ بالمخاطر، وتخصيص الموارد بكفاءة، يُمثل دمج الذكاء الاصطناعي في إدارة مشاريع البناء التنبؤية حلاً ثورياً. تبحث دراسة (Sanni، 2026) في استخدام أساليب الذكاء الاصطناعي في إدارة مشاريع البناء، مثل التعلم الآلي، والشبكات العصبية، ومعالجة اللغة الطبيعية، والتحليلات التنبؤية. يمكن لنماذج الذكاء الاصطناعي التنبؤ بنتائج المشروع، بما في ذلك تأخيرات الجدول الزمني، وانحرافات الميزانية، ونقص العمالة، والاستخدام غير الفعال للمعدات، وذلك من خلال فحص بيانات المشاريع السابقة، وتحديثات الحالة الحالية، والعوامل البيئية. يمكن لمديري المشاريع تبني تكتيكات استباقية، وتعديل الإجراءات، والحد من المخاطر المحتملة قبل تفاقمها بفضل الرؤى التنبؤية التي يوفرها الذكاء الاصطناعي. يُحسن استخدام الذكاء الاصطناعي في إدارة البناء جودة المشروع، ويُخفض التكاليف، ويزيد الكفاءة التشغيلية. من خلال لوحات معلومات متطورة، وتقارير آلية، وأدوات دعم القرار، يُشجع نظام إدارة المشاريع التنبؤي على تعزيز التعاون بين أصحاب المصلحة. إضافةً إلى ذلك، يُساهم في تعزيز الاستدامة من خلال الحد من هدر الموارد، وترشيد استهلاك الطاقة، وتقليل الأثر البيئي لعمليات البناء. ومع ذلك، فإن انتشار الذكاء الاصطناعي في قطاع البناء يواجه تحديات عديدة، منها جودة البيانات، وتعقيد التكامل، وارتفاع تكاليف التنفيذ، والتعدد في تبني التكنولوجيا، على الرغم من فوائدها. إلا أن القطاع يتبنى الذكاء الاصطناعي بوتيرة أسرع بفضل التطورات في الحوسبة السحابية، وتكامل إنترنت الأشياء، وخوارزميات الذكاء الاصطناعي.

تتناول هذه الدراسة التكامل التدريجي لحلول أدوات الذكاء الاصطناعي في إدارة المشاريع بقطاع الإنشاءات في الرياض، المملكة العربية السعودية. وتتجه الشركات بالفعل نحو تبني التقنيات الحديثة نتيجةً لزيادة الضغوط لتحقيق المواعيد النهائية، وتقليل التكاليف، والحفاظ على الجودة، وتحسين التواصل مع جميع الأطراف المعنية. وقد ساهمت رؤية السعودية 2030، من خلال التركيز على دور التحديث والتحول الرقمي، لا سيما في الصناعات القائمة على البنية التحتية، في تسريع هذا التوجه. وتركز دراسة (Daoud، 2025) على كيفية

مساهمة بعض تقنيات الذكاء الاصطناعي في تعزيز أهداف المشروع الرئيسية، والتي تشمل الالتزام بالجدول الزمني، والتحكم في الإنفاق، وضمان جودة العمل، وتحسين التواصل مع جميع الأطراف المعنية. وباستخدام استبيان منهجي، طُلب من 149 شخصًا في قطاع الإنشاءات - من مهندسين إلى مديري مشاريع - إبداء آرائهم. ولإيجاد روابط بين استخدام هذه التقنيات ونجاح أهداف المشروع، تم إجراء تحليل إحصائي باستخدام برنامج SPSS. وعلى الرغم من تحسين تتبع التقدم، والكشف المبكر عن المخاطر، وتعاون الأطراف المعنية، إلا أن الصعوبات لا تزال قائمة. ومن أبرز هذه الصعوبات مقاومة التغيير، ونقص المعرفة الحاسوبية، وعدم التوافق مع الأنظمة القائمة. باختصار، توصلت الدراسة إلى استنتاج مفاده أنه بقدر ما تُظهر أبحاث الحاسوب إمكانات واعدة، فإن التطبيق الأوسع نطاقاً لن يتحقق إلا بعد تقنيات التخطيط وإزالة القيود الحالية.

تُعدّ المخاطر المترابطة التي قد تؤدي إلى تجاوزات في التكاليف، وتأخيرات في الجداول الزمنية، وعدم كفاءة في استخدام الموارد، وانخفاض في أداء المشاريع، من أبرز التحديات التي تواجه مشاريع البناء. وتعتمد استراتيجيات إدارة المخاطر التقليدية في كثير من الأحيان على تحليل التباين بأثر رجعي والمراقبة الدورية، مما يحدّ من فرص التدخل الفوري. وللتنبؤ بانحرافات التكاليف والجداول الزمنية، تُقدّم دراسة (Harrell، 2026) إطار عمل استخباراتي تنبؤي يجمع بين إدارة مشاريع البناء المدعومة بالذكاء الاصطناعي وتقنية التعلّم الآلي "الغابة العشوائية". ينظر هذا النموذج إلى "الغابة العشوائية" كطبقة استخباراتية تنبؤية للمخاطر ضمن دورة مستمرة للتحكم في المشروع، مستنداً إلى منظور التخطيط والجدولة والتحكم المتكامل الذي طرحه فيليب (2026) وتقنية الانحدار "الغابة العشوائية" التي عرضها غانايا وآخرون (2024). ولإنتاج تقديرات لانحرافات التكاليف والجداول الزمنية، يجمع التصميم المقترح بيانات المشروع المتنوعة، مثل بيانات الجدولة والتكاليف والموارد والمشتريات والتقدم ونمذجة معلومات المباني (BIM) ومعلومات المخاطر. بهدف تسهيل عملية اتخاذ القرارات الإدارية وتعزيز فهم مخرجات التنبؤ، تم دمج مناهج الذكاء الاصطناعي القابلة للتفسير. بالإضافة إلى ذلك، يُنشئ هذا الإطار نظاماً للتغذية الراجعة يسمح لنتائج المشاريع الفعلية بدعم التحقق من صحة النموذج وتحديثه، بينما تؤثر المخاطر المتوقعة على تحليل السيناريوهات المدعوم بالذكاء الاصطناعي، وتخطيط الاستجابة للمخاطر، وإجراءات التحكم في المشروع. ووفقاً للدراسة، قد يحل اتخاذ القرارات الاستباقية

والقائمة على البيانات والتكيفية محل المراقبة التفاعلية في إدارة مخاطر الإنشاءات من خلال الجمع بين التحليلات التنبؤية وإدارة المشاريع المدعومة بالذكاء الاصطناعي. وباستخدام مجموعات بيانات مشاريع إنشائية طويلة، يوفر هذا النهج أساسًا مفاهيميًا للتحقق التجريبي القادم.

تكبد جميع شركاء المشروع خسائر مالية نتيجةً لضعف أداء قطاع الإنشاءات في المملكة العربية السعودية من حيث التكلفة والوقت. تتناول دراسة (Aldossari، 2025) أداء التكلفة والجدول الزمني للمشاريع الأفقية والرأسية التي نُفذت في إحدى المؤسسات الحكومية بين عامي 2012 و2022. ولتقييم أداء المشروع، بما في ذلك نمو التكلفة والجدول الزمني، جُمعت بيانات عن تكاليف الإنشاء والجدول الزمني وقورنت. صُممت أسئلة المقابلة بناءً على نتائج تحليل بيانات المشروع لتحديد الأسباب الرئيسية لزيادة التكاليف والجدول الزمني، واستكشاف الحلول الممكنة. بالإضافة إلى ذلك، استرشدت عملية التحليل والمقابلة بالعناصر التي أثرت على تكلفة المشروع ومدته، وفقًا لتقييم شامل للأبحاث السابقة. تُظهر النتائج أن المشاريع الرأسية شهدت زيادات أكبر في التكاليف والجدول الزمني مقارنةً بالمشاريع الأفقية. فقد تأخر إنجاز حوالي 95% من هذه المشاريع بنسبة 160% عن الجدول الزمني، وتجاوزت التكاليف المُدرجة في ميزانية 80% من المشاريع الرأسية والأفقية بنسبة 5% في المتوسط. كشفت المقابلات عن عدد من العوامل المؤثرة على أداء المشاريع، بما في ذلك المشكلات المتعلقة بالمالك (مثل أوامر التغيير، وتأخيرات الدفع، وأخطاء التصميم، وتقديرات الكميات غير الدقيقة)؛ والمشكلات المتعلقة بالمقاول (مثل تأخيرات الموافقة على المواد وعدم كفاية التخطيط)؛ والمشكلات المتعلقة بالعمالة (مثل نقص العمالة وعدم توفر العمالة الماهرة)؛ والمشكلات المتعلقة بالحكومة (مثل الضرائب، وقيود التأشيرات، ومتطلبات التوظيف). ويمكن للجامعات الاستفادة من نتائج هذه الدراسة لتحسين الأداء العام لمشاريع البناء من خلال اتخاذ تدابير استباقية للحد من التباينات في تكاليف المشاريع ومدتها.

في المملكة العربية السعودية، حيث تجاوزت 64% من المشاريع المدة الزمنية المتوقعة، وتجاوزت تكاليف 53% منها الميزانية المخصصة، لا يزال تنفيذ مشاريع البناء يعاني من عوائق تتمثل في استمرار تجاوز التكاليف، وتأخير الجداول الزمنية، وعدم كفاية إجراءات الرقابة. ورغم الاهتمام المتزايد بأنظمة التحكم في المشاريع، لا يوجد

حاليًا نموذج مدعوم تجريبيًا ومستند إلى أسس نظرية يشرح كيفية تأثير محددات نظام التحكم في المشاريع على الأداء. تسد دراسة (Alotaibi، 2025) هذه الفجوة من خلال إنشاء وتقييم نموذج المدخلات-العمليات-المخرجات الذي يربط المدخلات التنظيمية والبشرية والتكنولوجية بمراحل التحكم التشغيلي ونتائج المشروع. وقد استُخدم مسحٌ مقطعيٌّ للمهنيين المشاركين مباشرةً في تنفيذ 222 مشروعًا إنشائيًا مكتملاً في المملكة العربية السعودية لجمع البيانات. كما استُخدم تحليل خريطة الأهمية والأداء لاكتشاف المواقع ذات التأثير الكبير، ولكن ذات الأداء الضعيف، واستُخدم نمذجة المعادلات الهيكلية باستخدام المربعات الصغرى الجزئية لاختبار الروابط المقترحة. من بين عشرين فرضية، تم التحقق من صحة سبع عشرة منها، مما يؤكد الدور المحوري للضوابط اللاحقة للتشغيل، والأثر غير المباشر الملحوظ للضوابط غير التشغيلية، والتأثيرات الكلية الجوهرية للمتغيرات التنظيمية على أداء المشروع من خلال إجراءات الرقابة. وقد حددت نتائج تحليل إدارة المشاريع المتكاملة (IPMA) مجالات التطوير ذات الأولوية، والتي تشمل القيادة وكفاءة الفريق، ودقة التقديرات، وتكامل أصحاب المصلحة، ومشاركة مكتب إدارة المشاريع، وعمليات التدقيق، وإدارة المعرفة، وإجراءات الجدولة التصحيحية. ولتحسين نتائج تنفيذ المشاريع بما يتماشى مع أهداف التنمية الوطنية، بما في ذلك رؤية السعودية 2030، تقدم هذه الدراسة أول اختبار تجريبي لنموذج متعدد الأبعاد لفعالية الضوابط اللاحقة للتشغيل في هذا المجال. كما تُسهم في إثراء الأدبيات الأكاديمية.

نظراً لقدرتها على إدارة المشاريع الضخمة، ودورات التطوير السريعة، وإدارة سلاسل التوريد العالمية، والتفاعل مع العديد من الجهات المعنية، والاستدامة، تُعدّ إدارة المشاريع إحدى الإجراءات التي يمكن استخدامها في تطوير المشاريع العملاقة في المملكة العربية السعودية. ستتناول دراسة (Yusuf، 2026) كيفية مساهمة منصة Oracle Primavera Cloud المزودة بإمكانيات الذكاء الاصطناعي في تعزيز الإنتاجية عند تنفيذ المشاريع الكبيرة في المملكة العربية السعودية. وذلك من خلال دمج بيانات الجدولة والتكاليف والمخاطر والموارد والسلامة والاستدامة في أداة لدعم اتخاذ القرارات. وسيتم استخدام منهجية مراجعة الأدبيات السردية المنظمة لإجراء مراجعة الأدبيات اللازمة لهذه الدراسة. ستساعد هذه المنهجية في العثور على مقالات تتناول مواضيع مثل دور الذكاء الاصطناعي في إدارة الإنشاءات، والحلول السحابية في إدارة المشاريع، والتوائم الرقمية، وتقنيات التحليلات التنبؤية،

ومتطلبات رؤية المملكة العربية السعودية 2030 للفترة بين عامي 2020 و2025. وسيتم تطوير إطار مفاهيمي لتطبيق Oracle Primavera Cloud المدعوم بالذكاء الاصطناعي، والذي يُعنى بالتنبؤ، وتحليل المخاطر، وتحليل السيناريوهات، وإدارة الموارد، ولوحة معلومات تقارير المديرين التنفيذيين في المشاريع الضخمة بالمملكة العربية السعودية، وذلك بالاستعانة بالنتائج الرئيسية المستخلصة من مراجعة الأدبيات. ومن بين مزايا استخدام الذكاء الاصطناعي: تحسين كفاءة الجدول الزمني، ودقة نظام الإنذار، ومراقبة التكاليف، وإعداد المطالبات، وإدارة السلامة، وشراء المواد، وإجراءات الحوكمة.

في مشاريع البناء، قد تنشأ خلافات حول أوامر التعديل نتيجةً لاختلاف أهداف، وتفسيرات المالكين، والمصممين، والمقاولين. ونظرًا لتأجيل المشاريع الكبرى، تبرز هذه المشكلة بشكل خاص في قطاع البناء المزدهر بالمملكة العربية السعودية. وتُعدّ المطالبات الكبيرة على أوامر التعديل، وعدم قدرة أساليب التسوية المعتمدة، كالتقاضي والتحكيم، على تحقيق نتائج سريعة، من الأسباب الرئيسية لهذه التأخيرات. وتؤكد هذه الصعوبات على ضرورة إدارة وتقييم آثار التغيير بشكل استباقي. من خلال تطوير بيئة افتراضية متكاملة، تقترح دراسة (Alaw، 2026) إطار عمل قائم على نمذجة معلومات المباني (BIM) يُقدّم حلاً للمشاكل المذكورة. يتضمن هذا الإطار دمج برنامج Primavera للجدولة والتحكم في التكاليف، وبرنامج Navisworks للتنسيق والتصوير، وبرنامج Revit للنمذجة ثلاثية الأبعاد، في شبكة متكاملة. ويتيح هذا الربط عرضًا منظمًا لمعلومات المشروع. كما يتم ربط أي تعديلات تصميمية بتأثيرها على الوقت والتكلفة. ويهدف إطار العمل في هذه البيئة الافتراضية إلى تسجيل وتوضيح كيفية تأثير أوامر التغيير على تأخيرات الجدول الزمني وتجاوزات التكاليف. تُتيح هذه الطريقة لأصحاب المصلحة فهمًا أفضل للتغييرات المُزمع حدوثها من خلال تتبع كيفية انتشارها عبر مختلف جوانب المشروع. كما تُسهّم هذه الطريقة في تعزيز الحوار، ودعم المناقشات المبكرة، والحدّ من النزاعات. وتشير النتائج الإجمالية إلى إمكانية إنشاء منصة افتراضية متكاملة لدراسة أوامر التغيير وتأثيراتها على الوقت والتكلفة، وذلك من خلال دمج استخدام نمذجة معلومات المباني (BIM) وأدوات إدارة المشاريع. وقد تمّ تصميم هذا الإطار والتحقق من صحته باستخدام دراسة حالة واقعية لإثبات جدواه في تسهيل عملية اتخاذ القرارات، والحدّ من

النزاعات، وتحسين أداء المشروع بشكل عام. وتُعد إدارة التغيير الفعالة أمراً بالغ الأهمية لتقليل التأخيرات وتحسين تنفيذ المشاريع، لا سيما في قطاع الإنشاءات سريع النمو في المملكة العربية السعودية.

نظراً لطبيعتها الخطية، وامتدادها الجغرافي، واعتمادها على أطر مؤسسية خارجية، تُعد مشاريع بناء الطرق معقدة بطبيعتها. وتُعزى التأخيرات المستمرة في الجداول الزمنية وتجاوزات التكاليف في المملكة العربية السعودية في الغالب إلى التفاعلات النظامية بين الجوانب التقنية والمالية والإدارية والاعتبارات الخارجية. ومع ذلك، غالباً ما تتجاهل أطر إدارة المخاطر الدولية الحالية، والتي تتسم بالعمومية، الخصائص الفريدة للبنية التحتية واسعة النطاق. ومن خلال توليف منهجي للأبحاث السابقة، تُقدّم دراسة (Alharbi, 2026) إطاراً محلياً وكمياً لإدارة المخاطر لمشاريع بناء الطرق في المملكة العربية السعودية. وقد تمّ التوصل إلى أكثر من 1500 تعبير أولي للمخاطر من خلال تقييم منهجي لـ 52 منشوراً خضع لمراجعة الأقران. وتمّ إنشاء هيكل تفصيلي للمخاطر (RBS) من خمس فئات، تشمل التصميم والموارد والتمويل والاعتبارات الخارجية والإدارة، وذلك بدمج هذه المتغيرات الخمسين الشائعة للمخاطر باستخدام ترميز الموضوعات والتطبيع الدلالي والترشيح القائم على التكرار. بحسب تحليل التكرار، يُعدّ عامل الإدارة (25%) أكثر المخاطر شيوعاً في الدراسات المنشورة، يليه عامل التصميم (22%)، ثم الموارد (21%)، ثم العوامل الخارجية (18%)، وأخيراً العوامل المالية (14%). ومن أهم الأسباب التي تمّ التوصل إليها: بطء اتخاذ القرارات، وعدم كفاءة التخطيط، وتأخر سداد مستحقات المقاولين، وضعف الدراسات الجيوتقنية. وقد أتاح هذا التصنيف الموحد إمكانية وضع مدونة محلية لإدارة المخاطر وإطار عمل لتقييمات الاحتمالية والأثر (Pxi) المستقبلية. تُقدّم هذه الدراسة للمختصين وصانعي السياسات أداةً لدعم اتخاذ القرارات، تمكّنهم من تحديد أولويات المخاطر بشكل استباقي، وتحسين تخصيص الموارد، وتعزيز تنفيذ المشاريع في البنية التحتية للطرق في المملكة العربية السعودية، وذلك من خلال تحويل المعلومات الأكاديمية المتفرقة إلى تصنيف عملي للمخاطر.

المنطلقات النظرية للدراسة:

1. إدارة المشاريع باستخدام الذكاء الاصطناعي:

نظرًا لقدرته على تحليل كميات هائلة من البيانات، ورصد الاتجاهات، والمساعدة في اتخاذ القرارات الإدارية، فقد ازدادت أهمية الذكاء الاصطناعي كتقنية أساسية في إدارة المشاريع المعاصرة. يُمكن الذكاء الاصطناعي الشركات من أتمتة العمليات التحليلية المعقدة التي كانت تتطلب في السابق جهدًا بشريًا كبيرًا. يُمكن استخدام الذكاء الاصطناعي في تخطيط المشاريع، وتقييم المخاطر، وتقدير التكاليف، وتخصيص الموارد، ومراقبة الجودة، ومتابعة الجداول الزمنية في إدارة مشاريع البناء. تستطيع المؤسسات زيادة سرعة ودقة اتخاذ القرارات من خلال دمج الذكاء الاصطناعي في إجراءات إدارة المشاريع. بالإضافة إلى ذلك، يُمكن للذكاء الاصطناعي أن يُزوّد مديري المشاريع برؤى مستندة إلى البيانات تُعزز الإدارة الاستباقية وتُمكن الشركات من الاستجابة بفعالية أكبر لظروف المشاريع المتغيرة والتهديدات الجديدة (Salimimoghadam، 2025).

2. الذكاء الاصطناعي والتنبؤ بتأخيرات المشاريع:

عندما يتعلق الأمر بتوقع التأخيرات المحتملة في مشاريع البناء، يُمكن أن يكون الذكاء الاصطناعي مفيدًا للغاية. تُنتج أنشطة البناء كميات هائلة من البيانات حول العمال، والمواد، والجداول الزمنية، والموارد، والنفقات، والطقس، وتقدم المشروع. يمكن تحليل هذه البيانات بواسطة أنظمة الذكاء الاصطناعي لاكتشاف الاتجاهات والروابط المتعلقة بالتأخيرات السابقة. كما يمكن لأساليب التعلم الآلي تحديد الأنشطة التي قد تواجه انقطاعات في الجدول الزمني، وتقدير احتمالية حدوث تأخيرات مستقبلية باستخدام بيانات المشاريع السابقة. وبفضل التنبؤ المبكر، يستطيع مديرو المشاريع اتخاذ تدابير وقائية، وتغيير تسلسل الأنشطة، وإعادة تخصيص الموارد، أو مراجعة استراتيجيات التنفيذ. وبالتالي، قد تصبح إدارة التأخيرات استراتيجية استباقية بدلاً من كونها رد فعلية، وذلك بفضل التنبؤ بالتأخيرات القائم على الذكاء الاصطناعي (Manu، 2024).

3. إدارة جداول المشاريع:

يُعدّ تنظيم جداول المشاريع عنصرًا أساسيًا في إدارة مشاريع البناء، حيث يركز على ضمان إنجاز مهام المشروع ضمن الوقت المحدد. ويشمل ذلك إنشاء جدول المشروع، ومراقبة التقدم، ومعالجة الانحرافات، وترتيب المهام،

والتنبؤ بالمدد الزمنية، وتحديد الأنشطة. ونظراً لأن التأخير في أي نشاط قد يؤثر على العمليات اللاحقة، ويؤدي في النهاية إلى إطالة مدة إنجاز المشروع، فإن الإدارة الفعالة للجدول الزمنية أمر بالغ الأهمية. فالتخطيط الدقيق، والمراقبة المستمرة، والتنسيق الفعال، والمعالجة الفورية، كلها عناصر ضرورية لإدارة الجداول الزمنية بنجاح. للكشف عن أي انحرافات، يجب على مديري مشاريع البناء مقارنة التقدم الفعلي بالأداء المتوقع باستمرار. ونتيجة لذلك، يُسهم الإدارة الفعالة للجدول الزمنية بشكل كبير في الالتزام بالمواعيد النهائية وتحسين أداء المشروع (Roy، 2026).

4. العلاقة بين إدارة الجداول الزمنية والتنبؤ بالتأخيرات باستخدام الذكاء الاصطناعي:

تُعدّ قدرة الذكاء الاصطناعي على توفير معلومات آنية حول المشكلات المحتملة في الجداول الزمنية أساس التفاعل بين الذكاء الاصطناعي وإدارة الجداول الزمنية. إذ يُمكن لمديري المشاريع اتخاذ الإجراءات التصحيحية اللازمة قبل تفاقم المشكلة عندما تكتشف تقنيات الذكاء الاصطناعي تأخيراً محتملاً في وقت مبكر. ومن خلال مقارنة أداء المشروع الفعلي بالجدول الزمنية المتوقعة ورصد أي اختلافات ملحوظة، يُمكن للذكاء الاصطناعي أيضاً المساعدة في المراقبة المستمرة. وقد تُعزز هذه القدرة التنبؤية استجابة الإدارة، وتخصيص الموارد، ودقة الجداول الزمنية. ونتيجة لذلك، يُمكن للإدارة الاستباقية القائمة على التنبؤ والتدخل المبكر أن تحل محل إدارة الجداول الزمنية التقليدية القائمة على رد الفعل بمساعدة الذكاء الاصطناعي. وتُشكل هذه العلاقة الفرضية النظرية الرئيسية لهذه الدراسة (Placeholder1).

5. الذكاء الاصطناعي في قطاع الإنشاءات السعودي:

نظراً لمشاريع البنية التحتية والتنمية الواسعة النطاق في المملكة، بات الذكاء الاصطناعي عنصراً أساسياً في قطاع الإنشاءات السعودي. فمشاريع الإنشاءات المرتبطة بمبادرات التنمية الوطنية غالباً ما تتطلب استثمارات مالية ضخمة، ومهاماً معقدة، وعدداً كبيراً من المقاولين، ومواعيد نهائية صارمة. وتزيد هذه العوامل من الحاجة إلى حلول متطورة تُسهّل إدارة المشاريع بكفاءة. يُمكن للذكاء الاصطناعي مساعدة شركات الإنشاءات السعودية على وضع خطط أفضل، ومتابعة سير العمل، وتوقع التأخيرات، ودعم اتخاذ القرارات بناءً على البيانات. ومع

ذلك، قد يتطلب التنبؤ الفعال للذكاء الاصطناعي مراعاة عدد من المتغيرات، منها جاهزية المؤسسة، ومهارات الموظفين، ودعم الإدارة، والبنية التحتية التقنية، وجودة البيانات. لذا، من الضروري فهم هذه المتغيرات عند تقييم تطبيقات الذكاء الاصطناعي في قطاع الإنشاءات السعودي.

6. دقة التنبؤ باستخدام الذكاء الاصطناعي:

تتأثر قيمة التنبؤ القائم على الذكاء الاصطناعي في إدارة جداول الإنشاءات بشكل كبير بدقته. ولتقديم تنبؤات مفيدة، يجب تدريب نظام الذكاء الاصطناعي باستخدام بيانات موثوقة وذات صلة بالمشروع. قد تؤدي البيانات غير الكافية أو غير المتسقة أو ذات الجودة الرديئة إلى تقليل ثقة الإدارة في التكنولوجيا، مما يجعل التوقعات أقل دقة. ويمكن لمديري المشاريع اكتشاف التأخيرات المحتملة، وتقييم احتمالية حدوثها، وترتيب المخاطر التي يجب معالجتها فوراً.

المنهجية وطرق البحث:

1. تصميم البحث:

تتناول هذه الدراسة تأثير الذكاء الاصطناعي على التنبؤ بتأخير المشاريع وكفاءة إدارة الجداول الزمنية في مشاريع البناء بالملكة العربية السعودية، وذلك باستخدام منهجية بحث كمية. ونظراً لملاءمة هذه المنهجية لتوصيف خصائص متغيرات الدراسة ودراسة العلاقة بين التنبؤ بالتأخير باستخدام الذكاء الاصطناعي وكفاءة إدارة الجداول الزمنية، سيتم استخدام منهجية البحث الوصفي التحليلي. وسيتم استخدام استبيان موحد لجمع المعلومات من خبراء في مشاريع البناء. وبفضل الأسلوب الكمي، سيتمكن الباحث من فحص فرضيات الدراسة المقترحة إحصائياً وتقييم انطباعات المشاركين بشكل منهجي. كما تدعم هذه الاستراتيجية إيجاد علاقات ارتباط مهمة بين المتغيرات المستقلة والتابعة.

2. المشاركون في الدراسة:

يتكون مجتمع الدراسة من متخصصين في مشاريع البناء بالملكة العربية السعودية، ممن لديهم خبرة مباشرة في تخطيط المشاريع، وجدولتها، ومراقبتها، وإدارتها. يشمل الجمهور المستهدف مديري المشاريع، ومهندسي المشاريع، ومهندسي التخطيط، ومديري الإنشاءات، ومهندسي المواقع، وغيرهم من الخبراء في إدارة جداول المشاريع. يُعتبر هؤلاء الأفراد مناسبين للدراسة نظرًا لخبرتهم العملية في إدارة جداول المشاريع، وإدراكهم للصعوبات التي تُسببها تأخيرات المشاريع، فضلاً عن إمكانية استخدام الذكاء الاصطناعي. وللحصول على بيانات موثوقة حول تطبيق الذكاء الاصطناعي في التنبؤ بالتأخيرات وتأثيره على فعالية إدارة الجداول، سيتم اختيار عينة تمثيلية من هذا الجمهور.

3. أساليب جمع البيانات:

سيتم جمع البيانات الأولية المستخدمة في الدراسة مباشرةً من المشاركين من خلال استبيان موحد. سيحصل المتخصصون العاملون في مشاريع الإنشاءات في المملكة العربية السعودية على الاستبيان إلكترونياً لتسهيل إكماله على المشاركين من مختلف الشركات والمناطق. سيتم شرح هدف الدراسة، وسيحرص الباحث على أن تكون المشاركة طوعية تماماً. سيتم إعلام المشاركين بأن البيانات التي سيتم جمعها ستُستخدم فقط لأغراض البحث العلمي. بالإضافة إلى ذلك، سيتم جمع بيانات ثانوية حول الذكاء الاصطناعي، وتأخيرات مشاريع البناء، وإدارة الجداول الزمنية من الكتب الأكاديمية ذات الصلة، والأوراق البحثية المحكمة، والدراسات السابقة، والمنشورات المهنية. ستساهم هذه المصادر في تطوير الدراسة نظرياً ومفاهيمياً.

4. أداة البحث:

ستُستخدم استبانة منهجية، مصممة وفقاً لأهداف الدراسة، وأسئلة البحث، والفرضيات، والإطار النظري، كأداة البحث الرئيسية. ستضمن الاستبانة عدة أقسام. سيتم جمع البيانات الديموغرافية والمهنية، بما في ذلك مناصب المشاركين، وسنوات خبرتهم، ومشاركتهم في مشاريع البناء، في القسم الأول. سيتم قياس متغيرات الدراسة، مثل التنبؤ بتأخيرات المشاريع باستخدام الذكاء الاصطناعي، وفعالية إدارة الجداول الزمنية، في

الأقسام اللاحقة. سيتم استخدام مقياس ليكرت خماسي النقاط، حيث يشير الرقم 1 إلى "أرفض بشدة" والرقم 5 إلى "أوافق بشدة"، لتقييم العبارات. سيقوم خبراء أكاديميون ومتخصصون في إدارة المشاريع والإنشاءات بتقييم صلاحية محتوى الأداة لضمان جودتها. سيتم استخدام معامل ألفا لكرونباخ لتقييم الموثوقية.

5. تقنيات تحليل البيانات:

سيتم فحص المعلومات المجمعة باستخدام الأساليب الإحصائية المناسبة. تُعدّ التكرارات والنسب المئوية والمتوسّطات والانحرافات المعيارية أمثلة على الإحصاءات الوصفية التي ستُستخدم لتوصيف متغيرات البحث وتلخيص الخصائص الديموغرافية للمستجيبين. سيتم تقييم موثوقية الاستبيان واتساقه الداخلي باستخدام معامل ألفا لكرونباخ. سيتم التحقق من قوة واتجاه الروابط بين التنبؤ بالتأخيرات باستخدام الذكاء الاصطناعي وفعالية إدارة الجداول الزمنية باستخدام تحليل الارتباط. كما يمكن تحديد مدى قدرة الذكاء الاصطناعي ومكوناته على التنبؤ بفعالية إدارة الجداول الزمنية باستخدام تحليل الانحدار البسيط والمتعدد. وللتأكد من دعم النتائج التجريبية لفرضيات الدراسة، سيتم تقييم الدلالة الإحصائية عند مستوى دلالة مناسب، مثل 0.05.

أدوات الدراسة:

اعتمدت الدراسة على الاستبانة بوصفها الأداة الرئيسة لجمع البيانات الميدانية، وذلك لملاءمتها لطبيعة الدراسة الكمية، وقدرتها على جمع آراء عدد كبير من العاملين في مشاريع التشييد في المملكة العربية السعودية بصورة منظمة وموحدة. وتم إعداد الاستبانة في ضوء أهداف الدراسة وأسئلتها وفرضياتها والإطار النظري، بحيث تقيس أثر استخدام الذكاء الاصطناعي في التنبؤ بتأخر المشاريع ومدى انعكاس ذلك على فعالية إدارة الجدول الزمني.

وتتكون الاستبانة من عدة أجزاء رئيسية. يتضمن الجزء الأول البيانات الديموغرافية والوظيفية للمشاركين، مثل المسمى الوظيفي، سنوات الخبرة، وطبيعة المشاركة في إدارة المشاريع الإنشائية. أما الجزء الثاني فيقيس متغير الذكاء الاصطناعي في التنبؤ بتأخر المشاريع، من خلال مجموعة من العبارات المتعلقة بدقة التنبؤ، واكتشاف مخاطر التأخير مبكراً، وتحليل بيانات المشروع، والمراقبة المستمرة، ودعم اتخاذ القرار. بينما يركز الجزء الثالث على فعالية إدارة الجدول الزمني، من خلال قياس دقة التخطيط والجدولة، الالتزام بالمواعيد المخططة، اكتشاف الانحرافات الزمنية، كفاءة تخصيص الموارد، وسرعة اتخاذ الإجراءات التصحيحية.

وسيتم استخدام مقياس ليكرت الخماسي لقياس استجابات المشاركين، بحيث تتراوح الإجابات من (1) لا أوافق بشدة إلى (5) أوافق بشدة. وللتأكد من صلاحية الأداة، سيتم عرضها على مجموعة من المحكمين المتخصصين في إدارة المشاريع والإنشاءات والذكاء الاصطناعي للتحقق من صدق المحتوى ووضوح العبارات ومدى ارتباطها بمتغيرات الدراسة. كما سيتم اختبار ثبات الأداة باستخدام معامل كرونباخ ألفا (Cronbach's Alpha) للتأكد من اتساقها الداخلي وموثوقية نتائجها.

وبذلك توفر الاستبانة بيانات كمية يمكن تحليلها إحصائياً لاختبار فرضيات الدراسة وتحديد طبيعة العلاقة بين استخدام الذكاء الاصطناعي في التنبؤ بتأخر المشاريع وفعالية إدارة الجدول الزمني في مشاريع التشييد بالمملكة العربية السعودية.

أدوات الدراسة:

1. الاستبانة:

اعتمدت الدراسة على الاستبانة بوصفها الأداة الرئيسة لجمع البيانات الميدانية، وذلك لملاءمتها لطبيعة الدراسة الكمية وقدرتها على جمع آراء عدد كبير من العاملين في مشاريع التشييد في المملكة العربية السعودية بصورة منظمة وموحدة. وتتميز الاستبانة بإمكانية توحيد الأسئلة والعبارات المقدمة لجميع أفراد العينة، مما

يساعد على الحصول على بيانات قابلة للمقارنة والتحليل الإحصائي. كما تتيح للباحث قياس تصورات أفراد الدراسة حول مستوى استخدام الذكاء الاصطناعي في التنبؤ بتأخر المشاريع، ومدى تأثير ذلك في فعالية إدارة الجدول الزمني. وتعد الاستبانة مناسبة لطبيعة الدراسة التطبيقية التي تستهدف العاملين والمتخصصين في قطاع التشييد.

2. إعداد الاستبانة:

تم إعداد الاستبانة في ضوء أهداف الدراسة وأسئلتها وفرضياتها والإطار النظري، بما يضمن ارتباط محتوى الأداة بموضوع الدراسة ومتغيراتها الأساسية. وقد روعي عند صياغة العبارات أن تكون واضحة ومباشرة ومناسبة للمستوى العلمي والمهني لأفراد العينة المستهدفة. كما تم تقسيم الاستبانة إلى محاور رئيسية تعكس أبعاد المتغير المستقل والمتغير التابع. ويتناول المحور الأول استخدام الذكاء الاصطناعي في التنبؤ بتأخر المشاريع، بينما يتناول المحور الثاني فعالية إدارة الجدول الزمني. ويساعد هذا التنظيم في جمع بيانات دقيقة حول العلاقة بين المتغيرين، كما يتيح اختبار الفرضيات إحصائياً وتحديد مدى مساهمة الذكاء الاصطناعي في تحسين إدارة الجداول الزمنية للمشاريع الإنشائية.

3. البيانات الديموغرافية والوظيفية:

يتضمن الجزء الأول من الاستبانة مجموعة من الأسئلة المتعلقة بالخصائص الديموغرافية والوظيفية لأفراد العينة، بهدف التعرف على طبيعة المشاركين وخلفياتهم المهنية. وتشمل هذه البيانات المسمى الوظيفي، وعدد سنوات الخبرة، والمؤهل العلمي، وطبيعة العمل في مشاريع التشييد، ومستوى المشاركة في عمليات التخطيط والجدولة وإدارة المشاريع. وتساعد هذه المعلومات في وصف خصائص العينة وفهم الخلفية المهنية للمشاركين في الدراسة. كما يمكن استخدامها لإجراء مقارنات إحصائية بين آراء الفئات المختلفة عند الحاجة. ويُتوقع أن تسهم الخبرة العملية والمشاركة المباشرة في إدارة المشاريع في توفير تقييم أكثر دقة لتطبيقات الذكاء الاصطناعي وممارسات إدارة الجدول الزمني.

4. قياس الذكاء الاصطناعي والتنبؤ بالتأخر:

يقيس الجزء الثاني من الاستبانة متغير الذكاء الاصطناعي في التنبؤ بتأخر المشاريع، باعتباره المتغير المستقل في الدراسة. ويتضمن هذا المحور مجموعة من العبارات التي تقيس قدرة تقنيات الذكاء الاصطناعي على تحليل بيانات المشاريع والتنبؤ باحتمالية حدوث التأخير. وتشمل الأبعاد التي يمكن قياسها دقة التنبؤ، والاكتشاف المبكر لمخاطر التأخير، وتحليل البيانات التاريخية والحديثة، والمراقبة المستمرة لمؤشرات المشروع، والتعرف على العوامل المؤدية إلى التأخير، ودعم اتخاذ القرارات الوقائية. ويهدف هذا المحور إلى تحديد مدى استفادة مشاريع التشييد من تقنيات الذكاء الاصطناعي في التنبؤ بالمشكلات الزمنية قبل حدوثها أو تفاقم آثارها.

5. قياس فعالية إدارة الجدول الزمني:

يركز الجزء الثالث من الاستبانة على قياس فعالية إدارة الجدول الزمني باعتبارها المتغير التابع في الدراسة. ويهدف هذا المحور إلى تقييم مدى قدرة فرق إدارة المشاريع على التخطيط للأنشطة وتنظيمها ومتابعة تنفيذها وفق المواعيد المحددة. وتتضمن العبارات مؤشرات مثل دقة إعداد الجداول الزمنية، والالتزام بالمواعيد المخططة، والمراقبة المستمرة لتقدم الأعمال، وسرعة اكتشاف الانحرافات الزمنية، وكفاءة تخصيص الموارد، والقدرة على اتخاذ الإجراءات التصحيحية في الوقت المناسب. ويساعد قياس هذه الأبعاد في تحديد مستوى فعالية إدارة الجدول الزمني، كما يسمح باختبار ما إذا كان استخدام الذكاء الاصطناعي للتنبؤ بالتأخيرات يؤدي فعلياً إلى تحسين الأداء الزمني للمشاريع.

6. مقياس الاستجابة والتحقق من الأداة:

سيتم استخدام مقياس ليكرت الخماسي لقياس استجابات أفراد العينة، بحيث تتراوح الإجابات من (1) «لا أوافق بشدة» إلى (5) «أوافق بشدة». ويسمح هذا المقياس بتحويل تصورات المشاركين إلى بيانات كمية يمكن تحليلها باستخدام الأساليب الإحصائية المناسبة. ولضمان صلاحية أداة الدراسة، سيتم عرض الاستبانة على مجموعة من المحكمين المتخصصين في إدارة المشاريع، وإدارة التشييد، والذكاء الاصطناعي، وذلك للتحقق من وضوح العبارات ومدى ارتباطها بأهداف الدراسة ومتغيراتها. كما سيتم اختبار ثبات الأداة باستخدام معامل

كرونباخ ألفا (Cronbach's Alpha) للتأكد من مستوى الاتساق الداخلي بين فقرات كل محور، وضمان موثوقية البيانات الناتجة عن تطبيق الاستبانة.

حدود الدراسة:

1. الحدود البشرية:

تتمثل الحدود البشرية للدراسة في العاملين والمتخصصين المشاركين في إدارة مشاريع التشييد في المملكة العربية السعودية، ممن لديهم معرفة أو خبرة في تخطيط المشاريع، وإعداد الجداول الزمنية، ومتابعة تقدم الأعمال، وإدارة مخاطر التأخير. وتشمل الفئة المستهدفة مديري المشاريع، ومهندسي التخطيط، ومديري الإنشاءات، والمهندسين، والمشرفين، وغيرهم من العاملين ذوي العلاقة بإدارة الجدول الزمني للمشاريع. وقد تم اختيار هذه الفئة نظراً لقدرتها على تقديم معلومات واقعية حول أسباب تأخر المشاريع ومدى استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في التنبؤ بالتأخيرات، بالإضافة إلى تقييم أثر هذه التقنيات في تحسين فعالية إدارة الجدول الزمني.

2. الحدود المكانية:

تقتصر الدراسة مكانياً على مشاريع التشييد في المملكة العربية السعودية، وذلك في ضوء التطور المتسارع الذي يشهده قطاع التشييد والبنية التحتية في المملكة. وتشمل الدراسة المشاريع الإنشائية التي تستخدم أو يمكن أن تستفيد من تقنيات الذكاء الاصطناعي في عمليات التخطيط والمتابعة وإدارة الجداول الزمنية. ويرجع اختيار المملكة العربية السعودية إلى أهمية قطاع التشييد في الاقتصاد الوطني، واتساع نطاق المشاريع التنموية، وتزايد الحاجة إلى استخدام التقنيات الرقمية الحديثة لتحسين كفاءة إدارة المشاريع. وتركز الدراسة على آراء العاملين في هذا القطاع بهدف تحليل العلاقة بين التنبؤ بال delays باستخدام الذكاء الاصطناعي وفعالية إدارة الجدول الزمني.

3. الحدود الزمانية:

تتمثل الحدود الزمانية للدراسة في الفترة التي يتم خلالها تنفيذ الدراسة الميدانية وجمع البيانات من أفراد العينة. وتركز الدراسة على الوضع الحالي لتطبيقات الذكاء الاصطناعي في التنبؤ بتأخر المشاريع وفعاليتها في إدارة الجداول الزمنية في مشاريع التشييد السعودية. كما تستفيد الدراسة من الأدبيات والدراسات السابقة ذات الصلة لتطوير الإطار النظري وبناء أداة الدراسة، مع التركيز على الدراسات والممارسات الحديثة المرتبطة بالذكاء الاصطناعي وإدارة المشاريع. وتسمح الحدود الزمنية المحددة بتقييم واقع استخدام التقنيات الذكية خلال فترة الدراسة، مع مراعاة التطورات المتسارعة في تطبيق الذكاء الاصطناعي في قطاع التشييد.

المراجع:

- Abdulali Mohammed Alajmi .(2022) .A Review on Significant Factors Causing Delays in Saudi Arabia Construction Projects من الاسترداد <https://www.mdpi.com/2624-6511/5/4/75>
- Adib Bin Rashid .(2024) .AI revolutionizing industries worldwide: A comprehensive overview of its diverse applications من الاسترداد تم <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2773207X24001386>
- Andikan Udofot Umana .(2022) .Data-Driven Project Monitoring: Leveraging Dashboards and KPIs to Track Performance in Technology Implementation Projects من الاسترداد تم https://www.researchgate.net/publication/393908954_Data-Driven_Project_Monitoring_Leveraging_Dashboards_and_KPIs_to_Track_Performance_in_Technology_Implementation_Projects
- Andrew Harrell .(2026) .PREDICTIVE INTELLIGENCE FOR CONSTRUCTION PROJECT RISK MANAGEMENT: A RANDOM FOREST-BASED FRAMEWORK FOR FORECASTING COST AND SCHEDULE DEVIATIONS IN AI-DRIVEN PROJECT MANAGEMENT من الاسترداد تم https://www.researchgate.net/publication/413544392_PREDICTIVE_INTELLIGENCE_FOR_CONSTRUCTION_PROJECT_RISK_MANAGEMENT_A_RANDOM_FOREST-BASED_FRAMEWORK_FOR_FORECASTING_COST_AND_SCHEDULE_DEVIATIONS_IN_AI-DRIVEN_PROJECT_MANAGEMENT
- Babatunde Sanni .(2026) .Application of Artificial Intelligence in Predictive Construction Project Management . من الاسترداد تم https://www.researchgate.net/publication/403224201_Application_of_Artificial_Intelligence_in_Predictive_Construction_Project_Management
- Bernard Anim Manu .(2024) .Leveraging Artificial Intelligence for optimized project management and risk mitigation in construction industry من الاسترداد تم https://www.researchgate.net/publication/394363097_Leveraging_Artificial_Intelligence_for_optimized_project_management_and_risk_mitigation_in_construction_industry

- Dagmar Kutá .(2025) .The Role of Artificial Intelligence in the Transformation of the BIM Environment: Current State and Future Trends تم الاسترداد من <https://www.mdpi.com/2076-3417/15/18/9956>
- Dheeraj Kumar Dukhram Pal .(2023) .AI-Assisted Project Management: Enhancing Decision-Making and Forecasting تم الاسترداد من https://www.researchgate.net/publication/389593705_AI-Assisted_Project_Management_Enhancing_Decision-Making_and_Forecasting
- Fahad Yusuf .(2026) .AI-Powered Oracle Primavera Cloud Solutions for Construction Performance Optimization in Saudi Mega Projects تم الاسترداد من https://www.researchgate.net/publication/408586366_AI-Powered_Oracle_Primavera_Cloud_Solutions_for_Construction_Performance_Optimization_in_Saudi_Mega_Projects
- Khaled M. Aldossari .(2025) .Cost and Schedule Performance in Higher Education Construction Projects in Saudi Arabia تم الاسترداد من https://www.researchgate.net/publication/389755220_Cost_and_Schedule_Performance_in_Higher_Education_Construction_Projects_in_Saudi_Arabia
- Khalid Amayreh .(2025) .Developing an Intelligent Model for Construction Project Management Using Artificial Intelligence and Big Data Analysis to Improve Scheduling and Reduce Delays تم الاسترداد من https://www.researchgate.net/publication/407097399_Developing_an_Intelligent_Model_for_Construction_Project_Management_Using_Artificial_Intelligence_and_Big_Data_Analysis_to_Improve_Scheduling_and_Reduce_Delays
- Konooz Jamal .(2026) .The Impact of Integrating Artificial Intelligence (AI) into Construction Project Management: The Mediating Effects of Operational Efficiency and Managerial Decision-Making in Saudi Arabia's Private Sector تم الاسترداد من <https://www.scilit.com/publications/c82951dbb9fa691023224c485ec4c9c2>
- M Alharbi .(2026) .A Localized Quantitative Risk Management Framework for Road Construction Projects in Saudi Arabia تم الاسترداد من

https://www.researchgate.net/publication/403632698_A_Localized_Quantitative_Risk_Management_Framework_for_Road_Construction_Projects_in_Saudi_Arabia

Oday Sami Daoud.(2025) .The impact of using artificial intelligence (AI) tools on achieving construction project management goals in construction companies in Riyadh, KSA . تم الاسترداد من https://www.researchgate.net/publication/400458148_The_impact_of_using_artificial_intelligence_AI_tools_on_achieving_construction_project_management_goals_in_construction_companies_in_Riyadh_KSA

Raj Roy .(2026) .What is project schedule management? Definition, process and examples . تم الاسترداد من <https://plane.so/blog/project-schedule-management#frequently-asked-questions>

Rashed Alotaibi .(2025) .Modelling Project Control System Effectiveness in Saudi Arabian Construction Project Delivery . تم الاسترداد من https://www.researchgate.net/publication/395719167_Modelling_Project_Control_System_Effectiveness_in_Saudi_Arabian_Construction_Project_Delivery

Saeed Alaw .(2026) .A BIM-Based Framework for Evaluating the Impact of Change Orders on Project Time and Cost in Saudi Construction Projects . تم الاسترداد من https://www.researchgate.net/publication/405050367_A_BIM-Based_Framework_for_Evaluating_the_Impact_of_Change_Orders_on_Project_Time_and_Cost_in_Saudi_Construction_Projects

Shadi Salimimoghadam .(2025) .The Rise of Artificial Intelligence in Project Management: A Systematic Literature Review of Current Opportunities, Enablers, and Barriers . تم الاسترداد من <https://www.mdpi.com/2075-5309/15/7/1130>

Yahya Rashid .(2026) .Construction Projects in Saudi Arabia: Risk Analysis . تم الاسترداد من https://www.researchgate.net/publication/400354456_Construction_Projects_in_Saudi_Arabia_Risk_Analysis

Zufeng Shang .(2024) .Analysis of the Current Situation of the Construction Industry in Saudi Arabia and the Factors Affecting It: An Empirical Study . تم الاسترداد من

https://www.researchgate.net/publication/382961309_Analysis_of_the_Current_Situation_of_the_Construction_Industry_in_Saudi_Arabia_and_the_Factors_Affecting_It_An_Empirical_Study

Med Ocean University

College of Management

Master's in Project Management



The Impact of Artificial Intelligence on Project Delay Prediction and Schedule Management

Effectiveness: An Applied Study on Construction Projects in the Kingdom of Saudi Arabia

Prepared by:

Saad Ali Abdullah Al Boghbran Al Qahtani

University ID:

252000384

Supervised by:

Dr. Faisal Abdul Hamid

Dr. Fayeze Jarad

Academic Year:

2026