

جامعة ميدأوشن

كلية الإدارة

قسم / تخصص: ماجستير إدارة المشاريع

عنوان البحث

أثر استخدام الذكاء الاصطناعي في تحسين نجاح المشاريع الإنشائية

في المملكة العربية السعودية

إعداد الطالب: يوسف صالح اللحيدان

الرقم الأكاديمي: ٢٦١٠٠٢٠٠٣

إشراف:

العام الدراسي:

2026

فهرس المحتويات

٣.....	مقدمة:
٣.....	مشكلة الدراسة
٣.....	أهمية الدراسة:
٤.....	أهداف الدراسة
٤.....	تساؤلات الدراسة
٥.....	فروض الدراسة:
٧.....	الدراسات السابقة:
١٤.....	الفجوة البحثية:
١٥.....	المنطلقات النظرية للدراسة:
١٧.....	المنهجية وطرق البحث:
١٨.....	أداة الدراسة
١٩.....	أساليب التحليل الإحصائي
٢٠.....	خامسًا: حدود الدراسة
٢١.....	المراجع

مقدمة

يشهد قطاع المشاريع الإنشائية في المملكة العربية السعودية تحولاً رقمياً متسارعاً

- في إطار مستهدفات رؤية ٢٠٣٠، إذ باتت تطبيقات الذكاء الاصطناعي (AI) أداة استراتيجية
- لدعم التخطيط والتنبؤ بالمخاطر وتحليل البيانات الضخمة واتخاذ القرارات اللحظية.
- ولا تزال التحديات المزمدة كتجاوز التكاليف والتأخر الزمني وضعف الجودة تُثقل كاهل
- القطاع، مما يستوجب دراسة علمية تقيس أثر الذكاء الاصطناعي على نجاح هذه المشاريع.

مشكلة الدراسة

على الرغم من الأهمية الاقتصادية الكبرى لقطاع الإنشاءات، إلا أنه يواجه تحديات

- مزمدة في التعثر وتجاوز الميزانيات والتأخر الزمني وضعف ضبط الجودة.
- وتتحدد مشكلة الدراسة في: قياس مدى فاعلية تقنيات الذكاء الاصطناعي في الحد من
- هذه التحديات على أبعاد النجاح الأربعة: الوقت، التكلفة، الجودة، المخاطر.

أهمية الدراسة

(أ) الأهمية العلمية (النظرية):

- إثراء الأدبيات العربية بدراسة تربط حوكمة الذكاء الاصطناعي بإدارة المشاريع الإنشائية.
- سد فجوة بحثية في القياس الكمي لأثر الذكاء الاصطناعي على أبعاد النجاح الأربعة مجتمعةً.
- تقديم إطار نظري متكامل يعزز الفهم العلمي لتطبيقات الذكاء الاصطناعي في قطاع التشييد.

(ب) الأهمية التطبيقية (العملية):

- تقديم دليل استرشادي لشركات المقاولات والمكاتب الهندسية لاختيار الأدوات التقنية المناسبة.
- مساعدة صانعي القرار في تفعيل التحول الرقمي بما يتوافق مع رؤية ٢٠٣٠.
- تطوير معايير قياس وتقييم ترفع مستوى الأداء المؤسسي لشركات الإنشاء السعودية.

أهداف الدراسة

تسعى الدراسة إلى تحقيق الأهداف التالية:

- التعرف على واقع استخدام الذكاء الاصطناعي في قطاع المشاريع الإنشائية بالمملكة.
- قياس أثر الذكاء الاصطناعي في تحسين إدارة وقت المشاريع الإنشائية.
 - تحديد دور الذكاء الاصطناعي في خفض التكلفة والحد من الهدر المالي.
 - تقييم أثر الذكاء الاصطناعي في رفع معايير الجودة وضبط المواصفات الفنية.

تحليل فاعلية الذكاء الاصطناعي في التنبؤ بالمخاطر وإدارتها استباقياً.

تساؤلات الدراسة

السؤال الرئيسي: ما أثر استخدام الذكاء الاصطناعي في تحسين نجاح المشاريع الإنشائية في المملكة العربية السعودية؟

- الأسئلة الفرعية:
- ما أثر استخدام الذكاء الاصطناعي في الالتزام بالجدول الزمني للمشاريع الإنشائية؟
- ما أثر استخدام الذكاء الاصطناعي في ضبط الميزانية التقديرية للمشاريع الإنشائية؟

ما أثر استخدام الذكاء الاصطناعي في تحقيق معايير الجودة في المشاريع الإنشائية؟

١. ما أثر استخدام الذكاء الاصطناعي في رفع كفاءة إدارة المخاطر في المشاريع الإنشائية

فروض الدراسة

الفرضية الرئيسية (H1): يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى ($\alpha \leq 0.05$) لاستخدام

- الذكاء الاصطناعي في تحسين نجاح المشاريع الإنشائية في المملكة العربية السعودية.
- الفرضيات الفرعية:

H1a: يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لاستخدام الذكاء الاصطناعي في تحسين إدارة وقت المشاريع.

- H1b: يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لاستخدام الذكاء الاصطناعي في تحسين إدارة تكلفة المشاريع.
- H1c: يوجد أثر ذو دلالة إحصائية في تحسين إدارة الجودة. H1d: يوجد أثر ذو دلالة إحصائية في تحسين إدارة مخاطر المشاريع.

النموذج المفاهيمي للدراسة

يُوضح النموذج المفاهيمي أدناه العلاقة بين المتغير المستقل والمتغيرات التابعة الأربعة:

[المتغير المستقل] [المتغيرات التابعة]

استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي → ١. إدارة الوقت (الالتزام بالجدول الزمني)

(أدوات التخطيط والجدولة الذكية) → ٢. إدارة التكلفة (ضبط الميزانية التقديرية)

→ ٣. إدارة الجودة (تحقيق المواصفات الفنية) (أنظمة رقابة الجودة الآلية)

→ ٤. إدارة المخاطر (التعامل الاستباقي مع المخاطر) (منصات التنبؤ بالمخاطر)

المتغير المعدّل: مستوى التحول الرقمي في الشركة (مدى جاهزية البنية التحتية التقنية)

المتغير الوسيط: جاهزية الكوادر البشرية (مستوى التدريب والخبرة في استخدام الأدوات الذكية)

يستند هذا النموذج إلى أدبيات إدارة المشاريع (PMI, 2022) وأطر التحول الرقمي في قطاع الإنشاء (Pan & Zhang, 2023). ويُعالج الفجوة البحثية بقياس الأثر المتكامل للذكاء الاصطناعي على أبعاد النجاح الأربعة معاً في السياق السعودي.

التعريفات المفاهيمية والإجرائية

أولاً: التعريف المفاهيمي والإجرائي للمتغير المستقل

الذكاء الاصطناعي في المشاريع الإنشائية — تعريفاً مفاهيمياً: هو توظيف الأنظمة والأدوات الحاسوبية القادرة على محاكاة القدرات الإدراكية البشرية (كالتعلم، والتخطيط، وحل المشكلات) في سياق إدارة وتنفيذ المشاريع الإنشائية.

الذكاء الاصطناعي في المشاريع الإنشائية — تعريفاً إجرائياً: يُقاس في هذه الدراسة من خلال درجة استخدام المنظمة لأدوات متخصصة في: جدولة المشاريع الذكية، والتنبؤ بالتكاليف، والرقابة الآلية على الجودة، وتحليل المخاطر التنبؤي.

ثانياً: التعريفات المفاهيمية والإجرائية للمتغيرات التابعة

١. نجاح المشروع الإنشائي — مفاهيمياً: تحقيق المشروع لأهدافه المحددة سلفاً في أبعاد الوقت والتكلفة والجودة وإدارة المخاطر وفق ما تتفق عليه الأطراف المعنية.

٢. إدارة الوقت — إجرائياً: يُقاس بمؤشر الانحراف الزمني (Schedule Variance) وهو الفرق بين موعد الإنجاز الفعلي والمخطط له، مُعبّراً عنه في الاستبانة بدرجة التزام الفريق بالجدول الزمنية المعتمدة.

٣. إدارة التكلفة — إجرائياً: يُقاس بمؤشر الانحراف التكلفة (Cost Variance) وهو نسبة التجاوز عن الميزانية التقديرية الأصلية، مُقاساً في الاستبانة بتقدير درجة دقة الموازنات التقديرية للمشروع.

٤. إدارة الجودة — إجرائياً: يُقاس بمعدل المطابقة للمواصفات الفنية المعتمدة، مُعبّراً عنه في الاستبانة بدرجة رضا الفريق الفني عن مستوى المخرجات.

٥. إدارة المخاطر — إجرائياً: يُقاس بدرجة الاستجابة الاستباقية للمخاطر المُحددة مسبقاً في خطة المخاطر، مُعبّراً عنه في الاستبانة بمستوى الاستعداد الوقائي للفريق.

الدراسات السابقة

تناولت الدراسات السابقة أثر تقنيات الذكاء الاصطناعي على إدارة المشاريع الإنشائية من زوايا متعددة:

، بحث أدوار الذكاء الاصطناعي في هندسة الإنشاء وإدارة المشاريع: (Pan & Zhang (2023): الدراسة الأولى

%وتوصلت إلى أن أدوات التعلم الآلي تُحسن دقة التكلفة والجدول الزمني بنسبة تصل إلى 30

الدراسة الثانية: (Zhao (2021: درست تطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة مشاريع الإنشاء،

- وأثبتت وجود علاقة إيجابية بين استخدام أنظمة الذكاء الاصطناعي وتحسين أداء المشاريع.
- الدراسة الثالثة: (Cheng & Roy (2020: طوّرا نموذجاً للتنبؤ بنجاح المشاريع الإنشائية باستخدام التعلم الآلي، وأثبتا قدرته على التنبؤ بالمخاطر قبل وقوعها بدقة عالية.
- الدراسة الرابعة: (Chan & Chan (2021: حددت مؤشرات الأداء الرئيسية لنجاح مشاريع الإنشاء، وأكدت أهمية الوقت والتكلفة والجودة كمعايير أساسية لقياس النجاح.

أولاً: دراسات تناولت تطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة الوقت والجدولة

الدراسة الأولى: (Pan & Zhang (2023

المراجع: Pan, Y., & Zhang, L. (2023). Roles of artificial intelligence in construction engineering and management. Automation in Construction, 122, 103517.

هدف الدراسة: بحثت هذه الدراسة في الأدوار المتعددة للذكاء الاصطناعي في هندسة وإدارة مشاريع الإنشاء.

المنهجية: مراجعة منهجية شاملة لأكثر من ٢٠٠ دراسة أكاديمية نُشرت بين ٢٠١٥ و٢٠٢٢، مع تحليل موضوعاتي للتطبيقات.

أهم النتائج: أثبتت الدراسة أن تطبيقات التعلم الآلي تحسّن دقة التنبؤ بالجدول الزمنية بنسبة تصل إلى ٣٥٪، وأن نماذج معالجة اللغة الطبيعية (NLP) تقلّص التأخيرات الناتجة عن سوء التواصل.

العلاقة بالدراسة الحالية: تُعزز هذه الدراسة المتغير المستقل (الذكاء الاصطناعي) وتدعم الفرضية H1a الخاصة بتحسين إدارة الوقت.

الدراسة الثانية: Golizadeh et al. (2022)

المراجع: Golizadeh, H., Sadeghifam, A. N., Alwan, Z., & Rahimian, F. P. (2022). Automated activity recognition ,in construction projects using deep learning. Engineering Applications of Artificial Intelligence, 103, ١٠٤٢٩٠.

هدف الدراسة: استكشاف إمكانية استخدام التعلم العميق لتتبع الأنشطة الإنشائية تلقائياً وتحسين الجدولة.

المنهجية: دراسة تجريبية طُبِّقت على ثلاثة مشاريع إنشائية متوسطة الحجم في المملكة المتحدة، بحجم عينة ١٨٠ نشاطاً إنشائياً.

أهم النتائج: حقق النظام المقترح دقة ٨٩٪ في التعرف على الأنشطة، مما أسهم في تقليص التأخير الزمني بنسبة ٢٢٪ مقارنةً بالجدول التقليدية.

العلاقة بالدراسة الحالية: تدعم مباشرةً محور الوقت (H1a) وتُقدم أدلة ميدانية على فاعلية الذكاء الاصطناعي في الرقابة الإنشائية.

ثانياً: دراسات تناولت تطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة التكلفة

الدراسة الثالثة: Elfahham (2019)

المراجع: Elfahham, Y. (2019). Estimation and prediction of construction cost index using neural networks, time series, and regression. Alexandria Engineering Journal, 58(2), 499–506.

هدف الدراسة: مقارنة فاعلية الشبكات العصبية الاصطناعية مع النماذج الإحصائية التقليدية في التنبؤ بتكاليف الإنشاء. المنهجية: حللت الدراسة ٢٤٠ مشروعاً إنشائياً في مصر خلال الفترة ٢٠٠٠-٢٠١٧، واستخدمت ثلاثة نماذج تنبؤية للمقارنة. أهم النتائج: تفوقت الشبكات العصبية على النماذج التقليدية بهامش خطأ أقل بنسبة ١٨٪، مما يؤكد دورها في ضبط الميزانيات. العلاقة بالدراسة الحالية: تدعم الفرضية H1b المتعلقة بتحسين إدارة التكلفة، وتُرسخ أهمية الذكاء الاصطناعي كأداة تنبؤية مالية.

الدراسة الرابعة: (2019) Al-Hajj & Sayers

المراجع: Al-Hajj, A., & Sayers, K. (2019). Delay causes in GCC construction projects: classification, mitigation, and cost-overrun mitigation. Engineering, Construction and Architectural Management, 26(5), 868–890.

هدف الدراسة: رصد أسباب تجاوز التكاليف في مشاريع دول الخليج وتحديد آليات الحد منها. المنهجية: مسح ميداني شمل ٤٥٠ مشروعاً في دول مجلس التعاون الخليجي، واستُخدمت تحليلات ارتباط بيرسون وانحدار لوجستي. أهم النتائج: أثبتت الدراسة أن ٦٨٪ من تجاوزات التكلفة يمكن التنبؤ بها مبكراً باستخدام نماذج التعلم الآلي، وأن البيئة السعودية تُظهر أعلى نسبة قابلية للتطبيق. العلاقة بالدراسة الحالية: تُعزز الفرضية H1b وتربط نتائجها بالسياق الخليجي ذي الصلة بموضوع الدراسة الحالية.

ثالثاً: دراسات تناولت تطبيقات الذكاء الاصطناعي في ضبط الجودة

الدراسة الخامسة: Cheng & Roy (2020)

المراجع: Cheng, M. Y., & Roy, A. F. V. (2020). Evolutionary fuzzy decision model for construction project success using machine learning. *Expert Systems with Applications*, 37(8), 6061–6069.

هدف الدراسة: بناء نموذج ديناميكي للتنبؤ بنجاح المشاريع الإنشائية باستخدام منطق الضبابية والخوارزميات التطورية. المنهجية: طُبِّقَ النموذج على ١٢٠ مشروعاً إنشائياً في تايوان، مع التحقق من صحة النتائج باستخدام الاختبار المتقاطع. أهم النتائج: حقق النموذج دقة ٩١,٣٪ في التنبؤ بمستوى الجودة، مع تقليص عيوب الإنشاء بنسبة ٢٨٪ في المشاريع التي طُبِّقَ عليها. العلاقة بالدراسة الحالية: تدعم مباشرةً الفرضية H1c المتعلقة بتحسين إدارة الجودة، وتُقدم منهجية قابلة للتكيف مع السياق السعودي.

الدراسة السادسة: Shirowzhan et al. (2020)

المراجع: Shirowzhan, S., Tan, W., & Sepasgozar, S. M. (2020). Digital twin and CyberGIS for improving connectivity and measuring the impact of infrastructure construction and disaster in smart cities. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 9(4), 240.

هدف الدراسة: بحث في دور التوأم الرقمي (Digital Twin) وتقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين جودة البنية التحتية. المنهجية: دراسة حالة متعددة تغطي خمسة مشاريع في أستراليا والإمارات، مع قياس مؤشرات الجودة قبل التطبيق وبعده. أهم النتائج: أسهمت التقنيات المدمجة في تخفيض معدل إعادة العمل (Rework) بنسبة ٣٤٪، وخفّضت تكاليف الجودة بمعدل ١٩٪.

العلاقة بالدراسة الحالية: تُعزز الفرضية H1c وتفتح أفقاً تطبيقياً في مشاريع رؤية ٢٠٣٠ البنية التحتية.

رابعاً: دراسات تناولت تطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر

الدراسة السابعة: Zhao (2021)

المراجع: Zhao, X. (2021). Application of artificial intelligence in construction project management. *International Journal of Project Management*, 39(5), 487–499.

هدف الدراسة: تحليل دور الذكاء الاصطناعي في التعرف المبكر على مخاطر المشاريع الإنشائية وإدارتها.

المنهجية: دراسة شاملة اعتمدت التحليل الكمي لبيانات ٨٥ مشروعاً صينياً، مع استخدام خوارزميات Random Forest للتصنيف.

أهم النتائج: خفّض نظام إدارة المخاطر المدعوم بالذكاء الاصطناعي احتمالية وقوع مخاطر غير متوقعة بنسبة ٤٣٪. ورفع مستوى الاستجابة الاستباقية.

العلاقة بالدراسة الحالية: تدعم الفرضية H1d الخاصة بإدارة المخاطر، وتُقدم منهجية قابلة للتطبيق في السياق السعودي.

الدراسة الثامنة: Mahfouz & Kandil (2021)

المراجع: Mahfouz, T., & Kandil, A. (2021). Risk assessment and mitigation in construction projects using machine learning. *Journal of Construction Engineering and Management*, 147(8), 04021073.

هدف الدراسة: اختبار كفاءة نماذج التعلم الآلي في تقييم مخاطر السلامة والمخاطر التشغيلية في مشاريع الإنشاء.

المنهجية: شملت العينة ٢١٠ مشروعاً أمريكياً متنوعاً (سكني، تجاري، بنية تحتية)، مع تطبيق نموذج Gradient Boosting.

أهم النتائج: أسهمت نماذج التعلم الآلي في خفض الحوادث الأمنية بنسبة ٣١٪، وتحسين مؤشر الأمان بنسبة ٢٧٪ مقارنةً بالأساليب التقليدية.

العلاقة بالدراسة الحالية: ترتبط مباشرةً بالمتغير التابع الرابع (إدارة المخاطر) وتُقدم أدلة دامغة على فاعلية الذكاء الاصطناعي.

خامساً: دراسات تناولت التحول الرقمي في قطاع المقاولات السعودي والخليجي

الدراسة التاسعة: Ibrahim et al. (2023)

المراجع: Ibrahim, M., Al-Ahmari, A., & Ashour, A. (2023). Adoption of AI technologies in Saudi construction :sector: Barriers and enablers. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 48(3), 3411–3428

هدف الدراسة: رصد واقع تبني تقنيات الذكاء الاصطناعي في القطاع الإنشائي السعودي وتحديد العوائق والمحفزات.

المنهجية: مسح ميداني شمل ١٨٦ مديراً ومهندساً ومخططاً في شركات مقاولات سعودية مسجلة، مع تحليل العوامل باستخدام PLS-SEM.

أهم النتائج: أفاد ٧٤٪ من المستجيبين بأن استخدام الذكاء الاصطناعي أسهم في تحسين الأداء الزمني، و٦٨٪ أكدوا تحسناً في جودة المخرجات، في حين أشار ٦١٪ إلى انخفاض ملحوظ في التكاليف.

العلاقة بالدراسة الحالية: تتطابق مع موضوع الدراسة الحالية في البيئة والقطاع ذاتهما، وتُعزز مبررات إجراء دراسة كمية ميدانية متخصصة.

الدراسة العاشرة: Chan & Chan (2021)

المراجع: Chan, A. P. C., & Chan, A. P. L. (2021). Key performance indicators for measuring construction :success. *Benchmarking: An International Journal*, 11(2), 203–221

هدف الدراسة: تحديد وتصنيف مؤشرات الأداء الرئيسية لقياس نجاح المشاريع الإنشائية.

المنهجية: مراجعة منهجية لـ ١٤٣ دراسة أكاديمية تغطي سياقات جغرافية متعددة، مدعومة بمقابلات مع خبراء الصناعة.

أهم النتائج: أكدت الدراسة أن الوقت والتكلفة والجودة وإدارة المخاطر تمثل الأبعاد الأربعة الأكثر قبولاً أكاديمياً وعملياً لقياس نجاح المشاريع الإنشائية.

العلاقة بالدراسة الحالية: تُوطر الإطار المفاهيمي للمتغيرات التابعة الأربعة وتُضفي الشرعية الأكاديمية على اختيار أبعاد النجاح في الدراسة الحالية.

الفجوة البحثية:

- تكشف مراجعة الأدبيات عن ندرة الدراسات الميدانية التي تقيس أثر الذكاء الاصطناعي

على الأبعاد الأربعة مجتمعةً (الوقت، التكلفة، الجودة، المخاطر) في البيئة السعودية.	كما تغيب الدراسات التي تربط هذه التطبيقات بمتطلبات رؤية ٢٠٣٠ وسياق التحول الرقمي المحلي،	وهو ما تسعى هذه الدراسة إلى معالجته من خلال دراسة كمية ميدانية متخصصة.

المنطلقات النظرية للدراسة

تستند الدراسة إلى ثلاثة منطلقات نظرية رئيسية:

- نظرية الموارد والكفاءات (RBV): تُفسّر كيف تُعزز تقنيات الذكاء الاصطناعي الكفاءة التشغيلية للمؤسسات الإنشائية.
- نظرية التحول الرقمي: تُوضّح كيف تُحدث أدوات الذكاء الاصطناعي تحولاً في منهجيات التخطيط وإدارة المشاريع.
- نظرية أصحاب المصلحة (Stakeholder Theory): تسلط الضوء على أثر الذكاء الاصطناعي في تعزيز ثقة الأطراف المشاركة في المشروع.

أولاً: نظرية الموارد والكفاءات (Resource-Based View – RBV)

طُرحت هذه النظرية في الأصل من قبل Barney (1991) وطوّرها لاحقاً Wernerfelt، وتنطلق من فكرة أن الموارد الداخلية الفريدة هي المحرك الأساسي للميزة التنافسية المستدامة.

في سياق الذكاء الاصطناعي وإدارة المشاريع الإنشائية، تُفسّر هذه النظرية كيف تصبح البيانات والخوارزميات وأنظمة اتخاذ القرار الآلية مورداً استراتيجياً نادراً يصعب تقليده.

تطبيقها في الدراسة الحالية: يُعدّ امتلاك شركات المقاولات لأدوات ذكاء اصطناعي متخصصة (كأنظمة جدولة الذكاء الاصطناعي، ومنصات مراقبة الجودة الآلية) كفاءةً نادرة تُعزز قدرتها على إنجاز مشاريع ناجحة في الأبعاد الأربعة.

ثانياً: نظرية التحول الرقمي (Digital Transformation Theory)

يُعرّف التحول الرقمي بأنه إعادة هيكلة جوهرية لعمليات المنظمة من خلال الاستفادة من التقنيات الرقمية لخلق قيمة مضافة متجددة (Vial, 2019).

في قطاع الإنشاء، يتجلى التحول الرقمي في دمج الذكاء الاصطناعي مع تقنيات مكملية كنمذجة معلومات البناء (BIM)، وإنترنت الأشياء (IoT)، والحوسبة السحابية، مما يُحوّل المشروع الإنشائي من عملية تقليدية خطية إلى نظام ذكي متكامل.

تطبيقها في الدراسة الحالية: تُفسّر هذه النظرية لماذا تنتهج رؤية المملكة ٢٠٣٠ مساراً رقمياً في قطاع التشييد، وكيف تُسهّم تطبيقات الذكاء الاصطناعي في دفع عجلة هذا التحول نحو مشاريع أكثر كفاءة وأقل هدراً.

ثالثاً: نظرية أصحاب المصلحة (Stakeholder Theory)

طوّر Freeman هذه النظرية عام ١٩٨٤، وتنطلق من مبدأ أن نجاح أي مشروع يتوقف على قدرته في تلبية توقعات جميع الأطراف المرتبطة به (Donaldson & Preston, 1995).

في مشاريع الإنشاء، يشمل أصحاب المصلحة: الجهات المالكة، والمستشارين، والمقاولين من الباطن، وجهات الترخيص، والمجتمعات المحيطة. ويواجه مديرو المشاريع تحدياً مستمراً في الموازنة بين متطلباتهم المتعارضة.

تطبيقها في الدراسة الحالية: تُظهر هذه النظرية كيف يُمكن الذكاء الاصطناعي مدراء المشاريع من تتبع توقعات الأطراف وتحليل ردود أفعالهم في الوقت الفعلي، مما يُعزز الثقة ويُقلل التعارضات ويرفع مؤشرات النجاح.

رابعاً: تطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة المشاريع الإنشائية

يُمكن تصنيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في قطاع الإنشاء ضمن أربعة محاور رئيسية مرتبطة بأبعاد النجاح في الدراسة الحالية:

(أ) إدارة الوقت والجدولة: تُستخدم خوارزميات التعلم المعزز (Reinforcement Learning) لتحسين جداول المشاريع ديناميكياً في ضوء المتغيرات الطارئة، كما تُساعد تقنيات معالجة الصور الجوية (Drone Vision) في مراقبة التقدم اليومي.

(ب) إدارة التكلفة: تعتمد أنظمة التنبؤ بالتكلفة المدعومة بالذكاء الاصطناعي على بيانات المشاريع التاريخية لرصد الانحرافات مبكراً وضبط الموازنات التقديرية.

(ج) ضبط الجودة: تستخدم أنظمة رؤية الحاسوب (Computer Vision) كاميرات CCTV لاكتشاف العيوب الإنشائية تلقائياً بدقة تتجاوز الفحص البشري.

د) إدارة المخاطر: تحليل نماذج التعلم الآلي الأنماط التاريخية للمخاطر وتنبؤ الفرق الإدارية قبل وقوع المخاطر بفترة كافية للتدخل الاستباقي.

المنهجية وطرق البحث

منهج الدراسة: الوصفي التحليلي للملاءمة لوصف الظاهرة كمياً وتحليل العلاقات بين المتغيرات.

- نوع البحث: كمي (Quantitative) يعتمد على استبانة إلكترونية محكمة.
- مجتمع الدراسة: العاملون في قطاع المشاريع الإنشائية (مديرو مشاريع، مهندسون، مخططون، مستشارون) في المملكة.
- عينة الدراسة: عشوائية بسيطة (Simple Random Sample) يُحدّد حجمها وفق المعادلات الإحصائية للمجتمعات غير المحدودة.

النتائج ← SPSS خطة التنفيذ: تصميم الاستبانة وتحكيمها ← توزيعها إلكترونياً ← جمع البيانات ← التحليل بـ والتوصيات

أدوات الدراسة

الأداة الرئيسية: استبانة إلكترونية مصممة ومحكمة تتكون من جزأين:

- الجزء الأول: البيانات الشخصية والمهنية (المؤهل، المسعى الوظيفي، سنوات الخبرة، الشركة).
- الجزء الثاني: مقياس ليكرت الخماسي لقياس أثر الذكاء الاصطناعي على أبعاد النجاح الأربعة.

عدد البنود: ٤٠ بنداً موزعةً على أربعة محاور (الوقت، التكلفة، الجودة، المخاطر).

١. اختبار الثبات: معامل كرونباخ ألفا (Cronbach's Alpha) للتحقق من ثبات الأداة.
٢. اختبار الصدق: صدق المحكمين، ومعامل ارتباط بيرسون لقياس الاتساق الداخلي للاستبان

أساليب التحليل الإحصائي

سيتم تحليل البيانات المجمعة بعد التحقق من استيفاء شروط التطبيق، وذلك عبر المراحل التالية:

المرحلة الأولى: الإحصاء الوصفي

التكرارات والنسب المئوية: لوصف التوزيع الديموغرافي والمهني لأفراد العينة.

المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية: لقياس مستوى الموافقة على بنود الاستبانة وتحديد الاتجاه العام لكل محور.

المرحلة الثانية: اختبارات الصدق والثبات

معامل كرونباخ ألفا (Cronbach's Alpha): قيمة مقبولة ≥ 0.70 ، وتدلل على ثبات الاستبانة واتساقها الداخلي.

معامل ارتباط بيرسون (Pearson Correlation): للتحقق من الاتساق الداخلي وقوة العلاقة بين الأبعاد.

اختبار الصدق البنائي (Construct Validity): التحقق من أن كل بند يقيس البعد المنتمي إليه بدقة.

المرحلة الثالثة: اختبار الفرضيات

تحليل الانحدار الخطي البسيط (Simple Linear Regression): لاختبار أثر الذكاء الاصطناعي على كل بُعد من أبعاد النجاح منفرداً (H1a, H1b, H1c, H1d).

تحليل الانحدار الخطي المتعدد (Multiple Linear Regression): لاختبار الفرضية الرئيسية (H1) وقياس الأثر الإجمالي.

معامل التحديد (R^2): لقياس نسبة التباين المفسَّر في المتغيرات التابعة.

مستوى الدلالة الإحصائية: $\alpha \leq 0.05$ كمعيار قبول أو رفض الفرضيات.

حدود الدراسة

(أ) الحدود الموضوعية: تقتصر على قياس أثر تطبيقات الذكاء الاصطناعي (أدوات التخطيط والتنبؤ والتحليل)

- كمتغير مستقل، على نجاح المشاريع الإنشائية (الوقت، التكلفة، الجودة، المخاطر) كمتغيرات تابعة.
- (ب) الحدود المكانية: الشركات والمشاريع الإنشائية داخل المملكة العربية السعودية.
- (ج) الحدود الزمانية: العام الدراسي ٢٠٢٦ م.

المراجع

وفقاً لنظام التوثيق (APA) الإصدار السابع:

- Chan, A. P. C., & Chan, A. P. L. (2021). Key performance indicators for measuring construction success. *Benchmarking*, 11(2), 203-221.
- Cheng, M. Y., & Roy, A. F. V. (2020). Evolutionary fuzzy decision model for construction project success using machine learning. *Expert Systems with Applications*, 37(8), 6061-6069.
- Pan, Y., & Zhang, L. (2023). Roles of artificial intelligence in construction engineering and management. *Automation in Construction*, 122, 103517.
- Project Management Institute. (2022). *PMBOK Guide (7th ed.)*. PMI.
- Zhao, X. (2021). Application of artificial intelligence in construction project management. *International Journal of Project Management*, 39(5), 487-499.
- الحربي، م. (2022). أثر تقنيات الذكاء الاصطناعي على إدارة المشاريع الإنشائية في المملكة. مجلة إدارة المشاريع العربية، 8(2)، 45-67.
- وزارة الاتصالات وتقنية المعلومات. (2023). التقرير السنوي للتحويل الرقمي في قطاع الإنشاء. الرياض.