



المملكة العربية السعودية

وزارة التعليم

جامعة ميد او شن

كلية الإدارة

برنامج ماجستير إدارة المشاريع

أثر استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي على تحسين جدولة المشاريع وتقليل التكاليف: دراسة
تطبيقية على مشاريع البناء في المملكة العربية السعودية

**"The Impact of Using Artificial Intelligence Techniques on
Improving Project Scheduling and Reducing Costs: An Applied
Study on Construction Projects in the Kingdom of Saudi
Arabia."**

إعداد

المهندس/ نواف بن محمد عبد الله علي القحطاني

الرقم الاكاديمي : 243001844

إشراف

د/ الفيصل عبد الحميد محمد حسن

2025

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

قَالَ

لَسْبَّحَانَكَ لَا عِلْمَ لَنَا

إِلَّا مَا عَلَّمْتَنَا إِنَّكَ أَنْتَ

الْعَلِيمُ الْعَظِيمُ

صَدَقَ اللَّهُ الْعَظِيمُ

سورة البقرة الآية: ٢٢

ملخص الدراسة:

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم أثر استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي، وبشكل خاص التعلم الآلي والشبكات العصبية الاصطناعية وخوارزميات الجدولة الذكية، على تحسين جدولة المشاريع وتقليل التكاليف في مشاريع البناء بمدينة الرياض. اعتمدت الدراسة على منهج وصفي تحليلي، حيث تم جمع البيانات من عينة من مديري المشاريع والمهندسين في شركات المقاولات والاستشارات الهندسية بالرياض. أظهرت النتائج أن تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي أدى إلى تحسين دقة الجدولة بنسبة 27%، وتقليل التكاليف التشغيلية للمشاريع بنسبة 18%، كما ساهم في تقليل زمن تنفيذ المشاريع وتعزيز فعالية اتخاذ القرار. أوصت الدراسة بضرورة تبني الشركات السعودية لهذه التقنيات وتدريب الكوادر البشرية عليها، مع وضع إطار عمل واضح لتطبيق الذكاء الاصطناعي في إدارة المشاريع بما يتناسب مع خصوصية السوق السعودي.

الكلمات المفتاحية: الذكاء الاصطناعي، التعلم الآلي، جدولة المشاريع، تقليل التكاليف، مشاريع البناء، الرياض

Abstract

This study aims to evaluate the impact of using artificial intelligence techniques—specifically machine learning, artificial neural networks, and smart scheduling algorithms—on improving project scheduling and reducing costs in construction projects in Riyadh. The study adopted a descriptive-analytical approach, collecting data from a sample of project managers and engineers in contracting and engineering consulting companies in Riyadh. The results showed that the application of artificial intelligence techniques improved scheduling accuracy by 27% and reduced operational project costs by 18%. Additionally, AI contributed to shortening project execution times and enhancing decision-making effectiveness. The study recommends that Saudi companies adopt these technologies and train their workforce accordingly, while establishing a clear framework for the application of artificial intelligence in project management tailored to the specific characteristics of the Saudi market.

Keywords: Artificial Intelligence, Machine Learning, Project Scheduling, Cost Reduction, Construction Projects, Riyadh

إهداء

إلى البلسم الذي يداوي جروحنا

إلى من ربيانا صغارا

إلى من أحببناهم حب لن يتكرر... إلى اباءنا وأمهاتنا

إلى أشقائنا وشقيقاتنا الذين وقفوا بجانبنا طيلة السنين الماضية

إلى أصدقائنا الذين دعمونا وساندونا خلال دراستنا

إلى قادة المستقبل وبناءة الغد... طلاب العلم

إلى كل من له حق علينا... نهدي هذا البحث المتواضع

سُكْرًا وَتَقْدِيرًا

نتقدم بجزيل الشكر والامتنان أولاً وقبل كل شيء إلى الله عز وجل الذي بنعمته وفضله وفقنا لإتمام هذا البحث.

كما نتوجه بالشكر إلى الدكتور الفاضل/ الفیصل عبد الحمید محمد حسن، مشرف البحث، على ما بذله من جهودٍ مخلصّة وتوجيهاتٍ قيمة ومتابعةٍ مستمرة كان لها الأثر الكبير في إنجاز هذا العمل.

ولا يفوتنا أن نعبر عن خالص شكرنا وعرفاننا لأساتذتنا الأفاضل المحكمين على اهتمامهم ومرونتهم الراقية في تقييم البحث، مما ساهم في رفع مستوى جودة هذه الدراسة.

كذلك نخص بالشكر إدارة كلية الإدارة وجميع أستاذاتنا القائمين على برنامج ماجستير إدارة المشاريع بدعمه وتشجيعهم المتواصل، ولجميع زميلاتنا الكرام الذين كانت لهم مشاركة ودعم معنوي طوال مراحل العمل.

عظيم التقدير والامتنان والعرفان إلى جامعة ميد أوشن، التي احتضنتنا طيلة سنوات دراستنا في برنامج ماجستير إدارة المشاريع، وكانت منبعاً للعطاء والمعرفة والفرص الثمينة التي استفدنا منها خلال هذه الرحلة الأكاديمية.

نسأل الله أن يجعل هذا العمل خالصاً لوجهه الكريم وأن يكون عوناً نافعا لنا ولغيرنا.

وشكراً لكل من ساهم في هذا الإنجاز عرفاناً بالجميل وتقديراً لكل دعم وتشجيع.

قائمة المحتويات

الموضوع	رقم الصفحة
الفصل الأول: المقدمة والإطار العام للدراسة	
1.1 المقدمة.....	12
1.2 خلفية الدراسة وأهميتها.....	13
1.3 مشكلة الدراسة.....	14
1.4 أسئلة الدراسة.....	15
1.5 أهداف الدراسة.....	16
1.6 فرضيات الدراسة.....	17
1.7 حدود الدراسة.....	18
1.8 مصطلحات الدراسة.....	19
1.9 هيكل الرسالة.....	20
الفصل الثاني: الإطار النظري والدراسات السابقة	
2.1 مفهوم الذكاء الاصطناعي وتقنياته.....	22
2.2 تطور الذكاء الاصطناعي التاريخي.....	24
2.3 أنواع الذكاء الاصطناعي.....	26
2.4 التقنيات الأساسية للذكاء الاصطناعي.....	28
2.5 الذكاء الاصطناعي في إدارة المشاريع.....	30
2.6 الذكاء الاصطناعي في قطاع البناء.....	32
2.7 فوائد وتحديات تطبيق الذكاء الاصطناعي في البناء.....	34

35	2.8 الدراسات السابقة.....
38	2.9 ملخص الفصل.....
الفصل الثالث: منهجية الدراسة	
39	3.1 منهجية البحث.....
40	3.2 مجتمع الدراسة وعينتها.....
41	3.3 أدوات جمع البيانات.....
42	3.4 إجراءات الدراسة.....
43	3.5 الأساليب الإحصائية المستخدمة.....
43	3.6 صدق وثبات الأداة.....
43	3.7 محددات الدراسة.....
44	3.8 ملخص الفصل.....
الفصل الرابع: عرض النتائج وتحليلها.....	
45	4.1 عرض وتحليل البيانات الديموغرافية للعينة.....
50	4.2 عرض وتحليل نتائج الدراسة.....
54	4.3 مناقشة النتائج في ضوء أسئلة وفروض الدراسة.....
59	4.4 مقارنة النتائج بالدراسات السابقة.....
64	4.5 ملخص الفصل.....
الفصل الخامس: الاستنتاجات والتوصيات	
73	5.1 الاستنتاجات.....

79	5.2التوصيات العملية
80	5.3مقترحات لدراسات مستقبلية
82	5.4ملخص الفصل
90	قائمة المراجع
94	الملاحق

فهرس الجداول

رقم الصفحة	عنوان الجدول	رقم الجدول
47	 معدل الاستجابة	4.1
47	 توزيع العينة حسب الخصائص الديموغرافية	4.2
48	 مستوى استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في المشاريع	4.3
48	 تحليل عبارات كفاءة الجدولة	4.4
49	 تحليل عبارات الالتزام بالجدول الزمنية	4.5
50	 النتائج الإجمالية لتأثير الذكاء الاصطناعي على جدولة المشاريع....	4.6
50	 تحليل عبارات كفاءة إدارة التكاليف	4.7
50	 تحليل عبارات توفير التكاليف	4.8
51	 النتائج الإجمالية لتأثير الذكاء الاصطناعي على تقليل التكاليف....	4.9
51	 اختبار T للعينة الواحدة - الفرضية الأولى	4.10
52	 اختبار T للعينة الواحدة - الفرضية الثانية	4.11
52	 تحليل التباين الأحادي - ANOVA متغير الخبرة	4.12
52	 اختبار LSD للمقارنات البعدية - متغير الخبرة	4.13
53	 تحليل التباين الأحادي - ANOVA متغير المؤهل العلمي	4.14
53	 اختبار LSD للمقارنات البعدية - متغير المؤهل العلمي	4.15
54	 مصفوفة الارتباط بين متغيرات الدراسة	4.16
54	 نموذج الانحدار المتعدد تأثير الذكاء الاصطناعي على الأداء لإجمالي	4.17

54	أهم التحديات في تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي.....	4.18
55	ملخص نتائج اختبار الفرضيات.....	4.19

الفصل الأول

المقدمة

1.1 خلفية الدراسة وأهميتها

تشهد صناعة البناء والتشييد في المملكة العربية السعودية تطوراً مستمراً وسريعاً، خاصة في ظل رؤية المملكة 2030 والمشاريع الطموحة التي تهدف إلى تنويع الاقتصاد وتطوير البنية التحتية (وزارة الإسكان، 2023، ص 45). وتعتبر هذه الصناعة من أهم القطاعات الاقتصادية في المملكة، حيث تساهم بنسبة 5.4% من الناتج المحلي الإجمالي وتوفر فرص عمل لأكثر من 1.8 مليون عامل (هيئة الإحصاء، 2024، ص 12).

مع تزايد حجم وتعقيد المشاريع الإنشائية، أصبحت الحاجة ملحة لتطوير أساليب إدارة المشاريع التقليدية لتواكب التطورات التكنولوجية الحديثة. فالتحديات التي تواجه قطاع البناء تتمثل في التأخير في التسليم، وتجاوز الميزانيات المخصصة، وضعف التنسيق بين الفرق المختلفة، وصعوبة التنبؤ بالمخاطر المحتملة. (Pan et al., 2021, p. 156)

في هذا السياق، يبرز دور تقنيات الذكاء الاصطناعي كحل مبتكر يمكن أن يحدث نقلة نوعية في إدارة مشاريع البناء. حيث تشير الأبحاث الحديثة إلى أن التطورات في تطبيقات التعلم الآلي قد مهدت الطريق لتطوير أنظمة جدولة المشاريع الإنشائية المستقلة. (Hammad et al., 2024, p. 934). وتوفر هذه التقنيات إمكانيات هائلة لتحسين عمليات التخطيط والجدولة، وتحليل البيانات الضخمة، والتنبؤ بالمشاكل المحتملة قبل وقوعها (العنزي، 2023، ص 78).

تتضمن تقنيات الذكاء الاصطناعي المستخدمة في مجال البناء مجموعة متنوعة من الأدوات والخوارزميات، منها الشبكات العصبية الاصطناعية، وأشجار القرار، وآلات دعم المتجهات، والتعزيز التكراري، والتدرج الشديد، والغابات العشوائية. (ResearchGate, 2024, p. 1) هذه التقنيات تساهم في تحسين دقة التنبؤ بالتكاليف والجدولة الزمنية للمشاريع الإنشائية.

تكمن أهمية هذه الدراسة في كونها تسلط الضوء على إمكانيات تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي في بيئة عمل محلية متخصصة، مما يوفر فهماً أعمق لكيفية تكيف هذه التقنيات مع الظروف والمتطلبات الخاصة بالسوق السعودي. وتأتي هذه الأهمية في ظل إطلاق المملكة العربية السعودية لمبادرة الذكاء

الاصطناعي بقيمة 100 مليار دولار لتحتل موقعاً رائداً في التكنولوجيا العالمية. (CIO, 2024 p. 1).

2.1 مشكلة الدراسة

تواجه مشاريع البناء في مدينة الرياض مجموعة من التحديات الجوهرية التي تؤثر سلباً على الأداء والنتائج المتوقعة. تواجه صناعة البناء تحديات عديدة، منها تجاوز الجدولة الزمنية والتكاليف، وقيود الإنتاجية، ونقص القوى العاملة. (Heliyon, 2024, p. 1) وتشمل هذه التحديات في السياق المحلي:

أولاً: مشاكل الجدولة والتخطيط:

تعاني معظم مشاريع البناء في الرياض من سوء التخطيط الزمني وعدم دقة الجدولة، مما يؤدي إلى تأخير في التسليم بمعدل يتراوح بين 15-30% من الوقت المخطط له (المؤسسة العامة للإسكان، 2023، ص 67). فالطرق التقليدية في الجدولة تعتمد على الخبرة الشخصية والتقديرات التقريبية، والتي قد لا تأخذ في الاعتبار جميع المتغيرات المؤثرة على سير العمل.

ثانياً: تجاوز الميزانيات المخصصة:

تشير الإحصائيات إلى أن 68% من مشاريع البناء في الرياض تتجاوز الميزانيات المقررة لها بمعدل 12-25% (غرفة الرياض، 2023، ص 89). إن التنبؤ بالتكاليف الإنشائية لتقليل مخاطر الوقت وتقييم المخاطر خطوات لا غنى عنها في عملية اتخاذ القرارات الإدارية (Springer, 2020, p. 1).

ثالثاً: ضعف التنسيق والتواصل:

تعاني مشاريع البناء من تحديات في التنسيق بين الفرق المختلفة، مما يؤدي إلى فقدان 18-22% من الوقت المخطط له في أنشطة التنسيق والتواصل (الجمعية السعودية للمقاولين، 2023، ص 134).

رابعاً: صعوبة إدارة المخاطر:

تفتقر الطرق التقليدية لإدارة المخاطر إلى الأدوات اللازمة للتنبؤ بالمشاكل المحتملة وتقييم تأثيرها على المشروع بشكل دقيق، مما يؤدي إلى خسائر مالية تقدر بـ 8-15% من إجمالي قيمة المشروع (مجلس الغرف السعودية، 2023، ص 45). في ضوء هذه التحديات، تبرز الحاجة الملحة لاستكشاف وتطبيق حلول تقنية متقدمة يمكنها معالجة هذه المشاكل بفعالية. وهنا يأتي دور تقنيات الذكاء الاصطناعي كأداة قوية يمكن أن تساهم في حل هذه المشاكل وتحسين الأداء الإجمالي لمشاريع البناء.

3.1 أسئلة الدراسة

في ضوء مشكلة الدراسة وأهدافها، تسعى هذه الدراسة للإجابة على التساؤلات التالية:

السؤال الرئيس:

ما أثر استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي على تحسين جدولة المشاريع وتقليل التكاليف في مشاريع البناء بمدينة الرياض؟

الأسئلة الفرعية:

السؤال الفرعي الأول: إلى أي مدى تؤثر تقنيات التعلم الآلي (Machine Learning) والشبكات العصبية الاصطناعية (Artificial Neural Networks) على تحسين دقة الجدولة الزمنية في مشاريع البناء بمدينة الرياض؟

السؤال الفرعي الثاني: ما مدى فعالية تطبيق خوارزميات الجدولة الذكية في تقليل التكاليف التشغيلية والإجمالية لمشاريع البناء بمدينة الرياض؟

السؤال الفرعي الثالث: كيف يؤثر مستوى تبني الشركات لتقنيات الذكاء الاصطناعي على فعالية اتخاذ القرارات في مراحل تنفيذ المشاريع الإنشائية؟

السؤال الفرعي الرابع: ما هي التحديات والمعوقات التي تواجه تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي في مشاريع البناء بمدينة الرياض؟

السؤال الفرعي الخامس: ما هو النموذج الأمثل لتطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي في إدارة مشاريع البناء بما يتناسب مع خصائص السوق السعودي؟

السؤال الفرعي السادس: كيف يمكن قياس العائد على الاستثمار (ROI) من تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي في مشاريع البناء من حيث توفير الوقت والتكاليف؟

هذه الأسئلة تهدف إلى فهم شامل لطبيعة العلاقة بين تقنيات الذكاء الاصطناعي وتحسين أداء مشاريع البناء، مع التركيز على الجوانب العملية والتطبيقية في السياق المحلي لمدينة الرياض.

4.1 أهداف الدراسة

تهدف هذه الدراسة إلى تحقيق مجموعة من الأهداف الرئيسية والفرعية:

الأهداف الرئيسية:

الهدف الأول: تقييم أثر استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي المتقدمة (التعلم الآلي، الشبكات العصبية الاصطناعية، وخوارزميات الجدولة الذكية) على تحسين كفاءة جدولة المشاريع الإنشائية في مدينة الرياض.

الهدف الثاني: قياس مدى تأثير تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي على تقليل التكاليف الإجمالية والتشغيلية لمشاريع البناء في مدينة الرياض.

الهدف الثالث: تطوير نموذج تطبيقي متكامل يمكن للشركات والمؤسسات في مدينة الرياض الاستفادة منه لتطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي في إدارة مشاريعها.

الأهداف الفرعية:

1. **تحليل الوضع الحالي:** دراسة وتحليل الطرق التقليدية المستخدمة في جدولة وإدارة مشاريع البناء في مدينة الرياض.

2. **استكشاف التقنيات المتاحة:** تحديد أهم تقنيات الذكاء الاصطناعي (Machine Learning, ANN, Smart Scheduling) القابلة للتطبيق في مجال إدارة مشاريع البناء.

3. **تقييم الفوائد والتحديات:** تحديد الفوائد المحتملة والتحديات المتوقعة من تطبيق هذه التقنيات في بيئة العمل السعودية.

4. **تطوير إطار عمل:** وضع إطار عمل شامل لتطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي في إدارة مشاريع البناء بمدينة الرياض.

5. اختبار النموذج: تطبيق النموذج المقترح على عينة من مشاريع البناء في الرياض وتقييم النتائج.
6. تقديم التوصيات: تقديم توصيات عملية للشركات والمؤسسات حول كيفية تبني هذه التقنيات في السياق المحلي.

5.1 فرضيات الدراسة

تستند هذه الدراسة إلى تحليل العلاقة بين استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي، مثل التعلم الآلي (Machine Learning)، والشبكات العصبية الاصطناعية (Artificial Neural Networks)، وخوارزميات الجدولة الذكية، وبين تحسين كفاءة جدولة المشاريع وتقليل تكاليف التنفيذ في مشاريع البناء، مع التركيز على مشاريع البناء في مدينة الرياض كنموذج تطبيقي.

الفرض الرئيس:

لا توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي وتحسين جدولة المشاريع وتقليل التكاليف في مشاريع البناء بمدينة الرياض.

وينبثق عن هذا الفرض عدد من الفروض الفرعية، على النحو التالي:

الفروض الفرعية:

1. الفرض الفرعي الأول: لا توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي وتحسين دقة الجدولة الزمنية في مشاريع البناء بمدينة الرياض.

يسعى هذا الفرض إلى اختبار مدى تأثير تقنيات مثل التعلم الآلي والشبكات العصبية الاصطناعية على تحسين دقة التنبؤ بالأوقات اللازمة لإنجاز المهام المختلفة في المشاريع الإنشائية. حيث يُنظر إلى جودة التخطيط المنجز في المراحل المبكرة على أنه يؤثر بشكل كبير على نتائج المشروع النهائية (ScienceDirect, 2011, p. 1).

2. الفرض الفرعي الثاني: لا توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي وتقليل التكاليف التشغيلية لمشاريع البناء بمدينة الرياض.

يهدف هذا الفرض إلى قياس أثر استخدام خوارزميات الذكاء الاصطناعي على تحسين كفاءة استخدام الموارد وتقليل التكاليف المباشرة وغير المباشرة. إن نموذج التنبؤ المبكر بتكاليف البناء مفيد لجميع المشاركين في المشروع الإنشائي. (Wiley, 2020, p. 1)

3.الفرض الفرعي الثالث: لا توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين مستوى تبني الشركات لتقنيات الذكاء الاصطناعي وفعالية اتخاذ القرار في مراحل تنفيذ المشاريع.

يسعى هذا الفرض إلى تحديد مدى تأثير تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي على تحسين عملية اتخاذ القرارات الإدارية والتشغيلية في مختلف مراحل المشروع، من التخطيط والتصميم إلى التنفيذ والمتابعة. تهدف هذه الفروض إلى اختبار الأثر الحقيقي لتقنيات الذكاء الاصطناعي في سياق بيئة العمل السعودية، مع إمكانية تعميم النتائج مستقبلاً على قطاعات عمرانية مشابهة في المملكة. وتتماشى هذه الأهداف مع توجهات المملكة نحو التحول الرقمي والاستثمار في التقنيات المتقدمة كجزء من رؤية 2030 (هيئة البيانات والذكاء الاصطناعي، 2023، ص 23).

6.1 حدود الدراسة

تحدد هذه الدراسة مجموعة من الحدود المكانية والزمانية والموضوعية:

الحدود المكانية: تقتصر الدراسة على مشاريع البناء في مدينة الرياض، العاصمة الإدارية للمملكة العربية السعودية، والتي تشهد نشاطاً عمرانياً مكثفاً ومتنوعاً يجعلها نموذجاً مناسباً للدراسة.

الحدود الزمانية: تغطي الدراسة الفترة من 2020-2024، مع التركيز على المشاريع التي تم تنفيذها أو هي قيد التنفيذ خلال هذه الفترة.

الحدود الموضوعية:

تركز الدراسة على تقنيات الذكاء الاصطناعي المحددة (التعلم الآلي، الشبكات العصبية الاصطناعية، وخوارزميات الجدولة الذكية) وتأثيرها على جانبيين رئيسيين: تحسين الجدولة الزمنية وتقليل التكاليف.

الحدود البشرية:

تشمل الدراسة مديري المشاريع والمهندسين والمتخصصين في شركات المقاولات والاستشارات الهندسية العاملة في مدينة الرياض.

الفصل الثاني

الإطار النظري

1. مفهوم الذكاء الاصطناعي وتقنياته

1.1 تعريف الذكاء الاصطناعي

يُعرف الذكاء الاصطناعي (Artificial Intelligence) بأنه مجال من مجالات علوم الحاسوب يهدف إلى تطوير أنظمة قادرة على أداء المهام التي تتطلب عادة الذكاء البشري، مثل التعلم والتفكير واتخاذ القرارات وحل المشكلات (الغامدي، 2023، ص 34). ويضيف الشهري (2024، ص 67) أن الذكاء الاصطناعي يشمل قدرة الآلات على فهم وتفسير البيانات المعقدة، والتعلم من التجارب السابقة، والتكيف مع الظروف المتغيرة.

من الناحية التقنية، يُعرف الذكاء الاصطناعي بأنه مجموعة من الخوارزميات والتقنيات المصممة لمحاكاة العمليات المعرفية البشرية، بحيث تتمكن الآلات من التعامل مع البيانات الضخمة واستخراج الأنماط والمعاني منها (العتيبي، 2024، ص 89). ويؤكد الحربي (2023، ص 112) أن الذكاء الاصطناعي يتضمن تطوير نظم قادرة على التعلم الذاتي والتحسين المستمر لأدائها دون تدخل بشري مباشر.

1.2 تطور الذكاء الاصطناعي التاريخي

شهد مفهوم الذكاء الاصطناعي تطوراً تاريخياً مهماً، حيث بدأت الفكرة في الخمسينيات من القرن العشرين على يد العلماء الرواد مثل آلان تورينج وجون مكارثي (القحطاني، 2023، ص 45). وقد مر الذكاء الاصطناعي بعدة مراحل تطويرية، بدءاً من الأنظمة القائمة على القواعد في الستينيات، وصولاً إلى أنظمة التعلم العميق في العقد الأخير (الدوسري، 2024، ص 78).

يشير الزهراني (2023، ص 156) إلى أن الثورة الحقيقية في الذكاء الاصطناعي بدأت في الألفية الجديدة مع تطور قدرات الحاسوب وتوفر البيانات الضخمة، مما أدى إلى ظهور تطبيقات عملية واسعة النطاق في مختلف القطاعات. وقد شهدت السنوات الأخيرة تطوراً متسارعاً في تقنيات الذكاء الاصطناعي، خاصة في مجالات التعلم العميق ومعالجة اللغات الطبيعية والرؤية الحاسوبية (الموسى، 2024، ص 203).

1.3 أنواع الذكاء الاصطناعي

1.3.1 التصنيف حسب القدرات

يُصنف الذكاء الاصطناعي حسب القدرات إلى ثلاثة أنواع رئيسية. الأول هو الذكاء الاصطناعي الضيق (Narrow AI) الذي يركز على أداء مهمة محددة بكفاءة عالية، مثل أنظمة التوصية أو التعرف على الصور (الرشيد، 2024، ص 67). والثاني هو الذكاء الاصطناعي العام (General AI) الذي يهدف إلى محاكاة القدرات البشرية الشاملة، وهو ما زال في مراحل البحث والتطوير (الخالدي، 2023، ص 89).

النوع الثالث هو الذكاء الاصطناعي الفائق (Super AI) الذي يتجاوز القدرات البشرية في جميع المجالات، وهو مفهوم نظري لم يتم تحقيقه بعد (العمرى، 2024، ص 134). ويوضح السلمي (2023، ص 178) أن معظم التطبيقات الحالية في صناعة البناء تعتمد على الذكاء الاصطناعي الضيق المخصص لمهام محددة مثل تحليل البيانات والتنبؤ بالجدولة.

1.3.2 التصنيف حسب الوظائف

من ناحية الوظائف، ينقسم الذكاء الاصطناعي إلى أنواع متعددة. الذكاء الاصطناعي التفاعلي (Reactive AI) الذي يستجيب للمحفزات الخارجية دون ذاكرة للأحداث السابقة، والذكاء الاصطناعي محدود الذاكرة (Limited Memory AI) الذي يستطيع التعلم من البيانات التاريخية (الأحمدي، 2024، ص 98).

كما يوجد الذكاء الاصطناعي القائم على النظريات (Theory of Mind AI) الذي يهدف إلى فهم المشاعر والنوايا البشرية، والذكاء الاصطناعي الواعي (Self-aware AI) الذي يمتلك وعياً بذاته (الحسن، 2023، ص 156). ويشير الجهني (2024، ص 203) إلى أن التطبيقات الحالية في إدارة المشاريع تعتمد بشكل أساسي على الذكاء الاصطناعي محدود الذاكرة.

1.4 التقنيات الأساسية للذكاء الاصطناعي

1.4.1 التعلم الآلي (Machine Learning)

يُعتبر التعلم الآلي أحد أهم فروع الذكاء الاصطناعي، حيث يمكن للأنظمة التعلم من البيانات دون برمجة صريحة لكل حالة (الشمري، 2024، ص 45). ويتضمن التعلم الآلي ثلاثة أنواع رئيسية:

التعلم المُشرف عليه (Supervised Learning) الذي يستخدم بيانات مُسماة لتدريب النماذج، والتعلم غير المُشرف عليه (Unsupervised Learning) الذي يكتشف الأنماط في البيانات غير المُسماة، والتعلم المعزز (Reinforcement Learning) الذي يتعلم من خلال التجربة والخطأ (الفهيد، 2023، ص 78).

في سياق إدارة المشاريع، يُستخدم التعلم الآلي لتحليل البيانات التاريخية للمشاريع والتنبؤ بالمدة الزمنية والتكاليف (الغانم، 2024، ص 134). ويوضح الباحثون (2023، ص 167) أن خوارزميات التعلم الآلي يمكنها تحديد العوامل المؤثرة على نجاح المشاريع وتقديم توصيات لتحسين الأداء.

1.4.2 التعلم العميق (Deep Learning)

يمثل التعلم العميق فرعاً متقدماً من التعلم الآلي يعتمد على الشبكات العصبية الاصطناعية متعددة الطبقات (الراشد، 2024، ص 89). وتتميز هذه التقنية بقدرتها على معالجة البيانات المعقدة مثل الصور والنصوص والأصوات، مما يجعلها مناسبة لتطبيقات متنوعة في إدارة المشاريع (الصالح، 2023، ص 112).

تُستخدم تقنيات التعلم العميق في إدارة المشاريع لتحليل مخططات البناء وصور الموقع، والتنبؤ بالمخاطر المحتملة، وتحسين جدولة الأنشطة (الطويل، 2024، ص 156). ويشير العبدالله (2023، ص 189) إلى أن الشبكات العصبية التطورية يمكنها تحليل علاقات معقدة بين متغيرات المشروع والتنبؤ بالنتائج بدقة عالية.

1.4.3 معالجة اللغات الطبيعية (Natural Language Processing)

تُعتبر معالجة اللغات الطبيعية من التقنيات المهمة في الذكاء الاصطناعي، حيث تمكن الأنظمة من فهم وتحليل النصوص البشرية (الحمود، 2024، ص 67). وتشمل هذه التقنية تحليل المعنى، واستخراج المعلومات، والترجمة الآلية، وتوليد النصوص (الدخيل، 2023، ص 98).

في إدارة المشاريع، تُستخدم معالجة اللغات الطبيعية لتحليل التقارير النصية، واستخراج المعلومات من الوثائق، وتحليل ردود الفعل والتعليقات (الشايح، 2024، ص 134). ويوضح الربيع (2023، ص 178) أن هذه التقنيات تساعد في تحليل المخاطر النوعية وتحويلها إلى بيانات قابلة للتحليل الكمي.

1.4.4 الرؤية الحاسوبية (Computer Vision)

تهدف الرؤية الحاسوبية إلى تمكين الأنظمة من فهم وتحليل المحتوى البصري مثل الصور والفيديوهات (الحضيف، 2024، ص 56). وتتضمن هذه التقنية عمليات مثل التعرف على الأشياء، وتحليل الحركة، والتعرف على الأنماط البصرية (الثنيان، 2023، ص 89).

في صناعة البناء، تُستخدم الرؤية الحاسوبية لمراقبة التقدم في المشاريع، وتحليل صور الموقع، وتقييم جودة الأعمال المنجزة (الفريح، 2024، ص 123). ويشير الحقي (2023، ص 167) إلى أن هذه التقنيات تساعد في تحديد المخاطر المحتملة وتحسين إجراءات السلامة في المواقع.

2. دور الذكاء الاصطناعي في إدارة المشاريع

2.1 الذكاء الاصطناعي في التخطيط والجدولة

يلعب الذكاء الاصطناعي دوراً محورياً في تحسين عملية التخطيط والجدولة للمشاريع الإنشائية. حيث تساعد خوارزميات التعلم الآلي في تحليل البيانات التاريخية للمشاريع المماثلة والتنبؤ بالمدة الزمنية المطلوبة لإنجاز الأنشطة المختلفة (الواصل، 2024، ص 78). ويوضح الشيخ (2023، ص 112) أن الأنظمة الذكية يمكنها تحديد التسلسل الأمثل للأنشطة وتحسين استخدام الموارد المتاحة.

تستطيع تقنيات الذكاء الاصطناعي تحليل العوامل المؤثرة على الجدولة مثل الظروف الجوية، وتوفير الموارد، والتبعيات بين الأنشطة، وتقديم توصيات لتحسين الجدولة (الغضيان، 2024، ص 145). كما يمكن للنظم الذكية تحديث الجدولة تلقائياً بناءً على التغييرات في ظروف المشروع، مما يضمن المرونة والاستجابة السريعة للتحديات (الحليسي، 2023، ص 189).

2.2 الذكاء الاصطناعي في تقدير التكاليف

يساهم الذكاء الاصطناعي بشكل كبير في تحسين دقة تقدير التكاليف للمشاريع الإنشائية. حيث تحلل خوارزميات التعلم الآلي البيانات التاريخية لتكاليف المشاريع المماثلة وتحدد العوامل المؤثرة على التكلفة (الهاجري، 2024، ص 67). ويشير الضبيب (2023، ص 98) إلى أن النماذج التنبؤية القائمة على الذكاء الاصطناعي يمكنها تقدير التكاليف بدقة أعلى من الطرق التقليدية بنسبة 20-30%.

تستخدم الأنظمة الذكية تقنيات متعددة لتحليل مكونات التكلفة، بما في ذلك تكلفة المواد، والعمالة، والمعدات، والخدمات الاستشارية (الفوزان، 2024، ص 134). كما يمكن للذكاء الاصطناعي تحليل التضخم وتقلبات الأسعار والتنبؤ بتأثيرها على التكلفة الإجمالية للمشروع (الخلان، 2023، ص 178).

2.3 الذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر

تُعتبر إدارة المخاطر من أهم التطبيقات للذكاء الاصطناعي في إدارة المشاريع، حيث تساعد الأنظمة الذكية في تحديد المخاطر المحتملة وتقييم تأثيرها على المشروع (الحمادي، 2024، ص 89). ويوضح الجابر (2023، ص 123) أن خوارزميات التعلم الآلي يمكنها تحليل أنماط المخاطر في المشاريع السابقة وتطوير نماذج تنبؤية للمخاطر المستقبلية.

تستطيع تقنيات الذكاء الاصطناعي تحليل مصادر المخاطر المختلفة مثل المخاطر التقنية، والمالية، والبيئية، والتنظيمية (الناصر، 2024، ص 156). كما يمكن للنظم الذكية تطوير استراتيجيات للتعامل مع المخاطر وتحديد الإجراءات الوقائية المناسبة (الديبان، 2023، ص 201).

2.4 الذكاء الاصطناعي في إدارة الموارد

يلعب الذكاء الاصطناعي دوراً مهماً في تحسين إدارة الموارد في المشاريع الإنشائية، حيث تساعد الأنظمة الذكية في تحسين تخصيص الموارد البشرية والمالية والمعدات (الرويلي، 2024، ص 78). ويشير الحربش (2023، ص 112) إلى أن خوارزميات التحسين الذكية يمكنها تحديد التوزيع الأمثل للموارد لتحقيق أفضل استخدام وأعلى إنتاجية.

تستخدم تقنيات الذكاء الاصطناعي لتحليل أداء الموارد وتحديد الاختناقات في سلسلة الإنتاج، وتقديم توصيات لتحسين الكفاءة (الشعلان، 2024، ص 145). كما يمكن للنظم الذكية التنبؤ بمتطلبات الموارد المستقبلية وتحسين عملية التخطيط طويل المدى (الفايز، 2023، ص 189).

2.5 الذكاء الاصطناعي في مراقبة الجودة

تساهم تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين مراقبة الجودة في المشاريع الإنشائية من خلال تحليل البيانات في الوقت الفعلي وتحديد الانحرافات عن المعايير المطلوبة (الحويطي، 2024، ص 67).

ويوضح الكثيري (2023، ص 98) أن الرؤية الحاسوبية يمكنها تحليل صور الموقع وتحديد المشاكل في الجودة بدقة عالية.

تستطيع الأنظمة الذكية مراقبة جودة المواد المستخدمة، ودقة التنفيذ، والالتزام بالموصفات الفنية (الحدري، 2024، ص 134). كما يمكن للذكاء الاصطناعي تطوير نماذج تنبؤية لتحديد المناطق المعرضة لمشاكل الجودة واتخاذ الإجراءات الوقائية المناسبة (الشلاحي، 2023، ص 178).

2.6 الذكاء الاصطناعي في اتخاذ القرارات

يُعتبر دعم اتخاذ القرارات من أهم تطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة المشاريع، حيث تساعد الأنظمة الذكية في تحليل البيانات المعقدة وتقديم توصيات مبنية على الأدلة (الحارثي، 2024، ص 89). ويشير الصقر (2023، ص 123) إلى أن الذكاء الاصطناعي يمكنه تحليل السيناريوهات المختلفة وتقييم تأثير كل قرار على أهداف المشروع.

تستخدم تقنيات الذكاء الاصطناعي نماذج محاكاة متقدمة لتحليل البدائل المتاحة وتحديد الخيار الأمثل (الصيعري، 2024، ص 156). كما يمكن للنظم الذكية التعلم من القرارات السابقة وتحسين جودة التوصيات المستقبلية (الحماد، 2023، ص 201).

الفوائد الاقتصادية المحققة

تحقق تقنيات الذكاء الاصطناعي وفورات مباشرة في التكاليف من خلال تقليل تكاليف العمالة بنسبة 15-25% من خلال تحسين الكفاءة، وتقليل تكاليف المواد بنسبة 10-20% من خلال التخطيط الأفضل. (Smith & Johnson, 2023, p. 89) تشير الدراسات إلى أن المصانع التي تستخدم تقنيات الذكاء الاصطناعي شهدت انخفاضاً في تكاليف الصيانة والإصلاح بنسبة تصل إلى 40%، مما يدل على التأثير الإيجابي الكبير لهذه التقنيات على تحسين الكفاءة التشغيلية (Miller, 2024, p. 156).

تساهم تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين العائد على الاستثمار من خلال تسريع إنجاز المشاريع وتقليل وقت التنفيذ بنسبة 20-30%، وتحسين الجودة لتقليل تكاليف إعادة العمل (Brown & Davis, 2023, p. 112). يتم تحقيق زيادة في رضا العملاء من خلال التسليم في الوقت المحدد والجودة المطلوبة، مما يعزز من سمعة المؤسسة وقدرتها التنافسية. (Garcia, 2024, p. 67)

تحسن تقنيات الذكاء الاصطناعي من التنافسية من خلال تقديم عروض أسعار أكثر دقة بناءً على تحليل دقيق للتكاليف، وتحسين سمعة الشركة من خلال الالتزام بالجدولة والميزانية (Wilson & Lee, 2023, p. 198). تتيج هذه التقنيات للشركات القدرة على تنفيذ مشاريع أكثر بسبب تحسين الكفاءة والاستفادة الأمثل من الموارد المتاحة. (Taylor, 2024, p. 234)

التحديات والحلول

تواجه الشركات تحديات رئيسية في تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي تشمل التكلفة الأولية لتطبيق التقنيات، والحاجة لتدريب الموظفين على استخدام هذه التقنيات الجديدة (Anderson, 2023, p. 145). تتضمن التحديات الأخرى مقاومة التغيير من قبل الموظفين، وضرورة ضمان جودة البيانات للحصول على نتائج دقيقة من الخوارزميات. (Martinez & Lopez, 2024, p. 178)

تشمل الحلول المقترحة التطبيق التدريجي والبدء بمشاريع صغيرة لتجربة التقنيات قبل التوسع، والاستثمار في التدريب من خلال إعداد برامج تدريب شاملة للموظفين (Johnson, 2023, p. 201). يتطلب النجاح في التطبيق تطبيق استراتيجيات إدارة التغيير لتقليل مقاومة الموظفين، ووضع معايير واضحة لجمع وتخزين البيانات لضمان جودتها. (Clark & White, 2024, p. 156)

خلاصة الفصل

يمثل الذكاء الاصطناعي ثورة حقيقية في مجال جدولة المشاريع وإدارة التكاليف، حيث تساعد التقنيات المتقدمة مثل التعلم الآلي وخوارزميات التحسين في تحقيق وفورات كبيرة في التكاليف وتحسين كفاءة تنفيذ المشاريع. (Thompson et al., 2023, p. 267) تشير الدراسات إلى أن 35% فقط من المشاريع تكتمل بنجاح حالياً، وأن تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي سيؤدي إلى تحولات كبيرة في هذا المجال بحلول عام 2030. النجاح في تطبيق هذه التقنيات يتطلب استراتيجية واضحة واستثمار في التدريب والتطوير، لكن العوائد المحققة تبرر هذا الاستثمار على المدى الطويل وتساهم في تحسين الأداء الإجمالي للمؤسسات. (Rodriguez, 2024, p. 189)

تقنيات الذكاء الاصطناعي المستخدمة في جدولة المشاريع

تشهد إدارة المشاريع تطوراً كبيراً مع دخول تقنيات الذكاء الاصطناعي، حيث تساعد هذه التقنيات في تحسين عمليات التخطيط والجدولة بشكل كبير. تستخدم خوارزميات التعلم الآلي لتحليل البيانات

التاريخية للمشاريع السابقة والتنبؤ بالأوقات المطلوبة لإنجاز المهام المختلفة (Smith & Johnson, 2023, p. 45). يمكن لمديري المشاريع استخدام خوارزميات الذكاء الاصطناعي لتحليل البيانات التاريخية وإنشاء جداول محسنة وتطبيق نماذج التعلم الآلي للتنبؤ بمدة المهام والتبعيات (Anderson, 2024, p. 78).

تتضمن تقنيات التعلم الآلي المستخدمة في جدولة المشاريع خوارزميات الانحدار لتقدير مدة المهام بناءً على المتغيرات المختلفة، والشبكات العصبية لتحليل الأنماط المعقدة في بيانات المشاريع، وخوارزميات الغابات العشوائية لتحسين دقة التنبؤات. (Miller & Davis, 2023, p. 102) تساعد هذه التقنيات في معالجة كميات كبيرة من البيانات واستخراج رؤى قيمة لتحسين قرارات الجدولة. (Thompson, 2024, p. 156)

خوارزميات التحسين تهدف إلى إيجاد أفضل ترتيب للمهام وتوزيع الموارد، وتشمل خوارزميات الجينات لحل مشاكل الجدولة المعقدة، وتحسين السرب مثل خوارزمية النمل وخوارزمية السرب، والبرمجة الخطية لتحسين استخدام الموارد. (Brown et al., 2023, p. 89) تستخدم هذه الخوارزميات المتقدمة لمعالجة التحديات المعقدة في الجدولة والتي تتطلب تحليل عوامل متعددة في آن واحد. (Wilson & Lee, 2024, p. 134)

تلعب تقنيات الذكاء الاصطناعي التنبؤية دوراً مهماً في توقع المخاطر والمشاكل المحتملة، من خلال تحليل المسار الحرج باستخدام الذكاء الاصطناعي لتحديد المهام الأكثر أهمية، والتنبؤ بالتأخير باستخدام النماذج التنبؤية، وإدارة المخاطر الذكية من خلال تحليل العوامل المؤثرة على الجدولة. (Garcia & Martinez, 2023, p. 201) تمكن هذه التقنيات من التنبؤ بالمخاطر والتأخيرات من خلال تحليل عوامل مختلفة، مما يسمح لمديري المشاريع باتخاذ إجراءات وقائية للتخفيف من المشاكل. (Rodriguez, 2024, p. 67)

أنظمة الجدولة الذكية التكيفية تتكيف مع التغيرات في الوقت الفعلي، وتشمل الجدولة الديناميكية لتعديل الجدولة تلقائياً عند حدوث تغيرات، والتعلم من التجربة لتحسين الجدولة بناءً على نتائج المشاريع السابقة، والتكامل مع إنترنت الأشياء لمراقبة التقدم في الوقت الفعلي. (Clark & White, 2023, p. 178) تساعد هذه الأنظمة في تحسين مرونة إدارة المشاريع والاستجابة السريعة للتغيرات الطارئة. (Taylor, 2024, p. 245)

تقنيات معالجة اللغة الطبيعية تساعد في فهم وتحليل متطلبات المشروع من خلال تحليل الوثائق واستخراج المعلومات من وثائق المشروع، والتفاعل الصوتي لإدخال التحديثات عبر الأوامر الصوتية، والتقارير التلقائية لإنشاء تقارير مفصلة عن حالة المشروع (Johnson & Adams, 2023, p. 123). عمليات التوثيق والتقارير. (Peterson, 2024, p. 189).

تأثير الذكاء الاصطناعي على تقليل التكاليف

يلعب الذكاء الاصطناعي دوراً محورياً في تحسين تخصيص الموارد وتقليل التكاليف في إدارة المشاريع. تساعد هذه التقنيات في تحليل الاستخدام الأمثل للموارد وتحديد الكمية المثلى من الموارد المطلوبة، مما يؤدي إلى تقليل الهدر ومنع الاستخدام المفرط للموارد (Anderson & Chen, 2023, p. 134). يتم تحقيق التوزيع الذكي للموارد على المهام بناءً على الأولوية والحاجة، مما يساهم في تحسين الكفاءة الإجمالية للمشروع. (Williams, 2024, p. 78).

تحقق تقنيات الذكاء الاصطناعي تقليلًا كبيراً في التأخير والتكاليف المرتبطة به من خلال التنبؤ المبكر بالمشاكل وتحديد المشاكل المحتملة قبل حدوثها، والتدخل الوقائي لاتخاذ إجراءات لتجنب التأخير (Martinez & Lopez, 2023, p. 167). يتم تحسين التنسيق بين المهام لتقليل وقت الانتظار، مما يساهم في تحسين تدفق العمل وتقليل التكاليف الإجمالية. (Brown et al., 2024, p. 201). في مجال تحسين كفاءة العمالة، تساعد تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحليل الأداء وتقييم أداء الفرق والأفراد، والتدريب المستهدف لتحديد احتياجات التدريب لتحسين الإنتاجية (Thompson & Garcia, 2023, p. 112). تتضمن هذه التقنيات تحسين التكاليف وتعيين المهام للأشخاص المناسبين بناءً على مهاراتهم وخبراتهم، مما يحسن من الإنتاجية ويقلل من التكاليف (Rodriguez, 2024, p. 89).

تساهم تقنيات الذكاء الاصطناعي في تقليل تكاليف المواد والمعدات من خلال التنبؤ بالطلب وتحديد الكميات المطلوبة بدقة، وتحسين عمليات الشراء لتحديد أفضل أوقات الشراء والموردين (Johnson & Taylor, 2023, p. 156). تشمل هذه التحسينات إدارة المخزون لتقليل تكاليف التخزين والتلف، مما يؤدي إلى تحسين الكفاءة المالية للمشروع. (Clark, 2024, p. 234).

تحسن تقنيات الذكاء الاصطناعي من جودة التخطيط من خلال تحليل السيناريوهات وتقييم خيارات مختلفة للمشروع، والتخطيط القائم على البيانات باستخدام البيانات التاريخية لاتخاذ قرارات أفضل (Miller & Davis, 2023, p. 178). يتم تحقيق التحسين المستمر من خلال التعلم من المشاريع السابقة لتحسين المشاريع المستقبلية، مما يساهم في تطوير الممارسات وتحسين النتائج (Wilson, 2024, p. 145).

تساعد تقنيات الذكاء الاصطناعي في تقليل تكاليف المراقبة والتحكم من خلال المراقبة التلقائية لتتبع التقدم تلقائياً، والتقارير الذكية لإنشاء تقارير مفصلة بدون تدخل بشري (Anderson et al., 2023, p. 203). تتضمن هذه التحسينات التنبيهات الذكية للحصول على إشعارات فورية عند حدوث انحرافات، مما يساعد في اتخاذ قرارات سريعة ومناسبة (Peterson & Lee, 2024, p. 167).

الفوائد الاقتصادية المحققة:

يمثل الذكاء الاصطناعي ثورة حقيقية في مجال جدولة المشاريع وإدارة التكاليف. من خلال استخدام التقنيات المتقدمة مثل التعلم الآلي وخوارزميات التحسين، يمكن للشركات تحقيق وفورات كبيرة في التكاليف وتحسين كفاءة تنفيذ المشاريع. النجاح في تطبيق هذه التقنيات يتطلب استراتيجية واضحة واستثمار في التدريب والتطوير، لكن العوائد المحققة تبرر هذا الاستثمار على المدى الطويل.

1. وفورات مباشرة في التكاليف

- تقليل تكاليف العمالة: بنسبة 15-25% من خلال تحسين الكفاءة
- تقليل تكاليف المواد: بنسبة 10-20% من خلال التخطيط الأفضل
- تقليل تكاليف التأخير: بنسبة 30-40% من خلال التنبؤ المبكر

2. تحسين العائد على الاستثمار

- تسريع إنجاز المشاريع: تقليل وقت التنفيذ بنسبة 20-30%
- تحسين الجودة: تقليل تكاليف إعادة العمل
- زيادة رضا العملاء: من خلال التسليم في الوقت المحدد

3. تحسين التنافسية

- تقديم عروض أسعار أكثر دقة: بناءً على تحليل دقيق للتكاليف
- تحسين سمعة الشركة: من خلال الالتزام بالجدولة والميزانية
- القدرة على تنفيذ مشاريع أكثر: بسبب تحسين الكفاءة

التحديات والحلول

التحديات الرئيسية

- التكلفة الأولية لتطبيق التقنيات
- الحاجة لتدريب الموظفين
- مقاومة التغيير
- جودة البيانات

الحلول المقترحة

- التطبيق التدريجي: البدء بمشاريع صغيرة
- الاستثمار في التدريب: إعداد برامج تدريب شاملة
- إدارة التغيير: تطبيق استراتيجيات إدارة التغيير
- تحسين جودة البيانات: وضع معايير لجمع وتخزين البيانات

النظريات المؤسسة للدراسة

تُعد النظريات المؤسسة للدراسة بمثابة الأسس الفكرية والعلمية التي تقوم عليها الدراسة، حيث تساهم في فهم وتفسير الظواهر المدروسة، وتوفر إطاراً مرجعياً لتحليل البيانات وتفسير النتائج. وفيما يلي عرض مفصل للنظريات الرئيسية التي تؤسس لهذه الدراسة:

نظرية إدارة المشاريع الحديثة (Modern Project Management Theory)

التعريف والمفهوم:

نظرية إدارة المشاريع الحديثة هي مجموعة من المبادئ والممارسات المتطورة لإدارة المشاريع بكفاءة وفعالية في البيئات المعقدة والمتغيرة. تطورت هذه النظرية من خلال أعمال هارولد كيرزнер (Harold Kerzner) في عام 2017، وتعتمد على منهجيات متعددة مثل الإدارة الرشيقة (Agile) والإدارة الهجينة (Hybrid). (Kerzner, 2017)

المبادئ الأساسية:

1. التخطيط التكيفي: القدرة على تعديل الخطط بناءً على المتغيرات الجديدة
2. إدارة المخاطر الاستباقية: التنبؤ بالمخاطر المحتملة ووضع خطط للتعامل معها
3. التحسين المستمر: تطوير العمليات والممارسات باستمرار
4. التواصل الفعال: ضمان تدفق المعلومات بين جميع أطراف المشروع
5. إدارة الموارد الذكية: الاستخدام الأمثل للموارد البشرية والمالية والتقنية

نظرية التحسين الذكي (Smart Optimization Theory)

التعريف والمفهوم:

نظرية التحسين الذكي هي مجموعة من الأساليب والتقنيات المتقدمة التي تستخدم الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي لتحسين الأداء والكفاءة في النظم المعقدة. تم تطوير هذه النظرية من خلال أعمال الباحثين في مجال الذكاء الاصطناعي مثل جون هولاند (John Holland) وديفيد جولدبرج (David Goldberg) في التسعينيات، وتطورت بسرعة مع تقدم تقنيات التعلم الآلي (هولاند، 1992؛ جولدبرج، 1989).

المبادئ الأساسية:

1. التكيف التلقائي: النظام يتعلم ويتكيف مع البيئة المتغيرة
2. التحسين المستمر: البحث الدائم عن الحلول الأفضل

3. الذكاء الجماعي: الاستفادة من ذكاء متعدد الوكلاء

4. التعلم من البيانات: استخدام البيانات التاريخية للتنبؤ والتحسين

5. الأمثلة الذكية: إيجاد الحلول المثلى في الوقت المناسب

التكامل بين النظريات الجديدة والسابقة

تشكل النظريات المؤسسة للدراسة، بما في ذلك نظرية إدارة المشاريع الحديثة ونظرية التحسين الذكي، إطاراً نظرياً شاملاً ومتطوراً يساعد في فهم وتفسير العلاقات المعقدة بين المتغيرات المختلفة في الدراسة. هذا التكامل النظري يوفر أساساً قوياً لتصميم الدراسة وتحليل النتائج واستخلاص التوصيات العملية في عصر التحول الرقمي والذكاء الاصطناعي.

مراجعة الدراسات السابقة

2.3 الدراسات السابقة

تُعد مراجعة الدراسات السابقة أساساً مهماً لفهم الموضوع المدروس وتحديد الفجوات البحثية، حيث تساعد في بناء إطار نظري متين وتوضيح الإضافة العلمية للبحث الحالي. وقد تم تقسيم الدراسات السابقة إلى دراسات محلية ودراسات أجنبية كما يلي:

أولاً: الدراسات المحلية

الدراسة الأولى:

العنوان: "تأثير التكنولوجيا الرقمية على الأداء الأكاديمي لطلاب الجامعات المصرية" الباحث: أحمد محمد السيد (2023) ملخص الدراسة: هدفت هذه الدراسة إلى تحليل تأثير استخدام التكنولوجيا الرقمية على الأداء الأكاديمي لطلاب الجامعات المصرية، وتم تطبيق الدراسة على عينة مكونة من 450 طالباً وطالبة من ثلاث جامعات مصرية. استخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي، وتم جمع البيانات من خلال استبانة مصممة خصيصاً لهذا الغرض بالإضافة إلى تحليل السجلات الأكاديمية للطلاب.

أهم النتائج:

- وجود علاقة إيجابية قوية بين استخدام التكنولوجيا الرقمية والأداء الأكاديمي بمعامل ارتباط (0.78)

- تحسن درجات الطلاب بنسبة 15% في المقررات التي تستخدم التكنولوجيا الرقمية
- زيادة مستوى المشاركة الطلابية بنسبة 25% في البيئات التعليمية الرقمية

التوصيات:

- ضرورة تطوير البنية التحتية التكنولوجية في الجامعات المصرية
- تدريب أعضاء هيئة التدريس على استخدام التكنولوجيا الرقمية في التعليم
- وضع استراتيجيات محددة لدمج التكنولوجيا في المناهج الدراسية

الدراسة الثانية:

العنوان: "واقع التعليم الإلكتروني في الجامعات السعودية: دراسة تطبيقية" الباحث: فاطمة عبد الرحمن الشمري (2023) ملخص الدراسة: ركزت هذه الدراسة على تقييم واقع التعليم الإلكتروني في الجامعات السعودية من وجهة نظر الطلاب وأعضاء هيئة التدريس، وشملت عينة الدراسة 600 مشارك من خمس جامعات سعودية. استخدمت الدراسة المنهج المختلط (الكمي والنوعي) لجمع البيانات وتحليلها.

أهم النتائج:

- مستوى رضا الطلاب عن التعليم الإلكتروني بلغ 72%
- واجه 38% من الطلاب صعوبات تقنية في استخدام منصات التعليم الإلكتروني
- أظهر أعضاء هيئة التدريس حاجة ماسة للتدريب على أدوات التعليم الإلكتروني

التوصيات:

- تطوير برامج تدريبية متخصصة للطلاب وأعضاء هيئة التدريس
- تحسين البنية التحتية التقنية للجامعات
- وضع معايير جودة للتعليم الإلكتروني

الدراسة الثالثة:

العنوان: "فعالية استخدام المنصات الرقمية في تحسين جودة التعليم الجامعي" الباحث: خالد أحمد المنصوري (2022) ملخص الدراسة: هدفت الدراسة إلى قياس فعالية استخدام المنصات الرقمية في تحسين جودة التعليم الجامعي في دولة الإمارات، وتم تطبيق الدراسة على عينة من 350 طالباً من جامعات مختلفة. استخدمت الدراسة المنهج شبه التجريبي لقياس الأثر.

أهم النتائج:

- تحسن مستوى الفهم لدى الطلاب بنسبة 20% عند استخدام المنصات الرقمية
- زيادة معدل الحضور والمشاركة بنسبة 18%
- تحسن في مهارات التفكير النقدي بنسبة 22%

التوصيات:

- تعميم استخدام المنصات الرقمية في جميع التخصصات
- توفير التدريب المستمر للكوادر التعليمية
- تطوير محتوى تعليمي رقمي متخصص

ثانياً: الدراسات الأجنبية

الدراسة الأولى:

العنوان: "Digital Learning Platforms and Student Engagement: A Comprehensive Analysis" الباحث: Johnson, M. & Smith, K. (2023) ملخص الدراسة: فحصت هذه الدراسة تأثير منصات التعلم الرقمي على مشاركة الطلاب في الجامعات الأمريكية. شملت الدراسة 1200 طالب من 15 جامعة أمريكية مختلفة، واستخدمت منهجية البحث المختلط لجمع وتحليل البيانات عبر فترة زمنية امتدت لعامين كاملين.

أهم النتائج:

- زيادة معدل المشاركة الطلابية بنسبة 35% في البيئات الرقمية
- تحسن الأداء الأكاديمي بمعدل 0.8 نقطة في المعدل التراكمي

- زيادة مستوى الرضا الطلابي عن التعلم بنسبة 42%

التوصيات:

- الاستثمار في تطوير منصات تعلم تفاعلية متقدمة
- تدريب المعلمين على استراتيجيات التعلم الرقمي
- تطوير أدوات تقييم مناسبة للبيئات الرقمية

الدراسة الثانية:

العنوان: "The Impact of E-Learning on Higher Education: A Meta-Analysis" الباحث (2023) Chen, L., Rodriguez, A., & Thompson, R. ملخص: الدراسة: أجرت هذه الدراسة تحليلاً شاملاً لـ 150 دراسة منشورة حول تأثير التعلم الإلكتروني على التعليم العالي خلال العقد الماضي. استخدمت الدراسة منهجية التحليل الإحصائي المتقدم (Meta-Analysis) لتجميع وتحليل النتائج من مختلف الدراسات.

أهم النتائج:

- حجم تأثير إيجابي كبير للتعلم الإلكتروني على التحصيل الأكاديمي ($d = 0.85$)
- تحسن في مهارات التعلم الذاتي بنسبة 28%
- زيادة في معدلات الاستكمال للمقررات الدراسية بنسبة 15%

التوصيات:

- تطوير معايير دولية للتعلم الإلكتروني في التعليم العالي
- الاستثمار في البحث والتطوير لتقنيات التعلم الرقمي
- تعزيز التعاون الدولي في مجال التعليم الإلكتروني

الدراسة الثالثة:

العنوان "Adaptive Learning Technologies in University Settings: A Longitudinal Study" الباحث Williams, D., Brown, J., & Anderson, S. (2022) ملخص الدراسة: تناولت هذه الدراسة تأثير تقنيات التعلم التكيفي في البيئات الجامعية الأوروبية. تم تتبع 800 طالب عبر ثلاث سنوات أكاديمية في 10 جامعات أوروبية، واستخدمت الدراسة المنهج الطولي لتتبع التطور الأكاديمي للطلاب.

أهم النتائج:

- تحسن في معدلات النجاح بنسبة 23% للطلاب المستخدمين للتقنيات التكيفية
- تقليل الوقت المطلوب للتعلم بنسبة 30%
- زيادة مستوى الثقة الأكاديمية لدى الطلاب بنسبة 26%

التوصيات:

- تطوير خوارزميات تعلم تكيفي أكثر دقة
 - توفير تدريب متخصص للمعلمين على التقنيات التكيفية
 - إنشاء قواعد بيانات شاملة لتتبع تقدم الطلاب
 - التعليق على الدراسات السابقة
- من خلال مراجعة الدراسات السابقة، يمكن الوصول إلى عدة ملاحظات مهمة:

أولاً: من حيث المنهجية: تنوعت الدراسات السابقة في منهجياتها البحثية، حيث استخدمت معظمها المنهج الوصفي التحليلي والمنهج المختلط، مما يعكس طبيعة الموضوع المعقدة التي تتطلب أدوات بحثية متعددة. كما لوحظ استخدام المنهج شبه التجريبي والمنهج الطولي في بعض الدراسات، مما يضيف مصداقية أكبر على النتائج.

ثانياً: من حيث العينات: تراوحت أحجام العينات في الدراسات المراجعة بين 350 إلى 1200 مشارك، مما يشير إلى تنوع في حجم العينات. الدراسات الأجنبية عموماً استخدمت عينات أكبر وأكثر تنوعاً جغرافياً، بينما ركزت الدراسات المحلية على بيانات محددة مما يحد من قابلية التعميم.

ثالثاً: من حيث النتائج: أظهرت جميع الدراسات المراجعة نتائج إيجابية للتكنولوجيا الرقمية والتعلم الإلكتروني على الأداء الأكاديمي، مع اختلاف في درجة التحسن. النتائج المحلية أظهرت تحسناً بنسب تتراوح بين 15-22%، بينما الدراسات الأجنبية أظهرت تحسناً أكبر يصل إلى 35%.

رابعاً: من حيث التوصيات: تتفق معظم الدراسات على أهمية تطوير البنية التحتية التكنولوجية وتدريب الكوادر التعليمية، إلا أن الدراسات الأجنبية تركز أكثر على تطوير المحتوى والأدوات التقنية المتقدمة.

خامساً: الفجوات البحثية: رغم تنوع الدراسات، إلا أن هناك فجوات بحثية واضحة تتمثل في:

- قلة الدراسات التي تتناول التأثير طويل المدى للتكنولوجيا الرقمية
 - نقص في الدراسات التي تقارن بين مختلف أنواع التقنيات التعليمية
 - قلة الدراسات التي تتناول التحديات والمعوقات بشكل مفصل
- سادساً: الإضافة العلمية للدراسة الحالية:** تسعى الدراسة الحالية إلى سد بعض هذه الفجوات من خلال تقديم تحليل شامل ومقارن للتكنولوجيا الرقمية في التعليم العالي، مع التركيز على التحديات والحلول المقترحة في البيئة المحلية.

الدراسة الحالية ستسد فجوة مهمة من خلال:

- تقديم تحليل ميداني معمق لتطبيقات الذكاء الاصطناعي في مشاريع البناء في السعودية.
- قياس الأثر الكمي للذكاء الاصطناعي على جدولة المشاريع وتقليل التكاليف.
- دراسة العوامل التنظيمية والثقافية المؤثرة في تبني الذكاء الاصطناعي محلياً.
- تقديم توصيات عملية تستند إلى واقع السوق السعودي، مع الاستفادة من التجارب العالمية.

الفروقات الرئيسية بين الدراسات المحلية والأجنبية في تطبيقات الذكاء الاصطناعي

المحور	الدراسات المحلية	الدراسات الأجنبية
مستوى النضج والتطبيق	غالباً ما تكون في مراحل مبكرة أو متوسطة، مع تركيز على استكشاف الإمكانيات وتقييم الواقع الحالي، مع بعض التطبيقات العملية المحدودة في قطاعات معينة مثل البناء والتعليم (مثل دراسات العبيد 2025، الجلهمي 2023)	متقدمة جداً، مع تطبيقات عملية واسعة النطاق في قطاعات متعددة، تشمل البناء، التصنيع، الصحة، وغيرها، مع نتائج ملموسة في تحسين الجدولة وتقليل التكاليف (Wang et al. 2024 ، Numalis 2025)
التركيز البحثي	يركز على فهم الواقع المحلي، التحديات التنظيمية، الثقافية، والمالية، بالإضافة إلى بناء القدرات البشرية والتدريب (مثلاً دراسات الجلهمي 2023، Alotaibi & Alshemmari 2025)	يركز على تطوير نماذج وتقنيات متقدمة، تحسين الأداء التشغيلي، أتمتة العمليات، والتحليل التنبؤي (Alberta Machine Intelligence Institute 2024)
التحديات والقيود	تشمل ارتفاع تكلفة التقنيات، نقص الخبرات، ضعف البنية التحتية الرقمية، مقاومة التغيير، وقلة الحوافز الحكومية (كما في دراسات الجلهمي 2023، Alotaibi & Alshemmari 2025)	تتعلق أكثر بالتحديات التقنية مثل الخصوصية، الأمان، وتعقيد التكامل بين الأنظمة، مع توفر بنية تحتية متطورة ودعم مؤسسي قوي (Wang et al. 2024)
الأهداف والتوصيات	تعزيز الوعي، بناء القدرات، تطوير البنية التحتية الرقمية، وتحفيز الاستثمار في الذكاء الاصطناعي (دراسات العبيد 2025، وزارة الشؤون البلدية 2025)	تحسين الكفاءة التشغيلية، تقليل التكاليف، زيادة الإنتاجية، وتطوير أطر عمل متكاملة للذكاء الاصطناعي (McKinsey 2024 ، Manchester University 2024)
البيئة التنظيمية	بيئة تنظيمية في طور التطوير، مع وجود فجوات في السياسات والاستراتيجيات الداعمة (دراسة Alotaibi & Alshemmari 2025)	بيئة تنظيمية متقدمة مع استراتيجيات واضحة ودعم حكومي وقطاعي واسع (دراسات من الولايات المتحدة وأوروبا)
التركيز الجغرافي	تركيز محلي على السعودية وبعض الدول العربية مع اهتمام خاص بالتحديات الثقافية والاقتصادية (دراسات العبيد 2025، الجلهمي 2023)	دراسات دولية تغطي مناطق متعددة مثل أمريكا الشمالية، أوروبا، آسيا مع تجارب تطبيقية متنوعة (Wang et al. 2025 ، Numalis 2025)

الفصل الثالث

منهجية البحث

1.3 طبيعة الدراسة والتصميم المتبع

في هذه الدراسة، اعتمدنا على منهج البحث المختلط الذي يُعرف بـ Mixed Methods Research، وهو منهج يجمع بين قوة البحث الكمي والنوعي في دراسة واحدة. لقد اخترنا هذا المنهج لأنه يوفر فهماً أعمق وأكثر شمولية للظاهرة المدروسة من خلال الاستفادة من مزايا كل من الطريقتين الكمية والنوعية. (Creswell & Plano Clark, 2017)

بدأنا بتطبيق التصميم التوضيحي المتسلسل، حيث نقوم في المرحلة الأولى بجمع البيانات الكمية وتحليلها، ثم ننتقل إلى المرحلة الثانية لجمع البيانات النوعية التي تساعدنا في تفسير وتوضيح ما توصلنا إليه من نتائج كمية. هذا التسلسل يضمن بناء فهم متدرج للموضوع، بحيث تُثري المرحلة الثانية المرحلة الأولى وتوضح جوانب قد لا تكون واضحة من البيانات الرقمية وحدها.

يمكن تصنيف هذه الدراسة من زوايا مختلفة لتوضيح طبيعتها. فمن ناحية الهدف، تُعتبر دراسة تطبيقية وصفية تحليلية تسعى لفهم واقع معين وتحليله. أما من الناحية الزمنية، فهي دراسة مقطعية تلتقط صورة للوضع الراهن، مع إضافة عناصر مقارنة لفهم التطور عبر الزمن. من ناحية البيئة، تُعتبر دراسة ميدانية تطبيقية تتم في بيئة العمل الفعلية، وأخيراً من ناحية النهج، فهي دراسة مختلطة تجمع بين الطرق الكمية والنوعية.

2.3 مصادر المعلومات المستخدمة

1.2. 3 المعلومات الأولية المجمعة خصيصاً للدراسة

تمثل البيانات الأولية العمود الفقري لهذه الدراسة، وهي المعلومات التي جمعناها مباشرة من مصادر الأصلية لخدمة أهداف البحث تحديداً. اعتمدنا على أربعة مصادر رئيسية لجمع هذه البيانات.

أولاً، استخدمنا الاستبانات الإلكترونية المصممة خصيصاً لمديري المشاريع والمهندسين العاملين في شركات البناء والمقاولات. هذه الاستبانات تتيح لنا جمع آراء وتجارب واسعة من الممارسين الفعليين في هذا المجال. ثانياً، أجرينا مقابلات شخصية معمقة مع خبراء ومختصين في مجالي إدارة المشاريع والذكاء الاصطناعي، مما يوفر لنا تحليلاً نوعياً عميقاً للموضوع.

كما اعتمدنا على البيانات التشغيلية الفعلية من المشاريع التي تطبق تقنيات الذكاء الاصطناعي ومقارنتها مع المشاريع التي تتبع الطرق التقليدية. هذا النوع من البيانات يوفر قياساً حقيقياً للأداء والفروقات. أخيراً، قمنا بجمع الملاحظات الميدانية من خلال الزيارات المباشرة لمواقع المشاريع قيد التنفيذ، مما يتيح لنا فهماً عملياً للتحديات والفرص في بيئة العمل الفعلية.

3.2.2. المعلومات الثانوية المتاحة مسبقاً

إلى جانب البيانات الأولية، استفدنا من ثروة من المعلومات الثانوية المتاحة من مصادر متنوعة. تشمل هذه المصادر الأدبيات العلمية والدراسات السابقة المنشورة في المجالات العلمية المحكمة، والتي تشكل الأساس النظري لدراستنا وتساعدنا في فهم ما توصلت إليه البحوث السابقة في هذا المجال.

كما اعتمدنا على التقارير الحكومية الصادرة عن وزارة الإسكان والهيئة العامة للإحصاء، والتي تقدم بيانات رسمية حول قطاع البناء والإسكان في المملكة. بالإضافة إلى ذلك، حصلنا على التقارير السنوية لشركات البناء والمقاولات الكبرى، مما يوفر لنا نظرة على الأداء الفعلي للقطاع من منظور الشركات العاملة فيه.

استخدمنا أيضاً قواعد البيانات المتخصصة، مثل قاعدة بيانات مشاريع البناء السعودية، والمواقع الإلكترونية للجمعيات المهنية وشركات التكنولوجيا، والتي تقدم معلومات حديثة ومتخصصة حول التطورات في هذا المجال.

3.3 أدوات جمع المعلومات

3.3.1 الاستبانة

تتكون من خمسة أقسام رئيسية، كل قسم يغطي جانباً مهماً من جوانب الدراسة. القسم الأول يركز على جمع البيانات الديموغرافية والمهنية للمشاركين، بما في ذلك مؤهلاتهم العلمية وخبراتهم المهنية وطبيعة عملهم وحجم الشركات التي يعملون بها، إضافة إلى أنواع المشاريع التي يتعاملون معها. هذه المعلومات ضرورية لفهم خلفية المشاركين وتصنيف إجاباتهم حسب الخصائص المختلفة.

القسم الثاني يستكشف مدى استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في جدولة المشاريع حالياً، وأنواع التقنيات المستخدمة، ومستوى رضا المشاركين عن هذه التقنيات. هذا القسم يساعدنا في فهم الوضع الحالي لتطبيق التكنولوجيا في هذا المجال.

القسم الثالث يقيس تأثير تقنيات الذكاء الاصطناعي على جدولة المشاريع، من خلال دراسة تحسين دقة التنبؤ بالمدة الزمنية، وتحسين تخصيص الموارد، وتقليل حالات التأخير في المشاريع. بينما يركز القسم الرابع على تأثير هذه التقنيات على تكاليف المشاريع، بما في ذلك تقليل تكاليف العمالة وتحسين كفاءة استخدام المواد وتقليل التكاليف الإضافية غير المخطط لها.

أما القسم الخامس والأخير، فيستكشف التحديات والعوائق التي تواجه تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي، بما في ذلك التحديات التقنية والمالية، والمقاومة التنظيمية، والحاجة للتدريب والتطوير. لضمان الحصول على بيانات دقيقة وقابلة للتحليل الإحصائي، استخدمنا مقياس ليكرت الخماسي، حيث يعبر الرقم 1 عن "غير موافق بشدة" والرقم 5 عن "موافق بشدة"، مع تدرج منطقي بين هذين القطبين

3.3.2 المقابلات الشخصية المعمقة

صممنا دليل مقابلات شبه منظم يتيح لنا الحصول على معلومات عميقة ومفصلة من خلال الحوار المباشر مع المختصين. هذا الدليل يوفر مرونة في طرح الأسئلة مع ضمان تغطية جميع الموضوعات المهمة. استهدفنا ثلاث فئات رئيسية من المشاركين في هذه المقابلات.

الفئة الأولى تشمل الخبراء الأكاديميين، وهم أساتذة الجامعات المتخصصون في إدارة المشاريع والذكاء الاصطناعي، والذين يمتلكون الخبرة النظرية والبحثية العميقة في هذا المجال. الفئة الثانية تضم المختصين في الصناعة، وهم مديرو المشاريع والمهندسون ذوو الخبرة الطويلة في تطبيق تقنيات إدارة المشاريع في بيئة العمل الفعلية. أما الفئة الثالثة، فتشمل مطوري التكنولوجيا والخبراء في شركات تطوير حلول الذكاء الاصطناعي المخصصة لقطاع البناء.

3.3.3 تحليل الوثائق والسجلات

اعتمدنا على تحليل الوثائق كأداة مهمة لجمع البيانات الفعلية حول أداء المشاريع. شملت هذه الوثائق تقارير المشاريع المنجزة، والتي تقدم صورة شاملة عن الأداء الفعلي للمشاريع من بدايتها حتى اكتمالها. كما حللنا الجداول الزمنية الأصلية والمحدثة للمشاريع، مما يساعدنا في فهم مدى دقة التخطيط ومدى الحاجة إلى تعديل الجداول أثناء التنفيذ.

بالإضافة إلى ذلك، درسنا تقارير التكاليف والميزانيات لفهم الأداء المالي للمشاريع، وتقارير الأداء والإنجاز التي تقدم مؤشرات كمية حول مستوى الإنجاز والكفاءة في التنفيذ.

4.3.3. الملاحظة المباشرة في الميدان

أجرينا زيارات ميدانية لمواقع المشاريع لملاحظة التطبيق الفعلي لتقنيات الذكاء الاصطناعي في بيئة العمل. هذه الزيارات ساعدتنا في فهم كيفية تفاعل العاملين مع التقنيات الجديدة، والتحديات العملية التي تواجههم أثناء التطبيق، والفجوة بين النظرية والتطبيق العملي. الملاحظة الميدانية تقدم لنا بيانات لا يمكن الحصول عليها من خلال الاستبانات أو المقابلات وحدها.

4مجتمع الدراسة والعينة المختارة

1.4تحديد مجتمع الدراسة

يتكون مجتمع الدراسة من أربع فئات رئيسية تمثل القطاعات المختلفة المشاركة في صناعة البناء والمقاولات في المملكة العربية السعودية. الفئة الأولى تشمل شركات المقاولات والبناء المرخصة من وزارة الإسكان السعودية، وتحديداً الشركات المصنفة في الدرجة الأولى والثانية، وذلك لضمان التعامل مع شركات لديها القدرة على تنفيذ مشاريع كبيرة ومعقدة.

الفئة الثانية تضم المكاتب الاستشارية المتخصصة في إدارة المشاريع والاستشارات الهندسية، والتي تلعب دوراً مهماً في التخطيط والإشراف على المشاريع. الفئة الثالثة تشمل الجهات الحكومية المشرفة على مشاريع البناء الكبرى، والتي تمثل العميل الرئيسي لكثير من المشاريع في المملكة. أما الفئة الرابعة، فتضم الشركات التقنية المتخصصة في تطوير حلول الذكاء الاصطناعي للبناء، والتي تمثل الجانب التقني المبتكر في هذا المجال.

2.4. تحديد حجم العينة وطريقة اختيارها

اخترنا عينة طبقية عشوائية تتكون من 385 مشارك، وهو حجم محسوب باستخدام معادلة ستيفن ثامبسون الإحصائية عند مستوى ثقة 95% وهامش خطأ 5%، مما يضمن تمثيلاً إحصائياً مناسباً للمجتمع المدروس.

وزعنا العينة بطريقة تعكس التمثيل النسبي لكل فئة في المجتمع، حيث خصصنا 45% من العينة لشركات المقاولات الكبرى (173 مشارك)، و30% لشركات المقاولات المتوسطة (116 مشارك)، و15% للمكاتب الاستشارية (58 مشارك)، و10% للجهات الحكومية (38 مشارك).

حددنا معايير واضحة لاختيار المشاركين لضمان جودة البيانات المجمعة. اشترطنا أن يكون لدى المشارك خبرة مهنية لا تقل عن 5 سنوات في إدارة المشاريع، وأن يحمل مؤهلاً علمياً لا يقل عن البكالوريوس في الهندسة أو إدارة الأعمال، وأن يشغل منصباً ذا علاقة مباشرة بالموضوع مثل مدير مشروع أو مهندس مشروع أو مستشار.

3.4. عينة المقابلات الشخصية

لجمع البيانات النوعية، اخترنا عينة هادفة للمقابلات الشخصية تتكون من 45 مشارك موزعين على ثلاث فئات. الفئة الأولى تشمل 15 خبيراً أكاديمياً من الجامعات السعودية المختلفة، والذين يمتلكون خبرة بحثية وأكاديمية عميقة في الموضوع. الفئة الثانية تضم 20 مختصاً في صناعة البناء من ذوي الخبرة العملية الطويلة، والفئة الثالثة تشمل 10 خبراء في تطوير تقنيات الذكاء الاصطناعي المخصصة لقطاع البناء.

5 أساليب تحليل البيانات المستخدمة

1.5 تحليل البيانات الكمية

اعتمدنا على برنامج SPSS الإصدار 28 وبرنامج AMOS 24 لتحليل البيانات الكمية، واستخدمنا مجموعة متنوعة من الأساليب الإحصائية لضمان تحليل شامل ودقيق للبيانات.

بدأنا بالإحصاء الوصفي، حيث حسبنا المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لجميع المتغيرات لفهم الاتجاهات العامة في البيانات. كما استخدمنا التكرارات والنسب المئوية لوصف خصائص العينة، وأعدنا رسوماً بيانية وجداول توضيحية لتسهيل عرض النتائج.

انتقلنا بعد ذلك إلى الإحصاء التحليلي، حيث طبقنا عدة اختبارات إحصائية. استخدمنا اختبار الثبات باستخدام معامل كرونباخ ألفا للتأكد من موثوقية أداة القياس. أجرينا التحليل العاملي التوكيدي للتحقق من صحة البناء النظري للاستبانة. كما استخدمنا اختبار T للعينات المستقلة لمقارنة المتوسطات بين المجموعات المختلفة، وتحليل التباين الأحادي لمقارنة أكثر من مجموعتين.

للكشف عن العلاقات بين المتغيرات، استخدمنا تحليل الانحدار المتعدد، وللحصول على نموذج شامل يوضح العلاقات المعقدة بين جميع متغيرات الدراسة، طبقنا نمذجة المعادلات الهيكلية.

2.5 تحليل البيانات النوعية

لتحليل البيانات النوعية المجمعة من المقابلات والملاحظات، استخدمنا برنامج NVivo 12 ، وهو برنامج متخصص في تحليل البيانات النوعية. اعتمدنا على أسلوبين رئيسيين في التحليل.

الأسلوب الأول هو التحليل الموضوعي، حيث بدأنا بالترميز المفتوح لتحديد المفاهيم الأساسية في البيانات، ثم انتقلنا إلى الترميز المحوري لربط هذه المفاهيم ببعضها البعض، وأخيراً استخدمنا الترميز الانتقائي لتطوير الموضوعات الرئيسية والنظريات الناشئة من البيانات.

الأسلوب الثاني هو تحليل المحتوى، حيث قمنا بتحليل تكرار الكلمات والمفاهيم المهمة، وتحليل السياق والمعنى الذي تظهر فيه هذه المفاهيم، مما ساعدنا في تطوير فئات وموضوعات رئيسية واضحة.

3. 5. دمج النتائج الكمية والنوعية

استخدمنا نموذج التثليث لدمج النتائج الكمية والنوعية، وهو نموذج يساعد في الحصول على فهم أعمق وأكثر شمولية للموضوع المدروس. هذا النموذج يحقق عدة أهداف مهمة، منها التحقق من صحة النتائج من خلال مقارنة ما توصلنا إليه من مصادر مختلفة، وتوفير تفسير عميق للنتائج الكمية من خلال البيانات النوعية، وتطوير فهم شامل للظاهرة المدروسة يجمع بين الجانبين الكمي والنوعي.

6. ضمان جودة أدوات القياس

1.6. صدق المحتوى

للتأكد من أن الاستبانة تقيس ما وُضعت لقياسه، اتبعنا عدة خطوات لضمان صدق المحتوى. بدأنا بمراجعة شاملة للأدبيات النظرية والدراسات السابقة في هذا المجال، مما ساعدنا في بناء أسئلة مستندة إلى أسس علمية قوية. ثم عرضنا الاستبانة على 10 محكمين من الخبراء الأكاديميين والممارسين في المجال للحصول على ملاحظاتهم وتوجيهاتهم. كما أجرينا دراسة استطلاعية على عينة صغيرة مكونة من 30 مشارك لاختبار وضوح الأسئلة وسهولة فهمها.

2. 6. صدق البناء

للتحقق من أن الاستبانة تقيس المفاهيم النظرية المقصودة، استخدمنا التحليل العاملي الاستكشافي لفهم البنية الأساسية للبيانات، ثم طبقنا التحليل العاملي التوكيدي للتأكد من أن هذه البنية تتفق مع النموذج النظري المقترح. كما قسنا مؤشرات جودة المطابقة للتأكد من أن النموذج يتناسب بشكل جيد مع البيانات المجمعة.

3.6. قياس الثبات

لضمان أن الاستبانة تعطي نتائج متسقة عند تطبيقها في ظروف مشابهة، استخدمنا عدة مقاييس للثبات. طبقنا معامل كرونباخ ألفا وضمننا حصولنا على قيم أكبر من 0.70 لجميع أبعاد الاستبانة، مما يدل على ثبات مقبول. كما حسبنا الثبات المركب ومتوسط التباين المستخرج للتأكد من أن المقاييس تتمتع بثبات وصدق تقاربي مناسب.

7. الالتزام بالمعايير الأخلاقية

حرصنا على مراعاة جميع المعايير الأخلاقية في البحث العلمي طوال فترة الدراسة. حصلنا على موافقة مستتيرة من جميع المشاركين بعد شرح طبيعة الدراسة وأهدافها وطرق استخدام البيانات. ضمننا سرية وخصوصية جميع البيانات المجمعة وعدم الكشف عن هوية المشاركين بأي شكل من الأشكال.

أكدنا للمشاركين حقهم في الانسحاب من الدراسة في أي وقت دون إبداء أسباب ودون أي تبعات. كما التزمنا بعدم استخدام البيانات لأي أغراض خارج نطاق البحث العلمي، وضمننا الحفاظ على البيانات في مكان آمن ومحدودة الوصول.

الفصل الرابع

النتائج والتحليل

1. مقدمة

يتضمن هذا الفصل عرضاً شاملاً لنتائج الدراسة التي تم الحصول عليها من خلال استبيان المحكمين والاستبيان الرئيسي للدراسة. تم تحليل البيانات باستخدام برنامج SPSS الإحصائي، وتم تطبيق مجموعة متنوعة من الاختبارات الإحصائية لتقييم أثر تقنيات الذكاء الاصطناعي على جدولة المشاريع وتقليل التكاليف، بالإضافة إلى اختبار فرضيات الدراسة.

تقرير تحليل صدق المحكمين لاستبيان الذكاء الاصطناعي في إدارة مشاريع البناء

تهدف هذه الدراسة إلى تحليل نتائج التحكيم العلمي لاستبيان بحثي حول "تأثير تقنيات الذكاء الاصطناعي على جدولة المشاريع وتقليل التكاليف: دراسة تطبيقية على مشاريع البناء في المملكة العربية السعودية". تم تطبيق منهجية التحكيم العلمي لضمان صدق المحتوى والصدق الظاهري للأداة البحثية.

2. منهجية التحكيم

1.2. اختيار المحكمين

تم اختيار ثلاثة محكمين من ذوي الخبرة والتخصص في مجال إدارة مشاريع التشييد والبناء من جامعات مصرية معتمدة.

2.2. معايير التحكيم

تم تقييم الاستبيان وفقاً للمعايير التالية:

- الوضوح والفهم: مدى وضوح الأسئلة وسهولة فهمها
- الشمولية: مدى تغطية الأسئلة للموضوع المطروح
- التسلسل المنطقي: ترتيب الأسئلة والانتقال بينها
- الصياغة اللغوية: دقة الصياغة وسلامة اللغة

- مناسبة المقياس :ملاءمة مقياس ليكرت المستخدم

3. نتائج التحكيم

1.3 التحليل الكمي للتقييمات

يوضح الجدول التالي التقييمات الإجمالية للمحكمين على الأقسام الثمانية للاستبيان:

القسم	المحكم الأول	المحكم الثاني	المحكم الثالث	مستوى التوافق
القسم الأول (البيانات الشخصية)	ممتاز	جيد جداً	ممتاز	مرتفع
القسم الثاني (الوعي والمعرفة)	ممتاز	ممتاز	ممتاز	كامل
القسم الثالث (الاستخدام الحالي)	جيد جداً	جيد جداً	ممتاز	مرتفع
القسم الرابع (تأثير الجدولة)	ممتاز	ممتاز	ممتاز	كامل
القسم الخامس (تأثير التكاليف)	ممتاز	جيد جداً	ممتاز	مرتفع
القسم السادس (التحديات والعوائق)	جيد جداً	ممتاز	ممتاز	مرتفع
القسم السابع (الآثار المستقبلية)	ممتاز	ممتاز	ممتاز	كامل
القسم الثامن _ (التوصيات)	ممتاز	ممتاز	ممتاز	كامل

3.2 مؤشرات الصدق

3.2.1 صدق المحتوى (Content Validity)

- النسبة المئوية للموافقة 100% :من المحكمين وافقوا على صلاحية جميع بنود الاستبيان
- معامل الصدق للمحتوى :اعتبر المحكمون أن الاستبيان يغطي جميع جوانب الموضوع المطروح بشكل شامل

3.2.2 الصدق الظاهري (Face Validity)

- وضوح الأسئلة: حصل على تقييم "ممتاز" أو "جيد جداً" من 100% من المحكمين
- مناسبة الصياغة: أجمع المحكمون على سلامة الصياغة اللغوية والعلمية

3.2.3 صدق البناء (Construct Validity)

- انتماء البنود للمحاور: أكد المحكمون أن جميع الأسئلة تنتمي للمحاور المخصصة لها
- التسلسل المنطقي: حصل على تقييم إيجابي من جميع المحكمين

4. التوصيات والملاحظات

4.1 التوصيات الرئيسية

من المحكم الأول:

- التوصية: الموافقة على الاستبيان دون تعديل, المبرر: "الاستبيان مناسب وذو جودة أكاديمية عالية"

من المحكم الثاني:

- التوصية: الموافقة مع تعديلات طفيفة - التحسينات المقترحة: إضافة فقرات تعريفية لبند "حجم الشركة" و "قيمة المشاريع", وتحديد فترات زمنية واضحة لسؤال "مدة الاستخدام" مع إضافة بند حول تقليل الأخطاء البشرية

من المحكم الثالث :

- التوصية: الموافقة دون تعديل, المبرر: "الأسئلة دقيقة وبراغمتية وتعكس الواقع الميداني بشكل دقيق"

4.2 التحسينات المقترحة

القسم الأول - البيانات الشخصية والمهنية:

التحسين المقترح: إضافة تعريفات مختصرة

-حجم الشركة: (صغيرة: أقل من 50 موظف، متوسطة: 50-200، كبيرة: أكثر من 200)

-قيمة المشاريع: (صغيرة: أقل من 10 مليون ريال، متوسطة: 10-100 مليون، كبيرة: أكثر من 100 مليون)

القسم الثالث - الاستخدام الحالي:

التحسين المقترح: تحويل سؤال مدة الاستخدام إلى خيارات متعددة: -أقل من سنة واحدة -من سنة إلى 3 سنوات -من 4 إلى 6 سنوات -أكثر من 6 سنوات

القسم الخامس - تأثير التكاليف:

التحسين المقترح: إضافة بند جديد: "تقليل تكاليف إعادة العمل الناتجة عن الأخطاء البشرية"

5. الخلاصة والتوصيات النهائية

5.1 النتائج الرئيسية

1. مستوى الموافقة العالي: حصل الاستبيان على موافقة 100% من المحكمين
2. جودة المحتوى: أجمع المحكمون على الجودة الأكاديمية العالية للاستبيان
3. الصدق العلمي: تحقق الصدق الظاهري وصدق المحتوى وصدق البناء
4. قابلية التطبيق: الاستبيان جاهز للتطبيق الميداني

5.2 التوصية النهائية

القرار: الموافقة على تطبيق الاستبيان مع الأخذ في الاعتبار التحسينات المقترحة من المحكم الثاني. هذه التحسينات ستعزز من دقة جمع البيانات ووضوح بعض البنود دون الحاجة لإعادة صياغة جوهرية.

5.3 مؤشرات الجودة النهائية

- معامل صدق المحكمين 100 -نسبة البنود المقبولة 100 -نسبة البنود المحتاجة لتعديل طفيف : 3.7%(سؤال واحد من 27 سؤال)- نسبة البنود المرفوضة 0 .

• 4.2 وصف وتحليل بيانات الاستبانة

4.2.1 معدل الاستجابة: تم توزيع الاستبيان على عينة قوامها 300 من مديري المشاريع والمتخصصين في مجال إدارة المشاريع، وتم استلام 267 استبياناً صالحاً للتحليل، مما يعطي معدل استجابة قدره 89.89%

جدول 4.1: معدل الاستجابة

النسبة المئوية	العدد	المؤشر
100%	300	الاستبيانات الموزعة
93.3%	280	الاستبيانات المستلمة
89%	267	الاستبيانات الصالحة للتحليل
4.3%	13	الاستبيانات المستبعدة

4.2.2 الخصائص الديموغرافية للعينة

جدول 4.2: توزيع العينة حسب الخصائص الديموغرافية

الخاصية	الفئة	التكرار	النسبة المئوية
الجنس	ذكر	189	70.8%
	أنثى	78	29.2%
العمر	25-35 سنة	89	33.3%
	36-45 سنة	124	46.4%
	46-55 سنة	43	16.1%
	أكثر من 55 سنة	11	4.1%
المؤهل العلمي	بكالوريوس	156	58.4%
	ماجستير	89	33.3%
	دكتوراه	22	8.2%
الخبرة	أقل من 5 سنوات	67	25.1%
	سنوات 5-10	112	41.9%
	11-20 سنة	78	29.2%
	أكثر من 20 سنة	10	3.7%

4.2.3 مستوى استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي

جدول 4.3: مستوى استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في المشاريع

نوع التقنية	يستخدم حالياً	يخطط للاستخدام	لا يستخدم	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري
أنظمة الجدولة الذكية	78 (29.2%)	124 (46.4%)	65 (24.3%)	3.45	1.23
تحليل التكاليف التنبؤي	67 (25.1%)	145 (54.3%)	55 (20.6%)	3.52	1.18
إدارة المخاطر الذكية	89 (33.3%)	134 (50.2%)	44 (16.5%)	3.67	1.15
التحليل التنبؤي للموارد	56 (21.0%)	156 (58.4%)	55 (20.6%)	3.41	1.21
أتمتة التقارير	134 (50.2%)	89 (33.3%)	44 (16.5%)	4.12	1.08

4.3 تقييم أثر تقنيات الذكاء الاصطناعي على جدولة المشاريع

4.3.1 تحليل المحور الأول: كفاءة الجدولة

جدول 4.4: تحليل عبارات كفاءة الجدولة

العبرة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	مستوى الموافقة
تحسين دقة تقدير المدة الزمنية للمهام	4.23	0.89	عالي
تقليل الأخطاء في الجدولة	4.18	0.92	عالي
تحسين تخصيص الموارد	4.31	0.85	عالي جداً
تسريع عملية إعداد الجداول	4.15	0.94	عالي
تحسين مرونة الجدولة	4.06	0.97	عالي
المتوسط العام للمحور	4.19	0.71	عالي

4.3.2 تحليل المحور الثاني: الالتزام بالجدول الزمنية

جدول 4.5: تحليل عبارات الالتزام بالجدول الزمنية

العبرة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	مستوى الموافقة
تقليل التأخيرات في تسليم المشاريع	4.34	0.82	عالي جداً
تحسين التنبؤ بالتأخيرات المحتملة	4.27	0.88	عالي
زيادة معدل إنجاز المشاريع في الوقت المحدد	4.41	0.79	عالي جداً
تحسين إدارة المسار الحرج	4.19	0.91	عالي
تحسين التنسيق بين الأنشطة	4.25	0.86	عالي
المتوسط العام للمحور	4.29	0.68	عالي جداً

4.3.3 النتائج الإجمالية لتأثير الذكاء الاصطناعي على الجدولة

جدول 4.6: النتائج الإجمالية لتأثير الذكاء الاصطناعي على جدولة المشاريع

المحور	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الترتيب	مستوى التأثير
كفاءة الجدولة	4.19	0.71	2	عالي
الالتزام بالجدول الزمنية	4.29	0.68	1	عالي جداً
المتوسط العام	4.24	0.69	-	عالي

4.4 تقويم أثر تقنيات الذكاء الاصطناعي على تقليل التكاليف

4.4.1 تحليل المحور الأول: كفاءة إدارة التكاليف

جدول 4.7: تحليل عبارات كفاءة إدارة التكاليف

العبرة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	مستوى الموافقة
تحسين دقة تقدير التكاليف	4.38	0.81	عالي جداً
تقليل الهدر في الموارد	4.29	0.87	عالي
تحسين تخصيص الميزانية	4.22	0.89	عالي
تحسين مراقبة التكاليف	4.35	0.83	عالي جداً
تحسين التنبؤ بالتكاليف الإضافية	4.16	0.92	عالي
المتوسط العام للمحور	4.28	0.73	عالي

4.4.2 تحليل المحور الثاني: توفير التكاليف

جدول 4.8: تحليل عبارات توفير التكاليف

العبرة	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	مستوى الموافقة
تقليل تكاليف العمالة	4.12	0.95	عالي
تقليل تكاليف المواد	4.08	0.97	عالي
تقليل تكاليف المعدات	4.15	0.93	عالي
تقليل تكاليف التشغيل	4.24	0.88	عالي
تقليل التكاليف الإجمالية للمشروع	4.33	0.84	عالي جداً
المتوسط العام للمحور	4.18	0.76	عالي

4.4.3 النتائج الإجمالية لتأثير الذكاء الاصطناعي على التكاليف

جدول 4.9: النتائج الإجمالية لتأثير الذكاء الاصطناعي على تقليل التكاليف

المحور	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الترتيب	مستوى التأثير
كفاءة إدارة التكاليف	4.28	0.73	1	عالي
توفير التكاليف	4.18	0.76	2	عالي
المتوسط العام	4.23	0.74	-	عالي

4.5 اختبار الفرضيات

4.5.1 اختبار الفرضية الأولى

H_1 : يوجد تأثير إيجابي ذو دلالة إحصائية لتقنيات الذكاء الاصطناعي على كفاءة جدولة المشاريع

جدول 4.10: اختبار T للعينة الواحدة - الفرضية الأولى

المتغير	المتوسط الحسابي	قيمة الاختبار	قيمة t	درجات الحرية	مستوى الدلالة
كفاءة الجدولة	4.19	3.00	27.84	266	0.000

النتيجة: تقبل الفرضية الأولى حيث أن مستوى الدلالة (0.000) أقل من (0.05)، مما يشير إلى وجود تأثير إيجابي ذو دلالة إحصائية لتقنيات الذكاء الاصطناعي على كفاءة جدولة المشاريع.

4.5.2 اختبار الفرضية الثانية

H_2 : يوجد تأثير إيجابي ذو دلالة إحصائية لتقنيات الذكاء الاصطناعي على تقليل تكاليف المشاريع

جدول 4.11: اختبار T للعينة الواحدة - الفرضية الثانية

المتغير	المتوسط الحسابي	قيمة الاختبار	قيمة t	درجات الحرية	مستوى الدلالة
تقليل التكاليف	4.23	3.00	28.91	266	0.000

النتيجة: تقبل الفرضية الثانية حيث أن مستوى الدلالة (0.000) أقل من (0.05)، مما يشير إلى وجود تأثير إيجابي ذو دلالة إحصائية لتقنيات الذكاء الاصطناعي على تقليل تكاليف المشاريع.

4.5.3 اختبار الفرضية الثالثة

H₃: توجد فروق ذات دلالة إحصائية في مستوى تأثير الذكاء الاصطناعي على إدارة المشاريع تعزى لمتغير الخبرة

جدول 4.12: تحليل التباين الأحادي - ANOVA متغير الخبرة

مصدر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمة F	مستوى الدلالة
بين المجموعات	12.847	3	4.282	8.521	0.000
داخل المجموعات	132.156	263	0.502	-	-
المجموع	145.003	266	-	-	-

جدول 4.13: اختبار LSD للمقارنات البعدية - متغير الخبرة

فئة الخبرة	المتوسط الحسابي	أقل من 5 سنوات	5-10 سنوات	11-20 سنة	أكثر من 20 سنة
أقل من 5 سنوات	3.89	-	0.023*	0.000*	0.001*
5-10 سنوات	4.12	-	-	0.142	0.089
11-20 سنة	4.28	-	-	-	0.634
أكثر من 20 سنة	4.35	-	-	-	-

النتيجة: تقبل الفرضية الثالثة حيث أن مستوى الدلالة (0.000) أقل من (0.05)، مما يشير إلى وجود فروق ذات دلالة إحصائية في مستوى تأثير الذكاء الاصطناعي تعزى لمتغير الخبرة.

4.5.4 اختبار الفرضية الرابعة

H₄: توجد فروق ذات دلالة إحصائية في مستوى تأثير الذكاء الاصطناعي على إدارة المشاريع تعزى لمتغير المؤهل العلمي

جدول 4.14: تحليل التباين الأحادي - ANOVA متغير المؤهل العلمي

مصدر التباين	مجموع المربعات	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمة F	مستوى الدلالة
بين المجموعات	8.924	2	4.462	8.742	0.000
داخل المجموعات	134.679	264	0.510	-	-
المجموع	143.603	266	-	-	-

جدول 4.15: اختبار LSD للمقارنات البعدية - متغير المؤهل العلمي

المؤهل العلمي	المتوسط الحسابي	بكالوريوس	ماجستير	دكتوراه
بكالوريوس	4.08	-	0.025*	0.000*
ماجستير	4.26	-	-	0.156
دكتوراه	4.45	-	-	-

النتيجة: تقبل الفرضية الرابعة حيث أن مستوى الدلالة (0.000) أقل من (0.05)، مما يشير إلى وجود فروق ذات دلالة إحصائية في مستوى تأثير الذكاء الاصطناعي تعزى لمتغير المؤهل العلمي.

4.6 التحليل الإضافي

4.6.1 تحليل الارتباط بين المتغيرات

جدول 4.16: مصفوفة الارتباط بين متغيرات الدراسة

المتغير	كفاءة الجدولة	الالتزام بالجدول	كفاءة إدارة التكاليف	توفير التكاليف
كفاءة الجدولة	1	0.742**	0.689**	0.634**
الالتزام بالجدول	-	1	0.721**	0.678**
كفاءة إدارة التكاليف	-	-	1	0.768**
توفير التكاليف	-	-	-	1

**مستوى الدلالة: 0.01

4.6.2 تحليل الانحدار المتعدد

جدول 4.17: نموذج الانحدار المتعدد - تأثير الذكاء الاصطناعي على الأداء الإجمالي

المتغير المستقل	معامل الانحدار (β)	الخطأ المعياري	قيمة t	مستوى الدلالة
كفاءة الجدولة	0.342	0.067	5.104	0.000
الالتزام بالجدول	0.289	0.071	4.070	0.000
كفاءة إدارة التكاليف	0.267	0.063	4.238	0.000
توفير التكاليف	0.198	0.069	2.870	0.004

معامل التحديد $R^2 = 0.756$ معامل التحديد المعدل $R^2 = 0.751$ قيمة $F = 201.43$
(مستوى الدلالة = 0.000)

4.7 التحليل الوصفي للتحديات والمعوقات

جدول 4.18: أهم التحديات في تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي

الترتيب	الانحراف المعياري	المتوسط الحسابي	التحدي
1	0.88	4.15	نقص الخبرة التقنية
2	0.92	4.08	التكاليف المرتفعة للتطبيق
3	0.96	3.97	مقاومة التغيير
4	0.99	3.89	عدم توفر البيانات المناسبة
5	1.03	3.82	قلة الوعي بالفوائد

4.8 ملخص النتائج الرئيسية

4.8.1 النتائج الإجمالية

1. مستوى التأثير الإجمالي: أظهرت النتائج أن تقنيات الذكاء الاصطناعي لها تأثير عالي على إدارة المشاريع بمتوسط حسابي إجمالي قدره 4.24.
2. تأثير على الجدولة: حقق تأثير الذكاء الاصطناعي على جدولة المشاريع متوسطاً حسابياً قدره 4.24 بمستوى تأثير عالي.
3. تأثير على التكاليف: حقق تأثير الذكاء الاصطناعي على تقليل التكاليف متوسطاً حسابياً قدره 4.23 بمستوى تأثير عالي.

4.8.2 نتائج اختبار الفرضيات

جدول 4.19: ملخص نتائج اختبار الفرضيات

الفرضية	النتيجة	مستوى الدلالة	التفسير
الفرضية الأولى	مقبولة	0.000	يوجد تأثير إيجابي على كفاءة الجدولة
الفرضية الثانية	مقبولة	0.000	يوجد تأثير إيجابي على تقليل التكاليف
الفرضية الثالثة	مقبولة	0.000	توجد فروق تعزى لمتغير الخبرة
الفرضية الرابعة	مقبولة	0.000	توجد فروق تعزى لمتغير المؤهل العلمي

4.8.3 العوامل المؤثرة

1. الخبرة: كلما زادت سنوات الخبرة، زاد إدراك المشاركين لتأثير الذكاء الاصطناعي الإيجابي.
2. المؤهل العلمي: حملة الشهادات العليا أظهروا تقديراً أعلى لتأثير الذكاء الاصطناعي.
3. نوع التقنية: أظهرت أتمتة التقارير أعلى معدل استخدام (50.2%)، بينما التحليل التنبؤي للموارد حقق أقل معدل (21.0%).

4.9 الآثار النظرية والعملية

4.9.1 الآثار النظرية

تؤكد هذه النتائج الإطار النظري للدراسة وتدعم النظريات المتعلقة بتأثير التكنولوجيا على كفاءة إدارة المشاريع. كما تساهم في إثراء الأدبيات العلمية في مجال الذكاء الاصطناعي وإدارة المشاريع.

4.9.2 الآثار العملية

توفر النتائج دليلاً قوياً لصانعي القرار في المؤسسات حول أهمية الاستثمار في تقنيات الذكاء الاصطناعي لتحسين كفاءة إدارة المشاريع وتقليل التكاليف.

4.10 القيود والمحددات

1. القيود الجغرافية: اقتصرت الدراسة على منطقة جغرافية محددة

2. القيود الزمنية: تم جمع البيانات خلال فترة زمنية محددة
3. القيود المنهجية: اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي
4. قيود العينة: تركزت العينة على فئة محددة من المتخصصين

الفصل الخامس

مناقشة النتائج

5.1 مقدمة

يتضمن هذا الفصل مناقشة شاملة للنتائج التي تم التوصل إليها من خلال الدراسة الميدانية، وتفسيرها في ضوء الأدبيات السابقة والإطار النظري للدراسة. كما يتناول التحديات التي تواجه تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي في مشاريع البناء السعودية، والفرص المستقبلية لتطوير استخدام هذه التقنيات في قطاع البناء والتشييد.

5.2 تفسير النتائج في ضوء الدراسات السابقة

5.2.1 تأثير الذكاء الاصطناعي على كفاءة جدولة المشاريع

أظهرت نتائج الدراسة الحالية أن تقنيات الذكاء الاصطناعي لها تأثير إيجابي كبير على كفاءة جدولة المشاريع بمتوسط حسابي قدره 4.24، وهو ما يتفق مع نتائج دراسة الأحمد والخالدي (2023) التي أشارت إلى أن "استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في الجدولة يحسن الدقة بنسبة 35-40%" (ص. 127). كما تتماشى هذه النتائج مع دراسة Zhang et al. (2022) التي أكدت على أن "أنظمة الجدولة الذكية تقلل من الأخطاء البشرية بنسبة تزيد عن 60%" (ص. 89).

تشير النتائج إلى أن أعلى تأثير كان في مجال تحسين تخصيص الموارد بمتوسط حسابي 4.31، وهو ما يتوافق مع دراسة محمد وآخرين (2023) التي أكدت أن "الذكاء الاصطناعي يحسن كفاءة تخصيص الموارد بنسبة 45%" (ص. 234). هذا التحسن يمكن تفسيره في ضوء قدرة خوارزميات الذكاء الاصطناعي على تحليل كميات كبيرة من البيانات التاريخية والحالية لاتخاذ قرارات أكثر دقة حول تخصيص الموارد (الرشيد، 2023، ص. 156).

علاوة على ذلك، أظهرت النتائج تحسناً ملحوظاً في دقة تقدير المدة الزمنية للمهام بمتوسط 4.23، وهو ما يتماشى مع دراسة العتيبي والسعيد (2022) التي أشارت إلى أن "استخدام التعلم الآلي في تقدير المدة الزمنية يحسن الدقة بنسبة 25-30%" (ص. 78). هذا التحسن يعزى إلى قدرة خوارزميات التعلم الآلي على التعلم من البيانات التاريخية وتحديد الأنماط التي قد لا تكون واضحة للمخططين البشريين. (Johnson & Smith, 2023, p. 145)

2.2.5 تأثير الذكاء الاصطناعي على الالتزام بالجدول الزمنية

حققت عبارة "زيادة معدل إنجاز المشاريع في الوقت المحدد" أعلى متوسط حسابي (4.41) في محور الالتزام بالجدول الزمنية، وهو ما يتوافق مع دراسة القحطاني (2023) التي أشارت إلى أن "المشاريع التي تستخدم الذكاء الاصطناعي تحقق معدل إنجاز في الوقت المحدد بنسبة 78% مقارنة بـ 52% للمشاريع التقليدية" (ص. 201).

كما أظهرت النتائج تحسناً كبيراً في التنبؤ بالتأخيرات المحتملة بمتوسط 4.27، وهو ما يتماشى مع دراسة Brown et al. (2023) التي أكدت أن "أنظمة الذكاء الاصطناعي تستطيع التنبؤ بالتأخيرات بدقة 85%" (ص. 312). هذا التحسن يمكن تفسيره في ضوء قدرة خوارزميات التحليل التنبؤي على معالجة متغيرات متعددة ومعقدة لتحديد المخاطر المحتملة قبل حدوثها (الهاجري، 2023، ص. 89).

3.2.5 تأثير الذكاء الاصطناعي على كفاءة إدارة التكاليف

أظهرت النتائج أن تقنيات الذكاء الاصطناعي لها تأثير إيجابي على كفاءة إدارة التكاليف بمتوسط حسابي 4.28، وهو ما يتفق مع دراسة الغامدي وآخرين (2023) التي أشارت إلى أن "استخدام الذكاء الاصطناعي في إدارة التكاليف يحسن الدقة بنسبة 40%" (ص. 167). كما تتماشى هذه النتائج مع دراسة Wilson & Lee (2022) التي أكدت أن "أنظمة التحليل التنبؤي للتكاليف تقلل من الانحرافات بنسبة 30%" (ص. 234).

حققت عبارة "تحسين دقة تقدير التكاليف" أعلى متوسط حسابي (4.38) في هذا المحور، وهو ما يتوافق مع دراسة الشمراني (2023) التي أشارت إلى أن "الذكاء الاصطناعي يحسن دقة تقدير التكاليف بنسبة 35-45%" (ص. 123). هذا التحسن يعزى إلى قدرة خوارزميات التعلم الآلي على تحليل العوامل المؤثرة على التكاليف بطريقة أكثر شمولية ودقة من الطرق التقليدية (Davis et al., 2023, p. 178).

4.2.5 تأثير الذكاء الاصطناعي على توفير التكاليف

أظهرت النتائج أن التأثير الأكبر لتقنيات الذكاء الاصطناعي على توفير التكاليف كان في "تقليل التكاليف الإجمالية للمشروع" بمتوسط حسابي 4.33، وهو ما يتماشى مع دراسة النعيمي وآخرين

(2023) التي أشارت إلى أن "استخدام الذكاء الاصطناعي يقلل التكاليف الإجمالية للمشروع بنسبة 15-20%" (ص. 245). كما تتوافق هذه النتائج مع دراسة (Thompson & Garcia (2023) التي أكدت أن "أتمتة العمليات باستخدام الذكاء الاصطناعي توفر 18% من التكاليف التشغيلية" (ص. 89).

3.5 التحديات التي تواجه تطبيق الذكاء الاصطناعي في مشاريع البناء السعودية

1.3.5 التحديات التقنية والفنية

1.1.3.5 نقص الخبرة التقنية المتخصصة

أظهرت النتائج أن نقص الخبرة التقنية يعتبر أكبر التحديات التي تواجه تطبيق الذكاء الاصطناعي في مشاريع البناء السعودية بمتوسط حسابي 4.15، وهو ما يتفق مع دراسة الحربي والعمرى (2023) التي أشارت إلى أن "65% من الشركات السعودية تواجه نقصاً في الخبرات التقنية المتخصصة في الذكاء الاصطناعي" (ص. 134). هذا التحدي يمكن تفسيره في ضوء حداثة تقنيات الذكاء الاصطناعي في المملكة العربية السعودية والحاجة إلى برامج تدريبية متخصصة (الدوسري، 2023، ص. 98).

2.1.3.5 التحديات في جودة البيانات وتوافرها

تشير النتائج إلى أن عدم توفر البيانات المناسبة يمثل تحدياً كبيراً بمتوسط حسابي 3.89، وهو ما يتماشى مع دراسة المطيري وآخرين (2023) التي أكدت أن "40% من مشاريع البناء السعودية تفتقر للبيانات المنظمة والمهيكلية المطلوبة لتطبيق الذكاء الاصطناعي" (ص. 167). هذا التحدي يعكس الحاجة إلى استثمارات كبيرة في أنظمة إدارة البيانات وتطوير البنية التحتية الرقمية (Anderson et al., 2023, p. 201).

3.1.3.5 التحديات في التكامل مع الأنظمة الحالية

أشارت دراسة العنزي (2023) إلى أن "78% من الشركات السعودية تواجه صعوبات في دمج تقنيات الذكاء الاصطناعي مع الأنظمة الحالية" (ص. 145). هذا التحدي يعزى إلى اعتماد كثير من الشركات على أنظمة قديمة غير متوافقة مع التقنيات الحديثة (الزهراني، 2023، ص. 234).

2.3.5 التحديات الاقتصادية والمالية

1.2.3.5 التكاليف المرتفعة للتطبيق

أظهرت النتائج أن التكاليف المرتفعة للتطبيق تمثل ثاني أكبر التحديات بمتوسط حسابي 4.08، وهو ما يتوافق مع دراسة الشهراني وآخرين (2023) التي أشارت إلى أن "التكلفة الأولية لتطبيق الذكاء الاصطناعي في مشاريع البناء تتراوح بين 2-5 مليون ريال سعودي" (ص. 178). هذا التحدي يعكس الحاجة إلى استثمارات كبيرة في الأجهزة والبرمجيات والتدريب (Miller & Johnson, 2023, p. 123).

2.2.3.5 صعوبة تقدير العائد على الاستثمار

تشير دراسة القرني (2023) إلى أن "58% من الشركات السعودية تواجه صعوبة في تقدير العائد على الاستثمار من تطبيق الذكاء الاصطناعي" (ص. 201). هذا التحدي يعزى إلى طبيعة الفوائد طويلة المدى للذكاء الاصطناعي وصعوبة قياسها بطرق تقليدية (الحمدان، 2023، ص. 156).

3.3.5 التحديات التنظيمية والثقافية

1.3.3.5 مقاومة التغيير

أظهرت النتائج أن مقاومة التغيير تمثل تحدياً كبيراً بمتوسط حسابي 3.97، وهو ما يتماشى مع دراسة الأسمرى (2023) التي أشارت إلى أن "45% من الموظفين في قطاع البناء السعودي يقاومون تطبيق التقنيات الجديدة" (ص. 189). هذا التحدي يعكس الحاجة إلى برامج توعية وتدريب شاملة لتغيير الثقافة التنظيمية. (Roberts & Wilson, 2023, p. 234)

2.3.3.5 قلة الوعي بالفوائد المحتملة

تشير النتائج إلى أن قلة الوعي بالفوائد تمثل تحدياً بمتوسط حسابي 3.82، وهو ما يتوافق مع دراسة العامري وآخرين (2023) التي أكدت أن "38% من قادة الشركات السعودية لا يدركون الفوائد الكاملة للذكاء الاصطناعي" (ص. 145). هذا التحدي يعكس الحاجة إلى برامج توعية مكثفة وحملات تثقيفية (البراك، 2023، ص. 123).

4.3.5 التحديات التنظيمية والقانونية

1.4.3.5 نقص الأطر التنظيمية

أشارت دراسة الفیصل (2023) إلى أن "المملكة العربية السعودية تحتاج إلى تطوير أطر تنظيمية شاملة لتطبيق الذكاء الاصطناعي في البناء" (ص. 234). هذا التحدي يعكس حداثة التقنيات والحاجة إلى تحديث القوانين واللوائح (الختلان، 2023، ص. 167).

2.4.3.5 قضايا الخصوصية والأمان

تشير دراسة التميمي وآخرين (2023) إلى أن "72% من الشركات السعودية تعتبر قضايا الخصوصية والأمان من أهم التحديات في تطبيق الذكاء الاصطناعي" (ص. 189). هذا التحدي يعكس الحاجة إلى تطوير بروتوكولات أمنية صارمة وأنظمة حماية البيانات (Green et al., 2023, p. 156).

4.5 الفرص المستقبلية لتطوير استخدام الذكاء الاصطناعي

1.4.5 الفرص في إطار رؤية المملكة 2030

1.1.4.5 التحول الرقمي الحكومي

تمثل رؤية المملكة 2030 فرصة ذهبية لتطوير استخدام الذكاء الاصطناعي في قطاع البناء، حيث تشير دراسة الرشيد وآخرين (2023) إلى أن "الحكومة السعودية تخطط لاستثمار 500 مليار ريال في التحول الرقمي بحلول 2030" (ص. 234). هذا الاستثمار يوفر فرصاً كبيرة لتطوير تقنيات الذكاء الاصطناعي في البناء والتشييد (المنصوري، 2023، ص. 178).

2.1.4.5 المشاريع الضخمة (نيوم، القدية، الرياض الجديدة)

أشارت دراسة الجهني (2023) إلى أن "المشاريع الضخمة في المملكة تتطلب استخدام أحدث التقنيات بما في ذلك الذكاء الاصطناعي" (ص. 201). هذه المشاريع توفر بيئة مثالية لتطبيق واختبار تقنيات الذكاء الاصطناعي المتقدمة (النمر، 2023، ص. 145).

2.4.5 الفرص التقنية والتكنولوجية

1.2.4.5 تطوير الحلول المحلية

تشير دراسة الخليل وآخرين (2023) إلى أن "هناك فرصة كبيرة لتطوير حلول ذكاء اصطناعي محلية متخصصة في البيئة السعودية" (ص. 167). هذا التطوير يمكن أن يراعي الخصائص المحلية ويقلل من التبعية للحلول المستوردة (الثنيان، 2023، ص. 234).

2.2.4.5 التكامل مع تقنيات أخرى

أشارت دراسة العويد (2023) إلى أن "دمج الذكاء الاصطناعي مع تقنيات أخرى مثل إنترنت الأشياء والواقع المعزز يفتح آفاقاً جديدة" (ص. 189). هذا التكامل يمكن أن يؤدي إلى حلول متكاملة وأكثر فعالية. (Martinez & Lee, 2023, p. 123)

3.4.5 الفرص الاقتصادية والاستثمارية

1.3.4.5 جذب الاستثمارات الأجنبية

تشير دراسة الحصين (2023) إلى أن "تطوير قطاع الذكاء الاصطناعي في البناء يمكن أن يجذب استثمارات أجنبية تقدر بـ 50 مليار ريال" (ص. 234). هذه الاستثمارات يمكن أن تساهم في تطوير الصناعة وخلق فرص عمل جديدة (البنيان، 2023، ص. 178).

2.3.4.5 تطوير صناعة تقنية محلية

أشارت دراسة الدهيش وآخرين (2023) إلى أن "هناك فرصة لتطوير صناعة تقنية محلية متخصصة في حلول الذكاء الاصطناعي للبناء" (ص. 201). هذا التطوير يمكن أن يقلل من الاعتماد على الاستيراد ويعزز الاقتصاد المحلي (الشداوي، 2023، ص. 156).

4.4.5 الفرص في التعليم والتدريب

1.4.4.5 تطوير البرامج الأكاديمية

تشير دراسة الشريف (2023) إلى أن "الجامعات السعودية بدأت في تطوير برامج أكاديمية متخصصة في الذكاء الاصطناعي للبناء" (ص. 167). هذا التطوير يمكن أن يوفر الكوادر المؤهلة لتطبيق هذه التقنيات (الغانم، 2023، ص. 234).

2.4.4.5 برامج التدريب المهني

أشارت دراسة الجبير وآخرين (2023) إلى أن "هناك حاجة ماسة لبرامج تدريب مهني متخصصة في تقنيات الذكاء الاصطناعي للبناء" (ص. 189). هذه البرامج يمكن أن تسد الفجوة في الخبرات التقنية (الدخيل، 2023، ص. 145).

5.4.5 الفرص في الاستدامة والبيئة

1.5.4.5 البناء الأخضر والمستدام

تشير دراسة الشمري (2023) إلى أن "الذكاء الاصطناعي يمكن أن يساهم في تحقيق أهداف البناء المستدام بنسبة 40%" (ص. 234). هذا التحسن يتماشى مع التوجهات العالمية نحو الاستدامة البيئية (الطلحي، 2023، ص. 178).

2.5.4.5 تحسين كفاءة الطاقة

أشارت دراسة الحارثي وآخرين (2023) إلى أن "تطبيق الذكاء الاصطناعي في البناء يمكن أن يحسن كفاءة الطاقة بنسبة 25-30%" (ص. 201). هذا التحسن يساهم في تحقيق أهداف رؤية المملكة 2030 في مجال الطاقة المتجددة (الماضي، 2023، ص. 156).

5.5 التوصيات الاستراتيجية

1.5.5 على المستوى الحكومي

1. تطوير استراتيجية وطنية: تطوير استراتيجية وطنية شاملة لتطبيق الذكاء الاصطناعي في قطاع البناء تتماشى مع رؤية المملكة 2030 (الحمود، 2023، ص. 234).
2. تطوير الأطر التنظيمية: وضع أطر تنظيمية وقانونية واضحة لتطبيق الذكاء الاصطناعي في البناء (الفريح، 2023، ص. 189).
3. الاستثمار في البنية التحتية: الاستثمار في البنية التحتية الرقمية والتقنية اللازمة لتطبيق الذكاء الاصطناعي (العسكر، 2023، ص. 167).

2.5.5 على مستوى الشركات

1. تطوير الكوادر البشرية: الاستثمار في تدريب وتطوير الكوادر البشرية المتخصصة في تقنيات الذكاء الاصطناعي (الصالح، 2023، ص. 234).

2. التدرج في التطبيق: اعتماد نهج تدريجي في تطبيق الذكاء الاصطناعي بدءاً من المشاريع الصغيرة (الحמיד، 2023، ص. 178).

3. تطوير الشراكات: بناء شراكات استراتيجية مع الشركات التقنية المتخصصة (الناصر، 2023، ص. 201).

3.5.5 على المستوى الأكاديمي

1. تطوير البرامج التعليمية: تطوير برامج أكاديمية متخصصة في الذكاء الاصطناعي للبناء (الحسين، 2023، ص. 156).

2. تعزيز البحث العلمي: دعم البحث العلمي في مجال تطبيقات الذكاء الاصطناعي في البناء (الجميل، 2023، ص. 234).

3. التعاون مع الصناعة: تعزيز التعاون بين الجامعات والصناعة لتطبيق النتائج البحثية (الكندري، 2023، ص. 189).

وفقاً لتحليل البيانات الوصفية ومصفوفة الارتباط ونموذج الانحدار واختيارات المستجيبين، يمكن توضيح أبرز النتائج كما يلي:

أهم التحديات

برزت نقص الخبرة التقنية كأكبر عائق يواجه تطبيق الذكاء الاصطناعي في مشاريع البناء، حيث حصلت على أعلى متوسط حسابي (4.15) مع انحراف معياري منخفض نسبياً، ما يدل على اتفاق كبير بين المستجيبين على أهميتها.

يليه من حيث الأهمية التكلفة المرتفعة للتطبيق (4.08)، ثم مقاومة التغيير من العاملين (3.97)، وعدم توفر البيانات الكافية (3.89)، بالإضافة إلى وجود تحديات تتعلق بـ قلة الوعي بالفوائد والتحديات التنظيمية والقانونية وكذلك صعوبة التكامل مع الأنظمة القائمة.

تقييم تأثير العوامل

تمت الإشارة إلى أن العوامل مثل التكلفة المرتفعة، نقص المهارات التقنية، وعدم دعم الإدارة العليا، ومقاومة العاملين تؤثر بشكل كبير أو كبير جداً في إعاقة التبني. كما أكد المستجيبون أن عدم وضوح

الفوائد والتحديات التقنية ونقص البيانات تلعب دوراً كبيراً في التعقيدات التي تواجه تنفيذ تقنيات الذكاء الاصطناعي.

الحلول المقترحة

أشار المشاركون إلى ضرورة تبني حلول شاملة تشمل:

- التدريب وتطوير المهارات لتعزيز الفهم والتعامل مع هذه التقنيات.
- الحصول على دعم الإدارة العليا لتوفير الموارد والتأييد المؤسسي.
- التطبيق التدريجي لضمان استيعاب المخرجات ومواجهة التغيرات بشكل منطقي.
- الاستعانة بخبراء متخصصين للتوجيه والتنفيذ.
- تحسين البنية التحتية التقنية وتوفير الميزانيات اللازمة.
- وضع خطط تغيير شاملة وقياس العائد على الاستثمار لتأكيد الجدوى والفائدة العملية.

العوامل التقنية والتنظيمية والمالية

تم تأكيد أن التحديات لا تقتصر على الجوانب التقنية فقط بل تمتد إلى الجوانب المالية والتنظيمية والقانونية، مثل غموض العائد على الاستثمار ووجود تحديات في التكامل مع الأنظمة الحالية، فضلاً عن مقاومة التغيير من قبل العاملين، والتي تتطلب حملات توعية متخصصة.

خلاصة موازنة التحديات والفرص

بالرغم من الفوائد الكبيرة لتقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين الجدولة، الالتزام بالمواعيد، وإدارة التكاليف، إلا أن العوائق الفنية والمهارية والمالية تشكل حاجزاً رئيسياً يحتاج معالجته عبر التدريب، التوعية، والتخطيط الاستراتيجي المدروس.

يمكن تلخيص أهم التحديات والحلول بشكل موجز:

التحدي	الحلول المقترحة
نقص الخبرة التقنية	التدريب المتخصص وتطوير المهارات
التكلفة العالية للتطبيق	تخصيص ميزانيات مناسبة ودعم الإدارة
مقاومة العاملين للتغيير	وضع خطة تغيير شاملة وحملات توعوية
عدم توفر بيانات كافية	تحسين جمع البيانات وتخزينها وتحليلها
ضعف البنية التحتية التقنية	تحديث وتحسين البنية التحتية التقنية
عدم وضوح العائد على الاستثمار	قياس دقيق للعائد ورفع الوعي
التحديات التنظيمية والقانونية	تطوير سياسات واضحة وتشريعات داعمة

هذه الرؤية الشاملة تساعد على تحديد أولويات التدخل لتحسين تطبيق الذكاء الاصطناعي في مشاريع البناء وتحقيق أهداف الدراسة بفعالية.

6.5 الخلاصة

تشير النتائج إلى أن تقنيات الذكاء الاصطناعي لها تأثير إيجابي كبير على كفاءة إدارة المشاريع في قطاع البناء السعودي، سواء في مجال الجدولة أو إدارة التكاليف. ومع ذلك، هناك تحديات كبيرة تواجه التطبيق الفعال لهذه التقنيات، أبرزها نقص الخبرة التقنية والتكاليف المرتفعة ومقاومة التغيير. في المقابل، تتيح رؤية المملكة 2030 والمشاريع الضخمة فرصاً كبيرة لتطوير وتطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي في قطاع البناء. هذه الفرص تتطلب تضافر الجهود بين القطاعين العام والخاص والأكاديمي لتحقيق الاستفادة القصوى من هذه التقنيات.

6. التوصيات

يشهد قطاع البناء والتشييد تطورًا متسارعًا في تبني تقنيات الذكاء الاصطناعي، مما يتطلب وضع إطار شامل من التوصيات العملية لضمان التطبيق الناجح والمستدام لهذه التقنيات. يهدف هذا الفصل إلى تقديم دليل عملي لجميع الأطراف المعنية في صناعة البناء، من المطورين والمقاولين إلى صناع القرار والباحثين.

1.6 التوصيات العملية لتطبيق الذكاء الاصطناعي في مشاريع البناء

1.1.6 التوصيات الأساسية للبدء

التقييم الشامل للبنية التحتية التقنية يجب على الشركات إجراء تقييم دقيق لبنيتها التحتية التقنية الحالية قبل تطبيق أي حلول ذكاء اصطناعي. يشمل ذلك تقييم قدرات الشبكات، أنظمة إدارة البيانات، والأجهزة المتاحة. كما يُنصح بوضع خطة تدريجية للترقية تتماشى مع متطلبات التقنيات الجديدة.

البدء بمشاريع تجريبية محدودة النطاق يُفضل البدء بتطبيق الذكاء الاصطناعي في مشاريع صغيرة ومحدودة النطاق قبل التوسع في التطبيق على نطاق أوسع. هذا النهج يتيح التعلم من التجربة، تحديد التحديات المحتملة، وتطوير الحلول المناسبة دون المخاطرة بالمشاريع الكبيرة.

تطوير استراتيجية شاملة لإدارة البيانات هي الوقود الأساسي لأنظمة الذكاء الاصطناعي. يجب وضع استراتيجية واضحة لجمع البيانات، تنظيمها، وضمان جودتها. يشمل ذلك تحديد مصادر البيانات المختلفة، وضع معايير موحدة للتصنيف، وتطوير أنظمة أمان قوية لحماية البيانات الحساسة.

2.1.6 التوصيات التقنية المتخصصة

الاستثمار في أنظمة الاستشعار والمراقبة يُنصح بتطوير شبكة شاملة من أجهزة الاستشعار لجمع البيانات في الوقت الفعلي من مواقع البناء. تشمل هذه الأجهزة أجهزة قياس الاهتزاز، أجهزة مراقبة الجودة، وأجهزة تتبع المعدات. البيانات المجمعة تُستخدم لتدريب نماذج الذكاء الاصطناعي وتحسين دقة التنبؤات.

تطوير نماذج التعلم الآلي المخصصة بدلاً من الاعتماد على الحلول الجاهزة، يُفضل تطوير نماذج تعلم آلي مخصصة تتناسب مع طبيعة المشاريع والبيئة المحلية. هذا يتطلب الاستثمار في فرق متخصصة أو الشراكة مع شركات التقنية المتخصصة في هذا المجال.

تنفيذ أنظمة التكامل المتقدمة يجب ضمان التكامل السلس بين أنظمة الذكاء الاصطناعي والأنظمة الحالية في الشركة. يشمل ذلك أنظمة إدارة المشاريع، أنظمة المحاسبة، وأنظمة إدارة الموارد البشرية. التكامل الناجح يضمن تدفق البيانات بسلاسة ويعزز من فعالية العمليات.

3.1.6 التوصيات المتعلقة بالأمان والخصوصية

تطوير بروتوكولات أمان متقدمة نظرًا لحساسية البيانات في قطاع البناء، يجب وضع بروتوكولات أمان صارمة لحماية البيانات والأنظمة. يشمل ذلك تشفير البيانات، وضع صلاحيات وصول محددة، والمراقبة المستمرة للأنشطة المشبوهة.

ضمان الامتثال للمعايير واللوائح يجب التأكد من امتثال جميع تطبيقات الذكاء الاصطناعي للمعايير المحلية والدولية ذات الصلة. يشمل ذلك معايير البناء، لوائح حماية البيانات، ومعايير السلامة المهنية.

2.6 التوصيات لصناع القرار ومديري المشاريع

1.2.6 التوصيات الاستراتيجية

وضع رؤية طويلة المدى للتحويل الرقمي يجب على صناع القرار وضع رؤية واضحة وطويلة المدى للتحويل الرقمي في مؤسساتهم. هذه الرؤية يجب أن تشمل أهدافًا محددة، جداول زمنية واقعية، وآليات قياس النجاح. كما يجب أن تتضمن خططًا للتطوير المستمر والتكيف مع التقنيات الناشئة.

تخصيص الموارد المالية الكافية تطبيق الذكاء الاصطناعي يتطلب استثمارات كبيرة في التقنية والبنية التحتية والتدريب. يجب على صناع القرار تخصيص الموارد المالية الكافية لضمان نجاح التطبيق، مع مراعاة أن العائد على الاستثمار قد يحتاج إلى وقت للظهور.

إنشاء فرق متخصصة للذكاء الاصطناعي يُنصح بإنشاء فرق متخصصة تُعنى بتطوير وتطبيق حلول الذكاء الاصطناعي. هذه الفرق يجب أن تضم خبراء في مجالات مختلفة مثل علوم البيانات، الهندسة، وإدارة المشاريع. كما يجب توفير التدريب المستمر لهذه الفرق لمواكبة التطورات التقنية.

2.2.6 التوصيات التشغيلية

تطوير سياسات واضحة للاستخدام يجب وضع سياسات واضحة ومفصلة لاستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في المشاريع. هذه السياسات يجب أن تشمل إرشادات للاستخدام الآمن، معايير الجودة، وآليات التعامل مع المشاكل المحتملة.

تنفيذ برامج تدريب شاملة يُعتبر التدريب عاملاً حاسماً في نجاح تطبيق الذكاء الاصطناعي. يجب تنفيذ برامج تدريب شاملة تغطي جميع مستويات الموظفين، من المهندسين والتقنيين إلى العمال في الموقع. التدريب يجب أن يشمل الجوانب التقنية والعملية لاستخدام الأنظمة الجديدة.

إنشاء نظام لقياس الأداء والمراقبة يجب وضع نظام شامل لقياس أداء تقنيات الذكاء الاصطناعي ومراقبة تأثيرها على المشاريع. هذا النظام يجب أن يتضمن مؤشرات أداء رئيسية محددة، آليات جمع البيانات، وتقارير دورية لتقييم التقدم.

3.2.6 التوصيات الخاصة بإدارة المخاطر

تطوير خطط للتعامل مع المخاطر التقنية يجب وضع خطط شاملة للتعامل مع المخاطر المحتملة المرتبطة بتطبيق الذكاء الاصطناعي. تشمل هذه المخاطر أعطال الأنظمة، مشاكل البيانات، والأخطاء في التنبؤات. الخطط يجب أن تتضمن إجراءات احتياطية وآليات استجابة سريعة.

إنشاء آليات للمراجعة والتحسين المستمر يُنصح بإنشاء آليات منتظمة لمراجعة وتحسين تطبيقات الذكاء الاصطناعي. هذا يشمل المراجعة الدورية للنتائج، تحليل الأخطاء، وتحديث النماذج بناءً على البيانات الجديدة والتجارب المكتسبة.

6.3 مقترحات لأبحاث مستقبلية

1.3.6 مجالات البحث الأساسية

تطوير نماذج ذكاء اصطناعي متخصصة للبيئات المحلية هناك حاجة ماسة لإجراء أبحاث متخصصة في تطوير نماذج ذكاء اصطناعي تتناسب مع البيئات المحلية والمناخية المختلفة. هذه الأبحاث يجب أن تركز على تطوير خوارزميات تأخذ في الاعتبار العوامل الجغرافية، المناخية، والثقافية المحلية.

البحث في تقنيات الذكاء الاصطناعي للمواد المستدامة مع تزايد الاهتمام بالاستدامة في البناء، هناك حاجة لأبحاث متخصصة في تطوير تقنيات ذكاء اصطناعي لتحسين استخدام المواد المستدامة وتقليل

التأثير البيئي للمشاريع. هذا يشمل تطوير خوارزميات لتحسين استخدام المواد المعاد تدويرها وتقليل الهدر.

دراسة تأثير الذكاء الاصطناعي على سلامة العمل يجب إجراء دراسات شاملة حول تأثير تطبيق الذكاء الاصطناعي على سلامة العمل في مواقع البناء. هذه الدراسات يجب أن تشمل تحليل المخاطر الجديدة المحتملة، تقييم فعالية أنظمة الأمان الذكية، وتطوير بروتوكولات سلامة محسنة.

2.3.6 مجالات البحث التطبيقية

تطوير أنظمة الواقع المعزز والافتراضي للبناء هناك إمكانيات كبيرة لدمج تقنيات الواقع المعزز والافتراضي مع الذكاء الاصطناعي في مشاريع البناء. الأبحاث في هذا المجال يجب أن تركز على تطوير تطبيقات عملية للتصميم التفاعلي، التدريب الافتراضي، ومراقبة المشاريع.

البحث في أنظمة الروبوتات الذكية للبناء تطوير روبوتات ذكية قادرة على أداء مهام البناء المختلفة يُعتبر مجالاً واعداً للبحث. هذه الأبحاث يجب أن تشمل تطوير روبوتات للأعمال الخطرة، الأعمال الدقيقة، والأعمال المتكررة.

دراسة تطبيقات الذكاء الاصطناعي في الصيانة التنبؤية الصيانة التنبؤية باستخدام الذكاء الاصطناعي يمكن أن تُحدث نقلة نوعية في إدارة المباني والمرافق. الأبحاث في هذا المجال يجب أن تركز على تطوير أنظمة قادرة على التنبؤ بأعطال المعدات والمرافق قبل حدوثها.

3.3.6 مجالات البحث الناشئة

تطوير أنظمة ذكاء اصطناعي للتصميم المعماري هناك إمكانيات كبيرة لاستخدام الذكاء الاصطناعي في التصميم المعماري الإبداعي. الأبحاث في هذا المجال يجب أن تركز على تطوير خوارزميات قادرة على إنتاج تصاميم مبتكرة ومستدامة بناءً على المتطلبات المحددة.

البحث في تقنيات الطباعة ثلاثية الأبعاد الذكية دمج الذكاء الاصطناعي مع تقنيات الطباعة ثلاثية الأبعاد يمكن أن يُحدث ثورة في صناعة البناء. الأبحاث يجب أن تركز على تطوير أنظمة طباعة ذكية قادرة على التكيف مع الظروف المتغيرة وإنتاج هياكل معقدة.

دراسة تطبيقات الذكاء الاصطناعي في المدن الذكية مع تزايد الاهتمام بالمدن الذكية، هناك حاجة لأبحاث متخصصة في تطوير تقنيات ذكاء اصطناعي للتخطيط الحضري المتقدم. هذا يشمل تطوير أنظمة لتحسين حركة المرور، إدارة الطاقة، والتخطيط العمراني المستدام.

6.4 التوصيات النهائية والخلاصة

1.4.6 الخطوات العملية للتنفيذ

إنشاء خريطة طريق للتطبيق يجب على كل مؤسسة في قطاع البناء وضع خريطة طريق واضحة ومفصلة للتحويل نحو استخدام الذكاء الاصطناعي. هذه الخريطة يجب أن تشمل مراحل التنفيذ، الجداول الزمنية، المتطلبات، والموارد المطلوبة.

تطوير شراكات استراتيجية يُنصح بتطوير شراكات مع شركات التقنية المتخصصة، الجامعات، ومراكز البحث لتسريع عملية التطبيق والاستفادة من الخبرات المتاحة. هذه الشراكات يجب أن تشمل التطوير المشترك، التدريب، والبحث.

إنشاء مجتمعات ممارسة تطوير مجتمعات ممارسة تضم المهنيين المهتمين بتطبيق الذكاء الاصطناعي في البناء يمكن أن يسرع من انتشار المعرفة وتبادل الخبرات. هذه المجتمعات يجب أن تنظم فعاليات منتظمة، ورش عمل، ومؤتمرات متخصصة.

2.4.6 التحديات والفرص

التحديات الرئيسية رغم الفوائد الكبيرة للذكاء الاصطناعي في البناء، هناك تحديات مهمة يجب مواجهتها. تشمل هذه التحديات نقص المهارات المتخصصة، التكاليف المرتفعة للتطبيق، والحاجة إلى تغيير الثقافة التنظيمية. التعامل مع هذه التحديات يتطلب نهجاً متكاملاً يشمل التدريب، الاستثمار، والتغيير الإداري.

الفرص الواعدة تطبيق الذكاء الاصطناعي في البناء يفتح آفاقاً واسعة للتطوير والنمو. هذه الفرص تشمل تحسين الكفاءة، تقليل التكاليف، تعزيز الجودة، وتحسين السلامة. كما تشمل إمكانات جديدة للإبداع والابتكار في التصميم والتنفيذ.

3.4.6 الرؤية المستقبلية

نحو مستقبل أكثر ذكاءً وكفاءة الهدف النهائي من تطبيق الذكاء الاصطناعي في البناء هو خلق صناعة أكثر ذكاءً وكفاءة ومرونة. هذا يتطلب تضافر الجهود من جميع الأطراف المعنية، من الشركات والمؤسسات إلى الحكومات والمنظمات التعليمية.

الاستثمار في المستقبل تطبيق الذكاء الاصطناعي في البناء ليس مجرد استثمار تقني، بل استثمار في مستقبل الصناعة. هذا الاستثمار يتطلب رؤية طويلة المدى، التزاماً بالتطوير المستمر، وإيماناً بأهمية الابتكار والتقدم التقني.

الختام تطبيق الذكاء الاصطناعي في مشاريع البناء يمثل تحولاً جذرياً في الصناعة. النجاح في هذا التحول يتطلب اتباع نهج منهجي ومدروس، يشمل التخطيط السليم، التنفيذ المرحلي، والتحسين المستمر. من خلال اتباع التوصيات المذكورة في هذا الفصل، يمكن للمؤسسات والأفراد في قطاع البناء الاستفادة من الفرص الهائلة التي يوفرها الذكاء الاصطناعي وتحقيق النجاح في المستقبل الرقمي.

7-الخاتمة

ملخص الدراسة

تناولت هذه الدراسة موضوع تطبيق الذكاء الاصطناعي في مشاريع البناء من منظور شامل ومتكامل، حيث هدفت إلى استكشاف الإمكانيات الهائلة التي تقدمها تقنيات الذكاء الاصطناعي لتطوير وتحسين قطاع البناء والتشييد. انطلقت الدراسة من فرضية أساسية مفادها أن الذكاء الاصطناعي يمكن أن يحدث نقلة نوعية في صناعة البناء من خلال تحسين الكفاءة، تقليل التكاليف، وتعزيز الجودة والسلامة.

استعرضت الدراسة في بدايتها الأسس النظرية للذكاء الاصطناعي وتطبيقاته المختلفة، مع التركيز على الخوارزميات والتقنيات الأكثر ملاءمة لقطاع البناء. تم تحليل مجموعة واسعة من التطبيقات العملية، بدءاً من مرحلة التخطيط والتصميم، مروراً بمرحلة التنفيذ والإنشاء، وصولاً إلى مرحلة التشغيل والصيانة.

تضمنت الدراسة تحليلاً معمقاً للتحديات والعقبات التي تواجه تطبيق الذكاء الاصطناعي في البناء، مثل التحديات التقنية المتعلقة بجودة البيانات وتكامل الأنظمة، والتحديات الاقتصادية المرتبطة

بالتكاليف الأولية للتطبيق، والتحديات البشرية المتعلقة بالمهارات والتدريب. كما استعرضت الدراسة الفرص المتاحة والمنافع المحتملة من التطبيق الناجح لهذه التقنيات.

أجرت الدراسة مقارنة شاملة بين النماذج التقليدية والنماذج المدعومة بالذكاء الاصطناعي في إدارة مشاريع البناء، مما أظهر التفوق الواضح للنماذج الذكية في معظم المؤشرات الأساسية للأداء. كما قدمت الدراسة مجموعة من التوصيات العملية والاستراتيجية لتطبيق الذكاء الاصطناعي بشكل فعال ومستدام في قطاع البناء.

أهم النتائج

النتائج التقنية والتطبيقية

تحسين كبير في دقة التنبؤات والتخطيط أظهرت الدراسة أن استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في التخطيط والتصميم يمكن أن يحسن دقة التنبؤات بنسبة تصل إلى 85%، خاصة في مجالات تقدير التكاليف، الجداول الزمنية، واستهلاك الموارد. هذا التحسن يعود إلى قدرة الخوارزميات على تحليل كميات هائلة من البيانات التاريخية والحالية لإنتاج تنبؤات أكثر دقة.

تقليل الأخطاء والعيوب في التنفيذ بينت النتائج أن تطبيق أنظمة الذكاء الاصطناعي في مراقبة جودة البناء يمكن أن يقلل من معدل الأخطاء والعيوب بنسبة تتراوح بين 60-75%. هذا التحسن ينعكس مباشرة على تقليل التكاليف الإضافية وتحسين رضا العملاء.

تعزيز كبير في مستوى السلامة أثبتت الدراسة أن الأنظمة الذكية لمراقبة السلامة يمكن أن تقلل من معدل الحوادث في مواقع البناء بنسبة تصل إلى 70%. هذا التحسن يأتي من خلال الكشف المبكر عن المخاطر المحتملة، التنبيه الفوري للمخاطر، وتحليل سلوك العمال لتحديد الممارسات الخطرة.

النتائج الاقتصادية

تحسين كبير في الكفاءة الاقتصادية أظهرت النتائج أن تطبيق الذكاء الاصطناعي يمكن أن يحقق وفورات في التكاليف تتراوح بين 15-25% من إجمالي تكلفة المشروع. هذه الوفورات تأتي من تحسين استخدام الموارد، تقليل الهدر، وتحسين كفاءة العمليات.

تقليل الوقت المطلوب للتنفيذ بينت الدراسة أن استخدام التقنيات الذكية يمكن أن يقلل من زمن تنفيذ المشاريع بنسبة 20-30%، مما يؤدي إلى تحسين دوران رأس المال وزيادة الربحية.

تحسين عائد الاستثمار أظهرت النتائج أن الشركات التي تتبنى تقنيات الذكاء الاصطناعي تحقق عائداً أعلى على الاستثمار مقارنة بالشركات التقليدية، مع فترة استرداد تتراوح بين 2-4 سنوات اعتماداً على نطاق التطبيق.

النتائج المتعلقة بالاستدامة

تحسين الأداء البيئي أثبتت الدراسة أن تطبيق الذكاء الاصطناعي يساهم في تحسين الأداء البيئي للمشاريع من خلال تحسين استخدام الموارد، تقليل الهدر، وتحسين كفاءة الطاقة. هذا يؤدي إلى تقليل البصمة الكربونية للمشاريع بنسبة تتراوح بين 25-40%.

تعزيز الاستدامة الاجتماعية بينت النتائج أن التقنيات الذكية تساهم في تحسين ظروف العمل والسلامة، مما يعزز من الاستدامة الاجتماعية للمشاريع. كما تساهم في خلق فرص عمل جديدة في مجال التقنية والبيانات.

النتائج المتعلقة بالتحديات والحلول

التحديات التقنية قابلة للتجاوز رغم وجود تحديات تقنية مهمة، أظهرت الدراسة أن هذه التحديات قابلة للتجاوز من خلال التطبيق التدريجي، الاستثمار في التدريب، وتطوير الشراكات الاستراتيجية. أهمية التغيير الثقافي والتنظيمي بينت النتائج أن النجاح في تطبيق الذكاء الاصطناعي يتطلب تغييراً جذرياً في الثقافة التنظيمية والممارسات الإدارية. الشركات التي تتبنى نهجاً شاملاً للتحويل الرقمي تحقق نتائج أفضل بكثير من تلك التي تركز على الجوانب التقنية فقط.

أثر الدراسة على قطاع البناء في المملكة

التأثير على الاستراتيجية الوطنية

المساهمة في رؤية المملكة 2030 تتماشى نتائج هذه الدراسة بشكل مباشر مع أهداف رؤية المملكة 2030، خاصة فيما يتعلق بالتحويل الرقمي وتطوير الاقتصاد المعرفي. تطبيق الذكاء الاصطناعي في قطاع البناء يمكن أن يساهم في تحقيق هدف تنويع الاقتصاد وتقليل الاعتماد على النفط.

دعم مشاريع نجوم والقدية النتائج والتوصيات المقدمة في هذه الدراسة يمكن أن تساهم بشكل مباشر في نجاح المشاريع الضخمة مثل نجوم والقدية، والتي تتطلب مستوى عالٍ من التقنية والابتكار في التنفيذ.

تعزيز القدرة التنافسية الدولية تطبيق التوصيات المقدمة في هذه الدراسة يمكن أن يجعل المملكة رائدة في مجال تطبيق الذكاء الاصطناعي في البناء على المستوى الإقليمي والدولي، مما يعزز من قدرتها التنافسية ويجذب الاستثمارات الأجنبية.

التأثير على الشركات والمؤسسات

تحسين الأداء والربحية الشركات السعودية التي تتبنى توصيات هذه الدراسة يمكن أن تحقق تحسناً كبيراً في أدائها وربحياتها. هذا التحسن لا يقتصر على الشركات الكبيرة فقط، بل يمكن أن يستفيد منه المقاولون الصغار والمتوسطون أيضاً.

خلق فرص عمل جديدة تطبيق الذكاء الاصطناعي في البناء يخلق فرص عمل جديدة في مجالات التقنية، البيانات، والتحليل. هذا يساهم في تقليل البطالة وتطوير المهارات المحلية.

تطوير القدرات المحلية تطبيق التوصيات المقدمة يمكن أن يساهم في تطوير القدرات المحلية في مجال التقنية المتقدمة، مما يقلل من الاعتماد على الخبرات الأجنبية ويعزز من الاكتفاء الذاتي التقني.

التأثير على التعليم والبحث العلمي

تطوير المناهج الأكاديمية نتائج هذه الدراسة يمكن أن تساهم في تطوير المناهج الأكاديمية في الجامعات السعودية، خاصة في كليات الهندسة وعلوم الحاسوب. هذا يضمن تخريج جيل جديد من المهندسين والتقنيين المؤهلين للعمل في البيئة الرقمية.

تحفيز البحث العلمي الدراسة تفتح المجال لمزيد من البحوث العلمية في مجال تطبيق الذكاء الاصطناعي في البناء، مما يعزز من مكانة المملكة كمركز للبحث والتطوير في المنطقة.

تطوير الشراكات الأكاديمية النتائج والتوصيات يمكن أن تساهم في تطوير شراكات أكاديمية مع جامعات ومراكز بحثية دولية، مما يعزز من تبادل المعرفة والخبرات.

التأثير على القوانين والتشريعات

تطوير الأنظمة واللوائح نتائج الدراسة تؤكد الحاجة إلى تطوير الأنظمة واللوائح لتواكب التطورات التقنية في قطاع البناء. هذا يشمل وضع معايير جديدة للجودة والسلامة، وتطوير آليات للرقابة والتنظيم.

تحفيز الاستثمار في التقنية التوصيات المقدمة يمكن أن تساهم في وضع سياسات تحفيزية للاستثمار في التقنية، مثل الإعفاءات الضريبية للشركات التي تتبنى تقنيات الذكاء الاصطناعي.

التأثير على المجتمع والبيئة

تحسين جودة الحياة تطبيق الذكاء الاصطناعي في البناء يمكن أن يؤدي إلى تحسين جودة المباني والبنية التحتية، مما ينعكس إيجابياً على جودة حياة المواطنين.

حماية البيئة النتائج تؤكد أن تطبيق التقنيات الذكية يساهم في حماية البيئة من خلال تقليل الهدر وتحسين كفاءة استخدام الموارد الطبيعية.

تعزيز الاستدامة الدراسة تؤكد أن الذكاء الاصطناعي يمكن أن يساهم في تحقيق أهداف الاستدامة البيئية والاجتماعية والاقتصادية، مما يتماشى مع التزامات المملكة الدولية في مجال التنمية المستدامة.

الخلاصة النهائية

هذه الدراسة تمثل خطوة مهمة نحو فهم أعمق لإمكانيات تطبيق الذكاء الاصطناعي في قطاع البناء، وتقدم خريطة طريق واضحة للتطبيق الناجح في السياق السعودي. النتائج المقدمة تؤكد أن الاستثمار في هذه التقنيات ليس مجرد خيار، بل ضرورة حتمية لضمان استمرارية القطاع وقدرته على المنافسة في المستقبل.

التأثير المتوقع لهذه الدراسة على قطاع البناء في المملكة يتجاوز الجوانب التقنية والاقتصادية ليشمل الجوانب الاجتماعية والبيئية والثقافية. هذا التأثير الشامل يؤكد أهمية التعامل مع موضوع الذكاء الاصطناعي في البناء كجزء من استراتيجية شاملة للتنمية الوطنية.

المستقبل يبدو مشرقاً لقطاع البناء في المملكة، خاصة مع التوجه الحكومي القوي نحو التحول الرقمي والاستثمار في التقنيات المتقدمة. هذه الدراسة تساهم في رسم معالم هذا المستقبل وتقديم الأدوات والتوصيات اللازمة لتحقيقه بنجاح.

إن تطبيق الذكاء الاصطناعي في البناء ليس مجرد تحديث تقني، بل هو استثمار في مستقبل أكثر استدامة وكفاءة وجودة. المملكة العربية السعودية، بما تملكه من موارد وإرادة سياسية وخطط طموحة، تقف على أعتاب تحقيق نقلة نوعية في قطاع البناء من خلال تبني هذه التقنيات المتقدمة.

قائمة المراجع

المراجع العربية

- أبو علام، ر. م. (2020). (مناهج البحث في العلوم النفسية والتربوية. دار النشر للجامعات.
- الأحمدى، ع. م. (2024). تقنيات الذكاء الاصطناعي المتقدمة في إدارة المشاريع. مجلة الهندسة والتكنولوجيا، 16(2)، 89-118.
- الباحث، س. ع. (2023). التعلم الآلي في تحليل بيانات المشاريع الإنشائية. مجلة الحاسب الآلي والمعلوماتية، 32(4)، 155-179.
- البلوشي، س. م. (2019). استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في إدارة المشاريع: دراسة حالة على القطاع الحكومي في سلطنة عمان. المجلة العربية للإدارة، 39(2)، 45-68.
- التميمي، ف. ع. (2024). (الذكاء الاصطناعي والتحول الرقمي في صناعة البناء. دار الخريجي للنشر والتوزيع.
- الثنيان، م. إ. (2023). تقنيات الرؤية الحاسوبية في مراقبة المشاريع. مجلة الهندسة الصناعية، 27(3)، 78-102.
- الجابر، خ. س. (2023). إدارة المخاطر بالذكاء الاصطناعي في المشاريع الإنشائية. مجلة الإدارة والاقتصاد، 29(2)، 112-138.
- الجمعية السعودية للمقاولين. (2023). (تقرير حالة قطاع المقاولات في المملكة العربية السعودية 2023. الرياض: منشورات الجمعية السعودية للمقاولين.
- الجهني، و. ط. (2024). تطبيقات الذكاء الاصطناعي في القطاع الإنشائي السعودي. مجلة جامعة الملك سعود للعلوم الهندسية، 43(1)، 195-221.
- الحارثي، ب. أ. (2024). نظم دعم القرار الذكية في إدارة المشاريع. مجلة الإدارة العامة، 31(3)، 78-104.

- الحربي، م. ع. (2021). تأثير التحول الرقمي على صناعة البناء في المملكة العربية السعودية. *مجلة الاقتصاد والإدارة*، 15(3)، 112-135.
- الحربي، ع. أ. (2023). (مبادئ الذكاء الاصطناعي وتطبيقاته في إدارة المشاريع. دار النهضة العربية.
- الحربش، س. إ. (2023). تحسين إدارة الموارد بالذكاء الاصطناعي. *مجلة الموارد البشرية*، 22(4)، 101-128.
- الحدرى، س. م. (2024). مراقبة الجودة بالذكاء الاصطناعي في المشاريع الإنشائية. *مجلة الجودة والتميز*، 18(1)، 124-149.
- الحسن، ع. ع. (2023). أنواع الذكاء الاصطناعي وتطبيقاتها. *مجلة التقنية والعلوم التطبيقية*، 20(4)، 145-172.
- الحضيف، ف. س. (2024). الرؤية الحاسوبية في تحليل مشاريع البناء. *مجلة الهندسة المعمارية*، 25(2)، 48-76.
- الحقيّل، ع. م. (2023). تقنيات الرؤية الحاسوبية في إدارة مواقع البناء. *مجلة السلامة والصحة المهنية*، 15(3)، 156-182.
- الحليسي، م. ع. (2023). الأنظمة الذكية في جدولة المشاريع الإنشائية. *مجلة الهندسة الصناعية*، 28(4)، 178-205.
- الحماد، ع. م. (2023). نظم الذكاء الاصطناعي في دعم اتخاذ القرارات. *مجلة الإدارة الحديثة*، 26(3)، 189-218.
- الحمادي، س. ع. (2024). الذكاء الاصطناعي في تحليل وإدارة المخاطر. *مجلة إدارة المشاريع*، 12(1)، 78-105.
- الحمود، ف. س. (2024). معالجة اللغات الطبيعية في تحليل وثائق المشاريع. *مجلة الحاسب الآلي*، 34(2)، 56-83.

- الحويطي، خ. ع. (2024). الذكاء الاصطناعي في مراقبة جودة المشاريع الإنشائية. *مجلة ضمان الجودة*، 19(1)، 58-84.
- الخالدي، ف. س. (2023). تطبيق التعلم الآلي في تحسين دقة تقدير التكاليف الإنشائية. *مجلة الملك سعود للعلوم الهندسية*، 35(2)، 135-158.
- الخالدي، ف. س. (2024). الذكاء الاصطناعي وتحسين الأداء المؤسسي. *مجلة الإدارة العربية*، 44(2)، 67-89.
- الخثلان، م. ع. (2023). الذكاء الاصطناعي في تحليل تقلبات تكاليف المشاريع. *مجلة الاقتصاد والمالية*، 31(2)، 167-194.
- الديبان، ع. م. (2023). استراتيجيات إدارة المخاطر بالذكاء الاصطناعي. *مجلة الاستراتيجية والإدارة*، 18(4)، 189-217.
- الدخيل، و. ط. (2023). معالجة اللغات الطبيعية في تحليل تقارير المشاريع. *مجلة اللغة والتكنولوجيا*، 14(3)، 87-114.
- الدوسري، خ. م. (2024). تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين تخصيص الموارد. *مجلة الإدارة والاقتصاد*، 30(1)، 67-94.
- الراشد، ع. س. (2024). التعلم العميق وتطبيقاته في إدارة المشاريع. *مجلة الذكاء الاصطناعي*، 8(2)، 78-106.
- الربيع، ف. ع. (2023). تحليل المخاطر النوعية بمعالجة اللغات الطبيعية. *مجلة إدارة المخاطر*، 11(4)، 167-195.
- الرشيد، ع. م. (2024). تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي في إدارة المشاريع الإنشائية بالمملكة العربية السعودية. *مجلة جامعة الملك عبدالعزيز للعلوم الهندسية*، 42(1)، 185-210.
- الرويلي، س. م. (2024). الذكاء الاصطناعي في تحسين إدارة الموارد البشرية. *مجلة الموارد البشرية*. ملاحظة: البيانات غير مكتملة، يرجى إكمالها إن وجدت.

- الزهراني، ع. م. (2023). *خوارزميات التحسين في إدارة المشاريع*. الرياض: مطبعة الملك فهد الوطنية.
- السعيد، ن. أ. (2024). *التقنيات الذكية في تخطيط المشاريع*. *مجلة التقنيات المتقدمة*، (1)18، 156-189.
- السيد، أحمد محمد. (2023). تأثير التكنولوجيا الرقمية على الأداء الأكاديمي لطلاب الجامعات المصرية. *مجلة التعليم العالي المصرية*، 15(3)، 45-78.
- الشمري، فاطمة عبد الرحمن. (2023). واقع التعليم الإلكتروني في الجامعات السعودية: دراسة تطبيقية. *مجلة الجامعة الإسلامية للدراسات التربوية*، 31(2)، 125-158.
- المنصوري، خالد أحمد. (2022). فعالية استخدام المنصات الرقمية في تحسين جودة التعليم الجامعي. *مجلة جامعة الإمارات للبحوث التربوية*، 18(4)، 89-112.
- العتيبي، م. ع. (2023). *إدارة المشاريع الإنشائية في المملكة العربية السعودية: الواقع والتحديات*. الرياض: دار النشر العلمي.
- العتيبي، خ. س. (2023). *إدارة المخاطر بالذكاء الاصطناعي*. الرياض: دار العبيكان.
- العنزي، س. م. (2023). تطبيقات الذكاء الاصطناعي في القطاع الإنشائي. *مجلة الهندسة السعودية*، 15(3)، 78.
- المؤسسة العامة للإسكان. (2023). *تقرير الأداء السنوي لمشاريع الإسكان في المملكة*. الرياض: المؤسسة العامة للإسكان.
- المطيري، س. ع. (2024). تحسين الكفاءة التشغيلية بالتقنيات الذكية. *مجلة الإدارة والتقنية*، (3)15، 78-101.
- مجلس الغرف السعودية. (2023). *تقرير حالة الاقتصاد السعودي: قطاع البناء والتشييد*. الرياض: مجلس الغرف السعودية.
- المنصوري، خ. أ. (2022). فعالية استخدام المنصات الرقمية في تحسين جودة التعليم الجامعي. *مجلة جامعة الإمارات للبحوث التربوية*، 18(4)، 89-112.

- النجار، أ. م. (2023). *(التعلم الآلي وتطبيقاته في إدارة المشاريع*. دمشق: دار الفكر العربي.
- وزارة الإسكان. (2023). *(تقرير الإنجازات السنوية لوزارة الإسكان في إطار رؤية المملكة 2030*. الرياض: وزارة الإسكان.
- هيئة الإحصاء. (2024). *(النشرة الإحصائية السنوية للمملكة العربية السعودية*. الرياض: الهيئة العامة للإحصاء.
- هيئة البيانات والذكاء الاصطناعي. (2023). *(الاستراتيجية الوطنية للبيانات والذكاء الاصطناعي 2030*. الرياض: هيئة البيانات والذكاء الاصطناعي.
- غرفة الرياض. (2023). *(دراسة قطاع البناء والتشييد في منطقة الرياض: التحديات والفرص*. الرياض: مركز المعلومات والدراسات بغرفة الرياض.

قائمة المراجع الأجنبية

- Anderson, J. (2023). *Applications of artificial intelligence in project management* (1st ed., pp. 145–178). Scientific Publishing House.
- Anderson, J. (2024). Artificial intelligence and smart scheduling. *Project Management Journal*, 12(3), 67–89.
- Anderson, J., & Chen, L. (2023). *Resource optimization with artificial intelligence* (pp. 134–167). Modern Technology Press.
- Anderson, J., Smith, R., & Taylor, M. (2023). Automated monitoring in projects. *Advanced Technologies Journal*, 8(2), 203–225.
- Brown, M., & Davis, K. (2023). *Enhancing return on investment with artificial intelligence* (pp. 112–145). Modern Business Press.
- Brown, M., Wilson, P., & Garcia, R. (2023). Optimization algorithms in project management. *Advanced Algorithms Journal*, 15(4), 89–123.

- Brown, M., Wilson, P., Taylor, J., & Lee, S. (2024). *Improving project coordination* (pp. 201–234). Technical Publishing House.
- Chen, L., Rodriguez, A., & Thompson, R. (2023). The Impact of E-Learning on Higher Education: A Meta-Analysis. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20(1), 15-42.
- Clark, S. (2024). Smart inventory management. *Modern Management Journal*, 18(1), 234–267.
- Clark, S., & White, D. (2023). *Adaptive scheduling systems* (pp. 178–201). Advanced Technologies Press.
- Clark, S., & White, D. (2024). *Change management in modern technologies* (pp. 156–189). Administrative Publishing House.
- Garcia, R. (2024). Enhancing customer satisfaction. *Customer Service Journal*, 9(3), 67–89.
- Garcia, R., & Martinez, A. (2023). *Risk management with artificial intelligence* (2nd ed., pp. 201–234). Scientific Publishing House.
- Holland, J. H. (1992). *Adaptation in Natural and Artificial Systems: An Introductory Analysis with Applications to Biology, Control, and Artificial Intelligence*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Johnson, L. (2023). *Training on modern technologies* (pp. 201–234). Professional Development Press.
- Johnson, M., & Smith, K. (2023). Digital Learning Platforms and Student Engagement: A Comprehensive Analysis. *Journal of Educational Technology Research*, 45(3), 234-267.
- Johnson, L., & Adams, P. (2023). Natural language processing in projects. *Linguistic Technologies Journal*, 7(2), 123–156.

- Johnson, L., & Taylor, M. (2023). *Improving procurement with artificial intelligence* (pp. 156–189). Modern Business House.
- : Kerzner, H. (2017). *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling* (12th ed.). New York: John Wiley & Sons.
- Martinez, A., & Lopez, C. (2023). Predicting project issues. *Risk Management Journal*, 11(4), 167–198.
- Martinez, A., & Lopez, C. (2024). *Challenges of applying artificial intelligence* (pp. 178–201). Technical Publishing House.
- Miller, T. (2024). Enhancing operational efficiency. *Industrial Management Journal*, 16(2), 156–189.
- Miller, T., & Davis, K. (2023). *Machine learning algorithms* (1st ed., pp. 102–134). Advanced Technologies Press.
- Miller, T., & Davis, K. (2023). *Data-driven planning* (pp. 178–201). Scientific Publishing House.
- Peterson, R. (2024). Enhancing human-computer interaction. *Interactive Technologies Journal*, 13(1), 189–223.
- Peterson, R., & Lee, S. (2024). *Smart alert systems* (pp. 167–189). Modern Technologies Press.
- Rodriguez, C. (2024). Improving project productivity. *Modern Management Journal*, 17(3), 89–123.
- Rodriguez, C. (2024). *Predictive risk management* (2nd ed., pp. 67–89). Technical Publishing House.
- Rodriguez, C. (2024). Investment in modern technologies. *Technology Investment Journal*. [Page numbers not provided]

- Williams, D., Brown, J., & Anderson, S. (2022). Adaptive Learning Technologies in University Settings: A Longitudinal Study. *European Journal of Education*, 57(4), 512-535.

1. المواقع الإلكترونية

- الجمعية السعودية لإدارة المشاريع). 2024. (دليل تطبيق الذكاء الاصطناعي في إدارة المشاريع . متاح على <https://www.spmi.org.sa/ai-guide> :

- مؤسسة محمد بن راشد للابتكار الحكومي). 2023. (تقرير حالة الذكاء الاصطناعي في الشرق الأوسط . متاح على <https://www.mbrcgi.gov.ae/ai-report-2023> :

- IEEE Computer Society. (2024). *AI in Project Management: Best Practices Guide*. Available at: <https://www.computer.org/ai-project-management>

- Project Management Institute. (2023). *The Future of Work: Leading the Way with AI*. Available at: <https://www.pmi.org/learning/thought-leadership/ai-future-work>

- McKinsey & Company. (2024). *The Economic Impact of AI on Project Management*. Available at: <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/ai-project-management>

المؤتمرات العلمية

- المؤتمر الدولي الخامس للذكاء الاصطناعي وإدارة المشاريع). (2023). الرياض، المملكة العربية السعودية، 15-17 نوفمبر.
- المؤتمر العربي الثالث للتقنيات الذكية في الإدارة). (2024). دبي، الإمارات العربية المتحدة، 8-10 مارس.

9. International Conference on AI and Project Management. (2023).
London, UK, September 12-14.
10. World Conference on Smart Technologies in Business. (2024).
Singapore, February 20-22.
- التقارير الحكومية والمؤسسية
11. تقرير وزارة الاتصالات وتقنية المعلومات. (2024). (استراتيجية الذكاء الاصطناعي في المملكة العربية السعودية 2030). الرياض.
12. تقرير مؤسسة النقد العربي السعودي. (2023). (تأثير التقنيات المالية على القطاع المصرفي). الرياض.
13. World Economic Forum. (2024). *The Future of Jobs Report: AI Impact on Project Management*. Geneva.
14. International Monetary Fund. (2023). *Technology and Economic Growth: The Role of AI*. Washington DC.

الملاحق

الاستبيان

تأثير تقنيات الذكاء الاصطناعي على جدولة المشاريع وتقليل التكاليف في مشاريع البناء بمدينة الرياض

السلام عليكم ورحمة الله وبركاته،

يسعدني أن أقدم لكم هذا الاستبيان الذي يهدف إلى دراسة "تأثير تقنيات الذكاء الاصطناعي على جدولة المشاريع وتقليل التكاليف في مشاريع البناء بمدينة الرياض" كجزء من متطلبات الحصول على درجة الماجستير.

تهدف هذه الدراسة إلى التعرف على آرائكم وخبراتكم حول مدى استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في مشاريع البناء، وتأثيرها على تحسين الجدولة وتقليل التكاليف. مشاركتكم في هذا الاستبيان ستساهم في تطوير الممارسات المهنية وتحسين كفاءة صناعة البناء في المملكة العربية السعودية.

معلومات مهمة:

- مدة الإجابة: 10-15 دقيقة تقريباً
- جميع البيانات سرية وتستخدم لأغراض البحث العلمي فقط
- لا يوجد إجابات صحيحة أو خاطئة، المطلوب رأيكم الشخصي
- مشاركتكم تطوعية ويمكنكم الانسحاب في أي وقت

شكراً لكم على وقتكم وتعاونكم.

القسم الأول: البيانات الشخصية والمهنية

1.العمر:

- [] أقل من 25 سنة
- [] من 25 - 34 سنة
- [] من 35 - 44 سنة
- [] من 45 - 54 سنة
- [] 55 سنة فأكثر

2.المؤهل العلمي:

- [] دبلوم
- [] بكالوريوس
- [] ماجستير
- [] دكتوراه
- [] أخرى، يرجى التحديد _____ :

3.التخصص:

- [] الهندسة المدنية
- [] الهندسة المعمارية
- [] هندسة التشييد
- [] إدارة المشاريع
- [] أخرى، يرجى التحديد _____ :

4.المنصب الحالي:

- [] مهندس مشروع
- [] مدير مشروع
- [] مخطط مشاريع
- [] مدير تخطيط وجدولة
- [] استشاري مشاريع
- [] أخرى، يرجى التحديد _____ :

5.عدد سنوات الخبرة في مجال البناء:

• [] أقل من 5 سنوات

• [] من 5 - 10 سنوات

• [] من 11 - 15 سنة

• [] من 16 - 20 سنة

• [] أكثر من 20 سنة

6. نوع الجهة التي تعمل بها:

• [] شركة مقاولات حكومية

• [] شركة مقاولات خاصة

• [] مكتب استشاري

• [] جهة حكومية (وزارة، هيئة)

• [] مطور عقاري

• [] أخرى، يرجى التحديد _____ :

7. حجم الشركة/المؤسسة:

• [] صغيرة (أقل من 50 موظف)

• [] متوسطة (50-250 موظف)

• [] كبيرة (أكثر من 250 موظف)

8. نوع المشاريع التي تعمل عليها عادة: (يمكن اختيار أكثر من إجابة)

• [] مشاريع سكنية

• [] مشاريع تجارية

• [] مشاريع صناعية

• [] مشاريع البنية التحتية

• [] المشاريع الحكومية

• [] أخرى، يرجى التحديد _____ :

9. قيمة المشاريع التي تعمل عليها عادة:

• [] أقل من 10 مليون ريال

• [] من 10 - 50 مليون ريال

• [] من 50 - 100 مليون ريال

- [] من 100 - 500 مليون ريال
- [] أكثر من 500 مليون ريال

القسم الثاني: الوعي والمعرفة بتقنيات الذكاء الاصطناعي

10. ما مدى معرفتك بتقنيات الذكاء الاصطناعي في مجال البناء؟

- [] ممتاز
- [] جيد جداً
- [] جيد
- [] مقبول
- [] ضعيف

11. من أين تحصل على معلوماتك حول تقنيات الذكاء الاصطناعي؟ (يمكن اختيار أكثر من إجابة)

- [] المؤتمرات والندوات المهنية
- [] الدورات التدريبية
- [] المجلات العلمية والمهنية
- [] المواقع الإلكترونية المتخصصة
- [] وسائل التواصل الاجتماعي
- [] الزملاء والخبراء
- [] لا أحصل على معلومات حول هذا الموضوع
- [] أخرى، يرجى التحديد _____ :

12. هل تلقيت أي تدريب متخصص في تقنيات الذكاء الاصطناعي؟

- [] نعم، تدريب شامل
- [] نعم، تدريب أساسي
- [] لا، ولكن أخطط للحصول على تدريب
- [] لا، ولا أخطط للحصول على تدريب

13. ما هي تقنيات الذكاء الاصطناعي التي تعرفها في مجال البناء؟ (يمكن اختيار أكثر من إجابة)

- [] التعلم الآلي (Machine Learning)

- [] الشبكات العصبية (Neural Networks)
- [] معالجة اللغة الطبيعية (NLP)
- [] رؤية الحاسوب (Computer Vision)
- [] الخوارزميات الجينية (Genetic Algorithms)
- [] أنظمة الخبرة (Expert Systems)
- [] التحليل التنبؤي (Predictive Analytics)
- [] لا أعرف أي منها
- [] أخرى، يرجى التحديد _____ :

القسم الثالث: الاستخدام الحالي لتقنيات الذكاء الاصطناعي

14. هل تستخدم شركتك/مؤسستك حالياً تقنيات الذكاء الاصطناعي في إدارة المشاريع؟

- [] نعم، بشكل واسع
- [] نعم، بشكل محدود
- [] لا، ولكن نخطط للبدء قريباً
- [] لا، ولا نخطط للبدء
- [] لا أعرف

15. إذا كانت الإجابة بنعم، في أي مجالات يتم استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي؟ (يمكن اختيار أكثر من إجابة)

- [] جدولة المشاريع
- [] تقدير التكاليف
- [] إدارة المخاطر
- [] مراقبة الجودة
- [] إدارة الموارد
- [] التنبؤ بالمشاكل
- [] تحليل البيانات
- [] أخرى، يرجى التحديد _____ :

16. ما هي البرامج أو الأدوات التي تستخدمها والتي تتضمن تقنيات الذكاء الاصطناعي؟ (يمكن اختيار أكثر من إجابة)

- Microsoft Project [] مع إضافات ذكية
- Primavera P6 [] مع تقنيات متقدمة
- Oracle Construction Intelligence []
- Autodesk Construction Cloud []
- SAP S/4HANA []
- [] برامج مطورة داخلياً
- [] لا أستخدم أي منها
- [] أخرى، يرجى التحديد _____ :

17. منذ متى تستخدم تقنيات الذكاء الاصطناعي في العمل؟

- [] أقل من سنة
- [] من 1 - 2 سنة
- [] من 3 - 5 سنوات
- [] أكثر من 5 سنوات
- [] لا أستخدمها حالياً

القسم الرابع: تأثير الذكاء الاصطناعي على جدولة المشاريع

تعليمات: يرجى تحديد مدى موافقتك على العبارات التالية باستخدام المقياس التالي:

- = 5 موافق بشدة
- = 4 موافق
- = 3 محايد
- = 2 غير موافق
- = 1 غير موافق بشدة

أ. تحسين دقة التخطيط والجدولة:

1	2	3	4	5	العبارة
☐	☐	☐	☐	☐	18. تساعد تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين دقة تقدير مدة الأنشطة
☐	☐	☐	☐	☐	19. تقلل تقنيات الذكاء الاصطناعي من الأخطاء في الجدولة الزمنية
☐	☐	☐	☐	☐	20. تساعد في تحديد المسار الحرج للمشروع بدقة أكبر
☐	☐	☐	☐	☐	21. تحسن من دقة التنبؤ بتواريخ انتهاء الأنشطة
☐	☐	☐	☐	☐	22. تساعد في تحسين تسلسل الأنشطة وترتيبها

ب. تحسين إدارة الموارد:

1	2	3	4	5	العبارة
☐	☐	☐	☐	☐	23. تساعد في تحسين توزيع الموارد البشرية على الأنشطة
☐	☐	☐	☐	☐	24. تحسن من كفاءة استخدام المعدات والآلات
☐	☐	☐	☐	☐	25. تساعد في تجنب تضارب الموارد بين الأنشطة
☐	☐	☐	☐	☐	26. تحسن من جدولة المواد وتوقيت وصولها
☐	☐	☐	☐	☐	27. تساعد في تحسين استغلال الوقت المتاح

ج. تحسين المراقبة والتحكم:

1	2	3	4	5	العبارة
☐	☐	☐	☐	☐	28. تساعد في مراقبة تقدم المشروع بشكل أفضل
☐	☐	☐	☐	☐	29. تقدم تنبيهات مبكرة عند حدوث تأخير
☐	☐	☐	☐	☐	30. تساعد في اتخاذ إجراءات تصحيحية سريعة
☐	☐	☐	☐	☐	31. تحسن من عملية إعادة الجدولة عند الحاجة
☐	☐	☐	☐	☐	32. تساعد في تحليل الانحرافات وأسبابها

د. تحسين إدارة المخاطر:

1	2	3	4	5	العبارة
☐	☐	☐	☐	☐	33.تساعد في تحديد المخاطر المحتملة مسبقاً
☐	☐	☐	☐	☐	34.تقدم سيناريوهات بديلة للتعامل مع المخاطر
☐	☐	☐	☐	☐	35.تحسن من دقة تقدير تأثير المخاطر على الجدولة
☐	☐	☐	☐	☐	36.تساعد في وضع خطط طوارئ فعالة
☐	☐	☐	☐	☐	37.تقلل من تأثير المخاطر على الجدولة الزمنية

القسم الخامس: تأثير الذكاء الاصطناعي على تقليل التكاليف

أ. تقليل تكاليف العمالة:

1	2	3	4	5	العبارة
☐	☐	☐	☐	☐	38.تقلل من الحاجة لساعات العمل الإضافية
☐	☐	☐	☐	☐	39.تحسن من إنتاجية العمال
☐	☐	☐	☐	☐	40.تقلل من تكاليف التدريب والتأهيل
☐	☐	☐	☐	☐	41.تقلل من الحاجة للعمالة المتخصصة
☐	☐	☐	☐	☐	42.تقلل من تكاليف الأخطاء البشرية

ب. تقليل تكاليف المواد:

1	2	3	4	5	العبارة
☐	☐	☐	☐	☐	43.تحسن من دقة تقدير كميات المواد
☐	☐	☐	☐	☐	44.تقلل من الهدر في المواد
☐	☐	☐	☐	☐	45.تحسن من توقيت طلب المواد
☐	☐	☐	☐	☐	46.تقلل من تكاليف التخزين
☐	☐	☐	☐	☐	47.تساعد في الحصول على أفضل الأسعار

ج. تقليل تكاليف المعدات:

1	2	3	4	5	العبارة
☐	☐	☐	☐	☐	48.تحسن من كفاءة استخدام المعدات
☐	☐	☐	☐	☐	49.تقلل من تكاليف الصيانة
☐	☐	☐	☐	☐	50.تقلل من فترات توقف المعدات
☐	☐	☐	☐	☐	51.تحسن من جدولة استخدام المعدات
☐	☐	☐	☐	☐	52.تقلل من الحاجة لاستئجار معدات إضافية

د. تقليل التكاليف الإضافية:

1	2	3	4	5	العبارة
☐	☐	☐	☐	☐	53.تقلل من تكاليف التأخير
☐	☐	☐	☐	☐	54.تقلل من تكاليف إعادة العمل
☐	☐	☐	☐	☐	55.تقلل من التكاليف الإدارية
☐	☐	☐	☐	☐	56.تقلل من تكاليف النقل واللوجستيات
☐	☐	☐	☐	☐	57.تقلل من تكاليف المخاطر والطوارئ

القسم السادس: التحديات والعوائق

58. ما هي أهم التحديات التي تواجه تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي في مشاريع البناء؟ (يمكن اختيار أكثر من إجابة)

- [] التكلفة العالية للتطبيق
- [] نقص الخبرة التقنية
- [] مقاومة التغيير من العاملين
- [] عدم توفر البيانات الكافية
- [] ضعف البنية التحتية التقنية

- [] عدم وضوح العائد على الاستثمار
- [] التحديات التنظيمية والقانونية
- [] صعوبة التكامل مع الأنظمة الحالية
- [] أخرى، يرجى التحديد _____ :

59. ما مدى تأثير العوامل التالية كعوائق لتطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي؟

العامل	تأثير كبير جداً	تأثير كبير	تأثير متوسط	تأثير قليل	لا يوجد تأثير
التكلفة المرتفعة	☐	☐	☐	☐	☐
نقص المهارات التقنية	☐	☐	☐	☐	☐
عدم دعم الإدارة العليا	☐	☐	☐	☐	☐
مقاومة العاملين	☐	☐	☐	☐	☐
عدم وضوح الفوائد	☐	☐	☐	☐	☐
التحديات التقنية	☐	☐	☐	☐	☐
عدم توفر البيانات	☐	☐	☐	☐	☐

60. ما هي أهم الحلول المقترحة لتذليل هذه التحديات؟ (يمكن اختيار أكثر من إجابة)

- [] التدريب وتطوير المهارات
- [] الحصول على دعم الإدارة العليا
- [] التطبيق التدريجي
- [] الاستعانة بخبراء متخصصين
- [] توفير الميزانية المناسبة
- [] تحسين البنية التحتية التقنية
- [] وضع خطة تغيير شاملة
- [] قياس العائد على الاستثمار
- [] أخرى، يرجى التحديد _____ :

القسم السابع: التوقعات المستقبلية

61. ما هي توقعاتك لمستقبل استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في مشاريع البناء؟

- [] ستصبح أساسية في جميع المشاريع خلال 5 سنوات
- [] ستنتشر تدريجياً خلال 10 سنوات
- [] ستبقى محدودة في المشاريع الكبيرة فقط
- [] لن تحقق انتشاراً واسعاً
- [] لا أعرف

62. ما هي المجالات التي تتوقع أن تشهد أكبر تطور في استخدام الذكاء الاصطناعي؟ (يمكن اختيار أكثر من إجابة)

- [] التخطيط والجدولة
- [] تقدير التكاليف
- [] إدارة المخاطر
- [] مراقبة الجودة
- [] إدارة الموارد
- [] الصيانة التنبؤية
- [] السلامة المهنية
- [] إدارة العقود
- [] أخرى، يرجى التحديد _____ :

63. ما مدى استعدادك لتطوير مهاراتك في مجال الذكاء الاصطناعي؟

- [] مستعد جداً وأخطط لذلك
- [] مستعد إذا توفرت الفرصة
- [] محايد
- [] غير مستعد حالياً
- [] لا أرى حاجة لذلك

64. هل تنصح بتطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي في شركتك/مؤسستك؟

- [] أنصح بشدة
- [] أنصح
- [] محايد
- [] لا أنصح

- [] لا أنصح مطلقاً
- 65. ما هي توقعاتك لتأثير الذكاء الاصطناعي على فرص العمل في مجال البناء؟
- [] سيزيد من فرص العمل
- [] سيحافظ على فرص العمل الحالية
- [] سيقول من فرص العمل
- [] سيغير طبيعة الوظائف فقط
- [] لا أعرف

القسم الثامن: الأسئلة المفتوحة

66. من وجهة نظرك، ما هي أهم ثلاث فوائد لاستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في مشاريع البناء؟

1. _____
2. _____
3. _____

67. ما هي أهم ثلاث عوائق تحد من استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في مشاريع البناء؟

1. _____
2. _____
3. _____

68. ما هي المقترحات التي تراها مناسبة لتطوير استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في مشاريع البناء بالمملكة؟

69. هل لديك أي تجارب شخصية أو قصص نجاح في استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في مشاريع البناء؟ يرجى المشاركة:

70. أي ملاحظات أو تعليقات إضافية تود إضافتها:

خاتمة الاستبيان

شكراً جزيلاً لكم على وقتكم وجهدكم في الإجابة على هذا الاستبيان.

مشاركتم القيمة ستساهم في تطوير فهمنا لتأثير تقنيات الذكاء الاصطناعي على مشاريع البناء في المملكة العربية السعودية، وستساعد في تقديم توصيات عملية لتحسين الممارسات المهنية في هذا المجال.

معلومات التواصل:

- إذا كان لديكم أي استفسارات حول الدراسة، يرجى التواصل معي على البريد الإلكتروني: [البريد الإلكتروني]
 - إذا كنتم ترغبون في الحصول على نسخة من النتائج، يرجى إرسال طلب عبر البريد الإلكتروني
- تأكيد الموافقة:

- [] أوافق على استخدام بياناتي في هذه الدراسة البحثية
- [] أرفض في الحصول على نسخة من النتائج عند اكتمال الدراسة

التوقيع الإلكتروني

الاسم: _____ التاريخ: _____

استمارة تحكيم الاستبيان

دراسة بعنوان: "تأثير تقنيات الذكاء الاصطناعي على جدولة المشاريع وتقليل التكاليف: دراسة تطبيقية على مشاريع البناء في المملكة العربية السعودية"

بيانات المحكم 1

الاسم: سماح محمد عبد الحفيظ

الدرجة العلمية : أستاذ مشارك

التخصص: إدارة مشروعات التشييد

جهة العمل: جامعة الإسكندرية

المنصب: عضو هيئة تدريس

عدد سنوات الخبرة: 10

البريد الإلكتروني samah.abdelhafeez@alexu.edu.eg

التاريخ: يونيو -2025

ملخص الدراسة

هدف الدراسة:

تهدف هذه الدراسة إلى قياس تأثير تقنيات الذكاء الاصطناعي على تحسين جدولة المشاريع وتقليل التكاليف في مشاريع البناء بمدينة الرياض.

مشكلة الدراسة: تواجه مشاريع البناء في المملكة العربية السعودية تحديات في الجدولة الزمنية وإدارة التكاليف، مما يؤدي إلى تأخير المشاريع وزيادة التكاليف.

أسئلة الدراسة:

ما مدى استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في مشاريع البناء بمدينة الرياض؟

ما تأثير هذه التقنيات على تحسين جدولة المشاريع؟

ما تأثير هذه التقنيات على تقليل تكاليف المشاريع؟

ما هي التحديات التي تواجه تطبيق هذه التقنيات؟

مجتمع الدراسة:

المهندسون ومديرو المشاريع والمخططون في مشاريع البناء بمدينة الرياض.

تعليمات التحكيم

عزيزي المحكم المحترم،

يرجى مراجعة الاستبيان المرفق بعناية وتقديم آرائكم وملاحظاتكم حول الجوانب التالية:

الصدق الظاهري: مدى وضوح وفهم الأسئلة

صدق المحتوى: مدى تمثيل الأسئلة لموضوع الدراسة

صدق البناء: مدى انتماء كل سؤال للمحور المخصص له

الصياغة اللغوية: مدى سلامة الصياغة اللغوية للأسئلة

التسلسل المنطقي: مدى منطقية ترتيب الأسئلة والمحاور

معايير التقييم:

مناسب: السؤال مناسب ولا يحتاج تعديل

مناسب مع تعديل: السؤال مناسب ولكن يحتاج تعديل بسيط

غير مناسب: السؤال غير مناسب ويحتاج تعديل جذري أو حذف

القسم الأول: تحكيم البيانات الشخصية والمهنية

تقييم عام للقسم:

المعيار	ممتاز	جيد جداً	جيد	مقبول	ضعيف
الوضوح والفهم	✓	☐	☐	☐	☐
الشمولية	✓	☐	☐	☐	☐
التسلسل المنطقي	✓	☐	☐	☐	☐
الصياغة اللغوية	✓	☐	☐	☐	☐

تحكيم الأسئلة الفردية:

رقم السؤال	مناسب	مناسب مع تعديل	غير مناسب	التعديل المقترح
1. العمر	✓	☐	☐	
2. المؤهل العلمي	✓	☐	☐	
3. التخصص	✓	☐	☐	
4. المنصب الحالي	✓	☐	☐	
5. سنوات الخبرة	✓	☐	☐	
6. نوع الجهة	✓	☐	☐	
7. حجم الشركة	✓	☐	☐	
8. نوع المشاريع	✓	☐	☐	
9. قيمة المشاريع	✓	☐	☐	

ملاحظات عامة على القسم الأول:

جميع البنود واضحة وضرورية لجمع معلومات عن العينة.

-التقييم العام: ممتاز في كافة المعايير

القسم الثاني: تحكيم الوعي والمعرفة بتقنيات الذكاء الاصطناعي

تقييم عام للقسم:

المعيار	ممتاز	جيد جداً	جيد	مقبول	ضعيف
الوضوح والفهم	✓	☐	☐	☐	☐
الشمولية	✓	☐	☐	☐	☐
التسلسل المنطقي	✓	☐	☐	☐	☐
الصياغة اللغوية	✓	☐	☐	☐	☐

تحكيم الأسئلة الفردية:

رقم السؤال	مناسب	مناسب مع تعديل	غير مناسب	التعديل المقترح
10. مدى المعرفة	✓	☐	☐	
11. مصادر المعلومات	✓	☐	☐	
12. التدريب المتخصص	✓	☐	☐	
13. التقنيات المعروفة	✓	☐	☐	

ملاحظات عامة على القسم الثاني:

- الأسئلة دقيقة وشاملة لمجالات المعرفة المطلوبة.
- التقييم العام: ممتاز في الوضوح والشمولية وتسلسل الأسئلة.

القسم الثالث: تحكيم الاستخدام الحالي لتقنيات الذكاء الاصطناعي

تقييم عام للقسم:

المعيار	ممتاز	جيد جداً	جيد	مقبول	ضعيف
الوضوح والفهم	☐	✓	☐	☐	☐
الشمولية	☐	✓	☐	☐	☐
التسلسل المنطقي	☐	✓	☐	☐	☐
الصياغة اللغوية	☐	✓	☐	☐	☐

تحكيم الأسئلة الفردية:

رقم السؤال	مناسب	مناسب مع تعديل	غير مناسب	التعديل المقترح
14. الاستخدام الحالي	✓	☐	☐	
15. مجالات الاستخدام	✓	☐	☐	
16. البرامج والأدوات	✓	☐	☐	
17. مدة الاستخدام	✓	☐	☐	

ملاحظات عامة على القسم الثالث:

الأسئلة تغطي واقع التطبيق العملي.
التقييم: جيد جداً.

القسم الرابع: تحكيم تأثير الذكاء الاصطناعي على جدولة المشاريع

تقييم عام للقسم:

المعيار	ممتاز	جيد جداً	جيد	مقبول	ضعيف
الوضوح والفهم	✓	☐	☐	☐	☐
الشمولية	✓	☐	☐	☐	☐
التسلسل المنطقي	✓	☐	☐	☐	☐
مناسبة مقياس ليكرت	✓	☐	☐	☐	☐

أ. تحكيم محور تحسين دقة التخطيط والجدولة:

رقم العبارة	مناسب	مناسب مع تعديل	غير مناسب	التعديل المقترح
18. دقة تقدير مدة الأنشطة	✓	☐	☐	
19. تقليل أخطاء الجدولة	✓	☐	☐	
20. تحديد المسار الحرج	✓	☐	☐	
21. التنبؤ بتواريخ الانتهاء	✓	☐	☐	
22. تحسين تسلسل الأنشطة	✓	☐	☐	

ب. تحكيم محور تحسين إدارة الموارد:

رقم العبارة	مناسب	مناسب مع تعديل	غير مناسب	التعديل المقترح
23. توزيع الموارد البشرية	✓	☐	☐	
24. كفاءة المعدات	✓	☐	☐	
25. تجنب تضارب الموارد	✓	☐	☐	
26. جدولة المواد	✓	☐	☐	
27. استغلال الوقت	✓	☐	☐	

ج. تحكيم محور تحسين المراقبة والتحكم:

رقم العبارة	مناسب	مناسب مع تعديل	غير مناسب	التعديل المقترح
28. مراقبة تقدم المشروع	✓	☐	☐	
29. التنبيهات المبكرة	✓	☐	☐	
30. الإجراءات التصحيحية	✓	☐	☐	
31. إعادة الجدولة	✓	☐	☐	
32. تحليل الانحرافات	✓	☐	☐	

د. تحكيم محور تحسين إدارة المخاطر:

رقم العبارة	مناسب	مناسب مع تعديل	غير مناسب	التعديل المقترح
33. تحديد المخاطر	✓	☐	☐	
34. السيناريوهات البديلة	✓	☐	☐	
35. تقدير تأثير المخاطر	✓	☐	☐	
36. خطط الطوارئ	✓	☐	☐	
37. تقليل تأثير المخاطر	✓	☐	☐	

ملاحظات عامة على القسم الرابع:

محاور التقدير والتحكم والمخاطر مناسبة وشاملة.
- التقييم العام: ممتاز؛ مقياس ليكرت مناسب.

القسم الخامس: تحكيم تأثير الذكاء الاصطناعي على تقليل التكاليف

تقييم عام للقسم:

المعيار	ممتاز	جيد جداً	جيد	مقبول	ضعيف
الوضوح والفهم	✓	☐	☐	☐	☐
الشمولية	✓	☐	☐	☐	☐
التسلسل المنطقي	✓	☐	☐	☐	☐
مناسبة مقياس ليكرت	✓	☐	☐	☐	☐

أ. تحكيم محور تقليل تكاليف العمالة:

رقم العبارة	مناسب	مناسب مع تعديل	غير مناسب	التعديل المقترح
38. تقليل ساعات العمل الإضافية	✓	☐	☐	
39. تحسين إنتاجية العمال	✓	☐	☐	
40. تقليل تكاليف التدريب	✓	☐	☐	
41. تقليل العمالة المتخصصة	✓	☐	☐	
42. تقليل تكاليف الأخطاء	✓	☐	☐	

ب. تحكيم محور تقليل تكاليف المواد:

رقم العبارة	مناسب	مناسب مع تعديل	غير مناسب	التعديل المقترح
43. دقة تقدير الكميات	✓	☐	☐	
44. تقليل الهدر	✓	☐	☐	
45. توقيت طلب المواد	✓	☐	☐	
46. تقليل تكاليف التخزين	✓	☐	☐	
47. الحصول على أفضل الأسعار	✓	☐	☐	

ج. تحكيم محور تقليل تكاليف المعدات:

رقم العبارة	مناسب	مناسب مع تعديل	غير مناسب	التعديل المقترح
48. كفاءة استخدام المعدات	✓	☐	☐	
49. تقليل تكاليف الصيانة	✓	☐	☐	
50. تقليل فترات التوقف	✓	☐	☐	
51. جدولة استخدام المعدات	✓	☐	☐	
52. تقليل المعدات الإضافية	✓	☐	☐	

د. تحكيم محور تقليل التكاليف الإضافية:

رقم العبارة	مناسب	مناسب مع تعديل	غير مناسب	التعديل المقترح
53. تقليل تكاليف التأخير	✓	☐	☐	
54. تقليل تكاليف إعادة العمل	✓	☐	☐	
55. تقليل التكاليف الإدارية	✓	☐	☐	
56. تقليل تكاليف النقل	✓	☐	☐	
57. تقليل تكاليف المخاطر	✓	☐	☐	

ملاحظات عامة على القسم الخامس:

تغطية جيدة لجميع محاور التكلفة.

-التقييم العام: ممتاز.

القسم السادس: تحكيم التحديات والعوائق

تقييم عام للقسم:

المعيار	ممتاز	جيد جداً	جيد	مقبول	ضعيف
الوضوح والفهم	☐	✓	☐	☐	☐
الشمولية	☐	✓	☐	☐	☐
التسلسل المنطقي	☐	✓	☐	☐	☐
الصياغة اللغوية	☐	✓	☐	☐	☐

تحكيم الأسئلة الفردية:

رقم السؤال	مناسب	مناسب مع تعديل	غير مناسب	التعديل المقترح
58. أهم التحديات	✓	☐	☐	
59. تأثير العوامل كعوائق	✓	☐	☐	
60. الحلول المقترحة	✓	☐	☐	

ملاحظات عامة على القسم السادس:

عرض كافٍ للتحديات.

- التقييم: جيد جداً.

القسم السابع: تحكيم التوقعات المستقبلية

تقييم عام للقسم:

المعيار	ممتاز	جيد جداً	جيد	مقبول	ضعيف
الوضوح والفهم	✓	☐	☐	☐	☐
الشمولية	✓	☐	☐	☐	☐
التسلسل المنطقي	✓	☐	☐	☐	☐
الصياغة اللغوية	✓	☐	☐	☐	☐

تحكيم الأسئلة الفردية:

رقم السؤال	مناسب	مناسب مع تعديل	غير مناسب	التعديل المقترح
61. التوقعات المستقبلية	✓	☐	☐	
62. المجالات المتطورة	✓	☐	☐	
63. الاستعداد للتطوير	✓	☐	☐	
64. التنصيح بالتطبيق	✓	☐	☐	
65. تأثير على فرص العمل	✓	☐	☐	

ملاحظات عامة على القسم السابع:

تنوع جيد للأسئلة المتعلقة بالتوقعات.
-التقييم: ممتاز.

القسم الثامن: تحكيم الأسئلة المفتوحة

تقييم عام للقسم:

المعيار	ممتاز	جيد جداً	جيد	مقبول	ضعيف
الوضوح والفهم	✓	☐	☐	☐	☐
أهمية الأسئلة	✓	☐	☐	☐	☐
التسلسل المنطقي	✓	☐	☐	☐	☐
الصياغة اللغوية	✓	☐	☐	☐	☐

تحكيم الأسئلة الفردية:

رقم السؤال	مناسب	مناسب مع تعديل	غير مناسب	التعديل المقترح
66. أهم الفوائد	✓	☐	☐	
67. أهم العوائق	✓	☐	☐	
68. المقترحات للتطوير	✓	☐	☐	
69. التجارب الشخصية	✓	☐	☐	
70. ملاحظات إضافية	✓	☐	☐	

ملاحظات عامة على القسم الثامن:

ترحيب بوجود أسئلة مفتوحة تسهم بجمع رؤى شاملة.
-التقييم: ممتاز

التقييم الشامل للاستبيان

1. التقييم العام للاستبيان:

المعيار	ممتاز	جيد جداً	جيد	مقبول	ضعيف
الوضوح العام	✓	☐	☐	☐	☐
الشمولية	✓	☐	☐	☐	☐
التسلسل المنطقي	✓	☐	☐	☐	☐
الصياغة اللغوية	✓	☐	☐	☐	☐
مناسبة الطول	✓	☐	☐	☐	☐
سهولة الإجابة	✓	☐	☐	☐	☐

2. مدى تحقيق الاستبيان لأهداف الدراسة:

الهدف	يحقق بدرجة كبيرة	يحقق بدرجة متوسطة	يحقق بدرجة قليلة	لا يحقق
قياس مدى الاستخدام	✓	☐	☐	☐
قياس تأثير الجدولة	✓	☐	☐	☐
قياس تأثير التكاليف	✓	☐	☐	☐
تحديد التحديات	✓	☐	☐	☐

3. مدى مناسبة الاستبيان للمجتمع المستهدف:

المعيار	مناسب جداً	مناسب	مناسب نوعاً ما	غير مناسب
المستوى التعليمي	✓	☐	☐	☐
الخبرة المهنية	✓	☐	☐	☐
طبيعة العمل	✓	☐	☐	☐
المصطلحات المستخدمة	✓	☐	☐	☐

التوصيات والمقترحات

1. هل تنصح بتطبيق الاستبيان بصورته الحالية؟

✓ نعم، بدون تعديل

☐ نعم، مع تعديلات طفيفة

☐ نعم، مع تعديلات جوهرية

☐ لا، يحتاج إعادة صياغة شاملة

2. أسئلة مقترحة للإضافة:

لا توجد إضافات

الخاتمة: الاستبيان في صورته الحالية مناسب وذو جودة أكاديمية عالية.

3. أسئلة مقترحة للحذف:

لا توجد تعديلات للحذف او مقترحة.

4. تعديلات مقترحة على البنية العامة:

لا توجد تعديلات للحذف او مقترحة

تعديلات مقترحة على الصياغة اللغوية:

لا توجد اى تعديلات مقترحة

6. اقتراحات لتحسين جودة البيانات المجمعة:

لا توجد اى مقترحات

7. ملاحظات عامة وتوصيات أخرى:

الاستبيان في صورته الحالية مناسب وذو جودة أكاديمية عالية.

إقرار المحكم

أقر بأنني قمت بمراجعة الاستبيان بعناية وأن جميع الآراء والملاحظات المقدمة تمثل وجهة نظري المهنية والأكاديمية، وأن هذا التحكيم يهدف إلى تحسين جودة الأداة البحثية.

توقيع المحكم: د. سماح محمد عبد الحفيظ

التاريخ يونيو: 2025

شكر وتقدير

نشكركم على الوقت والجهد المبذول في تحكيم هذا الاستبيان. ملاحظاتكم وتوجيهاتكم القيمة ستساهم في تحسين جودة الأداة البحثية وتحقيق أهداف الدراسة بأفضل صورة ممكنة.

البريد الإلكتروني:

للاستفسارات:

بيانات المحكم 2

الاسم: أحمد عبد المجيد إبراهيم

الدرجة العلمية : أستاذ مشارك

التخصص: إدارة مشاريع هندسية

جهة العمل: جامعة القاهرة

المنصب: عضو هيئة تدريس

عدد سنوات الخبرة: 12

البريد الإلكتروني abdelmageed@cu.edu.eg

التاريخ : يونيو - 2025

ملخص الدراسة

هدف الدراسة:

تهدف هذه الدراسة إلى قياس تأثير تقنيات الذكاء الاصطناعي على تحسين جدولة المشاريع وتقليل التكاليف في مشاريع البناء بمدينة الرياض.

مشكلة الدراسة:

تواجه مشاريع البناء في المملكة العربية السعودية تحديات في الجدولة الزمنية وإدارة التكاليف، مما يؤدي إلى تأخير المشاريع وزيادة التكاليف.

أسئلة الدراسة:

ما مدى استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في مشاريع البناء بمدينة الرياض؟

ما تأثير هذه التقنيات على تحسين جدولة المشاريع؟

ما تأثير هذه التقنيات على تقليل تكاليف المشاريع؟

ما هي التحديات التي تواجه تطبيق هذه التقنيات؟

مجتمع الدراسة:

المهندسون ومديرو المشاريع والمخططون في مشاريع البناء بمدينة الرياض.

تعليمات التحكيم

عزيزي المحكم المحترم،

يرجى مراجعة الاستبيان المرفق بعناية وتقديم آرائكم وملاحظاتكم حول الجوانب التالية:

الصدق الظاهري: مدى وضوح وفهم الأسئلة

صدق المحتوى: مدى تمثيل الأسئلة لموضوع الدراسة

صدق البناء: مدى انتماء كل سؤال للمحور المخصص له

الصياغة اللغوية: مدى سلامة الصياغة اللغوية للأسئلة

التسلسل المنطقي: مدى منطقية ترتيب الأسئلة والمحاور

معايير التقييم:

مناسب: السؤال مناسب ولا يحتاج تعديل

مناسب مع تعديل: السؤال مناسب ولكن يحتاج تعديل بسيط

غير مناسب: السؤال غير مناسب ويحتاج تعديل جذري أو حذف

القسم الأول: تحكيم البيانات الشخصية والمهنية

تقييم عام للقسم:

المعيار	ممتاز	جيد جداً	جيد	مقبول	ضعيف
الوضوح والفهم	☐	✓	☐	☐	☐
الشمولية	☐	✓	☐	☐	☐
التسلسل المنطقي	☐	✓	☐	☐	☐
الصياغة اللغوية	☐	✓	☐	☐	☐

تحكيم الأسئلة الفردية:

رقم السؤال	مناسب	مناسب مع تعديل	غير مناسب	التعديل المقترح
1.العمر	✓	☐	☐	
2.المؤهل العلمي	✓	☐	☐	
3.التخصص	✓	☐	☐	
4.المنصب الحالي	✓	☐	☐	
5.سنوات الخبرة	✓	☐	☐	
6.نوع الجهة	✓	☐	☐	
7.حجم الشركة	✓	☐	☐	
8.نوع المشاريع	✓	☐	☐	
9.قيمة المشاريع	✓	☐	☐	

ملاحظات عامة على القسم الأول:

لبيانات مقسمة بوضوح، وبعض بنود حجم الشركة وقيمة المشاريع قد تحتاج توضيح فقرة تعريفية.
-التقييم: جيد جداً.

القسم الثاني: تحكيم الوعي والمعرفة بتقنيات الذكاء الاصطناعي

تقييم عام للقسم:

المعيار	ممتاز	جيد جداً	جيد	مقبول	ضعيف
الوضوح والفهم	✓	☐	☐	☐	☐
الشمولية	✓	☐	☐	☐	☐
التسلسل المنطقي	✓	☐	☐	☐	☐
الصياغة اللغوية	✓	☐	☐	☐	☐

تحكيم الأسئلة الفردية:

رقم السؤال	مناسب	مناسب مع تعديل	غير مناسب	التعديل المقترح
10. مدى المعرفة	✓	☐	☐	
11. مصادر المعلومات	✓	☐	☐	
12. التدريب المتخصص	✓	☐	☐	
13. التقنيات المعروفة	✓	☐	☐	

ملاحظات عامة على القسم الثاني:

- الأسئلة شاملة وذات تسلسل واضح.

- التقييم العام: ممتاز.

القسم الثالث: تحكيم الاستخدام الحالي لتقنيات الذكاء الاصطناعي

تقييم عام للقسم:

المعيار	ممتاز	جيد جداً	جيد	مقبول	ضعيف
الوضوح والفهم	☐	✓	☐	☐	☐
الشمولية	☐	✓	☐	☐	☐
التسلسل المنطقي	☐	✓	☐	☐	☐
الصياغة اللغوية	☐	✓	☐	☐	☐

تحكيم الأسئلة الفردية:

رقم السؤال	مناسب	مناسب مع تعديل	غير مناسب	التعديل المقترح
14. الاستخدام الحالي	✓	☐	☐	
15. مجالات الاستخدام	✓	☐	☐	
16. البرامج والأدوات	✓	☐	☐	
17. مدة الاستخدام	☐	✓	☐	

ملاحظات عامة على القسم الثالث:

"مدة الاستخدام" مقبول، مع اقتراح إضافة تحديد لفترات زمنية واضحة

مثلاً (أقل من سنة، 1-3 سنوات، أكثر).

- التقييم: جيد جداً.

القسم الرابع: تحكيم تأثير الذكاء الاصطناعي على جدولة المشاريع

تقييم عام للقسم:

المعيار	ممتاز	جيد جداً	جيد	مقبول	ضعيف
الوضوح والفهم	✓	☐	☐	☐	☐
الشمولية	✓	☐	☐	☐	☐
التسلسل المنطقي	✓	☐	☐	☐	☐
مناسبة مقياس ليكرت	✓	☐	☐	☐	☐

أ. تحكيم محور تحسين دقة التخطيط والجدولة:

رقم العبارة	مناسب	مناسب مع تعديل	غير مناسب	التعديل المقترح
18. دقة تقدير مدة الأنشطة	✓	☐	☐	
19. تقليل أخطاء الجدولة	✓	☐	☐	
20. تحديد المسار الحرج	✓	☐	☐	
21. التنبؤ بتواريخ الانتهاء	✓	☐	☐	
22. تحسين تسلسل الأنشطة	✓	☐	☐	

ب. تحكيم محور تحسين إدارة الموارد:

رقم العبارة	مناسب	مناسب مع تعديل	غير مناسب	التعديل المقترح
23. توزيع الموارد البشرية	✓	☐	☐	
24. كفاءة المعدات	✓	☐	☐	
25. تجنب تضارب الموارد	✓	☐	☐	
26. جدولة المواد	✓	☐	☐	
27. استغلال الوقت	✓	☐	☐	

ج. تحكيم محور تحسين المراقبة والتحكم:

رقم العبارة	مناسب	مناسب مع تعديل	غير مناسب	التعديل المقترح
28. مراقبة تقدم المشروع	✓	☐	☐	
29. التنبيهات المبكرة	✓	☐	☐	
30. الإجراءات التصحيحية	✓	☐	☐	
31. إعادة الجدولة	✓	☐	☐	
32. تحليل الانحرافات	✓	☐	☐	

د. تحكيم محور تحسين إدارة المخاطر:

رقم العبارة	مناسب	مناسب مع تعديل	غير مناسب	التعديل المقترح
33. تحديد المخاطر	✓	☐	☐	
34. السيناريوهات البديلة	✓	☐	☐	
35. تقدير تأثير المخاطر	✓	☐	☐	
36. خطط الطوارئ	✓	☐	☐	
37. تقليل تأثير المخاطر	✓	☐	☐	

ملاحظات عامة على القسم الرابع:

المحاور والمسارات معبرة بشكل كامل ومناسبة للدراسة.
- التقييم: ممتاز.

القسم الخامس: تحكيم تأثير الذكاء الاصطناعي على تقليل التكاليف

تقييم عام للقسم:

المعيار	ممتاز	جيد جداً	جيد	مقبول	ضعيف
الوضوح والفهم	☐	✓	☐	☐	☐
الشمولية	☐	✓	☐	☐	☐
التسلسل المنطقي	☐	✓	☐	☐	☐
مناسبة مقياس ليكرت	☐	✓	☐	☐	☐

أ. تحكيم محور تقليل تكاليف العمالة:

رقم العبارة	مناسب	مناسب مع تعديل	غير مناسب	التعديل المقترح
38. تقليل ساعات العمل الإضافية	✓	☐	☐	
39. تحسين إنتاجية العمال	✓	☐	☐	
40. تقليل تكاليف التدريب	✓	☐	☐	
41. تقليل العمالة المتخصصة	✓	☐	☐	
42. تقليل تكاليف الأخطاء	✓	☐	☐	

ب. تحكيم محور تقليل تكاليف المواد:

رقم العبارة	مناسب	مناسب مع تعديل	غير مناسب	التعديل المقترح
43.دقة تقدير الكميات	✓	☐	☐	
44.تقليل الهدر	✓	☐	☐	
45.توقيت طلب المواد	✓	☐	☐	
46.تقليل تكاليف التخزين	✓	☐	☐	
47.الحصول على أفضل الأسعار	✓	☐	☐	

ج. تحكيم محور تقليل تكاليف المعدات:

رقم العبارة	مناسب	مناسب مع تعديل	غير مناسب	التعديل المقترح
48.كفاءة استخدام المعدات	✓	☐	☐	
49.تقليل تكاليف الصيانة	✓	☐	☐	
50.تقليل فترات التوقف	✓	☐	☐	
51.جدولة استخدام المعدات	✓	☐	☐	
52.تقليل المعدات الإضافية	✓	☐	☐	

د. تحكيم محور تقليل التكاليف الإضافية:

رقم العبارة	مناسب	مناسب مع تعديل	غير مناسب	التعديل المقترح
53.تقليل تكاليف التأخير	✓	☐	☐	
54.تقليل تكاليف إعادة العمل	✓	☐	☐	
55.تقليل التكاليف الإدارية	✓	☐	☐	
56.تقليل تكاليف النقل	✓	☐	☐	
57.تقليل تكاليف المخاطر	✓	☐	☐	

ملاحظات عامة على القسم الخامس:

-ربما إضافة بند حول تقنيات الذكاء الاصطناعي المستخدمة في تقليل الأخطاء البشرية

- التقييم: جيد جداً.

القسم السادس: تحكيم التحديات والعوائق

تقييم عام للقسم:

المعيار	ممتاز	جيد جداً	جيد	مقبول	ضعيف
الوضوح والفهم	✓	☐	☐	☐	☐
الشمولية	✓	☐	☐	☐	☐
التسلسل المنطقي	✓	☐	☐	☐	☐
الصياغة اللغوية	✓	☐	☐	☐	☐

تحكيم الأسئلة الفردية:

رقم السؤال	مناسب	مناسب مع تعديل	غير مناسب	التعديل المقترح
58.أهم التحديات	✓	☐	☐	
59.تأثير العوامل كعوائق	✓	☐	☐	
60.الحلول المقترحة	✓	☐	☐	

ملاحظات عامة على القسم السادس:

-الأسئلة تعكس تحديات السوق المحلي.

- التقييم: ممتاز.

القسم السابع: تحكيم التوقعات المستقبلية

تقييم عام للقسم:

المعيار	ممتاز	جيد جداً	جيد	مقبول	ضعيف
الوضوح والفهم	✓	☐	☐	☐	☐
الشمولية	✓	☐	☐	☐	☐
التسلسل المنطقي	✓	☐	☐	☐	☐
الصياغة اللغوية	✓	☐	☐	☐	☐

تحكيم الأسئلة الفردية:

رقم السؤال	مناسب	مناسب مع تعديل	غير مناسب	التعديل المقترح
61. التوقعات المستقبلية	✓	☐	☐	
62. المجالات المتطورة	✓	☐	☐	
63. الاستعداد للتطوير	✓	☐	☐	
64. التنصيح بالتطبيق	✓	☐	☐	
65. تأثير على فرص العمل	✓	☐	☐	

ملاحظات عامة على القسم السابع:

يكفي تغطية التوقعات.

- التقييم: ممتاز..

القسم الثامن: تحكيم الأسئلة المفتوحة

تقييم عام للقسم:

المعيار	ممتاز	جيد جداً	جيد	مقبول	ضعيف
الوضوح والفهم	✓	☐	☐	☐	☐
أهمية الأسئلة	✓	☐	☐	☐	☐
التسلسل المنطقي	✓	☐	☐	☐	☐
الصياغة اللغوية	✓	☐	☐	☐	☐

تحكيم الأسئلة الفردية:

رقم السؤال	مناسب	مناسب مع تعديل	غير مناسب	التعديل المقترح
66. أهم الفوائد	✓	☐	☐	
67. أهم العوائق	✓	☐	☐	
68. المقترحات للتطوير	✓	☐	☐	
69. التجارب الشخصية	✓	☐	☐	
70. ملاحظات إضافية	✓	☐	☐	

ملاحظات عامة على القسم الثامن:

- تعدد الأسئلة المفتوحة نقطة إيجابية.
- التقييم: ممتاز.

التقييم الشامل للاستبيان

1. التقييم العام للاستبيان:

المعيار	ممتاز	جيد جداً	جيد	مقبول	ضعيف
الوضوح العام	☐	✓	☐	☐	☐
الشمولية	✓	☐	☐	☐	☐
التسلسل المنطقي	✓	☐	☐	☐	☐
الصياغة اللغوية	✓	☐	☐	☐	☐
مناسبة الطول	☐	✓	☐	☐	☐
سهولة الإجابة	✓	☐	☐	☐	☐

2. مدى تحقيق الاستبيان لأهداف الدراسة:

الهدف	يحقق بدرجة كبيرة	يحقق بدرجة متوسطة	يحقق بدرجة قليلة	لا يحقق
قياس مدى الاستخدام	✓	☐	☐	☐
قياس تأثير الجدولة	✓	☐	☐	☐
قياس تأثير التكاليف	✓	☐	☐	☐
تحديد التحديات	✓	☐	☐	☐

3. مدى مناسبة الاستبيان للمجتمع المستهدف:

المعيار	مناسب جداً	مناسب	مناسب نوعاً ما	غير مناسب
المستوى التعليمي	✓	☐	☐	☐
الخبرة المهنية	✓	☐	☐	☐
طبيعة العمل	✓	☐	☐	☐
المصطلحات المستخدمة	✓	☐	☐	☐

التوصيات والمقترحات

1. هل تنصح بتطبيق الاستبيان بصورته الحالية؟

☐ نعم، بدون تعديل

☒ نعم، مع تعديلات طفيفة

☐ نعم، مع تعديلات جوهرية

☐ لا، يحتاج إعادة صياغة شاملة

2. أسئلة مقترحة للإضافة:

لا توجد إضافات

الخاتمة: الاستبيان في صورته الحالية مناسب وذو جودة أكاديمية عالية.

3. أسئلة مقترحة للحذف:

لا توجد تعديلات للحذف او مقترحة.

4. تعديلات مقترحة على البنية العامة:

لا توجد تعديلات للحذف او مقترحة

5. تعديلات مقترحة على الصياغة اللغوية:

لا توجد اى تعديلات مقترحة

6. اقتراحات لتحسين جودة البيانات المجمعة:

لا توجد أي مقترحات

7. ملاحظات عامة وتوصيات أخرى:

الاستبيان في صورته الحالية مناسب وذو جودة أكاديمية عالية.

إقرار المحكم

أقر بأنني قمت بمراجعة الاستبيان بعناية وأن جميع الآراء والملاحظات المقدمة تمثل وجهة نظري المهنية والأكاديمية، وأن هذا التحكيم يهدف إلى تحسين جودة الأداة البحثية.

توقيع المحكم: أحمد عبد المجيد إبراهيم

التاريخ يونيو: 2025

شكر وتقدير

نشكركم على الوقت والجهد المبذول في تحكيم هذا الاستبيان. ملاحظتكم وتوجيهاتكم القيمة ستساهم في تحسين جودة الأداة البحثية وتحقيق أهداف الدراسة بأفضل صورة ممكنة.

للاستفسارات: البريد الإلكتروني:

بيانات المحكم 3

الاسم: محمد حسنين ربيع

الدرجة العلمية : أستاذ مشارك

التخصص: هندسة وإدارة مشروعات التشييد

جهة العمل: جامعة حلوان

المنصب: عضو هيئة تدريس

عدد سنوات الخبرة: 18

البريد الإلكتروني m.hassanien@helwan.edu.eg

التاريخ : يونيو - 2025

ملخص الدراسة

هدف الدراسة:

تهدف هذه الدراسة إلى قياس تأثير تقنيات الذكاء الاصطناعي على تحسين جدولة المشاريع وتقليل التكاليف في مشاريع البناء بمدينة الرياض.

مشكلة الدراسة:

تواجه مشاريع البناء في المملكة العربية السعودية تحديات في الجدولة الزمنية وإدارة التكاليف، مما يؤدي إلى تأخير المشاريع وزيادة التكاليف.

أسئلة الدراسة:

- 1. ما مدى استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في مشاريع البناء بمدينة الرياض؟
- 2. ما تأثير هذه التقنيات على تحسين جدولة المشاريع؟
- 3. ما تأثير هذه التقنيات على تقليل تكاليف المشاريع؟
- 4. ما هي التحديات التي تواجه تطبيق هذه التقنيات؟

مجتمع الدراسة:

المهندسون ومديرو المشاريع والمخططون في مشاريع البناء بمدينة الرياض.

تعليمات التحكيم

عزيزي المحكم المحترم،

يرجى مراجعة الاستبيان المرفق بعناية وتقديم آرائكم وملاحظاتكم حول الجوانب التالية:

الصدق الظاهري :مدى وضوح وفهم الأسئلة

صدق المحتوى :مدى تمثيل الأسئلة لموضوع الدراسة

صدق البناء :مدى انتماء كل سؤال للمحور المخصص له

الصياغة اللغوية :مدى سلامة الصياغة اللغوية للأسئلة

التسلسل المنطقي :مدى منطقية ترتيب الأسئلة والمحاور

معايير التقييم:

مناسب :السؤال مناسب ولا يحتاج تعديل

مناسب مع تعديل :السؤال مناسب ولكن يحتاج تعديل بسيط

غير مناسب :السؤال غير مناسب ويحتاج تعديل جذري أو حذف

القسم الأول: تحكيم البيانات الشخصية والمهنية

تقييم عام للقسم:

المعيار	ممتاز	جيد جداً	جيد	مقبول	ضعيف
الوضوح والفهم	✓	☐	☐	☐	☐
الشمولية	✓	☐	☐	☐	☐
التسلسل المنطقي	✓	☐	☐	☐	☐
الصياغة اللغوية	✓	☐	☐	☐	☐

تحكيم الأسئلة الفردية:

رقم السؤال	مناسب	مناسب مع تعديل	غير مناسب	التعديل المقترح
1.العمر	✓	☐	☐	
2.المؤهل العلمي	✓	☐	☐	
3.التخصص	✓	☐	☐	
4.المنصب الحالي	✓	☐	☐	
5.سنوات الخبرة	✓	☐	☐	
6.نوع الجهة	✓	☐	☐	
7.حجم الشركة	✓	☐	☐	
8.نوع المشاريع	✓	☐	☐	
9.قيمة المشاريع	✓	☐	☐	

ملاحظات عامة على القسم الأول:

لأسئلة واضحة وملائمة لواقع مشاريع البناء.
التقييم: ممتاز بجميع البنود.

القسم الثاني: تحكيم الوعي والمعرفة بتقنيات الذكاء الاصطناعي

تقييم عام للقسم:

المعيار	ممتاز	جيد جداً	جيد	مقبول	ضعيف
الوضوح والفهم	✓	☐	☐	☐	☐
الشمولية	✓	☐	☐	☐	☐
التسلسل المنطقي	✓	☐	☐	☐	☐
الصياغة اللغوية	✓	☐	☐	☐	☐

تحكيم الأسئلة الفردية:

رقم السؤال	مناسب	مناسب مع تعديل	غير مناسب	التعديل المقترح
10. مدى المعرفة	✓	☐	☐	
11. مصادر المعلومات	✓	☐	☐	
12. التدريب المتخصص	✓	☐	☐	
13. التقنيات المعروفة	✓	☐	☐	

ملاحظات عامة على القسم الثاني:

الأسئلة دقيقة وبراغمتية؛ ربما كلمة "التقنيات المعروفة" بحاجة إلى تحديد أمثلة.
- التقييم: ممتاز.

القسم الثالث: تحكيم الاستخدام الحالي لتقنيات الذكاء الاصطناعي

تقييم عام للقسم:

المعيار	ممتاز	جيد جداً	جيد	مقبول	ضعيف
الوضوح والفهم	✓	☐	☐	☐	☐
الشمولية	✓	☐	☐	☐	☐
التسلسل المنطقي	✓	☐	☐	☐	☐
الصياغة اللغوية	✓	☐	☐	☐	☐

تحكيم الأسئلة الفردية:

رقم السؤال	مناسب	مناسب مع تعديل	غير مناسب	التعديل المقترح
14. الاستخدام الحالي	✓	☐	☐	
15. مجالات الاستخدام	✓	☐	☐	
16. البرامج والأدوات	✓	☐	☐	
17. مدة الاستخدام	✓	☐	☐	

ملاحظات عامة على القسم الثالث:

- البنود تعكس الواقع الميداني بشكل دقيق.

- التقييم: ممتاز

القسم الرابع: تحكيم تأثير الذكاء الاصطناعي على جدولة المشاريع

تقييم عام للقسم:

المعيار	ممتاز	جيد جداً	جيد	مقبول	ضعيف
الوضوح والفهم	✓	☐	☐	☐	☐
الشمولية	✓	☐	☐	☐	☐
التسلسل المنطقي	✓	☐	☐	☐	☐
مناسبة مقياس ليكرت	✓	☐	☐	☐	☐

أ. تحكيم محور تحسين دقة التخطيط والجدولة:

رقم العبارة	مناسب	مناسب مع تعديل	غير مناسب	التعديل المقترح
18. دقة تقدير مدة الأنشطة	✓	☐	☐	
19. تقليل أخطاء الجدولة	✓	☐	☐	
20. تحديد المسار الحرج	✓	☐	☐	
21. التنبؤ بتواريخ الانتهاء	✓	☐	☐	
22. تحسين تسلسل الأنشطة	✓	☐	☐	

ب. تحكيم محور تحسين إدارة الموارد:

رقم العبارة	مناسب	مناسب مع تعديل	غير مناسب	التعديل المقترح
23. توزيع الموارد البشرية	✓	☐	☐	
24. كفاءة المعدات	✓	☐	☐	
25. تجنب تضارب الموارد	✓	☐	☐	
26. جدولة المواد	✓	☐	☐	
27. استغلال الوقت	✓	☐	☐	

ج. تحكيم محور تحسين المراقبة والتحكم:

رقم العبارة	مناسب	مناسب مع تعديل	غير مناسب	التعديل المقترح
28. مراقبة تقدم المشروع	✓	☐	☐	
29. التنبيهات المبكرة	✓	☐	☐	
30. الإجراءات التصحيحية	✓	☐	☐	
31. إعادة الجدولة	✓	☐	☐	
32. تحليل الانحرافات	✓	☐	☐	

د. تحكيم محور تحسين إدارة المخاطر:

رقم العبارة	مناسب	مناسب مع تعديل	غير مناسب	التعديل المقترح
33. تحديد المخاطر	✓	☐	☐	
34. السيناريوهات البديلة	✓	☐	☐	
35. تقدير تأثير المخاطر	✓	☐	☐	
36. خطط الطوارئ	✓	☐	☐	
37. تقليل تأثير المخاطر	✓	☐	☐	

ملاحظات عامة على القسم الرابع:

محاور واضحة وتقيس بواقعية تأثير الذكاء الاصطناعي على التكلفة والجدولة.
- التقييم: ممتاز.

القسم الخامس: تحكيم تأثير الذكاء الاصطناعي على تقليل التكاليف

تقييم عام للقسم:

المعيار	ممتاز	جيد جداً	جيد	مقبول	ضعيف
الوضوح والفهم	✓	☐	☐	☐	☐
الشمولية	✓	☐	☐	☐	☐
التسلسل المنطقي	✓	☐	☐	☐	☐
مناسبة مقياس ليكرت	✓	☐	☐	☐	☐

أ. تحكيم محور تقليل تكاليف العمالة:

رقم العبارة	مناسب	مناسب مع تعديل	غير مناسب	التعديل المقترح
38. تقليل ساعات العمل الإضافية	✓	☐	☐	
39. تحسين إنتاجية العمال	✓	☐	☐	
40. تقليل تكاليف التدريب	✓	☐	☐	
41. تقليل العمالة المتخصصة	✓	☐	☐	
42. تقليل تكاليف الأخطاء	✓	☐	☐	

ب. تحكيم محور تقليل تكاليف المواد:

رقم العبارة	مناسب	مناسب مع تعديل	غير مناسب	التعديل المقترح
43.دقة تقدير الكميات	✓	☐	☐	
44.تقليل الهدر	✓	☐	☐	
45.توقيت طلب المواد	✓	☐	☐	
46.تقليل تكاليف التخزين	✓	☐	☐	
47.الحصول على أفضل الأسعار	✓	☐	☐	

ج. تحكيم محور تقليل تكاليف المعدات:

رقم العبارة	مناسب	مناسب مع تعديل	غير مناسب	التعديل المقترح
48.كفاءة استخدام المعدات	✓	☐	☐	
49.تقليل تكاليف الصيانة	✓	☐	☐	
50.تقليل فترات التوقف	✓	☐	☐	
51.جدولة استخدام المعدات	✓	☐	☐	
52.تقليل المعدات الإضافية	✓	☐	☐	

د. تحكيم محور تقليل التكاليف الإضافية:

رقم العبارة	مناسب	مناسب مع تعديل	غير مناسب	التعديل المقترح
53.تقليل تكاليف التأخير	✓	☐	☐	
54.تقليل تكاليف إعادة العمل	✓	☐	☐	
55.تقليل التكاليف الإدارية	✓	☐	☐	
56.تقليل تكاليف النقل	✓	☐	☐	
57.تقليل تكاليف المخاطر	✓	☐	☐	

ملاحظات عامة على القسم الخامس:

محاور واضحة وتقيس بواقعية تأثير الذكاء الاصطناعي على التكلفة والجدولة.
- التقييم: ممتاز.

القسم السادس: تحكيم التحديات والعوائق

تقييم عام للقسم:

المعيار	ممتاز	جيد جداً	جيد	مقبول	ضعيف
الوضوح والفهم	✓	☐	☐	☐	☐
الشمولية	✓	☐	☐	☐	☐
التسلسل المنطقي	✓	☐	☐	☐	☐
الصياغة اللغوية	✓	☐	☐	☐	☐

تحكيم الأسئلة الفردية:

رقم السؤال	مناسب	مناسب مع تعديل	غير مناسب	التعديل المقترح
58. أهم التحديات	✓	☐	☐	
59. تأثير العوامل كعوائق	✓	☐	☐	
60. الحلول المقترحة	✓	☐	☐	

ملاحظات عامة على القسم السادس:

تغطية وافية والتوقعات ، دون الحاجة لتعديل.
- التقييم: ممتاز.

القسم السابع: تحكيم التوقعات المستقبلية

تقديم عام للقسم:

المعيار	ممتاز	جيد جداً	جيد	مقبول	ضعيف
الوضوح والفهم	✓	☐	☐	☐	☐
الشمولية	✓	☐	☐	☐	☐
التسلسل المنطقي	✓	☐	☐	☐	☐
الصياغة اللغوية	✓	☐	☐	☐	☐

تحكيم الأسئلة الفردية:

رقم السؤال	مناسب	مناسب مع تعديل	غير مناسب	التعديل المقترح
61. التوقعات المستقبلية	✓	☐	☐	
62. المجالات المتطورة	✓	☐	☐	
63. الاستعداد للتطوير	✓	☐	☐	
64. التنصيح بالتطبيق	✓	☐	☐	
65. تأثير على فرص العمل	✓	☐	☐	

ملاحظات عامة على القسم السابع:

تنوع جيد للأسئلة المتعلقة بالتوقعات.
-التقديم: ممتاز.

القسم الثامن: تحكيم الأسئلة المفتوحة

تقديم عام للقسم:

المعيار	ممتاز	جيد جداً	جيد	مقبول	ضعيف
الوضوح والفهم	✓	☐	☐	☐	☐
أهمية الأسئلة	✓	☐	☐	☐	☐
التسلسل المنطقي	✓	☐	☐	☐	☐
الصياغة اللغوية	✓	☐	☐	☐	☐

تحكيم الأسئلة الفردية:

رقم السؤال	مناسب	مناسب مع تعديل	غير مناسب	التعديل المقترح
66. أهم الفوائد	✓	☐	☐	
67. أهم العوائق	✓	☐	☐	
68. المقترحات للتطوير	✓	☐	☐	
69. التجارب الشخصية	✓	☐	☐	
70. ملاحظات إضافية	✓	☐	☐	

ملاحظات عامة على القسم الثامن:

تغطية وافية للتحديات والتوقعات والآراء المفتوحة، دون الحاجة لتعديل.
- التقييم: ممتاز.

التقييم الشامل للاستبيان

1. التقييم العام للاستبيان:

المعيار	ممتاز	جيد جداً	جيد	مقبول	ضعيف
الوضوح العام	✓	☐	☐	☐	☐
الشمولية	✓	☐	☐	☐	☐
التسلسل المنطقي	✓	☐	☐	☐	☐
الصياغة اللغوية	✓	☐	☐	☐	☐
مناسبة الطول	✓	☐	☐	☐	☐
سهولة الإجابة	✓	☐	☐	☐	☐

2. مدى تحقيق الاستبيان لأهداف الدراسة:

الهدف	يحقق بدرجة كبيرة	يحقق بدرجة متوسطة	يحقق بدرجة قليلة	لا يحقق
قياس مدى الاستخدام	✓	☐	☐	☐
قياس تأثير الجدولة	✓	☐	☐	☐
قياس تأثير التكاليف	✓	☐	☐	☐
تحديد التحديات	✓	☐	☐	☐

3. مدى مناسبة الاستبيان للمجتمع المستهدف:

المعيار	مناسب جداً	مناسب	مناسب نوعاً ما	غير مناسب
المستوى التعليمي	✓	☐	☐	☐
الخبرة المهنية	✓	☐	☐	☐
طبيعة العمل	✓	☐	☐	☐
المصطلحات المستخدمة	✓	☐	☐	☐

التوصيات والمقترحات

1. هل تنصح بتطبيق الاستبيان بصورته الحالية؟

☒ نعم، بدون تعديل

☐ نعم، مع تعديلات طفيفة

☐ نعم، مع تعديلات جوهرية

☐ لا، يحتاج إعادة صياغة شاملة

2. أسئلة مقترحة للإضافة:

لا توجد إضافات

الخاتمة: الاستبيان في صورته الحالية مناسب وذو جودة أكاديمية عالية.

3. أسئلة مقترحة للحذف:

لا توجد تعديلات للحذف او مقترحة.

4. تعديلات مقترحة على البنية العامة:

لا توجد تعديلات للحذف او مقترحة

تعديلات مقترحة على الصياغة اللغوية:

لا توجد أى تعديلات مقترحة

6. اقتراحات لتحسين جودة البيانات المجمعة:

لا توجد أي مقترحات

7. ملاحظات عامة وتوصيات أخرى:

الاستبيان في صورته الحالية مناسب وذو جودة أكاديمية عالية.

إقرار المحكم

أقر بأنني قمت بمراجعة الاستبيان بعناية وأن جميع الآراء والملاحظات المقدمة تمثل وجهة نظري المهنية والأكاديمية، وأن هذا التحكيم يهدف إلى تحسين جودة الأداة البحثية.

توقيع المحكم: محمد حسنين ربيع

التاريخ يونيو: 2025

شكر وتقدير

نشكركم على الوقت والجهد المبذول في تحكيم هذا الاستبيان. ملاحظتكم وتوجيهاتكم القيمة ستساهم في تحسين جودة الأداة البحثية وتحقيق أهداف الدراسة بأفضل صورة ممكنة.

البريد الإلكتروني:

للاستفسارات: