نحوإطار ذكي لاتخاذ القرار في إدارة المشاريع الهندسية باستخدام الذكاء الاصطناعي

أ. سالم عمران بلعيد
ماجستير- إدارة مشاريع هندسية- شركة ليبيا للاتصالات والتقنية – ليبيا
s.algrari@ltt.ly
د.عبد الرزاق عبد المجيد بن جابر
أكاديمية الدراسات العليا
a.benjaber@academy.edu.ly

تاريخ الاستلام: 2025/07/10م
القبول: 2025/07/24م
تاريخ النشر: 2025/09/20م

ملخص البحث:
تواجه المشاريع الهندسية تحديات متزايدة ناجمة عن بيئات العمل المعقدة وتسارع وتيرة الابتكار التكنولوجي، الأمر الذي يستلزم تبني أساليب متقدمة لاتخاذ القرار تتسم بالدقة والسرعة. تهدف هذه الدراسة إلى تطوير إطار عمل ذكي لدعم عملية اتخاذ القرار في إدارة المشاريع الهندسية من خلال دمج تقنيات الذكاء الاصطناعي وتحليلات البيانات ضمن بيئة مؤسسية شبه حقيقية.

اعتمد البحث على منهجية وصفية تحليلية مدعومة بخبرة ميدانية، حيث تم توظيف أدوات تحليل البيانات الضخمة وتقنيات التعلم الآلي ضمن بيئة Orange Data Mining لبناء نماذج تنبؤية شملت الانحدار اللوجستي (Logistic Regression)، وآلة الدعم الناقل (SVM)، والغابة العشوائية (Random Forest)، ونايف بايز (Naïve Bayes). تم تقييم النماذج باستخدام مؤشرات أداء متعددة، وأظهرت النتائج تفوق نموذج الغابة العشوائية بدقة تجاوزت 95% وقدرة عالية على التنبؤ بالمخاطر والانحرافات المحتملة في المشاريع.

تؤكد النتائج قدرة الإطار المقترح على تحسين دقة القرارات، وتقليل الانحرافات الزمنية والفنية، وتحسين الكفاءة التشغيلية، وتمكين الكشف المبكر عن المشكلات. وتوصي الدراسة باعتماد نموذج الغابة العشوائية كمرجعية أساسية للتنبؤ بمخرجات المشاريع، والاستثمار في إنشاء مستودعات بيانات مؤسسية، وتدريب الكوادر على أدوات الذكاء الاصطناعي لضمان دعم اتخاذ القرار في الزمن الفعلي وتحقيق أداء

مستدام للمشاريع.

الكلمات المفتاحية: إدارة المشاريع الهندسية، الذكاء الاصطناعي، اتخاذ القرار الذكي، النماذج التنبؤية، تحليل البيانات الضخمة، التعلم الآلي

1. المقدمة

تُعدّ إدارة المشاريع الهندسية من المجالات الحيوية التي تشهد تزايدًا في التعقيد والتنافسية، خاصةً في ظل تسارع الابتكار التكنولوجي وتغير احتياجات السوق. إن نجاح المشاريع الهندسية لا يعتمد فقط على الموارد المالية أو التقنية، بل إن المنافسة صارت تعتمد بدرجة كبيرة على كفاءة عمليات اتخاذ القرار في جميع مراحل المشروع من حيث السرعة والدقة، بدءًا من التخطيط ودراسات الجدوى وحتى الإغلاق وتنعكس مباشرة على نجاح المشروع أو تعثره. ومع تزايد حجم البيانات وتعقيد الأنظمة، باتت الأساليب التقليدية في اتخاذ القرار تواجه تحديات عدة، من أبرزها البطء في الاستجابة، وصعوبة التنبؤ بالمخاطر، وضعف القدرة على التكيف مع المتغيرات المفاجئة وبالتالي حدوث فجوة تحول دون تحقيق الأهداف والتأخر في دخول السوق.

في هذا السياق، برز الذكاء الاصطناعي بوصفه أحد أبرز الأدوات الحديثة القادرة على دعم اتخاذ القرار بشكل ديناميكي وذكي، من خلال تحليل البيانات الضخمة، والتنبؤ بالأنماط، وتقديم توصيات مستندة إلى نماذج تعلم آلي وبيانات في الزمن الفعلي. وتُظهر الدراسات الحديثة اهتمامًا متزايدًا بتوظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي في مجالات مختلفة من إدارة المشاريع، مثل الجدولة الزمنية، وتحليل المخاطر، وإدارة الموارد، غير أن توظيف هذه التقنيات في البيئة الهندسية لا يزال محدودًا، ويعاني من غياب الأطر التطبيقية الواضحة.

تسعى هذه الورقة إلى تقديم إطار عمل ذكي يُسهم في دعم اتخاذ القرار في المشاريع الهندسية، من خلال دراسة تحليلية تجمع بين المنهجية الأكاديمية والتحليل العملي. كما تهدف إلى رصد وتقييم تأثير تقنيات الذكاء الاصطناعي على كفاءة القرار داخل بيئات المشاريع، وذلك اعتمادًا إلى مراجعة الأدبيات وتحليل بيانات حقيقية أو شبه ميدانية.

وتنبع أهمية هذا البحث من الحاجة الملحة إلى حلول تقنية متقدمة تُعزز قدرة مديري المشاريع على التعامل مع التحديات المتزايدة، وتُسهم في رفع كفاءة الأداء وتحقيق أهداف التنمية المستدامة في القطاع الهندسي.

2. مشكلة البحث

في ظل تسارع التطورات التقنية والضغوط المتزايدة على المشاريع الهندسية من حيث الوقت والتكلفة والجودة، تبرز الحاجة إلى اتخاذ قرارات دقيقة وفعّالة في بيئات عمل معقدة وديناميكية، تعتمد غالبية ممارسات إدارة المشاريع الهندسية على أدوات وأساليب تقليدية قد لا تواكب حجم البيانات وتعقيد العلاقات بين عناصر المشروع. هذا القصور يُضعف من قدرة مديري المشاريع على التنبؤ بالمخاطر واتخاذ قرارات مستندة إلى معطيات موضوعية.

ومع أن تقنيات الذكاء الاصطناعي تقدم فرصًا واعدة لتعزيز قدرات التحليل والتنبؤ، فإن استخدامها في إدارة المشاريع الهندسية لا يزال محدودًا وغير ممنهج في كثير من البيئات المؤسسية، كما يلاحظ غياب إطار تطبيقي واضح يدمج الذكاء الاصطناعي ضمن عمليات اتخاذ القرار اليومي في المشاريع، خاصة في المراحل الحرجة مثل التخطيط والجدولة وإدارة الموارد.

ومن هنا تنبع مشكلة البحث في التساؤل عن:
"كيف يمكن تطوير إطار عمل ذكي قائم على تقنيات الذكاء الاصطناعي لدعم اتخاذ القرار في إدارة المشاريع الهندسية؟"

وينبثق من هذا التساؤل مجموعة من الأسئلة الفرعية الآتية:

- ✓ ما أبرز التحديات التي تواجه بيئة اتخاذ القرار في المشاريع الهندسية الحالية؟
- ✓ إلى أي مدى يمكن لتقنيات الذكاء الاصطناعي أن تُحدث تحولًا نوعيًا في دعم القرار؟
- ✓ كيف يمكن دمج العديد من خوارزميات الذكاء الصناعي في إطار عملي وواقعي قابل للتنفيذ؟

تسعى هذه الورقة للإجابة عن هذه الأسئلة من خلال منهج علمي تطبيقي يستند إلى بيانات حقيقية وتجربة ميدانية.

3. أهداف البحث

يهدف هذا البحث إلى تطوير إطار عمل ذكي يساهم في تحسين عملية اتخاذ القرار في المشاريع الهندسية، من خلال توظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي وأدوات تحليل البيانات بطريقة منهجية وتطبيقية.

وتتمثل الأهداف الفرعية للدراسة فيما يلي:

- ✓ تحليل التحديات الحالية التي تواجه عملية اتخاذ القرار في المشاريع الهندسية باستخدام الأساليب التقليدية.
- ✓ استكشاف فرص توظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي (مثل التعلم الآلي، وشجرة القرار، والتحليل العنقودي) في دعم اتخاذ القرار في مختلف مراحل المشروع، بدءًا من الجدولة والتخطيط، وانتهاءً بمرحلة الإغلاق والتقييم.
- ✓ تصميم إطار مفاهيمي وتطبيقي متكامل لإدارة المشاريع الهندسية، يُبيّن كيف يمكن إدراج أدوات تحليلية ذكية ضمن عمليات اتخاذ القرار اليومية، ويُسهم في تعزيز دقة التقديرات وسرعة الاستجابة للمشكلات.
- ✓ تطبيق الأدوات الذكية على بيانات مشاريع فعلية أو شبه ميدانية باستخدام Orange لاكتشاف الأنماط الخفية، بهدف اختبار مدى فاعلية النموذج المقترح في الواقع العملي.
- ✓ قياس مدى تحسن جودة اتخاذ القرار عند إدخال الذكاء الاصطناعي مقارنة بالأساليب التقليدية.
- ✓ تقديم توصيات عملية يمكن تبنّيها من قبل المؤسسات لتحسين الأداء واتخاذ قرارات أكثر ذكاءً واستباقية.

4. مراجعة الأدبيات:

- تشير الأبحاث الحديثة إلى تنامي دور الذكاء الاصطناعي في دعم إدارة المشاريع الهندسية، خاصة في ظل تعقّد بيئات العمل وضغط الزمن والتكلفة والجودة، مما يستلزم البحث عن حلول مبتكرة ترفع من دقة القرار وكفاءته. وقد أبرزت المراجعات المنهجية التي أجراها دافاهلي وزملاؤه (2020) وفيرغارا وآخرون (2025) أن الذكاء الاصطناعي أصبح يُوظَّف في مراحل متعددة من دورة حياة المشروع؛ بدءًا من التخطيط والجدولة، مرورًا بإدارة المخاطر والموارد، وصولًا إلى التقييم والإغلاق، إلا أن معظم هذه التطبيقات تفتقر إلى إطار مؤسسي متكامل قادر على دمج النماذج التنبؤية والتحليلية في عملية صنع القرار اليومي.

- وفي هذا السياق، أوضحت دراسة سادقي (2024) أن نماذج التعلم الآلي، ولا سيما النماذج القائمة على الأشجار المجمّعة مثل "الغابة العشوائية(Random Forest) "، حققت أداءً متفوقًا على الأساليب التقليدية في التنبؤ بالأداء الزمني والمالي للمشاريع، خصوصًا في البيئات التي تتسم بعلاقات معقدة بين المتغيرات. غير أن أغلب هذه الأبحاث ركز على جانب محدد من الإدارة، مثل التنبؤ بالجدول الزمني أو التكلفة، دون دمجها مع باقي عناصر القرار المؤسسي.
- كما استعرضت دراسة ليو وآخرون (2025) التطبيقات المتقدمة للذكاء الاصطناعي في إدارة المخاطر في مشاريع التشييد، مبيّنة أن النماذج الهجينة التي تجمع بين التنبؤ الإحصائي وتقنيات التحسين تعطي نتائج أكثر دقة، لكنها ما زالت بحاجة إلى تكامل أكبر مع أنظمة دعم القرار وإلى آليات تفسير واضحة .(XAI) وفي دراسة حديثة، أشار السعدي ولي (2024) إلى أن دمج تقنيات الذكاء الاصطناعي التوليدي في بيئات إدارة المشاريع قد يسهم في تحسين إنتاجية فرق العمل، شريطة معالجة التحديات المرتبطة بالشفافية والأمان.
- وتخلص مراجعة هذه الأدبيات إلى أن معظم الأبحاث ركزت على الجانب التقني للنماذج التنبؤية دون دمجها في إطار مؤسسي شامل يتسم بالقدرة على التفسير، ويعزز التفاعل البشري، ويعمل على بيانات حقيقية أو شبه واقعية. وهنا تبرز أهمية هذا البحث في تطوير إطار ذكي يدمج تقنيات التعلم الآلي وتحليل السيناريوهات واتخاذ القرار متعدد المعايير، ضمن بيئة مؤسسية مدعومة بمستودع بيانات معرفي، وبآليات تفسير وتفاعل مباشر مع متخذي القرار.

5. النتائج المتوقعة

- تحسين وسرعة دقة اتخاذ القرار.
- الكشف المبكر عن المشكلات.
- بيئة معرفية مستدامة.
- تحسين الكفاءة التشغيلية.
- تقليل الانحرافات.
- نموذج قابل لإعادة البناء والتطبيق.

6. التحليل العملي للنماذج التنبؤية

يعتمد هذا البحث على منهجية وصفية تحليلية، تنطلق من تحليل الواقع الفعلي لإدارة المشاريع في بيئة مؤسسية شبه حقيقية، حيث تم الجمع بين الملاحظة المباشرة والبيانات شبه المهيكلة المستمدة من مشاريع سابقة، يُعد تحليل الأداء التنبؤي للمشاريع أحد المحاور الرئيسية في هذه الدراسة، حيث

تم استخدام مجموعة من النماذج الإحصائية والتعلم الآلي للتنبؤ بالوضع النهائي للمشاريع بناءً على مؤشرات أولية ومرحلية. تم استخدام بيئة Orange كأداة مرئية وفعّالة لتحليل البيانات وتصميم النماذج التنبؤية.

1.6 جمع البيانات:

تم استخدام بيانات مهيكلة من موقع (Kaggel) المشهور وذلك بعد إعادة ترتيبها وتجهيزها حسب خبرة الباحث العملية وبما يتوافق مع رؤية الإدارة العليا المتوقعة لاتخاذ القرار.

2.6 توصيف البيانات:

تعتمد هذه الدراسة على بيانات مشاريع تمثل حالات شبه واقعية لمحفظة من المشاريع البرمجية ذات الطابع الهندسي، تم إعدادها لغرض التحليل الأكاديمي والتطبيقي .تحتوي قاعدة البيانات على مجموعة من المشاريع تم توصيفها باستخدام مؤشرات كمية ونوعية تشمل الجوانب الزمنية، المالية، الفنية، والتنظيمية تتشمل المتغيرات الأساسية في البيانات ما يلي::

رمز المشروع :لتعريف كل مشروع بشكل فريد

- ✓ مستوى تطبيق المنهجيات الرشيقة(Agile): يقيس مدى تبنّي ممارسات Agile من 1 إلى 5
- ✓ نضج إدارة المخاطر :يمثل مدى تنظيم وتكامل ممارسات إدارة المخاطر في المشروع
- ✓ تفاعل أصحاب المصلحة :يعكس جودة مشاركة المعنيين بالمشروع
- ✓ كفاءة الفريق :درجة مهارة وخبرة فريق التنفيذ
- ✓ درجة التعقيد :مستوى تعقيد نطاق المشروع
- ✓ المدة المخططة والفعلية :تقيس أداء المشروع زمنياً
- ✓ الميزانية المخططة والفعلية :تقيس الأداء المالي
- ✓ نسبة الإنجاز الفني :مؤشر يعكس مدى التقدم الفني في المشروع
- ✓ الفرق في التقدم المرحلي :يعبّر عن الفجوة بين التقدم الفعلي والمخطط عند نقطة مراجعة منتصف المشروع.
- ✓ نسبة تجاوز الزمن والميزانية :تم احتسابهما لقياس مدى الانحراف عن الخطة
- ✓ وضع المشروع النهائي :مخرجات التقييم الشامل لأداء المشروع وفقًا لمعايير محددة مسبقًا ناجح مقبول، غير ناجح.

3.6 إعداد البيانات للتحليل

تُعدّ مرحلة إعداد البيانات من الخطوات الجوهرية في التحليل الإحصائي وبناء النماذج التنبؤية، حيث يتم معالجة البيانات الأولية وتحويلها إلى صيغة مناسبة للأدوات التحليلية مثل Power BI و .Orangeوقد خضعت قاعدة البيانات لسلسلة من التحضيرات التقنية لضمان جاهزيتها ودقتها، وذلك على النحو الآتي:

معالجة التواريخ: تم تحويل الحقول الزمنية إلى فترات عددية (عدد الأيام) لتسهيل حساب الفروقات الزمنية، واستخلاص مؤشرات الأداء الزمني.

- احتساب مؤشرات الأداء: تم اشتقاق مؤشرات نسبة تجاوز الزمن ونسبة تجاوز الميزانية وفرق التقدم المرحلي، وذلك لتقييم الانحراف عن الخطط الأساسية بدقة.
- تحويل التقييمات النوعية: يمكن ترميز التقييمات النصية (مثل: ممتاز، ضعيف) إلى رموز عددية عند الضرورة لتحسين دقة النماذج الإحصائية.
- التحقق من سلامة البيانات: تم التأكد من خلو المتغيرات الأساسية من القيم المفقودة أو غير المنطقية، وضبط القيم التي تتجاوز النطاق المقبول.
- تحديد المتغير المستهدف: تم اعتماد "وضع المشروع النهائي "كمتغير تابع سيتم التنبؤ به باستخدام نماذج التصنيف.
- تجهيز تنسيق البيانات: تم حفظ البيانات بصيغتي Excel و CSVلتكون قابلة للاستيراد المباشر في بيئة الذكاء الصناعي المستخدمة (Orange).

تُعتبر هذه المرحلة أساسية لضمان جودة التحليل وفعالية النتائج المستخلصة، كما أنها تُمكّن من الانتقال بسلاسة إلى التحليل التوصيفي ثم التنبؤي.

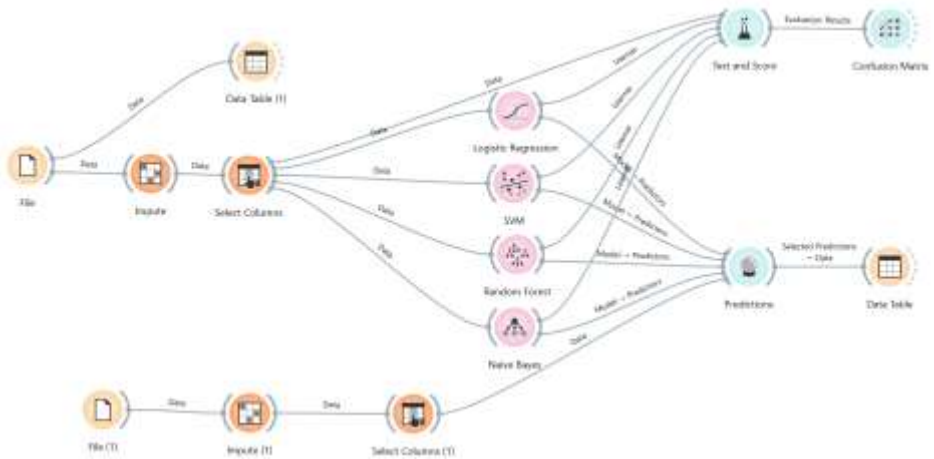
4.6أدوات التحليل:

❖ Orange Data Mining: لبناء نماذج تحليلية باستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي، وقد تم استخدام خوارزميات الذكاء الصناعي الآتية:

- ✓ الانحدار اللوجستي(Logistic Regression)
- ✓ آلة الدعم الناقل(SVM)
- ✓ الغابة العشوائية(Random Forest)
- ✓ نايف بايز(Naive Bayes)

5.6مخطط النموذج المقترح:

فيما يلي تصميم النموذج باستخدام تطبيق (Orange)



الشكل(1.6) يوضح مخطط نموذج التحليل في بيئة Orange بما يشمل المكونات الأساسية مثل: قراءة البيانات، التقسيم، التدريب، التنبؤ، وتقييم الأداء.

6.**6** مبررات اختيار هذه المنهجية:

- هذه المنهجية تتيح دمجًا بين التحليل الكمي والنوعي، مما يمنح فهمًا معمقًا لتأثير الذكاء الاصطناعي في قرارات المشاريع.
- الاستناد إلى بيئة تطبيقية شبه حقيقية يمنح البحث مصداقية علمية وعملية.
- استخدام أدوات تحليل مرئية وتنبؤية يدعم تطبيق الإطار المقترح في مؤسسات أخرى مشابهة.

7.6 إعداد البيانات: تم تقسيم البيانات إلى جزأين:

- مجموعة التدريب :تمثل 70% من البيانات الإجمالية، وتُستخدم لبناء النماذج.
- مجموعة الاختبار :تمثل 30% من البيانات، وتُستخدم لتقييم كفاءة النماذج في التنبؤ.

تم تصنيف الوضع النهائي للمشاريع إلى ثلاث فئات: "ناجح"، "مقبول"، و"متعثر"، بناءً على معايير محددة تشمل تجاوز الميزانية والزمن ونسبة الانحراف عن الإنجاز الفني المخطط.

8.6 تقييم النماذج التنبؤية

تم تطبيق النماذج المذكورة أعلاه(الانحدار اللوجستي (Logistic Regression) - آلة الدعم الناقل(SVM) - الغابة العشوائية(Random Forest) - نايف بايز(Naive Bayes)

وأُجري التقييم باستخدام مؤشرات الأداء التالية: AUC ، CA، F1، Precision، Recall، MCC.

وكانت نتائج التقييم كما يلي:

جدول (1.6) مخرجات جدول التنبؤات من مجموعة الاختبار.(Prediction Table)

النموذج	AUC	CA	F1	Precision	Recall	MCC
Logistic Regression	0.801	0.675	0.662	0.654	0.675	0.328
SVM	0.423	0.646	0.507	0.417	0.646	0.000
Random Forest	**0.961**	**0.879**	**0.874**	**0.875**	**0.879**	**0.755**
Naive Bayes	0.866	0.598	0.641	0.799	0.598	0.449

1.8.6 الغابة العشوائية (Random Forest)

يتفوق بوضوح على جميع النماذج في جميع المقاييس:

- AUC المرتفع (0.96) يشير إلى دقة كبيرة في التمييز بين الفئات.
- F1 و Precision و Recall فوق 87% تعني توازنًا ممتازًا بين التنبؤات الإيجابية والسلبية.
- MCC (0.755) يؤكد أن النموذج موثوق حتى مع وجود بعض عدم التوازن في البيانات.

بينما أظهرت النماذج الأخرى ضعفًا نسبيًا في التمييز، خصوصًا للفئة الناجحة.

2.8.6 الانحدار اللوجستي Logistic Regression

- يقدم أداءً جيدًا نسبيًا ويعتبر بديلًا بسيطًا يمكن الاعتماد عليه عند الحاجة لنموذج تفسير واضح.
- MCCما زال ضعيفًا نسبيًا، مما يعني محدودية في الدقة على المستوى العام.

Naive Bayes 3.8.6

- يحقق Precision مرتفعًا (0.799) ولكن Recall منخفض (0.598)، مما يعني أن النموذج يتنبأ بشكل حذر ويفوّت بعض الحالات.
- أداء متوسط ويفضل استخدامه عندما يكون زمن التدريب محدودًا أو البيانات كبيرة جدًا.

SVM 4.8.6

- الأداء الأدنى خاصةً في(0.0) MCC ، مما يجعله غير ملائم تمامًا لهذا النوع من البيانات (ربما بسبب الفئات المتداخلة أو عدم تطبيق تحسين المعاملات/التحجيم).

7. التحليل والمناقشة

تُظهر التجربة الميدانية والملاحظات الناتجة عن العمل المباشر في بيئة المشاريع الهندسية، وجود فجوة واضحة في التعامل مع البيانات المتعلقة بالمشاريع، حيث تفتقر العديد من المؤسسات إلى بيئة تحليلية موحدة (Data warehouse) تُخزن فيها جميع البيانات المرتبطة بالمشروع منذ بداية الفكرة ودراسة الجدوى ، مرورًا بالتخطيط والتنفيذ، وحتى الإغلاق والتقييم. هذا النقص يُضعف القدرة على التحليل الفعّال والتنبؤ، ويجعل اتخاذ القرار عرضة للارتجال أو الاعتماد على الخبرة الشخصية فقط.

8. تفسير النتائج

- يرتبط الأداء المرتفع لـ Random Forest بقدرته على التعامل مع العلاقات المعقدة وتوزيع البيانات غير المتوازنة و على العكس يعاني نموذج SVM من ضعف في الحالات التي تتداخل فيها الخصائص.
- مؤشر AUC المرتفع (0.956) يعكس قدرة Random Forest على الفصل بين الفئات الثلاث بدقة.
- MCC المرتفع نسبيًا (0.718) مقارنة بباقي النماذج، يعزز مصداقية التنبؤ حتى في ظل التوزيع غير المتوازن للبيانات.

9. التوصيات:

بناءً على ما سبق، فإننا نوصي بالآتي:

- اعتماد نموذج Random Forest كنموذج مرجعي للتنبؤ بالنتيجة التي ستؤول إليها المشاريع في نهايتها، لما يوفره من دقة واستقرار في التنبؤ حيث فاقت نسبة دقته الـــ 95%.
- الاستثمار في بناء مستودعات بيانات ضخمة وتبني أنظمة ذكاء اصطناعي تحليلية.
- تدريب الكوادر البشرية على أدوات الذكاء الصناعي وعدم الاعتماد على التحليلات التقليدية.

10. الخاتمة

يمثل هذا البحث محاولة علمية ومهنية لتقديم إطار عمل تطبيقي ذكي يدعم اتخاذ القرار في المشاريع الهندسية من خلال دمج تقنيات الذكاء الاصطناعي .يُتوقع أن يُسهم في رفع الكفاءة وتقليل المخاطر وتحسين النتائج.

11. قائمة المراجع

- السعدي، خ.، ولي، ب. (2024). الذكاء الاصطناعي التوليدي في بيئات إدارة المشاريع: الفرص والتحديات .*مجلة التكنولوجيا والإدارة*، 29(2)، 145–160
- دافاهلي، م. ر.، وآخرون. (2020). مراجعة منهجية لتطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة المشاريع .*مجلة نظم المعلومات والإدارة*، 37(2)، 101-120
- سادقي، أ. (2024). تطبيق نماذج التعلم الآلي للتنبؤ بالأداء الزمني والمالي للمشاريع . *مجلة هندسة وإدارة التشييد*، 50(4)، 225-238
- فيرغارا، ج.، وآخرون. (2025). التحليل الببليومتري لتوجهات البحث في الذكاء الاصطناعي وإدارة المشاريع .*المجلة الدولية لإدارة المشاريع*، 43(1)، 55- 73
- ليو، ي.، وآخرون. (2025). النماذج الهجينة في إدارة مخاطر مشاريع التشييد .*مجلة أبحاث إدارة المشاريع*، 40(3)، 312–330