Journal of Business Economics for Applied Research, Vol. (7), No. (2), Part (1): 464-483
Doi: https://dx.doi.org/10.37940/BEJAR.2025.7.3.25

Journal of Business Economics for Applied Research
مجلة اقتصاديات الاعمال للبحوث التطبيقية
ISSN 2709-6475 - E-ISSN 3079-8167

The role of artificial intelligence technologies in improving the efficiency of engineering project management

MAZIN JAWAD KADHIM
General Directorate of Education in Anbar
mazendulaymi@gmail.com

Key words:
Artificial Intelligence, Engineering Project Management, Infrastructure, Digital Transformation, Corporate Performance Efficiency.

ARTICLE INFO
Article history:

Received	15 ***Jun***. 2025
Accepted	01 ***Jul***. 2025
Avaliabble online	31 ***Dec***. 2025

©2025 THIS IS AN OPEN ACCESS ARTICLE UNDER THE CC BY LICENSE.
https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

*Corresponding author:
MAZIN JAWAD KADHIM
General Directorate of Education in Anbar

Abstract:
The current research aims to analyze the role of artificial intelligence technologies in supporting engineering project management processes within organizations. The research relied on an applied field approach by distributing a research questionnaire to a sample of employees in departments specializing in engineering project management in the city of Ramadi. The sample included employees from entities involved in project supervision and implementation to ensure the accuracy and reliability of the data. The data was analyzed using SPSS v25 to verify the validity of the hypotheses using appropriate statistical tools. The research results showed that the adoption of artificial intelligence as a support tool within the engineering work environment positively impacts the quality of final project results, particularly with regard to planning, implementation, and follow-up. This also reflects employees' awareness and understanding of the importance of this technology as an effective tool for decision-making, reducing errors, and analyzing data within engineering projects. The research recommended the need to enhance integration between artificial intelligence and the expertise of human project managers to ensure maximum benefit from the features of artificial intelligence without neglecting the human role in creativity and solving complex problems.

Journal of Business Economics for Applied Research, Vol. (7), No. (2), Part (1): 464-483
Doi: https://dx.doi.org/10.37940/BEJAR.2025.7.3.25

دور تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين كفاءة إدارة المشاريع الهندسية

م.م. مازن جواد كاظم
المديرية العامة لتربية الانبار
mazendulaymi@gmail.com

المستخلص

تشهد إدارة المشاريع الهندسية تحولًا متسارعًا بفعل تطبيقات الذكاء الاصطناعي التي يُتوقع أن تعزز الكفاءة ودقة القرارات. ومع ذلك تبرز فجوة معرفية حول تأثيرها الفعلي على الأداء في مجالات حاسمة مثل: التخطيط، مراقبة الجودة، إدارة المخاطر، والالتزام بالجداول والميزانيات. لذا تبحث الدراسة في مدى وجود علاقة ذات دلالة إحصائية بين تبني الذكاء الاصطناعي وتحسين نجاح المشاريع الهندسية داخل المنظمات. يهدف البحث الحالي الى تحليل دور تقنيات الذكاء الاصطناعي في دعم عمليات إدارة المشاريع الهندسية داخل المنظمات. اعتمد البحث على منهج ميداني تطبيقي من خلال توزيع استبانة بحثية على عينة من العاملين في دوائر مختصة بإدارة المشاريع الهندسية في مدينة الرمادي (دائرة المهندس المقيم التابعة لمديرية بلدية الرمادي، مديرية بلديات الأنبار، مديرية الطرق والجسور في الأنبار، ودائرة المشاريع في جامعة الأنبار). شملت العينة موظفي جهات معنية بالإشراف والتنفيذ للمشاريع لضمان دقة وواقعية البيانات. وقد تم تحليل البيانات باستخدام برنامج (SPSS V25) للتحقق من صحة الفرضيات باستخدام أدوات إحصائية مناسبة. واظهرت نتائج البحث ان استيعاب الذكاء الاصطناعي كأداة مساعدة داخل بيئة العمل الهندسي ينعكس بشكل إيجابي على جودة النتائج النهائية للمشاريع، خاصة فيما يتعلق بالتخطيط، والتنفيذ، والمتابعة. وكذلك وعي وإدراك الموظفين بأهمية هذه التقنية كأداة فعالة في اتخاذ القرار، وتقليل الأخطاء وتحليل البيانات داخل المشاريع الهندسية. واوصى البحث على ضرورة العمل على تعزيز التكامل بين الذكاء الاصطناعي وخبرات مديري المشاريع البشر، لضمان تحقيق أقصى استفادة من خصائص الذكاء الاصطناعي دون إغفال الدور البشري في الإبداع وحل المشكلات المعقدة.

الكلمات المفتاحية: إدارة المشاريع الهندسية، البنية التحتية، لتحول الرقمي، كفاءة الأداء المؤسسي.

المقدمة:

يُعد الذكاء الاصطناعي (AI) في طليعة ثورة تقنية كبرى، ومن المتوقع أن يكون له تأثير جوهري في جميع مجالات الحياة. يتعلم الذكاء الاصطناعي من التجارب السابقة أو من البيانات، ويطبّق هذا التعلم على بيانات جديدة في المستقبل، حيث يسعى إلى تحسين الأداء البشري أو اتخاذ القرارات في مجالات معرفية يصعب فيها التدخل البشري المباشر. إن الفرص الوظيفية في هذا العصر المتطور للذكاء الاصطناعي في تطور مستمر وتتسم بالتنوع والتجديد. ويعتمد نظام الذكاء الاصطناعي على خوارزميات برمجية أو تجهيزات مادية تحاكي التفكير البشري. وله تأثير مباشر على جودة المشاريع والمرافق المرتبطة بها. حيث يعزز الذكاء الاصطناعي معايير التسويق، ويتنبأ بمصير المشروع، ويمكّن من بيئات العمل الذاتية، ويُجري عمليات المراجعة بشكل أكثر كفاءة. كما يقوم الذكاء الاصطناعي بتحويل الأنظمة التقليدية إلى أنظمة ذكية من خلال تقنيات توسيع الخصائص، ويطور أفكارًا تدعم عمليات الاستعانة بمصادر خارجية وتوزيع المهام، مما يوسع من قدرات التنبؤ بسلوك السوق.

ومن بين المجالات التي يُتوقع أن يُحدث فيها الذكاء الاصطناعي نقلة نوعية هي إدارة المشاريع، حيث يطوّر أساليب ومهارات جديدة للتنبؤ بمعدلات إنجاز المشاريع، كما أن أنظمة المراقبة المعتمدة على الذكاء الاصطناعي تُحدث تحولاً جذريًا في طرق تقييم جودة المحتوى وتوقع سرعات الإنجاز في قطاع البناء والتشييد. كذلك، يسمح الذكاء الاصطناعي للأنظمة بتحديد الوثائق، المواد، والأساليب المناسبة وفقًا لسيناريوهات التطوير من خلال أسلوب التعلم المعزز. ولقد ترك الذكاء الاصطناعي أثرًا عميقًا في معظم القطاعات، حيث يساهم الذكاء الاصطناعي بفعالية في تحسين إدارة المشاريع عبر التعلم الآلي ومعالجة اللغة الطبيعية، من خلال تقديم تنبؤات دقيقة وتصنيف المواد بناءً على تحليل نصوص محددة وعلامات متوافقة مع بيئة إدارة المشاريع. كما توفر أنظمة الذكاء الاصطناعي القائمة على النماذج التحليلية والحتمية حلولاً معرفية ذات طابع استنتاجي، في حين تطور الأنظمة المعتمدة على البيانات والتعلم الآلي أداءها من خلال التصفية السياقية، متجاوزة بذلك القيود التقليدية لعمليات البحث.

أولاً: منهجية البحث

1) مشكلة البحث:

تشهد بيئات العمل الهندسي تطورات متسارعة بفعل إدخال تقنيات الذكاء الاصطناعي، والتي يُعتقد أنها قادرة على تحسين كفاءة إدارة المشاريع وتعزيز عمليات اتخاذ القرار ودقة التقديرات وتوزيع الموارد. ومع ذلك، لا تزال هناك فجوة معرفية واضحة حول مدى التأثير الفعلي لهذه التقنيات على أداء إدارة المشاريع الهندسية في المنظمات، خاصة في ظل التحديات المرتبطة بالتخطيط، مراقبة الجودة، إدارة المخاطر، وتحقيق الأهداف الزمنية والمالية. من هنا تنبع مشكلة البحث في السعي لفهم وتحليل العلاقة بين الذكاء الاصطناعي وإدارة المشاريع الهندسية، واستكشاف ما إذا كان للذكاء الاصطناعي تأثير ذو دلالة إحصائية يسهم في تحسين فعالية الإدارة وتحقيق نجاح المشاريع داخل المنظمات.

2) فرضية البحث:

إن فرضيات البحث الحالي هي كما يأتي:

الفرضية الاولى: يوجد تأثير ذو دلالة احصائية للذكاء الاصطناعي على ادارة المشاريع الهندسية.

الفرضية الثانية: يوجد تأثير ذو دلالة إحصائية للذكاء الاصطناعي على جودة مخرجات المشاريع الهندسية.

3) أهداف البحث:

يهدف البحث الحالي الى تحقيق الاتي:

1. تحليل دور تقنيات الذكاء الاصطناعي في دعم عمليات إدارة المشاريع الهندسية داخل المنظمات.
2. قياس أثر الذكاء الاصطناعي على كفاءة اتخاذ القرار في بيئات المشاريع الهندسية.
3. التعرف على إسهام الذكاء الاصطناعي في تحسين توزيع الموارد وضبط الجدول الزمني للمشاريع.
4. استكشاف تأثير الذكاء الاصطناعي في التنبؤ بالمخاطر وتطوير خطط بديلة للمشاريع الهندسية.
5. تقديم توصيات عملية للمنظمات حول كيفية استثمار الذكاء الاصطناعي في تحسين إدارة مشاريعها الهندسية.

4) أهمية البحث:

تظهر اهمية البحث الحالي من خلال الاتي:

1. يُسهم البحث في سد الفجوة العلمية حول العلاقة بين الذكاء الاصطناعي وإدارة المشاريع الهندسية.
2. يساعد على تعزيز فهم المنظمات لكيفية استثمار تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحسين أداء المشاريع.
3. يتيح هذا البحث للجهات التنفيذية الاستفادة من نتائج علمية موثوقة في تطوير استراتيجيات إدارة المشاريع.
4. يواكب البحث التوجهات الحديثة نحو التحول الرقمي والتكنولوجيا الذكية في بيئات العمل الهندسي.
5. يُسهم البحث في إثراء الأدبيات العلمية والدراسات المستقبلية المتعلقة بذكاء الأعمال والهندسة الإدارية.

ثانياً: الجانب النظري

1. نظرة عامة على تقنيات الذكاء الاصطناع:

يُعد تطبيق الذكاء الاصطناعي أحد أكثر المجالات نشاطًا في عالم تكنولوجيا المعلومات في الوقت الحالي. فقد استثمرت شركات عملاقة مثلGoogle ، Facebook، Microsoft، و IBM مبالغ كبيرة في بحوث وتطوير الذكاء الاصطناعي، في حين يشهد سوق الشركات الناشئة المتخصصة في تقنيات الذكاء الاصطناعي ازدهاراً ملحوظاً، معلنًا بذلك عن موجة تكنولوجية جديدة. ورغم ما تحمله هذه الابتكارات من وعود كبيرة، فإنها لا تخلو من التحديات والمخاطر، التي قد تؤثر على القوى العاملة والمجتمع ككل، بدءاً من اتساع فجوات التفاوت الاقتصادي، وصولاً إلى فقدان الشفافية في عملية اتخاذ القرار. لذا، يتعين على الجيل القادم من منصات الذكاء الاصطناعي أن يُبنى على دروس الماضي لضمان تجنب هذه الإشكاليات. (Longo et al.,2024:2)

ورغم المنافع الحالية والإمكانات المستقبلية للذكاء الاصطناعي، إلا أن هناك أيضًا تحديات كبيرة تواجه نشره وتوظيفه بشكل ناجح. وبالنتيجة، فإن الهدف ليس استبدال مديري المشاريع بالذكاء الاصطناعي، بل توفير أدوات تقنية تعزز من قدرتهم ونطاق تأثيرهم في إدارة المشاريع. ومع تزايد تراكم البيانات وتوافر مصادر البيانات اللحظية، وتطور تقنيات الإشراف والتحكم، أصبح من الممكن استثمار هذه البيانات لدعم متخذي القرار في التقدير، التنبؤ بالمخاطر، وإدارة المهام في سياق إدارة المشاريع. ومع ذلك، لا تزال عملية استكشاف هذه التقنيات في مراحلها المبكرة، مما يفتح المجال أمام المزيد من الدراسات البحثية لمعالجة المشكلات القائمة. وأما في مجال هندسة البرمجيات(SWEng) ، فتقدم هذه التخصصات تقنيات ومنهجيات تهدف إلى تصميم، تنفيذ، وصيانة الحلول البرمجية التي تلبي متطلبات الجودة والمعايير القياسية. وتتنوع المهام ضمن دورة حياة تطوير البرمجيات من حيث التعقيد، حيث تتطلب المشاريع الصناعية الضخمة جهد مئات المهندسين الذين يعملون على مكونات متداخلة ومعقدة، قد يستغرق إنجازها عدة سنوات . (Sarker, 2022:158)

وخلال هذه الفترة الممتدة تتغير المتطلبات باستمرار مع تلقي التغذية الراجعة من المستخدمين، مما يؤدي إلى تعديلات شبه حتمية في التصاميم. إن إدارة هذا التعقيد والتكيف معه، مع ضمان تقديم منتجات برمجية ذات جودة وفي الوقت المحدد، يمثل تحدياً هائلاً. وفي الآونة الأخيرة، ظهر نموذج تطوير برمجيات جديد يُعرف باسم "تطوير البرمجيات الرشيق (Agile Software Development)"، الذي يهدف إلى تقليل الوقت اللازم لدخول المنتجات إلى السوق وتحسين جودة البرمجيات. يركز هذا المنهج على المرونة والتعاون والاستجابة السريعة خلال دورة حياة المشروع. وقد طُورت عدة منهجيات ضمن هذا الإطار، منها البرمجة القصوى(XP) ، سكرام (Scrum)، التطوير المعتمد على المزايا(FDD) ، وكانبان .(Kanban) ومع ذلك، لا يزال توسيع

نطاق هذه المنهجيات لتناسب المشاريع الصناعية الكبرى يمثل مشكلة غير محلولة وتحدياً بحثياً رئيسياً. (Jiang et al.,2021:2)

يرى الباحث أن الذكاء الاصطناعي يشهد تطورًا متسارعًا مدفوعًا بالاستثمارات الضخمة من شركات التقنية الكبرى، مما جعله محورًا رئيسيًا للتحول في مجالات متعددة، منها إدارة المشاريع وهندسة البرمجيات. ففي إدارة المشاريع، يبرز دوره كأداة داعمة لتحسين التنبؤ بالمخاطر واتخاذ القرارات من خلال استثمار البيانات اللحظية، رغم استمرار التحديات المرتبطة بالشفافية والتأثير الاجتماعي. أما في هندسة البرمجيات، فإن التحولات نحو منهجيات تطوير رشيقة مثل "سكرام" و"كانبان" جاءت استجابة للحاجة إلى التكيف مع تغيّر المتطلبات وتقليص أوقات الإنتاج، إلا أن تطبيق هذه المنهجيات في المشاريع الكبرى لا يزال يمثل تحديًا بحثيًا قائمًا.

2. الذكاء الاصطناعي:

يُشير الذكاء الاصطناعي (AI) إلى مجال دراسي وتقنيات تُحاكي الذكاء البشري من أجل أداء المهام المختلفة، وقد تم الاعتراف به كعامل تغيير جذري في صناعة تكنولوجيا المعلومات. يُعد التعلم الآلي (Machine Learning - ML) من الركائز الأساسية في الذكاء الاصطناعي، إذ يمثل إطارًا أو أسلوبًا يتيح للأنظمة الحاسوبية التعلم من أنماط وصفات موجودة في مجموعات بيانات ضخمة دون الحاجة إلى برمجتها بشكل صريح. وتُعد هذه القدرة ذات قيمة عالية في مجالات اتخاذ القرار، الأتمتة، وتطبيقات التنبؤ. ومن جانب آخر، فإن معالجة اللغة الطبيعية (Natural Language Processing - NLP) تمثل أحد مجالات الذكاء الاصطناعي التي تقوم بتحويل النصوص غير المهيكلة إلى صيغ قابلة للتعامل أو الاستعلام والعكس صحيح. وتُستخدم هذه التقنية على نطاق واسع في أنظمة الإجابة التلقائية على الأسئلة، روبوتات الدردشة، المساعدات الصوتية، محركات البحث، تصنيف النصوص، واكتشاف الرسائل المزعجة وغيرها. (Mukhamediev et al.,2022:2)

ويشير الذكاء الاصطناعي إلى تطوير أنظمة حاسوبية قادرة على أداء المهام التي تتطلب ذكاءً بشريًا، مثل اتخاذ القرارات، حل المشكلات، التعلم، وفهم اللغة الطبيعية. ويملك الذكاء الاصطناعي إمكانات ثورية لتطوير صناعة البناء والتشييد من خلال أتمتة المهام الروتينية وتعزيز قدرات إدارة المشاريع في مجالات مثل: التخطيط والجدولة، تقييم المخاطر، إشراك أصحاب المصلحة، وأعمال المراقبة والتقييم. وتُعتبر صناعة البناء من الركائز الأساسية للاقتصاد الوطني، .ففي الولايات المتحدة وحدها، ساهم قطاع البناء بما يُقارب 561 مليار دولار من الناتج المحلي الإجمالي، منها 66 مليار دولار ناتجة عن المشاريع ضمن نطاق هندسة الكهرباء والإلكترونيات .(EEE) أما في أستراليا، فإن أكثر من ربع المشاريع في بيئة البناء والتشييد تندرج تحت نفس المجال. وتعتمد مشاريع هذا القطاع عادة على النماذج والوثائق الفنية، مما يجعلها شديدة الاعتماد على تكنولوجيا المعلومات. ورغم وفرة المستندات في مشاريع هندسة الكهرباء والإلكترونيات، إلا أنها غالباً ما تكون ضخمة من حيث الحجم وفقيرة من حيث القيمة المعلوماتية. كما أن مصادر المعرفة والمخاطر غالبًا ما تكون غير منظمة أو موزعة عبر وثائق ونماذج متفرقة. ولكن حتى مع وجود التعاون بين الفرق، قد يؤدي ذلك إلى معرفة مجزأة أو فقدان بعض الأحداث الحرجة. ومن المعروف أن مشاريع هذا المجال تتسم بالتنوع الشديد، حيث تشترك عدة تخصصات ومقاولين في تنفيذ أجزاء مختلفة من المشروع، مما يؤدي إلى حالة من عدم اليقين في التنسيق، إضافة إلى مشكلات التقدير والجدولة. .(Rane et al., 2024:2)

3. أنواع تقنيات الذكاء الاصطناعي المستخدمة:

يقدم الذكاء الاصطناعي مجموعة من التقنيات التي تتنوع ما بين التعلم الآلي(ML) ، معالجة اللغة الطبيعية(NLP) ، أتمتة العمليات الروبوتية(RPA) ، ورؤية الحاسوب (Computer Vision).وتُوظَّف هذه التقنيات في مجالات متعددة بفضل خصائصها الفريدة. ومع ذلك، في إدارة المشاريع، القطاعات المالية، أو أي مجال يتداخل فيه الأداء بالسياسات والاستراتيجيات، تظل

الحاجة قائمة للذكاء البشري، نظرًا لقدرته على إدراك المشاعر أثناء عمليات التقييم واتخاذ القرار. ويُعتقد أحيانًا أن الذكاء الاصطناعي مبالغ في تقدير قدراته في مجالات الإدارة الاستراتيجية وإدارة المشاريع، بسبب صعوبة إلمامه بعوامل الإدراك الإنساني، وفهم سلوكيات البشر، والسياسات الخفية وراء كل قرار، وهي مهارات يصعب على الآلات تقليدها. (Gado, 2024:331). ومع ذلك فإن تقنيات مثلNLP ، ML، RPA، إلى جانب أنظمة تمثيل المعرفة، الأنظمة الخبيرة، والمنطق الضبابي، يمكن أن تُحدث فرقًا ملموسًا في بعض العمليات التي غالباً ما يتم إغفالها، مثل: صياغة العقود، تقييم تقدم التنفيذ، التفاعل مع العملاء، وعمليات التقدير والتكلفة.

ونظرًا لتزايد تعقيد المشاريع، برزت الحاجة إلى نظم فعالة لإدارة المشاريع (PPM) تكون قادرة على التعامل مع حالات عدم اليقين والتغيرات السريعة في نطاق المشروع، الموارد، والجداول الزمنية. وتتطلب مثل هذه الحالات إدارة الجوانب الاجتماعية والديناميكية للتفاعل، التواصل، والتعاون بين أصحاب المصلحة، مما يبرز الأبعاد الاجتماعية التقنية لإدارة المشاريع. ومن المعروف أن عددًا كبيرًا من المشاريع يفشل في تحقيق أهدافه، ويمكن للذكاء الاصطناعي أن يساهم بفاعلية في تحسين ذلك، سواء عبر تعزيز المنهجيات والأدوات التقليدية لإدارة المشاريع، أو عبر تمكين مقاربات جديدة مدعومة بالذكاء الاصطناعي. ومع ظهور تقنيات مثل المنطق الضبابي، الخوارزميات الجينية، الشبكات العصبية، معالجة اللغة الطبيعية، وغيرها من تقنيات الذكاء الاصطناعي، تزايدت المحاولات لاستثمار هذه الأدوات في مجالات إدارة المشاريع. وقد نجحت بعض هذه الجهود في تطوير نماذج أولية تم اختبارها ميدانياً أو باتت قيد الاستخدام العملي. ومع ذلك، تظل معظم الأبحاث في هذا المجال في مراحلها الأولى أو المتوسطة. ويُعتبر الذكاء الاصطناعي مجالاً واسع النطاق يشمل مجموعة متنوعة من التقنيات والأساليب والأدوات، ومن الضروري اعتماد مستوى مناسب من التجريد لدمج المواضيع والأعمال المختلفة ضمن إطار إدارة المشاريع (PPM)، ويُفترض أن هذا التجريد يمكن تحقيقه عبر مكونات بسيطة شاملة، مثل: خصائص المشروع، أبعاد أصحاب المصلحة، وأنواع الذكاء الاصطناعي. (Abbasi et al.,2024:2)

يرى الباحث أن الذكاء الاصطناعي يُسهم بمجموعة واسعة من الأدوات، مثل التعلم الآلي ومعالجة اللغة الطبيعية وأتمتة العمليات، لدعم المهام المتكررة والمعقدة في إدارة المشاريع. ورغم فعالية هذه التقنيات في تحسين التقدير والتخطيط والتحليل، تظل القدرة البشرية على فهم السياقات المعقدة، وإدراك الجوانب الاجتماعية والسياسية لاتخاذ القرار، عنصراً لا يمكن الاستغناء عنه. ومع تصاعد تعقيد المشاريع وتغير معطياتها، برز الذكاء الاصطناعي كأداة مساعدة لتعزيز كفاءة الإدارة، مع التأكيد على ضرورة التكامل بين ذكاء الآلة وخبرة الإنسان لضمان نجاح المبادرات المعقدة.

4. المكونات الأساسية لإدارة المشاريع:

عادةً ما تنقسم المشاريع الهندسية إلى نوعين رئيسيين:

-مشاريع نظم المعلومات.

-مشاريع الهندسة المدنية.

وتتكون إدارة المشروع عادة من أنشطة تتعلق بإدارة الأفراد، إدارة المنتج، والإدارة المالية. وإن إدارة الأفراد تتعلق بعمليات التوظيف، والترقية، وتعزيز كفاءات المهندسين لأغراض التشغيل وتبرير الحاجة للمشروع. أما الإدارة المالية تهتم بقضايا الاستثمار الرأسمالي، وتوفير المصادر(تأمين جميع الموارد اللازمة لتنفيذ المشروع بنجاح، سواء كانت موارد مالية مثل رأس المال والتمويل، أو بشرية مثل تعيين الكوادر المطلوبة، أو مادية مثل المعدات والأدوات والتقنيات الضرورية)، وجمع التمويل اللازم. وتتمثل مهمة إدارة المشروع في تطوير وصيانة الخطة المثلى للمشروع. وتُجرى عمليات التقدير لتحديد المدة الزمنية أو حجم الجهد المتوقع المطلوب لتنفيذ كل عنصر من عناصر المشروع. ويُعد "السكرام (Scrum) "نموذجًا شائعًا في تطوير البرمجيات

باستخدام منهجيات (Agile) حيث يتم تحديث المنتجات بشكل دوري من خلال جولات تطوير تُعرف باسم "Sprint" تمتد عادة لفترة أسبوعين. في بداية كلSprint ، يقوم مالك المنتج باختيار مجموعة من المهام (Product Backlogs) التي ستخضع للتطوير. (Lalmi et al., 2021:922).

في بيئات تطوير البرمجيات المعتمدة على المنهجيات المرنة (Agile)، يتولى مديرو المشاريع مسؤولية تحديد وتوزيع المهام المرتبطة بتنفيذ الأنشطة المدرجة ضمن قوائم الأعمال (Product Backlog) أثناء اجتماعات تخطيط Sprint. وتقوم فرق العمل، التي تشمل المطورين والمختبرين، بتنفيذ كافة مراحل دورة تطوير البرمجيات، بدءًا من توضيح المتطلبات وتحليلها، مرورًا بالتصميم والبرمجة، وصولًا إلى إجراء الاختبارات الأولية (Unit Testing). وتُسند كل مهمة إلى مجموعة محددة من الأفراد ضمن الفريق بما يضمن وضوح المسؤوليات. ومع ذلك، أظهرت الدراسات الحديثة حول تطبيق منهجيات Agile و XP(Khanh Dam et al., 2018) تراجعًا ملحوظًا في جودة التفاعل الشخصي خلال مراحل صيانة المتطلبات، مراجعات الأداء بعد كل Sprint، وعروض المنتج النهائية. كما أشار عدد من المشاركين إلى أن الاعتماد على أدوات التعاون الرقمي مثل الـ Wiki لم يعد كافيًا لضمان فعالية التواصل، خصوصًا في ظل توسع أحجام الفرق العاملة، وزيادة سرعة دورات التطوير، وتوزع الأعضاء على مواقع جغرافية وثقافات تنظيمية متعددة، الأمر الذي يعزز الحاجة إلى حلول أكثر تكاملاً لدعم إدارة المشاريع المرنة. (Guo & Zhang, 2022:4)

5. دمج الذكاء الاصطناعي في إدارة المشاريع:

مع التطور السريع لتقنيات الذكاء الاصطناعي، بدأت هذه التقنيات في إحداث تأثير ملموس في مختلف قطاعات المجتمع، بما في ذلك بعض جوانب إدارة المشاريع الهندسية. ويمتلك الذكاء الاصطناعي قدرة كبيرة على تحسين عمليات إدارة المشاريع من خلال: (Altaie & Dishar, 2024:739).

- تمكين أتمتة المهام الإدارية الأساسية.
- توفير تنبؤات بالمخاطر استنادًا إلى تحليلات البيانات.
- تسهيل عمليات التخطيط المستمر.
- تقديم توصيات قابلة للتنفيذ لدعم اتخاذ القرارات.

ويمكن للبنية التحتية التقنية والفرص السوقية المتاحة أن تسهم في تمكين الذكاء الاصطناعي من الانتشار الواسع ضمن ممارسات إدارة المشاريع. إذ يمكن لتقنيات الذكاء الاصطناعي أن تدعم جميع عمليات إدارة المشاريع ومجالات المعرفة الخاصة بها، لاسيما في مهام تخطيط المشروع، ومراقبته وضبطه، وإدارة المخاطر المتعلقة به. وتمثل الأنظمة التي تعتمد على الجدولة الآلية وتلك المعتمدة على التوصيات المستندة إلى اتخاذ الإجراءات أدوات متقدمة، حيث يمكن للذكاء الاصطناعي أن يسهم في تطوير وتحسين هذه الحلول. وفيما يخص مراقبة وضبط المشاريع، فإن العديد من الأدوات الحالية ستستفيد بشكل كبير من البحوث المعمقة في طرق تقييم المخاطر، والأساليب التي تحلل الأنظمة والظروف المؤثرة عليها، إلى جانب تطوير طرق تمثيل المخاطر بشكل يسهل فهمه لأصحاب المصلحة. (Karamthulla et al.,2024:2).

ورغم توفر بعض الأنظمة المتخصصة في هذه المجالات، إلا أن استخدامها لا يزال محدودًا، مما يستدعي المزيد من الدراسات لاكتشاف الفرص الرئيسة وتطوير أدوات قادرة على التعامل مع بيانات ضعيفة الجودة وتقديم توصيات فعالة بناءً عليها. وتعتمد العديد من تطبيقات الذكاء الاصطناعي الحديثة على أدوات مرئية لإدارة المشاريع، والتي تتيح جمع مجموعات بيانات ضخمة. ويبرز هنا الدور الحيوي لتلك الأدوات، والتي توفر واجهات متقدمة تسمح بجمع مجموعات واسعة ومتنوعة من البيانات السياقية والسلوكية، وتحويلها لاحقًا إلى إجراءات عملية واضحة. وتفتح هذه

التطبيقات الباب أمام فرص كبيرة للمنظمات التي تسعى لتطوير تقنيات النمذجة والخوارزميات اللازمة. (Niederman, 2021:1570).

وتمثل أدوات وبرمجيات الذكاء الاصطناعي أطرًا تقنية تتطلب إشراك خبراء تكنولوجيا المعلومات والمتخصصين في الذكاء الاصطناعي أثناء مراحل التطوير والتطبيق. وغالبًا ما يتطلب هذا النوع من التدخل خبرات متقدمة، مما قد يؤدي إلى تكاليف أولية مرتفعة. كما من المتوقع ظهور فجوات معرفية عند مستوى حزم العمل (Work Packages) أثناء تنفيذ أدوات وبرمجيات الذكاء الاصطناعي، خاصة عند محاولة ربطها بين الحزم المختلفة ضمن مشروع ما وعمومًا، لا تزال هناك فجوات مهارية ملموسة في التعامل مع أدوات الذكاء الاصطناعي البرمجية (Obinnaya Chikezie Victor, 2023:2).

6. العلاقة بين الذكاء الاصطناعي وإدارة مشاريع الهندسة:

يُعد تنفيذ المهام بناءً على القواعد شكلاً مبكرًا من أشكال الذكاء الاصطناعي، وأصبح الذكاء الاصطناعي تدريجيًا جزءاً صغيراً لكنه أساسي ضمن بروتوكولات الأنظمة والبيئات البشرية، بما في ذلك إدارة مشاريع الهندسة .(EPM) لقد شهدت الإدارة تحولاً جذريًا بفضل إدخال تقنيات الذكاء الاصطناعي وتطورها المستمر، مما كان له تأثير كبير على إدارة المشاريع ككل وعلى المشاريع الفردية تحديداً. وأصبح الذكاء الاصطناعي، بفضل قدرته على إدارة الأنظمة في مجالات محددة، عنصراً لا غنى عنه للنجاح. بدأ الذكاء الاصطناعي يُحدث تأثيراً كبيراً في إدارة مشاريع الهندسة، خاصةً في المهام الروتينية، وهو ما أثار قلقاً في مجتمع إدارة المشاريع بأن بعض مهام مديري المشاريع قد تُستبدل — بدلاً من أن تُدعم — بأنظمة الذكاء الاصطناعي. وعلى الأقل في المستقبل القريب، لن يستبدل الذكاء الاصطناعي جميع أنواع وظائف إدارة مشاريع الهندسة. (Thiri et al.,2022:2).

كما أصبح مفهوم إدارة المهام المدعوم بالذكاء الاصطناعي يحظى بأهمية متزايدة في التخصصات والأنظمة التي تتطلب إدارة مشاريع بشكل يومي، مثل تطوير البرمجيات وتقدير جداول المشروع الزمنية وإدارة المهام القياسية، مما دفع بالنقاش حول المفهوم ذاته. تم تصميم وكلاء البرمجيات المعتمدين على الذكاء الاصطناعي وفقاً لبروتوكولات مستندة إلى قواعد إدارة المشاريع، وقد تم تطبيقها في مجالات متنوعة. وتستمد أدوات EPM المعتمدة على الذكاء الاصطناعي مدخلاتها من المعرفة الخاصة بالمجال ومن المشاريع المعقدة، حيث تتفاعل مع المعرفة التي تطبق خط أساس ثابت. وتتطلب معظم أنشطة إدارة المشاريع معالجة البيانات في الوقت المناسب، وتجميعها وتحليلها، وهذه تعد من القدرات الجوهرية لتقنيات الذكاء الاصطناعي. يمكن لتقنيات الذكاء الاصطناعي تحليل بيانات الأداء السابقة وربطها ببيانات المشروع الحالية لمراقبة تقدم المشروع بدقة وفي الوقت المناسب. (Altaie & Dishar, 2024:739).

كما تستطيع تقنيات الذكاء الاصطناعي دمج معايير التصفية البيئية المختلفة للتنبؤ بجودة الأداء المستقبلي أو الجدول الزمني، واكتشاف الحالات الشاذة في بيانات الأداء. وبما يتماشى مع مفهوم "البيانات الضخمة"، فإن بيانات إدارة المشاريع التي تمتد عبر الزمن والمكان تتطلب تطبيقاً عالي الجودة وفي الوقت المناسب لتقنيات إدارة البيانات وتحليلها. وتشمل هذه التقنيات: التنقيب السلبي عن البيانات لتوليد المعرفة حول المشروع وتقييم حالته، أدائه، ومخاطره؛ التنقيب عن العمليات لاكتشاف العوامل المقيّدة والمؤثرة زمانياً ومكانياً؛ والتعلم الآلي لتحليل أداء المشروع وتقييم المخاطر واتخاذ قرارات تنبؤية تستند إلى البيانات. وتتيح تقنيات الذكاء الاصطناعي التنبؤ بالجدول الزمني وتكلفة المشروع في حالة عدم وجود بيانات الأداء، وتعمل بشكل استباقي على تخصيص الموارد المناسبة للأنشطة، والعثور على حلول تخطيط فعالة للمشاريع. بل ويمكنها العمل كوكلاء مستقلين محدودي المهام بأهداف ثابتة يقومون بالتخطيط والإدارة في بيئات معقدة دون تدخل بشري. (Niederman, 2021:1571).

ولقد بدأت تقنيات الذكاء الاصطناعي بالفعل في تقديم دعم فعّال لتقدير المدخلات المطلوبة لمهام البناء، وذلك بهدف تقليل تجاوزات الوقت والتكاليف. وتشير التطبيقات السابقة للذكاء الاصطناعي في مجال تقدير التكاليف إلى أن الصيغ البسيطة قادرة على تحقيق نتائج قوية، خاصةً عند توفر بيانات كافية وذات جودة عالية، وغالباً ما تكون تلك الصيغ هي الخيار الأول لأنظمة الذكاء الاصطناعي. ويمكن تحسين فعالية أدوات التحسين (Optimization Tools) من خلال إيضاح الخبراء والابتكار، وصياغة المدخلات بشكل أكثر دقة، بينما يُعد دمج (Hybridization) أساليب التقدير المختلفة نهجاً مفيداً أيضاً. ورغم ذلك، فإن البحث حول استخدام البيانات الضخمة في إدارة المشاريع لا يزال محدوداً بسبب عدة تحديات؛ مثل: متطلبات الامتثال الأمني، ثقافة المؤسسة، قيود التكلفة والموارد، نقص المعرفة والعمليات اليدوية، وصعوبة معالجة البيانات باستخدام الأساليب التقليدية. (Johnson et al., 2023:2).

ويمتلك الذكاء الاصطناعي القدرة على تغيير طبيعة العمل جذرياً في العديد من الصناعات .(Khanh Dam et al., 2018)ومع تطور العصر الحالي الذي يعتمد على الذكاء الاصطناعي، تجد العديد من المؤسسات نفسها أمام تحدي التكيف مع هذا الواقع الجديد، حيث لم يعد التكيف مجرد خيار للنمو بل أصبح شرطاً للبقاء . حيث يمكن للذكاء الاصطناعي مساعدة مديري المشاريع على توفير الوقت عبر أتمتة المهام المتكررة التي لا تؤثر كثيراً على سير المشروع. بالإضافة إلى ذلك، يمكن للذكاء الاصطناعي تنفيذ تحليلات المشروع لدعم تقدير التكاليف والتنبؤ بالمخاطر وتقييم جوانب مختلفة من المشروع. ويمكن لأنظمة الذكاء الاصطناعي التنبؤية أن تقدم توصيات عملية لمديري المشاريع، ومع مرور الوقت يمكنها تولي مسؤوليات أكبر، بل واتخاذ قرارات فعلية نيابةً عن مديري المشاريع أنفسهم . (Nasr & Asharee, 2024:53).

ويُعد تخصيص الموارد في المشاريع الهندسية عاملاً حاسماً لنجاح أي مشروع، ليس فقط لأنه يؤثر بشكل مباشر على الجدول الزمني والتكلفة، ولكن لأن تخصيص الموارد غالباً ما يخضع لعدة معايير رئيسة، مما يجعل العثور على حل دقيق لهذه المسألة في مرحلة التخطيط أمرًا شاقاً بل وغير عملي في كثير من الأحيان . وفي ظل تصاعد الضغوط المرتبطة بتقييد التكاليف وضيق الجداول الزمنية، أصبحت صناعة البناء بحاجة ماسة إلى تقنيات تخصيص موارد قوية يمكنها محاكاة احتياجات المشروع بدقة وتحسين تخصيص الموارد بكفاءة . (Niederman, 2021:1571).

ويلعب الذكاء الاصطناعي دوراً محورياً في إدارة مخاطر المشاريع، حيث يُمكنه تحسين عملية تطوير وتخفيف المخاطر عبر مجموعة من الوظائف الذكية. تتيح هذه الوظائف تحديد المخاطر العامة للنظام المدعوم بالذكاء الاصطناعي والمخطط تطويره أو الذي يتم التخفيف منه باستخدام الذكاء الاصطناعي، وتقييم درجة خطورة تلك المخاطر، والتعرف على المخاطر الفنية والتنظيمية الواجب أخذها في الاعتبار. علاوة على ذلك، يمكن لتقنيات الذكاء الاصطناعي تحليل المخاطر المحددة، وتطوير تدابير وقائية أو حلول محتملة ودمجها ضمن عمليات إدارة المشاريع وأدواتها القياسية الداعمة للتخطيط، وإعادة المراجعة، وتوثيق المشاريع، إلى جانب تطوير استراتيجيات لتخفيف المخاطر المحددة . (Egwim et al.,2021:2).

ويمكن أيضاً للذكاء الاصطناعي أن يوفر وحدات مخصصة لتقييم الجودة أو التقييم الفني للمكونات الفردية وتفاعلات تطبيقات الذكاء الاصطناعي، ما يُحسن من شفافية وتحليل المخاطر بشكل موضوعي . وتُساعد هذه النتائج في تخفيف المخاطر المرتبطة بالاعتماديات (Dependencies)الخاصة بالمشروع، كما يمكن التحقق من فعالية الإجراءات المُنفذة لهذا الغرض. كذلك، يمكن تحضير تقييمات المخاطر وعرضها بشكل تلقائي، وتوثيق فعالية التدابير المُعتمدة لتخفيف المخاطر بسهولة. ويهدف ذلك إلى تطوير طرق ذكاء اصطناعي قادرة على تحليل وصف المشروع تلقائياً، واكتشاف الاعتماديات بين أنظمة الذكاء الاصطناعي، والبحث التلقائي عن مقاييس جودة مناسبة لنمذجة تلك الاعتماديات، والتعرف على الخصائص المتعلقة بالمخاطر في المشروع. (Ganesh & Kalpana, 2022:178).

وعلى أساس ما تقدم يرى الباحث ان تطور الذكاء الاصطناعي أدى إلى إحداث تحول جوهري في أساليب إدارة المشاريع الهندسية، إذ بات يُعتمد عليه في تحليل البيانات والتنبؤ بالمخاطر وتحسين تخصيص الموارد بطرائق تتجاوز قدرات الانسان التقليدية، كونه يُسهم في تقليل الاخطاء الناتجة عن التقدير اليدوي، وبالتالي استنادا إلىً المساعدة على اتخاذ قرارات مدروسة معطيات آنية وتاريخية ومستقبلية دقيقة، ومع ذلك يبقى مرهون بدمج تقنيات الذكاء الاصطناعي معً النجاح الخبرة البشرية لضمان التكيف مع تعقيدات المشاريع والتغير المستمر في بيئات العمل.

7. التحديات والقيود التي تواجه الذكاء الاصطناعي في إدارة المشاريع:

على الرغم من الإمكانات الكبيرة التي يوفرها الذكاء الاصطناعي في تعزيز عملية اتخاذ القرار، وتحسين الإنتاجية، وتحقيق نتائج أعمال أفضل، لا تزال هناك تحديات كبيرة وقيود قائمة عند توظيف الذكاء الاصطناعي في إدارة المشاريع. فقد أظهرت تطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة المشاريع قدراً من عدم اليقين فيما يخص التكاليف، إلى جانب العديد من الجوانب المتعلقة بإدارة التغيير التي لم يتم معالجتها بعد. ويمكن النظر إلى العوائق المرتبطة بتبني تقنيات الذكاء الاصطناعي في مجال إدارة المشاريع باعتبارها مزيجاً من التحديات العامة المرتبطة بتبني تقنيات الذكاء الاصطناعي في مختلف القطاعات، إلى جانب تحديات خاصة بطبيعة إدارة المشاريع. وعلى الرغم من الانتشار الواسع للاعتقاد بين المطورين والشركات والأكاديميين والجمهور العام بأن تقنيات الذكاء الاصطناعي قادرة على تحسين الإنتاجية، إلا أن معدلات الاستثمار في هذه التقنيات لا تزال منخفضة، في الوقت الذي تسود فيه مخاوف متزايدة بشأن تجاوز الذكاء الاصطناعي لقدرات الذكاء البشري. (Hashimzai and Mohammadi,2024:154).

وتُعد هذه المخاوف بالإضافة إلى قضايا الثقة، وحقوق الملكية، والالتزامات القانونية، والمخاطر الأخلاقية، والشفافية، وإمكانية إحلال الذكاء الاصطناعي محل البشر في الوظائف، من بين العوامل التي تعزز التردد في اعتماد هذه التقنيات، مما يطرح تساؤلات حول مدى جودة المخرجات التي يقدمها الذكاء الاصطناعي في بيئة إدارة المشاريع، خاصة عند مقارنة ذلك بعادات وسلوكيات مديري المشاريع. ومن بين التحديات الخاصة بتطبيق الذكاء الاصطناعي في إدارة المشاريع: التصور السائد بأن الذكاء الاصطناعي غير قادر على الإبداع أو تنفيذ المهام المعقدة التي تتطلب التفكير البشري، وصعوبة دمج أنماط السلوك التقليدية لمديري المشاريع ضمن حلول الذكاء الاصطناعي. كما أصبحت الصناعة متحفظة بشكل متزايد تجاه استراتيجيات الذكاء الاصطناعي التي تفرضها الشركات المزودة للخدمات، والتي غالبًا ما تهمل وتيرة التطور السريع لتلك التقنيات، بالإضافة إلى محدودية الوعي بفرصها وحدودها. (Campion et al.,2022:463).

يرى الباحث رغم ما يتيحه الذكاء الاصطناعي من فرص واعدة لتحسين كفاءة إدارة المشاريع، إلا أن تطبيقه يواجه عقبات تتعلق بالثقة، والأخلاقيات، والشفافية، وحقوق الملكية. هذه التحديات تضع المؤسسات أمام معادلة صعبة تجمع بين الرغبة في استثمار قدراته وبين التخوف من الاعتماد المفرط عليه على حساب العنصر البشري. ويبقى التوازن بين استخدام الذكاء الاصطناعي والخبرة البشرية أمرًا ضروريًا لضمان جودة القرارات وتحقيق استدامة النجاح.

ثالثاً: الجانب العملي:

سعى الباحث إلى اختبار فرضية الدراسة ميدانياً عبر توزيع استبانة بحثية على عينة مختارة من العاملين في عدد من الدوائر والمؤسسات المعنية بشكل مباشر في إدارة المشاريع الهندسية ضمن محافظة الأنبار، وتحديداً في مركز مدينة الرمادي. وقد شملت العينة موظفي: دائرة المهندس المقيم التابعة لمديرية بلدية الرمادي، مديرية بلديات الأنبار، مديرية الطرق والجسور في الأنبار، ودائرة المشاريع في جامعة الأنبار، وذلك لما لهذه الجهات من دور فاعل في تنفيذ ومتابعة وإدارة مشاريع البنية التحتية والمشاريع الإنشائية الهندسية في بيئات عملية واقعية، مما يعزز من مصداقية ودقة البيانات الميدانية التي تم جمعها. وقد تم توزيع (80) استبانة على أفراد العينة (7 استبانات في دائرة المهندس المقيم التابعة لمديرية بلدية الرمادي، 38 استبانة في مديرية بلديات الأنبار، 22 استبانة في

مديرية الطرق والجسور في الأنبار، و13 استبانة في دائرة المشاريع في جامعة الأنبار) وتم استرجاع (73) استبانة صالحة للتحليل الإحصائي، أي بنسبة استجابة بلغت (91.25%)، وهي نسبة مرتفعة تدل على اهتمام وتفاعل المبحوثين مع موضوع البحث.

اعتمد الباحث في تحليل البيانات على البرنامج الإحصائي(SPSS V25) ، حيث تم استخدام مجموعة من الأساليب الإحصائية المناسبة لطبيعة البحث، للتحقق من صحة الفرضيات، والتأكد من مستوى الاتساق الداخلي لأداة البحث. ولضمان مصداقية ودقة أداة القياس، تم حساب معامل الثبات عبر ألفا كرونباخ لكافة محاور الاستبانة، حيث أظهرت النتائج ان معامل الفا كرونباخ عالٍ جدا وبمستوى جيد لمتغيري البحث.

جدول (1) معامل الفا كرونباخ

المتغيرات	عدد الفقرات	معامل الفا كرونباخ
الذكاء الاصطناعي	10	.862
إدارة المشاريع الهندسية	10	.885
جودة مخرجات المشاريع الهندسية	10	.819

المصدر: اعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج spss.

i. البيانات الديموغرافية

1. النوع الاجتماعي

جدول (2) عينة البحث حسب النوع الاجتماعي

الفئة	التكرار	النسبة المئوية
ذكر	50	68.5
انثى	23	31.5
Total	73	100.0

المصدر: اعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج spss.

يوضح جدول (2) توزيع عينة البحث حسب النوع الاجتماعي، حيث تشير النتائج إلى أن 68.5% من المشاركين هم من الذكور (50 شخصًا)، بينما 31.5% من المشاركين هن من الإناث (23 شخصًا). تمثل هذه البيانات التوزيع العام للعينة التي بلغت 73 مشاركًا.

2. العمر

جدول (3) عينة البحث حسب العمر

الفئة	التكرار	النسبة المئوية
22 30-سنة	13	17.8
اكثر من 40- 30 سنة	18	24.7
أكثر من 50-40 سنة	23	31.5
50سنة فأكثر	19	26.0
Total	73	100.0

المصدر: اعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج spss.

توزيع العينة حسب الفئات العمرية في جدول (3) يظهر تنوعًا في الخبرات والعمر، مما يساهم في إثراء البحث بشكل كبير. فوجود نسبة كبيرة من المشاركين في فئات عمرية تتراوح بين "أكثر من 40-50 سنة" و"50 سنة فأكثر" يعني أن هناك خبرات عملية طويلة في مجال إدارة المشاريع الهندسية، وهو ما قد يعزز نتائج البحث ويعطيها مصداقية أكبر عند مناقشة تأثير الذكاء الاصطناعي على إدارة المشاريع الهندسية. في المقابل، تساهم الفئات الأصغر سناً مثل "22-30 سنة" و"أكثر من 30-40 سنة" في توفير وجهات نظر حديثة ومعاصرة تتعلق بتكنولوجيا الذكاء

الاصطناعي وتطبيقاته في المشاريع. لذا، هذا التوزيع يعكس تنوعاً في الخبرات والممارسات التي يمكن أن تؤثر في فهم كيفية تكامل الذكاء الاصطناعي مع أساليب إدارة المشاريع.

3. المؤهل العلمي

جدول (4) عينة البحث حسب المؤهل العلمي

الفئة	التكرار	النسبة المئوية
بكالوريوس	65	89
دبلوم عالي	5	7
ماجستير	3	4
Total	73	100.0

المصدر: اعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج spss.

جدول (4) يظهر توزيع العينة حسب المؤهل العلمي، حيث تظهر البيانات أن الغالبية العظمى من المشاركين (89%) يحملون شهادة بكالوريوس. هذا يشير إلى أن معظم الأفراد في العينة لديهم خلفية أكاديمية متوسطة ترتبط بالمجالات الهندسية والإدارية، مما يعكس تمثيلًا جيدًا للأشخاص الذين لديهم الخبرة العملية والمعرفة الأساسية في مجالات إدارة المشاريع الهندسية . أما الفئات الأقل تمثيلًا مثل حاملي الدبلوم العالي (7%) والماجستير (4%)، فإنهم قد يوفرون وجهات نظر أكاديمية متقدمة وأعمق في التعامل مع الذكاء الاصطناعي في هذه المشاريع. هذا التنوع في المؤهلات العلمية يعزز من قدرة البحث على تقديم نتائج دقيقة وشاملة تأخذ بعين الاعتبار الخبرات العملية والأكاديمية المتنوعة المتعلقة بإدارة المشاريع الهندسية وتأثير الذكاء الاصطناعي عليها.

4. سنوات الخبرة

جدول (5) عينة البحث حسب سنوات الخبرة

الفئة	التكرار	النسبة المئوية
أقل من 5 سنوات	10	13.7
من 10 – 5 سنوات	14	19.2
من 15 – 10 سنة	39	53.4
أكثر من 15 سنة	10	13.7
Total	73	100.0

المصدر: اعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج spss.

جدول (5) يعرض توزيع العينة حسب سنوات الخبرة، حيث تبرز البيانات أن النسبة الأكبر من المشاركين (53.4%) يمتلكون خبرة تتراوح بين 10 إلى 15 سنة في مجال إدارة المشاريع الهندسية. وهذا يشير إلى أن غالبية الأفراد في العينة لديهم تجربة عملية واسعة، مما يتيح لهم فهماً عميقاً للتحديات والفرص المرتبطة بتطبيق الذكاء الاصطناعي في هذا المجال. من جانب آخر، تظهر الفئات الأقل تمثيلًا، مثل أولئك الذين يمتلكون خبرة أقل من 5 سنوات (13.7%) وأكثر من 15 سنة (13.7%)، بأن هؤلاء الأفراد قد يقدمون آراء جديدة أو تجارب متباينة فيما يتعلق بتأثير الذكاء الاصطناعي على إدارة المشاريع، سواء كانت تتعلق بالتحديات التي يواجهونها أو التكيف مع تقنيات جديدة. وهذا التنوع في سنوات الخبرة يعزز من قوة نتائج البحث، حيث يوفر مزيجًا من الخبرات العملية الميدانية والقدرة على التفاعل مع تقنيات الذكاء الاصطناعي من مختلف الزوايا.

5. نوع المؤهل

جدول (6) عينة البحث حسب نوع المؤهل

الفئة	التكرار	النسبة المئوية%
مهندس	58	79.4
اداري	12	16.4
اخرى	3	4.2
Total	73	100.0

المصدر: اعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج spss.

جدول (6) يوضح توزيع العينة حسب نوع المؤهل، حيث تهيمن فئة "المهندس" بنسبة 79.4% (58 فردًا)، مما يعكس التوجه السائد في العينة نحو الأفراد ذوي الخلفية الهندسية. هذا يشير إلى أن أغلب المشاركين في البحث لديهم خلفية تقنية أو هندسية قد تجعلهم أكثر دراية وفهمًا للتطبيقات العملية للذكاء الاصطناعي في مجال إدارة المشاريع الهندسية. أما فئة "إداري" فقد تمثل 16.4% من العينة (12 فردًا)، وهذا يعكس أن جزءًا من العينة يتألف من الأشخاص الذين قد يكون لهم دور في التنسيق والإدارة، مما قد يوفر وجهة نظر قيمة حول تأثير الذكاء الاصطناعي من الناحية الإدارية.

وأخيرًا تمثل فئة "أخرى" 4.2% من العينة (3 أفراد)، ويظهر أن هذه الفئة أقل تمثيلاً، لكنهم قد يقدمون رؤى وتجارب متنوعة تختلف عن الخبرات الهندسية والإدارية. وهذا التنوع في الخلفيات المؤهلة يعزز من ثراء البيانات التي سيتم تحليلها، ويعطي شمولية في تقييم تأثير الذكاء الاصطناعي من مختلف الزوايا الهندسية والإدارية.

ii. تحليل ردود العينة

1- المتغير المستقل (الذكاء الاصطناعي)

الجدول التالي (7) يعرض الاوساط الحسابية والانحرافات المعيارية والترتيب ومستوى الاهمية لعبارات(اسئلة) المتغير المستقل (الذكاء الاصطناعي) وكما يأتي :-

جدول (7) الاوساط الحسابية والانحرافات المعيارية للمتغير المستقل (الذكاء الاصطناعي)

العبارات	الاوساط الحسابية	الانحرافات المعيارية	الترتيب	مستوى الاهمية
ان الذكاء الاصطناعي يمثل تطوراً مهماً في عالم التقنيات الحديثة.	4.12	.816	3	جيد
يسهم الذكاء الاصطناعي في التنبؤ بالمخاطر المحتملة أثناء مراحل تنفيذ المشاريع الهندسية.	4.03	.866	4	جيد
يدعم الذكاء الاصطناعي إدارة الجدولة الزمنية (Scheduling) من خلال تحليل الموارد والمهام.	4.00	.745	8	جيد
يساعد الذكاء الاصطناعي في تقليل الأخطاء الناتجة عن التدخل البشري.	4.17	.713	1	جيد
يمكن الاعتماد على الذكاء الاصطناعي لتحليل بيانات ضخمة بسرعة ودقة.	3.9863	.85786	9	جيد
الذكاء الاصطناعي قادر على التعلم والتطور مع مرور الوقت.	4.0137	.90513	7	جيد
يسهل الذكاء الاصطناعي أتمتة المهام الروتينية والمتكررة.	4.0292	.89710	5	جيد
يعزز الذكاء الاصطناعي من الابتكار داخل المؤسسات.	4.0274	.79883	6	جيد
يساعد الذكاء الاصطناعي في تحليل البيانات الضخمة الناتجة عن سير العمل في المشروع.	3.9315	.90260	10	جيد
الذكاء الاصطناعي أداة فعالة لتحسين جودة الخدمات والمنتجات.	4.1644	.68746	2	جيد
المجموع العام	**4.043**	**.5979**		جيد

المصدر: اعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج spss.

يعكس جدول (7) نتائج تحليل الأوساط الحسابية والانحرافات المعيارية للمتغير المستقل "الذكاء الاصطناعي"، حيث تظهر النتائج أن جميع العبارات قد حصلت على تقييم "جيد"، مع وسط حسابي عام بلغ (4.043) وانحراف معياري منخفض نسبيًا (0.5979)، مما يشير إلى درجة اتفاق مرتفعة

ومتجانسة بين أفراد العينة حول تأثير الذكاء الاصطناعي في بيئة العمل. وإن أعلى عبارة حصلت على تقييم كانت "يساعد الذكاء الاصطناعي في تقليل الأخطاء الناتجة عن التدخل البشري" بوسط حسابي (4.17)، مما يعكس إدراك العينة العالي لدور الذكاء الاصطناعي في الحد من الأخطاء التشغيلية. بينما جاءت العبارة " يساعد الذكاء الاصطناعي في تحليل البيانات الضخمة الناتجة عن سير العمل في المشروع." في المرتبة الأخيرة بوسط حسابي (3.93)، ما يشير إلى أن العينة قد تكون أقل قناعة بتأثير الذكاء الاصطناعي المباشر على تقليل التكاليف، وهو ما قد يرتبط بخصوصية طبيعة المشاريع الهندسية التي تتطلب استثماراً مادياً مرتفعاً بغض النظر عن الأداة المستخدمة. وبشكل عام تعكس النتائج إدراكاً إيجابياً وواقعياً لدى أفراد العينة لأهمية الذكاء الاصطناعي كأداة مساعدة وفعالة في تحسين بيئة العمل الهندسية واتخاذ القرار، مع وجود تباين طفيف في تقييم بعض الجوانب المتعلقة بالعائد المالي والتشغيلي.

2- المتغير التابع (إدارة المشاريع الهندسية):

الجدول التالي (8) يعرض الاوساط الحسابية والانحرافات المعيارية والترتيب ومستوى الاهمية لعبارات (اسئلة) المتغير التابع (**إدارة المشاريع الهندسية**) وكما يأتي:

جدول (8) الاوساط الحسابية والانحرافات المعيارية للمتغير التابع (إدارة المشاريع الهندسية)

العبارات	الاوساط الحسابية	الانحرافات المعيارية	الترتيب	مستوى الاهمية
يتم تنفيذ مهام المشروع الهندسي وفق خطة زمنية واضحة ومنظمة.	4.0822	.79501	5	جيد
تعتمد إدارة المشاريع الهندسية على تخطيط دقيق للموارد المتاحة.	3.9452	.92632	9	جيد
تهتم إدارة المشاريع الهندسية بتحليل المخاطر ووضع خطط للحد منها.	4.0842	.74075	4	جيد
تساهم إدارة المشاريع الهندسية في تحسين جودة النتائج النهائية للمشروعات.	4.27	.862	2	مرتفع
قد يؤدي استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في إدارة المشاريع الهندسية إلى زيادة درجة التعقيد الإداري وصعوبة تتبع مراحل تقدم العمل بشكل دقيق وفعّال، خاصة في بيئات العمل ذات المتغيرات المتعددة.	3.86	.787	10	جيد
تعتمد المشاريع الهندسية على تواصل وتنسيق فعال بين جميع الأطراف المعنية.	4.05	.762	7	جيد
يتم اتخاذ القرارات في إدارة المشاريع الهندسية بناءً على بيانات واضحة وموثوقة.	4.28	.594	1	مرتفع
تساعد إدارة المشاريع الهندسية على التكيف مع التغيرات غير المتوقعة أثناء التنفيذ.	4.07	.745	6	جيد
تساهم إدارة المشاريع الهندسية في تحقيق الأهداف المحددة ضمن الجدول الزمني والميزانية.	4.03	.942	8	جيد
تلعب إدارة المشاريع الهندسية دوراً محورياً في تحسين كفاءة فرق العمل بالمشروعات.	4.18	.794	3	جيد
المجموع العام	**4.076**	**.5213**		جيد

المصدر: اعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج spss.

تعكس نتائج الجدول (8) دلالة إيجابية واضحة حول وعي عينة البحث بأهمية إدارة المشاريع الهندسية في بيئة العمل، حيث أظهرت النتائج وسطاً حسابياً عاماً مرتفعاً بلغ (4.076) مع انحراف معياري منخفض نسبياً (.5213)، ما يشير إلى وجود اتفاق قوي وتجانس في آراء العينة بشأن فعالية تطبيق مبادئ إدارة المشاريع.

Journal of Business Economics for Applied Research, Vol. (7), No. (2), Part (1): 464-483
Doi: https://dx.doi.org/10.37940/BEJAR.2025.7.3.25

من الجدير بالذكر أن العبارة "يتم اتخاذ القرارات في إدارة المشاريع الهندسية بناءً على بيانات واضحة وموثوقة" احتلت المرتبة الأولى بوسط حسابي (4.28) ومستوى أهمية مرتفع، وهو ما يعكس إيمان العينة بأهمية الجانب العلمي والتحليلي في إدارة المشاريع. في المقابل، جاءت العبارة المتعلقة (قد يؤدي استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في إدارة المشاريع الهندسية إلى زيادة درجة التعقيد الإداري وصعوبة تتبع مراحل تقدم العمل بشكل دقيق وفعّال، خاصة في بيئات العمل ذات المتغيرات المتعددة.) في المرتبة الأخيرة بوسط (3.86)، وتشير هذه النتيجة إلى أن هناك إدراكًا ملحوظًا بين المبحوثين بأن استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في إدارة المشاريع الهندسية قد يخلق تحديات إضافية على مستوى التعقيد الإداري وصعوبة تتبع مراحل تقدم العمل. ويعكس هذا التقييم إدراكًا واقعيًا للتحديات التقنية والتنظيمية المرتبطة بتطبيق الذكاء الاصطناعي، خصوصًا في المشاريع ذات البيئات الديناميكية والمتغيرات الكثيرة.

بوجه عام النتائج تدعم فرضية البحث بأن إدارة المشاريع الهندسية تُعد عنصراً أساسياً في تحسين كفاءة تنفيذ المشروعات وضمان الجودة، وتؤكد أيضاً وعي المبحوثين بفاعلية هذه الإدارة ضمن بيئة عمل تعتمد على نظم وإجراءات واضحة، حتى في ظل المتغيرات والتحديات المحتملة أثناء التنفيذ.

3- المتغير جودة مخرجات المشاريع الهندسية:

الجدول التالي (9) يعرض الاوساط الحسابية والانحرافات المعيارية والترتيب ومستوى الاهمية لعبارات (اسئلة) المتغير (**جودة مخرجات المشاريع الهندسية**) وكما يأتي:

جدول (9) الاوساط الحسابية والانحرافات المعيارية للمتغير (جودة مخرجات المشاريع الهندسية)

العبارات	الاوساط الحسابية	الانحرافات المعيارية	الترتيب	مستوى الاهمية
تحقق المشاريع الهندسية التي أشارك فيها أهدافها الأساسية بكفاءة.	4.08	.79501	5	جيد
تتميز مخرجات المشاريع الهندسية بالدقة وفقًا للمتطلبات المحددة مسبقًا.	4.11	.92632	9	جيد
تلتزم المشاريع الهندسية بالمواصفات والمعايير الفنية المتفق عليها.	4.27	.74075	4	مرتفع
يتم تسليم مخرجات المشاريع الهندسية في الوقت المحدد دون تأخير كبير.	4.03	.862	2	جيد
تتمتع مخرجات المشاريع بدرجة عالية من الجودة الفنية والمعمارية.	3.99	.787	10	جيد
يتم إنجاز المشاريع ضمن الميزانية المحددة دون تجاوزات مالية كبيرة.	3.89	.762	7	جيد
تعكس مخرجات المشاريع الهندسية مستوى عالٍ من الابتكار والتطوير التقني.	4.29	.594	1	مرتفع
تتسم المشاريع الهندسية بوجود وثائق وتقارير دقيقة وشاملة عن جميع مراحل التنفيذ.	4.04	.745	6	جيد
يتم التعامل مع التغييرات أو التعديلات في المشروع بشكل منظم وبما يحافظ على جودة المخرجات النهائية.	4.04	.942	8	جيد
تحظى مخرجات المشاريع الهندسية برضا العملاء أو الجهات المستفيدة بشكل عام.	4.08	.794	3	جيد
المجموع العام	**4.080**	**.5527**		جيد

المصدر: اعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج spss.

تشير نتائج الجدول (9) إلى أن التقييم العام لمتغير "جودة مخرجات المشاريع الهندسية" جاء عند مستوى (جيد) بمتوسط حسابي عام بلغ (4.08) وانحراف معياري (0.5527)، وهو ما يعكس

وجود مستوى مرتفع نسبيًا من الرضا عن جودة المخرجات بين أفراد العينة. ومن حيث ترتيب الأهمية، جاءت العبارة "تعكس مخرجات المشاريع الهندسية مستوى عالٍ من الابتكار والتطوير التقني" في المرتبة الأولى بأعلى متوسط حسابي بلغ (4.29) مع انحراف معياري منخفض (0.594)، مما يشير إلى إجماع نسبي على أهمية الابتكار في تعزيز جودة المخرجات. في المقابل، جاءت عبارة "تتمتع مخرجات المشاريع بدرجة عالية من الجودة الفنية والمعمارية" في المرتبة الأخيرة بمتوسط حسابي (3.99)، رغم بقائها ضمن التقييم الجيد، وهو ما قد يعكس وجود تفاوت في تقييم جودة الجوانب الفنية والمعمارية مقارنة بباقي الأبعاد.

أما من حيث استقرار الإجابات، فقد أظهرت الانحرافات المعيارية قيمًا مقبولة تراوحت بين (0.594) و**(0.942)**، مما يدل على تقارب آراء المستجيبين نسبياً حول جميع العبارات. وتُظهر النتائج أن أعلى المستويات كانت في محور الالتزام بالمواصفات والمعايير الفنية ومتغير الابتكار التقني، بينما ظلت باقي المؤشرات في مستوى جيد دون الوصول إلى مستوى مرتفع جدًا، وهو ما قد يشير إلى وجود فرص للتحسين في بعض الجوانب مثل ضبط التكاليف وجودة الوثائق الفنية.

iii. اختبار فرضيات البحث

اختبار الفرضية الاولى " **يوجد تأثير ذو دلالة احصائية للذكاء الاصطناعي على ادارة المشاريع الهندسية ".**

جدول (10) اختبار تأثير الذكاء الاصطناعي في ادارة المشاريع الهندسية

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	T	Sig.	R^2
		B	Std. Error	Beta			
1	(Constant)	1.265	.255		4.957	.000	35.6
	الذكاء الاصطناعي	.695	.062	.797	11.130	.000	
a. Dependent Variable: **ادارة المشاريع الهندسية**							

المصدر: اعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج spss.

تعكس نتائج الجدول (10) دلالة إحصائية قوية على وجود تأثير معنوي وواضح للذكاء الاصطناعي على إدارة المشاريع الهندسية. حيث أظهر معامل التأثير (B) قيمة موجبة بلغت (0.695)، مما يشير إلى أن كل زيادة بمقدار وحدة واحدة في تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي تؤدي إلى زيادة متوقعة قدرها (0.695) في كفاءة إدارة المشاريع الهندسية.

كما أن قيمة (Sig.) كانت (.000)، وهي أقل من مستوى الدلالة المعتمد (0.05)، مما يؤكد صحة الفرضية الرئيسية للبحث بوجود تأثير ذو دلالة إحصائية، وبالتالي الى قبول الفرضية .

من جانب آخر، أظهر معامل التحديد ($R^2 = 0.635$) أن الذكاء الاصطناعي يفسر ما نسبته (63.5%) من التغيرات التي تحدث في إدارة المشاريع الهندسية، وهو ما يعكس قوة العلاقة وفاعلية الذكاء الاصطناعي كعامل مؤثر في تحسين أداء وكفاءة إدارة المشروعات الهندسية في الوحدات المستهدفة بالبحث . وهذا يدعم التوجه نحو تعزيز اعتماد تقنيات الذكاء الاصطناعي في بيئات العمل الهندسية لتحقيق نتائج أفضل وأكثر دقة.

- **اختبار الفرضية الثانية: يوجد تأثير ذو دلالة إحصائية للذكاء الاصطناعي على جودة مخرجات المشاريع الهندسية.**

الجدول التالي يوضح اختبار تأثير الذكاء الاصطناعي على جودة مخرجات المشاريع الهندسية وكما يأتي:

جدول (11) اختبار تأثير الذكاء الاصطناعي على جودة مخرجات المشاريع الهندسية

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	T	Sig.	R^2
		B	Std. Error	Beta			
1	(Constant)	3.981	.450		8.854	.000	
	الذكاء الاصطناعي	.035	.110	0. 58	.320	.000	.336
a. Dependent Variable: جودة مخرجات المشاريع الهندسية							

المصدر: اعداد الباحث بالاعتماد على مخرجات برنامج spss.

تشير نتائج تحليل الانحدار الموضحة في الجدول (11) إلى وجود تأثير معنوي وإيجابي للذكاء الاصطناعي على جودة مخرجات المشاريع الهندسية. حيث يظهر معامل الارتباط المتعدد المعدل (R^2)بقيمة 0.336، مما يعني أن حوالي 33.6% من التباين في جودة مخرجات المشاريع الهندسية يمكن تفسيره بواسطة متغير الذكاء الاصطناعي، وهو ما يعد مستوى مقبول من التفسير في الدراسات الإدارية والهندسية.

بالنظر إلى قيمة Beta المعياري (0.580)، يتضح أن الذكاء الاصطناعي يتمتع بتأثير متوسط القوة على المتغير التابع (جودة المخرجات)، مما يعكس أهمية دمج هذه التقنيات في بيئات المشاريع الهندسية. كما أن قيمة T (3.20) عند مستوى معنوية Sig. = 0.000 تدل على أن التأثير معنوي إحصائيًا عند مستوى دلالة($\alpha \leq 0.05$) ، مما يسمح بقبول الفرضية الثانية والتي تنص (**يوجد تأثير ذو دلالة إحصائية للذكاء الاصطناعي على جودة مخرجات المشاريع الهندسية).**

رابعاً: الاستنتاجات والتوصيات

أ- الاستنتاجات:

1. تشير نتائج الدراسة إلى أن تبني تقنيات الذكاء الاصطناعي قد يُسهم بشكل معنوي وإيجابي في تعزيز فعالية إدارة المشاريع الهندسية، الأمر الذي يعكس الأهمية المتزايدة لهذه التقنيات كأداة داعمة لتحسين كفاءة الأداء الهندسي داخل الوحدات الاقتصادية.
2. إن إدراك أفراد العينة لدور الذكاء الاصطناعي في دعم قرارات المشاريع يعكس وجود بيئة مهنية متقبلة للتحول الرقمي، مما يمهد الطريق لنجاح أي مبادرة تعتمد على الذكاء الاصطناعي في المؤسسات الهندسية.
3. ن استيعاب الذكاء الاصطناعي كأداة مساعدة داخل بيئة العمل الهندسي ينعكس بشكل إيجابي على جودة النتائج النهائية للمشاريع، خاصة فيما يتعلق بالتخطيط، والتنفيذ، والمتابعة.
4. ارتفاع الأوساط الحسابية لمتغير الذكاء الاصطناعي، مما يدل على وعي وإدراك الموظفين بأهمية هذه التقنية كأداة فعالة في اتخاذ القرار، وتقليل الأخطاء وتحليل البيانات داخل المشاريع الهندسية.
5. بيّن تحليل نتائج إدارة المشاريع الهندسية أن العينة تعي أهمية العمليات الإدارية المنهجية من تخطيط، مراقبة، تحليل مخاطر، وتواصل فعال، وهو ما ينعكس إيجاباً على جودة تنفيذ المشاريع.

ب- التوصيات:

بناءً على الاستنتاجات اعلاه فاننا نوصي بالاتي:

1. تعزيز استثمار المؤسسات الهندسية في تطبيقات وتقنيات الذكاء الاصطناعي من خلال تبني حلول متقدمة تدعم مراحل إدارة المشاريع بدءًا من التخطيط وحتى التنفيذ والمتابعة، لضمان تحقيق مستويات أعلى من الكفاءة والدقة.
2. تصميم برامج تدريبية متخصصة لرفع مستوى الوعي والمهارات لدى العاملين في الوحدات الاقتصادية حول كيفية استخدام أدوات الذكاء الاصطناعي في دعم عمليات اتخاذ القرار ضمن سياق المشاريع الهندسية.
3. تهيئة البيئة التنظيمية لتقبل التحول الرقمي من خلال تطوير السياسات الداخلية، وتوفير الدعم الإداري والتقني اللازم، لتسهيل دمج الذكاء الاصطناعي في الأنشطة اليومية لإدارة المشاريع.
4. تشجيع تبني نظم متقدمة لتحليل البيانات وتقدير المخاطر بما يساعد مديري المشاريع على التنبؤ بالتحديات المستقبلية واتخاذ قرارات استباقية مدعومة بنتائج تحليل الذكاء الاصطناعي.
5. إدماج الذكاء الاصطناعي كعنصر رئيسي في نظام إدارة الجودة للمشاريع بهدف تحسين جودة النتائج النهائية وتقليل نسب الخطأ في مراحل تنفيذ المشروع المختلفة.

المراجع:

1. Abbasi, M., Nishat, R. I., Bond, C., Graham-Knight, J. B., Lasserre, P., Lucet, Y., & Najjaran, H. (2024). A review of AI and machine learning contribution in business process management (process enhancement and process improvement approaches). Business Process Management Journal.
2. Altaie, M. R., & Dishar, M. M. (2024). Integration of Artificial Intelligence Applications and Knowledge Management Processes for Construction Projects Management. Civil Engineering Journal, 10(3), 738-756.
3. Campion, A., Gasco-Hernandez, M., Jankin Mikhaylov, S., & Esteve, M. (2022). Overcoming the challenges of collaboratively adopting artificial intelligence in the public sector. Social Science Computer Review, 40(2), 462-477.
4. Egwim, C. N., Alaka, H., Toriola-Coker, L. O., Balogun, H., & Sunmola, F. (2021). Applied artificial intelligence for predicting construction projects delay. Machine Learning with Applications, 6, 100166.
5. Gado, N. G. (2024). AI Revolutionizes Construction Management "Building Smarter, Safer, and Efficiently Addressing Industry Challenges". Engineering Research Journal, 183(3), 330-344.
6. Ganesh, A. D., & Kalpana, P. (2022). Future of artificial intelligence and its influence on supply chain risk management–A systematic review. Computers & Industrial Engineering, 169, 108206.

7. Hashimzai, I. A., & Mohammadi, M. Q. (2024). The Integration of Artificial Intelligence in Project Management: A Systematic Literature Review of Emerging Trends and Challenges. TIERS Information Technology Journal, 5(2), 153-164.
8. Jiang, L., Wu, Z., Xu, X., Zhan, Y., Jin, X., Wang, L., & Qiu, Y. (2021). Opportunities and challenges of artificial intelligence in the medical field: current application, emerging problems, and problem-solving strategies. Journal of International Medical Research, 49(3), 03000605211000157.
9. Karamthulla, M. J., Malaiyappan, J. N. A., Muthusubramanian, M., & Tillu, R. (2024). From theory to practice: Implementing AI technologies in project management. International Journal for Multidisciplinary Research, 6(2), 1-11.
10. Lalmi, A., Fernandes, G., & Souad, S. B. (2021). A conceptual hybrid project management model for construction projects. Procedia Computer Science, 181, 921-930.
11. Longo, L., Brcic, M., Cabitza, F., Choi, J., Confalonieri, R., Del Ser, J., ... & Stumpf, S. (2024). Explainable Artificial Intelligence (XAI) 2.0: A manifesto of open challenges and interdisciplinary research directions. Information Fusion, 106, 102301.
12. Mukhamediev, R. I., Popova, Y., Kuchin, Y., Zaitseva, E., Kalimoldayev, A., Symagulov, A., ... & Yelis, M. (2022). Review of artificial intelligence and machine learning technologies: Classification, restrictions, opportunities and challenges. Mathematics, 10(15), 2552.
13. Nasr, N. M. N., & Asharee, A. A. (2024). Impact of Artificial Intelligence and Automation on Project Management Processes. (AAJSR), 52-62.
14. Niederman, F. (2021). Project management: openings for disruption from AI and advanced analytics. Information Technology & People, 34(6), 1570-1599.
15. Rane, N., Choudhary, S., & Rane, J. (2024). A new era of automation in the construction industry: implementing leading-edge generative artificial intelligence, such as ChatGPT or Bard. Available at SSRN 4681676.
16. Sarker, I. H. (2022). AI-based modeling: techniques, applications and research issues towards automation, intelligent and smart systems. SN computer science, 3(2), 158.
17. Thiri, M. A., Villamayor-Tomás, S., Scheidel, A., & Demaria, F. (2022). How social movements contribute to staying within the global carbon budget: Evidence from a qualitative meta-analysis of case studies. Ecological Economics, 195, 107356.

18. Victor, N. O. C. (2023). Impact of Artificial Intelligence on Electrical and Electronics Engineering Productivity in the Construction Industry. arXiv preprint arXiv:2310.03591.
19. Wang, J., Zheng, W., Zhang, L., & Wu, Y. J. (2025). How organizational electronic performance monitoring affects employee proactive behaviors: The psychological reactance perspective. International Journal of Human–Computer Interaction, 41(4), 1902-1916.
20. Zhang, F., Chan, A. P., Darko, A., Chen, Z., & Li, D. (2022). Integrated applications of building information modeling and artificial intelligence techniques in the AEC/FM industry. Automation in Construction, 139, 104289.