The Role of Machine Learning in Enhancing the Efficiency of Project Knowledge Management – A Critical Review

Mohammed Almarhabi, PhD Researcher[a], Prof. Khalil Yaghi[b]

[a,b]Department of Information Science, Faculty of Arts and Humanities, King Abdulaziz University, Jeddah, Saudi Arabia

Abstract: The significance of knowledge in project management emerges as a critical factor in enhancing decision-making, improving processes, and bolstering adaptability to evolving challenges in modern projects. However, traditional tools employed in managing knowledge often lack effectiveness, dynamism, and the ability to address the complexities and diversity of contemporary projects. These limitations underscore the need for advanced techniques and methodologies capable of extracting insights from large datasets and transforming them into actionable knowledge that supports decision-making processes. In this context, machine learning, as a prominent branch of artificial intelligence, presents substantial potential for improving project knowledge management. By analyzing patterns and leveraging big data, machine learning enables proactive identification of future challenges and provides predictive insights to enhance administrative processes. This study aims to elucidate the effective roles that machine learning techniques can play in improving the efficiency of project knowledge management, with a focus on exploring their strengths, weaknesses, and the challenges hindering their implementation, such as a lack of technical expertise and the difficulty of integrating these technologies with traditional systems. The study offers a critical review of recent research addressing the application of machine learning in project management, highlighting its benefits and the limitations impacting its effectiveness in real-world environments. The findings emphasize that machine learning significantly enhances administrative efficiency despite the challenges associated with its adoption. The study recommends further applied research focused on developing practical solutions to enhance the efficiency of administrative processes, enabling projects to better adapt to shifting challenges and achieve their objectives with greater efficiency and sustainability.

Keywords: Project Management, Machine Learning, Artificial Intelligence, Project Knowledge Management, Decision Support

دور التعلّم الآلي في تعزيز كفاءة إدارة معرفة المشاريع – مراجعة نقدية

محمد المرحبي، باحث دكتوراه – أ.د خليل ياغي، أستاذ نظم المعلومات الإدارية
قسم علم المعلومات، كلية الآداب والعلوم الإنسانية، جامعة الملك عبد العزيز، جدة، المملكة العربية السعودية

المستخلص

تتجلى أهمية المعرفة في إدارة المشاريع كعامل أساسي لتعزيز اتخاذ القرارات، تحسين العمليات، والقدرة على التكيف مع التحديات المتزايدة التي تواجه المشاريع الحديثة. ومع ذلك، تعاني الأدوات التقليدية المستخدمة في إدارة المعرفة من محدودية فاعليتها في استثمار المعرفة بشكل فعّال، حيث تفتقر إلى الديناميكية والقدرة على مواجهة تعقيدات وتنوع المشاريع الحالية. هذه القيود تبرز الحاجة إلى تطوير تقنيات وأساليب متقدمة قادرة على استخراج المعرفة من البيانات الضخمة وتحويلها إلى رؤى عملية تدعم عملية اتخاذ القرار. في هذا الإطار، يأتي التعلّم الآلي كإحدى أبرز تقنيات الذكاء الاصطناعي التي تقدم إمكانات كبيرة لتحسين إدارة معرفة المشاريع. من خلال تحليل الأنماط واستثمار البيانات الضخمة، يتيح التعلّم الآلي استشراف التحديات المستقبلية ودعم العمليات الإدارية. تهدف هذه الدراسة إلى توضيح الأدوار الفعّالة التي يمكن أن تلعبها تقنيات التعلّم الآلي في تحسين كفاءة إدارة المعرفة في المشاريع، مع التركيز على استكشاف نقاط القوة والضعف في هذه التقنيات، بالإضافة إلى التحديات التي تعيق تطبيقها، مثل نقص الكفاءات التقنية وصعوبة التكامل مع الأنظمة التقليدية. تُقدم الدراسة مراجعة نقدية للأبحاث الحديثة المتعلقة باستخدام التعلّم الآلي في إدارة المشاريع، مسلطة الضوء على الفوائد المحققة والمحددات التي تؤثر على فعالية هذه التقنيات في البيئات الواقعية. تؤكد النتائج أن التعلّم الآلي يُسهم في تحسين الكفاءة الإدارية بشكل ملموس، رغم التحديات المصاحبة لتطبيقه. توصي الدراسة بأهمية إجراء المزيد من الأبحاث التطبيقية التي تُركز على تطوير حلول عملية لتعزيز كفاءة العمليات الإدارية، بما يدعم قدرة المشاريع على التكيف مع التحديات المتغيرة وتحقيق أهدافها بكفاءة واستدامة.

الكلمات الرئيسة: إدارة المشاريع، التعلّم الآلي، الذكاء الاصطناعي، إدارة معرفة المشاريع، دعم القرار

١ – المقدمة

تُعد إدارة المشاريع إحدى الركائز الأساسية في بيئة الأعمال الحديثة، حيث توفر إطارًا شاملاً يمكّن المؤسسات من تخطيط وتنظيم مواردها البشرية، المالية، والتكنولوجية لتحقيق أهداف المشروع بفعالية وكفاءة. وتعتمد إدارة المشاريع الحديثة بشكل كبير على إدارة المعرفة كعملية جوهرية تُسهم في استثمار المعرفة المتاحة وتوليد معرفة جديدة، مما يدعم التعلّم المؤسسي المستمر ويعزز عملية صناعة القرار. ووفقًا للدليل المعرفي لإدارة المشاريع (PMBOK) الصادر عن معهد إدارة المشاريع، تتضمن إدارة المشاريع تطوير استراتيجيات دقيقة لتنظيم وتنسيق الأنشطة على مدى مراحل المشروع، بدءًا من التخطيط الأولي وصولاً إلى التسليم والإغلاق، وذلك لضمان تحقيق النتائج ضمن الإطار الزمني المحدد، والميزانية المقررة، وبالجودة المنشودة. يتطلب هذا التنسيق التكامل بين عشرة مجالات معرفية رئيسية وهي التكامل، النطاق، الجدول الزمني، التكلفة، الجودة، الموارد، التواصل، المخاطر، المشتريات، وإدارة أصحاب المصلحة حيث يعتمد نجاح المشروع على مدى قدرة فريق الإدارة على دمج هذه المجالات بفعالية لتوفير نظام متكامل يسهم في تحقيق الأهداف بكفاءة عالية. وتشمل دورة حياة المشروع عدة مراحل مترابطة: البدء، التخطيط، التنفيذ، المراقبة، والإغلاق، حيث تستدعي كل مرحلة منها مجموعة من الإرشادات والخطوات والأساليب التي تُعنى بتحقيق الأهداف المحددة، مما يؤكد دور المعرفة في رفع كفاءة إدارة المشاريع في بيئات العمل المعقدة والمتغيرة (PMI,2017). ومع تصاعد تعقيد المشاريع وزيادة حجم البيانات المرتبطة بها، أصبح من الضروري اعتماد أدوات وأساليب أكثر تطورًا لضمان الاستغلال الأمثل للمعرفة لتحقيق الأداء الأمثل في إدارة المشاريع.

وإذ نعيش اليوم في عصر ثورة البيانات والذكاء الاصطناعي، حيث تتسارع الابتكارات التكنولوجية بوتيرة غير مسبوقة، وتتحول المؤسسات في مختلف القطاعات نحو استخدام البيانات الضخمة لتعزيز قدرتها على المنافسة والبقاء، أصبحت الحاجة ملحة لتوظيف هذه التقنيات الحديثة في رفع كفاءة إدارة المشاريع واستدامة النجاح فيها. ويعد التعلّم الآلي أحد فروع الذكاء الاصطناعي الذي يركز على تطوير خوارزميات تُمكّن الحواسيب من التعلّم تلقائيًا من خلال تحليل كميات ضخمة من البيانات لاستكشاف الأنماط والعلاقات التي تربطها مما يكسب الآلة القدرة على اكتساب الخبرة وتوليد القرارات دون برمجة صريحة، وقد أثبت هذا المجال فعاليته في العديد من التطبيقات والمجالات المختلفة (Bharadiya,2023). وفي هذا السياق، يمكن لتقنيات التعلّم الآلي أن تلعب دورًا محوريًا في تجميع وتحليل المعرفة الخاصة بالمشاريع من مصادر متعددة كالتقارير، السجلات، الدروس المستفادة، البيانات التاريخية وغيرها من الموارد، لتقديم رؤى تنبؤية واستباقية تسهم في تعزيز القرارات وتوجيه المشروع نحو تحقيق أهدافه بكفاءة عالية. وفي هذا الإطار، أكدت دراسة (McGrath & Kostalova, 2020) الحاجة الماسة لتطوير منهجيات إدارة المشاريع لتواكب التغيرات التكنولوجية مثل الذكاء الاصطناعي، والتحول الرقمي، وإنترنت الأشياء، فقد أظهرت النتائج أنّ

المشاريع لم تعد تتم في فراغ منعزل، بل أصبحت وسيلة رئيسية لتنفيذ الاستراتيجيات المؤسسية في ظل التنافسية العالمية المتزايدة، كما أنّ التطورات التكنولوجية مثل الأتمتة والروبوتات والتعلّم الآلي ستغير بشكل جذري دور الإنسان في إدارة المشاريع من خلال دورها في تحسين دقة التنبؤات وإدارة المخاطر بشكل أكثر فعالية، مما يستدعي تطوير مهارات جديدة لمديري المشاريع.

من هذا المنطلق، يُعد التركيز على تطوير حلول مستدامة تُمكّن مديري المشاريع من الاستفادة القصوى من التقنيات الحديثة، وتوجيه الجهود البحثية لمعالجة الفجوات الراهنة، أمرًا ذا أهمية كبيرة للمساهمة العلمية في صناعة تقدم ملموس يعزز من كفاءة إدارة المشاريع في مواجهة التحديات المستقبلية. ففي دراسة حديثة (Taboada et al., 2023) شملت مراجعة شاملة لـ ١٢٨ ورقة بحثية من عام ٢٠١١م وحتى عام ٢٠٢٢م تناولت تطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة المشاريع، تم تحديد عدد من الفجوات البحثية الهامة، تمثلت في عدم كفاية إبراز الأدوار المهمة لاستخدام التعلّم الآلي في معالجة البيانات المعقدة، محدودية الأبحاث المتعلقة بتطبيقات الذكاء الاصطناعي في البيئات المرنة وادارة المشاريع، غياب الأدلة العملية على تبني مديري المشاريع للذكاء الاصطناعي، بالإضافة إلى إغفال قضايا أمن البيانات الضخمة المتعلقة بالمشاريع. وأوصت الدراسة بضرورة إجراء المزيد من الأبحاث لتطوير حلول متكاملة ومستدامة تعتمد على الذكاء الاصطناعي في إدارة المشاريع.

وفي ضوء هذه المعطيات، تأتي هذه الدراسة للربط بين هذين المجالين الحيويين من خلال استعراض دور التعلّم الآلي في مجال إدارة معرفة المشاريع والتعرف على أهم التطبيقات والحلول الذكية التي يمكن توظيفها في هذا الإطار. تهدف هذه الدراسة إلى استكشاف ومراجعة أحدث الجهود البحثية والدراسات التي تناولت هذا الموضوع بهدف تعزيز الفهم النظري والتطبيقي لدور التعلّم الآلي في تحسين إدارة المشاريع والإسهام في توجيه الجهود البحثية المستقبلية في مجتمعنا العربي نحو هذا المجال الواعد في ظل غياب الدراسات العربية التي تناولت هذا الموضوع بحسب ما توصل إليه الباحث. وعليه يمكن صياغة السؤال الرئيسي لهذه الدراسة: **كيف يسهم التعلّم الآلي في تحسين كفاءة إدارة معرفة المشاريع؟** وذلك لتقديم رؤية شاملة للدور المحوري للتعلّم الآلي في إحداث التحسينات الجوهرية الرامية للاستغلال الأمثل للمعرفة في إدارة المشاريع، بالإضافة الى توفير منظور نقدي يشمل تحليلاً لنقاط القوة والضعف والتحديات والقيود المرتبطة بتطبيق هذه الطرق والأساليب لتحقيق الاستفادة القصوى من هذه التقنية. ولتحقيق ذلك، تسعى الدراسة للإجابة على الأسئلة الفرعية التالية:

- **ما هو تأثير تقنيات التعلّم الآلي في تحسين كفاءة إدارة معرفة المشاريع؟**
- **ما هي التحديات التي تواجه توظيف التعلّم الآلي لدعم إدارة معرفة المشاريع؟**
- **ما هي الفجوات البحثية في مجال توظيف التعلّم الآلي في إدارة معرفة المشاريع؟**

تتكون هذه الورقة من الأقسام التالية: يستعرض القسم الثاني الدراسات السابقة، فيما يتناول القسم الثالث تقييمها والتعقيب عليها. يشرح القسم الرابع المنهجية المتبعة في هذه الدراسة. ويصف القسم الخامس النتائج المستخلصة من مراجعة الدراسات وتفسيرها في ضوء الأهداف والتساؤلات البحثية. وأخيرًا، الخاتمة والتوصيات المرتبطة بهذه الدراسة موضحة في القسم السادس.

٢- الدراسات السابقة

تناولت العديد من الأبحاث والدراسات دور التعلّم الآلي في تحسين كفاءة إدارة المشاريع. أدناه استعراض نقدي لعدد من الدراسات الحديثة التي تطرقت لهذه القضية، مع التركيز على الأساليب المبتكرة التي تمثل نقاط القوة إضافة الى استعراض نقاط الضعف والقيود التي واجهتها، ثم مناقشة ومقارنة هذه الدراسات بالدراسة الحالية.

- **دراسة (David & Gelbard, 2024)** هدفت إلى سد الفجوة البحثية في تقييم مدى توافق المجالات المعرفية في إطار PMBOK مع المنهجية الرشيقة في إدارة المشاريع (Agile)، من خلال توظيف تحليل التوجهات والآراء باستخدام تقنيات تعلم الآلة لتحديد التصنيف الإيجابي أو السلبي لكل مجال بحسب توافقه مع المنهجية الرشيقة. اعتمدت الدراسة على مراجعة منهجية شاملة للأدبيات، حيث تم جمع الدراسات السابقة التي تناولت توافق المنهجية مع مجالات المعرفة، وتطبيق تقنيات تحليل النصوص لتصنيف التوجهات بدقة باستخدام أدوات برمجية متقدمة. أظهرت النتائج توافقًا ملحوظًا بين المنهجية الرشيقة ومجالات التواصل وإدارة الجودة، حيث تدعم المنهجية آليات التواصل الفعّال وتعزز تحسين الجودة من خلال عمليات التحسين المستمر والاستجابة السريعة لمتطلبات العملاء المتغيرة. في المقابل، برزت تحديات واضحة في مجالات إدارة النطاق، الجدول الزمني، التكلفة، والمخاطر، إذ إنّ مرونة أجايل تُضعف القدرة على التنبؤ الدقيق والتخطيط الممنهج لهذه المجالات، مما انعكس سلبًا على التقييم العام للعلاقة. قدمت الدراسة طريقة مبتكرة لتوظيف تحليل الآراء والاتجاهات البحثية في موضوع الدراسة ومع ذلك يأخذ عليها اعتمادها على الدراسات والأبحاث ذات العلاقة كمصدر بيانات لتدريب الآلة حيث كان من الأجدر تعزيز بيانات التدريب من خلال حالات استخدام واقعية والاستفادة من البيانات التاريخية والتقارير السابقة لتوسيع نطاق الدراسة وتحقيق شمولية وواقعية لنتائج الدراسة.
- **دراسة (Karamthulla et al., 2024)** ألقت الضوء على تأثير دمج تقنيات الذكاء الاصطناعي، مثل التعلم الآلي، معالجة اللغة الطبيعية، وأتمتة العمليات الروبوتية في تحسين إدارة المشاريع، واعتمد الباحثون على مراجعة الأدبيات ودراسات الحالة لتوضيح كيف أن هذه التقنيات قد حسّنت من كفاءة إدارة الموارد وتوقع المخاطر وتعزيز التواصل بين فرق العمل. وبينت الدراسة

أن الجمع بين هذه التقنيات يسهم في تحسين العمليات المتعددة في إدارة المشاريع، مثل التنبؤ بالمخاطر، تخصيص الموارد، تعزيز التواصل باستخدام معالجة اللغة الطبيعية، وأتمتة المهام المتكررة باستخدام أتمتة العمليات الروبوتية. ومع ذلك، أشارت الدراسة إلى تحديات تتعلق بالتحيز في الخوارزميات وخصوصية البيانات وصعوبة دمج الأنظمة القائمة مع تقنيات الذكاء الاصطناعي مما يتطلب استثمارات إضافية لضمان نجاح التكامل، بالإضافة الى التحدي المرتبط بنقص المهارات، حيث تحتاج المؤسسات إلى تدريب فرق العمل على كيفية استخدام هذه التقنيات بفعالية. وأكد الباحثون أنّ مواجهة هذه التحديات ضروري لضمان تحقيق الاستفادة القصوى من إمكانات الذكاء الاصطناعي في تحسين إدارة المشاريع. وعلى الرغم من أنّ الدراسة استعرضت فوائد الذكاء الاصطناعي في إدارة المشاريع من خلال امثلة واقعية وقصص نجاح مختلفة، إلا أنها لم تقدم بيانات كمية توضح تأثير هذه التقنيات على مؤشرات أداء المشاريع مثل تقليل التكاليف أو تحسين الوقت وزيادة الكفاءة وغيرها من العوامل ذات الصلة .

- **دراسة (Ekanayake et al., 2024)** هدفت إلى تحسين دقة مراقبة تقدم المشاريع التي كانت تعتمد على أساليب تقليدية معرضة للأخطاء والتأخير، من خلال توظيف تقنيات الرؤية الحاسوبية العميقة لمتابعة أعمال الانشاءات الداخلية وتحديد العناصر المكتملة تلقائيًا. اقترحت الدراسة نموذج تعلّم آلي يعتمد على الشبكات العصبية الالتفافية لتحليل الصور الملتقطة من مواقع البناء الداخلي وتم تدريب النموذج باستخدام بيانات من موقعين في سيدني واختباره على موقع آخر لفحص كفاءته ودقته. أثبت النموذج قدرته على تحديد العناصر المكتملة وحساب نسبة التقدم في العمل بدقة، حيث بلغ متوسط دقة النموذج ٨٨,٠٢%، مما يعزز دور هذه التقنيات في تحقيق كفاءة أكبر في إدارة المشاريع. وعلى الرغم من النتائج الواعدة التي حققتها الدراسة، فقد تنشأ بعض التحديات التي تحد من تعميم النموذج وتطبيقه في مشاريع متنوعة، حيث تعتمد مدخلات النموذج بشكل كبير على جودة الصور، مما يجعله حساسًا للظروف البيئية المتغيرة مثل الإضاءة والعوائق، كما أنّ اقتصار التدريب على مواقع وعينات محدودة يستدعي اختباره في بيئات حقيقية متنوعة لضمان كفاءته. وفيما يتعلق بتطبيق النموذج واتاحته للاستخدام ، أوضحت الدراسة أنه تم نشر النموذج واتاحة الشيفرة البرمجية للتنفيذ والاستخدام على منصة STREAMLITالسحابية، وهذا قد يحد من إمكانية استخدامه على نطاق أوسع، حيث إن إتاحته بهذه الصورة يتطلب معرفة تقنية وخبرة برمجية وكان من الأنسب توفير النموذج كمنتج برمجي تطبيقي مستقل لضمان استمرارية العمل في الظروف الميدانية دون الاعتماد على خدمات الأنترنت.

- **دراسة (Ben Kraiém et al., 2023)** سلطت الضوء على أهمية اختيار المنهجية المناسبة لإدارة المشاريع ودورها الحيوي في تحقيق نجاح المشروع حيث يعتبر اختيار المنهجية الأنسب، سواء كانت تقليدية مثل Waterfall أو مرنة مثلAgile عاملاً أساسيًا لتفادي المخاطر المحتملة وضمان استخدام الموارد بشكل فعال، وبينت الدراسة الدور الذي تلعبه خوارزميات التعلّم الآلي لتحقيق هذا الهدف ومساعدة مديري المشاريع في اتخاذ قرارات مستنيرة حول اختيار المنهجية المناسبة، حيث قام الباحثون بتحليل أداء خوارزميات التعلّم الآلي في التنبؤ بمنهجية إدارة المشاريع الأنسب بناءً على خصائص المشروع ، واعتمد الباحثون على بيانات جمعت من مشاريع واقعية تضمنت متغيرات مثل نوع المشروع، متطلبات العميل، خبرة الفريق، ثقافة المنظمة، التكلفة، ومستوى رضا العملاء. وجدت الدراسة أنّ خوارزمية Gradient Boostingكانت الأكثر دقة بنسبة ٩٤٪.، مما يشير إلى قدرة النموذج على تحليل البيانات الضخمة واستنباط الأنماط التي يمكن أن تؤثر على اختيار المنهجية. أكدت الدراسة أنّ استخدام خوارزميات التعلم الآلي يمكن أن يكون أداة فعّالة لتحسين قرارات إدارة المشاريع وتعزيز فرص النجاح. وعلى الرغم من هذه الفوائد الكبيرة، تحمل الدراسة بعض نقاط الضعف، منها حجم العينة الصغير (٩٩ مشروعًا)، مما قد يؤثر سلبًا على تعميم النتائج. بالإضافة إلى ذلك، قد يؤدي عدم توازن البيانات بين الفئات المختلفة إلى تقليل فعالية النموذج في التعلّم. ولذلك، فإن زيادة حجم عينة التدريب وتنوعها (من حيث العدد والخصائص) قد تكون ضرورية لتحسين تمثيل الفئات الأقل، مما يساعد في تقليل التحيز وزيادة موثوقية النتائج عند تطبيقها على نطاق أوسع.
- **دراسة (Fridgeirsson et al., 2023)** هدفت الى استكشاف الفرص المستقبلية لإدماج الذكاء الاصطناعي في تحسين كفاءة إدارة المشاريع من خلال استطلاع آراء الخبراء حول تأثير الذكاء الاصطناعي على إدارة المشاريع وفق إطارPMBOK ، مع التركيز على مجالات التخطيط الزمني وإدارة التكلفة والمخاطر. واعتمدت الدراسة على منهجية مختلطة باستخدام مقابلات شبه منظمة والاستبانات عبر الانترنت مع ١٢خبيرًا في مجالات إدارة المشاريع والذكاء الاصطناعي. أظهرت الدراسة أنّ الذكاء الاصطناعي سيلعب دورًا مهمًا في تعزيز التخطيط والتنبؤ في إدارة المشاريع، من خلال تقديم تحليلات دقيقة تستند إلى البيانات التاريخية. بينت النتائج أنّ الذكاء الاصطناعي سيؤثر بشكل كبير على إدارة الجداول الزمنية، حيث توقع ٨٣٪ من المشاركين انه سيكون هناك دور لهذه التطبيقات في متابعة وتحديث التوقعات الزمنية. وفي مجال إدارة التكلفة، أشار ٩٢٪ إلى أنّ الذكاء الاصطناعي سيعزز من جودة تقدير التكاليف استنادًا إلى العوامل السوقية مثل معدلات الصرف والتضخم، وفي المقابل توقع المشاركون تأثيرًا منخفضًا على التفاوض والعقود بسبب الحاجة إلى التفاعل البشري والخبرة العملية. ومن جهة أخرى، أوضحت النتائج

أن ٩٢٪ من المشاركين يتوقعون أن يُسهم الذكاء الاصطناعي في تعزيز تطوير خطة إدارة المخاطر ووضع استراتيجيات فعالة للتعامل معها. ومع ذلك، شدد المشاركون على أن العنصر البشري سيظل أساسيًا، بل سيتم دعمه بأدوات تساعده على تحسين الأداء مما يسمح له بالتركيز على المهام التي تتطلب حكمًا بشريًا وتواصلًا فعّالًا مع الفريق. وبالرغم من تطرق الدراسة الى هذا الموضوع الحيوي الى أنّ الدراسة اعتمدت في جمع البيانات على عينة صغيرة مكونة من ١٢ مشاركًا، مما يقلل من موضوعية النتائج ويحد من إمكانية تعميمها، كما أنه كان من الأجدر تعزيز البيانات الكمية من خلال تحليل مشاريع حقيقية أو جمع بيانات كمية تدعم النتائج المطروحة. ومما يعاب على الدراسة أنّ العنوان يوحي بأنه يركز بشكل أساسي على المنهجية النوعية مما قد يسبب ارتباكًا للقارئ حول طبيعة البحث وأدوات جمع البيانات المستخدمة، حيث كان من الأفضل اختيار عنوان أكثر جاذبية ويعبر بوضوح عن أهداف الدراسة ومنهجيتها. إضافة إلى ذلك، بالغت الدراسة في استخدام مصطلح "الذكاء الاصطناعي" بشكل عام، وكان من الأنسب استبداله بمصطلح "التعلم الآلي" ليعكس بشكل أفضل مضمون الدراسة ويرتبط بالتحليل المحدد الذي تم تناوله .

- دراسة (**Kusonkhum et al., 2023**) قدمت نموذج يعتمد على تقنيات التعلّم الآلي للتنبؤ بسلوك العطاءات في مشاريع البناء الحكومية في تايلاند، باستخدام بيانات ضخمة تم جمعها من نظام المشتريات الإلكترونية التايلاندي (e-GP) لعام ٢٠١٩م. ركزت الدراسة على معالجة وتحليل البيانات المتعلقة بالمشتريات الحكومية لتحسين كفاءة التنبؤ بالتكاليف وتقليل الفجوة بين الميزانية المقدرة والسعر الفائز في العطاءات. استخدمت الدراسة ثلاث خوارزميات تعلم الآلة: الشبكة العصبية الاصطناعية (ANN)، شجرة القرار (Decision Tree)، وأقرب الجيران (KNN). وبعد تطبيق هذه الخوارزميات وتحسين معاييرها، حققت خوارزمية الشبكة العصبية الاصطناعية أعلى دقة بلغت ٧٨,٩٪، مما يشير إلى فعالية استخدام هذه التقنية في تحليل البيانات الضخمة في مجال المشتريات. أظهرت النتائج أن النموذج قادر على التنبؤ بسلوك الميزانية في أغلب الحالات، إلا أنه كان أقل دقة في حالات المشاريع التي تجاوزت ميزانياتها التقديرات المبدئية، حيث واجه النموذج صعوبة في التنبؤ بدقة في هذه الحالات. كما كشفت الدراسة عن بعض العوامل التي تؤثر على دقة التنبؤات، مثل نوع المشروع، حجم المشروع، وطريقة المناقصة. من خلال تحليل البيانات. تعتبر الدراسة مساهمة مهمة في تحسين عمليات المشتريات الحكومية من خلال استخدام تقنيات البيانات الضخمة وتعلم الآلة، مما يعزز من كفاءة التخطيط المالي وتقليل احتمالات التجاوزات في الميزانية. توصلت الدراسة إلى أنّ اعتماد مثل هذه الأدوات يمكن أن يحسن من شفافية وكفاءة عمليات التخطيط المالي والمشتريات، ما يعزز أهداف إدارة

المشاريع وفقًا لإطارPMBOK ، ومع ذلك، أشارت الدراسة إلى بعض القيود، مثل الاعتماد على بيانات من عام واحد فقط، وعدم الدقة في التنبؤ بالمشاريع ذات الميزانيات المرتفعة. أوصت الدراسة بتطوير نماذج مستقبلية تأخذ في الحسبان عوامل اقتصادية خارجية واستخدام المزيد من البيانات المتنوعة لتحسين دقة التنبؤات.

- **دراسة (Tominc et al., 2023)** سلطت الضوء على أهمية دمج بيئة العمل الرشيقة مع تقنيات الذكاء الاصطناعي كاستراتيجية أساسية لتحسين إدارة المشاريع وتعزيز القدرة التنافسية للشركات من خلال استكشاف اراء ٤٧٣ مديرًا ومالكًا لشركات متوسطة وكبيرة في سلوفينيا. أظهرت النتائج أنّ دمج ممارسات العمل الرشيقة مع تقنيات التحليلات التنبؤية والتعلم الالي، يساهم بشكل ايجابي في تحسين تنفيذ المشاريع، مما يؤدي إلى زيادة التنافسية في الشركات. كما بيّنت الدراسة أن هذا الدمج سيكون فعالًا بشكل خاص في البيئات المتغيرة التي تتطلب سرعة التكيف والابتكار. وأشارت الدراسة الى أنّ استخدام تقنيات مثل التحليلات التنبؤية، معالجة اللغة الطبيعية والتعلّم الآلي في تحسين النتائج واتخاذ قرارات أسرع وتعزيز التنافسية. أوصت الدراسة على أهمية توظيف المنهجيات المرنة والتقنيات الحديثة لتحقيق تنفيذ ناجح للمشاريع وتعزيز الأداء التنافسي في السوق. أكدت الدراسة أن نتائجها توفر قاعدة معرفية مهمة للأبحاث المستقبلية التي تتناول العلاقة بين الذكاء الاصطناعي، بما في ذلك التعلّم الآلي، وإدارة المشاريع، خاصة فيما يتعلق بتحقيق الميزة التنافسية . قدمت الدراسة مساهمة قيمة في أدبيات إدارة المشاريع من خلال توفير رؤية شاملة للعوامل التي تؤثر على نجاح المشروع والقدرة التنافسية للشركة ومنها توظيف تقنيات تحليل البيانات والتعلّم الآلي إلا أنه يؤخذ على الدراسة الاقتصار على آراء الخبراء كمصدر للبيانات وكان من الأجدر العمل على توظيف منهجيات مثل منهج دراسة الحالة لتعزيز نتائج الدراسة وتحقيق أهدافها من خلال نماذج عملية واقعية.
- **دراسة (Taye & Feleke, 2022)** تناولت مشكلة الفشل في مشاريع البرمجيات وحللتها باستخدام تقنيات التعلّم الآلي للتنبؤ بالمشاكل المحتملة في مجالات المعرفة العشرة لإدارة المشاريع. تم جمع البيانات من ٤٤٣ مشروعًا برمجيًا في إثيوبيا عبر استبيانات وُزعت على مديري المشاريع، وتم تصنيف الفشل بناءً على مجالات المعرفة المختلفة. أظهرت النتائج أن مجالات إدارة التكامل وإدارة التكاليف كانت الأكثر عرضة للفشل، في حين أن إدارة الوقت وإدارة الجودة كانت الأقل تعرضًا للفشل. تم تطبيق خمس خوارزميات تعلم آلي لتحليل البيانات والتنبؤ بمواطن الفشل، وهي آلة دعم المتجهات(SVM) ، أقرب الجيران(K-Nearest Neighbors) ، شجرة القرار (Decision Tree)، الانحدار اللوجستي (Logistic Regression) وبايز (Naive Bayes)حيث تم تقسيم البيانات إلى مجموعة تدريب واختبار، وحققت خوارزمية

آلة دعم المتجهات أعلى دقة بنسبة ٩٢,١٣٪، تلتها شجرة القرار بنسبة ٩٠٪، في حين كانت خوارزمية بايز الأقل أداءً بدقة ٦٦٪. وتم التوصل إلى أنّ آلة دعم المتجهات هي النموذج الأكثر فعالية في التنبؤ بالفشل، وأوصت الدراسة باستخدامه كنموذج للتصنيف التنبؤي، إلى جانب الحاجة إلى مزيد من الأبحاث باستخدام مجموعات بيانات أكبر وتقنيات تعلم عميق لتحسين دقة التنبؤات المستقبلية. برهنت الدراسة على فاعلية استخدام التعلّم الآلي للتنبؤ بالفشل في المشاريع البرمجية من خلال عدة طرق رياضية مما أتاح مقارنة شاملة بين أداء النماذج المختلفة ومع ذلك، اقتصرت الدراسة على مصدر واحد لجمع البيانات، وهو الاستبيانات، والتي قد تكون عرضة للتحيز أو النقص، مما قد يؤثر على النتائج النهائية. وكان من الممكن تحسين بيانات التدريب للآلة عبر استخدام مصادر بيانات إضافية ومتنوعة مثل تقارير المشاريع أو سجلات الأداء الفعلي لتعزيز قدرة النموذج على التعميم والتعامل بكفاءة مع المشاريع الجديدة والبيانات غير المألوفة.

يستعرض الجدول (١) ملخصًا للدراسات التي تم استعراضها أعلاه، موضحًا الهدف الرئيسي، نوع الدراسة، والنتائج التي تم التوصل اليها.

جدول (١): ملخص وصفي للدراسات السابقة

الدراسة	تصميم الدراسة	اهداف الدراسة	النتائج
David & Gelbard (2024)	شبه تجريبية	استكشاف مدى توافق مجالات المعرفة في إطار PMBOKمع منهجية Agile المرنة في إدارة المشاريع باستخدام التعلم الالي	أظهرت النتائج توافقًا إيجابيًا بين المنهجية الرشيقة ومجالات التواصل وإدارة الجودة وعلى النقيض كانت مجالات النطاق، الجدول الزمني، إدارة المخاطر والتكلفة مجالات غير متوافقة مع المنهجية
Karamthulla et al. (2024)	وصفية	دراسة تأثير دمج تقنيات الذكاء الاصطناعي، مثل التعلم الآلي، معالجة اللغة الطبيعية، وأتمتة العمليات الروبوتية في تحسين إدارة المشاريع	تقنيات الذكاء الاصطناعي تسهم في تحسين العمليات المختلفة مثل التنبؤ بالمخاطر وأتمتة المهام، مع وجود تحديات تتعلق بخصوصية البيانات والتحيز في الخوارزميات.
Ekanayake et al. (2024)	شبه تجريبية	استخدام تقنيات التعلم العميق والرؤية الحاسوبية لتحديد الأعمال الانشائية المكتملة وتحسين دقة مراقبة التقدم.	النموذج حقق دقة بنسبة ٨٨,٠٢٪، ولكن قد تتأثر الدقة تبعا لجودة الصور والظروف البيئية، مع تحديات في تطبيقه على نطاق أوسع.
Ben Kraiém et al. (2023)	شبة تجريبية	توظيف التعلّم الالي في تحديد المنهجية المناسبة لإدارة المشروع	خوارزمية Gradient Boosting كانت الأكثر دقة (٩٤٪)

Fridgeirsson et al. (2023)	استكشافية	دراسة تأثير التعلّم الآلي على تحسين التخطيط الزمني، إدارة التكلفة، والمخاطر في إدارة المشاريع وفق إطار PMBOK.	اظهر الاستطلاع ان التعلّم الآلي يعد أسلوبا فعالا للتخطيط والتنبؤ في مجالات الجدول الزمني والتكاليف والمخاطر، مع التركيز على أهمية تدخل الإنسان في المهام التي تتطلب حكمًا بشريًا
Kusonkhum et al. (2023)	شبه تجريبية	تطوير نموذج تعلم آلي للتنبؤ بسلوك العطاءات في مشاريع البناء الحكومية التايلندية	خوارزمية الشبكات العصبية الاصطناعية حققت أعلى دقة (٧٨,٩٪)، لكنها كانت أقل دقة في المشاريع ذات الميزانيات المرتفعة.
Tominc et al. (2023)	تفسيرية	التعرف على أمكانية دمج بيئة العمل المرنة مع الذكاء الاصطناعي لتحسين إدارة المشاريع	نموذج مقترح لتعزيز تنافسية الشركات يقوم على أربعة أبعاد رئيسية: بيئة العمل الرشيقة، القيادة الرشيقة، الفريق الرشيق، تقنيات الذكاء الاصطناعي.
Taye & Feleke, (2022)	شبه تجريبية	تقييم إمكانيات التعلّم الالي في التنبؤ بالمشاكل المحتملة في مجالات المعرفة العشرة لإدارة المشاريع PMBOK في مجال البرمجيات	حقق نموذج آلة دعم المتجهات (SVM) أعلى دقة بنسبة ٩٢,١٣٪ في التنبؤ بالفشل في مشاريع البرمجيات مقارنة بالخوارزميات الأخرى

يلخص الجدول (٢) نقاط القوة والضعف في الدراسات التي تم استعراضها وتحليلها أعلاه وفقا لعدة عوامل واعتبارات، وهي تصميم الدراسة، دقة البيانات المستخدمة ومقدار التفاصيل المقدمة في تناول موضوع الدراسة، إضافة الى مدى إسهام الدراسات معالجة الفجوة المعرفية وتقديم حلول وتوصيات عملية وقابلة للتطبيق.

جدول (٢): مميزات وعيوب الدراسات السابقة

الدراسة	نقاط القوة	نقاط الضعف
David & Gelbard (2024)	حداثة الموضوع والابتكار في حل المشكلة الربط بين المجالات المعرفية والمنهجيات الحديثة فهم تحديات تطبيق أجايل في المشاريع الكبيرة:	اعتمادها على الدراسات والأبحاث ذات العلاقة (الآراء) كمصدر لبيانات تعليم الالة دون الخوض في حالات استخدام عملية او بيانات تاريخية وتقارير سابقة
Karamthulla et al. (2024)	شمولية في تغطية الموضوع والجوانب المرتبطة به مراجع متنوعة وحديثة تضمين دراسات حالات واقعية التركيز على الاتجاهات المستقبلية	تناول التحديات دون تقديم حلول عملية واضحة. ضعف في تقديم تفاصيل تقنية عميقة حول التعلّم الآلي إضافة الى الاعتماد على دراسات حالة من شركات كبرى فقط، مما يحد من شمولية النتائج.
Ekanayake et al. (2024)	استخدام نموذج تقني متقدم. التطبيق العملي للنموذج واتاحته للاستخدام.	محدودية ونقص التنوع في بيانات التدريب (الصور) التعقيد التقني للنموذج والاعتماد الكبير على جودة الصور.

Ben Kraiém et al. (2023)	تقديم مقارنة شاملة ودقة تنبؤ عالية. تحليل منهجي شامل.	ضعف التعميم بسبب صغر حجم العينة غياب التحليل المستقبلي
Fridgeirsson et al. (2023)	استندت الى آراء الخبراء والمتخصصين في إدارة المشاريع والذكاء الاصطناعي للوصول إلى اراء مثالية توظيف إطار PMBOK كدليل معياري لتحقيق أهداف الدراسة.	عينة صغيرة من الخبراء، التركيز على مجالات محدودة من PMBOK، لبس في العنوان وتصميم الدراسة، الاعتماد على التوقعات المستقبلية فقط دون تقييم لحالات قائمة
Kusonkhum et al. (2023)	اقتراح نموذج تنبؤي لتحسين إدارة المشتريات وقياسه من خلال عدة خوارزميات للوصول الى أفضل خوارزمية تعطي اعلى دقة التنبؤات. الاعتماد على بيانات حكومية حقيقية.	الاعتماد على بيانات محددة من ٢٠١٩م غياب تجارب موسعة لتأكيد النتائج.
Tominc et al. (2023)	نموذج شامل يعتمد على الذكاء الاصطناعي والمنهجية الرشيقة لتحسين تنفيذ المشاريع.	الاعتماد على اراء الخبراء دون التطرق الى حالات ونماذج عملية تدعم الدراسة. التركيز على شركات متوسطة وكبيرة فقط مما قد يحد من تعميم النتائج.
Taye & Feleke, (2022)	برهان فاعلية استخدام التعلّم الآلي للتنبؤ بالفشل في المشاريع البرمجية من خلال عدة طرق رياضية مما أتاح مقارنة شاملة بين أداء النماذج المختلفة، التركيز على كل المجالات المعرفية	الاقتصار على مصدر واحد لجمع البيانات، وهو الاستبيانات، والتي قد تكون عرضة للتحيز أو النقص، دون استخدام بيانات دقيقة مستخلصة من فحص البرمجيات لتحسين موثوقية التوقعات.

٣– التعقيب على الدراسات السابقة

تتفق الدراسات السابقة مع توجه الدراسة الحالية في التأكيد على أهمية التعلّم الآلي في تعزيز كفاءة إدارة معرفة المشاريع. تُعد هذه النقطة جوهرية، حيث يُنظر إلى التعلّم الآلي باعتباره محركًا للتغيير والتحسين في عمليات التخطيط، التنبؤ بالمخاطر، وإدارة الموارد وغيرها من العمليات والمجالات المعرفية لإدارة المشاريع، وبالرغم من تناولها للموضوع من زاويا متعددة وبمنهجيات مختلفة. تتميز الدراسة الحالية بتبنيها لمنهج تحليلي نقدي لتقييم الحلول والتطبيقات المقترحة في الدراسات السابقة بدلاً من تقديم نموذج تطبيقي جديد، مما يتيح نظرة شاملة تستند إلى تحليل مقارن للحلول المطروحة وهو ما تم التغاضي عنه في الأدبيات السابقة التي ركزت على إظهار دور التعلّم الآلي دون الإشارة الكافية إلى التحديات أو القيود بشكل عميق ومفصل. ولذا، تسعى الدراسة الحالية إلى سد فجوة بحثية واضحة في هذه الأدبيات، من خلال التركيز على نقاط القوة والضعف في الحلول المطروحة والفرص والتهديدات التي تواجه تطبيق هذا التقنية، مما يسهم في وضع إطار أكثر توازناً ومنطقية لتوظيف التعلّم الآلي في إدارة معرفة المشاريع.

٤– منهجية الدراسة

اعتمدت هذه الدراسة على استراتيجية بحث ثانوية لمعالجة موضوع إدارة المشاريع وتحقيق الأهداف المحددة بفعالية، وذلك من خلال إجراء تحليل للأدبيات الحديثة التي تناولت حلول إدارة المشاريع القائمة على تقنيات التعلّم الآلي. يهدف هذا التحليل إلى توضيح مدى فائدة استخدام التعلم الآلي في تعزيز جودة إدارة المشاريع وتحسينها من خلال توليد المعرفة اللازمة والمساهمة في صناع القرار المناسب. اعتمدت هذه الدراسة على المراجعة النقدية للدراسات الحديثة التي تناولت توظيف تقنيات التعلّم الآلي في مجال إدارة المشاريع، بهدف تقييم المشهد البحثي الراهن، وتحديد أبرز الفجوات المفاهيمية والتطبيقية، إلى جانب التحديات التي تعيق تحقيق التكامل الفعّال بين هذه التقنيات واحتياجات إدارة المشاريع. تم اختيار الدراسات بناءً على مراجعة شاملة للمصادر الأكاديمية المتوفرة في قواعد البيانات المعروفة مثل Scopus، Web of Science، وGoogle Scholar، باستخدام كلمات رئيسية مثل "التعلّم الآلي"، "إدارة المشاريع"، و"الذكاء الاصطناعي". وفقا للمعايير التالية:

- أن تناقش الدراسة استخدام تقنيات التعلّم الآلي في تحسين عمليات إدارة المشاريع.
- أن تقدم بيانات كمية أو نوعية حول تأثير التعلّم الآلي على المجالات المعرفية لإدارة المشاريع.
- ان تكون الدراسة منشورة خلال الفترة بين عامي ٢٠٢١م و٢٠٢٤م لضمان تغطية أحدث التطورات في هذا المجال.

٥– النتائج والمناقشة

اتفقت الدراسات السابقة على أنّ تقنيات التعلّم الآلي تلعب دورًا حيويًا في تعزيز إدارة المشاريع، وسلطت الضوء على الأدوار المتنوعة لهذه التقنيات في مساعدة مديري المشاريع على التعامل مع التحديات وتطوير أساليب تنظيمية أكثر كفاءة. وقد منحت هذه الدراسات نظرة ثاقبة على الاتجاهات الحديثة في إدارة المشاريع ومنها توظيف التعلّم الآلي، حيث أظهرت الدراسات أن تقنيات التعلّم الآلي تملك إمكانات كبيرة في تحسين كفاءة إدارة المشاريع، من خلال تعزيز قدرة مديري المشاريع على اتخاذ قرارات مستنيرة تستند إلى المعرفة التراكمية. وأشارت كذلك إلى أنّ التعلّم الآلي يمثل توجهًا حديثًا يسعى إلى معالجة تحديات المشاريع المتزايدة، مما يساهم في تحسين الأداء الكلي وتحقيق الأهداف التنظيمية بشكل أكثر فعالية ومرونة. كما أكدت كذلك على أهمية التعلّم الآلي في دعم إدارة العمليات المرتبطة بالمجالات المعرفية للمشاريع وفق إطار PMBOK، مما يمنح القدرة على الاستجابة للتغيرات الديناميكية وتحقيق الأهداف التنظيمية بفعالية ومرونة أكبر.

وفي إطار اتفاق الدراسات السابقة على أهمية دور تقنيات التعلّم الآلي في دعم إدارة معرفة المشاريع، خلصت الدراسة إلى وجود تباين ملحوظ في تناول المجالات المعرفية المختلفة وفقًا لإطار PMBOK، مما يعكس توجهات متنوعة في تناول موضوع التعلّم الآلي في إطار إدارة المشاريع سواء من خلال شمولية التغطية أو التركيز العميق على مجالات محددة. وفي المقابل، لم تتطرق بعض الدراسات إلى هذه المجالات بشكل مباشر، وبدلاً من ذلك ركزت على التطبيقات التقنية العامة لتقنيات التعلّم الآلي في تحسين إدارة المشاريع، دون الربط الصريح بالمجالات المعرفية المحددة. ويظهر هذا التباين كما هو موضح في الجدول (٣) على النحو التالي:

- **التغطية الشاملة لجميع المجالات المعرفية:** تميزت دراسة (Taye & Feleke, 2022) بتغطية شاملة لجميع المجالات المعرفية العشرة في إطار PMBOK، مما يوفر رؤية متكاملة لتطبيقات التعلّم الآلي في دعم مختلف جوانب إدارة المشاريع، ويعكس رغبة الباحثين في استكشاف تأثير التعلّم الآلي على كافة عناصر إدارة المشاريع.
- **التركيز على مجالات معرفية محددة:** ركزت بعض الدراسات على مجالات معرفية محددة بهدف التعمق في تحليلها، حيث تناولت دراسة (Fridgeirsson et al., 2023) مجالات الجدول الزمني، التكلفة، والمخاطر، موضحةً إمكانيات التعلّم الآلي في تحسين التخطيط وإدارة المجالات المعرفية بفعالية وكفاءة عالية. كما بينت دراسة (David & Gelbard, 2024) دور التعلّم الآلي في تحديد المنهجية المناسبة لإدارة المشروع وتحديد المجالات المعرفية الملائمة، مما يتيح تخصيص الاستراتيجيات بشكل ديناميكي وذكي ويلائم احتياجات المشاريع المختلفة. كما ركزت دراسة (Karamthulla et al., 2024) على مجالات المخاطر، الموارد، والتواصل، لتوضيح الدور الذي يلعبه التعلّم الآلي في إدارة المخاطر وتسهيل التواصل ورفع جودة إدارة الموارد.
- **تركيز خارج إطار*PMBOK*** : اتجهت بعض الدراسات، مثل (Tominc et al., 2023)، الى تقديم منظور عام ووصفي نحو تطوير أساليب إدارة المشاريع من خلال دمج عناصر الإدارة الحديثة مثل منهجيات العمل الرشيقة، واستخدام التعلّم الآلي لدعم استراتيجيات غير تقليدية تعزز من مرونة المشاريع واستجابتها للتغيرات وان كانت تتقاطع مع الدليل المعرفي لإدارة المشاريع *PMBOK* الا أنها لم تتطرق بشكل مباشر الى المجالات المعرفية والعمليات المرتبطة بها.

جدول (٣): تناول دراسات التعلم الالي للمجالات المعرفية لإطار ***PMBOK***

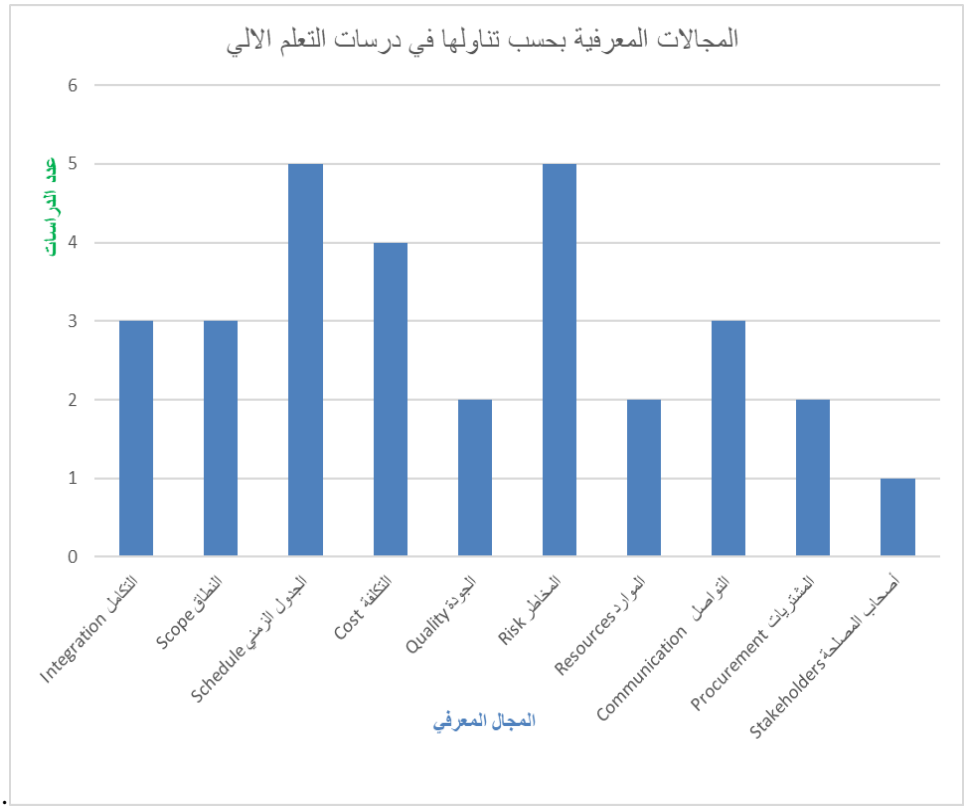
الدراسة	التكامل	النطاق	الجدول الزمني	التكلفة	الجودة	المخاطر	الموارد	التواصل	المشتريات	أصحاب المصلحة
David & Gelbard, (2024)		✓	✓	✓	✓	✓		✓		
Karamthulla et al. (2024)						✓	✓	✓		
Ekanayake et al. (2024)			✓							
Ben Kraiém et al. (2023)	✓	✓	✓	✓		✓				
Fridgeirsson et al. (2023)	✓		✓	✓		✓				
Kusonkhum et al. (2023)									✓	
Tominc et al. (2023)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Taye & Feleke, (2022)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

تشير هذه الاختلافات إلى ضرورة السعي نحو تحقيق التوازن والشمولية في دراسة دور تقنيات التعلّم الآلي في دعم إدارة معرفة المشاريع للتوصل الى حلول تدعم الشمولية والتكامل بين مختلف المجالات المعرفية للمشروع. يوضح الرسم البياني في الشكل (١) أن الجدول الزمني وإدارة المخاطر كانا الأكثر تناولاً في الدراسات التي ركزت على توظيف التعلّم الآلي، يليهما التكلفة، التكامل، النطاق، والتواصل، بينما حظيت مجالات مثل الجودة، الموارد، المشتريات، وأصحاب المصلحة باهتمام أقل. تجدر الإشارة هنا ، إلى إنّ هذا التباين لا يعد دليلًا قاطعًا على أهمية مجال معرفي على حساب الآخر، وإنما يعكس التركيز الذي أولته الدراسات بناءً على سياق واهداف الدراسة، حيث أعطت بعض الدراسات اهتماماً للجانب التقني من خلال التركيز على الكفاءة ودقة النموذج الآلي والخوارزمية المستخدمة ، وبالتالي كان التركيز على المجالات التي تُظهر قابلية أعلى لقياس دقة التنبؤ مثل الجدول الزمني والمخاطر والتكلفة، إضافة إلى مدى توفر البيانات الكمية وسهولة تحليلها وتدريب نموذج الآلة باستخدامها مقارنة بالمجالات النوعية الأكثر تعقيدًا، والتي تتطلب أدوات تحليل متقدمة وقدرات بحثية إضافية. يوضح جدول (٤) تفاصيل تناول الدراسات السابقة للمجالات المعرفية كمستهدفات لتطبيقات التعلّم الآلي لدعم إدارة معرفة المشاريع.

جدول (٤): تفاصيل تناول الدراسات السابقة للمجالات المعرفية كمستهدفات لتطبيقات التعلّم الآلي

المجال المعرفي	الوصف
التكامل Integration	حظي بمجال محدود من الدراسات، مما يعكس صعوبة قياس تأثير التعلّم الآلي في ربط وتنسيق مكونات المشروع المختلفة. يمكن أن يسهم التعلّم الآلي في تحسين هذا الجانب عبر أدوات تحليل تعتمد على الذكاء الاصطناعي لدعم قرارات تكامل الأنشطة المختلفة.
النطاق Scope	أظهرت الدراسات اهتماما بهذا المجال، حيث يمكن للتعلّم الآلي دعم تحديد نطاق المشروع بدقة من خلال تحليل المتطلبات السابقة وتوقع التغيرات المحتملة وتوليد المعرفة اللازمة.
الجدول الزمني Schedule	كان من بين المجالات الأكثر تناولاً في الدراسات، ويعكس ذلك أهمية التعلّم الآلي في التنبؤ بالمواعيد النهائية ورصد التأخير المحتمل. يتم ذلك باستخدام خوارزميات تحليل البيانات الزمنية لتوقع الأداء الزمني للمشروع.
التكلفة Cost	يعد من المجالات الأكثر اهتماماً، حيث تُظهر الدراسات إمكانية التعلّم الآلي في تحسين توزيع الميزانيات ومراقبة الإنفاق عبر نماذج تحليل البيانات المالية
الجودة Quality	حظي مجال الجودة باهتمام محدود، مما يشير إلى فرصة كبيرة لتوظيف التعلّم الآلي في تحسين معايير جودة المشاريع من خلال تحليل مؤشرات الأداء وتوقع المشكلات التي تؤثر على الجودة إضافة الى التدقيق الالي وفحص العيوب.
المخاطر Risk	أظهرت الدراسات اهتمام عالي بمجال إدارة المخاطر، حيث تُبرز الأدوات التنبؤية المستندة إلى التعلّم الآلي دورها في تحديد وإدارة المخاطر بشكل استباقي.
الموارد Resources	حصل على اهتمام أقل مقارنة بالمجالات الأخرى، مما يشير إلى وجود حاجة لاستكشاف دور التعلّم الآلي في تحسين تخصيص الموارد وتوقع احتياجاتها المستقبلية بناءً على بيانات المشروع.
التواصل Communication	حظي باهتمام محدود، مع وجود إمكانية لتوظيف التعلّم الآلي لتحليل البيانات النصية والمحادثات لدعم استراتيجية التواصل بين الأطراف المعنية.
المشتريات Procurement	لم يحظَ مجال إدارة المشتريات بتركيز كبير، مما يفتح آفاقًا لتوظيف التعلّم الآلي في اختيار الموردين وتحسين قرارات الشراء واختيار الموردين باستخدام نماذج تحليلية تعتمد على البيانات التاريخية.
أصحاب المصلحة Stakeholders	حظي هذا المجال بأقل اهتمام، مع أن التعلّم الآلي يمكن أن يدعم هذا المجال من خلال تحليل توقعات أصحاب المصلحة، وتصنيفهم، وتقديم استراتيجيات تواصل مخصصة تعزز مشاركتهم في المشروع.

على الرغم من محدودية حجم عينة الدراسات المشمولة في هذه المراجعة، إلا أن النتائج قدمت مؤشرات أولية مهمة حول الأولويات البحثية الحالية في مجال توظيف تقنيات التعلّم الآلي في إدارة المشاريع. كما أوضحت الحاجة إلى إجراء مزيد من الدراسات التي تتناول دور هذه التقنيات في مختلف المجالات المعرفية لإدارة المشاريع، بما يساهم في توسيع قاعدة المعرفة وإنتاج أفكار مبتكرة تعزز من أداء المشاريع وترفع كفاءتها بشكل مستدام.



شكل (١): المجالات المعرفية لإطار PMBOK كما تناولتها دراسات التعلّم الآلي

وبالنظر إلى السؤال الفرعي الأول لهذه الدراسة، الذي يتمحور حول" :**ما هو تأثير تقنيات التعلّم الآلي في تحسين كفاءة إدارة معرفة المشاريع؟**"، توصلت الدراسة، من خلال استعراض الحلول والمقترحات المقدمة في الدراسات السابقة، إلى أن خوارزميات التعلّم الآلي تمتلك إمكانات واعدة لتحقيق تحسينات نوعية في إدارة المشاريع. وقد ركزت الدراسات السابقة على دور التعلّم الآلي في تقديم حلول مبتكرة تُسهم في تعزيز كفاءة العمليات ورفع الأداء في المجالات المعرفية المختلفة لإطار *PMBOK*، على الرغم من تفاوت مستويات التركيز بين الدراسات، وذلك على النحو التالي

- **تحسين دقة التنبؤات** أظهرت الدراسات أن خوارزميات التعلّم الآلي تسهم بشكل كبير في تعزيز دقة التنبؤات في مختلف المجالات المعرفية لإدارة المشاريع. فمن خلال تحليل البيانات التاريخية والحالية، يمكن للتعلم الآلي التنبؤ بالمخاطر المحتملة وتحديد العوامل المؤثرة عليها بشكل استباقي، مما يساعد مديري المشاريع على اتخاذ قرارات مدروسة لتجنب المخاطر وتقليل آثارها. كما أظهرت الدراسات دور التعلم الآلي في التنبؤ بالتكاليف والميزانيات المستقبلية، مما يقلل من احتمالات تجاوز الميزانية. بالإضافة إلى ذلك، يدعم التعلّم الآلي تحسين كفاءة عمليات المشتريات عبر تحليل بيانات الموردين وتوقع أخطار التأخير أو القصور في جودة التوريد، مما يضمن اختيار الموردين الأكثر كفاءة ويضمن جودة العمليات الشرائية.

وفي مجال الجودة، تلعب خوارزميات التعلم الآلي دورا بارزا في التنبؤ بالعيوب المحتملة في المخرجات أو العمليات بناءً على البيانات التشغيلية السابقة، مما يساعد على تقليل الأخطاء وضمان الالتزام بالمعايير. كما يسهم التعلم الآلي في تحليل متطلبات أصحاب المصلحة وتوقع تأثير التغييرات على التكلفة والجدول الزمني، مما يساعد على ضبط نطاق المشروع بفعالية وتجنب التعديلات غير الضرورية.

- **رفع كفاءة الجدولة الزمنية** :تسهم خوارزميات التعلّم الآلي في تقديم توقعات دقيقة للمدد الزمنية اللازمة للأنشطة المختلفة، مستندة إلى تحليل سجلات الأداء السابقة والمعطيات الحالية للمشروع. كما تتيح هذه الخوارزميات القدرة على التنبؤ بالتأخيرات المحتملة وتحديد تأثيرها على المسار الحرج، مما يدعم إعادة جدولة الأنشطة بشكل ديناميكي استجابةً للتغيرات المفاجئة. هذه القدرات تعزز فعالية إدارة الوقت وتضمن الالتزام بالجداول الزمنية لتحقيق أهداف المشروع.
- **تعزيز ادارة الموارد**: تعمل خوارزميات التعلّم الآلي على تحسين كفاءة إدارة الموارد البشرية والمادية عبر دعم جميع مراحل إدارة الموارد. فمن خلال تحليل البيانات التاريخية والحالية، يساعد التعلّم الآلي في تقدير نوع وكمية الموارد المطلوبة بدقة لكل نشاط بناءً على متطلبات المشروع. بالإضافة إلى ذلك، يعزز التعلّم الآلي تطوير أداء فرق العمل من خلال تقديم توصيات مخصصة للتدريب والتحفيز استنادًا إلى بيانات الأداء الفردي والجماعي. كما تلعب هذه التقنيات من خلال الخوارزميات فائقة القدرة على اكتشاف الأنماط التي قد تشير إلى انخفاض الإنتاجية وتدني الأداء، علاوة على ذلك، يمكن توظيف هذه النماذج في مراقبة استخدام الموارد المخصصة وتقديم تنبيهات استباقية للتعديلات المطلوبة، مما يحقق الاستخدام الأمثل للموارد لتحقيق أهداف المشروع بكفاءة عالية.
- **دعم الاتصال** :تسهم خوارزميات التعلم الآلي في تعزيز كفاءة إدارة الاتصالات داخل المشاريع من خلال دمج البيانات المتنوعة من مختلف الأقسام وتحليلها لتوفير رؤى دقيقة وشاملة. هذه القدرات تدعم تبادل المعلومات بفعالية بين الفرق المختلفة وأصحاب المصلحة، مما يعزز التنسيق والشفافية ويساعد على تحقيق الأهداف الاتصالية للمشروع وفق خطة الاتصال المحددة.
- **التكامل بين الأدوات التقليدية والإدارية** :أظهرت النتائج أن الحلول المدعومة بالتعلم الآلي تسهم بشكل كبير في تحقيق التكامل بين الأدوات الإدارية المستخدمة في المشاريع، مثل أنظمة الجدولة الزمنية، إدارة الموارد، تحليل التكاليف، وغيرها. وقد تبين أن هذه النماذج

قادرة على معالجة البيانات المتدفقة من مختلف الأنظمة وربطها في إطار موحد، مما يعزز دقة العمليات ويكشف عن التناقضات المحتملة. كما أشارت الدراسات إلى أن هذه التقنيات تساعد في التعامل مع التغييرات غير المتوقعة من خلال تحسين التنسيق وإدارة التحديثات، مما يرفع من كفاءة المشروع ويضمن تحقيق أهدافه بفعالية.

- **المرونة والاستجابة للتغيرات الديناميكية:** يساعد التعلم الآلي مدراء المشاريع على التكيف مع التغيرات السريعة من خلال توفير رؤى فورية وفعالة تدعم اتخاذ قرارات مستنيرة حول التعديلات اللازمة. ومن أبرز هذه الإسهامات تحديد المنهجية المناسبة لإدارة المشروع؛ حيث يقوم التعلم الآلي بتحليل البيانات التاريخية والحالية للمشروع، والتنبؤ بالتحديات المستقبلية، مما يمكن مديري المشاريع من اختيار المنهجية الأنسب مثل Agile أو Waterfall أو Hybridلتحقيق الأهداف بكفاءة. كما يساهم في تعزيز قدرة المشروع على التعامل مع المتغيرات، مما يعزز من مرونة المشروع واستجابته للتحديات المتغيرة.

وفيما يتعلق بالسؤال الفرعي الثاني حول "**ما هي التحديات التي تواجه تنفيذ أساليب التعلّم الآلي في دعم إدارة معرفة المشاريع؟**"، توصلت الدراسة إلى مجموعة من التحديات المرتبطة بتطبيق وتعميم أساليب التعلم الالي، مما يستدعي المزيد من البحث والاختبار لتحسين أدائها في السيناريوهات الواقعية وتمثلت هذه التحديات في عدة عوامل رئيسية تؤثر على تفعيل هذه التقنيات في إدارة المشاريع، وهي كالتالي:

• **التحديات المتعلقة بالبيانات** :توصلت الدراسة إلى أنّ نقص البيانات المناسبة لتدريب نماذج التعلّم الآلي في إدارة المشاريع يشكل تحديًا رئيسيًا، وقد اعتمدت الدراسات على بيانات محدودة في تقييم أداء نماذج التعلّم الآلي المقترحة والبعض قامت باستخدام الاستبانات لجمع الآراء ومن ثم استخلاص البيانات اللازمة لتدريب الالة، مما يثير تساؤلات حول قدرتها على التعميم والعمل بفعالية في بيئات العملية المختلفة. كما أن ندرة البيانات المفتوحة وقيود الاستخدام تُضاف إلى هذه التحديات، حيث تقلل من فرص اختبار النماذج على نطاق واسع. علاوة على ذلك، كما تواجه هذه النماذج مشكلة التحيّز عند الاعتماد على بيانات غير متوازنة، مما يؤدي إلى تقليل دقة التنبؤات الناتجة. لذا، يُعد تحسين توازن البيانات وتعزيز تنوعها أمرًا أساسيًا لضمان جودة وكفاءة تدريب النماذج. ويؤكد الحاجة إلى تطوير استراتيجيات لتحسين جودة وتنوع البيانات المستخدمة. وفي هذا السياق، تجدر الإشارة إلى أن الوثائق والسجلات والدروس المستفادة تشكل قاعدة معرفية أساسية يمكن للمنظمات الاعتماد عليها في بناء أنظمة ذكية، مما يتيح استغلال هذه الموارد لتحقيق نتائج أكثر دقة ومرونة في إدارة العمليات واتخاذ القرارات. إنّ قيام المنظمات ببناء استراتيجيات وخطط قائمة على البيانات يمثل محورًا أساسيًا لضمان الاستفادة المثلى من هذه الموارد وتوظيفها بكفاءة لتحسين تجربة العملاء وتعزيز مخرجات المشاريع، الأمر الذي يدعم الأداء العام ويعزز التنافسية.

• **التحديات المتعلقة بالأداء** :اتضح من خلال استعراض الدراسات أن تطبيق التعلّم الآلي في إدارة المشاريع يواجه تحديات بارزة تتعلق بالكفاءة التشغيلية، لا سيما مع الطلب المرتفع على الموارد الحاسوبية لتحليل البيانات الضخمة ومعالجتها. تُعد الخوارزميات المستخدمة في هذه التطبيقات معقدة في الغالب، مما يؤدي إلى عمليات حسابية مكثفة تستهلك وقتًا وموارد إضافية. إنّ هذا التعقيد يمكن أن يُضعف من كفاءة النماذج في تقديم استجابات سريعة ودقيقة، خصوصًا في المشاريع التي تتطلب قرارات ديناميكية وآنية. علاوة على ذلك، ترتبط هذه التحديات بتكاليف تشغيلية مرتفعة، مما يجعل اعتماد هذه التقنيات أقل جدوى في المشاريع ذات الميزانيات المحدودة. وفي هذا السياق ترى الدراسة أهمية تطوير خوارزميات أكثر كفاءة، قادرة على تقليل استهلاك الموارد دون التأثير على دقة الأداء، لتعزيز فاعلية تطبيق التعلّم الآلي في مختلف سيناريوهات والبيئات المختلفة للمشاريع.

غياب المعايير الموحدة والقواعد الإرشادية: إنّ من أهم العوامل التي يجب مراعاتها في تطوير أنظمة التعلّم الآلي والذكاء الاصطناعي بشكل عام، أن تقوم على معايير واضحة وأطر تنظيمية وقانونية موحدة لضمان استخدام هذه التقنيات بأمان ومسؤولية. إنّ غياب التأطير الموحد يؤدي إلى تفاوت كبير في الأساليب المستخدمة لتصميم النماذج وتنفيذها، مما ينعكس سلبًا على جودة الحلول المقدمة ويُضعف القدرة على تحقيق التكامل بين الأنظمة المختلفة. كما أنه يفتح المجال للمخاطر المتعلقة بالأمان والخصوصية نتيجة غياب التوجيهات الواضحة لحماية البيانات واستخدامها بطريقة موثوقة وأخلاقية. وفي سياق إدارة المشاريع، يؤدي غياب القواعد المنظمة إلى تأثير سلبي مباشر على جودة استخلاص المعرفة واستثمارها بين فرق العمل، مما يعرقل تطوير نماذج موثوقة تدعم القرارات الاستراتيجية وتعزز كفاءة العمليات التنظيمية. إنّ هذا النقص في التوجيهات والأطر التنظيمية يجعل الحاجة ملحة إلى وضع معايير تنظيمية لحوكمة استخدام الذكاء الاصطناعي والتعلم الالي ويسهم في الاستفادة المثلى من إمكانات هذه التقنيات في مختلف المجالات ومنها إدارة المشاريع.

قيود البنى التحتية: يعتمد نجاح تطبيق تقنيات التعلّم الآلي في إدارة المشاريع على وجود بنى تحتية متطورة تدعم جمع البيانات الضخمة ومعالجتها وتخزينها بكفاءة. وتواجه العديد من المنظمات، خصوصًا تلك التي تعمل في بيئات ذات إمكانيات تكنولوجية محدودة أو تعاني من نقص الموارد المالية والبشرية، تحديات كبيرة تعيق قدرتها على مواكبة التغيرات السريعة وتحقيق التنافسية في سوق عالمي يتسم بالنمو المتسارع والتغير المستمر. إنّ معالجة هذه الفجوات أولوية رئيسية لتحقيق تبني فعّال لتقنيات التعلّم الآلي ويتطلب استثمارات مستدامة تركز على تحديث البنى التحتية، تطوير المهارات والقدرات، واعتماد حلول تكنولوجية مبتكرة قادرة على التكيف مع احتياجات المشاريع المتزايدة. من خلال هذه الجهود، يمكن للمنظمات تعزيز قدرتها على

الاستفادة من إمكانيات التعلّم الآلي، مما يدعم تحسين الأداء ورفع مستوى التنافسية في بيئات الأعمال المتغيرة.

وبالانتقال الى السؤال الأخير في هذه الدراسة والمتمثل في **"ماهي الفجوات المعرفية البحثية في مجال توظيف التعلّم الآلي في إدارة معرفة المشاريع"**؟ وجدت الدراسة انّ أبحاث ودراسات التعلّم الآلي في إدارة المشاريع مازلت تعاني من فجوات معرفية يمكن تقسيمها الى نوعين رئيسين:

- **الفجوة النظرية** :تكمن الفجوة النظرية في غياب إطار شامل ومتكامل يوضح كيفية دمج تقنيات التعلّم الآلي مع مفاهيم إدارة المشاريع بطريقة متسقة وفعّالة. ورغم أنّ بعض الدراسات قد أبرزت إمكانيات التعلّم الآلي لتحسين بعض الجوانب المحددة لإدارة المشاريع، إلا أنها مازالت في صورة اجتهادات بحثية متفرقة ومتباينة في منهجياتها وأدواتها، دون تقديم أطر إرشادية شاملة تُحدد كيفية توظيف هذه التقنيات بشكل منهجي عبر مختلف مراحل ومجالات المشروع وتمكن من كذلك من قياس أثر هذا التوظيف. وبالتالي أصبح من الضروري تطوير أطر متكاملة تربط بين الجوانب التقنية والتنظيمية، مما يعزز من فهم العلاقات بين مفاهيم مثل التنبؤ التعاوني والتكامل المعرفي وتقييم الأداء، لتحقيق توافق عملي بين أساليب ومكونات إدارة المشاريع التقليدية والتقنيات الحديثة مما يُمهد الطريق لتطبيق أكثر فعالية واستدامة.
- **الفجوة التطبيقية**: تتمثل الفجوة التطبيقية في ندرة او انعدام الدراسات التي طبقت في بيئات مشاريع حقيقية ومتنوعة حيث اعتمدت غالبية الأبحاث والدراسات على بيانات مفتوحة أو دراسات تجريبية محدودة النطاق لقياس أداء النموذج واختبار كفاءة العملية دون ربط بالواقع والسيناريوهات الواقعية، كما أن قلة الدراسات التي تأخذ بعين الاعتبار الظروف البيئية المتنوعة في المشاريع، مثل اختلاف الموارد وتغير الأهداف والمتطلبات تجعل من الصعب تعميم نتائج هذه الدراسات على نطاق أوسع .ولمعالجة هذه الفجوة، يجب اختبار نماذج التعلّم الآلي في سيناريوهات واقعية لضمان ملاءمتها وقابليتها للتعميم والتطبيق في بيئات العمل الفعلية.

إنّ سد هاتين الفجوتين يتطلب تكاملاً علمياً وجهداً بحثيا مشتركاً بين التخصصات ذات العلاقة لتعزيز جودة الأبحاث وتطوير حلول فعّالة، حيث مازالت تهيمن بحوث ودراسات علوم الحاسوب والهندسة على غالبية بحوث التعلّم الآلي ومنها مجال إدارة المشاريع، مما يستدعي ضرورة التعاون والتكامل بين التخصصات التقنية والتخصصات الإدارية والقانونية لرفع جودة الدراسات والبحوث والخروج بحلول فعّالة تتجاوز حدود الإطار التقني الى إلى تبنّي نهج شامل يُراعي الجوانب الإدارية والتنظيمية والقانونية.إنّ هذا التوجه يُسهم في تطوير نماذج متكاملة تُعالج التحديات المتنوعة لإدارة المشاريع، من تحسين كفاءة التخطيط والتنفيذ إلى ضمان الامتثال التنظيمي وحماية حقوق الأطراف المعنية. علاوةً على ذلك، يمكن أن يؤدي هذا التعاون إلى

استحداث آليات تُسهم في تعزيز التفاعل بين التعلّم الآلي والأدوات الإدارية التقليدية، مما يتيح ديناميكية أكبر في التعامل مع التحديات المعقدة في المشاريع ويضمن استدامة الحلول على المدى الطويل.

وأخيرا، وبناءً على النتائج التي توصلت إليها هذه الدراسة والتي تظهر أنّ خوارزميات التعلّم الآلي تلعب دورًا محوريًا في تحسين عمليات إدارة معرفة المشاريع، إلا أنّ الاستفادة القصوى من هذه التقنية يتطلب معالجة التحديات القائمة، والاستثمار في بناء قدرات تنظيمية وتقنية، ومواصلة البحث في هذا السياق، لتطوير حلول مبتكرة وأكثر شمولية وفعالية يمكنها سد الفجوة المعرفية والمساهمة في تحسين كفاءة إدارة المشاريع. ومن خلال توظيف أسلوب التحليل الرباعي (SWOT) كوسيلة للتخطيط الاستراتيجي، ووفقاً لما توصلت له هذه الدراسة من نتائج، يوضح الجدول (٤) نقاط القوة ونقاط الضعف، بالإضافة إلى المخاطر المحتملة والفرص المتاحة لتبني تقنيات التعلّم الآلي بفعالية لدعم اتخاذ القرارات المستندة إلى البيانات، مما يعزز كفاءة العمليات ويضمن استدامة نجاح المشاريع باستخدام تقنيات التعلّم الآلي والذكاء الاصطناعي بشكل عام.

جدول (٤) التحليل الرباعي (SWOT) للتعلّم الالي وإدارة معرفة المشاريع

نقاط القوة	نقاط الضعف
• الكفاءة العالية والاستجابة السريعة • تخصيص العمليات والأدوات والأساليب بشكل ذكي • الاستغلال الأمثل للأصول المؤسسية. • صناعة قرارات مستنيرة بالاعتماد على البيانات. • اتمتة المهام التي لا تتطلب تدخلا بشرياً.	• التكلفة العالية والتعقيد التقني • ضعف الأداء في حالة البيانات غير المتوازنة او ضعيفة الجودة • الحاجة الى خبرات وكوادر متخصصة. • الحاجة المسترة للصيانة والتحديث.
الفرص	التهديدات
• تزايد الطلب على الحلول الذكية. • نمو وتوسع تقنيات وتطبيقات الذكاء الاصطناعي. • النمو الهائل في البيانات الضخمة. • النمو المتسارع في قطاع الاعمال وزيادة حجم المنافسة	• ضعف المحتوى المؤسسي ونقص جودة البيانات في بعض المنظمات • التحيز في البيانات. • امن البيانات. • التحديات القانونية والتنظيمية. • عدم وجود أطر موحدة للاستخدام

٦– الخاتمة

سلطت هذه الدراسة الضوء على الأدوار المحورية التي يمكن أن يلعبها التعلّم الآلي في تحسين كفاءة إدارة معرفة المشاريع، خاصةً في ظل التحديات المتزايدة التي تواجه بيئات الأعمال الديناميكية والتغيرات التكنولوجية المتسارعة. ومن خلال استعراض وتحليل أحدث الدراسات والبحوث في هذا الجانب والتي أكدت التوجه نحو تفعيل تقنيات الذكاء الاصطناعي ومنها على وجه الخصوص تقنيات التعلّم الآلي لتقديم حلول مبتكرة تُحسن دقة التنبؤات، تُعزز تخصيص الموارد، وتُسهم في إدارة المخاطر بفعالية، مما يؤدي إلى تعزيز إدارة المشاريع ويساعد في تحقيق الأهداف التنظيمية بكفاءة أكبر. ومع ذلك، كشفت الدراسة عن فجوات معرفية وتطبيقية تُعيق الاستفادة الكاملة من هذه الإمكانات والميزات، وأهمها نقص الأطر النظرية الشاملة التي تُحدد كيفية دمج هذه التقنيات مع أساليب إدارة المشاريع التقليدية، ومحدودية التجارب العملية التي تختبر فعالية النماذج في بيئات حقيقية. كما أن التحديات المرتبطة بجودة البيانات وغياب المعايير الموحدة تمثل عائقًا أمام التبني الشامل لهذه التقنيات. ولتحقيق الاستفادة المثلى، يتطلب الأمر تطوير أطراً تكاملية تجمع بين المعرفة النظرية والممارسات العملية، بالإضافة إلى تعزيز التعاون بين التخصصات المختلفة مثل علوم البيانات والمعلومات وإدارة المشاريع. كما أن الاستثمار في تطوير بنى تحتية متقدمة وقابلة للتكيف مع التطورات التقنية يُعد خطوة أساسية نحو تفعيل إمكانيات التعلّم الآلي بشكل ينسجم مع احتياجات المشاريع وواقعها العملي. توصلت الدراسة الى أنّ التعلّم الآلي يُمثل أداة استراتيجية قادرة على تحويل إدارة المشاريع إلى عمليات أكثر ذكاءً واستدامة، إلا أن تحقيق هذا التحول يعتمد على جهود بحثية مستمرة لمعالجة التحديات القائمة واستكشاف فرص جديدة للتطبيق. لذا، توصي الدراسة بضرورة تبني نهج متعدد التخصصات لتطوير حلول مبتكرة تُعزز من مرونة المشاريع وكفاءتها، مما يُمكّنها من مواجهة التحديات المستقبلية وتحقيق الأهداف بكفاءة وفاعلية أكبر.

في الختام، تمثل هذه الدراسة خطوة نحو تسليط الضوء على الإمكانيات غير المستغلة للتعلّم الآلي في إدارة المشاريع، وتُعدّ دعوة لإجراء مزيد من الأبحاث المستندة إلى تطبيقات عملية تُسهم في تحويل هذه الإمكانيات إلى واقع ملموس يُحدث نقلة نوعية في مجال إدارة المشاريع.

المـــــــراجـــــــــع

1. Ben Kraiém, I., Ben Mabrouk, M., & De Jode, L. (2023). A comparative study of machine learning algorithms for predicting project management methodology. ***Procedia Computer Science, 225, 665-675***. https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.10.052.
2. Bharadiya, J. P. (2023). The role of machine learning in transforming business intelligence. *International Journal of Computing and Artificial Intelligence*, *4*(1), 16-24.
3. David, I., & Gelbard, R. (2024). Using sentiment analysis to assess PMBOK knowledge areas' compatibility with agile methodology. *Procedia Computer Science, 239*, 381-395. https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.06.185
4. Ekanayake, B., Wong, J. K. W., Ahmadian Fard Fini, A., Smith, P., & Thengane, V. (2024). Deep learning-based computer vision in project management: Automating indoor construction progress monitoring. ***Project Leadership and Society***, *5*, 100149. https://doi.org/10.1016/j.plas.2024.100149
5. Fridgeirsson, T. V., Ingason, H. T., Jonasson, H. I., & Gunnarsdottir, H. (2023). A qualitative study on artificial intelligence and its impact on the project schedule, cost and risk management knowledge areas as presented in PMBOK®. ***Applied Sciences***, *13*(19), 11081. https://doi.org/10.3390/app131911081
6. Karamthulla, M. J., Tadimarri, A., Tillu, R., & Muthusubramanian, M. (2024). Navigating the future: AI-driven project management in the digital era. ***International Journal for Multidisciplinary Research***, 6(2), 1-11
7. Kusonkhum, W., Srinavin, K., & Chaitongrat, T. (2023). The adoption of a big data approach using machine learning to predict bidding behavior in procurement management for a construction project. ***Sustainability***, *15*(17), 12836. https://doi.org/10.3390/su151712836.
8. McGrath, J., & Kostalova, J. (2020). Project management trends and new challenges. In Hradec Economic Days (pp. 611-623). ***University of Hradec Králové.*** https://doi.org/10.36689/uhk/hed/2020-01-061.
9. Project Management Institute. (2017). ***A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide) (6th ed.)***. Project Management Institute.
10. Taboada, I., Daneshpajouh, A., Toledo, N., & de Vass, T. (2023). Artificial intelligence enabled project management: A systematic literature review. ***Applied Sciences***, *13*(8), 5014. https://doi.org/10.3390/app13085014.

11. Taye, G. D., & Feleke, Y. A. (2022). Prediction of failures in the project management knowledge areas using a machine learning approach for software companies. ***SN Applied Sciences***, 4(165). https://doi.org/10.1007/s42452-022-05051-7
12. Tominc, P., Oreški, D., & Rožman, M. (2023). Artificial intelligence and agility-based model for successful project implementation and company competitiveness. ***Information, 14*(337)**, 1-26. https://doi.org/10.3390/info14060337