

تطوير نموذج متكامل لإدارة المرافق باستخدام الذكاء الاصطناعي لتحسين كفاءة الصيانة والتشغيل

اسم الطالب

عبد الله سعيد المالكي

Abdullah Saeed Al Malki

222001599

مشروع تخرج - 1

كلية الإدارة - جامعة ميدأوشن

إشراف

د. عبد الرحيم نادر

عضو هيئة التدريس- كلية الإدارة- جامعة ميدأوشن

2025

جدول المحتويات

1	الفصل الأول: الإطار العام للدراسة	3
1.1	المقدمة	4
1.2	مشكلة الدراسة	5
1.2.1	فجوات على المستوى النظري:	6
1.2.2	فجوات على المستوى التطبيقي:	6
1.3	أهمية الدراسة	7
1.3.1	على المستوى النظري:	7
1.3.2	على المستوى التطبيقي:	7
	المراجع:	9

1. الفصل الأول: الإطار العام للدراسة

1.1. المقدمة

تعتبر إدارة المرافق (Facility Management) من المجالات الحيوية التي تشكل العمود الفقري للعديد من القطاعات الخدمية والصناعية على حد سواء، نظرًا لما تتضمنه من عمليات مستمرة تتعلق بالصيانة والتشغيل وإدارة الموارد والخدمات المساندة التي تضمن استمرارية الأعمال وتحسين جودة الأداء داخل المنشآت. ومع تزايد التحديات المتعلقة بارتفاع التكاليف، وكثرة الأعطال، وتزايد تعقيد النظم التشغيلية، بات من الضروري إعادة النظر في الأساليب التقليدية لإدارة المرافق، والسعي نحو نماذج أكثر ذكاءً ومرونة وتكاملاً (Mohammed، 2025).

برز الذكاء الاصطناعي كأداة ثورية قادرة على إحداث نقلة نوعية في طريقة إدارة وصيانة المرافق، من خلال ما يوفره من إمكانيات تحليلية وتنبؤية تتيح اتخاذ قرارات أكثر دقة واستباقية. حيث يمكن لتقنيات الذكاء الاصطناعي مثل تعلم الآلة (Machine Learning)، وتحليل البيانات الكبيرة (Big Data Analytics)، والرؤية الحاسوبية (Computer Vision)، أن تساهم في تحسين كفاءة التشغيل، والتقليل من الأعطال المفاجئة، وتحسين تخصيص الموارد، الأمر الذي ينعكس إيجابًا على الأداء العام للمنشأة ويقلل من تكاليف التشغيل والصيانة على المدى البعيد (Nweje، 2025).

إن التحول من النماذج التقليدية إلى النماذج الذكية في إدارة المرافق لم يعد خيارًا، بل ضرورة استراتيجية تفرضها طبيعة العصر الرقمي ومتطلباته. ومع ذلك، لا تزال الكثير من المؤسسات تعاني من فجوة واضحة بين إمكانيات الذكاء الاصطناعي والتطبيق الفعلي له في بيئات الصيانة والتشغيل، مما يستدعي تطوير نموذج متكامل يجمع بين الجانب النظري والتقني، ويأخذ بعين الاعتبار خصوصية النظم التشغيلية، والبيانات المتاحة، ومتطلبات الصيانة الدورية والتنبؤية (Quinello، 2025).

من هنا تنبع أهمية هذه الدراسة التي تهدف إلى تطوير نموذج متكامل لإدارة المرافق يعتمد على الذكاء الاصطناعي كأداة مركزية لتحسين فعالية وكفاءة أنشطة الصيانة والتشغيل. ويسعى هذا النموذج إلى بناء نظام ذكي قادر على التنبؤ بالأعطال قبل وقوعها، وتحليل أداء المرافق بشكل لحظي، وتقديم توصيات تشغيلية آلية تساهم في اتخاذ قرارات مبنية على البيانات وليس على الافتراضات فقط. كما تهدف الدراسة إلى تحديد العوامل التي تُعزز نجاح تطبيق هذا النموذج، واستكشاف التحديات التي قد تعيق دمجها في البيئات التشغيلية المختلفة (Adepoju، 2025).

وتتجلى أهمية الدراسة أيضاً في بعدها التطبيقي، حيث يمكن للنموذج المقترح أن يحدث تأثيراً مباشراً في تحسين كفاءة استهلاك الطاقة، وتقليل أوقات التوقف غير المخطط لها، ورفع مستوى السلامة التشغيلية، فضلاً عن تحسين تجربة المستخدم النهائي. كما أنها تسهم في تعزيز التحول الرقمي في قطاع إدارة المرافق، بما يتوافق مع التوجهات العالمية والمحلية نحو المدن الذكية، والاستدامة، وكفاءة الأصول (Abdelalim, 2025).

تتناول هذه الدراسة الإطار المفاهيمي والتطبيقي لتطوير نموذج ذكي متكامل، وتقديم تحليلاً دقيقاً لواقع إدارة المرافق الحالية، وتستعرض أبرز تطبيقات الذكاء الاصطناعي القابلة للتكامل مع هذا المجال، وصولاً إلى تصميم هيكلية منهجية قابلة للتطبيق والتوسع. وتُمثل هذه الدراسة مساهمة علمية وتطبيقية في دعم توجهات المؤسسات نحو رفع كفاءة عمليات الصيانة والتشغيل، وتحقيق الاستفادة القصوى من التقنيات الذكية في خدمة الأداء المؤسسي الشامل.

1.2. مشكلة الدراسة

تسعى هذه الدراسة إلى معالجة إشكالية مركزية تتعلق بمدى قدرة المؤسسات والمنشآت على توظيف تقنيات الذكاء الاصطناعي بطريقة فعالة ضمن أنشطة إدارة المرافق، وخاصة ما يتعلق بعمليات التشغيل والصيانة. فعلى الرغم من التطور الهائل في تقنيات الذكاء الاصطناعي، وتزايد الحديث عن قدرته على تحسين الكفاءة التشغيلية، إلا أن العديد من الجهات ما زالت تعتمد على نماذج تقليدية تنسم بالترار اليدوي، والاستجابة المتأخرة للأعطال، وتدني القدرة على التنبؤ، مما يؤدي إلى ارتفاع التكاليف، وضعف الاستجابة، وتآكل كفاءة الأصول مع الوقت.

تبرز الحاجة الماسة إلى تطوير نموذج ذكي ومتكامل يأخذ بعين الاعتبار خصائص البيئة التشغيلية، ويرتكز على تحليل البيانات، ويُمكن من رصد المشكلات التشغيلية في وقت مبكر، والتخطيط الذكي لأعمال الصيانة، وتخصيص الموارد بكفاءة. وتنبع المشكلة من فجوتين واضحتين: إحداهما على المستوى النظري، والأخرى على المستوى التطبيقي، وكلاهما يُعطلان عملية التحول الذكي في إدارة المرافق (Masud, 2025).

1.2.1. فجوات على المستوى النظري:

على المستوى النظري، ما تزال الدراسات العلمية والأكاديمية في مجال إدارة المرافق الذكية محدودة، ولا تزال معظم الأدبيات تُعالج إدارة المرافق من منظور تقليدي يركز على الجوانب الهندسية أو التشغيلية بمعزل عن توظيف التقنيات الذكية بشكل متكامل. كما أن هناك نقصاً في النماذج النظرية التي تربط بين مفاهيم الذكاء الاصطناعي وإدارة المرافق كمنظومة شاملة، حيث تركز بعض الدراسات على الجوانب الجزئية مثل الصيانة التنبؤية أو إدارة الطاقة، دون أن تقدم تصوراً متكاملًا يدمج هذه الأبعاد ضمن نموذج عملي شامل. كما يُلاحظ غياب الإطار المفاهيمي الذي يُحدد بشكل دقيق كيف يمكن للذكاء الاصطناعي أن يحدث تأثيراً مباشراً في كفاءة التشغيل وأداء الأصول، وهو ما يحد من قدرة الباحثين على استيعاب التحولات التقنية الحديثة ضمن هذا المجال (Lee، 2021).

1.2.2. فجوات على المستوى التطبيقي:

أما على المستوى التطبيقي، فإن الممارسة الفعلية في كثير من المؤسسات، لا سيما في القطاعات العامة وشبه الحكومية، تُظهر وجود قصور واضح في توظيف الذكاء الاصطناعي داخل عمليات الصيانة والتشغيل. فغالباً ما تقتصر الحلول المستخدمة على أنظمة إدارة تقليدية تعتمد على الجداول الزمنية أو الصيانة بعد الأعطال، دون وجود آليات تنبؤية تعتمد على البيانات الضخمة أو التحليل الذكي للأداء. كما تُعاني المؤسسات من تحديات في دمج البيانات التشغيلية من مصادر متعددة، أو في توفير البنية التحتية التقنية القادرة على دعم خوارزميات الذكاء الاصطناعي. ولا تزال قرارات الصيانة والتشغيل تُتخذ بناءً على التجربة أو التقدير البشري، وهو ما يؤدي إلى هدر في الموارد، وتأخير في الاستجابة، وتراجع في كفاءة الأصول الحيوية.

وتتجلى هذه الفجوة بوضوح في عدم وجود نماذج عملية جاهزة وقابلة للتطبيق على نطاق واسع، تُعالج قضايا مثل: الصيانة الاستباقية، التوزيع الأمثل للموارد، وتقليل أوقات التعطل غير المخطط له، بطريقة تعتمد على التحليل الذكي المستند إلى البيانات. لذا فإن الحاجة أصبحت ملحة إلى تقديم نموذج تطبيقي متكامل يستفيد من قدرات الذكاء الاصطناعي، ويُعيد تصميم عمليات إدارة المرافق بما يتناسب مع متطلبات الكفاءة والمرونة التشغيلية الحديثة (Yang، 2025).

1.3. أهمية الدراسة

تكتسب هذه الدراسة أهميتها في ظل التحديات المتزايدة التي تواجهها المؤسسات في إدارة المرافق بشكل فعال وذكي، خاصة في ضوء التوسع العمراني، وتعقيد الأنظمة التشغيلية، والضغط على الموارد. ومع التقدم السريع في تقنيات الذكاء الاصطناعي، بات من الضروري استثمار هذه التقنيات في تطوير نماذج متكاملة تسهم في رفع كفاءة التشغيل وتقليل الأعطال وتحسين إدارة الصيانة. وتأتي هذه الدراسة استجابة لحاجة ملحة نحو بناء نموذج علمي وتطبيقي يدمج بين المعرفة الهندسية والتقنية الحديثة، ويعالج أوجه القصور في النماذج التقليدية لإدارة المرافق، الأمر الذي يجعل لها بعداً نظرياً وتطبيقياً ذا أهمية كبيرة.

1.3.1. على المستوى النظري:

تبرز أهمية هذه الدراسة نظرياً في كونها تسهم في سد فجوة واضحة في الأدبيات المتعلقة بتقاطع مفاهيم إدارة المرافق مع الذكاء الاصطناعي، حيث لا تزال الكثير من الدراسات تفتقر إلى نماذج تحليلية متكاملة تستوعب التحول الرقمي المتسارع في إدارة المرافق. تقدم هذه الدراسة إضافة نوعية من خلال تطوير نموذج مفاهيمي يُعيد صياغة العلاقة بين مكونات إدارة المرافق من جهة، وتقنيات الذكاء الاصطناعي من جهة أخرى، مستندة إلى أسس علمية وتحليلية حديثة.

كما تسعى الدراسة إلى إثراء الحقول النظرية المرتبطة بإدارة الصيانة، والتشغيل الذكي، وتحليل البيانات في بيئات المرافق، وهو ما يفتح المجال أمام الباحثين والمهتمين للتوسع في تطوير نماذج نظرية مستقبلية، واستكشاف أدوات الذكاء الاصطناعي التي لم تُدرس بشكل كافٍ في هذا السياق. إضافة إلى ذلك، فإن الدراسة تساهم في تأسيس قاعدة معرفية تساعد في بناء سياسات وأطر مرجعية جديدة لإدارة المرافق من منظور تقني متقدم يتجاوز المفاهيم التشغيلية التقليدية.

1.3.2. على المستوى التطبيقي:

أما على الصعيد التطبيقي، فتتمثل أهمية الدراسة في تقديم نموذج عملي قابل للتنفيذ يُمكن مؤسسات إدارة المرافق من الاستفادة الفعلية من قدرات الذكاء الاصطناعي في تحسين كفاءة الصيانة والتشغيل. فالنموذج المقترح يهدف إلى تحسين عمليات اتخاذ القرار داخل المؤسسات، من خلال توفير أدوات تحليلية وتنبؤية مبنية على البيانات، تساهم في تقليل الأعطال المفاجئة، وتحسين أداء الأصول، وتقليل التكاليف التشغيلية بشكل ملحوظ.

تأتي هذه الدراسة استجابة لحاجة ميدانية متزايدة لدى الجهات العامة والخاصة نحو التحول إلى نظم ذكية لإدارة مرافقها، سواء في الأبنية الحكومية، أو الجامعات، أو المستشفيات، أو المنشآت الصناعية والخدمية. ومن خلال التطبيق الفعلي للنموذج، يمكن تحقيق تكامل بين الأنظمة التقنية وفرق التشغيل والصيانة، مما يُسهم في تحسين جودة الخدمة، ورفع كفاءة الأداء المؤسسي، وتقليل الهدر في الموارد والوقت.

تساهم الدراسة في تمكين صناع القرار من استيعاب الإمكانيات التطبيقية للذكاء الاصطناعي، وفهم الآليات التي يمكن من خلالها إدماج هذه التقنيات في بنية العمل اليومية للمرافق، لا سيما في ظل التوجهات الوطنية والعالمية نحو الرقمنة، والاستدامة، والمدن الذكية. وبهذا، فإن الدراسة تقدم قيمة مضافة من حيث كونها مشروعًا تطبيقيًا عمليًا يمكن أن يكون نموذجًا مرجعيًا لجهات متعددة تسعى إلى التحديث والتحسين (Okonta، 2024).

- Abdelalim, A. M. (2025). Optimizing Facilities Management Through Artificial Intelligence and Digital Twin Technology in Mega-Facilities. Retrieved from <https://www.mdpi.com/2071-1050/17/5/1826>
- Adepoju, A. (2025). UTILIZING ARTIFICIAL INTELLIGENCE TO ENHANCE FACILITY OPERATIONS, IMPROVE PRODUCTIVITY AND MINIMIZE BUREAUCRATIC STRAIN. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/388855657_UTILIZING_ARTIFICIAL_INTELLIGENCE_TO_ENHANCE_FACILITY_OPERATIONS_IMPROVE_PRODUCTIVITY_AND_MINIMIZE_BUREAUCRATIC_STRAIN
- Lee, J. Y. (2021). Literature Review on Digitalization in Facilities Management and Facilities Management Performance Measurement: Contribution of Industry 4.0 in the Global Era. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/356845677_Literature_Review_on_Digitalization_in_Facilities_Management_and_Facilities_Management_Performance_Measurement_Contribution_of_Industry_40_in_the_Global_Era
- Masud, S. B. (2025). The Revolution of AI in Enhancing Infrastructure and Facilities Management. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/394407333_The_Revolution_of_AI_in_Enhancing_Infrastructure_and_Facilities_Management
- Mohammed, I. A. (2025). The Role of Artificial Intelligence in Enhancing Business Efficiency and Supply Chain Management. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/389030990_The_Role_of_Artificial_Intelligence_in_Enhancing_Business_Efficiency_and_Supply_Chain_Management
- Nweje, U. (2025). Leveraging Artificial Intelligence for predictive supply chain management, focus on how AI-driven tools are revolutionizing demand forecasting and inventory optimization. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/387903364_Leveraging_Artificial_Intelligence_for_predictive_supply_chain_management_focus_on_how_AI-driven_tools_are_revolutionizing_demand_forecasting_and_inventory_optimization
- Okonta, D. E. (2024). Smart cities software applications for sustainability and resilience. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844024086857>

- Quinello, R. (2025). The Use of Artificial Intelligence in Facilities Management: Potential Applications from Systematic Literature Review. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/389952007_The_Use_of_Artificial_Intelligence_in_Facilities_Management_Potential_Applications_from_Systematic_Literature_Review
- Yang, J. (2025). Artificial intelligence adoption in a professional service industry: A multiple case study. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162524000477>