

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

اسم الطالب

عبدالله سعيد المالكي

Abdullah Saeed Al Malki

222001599

مشروع تخرج - 1

كلية الإدارة - جامعة ميدأوشن

إشراف

د. عبدالرحيم نادر

عضو هيئة التدريس- كلية الإدارة- جامعة ميدأوشن

2025

جدول المحتويات

3	1. الفصل الأول: الإطار العام للدراسة
4	1.1 المقدمة
5	1.2 مشكلة الدراسة
6	1.2.1 فجوات على المستوى النظري:
6	1.2.2 فجوات على المستوى التطبيقي:
7	1.3 أهمية الدراسة
7	1.3.1 على المستوى النظري:
7	1.3.2 على المستوى التطبيقي:
8	1.4 أسئلة الدراسة
9	1.5 أهداف الدراسة
9	1.6 فرضيات الدراسة
10	1.7 نموذج الدراسة
11	1.8 منهجية الدراسة
12	1.9 الدراسة الميدانية
13	1.10 مخطط المشروع المقترح
15	2. الفصل الثاني: الدراسات السابقة
16	2.1 المقدمة
17	2.2 المتغير المستقل
18	2.3 المتغير التابع
18	2.4 العلاقة بين المتغير المستقل والمتغير التابع
19	2.5 الخاتمة
20	المراجع:

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 بيانات 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 تنتم 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).

1.4. أسئلة الدراسة

➤ السؤال الرئيسي:

- ما مدى إمكانية تطوير نموذج متكامل لإدارة المرافق يعتمد على تقنيات الذكاء الاصطناعي لتحسين كفاءة الصيانة والتشغيل؟

➤ الأسئلة الفرعية:

1. ما واقع إدارة المرافق في المؤسسات الحالية، وما أبرز التحديات المرتبطة بكفاءة الصيانة والتشغيل؟
2. ما الإمكانيات التي توفرها تقنيات الذكاء الاصطناعي في تحليل البيانات التشغيلية وتوقع الأعطال؟
3. كيف يمكن توظيف الذكاء الاصطناعي في تحسين عمليات اتخاذ القرار في مجال إدارة الصيانة والتشغيل؟
4. ما العناصر الأساسية التي ينبغي أن يتضمنها النموذج المتكامل لإدارة المرافق الذكية؟
5. ما أثر النموذج المقترح على تحسين الكفاءة التشغيلية وتقليل التكاليف وزيادة موثوقية الأصول؟

1.5. أهداف الدراسة

➤ الهدف الرئيسي:

- تطوير نموذج متكامل لإدارة المرافق يعتمد على تقنيات الذكاء الاصطناعي، بهدف تحسين كفاءة عمليات الصيانة والتشغيل، من خلال تحليل البيانات التشغيلية والتنبؤ بالأعطال، وتعزيز اتخاذ القرار الذكي.

➤ الأهداف الفرعية:

1. تحليل واقع إدارة المرافق الحالية في المؤسسات، وتحديد التحديات التشغيلية المرتبطة بالصيانة وإدارة الأصول.
2. استكشاف تطبيقات الذكاء الاصطناعي المناسبة لإدارة المرافق، وتحديد الأدوات التقنية الأكثر ملاءمة لمعالجة مشكلات التشغيل والصيانة.
3. تصميم نموذج عملي يدمج بين إدارة المرافق والذكاء الاصطناعي، ويعتمد على البيانات التشغيلية في التنبؤ وتحسين الأداء.
4. اختبار مدى فاعلية النموذج المقترح في تحسين كفاءة الصيانة، وتقليل الأعطال، وزيادة جاهزية الأصول.
5. تقديم توصيات تطبيقية تساهم في دعم المؤسسات في تبني النماذج الذكية لإدارة المرافق ضمن استراتيجيات التحول الرقمي.

1.6. فرضيات الدراسة

➤ الفرضية الرئيسية:

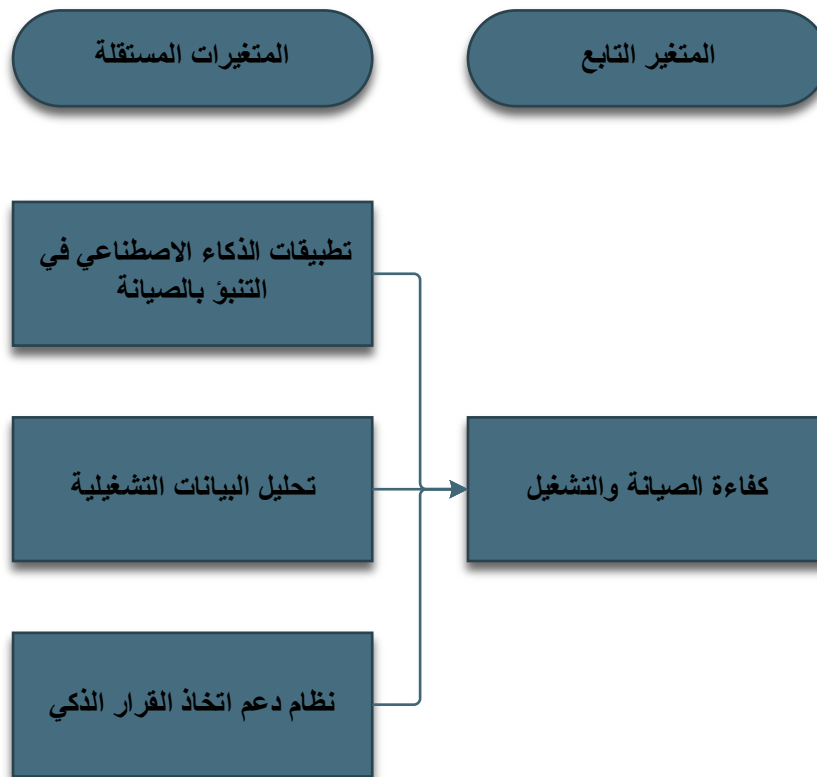
- تطبيق نموذج متكامل لإدارة المرافق قائم على تقنيات الذكاء الاصطناعي يساهم بشكل فعال في تحسين كفاءة الصيانة والتشغيل في المؤسسات.

➤ الفرضيات الفرعية:

1. يوجد تأثير إيجابي لاستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في التنبؤ بالأعطال على تحسين فعالية الصيانة الوقائية.

2. يسهم دمج الذكاء الاصطناعي مع أنظمة إدارة المرافق في تقليل أوقات التوقف غير المخطط لها وتحسين جاهزية الأصول.
3. يؤدي استخدام أدوات تحليل البيانات التشغيلية إلى تحسين دقة اتخاذ القرارات المتعلقة بالصيانة والتشغيل.
4. يعزز النموذج المقترح من كفاءة توزيع الموارد البشرية والفنية في عمليات الصيانة والتشغيل.
5. يسهم تطبيق النموذج الذكي في خفض التكاليف التشغيلية المرتبطة بإدارة المرافق مقارنة بالأساليب التقليدية.

1.7. نموذج الدراسة



المصدر: إعداد الباحث

1.8. منهجية الدراسة

- تصميم الدراسة وأسلوب البحث

تعتمد هذه الدراسة على المنهجية الكمية كأساس لجمع وتحليل البيانات بهدف تطوير نموذج متكامل لإدارة المرافق باستخدام الذكاء الاصطناعي. تم اختيار المنهج الكمي لأنه يسمح بقياس العلاقة بين المتغيرات بدقة، واختبار الفرضيات بشكل موضوعي من خلال استخدام أدوات قياس معيارية، مع ضمان إمكانية التعميم. تم تصميم الدراسة بشكل استكشافي تقيمي، حيث تهدف إلى تقييم مدى تأثير تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي على كفاءة الصيانة والتشغيل، مع التركيز على جمع البيانات من عينة تمثل الواقع التطبيقي. كما اتبع البحث أسلوب الاستبانة كأداة رئيسية لجمع البيانات الميدانية، مما يسهل تحليل الاتجاهات والارتباطات بين المتغيرات.

- عينة الدراسة

تم اختيار عينة الدراسة باستخدام طريقة العينة العشوائية الطبقية، لضمان تمثيل مختلف الفئات العاملة في مجال إدارة المرافق داخل المؤسسات المختارة. تضم العينة موظفين في أقسام الصيانة، التشغيل، وإدارة الأصول، بالإضافة إلى خبراء في تقنيات الذكاء الاصطناعي. تم تحديد حجم العينة بناءً على معايير إحصائية لضمان قوة نتائج التحليل، حيث تتراوح العينة بين 150 إلى 200 مشاركًا، مما يوفر تمثيلًا كافيًا يمكن من خلاله استخلاص استنتاجات دقيقة حول فعالية النموذج المقترح.

- أدوات جمع البيانات

تم تطوير استبانة مكونة من عدة محاور لقياس المتغيرات المستقلة والتابعة للدراسة، حيث اشتملت على أسئلة مغلقة تعتمد على مقياس ليكرت بخمس درجات (من 1 إلى 5)، لتقييم مستويات التطبيق، الرأي، والتصورات المتعلقة باستخدام الذكاء الاصطناعي في إدارة المرافق. اشتملت الاستبانة على مقاييس تم تصميمها وفقًا لمراجع علمية محكمة، مع مراعاة التحقق من الصدق والثبات باستخدام اختبارين تجريبيين قبل التطبيق النهائي. كما تم تضمين أسئلة ديموغرافية تهدف إلى تصنيف المشاركين حسب الجنس، الخبرة العملية، والمؤهل العلمي.

- إجراءات جمع البيانات

تم تنفيذ جمع البيانات من خلال توزيع الاستبانة إلكترونيًا وعلى شكل ورقي، تبعًا لسهولة الوصول إلى المشاركين في المؤسسات المختلفة. بدأ الإجراء بتوجيه رسالة تعريفية توضح أهداف الدراسة وأهمية المشاركة لضمان تحقيق أعلى نسبة استجابة ممكنة، مع التأكيد على سرية المعلومات وخصوصية البيانات. استغرقت

مرحلة جمع البيانات حوالي شهرين، شملت متابعات دورية مع المشاركين لتشجيعهم على إكمال الاستبانة. كما تم التأكد من جودة البيانات من خلال مراجعة الاستجابات وتنقيحها قبل مرحلة التحليل.

- طرق تحليل البيانات

تم تحليل البيانات باستخدام برنامج SPSS والبرمجيات الإحصائية المناسبة، حيث شملت العمليات التحليلية عدة خطوات رئيسية:

- التحليل الوصفي لتحديد خصائص العينة وتوزيع المتغيرات.
- اختبار الصدق والثبات لضمان موثوقية أدوات القياس.
- اختبار الفرضيات باستخدام تقنيات إحصائية مثل تحليل الانحدار المتعدد، وتحليل الارتباط، لاختبار العلاقات بين المتغيرات المستقلة والمتغير التابع.
- تم أيضاً استخدام التحليل التنبؤي في بعض الحالات لتقييم مدى قدرة المتغيرات المستقلة على التنبؤ بكفاءة الصيانة والتشغيل.
- كما جرى تحليل الفروق بين المجموعات الفرعية ضمن العينة باستخدام اختبارات (T-test) و (ANOVA) حيثما كان ذلك مناسباً.

1.9. الدراسة الميدانية

تعتبر الدراسة الميدانية جزءاً جوهرياً في هذه البحث، حيث تم تصميمها وتنفيذها بهدف جمع البيانات الأولية اللازمة لفهم الواقع العملي لإدارة المرافق في المؤسسات المختارة، وقياس مدى تأثير تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي على تحسين كفاءة الصيانة والتشغيل. وتأتي هذه الدراسة كخطوة تطبيقية تكميلية تُمكن الباحث من التحقق من الفرضيات النظرية، واختبار النموذج المقترح في بيئة حقيقية، مما يعزز من موثوقية النتائج ودقتها.

تم اختيار عدد من المؤسسات التي تمتلك منشآت مرافقية متنوعة تشمل مباني إدارية، صناعية، وخدمية، مع التركيز على تلك التي بدأت أو تنوي البدء في تبني تقنيات الذكاء الاصطناعي ضمن أنظمة صيانتها وتشغيلها. وقد تم التنسيق مع الجهات المعنية في هذه المؤسسات للحصول على التصاريح اللازمة لإجراء البحث، وضمان الوصول إلى البيانات والمعلومات المطلوبة، بالإضافة إلى السماح للمشاركين بالتعبير عن آرائهم وخبراتهم عبر استبانات مُهيكلية.

شملت الدراسة الميدانية جمع البيانات من خلال استبانة إلكترونية وورقية وُرِّعت على موظفي الصيانة، التشغيل، والإدارة الفنية، إضافة إلى الخبراء التقنيين المختصين بالذكاء الاصطناعي. كما تم إجراء بعض المقابلات المفتوحة مع عدد محدود من المختصين لتعميق الفهم حول التحديات والفرص المرتبطة بتطبيق النموذج الذكي، والتي قد لا تُلْتَقَط بشكل كامل من خلال الاستبانات فقط.

وقد تم التركيز في الدراسة الميدانية على عدة محاور رئيسية، منها تقييم مدى معرفة الموظفين بتقنيات الذكاء الاصطناعي، ومدى استخدامهم لها في عمليات الصيانة والتشغيل، وتحديد أهم المشكلات التي تواجهها إدارات المرافق، بالإضافة إلى قياس تصوراتهم حول مدى فاعلية النموذج المقترح في تحسين الأداء التشغيلي وتقليل الأعطال والتكاليف.

أدت نتائج الدراسة الميدانية إلى توفير قاعدة بيانات غنية ومفصلة، ساعدت في اختبار الفرضيات الموضوعية، وإثراء النموذج المقترح بمعطيات واقعية تعكس احتياجات ومتطلبات السوق والمؤسسات. كما مكنت هذه النتائج الباحث من تحديد نقاط القوة والضعف في تطبيق تقنيات الذكاء الاصطناعي، واقتراح توصيات عملية لتحسين الأداء والفعالية في إدارة المرافق.

مثلت الدراسة الميدانية جسراً هاماً بين النظرية والتطبيق، وأسهمت في تعزيز مصداقية البحث، ووضعت أسساً علمية متينة يمكن الاستناد إليها في تطوير نماذج مشابهة مستقبلاً، مما يفتح آفاقاً واسعة للبحث العلمي والتطبيقي في مجال إدارة المرافق الذكية.

1.10. مخطط المشروع المقترح

المرحلة	الأنشطة الرئيسية	الأهداف	المدة الزمنية	المخرجات المتوقعة
التحضير والتخطيط	مراجعة الأدبيات والمراجع العلمية	وضع خطة واضحة ومنهجية للدراسة	1 شهر	خطة بحثية مفصلة مع جدول زمني
	تحديد أدوات جمع البيانات	تصميم الاستبانة وأدوات القياس		أدوات جمع بيانات جاهزة للاستخدام
	التنسيق مع الجهات المشاركة	الحصول على الموافقات اللازمة		موافقات رسمية من المؤسسات المشاركة

جمع البيانات	توزيع الاستبانة على المشاركين	جمع بيانات ميدانية دقيقة وموثوقة	2 شهر	مجموعة بيانات مكتملة وصحيحة
	إجراء مقابلات مع خبراء مختارين	تعميق الفهم حول التحديات والفرص		ملاحظات ومعلومات نوعية داعمة
تحليل البيانات	تنظيف وترتيب البيانات	التأكد من جودة البيانات ودقتها	1.5 شهر	بيانات جاهزة للتحليل
	استخدام البرامج الإحصائية (SPSS) وغيرها	اختبار الفرضيات وتحليل العلاقات بين المتغيرات		نتائج إحصائية تدعم أو ترفض الفرضيات
	إعداد الرسوم البيانية والتقارير التحليلية	توضيح النتائج وتفسيرها		جداول ورسوم بيانية وتفسيرية مفصلة
إعداد التقرير النهائي	صياغة نتائج الدراسة والتوصيات	تقديم بحث متكامل وموثق	1 شهر	تقرير نهائي متكامل يشمل كافة أجزاء الدراسة
	مراجعة التقرير وتنقيحه	ضمان دقة وسلاسة المحتوى		تقرير معد للنشر أو العرض
عرض النتائج	تقديم العرض في مؤتمرات أو ورش عمل	نشر المعرفة والاستفادة العملية	0.5 شهر	عرض تقديمي شامل + ملاحظات وردود فعل من الجمهور
	مناقشة نتائج الدراسة مع الجهات المعنية	الحصول على تقييمات وملاحظات لتحسين البحث		مخرجات نقاشية تعزز من جودة البحث وتطبيقه المستقبلي

2. الفصل الثاني: الدراسات السابقة

2.1. المقدمة

يعتبر الفصل الثاني من الدراسة ركيزةً أساسية لبناء الإطار النظري الذي يستند إليه البحث، حيث يتناول بشكل مفصل مجموعة من المفاهيم والنظريات التي تُشكل الدعامة العلمية لفهم المتغيرات الرئيسية التي تؤثر في موضوع الدراسة. هذا الفصل لا يكفي فقط بعرض التعريفات والمفاهيم، بل يسعى إلى تحليل العلاقة المعقدة بين مكونات النموذج البحثي بشكل منهجي، مما يمهّد الطريق لفهم أعمق لكيفية تفاعل هذه المكونات لتحقيق الهدف الأساسي للدراسة.

في سياق تطوير نموذج متكامل لإدارة المرافق، لا بد من استيعاب طبيعة العوامل التي تلعب دوراً فعالاً في تحسين كفاءة الصيانة والتشغيل. ومن هنا، يركز هذا الفصل على استعراض الأدبيات السابقة التي تناولت موضوعات الذكاء الاصطناعي وتطبيقاته في مجال الصيانة الذكية وإدارة المرافق، مع توضيح الأساليب المختلفة التي تم استخدامها لتقييم تأثير هذه التقنيات على الأداء التشغيلي. يعكس هذا الاستعراض الجهود العلمية المبذولة لفهم كيفية تحسين عمليات الصيانة من خلال تبني حلول مبتكرة، ويسلط الضوء على الفجوات المعرفية التي لم تُغطَّ بشكل كافٍ في الدراسات السابقة.

يعرض الفصل الأطر النظرية التي تدعم تطوير نموذج البحث، مع التركيز على أهمية دراسة العوامل المؤثرة بشكل مستقل وتلك التي تتفاعل فيما بينها لتحقيق تحسينات ملموسة. تتناول الدراسة في هذا الفصل كيفية التحقق من العلاقات بين هذه العوامل بطريقة علمية دقيقة، إذ إن فهم هذه العلاقة يُعتبر جوهرياً لتفسير مدى تأثير كل عامل على كفاءة الصيانة والتشغيل. هذا التحليل يُمكن الباحث من بناء فرضيات قابلة للاختبار تعكس الواقع التطبيقي وتعزز من مصداقية النتائج.

تكمن أهمية هذا الفصل في كونه يزود الباحث والقارئ على حد سواء بإطار فكري متكامل يُساعد على تصور كيفية استغلال إمكانيات الذكاء الاصطناعي بشكل فعال لتحسين جودة العمليات التشغيلية. إذ أن الإلمام بالعلاقة بين العوامل المختلفة يسمح بتطوير أدوات ونماذج قادرة على تقديم حلول عملية وقابلة للتطبيق في بيئة العمل، مما يعزز القدرة على اتخاذ قرارات مستنيرة تستند إلى بيانات وتحليلات دقيقة.

يشكل هذا الفصل نقطة انطلاق ضرورية لفهم كيف يمكن أن تؤثر العناصر المختلفة، والتي تم تناولها بشكل منفصل ومتداخل، في تعزيز كفاءة الصيانة والتشغيل من خلال الذكاء الاصطناعي. كما أنه يوفر الأساس النظري والعملية الذي يبني عليه الباحث باقي فصول الدراسة، من خلال تقديم تحليل علمي منهجي ومتكامل يدعم تطوير النموذج المقترح وتقييمه.

2.2. المتغير المستقل

1. تطبيقات الذكاء الاصطناعي في التنبؤ بالصيانة:

يمثل هذا المتغير مدى استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي مثل تعلم الآلة، الشبكات العصبية، والتحليل التنبؤي، في التوقع المسبق للأعطال والصيانة الوقائية. تشمل تطبيقات الذكاء الاصطناعي قدرة النظام على تحليل البيانات التاريخية والتشغيلية لمعدات المرافق، واكتشاف الأنماط غير المرئية التي قد تشير إلى خلل محتمل، مما يمكن الفرق الفنية من التدخل في الوقت المناسب لتفادي الأعطال. ويُعتبر هذا المتغير أساسياً في الانتقال من الصيانة التقليدية القائمة على الجدولة الزمنية أو الاستجابة بعد وقوع العطل إلى صيانة استباقية ذكية (Tran، 2021).

2. تحليل البيانات التشغيلية:

هذا المتغير يشير إلى قدرة النظام على جمع ومعالجة وتحليل البيانات التشغيلية الكبيرة والمتنوعة التي تنتج عن عمليات تشغيل المرافق اليومية. ويشمل ذلك استخدام أدوات وتقنيات تحليل البيانات الضخمة (Big Data Analytics) لاستنباط رؤى قيمة تساعد في تحسين الأداء التشغيلي، اكتشاف الاختناقات، وتقديم توصيات مبنية على بيانات دقيقة. يُعزز هذا التحليل الفهم الشامل لبيئة التشغيل، مما يتيح إدارة أكثر فعالية ومرونة للمرافق (Hossain، 2024).

3. نظام دعم اتخاذ القرار الذكي:

يشمل هذا المتغير الأنظمة والأدوات التي تستخدم الذكاء الاصطناعي لتوفير دعم ذكي في اتخاذ القرارات المتعلقة بالصيانة والتشغيل، من خلال تقديم حلول واقتراحات مبنية على تحليل متعمق للبيانات والتنبؤات. يتميز هذا النظام بقدرته على معالجة سيناريوهات مختلفة، وتقديم خيارات متعددة مدعومة بمؤشرات أداء، مما يسهل على مديري المرافق والفنيين اختيار الحلول الأمثل لتحسين الكفاءة وتقليل المخاطر التشغيلية (Soori، 2024).

2.3. المتغير التابع

- كفاءة الصيانة والتشغيل:

يُعد هذا المتغير هو محور الدراسة، حيث يعبر عن مدى فعالية وكفاءة عمليات الصيانة والتشغيل داخل المؤسسات والمنشآت التي تدير المرافق. ويتجلى ذلك من خلال مؤشرات مثل تقليل أوقات التعتّل، تحسين جودة الصيانة، زيادة عمر المعدات، خفض التكاليف التشغيلية، وتحسين الجاهزية التشغيلية للأصول. ويقاس هذا المتغير قدرة المؤسسة على إدارة أصولها التشغيلية بكفاءة عالية من خلال تقليل الأعطال المفاجئة، وزيادة الفعالية في استخدام الموارد البشرية والمادية (Sa'ad، 2025).

2.4. العلاقة بين المتغير المستقل والمتغير التابع

تشكل المتغيرات المستقلة الثلاثة المحددة أعلاه العوامل الأساسية التي تؤثر بشكل مباشر على كفاءة الصيانة والتشغيل، المتغير التابع في هذه الدراسة. حيث يُتوقع أن يؤدي تعزيز استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي في التنبؤ بالصيانة إلى تقليل الأعطال وتحسين فعالية التدخلات الفنية، ما ينعكس إيجاباً على كفاءة التشغيل. بالموازاة، يُساهم تحليل البيانات التشغيلية في توفير رؤية متكاملة عن حالة الأصول والعمليات، مما يدعم تحسين خطط الصيانة وتنظيم الموارد بشكل أكثر دقة وفعالية.

أما نظام دعم اتخاذ القرار الذكي، فيعمل كأداة محورية لربط المعلومات والرؤى المستخلصة من التنبؤ والتحليل بعملية اتخاذ القرار اليومي، مما يرفع من سرعة ودقة اتخاذ القرارات التشغيلية والاستراتيجية. بالتالي، فإن التفاعل والتكامل بين هذه المتغيرات المستقلة يُسهم بشكل مجتمعي في رفع مستوى كفاءة الصيانة والتشغيل، وتحقيق أداء مستدام ومتطور للمرافق (Sandu، 2022).

2.5. الخاتمة

إن ما تم استعراضه من مفاهيم وأطر نظرية شكّل قاعدة معرفية أساسية لفهم الأبعاد العميقة لموضوع الحوكمة الرشيدة في الأجهزة الحكومية، ولا سيما في سياق الإدارة المحلية. لقد تناول الفصل عناصر محورية تُسهم في تفسير سلوك المؤسسة الحكومية، وتُمكن من تحليل وتقييم مدى التزامها بالقيم والمبادئ التي تركز عليها الحوكمة، من خلال التطرق إلى مجموعة من العوامل الجوهرية التي تُعد فاعلة في هذا السياق الإداري.

وقد تم خلال هذا الفصل بناء رؤية تحليلية متكاملة للبيئة التنظيمية والإدارية التي تعمل ضمنها الجهات المعنية، مع التركيز على كيفية تفاعل المكونات الداخلية مع بعضها البعض، ومدى تأثيرها على تحقيق معايير الأداء الرشيد. كما أُعطي اهتمام خاص للعلاقة التفاعلية التي تربط بين هذه المكونات، ليس باعتبارها عناصر منفصلة، بل باعتبارها شبكة مترابطة تُمثّل في تكاملها شرطاً أساسياً لتفعيل الممارسات المؤسسية السليمة.

إن هذا التناول النظري لا يهدف فقط إلى التعريف بالمفاهيم الإدارية المجردة، بل يسعى إلى توظيفها لفهم السياق الواقعي الذي تعمل فيه أمانات المناطق، حيث تمثل هذه المؤسسات واجهة الدولة أمام المواطنين، وتُعد من أكثر الجهات الحكومية تماساً بالحياة اليومية للناس. ومن هذا المنطلق، فإن فهم العوامل المؤثرة في أدائها، وكيفية تفاعلها الداخلي، يُعد أمراً ضرورياً لتفسير واقع الحوكمة، ويمهّد بشكل مباشر للمرحلة الميدانية من الدراسة التي سيتم فيها اختبار هذه المفاهيم والعلاقات من خلال أدوات كمية قابلة للقياس والتحليل.

إن القيمة العلمية لهذا الفصل لا تكمن فقط في ما يقدمه من إيضاحات نظرية، وإنما في كونه أرسى الأساس الذي ستبنى عليه الإجراءات البحثية اللاحقة، بما فيها تصميم أدوات الدراسة، وتفسير نتائجها، واستنباط التوصيات التطبيقية. إنه فصل يربط بين النظرية والميدان، بين الفرضية والتجربة، ويُسهم في تعميق الفهم الأكاديمي لموضوع بالغ الأهمية في مسيرة تطوير العمل الحكومي في المملكة العربية السعودية.

- 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
- Hossain, Q. (2024). Integration of Big Data Analytics in Management Information Systems for Business Intelligence. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/384173890_Integration_of_Big_Data_Analytics_in_Management_Information_Systems_for_Business_Intelligence
- 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
- Sa'ad, M. U. (2025). Effectiveness of Facilities Management Strategies Employed by Universities in Northeast Nigeria. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/389653007_Effectiveness_of_Facilities_Management_Strategies_Employed_by_Universities_in_Northeast_Nigeria
- Sandu, A. K. (2022). AI-Powered Predictive Maintenance for Industrial IoT Systems. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/380969569_AI-Powered_Predictive_Maintenance_for_Industrial_IoT_Systems
- Soori, M. (2024). AI-Based Decision Support Systems in Industry 4.0, A Review. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/383306939_AI-Based_Decision_Support_Systems_in_Industry_40_A_Review
- Tran, T. N. (2021). An overview of the application of machine learning in predictive maintenance. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/356719310_An_overview_of_the_application_of_machine_learning_in_predictive_maintenance
- 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>