

دور الذكاء الاصطناعي في تحسين كفاءة مشاريع الصيانة الصناعية وخفض التوقفات التشغيلية: دراسة ميدانية على مصانع الأدوية بمدينة الرياض.

إعداد الطالب/

احمد صالح عبدالله

٢٦١٠٠٢٢٨٢

إشراف/

د. الفيصل عبد الحميد محمد حسن

د.فايز جراد

العام الدراسي: 2026

3.....	مقدمة الدراسة
4.....	مشكلة الدراسة
6.....	أهمية الدراسة
7.....	أهداف الدراسة
8.....	أسئلة الدراسة
9.....	فروض الدراسة
10	الدراسات السابقة:
17	الفجوة البحثية
19	المنطلقات النظرية للدراسة
23	المنهجية وطرق البحث:
25	الأساليب الإحصائية المستخدمة
26	حدود الدراسة
28	المراجع:

مقدمة الدراسة

يشهد العالم المعاصر تحولات جوهرية وغير مسبقة في طبيعة الأعمال والصناعات نتيجة الثورة الصناعية الرابعة، والتي أعادت تشكيل ملامح المنظومة الإنتاجية والخدمية على المستويين المحلي والدولي. وقد فرضت هذه التحولات على المنظمات ضرورة مواكبة التطورات التكنولوجية المتسارعة، والاستفادة من معطيات الاقتصاد الرقمي في تحسين كفاءتها التشغيلية وتعزيز قدرتها التنافسية، حيث باتت التقنيات الذكية بمثابة المحرك الأساسي للتحول المؤسسي والتطوير المستدام في مختلف القطاعات الاقتصادية والإنتاجية (حسين، 2023).

ويُعدّ الذكاء الاصطناعي (Artificial Intelligence) من أبرز مخرجات هذه الثورة التقنية، إذ يُمثّل نقلة نوعية في طريقة معالجة البيانات واتخاذ القرارات وأتمتة العمليات، من خلال محاكاة القدرات الإدراكية للعقل البشري عبر خوارزميات التعلم الآلي والشبكات العصبية والأنظمة الخبيرة والتعلم العميق. وقد أثبت الذكاء الاصطناعي قدرته الفائقة على تحليل كميات ضخمة من البيانات في الزمن الحقيقي، والتنبؤ بالأحداث المستقبلية بدقة عالية، مما جعله أداة استراتيجية لا غنى عنها في المنظمات الحديثة الساعية إلى التميز والريادة (أبو طيخ وآخرون، 2024).

وتتعدد تطبيقات الذكاء الاصطناعي وتتنوع أبعاده لتشمل التعلم الآلي ومعالجة اللغات الطبيعية والرؤية الحاسوبية والأنظمة الخبيرة وأتمتة العمليات الذكية، وقد امتدت هذه التطبيقات لحدث تحولات جوهرية في مجالات الموارد البشرية والتسويق والمصارف والصناعات التحويلية وقطاع الطاقة. فقد أسهم الذكاء الاصطناعي في تحسين أداء المنظمات وتعزيز الابتكار التنظيمي ودعم اتخاذ القرارات الإدارية برشاقة استراتيجية عالية، كما ساعد في تحقيق التحول الرقمي الشامل بما يخدم أهداف التنمية المستدامة (الصايغ، 2025).

تُمثّل مشاريع الصيانة الصناعية ركيزة محورية في استمرارية العمليات الإنتاجية وضمان كفاءة استخدام الأصول والمعدات في المنشآت الصناعية، إذ ترتبط كفاءة هذه المشاريع ارتباطاً وثيقاً بالأداء التشغيلي للمصانع وقدرتها على تحقيق أهدافها الإنتاجية بأقل تكلفة وأعلى جودة. وتُعدّ التوقفات التشغيلية غير المخططة من أبرز التحديات التي تواجه المنشآت الصناعية، نظراً لما تسببه من خسائر مادية فادحة

وتأخير في تنفيذ خطط الإنتاج وانخفاض في معدلات الجاهزية والفعالية الكلية للمعدات (Patil, 2024).

ولم تعد أساليب الصيانة التقليدية القائمة على الصيانة التصحيحية أو الصيانة الوقائية الدورية كافية لمواجهة التعقيدات المتزايدة في بيئات التصنيع الحديثة، مما استدعى التحول نحو نماذج صيانة أكثر تطوراً كالصيانة التنبؤية والصيانة الذكية المعتمدة على تحليل البيانات في الزمن الحقيقي. وقد أصبحت كفاءة مشاريع الصيانة تُقاس بمدى قدرتها على التنبؤ بالأعطال قبل وقوعها، وتحسين معدلات الجاهزية، ورفع الفعالية الكلية للمعدات، وتقليل التوقفات غير المخططة، وهو ما يتطلب توظيف أحدث التقنيات الرقمية ضمن منظومة متكاملة للصيانة الصناعية (Mohan, Roselyn, & Uthra, 2023).

وتُمثّل صناعة الأدوية في المملكة العربية السعودية أحد أهم القطاعات الاستراتيجية التي تستهدفها رؤية المملكة 2030، نظراً لارتباطها المباشر بالأمن الصحي الوطني وتلبية الاحتياجات الدوائية للمجتمع. وتتميز مصانع الأدوية بطبيعتها التشغيلية الحساسة التي تستلزم درجة عالية من الدقة والاستمرارية والامتثال لمعايير الجودة والسلامة، مما يجعل أي توقف تشغيلي غير مخطط ذا تكلفة باهظة ليس على المستوى المالي فحسب، بل على مستوى الالتزام التنظيمي وسلامة المنتج الدوائي. ومن هنا تبرز الحاجة الماسة إلى توظيف تطبيقات الذكاء الاصطناعي في إدارة مشاريع الصيانة بهذه المصانع لضمان استمرارية العمليات بكفاءة عالية. (Qudus, 2025)

وفي ضوء ما سبق، تأتي هذه الدراسة لتسليط الضوء على دور الذكاء الاصطناعي في تحسين كفاءة مشاريع الصيانة الصناعية وخفض التوقفات التشغيلية بالتطبيق على مصانع الأدوية بمدينة الرياض، انطلاقاً من القناعة بأن التكامل بين التقنيات الذكية ومنظومة الصيانة الصناعية يُمثّل المدخل الأمثل لتحقيق التميز التشغيلي والاستدامة الإنتاجية في هذا القطاع الحيوي.

مشكلة الدراسة

تواجه الصناعات الدوائية في المملكة العربية السعودية تحديات تشغيلية بالغة التعقيد تفرضها طبيعة العمل في بيئة إنتاجية عالية الحساسية تستلزم الالتزام الصارم بمعايير الجودة والسلامة الدوائية، فضلاً

عن الضغوط التنافسية المتزايدة في ظل توجهات رؤية المملكة 2030 نحو توطين الصناعات الاستراتيجية وتعزيز الاكتفاء الذاتي من المنتجات الدوائية. وفي خضم هذه التحديات، تبرز مشكلة التوقعات التشغيلية غير المخططة بوصفها أحد أبرز المعوقات التي تُهدد كفاءة المنظومة الإنتاجية في مصانع الأدوية، إذ تتطوي على خسائر مادية مباشرة، وتأخير في تنفيذ خطط الإنتاج، وانخفاض في معدلات الجاهزية والفعالية الكلية للمعدات، وارتفاع في تكاليف الصيانة الطارئة، علاوة على ما قد ينتج عنها من تأثيرات سلبية على جودة المنتج الدوائي والامتثال للمعايير التنظيمية الصارمة.

ورغم التطور الكبير في تطبيقات الذكاء الاصطناعي وثبوت فاعليتها في تحويل منظومة الصيانة الصناعية من النموذج التقليدي التفاعلي إلى النموذج التنبؤي الذكي القائم على تحليل البيانات الضخمة في الزمن الحقيقي، إلا أن واقع التطبيق في مصانع الأدوية بمدينة الرياض لا يزال يكتنفه الكثير من الغموض من حيث مدى التبني الفعلي لهذه التقنيات وأبعادها المتعددة، ومدى انعكاس ذلك على كفاءة مشاريع الصيانة وخفض التوقعات التشغيلية. وقد أشارت دراسة (Alam, Islam, & Shil (2023) إلى أن تطبيق الصيانة التنبؤية المدعومة بالذكاء الاصطناعي يُمكن أن يُسهم في خفض التوقعات بنسب مرتفعة وزيادة الإنتاجية، إلا أن نقل هذه النتائج إلى البيئة الصناعية السعودية، وتحديدًا قطاع صناعة الأدوية، يستلزم دراسة ميدانية متخصصة تأخذ في الحسبان الخصوصية التشغيلية والتنظيمية لهذا القطاع.

ومن خلال الاطلاع على الأدبيات والدراسات السابقة، تبين وجود فجوة بحثية واضحة تتمثل في ندرة الدراسات العربية التي تناولت العلاقة بين الذكاء الاصطناعي بأبعاده المتعددة وكفاءة مشاريع الصيانة الصناعية في قطاع صناعة الأدوية تحديداً، حيث ركزت معظم الدراسات السابقة كدراسة عبدالمنعم (2023) ودراسة طيبي ومولاي (2023) على قطاعات أخرى كالجامعات والبنوك، في حين تناولت الدراسات الأجنبية كدراسة Patil (2024) ودراسة Rojek et al. (2023) السياقات الصناعية الغربية، مما يجعل من الضروري إجراء دراسة ميدانية تتناول هذا الموضوع في البيئة السعودية بخصوصيتها الصناعية والتنظيمية.

كما أن المؤشرات الميدانية الأولية التي اطلع عليها الباحث تُشير إلى أن مصانع الأدوية بمدينة الرياض تواجه تفاوتاً ملحوظاً في درجة تبني تطبيقات الذكاء الاصطناعي ضمن منظومة الصيانة،

حيث تعتمد بعض المصانع على أساليب الصيانة التقليدية الوقائية والتصحيحية، بينما بدأت مصانع أخرى في تبني تطبيقات الصيانة التنبؤية الذكية بصورة جزئية. وهذا التفاوت يُثير تساؤلات جوهرية حول مدى فاعلية كل بُعد من أبعاد الذكاء الاصطناعي (التعلم الآلي، الشبكات العصبية، الأنظمة الخبيرة، تحليل البيانات الضخمة، إنترنت الأشياء الصناعي) في تحقيق المستهدفات التشغيلية المتمثلة في رفع معدلات الجاهزية، وتقليل زمن التوقف، وخفض تكاليف الصيانة، وتحسين الفعالية الكلية للمعدات.

وعليه، تتبلور مشكلة الدراسة في السؤال الرئيس التالي:

ما أثر الذكاء الاصطناعي بأبعاده (التعلم الآلي، الشبكات العصبية، الأنظمة الخبيرة، تحليل البيانات الضخمة، إنترنت الأشياء الصناعي) على كفاءة مشاريع الصيانة الصناعية وخفض التوقفات التشغيلية في مصانع الأدوية بمدينة الرياض؟

أهمية الدراسة

أ - الأهمية العلمية (النظرية)

- تكتسب الدراسة أهميتها العلمية من تناولها لموضوع حيوي ومعاصر يجمع بين متغيرين بالغين الأهمية في الفكر الإداري والصناعي الحديث، وهما الذكاء الاصطناعي وكفاءة مشاريع الصيانة الصناعية.
- تُسهم الدراسة في إثراء المكتبة العربية بإطار نظري متكامل حول أبعاد الذكاء الاصطناعي وتطبيقاته في منظومة الصيانة الصناعية، خاصة في ظل ندرة الدراسات العربية المتخصصة في هذا المجال.
- تُمثل الدراسة إضافة علمية في سدّ الفجوة البحثية المتعلقة بدراسة العلاقة بين الذكاء الاصطناعي وكفاءة الصيانة في قطاع صناعة الأدوية تحديداً.
- تفتح الدراسة آفاقاً بحثية جديدة للباحثين والمهتمين بمجالي إدارة العمليات الصناعية والتحول الرقمي.

- تُقدّم الدراسة نموذجاً مفاهيمياً يربط بين أبعاد الذكاء الاصطناعي ومؤشرات كفاءة الصيانة الصناعية يمكن البناء عليه في دراسات لاحقة.

ب - الأهمية العملية (التطبيقية)

- تُقدّم الدراسة رؤية تطبيقية لمتخذي القرار في مصانع الأدوية بمدينة الرياض حول جدوى تبني تطبيقات الذكاء الاصطناعي في منظومة الصيانة الصناعية.
- تُسهم الدراسة في توجيه إدارات الصيانة في مصانع الأدوية نحو الاستفادة المثلى من أبعاد الذكاء الاصطناعي المختلفة في رفع معدلات الجاهزية وخفض التوقفات.
- تدعم الدراسة الجهود الوطنية المبذولة في إطار رؤية المملكة 2030 لتوطين صناعة الأدوية وتعزيز الكفاءة التشغيلية للمصانع المحلية.
- تُساعد نتائج الدراسة في تطوير أدلة استرشادية ومعايير عملية لتطبيق الذكاء الاصطناعي في مشاريع الصيانة الصناعية بقطاع الأدوية.
- تُمثّل الدراسة مرجعاً عملياً للشركات الصناعية الراغبة في التحول نحو نماذج الصيانة التنبؤية الذكية.
- تُسهم في رفع وعي القيادات الصناعية بأهمية الاستثمار في البنية التحتية الرقمية وتقنيات الذكاء الاصطناعي.

أهداف الدراسة

تهدف الدراسة بشكل رئيس إلى دراسة أثر الذكاء الاصطناعي بأبعاده (التعلم الآلي، الشبكات العصبية، الأنظمة الخبيرة، تحليل البيانات الضخمة، إنترنت الأشياء الصناعي) على كفاءة مشاريع الصيانة الصناعية وخفض التوقفات التشغيلية في مصانع الأدوية بمدينة الرياض.

وينتفع من هذا الهدف الرئيس عدة أهداف فرعية، تتمثل فيما يلي:

1. تحديد أثر التعلم الآلي على كفاءة مشاريع الصيانة الصناعية وخفض التوقفات التشغيلية في مصانع الأدوية بمدينة الرياض.

2. تحديد أثر الشبكات العصبية على كفاءة مشاريع الصيانة الصناعية وخفض التوقفات التشغيلية في مصانع الأدوية بمدينة الرياض.
3. تحديد أثر الأنظمة الخبيرة على كفاءة مشاريع الصيانة الصناعية وخفض التوقفات التشغيلية في مصانع الأدوية بمدينة الرياض.
4. تحديد أثر تحليل البيانات الضخمة على كفاءة مشاريع الصيانة الصناعية وخفض التوقفات التشغيلية في مصانع الأدوية بمدينة الرياض.
5. تحديد أثر إنترنت الأشياء الصناعي على كفاءة مشاريع الصيانة الصناعية وخفض التوقفات التشغيلية في مصانع الأدوية بمدينة الرياض.

أسئلة الدراسة

السؤال الرئيس:

ما أثر الذكاء الاصطناعي بأبعاده (التعلم الآلي، الشبكات العصبية، الأنظمة الخبيرة، تحليل البيانات الضخمة، إنترنت الأشياء الصناعي) على كفاءة مشاريع الصيانة الصناعية وخفض التوقفات التشغيلية في مصانع الأدوية بمدينة الرياض؟

الأسئلة الفرعية:

1. ما أثر التعلم الآلي على كفاءة مشاريع الصيانة الصناعية وخفض التوقفات التشغيلية في مصانع الأدوية بمدينة الرياض؟
2. ما أثر الشبكات العصبية على كفاءة مشاريع الصيانة الصناعية وخفض التوقفات التشغيلية في مصانع الأدوية بمدينة الرياض؟
3. ما أثر الأنظمة الخبيرة على كفاءة مشاريع الصيانة الصناعية وخفض التوقفات التشغيلية في مصانع الأدوية بمدينة الرياض؟
4. ما أثر تحليل البيانات الضخمة على كفاءة مشاريع الصيانة الصناعية وخفض التوقفات التشغيلية في مصانع الأدوية بمدينة الرياض؟

5. ما أثر إنترنت الأشياء الصناعي على كفاءة مشاريع الصيانة الصناعية وخفض التوقفات التشغيلية في مصانع الأدوية بمدينة الرياض؟

فروض الدراسة

الفرض الرئيس:

يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) للذكاء الاصطناعي بأبعاده (التعلم الآلي، الشبكات العصبية، الأنظمة الخبيرة، تحليل البيانات الضخمة، إنترنت الأشياء الصناعي) على كفاءة مشاريع الصيانة الصناعية وخفض التوقفات التشغيلية في مصانع الأدوية بمدينة الرياض.

الفروض الفرعية:

الفرض الفرعي الأول: يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) للتعلم الآلي على كفاءة مشاريع الصيانة الصناعية وخفض التوقفات التشغيلية في مصانع الأدوية بمدينة الرياض.

الفرض الفرعي الثاني: يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) للشبكات العصبية على كفاءة مشاريع الصيانة الصناعية وخفض التوقفات التشغيلية في مصانع الأدوية بمدينة الرياض.

الفرض الفرعي الثالث: يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) للأنظمة الخبيرة على كفاءة مشاريع الصيانة الصناعية وخفض التوقفات التشغيلية في مصانع الأدوية بمدينة الرياض.

الفرض الفرعي الرابع: يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) لتحليل البيانات الضخمة على كفاءة مشاريع الصيانة الصناعية وخفض التوقفات التشغيلية في مصانع الأدوية بمدينة الرياض.

الفرض الفرعي الخامس: يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) لإنترنت الأشياء الصناعي على كفاءة مشاريع الصيانة الصناعية وخفض التوقفات التشغيلية في مصانع الأدوية بمدينة الرياض.

الدراسات السابقة:

تُعدّ مراجعة الدراسات السابقة من الركائز الأساسية في البحث العلمي، إذ تُسهم في بناء الإطار النظري للدراسة، وتحديد الفجوة البحثية، والاستفادة من المناهج والأدوات التي استخدمها الباحثون السابقون في معالجة الموضوعات ذات الصلة. وفي إطار الدراسة الحالية الموسومة بـ “دور الذكاء الاصطناعي في تحسين كفاءة مشاريع الصيانة الصناعية وخفض التوقفات التشغيلية: دراسة ميدانية على مصانع الأدوية بمدينة الرياض”، يستعرض الباحث مجموعة من الدراسات العربية والأجنبية ذات الصلة بمتغيرات الدراسة، وقد تم تقسيمها إلى محورين رئيسيين:

المحور الأول: الدراسات المتعلقة بالمتغير المستقل (الذكاء الاصطناعي) وعلاقته بمتغيرات أخرى.

المحور الثاني: الدراسات المتعلقة بالمتغير التابع (كفاءة مشاريع الصيانة الصناعية وخفض التوقفات التشغيلية) وعلاقته بمتغيرات أخرى.

وقد تم ترتيب الدراسات في كل محور من الأحدث إلى الأقدم.

المحور الأول: الدراسات المتعلقة بالمتغير المستقل (الذكاء الاصطناعي) وعلاقته بمتغيرات أخرى

أولاً: الدراسات العربية

دراسة البحيري وآخرين (2026) بعنوان: “دور الذكاء الاصطناعي في تحسين الموارد البشرية: الفرص والتحديات بالتطبيق في شركة يوني فروتزر العالمية.”

هدفت الدراسة إلى التعرف على دور الذكاء الاصطناعي بأبعاده (التعلم الآلي، معالجة اللغات الطبيعية، الأنظمة الخبيرة، الأتمتة الذكية) على تحسين أداء الموارد البشرية في شركة يوني فروتزر العالمية، مع تحديد الفرص والتحديات المرتبطة بتطبيقه. واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي،

وتكونت العينة من (120) مفردة من العاملين في إدارة الموارد البشرية بالشركة. وتوصلت نتائج الدراسة إلى وجود أثر إيجابي ذي دلالة إحصائية للذكاء الاصطناعي على تحسين عمليات الموارد البشرية، خاصة في الاستقطاب والتدريب وتقييم الأداء. وأوصت الدراسة بضرورة تبني تطبيقات الذكاء الاصطناعي بشكل متكامل في إدارة الموارد البشرية، وتدريب العاملين على استخدام هذه التقنيات.

دراسة الصايغ (2025) بعنوان: “دور الذكاء الاصطناعي في اتخاذ القرارات الإدارية: دراسة حالة شركة BONANZA MTS أبو ظبي.”

هدفت الدراسة إلى التعرف على دور الذكاء الاصطناعي بأبعاده (نظم دعم القرار، التحليلات التنبؤية، الأنظمة الذكية) على جودة وفاعلية اتخاذ القرارات الإدارية في شركة BONANZA MTS بأبو ظبي. واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي بأسلوب دراسة الحالة، وتكونت العينة من (85) مديراً وموظفاً بالشركة. وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن الذكاء الاصطناعي يسهم بشكل فعال في رفع كفاءة القرارات الإدارية وسرعتها ودقتها. وأوصت الدراسة بتعزيز الاستثمار في تقنيات الذكاء الاصطناعي وتطوير البنية التحتية الرقمية لدعم متخذي القرار.

دراسة عبدالله وشيخو (2025) بعنوان: “دور الذكاء الاصطناعي في تسويق الخدمات: دراسة حالة شركة زين للاتصالات في مدينة أربيل.”

هدفت الدراسة إلى التعرف على دور الذكاء الاصطناعي بأبعاده (روبوتات المحادثة، التحليلات التنبؤية، التخصيص الذكي) على تسويق الخدمات في شركة زين للاتصالات بمدينة أربيل. واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي، وتكونت العينة من (100) موظف من العاملين في أقسام التسويق وخدمة العملاء. وتوصلت نتائج الدراسة إلى وجود علاقة ارتباطية قوية بين تطبيق الذكاء الاصطناعي وتحسين أداء التسويق الخدمي وزيادة رضا العملاء. وأوصت الدراسة بتوسيع استخدام تطبيقات الذكاء الاصطناعي في كافة مراحل العملية التسويقية.

دراسة أبو طيخ وآخرين (2024) بعنوان: “دور الذكاء الاصطناعي في دعم الابتكار التنظيمي: دراسة تحليلية لآراء عينة من العاملين في شركة ربان السفينة للصناعات الكهربائية والهندسية.”

هدفت الدراسة إلى التعرف على دور الذكاء الاصطناعي بأبعاده (التعلم الآلي، الشبكات العصبية، الأنظمة الخبيرة) على دعم الابتكار التنظيمي في شركة ربان السفينة للصناعات الكهربائية والهندسية. واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي، وتكونت العينة من (96) عاملاً من العاملين في الشركة. وتوصلت نتائج الدراسة إلى وجود أثر إيجابي ذي دلالة إحصائية للذكاء الاصطناعي في تعزيز الابتكار التنظيمي بأنواعه (الإداري، التقني، الإنتاجي). وأوصت الدراسة بضرورة تبني ثقافة الابتكار المدعومة بتقنيات الذكاء الاصطناعي على مستوى المنظمة.

دراسة العارضي والخزاعي (2024) بعنوان: “دور الذكاء الاصطناعي في اتخاذ القرارات الإدارية.”

هدفت الدراسة إلى التعرف على دور الذكاء الاصطناعي بأبعاده (نظم دعم القرار الذكية، التعلم العميق، تحليل البيانات الضخمة) على عملية اتخاذ القرارات الإدارية. واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي، وتكونت العينة من (110) من المديرين وصنّاع القرار في عدد من المنظمات. وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن لتطبيقات الذكاء الاصطناعي دوراً جوهرياً في تحسين جودة القرارات الإدارية ودقتها وتقليل المخاطر المرتبطة بها. وأوصت الدراسة بتطوير برامج تدريبية متخصصة للمديرين في مجال توظيف الذكاء الاصطناعي في اتخاذ القرار.

دراسة طيبي ومولاي (2023) بعنوان: “أثر الذكاء الاصطناعي على أداء البنوك التجارية: دراسة حالة البنوك التجارية لولايتي البيض وتيارت.”

هدفت الدراسة إلى التعرف على أثر الذكاء الاصطناعي بأبعاده (الأنظمة الذكية، التعلم الآلي، الروبوتات المالية) على أداء البنوك التجارية في ولايتي البيض وتيارت بالجزائر. واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي، وتكونت العينة من (75) موظفاً من العاملين في البنوك التجارية محل الدراسة. وتوصلت نتائج الدراسة إلى وجود أثر إيجابي ودال إحصائياً للذكاء الاصطناعي على تحسين الأداء المصرفي، خاصة في خدمات العملاء وإدارة المخاطر. وأوصت الدراسة بضرورة تعزيز استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في القطاع المصرفي الجزائري.

دراسة عبدالمنعم (2023) بعنوان: “أثر الذكاء الاصطناعي على الرشاقة الاستراتيجية: الدور الوسيط للجدارات الوظيفية الرقمية في الموارد البشرية: دراسة ميدانية على العاملين بالجامعات الخاصة المصرية.”

هدفت الدراسة إلى التعرف على أثر الذكاء الاصطناعي بأبعاده (التعلم الآلي، الأنظمة الذكية، أتمتة العمليات) على الرشاقة الاستراتيجية، مع اختبار الدور الوسيط للجدارات الوظيفية الرقمية في الموارد البشرية بالجامعات الخاصة المصرية. واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي، وتكونت العينة من (384) من العاملين بالجامعات الخاصة المصرية. وتوصلت نتائج الدراسة إلى وجود أثر إيجابي ودال إحصائياً للذكاء الاصطناعي على الرشاقة الاستراتيجية، مع تأكيد الدور الوسيط للجدارات الوظيفية الرقمية. وأوصت الدراسة بتطوير الجدارات الرقمية للعاملين لتعزيز الاستفادة من تطبيقات الذكاء الاصطناعي.

دراسة حسين (2023) بعنوان: “دور الذكاء الاصطناعي في تحقيق التنمية المستدامة: دراسة تحليلية قانونية.”

هدفت الدراسة إلى التعرف على دور الذكاء الاصطناعي بأبعاده (التطبيقات التقنية، الإطار القانوني، الحوكمة الرقمية) على تحقيق أبعاد التنمية المستدامة الاقتصادية والاجتماعية والبيئية. واستخدمت الدراسة المنهج التحليلي القانوني، وتكونت عينة الدراسة من تحليل التشريعات والاتفاقيات الدولية ذات الصلة. وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن الذكاء الاصطناعي يُعدّ أداة محورية لتحقيق أهداف التنمية المستدامة، مع وجود تحديات قانونية وأخلاقية تواجه تطبيقه. وأوصت الدراسة بضرورة وضع أطر تشريعية متكاملة لتنظيم استخدام الذكاء الاصطناعي بما يخدم التنمية المستدامة.

ثانياً: الدراسات الأجنبية

دراسة Qudus (2025) بعنوان “Leveraging artificial intelligence to enhance process control and improve efficiency in manufacturing industries”.

هدفت الدراسة إلى التعرف على دور الذكاء الاصطناعي بأبعاده (التعلم الآلي، الرؤية الحاسوبية، التحليلات التنبؤية) على تعزيز التحكم في العمليات وتحسين الكفاءة في الصناعات التحويلية.

واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي بأسلوب المراجعة المنهجية للأدبيات والدراسات التطبيقية، وتكونت العينة من تحليل (50) دراسة وحالة صناعية. وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن الذكاء الاصطناعي يُسهم بشكل كبير في تحسين دقة التحكم في العمليات الصناعية ورفع كفاءتها التشغيلية. وأوصت الدراسة بضرورة تبني الصناعات لتقنيات الذكاء الاصطناعي بصورة شاملة لتعزيز قدرتها التنافسية.

دراسة (Arinze et al. (2024) بعنوان "Integrating artificial intelligence into engineering processes for improved efficiency and safety in oil and gas operations".

هدفت الدراسة إلى التعرف على دور دمج الذكاء الاصطناعي بأبعاده (الصيانة التنبؤية، أنظمة المراقبة الذكية، التحليلات في الزمن الحقيقي) على تحسين الكفاءة والسلامة في عمليات النفط والغاز. واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي، وتكونت العينة من تحليل بيانات حالات تطبيقية لعدد من الشركات العاملة في قطاع النفط والغاز. وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن دمج الذكاء الاصطناعي في العمليات الهندسية يُحسن الكفاءة التشغيلية بشكل ملحوظ ويقلل من الحوادث ومخاطر السلامة. وأوصت الدراسة بتوسيع تطبيقات الذكاء الاصطناعي في قطاع الطاقة لتعزيز السلامة المهنية.

المحور الثاني: الدراسات المتعلقة بالمتغير التابع (كفاءة مشاريع الصيانة الصناعية وخفض التوقفات التشغيلية) وعلاقته بمتغيرات أخرى

أولاً: الدراسات العربية

دراسة عبدالعزيز (2024) بعنوان: "أثر الإدارة المرنة على كفاءة المشاريع الصغيرة والمتوسطة لتنمية الاقتصاد المصري: دراسة تطبيقية على شركات تكنولوجيا المعلومات بجمهورية مصر العربية".

هدفت الدراسة إلى التعرف على أثر الإدارة المرنة بأبعادها (المرونة الاستراتيجية، المرونة التشغيلية، المرونة التنظيمية) على كفاءة المشاريع الصغيرة والمتوسطة في شركات تكنولوجيا المعلومات بجمهورية مصر العربية. واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي، وتكونت العينة من (210) مديرين

وعاملين في شركات تكنولوجيا المعلومات. وتوصلت نتائج الدراسة إلى وجود أثر إيجابي ذي دلالة إحصائية للإدارة المرنة على رفع كفاءة المشاريع الصغيرة والمتوسطة. وأوصت الدراسة بتبني فلسفة الإدارة المرنة لما لها من دور في تنمية الاقتصاد المصري.

دراسة الشهري والعقيلي (2024) بعنوان: “دور الإدارة الرشيقة في دعم مشاريع إدارة المعرفة في الأجهزة الحكومية بالمملكة العربية السعودية: نموذج مقترح.”

هدفت الدراسة إلى التعرف على دور الإدارة الرشيقة بأبعادها (تقليل الهدر، التحسين المستمر، تمكين العاملين، إدارة الجودة) على دعم مشاريع إدارة المعرفة في الأجهزة الحكومية بالمملكة العربية السعودية. واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي، وتكونت العينة من (180) مفردة من العاملين في الأجهزة الحكومية السعودية. وتوصلت نتائج الدراسة إلى وجود علاقة ارتباط طردية بين تطبيق الإدارة الرشيقة ونجاح مشاريع إدارة المعرفة. وأوصت الدراسة بتبني النموذج المقترح لدمج الإدارة الرشيقة في مشاريع إدارة المعرفة الحكومية.

دراسة مندني والفراس (2023) بعنوان: “دور تطبيقات الواقع المعزز الحديثة في تحسين كفاءة المشاريع الهندسية.”

هدفت الدراسة إلى التعرف على دور تطبيقات الواقع المعزز بأبعادها (التصور ثلاثي الأبعاد، المحاكاة التفاعلية، التدريب الافتراضي) على تحسين كفاءة المشاريع الهندسية. واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي، وتكونت العينة من (90) مهندساً ومديراً للمشاريع الهندسية. وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن تطبيقات الواقع المعزز تسهم بشكل فعال في رفع كفاءة المشاريع الهندسية وتقليل الأخطاء وتحسين جودة التنفيذ. وأوصت الدراسة بضرورة توظيف تقنيات الواقع المعزز في مختلف مراحل المشاريع الهندسية.

دراسة الحربي (2022) بعنوان: “التخطيط الاستراتيجي وأثره على إدارة المشاريع.”

هدفت الدراسة إلى التعرف على أثر التخطيط الاستراتيجي بأبعاده (الرؤية، الرسالة، الأهداف، تحليل البيئة، الاستراتيجيات البديلة) على فاعلية إدارة المشاريع. واستخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي، وتكونت العينة من (120) من مديري المشاريع والعاملين بها. وتوصلت نتائج الدراسة إلى وجود أثر

إيجابي ذي دلالة إحصائية للتخطيط الاستراتيجي على كفاءة وفاعلية إدارة المشاريع. وأوصت الدراسة بضرورة تبني التخطيط الاستراتيجي بشكل منهجي في إدارة المشاريع لضمان نجاحها.

ثانياً: الدراسات الأجنبية

دراسة Patil (2024) بعنوان "Artificial intelligence-driven predictive maintenance in manufacturing: enhancing operational efficiency, minimizing downtime, and optimizing resource utilization".

هدفت الدراسة إلى التعرف على دور الصيانة التنبؤية المدفوعة بالذكاء الاصطناعي بأبعادها (الاستشعار الذكي، تحليل البيانات، خوارزميات التنبؤ بالأعطال) على تعزيز الكفاءة التشغيلية وتقليل التوقفات وتحسين استغلال الموارد في الصناعات التحويلية. واستخدمت الدراسة المنهج التحليلي بأسلوب دراسة الحالة، وتكونت العينة من تحليل بيانات عدد من المصانع التي طبقت أنظمة الصيانة التنبؤية. وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن الصيانة التنبؤية المعتمدة على الذكاء الاصطناعي تُقلل من التوقفات غير المخططة بنسبة كبيرة وترفع من كفاءة استخدام الموارد. وأوصت الدراسة بتعميم تطبيق هذه التقنيات في القطاعات الصناعية المختلفة.

دراسة Alam, Islam, & Shil (2023) بعنوان "AI-Based predictive maintenance for US manufacturing: reducing downtime and increasing productivity".

هدفت الدراسة إلى التعرف على دور الصيانة التنبؤية القائمة على الذكاء الاصطناعي بأبعادها (التعلم الآلي، تحليل بيانات المستشعرات، النماذج التنبؤية) على تقليل التوقفات التشغيلية ورفع الإنتاجية في قطاع التصنيع الأمريكي. واستخدمت الدراسة المنهج الكمي التحليلي، وتكونت العينة من بيانات تشغيلية لعدد من المصانع الأمريكية. وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن تطبيق الصيانة التنبؤية المدعومة بالذكاء الاصطناعي يُساهم في خفض التوقفات بنسبة تصل إلى (30-50%) وزيادة الإنتاجية بشكل ملحوظ. وأوصت الدراسة بضرورة استثمار الشركات الصناعية في تقنيات الصيانة التنبؤية المتقدمة.

دراسة (2023) Rojek et al. بعنوان "An artificial intelligence approach for improving maintenance to supervise machine failures and support their repair".

هدفت الدراسة إلى التعرف على دور الذكاء الاصطناعي بأبعاده (الشبكات العصبية، التعلم الآلي، أنظمة المراقبة الذكية) على تحسين عمليات الصيانة والإشراف على أعطال الآلات ودعم عمليات إصلاحها. واستخدمت الدراسة المنهج التجريبي التحليلي، وتكونت العينة من بيانات تشغيلية لمجموعة من الآلات الصناعية. وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن نهج الذكاء الاصطناعي المقترح يُحسن من قدرة التنبؤ بالأعطال ويُسرّع عمليات الإصلاح ويقلل التوقفات. وأوصت الدراسة بتطوير أنظمة صيانة ذكية متكاملة لمواكبة متطلبات الصناعة 4.0.

دراسة (2023) Mohan, Roselyn, & Uthra بعنوان "LSTM based artificial intelligence predictive maintenance technique for availability rate and OEE improvement in a TPM implementing plant through Industry 4.0 transformation".

هدفت الدراسة إلى التعرف على دور تقنية الصيانة التنبؤية المعتمدة على الذكاء الاصطناعي بأبعادها (شبكات الذاكرة طويلة المدى LSTM، التعلم العميق، التحليل التنبؤي) على تحسين معدل جاهزية والفعالية الكلية للمعدات (OEE) في مصنع يطبق الصيانة الإنتاجية الشاملة (TPM) ضمن تحول الصناعة 4.0. واستخدمت الدراسة المنهج التجريبي التحليلي، وتكونت العينة من بيانات أداء معدات أحد المصانع التطبيقية. وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن تطبيق تقنية LSTM يُحسن من معدل جاهزية المعدات والفعالية الكلية بشكل دال إحصائياً. وأوصت الدراسة بدمج تقنيات الذكاء الاصطناعي المتقدمة في برامج الصيانة الإنتاجية الشاملة.

الفجوة البحثية

تتفق الدراسة الحالية مع عدد من الدراسات السابقة في تناولها لمتغير الذكاء الاصطناعي بوصفه متغيراً مستقلاً محورياً يُسهم في إحداث تحولات جوهرية في الأداء المؤسسي والتشغيلي، حيث اتفقت

مع دراسة البحيري وآخرين (2026) ودراسة الصايغ (2025) ودراسة أبو طبيخ وآخرون (2024) في تبني الذكاء الاصطناعي بأبعاده المتعددة كمتغير رئيس مؤثر في المخرجات التنظيمية. كما تتفق الدراسة الحالية مع دراسة Patil (2024) ودراسة Mohan, Roselyn, & Uthra (2023) ودراسة Alam, Islam, & Shil (2023) في التركيز على تطبيقات الذكاء الاصطناعي في منظومة الصيانة الصناعية والتنبؤ بالأعطال وخفض التوقفات التشغيلية، وهو ما يُمثّل البعد الجوهري للدراسة الحالية. ومن حيث المنهج المستخدم، تتفق الدراسة الحالية مع غالبية الدراسات السابقة كدراسة عبدالمنعم (2023) ودراسة العارضي والخزاعي (2024) ودراسة عبدالعزيز (2024) في توظيف المنهج الوصفي التحليلي، الذي يُعدّ الأنسب لطبيعة الدراسات الميدانية التي تسعى إلى وصف الظاهرة وتحليل العلاقات بين متغيراتها. كما تتفق الدراسة الحالية مع دراسة عبدالله وشيخو (2025) ودراسة طيبي ومولاي (2023) في اعتماد الاستبانة أداة رئيسة لجمع البيانات الميدانية من عينة من العاملين في المنظمات محل الدراسة.

تختلف الدراسة الحالية عن الدراسات السابقة في عدة جوانب جوهريّة، يأتي في مقدمتها **بيئة التطبيق**، حيث تتميز الدراسة الحالية بتطبيقها على قطاع صناعة الأدوية في مدينة الرياض بالمملكة العربية السعودية، وهو قطاع لم تتطرق إليه الدراسات السابقة من زاوية العلاقة بين الذكاء الاصطناعي وكفاءة الصيانة الصناعية، إذ ركّزت دراسة البحيري وآخرين (2026) على شركة يوني فروتز العالمية في قطاع الأغذية، فيما تناولت دراسة الصايغ (2025) شركة BONANZA MTS في أبو ظبي، وتناولت دراسة عبدالله وشيخو (2025) شركة زين للاتصالات في أربيل، بينما طبّقت دراسة طيبي ومولاي (2023) على القطاع المصرفي الجزائري، ودراسة عبدالمنعم (2023) على الجامعات الخاصة المصرية. ومن حيث **الهدف**، تختلف الدراسة الحالية عن غالبية الدراسات العربية السابقة التي ركّزت على ربط الذكاء الاصطناعي بمتغيرات كالموارد البشرية والقرارات الإدارية والتسويق والابتكار التنظيمي والرشاقة الاستراتيجية، في حين تستهدف الدراسة الحالية بصورة محددة قياس أثر الذكاء الاصطناعي على كفاءة مشاريع الصيانة الصناعية وخفض التوقفات التشغيلية. ومن حيث **الأبعاد**، تختلف الدراسة الحالية عن الدراسات السابقة في تبنيها مجموعة متكاملة من أبعاد الذكاء الاصطناعي تشمل التعلم الآلي والشبكات العصبية والأنظمة الخبيرة وتحليل البيانات الضخمة وإنترنت الأشياء الصناعي، وهي تركيبة تتلاءم خصيصاً مع طبيعة الصيانة الصناعية في قطاع الأدوية، بخلاف دراسة

أبو طيخ وآخرين (2024) التي اعتمدت أبعاداً عامة كالتعلم الآلي والشبكات العصبية والأنظمة الخبيرة دون إنترنت الأشياء، ودراسة (Rojek et al. (2023 التي ركزت على الشبكات العصبية فقط.

في ضوء ما سبق من أوجه اتفاق واختلاف، تتبلور الفجوة البحثية التي تسعى الدراسة الحالية إلى سدّها في عدة محاور متكاملة: فعلى مستوى الهدف، يُلاحظ غياب الدراسات التي تجمع بين الذكاء الاصطناعي بوصفه متغيراً مستقلاً وكفاءة مشاريع الصيانة الصناعية وخفض التوقفات التشغيلية بوصفها متغيراً تابعاً مركباً في إطار دراسة ميدانية واحدة، إذ تناولت الدراسات الأجنبية كدراسة Patil (2024) ودراسة (Alam, Islam, & Shil (2023 هذه العلاقة في بيئات صناعية غربية ذات خصوصية مختلفة، بينما أهملت الدراسات العربية هذا الترابط بصورة شبه كاملة. وعلى مستوى الأبعاد، تُقدّم الدراسة الحالية تركيبة جديدة تجمع بين خمسة أبعاد متكاملة للذكاء الاصطناعي تُغطّي كافة جوانب تطبيقه في الصيانة الصناعية، وهي تركيبة لم تتناولها أي من الدراسات السابقة بهذا الشمول. وعلى مستوى المنهج، رغم اشتراك الدراسة الحالية مع الدراسات السابقة في توظيف المنهج الوصفي التحليلي، إلا أنها تتميز بدمج التحليل الكمي مع التحليل الميداني المتخصص في قطاع صناعة الأدوية، وهو ما لم تُحقّقه الدراسات السابقة. وعلى مستوى بيئة التطبيق، تتفرد الدراسة الحالية بتطبيقها على مصانع الأدوية بمدينة الرياض، وهي بيئة تطبيقية بكر لم تتناولها الدراسات السابقة العربية أو الأجنبية، رغم أهميتها الاستراتيجية في إطار رؤية المملكة 2030 وتوجهاتها نحو توطيد الصناعات الدوائية. وبذلك تأتي الدراسة الحالية لتسدّ هذه الفجوة البحثية المركبة من خلال تقديم إضافة علمية وعملية متكاملة تجمع بين الأصالة الموضوعية والخصوصية البيئية والشمولية في الأبعاد.

المنطلقات النظرية للدراسة

أولاً: المنطلق النظري الأول - الذكاء الاصطناعي (Artificial Intelligence)

مفهوم الذكاء الاصطناعي وتطوره

يُعدّ الذكاء الاصطناعي أحد أبرز روافد الثورة الصناعية الرابعة، وهو فرع متقدم من فروع علوم الحاسب يُعنى ببناء أنظمة ذكية قادرة على محاكاة القدرات المعرفية للعقل البشري، كالتعلم والاستدلال

والإدراك واتخاذ القرار وحل المشكلات. وقد ظهر مصطلح الذكاء الاصطناعي لأول مرة عام 1956 على يد العالم جون مكارثي، ومنذ ذلك الحين شهد هذا المجال تطوراً متسارعاً ليُصبح اليوم محورياً جوهرياً في التحول الرقمي للمنظمات الحديثة. ويُعرّفه أبو طيبخ وآخرون (2024) بأنه قدرة الأنظمة الحاسوبية على أداء المهام التي تستلزم ذكاءً بشرياً، من خلال خوارزميات متقدمة تُحاكي العمليات العقلية للإنسان. ويُضيف البحيري وآخرون (2026) أن الذكاء الاصطناعي يُمثّل منظومة متكاملة من التقنيات والخوارزميات التي تُمكن الآلات من التعلم من البيانات والتكيف مع البيئة المحيطة واتخاذ قرارات ذاتية بأقل تدخل بشري.

أبعاد الذكاء الاصطناعي

تتعدد أبعاد الذكاء الاصطناعي وتتنوع تطبيقاتها وفقاً لطبيعة المهام والسياق التطبيقي، وتُركّز الدراسة الحالية على خمسة أبعاد رئيسة تتلاءم مع طبيعة الصيانة الصناعية:

أ- **التعلم الآلي (Machine Learning)**: يُمثّل التعلم الآلي البنية الأساسية للذكاء الاصطناعي الحديث، ويعتمد على بناء نماذج رياضية وإحصائية تُمكن الأنظمة من التعلم من البيانات التاريخية واكتساب الخبرة دون برمجة مباشرة. ويُسهّم التعلم الآلي في التنبؤ بالأعطال الصناعية من خلال تحليل أنماط أداء المعدات وتحديد المؤشرات الدالة على الفشل المحتمل. (Alam, Islam, & Shil, 2023)

ب- **الشبكات العصبية الاصطناعية (Artificial Neural Networks)**: تُمثّل الشبكات العصبية تقنية متقدمة تُحاكي عمل الخلايا العصبية في الدماغ البشري، وتتكوّن من طبقات متعددة من العقد المترابطة. وتمتاز بقدرتها على معالجة البيانات المعقدة وغير الخطية، وتُستخدم بفاعلية في التنبؤ بأعطال المعدات الصناعية وتحليل بيانات المستشعرات في الزمن الحقيقي. وقد أثبتت دراسة Mohan, Roselyn, & Uthra (2023) فاعلية شبكات الذاكرة طويلة المدى (LSTM) في تحسين معدلات الجاهزية والفعالية الكلية للمعدات.

ج- **الأنظمة الخبيرة (Expert Systems)**: هي أنظمة حاسوبية تُحاكي قدرات الخبراء البشريين في مجال محدد من خلال قاعدة معرفية ومحرك استدلال يُمكنها من اتخاذ قرارات تشخيصية وعلاجية

للأعطال الصناعية. وتسهم الأنظمة الخبيرة في دعم فنيي الصيانة وتقديم توصيات دقيقة لإصلاح الأعطال (أبو طبيخ وآخرون، 2024).

د- تحليل البيانات الضخمة: (Big Data Analytics) يُمثل تحليل البيانات الضخمة القدرة على معالجة كميات هائلة من البيانات المتنوعة والمتدفقة بسرعة عالية لاستخراج رؤى قيّمة. وفي سياق الصيانة الصناعية، يُسهم تحليل البيانات الضخمة في الكشف عن الأنماط الخفية لأعطال المعدات وتوقع الفشل قبل حدوثه. (Qudus, 2025)

هـ- إنترنت الأشياء الصناعي: (Industrial Internet of Things – IIoT) يُشير إلى شبكة من الأجهزة والمستشعرات المتصلة التي تجمع البيانات التشغيلية للمعدات الصناعية في الزمن الحقيقي وترسلها إلى أنظمة التحليل المركزية. ويُمكن إنترنت الأشياء الصناعي من المراقبة المستمرة لأداء المعدات والتنبؤ بالأعطال. (Rojek et al., 2023)

أهمية الذكاء الاصطناعي في البيئة الصناعية

يكتسب الذكاء الاصطناعي أهمية متصاعدة في البيئة الصناعية المعاصرة، حيث يُسهم في تعزيز الكفاءة التشغيلية وخفض التكاليف وتحسين جودة المنتج. وقد أشارت دراسة (Arinze et al. (2024 إلى أن دمج الذكاء الاصطناعي في العمليات الهندسية يُحسن من السلامة المهنية ويرفع معدلات الإنتاجية، فيما أكدت دراسة الصايغ (2025) على دوره في دعم اتخاذ القرارات الإدارية بدقة وسرعة.

كفاءة مشاريع الصيانة الصناعية وخفض التوقفات التشغيلية

مفهوم الصيانة الصناعية وتطورها

تُعرّف الصيانة الصناعية بأنها مجموعة الأنشطة الفنية والإدارية التي تستهدف الحفاظ على الأصول الصناعية في حالة تشغيلية مثلى، وإعادةتها إلى حالتها الطبيعية بعد حدوث الأعطال، بما يضمن استمرارية الإنتاج بأعلى كفاءة وأقل تكلفة. وقد تطوّر مفهوم الصيانة عبر مراحل متعددة، بدءاً من الصيانة التصحيحية التفاعلية التي تعتمد على الإصلاح بعد حدوث العطل، مروراً بالصيانة الوقائية

الدورية التي تستند إلى جدولة زمنية محددة، وصولاً إلى الصيانة التنبؤية الذكية المعتمدة على تحليل البيانات في الزمن الحقيقي. (Patil, 2024)

مفهوم كفاءة مشاريع الصيانة الصناعية

تُشير كفاءة مشاريع الصيانة الصناعية إلى قدرة منظومة الصيانة على تحقيق أهدافها التشغيلية بأقل قدر من الموارد والتكاليف وفي أقصر وقت ممكن. وتُقاس كفاءة الصيانة من خلال مجموعة من المؤشرات أبرزها معدل الجاهزية (Availability Rate) ، والفعالية الكلية للمعدات (Overall Equipment Effectiveness – OEE)، ومتوسط الزمن بين الأعطال (MTBF) ، ومتوسط زمن الإصلاح (MTTR). وتُسهم كفاءة الصيانة في تحقيق الاستقرار التشغيلي وضمان جودة المنتج النهائي. (Mohan, Roselyn, & Uthra, 2023)

مفهوم التوقفات التشغيلية وأنواعها

تُعرّف التوقفات التشغيلية بأنها الفترات الزمنية التي تتوقف فيها المعدات أو خطوط الإنتاج عن العمل بصورة مخططة أو غير مخططة، وتُصنّف إلى توقفات مخططة كأعمال الصيانة الدورية والتفتيش، وتوقفات غير مخططة ناتجة عن الأعطال المفاجئة. وتُعدّ التوقفات غير المخططة الأكثر ضرراً، إذ تُسبب خسائر مادية جسيمة وتأخيراً في تنفيذ خطط الإنتاج وانخفاضاً في معدلات الجاهزية (Alam, Islam, & Shil, 2023).

العلاقة بين الذكاء الاصطناعي وكفاءة الصيانة الصناعية

تتجلى العلاقة بين الذكاء الاصطناعي وكفاءة مشاريع الصيانة الصناعية في كون الذكاء الاصطناعي يُمثّل الأداة الأكثر فاعلية في إحداث تحول جذري في منظومة الصيانة من النموذج التقليدي إلى النموذج التنبؤي الذكي. فمن خلال تطبيقات التعلم الآلي والشبكات العصبية وإنترنت الأشياء الصناعي، تُصبح أنظمة الصيانة قادرة على التنبؤ بالأعطال قبل حدوثها، وتحديد التوقيت الأمثل لتنفيذ أعمال الصيانة، وتخصيص الموارد بكفاءة عالية، مما ينعكس مباشرة على رفع معدلات الجاهزية وخفض التوقفات التشغيلية وتحسين الفعالية الكلية للمعدات (Patil, 2024؛ Rojek et al., 2023).

خصوصية الصيانة في صناعة الأدوية

تتميز صناعة الأدوية بطبيعة تشغيلية بالغة الحساسية تستلزم درجة عالية من الدقة والامتثال لمعايير الجودة والسلامة الدوائية المعتمدة دولياً (GMP) وتفرض هذه الخصوصية على إدارات الصيانة في مصانع الأدوية تبني أحدث التقنيات لضمان استمرارية العمليات وسلامة المنتج النهائي، مما يجعل من تطبيقات الذكاء الاصطناعي ضرورة استراتيجية لا غنى عنها لتحقيق التميز التشغيلي في هذا القطاع الحيوي. (Qudus, 2025)

المنهجية وطرق البحث:

سوف تعتمد الدراسة الحالية على **المنهج الوصفي التحليلي** بوصفه المنهج الأنسب لطبيعة الدراسة وأهدافها، حيث سيمكن هذا المنهج الباحث من وصف الظاهرة محل الدراسة وصفاً دقيقاً، وتحليل العلاقات بين متغيراتها، وقياس أثر الذكاء الاصطناعي بأبعاده المختلفة على كفاءة مشاريع الصيانة الصناعية وخفض التوقفات التشغيلية في مصانع الأدوية بمدينة الرياض. وسيُتيح هذا المنهج جمع البيانات الميدانية من أفراد عينة الدراسة وتحليلها كمياً للوصول إلى نتائج علمية موضوعية يمكن تعميمها على مجتمع الدراسة.

كما سوف يستعين الباحث بالأسلوب الإحصائي الاستدلالي لاختبار فروض الدراسة والإجابة عن تساؤلاتها، وذلك من خلال توظيف مجموعة من الأساليب الإحصائية المتقدمة التي تتلاءم مع طبيعة البيانات وأهداف الدراسة. وسوف يكمل ذلك بالاستناد إلى المنهج الوصفي في بناء الإطار النظري للدراسة من خلال مراجعة الأدبيات والدراسات السابقة ذات الصلة بمتغيرات الدراسة، بما يسهم في تأصيل المفاهيم وتحديد العلاقات النظرية بين متغيرات الدراسة قبل اختبارها ميدانياً.

مجتمع وعينة الدراسة

سوف يتكون مجتمع الدراسة من جميع العاملين في إدارات الصيانة والإنتاج وتكنولوجيا المعلومات والجودة في مصانع الأدوية العاملة بمدينة الرياض بالمملكة العربية السعودية، والبالغ عددها (15) مصنعاً وفقاً لأحدث إحصائيات الهيئة العامة للغذاء والدواء وهيئة المدن الصناعية ومناطق التقنية (مدن). ويُقدّر إجمالي عدد العاملين في الإدارات المستهدفة بهذه المصانع بحوالي (2200) موظف

من فئات المديرين ورؤساء الأقسام والمهندسين والفنيين ممن لهم علاقة مباشرة بمنظومة الصيانة الصناعية وتطبيقات الذكاء الاصطناعي.

ونظراً لكبر حجم مجتمع الدراسة وصعوبة دراسته بالكامل، سوف يلجأ الباحث إلى أسلوب **العينة العشوائية الطبقية** لضمان تمثيل كافة فئات وشرائح المجتمع الأصلي، وسوف يتم تحديد حجم العينة وفقاً لمعادلة ستيفن ثامبسون (Stephen Thompson) عند مستوى ثقة (95%) ودرجة خطأ (5%)، حيث سوف يبلغ حجم العينة (327) مفردة. وسوف يقوم الباحث بتوزيع (350) استبانة على أفراد العينة لضمان استرداد العدد المستهدف، مع الأخذ في الاعتبار احتمالية فقدان بعض الاستبانات أو عدم صلاحيتها للتحليل الإحصائي.

مصادر جمع البيانات

سوف يعتمد الباحث في جمع بيانات الدراسة على مصدرين رئيسيين، يتمثل المصدر الأول في **المصادر الثانوية** التي تشمل الكتب العلمية والمراجع المتخصصة والدوريات والمجلات العلمية المحكمة والرسائل الجامعية وأبحاث المؤتمرات والتقارير الرسمية الصادرة عن الهيئات الحكومية ذات الصلة بصناعة الأدوية في المملكة العربية السعودية، فضلاً عن المواقع الإلكترونية الموثوقة وقواعد البيانات العلمية، وذلك بهدف بناء الإطار النظري للدراسة وصياغة فروضها واستعراض الدراسات السابقة ذات الصلة بمتغيرات الدراسة.

ويتمثل المصدر الثاني في **المصادر الأولية** التي سوف يتم جمعها ميدانياً من خلال استبانة سوف يُعدها الباحث خصيصاً لأغراض هذه الدراسة، وسوف يتم توزيعها على أفراد عينة الدراسة من العاملين في مصانع الأدوية بمدينة الرياض، بهدف الحصول على بيانات كمية يمكن تحليلها إحصائياً للإجابة عن أسئلة الدراسة واختبار فروضها.

أداة الدراسة

سوف يعتمد الباحث على **الاستبانة** بوصفها الأداة الرئيسة لجمع البيانات الميدانية، نظراً لملاءمتها لطبيعة الدراسة وأهدافها وحجم عينتها. وسوف تُصمَّم الاستبانة وفقاً لمقياس ليكرت الخماسي المتدرج من (موافق بشدة = 5) إلى (غير موافق بشدة = 1)، وسوف تتكون من ثلاثة أقسام رئيسة على النحو التالي:

القسم الأول: البيانات الديموغرافية والوظيفية لأفراد العينة، ويتضمن (الجنس، العمر، المؤهل العلمي، سنوات الخبرة، المستوى الوظيفي، طبيعة العمل).

القسم الثاني: فقرات قياس المتغير المستقل (الذكاء الاصطناعي) بأبعاده الخمسة، وتتوزع فقراته كما يلي:

م	البُعد	عدد الفقرات
1	التعلم الآلي	4 فقرات
2	الشبكات العصبية	4 فقرات
3	الأنظمة الخبيرة	4 فقرات
4	تحليل البيانات الضخمة	4 فقرات
5	إنترنت الأشياء الصناعي	4 فقرات
الإجمالي		20 فقرة

القسم الثالث: فقرات قياس المتغير التابع (كفاءة مشاريع الصيانة الصناعية وخفض التوقعات التشغيلية) وهو متغير أحادي المحور ويتكون من (10) فقرات.

وبذلك سوف يبلغ إجمالي عدد فقرات الاستبانة (30) فقرة موزعة على محاور الدراسة المختلفة، فضلاً عن قسم البيانات الديموغرافية.

الأساليب الإحصائية المستخدمة

سوف يقوم الباحث بتفريغ بيانات الاستبانة ومعالجتها إحصائياً باستخدام برنامج الحزم الإحصائية للعلوم الاجتماعية (SPSS)، وسوف يتم توظيف مجموعة من الأساليب الإحصائية الوصفية والاستدلالية التي تتلاءم مع طبيعة الدراسة وأهدافها، وتتمثل فيما يلي:

- التكرارات والنسب المئوية لوصف خصائص أفراد عينة الدراسة.
- المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية لقياس استجابات أفراد العينة حول محاور الدراسة.
- معامل ألفا كرونباخ (Cronbach's Alpha) لقياس ثبات أداة الدراسة.

- معامل ارتباط بيرسون (Pearson Correlation) لقياس الصدق البنائي للاستبانة والعلاقة بين متغيرات الدراسة.
- تحليل الانحدار الخطي البسيط (Simple Linear Regression) لقياس أثر كل بُعد من أبعاد المتغير المستقل على المتغير التابع.
- تحليل الانحدار المتعدد (Multiple Linear Regression) لقياس الأثر المشترك لأبعاد المتغير المستقل على المتغير التابع.
- اختبار (T-Test) للعينات المستقلة لقياس الفروق بين استجابات أفراد العينة وفقاً للمتغيرات الثنائية.
- اختبار تحليل التباين الأحادي (One Way ANOVA) لقياس الفروق بين استجابات أفراد العينة وفقاً للمتغيرات متعددة الفئات.
- معامل تضخم التباين (VIF) واختبار التباين المسموح به (Tolerance) للتأكد من عدم وجود ارتباط ذاتي بين متغيرات الدراسة.

حدود الدراسة

الحدود الموضوعية: تقتصر الدراسة الحالية موضوعياً على دراسة أثر الذكاء الاصطناعي بأبعاده (التعلم الآلي، الشبكات العصبية، الأنظمة الخبيرة، تحليل البيانات الضخمة، إنترنت الأشياء الصناعي) بوصفه المتغير المستقل، على كفاءة مشاريع الصيانة الصناعية وخفض التوقفات التشغيلية.

الحدود المكانية: تقتصر الدراسة الحالية مكانياً على مصانع الأدوية العاملة في مدينة الرياض بالمملكة العربية السعودية، باعتبارها العاصمة الاقتصادية والإدارية للمملكة والمركز الصناعي الذي يحتضن عدداً كبيراً من الشركات الدوائية الرائدة.

الحدود البشرية: تقتصر الدراسة الحالية بشرياً على العاملين في إدارات الصيانة والإنتاج وتكنولوجيا المعلومات والجودة في مصانع الأدوية بمدينة الرياض، من فئات (المديرين، رؤساء الأقسام، المهندسين، الفنيين)

الحدود الزمانية: تقتصر الدراسة الحالية زمانياً على الفترة التي سوف يتم خلالها إجراء الدراسة الميدانية وجمع البيانات وتحليلها، والممتدة خلال العام (2026م).

المراجع:

أ - الدراسات العربية

البحيري، عبدالله آدم محمد، العبدالقادر، حنان، محمد، طيبة، و يونس، داليا محمد. (2026). دور الذكاء الاصطناعي في تحسين الموارد البشرية: الفرص والتحديات بالتطبيق في شركة يوني فروتز العالمية. المجلة العربية للعلوم الإنسانية والاجتماعية، ع35، 607 - 640. مسترجع من

<http://search.mandumah.com/Record/1661806>

أبو طيبيخ، ليث شاكر محسن، الحكيم، أمير محمد، الكريطي، عدنان رحيم حمود، حمزة، إيفان ماضي، و مطر، ليث علي. (2024). دور الذكاء الاصطناعي في دعم الابتكار التنظيمي: دراسة تحليلية لآراء عينة من العاملين في شركة ربان السفينة للصناعات الكهربائية والهندسية. مجلة الغري للعلوم الاقتصادية والإدارية، مج20، عدد خاص، 1205 - 1225. مسترجع من

<http://search.mandumah.com/Record/1572312>

الصايغ، كارول فريد. (2025). دور الذكاء الاصطناعي في اتخاذ القرارات الإدارية: دراسة حالة شركة BONANZA MTS أبو ظبي. مجلة اقتصاد المال والأعمال، مج10، ع2، 621 - 644.

مسترجع من <http://search.mandumah.com/Record/1636555>

عبدالله، روشن عبدالواحد، و شيخو، لانة عبدالله. (2025). دور الذكاء الاصطناعي في تسويق الخدمات: دراسة حالة شركة زين للاتصالات في مدينة أربيل. مجلة جامعة الأنبار للعلوم الاقتصادية والإدارية، مج17، ع3، 242 - 263. مسترجع من

<http://search.mandumah.com/Record/1650016>

العارضي، فرقد عبود عواد، و الخزاعي، زينب صبري محمد. (2024). دور الذكاء الاصطناعي في اتخاذ القرارات الإدارية. مجلة دراسات البصرة، مج19، ملحق، 333 - 372. مسترجع من

<http://search.mandumah.com/Record/1578321>

طبيبي، إكرام، و مولاي، أمينة. (2023). أثر الذكاء الاصطناعي على أداء البنوك التجارية: دراسة حالة البنوك التجارية لولايي البيض وتيارت. دراسات اقتصادية، مج23، ع1 ، 33 - 48. مسترجع من <http://search.mandumah.com/Record/1393074>

عبدالمنعم، مصطفى محمد. (2023). أثر الذكاء الاصطناعي على الرشاقة الاستراتيجية: الدور الوسيط للجدارات الوظيفية الرقمية في الموارد البشرية: دراسة ميدانية على العاملين بالجامعات الخاصة المصرية. مجلة التجارة والتمويل، ع4 ، 319 - 378. مسترجع من <http://search.mandumah.com/Record/1442263>

حسين، نظمي خالد. (2023). دور الذكاء الاصطناعي في تحقيق التنمية المستدامة: دراسة تحليلية قانونية. مجلة رماح للبحوث والدراسات، ع89 ، 191 - 232. مسترجع من <http://search.mandumah.com/Record/1439692>

مندني، سامي عبدالله، و الفارس، محمد جاسم. (2023). دور تطبيقات الواقع المعزز الحديثة في تحسين كفاءة المشاريع الهندسية. مجلة العلوم الهندسية وتكنولوجيا المعلومات، مج7، ع2 ، 12 - 21. مسترجع من <http://search.mandumah.com/Record/1395869>

عبدالعزیز، ريهام أنسي محمود. (2024). أثر الإدارة المرنة على كفاءة المشاريع الصغيرة والمتوسطة لتنمية الاقتصاد المصري: دراسة تطبيقية على شركات تكنولوجيا المعلومات بجمهورية مصر العربية. المجلة العلمية للدراسات والبحوث المالية والتجارية، مج5، ع1 ، 39 - 71. مسترجع من <http://search.mandumah.com/Record/1616165>

الشهري، عبدالمنعم ياسين، و العقيلي، عثمان بن موسى عثمان. (2024). دور الإدارة الرشيدة في دعم مشاريع إدارة مشاريع إدارة المعرفة في الأجهزة الحكومية بالمملكة العربية السعودية: نموذج مقترح. المجلة العربية الدولية لإدارة المعرفة، مج3، ع1 ، 121 - 172. مسترجع من <http://search.mandumah.com/Record/1438961>

الحربي، خالد حمود نعيمش. (2022). التخطيط الاستراتيجي وأثره على إدارة المشاريع. مسالك للدراسات الشرعية واللغوية والإنسانية، ع13 ، 253 - 292. مسترجع من <http://search.mandumah.com/Record/1335746>

Rojek, I., Jasiulewicz-Kaczmarek, M., Piechowski, M., & Mikołajewski, D. (2023). An artificial intelligence approach for improving maintenance to supervise machine failures and support their repair. *Applied Sciences*, 13(8), 4971.

Alam, M., Islam, M. R., & Shil, S. K. (2023). AI-Based predictive maintenance for US manufacturing: reducing downtime and increasing productivity. *International Journal of Advanced Engineering Technologies and Innovations*, 1(01), 541–567

Patil, D. (2024). Artificial intelligence-driven predictive maintenance in manufacturing: enhancing operational efficiency, minimizing downtime, and optimizing resource utilization. *Minimizing Downtime, And Optimizing Resource Utilization* (December 11, 2024).

Qudus, L. (2025). Leveraging artificial intelligence to enhance process control and improve efficiency in manufacturing industries. *International Journal of Computer Applications Technology and Research*, 14(02), 18–38.

Mohan, R., Roselyn, J. P., & Uthra, R. A. (2023). LSTM based artificial intelligence predictive maintenance technique for availability rate and OEE improvement in a TPM implementing plant through Industry 4.0 transformation. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 29(4), 763–798.

Arinze, C. A., Izionworu, V. O., Isong, D., Daudu, C. D., & Adefemi, A. (2024). Integrating artificial intelligence into engineering processes for improved efficiency and safety in oil and gas operations. *Open Access Research Journal of Engineering and Technology*, 6(1), 39–51.

Mid Ocean University

College of Management

Department of project management



**The Role of Artificial Intelligence in Improving the Efficiency of
Industrial Maintenance Projects and Reducing Operational Downtime: A
Field Study on Pharmaceutical Factories in Riyadh**

Prepared by

Ahmad Saleh Abdallah

٢٦١٠٠٢٢٨٢

Supervision:

Dr. Al-Faisal Abdelhamid Mohamed Hassan

Dr. Fayez Jarad

1448-2026