



جامعة ميدأوشن

كلية الإدارة

تخصص ماجستير إدارة مشاريع

عنوان البحث:

التحول الرقمي في تطوير إدارة مشاريع الصيانة الميكانيكية في المصانع السعودية (مصانع الجبيل الصناعية)

إعداد الطالب:

حسين علي حسين رزحان

الرقم الجامعي:

252001653

إشراف:

د. الفيصّل عبد الحميد

د. فايز جرّاد

العام الدراسي:

2025 م / 1447 هـ

قائمة المحتويات:

المحتويات

٣	 مقدمة:
٦	 مشكلة الدراسة:
٨	 أهمية الدراسة:
١١	 اهداف الدراسة:
١٢	 تساؤلات الدراسة:
١٣	 فرضيات الدراسة:
١٥	 الدراسات السابقة:
٢٢	 المنطلقات النظرية للدراسة:
٢٤	 المنهجية وطرق البحث:
٢٦	 أدوات الدراسة:
٢٨	 حدود الدراسة:
30	 المراجع:

مقدمة:

شهد القطاع الصناعي في المملكة العربية السعودية تحولات جوهرية في السنوات الأخيرة، بفضل التطورات التكنولوجية السريعة والأهداف الاستراتيجية المحددة في رؤية ٢٠٣٠. تُعد الصيانة الميكانيكية من أهم مجالات العمليات الصناعية، إذ تضمن كفاءة عمليات الإنتاج وموثوقيتها واستدامتها. تعتمد مصانع مدينة الجبيل الصناعية، إحدى أكبر المراكز الصناعية في المملكة، بشكل كبير على أنظمة ميكانيكية معقدة لضمان استمرارية الإنتاج، وتلبية متطلبات السلامة، وخفض تكاليف التشغيل. ورغم الاستثمارات الكبيرة في البنية التحتية والموارد البشرية، لا تزال العديد من هذه المنشآت تعاني من صعوبة إدارة مشاريع الإصلاحات الميكانيكية بكفاءة. وقد أثبتت حلول الصيانة التقليدية، التي غالباً ما تعتمد على مناهج تفاعلية أو دورية، عدم ملاءمتها لتلبية المتطلبات الديناميكية للعمليات الصناعية الحالية. ويُعدّ توقف المعدات غير المخطط له، وعدم كفاءة جدولة الصيانة، والنفقات التشغيلية الباهظة، وضعف القدرة على متابعة أداء الأصول، من المخاوف الشائعة التي تعيق الإنتاج الإجمالي. وتُبرز هذه المشاكل الحاجة إلى طرق مبتكرة تستخدم التكنولوجيا الناشئة لتحسين إجراءات إدارة الصيانة ومطابقتها مع معايير التميز التشغيلي العالمية (Ezmigna، ٢٠٢٤).

يُقدّم التحوّل الرقمي، الذي يُعرّف بأنه مزيج من تكنولوجيا المعلومات المتطورة، وتحليلات البيانات، والأنظمة الذكية، حلاً فعالاً لهذه الصعوبات. فباستخدام الحلول الرقمية، يُمكن للمؤسسات الصناعية التحوّل من الصيانة التفاعلية إلى نماذج تنبؤية واستباقية، مما يُجنّبها فترات التوقف غير المُخطّط لها، ويُحسّن تخصيص الموارد، ويُحسّن عمليات صنع القرار. ويتيح استخدام التقنيات الرقمية، مثل إنترنت الأشياء (IoT)، والتحليلات التنبؤية، وأنظمة التوأمة الرقمية، ومنصات المراقبة السحابية، تتبع أداء المعدات في الوقت الفعلي، والكشف المبكر عن الأعطال المُحتملة، وأتمتة سير عمل الصيانة. ولا تُحسّن هذه التقنيات الكفاءة التشغيلية فحسب، بل تُوفّر أيضاً رؤى استراتيجية تُساعد في تخطيط إدارة الأصول على المدى الطويل (Kambala، ٢٠٢٥).

يُعدّ اعتماد حلول الصيانة الرقمية بالغ الأهمية في مدينة الجبيل الصناعية نظراً لحجم الأنشطة الصناعية وتعقيدها. تضمّ المدينة مجموعةً مُتنوعةً من مرافق التصنيع، بما في ذلك مصانع البتروكيماويات، ووحدات إنتاج الصلب، والشركات التي تعتمد على الآلات بكثافة. وكثيراً ما تُعرّض المعدات الميكانيكية لأحمال تشغيلية شديدة وضغوط بيئية. يُعد

ضمان استمرار تشغيل هذه الأصول أمرًا بالغ الأهمية، إذ يُمكن أن يؤدي أي انقطاع غير مُخطط له إلى خسائر مالية جسيمة، واضطراب في سلسلة التوريد، ومخاطر تتعلق بالسلامة. علاوة على ذلك، تتطلب الطبيعة التنافسية للقطاع الصناعي تطويرًا مستمرًا لأساليب التشغيل، حيث تُحقق زيادة الكفاءة وتوفير التكاليف فوائد كبيرة (Alghuried، ٢٠٢٤).

على الرغم من الفوائد الواضحة للرقمنة، إلا أن اعتماد هذه التقنيات في مشاريع الصيانة الميكانيكية لدى المُصنّعين السعوديين يُواجه عددًا من العقبات. يُعدّ الجاهزية التنظيمية، وفجوات مهارات العمال، وتكاليف الاستثمار الأولية الكبيرة، ومقاومة التغيير من العوائق الشائعة أمام التنفيذ الناجح لبرامج التحول الرقمي. علاوة على ذلك، فإن تباين المعدات، وإجراءات الصيانة المتغيرة، وتكامل الأنظمة القديمة، كلها عوامل تُعيق عملية التحول الرقمي. ونتيجةً لذلك، من الضروري وضع استراتيجية مُهيكلّة لتقييم الوضع الحالي لإدارة الصيانة، وتحديد الحلول الرقمية المُجدية، ووضع خارطة طريق مُخصصة للتنفيذ تتوافق مع أهداف المؤسسة وقيودها التشغيلية (Shonubi، ٢٠٢٥).

تُشير الأبحاث الأكاديمية والتجارية إلى أن التحول الرقمي الناجح في إدارة الصيانة يتطلب مزيجًا من تبني التكنولوجيا، وتغيير العمليات، وإشراك العمال. عادةً ما تشهد المؤسسات التي تُدمج بنجاح التحليلات التنبؤية والمراقبة عن بُعد وجدولة الصيانة الآلية زيادات ملحوظة في جاهزية المعدات، وكفاءة التشغيل، وفعالية التكلفة. في المملكة العربية السعودية، تُبرز البرامج الحكومية، مثل برنامج مصانع المستقبل وأطر تبني الثورة الصناعية الرابعة، الأهمية الاستراتيجية لتبني التقنيات الرقمية لتحسين القدرة التنافسية الصناعية. تهدف هذه الجهود إلى تحسين النضج الرقمي لمنشآت التصنيع، وتشجيع الابتكار، وتسهيل نقل المعلومات، مما يُساهم في تطوير المنظومة الصناعية الوطنية (Okolie، ٢٠٢٤).

تهدف الدراسة الحالية إلى استكشاف إمكانات التحول الرقمي في تحسين إدارة مشاريع الصيانة الميكانيكية في الصناعات بمدينة الجبيل الصناعية. ويسعى المشروع إلى إنشاء إطار عمل متكامل يدعم المؤسسات في تخطيط وتنفيذ استراتيجيات الصيانة الرقمية بكفاءة من خلال دراسة عمليات الصيانة الحالية، وتحديد التقنيات الأساسية المؤهلة للنشر، وتقييم النتائج المتوقعة. كما تتناول الدراسة العوامل التي تُحفّز تبني التكنولوجيا الرقمية بنجاح، مثل الثقافة التنظيمية، ودعم القيادة، وقدرات القوى العاملة، والبنية التحتية التكنولوجية. يُعدّ فهم هذه العناصر أمرًا بالغ الأهمية لتطوير حلول

لا تقتصر على تعليم الأدوات المحسّنة فحسب، بل تُحدث أيضًا تغييرات طويلة الأمد في ممارسات إدارة الصيانة (Albukhitan، ٢٠٢٠).

وتُعزز الأهمية الاقتصادية والاستراتيجية لمدينة الجبيل الصناعية، كمركز صناعي رئيسي في المملكة العربية السعودية، أهمية هذا البحث. إذ يُمكن أن يؤدي تحسين إدارة مشاريع الصيانة من خلال التحول الرقمي إلى تقليل المخاطر التشغيلية، وتحسين استمرارية الإنتاج، وتحسين التكاليف، وزيادة القدرة التنافسية الوطنية والدولية. علاوة على ذلك، يُمكن أن تُساعد نتائج الدراسة السياسيين وقادة الصناعة والمهندسين على فهم أفضل الممارسات والتقنيات الفعالة لدمج التقنيات الرقمية في مشاريع الصيانة الميكانيكية. من خلال سد الفجوة بين الأطر النظرية والتطبيقات العملية، تُثري هذه الدراسة المعرفة الأوسع حول الرقمنة في إدارة الصيانة الصناعية، وتُقدم نصائح قيّمة لأصحاب المصلحة في هذا القطاع (Alayed، ٢٠٢٥).

وأخيرًا، يتماشى التحول إلى إدارة مشاريع الصيانة الرقمية مع الأهداف الشاملة للتنمية الصناعية المستدامة، والتميز التشغيلي، والابتكار التكنولوجي. كما يُلبي هذا التحول الحاجة الماسة إلى تحسين العمليات الصناعية، وتقليل هدر الموارد، وضمان موثوقية وسلامة الأنظمة الميكانيكية. ومن المتوقع أن تُوضح نتائج الدراسة كيف يُمكن للتحول الرقمي أن يُمثل حافزًا لتحسين إجراءات الصيانة، وزيادة الكفاءة التنظيمية، وضمان استمرارية الأنشطة الصناعية في الجبيل على المدى الطويل. وتؤكد الدراسة على أنه على الرغم من الآفاق الواعدة للتحول الرقمي، إلا أن نجاح تنفيذه يتطلب تخطيطًا دقيقًا، ومواءمة استراتيجية، ومراقبة منتظمة لتحقيق النتائج المرجوة (Osemeike، ٢٠٢٤).

وباختصار، يُعد دمج التكنولوجيا الرقمية في إدارة مشاريع الصيانة الميكانيكية متطلبًا استراتيجيًا للمنشآت الصناعية التي تسعى إلى تحسين الأداء والموثوقية والقدرة التنافسية. من خلال دراسة الممارسات الحالية، وتحديد فرص التدخل الرقمي، واقتراح إطار عمل تطبيقي منظم، تأمل هذه الدراسة في تقديم رؤية قيّمة تُساهم في التنبؤ الفعال للتحول الرقمي في القطاع الصناعي السعودي، وخاصةً في المصانع كثيفة الاستخدام للألات في مدينة الجبيل الصناعية. تشمل المساهمات البحثية المتوقعة تطورات نظرية وإرشادات عملية، مما يُوفر خارطة طريق للمؤسسات الصناعية للتعامل مع تعقيدات التحول الرقمي مع تحقيق تحسينات ملموسة في كفاءة الصيانة وإدارة التكاليف والمرونة التشغيلية.

مشكلة الدراسة:

الصيانة الميكانيكية مهمة أساسية في العمليات الصناعية، إذ تضمن موثوقية المعدات واستمرارية التشغيل والسلامة. ولا تزال ممارسات الصيانة التقليدية في مصانع مدينة الجبيل الصناعية تنسم بالتفاعلية، مع عمليات تفتيش دورية وحفظ سجلات يدوية. وكثيراً ما تؤدي هذه الطريقة إلى أعطال غير متوقعة في المعدات، وتوقف غير مُجدول، وارتفاع في نفقات التشغيل، وضعف في تخصيص الموارد. كما أن نقص الأدوات الرقمية، والمراقبة الآنية، واتخاذ القرارات القائمة على البيانات، يعيق القدرة على توقع المشاكل وتحسين مبادرات الصيانة. وتُعد معالجة هذه المشكلة أمراً بالغ الأهمية لتحسين إدارة المشاريع، وزيادة أداء المعدات، وخفض التكاليف، وتشجيع تبني التحول الرقمي في المنشآت الصناعية كثيفة الاستخدام للميكانيكا.

١. ممارسات صيانة غير فعّالة

تعتمد الصيانة الميكانيكية في العديد من منشآت مدينة الجبيل الصناعية بشكل رئيسي على إجراءات رد الفعل والإجراءات الوقائية القديمة، والتي غالباً ما تفشل في التنبؤ بأعطال المعدات. تؤدي هذه الممارسات إلى توقفات متكررة وغير متوقعة، وارتفاع في نفقات التشغيل، وانخفاض في كفاءة الإنتاج. كما أن عدم القدرة على تتبع حالة المعدات آنياً يمنع المديرين من اتخاذ قرارات في الوقت المناسب. ومع ازدياد تطور المصانع، تصبح الأنظمة القديمة غير قادرة على التعامل مع حجم الأنشطة، مما يؤدي إلى انخفاض الإنتاجية وتأخير جداول الصيانة. ويبرز هذا النقص في الكفاءة الحاجة إلى حلول رقمية تُحدث عمليات الصيانة وتحافظ على موثوقية عمليات الإنتاج (Iwarue، ٢٠٢٥).

٢. ارتفاع تكاليف التشغيل

تُمثل تكاليف الصيانة جزءاً كبيراً من تكاليف التشغيل في المصانع الصناعية. وكثيراً ما تؤدي أعطال المعدات غير المخطط لها إلى إصلاحات طارئة تتطلب عملاً إضافياً وقطع غيار مُسرّعة وموارد إضافية. ولا تزيد هذه الإجراءات الرد الفعلية من تكاليف الصيانة فحسب، بل تُعيق أيضاً أنشطة الإنتاج المجدولة. وبدون تقنيات المراقبة الرقمية، يُصبح التنبؤ بمثل هذه الأعطال مستحيلاً عملياً، مما يُعرّض الصناعات لانقطاعات مُكلفة. لذا، يركز تحدي الدراسة على تحديد كيفية إسهام التحول الرقمي في تحسين نفقات الصيانة من خلال تمكين الإدارة التنبؤية والاستباقية، وتقليل تخصيص الموارد غير الضرورية، وتعزيز فعالية التكلفة الإجمالية في مشاريع الصيانة الميكانيكية (Weidner، ٢٠٢٣).

٣. محدودية الرؤية الآنية

تفتقر مصانع الجبيل في كثير من الأحيان إلى أنظمة متكاملة لمراقبة المعدات الميكانيكية آنيًا. لا يستطيع المديرون مراقبة حالة المعدات، أو مؤشرات أدائها، أو أي تشوهات بشكل مستمر دون استخدام أجهزة استشعار تدعم إنترنت الأشياء أو لوحات معلومات مركزية. تُعيق هذه الرؤية المحدودة اتخاذ القرارات السريعة، وقد تؤدي إلى فترات توقف طويلة أو قصور في الكفاءة غير مكتشف. يؤكد تحدي الدراسة على ضرورة الحلول الرقمية التي توفر معلومات آنية حول مشاكل المعدات، مما يسمح لفرق الصيانة بالتصرف بسرعة وتقليل المخاطر. تُعد زيادة الرؤية أمرًا بالغ الأهمية للانتقال من نماذج الصيانة التفاعلية إلى نماذج الصيانة التنبؤية، مما يمكن أن يعزز بشكل كبير من موثوقية التشغيل والإنتاجية (Nasir، ٢٠٢٥).

٤. المعدات المعقدة والمتنوعة

تُعد التوربينات والمضخات والضواغط وخطوط التجميع أمثلة على الأنظمة الميكانيكية المتنوعة والمتطورة الموجودة في المؤسسات الصناعية. لكل نوع من المعدات متطلبات صيانة وأنماط أعطال مختلفة. تُضيف إدارة مشاريع الصيانة عبر هذه الأنظمة المتنوعة باستخدام أساليب يدوية أو شبه رقمية تعقيدًا تشغيليًا وتزيد من احتمالية حدوث أخطاء. تتطلب هذه المشكلة البحث في الأطر الرقمية القادرة على توحيد عمليات المراقبة وجمع البيانات والتحليلات التنبؤية لمختلف الأصول الميكانيكية، مما يضمن استمرار كفاءة إدارة الصيانة وموثوقيتها على الرغم من تنوع المعدات (Mallioris، ٢٠٢٤).

٥. فجوات مهارات القوى العاملة

يتطلب التنفيذ الناجح لتقنيات الصيانة الرقمية وجود موظفين قادرين على تشغيل أنظمة متطورة. تُدرّب العديد من شركات الجبيل موظفي الصيانة بشكل أساسي باستخدام الأساليب التقليدية، وقد يفتقرون إلى المعرفة الرقمية أو القدرات التحليلية. تُعيق هذه الفجوة في المهارات تطبيق حلول الصيانة التنبؤية، ومنصات إنترنت الأشياء، ولوحات المعلومات الرقمية. يستكشف سؤال الدراسة كيف يُمكن للمؤسسات سد هذه الفجوة من خلال ضمان دعم التحول الرقمي بموظفين مؤهلين قادرين على فهم البيانات في الوقت الفعلي، وإجراء صيانة قائمة على الحالة، وتطبيق الرؤى لتحسين نتائج مشاريع الصيانة الميكانيكية (Turcan، ٢٠٢٤).

٦. مقاومة التغيير

غالبًا ما يُقابل إدخال التقنيات الرقمية في أساليب الصيانة التقليدية بمعارضة من الأشخاص الذين اعتادوا على سير العمل التقليدي. قد يعتبر المديرون والفنيون الحلول الرقمية مُعْطَلَّة أو غير ضرورية، مما يؤدي إلى ترددهم في تطبيقها. يمكن أن تُعيق هذه المقاومة تنفيذ المشروع، وتحد من استخدام النظام، وتُعرِّض المزايا المتوقعة للخطر. تُركِّز مشكلة الدراسة على صعوبة التغلب على الجمود التنظيمي، وزيادة قبول التحول الرقمي، ودمج أدوات جديدة في عمليات الصيانة الحالية. يُعدُّ فهم الجوانب الثقافية والإدارية أمرًا بالغ الأهمية لتطوير أساليب تُعزِّز الانتقال السلس وتضمن فعالية مشاريع الصيانة الرقمية (Scholkmann، ٢٠٢١).

٧. التكامل مع الأنظمة القديمة

تستخدم العديد من المصانع معدات وبرامج ميكانيكية قديمة لم تكن مصممة للتكامل الرقمي الحالي. قد يكون دمج هذه المعدات مع أجهزة إنترنت الأشياء، أو التحليلات التنبؤية، أو منصات المراقبة المركزية، صعبًا من الناحية الفنية. قد يؤدي عدم التوافق إلى فقدان البيانات، أو توقعات خاطئة، أو مشاكل تشغيلية. تتمثل مشكلة الدراسة في اكتشاف أساليب للتكامل السلس، مما يسمح باتخاذ قرارات قائمة على البيانات دون المساس بالعمليات الجارية. يُعد استكشاف استراتيجيات لربط المعدات القديمة بالأطر الرقمية الحالية أمرًا بالغ الأهمية لتحقيق الإمكانيات الكاملة للصيانة التنبؤية والاستباقية في العمليات الصناعية.

أهمية الدراسة:

- الأهمية العلمية:

١. التطورات في الصيانة الرقمية

تُعزز هذه الدراسة الفهم العلمي لكيفية تطبيق التحول الرقمي، وتحديدًا في إدارة مشاريع الصيانة الميكانيكية في المؤسسات الصناعية. وتبحث في تكامل تقنيات مثل إنترنت الأشياء، والتحليلات التنبؤية، والتوائم الرقمية، لتقديم دراسة

مُنظمةً لتحسينات المُحتملة في الكفاءة التشغيلية، وموثوقية المعدات، وعمليات صنع القرار. تُعالج الدراسة فراغاً في الأدبيات من خلال التركيز على بيئة صناعية سعودية لم تحظَ باهتمام يُذكر في الأبحاث السابقة، مُقدمةً رؤيةً جديدةً للباحثين والممارسين في مجال الهندسة الصناعية وإدارة المشاريع (You، ٢٠٢١).

٢. تطوير إطار عمل للتحويل الرقمي

تتمثل المساهمة العلمية لهذه الدراسة في إنشاء إطار عمل مفاهيمي وعملي لتطبيق الحلول الرقمية في مشاريع الصيانة الميكانيكية. يُحدد هذا الإطار المتغيرات والتفاعلات والعمليات المهمة التي تُؤثر على فعالية التبني، مما يُنتج نموذجاً منهجياً يُمكن استخدامه في الأبحاث المستقبلية. من خلال تقديم استراتيجية مُعتمدة مُصممة خصيصاً للسياقات الصناعية المُعقدة، يُضيف هذا العمل إلى مجموعة الأدوات المنهجية المُتاحة للباحثين في إدارة الصيانة وتطبيقات الصناعة ٤.٠ (Saihi، ٢٠٢٣).

٣. الأدلة التجريبية لنتائج التحويل الرقمي

تجمع الدراسة بيانات فعلية حول تأثير التكنولوجيا الرقمية على أداء مشاريع الصيانة. وتقدم أدلة قابلة للقياس على انخفاض وقت التوقف عن العمل، وتوفير التكاليف، وتحسين تخصيص الموارد، وزيادة موثوقية المعدات، من خلال تحليل دراسات الحالة، والاستطلاعات، والبيانات التشغيلية الفعلية من مؤسسات مدينة الجبيل الصناعية. تُعزز هذه النتيجة الحجة العلمية لدعم التحويل الرقمي في الصيانة الصناعية، مما يمهّد الطريق لمزيد من البحث في حلول الصيانة التنبؤية والقائمة على الظروف (Zaman، ٢٠٢٤).

٤. تكامل المعرفة متعدد التخصصات

تُعد الهندسة الميكانيكية، والإدارة الصناعية، وتكنولوجيا المعلومات، وتحليلات البيانات من بين المجالات العلمية التي تناولتها الدراسة. وتبحث الدراسة في كيفية تأثير الابتكار التكنولوجي على الجوانب البشرية، والثقافة التنظيمية، والعمليات التشغيلية. يُحسن هذا النهج متعدد التخصصات المعرفة بالديناميكيات المُعقدة التي تدعم التحويل الرقمي، مما يوفر منظوراً شاملاً مفيداً لكل من البحث الأكاديمي والبحث الصناعي العملي (Nwulu، ٢٠٢٣).

٥. مساهمة في أبحاث متخصصة

تركز الدراسة على الصيانة الميكانيكية في مدينة الجبيل الصناعية بالمملكة العربية السعودية، التي تتميز بعمليات واسعة النطاق، وتنوع في المعدات، وأهميتها الاقتصادية الحيوية. يُقدم هذا التركيز المحلي رؤىً مدروسة للسياق، يمكن تطبيقها على حالات صناعية مماثلة حول العالم. كما تُحدد الدراسة أفضل الممارسات، وأنماط تبني التكنولوجيا، والصعوبات المحتملة، مما يُعزز المعرفة المتوفرة حول التحول الرقمي في الصناعات الثقيلة (Jamil، ٢٠١٨).

- الأهمية العملية:

١. تحسين كفاءة الصيانة

تقترح الدراسة أفكارًا عملية لزيادة كفاءة مشاريع الإصلاح الميكانيكي. من خلال تطبيق المراقبة الرقمية، والتحليلات التنبؤية، والعمليات الآلية، يُمكن للمصنعين تقليل فترات التوقف غير المخطط لها، وتحسين تخصيص الموارد، وتبسيط عمليات الصيانة. يُترجم هذا فورًا إلى استمرارية إنتاجية أكبر وانقطاعات تشغيلية أقل، وكلاهما أمر بالغ الأهمية لتعزيز تنافسية القطاع الصناعي (Benhanifia، ٢٠٢٥).

٢. خفض التكاليف وتحسين الموارد

يمكن أن يؤدي تطبيق التحول الرقمي في إدارة الصيانة إلى خفض تكاليف التشغيل بشكل كبير من خلال القضاء على الإصلاحات الطارئة، وهدر قطع الغيار، وعدم كفاءة العمالة. توضح الدراسة كيف تُساعد الصيانة التنبؤية واتخاذ القرارات المستندة إلى البيانات مديري الصناعة على تخصيص الموارد بفعالية أكبر، مما يُمكنهم من تحقيق كفاءة أكبر في التكلفة مع الحفاظ على موثوقية المعدات ومعايير السلامة (Sophie، ٢٠٢٥).

٣. دعم اتخاذ القرارات الاستراتيجية

تُوفر الدراسة للمديرين والمهندسين رؤى عملية تستند إلى بيانات آنية وأدوات تحليلية. يُمكن تحسين رؤية أداء المعدات من اتخاذ قرارات مدروسة بشأن جدولة الصيانة، والاستثمار الرأسمالي، والتخطيط التشغيلي. يضمن هذا التطبيق العملي للتقنيات الرقمية أن تكون قرارات الصيانة استباقية، وقائمة على الأدلة، ومتوافقة مع أهداف المؤسسة.

٤. تطوير القوى العاملة المُسرّ

تُسلط الدراسة الضوء على أهمية الموارد البشرية في نجاح التحوّل الرقمي. فهي تُوجّه أنشطة تطوير القوى العاملة من خلال تحديد احتياجات التدريب والمهارات اللازمة لتشغيل أدوات الإصلاح الرقمية. يُمكن للمنشآت الصناعية الاستفادة من هذه الرؤية لتحسين قدرات الموظفين، وزيادة استخدام التكنولوجيا، وبناء ثقافة التعلم المستمر التي تُعزز المرونة التشغيلية على المدى الطويل.

اهداف الدراسة:

- الهدف الرئيسي:

يهدف هذا البحث بشكل رئيسي إلى تحديد كيفية إسهام التحوّل الرقمي في تحسين إدارة مشاريع الصيانة الميكانيكية في الشركات الصناعية بمدينة الجبيل الصناعية، المملكة العربية السعودية.

- الأهداف الفرعية:

١. تقييم الوضع الراهن لممارسات إدارة الصيانة

تقييم إجراءات الصيانة الميكانيكية الحالية في مصانع مختارة، وتحديد نقاط القوة والضعف، والمجالات التي يمكن أن تحقق فيها التكنولوجيا الرقمية مكاسب ملموسة في الكفاءة والموثوقية والفعالية من حيث التكلفة.

٢. تحديد التقنيات والأدوات الرقمية ذات الصلة

تحديد أي التقنيات الرقمية، مثل مستشعرات إنترنت الأشياء، والتحليلات التنبؤية، ومنصات التوأمة الرقمية، هي الأكثر ملاءمة وفعالية لإدارة مشاريع الإصلاحات الميكانيكية في المؤسسات الصناعية السعودية.

٣. إنشاء إطار مفاهيمي للتحوّل الرقمي

إنشاء إطار عمل منظم يُحدد تكامل التقنيات الرقمية في أنشطة الصيانة، بما في ذلك العمليات، وسير العمل، والأدوار، والبنية التحتية التكنولوجية اللازمة للتنفيذ الناجح.

٤. تحليل الفوائد والتحديات المتوقعة

دراسة الفوائد المحتملة للتحويل الرقمي في مشاريع الصيانة، مثل زيادة وقت تشغيل المعدات، وخفض التكاليف، وزيادة الكفاءة التشغيلية، مع معالجة العوائق المتوقعة، مثل فجوات مهارات القوى العاملة، ومقاومة التغيير، والتكامل مع الأنظمة القديمة.

٥. تقديم توصيات للتنفيذ و أفضل الممارسات

تقديم توجيهات عملية لمديري ومهندسي الصناعة حول كيفية تطبيق تقنيات الصيانة الرقمية، مثل تدريب القوى العاملة، والإعداد التنظيمي، وإدارة التغيير، والمراقبة المستمرة لمؤشرات الأداء.

٦. تقييم مقاييس الأداء ومؤشرات الأداء الرئيسية

تصميم وتقييم مؤشرات الأداء الرئيسية التي تُحدد فعالية ممارسات الصيانة الرقمية، مثل تقليل وقت التوقف عن العمل، وتوفير التكاليف، وموثوقية المعدات، وكفاءة عمليات الصيانة، بحيث يُمكن قياس المكاسب وتتبعها بمرور الوقت.

تساؤلات الدراسة:

- سؤال البحث الرئيسي:

كيف يُمكن للتحويل الرقمي تحسين إدارة مشاريع الصيانة الميكانيكية في المصانع الصناعية بمدينة الجبيل الصناعية، المملكة العربية السعودية، من حيث الكفاءة، والموثوقية، وتحسين التكلفة، واتخاذ القرارات الاستراتيجية؟

- الأسئلة الفرعية:

١. ما هو الوضع الراهن لإدارة مشاريع الصيانة الميكانيكية في صناعات مختارة بمدينة الجبيل الصناعية، بما في ذلك الأساليب الحالية، والمشاكل، والقيود؟

٢. ما هي التقنيات والأدوات الرقمية، مثل إنترنت الأشياء، والتحليلات التنبؤية، والتوائم الرقمية، الأكثر ملاءمةً وعمليةً لدمجها في عمليات الصيانة الميكانيكية في هذه البيئات الصناعية؟
٣. ما هي معايير النجاح المهمة والتحديات المحتملة لتطبيق التحول الرقمي في إدارة مشاريع الصيانة، بما في ذلك الاعتبارات التنظيمية والتكنولوجية والقوى العاملة؟
٤. كيف يُمكن وضع إطار عمل رسمي أو خارطة طريق لتوجيه تبني ممارسات الصيانة الرقمية في البيئات الصناعية المعقدة؟
٥. ما هي الفوائد الملموسة التي يُمكن أن يُحققها التحول الرقمي لنتائج مشاريع الصيانة، مثل تعطّل المعدات، والنفقات التشغيلية، وكفاءة الصيانة، وموثوقية الأصول بشكل عام؟
٦. كيف يُمكن وضع مؤشرات أداء رئيسية (KPIs) ومتابعتها لتقييم فعالية مبادرات الصيانة الرقمية في المنشآت الصناعية؟
٧. ما أفضل الممارسات والتوصيات التي يُمكن تقديمها لدعم الاستخدام طويل الأمد للتقنيات الرقمية في إدارة الصيانة الميكانيكية داخل المصانع الصناعية السعودية؟

فرضيات الدراسة:

- الفرضية الرئيسية:

يُحسن التحول الرقمي كفاءة وموثوقية وفعالية إدارة مشاريع الصيانة الميكانيكية في المصانع الصناعية بمدينة الجبيل الصناعية، المملكة العربية السعودية، من خلال تمكين الصيانة التنبؤية، والمراقبة الآنية، واتخاذ القرارات القائمة على البيانات، والتخصيص الأمثل للموارد، مما يؤدي إلى خفض تكاليف التشغيل، وتقليل تعطّل المعدات، وزيادة الإنتاجية الإجمالية.

- الفرضيات الفرعية:

١. أثار المراقبة الرقمية على موثوقية المعدات

يُحسّن دمج مستشعرات إنترنت الأشياء وأنظمة المراقبة الآنية في مشاريع الصيانة الميكانيكية موثوقية المعدات من خلال تمكين الكشف المبكر عن العيوب، والتتبع المستمر للأداء، والتدخل في الوقت المناسب قبل حدوث الأعطال الجسيمة. تنص هذه الفرضية على أن المصانع التي تُطبق هذه التقنية ستقلل من حالات التوقف غير المُجدولة، وستُصبح جداول الصيانة أكثر قابلية للتنبؤ.

٢. أثر التحليلات التنبؤية على الكفاءة التشغيلية

يتيح تطبيق التحليلات التنبؤية على بيانات الصيانة الميكانيكية تنبؤات أكثر دقة لأعطال المعدات، وجدولة صيانة مُحسّنة، وتخصيص أمثل للعمالة والموارد. يُفترض أن التحليلات التنبؤية تُعزز الكفاءة التشغيلية أكثر من إجراءات الصيانة التفاعلية أو الدورية التقليدية.

٣. دور التوائم الرقمية في تخطيط الصيانة

يُنشئ استخدام تقنية التوائم الرقمية نسخة افتراضية من المعدات الفعلية، مما يسمح بمحاكاة السيناريوهات، وتخطيط الصيانة، وتقييم الأداء. ويُفترض أن دمج التوائم الرقمية في مشاريع إدارة الصيانة يُحسّن جودة اتخاذ القرارات، ويُقلل من احتمالية حدوث أخطاء مُكلفة أثناء عمليات إصلاح المعدات.

٤. تأثير كفاءة القوى العاملة على نجاح التحول الرقمي

إن معرفة القوى العاملة الرقمية، وقدراتها التقنية، ومستوى تدريبها، جميعها عوامل تؤثر على نجاح أساليب الصيانة الرقمية. ويُفترض أن المصانع التي تمتلك فرق صيانة مُدربة تدريبًا جيدًا وذات كفاءة رقمية تكون أكثر فعالية في تنفيذ برامج التحول الرقمي.

٥. جاهزية المؤسسة ومقاومتها للتغيير

يتأثر اعتماد التقنيات الرقمية بشكل كبير بالثقافة التنظيمية، والدعم الإداري، وقبول الموظفين. تقترح هذه الفرضية أن الجاهزية التنظيمية الأقوى ومقاومة التغيير المنخفضة يرتبطان إيجابًا بالتطبيق الناجح لأساليب الصيانة الرقمية وتحقيق مزاياها المرجوة.

٦. التكامل مع الأنظمة القديمة

تؤثر القدرة على دمج الأدوات الرقمية الحالية مع المعدات والأنظمة البرمجية القديمة على نجاح برامج التحول الرقمي. ويُفترض أن التكامل السلس يؤدي إلى جمع بيانات أكثر موثوقية، ورؤى تنبؤية دقيقة، وعمليات صيانة أكثر سلاسة، بينما يُقلل التكامل غير السليم من فائدة التقنيات الرقمية.

الدراسات السابقة:

سعت دراسة (Alghuried، ٢٠٢٤) إلى اختبار مستوى الوعي بين الممارسين وتقدير مدى انتشار تبني منهجية لين ستة سيجما (LSS) في شركات الصيانة السعودية. وكان الهدف هو الحصول على فهم شامل لقبول هذه المنهجية في الصناعة. بالإضافة إلى ذلك، كان الغرض من هذا البحث هو تحديد عوامل النجاح الحاسمة (CSFs) الأكثر أهمية لنجاح عمليات طرح لين ستة سيجما. وقد فحصت هذه الدراسة نطاق لين ستة سيجما من خلال استطلاع عبر الإنترنت، مع التركيز على تحديد وتقييم هذه المكونات الأساسية. وشملت هذه الدراسة بيانات من ٧٧ مشاركًا يعملون في شركات صيانة مختلفة في المملكة العربية السعودية، تم الحصول عليها من خلال استبيان محوسب وحللت باستخدام SPSS 22.0. واستخدمت هذه الدراسة مجموعة من الأدوات الإحصائية، بما في ذلك الإحصاء الوصفي وتحليل التكرار واختبارات t وتحليل التباين أحادي الاتجاه (ANOVA)، لتحليل تبني لين ستة سيجما وتحديد محركات النجاح الحاسمة. ووفقًا للاستطلاع، فإن ٧٧,٩٪ من شركات الصيانة السعودية لم تعتمد بعد لين ستة سيجما، وكان تحسين الجودة هو السبب الرئيسي لتطبيقه. يُعدّ التدريب الشامل على أنظمة دعم التعلم، واختيار الموظفين بكفاءة، وتعزيز الوعي، واتباع استراتيجية دقيقة قائمة على البيانات، من السمات الأساسية لنجاح تطبيق أنظمة دعم التعلم. علاوةً على ذلك، أكدت هذه الدراسة على أهمية التدريب، واختيار الموظفين، وفهم فوائد أنظمة دعم التعلم في تحسين فعالية التطبيق. وأخيرًا، قدمت هذه الدراسة رؤى قيّمة حول عوائق وعوامل تمكين تطبيق أنظمة دعم التعلم، مقدمةً مساهمات نظرية في المجال الأكاديمي وتوصيات عملية للشركات التي تسعى إلى تطبيق أنظمة دعم التعلم لتحقيق التحسين المستمر.

يشهد قطاع الإنشاءات نقلة نوعية نتيجةً للثورة الصناعية الرابعة (IR 4.0). ومع ذلك، في الاقتصادات النامية مثل المملكة العربية السعودية، لا يزال اعتماد تقنية الثورة الصناعية الرابعة (IR 4.0) في مراحله الأولى. ونتيجةً لذلك، يهدف هذا البحث إلى دراسة الفوائد والعقبات وعوامل النجاح الأساسية المرتبطة بتطبيق الثورة الصناعية الرابعة (IR 4.0) في قطاع الإنشاءات السعودي. تضمنت هذه التقنية تقييمًا شاملاً للأدبيات، بالإضافة إلى استبيانات وُزعت على متخصصين سعوديين ذوي خبرة في مجال الإنشاءات. ثم فُحصت البيانات المُجمعة باستخدام أسلوب مؤشر الأهمية النسبية (RI) وتحليل العوامل التأكيدية. أهم الفوائد والعقبات وعناصر النجاح الحاسمة التي سُلطت عليها هذه الدراسة هي "تحسين التواصل والتنسيق"، و"تكاليف التنفيذ (الاستثمار الأولي والصيانة)"، و"وضوح الأهداف والغايات"، على التوالي. وقد نتج عن تحليل العوامل التأكيدية نموذجًا نظريًا يُشكّل أساسًا لتطبيق الثورة الصناعية الرابعة (IR 4.0) في قطاع الإنشاءات السعودي. للدراسة آثار عملية على قطاع البناء السعودي، إذ تُسهّل التطبيق الناجح للتكنولوجيا من خلال القواعد والإجراءات وتوصيات أفضل الممارسات. تُعزز الدراسة الفهم النظري المتعلق باستخدام التكنولوجيا في قطاع البناء. ستكون استنتاجات هذه الدراسة مفيدة للغاية للاقتصادات الناشئة، مثل المملكة العربية السعودية، التي تتطلع إلى الاستفادة من إمكانات التقنيات الرقمية (Alsehami, 2024).

تعتمد الصناعة الصناعية، التي تُعدّ أساس الاقتصادات العالمية، بشكل كبير على بنية تحتية متطورة ومنسقة جيدًا لسلسلة التوريد. وسلاسل توريد التصنيع اليوم، بعيدًا عن كونها تطورًا خطيًا بسيطًا، هي شبكات معقدة ومتشابكة تشمل جميع المراحل، من شراء المواد الخام إلى تسليم المنتج النهائي للمستهلك النهائي. إن سلسلة التوريد الفعالة والمرنة ليست مجرد مكون تشغيلي ضروري؛ بل هي عامل تمييز حيوي يؤثر على قدرة الشركة المصنعة على المنافسة وربحيتهما وقدرتها على تلبية توقعات العملاء المتغيرة في سوق عالمية ديناميكية. سلسلة توريد التصنيع هي مجموعة من الأنشطة المترابطة التي تُحوّل الموارد الخام إلى منتجات قابلة للتسويق. يتضمن التخطيط تقدير الطلب، وتحديد أهداف الإنتاج، وابتكار طرق لمواءمة العرض مع متطلبات السوق المتوقعة. يُعدّ كل من الطلب والعرض وتخطيط احتياجات المواد (MRP) والمبيعات وتخطيط العمليات أمثلة على التخطيط الفعال. تُعنى مرحلة الشراء باكتشاف وتحليل واختيار موردي المواد الخام والمكونات والموارد الأخرى. وتُعدّ العلاقات القوية مع الموردين، والتفاوض على العقود، وضمان الجودة، عناصر مهمة في هذا الصدد. يُعدّ الإنتاج والتصنيع جوهر سلسلة التوريد، حيث يتم تحويل المواد الخام إلى منتجات جاهزة من خلال مجموعة متنوعة من الإجراءات. وتُعدّ جدولة

الإنتاج الفعّالة، ومراقبة الجودة، وأساليب التصنيع الفعّالة من حيث التكلفة، عوامل بالغة الأهمية. يُشرف قسم اللوجستيات والتوزيع على النقل المادي للبضائع وتخزينها وتسليمها. ويشمل ذلك إدارة النقل الداخلي والخارجي، وإدارة الأسطول، وإدارة المستودعات، ومراقبة المخزون، لضمان تسليم المنتجات إلى العملاء في الوقت المحدد وبتكلفة معقولة (Alam، ٢٠٢٥).

تشهد المملكة العربية السعودية تحولاً اقتصادياً، حيث تنتقل من اقتصاد قائم على النفط إلى اقتصاد أكثر تنوعاً واستدامة. وجزء من هذا الاقتصاد الجديد هو استغلال الموارد الطبيعية الوفيرة في البلاد، ولا سيما تعدين الفوسفات، الذي تبحثه هذه الورقة. ووفقاً للأدبيات، فإن إدارة مخاطر المؤسسات (ERM) والمسؤولية الاجتماعية للشركات (CSR) هي أفكار جديدة نسبياً، ولا سيما في المملكة العربية السعودية، ونتيجة لذلك، لا يُعرف الكثير عن استخدامها في الاقتصادات الناشئة. ويتم الاستفادة من مشروع وعد الشمال لمعرفة المزيد عن انتشار بعض التقنيات والممارسات في هذا القطاع. وتركز هذه الدراسة على ثلاثة أسئلة بحثية رئيسية: ١. كيف تؤثر إدارة مخاطر المؤسسات على الأداء التنظيمي؟ ٢. كيف تؤثر المسؤولية الاجتماعية للشركات على الأداء التنظيمي؟ ٣. كيف يؤثر تكامل إدارة مخاطر المؤسسات والمسؤولية الاجتماعية للشركات على أداء الشركات؟ وللإجابة على هذه المخاوف، استخدمت الدراسة منهجية مختلطة الأساليب بثلاثة مستويات (عالمي أو كلي، وطني أو متوسط، ومحلي أو جزئي). جُمعت البيانات من خلال استبيانين عبر الإنترنت (على المستويين الكلي والمتوسط)، ودراسة حالة من الأدبيات حول أربعة مناجم، ومقابلات على المستوى الجزئي ومجموعات التركيز. تُظهر نتائج الدراسة أن القطاع يعمل على أن يصبح أكثر استدامة ويدرك قيمة الاستراتيجية المتكاملة لإدارة المخاطر المؤسسية والمسؤولية الاجتماعية للشركات. لا تقتصر الأهمية الرئيسية لهذه الدراسة على المملكة العربية السعودية، ولكن أيضاً على الاقتصادات النامية حيث يُعد كل من إدارة المخاطر المؤسسية والمسؤولية الاجتماعية للشركات مفاهيم جديدة. يمكن الاستفادة من هذا الفهم الجديد لإظهار فوائد الأداء التي يمكن الحصول عليها من خلال دمج إدارة المخاطر المؤسسية والمسؤولية الاجتماعية للشركات في مشاريع التعدين الأخرى في المملكة وخارجها. كما تؤكد الدراسة على أوجه التشابه في المخاطر التي تواجهها مشاريع التعدين بجميع أحجامها حول العالم، لذا فهي تتضمن لمحة عامة عن المبادرات الدولية مثل المجلس الدولي للتعدين والمعادن (ICMM) والهيئة الدولية لإدارة المخاطر الصناعية (IRMA). يمكن لهذه الأطر والأنشطة الدولية، جنباً إلى جنب مع إدارة المخاطر

المؤسسية والمسؤولية الاجتماعية للشركات، أن تساعد في ضمان أن يكون التعدين الدولي آمناً ومستداماً قدر الإمكان (ALSHAMMRY، ٢٠٢٤).

يتجه عدد متزايد من شركات الإنشاءات السعودية إلى تبادل المعلومات كاستراتيجية لاستغلال نقاط قوتها الأساسية الفريدة سعياً وراء ميزة تنافسية. ومع ذلك، يُعد قطاع الإنشاءات من أصعب بيئات العمل، وتُعد الإدارة البشرية الفعالة أمراً بالغ الأهمية لضمان مساهمة الموظفين بمعرفتهم في نجاح المؤسسة. يُعد تبادل المعرفة عنصراً أساسياً في عملية إدارة المعرفة، وركيزة أساسية لنجاح المؤسسة، واستراتيجية بقاء في عصر المعرفة. على الرغم من التعديلات المختلفة التي أجرتها الحكومة السعودية على السياسات، لا يزال تبادل المعرفة موضوعاً لم يُبحث فيه بشكل كافٍ في سياق شركات الإنشاءات الكبرى في المملكة العربية السعودية. ونتيجةً لذلك، كان الهدف الرئيسي من هذه الدراسة هو دراسة كيفية نقل شركات الإنشاءات الكبرى في المملكة العربية السعودية للمعرفة في سبيل تعزيز التنافسية. تستند الاستنتاجات إلى منهجية نوعية تتضمن مقابلات شبه منظمة مع ٤٤ متخصصاً. وقد سلّط تحليل المحتوى الضوء على خمسة دوافع مهمة لتبادل المعرفة. أهم دوافع تبادل المعرفة هو تكامل أصول المعرفة. بالإضافة إلى ذلك، تستخدم شركات الإنشاءات السعودية الكبرى سبعة أساليب أساسية لتبادل المعلومات. النهج الأكثر شيوعاً هو التبادل المنتظم لأفضل الممارسات في مجال معرفة المشاريع. حددت الدراسة ثمانية مناهج وتقنيات لتبادل المعرفة تُستخدم غالباً في شركات البناء السعودية الكبرى. يتمثل العائق الرئيسي أمام تبادل المعلومات في نقص مهارات التواصل، في حين تساعد مبادرات تبادل المعرفة على تسريع عمليات البناء. تمثلت المساهمة المعرفية الأساسية في تطوير وتقييم إطار عمل لتبادل المعرفة لشركات البناء السعودية الكبرى. وخلصت الدراسة إلى أن تبادل المعلومات عملية متعددة الأوجه ومعقدة. وتُظهر النتائج أنه من أجل تنفيذ أساليب تبادل المعلومات بفعالية، يجب على شركات البناء الكبيرة في المملكة العربية السعودية تطوير ونشر برامج تدريبية كافية لإدارة تبادل المعرفة. تتمثل المساهمة الأكثر أهمية لهذه الدراسة في تقديم رؤى قيّمة من شأنها مساعدة صانعي القرار في قطاع البناء السعودي على تنفيذ مبادرات تبادل المعرفة لزيادة القدرة التنافسية للقطاع. تقتصر استنتاجات هذه الدراسة على قطاع البناء السعودي؛ وبالتالي، فإن إمكانية تعميمها خارج هذا السياق قد تكون مقيدة بشدة (Alamil، ٢٠٢٢).

مؤشرات الأداء الرئيسية (KPIs) باللغة الأهمية لنجاح أي مشروع بناء. يُعدّ وضع مؤشرات أداء رئيسية تُقدّم معايير موضوعية لمراقبة نجاح المشروع نهجًا شائعًا عند قياس أداء مشاريع البناء. يُعتبر المشروع ناجحًا إذا تم إنجازه في الموعد المحدد، وضمن الميزانية، وبالجودة المطلوبة - والمعروفة باسم "المثلث الحديدي". ومع ذلك، تُشير الأبحاث إلى أن هذا الافتراض بعيد كل البعد عن الصحة. فبالإضافة إلى المثلث الحديدي، يجب على قطاع البناء مراعاة عناصر نجاح أساسية أخرى. ونتيجةً لذلك، تتناول هذه الدراسة مؤشرات الأداء الرئيسية (KPIs) لمشاريع البناء السعودية. وقد استُخدم استبيان كمصدر بيانات رئيسي لتحديد أهم مؤشرات الأداء الرئيسية لمشاريع البناء. أما البيانات الثانوية، فقد جُمعت من خلال بحث مُعمّق في الأدبيات ذات الصلة، وتم تحديد أهم مؤشرات الأداء الرئيسية لمشاريع البناء السعودية وتقييمها باستخدام استبيان. ووفقًا للاستبيان، فإن أهم مؤشرات الأداء الرئيسية هي الوقت، والتكلفة، والجودة، والسلامة، والبناء المُستدام، ورضا العملاء والمستخدمين النهائيين، وإدارة المخاطر، وإنتاجية العمالة، والربحية. تُساهم هذه الدراسة في إثراء المعرفة حول مقاييس الأداء الرئيسية لمشاريع البناء في المملكة العربية السعودية (Hussain، ٢٠٢٢).

يدخل قطاع الإنشاءات في المملكة العربية السعودية فترة حرجة قد تجبر الشركات على تبني تكتيكات جديدة. تُعد طفرة التطوير هذه فرصة يجب على شركات الإنشاءات اغتنامها، لا سيما في ظل المشاريع العملاقة لرؤية السعودية ٢٠٣٠ مثل نيوم والبحر الأحمر. ونتيجة لذلك، يجب على شركات الإنشاءات اغتنام الفرصة لتحقيق الربح مع المساعدة في تحقيق أهداف التنمية المستدامة. تركز هذه الدراسة على تحديد مؤشرات الأداء الرئيسية (KPIs) لشركات الإنشاءات ثم تسليط الضوء على نقاط القوة والضعف الداخلية، بالإضافة إلى الفرص والتهديدات الخارجية، لتحديد أفضل ممارسات الإدارة الاستراتيجية لشركات الإنشاءات في المملكة العربية السعودية كدراسة حالة. سيبدأ الإجراء بتحليل الأدبيات لتحديد متغيرات الأداء في صناعة الإنشاءات في المملكة العربية السعودية، تليها نتائج المسح لتصنيف المعايير بناءً على الأهمية. ونتيجة لذلك، يكشف هذا التقييم عن عجز البحث في صناعة الإنشاءات في تحقيق أهداف التنمية المستدامة، وخاصة بين شركات الإنشاءات السعودية (Sultan، ٢٠٢٢).

يدخل قطاع البناء في المملكة العربية السعودية فترة حرجة قد تجبر الشركات على تبني تكتيكات جديدة. تُعد طفرة التطوير هذه فرصة يجب على شركات البناء اغتنامها، لا سيما في ضوء المشاريع الضخمة لرؤية السعودية ٢٠٣٠، مثل مشروع

نيوم ومشروع البحر الأحمر. وبالتالي، يجب على شركات البناء اغتنام الفرصة لتحقيق الأرباح مع المساعدة في تحقيق أهداف التنمية المستدامة. تركز هذه الدراسة على تحديد مؤشرات الأداء الرئيسية (KPIs) لشركات البناء ثم تسليط الضوء على نقاط القوة والضعف الداخلية، بالإضافة إلى الفرص والتهديدات الخارجية، لتحديد أفضل ممارسات الإدارة الاستراتيجية لشركات البناء في المملكة العربية السعودية كدراسة حالة. سيبدأ الإجراء بتحليل الأدبيات لتحديد متغيرات الأداء في صناعة البناء في المملكة العربية السعودية، تلمها نتائج المسح لترتيب المعايير بناءً على الأهمية. وبالتالي، يكشف هذا التقييم عن أوجه القصور في البحث في صناعة البناء في تحقيق أهداف التنمية المستدامة، لا سيما بين شركات البناء السعودية (AL-RUBAIE، ٢٠٢١).

شهدت استراتيجية الشركات تحولاً جذرياً على مر الزمن. ففي السابق، سادت استراتيجية على المستوى الوظيفي، حيث كانت تكنولوجيا المعلومات خاضعة لخطة عمل مدروسة جيداً وتتطلب التوافق معها. وفي الآونة الأخيرة، لم يسلم أي قطاع من الأضرار الناجمة عن التقدم السريع للتقنيات الرقمية، حيث أصبح التحول الرقمي عامل تمكين وتميز للشركات. ونتيجة لذلك، تتوسع استراتيجية تكنولوجيا المعلومات لتتجاوز مجرد التوافق لتشمل تكامل استراتيجيات الأعمال وتكنولوجيا المعلومات، وهو مفهوم يُعرف باسم استراتيجية الأعمال الرقمية. ومع ذلك، لا يزال التوافق مع التصميم التنظيمي ضرورياً لتحقيق أداء تجاري طويل الأجل، لا سيما في قطاع المياه السعودي. يشهد قطاع المياه في المملكة العربية السعودية خصخصة، وإعادة تنظيم واسعة، وتحولاً رقمياً هائلاً لتلبية احتياجات أصحاب المصلحة. وينقسم هذا القطاع إلى قطاعين عام وخاص، حيث تتولى شركات المياه السعودية مسؤولية توفير مياه الشرب وجمع ومعالجة مياه الصرف الصحي. وقد كُلفت هذه الشركات من قبل الحكومة بإعادة هيكلتها باستخدام تقنيات رقمية جديدة من شأنها دعم القطاع مع الحفاظ على استدامة الجميع مالياً واجتماعياً وبيئياً. ومع ذلك، لم تُنجز دراسات كافية في قطاع المياه حول كيفية تطبيق استراتيجية الأعمال الرقمية ودمجها مع التصميم التنظيمي لضمان أداء الأعمال على المدى الطويل. ونتيجة لذلك، تبقى المسألة مطروحة: إلى أي مدى يُحسن مواءمة استراتيجية الأعمال الرقمية مع جوانب التصميم التنظيمي أداء الأعمال على المدى الطويل؟ باستخدام نهج قائم على معالجة المعلومات والمعرفة، تسعى هذه الدراسة إلى دراسة تأثير استراتيجية الأعمال الرقمية على عوامل التصميم التنظيمي مثل الهيكل والعمليات والأفراد والمكافآت من أجل تحديد عوامل النجاح اللازمة للمواءمة للتصميم STAR الاستراتيجية الرقمية لتحسين أداء الأعمال على المدى الطويل في شركات المياه. تستخدم الدراسة نموذج التنظيمي (كيتس وجالبريث ٢٠٠٧)، والذي يشمل هذه الجوانب، وتستخدم منهجية نوعية مع دراساتي حالة (شركات مياه

سعودية عامة وخاصة). تم جمع البيانات النوعية من خلال المقابلات ومجموعات التركيز وتحليل الوثائق ومراجعة الأدبيات. تمت معالجة البيانات باستخدام تقنية تحليل المحتوى باستخدام تطبيق رسم الخرائط بمساعدة الحاسوب مفتوح الوصول (CSFs) الذي أنشأه مايرينغ (٢٠١٤). أنتجت هذه الدراسة ٢٤ اقتراحًا، وبحث في ١٨ عامل نجاح رئيسي (QCAmap) واقترحت ستة معايير وتسعة مؤشرات لأداء الأعمال على المدى الطويل. تم تصنيف عوامل النجاح الرئيسية الثمانية عشر إلى ثلاث فئات: استراتيجية، وتنظيمية، ورقمية. المحددات الاستراتيجية هي رؤية استراتيجية رقمية مشتركة، وأهداف استراتيجية رقمية مشتركة، ودعم الإدارة العليا، وتكامل المعرفة، والتطوير الشامل المتزامن، وإدارة الشراكات الرقمية، وإدارة الجودة (، وإدارة التغيير. تُعد الهياكل الرشيقة، والوحدات الرقمية المشتركة، وإعادة KPIs باستخدام مؤشرات الأداء الرئيسية (تشكيل المهام، والعمليات الرقمية الموحدة، وتدفقات المعلومات الرقمية الموحدة، والمهارات والمعرفة الرقمية المتجددة، والحوكمة الرقمية من بين عوامل التصميم التنظيمي، بالإضافة إلى العوامل الحالية (الأفراد والمكافآت). تشمل العناصر الرقمية الحلول الرقمية المتكاملة، والمركزية الرقمية، والتشغيل البيئي، والتوافق. تساعد هذه الخصائص مجتمعة في تشكيل بنية تنظيمية رقمية مبتكرة تحقق توافق الاستراتيجية الرقمية. ونتيجة لذلك، أنشأت هذه الدراسة نموذجًا للتوافق (المرتبطة بعملية التوافق الاستراتيجي الرقمي CSFs) يتضمن جميع عوامل النجاح الرئيسية (IDSAM الاستراتيجي الرقمي) ويضمن أداء الشركة على المدى الطويل. يُدعم الأفراد والمكافآت بثلاثة عناصر في أدبيات التصميم التنظيمي الحالية: المهارات (، تؤثر هذه الجوانب على KPIs والمعارف الرقمية المتجددة، وإدارة التغيير، وإدارة الجودة باستخدام مؤشرات الأداء الرئيسية (عوامل التصميم التنظيمي لتحسين الأداء. يمكن اعتبار عوامل النجاح الرئيسية الخمسة عشر (الإضافية) المتبقية مساهمات معرفية جديدة في تطوير نظرية التصميم التنظيمي في سياق استراتيجية الأعمال الرقمية وأداء الشركة على المدى الطويل. ومع ذلك، هناك اعتبارات أخرى يجب مراعاتها. ونتيجة لذلك، تُركز هذه الدراسة على الأبحاث المستقبلية، حيث يجب دراسة عوامل النجاح الرئيسية هذه إحصائيًا باستخدام الاستبيانات لتحديد كيفية تأثيرها على النتيجة النهائية الثلاثية للاستدامة. عمليًا، تُظهر هذه الدراسة للمدراء أن تحقيق التوافق بين الاستراتيجية الرقمية أمر بالغ الأهمية لتحسين العمليات (، ٢٠٢٢). Dehaish للمؤسسات والموظفين والمستخدمين (

تُعد الشركات الصغيرة أحد أهم ركائز التنمية المستدامة. ونتيجة لذلك، شجعت العديد من الحكومات على تطوير وتوسيع نطاق الشركات الصغيرة. وبهذا المعنى، أحرزت المملكة العربية السعودية تقدمًا هائلًا نحو ضمان توسع ونمو هذا

القطاع الاقتصادي الرئيسي. وكان الغرض من هذه الدراسة هو فهم دور الصناعات الصغيرة بشكل أفضل في تحقيق التنمية المستدامة في القصيم (المملكة العربية السعودية). وقد استُخدمت أساليب التحليل التاريخية والاستقرائية والجغرافية. وشمل المجتمع جميع الصناعات الصغيرة في القصيم، وأُجريت هذه الدراسة على مجتمع الدراسة الكامل، مما أسفر عن ١١٢ صناعة صغيرة. وأظهرت النتائج أنه في حين حققت الصناعات الصغيرة في القصيم تنمية اقتصادية وبيئية مستدامة، إلا أنها فشلت في تحقيق التنمية الاجتماعية المستدامة. ونتيجةً لذلك، تقترح هذه الدراسة أنه من أجل تحقيق تنمية اجتماعية طويلة الأجل، يجب على الصناعات الصغيرة في القصيم تعزيز معدل القوى العاملة الوطنية لديها (Aldagheiri، ٢٠٢٤).

المنطلقات النظرية للدراسة:

١. التحول الرقمي يزيد من كفاءة الصيانة

تشير الدراسة إلى أن دمج التقنيات الرقمية (مثل إنترنت الأشياء، والتحليلات التنبؤية، وأنظمة التوأمة الرقمية) في مشاريع الصيانة الميكانيكية يُحسن الكفاءة التشغيلية. تُساعد الحلول الرقمية فرق الصيانة على تقليل فترات التوقف غير المخطط لها وتحسين استخدام العمالة والمواد من خلال توفير المراقبة الفورية، والكشف المبكر عن العيوب، وجدولة الصيانة الآلية. يستند هذا المفهوم إلى نظرية الصناعة ٤.٠، التي تُركز على الأنظمة الذكية المترابطة لتحسين عمليات التصنيع والصيانة (Sharma، ٢٠١٩).

٢. الصيانة التنبؤية والاستباقية تتفوق على الممارسات التفاعلية

يُعتقد أن أساليب الصيانة التنبؤية والاستباقية، المدعومة بالتقنيات الرقمية، أكثر فعالية من الصيانة التفاعلية التقليدية أو الصيانة الزمنية. تُمكن التحليلات التنبؤية والمراقبة القائمة على الحالة المديرين من توقع المشكلات، مما يوفر الانقطاعات والتكاليف الباهظة. يتماشى هذا المفهوم مع فلسفة الصيانة المُركزة على الموثوقية، والتي تُعطي الأولوية للصيانة وفقًا لبيانات الأهمية الحرجة للأصول والأداء بدلاً من الجداول الزمنية المُحددة مسبقًا (Patel، ٢٠٢٣).

٣. الجاهزية التنظيمية تؤثر على التنبؤ الرقمي

تُشير الدراسة إلى أن فعالية التحول الرقمي في مبادرات الصيانة تعتمد بشكل كبير على الجاهزية التنظيمية. ويؤثر دعم الإدارة، وتدريب الموظفين، والمعرفة الرقمية، والقبول الثقافي للتكنولوجيا على مدى نجاح استخدام الأدوات الرقمية. ويُعزز هذا المفهوم نماذج تبني التكنولوجيا، التي تُشير إلى أن المتغيرات التنظيمية والبشرية تُعدّ مؤشرات مهمة للتكامل التكنولوجي الفعال (Michelotto، ٢٠٢٤).

٤. يُعد دمج الأنظمة القديمة أمراً بالغ الأهمية للنجاح الرقمي

يُفترض أن نجاح استراتيجيات الصيانة الرقمية يعتمد على التكامل السلس للأدوات الرقمية الجديدة مع المعدات والأنظمة البرمجية القديمة الحالية. وبدون التكامل الكافي، قد تتأثر قدرات جمع البيانات والتنبؤ، مما يحد من الفوائد المحتملة للتحول الرقمي. ويستند هذا المفهوم إلى نظرية النظم الاجتماعية والتقنية، التي تُركز على تفاعلات التكنولوجيا والأفراد والعمليات التنظيمية.

٥. التحول الرقمي يُحسن عملية صنع القرار والتخطيط الاستراتيجي

تُشير الدراسة إلى أن التقنيات الرقمية تُوفر معلومات عملية تُساعد في صنع القرارات الاستراتيجية في مشاريع الصيانة الميكانيكية. تُمكن البيانات الآنية، والنماذج التنبؤية، والمحاكاة الرقمية المدراء من اتخاذ قرارات مبنية على الأدلة بشأن جداول الصيانة، وتخصيص الموارد، وتخطيط الاستثمار. يتوافق هذا المفهوم مع توجه الشركة القائم على المعرفة، والذي يُؤكد على أهمية تحليلات المعلومات والبيانات في تحسين الأداء المؤسسي.

٦. يؤدي تبني التكنولوجيا إلى تحسين التكلفة وتعزيز القدرة التنافسية

يُفترض أن تطبيق حلول الصيانة الرقمية يُؤدي فوراً إلى توفير التكاليف، وتحسين الموارد، وتعزيز القدرة التنافسية الصناعية بشكل عام. يُمكن لأصحاب المصانع تحقيق فوائد اقتصادية كبيرة من خلال تقليل وقت التوقف عن العمل، وإجراء الإصلاحات الطارئة، وتحسين تخطيط الصيانة. ويدعم هذا المفهوم نظريات إدارة العمليات والإدارة الاستراتيجية، التي تربط كفاءة العمليات والابتكار التكنولوجي بالميزة التنافسية.

المنهجية وطرق البحث:

تعتمد هذه الدراسة على منهجية بحث وصفية تحليلية، مدعومة بمنهجيات كمية ونوعية، لدراسة كيفية تحسين التحول الرقمي لإدارة مشاريع الصيانة الميكانيكية في المصانع الصناعية بمدينة الجبيل الصناعية، المملكة العربية السعودية. يحدد الجانب الوصفي الوضع الراهن لتقنيات إدارة الصيانة، والتحديات القائمة، ومستوى تكامل التكنولوجيا الرقمية. بينما يحدد الجانب التحليلي الروابط بين متغيرات مثل التبنّي الرقمي، وكفاءة الصيانة، وتوفير التكاليف، والفعالية التشغيلية.

يُستخدم أسلوب المنهج المختلط في البحث لفهم هذه الظاهرة بشكل أشمل. سيتم توزيع استبيانات منظمة على المهندسين ومديري الصيانة والموظفين الفنيين في مصانع مختارة لجمع بيانات كمية، بينما ستوفر المقابلات شبه المنظمة مع خبراء الصناعة ومتخصصي التحول الرقمي رؤى نوعية. يُحسّن هذا المزيج من صحة النتائج وموثوقيتها من خلال توفير دليل إحصائي إلى جانب السياق التفسيري.

تم اعتماد نهج دراسة استقصائية لتقييم وجهات نظر المؤسسات الصناعية وممارساتها ومستويات استعدادها للتحول الرقمي في إدارة الصيانة. ستضمن الاستبيانات أسئلة مغلقة وأسئلة بمقياس ليكرت لتقييم آراء المشاركين حول فوائد وتحديات وعواقب التحول الرقمي. سيتم تحليل البيانات المجمعة باستخدام برامج إحصائية مثل SPSS أو Excel لاكتشاف الاتجاهات والارتباطات والاختلافات المهمة بين المجموعات والمتغيرات.

في القسم النوعي، ستوفر المقابلات وتحليل الوثائق رؤى أعمق في الجوانب الاستراتيجية والتشغيلية للتنفيذ الرقمي. ستساعد هذه المنهجيات في تحديد عوامل النجاح والعوائق وأفضل الممارسات بناءً على تجارب واقعية في السياق الصناعي بالجبيل. ستُكمل النتائج النوعية البيانات الكمية من خلال شرح أسباب الاتجاهات الإحصائية وتبسيط الضوء على العوامل الإدارية والثقافية والتقنية التي قد تؤثر على نجاح التحول الرقمي.

تعتمد الدراسة أيضًا على نهج دراسة الحالة، حيث تُشكل العديد من مشاريع الصيانة الميكانيكية في مدينة الجبيل الصناعية نقاطاً محورية للبحث الموسع. يسمح هذا بدراسة مناهج التحول الرقمي ضمن سياقات تنظيمية فريدة، مع التركيز على الاختلافات في أساليب التنفيذ ونتائجه. ستتناول دراسات الحالة استخدام أنظمة إنترنت الأشياء، ونماذج الصيانة التنبؤية، والتوائم الرقمية، بالإضافة إلى كيفية تأثيرها على موثوقية المعدات، وتقليل وقت التوقف، وإدارة التكاليف.

يشارك في الدراسة مهندسو صيانة ميكانيكية، ومديرو مشاريع، ومشرفون، وصناع قرار من عدة مصانع. سيتم اختيار العينة باستخدام أسلوب أخذ العينات العشوائية الطبقية لضمان تمثيل مختلف الصناعات، بما في ذلك البتروكيماويات، والمعادن، والتصنيع. سيكون حجم العينة كافيًا للوصول إلى دلالة إحصائية، وضمان تطبيق النتائج على مختلف الصناعات.

سيتم الالتزام الصارم بالمبادئ التوجيهية الأخلاقية للبحث لضمان سرية جميع المشاركين وإخفاء هويتهم. ستكون المشاركة اختيارية، مع طلب الموافقة المسبقة قبل جمع البيانات. ستستخدم جميع البيانات لأغراض أكاديمية بحثية، وفقًا لبروتوكولات البحث الأخلاقي والمبادئ التوجيهية المؤسسية.

ستشمل مرحلة تحليل البيانات كلاً من الإحصاءات الوصفية (المتوسط، والتكرار، والنسبة المئوية) والتحليل الاستدلالي (الارتباط والانحدار) لدراسة الروابط بين متغيرات البحث. سيتم ترميز البيانات النوعية وتحليلها موضوعيًا للكشف عن الأنماط والرؤى. سيوفر دمج مجموعتي البيانات صورة أشمل لكيفية تأثير التحول الرقمي على أداء إدارة الصيانة الميكانيكية.

وأخيرًا، سيتم استخدام أساليب تحقق مختلفة للتأكد من صحة البحث وموثوقيته. سيتم تحسين صياغة الاستبيان وهيكله خلال الاختبار التجريبي. وللتحقق من صحة الاستنتاجات، سيتم توثيق مصادر البيانات وتقنياتها، وسيتم البحث عن تقييم الخبراء لضمان دقة التفسير.

بشكل عام، توفر هذه المنهجية إطارًا منظمًا وشاملاً لدراسة وقياس وتفسير دور التحول الرقمي في زيادة كفاءة إدارة مشاريع الصيانة الميكانيكية وفعاليتها من حيث التكلفة واستدامتها في المصانع الصناعية السعودية، وخاصة تلك الموجودة في مدينة الجبيل الصناعية.

أدوات الدراسة:

لتحقيق أهداف هذه الدراسة والإجابة على أسئلتها بدقة، سيتم استخدام مزيج من منهجيات البحث الكمي والنوعي. وقد تم اختيار هذه الأدوات بعناية لضمان دقة وصلاحيّة وشمولية جمع البيانات حول تأثير التحول الرقمي على إدارة مشاريع الصيانة الميكانيكية في المصانع الصناعية بمدينة الجبيل الصناعية، المملكة العربية السعودية.

يُعد الاستبيان المُهيكل أول أداة مُستخدمة في هذه الدراسة، وهو الأداة الرئيسية لجمع البيانات الكمية. ويهدف إلى جمع بيانات قابلة للقياس من مهندسي الصيانة، ومديري المشاريع، والموظفين الفنيين في مختلف المصانع. سيتضمن الاستبيان عدة مكونات، بما في ذلك المعلومات الديموغرافية، ومستويات استخدام التكنولوجيا الرقمية الحالية، والفوائد المُتوقعة للتحول الرقمي، والمشكلات التي واجهتها، والتأثير العام على كفاءة المشروع، وخفض التكاليف، والموثوقية. سيتم استخدام مقياس ليكرت من خمس درجات (من أرفض بشدة إلى أوافق بشدة) لتقييم آراء المشاركين ومواقفهم تجاه التحول الرقمي في إدارة الصيانة.

سيتم إعداد الاستبيان بعد دراسة مُعمّقة للأدبيات الحديثة حول التحول الرقمي، وإدارة الصيانة، والكفاءة الصناعية. يضمن هذا اتساق جميع البنود مع الإطار النظري للدراسة وأهدافها. قبل التوزيع الواسع، سيُجرى اختبار تجريبي مع عدد قليل من المتطوعين لتقييم وضوح الاستبيان وموثوقيته واتساقه. وسيتم اختبار الاتساق الداخلي وموثوقية البنود باستخدام مناهج إحصائية مثل معامل ألفا كرونباخ.

الأداة الثانية هي مقابلة شبه منظمة، تُقدم معلومات نوعية حول الجوانب الإدارية والاستراتيجية للتحول الرقمي. ستُجرى المقابلات مع أهم صنّاع القرار، ومديري الصيانة، وأخصائيي التحول الرقمي العاملين في القطاع الصناعي بالجبيل. ستركز أسئلة المقابلة على فهم كيفية تصور الجهود الرقمية وتنفيذها وتقييمها في مشاريع الصيانة الميكانيكية. كما سينظرون في تحديات التبني، مثل تردد المؤسسات، ونقص المواهب، والقيود المالية، بالإضافة إلى تحديد أفضل الممارسات للتكامل الرقمي الناجح.

ستُجرى هذه المقابلات شخصيًا أو عبر منصات إلكترونية، حسب توفر المشاركين، وسيتم تسجيلها (بعد الحصول على موافقتهم) لضمان دقتها. سيتم تحليل بيانات المقابلات موضوعيًا لاكتشاف الأنماط والمواضيع المتكررة، والتي سيتم دمجها بعد ذلك مع النتائج الكمية لتكوين معرفة شاملة بمشكلة البحث.

الأداة الثالثة هي تحليل الوثائق والسجلات، وهي تُكمل الاستبيان والمقابلات. سيتم فحص التقارير الداخلية للشركة، وسجلات الصيانة، وبيانات النظام الرقمي، ووثائق المشروع للتحقق من صحة البيانات المُبلّغ عنها ذاتيًا وتقديم مؤشرات أداء موضوعية. تساعد هذه الأداة في إقامة صلة مباشرة بين مستويات التبني الرقمي والنتائج القابلة للقياس، مثل تقليل وقت التوقف عن العمل، وخفض تكاليف الصيانة، وزيادة موثوقية المعدات.

علاوة على ذلك، يمكن الاستفادة من الملاحظة كمكمل خلال الزيارات الميدانية لمؤسسات محددة في مدينة الجبيل الصناعية. ستركز الملاحظات على كيفية استخدام التقنيات الرقمية (مثل لوحات معلومات إنترنت الأشياء، وأنظمة الصيانة التنبؤية، والتوائم الرقمية) في عمليات الصيانة الدورية. ستُحسن هذه التجربة المباشرة الوعي السياقي بعملية التحول الرقمي وتداعياتها في العالم الحقيقي.

سيتم تنظيم البيانات المُجمعة من جميع الأدوات ومعالجتها وتحليلها بشكل منهجي باستخدام الأساليب المناسبة. للتحليل الإحصائي، سيتم التعامل مع البيانات الكمية باستخدام برنامج SPSS، بينما سيتم تحليل البيانات النوعية من المقابلات والوثائق باستخدام تحليل المحتوى والموضوعات. يُحسن دمج كلتا مجموعتي البيانات موثوقية النتائج ويوفر تفسيرًا أكثر توازنًا لنتائج البحث.

ستُراعى الاعتبارات الأخلاقية بشكل صحيح في جميع الأدوات. ستُحفظ هوية المشاركين وردودهم سرًا، وستُطلب الموافقة المسبقة قبل أي جمع للبيانات. ستُستخدم جميع الأدوات للأغراض الأكاديمية فقط، وسيتم التعامل معها وفقًا للمبادئ التوجيهية الأخلاقية للبحث الجامعي.

في الختام، يضمن استخدام العديد من أدوات البحث التكميلية، مثل الاستبيانات المنظمة، والمقابلات شبه المنظمة، وتحليل الوثائق، والملاحظة المباشرة، اتباع نهج منهجي متين. تتيح هذه الأساليب، مجتمعةً، للدراسة رصد كل من السمات

القابلة للقياس والسياقية لمشاركة التحول الرقمي في تحسين إدارة مشاريع الصيانة الميكانيكية في البيئة الصناعية لمدينة الجبيل.

حدود الدراسة:

- الحدود المكانية

تقتصر هذه الدراسة على مصانع الجبيل الصناعية في المملكة العربية السعودية، كونها تمثل واحدة من أكبر وأهم المدن الصناعية في المنطقة، وتضم مجموعة متنوعة من المصانع في مجالات البتروكيماويات والمعادن والطاقة والصناعات التحويلية. تم اختيار الجبيل تحديداً لأنها تُعد نموذجاً متقدماً في تطبيق مفاهيم التحول الرقمي والإدارة الصناعية الحديثة، مما يجعلها بيئة مناسبة لدراسة أثر التقنيات الرقمية على إدارة مشاريع الصيانة الميكانيكية. وعليه، فإن نتائج هذه الدراسة تنطبق بشكل أساسي على بيئة الجبيل الصناعية، وقد تختلف في حال تطبيقها على مناطق صناعية أخرى ذات ظروف مختلفة.

- الحدود الزمانية

تغطي هذه الدراسة الفترة الزمنية ما بين عامي ٢٠٢٤ و ٢٠٢٥، وهي فترة تشهد تطوراً ملحوظاً في تطبيقات التحول الرقمي في المملكة ضمن إطار رؤية السعودية ٢٠٣٠، التي تهدف إلى تعزيز الكفاءة التشغيلية في القطاعات الصناعية. وقد تم تحديد هذا الإطار الزمني نظراً لتسارع التحول التقني في المصانع خلال هذه المرحلة، مما يسمح برصد التغيرات الحديثة في أساليب إدارة الصيانة الميكانيكية، وتقييم مدى نضج تطبيق التقنيات الرقمية خلال فترة زمنية محددة ذات دلالة استراتيجية.

- الحدود البشرية

تستهدف الدراسة العاملين في مجال الصيانة الميكانيكية داخل المصانع الواقعة في الجبيل الصناعية، وتشمل المهندسين، والمشرفين، والفنيين، ومديري المشاريع، ومديري الصيانة، ومسؤولي التحول الرقمي. تم اختيار هذه الفئات نظراً لدورهم المباشر في عمليات الصيانة وإدارة المشاريع، إضافةً إلى امتلاكهم المعرفة التقنية والعملية المتعلقة بآليات التحول الرقمي في بيئة العمل الصناعية. أما الفئات الأخرى مثل الإدارات الإدارية أو الأقسام غير الفنية، فهي تقع خارج نطاق هذه الدراسة لعدم ارتباطها المباشر بموضوع البحث الأساسي.

المراجع:

- Alayed, S. (2025). Saudi Arabia's Business Transformation: Strategies for Success in a Changing Economy. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/389397364_Saudi_Arabia's_Business_Transformation_Strategies_for_Success_in_a_Changing_Economy
- Albukhitan, S. (2020). Developing Digital Transformation Strategy for Manufacturing. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/340636132_Developing_Digital_Transformation_Strategy_for_Manufacturing
- Alghuried, A. (2024). Lean Six Sigma in Saudi Maintenance Companies: Adoption, Proficiency, and the Keys to Success. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/386265344_Lean_Six_Sigma_in_Saudi_Maintenance_Companies_Adoption_Proficiency_and_the_Keys_to_Success
- Benhanifia, A. (2025). Systematic review of predictive maintenance practices in the manufacturing sector. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2667305325000274>
- Ezmigna, I. (2024). The Role of Vision 2030 in Transforming Saudi Arabia's Logistics Sector: A Qualitative Approach. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/388138540_The_Role_of_Vision_2030_in_Transforming_Saudi_Arabia's_Logistics_Sector_A_Qualitative_Approach
- Iwarue, J. (2025). Impact of Preventive Maintenance Practices on Productivity. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/388878744_Impact_of_Preventive_Maintenance_Practices_on_Productivity
- Jamil, R. (2018). Analysis of Challenges in Sustainable Construction Industry by Using Analytic Hierarchy Process: A Case Study of Jubail Industrial City, Saudi Arabia. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/316597377_Analysis_of_Challenges_in_Sustainable_Construction_Industry_by_Using_Analytic_Hierarchy_Process_A_Case_Study_of_Jubail_Industrial_City_Saudi_Arabia
- Kambala, G. (2025). Digital Transformation In IT: Challenges and Opportunities in Enterprises Systems. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/388594673_Digital_Transformation_In_IT_Challenges_and_Opportunities_in_Enterprises_Systems

- Mallioris, P. (2024). Predictive maintenance in Industry 4.0: A systematic multi-sector mapping. 80-103. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1755581724000221>
- Michelotto, F. (2024). Organizational Digital Transformation Readiness: An Exploratory Investigation. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/386164184_Organizational_Digital_Transformation_Readiness_An_Exploratory_Investigation
- Nasir, W. (2025). Real-Time IoT-Based Monitoring of Mechanical Systems Using Acoustic and Vibration Data. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/389338528_Real-Time_IoT-Based_Monitoring_of_Mechanical_Systems_Using_Acoustic_and_Vibration_Data
- Nwulu, E. O. (2023). The importance of interdisciplinary collaboration for successful engineering project completions: A strategic framework. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/387730457_The_importance_of_interdisciplinary_collaboration_for_successful_engineering_project_completions_A_strategic_framework
- Okolie, C. I. (2024). Optimizing Organizational Change Management Strategies for Successful Digital Transformation and Process Improvement Initiatives. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/389777368_Optimizing_Organizational_Change_Management_Strategies_for_Successful_Digital_Transformation_and_Process_Improvement_Initiatives
- Osemeike, G. (2024). Strategic approaches for successful digital transformation in project management across industries. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/383847864_Strategic_approaches_for_successful_digital_transformation_in_project_management_across_industries
- Patel, M. (2023). Predictive Maintenance: A Comprehensive Analysis and Future Outlook. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/378425215_Predictive_Maintenance_A_Comprehensive_Analysis_and_Future_Outlook
- Saihi, A. (2023). Advancing Maintenance Digital Transformation: A Conceptual Framework to Guide Its Effective Implementation. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/375537454_Advancing_Maintenance_Digital_Transformation_A_Conceptual_Framework_to_Guide_its_Effective_Implementation

- Scholkmann, A. (2021). Resistance to (Digital) Change: Individual, Systemic and Learning-Related Perspectives. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/342130277_Resistance_to_Digital_Change_Individual_Systemic_and_Learning-Related_Perspectives
- Sharma, A. (2019). IoT-enabled Predictive Maintenance for Mechanical Systems: Innovations in Real-time Monitoring and Operational Excellence. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/392130825_IoT-enabled_Predictive_Maintenance_for_Mechanical_Systems_Innovations_in_Real-time_Monitoring_and_Operational_Excellence
- Shonubi, O. A. (2025). Innovation challenges of digital transformation: Transitioning legacy to the future. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666188825005350>
- Sophie, E. R. (2025). Predictive Maintenance Strategies. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/392332949_Predictive_Maintenance_Strategies
- Turcan, R. (2024). Impact of Industry 4.0 technologies on skill requirements and workforce availability in key sectors. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/387066772_IMPACT_OF_INDUSTRY_40_TECHNOLOGIES_ON_SKILL_REQUIREMENTS_AND_WORKFORCE_AVAILABILITY_IN_KEY_SECTORS
- Weidner, T. J. (2023). Planned maintenance vs Unplanned maintenance and facility costs. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/370619628_Planned_maintenance_vs_Unplanned_maintenance_and_facility_costs
- You, Y. (2021). Advances of digital twins for predictive maintenance. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/358211350_Advances_of_digital_twins_for_predictive_maintenance
- Zaman, S. A. (2024). Digital technologies and digitalization performance: the mediating role of digitalization management. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/385984830_Digital_technologies_and_digitalization_performance_the_mediating_role_of_digitalization_management

Midocean University

College of Management

Master of Project Management



Research Title:

Digital Transformation in Developing Mechanical Maintenance Project Management in Saudi Factories
(Jubail Industrial Cities)

Student Prepared by:

Hussain Ali Hussain Razhan

University ID:

252001653

Supervisor:

Dr. Alfaisal Abdelhameed

Dr. Fayez Jrad

Academic Year:

1447 / م 2025