

جامعة ميدأوشن



كلية الإدارة

قسم / تخصص. ماجستير إدارة المشاريع

عنوان البحث

استراتيجيات الصيانة التنبؤية ودورها في تقليل التكاليف التشغيلية: دراسة استطلاعية

لآراء المديرين في المنشآت الصناعية بمدينة الجبيل

إعداد الطالب / نواف عادل الحربي

إشراف/

د. الفیصل عبد الحمید محمد

دفايز علي الجراد

العام الدراسي:

٢٠٢٦

مقدمة الدراسة

تعد الصناعة المحرك الأساسي للاقتصاد العالمي، وفي ظل الثورة الصناعية الرابعة (Industry 4.0)، أصبحت كفاءة النظم الإنتاجية تعتمد بشكل جوهري على استمرارية عمل المعدات وتجنب التوقفات المفاجئة. تبرز "الصيانة التنبؤية" (Predictive Maintenance) كواحدة من أكثر الاستراتيجيات تطوراً، حيث تعتمد على مراقبة حالة المعدات واستخدام البيانات والذكاء الاصطناعي للتنبؤ بالأعطال قبل وقوعها. في مدينة الجبيل الصناعية، التي تعد قطباً عالمياً للصناعات البتروكيمياوية والأساسية، تواجه الإدارات تحديات مستمرة في الموازنة بين الحفاظ على أداء الأصول وتقليل التكاليف التشغيلية المتزايدة. إن التحول من الصيانة التقليدية (الوقائية أو العلاجية) إلى الصيانة التنبؤية لا يعد ترفاً تقنياً، بل ضرورة استراتيجية لخفض النفقات المتعلقة بقطع الغيار، والعمالة، وفترات التعطل غير المخطط لها، مما يعزز الميزة التنافسية للمنشآت السعودية وفق رؤية المملكة 2030.

مشكلة الدراسة

تكمن المشكلة في أن العديد من المنشآت الصناعية لا تزال تعاني من ارتفاع التكاليف التشغيلية نتيجة الاعتماد على أنظمة صيانة تقليدية تؤدي إما إلى استبدال قطع غيار لا تزال صالحة للعمل، أو الوقوع في فخ التوقفات الفجائية المكلفة.

المشكلة الرئيسية:

ما هو دور تطبيق استراتيجيات الصيانة التنبؤية في تقليل التكاليف التشغيلية في المنشآت الصناعية بمدينة الجبيل من وجهة نظر المديرين؟

الأسئلة الفرعية:

1. ما هو مستوى إدراك وتطبيق المديرين في منشآت الجبيل لمفهوم الصيانة التنبؤية؟

2. كيف تساهم الصيانة التنبؤية في تقليل تكاليف الفاقد الناتج عن توقف خطوط

الإنتاج؟

3. ما هي المعوقات التي تحول دون التطبيق الكامل لاستراتيجيات الصيانة التنبؤية

في القطاع الصناعي بالمنطقة؟

أهمية الدراسة

1. الأهمية العلمية (الأكاديمية):

• إثراء المكتبة العربية: توفير مرجع علمي حديث يتناول تقنيات الثورة الصناعية

الرابعة في البيئة المحلية السعودية، وتحديدًا في قطاع الصيانة.

• سد الفجوة المعرفية: الربط بين الجانب النظري للصيانة التنبؤية والجانب

المحاسبي/المالي المتعلق بالتكاليف التشغيلية.

- التمهيد لدراسات مستقبلية: فتح المجال أمام الباحثين لدراسة أثر تقنيات أخرى مثل "إنترنت الأشياء الصناعي" (IIoT) على كفاءة الأصول.
- 2. الأهمية العملية (التطبيقية):
- دعم صناع القرار: تزويد المديرين في منشآت الجبيل الصناعية بمؤشرات واقعية حول الجدوى الاقتصادية للاستثمار في أنظمة الصيانة التنبؤية.
- تحسين الكفاءة التشغيلية: مساعدة المنشآت على تطوير خطط صيانة مبنية على البيانات، مما يقلل الهدر المالي ويزيد عمر الأصول الإنتاجية.
- المساهمة في رؤية 2030: تدعم هذه الدراسة توجه المملكة نحو "التميز التشغيلي" في القطاع الصناعي ورفع نسبة المحتوى المحلي من خلال خفض تكاليف الإنتاج الإجمالية.

أهداف الدراسة

الهدف الرئيسي:

- التعرف على دور استراتيجيات الصيانة التنبؤية في تقليل التكاليف التشغيلية في المنشآت الصناعية بمدينة الجبيل من وجهة نظر المديرين.

الأهداف الفرعية:

1. تحديد مستوى تطبيق تقنيات الصيانة التنبؤية في المنشآت الصناعية بمدينة

الجبيل.

2. قياس مدى تأثير التحول نحو الصيانة التنبؤية على بنود التكاليف التشغيلية

(عمالة، قطع غيار، فاقد إنتاج).

3. رصد التحديات التقنية والبشرية التي تواجه المديرين عند تبني استراتيجيات

الصيانة التنبؤية.

4. تقديم توصيات عملية للمنشآت الصناعية لتعزيز كفاءة الإنفاق التشغيلي عبر

حلول الصيانة الذكية.

تساؤلات الدراسة

التساؤل الرئيسي:

• ما هو دور استراتيجيات الصيانة التنبؤية في تقليل التكاليف التشغيلية في المنشآت

الصناعية بمدينة الجبيل؟

التساؤلات الفرعية:

1. ما هو واقع ممارسات الصيانة التنبؤية المطبقة حالياً في المصانع بمدينة الجبيل؟

2. هل توجد علاقة ذات دلالة إحصائية بين استخدام أدوات التنبؤ بالأعطال وخفض

تكلفة التوقفات غير المخطط لها؟

3. هل تختلف آراء المديرين حول فعالية الصيانة التنبؤية باختلاف حجم المنشأة أو

طبيعة نشاطها الصناعي؟

فرضيات الدراسة

1. الفرضية الأولى: توجد علاقة ارتباطية موجبة ذات دلالة إحصائية بين مستوى

تطبيق الصيانة التنبؤية وخفض التكاليف التشغيلية الإجمالية.

2. الفرضية الثانية: يساهم الاعتماد على الصيانة التنبؤية في تقليل تكاليف قطع

الغيار بنسبة تفوق طرق الصيانة الوقائية التقليدية.

3. الفرضية الثالثة: توجد فروق ذات دلالة إحصائية في تقديرات المديرين لدور

الصيانة التنبؤية تعزى لمتغيرات (الخبرة العملية، المستوى الإداري، حجم الشركة).

متغيرات الدراسة

• المتغير المستقل (Independent Variable): استراتيجيات الصيانة التنبؤية

(وتشمل: مراقبة الحالة، تحليل البيانات، التنبؤ بالأعطال).

• المتغير التابع (Dependent Variable): التكاليف التشغيلية (وتشمل: تكاليف

الصيانة المباشرة، تكاليف التوقف عن الإنتاج، تكلفة المخزون من قطع الغيار).

- المتغيرات الديموغرافية/التصنيفية: (السنوات الوظيفية، التخصص الإداري، حجم المنشأة، نوع القطاع الصناعي).

مصطلحات الدراسة

1. الصيانة التنبؤية (Predictive Maintenance): هي مجموعة من التقنيات

التي تهدف إلى تحديد حالة المعدات قيد التشغيل من أجل التنبؤ بموعد إجراء الصيانة، وتعتمد بشكل رئيسي على مراقبة الحالة (Condition Monitoring) والذكاء الاصطناعي.

2. التكاليف التشغيلية (Operational Costs): هي النفقات اليومية اللازمة

لإدارة وتشغيل المنشأة الصناعية، وتتضمن في هذه الدراسة تكاليف إصلاح الأعطال، أجور العمالة الفنية، وفوائد تعطّل خطوط الإنتاج.

3. المنشآت الصناعية بالجبل: هي الشركات والمصانع العاملة في مدينة الجبل

الصناعية (سواء الأساسية، الثانوية، أو الخفيفة) التي تخضع لإشراف الهيئة الملكية للجبل وينبع.

4. دراسة استطلاعية: منهج بحثي يهدف إلى جمع آراء وتصورات عينة البحث

(المديرين) حول ظاهرة معينة لاستخلاص نتائج تعكس واقع الحال.

الدراسات السابقة (Literature Review)

الدراسة الأولى: R. Keith Mobley (2002)

العنوان: An Introduction To Predictive Maintenance

استهل الكاتب دراسته بإظهار الأهمية الاقتصادية للصيانة وآثارها على تكلفة المنتجات، حيث أشار إلى أنها تتراوح بين 15% في المنتجات الغذائية وتصل إلى 60% في الصناعات الثقيلة. وأوضح أن هدر الصيانة يصل إلى ثلث الميزانية المرسودة (33 سنت من كل دولار) بسبب ممارسات الصيانة غير الضرورية.

تصنيف إدارة الصيانة حسب الدراسة:

1. التشغيل حتى الفشل (Run-to-Failure): الأعلى كلفة بسبب التوقفات المفاجئة وتراكم قطع الغيار.
2. الصيانة الوقائية (Preventive Maintenance): تعتمد على فواصل زمنية وجدولة ثابتة (التزييت والتشحيم).
3. الصيانة التنبؤية (Predictive Maintenance): فلسفة تعتمد على المراقبة المنتظمة للحالة التشغيلية الفعلية لتوفير أقصى فترة بين الإصلاحات.
4. الطرق الحديثة: مثل الصيانة الإنتاجية الشاملة (TPM) والصيانة المرتكزة على الوثوقية (RCM).

تقنيات الصيانة التنبؤية المقترحة:

- مراقبة الاهتزازات وتحليلها (Vibration Analysis).
- التصوير الحراري (Thermography) بالأشعة تحت الحمراء.
- علم الاحتكاك (Tribology) وتحليل الزيوت.
- مراقبة بارامترات العملية (التيار الكهربائي، الضغط).
- الفحص المرئي (Visual Inspection).

الدراسة الثانية: م. تغريد ظريف علي (2017)

العنوان: تحليل وتصميم منهجية لصيانة تنبؤية وقائية في محطة حاويات مرفأ اللاذقية الدولية

سعت الباحثة لتطبيق الصيانة التنبؤية في مرفأ اللاذقية عبر تحليل بيانات واقعية لثلاث شركات كبرى. شملت الدراسة خمسة مستويات من البيانات (وصف العطل، نوعه، موضعه، نوع النشاط، زمن الإصلاح).

المنهجية والأدوات:

- استخدمت خوارزمية **k-means** للكشف عن النقاط الشاذة وتحسين جودة البيانات.
- استخدمت خوارزمية **Box Jenkins** للتنبؤ بزمن إصلاح المعدات.

• طبقت تقنيات التنقيب في البيانات (Association, Clustering)

(Classification) للتنبؤ بموضع العطل.

• اعتمدت مؤشرات أداء رئيسية (KPIs) مثل: (MTBF, MTTR, Reliability,)
(Availability).

الدراسة الثالثة: (Prabhu A. Doss (2019)

العنوان: Design and Implementation of Predictive Maintenance in
Mechatronic System

نفذ الباحث دراسته على نظام مخبري مصغر يحاكي خطوط الإنتاج، حيث يتم نقل
المنتجات عبر محركات سير وحساسات تُدار بنظام PLC.
النتائج التقنية:

• استخدام تقنية إنترنت الأشياء (IoT) والمنصات السحابية (Cloud Platforms)
لتخزين وتحليل بيانات الحساسات.

• إتاحة الوصول للبيانات عبر لوحات تحكم (Dashboards) على الحواسيب
والهواتف.

• قارن الباحث بين خمس منصات سحابية (AWS, Google Cloud, Azure,)
(Mindsphere, IBM Cloud)، واختار منصة IBM Cloud للتطبيق العملي

مع نظام SIEMENS S7-1500.

الدراسة الرابعة: Dr. Franck Nassah (2018) & Dr. Milos Milojevic

العنوان: Digital Industrial Revolution With Predictive Maintenance

دراسة اقتصادية نشرت لصالح مجموعة **CXP Group**، استندت إلى مقابلات مع صناع

القرار في 232 شركة أوروبية في قطاعات السيارات والنقل والصناعات التحويلية.

أهم النتائج الإحصائية:

• **91%** من شركات السيارات ترى أن تقليل التوقف غير المخطط له هو الفائدة

الأكبر.

• **93%** من شركات الصناعات التحويلية تهدف لتحسين بنيتها التحتية القديمة عبر

الصيانة التنبؤية.

• **72%** من شركات النقل الأوروبية تعتمد فعلياً على استراتيجية التنبؤ بالعطل.

الدراسة الخامسة: Z. Wang (2018) & K. S. Kianngala

العنوان: Initiating Predictive Maintenance for a Conveyor Motor in a

Bottling Plant Using Industry 4.0 Concepts

هدفت الدراسة لتسليط الضوء على أهمية الصيانة التنبؤية في المشاريع الصغيرة

والمتوسطة باستخدام تقنيات الثورة الصناعية الرابعة.

الآلية التطبيقية:

- استخدام جهاز **SIEMENS S7-1200** لمراقبة اهتزاز محرك ناقل.
- مقارنة البيانات مع قيم معيارية طبقاً للمواصفة **ISO 2372**.
- استخدام لغة **Python** لإرسال رسائل تنبيهية عبر البريد الإلكتروني.
- دمج نظام **SCADA** لتصدير البيانات وربطها بمنصة **ClicData** السحابية
- لتحليل البيانات بشكل لا مركزي.

الإطار النظري للدراسة

المحور الأول: مفهوم وماهية الصيانة التنبؤية (Predictive Maintenance)

- التطور التاريخي لأنظمة الصيانة (من الإصلاح عند العطل إلى التنبؤ قبل العطل).

- التعريفات العلمية للصيانة التنبؤية في الفكر الإداري والهندسي.
- الفرق الجوهرية بين الصيانة التنبؤية والصيانة الوقائية التقليدية.

المحور الثاني: المرتكزات التقنية للصيانة التنبؤية (الثورة الصناعية الرابعة)

- دور إنترنت الأشياء الصناعي (IIoT) في ربط المعدات.
- استخدام الحساسات (Sensors) لجمع البيانات اللحظية (الحرارة، الاهتزاز، الضغط).

- دور الذكاء الاصطناعي وتعلم الآلة في تحليل الأنماط والتنبؤ بالأعطال.

المحور الثالث: استراتيجيات وآليات تنفيذ الصيانة التنبؤية

- خطوات بناء نظام صيانة تنبؤي داخل المنشأة الصناعية.
- تكامل نظام الصيانة مع أنظمة إدارة موارد المؤسسة (ERP).
- تحديد المعدات الحرجة (Critical Assets) ذات الأولوية في التنبؤ.

المحور الرابع: مفهوم التكاليف التشغيلية في المنشآت الصناعية

- تصنيف التكاليف الصناعية (ثابتة، متغيرة، مباشرة، وغير مباشرة).
- هيكل تكاليف الصيانة التقليدية وأثرها على الميزانية العمومية.
- مؤشرات الأداء المالي المتعلقة بكفاءة التشغيل.

المحور الخامس: أثر الصيانة التنبؤية على تقليل الفوائد المالية

- تقليل تكاليف قطع الغيار (تجنب الاستبدال المبكر أو المفاجئ).
- خفض تكلفة العمالة الإضافية (Overtime) الناتجة عن حالات الطوارئ.
- إطالة العمر الافتراضي للأصول الإنتاجية وتقليل نفقات الاستثمار الرأسمالي

(CAPEX).

المحور السادس: إدارة وقت التوقف غير المخطط له (Unplanned Downtime)

- حساب التكلفة الحقيقية لتوقف خطوط الإنتاج في مصانع الجبيل (الفرصة البديلة).
- دور التنبؤ بالأعطال في جدولة الصيانة خلال فترات التوقف المخطط لها.
- أثر استمرارية الإنتاج على الالتزامات التعاقدية وسلاسل الإمداد.

المحور السابع: جودة المنتج والميزة التنافسية

- العلاقة بين دقة عمل المعدات (بناءً على الصيانة التنبؤية) وجودة المنتج النهائي.
- تقليل نسبة المنتجات المعيبة (Scrap) الناتجة عن خلل مفاجئ في الآلات.
- تعزيز التنافسية الدولية لصناعات الجبيل من خلال خفض تكلفة الوحدة الواحدة.

المحور الثامن: التحديات والمعوقات أمام تطبيق الصيانة التنبؤية

- التحديات التقنية (البنية التحتية الرقمية، الأمن السيبراني).
- التحديات البشرية (الحاجة لمهارات تحليل بيانات متقدمة لدى المهندسين).
- التكاليف الاستثمارية الأولية المرتفعة لأنظمة التنبؤ.

المحور التاسع: واقع القطاع الصناعي في مدينة الجبيل ورؤية 2030

- الأهمية الاستراتيجية لمدينة الجبيل في الاقتصاد السعودي.
- برامج التحول الرقمي والتميز التشغيلي في الصناعات الأساسية والبتروكيماوية.

- المعايير البيئية والسلامة المهنية المرتبطة باستقرار العمليات.

المحور العاشر: نماذج وتجارب عالمية ومحلية ناجحة

- استعراض تجارب لشركات كبرى (مثل سابك أو أرامكو) في تبني التحول الرقمي في الصيانة.

- الدروس المستفادة من التطبيقات العالمية في تقليل التكاليف التشغيلية.

- استشراف مستقبل الصيانة الذكية في ظل التحولات الاقتصادية.

منهجية الدراسة

منهج الدراسة

تم استخدام **المنهج الوصفي التحليلي**، والذي يقوم على دراسة الواقع كما هو موجود في المنشآت الصناعية بمدينة الجبيل، ومن ثم تحليل هذه البيانات لاستخلاص النتائج والتعرف على طبيعة العلاقة بين المتغيرات وتفسيرها.

ثانياً: مجتمع الدراسة وعينتها

1. مجتمع الدراسة (Research Population):

يتكون مجتمع الدراسة من جميع المديرين (مديري المصانع، مديري الصيانة، مديري العمليات، والمديرين الماليين) العاملين في المنشآت الصناعية بمدينة الجبيل الصناعية، والمسجلة لدى الهيئة الملكية للجبيل وينبع.

2. عينة الدراسة (Research Sample):

نظراً لضخامة مجتمع الدراسة، سيتم اختيار **عينة عشوائية بسيطة (Simple Random Sample)**. ويُستهدف الوصول إلى حجم عينة يتراوح ما بين (100 إلى 150) مديراً لضمان التمثيل الكافي للقطاعات الصناعية المختلفة (البتروكيماويات، المعادن، والصناعات التحويلية).

ثالثاً: أداة الدراسة (الاستبيان)

تعد الاستبانة (Questionnaire) هي الأداة الرئيسية لجمع البيانات في هذه الدراسة، وقد صُممت إلكترونياً لتسهيل الوصول للمديرين، وتتكون من ثلاثة أجزاء رئيسية:

• الجزء الأول: البيانات الأولية (الديموغرافية):

◦ المستوى الإداري، سنوات الخبرة، نوع النشاط الصناعي، حجم المنشأة.

• الجزء الثاني: واقع تطبيق الصيانة التنبؤية:

◦ محور يتضمن عبارات تقيس مدى توفر التقنيات، تدريب الكوادر، والاعتماد على تحليل البيانات.

• الجزء الثالث: أثر الصيانة على التكاليف التشغيلية:

◦ محور يتضمن عبارات تقيس الوفورات في قطع الغيار، تقليل ساعات التوقف، وتحسين الإنتاجية.

رابعاً: صدق وثبات الأداة

1. صدق الأداة (Validity):

◦ الصدق الظاهري (صدق المحكمين): عرض الاستبيان على مجموعة من

الأكاديميين والخبراء في مجال الإدارة الهندسية والصناعية للتأكد من

ملاءمة العبارات ووضوحها.

◦ صدق الاتساق الداخلي: استخدام معامل ارتباط بيرسون (Pearson

Correlation) للتأكد من ارتباط كل عبارة بالمحور الذي تنتمي إليه.

2. ثبات الأداة (Reliability):

◦ سيتم استخدام معامل "ألفا كرونباخ" (Cronbach's Alpha) للتأكد من

درجة ثبات الإجابات، بحيث لا تقل قيمة المعامل عن (0.70) لضمان

صلاحية الأداة للتطبيق الميداني.

خامساً: الأساليب الإحصائية المستخدمة

لمعالجة البيانات، سيتم استخدام البرنامج الإحصائي (SPSS) لتنفيذ الاختبارات التالية:

- التكرارات والنسب المئوية والمتوسطات الحسابية لوصف العينة.
- اختبار (T-test) واختبار تحليل التباين الأحادي (ANOVA) لمعرفة الفروق تبعاً للمتغيرات الديموغرافية.
- معامل ارتباط (Correlation) واختبار الانحدار (Regression) لاختبار صحة الفرضيات.

حدود الدراسة

تقتصر الدراسة على الحدود التالية:

1. الحدود الموضوعية: تقتصر الدراسة على بحث العلاقة بين استراتيجيات الصيانة

النتبؤية (كعنصر تقني وإداري) وبين تقليل التكاليف التشغيلية (كأثر مالي

وإنتاجي).

2. الحدود البشرية: تقتصر الدراسة على المديرين (مديري الصيانة، العمليات،

الإنتاج، والمديرين الماليين) في المنشآت الصناعية.

3. الحدود المكانية: يتم تطبيق الدراسة ميدانياً على المنشآت الصناعية الواقعة ضمن

النطاق الجغرافي لمدينة الجبيل الصناعية بالمملكة العربية السعودية.

4. الحدود الزمانية: تم تطبيق الجانب الميداني وجمع البيانات من عينة الدراسة خلال

العام الدراسي (أو العام الميلادي) - ٢٠٢٥ إلى ٢٠٢٦ م.

قائمة مراجع

أولاً: المراجع العربية

1. إبراهيم، عبد الحكيم. (1990). الكفاية الإنتاجية في الصناعة العربية. مجلة التنمية الصناعية العربية، (9).
2. بود خوش، عثمان. (2008). تخفيض التكاليف كمدخل لدعم الميزة التنافسية في المؤسسات الصناعية الجزائرية [مذكرة ماجستير غير منشورة]. جامعة سكيكدة، الجزائر.
3. توفيق، عبد الرحمن. (2003). إدارة الصيانة وتشغيل المرافق (ط. 3). مركز الخبرات المهنية للإدارة.
4. خطاب، عايدة. (2001). العولمة وإدارة الموارد البشرية. دار الفكر العربي.
5. شلفون، عماد. (2021). محاضرات مادة الجودة والوثوقية والصيانة. الجامعة الافتراضية السورية.
6. شنوفي، نور الدين. (2005). تفعيل نظام تقييم أداء العامل في المؤسسة العمومية الاقتصادية [أطروحة دكتوراه غير منشورة]. جامعة الجزائر 3.
7. طوايبي، أحمد. (2003). المحاسبة التحليلية كأداة لتخطيط ومراقبة الإنتاج [مذكرة ماجستير غير منشورة]. جامعة الجزائر.
8. السلمي، علي. (1994). الإدارة الإنتاجية. مكتبة الإدارة الجديدة.

9. الشرقاوي، علي. (1995). إدارة النشاط الإنتاجي. الدار الجامعية.

10. علي، تغريد. (2017). تحليل وتصميم منهجية لصيانة تنبؤية وقائية في

محطة حاويات مرفأ اللاذقية الدولية [أطروحة دكتوراه غير منشورة]. كلية الهندسة

الميكانيكية والكهربائية، جامعة تشرين.

11. عليان، عبد الرحمن. (1998). رفع الكفاءة الإنتاجية في ظل المتغيرات

العالمية. مكتبة عين شمس.

ثانياً: المراجع الأجنبية

1. British Standards Institute. (2010) .Maintenance

Terminology .British Standards Institute.

2. Colin, D. (2001) .Management accounting for business

decisions .Thomson Learning.

3. Doss, P. (2019) .Design and Implementation of Predictive

Maintenance in Mechatronic System [Diploma Thesis].

University of Ostrava.

4. Evgrafov, B. (1970) .Systèmes de gestion de la production .

Édition Paris Sirey.

5. Fitch, E. C. (1992) .Proactive Maintenance for Mechanical Systems: An Activity Conducted to Detect and Correct Root Cause Aberrations of Failure .Elsevier Advanced Technology.
6. Hashemian, H. M. (2011). State-of-the-art predictive maintenance techniques .IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement.236–226 ,(1)60 ,
7. Khazraei, K & ,.Deuse, J. (2011). A strategic standpoint on maintenance taxonomy .Journal of Facilities Management , .113–96 ,(2)9
8. Khemakhem, A. (1993) .La dynamique de contrôle de gestion .Édition Dunod.
9. Kiangala, K. S & ,.Wang, Z. (2018). Initiating predictive maintenance for a conveyor motor in a bottling plant using Industry 4.0 concepts .The International Journal of Advanced Manufacturing Technology.
10. Lee, J & ,.Scott, L. W. (2006). Zero-breakdown machines and systems: Productivity needs for next–

generation maintenance. In Engineering Assets Management (pp. 31–43). Springer.

11. MaintainX. (n.d.) .What is Maintenance .?
<https://www.getmaintainx.com/>
12. Milojevic, M & ,.Nassah, F. (2018) .Digital Industrial Revolution With Predictive Maintenance .CXP Group.
13. Mobley, R. K. (2002) .An Introduction to Predictive Maintenance2) nd ed .(.Elsevier Science.
14. Mobley, R. K. (2004) .Maintenance Fundamentals2) nd ed .(.Elsevier Inc.
15. Mobley, R. K., Higgins, L. R & ,.Wikoff, D. J. (2008) . Maintenance Engineering Handbook7) th ed .(.McGraw–Hill.
16. National Communication System Technology and Standards Division. (1996) .Telecommunication: Glossary of Telecommunication Terms .General Services Administration Information Technology Service.

17. Oxford University Press. (n.d.). Maintenance. In Oxford Learner's Dictionaries .

<https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/definition/english/maintenance>
18. Parida, A & ,Kumar, U. (2009) .Maintenance Productivity and Performance Measurement .Springer.
19. Poor, P., Zenisek, D & ,Basl, J. (2019). Historical overview of maintenance management .Industrial Engineering and Operations Management.
20. Ran, Y., Zhou, X., Lin, P., Wen, Y & ,Deng, R. (2019). A survey of predictive maintenance: Systems, purposes and approaches .IEEE Communications Surveys & Tutorials.
21. Shagluf, A., Longstaff, A. P & ,Fletcher, S. (2010) . Maintenance Strategies to Reduce Downtime Due to Machine Positional Errors .Center for Precision Technologies, University of Huddersfield.

22. Sullivan, G. P., Pugh, R., Melendez, A. P & ,.Hunt, W. D. (2002) .Operations & Maintenance Best Practices: A Guide to Achieving Operational Efficiency .Pacific Northwest National Laboratory.
23. Sumanth, D. J. (1984) .Productivity engineering and management .McGraw–Hill Book Company.
24. Thomas, D. S & ,.Weiss, B. A. (2020) .Economics of Manufacturing Machinery Maintenance .National Institute of Standards and Technology.
25. Trojan, F & ,.Marcal, R. F. (2017). Proposal of maintenance–types classification to clarify maintenance concepts in production and operations management .Journal of Business and Economics.572–560 ,(7)8 ,
26. UpKeep. (n.d.) .Choosing the Right Maintenance Strategy .<https://www.upkeep.com/blog/choosing-the-right-maintenance-strategy>

27. Wuest, T & ,.Sakib, N. (2018) .Challenges and Opportunities of Condition–based Predictive Maintenance: A Review .Elsevier B.V.

University:
Midocean University

College:
College of Management

Department / Major:
Master of Project Management (MPM)



Research Title:

Predictive Maintenance Strategies and Their Role in Reducing
Operational Costs: An Exploratory Study of Managers' Perspectives
in Industrial Facilities in Jubail Industrial City

Prepared by:

Nawaf Adel Al-Harbi

Supervised by:

Dr. Al-Faisal Abdulhamid Mohamed

Defayz Ali Al-Jarad

Academic Year:

2026