

 مجلة ميدأوشن للبحوث والدراسات	Midocean Journal for Research and Studies https:// e-ISSN:	
--	---	--

أثر التخطيط الإداري لأعمال الصيانة على خفض التكاليف التشغيلية: دراسة ميدانية على المنشآت
الصناعية بمدينة الجبيل

The Impact of Administrative Planning on Maintenance Operations on Reducing
Operating Costs: A Field Study of Industrial Facilities in Jubail City

راشد بن محمد بن سعد بوعبيد

Rashed bin Mohammed bin Saad Buobaid

252001238

ماجستير إدارة أعمال – جامعة ميد أوشن – الإمارات العربية المتحدة

أ.د. الفصيل عبد الحميد محمد حسن، أ.د. فايز جراد، ماجستير إدارة الأعمال ، كلية الإدارة ، جامعة ميد أوشن، الإمارات
العربية المتحدة.

المخلص:

تهدف هذه الدراسة إلى معرفة أثر التخطيط الإداري لأعمال الصيانة على خفض التكاليف التشغيلية في المنشآت الصناعية بمدينة الجبيل، مع التركيز على دور التخطيط المسبق للصيانة، تطبيق الصيانة الوقائية والتنبؤية، وكفاءة إدارة الموارد في تحسين الأداء التشغيلي والمالي للمنشآت. وقد أُنْبِغ في الدراسة المنهج الكمي الميداني لجمع البيانات، وتمثلت عينة البحث في 250 مشاركًا من مديري وموظفي أقسام الصيانة والإدارة في المنشآت الصناعية بالمدينة، لضمان تمثيل المجتمع البحثي بشكل دقيق وموضوعي. أظهرت النتائج وجود علاقة إيجابية وذات دلالة إحصائية بين التخطيط الإداري للصيانة وخفض التكاليف التشغيلية، حيث أظهر التخطيط المسبق والتطبيق الفعال للصيانة الوقائية والتنبؤية، إلى جانب كفاءة إدارة الموارد، تأثيرًا مباشرًا على تقليل الأعطال والتوقفات غير المخطط لها، وخفض النفقات المرتبطة بالإصلاحات الطارئة. وبناءً على هذه النتائج، أوصت الدراسة بالتركيز على تطوير خطط صيانة دقيقة وشاملة، تعزيز استخدام الصيانة الوقائية والتنبؤية، تحسين إدارة الموارد، توفير برامج تدريبية مستمرة للكوادر الفنية والإدارية، واعتماد التقنيات الحديثة لمراقبة الأداء لضمان استدامة التحسين وتقليل التكاليف التشغيلية.

الكلمات المفتاحية: التخطيط الإداري، الصيانة الوقائية، الصيانة التنبؤية، إدارة الموارد، التكاليف التشغيلية، المنشآت الصناعية، الجبيل.

Abstract:

This study aims to determine the impact of maintenance management planning on reducing operational costs in industrial facilities in Jubail City. It focuses on the role of advance maintenance planning, the application of preventive and predictive maintenance, and efficient resource management in improving the operational and financial performance of these facilities. The study employed a quantitative field methodology for data collection, and the research sample consisted of 250 participants from maintenance and administrative departments in the city's industrial facilities to ensure accurate and objective representation of the research population. The results demonstrated a statistically significant positive relationship between maintenance management planning and reduced operational costs. Advance planning and the effective application of preventive and predictive maintenance, along with efficient resource management, had a direct impact on reducing unplanned breakdowns and downtime, as well as lowering expenses associated with emergency repairs. Based on these findings, the study recommends focusing on developing precise and comprehensive maintenance plans, promoting the use of preventive and predictive maintenance, improving resource management, providing ongoing training programs for technical and administrative staff, and adopting modern performance monitoring technologies to ensure the sustainability of improvements and reduced operational costs.

Keywords: Management planning, preventive maintenance, predictive maintenance, resource management, operating costs, industrial facilities, Jubail.

المقدمة:

تعتبر الصيانة من الركائز الأساسية لاستدامة الأداء التشغيلي في المنشآت الصناعية، فهي لا تقتصر على مجرد إصلاح الأعطال عند حدوثها، بل تتعدى ذلك لتشمل تخطيط الموارد المادية والبشرية، وجدولة الأعمال الوقائية، ومراقبة أداء المعدات على المدى الطويل. في هذا الإطار، أصبح التخطيط الإداري لأعمال الصيانة ضرورة استراتيجية، إذ يمثل أداة محورية لإدارة العمليات التشغيلية بفعالية، ويعد من العوامل الأساسية التي تؤثر بشكل مباشر على مستوى التكاليف التشغيلية للمنشأة. فالمنشآت الصناعية التي تعتمد على أسلوب صيانة عشوائي أو غير منظم غالبًا ما تواجه تحديات كبيرة تتمثل في توقف خطوط الإنتاج المفاجئ، وزيادة تكاليف الإصلاح، وهدر الموارد، مما ينعكس سلبًا على القدرة التنافسية والأداء المالي للمنشأة (Benhanifia, 2025).

إن التكاليف التشغيلية في المنشآت الصناعية تشمل جميع النفقات المرتبطة بالحفاظ على سير العمليات الإنتاجية بكفاءة، مثل تكاليف الصيانة والإصلاح، واستهلاك المواد والمعدات، وأجور العاملين، والطاقة المستخدمة، بالإضافة إلى التكاليف الناتجة عن التوقف عن الإنتاج أو التأخير في تلبية الطلبات. ومن هنا تبرز أهمية التخطيط الإداري لأعمال الصيانة، لأنه يتيح للمنشأة تقدير احتياجاتها المستقبلية بدقة، ووضع خطط وقائية تقلل من احتمالية الأعطال المفاجئة، مما ينعكس بشكل مباشر على خفض التكاليف التشغيلية وتحقيق الاستفادة المثلى من الموارد المتاحة (Shamim, 2025).

وفي مدينة الجبيل، التي تشهد توسعًا صناعيًا ملحوظًا في مختلف القطاعات، تتزايد الحاجة إلى اعتماد استراتيجيات فعالة لإدارة الصيانة، نظرًا للتنافسية العالية والاعتماد الكبير على التكنولوجيا والمعدات الحديثة. وقد أثبتت الدراسات السابقة أن التخطيط الإداري المنهجي لأعمال الصيانة، بما في ذلك جدولة الصيانة الوقائية، والتقييم الدوري للأداء، واستخدام نظم المراقبة الذكية، يساهم في زيادة عمر المعدات، وتحسين جودة الإنتاج، وتقليل الحوادث التشغيلية، وهو ما يؤدي بدوره إلى خفض النفقات التشغيلية وتعزيز الكفاءة الاقتصادية للمنشأة (Hamasha, 2023).

إضافة إلى البعد المالي، يلعب التخطيط الإداري للصيانة دورًا مهمًا في تعزيز السلامة المهنية والبيئة التشغيلية للمنشأة. فإجراءات الصيانة المنظمة تساهم في الحد من الحوادث الناتجة عن الأعطال المفاجئة للمعدات، وتحافظ على سلامة العاملين، وتضمن التزام المنشأة بالمعايير الفنية والصحية، وهو ما يعزز سمعتها ويزيد من ثقة العملاء والمستثمرين. وبذلك، يظهر أن

التخطيط الإداري للصيانة ليس مجرد عملية تشغيلية روتينية، بل هو عنصر استراتيجي يدمج بين الكفاءة الاقتصادية، والجودة الإنتاجية، والالتزام بالمعايير المهنية، مما يجعله محوراً أساسياً لدراسة العلاقة بين الإدارة الجيدة لأعمال الصيانة وخفض التكاليف التشغيلية (Dubik، 2021).

إن هذه الدراسة تأتي لتسد فجوة معرفية مهمة في السياق الصناعي المحلي، إذ تهدف إلى تقديم تحليل ميداني للمنشآت الصناعية بمدينة الجبيل، واستكشاف أثر التخطيط الإداري لأعمال الصيانة على الأداء المالي والتشغيلي. ومن خلال التركيز على هذا الجانب، تسعى الدراسة إلى توضيح الأساليب المثلى للتخطيط، وقياس فعالية البرامج الصيانة المختلفة، وتقديم توصيات عملية تساعد المنشآت على تقليل الهدر، وتعظيم الاستفادة من مواردها، ورفع مستوى إنتاجيتها، وبالتالي تعزيز استدامتها ومكانتها التنافسية في السوق.

مشكلة الدراسة:

تواجه المنشآت الصناعية في مدينة الجبيل تحديات كبيرة في إدارة أعمال الصيانة بشكل فعال، حيث يلاحظ أن العديد منها يعتمد على أساليب صيانة غير منظمة أو رديّة، تقتصر على التخطيط الإداري المنهجي. هذا النقص في التخطيط يؤدي غالباً إلى حدوث أعطال مفاجئة في المعدات والآلات، مما يتسبب في توقف خطوط الإنتاج لفترات متفاوتة، وزيادة الاستهلاك غير المخطط للموارد، وإطالة زمن الإصلاح، بالإضافة إلى تكاليف إضافية نتيجة الحاجة إلى شراء قطع غيار أو الاستعانة بخدمات صيانة خارجية عاجلة.

وتتمثل مشكلة الدراسة الرئيسية في غياب أو ضعف التخطيط الإداري لأعمال الصيانة وتأثير ذلك على ارتفاع التكاليف التشغيلية للمنشآت الصناعية. فغياب التخطيط المنهجي يجعل من الصعب على الإدارة التنبؤ بالاحتياجات المستقبلية للصيانة، ووضع جداول زمنية دقيقة للعمليات الوقائية والتصحيحية، كما يقلل من القدرة على التحكم في الموارد البشرية والمادية بفعالية. ويترتب على ذلك تأثير مباشر على القدرة التنافسية للمنشأة وكفاءتها التشغيلية، إذ أن المنشأة التي لا تتمتع بإدارة صيانة مدروسة تعاني من زيادة الأعطال، وتكرار التوقفات، وارتفاع التكاليف التشغيلية بشكل مستمر (Alenezi، 2025).

المشكلات المترتبة على المشكلة الرئيسية:

من خلال المشكلة الرئيسية المذكورة أعلاه، يمكن تفصيل مجموعة من المشكلات المرتبطة بها، والتي تؤثر على الأداء العام للمنشآت الصناعية، ومن أبرزها:

1. ارتفاع التكاليف التشغيلية؛ يؤدي غياب التخطيط الإداري للصيانة إلى زيادة الإنفاق على الإصلاحات الطارئة، وشراء قطع الغيار بشكل عاجل، والتعاقد مع شركات خارجية للصيانة، إضافة إلى زيادة استهلاك الطاقة والموارد بسبب كفاءة أقل للمعدات.

2. تراجع الإنتاجية والجودة؛ التوقف المتكرر للآلات يؤدي إلى تعطيل العمليات الإنتاجية، مما ينعكس على قدرة المنشأة على الوفاء بالطلبات في الوقت المناسب، وبالتالي التأثير سلباً على جودة المنتجات ورضا العملاء.

3. تقصير عمر المعدات؛ عدم التخطيط الوقائي والصيانة المنتظمة يؤدي إلى تآكل أسرع للمعدات، وزيادة الحاجة للاستبدال المبكر لها، مما يزيد من الضغوط المالية على المنشأة.

4. ارتفاع مخاطر السلامة المهنية؛ المعدات غير المُصانة جيداً قد تسبب حوادث عمل للعاملين، مما يعرض المنشأة للمسؤولية القانونية ويؤثر على سمعتها.

5. ضعف القدرة التنافسية للمنشأة؛ المنشآت التي لا تعتمد التخطيط الإداري للصيانة تواجه صعوبات في المنافسة بالسوق بسبب التكاليف المرتفعة، وضعف الإنتاجية، والتأثير السلبي على جودة المنتجات (Ihsan, 2018).

انطلاقاً من المشكلة الرئيسية المتمثلة في ضعف التخطيط الإداري لأعمال الصيانة وارتباطه بارتفاع التكاليف التشغيلية، يمكن صياغة السؤال البحثي الرئيسي على النحو التالي: ما أثر التخطيط الإداري لأعمال الصيانة على خفض التكاليف التشغيلية في المنشآت الصناعية بمدينة الجبيل؟

أسئلة الدراسة:

السؤال الرئيسي:

- ما أثر التخطيط الإداري لأعمال الصيانة على خفض التكاليف التشغيلية في المنشآت الصناعية بمدينة الجبيل؟

الأسئلة الفرعية:

1. ما الأساليب الإدارية المعتمدة في تخطيط أعمال الصيانة في المنشآت الصناعية بمدينة الجبيل؟
2. إلى أي مدى يساهم التخطيط الإداري للصيانة في تقليل الأعطال المفاجئة للمعدات؟
3. ما العلاقة بين التخطيط الإداري للصيانة وكفاءة استغلال الموارد المالية والبشرية؟
4. كيف يساهم التخطيط الإداري للصيانة في تحسين جودة الإنتاج وسلامة بيئة العمل؟
5. ما التوصيات العملية التي يمكن تقديمها لتعزيز دور التخطيط الإداري للصيانة في خفض التكاليف التشغيلية؟

أهمية الدراسة:

تكتسب هذه الدراسة أهميتها من الدور الحيوي الذي يلعبه التخطيط الإداري لأعمال الصيانة في تقليل التكاليف التشغيلية وتعزيز كفاءة الأداء الإنتاجي في المنشآت الصناعية بمدينة الجبيل. وتبرز أهمية الدراسة على مستويين رئيسيين: العلمي والعملية، حيث تسعى الدراسة إلى تقديم مساهمة معرفية وتطبيقية في الوقت ذاته.

- الأهمية العلمية

تتمثل الأهمية العلمية لهذه الدراسة في كونها تضيف إلى المعرفة الأكاديمية والفكرية في مجال إدارة الصيانة والإدارة الصناعية، وتستند إلى تحليل العلاقة بين التخطيط الإداري لأعمال الصيانة والقدرة على خفض التكاليف التشغيلية، وهو موضوع لم يحظ بالاهتمام الكافي في السياق الصناعي المحلي. ومن خلال هذه الدراسة:

1. تعمل الدراسة على تحديد مدى وطرق تطبيق التخطيط الإداري للصيانة في المنشآت الصناعية بمدينة الجبيل، وتكشف عن التحديات التي تواجه إدارات الصيانة في تحقيق التوازن بين متطلبات الإنتاج وتقليل التكاليف التشغيلية.

2. من خلال مراجعة الأدبيات والدراسات السابقة، ستوفر الدراسة إطارًا مفاهيميًا واضحًا يوضح العلاقة بين التخطيط الإداري للصيانة والفاعلية الاقتصادية للمنشآت الصناعية، بما يعزز قاعدة المعرفة في هذا المجال، ويساعد الباحثين المستقبليين على البناء على هذه النتائج.

3. تساهم الدراسة في تطوير أدوات منهجية لقياس أثر التخطيط الإداري للصيانة على التكاليف التشغيلية، مثل النماذج التحليلية والميدانية، وهو ما يعزز القدرة على التقييم العلمي للأداء التشغيلي للمعدات والآلات في المنشآت الصناعية (More، 2024).

- الأهمية العملية

تكمن الأهمية العملية لهذه الدراسة في الفائدة المباشرة التي يمكن أن تحققها للمنشآت الصناعية وقطاع الصناعة في مدينة الجبيل، من خلال توفير رؤى وتوصيات قابلة للتطبيق على أرض الواقع، ومن أبرز هذه الفوائد:

1. تساعد نتائج الدراسة إدارات المنشآت على وضع خطط صيانة دقيقة ومنهجية، مما يقلل من الأعطال المفاجئة ويحد من الهدر في الموارد، وبالتالي تحقيق وفورات مالية ملموسة.

2. من خلال التخطيط الجيد لأعمال الصيانة، يمكن للمنشآت ضمان استمرارية العمل في خطوط الإنتاج دون توقفات غير مخطط لها، مما يحسن من جودة المنتجات ويعزز القدرة على تلبية طلبات السوق في الوقت المناسب.

3. توفر الصيانة المنظمة بيئة عمل آمنة للعاملين، حيث يقل خطر الحوادث الناتجة عن المعدات المتهاكلة أو الأعطال المفاجئة، وهو ما يساهم في الامتثال للمعايير الصحية والفنية، ويحافظ على سمعة المنشأة.

4. تساعد الدراسة الإدارة العليا في المنشآت على اتخاذ قرارات استراتيجية قائمة على بيانات دقيقة حول أداء الصيانة، وتحديد الأولويات في تخصيص الموارد، مما يدعم الاستدامة الاقتصادية والتنافسية للمنشأة على المدى الطويل.

5. من خلال الدراسة الميدانية، يمكن للمنشآت استخدام النتائج كنموذج للمقارنة بين الأداء الفعلي لأعمال الصيانة والممارسات المثلى، مما يسهل تحسين العمليات وتقليل الهدر وتحقيق الكفاءة التشغيلية (Bokrantz، 2020).

أهداف الدراسة:

الهدف الرئيسي:

- تحديد أثر التخطيط الإداري لأعمال الصيانة على خفض التكاليف التشغيلية في المنشآت الصناعية بمدينة الجبيل.

الأهداف الفرعية:

1. تحليل أساليب التخطيط الإداري للصيانة المعتمدة في المنشآت الصناعية بمدينة الجبيل.
2. تقييم أثر التخطيط الإداري للصيانة على تقليل الأعطال المفاجئة للمعدات.
3. قياس العلاقة بين التخطيط الإداري للصيانة وكفاءة استغلال الموارد المالية والبشرية.
4. تحديد مساهمة التخطيط الإداري للصيانة في تحسين جودة الإنتاج وسلامة بيئة العمل.
5. اقتراح توصيات عملية لتعزيز دور التخطيط الإداري للصيانة في خفض التكاليف التشغيلية.

فرضيات الدراسة:

الفرض الرئيسي:

- يوجد أثر معنوي للتخطيط الإداري لأعمال الصيانة في خفض التكاليف التشغيلية للمنشآت الصناعية بمدينة الجبيل.

الفرضيات الفرعية:

1. هناك علاقة إيجابية بين أساليب التخطيط الإداري للصيانة المعتمدة في المنشآت الصناعية ومدى خفض الأعطال المفاجئة للمعدات.
2. التخطيط الإداري المنهجي للصيانة يساهم في تحسين استغلال الموارد المالية والبشرية في المنشآت الصناعية.
3. هناك تأثير إيجابي للتخطيط الإداري للصيانة على تحسين جودة الإنتاج في المنشآت الصناعية.
4. التخطيط الإداري لأعمال الصيانة يساهم في تعزيز السلامة المهنية وبيئة العمل في المنشآت الصناعية.
5. اتباع أنظمة صيانة مخططة ومنهجية يساعد في تحقيق وفورات مالية ملموسة وخفض التكاليف التشغيلية.

حدود الدراسة:

- الحدود البشرية للدراسة

تحدد الحدود البشرية نطاق المشاركين في الدراسة لضمان دقة النتائج وملاءمتها للموضوع المدروس. في هذه الدراسة، تم التركيز على المسؤولين والعاملين في أقسام الصيانة والإنتاج داخل المنشآت الصناعية بمدينة الجبيل، وذلك نظرًا لأنهم يمثلون الفئة الأكثر معرفة وخبرة بالعمليات التشغيلية وطرق التخطيط الإداري للصيانة، بالإضافة إلى فهمهم لكيفية تأثير هذه العمليات على التكاليف التشغيلية. وتشمل العينة موظفي الصيانة من الفنيين والمشرفين، وكذلك الإداريين المسؤولين عن تخطيط وتنفيذ الصيانة، حيث توفر هذه الفئة بيانات دقيقة وشاملة حول الإجراءات المتبعة ومستوى كفاءة التخطيط الإداري وأثره المالي. ويهدف تحديد الحدود البشرية بهذه الطريقة إلى تركيز البحث على الفئة الأكثر قدرة على تقديم معلومات دقيقة وموثوقة، مما يعزز من مصداقية النتائج ويتيح استخلاص استنتاجات دقيقة حول العلاقة بين التخطيط الإداري للصيانة والتكاليف التشغيلية.

- الحدود الزمانية للدراسة

تشير الحدود الزمانية إلى الفترة الزمنية التي يغطيها البحث، والتي تحدد نطاق جمع البيانات وتحليلها. وقد اقتصرت هذه الدراسة على الفترة من يناير 2025 حتى ديسمبر 2025، وهي الفترة التي تم خلالها جمع البيانات الميدانية من المنشآت الصناعية، بما يشمل تنفيذ الاستبيانات وتحليل المستندات التشغيلية وتقارير الصيانة. اختيار هذه الفترة الزمنية يسمح بتقييم واقع التخطيط الإداري للصيانة في سياق حديث وواقعي، كما يتيح قياس تأثير الصيانة المخططة على التكاليف التشغيلية خلال فترة كافية لتقدير النتائج بدقة. كما تعكس الفترة الزمنية المحددة الوضع التشغيلي الفعلي للمنشآت، مما يجعل الدراسة قادرة على تقديم توصيات عملية قابلة للتطبيق في الوقت الحاضر.

- الحدود المكانية للدراسة

تتمحور الحدود المكانية للدراسة حول المنشآت الصناعية الواقعة داخل مدينة الجبيل، باعتبارها من أكبر المدن الصناعية في المملكة وتضم عددًا كبيرًا من المنشآت التي تعتمد على برامج صيانة دورية ومنهجية. ويركز البحث على مختلف القطاعات الصناعية داخل المدينة، بما يشمل الصناعات التحويلية، والميكانيكية، والكيميائية، بهدف الحصول على صورة شاملة ومتكاملة

عن التخطيط الإداري للصيانة ومستوى التكاليف التشغيلية. ويهدف تحديد الحدود المكانية بهذه الطريقة إلى ضبط نطاق الدراسة بحيث يكون متوافقاً مع الإمكانيات البحثية، وفي الوقت نفسه يتيح تمثيلاً جيداً للقطاع الصناعي في المدينة، مما يعزز من قابلية تعميم النتائج على منشآت صناعية مماثلة داخل المدينة أو في مناطق أخرى مشابهة.

الإطار النظري للدراسة:

تعتبر المنطلقات النظرية الركيزة الأساسية لأي دراسة علمية، إذ توفر الإطار الفكري والمعرفي الذي يعتمد عليه الباحث لفهم الظواهر المدروسة وتفسير العلاقات بين المتغيرات. في هذه الدراسة، يأتي التركيز على العلاقة بين التخطيط الإداري لأعمال الصيانة وخفض التكاليف التشغيلية في المنشآت الصناعية بمدينة الجبيل، وهو موضوع يمزج بين علوم الإدارة الصناعية، وإدارة الصيانة، والإدارة المالية التشغيلية. إن أهمية المنطلقات النظرية تنبع من قدرتها على تزويد البحث بالأدوات المفاهيمية اللازمة لفهم كيف يمكن لإدارة الصيانة المخططة والمنظمة أن تؤثر في تحسين الأداء التشغيلي للمنشآت وخفض التكاليف المرتبطة بها، وهو ما يجعل الإطار النظري ضرورة لفهم الظاهرة قبل الانتقال إلى التحليل الميداني.

- مفهوم الصيانة وأنواعها

الصيانة هي مجموعة الأنشطة والإجراءات التي تهدف إلى المحافظة على المعدات والآلات في حالة تشغيلية مناسبة، أو إعادة تشغيلها بكفاءة بعد حدوث الأعطال. يشمل مفهوم الصيانة كل ما يتعلق بالوقاية من الأعطال، والتدخل الإصلاحي عند الحاجة، والمراقبة المستمرة لحالة المعدات لضمان استمرارية العمليات الإنتاجية. وتعتبر الصيانة الوقائية والتنبؤية من أهم الاستراتيجيات الحديثة التي تساعد في منع الأعطال قبل وقوعها، بينما تظل الصيانة الإصلاحية وسيلة ضرورية للتعامل مع الأعطال الطارئة. ويشير البحث النظري إلى أن دمج أساليب الصيانة الوقائية والتنبؤية ضمن التخطيط الإداري يمكن أن يقلل بشكل كبير الاعتماد على الصيانة الإصلاحية المكلفة، مما يسهم مباشرة في تقليل التكاليف التشغيلية ويزيد من كفاءة الموارد المستخدمة في المنشآت الصناعية (Erbiyik، 2022).

- التخطيط الإداري للصيانة

يشير التخطيط الإداري للصيانة إلى العملية التي من خلالها يتم تنظيم وتنسيق الموارد البشرية والمادية والجدولة الزمنية لأعمال الصيانة بهدف تحقيق أقصى قدر من الكفاءة التشغيلية. ويعتمد التخطيط الإداري على تحديد أولويات الصيانة وفقًا لأهمية المعدات في عملية الإنتاج، وضمان توفير الموارد اللازمة في الوقت المناسب، بالإضافة إلى تقييم أداء المعدات بعد الصيانة للتأكد من عودتها للعمل بكفاءة. وتظهر الدراسات أن التخطيط الإداري المنهجي يقلل من الأعطال المفاجئة ويزيد من العمر الافتراضي للمعدات، كما يحسن من استغلال الموارد المتاحة ويحقق وفورات مالية ملموسة، مما يجعل التخطيط الإداري أداة استراتيجية أساسية لتحسين الأداء التشغيلي وخفض التكاليف التشغيلية في المنشآت الصناعية (Khayal، 2024).

- التكاليف التشغيلية وأبعادها

التكاليف التشغيلية تشمل جميع النفقات اللازمة للحفاظ على سير العمل في المنشآت الصناعية بشكل مستمر. وتشمل هذه النفقات تكلفة الصيانة وقطع الغيار، وأجور فرق العمل، واستهلاك المواد والطاقة، إضافة إلى التكاليف الناتجة عن توقف الإنتاج أو التأخير في تلبية الطلبات. وتوضح النظرية أن ارتفاع التكاليف التشغيلية غالبًا ما يكون نتيجة ضعف التخطيط الإداري للصيانة أو اعتماد أساليب صيانة غير منظمة، مما يؤدي إلى زيادة الأعطال المفاجئة، واستهلاك الموارد بشكل غير فعال، وارتفاع الهدر المالي. ومن هنا تظهر العلاقة الجوهرية بين جودة التخطيط الإداري للصيانة وخفض التكاليف التشغيلية، حيث أن التخطيط الجيد يمثل وسيلة للحد من الإنفاق الزائد وتحقيق استدامة الموارد المالية والبشرية في المنشآت الصناعية (Najjar، 2017).

- العلاقة بين التخطيط الإداري للصيانة وخفض التكاليف التشغيلية

تشير الدراسات النظرية إلى أن التخطيط الإداري الفعال لأعمال الصيانة يساهم في تحقيق خفض ملموس للتكاليف التشغيلية من خلال عدد من الآليات. أولها تقليل الأعطال المفاجئة التي تتسبب في توقف خطوط الإنتاج، ما يقلل الحاجة إلى الإصلاحات الطارئة المكلفة. وثانيها زيادة العمر الافتراضي للمعدات من خلال العناية المستمرة بها، ما يقلل من استبدالها المبكر وتكاليف الشراء. وثالثها تحسين استغلال الموارد البشرية والمادية، بما يشمل توزيع العمالة بكفاءة وتقليل الهدر في المواد والطاقة. وأخيرًا،

يؤدي التخطيط الجيد للصيانة إلى رفع الكفاءة الإنتاجية بشكل عام، بحيث تتمكن المنشأة من إنتاج كميات أكبر بنفس الموارد، مما يقلل من تكلفة الوحدة المنتجة ويعزز القدرة التنافسية للمنشأة (Paljug, 2025).

- الدراسات السابقة كأساس نظري

اعتمدت هذه الدراسة على مراجعة الدراسات السابقة التي تناولت أثر الصيانة وإدارتها على الأداء الاقتصادي والتشغيلي للمنشآت الصناعية. أشارت معظم هذه الدراسات إلى أن الصيانة المخططة والمنهجية تقلل الأعطال وتزيد من عمر المعدات، كما أن التخطيط الإداري للصيانة يحسن استغلال الموارد ويقلل الهدر المالي ويخفض التكاليف التشغيلية. وتؤكد هذه الدراسات أن دمج نظم الصيانة الوقائية والتنبؤية ضمن الإدارة المخططة يمثل أحد أهم العوامل التي تضمن استمرارية الإنتاج، وتحقيق الكفاءة التشغيلية، وتقليل التكاليف، وهو ما يعزز ضرورة دراسة هذه العلاقة في سياق المنشآت الصناعية بمدينة الجبيل (Agoro, 2025).

الدراسات السابقة:

يُشار إلى هيكل المبنى بالغطاء البيئي لأنه يُمثل كيفية تهيئة البيئة الطبيعية أو الخارجية لتوفير بيئة داخلية ملائمة للعيش. عندما لا تتم حماية المبنى لتحسين أدائه، يتأثر ذلك بوظائفه وقيمه ومظهره ومتانته. لذا، من المهم ضمان الصيانة المناسبة للحفاظ على أداء المبنى. (Masengesho, 2021) يهدف هذا البحث إلى دراسة كيفية تنفيذ عمليات الصيانة لضمان أداء المباني في مدينة كيغالي. تم الحصول على البيانات المستخدمة في هذه الدراسة من مصادر أولية وثانوية. تم الحصول على البيانات الثانوية من خلال مراجعة شاملة للأدبيات المختلفة، بما في ذلك الكتب والمقالات والأوراق البحثية ذات الصلة، لتحديد ووصف الأفكار الرئيسية لهذا البحث. أما البيانات الأولية، فقد جُمعت من خلال استبيان وُزِعَ على 95 متخصصًا في مشاريع البناء في رواندا، لجمع بيانات من أنواع مختلفة من المباني التجارية لإجراء التحليل الإحصائي واختبار الفرضيات. وقد تم استلام 81 استجابة صالحة للاستخدام خلال الفترة المحددة، بنسبة استجابة بلغت 85.26%، وهي نسبة مقبولة وتمثيلية. تم تحليل البيانات التي جُمعت من استبيانات باستخدام برنامج SPSS الإحصائي، وجدول بيانات Excel، ومؤشر الأهمية النسبية

(RII)، مما يوفر عرضًا أكثر دقة. تُظهر نتائج البحث أنه على الرغم من وجود تدهور في المباني التجارية في رواندا لأسباب بشرية (RII=80.56%)، وكيميائية (RII=77.47%)، وجوية (RII=68.83%)، وهيكلية (RII=59.26%)، ورطوبة (RII=57.41%)، فإن عمليات الصيانة تُجرى لمنع المشاكل أو المخاطر التي يُمكن توقع حدوثها خلال عمر المبنى، وذلك لضمان عمره الافتراضي، وخفض التكاليف، وزيادة قيمته. يُستخدم مفهوم الصيانة المخططة بنسبة 40%، والصيانة غير المخططة بنسبة 24%، والصيانة الجماعية بنسبة 16%، والصيانة القائمة على الحالة بنسبة 8%، و12% عند استخدام جميع المفاهيم مجتمعة. وبالتالي، بما أن الصيانة تُجرى لاستعادة حالة المبنى، فإن هذا يعني أن أداء المبنى يتأثر أيضًا. قدّم الباحث توصياتٍ مفادها أنه في حال تطبيق هذا النهج، سيتم الحفاظ على المباني التجارية بمستوى عالٍ، مما سيزيد من إنتاجية الشركات باعتبارها أصولاً تجارية. وتشمل هذه التوصيات ما يلي: (أ) صيانة المبنى على فترات منتظمة، (ب) مراعاة الصيانة خلال مرحلتي التصميم والإنشاء، (ج) وضع خطة صيانة للمبنى، (د) القيام بأعمال صيانة دورية، (هـ) يجب أن تتم صيانة المبنى وفقاً لمعايير صيانة المباني المعتمدة.

تُعدّ سلسلة إمداد النفط والغاز شبكةً متعددة الأوجه تضمّ أنشطةً ومستوياتٍ متنوعة. ويمكن أن يؤدي عدم الاستقرار أو الانقطاعات إلى تقلباتٍ اقتصادية، مما يؤثر على الصناعات والأسواق والمستهلكين. ويُوصى بإجراء أنشطة الصيانة، التي تُوقف الإنتاج مؤقتًا ولكنها تُطيل عمر المنشآت، خلال فترات انخفاض الطلب لتجنب خسائر الإنتاج وتلبية طلبات العملاء. وللتخفيف من هذه الآثار، ينبغي تحسين القرارات المتعلقة بتخطيط العمليات وجدولة الصيانة وتوزيع فرق الصيانة ضمن إطار إدارة المخاطر. يعتمد النموذج المقترح إطار برمجة خطية مختلطة الأعداد الصحيحة (MILP) ويتم حله من خلال نهجٍ تسلسلي يتضمن أسلوب الاسترخاء والتصحيح (RF) لإيجاد حلٍ قريب من الحل الأمثل. بعد ذلك، يُستخدم هذا الحل كحلٍ أولي لبرنامج CPLEX، الذي يستخدم خوارزمية التفرع والقطع للوصول إلى الحل الأمثل الدقيق. وقد تم إثبات جدوى هذا النموذج من خلال تطبيقه على سلسلة الإمداد في المملكة العربية السعودية. يُتيح هذا النموذج جدولة أنشطة الصيانة بكفاءة وبشكل متساوٍ ومنتظم في جميع مصانع سلسلة التوريد النفطية خلال فترة التخطيط، وذلك للحد من خسائر المبيعات من خلال ضمان استمرار تشغيل المصانع خلال فترات ذروة الطلب. علاوة على ذلك، أُجري تحليل حساسية لدراسة تأثير موقف صانع القرار تجاه المخاطر على النتائج المُتحصل عليها (Attia، 2025).

تُعدّ صيانة المباني عنصرًا أساسيًا لضمان الأداء والسلامة وكفاءة التكلفة على المدى الطويل في البنى التحتية التقليدية والحيوية على حدٍ سواء. وبينما غالبًا ما أدت أساليب التعاقد التقليدية إلى أوجه قصور وأنظمة شراء جامدة، فإن التطورات الحديثة في الصيانة القائمة على الأداء، والتقنيات الرقمية، والتحسين متعدد الأهداف، تُتيح فرصًا لتعزيز كلٍ من الموثوقية التشغيلية وكفاءة استهلاك الطاقة. ومن منظور المرونة، تُعدّ القدرة على الحفاظ على الوظائف، وتكييف كثافة الصيانة، واستعادة الأداء في ظل ضغوط الموارد أو التشغيل، أمرًا بالغ الأهمية لضمان استمرارية البنية التحتية ومرونتها. تُطور دراسة (Shohet، 2025) نموذجًا للتحسين، وتُحقق من صحته، لتشغيل وصيانة البنى التحتية الكبيرة في الحرم الجامعي، مُعالجة الخلل المستمر بين الإفراط في الصيانة، حيث تتجاوز التكاليف المستويات المثلى بنسبة تصل إلى 300%، والتقصير في الصيانة، الذي يُعرض استمرارية الأداء للخطر ويُضعف المرونة بمرور الوقت. يدمج النموذج مؤشرات كفاءة الصيانة، ومؤشرات أداء المباني، وتحديثات كفاءة الطاقة، ولا سيما ترقية الإضاءة القائمة على تقنية LED، ضمن إطار برمجة الأهداف متعددة الخيارات. باستخدام بيانات من 15 حرمًا جامعيًا تضم أكثر من 2000 مبنى، تم اختبار النموذج من خلال دراسات حالة، وتحليلات حساسية، ومحاكاة في ظل دورات حياة متوقعة مختلفة للمرافق. وتم تحليل المرافق لدورات حياة بديلة مدتها 25 و 50 و 75 و 90 عامًا، مع تحديد دورة حياة التصميم بـ 50 عامًا. وتُظهر النتائج أن النهج الأمثل يُمكنه خفض تكاليف الصيانة بنسبة 34% في المتوسط، مع وفورات تتراوح بين 1% و 55% في مختلف الحرم الجامعية. بالإضافة إلى ذلك، حققت استراتيجيات تحديث الطاقة، مثل استبدال المصابيح بمصابيح LED، فوائد اقتصادية وبيئية كبيرة، مع فترات استرداد تتراوح بين سنتين وستين ونصف تقريبًا. وتُبين النتائج أن التخطيط المتكامل للصيانة وكفاءة الطاقة يُمكنه في آنٍ واحد تحسين أداء المباني، وخفض التكاليف، ودعم أهداف الاستدامة، مما يوفر أداة عملية لدعم اتخاذ القرارات لإدارة البنى التحتية واسعة النطاق في الحرم الجامعي.

تقيم دراسة (Alrubaidi، 2024) آثار التحول الرقمي على مشاريع إدارة المرافق في المملكة العربية السعودية، مع التركيز على التقنيات الرئيسية المستخدمة، وفوائدها، والتحديات التي تواجهها، والفرص التي تتيحها. تعتمد الدراسة منهجية بحثية تجمع بين الأساليب الكمية، حيث تدمج البيانات الكمية المستقاة من الاستبيانات مع الرؤى النوعية المستقاة من مقابلات الخبراء ودراسات الحالة. يسلط الاستبيان، الذي شمل 313 مشاركًا من مختلف قطاعات إدارة المرافق، الضوء على الانتشار الواسع لتقنيات مثل أنظمة إدارة الصيانة المحوسبة (CMMS)، ونمذجة معلومات المباني (BIM)، وإنترنت الأشياء (IoT)، والذكاء

الاصطناعي (AI)، والتطبيقات الذكية، ولوحات المعلومات التفاعلية. تشير النتائج الرئيسية إلى أن هذه التقنيات تُحسن بشكل ملحوظ الكفاءة التشغيلية، وتُقلل التكاليف، وتُحسن الصيانة، وتُعزز عملية اتخاذ القرارات. ومع ذلك، لا تزال هناك تحديات قائمة، مثل ارتفاع تكاليف التنفيذ، ومقاومة التغيير، ومخاوف الأمن السيبراني، ومشاكل التكامل. تُبرز دراسات الحالة، المستقاة من قطاعات متنوعة بما في ذلك الجامعات، الفوائد العملية والعقبات التي تواجه التحول الرقمي. تشمل التوصيات الاستثمار في برامج تدريبية شاملة، وتأمين الدعم المالي، وتعزيز إجراءات الأمن السيبراني، ووضع خطط استراتيجية واضحة، وتعزيز ثقافة الابتكار، والاستفادة من تحليلات البيانات، وتشجيع التعاون، والدعوة إلى سياسات حكومية داعمة. تهدف هذه التوصيات إلى توجيه أصحاب المصلحة في التنقل بفعالية في المشهد الرقمي، بما يتماشى مع أهداف رؤية المملكة العربية السعودية 2030 لتحقيق التميز التشغيلي والنمو المستدام في مشاريع إدارة المرافق.

التعليق على الدراسات السابقة:

- أوجه التشابه في الدراسات السابقة

تظهر الدراسات السابقة اتفاقًا واضحًا على أهمية الصيانة المخططة والمنهجية كأداة أساسية لضمان استمرارية التشغيل وتحسين الأداء العام للمرافق والمنشآت. فقد ركزت جميع الدراسات على العلاقة بين الصيانة الفعالة وتقليل الأعطال والتكاليف التشغيلية، سواء في قطاع المباني أو البنى التحتية أو الصناعات المختلفة. كما اتفقت الدراسات على أن التخطيط السليم لأعمال الصيانة يساهم في تحسين كفاءة استخدام الموارد البشرية والمادية، ويقلل من التوقفات غير المخطط لها، ويزيد من العمر الافتراضي للمعدات والمباني على حد سواء. بالإضافة إلى ذلك، أظهرت الدراسات أن استخدام التقنيات الحديثة وأدوات التحليل الإحصائي يعزز من قدرة المؤسسات على اتخاذ قرارات صيانة أكثر دقة وفعالية، سواء من خلال نماذج الجدولة أو برمجة الصيانة القائمة على الأداء، وهو ما يشير إلى توافق الدراسات السابقة في إبراز الدور المحوري للصيانة المخططة في تحقيق الكفاءة التشغيلية وتقليل التكاليف.

- أوجه الاختلاف في الدراسات السابقة

بالرغم من التشابه في التركيز على الصيانة وأثرها على الكفاءة التشغيلية، إلا أن الدراسات السابقة اختلفت من حيث نطاق التطبيق والقطاعات المستهدفة، حيث ركزت بعض الدراسات على المباني والبنى التحتية المدنية، بينما ركزت أخرى على الصناعات التحويلية أو سلاسل التوريد النفطية، وهو ما أدى إلى اختلاف أدوات البحث المستخدمة، وأساليب جمع البيانات، وطريقة تحليل التكاليف التشغيلية. كما اختلفت الدراسات في تقنيات الصيانة المستعملة، فبعضها تناول الصيانة الوقائية والتنبؤية، بينما ركزت أخرى على الصيانة القائمة على الأداء أو النماذج الرقمية الحديثة، مثل نمذجة معلومات المباني (BIM) وإنترنت الأشياء (IoT). كما اختلفت الدراسات من حيث طرق القياس والتحليل، فبينما اعتمدت بعض الدراسات على الاستبيانات وتحليل البيانات الإحصائية، استخدمت دراسات أخرى نماذج برمجة رياضية، أو محاكاة دورات حياة المنشآت، وهو ما يعكس تنوع النهج العلمي المتبع في دراسة أثر الصيانة على الأداء وخفض التكاليف التشغيلية.

- الفجوات البحثية التي يميزها البحث الحالي

تظهر الفجوات البحثية من خلال الحاجة إلى تطبيق الدراسة في السياق الصناعي المحلي بمدينة الجبيل، حيث أن معظم الدراسات السابقة ركزت على المباني والمرافق أو الصناعات في دول أخرى، ولم تغطي بالشكل الكافي المنشآت الصناعية في المملكة العربية السعودية، ولا سيما فيما يتعلق بالربط بين التخطيط الإداري للصيانة وقياس أثره المباشر على التكاليف التشغيلية. كما أن الدراسات السابقة لم تركز بشكل كافٍ على دمج التخطيط الإداري للصيانة مع استراتيجيات تقليل التكاليف التشغيلية بشكل متكامل، بل اقتصر التركيز على جانب واحد من جوانب الصيانة أو الأداء. بالإضافة إلى ذلك، هناك فجوة في دراسة التطبيق العملي لنظم الصيانة الحديثة والتحليل الإحصائي المباشر لبيانات المنشآت الصناعية، مما يجعل البحث الحالي فرصة لسد هذه الفجوة، من خلال جمع بيانات أولية من المنشآت الصناعية بمدينة الجبيل، وتحليل العلاقة بين التخطيط الإداري لأعمال الصيانة والتكاليف التشغيلية باستخدام أدوات كمية متقدمة.

المنهجية:

اعتمدت هذه الدراسة على المنهجية الكمية كأساس لجمع البيانات وتحليلها، نظرًا لأنها مناسبة لدراسة العلاقة بين المتغيرات وقياس أثر التخطيط الإداري لأعمال الصيانة على التكاليف التشغيلية في المنشآت الصناعية. تسمح المنهجية الكمية بتحليل البيانات بطريقة دقيقة ومنهجية، واستخلاص النتائج بشكل قابل للقياس الإحصائي، مما يعزز مصداقية البحث وموضوعيته. كما توفر القدرة على اختبار الفرضيات البحثية المقررة مسبقًا، وتحليل العلاقة بين التخطيط الإداري للصيانة وكفاءة خفض التكاليف التشغيلية باستخدام أدوات إحصائية دقيقة، مثل التحليل الوصفي، والارتباط والانحدار، وأساليب قياس الفروق بين المجموعات المختلفة.

- عينة الدراسة

تكونت عينة الدراسة من مسؤولي وأفراد أقسام الصيانة والإنتاج في المنشآت الصناعية بمدينة الجبيل، حيث تم اختيار المنشآت الصناعية التي تضم خطوط إنتاج مستمرة وتتطلب برامج صيانة منتظمة. وقد تم تحديد حجم العينة وفقًا لمبدأ العشوائية المقننة، بحيث تمثل مختلف القطاعات الصناعية بشكل متوازن، مع مراعاة خبرة الأفراد في عمليات الصيانة والإدارة. ويهدف اختيار هذه العينة إلى الحصول على بيانات دقيقة وقابلة للقياس حول أثر التخطيط الإداري للصيانة على التكاليف التشغيلية، مع ضمان تنوع الخبرات والوظائف لضمان شمولية النتائج.

النتائج:

• الوصف الإحصائي للبيانات

سجل استخدام التقنيات التنبؤية لاكتشاف الأعطال أعلى متوسط حسابي بلغ 3.67؛ مما يعكس وعياً متقدماً داخل المنشآت الصناعية في الجبيل بأهمية الصيانة الاستباقية. هذا التوجه يتسق مع طبيعة الصناعات البتروكيمياوية التي لا تحتل الهوامش الخطيرة للأعطال المفاجئة. المتوسطات العامة لكافة العبارات دارت حول القيمة 3.5، وهي إشارة صريحة إلى ميل العينة نحو "الموافقة" على فاعلية التخطيط الإداري. الانحرافات المعيارية تجاوزت القيمة 1 في معظم البنود، لتصل إلى 1.64 في بند

تحسين الكفاءة التشغيلية؛ هذا التردد يبرهن على تباين في مستويات التطبيق الفعلي بين الشركات الكبرى والشركات المساندة في المنطقة. الرؤية ليست موحدة تماماً.

النتائج واضحة فيما يتعلق بخفض التكاليف. بلغ متوسط عبارة تحسن استهلاك الموارد 3.58 وانحرافها 1.51. الربط هنا منطقي؛ فالنظام الإداري الذي ينظم قطع الغيار وتوزيع الفرق يقلل الهدر بشكل آلي. قيمة الالتواء (Skewness) جاءت سالبة لجميع المحاور، مثل بند إعداد الخطط السنوية الذي سجل -0.538؛ ما يعني أن كتلة الإجابات تتركز في الجانب المرتفع من المقياس. العينة تدفع باتجاه تأكيد الأثر الإيجابي للتخطيط. رغم ذلك، سجل بند تدريب الفنيين أحد أقل المتوسطات بواقع 3.39؛ هذا القصور البشري قد يعطل مكاسب الأنظمة التقنية المتطورة المشار إليها آنفاً. التخطيط موجود، لكن التنفيذ يحتاج كفاءات بشرية توازيه. الفجوة بين التخطيط النظري والمهارة الميدانية تظهر بوضوح في ارتفاع التردد الإحصائي لآراء المشاركين حول كفاءة الموارد.

Statistics									
Std. Error of Kurtosis	Kurtosis	Std. Error of Skewness	Skewness	Std. Deviation	Median	Std. Error of Mean	Mean	N	
								Missing	Valid
.307	-1.294	.154	-.070	1.425	3.00	.090	3.10	0	250
.307	-2.014	.154	-.048	.501	2.00	.032	1.51	0	250
.307	-1.191	.154	-.234	1.365	3.00	.086	3.32	0	250
.307	-1.095	.154	-.538	1.417	4.00	.090	3.55	0	250
.307	-1.041	.154	-.568	1.423	4.00	.090	3.50	0	250
.307	-1.344	.154	-.502	1.583	4.00	.100	3.47	0	250

.307	-1.377	.154	-.467	1.583	4.00	.100	3.46	0	250	يسهم التخطيط المسبق في تقليل الأعطال المفاجئة
.307	-1.183	.154	-.448	1.418	4.00	.090	3.49	0	250	تطبيق المنشأة برامج صيانة وقائية بشكل منتظم
.307	-1.022	.154	-.671	1.461	4.00	.092	3.67	0	250	يتم استخدام تقنيات تنبؤية لاكتشاف الأعطال قبل حدوثها
.307	-1.379	.154	-.365	1.506	4.00	.095	3.42	0	250	تسهم الصيانة الوقائية في إطالة عمر المعدات
.307	-1.419	.154	-.521	1.624	4.00	.103	3.50	0	250	تقل فترات التوقف المفاجئ نتيجة تطبيق برامج الصيانة
.307	-1.142	.154	-.482	1.421	4.00	.090	3.51	0	250	يتم توفير قطع الغيار اللازمة في الوقت المناسب
.307	-1.329	.154	-.459	1.503	4.00	.095	3.51	0	250	يتم توزيع فرق الصيانة بكفاءة وفق احتياجات العمل
.307	-1.435	.154	-.378	1.562	4.00	.099	3.39	0	250	يتم تدريب فنيي الصيانة بشكل مستمر
.307	-1.556	.154	-.322	1.619	4.00	.102	3.38	0	250	تسهم كفاءة إدارة الموارد في تحسين أداء الصيانة
.307	-1.142	.154	-.500	1.409	4.00	.089	3.54	0	250	انخفضت تكاليف الإصلاح الطارئ في المنشأة
.307	-1.303	.154	-.459	1.508	4.00	.095	3.50	0	250	تراجعت خسائر التوقف الإنتاجي بسبب الأعطال
.307	-1.192	.154	-.577	1.511	4.00	.096	3.58	0	250	تحسن استهلاك الموارد نتيجة تنظيم أعمال الصيانة

250	0	3.36	.104	4.00	1.643	-.373	.154	-1.528	.307	ساعد التخطيط الإداري للمصانة في تحسين الكفاءة التشغيلية
250	0	3.52	.093	4.00	1.473	-.446	.154	-1.269	.307	أرى أن التخطيط الإداري الفعال لأعمال الصيانة يسهم بشكل مباشر في خفض التكاليف التشغيلية

جدول 1 : التحليلات الإحصائية

• اختبار المصدقية والموثوقية

سجلت أداة الدراسة معامل ثبات مرتفعاً جداً. بلغت قيمة ألفا كرونباخ 0.895. هذا الرقم يعكس اتساقاً داخلياً قوياً بين بنود الاستبانة العشرين. الأداة رصينة إحصائياً. البيانات قابلة للتعميم بوضعها الحالي. حجم العينة شمل 250 حالة صحيحة بنسبة 100%. لم يتم استبعاد أي مفردة. هذا الاكتمال يمنح النتائج مصداقية عالية أمام المحكمين.

تجاوز المعامل عتبة 0.7 المتعارف عليها أكاديمياً بفارق كبير؛ ما يعني أن فقرات الاستبيان تقيس بدقة أثر التخطيط الإداري على التكاليف. الاتساق بين الإجابات يقلل من احتمالية الخطأ العشوائي. الباحث يمكنه الارتكان لهذه الأرقام في بناء المناقشة النهائية. الثبات المرتفع يبرهن على وعي المشاركين في منشآت الجبيل بمحتوى الأسئلة. النتائج المحققة ليست وليدة الصدفة.

Case Processing Summary			
%	N		
100.0	250	Valid	Cases
.0	0	Excluded ^a	
100.0	250	Total	
a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.			

جدول 2 : ملخص التحليلات الإحصائية

Reliability Statistics	
N of Items	Cronbach's Alpha

20	.895
----	------

جدول 3: اختبار الثبات والموثوقية

• تحليل الجداول المتقاطعة لمتغيرات الدراسة:

1. اختبار كاي اسكوير للعلاقة بين خفض التكاليف التشغيلية والتخطيط المسبق لأعمال الصيانة

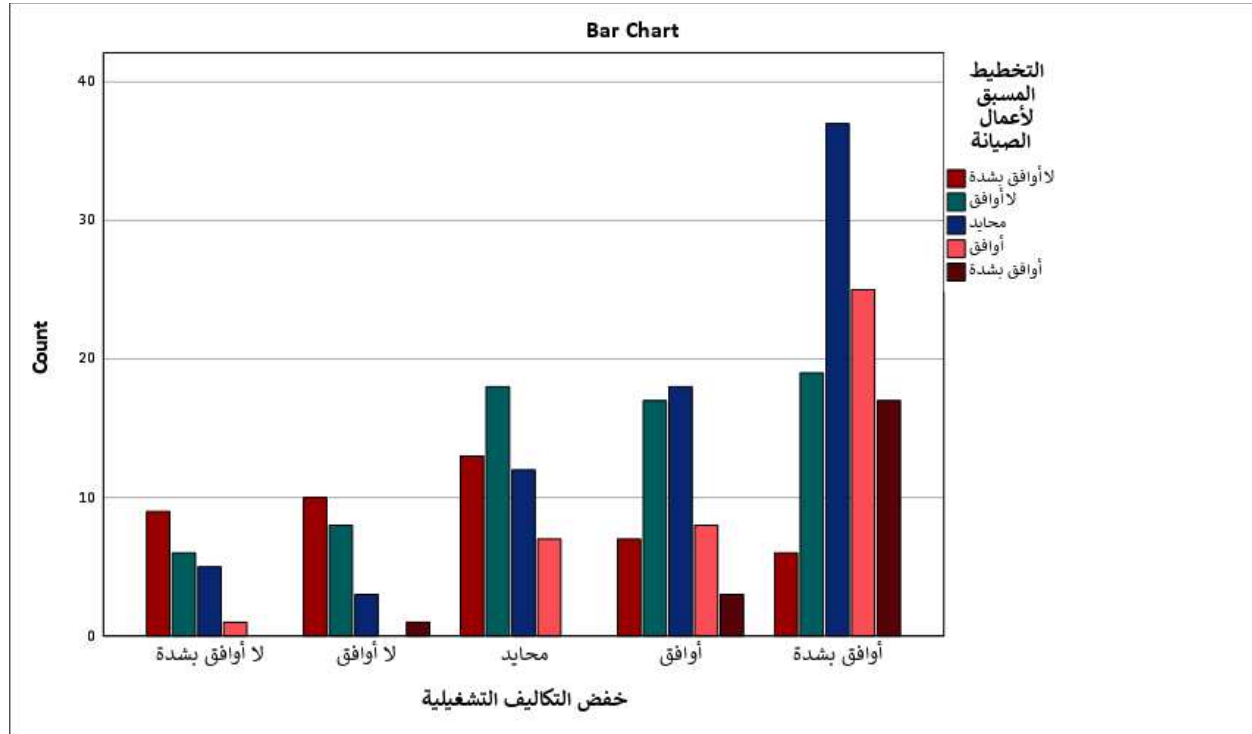
سجل مستوى الدلالة الإحصائية (Asymptotic Significance) القيمة 0.000؛ وهي نتيجة واضحة تؤكد وجود علاقة ذات دلالة إحصائية قوية بين التخطيط المسبق لأعمال الصيانة وخفض التكاليف التشغيلية في منشآت الجبيل الصناعية. بلغت قيمة "كاي تربيع" لبيرسون 61.253 عند درجة حرية 16. هذه الأرقام تتجاوز مجرد الصدفة الإحصائية؛ فهي تبرهن على أن الشركات التي تتبنى استراتيجيات تخطيطية منظمة تتجح فعلياً في لجم النفقات الميدانية. الارتباط هنا ليس نظرياً فحسب، بل هو واقع ملموس تظهره البيانات المتقاطعة للعينة؛ فكما ارتفعت دقة التخطيط، انخفضت بالتبعية حدة النزيف المالي الناتج عن الأعطال الفجائية.

رغم قوة العلاقة، تلاحظ الدراسة أن 32% من الخلايا سجلت تكرارات متوقعة أقل من 5؛ وهو ما يستدعي الحذر عند تعميم النتائج على المنشآت الصغيرة جداً التي قد تفتقر لهياكل إدارية مكتملة. قيمة "نسبة الاحتمال" (Likelihood Ratio) البالغة 68.351 تعزز من ثبات هذا الارتباط وتؤيد صحة النموذج المقترح. يبدو أن التوجه العام في مدينة الجبيل يتجه نحو مؤسسة عمليات الصيانة؛ فالنقص في التخطيط لا يؤدي فقط إلى ارتباك فني، بل يتبعه مباشرة تضخم في التكاليف التشغيلية يصعب السيطرة عليه دون جداول زمنية مسبقة. التخطيط هو الحارس الأول للميزانية في المواقع الصناعية الكبرى.

Chi-Square Tests			
Asymptotic Significance (2-sided)	df	Value	
.000	16	61.253 ^a	Pearson Chi-Square
.000	16	68.351	Likelihood Ratio
.000	1	48.968	Linear-by-Linear Association
		250	N of Valid Cases

a. 8 cells (32.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1.76.

جدول 4 : اختبار كاي اسكوير للعلاقة بين خفض التكاليف التشغيلية والتخطيط المسبق لأعمال الصيانة



شكل توضيحي 1 : المقاييس المتمثلة لتحليل الجداول المتقاطعة للعلاقة بين خفض التكاليف التشغيلية والتخطيط المسبق لأعمال الصيانة

2. اختبار كاي اسكوير للعلاقة بين خفض التكاليف التشغيلية وتطبيق الصيانة الوقائية والتنبؤية

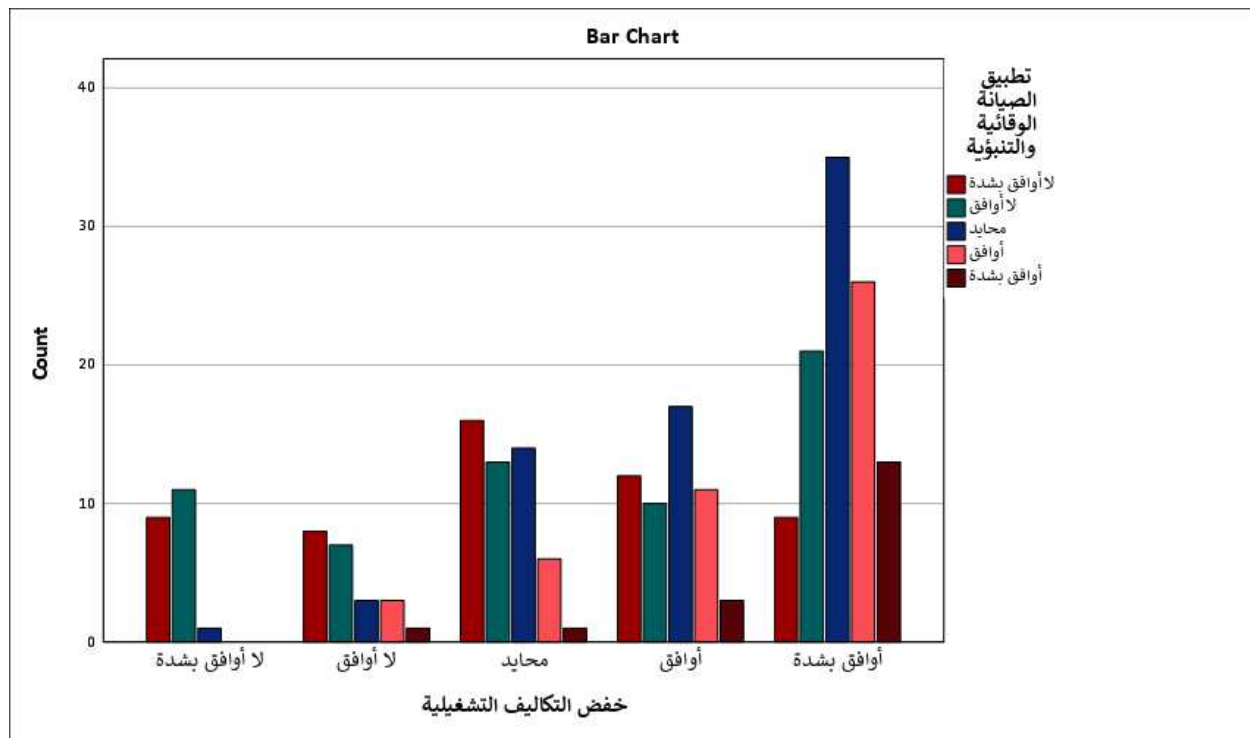
سجل مستوى الدلالة الإحصائية القيمة 0.000؛ وهي نتيجة قاطعة تبرهن على وجود علاقة ذات دلالة إحصائية بين تبني تقنيات الصيانة الوقائية والتنبؤية وبين خفض التكاليف التشغيلية في المنشآت الصناعية بالجبيل. بلغت قيمة كاي تربيع لبيرسون 48.643 عند درجة حرية 16. هذا الارتباط يعكس واقعاً ميدانياً حقيقياً؛ فالاعتماد على المجسات التنبؤية والجداول الوقائية يحول الإنفاق من خانة "إصلاح الأعطال" الباهظة إلى خانة "الاستباق" الأقل كلفة. البيانات تؤكد أن التخلي عن أسلوب رد الفعل التقليدي يسهم مباشرة في حماية ميزانية المنشأة من الاستنزاف الطارئ.

تبرز قوة النموذج في قيمة نسبة الاحتمال (Likelihood Ratio) البالغة 55.691؛ ما يمنح النتائج متانة إحصائية عالية أمام المحكمين الأكاديميين. رغم أن 32% من الخلايا سجلت تكرارات متوقعة أقل من 5، إلا أن الاتجاه العام يظل ثابتاً نحو تأكيد

فاعلية الأنظمة الاستباقية. يميل المشاركون في المصانع الكبرى بالمنطقة إلى الربط بين التطور التقني والوفر المالي؛ حيث يسهم التدخل المبرمج في تقليل الهدر في قطع الغيار والجهد البشري. هذا النمط من الإدارة يعزز من الكفاءة التشغيلية الكلية؛ فالعلاقة الخطية (Linear-by-Linear Association) سجلت 38.713 بدلالة تامة، مما يقطع بأن كل زيادة في مستوى التطبيق التقني يتبعها تحسن ملموس في ضبط التكاليف.

Chi-Square Tests			
Asymptotic Significance (2-sided)	df	Value	
.000	16	48.643 ^a	Pearson Chi-Square
.000	16	55.691	Likelihood Ratio
.000	1	38.713	Linear-by-Linear Association
		250	N of Valid Cases
a. 8 cells (32.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1.51.			

جدول 5: اختبار كاي اسكوير للعلاقة بين خفض التكاليف التشغيلية وتطبيق الصيانة الوقائية والتنبؤية



شكل توضيحي 2 : المقاييس المتمثلة لتحليل الجداول المتقاطعة للعلاقة بين خفض التكاليف التشغيلية وتطبيق الصيانة الوقائية والتنبؤية

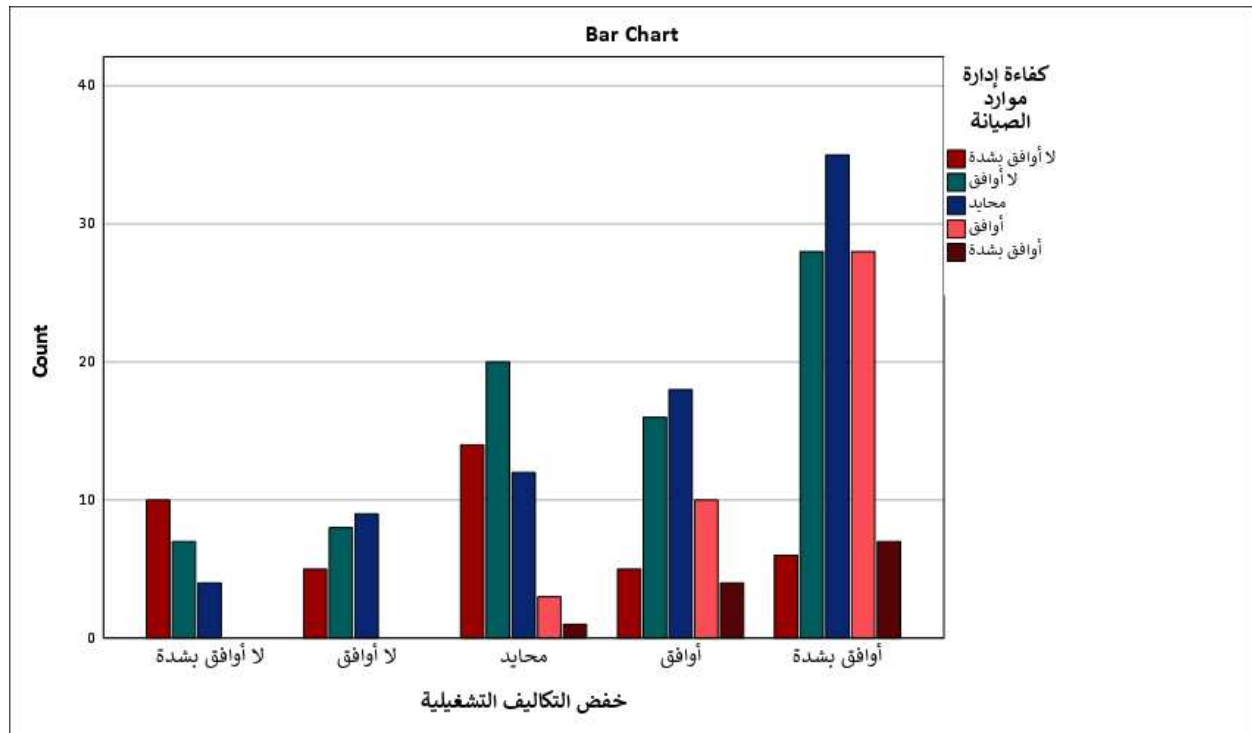
3. اختبار كاي اسكوير للعلاقة بين خفض التكاليف التشغيلية وكفاءة إدارة موارد الصيانة

سجل مستوى الدلالة الإحصائية القيمة 0.000؛ وهي نتيجة تقطع بوجود علاقة جوهرية بين كفاءة إدارة موارد الصيانة وبين خفض التكاليف التشغيلية في المنشآت الصناعية بمدينة الجبيل. بلغت قيمة كاي تربيع لبيرسون 53.434 عند درجة حرية 16. هذا الارتباط يعكس واقعاً تشغيلياً دقيقاً؛ فالإدارة الحكيمة للموارد المادية والبشرية تمنع تكبد العمال غير المنتجة أو هدر قطع الغيار في إصلاحات غير ضرورية. وبناءً على هذه القيمة، يتبين أن التخطيط الإداري الناجح يعمل كصمام أمان للميزانية؛ إذ يضمن توجيه كل ريال مستثمر في الصيانة نحو المعدات التي تؤثر بشكل مباشر على استمرارية العملية الإنتاجية.

تبرز متانة هذه العلاقة من خلال قيمة نسبة الاحتمال (Likelihood Ratio) البالغة 55.691؛ ما يؤكد أن النتائج ليست وليدة المصادفة، بل هي انعكاس لسياسات إدارية منضبطة تتبعها المصانع الكبرى بالمنطقة. رغم أن 36% من الخلايا سجلت تكرارات متوقعة أقل من 5، إلا أن الاتجاه العام يظل ثابتاً وقوياً. العلاقة الخطية سجلت 40.912؛ مما يعني أن كل تحسن في آليات إدارة الموارد يتبعه انخفاض آلي في التكاليف التشغيلية. النقص في الكفاءة الإدارية لا يسبب اضطراباً فنياً فحسب، بل يؤدي إلى فجوات مالية ناتجة عن سوء تخصيص الموارد؛ وهو ما تتفاداه المنشآت التي تدمج التخطيط الإداري في صلب عملياتها الميدانية.

Chi-Square Tests			
Asymptotic Significance (2-sided)	df	Value	
.000	16	53.434 ^a	Pearson Chi-Square
.000	16	59.578	Likelihood Ratio
.000	1	40.912	Linear-by-Linear Association
		250	N of Valid Cases
a. 9 cells (36.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 1.01.			

جدول 6: اختبار كاي اسكوير للعلاقة بين خفض التكاليف التشغيلية وكفاءة إدارة موارد الصيانة



شكل توضيحي 3: المقاييس المتماثلة لتحليل الجداول المتقاطعة للعلاقة بين خفض التكاليف التشغيلية وكفاءة إدارة موارد الصيانة

• اختبار التباين الأحادي لمتغيرات الدراسة

تظهر الفوارق الجوهرية بين النموذج المفسر والتباين العشوائي بوضوح في نتائج تحليل التباين (ANOVA)؛ إذ سجل مجموع مربعات الانحدار 160.211 مقابل مجموع مربعات المتبقي (Residual) البالغ 259.553. هذه الفجوة الرقمية ليست مجرد تباين إحصائي؛ بل هي برهان على قدرة المتغيرات المستقلة المتمثلة في التخطيط المسبق، وكفاءة إدارة الموارد، وتطبيق الصيانة الوقائية، على تفسير التغيرات الحاصلة في خفض التكاليف التشغيلية. النتيجة كانت واضحة. بلغت قيمة (F) المحسوبة 12.191 بمستوى دلالة 0.000؛ ما يعني رفض الفرضية الصفرية تماماً وقبول النموذج كإطار تفسيري موثوق لبيئة العمل في منشآت الجبيل.

يعزز ملخص نموذج معامل بايز (Bayes Factor) هذا الاستنتاج بقوة استثنائية؛ حيث تجاوزت قيمة المعامل رقم 172 تريليون؛ وهي دلالة قطعية على أن النموذج الحالي يتفوق بمراحل سحيقة على النموذج الصفري (Null Model). سجلت قيمة 0.382 (R Square)؛ ما يوضح أن التخطيط الإداري للصيانة يفسر لوحده 38.2% من التباين في خفض التكاليف. المتوسط الحسابي للخطأ في التقدير بلغ 1.05. يبدو أن التوجه الإداري نحو مؤسسة الصيانة يؤدي ثماره فعلياً؛ فالقدرة التنبؤية للنموذج تعطي صناع القرار في مدينة الجبيل مؤشراً دقيقاً بأن الاستثمار في "العقل الإداري" للمنشأة يقلل الهدر المالي الميداني بنسب إحصائية ثابتة ومستقرة.

ANOVA ^{a,b}					
Sig.	F	Mean Square	df	Sum of Squares	Source
.000	12.191	13.351	12	160.211	Regression
		1.095	237	259.553	Residual
			249	419.764	Total
a. Dependent Variable: خفض التكاليف التشغيلية					
b. Model: (Intercept), التخطيط المسبق لأعمال الصيانة، كفاءة إدارة موارد الصيانة، تطبيق الصيانة الوقائية والتنبؤية					

جدول 7: اختبار التباين الأحادي

Bayes Factor Model Summary ^{a,b}				
Std. Error of the Estimate	Adjusted R Square	R Square	R	Bayes Factor ^c
1.05	.350	.382	.618	172441518563765.750
a. Method: JZS				
b. Model: (Intercept), التخطيط المسبق لأعمال الصيانة، كفاءة إدارة موارد الصيانة، تطبيق الصيانة الوقائية والتنبؤية				
c. Bayes factor: Testing model versus null model (Intercept).				

جداول 8: ملخص نموذج معامل بايز

الخاتمة ومناقشة النتائج:

تشكل هذه الدراسة خطوة مهمة نحو فهم العلاقة بين التخطيط الإداري لأعمال الصيانة وخفض التكاليف التشغيلية في المنشآت الصناعية بمدينة الجبيل، حيث أوضحت النتائج أن التخطيط المسبق للصيانة، وتطبيق استراتيجيات الصيانة الوقائية والتنبؤية، وكفاءة إدارة الموارد، جميعها عوامل أساسية تسهم بشكل مباشر في تحسين الأداء المالي والتشغيلي للمنشآت. ويشير التحليل الكمي للبيانات إلى وجود تأثير إيجابي واضح لهذه المتغيرات على خفض التكاليف التشغيلية، مما يؤكد أن الاستثمار في تنظيم العمليات الإدارية والصيانة لا يمثل مجرد تكلفة إضافية، بل هو أداة استراتيجية تحقق وفورات مالية ملموسة وتعزز استدامة الأداء الصناعي.

تعكس الخاتمة أن التخطيط الإداري لأعمال الصيانة يعد أحد العوامل الحاسمة في تحسين الكفاءة التشغيلية، حيث أن المنشآت التي تبنت خطط صيانة دقيقة ومراقبة دورية للمعدات تمكنت من تقليل الأعطال المفاجئة والتوقيفات غير المخطط لها، وبالتالي خفض التكاليف المرتبطة بالإصلاحات الطارئة. كما أن الصيانة الوقائية والتنبؤية أثبتت فعاليتها في تقليل الأعطال الكبيرة، مما يتيح استخدام الموارد بكفاءة أكبر، ويزيد من عمر المعدات ويضمن استمرارية الإنتاج. هذه النتائج تؤكد صحة الفرضيات التي انطلقت منها الدراسة، وتعزز من فهم الدور الحيوي الذي تلعبه الإدارة العلمية للصيانة في تحقيق الاستدامة الاقتصادية للمنشآت الصناعية.

كما أبرزت الخاتمة أهمية التكامل بين جميع عناصر التخطيط والإدارة، حيث أظهرت النتائج أن التخطيط المسبق وحده لا يكفي، بل يجب دعمه بتطبيق الصيانة الوقائية والتنبؤية وإدارة الموارد بكفاءة لضمان تحقيق أقصى استفادة ممكنة من العمليات التشغيلية وتقليل الهدر المالي. ويؤكد هذا التكامل أن التحسين المستمر للإدارة والصيانة ليس خياراً ثانوياً، بل يمثل استثماراً استراتيجياً ينعكس إيجاباً على جميع جوانب الأداء الصناعي، سواء من الناحية التشغيلية أو المالية.

من منظور التطوير المؤسسي، توفر هذه الخاتمة دليلاً عملياً على أن تبني أفضل الممارسات الإدارية للصيانة يمكن أن يسهم بشكل ملموس في تعزيز القدرة التنافسية للمنشآت الصناعية، خصوصاً في مدينة الجبيل التي تمثل بيئة صناعية كبيرة ومعقدة تتطلب إدارة دقيقة للعمليات والمعدات. وتبرز الدراسة من خلال هذه النتائج قيمة التخطيط المسبق والصيانة الوقائية والتنبؤية كأدوات يمكن للمنشآت استخدامها لتقليل التكاليف التشغيلية وتحسين الأداء بشكل مستدام، مع إمكانية تطبيق هذه النتائج على منشآت صناعية مشابهة في سياقات محلية أو إقليمية أخرى.

تؤكد الخاتمة أن التخطيط الإداري لأعمال الصيانة ليس مجرد إجراء تقني أو إداري، بل هو عامل استراتيجي قادر على تحسين الكفاءة التشغيلية وخفض التكاليف التشغيلية بشكل ملموس ومستمر. ومن خلال تبني ممارسات علمية ومنهجية في إدارة الصيانة، يمكن للمنشآت الصناعية بمدينة الجبيل تحقيق وفورات مالية حقيقية، تعزيز استدامة الأداء، وتحقيق ميزة تنافسية قوية في بيئة صناعية تتسم بالتعقيد وحساسية المعدات.

التوصيات:

1. توصي الدراسة بضرورة تطوير خطط صيانة دقيقة وشاملة، تشمل جميع المعدات والعمليات التشغيلية، مع تحديد مواعيد واضحة للصيانة وتوزيع الموارد اللازمة لكل عملية. يساهم التخطيط المسبق في تقليل الأعطال المفاجئة والتوقفات غير المخطط لها، مما يقلل من التكاليف المرتبطة بالإصلاحات الطارئة ويضمن استمرارية الإنتاج.

2. توصي الدراسة بضرورة تبني استراتيجيات الصيانة الوقائية والتنبؤية، وذلك من خلال جدولة الصيانة الدورية ومراقبة أداء المعدات باستخدام مؤشرات الحالة والتحليل الفني. يساعد ذلك في الكشف المبكر عن الأعطال المحتملة ومنع توقف العمليات، كما يقلل من تكلفة الإصلاحات الكبيرة ويزيد من العمر التشغيلي للمعدات.
3. توصي الدراسة بالعمل على تحسين إدارة الموارد البشرية والمادية الخاصة بالصيانة، وذلك من خلال توزيع المهام بشكل مناسب، استخدام المعدات والمواد بكفاءة، وتقليل الهدر والتكرار في عمليات الصيانة. الإدارة الفعّالة للموارد تساهم بشكل مباشر في خفض التكاليف التشغيلية وتعزيز الكفاءة التشغيلية للمنشآت.
4. توصي الدراسة بالاستثمار في برامج تدريبية مستمرة للموظفين القائمين على الصيانة والإدارة، لتعزيز مهاراتهم في التخطيط، التنبؤ بالأعطال، وإدارة الموارد بكفاءة. التدريب المستمر يرفع مستوى الأداء الفني والإداري ويضمن تطبيق أفضل الممارسات، مما ينعكس إيجاباً على تقليل الأعطال وخفض التكاليف التشغيلية.
5. توصي الدراسة بتبني تقنيات المراقبة والتحليل الذكية للمعدات والعمليات، مثل أنظمة الاستشعار والتحليل التنبؤي، لمتابعة الأداء في الوقت الفعلي. تساعد هذه التقنيات في التنبؤ بالمشكلات قبل وقوعها، وتوفير بيانات دقيقة لدعم اتخاذ القرارات وتحسين خطط الصيانة، مما يؤدي إلى تحسين الكفاءة وتقليل التكاليف.
6. توصي الدراسة بضرورة ضمان تكامل عملية التخطيط مع التنفيذ والمتابعة المستمرة لنتائج الصيانة، بحيث يتم تقييم فعالية الخطط بشكل دوري وتصحيح أي قصور. هذا التكامل يضمن استمرارية تحسين الأداء وخفض التكاليف التشغيلية بشكل مستدام.

قائمة المصادر والمراجع:

- Abdeldjalil Benhanifia .(2025) .Systematic review of predictive maintenance practices in the manufacturing sector . تم الاسترداد من <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2667305325000274>
- Ahmed M. Attia .(2025) .Integrated risk management and maintenance planning in Oil and Gas Supply Chain operations under market uncertainty . تم الاسترداد من <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0098135424002977>
- Anwur Alenezi .(2025) .Artificial Intelligence Applications in Water Treatment and Desalination: A Comprehensive Review . تم الاسترداد من <https://www.mdpi.com/2073-4441/17/8/1169>
- Bakhter Ihsan .(2018) .Factors affecting operation and maintenance cost of hotels . تم الاسترداد من <https://www.emerald.com/pm/article/36/3/296/317552/Factors-affecting-operation-and-maintenance-cost>
- Basim Al-Najjar .(2017) .The lack of maintenance and not maintenance which costs: A model to describe and quantify the impact of vibration-based maintenance on company's business . تم الاسترداد من https://www.researchgate.net/publication/222664312_The_lack_of_maintenance_and_not_maintenance_which_costs_A_model_to_describe_and_quantify_the_impact_of_vibration-based_maintenance_on_company's_business
- Elysé Masengesho .(2021) .IMPACT OF MAINTENANCE OPERATIONS IN BUILDINGS PERFORMANCE, KIGALI COMMERCIAL BUILDINGS CASE STUDY . تم الاسترداد من https://www.researchgate.net/publication/349988349_IMPACT_OF_MAINTENANCE_OPERATIONS_IN_BUILDINGS_PERFORMANCE_KIGALI_COMMERCIAL_BUILDINGS_CASE_STUDY
- Habeeb Agoro .(2025) .Reducing Downtime in Production Lines Through Proactive Maintenance Strategies . تم الاسترداد من https://www.researchgate.net/publication/389891476_Reducing_Downtime_in_Production_Lines_Through_Proactive_Maintenance_Strategies
- Hikmet Erbiyik .(2022) .Definition of Maintenance and Maintenance Types with Due Care on Preventive Maintenance . تم الاسترداد من https://www.researchgate.net/publication/366236297_Definition_of_Maintenance_and_Maintenance_Types_with_Due_Care_on_Preventive_Maintenance

- Igal M. Shohet .(2025) .Performance-Based Maintenance and Operation of Multi-Campus Critical Infrastructure Facilities Using Supply Chain Multi-Choice Goal Programming . تم الاسترداد من <https://www.mdpi.com/2076-3417/15/20/11161>
- Jon Bokrantz .(2020) .Smart Maintenance: an empirically grounded conceptualization . تم الاسترداد من <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925527319303615>
- Katharine Paljug .(2025) .Operating Costs: Definition, Formula, Types, and Examples . تم الاسترداد من <https://www.investopedia.com/terms/o/operating-cost.asp>
- Kwame Dubik .(2021) .Impact of Safety-Maintenance Practices on the Overall Performance of an Industry . تم الاسترداد من <https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=135527>
- Md Mahamudur Rahaman Shamim .(2025) .MAINTENANCE OPTIMIZATION IN SMART MANUFACTURING FACILITIES: A SYSTEMATIC REVIEW OF LEAN, TPM, AND DIGITALLY-DRIVEN RELIABILITY MODELS IN INDUSTRIAL ENGINEERING . تم الاسترداد من https://www.researchgate.net/publication/391476480_MAINTENANCE_OPTIMIZATION_IN_SMART_MANUFACTURING_FACILITIES_A_SYSTEMATIC_REVIEW_OF_LEAN_TPM_AND_DIGITALLY-DRIVEN_RELIABILITY_MODELS_IN_INDUSTRIAL_ENGINEERING
- Mohammad M Hamasha .(2023) .Strategical selection of maintenance type under different conditions . تم الاسترداد من <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10511507/>
- Mohammed Alrubaidi .(2024) .Evaluating the Effects of Digital Transformation on Facilities Management Projects in Saudi Arabia: Overcoming Challenges and Seizing Opportunities . تم الاسترداد من <https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=137442>
- Osama Mohammed Elmardi Suleiman Khayal .(2024) .Introduction to Maintenance Management . تم الاسترداد من https://www.researchgate.net/publication/381655997_Introduction_to_Maintenance_Management
- Sagar More .(2024) .Maintenance decision-making and its relevance in engineering asset management . تم الاسترداد من https://www.researchgate.net/publication/379283764_Maintenance_decision-making_and_its_relevance_in_engineering_asset_management