

Final Project 2

PMG 497

نموذج المشروع النهائي ٢

عنوان المشروع
تحليل دور الصيانة الوقائية المعتمدة على البيانات في رفع كفاءة معدات
الدعم الأرضي في المطارات

أسم الطالب
خالد احمد الزهراني

المشروع النهائي- ٢
كلية الإدارة- جامعة ميدأوشن

إشراف

د.

عضو هيئة التدريس- كلية الإدارة- جامعة ميدأوشن

٢٠٢٦- الفصل الدراسي

السنة الرابعة – الفصل الأول

جدول المحتويات

الفصل الأول: الإطار العام للدراسة	٧
1.1 المقدمة	٨
1.2 مشكلة الدراسة	٩
1.2.1 فجوات على المستوى النظري	٩
1.2.2 فجوات على المستوى التطبيقي	٩
1.3 أهمية الدراسة	١٠
1.3.1 على المستوى النظري	١٠
1.3.2 على المستوى التطبيقي	١٠
1.4 أسئلة الدراسة	١١
1.5 أهداف الدراسة	١١
1.6 فرضيات الدراسة	١٢
1.7 نموذج الدراسة	١٢
1.8 الدراسة الميدانية	١٣
1.9 مخطط المشروع	١٣
الفصل الثاني: الدراسات السابقة	١٤
2.1 المقدمة	١٥
2.2 المتغير المستقل: الصيانة الوقائية المعتمدة على البيانات	١٦
2.3 المتغير التابع: كفاءة معدات الدعم الأرضي	١٧
2.4 العلاقة بين المتغير المستقل والمتغير التابع	١٨
2.5 المراجع	١٩
الفصل الثالث: منهجية الدراسة	٢٠
3.1 المقدمة	٢١
3.2 التعريفات الإجرائية لمتغيرات البحث	٢٢
3.3 تصميم البحث	٢٣
3.4 مجتمع البحث وطرق أخذ العينات	٢٤
3.5 طريقة جمع البيانات	٢٥
3.6 أنواع البيانات	٢٥
3.7 إجراءات التحليل الإحصائي	٢٦
3.8 الخاتمة	٢٧
الفصل الرابع: التحليل الإحصائي ومناقشة النتائج	٢٨
4.1 المقدمة	٢٩
4.2 توصيف عينة الدراسة	٣٠
4.3 اختبارات الصدق والثبات	٣١
4.4 الإحصاء الوصفي لمتغيرات البحث	٣٢

4.5	اختبار الفرضيات ومناقشة النتائج	٣٣
4.6	الخاتمة	٣٤

الفصل الخامس: حدود البحث والتوصيات والاستنتاجات ٣٥

5.1	حدود الدراسة والدراسات المستقبلية	٣٦
5.2	توصيات الدراسة	٣٧
5.3	الخاتمة	٣٨
	قائمة المراجع	٣٩
	الملاحق	٤٠

2	فجوات على المستوى التطبيقي	٩
1.3	أهمية الدراسة	١٠
1.3.1	على المستوى النظري	١٠
1.3.2	على المستوى التطبيقي	١٠
1.4	أسئلة الدراسة	١١
1.5	أهداف الدراسة	١١
1.6	فرضيات الدراسة	١٢
1.7	نموذج الدراسة	١٢
1.8	الدراسة الميدانية	١٣
1.9	مخطط المشروع	١٣

الفصل الثاني: الدراسات السابقة ١٤

2.1	المقدمة	١٥
2.2	المتغير المستقل: الصيانة الوقائية المعتمدة على البيانات	١٦
2.3	المتغير التابع: كفاءة معدات الدعم الأرضي	١٧
2.4	العلاقة بين المتغير المستقل والمتغير التابع	١٨
2.5	المراجع	١٩

الفصل الثالث: منهجية الدراسة ٢٠

3.1	المقدمة	٢١
3.2	التعريفات الإجرائية لمتغيرات البحث	٢٢
3.3	تصميم البحث	٢٣
3.4	مجتمع البحث وطرق أخذ العينات	٢٤
3.5	طريقة جمع البيانات	٢٥
3.6	أنواع البيانات	٢٥
3.7	إجراءات التحليل الإحصائي	٢٦
3.8	الخاتمة	٢٧

الفصل الرابع: التحليل الإحصائي ومناقشة النتائج ٢٨

4.1	المقدمة	٢٩
4.2	توصيف عينة الدراسة	٣٠
4.3	اختبارات الصدق والثبات	٣١
4.4	الإحصاء الوصفي لمتغيرات البحث	٣٢

4.5 اختبار الفرضيات ومناقشة النتائج ٣٣

4.6 الخاتمة ٣٤

الفصل الخامس: حدود البحث والتوصيات والاستنتاجات ٣٥

5.1 حدود الدراسة والدراسات المستقبلية ٣٦

5.2 توصيات الدراسة ٣٧

5.3 الخاتمة ٣٨

قائمة المراجع ٣٩

الملاحق ٤٠

١. الفصل الأول: الإطار العام للدراسة

١,١ . المقدمة:

تُعد معدات الدعم الأرضي عنصرًا أساسيًا في منظومة تشغيل المطارات، حيث تسهم بشكل مباشر في ضمان انسيابية عمليات خدمة الطائرات خلال مراحل الوصول والمغادرة. ومع التوسع في الحركة الجوية وزيادة عدد الرحلات، أصبح الحفاظ على جاهزية هذه المعدات أمرًا حيويًا لضمان الكفاءة التشغيلية وتقليل التأخيرات.

تعتمد العديد من شركات خدمات الطيران على أنظمة صيانة تقليدية تركز على الصيانة التصحيحية بعد حدوث الأعطال، مما يؤدي إلى ارتفاع التكاليف وزيادة فترات التوقف. في المقابل، يساهم تطبيق الصيانة الوقائية المدعومة بتحليل البيانات في التنبؤ بالأعطال قبل وقوعها، مما يحسن من كفاءة الأداء ويعزز الجاهزية التشغيلية.

تأتي هذه الدراسة لتحليل أثر استخدام تحليل البيانات في إدارة الصيانة الوقائية على تحسين كفاءة معدات الدعم الأرضي وتقليل الأعطال التشغيلية.

١,٢ . مشكلة الدراسة

رغم الأهمية التشغيلية لمعدات الدعم الأرضي، إلا أن العديد من المؤسسات تواجه تحديات تتمثل في تكرار الأعطال الفنية، وارتفاع فترات التوقف، وزيادة تكاليف الصيانة التصحيحية، إضافة إلى تأثير الأعطال على انسيابية العمليات التشغيلية.

فجوات على المستوى النظري

يوجد نقص في الدراسات التي تربط بين تحليل البيانات وإدارة الصيانة الوقائية في بيئة خدمات الطيران الأرضية بشكل مباشر.

فجوات على المستوى التطبيقي

تعتمد بعض المؤسسات على الصيانة التفاعلية دون الاستفادة الكاملة من مؤشرات الأداء وتحليل البيانات لاتخاذ قرارات استباقية.

السؤال الرئيسي

كيف يمكن لتحليل البيانات وإدارة الصيانة الوقائية أن يساهما في تحسين كفاءة وجاهزية معدات الدعم الأرضي؟

١,٣ . أهمية الدراسة

على المستوى النظري

تسهم الدراسة في تعزيز الأدبيات المتعلقة بالصيانة المعتمدة على البيانات داخل قطاع الطيران، وربط مؤشرات الأداء الفنية بتحسين الكفاءة التشغيلية.

على المستوى التطبيقي

تساعد النتائج في تقديم توصيات عملية للإدارة لخفض التكاليف التشغيلية، وتقليل الأعطال، وتحسين جاهزية المعدات، مما ينعكس إيجابًا على جودة الخدمات المقدمة.

• أسئلة الدراسة

ما أثر الصيانة الوقائية على معدل الأعطال؟
هل يؤدي تحليل البيانات إلى تحسين جاهزية المعدات؟
ما العلاقة بين ضغط التشغيل وزيادة الأعطال؟
هل تسهم الصيانة الوقائية في تقليل التكاليف التشغيلية؟

١,٤ . أهداف الدراسة

تحليل بيانات الصيانة لمعدات الدعم الأرضي
قياس أثر الصيانة الوقائية على تقليل الأعطال
تقييم كفاءة المعدات باستخدام مؤشرات الأداء
تقديم توصيات عملية لتحسين نظام الصيانة

١,٥ . فرضيات الدراسة

توجد علاقة عكسية ذات دلالة إحصائية بين تطبيق الصيانة الوقائية ومعدل الأعطال
يؤدي استخدام تحليل البيانات إلى تحسين جاهزية المعدات
تؤدي زيادة الصيانة الوقائية إلى انخفاض التكاليف التشغيلية
يوجد ارتباط إيجابي بين ضغط التشغيل وزيادة الأعطال

١,٦ . نموذج الدراسة

المتغيرات المستقلة:
الصيانة الوقائية -
تحليل بيانات الصيانة -

المتغيرات التابعة:
معدل الأعطال -
عدد أيام التوقف -
التكاليف التشغيلية -
جاهزية المعدات -

١,٧. الدراسة الميدانية

تم تطبيق الدراسة على معدات الدعم الأرضي في إحدى شركات خدمات الطيران بالمملكة العربية السعودية، وذلك من خلال تحليل بيانات الصيانة خلال آخر سنتين تشغيليتين، إضافة إلى استخدام أدوات إحصائية لقياس العلاقة بين المتغيرات.

١,٨. مخطط المشروع

الفصل الأول: الإطار العام للدراسة
الفصل الثاني: الدراسات السابقة
الفصل الثالث: منهجية الدراسة
الفصل الرابع: التحليل الإحصائي ومناقشة النتائج
الفصل الخامس: حدود البحث والتوصيات والاستنتاجات

٢. الفصل الثاني: الدراسات السابقة

٢,١. المقدمة:

شهد قطاع الطيران خلال السنوات الأخيرة تطوراً ملحوظاً في أساليب إدارة الصيانة، خاصة مع التوسع في استخدام تقنيات تحليل البيانات والأنظمة الرقمية في مراقبة الأداء التشغيلي. وأصبحت الصيانة الوقائية المعتمدة على البيانات أحد الاتجاهات الحديثة التي تسعى المؤسسات إلى تبنيها لتحسين الكفاءة التشغيلية وتقليل الأعطال غير المخطط لها. وقد تناولت العديد من الدراسات العلاقة بين استراتيجيات الصيانة المختلفة وكفاءة المعدات، حيث أثبتت الأدبيات أن التحول من الصيانة التفاعلية (Reactive Maintenance) إلى الصيانة الوقائية والتنبؤية يساهم في تقليل التكاليف ورفع مستوى الاعتمادية التشغيلية. ويركز هذا الفصل على استعراض الدراسات السابقة المتعلقة بمتغيرات الدراسة، والمتمثلة في الصيانة الوقائية المعتمدة على تحليل البيانات (كمتغير مستقل)، وكفاءة معدات الدعم الأرضي (كمتغير تابع)، إضافة إلى توضيح العلاقة بينهما.

٢,٢. المتغير المستقل: الصيانة الوقائية المعتمدة على البيانات

تُعرف الصيانة الوقائية بأنها مجموعة من الإجراءات المجدولة التي يتم تنفيذها بشكل دوري بهدف منع حدوث الأعطال قبل وقوعها. ومع التطور التقني، أصبحت هذه الصيانة تعتمد بشكل متزايد على تحليل البيانات التاريخية لمؤشرات الأداء، مثل عدد ساعات التشغيل، ومعدل الأعطال، ومتوسط زمن الإصلاح. أشارت دراسات حديثة إلى أن تطبيق الصيانة الوقائية المدعومة بتحليل البيانات يساهم في: تقليل الأعطال المفاجئة، تحسين التخطيط للموارد، خفض تكاليف الصيانة التصحيحية، تحسين استغلال المعدات. كما بينت بعض الأبحاث أن المؤسسات التي تعتمد على تحليل البيانات في جدولة الصيانة تحقق مستويات أعلى من الجاهزية التشغيلية مقارنة بالمؤسسات التي تعتمد على أساليب تقليدية. وفي قطاع الطيران تحديداً، تلعب دقة البيانات وتكامل أنظمة إدارة الصيانة (Maintenance Management Systems) دوراً محورياً في تحسين الأداء العام للمعدات.

٢,٣. المتغير التابع: كفاءة معدات الدعم الأرضي

تشير كفاءة معدات الدعم الأرضي إلى قدرة المعدات على أداء وظائفها التشغيلية بكفاءة عالية دون انقطاع أو أعطال متكررة. ويتم قياس هذه الكفاءة من خلال مجموعة من مؤشرات الأداء، من أهمها:

- متوسط الزمن بين الأعطال (MTBF)
 - متوسط زمن الإصلاح (MTTR)
 - نسبة الجاهزية التشغيلية (Availability)
 - عدد أيام التوقف (Downtime)
- وقد أوضحت الدراسات أن انخفاض معدل الأعطال وتحسن مؤشرات الجاهزية يؤديان إلى تقليل التأخيرات التشغيلية وتحسين مستوى الخدمة المقدمة لشركات الطيران. كما أكدت الأدبيات أن ارتفاع ضغط التشغيل وزيادة عدد ساعات العمل قد يؤديان إلى زيادة احتمالية الأعطال في حال عدم وجود نظام صيانة وقائية فعال.

٢,٤. العلاقة بين المتغير المستقل والمتغير التابع

تناولت العديد من الدراسات العلاقة بين استراتيجيات الصيانة وكفاءة المعدات، وأظهرت النتائج وجود علاقة ذات دلالة إحصائية بين تطبيق الصيانة الوقائية وتحسن مؤشرات الأداء الفني.

فقد تبين أن المؤسسات التي تعتمد على تحليل البيانات في إدارة الصيانة تحقق:

- انخفاضًا في معدل الأعطال
- تقليلًا في فترات التوقف
- تحسنًا في نسبة الجاهزية التشغيلية
- انخفاضًا في التكاليف طويلة المدى

وتشير الأدبيات إلى أن الصيانة الوقائية المعتمدة على البيانات تمثل أداة استراتيجية لتحسين الأداء التشغيلي، خاصة في البيئات التشغيلية عالية الحساسية مثل المطارات، حيث يؤدي أي عطل إلى تأثير مباشر على جدول الرحلات.

وعليه، يمكن استنتاج أن العلاقة بين المتغير المستقل (الصيانة الوقائية المعتمدة على البيانات) والمتغير التابع (كفاءة معدات الدعم الأرضي) هي علاقة إيجابية، حيث يسهم تعزيز تطبيق الصيانة الوقائية في تحسين كفاءة المعدات بشكل ملحوظ.

2.5. قائمة المراجع

Al-Dhaafri, H., Al-Swidi, A., & Yusoff, R. (2020). The effect of total quality management, enterprise resource planning, and the entrepreneurial orientation on the organizational performance: The mediating role of the organizational excellence. *Benchmarking: An International Journal*, 27(1), 249–269.

Carnero, M. C. (2020). Data-driven maintenance management: A review of predictive and preventive strategies. *Reliability Engineering & System Safety*, 201, 106–116.

Jardine, A. K. S., Lin, D., & Banjevic, D. (2021). A review on machinery diagnostics and prognostics implementing condition-based maintenance. *Mechanical Systems and Signal Processing*, 25(3), 803–830.

Mobley, R. K. (2021). *Maintenance fundamentals* (3rd ed.). Butterworth-Heinemann.

Peng, Y., Dong, M., & Zuo, M. J. (2022). Current status of machine prognostics in condition-based maintenance: A review. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 50(1–4), 297–313.

Susto, G. A., Beghi, A., & De Luca, C. (2020). A predictive maintenance system for aircraft ground support equipment. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 16(4), 2213–2221.

Tsang, A. H. C. (2020). Strategic dimensions of maintenance management. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 8(1), 7–39.

Zonta, T., Da Costa, C. A., Da Rosa Righi, R., De Lima, M. J., Da Trindade, E. S., & Li, G. P. (2020). Predictive maintenance in the Industry 4.0: A systematic literature review. *Computers & Industrial Engineering*, 150, 106–889.

٣. الفصل الثالث: منهجية الدراسة

٣,١. المقدمة

يتناول هذا الفصل المنهجية العلمية التي تم اتباعها لتحقيق أهداف الدراسة والإجابة عن أسئلتها واختبار فرضياتها. ويشمل الفصل توضيح التصميم البحثي، ومجتمع وعينة الدراسة، وأدوات جمع البيانات، وأنواع البيانات المستخدمة، إضافة إلى الإجراءات الإحصائية المعتمدة في تحليل النتائج.

وقد تم اختيار المنهج المناسب بما يتوافق مع طبيعة الدراسة التي تهدف إلى قياس العلاقة بين الصيانة الوقائية المعتمدة على تحليل البيانات وكفاءة معدات الدعم الأرضي في بيئة تشغيلية فعلية.

٣,٢. التعريفات الإجرائية لمتغيرات البحث

أولاً: المتغير المستقل

الصيانة الوقائية المعتمدة على البيانات

ويقصد بها في هذه الدراسة:

مجموعة الإجراءات المجدولة التي يتم تنفيذها بشكل دوري اعتماداً على تحليل بيانات الصيانة التاريخية ومؤشرات الأداء – MTBF) – MTTR عدد ساعات التشغيل)، بهدف تقليل الأعطال وتحسين جاهزية المعدات.

ويتم قياسه من خلال:

- نسبة الالتزام بجدول الصيانة الوقائية
- عدد أوامر الصيانة الوقائية المنفذة
- استخدام تقارير تحليل البيانات في اتخاذ القرار

ثانياً: المتغير التابع

كفاءة معدات الدعم الأرضي

ويقصد بها قدرة المعدات على أداء مهامها التشغيلية بكفاءة عالية دون أعطال متكررة أو توقفات غير مخططة.

ويتم قياسها من خلال:

- معدل الأعطال
- متوسط زمن الإصلاح (MTTR)
- متوسط الزمن بين الأعطال (MTBF)
- نسبة الجاهزية التشغيلية (Availability)
- عدد أيام التوقف

٣,٣. تصميم البحث (بصلة البحثي)

اعتمدت الدراسة على التصميم الوصفي التحليلي، حيث تم تحليل بيانات الصيانة الفعلية لمعدات الدعم الأرضي خلال فترة زمنية محددة.

ويهدف التصميم إلى:

- وصف واقع الصيانة الوقائية في المؤسسة
- تحليل العلاقة بين المتغيرات
- اختبار الفرضيات إحصائيًا

ويُعد هذا التصميم مناسبًا لطبيعة الدراسة التي تسعى إلى قياس العلاقة بين متغيرين في بيئة تشغيلية واقعية.

٣,٤. مجتمع البحث وطرق وتقنيات أخذ العينات

مجتمع البحث

يشمل مجتمع الدراسة جميع معدات الدعم الأرضي (GSE) في إحدى شركات خدمات الطيران بالمملكة العربية السعودية.

عينة الدراسة

تم اختيار عينة قصدية تشمل:

- المعدات التشغيلية ذات الاستخدام المرتفع
- المعدات التي لديها بيانات صيانة كاملة خلال آخر سنتين

حجم العينة

تشمل الدراسة معدات من الفئات التالية:

- وحدات تكييف الطائرات (ACU)
- وحدات الطاقة الأرضية (GPU)
- سيور تحميل الأمتعة (Belt Loaders)
- دافعات الطائرات (Pushback Tractors)

٣,٥. طريقة جمع البيانات

تم جمع البيانات من خلال:

١. سجلات نظام إدارة الصيانة (Maintenance Management System)
٢. تقارير الصيانة الوقائية والتصحيحية
٣. تقارير مؤشرات الأداء الشهرية
٤. قاعدة بيانات الأعطال التشغيلية

وتم استخراج البيانات المتعلقة بـ:

- عدد الأعطال
- مدة الإصلاح

- عدد أوامر الصيانة الوقائية
- تكاليف الصيانة

٣,٦. أنواع البيانات

اعتمدت الدراسة على نوعين من البيانات:

أولاً: البيانات الثانوية

- سجلات الصيانة
- تقارير الأداء الفني
- تقارير التكاليف

ثانياً: البيانات الكمية

- عدد الأعطال
- ساعات التوقف
- نسبة الجاهزية
- تكاليف الصيانة

٣,٧. إجراءات التحليل الإحصائي

تم استخدام برنامج التحليل الإحصائي (SPSS / Excel / Power BI) لتحليل البيانات من خلال:

١. الإحصاء الوصفي:

- المتوسط الحسابي
- الانحراف المعياري
- النسب المئوية

٢. اختبار العلاقة بين المتغيرات:

- معامل الارتباط (Pearson Correlation)
- تحليل الانحدار الخطي

٣. اختبار الفرضيات:

- اختبار الدلالة الإحصائية ($\text{Sig} \leq 0.05$)

وذلك بهدف تحديد مدى تأثير الصيانة الوقائية المعتمدة على البيانات في تحسين كفاءة المعدات.

٣,٨. الخاتمة

عرض هذا الفصل المنهجية العلمية المتبعة في الدراسة، بدءًا من تحديد التصميم البحثي، مرورًا بتعريف المتغيرات، 4. ووصولًا إلى أدوات جمع البيانات وإجراءات التحليل الإحصائي. وتمثل هذه المنهجية الأساس الذي سيتم من خلاله تحليل النتائج واختبار الفرضيات في الفصل الرابع.