

تقرير مقارنة بين الدراسات المحلية والعالمية في مجال الصيانة الوقائية



إعداد

سليمان الجبرين

مقدمة

تُعد الصيانة الوقائية من الركائز الأساسية التي تقوم عليها إدارة المرافق والمنشآت الصناعية والخدمية في العصر الحديث، إذ تهدف إلى الحفاظ على المعدات والأنظمة في حالة تشغيلية جيدة من خلال إجراءات دورية ومنتظمة تشمل الفحص والتنظيف والاستبدال والإصلاح، وذلك قبل وقوع الأعطال المفاجئة. وقد حظي هذا المجال باهتمام بحثي متزايد على المستويين المحلي (العربي) والعالمي، نظراً لما تمثله الصيانة الوقائية من أهمية استراتيجية في تقليل التكاليف التشغيلية وزيادة الإنتاجية وإطالة العمر الافتراضي للأصول.

تبرز أهمية المقارنة بين الدراسات المحلية والعالمية في هذا المجال من خلال الكشف عن الفجوات البحثية، وفهم تأثير السياق الثقافي والاقتصادي والتقني على تطبيق استراتيجيات الصيانة الوقائية، فضلاً عن الاستفادة من التجارب الدولية المتقدمة في تطوير الممارسات المحلية. يهدف هذا التقرير إلى استعراض مجموعة مختارة من الدراسات المحلية والعالمية الحديثة في مجال الصيانة الوقائية، وإجراء مقارنة منهجية بينها من حيث الأهداف والمنهجية والنتائج والتوصيات، بما يُثري الإطار النظري للبحث ويُحدد الفجوات التي يمكن أن يسهم البحث الحالي في سدّها.

أولاً: عرض الدراسات المحلية (العربية)

طيراوي، أمنة؛ وبرحومة، عبد الحميد (٢٠١٩). تقييم أثر تكلفة الصيانة على ربحية المؤسسة الإنتاجية: دراسة حالة مؤسسة مطاحن الحضنة بالمسيلة. مجلة البشائر الاقتصادية، المجلد ٥، العدد ٢، ص ١٠١٤-١٠٢٨.

هدفت هذه الدراسة إلى تقييم العلاقة بين تكاليف الصيانة (بأنواعها الوقائية والتصحيحية) ومستوى ربحية المؤسسة الإنتاجية، وذلك من خلال دراسة حالة تطبيقية في مؤسسة مطاحن الحضنة بولاية المسيلة في الجزائر. اعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي مع استخدام أسلوب دراسة الحالة، حيث تم تحليل البيانات المالية والمحاسبية للمؤسسة خلال فترة زمنية محددة. توصلت الدراسة إلى أن الاستثمار في الصيانة الوقائية يساهم بشكل فعال في تقليل تكاليف الإصلاح الطارئ وتحسين ربحية المؤسسة على المدى الطويل، وأوصت بضرورة تبني استراتيجيات صيانة وقائية مخططة بدلاً من الاعتماد على الصيانة التصحيحية.

أولاً: عرض الدراسات المحلية (العربية)

النويعم، محمد فهاد (٢٠١٦). أثر الرقابة على تكاليف الصيانة الوقائية المخططة في تحسين وتطوير الإنتاجية في شركة نفط الكويت.

رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة مؤتة، الأردن.

سعت هذه الدراسة إلى قياس أثر الرقابة على تكاليف الصيانة الوقائية المخططة في تحسين الإنتاجية بقطاع النفط الكويتي. استخدم الباحث المنهج الوصفي التحليلي، وطُبقت استبانة على عينة من العاملين في أقسام الصيانة والإنتاج بشركة نفط الكويت. أظهرت النتائج أن هناك علاقة إيجابية ذات دلالة إحصائية بين الرقابة الفعّالة على تكاليف الصيانة الوقائية وتحسين مؤشرات الإنتاجية، كما بيّنت أن غياب الرقابة يؤدي إلى هدر الموارد وزيادة الأعطال غير المخططة. أوصت الدراسة بتعزيز أنظمة الرقابة المالية والفنية على برامج الصيانة الوقائية.

أولاً: عرض الدراسات المحلية (العربية)

صبحي أمين، محمد (٢٠٢٣). دور الصيانة الوقائية في حماية المباني التراثية وذات القيمة من مخاطر التغير المناخي. المجلة الدولية للدراسات متعددة التخصصات في العمارة والتراث الثقافي ((IJMSAC)، المجلد ٦، العدد ١، ص ١١٧-١٥٢.

تناولت هذه الدراسة دور الصيانة الوقائية في الحفاظ على المباني التراثية من الآثار السلبية للتغير المناخي، وهو تطبيق متخصص يختلف عن التطبيقات الصناعية التقليدية. اعتمد الباحث على المنهج الوصفي التحليلي مع مراجعة أدبية معمّقة وتحليل حالات تطبيقية. أظهرت النتائج أن الصيانة الوقائية المنتظمة تُعد الوسيلة الأكثر فعالية من حيث التكلفة لحماية المباني التراثية، وأن إهمالها يؤدي إلى تدهور متسارع يصعب معالجته لاحقاً، وأوصت بإنشاء خطط صيانة وقائية شاملة للمباني ذات القيمة التراثية.

أولاً: عرض الدراسات المحلية (العربية)

البرمبلي، حسام الدين (٢٠١٦). تفعيل دور الصيانة المتكاملة لدور الرعاية الصحية (المستشفيات) في الدول العربية. كلية الهندسة، جامعة عين شمس، مصر.

ركّزت هذه الدراسة على واقع الصيانة في المستشفيات العربية ودور تطبيق نظام الصيانة المتكاملة (الذي يجمع بين الصيانة الوقائية والتصحيحية والتنبؤية) في تحسين أداء المنشآت الصحية. استخدم الباحث المنهج الوصفي مع تحليل ميداني لعدد من المستشفيات في الدول العربية. أوضحت النتائج أن غالبية المستشفيات العربية تعتمد على الصيانة التصحيحية (العلاجية) بشكل رئيسي وتفتقر إلى خطط صيانة وقائية منهجية، مما يؤدي إلى ارتفاع التكاليف وتدني مستوى الخدمة. أوصت الدراسة بتبني مفهوم الصيانة المتكاملة وتدريب الكوادر الفنية.

أولاً: عرض الدراسات المحلية (العربية)

ياسين، طه ياسين؛ وأحمد، ذياب أحمد (٢٠٢٤). تحديد وقت الصيانة الوقائية الأمثل لمحطة توزيع كهرباء جنوب بغداد الغازية الثانية باستعمال أسلوب جدولة الصيانة. مجلة كلية التراث الجامعة، بغداد.

هدفت هذه الدراسة إلى تحديد الوقت الأمثل للصيانة الوقائية في محطة كهرباء غازية باستخدام أساليب كمية تعتمد على نمذجة المعولية (Reliability) وتوزيع وايبيل (Weibull Distribution) مع أسلوب جدولة الصيانة. اعتمد الباحثان على المنهج الكمي التحليلي بتحليل بيانات الأعطال الفعلية. أظهرت النتائج أن تطبيق جدولة الصيانة الوقائية وفق النموذج المقترح يخفّض معدل الأعطال بشكل ملحوظ ويحسن معامل الجاهزية (Availability) للمحطة، وأوصت بتعميم النموذج على محطات أخرى مماثلة.

ثانياً: عرض الدراسات العالمية

Jin, X., Weiss, B. A., Siegel, D., & Lee, J. (2016). The present status and future growth of maintenance in US manufacturing: Results from a pilot survey. *Manufacturing Review*, 3(10). (PMC: NIH)

هدفت هذه الدراسة المسحية إلى فحص الممارسات المتبعة من قبل المصنّعين الأمريكيين لتحقيق أهداف الإنتاجية، ومدى دمج تقنيات واستراتيجيات الصيانة الذكية في هذه الممارسات. شملت العينة ١٥ مؤسسة صناعية و ٨ شركات تقنية واستشارية في الولايات المتحدة، واستُخدم منهج المسح الميداني مع زيارات مواقع ومقابلات هاتفية وتحليل إحصائي باختبار كاي تربيع (Chi-square واختبار t-Student. أظهرت النتائج أن فعالية استراتيجية الصيانة ترتبط ارتباطاً وثيقاً بحجم المؤسسة الصناعية، وأن المؤسسات الكبيرة تتفوق بشكل ملحوظ على المؤسسات الصغيرة والمتوسطة في تبني ممارسات الصيانة المتقدمة، كما أن الأغلبية تتجه نحو الصيانة المبنية على الحالة (CBM).

ثانياً: عرض الدراسات العالمية

Psarommatis, F., May, G., Dreyfus, P.-A., & Kiritsis, D. (2023). Envisioning maintenance 5.0: Insights from a systematic literature review of Industry 4.0 and a proposed framework. Journal of Manufacturing Systems, 68, 376–399.

قدمت هذه الدراسة مراجعة منهجية شاملة للأدبيات المتعلقة بالصيانة في سياق الثورة الصناعية الرابعة ((Industry 4.0، واقترحت إطاراً مفاهيمياً لما أسمته "الصيانة ٥.٠" (Maintenance 5.0). اعتمدت الدراسة منهج المراجعة المنهجية للأدبيات (Systematic Literature Review) بتحليل عدد كبير من الأبحاث المنشورة في قواعد بيانات عالمية. من أبرز النتائج أن التحول من الصيانة الوقائية التقليدية إلى الصيانة التنبؤية والذكية يمثل الاتجاه السائد عالمياً، مع التأكيد على أن الصيانة الوقائية لا تزال تشكل القاعدة الأساسية التي تُبنى عليها الاستراتيجيات الأكثر تقدماً.

ثانياً: عرض الدراسات العالمية

Errandonea, I., Beltrán, S., & Arrizabalaga, S. (2022). Predictive maintenance using digital twins: A systematic literature review. Information and Software Technology, 151, 107008.

تناولت هذه الدراسة استخدام تقنية التوائم الرقمية (Digital Twins) في الصيانة التنبؤية، وهي امتداد تقني متطور للصيانة الوقائية. اعتمدت على مراجعة منهجية شاملة للأدبيات وفق بروتوكولات PRISMA. أوضحت النتائج أن التوائم الرقمية تعزز بشكل كبير من دقة التنبؤ بالأعطال مقارنة بالأساليب الوقائية التقليدية المبنية على الوقت، وأن الجمع بين الصيانة الوقائية والتنبؤية باستخدام التوائم الرقمية يحقق أعلى مستويات الكفاءة التشغيلية.

ثانياً: عرض الدراسات العالمية

Nuruzzaman, Md. (2025). A systematic review of preventive maintenance strategies in advanced manufacturing and medical device industries. ASRC Procedia, 2(1), 1–28.

قدمت هذه الدراسة مراجعة منهجية لاستراتيجيات الصيانة الوقائية في قطاعي التصنيع المتقدم والأجهزة الطبية. اعتمدت على تحليل الأدبيات المنشورة في قواعد بيانات Scopus و Web of Science. أبرزت النتائج أن استراتيجيات الصيانة الوقائية المبنية على البيانات (Data-driven) تحقق عائداً على الاستثمار يفوق بكثير الاستراتيجيات المبنية على الجداول الزمنية الثابتة، وأن قطاع الأجهزة الطبية يتطلب معايير صيانة وقائية أكثر صرامة من القطاعات الأخرى نظراً لحساسيته.

جدول المقارنة

عنصر المقارنة	الدراسات المحلية (العربية)	الدراسات العالمية
الفترة الزمنية	٢٠١٦ - ٢٠٢٤	٢٠١٦ - ٢٠٢٥
المنهج المستخدم	وصفي تحليلي في الغالب، دراسات حالة، منهج كمي محدود	مراجعات منهجية للأدبيات ((SLR)، مسح ميدانية واسعة، تحليل إحصائي متقدم
حجم العينة	عينات صغيرة ومحدودة (مؤسسة واحدة أو قطاع محدد)	عينات كبيرة ومتنوعة تشمل قطاعات صناعية متعددة وشركات متعددة الجنسيات
أدوات جمع البيانات	استبانات، مقابلات، تحليل بيانات مالية ومحاسبية، ملاحظة ميدانية	مراجعة قواعد بيانات عالمية (Web of Science، Scopus)، مسح إلكترونية واسعة، زيارات ميدانية
بيئة التطبيق	مؤسسات إنتاجية عربية (مطاحن، شركات نفط، مستشفيات، محطات كهرباء، مرافق عامة)	قطاعات صناعية متقدمة (سيارات، طيران، إلكترونيات، أجهزة طبية) في أمريكا وأوروبا وآسيا
مستوى التقنية	تركيز على الصيانة الوقائية التقليدية المبنية على الوقت والجداول	تحول نحو الصيانة التنبؤية والذكاء الاصطناعي IoT والتوائم الرقمية والذكاء الاصطناعي
النتائج الرئيسية	الصيانة الوقائية تقلل التكاليف وتحسن الإنتاجية، لكن التطبيق الفعلي ضعيف وغالبية المؤسسات تعتمد على الصيانة التصحيحية	الصيانة الوقائية هي الاستراتيجية الأكثر شيوعاً عالمياً وتتطور نحو أنظمة ذكية، مع عائد استثمار مرتفع جداً
التوصيات	تبني خطط صيانة وقائية مخططة، تعزيز الرقابة المالية، تدريب الكوادر الفنية	تطوير أنظمة PHM متكاملة، دمج الذكاء الاصطناعي، ردم الفجوة بين المؤسسات الكبيرة والصغيرة
اللغة والنشر	العربية في الغالب، مجلات محلية وإقليمية	الإنجليزية، مجلات عالمية ذات تأثير عالٍ ومفهرسة في قواعد بيانات كبرى

رابعاً: تحليل أوجه التشابه

تتفق الدراسات المحلية والعالمية في عدة جوانب جوهرية. فمن حيث النتائج العامة، تؤكد جميع الدراسات بلا استثناء أن الصيانة الوقائية تمثل أداة فعّالة في تقليل الأعطال المفاجئة وخفض تكاليف الإصلاح الطارئ وتحسين مؤشرات الأداء التشغيلي. كما تتشابه الدراسات في التأكيد على أن إهمال الصيانة الوقائية يؤدي حتماً إلى ارتفاع التكاليف الإجمالية وتدني مستوى الخدمة بغض النظر عن البيئة الجغرافية أو نوع القطاع.

من حيث التوصيات، تتقاطع الدراسات المحلية والعالمية في الدعوة إلى ضرورة التحول من نهج الصيانة التصحيحية (الانتظار حتى وقوع العطل) إلى نهج استباقي يعتمد على التخطيط والجدولة المنتظمة. كذلك تتفق في أهمية تدريب الكوادر الفنية وتأهيلها لتنفيذ برامج الصيانة بكفاءة. كما تشترك في الإشارة إلى أن العامل الاقتصادي (التكلفة مقابل العائد) يُعد من أهم المحددات في قرار تبني استراتيجيات الصيانة الوقائية.

خامساً: تحليل أوجه الاختلاف

تبرز فروقات واضحة بين الدراسات المحلية والعالمية في عدة أبعاد. من حيث المستوى التقني، تركز معظم الدراسات المحلية على الصيانة الوقائية بمفهومها التقليدي (الفحص الدوري والاستبدال المجدول)، بينما تتجاوز الدراسات العالمية هذا المفهوم لتتناول الصيانة التنبؤية والذكاء القائمة على إنترنت الأشياء (IoT) والتوائم الرقمية (Digital Twins) وخوارزميات الذكاء الاصطناعي وتحليل البيانات الضخمة. هذا الفارق التقني يعكس الفجوة في البنية التحتية التكنولوجية بين المؤسسات العربية ونظيراتها في الدول المتقدمة.

من حيث المنهجية البحثية، تغلب على الدراسات المحلية أسلوب دراسة الحالة في مؤسسة واحدة أو قطاع محدد، مما يحدّ من قابلية تعميم النتائج. في المقابل، تعتمد الدراسات العالمية على مراجعات منهجية واسعة النطاق ومسوح تشمل عشرات المؤسسات في قطاعات متنوعة، مع استخدام أساليب إحصائية متقدمة تعزز من مصداقية النتائج.

خامساً: تحليل أوجه الاختلاف

من حيث السياق البيئي والثقافي، تكشف الدراسات المحلية عن تحديات خاصة بالبيئة العربية مثل ضعف ثقافة الصيانة الوقائية لدى الإدارات، ونقص الكوادر الفنية المؤهلة، ومحدودية الميزانيات المخصصة، وغياب أنظمة معلومات صيانة محوسبة فعّالة. أما الدراسات العالمية فتركز على تحديات مختلفة مثل تعقيد أنظمة الإنتاج، والحاجة إلى تكامل البيانات بين مستويات المعدات والنظام والمصنع، والتكلفة العالية لتقنيات المراقبة المتقدمة.

من حيث النشر والانتشار، تُنشر الدراسات المحلية بشكل رئيسي في مجلات عربية ذات انتشار محدود، بينما تُنشر الدراسات العالمية في مجلات مفهّرة في قواعد بيانات كبرى مثل Scopus وWeb of Science، مما يمنحها وصولاً أوسع وتأثيراً أكبر في المجتمع البحثي الدولي.

الخاتمة

يمكن استخلاص عدة نتائج مهمة من هذه المقارنة. أولاً، هناك إجماع عالمي ومحلي على أن الصيانة الوقائية هي استثمار استراتيجي وليست مجرد تكلفة تشغيلية، وأن العائد على هذا الاستثمار مرتفع بشكل واضح. ثانياً، تعاني البيئة العربية من فجوة تطبيقية واضحة بين ما تُوصي به الدراسات وبين الممارسات الفعلية في المؤسسات، إذ لا تزال كثير من المؤسسات العربية تعتمد بشكل أساسي على الصيانة التصحيحية. ثالثاً، يتجه العالم بسرعة نحو "الصيانة ٥,٠" التي تدمج بين الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء والتوائم الرقمية، وهو ما يستوجب من المؤسسات العربية مواكبة هذا التحول.

رابعاً، هناك حاجة ماسة إلى دراسات محلية تعتمد على منهجيات بحثية أكثر دقة وشمولاً، وتوسّع نطاق العينات لتشمل قطاعات متعددة، وتستفيد من الأطر النظرية والنماذج الكمية التي طوّرتها الدراسات العالمية. يمكن للباحث المحلي الاستفادة من هذه المقارنة في تحديد فجوة بحثية واضحة تتعلق بتطبيق تقنيات الصيانة الذكية في السياق العربي، أو تطوير نماذج لقياس العائد الاقتصادي من برامج الصيانة الوقائية تراعي خصوصيات البيئة المحلية.

المراجع

طيراوي، أمينة؛ وبرحومة، عبد الحميد (٢٠١٩). تقييم أثر تكلفة الصيانة على ربحية المؤسسة الإنتاجية: دراسة حالة مؤسسة مطاحن الحضنة بالمسيلة. *مجلة البشائر الاقتصادية*، المجلد ٥، العدد ٢، ص ١٠١٤-١٠٢٨.

<https://asjp.cerist.dz/en/article/101139>

2. النويعم، محمد فهاد (٢٠١٦). أثر الرقابة على تكاليف الصيانة الوقائية المخططة في تحسين وتطوير الإنتاجية في شركة نفط الكويت. رسالة ماجستير غير منشورة، قسم هندسة النظم الصناعية، جامعة مؤتة، الأردن.

<https://archive.org/download/ktp2019-tra1154/ktp2019-tra1154.pdf>

3. صبحي أمين، محمد (٢٠٢٣). دور الصيانة الوقائية في حماية المباني التراثية وذات القيمة من مخاطر التغير المناخي. *المجلة الدولية للدراسات متعددة التخصصات في العمارة والتراث الثقافي (IJMSAC)*، المجلد ٦، العدد ١، ص ١١٧-١٥٢.

https://ijmsac.journals.ekb.eg/article_305466_8dff388f3396038981e3127d4a37f022.pdf

4. البرمبلي، حسام الدين (٢٠١٦). تفعيل دور الصيانة المتكاملة لدور الرعاية الصحية (المستشفيات) في الدول العربية. كلية الهندسة، جامعة عين شمس.

https://www.researchgate.net/profile/Hossam_Elborombaly/publication/311699154

5. ياسين، طه ياسين؛ وأحمد، ذياب أحمد (٢٠٢٤). تحديد وقت الصيانة الوقائية الأمثل لمحطة توزيع كهرباء جنوب بغداد الغازية الثانية باستعمال أسلوب جدولة الصيانة. *مجلة كلية التراث الجامعة*، بغداد.

<https://scholar.google.com/citations?user=St4n48kAAAAJ&hl=en>

٦. مرجان، مجبل رفيق؛ وغلطة، علي حسين (٢٠٢٤). تحليل واقع إدارة الصيانة وخدمات الماء في مديرية ماء بابل. مجلة علمية محكمة (IASJ).
<https://iasj.rdd.edu.iq/journals/uploads/2024/12/16/baf89e1a246893258ff821e75f18947b.pdf>

٧. الياس، حسان خوري (٢٠٢١). تقنيات الصيانة التنبؤية وتطبيقاتها باستخدام أنظمة التحكم الآلي المبرمج وإنترنت الأشياء: دراسة حالة مطحنة جبلة. الجامعة الافتراضية السورية.
https://pedia.svuonline.org/pluginfile.php/3302/mod_label/intro/Hassan_148411-F21-Report.pdf

٨. (بدون مؤلف محدد). إدارة عمليات الصيانة ومدى مطابقة هذه العمليات لمعايير الجودة الشاملة في الأمانة العامة. رسالة ماجستير، الأردن.
<https://archive.org/download/ktp2019-tra2517/ktp2019-tra2517.PDF>
ثانياً: المراجع الأجنبية

٩. Psarommatis, F., May, G., Dreyfus, P.-A., & Kiritsis, D. (2023). Envisioning maintenance 5.0: Insights from a systematic literature review of Industry 4.0 and a proposed framework. Journal of Manufacturing Systems, 68, 376–399.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0278612523000730>

10. Errandonea, I., Beltrán, S., & Arrizabalaga, S. (2022). Predictive maintenance using digital twins: A systematic literature review. Information and Software Technology, 151, 107008.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950584922001331>

11. Nuruzzaman, Md. (2025). A systematic review of preventive maintenance strategies in advanced manufacturing and medical device industries. ASRC Procedia: Global Perspectives in Science and Scholarship, 2(1), 1–28.
<https://global.asrcconference.com/index.php/asrc/article/view/24>

12. Siemens (2024). The True Cost of Downtime 2024: How much do leading manufacturers lose through inefficient maintenance? [https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:1b43afb5-2d07-47f7-9eb7-893fe7d0bc59/TCOD-](https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:1b43afb5-2d07-47f7-9eb7-893fe7d0bc59/TCOD-2024-original.pdf)

2024-original.pdf



13. MaintainX (2025). The State of Industrial Maintenance 2025 Report. <https://www.getmaintainx.com/state-of-industrial-maintenance-report>
14. Sharma, P. et al. (2025). Systematic review of predictive maintenance practices: Challenges and future directions. Intelligent Systems with Applications. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2667305325000274>



مجموعة جامعة
الجميع الذكية
للتعليم القابضة

MIDOCEAN
UNIVERSITY



Thank You

