ورقة بحثية مجلة مفتوحة الوصول

مفهوم الصيانة الصناعية الوقائية وتطبيقها على الآلات في المعامل و المصانع

المؤلف الدكتور تمام سلوم

(أستاذ مساعد في قسم الهندسة الصناعية، كلية الهندسة الميكانيكية، جامعة حلب

محاضر في جامعة المنارة ، البريد الإلكتروني: tammam.salloum@manara.edu.sy)

الملخص

بما أن مفهوم الصيانة الصناعية تطور تدريجياً مع تطور الأنشطة الصناعية والإنتاجية فقد تناولنا في هذه المقالة مفهوم الصيانة الصناعية وماهي مهام أعمال الصيانة وما المقصود بورش الصيانة وأنواعها ثم عرضنا بشكل مفصل مفهوم الصيانة الوقائية وماهي ميزاتها وعيوبها ثم وضّحنا خصائص المصنع أو المعمل الذي لا يُطبق فيه برنامج صيانة وقائية جيد بعد ذلك حددنا بشكل واضح عناصر الصيانة الوقائية باعتبار أن نظام الصيانة الوقائية الجيد هو قلب الصيانة الصناعية الفعالة الشاملة وتتوقف درجة نجاح برنامج الصيانة الوقائية على تحقيق أقل وقت للأعطال وكذلك أقل تكلفة للإصلاح

كلمات مفتاحية: الصيانة الصناعية – ورش الصيانة – الصيانة الوقائية

I. مقدمة:

لاشك أن مفهوم الصيانة الصناعية تطور تدريجياً مع تعقد النشاط الصناعي ففي ظل التطورات الكبيرة في حجم الوحدات الصناعية والاستخدام الواسع للآلات والمعدات والتي تتميز بسرعتها ودقتها (المؤتمتة و المبرمجة) وارتفاع ثمنها يتطلب الاهتمام بوضع برامج متكاملة لصيانتها فالآلات والمعدات ونتيجة للاستعمال المتكرر تتوقف جزئياً عن العمل في بعض الأحيان أو قد تتوقف كلياً عن العمل في أحيان أخرى مما ينعكس سلباً على كمية وجودة الإنتاج وعليه فإن المحافظة على هذه الموجودات الإنتاجية أمراً ضرورياً حتى يمكن استخدامها بأقصى فعالية ممكنة

تعرف الصيانة الصناعية طبقاً للمواصفات القياسية البريطانية عام 1974 على أنها (مجموعة أي أعمال منفذة لحفظ الصنف أو إعادته لحالة مقبولة) وفي عام 1984 تغير التعريف ليصبح (مجموعة كل الأعمال الفنية وما يترتب عليها من أعمال إدارية والموجهة لحفظ العنصر على حالته أو إعادته إلى حالة تمكنه من تأدية المهام المطلوبة منه)

ظهرت الحاجة إلى إدارة أعمال الصيانة باعتبارها النشاط الحيوي المؤثر على فاعلية العمل وإنتاجيته ومن أسباب الحاجة إلى إدارة أعمال الصيانة :

- ضخامة الاستثمارات في الأنظمة الهندسية
- التقدم الكبير في مجال التقنية وزيادة حجم وتعقيد الأنظمة الهندسية ومعداتها
- الزيادة الهائلة في حاجة السوق للمنتجات من السلع أو الخدمات مما يؤدي إلى زيادة في التشغيل والرغبة في تجنب الأعطال وتوقف التشغيل

تقوم إدارة الصيانة بمجموعة من الممارسات الإدارية والهندسية والمالية لتحقيق الأهداف التالية:

- رفع إتاحة التشغيل للنظام الهندسي من خلال تجنب التوقف وخاصة في الأوقات الحرجة
- خفض معدل الأعطال ومعدل الإهتلاك بما يطيل عمر التشغيل للنظام الهندسي
- تطوير مواصفات محسنة للنظام الهندسي ومكوناته لرفع وثوقية أدائه والقدرة على صيانته

- العمل على التحكم في تكلفة الصيانة خلال فترة وضع المواصفات والتشغيل والتقادم.

II. مهام أعمال الصيانة

هناك عدة مهام تقوم بها إدارة الصيانة خلال دورة حياة النظام الهندسي الاقتصادي للموجودات ويمكن تلخيص المهام من خلال المراحل التالية :

المرحلة الأولى : مرحلة التصميم و التصنيع

وهي مرحلة تبادل المعلومات والخبرات بهدف:

- إيجاد مواصفات محسنة بتكلفة أقل
- إيجاد تصميمات لصيانة أفضل
- إيجاد طرق تنفيذ للصيانة وإمكانية تبادلية الأجزاء

المرحلة الثانية : مرحلة الشراء والتركيب و الاختبار

وهي مرحلة تبادل المعلومات وإعداد الوثائق والسجلات بهدف :

- إيجاد طرق التركيب والفك للمكونات لصيانة أفضل
- إيجاد أفضل طرق فحص الأداء والتشغيل
- إيجاد طرق المقايضة بين تكلفة التنفيذ لصيانة رأس المال

المرحلة الثالثة : مرحلة التشغيل والتقادم

وهي المرحلة التي تضلع إدارة الصيانة بمهام متعددة تشمل :

- إعداد نظم معلومات الصيانة
- إيجاد الخطط و الإمكانات لإتمام عمليات الصيانة والإصلاح بصورة اقتصادية
- إيجاد أفضل طرق فحص الأداء والتشغيل
- إيجاد إجراءات الصيانة الفاعلة وأفضل طرق التشخيص ووسائل الحماية والمعالجة
- إعداد الدراسات عن :
  - احتياجات الصيانة من الأعمال والمواد والنفقات
  - حالة الموجودات وأساليب زيادة عمر التشغيل والعوامل المؤثرة عليها
  - تحليل الأداء و الوثوقية والتقادم والمواصفات لمراحل شرائية مستقبلاً
  - تطوير إجراءات طرق الصيانة

III. ورش الصيانة

تقوم ورش الصيانة بإصلاح أو إنتاج قطع الغيار أو تصنيع جزء جديد لأحد المعدات وذلك لإعادة تصميمه أو تعديله أو تطويره من قبل الفنيين بالمنشأة وتختلف الورش نتيجة عدد من العوامل أهمها:

- حجم أعمال الصيانة اللازمة ويتوقف على حجم أقسام الإنتاج
- متطلبات أعمال الورشة لمختلف المعدات و الأجهزة المطلوبة للصيانة أو للتعديل أو للتطوير

ويمكن تصنيف الورش إلى :

ورش مركزية : وهي ورش ذات حجم كبير وتحوي على معدات متخصصة ولديها كيان ثابت كوحدة قائمة بذاتها. وتقوم هذه الورش بجميع أنواع أعمال الإصلاح ولديها عمالة فنية متخصصة وماهرة للقيام بعمليات التصنيع والتجميع والتركيب وتحتوي على ورش تخصصية بمعدات خاصة وتشمل :

- ورش ميكانيكية
- ورش كهربائية
- ورش الكترونية

ورش فرعية : وهي ورش ذات حجم صغير نسبياً وتكون إما ورش ثابتة أو متنقلة وتقوم بالإصلاحات البسيطة أو الصغيرة كما يمكن أن تكون موجودة داخل قسم الإنتاج إذا لزم الأمر وقد تحوي على جميع التخصصات لورش ميكانيكية وكهربائية والكترونية ولكن بمعدات وأجهزة بسيطة.

ويراعى عند وضع ورشة الصيانة داخل المنشأة قربها من الأقسام المختلفة ويحيط بها مساحات مناسبة لكي تحقق سهولة تدفق الحركة منها و إليها ويساعد على سرعة القيام بأعمال الصيانة.

IV. حساب حجم تجهيزات الورشة المطلوبة من معدات وأليات

يتم تعيين طاقة الورشة وسعتها من خلال تحديد المعلومات التالية:

- معلومات عن نوع العمل التخصصي للورشة (ورشة مخارط أو ورشة تفريز و .....)
- معلومات عن أنواع المعدات والآلات والأجهزة اللازمة (نوع مخرطة 1, 2, 3, ...)
- معلومات عن معدلات الأعمال لكل نوع من الآلات لتحديد عددها كمايلي:

عدد الآلات = معدل حجم العمل اليومي المتوقع /عدد ساعات العمل الفعلية اليومية

- معلومات عن أنواع وكميات الأدوات اليدوية اللازمة للورشة (حيث يتم تحديدها وفقاً لعدد العمال وحسب معدلات استهلاكها)

وتحسب مساحة الورشة المطلوبة من مجموع مساحات مناطق أهمها :

- مساحة صالة الآلات والمعدات وتحدد مساحتها وفقاً للتالي:
  - مساحة عدد محطات العمل (مساحة محطة العمل تشمل مساحة الألة ومساحة العمل عليها ومساحة صيانتها وتغذيتها بالطاقة ومساحة المواد الداخلة و الخارجة منها)
  - المسافة البينية بين محطات العمل
  - مساحة الممرات لحرية العمل بين المحطات
  - مساحات مراعاة السلامة الصناعية
- مساحات مخازن المواد وقطع الغيار والعدد والأدوات وتحسب وفقاً لمعدلات التخزين واستهلاكها
- مساحات غرف مشرف الورشة واستراحة العمال واستبدال الملابس والحمامات ودورات المياه وتحسب وفقاً لعدد العمال ومعدلات الاستخدام اليومي

والمواصفات التي يجب مراعاتها عند تصميم ورشة الصيانة:

- تواجد نوافذ بمساحة لا تقل عن 25% لتوفير كلاً من التهوية الطبيعية بجانب التهوية الصناعية و الإضاءة الطبيعية بجانب الإضاءة الصناعية
- توفير وسائل السلامة الصناعية لتجنب الحريق والمخاطر الصناعية والتلوث
- توفير خدمات المنافع من مياه وصرف صحي وضغط وهواء وكهرباء
- توفير الممرات والمداخل و المخارج حسب قواعد السلامة ومتطلبات العمل
- توفير المساحات لمناسبة لحسن تدفق حركة العمل

V. الصيانة الوقائية

تخيل أنك لا تقوم بفحص مستوى الزيت في محرك سيارتك كل فترة أو أنك تهمل تفقد مستوى الماء قبل قيادتها. تخيل ماذا سيحدث عندما تهمل هذه الإجراءات الروتينية البسيطة وتنتظر حتى يتعطل محرك سيارتك عندها لن يمكنك استخدام سيارتك أو تحريكها وسيتوجب عليك الدفع لشاحنة حتى تقوم بأخذ سيارتك لورشة

الإصلاح لإصلاح المحرك. هذا إن لم يكن المحرك قد تضرر بشكل كارثي وبالتالي عليك أن تدفع أضعاف ما دفعته لتلك الشاحنة حتى يتم إصلاحه بشكل كامل وفي الوقت نفسه يجب عليك أن تجد وسيلة نقل بديلة حتى يتم إصلاح المحرك

من الواضح أنه ليس فقط أمر مزعج وغير مريح أن يتعطل محرك سيارتك ولكنه مكلف جداً من ناحية المال والوقت وسيكون من الأفضل كثيراً لو قمت بإجراء فحص روتيني يومي أو أسبوعي أو شهري للمحرك حتى تكتشف الأعطال وهي في بدايتها ومحاولة إصلاحها قبل وصولها لمرحلة تؤدي إلى فشل عمل المحرك

الأمر نفسه ينطبق على كل ما تتعامل معه في حياتك اليومية من المعدات البسيطة الموجودة في المنزل إلى المعدات والآلات الموجودة في المصانع والمعامل

تتدرج الإجراءات التي تسعى إلى تقليل احتمال حدوث الفشل وتقليل وقت التوقف غير المتوقع وإبقائها في حالة تشغيلية جيدة وإطالة العمر الإنتاجي تحت مسمى الصيانة الوقائية

تشمل الصيانة الوقائية مجموعة الأنشطة والإجراءات التي تقوم بها إدارة الصيانة للحفاظ على المعدات في ظروف تشغيل جيدة ومحاولة تجنب الأعطال والخلل المفاجئ من خلال معالجة أي قصور إن وجد قبل وصوله إلى حالة التعطل و الإخفاق وجعل المعدات و الآلات في حالة تشغيلية جيدة في كل الأوقات أو إعادتها إلى الحالة الطبيعية الجيدة عندما تتعطل وذلك للحفاظ على استمرارية عملها على خطوط الإنتاج ضمن نظام محدد وتكلفة معقولة حتى تكون جاهزة للإنتاج حسب المواصفات المطلوبة من حيث كمية و نوعية وجود المنتجات ومتطلبات السلامة والصحة المهنية لحماية العاملين والممتلكات من أية أخطار وللحفاظ على البيئة

وتتم هذه الصيانة بصفة دورية وحسب خطة زمنية موضوعة تحدد من قبل مصنعي الألة أو من قبل الفنيين ذوي الخبرة القائمين بالصيانة مع مراجعة حالة المعدّة والكشف عليها بما يسمح باستمرارها بالعمل دون التعرض لأي توقف مفاجئ قدر الإمكان

وتهتم الصيانة الوقائية الشاملة بالقيام بالصيانة الدورية في المواعيد المحددة وبشكل دقيق. ويعتبر نظام الصيانة الوقائية الجيد قلب الصيانة الفعالة وتتوقف درجة نجاح برنامج الصيانة الوقائية على تحقيق أقل وقت للأعطال وكذلك أقل تكلفة للإصلاح ولذلك يجب أن يكون هناك نوع من التوازن بين اعمال الصيانة التصحيحية وأعمال الصيانة الوقائية. والصيانة الوقائية تمكننا من منع حدوث الأعطال والانهيارات واكتشافها قبل حدوثها وإصلاحها. وتتم عمليات الصيانة الوقائية بشكل يومي أو أسبوعي أو شهري حيث يتم الفحص الدوري الظاهري لأجزاء ووحدات الآلة وإجراء عمليات التنظيف والتشحيم والتزييت وتغيير واستبدال بعض الأجزاء إذا تطلب الامر.

VI. مزايا وعيوب الصيانة الوقائية

تتميز الصيانة الوقائية بالأمور التالية:

- إعداد أفضل لأعمال الصيانة : التخطيط لأعمال الصيانة في وقت مبكر وتحديد الاحتياجات اللازمة قبل بدء العمل
- جدولة وقت الصيانة بحيث لا تتعارض مع أوقات العمل أو الإنتاج حيث يمكن إجراؤها في أوقات توقف العمل
- انخفاض تكاليف الصيانة الإجمالية: غالباً ما تكون الصيانة غير المخطط لها أكثر كلفة بسبب التوقف المفرط وفقدان الإنتاج في الواقع توفر الشركات عادة حتى 18% من إجمالي تكاليف الصيانة باستخدام الصيانة الوقائية
- عمر أكبر للمعدات: من خلال تشغيل المعدات بالشكل الصحيح وفقاً للتوصيات والإرشادات وتجنب الأعطال الكارثية والتي تؤدي إلى تكاليف إصلاح باهظة

- تحسن الإنتاجية: تشير الإحصائيات إلى أن سوء الصيانة يمكن أن يخفض من الطاقة الإنتاجية للشركة بنسبة 20%
- انخفاض التكاليف: تشير التقديرات إلى أن تشغيل قطعة من المعدات حتى الفشل يمكن أن تكلف عشرة أضعاف تكلفة إجراء الصيانة الوقائية

ومن عيوب الصيانة الوقائية:

- الوقت والجهد اللازم للتخطيط
- زيادة التكاليف الناتجة عن الصيانة المفرطة: تؤدي صيانة المعدات التي ليست بحاجة لصيانة إلى وقت توقف غير ضروري وتكاليف عمالة إضافية وعدم استخدام الأجزاء التي تم تبديلها بالشكل الأمثل
- الحاجة إلى المزيد من الموارد الخاصة بالصيانة: من قطع غيار وعمال صيانة إضافيين وميزانية إضافية.

VII. عناصر الصيانة الوقائية

هناك خمسة عناصر مهمة لتطبيق الصيانة الوقائية:

- الفحص الدوري والتفتيش: فحص الآلات والعناصر بشكل دوري لمعرفة مدى صلاحيتها للعمل من خلال فحص خصائصها الفيزيائية والميكانيكية والكهربائية
- التزييت والتشحيم: تنظيف المعدات والآلات وتشحيمها وتزييتها بشكل دوري لمنع حدوث أعطال أو حالات فشل أولية
- المعايرة: تحديد قيمة أو خصائص العنصر أو الالة ومقارنتها بالمعيار الأساسي أو المرجعي
- الاختبارات: القيام بالاختبارات بشكل دوري لكشف التدهور او العطل الميكانيكي قبل وصوله لحد الفشل
- الاستبدال الوقائي: استبدال العناصر المعرضة للتأكل أو الاهتراء بعد عمر محدد من استخدامها لتجنب توقف النظام او الألة بشكل كامل أثناء العمل.

VIII. خصـــائص المصـــنع الذي لا يطبق فيه برنامج صيانة وقائية جيد

- انخفاض استخدام المعدات والآلات بسبب الأعطال
- وجود حجم كبير من الخردة الناتجة عن عمليات الاستبدال أو الصيانة السيئة
- ارتفاع تكاليف الإصلاح بسبب الإهمال الكبير للتشحيم والتزييت المنتظم وإهمال التفتيش واستبدال العناصر التالفة
- انخفاض الإنتاج بسبب الأعطال المستمرة في مختلف الآلات
- الانخفاض في العمر الإنتاجي المتوقع للآلات نتيجة الصيانة السيئة.

IX. خطوات تأسيس برنامج صيانة وقائية

- تحديد واختيار المناطق: تحديد منطقة او منطقتين مهمتين لتركيز الصيانة الوقائية عليهما في البداية ويجب الاخذ بعين الاعتبار أن تكون هذه المناطق هي مناطق مهمة في نجاح العملية الإنتاجية ضمن المصنع وتواجه العديد من المشاكل في الصيانة. إن الهدف من هذه الخطوة هو الحصول على نتائج ملموسة بأسرع وقت وذلك لكسب دعم الإدارة المعنية
- تحديد متطلبات الصيانة الوقائية: عن طريق وضع جدول للمتطلبات الأساسية والمهام المطلوبة مثل

عمليات التفتيش الدورية والأشخاص المسؤولين عن المهام المختلفة

- تحديد وتيرة المهام: وتتضمن مراجعة حالة المعدات والسجلات الخاصة بالمعدات و الآلات
- تحضير مهام الصيانة الوقائية: يتم تحيد المهام اليومية والدورية ووصفها بالتفصيل
- جدولة مهام الصيانة الوقائية على أساس سنوي
- توسيع برنامج الصيانة الوقائية حسب الضرورة : بعد الانتهاء من كل المهام السابقة بالمناطق المحددة مسبقاً يمكن التوسع إلى مناطق جديدة حيث ان الخبرة المكتسبة من التجارب السابقة تكون مفيدة في التوسع المذكور.

X. دور الحاسوب في تنفيذ الصيانة

تعد إدارة الصيانة من المجالات الواسعة التي تقع على عاتقها مسؤوليات كثيرة فمدير الصيانة يكون مسؤولاً عن تحديد الحاجة إلى الحصول على المعدات والآلات وأجزائها وتخطيط أعمال الصيانة والسيطرة على تكاليفها ومن أجل إدارة أعمال الصيانة بكفاءة فإن مدير الصيانة يحتاج إلى جمع البيانات وتخزينها والاحتفاظ بعدد كبير منها وبلا شك إن استخدام الحاسب لأغراض إدارة الصيانة سيكون أداة فاعلة بيد مسؤول الصيانة. إذ يتيح نظام إدارة الصيانة على الحاسب الفرصة للحصول على المعلومات والبيانات اللازمة في الوقت والمكان المناسبين مما يعني إدارة أفضل للموجودات الصناعية للحصول على أقصى إنتاجية متاحة لها مع تنفيذ كافة أعمال الصيانة المطلوبة لهذه الموجودات بالحدود المقبولة فضلاً عن ذلك تحقق برمجة أعمال الصيانة حاسوبياً مجموعة من الفوائد أهمها:

- تقليل تكلفة الصيانة
- تقليل ساعات التوقف غير المخطط لها
- الاستخدام الأمثل للطاقة وزيادة العمر الإنتاجي للآلات للحصول على مردود اقتصادي للعمل من إنتاج كميات كبيرة وبكلفة تنافسية
- تزويد الإدارات العليا بالمؤشرات الواضحة حول كفاءة أعمال الصيانة وتحديد نقاط الاختناق بهدف إيجاد السبل الصحيحة لمعالجتها
- الاستخدام الأمثل للموارد من خلال التخطيط الفعال لمهام الصيانة

يتطلب نظام إدارة الصيانة جمع البيانات والمعلومات عن المعدات و الآلات ويجب أن يحتوي هيكل النظام المبرمج حاسوبياً على الملفات التالية:

- ملف الموجودات : يحتوي على كافة البيانات الفنية الخاصة بالعمل والخطوط الإنتاجية ويتضمن :
  - بيانات تعريفية عن رمز الماكينة أو الالة وموقعها والاسم التعريفي لها أو وصف مختصر عنها
  - بيانات الكلفة وتضم رمز الكلفة العائد للألة وتاريخ التشغيل وتاريخ الشراء والعمر المتوقع للألة وسعر الشراء
  - بيانات فنية تتعلق بطاقة الالة الإنتاجية وكذلك معلومات حول قياساتها ومواصفاتها
- ملف الأعمال القياسية : ويحتوي على وصف لكافة اعمال الصيانة المطلوب إجراؤها ويضم سجل الاعمال القياسية الحقول التالية:
  - رمز الالة
  - وصف عمل الصيانة القياسية
  - رمز عمل الصيانة الوقائية

- حالة الالة عند إجراء الصيانة
- نوع عمل الصيانة
- عدد العاملين
- دورية عمل الصيانة
- عدد ساعات العمل المطلوبة

- ملف أوامر العمل

ويتضمن وصفاً لكافة أوامر العمل (المخططة و الفجائية) التي تم إصدارها للمفردة الواحدة من الموجودات لمتابعتها وتنفيذها من قبل مسؤولي الصيانة ويتضمن ما يلي :

- رمز الالة ووصفها
- وصف العمل القياسي للصيانة
- نوع عمل الصيانة
- الأولوية
- رمز أمر العمل وتاريخه
- حجم قوة العمل المطلوبة لإنجاز العمل

وهناك حقول يملأها مسؤولي الصيانة بعد العمل

- ملف تاريخ الالة ويتضمن وصفاً لأعمال الصيانة المنجزة على كافة الآلات وكلفها المباشرة (أجور العمال وتكلفة المواد الاحتياطية)
- ملف العاملين ويتضمن قيود بكافة ملاكات الصيانة وفئاتها ومهاراتهم وأجور ساعات عملهم الاعتيادية و الاضافية ومستوى كفاءتهم في الأقسام
- ملف المواد الاحتياطية ويتضمن قيود المواد الاحتياطية اللازمة لأعمال الصيانة والتي هي عبارة عن بيانات تفصيلية لرمز المادة وصنفها ومقدار الرصيد الفعلي.

المراجع

[1]. Keene, S.J., Software reliability concepts, Annual Reliability and Maintainability Symposium Tutorial Notes, 1992, 1–21.
[2]. Bennett, K.H., Software maintenance: a tutorial, in Software Engineering, Dorfman, M. and Thayer, R.H., eds., IEEE Computer Society Press, Los Alamitos, California, 1997, 289–303.
[3]. Boehm, B.W., Software Engineering Economics, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1981.
[4]. Stevenson, C., Software Engineering Productivity, Chapman and Hall, London, 1995.
[5]. IEEE-Std-610.12-1990, IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology, Institute of Electrical and Electronic Engineers, New York, 1991.
[6]. Omdahl, T.P., ed., Reliability, Availability, and Maintainability (RAM) Dictionary, ASQC Quality Press, Milwaukee, Wisconsin, 1988.
[7]. Foster, J., Cost Factors in Software Maintenance, Ph.D. Dissertation, Department of Computer Science, University of Durham, U.K., 1993.
[8]. Coggins, J.M., Team Software Engineering and Project Management, Department of Computer Science, University of North Carolina, Chapel Hill, North Carolina, 1994.
[9]. Holbrook, H.B. and Thebaut, S.M., A survey of software maintenance tools that enhance program understanding, Report No. SERC-TR-9-F, Software Engineering Research Center, Department of Computer Science, Purdue University, West Lafayette, Indiana, September 1987.