

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة بغداد

كلية الإدارة والاقتصاد

قسم الإدارة الصناعية

محاضرات مادة

إدارة الصيانة

لطلبة المرحلة الثالثة

صباحي / مسائي

مدرس المادة

م.م. جاسم حسين زناد

الفصل الأول : مدخل إلى الصيانة

Approach from Maintenance

أولاً: مفهوم الصيانة (The Concept of Maintenance)

لاشك إن مفهوم الصيانة تطور تدريجياً مع تعقد النشاط الصناعي ففي ظل التطورات الكبيرة في حجم الوحدات الصناعية ، والاستخدام الواسع للمكانن والمعدات التي تتميز بسرعتها ودقتها (المؤتمتة) وارتفاع ثمنها يتطلب الاهتمام بوضع برامج متكاملة لصيانتها ، فالمكانن والمعدات و نتيجة للاستعمال المتكرر تتوقف جزئياً عن العمل في بعض الاحيان أو قد تتوقف كلياً عن العمل في أحيان أخرى مما ينعكس ذلك سلباً على كمية وجودة الإنتاج وعليه فان المحافظة على هذه الموجودات الإنتاجية أمراً ضرورياً حتى يمكن استخدامها بأقصى فعالية ممكنة.

وانعكس ذلك على اختلاف الكتاب والمفكرين في وضع تعريف جامع يحدد مفهوم الصيانة بالنظر لزيادة أهمية الصيانة ودورها في مجالات الحياة المختلفة.

فقد عرفت الصيانة بأنها (جميع النشاطات التي يمكن من خلالها الحفاظ على المكانن الموجودة في النظام في حالة صالحة للعمل).

كما عرفت (بأنها تتضمن جميع الجهود المبذولة للحفاظ على المعدات والتسهيلات المادية المنتجة ضمن ظروف التشغيل المقبولة).

وعرفت على إنها (اصلاح او استبدال الماكينة او اي جزء منها في حالة تزايد نسبة الفشل بهدف منع حدوث الفشل الذي يعيق تنفيذ الأنشطة المحددة للمحافظة على المعولية المطلوبة).

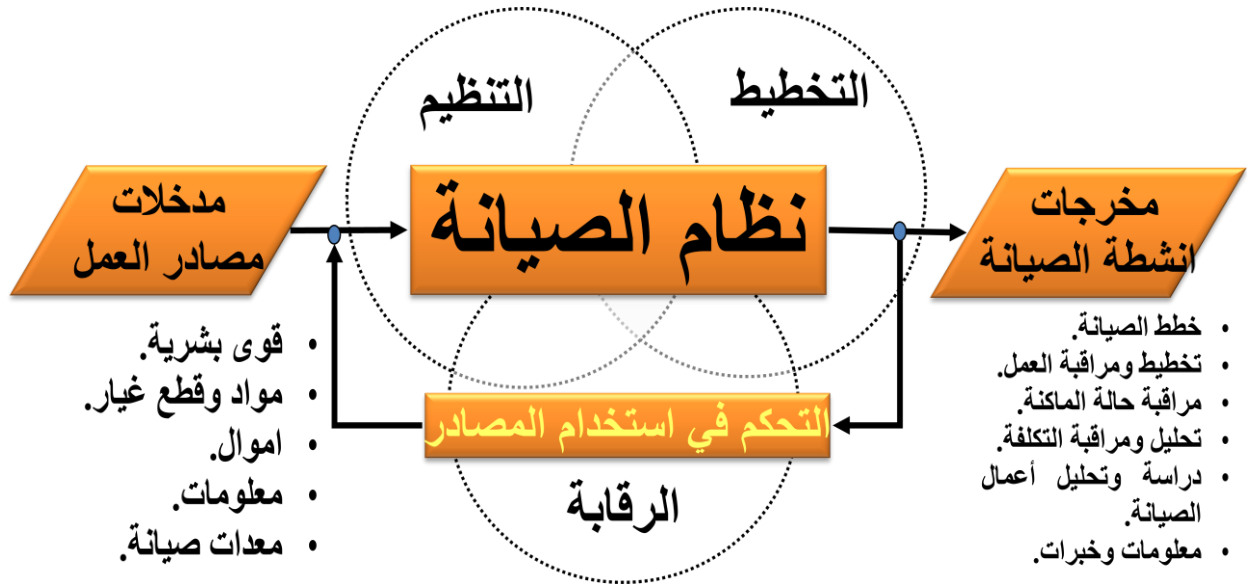
وعرفت أيضاً بأنها (مصطلح يستخدم لوصف الطريقة التي تحاول بها المنظمات تجنب العطل من خلال العناية بموجوداتها التي تعد جزءاً مهماً في نشاطاتها التشغيلية والتي تلعب دوراً مركزياً في خلق سلعتها وخدماتها).

يستنتج من التعاريف المذكورة أنفاً ما يأتي:

١- تهدف الصيانة الى تقليل العطلات وليس منع العطل لأن منع العطلات بشكل كامل يعد مثاليّاً من الصعب جداً الوصول إليه.

٢- ينبغي الحفاظ على المكانن والمعدات وكافة تقنيات الإنتاج الأخرى بحالة تشغيلية جيدة ضمن كلفة مقبولة.

٣- إن الصيانة عملية فنية هندسية ولكن لها وجه إداري إذ لا يمكن ممارستها بدون وظائف إدارية كالتخطيط والتنظيم والتنفيذ والرقابة وقيادة وتحفيز الأفراد.



شكل (١) عناصر نظام ادارة الصيانة

سيتركز الأهتمام على إبراز الوجهتين الفنية والإدارية للصيانة وبناء عليه سيكون التعريف المعتمد للصيانة بأنها (مجموعة الفعاليات الفنية والإدارية التي تهدف الى حفظ الجزء أو الماكنة أو اعادتها الى حالة التشغيل الطبيعية لاداء الغرض المطلوب منها بأقل وقت وكلفة).

أما إدارة الصيانة فقد عرفت على انها (تخطيط وتنظيم وتنفيذ والرقابة على الموارد)المادية والمالية والبشرية) المخصصة لقسم الصيانة لاجل الوصول الى الاهداف الموضوعية بفاعلية وكفاءة). وكما موضح بالشكل (١).

- **التخطيط:** وضع الاهداف الخاصة بالصيانة وتهيئة وتوفير كافة المستلزمات المطلوبة لانجاز هذه الاهداف.
- **التنظيم:** انشاء هيكل تنظيمي ووضع المهام (تقسيم العمل) وتشكيل فرق الصيانة وتنسيق الانشطة لغرض تنفيذ مهام الصيانة بنجاح.
- **التنفيذ:** تطبيق الخطط للوصول الى الاهداف الموضوعية في مرحلة التخطيط.
- **الرقابة:** قياس الاداء لمعرفة الانحرافات بين المتحقق والمخطط ووضع الاجراءات التصحيحية لغرض اعادة الماكائن والمعدات ومستلزمات الانتاج الى الحالة الطبيعية.

ثانياً: أهمية واهداف الصيانة (Importance & Objectives of Maintenance)

تسعى المنظمات الصناعية الى تعظيم طاقتها الانتاجية وزيادة مستوى استخدام الاتمتة فيها مما يتطلب استثمارات مالية ضخمة لشراء التسييلات اللازمة لادامة الانتاج والحفاظ عليه بالجودة والكمية المطلوبتين لتحقيق الميزة التنافسية في السوق.

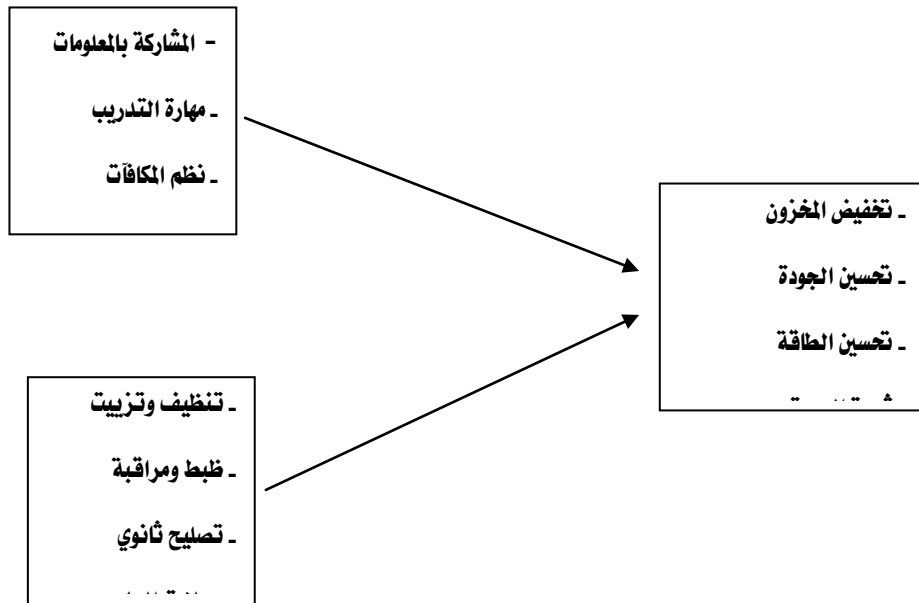
لذا فإن استمرارية الانتاج والحفاظ عليه اصبح مهمة جوهرية تمثل اهتماما كبيرا من لدن المختصين في التخطيط والرقابة والاستثمار في المنظمات الصناعية. مما يفسر الموقع المتميز لعمليات الصيانة وزيادة اهميتها بحيث اصبحت توازي اهمية الانتاج في بعض الشركات.

ان زيادة فاعلية النظام الانتاجي لا يعتمد على تحسين التكنولوجيا وتوفير المواد فحسب وانما على تحديث التقنيات والطرق المستخدمة في ادارة عمليات الصيانة.

وتتجسد اهمية الصيانة من خلال اهمية الاهداف التي تسعى الى تحقيقها ويمكن اجمال اهم الاهداف بالاتي:

- ١- الحفاظ على كفاءة وقدرة اداء المنظمة وحماية استثماراتها.
- ٢- تحقيق السلامة والامان للمشغلين الذين يستخدمون الماكائن وضمان الاستخدام الآمن للمواد الخطرة.
- ٣- زيادة معوية النظام واداء التسهيلات والافراد.
- ٤- خفض تكاليف العمليات.
- ٥- ضمان الجودة العالية للمنتجات والخدمات.
- ٦- اطالة العمر التشغيلي للماكينة والمحافظة على مستوى ادائها.
- ٧- تخفيض التكاليف الكلية للصيانة والمتمثلة بتكاليف العاملين في ورش الصيانة والمواد الاحتياطية المستخدمة في عمليات الصيانة والتكاليف الناجمة عن فقدان الانتاج كنتيجة للعطل.
- ٨- عمليات الصيانة الجيدة تساعد على تقليل مستويات التخزين.
- ٩- استمرار عملية الانتاج بأقصى طاقة ممكنة.

وبهدف تحقيق اهداف الصيانة يتطلب الامر التفاعل بين كل من المشغل والماكينة وعامل الصيانة، وذلك من خلال مساهمات المشغلين في اجراءات الصيانة والمعوية بهدف الوصول الى افضل النتائج وكما موضح في الشكل (٢):



شكل (٢) متطلبات تحقيق اهداف الصيانة

ويوضح الجدول (١) مقارنة بين النظريتين القديمة والحديثة لأساليب وأهداف الصيانة.

جدول (١) مقارنة بين النظريتين القديمة والحديثة لأساليب وأهداف الصيانة

النظرة الحديثة	النظرة القديمة
١- القيام بالصيانة قبل حدوث العطل.	١- إجراء الصيانة بعد حدوث العطل.
٢- هدف الصيانة هو الاحتفاظ بحالة المعدات بكفاءة عالية ومصاريف منخفضة.	٢- هدف الصيانة هو استمرار عمل المعدات.
٣- تخطيط وبرمجة الصيانة واستخدام وسائل حديثة كالحاسوب.	٣- الصيانة غير مبرمجة وغير مخططة.
٤- التأكيد على خفض التكاليف.	٤- إجراء الصيانة بغض النظر عن تكاليفها.
٥- قياس الانتاجية والتحسينات في الصيانة ووسائلها ضرورة ملحة.	٥- قلة الاهتمام بمعايير الانتاجية في الصيانة.
٦- عامل الوقت مهم جداً بوصفه اسبقية تنافسية.	٦- عدم الاهتمام بعامل الوقت.
٧- الصيانة التنبؤية ترفع من مستوى الانتاجية.	٧- الصيانة التنبؤية غير ضرورية.
٨- ضرورة فحص ومراقبة الجودة بوصفها اسبقية تنافسية.	٨- لا يمكن مراقبة الجودة من غير اجراء فحوصات.
٩- اختيار الفني المناسب على اساس الخبرة وتدريبه باستمرار لرفع كفاءته.	٩- اختيار فنيي الصيانة عشوائياً وعدم التركيز على التدريب ورفع الكفاءة.
١٠- توجد سياسة واضحة لعناصر الصيانة المختلفة واساليب ومواعيد الصيانة.	١٠- لا توجد سياسة وأسلوب موحد لأساليب الصيانة وعناصرها.

ثالثاً: تصنيف الصيانة: (Maintenance Classification)

يمكن تصنيف الصيانة بالطريقة الموضحة في الشكل (٣):

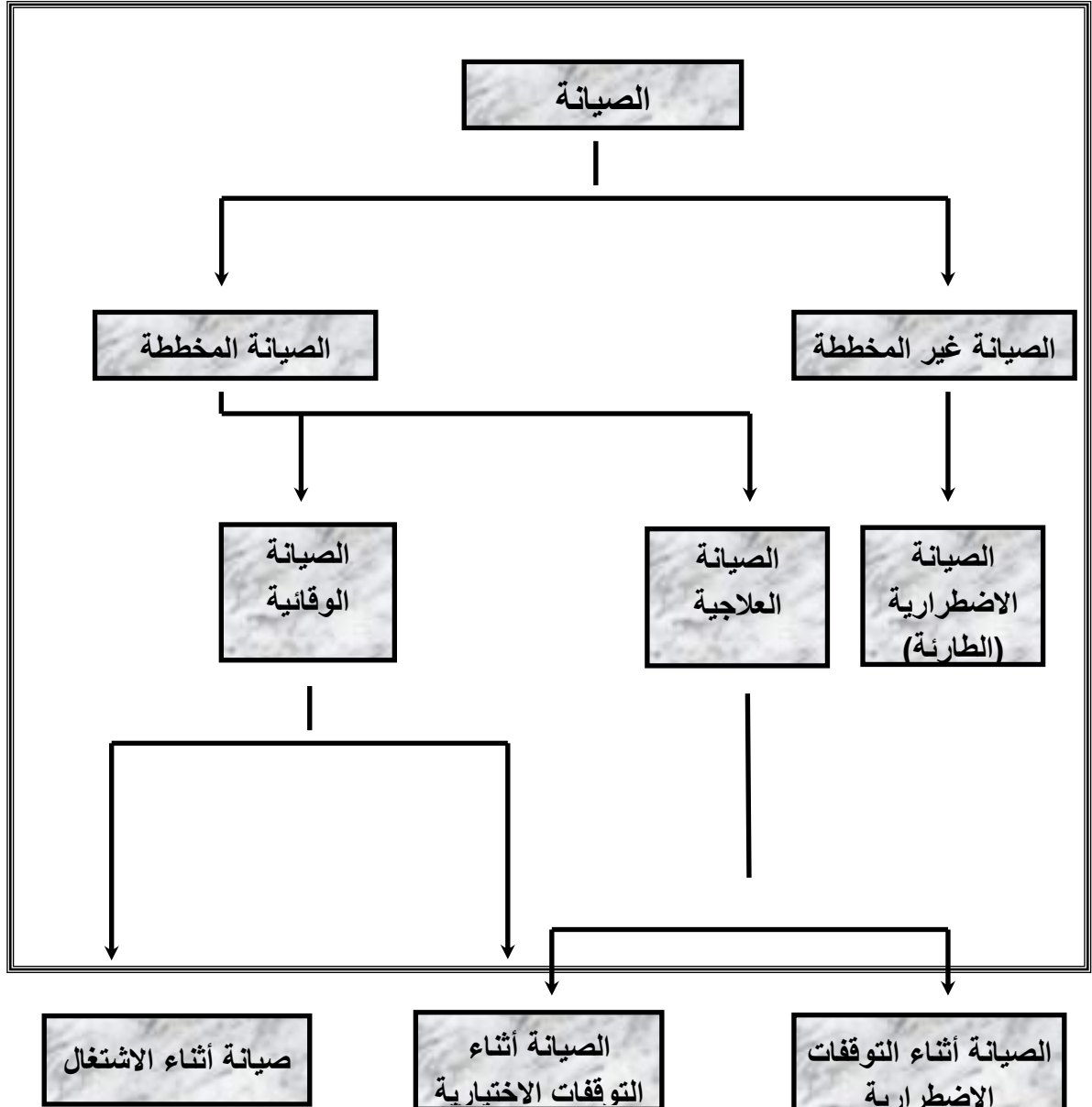
١- الصيانة غير المخططة: (Unplanned Maintenance)

وهي صيانة غير محددة ببرنامج زمني وترتبط فقط بعتل أو توقف الماكنة أو المعده عن العمل، ويتوقف زمن الصيانة على الإمكانيات المتوفرة لأعمال الصيانة، كما ان مدة الصيانة غير مخطط لها ولا يوجد استعدادات مسبقة لها، كما إن الصيانة غير المخططة تكون مناسبة فقط في الظروف التي يصعب بها التنبؤ بالعطلات الفجائية؛ لذا يبقى هذا النوع من الصيانة الخيار الوحيد من أجل تفادي الخسائر الناتجة عن الاربك المفاجئ في سير العملية الإنتاجية والتوجه نحو جعل الصيانة جزءاً من مدخل عملية التخطيط وتضم الصيانة غير المخططة ما يسمى الصيانة الاضطرارية:

❖ الصيانة الاضطرارية (الطارئة): (Emergency Maintenance)

وهي فعاليات الصيانة التي تجري بدون أي تخطيط مسبق والتي تحتاج الى ضرورة التدخل الفوري لمنع حدوث عطل اكبر .

شكل (٣) المفهوم الحديث لتصنيف الصيانة



٣- الصيانة المخططة: (Planned Maintenance)

هي تنظيم أنشطة الصيانة وانجازها والسيطرة عليها وفق تقديرات مسبقة وتوثيق هذه الاجراءات ضمن الخطة الموضوعة ومن انواعها:

أ- الصيانة الوقائية: (PM) (Preventive Maintenance):

ويقصد بها اداء نشاطات الصيانة قبل توقف الماكينة بقصد المحافظة على قابلية التشغيل وتخفيض احتمال التوقفات وهي من أكثر تصنيفات الصيانة أهمية، وذلك لاستخدامها في العديد من المنظمات للحفاظ على استمرارية عمل الماكائن وضمان تصنيع المنتجات، من خلال أساليب مبرمجة تتسم بالدورية في إجراءات الصيانة كالفحص، والاستبدال، والتزييت، وحتى التنظيف.

ب- الصيانة العلاجية: (CM) (Corrective Maintenance):

وتسمى بالصيانة التصحيحية أيضاً ويقصد بها الجهود الهادفة الى إعادة المعدات الى حالة مقبولة بعد حدوث العطل، وتشير فعاليات الصيانة العلاجية الى عمليات الكشف والفحص والاستبدال التي تتم على الالات نتيجة لتوقفها عن العمل او تعطلها وبعض الكتاب يعد هذا النوع من الصيانة ضمن الصيانة غير المخططة.

وسيتم أستعراض الصيانة الوقائية والصيانة العلاجية بشيء من التفصيل بعد أستعراض أنواع أخرى من الصيانة أهمها:

٣- الصيانة الظرفية أو الشرطية: (CBM) : Condition-Based Maintenance

وهي اجراءات الصيانة التي تجرى على الماكينة قبل فشلها بمدة محددة ،وهنا تتضمن الصيانة الظرفية استمرار مراقبة مؤشرات العطل مثل الاهتزازات والحرارة او بعض الخصائص الاخرى التي تسهل التنبؤ بقرب حدوث العطل والتي على اساسها يتم اتخاذ القرار المناسب بايقاف الماكينة لغرض تنفيذ الصيانة والاستمرار بعملية التشغيل والجدول (٢) يوضح دراسة بعض الخصائص التي يمكن على اساسها إجراء الرقابة للصيانة الظرفية.

جدول (٢) أمثلة عن إجراءات الرقابة للصيانة الشرطية بمراقبة الخصائص

الاجراء الرقابي	الخصائص
الجودة وحالة الأدوات للمكائن الممكن قياسها بواسطة خصائص الاهتزاز (Vibration Characteristics). تقاس الاهتزازات قرب مواقع البراين وتحلل بواسطة برامج الكمبيوتر.	الاهتزازات (مثل، البرينات)
بدلا من استبدال الزيت في الضاغطات كل ٢٠٠٠ عملية/ ساعة يتم تحليل عينة بفحص الزيت كيميائيا، وذلك لمعرفة التلوث الذي يحدث أو الذي يوشك أن يحدث العطل بسببه.	التركيب Composition (مثل، الزيت في

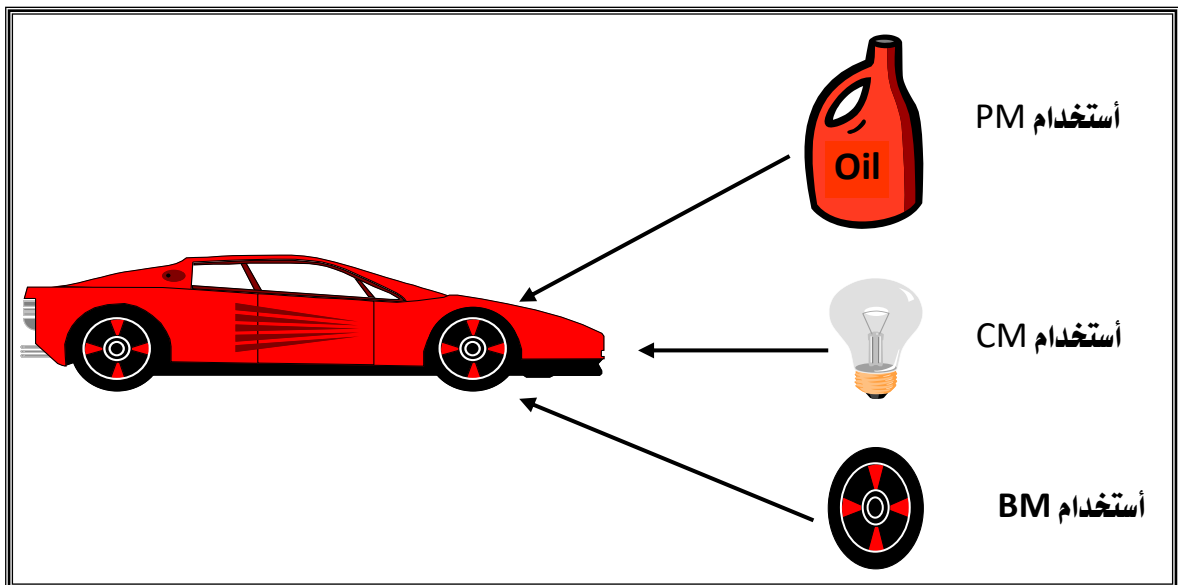
	ضاغطة الماكينة)
مراقبة سمك عناصر السلسلة واستبدال عناصر الناقل عند المراقبة.	الأبعاد (مثال، سمك تجميع سلسلة الناقل)
ثبات الحمل والتشغيل يؤدي إلى ثبات الحرارة، انتظام مراقبة الحرارة يؤدي إلى التنبؤ بالحالة.	الحرارة (مثل، المحركات الكهربائية)
تعد أبعاد المخرجات مؤشراً على حالة الماكينة.	جودة المخرجات (مثل، المنتجات المصنعة)

٤- استراتيجيات الصيانة المختلطة (MMS): Mixed Maintenance Strategies :

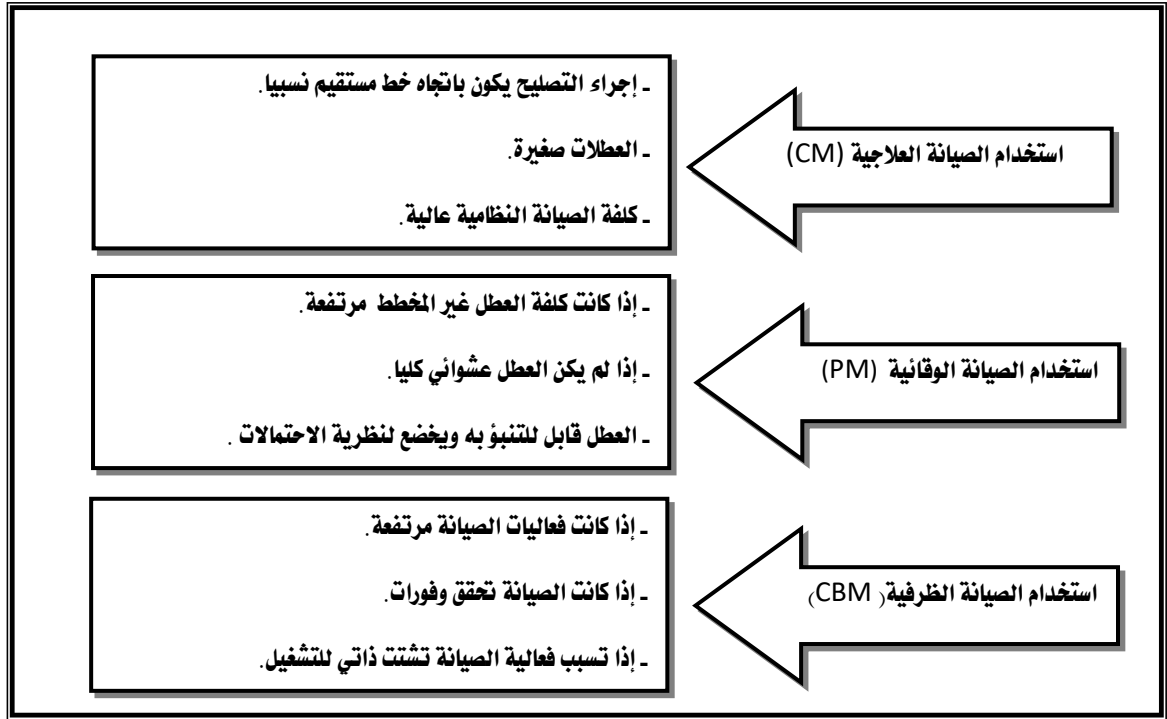
تميل معظم العمليات إلى تبني مزيجاً من طرق مختلفة من الصيانة، بسبب تعدد الأجزاء المكونة للماكينة، التي تمتلك خصائص مختلفة. فمثلاً إجراء الصيانة على السيارات يتطلب استخدام أنواع متعددة من الصيانة حسب اختلاف الأجزاء. إذ يجري على بعض الأجزاء أنشطة الصيانة العلاجية فقط، وذلك بعد حدوث العطل، مثل: مصابيح الإنارة (Light Bulbs) والمصاهر (Fuses) وأن قيام السائق ببعض الأعمال التي يراها مناسبة عند الضرورة، التي تشمل تبديل زيت الماكينة أو فحص الأجزاء الأخر تمثل الصيانة الوقائية للسيارات. أما الصيانة الظرفية فتتم من ملاحظة الظروف المحيطة بالسيارة من أصوات غير اعتيادية صادرة من محرك السيارة وإلى غير ذلك من ظروف تصاحب القيادة.

والشكل (٤) يوضح استراتيجيات الصيانة المختلطة المستخدمة في صيانة السيارة.

كما يوضح الشكل (٥) حالات استخدام استراتيجيات الصيانة المختلطة.



شكل (٥) حالات استخدام استراتيجيات الصيانة المختلطة.



5- التصميم لأجل الصيانة: (DFM) Design for Maintenance:

ويقصد به تصميم الأجزاء التي تحتاج إلى الصيانة، لأي سبب من الأسباب بشكل يسهل القيام بعملية الصيانة. ففي تصميم منتج تجميعي تعد القابلية على الصيانة قضية أساس لتحديد فيما إذا كان بالإمكان إجراء الصيانة الروتينية للأجزاء فعلى سبيل المثال الأجزاء في ماكينة الطائرة (Aircraft) تحتاج إلى الاستبدال بعد مدة خدمة محددة، وهذه العملية تحصل بين رحلتين مجدولة وتقليل كمية وقت خدمة الصيانة ولأجل الوصول إلى الأجزاء المعطلة من دون إزالة الأجزاء الأخرى غير المتعلقة وتسمى هذه الأجزاء بوحدة الاستبدال الخطي (Line Replaceable Unit) ويرمز لها اختصاراً بالرمز (LRU).

والاتجاه الحديث في تصميم المعدات هو استخدام الحاسوب واستخدام برامج CAD (التصميم بمساعدة الحاسوب) فاستخدام الحاسوب يوثق المسار أو حجم الرصد الذي يمكن استخدامه في تعديل التصميم المستقبلي.

الصيانة الوقائية والصيانة العلاجية:

❖ الصيانة الوقائية: Preventive Maintenance

عرفت الصيانة الوقائية بأنها (جميع النشاطات المنجزة قبل توقف الماكينة بقصد الحفاظ على تشغيلها المقبول وتقليل احتمالية التوقف).

وعرفت على أنها (خطوات لاستبعاد وتقليل فرص العطل من خلال خدمات (التنظيف والتزييت والاستبدال والفحص) التي تجري على التسهيلات المادية وخلال مدة زمنية مخططة مسبقاً).

والصيانة الوقائية ليست المحافظة على تشغيل المعدات والمكانن فقط بل تتضمن أنظمة التصميم البشري والتقني التي تضمن عملية التشغيل الفاعلة ضمن حدود التفاوت.

❖ أهداف الصيانة الوقائية وفوائدها : Objectives & Benefits of PM

تهدف الصيانة الوقائية إلى تقليل الحوادث المفاجئة أو الأعطال في المكين والمعدات التي تؤدي إلى حدوث عرقلة في سير العملية الإنتاجية وتلف المنتجات جراء التوقف المفاجئ للمعدات أو المكين. إذ يعد التوقف المفاجئ أحد الأسباب الرئيسة المؤدية إلى زيادة تكاليف الإنتاج نتيجة ارتفاع نسبة استخدام خزين المواد الاحتياطية، خزين تحت التصنيع (WIP) الداخل في العملية الإنتاجية. ومن ناحية أخرى تواجه الشركات صعوبة في تأمين الحصول على الأدوات الاحتياطية (Spar Parts) من الأسواق المحلية أو الدولية بالوقت المناسب لاداء عملية الاستبدال للأجزاء المستهلكة. الأمر الذي دعا إلى ضرورة البحث عن أساليب أكثر عملية وواقعية في جدولة برامج الصيانة الوقائية واستمرار تطويرها من أجل تحقيق جملة من الفوائد منها الآتي:

- 1- توفير المواد قبل البدء بتنفيذ أوامر العمل وبالتالي تقليل كلفة الصيانة إلى الحد الأدنى.
 - 2- تقليل الإنتاج التالف بسبب العطلات وتحسين الجودة في حالة كون المكين جيدة التصليح و كفاءة.
 - 3- تقليل الحاجة إلى المعدات البديلة (Stand-By Items) وتقليل رؤوس الأموال المستثمرة في هذا الجانب.
 - 4- تقليل وقت التوقف (Down Time) الإضافي للمعدات خارج الخدمة إلى الحد الأدنى.
 - 5- تقليل الحاجة إلى الوقت الإضافي (Over Time) لاداء أعمال الصيانة وبالتالي أجور العمل الإضافي.
 - 6- زيادة كفاءة أداء المعدات وتحسين جودة الإنتاج نتيجة تقليل نسبة الإنتاج المعاب بسبب العطلات المفاجئة.
 - 7- زيادة ظروف الأمان والسلامة (Increased Safety) للمشغلين والفنيين.
 - 8- التمكن من السيطرة والرقابة على خزين المواد الاحتياطية وأداء الأفراد والمعدات.
- من البديهي أن يعطي أي نظام للصيانة الوقائية مردودات اقتصادية أكثر بكثير من الكلفة التطبيقية، ولا يستخدم أي شخص هذا الأسلوب إلا وذكر فوائد هذه الأنظمة، إلا أنه بالضرورة ذكر بان أنظمة الصيانة الوقائية تعتمد بشكل أساس على نوعية الصيانة، ونوع المنتج، ودرجة التكنولوجيا، وكلفة الوقت الضائع بسبب العطلات المفاجئة. والشكل (٦) يبين فوائد تطبيق الصيانة الوقائية.

وتحقق الصيانة الوقائية العديد من الإيجابيات والمردودات ومنها:

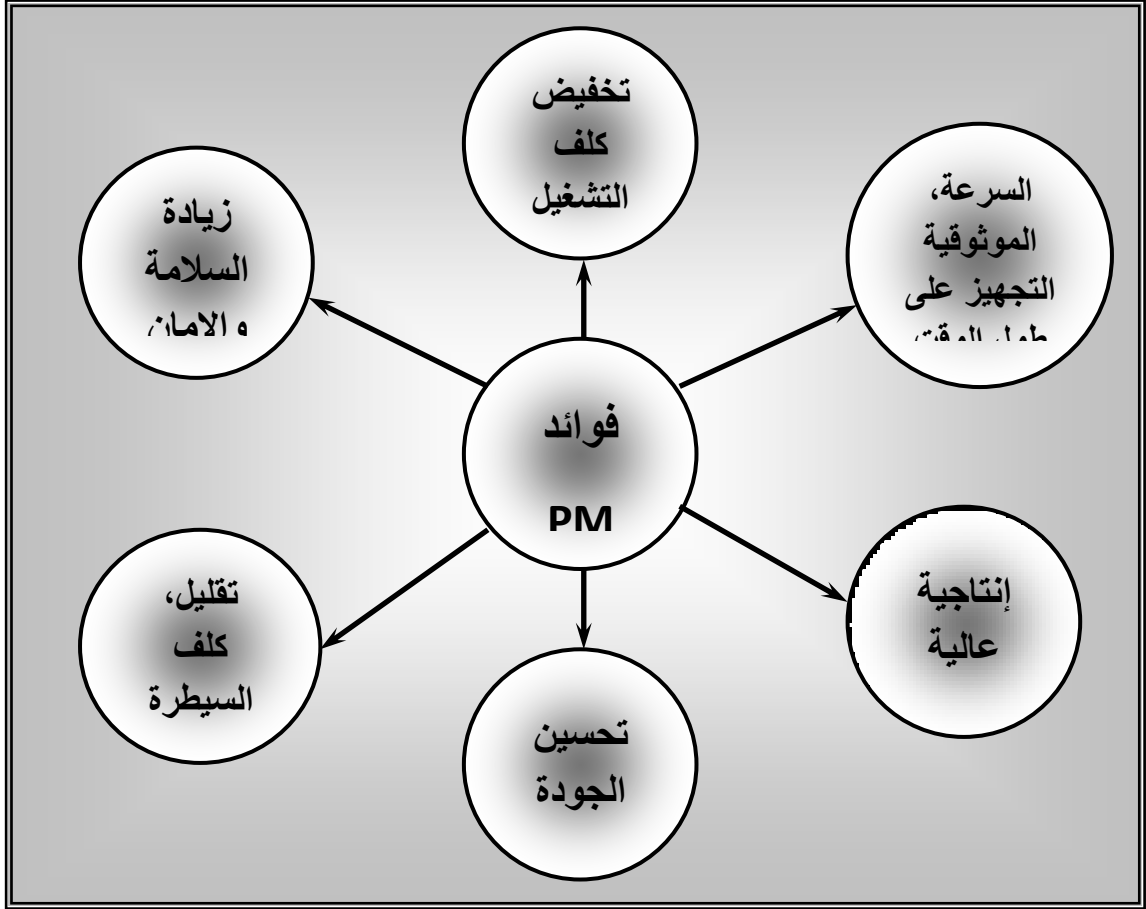
1. تقليل كلفة الأعمال الإضافية لعمال الصيانة بسبب تنظيم أعمال الصيانة.
2. تقليل التوقفات الكبيرة لأغراض التصليحات.
3. كلفة التصليحات قليلة في حالة كون العطلات بسيطة بسبب نوعية العمالة والأدوات الاحتياطية والمواد المستخدمة.
4. تقليل الإنتاج التالف بسبب العطلات وتحسين النوعية في حالة كون المكين جيدة التصليح أية زيادة كفاءة المكين.
5. تقليل الحاجة إلى المعدات البديلة (Stand by units) وهذا سيققل من الحاجة إلى رؤوس الموال المستثمرة بهذا الجانب.
6. تحديد المواد الاحتياطية ذات الكلفة العالية وكذلك تحديد المكين الحرجة من حيث كلفة الصيانة المطلوب لها من خلال المعلومات المتوافرة لنظام الصيانة الوقائية.

٧. سيطرة افضل على الأدوات الاحتياطية وتقليل الخزين المطلوب لها .

٨. تحسين ظروف السلامة الصناعية للعاملين على الإنتاج .

٩. تقليل كلفة الإنتاج.

شكل (٦) فوائد تطبيق الصيانة الوقائية.



ويبين الجدول (٣) مقارنة فيما بين الصيانة الوقائية والصيانة العلاجية ومدى أهمية ومساهمة الصيانة الوقائية في إطالة عمر المعدات نتيجة لتخفيض حدوث التوقفات المفاجئة وزيادة معوية أداء المكنن والمعدات الأمر الذي يؤدي الى تخفيض كلف الصيانة وتعظيم قيمة الشركة.

جدول (٣) مقارنة بين الصيانة الوقائية والصيانة العلاجية

العنصر	الصيانة الوقائية	الصيانة العلاجية
اداء العمل	قبل حدوث العطل	بعد حدوث العطل
الهدف	١- تقليل حدوث التوقفات المفاجئة. ٢- إطالة العمر التشغيلي للماكنة. ٣- الأستخدام الكفوى للمواد الاحتياطية. ٤- تحقيق السلامة للأفراد والمعدات.	استمرار العملية الانتاجية للماكنة بصرا النظر إذا ما كان اداء اعمال الصيانة ملائ لحالة العطل أم لا.

منخفضة على الأمد القصير وترتفع على الأمد البعيد.	مرتفعة في بداية التخطيط للبرامج وتنخفض على الأمد البعيد.	الكلفة
<p>١- كلفة الصيانة النظامية مرتفعة.</p> <p>٢- العطلات صغيرة.</p> <p>٣- المكائن ذات تأثير غير محسوس ولا تؤثر على سير العملية الانتاجية.</p>	<p>١- إذا كانت كلفة العطل غير المخطط مرتفعة.</p> <p>٢- إذا لم يكن العطل عشوائي بشكل كلي.</p> <p>٣- إمكانية التنبؤ بالعطل.</p> <p>٤- إمكانية جدولة الأوقات لاجراء أعمال الصيانة الوقائية.</p>	الاستخدام
<p>١- توقف العملية الانتاجية نتيجة لحدوث العطلات المفاجئة.</p> <p>٢- نوعية رديئة لاعمال الصيانة.</p> <p>٣- صيانة غير مخططة.</p> <p>٤- ضعف الرقابة والسيطرة على مواد العاملين والمعدات.</p> <p>٥- قصر العمر الانتاجي للمعدات والتقدم السريع.</p> <p>٦- زيادة نسبة تلف المنتجات.</p>	<p>١- لا تلائم المعدات قصيرة العمر.</p> <p>٢- لا تلائم بعض الصناعات ذات الانتاج المستمر.</p> <p>٣- تكون مكلفة على الأمد القصير وتحتاج الى دعم من قبل الادارة العليا لأجل توفير مستلزمات تطبيقها المتمثلة بتوفير المعلومات عن المواد الاحتياطية والايدي العاملة.</p>	العيوب

❖ مكونات الصيانة الوقائية:

يعد الفحص والتفتيش والتزييت من أهم الأنشطة الرئيسية لاعمال الصيانة الوقائية، لكنّ قسمًا من الباحثين عدّو التفتيش والصيانة الروتينية أجزاء أساسية للصيانة الوقائية في حين أشار قسم آخر إلى كون مكونات الصيانة الوقائية هي (الفحص والتفتيش، التزييت، التخطيط والجدولة، التوثيق، تدريب فريق الصيانة، أساليب التحفيز، السيطرة على الخزين من المواد الاحتياطية) وكما يأتي:

١- الفحص والتفتيش : Checking & Inspection

تعد هذه الفعالية من الأمور الحيوية لبرنامج الصيانة الوقائية والذي من خلاله يستطيع رجال الصيانة تحديد الحالة التشغيلية. إن هذه الفعالية تعتمد اعتماداً رئيسياً على اللوائح الخاصة بالفحص والتفتيش وهي الوثائق الفنية المجهزة من الجهة المصنعة للماكينة أو الآلة، وهي وثائق مهمة وقد لا تكون كافية بمفردها إذ يستفاد من الخبرة المتوفرة لدى العمال والمفتشين والمعلومات التاريخية لتشغيل وصيانة الماكينة ونسبة استغلالها لوضع الخطط الدورية لاعمال الفحص والتفتيش آخذين بنظر الاعتبار عمر الماكينة، وظروف التشغيل الصعبة ومتطلبات السلامة و الأمان .

وتعتمد المنظمات عادة طريقتين لإعداد لوائح الفحص والتفتيش وهما: طريقة الفحص العام: هي التي تستخدم في المعامل الصغيرة لسهولة تنفيذها الذي يتم بواسطة الحواس والأجهزة البسيطة.

طريقة الفحص المتخصص: وهي التي تستخدم في المعامل الكبيرة الذي يحتاج إلى معدات وطرق معقدة.

ولكي يكون الفحص أكثر فعالية يجب اتباع الخطوات الآتية:

أ- تحليل الأساليب والطرق المستخدمة في أوامر العمل لمعرفة أي طرق الفحص أكثر فاعلية.

ب- تصميم طرق البحث بحيث تختصر الوقت والجهد المبذولين، وتحديد المعدات الخاضعة لعملية الفحص في أوامر العمل والتي لم يتم فحصها أوتوماتيكياً.

ج- فحص المعدات عندما تكون في غير أوقات عملها الرسمي.

هـ- إبلاغ قسم الصيانة بالتطورات الحاصلة كافة في حقل فحص المعدات.

و- مراقبة وتقييم أعمال الفحص.

٣- التزييت: Lubrication

تعد عملية التزييت جزءاً مهماً وأساسياً في نظام الصيانة الوقائية لما لها من تأثير اقتصادي قريب وبعيد المدى في الحفاظ على الأجهزة والمعدات الصناعية لكي تعمل بصورة سليمة، إذ أنّ الاحتكاك بين جزئين متحركين سوف يؤدي إلى التآكل و السوفان.

لذلك فإن الأجزاء الديناميكية تحتاج إلى تزييت دوري لكي تعمل بصورة جيدة ولمدة طويلة والتزييت الدوري المنظم يعني استخدام النوع الصحيح من الزيت في الوقت المناسب وبالكمية الصحيحة. ولإنجاز هذه الفعاليات لابد من إعداد الجداول الزمنية التي تكون في أغلب الأحيان مرفقة مع الوثائق الفنية التي تصدرها الجهة المصنعة للمعدات، ويجب الالتزام بدقة بهذه الوثائق وتوقيتاتها.

❖ من أساسيات التزييت والتشحيم مايلي:

أ- التزييت: عملية استخدام الزيت أو الشحم وهي المادة التي تسهل الانزلاق للسطوح أو سهولة الحركة بين الاجزاء المتحركة. ان الغرض الحقيقي للزيت هو توزيع الضغط على السطوح المتحركة. ومن ابسط الامثلة استخدام الزيت في محرك السيارة وذلك لجعل حركة المكبس داخل الاسطوانة سهل.

ب- هناك عدة فوائد للتزييت والتشحيم هي:

١- تقليل الاحتكاك بين الاجزاء.

٢- تقليل الاستهلاك.

٣- تخفيف الاهتزازات.

٤- تبريد الاجزاء المتحركة.

٥- منع التسرب.

٦- منع الصدأ او التآكل بين الاجزاء.

ج- يمكن تصنيف الزيوت والشحومات الى الانواع التالية:

١- الزيوت السائلة: وتكون مصنوعة من منتجات معدنية او حيوانية او نباتية وهي الاكثر شيوعا في الاستخدام.

٢- الزيوت النصف صلبة: وتصنع باضافة عوامل كيميائية مساعدة الى الزيوت المعدنية.

٣- الزيوت الصلبة: تكون على شكل معادن او مواد كيميائية صلبة تستخدم في الاماكن الباردة جدا التي يتجمد فيها الزيت او الحارة جدا التي يحترق فيها الزيت السائل.

٤- الزيوت الغازية: تستخدم في حالات خاصة تحتاج الى دقة عالية في توزيع الحمل او الضغط على اجزاء الماكينة في ظروف التشغيل الخاصة مثل الحرارة العالية او المنخفضة.

٣- التخطيط والجدولة: Planning & Scheduling

وهي إعداد الجداول التفصيلية لخطة الصيانة الوقائية بالاستناد على تحليل البيانات السابقة كما يجب تهيئة برنامج جدولة أعمال الصيانة مسبقاً والالتزام بها؛ لأنّ ضمان نجاح تخطيط فعاليات الصيانة الوقائية يتطلب وضع جدولة زمنية منتظمة يتم تحديد الفترات الزمنية اللازمة لأجراء نشاط الصيانة الوقائية، وتحديد نوع النشاط المناسب (فحص، تنظيف، واستبدال)، وتوضيح الواجبات وتحديد الإجراءات الواجب اتخاذها والمدة الزمنية لكل إجراء ليتسنى لقسم الصيانة تهيئة جميع الاحتياجات والمهارات المطلوبة لتنفيذ كل خطوة، وهذا يسهل عملية السيطرة والمتابعة لتنفيذ أعمال الصيانة الوقائية ويمكن من تحديد الانحرافات ومعالجتها آنياً.

إنّ التخطيط الجيد لفعاليات الصيانة الوقائية المختلفة يساعد في زيادة اتاحة (Availability) الماكائن والمعدات نتيجة التمكن من اتخاذ الإجراءات المناسبة لمعالجة العطلات المفاجئة وتخفيض مستوى حدوثها إلى أدنى حد ممكن.

٤- التوثيق: Documentation

لا بد أن يكون لدى إدارة الصيانة نظام كامل لتوثيق كل عمليات الصيانة بكل تفاصيلها الدقيقة التي تقوم بها ضمن فترة عمر الماكينة، التي تساعد مسؤولي الصيانة بإعداد وتنبؤ الصيانة الوقائية. من خلال ما توفره من بيانات تاريخية عن حياة الماكينة، ومعلومات تعريفية عن دورة حياة الماكينة التشغيلية وأهم العطلات التي تتعرض لها، ومن ثم بناء وتطوير خطة الصيانة الوقائية، للتعرف على الاحتياجات الفعلية الواجب تهيئتها بالوقت المناسب من القوى العاملة، المواد الاحتياطية اللازمة لعملية الاستبدال، ساعات العمل الفعلية، ... الخ.

إنّ الاحتفاظ بالملاحظات المدونة أو التقارير هي طريقة لمعرفة مدى فعالية نظام الصيانة الوقائية.

5- أوامر العمل: Job Orders

هي الوثيقة التي تخول فني الصيانة البدء في إجراء الصيانة. إنَّ أمر العمل عنصرٌ أساسيٌّ وضروريٌّ لتنفيذ فعاليات الصيانة في أي شركة صناعية، إذ يساعد في تخطيط وتوزيع الأعمال وتنفيذها على قدر أهميتها. وهو مصدر أساسي للحصول على معلومات تفصيلية عن تكاليف إنجاز أعمال الصيانة (أيدي عاملة، مواد) على مستوى الماكنة. إذ يعد أمر العمل أحد الوسائل التي تستخدم في رقابة وتنفيذ الصيانة وتهيئة طاقة المستلزمات المطلوبة ضمن الفترة الزمنية المحددة ويمكن من معالجة انحرافات الأداء من خلال التغذية العكسية.

وهناك العديد من أوامر العمل التي تستخدم في المنظمات وكما يأتي :

- أوامر العمل الوقائية Preventive Job Orders: وتشمل الفحص وصيانة الماكائن إلى جانب أوامر تشغيل الماكائن ذات العمليات المتخصصة.
- أوامر العمل المجدولة Scheduled Job Orders: وتشمل أوامر العمل لغرض تصليح الماكائن.
- أوامر العمل غير المجدولة Unscheduled Job Orders: وتشمل إجراء التصليحات لعطل الماكائن المفاجئ.
- أوامر العمل الطارئة Emergency Job Orders: هذا النوع من الأوامر يصدر في حالة تعرض المنظمة إلى ظروف خاصة واستثنائية بهدف ضمان السلامة و الأمان مع إعداد الاستمارات الخاصة بالتصليح في الوقت المناسب.
- أوامر العمل التنبؤية Predictive Job Orders: وتعني استخدام الذكاء الاصطناعي (الحاسبة الإلكترونية) في تفسير المعلومات المتوفرة لغرض وضع صيغة شاملة عن كيفية إنجاز الصيانة الوقائية.
- و- أوامر عمل الصيانة الرئيسية Major Maintenance Job Orders: وتتضمن هذه الأوامر كافة التصليحات الرئيسية للماكائن والمخطط لها مسبقاً، والمطلوبة لتحسين أداء العمليات. والشكل (٧) يبين نموذج أمر عمل.

أمر العمل		معلومات تعريفية عن الماكنة	
رقم أمر العمل:	أسم الشركة:	قسم صيانة الماكائن:	رمز الماكنة:
تاريخ أمر العمل:			أسم الماكنة:
			نوع الماكنة:
			موقع الماكنة:
تاريخ إنجاز العمل	الاجراء المتخذ	أسباب العطل	نوع العطل
			أسم الجزء
			وصف

تاريخ الصرف	الكلفة الإجمالية	سعر الوحدة الوحدة	كمية المادة	نوع المادة	أسم المادة	المواد المصروفة
تاريخ إجراء التصليح	عدد ساعات التصليح / عامل	الاختصاص		أسم العامل		القائمين بالعمل
المسؤول عن التنفيذ:			مصادقة مدير الصيانة:			
التوقيع: التاريخ:			التوقيع: التاريخ:			

شكل (٧) نموذج أمر العمل

٦- تدريب فريق الصيانة:

من أهم العناصر التي ترفع كفاءة عملية الصيانة للمعدات وخفض تكاليفها هو عنصر قوة العمل المدربة لإعمال الصيانة، فبعد استحداث خطة الصيانة يكون على مسؤول الصيانة تدريب الأفراد على المعدات و كيفية إنجاز أعمال الصيانة في وقت قصير مما يقلل فترة توقف العمل كما يقلل الخسائر في الإنتاج.

إنَّ قوة العمل المدربة على الصيانة تخفض كمية قطع الغيار المستخدمة وذلك بالكشف عن الوحدات ومعرفة ما يمكن استبداله وما يتم تنظيفه وإصلاحه وتركيبه بالآلة مرة أخرى. واستخدام قوة العمل المدربة على الأدوات يجب أن يتم دائماً على أسس سليمة مما يوفر في استهلاك هذه الأدوات . كما يوفر أيضاً في قطع غيار المعدات تحت الصيانة وذلك مثلاً عند استخدام المطارق في الطرق على أجزاء مختلفة من الآلة بغرض التفكيك أو التركيب مما يؤدي إلى تلف أجزاء منها أثناء إجراء الصيانة وهذا ما تفعله القوة العاملة غير المدربة

ويستخلص من ذلك أن استخدام القوة العاملة المدربة يؤدي إلى ما يلي :

١- رفع كفاءة تشغيل الوحدات.

٢- تقليل التلفيات أثناء عملية الصيانة.

٣- تقليل قطع الغيار المستهلكة.

٤ - تقليل الوقت اللازم للصيانة وإتمامه في التاريخ المحدد طبقاً للجداول.

٥ - الاستعداد التام لمواجهة الظروف الطارئة والحالات الحرجة.

وعلى أية حال لا بد أن تتوفر القوة العاملة بجميع التخصصات اللازمة (كماً ونوعاً) لتنفيذ أعمال الصيانة على الوجه المطلوب.

٧- أساليب التحفيز: Motivation

إنّ وضع نظام حوافز خاص للعاملين سواء كانت الحوافز مادية أم معنوية، له أثر فعال على كفاءة أداء العاملين في مجال الصيانة.

٨- السيطرة على خزين المواد الاحتياطية وقطع الغيار:

إنّ رأس المال المستثمر في خزين المواد الاحتياطية التي يحتفظ بها لأغراض الصيانة في أي شركة صناعية يشكل مبلغاً لا يستهان به. لذلك يجب أحكام السيطرة عليها وذلك من استخدام الطرق الكمية لمعرفة الحدود الدنيا والعليا لمستوى الخزين من المواد الاحتياطية وقطع الغيار.

رابعاً: 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 المكائن والمعدات وأجزائها، وتخطيط أعمال الصيانة، والسيطرة على تكاليفها... الخ، ومن أجل إدارة أعمال الصيانة بكفاءة، فإن مدير الصيانة يحتاج إلى جمع البيانات وتخزينها والاحتفاظ بعدد كبير منها، وبلا شك أن 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:

- ١- تقليل كلف الصيانة .
- ٢- تقليل ساعات التوقف غير المخططة.
- ٣- الاستخدام الأمثل للطاقة وزيادة العمر الإنتاجي للمكائن للحصول على مردودات اقتصادية للعمل من إنتاج كميات كبيرة وبكلفة تنافسية.
- ٤- تزويد الإدارات العليا بالمؤشرات الواضحة حول كفاءة أعمال الصيانة وتحديد نقاط الاختناق بهدف إيجاد السبل الصحيحة لمعالجتها.
- ٥- الاستخدام الأمثل للموارد من خلال التخطيط الفعال لمهام الصيانة.

يتطلب نظام إدارة الصيانة جمع البيانات والمعلومات عن المعدات والمكائن ويجب أن يحتوي هيكل النظام المبرمج حاسوبياً على الملفات الآتية:

١- ملف الموجودات:

يحتوي على كافة البيانات الفنية الخاصة بالعمل والخطوط الإنتاجية، ويتضمن:
أ- بيانات تعريفية عن رمز الماكينة وموقعها والاسم التعريفي لها أو وصف مختصر لها.

بـ بيانات كلفوية وتضم رمز مركز الكلفة العائد للماكنة وتاريخ الاشتغال وتاريخ الشراء والعمر المتوقع للماكنة وسعر الشراء.

جـ بيانات فنية تتعلق بطاقة الماكنة الإنتاجية، وكذلك معلومات حول قياساتها ومواصفاتها.

٣- ملف الأعمال القياسية:

يحتوي على وصف لكافة أعمال الصيانة المطلوب إجراؤها على الموجودات المادية، ويضم سجل الأعمال

القياسية الحقول الآتية:

- ١- رمز الماكنة.
- ٢- وصف عمل الصيانة القياسية.
- ٣- رمز عمل الصيانة الوقائية.
- ٤- حالة الماكنة عند إجراء الصيانة.
- ٥- نوع عمل الصيانة.
- ٦- عدد العاملين وأصنافهم المطلوبة.
- ٧- دورية عمل الصيانة.
- ٨- عدد ساعات العمل المطلوبة.

٣- ملف أوامر العمل:

ويتضمن وصفاً لكافة أوامر العمل (المخططة، والفجائية) التي تم إصدارها للمفردة الواحدة من الموجودات لتابعيتها وتنفيذها من قبل ملاك الصيانة. ويتضمن ما يأتي:

- ١- رمز الماكنة ووصفها.
- ٢- وصف العمل القياسي للصيانة.
- ٣- نوع عمل الصيانة.
- ٤- الأولوية.
- ٥- رمز أمر العمل وتاريخه.
- ٦- حجم قوة العمل المطلوبة لإنجاز العمل. وهناك حقول يملأها ملاك الصيانة بعد العمل.

٤- ملف تأريخ الماكنة:

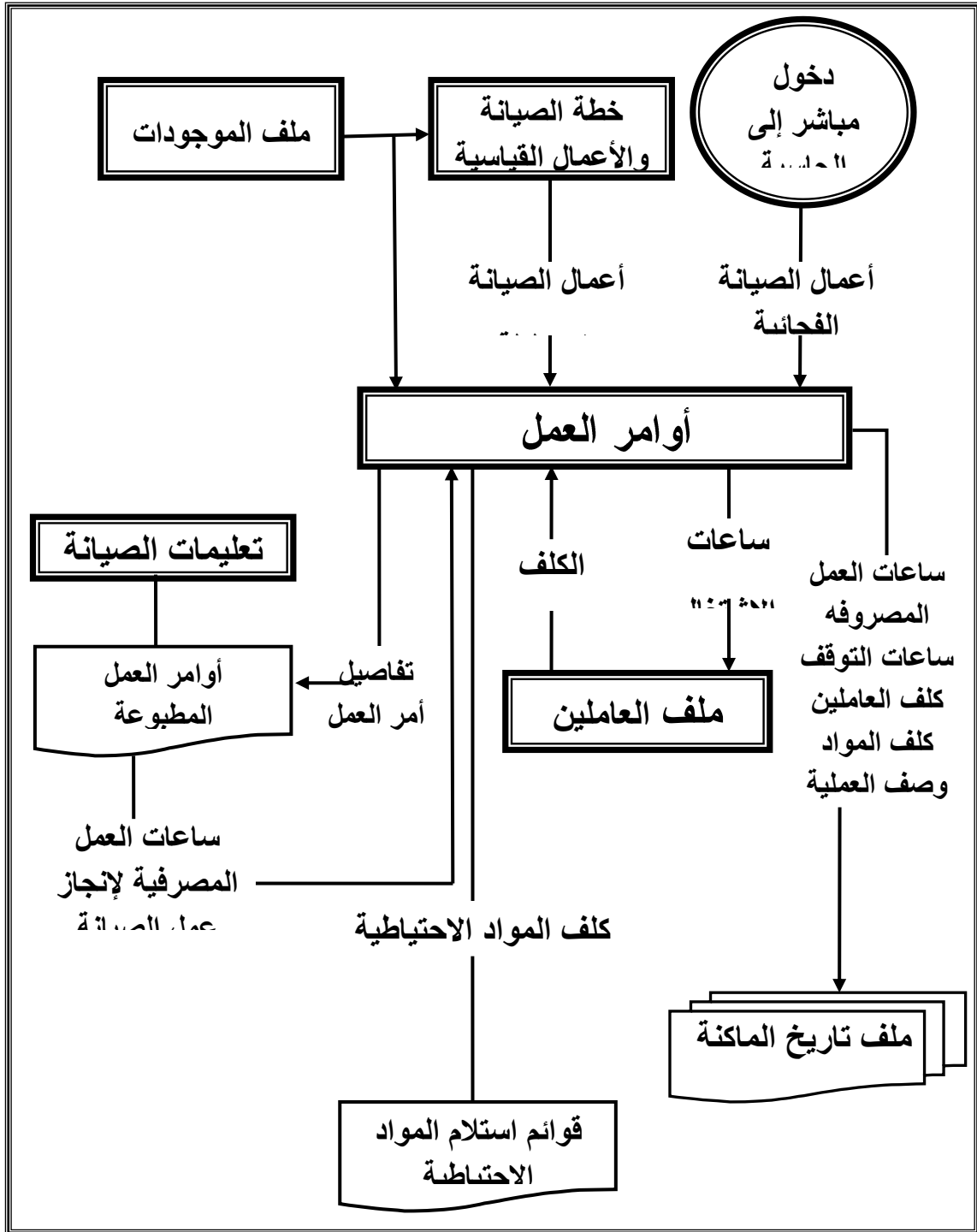
يتضمن وصفاً لأعمال الصيانة المنجزة كافة على المكائن وكتفها المباشرة (أجور العاملين وكتف المواد الاحتياطية).

٥- ملف العاملين:

يتضمن قيود بكافه ملاكات الصيانة وفئاتها ومهاراتهم وأجور ساعات عملهم الاعتيادية والإضافية ومستوى كفاءتهم في الأقسام.

٦- ملف المواد الاحتياطية:

يتضمن قيود المواد الاحتياطية اللازمة لأعمال الصيانة، والتي هي عبارة عن بيانات تفصيلية لرمز المادة وصنفها ومقدار الرصيد الفعلي. والشكل (٨) يوضح كيفية انسياب البيانات في نظام إدارة الصيانة المحوسب.



شكل (٨) انسياب البيانات في نظم إدارة الصيانة

الفصل الثاني : العطلات

أولاً: مفهوم الصيانة:

تتعرض تسهيلات الانتاج والخدمة الى العطل وبدرجات متباينة الخطورة، فبعض العطلات تحدث بصورة عرضية لايمكن ملاحظتها وبالعكس، قد يؤدي عطل اجزاء الماكنة الى تعرض الخط الانتاجي بالجملة الى خطر التوقف. فالمشكلة التي يواجهها مدراء الانتاج والعمليات تتعلق بكيفية تحديد اساليب الصيانة الوقائية التي تسهم في تخفيض كلف الانتاج الكلية الى ادنى حد ممكن وتخفيض نسبة التالف في الانتاج نتيجة لحدوث توقفات غير متوقعة وارتفاع تكاليف صيانة مثل هذه التوقفات على الرغم من امتلاكها ملاك صيانة جيد، وهذا يتطلب من ادارة الصيانة تحليل العطلات وتشخيص اسبابها ومعدل تكرار حدوثها من خلال مراقبة اداء الماكنة وتحليل بيانات العطلات التي تتعرض لها لنتمكن من تشخيص وتحديد العوامل المؤثرة في حدوث العطل والنتائج المترتبة عليه.

فالعطل عدم قدرة المنتج أو النظام الانتاجي او الخدمي على اداء الوظيفة المطلوبة منه لاسباب تتعلق بعيوب في تصميم المنتج او الماكائن او سوء تشغيل او نقص في خبرة ومهارة الافراد العاملين او عدم توفير ظروف العمل الملائم، وغيرها من الاسباب التي سيتم توضيحها في الفقرات القادمة.

ثانياً: تصنيف العطلات:

١- العطلات الاولية: ويسمى في بعض الاحيان بـ (العطل المبكر) ، ويحصل هذا النوع من العطل في المرحلة الأولى من عمل الماكنة لاسباب تتعلق إما بضعف التصميم في أجزاء الماكنة أو سوء استخدامها من قبل المشغلين مما يتطلب السرعة في تحديد سبب العطل ومعالجته لاستمرار أداء الماكنة، وبمرور الوقت فان معدل العطل الأولي ينخفض تدريجياً وهو ما يطلق عليه بـ (انتهاء العطل).

٢- عطلات الاستهلاك: وهي العطلات التي تحدث بشكل طبيعي للمكائن والمعدات وتسمى احياناً (العطلات الطبيعية)، نتيجة الاستخدام المتكرر مع مرور الوقت كالتقادم والاستهلاك، لاسيما الاجزاء المصنوعة من المعادن المطاط او البلاستيك التي تتأثر بالعوامل الطبيعية وغيرها وتزداد نسبة هذه العطلات نتيجة طول الفترة الزمنية للاستخدام.

٣- العطلات المفاجئة: يحدث هذا النوع من العطلات عادةً بشكل مفاجئ خلال فترة التشغيل وبدون سابق انذار.

٤- العطلات العشوائية: وهي من اكثر انواع العطلات صعوبة وتعقيداً في تحديدها نتيجة لصعوبة التنبؤ بأوقات حدوثها، مما يتطلب استخدام الاساليب الرياضية والاحصائية وقوانين الاحتمالات لغرض التنبؤ بأوقات حدوثها، ان سبب حدوث هذا النوع من العطلات ناتج عن تحميل المكائن والمعدات الانتاجية فوق طاقتها التصميمية.

٥- العطلات الجزئية او الشاملة: قد يكون العطل جزئياً بسبب توقف احد الاجزاء وقد يكون كلياً بسبب توقف المنتج او الماكنة كلياً عن العمل.

٦- **العطلات الكارثية:** يحدث هذا النوع من العطلات نتيجة التوقف المفاجئ للمكانن والمعدات عن اداء وظيفتها وقد يؤدي الى توقف الخط الانتاجي بشكل تام. ويشمل هذا النوع من العطلات (العطلات الفجائية، العطلات الجزئية او الشاملة) وتختلف درجة احتمالية حدوث العطل من ماكنة الى اخرى.

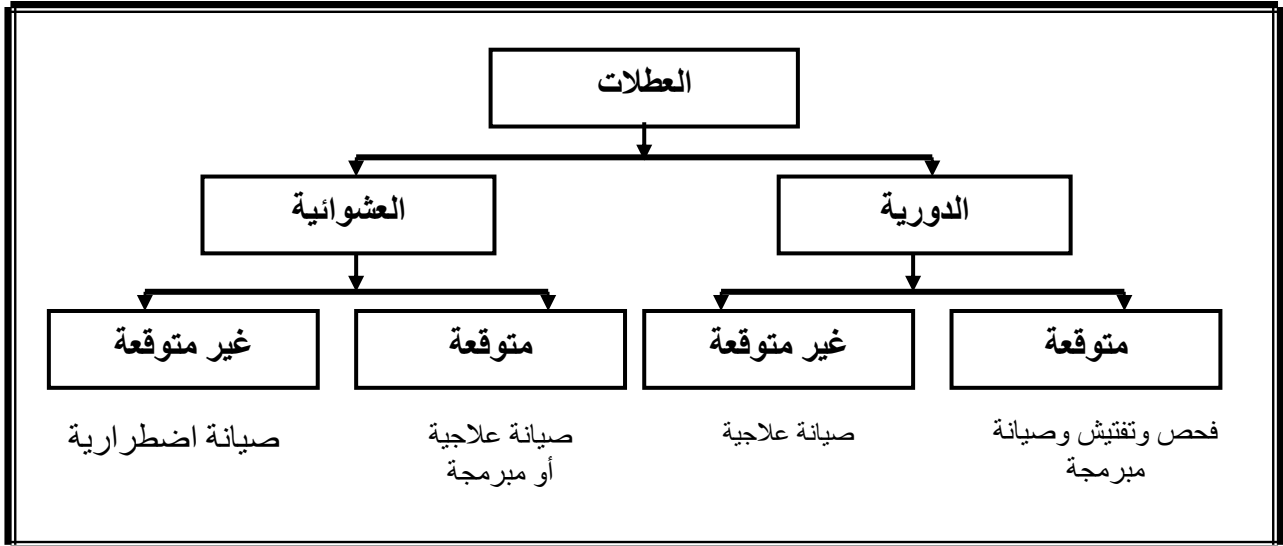
ولمعالجة حالات العطل الأنفة الذكر ، لابد من اختيار سياسة الصيانة المناسبة إزاء العطل المعني ، وعلى هذا الأساس فقد صنفت تلك العطلات إلى الصنفين الآتيين وكما مبين بالشكل (١)
١- **العطلات العشوائية:** وتشمل العطلات التي تحدث فجأة وفي أي وقت بحيث يكون من الصعب التنبؤ بوقت حدوثها وتقسم إلى نوعين :

أ. العطلات العشوائية المتوقعة : والتي تحتاج إلى وقت لغرض حدوثها ويمكن اكتشافها إذا كانت فترات الفحص والتفتيش الدوري اقصر من فترات حدوثها ، لذا فان الفحص والتفتيش المستمران هما خير وسيلة للسيطرة عليها .

ب. العطلات العشوائية غير المتوقعة : وهي العطلات التي لا يمكن السيطرة عليها إذ ليس لها فترة محددة للحدوث ، إذ يتم تحليل العطل بعد حدوثه لمعرفة الأسباب التي أدت إلى حدوثه
٢- **العطلات الدورية:** وتحدث نتيجة للاستعمال (التقادم) خلال سنوات العمر الإنتاجي ، وتقسم إلى نوعين :

أ. العطلات الدورية المتوقعة : وهي العطلات التي تحدث بصورة دورية ويمكن التنبؤ بوقت حدوثها من خلال وضع نظام فحص وتفتيش يتناسب مع مكونات الآلة ويقلل من حدوث هذه العطلات .

ب. العطلات الدورية غير المتوقعة : وهي العطلات التي تحدث بشكل دوري ولكن من الصعب التنبؤ بحدوثها لذا فان خير علاج لها الصيانة العلاجية .



شكل (١) تصنيف العطلات وأساليب الصيانة المستخدمة لعلاجها

ثالثاً: أسباب ومصادر العطلات:

تحدث العطلات لأسباب عديدة ومختلفة نوجزها بالآتي:

١- **العطلات الناجمة عن التصميم:** نتيجة استخدام المكائن والمعدات لأغراض لا تتوافق مع الغرض الذي صممت من أجله مما يؤدي الى سرعة استهلاكها، او بسبب اغفال بعض المزايا والخصائص في النموذج المصمم بشكل لا ينسجم مع حاجات ورغبات الزبون. من ناحية اخرى أدى التقدم التكنولوجي الى تحسين جودة تصميم وانتاج المكائن والمعدات لكنه ساهم في الوقت نفسه بزيادة تعقيدها والحاجة الى مهارات عالية وخدمات متخصصة لأداء اعمال الصيانة.

٢- **العطلات الناجمة عن المكائن والمعدات:** تتمثل في اخطاء ترافق عملية نصب المكائن والمعدات بصورة مخالفة لمواصفات الابنية وشروط التشغيل ومخالفة مواصفات او متطلبات التشغيل لمواصفات التصاميم كالاضاءة والتهوية والحرارة.

٣- **العطلات الناجمة عن العاملين:** يتسبب مشغل الماكينة او عامل الصيانة في حدوث العطلات او زيادة معدل تكرارها نتيجة انخفاض مستوى المهارة لديهم او ضعف التنفيذ الدقيق للتعليمات الخاصة بالفحص والتفتيش (المتتمثلة بالوثائق الفنية المجهزة من الجهة المصنعة للماكينة) عن كيفية تشغيل الماكينة وفحصها وصيانتها.

٤- **نقص المواد والمعلومات:** تحدث العطلات نتيجة المعلومات الخاطئة عن كمية وجودة المواد المستخدمة في العملية الانتاجية بسبب استخدام مواد غير مطابقة لمواصفات الماكينة مثل استخدام مواد ذات جودة منخفضة او خلطها مع مواد اخرى لأغراض تحقيق ارباح او نتيجة لندرة المواد الاصلية التي غالباً ما تؤدي الى نتائج سلبية لها خطورتها على تكاليف الصيانة والانتاجية وتناقص العمر التشغيلي تدريجياً للماكينة.

٥- **العطلات الناجمة عن الزبائن:** بعض العطلات تحدث نتيجة لسوء استخدام الزبون للمنتج وعدم الانتباه الى خصائص وظروف التشغيل المطلوبة في المكائن والمعدات، لذا تحرص اغلب الشركات المنتجة على تزويد الزبون بالتعليمات الصحيحة (الكتلوكات) حول كيفية استخدام منتجاتها وبما يتلائم مع ظروف التشغيل المحددة.

٦- **العطلات الناجمة عن الادارة:** تتسبب الادارة بصورة مباشرة او غير مباشرة في زيادة او تخفيض مستوى العطلات الحاصلة بالمكائن والمعدات نتيجة سعيها لتخفيض تكاليف الصيانة والذي يؤدي بدوره الى تخفيض التخصيصات المالية اللازمة لقسم الصيانة دون الأخذ بنظر الاعتبار نتائج ذلك التخفيض على المدى البعيد عند الحاجة للاستبدال السريع للمكائن والمعدات او الاجزاء المستهلكة او تكاليف اجراء الصيانة الطارئة. ويمكن ان يأخذ اجراء التخفيض من قبل الادارة واحد او اكثر من الامور التالية:

أ- توجه الادارة نحو التعاقد مع جهات خارجية لاداء اعمال الصيانة.

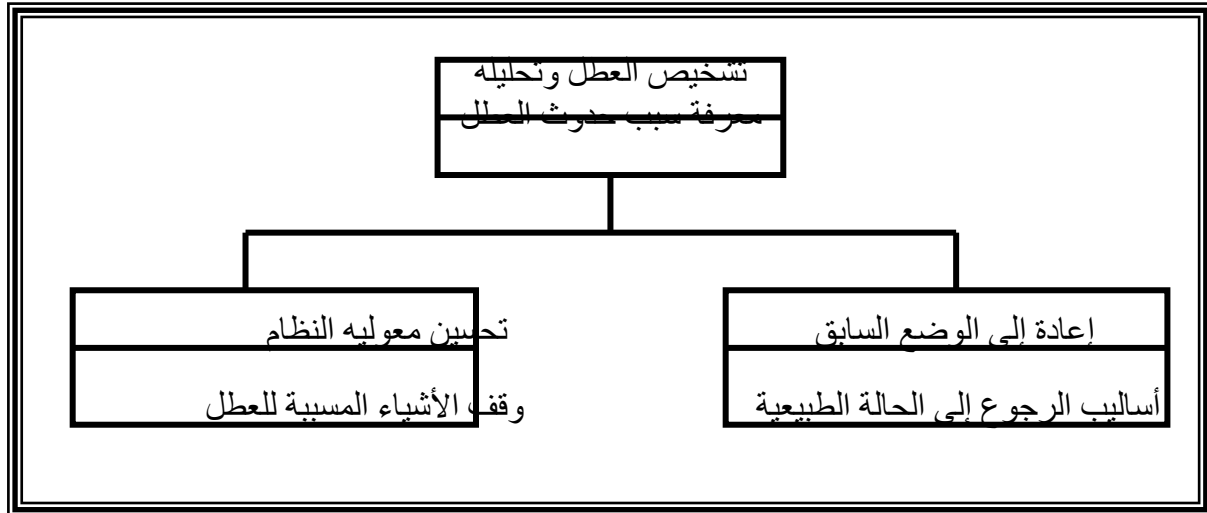
ب- ضعف التخطيط للقوى العاملة وقلة الاهتمام بالتدريب الخارجي.

ج- ضعف نظام الحوافز في قسم الصيانة.

د- اللجوء الى شراء المواد الاحتياطية للمكائن بغض النظر عن جودة التجهيز وشروطه.

كيفية منع العطل والرجوع إلى الحالة الطبيعية :

أمام مدراء العمليات ثلاث مهام تساعد في منع العطل والرجوع إلى الحالة الطبيعية ،
الاولى تتمثل بمعرفة ماهية العطلات التي تحدث في العملية وسبب حدوثها . أما المهمة الثانية
فهي البحث عن أساليب لتقليل فرصة حدوث العطل أو تلافي حدوثه ، في حين تقع المهمة
الثالثة على عاتق مدراء العمليات وهي وضع الخطط والإجراءات التي تساعد في رجوع العملية
إلى حالتها الطبيعية . كما موضح في الشكل (٢).



شكل (٢) المهام الثلاث لمنع العطل والرجوع إلى الحالة الطبيعية

عدد العطلات	عدد الأشهر التي حدث فيها العطل	الاحتمالية
٠	٣	$٠,٣=٣/١٠$
١	٣	$٠,٣=٣/١٠$
٢	٢	$٠,٢=٢/١٠$
٣	٢	$٠,٢=٢/١٠$

رابعاً: تخطيط العطلات:

أن مسألة تعرف المنظمات على كيفية الرجوع إلى الوضع الذي كانت عليه قبل حدوث
العطلات ، يتطلب التركيز على عمليات المنتج ، التي بواسطتها يمكن توجيه العطلات بشكل
يؤدي إلى تقليل تأثيرها على الأداء ، فالنشاط الذي يتم تنفيذه لغرض الرجوع إلى حالة ما قبل
العطل يدعى بـ (تخطيط العطلات) ، والذي يبدأ بمرحلة (الاكتشاف - الأعمال - التعلم -
الخطط) . والموضحة في الشكل (٣).

١- **الاكتشاف:** إن أول مرحلة من مراحل تخطيط العطلات هي الكشف عن الطبيعة الفعلية
للعطل من خلال التعرف عمّا حدث بالضبط ومن الذي يتأثر بالعطل ومعرفة سبب حدوث العطل
لغرض دراسة العمل الذي يمكن اعتماده في معالجة هذه الحالة .

٢- **الأعمال:** بعد مرحلة الاكتشاف تدعو الحاجة إلى العمل السريع بشأن العطل الحاصل والقيام
بأعمال وتعنى بالطلب المعاكس الذي يعتمد على الحالة الطارئة والمتمثل بأخبار الأفراد عمّا

يجب عمله عند حدوث العطل مع التركيز على عمليات الاتصال لما له من دور فعال في الأبلغ عن الحدث فضلاً عن تتابع حدوث العطلات ومحاولة إيقافها منعاً من انتشارها مستقبلاً عن طريق الاستمرارية في الأعمال التي تمنع ذلك .

٣-التعلم : ان من فوائد حدوث العطل ، فرصة التعلم التي يمكن ملاحظتها ودراستها . وفي عملية تخطيط العطل ، فان التعلم يتضمن إيجاد العطل بوساطة معرفة السبب الجذري له ، ثم بعد ذلك تتم هندسة هذه الأسباب خارج العطل الحاصل لغرض تلافي حدوثه مرة أخرى .

٤-الخطط : يتم معرفة كيفية الاستجابة للعطل مستقبلاً وكيفية التعامل معه من خلال الاستعانة بالخطط والاجراءات الموجودة والتي يمكن اتباعها في حالة حدوث أي نوع من أنواع العطل .

مثال:

تقوم الشركة اليابانية للتصوير بعملية تمييز للافلام السريعة باستخدام جهاز حديث يستغرق نصف دقيقة في تمييز الصورة الواحدة، وقد تم شراء هذا الجهاز منذ (١٠) اشهر فقط، وتقدر خسائر الشركة في كل مرة يتعطل فيها الجهاز بنحو (١٥٠) دينار وقد تقدمت احدى الشركات المتخصصة بمجال الصيانة بعرض لتنفيذ خدمات الصيانة الوقائية بكلفة (٢٠) دينار شهرياً. هل تنصح الشركة اليابانية بقبول العرض؟ ولماذا؟

الحل:

$$NF = \sum (F) (P)$$

العدد المتوقع للعطلات شهرياً = مج (عدد العطلات) x
(الاحتمال المقابل)

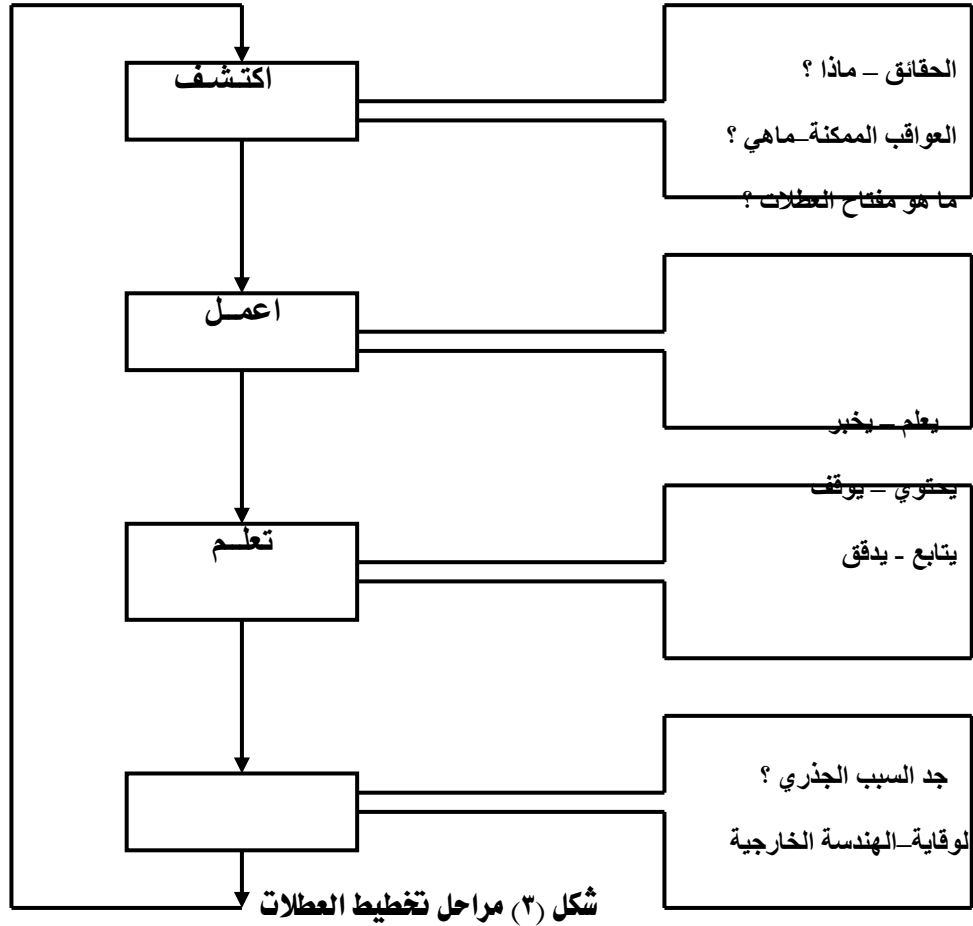
العدد المتوقع للعطلات شهرياً = (٠,٣x٠) + (٠,٣x١) + (٠,٢x٢) + (٠,٢x٣) = ١,٣ عطل/شهر

كلفة الاعطال بدون صيانة وقائية = العدد المتوقع للعطلات شهرياً x الخسائر

$$= ١٩٥ = ١٥٠ x ١,٣ \text{ دينار شهرياً}$$

كلفة الصيانة وقائية = الخسائر + اجور الصيانة الوقائية = ١٥٠ + ٢٠ = ١٧٠ دينار شهرياً

بما ان كلفة الصيانة الوقائية اقل ننصح الشركة اليابانية بقبول عرض الصيانة الوقائية.



الفصل الثالث : تخطيط اعمال الصيانة

أولاً: مفهوم تخطيط اعمال الصيانة واهدافه:

تحظى دراسة تخطيط اعمال الصيانة باهتمام كبير من قبل الشركة الصناعية، باعتبار إن خطة الشركة هي جزء اساس ومهم ومتكامل من الخطة الشاملة للوحدة الصناعية.

وضمن هذا السياق تؤكد الكثير من الدراسات في الوقت الراهن اهمية العمل على زيادة فاعلية التخطيط لاعمال الصيانة سواء من حيث توفير البيانات والمعلومات الاحصائية اللازمة او من خلال تهيئة المستلزمات المادية والبشرية والمالية لتأمين اعداد هذه الخطة.

تمثل خطة الشركة الصناعية احد الاسس المهمة في تحقيق اهداف الشركة لغرض الوصول الى الاستغلال الامثل للموارد المادية والبشرية والمالية لان تحقيق الاهداف لا يتم الا من خلال خطة شاملة تضعها الشركة، وتعد خطة الصيانة احدى الخطط المهمة للشركة الصناعية كونها تهتم بتوجيه الفعاليات المختلفة باعمال الصيانة والتحديد العلمي السليم لمتطلباتها بانجاز الاعمال المختلفة باسرع وقت واقل كلفة لتحقيق الاهداف.

واستناداً لما تم عرضه يمكن تعريف خطة الصيانة بأنها اعداد برامج لاحتياجات الشركة من اعمال الصيانة بشكل تفصيلي موزعة حسب الاقسام المختلفة للشركة وعلى وفق جدول زمني منظم .

يهدف نشاط التخطيط إلى وضع خطة لأعمال الصيانة تعمل على خفض معدلات الأعطال والمحافظة على إتاحة تشغيل المعدات وتوفير الإمكانيات المثلى والاقتصادية للاستفادة القصوى دون زيادة أو نقصان.

كما يؤدي تخطيط اعمال الصيانة ووضع الخطط الملائمة لها الى تحقيق الاهداف الاتية:

- 1- الاستفادة القصوى من الطاقات القائمة في الوحدة الصناعية.
- 2- تخفيض معدلات استخدام الموارد الطبيعية من مواد اولية ومستلزمات انتاج اخرى.
- 3- زيادة انتاجية العمل وتطويره من خلال رفع معدلات التشغيل والتوظيف للايدي العاملة.
- 4- ضمان استمرار انتاج السلع المنتجة بالجودة المطلوبة وبكفاءة عالية.
- 5- تخفيض تكاليف الانتاج وتحسين كفاءة الاداء في الوحدات الانتاجية.

ثانياً: خطوات وضع خطة الصيانة:

إن عملية التخطيط هي اول واهم عملية لادارة الصيانة لذا يجب مراعاة الخطوات التالية عند اعداد الخطة:

- ١- تحديد خطوات وعمليات لأمر العمل.
- ٢- تحديد احتياجات أمر العمل من المواد والعمالة ومهارتهم.
- ٣- تحديد الوقت اللازم للتنفيذ حيث يوضع زمن قياسي للأمر.
- ٤- وضع جدول زمني لتسلسل الأعمال لإنجاز الأمر.
- ٥- وضع أولوية التشغيل حسب الاحتياج وتوفير العمالة والمواد والمعدات اللازمة.

ثالثاً: العوامل المؤثرة في خطة الصيانة:

- ١- أسلوب طلب الخدمة (أوامر التشغيل).
- ٢- أولوية تنفيذ أمر التشغيل.
- ٣- توفير المواد وقطع الغيار.
- ٤- توفر العمالة ومعدات الصيانة.
- ٥- أماكن تنفيذ الصيانة (موقع العمل أو مركز الصيانة).
- ٦- توفر ودقة المعلومات والسجلات عن مواصفات العمل.

رابعاً: أنواع خطط الصيانة:

- ١- برامج مستمرة تطويرية:
هي برامج لتقدير الاحتياجات المستقبلية والتطوير وتشمل :-
أ- خطط العمل ووسائل تحقيقه.
ب- خطط التطوير في مجالات الصيانة التقنية والإدارية.
ج- خطط تطوير مواصفات أساليب العمل.
د- دراسات العائد من الخطة (كفاءة الأفراد ومستوى الخدمة).
- ٢- برامج قصيرة الأجل:
هي برامج زمنية قصيرة وتشمل :-
أ- برامج التفتيش والخدمة.
ب- برامج الإصلاح المخطط.
ج- برامج الصيانة الوقائية.

٣- برامج طويلة الأجل:

هي برامج لأنشطة الصيانة تشمل:

- أ- برامج الاستبدال.
- ب- برامج إعادة البناء.
- ج- برامج توقعات الإصلاح .

متطلبات العمل لإعداد البرامج قصيرة المدى:

أ- يقوم قسم الصيانة بالعمليات الآتية لتنفيذ هذه البرامج:

- ١- استلام أوامر العمل.
- ٢- توصيف العمل المطلوب بالتفصيل.
- ٣- تحديد الاحتياجات من العدد وقطع الغيار والمواد.
- ٤- تقدير الوقت اللازم لإتمام العمل.
- ٥- تحديد المجموعة أو الشخص المسؤول عن إتمام العمل.
- ٦- تحديد مكان العمل.

ب- من هذه العمليات ، يتم عمل جدول زمني يشمل على:

- ١- عناصر العمل وصفها في أفضل تسلسل لها.
- ٢- تحديد زمن البدء والانتهاؤ وتحديد وقتها بالنسبة للأعمال الأخرى.
- ٣- التنسيق بين العمليات التي يقوم بها مجموعة مختلفة من العاملين.

متطلبات العمل لإعداد البرامج الطويلة المدى:

- ١- سجل المعدة والتغييرات الطارئة عليه.
- ٢- سجل المخزون وقطع الغيار.
- ٣- سجل التفقيش ويشمل: (حالة الاجزاء، أزمنة التوقف، حالة التشغيل، التكلفة).
- ٤- دراسة حالات الإخفاق للأجزاء.
- ٥- إيجاد احتياجات التشغيل ومعدلاتها (حيث أن زيادة التشغيل تؤدي عادة إلى زيادة متطلبات أعمال التفقيش والصيانة).

٦- دراسة متطلبات استبعاد المعدات القديمة لرفعها من البرنامج.

٧- دراسة متطلبات إدخال عدد وأنواع المعدات الجديدة في برنامج الصيانة

٨- تحديد وتنظيم مواقع تنفيذ أعمال الصيانة.

خامساً: مستلزمات التخطيط لأعمال الصيانة:

يتطلب تنفيذ خطة الصيانة توفير ما تحتاجه هذه الخطة من مستلزمات التخطيط الأساسية وتهيئة جميع المتطلبات التي توفر للمخططين امكانيات التخطيط العلمي المدروس فضلاً عن تهيئة الاحتياجات المادية والبشرية لتطبيق خطوات التخطيط ومراحله وبرامجه مع ضرورة التنسيق مع باقي اقسام الشركة ذات العلاقة بعمليات الصيانة.

إن من بين المستلزمات الواجب تهيئتها قبل البدء بتخطيط اعمال الصيانة ما يأتي:

١- اعداد قائمة بالمكانن والمعدات الموجودة:

وضع قائمة بجميع المحتويات الموجودة فعلا للصيانة وتشمل على:

أ- تحديد المكانن والمعدات ومواقعها: ويتم ذلك:-

١- ترميز الماكنة: ويكون على شكل حرف أو رقم أو كلاهما ويعطى لكل ماكنة.

٢- وضع علامة لتوصيف الماكنة تحتوي وصف مختصر للماكنة توضح فيها معلومات عن حالتها وكذلك ارشادات السلامة والتشغيل.

٣- نوع الماكنة: وصف النوع والاستعمال وطبيعة العمل.

٤- تعريف بالموقع: تحديد وتوضيح موقع ومكان الماكنة او المعدة في الشركة داخل القسم الانتاجي او الخدمي وعلاقتها بالمكانن الاخرى.

٥- تعريف بالأولوية: ترتيب وتصنيف المكانن حسب اهميتها انتاجياً واقتصادياً وبحث تأثير عطلاتها على سلامة العاملين والمنتجات والمكانن الاخرى، ويكون التصنيف حسب تأثيرها على الانتاج وعلى سير العمل بشكل عام في الشركة.

ولغرض تحديد اولويات العمل بالنسبة لادارة الصيانة فمن الافضل اعتماد نظام لتحديد اهمية الماكنة بالنسبة للخط الانتاجي وبالشكل الآتي:

أ- مكانن حرجة.

ب- مكانن مهمة.

ج- مكانن تحتاج لاهمية معقولة.

د- مكانن بديلة.

إذ إن اعتماد أسلوب الأفضلية أو الأولويات في وضع برامج الصيانة هي الأساس في إنجاح فعاليات الصيانة وهذا يتطلب اتخاذ قرار فيما يتعلق بالأسبقيات التي يحددها المصنع مع الأخذ بالاعتبار وجود خطوط أو مكائن بديلة.

٦- الملاحظات: وتتضمن المعلومات الأخرى التي تساعد في التخطيط لوضع الخطط العلمية الصحيحة للصيانة ثم توثق وتذكر تحت الفقرات السابقة.

ب- سجل الماكنة الفني: هو سجل يوضح فيه معلومات عن الماكنة لتشمل:

١- التفاصيل الفنية لتوصيات الشركة المصنعة.

٢- حدود السماح المطلوبة للتشغيل.

٣- معلومات عن قطع الغيار والاستبدال.

٤- المواصفات والأداء الأساسي.

وعادة يحفظ السجل من خلال:

١- بطاقات خاصة بنوع الصيانة بألوان مختلفة.

٢- أسلوب استخراج البطاقة (دلائل أو فهرسة البطاقات).

٣- استخدام الحاسب الإلكتروني لتسجيل المعلومات الفنية واستخراجها.

٢- جدول أعمال الصيانة وجدولته:

هي قائمة شاملة تحتوي على بنود لأعمال الصيانة وأحداثها مبنية على معلومات سجل الماكنة وحالتها وسجلات تاريخ الماكنة والتكلفة لتشمل قوائم أعمال الصيانة والتفتيش والتفاصيل لخطوات فنية تنفيذية ومن ثم يتم إعداد التالي:

أ- **مستندات مواصفات العمل المطلوب:** وهي المستندات التي تصف الإجراءات التنفيذية التفصيلية والمناسبة للعمل المطلوب لبند من بنود قائمة جدول الأعمال التي سيقوم الفني بتنفيذها والمسجلة في بطاقات أو نماذج مواصفات العمل .

ب- **خطة الصيانة:** يتم وضع خطة عمل للصيانة من خلال جدول الأعمال والبرنامج الزمني ومواصفات العمل وكيفية إتمام العمل.

ج- **برنامج الصيانة الزمني:** وهي قائمة تبين نوع الصيانة المحدد والوقت المحدد له ويحتوي البرنامج الزمني على لوحة زمنية لتحديد مواعيد الصيانة المقررة والذي من خلاله يتم تحديد متى نقوم بالأعمال اليومية والأسبوعية والشهرية والسنوية.

٣- التقارير الفنية:

هي مجموعة من التقارير تعطي معلومات عن كيفية إتمام العمل وفاعلية الأداء وحالة الماكنة والتكلفة المترتبة على الصيانة حيث تؤخذ القرارات حول:-

- تعديل أو تغيير خطة الصيانة وبرامجها.
- تعديل أو تغيير مواصفات وإجراءات الصيانة.
- تعديل مواصفات الماكنة.
- القيام بالإستبدال.

أ- تقرير إتمام العمل: وهو مستند يصف الأعمال المنفذة ومقدار الجهد والزمن والتكلفة ومتطلبات جديدة إن وجدت لتحديد:

١- مسببات عدم إتمام العمل.

٢- متطلبات أعمال الصيانة الحقيقية.

٣- حساب التكلفة وميزانية الصيانة.

٤- كفاءة العمل.

٥- حساب معدلات قطع الغيار وأسلوب تخزينها.

٦- تقارير معدلات اتاحة التشغيل والعمر الزمني والاستهلاكي.

ب- تقرير حالة الماكنة: وهو مستند يصف الأعطال ومسبباتها وقطع الغيار التالفة وحالة التشغيل للماكنة بعد الإصلاح.

ج- تقرير التكلفة: وهو مستند يصف تكلفة الإصلاح وقطع الغيار وتكلفة التوقف.

د- سجل تاريخ المعدة: وهو تقرير يحتوي المعلومات الخاصة بأعمال الصيانة وحالة الماكنة ومعدلات قدرتها على العمل، ويستخدم التقرير للتعرف على تاريخ خدمة الماكنة وتكرار صيانتها والأعمال التي أجريت عليها وتكاليفها .

٤- امر العمل:

هو الوثيقة التي تخول فني الصيانة البدء في إجراء الصيانة . ويختلف نموذج امر العمل من شركة صناعية الى اخرى تبعاً لدرجة تفصيل او دقة البيانات المطلوب توفيرها، إلا إنه لابد ان يتضمن المعلومات الاساسية الآتية:

أ- رقم وتاريخ امر العمل.

ب- اسم الماكنة ونوعها ورمزها والقسم الانتاجي الذي تقع فيه.

ج- اسماء العاملين الذين ساهموا في انجاز الصيانة واختصاصاتهم وعدد ساعات انجاز العمل.

د- اسماء المواد الاحتياطية المستخدمة ونوعها وعدد الوحدات من كل مادة.

هـ- الوقت القياسي المقدر لانجاز الصيانة والوقت الفعلي للانجاز.

و- الكلفة الكلية للصيانة(اجور، مواد، تكاليف غير مباشرة، وغيرها).

ويجب تصميم أمر العمل بطريقة قياسية تمكّن من إدخال المعلومات بسهولة ولكونه يعد مستنداً أساسياً يستخدم في المجالات التالية:

أ- كمذكرة لتحديد العمليات والمعلومات المطلوبة لأعمال الصيانة.

ب- كوثيقة مصدقة لأصرف قطع الغيار وتنفيذ الأعمال وتحديد العمالة.

ج- كوثيقة لتزويد المعلومات عن إتمام العمل وتاريخ حالة المعدة.

سادساً: أعمال الصيانة القياسية:

تتولى إدارة الصيانة إعداد الأعمال القياسية للصيانة بالنسبة لكل جزء وتتضمن هذه الأعمال القياسية تحديد نوع العمل المطلوب تكراره حسب تعليمات الجهة المصنعة وخبرات العاملين في المصنع وظروف التشغيل داخل الوحدة الصناعية، لذا يمكن تقسيم أعمال الصيانة إلى قسمين:

١- أعمال الصيانة الروتينية:

تتضمن أعمال الصيانة والإصلاح القياسية كافة والتي يمكن تنفيذها ضمن كل صيانة دورية مثل (الفحص والتفتيش، التنظيف، التزييت والتشحيم)، إذ تثبت هذه الأعمال حسب توقيتات مجدولة زمنياً ولكل جزء مع تحديد عدد مرات التزييت وكمية وجودة الزيت المستخدم لتسهيل عمل المزيّتين ومشغلي المكين، ويفضل تحديد فرق عمل لاداء هذه الفعاليات ويعتمد تحديد اعداد فرق العمل على حجم العمل وعدد اوامر العمل التي يتم اصدارها لغرض التنفيذ، ومن الضروري تثبيت اي ملاحظة مهمة يراها فريق العمل اثناء انجاز اعمال الصيانة الوقائية (كوجود تسرب، او ارتفاع في درجة الحرارة، او سماع اصوات غير طبيعية)، أما بالنسبة للعطلات التي يتعذر اصلاحها اثناء اجراءات الفحص يتم تسجيل ملاحظات لاصدار اوامر عمل لانجاز اعمال الصيانة المتخصصة.

٢- أعمال الصيانة المتخصصة:

تحدد هذه الأعمال بالاستناد إلى تقارير الفحص أثناء العمليات التشغيلية خلال المدة المحددة، وقد يتطلب تنفيذ هذه الأعمال إجراء بعض التحويلات أو استبدال بعض الأجزاء.

سابعاً: اعداد الجدول السنوي للصيانة المبرمجة:

يتولى قسم إدارة الصيانة مهمة اعداد هذا الجدول بعد الاخذ بنظر الاعتبار الخطط الانتاجية السنوية بالتعاون والتنسيق مع الاقسام الانتاجية والاقسام المعنية الاخرى وتؤخذ بنظر الاعتبار العوامل الآتية عند اعداد هذا الجدول:

١- انسجام اوقات توقف المكين لغرض تنفيذ برامج الصيانة مع متطلبات الانتاج قدر الامكان وتعد مواعيد تنفيذ برامج الصيانة ملزمة ولايجوز إلغاؤها أو تغييرها الا بموافقة الادارة العليا للشركة.

٢- الاستفادة من ايام العطل الرسمية لتنفيذ برامج الصيانة.

٣- مراعاة التوازن في عبء العمل الملقى على عاتق عمال الصيانة على مدار اشهر السنة.

٤- تحديد برامج مجدولة للأيام المتخصصة كل شهر على مدار السنة لتنفيذ برامج الصيانة المبرمجة للمكانن المشمولة بهذا النوع من الصيانة.

٥- يتضمن البرنامج كافة المكانن المشمولة بنظام ادارة الصيانة محدد فيه مواعيد الصيانة الخاصة بها وتهيئة مستلزمات التنفيذ ومتابعة تنفيذ البرامج.

لغرض جدولة وتخطيط عمليات الصيانة يجب التوصل الى حجم القوى العاملة المناسب من خلال عدد مرات الخدمة التي تطلبها الاقسام المختلفة خلال مدة زمنية معينة على اساس الاسبقية لمعرفة كمية العمل التي يؤديها العامل الواحد خلال مدة زمنية محددة.

$$Q = \frac{F}{R - F}$$

إذإن:

Q : معدل عدد الوحدات الذي يتم اصلاحه.

F : متوسط عدد العطلات.

R : عدد الطلبات التي يتم تنفيذها.

مثال:

افترض ان متوسط حالات العطل في احدى الشركات بلغ (٣) حالات، وإن توقف المكانن عن العمل لحين اصلاحها يكلف (١٥٠) دينار في الساعة الواحدة، ويستطيع عامل واحد خدمة (٥) مكانن في الساعة، وعاملان يخدمان (٦) مكانن في الساعة، وثلاث عمال يخدمون (٨) مكانن في الساعة، علماً أن اجرة العامل الواحد (٢٠) دينار في الساعة.

المطلوب: ما هو مقدار الحجم الامثل من القوى العاملة.

الحل:

١- استخدام عامل واحد = $3 - 5 / 3 = 1,5$ ماكنة

$$220 = 1,5 \times 150$$

$$240 = (1 \times 20) + 220$$

٢- استخدام عاملان = $3 - 6 / 3 = 1$ ماكنة

$$150 = 1 \times 150$$

$$190 = (2 \times 20) + 150$$

٣- استخدام ثلاث عمال = $3 - 8 / 3 = 0,6$ ماكنة

$$150 \times 0,6 = 90 \text{ دينار}$$

$$90 + (3 \times 20) = 150 \text{ دينار}$$

بمقارنة التكاليف في الحالات السابقة نجد ان الحالة الثالثة (استخدام ثلاث عمال) هي الافضل لكونها تحقق اقل التكاليف.

الفصل الرابع: الهيكل التنظيمي لإدارة الصيانة

أولاً: مفهوم الهيكل التنظيمي وأهميته:

التنظيم وظيفة من وظائف الإدارة وهي ليست هدفاً بحد ذاته وإنما تستخدم وسيلة لتحقيق الأهداف كونها الآلية التي يتم من خلالها الوصول الى الأهداف المتوخاة بشكل جيد وفعال.

يعرف التنظيم بأنه عملية هيكلية كل من الأفراد والموارد الطبيعية لإنجاز الأهداف كونها تهتم بتحديد مهام العمل وترتيب الأشخاص والمصادر الأخرى وصولاً لأداء أفضل أي إن هذه الوظيفة وسعيها لتحقيق أهداف المنشأة تعمل على تجميع المهام والأعمال في وحدات إدارية وتحديد صلاحيات ومسؤوليات كل منها، موزعة على نشاطات الأفراد داخل هذه الوحدات.

أما الهيكل التنظيمي فهو الذي يوضح العلاقات الرسمية بين الأقسام والوحدات الإدارية هذه، لذلك فإن الهيكل التنظيمي ينتج من خلال الجهود الخاصة بعملية التنظيم.

يعرف الهيكل التنظيمي بأنه شبكة من الاتصالات والصلاحيات التي تربط الأفراد والمجاميع مع بعضهم بعضاً حينما يقومون بمهامهم الضرورية.

استخدمت عدة مصطلحات لوصف ماهية هذا الهيكل مثل: (شكل، إطار، خارطة، نظام أو شبكة).

إن الهيكل هو وسيلة أساسية من وسائل تحقيق وظيفة التنظيم وإنجاز أهداف المنظمة.

يبرز لنا الهيكل التنظيمي لأي منظمة جانبين أساسيين ومتلازمين فيها الأول : مادي ملموس يحدد موقع الإدارات والأقسام والمراكز الرسمية ونطاق الإشراف بين هذه الإدارات والذي توضحه الخارطة التنظيمية للمنشأة وأما الثاني : وبالنتيجة فيحدد خطوط السلطة والاتصالات والعلاقات المتبادلة بين هذه الإدارات والمراكز والذي توضحه الأنماط السلوكية والتفاعلات

الجارية بين الأفراد والمجموعات داخل المنظمة من خلال سلوك هؤلاء الأفراد والمجموعات. لذا تكمن أهمية الهيكل التنظيمي في كونه يساعد على:

- ١- ضمان فاعلية وكفاءة النشاطات طبقاً لأهداف المنشأة الموضوعية.
- ٢- تقسيم وتخصيص العمل وتحديد مجالات المسؤوليات والصلاحيات.
- ٣- إقامة علاقات العمل وتأسيس آليات التشغيل.
- ٤- تحديد الوسائل التي يتم بموجبها الإشراف على العمل .
- ٥- توفير الأسس لنظام مكافآت عادل ومتوازن .

ثانياً: أنواع الهياكل التنظيمية:

على الرغم من التنوع الكبير في أشكال الهياكل التنظيمية، إلا أن هنالك عدداً من هذه الأشكال أو الأنواع هي الأكثر انتشاراً في المنظمات منها:

١- الهيكل التنفيذي او البسيط:

يعد من أقدم أنواع الهياكل التنظيمية وأكثرها انتشاراً وقد استخدم بوجه خاص في المنظمات ذات الأحجام الصغيرة وغالباً ما تتكون هذه الهياكل من وحدة واحدة تتكون من مدير ومجموعة من المنفذين الذين يقومون بالعمل الرئيسي وبذلك فهو من أيسر أنواع الهياكل التنظيمية، والذي يميز هذا الهيكل هو: الإشراف المباشر، التخصص القليل، تدريب وتعليم قليلين، المركزية، العدد القليل من وسائل الارتباط والاتصال.

٢- الهيكل الوظيفي:

هذا النوع من التنظيم يقوم على أساس مبدأ التخصص وتقسيم العمل في مختلف الوحدات الإدارية العاملة في المنظمة وغالباً ما تحتاج المنظمات هذه الهياكل عند كبر حجمها، لعكس التخصص في مجالات العمل الوظيفية، وبذلك يكون التخصص هو الميزة الرئيسية للهياكل الوظيفية. وطبقاً لهذا النوع من الهياكل فإن المراكز تجمع طبقاً لانسجامها مع الوظيفة الرئيسية المؤداة، وبعبارة أخرى تجمع إلى وحدات على أساس التشابه في الخبرات، المهارات والنشاطات العملية الخ. ويلتزم هذا النوع من الهياكل المنظمات متوسطة الحجم التي يوجد فيها عدد من خطوط الإنتاج داخل الصناعة نفسها، ويكون العاملون فيها متخصصين في الوظائف المختلفة.

٣- الهيكل المتعدد الأقسام أو الهيكل التقسيمي:

يصلح هذا الشكل في حالة المنظمات التي فيها عدد من خطوط الإنتاج في عدد مختلف من الصناعات، إن الصفة الرئيسية للهيكل متعدد الأقسام هي أن المنظمة تقسم تقسيماً ثانوياً على وحدات أو أقسام ، وقد تتشكل هذه الأقسام على أساس المنتجات أو الخدمات أو المناطق الجغرافية أو عمليات المنظمة، ويتم التنسيق بين هذه الوحدات بواسطة المركز الرئيسي.

٤- الهيكل المصفوفي:

هذا النوع من الهياكل مصمم بحيث يجمع بين نوعين من أنواع التنظيم هي الشكل التقليدي للهيكل التنظيمي الهيكل الوظيفي غالباً وتنظيم فريق المشروع ، وينجم عن هذا الهيكل ان كل

فرد فيه يكون جزءاً من إدارة وظيفية ومن فريق المشروع في نفس الوقت ومن ثم يصبح لديه رئيسان مسؤول تجاههما، وهذا يعني ان هناك انسياباً مزدوجاً للسلطة، أي إن الأفراد في هذا الهيكل يستلمون أوامرهم من الإدارة التي ينتمون إليها وظيفياً ومن إدارة المشروع الذين يعملون فيه.

إذاً الهيكل المصفوفي مصمم لإنجاز نتائج محددة بواسطة استخدام فرق متخصصة من مختلف المواقع الوظيفية في المنظمة.

إن المواصفات العامة للهيكل التنظيمية لا تتبع شكلاً محدداً بل شكل مختلط من بين النماذج الآتية الذكر (نموذجين أو أكثر) حسب حاجة المنشأة واسلوب العمل المتبع.

إن العوامل الرئيسة التي تساعد في تصميم الهيكل التنظيمي الملائم لإدارة الصيانة هي الأخذ بالاعتبار ما يأتي:

١- وضع النشاطات التي تتطلب موارد مالية ضخمة او التي لها تأثير كبير على ربحية المنشأة اقرب الى الادارة العليا في الهيكل التنظيمي.

٢- وضع النشاطات ذات التأثير الاقتصادي المحدود على ربحية المنشأة ابعد عن الادارة العليا في الهيكل التنظيمي.

٣- التقسيم الواضح والعقلاني للسلطة مع اقل ما يمكن من تعقيد.

٤- ينبغي ان تكون خطوط السلطة والمسؤولية العمودية بأقصر ما يمكن لغرض سهولة التواصل ما بين المستويات.

٥- ضرورة ملائمة الهيكل التنظيمي للخصائص الشخصية للأفراد من حيث المؤهلات العلمية والقابليات الشخصية، وهذا يعني ان يكون الهيكل التنظيمي مرناً وقابل للتعديل بموجب التغييرات في الأفراد وظروف العمل.

فضلاً عن ما تم ذكره آنفاً هناك اعتبارات اساسية اخرى تؤثر في تحديد حجم الاعباء والمسؤوليات المطلوبة في ادارة الصيانة وهي:

١- نوع وطبيعة المنشأة او المصنع: إن المصانع قد تكون احد الانواع الآتية:

أ- البسيط: الذي يضم الابنية والمعدات البسيطة والتي تتطلب عناية معقولة مثل: مصنع تجميع الالكترونيات، ان مهمة ادارة الصيانة في مثل هذه المصانع قليلة الاهمية نسبياً.

ب- المعقد: الذي يضم ابنية ومعدات معقدة تتطلب وجود جهة او جهات متخصصة تتولى مهام التصميم واحياناً نصب المعدات في حين تتولى ادارة الصيانة مسؤولية صيانة مثل هذه المصانع مثل: مصانع تصنيع الاسمنت، وتكون مهام ادارة الصيانة في هذه الحالات اكثر تخصصاً وتكتسب اهمية قصوى لتأثيرها على زيادة كفاءة اداء المعدات واستمرارها.

ج- متعدد المصانع: تعدد المصانع ضمن المنشأة يعكس مهام ادارة الصيانة وتنظيمها إذ في حالة وجود مصانع لاغراض تصنيع منتجات مختلفة فإن دور ادارة الصيانة مختلف من مصنع الى آخر، اما عند قيام المنشأة الصناعية بإدارة عدة مصانع لانتاج نفس النوعية من المنتج فإن شراء نوع موحد من المكائن والمعدات يؤدي الى افضل النتائج وتوجه فعاليات ادارة الصيانة كافة نحو تغطية موحدة في توفير الخدمات والادوات الاحتياطية.

٢- نوع وطبيعة الخدمات المطلوبة: كلما كانت الخدمات التي تقدمها ادارة الصيانة اوسع كلما ارتفعت الاهمية النسبية ضمن الهيكل التنظيمي للمنشأة، فضلاً عن ضرورة تحديد مهام ادارة الصيانة ضمن التقسيم الداخلي على ضوء التخصص، إذ ينبغي ان تتجه فعاليات الصيانة حسب انواعها الى خدمات الصيانة الوقائية وخدمات الصيانة العلاجية والخدمات الصناعية والخدمات الخاصة بتحويل المكائن والمعدات.

٣- نوع المكائن والمعدات: يؤثر نوع المكائن والمعدات التي يحتويها المصنع على نوع الخدمات التي تقدمها ادارة الصيانة فقد يحتوي على مكائن ومعدات اساسية تتطلب خدمات عامة مثل: التزييت والتشحيم، اما في حالة وجود مكائن ومعدات مصممة لاغراض انتاج منتج معين فإن ادارة الصيانة تتطلب خدمات ذات طبيعة متخصصة، فضلاً عن توفير البيانات الكافية حول نوع الادوات الاحتياطية المطلوبة.

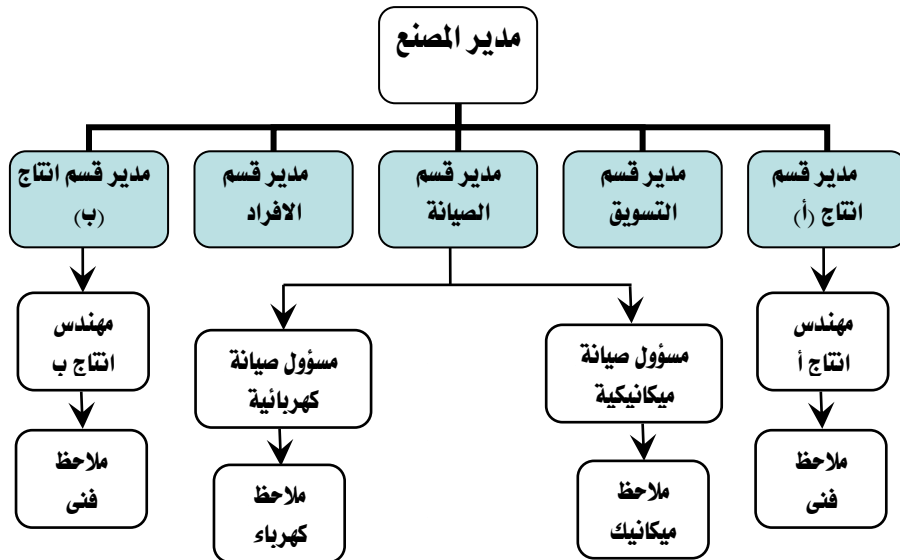
٤- مهارة العاملين: يتطلب نوع ودرجة تعقيد المكائن والمعدات من ادارة الصيانة تهيئة كوادر فنية متخصصة ذات مهارات عالية لتنفيذ خدمات الصيانة ويجعل مهمة ادارة الصيانة في المنشأة ذات اهمية قصوى بسبب تحمل عبء ادامة المعدات بأقصى انتاجية ممكنة وهذا بدوره يساهم في زيادة تكاليف العاملين في ادارة الصيانة بسبب صعوبة الحصول عليهم، او قد تتجه ادارة المنشأة في هذه الحالة الى طرف خارجي للقيام بمهام الصيانة لكون هذا الاسلوب يمثل البديل الاقتصادي عن توظيف عمال ذات مهارة متخصصة في المنشأة لغرض الصيانة.

تجدر الاشارة الى ان أي عامل من العوامل الرئيسية التي سبق ذكرها له تأثيره الواضح على موقع ادارة الصيانة في المنشأة وتحديد نوع الهيكل التنظيمي الملائم.

ثالثاً: نماذج الهيكل التنظيمي لإدارة الصيانة:

١- التنظيم المركزي:

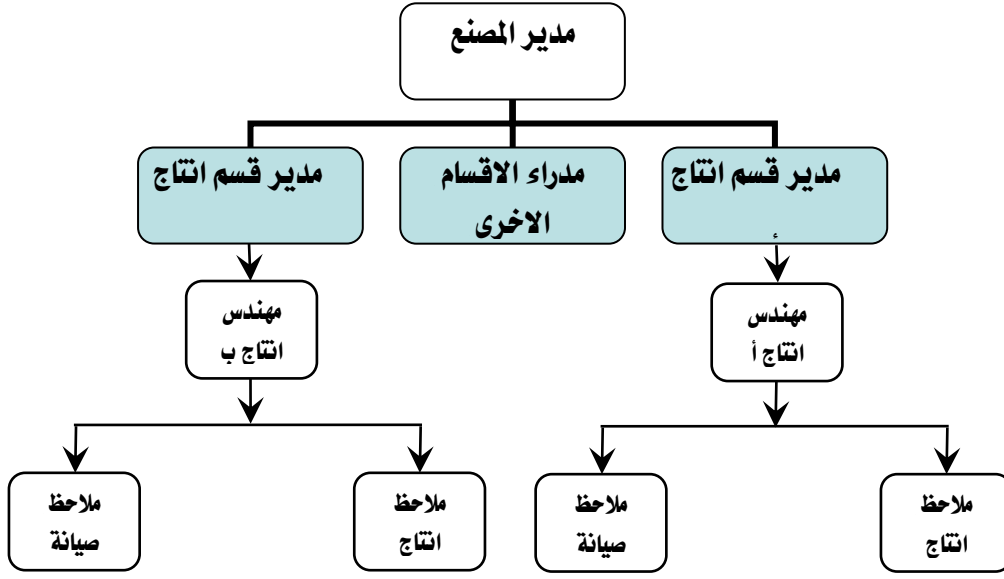
بموجب هذا النوع من التنظيم يتم استحداث قسم خاص للصيانة في المنشأة يقوم بتقديم كافة اعمال الصيانة المطلوبة الى جميع الاقسام (أي إن مهمة الصيانة لها نفس الاهمية كمهمة الانتاج) ويضم ورشة بجميع الأعمال، إذ تتم الصيانة لجميع أقسام الإنتاج عن طريق فرق عمل وفق برنامج زمني. وكما موضح في الشكل (١).



شكل (١) الهيكل التنظيمي المركزي لإدارة الصيانة

٢- التنظيم اللامركزي:

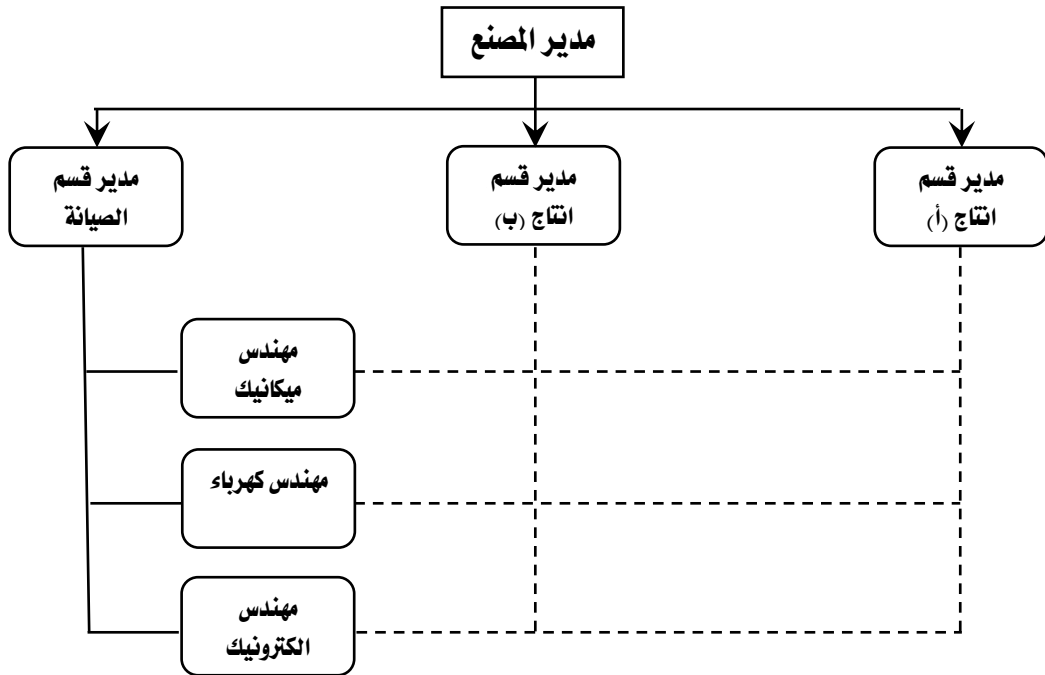
بموجب هذا التنظيم يتم استحداث وحدات صيانة في جميع الأقسام الإنتاجية في المنشأة لغرض تقديم خدمة الصيانة إلى هذه الأقسام. وكما موضح في الشكل (٢).



شكل (٢) الهيكل التنظيمي اللامركزي لإدارة الصيانة

٣- التنظيم المصفوفي:

تكون وحدة الصيانة ممثلة داخل قسم الإنتاج وتقوم بأعمال الصيانة المتعلقة بالقسم، مع وجود وحدة مركزية لإصلاح وإنتاج وتخزين قطع الغيار والأعمال التخصصية والقيام بوضع الإرشادات والخطط وتشمل على ورشة مركزية للصيانة. ويحاول هذا التنظيم الجمع بين مزايا التنظيم المركزي واللامركزي، لاسيما في حالة الأقسام الكبيرة الحجم. وكما موضح في الشكل (٣).



شكل (٣) الهيكل التنظيمي المصفوفي لإدارة الصيانة

بعد استعراض النماذج الثلاث للهيكل التنظيمي لإدارة الصيانة يستعرض الجدول التالي المزايا والعيوب بين النماذج الثلاث:

نوع التنظيم	المزايا	العيوب
المركزي	<p>١- انخفاض تكاليف الصيانة.</p> <p>٢- الاستفادة من الموارد المتاحة بشكل أفضل.</p> <p>٣- زيادة مهارات وخبرات العاملين في الصيانة.</p>	<p>١- التركيز على مهمة الصيانة مما يجعلها هدفاً بحد ذاته.</p> <p>٢- خلق صعوبات بين الصيانة والانتاج.</p> <p>٣- طول خط سير الاتصال بين الانتاج والصيانة.</p>
اللامركزي	<p>١- الصيانة تهدف لخدمة الانتاج بشكل اكبر مما لو كانت مركزية.</p> <p>٢- استخدام امثل للوقت المتاح بسبب انخفاض وقت التهيئة ووقت التصليح لتواجد فرق الصيانة ضمن قسم الانتاج.</p>	<p>١- احتمال اهمال فعاليات الصيانة على حساب الانتاج.</p> <p>٢- ارتفاع حجم موارد الصيانة.</p> <p>٣- عدم المرونة في استخدام موارد الصيانة.</p> <p>٤- تحديد مهارات العاملين في الصيانة.</p>
المصفوفي	<p>يجمع بين مزايا التنظيم المركزي واللامركزي</p>	<p>١- المشاركة في المسؤوليات تسبب صعوبات كبيرة في التنفيذ.</p> <p>٢- احتمال ظهور خلافات بين الانتاج والصيانة.</p> <p>٣- تأثير سيء على العاملين بسبب عدم وحدة الادارة.</p>

رابعاً: ورش الصيانة:

تقوم ورش الصيانة بإصلاح أو إنتاج قطع الغيار أو تصنيع جزء جديد لأحد المعدات وفقاً لإعادة تصميمه أو تعديله أو تطويره من قبل الفنيين بالمنشأة .

وتختلف الورش نتيجة عدد من العوامل أهمها:

١- حجم أعمال الصيانة اللازمة ويتوقف على حجم أقسام الإنتاج.

٢- متطلبات أعمال الورشة لمختلف المعدات والأجهزة المطلوب صيانتها أو تعديلها أو تطويرها.

ويمكن تصنيف ورش الصيانة وكما يأتي:

أ- ورش مركزية: وهي ورش ذات حجم كبير تحتوي 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:

١- ورشة ميكانيكية.

٢- ورشة كهربائية.

٣- ورشة إلكترونية.

ب- ورش فرعية: وهي ورش ذات حجم صغير نسبياً وتكون إما ورش ثابتة أو متنقلة وتقوم بالإصلاحات البسيطة أو الصغيرة كما يمكن أن توجد في داخل قسم الإنتاج إذا لزم الأمر وقد تحتوي على جميع التخصصات لورش ميكانيكية وكهربائية وإلكترونية ولكن بمعدات وأجهزة بسيطة.

موقع ورشة الصيانة بين أقسام الإنتاج:

يراعى عند وضع ورشة الصيانة داخل المنشأة قربها من الأقسام المختلفة ويحيط بها مساحات مناسبة لكي تحقق سهولة تدفق الحركة منها وإليها ويساعد على سرعة القيام بأعمال الصيانة، كما يجب مراعاة بعض المواصفات عند تصميم ورشة الصيانة:

١- تواجد نوافذ بمساحة لا تقل عن ٢٥% لتوفير كلاً من التهوية الطبيعية بجانب التهوية الصناعية والإضاءة الطبيعية بجانب الإضاءة الصناعية.

٢- توفير وسائل السلامة الصناعية لتجنب الحريق والمخاطر الصناعية والتلوث.

٣- توفير خدمات المنافع من مياه وضغط هواء وكهرباء وغيرها.

٤- توفير الممرات والمداخل والمخارج حسب قواعد السلامة ومتطلبات العمل.

٥- توفير المساحات المناسبة لحسن تدفق حركة العمل.

الفصل الخامس : تكاليف الصيانة

نتيجة للاستثمارات المالية الضخمة في شراء احدث المكنات واكثرها انتاجاً اصبح من الضروري المحافظة على حجم هذه الاستثمارات من خلال استخدام مبادئ الصيانة المتطورة. إذ تعد كلف الصيانة من العناصر المهمة في تحديد الربح الصافي لنشاط الانتاج.

إن نتائج عملية تحليل كلف الصيانة تمكن الادارة العليا من تحديد الانحرافات في المصروفات سلباً او ايجاباً. ولهذا يتوجب الوقوف بصيغة دقيقة على مكونات هذه الكلف واساليب تحليل انحرافها لغرض التمكن من السيطرة عليها وتخفيضها دون الاخلال بمستوى كفاءة اعمال الصيانة، كما إن تكاليف الصيانة تختلف من شركة الى اخرى حسب حجم ومهام تلك الشركة. فقد يكون انخفاض كلف الصيانة مؤشراً سلبياً لأنه يدل على غياب العناية بالمكنات والمعدات في حين قد مؤشراً ايجابياً في حالة البرمجة والتخطيط المسبق لأنشطة الصيانة وتنفيذ برامجها بمواعيدها المحددة.

أولاً: أنواع تكاليف الصيانة:

تقسم تكاليف الصيانة الى نوعين رئيسيين:

١- تكاليف الصيانة المباشرة:

وهي التكاليف التي تتعلق بأعمال الصيانة المباشرة وتتضمن ما يلي:

أ- **كلفة المواد المستعملة في الصيانة:** تتطلب أعمال الصيانة استبدال الأجزاء التالفة في المكنات والمعدات بأخرى جديدة واستخدام الزيوت والشحوم ومواد الصيانة العامة.
ب- **كلفة المعدات المستخدمة في الصيانة:** تقوم فرق الصيانة عادة باستخدام معدات معينة يتم شراؤها لورش الصيانة سواء المركزية منها أم الفرعية.
ج- **أجور الأفراد العاملين في الصيانة:** وتشمل أجور العاملين الذين يقومون بتنفيذ أعمال الصيانة بصورة مباشرة وتشكل هذه الأجور نسبة كبيرة من كلف الصيانة، ويتم حسابها عن طريق أمر عمل الصيانة الذي يحدد فيه عدد العمال الذين قاموا بإنجاز العمل وعدد ساعات العمل.

د- **كلفة الخدمات الخارجية:** ويقصد بها كلف الصيانة التي تنفذ من قبل شركات متخصصة بأعمال الصيانة ، إذ تستعين الشركة بجهات خارجية لتنفيذ بعض أعمال الصيانة لعدة أسباب منها:

- ١- عندما تكون كلفة الصيانة داخل الشركة مرتفعة.
 - ٢- عندما لا توجد خبرة كافية في مجال الصيانة.
 - ٣- عندما لا تتوفر قدرة عمل كافية لضمان جودة اعمال الصيانة.
 - ٤- عندما لا تكون هناك طاقة انتاجية كافية والشركة ملزمة بوقت تسليم محدد.
 - ٥- التخلص من الاستثمارات العالية في المواد المستخدمة والمعدات واجور العاملين في الصيانة.
- هـ **كلفة إعادة التصميم (التحويل):** وتشمل كلف اعمال الصيانة التي تهدف الى تقليل او تبسيط او حذف الاجراءات المستخدمة حالياً.

و- **الكلف الإدارية لإدارة الصيانة:** وتشمل أجور العاملين والمشرفين في قسم الصيانة ومخزن الادوات الاحتياطية الذين لا يشاركون مباشرة في اعمال الصيانة، وكذلك كلف القرطاسية والأثاث المستخدمة في إدارة الصيانة واندثار بناية إدارة الصيانة وأجور الماء والكهرباء وغيرها.

٢- تكاليف الصيانة غير المباشرة:

وتشمل هذه الكلف الخسائر الناجمة عن توقف الإنتاج في المصنع نتيجة انخفاض كفاءة أنشطة الصيانة مما يؤدي الى زيادة التوقفات في الماكائن والمعدات، ويمكن حساب ذلك من خلال الآتي:

أ- حساب قيمة الإنتاج الذي يمكن أن تنتجه الماكينة فيما إذا لم تتعطل عن العمل وهذا ما يسمى **بخسارة الإنتاج**.

ب- حساب أجور عمال الإنتاج العاطلين عن العمل بسبب توقف الماكائن وفي أثناء فترات إصلاحها.

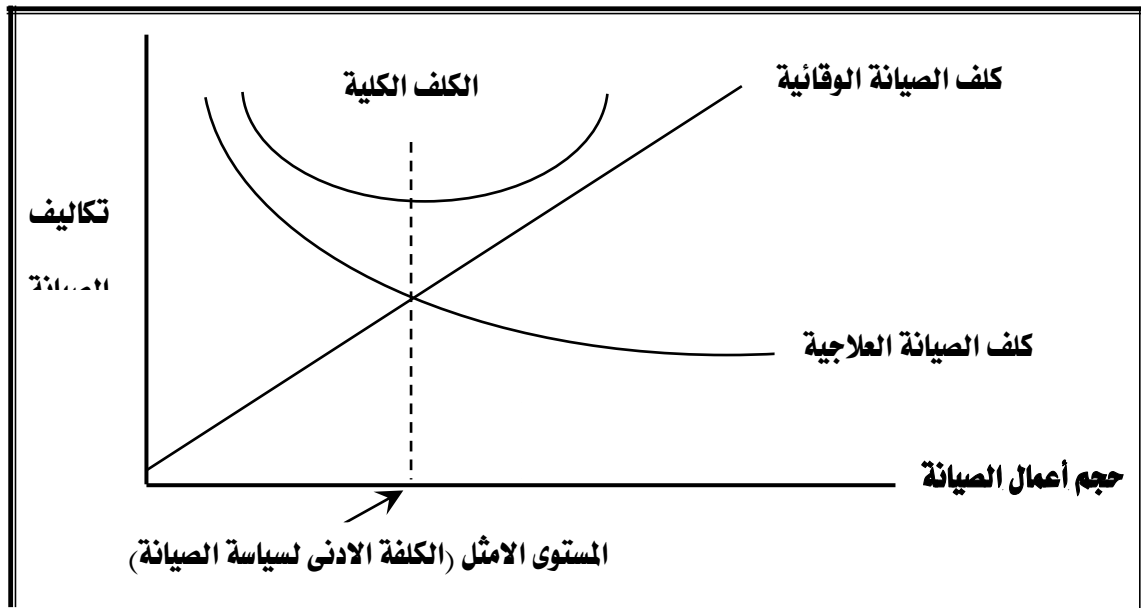
ج- كلفة المواد الأولية التالفة او الاجزاء في مراحل التصنيع المختلفة.

د- الغرامات الناتجة عن عدم تسليم السلع والمنتجات في مواعيدها في العقود المتفق عليها وهذا بدوره يؤثر سلباً على سمعة الشركة.

ثانياً: المفاضلة بين تكاليف الصيانة الوقائية والصيانة العلاجية:

تتوقف المفاضلة في اتخاذ القرار ما بين استخدام برنامج الصيانة الوقائية او الصيانة العلاجية على عدد المرات التي يتم فيها فحص الماكائن والمعدات خلال مدة زمنية محددة على اساس مقارنتها من ناحية الكلف الملموسة. ويفضل اليابانيون اعتماد برامج الصيانة الوقائية في كافة الحالات لأن توقف الماكائن يسبب تكاليف غير ملموسة تتحملها الشركة نتيجة ضياعات في اوقات العمل للماكينة والعامل وخسارة المبيعات المفقودة والتأثير السلبي على معنويات العاملين والادارة.

ويوضح الشكل (1) العلاقة بين كلف الصيانة الوقائية والصيانة العلاجية، إذ يتطلب من مديري العمليات تحقيق التوازن بين هذين النوعين من الصيانة. ولكل من هذين النوعين تكاليفه المتغيرة مع ازدياد العمر الانتاجي للماكينة ففي فترات معينة من عمر الماكينة نجد ان احد النوعين اقل من الآخر وهذا يعني ان تكاليف الصيانة العلاجية تكون منخفضة مقارنة بالوقائية في بداية العمر التشغيلي للماكينة وبمرور الوقت تظهر زيادة تدريجية واضحة في التكاليف حتى تتعادل مع تكاليف الصيانة الوقائية في نقطة التعادل بعدها تبدأ تكاليف الصيانة العلاجية بالارتفاع لتكون تكاليف الصيانة الوقائية اقل منها. أما تكاليف الصيانة العلاجية تكون منخفضة عن الوقائية في بداية التشغيل إلا أنه تظهر زيادة تدريجية واضحة بمرور الوقت بالتكاليف حتى تتعادل مع تكاليف الصيانة الوقائية في نقطة التعادل بعدها تتجاوزها بمعدلات اكبر.



شكل (1) العلاقة بين كلف الصيانة الوقائية والعلاجية

ثالثاً: العوامل المؤثرة على تكاليف الصيانة:

هنالك مجموعة من العوامل التي تؤثر على تكاليف الصيانة والتي يمكن ايجازها بما يلي:

- ١- **تصميم الماكينة:** ان تعقد تصميم الماكينة يؤثر بشكل كبير في الكلفة لأن فحص تركيب اجزاء الماكينة يؤدي الى زيادة ساعات الصيانة وبالتالي زيادة في الكلفة المصروفة لكل ساعة.
- ٢- **توقيت الاستبدال:** أنسب الاوقات لاجراء عملية الاستبدال هو قبل حدوث العطل وهذا يتطلب التنبؤ بحدوث العطل قبل حدوثه.
- ٣- **الالتزام بالصيانة الوقائية المخططة:** إن الالتزام بأوقات الصيانة الدورية المخططة واجراءات الفحص والتفتيش لها بالغ الأثر في تقليل العطلات الفجائية وبالتالي انعكاس ذلك على كلفة الصيانة العلاجية.

رابعاً: تبويب تكاليف الصيانة:

لغرض تبويب تكاليف الصيانة ينبغي تبويب وجوه الانفاق الى الفئات الرئيسة التالية:

- ١- الصيانة الوقائية:
- ٢- الصيانة العلاجية.
- ٣- اعمال التحويلات.
- ٤- تكاليف الصيانة الخارجية.
- ٥- التكاليف الادارية لادارة الصيانة.
- ٦- كلفة المعدات المستخدمة في الصيانة.

خامساً: تسجيل بيانات تكاليف الصيانة:

يوجد اتجاهان مختلفان حول الجهة التي تقوم بمهمة تحليل وعرض البيانات المتعلقة بتكاليف الصيانة يؤكد **أولهما** على تفويض هذه المهمة الى **ادارة الصيانة** على اساس ان ادارة الحسابات قد تلجأ الى تلخيص بيانات الكلفة بالشكل الذي يضع ادارة الصيانة في وضع غير حقيقي او غير جيد. نظراً لعدم اعطائها الاهتمام الكافي لبيانات تكاليف الصيانة، فضلاً عن ذلك فإن ادارة الصيانة هي الاجدر بالقيام بهذه المهمة نظراً لمعرفتها العميقة بطبيعة نشاطاتها وكونها أكثر تقديراً لطبيعة احتياجاتها من البيانات الكفوية ودرجة تفصيلها. **وثانيها** يؤكد ضرورة قيام ادارة الحسابات في الشركة بهذه المهمة لأنها اكثر ادراكاً لطبيعة تصنيف التكاليف وأسس توزيعها على الاقسام المستفيدة منها، فضلاً عن ذلك وجود جوانب قانونية تحكم اعتماد السجلات الحسابية.

إن المشاركة والتعاون بين كلتا الادارتين في معالجة بيانات تكاليف الصيانة من شأنها ان تكفل تلبية احتياجات كلا الطرفين إذ تسند مهمة العمل بسجلات حسابات تكاليف الصيانة وعرضها في الحسابات العامة للشركة الى ادارة الحسابات مع قيام ادارة الصيانة بتلخيص تكاليف الصيانة وتفصيلها بالشكل الذي يخدمها من خلال اوامر العمل المنفذة التي تسجل فيها ساعات العمل المصروفة حسب اصناف العمال والادوات الاحتياطية المستخدمة وكمياتها.

سادساً: إعداد الميزانية التقديرية السنوية للصيانة:

ينبغي عند اعداد الميزانية التقديرية لادارة الصيانة توفير المعلومات الآتية:

١- تحديد الادوات الاحتياطية ومستلزمات الصيانة الوقائية للموجودات الانتاجية كافة في الشركة على ضوء برامج الصيانة الوقائية التي أعدت مسبقاً لتوفير هذه الادوات والمواد بالوقت المناسب لبرامج الصيانة المخططة، مع الأخذ بالاعتبار عند اعداد قوائم المواد الاحتياطية (ساعات اشتغال المكنن، ظروف تشغيلها، مهارة العاملين). ويستفاد من توصيات مجهزي ومصنعي المكنن وخبرات العاملين في ادارة الصيانة لهذا الغرض.

٢- تحديد العدد اللازم من العاملين لتنفيذ خطط الصيانة المبرمجة وكذلك العمال اللازمين لتنفيذ اعمال الصيانة الفجائية على ضوء حجم اعمال الصيانة المطلوب تنفيذها ومقارنة ذلك بعدد العاملين الفعلي.

٣- بعد اكمال قوائم الادوات الاحتياطية وقوائم العاملين حسب اصنافهم يتم تقدير كلفة الادوات الاحتياطية وكلفة العاملين ولاحساب ذلك يمكن الرجوع الى:

أ- المبالغ المصروفة خلال السنة او السنين السابقة لاعمال الصيانة على ان يؤخذ بالاعتبار ارتفاع او انخفاض اجور العاملين او أية تعديلات اخرى.

ب- كلفة الادوات الاحتياطية على ضوء المستهلك منها خلال السنة او السنين السابقة على ان يؤخذ بالاعتبار اتجاه استهلاك المواد الاحتياطية والاسعار المقدمة من قبل المجهزين.

٤- تكاليف الصيانة غير المباشرة للسنة او السنين السابقة وتخمين كلفتها.

٥- الاخذ بالاعتبار قرارات الادارة العليا حول شراء مكنن جديدة لغرض توسيع اعمال الشركة او استبدال المكنن القديمة وحسب الحاجة.

٦- استبعاد المبالغ المخصصة لمهام الصيانة الخارجية من ميزانية الصيانة.

٧- المصادقة على الميزانية بعد دراستها من قبل لجنة او لجان متخصصة لمناقشة تفاصيلها والتأكد من صحة محتوياتها قبل اقرارها بالشكل النهائي.

٨- اعداد تقارير شهرية او فصلية لمتابعة تنفيذ الميزانية وملاحظة الانحرافات لتعديلها الى المستوى المقرر.

سابعاً: مجالات خفض تكاليف الصيانة:

تخصص اقسام الصيانة في الشركات مبالغ كبيرة للقيام بواجباتها بصورة صحيحة ويؤثر خفض تكاليف الصيانة سلباً في كفاءة عمل المكنن والمعدات اذا لم يكن مدروساً بشكل علمي صحيح. وتتجسد مجالات خفض كلف الصيانة بالشكل الذي لا يؤدي الى انخفاض مستوى كفاءة عمل قسم الصيانة بالنقاط الآتية:

١- الرقابة الدائمة والدقيقة على مصروفات ساعات العمل الاضافية وأوقات التوقفات والعطلات بسبب اعمال الصيانة وكلف المواد والادوات الاحتياطية.

٢- استخدام تحليل باريتو للأدوات الاحتياطية للتركيز بشكل خاص على المواد ذات الكلفة العالية.

٣- المقارنة بين الادوات الاحتياطية التي يتم تصنيعها ضمن ورش المنشأة مع الادوات الاحتياطية الاصلية المجهزة من قبل الشركة المصنعة من ناحية العمر التشغيلي والكلفة.

٤- تدريب العاملين على التشغيل الصحيح للمكائن والقيام باجراءات الصيانة اليومية البسيطة بموجب تعليمات الجهة المصنعة.

٥- الاهتمام باستخدام الاساليب الصحيحة في التزييت والتشحيم لما لها من تأثير مباشر في تقليل مستوى العطلات وإطالة عمر المكائن.

الفصل السادس الاستبدال Replacement

تقل كفاءة المكائن والمعدات تدريجياً نتيجة الاستخدام المستمر لها وهذا يتطلب العناية بالمكائن والمعدات وصيانتها بالشكل المطلوب وهو أمر في غاية الأهمية لضمان تحقيق جملة من المردودات أهمها إطالة العمر التشغيلي للمكائن والمعدات واستغلالها بصورة أمثل من خلال تقليل العطلات إلى أقصى حد ممكن وضمان استمرارية الانتاج وبالتالي زيادة كمية الانتاج وخفض تكاليف التشغيل والصيانة، إذ إن التوقفات الكبيرة من شأنها أن تؤدي إلى انخفاض مستوى كفاءة الأداء والجودة وارتفاع تكاليف الانتاج والتشغيل واخيراً تقليل العمر الانتاجي للمكائن والمعدات الأمر الذي يتطلب استبدالها بأخرى أفضل اقتصادياً ونتاجياً.

أولاً: مفهوم الاستبدال:

عملية اتخاذ قرار بتغيير ماكينة أو أي جزء عاطل فيها أو متوقع توقفه عن العمل خلال الفترة الزمنية القادمة بأخرى حديثة لضمان استمرار الماكينة بأداء الخدمة المطلوبة بشكل فاعل وكفوى. لذا فإن الهدف الرئيس للاستبدال يتمثل بتخفيض تكاليف الصيانة والتشغيل الناتجة عن زيادة توقفات الماكينة وإطالة عمرها التشغيلي باستبعاد الأجزاء التالفة والمستهلكة التي تؤثر على الأداء التشغيلي لها وإعادةها الى حالتها الاعتيادية.

ثانياً: أسباب الاستبدال:

ينبغي أن يبنى قرار الاستبدال على حقائق اقتصادية مؤكدة ودراسة كلف الشاحنة الجديدة لأن معرفة سبب الاستبدال يساعد إدارة الشركة على اتخاذ القرار السليم للاستبدال ، ويمكن تحديد اسباب الاستبدال بما يلي:

- ١- زيادة تكاليف الصيانة والتشغيل.
- ٢- تقادم واستهلاك المكائن والمعدات مما يؤدي الى انخفاض فاعليتها وكفاءتها.
- ٣- ضرر أو تلف في جزء أو مجموعة أجزاء يتسبب في انخفاض مستوى اداء المكائن والمعدات.
- ٤- تصبح المكائن مصدر للضوضاء وصدور الاهتزازات المزعجة أثناء العمل.
- ٥- ظهور مكائن حديثة أفضل من المستخدمة من حيث سعر الشراء ومتطلبات الصيانة واستهلاك المواد الاحتياطية.
- ٦- رغبة الشركة في توحيد حجوم وأنواع المكائن ذات الطاقات التصميمية المختلفة والمتعددة المناشى بما يخدم أهداف الشركة ويحقق أفضل إنتاج.

ثالثاً: أنواع الاستبدال:

يمكن تصنيف الاستبدال الى مجموعتين:

١- استبدال المكائن والمعدات التي تقل كفاءتها تدريجياً مع الزمن نتيجة الاستخدام مثل (المكائن الانتاجية، المولدات، السيارات)، يستخدم هذا النوع من الاستبدال في المكائن والمعدات التي تزداد تكاليف صيانتها أو تشغيلها مع الزمن وتصبح عملية الاعتماد عليها مكلفة قياساً الى ادائها. وتستخدم طريقتان لاحتساب فترة الاستبدال المثلى هما:

أ- الطريقة الجدولية:

ب- طريقة صافي القيمة الحالية: والتي تأخذ بنظر الاعتبار التغير الزمني للنقود لذا نستخدم سعر الخصم لهذا الغرض.

٢- استبدال المعدات التي تتلف كلياً وبصورة مفاجئة مثل (البطاريات، المصابيح)، ويتم احتساب الفترة الافضل للاستبدال من خلال الكلفة الاقل وباستخدام طريقتين هما:

أ- الاستبدال الفردي:

ب- الاستبدال الجماعي:

مثال (١): تكاليف صيانة وتشغيل نوع معين من الشاحنات مدرج في الجدول ادناه، فاذا كانت كلفة شراء شاحنة جديدة ١٥٠٠٠ دينار، حدد فترة الاستبدال المثلى لهذه الشاحنة باستخدام:

١- الطريقة الجدولية.

٢- طريقة صافي القيمة الحالية، اذا كان سعر الخصم (١٠٪).

عمر الشاحنة	١	٢	٣	٤	٥	٦
تكاليف الصيانة والتشغيل	٢٠٠	٤٥٠	٦٨٠	٨٥٠	١٣٠٠	١٦٠٠
القيمة التجارية (سعر الشاحنة في كل سنة)	١٠٠٠٠	٨٠٠٠	٧٠٠٠	٥٠٠٠	٢٠٠٠	١٠٠٠

الحل:

١- الطريقة الأولى: الطريقة الجدولية: سيتم توضيح كيفية استخراج نتائج الاعمدة في الجدول اسفل الجدول.

عمر الشاحنة	الاندثار	متراكم تكاليف الصيانة والتشغيل	التكاليف الكلية	معدل التكاليف الكلية
١	٥٠٠٠	٢٠٠	٥٢٠٠	٥٢٠٠
٢	٧٠٠٠	٦٥٠	٧٦٥٠	٣٨٢٥
٣	٨٠٠٠	١٣٣٠	٩٣٣٠	٣١١٠
٤	١٠٠٠٠	٢١٨٠	١٢١٨٠	٣٠٤٥
٥	١٣٠٠٠	٣٤٨٠	١٦٤٨٠	٣٢٩٦
٦	١٤٠٠٠	٥٠٨٠	١٩٠٨٠	٣١٨٠

١- الاندثار = السعر - القيمة التجارية

الاندثار للسنة (١) = ١٥٠٠٠ - ١٠٠٠٠ = ٥٠٠٠ دينار (وهكذا لبقية السنوات).

٢- متراكم تكاليف الصيانة والتشغيل للسنة (١) = ٢٠٠ دينار

متراكم تكاليف الصيانة والتشغيل للسنة (٢) = ٤٥٠ + ٢٠٠ = ٦٥٠ دينار (وهكذا لبقية السنوات).

٣- التكاليف الكلية = حاصل جمع عمود الاندثار + عمود متراكم تكاليف الصيانة والتشغيل

التكاليف الكلية للسنة (١) = ٢٠٠ + ٥٠٠٠ = ٥٢٠٠ دينار (وهكذا لبقية السنوات).

٤- معدل التكاليف الكلية = حاصل قسمة عمود التكاليف الكلية ÷ عمر الشاحنة

معدل التكاليف الكلية للسنة (١) = ٥٢٠٠ ÷ ١ = ٥٢٠٠ دينار

معدل التكاليف الكلية للسنة (٢) = ٧٦٥٠ ÷ ٢ = ٣٨٢٥ دينار (وهكذا لبقية السنوات) .

٥- تحديد فترة الاستبدال المثلى يتم من خلال عمود معدل التكاليف الكلية عن طريق مقارنة معدل السنة (١) مع السنة (٢) نلاحظ انخفاض الكلفة بعدها نقارن السنة (٢) مع السنة (٣) فنلاحظ انخفاض الكلفة، ثم نقارن السنة (٣) مع السنة (٤) نلاحظ أيضاً الكلفة منخفضة نستمر بالمقارنة ونقارن السنة (٤) مع السنة (٥) نلاحظ ارتفاع الكلفة وعندها ستكون الفترة المثلى للاستبدال في نهاية السنة الرابعة (أي قبل ارتفاع الكلفة في السنة الخامسة) .

٢- الطريقة الثانية: طريقة صافي القيمة الحالية: إذا كان سعر الخصم (١٠٪) .

عمر الماكينة	معدل الخصم	القيمة التجارية الحالية	الاندثار	متراكم تكاليف الصيانة والتشغيل الحالية	التكاليف الكلية	معدل التكاليف الكلية
١	٠,٩٠٩	٩٠٩٠	٥٩١٠	١٨٢	٦٠٩٢	٦٠٩٢
٢	٠,٨٢٦	٦٦٠٨	٨٣٩٢	٥٣٧	٨٩٢٩	٤٤٦٥
٣	٠,٧٥١	٥٢٥٧	٩٧٤٣	٩٩٩	١٠٧٤٢	٣٥٨١
٤	٠,٦٨٣	٣٤١٥	١١٥٨٥	١٤٨٩	١٣٠٧٤	٣٢٦٩
٥	٠,٦٢٠	١٢٤٠	١٣٧٦٠	٢١٥٨	١٥٩١٨	٣١٨٤
٦	٠,٥٦٤	٥٦٤	١٤٤٣٦	٢٨٦٥	١٧٣٠١	٢٨٨٤

١- استخراج معدل الخصم من خلال المعادلة التالية:

$$R = \frac{R}{[1 + i]^n}$$

▪ R = معدل الخصم .

▪ (i) سعر الخصم وهو (١٠٪) أي يكتب (٠,١) .

▪ (n) عدد السنوات .

وبتطبيق المعادلة فإن معدل الخصم للسنة (١) = ٠,٩٠٩ (ملاحظة: تؤخذ بعد الفارزة ثلاث مراتب وبدون تقريب) .

وبضغط علامة (=) في الحاسبة نستخرج معدل الخصم لبقية السنوات .

٢- القيمة التجارية الحالية = معدل الخصم × القيمة التجارية

القيمة التجارية الحالية للسنة (١) = ٩٠٩٠ × ٠,٩٠٩ = ٨٢٦٠ دينار (وهكذا لبقية السنوات) .

٣- الاندثار = السعر - القيمة التجارية الحالية

الاندثار للسنة (١) = ٩٠٩٠ - ٨٢٦٠ = ٨٣٠ دينار (وهكذا لبقية السنوات) .

٤- متراكم تكاليف الصيانة والتشغيل الحالية للسنة (١) = ٢٠٠ × ٠,٩٠٩ = ١٨٢ دينار

متراكم تكاليف الصيانة والتشغيل للسنة (٢) = ٤٥٠ + ٢٠٠ = ٦٥٠ × ٠,٨٢٦ = ٥٣٧ دينار (وهكذا لبقية السنوات)

٥- التكاليف الكلية = حاصل جمع عمود الاندثار + عمود متراكم تكاليف الصيانة والتشغيل الحالية

التكاليف الكلية للسنة (١) = ١٨٢ + ٥٩١٠ = ٦٠٩٢ دينار (وهكذا لبقية السنوات) .

٦- معدل التكاليف الكلية = حاصل قسمة عمود التكاليف الكلية ÷ عمر الشاحنة

معدل التكاليف الكلية للسنة (١) = ٦٠٩٢ ÷ ١ = ٦٠٩٢ دينار

معدل التكاليف الكلية للسنة (٢) = ٨٩٢٩ ÷ ٢ = ٤٤٦٥ دينار (وهكذا لبقية السنوات) .

٧- تحديد فترة الاستبدال المثلى يتم من خلال عمود معدل التكاليف الكلية عن طريق مقارنة معدل السنة (١) مع السنة (٢) نلاحظ انخفاض الكلفة بعدها نقارن السنة (٢) مع السنة (٣) فنلاحظ انخفاض الكلفة، ثم نقارن السنة (٣) مع السنة (٤) نلاحظ أيضاً الكلفة منخفضة نستمر بالمقارنة ونقارن السنة (٤) مع السنة (٥) نلاحظ انخفاض الكلفة وأخيراً السنة (٥) مع السنة (٦) أيضاً الكلفة منخفضة وعندها ستكون الفترة المثلى للاستبدال في نهاية السنة السادسة (أي إن طريقة صافي القيمة الحالية أفضل من الطريقة الجدولية لأنها ستطيل من عمر الشاحنة ففي الطريقة الجدولية استبدلت الشاحنة في نهاية السنة الرابعة أما في هذه الطريقة فكان

الاستبدال في نهاية السنة السادسة بمعنى إن الشاحنة ستستمر في الخدمة لسنتين إضافيتين قبل استبدالها في نهاية السنة السادسة.

النوع الثاني: استبدال الوحدات التي تتلف كلياً وبصورة مفاجئة.

مثال (٢):

شركة صناعية تستخدم (١٠٠٠) مصباح حراري تكاليفها (٤٠) دينار للاستبدال الفردي عندما يتعطل، أما إذا تم استبدال جميع المصابيح كان تكاليفها (٥٠٠٠) دينار أي (٥) دينار للمصباح الواحد، وان الشركة المصنعة للمصابيح تزود تلك الشركة الصناعية بمعلومات عن التوزيع الاحتمالي لعطل المصابيح كما في الجدول الآتي:

الشهر	١	٢	٣	٤	٥	٦
احتمالية العطل	٠,٠٥	٠,١	٠,١٥	٠,٣	٠,٢	٠,٢

المطلوب:

- ١- احتساب كلفة الاستبدال الفردي
- ٢- احتساب كلفة الاستبدال الجماعي مع بيان افضل الاشهر للاستبدال، وأيها أفضل الاستبدال الفردي أم الجماعي؟

الحل:

١- احتساب كلفة الاستبدال الفردي:

عدد الوحدات العاطلة = العدد الكلي للوحدات ÷ العمر المتوقع

العمر المتوقع للوحدات = مجموع حاصل ضرب (الاحتمال X العمر)

$$= (٠,٢٠ \times ٦) + (٠,٢ \times ٥) + (٠,٣ \times ٤) + (٠,١٥ \times ٣) + (٠,١ \times ٢) + (٠,٠٥ \times ١) = ٠,٢٠ \times$$

العمر المتوقع للوحدات = ٤,١ مصباح / شهرياً

عدد الوحدات العاطلة = $١٠٠٠ \div ٤,١ = ٢٤٤$ مصباح (ملاحظة: يجب تقريب الرقم لأنه عدد وحدات)

كلفة الاستبدال الفردي الكلية = عدد الوحدات العاطلة X كلفة الاستبدال الفردي للوحدة الواحدة

$$= ٢٤٤ \times ٤٠ = ٩٧٦٠ \text{ دينار}$$

٢- احتساب كلفة الاستبدال الجماعي:

عدد الوحدات العاطلة = (العدد الكلي للوحدات X الاحتمال المقابل) + (متراكم عدد الوحدات العاطلة X الاحتمال السابق)

وسيتيم تمثيل القانون من خلال الرموز (n) عدد الوحدات، (p) الاحتمال وكما يلي.

$$n_0 = 1000 \text{ unit}$$

$$n_1 = n_0 \times p_1$$

$$n_1 = (1000 \times 0.05) = 50 \text{ unit}$$

$$n_2 = (n_0 \times p_2) + (n_1 \times p_1)$$

$$n_2 = (1000 \times 0.1) + (50 \times 0.05) = 100 + 2.5 = 103 \text{ unit}$$

$$n_3 = (n_0 \times p_3) + (n_1 \times p_2) + (n_2 \times p_1)$$

$$n_3 = (1000 \times 0.15) + (50 \times 0.1) + (103 \times 0.05) = 150 + 5 + 5.15 = 160 \text{ unit}$$

$$n_4 = (n_0 \times p_4) + (n_1 \times p_3) + (n_2 \times p_2) + (n_3 \times p_1)$$

$$n_4 = (1000 \times 0.3) + (50 \times 0.15) + (103 \times 0.1) + (160 \times 0.05) = 300 + 7.5 + 10.3 + 8 = 326$$

$$n_5 = (n_0 \times p_5) + (n_1 \times p_4) + (n_2 \times p_3) + (n_3 \times p_2) + (n_4 \times p_1)$$

$$n_5 = (1000 \times 0.2) + (50 \times 0.3) + (103 \times 0.15) + (160 \times 0.1) + (326 \times 0.05) = 263 \text{ unit}$$

$$n_6 = (n_0 \times p_6) + (n_1 \times p_5) + (n_2 \times p_4) + (n_3 \times p_3) + (n_4 \times p_2) + (n_5 \times p_1)$$

$$n6=(1000 \times 0.2)+(50 \times 0.2)+(103 \times 0.3)+(160 \times 0.15)+(326 \times 0.1)+(263 \times 0.05)=\underline{311} \text{ unit}$$

الآن نحتسب تكاليف الاستبدال الجماعي لكل شهر حسب القانون التالي:

$$\text{كلفة الاستبدال الجماعي لفترة (X)} = (\text{العدد الكلي للوحدات} \times \text{كلفة الاستبدال الجماعي للوحدة}) + (\text{متراكم عدد الوحدات العاطلة} \times \text{كلفة الاستبدال الفردي للوحدة الواحدة}) \div \text{الفترة (X)}$$

$$\begin{aligned} 1- \text{الشهر الاول} &= (0 \times 1000) + (40 \times 50) \div 1 = \underline{2000} \text{ دينار} \\ 2- \text{الشهر الثاني} &= (40 \times 1000) + (0 \times 1000) \div (40 \times 1000 + 50) = \underline{2000} + (40 \times 1000) \div 40 = \underline{2000} + 1000 = \underline{3000} \text{ دينار} \\ 3- \text{الشهر الثالث} &= (40 \times 1000) + (0 \times 1000) \div (40 \times 1000 + 50) = \underline{2000} + (40 \times 1000) \div 40 = \underline{2000} + 1000 = \underline{3000} + 1000 = \underline{4000} \text{ دينار} \\ 4- \text{الشهر الرابع} &= (40 \times 1000) + (0 \times 1000) \div (40 \times 1000 + 50) = \underline{2000} + (40 \times 1000) \div 40 = \underline{2000} + 1000 = \underline{3000} + 1000 = \underline{4000} + 1000 = \underline{5000} \text{ دينار} \\ 5- \text{الشهر الخامس} &= (40 \times 1000) + (0 \times 1000) \div (40 \times 1000 + 50) = \underline{2000} + (40 \times 1000) \div 40 = \underline{2000} + 1000 = \underline{3000} + 1000 = \underline{4000} + 1000 = \underline{5000} + 1000 = \underline{6000} \text{ دينار} \\ 6- \text{الشهر السادس} &= (40 \times 1000) + (0 \times 1000) \div (40 \times 1000 + 50) = \underline{2000} + (40 \times 1000) \div 40 = \underline{2000} + 1000 = \underline{3000} + 1000 = \underline{4000} + 1000 = \underline{5000} + 1000 = \underline{6000} + 1000 = \underline{7000} \text{ دينار} \end{aligned}$$

إذاً أفضل شهر للاستبدال هو الشهر الثاني لأنه يمثل أقل التكاليف.

وبمقارنة كلفة الاستبدال الفردي المستخرجة في المطلوب رقم (1) وهي (9760) مع كلفة الاستبدال الجماعي الأقل وهي (5560) نلاحظ إن كلفة الاستبدال الجماعي هي الأفضل لكونها ستحقق وفورات بمقدار (4200) دينار.

الفصل السابع: المعولية Reliability

أولاً: مفهوم المعولية:

شهدت العقود الاخيرة زيادة حدة المنافسة بين منظمات الاعمال لتحقيق اقصى الارباح من خلال اهتمامها وتركيزها على الجودة العالية وسرعة تلبيةها لاجات الزبائن ولتحقيق ذلك تعمل المنظمات على زيادة معولية موجوداتها للسيطرة على معدل الفشل (العطل) في الماكائن والذي يسبب خللاً في العملية الانتاجية.

تعد المعولية (Reliability) ، والقابلية على الصيانة (Maintainability) من المسائل المهمة اثناء عملية التصميم الأولي للمكائن والمعدات.

إن القابلية على الصيانة تشير الى (السهولة التي يصلح بها المنتج، لذلك يجب أن يصنع المنتج بطريقة سهلة لكي تتم صيانتته واستبدال اجزائه التي تكون عرضة للتلف او الفشل بدون صعوبات).

أما معولية المنتج فتعرف (بأنها الاحتمال الذي سينجز به المنتج وظيفته المقصودة لفترة زمنية محددة في ظل ظروف اعتيادية للاستخدام دون أي فشل). وقد تترجم تلك المعولية من خلال شهادات او تعهدات الضمان التي تقدمها الشركة المصنعة للمنتج الى الزبون، مثل (ضمان اشتغال جهاز تلفزيون لمدة خمس سنوات، ضمان اشتغال سيارة لمدة ثلاث سنوات أو (٥٠٠٠٠) ميل.

ولقد حظي تعريف المعولية باهتمام الباحثين والمختصين فعلى الرغم من اختلاف وجهات نظرهم فان هناك شبه اجماع حول تعريفها إذ عرفت (بأنها احتمالية اداء الماكينة او المعدة لغرضها الانتاجي أو الخدمي في ظل ظروف تشغيلية وخلال فترة زمنية محددة دون أي فشل).

وتتكون المعولية من خلال تعريفها اعلاه من أربعة عناصر هي:

١- الاحتمالية (القيمة العددية):

هو مقياس رقمي لقياس المعولية ويعني انه قد يحدث فشل في ماكينة ما في حين لا يحدث في ماكينة اخرى في نفس الظروف والامكانيات وقيمتها تتراوح بين (٠-١) فيقال إن احتمالية عمل ماكينة (٩٥٪) فهذا يعني ان نسبة الفشل (٥٪) وعادة ما تستخدم التوزيعات الاحتمالية لوصف معدل فشل اجزاء المنتج.

٢- الاداء (أداء المنتج المطلوب):

يتضمن قياس امكانية اداء او عدم اداء الماكينة لغرض الذي صممت من أجله، على سبيل المثال تصميم رافعة كهربائية لرفع حمل متوقع مقداره (٠,٧ طن) وأية زيادة بعد ذلك تعد تجاوز لمواصفات التصميم.

٣- وقت التشغيل (العمر التشغيلي):

هو العمر المتوقع لعمل الماكينة أو المعدة أو الفترة الزمنية لقدرة المنتج على أداء وظيفته ويقاس عادة بدلالة الاستخدام أو الوقت أو كليهما ويشير الى المدة الزمنية التي تضي حتى يحدث العطل نتيجة الاستعمال، مثلاً: ان معولية ماكينة هي (٩٧٪) لـ (١٠٠٠) ساعة تشغيل يتم مقارنتها بمعولية (٩٧٪) لـ (٥٠٠٠) ساعة تشغيل.

٤- الظروف البيئية (الظروف التشغيلية):

من خلال معرفة الظروف المحيطة بالعملية التشغيلية يمكن تحديد مدى ملائمتها لتشغيل الماكينة، فلا بد من توفير الظروف البيئية الملائمة لكي نضمن عمل المكائن والمعدات بمعولية عالية فبعض المنتجات مصممة للعمل بمعولية عالية داخل البناية لكنها قد تتعرض للعطل او التقادم السريع في حالة وضعها خارج البناية أو في حالة تعرضها الى اشعة الشمس، الرياح، الامطار، وتتضمن ظروف التشغيل كذلك اساليب الخزن وشروط النقل والشحن.

ثانياً: اهمية واهداف المعولية:

يمكن توضيح اهمية واهداف المعولية من خلال المخاطر الناجمة عن انخفاض المعولية من وجهة نظر الزبون والمنتج وكالاتي:

أ- من وجهة نظر المنتج:

١- المنافسة: ان انخفاض معولية المكائن تؤدي الى خفض معولية المنتجات والذي لا يساعد على حصول المنظمة على ميزة تنافسية.

٢- متطلبات الزبائن: تعد سبباً أساسياً في نشوء المعولية لكونهم هم الذين يقيمون المنتجات لأن المنتج الذي لا يعول عليه سيقبل الطلب عليه مستقبلاً.

٣- الضمانات وتكاليف الخدمات: في حالة انخفاض معولية المنتجات فستكون الشركة ملزمة بتقديم الضمانات أو خدمات ما بعد البيع وهذه بمجملها ستكون كلف واعباء مالية اخرى تتحملها الشركة.

- ٤- تكاليف المسائلة القانونية: هي مطالبة الزبائن بالتعويض في حالة حصول اضرار بالزبائن نتيجة لانخفاض معولية المكاين والمنتجات .
 بد من وجهة نظر الزبون:
 ١- الأمان : إن المعولية المنخفضة للمكاين والمعدات قد تؤدي الى الإضرار بالزبائن وأحياناً موتهم، مثل: فشل محركات الطائرة في رحلة جوية.
 ٢- عدم الملائمة: هو انخفاض معولية المكاين والمعدات لكنه لا يؤدي الى الموت بل التأخر عن الوقت المناسب والسبب بالازعاج وعدم الارتياح مثل عطل اجهزة توليد الكهرباء في المعامل الكبيرة.
 ٣- الكلف: انخفاض المعولية تكبد الزبائن اموال اضافية لذا يفضل الزبون دفع اموال اضافية مقابل الحصول على منتجات ذات معولية عالية.

ثالثاً: نظم المعولية:

يتكون النظام من سلسلة من الاجزاء والمكونات المتداخلة فيما بينها وان معولية المنتج تمثل دالة معوليات الأجزاء المكونة لذلك المنتج والکیفية التي ترتب بها تلك الاجزاء وتتأثر قيمة معولية النظام الكلية بطريقة ربط اجزاء المنتج مع بعضها البعض. وتوجد ثلاثة أنواع من الربط هي:

١- معولية الاجزاء على التوالي (Reliability in a Series):

ويسمى بالربط أو الترتيب على التوالي وهي المعولية التي يتوجب أن تعمل بها جميع الاجزاء لكي يعمل المنتج أو النظام وفي حالة فشل أي منها يتوقف عمل المنتج عن العمل، وتمثل المعولية على التوالي ناتج معوليات الاجزاء كافة حيث تكون اجزاء النظام مترابطة بصورة متسلسلة مع بعضها، إذ إن فشل أي جزء في النظام يؤدي الى فشل النظام ككل. ويلاحظ أنه كلما يزداد عدد الاجزاء المتسلسلة أو المتعاقبة في المنتج كلما ستدهور معولية المنتج وعليه تزداد الحاجة الى بناء تصاميم بسيطة للمنتجات تتألف من عدد أقل من الاجزاء المكونة، ويمكن ايجاد معولية النظام الكلية من خلال تطبيق المعادلة الآتية:

$$R_s = (R_1) (R_2) \dots (R_n)$$

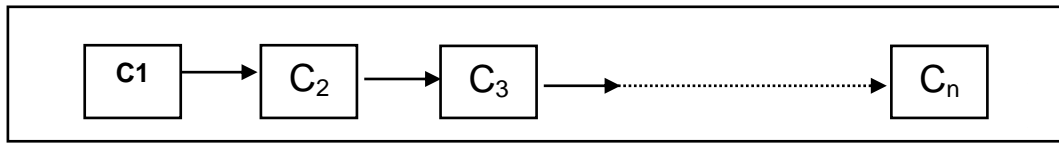
إذ إن:

R_s = معولية النظام (المنتج) الكلية.

R_1 = معولية الجزء الاول.

R_2 = معولية الجزء الثاني.

R_n = معولية (n) من الاجزاء.



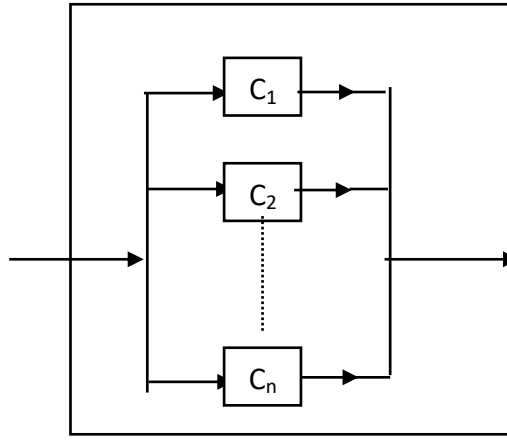
الشكل (٧-١) يوضح الربط على التوالي

٢- معولية الاجزاء بالتوازي (Parallel Reliability):

ويسمى بالربط أو الترتيب على التوازي ويعد هذا الترتيب مرغوباً أكثر من سابقه إذ يتم ربط اجزاء النظام بصورة متوازية وإن عطل أي جزء من الاجزاء لا يؤدي بالضرورة الى عطل الاجزاء الاخرى او عطل النظام ككل. إن فشل بعض الاجزاء في المنتج يسبب اضرار فادحة مثل فشل محرك طائرة أثناء الطيران. ولغرض زيادة معولية الاجزاء المستقلة أو المنفردة في المنتج أو النظام ومن ثم زيادة معولية النظام ككل فقد لجأت الشركات المنتجة الى بناء جزء أو اجزاء اضافية احتياط مع الجزء الاصلي في المنتج. إن مثل هذه الاجزاء تستعمل بشكل متواز فإذا ما فشل الجزء الاصلي عن العمل لأي سبب كان، فإن الجزء الاحتياطي يستعمل بصورة أوتوماتيكية.

ولايجاد معولية النظام الكلية تستخدم المعادلة الآتية:

$$R_p = 1 - (1 - R_1)(1 - R_2)(1 - R_3) \dots (1 - R_n)$$



الشكل (٧-٢) يوضح الربط على التوازي

٣- الربط أو الترتيب المختلط أو المزدوج (Mix or Multiple):

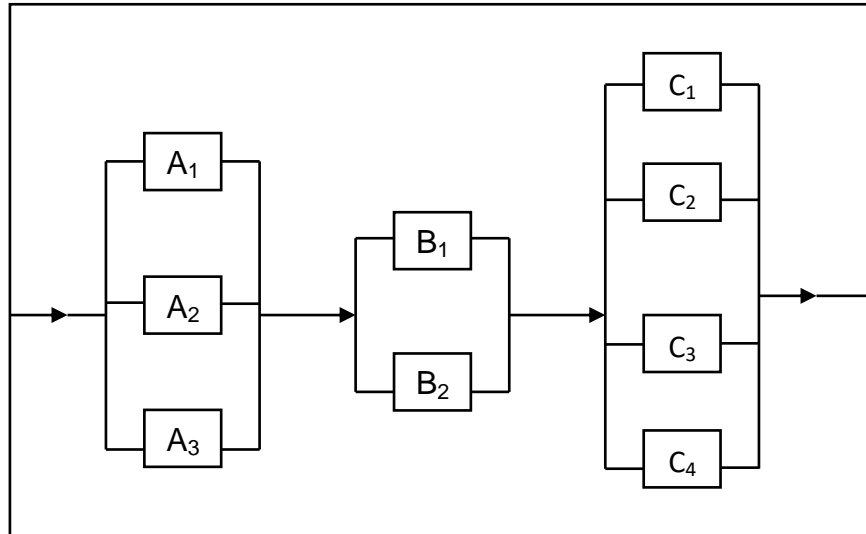
وهو الربط الذي يجمع بين الربط على التوالي والربط على التوازي ويعد أفضل من الترتيب على التوالي ويستخدم عادة لتحسين معوية النظام ، إذا كانت أجزاؤه مربوطة على التوالي ويمكن إيجاد معوية النظام المختلط من خلال المعادلة الآتية:

$$R_m = (R_s) (R_p)$$

إذ إن:

R_s = الربط على التوالي.

R_p = الربط على التوازي.



الشكل (٧-٣) يوضح الربط المختلط

مثال (١): منتج معين يتألف من ثلاثة اجزاء يجب أن تعمل جميعها لكي يعمل المنتج، كل جزء له معوية مقدارها (٠,٩٥). المطلوب // (١) فما هي معوية المنتج ككل؟

(٢) معوية المنتج الكلية على افتراض إن الجزء (R2) أضيف له جزء احتياط واحد.

الحل:

$$R_s = (0.95) (0.95)$$

(١) معوية المنتج ككل تساوي ناتج معويات كل الاجزاء.

$$(0.95) = 0.857$$

أي أنه كلما يزداد عدد الاجزاء المتسلسلة أو المتعاقبة في المنتج كلما ستدهور معولية المنتج وقيمة معولية النظام الكلية هي أقل من قيمة أي جزء فيها.

$$R2 = 1 - (1 - 0.95)^2 \quad \text{مئوية الجزء (R2) ستكون:}$$

$$R2 = 1 - 0.0025$$

$$R2 = 0.9975 \quad \text{(يلاحظ إن معولية الجزء (2) قد ارتفعت)}$$

$$Rs = (0.95) (0.9975) (0.95) = 0.90 \quad \text{ومن ثم فإن معولية المنتج الكلية ستكون (0.90) بعد أن كانت (0.857)}$$

مثال (2): منتج يصنع من ثلاث مكونات رئيسة معولية كل منها (0.96)، (0.97)، (0.90) على التوالي.

المطلوب // (1) أحسب معولية المنتج. (2) لغرض تحسين معولية المكون الثالث وبالتالي تحسين معولية المنتج ككل فقد أضيف جزئين احتياط للمكون الثالث معولية كل منها (0.90)، فما هي معولية المكون الثالث؟ وما هي معولية المنتج ككل؟

الحل:

$$Rs = (0.96) (0.97) \quad \text{(1) معولية المنتج ككل تساوي ناتج معوليات كل الاجزاء.}$$

أي إن قيمة معولية النظام الكلية (0.838) هي أقل من قيمة أي جزء فيها.

$$R3 = 1 - (1 - 0.90)^3 \quad \text{مئوية الجزء (R3) ستكون:}$$

$$R3 = 1 - 0.001$$

$$R3 = 0.999 \quad \text{(يلاحظ إن معولية الجزء (3) قد ارتفعت)}$$

$$Rs = (0.96) (0.97) (0.999) = 0.930 \quad \text{ومن ثم فإن معولية المنتج الكلية ستكون (0.930) بعد أن كانت (0.838)}$$

رابعاً: مقاييس المعولية:

تعني استخدام تقنيات مختلفة في بناء معولية المكاين واختبار ادائها وتقاس عن طريق مجموعة من المعايير اهمها:

1- نسبة فشل المنتج: Product Failure Rate (FR%)

تعد نسبة فشل المنتج وحدة القياس الاساسية للمعولية وهي تستخدم لقياس نسبة فشل المنتجات التي يتم اختبارها، وعادة ما تثبت الشركات التي تنتج تقنية متطورة نسبة فشل المنتج على منتجاتها. وتحسب هذه النسبة بالمعادلة الآتية:

$$FR(\%) = \frac{NOF}{NUT}$$

إذ إن:

= عدد مرات الفشل. NOF

= عدد الوحدات المفحوصة. NUT

٢- مرات الفشل / ساعة تشغيل: (FR (n)) Number of Failures/ Operating Hour

وهو أيضاً من المقاييس الشائعة للمعولية ويستخدم لقياس عدد مرات الفشل خلال فترة زمنية (ساعة). ويحسب هذا المقياس بالمعادلة الآتية:

NOF

FR(n) = _____ إذ إن:

NOT = صافي وقت تشغيل الاجهزة. NOT

٣- معدل الوقت بين العطلات: (MTBF) Mean Time Between Failures

من المقاييس الشائعة الاستعمال في تحليل المعولية ، ويتم احتساب معدل الوقت بين العطلات باستخدام المعادلة الآتية:

معدل الوقت بين العطلات = صافي وقت التشغيل ÷ عدد العطلات

صافي وقت التشغيل = وقت التشغيل الكلي - الوقت الكلي العاطل (وقت عدم الاشتغال)

1

وهو عبارة عن معكوس FR(N) ويحسب كما يلي: MTBF = $\frac{1}{FR(N)}$

٤- معدل وقت التصليح: (MTTR) Mean-Time-To-Repair

ويعرف على أنه الوقت اللازم لإبدال أو تصليح الماكينة أو احد اجزاها وهو عبارة مجموع أوقات التصليح الفعالة خلال مدة معطاة من الزمن مقسوماً على مجموع عدد العطلات خلال المدة نفسها، ويقاس معدل وقت التصليح بالمعادلة الآتية:

معدل وقت التصليح = مجموع اوقات العطل ÷ عدد حالات العطل

ويعد (MTTR) مقياساً لمقدرة الصيانة في التأثير على الاداء الانتاجي إذ كلما ارتفع معدل وقت التصليح انخفضت اتاحية الماكائن.

٥- الاتاحية Availability:

يعبر عنها بالدرجة التي ستكون فيها المعدات جاهزة للعمل وتعرف بانها احتمالية ان تكون الماكينة قادرة على اداء وظائفها المناطة بها خلال مدة الاشتغال المخطط لها . وتحسب من خلال المعادلة الآتية:

MTBF

Availability = $\frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$

إذ تتناسب الاتاحية طردياً مع متوسط الوقت بين العطلات وعكسياً مع متوسط وقت التصليح.

مثال (٣): بهدف تجديد نسبة فشل منتوجاتها قامت شركة متخصصة بانتاج اجهزة التبريد من حجم (٢) طن بتشغيل عينة من الانتاج تتكون من (٣٠) جهاز لمدة (٥٠٠) ساعة، واثناء فترة الاختبار توقف احد الاجهزة لمدة (٣٠٠) ساعة، كما توقف جهاز آخر لمدة (٢٠٠) ساعة، وتوقف جهاز ثالث لمدة (١٠٠) ساعة.

المطلوب: (١) حساب نسبة الفشل (FR(%)) (٢) - حساب عدد مرات الفشل (FR(N)) (3) معدل الوقت بين العطلات MTBF.

الحل:

(١) نسبة الفشل (FR(%)) = عدد مرات الفشل ÷ عدد الوحدات المنجوعة

$$FR(\%) = 100 \times 30 \div 3 = 10\%$$

(٢) تمهيداً لحساب عدد مرات الفشل / ساعة تشغيل FR(N) نحسب ما يلي:

وقت التشغيل الفعلي = الوقت الكلي - وقت عدم الاشتغال

$$\text{وقت التشغيل الكلي} = 500 \times 30 = 15000 \text{ ساعة}$$

الوقت الكلي العاطل = (٣٠٠) ساعة للجهاز (١) + (٢٠٠) ساعة للجهاز (٢) + (١٠٠) ساعة للجهاز (٣)

$$= 600 \text{ ساعة}$$

صافي وقت التشغيل = الوقت الكلي للتشغيل - الوقت الكلي العاطل

$$= (500 \times 30) - 600 = 14400 \text{ ساعة}$$

وبتطبيق المعادلة الأصلية فإن:

FR(n) = عدد مرات الفشل ÷ صافي وقت التشغيل الفعلي

$$= 3 \div 14400 = 0.00021 \text{ فشل / ساعة}$$

(٣) معدل الوقت بين العطلات (MTBF):

$$MTBF = 1 \div FR(n) = 1 \div 0.00021 = 4762 \text{ ساعة}$$

الفصل الثامن

Total Productivity Maintenance الصيانة الانتاجية الشاملة

مقدمة:

يعد موضوع الصيانة الانتاجية الشاملة من المداخل الحديثة في مجال صيانة الماكائن والمعدات وتسهيلات الإنتاج. وأحد العوامل المهمة وراء نجاح وتعزيز القدرات التنافسية للشركات الصناعية على الصعيدين المحلي والعالمي، ونظراً لأهمية هذا الموضوع ودوره في تحقيق مكاسب كبيرة للشركات والأفراد فقد حظي باهتمام كبير من قبل كبريات الشركات الصناعية العالمية. إذ قامت العديد من الشركات في الآونة الأخيرة بدمج مفاهيم ادارة الجودة الشاملة (TQM) Total Quality Management وأنشطة الصيانة الوقائية وقد اطلق على المدخل تسمية الصيانة الانتاجية الشاملة (TPM) Total Productivity Maintenance ويهدف هذا المدخل الى تقليل التباين بمستويات الانتاج من خلال المشاركة الفاعلة بين العاملين من جهة والانشطة المتميزة للصيانة من جهة أخرى.

ونتيجة لتوسع الشركات وزيادة عدد الماكائن والمعدات ، أصبح من الصعوبة على أفراد الصيانة في الشركات القيام بتغطية كل أنشطة الصيانة فبادرت إدارات بعض الشركات بنقل جزء من مسؤولية أعمال الصيانة إلى مشغلي الماكائن للقيام ببعض مهام الصيانة، إذ إن مسؤولية الحفاظ على الماكائن والمعدات يقع على عاتق إدارتي التشغيل والصيانة وتسمح لأفرادهما من الإحساس بالانتماء والشعور بالمسؤولية تجاه تحسين جودة العمل والإنتاج، مثل (فحص بعض أجزاء الماكينة، القيام بأعمال التزييت والتنظيف والمعايرة والضبط) . وهذا المفهوم أطلق عليه الصيانة الوقائية الشاملة Total Prevention Maintenance وعرف بأنه (بذل أقصى الجهود للحفاظ على الماكائن والمعدات بصورة مثلى، مع إعطاء المسؤولية الأولية عن بعض أعمال الصيانة إلى مشغل الماكينة).

أولاً: مفهوم الصيانة الانتاجية الشاملة (TPM) Total Productivity Maintenance

ظهر مفهوم الصيانة الانتاجية الشاملة من قبل المعهد الياباني لصيانة المصنع في عام ١٩٧١. حيث يعد أول من عرف المفهوم وأعطى لها التعريف الآتي: (إستراتيجية الشركة الواسعة لزيادة فاعلية بيئة الإنتاج)، لاسيما من خلال الطرائق والأساليب التي تزيد فاعلية وكفاءة مكنان ومعدات الإنتاج ويتضمن هذا المفهوم تحقيق أعلى فاعلية للمكائن والمعدات وتطبيق نظام متكامل للصيانة الوقائية بمشاركة كافة العاملين، أي التركيز على الصيانة بمشاركة كل عنصر في الشركة أما معنى الصيانة الانتاجية الشاملة فهي:

الصيانة: الحفاظ على حالة التشغيل الجيد للمكائن والمعدات من خلال التصليح ، التنظيف، التزييت والتشعيم ، الفحص والضبط .

الانتاجية: أداء أعمال الصيانة دون أن يكون له أثر على عملية الإنتاج، أو بأقل ما يمكن من تأثير على سير العملية الإنتاجية .

الشاملة: مشاركة كافة الأفراد العاملين في المصنع بأعمال الصيانة، ما دون الإدارة العليا إلى مشغلي خطوط الإنتاج .

يمكن تعريف الصيانة الانتاجية الشاملة بأنها (نظام يقوم على مشاركة كافة العاملين في الشركة من أعلى مستوى إداري إلى عاملي خطوط الإنتاج بأعمال الصيانة للمكائن والمعدات من خلال تطبيق أساليب صيانة العطلات، الصيانة الوقائية، الصيانة التنبؤية)، أي أنه في ظل هذا النظام ليس الهدف صيانة الماكائن والمعدات فقط وإنما البحث لتحسين فاعلية الماكائن والمعدات ورفع مستوى أدائها ، والوصول بها إلى حالة تكون أعطال الصيانة أقل ما يمكن إن لم تكن صفرية. وتعبير آخر، فإن نظام الصيانة الانتاجية الشاملة (TPM system) يقوم على مكونات أساسية هي (المدخلات ، وعمليات المعالجة ، والمخرجات ، والتغذية العكسية).

١. المدخلات :

- أ. **أمدية** : أجهزة ، معدات ، وسائل ، مواد وقطع غيار تستخدم في تنفيذ أنشطة الصيانة .
- ب. **بشرية** : مشاركة الأفراد من أعلى مستوى إداري إلى عملي خطوط الإنتاج (لاسيما مشغل الماكينة وأخصائي الصيانة) في المجاميع الصغيرة أو فرق العمل .
- ج. **معلوماتية** : معلومات كاملة عن كل ماكينة ومعدة مثلاً: (تاريخ النصب ، عدد مرات التصليح ، تاريخ آخر تصليح ، مخزون الأجزاء الاحتياطية ، وغيرها) وتتوفر هذه المعلومات من خلال السجلات أو نظام إدارة الصيانة بمساعدة الحاسوب .
٢. **عمليات المعالجة** : تطبيق إجراءات صيانة العطلات ، الصيانة الوقائية ، الصيانة التنبؤية على الماكائن والمعدات .
٣. **المخرجات** : تتمثل بتحسين جاهزية الماكينة من خلال (خفض خسائر العطلات، وخسائر التهيئة والاعداد. وتحسين كفاءة الأداء للمكانن والمعدات، خفض خسائر التوقفات الصغيرة، وتحسين جودة المنتج الذي تصنعه الماكينة، خفض خسائر عيوب الجودة ، وخسائر بدء التشغيل.
٤. **التغذية العكسية**: تركز على تحسين فاعلية الماكينة ، السلامة، الإنتاجية، الجودة، الكلفة، المرونة، التسليم، وتحديد الانحرافات ومن ثم معالجتها .

تستند فلسفة (TPM) على:

١. تدريب العاملين على تشغيل الماكائن بكفاءة والقيام بصيانة الماكائن التي يقومون بتشغيلها.
٢. التحول من المدخل التقليدي الذي يركز على تصحيح العيوب والاختفاء الى المدخل الاستباقي الذي يمنع حدوث العيوب.
٣. تصميم مكانن ذات معولية عالية سهلة التشغيل وسهلة الصيانة.
٤. تطبيق نظام الصيانة الاستباقية الذي يراقب ويصحح جذور المسببات.
٥. معاملة الافراد المشغلين كمشرفين.
٦. تشجيع أنشطة مجموعات العمل الصغيرة من العاملين على دراسة مشاكل الماكائن وبيئة العمل وايجاد الحلول لتلك المشاكل.

ثانياً: اهداف الصيانة الانتاجية الشاملة:

يسعى نظام الصيانة الانتاجية الشاملة كغيره من الأنظمة والمفاهيم الحديثة لتحقيق مجموعة من الأهداف هي:

١. تصنيع المنتجات بدون تقليل جودتها.
٢. تخفيض تكاليف التصنيع .
٣. تنمية الإحساس لدى المشغل بتملك الماكينة من خلال التدريب على مهارات ومعارف الصيانة الاساسية للمكانن.
٤. تشجيع التحسين المستمر من خلال أنشطة مجموعة العمل الصغيرة وبمشاركة أقسام الإنتاج، الهندسة، الصيانة.
٥. تقديم المنتجات الى الزبائن بدون عيوب.
٦. تحسين فاعلية الماكائن من خلال فحص جميع الضياعات التي قد تحدث بسبب التوقفات والضياعات التي تحدث بسبب السرعة والمعيب في الانتاج.
٧. تحقيق الصيانة الذاتية من خلال السماح للافراد المشغلين للمكانن بتحمل مسؤولية بعض نشاطات الصيانة وتشجيع فريق الصيانة على تحسين اداء الصيانة.
٨. التخطيط لجميع نشاطات الصيانة والتي يجب ان تشمل الصيانة الوقائية المطلوبة لكل جزء في الماكينة لضمان خلق بيئة انتاج خالية من التوقفات.
٩. المحافظة على نظافة بيئة العمل والبيئة المحيطة بها.

١٠- الاستمرار في برنامج الصيانة الوقائية لضمان عمل الماكائن، بحيث تشمل الصيانة الوقائية اعتبارات مسببات الفشل والقابلية على الصيانة من خلال مراحل (التصميم، والتصنيع، والتنصيب، والعمل).

ثالثاً: فوائد تطبيق الصيانة الانتاجية الشاملة:

يؤدي تطبيق مبدأ الصيانة الانتاجية الشاملة إلى الآتي:

١- بالنسبة للعاملين:

تدريب المشغلين على كيفية إصلاح الماكائن والمعدات التي يعملون عليها وزيادة الشعور بالانتماء للمصنع والمعدات والمحافظة عليهما، وتغيير مفهوم المشغلين من (أنا لا يهمني تعطل الماكينة لأن قسم الصيانة سوف يصلحها) إلى (أنا سوف أقوم بإصلاح الماكينة التي اعلم عليها).

٢- بالنسبة للمكائن والمعدات:

زيادة فاعلية وكفاءة المعدات من خلال ممارسة صيانة جيدة و تفادي ما يسبب التعطل .

٣- بالنسبة للهيكل التنظيمي :

إعادة تصميم الهيكل لتحسين الكفاءة التنظيمية و تحسين اداء الاعمال .

كما يؤدي تطبيق مبدأ الصيانة الانتاجية الشاملة إلى جملة من الفوائد أهمها:

١- زيادة الانتاجية من خلال زيادة معولية الماكائن .

٢- تقليل حوادث العمل نتيجة لعمليات النظافة والتنظيم والمحافظة على الماكائن ..

٣- تعدد مقياس للسيطرة على التلوث.

٤- خلق مستوى من الثقة العالية بين العاملين.

٥- تحقيق الاهداف من خلال العمل كفريق.

٦- زيادة الخبرات والمعارف لدى العاملين.

٧- مشاركة العاملين في تنفيذ اعمال الصيانة، فضلاً عن مساهمتهم في زيادة المخرجات.

٨- تركيز على الصيانة الوقائية والتنبؤية وتجنب ضياعات الوقت غيرالمتوقعة والتي تؤدي الى فقدان الالتزام بمواعيد التسليم المحدده.

رابعاً: صعوبات تطبيق الصيانة الانتاجية الشاملة:

تطبيق الصيانة الانتاجية الشاملة ليس بالأمر المستحيل وقد نجح تطبيقه في شركات كثيرة في دول مختلفة مثل اليابان والولايات المتحدة ودول اوروبية عديدة. ولكن تطبيق هذا النظام صادف العديد من حالات الفشل. من ضمن العقبات التي تؤدي الى فشل الصيانة الانتاجية الشاملة ما يلي:

١- ضعف دعم الادارة العليا في الشركة لتطبيق الصيانة الانتاجية الشاملة.

٢- عدم القدرة على خلق جو من التعاون بين الصيانة والتشغيل مما لايساعد على تطبيق الصيانة الذاتية عن طريق المشغلين.

٣- عدم وجود أنظمة اجور وحوافز تشجع المشغلين على القيام بالصيانة الذاتية.

٤- عدم تدريب العاملين التدريب المناسب لكي يتمكنوا من تطبيق هذا النظام. وهذا التدريب يشمل تدريب المشغلين على اعمال الصيانة وتدريب فنيي الصيانة لرفع كفاءة ادائهم وتدريب العاملين بشكل عام لتوعيتهم بفوائد الصيانة الانتاجية الشاملة وكيفية تطبيقها.

٥- توقع نتائج سريعة جداً. عادة ما يحتاج هذا النظام لبعض الاستثمارات في البداية للقيام بأعمال النظافة وإعادة المعدات الى حالتها الجيدة. ثم تأتي نتيجة هذه الاستثمارات تدريجياً بعد ذلك من خلال تقليل التلف والمعيب وزيادة الانتاجية وتحسين الجودة.

٦- عدم وجود مقياس ملائم لقياس تأثير تطبيق الصيانة الانتاجية الشاملة.

خامساً: مبادئ الصيانة الانتاجية الشاملة:

ترتكز الصيانة الانتاجية الشاملة على ثمانية مبادئ موضحة كالآتي:

١- برنامج السينات الخمس (5S):

تبدأ الصيانة الانتاجية الشاملة ببرنامج السينات الخمس فالمشاكل لا يمكن رؤيتها بوضوح عندما يكون مكان العمل غير منظم وغير نظيف فتتطلب مكان العمل يساعد على كشف المشاكل مما يجعلها أكثر وضوحاً وبالتالي يساعد على عملية التحسين. فتكون النتيجة (زيادة الكفاءة، زيادة الانتاجية، تحسين جودة المنتجات، توفير الجهد والوقت، تخفيض الكلف، رفع الروح المعنوية للعاملين، وتحقيق الأمن الصناعي والسلامة المهنية). وبرنامج السينات الخمسة (5S) يتكون من خمس خطوات لتنظيم مكان العمل، هي:

أ- **التصفية Seiri:** فرز وتنظيم الاجزاء الحرجة والمهمة التي تستخدم بشكل مستمر، وكذلك تحديد الاجزاء غير الضرورية.

ب- **التنظيم Seiton:** جميع الاجزاء لها مكان واحد فقط، ويتم وضع الاجزاء بعد استخدامها بنفس المكان المحدد لها.

ج- **التنظيف Seiso:** تنظيف مكان العمل وجعله خالياً من الزيوت، الشحوم، النفايات، وغيرها.

د- **التنظيم (التوحيد) Seiketsu:** يناقش العاملون ويتخذون القرار بشأن معايير النظافة على مكان العمل، المكان، الادوات والعدد، والممرات.

هـ- **الانضباط الذاتي Shitsuke:** تحقيق الانضباط بين العاملين في المنظمة، وهذا يشمل ارتداء العلامات، العمل على وفق اجراءات العمل، الالتزام بالمواعيد المحددة، والتفاني في تنظيم وترتيب المكان واماكن العمل.

٢- تحقيق الصيانة الذاتية:

تعني قيام المشغلين ببعض اعمال الصيانة البسيطة للمكان والمعدات. فكرة الصيانة الذاتية تخاكي ما يقوم به الانسان عادة من الاعتناء بنفسه وبالاجهزة التي يستخدمها، ثم الاستعانة بالمتخصصين عند الضرورة. فالانسان لا يطلب من الطبيب أن يأتي لفحصه كل اسبوع وإنما هو يلاحظ جسمه او أي تغير غير طبيعي مثل شعوره بالاجهاد او ارتفاع درجة الحرارة، وان حدث اي شيء غير طبيعي فإنه يحاول معالجته طالما كان بسيطاً مثل شعوره بصداق نتيجة لقلة النوم، ثم يلجأ الى الطبيب إن تطلب الامر ذلك. كذلك فإن اي شخص يعتني ببيته وإن مجد مسمار في المنضدة أو الكرسي يحتاج إعادة ربط فإنه يربطه بنفسه لكي تبقى المنضدة أو الكرسي بحالة جيدة، وإن وجد مصباح في المنزل يحتاج تغيير فإنه يستبدله بنفسه، لماذا لا يستدعي النجار أو الكهربائي للقيام بذلك؟ لأن ذلك مضيعة للوقت فالأمر بسيط. وماذا لو استدعيته؟ قد يأتيك بعد يوم او بضعة ايام. ما الذي يحدث إن لم تقم بإعادة تثبيت المسمار فوراً؟ سوف تجد إن الكرسي او المنضدة بداء يفقدان تماسكهما وقد يحدث كسر في أرجل المنضدة أو الكرسي وينتهي الامر بأن يحتاج تغيير المنضدة أو الكرسي. وهذا ما لا نريد حدوثه في الصيانة الانتاجية الشاملة.

يركز هذا المبدأ على جعل العاملين قادرين على اداء مهام الصيانة البسيطة للمكان والمعدات، وبالتالي يركز قسم الصيانة على نشاطات الصيانة التي تتطلب مهارة في انجازها. فالصيانة الذاتية تكشف المشاكل الحاصلة في المعدات ويتم حلها عن طريق أنشطة مجموعة العمل الصغيرة. وقد يتم تغيير خطط الصيانة بناءً على توصيات المشغلين طبقاً لما يلاحظونه عند القيام بالصيانة الذاتية. وتشمل الصيانة الذاتية الخطوات التالية:

أ- تدريب العاملين: من خلال التدريب يتم تثقيف العاملين بكل ما يتعلق بالصيانة الانتاجية الشاملة، فوائدها، مزاياها، مبادئها، وغيرها.

ب- التنظيف الأولي للمكان والالات.

ج- وضع التدابير ضد مصادر الاوساخ وجعل عملية التنظيف اسهل.

د- تحديد معايير للتنظيف والصيانة من خلال وضع جدول زمني للتنظيف والتفتيش والتزيت.

هـ- اجراء الفحص العام: يتم تدريب العاملين على مختلف اعمال الصيانة مثل الصيانة الميكانيكية والكهربائية وغيرها.

و- تنفيذ الفحص الذاتي: وضع اساليب جديدة للتنظيف والتشعيم المستخدمة للمكان والمعدات.

ز- التنميط (التوحيد): تحديد التعليمات والقواعد الخاصة بالعمل وبينها العمل بحيث تكون نمطية ويجب اتباعها من قبل جميع العاملين.

ح- التحسين المستمر لاداء تشغيل المكان والمعدات.

٣- التحسين المستمر (الكايزن Kaizen مصطلح ياباني):

يركز على ادخال تحسينات صغيرة ولكن يتم تنفيذها على اساس مستمر ويشمل التحسين جميع جوانب العمل، وذلك بمشاركة جميع الافراد العاملين في الشركة وعلى جميع المستويات. ويهدف التحسين المستمر الى خفض الكلف في جميع الموارد المستخدمة، تخفيض كلف التصنيع، تقليل الضياعات في اماكن العمل التي تؤثر على الكفاءة، والتركيز على سهولة التعامل مع المشغلين.

٤- الصيانة المخططة:

تنظيم نشاطات الصيانة وتنفيذها وضبطها على وفق تقديرات مسبقة وتوثيق هذه الاجراءات ضمن الخطة الموضوعية. والصيانة المخططة تسعى لتحويل الجهود من الطرق الاستجابية (الصيانة التصحيحية وصيانة التوقفات) الى الطرق الاستباقية (الصيانة الوقائية). كما وتتم الاستعانة بالفنيين والمهندسين المدربين في الصيانة للمساعدة في تدريب المشغلين لتحسين الحفاظ على الماكائن والمعدات. وتهدف الصيانة المخططة الى جعل الماكائن ومعدات الانتاج خالية من المشاكل فضلاً عن تصنيع منتجات خالية من العيوب لارضاء الزبائن.

٥- جودة الصيانة:

تهدف الى تحقيق رضا الزبون من خلال تحقيق اعلى مستويات الجودة، وبذلك تصنيع منتجات خالية من العيوب بالتركيز على الغاء حالات عدم المطابقة باستخدام التحسين المستمر. لذلك يجب معرفة ما هي الاجراء في الماكائن والمعدات التي تؤثر على جودة المنتج وهذا يتطلب التحول من ضبط الجودة الى ضمان الجودة. وتركز نشاطات جودة الصيانة على تحديد ظروف الماكائن والمعدات التي تسبب عيوب في جودة المنتجات لذلك فان جودة الصيانة تتمثل في اجراء صيانة مثالية للماكائن والمعدات وذلك للحفاظ على جودة كاملة للمنتجات. وتتطلب جودة الصيانة (بيانات تتعلق بالمنتج، بيانات تتعلق بالعملية التشغيلية، وبيانات تتعلق بجودة عمليات الصيانة).

٦- التدريب:

تهدف برامج التدريب الى تعدد مهارات العاملين من خلال التركيز على تحسين المعارف والمهارات والتقنيات، وخلق بيئة تدريبية للتعلم الذاتي. والتدريب المتقدم هو امر اساس لتطوير مهارات الصيانة وتحقيق اهداف الصيانة الانتاجية الشاملة، ومن اهم موضوعات التدريب الاساسي هي: (كيفية قراءة الرسومات التصنيعية والتجميعية، كيفية قراءة كتيب التشغيل والصيانة، الشرح التفصيلي لمكونات الماكائن الرئيسية وانواعها، انواع سياسات الصيانة ومميزات وعيوب كل منها، كيفية تحديد برامج الصيانة الوقائية، وطرائق تسجيل برامج الصيانة واهميتها، وغيرها).

٧- مكتب الصيانة الانتاجية الشاملة:

انشاء تشكيل اداري للصيانة الانتاجية الشاملة، يبدأ دور ادارة الصيانة الانتاجية الشاملة بعد تفعيل المبادئ الاربعة وهي: (الصيانة الذاتية، التحسين المستمر، الصيانة المخططة، وجودة الصيانة). ويركز دور الصيانة الانتاجية الشاملة على تحسين الانتاجية، تحسين الكفاءة في الوظائف الادارية، وتحديد الغاء الضياعات في جميع مجالات العمل. وهذا يتطلب تحليل العمليات والاجراءات من اجل زيادة كفاءة العمل.

٨- السلامة والصحة والبيئة:

التركيز على خلق بيئة عمل آمنة والبيئة المحيطة بها. إذ يتم تشكيل لجنة خاصة بالسلامة والصحة والبيئة تهدف الى خلق الوعي بين العاملين بكل ما يتعلق بالسلامة والصحة والبيئة، وتهتم اللجنة بعرض الملصقات والشعارات واقامة الندوات المتعلقة بالسلامة والصحة والبيئة. ويجب ان يكون العمال متعلمين ومتفهمين ان الصيانة الانتاجية الشاملة ليست مجرد برنامج لشهر وانما برنامج مستمر وعلى الادارة العليا الالتزام الكامل بالبرنامج وتهيئة الوقت الضروري لتنفيذه بشكل متكامل، إذ ان كل فرد مشمول بالبرنامج الصيانة الانتاجية الشاملة.