

ترشيد تكاليف الصيانة بأسلوب النموذج الاحتمالي- دراسة حالة مطاحن الحنطة بالمسيلة-

د. بوقرة رابح + ا. قريد مصطفى
جامعة المسيلة

Abstract

Despite the limited measures adopted to replace easy-to-damage in the machine, which extends from the moment of emergence of sings of erosion and so forth until its breaking, and therefore, it poses the problematic of multiple choices.

In this paper we will discuss a mathematical model adopted to resolve this confusion with an attempt to apply it to some parts that feature ease of fracture described in the brood of the CERED Mills of M'sila.

Key words: ُrationalization of costs, maintenance costs, the probabilistic modelm.

ملخص

رغم محدودية الإجراءات المعتمدة لاستبدال المصنوعات السهلة العطب في الآلة، والتي تمتد من لحظة ظهور علامات التآكل عليها وحتى انكسارها وبالتالي عطل الآلة، فإنها تطرح إشكالية المفاضلة بسبب تعددها.

في هذه الورقة البحثية سنتعرض للنموذج الرياضي المعتمد لحل هذا الإشكال مع محاولة تطبيقه على بعض الأجزاء التي توصف بخاصية سهولة الانكسار في مؤسسة مطاحن الحنطة بالمسيلة. الكلمات المفتاحية: الترشيد في التكاليف، تكاليف الصيانة، النموذج الاحتمالي.

مقدمة

يعتبر نظام الصيانة بوابة الأمان لتحقيق الاستقرار الإنتاجي، فهو بمثابة حارس أمين للمنشأة من الاضطرابات الإنتاجية، هذه الاضطرابات التي قد تؤدي إلى خلل في التزامات المنشأة تجاه عملائها ومورديها، أو أنها قد تؤدي محيطها البيئي بسبب الخلل الإنتاجي، ولأن نظام الصيانة كغيره من الأنظمة له مدخلات ومخرجات وتحسب كفاءته من خلال النسبة بين المخرجات والمدخلات، ولأن هدفه هو نفس هدف الأنظمة الأخرى المتمثل في تعظيم المخرجات على حساب المدخلات، فإن دراستنا في هذه الورقة البحثية تتركز على الكيفية التي يمكن بها تحقيق هذا الهدف.

الإشكالية

تتمثل الإشكالية الرئيسية في تحديد الزمن الأمثل لصيانة الأجزاء السهلة الانكسار في الآلة وتكون كالتالي:

بعد كم من الاستخدام يجب أن نستبدل المصنوعات المختارة للدراسة بمؤسسة مطاحن الحنطة؟

الفرضيات

يمكن لنا طرح الفرضيتان التاليتان ومحاولة اختبار صحتها:

- يمكن أن تتحقق أدنى تكاليف للصيانة الكلية عندما نجري استبدال المصنوعات بعد تعطلها.

- يمكن أن تتحقق أدنى تكاليف للصيانة الكلية عندما نجري استبدال المصنوعات لحظة ظهور علامات التآكل عليها.

محاور البحث

يتمحور البحث حول النقاط التالية:

- مفهوم الصيانة وتكلفة أنواعها
- الموازنة بين سياسة الصيانة الوقائية والصيانة الإصلاحية
- حالة بعض المصنوعات بمؤسسة مطاحن الحنطة

أولاً: مفهوم الصيانة وتكلفة أنواعها

مفهوم الصيانة: عرفت الصيانة منذ زمن بعيد، لكن مفهومها تبدل حسب الزمان والمكان وكذلك أنواعها وأسلوب تنظيمها، فقد استخدم المسلمون مصطلح الصرافة مرادف للصيانة، فعلى سبيل المثال أورد "الزيلعي" فتوى في مسألة صيانة الوقف وذلك عندما أفتى في حد العمارة وذلك بقوله: "بقدر مكان يبقى الموقوف على الصفة التي وقف بها الواقف، لأن الصرف إلى العمارة ضرورة لإبقاء الوقف ولا ضرورة في الزيادة"¹.

واكب مفهوم الصيانة التطورات التقنية المتسارعة التي دخلت على مجالات الإنتاج الصناعي وغير الصناعي، حيث عرفت قبل الحرب العالمية الثانية على أنها "إصلاح العطب بعد حدوثه"، وبالتالي ركزت إدارة المنشآت في أول الأمر على المفهوم التقليدي للصيانة والمتمثل في إصلاح العطل بعد حدوثه، ولكن خلال الحرب العالمية الثانية تزايد الاهتمام بوظيفة الصيانة نتيجة لتزايد الحاجة لتوفير السلع الحربية لتغطية احتياجات ومتطلبات الحرب، فوقع على عاتق إدارة الصيانة مهمة استمرار العملية الإنتاجية بشكل دائم وبكفاءة إنتاجية عالية، ونتيجة لعدة أسباب تطور الاهتمام بالصيانة لتصبح عمل يومي كباقي الأعمال الأخرى منها:

أ-زيادة درجة تعقد المعدات والأجهزة.

ب-زيادة درجة المكننة والأتمتة.

ج-زيادة الدقة في تحديد وتنفيذ جدولة الإنتاج والعمليات.

د-زيادة متطلبات السيطرة على النوعية سبب تزايد حدة المنافسة.

وبالتالي ظهر المفهوم الحديث للصيانة سواء الذي يركز على شمولية هدفها يدل إصلاح العطل، أو شمولية إجراءاتها، وفيما يلي نورد بعض التعريفات للصيانة طبقاً لهذا المفهوم الحديث:

تعرف الصيانة على أنها "إصلاح التلف الناتج عن الاستعمال وكذلك الوقاية من هذا التلف لتجنب وقوعه والمحافظة على القدرة لأداء العمل بشكل اقتصادي"².

كما تعرف "الصيانة هي مجموعة من الأعمال الفنية التي يتم القيام بتخطيطها والرقابة عليها والتي تهدف إلى المحافظة، على أصول المشروع في حالة تسمح لها بأداء وظيفتها وفقاً لطاقتها المحددة مقدماً بتكلفة اقتصادية"³.

وعرفت أيضاً "الصيانة هي عمل أو مجموعة أعمال التي يقصد بها الحفاظ على أداء عمل أو جزء أو مجموعة أجزاء وإعادتها إلى حالتها الأولية"⁴.

من التعاريف السابقة يمكن أن نستنتج أن الصيانة لم تعد إصلاح العطل بقدر ما تطور هدفها إلى منع حدوثه في المستقبل من خلال صيانة الآلات والأجهزة، كما أن إجراءاتها لم تعد تنحصر في مجرد أعمال إصلاح الأعطال، بل أصبحت عمل إداري يخطط وينظم ويراقب من أجل تحقيق هدف يتمثل في تلبية متطلبات المستوى

الإنتاجي لقسم الإنتاج، كما ركزت التعاريف السابقة على مفهوم الكفاءة لنظام الصيانة بدل مفهوم الفعالية وهذا ما يمكن أن نلمحه من التعريف الثاني، وبالتالي الصيانة هي مجموعة الأعمال التي يكون هدفها الحفاظ على التجهيزات الآلية في المؤسسة وإعادتها إلى حالتها الأولية بهدف تنفيذ خطة الإنتاج بأقل تكاليف ممكنة. نظرا للحيز الذي تشغله المعدات والتجهيزات في المؤسسة مقارنة مع باقي الأجزاء المكونة لها، ونتيجة للاستعمال المستمر لهذه التجهيزات فإنه بات من الضروري الاهتمام بهذه الأخيرة لضمان سيرورة الإنتاج، وهذا لن يتم إلا عن طريق الصيانة والإصلاح، وهنا يجب التمييز بين تصنيفين للصيانة .

1 الصيانة الوقائية: إن الأساس الذي تنطلق منه وظيفة الصيانة الوقائية هو التفكير المسبق والاستعداد للحالات الطارئة قبل وقوعها، أي أنها " تقوم على التخطيط السليم لمنع حالات التوقف المفاجئ في المعدات وذلك عن طريق وضع برنامج محدد للقيام بصفة دورية بتنظيف وخدمة جميع الأجهزة وفحصها والتفتيش عليها، وإحلال الأجزاء المتآكلة بأجزاء أخرى جديدة"⁵

أ - مفهوم الصيانة الوقائية: هي الصيانة التي يتم القيام بها قبل حدوث العطل، بغرض التقليل من احتمال وقوع الأعطال أو التدهور في الحالة التشغيلية للتجهيز.⁶

ب - أقسام الصيانة الوقائية: تنقسم الصيانة الوقائية إلى قسمين هما:

- الصيانة الوقائية الشرطية: هي مجموع العمليات التي تهدف إلى التنبؤ بصلاحية جميع الأجزاء المتحركة وغير المتحركة في الآلة، وبالتالي معرفة جميع الأعراض التي تظهر على الآلة ومعالجتها دون اللجوء إلى توقف الإنتاج، فهي إذن أداة تنبؤية للأعطال والتشوهات التي قد تصيب القطع والأجزاء دون تفكيك الآلة⁷، بمعنى أنها تعتمد على الحالة التشغيلية للعتاد، ويرتكز هذا النوع من الصيانة على مجموعة من المقاييس منها تحليل كل التشوهات التي قد تظهر خلال عمليات المراقبة والفحوص الدورية.

- الصيانة الوقائية النظامية: هذا النوع من الصيانة يترجم من خلال التنفيذ المباشر على التجهيز، حيث تكون أوقاتها محددة مسبقا، وتدخلاتها ذات أهمية تدريجية انطلاقا من تغيير بعض القطع في التجهيز وصولا إلى المراجعة الشاملة.

ج- عمليات الصيانة الوقائية: وتشمل:

2 الصيانة الدورية: يتمثل في أعمال الصيانة التي يتم القيام بها من أجل إعداد المنتجات حسب المواصفات المحددة لها (أي المعايير المقبولة)، وتتم جدولة الأعمال والأنشطة وفقا لحجم الصيانة المطلوبة بصورة دورية، وتشمل الصيانة الدورية ثلاث مراحل هي:⁸

- الإصلاح البسيط: ويتضمن تغيير بعض الأجزاء سريعة الاستهلاك خلال الفترات التشغيلية وبشكل دوري.

- الإصلاح المتوسط: يشمل الأعمال الأكثر تعقيدا من الإصلاح البسيط، ويتضمن تغيير بعض الأجزاء التالفة، بالإضافة إلى أعمال الضبط والتنظيم للمعدات وجميع أعمال الإصلاح البسيط، ومن أمثلة التصليح المتوسط صيانة موزع الوقود في السيارة.

- الإصلاح الشامل: يقصد به تبديل كثير من الأجزاء والوحدات في المعدات، أي تجديد وتحديث الأجهزة وإعادتها إلى الحالة التشغيلية المعيارية التي كانت عليها وفق المؤشرات الفنية والتصميمية، ويتطلب الإصلاح الشامل فرق صيانة تتمتع بكفاءة ومهارة عالية، وتجري خلال أعمال التصليح الشامل تنفيذ جميع الأعمال المتعلقة بالإصلاح البسيط والمتوسط.
- التفيتش: يختص بالمراجعة الروتينية للمباني والأجهزة والآلات لمعرفة حالتها ومدى احتياجها إلى إجراء التصليحات، ويكون التفيتش إما تفصيليا وتكرر مراته في حالة الأجهزة الآلية للإنتاج، أو يكون إجمالا على فترات متباعدة في حالة الأجهزة والمعدات والقطع المخزنة، وحين الانتهاء من عملية التفيتش يقوم المختص بإعداد تقرير يبين فيه الحالة أو العيوب الموجودة، وأسباب وجودها واقتراح الاستبدالات في الأجزاء والقطع التي تتكون منها الآلة.⁹
- د - أهمية الصيانة الوقائية وتتمثل في:
 - تخفيض التكلفة الكلية للصيانة.
 - تحسين دورة حياة التجهيز.
 - زيادة معولية وإتاحة التجهيزات.
 - التقليل من اختناقات العمل عن طريق التنظيم المسبق لتدخلات الصيانة.
 - التسيير العقلاني لمخزون قطع الغيار¹⁰.
 - تحقيق قدر أكبر من الأمان والسلامة لعمال الصيانة نظرا لانخفاض معدل الحوادث الصناعية.
 - التقليل من تعطل الآلات أو الانخفاض في كفاءتها الإنتاجية¹¹.
 - زيادة كفاءة أداء المعدات وتحسين نوعية الإنتاج نتيجة لانخفاض نسبة الإنتاج المعيب بسبب الأعطال الفجائية.
 - تخفيض الحاجة إلى رؤوس الأموال المستثمرة في المعدات والآلات البديلة، نتيجة لأداء المعدات للخدمة في الوقت المناسب.¹²
- 3 الصيانة العلاجية:** تعبر الصيانة العلاجية عن المفهوم التقليدي لوظيفة الصيانة في المؤسسة، حيث كانت تقتصر على إجراء التصليحات أو التسوية المؤقتة للأعطال عند حدوثها لإعادة تشغيل الآلة من جديد، ومع التطور التكنولوجي السريع اتسعت عمليات الصيانة العلاجية لتشمل¹³:
 - تحليل أسباب الأعطال.
 - استعادة الحالة التشغيلية للجهاز سواء بإجراء التسوية المؤقتة للعطل أو الإصلاح الكلي.
 - إجراء التحسينات الممكنة (التصليحات) والهادفة إلى تفادي تكرار الأعطال أو التقليل من آثارها على النظام الإنتاجي.
 - إجراء تدخلات الصيانة التي تسمح باستغلال التجهيز مرة ثانية.
- أ - مفهوم الصيانة العلاجية: يقصد بهذا النوع من الصيانة عمل الإصلاحات اللازمة للمعدات حين توقفها عن العمل لأسباب فنية كحدوث كسر أو تآكل في أحد أو بعض أجزائها، فمهما كانت الصيانة الوقائية دقيقة ومنظمة فلا بد أن يحدث عطل

للمعدات، لذلك لابد من توفر الإمكانيات اللازمة لإصلاح العطل في لحظة حدوثه حتى لا يتعطل الإنتاج.¹⁴

ب - أقسام الصيانة العلاجية: تنقسم الصيانة العلاجية إلى قسمين هما:¹⁵
 * الصيانة الإستشفائية: وهو العمل الذي يؤدي بعد حدوث القصور لأي من التسهيلات أو الآلات، ولكنه عمل أعدت له الاحتياطات والتدابير سلفاً، من توفير لقطع الغيار والمواد اللازمة للصيانة والمعدات والعمالة الماهرة المتخصصة.
 ** الصيانة التخفيفية: هي أعمال الصيانة التي تختص بالإصلاح المؤقت للتلف الذي يحدث فجأة ودون توقع، والهدف منه التخفيف من آثار العطل على مستوى أداء الآلة.

ج - عمليات الصيانة العلاجية: وتشمل:
 - الاختبارات: وتجرى لمقارنة مدى التوافق بين الأجزاء أو القطع المركبة حديثاً وتلك الأجزاء الأصلية في الآلة.
 - الكشف: هو نشاط يعتمد على الملاحظة والمراقبة المستمرة للتبليغ عن ظهور أي عجز أو عطل في الآلة.

- التعيين: هو نشاط لتحديد العناصر التي يظهر العجز من خلالها.¹⁶
 - التشخيص: التعرف على أسباب العطل استناداً إلى استدلالات منطقية.¹⁷
 - المراجعة: مجموعة من العمليات المتمثلة في المراقبة، الفحص والتدخلات المنفذة بهدف حماية الجهاز من الأعطال الكبيرة، وهذا ضمن وحدات الاستعمال المحددة ، وتكون المراجعة إما محدودة أو شاملة.
 - التسوية المؤقتة للعطل: ويخص الأعطال الجزئية كأن تتلف قطعة غيار وتهلك، وهذا النوع من الأعطال يفسد على الآلة الاستمرارية في أداء عملها وبالتالي التأثير على نوعية المخرجات، وفي هذه الحالة تتم تسوية العطل بوجود أعوان مختصين ومكلفين بتشخيص العطل.

- تصليح العطل: ويخص الأعطال الكلية كأن يتلف جزء أو أكثر من الآلة، وهذا النوع من الأعطال يوقف الآلة نهائياً وتصبح غير صالحة للعمل إلا بعد التصليح¹⁸، وفي هذه الحالة فإن فريق الصيانة مكلف في وقت محدد بضرورة تفكيك وتركيب الأعضاء الساري فيها العطل ليترك المجال لإعادة تشغيل الآلة من جديد.

د- مزايا وعيوب الصيانة العلاجية :¹⁹
 - المزايا :

- أنشطة مختزلة حسب أولويات الأعطال.
 - تطبق على التجهيزات بعد حدوث العطل، وبالتالي تفادي حدوث أخطار أثناء إجراء عمليات الصيانة.
 - العيوب :

- تسيير غير عقلاني لمخزون قطع الغيار.
 - عدم التحكم في إتاحة (جاهزية) التجهيزات.
 - تكلفة الأعطال في الغالب مرتفعة.

4 تكاليف أعمال الصيانة

تكلفة صيانة آلة أو عتاد خلال مدة معطاة (شهر أو سنة مثلا) هي كل المدفوعات الخاصة بنشاط الصيانة للعتاد، ويمكن تقسيمها إلى:

4-1 تكلفة الأجور²⁰ : الأجر هو مقابل الحصول على جهد بشري ولا يمكن تصور عمل منتج دون تدخل بشري حتى وإن كان العمل آلي فإنه يتم بتوجيه إنساني ومن خلال جهد بشري منظم مسبقا، وقد يكون الأجر متمثل في النقود التي يحصل عليها العامل في نهاية مدة محددة ولقاء القيام بعمل معين، وقد يتمثل الأجر في مجموعة مزايا عينية أو تأمينات اجتماعية وصحية إضافة إلى الأجور النقدية، وتقسم أجور عمال الصيانة إلى قسمين رئيسيين هما: الأجور الداخلية، والأجور الخارجية، وبينما تتمثل هذه الأخيرة في مجموع المبالغ المدفوعة للفنيين وورشات الصيانة من خارج المؤسسة مقابل خدماتهم في صيانة وإصلاح الآلات والتجهيزات والتي بدورها تنقسم إلى أجور الصيانة المعروفة في السوق، وأجور الصيانة المعروفة عن طريق المنتج، وتنظم عادة في عقود سنوية أو اتفاق آلي، فإن الأجور الداخلية تمثل مجموع المبالغ المدفوعة للفنيين والعمال وورشات الصيانة من داخل المؤسسة مقابل عملهم وأدائهم لأعمال الصيانة والإصلاح لتجهيزات المؤسسة، كما يقسم هذا النوع من الأجور إلى أجور فرق عمل للصيانة الداخلية وإلى مجموعة الحوافز وإلى أجور ساعات العمل الإضافية التي يتلقاها عمال الإنتاج مقابل قيامهم بأعمال الصيانة إلى جانب عمال الصيانة، حيث الإدارة تستفيد من خبرتهم نتيجة تعاملهم اليومي مع الآلة، وهناك نوع ثالث من أنواع عمال الصيانة يتمثل في نفقات تدريب عمال هذه الأخيرة.

4-2 تكلفة المواد:²¹ المواد هي كل ما يستخدم من قطع تبديليه خلال عمليات الصيانة، حيث يكون سبب إهلاكها عاملي الاحتكاك والتآكل الناجمين عن الاستخدام الطبيعي، أو بسبب العوامل الجوية كالصدأ، أو نتيجة الإهمال والتقصير في تطبيق أساليب الصيانة الوقائية، ويمكن أن نميز بين قطع تبديليه مستخدمة باستمرار، وقطع تبديليه وإستراتيجية.

4-3 التكلفة غير المباشرة:²² يعتبر هذا النوع جزء مهم من أجزاء التكلفة حيث تلعب دورا أساسيا في زيادة تكلفة الصيانة، ويتزايد بعض هذه العناصر مع تزايد حجم الإنتاج كالوقود، ويشكل البعض الآخر نفقة ثابتة كالإيجارات والإهلاكات والتأمين، ويشمل هذا النوع من التكاليف الزيوت والشحومات والمواد المساعدة إضافة إلى وقود آلات الصيانة والعدد كقضبان اللحام والقواطع الكهربائية والدهان والماء والكهرباء وكذلك تكاليف إزالة مخلفات الصيانة والمحافظة على البيئة، ويضاف إلى ما سبق نفقات التخزين والتأمين على المخزون، كما يشمل هذا الجزء أجور المشرفين والإداريين في إدارة الصيانة كما تعتبر تكلفة النقل كعنصر تكلفة غير مباشرة عندما تعتمد الإدارة الصيانة سياسة الصيانة المركزية، إذ يتوجب في حالة كهذه نقل الآلات والقطع العاطلة إلى الورشات، وعلى العكس يزداد استهلاك العدد والكميات المنقولة من المواد المساعدة عندما تعتمد الإدارة الصيانة اللامركزية.

تكلفة الوقت الضائع: تكلفة الوقت الضائع تتمثل في مجموع الأجور المدفوعة للعمال المتوقعين، بالإضافة إلى تكلفة تعطل المعدات و المكائن عن العمل و يمكن احتسابها من خلال: ²³

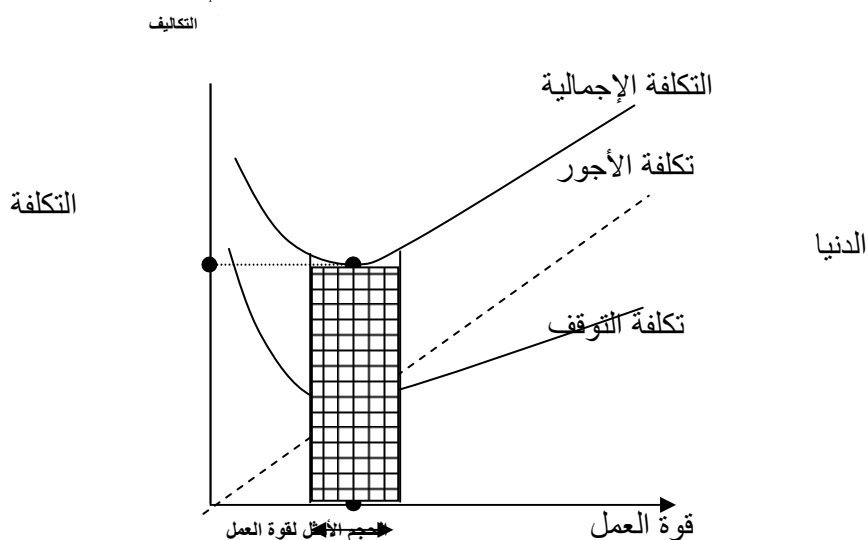
ا- حساب قيمة الإنتاج الذي من الممكن أن تنتجه هذه الماكينة لو لم تتعطل عن العمل وهذا ما يسمى خسارة الإنتاج .

ب- حساب أجور عمال الإنتاج العاطلين عن العمل بسبب توقف المعدات وأثناء فترات إصلاحها .

ثانيا: الموازنة بين سياسة الصيانة الوقائية والصيانة الإصلاحية

1 السياسة المثلى للصيانة: هدف إدارة الصيانة هو توفير القدرة للنظام الإنتاجي على تحقيق وتجسيد خطة الإنتاج بأقل تكاليف ممكنة، ويمكن لهذا النظام (نظام الصيانة) تحقيق هذا الهدف من خلال إتباع سياسة صيانة تخفض مجموع تكاليف أعمال الصيانة إلى أدنى مستوى لها، الذي هو المستوى الأمثل لأعمال الصيانة، والشكل التالي رقم (1) يبين العلاقة بين الصيانة الوقائية والصيانة الإصلاحية وحجم تكاليف المرافق لكل سياسة صيانة.

الشكل رقم (1) : حجم القوة العاملة الأمثل لوظيفة الصيانة



المصدر : سامي مظهر قططجي : ترشيد عمليات الصيانة بالأساليب الكمية، منشورات جامعة حلب، سوريا، 1995، ص 27.

يظهر الشكل العلاقة بين كل من صيانة الوقائية والصيانة الإصلاحية، فحتى نقطة معينة كلما ارتفعت تكاليف الصيانة الوقائية كلما انخفضت التكاليف الكلية للصيانة، وذلك لأن ارتفاع تكاليف الصيانة الوقائية يؤدي عادة إلى انخفاض تكاليف الصيانة

الإصلاحية وبدرجة أكبر، ويرجع السبب في هذا إلى أن ارتفاع تكاليف الصيانة الوقائية يعني حجم أعمال الصيانة أكبر، مما يعني كفاءة أكبر لأعمال الصيانة الوقائية مما يؤدي بدوره إلى انخفاض التكاليف الكلية للصيانة، وبعد النقطة السابقة تقل كفاءة أعمال الصيانة الوقائية مما يعني أن الارتفاع في حجم أعمال هذه الأخيرة صاحبه انخفاض في تكاليف الصيانة الإصلاحية. لكن درجة الانخفاض في تكلفة هذه الأخيرة تكون أقل من ارتفاع تكاليف الصيانة الوقائية، وهو ما يؤدي بدوره إلى ارتفاع التكاليف الكلية للصيانة مرة أخرى وبالتالي إذا رسمنا خط أفقي من أدنى نقطة في منحنى التكاليف الكلية، فإنه يقطع كل من منحنى تكاليف الصيانة الوقائية في نقطة و تكاليف الصيانة الإصلاحية في نقطة أخرى، والنقطتين السابقتين تمثلان مستوى التكاليف النموذجي الواجب إنفاقه على كل من الصيانة الإصلاحية والصيانة الوقائية على التوالي، وبالتالي فإن سياسة الصيانة الواجب إتباعها هي السياسة التي تهدف إلى تخفيض التكاليف الكلية للصيانة وليست السياسة التي تهدف إلى تحقيق أكبر انخفاض في أي من تكاليف الصيانة الوقائية أو الإصلاحية على حدا. تتوقف عملية المفاضلة بين سياسة الإصلاح و سياسة الصيانة الوقائية على تكلفة كليهما، وعلى التوزيع الاحتمالي للعطل كمتغير عشوائي وهو محور دراستنا في هذا الجزء.

2 حالة المعطيات المنقطعة

ا- احتمال عدم التعطل عن العمل: ليكن T متغير عشوائي يمثل مدة العمل بدون تعطل، حيث تعطى دالة عدم التعطل له بالعبرة:

$$V(t) = P_r(T \geq t)$$

حيث: $V(t)$ هو احتمال عدم التعطل للمصنوعة خلال مدة تشغيل سبق تعيينها أو في حدود حجم عمل محدد مسبقا، ويمكن تقريب هذه القيمة إلى النسبة بين عدد المصنوعات التي تحتفظ بمقدرتها على العمل خلال الفترة الزمنية المعطاة وبين العدد الإجمالي للمصنوعات محل التجربة، فإذا فرضنا $n(0)$ هو عدد المصنوعات أو الأجزاء المتماثلة والعاملة في نفس ظروف التشغيل و $n(t)$ هو عدد المصنوعات التي احتفظت بمقدرتها على العمل خلال الفترة الزمنية المعطاة نفسها، فإن احتمال عدم ظهور تعطل للمصنوعة خلال مدة تشغيل سبق تعيينها أو في حدود حجم عمل محدد مسبقا هو:

$$V(t) = P_r(T \geq t) = \frac{n(t)}{n(0)}$$

و إذا أخذنا بعين الاعتبار أن حدثي الصلاحية و التعطل هما حدثان متنافيان فإن احتمال التعطل هو:

$$j(t) = P_r(T < t) = 1 - P_r(T \geq t)$$

لأن:

$$j(t) + P_r(T \geq t) = 1$$

ب- احتمال ظهور تعطل للمصنوعة بين اللحظتين t و $t+1$:²⁵

$$P_t = p_R(t-1 \leq T \leq t) = \frac{n(t-1) - n(t)}{n(0)}$$

$$= V(t-1) - V(t)$$

وبالتالي من هذه النتيجة فان احتمال ظهور تعطل للمصنوعة بين اللحظتين t و $t + \Delta t$ هو $V(t) - V(t + \Delta t)$ أو إذا كانت Δt تؤول إلى الصفر فان النسبة:

$$\frac{V(t) - V(t + \Delta t)}{\Delta t}$$

تؤول بالتعريف إلى $-V(t)\Delta t$ وبالتالي لدينا كنتيجة أن:

$$-V(t)\Delta t$$

هي احتمال تعطل للمصنوعة بين اللحظتين t و $t + \Delta t$ لما يؤول t إلى الصفر²⁶.

ج-الاحتمال الشرطي للتعطل $p_C(t)$: وهو احتمال ظهور تعطل للمصنوعة بين اللحظتين t و $(t-1)$ ، والملاحظ عليه أنه احتمال شرطي لحسابه نلاحظ أن احتمال P_t هو جداء الاحتمالين $V(t)$ و $p_C(T)$ أي:

$$P_r((t-1) \leq T \leq t) = P_r(T \geq (t-1)) \cdot P_c(t)$$

منه:

$$P_c(t) = \frac{P_r((t-1) \leq T \leq t)}{P_r(T \geq t-1)}$$

$$= \frac{n(t-1) - n(t)}{n(0)} \cdot \frac{n(0)}{n(t-1)}$$

$$= \frac{-n(t) + n(t-1)}{n(t-1)}$$

$$= 1 - \frac{n(t)}{n(t-1)}$$

3- حالة المعطيات مستمرة²⁷: إذا كانت $V(t)$ هي دالة الكفاءة للمصنوعة وهي دالة رتيبة ومتناقصة حيث:

$$\lim_{t \rightarrow +\infty} V(t) = 0$$

$$V(0) = 1$$

فانه يمكننا إيجاد $J(t)$ و $P(t)$ و $P_c(t)$ بسهولة كما يلي:

ا-احتمال حدوث تعطل واحد على الأقل في الزمن t : أي الاحتمال التجميعي للتعطل $J(t)$ حيث:

$$J(t) = P_r(T \leq t) = 1 - V(t)$$

$$= 1 - P_r(T \geq t)$$

$$P_r(T \geq t) + P_r(T \leq t) = 1$$

لان:

نفترض أن دالة الكثافة الاحتمالية $I(t)$ للمتغير المستمر T موجودة ومستمرة حيث:

$$I(U)dt = P_r(t \leq T \leq t + dt)$$

$I(t)$ هي احتمال عجز المصنوعة بين اللحظتين t و $t + dt$

$$\begin{aligned} I(t) &= \frac{d}{dt} J(t) \\ &= \frac{d}{dt} V(t) \end{aligned}$$

$$1 - V(t) = J(t) = \int_0^t I(U) dU \quad \text{إذن:}$$

ب-الاحتمال الشرطي للتعطل $\lambda(t)$: وهو احتمال عجز المصنوعة بين اللحظتين t و $t + dt$ بشرط أنها كانت تعمل حتى اللحظة t .

$$P_r(t \leq T \leq t + dt) = P_r(T \geq t) * \lambda(t) dt \dots (1) \quad \text{تدينا:}$$

$$\begin{aligned} (1) \Rightarrow N(t) &= \frac{P_r(t \leq T \leq t + dt)}{P_r(T \geq t) dt} \\ &= \frac{I(t) dt}{P_r(T \geq t) dt} \\ &= \frac{I(t)}{V(t)} \\ &= \frac{-\frac{d}{dt} V(t)}{V(t)} \\ &= \frac{\dot{V}(t)}{V(t)} \end{aligned}$$

حيث $\dot{V}(t)$ هي مشتق $V(t)$ بالنسبة الى t و يسمى المعدل $\frac{\dot{V}(t)}{V(t)}$ معدل التعطل.

ج-متوسط العمل بدون تعطل $\bar{t}$:

$$\begin{aligned} \bar{t} &= \int_0^{\infty} t I(t) dt \\ &= \int_0^{\infty} V(t) dt \end{aligned}$$

4- عملية المفاضلة بين سياسة الصيانة الإصلاحية والوقائية: لنفترض آلة تحتوي على جهاز يتصف بخاصية سهولة العطل، و بالتالي يتسبب في انقطاع الانتاج، ولأجل تقادي هذه المشكلة هناك حلان لا ثالث لهما²⁸:
الحل الأول: ننتظر حتى حدوث العطل لهذا الجزء ونقوم بعملية الصيانة الإصلاحية وبالتالي يكون متوسط تكلفة العطل في وحدة الزمن هو C_1 حيث:

$$C_1 = \frac{A+B}{\bar{t}}$$

$\bar{t}$: متوسط زمن العمل بدون تعطل للمصنوعة أو متوسط زمن الحياة.

A: تكلفة تصليح العطل.

B: تكلفة انقطاع الانتاج.

الحل الثاني: استبدال المصنوعة بعد معدل إهلاك معين و ليكن مثلاً من 70% إلى 80، أي يتم استبدال المصنوعة بعد فترة زمنية من عملها ولتكن θ حيث θ اصغر

من $\bar{t}$ ، وفي هذه الحالة نواجه القرارين التاليين:

1- إذا لم تتعطل المصنوعة قبل الفترة θ المحددة مسبقاً، فإن التكلفة تكون ممثلة في تكلفة الإصلاح A، في حين تكلفة التعطل أو انقطاع الإنتاج تكون معدومة لأننا تدخلنا قبل حدوث العطل واستبدلنا المصنوعة وبالتالي منعنا الآلة من التعطل.

2- في حالة تعطل المصنوعة قبل الفترة المحددة θ أي T اصغر من θ فإن تكاليف الصيانة هي نفسها في غياب عمليات الصيانة الوقائية، أي هناك الصيانة الإصلاحية واحتمال هذه الحالة هو $P_r(T \leq \theta)$ ، لذلك يكون متوسط تكاليف العطل هو²⁹:

$$A P_r(T \geq \theta) + (A+B) P_r(T \leq \theta) = AV(\theta) + (A+B)(1-V(\theta))$$

$$= AV(\theta) + A + B - (A+B)V(\theta)$$

$$= AV(\theta) + A + B - AV(\theta) - BV(\theta)$$

$$= A + (1-V(\theta))B$$

و بالتالي التكلفة المتوسطة في وحدة الزمن هي θ حيث:

$$C_2 = \frac{A + (1+V(\theta))B}{\bar{t}\theta}$$

$$\bar{t}\theta = \int_0^{\theta} V(t)dt \quad \text{حيث:}$$

لكي تكون الصيانة الوقائية ذات فائدة يجب أن تكون $C_2 \leq C_1$ بمعنى:

$$\frac{A + (1 - V(\theta))B}{t\theta} \leq \frac{A + B}{t}$$

بضرب طرفي المتراجحة في القيمة $t\theta$ نجد:

$$A.t + B.t - BV(\theta)t = At\theta + Bt\theta$$

$$\text{لكن: } \bar{t}\theta = \bar{t} - \bar{T}\theta \quad \text{و} \quad \bar{T} = \int_0^{\infty} Vdt$$

$$\text{إذن: } -BV(\theta)\bar{t} \leq -(A+B)\bar{T}\theta$$

$$\text{أي: } \frac{A+B}{B} \leq \frac{V(\theta)\bar{t}}{\bar{T}\theta}$$

$$\text{و منه: } C_1 \leq B \frac{V(\theta)}{\bar{T}\theta}$$

تحت الشرط السابق، فإن لحظة إجراء الصيانة الوقائية التي تجعل من متوسط تكاليف الصيانة الوقائية في وحدة الزمن اصغر ما يمكن هي θ ، بمعنى آخر فإن C_2 هي دالة متناقصة ثم متزايدة بالنسبة إلى θ وحتى نحصل على النهاية الصغرى لها نشق C_2 بالنسبة إلى θ ونساوي الناتج للصفر فنحصل بعد جملة مطولة من الحسابات و الاختصارات على³⁰:

$$-t\theta\lambda(\theta) + V(\theta) = \frac{A+B}{B}$$

إن هذه الحسابات ممكنة إذا كانت المعطيات مستمرة، أي إذا كانت $\frac{1}{V(\theta)}$ معطاة

على شكل دالة بمتغير حقيقي θ ، في حين يمكن تحديد θ التي تجعل من C_2 أدنى ما يمكن بعد حساب القيم الموجودة في الجدول الموالي، وهذا في الحالة التي تكون فيها المعطيات غير مستمرة، وبالتالي فإن خطوات البحث عن θ التي تجعل C_2 في حدها الأدنى هي:

1- تحديد مجموعة قيم θ .

2- نحسب باقي القيم الموجودة في الجدول.

3- نبحث عن قيمة θ التي يكون عندها $-t\theta\lambda(\theta) + V(\theta) = \frac{A+B}{B}$ و C_2

عند حدها الأدنى.

الجدول (1): خطوات البحث عن θ التي تجعل من C_2 أدنى ما يمكن

θ	V	$1-V(\theta)$	V/Δ $\theta \Delta$	$\bar{t}_\theta = \sum V(\theta)$	$\bar{T}_\theta$	$V/\bar{T}_\theta$	$-\frac{\bar{t}_\theta}{v} \cdot \frac{\Delta V}{\Delta \theta} + V$

المصدر: Ibid. P.145

ثالثاً: حالة بعض المصنوعات بمؤسسة مطاحن الحضنة بالمسيلة

1- اختيار مصنوعات للدراسة

حسب المعلومات المتوفرة من مصلحة الصيانة بالوحدة التابعة لمطاحن الحضنة تبين أن هناك الكثير من المصنوعات التي يتوقف معدل عطلها على حجم اشتغالها، وبالتالي على حجم الإنتاج، من هذه الأجهزة على سبيل المثال لا الحصر: الحزام الناقل للحركة للغربال: هذا الجزء هو المسئول عن نقل الحركة من المحرك إلى الغربال حيث هناك ثلاثة غرابيل وكل غربال مكون من حوالي 250 غربال صغير، وبالتالي هناك ثلاثة محركات كل محرك يحتاج إلى 20 ناقل حركة مصفوفة بالتوازي، حيث كل ناقل للحركة مسؤول عن تحريك أجزاء من الغربال الواحد من الأنواع الثلاثة، مع العلم أن المادة المرحية تمر على الغرابيل الثلاثة واحد تلو الآخر، وما نود الإشارة له هنا هو أن تعطل ناقل حركة وحيد يعني تعطل الغربال بأكمله، وتعطل أو توقف واحد من الغرابيل الثلاثة يعني ضرورة توقف الغرابيل الباقين وعليه توقف النظام الإنتاجي كله، مع العلم أن جميع ناقلات الحركة الستين هي من نفس النوع، كما أن المؤسسة تعتمد سياسة الصيانة الإصلاحية بالنسبة لهذا الجزء، بمعنى تنتظر حتى تعطل ناقل للحركة ثم تقوم بعملية استبداله، إذ عملية استبدال ناقل واحد فقط تعني ضرورة استهلاك وقت قدره ساعتين لعملية الفك والتركيب، وبالتالي سوف يكون من المجدي استبدال جميع الناقلات في آن واحد بدل استبدال كل ناقل على حدة، بالإضافة إلى هذا فقد تم الحصول على المعلومات التالية:

- سعر ناقل الحركة الواحد في السوق يقدر بـ: 200 دج
 - الميكانيكي بالوحدة الذي أجره 25957 دج يستهلك ساعتين من الوقت لإصلاح العطب الناتج عن تعطل ناقل الحركة.
 - توقف النظام الإنتاجي بالوحدة بسبب التعطل يحتاج إلى أكثر من 8 ساعات لإعادة تشغيله بسبب ضرورة القيام بأعمال التفتيش والتنظيف لبقايا المادة الأولية .
- الحزام الناقل للحركة في مولد الهواء المضغوط: مولد الهواء المضغوط هو الجهاز المسؤول عن إعادة رفع المادة الأولية المرحية للأعلى من أجل الهبوط مرة أخرى مروراً بالغرابيل الثلاثة السابقة، حيث هناك ستة محركات للهواء المضغوط، مع

العلم حسب مهندس الإنتاج أن تعطل محرك واحد يعني ضرورة توقيف النظام الإنتاجي ككل، كما أن كل محرك يحتوي على 15 ناقل حركة من نفس النوع مربوطة بالتتالي بمعنى تنقل الحركة الواحد تلو الآخر، وهذا ما يعني أن تعطل ناقل حركة واحد يعني توقف المحرك ككل، وهذا الآخر يعني ضرورة توقف النظام الإنتاجي ككل، مع العلم أن توقف النظام الإنتاجي بهذا الشكل هو الآخر كما في الحالة السابقة يعني ضرورة التوقف لأكثر من 8 ساعات لأجل التنظيف ثم إعادة التشغيل، كما تم الحصول على المعلومات الإضافية التالية:

- سعر هذا النوع من ناقل الحركة هو: 200 دج.
 - مدة الإصلاح المستغرقة من طرف الميكانيكي هي 2 ساعة عمل.
 - المؤسسة تعتمد سياسة الصيانة الإصلاحية في التعامل مع هذا الجزء.
- 2- تحديد التوزيع الاحتمالي للعطل للمصنوعتين:** معالجة معدل العطل: لأجل التمكن من انجاز هذا العمل لا بد في البداية من الحصول على التوزيع الاحتمالي الذي يتبعه معدل عطل الجزئين السابقين، ولأنه من المتعذر إجراء التجارب على هذين الجزئين كما أن كتيب التعليمات لا يحتوي على مثل هذه المعلومات، تم الاعتماد على تواريخ العطل السابقة لأحد نواقل الحركة لكل نوع من النوعين السابقين والتي نلخصها في الجدول التالي رقم (2) مع العلم أن هذه المعلومات تم الحصول عليها من مهندس الإنتاج بالوحدة من خلال تفحص الوثائق من جانفي 2000 و حتى ديسمبر 2005 :

الجدول (2) : تواريخ التعطل لكل مصنوعة.

تاريخ العطل الحزام الناقل للحركة للمولد الهواء المضغوط	تاريخ العطل الحزام الناقل للحركة للغربال
2000-01-14	2000-01-07
2000-03-17	2000-02-12
2000-04-29	2000-04-02
2000-07-03	2000-04-27
2000-10-01	2000-07-06
2000-12-17	2000-11-17
2001-02-03	2001-02-19
2001-06-02	2001-05-14
2001-09-20	2001-08-21
2002-02-14	2002-05-05
2002-08-19	2002-06-28
2003-04-07	2002-12-13
2003-04-15	2003-02-28
2004-06-03	2003-12-25
2004-12-07	2004-07-04
2005-08-06	2004-10-02
2005-10-20	2004-12-20
2005-12-29	2005-05-13
	2005-08-17
	2005-12-13

المصدر : من إعداد الباحثين بالاعتماد على وثائق مهندس الإنتاج

ولأن تعطل هذه المصنوعات يتوقف على حجم التشغيل وبالتالي على كمية الإنتاج لذا فمن الضروري ربط التوزيع الاحتمالي للتعطل بحجم الإنتاج، وعليه تم الحصول على حجم الإنتاج من جانفي 2000 وحتى ديسمبر 2005 من طرف نفس المهندس وهذا ما يظهره الجدول التالي رقم (3).

الجدول (3) : كمية الفريضة المنتجة من شهر جانفي 2000 إلى ديسمبر 2005.
الوحدة: قنطار

	2005	2004	2003	2002	2001	2000	
01	5697	3498	3876	8085	10887	11746	1ج
	7299	8518	7170	13890	7336	17092	2ج
02	6854	2210	4877	2762	9049	6708	1ج
	5895	4266	3583	5790	10461	16196	2ج
03	7156	8979	3419	5662	6030	14010	1ج
	7721	6327	6586	0	11601	12121	2ج
04	6277	6024	5460	10939	12878	13416	1ج
	4523	6382	6796	9630	15712	14597	2ج
05	5713	2017	5388	5664	4102	13449	1ج
	7676	4749	5027	1162	12664	16893	2ج
06	4595	4909	5823	352	5376	16055	1ج
	2871	1728	336	8009	6465	11219	2ج
07	2413	1711	0	0	5058	12428	1ج
	5669	7136	0	6737	14783	14664	2ج
08	1425	7222	0	3916	4460	14430	1ج
	3862	6731	2250	3525	1667	12827	2ج
09	5938	6617	4872	7186	8484	5623	1ج
	6531	4139	6187	0	6922	575	2ج
10	3277	4545	4603	7383	6583	3317	1ج
	3095	5530	9969	8575	7055	11894	2ج
11	1877	4125	999	4728	1304	11308	1ج
	5075	3987	0	4648	10952	9071	2ج
12	5638	6494	4962	4025	0	12261	1ج
	2354	3826	7182	3664	1959	5243	2ج

ج1: النصف الأول من الشهر. ج2 النصف الثاني من الشهر.
المصدر : من إعداد الباحثين بالاعتماد على وثائق مهندس الإنتاج (ولوحات القيادة).

بعد الحصول على تواريخ تعطل المصنوعات السابقة وبالاتماد على الجدول السابق رقم (3)، يمكن لنا تحديد حجم الإنتاج بعد كل تعطل كما يظهره الجدول التالي رقم (4):

جدول رقم (4): حجم الإنتاج بين كل عطلين من جانفي 2000 إلى ديسمبر 2005 الوحدة: قنطار

الحزام الناقل للحركة لمولد الهواء المضغوط	تاريخ عطلين متتابعين	الحزام الناقل للحركة للغربال	تاريخ عطلين متتابعين
حجم الإنتاج بين عطلين		حجم الإنتاج بين عطلين	
38530	2000-01-14	127939	2000-01-07
	2000-03-17		2000-02-12
37545	2000-03-17	45457	2000-02-12
	2000-04-29		2000-04-02
61075	2000-04-29	53187	2000-04-02
	2000-07-03		2000-05-27
58354	2000-07-03	35623	2000-05-27
	2000-10-01		2000-70-06
48329	2000-10-01	68640	2000-70-06
	2000-12-17		2000-11-17
24577	2000-12-17	46001	2000-11-17
	2001-02-03		2001-02-19
81404	2001-02-03	67101	2001-02-19
	2001-06-02		2001-05-14
47907	2001-06-02	49746	2001-05-14
	2001-09-20		2001-08-21
57067	2001-09-20	103019	2001-08-21
	2002-02-14		2002-05-05
58983	2002-02-14	12234	2002-05-05
	2002-08-19		2002-06-28
74853	2002-08-19	51263	2002-06-28
	2003-04-07		2002-02-13
107128	2003-04-07	23229	2002-02-13
	2004-04-15		2003-02-28
16139	2004-04-15	77943	2003-02-28
	2004-06-03		2003-12-25
60377	2004-06-03	62417	2003-12-25
	2004-12-07		2004-07-04
88222	2004-12-07	33706	2004-07-04
	2005-08-06		2004-10-02
21495	2005-08-06	25351	2004-10-02
	2005-10-20		2004-12-20
17007	2005-10-20	58926	2004-12-20
	2005-12-29		2005-05-13
-----	-----	25926	2005-05-13
	-----		2005-08-17
-----	-----	34026	2005-08-17
	-----		2005-12-12

المصدر: من إعداد الباحثين

$$27939 = \frac{11746 * 7}{15} + 17092 + \frac{6708 * 12}{15} \quad 1$$

بعد المعلومات المتحصل عليها من الجدول السابق وباعتبار قيمة Q هي الإنتاج المقابل لكل شهر إذا ما افترضنا العمل بانتظام أي *16296 قنطار يمكن لنا تحديد التوزيع الاحتمالي للمصنوعتين السابقتين وهذا ما يظهره الجدول التالي رقم (5):
جدول رقم (5) : تحديد التوزيع الاحتمالي لمعدل عطل المصنوعتين.

θ	الحزام الناقل للحركة للغربال					الحزام الناقل للحركة لمحرك الهواء المضغوط				
	$n(\theta-1)-n(\theta)$	$n(\theta)$	$V(\theta)$	Pt	$P_c t$	$n(\theta-1)-n(\theta)$	$n(\theta)$	$V(\theta)$	Pt	$P_c t$
0	-	19	1	-	-	00	17	1	-	-
1	01	18	0.947	0.052	0.0526	01	16	0.914	0.0588	0.0588
2	04	14	0.736	0.210	0.2222	03	13	0.764	0.1764	0.1875
3	05	09	0.473	0.263	0.3571	04	09	0.529	0.2352	0.3076
4	05	04	0.210	0.263	0.5555	05	04	0.235	0.2941	0.5555
5	03	01	0.052	0.158	0.7500	02	02	0.117	0.1176	0.5000
6	00	01	0.052	0	0	01	01	0.058	0.0588	0.5000
7	01	00	0	0.052	1	01	0	0	0.0588	1
8	-	-	-	-	-	00	0	-	-	-

المصدر: من إعداد الباحثين

* تمثل الطاقة الإنتاجية الفعلية على أساس العمل بنظام الوردية الواحدة ((الوردية= 8 ساعات عمل)

3- حساب التكاليف: بعد تحديد التوزيع الاحتمالي لمعدل العطل تبعا لحجم الإنتاج الذي استعصنا عنه بـ: θ سنقوم بحساب تكلفة إصلاح العطل A وتكلفة توقف الإنتاج B، وزمن العمل بدون تعطل لكل مصنوعة.

أ- تكلفة إصلاح العطل A: إصلاح العطل في هذه الحالة معناه قيام مهندس الميكانيك باستبدال ناقل الحركة بآخر، وكما سبق تبياناه فإن العملية تستغرق ساعتين من ساعات عمل هذا الميكانيكي المقدرة بـ: 176 ساعة عمل في الشهر على أساس وجود 22 يوم عمل في الشهر، بثمانية ساعات في اليوم حيث وبعد الحصول على سعر المصنوعة وبعد معرفة الأجرة الشهرية لهذا العامل نجد:

تكلفة الإصلاح A = سعر الجهاز في السوق + أجرة الميكانيكي لمدة ساعتين.

$$2 \times [176 / [(0.35^* + 1) 25957]] + 200 =$$

$$= 598.2 \text{ دج}$$

ب تكلفة انقطاع الإنتاج B: إذا حدث العطل فإن هذا يعني توقف النظام الإنتاجي لمدة تقدر بحوالي 8 ساعات كما سبق ذكره، وهذا يعني توقف فريق عمل يتكون من 12 عامل توظيف خلال هذه المدة وبالتالي نجد:

$$22 / (17966.2^* \times 12) = B \text{ تكلفة انقطاع الإنتاج}$$

$$= 9799.75 \text{ دج}$$

ج- زمن العمل بدون تعطل $\bar{t}$:

- بالنسبة للحزام الناقل لحركة الغرابيل:

بعد إجراء الحسابات حيث

$$\bar{t} = \sum t_i \times P_i \text{ نجد: } \bar{t} = 3.467$$

- بالنسبة للحزام الناقل لحركة محرك

ضغط الهواء: بعد إجراء الحسابات

$$\bar{t} = 3.646 \text{ نجد:}$$

4- معالجة البيانات: بعد الحصول على جميع المعلومات اللازمة للمفاضلة يمكن لنا إنشاء الجدولين (6) و (7) اللازمين لعملية المفاضلة:

* نسبة الاقطاعات الخاصة بالضمان الاجتماعي.

* أجرة العامل الواحد.

الجدول رقم (6): العمليات الحسابية اللازمة للمفاضلة بين سياسة الصيانة الإصلاحية والوفائية للحزام الناقل للحركة لمحرك مولد الهواء المضغوط.

θ	$V(\theta)$	$1 - V(\theta)$	ΔV	$\Delta V / \Delta \theta$	$\bar{t}_\theta$	$\lambda(\theta) = \frac{1}{V} \cdot \frac{\Delta V}{\Delta \theta}$	$\lambda(\theta)\bar{t}_\theta + V(\theta)$	$C = \frac{A + [1 - V(\theta)]B}{\bar{t}_\theta}$
0	1	0	-	-	0	-	0.99999	-
1	0.9411	0.0589	0.0589	0.0589	0.9411	0.062586	1.15819	*1248.97
2	0.7647	0.2353	0.1764	0.1764	1.7058	0.230678	1.52286	1702.49
3	0.5294	0.4706	0.2353	0.2353	2.2352	0.444465	3.32529	2330.89
4	0.2352	0.7648	0.2942	0.2942	2.4704	1.250850	2.70560	3276.04
5	0.1176	0.8824	0.1176	0.1176	2.588	1	2.70560	3572.49
6	0.0588	0.9412	0.0588	0.0588	2.6468	1	-	3710.83
7	0	1	0.0588	0.1176	2.6468	-	-	3966.28

المصدر: من إعداد الباحثين

$$1248.97 = \frac{598.2 + (0.0589 * 9799.75)}{0.9411} *$$

وبنفس الطريقة حسبت باقي قيم الجدول (6) و (7).

ومنه نجد: $\frac{A+B}{B} = 1.0691757$, $C_1 = \frac{A+B}{\bar{t}} = 2851.914$

الجدول (7): العمليات الحسابية اللازمة للمفاضلة بين سياسة الصيانة الإصلاحية و الوقائية للحزام الناقل للحركة للغرابيل.

θ	$V(\theta)$	$1-V(\theta)$	ΔV	$\Delta V / \Delta \theta$	$\bar{t}_\theta$	$\lambda(\theta) = \frac{1}{V} \cdot \frac{\Delta V}{\Delta \theta}$	$\lambda(\theta)\bar{t}_\theta + V(\theta)$	$C_2 = \frac{A+[1-V(\theta)]B}{\bar{t}_\theta}$
0	1	0	-	-	0	-	-	-
1	0.947	0.053	0.053	0.053	0.947	0.005596	0.952299	1180.14
2	0.376	0.264	0.211	0.211	1.683	0.286684	1.218489	1892.67
3	0.473	0.527	0.263	0.263	2.156	0.556025	1.671789	2672.88
4	0.210	0.790	0.263	0.263	2.366	1.25238	3.173131	3524.98
5	0.052	0.948	0.158	0.158	2.418	1.25238	7.398998	4089.53
6	0.052	0.948	0	0	2.47	3.038461	0	4003.43
7	0	1	0.052	0.104	2.47	0	-	4209.74

المصدر: من إعداد الباحثين

$$C_1 = \frac{A+B}{\bar{t}} = 2999.15 , \frac{A+B}{B} = 1.0691757$$

5- تحديد زمن إجراء الصيانة الوقائية: بالنسبة للحزام الناقل للحركة في محرك الهواء المضغوط: من الجدول رقم (6) واستنادا إلى المعلومات أسفله ($C_1 = 2851.914$) نجد انه :

إذا كانت $0 \leq \theta \leq 3$ فإن $C_1 < A \frac{V(\theta)}{\ell_\theta}$ بمعنى $\frac{C_1}{C_2} < 1$ ، وهذا ما يدل على أن $C_2 < C_1$ فالأحسن الأخذ بسياسة الصيانة الوقائية لهذه المصنوعة في اللحظة θ التي تحقق:

$$\lambda(\theta)\bar{t}_\theta + V(\theta) = \frac{A+B}{B}$$

وحيث أن: $\frac{A+B}{B} = 1.0691757$ وهي أكبر بقليل من القيمة 0.99999 الموافقة للقيمة $\theta = 1$ وبالتالي فإن أحسن لحظة لإجراء الصيانة الوقائية لهذا الجزء هي بعد العمل لمدة وحدة من وحدات الزمن والتي توافق حجم إنتاج قدره: 16296 قنطار، وتكون التكلفة C_2 عند حدها الأدنى حوالي: 1248.97 دج، ويكون بالتالي حجم

التخفيض في التكاليف عن السياسة المتبعة من طرف المؤسسة هو $\frac{C_1 - C_2}{C_1}$

بحيث:

$$\frac{C_1 - C_2}{C_1} = \frac{2851.914 - 1248.97}{2851.914} = 56.20 \%$$

مع ملاحظة أن حجم هذا التخفيض في التكلفة يمكن تحقيقه بالنسبة لجميع الأحزمة الناقلة للحركة في محرك الهواء المضغوط إذا اتبعنا السياسة السابقة. بالنسبة للحزام الناقل لحركة الغرابيل: من الجدول رقم (7)، واستنادا إلى المعلومات أسفله المتعلقة بقيمة C_1 و $\frac{A+B}{B}$ نجد أنه :

إذا كانت $0 \leq \theta \leq 3$ فإن $C_1 < A \frac{V(\theta)}{\ell_\theta}$ بمعنى $\frac{C_1}{C_2} < 1$ ، وهذا ما يدل على أن $C_2 < C_1$ فالأحسن الأخذ بسياسة الصيانة الوقائية لهذه المصنوعة في اللحظة θ التي تحقق:

$$\lambda(\theta)\bar{t}_{\theta} + V(\theta) = \frac{A+B}{B}$$

وحيث أن: $\frac{A+B}{B} = 1.0691757$ وهي أكبر بقليل من القيمة 0.99999 الموافقة

للقيمة $\theta = 1$ وبالتالي فإن أحسن لحظة لإجراء الصيانة الوقائية لهذا الجزء هي بعد العمل لمدة وحدة من وحدات الزمن والتي توافق حجم إنتاج قدره: 16296 قنطار، وتكون التكلفة C_2 عند حدها الأدنى حوالي: 1248.97 دج، ويكون بالتالي حجم

التخفيض في التكاليف عن السياسة المتبعة من طرف المؤسسة هو $\frac{C_1 - C_2}{C_1}$

بحيث:

$$\frac{C_1 - C_2}{C_1} = \frac{3000 - 1180.14}{3000}$$

$$= 60.66\%$$

مع ملاحظة أن حجم هذا التخفيض في التكلفة يمكن تحقيقه بالنسبة لجميع الأحزمة الناقلة للحركة للغرابيل إذا ما اتبعنا السياسة السابقة.

فروض الدراسة

من خلال الدراسة فقد تم الإجابة على فروض الدراسة حيث تحققت الفرضية الأولى، ومن خلال الفرضيتين فإن الدراسة بالضرورة تؤدي إلى نفي الفرضية الثانية.

خاتمة

زمن الميزة المطلقة أو النسبية قد ولى تاركا المجال أمام الميزة التنافسية، وبهذا فقد تطور مفهوم المنافس الأقوى من ذاك الذي يمتلك المورد إلى الذي يستطيع أن ينتج الأرخص، الأجود أو يستطيع الاستجابة لرغبات الزبائن أو العملاء بطريقة أسرع، وعليه فالمنافس الأقوى أصبح الذي يحسن استخدام المورد وبالتالي يحقق الامتلية في استغلاله.

تزامن التطور السابق في مفاهيم المنافسة مع تطور مواز في مجال استخدام النماذج الرياضية لحل المشاكل الإدارية، فقد تطورت هذه النماذج من مجرد نماذج خطية إلى نماذج احتمالية تحاكي الواقع محاكاة كلية، وعليه لم تعد الامتلية مجرد فكرة نظرية بل أصبح بالإمكان تحقيقها على أرض الواقع ولهذا أصبح بالإمكان ترشيد تكاليف الصيانة حتى حدها الأدنى على غرار باقي الموارد الأخرى، فالنماذج الاحتمالية الخاصة بمحاكاة عطل الآلات يمكن أن تعطي حلولاً مثلى يمكن تجسيدها في الواقع من خلال جعل معدل العطل يتبع حجم الإنتاج بدل اعتباره متغير عشوائي يتبع عنصر الزمن في تغيراته على اعتبار أن أجزاء الآلة تخضع لظروف تشغيل يومية غير منتظمة كما في حالة المصنوعات المختارة للدراسة.

الهوامش

- 1- شوقي إسماعيل شحاتة، نظرية المحاسبة المالية من منظور إسلامي، الزهراء للإعلام العربي، القاهرة، مصر، 1987، ص. 164.
- 2- أحمد طرطار، الترشيد الاقتصادي للطاقت الإنتاجية في المؤسسة، ديوان المطبوعات الجامعية، ط2001، الجزائر، ص 66، نقلا عن: رشوان رفيق الحلبي، الصيانة مفاهيم وأنظمة-مقال-، ص 42.
- 3- محمد نمر علي أحمد، المفهوم الإداري للصيانة الصناعية وتطورها، مجلة الكفاية الإنتاجية، عمان، الأردن، 1989، ص 48.
- 4- عبد الفتاح أبو بكر، الصيانة الصناعية، مركز تطوير الإدارة والإنتاجية، الإسكندرية، مصر، 1991، ص2.
- 5- صالح الشنواني، إدارة الإنتاج، مركز الإسكندرية للكتاب، الإسكندرية، مصر، 2000، ص 200.
- 6- G.Javel, Pratique de la gestion industrielle – organisation, méthodes et outils, Dunod, Paris, 2003, P. 249.
- 7- G.Bosser et J.M. Gaillard, Maintenance des systèmes de production, les éditions FOUCHER, Paris, 1990, P. 102.
- 8 - خضير كاظم حمود، هائل يعقوب فاخوري، إدارة الإنتاج و العمليات، دار صنعاء للنشر و التوزيع، عمان، الأردن، ص 123.
- 9- علي يونس، التنظيم الصناعي وإدارة الإنتاج، المكتب العربي الحديث، الإسكندرية، مصر، 1997، ص 147.
- 10- G.Javel, op-cit, P. 249.
- 11- علي حسن، مشاكل الإنتاج الصناعي، مؤسسة شباب الجامعة، الإسكندرية، 1998، ص 125.
- 12- فؤاد الحديثي وآخرون، الاتجاهات الحديثة في إدارة الصيانة المبرمجة، دار وائل للنشر والتوزيع، ط1، عمان، الأردن، 2004، ص 43.
- 13 - F. Monchy : La fonction maintenance – formation à la gestion de la maintenance industrielle -, Masson, 2 ème édition, Paris, 1996, P. 58.
- 14- رياض صديق أبو حامد آل علي وآخرون، وظائف المنظمة المعاصرة – نظرة بانورامية عامة – ، مؤسسة الوراق للنشر والتوزيع، ط1، عمان، الأردن، 2001، ص 150.
- 15- سونيا محمد البكري، تخطيط ومراقبة الإنتاج، الدار الجامعية، الإسكندرية، مصر، مرجع سابق، ص 240.
- 16- F.Monchy, op-cit, P. 33.
- 17- M.Gabriel et J-C.Rault: Systèmes experts en maintenance, édition MASSON, Paris, 1987, P 13
- 18- F.Monchy, op-cit, P. 34.
- 19- G.Javel, op-cit, P. 249.
- 20- سامي مظهر قنطقجي، ترشيد عمليات الصيانة بالأساليب الكمية، www.kantakji.org، 02 ديسمبر 2005، 1.51 ميغابايت، ص 49.
- 21--G.Bosser j. M Guillard, op-cit, P. 156.
- 22- سامي مظهر قنطقجي، مرجع سابق، ص 51.
- 23- سامي مظهر قنطقجي: ترشيد عمليات الصيانة بالأساليب الكمية، منشورات جامعة حلب، سوريا، 1995، ص 27.
- 24- خطير كاظم حمود و هائل يعقوب فاخوري، مرجع سابق، ص 135.
- 25- Robert faure, Precis de Recherche Opérationnelle. Aubin Imprimeur 1er ed, paris, 1979, P. 133.

. 26 Ibid, P. 134

27- علي كساب، الامثلية في الإنتاج الصناعي، رسالة ماجستير غير منشورة، معهد العلوم الاقتصادية، جامعة الجزائر، 1986، ص131.

28- Robert Faure, op.cit, P-P, 143-145.

29-Robert Faure, op.cit, P-P, 143-145.

30 - Ibid, P.144.

31- Ibid, P.145

.