استخدام أساليب بحوث العمليات في تقدير دورة الصيانة الوقائية وتطبيقاتها في شركة المشاريع النفطية / البصرة[+]

USING OPERATION RESEARCH TECHNIQUES IN ESTIMATION OF PREUENTIVE MAINTENANCE CYCLE

صفاء محمد هادي هاشم[*]

المستخلص

بحوث العمليات Operations Research عبارة عن أساليب رياضية تتصف بالقوة، وهي متاحة أمام المدراء المعاصرين (Modern managers) لحل مشاكلهم الادارية وان بعض أساليب بحوث العمليات يمكن تطبيقها في ادارة الصيانة، بمعنى آخر، هي عبارة عن تطبيق أساليب علمية لايجاد الحلول للمشاكل الصناعية بما فيها أعمال الصيانة.

ان هدف البحث هو تقدير كلفة دورة الصيانة الوقائية واعطاء فرصة للمدير لاختيار واحد من مجموعة من الخيارات المتاحة لتطوير سياسة الصيانة، والنتيجة التي توصلنا إليها هو ان الشركة يجب أن تعتمد تطبيق أعمال الصيانة الوقائية مرة واحدة كل ثلاثة أشهر.

Abstract

Operations Research is a powerful method available to modern managers to solve their managerial problems. Some (OR) techniques are applicable to maintenance management. The aim of this article is to give estimation of preventive maintenance cycle cost, and give an opportunity for the manager to select the one from among the alternatives to develop maintenance policy. In this article the policy of maintenance is to go for preventive maintenance once every three months.

المقدمة

لقد بات واضحاً ان استمرار عمل المشاريع الصناعية مرهون بكفاءة التشغيل للمكائن والمعدات، وبهدف الوصول الى الكفاءة التشغيلية للمعدات والمكائن والأدوات لابد من الاعتماد على أعمال الصيانة (Maintenance) والتي تشتمل على جميع الأنشطة التي تحتاجها المشاريع الصناعية للمحافظة على المكائن والمعدات والأبنية وجعلها مطابقة لحالة الاشتغال القياسية (Standard working condition) .

+ تاريخ استلام البحث ٢٠٠٤/٩/١٥ تاريخ قبول النشر ٢٠٠٥/٤/١٣

[*]مدرس مساعد ــ المعهد التقني بصرة

فالصيانة تؤمن جميع التسهيلات الانتاجية (Production facilites) في حالة صالحة للخدمة وفي جميع الأوقات وتمنع أو تقلل من حالات التوقفات المفاجئة والتي تؤدي بدورها الى فقدان كفاءتها الذاتية وحالات التشغيل القياسية، لذلك تعد الصيانة من الوظائف الهامة في ادارة الانتاج الحديثة (Modern production management) التي تمثل جميع العمليات التي يتم القيام بها لتحويل المدخلات الى مخرجات وهذه العمليات يطلق عليها العمليات التحويلية (Transformation) والتي تشمل جميع التسهيلات الانتاجية وهي المكائن، المعدات، الأدوات، الأبنية والخدمات.

ونتيجة لهذا الدور الذي تلعبه الصيانة لابد إذن من اتخاذ اجراءات عملية لتطبيق أعمال الصيانة بأوقات معينة تضمن عن طريقها استمرار العلميات التشغيلية بكفاءة عالية ومنع حدوث التوقفات المفاجئة وبأقل كلفة ممكنة، ولغرض بلوغ هذا الهدف لابد من اعتماد أساليب متطورة تضمن لنا اختيار الوقت المناسب للتنفيذ مقروناً بأقل كلفة ممكنة ولتحقيق ذلك يتم اعتماد أساليب بحوث العمليات والتي أصبحت من الأساليب التي يمكن الاعتماد عليها في اختيار الوقت المناسب للتنفيذ وبأقل كلفة ممكنة.

منهجية البحث

مشكلة البحث:

عن طريق الزيارات الميدانية لواقع حال شركة المشاريع النفطية في البصرة تبين ان الشركة تعاني من مشكلة ارتفاع تكاليف الصيانة الوقائية وتذبذب واضح في أوقات تنفيذها مما انعكس سلباً على مستوى الأداء فضلاً عن ارتفاع التكاليف وزيادة التوقفات المفاجئة.

هدف البحث:

يهدف البحث الى تحديد واستخدام أفضل أساليب بحوث العمليات، (Operation Research Techniques) في تحديد الوقت المناسب لتنفيذ أعمال الصيانة الوقائية وبأقل كلفة ممكنة عن طريق التوصل الى مجموعة من الخيارات (Alternatives) وتمكين المدير من اتخاذ القرار المناسب والمستند على اعتبارات منطقية في اختيار واحد من مجموعة الخيارات المتاحة لحل مشكلة اختيار الوقت المناسب الذي يقابل أقل كلفة ممكنة في تنفيذ أعمال الصيانة الوقائية من أجل تقليل حجم التوقفات المفاجئة والتي قد تسبب خسارة كبيرة للشركة نتيجة توقفها عن العمل.

حدود البحث:

تمثلت حدود الدراسة في قسم الصيانة في شركة المشاريع النفطية في البصرة.

أسلوب البحث:

تمثل بدراسة واستعراض المفهوم النظري، والنتائج المتوقعة من جراء استخدام أساليب بحوث العمليات في تقدير (Estimation) وقت تنفيذ أعمال الصيانة الوقائية (Preventive Maintenance) ، وتم الاعتماد في

الحصول على المعلومات باستخدام طرق مختلفة (الكتب ، التقارير والدراسات) والمعلومات الخاصة بأوقات تنفيذ الصيانة الوقائية وتكاليفها من سجلات الشركة.

مجال الدراسة:

أ ــ مجال زماني: اختيرت البيانات لسنة 2002 لأغراض تقدير أوقات وتكاليف تنفيذ الصيانة الوقائية (Preventive maintenance).

ب ــ مجال مكاني: الشركة العامة للمشاريع النفطية في البصرة.

الجزء الأول

الجانب النظري

أولاً: مفهوم الصيانة

لقد حدد الباحثون والكتّاب مفاهيم متعددة للصيانة (Maintenance) وان اختلفت في الشكل إلا انها اتفقت من حيث المضمون، فقد عرفت على أنها "جميع الأنشطة اللازمة للمحافظة على المكائن والمعدات والأدوات والأبنية في حالة صالحة للاشتغال الطبيعية" [1].

كما عرفها آخر بأنها "جميع الأنشطة التي تمارس على المكائن والمعدات والأبنية لغرض التأمين والمحافظة على صلاحياتها وفي جميع الأوقات وبمستويات مقبولة من الكفاءة التشغيلية" [2].

ثانياً: أنواع الصيانة

هناك أربع أنواع من الصيانة وهي:

١ ــ الصيانة الاصلاحية

هناك ثلاثة عناصر أساسية تتضمنها الصيانة الاصلاحية وهي:

- التوقفات لغرض الصيانة (break down).
- تحليل الانحراف (defect analysis).
- الأنشطة الاصلاحية (corrective actions).

ان الغرض الأساس من الصيانة الاصلاحية ليقتصر على الاصلاح والتجديد وانما يتمثل بالقيام بالتحليل العميق (indepth analysis) الآتي:

* تحسين العمليات lmproving the process
* تحسين التصميم lmproving the design
* استبدال الأجزاء المنحرفة / الأنظمة Replacement of defective parts / systems
* تحسين كفاءة الصيانة الوقائية Improving preventive maintenance efficiency

*مراجعة أوامر التشغيل والاجراءات Reviewing operating instructions and procedure

٢ ــ الصيانة الوقائية

تتخذ الصيانة الوقائية مجموعة خطوات للوقاية من التوقفات والتي تنجم عنها خسارة كبيرة للشركة، فالصيانة الوقائية تعني "فهم الاحتياجات ومعرفة ما يستلزم اجراءه عن طريق المعرفة المبكرة بحالة التصميم للمكائن والمعدات، ومن ثم المباشرة بالفحص الدوري واتخاذ التدابير اللازمة للقيام بالخدمات التي تتضمن استبدال (Replacement) قطع الغيار والقيام بأعمال التنظيف والتزييت، مما يمنع أو يقلل من احتمالية التوقفات"، لذا فان نجاح أعمال الصيانة الوقائية يعتمد على الآتي [3].

- التصميم الملائم والنصب المناسب للمكائن والمعدات
- الفحص الدوري والاستبدال Periodicity of inspection and replacement
- الخدمة الملائمة في فترات متقطعة (بين وقت وآخر) Proper servicing at periodic intervals

كما ان عملية تنفيذ أعمال الصيانة الوقائية يجب أن يكون بأوقات معلومة للقيام بها على التوالي، أي القيام بالفحص ولكل معدة ضمن جدول زمني والذي يمكن اعداده بشكل يومي، أسبوعي، شهري، أو كل ثلاثة أشهر أو ستة أشهر، ويمكن الاعتماد في تحديد الفترة الزمنية اللازمة لاجراء الصيانة على معدلات التشغيل، مثلاً كل ١٠٠ ساعة عمل أو ١٠٠٠ ساعة عمل وهكذا.

٣ ــ الصيانة التنبؤية

تعد الصيانة التنبؤية من المفاهيم الحديثة (Modern concept) والتي تبنى على أساس توقعات مستقبلية (future prospects) ممكن أن تكون بارعة وعظيمة، وهذا النوع من الصيانة يكون مناسباً وبشكل كبير للآلات والمكائن التي تحتوي على عدد كبير من الأجزاء المتحركة (Moving parts)، ولكن مع تطور الالكترونيات أصبحت المكائن الحديثة في تصميمها الآلي تحتوي على عدد قليل من الأجزاء المتحركة وبالتالي فان قلة تلك الأجزاء يؤدي الى تقليل الاندثار والاستهلاك (Wear and tear) والى تخفيض احتياجات المكائن والمعدات الى الصيانة.

ان استخدام هذا النوع من الصيانة يقودنا الى توقع الفشل أو العطل المستقبلي (Predict future failure) مقدماً، واتخاذ كافة الاجراءات الوقائية المناسبة لمنع حدوثه مما ينعكس وبصورة ايجابية على تخفيض تكاليف الاصلاح وتوقف الانتاج المفاجئ.

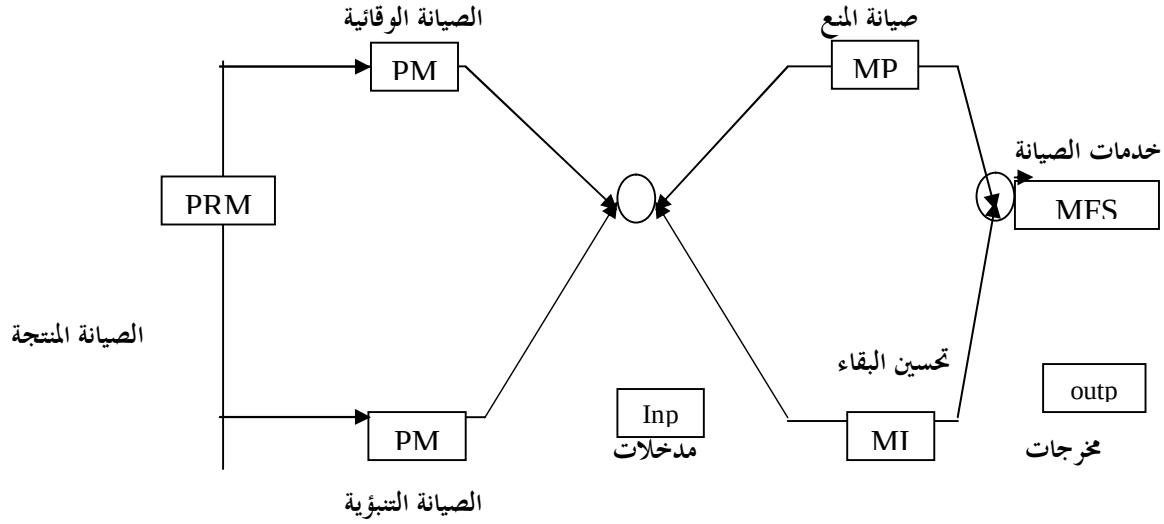
٤ ــ الصيانة المنتجة الشاملة

يعد هذا النوع من الصيانة من المداخل الابداعية والذي ابتكره الصناعيون اليابانيون واستخدموه في مصانعهم وعلى معداتهم ومكائنهم.

ان مفهوم هذا النوع من الصيانة يشتمل على المبادئ الأساسية للنماذج الثلاثة من الصيانة آنفة الذكر، وان الهدف النهائي للصيانة المنتجة الشاملة (TPM) هو تطوير أي نظام تشغيلي بما فيها نظام حرية الصيانة

(Maintenance free) بمعنى آخر الوصول الى صيانة المنع (MP) (Maintenance prevention) عن طريق المزج بين نشاط الصيانة الوقائية (PM) (Preventive maintenance) ونشاط الصيانة التنبؤية (PRM) (Predictive maintenance). وعن طريق هذين النشاطين واللذين يفضيان الى صيانة المنع (MP) تحافظ الشركة على مكائنها ومعداتها عن طريق الابقاء على المكائن والمعدات في حالة صالحة للاشتغال فضلاً عن تطوير عملها وهذا الانجاز يطلق عليه (تحسين البقاء) (MI) (Maintainability improvement). ان المدخل التقليدي والمتعارف عليه هو اناطة أعمال الصيانة عند توقف الماكنة الى فرق الصيانة، أما بالنسبة الى الصيانة المنتجة الشاملة (TPM) على العكس تماماً فبدلاً من الانتظار لحين التوقف واناطة العمل الى فريق الصيانة، يصار الى تشكيل مجموعة صغيرة تتبنى القيام بأعمال الصيانة الوقائية وعدها قاعدة أساسية لاختبار صلاحية الاجزاء في المكائن والمعدات عن طريق اجراء أعمال الصيانة الوقائية، أما بالنسبة الى الصيانة التنبؤية فانها تستخدم لتوقع حالة الأجزاء والتركيبات التي اختيرت وتم تشخيصها من لدن فريق الصيانة الوقائية، وبالتالي فان هذين النشاطين المجتمعين يقودان الى ما يعرف بصيانة المنع (MP) وفي النهاية الى خدمات الصيانة الحرة (MFS).

(Maintenance free service)، ويمكن توضيح الصيانة المنتجة الشاملة (TPM) من خلال الشكل التوضيحي الآتي:



الشكل(١) دورة الصيانة المنتجة الشاملة [1]

ثالثاً: أهمية الصيانة الوقائية

ان ظروف العمل الحالية في مختلف البلدان قد تختلف بعض الشيء عن الموجود في اليابان، صحيح ان (TPM) الصيانة المنتجة الشاملة جديرة بالتقدير، إلا انه لا يمكن تطبيقها بشكلها المشابهة الى ما موجود في المصانع اليابانية وذلك بسبب وجود ظروف عمل تكاد ان تكون مثلى قياساً بالمصانع العالمية الأخرى

فضلاً عن وجود فرق عمل صغيرة تقوم بمراجعة مستمرة لتقييم صلاحية المكائن والمعدات وتستخدم أفضل الأساليب الرياضية في التنبؤ بالحالة التشغيلية للمكائن والمعدات.

أما بالنسبة للصيانة التنبؤية (Predictive maintenance) يبدو أنها الى الآن غير مطورة بشكل كامل بسبب اعتمادها على التنبؤ وما يصاحبه من احتمالات المخاطرة، ان هذه الأسباب تقودنا لاختيار الصيانة الوقائية (Preventive maintenance)، على اساس ان ممارسة أعمال الصيانة الوقائية وبشكل دوري كأجراء عمليات التنظيف والتزييت يومياً أو بشكل فصلي (كل ثلاث أشهر) بضمنها اصلاح واستبدال لبعض الأجزاء سوف يضمن لنا استمرار عمليات التشغيل الطبيعية وضمان عدم التوقف، ولكن اذا ما تم الاعتماد على تنفيذ أعمال الصيانة الوقائية سنوياً فقد تواجه الشركة حالات التوقف المفاجئ وبشكل كبير وقد يكون غامض في بعض الأحيان ولذلك عادة ما يتم تحديد فترات تقديم الخدمة ومديات العمل بها عن طريق قناعة العاملين في حقل الصناعة.

رابعاً: الأسلوب الاحصائي في تقدير دورة الصيانة الوقائية

(Statistical method to Estimation of preventive maintenance cycle)

ان التوقفات عندما تحدث بشكل عشوائي (Random) لاغراض الصيانة والتي تأخذ أحد أشكال التوزيع التكراري، الأسي، الطبيعي، اللوغارتيمي، كاما، في حالة هذه تستخدم الطرق الاحصائية (Statistical methods) لوضع سياسة الصيانة، مثل تحديد الوقت القياسي لدورة الصيانة الوقائية (Ts) ، ومعدل الوقت بين التوقفات (Ta) ومعدل وقت الصيانة الوقائية (tm) ، وفقاً لذلك تكون المعادلة كالآتي:

$$Ta = Ts + tm$$

أما اذا كانت جميع أعمال الصيانة تنفذ في أوقات خارج ساعات العمل تكون المعادلة كالآتي:

$$Ta = Ts \quad \text{أو} \quad 1 = \frac{Ts}{Ta}$$

وهذا نادراً ما يحصل بسبب كون جميع أعمال الصيانة لا تنفذ خارج ساعات العمل، ومن الناحية العملية يمكن أن تكون المعادلة كالآتي:

$$Ta = Ts + tm + tr^*$$

* عندما tr = معدل الوقت المصروف لاصلاح أي حالة من حالات التوقف

<u>الجانب التطبيقي</u>

ان استخدام أساليب بحوث العمليات (Operation Research) في شركة المشاريع النفطية في البصرة لغرض تقدير (Estimation) الأوقات القياسية المناسبة لتنفيذ أعمال الصيانة الوقائة (Average preventive maintenance time) وبأقل كلفة (Cost) ممكنة، يتطلب توفر بعض المعلومات الخاصة بأعداد المكائن، وأوقات تنفيذ الصيانة الوقائية فضلاً عن كلفة التوقف عن الانتاج وكلفة اجراء أعمال الصيانة على المعدات.

ان شركة المشاريع النفطية تقوم بتنفيذ مجموعة من الأعمال، منها مد الأنابيب ولمسافات طويلة وما تحتاجه من أعمال حفرية وقطع ولحام وغيرها وكذلك نصب الخزانات، وهي تحتاج لذلك مجموعة من الآلات والمكائن والمعدات الخاصة، ومن بينها مكائن اللحام الضخمة التي تحمل على ساحبات الى مواقع العمل، وقد توفرت المعلومات التالية عن هذه المكائن في سجلات الشركة وهي كالآتي:

- عدد مكائن اللحام 200 ماكنة.
- كلفة تنفيذ أعمال الصيانة الوقائية (Preventive maintenance) للماكنة الواحدة 15000 دينار.
- كلفة التوقف عن العمل لكل ماكنة لأغراض الصيانة (Breakdown maintenance cost) 2500 دينار.
- التوقفات التي حصلت (Breakdown) في عام 2002 كما موضحة في الجدول (١) كنسب مئوية

جدول (1): النسب المئوية للتوقفات في عام 2002

PM period فترة الصيانة الوقائية	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Breakdown probability احتمالية التوقف	0.05	0.02	0.03	0.04	0.04	0.05	0.08	0.11	0.13	0.14	0.15	0.16

من المعلومات السابقة والجدول رقم (1) يمكن ايجاد الآتي:

١ ــ حساب معدل فترة التوقفات (Average breakdown period)

$$Ta=1\times0.05+2\times0.02+3\times0.03+4\times0.04+5\times0.04+6+0.05+7\times0.08+8\times0.11+9\times 0.13+10\times0.14+11\times0.15+12\times0.16=8.42$$

٢ ــ حساب كلفة التوقف لجميع مكائن اللحام(Breakdown cost of all machines)

* الكلفة الاجمالية = 200 × 25000 = 5000000 دينار

* حساب معدل كلفة التوقف خلال الشهر

الكلفة $\frac{5000000}{8.42}$ = 593.824 دينار

٣ ــ حساب بالاعتماد على نظرية الاحتمالات الاحصائية (Statistical probability theory) العدد المتوقع من التوقفات اذا ما اجريت الصيانة الوقائية (Preventive maintenance) مرة واحدة كل شهر، مرة واحدة كل شهرين، مرة واحدة كل ثلاثة أشهر وهكذا وكما يلي، إذا علمنا أن: ــ

n = العدد المتوقع من التوقفات

N = عدد المكائن

P1, p2 ... = احتمالية التوقف

$n1 = Np_1 = 200 \times 0.05=10$

$n2= N(p_1+p_2) +n_1 p_1= 200\times0.07+10\times0.05=14.5$

$n3= N(p_1+p_2+p_3) +n_2 p_1+ n_1 p_2 = 200 \times0.1+14.5\times0.05+10\times0.02=20.925$

$n4=N(p_1+p_2+p_3+p_4)+n p_2 +n_2 p_2 + n_4 p_3$

$= 200\times0.14+20.925\times0.05+14.5\times0.02+10\times0.03=29.636$

$n5 = N(p_1+p_2+p_3+p_4+p_5) +n_4 p_1+ n_3 p_2 + n_2 p_3 + n_1 p_4$

$=200\times0.18+29.636\times0.05+20.925\times0.02+14.5\times0.03+10\times0.04=38.735$

$n6 = N (p_1 + p_2 + p_3 + p_4 + p_5 + p_6) + n_5 p_1 + n_4 p_2 + n_3 p_3 + n_2 p_4 + n_1 p_5$

$=200\times0.23+38.735\times0.05+290636\times0.02+20.925\times0.03+14.5\times0.04+10\times0.04=50.137$

جدول (٢): كلف الصيانة بالأشهر (بآلاف الدنانير)

الشهر Month	احتمالية التوقف B/D probability	المجموع الكلي للاحتمالات Cumulative probability	العدد المتوقع للتوقفات Expected B/D = n	كلفة التوقف Cost of B/D	كلفة الصيانة الوقائية Cost of P/M	الكلفة الاجمالية Total cost	كلفة الصيانة بالأشهر Maintenance Cost P.M
1	0.05	0.05	10	250	15	265	256
2	0.02	0.07	14.5	362.5	15	377.5	188.8
3	0.03	0.10	20.925	523.1	15	588.1	179.4
4	0.04	0.14	29.636	740.9	15	755.9	189.9
5	0.04	0.18	38.735	968.4	15	983.4	196.7
6	0.05	0.23	50.137	1253.4	15	1268.4	211.4
7	0.08	0.31					
8	0.11	0.42					
9	0.13	0.55					
10	0.14	0.69					
11	0.15	0.84					
12	0.16	1					

من الجدول (٢) نلاحظ ان كلفة الصيانة الوقائية Preventive maintenance cost بانخفاض مستمر لترتفع مرة أخرى بعد هذا الانخفاض، نلاحظ ان (Ts) (وقت الدورة القياسية للصيانة الوقائية) تقع كل ثلاث أشهر وبكلفة (179) ألف دينار، وسوف تزداد بعد ذلك عن طريق ملاحظة الجدول، فعندما تقع (TS) كل أربعة أشهر تكون الكلفة (189) ألف دينار وهكذا تزداد الكلفة كلما زادت فترة تنفيذ أعمال الصيانة الوقائية. لذلك ليس هناك حاجة الى حساب أقيام التكاليف للفترات التالية.

يتّضح مما تقدم ان سياسة الصيانة الوقائية في الشركة يجب أن تنفذ أعمالها مرة واحدة كل ثلاثة أشهر، أي ضمن الفترة التي تنخفض معها تكاليف تنفيذ أعمال الصيانة الى أدنى حد بما يحقق للشركة تخفيض واضح بالتكاليف مقارنة بما كانت عليه سابقاً إذ كانت تنفذ أعمال الصيانة الوقائية مرة واحدة كل شهر وبكلفة (265) ألف دينار وهناك فارق واضح بالتكاليف إذ يبلغ الفارق بمقدار (86) ألف دينار شهرياً ليصبح المبلغ (1032000) مدة السنة.

تحليل النتائج:

عن طريق الدراسة النظرية والتحليلية باعتماد أساليب بحوث العمليات والمعلومات المتوفرة لوحظ ان هناك زيادة كبيرة في التكاليف نتيجة عدم اعتماد الأساليب العلمية في تقدير أوقات تنفيذ أعمال الصيانة الوقائية، وفي ضوء ذلك يمكن التوصل الى مجموعة من الاستنتاجات وهي كما يلي.

١ ــ ان أعمال الصيانة الوقائية تنفذ بأوقات غير مدروسة بشكل علمي وبالتالي انعكست آثارها السلبية في زيادة التكاليف مما سبب خسارة للشركة تقدر بـــ (1032000) سنوياً.
٢ ــ ان التوقفات لاغراض الصيانة الوقائية قد سبب تعطيل العمل وبالتالي تأخير تنفيذ الأعمال وعدم تمكين الشركة من انجاز أعمالها في الأوقات المحددة مما يعني أن الشركة تتحمل غرامات تأخيرية بسبب التأخير في فترات التسليم.
٣ ــ قد اعتمدت الشركة في أحيان كثيرة بسبب التوقف الشهري لاجراء الصيانة الى القيام بتأجير مكائن لحام ودفع مبلغ قدره (25) ألف دينار عن كل ماكنة لليوم الواحد وتكرر ذلك (12) مرة خلال السنة لتصل كلفة تأجير الماكنة الواحدة سنوياً الى (300) ألف دينار وبكلفة اجمالية تصل الى (5000000) دينار سنوياً ولجميع مكائن اللحام.

وبمقتضى هذه الاستنتاجات يمكن تحديد أهم التوصيات.

١ ــ ضرورة الاعتماد على أساليب بحوث العمليات (Operation Research Techniques) في تقدير (Estimation) دورة الصيانة الوقائية وتنفيذها بأوقاتها المحددة لضمان استمرار العمليات التشغيلية بكفاءة (efficiency) عالية ومنع حدوث التوقفات no production hold-up المفاجئة وبأقل كلفة ممكنة.
٢ ــ الاعداد النوعي للعاملين في قسم الصيانة وتدريبهم على الأساليب العلمية في تقدير الأوقات المناسبة وبأقل كلفة مع ضمان استمرار العمليات التشغيلية، إذ أصبحت بحوث العمليات احدى الأساليب القوية التي تعتمدها الشركات العالمية والتي يمكن ان تجنب الشركة حالات التوقف المفاجئ.
٣ ــ الاهتمام باعداد برامج تدريبية والاطلاع على أهم التطورات في تنفيذ أعمال الصيانة، إذ عادةً ما يتم تحديد فترات تقديم خدمات الصيانة ومديات العمل بها عن طريق قناعة العاملين في حقل الصناعة وبالتالي يتطلب الأمر خلق ملاكات علمية قادرة على ضمان استمرار العمل وعدم توقف المكائن عن طريق القيام بالفحص الدوري باعتماد أوقات محددة بشكل علمي للفحص والاستبدال.

٤ ــ ان ممارسة أعمال الصيانة الوقائية بشكل دوري ومدروس المتمثل بـــ (بأعمال التنظيف، التزييت، الاصلاح والاستبدال البسيط لبعض الأجزاء سوف يضمن لنا استمرار عمليات التشغيل الطبيعية وعدم التوقف).

المصادر

1. Nair., N., *Production and Operations Management*.Tata. McGraw – Hill Publishing Company Limited . 1997.
2. Kelly A.,and M. J. Harris, *Management of Industrial Maintenance,* Newnes Butterworth, Co., London . 1993.
3. Lewis B. I . and L. M . Tow, *Reading Maintenance Management,* Cahner Book Boston. 1988.