تحديد وقت الصيانه الوقائية الامثل في شركة
الهلال الصناعية المحدوده

م. م. عمر محمد ناصر
جامعة بغداد- كلية الادارة والاقتصاد
قسم الاحصاء

المستخلص

ان الهدف الرئيس من هذا البحث هو تحديد الوقت الامثل للصيانة الوقائية على المكائن حيث تم اعتماد اسلوبين في تقدير المدة الزمنيه المثلى للصيانة الوقائية. يعتمد الاسلوب الاول على جدولة الصيانة من خلال الاعتماد على معلومات تخص كلف الصيانه وكلف التوقف عن الانتاج والوصول الى الوقت الامثل للصيانة والذي يحقق اقل الكلف .اما الاسلوب الثاني فانه يعتمد على دالة المعولية حيث تم من خلالها تحديد فترة الصيانة المثلى والتي تكون عندها الكلفة اقل ما يمكن. ان الاسلوبين الذين تم الاعتماد عليهما اعطتنا نفس النتائج مما يعطي اعتمادية كبيرة للنتائج كونها اثبتت باكثر من طريقة وكذلك اثبتنا من خلال هذا البحث ان طريقة الجدوله افضل من طريقة الاعتماد على دالة المعولية رغم وحدانية النتائج .

Abstract:

The main target of this paper is to determine the optimum time for preventive maintenance on machines. Tow methods has been implemented estimating the optimum time duration for preventive maintenance . the first techniques use scheduling depending on data concerning the machine maintenance cost and halted cost from the production reach to the optimum time for maintenance which reflect the minimum cost. Where as the second techniques depends on reability function to estimate the optimum duration time which reflect the minimum cost. The tow techniques above by which we count on in fixing the preventive maintenance both give same result . we also prove that the scheduling method best than the reability function .

1 - المقدمة

ان للصيانة الوقائية (Preventive Maintenance) اهمية كبرى في ادامة عمل المكائن ومنع حدوث التوقف المفاجيء للمكائن ومن اهم الاسئلة التي نواجهها هو متى نقوم بالصيانه الوقائية؟ ان الاجابة عن هذا السؤال يتطلب استخدام الاساليب العلمية في تحديد مدة الصيانة المثلى وقد اعتمد البحث على اسلوبين في حساب هذه المدة . حيث اعتمد الاسلوب الاول على جدولة الصيانة بداول معينة واختيار المدة الزمنية المثلى والتي تقابل اقل الكلف . اما الاسلوب الثاني فاعتمد على دالة المعولية (Reliability Function) حيث تبين ان اوقات الفشل (Frailer time) تتبع توزيع ويبل (Weibull Distribution) وقد استخدمت طريقة الامكان الاعظم (MIM) في تقدير معالم الأنموذج ورغبة منا في استخدام البرامج الحديثة في التحليل تم استخدم برنامج Statgraph في تحديد نوع التوزيع (Goodness of fit) وكذلك في حساب معلمات التوزيع (The Parameters Of The Distribution) .

لقد تم تطبيق الدراسة في شركة الهلال الصناعية لصناعة المبردات حيث تمت دراسة العطلات والتوقفات التي تصيب مكائن الشركة من خلال سجلات الشركة ومن خلال جمع البيانات موقعيا وتم اختيار مكائن التثقيب كونها سجلت اعلى حالات العطل مقارنة ببقية المكائن وتم اختيار الماكنة رقم (02114) من ضمن مكائن التثقيب لانها سجلت اعلى عطل من بقية مكائن التثقيب حيث تم تحديد المدة الزمنية المثلى للصيانة .

ان منهجية البحث هي كالاتي :

اولا: الجانب النظري حيث يتضمن المفهوم النظري للصيانة وتحديد المدة الزمنية للصيانة الوقائية وطرق حسابها .

ثانيا: الجانب التطبيقي حيث يتناول حساب المدة الزمنية المثلى للصيانة الوقائية ومن ثم تحليل النتائج وبناء القرارات والمقارنة بين الطريقتين الذين تم استخدامهما في تقدير النتائج .

ثالثا: يتضمن اهم الاستنتاجات والتوصيات التي تم التوصل اليها من خلال هذا البحث التي تفيد الباحثين والمهتمين في هذا المجال .

2. الجانب النظري

2-1 مقدمة عن الصيانة:

ان الصيانة ببساطة هو العمل الذي يجب القيام به من اجل الحفاظ على دقة واستمرارية عمل الماكنة واعادتها الى حالتها الطبيعية بعد حدوث خلل فيها[6]. ان من اولى الدراسات في الوطن العربي التي تناولت مفهوم الصيانة هي دراسة قام بها الباحث احمد كمال محمد عام 1979 عن ادارة خدمات الصيانة في المنشآت الصناعية. وتوالت الدراسات والبحوث ففي عام 2004 قام الباحث (keith young) بدراسة امكانية تحسين برامج الصيانة الوقائية من خلال استعمال الصيانة الوقائية المعتمدة على المعولية (Reliability –centered maintenance) حيث وضحت الدراسة انه يمكن استخدام الصيانة المرتكزة على المعولية من خلال تحديد ما يجب عمله لضمان استمرار عمل المكائن بأدنى حد من التوقفات .وفي عام 2005 قدمت الباحثه (Rebeca West) دراسة عن برامج الصيانة الوقائية واثرها في زيادة معدلات الانتاج وتخفيض تكاليفه .

2-2 اهداف الصيانة[10]:

1. المحافظة الدائمة على الحالة الجيدة للماكنة.
2. الاقلال من حدوث الاعطال وما يتبعه من خسارة اقتصادية .
3. زيادة العمر الافتراضي للماكنة وبالتالي الحصول على عائد اقتصادي اكثر جدوى
4. حماية منجزات المؤسسات من خلال المحافظة على المكائن من سرعة التقادم والاندثار.
5. الموازنة بين تكاليف الصيانه وتكاليف شراء الموجودات.

3-2 انواع الصيانة[5]:

1. الصيانة الاصلاحية (Corrective maintenance) : هي الاصلاحات اللازمة للمكائن حين توقفها عن العمل لاي سبب كان.
2. الصيانة الوقائية (preventive maintenance) [10]: وهي مجموعة من الخطوات التي تتخذ للوقاية من التوقفات التي تنجم عنها خسارة كبيرة للشركة، أي وبعبارة اخرى فان الصيانة الوقائية تخص الفحص الدوري واتخاذ التدابير اللازمة للقيام بالخدمات مما يقلل من احتمالية التوقفات. ان اجراء الصيانة الوقائية يعتمد على معرفة معدل الفشل للماكنة من خلال دراسة اوقات الفشل وتحليلها فاذا كانت اوقات الفشل تتبع التوزيع الاسي تكون الماكنة في مرحلة العمر المفيد ففي هذه الحاله فان اجراء الصيانة الوقائية لن يقلل من احتمالية عطل الماكنة وانما تحتاج الى صيانة دورية بسيطه اما اذا كانت اوقات الفشل كثيرة وتتبع توزيعات اخرى مثل التوزيع الطبيعي (Normal Distribution) او توزيع ويبل
(Weibull Distribution) او غيرها من التوزيعات الاحتمالية فان الماكنة تحتاج الى وضع منهج علمي في الصيانة الوقائية لانها في هذه الحالة مفيدة جدا وتقلل من احتمالية العطل المفاجيء. وهناك فوائد كثيرة للصيانة الوقائية منها تقليل اوقات التوقف (Down Time) للماكنة الى ادنى حد ممكن وتقليل الحاجة الى الوقت الاظافي (Over Time) لاداء اعمال الصيانة كما انها تؤدي الى زيادة كفاءة اداء المكائن واخيرا وليس اخرا فانها تسبب في زيادة ظروف الامن والسلامة للمشغلين والفنين.
3. الصيانة التنبؤية (Predictive Maintenance) [3] : وهي من انواع الصيانة الحديثة والتي تعتمد على توقعات مستقبلية (Future prospects) .
4. الصيانة المنتجة الشاملة (Total Productive Maintenance) : ان هذا النوع من الصيانة قد ابتكره اليابانيون فهو نظام تشغيلي يمزج من الصيانه الوقائية والصيانة التنبؤية وبالتالي تحافظ المؤسسة على مكائنها من خلال الابقاء عليها في حالة صالحه للاشتغال .

4-2 العطل (الفشل)[11]

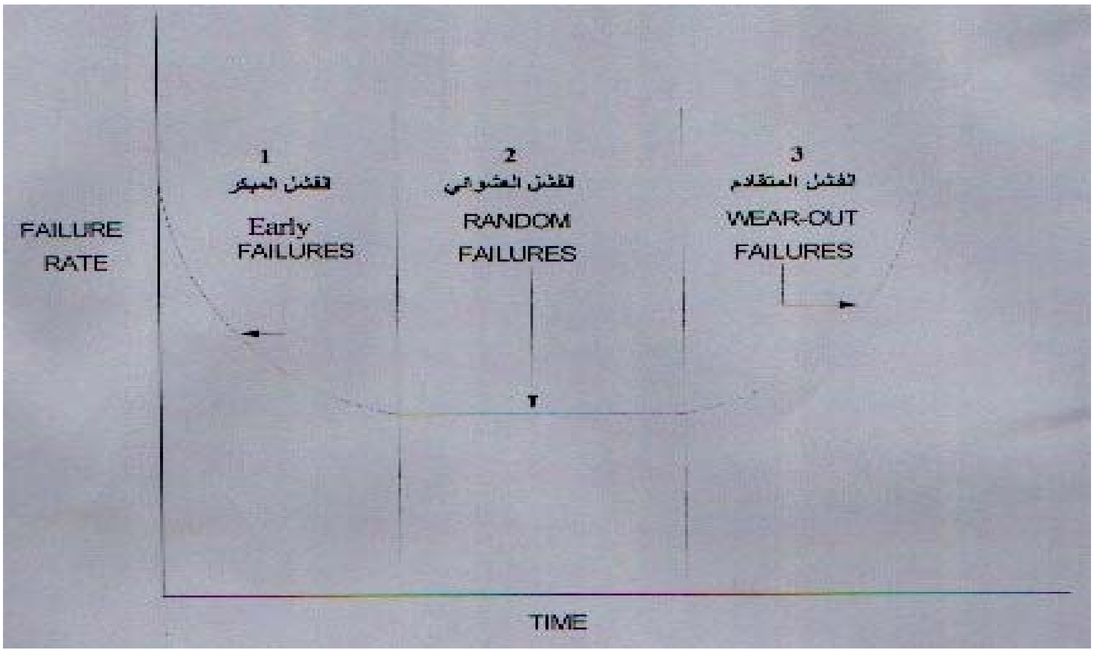
ان العطل هو التغير في الماكنة من حالة العمل الى حالة ادنى دون المعيار المقبول .
ان العطلات يمكن تصنيفها حسب العمر الزمني للمكائن كما يأتي :

اولا: العطلات المبكرة او الاولية (Early Failure): يحدث هذا العطل (الفشل) في مرحلة مبكرة من عمر الماكنة بسبب اخطاء في التصميم او بسبب سوء الاستعمال.

ثانيا: العطلات العشوائية (Random Failure) : يمثل هذا العطل (الفشل) المرحلة الثانية من عمر الماكنة وهي ما يسمى بالعمر النافع (Useful life) ويحافظ معدل العطل (الفشل) على قيمة ثابتة في هذه المرحله حيث يكون العطل بسبب ظروف بيئية غير طبيعيه.

ثالثا: عطل التلف (Wear out Failure) [1] : العطل في هذه المرحلة يمثل المرحلة الثالثة والاخيرة من الاعطال من عمر الماكنة حيث تزداد فيها الاعطال وذلك لتقادم الماكنة. ان عمليات الصيانة الوقائية تجري على الماكنة في هذه المرحلة لان الاعطال تكون متزايدة والصيانة الوقائية تكون مفيدة في هذه الحالة اما في المرحلتين الاولى والثانية فأن الصيانة الوقائية لن تقلل من احتمالية حدوث العطل بل ستؤدي الى ضياع وقت العمل عند تنفيذها في هاتين المنطقتين. والشكل (1) يوضح العمر الزمني للعطلات .

الشكل رقم (1)



5-2 توزيع ويبل (Weibull distribution) [7] :

ان توزيع ويبل هو احدى التوزيعات المستمرة نشر من قبل (Waloddi Weibull) في عام 1951 ويعد هذا الاسلوب من الاساليب الشائعة في مجال دراسات المعولية لقدرته على وصف كافة مراحل الفشل التي تمر بها الماكنة

ان دالة الكثافة الاحتمالية للتوزيع (p.d.f) تعطي كالاتي :

$$f_{(t)} = \frac{\beta}{\theta} \times t^{\beta-1} \times \exp\left[-\frac{t^{\beta}}{\theta}\right] \quad . \; I(t) \; (0,\infty) \,,\, \beta,\theta>0$$

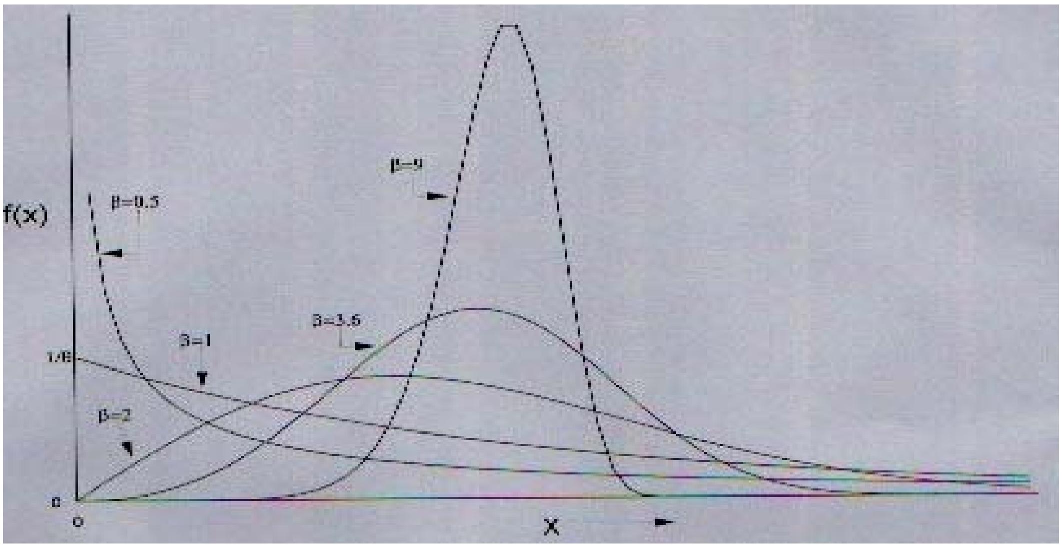
اما دالة التوزيع التجميعي (التراكمي) فهي:

$$F_{(t)}=\int_{0}^{t} \frac{\beta}{\theta} \times u^{\beta-1} \times \exp\left[-\frac{u^{\beta}}{\theta}\right] d(u)$$

$$R_{(t)}=P(T>t)=1-p(T\leq t)=1-F(t)$$

$$R_{(t)}=1-F_{(t)}=\exp\left[-\left(\frac{t}{\theta}\right)^{\beta}\right]$$

ان توزيع ويبل يماثل التوزيع الاسي (Exponential Distribution) عندما β=1 ويماثل توزيع رالي β=2 ويماثل التوزيع الطبيعي عندما β=3.6 . والشكل رقم (2) يوضح ذلك.



6-2 دالة معولية الفشل لتوزيع ويبل [9] :

ان دالة المعولية لتوزيع ويبل تعتمد على معلمات التوزيع التي يجب تقديرها ومن الممكن حساب هذه الدالة كما ياتي :

بما ان :

$$F_{(t)}=1-\exp\left[-\left(\frac{t}{\theta}\right)^{\beta}\right]$$

وان:

$$R_{(t)}=1-F_{(t)}$$

اذا :

$$R_{(t)}=\exp\left[-\left(\frac{t}{\beta}\right)^{\beta}\right]$$

اما معدل الفشل للتوزيع ويبل فيحسب بالشكل الاتي :

بما ان :

$$h_{(t)}=\frac{f(t)}{R(t)}$$

وبالتعويض ينتج :

$$h_{(t)}=\frac{\frac{\beta}{\theta}t^{\beta-1}\exp\left[-\frac{t^{\beta}}{\theta}\right]}{\exp\left[-\left(\frac{t}{\theta}\right)^{\beta}\right]}$$

لذاك فان معدل الفشل لتوزيع ويبل يحسب بالصيغة الاتية :

$$h_{(t)}=\frac{\beta}{\theta}t^{\beta-1}$$

7-2 تحديد وقت الصيانة الوقائية:

ان تحديد وقت الصيانة يعتمد بالدرجة الاساس على الكلف وقد تناول البحث اسلوبين في تحديد الوقت الامثل وكلا الاسلوبين يعتمدان على الكلف وان هذين الاسلوبين هما كالاتي :

اولا: استخدام دالة المعولية (Using reability function)[11]

ان خوارزمية استخدام هذا الاسلوب هي كالاتي :

1. **تسجيل بيانات اوقات الفشل وهذه الخطوه تتطلب ان يتواجد الباحث يوميا لتسجيل اوقات الفشل .**
2. **اختبار توزيع بيانات الفشل ويشترط هذا الاسلوب ان تتبع بيانات الفشل توزيع ويبل (Weibull distribution) ذو المعلميتن وهما معلمة الشكل (β) ومعلمة القياس (θ) .**
3. **تقدير معالم التوزيع من خلال احدى طرق التقدير مثل طريقة الامكان الاعظم (mlm) او طريقة العزوم او طريقة دالة الاحتمال او طريقة دالة الخاطرة (Hazard Ploting) وحساب دالة الكثافة الاحتمالية لاوقات فشل الماكنة .**
4. **حساب كلفة التوقف عن العمل لإجراء الصيانة الوقائية (Cf) وكلفة الصيانة الوقائية (Cp) .**
5. **ايجاد حاصل قسمة (Cf÷Cp).**
6. **ايجاد قيمة m دالة لنسبة الفشل الى كلفة الصيانة الوقائية مع قيمة معلمة الشكل (β) في جدول[6] معد لهذا الغرض .**
7. **ايجاد وقت الصيانة الامثل من خلال المعادلة الاتية التي تم ايجادها من قبل (Brayn Dodson) عام 1994**

(1)..δ+θ× m = T

حيث ان:

T هو الوقت الامثل لاجراء الصيانة الوقائية، m هي دالة نسبة الفشل (Cf) الى كلفة الصيانة (Cp) مع معلمة الشكل (β)، (θ) هي معلمة القياس لتوزيع ويبل (Scale parameters)، (δ) هي معلمة الموقع لتوزيع ويبل (Location parameters) =0.

ان استعمال هذا الاسلوب يشترط ان تكون معلمة الشكل (β) هي اكبر من واحد (β>1) كون ان عدم انطباق هذا الشرط سيحول التوزيع اسيا .

ثانيا: **اسلوب الجدولة** (Scheduling Techniques) [6]

ان هذا الاسلوب يعتبر من اساليب بحوث العمليات في جدولة الصيانة وتحديد وقت الصيانة الامثل حيث ان هذا الاسلوب يحتاج الى بيانات تخص اعداد المكائن وكلف اجراء الصيانة واوقات تنفيذ الصيانة الوقائية وكلف اجراء الصيانة على المكائن. ان خوارزمية استخدام هذا الاسلوب هو كالاتي :

1. حساب العدد الكلي للمكائن قيد الدراسة
2. ايجاد كلفة تنفيذ اعمال الصيانة الوقائية (Cp) للماكنة المستخدمة في الدراسة .
3 ايجاد كلفة التوقف عن العمل لاغراض الصيانة الوقائية (Cf).
4. حساب معدل مدة التوقفات (Ta) من الصيغة الرياضية الاتية :

Ta = مدة الصيانة الوقائية × احتمالية التوقف..(2)

حيث ان احتمالية توقف الماكنة يمكن ايجاده من الصيغة الرياضية الاتية:

احتمالية التوقف = تكرار العطلات ÷ مجموع العطلات ....(3)

5. حساب الكلفة الكلية (Total Cost) من خلال الصيغة الرياضية الاتية :

الكلفة الكلية = (عدد المكائن × كلفة اصلاح الماكنة) ÷ معدل زمن التوقفات

6. استخدام نظرية الاحتمالات لحساب معدل التوقفات حيث ان n هو العدد المتوقع من التوقفات،N هو عدد المكائن، $P_1,P_2,P_3,\ldots$ هي احتمالية التوقف .

$N\times p_1= n_1$ ....(4)

$(P_2+ P_1)\times N = n_2$
$+n1\times p1$ ....(5)

$n2p1+ (P_1+P_2+P_3)\ N = n_3$
$+n1p2$ ....(6)

حيث يمكن ايجاد أي عدد من التوقفات وفق الصيغ اعلاه .

7. حساب كلفة التوقف وفق المعادلة الاتية :

كلفة التوقف = (Cf) × العدد المتوقع من التوقفات (n).....................................(7)

8. حساب الكلفة الاجمالية حسب المعادلة الاتية :

الكلفة الاجمالية = كلفة التوقف + كلفة الصيانة الوقائية (Cp)..............................(8)

9. ايجاد كلفة الصيانة الوقائية وحسب الاشهر وكما في الصيغة الرياضية الاتية :

كلفة الصيانة الوقائية بالاشهر = الكلفة الاجمالية ÷ مدة الصيانة ....(9)

10. اختيار وقت الصيانة الوقائية الامثل والذي يقابل اقل كلفة صيانة .

3. الجانب التطبيقي

1-3 مشكلة البحث

تسعى شركة الهلال الصناعية لانتاج المبردات في بغداد الى استخدام الصيانة الوقائية في الشركة وبشكل فعال حيث ان الشركة تستخدم الصيانة الوقائية الدورية البسيطه مثل التزييت. ان الشركة تنتج المبردات ذات الاحجام 2.5، 3.5، 4.5 وجميع هذه الانواع تحتاج الى العديد من المكائن لتصنيعها ومن هذه المكائن هي مكائن التثقيب التي تدخل في تصنيع كل انواع المبردات .

تواجه شركة الهلال الصناعية مشكلة ان اعمال الصيانة الوقائية في الشركة تتم بشكل عشوائي وغير مخطط له واعتمادا على خبرة المهندس الفني في الشركة مما يسبب توقفات كثيره للمكائن ويكلف الشركة مبالغ طائلة حيث ان المشكلة تكمن في عدم تحديد وقت للصيانة الوقائية الامثل والذي يحقق الموازنة بين الكلفة والصيانة. ان من اكثر المكائن التي تتعرض للاعطال المفاجئة هي مكائن التثقيب والتي تخص ثقب الاطار المعدني للمبرده وقد قمنا بدراستها كونها اكثر انواع المكائن التي تعرضت للاعطال المفاجئة وتم اخذ ماكنة واحده (رقمها 10536) من هذه المكائن كعينه كونها جميعا متساوية من حيث الشكل والتصميم والعمر الزمني وكون هذه الماكنة بالذات سجلت اكثر عدد من الاعطال خلال المدة الزمنية التي تم جمع البيانات فيها والتي تمتد للفتره من 1/ 10/ 2008 ولغاية 1/ 10 / 2009 حيث ان الدوام في الشركة يبدأ من الساعه 8 صباحا وينتهي الساعه 2 مساءا .

2-3 تحديد وقت الصيانة الوقائية الامثل

ان الحل لمشكلة الشركة يكمن في ايجاد وقت الصيانة الوقائية الامثل والذي يقلل التكاليف الكلية لاقل ما يمكن حيث ان السؤال الرئيس هنا ما هي المدة الزمنية (بالاشهر) والتي نجري عندها الصيانه الوقائية مما يحقق اقل كلفة ممكن. لقد استخدمنا في هذا البحث اسلوبين رياضيين في ايجاد مدة الصيانة الوقائية المثلى .

1-2-3 اسلوب جدولة الصيانة (Maintenance scheduling Techniques)

1. جمع بعض البيانات والتي نحتاج اليها في عملية التقدير من سجلات الشركة وهي كما يأتي:

* العدد الكلي لمكائن التثقيب في الشركة هي 95 ماكنة
* كلفة تنفيذ اعمال الصيانة الوقائية (Cp) للماكنة الواحدة هي 250000 دينار.
* كلفة التوقف عن العمل لكل ماكنة لاغراض الصيانة الوقائية (Cf) بلغت 750000 دينار.

2. تم اعتماد التوقفات (Break DOWN) لمكائن التثقيب خلال الفتره من 1/ 1/ 2008 ولغاية 1/ 1 / 2009 وتم حساب احتمالية التوقف في الجدول رقم (1) :

جدول رقم (1) يبين احتمالية توقف مكائن التثقيب خلال العام 2008

الاشهر PM PERIOD	تكرار التوقف BREAKDOWN FREQUENCY	احتمالية التوقف BREAKDOWN PROBABILITY
1	20	0.12
2	6	0.04
3	6	0.04
4	22	0.14
5	15	0.09
6	13	0.08
7	16	0.10
8	11	0.07
9	8	0.06
10	10	0.07
11	11	0.07
12	19	0.12
المجموع	157	1.00

3. مدة التوقفات (Ta) من خلال المعادلة رقم (2) = 6.52
4. باستخدام نظرية الاحتمالات (Probability Theory) نحسب عدد التوقفات المتوقعه اذا ما تم اجراء الصيانة الدورية كل شهر، وكل شهرين، وكل ثلاثة اشهر ولحد كل 12 شهر من باستخدام المعدلات (4,5,6) ووصولا الى اعلى حد وهو 12 شهر .
5. باستخدام ما حصلنا عليه من بيانات وما تم استخراجه من نتائج يمكن ايجاد كلف الصيانة (وحسب الاشهر) وكما في الجدول (2) .

جدول رقم (2) يمثل كلف الصيانة الوقائية وحسب الاشهر (الآلاف الدنانير)

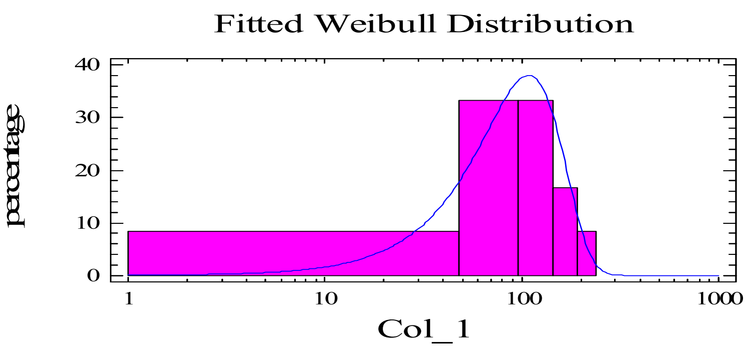
الشهر	احتمالية التوقف Breakdown probability	العدد المتوقع (ni)	كلفة التوقف ni×750	كلفة الصيانة الوقائية	كلفة التوقف + كلفة الصيانة الوقائية	كلفة الصيانة الكلية ÷الشهر
1	0.12	11.40	8550	250	8800	8800
2	0.04	16.56	12420	250	12670	6335
3	0.04	21.44	16080	250	16330	5443
4	0.14	35.99	26993	250	27243	6810
5	0.09	48.28	36210	250	36460	7292
6	0.09	59.77	44828	250	45078	7513
7	0.10	68.40	51300	250	51550	7364
8	0.07	81.44	61080	250	61330	7666
9	0.06	92.01	69008	250	69258	7695
10	0.07	107.45	80588	250	80838	8084
11	0.07	122.23	91673	250	91923	8357
12	0.12	142.47	106853	250	107103	8925

6. من ملاحظة الجدول رقم (2) نلاحظ ان كلفة الصيانة الوقائية عند تنفيذها كل شهر فانها تكاف الشركة 8800 ثم تنخفض الكاف لتصل الى اقل حد لها وهو 5443 عند تنفيذ الصيانة الوقائية كل ثلاثة اشهر ثم تبدأ بالتصاعد وصولا الى الكلفة 8925 عند تنفيذ الصيانة كل سنويا أي كل 12 شهر لذلك وفي ضوء النتائج التي حصلنا نجد ان افضل وقت للصيانة الوقائية هو ان يتم تنفيذها كل ثلاثة اشهر كونها تقابل اقل الكاف وهي 5443 مما يسبب انخفاضا كبيرا في التكاليف عما كانت عليه سابقا .

2-2-3 اسلوب دالة المعولية (reability function techniques)

1. تسجيل اوقات الفشل للماكنة المدروسة والتي تحمل الرقم 10536 يوميا من خلال متابعة المكانة وتسجيل اوقات العطلات .
2. تحليل اوقات الفشل باستخدام البرنامج الاحصائي Statgraph وقد تم استخدام اختبار kolmogrov siminrov لتحديد نوع التوزيع واتضح انها تتبع توزيع ويبل (Weibull) ذو المعلمتين لذلك فان قيمة معلمة الموقع تساوي صفر ($\delta=0$) والشكل رقم (2) يوضح توزيع بيانات الفشل .

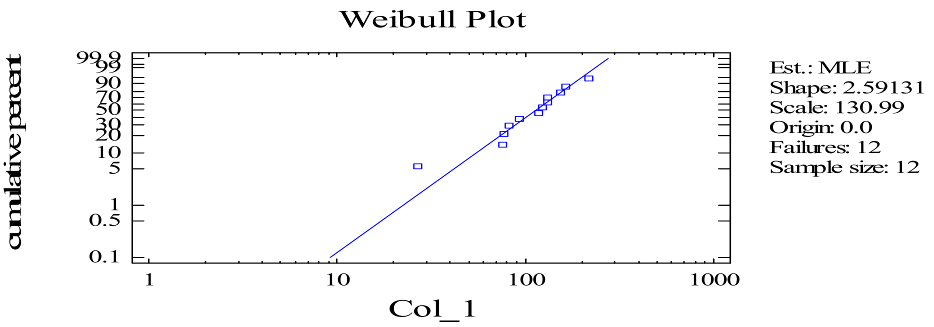
الشكل رقم (2)



3. تقدير معالم التوزيع من خلال طريقة الامكان الاعظم (MIM) باستخدام البرنامج الاحصائي Statgraph حيث ان :

قيمة معلمة الشكل (β) =2.59131 ، قيمة معلمة القياس (θ) =130.99 والشكل رقم (3) يوضح مؤشرات هذا التقدير .

الشكل رقم (3)



4. ايجاد حاصل قسمة كلفة توقف المكائن لاجراء الصيانة (Cf) الى كلفة الصيانة الوقائية (Cf) =3

5. ايجاد قيمة m من خلال جداول اعدت لهذا الغرض حيث ان قيمة m = 0.657

6. ايجاد المدة المثلى لاجراء الصيانة الوقائية من المعادلة رقم (1) وبالشكل الاتي :

T=(0.657 ×130.99) + 0 = 86.06043 يوم أي ان المدة المثلى للصيانة الوقائية والواجب تنفيذها لمكائن الثاقبات هي تقريبا كل ثلاثة اشهر .

4. الاستنتاجات والتوصيات

هناك جملة من الاستنتاجات والتوصيات التي توصلنا اليها في هذا البحث وهي كالاتي :

1-4 الاستنتاجات

1. ان توزيع اوقات الفشل لمكائن التثقيب قيد الدراسة تتبع توزيع ويبل (Weibull distiribution) ذي المعلمتين وكانت قيمة معلمة الشكل (β= 2.59131) ومعلمة القياس (θ=130.99) .
2. لقد بلغت مدة الصيانة الوقائية المثلى وحسب اسلوب الجدولة هي 3 اشهر اما مدة الصيانة الوقائية حسب اسلوب دالة المعولية (T=86.06043) أي ان نتائج الطريقتين متقاربة جدا أي ان مدة الصيانة الوقائية المثلى يجب اجراءها كل ثلاثة اشهر.
3. اظهرت النتائج ان الاسلوبين المستخدمين في تقدير مدة الصيانة الوقائية اعطت نفس النتائج .
4. ان اسلوب دالة المعولية لا يمكن تطبيقه الا اذا كان توزيع اوقات الفشل يتبع توزيع ويبل اما اسلوب الجدولة فانه لا يرتبط بتوزيع معين حيث ان البيانات المستخدمة في اسلوب الجدولة لا تتعلق بأوقات الفشل وانما تعتمد على بعض المعلومات الخاصة باعداد المكائن واوقات تنفيذ الصيانة الوقائية وكلف التوقف وكلف اجراء اعمال الصيانة .
5. ان قسم الصيانة في الشركة لا يقوم بتدوين البيانات الخاصة بالصيانة ولا يوليها اهميه علما ان لهذه البيانات اهمية كبيرة في تقدير وقت الصيانة الامثل .

2-4 التوصيات

1.الاعتماد على احد الاسلوبين المذكورين في تقدير مدة الصيانة الوقائية المثلى كونه يؤدي الى تقليل التكاليف وزيادة كفاءة المكائن والمعدات .
2. تسجيل البيانات الخاصة باوقات الصيانة والكلف وبصورة منتظمة كونها تساهم وبشكل كبير في ضمان دقة النتائج في الحصول على وقت الصيانة الوقائية الامثل.
3. بناء نظام حاسوبي لحساب المدة الزمنية اللازمة لانجاز الصيانة الوقائية لاجل القيام بتقييم الاداء ومعالجة الانحرافات في الوقت المناسب .
4. اعداد البرامج التدريبية لمنتسبي الشركة لاطلاعهم على اهم التطورات في تنفيذ اعمال الصيانة الوقائية حيث غالبا ما يتم تحديد مدة الصيانة الوقائية من قبل العاملين في حقل الصيانه وحسب الخبرة مما يتطلب بناء ملاكات علمية قادرة على تقدير الوقت الامثل للصيانة الوقائية باستخدام الاساليب العلمية الحديثة ضمانا لتقليل الكلفة وزيادة الارباح .

المصادر

المصادر العربية

1. التميمي، لطيفة عبد ا ، المدة الزمنية المثلى للصيانة والاستبدال، رسالة ماجستير، كلية الرشيد للهندسة والعلوم، الجامعة التكنولوجية 2004 .
2.الكبيسي، موفق محمد (1999)، بحوث العمليات تطبيقات وخوارزميات، المملكة الاردنية الهاشمية دار الحامد شفا بدران مقابل جامعة العلوم التطبيقية.
3. بازينة، ناجي محمود، تطوير نظم ورفع جودة المنتجات والخدمات، دراسة منشورة على الانترنيت 2005
4.حسن، ضوية سلمان، وجابر وعدنان شمخي (1988)، مقدمة في بحوث العمليات، مطبعة الحكمة، جامعة بغداد، 1988
5. حسن عادل، مشاكل الانتاج الصناعي، مؤسسة شباب الجامعة للطباعه والنشر، مصر 1998 .

المصادر الاجنبية (Foreign Referenses) :

6.Bryan Doson, determining the optimum schedule for preventive maintenance , quality engineering ,vol.6,no.4,1994
7.David C .mulder,p.eng, reducing maintenance time :an alternative to increasing system reliability , by internet,2002
8. Engineered software, inc,Using statistic to schedule maintnance by internet 1999.
9. Hillier and liberman (2005),"Introduction to the operations research", (Published by McGraw –hill), Eighth Edition.
10.Hitomi Katundo ,manufacturing system engineering a unified approach to manufacturing technology ,production management and industrial economic, 1end .ed Taylor and Francis ltd,London,1996.
11.Ricky Smith, life cycle engineering ,best maintenance practices by internet 2005.
12. Slak ,Nigle and Et al, operation management , 2nd.ed,west publishing co. new York ,1991.