دراسة مقارنة معانة بالحاسوب لتحديد سياسة الصيانة المثلى باستخدام نموذج الاحتمالية

المدرس زينب علاوي ابراهيم

الجامعة التكنولوجيا

engzainab@yahoo.com

الخلاصة :-

ان اختيار سياسة الصيانة المناسبة والمثلى للمنظمة الصناعية يعد من القرارات المهمة لتأثيره في الميزة التنافسية والذي يتطلب دراسة جميع العوامل المحيطة بالصيانة ومناقشة نتائجها. يعتمد اتخاذ القرار مابين تطبيق سياسة الصيانة الوقائية والصيانة العلاجية في المنظمة الصناعية على عدة عوامل منها نوع المنتج وكمية الانتاج ومجال استخدام المنتوج وعمر المكائن والكلفة التي تتم فيها صيانة المكائن والمعدات خلال فترة زمنية محددة. ويمكن تقسيم انواع الصيانه الى نوعين رئيسيين هما الصيانة الوقائية والصيانة العلاجية

يهدف البحث إلى إستخدام نموذج الاحتمالية في تحديد سياسة الصيانة المثلى و اتخاذ قرار متى تتم الصيانه ،من خلال المقارنه اقتصاديا بين تكاليف الصيانه الوقائيه والصيانه العلاجيه المعتمده على:-

1-احتماليه العطل خلال الفترات الزمنيه.

2-تكرار العطل خلال فترات زمنيه سابقه.

حيث تم استخدام برنامج MS-Excel في بناء نموذج الاحتماليه الخاص لحل هذه المشكله واجراء العمليات الحسابية . تم اجراء التطبيق العملي في الشركة العامة للصناعات الجلدية حيث تم اختيار الخط الانتاجي رقم (7) معمل تصنيع الاحذية الرجالية ووجد اقتصادية تطبيق الصيانة الوقائية في الشركة .

الكلمات المفتاحية :-الصيانة الوقائية ،الصيانة العلاجية، كلف الصيانة، نموذج الاحتمالية

A COMPARATIVE STUDY BY COMPUTER TO DETERMINE THE OPTIMUM MAINTENANCE POLICY USING A PROBABILISTIC MODEL

Zainab Allawi Ibrahim

Abstract :-

Selection the appropriate and optimum maintenance policy at any industrial plants is one of the important decisions that impact on competitive advantage which requires the study of all the factors surrounding the maintenance and discuss the results. decision-making between the implementation of the police of preventive or emergence maintenance in industrial company on several factors such the type of product and production quantity and the use of the product and machines age and the cost, maintenance of the machine and equipment during the specified period of time. The types of maintenance can be divided into two main types: preventive maintenance &Emergence Maintenance.

The aim of the research is use probabilistic model to determine the optimum maintenance policy and deciding when to maintenance, through an economic comparison between the costs of preventive & Emergence maintenance that based on:-

1-probability of Breakdown during periods of time.

2-Repeat the Breakdown during previous period's time.

The Researcher used MS-Excel program in building a probabilistic model to solve this problem& apply Practical application at the General Company for Leather Industries at men's shoe manufacturing plant (the production line (7)) .we found preventive maintenance is most economic police rather than emergence police.

1- المقـدمــة

تحتل عملية الصيانة اهمية حيوية في المنظمات الصناعية على اختلاف انواعها وحجومها اذ يؤدي اهمال الصيانة الى انخفاض مستوى الاداء وقد يسهم في تردي الجودة في الامد القريب اما على الامد البعيد فيكون لاهمال انشطة الصيانة تأثيرات بالغة في تقليل العمر التشغيلي للمصانع وخطوط الانتاج في تلك المنظمات (عبد الكريم محسن واخرون 2004) .

وفي السنوات الأخيرة بدأت الأتمتة تدخل كثيرا من المجالات وتطورت الآلات بسرعة كبيرة وتطورت معها نظم التحكم الآلي ففي الصناعات الكبيرة في هذه الأيام نجد إن معظم خطوط الإنتاج لا يعمل عليها عمال تشغيل بل يشرف عليها عمال مراقبة وعمال صيانة فقط ، الأمر الذي يجعل لنشاط الصيانة أهمية خاصة حيث إن توقف أي جزء ولو بسيط في مثل هذه المنظمات يعني توقف الإنتاج وما يصحبه من خسارة

ان توقف اي ماكنة في الخطوط الانتاجية ذات طاقات الانتاج العالية قد يؤدي الى توقف الانتاج وما يصحب ذلك من خسائر جسيمة نتيجة لساعات العمل الضائعة ومن هنا فقد تاكد بأن الصيانة اهمية

كبيرة ودورا فاعلا في ضمان تشغيل المكائن بصورة مستمرة والافادة من طاقتها الانتاجية وتقليل كلفة الانتاج فتعطل المعدات والالات او كونها في حالة سيئة يعتبر الان احد الاسباب الرئيسية لانخفاض الانتاجية كما اعتبر عامل الاهمال في اعمال الصيانة احد الاسباب الرئيسية في ارتفاع كلفة الانتاج وانخفاض الربح وسببا رئيسيا من (اسباب الهدر والضياع الصناعي).

تهتم المنظمات الصناعية باجراء الصيانة الصحيحة والمخططة والمدروسة لجميع مكونات المنظمة بدون استثناء فمشكلة الصيانة تكمن في بعض الاحيان ان ادارة المنظمة تتجاهل دور الصيانة الصحيحة بجميع انواعها المختلفة بدافع تقليص المصروفات لزيادة الربح.وتلجأ في العادة الى اعتماد نظام الصيانة التقليدي القديمة (العلاجية) وهي صيانة الاصلاح وقت حدوث العطل وعندها تدفع اضعاف ما تم توفيره من اموال نتيجة تجاهل تطبيق الصيانة الصحيحة بجميع انواعها وقد تنبهت جميع الدول الصناعية لذلك وتخلت عن الاعتماد على نظام الصيانة الوقائية منذ عهد الخمسينات وطورت برامج الصيانة الوقائية والتوقعية والرقابية والانتاجية وغيرها من الانواع المختلفة التي تضمن الحفاظ على مكونات المنشأة وزيادة عمرها الافتراضي وجودة زيادة الانتاج (عبد الستار العلي 1984).

فيجب على المنظمة الصناعية تحديد واختيار سياسة الصيانة التي تتلائم مع طبيعة المنظمة الصناعية والخط الانتاجي بالشكل الذي يقلل الاعطال والكلف الى اقل مايمكن ومن منتصف الثمانينات ازداد الاهتمام والتركيز على الصيانة الوقائية .

2- الصيانـــة في البحـــوث السابقـــة

بحوث سابقة عدة درست انظمة وانشطة الصيانة من نواح مختلفة

Hans Löfsten (1999) في هذا البحث تم بناء نموذج حاسوبي للمفاضلة بين الصيانة العلاجية والوقائية الواجب اتباعها في اقسام الانتاج والصيانة الثمانية التي تم دراستها في المنظمة الصناعية لاختيارافضل سياسة صيانة، تم اجراء تحليل للكلف لتحديد السياسة الافضل اعتمادا على معيار الكلفة.

(M.M.Joshi) تطوير نظام وسياسة صيانة لصيانة المكائن الحرجة (Critical Equipments) في معامل معالجة الفحم في محطات توليد الطاقة الحرارية(Thermal Power Stations) ، يجمع نظام الصيانة ذلك بين الصيانة الوقائية والصيانة العلاجية لغرض تقليل الاعطال التي تؤدي الى زيادة كلفة التصليح والتشغيل وايضا لتحسين اداء تلك المكائن وتحسين جودة اجراءات الصيانة وتقليل كلفة التشغيل قدر الامكان ، حيث تم التركيز في البحث على مشاكل الصيانة وهي :- انخفاض مستوى الصيانة المخططة، عدم اتباع نظام صيانة حديث ومتقدم وايضا عدم قياس وحساب اداء المكائن.

بتول ابراهيم جميل (2008) تم في هذا البحث أجراء مفاضلة بين الصيانة العلاجية المطبقة فعليا في قسم المنظفات في الشركة العامة للزيوت النباتية والصيانة الوقائية المقترحة اعتمادا على اربع معايير للمفاضلة وهي الكلفة الكلية السنوية، الاتاحية ، مدة التشغيل الفعلي ومعيار كمية الانتاج السنوي ، حيث

تم بناء نظام حاسوبي لتحليل بيانات العطلات لاجزاء الماكنة واجراء الحسابات للمعايير المعتمدة لكل من الصيانة العلاجية والصيانة الوقائية،حيث وجد ان اعتماد الصيانة الوقائية أدت الى تقليل كلف الصيانة السنوية للماكنة بنسبة(8%) وايضا ساعدت في تقليل وقت التوقف الكلي للماكنة بنسبة (40%) .

Hanchen Shao (2009) في هذا البحث تم اقتراح طريقة ومنهجية كمية لتقديروتقييم مساهمة أنشطة الصيانة في تقليل المخاطر الكلية لضمان انتظام واستمرارية العملية الانتاج وكذلك اقتراح طرق لتحسين قيمة تقدير أثار الفشل .

Surojit Ghosh (2009) في هذا البحث تم تشخيص اعطال صندوق التروس وذلك اعتمادا على سياسة الصيانة المستخدمة وبمساعدة نظام خبير (fuzzy expert system).

Osama Taisir R.Almeanazel(2010) البحث يستعرض أهداف وفوائد تنفيذ الصيانة الإنتاجية الشاملة، حيث ركز البحث على حساب كفاءة جميع مكائن ومعدات شركة الحديد والصلب الاردنية، وايضا مناقشة الخسائر الستة الكبرى في أي صناعة (الجودة quality ، التوفر availability والسرعة speed). تم جمع البيانات طول خمسة عشر يوم عمل . خط انتاج الشركة يعتمدعملية الصيانة المستقلة (الصيانة اليومية). ونتيجة لذلك حققت الشركة 99٪ في عامل الجودة في معادلة كفاءة المكائن والمعدات و 76٪ في الوفرة(availability) وحققت 72٪. في الأداء .تم اقتراح استخدام نظام ادارة الصيانة المعان بالحاسوب وتخطيط الانتاج لشركة الحديد والصلب بعد حساب كفاءة المكائن جميعا (Overall Equipment Effectiveness – OEE) لتحسين إجراءات الصيانة وتحسين انتاجية الشركة.

زهير حسن عبد الله (2010) في هذا البحث تم إستخدام الأساليب الرياضية والإحصائية لتحديد الفترات الإقتصادية للصيانة الوقائية لمكائن ورشة الخراطة الخاصة بمعامل المعهد التقني – بابل كمحاولة لتخفيض كلفة الصيانة والاستخدام الأمثل للموارد المتاحة، حيث تناول البحث مراقبة التوقفات لمكائن ورشة الخراطة ولفترة ستة أشهر بعد الصيانة الكلية السنوية حيث تم احتساب النسبة المئوية لتلك التوقفات ، عدد التوقفات في نهاية كل شهر وكلفة الصيانة الكلية التي اعتمدت في اتخاذ القرار الأمثل لأجراء الصيانة الوقائية.

K. K. Tahboub (2011) في هذا البحث تم تصميم استبيان لتحديد مشاكل ومتطلبات الصيانة في المصانع الاردنية وهي: تخطيط الصيانة ، قطع الغيار، فحص ومعايرة المعدات وتدريب موظفي الصيانة. تم تحليل بيانات الاستبيان باستخدام برنامج SPSS حيث وجد أن نصف الشركات تطبيق الصيانة الوقائية جنبا الى جنب مع الصيانة التصحيحية ، وان 15٪ من الشركات ليس لديها معرفة جيد بانواع الصيانة المختلفة، وان نصف الشركات تقوم بفحص ومعايرة معداتها محليا. و أن المشكلة الرئيسية هي عدم توفر قطع الغيار في السوق المحلية وان حوالي 44٪ من الشركات تستشير خبراء أجانب في مجال الصيانة.

Erik Adolfsson(2011) تم في هذا البحث بناء نموذج وجمع بيانات لتقييم عمليات الصيانة العلاجية بهدف تحسين عملية الصيانة العلاجية في شركة SKF Gothenburg السويدية وايجاد ثلاث مجالات لتحسين عملية الصيانة في المنظمة لصناعية وهي تحديد الاهداف ، وتخطيط الموارد والاتصالات وتوصلت الى اجراء تسعة اجراءات ضمن مجالات التحسين الثلاث لتحسين كفاءة الصيانة العلاجية باقل وقت صيانة كلي .

سوسن صبيح واخرون (2012) في هذا البحث تم أستخدام المخططات الشبكية كاداة لتخطيط اعمال الصيانة في اعمال الصيانة الوقائية بهدف تطويرها في المحطة الغازية لانتاج الطاقة الكهربائية جنوب بغداد. واستخدم أسلوب(CI) Combustion Chamber Inspection المسار الحرج للتخطيط لاجراء تلك الفعاليات .تم استخدام برامجية WINQSB الجاهزة(CPM–PERT) حيث تم التوصل الى امكانية تقليل الوقت اللازم لأعمال الصيانة الخاصة بفحص غرف الاحتراق للاجزاء الميكانيكية لوحدة التوربين الغازي في المحطة بمقدار يومين من الوقت الحالي، واربعة ايام في حال تعجيل بعض فعاليات المسار الحرج .

3–كـلف الصيانـــة

تشكل كلف الصيانة نسبة عالية من تكاليف الانتاج شكل (1) . يختلف مقدار هذه النسبة باختلاف نوع الخط الانتاجي ودرجة الأتمتة.وبالرغم من وجود تحسن وتقدم في طرائق الصيانة واساليبها الاان تكاليفها في حالة زيادة نسبة الى الكلف الانتاجية، بسبب ارتفاع اجور عمال الصيانة الناتجة عن التطور التكنولوجي للخطوط الانتاجية واجهزة التحكم هذا من جهة. وارتفاع كلف المواد الاحتياطية من جهة اخرى. لذلك تعد تكاليف الصيانة من العناصر المهمة لتحديد الانحرافات في المصروفات سلبيا اوايجابيا.فقد يكون انخفاض كلف الصيانة مؤشرا سلبيا لانه يدل على غياب العناية بالمكائن والمعدات في حين قد يكون مؤشرا ايجابيا في حالة البرمجة والتخطيط المسبق لانشطة الصيانة. لذا يتوجب على الادارة ان تعمل على برمجة فعاليات الصيانة اعتمادا على العمر الانتاجي للمكائن واوقات التشغيل لغرض تخمين المصروفات والسيطرة على الكلف. يعد حساب كلفة الصيانة من المواضيع غير السهلة كونها تتعلق بجوانب عديدة من الصعب السيطرة عليها بدقة ، لذلك فان سياسة الصيانة الواجب اتخاذها يجب أن تهدف إلى تحقيق أقل تكاليف كلية ممكنة، وليس إلى تحقيق أكبر انخفاض في أي من تكاليف الصيانة الوقائية أو تكاليف الصيانة العلاجية(وهيبة بوعنينبة واخرون 2009).

وتقسم تكاليف الصيانة الى تكاليف مباشرة وتكاليف غير مباشرة فالتكاليف المباشرة تقسم الى (عبد الكريم محسن واخرون 2004) :–

1 - تكاليف الخدمة الخارجية.
2 - تكاليف قطع الغيار.
3 - تكاليف عمال الصيانة.

اما التكاليف غير المباشرة فتقسم الى :-

1 - عقوبات تأخير التسليم في الوقت المناسب.
2- تكاليف الخط الانتاجي.

4- تكاليف الصيانة الوقائية والعلاجية

تتوقف المفاضلة في اتخاذ القرار مابين استخدام سياسة الصيانة الوقائية او العلاجية في المنظمة الصناعية على عدد المرات التي يتم فيها فحص المكائن والمعدات خلال فترة زمنية محددة على اساس مقارنتها من ناحية الكلف .فإذ أردنا أن نوازن بين الصيانة الوقائية والصيانة العلاجية من حيث التكاليف فإنه يمكن اعتبار إن تكاليف الصيانة عموما تتناسب مع الزمن أو مع عمر الآلات تناسباً طرديا كما موضح بالشكل رقم (2) إذ تكون تكاليف الصيانة العلاجية منخفضة عن تكاليف الصيانة الوقائية في أول عمر الآلة وبمرور الوقت تتجاوزها وبمعدل أكثر من معدل الزيادة في الصيانة الوقائية .

وهذا أردنا تطبيق الصيانة العلاجية في المرحلة الأولى حتى نصل إلى النقطة (أ) حيث تساوي تكاليف كل من الصيانة الوقائية والعلاجية يلي ذلك تطبيق نظام الصيانة الوقائية فإننا نجد إن التكاليف في المرحلة التالية تزيد نسبيا في هذه الحالة عن ما إذا طبق نظام الصيانة الوقائية منذ البداية ويرجع ذلك إلى تأثير عمليات الصيانة في المرحلة الأولى التي تظهر نتائجها في المرحلة التالية وكما هو موضح في الشكل فإن نسبة الزيادة في التكاليف في حالة الموازنة تكون أكثر بكثير من الوفر الناتج عن استخدام الصيانة العلاجية فقط في المرحلة الأولى وعلى هذا فان تخطيط برنامج الصيانة الوقائية وتنفيذه ليس بالطريق القصير والمباشر لتخفيض تكاليف الصيانة خاصة في المراحل الأولية لتطبيقه لأنه يمثل زيادة في الاستثمارات ولكنه على العموم يزيد الإرباح في المدى الطويل (**محمودعباس 1988**)،(**حيدر الجبوري 2004**) .

وسياسة الصيانة الواجب اتخاذها يجب أن تهدف إلى تحقيق أقل تكاليف كلية ممكنة، وليس إلى تحقيق أكبر انخفاض في أي من تكاليف الصيانة الوقائية أو تكاليف الصيانة االعلاجية

ومن الأمور التي تساعد على تخفيض نفقات الصيانة مايلي (وهيبة بوعنينبة واخرون 2009) :-

- عدم تحميل الآلات و المعدات بأعباء فوق طاقتها المحددة للتشغيل العادي.
- ضرورة استبدال الأجزاء المستهلكة من الآلات و المعدات قبل أن تتلف تماما.

- الاحتفاظ بكميات معقولة من قطع الغيار لتوفيرها في حالات الطوارئ.
- الاختيار السليم للآلات و المعدات.
- الاحتفاظ بسجل لكل آلة ليظهر الأعطال التي حدثت لها و الاسترشاد بها في وضع سياسة الصيانة.
- التشاور مع مصنعي الآلات للقضاء على المشاكل التي تظهر أثناء التشغيل .

5- التطبيـــق العملي –الخـــط الانتاجـــي

تم اجراء التطبيق العملي في الشركة العامة للصناعات الجلدية حيث تم اختيار الخط الانتاجي رقم (7) معمل تصنيع الاحذية الرجالية الحاصل على شهادة الايزو لدراسة عمليات الصيانة والاعطال المحتملة لمكائن الخط الانتاجي جيث يتكون الخط الانتاجي من ثلاث مراحل انتاجية هي :-

1 - عملية الفصال

2 - عملية الخياطة

3 - عملية الجر والسحب

حيث تتكون عملية الفصال من (8) مكائن رئيسية تقوم بمراحل عملية الفصال ويعمل على خط الفصال (9) عمال.

اما خط عملية الخياطة فيعمل عليه (26) عامل + (17) ماكنة.

اما خط الجر والسحب مكون من (13) ماكنة يعمل عليها (34) عامل، بالاظافة الى مكائن ساندة كالفرن الحراي والمسخن والهيتر الحراري عددها= 3 جهاز.

6- انـــواع اعطـــال مكائـــن الخـــط الانتاجـــي

1 - خط الفصال : تحدث اعطال في مكائن الفصال تضمن كسر سكين القص او عيب في حجر البرد (الشحذ) .

2 - خط الخياطة : تحدث اعطال في ماكنة الخياطة مختلفة مثل كسر أبر الخياطة وكسر مكوك الخياطة وكسر أو عطل التختة .

3 - خط السحب والجر : تحدث اعطال في الحزام الناقل جراء تأكل البوش وأيضا تجرى اعمال تبديل الزيت (عملية تزييت وتنظيف) وتلف ورق التنعيم .

نوع الانتاج في الشركة يعتمد على طلبات السوق والطلبات الخاصة من وزارات حكومية و جهات معينة.

يبلغ معدل كلفة الصيانة العلاجية = 300.000 الف دينار عراقي

اما معدل كلفة الصيانة الوقائية الدورية الشهرية = 100.000الف دينار عراقي.

7- الحسابات والنتائج

تم استخدام العلاقات التاليه في بناء نموذج الاحتماليه :-

كلفه الصيانه العلاجيه = كلفه التوقف عن العمل للوحدة الواحدة * الوقت الكلي للتوقف

كلفه الصيانه الكليه = كلفه الصيانه الوقائيه + كلفه الصيانه العلاجيه

حيث تحسب عدد العطلات المتوقعة خلال فترة زمنية كالاتي:

1- العدد المتوقع للعطلات التراكمي (B) لعدد الوحدات المفحوصة (N) خلال الفترة الزمنية (n) :

$$B_n=N\sum_{1}^{n} P_n+ B_{n-1}*P_1+ B_{n-2}*P_2+..... B_1 P_{n-1}$$

حيث :

N=No. of Units عدد المكائن

P=Prob. of Breakdown During a given Month after maintenance.

احتمالية العطل بعد أخر عملية الصيانة

n=Maintenance Period.(شهر) عدد الوحدات الزمنية

تحسب كلفة الصيانة الوقائية لفترات زمنية مختلفة ، حيث تحسب كلفة الخدمة مع كلفة العطل للتوصل لقرار افضل فترة لاجراء عمليه الصيانة. حيث يتم حساب كلف الصيانة الوقائية لفترات مختلفة وتقارن مع كلفة الصيانة العلاجية للتوصل للقرارعلى افضل سياسة لغرض اتباعها.

عدد الوحدات الانتاجية (المكائن) العاملة في الخط الانتاجي = 41 ماكنة .

جدول (1) احتمالية عطل هذة المكائن بعد اجراء عملية الصيانة للاربعة اشهر القادمة.

تم استخدام برنامج Excel في بناء نموذج الاحتماليه لتحديد سياسة الصيانة المثلى المعتمدة على مقارنة كلفة الصيانة العلاجية والوقائية .

1- في حالة استخدام الصيانة الوقائيةPreventive Maintenance

Cost=Service Cost +Breakdown Cost = (Number of units serviced)(service cost/unit) + (expected number of breakdowns between services) *(Breakdown cost/unit)

(1) عدد العطلات التراكمية المتوقعة خلال (الاربعة اشهر) الفترة الزمنية n=4 هي :-

$$B_n=N\sum_{1}^{n} P_n+ B_{n-1}*P_1+ B_{n-2}*P_2+..... B_1 P_{n-1}$$

$$B4=N (P1+P2+P3+ P4) + B3P1+ B2P2+ B1P3$$

فكانت النتائج بالشكل التالي :-

B1 (1 الفترة خلال المتوقعة العطلات عدد)= N (P1) = (41)(0.2) = **8.2**

B2(2 الفترة خلال المتوقعة العطلات عدد) =N (P1+P2)+ B1P1 = 41 (0.2+0.1)+ 8.2(0.2)

= **13.94**

B3(3 الفترة خلال المتوقعة العطلات عدد) =N (P1+P2+P3)+ B2P1+ B1P2

= (41)(0.2+0.1+0.3)+13.94*0.2+8.2* 0.1 = **28.20**

B4(4 الفترة خلال المتوقعة العطلات عدد) =N (P1+P2+P3+ P4)+ B3P1+ B2P2+ B1P3

= (41)(1.0)+ 27.8(0.2) + 13.94(0.1)+ 8.2(0.3) = **50.41**

ويحسب العدد المتوقع للعطلات في كل فترة بالشكل التالي :-

عدد العطلات خلال الفترة الزمنية2 = عدد العطلات التراكمي للفترة 2 – عدد العطلات التراكمي للفترة 1

عدد العطلات المتوقع للفترة 2 = 13.94 ـ8.2 = 5.74

عدد العطلات المتوقع للفترة 3 = 2820 – 13.94 = 14.26

عدد العطلات المتوقع للفترة 4 = 50.41 – 28.20 = 22.21

وتجري الحسابات الاخرى لبقية الفترات باستخدام البرنامج المصمم باستخدام Excel وحددت كافة الكلف في الجدول(2).

من الجدول(2) نلاحظ ان كلفة الصيانة الكلية التراكمية مثلا للشهر الاول = 6560000 دينار وللشهرين = 8282000 دينار ولثلاثة اشهر= دينار 13.000.000ولاربعه اشهر=19.000.000دينار

وعلى ضوء ذلك تحسب كلفة الصيانة للفترة الزمنية الواحدة وهي كما مثبت في الصف الاخير من الجدول اعلاه.

2- في حالــة استخــدام الصيانــة العلاجــية Breakdown Maintenance

Cp=NCr / ∑Tn (Pn)

حــيث:-

Cp=Expected Cost of following breakdown Policy **كلفة الصيانة العلاجية المتوقعة**

Cr=Repairing Cost كلفة التصليح

∑Tn (Pn)=Expected no. Of Periods between Breakdowns **عدد الفترات الزمنية المتوقعة بين عطل واخر**

Tn=no. Of Time Period after Repair. **عدد الفترات الزمنية بعد اجراء عملية الصيانة**

Pn= Prob. Of Breakdown during given Time Period n. **احتمالية العطل في هذة الفترات الزمنية**

وكانت النتائج بالشكل التالي :-

$\sum$ Tn (Pn)=1(0.2)+2(0.1)+3(0.3)+4(0.4) = 2.9 عطل/شهر.

Cp=(41 ماكنة)(300.000 دينار / breakdown-cell) / 2.9 = **4.241.379 دينار/ شهر**

8- استخدام البرنامج الحاسوبي في حل المشكلة

في واجهة الادخال شكل (3) تم ادخال احتمالية العطل بعد اجراء عملية الصيانة الشهرية بالنسب التالية الموضحة بالشكل وايضا ادخال عدد الاشهر ، عدد المكائن الموجودة في الخط الانتاجي ، كلفة الصيانة العلاجية = 300.000 الف دينار ، وادخال كلفة الصيانة الوقائية = 100.000الف دينار .

بعد ادخال البيانات تم الحصول على المخرجات الرياضية وهي نوعين :-

1- مخرجات رياضية كما موضحة في الشكل (4) وهي متراكم العطل ، كلفة الصيانة الكلية ، كلفة الصيانة في الشهر الواحد ، الفترة الزمنية بين عطل واخر، كلفة الصيانة العلاجية.

شكل (4) يوضح كلف الصيانة العلاجية والوقائية ، فكلفة الصيانة العلاجية = 4241379 دينار ، كلفة الصيانة الوقائية تختلف حسب الفترة الزمنية لاجراءها فالكلفة المتوقعة لاجراء صيانة وقائية شهريا = 6.560.000 دينار اما كلفتها في حالة اجراءها كل شهرين= 4.141.000 دينار اما في حالة اجراء صيانة وقائية كل ثلاث اشهر = 4.187.467 دينار واجراءها كل اربعة اشهر = 4.812.170 دينار وارتفاعها في حالة كل خمسة اشهر، ستة اشهر وهكذا للاشهر التالية وبمقارنة كلف الصيانه العلاجية مع كلف الصيانة الوقائية نلاحظ ان كلفة اجراء صيانة وقائية كل شهرين او ثلاثة اشهر اكثر اقتصادية من ناحية الكلفة من اجراء الصيانة العلاجية ، وان الفترة المثلى كما موضح في الشكل (6) لاجراء صيانة وقائية لمكائن المعمل هي كل شهرين لانها اقل كلفة من اجراءها كل ثلاثة اشهر .اي ان الصيانة الوقائية افضل اقتصاديا من سياسة الصيانة العلاجية وان الفترة المثلى لاجراء الصيانة الوقائية هي كل شهرين.

2- مخططات بيانية

أ- مخطط متراكم العطلات الشكل (4) ويمثل العلاقة بين متراكم العطلات لكل شهر ممثلة على المحور Y والاشهر ممثلة على المحور X . حيث نلاحظ ان عدد العطلات المتوقعة لمكائن المعمل في الشهر الاول = 8.2 وان العدد المتوقع = 13.94 للشهر الثاني وللشهر الثالث العدد المتوقع للمكائن العاطلة = 28.20 وللشهر الرابع = 50.41 .

ب- مخطط الصيانة الكلية ، شكل (5) ويمثل علاقة الكلفة الكلية في كل شهرممثلة على المحورينX.Y ، وفيها نلاحظ ان الكلفة تتزايد شهريا .

9- الاســتنتاجـات

1- الصيانة من الفعاليات الضرورية في اي منظمة سواء انتاجية ، خدمية وتوفر نظام صيانة كفؤء يؤدي الي تقليل الاعطال والكلف الى اقل مايمكن.

2- ساعد استخدام طريقة الاحتمالية في التوصل لنوع الصيانة الافضل من خلال المفاضلة بين سياسة الصيانة العلاجية والوقائية .

3- ان استخدام نموذج الاحتمالية في تحديد سياسة الصيانة اظهر ان كلا السياستين متقاربة من حيث الكلف ، ولكن استخدام الصيانة الوقائية اقتصادية اكثر من الصيانة العلاجية.

4- اجراء الصيانة الوقائية كل شهرين حيث ان الكلفة المتوقعة هي 4.141.000 دينار وكل ثلاثة أشهر حيث ان كلفة الصيانة الوقائية هي 4.187.467 دينار هي المفضلة على الصيانة العلاجية التي تكون كلفتها تساوي 4.241.379 دينار (وان الافضل هي الصيانه الوقائية كل شهرين لانها تعطي اقل كلفة صيانة).

5- إن تحديد الفترة المثلى للصيانة يساعد في المحافظة على دقة المكائن .

6- الصيانة المبرمجة تعمل على تقليل التوقفات وهذا يودي إلى الاستفادة من وقت العمل وتقليل كلفة الصيانة والأضرار المترتبة عن توقفات المكائن .

7- استخدام الحاسوب سرع وسهل في التوصل لتحديد نوع الصيانة واعطى نتائج دقيقة في المساعدة في اتخاذ القرار في اي من انواع الصيانة الافضل تطبيقة اعتمادا على الكلف.

10- المقترحـــات

1- بناء قاعدة بيانات حاسوبية خاصة بالصيانة يسجل ويدون فيها اسماء المكائن ، تاريخ العطل، نوع العطل، تاريخ اخر صيانة ، سبب العطل ...الخ،لتكون كدليل يرجع له القائمين بالصيانة عند الحاجة.

2- المراجعة المستمرة لنظام الصيانة المتبع في الشركة لتحديد كفاءتة وجدواه الاقتصادية .

3- تحسين مهارات عمال ومشرفي الصيانة من خلال برامج تدريبية داخل وخارج المنظمة الصناعية.

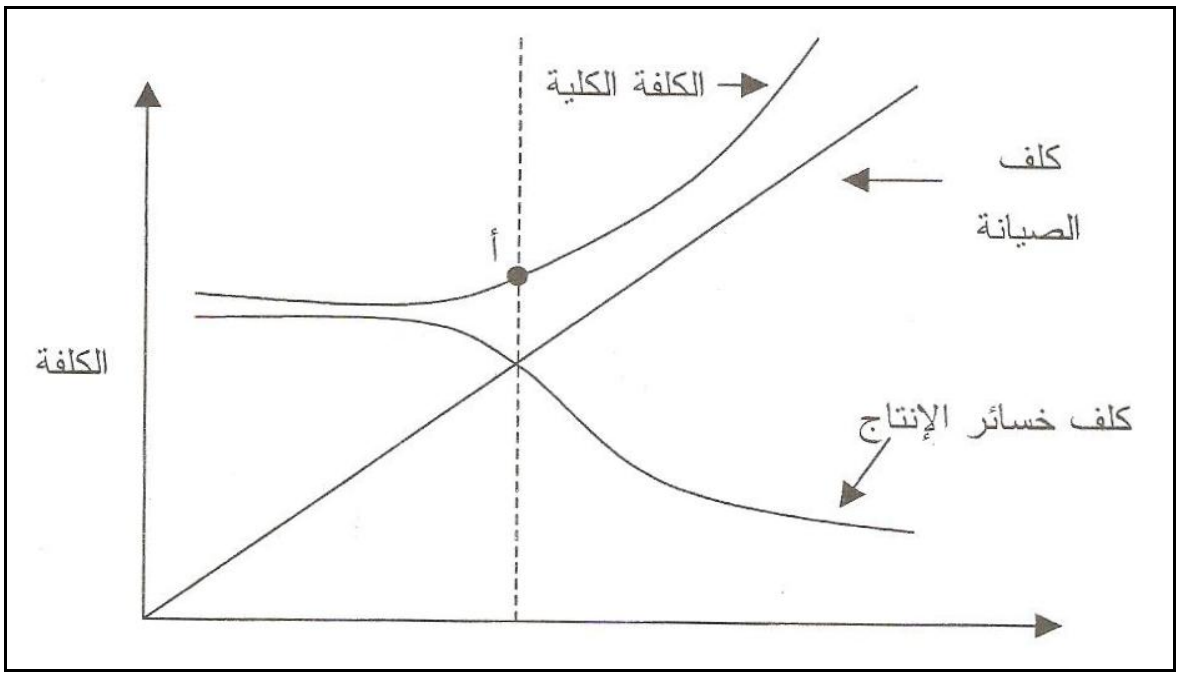
4- المحافظة على معايير الصيانة من قبل جميع العاملين المهتمين بالصيانة.

جدول (1) احتمالية عطل هذة المكائن بعد اجراء عملية الصيانة للاربعة اشهر القادمة.

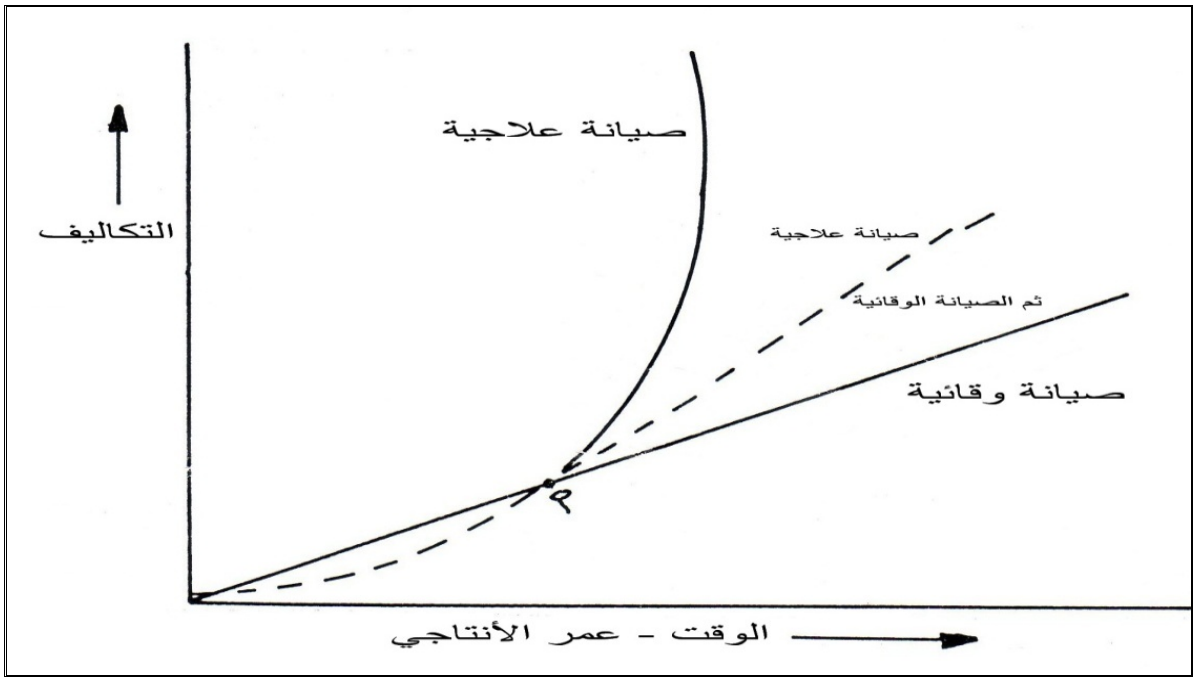
شهر بعد اجـراء الصيانـة	احـتمالية العطـل بعد اجراء عمليـة الصيانـة
1	0.2
2	0.1
3	0.3
4	0.4

جـدول(2) يـوضح حسابـات الكـلف الكليـه

	الشهر الاول	الشهر الثاني	الشهر الثالث	الشهر الرابع
Cumulative Breakdown متراكم العطلات	8.2	13.94	28.20	50.41
Cost at 300.000 each كلفة التصليح بالدينارالعراقي	2460000	4182000	8462400	15148680
Add preventive cost at 100.000/cell كلفة الصيانة الوقائية بالدينارالعراقي	+4100000	+4100000	+4100000	+4100000
Total Costs for Maintenance كلفة الصيانة الكلية بالدينار العراقي	6560000	8282000	12562400	192486800
كلفة الصيانة بالدينار العر اقي بالفترة الزمنية الواحدة	6560000/1=6560000	8282000/2=4141000	13000000/3=418746 7	19000000/ 4=4812170



شكل (1) العلاقة بين مستوى الصيانة وكلفة الانتاج (عبد الكريم محسن واخرون 2004)



شكل (2) يوضح العلاقة بين تكاليف الصيانة والعمرالانتاجي للماكنة (محمودعباس 1988)، (حيدر الجبوري 2004)

الفترة الزمنية (شهر)	حتمالية العطل بعد أجراء عملية الصيانة
1	0.2
2	0.1
3	0.3
4	0.4

المدخلات

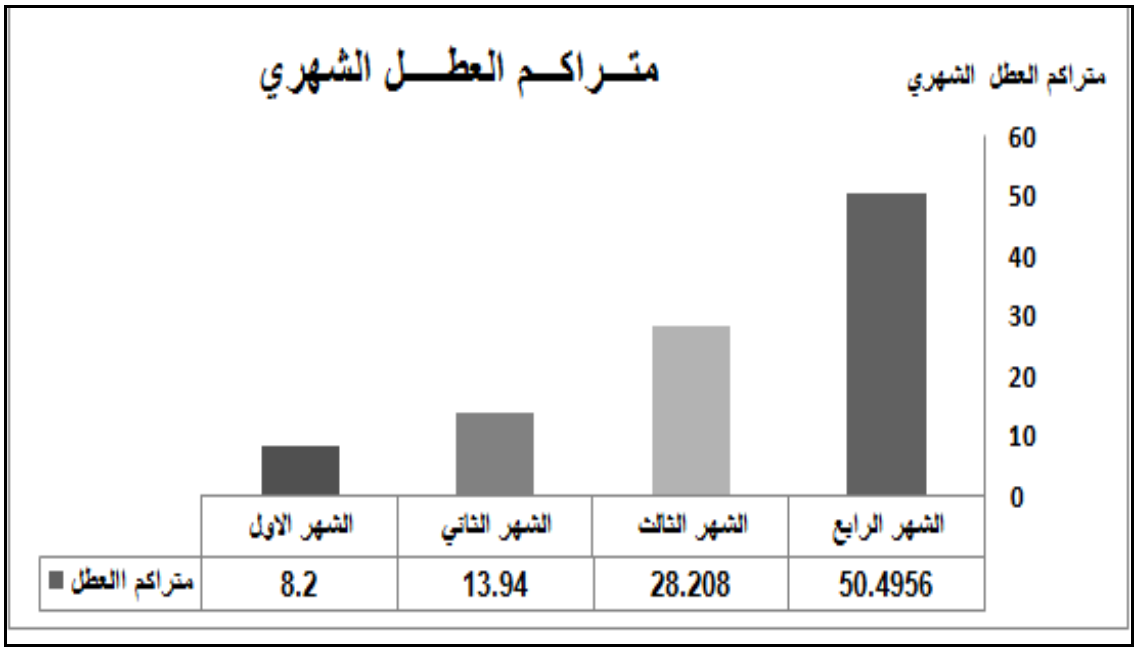
عدد المكائن	41
كلفة الصيانة العلاجية (دينار)	300000
كلفة الصيانة الوقائية (دينار)	100000
عدد الاشهر	4

المخرجات

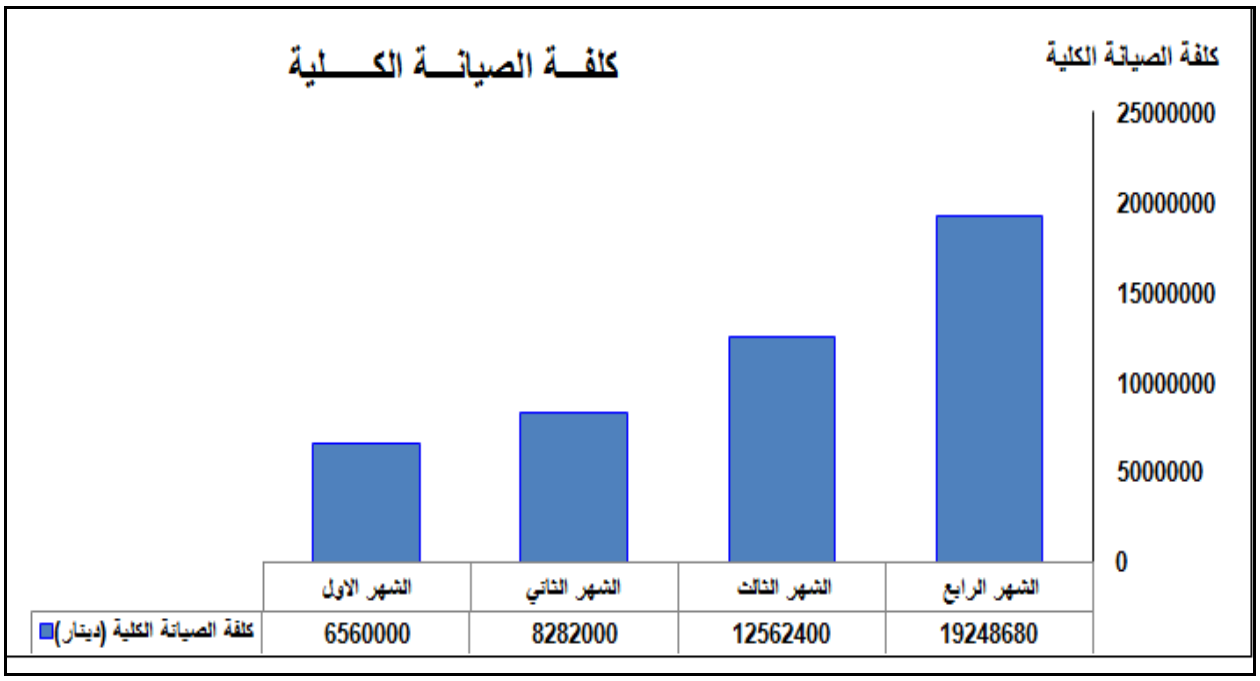
	الشهر الاول	الشهر الثاني	الشهر الثالث	الشهر الرابع	الشهر الخامس	الشهر السادس	الشهر السابع	الشهر الثامن
متراكم العطل	8.2	13.94	28.208	50.4956	99.10192	79.90834	93.3237	117.5844
كلفة الصيانة العلاجية (دينار)	2460000	4182000	8462400	15148680	29730000	23970000	2796900	35274000
اظافة كلفة الصيانة الوقائية (دينار)	4100000	4100000	4100000	4100000	4100000	4100000	4100000	4100000
كلفة الصيانة الكلية (دينار)	6560000	8282000	12562400	19248680	33830000	28070000	6896900	39374000
كلفة الصيانة بالدينار العراقي بالفترة الزمنية الواحدة	6560000	4141000	4187467	4812170	6766000	4678333	985271	4921750

عدد الفترات الزمنية المتوقعة بين عطل واخر (شهر)	2.9
كلفة الصيانة العلاجية المتوقعة (دينار)	4241379

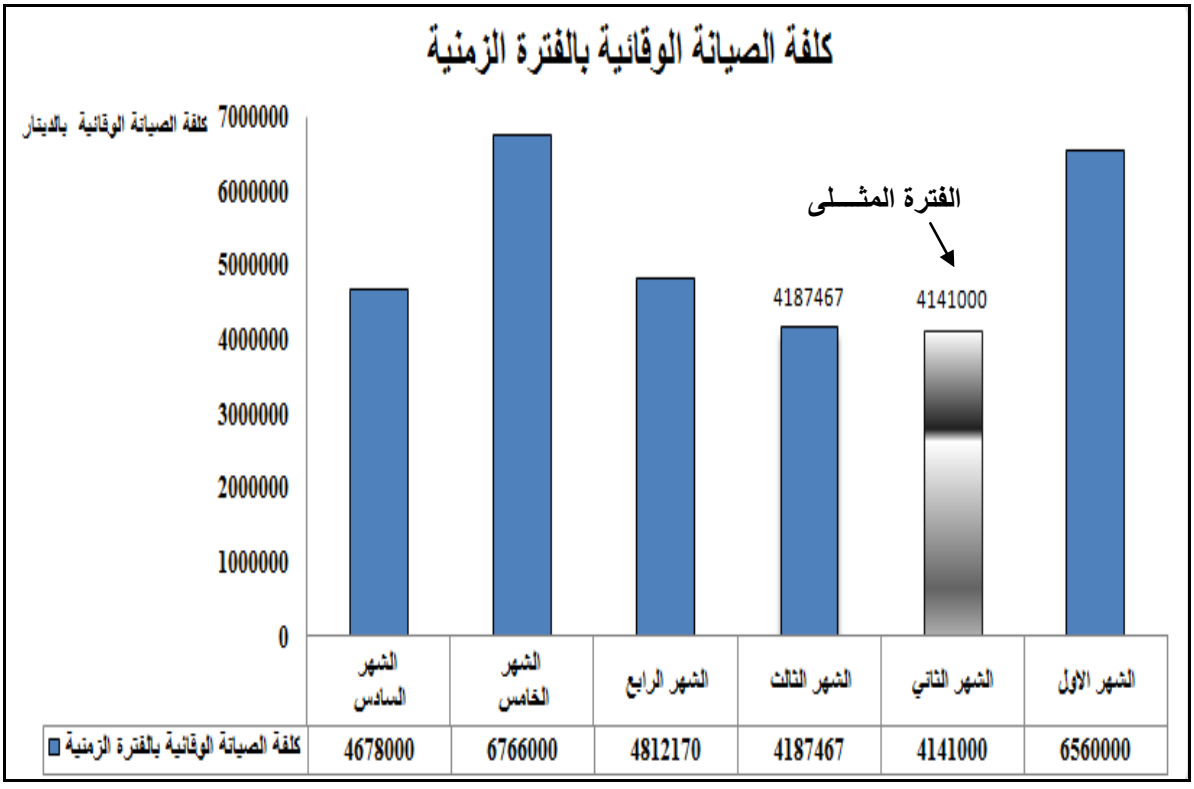
شـكل(3) واجهـة الادخـال والاخـراج



شـكل(4) يوضـح المخـطط البيانـي لمتراكـم العـطلات الشـهري



شكل(5) يوضح المخطط البياني لكلفة الصيانة الكلية



شكل(5) يوضح الفترة المثلى لاجراء الصيانة الوقائية

12- المصـادر :

A. Mukattasha, R. H. Fouad (2011) ," Computer–Aided Maintenance Planning System for Industrial Companies", Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering,Volume 5, Number 3, , Pages 227 – 234.

Erik Adolfsson(2011)," Efficiency in corrective maintenance - a case study at SKF Gothenburg",MSc thesis,chalmers university of technology , Gothenburg, Sweden.

Hans Löfsten(1999) "Management of industrial maintenance – economic evaluation of maintenance policies", International Journal of Operations & Production Management, Vol. 19, Number 7, pp.716 – 737.

Hanchen Shao(2009)," Use Risk-based Method to Develop a Foundation for Quantitatively Assessing the Contribution of Maintenance activities in Offshore Petroleum Oil and Gas Industry,MSc thesis, University of Stavanger

K. K. Tahbouba(2011) ,"An Assessment of Maintenance Practices and problems in Jordanian Industries" , Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering ,Volume 5, Number 4, Pages 315 – 323.

M.M.Joshi," Maintenance Method For Critical Equipments Of Coal Handling Plant www.plant- maintenance .com /maintenar (maintenance method critical equipment).

Osama Taisir R.Almeanazel (2010) ," Total Productive Maintenance Review and Overall Equipment Effectiveness Measurement', Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering , Volume 4, Number 4, Pages 517 – 522,www.jjmie.hu.edu.jo .

Surojit Ghosh (2009) ," Automated Maintenance Approach for Industrial Machineries by Soft Computing Techniques at Offline Monitoring Process", Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering ,Volume 3, Number 1 ،Pages 59 – 68.

K.Venkataraman(2010) ," Maintenance Engineering and Management " .

عبد الستار العلي (1984)،"ادارة انتاج"،مطبعة جامعة بغداد.

بتول ابراهيم جميل (2008), "بناء نظام حاسوبي لأختيار استراتيجية الصيانة لمنشأة صناعية " , اطروحة ماجستير ، الجامعة التكنولوجيا ،العراق .

حيدر الجبوري واخرون(2004)، "أدارة الصيانة المبرمجة" ، دار وائل للنشر ، عمان ، الاردن.

زهير حسن عبد الله (2010)، "تحديد الفترة المثلى للصيانة الوقائية حالة تطبيقية في معامل المعهد التقني – بابل" .

سوسن صبيح الزبيدي واخرون (2012)،" استخدام طريقة المسار الحرج لتخطيط اعمال الصيانة في محطة لانتاج الطاقة الكهربائية ، مجلة الهندسة والتكنولوجيا، المجلد: 30 العدد: 8 **الصفحات:** 197- 210 .

محمود عباس (1988)،" "تحديد الفترات المثلى لصيانة المكائن والمعدات الصناعية" ،اطروحة ماجستير، الجامعة التكنولوجيا ، العراق.

عبد الكريم محسن واخرون(2004) ،"ادارة الانتاج والعمليات" ،الطبعة الاولى ،دار وائل للنشر، عمان.

وهيبة بوعنينبة واخرون (2009) ،"دور الاساليب الكمية في اتخاذ القرارات لتنفيذ عمليات الصيانة باقل تكلفة"، الملتقى الوطني السادس حول الاساليب الكمية ودورها في اتخاذ القرارات الادارية يومي 27 – 28 جانفي ، جامعة سكيكدة ،.