الإحــلال لأجــزاء المكــائن الإنتاجيــة فــي الشــركة العامــة للصناعات الكهربائية- معمل المحركات

أ.م.د. أياد محمود عبد الرحيم
الكلية التقنية الإدارية/ بغداد

م. م. رجاء جاسم محمد
معهد الإدارة/ الرصافة

المستخلص

يتعلق الإحلال بنوعين من المعدات الإنتاجية ، الأول : بالوحدات التي تتلف كلياً وبصورة مفاجئة ، ويتم فيه إحلال الأجزاء العاطلة عند حدوث العطل ويطلق عليه (الإحلال الفردي) ، أو القيام بإحلال جماعي من خلال إحلال الأجزاء العاطلة والمعرضة للعطل على وفق جداول زمنية معدة لذلك . أما الاخر ، فيتعلق بالوحدات التي تقل كفاءتها مع الزمن والاستخدام.

ويهدف البحث إلى تطبيق سياسة الإحلال الفردي أو الإحلال الجماعي والموازنة بينهما وصولاً إلى اعتماد أيهما يحقق أقل الكلف ، على مكائن معمل المحركات التابع للشركة العامة للصناعات الكهربائية ، بما يحقق تقليل العطلات وكلف الإحلال وإطالة عمرها الإنتاجي .

وقد أوصى الباحث ضرورة لفت أنظار المسؤولين في قسم خدمات الصيانة إلى تغيير خطة الإحلال الحالية للمكائن بما يناسب أهميتها ، وأعمارها الإنتاجية ، وما يحقق أهداف الشركة ، مع الأخذ بالحسبان ما توصل إليه البحث من نتائج .

المقدمة

يعد إحلال أجزاء المكائن الإنتاجية ، عاملاً مهماً وضرورياً في الوحدة الإنتاجية ، لما له من أثر في تقليل العطلات وإطالة عمر الماكنة الإنتاجي ، وسير الإنتاج وسلامة العاملين والبيئة ، سيما وأن توافر الأدوات الاحتياطية يقلل من وقت وكلف إجراء عمليات الإحلال ، وبما أن كلف إحلال أجزاء المكائن تشكل نسبة مهمة من الكلف الكلية للمنتجات ، لذا تسعى الوحدات الإنتاجية إلى تطبيق أساليب علمية وعملية لحسابها بهدف المحافظة على المكائن وتحقيق المردود الأفضل .

دفع الباحثان الى اعداد هذا البحث هو الواقع الفعلي لسياسة الإحلال المتبعة في معمل المحركات في الشركة العامة للصناعات الكهربائية وهي (اتباع سياسة احلال واحدة لجميع المكائن) , فضلا عن تكرار توقفات المكائن.

أذ يهدف البحث إلى تطبيق انموذج علمي وعملي (معادلات رياضية) يساعد الشركة في انجاز فعاليات احلال الاجزاء بأقل الكلف وتقليل التوقفات ، وقد استنتج الباحثان اعتماد سياسة احلال

واحدة لجميع المكائن لذا يوصي بضرورة اعتماد سياسة الاحلال المقترحة بما يناسب اعمار المكائن الانتاجية.

وعليه ، يحتوي البحث على أربعة مباحث رئيسة ، تناول المبحث الأول منهجية البحث ، وتضمن المشكلة وهدفها وأهميتها وأساليب جمع وتحليل البيانات من خلال اختيار مكائن معمل المحركات في الشركة العامة للصناعات الكهربائية اما المبحث الثاني فقد تطرق الى دراسات سابقة ، في حين تضمن المبحث الثالث الإطار النظري لسياسة الإحلال ، بينما ركز المبحث الرابع إلى الجانب التطبيقي ، وتطبيق انموذج الإحلال المقترح وتحليل البيانات الفعلية لعطلات المكائن ، وأخيراً خصص المبحث الخامس ، إلى الاستنتاجات والتوصيات .

المبحث الأول

منهجية البحث

أولاً : مشكلة البحث

تعد سياسة إحلال أجزاء المكائن من القرارات المهمة في معظم المنظمات الإنتاجية لما له من أثر في تحديد المدة المثلى للإحلال التي تمثل أقل الكلف ، والحفاظ على كفاءة المكائن وسير العملية الإنتاجية دون توقف .

تكمن مشكلة البحث ، في تكرار التوقفات الطارئة للمكائن وتطبيق اسلوب التصليح عند حدوث العطل فقط وابتعاد الشركة العامة للصناعات الكهربائية عن تطبيق الأساليب العلمية لسياسة الإحلال الفردي و سياسة الإحلال الجماعي أيهما يحقق أقل الكلف ، وبحسب أعمار المكائن الإنتاجية ، لذا وجد من خلال الزيارات الميدانية للشركة والالتقاء بالمعنيين في هذا المجال ان هذه المشاكل تستحق البحث والتحليل من اجل رفع كفاءة المكائن الانتاجية.

ثانياً : هدف البحث

يهدف البحث إلى اقتراح انموذج احلال لاجزاء المكائن وتحديد التوقع الامثل الذي يناظر اقل الكلف بهدف إطالة العمر الإنتاجي لها .

ثالثاً : أهمية البحث

يعد الانموذج المقترح من الاسهامات الرئيسة لهذا البحث في اغناء المكتبات بالبحوث العلمية التي تحوي الاساليب الحديثة في الاحلال.

المساهمة العملية في تعريف الشركة باعتماد انموذج الإحلال المقترح لانجاز فعاليه الإحلال في الوقت المطلوب واقل الكلف.

رابعاً : مجال البحث

1- مجال مكاني

لتحقيق ما يروم البحث التوصل إليه بشكل فاعل وقابل للترجمة العملية ، اختير معمل المحركات في الشركة العامة للصناعات الكهربائية ، لتنفيذ الجانب التطبيقي كونه من المعامل المتكاملة والمهمة ومنتوجه يسهم في دعم الاقتصاد الوطني ،

2- مجال مكاني

اختيرت البيانات من 1 / 1 / 2002 لغاية 31 / 8 / 2002 لأغراض تطبيق الأسلوب المقترح.

خامساً : أساليب جمع وتحليل البيانات

تنوعت الأساليب المعتمدة في الحصول على البيانات والمعلومات الضرورية اللازمة لاستكمال البحث ، والوصول إلى النتائج واعتمدت الأساليب الآتية :

الزيارات الميدانية لمواقع العمل خلال مدة البحث ، وملاحظة عمليات مكائن خطوط الإنتاج ، المقابلات الشخصية لمهندسي وعاملي الصيانة للإطلاع ، على نشاطات الصيانة والإحلال للوقوف على درجة تأثيرها على النشاط الإنتاجي .

استخدام نماذج كمية تتعلق بتحديد الفترة المثلى للإحلال لكل ماكنة من المكائن الإنتاجية في الاستدلال لتحليل النتائج .

الاعتماد على سجلات الشركة المبحوثة في تحديد الإحلال.

المبحث الثاني

دراسات سابقة

تنوعت الدراسات الميدانية السابقة في تحديد العمر الأمثل لإحلال المكائن والمعدات ، والوقوف إلى قرار الموازنة بين الاستثمار فيها أو تحمل كلف إحلال أجزاءها ، ومن أهم الدراسات السابقة التي تقترب من مجال البحث الحالي وأهمها ما يأتي :

دراسة علي 2003 [1]

عنوان الدراسة: (تخطيط برامج الصيانة باستخدام المحاكاة)دراسة حاله في معمل اطارات بابل.

هدف الدراسة: تعظيم الطاقة الانتاجية باستخدام الاتمته في تقليل توقفات المكائن الى حدها الادنى.

اسلوب التحليل: بناء انموذج كمي تحليلي باستخدام المحاكاة واعتماد طريقة Montcarlo في تقويم خطة الصاينه باستخدام الحاسوب.

مجال الاستفادة من الدراسة: معرفة التوزيع الاحتمالي لعطل الاجزاء واوقات التصليح واثره في خطة الإحلال المقترحة.

2- دراسة Barringer 2001 [2]

عنوان الدراسة : (How to Justify Equipment Improvement Using Life Cycle Costting and Reliability) .

هدف الدراسة : اعتماد اقل الكلف عند اجراء التحسينات على اجزاء المكائن على ان يأخذ بنظر الاعتبار القيمة الزمنية للنقود.

أسلوب التحليل : تطبيق أسلوب هندسة ألمعوليه لتحديد العمر الأمثل لاستبدال الأجزاء.

مجال الاستفادة من الدراسة: معرفة متى وكيف تعطل الأجزاء فضلا عن دراسة البيانات المتوافرة عن البدائل المتاحة للوصول إلى سياسة إحلال الأجزاء.

3- دراسة Mann and Winkless 2004 [3]

عنوان الدراسة: (Applying the TRIZ Methodology to Machine Maintenance)

هدف الدراسة : معرفة أسباب عطلات المكائن التي تصيب الخط التجميعي في معمل صناعة الألبان.

اسلوب التحليل: استخدام منهجية (TRIZ) في إيجاد الحلول المحتملة في حل مشاكل استبدال اجزاء المكائن والحد من عطل النظام.

مجال الاستفادة من الدراسة: التعرف على أجزاء المكائن الأكثر عطلا والاستفادة في ضبط أوقات التصليح للماكنة الواحدة , سواء أكانت عطلات ميكانيكية ام كهربائية.

يختلف البحث الحالي عن الدراسات السابقة في اقتراح تطبيق انموذج احلال لاجزاء المكائن الانتاجية (سواء الإحلال الفردي ام الإحلال الجماعي) بما يحقق الانسجام مع سياسة الشركة وظروفها الحالية والمستقبلية مع الاخذ بنظر الاعتبار اعمار المكائن الانتاجية.

المبحث الثالث

الإطار النظري /سياسة الإحلال

أولاً: الإحلال : المفهوم والأسباب والأنواع

تقل كفاءة أجزاء المكائن والمعدات الإنتاجية مع الزمن والاستخدام ، فتزداد عطلاتها ، لذا تحتاج المكائن إلى الفحص وإحلال الأجزاء قبل انتهاء عمرها الفني،لضمان استمرار الإنتاج ،إذ لكل جزء من أجزاء الماكنة عمر إنتاجي يحدد بمدة زمنية من قبل الشركة المصنعة للمكائن،على وفق ذلك يعرف الإحلال بأنه(إحلال قطع جوهرية جديدة مكان القطع القديمة)[3] .

وتتجلى أسباب الإحلال التي هي مزيج من العوامل الاقتصادية المتعلقة بكلف الصيانة والتشغيل ، وتوقف خطوط الإنتاج نتيجة توقف المكائن ، وتأخر إيفاء التسليم وخسارة سمعة المنظمة[4]، فضلاً عن العوامل الفنية المتمثلة في انخفاض كفاءة الماكنة والاهتزازات المزعجة نتيجة تآكلها

بالاصطدام وانبعاث الغازات التي تؤثر على سلامة العاملين وبيئة العمل ، وتأثير عوامل الطبيعة المحيطة كالحرارة والرطوبة [5] وهذه الأسباب تؤدي إلى قصور الماكنة عن تأدية عملها الإنتاجي.
أما أنواع الإحلال، يشمل نوعين من المعدات هما :
الاجزاء التي تتلف كلياً وبصورة مفاجئة ، كالمحركات والمصابيح بكافة أنواعها ، والبطاريات والإطارات ، ويطبق في ذلك أحد السياستين ، أما إحلال الأجزاء العاطلة عند حدوث العطل (إحلال فردي) ، أو تخصص جداول زمنية لإجراء عملية إحلال الأجزاء العاطلة ، والمعرضة للعطل (إحلال جماعي) ، بعد جمع البيانات اللازمة عن أداء الماكنة، وعمرها الإنتاجي ، وعدد عطلاتها ، وتحديد درجة صلاحيتها للعمل قبل أن تصل الماكنة إلى مرحلة التوقف التام [6].
الوحدات التي تقل كفاءتها مع الزمن والاستخدام كالمكائن الإنتاجية والسيارات ، وهنا يتم الإحلال بقرار يستند إلى دراسات وحقائق من قبل الإدارة العليا ، وتحديد الخصائص الفنية والاقتصادية للمكائن القديمة والحديثة والمفاضله بينهما [7] وهذا النوع من الإحلال غير مقصود في هذا البحث ، والمقصود هو فقط التركيز على النوع الأول منه .

ثانياً : نماذج الإحلال

توجد نماذج عدة لإحلال أجزاء المكائن ، ويمكن الاعتماد على نماذج بسيطة وسهلة التطبيق ، ومن هذه النماذج :

الإحلال في حالة التلف الكلي والتام وبصورة مفاجئة

تتعرض أجزاء المكائن والمحركات إلى التلف أو العطل الكلي وبصورة مفاجئة ، وهذا العطل ليس له علاقة بانخفاض كفاءة الماكنة أو الجزء ، وتخصص إدارة الصيانة جداول زمنية لإجراء عمليات الإحلال قبل أن تصل الماكنة إلى مرحلة التوقف التام وتأخر العملية الإنتاجية ، وارتفاع كلف الإحلال [7] ، وتفضل المنظمة الإنتاجية تطبيق سياسة الإحلال التي تحقق أقل الكلف ، وفي عام (1981) قدم (Dervistsiotis) [8] أهم النماذج الرياضية التي تعالج مشاكل الإحلال في كتابة (Operation Management). إذ يرمي إلى تحديد الفترة المثلى الذي يتم فيه إجراء عمليات الإحلال الفردي أم الجماعي أيهما يحقق أقل الكلف ضمن عمليات الإحلال على مجموعة مكائن من نوع واحد وذات عطلات مشتركة تظهر عدة مرات خلال مدة عمل الماكنة ، وقد اعتمد الباحثان هذا الأنموذج في حل مشاكل الإحلال قيد البحث ، إذ يرمي هذا الأنموذج إلى تحديد الفترة المثلى للإحلال الجماعي على أساس أقل الكلف الكلية والموازنة مع الكلف الكلية للإحلال الفردي .
يعد هذا الأنموذج ، الأمثل الذي يمكن تطبيقه على واقع مكائن معمل المحركات في الشركة العامة للصناعات الكهربائية ، للوصول إلى أهداف الشركة في تقليل كلف الإحلال . وتطبيق سياسة الإحلال المناسبة لكل مجموعة مكائن وحسب أعمارها الإنتاجية ، لذا يعد عامل الكلفة

مؤشراً مهماً إلى جدولة أوقات الإحلال ، ويمكن توضيح تطبيق أنموذج الإحلال الفردي وأنموذج الإحلال الجماعي .

1- أنموذج الإحلال الفردي

يتطلب هذا الأنموذج تحديد العدد المتوقع من حالات العطل ، وحساب كلفة العطل المتوقع في الشهر أو الأسبوع الواحد ويتم على وفق خطوات المعادلة الآتية :

$$Tsci = (N / Tb)\, ci \qquad \text{.....(1)}$$

أذ أن :

Tsci : الكلف المتوقعة للإحلال الفردي

N : عدد الوحدات الكلي (عدد المكائن أو المعدات)

Tb : الفترة الزمنية للتوزيع الاحتمالي

ci : كلفة العطل الواحد المتوقعة

2- أنموذج الإحلال الجماعي

عند تطبيق سياسة الإحلال الجماعي في إحلال الأجزاء العاطلة تحسب أقل الكلف في تحديد المدة المثلى للإحلال ، ولغرض احتساب السياسة على وفق سياسة الصيانة الوقائية ، يمكن إتباع المعادلة الآتية والخطوات الموضحة في إعداد الجدول :

$$Tscn = Tsci\,(n) + Tscg\,(n) \qquad \text{.....(1)}$$

أذ أن :

Tsc (n) : الكلفة الكلية للإحلال

Tsci (n) : الكلفة المتوقعة للإحلال الفردي في الشهر الواحد

Tscg (n) : الكلفة المتوقعة للإحلال الجماعي في الشهر الواحد

أما خطوات الاحتساب هي :

حساب عدد التوقفات (Sn) خلال المده (في الشهر الواحد)

$$S_1 = NP_1$$

تحديد معدل الإحلال في الشهر الواحد

$$S = Sn / n$$

تحديد الكلف المتوقعة للإحلال في الشهر الواحد

$$Tsci\,(n) = (Sn/n)ci$$

حساب كلف الإحلال الجماعي في الشهر الواحد

$$Tscg\,(n) = Ng.Cg/n$$

تحديد الكلف الكلية

$$Tsci\,(n) + Tscg\,(n)$$

جدول (1)تحديد التوقع الأمثل للإحلال الجماعي

السنين n	عـدد التوقعـات المتراكمـة فـي الشهر	معـدل الإحـلال الشهري	الكلـف المتوقعـة فـي الشهر Tsci (n)	كلـف الإحـلال الجمـاعي في الشهر Tscg (n)	الكلـف الكليـة للإحلال الجماعي Tscn
1 2 3 4 . .					

Source: Kastas N Dervistsiots. "Operation Management", McGraw Hill, Ltd, 1981, 711

المبحث الرابع

الجانب التطبيقي

يحوي هذا المبحث تطبيق انموذج الإحلال المقترح في معمل المحركات ، والتي تم بموجبها تحديد التوقع الأمثل للإحلال الجماعي ، والكلف الكلية للإحلال الفردي والمفاضلة بينهما ، فضلاً عن تحليل النتائج والتوصل إلى اتخاذ سياسة الإحلال المناسبة ، التي تعتمد أقل الكلف وحسب أعمار أجزاء المكائن الإنتاجية .

اولا : تطبيق أنموذج الإحلال

يهدف تطبيق أنموذج الإحلال المقترح على مكائن المحركات ، البالغ عددها (50) ماكنة ، والتي تمثل المراحل الإنتاجية ال(7) في معمل المحركات كوحدة متكاملة بدءاً من قسم الهيكل وانتهاءً بقسم الكابسات ، وبعد الإطلاع على سياسات الإحلال المطبقة في المعمل المذكور، وجد ان الشركة تتبع سياسة احلال واحدة لجميع المكائن، ولأجل التعرف إلى أنواع العطلات لكل ماكنة ومعدل تكرار حدوثها وأسبابها ، ومدى توفر الأدوات الاحتياطية اللازمة لعملية الإحلال ، والأساليب العلمية المطبقة في الإحلال ، وبغية تحقيق هدف البحث ، تم التركيز على فعاليات الإحلال المطبقة خلال الفترة 1 / 1 / 2002 لغاية 31 / 8 / 2002 لملاحظة مدى إمكانية تطبيق سياسة الإحلال الفردي وسياسة الإحلال الوقائي الجماعي المقترح على مكائن المعمل ، وبيان مدى مساهمتها في تقليل كلف الإحلال ، ومن خلال الإطلاع على سجلات قسم خدمات الصيانة ، تم إعداد البيانات التالية والموضحة في الجدول (2) .

جدول (2)بيانات عن مكائن معمل المحركات خلال الفترة 1 / 1 – 31 / 8 / 2002

التسلسل	القسم الإنتاجي	اسم الماكنة	عدد المكائن	عدد العطلات للماكنة الواحدة / شهر	كلف الصيانة ماكنه /ساعة	
					وقائية	علاجية
1	الهيكل	لحام الهيكل	4	20	2	3
2	الستيتر	كبس الستيتر	4	20	3	5
3	اللف	اللف	10	15	3	5
4	الخراطة	الخراطة	10	20	3	4
5	السباكة	سباكة الروتر	13	20	3	7.5
6	الطلاء	طلاء	5	25	3	5
7	الكابسات	مكبس قطع الأجزاء	4	20	2	4

المصدر :من إعداد الباحثين بالاعتماد على البيانات من قسم خدمات الصيانه

لقد تم اختيار المكائن الموضحة في الجدول أعلاه للمبررات الأتية:

ارتفاع عدد عطلات المكائن المبحوثة

ارتفاع كلف التصليح فضلاً عن تأخر الإنتاج ، وتوقف العمل ، الناتجة عن المدة الزمنية اللازمة للتصليح.

عدم توافر الأدوات الاحتياطية لبعض المكائن المبحوثة.

ولأجل تطبيق سياسة الإحلال الفردي أو سياسة الإحلال الجماعي المقترحة أيهما يحقق أقل الكلف لكل (n) من الأشهر ، اعتمدت البيانات المتوفرة عن العطلات ومعدل حدوثها ، والوقت المستغرق للإحلال ، وعدد العاملين ، من سجلات الصيانة في قسم خدمات الصيانة ، ولتحسين كفاءة المكائن وإطالة عمرها الإنتاجي ، يمكن تطبيق السياسة المقترحة على مكائن المعمل ، والمفاضله بين سياسة الإحلال الفردي (إتباع سياسة التصليح عند حدوث العطل) ، وسياسة الإحلال الجماعي (إحلال الأجزاء العاطلة والتي قاربت على العطل) واتخاذ السياسة المناسبة لتخطيط وجدولة نوع الإحلال مع حالة كل ماكنة ضمن الموارد المتاحة بما يؤدي إلى خفض كلف الإحلال .

ثانيا: انموذج الإحلال المقترح:

يوضح الانموذج خطوات تحديد المدة المثلى للإحلال الجماعي والمفاضله مع الإحلال الفردي لماكنة لحام الهيكل والتي تعد انموذجا للتطبيق .

اسم الماكنة : ماكنة لحام الهيكل

عدد المكائن : 4 مكائن

كلف الصيانة الوقائية : 2 $ لكل ماكنة

كلف الصيانة العلاجية : 3 $ لكل ماكنة

المدة الزمنية : 8 أشهر

في حاله اشتغال المكائن خلال شهر واحد قبل الإحلال الجماعي تحتسب الخطوات كالآتي:

$S_1 = NP1 = 4\ (0.05) = 0.2$

$S = S_1 / 1 = 0.2 / 1 = 0.2$

$TSCi\ (1) = S_1Ci = 0.2\ (3\ \$) = 0.6$

$TSCg\ (1) = N.Cg / n = 4\ (2\ \$) = 8\ \$$

$TSCi + TSCg = 0.6\ \$ + 8\ \$ = 8.6\ \$$

في حالة اشتغال الماكنة شهرين قبل الإحلال الجماعي تحتسب الخطوات كالآتي :

$S2 = N\ (P1 + P2) + S_1P1$

$S2 = 4\ (0.05 + 0.05) + 0.2\ (0.05) = 0.41$

$S = 0.41 / 2 = 0.21$

$TSC\ (2) = 0.21\ (3\ \$) = 0.63\ \$$

$TSCg\ (2) = 4\ (2\ \$) / 2 = 4\ \$$

$TSC\ (n) = 0.63 + 4 = 4.63\ \$$

وفي حالة اشتغال الماكنة (3) أشهر قبل الإحلال الجماعي تحتسب الخطوات كالآتي:

$S3 = N\ (P1 + P2 + P3) + S2P1 + S1P2$

$S3= 4\ (0.05 + 0.05 + 0.15) + 0.41\ (0.05) + 0.2\ (0.05) = 1.03$

$S = 1.03 / 3 = 0.34$

$TSC\ (3) = 0.34\ (3\ \$) = 1.02\ \$$

$TSCg = 4\ (2\ \$) / 3 = 2.66\ \$$

$TSC\ (n) = 1.02 + 2.66 = 3.68\ \$$

وفي حالة استمرار اشتغال الماكنة (4) أشهر فتكون العمليات الحسابية كالآتي :

$S4 = N\ (P1 + P2 + P3 + P4) + S3P1 + S2P2 + S1P3$

$= 4\ (0.05 + 0.5 + 0.15 + 0.25) + 1.03\ (0.05) + 0.41\ (0.05)$

$S = 2.1 / 4 = 0.52$

$TSC\ (4) = 0.52\ (3\ \$) = 1.56$

$TSCg = 4\ (2\ \$) / 4 = 2\ \$$

$TSC\ (n) = 1.56 + 2 = 3.56\ \$$

عند اشتغال الماكنة (5) أشهر تحتسب الخطوات كالآتي:

$S5 = N\ (P1 + P2 + P4 + P5) + S4P1 + S3P2 + S2P3 + S1P4$

$= 4\ (0.05 + 0.05 + 0.15 + 0.25) + 0.52\ (0.05) + 1.03\ (0.05) + 0.41\ (0.15) +$
$0.2\ (0.25) = 2.18$

$S = 2.18 / 5 = 0.43$

$TSC\ (5) = 0.43\ (3\ \$) = 1.29\ \$$

$TSCg = 4\ (2\ \$) / 5 = 1.6\ \$$

$TSC\ (n) = 1.29 + 1.6 = 2.89\ \$$

في حالة استمرار التشغيل لـ (6) أشهر تحتسب الخطوات كالآتي:

$S6 = N\ (P1 + P2 + P3 + P4 + P5 + P6) + S5P1 + S4P2 + S3P3 + S2P4$
$+ S1P5$

$S6 = 4\ (0.05 + 0.05 + 0.15 + 0.25 + 0.05 + 0.15) + 2.18\ (0.05) + 2.1\ (0.05)$
$+ 1.03\ (0.15) + 0.41\ (0.25) + 0.2\ (0.05)$

$S6 = 3.26$

$S = 3.26 / 6 = 0.54$

$TSC\ (6) = 0.54\ (3\ \$) = 1.62\ \$$

$$TSCg = 4\ (2\ \$) / 6 = 1.33\ \$$$
$$TSC\ (n) = 1.62 + 1.33 = 2.95\ \$$$

في حالة استمرار التشغيل لـ (7) اشهر تحتسب الخطوات كالآتي:

$$S7 = N\ (P1 + P2 + P3 + P4 + P5 + P6 + P7) + S6P1 + S5P2 + S4P3 + S3P4 + S2P5 + S1P6$$
$$S7 = 4\ (0.05 + 0.05 + 0.15 + 0.25 + 0.05 + 0.15 + 0.05) + 3.26\ (0.05) + 2.18\ (0.05) + 2.1\ (0.15) + 1.03\ (0.25) + 0.41\ (0.05) + 0.2\ (0.15)$$
$$S7 = 3.81$$
$$S= 3.81 / 7$$
$$S= 0.545$$
$$TSC\ (7) = 0.54\ (3\ \$) = 1.63\ \$$$
$$TSCg = 4\ (2\ \$) / 7 = 1.14\ \$$$
$$TSC\ (n) = 1.63 + 1.14 = 2.77\ \$$$

وفي حالة تشغيل الماكنة لـ (8) أشهر تكون خطوات الاحتساب كالآتي :

$$S8 = N\ (P1 + P2 + P3 + P4 + P5 + P6 + P7 + P8) + S7P1 + S6P2 + S5P3 + S4P4 + S3P5 + S2P6 + S1P7$$
$$S8 = 4\ (0.05 + 0.05 + 0.15 + 0.25 + 0.05 + 0.15 + 0.05 + 0.25) + 3.81\ (0.05) + 3.26\ (0.05) + 2.18\ (0.15) + 2.1\ (0.25) + 1.03\ (0.05) + 0.41\ (0.15) + 0.2\ (0.05)$$
$$S8 = 5.31$$
$$S = 5.31 / 8 = 0.66$$
$$TSC\ (8) = 0.66\ (3\ \$) = 1.98\ \$$$
$$TSCg = 4\ (2\ \$) / 8 = 1\ \$$$
$$TSC\ (n) = 1.98 + 1 = 2.98\ \$$$

وبعد تحديد التوقع الامثل للاحلال الجماعي لمكائن المعمل والمفاضله مع كلف الإحلال الفردي تم جمع نتائج العمليات في الجدول (3) :

جدول (3) تحديد التوقع الأمثل للإحلال الجماعي لماكنة لحام الهيكل

فترة الإحلال الجماعي	نسبة العطل	التوقع	التوقعات المتراكمة	معدل عدد العطلات للشهر الواحد	الكلف المتوقعة للعطل للشهر الواحد	كلف الإحلال الجماعي للشهر الواحد	الكلف الكلية الشهرية المتوقعة
1	0.05	0.05	0.2	0.2	0.6 $	8 $	**8.6 $**
2	0.05	0.1	0.41	0.21	0.63	4	**4.63**
3	0.15	0.45	1.03	0.34	1.02	2.66	**3.68**
4	0.25	1	2.1	0.52	1.56	2	**3.56**

5	0.05	0.25	2.18	0.43	1.29	1.6	**2.89**
6	0.15	0.9	3.26	0.53	1.62	1.33	**2.95**
7	0.05	0.35	3.91	0.55	1.65	1.14	**2.79**
8	0.25	2	5.38	0.67	2.01	1	**3.01**
المجموع		**5.1**					

المصدر :من إعداد الباحثين بالاعتماد إلى البيانات من سجلات خدمات الصيانة

الكلف الكلية للإحلال الفردي = 5.1 / 4 ($ 3) = 2.35 $ / شهر

وبعد تحديد التوقع الأمثل للإحلال الجماعي لمكائن المعمل وموازنتها مع كلف الإحلال الفردي ، تم جمع نتائج العمليات في الجدول (4).

جدول (4) ملخص تحديد المدة المثلى لإحلال المكائن الإنتاجية لمعمل المحركات

التسلسل	المكائن الإنتاجية	عدد المكائن	دورة الإحلال بالشهر	نوع الإحلال	عدد العطلات	كلف الإحلال الفردي $	الكلفة المثلى للإحلال الجماعي $	السياسة المقترحة
1	لحام الهيكل	4	7	جماعي	20	2.35	2.79	إحلال فردي
2	سباكة الروتر	4	7	جماعي	20	6.25	6.43	إحلال فردي
3	اللف	10	8	جماعي	15	10	6.7	إحلال جماعي
4	الخراطة	10	6	جماعي	20	12.3	11.64	إحلال جماعي
5	الطلاء	5	5	جماعي	25	5.34	4.25	إحلال جماعي
6	لحام الروتر	13	5	فردي	20	14.44	17.82	إحلال فردي
7	مكبس لقطع الأجزاء	4	7	جماعي	20	3.26	3.58	إحلال فردي

المصدر :من إعداد الباحثين بالاعتماد إلى البيانات من سجلات خدمات الصيانه

ومن تحليل نتائج الكلف تبين اختلاف نوع إحلال المكائن الإنتاجية وسياسة الإحلال المقترحة لكل ماكنة ، على الرغم من مساواة عدد عطلات البعض منها ، ومن الجدول أعلاه يلاحظ أن تحديد المدة المثلى للإحلال الوقائي الجماعي تتراوح بين (5) إلى (8) أشهر ، عدا قسم لحام الروتر ويحوي (13) ماكنة من مكائن المعمل ، ويكون من الأوفر اقتصادياً تطبيق سياسة الإحلال الفردي ، اذ يحقق وفورات في الكلف مقدارها (3,38) $ وهذا ما تتبعه الشركة فعلاً ، أما المكائن التي يمكن إجراء الإحلال الجماعي لها وتكون هي السياسة المقترحة كل (6) أشهر ، وهي (10) مكائن وتتمثل في مكائن قسم الخراطة اذ يحقق وفر في الكلف عن الإحلال الفردي بمقدار (0,66) $ ويمكن برمجة الإحلال الفردي بين كل مدة احلال جماعي واخر لتقليل العطلات الفجائية وتحسين كفاءة المكائن ، أما المجموعة الأخيرة من مكائن المعمل وتشمل (مكبس قطع الأجزاء ، السباكة ، لحام الهيكل ، وعددها (12) ماكنة، فكان نصيبها إجراء الإحلال الجماعي كل (7) أشهر إذ يحقق وفر في الكلف مقدارها (0,32 و 0,18 و 0,34) $ على التوالي

ويلاحظ ان توفير الكلف كل (7) اشهر من كل مجموعة المكائن المشار اليها لا يشكل مبالغ كبيرة في ما لو حدثت عطلات فجائية بين كل احلال جماعي واخر ، لذا تكون السياسة المقترحة تطبيق سياسة الإحلال الفردي عند حدوث العطل كلما تطلب ذلك لخفض معدل العطلات والمحافظة على اداء الماكنه.

المبحث الخامس

الاستنتاجات

اعتماد مسؤولي قسم خدمات الصيانه في الشركة العامة للصناعات الكهربائية ، تطبيق سياسة إحلال واحدة لجميع المكائن وهذا ما لا يتفق وأسلوب الإحلال المقترح ، الذي يشير إلى احتياج (0.5) من مكائن المعمل تطبيق سياسة الإحلال الفردي و(0.5) من المكائن الأخرى إلى تطبيق سياسة الإحلال الجماعي .

تحليل عطلات كل ماكنة له أثر في تحقيق المزايا التنافسية في تقليل كلف الاحلال ، ورفع أعمار المكائن الإنتاجية .

التوصيات

ضرورة تحديد نوع الإحلال المطلوب لكل نوع من المكائن بما يناسب أهميتها وعمرها الإنتاجي وعدم اعتماد أسلوب إحلال واحد لجميع مكائن المعمل ، لتحسين قدرتها التشغيلية، فضلاً عن رفع أعمارها الإنتاجية ، وتقليل الاستثمار فيها .

ضرورة تجميع بيانات دقيقة عن عدد عطلات كل ماكنة ، ومعدل تكرارها بين كل دورتي إحلال ، والوصول إلى أقل كلف الإحلال سواء اتباع سياسة الإحلال الفردي أم سياسة الإحلال الجماعي ، وبحسب أعمارها الإنتاجية .

اعتماد الانموذج المقترح لسياسة الإحلال الفردي او سياسة الإحلال الجماعي والذي تم تطبيقه ضمن هذا البحث على مكائن معمل المحركات من قبل الشركة بهدف تحسين كفاءة المكائن.

المصادر

علي ، علي احمد , 2003، "**تخطيط برامج الصيانه باستخدام المحاكاة**" , دراسة حاله – في معمل اطارات بابل– رساله ماجستير غير منشورة في اختصاص ادارة الاعمال ، كليه الادارة والاقتصاد , جامعة بغداد .

Barringer ; 2001, " How to Justify Equipment Improvement Using Life Cycle Coasting and Reliability " , www. Barringer1.com .

Mann and Winkless ; 2004, " Applpying the TRIZ Methodology to Machine Maintenance " .

الدهراوي ، كمال الدين ، 2001 ، **"مدخل معاصر في المحاسبة المتوسطة"** ، عمان ، الأردن.

محسن عبد الكريم وصباح النجار ، 2004 ، **"إدارة الإنتاج والعمليات"** ، ط1 ، عمان ، الأردن.

العبادي ، جمال اصبيحات ، 2004 ، "**الاقتصاد الهندسي**" ، ط1 ، مكتبة المجتمع العربي للنشر ، عمان ، الأردن .

زناتي ، محمد ربيع ، 2005 ، "**إدارة الإنتاج والعمليات**" ، عمان ، الأردن .

Shafer, Scott M. and Jack R., Meredith, 1998, **"Operations Managements, A process Approach with Spread Sheets"**, John Wiley and Sons, Inc.

Dervistsiots, Kastas N., 1981, **"Operatio**n Management", Tokyo, M.G., LTD.

الملاحق

أسماء السادة الذين تمت مقابلتهم للحصول على البيانات وإتمام البحث في الشركة العامة للصناعات الكهربائية:

ت	الاسم	القسم	مدة الخدمة	الدرجة الوظيفية
1	ليلى زيدان	بحث وتطور	20	ر. مهندسين
2	كفاح كريم	خدمات الصيانة	25	ر. مهندسين
3	احمد عمران	تكنولوجيا	17	ملاحظ
4	ليلى عبد حسين	تخطيط الصيانة	26	مدير
5	طوروس واهان	معمل الصيانة الكهربائية	27	ر.مهندسين