

# تطبيق نماذج الإحلال المؤكد (The Certain) Replacement Models (دراسة حالة)

راقية جواد ناجي الحسيني

مدرس /المعهد التقني-بابل

## Abstract

Replacement models deal with the problem of finding the optimal random time for a preventive replacement of a technical system. A large class of such models has been considered in the literature recently. In this research a unifying approach to the replacement problem is given regarding it as an optimal stopping problem. The generalization allows to weaken a necessary monotonicity condition and to consider different information levels. Measuring information in this context leads to discussing the problem in general terms of stochastic process theory. An example shows how to get explicit solutions and how the information level influences the optimal replacement policy.

We can be applied in modeling machine replacement problem. We begin with a deterministic model to illustrate the concept of a machine cycle, then follow by a stochastic model with a general cost. We then compare popular replacement policies: the time-based replacement policy for a single machine replacement problem. We also prove an interesting result that the optimal costs of this policy

### المُستخلص

تتناول نماذج الإحلال مشكلة إيجاد الوقت العشوائي الأمثل لإحلال النظام التقني الموجود (ماكينة - عامل - أسلوب عمل) ونوقشت النماذج التي ركز عليها الأدب المعاصر. وفي هذا البحث تم إعطاء حل لمشكلة الإيقاف الأمثل لاستخدام المكائن. وهذا يتوقف على شروط ومستوى معلومات مختلفة والمعلومات في هذا المحتوى تؤدي إلى مناقشة المشكلة في مصطلحات عامة مثال ذلك كيفية إعطاء الحلول وكيف هو مستوى المعلومات الذي يؤثر على سياسة الإحلال المثلى. وسنطبق في هذا النموذج مشكلة إحلال الماكينة وسنوضح مفهوم دورة حياة الماكينة يتبعها الكلف العامة، وتوضيح سياسة للإحلال وهي المستتدة على الوقت (العمر الأمثل للاستبدال) وبرهنة مدى فائدة النتائج في الوصول إلى الكلف المثلى لهذه الساسة.

أيضاً تناول هذا البحث نماذج الإحلال وبالذات الإحلال المؤكد وخاصة (الإحلال في ظل تكاليف التشغيل، والإحلال في ظل قياس جودة المنتجات، والإحلال باستخدام المخططات الشبكية، والإحلال والفحوصات الدورية)، إذ تم تطبيق هذه النماذج على مكائن ومعدات ورش قسم الميكانيك في المعهد التقني - بابل، لأهمية هذه الورش في تدريب وتطوير قدرات الطلبة الدارسين وحتى قدرات العاطلين عن العمل من خلال قيام الدورات التدريبية فيها.

المقدمة

هنالك عدة عوامل يمكنها أن تُغيّر في قرارات الإحلال، من خلال توزيع المنتجات الإنتاجية وفقاً لتوزيع احتمالي غير معرف من كل الموجودات، ويقدم نظام المعولية العطلات الداخلية والخارجية التي يمكن أصلها أو لا وفقاً لمستويات تدريجية. وفي بعض الأحيان يكون الخيار الثاني (عدم أصلها) هو الأفضل وفي هذه الحالة يجب اتخاذ قرار بخصوص إحلال هذه الموجودات. وأحد أغلب المجالات التطبيقية في اقتصاديات الهندسة هو تحليل الإحلال (Replacement analysis) وتستخدم النماذج الرياضية وطرق التحليل لتحديد تعاقب قرارات الإحلال وتزويد الخدمة المطلوبة في الوقت المحدد في أسلوب أمثل. (Kao&Smith,1996,158)

وعلى فرض إن الصيانة وقرارات الإحلال تحدث وبشكل أساسي دورياً، فعلى متخذ القرار اختيار احد عدة خيارات مثل الاحتفاظ بالمعدات، أو الصيانة الوقائية، أو الإحلال، وأي تعاقب لهذه القرارات يسمى سياسة الإحلال وأي تعاقب يمثل أمثلية بعض مقاييس الأداء مثل شبكة القيمة المضافة (NPV) (Net Present Value) أو الكلف السنوية هي سياسة الإحلال المثلى. وفي تحليل الإحلال يُحدد العمر الاقتصادي الأمثل للموجودات دورة الإحلال (Replacement Cycle) التي تعطي أدنى الكلف السنوية لتشغيل الموجودات،

كما وقُدمت مجموعة من الأدوات المعرفية من قبل عدة باحثين للوصول إلى سياسة الإحلال المثلى، منهم

(Bellman و Wagner) إذ قدم Bellman أول صيغة لمشكلة الإحلال باستخدام البرمجة الديناميكية، وركزت صيغة Bellman على إيجاد العمر الاقتصادي الأمثل للموجودات. أما صيغة Wagner

ركزت على استخدام شبكات العمل (Network) لإيجاد المسار الأفضل لإحلال الموجودات.

(Perez-oco&Castro,2002,169)

وتتلف المكائن والمعدات الإنتاجية من جراء الاستخدام، ووفقاً لذلك ترتفع نفقات التشغيل والإدامة وتؤدي إلى انخفاض مستوى المبيعات بالنسبة للمؤسسات الإنتاجية وانخفاض مستوى الاستفادة منها في عمليات التدريب والتطوير في المؤسسات الخدمية وعلى وجه الخصوص ورش مؤسسات التعليم العالي.

وموضوع الإحلال (الاستبدال) هو أحد تطبيقات نظريات بحوث العمليات في المجال الاقتصادي لتحقيق الكفاءة الاقتصادية في تحديد العمر الأمثل للاستبدال للمكائن والمعدات. (Yeh,1990,496)

كما وأن حجم المنافع التي يمكن الحصول عليها نتيجة حيازة المعدات يؤثر على عملية اتخاذ قرار الاستثمار أم لا. ومن الطبيعي كلما زاد حجم المنافع التي تعود من وراء هذه المعدات كلما زاد العائد المتوقع نتيجة الاستثمار فيها وأفتناؤها، وكلما كان هنالك مبرر للموافقة على هذا الاستثمار.

ويتوقف حجم هذه المنافع على عاملين رئيسيين هما:

1- معدلات الإنتاج لهذه المعدات.

2- فترة استخدام هذه المعدات.

فكلما زادت معدلات الإنتاج كلما زاد حجم المنافع من ورائها وفي الوقت نفسه إذا طالت المدة التي يمكن فيها استخدام هذه المعدات زاد حجم المنافع من وراء الحصول على هذه المعدات. (محمد عبد العال وآخرون، 1999، 7)

المبحث الأولمنهجية البحث وتتضمن:أ- مشكلة البحث: تتلخص بالاتي:

- 1- تقادم العمر التشغيلي للمكائن لأسباب فنية أو اقتصادية وعدم وجود نظام معتمد لصيانتها وأدامتها وبشكل دوري .
- 2- عدم ضمان استمرار المكائن في أدائها للخدمة المطلوبة منها.
- 3- ارتفاع كلف تصليح الأعطال مع تقادم العمر التشغيلي للمكائن.

ب- أهداف البحث:

- 1- دراسة واقع الورش (واقع عمل المكائن) وحجم المنافع التي يمكن الحصول عليها منها.
- 2- تطبيق نماذج الإحلال المؤكد على مكائن ورش قسم الميكانيك من خلال الوصول إلى قرار الإحلال الأمثل لتلك المكائن.

ج- أهمية البحث:

تأتي أهمية البحث من أهمية عملية الإحلال التي تمكن المسؤولين من اتخاذ القرار الأمثل للاستبدال لتحقيق الكفاءة الاقتصادية.

د- مجتمع البحث:

يتمثل مجتمع البحث بورش قسم الميكانيك (الخرطة، اللحام، النجارة) في المعهد التقني بابل.

هـ- أساليب وإجراءات البحث:

- 1- الملاحظة الشخصية من خلال الزيارات الميدانية التي قامت بها الباحثة.
- 2- الوثائق والسجلات المكتوبة إذ تم الإطلاع على ما يمكن الإطلاع عليه.
- 3- المقابلات الشخصية.

## المبحث الثاني

### الجانب النظري:

#### أولاً: مفهوم الإحلال:

ركز بعض الباحثين على أن الاستبدال (أحلال معدة أو جزء منها أو وحدة عاملة بأخرى لتلبية متطلبات إنتاجية أو خدمية بأسلوب اقتصادي) ويركز هذا المعنى على تحقيق المنفعة الاقتصادية من عملية الإحلال ودراسة الكلف الكلية للاستبدال الوقائي، مقارنة بالاستبدال عند حدوث العطل، ويكون الإحلال إلزامياً إذا أستمتمت معدلات الفشل للماكنة أو المعدة بالزيادة. (Lam&Yeh,1994,425)

أما البعض الآخر فقد ركز على ضرورة القيام بإجراءات الإحلال للمعدة أو للجزء الحرج فيها في حالة انخفاض كفاءتها الإنتاجية بمعدة أخرى حديثة في حالات تقادم العمر التشغيلي.

وعُرف أيضاً (استبدال أية ماكنة أنخفضت كفاءتها الإنتاجية مع الزمن ويتعذر أعادتها إلى مستواها بنفقات صيانة معيارية تتناسب وسعرها والمدة المتوقع أن تؤدي وظيفتها بالكفاءة المطلوبة منها بعد هذا الإنفاق).

أذن الإحلال (المرحلة التي يتم فيها اتخاذ قرار تغيير ماكنة أو أي جزء عاطل فيها أو متوقع عطله عن العمل خلال الفترة الزمنية القادمة بأخرى حديثة لضمان استمرار الماكنة بأداء الخدمة المطلوبة بشكل كفوء ومُرضي). أو هو نشاط يهدف إلى ضمان استمرار المعدة في أدائها للخدمة المطلوبة، وأطالة عمرها التشغيلي باستبعاد الأجزاء التالفة والمستهلكة والتي تؤثر على الأداء التشغيلي لها، وإعادة الماكنة إلى حالتها الاعتيادية. (Vander&Wartenhorst,1994,426)

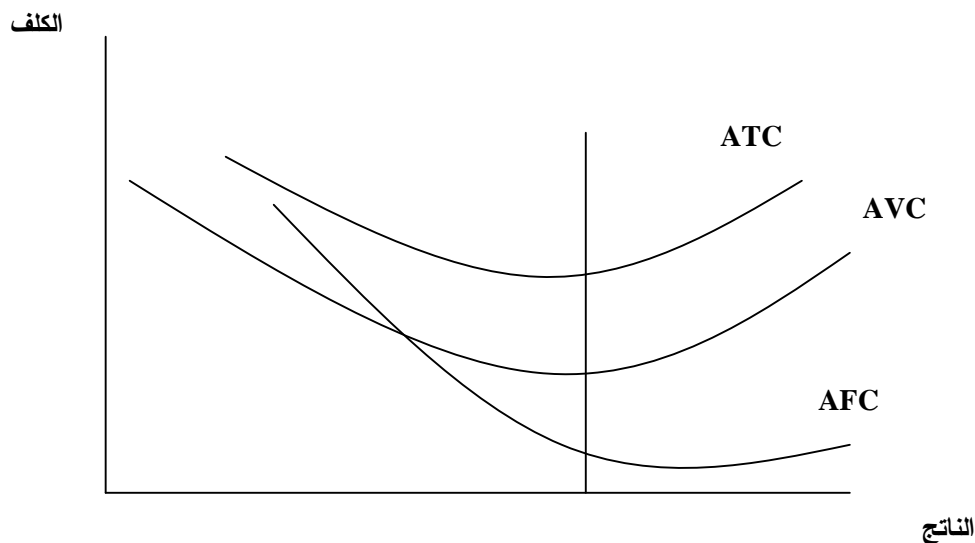
ويرتبط مفهوم العمر الأمثل للإحلال بمفهوم متوسط التكاليف الكلية (ATC) إذ يتم الإحلال عند النقطة التي يكون متوسط التكاليف الكلية في أدنى قيمة له.

ويمكن توضيح هذه العلاقة اقتصادياً في ضوء تفسير منحنيات متوسط الكلف إذ تكون أشكالها على شكل حرف (U) أي أن الكلفة تتناقص في مرحلة الغلة المتزايدة

والسبب في تناقص الغلة يعود إلى أن عناصر الإنتاج المتغيرة لاتعوض عن عنصر الإنتاج الثابت بصورة مستمرة والى مالا نهاية. (Ross&Stochastic,1983,21)

وفي ضوء ذلك فإن منحنى (ATC) يبدأ بالتناقص في البداية لأن كلاً كمن متوسط التكاليف المتغيرة (AVC) متوسط التكاليف الثابتة (AFC) يتناقص في مرحلة الغلة المترابدة ثم يبدأ منحنى (ATC) بالزيادة في المرحلة التالية (مرحلة الغلة المتناقصة) بالرغم من أن (AFC) يستمر في النقصان لان الزيادة في (AVC) أكثر من النقصان في (AFC)، أن هذه الفكرة تظهر في المنحنيات الثلاثة في الشكل أدناه.

شكل (1) تحديد نقطة الإحلال الأمثل على منحنيات الكلفة



المصدر t (Neuts&Perez-oco,2000,476)

ثانياً: أسباب الإحلال :-

تتقدم المعدات والمكائن مع طول الفترة الزمنية للاستخدام، الأمر الذي يصبح قرار الاستبدال ضرورياً، هذه الحاجة ناتجة عن فقدان هذه المعدات لكفاءتها بما يؤثر في النواحي الاقتصادية وتذبذب تكاليف الصيانة والتشغيل بين الزيادة والنقصان نتيجة اندثار واستهلاك المعدات الأصلية. ويؤدي جدولة استبدال المعدات أو أجزاءها مبكراً إلى تحقيق وفورات وعوائد اقتصادية نتيجة تجنب تكاليف العطل أو العطل المتوقع وتقليل كلف الاستبدال المفاجئ وتتحصر المشكلة فقط بتحديد الفترة الزمنية المثلى لإجراء عملية الاستبدال التي تحتم على الإدارة تشخيص أسباب الاستبدال واهم العوامل التي تؤثر في قرار الاستبدال ليتسنى لها المفاضلة بين البدائل المتاحة لديها بين الإبقاء بتشغيل الماكينة القديمة أو استبدالها بماكنة أخرى حديثة. وبشكل عام هنالك نوعان من أهم الأسباب المؤدية لاتخاذ الإدارة قرار الاستبدال هما: (Gururajan&Srinivasan,1995,300)

أ- الاستبدال بسبب اقتصادية التصميم :-

ينتج الانحراف الاقتصادي في استخدام المعدات عن عدة عوامل منفردة أو مجتمعة ومن أكثرها شيوعاً هي :-

1- زيادة كلف الصيانة والتشغيل:

تميل كلف الصيانة والتشغيل إلى الزيادة مع الزمن، وهذه ناتجة بصورة طبيعية عن اندثار المعدات بسبب الاستهلاك الناتج عن طول فترة الاستخدام، زيادة تكاليف القوى العاملة والوقت الإضافي للعمل. لذا يكون قرار الاستبدال ضرورياً إذا ساهم بتخفيض هذه التكاليف فضلاً عن تحقيق العوائد والوفورات خاصة إذا كانت تكاليف شراء وصيانة وتشغيل المعدة الحديثة اقل بالمقارنة مع تكاليف صيانة الماكينة القديمة، وتؤدي المكائن الحديثة إلى توفير في المساحات المشغولة بمكائن قديمة ضخمة خاصة إذا كانت المنشأة تأخذ بنظر الاعتبار تغيير قيمة النقد باستثمار الموجودات بعد نهاية عمرها التشغيلي ومقارنتها بالعوائد والأرباح



المتحققة من شرائها واستبدالها. كما يمكن تقدير هذه الزيادة بالتكاليف بشكل دقيق وتقييم تأثير تلك الزيادات بقرار الاستبدال باستخدام الطريقة الجدولية التي تتميز ببساطتها والسماح للإدارة استخدام بيانات لفترات منفصلة. (Neuts, 1901, 20)

2- التقدم التكنولوجي والاقتصادي:

إن التحسينات التكنولوجية قد تجعل المعدات غير مرغوب فيها لمجرد أنها لم تعد تنافسية على أساس اقتصادي مع التطورات الحاصلة، وعليه فمن العملي استبدال المعدات التي تشغل حالياً بشكل مرضي بالمعنى الميكانيكي بمعدات جديدة أكثر وربما أعلى كلفة، وفي هذه الحالة يفضل استخدام الطرق القياسية في المقارنة بين المعدات القديمة والحديثة لبيان مدى تحقيق المنفعة الاقتصادية من جراء استخدام المعدة الحديثة، علماً إن التقدم الفني والاقتصادي ثابت ويصعب تقديره لاسيما على الأمد القصير. (Neuts & Meier, 1981, 229)

ب- الاستبدال لأسباب فنية:

تنتج عملية الاستبدال لأسباب فنية عن جملة عوامل ومؤشرات تقنية تتعلق بخصائص تصميم المعدات منها:

1- ضعف الناحية الفيزيائية والتي تؤدي إلى هبوط كفاءة المعدة وتسببها في تلف الإنتاج تحت التشغيل أو طول فترة الانتظار لتقديم الخدمة.

2- المعدة مصدر للضوضاء وصدور الاهتزازات المزعجة أثناء العمل وتسرب غازات وعوادم سامة تؤثر في البيئة الداخلية والخارجية للعمل، واحد هذه الأسباب زيادة الحوادث الصناعية.

3- الحاجة إلى توحيد حجوم وأنواع المكائن والمعدات ذات الطاقة التصميمية المختلفة والمتعددة المناشئ بما يخدم العملية الإنتاجية.

لذا فإن الهدف الرئيسي للاستبدال سواء كانت أسبابه فنية أو اقتصادية هو تخفيض كلف الصيانة والتشغيل الناتجة عن زيادة توقفات الماكنة التي تؤدي إلى زيادة نسبة تلف الخزين تحت التشغيل (wip) وإنتاج سلع نهائية معابة بسبب الاستمرار

باستخدام مكائن قديمة لا تغطي متطلبات الانتاج المرغوب وتبتعد عن مواكبة التطورات التقنية والعلمية الحاصلة بالصناعات العالمية. (Mine&Kawai,1982,13)

ثالثاً: مشكلة الاستبدال:-

إذا توفرت أجزاء الماكنة بسهولة والتوقفات لم تكن كبيرة،فان عملية الاستبدال تتمثل بمشكلة الاقتصاديات التي تظهر بالصيغ التالية:

1- العمر التشغيلي الأقصى (optimum life).

2- قيمة المتحدي (value of challenger).

1- العمر التشغيلي الأقصى (optimum life).

يتوقع في هذه الحالة مستقبل اقتصادي أكثر عند القيام باستبدال الموجودات الحالية(نوعياً مثل المكائن)مع موجودات مماثلة لها ولكن جديدة.يتضمن التحليل المطلوب تقدير العمر التشغيلي الأقصى للموجودات(المعدات والمكائن)إيجاد دورة الاستبدال التي تقلل معدل الكلفة السنوية للموجودات إلى إن تستهلك الموجودات تدريجياً أكثر من العمر التشغيلي مؤدية إلى ارتفاع كلف التشغيل وخسارة قيمة مردودات المبيعات.

حيث تزداد كلف التشغيل كلما ازداد عمر الموجودات،راجع إلى الصيانة،السوفان،وانخفاض الكفاءة ولأسباب مماثلة يتعذر تعويض قيمة المكائن.ولكن بتخفيض قيمة الاندثار ونسبة ثابتة سنة بسنة،ستتخفف كلفة المكائن إلى أدنى حد،إذا رغبتنا بالاستمرار باستخدام المكائن لتلك السنة المعينة فقط.وعموماً لايمكننا تتبع بداية ارتفاع تكاليف تلك السنة وبعد سنوات قليلة سنحصل على أفضل سنة على أساس معدل الكلفة السنوية لاستبدال المعدات والمكائن والإبقاء على هذه المكائن بعد هذه السنة لا يعد اقتصادياً.

إن أبسط طريقة لإيجاد العمر التشغيلي الأمثل هي تراكم الكلف السنوية للصيانة وإيجاد السنة التي يكون فيها معدل الكلفة اوطاً(تراكم مجموع الكلف السنوية مقسماً

على عدد السنين). وتكون مشكلة العمر التشغيلي الأمثل لجميع استثمارات العمليات عندما تكون المكائن والمعدات مخالفة للقديم، انخفاض قيمة المكائن مع العمر والتقدم، وقد تستبدل مثل هذه المكائن إذا كانت المكائن (البدايل) الجديدة متوفرة. (خلود، 2001، 65)

## 2- قيمة المتحدي (value of challenger).

تمثل هذه الحالة التعامل مع توفر نوع جديد من المكائن والمعدات تدعى بالمتحدي التي ممكن أن تحل بدلاً عن المكائن والمعدات الموجودة فعلاً وتدعى المدافع التي هي اقل كلفة تشغيلية. المشكلة هنا تكمن بارتفاع تكاليف شراء المعدة الجديدة وفي الوقت لاتزال القيمة الدفترية للمعدة القديمة عالية، خاصة إذا كانت عوائد الاستثمار بالمكائن القديمة غير محصلة لغاية اتخاذ قرار الاستبدال بالمعدة الحديثة، وان سعر إعادة بيع الماكنة القديمة في سوق المستعمل الصناعي لا يغطي الكلف الغاطسة (sunk costs) التي يجب استبعادها عند اتخاذ قرار الاستبدال واحتساب التكاليف المستقبلية ذات العلاقة فقط. (Ohnishi, Kawai & Mine, 1986, 975)

رابعاً: دور الصيانة الوقائية في تحديد فترة الاستبدال المثلى:-

تساهم برامج الصيانة الوقائية على إظهار الأجزاء والفقرات التي من المتوقع عطلها قريباً، وفقاً للمؤشرات المحددة في الوثائق الفنية للمعدة والأجزاء والوحدات المماثلة، وبهذا يمكن للقسم الهندسي المفاضلة فيما بين قرار استبدال الجزء عند عطله فقط، أو استبدال جميع الأجزاء المماثلة له بنفس الوقت، وهذا يتطلب توفير معلومات وبيانات تتعلق بالعمر المتوقع للجزء وتكاليف الصيانة والتشغيل.

ولقد قام (B. Bergman) في سنة 1977 بتطوير التقنيات التجريبية المتعلقة بأسلوب الاستبدال باستخدام الوقت الكلي لمفاهيم الاختبار، حيث يتم تجربة تاريخ بدء التشغيل لتقييم توزيع العمر ومتوسط العمر للجزء والفقرة لمعرفة عمر الاستبدال مع وضع خريطة لمعرفة سلوك التوزيع الزمني للعمر، كذلك استخدام مواقف (California) وبدائلها. وتوصل إلى إن استخدام عينة صغيرة الحجم لتقييم

توزيع العمر ومتوسط العمر يؤدي إلى انحراف التقييم، في حين تؤدي الاختبارات الاحصائية الى المغالاة في تقدير بدائل عمر الاستبدال الامثل وعليه يمثل الاختبار الاحصائي لفحوصات الوقت خير مقترح لتقدير البديل الامثل للاستبدال. كما تساهم جدولة فعاليات الصيانة الوقائية في تخفيض كلف الاستبدال الناتجة عن توقف العمليات الانتاجية، وتحديد الفرصة المناسبة للقيام بشراء المواد الاحتياطية اللازمة لاجراء عملية الاستبدال قبل فترة مناسبة، ومن ثم تخفيض الكلف، وبهذا نقترح من تحقيق هدف الصيانة والاستبدال الكلية نتيجة تخفيض الاستثمار بالخزين - ويقصد به خزين المواد الاحتياطية. (Perez-oco&Castro,2002,168)

خامساً: المعدات الاحتياطية:-

أحياناً لا يتم بيع المكائن عند اتخاذ قرار استبدالها، وإنما تبقى بشكل معدات احتياطية لغرض استخدامها في الإنتاج من حين إلى آخر، وإحدى المسائل ذات العلاقة بالصيانة هي تحديد مثل هذه المكائن، وفي الوقت نفسه يمكن شراء معدات أحدث لغرض تأمين توفير الطاقة ولغرض زيادة درجة معولية نظام الإنتاج، وتتوقف الحاجة إلى معدات إضافية على عوامل عديدة مثل مدى إمكانية الاعتماد على كل قطعة أو جزء من الأجزاء التالفة في المعدة، أو المعدة المطلوبة لإتمام التصليح التي تمثل مدة الانتظار ومدة البدء بالتصليح. وهي طريقة لإدامة الخدمة عند تعطل ماكنة الخط الإنتاجي عن العمل، وسياسة لتأمين سير العملية الإنتاجية دون توقف، على أن يؤخذ بنظر الاعتبار القيام بفحصها دورياً وخضوعها لأعمال الصيانة أثناء ووقت الفراغ سواء أكانت أثناء تقديم الخدمة أو خارجها. وانخفاض القيمة السوقية لها سواء استخدمت أم لا، والقيمة الدفترية لها.

يتم تقييم التكاليف الاحتياطية بمقارنة الفوائد المنخفضة وبنفس أسلوب سياسة الاستبدال الجماعي تقريباً، كذلك يجب أن يكون نمط العطل وكلفة العطلات معروفة أو مقدرة، وبرنامج الفحص للمكائن الاحتياطية يكون فرضياً، وتضمن كلفته مع

النفقات الأخرى، لتتمكن الإدارة الاحتفاظ بالمكائن الاحتياطية. (Neuts&Perez- 2000,474)

سادساً: أنواع الإحلال (الاستبدال):

هنالك نموذجان أساسيان للاستبدال هما:

أولاً: نموذج الإحلال المؤكد ويتضمن أحلال الوحدات التي تقل كفاءتها تدريجياً مع الزمن نتيجة الاستخدام.

ثانياً: نموذج الإحلال الاحتمالي ويتضمن أحلال الوحدات التي تعطل فجأة مثل المصابيح الكهربائية وصمامات الأجهزة (المعدات التي تتلف كلياً). وسيتم التركيز في هذا البحث على النوع الأول.

أولاً: نموذج الإحلال المؤكد

يتضمن العديد من الحالات التي تعالج أنواع التكاليف والأعباء التي تتضمنها الوحدة الاقتصادية في سبيل الاحتفاظ بهذه المعدات بحالتها الطبيعية ويتمثل باتخاذ القرارات في حالة التأكد وهي اتخاذ القرار في حالة المعرفة المؤكدة للحالة الطبيعية الكاملة المتوقع حدوثها، أي الحوادث المستقبلية التي تكون خارج سيطرة متخذ القرار، وهنا يمكن حدوث حالة طبيعية واحدة فقط ولذلك فإن متخذ القرار يختار بديل القرار الذي يحقق له أكبر عائد ممكن أو أقل خسارة. أو بمعنى آخر اتخاذ القرارات في حالة معرفتنا المؤكدة بالنتائج الممكن الحصول عليها. أن هذا النوع من اتخاذ القرارات يسمى باتخاذ القرارات في حالة توفر معلومات كاملة، أي اتخاذ القرار في حالة التأكد من نتائج البدائل وبالتالي تكون نتيجة اتخاذ القرار مؤكدة فيتم حساب نتيجة كل بديل ومن ثم اختيار البديل الذي يعطي أفضل النتائج. أن المعايير المستخدمة لاتخاذ القرارات من هذا النوع هي تعظيم الربح أو تقليل الخسارة.

وتعد الطريقة الجدولية الأسلوب الأسهل لتحديد العمر الاقتصادي الأمثل الذي يمكن الإدارة والقسم الهندسي باتخاذ قرار استبدال المعدات الحالية من عدمه وذلك لبعدها

عن العمليات الإحصائية والرياضية المعقدة التي تبتعد الشركات الإنتاجية وخاصة الخدمية منها عنها نتيجة تطلبها التحليل وفهم العلاقات الرياضية. من ناحية أخرى تمكن هذه الطريقة إذا ما توفرت البيانات والمعلومات الدقيقة من حساب السنة التي بعدها تزداد تكاليف الصيانة والتشكيل نتيجة انخفاض كفاءة أداء المعدات وحساب تأثير هذه الزيادة على أرباح الشركة الإنتاجية أو زيادة فترة انتظار المستهلك للحصول على الخدمة.

كما وتمكن الطريقة الجدولية من اتخاذ قرار الاستبدال في جميع المتغيرات التي تؤثر في قرار الاستبدال مثل تكاليف الصيانة، تكاليف التشغيل، سعر إعادة البيع، التغير بقيمة النقد، الربح المتحقق من استخدام المكنان والمعدات، أهمية المعدة، العمر المتبقي للمعدة... الخ، بما يتلاءم مع طبيعة الشركة. كما تمكن من الربط بسهولة بين فترة استرداد رأس المال المستثمر في شراء أية مكنة إنتاجية وبين العمر الاقتصادي الأمثل لها للوقوف على إمكانية استبدالها قبل أو بعد هذا العمر إذا توفرت الإمكانيات لأجل ذلك. كذلك يساهم في فهم العلاقة على تحسين أساليب تخطيط الإنتاج والصيانة بما يتناسب والطاقة الإنتاجية المتاحة مقارنة بالربح السنوي المستهدف وجدولة أعمال الصيانة طبقاً للعمر المتوقع لإنتاج المكنان لضمان تخفيض مستوى التوقفات التي تتزايد مع طول الفترة الزمنية للاستخدام إلى أدنى حد ممكن.

يتم احتساب فترة استرداد المال المستثمر في شراء مكنة بعد تحديد الربح السنوي المتوقع من جراء تشغيلها وقيمة الاندثار السنوي للمكنة الذي يحمل على كلف الانتاج وهناك عدة طرق لاحتساب الاندثار السنوي الا ان طريقة قسط الاندثار الثابت تعد من اكثر الطرق الشائعة لاحتساب الاندثار السنوي للمكنان كي تتمكن من تقليل فترة الاسترداد وتوفير مبالغ لاجل تسريع عملية الاستبدال ومواجهة التقادم الفني والتكنولوجي وتخفيض كلف الصيانة والتشكيل الى ادنى حد ممكن. (Lam&Yeh,1994,427)

تستخدم المعادلة التالية لاستخراج فترة الاسترداد:-

كلفة الاستثمار المبدئية

فترة الاسترداد =

الربح السنوي + قسط الاندثار السنوي

أما قسط الاندثار السنوي فيتم استخراجه بالصيغة التالية:-

كلفة شراء الماكنة - الأنقاض

قسط الاندثار السنوي =

العمر الإنتاجي

والجدول (1) يوضح كيفية إيجاد العمر الاقتصادي الأمثل لاستبدال المكنائن.

جدول (1) إيجاد العمر الاقتصادي الأمثل لاستبدال المكنائن باستخدام الطريقة الجد

ولية

7	6	5	4	3	2	1
متوسط	الكلفة	تكاليف	قسط	صافي	النقص	السنوات
كلفة	الكلية	الصيانة	الاندثار	التكاليف	التراكمي	
الصيانة	السنوية	والتشغيل	المتراكم	السنوية	بسعر	
السنوية		المتراكمة			الماكنة	

المصدر: t خالد عبد الرحيم الهيتي وحكمت سلطان رشيد: استخدام النماذج الكمية

في استبدال المعدات الإنتاجية: مجلة التقني: هيئة المعاهد الفنية: البحوث الإدارية

والتقنية: العدد (19): 1994: (232)

وحالات الإحلال المؤكد هي:-

1- الإحلال في ظل تكاليف التشغيل:

تشمل هذه الكلفة فضلاً عن كلفة التشغيل مصاريف الصيانة والإصلاح التي تزيد

كلما تقدمت الآلة في السن ففي السنوات الأولى عندما تكون الآلة حديثة فإنه

لا يحدث تغير في هذه الكلفة من سنة إلى أخرى. وفي بعض السنوات قد تنخفض

هذه الكلفة بسبب تأجيل القيام بأعمال الصيانة كما أنه قد تزداد من سنة إلى أخرى زيادة كبيرة بسبب القيام بأعمال جسيمة أو بسبب الحوادث أو الرغبة في تجديد الآلة. وفي بعض الأحيان قد يضاف إلى كلفة التشغيل بنداً جديداً من التكاليف وهو القدرة الإنتاجية حيث أن قدرة الآلة الإنتاجية تقل مع تقدمها في العمر. حيث تزداد مرات العطل والإصلاح وقد لا يمكن الإصلاح والتشغيل بمعدلات التشغيل القصوى وبالتالي فإن الإنتاج الممكن تحقيقه سوف يقل في هذه الحالة مع تقدم الآلة في السن. ولتفادي ذلك يتحتم الأمر تشغيل الآلة ساعات أطول ليعود نفس مستوى الإنتاج.

## 2- الإحلال في ظل التقادم:

تعد كلفة التقادم تلك الخسارة التي قد تنشأ بسبب تقادم المنتجات أو الخدمات المنتجة بواسطة الماكينة. فعند تحليل التكاليف أو المقارنة بين المعدات الجديدة والمعدات الحالية يؤخذ بنظر الاعتبار ليس الوفورات التي يمكن تحقيقها فحسب من قيمة الماكينة الجديدة وإنما تجري مقارنة بين الكلف الاستثمارية للماكينة الجديدة والكلفة الاستثمارية للماكينة الحالية أخذين بنظر الاعتبار كلفة الاندثار لتلك الماكينة. (محمد عبد العال وآخرون، 1999، 9).

## 3- الإحلال في ظل قياس جودة المنتجات:

أن درجة جودة المنتجات أو الخدمات المنتجة تقل كلما قلت درجة كفاءة تشغيل الماكينة بسبب تقدمها في العمر وينعكس ذلك على سعر البيع لتلك المنتجات إذ سيكون سعر بيع المنتجات المنخفضة المفردة أقل من سعر نظيرتها ذات الجودة العالية، وبذلك سيشكل هذا الفرق في السعر كلفة تتحملها المنشأة بسبب تشغيل تلك الآلة. ويدخل ضمن هذا البند من التكاليف تلك المنتجات التي تم رفضها بسبب مخالفتها للمواصفات والمعايير المحددة بسبب انخفاض جودتها كما يدخل ضمن هذه الكلفة الخامات التي يتم فقدها نتيجة لزيادة العادم وذلك بسبب عدم كفاءة



الماكنة وعدم ضبطها والسيطرة عليها كاملة بسبب كبرها في السن حيث لايمكن تحقيق ذلك.

#### 4- الإحلال باستخدام المخططات الشبكية:

يُعد أسلوب المخططات الشبكية من الأساليب الحديثة والكفوءة المتطورة لتخطيط وتحليل والسيطرة على المشاريع الصغيرة والضخمة،الهدف من استخدامها هو تقليل وقت إنهاء المشروع وتحديد أفضل استخدام للموارد مثل العمال والمكائن ورأس المال...الخ عن طريق مناقلتها من مكان إلى آخر من بداية المشروع إلى مرحلة الانتهاء من تنفيذه،وكذلك تقليل الكلفة الكلية لفعاليات المشروع. قد تساعد المخططات الشبكية على تحديد أفضل فترة استخدام لأي مآكنة أو معدة إنتاجية بتطبيق نماذج الإحلال وأعتماداً على أسلوب المسار الأقصر (Shortest Path) (Yeh,1990,494).

المبحث الثالثالجانب العملي:

1- الإحلال في ظل تكاليف التشغيل: - تم تطبيق هذا الأنموذج في ورشة الخراطة لقسم الميكانيك وهي أحد أهم الورش بالنسبة للقسم والمعهد ككل، إذ تم اختيار خمسة مكائن خراطة من هذه الورشة لتحديد سياسة الإحلال المثلى التي سوف تقلل من الكلفة الكلية لتشغيل هذه المكائن الخمس على طول فترة التشغيل. وسيتم التعامل مع هذه المكائن بنفس ترميزها الموجود في الورشة (أسم الماكينة) (A,C,F,G,H). وفقاً لهذا الأنموذج من الإحلال فإن المعلومات المطلوبة (سعر كل ماكينة ولل سنوات من 2009 ولغاية 2014، وتكاليف التشغيل والصيانة السنوية وسعر الماكينة في نهاية كل سنة وتم الحصول عليها من الوثائق التكنولوجية الخاصة بها).

## 1- ماكينة الخراطة (A): جدول (2) الخاص بماكنة الخراطة (A)

السنة	2009	2010	2011	2012	2013	2014
كافة التشغيل والصيانة السنوية	300000	400000	500000	700000	900000	1100000
سعر الماكينة في نهاية كل سنة	1200000	750000	500000	400000	200000	200000

علماً أن سعر الماكينة الأصلي (2000000) دينار

وتم إيجاد متوسط التكاليف الكلية للماكينة وكما في جدول (3)

## جدول (3) حساب متوسط التكاليف الكلية للماكنة (A)

متوسط الكلفة الكلية	الكلفة الكلية التراكمية	كلفة التشغيل والصيانة	النقص في سعر الماكنة	السنة
1100000/1= 1100000	300000+800000 =1100000	300000	2000000- 1200000=800000	2009
1950000/2 =975000	1250000+700000 =1950000	300000+400000 =700000	2000000-750000 =1250000	2010
2700000/3 =900000	1500000+1200000 =2700000	700000+500000 =1200000	2000000-500000 =1500000	2011
3500000/4 =875000	1600000+1900000 =3500000	1200000+700000 =1900000	2000000-400000 =1600000	2012
4600000/5 =920000	1800000+2800000 =4600000	1900000+900000 =2800000	2000000-200000 =1800000	2013
5700000/6 =950000	1800000+3900000 =5700000	2800000+1100000 =3900000	2000000-200000 =1800000	2014

يتضح من الجدول (3) أن متوسط التكاليف الكلية يبدأ بالتناقص من نهاية سنة 2009 حتى يصل إلى أقل قيمة له في نهاية سنة 2012، لذلك فإن قرار الإحلال الأمثل للماكنة (A) يجب أن يتم في نهاية سنة 2012.

## 2- ماكنة الخراطة (C) :- جدول (4) الخاص بماكنة الخراطة (C)

السنة	2009	2010	2011	2012	2013	2014
كافة التشغيل والصيانة السنوية	500000	600000	700000	800000	1100000	2000000
سعر الماكنة في نهاية كل سنة	2100000	950000	600000	500000	250000	250000

علماً أن سعر الماكينة الأصلي (3000000) دينار.

وتم إيجاد متوسط التكاليف الكلية للماكينة وكما في جدول (5)

متوسط الكلفة الكلية	الكلفة الكلية التراكمية	كلفة التشغيل والصيانة	النقص في سعر الماكينة	السنة
1400000/1 =1400000	900000+500000 =1400000	500000	3000000- 2100000 =900000	2009
3150000/2 =1575000	2050000+1100000 =3150000	500000+600000 =1100000	3000000- 950000 =2050000	2010
4200000/3 =1400000	2400000+1800000 =4200000	1100000+700000 =1800000	3000000- 600000 =2400000	2011
5100000/4 =1275000	5100000	1800000+800000 =2600000	3000000- 500000 =2500000	2012
6450000/5 =1290000	6450000	2600000+1100000 =3700000	3000000- 250000 =2750000	2013
8450000/6 =1408333.33	8450000	3700000+2000000 =5700000	3000000- 250000 =2750000	2014

بناءً على الجدول (5) وبغية الاستفادة فترة أطول من الماكينة فأن قرار الإحلال

الأمثل يجب أن يكون في نهاية سنة 2010 للماكينة (C).

## 3- ماكينة الخراطة (F): جدول (6) الخاص بماكينة الخراطة (F)

السنة	2009	2010	2011	2012	2013	2014
كافة التشغيل والصيانة السنوية	350000	400000	450000	700000	1000000	1200000
سعر الماكينة في نهاية كل سنة	1400000	800000	650000	500000	300000	300000

علماً أن سعر الماكينة الأصلي (2750000) دينار

وتم إيجاد متوسط التكاليف الكلية للماكينة وكما في جدول (7)

السنة	النقص في سعر الماكينة	كافة التشغيل والصيانة	الكلفة الكلية التراكمية	متوسط الكلفة الكلية
2009	2750000-1400000 =1350000	350000	1350000+350000 =1700000	1700000/1 =1700000
2010	2750000-800000 =1950000	350000+400000 =750000	2700000	2700000/2 =1350000
2011	3750000-650000 =3100000	750000+450000 =1200000	4300000	4300000/3 =1433333.33
2012	2750000-500000 =2250000	1200000+700000 =1900000	4150000	4150000/4 =1037500
2013	2750000-300000 =2450000	1900000+1000000 =2900000	5350000	5350000/5 =1070000
2014	2750000-300000 =2450000	2900000+1200000 =4100000	6550000	6550000/6 =1091666.67

بناءً على الجدول (7) وبغية الاستفادة فترة أطول من الماكينة فأن قرار الإحلال الأمثل يجب أن يكون في نهاية سنة 2013 للماكينة (F).

4- ماكينة الخراطة (G): جدول (8) الخاص بماكينة الخراطة (G)

السنة	2009	2010	2011	2012	2013	2014
كلفة التشغيل والصيانة السنوية	700000	800000	900000	1100000	1300000	1500000
سعر الماكينة في نهاية كل سنة	1600000	1150000	900000	800000	600000	600000

علماً أن سعر الماكينة الأصلي (3200000) دينار

وتم إيجاد متوسط التكاليف الكلية للماكينة وكما في جدول (9)

السنة	النقص في سعر الماكينة	كلفة التشغيل والصيانة	الكلفة الكلية التراكمية	متوسط الكلفة الكلية
2009	3200000-1600000 =1600000	700000	2300000	2300000
2010	3200000-1150000 =2050000	700000+800000 =1500000	3550000	1775000
2011	3200000-900000 =2300000	1500000+900000 =2400000	4700000	1566666
2012	3200000-800000 =2400000	2400000+1100000 =3500000	5900000	1475000
2013	3200000-600000 =2600000	3500000+1300000 =4800000	7400000	1480000
2014	3200000-600000 =2600000	4800000+1500000 =6300000	8900000	1483333

بناءً على الجدول (9) فإن قرار الإحلال الأمثل يجب أن يكون في نهاية سنة 2012 للماكنة (G).

5- ماكنة الخرطة (H): جدول (10) الخاص بماكنة الخرطة (H)

السنة	2009	2010	2011	2012	2013	2014
كلفة التشغيل والصيانة السنوية	800000	900000	1000000	1200000	1400000	1600000
سعر الماكنة في نهاية كل سنة	1700000	1250000	1000000	900000	700000	700000

علماً أن سعر الماكنة الأصلي (2000000) دينار

وتم إيجاد متوسط التكاليف الكلية للماكينة وكما في جدول (11)

متوسط الكلفة الكلية	الكلفة الكلية التراكمية	كلفة التشغيل والصيانة	النقص في سعر الماكينة	السنة
1100000	1100000	800000	2000000- 1700000 =300000	2009
1225000	2450000	800000+900000 =1700000	200000- 1250000 =750000	2010
1233333	3700000	1700000+1000000 =2700000	2000000- 1000000 =1000000	2011
1250000	5000000	2700000+1200000 =3900000	2000000- 900000 =1100000	2012
1320000	6600000	3900000+1400000 =5300000	2000000- 700000 =1300000	2013
1366666	8200000	5300000+1600000 =6900000	2000000- 700000 =1300000	2014

بناءً على الجدول (11) فإن قرار الإحلال الأمثل يجب أن يكون في نهاية سنة 2010 للماكينة (H).

2- الإحلال في ظل قياس جودة المنتجات:

إن درجة جودة المنتجات أو الخدمات المنتجة تقل كلما قلت درجة كفاءة تشغيل الماكينة بسبب تقدمها في العمر وتم تطبيق هذا الأنموذج على (ماكينة قطع الحديد في ورشة اللحام، وماكينة قطع الخشب في ورشة النجارة).



## أ- ماكينة قطع الحديد في ورشة اللحام

جدول (12) البيانات المتعلقة بماكنة قطع الحديد في ورشة اللحام

السنة	2008	2009	2010	2011	2012	2013
ك.تراكمية	0	0	500000	100000	150000	250000
ك.تراكمية بسبب الجودة	0	250000	500000	750000	1000000	1250000
بسبب التقادم	500000	1000000	1500000	2000000	2500000	3000000
النقص في سعر الماكينة	250000	350000	450000	500000	600000	650000

ملاحظة: الخسارة بسبب الجودة تُقدر بـ (250000) وحدة سنوياً ابتداءً من سنة 2009 السنة الثانية والاندثار (500000) وحدة اعتباراً من سنة 2008.

جدول (13)

السنة	النقص في سعر الماكينة	ك.تراكمية	ك.تراكمية بسبب الجودة	بسبب التقادم	الكلفة الكلية التراكمية	متوسط الكلفة الكلية
2008	250000	0	0	500000	300000	300000
2009	350000	0	250000	1000000	700000	350000
2010	450000	500000	500000	1500000	2950000	983.333
2011	500000	100000	750000	2000000	3350000	837500
2012	600000	150000	1000000	2500000	4250000	850000
2013	650000	250000	1250000	3000000	5200000	866666

يتضح من الجدول أعلاه إن بداية سنة 2010 هي العمر الأمثل للإحلال.

ب- ماكنة قطع الخشب في ورشة النجارة:

جدول (14) البيانات المتعلقة بماكنة قطع الخشب في ورشة النجارة

السنة	2008	2009	2010	2011	2012	2013
ك. تراكمية	0	0	200000	400000	500000	600000
ك. تراكمية بسبب الجودة	0	0	250000	500000	750000	1000000
بسبب التقادم	50000	100000	150000	200000	250000	300000
النقص في سعر الماكينة	25000	350000	450000	500000	600000	650000

ملاحظة: الخسارة بسبب الجودة تُقدر بـ (250000) وحدة سنوياً ابتداءً من السنة

الثالثة والاندثار (500000) وحدة اعتباراً من سنة 2008.

جدول (15)

متوسط الكلفة الكلية	الكلفة الكلية التراكمية	بسبب التقادم	ك.تراكمية بسبب الجودة	ك.تراكمية	النقص في سعر الماكنة	السنة
30000 0	300000	500000	0	0	25000 0	200 8
67500 0	135000 0	100000 0	0	0	35000 0	200 9
80000 0	240000 0	150000 0	250000	200000	45000 0	201 0
85000 0	340000 0	200000 0	500000	400000	50000 0	201 1
87000 0	435000 0	250000 0	750000	500000	60000 0	201 2
87500 0	525000 0	300000 0	100000 0	600000	65000 0	201 3

يتضح من الجدول أعلاه إن بداية سنة 2010 هي العمر الأمثل للإحلال.

### 3- الإحلال في ظل التقادم:

تُعد كلفة التقادم تلك الخسارة التي قد تنشأ بسبب تقادم المنتجات أو الخدمات المنتجة بواسطة الماكنة. وتم تطبيق هذا الأنموذج على ماكنة التفريز، وماكنة صب القوالب في ورشة الخراطة و جدول (15) يوضح البيانات المتعلقة بماكنة التفريز.

جدول (16) البيانات المتعلقة بماكنة التفريز في ورشة الخراطة

السنة	2008	2009	2010	2011	2012	2013
ك. تشغيل	300000	80000	130000	180000	230000	280000
سعر الماكنة في نهاية السنة	0	0	0	0	0	0

علمًا إن كلفة الشراء (7000000) و جدول (17) يوضح متوسط التكاليف الكلية.

جدول (17) متوسط التكاليف الكلية

السنة	النقص في سعر الماكنة	ك. التشغيل التراكمية	الكلفة الكلية	متوسط الكلفة الكلية
2008	7000000	300000	7300000	7300000
2009	7000000	380000	7380000	3690000
2010	7000000	510000	7510000	2503333.33
2011	7000000	690000	7690000	1922500
2012	7000000	820000	7820000	1564000
2013	7000000	1100000	8100000	1350000

من الجدول أعلاه يتضح إن أقل متوسط تكاليف كلية هو عند نهاية السنة السادسة لذلك سيكون الإحلال في نهاية سنة 2013.

جدول (18) البيانات المتعلقة بماكنة صب القوالب في ورشة الخرابة

السنة	2008	2009	2010	2011	2012	2013
ك. تشغيل	200000	90000	150000	180000	240000	300000
سعر الماكنة في نهاية السنة	0	0	0	0	0	0

علماً إن كلفة الشراء (7000000) و جدول (19) يوضح متوسط التكاليف الكلية.

جدول (19) متوسط التكاليف الكلية

السنة	النقص في سعر الماكنة	ك. التشغيل التراكمية	الكلفة الكلية	متوسط الكلفة الكلية
2008	7000000	200000	7200000	7200000
2009	7000000	290000	7290000	3645000
2010	7000000	440000	7440000	2480000
2011	7000000	620000	7620000	1905000
2012	7000000	860000	7860000	1572000
2013	7000000	1160000	8160000	1360000

من الجدول أعلاه يتضح إن أقل متوسط تكاليف كلية هو عند نهاية السنة السادسة لذلك سيكون الإحلال في نهاية سنة 2013.

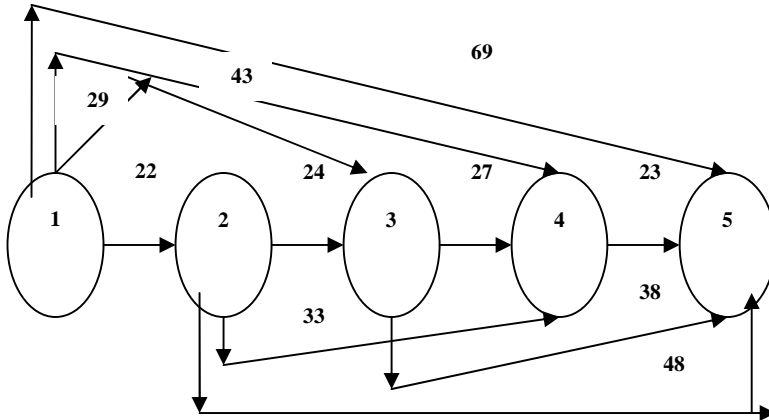
## 4- الإحلال باستخدام المخططات الشبكية:

تم تطبيق هذا النوع من الإحلال على الماكينة الجامعة في ورشة الخراطة والجدول أدناه يوضح المسارات لهذه الماكينة للسنوات (2009-2012) وجدول (20) يوضح تكاليف التشغيل والصيانة الصافية المقدرة لهذه السنوات.

جدول (20) مسارات الماكينة الجامعة

السنة	1	2	3	4	5
2008	-	22	29	43	69
2009	-	-	24	33	48
2010	-	-	-	27	38
2011	-	-	-	-	23

شكل (2) شبكة العمل الخاصة بالماكينة الجامعة



والخطوات التالية توضح حساب أقصر مسار.

المسار الأول

$$1 \text{----} 2 \text{----} 3 \text{----} 4 \text{----} 5 = 22 + 24 + 27 + 23 = 96$$

المسار الثاني

$$1\text{----}3\text{----}4\text{----}5 = 29+27+23 = 79$$

المسار الثالث

$$1\text{----}4\text{----}5 = 43+23=66$$

المسار الرابع

$$1\text{----}5=69$$

المسار الخامس

$$1\text{----}2\text{----}5 = 22+48=70$$

المسار السادس

$$1\text{----}2\text{----}4\text{----}5=22+33+23 = 78$$

المسار السابع

$$1\text{----}2\text{----}3\text{----}5 = 22+24+38 = 84$$

المسار الثامن

$$1\text{----}3\text{----}5 = 29+38=67$$

يتضح إن اقصر مسار من بين المسارات هو المسار الثالث (ويساوي 66) وهذا يشير إلى استخدام الماكنة لثلاث سنوات فقط لان المسار 1----4----5 أي (4-3=1) ومن ثم استبدالها أي تستبدل في بداية سنة 2012.

## المبحث الرابع

### الاستنتاجات والتوصيات:

#### أولاً: الاستنتاجات: -

- 1- تم جلب مكائن جديدة (ماكنتين فقط) تتعلق بالتفريز والتي تسمى بالمتحدي والتي تعمل وفق برمجة متقدمة (CAD-CAM)، لكن العمل عليها يتطلب مهارة ومعرفة تامة بإمكانيات برنامج التصميم والتصنيع بمساعدة الحاسوب (Computer Aided Design) (Computer Aided Manufacturing). لذلك يتوجب إدخال العاملين عليها دورات تدريبية لغرض إتقان برمجتها والعمل عليها.
- 2- تشكل لجان الصيانة في حالة وقوع العطل ولا توجد صيانة وقائية، بل يقوم بذلك الفني المسؤول عن إعطاء المحاضرات العملية على هذه الماكنة بالقيام بصيانتها وفق إمكاناته الفردية وهذا غير كافي، إضافة إلى عدم تثبيت كلف التشغيل والصيانة شهرياً لكل ماكنة. لان الجميع منشغل بإعطاء المحاضرات.
- 3- وضع المكائن العاطلة تماماً جانباً في نفس الورشة وعدم الاستفادة منها كمعدات احتياطية أو بيعها كسكراب.
- 4- بناءً على نتائج البحث فإن أغلب المكائن تحتاج إلى استبدال لظول عمرها التشغيلي.



**ثانياً: التوصيات :-**

- 1- الاهتمام بالصيانة الوقائية والصيانة العلاجية وتشكيل لجان متخصصة للإشراف والقيام بصيانة المكائن في كل ورش القسم،لما له من تأثير كبير على استمرارية عمل هذه المكائن لحين موعد استبدالها..
- 2- توثيق جميع البيانات الرقمية المتعلقة بكلف الصيانة والتشغيل وسعر البيع وسعر الشراء لكل سنة مفصلاً ولجميع مكائن الورش كي يتسنى بسهولة عمل دراسة واقعية والتمكن من تحديد أوقات استبدال تلك المكائن.
- 3- على الإدارة دعم ومساندة هذه اللجان مادياً ومعنوياً للتمكن من أداء عملها بالشكل المطلوب.

المصادرأولاً: العربية:-

- 1- البدران،خلود عبد الأمير،رسالة ماجستير بعنوان"تصميم برنامج الصيانة الوقائية-دراسة حالة في مستشفى بغداد التعليمي لبعض الأجهزة الطبية،2001.
- 2- النعيمي،محمد عبد العال وآخرون،مقدمة في بحوث العمليات،1999.
- 3- الهيتي ورشيد،استخدام النماذج الكمية في استبدال المعدات الإنتاجية:مجلة التقني:هيئة المعاهد الفنية:البحوث الإدارية والتقنية:العدد(19):1994،(232).

ثانياً: الأجنبية:-

- [1] M. Gururajan, B. Srinivasan, A complex two-unit system with random breakdown of repair facility, Microelectronic Reliability 35(2) (1995) 299–302.
- [2] E.P.C. Kao, M.S. Smith, Computational approximations of renewal process relating to a warranty problem: The case of phasetypelifetimes, European Journal of Operational Research 90 (1996) 156–170.
- [3] C.T. Lam, R.H. Yeh, Optimal maintenance policies for deteriorating systems under various maintenance strategies, IEEE Transactions on Reliability 43 (1994) 423–430.
- [4] H. Mine, H. Kawai, An optimal inspection and replacement policy for a deteriorating system, Journal of the Operations Research Society of Japan 25 (1982) 1–15.
- [5] M.F. Neuts, Matrix Geometric Solutions in Stochastic Models. An Algorithmic Approach, John Hopkins University Press, 1981.
- [6] M.F. Neuts, K.S. Meier, On the use of phase time distributions in reliability modelling of systems with two components, O.R.Spektrum 2 (1981) 227–234.

- 
- [7] M.F. Neuts, R. Pe´rez-Oco´n, I. Torres-Castro, Repairable models with operating and repair times governed by phase type distributions, *Advances in Applied Probability* 32 (2000) 468–479.
- [8] M. Ohnishi, H. Kawai, H. Mine, An optimal inspection and replacement policy for a deteriorating system, *Journal of Applied Probability* 23 (1986) 973–988.
- [9] R. Pe´rez-Oco´n, I. Torres-Castro, A reliability semi-Markov model involving geometric processes, *Applied Stochastic Models in Business and Industry* 18 (2002) 157–170.
- [10] S.M. Ross, *Stochastic Processes*, Wiley, New York, 1983.
- [11] F.A. Van der Duyn Schouten, P. Wartenhorst, Transient analysis of a two-unit standby system with Markovian degrading units, *Management Science* 40 (3) (1994) 418–428.
- [12] L. Yeh, A repair replacement model, *Advances in Applied Probability* 22 (1990) 494–497.