تنمية الرافدين ٨٧ (٢٩) ٢٠٠٧
ص ص [٥٧-٧٤]

# تصميم برنامج لقياس فاعلية المعدة العامة بالتطبيق في معمل الألبسة الولادية في الموصل

**ثائر أحمد سعدون السمان**
أستاذ مساعد - قسم الإدارة الصناعية
كلية الإدارة والاقتصاد - جامعة الموصل

**رياض جميل وهاب الداؤودي**
مدرس مساعد - قسم الإدارة الصناعية كلية الإدارة والاقتصاد - جامعة الموصل
riadjameel1977@yahoo.com

## المستخلص

**يهدف البحث إلى التعريف بمقياس فاعلية المعدة العامة لمكائن المعمل ومعداته وكيفية تطبيقها، اذ إن القدرة على الإستخدام الأفضل للمكائن والمعدات من خلال تبني برنامج الصيانة المنتجة الشاملة تعمل على تحقيق أعلى نسبة استخدام لها من دون الحاجة إلى استثمارات إضافية في المكائن والمعدات، اذ الصيانة المنتجة الشاملة (Total Productive Maintenance) تسعى من أجل القضاء على ما يسمى بـ "الخسائر الست الكبيرة" التي تحدث في العملية الإنتاجية وتضم (العطلات، التهيئة والتعديل، العاطل والتوقفات الصغيرة، وسرعة التشغيل المنخفضة، التالف والعمل المعاد، وخسائر بدء التشغيل) والبحث الحالي محاولة لقياس نجاح برنامج الصيانة المنتجة الشاملة من خلال اعتماد المقياس المسمى بـ " فاعلية المعدة العامة" الذي يؤشر مدى التخفيض أو التدني في هذه الخسائر الست المتعلقة بالمكائن والمعدات. وقد تم تصميم برنامج على الحاسوب لتطبيق مقياس فاعلية المعدة العامة.**

# Designing Program for Measuring Overall Equipment Effectiveness By Applying on Children Wear Factory in Mosul

**Thaeir A. S. Al Samman**
Assistant Professor
Department Industrial Management
University of Mosul

**Riyadh J. W. Al Dawoodi**
Assistant Lecturer
Department Industrial Management
University of Mosul

## Abstract

The current research aims at explaining the standard of overall equipment effectiveness and the way of application. The ability of better utilization of machines and equipments through adopting (Total Productive Maintenance Program) may work for achieving a high percentage utilization of it without need to the additional investments of machines and equipments, where TPM seeks to eliminate what is called “Six Big Losses” that may co occurred in the production process (breakdowns, setup and adjustment, Idling & minor stoppages, reduced operating speed, scrap and rework, and startup losses). So, this paper is an attempt to measure the success of Total Productive Maintenance programs through modeling a standard called “Overall Equipment Effectiveness” that indicating the amount

تاريخ التسلم ٢٠٠٦/٤/٢٥ _____ تاريخ قبول النشر ٢٠٠٦/١٠/١٧

of reduction or minimizing the six big losses associated with machines and equipments. Therefore, a program on computers has been designed in order to apply the standard of "OEE".

**المقدمة**

تسعى الشركات غالباً نحو تحقيق أفضل كفاءة وفاعلية ومستوى أداء كي تثبت تفوقها وتميزها على المنافسين، لأن الوصول إلى أعلى مستوى كفاءة أداء تنعكس إيجاباً على خفض التكاليف في أكثر المجالات، وتحسين الجودة، وسرعة الإيفاء بالطلبات وبالمواعيد المحددة، والقدرة على التغيير إزاء التقلبات في حاجات السوق. عليه لابد أن يكون هناك مقياس دقيق يقيس بشكل مستمر مستوى كفاءة المصنع بهدف كشف وتشخيص الانحرافات ونقاط الضعف في مراحل العملية الإنتاجية ومعالجتها وتحسين أداء الشركة نحو الأفضل، وقد ثبت تجريبياً أن المقياس الأفضل لقياس سرعة المكائن والمعدات وتحديد الإخفاقات هو المقياس المسمى بـ "فاعلية المعدة العامة" وإذا كان هدفنا التحسين فعلينا اعتماد هذا المقياس. وفاعلية المعدة العامة هو الممارسة الأفضل لمتابعة وتحسين كفاءة عمليات التصنيع، وتستعمل بشكل رئيس في برنامج الصيانة المنتجة الشاملة، بوساطة تقديمه الإطار العام لقياس كفاءة الإنتاج.

**مشكلة البحث**

عدم القدرة على قياس كفاءة أداء المصنع (سرعة المكائن والمعدات) بدقة أو عدم وجود مقياس لسرعة تشغيل المصنع بدقة، ومدى استغلال مكائن المصنع ومعداته.

**أهمية البحث**

إيجاد مقياس دقيق لقياس فاعلية مكائن المصنع ومعداته ، وتحديد نقاط الضعف في المكائن والمعدات وكشفها.

**أهداف البحث**

القضاء على جميع أنواع الخسائر الناتجة بسبب المكائن والمعدات والأفراد والمواد من خلال معرفة أصل السبب باستخدام المقياس "فاعلية المعدة العامة".

**فرضية البحث**

إن عدم الاهتمام بصيانة المكائن والمعدات يسبب حدوث العطلات والتوقفات الكبيرة جداً، وهناك عدم استغلال واضح لكثير من المكائن والمعدات وانخفاض الكفاءة الإنتاجية للعديد منها وعدم تحقيق الاستثمار الامثل لها، ولذا فإن "اعتماد مقياس فاعلية المعدة العامة لقياس مستوى كفاءة أداء المصنع تكشف نقاط الضعف في سير العملية الإنتاجية، وتعمل على تحسين أداء المكائن والمعدات في المصنع".

**عينة البحث وأساليب جمع البيانات**

تم اختيار الشركة العامة لصناعة الألبسة الجاهزة عينة لقياس فاعلية المعدة العامة لمكائن ومعدات خطوطه الإنتاجية لمعرفة مدى فاعلية نظام الصيانة في العينة قيد البحث، وقد وقع الاختيار على هذه العينة للأسباب الآتية :

- كونه من المعامل الخصبة لإجراء البحوث ويقوم بإنتاج العديد من المنتجات.
- احتواء المعمل على العديد من الخطوط الإنتاجية ومن ثم مقارنة النتيجة لفاعلية المعدة العامة لكل خط مع نتائج الخطوط الأخرى لتحديد الخط الأفضل، فضلاً عن تحديد الأسباب التي أدت إلى انخفاض معدل فاعلية المعدة للخطوط الأخرى.
- مواكبة المعمل للمفاهيم والمداخل الحديثة، إذ كان المعمل قيد التأهيل للحصول على شهادة الجودة ISO9000 ولازال يسعى للحصول عليها.

تمت تغطية الجانب النظري بالاعتماد على الأدبيات المتوافرة في المكتبة من الكتب والرسائل والمجلات الدورية، فضلاً عن شبكة المعلومات الدولية (الانترنيت). أما في الجانب العملي فقد تم الاعتماد على أسلوب المقابلات الشخصية للحصول على البيانات الكمية المطلوبة لتطبيق "مقياس فاعلية المعدة العامة" للمكائن الموجودة في خطوط المعمل، اذ تمت المقابلة الشخصية مع مديرة الإنتاج ومسؤولي أقسام التكنولوجيا – التصميم، والصيانة، والسيطرة النوعية، والتخطيط ومدير قسم التفتيش الهندسي لأجل الحصول على البيانات المطلوبة. فضلاً عن ملاحظة سير العمل ميدانياً خلال العام ٢٠٠٥.

## ماهية فاعلية المعدة العامة

### أولاً- مفهوم فاعلية المعدة العامة وأهميته

طبقاً لـ Nakajima فإن الصيانة المنتجة الشاملة تعتمد على ثلاثة مفاهيم مترابطة:

١. تعظيم فاعلية المعدة العامة.
٢. الصيانة الذاتية من قبل المشغل.
٣. أنشطة المجموعة الصغيرة.

وضمن هذا الإطار فإن فاعلية المعدة العامة يمكن أن ترى على أنها مزيج من الإنتاج، الصيانة، إدارة معدات المصنع، والموارد البشرية والمعلوماتية.

وبما أن فشل المعدة والأسباب المؤدية إلى خسائر الإنتاج هي غير مفهومة بشكل كامل، فضلاً عن عدم توزيع أو نشر إجراءات الصيانة المنتجة الشاملة بشكل مثالي لحل المشاكل الكبيرة أو منع تدهور الأداء، فإن خسائر الإنتاج الى جانب التكاليف المخفية المباشرة الأخرى يشكل نسبة عالية من تكاليف الإنتاج الإجمالي، لذلك أقترح Nakajima أن فاعلية المعدة العامة هو "المقياس الذي يحاول كشف التكاليف المخفية"، وأضاف أن معظم التطبيق الفاعل لفاعلية المعدة العامة بوساطة فرق العمل مقرونة بتطبيق أدوات رقابة الجودة الأساسية مثل مخطط باريتو ومخطط السبب والنتيجة (Chotalia Umesh, 2004, 56-57).

ويــشير Hamacher بأنـــه "الأســلوب الممتــاز والمفيــد لمتابعـــة التطـــورات والتحسينات فـي برنـامج الـصيانة المنتجـة الـشاملة، وتقدم الأداة لتقييم عمليـة الإنتـاج بوساطة قياس الاستغلال الفاعل للموجودات الرأسمالية" (Hamacher,1996,142).

كما عرف بأنه "المقياس الذي يبين نسبة كمية الإنتاج الفعلية إلـى كميـة الإنتـاج المخططة" http://www.kcts.com.

وتتركز أهمية فاعلية المعدة العامة في أن عدداً مـن الشركات أدركـت أن لأداء المعدة والعملية دوراً هاماً في نتائج خط التشغيل، عليه انتقلوا أو تحولوا إلى المقياس الذي يوجه الصيانة المنتجة الشاملة والمسمى " فاعلية المعدة العامة " الذي لا يشمل فقط الجاهزية، وإنما يشمل أيضا معدل الأداء ومعدل الجودة. بتعبير آخر، فإن فاعلية المعدة العامـة تحـدد أو تـشخص الخـسائر كافـة التـي تحـدث بـسبب المعـدة، اذ إن عـدم جاهزيـة الماكنـة عنـد الحاجـة تنـتج عنـه خـسائر العطـلات، والتهيئـة والتعديل. وعـدم تـشغيل الماكنـة عنـد المعـدل الامثـل ينـتج عنـه خـسائر الـسرعة المنخفضـة، والعاطـل والتوقفـات الـصغيرة. وعـدم تـصنيع المنتجـات بـالجودة مـن المـرة الأولـى ينـتج عنـه خسائر التالف والعمل المعاد، وخسائر بدء التشغيل.

إذن الهدف الرئيس للصيانة المنتجة الشاملة هو تعظيم فاعلية المعدة العامة من خلال إزالة أو تدنية الخسائر كافة http://www.plant-maintenance.com .

كما أن فاعلية المعدة العامة مقياس يمكن أن تطبق عند مستويات عديدة مختلفة ضمن بيئة التصنيع (Chotalia Umesh, 2004,58) :

**الأول**: يمكن أن تستعمل إنموذجاً مقارناً لقياس الأداء الأولي للمصنع الإنتاجي بكامله، في هذه الحال مقياس فاعليـة المعـدة العامـة الأولـي يمكـن أن يقـارن مـع القيمـة المستقبلية، وبذلك يبين مستوى التحسين الحاصل.

**الثاني**: حساب قيمة فاعلية المعدة العامة لخط تصنيع واحد يستعمل للمقارنـة مـع أداء الخطوط الأخرى عبر المصنع للتركيز على أداء الخط الضعيف.

**الثالث**: إذا كانت المكائن تعمل بشكل منفرد، فـإن المقيـاس يمكـن أن يحـدد أي ماكنـة اداؤها متدنٍ، وبـذلك يؤشـر الوجهـة التـي توجـه اليهـا مـوارد الـصيانة المنتجـة الشاملة.

وبما أن فاعلية المعدة تؤثر في مستخدمي خطوط الإنتاج أكثر من أي مجموعة أخـرى، فهـذا يناسـبهم للمـساهمة أو المـشاركة فـي متابعـة فاعليـة المعـدة العامـة وفـي تخطيط وتنفيذ تحسينات المعدة لخفض فقدان الفاعلية (Joseph Turnbull,2004,6).

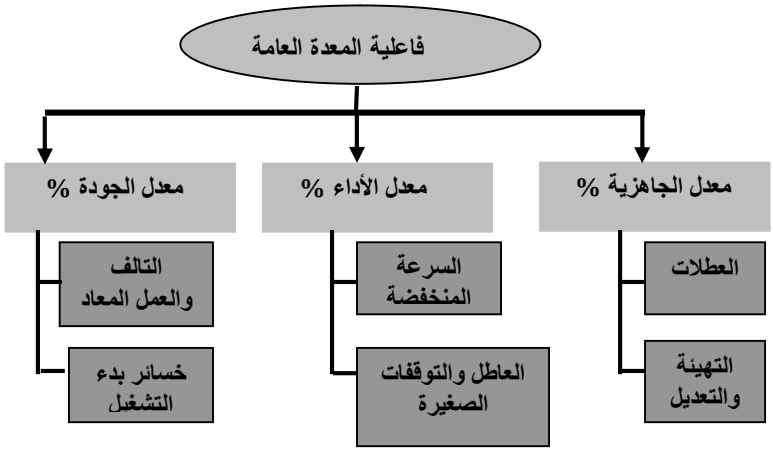
ويشير البعض الى أن الهدف من قياس فاعلية المعدة العامـة هـو التركيـز علـى إزالة أو تقليص خسائر العملية الست الكبيرة (Hamacher,1996,142).

**ثانياً- عناصر فاعلية المعدة العامة**

أحـد الأهـداف الأساسـية للـصيانة المنتجـة الـشاملة هـو تعظـيم فاعليـة المعـدة بوساطة تخفيض الضياعات في عمليات التصنيع، والعوامل الثلاثة التي تحدد فاعليـة

المعدة هي (Hamacher,1996,142): **جاهزية المعدة** Equipment Availability، **كفاءة الأداء** Performance Efficiency و**معدل الجودة** Quality Rate

ويشير آخر أن فاعلية المعدة العامة تتركب من عناصر رئيسة ثلاثة هي : الجاهزية، والأداء، والجودة. وينبغي التفكير بها بوصفه مقياساً أعلى في سلسلة المقاييس، وكما معروض في الشكل الأتي :




**الشكل ١**
**عناصر فاعلية المعدة العامة**

**Source**: Overall Equipment Effectiveness,(2004), www.kcts.com.

اذ إن :

**الجاهزية (Availability)** / نسبة وقت الجاهزية الفعلي إلى وقت الجاهزية المخططة، وتحسب من خلال العلاقة الآتية :

$$\text{الجاهزية} = \frac{\text{(متوسط الوقت بين الفشل)- (متوسط الوقت للتصليح)}}{\text{متوسط الوقت بين الفشل}}$$

وإن متوسط الوقت بين الفشل = (إجمالي وقت التشغيل)/عدد مرات الفشل

ولأن الصيغة السابقة لحساب الجاهزية تأخذ بالاعتبار فقط الوقت القصير للتصليح (مصادر وقت التوقف للتصليح) وتهمل مصادر وقت التوقف التي لايتم فيها التصليح، وبذلك فإنه يزيد حالات جاهزية المعدة الفعلي، إذن المقياس الأدق لقياس الجاهزية هو المقياس الذي يضم مصادر وقت التوقف للتصليح وعدم التصليح وبالشكل الاتي :

$$\text{الجاهزية} = \frac{\text{وقت التشغيل الفعلي}}{\text{وقت تشغيل المخطط}}$$

اذ إن :

وقت التشغيل المخطط = إجمالي وقت المصنع – وقت التوقف المخطط
وقت التشغيل الفعلي = وقت التشغيل المخطط – جميع أوقات التوقف الأخرى

ويضم وقت التوقف المخطط جميع أوقات عدم العمل المخطط : وجبات الطعام، فترات الاستراحة، الاجتماعات، الصيانة الوقائية المجدولة، والعاملون والمعدة لا يعدون عاطلين بسبب وقت التوقف غير المخطط.

أما أوقات التوقف الأخرى فهي جميع الأوقات التي يتوقف فيها المعدة : التهيئة والتعديل، العطلات، ويعد العاملين والمعدة عاطلين عن العمل خلال هذه التوقفات (Nicholas,1998,218).

أمـا **معـدل الأداء (Performance Rate)** / فهـي تعنـي نـسبة سرعة التـشغيل الفعلية للمكائن إلى سرعة التشغيل التصميمية، وتحسب من خلال الصيغة الآتية:

**معدل الأداء = معدل الكفاءة × كفاءة السرعة**

معدل الكفاءة (Efficiency Rate) / وقت الدورة[*] الفعلي أدنى أو أقل من وقت الدورة التصميمي بسبب الزخم أو نقص المادة، أو نقص خبرة العامل. وتحسب من خلال الصيغة الآتية :

$$\text{معدل الكفاءة} = \frac{\text{حجم الانتاج الفعلي} \times \text{وقت الدورة الفعلي}}{\text{وقت التشغيل الفعلي}}$$

أما كفاءة السرعة للمكائن والمعدات Speed Efficiency / فتعني أن وقت الدورة الفعلي أقل أو أدنى من وقت الدورة التصميمي، بسبب التقادم أو الاستهلاك في المعدة، وتحسب باستخدام الصيغة الآتية :

$$\text{كفاءة السرعة} = \frac{\text{وقت الدورة التصميمي}}{\text{وقت الدورة الفعلي}}$$

أحيانـاً لـصعوب ... ـت الـدورة التصميمي غير معلوم، أو لأن الماكنة تصنع أجراء مختلفة مع أوقات دورة مختلفة، تهمل كفاءة السرعة وتحسب كفاءة الأداء بالصيغة الآتية (Nicholas,1998, 221):

$$\text{كفاءة الاداء} = \frac{\text{وقت التشغيل الفعلي} - \text{وقت التوقفات}}{\text{وقت التشغيل الفعلي}}$$

$$\text{او كفاءة الاداء} = \frac{\text{وقت الدورة النظري} \times \text{حجم الانتاج}}{\text{وقت التشغيل الفعلي}}$$

---

(*) وقت دورة الإنتاج الفعلية وهي المدة الزمنية بين خروج وحدة تامة الصنع وأخرى، فهي أقصى وقت يمكن أن يقضيه المنتوج أو أحد أجزائه في كل محطة من محطات خط التجميع.

$$\text{او كفاءة الاداء} = \frac{\text{المخرجات الفعلية}}{\text{المخرجات المستهدفة}}$$

والعنصر الثالث هو **معدل الجودة Quality Rate /** قابلية المعدة لصنع المخرجات غير المعيبة أو المطابقة للمواصفات، وتحسب بالصيغة الآتية ( http:// www.plant-maintenance.com) :

$$\text{معدل الجودة} = \frac{\text{حجم الانتاج الفعلي – الوحدات المعيبة}}{\text{حجم الانتاج الفعلي}}$$

ومقياس فاعلية المعدة العامة هو ناتج عن حاصل ضرب هذه العناصر الثلاثة معاً.

إن جاهزية المعدة تتأثر بالآتي: وقت التوقف المخطط وغير المخطط، العطلات غير المتوقعة، الوقت المطلوب لتهيئة وتعديل المعدة لتلبية متطلبات المنتجات المتنوعة.

وكفاءة الأداء تنخفض بسبب الضياع مع تعطل المعدة (انتظار الأجزاء للتحميل)، ضياع الوقت نتيجة للتوقفات الصغيرة (لإجراء التعديلات الصغيرة بالمعدة)، وتدني نسبة المخرجات نتيجة تشغيل المعدة عند السرعة المنخفضة، وخسائر الأداء هذه يمكن أن تكون ناتجة عن تدني مهارة المشغل، استهلاك المعدة، أو ضعف نظم التصنيع المصممة.

أما معدل الجودة أو أسباب العيوب فهي وصول المعدة إلى نقطة استهلاك بحيث لا يمكنها دائماً إنتاج أجزاء مقبولة، ضياع الوقت، الجهد، والأجزاء الناتجة عن فترات التهيئة الطويلة أو انتظار معالم العملية الأخرى لحين الثبات أو الاستقرار (Hamacher,1996,122)

**ثالثاً- الخسائر الست الكبيرة في التصنيع**

هي ستة أنواع رئيسة من الخسائر في عملية التصنيع (Katila,2000, 21) :

١. عطلات المعدة (توقفات أكثر من ٥ دقائق).
٢. التهيئة والتعديل.
٣. العاطل والتوقفات الصغيرة (توقفات أقل من ٥ دقائق).
٤. سرعة التشغيل المنخفضة.
٥. التالف والعمل المعاد.
٦. خسائر بدء التشغيل.

والاستراتيجية الرئيسة في الصيانة المنتجة الشاملة هي تحدد وتخفي ما يسمى بالخسا الست الكبيرة، وسميت بالخسائر، لأنها تسبب فقدان فاعلية المعدة، وهذه الخسائر الست هي مجموعة في ثلاثة أصناف رئيسة هي: وقت التوقف، خسائر السرعة، وخسائر الجودة وكما موضح في الجدول الأتي :

**الجدول ١**
**الخسائر الست الكبيرة**

| صنف الخسارة | الخسائر الست الكبيرة |
|---|---|
| وقت التوقف (فقدان الجاهزية) | فشل المعدة<br>التهيئة والتعديل |
| خسائر السرعة (فقدان الأداء) | العاطل والتوقفات الصغيرة<br>سرعة العملية المنخفضة |
| خسائر المعيبات (فقدان الجودة) | التالف والعمل المعاد<br>خسائر بدء التشغيل |

**المصدر**: رياض جميل وهاب الداؤودي، متطلبات إقامة نظام الصيانة المنتجة الشاملة وأبعاد محتوى استراتيجية العمليات-العلاقة والأثر/ دراسة ميدانية في عينة من المنظمات الصناعية في الموصل، (٢٠٠٥)، رسالة ماجستير في الإدارة الصناعية، جامعة الموصل، كلية الإدارة والاقتصاد.

والمهمة الحيوية للخسائر الست الكبيرة هي فهم وقياس الإعاقات بعمليات التصنيع، التي تصنف إلى أعاقات دائمية ومتقطعة طبقاً إلى تكرار حدوثها، وكلاهما له آثار سلبية مختلفة على عملية التصنيع، لأنهم يستهلكون الموارد من دون إضافة أي قيمة إلى المنتج الأخير، وفاعلية المعدة العامة تسعى إلى تحديد هذه الخسائر، لذلك فاعلية المعدة العامة يمكن أن تعرف بـ "المدخل من الأدنى إلى الأعلى"، اذ تتكامل القوى العاملة سعياً لإنجاز فاعلية المعدة العامة بتقليص الخسائر الست الكبيرة.

أحد أهم الأهداف لبرامج الصيانة المنتجة الشاملة هو خفض و / أو تقليص ما يسمى بـ "الخسائر الست الكبيرة" أكثر الأسباب الشائعة في فقدان الكفاءة بالتصنيع.

وقد صنف Nakajima هذه الخسائر الست بالشكل الأتي (Chotalia : Umesh,2004,60-61)

١. **العطلات Breakdowns**: تصنف إلى عطلات متقطعة، وهذا النوع يكون فجائي وكبير وواضح وسهل التصليح. والثاني العطلات الدائمية "المزمنة" وتكون صغيرة لذلك فهي غالباً تهمل بعد فشل المحاولات المتكررة لمعالجتها.

ولأجل تعظيم فاعلية المعدة، فإن العطلات يجب أن تخفض إلى أدنى حد ممكن من التكرار، وهذا الهدف يتحقق بوساطة الاستبدال المسبق للأجزاء "القطع" المستهلكة أثناء الصيانة المجدولة، ودائماً تكون الكلفة أكثر فاعلية باستبدال القطع المشكوك فيها بدلاً من السماح لها بالفشل لإيقاف المعدة.

٢. **التهيئة والتعديل Set up and Adjustment**: تحدث عند الانتهاء من إنتاج الوحدة الواحدة وتهيئة وتعديل المعدة لتلبية متطلبات الوحدة الأخرى القادمة، والتهيئة يمكن أن تخفض بشكل كبير بوساطة التمييز بين أوقات التهيئة الداخلية

(العمليات التي تؤدى أثناء توقف الماكنة)، وأوقات التهيئة الخارجية (العمليات التي يمكن أن تؤدى أثناء عمل الماكنة).

٣. **سرعة التشغيل المنخفضة Reduced Operating Speed:** يحدث هذا النوع من الخسارة إذا كانت المعدة تعمل عند سرعة أدنى من سرعة التصميم الأصلية، فإنها تؤدي إلى حدوث هذا النوع من الخسارة، أو تحدث نتيجة الاستهلاك الزائد في المعدة أو نتيجة نقص ثقة المشغل بعملية التصنيع. والمحافظة على معولية المعدة وعملية التصنيع بصورة جيدة سيساعد في تدنية كل هذه المشاكل.

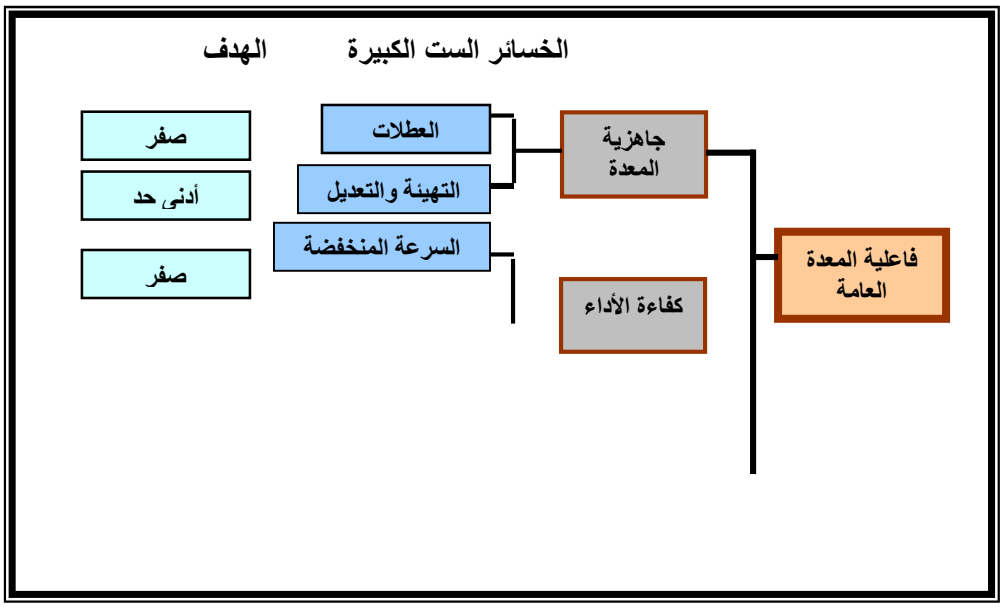
٤. **العاطل والتوقفات الصغيرة Idling and Stops Shortage:** يشير إلى الإعاقات الصغيرة في العملية، وهي تنبثق عن الحاجة لبعض التعديلات القليلة مثل ضبط الصامولة، والتأكد من الرابطات. ومعالجة التوقفات الصغيرة يتطلب تصحيح المشاكل الصغيرة مثل حشر المعدة. والفرق بين التوقفات الصغيرة والعطلات هو عادة دالة الوقت والخطورة، اذ إن العاطل والتوقفات الصغيرة يمكن أن تصحح بسرعة وفي الغالب من دون الحاجة إلى إيقاف المعدة بشكل كامل، أما العطلات فهي مرتبطة بالفشل الكبير والخطير.

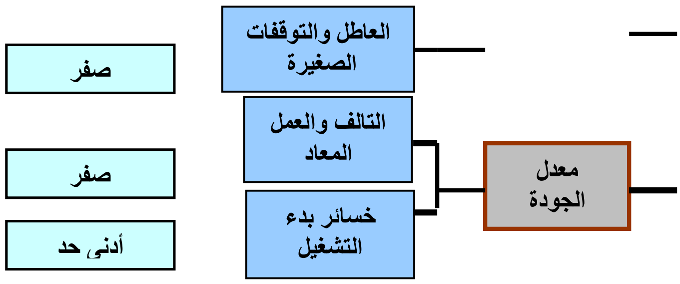
٥. **التالف والعمل المعاد Scrap and Rework:** المعيبات في المخرجات غالباً ما تتولد بسبب معيبات في العملية المرتبطة بأداء المعدة، والطريق الى تحسين الجودة في هذه الحالات هو بإزالة أصل السبب المؤدي إلى الخسارة وبتحسين المعدة. معيبات العملية وتضم كلاً من مشاكل الإنتاج المتقطعة والمستمرة (الدائمية).

٦. **خسائر بدء التشغيل Start up Losses:** تنشأ بسبب انخفاض إنتاج المنتجات التي تحدث خلال مراحل الإنتاج المبكرة، من بدء التشغيل إلى الاستقرار. فمثلاً إذا أخذ المعدة مدة طويلة إلى أن يتحقق الاستقرار فإن مقدار أكبر من المخرجات سيكون غير قابل للاستعمال، وتصنيع منتجات غير مقبولة ومخرجات منخفضة.

وخفض الوقت المطلوب لبلوغ حرارة التشغيل وسرعته ، وخفض الوقت المطلوب لمعالم المعدة لبلوغ حالته الضرورية سيخفض مقدار خسائر بدء التشغيل (Hamacher,1996, 124).

والإنموذج الأتي يعكس الخسائر الست الكبيرة ومقدار الانخفاض المستهدف في كل منها.






**الشكل ٢**
**إنموذج فاعلية المعدة العامة**

**Source** :Examining the processes of RCM and TPM. www.plant-maintenace.com.

كما يمكن أن نبين العلاقة بين خسائر العملية الست وفاعلية المعدة العامة من خلال الجدول الآتي:

**الجدول ٢**
**خسائر العملية الست وفاعلية المعدة العامة**

| خسائر العملية الست | نوع الخسارة | فاعلية المعدة العامة |
|---|---|---|
| العطلات | جاهزية المعدة | الجاهزية |
| التهيئة والتعديل | | |
| العاطل والتوقفات الصغيرة | كفاءة الأداء | الكفاءة |
| السرعة المنخفضة | | |
| معيبات العملية | معدل الجودة | الجودة<br>فاعلية المعدة العامة |
| خسائر بدء التشغيل | | |

**Source**: Hamacher, A Methodology for Implementing Total Productive Maintenance in the Commercial Aircraft Industry,(1996), Thesis master, Massachusetts Institute of Technology ,Sloan School of Management, 142.

وهذه الخسائر الست الأساسية ينبغي أن تقاس على خطوط الإنتاج والتفكير بها كمستوى أدنى في سلسلة المقاييس.

**رابعاً- تحليل فاعلية المعدة العامة وحسابها**

تبدأ فاعلية المعدة مع "وقت تشغيل المصنع" مقدار الوقت الذي يكون فيه المعدة مفتوح وجاهز للعمل (http://www.oee.com).

| وقت تشغيل المصنع |
|---|

من وقت تشغيل المصنع يطرح صنف الوقت المسمى "وقت التوقف المخطط" الذي يضم كل الأحداث التي ينبغي أن تستثنى من تحليل الكفاءة، لأنه لم يكن هناك تركيز أو اهتمام بتشغيل الإنتاج مثل فترات الغداء، الصيانة المجدولة، الاستراحات، أو فترات عدم وجود طلبات.

والوقت الجاهز المتبقي هو "وقت الإنتاج المخطط".

| وقت التوقف المخطط | وقت الإنتاج المخطط |
|---|---|

وفاعلية المعدة العامة تبدأ مع "وقت الإنتاج المخطط"، ويتم فحص أو تدقيق خسائر الكفاءة والإنتاجية التي تحدث مع هدف تخفيض أو تقليص هذه الخسائر. وهناك ثلاثة أصناف عامة من الخسارة التي تؤخذ بالاعتبار: خسائر وقت التوقف، خسائر السرعة، وخسائر الجودة.

- خسائر وقت التوقف / تضم أياً من الحوادث التي توقف الإنتاج المخطط لأطول وقت مقدر (عادةً تكون عدة دقائق) مثل: فشل المعدة، نقص المواد، وقت التغيير. والمتبقي من الوقت الجاهز تسمى "وقت التشغيل".

| خسائر وقت التوقف | وقت التشغيل |
|---|---|

- خسائر السرعة / تضم أياً من العوامل التي تسبب تشغيل العملية عند سرعة أقل من السرعة الأعلى الممكنة عند التشغيل، مثل تقادم الماكنة، المواد دون المواصفات، التوقفات القصيرة، والمشغل غير الكفوء. والمتبقي من الوقت الجاهز يسمى "صافي وقت التشغيل"

| خسائر السرعة | صافي وقت التشغيل |
|---|---|

- خسائر الجودة / عدد القطع المصنعة التي لا تلبي مواصفات الجودة، وتضم القطع التالفة والتي تحتاج إلى إعادة العمل. الوقت الباقي يسمى "الوقت المنتج بالكامل".

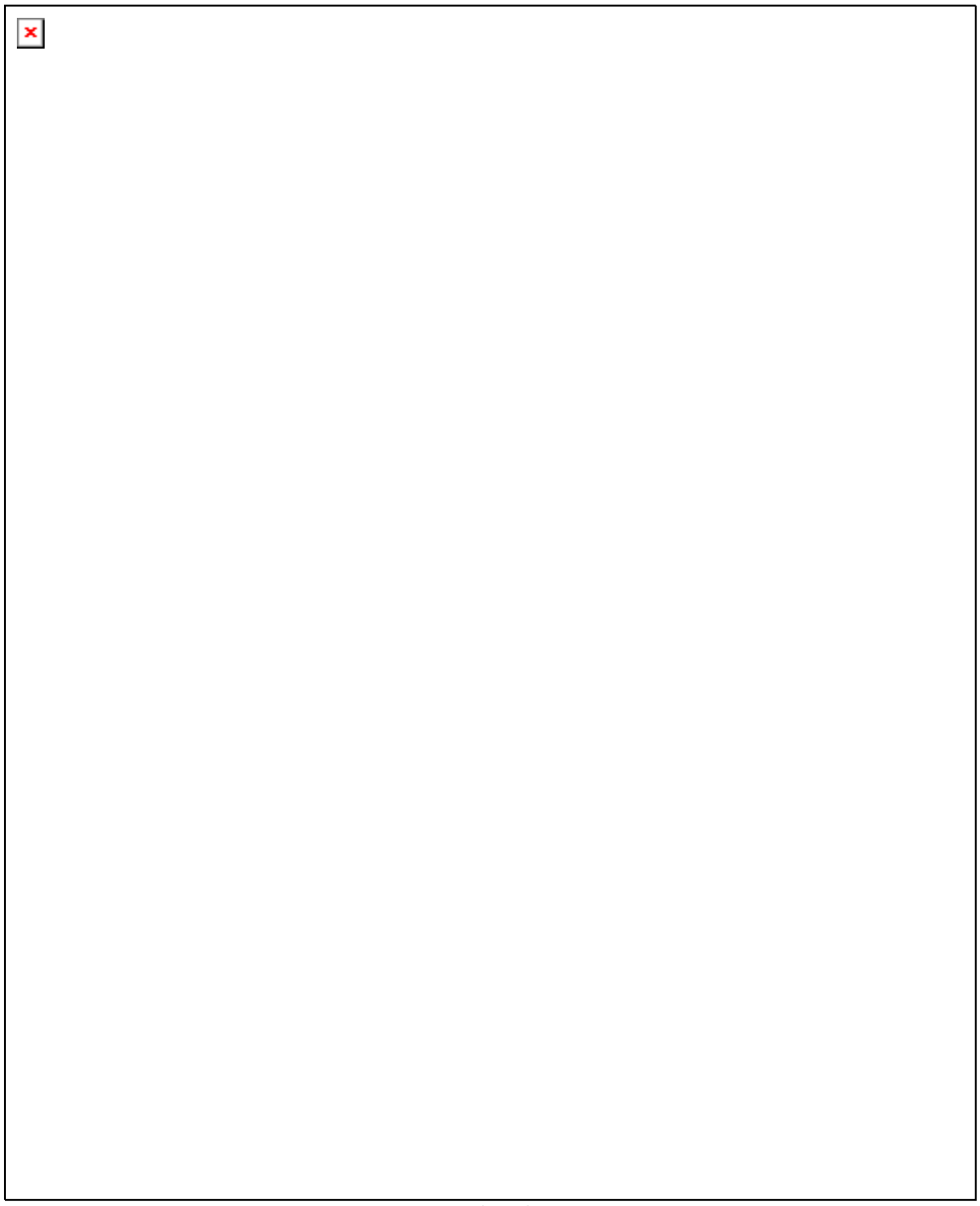
| خسائر الجودة | الوقت المنتج بالكامل |
|---|---|

والمخطط الأتي يعكس فاعلية المعدة العامة والأهداف.

**الشكل ٣**
**فاعلية المعدة العامة والأهداف**

**Source**: Chotalia, Umesh, 2004, Total Productive Maintenance and Its Implementation in A forging Industry, Thesis Master, Gujarat University, 63.

والمخطط الانسيابي الأتي يبين خطوات حساب فاعلية المعدة العامة والبيانات المطلوبة لحسابه



**الشكل ٤**
**المخطط الانسيابي لحساب فاعلية المعدة العامة**

**Source** : Chotalia , Umesh, 2004, Total Productive Maintenance and Its Implementation in A forging Industry, Thesis Master, Gujarat University.

---

## قياس فاعلية المعدة العامة من خلال تصميم برنامج لقياس فاعلية المعدة العامة

**أولاً - نبذة مختصرة عن عينة البحث**

أحد المعامل التابعة للشركة العامة للألبسة الجاهزة تأسس عام ١٩٨٨. ويتألف المعمل من ١٦ خطاً إنتاجياً ١٥ منه يعمل فعلاً وخط واحد لا يعمل لأنه يضم مكائن متخصصة ولا تظهر الحاجة إليه إلا نادراً، ويحتوي المعمل على ٨١٢ ماكنة، عدد المكائن العاملة ٤٣٢ ماكنة، و٨٣ متوقفة عن العمل بسبب التقادم ويقوم المعمل بإنتاج المنتجات الآتية: دشداشة رجالي، دشداشة نسائي، تراكسوت رجالي، تراكسوت نسائي، تراكسوت ولادي، تراكسوت بناتي، سروال رجالي، قميص رجالي، بدلة طفل، تي شيرت، حورانية، يلك صيد، يلك رجالي، بدلة رجالي. ويقع المعمل في الجنوب الغربي من مدينة الموصل وأسهم المعمل بإيجاد فرص عمل لإفراد المجتمع، اذ بلغ عدد العاملين ٣١٢٥ عاملاً.

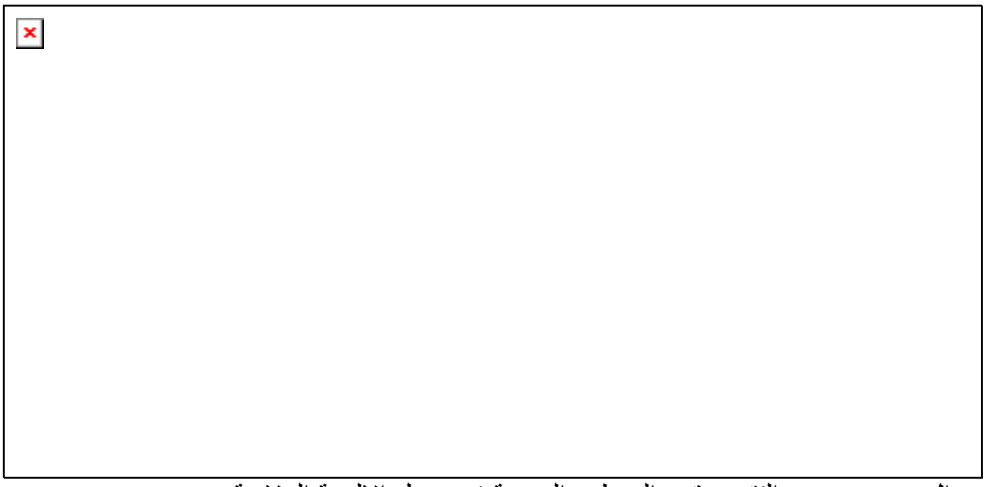
**ثانياً – تطبيق برنامج قياس فاعلية المعدة العامة بالمعمل** :

تم جمع البيانات من معمل الألبسة الولادية في الموصل لشهر تشرين الثاني ٢٠٠٥، وقد تضمنت البيانات تقارير الإنتاج اليومية، كما موضح بالجدول ٣ فضلاً عن تقارير خلاصة النسب المئوية للأخطاء المرجعة في خطوط الخياطة لشهر تشرين الثاني ٢٠٠٥ وكما موضح في الجدول ٤ الى جانب تقارير الصيانة لمدة شهر من حيث نوع الصيانة وعدد المكائن ونوعها والخط الذي تعمل فيه والشخص القائم بصيانتها والوقت المستغرق لصيانتها، وبالاعتماد على هذه التقارير والبيانات تم تحديد وقت التشغيل الكلي في المعمل من خلال حساب "عدد وجبات العمل باليوم مضروباً في عدد ساعات العمل اليومية"، مع الآخذ بنظر الاعتبار الصيانة الوقائية اليومية وتحديد جداول الصيانة المخططة، فضلاً عن تحديد عدد الوحدات المصنعة ووقت التوقف المخطط وإجمالي وقت العطلات إضافة إلى المخرجات المستهدفة والوحدات المرفوضة والوحدات المعادة للعمل، أي إعادة تصنيعها إضافة إلى تحديد وقت التهيئة والتعديل وعدد المكائن العاملة في كل خط من الخطوط الإنتاجية، وعلى ضوء ذلك تم تصميم برنامج بالحاسبة الالكترونية من قبلنا بلغة C بالاعتماد على المخطط الانسيابي الموجود في الشكل ٤ في الجانب النظري. اذ ترجم هذا المخطط إلى مجموعة من الأوامر والايعازات، أي كتابة البرنامج وكما موضح في الملحق ١، وتم اختبار البرنامج وبعد ذلك تم طبق على البيانات التي حصلنا عليها، إذ أحتسب معدل الجاهزية، ومعدل الأداء، ومعدل الجودة، ومعدل فاعلية المعدة العامة لكل خط من الخطوط في المعمل، وكما وضحنا في الجانب النظري كيفية حساب كل معلمة من هذه المعلمات وتم التوصل إلى النتائج الموضحة في الجدول٥.

---

**الجدول ٣**

**تقرير الانتاج اليومي والتراكمي ليوم الاثنين ٢٠٠٥/١٢/١٢**



**المصدر:** مصدر التقرير قسم السيطرة النوعية في معمل الالبسة الولادية.

**الجدول ٤**

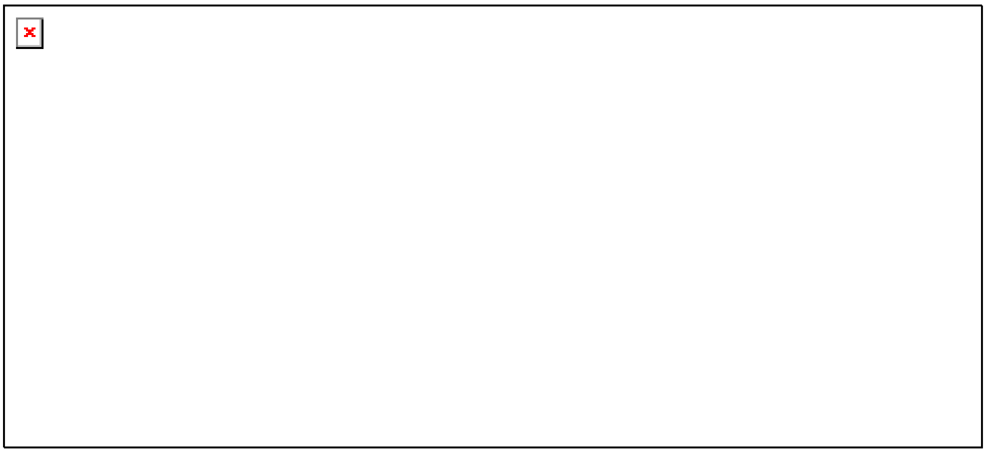
**التقرير اليومي للأخطاء في خطوط الخياطة**

| رقم الخط | كمية الإنتاج المسلم | الأخطاء المرجعة | النسبة % |
|---|---|---|---|
| ١ | ٤٠ | ٧ | %١٤.٨ |
| ٢ | ٢٠١ | ٢ | % ٠.٩ |
| ٣ | ٦٥ | ١٢ | % ١٥.٥ |
| ٤ | ٥٠ | ١٠ | % ١٦.٦ |
| ٥ | ٨٠ | ٦ | % ٧.٥ |
| ٦ | ١٣٠ | ٣ | % ٢.٢ |
| ٧ | ١٥٥ | ٧ | % ٤.٣ |
| ٨ | ٩٣ | ٦ | % ٦ |
| ٩ | ١٤٠ | ٨١ | %٣٦.٦ |
| ١٠ | ٢٣٠ | ٦ | % ٢.٦ |
| ١١ | ٥١ | ٤ | %٧.٢ |
| ١٢ | ٥١ | ٧ | % ١٢ |
| ١٣ | ٤١ | ٨ | % ١٦.٣ |
| ١٤ | ٢٦٠ | ٦ | %٢.٢ |
| ١٥ | ٤٠٨ | ٧ | % ١.٦ |
| **الخلاصة** | ١٩٨٢ | ١٧٢ | % ٦.٩ |

**المصدر:** مصدر التقرير قسم السيطرة النوعية في معمل الألبسة الولادية .

**الجدول ٥**

**ملخص نتائج تطبيق البرنامج المصمم لقياس فاعلية المعدة العامة على خطوط معمل الالبسة الولادية**



* وقت التشغيل الكلي = عدد الوجبات باليوم * عدد ساعات العمل اليومية * ٦٠ دقيقة = ١ *٦ ساعة * ٦٠دقيقة = ٣٦٠دقيقة، ٢ دقيقة يومياً من قبل المشغل (صيانة يومية وقائية)، جداول الصيانة المخططة (اليومي+الأسبوعي) = ٦ * ٦٠ *١٠ = ٣٧٣/٣٦٠٠ = ٩.٦٥ دقيقة لكل ماكنة خلال الأسبوعين، يومياً ٣٧ ماكنة * ٩.٦٥ = ٣٥٧ / ١٥= ٢٣.٨ نصيب الخط من الصيانة.

---

**تحليل النتائج**

يتبين من الجدول المذكور آنفاً أن معدل الجاهزية قد بلغت ٦٨.٨٨ % للخط الأول، و٥٠.٩ % للخط الثاني و٦٨.٨٨ % للخط الثالث، و٨٧.١ % للخط الرابع و٩٦.١ % للخط الخامس، و٨٨.٦% للخط السادس، و٦٤.٩ % للخط السابع، و٨٢.٣ % للخط الثامن، و٧٣.٩ % للخط التاسع، و٨٧.٨ % للخط العاشر، و٦٠.٨ % للخط الحادي عشر، و ٨٧.١ % للخط الثاني عشر، و٦٠.٢ % للخط الثالث عشر، و٤٨.٨ % للخط الرابع عشر، و٩٦ % للخط الخامس عشر، ويلاحظ أن أعلى جاهزية كانت بالخط الخامس عشر أما أدنى جاهزية فكانت في الخط الرابع عشر.

أما فيما يتعلق بالأداء فقد بلغ أعلى معدل أداء في الخط الخامس، اذ بلغ ١٠٣.٤ % في حين أن أدنى معدل أداء كان في الخط الثاني ٢٥.٥ %.

في حين أن معدل الجودة قد بلغت أعلى مستوياتها في الخط الثاني ٩٩ %، والخط الخامس عشر ٩٨.٢٨ %، والخط الحادي عشر ٩٢ %، والخط الثامن ٩٣.٨ %، والخط السابع ٩٥.٤ %، والخط السادس ٩٧.٦ %، والخط الخامس ٩٠%.

أما فيما يتعلق بمعدل فاعلية المعدة العامة فقد بلغت أعلى مستوياتها ٨٩.٤ % في الخط الخامس في حين كانت متدنية جداً في الخطوط الأخرى، اذ تراوحت مابين ١٢.٨ %-٤٩.١ %، وهذه النسب الضئيلة جداً تدل على عدم الاهتمام بصيانة المكائن والمعدات، وهذا يؤكد ما ذهبنا إليه في فرضية بحثنا من أن العطلات

والتوقفات كبيرة جداً، وأن هناك عدم استغلال واضح لكثير من المكائن والمعدات وانخفاض الكفاءة الإنتاجية للعديد من المعدات وعدم تحقيق الاستثمار الأمثل لها.

**التوصيات**

١. ضرورة أن يعتمد المعمل على مقياس فاعلية المعدة العامة دورياً كل ثلاثة أشهر وحساب الجاهزية والأداء والجودة وذلك بالاستفادة من البرنامج الذي تم تصميمه من قبلنا حيث أعطى نتائج متميزة في الحصول على مؤشرات مهمة تساعد في اتخاذ القرارات المناسبة من قبل الإدارة العليا.
٢. ضرورة الاهتمام بالصيانة المنتجة الشاملة وتوضيح مفاهيمها وأساليبها وفائدتها للعاملين في المنشآت من أجل ترشيح الفلسفة التي تقوم عليها الصيانة المنتجة الشاملة
٣. دعم الإدارة العليا لبرامج الصيانة والنشاطات المتعلقة بها كافة والعمل على إجراء التحسينات والتطويرات للمعدات.
٤. زيادة الاستثمار الأمثل للمكائن والمعدات من خلال التشغيل لساعات إضافية أو وجبات إضافية أو القيام بتنفيذ أعمال للغير من خلال التعاقد مع الشركات والمنظمات الخاصة لتنفيذ بعض الأعمال التكميلية للخياطة لتحقيق الاستغلال الأمثل للمكائن والمعدات.
٥. يتطلب من إدارة المعمل العمل على زيادة جاهزية الخطوط الإنتاجية ذات المكائن والمعدات متدنية الجاهزية بالتنسيق مع مشرفي ومسؤولي الخطوط الإنتاجية فضلاً عن مسؤولي الصيانة.
٦. إجراء الصيانة الدورية بصورة منتظمة والاهتمام بالصيانة الوقائية أكثر من الصيانة العلاجية.
٧. ضرورة وضع نظام معلومات الصيانة وتعزيزه، واهتمام الإدارة العليا ودعمها لبرامج أنظمة المعلومات الخاصة بالصيانة، فضلاً عن دعم جميع الأقسام في المنشأة الإنتاجية وغير الإنتاجية من أجل نجاح البرنامج.
٨. مشاركة العاملين كافة في تنفيذ أعمال الصيانة ولاسيما في مجال الصيانة المنتجة الشاملة وخصوصاً الأفراد ذوي الخبرات والمهارات العالية، اذلهم دور كبير في نجاح البرنامج وتحقيق المنافع المنتظرة منه بشكل جيد.
٩. ضرورة قيام المعمل بتطوير معارف ومهارات العاملين في أقسام الصيانة وباقي أقسام المعمل من خلال إقامة الدورات التدريبية والتطويرية المستمرة.
١٠. من أجل تطبيق البرنامج المصمم يتطلب من المعنيين بتنفيذ البرنامج متابعة وتحديد وتسجيل الخسائر الست الكبيرة المتعلقة بالمكائن والمعدات بدقة أثناء العمليات الإنتاجية، والمشار إليها بشكل مفصل في الجانب النظري، فضلاً عن الجانب العملي من أجل الحصول على النتائج الدقيقة.

**المراجع**

**أولاً- المراجع باللغة العربية**

١. رياض جميل وهاب الداؤودي، متطلبات إقامة نظام الصيانة المنتجة الشاملة وأبعاد محتوى استراتيجية العمليات- العلاقة والأثر/ دراسة ميدانية في عينة من المنظمات الصناعية في الموصل، رسالة ماجستير في الإدارة الصناعية، جامعة الموصل، كلية الإدارة والاقتصاد، ٢٠٠٥.

## ثانياً- المراجع باللغة الأجنبية

1. Chotalia Umesh, Total Productive Maintenance and Its Implementation In a forging industry, Thesis Master, Gujarat University, Gollege of Engineering, Mechanical Engineering Department, 2004.
2. Eugene C.hamacher, A methodology for Implementing total productive maintenance In the commercial Aircraft Industry, Thesis Master , Sloan School of Management, Department of Electronical Engineering and Computer Science,1996.
3. Katila Pekka, Applying Total Productive Maintenance –TPM Principles in the Flexible Manufacturing Systems, Technical University, Institution for Production,2000.
4. Nicholas, john M, Competitive Manufacturing Management: Continuous Improvement, Lean Production, Customer- Focused Quality., McGraw-Hill Co., Inc., Boston, 1998.
5. Overall Equipment Effectiveness, (2001), www.kcts.com.
6. Joseph Turnbull, Total Productive Maintenance, (2004), www.wwbsgrou.com.
7. Examining the processes of RCM & TPM, www.plant-maintenance.com.
8. The Introduction to Total Productive Maintenance, www.plant-maintenance.com.
9. OEE Factors, (2005), www.oee.com.