الأكاديمية للدراسات
الإجتماعية والإنسانية

الإنتاج الأنظف بين الصيانة الإنتاجية الشاملة وأنظمة التصنيع الحديثة

Cleaner production between total productivity maintenance and modern manufacturing systems

د.عاشور مزريق
أستاذ محاضر قسم «ب»
جامعة حسيبة بن بوعلي الشلف Achourmoncef28@yahoo.fr

ملخص

تجد المؤسسات الصناعية في نشاطها أمام تحد كبير واستراتيجي ، يتمثل في الالتزام بالاشتراطات البيئية كأحد قيود الجدوى الاقتصادية التي توجب تبني تكنولوجيا نظيفة وآمنة بيئيا للحد من مما تحدثه من انبعاثات ملوثة لتحقيق توازن بين الاستمرارية في الإنتاج والالتزام البيئي ، إذ يعتبر – حاليا – البحث عن الفعالية البيئية للمؤسسات الصناعية إحدى الأولويات الرئيسية لمسئوليها ، فالتطور السريع لأساليب استغلال الموارد والتكنولوجيات المستعملة تلزمهم اليقظة المستمرة باتجاه البحث عن أحسن تكنولوجيا تنافسية بيئيا ، تضمن تحسين مرودية رؤوس الأموال المستثمرة وفق المتطلبات البيئية ؛

فالوعي الكامل بهذه المتطلبات ، أعطى المؤسسات الصناعية في الدول المتقدمة نظرة صحيحة ومعمقة لتقاليد الإنتاج والتنظيم العلمي المتطور ي المطبقة في العديد من المؤسسات المتوسطة والصغيرة حيث مكنت من إحداث تحسينات مهمة على مستوى الجودة ، الإنتاجية ، إعادة التنشيط ، التنافسية ؛

وعليه فالمنظور الصحيح لهذا التصور لا يكمن في زيادة القدرات الإنتاجية للمؤسسة بقدر ما ينصب على كيفية إيجاد مرونة مع التكنولوجية ، والقيود البيئية ، إذ تمر حتما عبر سرعة تكييف الموجودات الإنتاجية وإعادة تنشيطها بتصنيف نظام الإنتاج الصناعي الحديث الإنتاج الآني « just in time » الذي يعتمد على مبدأ تعظيم أصفار النجاعة . إذ يساهم في التدفق المستمر للإنتاج وفق المواصفات التشغيلية ، وخال من العيوب البيئية ؛

من شأن هذه الإجراءات زيادة موثوقية التجهيزات الإنتاجية ، لكن الضياع في الإنتاج قد يتضاعف على مستوى الورشات أثناء الإمداد أو التصفيف أو بين مرحلة إنتاجية وأخرى ، يعتبر بالمعنى الاقتصادي عمليات دون قيمة مضافة ، في الوقت الذي يعتبر الضغط على تكلفة الإنتاج عامل رئيس في قياس تنافسية أي نشاط إنتاجي . فنظام الإنتاج الخال من العيوب هو أحد مكونات الصيانة الإنتاجية الكلية «Total Productivity maintenance» .

الكلمات الدالة : تكنولوجيا الإنتاج الأنظف – الجدوى البيئية – أنظمة التصنيع الحديثة – القابلية التصنيعية – التأدية المرتفعة – الصيانة الإنتاجية الشاملة – النظام التيروتكنولوجي – نظام الإنتاج الآني – التلوث الصناعي – المردودية التركيبية

Abstract

Find industrial establishments in the activity a great challenge, and strategic, is to comply with the requirements of environmental constraints as one of economic feasibility, according to which the adoption of clean technology and environmentally safe than to reduce the impact of contaminated emissions to achieve a balance between continuity in production and environmental commitment, as is - currently - the search for efficiency environmental impacts of industrial enterprises is a major priority for officials, rapid development of the methods of exploitation of resources and technologies they require constant vigilance toward the search for the best environmentally competitive technology, to better ensure the Performance capital invested in accordance with environmental requirements.

Full awareness of these requirements, given the industrial enterprises in developed countries and in-depth look true to the traditions of production and organization evolving science, evolving a new system introduced in Europe since the mid-eighties in particular at the level of large industrial companies, which is applicable in many small and medium enterprises, enabling the creation of significant improvements to the level of quality, productivity, re-activation, competitiveness;

Accordingly Correct perspective of this perception is not to increase the productive capacity of the institution as it focuses on how to create flexibility with technological and environmental constraints, as inevitably pass through rapid adaptation of productive assets and revitalization of the classification of the production system of modern industrial production, real-time «just in time», which depends on the principle of maximizing the efficiency zeros. It contributes to the continuous flow of production according to the specifications, operational and free from defects environment;

All of these actions will increase the effectiveness and reliability of the equipment but the loss in productivity is expected to double production at the level of special workshops during the supply, transfer or layering or between the production stage and the other, the economic sense or wasteful operations without added value. It costs weaken the turnover of the Corporation, the while the pressure is on the cost of production is the main factor in measuring the competitiveness of any productive activity. The system of production is free of defects is a component of the overall productivity maintenance « Total Productivity Maintenance ».

Key words : Cleaner production Technology - environmental feasibility - Modern manufacturing systems - Designing for manufacturability - High performance - total productivity Maintenance - Terotechnology system - Just In Time production - Industrial Pollution - synthetic effectiveness

مقـدمة

مقدمة توضح المحصلة النهائية لنظام الصيانة الإنتاجية الشاملة، أنه ليس هناك أهم من أن يقوم العمال بالعناية بمعداتهم، فأداء ومعولية المعدات هما ركنان رئيسيان في تنافسية كافة الأنشطة سواء إنتاجية أو صناعية ،باعتبارهما مدخل مبني على العمل الجماعي،واعتبار الصيانة وخاصة الوقائية منها أحد الدعائم الأساسية المساهمة في تطبيق ونجاح تطبيق أنظمة التصنيع الحديثة – نظام الإنتاج الآني) Just In Time production (على وجه الخصوص– الذي يمكن من تحقيق التوليفة (الإنتاج في الوقت المناسب/جودة الصيانة الشاملة)، بشكل كفء وفعال.بالاعتماد على تكنولوجيا وتقنية الإنتاج الأنظف التي تحقق وفرات اقتصادية ومالية كبيرة ،تساعد على الوصول إلى تحسينات بيئية بتكلفة منخفضة مقارنة بتكلفة مخلفات المنتجات الصناعية غير البيئية بإجراء تغييرات لتحسين العمليات الإنتاجية، لضمان حماية بيئية مستديمة من مخلفات الأنشطة الصناعة .

وتعتمد طرائق الإنتاج الصناعي وفق هذا النظام على مراعاة أن يتنج عنها الحد الأدنى الممكن من التلوث. بالتأكيد على ضرورة تقليل تولد المخلفات من المنبع، وذلك مقابل ترك المخلفات أن تتولد ثم يتم التفكير في معالجتها والتخلص منها بعد ذلك. ويتميز الإنتاج الأنظف أنه يحقق كفاءة أكبر للعملية الإنتاجية، حيث يتم فيه ترشيد استخدام الموارد من المواد الخام والماء والطاقة على مقدار الحاجة، بحيث لا يتم فقد الكثير من المخلفات من هذه العملية الإنتاجية. ويشمل الإنتاج الأنظف أيضاً استرجاع بعض المخلفات المفيدة في العملية الإنتاجية بدلاً من التخلص منها. وتحاول كثير من الصناعات الحديثة تطبيقه كمبدأ، حيث يعفيها من كثير من المسئوليات البيئية كما يحقق لها فوائد اقتصادية. وللتحليل ، صغنا في ثلاثة محاور أساسية :

أولا : الصيانة الإنتاجية الشاملة كنظام ؛

ثانيا: موقع الصيانة من أنظمة التصنيع الحديثة ؛

ثالثا: الإنتاج الأنظف وإدارة العناصر الإنتاجية .

أولا- الصيانة الإنتاجية الشاملة كنظام :

الصيانة الإنتاجية الشاملة تعني «الصيانة لزيادة الإنتاج أو الصيانة الشاملة لتحسين اقتصاد الإنتاج وهي للحفاظ على توازن الكلفة أو الكفاءة للصيانة» [1] ، أي أن الآلة تعمل في كامل طاقتها وبأقل كلفة ممكنة بفضل منهج صيانة محكم يهدف إلى اختيار النظام الأفضل لكل آلة حسب احتياجها واقتصاديات صيانتها.

كما تعرف الصيانة الإنتاجية الشاملة على أنها: «تشمل البحث عن أسباب عدم تمكن مصنع ما من الإنتاج وفق الحجم والجودة المطلوبين ومحاولة علاجها»[2].

1 - مقومات وأهداف الصيانة الإنتاجية الشاملة:

ان تطبيق الصيانة الإنتاجية الشاملة يؤدي إلى تحسين الأداء مقاسا بالجودة، الإنتاجية، التكلفة، الاستجابة لأوامر الشراء، الأمان في العمل وارتفاع الحالة المعنوية للعاملين،

1.1 - مقومات الصيانة الإنتاجية الشاملة: يميز تطبيق الصيانة الإنتاجية الشاملة كونها تعتمد على :

أ- الصيانة الوقائية والتنبؤية : هما ركيزة من الركائز الأساسية للصيانة الإنتاجية الشاملة.

ب- قيام المشغلين بأعمال الصيانة الذاتية: اشتراك أفراد التشغيل في المحافظة على المعدات هي سمة تتفرد بها لصيانة الإنتاجية الشاملة، ففي هذا النظام يكون المشغل مسئولا عن القيام بأعمال الصيانة البسيطة مثل إعادة ربط مسمار أو عملية تزييت المعدة أو إضافة زيت أو شحم ونظافة المعدة وبعض الصيانات الأخرى، الهدف من ذلك هو عملية التقارب بين المشغل والمعدة وهو الأمر الذي ينتج عنه أن يكتشف المشغل كثيرا من الأعطال في وقت مبكر .

ج- تشجيع عمل المجموعات الصغيرة على تحليل المشاكل: تشجع على قيام مجموعات من العاملين بدراسة مشاكل المعدات وبيئة العمل، فالتطوير المستمر في كافة مستويات الهيكل التنظيمي هو سمة الصيانة الإنتاجية الشاملة.

د- التطبيق الدقيق لبرامج الصيانة المخططة: كثير من المؤسسات لديها أنظمة صيانة وقائية ولكن الكثير منها لا يطبقها بشكل جيد، الصيانة الإنتاجية تهتم جدا بالتطبيق الجيد والدقيق لبرامج الصيانة الوقائية والذي يتفاعل مع بقية مكونات الصيانة الإنتاجية الوقائية.

2.1 - أهداف الصيانة الإنتاجية الشاملة : تهدف الصيانة الإنتاجية الشاملة إلى:

أ- الصيانة الاضطرارية تكون حال تعطل التجهيزات نتيجة عدم نجاعة أنشطة الصيانة الوقائية.

ب - الصيانة التصحيحية تتدخل لإعادة تصميم الآلة أو القيام بتصليحات لاستمرار عملية التشغيل.

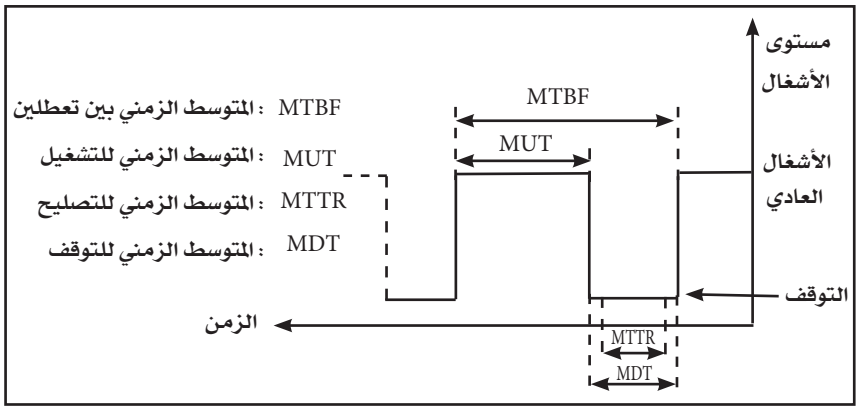
ج- الصيانة الواقعية بتصميم واختيار آلات سهلة الصيانة وخالية قدر الإمكان من العضلات.

فالخطوة الأولى في الصيانة الإنتاجية الشاملة هي تحليل فترات عدم الإنتاج «الخسارة أو الفاقد « من الإنتاج والتي نميز فيها ستة خسائر كبرى (ضياعات في الوقت)[3] :

1 - **فترات التعطل:** وهي أوقات التوقف لإتمام أعمال الصيانة والتي تعرف حسب الجمعية الفرنسية لتوحيد المقاييس (AFNOR) بفترات الصيانة العلاجية، أي المتوسط الزمني للتصليح (MTTR) .

2 - **فترات تغيير الأجزاء أو الضبط:** للتأقلم مع فترة إنتاج جديدة وهي فترات لا تستغل فيها التجهيزات كالحالة الأولى (حالة التعطل)، وهي فترات مهمة جدا للقائمين على التخطيط والإنتاج الذين يبحثون على كميات اقتصادية للإنتاج. .ويمكن تمثيل ذلك بيانيا كما يلي:

المخطط رقم1: محددات نجاعة أعمال الصيانة العلاجية[4]



وعليه فإن معيار الإتاحة (**) (Di) ، يمر عبر الحصول أكبر حجم ممكن من المنتجات، والتي تتحدد بتعظيم متوسط زمن التشغيل) (MUT)وتدنية الزمن المتوسط للتوقف (MDT)، ومتوسط زمن التصليح (MTTR)، ويعبر عنه رياضيا بالمعادلة التالية :

$$Di = \frac{MUT}{MTBF} = \frac{MUT}{MUT+MDT}$$

2 - الصيانة الإنتاجية الشاملة بين التخلص من الفواقد وزيادة فعالية المعدات:

تهدف الصيانة الإنتاجية الشاملة إلى جعل المشغل فخورا ببقاء معدته في الخدمة والحفاظ عليها نظيفة والحفاظ على موقع العمل نظيف ،آمن ومرتب .

1.2 - **الصيانة الإنتاجية الشاملة والفاقد**: تشمل أنواع رئيسية من الفواقد هي:

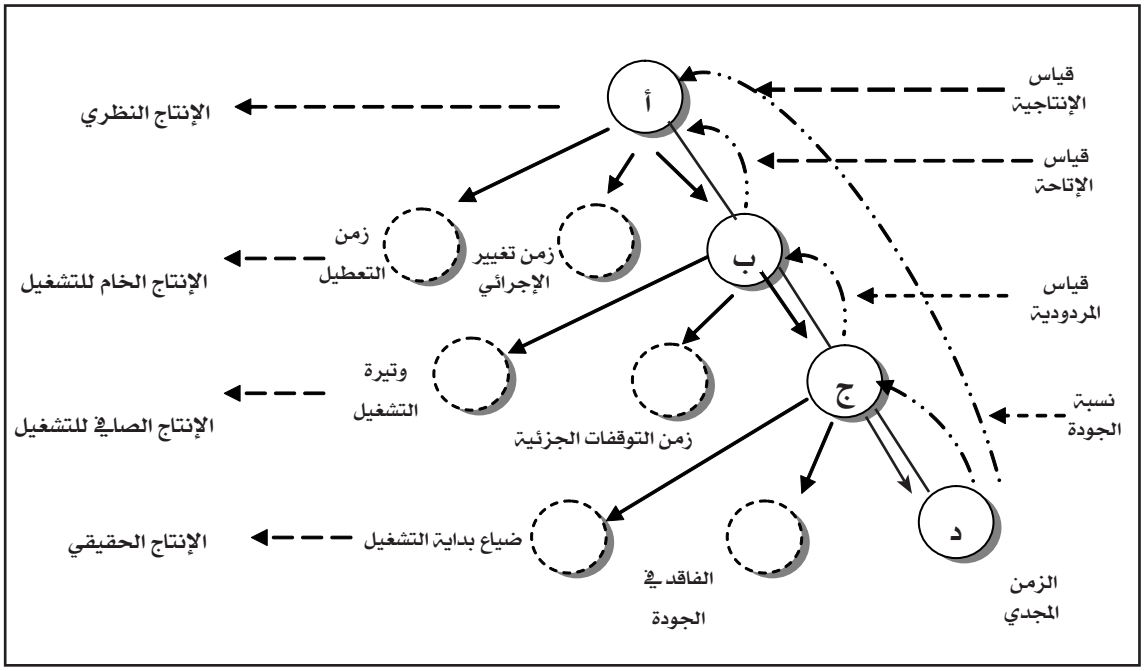
أ- فاقد الأعطال: فترات توقف المعدة نتيجة وجود عطل ما، وللتخلص من الأعطال والوصول بها إلى الصفر فإنه ينبغي المحافظة على المعدة في حالة جيدة في كل الأوقات،فكثير من الأعطال يبدأ بأشياء بسيطة مثل تسريب زيت أو انحلال مسمار أو ترسب مواد . لذلك فإنه يجب الاهتمام بعمليات التزييت والتشحيم وعمليات التربيط وعمليات النظافة للمحافظة على حالة المعدة في جميع الأوقات، والقيام بصيانة مخططة عالية المستوى بدون صيانة مخططة ؛

ب- فاقد توقفات العملية الإنتاجية: توقفات بسبب أعطال في العملية الإنتاجية .تكون مدتها قصيرة يتم إزالتها بسرعة للوصول للتوقفات الصفرية .يستلزم القيام بتحليل الخلل عند حدوثه ، والقيام بتعديل تصميم المعدة عند الحاجة: القصور في التصميم يستوجب تعديل هذه المعدات.

2.3 - نسب الصيانة الإنتاجية الشاملة وزيادة فعالية المعدات:

تهتم الصيانة الإنتاجية الشاملة بالفعالية الشاملة للمعدة ، ويمكن أن نستعرض كيفية حساب الفعالية الشاملة للمعدة. وتوضيح نسب الصيانة الإنتاجية الشاملة وفقا للمخطط التالي:

المخطط رقم 2 : تشجر نسب الصيانة الإنتاجية الشاملة [5]



من المخطط يمكن أن نشتق أربعة نسب للصيانة الإنتاجية الشاملة، يعبر مدلول كل منها عن حقيقة حجم وضعية الإنتاج المحصل عليه وفق نوع وطبيعة التوقفات في العملية الإنتاجية.

أ- النسبة الإجمالية (الخام) للتشغيل (ن.إ.تش): العلاقة (ب/أ) تعبر عن علاقة الزمن (الإجمالي) للتشغيل إلى زمن الإنتاج (بداية التشغيل) فإذا عبرنا عن العلاقة بنسبة مئوية فانه كلما اقتربت النسبة من 100 % كلما قلت أزمنة وفترات التعطل وتبتعد عن نسبة 100 % .كلما كانت هناك تعطلات أو تزايد لفترات الضبط وتغيير الأجزاء وقطع الغيار.وهي النسبة بين الوقت الفعلي لتشغيل المعدة والوقت الذي كان مخططا أن تعمل فيه المعدة ،تمكن من قياس حجم الإتاحة،تمثل العلاقة (ب/أ) ،لتوضيح الأمر علينا التعريف ببعض المصطلحات.

- وقت التحميل في اليوم = الوقت الكلي للعمل في اليوم
- التوقفات المخططة للصيانة وغيرها ،
- وقت الأعطال وهو مجموع الأوقات التي لا تعمل بها المعدة نتيجة أعطال مفاجئة وتضبيط خط الإنتاج وللتعرف على هذه النسبة تتطلب توفر مجموعة من المعطيات تمثل أساسا في:

- زمن الفتح أو الزمن النظري للتشغيل يعبر عنه اختصارا (ز.ن.تش).
- الزمن الإجمالي (الخام) للتشغيل ويعبر عنه اختصارا (ز.خ ت)

وعليه فان:

$$\text{ن.إ.تش} = \frac{\text{ز.خ.ت}}{\text{ز.ن.ت}} \times 100 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 1$$

وإذا كان الغرض بالنسبة للقائمين على قسم الصيانة والإنتاج كزمن أنشطة أعمال الصيانة فلا بد من التعرف على الزمن الإجمالي (الخام) للتشغيل حيث تكون النسبة الإجمالية (الخام) معروفة

فإن : ز.خ.ت =ن إ تش × ز.ن.ت

كما يمكن التعرف على الإنتاج الإجمالي (الخام) للتشغيل (إن.خ.ت) بدلالة حجم الإنتاج النظري (إن.ن) للمخطط له حيث أن الإنتاج الخام للتشغيل يساوي الإنتاج النظري في النسبة الإجمالية للتشغيل يعبر عنها بـ

إن.خ.ت = إن.ن × ن إ. تش

ومنه فإن :

$$\text{ن إ تش} = \frac{\text{إن.خ.ت}}{\text{إن.ن}} \times 100 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 2$$

ب- نسبة معدل التأدية المرتفعة ((ن.ت.م) performance): تعبر عن كفاءة أداء المعدات(ج/ب)، وهو مقياس لمستوى الأداء الفعلي مقارنة بالأداء المثالي أو التصميمي، وبين سرعة الإنتاج الواقعية مقارنة بالسرعة المثالية أو التصميمية، لاحظ أن هذه السرعة قد تختلف من منتج لآخر لنفس المعدة.، وهي علاقة تربط بين الزمن الإجمالي للتشغيل (ز.خ.ت) ، والزمن الصافي للتشغيل (ز.ص.ت)، بحيث كلما اقترب الزمن الصافي للتشغيل من الزمن الإجمالي زادت نسبة التأدية المرتفعة للمعدات حيث:

$$\text{ن.ت.م} = \frac{\text{ز.ص.ت}}{\text{ز.خ.ت}} \times 100 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 3$$

ومنه يمكن التعرف على الزمن الصافي للتشغيل (ج) إذا توفرت نسبة التأدية المرتفعة على النحو التالي:

ز.ص.ت = ز.خ.ت × ن.ت.م

تعبر هذه النسبة على مردودية التجهيزات الإنتاجية قيد التشغيل تعود فيها أسباب عدم الإنتاجية إلى انخفاض وتيرة التشغيل عن الوتيرة العادية، ، إذ يتم تحسين هذه النسبة بتوجيه الجهود للحد من انخفاض وتيرة التشغيل، وتدنية التوقفات المصغرة بمساهمة تقنيو الإنتاج، وعليه فمن الأهمية بمكان تحليل هذه النسبة في ظل وجود عاملين مؤثرين هما:

- العامل الأول: مردودية السرعة المرتبطة بوتيرة التشغيل والتي تعرف بمعدل سرعة السير(م.سر.س) التي تعبر عن العلاقة بين السرعة الحقيقية للتشغيل (سر.ح.ت) إلى السرعة الاسمية (سر.اس.ت)، ومنه:

$$\text{م.سر.س} = \frac{\text{سر.ح.ت}}{\text{سر.اس.ت}} \times 100$$

- العامل الثاني: النسبة الصافية للتشغيل (ن.ص.ت) التي تعبر عن العلاقة الزمنية بين الزمن الحقيقي للتشغيل بعد حذف الفترة الزمنية للتوقفات المصغرة إلى الزمن الخام الإجمالي للتشغيل .

كما يمكن تحليل نسبة التأدية المرتفعة بدلالة حجم الإنتاج الخام (إ.خ.ت)، والصافي للتشغيل (إ.ص.ت)، بحيث كلما اقترب حجم الإنتاج الصافي للتشغيل من حجم الإنتاج الخام كلما زادت نسبة التأدية المرتفعة. فإذا علمنا أننا تحصلنا على حجم إنتاج صافي للتشغيل بعد نهاية الفترة التشغيلية كان لدينا سلفا حجم الإنتاج الخام الإجمالي فإن :

$$\text{ن.ت.م} = \frac{\text{إ.ص.ت}}{\text{إ.خ.ت}} \times 100$$

ولحساب النسبة الصافية للتشغيل لابد من معرفة الزمن الإجمالي للتوقفات المصغرة، ونظرا لصعوبة تحديد هذا الزمن يمكن اللجوء إلى تقييدها أثناء حملات القياس الدورية أو تسجيلها بشكل دائم ومستمر عن طريق نظم حجز الحوادث والتوقفات المرتبطة مع شبكة أنظمة التشغيل الآلية، حينها يمكن حساب الزمن الحقيقي للتشغيل (ز.ح.ت) والذي يقابله الإنتاج الصافي للتشغيل المحصلة عليه من الآلة. وعليه :

فالنسبة الصافية للتشغيل :

$$\text{ن.ص.ت} = \frac{\text{ز.ح.ت}}{\text{ز.خ.ت}} \times 100$$

حيث أن :

ن.ص.ت = النسبة الصافية للتشغيل، ز.ح.ت = الزمن الحقيقي للتشغيل ، ز.خ.ت = الزمن الخام للتشغيل

فإذا كان : ز.ح.ت = الإنتاج الحقيقي للتشغيل (ان.ح.ت) /السرعة الحقيقية للتشغيل(سر.ح.ت)

فإن:

ن.ص.ت = (إن.ح.ت / سر.ح.ت)/ ز.خ.ت × 100

= إن.ح.ت/(سر.ح.ت × ز.خ.ت) × 100

ومنه طالما أنه في متناول المؤسسة هيكلة نسب للصيانة الإنتاجية الشاملة فهو يمثل وسائل لقياس الإنتاجية للتجهيزات المنشغلة. فتحسين نسبة التأدية المرتفعة يمر حتما عبر تحسين النسبة الخام للتشغيل من جهة، وتحسين مردودية سرعة التشغيل من جهة أخرى، وهذا يتطلب التنظيم الجيد لعمل قسم الصيانة والتنسيق المباشر والدائم مع القائمين على قسم الإنتاج في مختلف مراحل التشغيل.

ج- نسبة جودة الاشتغال (ن.ج.اش): معبر عنها في المخطط (د/ج)،يعبر عنها بالزمن الحقيقي للتشغيل (ز.ح.ت) إلى الزمن الصافي للتشغيل(ز.ص.ت) ، بحيث كلما اقترب الزمن الحقيقي في نهاية فترة التشغيل من الزمن الصافي للتشغيل

زاد جودة اشتغال التجهيزات في كل السلسلة الإنتاجية ومنه تزداد جودة المخرجات والعكس صحيح، بحيث كلما ابتعد الزمن الحقيقي عن الزمن الصافي للتشغيل تزيد مشاكل اللاجودة التشغيلية.ويعبر عنها رياضيا :

$$\text{ن.ج.اش} = \frac{\text{ز.ح.ت}}{\text{ز.ص.ت}} \times 100 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 4$$

كما يمكن التعبير عنها بدلالة حجم الإنتاج الحقيقي (إ.ح) حيث:

$$\text{ن.ج.اش} = \frac{\text{إ.ح}}{\text{ز.ص.ت}} \times 100$$

د- نسبة المردودية التركيبية (الاصطناعية) (ن.م.إص): يعبر عنها بالعلاقة (د / أ) وعبر عنها زمنيا بالزمن الحقيقي للتشغيل (ز.ح.ت) إلى زمن الفتح (ز.ف)، ، وهي النسبة الأكثر أهمية بالنسبة للقائمين على هندسة التشغيل، ومنه نتأكد أن النسب السابقة يمكن حسابها انطلاقا من معطيات الأزمنة (زمن الفتح (أ) الزمن الخام للتشغيل (ب)، الزمن الصافي للتشغيل (ج)، الزمن الحقيقي (د)، أو من خلال حجم الإنتاج الموافق لكل فترة زمنية من الفترات السابقة (الإنتاج النظري، الإنتاج الخام للتشغيل، الإنتاج الصافي للتشغيل، الإنتاج الحقيقي). وعليه فان نسبة المر دودية الاصطناعية (ن.م.إص) يعبر عنها :

$$\text{ن.م.إص} = \frac{\text{ز.ح.ت}}{\text{ز.ن.ت}} \times 100$$

كما نرى فإن الفارق كبير بين الإباحية وبين الفعالية الشاملة للمعدات، يقول « ناكاجيما « ،الأب الروحي للصيانة الإنتاجية الشاملة، «انه ينبغي الوصول إلى إتاحية أكثر من 90 % وكفاءة أداء أعلى من 95 % ومستوى جودة لا يقل عن 99 % وهذا يجعل الفعالية العامة للمعدات تتجاوز 85 % وهناك تجارب عملية أكدت إمكانية تحقيق ذلك»[6]. ولتحقيق هذه النتائج علينا التخلص من الفواقد التي تجعل هذه النسب متدنية تسعى المؤسسات إلى تدعيم قدراتها الإنتاجية بالاعتماد على الفعل الوقائي بتثمين :

- نسبة الانتفاع بالعمالة = صافي أوقات عمل الصيانة العلاجية/ إجمالي الوقت المدفوع ×100 ، بحيث كلما زاد واقترب صافي أوقات العمل لعمال الصيانة من إجمال الوقت المدفوع زاد حجم الانتفاع بالعمالة بقسم الصيانة.

- نسبة فاعلية العمال = الزمن المقدر لإتمام نشاط صيانة / الزمن الحقيقي للنشاط ×100.

فكلما اقترب الزمن الحقيقي الذي تم من خلاله إتمام نشاط صيانة وقائية أو علاجية من الزمن المقدر لإتمام نفس النشاط زاد نسبة فاعلية أعمال الصيانة.

- نسبة إجمالي التوقفات = عدد ساعات التوقف بسبب الصيانة /إجمالي ساعات التشغيل ×100.

تشير بعض النتائج في شركات صناعية مختلفة إلى «انخفاض عدد الأعطال إلى 2 % من عددها قبل تطبيق الصيانة الإنتاجية الشاملة وارتفاع إتاحية المعدة بنسبة 20 % وزيادة إنتاجية العامل بـ40 % وذلك خلال ثلاث سنوات من تطبيق الصيانة الإنتاجية الشاملة»[7].

ثانيا - موقع الصيانة من أنظمة التصنيع الحديثة :

تعتبر الصيانة وخاصة الوقائية منها أحد الدعائم الأساسية المساهمة في تطبيق ونجاح التوليفة (الإنتاج في الوقت المناسب/جودة الصيانة الشاملة (، بشكل كفء ومخطط.

1 - مدخل لنظام الإنتاج الآني (Just In Time production):

يعرف الباحث «مندن MONDEN » نظام الإنتاج الآني بأنه» إنتاج نوع محدد من الوحدات الصناعية أو المنتجات المطلوبة في الوقت المحدد تماما وبالكميات المطلوبة تماما من دون السماح بالزيادة أو النقصان»[8] .

وعليه فنظام الإنتاج الآني هو فلسفة جديدة تقدم منظورا جديدا ومفاهيم وأساليب جديدة تساهم بكفاءة وفعالية الوصول إلى الموقع التنافسي والحفاظ عليه بين المؤسسات الرائدة .

2 - عناصر وأهداف نظام الإنتاج الآني:

تسعى المؤسسات الصناعية بتبنيها لهذا النظام لتحقيق الحالات والاستفادة المثلى بتطوير السياسات العملية المنتهجة والاستجابة السريعة للتغيرات والتطورات الحاصلة في المحيطين الداخلي والخارجي بتقطيع عائد كل عنصر من عناصر نظام الإنتاج الآني لتصبح وتبقى رائدة مستجيبة وتنافسية .

1.2 – عناصر نظام الإنتاج الآني : تتمثل العناصر الجوهرية لهذا النظام في :

1 – إزالة الهدر: يعرف الهدر حسب ما تراه شركة تويوتا المكتشف الأصلي لنظام الإنتاج الآني بأنه « أي شيء آخر من غير الموارد الدنيا المطلقة من المعدات والمواد والأجزاء وأوقات العمل الجوهرية في الإنتاج»[9] .

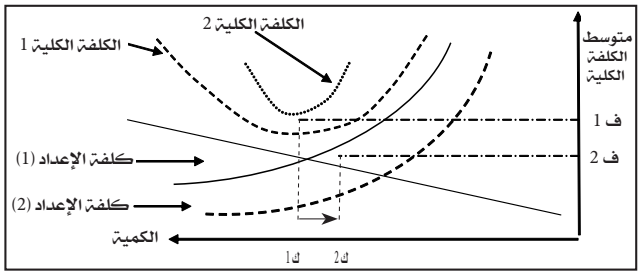
2 – المخزون الأدنى: يساهم في ضمان استمرار العملية الإنتاجية ويحتجز مواد كثيرة بفعالية إذ تتراوح قيمته من 09 % إلى 55 % من مجموع رأس المال المستمر في المؤسسات الصناعية واستخدامه بكفاءة لتفادي التلف، وهي مخاطر حفزت على تخفيضه إلى حدوده الدنيا وهو ما يعرف بكمية الطلبية الاقتصادية (*).

3 – أحجام الدفعات الصغيرة: يكون اللجوء إلى الإنتاج

بدفعات صغيرة كبديل استراتيجي للمؤسسة لخفض تكلفة وحجم المخزون ويتحسن أداء عملية التشغيل(**).

4 - خفض وقت الإعداد: يتجه نظام جيت نحو فحص وقت تهيئة معايير اشتغال الآلات وفق تكنولوجيا المجاميع. ويمكن توضيح ذلك من خلال الشكل الموالي:

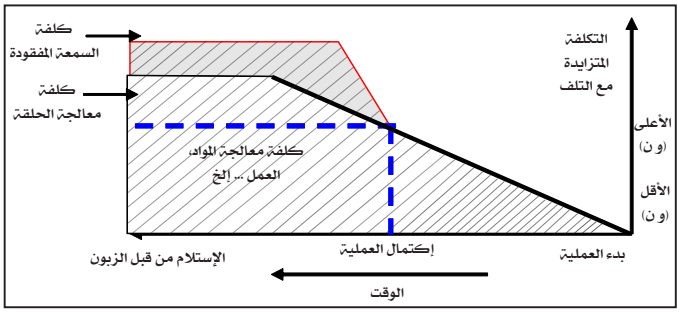
الشكل 1: خفض تكلفة الإعداد [10]



فخفض وقت الإعداد يعني بشكل مباشر خفض تكلفة الإعداد التي تؤدي بدورها إلى تغير منحنى كلفة منحناها البياني وتحركه إلى اليسار مما يؤدي بدوره إلى خفض كمية طلبية الإنتاج الاقتصادية ومن الشكل يتضح أن كلفة الإعداد تنخفض من المستوى (1) إلى المستوى (2) مما يؤدي إلى خفض مستوى متوسط التكلفة الكلية السنوية من ف1 إلى ف2.

إن تكلفة الصيانة الوقائية في الشركات الصناعية النسبة الأقل في تكلفة الجودة الكلية وتتراوح بين 5 - 10 %، مقابل تكلفة تقييم تتراوح بين 20-25 % وتكلفة الإخفاق والخسائر التي تصل إلى حد 75 % ويمكن توضيح ذلك من خلال مبدأ القيد الذي يعكس تكلفة الجودة كدليل للوقت وفق الشكل الموالي:

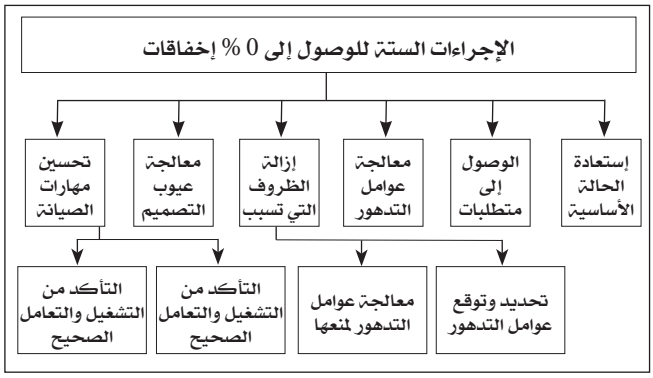
الشكل رقم 2: مبدأ القيد: تكلفة الجودة كدليل للوقت [11]



يتضح من البيان تزايد تكلفة التلف مع الوقت ومع كل خطوة لاحقة، كما يتضح ذلك من خلال خط الكلفة والمنطقة المخططة والحالة المثلى هي حالة عدم التلف أي عند بدأ العملية بدون تلف.وإذا لم يتم اكتشاف المعاب من المنتجات حتى قبل انتقال الحيازة فإن التكلفة المترتبة ستتجاوز تكلفة الصنع، فالصيانة الوقائية تعبر عن الطريقة المثلى إلى التلف الصفري.

3 - الجدولة وفق طاقة التحميل: تمثل عمليات التخطيط، التنفيذ المدخل المشترك لنظام التحسين بهدف استرجاع التجهيز. ونوضح الإجراءات المساهمة في الوصول إلى 0 % إخفاقات بالمخطط الموالي:

المخطط رقم 2: إجراءات الوصول إلى صفر إخفاقات



المصدر: من إعداد الباحث بالاعتماد على التحاليل السابقة

وعليه فعناصر نظام الإنتاج الآني ذات طبيعة متداخلة فيما بينها وعلاقات متبادلة سواء ما تعلق منها بالعاملين أو ما يرتبط بإزالة الهدر، إذ يؤكد ما للصيانة الوقائية من تأثير على جودة إشغال التجهيزات وارتفاع مستوى العملية الإنتاجية وانخفاض مستوى التكاليف وهو ما تسعى إليه المؤسسة كمدخل لجودة المخرجات والعمليات الإنتاجية.

2.2 - أهداف نظام الإنتاج الآني: يساهم في لتحقيق الامتيازات التنافسية و تقليل حجم الموارد المستعملة في التصميم والتصنيع من خلال التحديد الدقيق لحجم وطبيعة الموارد اللازمة لإتمام النشاط إنتاجي محدد في فترة زمنية معلومة ، وأفضل طريقة لتطوير الاستخدام الأمثل للموارد وتفادي إتلافها (صفر تبذير وصفر ضياع) بتوعية وتدريب العمال على استيعاب وتنفيذ سياسة استخدام الموارد والأهداف الأساسية المراد تحقيقها ؛

3. 2 - موقع الصيانة الوقائية من أنظمة الإنتاج الآني: انطلاقا من مبدأ المخزون الأدنى من المواد وقطع الغيار الذي تتبناه المؤسسة الصناعية في نظام الإنتاج الآني تزداد أهمية استخدام الصيانة الوقائية من أجل التقليل من التعطلات. ويمكن توضيح هذا الترابط بين عناصر الصيانة الوقائية وأهداف نظام الإنتاج الآني بالمقاربة التالية:

- الصيانة الإنتاجية الشاملة وفق فلسفة نظام الإنتاج الآني: تؤدي العطل إلى الاختلال في انسيابية الإنتاج ، ولتجنب ذاك تعمل المؤسسات الصناعية بفهوم الصيانة الإنتاجية الشاملة لتحسين نوعية المنتج ومعدلات التشغيل وتقليل الفاقد بتقليل تكاليف دورة الحياة الشاملة للتجهيزات كتكاليف الصيانة وهي نفس خصائص النظام التيروتكنولوجي(***).

الجدول رقم 1 : العلاقة بين الصيانة الوقائية وأنظمة التصنيع الحديثة [12]

العنصر	الصيانة الوقائية	نظام الإنتاج الآني
التخلص من الضياع	- عمل الآلات	- تبسيط العملية
السيطرة النوعية الشاملة	- تطوير عملية السيطرة النوعية الشاملة	- انتظام العملية
السيطرة النوعية الشاملة، نظام الإنتاج الآني	- جهد الفريق - تحسين التهيئة والإعداد	- تحسين التهيئة والإعداد
عملية سحب الطلب	- تعليل وقت تحصل الآلة	- مستوى التحميل
صيانة الآلة	- تصليحات الطوارئ نشاطات الصيانة الوقائية والجدولة	- الخطوة الأولى في الصيانة فالتصليحات الثانوية، يقوم بها المشغلون
جدولة الصيانة الوقائية	- مرتبطة مع نظام JIT في قياس وقت عطل الآلة	- مرتبطة مع الصيانة الوقائية
تقليل وقت الدورة	- التكرار: الوقت الأدنى للتهيئة والإعداد	- تقليل أحجام الدفعات
تقليل تكاليف الوحدة الواحدة	- تقليل مصاريف العمل غير المباشر	- إزالة الضياع
- علاقة الزبون	- فريق عمل – زيادة الإنتاجية	- اتجاه العاملين
- علاقة المورد	- المعدات والأدوات	- تحسين نوعية المنتج والعملية
الأداء في الوقت المحدد	- تقليل الضياع والعمل المعاد والخردة	- زيادة القابلية التصنيعية

ويمكن التحكم في أعمال الصيانة الإنتاجية الشاملة إلى تحسين كفاءة أداء الآلات من خلال الحد من التكاليف المباشرة وغير المباشرة للتوقف والتعطل،وخسائر الفارق في وتيرة التشغيل بتصحيح الفارق الزمني بين السرعة الفعلية والسرعة التعاقدية وخسائر عيوب التشغيل، تشمل مراحل التصنيع وكل خلل في طرائق التشغيل ينعكس سلبا على كل الوحدات المنتجة.

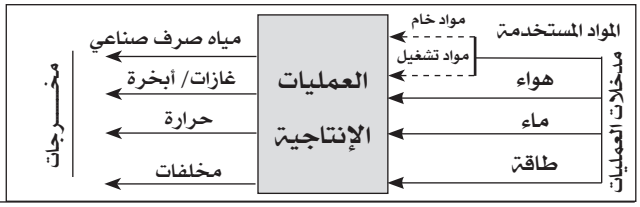
ثالثا- الإنتاج الأنظف وإدارة العناصر الإنتاجية :

تفرز الأنشطة للصناعية- خاصة القذرة منها - تلوثا بيئيا مدمرا، فمعظم العمليات الصناعية والتقنية المعتمدة في إنتاج منتجات تؤدي إلى تكوين الملوثات كالتلوث الهوائي والمخلفات الصلبة ويمكن تبسيط مراحل التصنيع ومخلفاتها بالشكل التالي:

يؤكد على أهمية للإنتاج الأنظف بأنه «التطبيق المستمر لإستراتيجية وقائية متكاملة على العمليات والمنتجات للإقلال من المخاطر على الإنسان والبيئة»[13] ،

وبصيغة أخرى يعرف بأنه «التطوير المستمر في العمليات الصناعية والمنتجات والخدمات بهدف تقليل استهلاك الموارد الطبيعية، ومنع تلوث الهواء والماء والتربة عند المنبع، وخفض كمية المخلفات المتولدة عند المنبع، وذلك لتقليل المخاطر التي تتعرض لها البشرية والبيئة»[14]

الشكل رقم 3: العمليات الصناعية ومخلفاتها



1 - الإنتاج الأنظف والأنشطة المساعدة على الحد من التلوث الصناعي:

تسعى المؤسسة الصناعية لتوسيع مجال منافستها من خلال إخضاع عمليات الاستخراج للمواد والتصنيع ،لمتطلبات المواصفات القياسية للبيئة والحصول على منتجات صفرية التأثير البيئي قبل أثناء وبعد الاستعمال بالتركيز على:

- الإقلال من الفاقد في العمليات الإنتاجية: تتم من خلال تطوير طرائق الإنتاج وتطبيق تكنولوجيات التصنيع الحديثة، قليلة أو عديمة الفاقد شريطة الاهتمام بمختلف أنشطة الصيانة الوقائية المستمرة للتجهيزات، والتحكم في القدرة الإنتاجية على تدوير مخلفات الإنتاج بإتباع إستراتيجيات إدارة المخلفات وما يتضمنه من رفع كفاءة وإنتاجية التجهيزات والرشادة في استخدام المواد والطاقة التي ترتكز على مبادئ الاستخدام السليم لتقنيات الإنتاج النظيفة.

- ترشيد استخدام مدخلات الإنتاج،المياه الصناعية والطاقة: تسعى المؤسسة الاقتصادية إلى المفاضلة بين البدائل المتاحة والممكنة في استخدام مدخلات الإنتاج تستجيب للمتطلبات البيئية والاقتصادية كالاستعانة بالطاقة الشمسية في عمليات التسخين الصناعي،

- المراجعة البيئية الدورية للمؤسسات الصناعية: تعرف بأنها «المراجعات المنهجية لعمليات التشغيل الكيماوية والفيزيائية بهدف تحديد فرص تقليل المخلفات إلى الحد الأدنى، وخفض نسب التلوث وتحسين كفاءة تلك العمليات عند تفعيل هذه الآلية»[15].

فموقع الإنتاج الأنظف من منظومة الإدارة البيئية يفرض على القائمين على المؤسسة إعداد مراجعة بيئية دورية

للحصول على المعلومات عن حجم التطور والتحسن في عمليات التصنيع واستخدام المواد الخام ومواد التشغيل وجودة العمليات الإنتاجية ومخرجاتها، وتولي المراجعة البيئية عناية واهتمام لعمليات الفحص التالية[16]:

- جودة المواد المستخدمة (المواد الخام ومواد التشغيل) ومدى مطابقتها للمواصفات القياسية للجودة والمواصفات البيئية؛
- التعرف على القيمة البيئية للمنتجات وتقنيات العمليات المستخدمة؛
- أساليب إدارة البيئة المتبعة في المؤسسة؛
- ملاءمة الخدمات البيئية بالمؤسسة ونظافة المباني الداخلية؛ وحتى يمكن تحديد واختيار البدائل للإنتاج الأنظف يستوجب إجراء مراجعة صناعية دقيقة وبشكل مستمر وفق الخطوات التالية [17] :
- تحديد الأنشطة الضارة بالبيئة وحدود الضرر المسموح به عند استخدام آلية الإنتاج الأنظف؛
- تحديد المواقع المحققة لفرص نجاح آلية الإنتاج الأنظف ؛
- اعتماد خطط تنفيذية توظف كيفية تنفيذ خطوات الإنتاج الأنظف، .

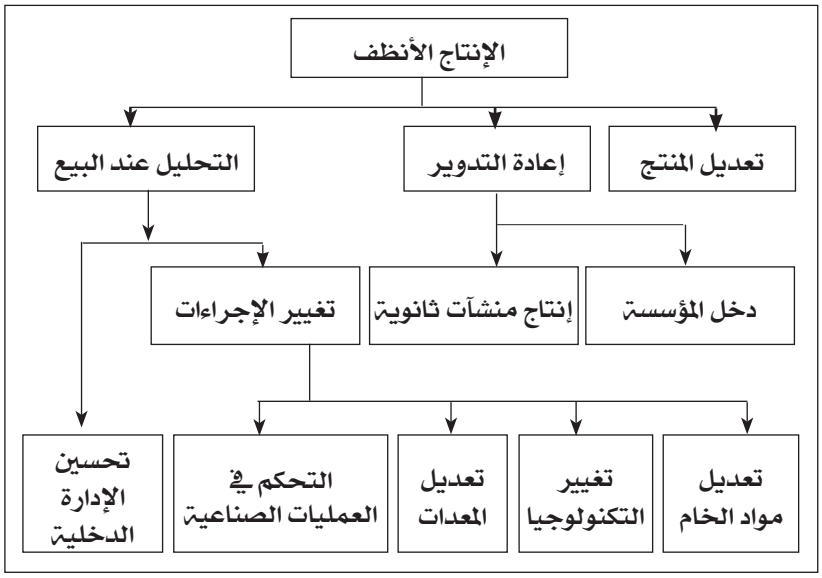
2- تكنولوجيا الإنتاج الأنظف والمراجعة الصناعية:

من زاوية المنتج يتحدد هذا المفهوم في تقليل آثاره الضارة خلال دورة حياته بدءا من المواد الخام وانتهاءا بالتخلص منه.

1.2- تكنولوجيا الإنتاج الأنظف: تهدف الفكرة إلى إمكانية الحصول على وفرات مالية، فنية، واقتصادية وتحسينات بيئية بتكلفة مثلى. ويشمل هذا النشاط التحكم في حجم المخلفات وفصلها وإعادة تدويرها واسترجاع المواد الخام والطاقة وتعديل طرائق التشغيل والعمليات الصناعية. وهو مسعى يمكن من تجسيد مجموعة من الأهداف الإستراتيجية بأبعاد بيئية أهمها تطوير أساليب التصنيع بإدخال التحسينات على سلسلة حياة المنتجات والتي تشمل استخراج المواد الخام وتصنيعها وتخزين واستخدام المنتجات ثم التخلص منها بوسائل آمنة بيئيا. وتتضح مكانة تكنولوجيا الإنتاج الأنظف في مراحل حياة المنتج من خلال المخطط التالي:

إن الفوائد المنتظر تحقيقها من تقنية الإنتاج الأنظف تمس كامل المؤسسة ومحيطها الداخلي والخارجي، منها استرداد المواد بدلا من إهدارها والحفاظ على الموارد ومصادرها الطبيعية وترشيد استهلاك المياه والطاقة وتوجيه أنشطة المصانع نحو الالتزام بالقوانين البيئية، وتحسين بيئة العمل الداخلية والبيئة المتاخمة للتمكن من توطين الصناعات الصديقة للبيئة.

المخطط رقم 3 : تكنولوجيا الإنتاج الأنظف[18]



2.2 - المراجعة الصناعية للإنتاج الأنظف: المدخل المنهجي «systematic » للمراجعة الصناعية يتطلب تقييما الأوضاع البيئية السائدة، إذ تشمل مراحل إجراء المراجعة الصناعية للإنتاج الخطوات التالية:

أ- الحصول على المعلومات الضرورية: يعتبر بنك المعلومات أحد العوامل الأساسية المساهمة في رسم الخطط الكمية والنوعية متوسطة وطويلة الأجل بناءا على قاعدة المعطيات التي تتوفر عليها المؤسسة وفق أنظمة الإعلام والاتصال الحديثة لتوفر أسباب نجاح عمليات المراجعة ،

ب- تقدير التكلفة لتحقيق الوفرات لخيارات الإنتاج الأنظف: تساهم حسابات التكلفة في تحديد البدائل المتاحة للمؤسسة مما يمكن من تحقيق المزايا البيئية بأقل تكلفة بتوفر المعلومات التالية:

- الجدوى الفنية: تقوم دراسات الجدوى الفنية بتحليل دقيق للإجراءات المقترحة للمراجعة الصناعية بالمؤسسة وتقييم تأثيراتها على العملية التشغيلية والمنتج،وتحديد المزايا الفنية لكل خيار ممكن ،
- الجدوى البيئية : السعي الجاد لتقييم الأثر البيئي للخيارات المقترحة مع تقدير بعض الفوائد غير القابلة للتقدير الكمي لتشمل مستوى ودرجة كل أنواع المخلفات الصلبة والسائلة والغازية في كل مرحلة ومدى ،ومنه الجهد المبذول لتدنية تكلفة المعالجات وعمليات إعادة التدوير .

3.3 - الأمن الصناعي والسلامة المهنية: إن ضمان سلامة المصنع الحديث ومستلزماته الإنتاجية من مواد وتجهيزات وطاقة وعمالة تعمل في ظروف مهنية آمنة لا تتجسد إلا بوجود نظام آمن وسلامة صناعية قائم بذاته .

1 - مفهوم الأمن الصناعي والسلامة المهنية: فوفقا للمفهوم القديم يعرف الأمن الصناعي بأنه «العمل على تقليل

الحوادث في الصناعة وتكاليف الإصابة الناتجة عنها والتي تتناسب طردا مع عدد الحوادث والإصابات وذلك بغرض حماية العمال وزيادة الكفاية الإنتاجية» [19].

ينصح هذا المفهوم من خلال تعريف السلامة والصحة المهنية بأنه «علم إدارة المخاطر والتحكم فيها ويشمل القوى البشرية والعوامل النفسية والعوامل الاقتصادية» [20].

2 – أهداف السلامة المهنية والأمن الصناعي: يكمن المسعى الأساس التي تصبو إليه المؤسسات الصناعية للاقتراب من صفر حوادث وأمراض مهنية، والذي لا يتحقق إلا ببيئة صحية وظروف عمل آمنة خالية من أية أخطار أو أضرار، ويندرج ضمن هذا المسعى تكريس الجهود المبذولة في أعمال السلامة والصحة المهنية ،وحماية مقومات الإنتاج المادية من التلف والضياع يضمن استمرارية وربحية المؤسسة الصناعية وتحسين تكلفة الإنتاج الناجم أساسا عن ارتفاع الروح المعنوية للعامل؛

3 - **تحديات السلامة الصناعية**: صحيح أن وظائف السلامة المهنية والأمن تختلف أهميتها وموقعها في الهيكل التنظيمي من مؤسسة لأخرى حسب طبيعة النشاط والحجم التشغيلي وخطوط الإنتاج إلا أن محددات السلامة الصناعية واحدة كون تحقيق سلامة الأفراد والتجهيزات هدف أسمى مشترك بين مختلف أنواع المؤسسات الصناعية ومن العوامل الأساسية المحددة للسلامة الصناعية نذكر [21]:

– طبيعة النشاط الإنتاجي وعوامل الإنتاج، والخصائص الطبيعية والكيمائية للمواد ؛

– سياسة المؤسسة المتبناة في مجال السلامة الصناعية وتأمين العمال؛

– مدى توفر البرامج المحددة للسلامة الصناعية؛

– المناخ التنظيمي الداخلي للمصانع وخصائص التجهيزات ومهارات العاملين والإجراءات المنظمة؛

– نظام الحوافز والروح المعنوية واتجاهات العاملين لمرحلة الأتمتة.

الخلاصة

للصيانة الإنتاجية الشاملة تأثير إيجابي على العديد من مؤشرات الأداء التي تساهم في تحسين أداء المؤسسة الصناعية،فهي تؤدي إلى إتاحية وفاعلية المعدات، ، كما تؤدي في الآجال المتوسطة إلى تقليل الحوادث والمحافظة على المعدات، وترفع من الحالة المعنوية للعاملين.كما من شانها تخفيض عدد الأعطال وزيادة إنتاجية المعدة ، وهي نتائج تزيد من فرص التقليل من التأثيرات البيئية الناجمة عن مختلف الأنشطة الصناعية ، وهي محصلة تطبيق الصيانة الإنتاجية الشاملة خاصة عمليات الصيانة الوقائية التي تعتبر أحد أهم المبادئ التي يبنى عليها نظام الإنتاج الآني.

ولضمان حماية بيئية مستدامة من مخلفات أنشطة الصناعة، يجب الاعتماد على تكنولوجيا الإنتاج الأنظف التي تحقق وفرات اقتصادية ومالية كبيرة وتساعد على الوصول إلى تحسينات بيئية بتكلفة منخفضة مقارنة بتكلفة مخلفات المنتجات الصناعية غير البيئية بإجراء تغييرات داخلية متتابعة تحسن العمليات الإنتاجية، وتهدف إلى التقليل من المخلفات والفواقد، وفصلها وتصنيفها وإعادة تدويرها واسترجاع المواد الخام والمواد الكيمائية لاستخدامها ثانية بشكل يضمن سلامة البيئة والعناصر المكونة لها، والحفاظ على الموارد الطبيعية، وترشيد استهلاك المياه والطاقة الصناعيين، وتحسين جودة العمليات الإنتاجية، وبيئة المخرجات وبيئة العمل الداخلية

فالتوفيق بين متطلبات السلامة الصناعية الإمكانيات البشرية والمالية، والامتثال لمعايير المواصفات القياسية الدولية يعبر عن خبرة تنافسية تسعى المؤسسة الصناعية للتحكم فيها وفقا لمؤشرات معتمدة في قواعد الأمن والسلامة الصناعية، فهو تحدي، على المؤسسة أن تكون في مستواها بتجاوز العقبات التالية:

– تزايد الحاجة بتشكيل هياكل إدارية للسلامة المهنية والأمن الصناعي بالمؤسسات، ما يتطلب تبني تشريعات مسايرة لحجم الحركية التي تشهدها التطورات السريعة في أساليب التشغيل والإنتاج؛

– ضرورة توفر العنصر البشري المؤهل الذي يساهم وتأطير وتنفيذ مبادئ وتعليمات الأمن الصناعي للوصول إلى أهداف السلامة؛

– عدم توافر أنظمة رقابية محكمة وأنظمة مراجعة واضحة، وعدم الاهتمام بها إن وجدت لمنع ظهور الحوادث والإصابات ومنع توافر مسببات تكرارها؛

– نقص التدريب والتأهيل والتوعية المستمرة بالأخطاء المحيطة بالعمال في الوسط المهني وأساليب تفاديها وتجاوزها وكيفيات التعامل معها وهذا يزيد من معدلات الحوادث والإصابات والتوقفات للتجهيزات الإنتاجية.

الهوامش

1 – رامي حكمت الحديثي، فائز غازي البياتي: الإدارة الصناعية اليابانية في نظام الإنتاج الآني، ط1 ، دار وائل ، عمان ، 2002 ،ص:245

2- Yeves,Phmor: T.P.M, *La maintenance productive pour produire juste à temps,* 1ere édition, édition MASSON , Paris, 1993, P : 25

3- Yeves,Phmor:op-cit ,pp : 2526-

4 - Patrik.Lyonnet : *Optimisation d'une politique maintenance de Fondement* édition E.S.F, 2001 France: p21

5 - Yeves,Phmor, op cit ; P: 74

6 – رويدة صبحي سليم، إبراهيم مبارك: تكنولوجيا صيانة وإصلاح المعدات الهندسية، ط1، 2004.ص: 69

7 - Seiichi Nakajima, *TPM Development Program*,

Productivity . Press,Cambridge,A,1989 USA,P:102.

8 – رامي حكمت الحديثي، فائز غازي البياتي: المرجع السابق ، ص: 96

9 – نجم عبود نجم : نظام الوقت المحدد، بحوث ودراسات ، ظ1، المنظمة العربية للتنمية الإدارية، عدد رقم 341 ،القاهرة ،1995، ص: 26.

10 – نجم عبود نجم ، المرجع السابق، ص:41.

11 – نجم عبود نجم : نفس المرجع ، ص:71 .

12 – رامي حكمت الحديثي، فائز غازي البياتي: المرجع السابق ، ص: 290 .

13 – زكرياء طاحون، إدارة البيئة نحو الإنتاج الأنظف، سلسلة صون البيئة، ناس ، ط1، القاهرة 2005، ص 101.

14 – صلاح محمود الحجار: التوازن البيئي وتحديث الصناعة،ط1،دار الفكر العربي،سلسلة تكنولوجيا الإنتاج الأنظف،القاهرة،2003، ص 71.

15 – زكرياء طاحون، إدارة البيئة نحو الإنتاج الأنظف، مرجع سبق ذكره، ص: 103.

16 – سامية جلال سعد:الإدارة البيئية المتكاملة،بحوث ودراسات،المنظمة العربية للتنمية الإدارية،القاهرة،2005، ص245.

17 – زكريا طاحون، السلامة والصحة المهنية وبيئة العمل، سلسلة صون البيئة رقم6، ناس، ط1—2006 القاهرة، ص: 102

18 – صلاح محمود الحجار، مرجع سبق ذكره،ص 72.

19 – فوزي شعبان مدكور، مرجع سبق ذكره، ص: 162.

20 –محمد هيكل، مهارات إدارة المشروعات الصغيرة، سلسلة المدرب الناجع رقم 19، ط1، القاهرة، 2003، ص 118.

21 – فريد راغب النجار، إدارة الإنتاج والعمليات التكنولوجية، مدخل تكاملي تجريبي، ط1، الإشعاع للطباعة والنشر والتوزيع، الإسكندرية، 1997 ، ص ص 514–515.

– مداخل علمية واردة في المقال:

❖) نموذج كمية الطلبية الاقتصادية (E.O.Q) نوصل أليها هاريس (f.w.harris) عام 1915 وبدأ الاتجاه الجديد القائم على أن المخزون هو مقبرة الأعمال، وان الفائض في المخزون هو السبب الأساس لفشل مؤسسات الأعمال .

❖❖) هناك طريقتين لقياس أداء عملية التشغيل الأول هما مستويات المخزون تحت التشغيل، والوقت المستغرق خلال التدفق، إذ كلما ازداد حجم الدفعة وهو مسعى المدخل التقليدي) يرتفع العمل تحت التشغيل ويزداد الوقت المستغرق خلال التدفق والعكس هو ما يقوم عليه نظام الإنتاج الآني حيث يكون حجم الدفعة عاملا أساسيا في تحسين عملية التشغيل.

❖❖❖) التيروتكنولوجيي (Terotechnologie) : يعرفه المركز الوطني البريطاني للصيانة بأنه «مجموعة التطبيقات الإدارية والمالية والهندسية