الجمـــهوريـــة الجزائـــريـــة الديـــمقراطيـــة الشعبيـــة

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة أبي بكر بلقايد – تلمسان –

كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير والعلوم التجارية

مذكرة تخرج لنيل شهادة الماجستير في العلوم الاقتصادية

تخصص: بحوث العمليات وتسيير المؤسسات

الموضوع:

تخطيط أعمال الصيانة باستخدام الأساليب الكمية

- دراسة حالة مؤسسة ALZINC -

إعداد الطالبة:

مغبر فاطمة الزهراء

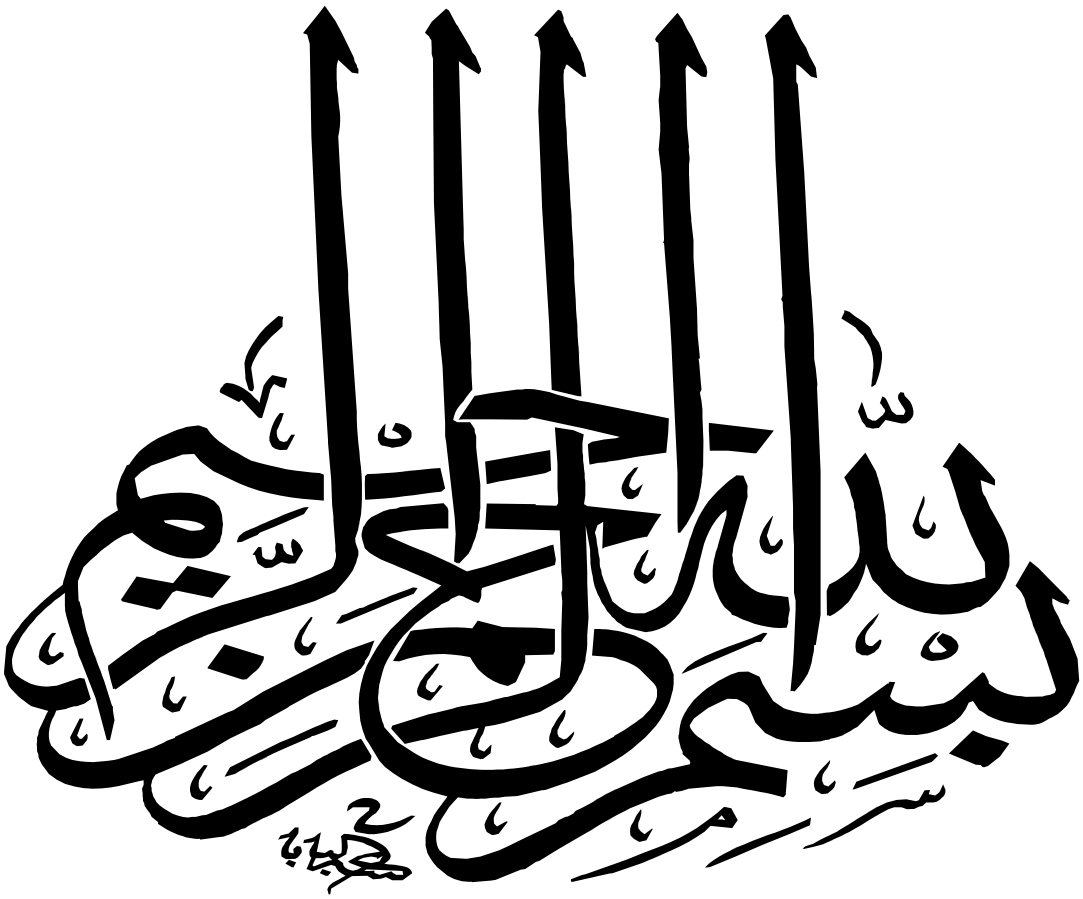
تحت إشراف:

أ.د.بلمقدم مصطفى

أعضاء لجنة المناقشة

أ.د. تشوار خير الدين	أستاذ التعليم العالي	جامعة تلمسان	رئيسا
أ.د. بلمقدم مصطفى	أستاذ التعليم العالي	جامعة تلمسان	مشرفا
د. يحي برويقات عبد الكريم	أستاذ محاضـــــر	جامعة تلمسان	ممتحنا
د. مختاري فيصل	أستاذ محاضـــــر	جامعة معسكر	ممتحنا

السنة الجامعية: 2010-2011


بسم الله الرحمن الرحيم

الإهداء

إلى والدي الكريمين

إلى كل أفراد عائلتي

إلى صديقاتي العزيزات

إلى زملاء الدراسة

التشكرات

الحمد لله الذي هدانا لهذا وما كنا لنهتدي لولا أن هدانا الله، وإن أي توفيق فهو من الله عز وجل وأي تقصير فمني وحسبي أني اجتهدت ولا حول ولا قوة إلا بالله. وأصلي وأسلم على نبي الرحمة ومعلم البشرية سيدنا محمد وعلى آله وصحبه أجمعين.

أتقدم بالشكر الجزيل إلى:

- الأستاذ الدكتور بلمقدم مصطفى الذي أشرف على هذه المذكرة وأفادنا كثيرا بنصائحه وتوجيهاته.

- إلى عمال مكتبة العلوم الاقتصادية الذين قدموا لنا التسهيلات الضرورية.

- إلى عمال مؤسسة ALZINC الذين لم يبخلوا علينا بمعلوماتهم.

- إلى كل من ساهم من قريب أو من بعيد في إتمام هذا العمل المتواضع وإخراجه إلى النور.

الفهرس

الفهرس

- الفهرس

– مقدمة عامة.....01

– الفصل الأول:مفاهيم أساسية حول الصيانة

– تمهيد.....05

I– مدخل إلى الصيانة.....06

I-1- مفهوم الصيانة والتطور التاريخي لها.....06

I-1-1- مفهوم الصيانة.....06

I-1-2- التطور التاريخي للصيانة.....11

I-2- أسباب الصيانة.....13

I-3- أهمية وأهداف الصيانة.....15

I-3-1 أهمية الصيانة.....15

I-3-2- أهداف الصيانة.....17

II– تكاليف الصيانة.....20

II-1- عناصر تكاليف الصيانة.....21

II-1-1- التكاليف المباشرة.....21

II-1-2- التكاليف غير المباشرة.....23

II-2- تكاليف الصيانة بحسب طبيعتها وجهة تنفيذها.....29

II-2-1- الصيانة بحسب طبيعتها.....29

II-2-2- الصيانة بحسب جهة تنفيذها.....29

II-3- سلوك تكاليف الصيانة.....30

II-3-1- سلوك تكاليف الصيانة الثابتة والمتغيرة وشبه الثابتة وشبه المتغيرة.....30

II-3-2- سلوك تكاليف الصيانة الإصلاحية والوقائية والإجمالية.....31

III- تنظيم الصيانة والرقابة عليها 32
III-1- تنظيم الصيانة.....32
III-1-1- المعايير المؤثرة على تنظيم الصيانة في المؤسسة.....33
III-1-2- الهيكل التنظيمي للصيانة.....35
III-1-2-1- أنواع الهياكل التنظيمية.....35
III-1-3- نظام معلومات الصيانة.....40
III-1-4- الموارد البشرية.....42
III-2- الرقابة على الصيانة.....43
III-2-1-سجلات ومستندات الصيانة.....44
III-2-2- معايير الأمثلية في عمليات الصيانة 46
- خلاصة الفصل الأول.....49
- الفصل الثاني:سياسات الصيانة والاستبدال
- تمهيد.....50
I- سياسات الصيانة.....51
I-1- الصيانة غير المخططة.....53
I-2- الصيانة المخططة.....54
I-2-1- الصيانة التصحيحية 54
I-2-2- الصيانة الوقائية.....55
I-2-2-1-أصناف الصيانة الوقائية.....57
I-2-2-2- أهداف الصيانة الوقائية، فوائدها ومردوداتها.....60
I-2-3- الصيانة التنبؤية.....66
I-3- الاتجاهات الحديثة في الصيانة المخططة.....67
I-3-1- الصيانة المرتكزة على المعولية 67
I-3-1-1- تعريف المعولية (الموثوقية).....69

I-3-1-2- أهمية وأهداف المعولية.....72
I-3-1-3- معايير هندسة المعولية.....73
I-3-2- الصيانة الإنتاجية الشاملة.....74
I-3-2-1- تعريف الصيانة الإنتاجية الشاملة.....75
I-3-2-2- أهداف الصيانة الإنتاجية الشاملة.....75
I-3-2-3- تطبيق الصيانة الإنتاجية الشاملة.....76
I-3-2-4- الصعوبات والمعوقات في تطبيق TPM.....79
I-3-3- إدارة الصيانة بالحاسب الآلي.....80
I-3-3-1- المتطلبات الأساسية للصيانة المخططة باستخدام الحاسب الآلي.....80
I-3-3-2- فوائد إدارة الصيانة باستخدام الحاسب الآلي.....81
II- سياسات الصيانة وأنظمة التصنيع الحديثة.....81
II-1- أنظمة التصنيع الحديثة.....82
II-1-1- نشأة نظام الإنتاج الآني (JIT).....82
II-1-2- أهداف وفوائد نظام الإنتاج الآني.....84
II-1-3- عناصر نظام الإنتاج الآني.....87
II-2- العلاقة بين نظام الإنتاج الآني والصيانة الوقائية.....88
II-3- الصيانة الإنتاجية الشاملة وفق فلسفة JIT.....89
II-3-1- العلاقة بين الصيانة الإنتاجية الشاملة والسيطرة النوعية الشاملة في أنظمة JIT.....90
III- سياسات الاستبدال.....92
III-1- مفهوم الاستبدال.....92
III-2- أسباب الاستبدال 93
III-3- صياغة سياسة الاستبدال.....94
III-3-1- صياغة سياسة الاستبدال باستخدام أسلوب التقريبات المتتالية.....94

III-3-2- صياغة سياسة الاستبدال بأسلوب البرمجة الديناميكية.....95
- خلاصة الفصل الثاني.....97
- الفصل الثالث:الأساليب الكمية المعتمدة في تخطيط وجدولة أعمال الصيانة
- تمهيد.....98
I- تخطيط أعمال الصيانة.....99
I -1- مفاهيم عامة حول التخطيط.....99
I -1-1- تعريف التخطيط.....99
I-1-2- تصنيف أنواع التخطيط.....100
I-1-3- مقومات التخطيط.....100
I-1-4- مزايا التخطيط.....103
I-2- أساسيات تخطيط أعمال الصيانة.....103
I-2-1- مستويات تخطيط أعمال الصيانة.....103
I-2-1-1- التخطيط طويل المدى 103
I-2-1-2- التخطيط متوسط المدى.....104
I-2-1-3- التخطيط قصير المدى.....104
I-2-2- مستلزمات التخطيط لأعمال الصيانة.....104
I-2-2-1- إعداد قائمة بالمعدات الموجودة.....105
I-2-2-2- إعداد بطاقة للمعدات والمكائن.....105
I -2-2-3- أوامر العمل.....106
I-2-2-4- إعداد جداول الصيانة.....107
I-2-2-5- وصف أعمال الصيانة.....107
I-2-3- أهداف تخطيط أعمال الصيانة.....107
I-3- أساليب تخطيط أعمال الصيانة.....108
I-3-1- البرمجة الخطية.....108

I-3-1-1- تعريف البرمجة الخطية.....108
I-3-1-2- شروط استخدام البرمجة الخطية.....109
I-3-1-3- استخدامات البرمجة الخطية.....110
I-3-1-4- فروض البرمجة الخطية.....110
I-3-1-5- النموذج الرياضي للبرمجة الخطية.....111
I-3-2- نظرية صفوف الانتظار.....114
I-3-2-1- مفهوم نظرية صفوف الانتظار 114
I-3-2-2- مجالات تطبيق نظرية صفوف الانتظار.....115
I-3-2-3- أنظمة صفوف الانتظار.....117
I-3-2-4- خصائص أنظمة صفوف الانتظار.....118
I-3-2-5- النماذج الرياضية لأنظمة صفوف الانتظار.....122
I-3-2-6- تقييم نماذج أنظمة صفوف الانتظار حسب مستوى الخدمة المفضل.....125
I-3-3- المحاكاة.....126
I-3-3-1- مفهوم المحاكاة.....126
I-3-3-2- استخدامات المحاكاة.....127
I -3-4-3- النمذجة بأسلوب المحاكاة.....128
I-3-3-4- المحاكاة باستخدام أسلوب مونت كارلو Monte Carlo.....128
II- جدولة أعمال الصيانة.....129
II-1- مفهوم الجدولة.....130
II-2- أساليب جدولة أعمال الصيانة.....131
II-2-1- أسلوب التعيين والتخصيص.....131
II-2-1-1- الصيغة الرياضية لمسألة التعيين.....132
II-2-2- أسلوب GANTT 134
II-2-3- أسلوب التحليل الشبكي 135
II-2-3-1- أسلوب المسار الحرج CPM.....136

II-2-3-1- أسلوب تقييم ومراجعة البرامج PERT.....137
III- تخطيط وإدارة مخزون قطع الغيار.....138
III-1- أهداف تخطيط وإدارة مخزون قطع الغيار.....139
III-2- أساليب الرقابة والتحكم في مخزون قطع الغيار.....141
II-2-1- نموذج كمية الطلب الاقتصادية "EOQ".....141
II-2-2- نقطة إعادة الطلب.....142
- خلاصة الفصل الثالث.....143
- الفصل الرابع: الدراسة الميدانية بمؤسسة ALZINC بالغزوات
- تمهيد.....144
I- تقديم المؤسسة.....145
I-1- التعريف بمؤسسة ALZINC.....145
I-2- التنظيم الهيكلي لمؤسسة ALZINC.....147
I-3- عملية التحسين في مؤسسة ALZINC.....151
II- النظام الإنتاجي في المؤسسة.....153
II-1- مدخلات ومخرجات النظام الإنتاجي..... 153
II-1-1- مدخلات النظام الإنتاجي.....153
II-1-2- مخرجات النظام الإنتاجي.....154
II-2- الطريقة الإنتاجية.....155
II-3- تحليل حجم وطبيعة التعطلات أثناء العملية الإنتاجية..... 158
II-3-1- أثر حجم التوقفات على تدفق الإنتاج..... 162
III- وظيفة الصيانة في المؤسسة.....164
III-1- دائرة الصيانة والإصلاح وبعدها التنظيمي.....164
III-2- سياسات وتكاليف الصيانة بالمؤسسة 169
III-2-1- سياسات الصيانة 169

III-2-1-1 الصيانة الإصلاحية.....169
III-2-1-2 الصيانة الوقائية.....170
III-2-2- تكاليف الصيانة..... 170
III-2-2-1 تكاليف الصيانة المباشرة.....170
III-2-2-2 تكاليف الصيانة غير المباشرة.....172
III-2-2-3 تحليل نسبة تكاليف الصيانة المباشرة وغير المباشرة لإجمالي تكاليف الصيانة.....173
III-3- تخطيط أعمال الصيانة بمؤسسة ALZINC.....175
III-4- تسيير مخزون قطع الغيار.....179
- خلاصة الفصل الرابع.....182
- خاتمة عامة.....183
- قائمة الجداول
- قائمة الأشكال
- المراجع
- الملاحق

مقدمة عامة

مقدمة عامة

شهد النصف الأخير من القرن العشرين تطورات هائلة في مجال العلم والمعرفة والتكنولوجيا، الأمر الذي انعكس على المؤسسات الصناعية والخدماتية التي اضطرت لمسايرة هذه التطورات والتفاعل معها تأثرا وتأثيرا. كما أن شدة المنافسة في الأسواق العالمية استلزمت زيادة الإنتاجية وضمان عدم توقف عمليات الإنتاج والاهتمام بمستوى الجودة واستراتيجيات الصيانة الحديثة.

ونظرا للارتباط الوثيق بين الجودة والإنتاج وبين إدارة الصيانة التي تعتبر مرتكزا أساسيا لكل من الجودة والإنتاج، فقد تضاعف الاهتمام بالصيانة إلى المدى الذي أصبحت فيه فرعا من فروع العلم والمعرفة له نظرياته وأصوله واستراتيجياته الخاصة.

تعتبر الصيانة المعمل الحضاري الأول لتعليم مبادئ التكنولوجيا وهي بدون أدنى شك الأداة الأساسية لارتياد دروب الإنتاج والتصنيع. إن كل الصناعات المعاصرة قائمة على استخدام الآلات في عملياتها الإنتاجية والتصنيعية لمختلف المنتجات وكذلك بالنسبة للمنشآت الخدمية في تقديم خدماتها إلى العملاء. إن نجاح المنشآت الصناعية والخدمية في أداء مهمتها في خدمة الاقتصاد مرتبط ارتباطا وثيقا بحالة الآلة الصناعية التي من المفروض أن تبقى في حالة عمل وتشغيل طوال مدة الإنتاج أو فترة أداء الخدمة المبرمجة لها. تعتبر هذه المهمة ذات أهمية قصوى في جل المنشآت الإنتاجية والخدمية، هذا لأنه وببساطة إذا تعطلت آلة ما في خط الإنتاج فسيترتب عليه أمور سيئة منها تعطل مجموعة من الأعمال في المنشأة وتأخر الإنتاج عن ما هو مسطر في خطة الإنتاج إضافة إلى الخسائر المادية الفادحة التي تترتب عن ذلك في وقت يطالب القائمين على الصناعة في الوطن العربي بتحقيق أعلى الكفاءات الإنتاجية بتكاليف صيانة وتشغيل معتدلة أو حتى منخفضة في بعض الدول.

وعملية الصيانة عملية دقيقة ومحددة إذا ما قورنت بالعمليات الإنتاجية والخدمية الأخرى، وهي تهدف أساسا إلى المحافظة على صحة وسلامة العاملين بالمؤسسة من خلال البرامج المعدة سلفا إلى جانب استخدام الآلات والمعدات بشكل صحيح وسليم، كما أنها ليست مجرد مصاريف وتكاليف تتحملها المؤسسة بدون عائد بل هي تهدف للمحافظة على مستوى أفضل وعالي للإنتاجية.والإعداد والتخطيط لأعمال الصيانة هو من الاستراتيجيات الهامة التي صارت ركيزة من ركائز العمل في جل المؤسسات بمختلف نشاطاتها.

طرح الإشكالية:

سنحاول معالجة هذا الموضوع من خلال طرح الإشكالية التالية:

كيف يمكن تطبيق الأساليب الكمية لمساعدة المؤسسات الجزائرية في تخطيط أعمال الصيانة من أجل تحسين سير العملية الإنتاجية؟

من خلال هذه الإشكالية سوف نقوم بالإجابة على عدة أسئلة فرعية من بينها:

- ما المقصود بالصيانة وما مدى أهميتها داخل المؤسسات الاقتصادية؟
- ما المقصود بسياسات الصيانة والاستبدال؟ وما هو واقعها في ظل نظم التصنيع الحديثة؟
- ما هي الأساليب الكمية المعتمدة في تخطيط وجدولة أعمال الصيانة؟
- ما مدى أهمية الرقابة والتحكم في مخزون قطع الغيار؟ وما دورها في تلبية احتياجات الصيانة؟

المنهج المتبع:

المنهج المتبع في بحثنا هذا هو المنهج الوصفي التحليلي في تحديد المفاهيم الأساسية للبحث في الجزء النظري، والمنهج التجريبي الذي يعتمد على الدراسة الميدانية في الجزء التطبيقي بهدف تحديد سياسات الصيانة المتبعة في مؤسسة ALZINC والتكاليف المترتبة عن ذلك ومحاولة تطبيق أحد الأساليب الكمية التي يمكن اعتمادها في تخطيط أعمال الصيانة وذلك حسب طبيعة وحجم أعطال التجهيزات في المؤسسة، وهذا بغرض الإجابة على الإشكالية المطروحة.

تقسيمات البحث:

ومحاولة منا للإلمام بحيثيات الموضوع، قسمنا بحثنا إلى أربعة فصول كالآتي:

الفصل الأول: مفاهيم أساسية حول الصيانة

سنتناول من خلال هذا الفصل مفهوم الصيانة والتطور التاريخي لها إلى جانب أسبابها، أهميتها وأهدافها، ثم نعرج إلى تكاليف الصيانة بعناصرها وسلوكها، ثم نتطرق إلى تنظيم الصيانة والرقابة عليها.

الفصل الثاني: سياسات الصيانة والاستبدال

سنتطرق من خلال هذا الفصل إلى سياسات الصيانة بما فيها المخططة وغير المخططة، وسنعالج علاقة سياسة الصيانة المخططة بأنظمة التصنيع الحديثة، وفي الأخير سنتطرق إلى سياسات الاستبدال بمفهومها وأسبابها وكيفية صياغتها.

الفصل الثالث: الأساليب الكمية المعتمدة في تخطيط وجدولة أعمال الصيانة

سنعالج من خلال هذا الفصل تخطيط أعمال الصيانة بمستوياته ومستلزماته وأهدافه إلى جانب الأساليب الكمية المعتمدة في ذلك، ثم نتطرق إلى جدولة أعمال الصيانة بمفهومها وأساليبها، وفي الأخير نتناول تخطيط وإدارة مخزون قطع الغيار.

الفصل الرابع: الدراسة الميدانية بمؤسسة ALZINC بالغزوات

سنحاول من خلال هذا الفصل أن نسقط جزءا مما رأيناه في الجزء النظري على مؤسسة ALZINC، حيث سنقوم أولا بتقديم المؤسسة، ثم نتطرق إلى النظام الإنتاجي لها بغاية تحليل حجم وطبيعة التعطلات أثناء العملية الإنتاجية، وفي الأخير نتطرق إلى واقع وظيفة الصيانة بالمؤسسة ببعدها التنظيمي وسياساتها إلى جانب تكاليفها ثم سنعمد إلى تطبيق أحد الأساليب الكمية المعروضة في الفصل الثالث من أجل تخطيط أعمال الصيانة بالمؤسسة وذلك بحسب طبيعة الأعطال التي تتعرض لها التجهيزات، دون إغفال كيفية تسيير مخزون قطع الغيار بالمؤسسة.

الدراسات السابقة:

تقل الدراسات التي تناولت موضوع الصيانة ومن بينها ما يلي:

- ويراد زواوي "الصيانة الصناعية وآثارها على تكاليف الإنتاج"، مذكرة التخرج لنيل شهادة الماجستير في العلوم الاقتصادية، تخصص بحوث العمليات وتسيير المؤسسة، جامعة أبو بكر بلقايد، السنة الجامعية 2004-2005.

والذي قام بإبراز الدور الحيوي الذي تلعبه الصيانة في المؤسسة الصناعية وتأثيرها على تكاليف الإنتاج.

- عمارة البشير "أثر الصيانة على تكاليف الجودة في المؤسسة الصناعية"، مذكرة التخرج لنيل شهادة الماجستير في العلوم الاقتصادية، تخصص بحوث العمليات وتسيير المؤسسة، جامعة أبو بكر بلقايد، السنة الجامعية 2009-2010.

والذي قام بدراسة العلاقة بين الصيانة وتكاليف الجودة وهذا بدراسة الارتباط بين تكاليف الجودة والصيانة ومدى التأثير.

- عاشور مزريق "الصيانة ودورها في ضمان جودة منتجات المؤسسة الصناعية الجزائرية"، رسالة مقدمة لنيل شهادة الماجستير في العلوم الاقتصادية، فرع إدارة الأعمال، جامعة الجزائر، السنة الجامعية 2002-2003.

الذي درس دور الصيانة في ضمان جودة المنتج والعمليات الإنتاجية من خلال مراعاة التوقيت السليم لعملياتها وانجازها بالمستوى المطلوب.

صعوبات البحث:

لقد واجهتنا عدة صعوبات عند معالجة هذا الموضوع والتي ترجع أساسا إلى:

- قلة المراجع التي تتناول موضوع الصيانة سواءا باللغة العربية أو الأجنبية التي تتناول الصيانة من الجانب التقني المحض في أغلب الأحيان؛
- صعوبة الحصول على المعلومات الضرورية لعملية الدراسة والتحليل والتي تعود أساسا إلى عدم توثيقها والاحتفاظ بها.

دوافع اختيار الموضوع والمؤسسة محل الدراسة:

لقد كانت لدينا دوافع عدة دفعت بنا لمعالجة هذا الموضوع منها:

- الدور الفعال الذي تلعبه الصيانة في الحفاظ على التجهيزات الإنتاجية وحتى الخدمية؛
- قلة الدراسات الاقتصادية التي تناولت موضوع الصيانة؛
- إبراز أهمية وفعالية التخطيط لأعمال الصيانة باستخدام الأساليب الكمية.

وقع اختيارنا على مؤسسة ALZINC لمعالجة هذا الموضوع نظرا للأهمية التي تلعبها وظيفة الصيانة في هذه المؤسسة التي تتميز باستمرار سير العملية الإنتاجية على مدار 24سا وهو ما يستدعي الحفاظ على اتاحية المعدات من أجل ضمان عدم انقطاع الخط الإنتاجي هذا من جهة ومن جهة أخرى فإن للصيانة دور مهم في الحفاظ على البيئة من خلال إصلاح الأعطال والاختلالات التي تتسبب في تلويث المحيط والعناية بالتجهيزات المخففة من التلوث كالمصافي.

الفصل الأول

تمهيـــد:

من بين المشاكل التي تعترض العمل الإنتاجي، الأعطال التي تحدث خلال النشاط الإنتاجي سواء ما يتعلق بالأقسام الإنتاجية أو الأقسام المساعدة، إذ المشكل لا يرتبط فقط بآلة الإنتاج وإنما بكل الوسائل المستخدمة في المؤسسة (آلات إنتاج، وسائل النقل والمناولة، التبريد، وسائل الطاقة من كهرباء وغاز..... أجهزة الإعلام الآلي والشبكات المعلوماتية.....الخ)كل هذه العناصر نجدها في بعض المؤسسات تشكل كل منها نسبة هامة من الاستثمارات وذات أهمية كبيرة في العمليات الإنتاجية، ونتيجة لاستعمالها فإنه من العادي حدوث تعطلات في تلك التجهيزات لأسباب مختلفة وقد تؤدي بالآلة إلى الخردة.

ولهذا تعد الصيانة نشاطا حيويا يضمن سير المسار الإنتاجي نظرا لدورها المهم في إطالة العمر الإنتاجي للمكائن والمعدات وتقليل التوقفات وزيادة الوقت بين عطل وآخر وهذا ما ينعكس بصورة ايجابية على قدرة الشركة على المنافسة وتحقيق ميزة تنافسية عن طريق تقديم منتجات ذات معولية عالية بدرجة جودة ومرونة مرتفعة.

هذا وتشكل كلف الصيانة نسبة كبيرة من إجمالي الكلف مما يتوجب الاهتمام لها والعمل على خفضها بغية خفض الكلف الكلية بهدف زيادة الإنتاجية وتطبيق الأسس العلمية لقياس جودة الصيانة.

ومن خلال هذا الفصل سنحاول الإلمام بالمحاور الأساسية التالية:

I- مدخل إلى الصيانة: يتناول مفهوم الصيانة والتطور التاريخي لها، إلى جانب أسبابها، أهميتها وأهدافها.

II- تكاليف الصيانة: تطرق إلى عناصرها وسلوكها.

III- تنظيم الصيانة والرقابة عليها: تم التعرض فيه إلى المعايير المؤثرة على تنظيم الصيانة في المؤسسة والهيكل التنظيمي لها ونظام معلوماتها إلى جانب الموارد البشرية، أما الرقابة على أعمال الصيانة فتناول سجلات ومستندات الصيانة ومعايير الأمثلية في عملياتها.

I- مدخل إلى الصيانة:

حتى وقت قريب ظلت أعمال الصيانة وأهمية التخطيط والإعداد المسبق لأعمالها غير معروفة بمفهومها الحالي، ودورها كمجال من مجالات التكنولوجيا في عملية الإنتاج وظلت تأخذ القليل من الاهتمام، وتتم أعمالها دائما بعد ظهور وتفاقم العيوب، وظل الكثيرون ينظرون إليها على أنها مجال غير منتج لا فائدة منه، كما ظلت الجهات الاقتصادية تنظر إليها نظرة جانبية وظلت تحاول تخفيض ميزانيتها إلى أضيق الحدود لعدم إدراكهم لما ينتج عن إهمالها من تدهور للآلات.

I-1- مفهوم الصيانة والتطور التاريخي لها:

تقوم فلسفة أعمال الصيانة على عدم القدرة على إنتاج آلات ومعدات لا تحتاج إلى صيانة حتى مع الدقة الشديدة والاحتياطات الكافية أثناء مراحل التصميم واختيار مواد الإنتاج، فجميع هذه العناصر لها عمر افتراضي يختلف عن العمر الافتراضي لباقي العناصر ومن هنا تأتي ضرورة تخطيط أعمال الصيانة للآلات لزيادة العمر الافتراضي لها كمنظومة متكاملة وبالتالي الحفاظ على الاستثمارات الموجهة إليها.

I-1-1- مفهوم الصيانة:

الصيانة لغة:تعني صيانة الشيء لغة حفظه، حمايته، وقايته وتعهده بالعناية اللازمة.

وتعود جذور كلمة الصيانة إلى المصطلحات الحربية بمعنى"الحفاظ على المعدات وعدد القوات المسلحة في وحدات القتال في مستوى ثابت[1]" . وبعدها وفي سنوات الخمسينات 1950 بالو.م.أ برزت كلمة الصيانة في المجال الصناعي[2]. وحسب معجم OXFORD فان كلمة الصيانة هي Manu Tenere و التي تعني حسب نفس المعجم"To hold it one's hand"أي اجعله في متناول اليد[3]

أما المسلمون فقد استعملوا مصطلح"حد العمارة"كمرادف بديل للصيانة.

وواكب مفهوم الصيانة التطورات التقنية المتسارعة التي دخلت في مجالات الإنتاج الصناعي وغير الصناعي فقد اقتصر في الماضي على الإصلاح الذي يجري بعد توقف الآلة وخروجها من

---

[1] François Monchy « Maintenance méthode et organisation », Dunod, Paris, 2000, P : 04

[2] François Monchy « la fonction Maintenance ; Formation à la gestion de la maintenance industrielle », Masson, Paris, 1996, P : 17

4 د.سامر مظهر قنطقجي "ترشيد عمليات الصيانة بالأساليب الكمية"، ص:03
www.Kantakji.com/figh/files/manage/Maintenance.pdf

العمل أي أن"الصيانة كانت مرادفة للإصلاح" فكانت تختص بإصلاح ما تم فساده عندما يتم الفساد فعلا، و لم تكن مسببات العطل تكتشف إلا بعد حين وبعد تكرار التوقف. ولكن انصرف التفكير بعد الحرب العالمية الثانية نحو ضبط مصاريف الصيانة باستخدام النماذج الرياضية و لم تعد وظيفة الصيانة بذلك قاصرة على المفهوم التقليدي من حيث كونها مجموعة من الأعمال الهندسية والجهود الفنية التي يعهد بها إلى عدد من المهندسين أو الأخصائيين بل أصبحت جهدا إداريا متكاملا يشرف عليه مسئول إداري، قد يصل إلى أعلى المستويات الإدارية في التنظيم ويمارس وظائفه الإدارية بكل عناصرها وأبعادها.

وتعرض تعريف الصيانة لتقلبات متعددة في معانيه طبقا للنواحي العلمية التي مرت بها الصيانة فحسب المؤسسات الدولية المتخصصة ندرج التعاريف التالية:

- تعريف الجمعية الفرنسية للتنميط (AFNOR X 60-010(décembre1994 ، Association Française de Normalisation) "الصيانة هي مجموع الأعمال التي تسمح بحفظ أو إعادة المعدة إلى حالتها التشغيلية أو لضمان تحقيق الخدمة المطلوبة منها[1]"

- تعريف اللجنة الأوروبية للتنميط(CEN WI 319-003(1997 ، Comité Européen de Normalisation)"الصيانة هي مجموع الأعمال التقنية، الإدارية والتسييرية طوال دورة حياة المعدة الموجهة لحفظها وإعادتها إلى الحالة التي تسمح لها بإكمال الوظيفة المنوطة بها[2]"

ونلاحظ أن المشروع الأوروبي أضاف فكرة مهمة وهي أن أنشطة الصيانة مرتبطة بدورة حياة المعدات.

- تعريف المعهد البريطاني للتنميط"الصيانة هي مزيج الفعاليات التي تنفذ من أجل الحفاظ على الموجودات المادية في وضع مقبول أو إعادتها إلى حالة مقبولة[3]"

- حسب معجم Larousse "الصيانة هي مجموع كل ما يسمح بحفظ أو إعادة النظام إلى الحالة التشغيلية[4]"

---

[1] Groupe de réflexion et d'orientation en maintenance « Réussir sa maintenance », édition Mare Nostrum1996 P : 14

[2] François Monchy « Maintenance méthode et organisation », op.cit, p: 07

[3] أ.د محمد العزاوي"الإنتاج وإدارة العمليات"، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع، عمان/الأردن، 2006، ص:181

[4] François Monchy « la fonction Maintenance » op.cit, p:15

– والمنشأ اللاتيني لمفهوم الصيانة حسب مصطلحات اليوم وكما يعبر عنه في الصناعة الألمانية القياسية DIN 31050 هو "ضمان صيانة الآلة والتجهيزات والمعمل لتلبي متطلبات المستوى الإنتاجي لقسم الإنتاج[1]"

كما يمكن أن نقدم بعض تعاريف الصيانة كما وردت في بعض الأدبيات المتخصصة:

– الصيانة تشمل الحفاظ على أدوات الإنتاج في حالة تشغيلية ملائمة باستخدام مجموعة من عمليات المعالجة والتصليح.[2]

–الصيانة حسب الاقتصاديين هي نفقات تهدف إلى المحافظة على مستوى أفضل لاستمرار إنتاجية الشركة شأنها شأن النفقات الإنتاجية.

–الصيانة هي مجموعة من الأعمال الفنية التي يتم القيام بتخطيطها وتنظيمها والرقابة عليها والتي تهدف إلى المحافظة على أصول المشروع في حالة تسمح لها بأداء وظيفتها وفقا لطاقتها المحدودة مقدما بتكلفة اقتصادية.

– الصيانة هي الوظيفة التي تعمل على إعادة أو المحافظة على الحالة التشغيلية للعتاد وإتاحته المستمرة.[3]

– إن الصيانة هي عملية فنية هندسية وهذه حقيقة لا يمكن إنكارها ولكن الصيانة لها أوجه إدارية.إذ أن الصيانة لا يمكن ممارستها بدون وظائف إدارية كالتخطيط والتنظيم والرقابة وقيادة وتحفيز الأفراد فضلا عن نظم الحوافز والاتصالات فيما بين أعضاء فريق الصيانة وبقية أقسام المنظمة.

– الصيانة هي الوظيفة التي تهدف إلى المحافظة على الحالة التشغيلية للتجهيزات والوسائل المستخدمة في الإنتاج.[4]

ونجد أن معظم تعاريف الصيانة ركزت على أمور أساسية يمكن تلخيصها كالآتي:

1) الصيانة عمل أو مجموعة أعمال.

2) أنها تهدف لإعادة الأصل لحالته الأولية للقيام بوظيفته.

---

[1] د. سامر مظهر قنطقجي "ترشيد عمليات الصيانة بالأساليب الكمية"،مرجع سابق، ص:03

[2] G.Javel, « Organisation et gestion de la production », Dunod, Paris, 3ème édition, 2004, P : 164

[3] H.Bernard, « Entretient et maintenance », édition EYHOLIOS, Paris, 1974, P : 84

[4] L.Robert, « Pratique de gestion de la production », les éditions d'Organisation, Paris, 2ème édition, 1985, p ; 61

3) أنها تتضمن الكشف عن الأعطال كعمل وقائي لتجنب الأعطال المثيلة المتوقع حدوثها مستقبلا.

– والمفهوم الحديث للصيانة يربط بين أنشطة الصيانة ودورة الحياة الاقتصادية، ويعتبرها "مزيجا من الأعمال الإدارية والهندسية والفنية المتعلقة بالمحافظة على الموجودات المادية المتاحة للمؤسسة الصناعية، وتعقب دورة حياتها الاقتصادية، وتهتم بمواصفاتها وتصميمها للتأكد من إمكانية الاعتماد عليها"[1]، ويطلق اصطلاح التيروتكنولوجي (Terotechnology) على هذا المفهوم، ويعرف بأنه:"مزيج من التطبيقات الإدارية والمالية والهندسية التي تطبق على الموجودات المادية وتتعقب دورة حياتها الاقتصادية وتهتم بمواصفات وتصميم المصنع والمعدات والمباني للتأكد من إمكانية الاعتماد عليها وإجراء الصيانة اللازمة لها.فضلا عن الاهتمام بنصبها وتركيبها والتأكد من صلاحية استعمالها وإجراء التحويرات عليها واستبدالها بالاعتماد على البيانات التي يحصل عليها بالتغذية العكسية عن تصميمها وانجازها وتكاليفها"[2]

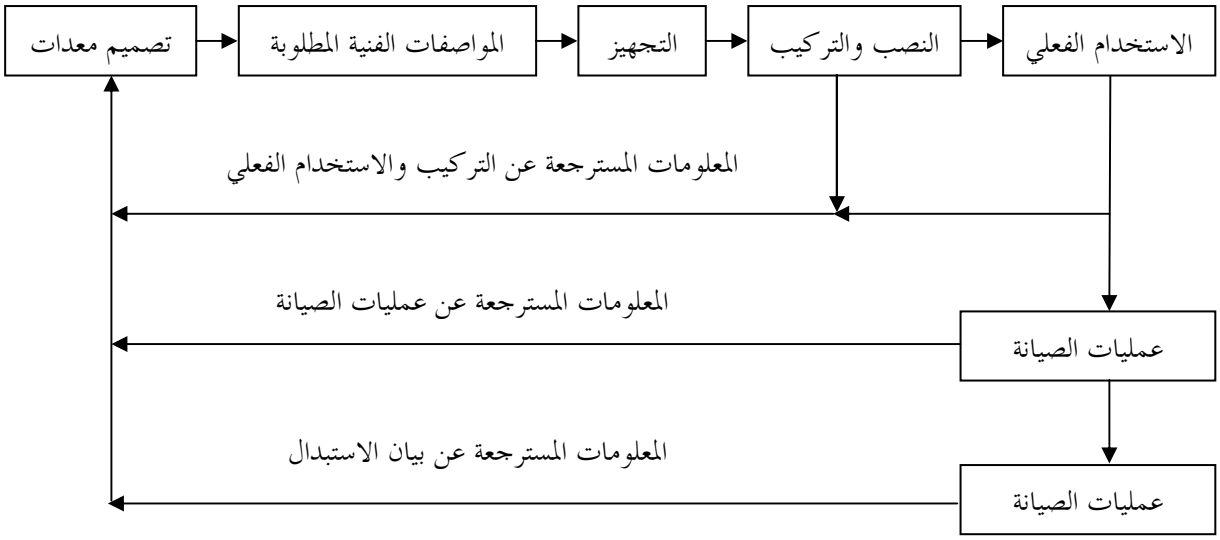
وهذا هو المفهوم الحديث الذي يتفق مع مدخل النظم والذي ينظر للصيانة كنظام متكامل يعمل بالتنسيق مع مختلف الأنظمة الأخرى في المؤسسة، لتخفيض آجال وتكلفة الأعطال والحفاظ على جودة المنتجات.

ويمكن توضيح مصطلح التيروتكنولوجي من خلال الشكل الموالي:

[1] خالد عبد الرحيم الهيتي وآخرون "أساسيات التنظيم الصناعي"، دار زهران للنشر والتوزيع، عمان، 1997، ص: 152

[2] د.رامي حكمت فؤاد الحديثي"الاتجاهات الحديثة في إدارة الصيانة المبرمجة"، دار وائل للنشر ، بغداد، الطبعة الأولى 2004، ص: 16

الشكل رقم(I-1):نظام التيروتكنولوجي



المصدر:د.رامي حكمت فؤاد الحديثي"الاتجاهات الحديثة في إدارة الصيانة المبرمجة"
مرجع سابق، ص:17

يتضح من الشكل أعلاه أن عمليات الصيانة لا تقتصر على نشاطات الصيانة التقليدية المتمثلة في الكشف الدوري عن الأعطال وتصليحها، بل تبدأ مع بداية وضع تصاميم التسهيلات الإنتاجية وإنشاء الموقع ووضع المواصفات الفنية الملائمة لظروف التشغيل، والاستمرار بتحسين هذه العمليات من خلال التغذية العكسية عن أداء أعمال الصيانة والاستبدال والتفصيل، أو أية ملاحظات أخرى تساهم في التطوير وفي معالجة الانحرافات الحاصلة في الوقت المناسب.

بالاعتماد على المفاهيم السابقة يمكن القول بأن وظيفة الصيانة هي:**"كافة الفعاليات الهندسية والفنية والإدارية والمالية التي تضمن استمرار العملية الإنتاجية دون توقفات غير مخططة، وتساهم في تعظيم قيمة المنظمة من خلال تقديم منتجات وسلع ترضي زبائنها المحتملين بتكلفة مناسبة وفي الوقت المطلوب"**

ولإزالة الالتباس نشير إلى بعض المصطلحات التي تستعمل في الحياة العملية ربما بنفس المعنى مثل:الإصلاح-التجديد-التحسين-الاستبدال ولإيضاح الاختلافات فيما بينها يمكن وضع عناصر المقارنة التالية:

- **التسلسل الزمني**:تحدث الصيانة أولا لتكون الآلة بحالة فنية صالحة للاستخدام ثم تحت تأثير العوامل البيئية تظهر عيوب بالآلة وبالتالي يأتي دور الإصلاح وقد تجرى للآلة أعمال تجديد وتحسين ثم تتكرر الصيانة والإصلاح وفي النهاية يتم الاستبدال واستخدام آلة جديدة.
- **الهدف**:يهدف كل من الصيانة والإصلاح إلى جعل الآلة صالحة للاستخدام في ضوء اعتبارات فنية محددة مسبقا عند تصميمها بهدف زيادة عمرها الافتراضي،بينما يهدف التجديد والتحسين إلى إدخال تعديلات على الآلة تتمثل في إعطائها صلاحية فنية لم تكن متوفرة في تصميمها الأول بالإضافة إلى زيادة عمرها الافتراضي،أما الاستبدال فهو إحلال آلة جديدة محل آلة قائمة بهدف تحديث نظام العمل بها أو تغيير الاستعمال أو إتباع التطورات الحديثة في الآلات فنيا وهندسيا.
- **التكلفة**:عند مقارنة تكاليف الصيانة والإصلاح مع تكاليف التجديد والتحسين على مدار العمر الافتراضي للآلة يتضح أن تكاليف الصيانة تكون مرتفعة لأنها تشمل تكاليف صيانة وإصلاح قبل وبعد أعمال التجديد والتحسين، بينما تكاليف الاستبدال أكبر من تكاليف التجديد عند استبدال الآلة بنفس النوع وتقل تلك التكاليف في حالة تقادم الآلة لأن عدم اتخاذ قرار الاستبدال سيؤدي إلى ضياع مكانتها.
- **التخطيط والرقابة**:يمكن إخضاع الصيانة لأساليب التخطيط والرقابة في الزمن والتكلفة نظرا لوضوح الهدف منهما على المدى البعيد وذلك بدرجة غير متوفرة في أعمال الإصلاح لصعوبة التنبؤ بوقت حدوثه،أما التجديد والتحسين فالتخطيط لهما يقوم على وضوح الهدف منهما على المدى القصير.

من هذا التحليل نجد وجود اختلافات جوهرية بين كل من الصيانة والإصلاح والتجديد والتحسين والاستبدال مما يجب معه استخدام كل اصطلاح بما يتناسب مع مفهومه والعمل على منع الخلط فيما بينهم.

I-1-2-التطور التاريخي للصيانة:

لم تكن الصيانة موضع اعتبار في الماضي و لم تكن تنال حظا مثلما نال غيرها من الوظائف الأخرى كالتسويق والبحوث هذا بالإضافة إلى عدم التركيز عليها كما كان الشأن بالنسبة

للعمليات الإنتاجية، وكان ذلك راجعا إلى أن الآلات والمعدات تميزت بالبساطة وعدم التعقيد ومحدودية العدد مقابل يد عاملة صناعية مهمة[1].

ثم بدأت المصانع في الاتساع وتعقدت المعدات والآلات واحتاجت إلى الدقة لتداخل العمليات الصناعية وتطوير الأجهزة والماكينات لما تحتاجه المنتجات من زيادة في الإتقان كما أن الأتمتة والتقدم التقني ساهما في تعقيد النواحي الهندسية.وساعد هذا التطور على فتح أسواق واسعة نحو إدخال التكنولوجيا وتغلغلها في جميع أوجه الأنشطة الصناعية، ذلك مما أدى إلى ضرورة التخصص في عمليات الصيانة وبدء ظهور إدارة لها تقدم خدماتها المستقلة عن إدارة الإنتاج ولكنها بقيت تشكل دعامة للإنتاج كما ونوعا، وغدا نجاح وحدة الإنتاج واستمرار تشغيلها مرهونا بكفاءة إدارة الصيانة وفعاليتها[2].

ويمكن تحديد المراحل التاريخية لتطوير الصيانة بالجدول الآتي:

الجدول رقم (I-1): التطور التاريخي لإستراتيجية الصيانة

السنـــــــــوات	التطور والانجاز
1940 -1950	- إصلاح العطل بعد حدوثه.
1950 -1970	- زيادة إنتاجية المكائن. - إطالة العمر الإنتاجي للمعدات. - تقليل الكلف.
1970 -2000	-زيادة اتاحية ومعوليه المكائن. - الأمان الأكثر. - الجودة الأفضل للإنتاج. - عدم الإضرار بالبيئة. - إطالة العمر الإنتاجي للمعدات.
2000-	- الاستمرار في تطوير الصيانة الوقائية بمشاركة العاملين.

[1] Smail Benissaad « Maintenance industrielle TEC 336 », publication de l'université Mentouri Coustantine 2004-2005, P : 01

[2] د.جاسم مجيد"التطورات التكنولوجية والإدارة الصناعية"، مؤسسة شباب الجامعة ،الإسكندرية،2004، ص:98

	- استخدام برامج الحاسوب. - استخدام الصيانة الإنتاجية الشاملةTPM.

المصدر:أ.د غسان قاسم داود اللامي ، أ.أميرة شكرولي البياتي "إدارة الإنتاج والعمليات، مرتكزات كمية ومعرفية"، دار اليازوري للنشر والتوزيع، الأردن ، الطبعة العربية 2008 ، ص:479

I-2- أسباب الصيانة:

ترتبط الصيانة ارتباطا وثيقا بالأعطال والتوقفات التي تواكب أداء العملية الإنتاجية من قبل المؤسسة، فكلما حدث عطب معين، أو تم التنبؤ بإمكانية حدوثه إلا وتطلب الأمر صيانة تجهيزات الإنتاج، قصد العمل على ترشيد استخدامها وبالتالي الاستفادة من الطاقة الإنتاجية الكامنة فيها، لذلك فان الأمر يستوجب قبل التفكير في تكثيف أعمال الصيانة والإصلاح البحث بعمق عن العوامل المسببة لهذه الأعطال والتوقفات.

تحدث الأعطال وتتوقف الآلات نتيجة أسباب عدة، وهذه الأسباب إما تعود إلى الآلة نفسها وطريقة تصحيحها، أو إلى العامل أو إلى المواد والوقود المستعمل في تشغيلها، أو إلى الإدارة والأنظمة الموضوعة والمعمول بها[1]:

1) **العوامل الناجمة عن الآلة:** يؤثر نوع الآلات المستخدمة على العطلات ومدى تكرارها ويرتبط هذا بمستوى الأوتوماتيكية والتعقيد الذي تتميز به هذه الآلات.إذ كلما كان تركيبها بسيطا كلما قلت فرص العطب وكلما زاد تطورها التكنولوجي تعقيدا كلما زادت إمكانية تعرضها للعطب. ويمكننا أن نقسم الآلات إلى ثلاثة أقسام رئيسية:

أ-الآلات البسيطة:وهي التي تتكون من عدد محدد من الأجزاء، هذا النوع من الآلات من السهل تحديد المواعيد التي ستتعطل فيها إذ كلما قل عدد القطع المكونة له كلما قلت مصادر العطلات، وكلما أمكن حصر أسبابها.

ب-الآلات المعقدة:وهي المكونة من عدد من الأجزاء، هذا النوع من الآلات يكون أكثر تعرضا للعطل إذ كلما زاد عدد القطع كلما تعددت المصادر التي يمكن أن تنشأ عنها العطلات.

[1] د.عاطف محمد عبيد،د.جندي فؤاد علي"التنظيم الصناعي وإدارة الإنتاج"، دار النهضة العربية، بيروت، 1974، ص:291

ج-الآلات الدقيقة:وهي التي تتكون من أجزاء أغلبها من النوع الحساس إذ في مثل هذه الحالات يمكن أن تنشأ العطلات نتيجة إساءة استعمال أي جزء حتى ولو كانت الآلة جديدة و لم يبدأ استعمالها إلا حديثا.

2) **العوامل الناجمة عن العامل**:يرجع سببه إلى ضعف مهارة العاملين على التشغيل والصيانة والتي غالبا ما تنتج عن انتهاك قواعد التصميم والتشغيل كالأخطاء الناتجة في ترجمة الوثائق الفنية للواقع الفعلي للأجهزة التي تتطلب مهارة عالية ودقة متناهية في تنفيذ أعمال الصيانة والتشغيل وانتهاك قواعد نصب الآلات ومراعاة ظروف التشغيل اللازمة(الظروف البيئية، تدفئة، تهوية، الإضاءة،تكييف،....) وضعف تسجيل العطلات وتحليلها[1].

3) **العوامل الناجمة عن المواد واللوازم المستعملة**:ومردها استعمال أنواع غير ملائمة من المواد الأولية أو الوقود أو الزيوت خلافا لنصوص دليل التجهيزات المعد من قبل مصمميها. وهذا ما يؤدي إلى انخفاض الطاقة الإنتاجية لتلك التجهيزات،وقد يتسبب في عطبها أو تلفها في بعض الأحيان.

4) **العوامل الناجمة عن الإدارة**: تكون الإدارة سببا في حدوث العطلات عندما تقرر خفض تكاليف الصيانة وجعل التخصيصات المالية اللازمة لأداء الصيانة ضمن حدها الأدنى دون الأخذ بنظر الاعتبار نتائجه على المدى البعيد عند الحاجة إلى الاستبدال السريع للآلات أو كلف إجراء الصيانة الطارئة.

وهناك أسباب أخرى جعلت الحاجة ملحة إلى تنظيم مجد لأعمال الصيانة وتوفير الرقابة الدقيقة عليها والإعداد والتخطيط الجيد وعمل الجدولة اللازمة في هذا الشأن ومن هذه الأسباب[2]:

❖ **الاستزادة في الميكنة**:إن التوسع في الميكنة يعمل على تقليل تكاليف العمل المباشر مقابل زيادة أهمية المعدات.

❖ **زيادة تعقد المعدات**:أدت إلى نوع من المقدرة الفائضة لدى المهارات المتخصصة.

❖ **الفائض من المخزون**:الزائد من الأجزاء والإمدادات كان من أسباب زيادة الميكنة وتعقد المعدات مما دعا إلى الاحتفاظ بقدر كبير منها.

---

[1] أ.د غسان قاسم داود اللامي، أ.د أميرة شكرولي "إدارة الإنتاج والعمليات"، مرجع سابق ، ص:503

[2] د.جاسم مجيد "التطورات التكنولوجية والإدارة الصناعية"، مرجع سابق، ص:101

❖ **الزيادة في الرقابة على الإنتاج**:الرقابة الفاحصة على الإنتاج ساعدت في تخفيض المخزون من المواد والتي تحت التشغيل مما عمل على مضاعفة أثر توقفات العمليات الإنتاجية.

❖ **زيادة متطلبات الجودة**:وقد بدت ثمراتها في صورة منتجات لاقت تقبلا لحركة البيع ولكنها أكدت ضرورة التصحيح العاجل لأسباب إنتاج وحدات مَعيبة.

❖ **جداول دقيقة لتسليم المنتجات**:أدت إلى تخفيض ملموس في المخزون من حيث الكم بالنسبة للسلع الجاهزة ولكنها أوضحت أثر توقفات العمليات الإنتاجية.

❖ **ارتفاع التكاليف**:محصلة طبيعية لما يكون من زيادة مستمرة في تكلفة العمل والإمدادات والمواد.

I-3- أهمية وأهداف الصيانة:

إن التقدم المذهل في ميكنة العمليات الصناعية قد جعل من الصيانة في السنوات الأخيرة ليست مجرد عامل مساعد للعمليات الإنتاجية وإنما جزء لا يتجزأ منها بحيث يمكن حدوث انهيار في الإنتاج في حالة فشل أجهزة الصيانة في جعل المعدات في حالة فنية جيدة وجاهزة للاستخدام، وقد يصل الأمر إلى حد توقف الإنتاج تماما في حالة خطوط الإنتاج كاملة الميكنة وعليه فان نشاط الصيانة ينبغي أن يدخل في حيز مناسب من اهتمام إدارة المؤسسة لما للصيانة من أهمية وتأثير مباشر على تحقيق أهداف المنشأة وعلى رأس هذه الأهداف يأتي تحقيق أكبر قدر ممكن من الربح.

I-3-1- أهمية الصيانة:

لسنوات كان ينظر للصيانة على أنها أمر لا مفر منه ولكن ومع التقدم التكنولوجي وتطور مفهوم إدارة الأعمال أصبحت وظيفة هامة تتطلب استخدام تقنيات محددة لتحقيق أهداف المؤسسة ولكنها ليست هدفا في حد ذاتها وإنما تشكل عاملا هاما للجودة والسلامة واحترام الوقت والإنتاجية وبالتالي القدرة التنافسية للمؤسسة تتطور[1]. وتستمد الصيانة كوظيفة داخل المؤسسة أو كعملية مرتبطة بسيرورة العملية الإنتاجية أهميتها من حيث أنها:[2]

[1] Smail Benissaad "Maintenance industrielle TEC 336", op.cit, P : 03

[2] د.عبد الكريم محسن، د.صباح مجيد النجار"إدارة الإنتاج والعمليات"، مكتبة الذاكرة، جامعة بغداد، الطبعة الثانية 2006، ص:522

1. تساعد في تقليل التوقفات لمختلف الآلات والتجهيزات والمعدات وجعلها في حدها الأدنى، مما يزيد من مستوى كفاءة عمليات الإنتاج والتقليل من مشاكل تأخر تسليم الطلبيات إلى الزبائن وتقليل الخسائر والكلف المتعلقة بذلك.

2. المحافظة على تحقيق فاعلية الآلات والمعدات بالشكل الذي يؤدي إلى زيادة معايير الجودة للمخرجات في حدود الكميات المطلوبة والكلف المعقولة.

3. يؤدي انخفاض مستوى الصيانة إلى تعدد التوقفات في الإنتاج وانخفاض جودة المنتوج والتأخيرات غير الضرورية مما يؤدي إلى انخفاض الروح المعنوية للعاملين وعدم مقدرتهم على مقابلة متطلبات الارتقاء بمعايير الإنتاج في الوقت المحدد.

4. إن فشل نظام الصيانة في المصنع يعني فشل الإدارة التي من مسؤوليتها توفير صيانة جيدة للآلات والمعدات.

5. تساعد الصيانة في إدامة تقديم التسهيلات الخدمية المختلفة للمصنع مثل التدفئة والتبريد والإضاءة الجيدة.

6. تضمن أثرا ايجابيا على الإنتاج داخل المؤسسة، فكلما كانت عمليات الصيانة دقيقة ومنتظمة كلما أدى ذلك إلى رفع إنتاجية المؤسسة وتحقيق أهدافها المسطرة[1].

7. تؤمن استغلال الوقت المتاح والعمل بكفاءة باعتبار أن التجهيزات تبقى جاهزة للتشغيل ومحافظة على قدراتها الإنتاجية.

8. تدعم الصيانة الجيدة تطبيق نظم الإنتاج الحديثة مثل فلسفة الإنتاج الآني التي تسعى إلى تخفيض الخزين إلى أدنى حد ممكن وصولا للخزين الصفري كهدف مثالي باعتبار الخزين هو أصل المشاكل في المصانع ويقتضي تخفيضه توافر نظم صيانة كفؤة تمنع توقف خطوط الإنتاج والتشغيل الكامل للآلات والمعدات.

وتتنوع أهمية الصيانة وفقا للمرحلة التي يعيشها النظام الإنتاجي وكما يأتي[2]:

- **مرحلة التصميم**:ينصب الاهتمام خلال هذه المرحلة على معولية الأداء وفقا لمواصفات معيارية تستهدف تحسين مستوى أداء المعدات ومستوى السلامة المهنية.

[1] أحمد طرطار"الترشيد الاقتصادي للطاقات الإنتاجية في المؤسسة"، ديوان المطبوعات الجامعية ، الجزائر1993، ص:67

[2] أ.د محمد العزاوي"الإنتاج وإدارة العمليات"، مرجع سابق، ص:181

➢ **مرحلة التشغيل التجريبي**:من الضروري الاهتمام بالصيانة خلال مرحلة نصب المعدات وتشغيلها التجريبي، وتقديم المشورة الفنية.

➢ **مرحلة التشغيل الاعتيادي**:يوجه الاهتمام في هذه المرحلة ببرامج الإحلال والتحويلات واستخدام التقنيات المتطورة لانجاز عمليات الصيانة كاستخدام الإنسان الآلي والسيطرة على كلف الصيانة.

مما تقدم تتضح أهمية عمليات الصيانة ودورها الفاعل الناشئ عن الآتي:

1. التطورات التقنية وتعقد نظم التشغيل؛
2. ارتفاع حجم الاستثمارات في الموجودات الثابتة؛
3. الاستخدام الأمثل للموارد البشرية والمادية وتأمين تشغيلها بكفاءة وفاعلية؛
4. السعي لتحقيق أهداف العمليات وأسبقياتها التنافسية المتمثلة بالكلفة الأدنى والجودة والتسليم والمرونة.

وتستوحى الأهمية سالفة الذكر من علاقة الصيانة كنظام قائم داخل المؤسسة بالأهداف الإستراتيجية لهذه الأخيرة بحكم أن أي خلل في نظام الصيانة يولد لا محالة عجزا أو قصورا عن تحقيق المهام الموكلة للمؤسسة نفسها.

I-3-2- أهداف الصيانة:

إن الصيانة باعتبارها وظيفة من الوظائف الرئيسية للمؤسسة لا تخلوا من أن تكون لها مجموعة من الأهداف تسعى إلى تحقيقها وهي كالآتي[1]:

1. تحقيق الإنتاج المخطط له:

فالصيانة تعمل على ضمان إتاحية المعدات وسلامة التشغيل من خلال تقليل التوقفات وتخفيض الانحرافات في معدلات الإنتاج.

2. الحفاظ على جودة المنتجات:

إن من أهداف نشاط الصيانة المحافظة على التجهيزات الإنتاجية في حالة جيدة، بما يقلل من نسبة العيوب في المنتجات وذلك عن طريق القيام بعمليات التشحيم والتزييت وما إلى ذلك.

[1]Groupe de Réflexion et d'orientation en Maintenance « Réussir sa maintenance », op.cit, P: 50

3. احترام الآجال المحددة:

وهنا يتعلق الأمر بآجال العملية الإنتاجية وآجال تدخلات أعمال الصيانة حيث أن البرامج والجداول الزمنية يتم وضعها بصورة موحدة(الإنتاج والصيانة)، وعلى وظيفة الصيانة احترام كل الآجال التي تتضمنها برامج الصيانة وبرامج الإنتاج.هذه المسؤولية المزدوجة تقتضي:

- المعرفة الدقيقة بحالة كل آلة وضمان تشغيلها خلال الزمن المحدد(باستثناء الحوادث).
- تحضير وتنظيم الأعمال التي يجب القيام بها، ووصف هذه الأعمال بالدقة الكافية حتى يكون التدخل في الوقت المناسب وبالمدة المناسبة.

وبالمقابل يجب على وظيفة الإنتاج أن تأخذ بعين الاعتبار كل المواعيد والآجال الخاصة بالصيانة المتفق عليها مسبقا، وذلك تفاديا لضياع الوقت وتحمل تكاليف إضافية.

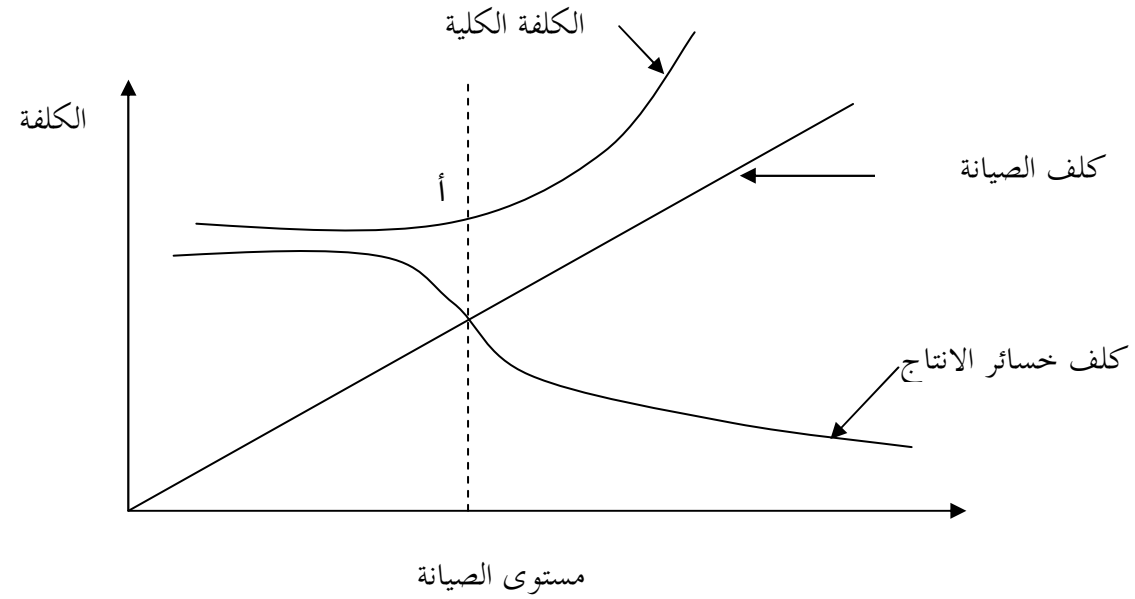
4. تخفيض التكاليف:

إن الهدف الرئيسي لأي قسم صيانة جيد هو الوصول إلى أقل تكلفة لكل من:

- تكاليف عمال الصيانة والمواد المستخدمة.
- خسائر الإنتاج الناتجة من برنامج الصيانة الرديء أو غير الملائم.

إن تحقيق التوازن الأمثل بين كلف الصيانة وكلف خسائر الإنتاج يتضح من خلال الشكل التالي:

الشكل رقم (I-2): العلاقة بين الصيانة وكلف الإنتاج



المصدر:د.عبد الكريم محسن،د.صباح مجيد النجار"إدارة الإنتاج والعمليات"، مرجع سابق، ص:523

إن هدف الصيانة هو الوصول إلى أقل كلفة مرتبطة بخسائر الإنتاج والمتمثلة بالنقطة(أ) في الشكل السابق والذي يلاحظ منه ما يأتي:

- تكون كلف خسائر الإنتاج في قمتها عندما تكون كلفة الصيانة مساوية إلى الصفر.
- كلما زادت جهود الصيانة فان خسائر الإنتاج تنخفض تدريجيا حتى الوصول إلى تحقيق أقل كلفة مرتبطة في النقطة(أ).

5. أمن العاملين وسلامتهم:

تتكفل الصيانة بضمان أمن القائمين بها من جهة، وبضمان سلامة باقي العاملين في المؤسسة أثناء تواجدهم بأماكن عملهم من جهة أخرى.

ولأسلوب تنفيذ فعاليات الصيانة في المؤسسة تأثير مهم على سلامة العاملين ومن الضروري توفير المتطلبات التالية لهذا الغرض[1]:

- صيانة الآلات والمعدات بالمستوى المطلوب إذ أن أي إهمال لأنشطة الصيانة قد يولد مخاطر للعاملين وإتلاف الموجودات الإنتاجية.
- إعداد طرق وأساليب العمل المناسبة لإجراء أعمال الصيانة وخاصة فيما يتعلق بأعمال اللحام والقطع بالتنسيق مع مسؤولي السلامة والتشغيل.
- التأكد من توفير متطلبات السلامة والأمان للعاملين في الوحدات التشغيلية المجاورة للوحدات التي يتم إجراء فعاليات الصيانة عليها.
- تأشير الوحدات الخاضعة لبرنامج الصيانة بشكل واضح للعاملين والتأكد من قطع التيار الكهربائي عنها تجنبا لحدوث الأخطاء أو الإصابات للعاملين من خلال تعليق إرشادات التحذير في مكان بارز وإعلام المشتغلين بذلك قبل فترة مناسبة لتهيئة موقع العمل.
- تدريب العاملين في الصيانة على الأساليب الصحيحة تجنبا لوقوع الحوادث واختيار الأشخاص حسب نوع الأعمال المطلوب تنفيذها.

6. حماية البيئة:

باعتبار أن المؤسسة مطالبة في ظل التنمية المستديمة أكثر من أي وقت مضى باحترام نظافة المحيط وتفادي تلويثه، فان للصيانة دور مهم في ذلك من خلال إصلاح بعض الأعطال

[1] د.عبد المجيد محسن، د.صباح مجيد النجار"إدارة الإنتاج والعمليات"، مرجع سابق، ص:546

والاختلالات التي تتسبب في تلويث المحيط وكذلك إصلاح التجهيزات المخففة من التلوث كالمصافي التي تستعملها بعض المصانع.

هذه الأهداف يمكن تلخيصها أيضا على النحو التالي[1]:

➢ **أهداف مرتبطة بالعملية الإنتاجية:**

- الحفاظ على المعدات في أفضل حالاتها؛
- ضمان الاتاحية القصوى لمعدات الإنتاج؛
- توفير خدمة تقلل من الأعطال والتوقفات؛
- إطالة عمر آلات الإنتاج؛
- الحفاظ على المعدات بطريقة اقتصادية واستبدالها في أوقات محددة؛
- ضمان أداء بجودة عالية؛
- ضمان تشغيل مؤكد وفعال في كل وقت؛
- الحصول على مردود عالي؛
- الحفاظ على المعدات نظيفة في كل وقت؛
- الحفاظ على المحيط.

➢ **أهداف مرتبطة بالتكاليف:**

- تخفيض تكاليف الصيانة وتعظيم الأرباح؛
- ضمان توفير خدمات الصيانة في حدود الميزانية المخصصة لها؛
- جعل نفقات صيانة الآلات والتجهيزات تتماشى مع عمرها ومعدل استعمالها؛
- وضع في تصرف مسؤولي الصيانة نفقات محددة للحصول على المعدات وقطع الغيار.

II- تكاليف الصيانة:

تعد تكاليف الصيانة من العناصر المهمة في تحديد الربح الصافي لنشاط الإنتاج وعملية تحليل التكاليف للصيانة تمكن الإدارة العليا من تحديد الانحرافات في المصروفات سلبا أو إيجابا، فقد يكون انخفاض كلف الصيانة مؤشرا سلبيا لأنه قد يدل على غياب العناية بالآلات والمعدات في حين قد يكون مؤشرا ايجابيا في حالة البرمجة والتخطيط المسبق لأنشطة الصيانة وتنفيذ برامجها بمواعيدها

[1] Smail Benissaad, op.cit, P: 06

المحددة. وتتجسد مجالات خفض كلف الصيانة بالشكل الذي لا يؤدي إلى انخفاض مستوى كفاءة عمل قسم الصيانة بالنقاط التالية[1]:

- الرقابة الدقيقة على المبالغ المصروفة وساعات العمل الإضافية وأوقات التوقفات والعطلات بسبب أعمال الصيانة وكلف المواد والأدوات الاحتياطية المصروفة؛
- استخدام تحليل باريتو للأدوات الاحتياطية للتركيز بشكل خاص على المواد ذات الكلفة العالية؛
- تدريب العاملين على إجراءات الصيانة اليومية البسيطة والتشغيل الصحيح للمعدات والعناية اليومية بموجب إرشادات الجهة المصنعة؛
- استعمال الأدوات الاحتياطية الأصلية ومقارنتها مع المواد الاحتياطية البديلة من ناحية العمر التشغيلي والكلفة؛
- استخدام الأساليب الصحيحة في التزييت والتشحيم وتنظيف الآلات والمعدات باستمرار.

II-1- عناصر تكاليف الصيانة:

II-1-1- التكاليف المباشرة:

وتتضمن مايلي:

1. تكلفة الأجور:

الأجر هو مقابل الحصول على جهد أو عمل بشري، وأعمال الصيانة تتطلب توفر أفراد متخصصين يتم حساب أجورهم بالاستعانة بأمر التدخل الذي يتضمن عدد العمال وعدد الساعات المنجزة من قبل كل عامل. وقد يكون الأجر متمثلا بالنقود التي يحصل عليها العامل في نهاية مدة محددة ولقاء القيام بعمل معين، وقد يتمثل الأجر بمجموعة مزايا عينية أو تأمينات اجتماعية وصحية إضافة إلى الأجور النقدية. وتقسم كتلة أجور عمال الصيانة إلى قسمين رئيسيين هما[2]:

[1] د.عبد الكريم محسن، د.صباح مجيد النجار"إدارة الإنتاج والعمليات"، مرجع سابق، ص:533

[2] د.سامر مظهر قنطقجي "ترشيد عمليات الصيانة بالأساليب الكمية"، مرجع سابق، ص:49

➢ **الأجور الخارجية**:وهي تلك المبالغ المدفوعة للفنيين والعمال و ورشات الصيانة من خارج المؤسسة مقابل خدماتهم في صيانة وإصلاح آلاتها وتجهيزاتها.ويمكن تقسيم هذا النوع من الأجور إلى:

- أجور الصيانة المعروضة في الأسواق.
- أجور الصيانة المعروضة عن طريق المصنع.

➢ **الأجور الداخلية**: وهي تلك المبالغ المدفوعة للفنيين والعمال و ورشات الصيانة من داخل المؤسسة مقابل عملهم وأدائهم لأعمال الصيانة والإصلاح لتجهيزات المؤسسة. ويمكن تقسيم هذا النوع من الأجور أيضا إلى:

- أجور عمال الصيانة (الفرق المتخصصة): وتتمثل برواتب هؤلاء العمال الشهرية التي يتقاضونها لقاء عملهم كفرق صيانة.
- الحوافز وأجور ساعات العمل الإضافية التي يتقاضاها عمال الإنتاج نظير مساعدتهم في أعمال الصيانة حيث أن عملهم هو الإنتاج، لذلك فان الإدارة تكافئهم على هذا العمل الإضافي وتستفيد من خدماتهم وخبراتهم المتمثلة في تعاملهم اليومي مع الآلات والتجهيزات.

2. تكلفة المواد:

يقصد بالمواد كل ما يستخدم من قطع تبديلية وأدوات التفكيك والتركيب ووسائل الفحص والمراقبة وزيوت وغيرها خلال عمليات الصيانة. تستهلك القطع التبديلية نتيجة عوامل الاحتكاك والتآكل الناجمين عن الاستخدام الطبيعي أو بسبب العوامل الجوية كالصدأ أو نتيجة الإهمال والتقصير في تطبيق أساليب الصيانة، ويميز بين نوعين من القطع التبديلية:

- قطع تبديل مستخدمة باستمرار.
- قطع تبديل إستراتيجية.

تمثل هذه التكاليف نسبة معتبرة من مجمل تكاليف الصيانة لذا يلزم ترشيد استهلاك هذه القطع والأجزاء واستخدامها استخداما جيدا ومنظما.

3. تكاليف الخدمات الخارجية:

ويتم في هذه الحالة الاستعانة بجهات خارج نطاق المعمل تابعة إلى دوائر أخرى إما محلية أو أجنبية للقيام ببعض أعمال الصيانة التي لا تستطيع المؤسسة القيام بها[1]، فبعض الآلات والتجهيزات على درجة عالية من الدقة والتكنولوجيا بحيث يتعذر على عمال الصيانة بالمؤسسة القيام بإصلاحها حال تعطلها.

II-1-2- التكاليف غير المباشرة:

تعتبر عناصر التكلفة غير المباشرة جزءا مهما من أجزاء التكلفة حيث تلعب دورا أساسيا في زيادة تكلفة الصيانة، ويتزايد بعض هذه العناصر مع تزايد الإنتاج.

1. التكاليف الإدارية[2]:

وتشمل تكاليف العاملين والمشرفين في قسم الصيانة ومخزن الأدوات الاحتياطية الذين لا يشاركون مباشرة في أعمال الصيانة وكذلك تكاليف الأثاث واندثار الأبنية وخدمات الماء والكهرباء.

2. تكاليف الأضرار:

تشمل مجمل الأضرار التي قد تتحملها المؤسسة نتيجة أعطال خطيرة وتنقسم إلى أضرار داخلية تتمثل فيما يلحق بالمؤسسة من انخفاض في الدخل نتيجة لتوقف الإنتاج وما يتبعه من تكاليف، وأضرار خارجية تتمثل في مجمل الرسوم والغرامات.

3. تكاليف النقل:

تعتبر أجور النقل كعنصر تكلفة غير مباشرة عندما تعتمد الإدارة سياسة الصيانة المركزية. إذ يتوجب في هذه الحالة نقل الآلات والقطع المعطوبة إلى الورشات، الأمر الذي يؤدي إلى زيادة أجور النقل، وعلى العكس نلاحظ أنه يزداد استهلاك العدد والأدوات والكميات المنقولة من المواد المساعدة عندما تعتمد الإدارة سياسة الصيانة اللامركزية.

---

[1] د.رامي حكمت فؤاد الحديثي"الاتجاهات الحديثة في إدارة الصيانة المبرمجة"، مرجع سابق، ص:128

[2] د.عبد الكريم محسن، د.صباح مجيد النجار"إدارة الإنتاج والعمليات"، مرجع سابق، ص:533

4. تكلفة الفرصة المضاعة:

إن تكلفة الفرصة المضاعة هي تكلفة ناتجة عن ضياع فرصة استثمار الأموال التي أنفقت على العناصر التي سبق ذكرها (أجور، مواد،..).ويجب التمييز بين تكلفة الفرصة المضاعة وتكلفة الفرصة الضائعة.ففي الحالة الأولى تكون الخيارات متاحة ويتم الاختيار بينها بحرية.ولتوضيح قياس التكلفة في هذه الحالة سنفترض أنه يوجد لدينا ثلاثة آلات أ، ب، ج بأسعار شراء متساوية ونرغب باقتناء أفضلها من خلال توافر البيانات التالية:

	الآلة-أ-	الآلة-ب-	الآلة-ج-
قيمة الآلة	100.000	100.000	100.000
تكاليف تشغيلها	60.000	55.000	**54.500**

نلاحظ للوهلة الأولى أن الآلة-ج- هي المثلى بسبب قلة تكاليف تشغيلها، ولكن إذا أخذنا بعين الاعتبار تكاليف الصيانة المستقبلية لهذه الآلات نجد أن تكاليفها تصبح كالتالي:

	الآلة-أ-	الآلة-ب-	الآلة-ج-
تكاليف التشغيل	60.000	55.000	54.500
تكاليف الصيانة المتوقعة	3.500	5.000	6.250
إجمالي التكاليف	63.500	**60.000**	60.750

ويبدو واضحا الآن أن القرار الأمثل هو اقتناء الآلة-ب- بدلا من-ج-.

أما في الحالة الثانية أي تكاليف الفرصة الضائعة فتضيع الخيارات بسبب الإهمال ودونما انتباه لعملية الاختيار.ولقياس هذه التكلفة نفترض أننا اشترينا كمية من مخزون قطع التبديل وبعد ذلك تبين لنا وجود بديل أفضل فتكون الفرصة الضائعة لهذه القطع هي أكبر إحدى القيم التالية:

- صافي القيمة البيعية في السوق بعد استبعاد تكاليف عملية البيع.
- التكاليف التي ستظهر لدى المؤسسة فيما لو استخدمت هذه المواد والقطع في تنفيذ عمل آخر، أو المبالغ التي ستدفعها للحصول على القطع الجديدة خلال فترات التخزين الطويلة والتي تجاوز فترة الحصول عليها من مصدرها(فترة الشحن، التخليص،..الخ).
- تكلفة توقف العمل في المؤسسة بسبب رداءة القطع المشتراة أو بسبب عدم توافر القطع التبديلية اللازمة في الوقت المناسب.

5. تكلفة الوقت الضائع:

الوقت الضائع هو الوقت غير المنتج، والناتج عن توقف العمال عن العمل لسبب ما كالعطل العادي، أو العطل الطارئ، أو بسبب الإهمال أو الإجهاد أثناء المسيرة العادية للعمل.وأما تكلفة الوقت الضائع فتمثل مجموع الأجور المدفوعة للعمال المتوقفين عن العمل.ويساعد برمجة زمن الصيانة على توفير الوقت والتكلفة المذكورين ويتبلور الوقت الضائع في صفوف الانتظار، وتظهر هذه الحالة عندما يزيد الطلب على الإصلاح عن طاقة إدارة الصيانة، ويسبب الانتظار في هذه الحالة خسارة مالية تتمثل بتوقف الآلات عن الإنتاج.

ويمكن تقسيم الوقت الضائع إلى:

- وقت ضائع بسب العامل كالتأخير عن الحضور للعمل، والأحاديث الجانبية بين العمال، والانصراف المبكر؛
- وقت ضائع بسبب الإدارة وهو يحدث نتيجة لسوء تنظيم العمل من قبل الإدارة كحالات التوقف الناتجة عن التأخر في إعطاء أوامر التشغيل أو إحضار المواد وقطع الغيار وغيرها؛
- وقت ضائع لأسباب فنية مثل حالات التوقف الناتجة عن انقطاع التيار الكهربائي وما إلى ذلك.

6. تكاليف الأعطال:

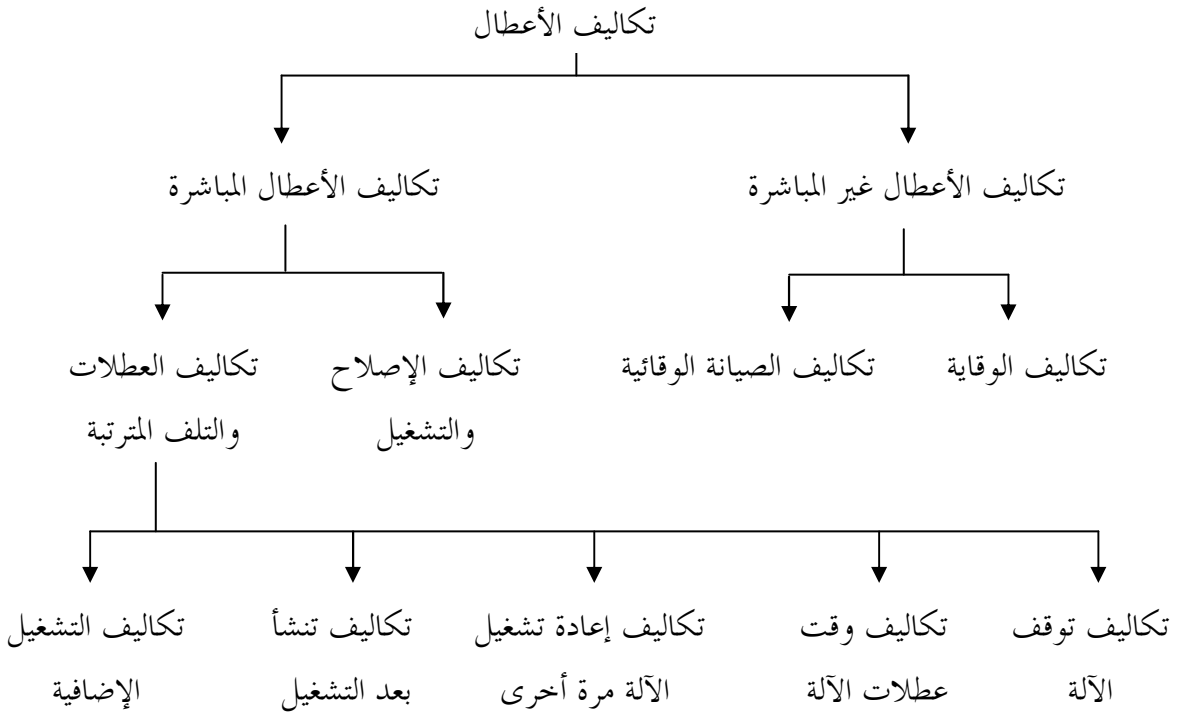
تكاليف الأعطال تجمع بين تكاليف الإصلاح والخسارة الناتجة عن توقف الإنتاج أو تكاليف عدم الإتاحية الناجمة عن توقف المعدات بسبب العطل.

هذا النوع من التكاليف يصعب حسابه بسبب تعدد حالات العطل وتعقدها.ويعتبر تقييم هذه التكاليف أمر لا غنى عنه بسبب أن الخسارة الناتجة عن توقف الإنتاج بسبب الأعطال تكلف أكثر من نفقات الصيانة.[1]

والشكل التالي يوضح تكلفة الأعطال:

[1] Groupe de Réflexion et d'orientation en Maintenance, op.cit, P: 105

الشكل رقم(I-3): تكلفة الأعطال

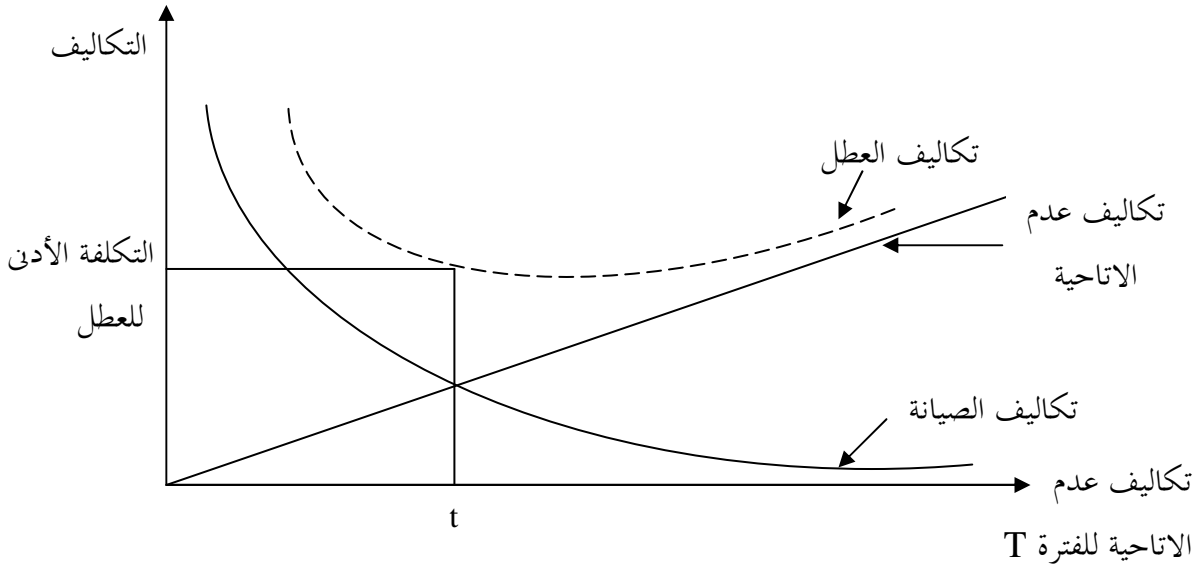


المصدر:د.سونيا محمد البكري"إدارة الجودة الكلية" الدار الجامعية، الإسكندرية، 2004/2003، ص:190

إن خسارة الإنتاج ونفقات الصيانة ينموان بصفة عكسية حيث أنه كلما زادت إحداهما نقصت الأخرى والعكس، وباعتبار أن الهدف هو الوصول إلى أدنى تكلفة ممكنة للأعطال فانه يجب البحث عن التوفيقات المثلى والموضحة من خلال الشكل الموالي:[1]

[1] Smail Benissaad, op.cit, P:78

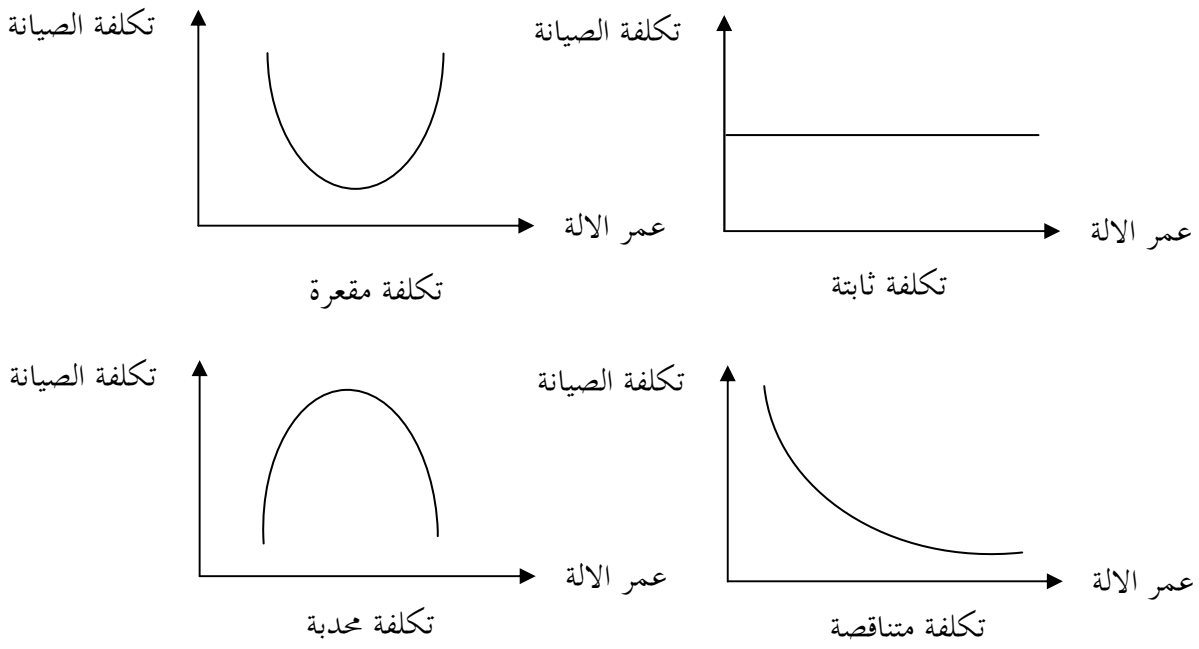
الشكل رقم(I-4):التكلفة الأدنى للعطل

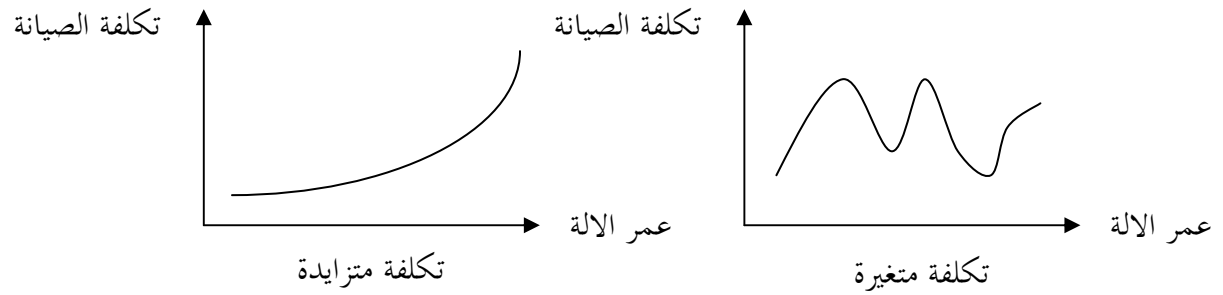


Source: Smail Benissaad, op.cit P :78

كما أن لتصميم المعدات الدور الكبير في التأثير على تكاليف الصيانة حيث تؤثر درجة تركيب وتعقيد التصميمات الهندسية على سهولة أو صعوبة الصيانة وتكلفتها.ونوضح ذلك في الشكل التالي:

الشكل رقم(I-5):أشكال منحنيات تكلفة الصيانة

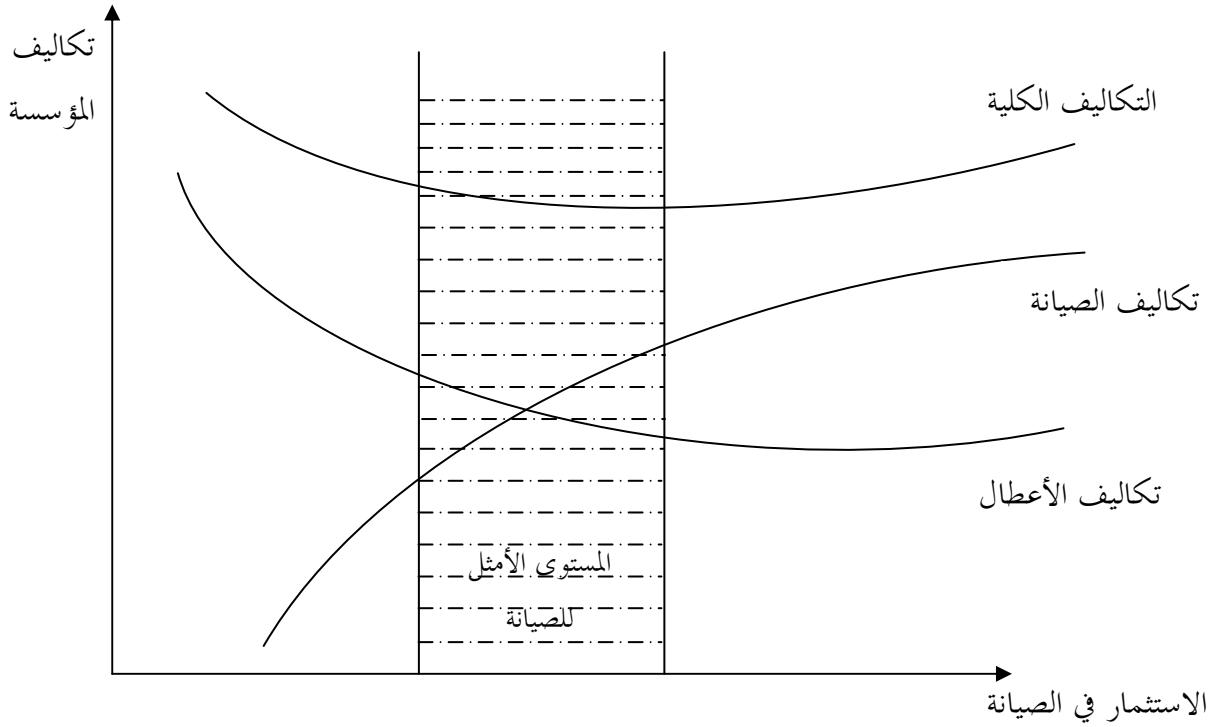




المصدر:د.فريد النجار"الإنتاج التجريبي في الصناعات والخدمات"، الدار الجامعية، 2007، ص:470

يعتبر المستوى المناسب من تكاليف الصيانة هو ذلك المستوى الذي يحقق أعلى عائد من أعمال الصيانة بأقل تكلفة ممكنة.وهو ما يتضح لنا من خلال المنحنى الآتي:

الشكل رقم(I-6): تكاليف الصيانة



Source : Groupe de Réflexion et d'orientation en Maintenance, op.cit, P: 106

II-2- تكاليف الصيانة بحسب طبيعتها وجهة تنفيذها:

تقسم الصيانة حسب طبيعتها وبحسب جهة تنفيذها:

II-2-1- الصيانة بحسب طبيعتها:

وذلك بمراعاة الظروف التي تعود إليها إلى ظروف تأكد تام وظروف لا تأكد ومن المعلوم أن الإدارة كلما استطاعت التحكم بالظروف من اللا تأكد إلى ظروف التأكد التام كلما كانت قراراتها أصوب.وسنعرض فيما يلي أنواع التكاليف المرتبطة بطبيعة الصيانة: [1]

- التكاليف غير القابلة للتحكم (ظروف اللاتأكد): هي التكاليف الناجمة عن الأعطال الطارئة، والتي تكون غير معلومة الحدود عادة، ومن الصعب تحديد المسؤول عنها، ولذلك يفضل معالجة نفقات إصلاحها ضمن حساب الأرباح والخسائر.
- التكاليف القابلة للتحكم (ظروف التأكد التام): هي التكاليف الناجمة عن الصيانة الوقائية، وتكون الأعطال في هذه الحالة معلومة الحدود (زمنا وتكلفة).ومن الممكن توزيع الصيانة الوقائية على فرق وأشخاص محددين لضبط أعمال الصيانة الوقائية وللوصول إلى استقرار فني للمؤسسة بما يضمن لها مسيرة إنتاجية منتظمة وخالية من المفاجآت.وتعالج هذه التكاليف ضمن حساب التشغيل أو توزع على مراكز المسؤولية (إن وجدت).

II-2-2- الصيانة حسب جهة تنفيذها:

يواجه القائمون على قسم الصيانة صعوبة الإلمام بجميع أعمال الصيانة بحكم أن الكثير منها تكون بدرجة كبيرة من التخصص وهو ما يصدق على المؤسسات الكبيرة ذات السلسلة الإنتاجية الطويلة، ويمكن أن تأخذ الصيانة الخارجية شكلين هما:[2]

1. **خدمات ما بعد البيع:** التي يقوم بها صانع الآلة أو وكيله.
2. **المقاولة من الباطن:** التي تقوم بها عادة مؤسسة متخصصة في الصيانة، وينظم العلاقة بين المقاول والمؤسسة المستفيدة عقد يبين حقوق وواجبات كل طرف.

[1] د.سامر مظهر قنطقجي، مرجع سابق، ص: 56

[2] Luc Boyer, Michel Poirée, Elie Salin, « Précis d'organisation et gestion de la production », Paris, Les éditions d'organisation, 1986, P : 189

وقد تتكفل المؤسسة نفسها بأعمال الصيانة عندما تكون هناك كفاءة مهنية ومخزون كاف من قطع الغيار، وهي عوامل محفزة لإنجاز أعمال الصيانة في أسرع وقت وبأقل التكاليف ومن المعايير التي تساعد على ذلك التمكن من معرفة تكنولوجيا التجهيزات وقلة تعقيدها وتركيبها.

إنه من المفيد عزل تكاليف الصيانة الداخلية عن تكاليف الصيانة الخارجية في القوائم المالية، أو إلزام إدارة الصيانة بإعداد قائمة تكاليف تبين كل نوع من أنواع الصيانة وحجم تكاليفها وذلك للإفصاح عن سياستها تجاه الصيانة مع بيان الفترات اللازمة لكل نوع من أنواع الصيانة.

II-3- سلوك تكاليف الصيانة:

تهدف دراسة سلوك تكاليف الصيانة إلى تحليل عناصر هذه التكاليف المختلفة، ومراقبة تغيراتها بغية تحديد مواطن الخلل، ووضع سلم أولويات للبدء بمعالجتها حسب أهميتها ودورها في تكلفة الإنتاج الإجمالية،كما تهدف هذه الدراسة إلى التعرف على أسباب الهذر في بعض عناصر هذه التكاليف وقياسه ووسائل تلافيه وما يمكن اختصاره في الزمن المطلوب لصيانته.

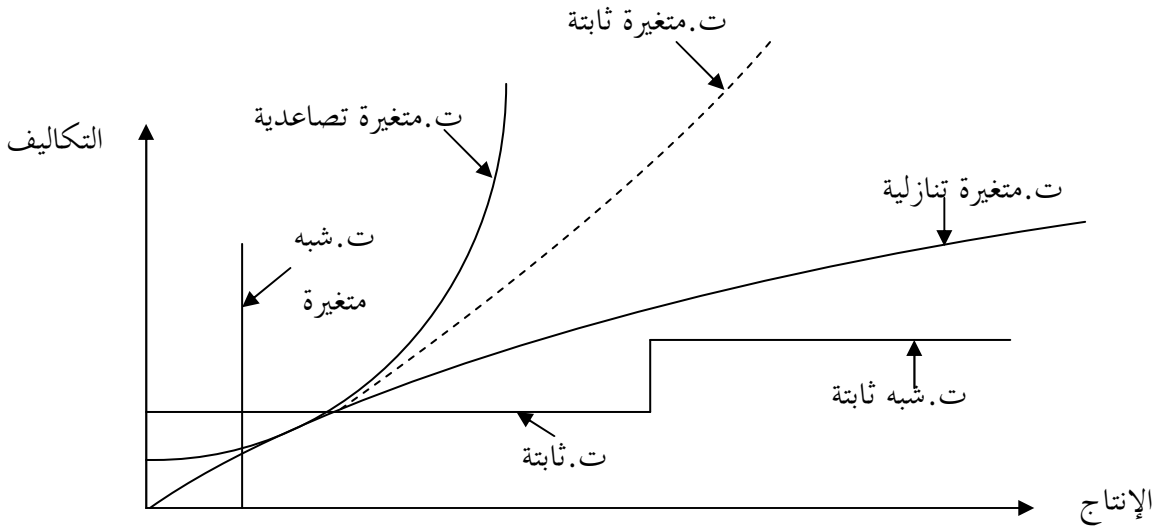
ويختلف أسلوب تحليل عناصر تكاليف الصيانة ودراسة سلوكها باختلاف الأسلوب المتبع في تصنيف هذه التكاليف.

II-3-1- سلوك تكاليف الصيانة الثابتة والمتغيرة وشبه الثابتة وشبه المتغيرة:

تنشأ تكاليف الصيانة الثابتة عن الأعباء التعاقدية التي تجريها المؤسسة والخاصة بإدارة الصيانة مثل الإيجار والتأمين والرواتب والأجور التي تحدد بعقود زمنية.أما اهتلاكات وحدات الصيانة بسبب التقدم التقني تأخذ حكم التكاليف شبه الثابتة، ويأخذ منحنى التكاليف شبه الثابتة شكل خط أفقي ويتحول إلى شكل درج تمثل كل درجة فيه اهتلاكات ناتجة عن تقدم تقني معين.وأما تكاليف الصيانة المتغيرة فهي ترافق عمليات التشغيل وتتغير عادة بنسبة ثابتة أو تصاعدية أو تنازلية مع تغير حجم الإنتاج.وقد تكون تكلفة الصيانة شبه متغيرة كما يحدث عادة عندما تتوقف المؤسسة عن الإنتاج وتكتشف فجأة أن بعض الآلات أصابها مثلا الصدأ وهي بحاجة إلى صيانة، وبالطبع فان هذا النوع من الصيانة لا تحكمه قواعد محددة.

ويمكن تمثيل سلوك تكاليف الصيانة الثابتة والمتغيرة وشبه الثابتة وشبه المتغيرة بالمنحنيات الموضحة على الشكل الآتي:

الشكل رقم(I-7):سلوك تكاليف الصيانة الثابتة والمتغيرة وشبه الثابتة وشبه المتغيرة

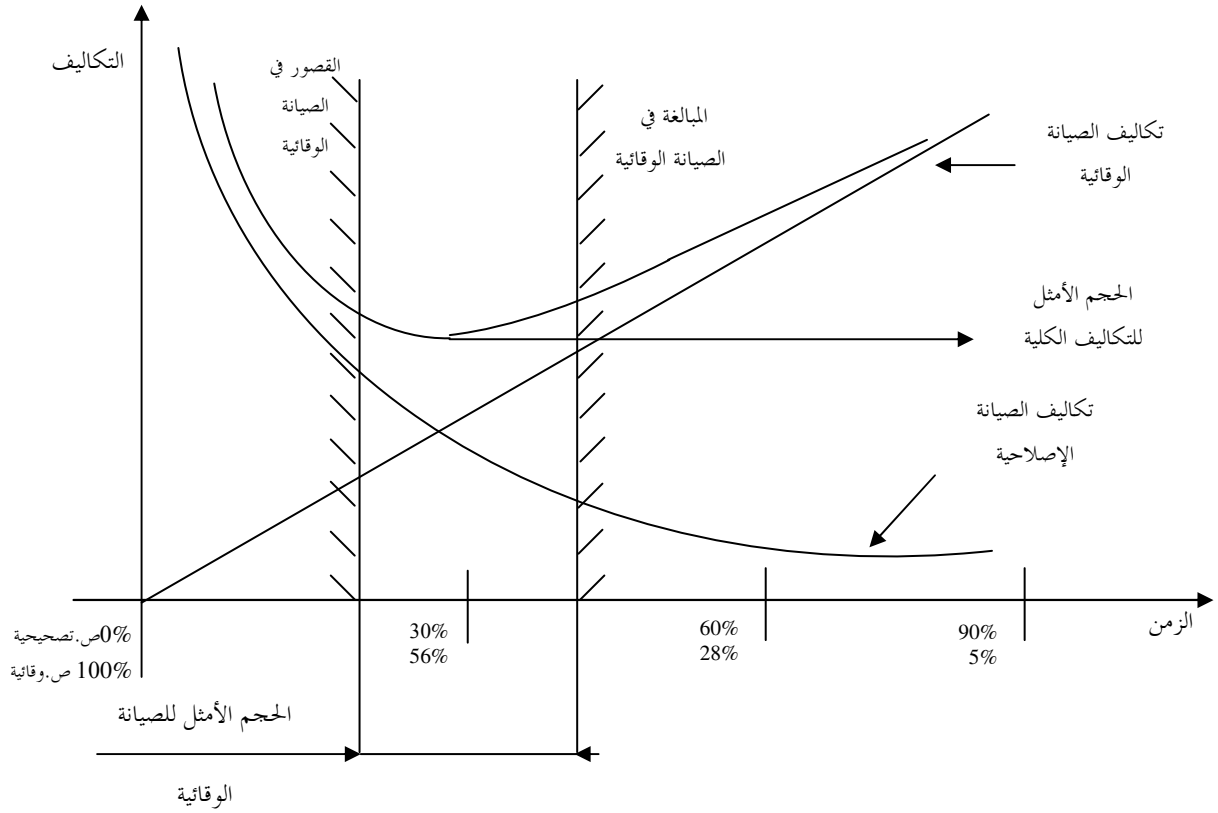


المصدر: سامر مظهر قنطقجي، مرجع سابق ص:61

II-3-2- سلوك تكاليف الصيانة الإصلاحية والوقائية والإجمالية:

يمكن تمثيل سلوك هذه التكاليف بالمنحنيات الموضحة على الشكل التالي:

الشكل رقم(I-8):سلوك تكاليف الصيانة الإصلاحية والوقائية والإجمالية



Source : Françoi Monchy « Maintenance, méthodes et organisation », op.cit, P : 32

يوضح هذا الشكل سلوك تكاليف الصيانة الإصلاحية والوقائية والإجمالية، فيظهر منحنى تكاليف الصيانة الوقائية بخط مستقيم ميله موجب وذلك راجع إلى أن هذه التكاليف تتزايد مع تقدم العمر الإنتاجي، أما بالنسبة لمنحنى تكاليف الصيانة الإصلاحية فيبدأ بالتناقص بسرعة ثم تتباطئ نسبة هذا التناقص ويلاحظ أن هذه التكاليف تكون كبيرة جدا عند بداية المؤسسة في انطلاقتها بالإنتاج ثم تبدأ بالتناقص تدريجيا وهي على علاقة عكسية مع تكاليف الصيانة الوقائية وذلك لأن ارتفاع تكاليف الصيانة الوقائية تؤدي إلى تأخير الأعطال ومنه استبعاد تدخل الصيانة الإصلاحية.

ونتيجة لما سبق فإن تكاليف الصيانة الإجمالية هي تكاليف متغيرة تبدأ بالتناقص إلى أن تصل إلى حدها الأدنى عند نقطة تقاطع منحنى تكاليف الصيانة الوقائية والإصلاحية ومن ثم تبدأ بالتزايد بعد ذلك. ونقطة التقاطع المذكورة تمثل الوضع الأمثل لتكاليف الصيانة الإجمالية وحول هذه النقطة يمكن أن نحدد مجالا نطلق عليه الحد أو المجال الاقتصادي الذي يجب أن تأخذه المؤسسة بعين الاعتبار إذا كانت تبحث عن الوضع الأمثل للإنتاج والصيانة وهو يمثل أيضا الحجم الأمثل للصيانة الوقائية.

III- تنظيم الصيانة والرقابة عليها:

لقد انتبهت المؤسسات الصناعية العالمية منذ فترة طويلة لأهمية أعمال الصيانة وأثرها على تحقيق عوامل توافرية عالية للمنظومات الصناعية الإنتاجية ومن هنا دأبت على التركيز لتحسين وتطوير أساليب الصيانة من خلال التنظيم الفعال لها والرقابة عليها.

III-1- تنظيم الصيانة:

التنظيم هو:"مجموعة القواعد التي تساعد على التنسيق بين الأنشطة المختلفة للموظفين" وهو عند البعض"مجموع العلاقات التي يجب أن تربط كل العناصر ببعضها من جهة وبمحيطها من جهة ثانية"[1]

وانطلاقا من التعريفين يمكن القول بأن تنظيم الصيانة يقوم على مجموعة من القواعد التي يجب أن يحترمها كل موظف أو عامل بالمصلحة حتى تتم الأعمال على ما هو مخطط له، وهذا ما

[1] Bernardie Mont Morillon, Jean Pierre Pitol-Belin « Organisation et gestion de l'entreprise », Paris, édition Litec, 1995, P : 269

يستدعي بالضرورة تحديد كل المسؤوليات والسلطات التي تنظم علاقات أفراد المصلحة فيما بينهم وكذا علاقاتهم بالمحيطين الداخلي والخارجي للمؤسسة.

إن تنظيم الصيانة يجب أن يكون بدافع تحسين الإنتاجية باعتبار التنظيم وسيلة وليس غاية ولضمان التشغيل المثالي للموارد البشرية العاملة بالصيانة.وتوجد عدة بدائل للصيانة وهي:[1]

1- قيام المؤسسة المنتجة للمكائن والمعدات بأعمال الصيانة لها أو من خلال مؤسسات موكلة من المؤسسة الأصلية في حالة المعدات والآلات المتخصصة والتي تحتاج إلى فحص دقيق؛

2- قيام جهات مستقلة أو مراكز خدمة ذات خبرة تخصصية بأعمال الصيانة وتكون لديها الإمكانات المادية والبشرية للقيام بالصيانة بشكل كامل؛

3- إنشاء وحدة تنظيمية متخصصة داخل المؤسسة تزاول أعمال الصيانة.

تعتمد المفاضلة بين هذه البدائل الثلاثة على النقاط التالية:

- حجم المؤسسة؛
- التكاليف المطلوبة؛
- التسهيلات المتاحة؛
- درجة تعقيد التكنولوجيا؛
- مدى توفر الأدوات الاحتياطية ونوعيتها؛
- مدى توفر الخبراء والمتخصصين بأعمال الصيانة.

III-1-1- المعايير المؤثرة على تنظيم الصيانة في المؤسسة:

هناك اعتبارات أساسية تؤثر في تنظيم الصيانة وهي:[2]

1. نوع وطبيعة المنشأة أو المصنع:

إن المصانع قد تكون نوع من الأنواع الآتية:

➢ **البسيط**: الذي يضم الأبنية والمعدات البسيطة التي تتطلب عناية معقولة مثل مصنع تجميع الالكترونيات، إن مهمة تنظيم الصيانة في مثل هذه المصانع قليلة الأهمية نسبيا.

[1] د.عبد الكريم محسن، د.صباح مجيد النجار"إدارة الإنتاج والعمليات "، مرجع سابق، ص:542

[2] د.رامي حكمت فؤاد الحديثي، مرجع سابق، ص:206

➢ **المعقد:** الذي يضم أبنية ومعدات معقدة تتطلب وجود جهة أو جهات متخصصة هي التي تتولى مهام التصميم والتشييد وأحيانا نصب المعدات في حين تتولى إدارة الصيانة مسؤولية صيانة مثل هذه المصانع مثل:تصنيع الاسمنت، تعبئة وتغليف.

وتكون مهمة تنظيم الصيانة في مثل هذه الحالات أكثر تخصصا وتكسب أهمية قصوى لتأثيرها على زيادة كفاءة المعدات واستمرارها.

➢ **متعدد المصانع:**إن عملية تعدد المصانع ضمن المؤسسة يعكس مهام تنظيم الصيانة إذ في حالة وجود مصانع لأغراض تصنيع منتجات مختلفة فإن دور تنظيم الصيانة مختلف من مصنع لآخر، أما عند قيام المؤسسة الصناعية بإدارة مصانع عدة لإنتاج النوعية نفسها من المنتوج فان شراء نوع موحد من الأجهزة والمعدات يؤدي إلى أفضل النتائج وتتجه فعاليات تنظيم الصيانة كافة نحو تغطية موحدة في توفير الخدمات والأدوات الاحتياطية.

3. نوع وطبيعة الخدمات المطلوبة:

كلما كانت الخدمات التي تقدمها إدارة الصيانة أوسع كلما ارتفعت الأهمية النسبية ضمن الهيكل التنظيمي للمؤسسة، فضلا عن ضرورة تحديد المهام والواجبات لتنظيم الصيانة ضمن التقسيم الداخلي على ضوء التخصص، إذ ينبغي أن تتجه فعاليات الصيانة حسب أنواعها إلى خدمات الصيانة الوقائية وخدمات الصيانة العلاجية والخدمات الخاصة بتحوير المكائن والمعدات.

4. نوع الآلات والمعدات:

إن نوع الآلات والمعدات التي يتضمنها المصنع تؤثر على نحو كبير على نوع الخدمات التي تقدمها وظيفة تنظيم الصيانة فان وجود معدات وآلات أساسية مثل وحدات توليد البخار أو وحدات تكييف وحدات النقل والمناولة كالرافعات الشوكية تتطلب خدمات صيانة عامة مثل التزييت أو التشحيم أو المعايرة على ضوء الاستهلاك السابق وأهمية هذه المعدات للعملية الإنتاجية.أما في حالة وجود معدات وآلات مصممة لأغراض منتوج معين فان تنظيم الصيانة تتطلب خدمات ذات طبيعة متخصصة فضلا عن توفير البيانات الكافية حول نوع الأدوات الاحتياطية المطلوبة.

5. مهارات العاملين:

ويتطلب نوع ودرجة تعقيد الآلات والمعدات من إدارة الصيانة تهيئة كوادر فنية متخصصة ذات مهارات عالية لتنفيذ خدمات الصيانة ويجعل مهمة تنظيم الصيانة في المؤسسة ذات أهمية قصوى بسبب تحمل إدارة الصيانة عبء إدامة المعدات بأقصى إنتاجية ممكنة ويزيد من تكاليف العاملين في إدارة الصيانة بسبب صعوبة الحصول عليهم أو قد تتوجه إدارة المؤسسة في هذه الحالة إلى طرف ثالث للقيام بمهام الصيانة بكون هذا الأسلوب يمثل البديل الاقتصادي عن توظيف عمال عالية التخصص في المؤسسة لغرض الصيانة.

إن أي عامل من العوامل الرئيسية التي سبق ذكرها له تأثيره الواضح على موقع تنظيم الصيانة في المؤسسة وتحديد الهيكل التنظيمي الملائم.

III-1-2- الهيكل التنظيمي للصيانة:

يعرف الهيكل التنظيمي على أنه:"الشكل الرسمي الذي يصف العلاقات القائمة بين الوحدات المختلفة للتنظيم"[1]

يعتمد تصميم الهيكل التنظيمي لإدارة الصيانة على نحو كبير على عوامل عديدة منها حجم ونوع المؤسسة الصناعية وأسلوب إدارة المؤسسة.

والعوامل الرئيسية التي تساعد في تصميم الهيكل التنظيمي الملائم لإدارة الصيانة هي الأخذ بعين الاعتبار ما يأتي:

- كل النشاطات التي تتطلب موارد مالية ضخمة أو التي لها تأثير كبير على ربحية المؤسسة تكون أقرب في الهيكل التنظيمي إلى الإدارة العليا.
- كل النشاطات ذات التأثير الاقتصادي المحدود على ربحية المؤسسة تكون أبعد في الهيكل التنظيمي في الإدارة العليا.

III-1-2-1- أنواع الهياكل التنظيمية:

إن النوع شائع الاستخدام في تصميم الهياكل التنظيمية لإدارة الصيانة هو التنظيم المركزي واللامركزي فضلا عن التنظيم المصفوفي. ولا يمكن القول بوجود هيكل تنظيمي أمثل وإنما يمكن عند إعداد هيكل تنظيمي جديد ملاحظة ما يأتي:

[1] د.عبد الكريم محسن، د.صباح مجيد النجار، مرجع سابق ص:542

1- الهيكل التنظيمي الحالي؛

2- مقارنة الأهداف بالنتائج المتحققة من السياسة الحالية للصيانة؛

3- تحديد مناطق الخلل والمشاكل الحالية ضمن التنظيم؛

4- التعاون في حل المشاكل الحالية في الهيكل التنظيمي بين الأقسام؛

5- تقديم الاقتراحات الخاصة بإعداد تشكيل الهيكل التنظيمي الجديد.

كما أن هذا الاختلاف لا يمنع من ذكر بعض العناصر التي يمكن أن يشملها الهيكل التنظيمي لمصلحة الصيانة:[1]

- مسؤول المصلحة يساعده في مهامه نائب المسؤول إذا كانت هناك حاجة لذلك؛
- مكتب الدراسات؛
- قسم الطرق مكلف بتحضير الأعمال وترتيبها؛
- ورشة مركزية تتولى القيام بالأعمال التي تجري على الآلات والمعدات الإنتاجية؛
- فرق صيانة ممركزة أو موزعة على ورشات الإنتاج حسب الأهمية والموقع؛
- عمال متخصصون مستقلون عن فرق الصيانة المختلفة؛
- مخزن يشرف عليه مسؤول مؤهل لتسييره؛
- وسائل نقل وعربات ثقيلة"رافعات مثلا"مع سائقيها.

أولا:التنظيم المركزي:

من أهم الخصائص في التنظيم المركزي لإدارة الصيانة أن مهمة الصيانة لها الأهمية نفسها كمهمة الإنتاج ويعتمد تقسيم مهام الصيانة في هذا الهيكل التنظيمي على الاختصاص(مثال ذلك صيانة كهربائية، صيانة الكترونية، ميكانيكية...الخ).

إن العوامل التي تؤثر على اختيار الأسلوب المركزي في إدارة الصيانة هي:[2]

- حجم المؤسسة،عدد الموظفين، نسبة الدوران؛
- أقسام المؤسسة ومسؤولياتها؛
- التوزيع الجغرافي؛
- نوع المنتوج؛

[1] عبد الغاني تغلابت"تأثير الصيانة على تكاليف اللاجودة في المؤسسة الصناعية"، مذكرة ماجستير ، جامعة باتنة، 2003/2002، ص:41

[2] د.رامي حكمت فؤاد الحديثي، مرجع سابق، ص:209

-استخدام مقاولين ثانويين؛

- نسبة الأجور المدفوعة للعاملين في الصيانة إلى الإنتاج؛

- نوعية علاقات العمل بين الإنتاج والصيانة.

➢ **فوائد ومساوئ التنظيم المركزي:**

- فوائد التنظيم المركزي:

- انخفاض كلف الصيانة؛

- الاستفادة من الموارد المتاحة بشكل أفضل؛

- زيادة مهارات العاملين في الصيانة.

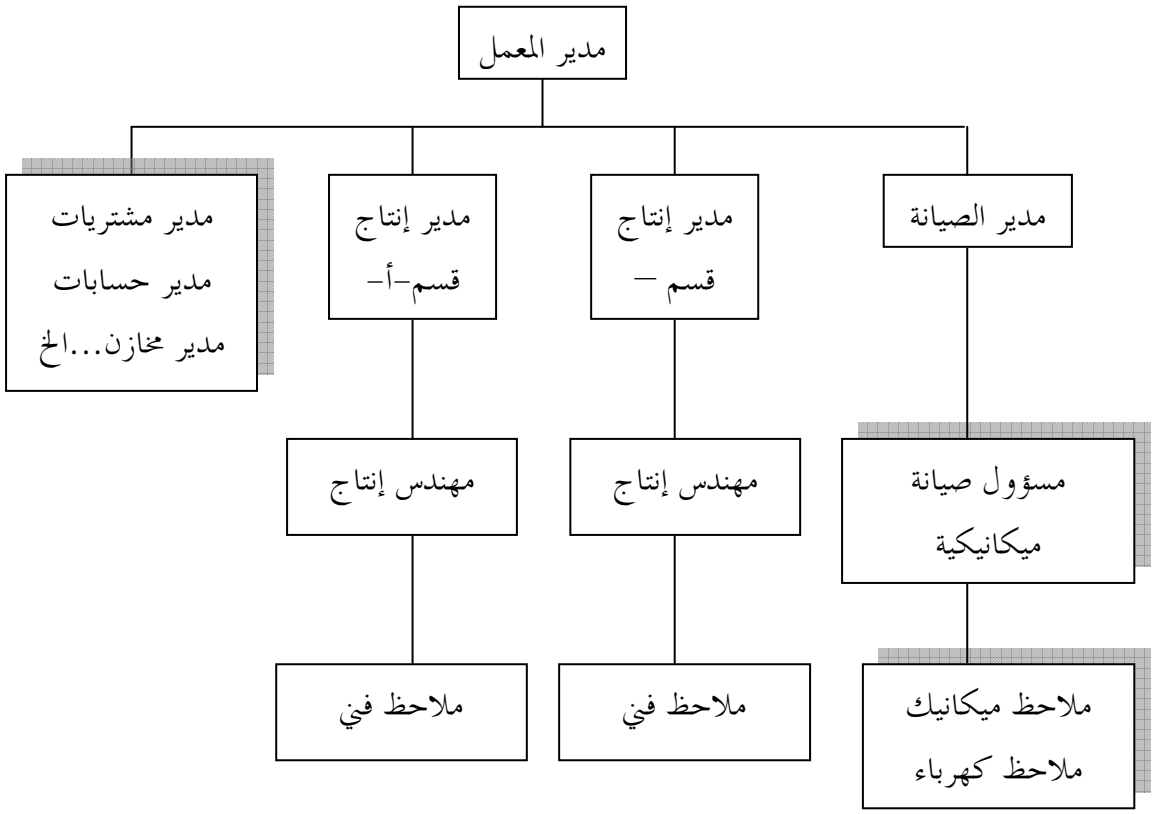
- مساوئ التنظيم المركزي:

- التركيز على مهمة الصيانة بما يجعلها هدف بحد ذاتها؛

- خلق صعوبات بين الإنتاج والصيانة؛

- طول خط سير الاتصالات بين الإنتاج والصيانة.

الشكل رقم(I-9):الهيكل التنظيمي المركزي لإدارة الصيانة



المصدر:د.رامي حكمت فؤاد الحديثي، مرجع سابق، ص:210

ثانيا:التنظيم اللامركزي:

إن أهم الخصائص في التنظيم اللامركزي لإدارة الصيانة هو أن تشكيلات الصيانة تتوزع بموجب الأقسام الإنتاجية، مثال ذلك (مسؤول صيانة قسم-أ-، مسؤول صيانة قسم-ب-،...الخ) وعليه فإن مسؤول الصيانة في هذا القسم تعتبر جزءا لايتجزأ من عمله الإنتاجي.

➢ **فوائد ومساوئ التنظيم اللامركزي:**

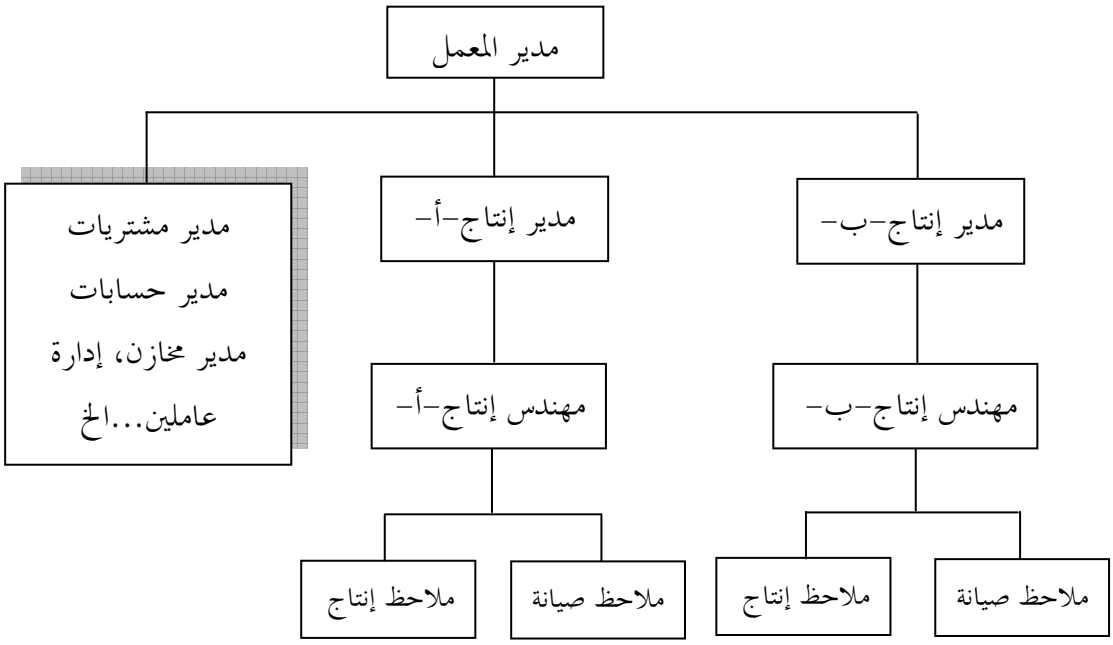
- فوائد التنظيم اللامركزي:

- الصيانة تهدف لخدمة الإنتاج بشكل أكبر مما لو كانت مركزية؛
- استخدام أمثل للوقت المتاح بسبب انخفاض وقت التهيئة ووقت التصليح لتواجد مجاميع الصيانة مع الإنتاج.

- مساوئ التنظيم المركزي:

- احتمال إهمال فعاليات الصيانة على حساب الإنتاج؛
- ارتفاع حجم موارد الصيانة؛
- عدم المرونة في استخدام موارد الصيانة؛
- تحديد مهارات العاملين في الصيانة.

الشكل رقم(I-10): الهيكل التنظيمي اللامركزي لإدارة الصيانة



المصدر: د.رامي حكمت فؤاد الحديثي، مرجع سابق، ص:211

ثالثا: التنظيم المصفوفي:

إن هذا التنظيم يحوي على التنظيم المركزي واللامركزي والمسؤوليات مقسمة، بحيث أن مسؤول الإنتاج معين أن يكون مسؤولا عن فعاليات الصيانة كافة، وبتقاسم المسؤولية مع مهندس الميكانيك المسؤول عن الصيانة الميكانيكية لكل المعمل وكذلك بتقاسم المسؤولية مع مهندس الكهرباء المسؤول عن الصيانة الكهربائية لكل المعمل.

➢ **فوائد ومساوئ التنظيم المصفوفي:**

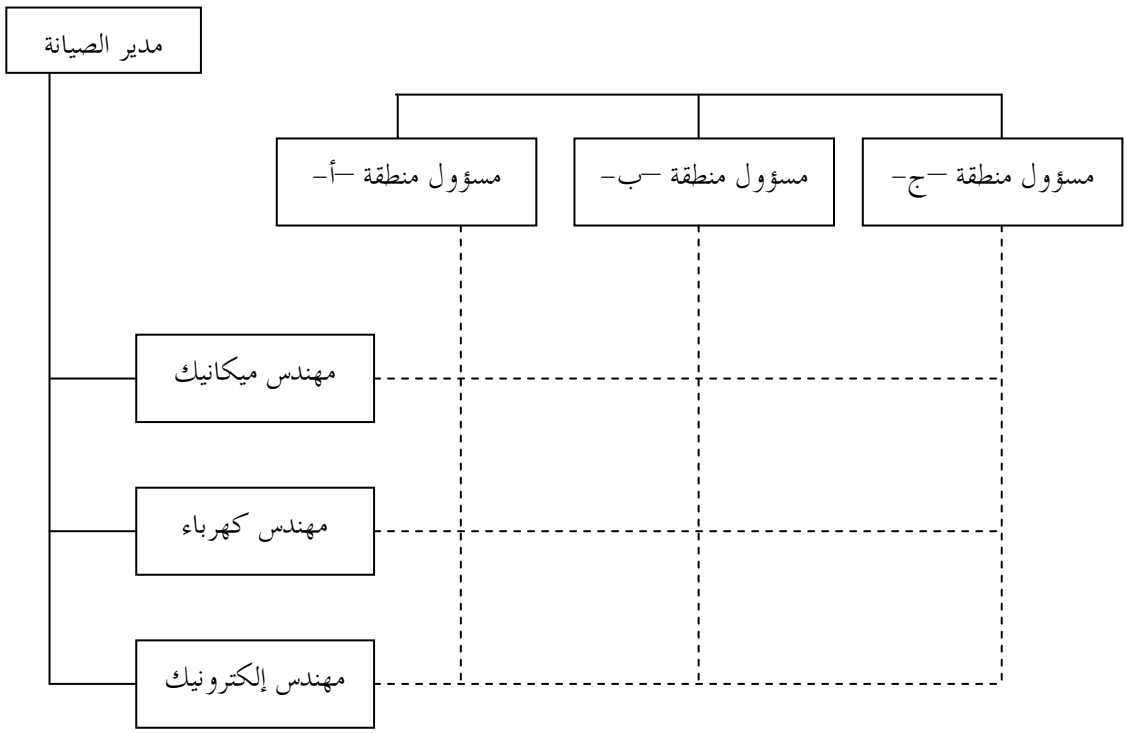
- فوائد التنظيم المصفوفي:

يجمع هذا التنظيم بين فوائد التنظيم المركزي واللامركزي.

- مساوئ التنظيم المصفوفي:

- المشاركة في المسؤوليات تسبب صعوبات كبيرة في التنفيذ؛
- احتمال زيادة الخلافات بين الصيانة والإنتاج؛
- تأثير سيئ على العاملين بسبب عدم وحدة الإدارة.

الشكل رقم(I-11):الهيكل المصفوفي لإدارة الصيانة



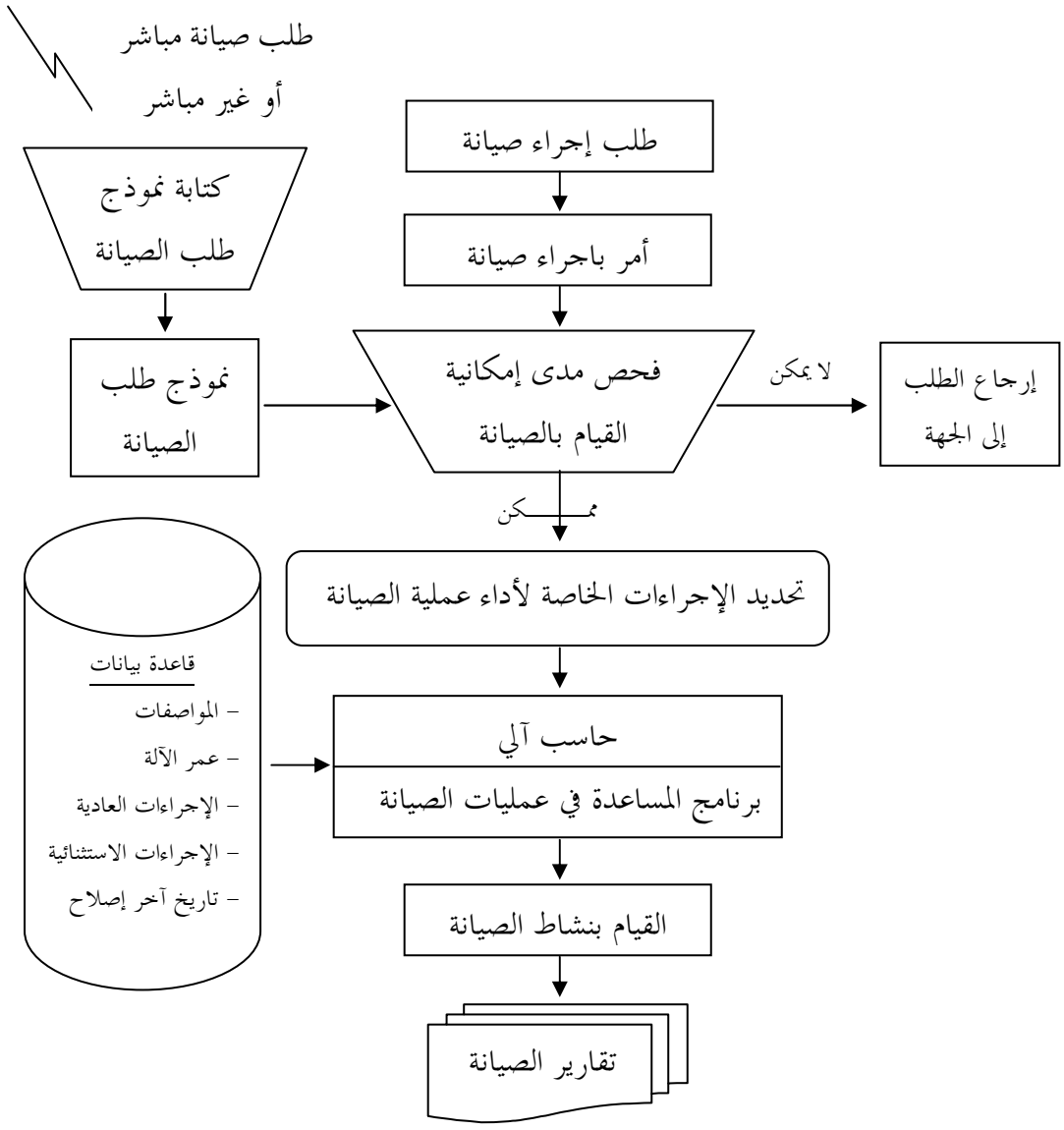
المصدر: د.رامي حكمت فؤاد الحديثي، مرجع سابق، ص:212

III-1-3- نظام معلومات الصيانة:

إن جميع المعلومات التي تجري ضمن التنظيم، سواءا كان ذلك أفقيا أم عموديا في تسلسل المراتب، لها هدف محدد هو امتلاك مهمة منجزة، وقد يكون ذلك مجرد معلومات من الإدارة أو توجيه أو أمر يجب تنفيذه، وإذا لم يكن التوجيه واضحا فان المهمة لن تنفذ.

وبوجه عام يمكن تصور وظيفة الصيانة في شكل خريطة التدفق التالية:

الشكل رقم (I-12): خريطة تدفق تمثل العمل في نظام الصيانة

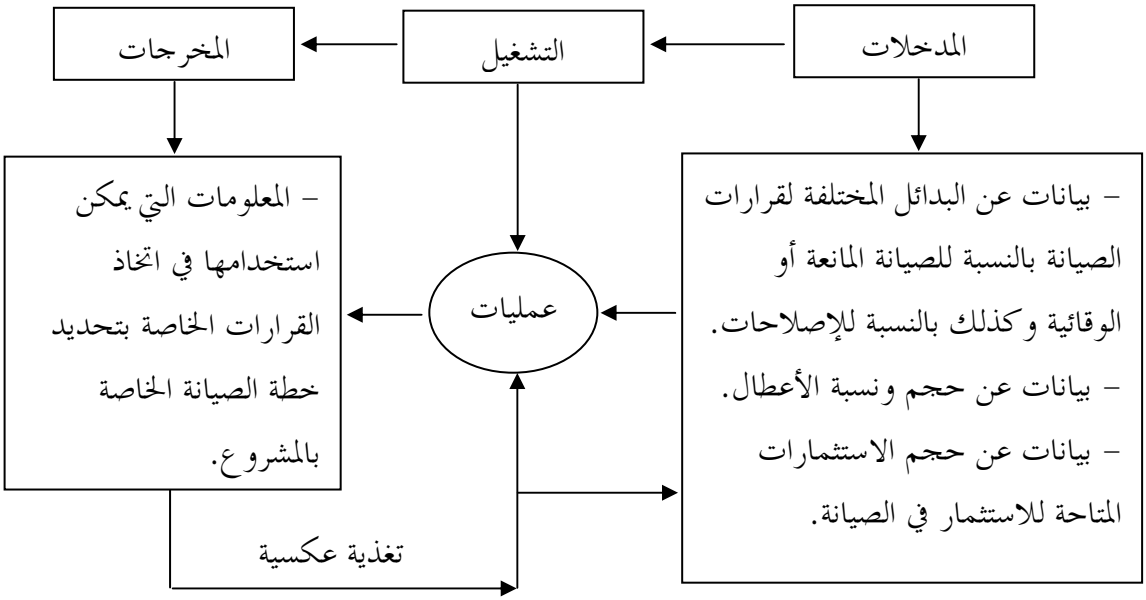


المصدر: د.خيري علي الجزيري"نظام المعلومات الإنتاجية"، جامعة القاهرة، 1993، ص: 169

وعلى حين أن التوجيهات تتدفق عادة من أعلى نحو الأسفل في تدرج مراتب التنظيم، فإن التقارير تسلك طريقا آخرا لتزويد الإدارة بالمعلومات التي تمكنها من انجاز المتابعة الضرورية، والتصميم الواقعي لنظام إعداد التقارير والأشكال المتنوعة التي يجب استخدامها في هذا التنظيم يجب أن تكون مدروسة بعناية.

وسنقوم فيما يلي بعرض الهيكل الخاص بنظام معلومات الصيانة:

الشكل رقم (I-13):هيكل نظام معلومات الصيانة



المصدر:د.خيري علي الجزيري"نظام المعلومات الإنتاجية"، مرجع سابق، ص:174

إن الاجتماعات هي إحدى مكونات نظام المعلومات التي يمكن أن تؤدي إلى إرباك التنظيم، مع أنها ضرورية لتنظيم الأعمال الاعتيادية اليومية ولتكوين التعاون بين مجالات العمل، فعلى سبيل المثال لإصدار واستقبال معلومات بين قسمي الإنتاج والصيانة، فقد ينفق المشاركون في الاجتماعات ساعات عديدة كانت من الأفضل أن توجه نحو العمل المنتج، ولتجنب إضاعة الوقت يتوجب وضع نظام دقيق للاجتماعات يحترم القواعد الأساسية التالية[1]:

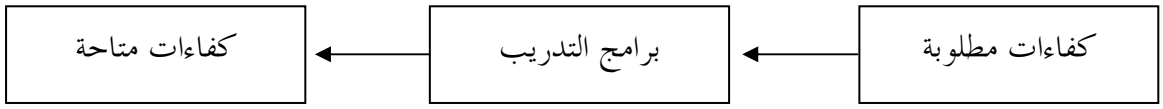
- اختصار زمن الاجتماع ما أمكن؛
- تحضير جدول الأعمال؛

[1] د.سامر مظهر قنطقجي، مرجع سابق، ص:25

- الالتزام بجدول الأعمال؛
- التأكد بأن جميع التعليمات تكون مفهومة؛
- اختتام الاجتماع؛
- تخصيص دقائق قليلة للمداولة بين المشاركين.

III-1-4- الموارد البشرية:

تعتبر الموارد البشرية بمثابة العمود الفقري في تنظيم الصيانة، وبصرف النظر عن كون نظام الصيانة بسيطا أو متقدما، إذا لم تكن الموارد البشرية قادرة على تشغيله، فإن هذا النظام يكون في مأزق حقيقي، الأمر الذي يقتضي اتخاذ عدد من الإجراءات الحاسمة بخصوص الكفاءات المطلوبة والكفاءات المتاحة وبرامج التدريب التي تصقل وتدعم الكفاءة.

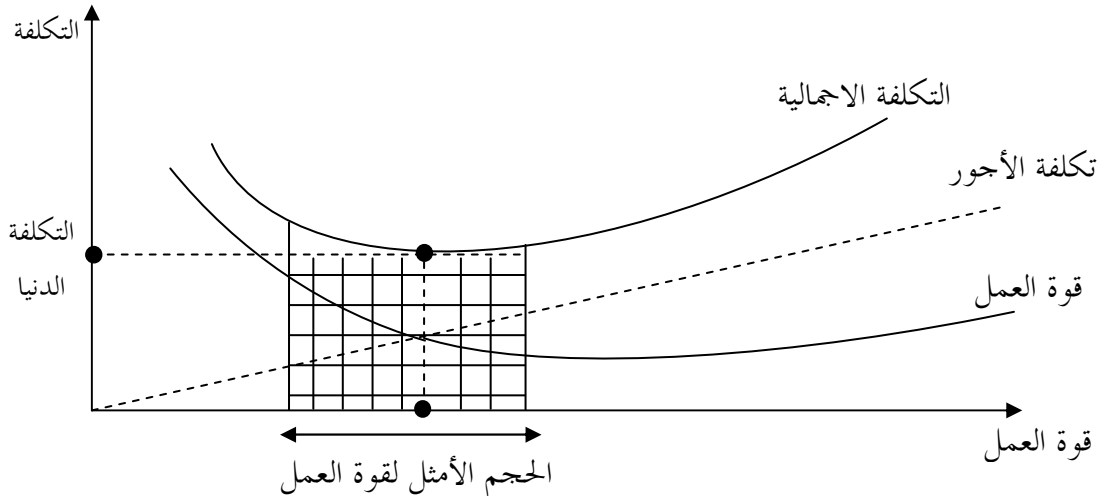


ويعتبر عنصر العمالة المدربة من أهم العناصر التي ترفع كفاءة عملية الصيانة للمعدات وخفض تكاليفها، فبعد استحداث خطة الصيانة يكون على مسؤول الصيانة انتقاء الأفراد الذين لديهم القدرة على استيعاب الأشياء ومكونات الوحدات والمعدات والقدرة على تمييز الأعطال وأسبابها وإصلاحها وعمل البرامج اللازمة لتدريبهم على المعدات ذاتها وعلى كيفية انجاز أعمال الصيانة في وقت قصير مما يقلل الخسائر في الإنتاج وغير ذلك. كما أن العمالة المدربة على الصيانة تقلل كمية قطع الغيار المستخدمة وذلك بالكشف على الوحدات ومعرفة ما يمكن استبداله وما يتم تنظيفه وإصلاحه وتركيبه بالآلة مرة أخرى. ونستخلص من ذلك أن استخدام العمالة المدربة يؤدي إلى:

- رفع كفاءة تشغيل الوحدات؛
- تقليل التلفيات أثناء عملية الصيانة؛
- تقليل قطع الغيار المستهلكة؛
- تقليل الوقت اللازم للصيانة وإتمامه في التاريخ المحدد طبقا للجداول؛
- الاستعداد التام لمواجهة الظروف الطارئة والحالات الحرجة.

أما فيما يخص العدد الحقيقي للأشخاص الواجب استخدامهم في تنظيم الصيانة يختلف بالطبع من مكان لآخر، وفي مرحلة تخطيط الصيانة فان أحد الأمور المهمة التي يجب اتخاذ قرار بشأنها هو حجم استخدام القوة العاملة الخارجية، أي عمالة العقود من أجل بعض المهمات، وهذا بالطبع له أثر على تدريب الموارد البشرية[1]. وعلى وجه التقريب، فإن قوة العمل لتنظيم الصيانة يمكن تقديره بأسلوب تقريبي قائم على الخبرة.

الشكل رقم (I-14):الحجم الأمثل لقوة العمل لوظيفة الصيانة



المصدر:د.سامر مظهر قنطقجي، مرجع سابق، ص:27

وعليه مع زيادة عدد العمال في قسم الصيانة، فإن نفقات الأجور تزداد وفي الوقت نفسه فإن تكلفة التوقف التي تعزا إلى الصيانة المتزايد تتناقص، وإن الحجم الأمثل لقوة العمل يكون في النقطة التي تصل عندها التكلفة الإجمالية إلى حدها الأدنى، ويوضح النموذج أيضا أنه من الأفضل أن تدفع إلى استخدام فائض من أن تدفع إلى استخدام ناقص في قسم الصيانة.

III-2- الرقابة على الصيانة:

يعرف هنري فايول الرقابة على أنها :"متابعة ما إذا كانت الأعمال تتم وفق البرنامج المتبنى، وحسب الأوامر المعطاة والمبادئ المتفق عليها، وذلك بهدف اكتشاف الأخطاء حتى يمكن تصحيحها وتجاوزها في المستقبل"[2]

[1] د.سامر مظهر قنطقجي، مرجع سابق، ص:26

[2] Henri Fayol « Administration industrielle et générale », éditions ENAG, Alger, 1990, P :124

تهدف الرقابة إلى التأكد من أن الأداء الفعلي يسير حسب الخطط الموضوعة ومن ثم فهي تنطوي على عمليات متابعة وتعديل الأنشطة التنظيمية تجاه الأهداف، ومن ثم توجد علاقة تكامل بين التخطيط والرقابة فهما وجهان لعملة واحدة.

وتسعى الرقابة على أعمال الصيانة كغيرها من الوظائف أساسا إلى ضمان تطابق النتائج مع الأهداف المسطرة، وذلك سواءا كانت الرقابة بعدية أي بعد نهاية العملية المعنية بالرقابة، أو قبلية أي أثناء التنفيذ وهنا يمكن القيام بإجراءات تصحيحية قبل ظهور النتائج.

ولتحقيق نظام رقابة فعال يجب الاعتماد على معلومات حقيقية دقيقة وملائمة متوفرة في سجلات ومستندات الصيانة، هذا من جهة ومن جهة أخرى قياس الانحرافات بين المعدلات المعيارية للصيانة والقياسات الفعلية(للوقت، التكلفة، الجودة) وحساب معاملات كفاءة الصيانة لمعرفة مدى التقدم وإعداد مقارنات بين الفترات الزمنية وعمليات الصيانة والأفراد العاملين بالصيانة وأجهزة الصيانة من خلال مجموعة من المعايير يطلق عليها بمعايير الأمثلية.

III-2-1-سجلات ومستندات الصيانة:

يقصد بسجلات ومستندات الصيانة "المعلومات الضرورية لتنفيذ أعمال الصيانة والتي يتم الاحتفاظ بها في صورة كتابية (ملفات ورقية) أو الكترونية (أقراص مضغوطة...)"[1]

ويجب أن تحتفظ وحدة الصيانة بعديد من السجلات المختلفة التي تساعد في تحديد العمر الاقتصادي للآلات الموجودة وتواريخ استبدالها وتقدير احتمالات الصيانة لها في المستقبل،كما تبين النقط التي ترتفع فيها تكاليف الصيانة مما يساعد على الوصول إلى اقتراحات من الأفراد المسؤولين عن الصيانة تعمل على تخفيض هذه التكاليف، فقد يكون مثلا شراء معدات جديدة أكثر وفرا من تحمل تكاليف عالية لصيانة معدات قديمة.[2]

أولا:سجل الآلات والتجهيزات:

تتطلب عملية الرقابة على أعمال الصيانة إنشاء سجل لكل آلة حيث يثبت فيه نوعها ومواصفاتها الفنية ورقمها وتكاليف شرائها وتاريخ تركيبها، كما يجب أن يثبت فيه تواريخ

[1] François Monchy « Maintenance méthode et organisation », op.cit, p: 64

[2] د.صلاح الشنواني"إدارة الإنتاج"، مركز الإسكندرية للكتاب، جامعة أسيوط، 2000، ص:207

الكشوفات الدورية التي أجريت عليها وتكاليف وتواريخ الإصلاحات التي تمت فيها ونوع التغييرات أو التحسينات التي أدخلت عليها.[1]

وتشمل هذه السجلات عادة ما يلي:[2]

1) **بطاقة الآلات والمعدات**:وهي عبارة عن كشوف بجميع الآلات والمعدات الموجودة في المؤسسة، وتتضمن:اسم الآلة ورمزها وتاريخ شرائها واسم المورد وعنوانه واسم المستلم ومكان وجودها.

2) **جداول الفحص والتفتيش**:وهي عبارة عن جداول زمنية تبين رقم الآلة ورقم القطعة وتواريخ الفحص الماضية والمستقبلية. واسم المسؤول عن الصيانة، إضافة لوصف العمل اللازم والزمن الذي استغرقه.

3) **جداول التزييت والتشحيم**:ويذكر في هذا السجل تاريخ التزييت والتشحيم مع بيان كمية وأسلوب العمل والأدوات المستخدمة.

4) **سجل الأعطال**:تسجل في هذه السجلات كل الأعطال ومدتها وطريقة إصلاحها والآلات المعنية بها.

5) **سجل الإصلاحات والاستبدالات**:مهمة هذا السجل بيان الآلات والقطع التي تتم صيانتها أو التي يتوجب إصلاحها بناء على ساعات التشغيل أو بسبب ما أصابها من الأعطال.

ثانيا:سجل موظفي الصيانة:

يدوّن في هذا السجل جميع موظفي وعمال الصيانة في المؤسسة، ويحوي بيانا عن كل عامل ووضعه الذاتي الكامل للاستفادة من هذه المعلومات عند الضرورة، كما يتضمن كشفا بجميع الاختصاصات المتوفرة وأعدادها.

ثالثا:سجل أوامر الشراء:

يبين هذا السجل القطع التبديلية التي تلعب دورا مهما في تشغيل النظام والتي تعزى أهميتها إلى سبب البعد الجغرافي أو توافرها في أوقات محددة أو ندرتها أو غلاء ثمنها، كما يذكر في هذا

[1] د.عادل حسن "إدارة الإنتاج"، الدار الجامعية، بيروت، 1975، ص:253

[2] د.سامر مظهر قنطقجي، مرجع سابق، ص:45

السجل القطع التبديلية غير الإستراتيجية. ويتضمن هذا السجل عادة معلومات حول القطعة والمورد وشركات صيانتها.

III-2-2- معايير الأمثلية في عمليات الصيانة:

يحتاج كل عمل إلى معيار أو أكثر للحكم على مدى نجاحه أو فشله في تحقيق الغرض الذي أنشئ من أجله، والمعيار هو النسبة بين قيمتين يسمح بتقييم أو بقياس وضعية معينة وبمراقبة مدى الوصول إلى الأهداف المسطرة والمقارنة بين الوحدات المختلفة والمؤسسات، كما يسمح باتخاذ القرارات(سياسة الصيانة، الاستثمار، تسيير الموارد البشرية،...الخ).[1] ويجب أن يتصف المعيار بالواقعية والمرونة والوضوح ويجب أن تشترك في إعداده معظم المستويات التي ستطبقه، بغية الحصول على ثقة هذه الأطراف وبالتالي ضمان تطبيقه، ومن بين هذه المعايير نجد:

أولا:المعايير الاقتصادية:[2]

المعيار الأول: يسمح بقياس نمو تكاليف الصيانة على المدى القصير.

$$\frac{\text{تكاليف الصيانة}}{\text{كمية الإنتاج}}$$

المعيار الثاني: يبين مستوى الصيانة الوقائية، ويرتبط بمؤشرات الفعالية للصيانة وبمعدل الأعطال.

$$\frac{\text{تكلفة الصيانة الوقائية}}{\text{تكلفة الصيانة الإجمالية}}$$

المعيار الثالث: يبين أهمية الصيانة العلاجية ومستوى استخدامها وحجم تكاليفها بالنسبة لتكاليف الصيانة الإجمالية.

$$\frac{\text{تكلفة الصيانة العلاجية}}{\text{تكلفة الصيانة الإجمالية}}$$

المعيار الرابع: هو مؤشر لتطور الفعالية* الاقتصادية للصيانة.

$$\frac{\text{تكاليف الصيانة+تكاليف الوقت الضائع}}{\text{رقم الأعمال}}$$

[1] J.-M.Bleux , J.-L.Fanchon « Maintenance, systèmes automatisés de production »,Nathan,France,2006, P :310

[2] Idem

* الفعالية:يقصد بها تحقيق الهدف وتقاس بالصيغة الآتية:(المخرجات ÷ المخرجات المخططة)*100

المعيار الخامس: هو مؤشر نمو تكاليف الاستغلال(يسمح باتخاذ قرار الاستبدال أو التجديد).

$$\frac{\text{قيمة المعدات التي تتم صيانتها + تكاليف الصيانة}}{\text{كمية الإنتاج}}$$

المعيار السادس: يفيد في اتخاذ قرار الاستبدال للتجهيزات.[1]

$$\frac{\text{تكلفة العمليات الحرجة (العمليات الكبرى)*}}{\text{تكلفة الصيانة الإجمالية}}$$

ثانيا: المعايير التقنية:[2]

المعيار الأول: هو مؤشر قابلية الصيانة (MTTR)، ويعبر عن إمكانية إعادة تشغيل الجهاز بعد إجراء عملية التصليح.

$$\frac{\text{مجموع أوقات تدخلات الصيانة}}{\text{عدد الأعطال}}$$

المعيار الثاني: هو مؤشر تقييم الاتاحية*العملية للمعدات.

$$\frac{\text{وقت الاشتغال}}{\text{وقت الاشتغال + وقت تعطل المعدات}}$$

المعيار الثالث: هو مؤشر لتطور الفعالية التقنية للصيانة.

$$\frac{\text{تكاليف الأعطال}}{\text{تكاليف الصيانة + تكاليف الأعطال}}$$

[1] François Monchy « Maintenance, méthode et organisation », op.cit, p: 367

[2] J.-M.Bleux , J.-L.Fanchon ,op.cit, P :313

* العمليات الحرجة (العمليات الكبرى): هي العمليات الخاصة بالمراجعة الشاملة، التحديثات، الابتكار، إعادة البناء

* الإتاحية: هي قدرة الجزء على أداء الوظيفة المطلوبة في لحظة من الزمن أو خلال مدة زمنية

ثالثا: معايير أخرى:[1]

$$\text{كفاءة الصيانة} = \frac{\text{الوقت المعياري للأشغال التي تمت في الصيانة}}{\text{الوقت المستغرق لإتمام أعمال الصيانة}}$$

$$\text{إنتاجية الصيانة} = \frac{\text{مخرجات الصيانة}}{\text{مدخلات الصيانة}}$$

$$= \frac{\text{فعالية الصيانة}}{\text{كفاءة الصيانة}}$$

$$= \frac{\text{نسبة الأهداف المحققة} \div \text{الأهداف المخططة للصيانة}}{\text{كفاءة الصيانة}}$$

[1] د.فريد النجار، مرجع سابق، ص:472، 464

خلاصة الفصل الأول

لقد حاولنا من خلال هذا الفصل تسليط الضوء على المفاهيم الأساسية للصيانة باعتبار هذه الأخيرة تعتبر وظيفة إستراتيجية تعمل على تعظيم الأداء للمعدات الإنتاجية وحتى الخدمية منها من خلال العمل على التقليص من الأعطال التي تتعرض لها في مسيرتها الاشتغالية، كما أن تكاليف الصيانة تحتل نسبة مهمة من التكاليف الإجمالية للمؤسسة وبالتالي فإن العمل على تخفيضها سيؤدي بدوره إلى تخفيض التكاليف الكلية، وهذا لن يتأتى إلا من خلال التنظيم الفعال لقسم الصيانة باعتماد نظام معلومات ناجع يسمح بسرعة تداول المعلومات بين مختلف الوظائف والاهتمام بفنيي الصيانة الذين عليهم مسؤولية المحافظة على التجهيزات وذلك من خلال برامج تدريبية تواكب التطورات التي تعرفها التكنولوجيا، كما ولا يخفى الدور الفعال لعملية الرقابة على سير أعمال الصيانة في التحكم بهذه الوظيفة الهامة وجعلها تتماشى والسياسة العامة للمؤسسة.

الفصل الثاني

تمهيـــد:

لقد أدى التطور الهائل في التكنولوجيا والصيانة في العقود الأخيرة إلى تقدم كبير في أعمال الصيانة بجميع أنواعها من الصيانة العلاجية إلى الصيانة التصحيحية والوقائية ثم التنبؤية والصيانة المرتكزة على المعولية (الموثوقية)، وقد طور اليابانيون الصيانة الإنتاجية الشاملة بوضع وتنفيذ أحدث العلوم المتبعة عالميا وهذا ما يسمى "الصيانة الكلية"، والذي يهدف إلى تطبيق العلوم المتقدمة للصيانة على جميع المستويات وبمسؤولية جميع العاملين والأقسام المختلفة بالمنظمات الإنتاجية وحتى الخدمية أيضا وهو ما يعتبر متطلبا أساسيا في نظم إدارة الجودة الشاملة.

ويؤدي تطبيق سياسات الصيانة والاستبدال إلى تحسين العمليات الإنتاجية من خلال تحسين كفاءة المعدات والآلات وكذلك الأفراد والتدريب المستمر لهم على مستوى قطاع الصيانة والإنتاج والعمليات والاهتمام بهم والحفاظ عليهم من المخاطر والسيطرة على التلوث البيئي.وهذا ما سيتم إيضاحه من خلال هذا الفصل الذي قسمناه إلى:

I- سياسات الصيانة: تطرقنا فيه إلى الصيانة غير المخططة والصيانة المخططة بأنواعها الإصلاحية والوقائية والتنبؤية إلى جانب الصيانة المرتكزة على المعولية والصيانة الإنتاجية الشاملة والصيانة باستخدام الحاسب الآلي.

II- سياسات الصيانة وأنظمة التصنيع الحديثة: استعرضنا فيه نشأة، أهداف وفوائد نظام الإنتاج الآني ثم درسنا العلاقة التي تربطه بالصيانة الوقائية والصيانة الإنتاجية الشاملة.

III- سياسات الاستبدال: تناولنا فيه مفهوم وأسباب الاستبدال إلى جانب كيفية صياغة سياسة الاستبدال.

I- سياسات الصيانة:

تعد وظيفة الصيانة من الوظائف الحساسة داخل المؤسسة كما سبقت الإشارة إلى ذلك في الفصل الأول نظرا لارتباطها المباشر بسيرورة العملية الإنتاجية، حيث تسعى المؤسسة إلى تحديد فاعليتها وتدقيقها ضمن نشاطها العام، من خلال تنظيمها وتوفير القوى البشرية المؤهلة للاضطلاع بها، وتبني سياسات ناجعة لممارستها على الوجه الأفضل بما يحقق أغراضها باعتبار أن السياسة هي مجموع الطرق والوسائل الموجهة لتحقيق هدف أو أهداف معينة[1].

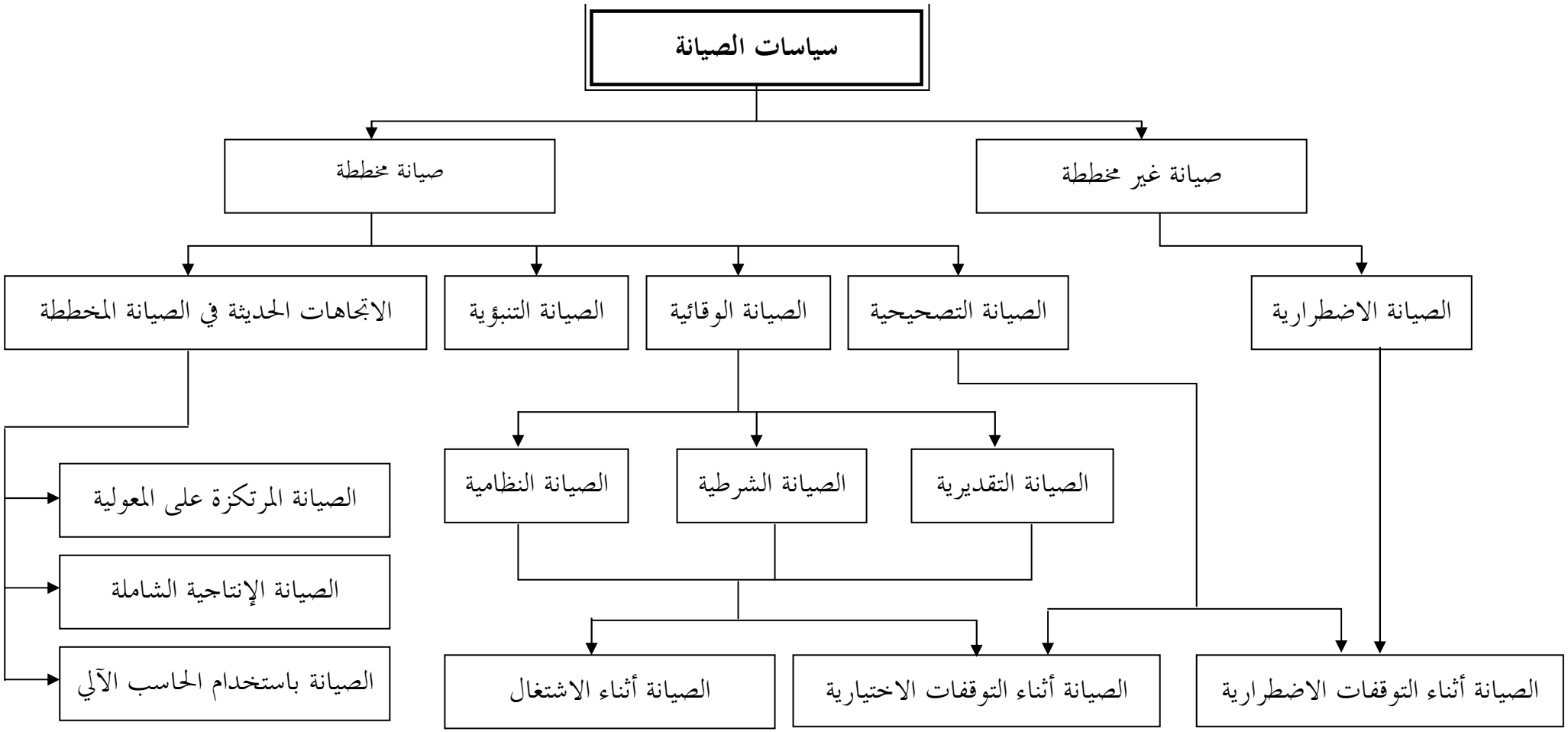
والصيانة كغيرها من الوظائف يجب أن تتبنى سياسة معينة تتوافق مع الأهداف العامة للمؤسسة، وذلك باختيار طريقة أو طرق الصيانة المناسبة من جهة، ومن جهة أخرى تحديد من سيقوم بالأعمال المختلفة للصيانة:أيقوم بها عمال المؤسسة أم تكلف مؤسسة خارجية بذلك، وهذا بناءا على الإمكانيات المادية، البشرية والمالية للمؤسسة عامة ولوظيفة الصيانة خاصة.

ويمكن تصنيف الصيانة كما يظهر في الشكل الموالي إلى مجموعتين رئيسيتين:

- صيانة غير مخططة؛
- صيانة مخططة.

[1] K.Smit et W.H.Slatures, « Gestion de l'information pour le management de la maintenance, Le modèle MIMM », AFNOR, Paris, 1993, P : 09

الشكل رقم (II-1): سياسات الصيانة



المصدر: من إعداد الطالبة اعتمادا على المصادر التالية:

François Monchy « Maintenance, méthode et organisation », op.cit, P : 31- 46, 453, 476

أ.د غسان قاسم داود اللامي ، أ.أميرة شكرولي البياتي ، "إدارة الإنتاج والعمليات، مرتكزات كمية ومعرفية"، مرجع سابق، ص: 486

I-1- الصيانة غير المخططة:

الصيانة غير المخططة هي الصيانة غير المقيدة ببرنامج زمني وترتبط فقط بالعطلات ويتوقف زمن الصيانة على الإمكانيات المتوفرة لدى كادر الصيانة كما أن مدة الصيانة غير مخططة لها ولا توجد استعدادات مسبقة لها. وتتمثل الصيانة غير المخططة في الصيانة الاضطرارية وهي الفعالية التي تحتاج إلى ضرورة الإجراء الفوري لمنع حدوث عطل أكبر[1] هذا ما يجعل منها عملية مفتقرة إلى المرونة والسيطرة على الكلفة، ويتم اللجوء إليها فقط في الظروف التي يصعب التنبؤ فيها بالعطلات الفجائية. وتشمل الأنشطة التالية:[2]

الأعمال الطارئة والمستعجلة والتي يطلب إتمامها حسب الاحتياجات والطوارئ، وعادة تعالج الزيادة المفاجأة في الصيانة الاضطرارية عن طريق التعاقدات مع المقاولين ومنظمات الصيانة من الخارج.

ويمكن أن ندرج خصائص الصيانة غير المخططة في الجدول الآتي:

الجدول رقم(II-1):خصائص الصيانة غير المخططة

العنصر	خصائص الصيانة غير المخططة
أداء العمل الهدف	- بعد حدوث العطل - استمرار العملية الإنتاجية للآلة بصرف النظر إذا ما كان أداء أعمال الصيانة ملائم لحالة العطل.
الكلفة	- واطئة على الأمد القصير وترتفع على الأمد الطويل.
الاستخدامات	- إجراء التصليح يكون باتجاه خط مستقيم نسبيا. - العطلات صغيرة. - الآلات ذات التأثير غير المحسوس ولا تؤثر على سير العملية الإنتاجية عند توقفها.
العيوب	- توقف العملية الإنتاجية نتيجة لحدوث العطلات المفاجأة.

[1] أ.د. غسان قاسم داود اللامي، أ.أميرة شكرولي البياتي ، مرجع سابق، ص:479

[2] د.سونيا محمد البكري "تخطيط ومراقبة الإنتاج"، الدار الجامعية، الإسكندرية،2000، ص:240

	- نوعية رديئة لأعمال الصيانة. - زيادة تكاليف الصيانة على الأمد الطويل. - ضعف الرقابة والسيطرة على مواد العاملين والمعدات. - قصر العمر الإنتاجي للمعدة والتقادم السريع. - زيادة نسبة العوادم وتلف المنتجات.

المصدر: د.رامي حكمت فؤاد الحديثي، مرجع سابق، ص:44

I-2- الصيانة المخططة:

هي تنظيم أنشطة الصيانة وانجازها والسيطرة عليها وفق تقديرات مسبقة وتوثيق هذه الإجراءات ضمن الخطة الموضوعة.

I-2-1- الصيانة التصحيحية: La maintenance corrective

هي أعمال الصيانة التي تتولى إصلاح العيوب حين ظهورها، ويطلق على هذا النوع من الصيانة أيضا الصيانة العلاجية (الإصلاحية). وحسب الجمعية الفرنسية للتنميط AFNOR (norme X 60-010) الصيانة التصحيحية هي:"أعمال الصيانة التي تتم بعد حدوث العطل"[1] والعطل هو عدم قدرة المعدة أو الآلة على إكمال وظيفتها، وهو أنواع:عطل أولي يحدث خلال مرحلة التشغيل التجريبي للمعدات، عطل عشوائي(دوري) سببه تحميل المعدات الإنتاجية فوق طاقتها التصميمية، عطل الاستهلاك يحدث نتيجة التقادم في العمر وعطل الكوارث الذي يحدث مفاجئة، ويمكن أن يكون العطل جزئيا مثل وجود خلل في الجهاز يسبب توقف أحد الأجزاء أو كليا بسبب توقف الآلة كليا عن العمل يسبب عطل جزء فيها.[2]

وللصيانة التصحيحية مظهرين:[3]

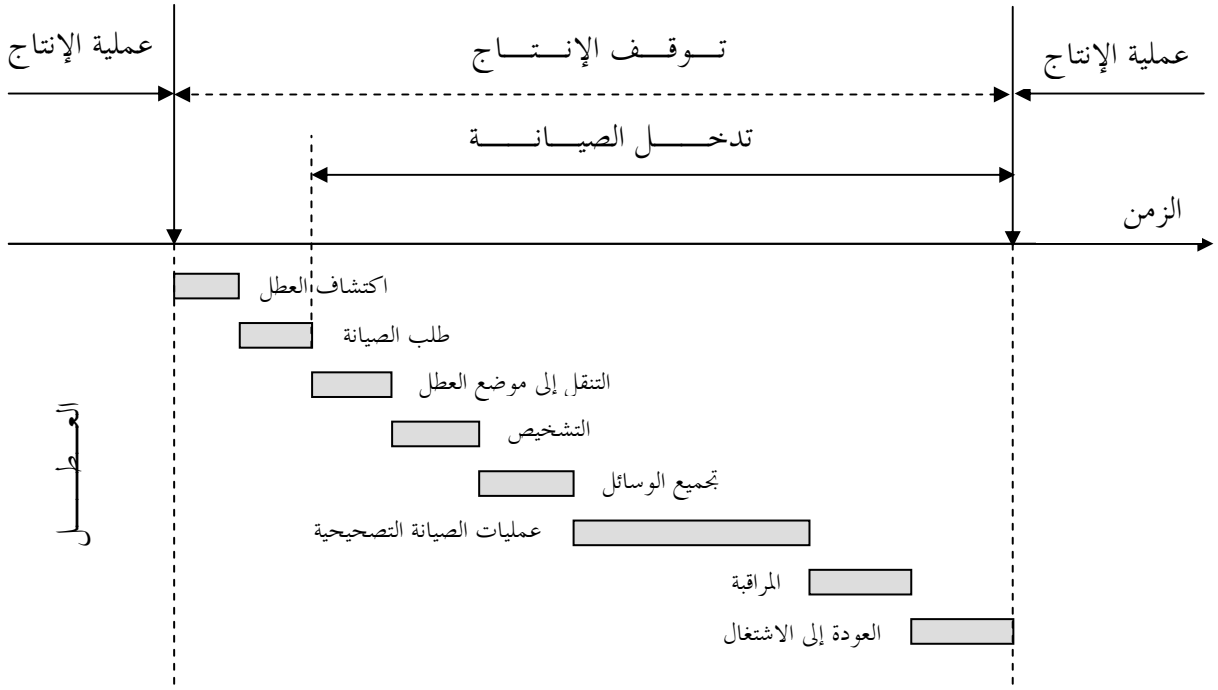
- **عمليات التعديل الجزئي:** وتهدف إلى إزالة تأثير العطل وإعادة تشغيل الآلة ولو مؤقتا من أجل مزاولة العملية الإنتاجية من جديد.

[1] François Monchy « La fonction maintenance, formation à la gestion de la maintenance industrielle», op.cit, P : 56
[2] J.-M.Bleux, T.-L.Fanchon « «Maintenance, systèmes automatisés de production », op.cit, P : 41
[3] Jean-Marie Auberville « Maintenance industrielle, de l'entretien de base à l'optimisation de la sûreté », Ellipses, Paris, 2004, P : 89

➢ **عمليات التعديل الكلي:** وتهدف إلى إعادة الآلة إلى مستوى الأداء المطلوب والذي كانت عليه قبل حدوث العطل.

وتتم عمليات الصيانة التصحيحية وفق مجموعة من المراحل كما هو موضح في الشكل الموالي:

الشكل رقم (II-2):مراحل الصيانة التصحيحية



Source : Jean-Marie Auberville « Maintenance industrielle », op.cit, P : 92

I-2-2- الصيانة الوقائية: La maintenance Préventive

إن مفهوم الصيانة الوقائية هو وضع برنامج زمني للصيانة استنادا في ذلك على توقعات وقوع أعطال أساسية وذلك قبل حدوثها ولهذا فانه عادة ما يكون عدد مرات إجراء الصيانة الوقائية أكبر من مرات إجراء الإصلاحات بعد حدوث العطل، وذلك في مقابل أن هذه الصيانة عادة ما تجنب المؤسسة أنواعا من التكاليف الكبيرة المرتبطة بالعطب والتوقف. وتظهر هذه الفكرة بوضوح إذا تمت الصيانة الوقائية خلال وقت توقف العمل الرسمي للمؤسسة.[1] وهي تنطلق من ضرورة عمل الفحص الوقائي والتزييت والتشحيم وإدخال تعديلات على التجهيزات بغية تقليل العطل وتجنب عمل إصلاحات كبيرة، ونقص عيوب التشغيل وخفض تكاليف الإنتاج.[2]

[1] د.محمد الحناوي، د.علي الشرقاوي"إدارة النشاط الإنتاجي في المشروعات الصناعية"، الدار الجامعية، جامعة الإسكندرية،1990، ص:293

[2] د.محمد كمال عطية"القياس والمعايرة في خدمة تحقيق الكفاية الإنتاجية"، توزيع منشأة المعارف، الإسكندرية، 1993، ص:166

وحسب الجمعية الفرنسية للتنميط (norme X 60-010) AFNOR فإن الصيانة الوقائية هي:"الصيانة التي تتم على أساس معايير محددة مسبقا بنية تخفيض احتمال تعطل تجهيز ما"[1]

أما اللجنة الأوروبية للتنميط (CEN W 319-003(1997 فتعتبر أن الصيانة الوقائية هي"الصيانة التي تجري على فترات محددة سلفا أو وفقا للمعايير المنصوص عليها والتي تهدف إلى الحد من احتمالات فشل أو تدهور المعدات"[2]

ومهما اختلفت التعاريف في تحديد مفهوم الصيانة الوقائية إلا أنها تبقى تصب في تحقيق هدف واحد هو المحافظة على المعدات والآلات من التقادم والاستهلاك السريع وزيادة العمر التشغيلي لها بما يحافظ على تخفيض نسبة التلف في الإنتاج كميا ونوعيا.

وتعد الصيانة الوقائية من أهم أنواع الصيانة لكونها تسعى إلى تقليل احتمال حدوث التوقف إلى أدنى حد ممكن والحالة المثالية هو الوصول إلى العطل الصفري وهو من أهم العناصر التي تسهم في تطبيق نظم الإنتاج الحديثة من فلسفة الإنتاج الآني ويسمي اليابانيون هذا النوع من الصيانة بـــالصيانة في الوقت المناسب Just-In-Time Maintenance أما التعبير العلمي الحديث للصيانة الوقائية هو **نظم إدارة الصيانة**.[3]

ولا تقتصر الصيانة الوقائية على إجراء عمليات الفحص الروتيني فقط وإنما تتضمن تصميم الأنظمة التقنية والبشرية التي تحافظ على استمرار العملية الإنتاجية من دون حدوث توقفات وتساعد المؤسسة على تحقيق أهدافها.

ويرى الباحثون أنها أكثر من مجرد ضمان لإتباع الآلات والمعدات في حالة عمل كونها مجموعة من الأنشطة والفعاليات المتمثلة في:[4]

- تصميم واختيار وترتيب المعدات والأنظمة لتحقيق المستوى المقبول من المعولية؛
- تصميم الأنظمة البشرية والتقنية التي ستبقي عملية الإنتاج مستمرة ضمن طاقات التحميل؛
- الفحوصات الدورية للمعامل لمتابعتها ومنع حدوث العطل أو التقادم غير الطبيعي؛
- إجراء عمليات الصيانة التنبؤية وأعمال الصيانة الشاملة لنظام التصنيع؛

---

[1] François Monchy « La fonction maintenance », op.cit, P : 58

[2] François Monchy « Maintenance, méthode et organisation », op.cit, P : 35

[3] الصندوق العربي للإنماء الاقتصادي والاجتماعي، المنظمة العربية للتنمية الصناعية والتعدين"دليل الصيانة في مصانع الألبان ومنتجاتها في الدول العربية"، يوليو، 2004، ص:12

[4] أ.د. غسان قاسم داود اللامي، أ.أميرة شكرولي البياتي ، مرجع سابق، ص:481

- التزييت والتنظيف وضبط المعدات من أجل المحافظة على الحالة التشغيلية لها.

I-2-2-1-أصناف الصيانة الوقائية:

تشمل الصيانة الوقائية ثلاثة أصناف هي:[1]

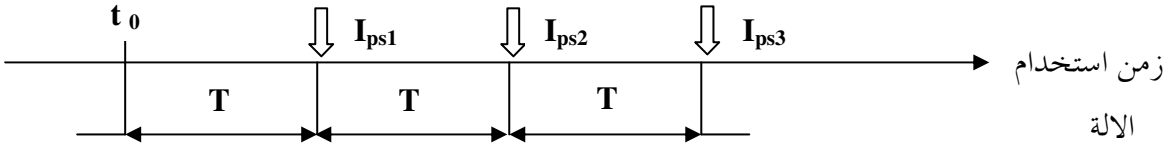
1) الصيانة الوقائية النظامية: Maintenance préventive systématique

هي الصيانة التي يتم إجراؤها وفقا لجدول زمني معد مسبقا حسب الزمن أو حسب عدد العمليات التي تنفذها الآلة، بمعنى أن الآلات والمعدات تخضع للصيانة الوقائية النظامية كلما مرت فترة زمنية معينة أو بعد إنتاج كمية معينة، وفي كل مرة يتم تحديد حالة الآلة بالاعتماد على مجموعة من القياسات (الارتفاع، درجة الحرارة، الكثافة،..الخ).

وحسب الجمعية الفرنسية للتنميط AFNOR (norme X 60-010) فإن الصيانة الوقائية النظامية هي:"الأنشطة التي تتم وفقا لجدول زمني حسب عدد محدد من وحدات الاستخدام" وأيضا"استبدال قطع الغيار والسوائل بصفة دورية وبغض النظر عن حالة الآلة"

وحسب اللجنة الأوروبية للتنميط CEN W 319-003 فإن الصيانة الوقائية النظامية هي:"الصيانة الوقائية التي تنفذ دون التحقق من حالة الآلة وعلى فترات زمنية محددة"[2]

ويمكن توضيح هذه المفاهيم من خلال الشكل التالي:



Ips : تدخلات الصيانة الوقائية النظامية

T: فترة التدخل وهي محددة مسبقا

تهدف الصيانة الوقائية النظامية إلى منع التآكل في تجهيزات الإنتاج وانخفاض طاقتها الإنتاجية، وذلك بتنظيفها وتزييتها وتشحيمها دوريا.

وتتمثل الأهمية الكبرى للصيانة الوقائية النظامية في سهولة تسييرها حيث يمكن تخطيط تدخلاتها لأن فترة التدخل تكون محددة مسبقا، إلا أنه يؤخذ عليها أنها مكلفة خاصة فيما يتعلق بالجانب الميكانيكي.

[1] Jean Héng « Pratique de la maintenance préventive », Dunod, Paris, 2002, P : 4
[2] François Monchy « Maintenance, méthode et organisation », op.cit, P : 37

2) الصيانة الوقائية الشرطية:Maintenance préventive conditionnelle

يتدخل هذا الصنف من الصيانة عند توفر شرط معين يتمثل في بلوغ الآلة حد مسموح به من الأداء بحيث أن تجاوز هذا الحد دون صيانة سيؤدي إلى تحمل أعباء إضافية يمكن تفاديها إذا تدخلت الصيانة الشرطية في وقتها.

وحسب الجمعية الفرنسية للتنميط AFNOR (norme X 60-010) فان الصيانة الوقائية الشرطية هي:"الأنشطة التي تتم وفقا لمعايير محددة سلفا تدل على حالة من التدهور للآلة أو الخدمة"[1]

تتطلب الصيانة الوقائية الشرطية المعرفة الجيدة بالآلة، وحسب M.VISINTINI [2] فإن نجاح هذا النوع من الصيانة يتوقف على التشخيص الجيد لحالة الآلة من خلال عمليات المتابعة التي تتم خلال دورة اشتغالها والمتمثلة على سبيل المثال في:

1- مراقبة مستوى الزيت؛

2- مراقبة نوع وجودة الزيت؛

3- مراقبة الحرارة؛

4- مراقبة الضغط؛

5- بعض القياسات الكهربائية: التوتر، شدة التيار...؛

6- قياس الاهتزاز...الخ

3) الصيانة الوقائية التقديرية: Maintenance prévisionnelle

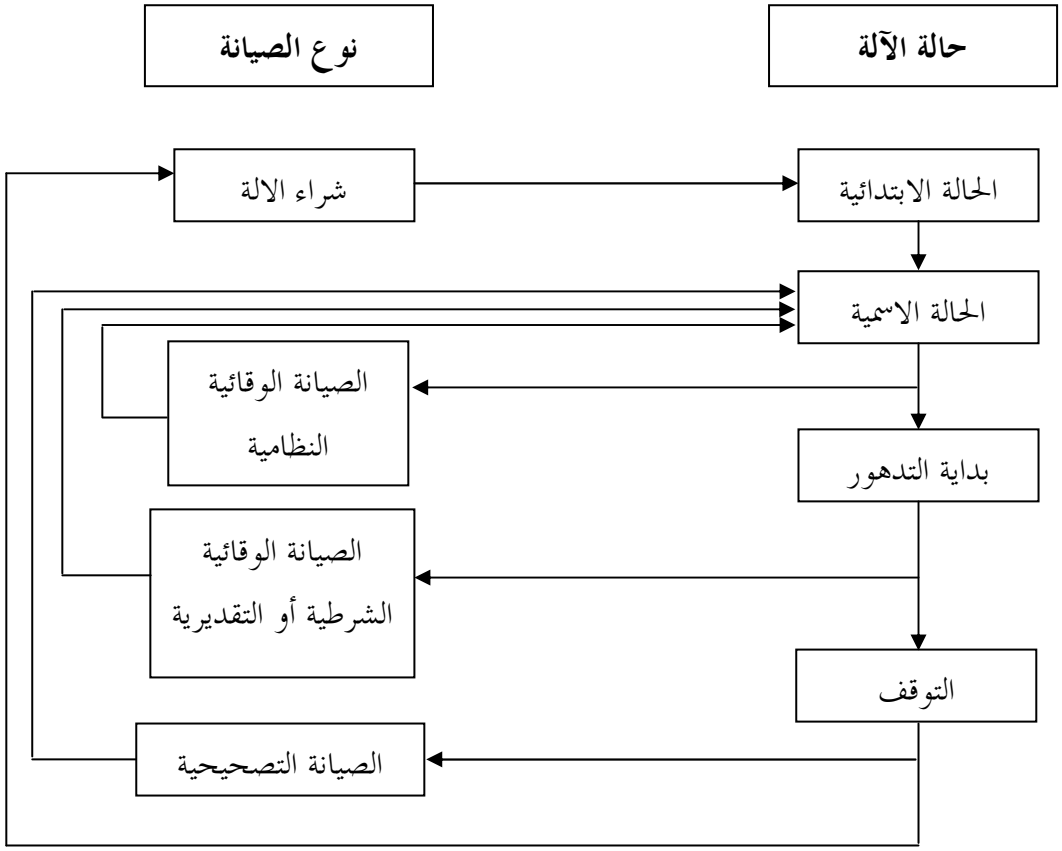
تعتمد هذه الصيانة على تحليل تطور حالة المعدات، واستنتاج مؤشرات تلفها بعد ذلك، ومن خلال هذه المؤشرات يمكن التخطيط لتدخلات مصلحة الصيانة ومن ثم تأخيرها إلى الوقت المناسب بدل إجرائها في وقت سابق لذلك.

وحسب الجمعية الفرنسية للتنميط AFNOR (norme X 60-010) فان الصيانة التقديرية هي:"صيانة وقائية تخضع لتحليل تطور معالم تدهور المعدات لتأخير وتخطيط التدخلات. وهي تسمى في بعض الأحيان بشكل غير دقيق الصيانة التنبؤية"[3]

[1] François Monchy « Maintenance, méthode et organisation », op.cit, P :46
[2] Groupe de Réflexion et d'orientation en Maintenance, op.cit, P : 50
[3] François Monchy « Maintenance, méthode et organisation », op.cit, P :46

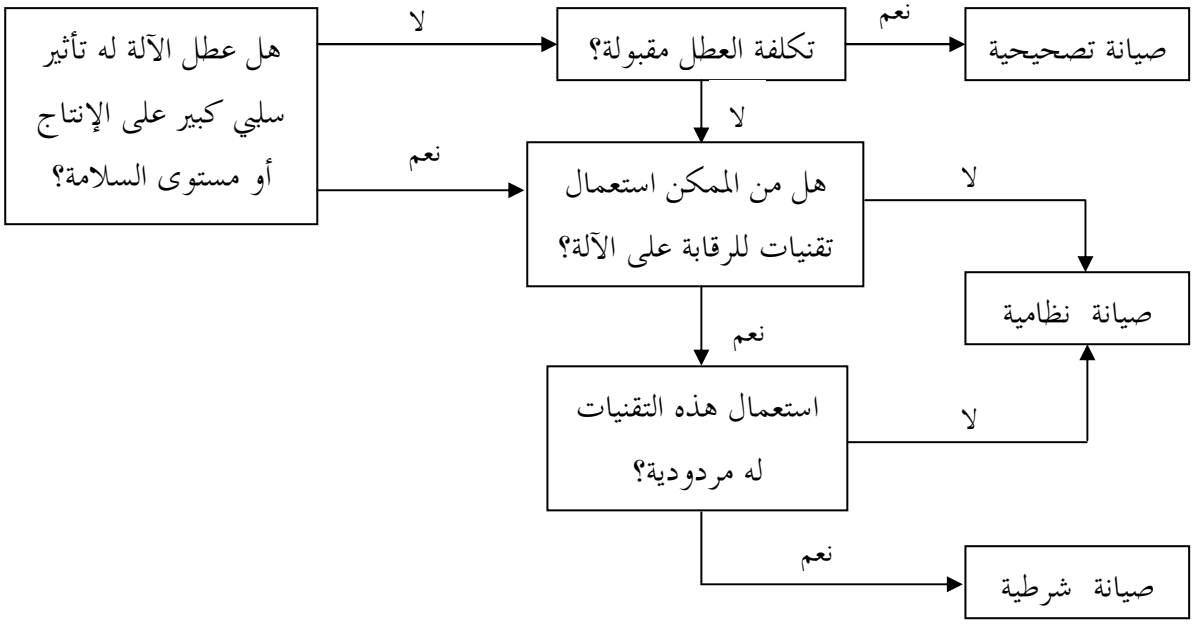
إن صنف الصيانة الوقائية أو التصحيحية يتحدد وفق حالة الآلات والمعدات ووفق طبيعة العطل كما هو موضح في الشكلين التاليين:

الشكل رقم(II-3):نوع الصيانة حسب حالة الآلة



Source : Daniel Richert, Marc Gabriel, Denis Malon, Gaetan Blaison « Maintenance basée sur la fiabilité », Masson, Paris, 1996, P : 11

الشكل رقم(II-4):نوع الصيانة حسب طبيعة العطل



Source : CHAIB Rachid « La maintenance industrielle », Editions université Mentouri de Constantine, 2004, P : 25

I-2-2-2- أهداف الصيانة الوقائية، فوائدها ومردوداتها:

أولا:أهداف الصيانة الوقائية:[1]

- **تحسين كفاءة المعدات:**

تنفيذ أعمال الصيانة الوقائية يتطلب التحليل التقني لسلوك المعدات، هذا يسمح بالممارسة المثلى للصيانة الوقائية والقضاء تماما على أنواع محددة من العطل.

- **ضمان جودة المنتجات:**

تقوم الصيانة الوقائية بتنفيذ الرصد اليومي للمعدات للكشف عن أعراض العطل أو الفشل لضمان ضبط معايير الأداء.

- **تحسين جدولة العمل:**

تخطيط عمليات الصيانة الوقائية تتم حسب جدول زمني لوقف الآلة والذي يجب أن يتوافق مع عملية الإنتاج، هذا ما يتطلب وجود توافق بين هاتين الوظيفتين مما يسهل مهمة الصيانة.

[1]Jean Héng « Pratique de la maintenance préventive », op.cit, P : 06

فنيي الصيانة في كثير من الأحيان يكونون غير راضين عندما لا يسمح مدير الإنتاج بإيقاف التشغيل من أجل العمل على تدخل أعمال الصيانة، وعليه فان التنسيق الجيد بين الوظيفتين يتيح أوقات محددة للتوقف وفقا لجدول زمني محدد مسبقا ويأخذ في عين الاعتبار استحالات التوقف اعتمادا على مستلزمات الإنتاج.

- **ضمان الأمن البشري:**

إن تحضير عمليات الصيانة الوقائية ليس فقط لاحترام الجدول الزمني وإنما للأخذ بعين الاعتبار معايير السلامة من خلال القيام بالزيارات التنظيمية.

- **تحسين تسيير المخزون:**

الصيانة الوقائية هي صيانة مخططة تتقن آجال استحقاق استبدال الأجهزة أو القطع مما يسهل مهمة تسيير المخزون، فالصيانة الوقائية تجنب وضع بعض القطع في المخزن التي لا يتم الطلب عليها إلا في الوقت المناسب.

- **تحسين مناخ العلاقات الإنسانية:**

العطل غير المتوقع غالبا ما يولد التوتر بين الإنتاج والصيانة لأن عملية الإصلاح يجب أن تكون سريعة لتجنب خسارة الإنتاج وبعض المشاكل مثل عدم توفر قطع الغيار يتسبب في شل حركة الآلة لفترة طويلة، وهذا ما يمكن تجنبه من خلال اعتماد سياسة الصيانة الوقائية في المؤسسة.

ثانيا:فوائد الصيانة الوقائية:

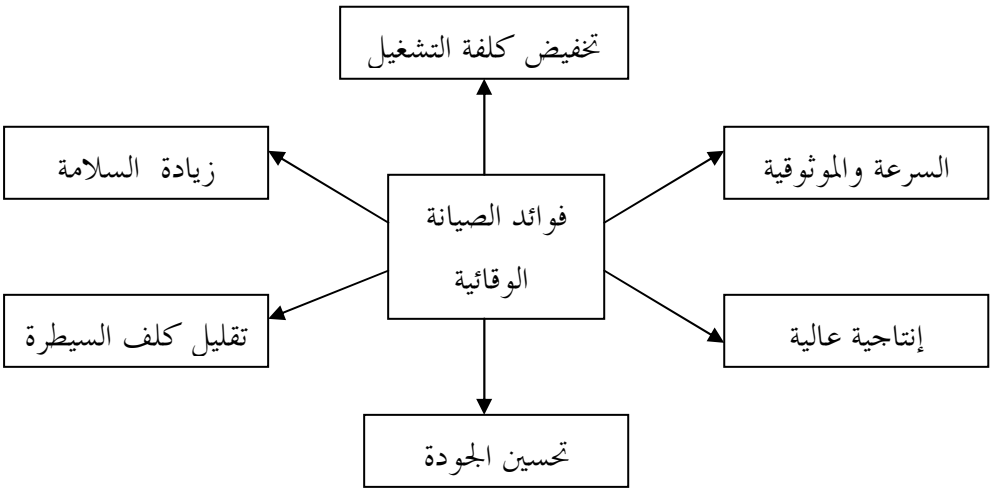
يؤدي تطبيق الصيانة الوقائية إلى تحقيق فوائد عديدة منها:

1. يؤدي تخطيط أعمال الصيانة الوقائية واستخدام المقاييس إلى توفير المواد قبل البدء بتنفيذ أوامر العمل ومن ثم تقليل كلفة الصيانة إلى الحد الأدنى؛
2. التمكن من السيطرة والرقابة على مخزون المواد الاحتياطية وأداء الأفراد والمعدات؛
3. تحديد الاحتياجات الفعلية للمواد الاحتياطية وتقليل مستوى التخزين فيها إلى الحد الأدنى؛
4. تقليل الحاجة إلى الوقت الإضافي لأداء أعمال الصيانة ومن ثم تخفيض أجور العمل الإضافي؛
5. تقليل وقت التوقف الإضافي للمعدات خارج الخدمة إلى الحد الأدنى؛

6. تخفيض الحاجة إلى رؤوس الأموال للاستثمار بالمعدات أو الآلات البديلة نتيجة لأداء المعدات للخدمة في الوقت المناسب؛
7. زيادة كفاءة أداء المعدات وتحسين نوعية الإنتاج نتيجة لتقليل نسبة الإنتاج المعاب بسبب العطلات المفاجئة؛
8. زيادة ظروف الأمان والسلامة للمشتغلين والفنيين؛
9. تقليل التلوث بسبب تسرب الأبخرة والدخان نتيجة حصول التوقفات وبشكل خاص في إنتاج الكيمياويات؛
10. توفير البدائل الملائمة لإدارة أعمال الصيانة المماثلة واختصار الوقت والجهد المبذولين في تكرار عمليات الصيانة.

ويبين الشكل الآتي انعكاس تطبيق برامج الصيانة الوقائية في تحقيق الأهداف التي تسعى أي مؤسسة إنتاجية أو خدمية للوصول إليها والتي تمكنها من منافسة بقية المؤسسات الأخرى والبقاء في السوق.

الشكل رقم(II-5):فوائد تطبيق الصيانة الوقائية



المصدر:د.رامي حكمت فؤاد الحديثي، مرجع سابق، ص:45

ثالثا:مردودات الصيانة الوقائية:

من البديهي أن يعطي أي نظام للصيانة الوقائية مردودات اقتصادية أكثر بكثير من الكلفة التطبيقية، إلا أنه من الضروري ذكر بأن أنظمة الصيانة الوقائية تعتمد بشكل أساسي على نوعية الصيانة، ونوع المنتوج، ودرجة تعقيد التكنولوجيا، وكلفة الوقت الضائع بسبب العطلات

الفجائية،...الخ، كما أنها ليست هي العلاج الوحيد للتوقفات أو لمصاريف الصيانة الإضافية فهناك بعض الفعاليات في الصيانة من الممكن أن تسهم أيضا في تقليل التكلفة.

وعلى هذا الأساس فان مردودات الصيانة الوقائية هي:

1. تقليل التوقفات والعطلات غير المبرمجة؛
2. تقليل كلفة الأعمال الإضافية لعمال الصيانة بسبب تنظيم أعمال الصيانة؛
3. تقليل التوقفات الكبيرة لأغراض التصليحات؛
4. كلفة التصليحات قليلة في حالة كون العطلات بسيطة بسبب نوعية العمالة والأدوات الاحتياطية والمواد المستخدمة؛
5. تقليل الإنتاج التالف بسبب العطلات وتحسين النوعية بسبب تواجد المعدات في حالة جيدة التصليح أي زيادة كفاءة المعدات؛
6. تقليص الحاجة إلى المعدات البديلة وهذا سيقلل من الحاجة إلى رؤوس الأموال المستثمرة بهذا الجانب؛
7. تحديد المواد الاحتياطية ذات الكلفة العالية وكذلك تحديد المعدات الحرجة من حيث كلف الصيانة المطلوبة لها من خلال المعلومات المتوفرة لنظام الصيانة الوقائية؛
8. سيطرة أفضل على الأدوات الاحتياطية وتقليل المخزون المطلوب لها؛
9. تحسين ظروف السلامة الصناعية للعاملين على الإنتاج؛
10. تقليل كلف الإنتاج.

من الضروري قبل البدء بنظام الصيانة الوقائية تهيئة المعلومات المتوفرة كافة عن كلف الصيانة خلال السنة السابقة، عدد الساعات المتوقعة بسبب العطلات الفجائية، وكلفة أجور العاملين والساعات الإضافية....الخ، من الممكن إضافة كلف خسارة الإنتاج إلى هذه الكلف وبالحصول على هذه المعلومات ومقارنتها بكلفة تطبيق الصيانة الوقائية مع المردودات المتوقعة منه يمكن إقناع الإدارة العليا بأهمية تطبيق الصيانة الوقائية وتأثيرها على زيادة الإنتاجية.

I-2-2-3- أنشطة الصيانة الوقائية:

تتجلى أهمية الصيانة الوقائية في الدور الذي تلعبه في السماح للمؤسسة بأداء التصنيع المختار وبلوغ العطل الصفري وتقليل الضياعات، ويعد الأفراد هم المسؤولون بالدرجة الأولى على تحقيق

هذه الأهداف باعتبارهم من يزاولون أنشطة الصيانة التي يشمل تطبيقها على المعدات ومواد العمل والتي تتمثل فيما يلي:

أ- الفحص والتفتيش:

بعد تشخيص ما تتطلبه المعدات من خدمة الصيانة الوقائية، من الضروري تحديد الأجزاء أو الفقرات التي يتطلب فحصها من تلك المعدات بالاعتماد على اللوائح الخاصة بالفحص والتفتيش، وهي الوثائق الفنية المجهزة من قبل الجهة المصنعة وهي وثائق مهمة جدا تتضمن كافة أجزاء الآلة المهمة التي تحتاج إلى فحص ونوعية الفحص المطلوب وكذلك الطريقة أو الخطوات الواجب إتباعها.وقد لا تكون كافية بمفردها، إذ يستفاد من الخبرة المتوفرة لدى العمال والمشرفين والذين يُعتبرون أفضل مصدر للمعلومات المتعلقة بأعمال فحص المعدات لأنهم من يقومون بالحفاظ عليها وسبق لهم المحافظة على معدات مماثلة لها كما يمكن الاستفادة من خبراتهم الاستشارية حول الأدوات التي يتوجب خزنها لأغراض الصيانة.

وتعتمد المؤسسات عادة طريقتين لإعداد لوائح الفحص والتفتيش وهما:[1]

أولا: طريقة الفحص العام:

تستخدم طريقة الفحص العام عادة في المعامل الصغيرة لسهولة تنفيذها إذ بالإمكان فحص المحركات والمضخات بنفس الوقت باستخدام اللوائح الخاصة بهذا الغرض وبإمكان شخص واحد القيام بهذه المهمة في أغلب الأحيان.

إن مساوئ هذا النوع من الفحص تكرار فحص بعض الأجزاء دون الحاجة لذلك ويكون الفحص بواسطة الحواس أو الأجهزة البسيطة.

ثانيا:طريقة الفحص المتخصص:

يحتاج الفحص المتخصص إلى معدات وطرائق معقدة، ويستخدم في المعامل الكبيرة بفترات متقاربة أو بصورة مستمرة على الأجزاء التي تتعرض للعطل بكثرة ويكون على فترات بعيدة بالنسبة للأجزاء التي يكون احتمال تعرضها للعطل أقل.

تخضع عملية تكرار الفحص والتفتيش إلى مجموعة من الاعتبارات والأسس هي:[2]

1. المعدات الحرجة:

[1] د.عبد الكريم محسن، د.صباح مجيد النجار، مرجع سابق، ص:528

[2] د.رامي حكمت فؤاد الحديثي، مرجع سابق، ص:48

تتطلب المعدات الأكثر خطورة أو حرجا صيانة وقائية أكثر وتعني الخطورة أن عطل وحدة فردية يؤدي إلى مشاكل لكل من سير العملية الإنتاجية وتوقف بقية المعدات الأخرى.

2. الممارسة على المعدات المماثلة:

يعد هذا العامل مهما في تحديد إمكانية تكرار عمليات الصيانة الوقائية على الأجزاء الجديدة للمعدات، وهنا يجب الأخذ بعين الاعتبار أن الخبرة لا تدل فقط على إمكانية ممارسة الأعمال نفسها على الأجزاء الجديدة بل تشير إلى إمكانية تدريب المشتغلين جيدا على أداء برامج الصيانة الوقائية.

3. خصائص التشغيل:

تتضمن خصائص التشغيل، التعريف بخطورة الخدمة من حيث فكرة نوع المواد المتداولة، كثافتها النوعية، الضغط والحرارة، أيضا فيما إذا كانت المعدات تشتغل باستمرار أو على فترات متقطعة، كما أن هذه المعدات هي نفسها تقدم خدمات مختلفة في معامل مختلفة.

4. العمر:

كلما تقدمت المعدات بالعمر فان القوى العاملة تعرف كيف تحافظ عليها وتستطيع تشخيص مواقع الضعف فيها، إذ كلما بدأت المعدات بالتآكل أو الاستهلاك، بدأت تنتقل من مرحلة العمر النافع إلى مرحلة الاستهلاك وهنا لا بد من تكرار فعاليات الصيانة الوقائية ومعدل تكرارها.

5. متطلبات السلامة والتلوث:

يجب أن تأخذ صيانة المعدات بعين الاعتبار المتطلبات المتعلقة بسلامة وتلوث المصنع، وتعد أنشطة الفحص والتنظيف من أكثر الأنشطة تميزا، ويمكن تطبيقها في آن واحد. أما بقية الأنشطة الأخرى لصيانة المعدات والأدوات فتركز الاهتمام على منع حدوث المشاكل إلى جانب إيجاد حلول مناسبة للمشاكل الحالية.

ب- التزييت والتشحيم:

التزييت والتشحيم يعد جزءا مهما وأساسيا في نظام الصيانة الوقائية بما له من تأثير اقتصادي قريب وبعيد المدى في الحفاظ على المعدات بشكل مقبول، وعند وضع نظام التزييت والتشحيم يجب:

- تحديد مدى حاجة المعدات للزيوت والشحوم؛
- نوعية الزيت أو الشحم الذي تحتاجه المعدة؛
- دورية تبديل أو إضافة الزيت أو الشحم.

يمكن الاستعانة بالوثائق الفنية وتعليمات المجهز للحصول على مثل هذه المعلومات ومن الضروري معرفة الزيوت أو الشحوم المكافئة ليسهل توفيرها لهذا الغرض. تحدد هذه اللوائح باستمرار على ضوء التغيرات التي تطرأ على الآلات، كشراء آلات جديدة أو تحديث الآلات واستبدالها...الخ. ويتولى قسم تخطيط الصيانة تنفيذ برامج التزييت والتشحيم على ضوء دورية العمل.

وفي السنوات الأخيرة بدأ الاتجاه نحو تصميم أجهزة للتزييت والتشحيم داخل الآلات تعمل بطريقة شبه آلية أو بطريقة كاملة الآلية بمعنى أن الجهاز يقوم من تلقاء نفسه بتزييت الآلة في الوقت وبالقدر المطلوبين من الزيت، ومن الاتجاهات الحديثة أيضا إنتاج أجهزة لا تحتاج إلى تزييت مطلقا.[1]

I-2-3- الصيانة التنبؤية: La maintenance prédictive

تعتبر الصيانة التنبؤية من أحدث أنواع الصيانة وأكثرها اقتصادية لما توفره من الجهد والمال وباعتبارها طريقة عظيمة لتحسين الإنتاجية وجودة المنتج، والربحية والأداء العام للمؤسسة.[2]

وللصيانة التنبؤية مجموعة من التعاريف يمكن إدراج منها ما يلي:

"الصيانة التنبؤية هي التي تنفذ بناءا على دراسات إحصائية (تحليل اهتزازات في الآلة-مراقبة الحرارة-تحليل الزيوت...) وتوقعات مبنية على أساس مراقبة وسيلة الإنتاج للكشف عما يحدث من مشاكل قبل أن تصل إلى مرحلة العطل"

"الصيانة التنبؤية هي الصيانة التي يتم تحديدها من خلال استخدام أجهزة قياس القيم التشغيلية وأجهزة الفحص مثل قياس الاهتزاز، قياس السماكة والتصوير الصناعي والتي تحتاج لمعرفة علمية وخبرة فنية متطورة"

[1] د.صلاح الشنواني"إدارة الإنتاج"، مرجع سابق، ص:202

[2] R.Keith Mobley « La maintenance prédictive », Masson, Paris, 1992, P : 05

"هي الصيانة التي تبنى على قياسات مستمرة دورية توضح حالة تشغيل المعدة وتكون مؤشرا لسلامتها، وفي حالة إمكانية أخذ هذه القياسات بطريقة منتظمة فانه يمكن التنبؤ بالحوادث قبل حدوثها، ويتم إجراء الصيانة المطلوبة"

"هي أعمال الصيانة التي تعمل على التنبؤ بحدوث العطل وتوقعه قبل حدوثه وذلك من خلال المراقبة والفحص والتسجيل المستمر ومن ثم تحديده منعا لانتشاره"[1]

والمبدأ المشترك بين هذه التعاريف هو الرصد المنتظم للآلات والمعدات من اجل تحقيق أقصى قدر من الفاصل الزمني بين كل إصلاح. هذا الأسلوب يقلل من عدد وتكلفة التوقفات المفاجأة لأنه يوفر القدرة على اكتشاف المشاكل منذ ولادتها أي قبل وقت طويل من ظهور خلل ملموس. وتتضمن أنشطة الصيانة التنبؤية ما يلي:

1) **فحوصات الأداء:** وهي كافة الفحوصات التي تؤدي إلى التعرف على مدى تحمل الأجهزة والمعدات للظروف التي يتم تصميمها لكي تعمل بموجبها.

2) **الفحص أثناء التشغيل:** وهي كافة الفحوصات التي يتم إجراؤها على مختلف الأجهزة والمعدات بدون إيقافها من أجل مراقبتها عن طريق أخذ قراءات لبعض المتغيرات مثل قراءة الاهتزازات في مناطق معينة وكذلك قياس الحرارة، كما يمكن استعمال أجهزة متطورة لأخذ صور لكثير من الآلات أثناء اشتغالها والتي يمكن من خلالها التعرف على بعض الأخطاء وهي في بدايتها.

إن الحديث عن الصيانة التنبؤية يقودنا إلى إدراج نوع آخر من الصيانة وهي الصيانة الترقبية التي تعد من أحدث أنواع الصيانة، حيث تستطيع تقليل وقت الخروج وتقليل تكلفة الصيانة بمستوى أفضل من الصيانة التنبؤية، إذ أن الأخيرة تحدد المشاكل ولكنها لا تقدم الحلول ولكن الصيانة الترقبية تتحرك إلى ما هو أبعد من ذلك لعزل وحل مصادر المشكلة، ولكنها تعتمد على الصيانة التنبؤية في تحديد أي الأجزاء مقبلة على الانهيار.

I-3- الاتجاهات الحديثة في الصيانة المخططة:

I-3-1- الصيانة المرتكزة على المعولية: La maintenance basée sur la fiabilité

[1] R.Keith Mobley « La maintenance prédictive », op.cit, P : 04

ظهرت الصيانة المرتكزة على المعولية(الموثوقية) في أواخر الستينات عندما قامت مجموعة من الباحثين في مجال صيانة الطائرات المدنية بتقديم برنامج خاص بصيانة الطائرات من النوع Boeing 747,DC 10, CONCORD,Airbus A340 والذي أطلق عليه اسم MSG (Maintenance steering group)، [1] وفي سنة 1984 تم تطبيق برنامج الصيانة المرتكزة على المعولية في مجال الطاقة النووية بأمريكا تحت اسم RCM (Reliability Centered Maintenance) وبفرنسا تحت اسم OMF

(Optimisation de la Maintenance par la Fiabilité) ، أما فيما يخص تعميم هذه الطريقة في المجال الصناعي فقد بدأت بفرنسا بعد التعاون الذي تم بين ADEPA (Association pour le Développement de la Productique et de l'Automatisation) وجامعة(ESSTIN)Nancy والذي انتهى بإصدار كتاب Maintenance basée sur la fiabilité.[2]

إن الصيانة المرتكزة على المعولية لاتعتبر أسلوب صيانة جديد وإنما هي نهج منظم يعمل على تحسين بنية وشكل نظام الصيانة الوقائية وجعلها خطة مثلى تعمل على تدنية الأخطار الناتجة عن تعطل الآلات إلى أقصى حد، وذلك بالتركيز على زيادة معولية المعدات من خلال الأخذ بعين الاعتبار برامج الموثوقية(المعولية) فهي تتطلب المعرفة الجيدة بالمعدات والأعطال التي تحدث لها.[3]

هناك بعض التعاريف المستخلصة من الأدبيات الحديثة تسمح بإعطاء فكرة عامة عن الصيانة المرتكزة على المعولية:[4]

"الصيانة المرتكزة على المعولية هي إستراتيجية شاملة لصيانة الأنظمة التكنولوجية باستخدام أسلوب منظم للتحليل لضمان الموثوقية المتأصلة في هذا النظام"

"هي وسيلة لإقامة برامج الصيانة الوقائية من أجل التحسين التدريجي لمستوى اتاحية (توافر) المعدات الحرجة"

"هي أسلوب قائم أساسا على المعرفة الدقيقة للسلوك الوظيفي للأنظمة "

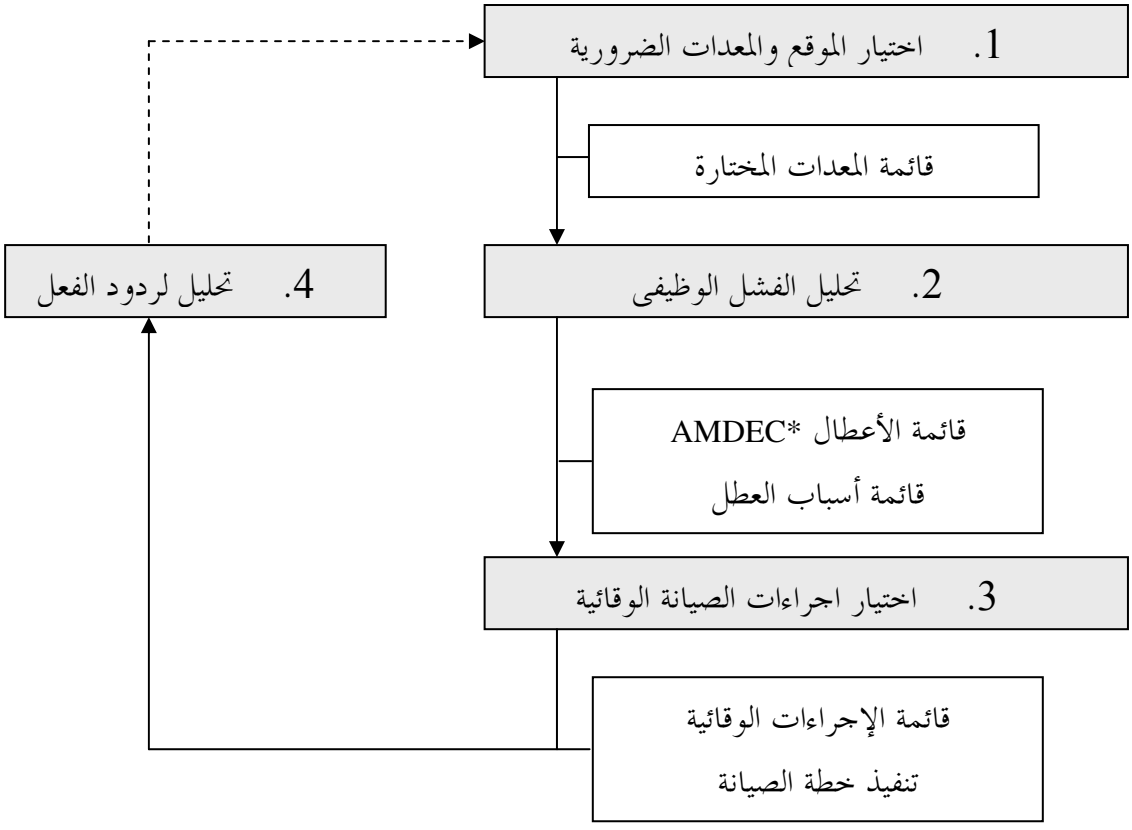
تهدف الصيانة المرتكزة على المعولية إلى:[5]

[1] Daniel Richert, Marc Gabriel, Denis Malon, Gaetan Blaison, « Maintenance basée sur la fiabilité », op.cit, P : 07
[2] Françoi Monchy, « Maintenance, méthodes et organisation », op.cit, P : 472
[3] Daniel Richert, Marc Gabriel, Denis Malon, Gaetan Blaison, op.cit, P : 05
[4] Françoi Monchy, « Maintenance, méthodes et organisation », op.cit, P : 473
[5] Françoi Monchy, « Maintenance, méthodes et organisation », op.cit, P : 474

- تحسين اتاحية(توافر) المعدات التي تعتبر حرجة بما لها من تأثير على السلامة والجودة وتأثيرها على سير العمل، وهو الهدف الرئيسي لـــ MBF؛
- الحد من الأعطال الفنية من خلال تنفيذ خطة الصيانة الوقائية؛
- الحد من طول فقدان الإنتاج من خلال التوزيع الجيد للمهام بين الإنتاج والصيانة؛
- إنقاص الإصلاحات غير المخططة أو الفجائية؛
- إنقاص تكاليف الصيانة ومراقبتها بغية التحكم بها ضمن أدنى الحدود؛
- زيادة الإنتاجية.

تتم الصيانة المرتكزة على المعولية وفق مجموعة من المراحل مبينة في الشكل التالي:

الشكل رقم (II-6):مراحل الصيانة المرتكزة على المعولية



Source : Françoi Monchy « Maintenance, méthodes et organisation », op.cit, P : 475

I-3-1-1- تعريف المعولية (الموثوقية): La fiabilité

لقد حظي تعريف المعولية باهتمام الباحثين والمختصين وعلى الرغم من اختلاف وجهات نظرهم فان هناك شبه إجماع حول مفهومها إذ عرفت بأنها:

"الاحتمال المتوقع لانجاز النظام والمنظومات الفرعية له (كالماكنة وأجزائها) أو العملية الإنتاجية بصورة مرضية وفقا للمواصفات والشروط المحددة لفترة زمنية محددة، وأن عدم اقتدار النظام أو الماكنة أو العملية الإنتاجية على إنجاز وظيفتها ضمن المواصفات والشروط المحددة يطلق عليها بالفشل"[1]، أو هي"قدرة المعدة على أداء وظيفتها تحت ظروف تشغيل معينة وخلال مدة زمنية محددة"[2]، وتعرف بأنها "احتمالية أداء المنتوج للوظائف المحددة بدون عطل تحت ظروف عمل معينة ولفترة زمنية محددة"[3]

وحسب الجمعية الفرنسية للتنميط AFNOR X 06-501 فان الموثوقية هي:" احتمال أن يستمر جهاز في أداء عمله بصورة جيدة ضمن شروط استخدام محددة ولفترة زمنية محددة"[4].

من خلال هذا التعريف نجد أن المعولية تتكون من أربعة عناصر وهي:

1.الاحتمالية:

هو مقياس رقمي لقياس المعولية ويعني أنه قد يحدث فشل في منتج في حين لا يحدث في منتوج آخر في نفس الظروف والإمكانيات وقيمته ما بين(1-0) فيقال أن احتمالية عمل المنتج x=0.95 فهذا يعني أن نسبة الفشل هي 0.05.

2.الأداء:

يتضمن قياس إمكانية أداء أو عدم أداء الآلة للغرض الذي صممت من أجله، على سبيل المثال تصميم رافعة كهربائية لرفع حمل متوقع قدره 0.7 طن وأية زيادة بعد ذلك تعد تجاوز لمواصفات التصميم.

3.الظروف التشغيلية:

هي الظروف المحيطة الواجب توفيرها أثناء تشغيل المنتج أو الآلة فبعض المنتجات قد صممت للعمل بموثوقية عالية داخل البناية لكنها قد تتعرض للعطل والتقادم السريع في حالة وضعها خارج البناية، وتتضمن ظروف التشغيل كذلك أساليب التخزين وشروط النقل والشحن.

---

[1] عبد الحميد عبد المجيد البلداوي، أ.زينب شكري محمود نديم "إدارة الجودة الشاملة والمعولية(الموثوقية) والتقنيات الحديثة في تطبيقها واستدامتها"، دار الشروق، عمان، 2006، ص: 153

* Analyse des modes de défaillances, de leurs effets et de leurs criticités.

[2] Claude Pellegrin, « Fondements de la décision de maintenance », Economica, Paris, 1997, P : 05

[3] د.منعم زمزير، "إدارة الإنتاج والعمليات"، دار وائل، عمان/الأردن ، 2008، ص: 296

[4] Françoi Monchy, « Maintenance, méthodes et organisation », op.cit, P : 155

4.وقت التشغيل:

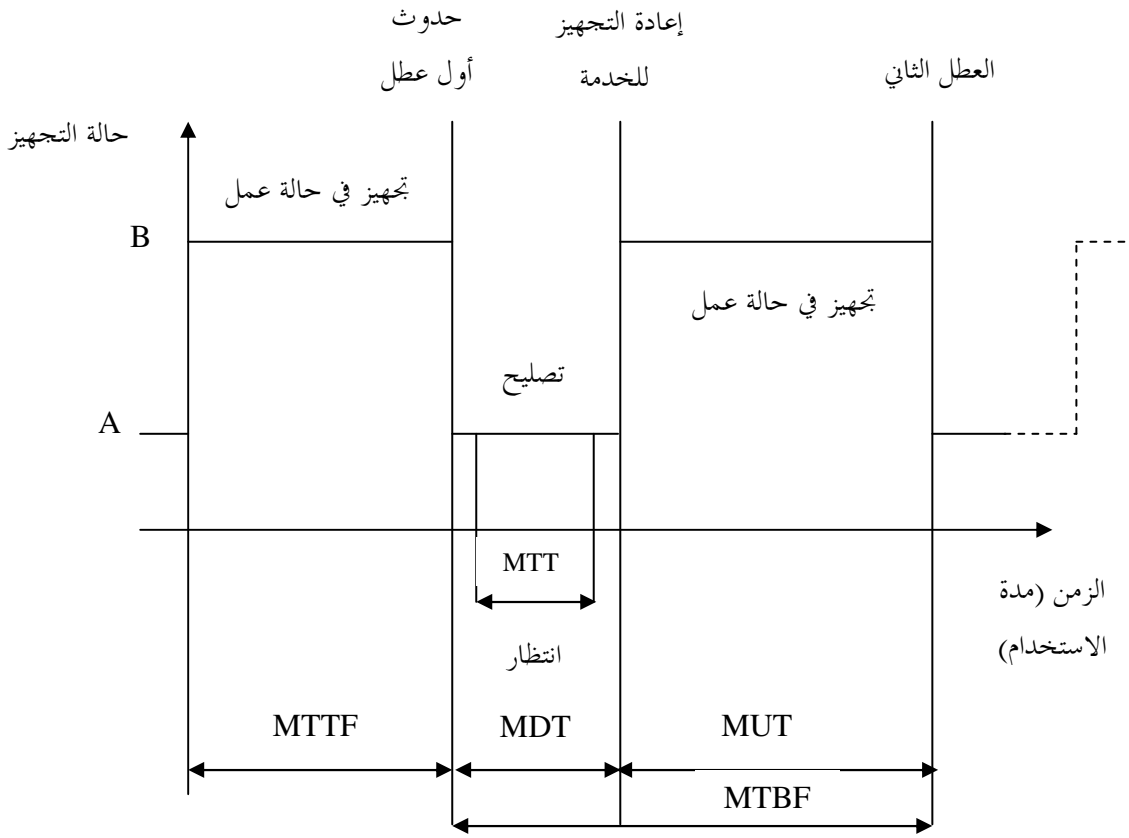
يشير إلى المدة الزمنية التي تمضي حتى يحدث الفشل نتيجة الاستعمال، ويقاس بدلالة الاستخدام أو الوقت أو كليهما.

وينطبق مفهوم المعولية على:[1]

- المعدات القابلة للتصليح (التجهيزات الصناعية)؛
- المعدات غير القابلة للتصليح (الأجزاء، المصابيح،...).

ويمكن توضيح مختلف الفترات التي تمر بها الأنظمة القابلة للتصليح في الشكل الموالي:

الشكل رقم (II-7): الحالات المتتابعة التي تمر بها الأنظمة القابلة للتصليح



Source : P.Lyonnet, « La maintenance, Mathématique et méthodes », TECHNIQUE et DOCUMENTATION LAVOISIER, Paris, 1992, P : 52

A: التوقف (تجهيز في حالة عطل)

B: الاشتغال (تجهيز في حالة عمل)

MTTF: وهو متوسط الوقت قبل أول عطل؛

[1] G.Bosser, J.M.Guillard, « Maintenance des systèmes de production », Les éditions Foucher, Paris, 1990, P : 170

MTBF: وهو متوسط الوقت بين العطلات؛

MDT: وهو متوسط وقت التوقف عن التشغيل؛

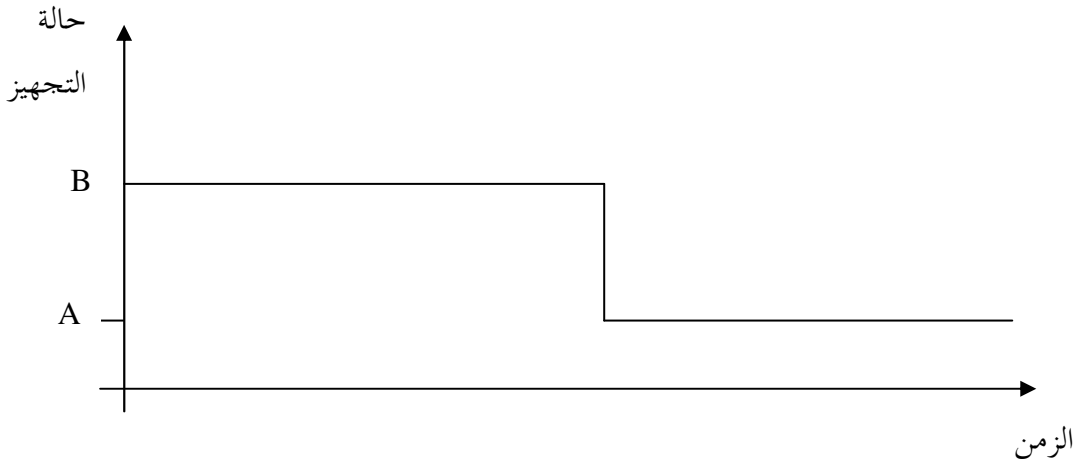
MUT: وهو متوسط وقت اتاحية التجهيز للتشغيل بعد تصليح العطل؛

MTTR: وهو متوسط الوقت التقني المستغرق في عملية التصليح.

وإذا كان MTBF >> MTBF فإن MUT=MTBF

وفيما يخص المعدات غير قابلة التصليح فيمكن توضيح المراحل التي تمر بها من خلال الشكل الموالي:

الشكل رقم (II-8): الحالات المتتابعة التي تمر بها الأنظمة غير القابلة للتصليح



Source : P.Lyonnet, « La maintenance, Mathématique et méthodes », op.cit, P : 53

I-3-1-2- أهمية وأهداف المعولية:

يمكن توضيح أهمية وأهداف المعولية من خلال المخاطر الناجمة عن انخفاضها من وجهة نظر المنتج والمستهلك:[1]

من وجهة نظر المنتج:

- **المنافسة:** انخفاض معولية المعدات تؤدي إلى خفض معولية المنتجات والذي لا يساعد على الحصول على ميزة تنافسية.
- **متطلبات الزبائن:** تعد سببا أساسيا في نشوء المعولية لكونهم هم الذين يقيمون المنتجات لأن المنتوج الذي لا يعول عليه سيقل الطلب عليه.

[1] أ.د.غسان قاسم داود اللامي، أ.أميرة شكرولي البياتي، مرجع سابق، ص:493

- **الضمانات وتكاليف الخدمات:** في حالة انخفاض معولية المنتجات ترتفع الضمانات المقدمة للزبون.
- **تكاليف المسائلة القانونية:** هي مطالبة الزبائن بالتعويض في حالة حصول أضرار بهم نتيجة لانخفاض معولية المعدات والمنتجات.

من وجهة نظر المستهلك:

- **الأمان:** إن المعولية المنخفضة للمعدات والآلات قد تؤدي إلى الإضرار بالزبائن أو موتهم مثل فشل محركات الطائرات في رحلة جوية.
- **عدم الملائمة:** يتسبب انخفاض معولية المعدات في التأخر عن الوقت المناسب والتسبب في الإزعاج وعدم الارتياح مثل عطل في أجهزة توليد الكهرباء في المعامل الكثيرة.
- **الكلف:** انخفاض المعولية يكبد الزبائن أموال إضافية لذا يفضل الزبائن دفع أموال إضافية مقابل الحصول على منتجات ذات معولية عالية.

I-3-1-3- معايير هندسة المعولية:

تقيس المعولية قدرة النظام أو الجزء على أداء وظائفه خلال فترة زمنية معينة بغية طرح منتجات يعول عليها مع الاستغلال الأمثل للطاقة الإنتاجية وخفض كلف الإنتاج إلى أدنى حد ممكن بهدف تحقيق ميزة تنافسية، وتتألف معايير هندسة المعولية من الآتي:

1.متوسط الوقت بين العطلات MTBF:

يقصد به متوسط الوقت بين عطل وآخر الذي يحدث للآلة أو لأحد أجزائها القابلة للتصليح، ويعد مؤشرا هاما لقياس جودة الصيانة، ويتم احتساب متوسط الوقت بين الأعطال من خلال المعادلة التالية:

$$\text{متوسط الوقت بين عطلين} = \frac{\text{مدة التشغيل(الوقت الكلي- وقت عدم الاشتغال)}}{\text{عدد العطلات}}$$

ويدل ارتفاع الـــ MTBF على ارتفاع الكفاءة المتاحة للآلات والأجهزة.

2.متوسط وقت التصليح: MTTR

هو متوسط الوقت اللازم لإبدال أو تصليح الآلة أو أحد أجزائها والتي يفترض استبدالها بتوفر الأجزاء المناسبة والمهارات الكفؤة، ويقاس MTTR من خلال المعادلة الآتية:

$$\text{متوسط وقت التصليح} = \frac{\text{مجموع أوقات العطل}}{\text{عدد حالات العطل}}$$

ويعد MTTR مقياس مقدرة الصيانة على التأثير على الأداء الإنتاجي إذ كلما ارتفع MTTR انخفضت اتاحية الآلات وأجزائها.

3. الاتاحية:

تعرف بأنها قدرة الآلة على أداء وظائفها المناطة بها خلال مدة الاشتغال المخطط لها، وتحسب من خلال تطبيق المعادلة الآتية:

$$\text{الاتاحية} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} < 1$$

4. معدل الفشل:

يعطي معدل الفشل احتمالية عطل التجهيزات التي مضى على تشغيلها فترة زمنية محددة في أي لحظة زمنية قادمة، يرمز له بالرمز λ ويقاس عادة بساعات الاشتغال، ويقاس بالعلاقة التالية:

$$\lambda = \frac{1}{MTBF}$$

I-3-2- الصيانة الإنتاجية الشاملة:Totale productive maintenance

إن أصل الصيانة المنتجة الشاملة يعود إلى نهاية سنة 1960 بالشركة اليابانية Nippon Datso المنتجة للقطع الكهربائية الخاصة بصناعة السيارات وهي تابعة لشركة Toyota، وأول من استعمل هذا التعبير هو Seiichi Nakajima مدير معهد صيانة المشاريع في اليابان JIPM (Japan Institute of Plant Maintenance)، وأول حضور واسع لـــ TPM كان من

خلال مؤتمر عقد بالولايات المتحدة الأمريكية عام1990.[1] ولقد تطورت الصيانة الإنتاجية الشاملة مع تطور برنامج الجودة الشاملة TQM كنتيجة مباشرة من تأثير العالم إدوارد دومينغ على الصناعة اليابانية بعد الحرب العالمية الثانية حيث فحصت مشاكل الصيانة كجزء من برنامج TQM (إن ISO 9000 : 2000 أشار بوضوح إلى أن أعمال الصيانة يجب أن تتم وفق طرق مخطط لها تضمن استمرار العمليات الإنتاجية).

I-3-2-1- تعريف الصيانة الإنتاجية الشاملة:

يعرف برنامج الصيانة الإنتاجية الشاملة بأنه "برنامج للصيانة يشمل كل الشركة ويهدف إلى تحسين ظروف العمل وتقليل الخسائر عن طريق تقليل العطلات والمشاكل ورفع كفاءة أداء المعدات"، أو هو"الارتقاء بمستوى فاعلية الآلات في الشركة عن طريق مشاركة جميع العاملين بأعمال الصيانة"،كذلك يعرف من قبل Nakajima الذي يعتبر أب الصيانة الإنتاجية الشاملة بأنه"نظام للصيانة طوال فترة حياة المعدة ويشمل كافة القطاعات بما فيها التخطيط والتصنيع والصيانة".

والتعريف الشامل لبرنامج الصيانة الإنتاجية الشاملة يحتوي على العناصر التالية:[2]

- تهدف إلى تعظيم الفعالية الكلية للمعدة؛
- تضع نظام شامل للصيانة الوقائية طول فترة حياة المشروع؛
- يتم تطبيقها بواسطة العديد من إدارات الشركة(الإدارة الهندسية، الإنتاج، الصيانة)؛
- تشمل كل العاملين من الإدارة العليا إلى العمال في الورش؛
- تعتمد على نشر الصيانة الوقائية من خلال تحفيز مجموعات العمل الصغيرة.

I-3-2-2- أهداف الصيانة الإنتاجية الشاملة:

تحقق الصيانة الإنتاجية الشاملة جملة أهداف هي:[3]

1. تحسين فاعلية المعدات من خلال تحسين أداء العملية وتقليص الضياعات والعطلات وإيجاد الحلول عوضا عن معالجة الأعراض؛

[1] Florence Gillet, Goinard Laurent Maimi, «Toute la fonction production », Dunod, Paris, 2007, P : 154
[2] Kumio Shirose, « Le guide TPM de l'unité de travail », Dunod, Paris, 1994, P : 30
[3] أ.د.غسان قاسم داود اللامي، أ.أميرة شكرولي البياتي، مرجع سابق، ص: 484

2. الاستخدام الفعال لتكنولوجيا الصيانة الوقائية والتنبؤية لضمان العمل وتنمية مهارات العاملين في استخدام الأساليب والإجراءات الخاصة بالصيانة؛

3. العمل على شكل مجاميع وتشجيع روح التعاون وإعطاء العاملين حرية إبداء الرأي والأفكار بغية تحسين أداء أنشطة الصيانة؛

4. الوصول إلى انعدام في أوقات أعطال التجهيزات Zéro- Défaillance وانعدام العيوب Zéro-Défaut وانعدام حوادث العمل، وهو ما يؤدي بدوره إلى تحسين الإنتاجية والمردودية.[1]

I-3-2-3- تطبيق الصيانة الإنتاجية الشاملة:

كي يتم البدء بتطبيق برنامج الصيانة الإنتاجية الشاملة يجب أن تكون كل القوى العاملة مقتنعة بأن المستويات العليا من الإدارة ملتزمة بالبرنامج. الخطوة الأولى في هذا الجهد: تعيين ممثل للإدارة أو منسق TPM والذي تقع على عاتقه مسؤولية إقناع وتدريب القوى العاملة على مفاهيم TPM وتفهيمهم إياها من خلال برنامج تدريبي شامل، وهذا البرنامج ربما يكون لسنة أو أكثر بحسب نشاط المنسق وتفاعل وتعاون القوى العاملة معه.

عندما يقتنع المنسق بأن القوى العاملة قد استوعبت البرنامج عندها يتم تشكيل فرق عمل عادة ما يكون المنسق هو رئيس هذه الفرق حيث يتوجب عليها أن تعمل باحتكاك مباشر مع مشاكل العمل ومع المشغلين ومع موظفي الصيانة، ومن مسؤولياتها أيضا تشخيص المشاكل والقيام بالأعمال التصحيحية، إلا أن بداية الحل تكمن في الاعتراف بالمشكلة وهذا ليس بالعمل السهل لبعض أعضاء فرق العمل الذين كانوا يعملون وفق برامج أخرى أو ليس عندهم خبرات بأعمال وبرامج غير التي كانوا يطبقونها.

من الأفضل للفرق في بداية الأمر أن تعمل على حل المشاكل الصغيرة ومن ثم الانتقال إلى الأعقد فالأكثر تعقيدا وأن تحفظ أعمالها بسجلات ترفعها للإدارة العليا.

إن تطبيق الصيانة الإنتاجية الشاملة لا يعني إلغاء دور الصيانة الوقائية والتنبؤية إنما يعمل على جمع ما ينتج عنهما من معلومات ومعطيات ويحللها ليخرج بالحلول المناسبة، هذا يتطلب وجود قاعدة معلوماتية تتوفر فيها كافة المعلومات اللازمة من برامج الصيانة وما يتوفر من قطع غيار ومستويات المهارة و...الخ.

[1] Daniel Richert, Marc Gabriel, Denis Malon, Gaetan Blaison, op.cit, P : 67

➢ **تكلفة تطبيق الصيانة الإنتاجية الشاملة:**

لتطبيق الصيانة الإنتاجية الشاملة يلزم تحمل التكاليف الآتية:[1]

1. إعادة المعدات إلى حالتها الأولى أو المثلى، وهذا يعني القضاء على الخلل والمشاكل الموجودة مما قد يستلزم استبدال بعض الأجزاء أو إضافة أجهزة أو معدات جديدة؛
2. إعادة تنظيف المعدات وموقع العمل وهذا يستلزم بعض أعمال الدهانات والترميمات وشراء أدوات تنظيف وبعض الأدوات أو الأثاث التي تساعد على إبقاء الموقع في حالة مرتبة ونظيفة؛
3. تدريب المشغلين على مهارات الصيانة الأساسية وتدريب فنيي الصيانة للارتفاع بمهاراتهم؛
4. تدريب العاملين على مهارات الصيانة الإنتاجية الشاملة.

➢ **المردودية الإجمالية للتجهيزات:**

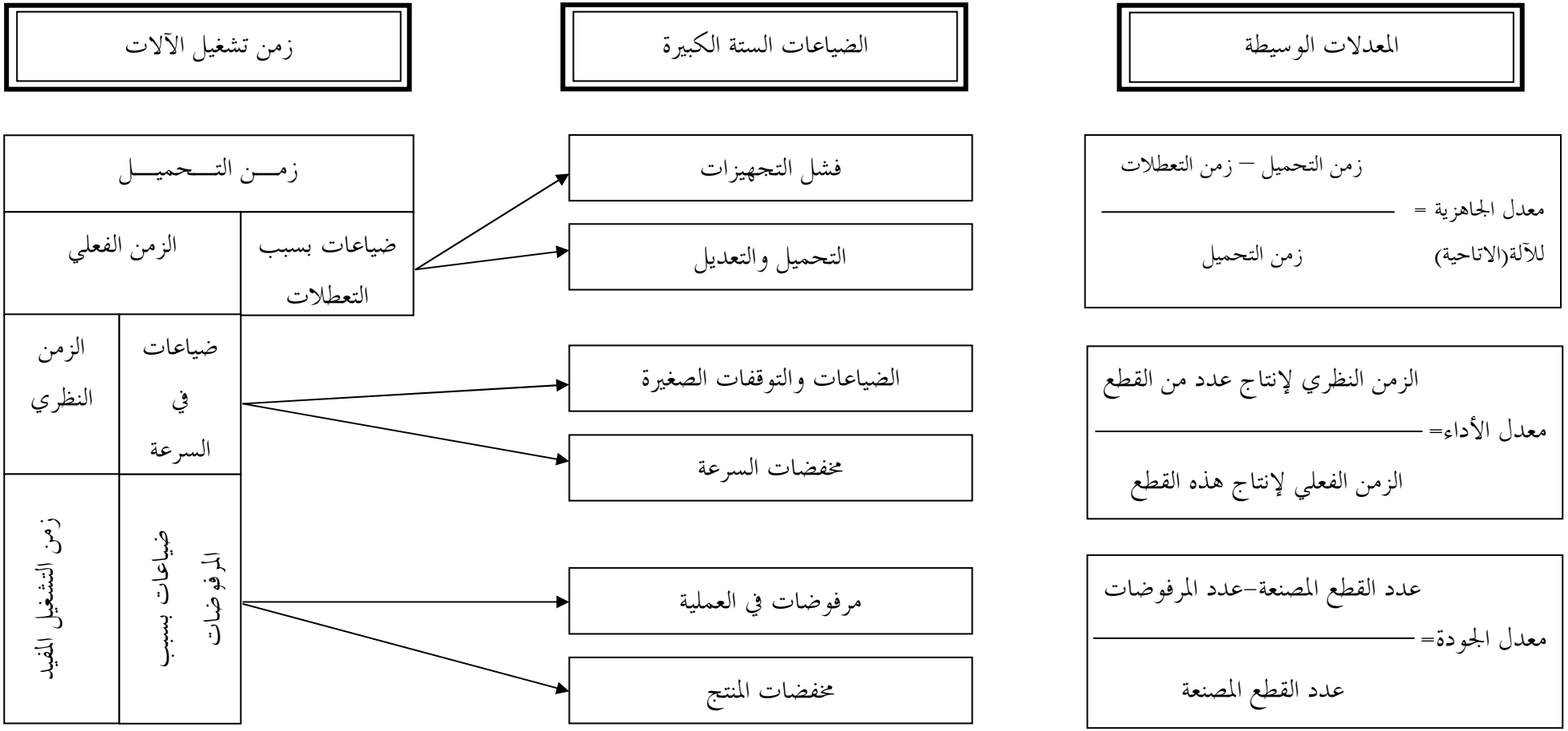
يعتبر قياس الفاعلية الإجمالية للتجهيزات معيار لمدى نجاح أو فشل تطبيق برنامج TPM في أي شركة حيث يجب ألا تقل المردودية عن 85 % ، وهو يوضح الضياعات الستة الكبيرة التي يسعى برنامج TPM إلى تقليصها.[2]

ويمكن توضيح المسار الذي يوصل إلى قيم هذه الفاعلية من خلال الشكل التالي:

[1] م.خالد عبد العظيم صديق، "الصيانة الإنتاجية الشاملة"، ص: 05 www.arab-eng.org/vb/login.php

[2] Françoi Monchy, « Maintenance, méthodes et organisation », op.cit, P : 457

الشكل رقم (II-9):مسار قيم المردودية الإجمالية



Source : Françis Boucly « Le management de la maintenance, évolution et mutation», AFNOR, Paris, 2ème édition, 1998, P : 62

معدل المردودية الإجمالية للتجهيزات:Le taux de rendement global (TRG)

يمكن حسابه لكل آلة ويجب ألا يقل عن 85% وهذه هي النسبة المثالية على مستوى العالم وتسعى الصيانة الإنتاجية الشاملة إلى تحسين هذا المعدل حتى تصل للنسبة المثالية ويتم حسابه طبقا للمعادلة الآتية:[1]

معدل المردودية الإجمالية (TRG) = معدل الجاهزية X معدل الأداء X معدل الجودة

والموصى به أن يكون:[2]

- معدل الجاهزية أكبر من 90 %
- معدل الأداء أكبر من 95 %
- معدل الجودة أكبر من 99 %

I-3-2-4- الصعوبات والمعوقات في تطبيق TPM:

تطبيق الصيانة الإنتاجية الشاملة ليس بالأمر المستحيل وقد نجح في شركات كثيرة في دول مختلفة مثل اليابان والولايات المتحدة ودول أوروبية عديدة والهند وماليزيا وجنوب إفريقيا وغيرها. ولكن تطبيق هذا النظام صادف عدد من حالات الفشل في بعض هذه الدول أيضا. من ضمن العقبات التي قد تؤدي إلى فشل تطبيق الصيانة الإنتاجية الشاملة نجد: [3]

- ضعف دعم الإدارة العليا للمؤسسة لتطبيق الصيانة الإنتاجية الشاملة؛
- عدم القدرة على خلق جو من التعاون بين الصيانة والتشغيل مما لا يساعد على تطبيق الصيانة الذاتية عن طريق المشغلين؛
- عدم وجود أنظمة أجور وحوافز تشجع المشغلين على القيام بالصيانة الذاتية؛
- عدم تدريب العاملين التدريب المناسب لكي يتمكنوا من تطبيق هذا النظام، وهذا التدريب يشمل تدريب المشغلين على أعمال الصيانة وتدريب فنيي الصيانة لرفع كفاءتهم وتدريب العاملين عموما لتوعيتهم بفوائد الصيانة الإنتاجية الشاملة ومكوناتها وكيفية تطبيقها؛

[1] Michel Nakhla, « L'essentiel du management industriel », Dunod, Paris, 2006, P : 205
[2] François Monchy, « Maintenance, méthodes et organisation », op.cit, P : 457

[3] م.خالد عبد العظيم صديق، "الصيانة الإنتاجية الشاملة"، مرجع سابق، ص: 06

- توقع نتائج سريعة جدا، عادة ما يحتاج هذا النظام لبعض الاستثمارات في البداية للقيام بأعمال النظافة وإعادة المعدات إلى حالتها الجيدة، ثم تأتي نتيجة هذه الاستثمارات تدريجيا بعد ذلك في صورة تقليل الفاقد وزيادة الإنتاجية وتحسين الجودة؛
- عدم وجود مقاييس جيدة لقياس تأثير تطبيق الصيانة الإنتاجية الشاملة؛
- التطبيق الجزئي أو الشكلي.

I-3-3- إدارة الصيانة بالحاسب الآلي: Gestion de la maintenance assistée par ordinateur

إن الهدف المنشود من تطبيق برامج إدارة الصيانة بالحاسب الآلي هو التحول إلى المستوى الأعلى من أساليب الصيانة ألا وهو الصيانة المخططة لزيادة المتوسط الزمني بين تعطل المعدات (MTBF) والمحافظة على الانخفاض في المتوسط الزمني للإصلاح (MTTR) مما ينجم عنه تحكم أفضل في مخزون قطع الغيار والموارد البشرية بالإضافة إلى انخفاض نسبة تعطل المعدات وتوقف الإنتاج.

I-3-3-1- المتطلبات الأساسية للصيانة المخططة باستخدام الحاسب الآلي:[1]

❖معرفة تاريخ وحالة ومكونات كل معدة من معدات المنشأة وتحديد أعمال الصيانة اللازمة لها وتوقيتاتها؛

❖إصدار ومتابعة أوامر الشغل بصفة دورية؛

❖إمكانية تخزين وتبويب وأرشفة واسترجاع جميع المعلومات اللازمة لأعمال صيانة المعدات بالإضافة إلى بيانات الموردين، بيانات المعدات، البيانات الخاصة بتشغيل كل معدة، تكلفة صيانة المعدة، ملفات إدارة المخازن مع ربطها بمتطلبات الصيانة؛

❖التحكم في مخزون قطع الغيار وتحديد القطع المطلوبة لإصدار أوامر الشراء للموردين؛

❖الاستخدام الأمثل للعمالة المتاحة وتوزيع أعمال الصيانة توزيعا صحيحا على فترات العمل مع تحليل قدرات العاملين لاستخدامهم في الأعمال المناسبة لخبراتهم مع التخطيط للتدريب على أساليب العمل المتعددة؛

[1] م/خلد عنايت، "التحول إلى استخدام برامج إدارة الصيانة بالحاسب الآلي"، ص: 10
www.maintsmart.com/Arabikc/MaintsmartArabic.pdf

❖ نقل المعلومات بين إدارات الشركة المختلفة داخليا لاتخاذ القرارات المناسبة.

I-3-3-2- فوائد إدارة الصيانة باستخدام الحاسب الآلي:

إن هناك العديد من الفوائد التي يمكن الحصول عليها من استخدام برامج إدارة الصيانة المخططة بالحاسب الآلي ولا يمكن إدراكها إلا بالمثابرة على تحسين استخدام الأساليب المستعملة، وذلك عن طريق تحليل ومراجعة الأسباب الأصلية لأعطال المعدات وتعديل خطط الصيانة بصفة دورية اعتمادا على البيانات التي يتم تجميعها وتوفيرها لمديري الصيانة والمستويات الإدارية العليا. وتتمثل هذه الفوائد فيما يلي:[1]

1. تخفيض المصروفات التشغيلية لأعمال الصيانة؛
2. تحسين أداء المعدات وزيادة عمرها الافتراضي؛
3. زيادة اتاحية (وجودية) المعدات؛
4. تخفيض مخزون قطع غيار صيانة المعدات؛
5. تجميع ودراسة البيانات الإحصائية لاستخلاص النتائج المهمة للتطوير؛
6. تطوير التحكم والتخطيط الزمني المسبق لأعمال الصيانة؛
7. الالتزام بمواصفات الصحة والسلامة والبيئة؛
8. تحقيق متطلبات خاصة بنوع معين من أعمال الصناعة(الغذاء، الدواء...)؛
9. التأهل للحصول على شهادة الايزو.

II- سياسات الصيانة وأنظمة التصنيع الحديثة:

من العناصر المهمة التي تؤثر على تطبيق أنظمة التصنيع الحديثة بشكل كفء ومخطط هي الصيانة وبالذات الصيانة الوقائية والتي تعد عنصرا مهما في السعي نحو تحقيق الامتياز في التصنيع.

يستخدم نظام الإنتاج الآني (JIT) في الإنتاج المتكرر الذي تكون بموجبه حركة البضائع أثناء الإنتاج والمواد المستلمة من المجهزين متزامنة بحيث أنه في كل خطوة من خطوات العملية تصل الدفعة اللاحقة إلى المعالجة فورا، وهكذا ينعكس بنظام لا وجود فيه لمواد فائضة تنتظر المعالجة ولا وجود فيه لعاملين فائضين ومعدات تنتظر معالجة المواد، ولهذا فان الشركة التي تفتقد إلى تطبيق

[1] م/خلد عنايت، "التحول إلى استخدام برامج إدارة الصيانة بالحاسب الآلي"،مرجع سابق، ص: 07

الصيانة الوقائية سوف تعرض نفسها إلى مواجهة العديد من المشاكل في خطوات العملية الإنتاجية والأمان والحوادث وكذلك تكاليف التصليح وعدم السيطرة على العمليات.

II-1- أنظمة التصنيع الحديثة:

II-1-1- نشأة نظام الإنتاج الآني (JIT):

إن الإنتاج الآني الذي يسمى (Just-In-Time production) والذي يرمز له اختصارا بالرمز (JIT) يعد من الموضوعات التي أثارت اهتمام الباحثين في مجالات الهندسة الصناعية ونظم الإنتاج الحديثة خلال السنوات الأخيرة.

لقد ظهر مفهوم (JIT) أو (JAT) وتطور في اليابان بشركة تويوتا للسيارات، في سنوات الخمسينات 1950 من قبل Taiichi Ohno وأصبح فلسفة جديدة تقوم على القضاء على الضياعات والهدر. والفكرة الأساسية لـــ(JIT) جاءت من دراسة مقارنة بسيطة بين العمال الأمريكيين واليابانيين في شركة السيارات والتي أبرزت أن العمال اليابانيين أقل إنتاجية مقارنة بالأمريكيين، ولقد استنتج Ohno أن العمال اليابانيين في شركة Toyota يهدرون وقتا طويلا في الأعمال غير المفيدة وهو ما ينعكس سلبا على الإنتاجية.[1] هذا ما دفع به إلى جمع خبراء شركته وشرح لهم نظام العمل بشركة السيارات بأمريكا وطلب منهم تحويل نظام العمل إلى نظام إنتاجي للسيارات، وقد طوّر إلى أن أصبح نظام متكامل في أوائل السبعينات وأدى تطبيقه إلى تطوير كبير لهذه الشركة.

بعد ذلك بدأت العديد من الشركات اليابانية بتطبيق هذا النظام في أواخر السبعينات لما حققته شركة Toyota من نجاح هائل بعد تطبيق نظام JIT.

لذا يعزو الباحثون أسباب نشوء النظام في اليابان دون غيره من البلدان إلى أربعة أسباب:

أ. نقص المساحة؛

ب. قلة الموارد الطبيعية؛

ج. حب العمل الجماعي؛

د. خصوصية الثقافة والتقاليد الشائعة في اليابان.

[1] Michel Nakhla, « L'essentiel du management industriel », op.cit, P : 127

وهناك اعتقاد سائد أن تطبيق نظام JIT كان وراء النجاح الكبير الذي حققته الشركات اليابانية في الاختراق المتميز للأسواق العالمية، ونتيجة دراسة تمت لهذا النظام اتضح أن له فوائد كثيرة أهمها:

أ. الإنتاجية العالية؛

ب. الجودة العالية؛

ج. التكلفة المنخفضة.

ولقد تم نقل مفهوم نظام JIT بالضبط سنة 1980 إلى الولايات المتحدة الأمريكية بعد تأسيس منظمة مشتركة بين أحد معامل شركة جنرال موتور (GM) في ولاية كاليفورنيا وبين شركة تويوتا للسيارات اليابانية مناصفة والتي سميت (New United Motor Manifacturing Incorporation) ويرمز لها اختصرا (NUMMI).

وهناك وجهتي نظر مطروحتين في مجال الكشف عن جذور هذا النظام هما:[1]

النظرة الأولى: ترى أن نظام (JIT) الذي يسميه Taiichi Ohno نظام إنتاج تويوتا (Toyota Production System) هو نظام ياباني ترتبط جذوره بالبيئة اليابانية وخصائصها المتميزة. فتطبيقاته الناجحة في اليابان والنتائج المحدودة لتطبيقاته خارج اليابان تؤكد أهمية البيئة اليابانية في نشأته ونجاحه.

النظرة الثانية: وترى أن هذا النظام بالأصل ليس يابانيا وإنما هو أمريكي حيث تشير إحدى الدراسات إلى أن مصنع السيارات ريفر روج لهنري فورد (H.Ford) والذي أقيم في العشرينات كمجمع معقد ترتبط به مصانع مختلفة بشكل متكامل لصناعة السيارات، يعتبر نموذجا مبكرا لهذا النظام. وأنصار هذا الاتجاه يرون أن الانجاز الكبير لنظام (JIT) في أغلب مفاهيمه اليابانية جاء من الولايات المتحدة. ويؤخذ على هذه النظرة أنها تبالغ في تأثير طرق الإدارة الأمريكية خاصة وأن ما جاء به نظام (JIT) لازال ميزة في الشركات اليابانية مقارنة بالشركات الأمريكية حتى تلك التي أخذت بتطبيق هذا النظام.

لقد أطلق على هذا النظام العديد من التسميات ففيما يخص المصطلحات الأجنبية فنجد:[2]ما بعد الفورديزم (Post-fordisme)، ما بعد التيلوريست (Post-Tayloriste)، الإنتاج الهزيل

[1] د.نجم عبود نجم، "المدخل الياباني إلى إدارة العمليات"، مؤسسة الوراق للنشر والتوزيع، الأردن، الطبعة الأولى، 2004، ص: 83

[2] حليمي وهيبة "إرساء قواعد نظام الإنتاج في الوقت المحدد داخل مؤسسة صناعية"، مذكرة ماجستير، جامعة تلمسان، 2004-2005، ص:99

(Production maigre)، الإنتاج المحدد (Production au plus juste)، الإنتاج العرضي (Production transversale)، Toyotisme نسبة لشركة Toyota، Ohnisme نسبة لـــ Taiichi Ohno.

أما فيما يخص المصطلحات العربية المتداولة فنجد: نظام تويوتا الصناعي، نظام البطاقات (Kanban system) و الخزين الصفري (Zero inventory system)، ونظام السيطرة على الخزين (Inventory control system).[1]

ويعرف نظام JIT على أنه "فلسفة تقوم على إنتاج أو شراء فقط ما تحتاج إليه المؤسسة وفي الوقت المناسب"[2] ، ويعرف أيضا بأنه " الإنتاج عند الحاجة فقط بالكمية المطلوبة تماما وفي الوقت المناسب تماما"[3]، ولقد اقترحت الجمعية الأمريكية للإنتاج والسيطرة على الخزين (APICS) (American Production and Inventory Control Society)
تعريفا لنظام JIT على أنه "فلسفة إنتاجية تهدف إلى التخلص من الضياع والتحسين المستمر للإنتاجية"[4]

II-1-2- أهداف وفوائد نظام الإنتاج الآني:

توجد خمسة أهداف أساسية مرتبطة بنظام JIT ويقصد بتلك الأهداف تحسين الإفادة المثلى من نظام الإنتاج الكلي من خلال تطوير السياسات والمواقف المطلوبة لتكون الشركات المصنعة مستجيبة وتنافسية، وهذه الأهداف هي:

1. التصميم الأمثل من أجل القابلية للتصنيع؛
2. تقليل حجم الموارد المصروفة في تصميم وتصنيع المنتوج؛
3. فهم حاجات الزبون والاستجابة لها؛
4. تنمية الثقة والعلاقات المنفتحة بين الشركة ومجهزيها؛
5. تنمية الالتزام من أجل تحسين النظام الكلي للإنتاج.

[1] د.رامي حكمت فؤاد الحديثي، أ. فائز غازي عبد اللطيف البياتي، "الإدارة الصناعية اليابانية في نظام الإنتاج الآني، مقارنة مع النظم الصناعية الغربية"، دار وائل للنشر، الأردن، الطبعة الأولى، 2002، ص: 10

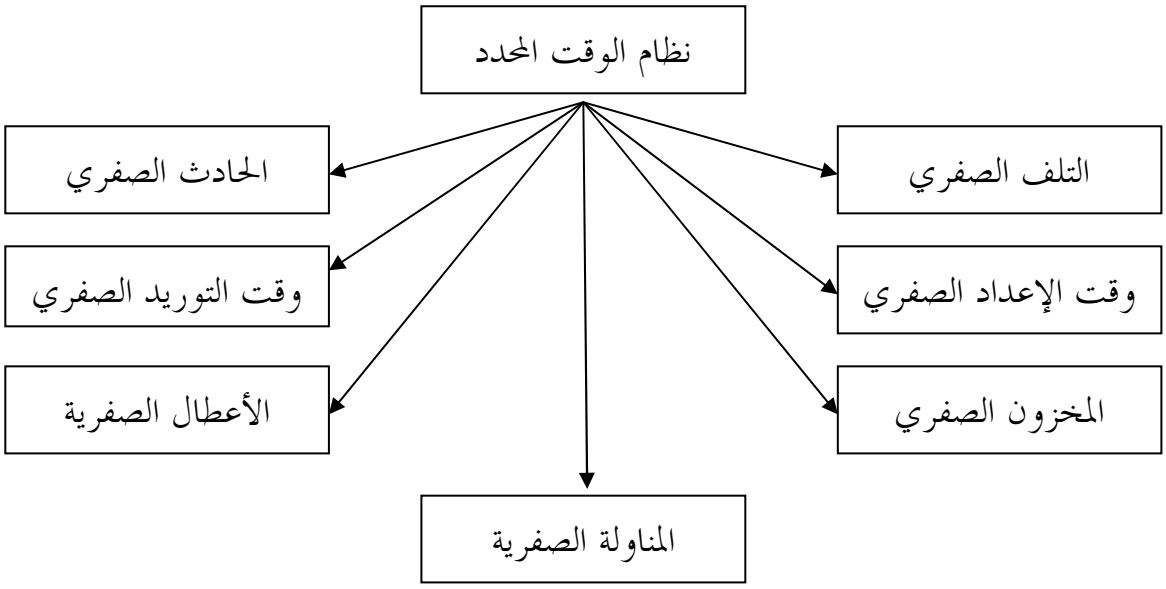
[2] François Blondel, « Gestion industrielle », Dunod, Paris, 2000, P : 177

[3] Francis Lambersend, « Organisation et génie de production », Ellipses, Paris, 1999, P : 157

[4] Michel Nakhla, « L'essentiel du management industriel », op.cit, P : 129

وبشكل أساسي يمكن القول بأن تحقيق هذه الأهداف يتأتى من الحالة المثلى التي يسعى إلى تحقيقها نظام الوقت المحدد من خلال عناصره، و الموضحة في الشكل الآتي:

الشكل رقم (II-10): أهداف نظام الوقت المحدد



المصدر: أ.د بسام فيصل محجوب، مرجع سابق، ص:112

ويمكن تقويم المنافع المتحققة من تطبيق نظام JIT كالآتي:[1]

1.تخفيض الخزين:

يستمد نظام JIT أساسه الفلسفي من فكرة وصول المواد والأجزاء عند الحاجة إليها، وجوهر الفكرة هو إزالة مصادر الضياع الناجمة من انتظار المواد والأجزاء للمعالجة، فضلا عن أن الاستثمار الكبير في الخزين يعد تجميدا لرؤوس أموال يمكن الاستفادة منها وتوجيهها إلى تطوير التقنيات المختلفة في المنشأة الصناعية.

2.زيادة الإنتاجية:

تشير الكثير من الدراسات التطبيقية أن زيادة الإنتاجية هي نتيجة طبيعية لتنفيذ فلسفة JIT، إذ تعزى هذه الزيادة إلى التخفيض في:

- المهل الزمنية؛

[1] أ.د بسام فيصل محجوب، "نظم التخطيط والرقابة على الانتاج والعمليات"، منشورات المنظمة العربية للتنمية الإدارية، القاهرة، 2005، ص:157

- معدل المرفوضات (المعيب في الإنتاج)؛
- النفقات الرأسمالية.

3.الاستجابة السريعة لرغبات المستهلكين:

يوفر نظام JIT استجابة سريعة لرغبات المستهلكين وفق الجدولة اليومية المتماثلة، نتيجة الانخفاض الكبير والملموس للمهل الزمنية المعتمدة مقارنة مع المهل الزمنية المخططة في النظم التقليدية.

4.توفير الكلف:

يحقق تطبيق نظام JIT وفورات اقتصادية تتمثل في تخفيض كلف المخزون، إذ يتم تسليم المواد والأجزاء المشتراة والمصنعة مباشرة عند الحاجة وبالكمية المطلوبة وذلك وفقا لمنطق الخزين الصفري ويحقق كذلك إزالة كلف التالف والعمل المعاد.

5.زيادة الإيرادات:

تحتاج فلسفة JIT عند التطبيق إلى نشاطات مؤكدة في الحفاظ على النوعية المقررة لمتطلبات عملية الإنتاج وهذا من غير شك يحقق تحسنا متميزا في جودة المنتوج وذلك يعني تقديم خدمة أفضل إلى المستهلك ومن ثم زيادة المبيعات والأرباح.

6.توفير الاستثمار:

تتسم فلسفة JIT بتحقيق وفرات حقيقية في الاستثمار ومن خلال ثلاثة عناصر يتمثل الأول بتخفيض المساحة المطلوبة لعمليات الإنتاج والخزين، في حين يتمثل الثاني في تخفيض المخزون، ويتمثل الثالث بزيادة حجم الإنتاج أي زيادة معدل الاستخدام للآلات.

7.تطوير العاملين:

يعد التدريب والتطوير للعاملين متطلبا أساسيا لتبني فلسفة JIT فالأجزاء لا تنتج أو لا تجمع إلا عند الطلب ويستغل العامل أوقات الفراغ للقيام ببعض أعمال الصيانة وتهيئة المكان فضلا عن تصحيح العيوب للعمل المعاد.

وهذا كله يؤدي إلى زيادة إنتاجية العاملين، في حين يحقق مشاركة العاملين في المشكلات النوعية واتخاذ القرارات لزيادة رضا العاملين وانتمائهم للشركة.

II-1-3- عناصر نظام الإنتاج الآني:

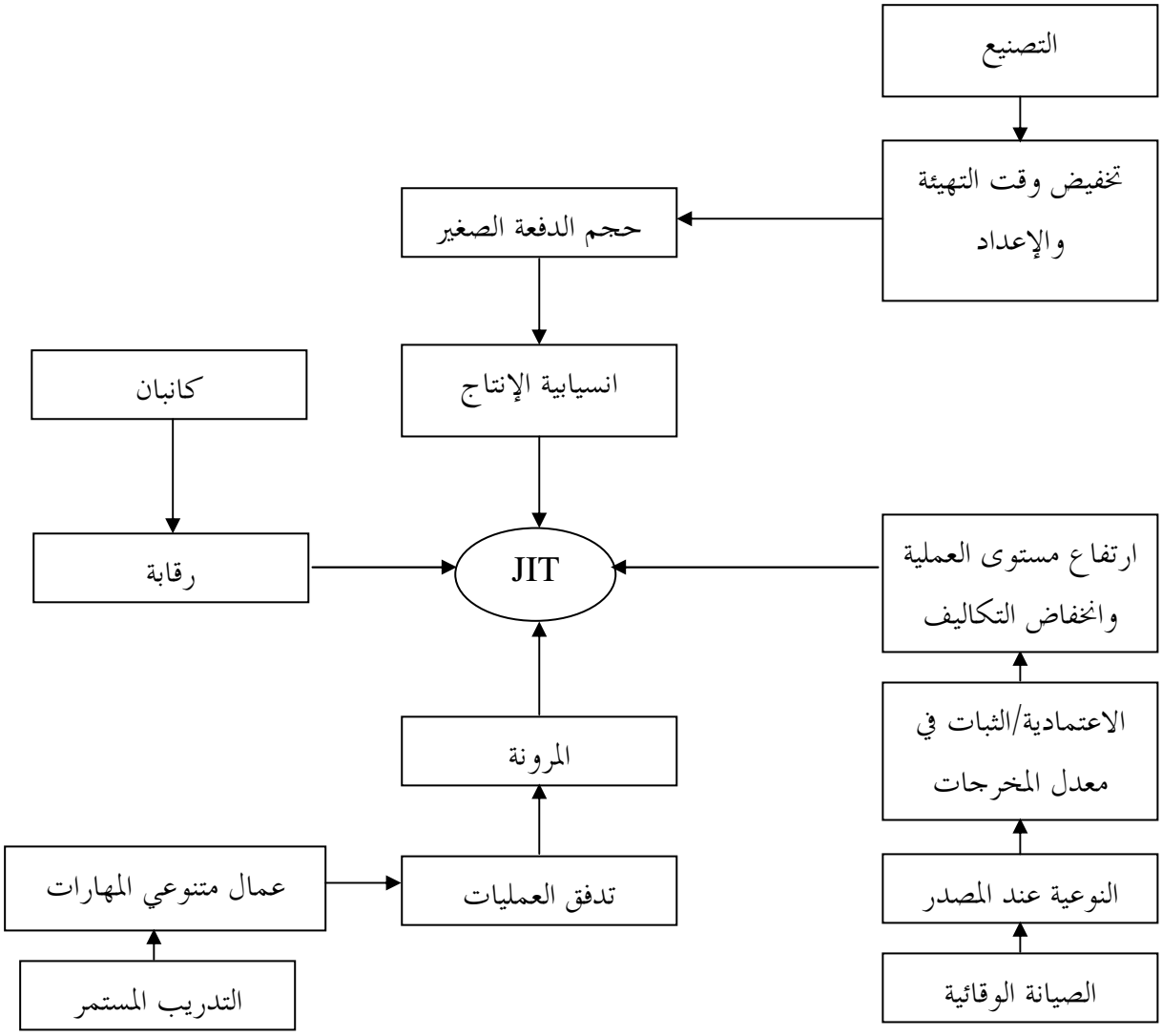
يعتمد نظام JIT على مجموعة عناصر ضرورية لتنفيذه ولقد اختلف الباحثون في تحديدها، ولكن بصورة عامة هي:[1]

1. مستويات الخزين؛
2. السحب مقابل الدفع؛
3. نظام البطاقات؛
4. السيطرة النوعية الشاملة؛
5. الصيانة الوقائية؛
6. الإنتاج بأحجام صغيرة؛
7. وقت التهيئة والإعداد؛
8. الترتيب الداخلي؛
9. العاملون ذوي المهارات المتعددة؛
10. المجهزون؛
11. تخطيط الإنتاج في نظام JIT؛
12. التحسين المستمر.

إن هذه العناصر ذات طبيعية متداخلة فيما بينها كما هو موضح في الشكل، إذ يبين كيف أن الصيانة الوقائية لها تأثير على النوعية وبالتالي الثبات في معدل المخرجات ومن ثم ارتفاع مستوى العملية وهذا يؤثر على انخفاض في مستوى التكاليف في أنظمة JIT.

[1] د.رامي حكمت فؤاد الحديثي، مرجع سابق، ص: 265

الشكل رقم (II-11): العلاقة المتبادلة لعناصر تطبيق نظام JIT



المصدر: د.رامي حكمت فؤاد الحديثي، أ. فائز غازي عبد اللطيف البياتي، مرجع سابق، ص: 41

II-2- العلاقة بين نظام الإنتاج الآني والصيانة الوقائية:

تعد الصيانة الوقائية أحد الركائز المهمة في تطبيق JIT وتحقيق أهدافه بما يؤمن استمرارية العملية الإنتاجية وعدم توقفها عن طريق تقليل حدوث العطلات من خلال السيطرة على عمليات الصيانة وتطبيق برامجها بالشكل الذي يؤدي إلى رفع مستوى كفاءة العملية الإنتاجية، ذلك بسبب عدم وجود مخزون تحت التشغيل للسحب منه في حالات حدوث عطل في آلة على خط الإنتاج ومن ثم فإن توقف آلة معينة يعني توقف جميع الآلات ومراحل الإنتاج التي تليها، ويفهم من هذا

أن الوقت المتاح لإجراء عمليات الصيانة والإصلاح للآلات أثناء التشغيل وقت محدود للغاية نتيجة عدم وجود المخزون تحت التشغيل ومنه فإن إحدى المتطلبات الأساسية لنظام الإنتاج الآني تتمثل في إعداد برنامج كامل للصيانة الوقائية ويتطلب هذا البرنامج ضرورة تدريب العمال على عمليات إصلاح وصيانة الآلات التي يشرفون عليها. كما يزود هؤلاء العمال بقوائم مكتوبة (غالبا ما تعلق على الآلات) والتي تشمل الفحص اليومي التي يجب إتمامها قبل الشروع في تشغيل الآلة، ويعود التبرير في إسناد هذه المسؤوليات للعمال بالنسبة للمؤسسات اليابانية في أن العامل وبحكم قربه من الآلة وتعامله المستمر فهو الأقدر على الإحساس بطبيعة الآلة التي يعمل عليها وما قد يصيبها أو يلحق بها من أمور غير طبيعية (أصوات احتكاك، تآكل، ارتفاع درجة الحرارة...) والتي توحي باحتمال توقفها، كما أن إسناد هذه المسؤولية للعامل تمنح لديه الشعور بامتلاك الآلة وبأنها مسؤولة منه فيهتم بها كما يهتم بأشيائه الخاصة.

وبالنسبة لأعمال الصيانة الدورية والروتينية فإن الأمر يتطلب الاهتمام بجدول أوقات إجرائها ومن الأمور التي تساعد الشركات اليابانية في إتمام هذا النوع من أعمال الصيانة بكفاءة مرتفعة أن تشغيل المصانع لا يتم سوى لفترة عمل واحدة أو فترتين على الأكثر هذا من جهة ومن جهة أخرى فإن هذه الشركات تفضل الاعتماد في تنفيذ عملياتها الإنتاجية على عدد من الآلات محدودة الطاقة الإنتاجية عوض استخدام آلة واحدة ضخمة أو ذات طاقة إنتاجية عالية وذلك حتى تؤمن لنفسها وقتا أفضل لإجراء عمليات الصيانة والإصلاح وضمان عدم توقف خط الإنتاج بشكل كلي في حال تعطل آلة أو أكثر.

II-3- الصيانة الإنتاجية الشاملة وفق فلسفة JIT:

إن العطل مصدر آخر يمكن أن يؤدي إلى الإخلال بتدفق المواد في نظام JIT، وكذلك فان الآلات التي لا يتم تزييتها وصيانتها يمكن أن تنتج أجزاء معيبة من دون حدوث عطلات فعلية ولتجنب ذلك فقد عملت الشركات على تبني مفهوم الصيانة الإنتاجية الشاملة لغرض تحسين نوعية المنتج وتقليل الضياع وتكاليف التصنيع وزيادة الانتفاع من المعدات وتحسين حالة الشركة الكلية.

إن تطبيق نظام الصيانة الإنتاجية الشاملة TPM يقوم على تبني العناصر الثلاثة الأولى لقاعدة « Les 5S » التي جاء بها Nakajima والتي تعتبر السبيل المعبد لامتطاء نظام الإنتاج

الآني JAT فهي تصبو إلى القضاء على أي إسراف ناتج عن عدم النظافة أو الفوضى وتهدف إلى تخليص مركز العمل من الأشياء الموجودة فيه غير المفيدة والتأكد من بقاء المكان مرتبا والسماح بتنظيفه بشكل منتظم وأخيرا إدخال الإجراء الضروري للتنفيذ الحسن للعمل. وفي نطاق TPM فإن القاعدة المتبناة هي « Les 3S » وهي ثلاث مبادئ قاعدية تبدأ أسماؤها بالحرف "S" باللغة اليابانية كما يلي:[1]

- الترتيب (Seiri): التخلص من الأشياء غير الضرورية التي تؤدي إلى نشر الفوضى في الورشات؛

- التنظيم (Seiton): استخدام المكان بشكل يسمح لكل واحد بأن يعلم أين هي موضوعة الأشياء وذلك من أجل تفادي إضاعة الوقت في البحث عن مكان الأدوات؛

- التنظيف (Seico): إبقاء المعدات نظيفة من أجل تسهيل عملية اكتشاف الخلل أو العطل الذي قد يصيب الآلات.

II-3-1- العلاقة بين الصيانة الإنتاجية الشاملة والسيطرة النوعية الشاملة في أنظمة JIT:

لا يمكن لنظام JIT أن يعمل بصورة صحيحة إذا كان الإنتاج يشمل على متغيرات معيبة بدرجة عالية فهذا النظام يهتم اهتماما كبيرا ودقيقا بالنوعية عند الشراء وعند الإنتاج، ولما كان حجم الدفعة صغير ولا يوجد هناك خزين احتياطي يعوض في الفقرات غير المطابقة للمواصفات المطلوبة، فعند تطبيق نظام JIT يتحتم بذل المزيد من الاهتمام من أجل منع تحقق النوعية الرديئة.

تشير السيطرة النوعية الشاملة إلى بناء الجودة وليس التفتيش عنها وتشير أيضا إلى اتخاذ جميع الأقسام مسؤولية الحفاظ على النوعية وليس ترك تلك المسؤولية إلى قسم السيطرة النوعية فحسب، وعندما يأخذ العاملون بتلك المسؤولية يصبح JIT في مستواه الأمثل ما دامت المنتوجات الجيدة هي التي يجري توليدها من خلال النظام، ولذلك تسير فلسفة السيطرة النوعية يدا بيد مع JIT، فالنوعية العالية مطلوبة ليعمل JIT بصورة ناجحة.

ومن ناحية أخرى هناك علاقة وثيقة بين الصيانة الإنتاجية الشاملة والسيطرة النوعية الشاملة، إذ أن هدف نظام JIT هو تقليل العيوب إلى درجة الصفر والحفاظ على النوعية الجيدة

[1] Francçis Boucly « Le management de la maintenance », op.cit, P : 76

100% وهذا لا يتحقق إلا من خلال الاستخدام الأمثل للمعدات الداخلة في العملية الإنتاجية، ولهذا هناك العديد من العناصر المشتركة بين الصيانة الإنتاجية الشاملة والسيطرة النوعية الشاملة في أنظمة JIT والتي تتمثل في:[1]

1. تعظيم ورفع درجة كفاءة المعدات؛
2. تطبيق أنظمة الحاسوب؛
3. تطوير الجداول لزيادة الانتفاع من المعدات؛
4. تطوير برامج الصيانة الوقائية للمعدات؛
5. الاشتراك الكلي للعاملين في جميع الأقسام؛
6. تحسين نوعية المنتوج؛
7. رفع مستوى الإنتاجية؛
8. تطوير مهارة العامل ومن ثم إيجاد عمال متنوعي المهارات.

ولهذا تعد الصيانة الإنتاجية الشاملة والسيطرة النوعية الشاملة مكملا لنظام JIT، وأن تطبيق TPM مرتبط ارتباطا وثيقا مع الوقت والجهد والكفاءة في تحسين مستوى الشركة، وهناك العديد من نقاط التشابه بين الصيانة الإنتاجية الشاملة والسيطرة النوعية الشاملة كما يوضحه الجدول التالي:

الجدول رقم (II-2): العلاقة بين الصيانة الإنتاجية الشاملة والسيطرة النوعية الشاملة

	الصيانة الإنتاجية الشاملة	**السيطرة النوعية الشاملة**
	عطلات الآلات	المنتوجات المعيبة
المدخل التقليدي	استبدال الجزء العاطل	فحص المنتوج النهائي، العمل المعاد والبضائع المعيبة التي تذهب إلى النفايات
التحسين	نشاطات الصيانة الوقائية	الفحص تحت التشغيل تصميم النوعية
المراقبة	مشاكل الآلة	مخطط السيطرة الإحصائية على

[1] د.رامي حكمت فؤاد الحديثي، مرجع سابق، ص: 292

		العملية
القاعدة أو الأساس	التعليم والتدريب	التعليم والتدريب
المداخل	إشراك العاملين"الصيانة الحرة"	إشراك العاملين"النوعية الحرة"

المرجع: د.رامي حكمت فؤاد الحديثي، مرجع سابق، ص: 293

III- سياسات الاستبدال:

إن استبدال آلات جديدة بأخرى قديمة أو استبدال أداة أكثر حداثة بأداة بطل استعمالها هي إحدى المشكلات المهمة التي تواجه المجتمع الصناعي. فعندما يزداد عمر قطعة من التجهيزات (الأدوات، الآلات وأقسام خطوط الإنتاج...الخ) ترتفع تكلفة تشغيلها وصيانتها، وتتناقص إنتاجيتها وقيمتها كنفاية فيما إذا قررت المؤسسة بيعها. وفي حالات كثيرة يمكن أن تستمر هذه القطعة من التجهيزات بالعمل لفترات طويلة يصعب تحديدها عندما تقوم المؤسسة بتخصيص مبالغ كبيرة للصيانة، ومع ذلك فإننا نصل غالبا في أي عملية مستمرة إلى نقطة زمنية يفضل عندها أن تقوم المؤسسة بشراء قطعة جديدة بدلا من الاحتفاظ بالقطعة القديمة وصيانتها.

III-1- مفهوم الاستبدال:

تستبدل التجهيزات إما لوجود تلف مادي يؤدي إلى قلة الإنتاج أو لارتفاع كلف صيانتها وتصليحها، ويمكن تعريف الاستبدال على أنه:"النشاط الذي يهدف إلى ضمان سير العملية الإنتاجية بأعلى إنتاجية من خلال عملية استبدال الآلة أو أحد أجزائها التي تؤثر على الأداء التشغيلي"[1]، وهو يعني أيضا :"استبدال معدة أو جزء منها أو وحدة عاملة بأخرى لتلبية متطلبات إنتاجية أو خدمية بأسلوب اقتصادي"، إذ يركز هذا التعريف على تحقيق المنفعة الاقتصادية من عملية الاستبدال ودراسة الكلفة الكلية للاستبدال الوقائي، مقارنة بالاستبدال عند حدوث العطل ويكون الاستبدال إلزاميا إذا استمرت معدلات الفشل للتجهيزات بالزيادة، وهناك من يركز على ضرورة القيام بإجراءات الاستبدال للمعدة أو الجزء الحرج فيها في حالة انخفاض كفاءتها الإنتاجية فيعرف الاستبدال على أساس انه"عملية استبدال أية آلة انخفضت كفاءتها الإنتاجية مع الزمن ويتعذر إعادتها إلى مستواها بنفقات صيانة معيارية تتناسب وسعرها والمدة المتوقع أن تؤدي

[1] أ.د غسان قاسم داود اللامي، أ.أميرة شكرولي البياتي، مرجع سابق، ص: 509

وظيفتها بالكفاءة المطلوبة بعد هذا الإنفاق"، إذن فالاستبدال يعني المرحلة التي يتم فيها اتخاذ قرار تغيير الآلة أو أي جزء فيها عاطل أو متوقع عطله خلال الفترة الزمنية القادمة بأخرى حديثة لضمان استمرار الآلة بأداء الخدمة المطلوبة بشكل كفء ومرض.

III-2- أسباب الاستبدال:

هناك أسباب عديدة يجب على إدارة الصيانة دراستها وذلك لاتخاذ القرار الأمثل وفي الوقت الأمثل للاستبدال بحيث يكون المردود الاقتصادي الذي تحصل عليه المنشأة من عملية الاستبدال أعلى من المردود الاقتصادي في حالة بقاء المعدة القديمة مستمرة في الاشتغال. ومن أهم الأسباب ما يلي:[1]

1. الاستبدال لأسباب اقتصادية:

- زيادة كلف الصيانة والتشغيل:

تميل كلف الصيانة والتشغيل إلى الزيادة مع الزمن وهذا ناتج بصورة طبيعية عن تدهور المعدات بسبب الاستهلاك الناتج عن طول فترة الاستخدام، زيادة تكاليف القوى العاملة والوقت الإضافي للعمل، لذا يكون قرار الاستبدال ضروري إذ يسهم بتخفيض هذه التكاليف فضلا عن تحقيق الفوائد والوفورات لاسيما إذا كانت تكاليف شراء وصيانة وتشغيل الآلة الحديثة أقل بالمقارنة مع تكاليف صيانة الآلة القديمة.

- التقادم التكنولوجي:

إن التطورات التكنولوجية الهائلة في عصرنا الحاضر تحتم على المنشأة استبدال المعدات القديمة بأخرى جديدة وذلك بسبب المردود الاقتصادي الذي تحققه المعدات الجديدة ذات التقنية العالية.

2. الاستبدال لأسباب فنية:

- ضعف الناحية الفيزياوية التي تؤدي إلى هبوط كفاءة المعدة وتسببها في تلف الإنتاج تحت التشغيل أو طول فترة الانتظار لتقديم الخدمة؛
- المعدة مصدر للضوضاء وصدور الاهتزازات المزعجة أثناء العمل وتسرب غازات تؤثر في البيئة الداخلية والخارجية للعمل وأحد هذه الأسباب زيادة الحوادث الصناعية؛
- وجود حاجة إلى إنتاج جديد بمواصفات جديدة لا يمكن أن تحققها المعدات القديمة؛

[1] د.رامي حكمت فؤاد الحديثي، مرجع سابق، ص: 152

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

إن الهدف الرئيسي للاستبدال سواء كانت أسبابه فنية أو اقتصادية هو تخفيض كلفة الصيانة والتشغيل الناتجة عن زيادة توقفات الآلة التي تؤدي إلى زيادة نسبة تلف الخزين تحت التشغيل وإنتاج سلع نهائية معابة بسبب الاستمرار باستخدام آلات قديمة لا تغطي متطلبات الإنتاج المرغوب وتبتعد عن مواكبة التطورات التقنية والعلمية الحاصلة بالصناعات العالمية.

ويمكن تصنيف الاستبدال إلى مجموعتين هما:[1]

أ. استبدال المعدات التي تقل كفاءتها مع الزمن أو الاستعمال (وهو الاستبدال بسبب التقادم).

ب. استبدال المعدات أو الوحدات التي تتلف كليا وبصورة مفاجئة وتشمل الآلات والمعدات التي تستخدم بصورة مكثفة مثل المحطات العملاقة لتوليد الطاقة الكهربائية.

III-3- صياغة سياسة الاستبدال:

إن الطريقة المألوفة والمستخدمة لوضع سياسة استبدال مثلى هي في الحقيقة تبني أحد الأسلوبين المتكافئين: تعظيم القيمة الحالية للربح المتوقع أو تصغير القيمة الحالية للتكلفة المتوقعة بالنسبة لآلة معينة خلال أفق زمني معين. ويعتبر أسلوب تصغير التكلفة أفضل من تعظيم الربح من الوجهة التطبيقية وهي الطريقة الأكثر استخداما لأسباب عديدة منها:[2]

- عندما يتطلب إنتاج منتج ما عمليات متنوعة على عدد من الآلات، فإننا نواجه صعوبات مختلفة عند تحديد مساهمة كل آلة في تحديد الربح الإجمالي؛
- إن مقومات المنتج تكون معروفة منذ البداية في معظم الحالات، وبالتالي فان الدخل الذي تحققه المؤسسة يكون ثابتا بحيث أن تعظيم الربح يكافئ تصغير التكلفة؛
- إن الأرباح الضائعة نتيجة تدني الإنتاجية تشكل عنصرا مهما من عناصر التكلفة.

III-3-1- صياغة سياسة الاستبدال باستخدام أسلوب التقريبات المتتالية:

لنرمز $c(t)$ إلى تكلفة استبدال آلة من عمر t و$r(t)$ للدخل السنوي المتوقع لآلة من عمر (t)، و $e(t)$ لتكلفة صيانة آلة من عمرt. وخلال فترة عادة تكون سنة. وليكن α يمثل معامل

[1] أ.د غسان قاسم داود اللامي، أ.أميرة شكرولي البياتي، مرجع سابق، ص: 510

[2] د.سامر مظهر قنطقجي، مرجع سابق، ص: 97

الحسم الذي يحدد القيمة الحالية في بداية سنة معينة لتكاليف معروفة في نهاية هذه السنة. وعليه فان α^t يعطي القيمة الحالية في بداية الفترة (1) لتكلفة أو دخل معروف في نهاية الفترة (T). وبهدف التبسيط لنفرض أن الدخل والتكاليف تتحقق جميعا في نهاية الفترة المدروسة.

إن السياسة المثلى للاستبدال تأخذ صيغة بحيث يحافظ على الآلة لمدة (T) فترة أو سنة ثم تستبدل. وبافتراض أن الآلات المدروسة سوف تستخدم في جميع الفترات المستقبلية، فان قيمة (T) تحدد بتعظيم القيمة الحالية للربح الصافي خلال أفق زمني غير محدد. وإذا تم تشغيل آلة لـــ(T) فترة، فان القيمة الحالية لربح هذه الآلة بتاريخ شرائها يساوي:

$$F=\sum_{t=1}^{T}\alpha^t\pi(t)-\sum_{t=1}^{T}\alpha^t e(t)-\alpha^t c(T)$$

وبالتالي فان القيمة الحالية للربح المتوقع لسلسلة غير محدودة من الآلات تساوي:

$$K(T)=F+\alpha^T.F+\alpha^{2T}+\ldots=\frac{1}{1-\alpha^T}F$$

$$=\frac{1}{1-\alpha^T}\left[\sum_{t=1}^{T}\alpha^t.r(t)-\sum_{t=1}^{T}\alpha^t.e(t)-\alpha^T.c(T)\right]$$

أن القيمة المثلى لـــ: (T) يمكن تحديدها بحساب K(T) من أجل T=1,2,3... وباختيار (T) الذي يعظم K(T).

III-3-2- صياغة سياسة الاستبدال بأسلوب البرمجة الديناميكية:

لنفرض أن القرارات تتخذ في الفترات t=0,1,2,...، وأنه في كل فترة من هذه الفترات نملك حرية الاختيار بين المحافظة على الآلة القديمة أو شراء آلة جديدة. لنعين على التوالي هذه الخيارات بالحرف c (أي المحافظة) وA (أي شراء). ولنستخدم التابع: f(t)، حيث أن f(t) يساوي الربح الإجمالي خلال الفترة المدروسة إذا بدأت المؤسسات عملها بآلة من عمر (t) واستخدمت سياسة مثلى للاستبدال.

وباستخدام أسلوب البرمجة الديناميكية، يمكننا كتابة العلاقة التتابعية التالية:

$$f(t)=MAX\begin{bmatrix}A: r(0)-e(0)-\alpha f(1)\\ C: r(t)-e(t)+\alpha.f(t+1)\end{bmatrix}$$

إن السياسة المثلى تأخذ الصيغة التالية: الاحتفاظ بالآلة لغاية مضي(t) فترة، ثم استبدالها بجديدة.

وبكتابة: P(t)=r(t)-e(t) يمكن الحصول على جملة المعادلات التالية:

$$f(0) = P(0) - \alpha.f(1)$$
$$f(1) = P(1) - \alpha.f(2)$$
.
.
$$f(T-1) = P(T-1) - \alpha.f(T)$$
$$f(T) = P(0) - c(T) + \alpha.f(1)$$

وبحل جملة المعادلات، يتم الحصول على العلاقة التالية:

$$f(1) = \frac{\left[P(1) + \alpha.P(2) + ... + \alpha^{T-2}.P(T-1) + \alpha^{T-1}.P(0)\right] - \alpha^{T-1}.c(T)}{1-\alpha^{T}}$$

وهكذا يتم تحديد المجهول T بحيث يعظم f(1) لأن هذا الأخير يعظم أيضا f(0).

خلاصة الفصل الثاني

في حين لا تزال أساليب الصيانة القديمة متبعة حاليا في بعض المنشآت وهي التي تطبق نظام واحد(اعتقادا أنه أرخص) ألا وهو صيانة الإصلاح أي الإصلاح بعد حدوث العطل، وتكون النتيجة تكلفة عالية تجاوز ما كان مطلوبا لتطبيق الصيانة الصحيحة بجميع أنواعها، فقد تنبهت العديد من المنشآت الصناعية والخدمية لذلك وتخلت عن الاعتماد فقط على صيانة الإصلاح وطورت برامج الصيانة لديها لتشمل سياسات الصيانة المخططة التصحيحية والوقائية والتنبؤية وغيرها من السياسات المختلفة لضمان الحفاظ على المعدات وزيادة عمرها الافتراضي وتحسين كم وجودة الإنتاج، وقد امتد التطوير إلى برامج إدارة الصيانة التي تستخدم حاليا برامج متكاملة بالحاسب الآلي (GMAO) لتغطي أعمال الصيانة المخططة بمفهومها الشامل بالإضافة إلى باقي الأعمال والأنشطة المرتبطة بها مثل الإدارة والتحكم في العمالة الفنية والعدد والأدوات ومخزون قطع الغيار. وتعتبر الصيانة المخططة من العناصر المهمة التي تؤثر على تطبيق أنظمة التصنيع الحديثة بشكل كفء ومخطط سعيا نحو تحقيق الامتياز في التصنيع.

ولا تقل سياسات الاستبدال وإتباع الأساليب العلمية للتحكم فيها أهمية عن سياسات الصيانة المختلفة فلكل التجهيزات عمر افتراضي معين يتعين على المؤسسة استبدال التجهيز عند اكتماله كما أنه في الكثير من الأحيان يكون أخذ القرار بالاستبدال في وقت مبكر أكثر ربحية ومردودية للمؤسسة لأنه سيجنبها تكاليف كان عليها تحملها من جراء التوقفات المستمرة للآلة بحكم تقدم عمرها.

الفصل الثالث

تمهيـــد:

تشكل الصيانة إحدى النقاط الحرجة في الصناعة، فإذا فشل المشروع في ضبط الصيانة فإن الصيانة ستضبط المشروع، ولذلك لا بد من تخطيط ومتابعة عمليات الصيانة وقياس مدى تحقيق الأهداف منها حتى نتأكد من أن أعمال الصيانة تتم وفقا للخطة الموضوعة سواءا من ناحية التوقيت أو من ناحية جودة أو دقة العمل، وإلا فان الخسارة سوف لا يمكن إهمالها.

إن تخطيط وجدولة أعمال الصيانة يؤدي إلى الاستفادة القصوى من الإمكانيات المتاحة من معدات وساعات عمل، وذلك عن طريق تخفيض الأعطال والمحافظة على مستوى من الأداء العالي للتجهيزات والذي يسمح لها بالقيام بوظائفها الإنتاجية والتشغيلية، ويتوقف حجم وأهمية التخطيط والجدولة بقسم الصيانة على حجم وتعقد أعمال الصيانة المطلوبة فقد يقوم بهذه المهمة رئيس قسم الصيانة بالشركات الصغيرة بينما يتطلب الأمر تكوين لجان من المتخصصين في فروع الصيانة المختلفة في الشركات الكبيرة.

وتعتبر الأساليب الكمية هي أنجع وسيلة في التخطيط والجدولة لأعمال الصيانة، واستخدامها لا يعني إنهاء التقديرات الخطأ بل سيقللها إلى الحد الأدنى وسيساعد في التوجه نحو قرارات أكثر عملية. ولا يمكن إغفال الأهمية التي تلعبها عملية التحكم في مخزون قطع الغيار فهي المسؤولة على إمداد قسم الصيانة بالقطع والمواد اللازمة لتنفيذ أعمالها.

ومنه سنقوم من خلال هذا الفصل بعرض مختلف الأساليب الكمية التي يمكن تطبيقها في التخطيط والجدولة لأعمال الصيانة والتحكم في مخزون قطع الغيار، وذلك حسب التقسيم التالي:

I- تخطيط أعمال الصيانة: والذي يتناول مفاهيم عامة حول التخطيط وأساسيات تخطيط أعمال الصيانة إلى جانب الأساليب الكمية المعتمدة في التخطيط لأعمال الصيانة.

II- جدولة أعمال الصيانة: يتناول مفهوم وأساليب الجدولة.

III- تخطيط وإدارة مخزون قطع الغيار: تم التعرض فيه إلى أهمية تخطيط وإدارة مخزون قطع الغيار وأساليب الرقابة والتحكم في مخزون قطع الغيار.

I – تخطيط أعمال الصيانة:

تعتمد أعمال الصيانة بمفهومها العلمي والحديث على أساليب التخطيط لضمان تنفيذها على أكمل وجه وبأقل تكلفة وفي أقل زمن مستطاع، حيث أن وضع خطة لأعمال الصيانة في الوحدات الإنتاجية تعتبر وسيلة لضمان تنفيذ العمل بأقصى كفاءة وبطريقة اقتصادية. وتتضح أهمية الصيانة المخططة في المنظمات التي تؤدى فيها العمليات والأنشطة بصفة مستمرة حيث يترتب على حدوث أي توقف خسائر سواء كانت هذه المنظمات صناعية أو خدمية مثل المستشفيات حيث ترتبط حياة المرضى بكفاءة واستمرارية الخدمة الصحية.

I –1– مفاهيم عامة حول التخطيط:

التخطيط فكرة قديمة تعود في جذورها إلى أيام الإغريق وبالتحديد إلى عصر أفلاطون الذي أشار بشكل غير مباشر لمفهوم التخطيط من خلال الجمهورية الفاضلة. وقد استخدم التخطيط في العصور التاريخية المختلفة في معظم جوانب الحياة وخصوصا العسكري منها دون أي نوع من التأطير لمفهومه وفعالياته ومقوماته.[1]

I –1–1– تعريف التخطيط:

هناك مجموعة من التعريفات الخاصة بالتخطيط، جميعها تؤكد على أنه عملية تحقيق أو الوصول إلى أهداف محددة خلال فترة زمنية معينة، فيعرف على أنه"اتخاذ القرار بشأن أعمال مستقبلية"[2]، كما يعرفه البعض بأنه"مجموع الخطط المرتبطة ببعضها البعض"[3] بحيث تكون هذه الخطط التي تضعها المؤسسة منسجمة مع الأهداف المسطرة، ويعرف التخطيط كمفهوم عام بأنه"جهد موجه ومقصود ومنظم لتحقيق هدف أو أهداف معينة في فترة زمنية محددة وبمال وجهد محددين".

ويكون إعداد الخطط وفق الخطوات التالية:

- تحديد الأهداف؛
- تعيين الوسائل والموارد اللازمة؛

[1] د.عثمان محمد غنيم، "التخطيط، أسس ومبادئ عامة"، دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان ، الطبعة الثانية، 2001، ص: 23

[2] Bernardie Mont Morillon, Jean Pierre Pitol-Belin, « Organisation et gestion de l'entreprise », édition Litec, Paris, 1995, P : 243

[3] Raymond-Alain Thiétart, « Le management », éditions Dahlab, Alger, 7ème édition, 1995, P : 29

- وأخيرا وضع الخطط المبينة لكل مراحل التنفيذ وتبين الخطوة الأخيرة أن الخطة تعتبر مرجعا مهما يعتمد عليه كل موظف في كل عمل يقوم به، وهو ما يمكنه من تنفيذ أعماله بأقصى كفاءة.

وتنبع الحاجة إلى التخطيط من عدة اعتبارات هي:[1]

1. التعقد التكنولوجي الذي تتصف به المنشات؛
2. الحاجة إلى تقليل درجة عدم التأكد؛
3. ضرورة التركيز على الأهداف؛
4. ضرورة الاهتمام بالأنشطة.

I-1-2- تصنيف أنواع التخطيط:

هناك عدة معايير تستخدم في أي مؤسسة لتصنيف أنواع التخطيط وهي كما يلي:[2]

❖ **التخطيط حسب الفترة الزمنية:** والذي ينقسم إلى التخطيط قصير الأجل والتخطيط متوسط الأجل والتخطيط طويل الأجل. ويمكن أن تختلف الفترة الزمنية التي تحدد الفرق بين هذه الأنواع من التخطيط من شركة إلى أخرى حسب حجم الشركة وطبيعة العمل الذي تمارسه، وينظر للتخطيط قصير الأجل على أنه يغطي فترة أقل من سنة ومتوسط الأجل يغطي فترة من سنة إلى خمس سنوات وطويل الأجل يغطي أكثر من خمس سنوات.

❖ **التخطيط حسب نطاق تأثيره:** والذي ينقسم إلى التخطيط الاستراتيجي والذي يتولد من خلال تحديد الأهداف الكلية، ويكون هذا التخطيط طويل الأجل، والتخطيط التكتيكي والذي يعني تنفيذ الأنشطة وتخصيص الموارد لتحقيق الأهداف ويتعلق بالمدى القصير، والتخطيط التشغيلي والذي يتم فيه استخدام المعايير والجداول لتنفيذ الخطط التكتيكية.

❖ **التخطيط حسب تكراره:** وينقسم إلى تخطيط وقائي ويكون هدفه منع وقوع الأزمات أو المشاكل قبل وقوعها، وتخطيط علاجي والذي يهدف إلى حل مشكلة تكون قد حدثت، وذلك لمعالجتها قبل استفحالها وازدياد خطرها.

I-1-3- مقومات التخطيط:

تتضمن عملية التخطيط عددا من المقومات الأساسية تتمثل في:[3]

---

[1] د.عقيل جاسم عبد الله، "التخطيط الاقتصادي"، دار مجدلاوي للنشر، عمان ، الطبعة الثانية، 1999، ص: 27

[2] د.بشار يزيد الوليد، "التخطيط والتطوير الاقتصادي"، دار الراية للنشر والتوزيع، الأردن، الطبعة الأولى، 2008، ص: 19

[3] زيد منير عبوي، "التخطيط والتطوير الإداري"، دار الراية للنشر والتوزيع، الجامعة الأردنية، الطبعة الأولى، 2008، ص: 27

أولا:الأهداف

الأهداف هي النتائج المطلوب تحقيقها في المستقبل ، وإذا كان المطلوب هو تحقيق هذه النتائج في المستقبل البعيد فإنها تسمى غايات أو أهادف إستراتيجية أما إذا كان تحقيقها في الأجل القصير فإنها تسمى أهدافا تكتيكية، والعوامل الواجب توافرها في هذه الأهداف هي:

1. درجة الطموح: وضوح الهدف يحقق مجموعة من المزايا:
   - المساعدة على توحيد جهود الجماعة لتنفيذ الأهداف؛
   - مساعدة إدارة المنظمة في القيام بوظائفها الأخرى؛
   - المساعدة على تنسيق العمل بين الأفراد والأقسام بشكل واضح ومحدد.
2. القناعة بالهدف: كلما زادت قناعة العاملين بالهدف كلما كانت درجة حماسهم نحو تحقيقه عالية.
3. الواقعية في الهدف: والواقعية في الهدف تقوم على الأسس التالية:
   - أن يكون الهدف ممكن الوصول إليه وليس أمرا مستحيلا؛
   - أن تتوافر الإمكانات المادية والبشرية بدرجة تساعد على تحقيق الهدف؛
   - أن يكون الهدف معبرا عن حاجات العمل وموجها إلى تحقيقها كما هو الحال بالنسبة لرغبات وحاجات العاملين ويعمل على إشباعها.
4. التناسق والانسجام: بحيث تكون الأهداف الموضوعة متناسقة مع بعضها البعض بحيث يسهل تنفيذها.
5. مشروعية الهدف: يقصد به مدى ملاءمته للقيم والمثل والتقاليد المرعية في المجتمع، وكذلك مراعاته للأنظمة واللوائح والسياسات الحكومية المعمول بها.
6. القابلية للقياس: إن وجود مقاييس للأهداف يتيح للإدارة التأكد من مدى تحقيق أهدافها، وهل يتم التنفيذ وفقا لما هو مخطط له أم أن هناك انحرافات في الأداء، وقد تخضع الأهداف للمقاييس التالية:
   - مقياس زمني: أي تحديد فترة زمنية محددة لإنهاء العمل المطلوب؛
   - مقياس كمي: أي تحديد الكمية التي يراد تنفيذها خلال فترة زمنية معينة؛

- مقياس نوعي: وهو تحديد النوعية التي يجب أن يظهر عليها الأداء خلال فترة التنفيذ.

ثانيا:التنبؤ

التنبؤ نشاط ذهني مرتبط بوجود النشاط الإنساني، ويرى الأستاذ هنري فايول الذي يعتبر الأب الحقيقي لعلم الإدارة أن قوة التنبؤ بالأشياء قبل حدوثها هو جوهر الإدارة[1]،ويعرف بأنه التوقع للتغيرات التي تحدث مستقبلا، والأمور التي يجب أن تراعى في التنبؤ هي:

- أن يكون التنبؤ دقيقا قدر الإمكان؛
- أن تكون البيانات والمعلومات التي يعتمد عليها التنبؤ حديثة؛
- أن يكون التنبؤ مفيدا، أي يمكن استخدامه في حل المشكلات؛
- أن يكون غير مكلف، فلا تفوق التكاليف الفائدة الاقتصادية المرجوة منها؛
- أن يكون واضحا.

ثالثا: السياسات

هي مجموعة المبادئ والقواعد التي تحكم سير العمل والمحددة سلفا بمعرفة الإدارة، والتي يسترشد بها العاملون في المستويات المختلفة عند اتخاذ القرارات والتصرفات المتعلقة بتحقيق الأهداف، وهناك فرق بين السياسة والهدف، فالهدف هو ما نريد تحقيقه، أما السياسة فهي المرشد لاختيار الطريق الذي يوصل للهدف.

رابعا:الإجراءات

هي بمثابة الخطوات والمراحل التفصيلية التي توضح أسلوب إتمام الأعمال وكيفية تنفيذها.

خامسا:تدبير الوسائل والإمكانات

إن الأهداف الموضوعة والسياسات والإجراءات المحددة لتنفيذ هذه الأهداف لا يمكن أن تعمل دون وجود مجموعة من الوسائل والإمكانات الضرورية لترجمة هذه الأهداف إلى شيء ملموس فهي ضرورية لإكمال وتحقيق الأهداف.

[1] محمد عبيدات، هاني الضمور وشفيق حداد، "إدارة المبيعات والبيع الشخصي"، دار وائل للنشر والتوزيع، عمان/ الأردن، الطبعة الثالثة، 2003 ص: 184

I-1-4- مزايا التخطيط:

ينطوي التخطيط على كثير من المزايا يمكن إيجازها فيما يلي:[1]

- يساعد التخطيط على تحديد الأهداف المراد الوصول إليها؛
- يساعد على التنسيق بين جميع الأعمال وخلق التعاون والتفاهم بين العاملين؛
- يساعد على تنمية مهارات وإمكانيات المديرين من خلال ما يقومون به من وضع للخطط والبرامج؛
- تحقيق الاستقرار الأمني للأفراد والجماعات، ففي ظل التخطيط يطمئن الجميع إلى أن الأمور التي تهمهم قد أخذت في الاعتبار؛
- تحديد الإمكانيات المادية والبشرية لإنجاح الأهداف؛
- الاستثمار الأمثل للموارد المادية والبشرية مما يؤدي إلى الاقتصاد في الوقت والتكاليف؛
- يعتبر التخطيط وسيلة فعالة في تحقيق الرقابة الداخلية والخارجية على مدى تنفيذ الأهداف.

I-2- أساسيات تخطيط أعمال الصيانة:

I-2-1- مستويات تخطيط أعمال الصيانة:

يمكن تقسيم تخطيط أعمال الصيانة إلى: التخطيط طويل المدى، التخطيط متوسط المدى والتخطيط قصير المدى.

I-2-1-1- التخطيط طويل المدى:

يعتبر هذا النوع من التخطيط مسؤولية أساسية للإدارة العليا بسبب أهميته من حيث كمية ونوعية المعلومات وكذا حجم الموارد المالية التي يحتاجها، وهو ما لا يمكن للمستويات الدنيا في الهرم الإداري من اتخاذ القرارات بشأنه خاصة وأن هذا التخطيط يجب أن يأخذ بعين الاعتبار الخطط طويلة الأجل لباقي وظائف المؤسسة كالتسويق، الإنتاج، الموارد البشرية وغيرها.

ويشمل التخطيط طويل المدى ما يلي:[2]

- وضع خطط طويلة المدى لتحسن أداء الصيانة سواء كان ذلك بالاعتماد على الإمكانات الذاتية أم بالتعاون مع المؤسسات الأجنبية ولاسيما منتجي ومصممي الآلات؛

---

[1] د.بشار يزيد الوليد، "التخطيط والتطوير الاقتصادي"، مرجع سابق، ص: 21

[2] سونيا محمد البكري، "تخطيط ومراقبة الإنتاج"، مرجع سابق، ص: 260

- تخطيط عملية التجهيز بالمعدات المستعملة في الصيانة سواء للتماشي مع التطور التكنولوجي في الميدان، أو مع توسع أعمال الصيانة الداخلية؛

- تخطيط الحاجة إلى الأيدي العاملة بما في ذلك التوظيف والتكوين بهدف توفير العنصر البشري المناسب للأعمال المستقبلية للصيانة، ويكون ذلك بالتعاون مع وظيفة الموارد البشرية.

I-2-1-2- التخطيط متوسط المدى:

وهو التخطيط الذي تتراوح مدته بين سنة وسنتين، وتتولى فيه إدارة مصلحة الصيانة القيام بما يلي:

- التخطيط لتركيب الأجهزة والمعدات الجديدة، وتهيئتها للعمل بما يضمن توفير الشروط المناسبة للصيانة؛

- التخطيط لأعمال الصيانة الدورية التي يتراوح دورها بين سنة وسنتين.

I-2-1-3- التخطيط قصير المدى:

وتكون مدته أقل من سنة، ويتولى إعداد خططه المهندسون أو المشرفون المباشرون على صيانة التجهيزات الإنتاجية للمؤسسة، وتستنبط الخطوط العامة لهذه الخطط من الخطط طويلة ومتوسطة المدى. ومن بين ما يهتم به هذا التخطيط دراسة الأعمال المختلفة للصيانة واختيار أفضل الطرق لتنفيذها، إضافة إلى تحديد متطلبات الصيانة من مواد وقطع غيار وغيرها من الاحتياجات.

I-2-2- مستلزمات التخطيط لأعمال الصيانة:

يتطلب تنفيذ خطة الصيانة الناجحة توفير ما تحتاجه هذه الخطة من مستلزمات التخطيط الأساسية وتهيئة جميع المتطلبات التي توفر للمخططين إمكانات التخطيط العلمي المدروس علاوة على تهيئة الاحتياجات البشرية والمادية لتطبيق خطوات التخطيط ومراحله وبرامجه مع ضرورة التنسيق مع باقي أقسام الشركة التي تعنيها عملية الصيانة.

من بين المستلزمات الواجب تهيئتها قبل الشروع بتخطيط أعمال الصيانة هي:[1]

- إعداد قائمة بالمعدات الموجودة؛
- إعداد بطاقة للمعدات والمكائن؛
- أوامر العمل؛

[1] د.رامي حكمت فؤاد الحديثي، مرجع سابق، ص: 102

- إعداد جداول الصيانة؛
- وصف كامل لأعمال الصيانة.

I-2-2-1- إعداد قائمة بالمعدات الموجودة:

يتم تسجيل المعدات والمكائن المراد صيانتها في قوائم تحتوي على المعلومات الآتية:

أ. رمز المعدة، ويعطى لكل معدة ويكون على شكل حرف أو رقم أو كليهما.

ب. وصف مختصر للمعدة توضع فيه المعلومات عنها وعن حالتها.

ج. نوع المعدة، ويتم وصف النوع والاستعمال وطبيعة العمل.

د. ترتيب المعدات وتصنيفها حسب الأهمية، إذ يتم تصنيف المعدات والمكائن حسب أهميتها إنتاجيا واقتصاديا وحسب تأثيرها على الإنتاج وعلى سير العمل.

ه. موقع المعدات في الشركة، إذ يتم تحديد وتوضيح موقع ومكان المعدة أو الماكنة في القسم الإنتاجي أو الخدمي وعلاقتها بالمعدات الأخرى.

و. الملاحظات، وتتضمن المعلومات الأخرى التي تساعد في التخطيط.

I-2-2-2- إعداد بطاقة للمعدات والمكائن:

تسجل المواصفات الاقتصادية للماكنة في بطاقة فضلا عن تاريخ التركيب والموقع والتغيرات التي طرأت عليها خلال فترة التشغيل، وتاريخ صيانتها والمواد الاحتياطية المصروفة لها طول فترة التشغيل وأنواع الزيوت المستعملة فيها، وقياساتها مع وضع جدول أو حقل خاص بالملاحظات التي قد تطرأ على الآلة كما في الشكل الآتي:

الشكل رقم (III-1): بطاقة الآلة

اسم الآلة		النوع والمنشأ	
رمز الآلة		تاريخ التنصيب	
اسم الشركة المجهزة			
اسم الشركة المصنعة			
عدد مرات الصيانة الوقائية			
عدد مرات الصيانة الدورية			
اسم الجزء المحور في الآلة:			
ملاحظات أخرى عن الآلة:			

المصدر: د. رامي حكمت فؤاد الحديثي، مرجع سابق، ص: 106

I -2-2-3- أوامر العمل:

يختلف نموذج أمر العمل من شركة صناعية إلى أخرى تبعا لدرجة تفصيل أو دقة البيانات المطلوب توفيرها، ولكن الأمر المهم هو ضرورة تصميم أمر العمل بالشكل الذي يكفل إمداد إدارة الصيانة بالمعلومات التي تحتاجها، ذلك لأن أمر العمل يعد من المصادر الأساسية للمعلومات التي تسترسل بها إدارة الصيانة في التخطيط وقياس فاعلية وكفاءة خدماتها، لذا لا بد أن يتضمن المعلومات الأساسية الآتية:

أ. رقم أمر العمل؛

ب. اسم الماكنة ونوعها ورمزها والقسم الإنتاجي الذي تقع فيه ونوع الصيانة المراد إجراؤها عليها؛

ج. أسماء العمال الذين ساهموا في إنجاز الصيانة وعدد الساعات التي استغلها كل واحد منهم؛

د. أسماء المواد الاحتياطية التي استخدمت وعدد الوحدات من كل مادة؛

ه. الوقت القياسي المقدر لانجاز الصيانة والوقت الذي استغرق فعلا لانجازها؛

و. الكلفة الكلية للصيانة(أجور، مواد، تكاليف غير مباشرة وغيرها).

I-2-2-4- إعداد جداول الصيانة:

وتتضمن جميع أنواع الصيانة التي يجب القيام بها للمعدة وأسلوب القيام بها، ودرجة تكرارها مع تقدير الوقت اللازم لها وعدد العمال ومستوى مهاراتهم للقيام بتلك الأعمال. ويجب أن تؤخذ العوامل التالية بنظر الاعتبار عند إعداد جداول الصيانة:[1]

- انسجام أوقات توقف المكائن مع متطلبات الإنتاج؛
- موازنة الحمل على أعمال الصيانة خلال أشهر السنة؛
- استغلال أيام العطل الرسمية لتنفيذ أنشطة الصيانة؛
- وضع برنامج تحدد فيه ساعات العمل المخططة للآلات والأيام المخصصة للصيانة في كل شهر على مدار السنة لتنفيذ برامج الصيانة؛
- يتضمن البرنامج كافة المكائن المشمولة بالصيانة محددة فيها المواعيد الخاصة لصيانة كل ماكنة؛
- يستخدم هذا الجدول لتهيئة كافة مستلزمات التنفيذ من قبل المعنيين بأوقات مناسبة وكذلك السيطرة على تنفيذ البرنامج ومتابعته.

I-2-2-5- وصف أعمال الصيانة:

هي إعداد التفاصيل الخاصة بأعمال الصيانة وإتمام الجداول والبيانات والمعلومات التي يتم تهيئتها من أجل إعطاء وصف كامل ودقيق للفعاليات المطلوب القيام بها ومستلزماتها.

– إن اختيار مستلزمات الخطة الخاصة بالصيانة وتهيئتها يجب أن يكون واقعيا وعمليا ويجب تضافر جهود العاملين كافة في الشركة لتحقيق هذه المستلزمات وتهيئتها من أجل الوصول إلى أهداف الخطة المحددة.

I-2-3- أهداف تخطيط أعمال الصيانة:

يؤدي تخطيط أعمال الصيانة ووضع الخطط الملائمة لها في تحقيق الأهداف الآتية:

- تحسين استخدام الطاقات القائمة في المشروع أو الوحدة الصناعية؛
- تحسين وترشيد استخدام الموارد الطبيعية من مواد أولية ومستلزمات إنتاج أخرى؛

[1] د.عبد الكريم محسن، د. صباح مجيد النجار، مرجع سابق، ص: 542

- رفع إنتاجية العمل وتطويره ورفع معدلات التشغيل والتوظيف للأيدي العاملة الجديدة؛
- ضمان استمرار إنتاج السلع المصنعة بالنوعية المطلوبة؛
- تخفيض تكاليف الإنتاج وتحسين كفاءة الأداء الاقتصادي في الوحدات الإنتاجية.

I-3- أساليب تخطيط أعمال الصيانة:

إن لتعدد الأساليب المستخدمة في التخطيط أهمية خاصة في إعطاء المرونة العالية لتجاوز مختلف المشاكل الإدارية والهندسية بدقة مما يساعد على إعطاء نتائج جيدة، كما أن التطور في استخدام الحاسب الآلي وتقدم أساليب البحث الإداري وطرائق تحليل المشاكل أدت جميعها إلى تحديد المشاكل الظاهرة في عملية التخطيط وتحديد جميع الظروف المحيطة والإلمام بكل جوانبها ومتغيراتها.

I-3-1- البرمجة الخطية:

إن البرمجة الخطية كغيرها من أساليب بحوث العمليات كانت قد استحدثت لمواجهة مشاكل محددة تحت ظروف وشروط معينة، إلا أن استخداماتها وبفضل تطوير الوسائل المساعدة، قد توسعت لتشمل مجالات متعددة.

لقد تطورت البرمجة الخطية على يد George Dantzig سنة 1947 في حين أن العالم الرياضي الفرنسي Jean Baptiste Fourier كان قد تنبه لمساهماتها المحتملة منذ عام 1923. وفي عام 1939 اهتم العالم الرياضي الروسي L.V.Katorovich في استخدام الرياضيات لحل مشاكل التخطيط. ويمكن القول بأن الكثير من الأعمال المبكرة والمتعلقة بالبرمجة الخطية قد تطورت وازدادت بسبب الحاجة التخطيطية للقوة الجوية الأمريكية والتي أدركت المساهمات الهامة للبرمجة الخطية خلال الحرب العالمية الثانية.[1]

I-3-1-1- تعريف البرمجة الخطية:

تعتبر البرمجة الخطية أداة بيانية ورياضية تستخدم لحل المشكلات المتعلقة باستغلال الموارد المتاحة والإمكانات المحدودة للحصول على أفضل النتائج. وقد عرفت على أنها:

[1] د.محمد الطراونة، د.سليمان عبيدات، "مقدمة في بحوث العمليات"، دار المسيرة للنشر والتوزيع، عمان/الأردن، الطبعة الأولى، 2009، ص: 75

- إحدى طرق أو أساليب بحوث العمليات التي تهتم بالتوزيع والتخصيص الأمثل لموارد محدودة على أنشطة معروفة بقصد الوصول إلى الهدف المرغوب به على أن تبنى جميع العلاقات فيها على أساس خطي؛[1]

- طريقة رياضية فعالة لاختيار الخطة المثلى، فهي إجراء للبحث عن الحل الأفضل لمشاكل الأعمال التي تتضمن تفاعل متغيرات متعددة، والتي تشمل اختيار أفضل مزيج للموارد الذي يؤدي إلى أقصى الأرباح أو أقل التكاليف؛[2]

- عبارة عن طريقة أو أسلوب رياضي يستخدم للمساعدة في التخطيط واتخاذ القرارات المتعلقة بالتوزيع الأمثل للموارد المتاحة وذلك بهدف زيادة الأرباح أو تخفيض التكاليف؛[3]

- عبارة عن أسلوب أو طريقة رياضية لتحديد برنامج أمثل لمجموعة متغيرات متداخلة في ضوء مجموعة موارد متاحة للمنشأة خلال فترة زمنية معينة.[4]

I-3-1-2- شروط استخدام البرمجة الخطية:

لا بد من توفر عدة شروط لاستخدام نماذج البرمجة الخطية في حل المشكلات الإدارية وهي:[5]

1. أن يكون هناك هدف محدد وواضح ودقيق يمكن أن يعبر عنه بطريقة كمية تأخذ شكل معادلة رياضية؛
2. أن تكون الموارد المستخدمة نادرة أو محدودة العرض، فالندرة أهم القيود التي تواجه الإدارة؛
3. أن يكون هناك أساليب بديلة (توفر البدائل) لمزج الموارد للوصول إلى الهدف بحيث يكون لكل بديل نتيجة أو عائد معين، والمطلوب تحديد البديل ذو العائد الأعلى ضمن حدود القيود؛
4. أن تكون العلاقة بين المتغيرات خطية أي معادلات أو متراجحات تتضمن متغيرات من الدرجة الأولى فقط؛

---

[1] د.عبد الحميد عبد المجيد البلداوي، د.نجم عبد الله الحميدي، مرجع سابق، ص: 09

[2] محمد الحناوي، "بحوث العمليات في مجال الإدارة"، مؤسسة شباب الجامعة، الإسكندرية، 1981، ص: 63

[3] د.محمد الطراونة، د.سليمان عبيدات، مرجع سابق، ص: 76

[4] د.عيد أحمد أبو بكر، د.وليد إسماعيل السيفو،"مبادئ التحليل الكمي"، دار اليازوري، عمان/الأردن، الطبعة العربية2009، ص: 231

[5] د.عبد الحميد عبد المجيد البلداوي، د.نجم عبد الله الحميدي، مرجع سابق، ص: 09

5. أن توجد قيود على المتغيرات الداخلة في دالة الهدف، والقيود الهيكلية يستبعد منها القيم السالبة.

I-3-1-3- استخدامات البرمجة الخطية:

يستخدم أسلوب البرمجة الخطية في حل عدد كبير ومتنوع من المشاكل في كافة الوحدات الحكومية، العسكرية، الصناعية، التجارية، كما يستخدم في اتخاذ الكثير من القرارات الإدارية في مجالات عديدة مثل الإنتاج، التسويق، الاستثمار، التمويل، ومن أهم استخدامات أسلوب البرمجة الخطية ما يلي:

1. تحديد التشكيلة المثلى للإنتاج في ضوء الموارد المحدودة، كذلك تحديد كميات الإنتاج أو مستوياته، وذلك من كل نوع من أنواع المنتجات؛
2. تحديد التشكيلة المثلى للاستثمارات في الأوراق المالية المختلفة؛
3. تحديد المزيج الأمثل الخاص بمشاكل الخلط الذي يحقق أدنى تكلفة ممكنة وكذلك الذي يحقق أقصى ربح ممكن؛
4. تحديد أفضل طرق نقل وتوزيع المنتجات من مواقع الإنتاج المختلفة إلى مواقع البيع أو التخزين في المناطق الجغرافية المختلفة، بحيث يمكن تلبية الاحتياجات بأقل تكلفة ممكنة؛
5. تحديد أفضل طرق تعيين أو تخصيص الأعمال المختلفة على الآلات والمعدات والعاملين عليها، بحيث يتحقق أفضل تشغيل ممكن.

I-3-1-4- فروض البرمجة الخطية:

يقصد بالفروض الشروط العلمية الأساسية الواجب توفرها في المشكلة حتى يمكن حلها بواسطة البرمجة الخطية. وسنتناول فيما يلي الفروض الرئيسية لنموذج البرمجة الخطية وهي:[1]

1. **فرض التناسب:** ويعني هذا الفرض أن كمية كل مورد مستخدم (أو متطلب يجب الوفاء به) ومساهمة كل نشاط في الربح (أو التكلفة) تكون مناسبة مع قيمة المتغير القراري المقابل فعلى سبيل المثال إذا تضاعفت عدد الوحدات المنتجة من منتج معين تتضاعف كمية الموارد اللازمة لإنتاجه وكذلك يتضاعف الربح الإجمالي المتحقق من هذا المنتج.

[1] د.إبراهيم أحمد مخلوف، "التحليل الكمي في الإدارة"، جامعة الملك سعود، الرياض، الطبعة الأولى1995، ص: 29

2. **فرض إمكانية الإضافة:** ويعني هذا الفرض أن الكمية الإجمالية المستخدمة من كل مورد لإنتاج المنتجات محل الدراسة تساوي مجموع كميات هذا المورد المستخدمة في إنتاج هذه المنتجات وأن الربح الإجمالي المتحقق من الأنشطة يساوي مجموع الأرباح المتحققة من هذه الأنشطة.

3. **فرض قابلية التجزئة:** والمقصود هنا أن الحل لمشكلة البرمجة الخطية ليس بالضرورة أن يكون بأعداد صحيحة، وهذا يعني قبول كسور كقيم لعوامل القرار. وإذا كان من الصعب إنتاج أجزاء من المنتج فعند ذلك يتم اللجوء إلى استخدام البرمجة الصحيحة أو الرقمية.

4. **فرض التأكد:** ويعني ذلك أن متغيرات القرار معروفة وثابتة وغير قابلة للتغير أثناء فترة معالجة المشكلة موضوع البحث.

5. **فرض اللاسلبية:** وهذا يعني أن قيم أو متغيرات القرار يجب أن تكون موجبة فالقيم السالبة للكميات المادية حالة مستحيلة.

I-3-1-5- النموذج الرياضي للبرمجة الخطية:

يعرف النموذج الرياضي بصفة عامة بأنه عرض مبسط للواقع في صورة رياضية. وحيث أن الواقع أكثر تعقيدا من أن يتم التعبير عنه تماما في صورة رياضية فان النموذج يكون عادة أقل تعقيدا من الواقع.[1] ويتكون النموذج الرياضي للبرمجة الخطية من ثلاثة أجزاء أساسية هي:

1. **دالة الهدف:** قد تكون دالة الهدف دالة ربح أو دالة تكلفة

- دالة الربح: يكون المطلوب هو تعظيم هذه الدالة أي تحقيق النهاية العظمى لدالة الربح، بمعنى اختيار الخطة التي تحقق للمشروع أكبر أرباح ممكنة.
- دالة التكلفة: يكون المطلوب هو تخفيض (تدنية) دالة التكلفة أي تحقيق النهاية الصغرى لهذه الدالة، بمعنى اختيار الخطة التي تحقق للمشروع أقل تكلفة ممكنة.

2. **مجموعة من القيود على دالة الهدف:** وهي تعبر عن الإمكانيات والموارد المتاحة بحيث يمكن تمثيلها في شكل متباينات أو معادلات رياضية أو خليط منها.

3. **قيود أخرى على المتغيرات:** التي تدخل في تركيب النموذج، تتمثل في قيود عدم السلبية.

[1] د.إبراهيم أحمد مخلوف، مرجع سابق، ص: 06

ويمكن صياغة نموذج البرمجة الخطية في الشكل الرياضي التالي:[1]

- دالة الهدف:

$$F(X) = C_1X_1 + C_2X_2 + ... + C_nX_n \qquad (Max \text{ ou } \text{Min})$$

- في ظل القيود:

$$\begin{cases} a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + ... + a_{1n}X_n \overset{\geq}{\underset{\leq}{=}} b_1 \\ a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + ... + a_{2n}X_n \overset{\geq}{\underset{\leq}{=}} b_2 \\ \vdots \\ a_{m1}X_1 + a_{m2}X_2 + ... = a_{mn}X_n \overset{\geq}{\underset{\leq}{=}} b_m \end{cases}$$

- شرط عدم السلبية:

$$X_i \geq 0 \quad (i = 1, 2, ..., n)$$

وبالتالي فانه يمكن التوصل إلى الصيغة الرياضية العامة السابقة وكتابتها بالشكل التالي:

- دالة الهدف: Max ou Min

$$F(X) = \sum_{j=1}^{n} C_j X_j$$

- في ظل القيود:

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} X_j \begin{bmatrix} \geq \\ = \\ \leq \end{bmatrix} b_i$$

- شرط عدم السلبية: $X_j \geq 0$

حيث أن a_{ij}, b_i, C_j ثوابت. تشير a_{ij} إلى كمية القيد رقم i المقابلة لوحدة واحدة من المتغير القراري X_j ، وتشير b_i إلى كمية القيد رقم i.

[1] د.عيد أحمد أبو بكر، د.وليد إسماعيل السيفو، مرجع سابق، ص: 235

ويمكن استخدام المصفوفات في صياغة نموذج البرمجة الخطية كما يلي:

- دالة الهدف: Max ou Min

$$F(X) = [C_1 \;\; C_2 \;\; C_3 \;\ldots\; C_n] \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ . \\ . \\ . \\ X_n \end{bmatrix}$$

- القيود:

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \ldots a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} \ldots a_{2n} \\ . & \\ . & \\ . & \\ a_{m1} & a_{m2} \ldots a_{mn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ . \\ . \\ . \\ X_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \geq \\ = \\ \leq \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ . \\ . \\ . \\ b_m \end{bmatrix}$$

- شرط عدم السلبية: $X_j \geq 0$

وبذلك فان الصيغة العامة لأسلوب البرمجة الخطية وفقا لنظام المصفوفات هي:

- دالة الهدف: Max ou Min

$$F(X) = C'X$$

- القيود:

$$A\,X \begin{bmatrix} \geq \\ = \\ \leq \end{bmatrix} b$$

- شرط عدم السلبية: $X_j \geq 0$

I-3-1-5-1- طرق حل نموذج البرمجة الخطية:

هناك عدة طرق يتم بواسطتها حل نموذج البرمجة الخطية ويعتمد استخدام إحدى هذه الطرق دون غيرها على طبيعة وحجم المشكلة موضوع البحث أو رغبة الجهة متخذة القرار ومن أهم هذه الطرق ما يأتي:

1. الطريقة الجبرية:

ويتم حل النموذج اعتمادا على هذه الطريقة على أساس أنها مجموعة من معادلات من الدرجة الأولى. والمأخذ الرئيسي على هذه الطريقة هو عدم قدرتها على معالجة المشاكل الكبيرة ذات المتغيرات أو القيود المتعددة.

2. الطريقة البيانية:

هذه الطريقة مقصورة على معالجة البرامج التي تحتوي على متغيرين فقط، ولكنها مفيدة في بيان طبيعة حل البرنامج الخطي بصفة عامة.

3. طريقة السمبلكس:

تعتبر طريقة السمبلكس هي الطريقة العامة لحل معظم نماذج البرمجة الخطية، حيث تغلبت على قصور الطريقة البيانية، وذلك باستخدامها في حل الأنواع المختلفة من نماذج البرمجة الخطية التي تضمن متغيرات متعددة، وقد ساعد التقدم التقني في مجال أنظمة وبرامج الحاسوب المتعلقة بهذا الموضوع في زيادة قدرة وفاعلية هذه الطريقة التي قدمت من طرف العالم الرياضي George Dantzig عام 1947.

I-3-2- نظرية صفوف الانتظار:

I-3-2-1- مفهوم نظرية صفوف الانتظار:

تمثل نظرية صفوف الانتظار أحد الأدوات الهامة في تخطيط ومراقبة العمليات الإنتاجية والمستخدمة على نطاق واسع في هذا المجال[1]. ويرجع أصل هذه النظرية إلى عام 1909 حيث قام مهندس الهاتف الدنماركي Erlang بدراسة بهدف حل مشكلة الازدحام في مركز تبادل المكالمات الهاتفية من قبل العاملين[2]، في البداية قام بدراسة مدة التأخير بالنسبة للعامل الواحد في المحولة، ثم عمم نتائج أبحاثه على عدد من العمال، وتم نشر هذه الدراسات سنة 1913 بعنوان « ANALYSE OF TELEPHONE ERVICEDELAYS TO VARING DEMANDES » وقد عرفت هذه النظرية تعديلات من قبل العديد من الباحثين المهتمين بها من Engest, Kolmogrov, Khitchine, Kendal Borel[3]. وجرى بعد ذلك التوسع باستخدام هذه النظرية وخاصة بعد

[1] د.جلال إبراهيم العبد، «إدارة الإنتاج والعمليات، مدخل كمي"، الدار الجامعية، جامعة الإسكندرية، 2002، ص: 293

[2] أ.د.شفيق العتوم، "بحوث العمليات"، دار المناهج، عمان، الطبعة الأولى 2006، ص: 133

[3] Faure.R et autres, « Précis de recherche opérationnelle », Dunod, Paris, 5ème édition, 2000, P : 255

الحرب العالمية الثانية لتشمل الكثير من منظمات الأعمال الخدمية والإنتاجية التي تعاني من مشكلة الانتظار والتكدس في الوحدات الطالبة للخدمة وقد قام Erlang بنشر أكثر من 600 كتاب سنة 1957 يعالج فيها ظاهرة صفوف الانتظار[1].

تختص النظرية بوضع الأساليب الرياضية اللازمة لحل المشاكل المتعلقة بالمواقف التي تتسم بنقاط اختناق، أو تشكل صفوف انتظار نتيجة لوصول الوحدات الطالبة للخدمة وانتظار دورها لتلقيها، على أن يكون الوصول إلى مكان أداء الخدمة عشوائيا يتبع توزيعا معين. كما تقدم قياسا لقدرة مركز الخدمة على تحقيق الغرض الذي أنشئ من أجله، ويكون ذلك عن طريق قياس رياضي دقيق لمتوسط وقت الانتظار للحصول على الخدمة وكذلك متوسط عدد المنتظرين للحصول على الخدمة[2]. إذا فنظرية صفوف الانتظار أداة احتمالية حيث أنه لا يمكن معرفة وقت الوصول مسبقا ولا مدة تقديم الخدمة المطلوبة.[3]

I-3-2-2- مجالات تطبيق نظرية صفوف الانتظار:

من بين المجالات التي يتم فيها الاستفادة من نظرية صفوف الانتظار نذكر:

أ. **تخطيط مواضع الأداء:** يقصد به تحديد المساحات اللازمة للنشاط الإنتاجي ومرافقه ومستلزماته وتوزيع مواضع الأداء الإنتاجي أو الخدمي داخل المبنى وحوله لتسهيل انسياب الوحدات في النظام.

ب. **تحليل التكاليف المثلى لصفوف الانتظار:** إن مشكلة التكاليف وكيفية معالجتها تفرض على متخذ القرار التفكير في توسيع نطاق تقديم الخدمة لغرض تقليل وقت الانتظار أخذا بعين الاعتبار موضوع التكاليف وما سيترتب عليه من أعباء مالية ضائعة. وتتمثل التكاليف المترتبة عن ظاهرة الانتظار في:[4]

❖ **تكلفة الخدمة:** تسمى تكلفة الطاقة وهي التكلفة الخاصة بالمحافظة على قدرة النظام في تقديم الخدمة، ومن أمثلتها عدد العمال القائمين بصيانة عطل الآلات، منافذ بيع تذاكر القطارات.

---

[1] Phelizone T.F, « Méthodes et modèles de la recherche opérationnelle », Economica, Paris, 1998, P: 514

[2] د. محمد توفيق ماضي، "الأساليب الكمية في مجال الإدارة"، الدار الجامعية، الإسكندرية، 1998، ص: 338

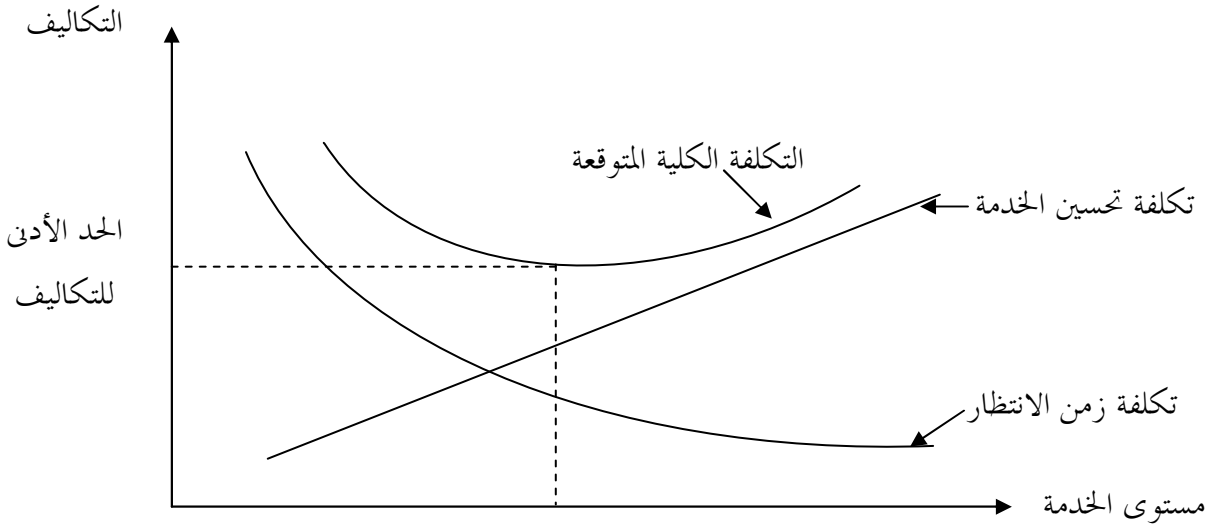
[3] Malika Babes, « Statistiques, Files d'attente et simulation », Office des publications universitaire, Alger, 1995, P : 86

[4] د. سونيا محمد البكري، "استخدام الأساليب الكمية في الإدارة"، الدار الجامعية، الإسكندرية، 1997، ص: 270

❖ **تكلفة الانتظار:** وتكون مرتبطة بانتظار العملاء للحصول على الخدمة، ومن أمثلتها التكلفة الخاصة بالأجور المدفوعة للعاملين المنتظرين تفريغ شحنات سياراتهم أو انتظار إصلاح آلاتهم.

إن الهدف الأساسي من تحليل الصفوف هو توازن تكلفة تقديم الخدمة وتكلفة انتظار العملاء لتدنية التكاليف الكلية، وهو ما يوضحه الشكل الموالي:

الشكل رقم (III-2): الموازنة بين تكاليف الانتظار وتكاليف تحسين الخدمة



المصدر: د. جلال إبراهيم العبد، "إدارة الإنتاج والعمليات"، مرجع سابق، ص: 294

ج. **تحديد مستويات أداء الخدمة:** إن تطبيق نماذج صفوف الانتظار تمكن المنظمة من الإجابة على الأسئلة التالية:

- ما هو متوسط الوقت الذي يستغرقه العميل أمام مركز الخدمة؟
- ماهو متوسط عدد العملاء الذين ينتظرون في الصف للحصول على الخدمة؟

ومن الأمثلة على تطبيق نظرية صفوف الانتظار نجد:[1]

➢ **المجالات الصناعية:** للتغلب على مشاكل الانتظار التي ترافق بعض الأعمال فيها، إذ تستخدم لمعالجة صيانة وإصلاح الآلات حين يتعطل عدد منها في أوقات زمنية مختلفة،

[1] د. إبراهيم نائب،د. أنعام باقية، "بحوث العمليات، خوارزميات وبرامج حاسوبية"، دار وائل للنشر، عمان، الطبعة الأولى 1999، ص: 331

وتشكل بذلك صفوف الانتظار لإصلاحها من قبل عمال الإصلاح والصيانة، وتطبق نماذج صفوف الانتظار لاتخاذ القرار المناسب في تحديد عدد عمال الصيانة الأمثل الذي يجعل تكاليف التأخير في عملية الإنتاج بسبب تعطل الآلات وتكاليف عمال الصيانة أقل ما يمكن.

- **تنظيم العمل في مستودعات قطع الغيار والعدد الصناعية:** بحيث يخفف من عدد العمال الذين يقفون في صفوف انتظار طويلة أمام المستودع من أجل الحصول على ما يلزمهم من قطع الغيار، وذلك عن طريق زيادة عدد الموظفين في المستودع مما يؤدي إلى تسريع أداء الخدمة ويساعد على تشغيل العمال بدلا من إضاعة وقتهم في صف الانتظار وبالتالي يؤدي إلى تخفيض تكاليف الإنتاج الكلية.
- تحديد العدد الأمثل من الأرصفة التي تستقبل السفن في الموانئ، وذلك بهدف تخفيض التكاليف الكلية، إذ أن تكاليف إقامة الأرصفة وغرامات التأخير في تفريغ البضاعة تكون كبيرة، وعلى المسؤولين الموازنة بين تكاليف الأرصفة وتكاليف غرامات التأخير بحيث يتخذ القرار المناسب بتحديد عدد الأرصفة التي يجب إقامتها بحيث تكون التكاليف الكلية أقل ما يمكن.
- تحديد عدد العاملين الأمثل في نوافذ الخدمة في مكتب البريد أو المصارف وذلك لضمان العمل الاقتصادي الفعال في المؤسسات وتقديم الخدمة المناسبة للزبائن، وكذلك في محطات الوقود وخدمة السيارات وفي المطاعم ومراكز الإطفاء حيث يراعى تأمين مستوى مناسب من الخدمة لأفراد المجتمع مع تحمل هذه المراكز أقل النفقات الممكنة.

I-3-2-3- أنظمة صفوف الانتظار:

يقصد بمصطلح صفوف الانتظار (Files d'attente) مجموع الوحدات(أشخاص أو وحدات مادية أو غير مادية) التي تتراكم بشكل عشوائي في غالب الأحيان للحصول على خدمة معينة، عندما يكون معدل الوصول يفوق معدل تقديم الخدمة[1].

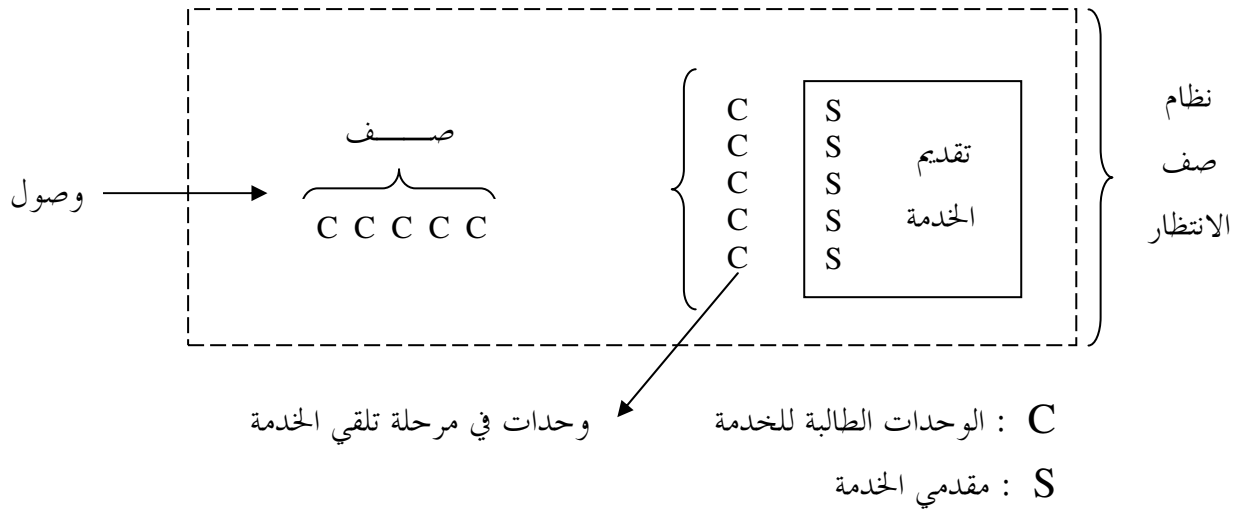
وهناك العديد من الأمثلة عن صفوف الانتظار التي تصادفنا خلال حياتنا اليومية وبشكل واضح في قطاع الخدمات مثلا. فتراهم في مواقف الحافلات أو أمام شبابيك الحجز وكذلك مثل الصفوف عند الصراف الآلي في بنك أو صفوف السيارات عند الإشارة الضوئية أو انتظار المسافرين في المطار والموانئ ومحطات القطار وكذلك الآلات وهي تنتظر عملية الصيانة داخل

[1] Malika Babes, « Statistiques, Files d'attente et simulation », op.cit, P: 86

المصنع، وكثيرا من الأمثلة يمكن التطرق إليها في جوانب أخرى مثل جانب الصناعات وأمور التجارة وغيرها.

ويمثل نظام صف الانتظار المكان الذي يضم مراكز الخدمة وصفوف الانتظار التي تتكون من مجموع الوحدات طالبي الخدمة التي تنتظر دورها لتلقي الخدمة مضافا إليهم الوحدات التي دخلت مرحلة تلقي الخدمة فعليا، ويمكن تمثيل نظام صف الانتظار بصورة عامة حسب الشكل التالي:

الشكل رقم (III-3): نظام صف الانتظار



Source : Alain Martel, « Techniques et applications de la recherche opérationnelle », Gaëtan Morin et Associés Ltée, Canada, 2ème édition 1979, P : 467

I-3-2-4- خصائص أنظمة صفوف الانتظار:

يتطلب عرض خصائص نظام صفوف الانتظار التركيز على المكونات الثلاثة لنظام الاصطفاف وهي:

1. عدد الواصلين أو المدخلات إلى النظام؛
2. الصف أو خط الانتظار نفسه؛
3. تسهيلات الخدمة.

أولا: خصائص الواصلين:

يقصد بالوصول ورود الوحدات (العملاء) التي تطلب الخدمة إلى مقدم الخدمة وفي هذا الشأن يوجد ثلاث خصائص لعملية الوصول وهي: حجم الواصلين، نمط الوصول (توزيع الواصلين) وأخيرا سلوك الواصلين.

1. حجم الواصلين:

يقصد بذلك العدد المحتمل من العملاء، ويوجد احتمالان:[1]

- عدد غير محدد من العملاء أو غير مقيد ومثال ذلك السيارات التي تصل إلى مركز دفع رسم الطريق السريع.
- عدد محدود من العملاء المحتملين ومثال ذلك وجود عدد معين من الآلات داخل الشركة تحتاج إلى عملية الصيانة.

2. نمط الوصول(توزيع الواصلين):

يصل العملاء إلى مكان تقديم الخدمة إما طبقا لجدول زمني معروف أو بطريقة عشوائية أي دون وجود علاقة بين كل واحد منهم والآخر، ويكون توافدهم غير متوقع بالضبط. وفي كثير من مشكلات الاصطفاف يكون عدد الواصلين في وحدة الزمن محسوبا بواسطة التوزيع الاحتمالي المعروف بتوزيع بواسون المتقطع لمعدل معين من عدد الوافدين.[2]

ويمكن القول أن وصول العملاء إلى مراكز الخدمة يتبع توزيع بواسون إذا توفرت شروط سياقات بواسون وهي:[3]

- إن احتمال تحقق حدث في الفترة Δt يعتمد فقط على طول الفترة. ويمكن التعبير عنها بثبات الوسط الحسابي لعدد الحوادث في وحدة من الزمن، أي احتمال الانتقال من الحالة λ_n إلى λ_{n-1} متساوي، حيث يكون $\lambda_n = \lambda$؛
- عدد الحوادث الواقعة في فترة معينة مستقل عن عدد الحوادث في الفترات السابقة؛
- احتمال تحقق حدثين في نفس الفترة صغير جدا؛
- لا يمكن تحقق إلا حدث واحد خلال الفترة Δt.

وتكتب الصيغة العامة لقانون بواسون بالشكل التالي:

---

[1] د. نبيل محمد مرسى، "أساليب التحليل الكمي"، المكتب الجامعي الحديث، جامعة الإسكندرية، 2006، ص: 331

[2] باري رندر وآخرون، "نمذجة القرارات وبحوث العمليات"، دار المريخ للنشر، الرياض، 2007، ص: 568

[3] Carton. D, « Processus aléatoire utilisées en recherche opérationnelle », Masson, Paris, 1995, P : 73

$$P(X) = \frac{e^{-\lambda}\lambda^{X}}{X!} \qquad (X = 0,1,2,....)$$

حيث:

X: عدد الواصلين في وحدة الزمن (ساعة مثلا)

P(X): احتمالية عدد X من الوافدين تماما

λ: معدل الوصول (أي متوسط عدد الواصلين في وحدة الزمن)

e: الثابت الأسي ويساوي إلى 2.7183

3. سلوك الواصلين:

تفترض معظم نماذج الصفوف أن طالب الخدمة عندما يصل سوف ينتظر حتى يتلقى الخدمة ولن يقدم بتغيير محطة الخدمة أو الصف الذي وصل إليه. ولسوء الحظ فإن الواقع يشير إلى كثير من الحالات التي يرفض فيها العميل الانضمام لصف الانتظار، وذلك لأن طول الصف لن يحقق احتياجاته ورغباته من تلقي الخدمة بشكل أو بآخر في وقت معين وفي بعض الحالات الأخرى قد يرتد العميل ويغادر الصف قبل تلقي الخدمة.[1]

ثانيا: خصائص الصف:

1. طول الصف:

إن الصف في حد ذاته هو المكون الثاني لنظام الاصطفاف ويمكن أن يكون محدودا عندما لا يستطيع احتواء كل العملاء بسبب قيود طبيعية أو غيرها (محدودية المكان)، أو غير محدود بحيث يضم كل العملاء في وضع الانتظار.

2. تنظيم الصف:

هو الترتيب الذي يخدم بموجبه العملاء وقد يكون على أساس:[2]

- من يحضر أولا يخدم أولا FIFO (First In First Out).
- من يصل أخيرا يخدم أولا LIFO (Last In First Out).
- حسب الأسبقياتSOP (Service On Priority)، تقدم الخدمة لطالبيها وفقا لحاجتهم الماسة (مثلا: في المستشفيات وخاصة في غرفة الطوارئ).

---

[1] د.جلال إبراهيم العبد، «إدارة الإنتاج والعمليات، مدخل كمي"، مرجع سابق، ص: 297

[2] د.عبد الحميد عبد المجيد البلداوي، د.نجم عبد الله الحميدي، مرجع سابق، ص:132

- على أساس عشوائيSIRO (Service In Random Order).

ثالثا: خصائص تقديم الخدمة:

يختلف نظام تقديم الخدمة من حيث عدد منافذ ومراحل تقديم الخدمة. كما أنه قد يختلف من حيث معدل تقديم الخدمة ذاته.

1. هيكل نظام تقديم الخدمة:

يوجد عدة بدائل لنظام تقديم الخدمة وهي: [1]

أ. *منفذ واحد ومرحلة واحدة*: وهي الحالة التي يقوم بتقديم الخدمة فيها جهة واحدة ينتظرها جميع الموجودين في الصف.

ب. *منفذ واحد ومراحل متعددة:* وهي الحالة التي يتولى تقديم الخدمة فيها جهة واحدة ولكن يمر العميل على أكثر من مرحلة متتالية لإتمام الخدمة.

ج. *منافذ متعددة ومرحلة واحدة:* وهي الحالة التي يكون فيها العديد من المنافذ التي تقدم نفس الخدمة والتي بمجرد أن يحصل عليها العميل يغادر النظام.

د. *منافذ متعددة ومراحل متعددة:* وهي الحالة الأكثر تعقيدا عندما يكون هناك أكثر من وحدة لتقديم نفس الخدمة ولكن الحصول على الخدمة في حد ذاتها تنجز في عدة مراحل.

ه. *التصميم المختلط:* وهو عبارة عن التصميم الذي يوجد به أي من الخصائص السابقة في مرحلة معينة ثم يتغير هذا الهيكل في المرحلة التالية مع احتمال تغيره مرة أخرى وهكذا.

2. معدل تقديم الخدمة:

يمكن التمييز بين نوعين أساسيين من معدلات تقديم الخدمة كما هو الحال في عملية الوصول:

أ. *معدل ثابت:* يقصد بذلك أن تكون الفترة الزمنية اللازمة لتقديم الخدمة لكل الوحدات متساوية تماما.

ب. *معدل متغير:* وهي الحالة الأكثر واقعية نظرا لاختلاف مواصفات الخدمة ونوعية العميل وتغير كفاءة القائمين بتقديم الخدمة مع مرور الوقت. وفي هذه الحالة يتم استخدام التوزيع الأسي في دراسة أوقات الخدمة والذي يعطى بالصيغة التالية:

[1] د. محمد توفيق ماضي، "الأساليب الكمية في مجال الإدارة"، مرجع سابق، ص: 349

$$P(t) = \mu\, e^{-\mu t} \quad \text{pour } t \geq 0$$

حيث أن:

t : زمن الخدمة

μ : معدل الخدمة

I-3-2-5- النماذج الرياضية لأنظمة صفوف الانتظار:

لقد تمكن الباحثون الذين عملوا في مجال نظرية صفوف الانتظار ببناء بعض النماذج الرياضية التي تهدف إلى دراسة سلوك أنظمة صفوف الانتظار وإيجاد خصائصها بشكل سريع وسهل. ويتم استخدام ثلاثة رموز شائعة الاستعمال تسمى برموز كندال وذلك لتطبيق النماذج الكثيرة للاصطفاف والممكنة في مجال التطبيق. وهذه الرموز الثلاثة هي كالآتي:[1] A/B/s

حيث:

A: يشير إلى قانون توزيع أوقات الوصول.

B: يشير إلى قانون توزيع أزمنة أداء الخدمة.

وأهم الاختيارات المعروفة لـــ AوB ما يرمز له بالرمز M (ماركوفيان) في حالة توزيع بواسون للواصلين والتوزيع الأسي لأداء الخدمة، والرمزD للتوزيع المحدد أو العددي، والرمزG للتوزيع العام أو الطبيعي، والرمز E_k لتوزيع ERLANG أو GAMMA.

S: يرمز إلى عدد مراكز الخدمة.

وأحيانا يمتد نظام ترميز كندال من ثلاثة إلى ستة رموز، أما الرمز الرابع فيمثل نظام الصف ويمكن أن يأخذ أحد الرمزين التاليين GD أي نظام خدمة عام (FIFO، LIFO، أو الخدمة بشكل عشوائي)، أو SOP أي نظام الخدمة حسب الأسبقية. أما الرمز الخامس فيمثل الحد الأقصى للوحدات طالبة الخدمة المسموح بها في النظام. ويشير الرمز السادس إلى حجم الجمهور الذي يفد لتلقي الخدمة.

تساعد نماذج صفوف الانتظار في الحصول على مقاييس الأداء التي تسمى أيضا خصائص التشغيل لنظام الاصطفاف، ونذكر فيما يلي بعض المقاييس شائعة الاستخدام في التطبيق العملي والرموز القياسية المستخدمة في كل مقياس:

[1] باري رندر وآخرون، "نمذجة القرارات وبحوث العمليات"، مرجع سابق، ص: 575

P_n: احتمال وجود n وحدة طالبة للخدمة في النظام.

L_s: متوسط عدد الوحدات طالبي الخدمة في النظام.

L_q: متوسط عدد الوحدات طالبي الخدمة في صف الانتظار.

W_s: متوسط زمن بقاء الوحدة الواحدة من طالبي الخدمة في النظام.

W_q: متوسط زمن بقاء الوحدة الواحدة من طالبي الخدمة في صف الانتظار.

ρ: معامل الاستخدام لمركز الخدمة، ويساوي إلى حاصل قسمة معدل الوصول على معدل أداء الخدمة λ/μ.

وبالرغم من وجود نوعيات كثيرة من نماذج الاصطفاف في مجال التطبيق العملي، فقد قام المتخصصون بوضع بعض النماذج الخاصة ببعض الحالات والتي يمكن أن يكون لها حلا رياضيا اعتمادا على نظريات الاحتمالات، ويتم معالجة الحالات الأكثر تنوعا وصعوبة باستخدام المحاكاة اعتمادا على بعض البرامج الجاهزة أهمها GPSS(General Purpose Simulation System).[1]

وسنعرض فيما يلي واحد من أحد النماذج الخمسة الأكثر استعمالا وهو النموذج الذي يعالج موضوع دراستنا، ويدعى بـــ***نموذج خدمة الآلات في ورشة الإصلاح***.

النموذج(M/M/C)(GD/N/N) وحيث C<N:[2]

إن تدفق الوحدات طالبي الخدمة إلى النظام في هذا النموذج يخضع لتوزيع بواسون بمعدل وصولλ وفترة أداء الخدمة يخضع للتوزيع الأسي بمعدل أداء الخدمة μ، وعدد مراكز الخدمة فهو يساوي C مركز(قناة) ونظام الصف عام، أما العدد الأعظمي للوحدات المسموح بها في النظام واستطاعة المصدر المولد للوحدات طالبي الخدمة فهو محدد ويساوي إلىN.حيث أنه يوجد في المصنع عدد محدود من الآلات عددها الأعظمي N تعمل هذه الآلات عند تعطلها كوحدات بحاجة إلى صيانة، ويوجد في المصنع ورشة صيانة تابعة له تضم عدد من العمال ويساوي إلى C عامل (مراكز خدمة عددها C) وسعة النظام يساوي إلى عدد الآلات الموجودة في المصنع أي تساوي إلى N وبالتالي فان سعة مكان الانتظار (مكان تجميع الوحدات التي ستنتظر دورها في الصيانة) تساوي إلىN-C بالإضافة إلى أن عدد العمال الموجودين في ورشة الصيانة أقل من عدد الآلات في المصنع، وأن الأعطال التي تتعرض لها الآلات يفترض أنها عشوائية وتخضع لتوزيع

[1] د. محمد توفيق ماضي، "الأساليب الكمية في مجال الإدارة"، مرجع سابق، ص: 369

[2] د. إبراهيم نائب،د. أنعام باقية، "بحوث العمليات، خوارزميات وبرامج حاسوبية"، مرجع سابق، ص: 373

بواسون بمعدل الأعطال λ أي أن وصول الآلات إلى ورشة الإصلاح يخضع لتوزيع بواسون بمعدل وصول λ.

إن احتمال وجود n آلة بحاجة إلى صيانة في ورشة الإصلاح يعطى بالعلاقتين التاليتين:

$$P_n = \begin{cases} \binom{N}{n}\rho^n P_0 & ; \quad 0 \le n \le C \\ \binom{N}{n}\frac{n!\rho^n}{C!C^{n-C}}P_0 & ; \quad C < n \le N \end{cases}$$

$$P_0 = \left[\sum_{n=0}^{C}\binom{N}{n}\rho^n + \sum_{n=C+1}^{N}\binom{N}{n}\frac{n!\rho^n}{C!C^{n-c}}\right]^{-1}$$

العدد المتوقع للآلات التي بحاجة إلى صيانة في الصف:

$$L_q = \sum_{n=C+1}^{N}(n-\overline{C})P_n \qquad ;C>1$$

متوسط عدد الآلات التي بحاجة إلى صيانة في الورشة:

$$L_S = L_q + (C-\overline{C}) = L_q + \lambda_{ef}/\mu$$

حيث $\overline{C}$ متوسط عدد العمال في ورشة الإصلاح العاطلين عن العمل بسبب عدم وجود آلات معطلة و تحسب من العلاقة:

$$\overline{C} = \sum_{n=0}^{C}(C-n)P_n$$

أما بقية المؤشرات فلا يمكن حسابها إلا بعد حساب معدل الوصول الفعلي والذي يعطى بالعلاقة التالية: $\lambda_{ef} = \mu(C-\overline{C})$ حيث أن $(C-\overline{C})$ يمثل عدد عمال الصيانة المشغولين(في حالة العمل) وبالتالي فان:

متوسط زمن بقاء الآلة في الورشة: $W_S = \frac{L_S}{\lambda_{ef}}$

متوسط زمن بقاء الآلة في صف الانتظار: $W_q = W_S - \frac{1}{\mu} = \frac{L_q}{\lambda_{ef}}$

I-3-2-6- تقييم نماذج أنظمة صفوف الانتظار حسب مستوى الخدمة المفضل:

إن تقييم مستوى الخدمة الأمثل يتعلق بإمكانية تحقق مستوى معين من الخدمة حسب وجهة نظر متخذ القرار وذلك عن طريق تحديد الحد الأعلى لقيم المؤشرات المعنية بالتقييم ففي نماذج أنظمة صفوف الانتظار متعددة القنوات (متعدد مراكز الخدمة) تنحصر المسألة في تحديد عدد مراكز الخدمة الأمثل C مع الأخذ بعين الاعتبار أن المؤشرات المعنية بالتقييم هي:[1]

1- متوسط زمن بقاء الوحدات طالبي الخدمة في النظام W_S.

2- الزمن الذي بخلاله تضطر مراكز الخدمة أن تكون عاطلة عن العمل ويرمز له بـــ X (يعبر عنه بنسبة مئوية) فإذا رُمز للحد الأعلى لـــ W_S بـــ α وللحد الأعلى لـــ X بـــ β فعندئذ يمكن صياغة الشكل الرياضي التالي:

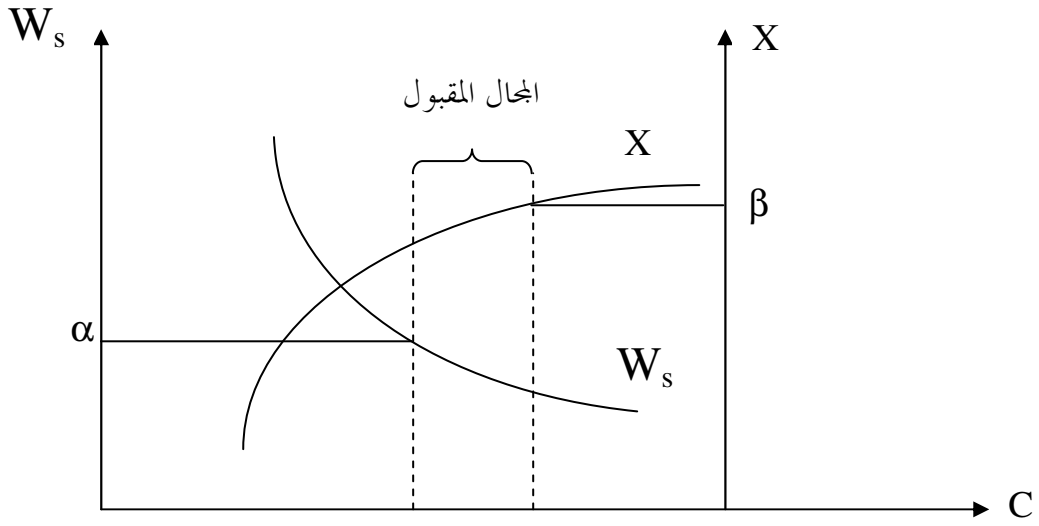
$$W_s \le \alpha \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$
$$X \le \beta \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

حيث أن: $X = 100(1-\rho/c)$

إذ أن ρ/c هو معامل الانشغال الذي يعني نسبة الوقت الذي يتكون فيه مراكز الخدمة مشغولة في حال نظام صف انتظار متعدد الخدمة، وبالتالي فان $(1-\rho/c)$ هو عبارة عن الزمن الذي تكون فيه مراكز الخدنة عاطلة عن العمل، ومضروبا بـــ 100 للحصول على نسبة مئوية، ويتم الحصول على الحل من خلال رسم الشكل البياني لكلا المؤشرين كتوابع لـــ c أي: $\begin{cases} W_s = W_s(C) \\ X = X(C) \end{cases}$

[1] د. إبراهيم نائب،د. أنعام باقية، "بحوث العمليات، خوارزميات وبرامج حاسوبية"،مرجع سابق، ص: 384

الشكل رقم(III-4):تقييم مستوى الخدمة المفضل



المصدر: د. إبراهيم نائب، د. أنعام باقية، مرجع سابق، ص: 385

وبتعيين قيمة αوβ على الشكل يمكن تحديد مجال قيم C المقبولة المحققة للشرطين (1) و (2)، أما في حالة عدم تحقق الشرطين بان واحد، عندئذ للحصول على C يتم تخفيض الحد الأعلى لأحد المؤشرين أو كلاهما معا حتى نحصل على حل مناسب.

I-3-3- المحاكاة:

عندما تزداد صعوبة المشاكل فإنها لا تناسب التصنيفات القياسية التي يمكن حلها بالطرق الكمية المعهودة، كما أن تطوير نماذج خاصة لحلها مكلف من الناحية الزمنية والمالية، إلا أنه يمكن أن يكون ذلك من الأمور المستحيلة. ولقد أثبتت الوقائع أن المحاكاة هي طريقة تحليل كمي مناسبة للتعامل مع هذه المشاكل المعقدة، فقد يتمم اللجوء إلى تطوير نماذج المحاكاة لاتخاذ القرارات المتعلقة بالرقابة على المخزون وبرامج الصيانة وتحديد مواقع بناء المصانع والاستثمارات والتنبؤ بحجم المبيعات.

I-3-3-1- مفهوم المحاكاة:

المحاكاة مصطلح لاتيني Imitation يعني نسخة مصغرة أو صورة انعكاسية مصغرة، وهي محاولة لتطبيق خصائص ومظاهر النظم الواقعية في شكل نماذج تقترب بشدة من وتعطي تصورا

دقيقا للواقع ومشاكله، ومن ثم يمكن تصميم ودراسة ووضع حلول للمشاكل المرتبطة بالنظم في الواقع العملي.[1]

ويعرف العالم الأمريكي تايلور المحاكاة بعدد من الصفات الأساسية منها:

1. المحاكاة هي طريقة عددية؛
2. المحاكاة باستخدام الحاسوب هي تجربة؛
3. المحاكاة تدرس سلوك النماذج في لحظات زمنية محددة وخلال فترات زمنية مستمرة.

أما العالم Shenon.B فيعرف المحاكاة على أنها عملية تصميم نموذج حقيقي وإجراء التجارب على هذا النموذج بهدف فهم سلوك هذا النظام وتقييم مختلف استراتيجيات عمله.

أما العالم الروسي Maxumu فيعتبر المحاكاة بمثابة تجربة إحصائية، هذا يعني أن أية فرضية إحصائية تتعلق بصفات النظام المنمذج يجب أن تعتمد على نتائج الاختبارات الإحصائية.[2]

كما يرى البعض أن المحاكاة بمعناها الواسع هي نظام بإجراء التجارب لعدد كبير من المرات لاختيار أحد النماذج.[3]

ومن خلال هذه التعاريف يلاحظ أن أسلوب المحاكاة يستخدم في دراسة العمليات التي تنطوي على عناصر احتمالية من بين مكوناتها.

وبشكل عام يمكن القول بأن المحاكاة هي تقليد أو مضاهاة خصائص وسمات النظام الحقيقي، وتنبني فكرتها الأساسية على تقليد الموقف في عالم الواقع باستخدام النموذج الرياضي الذي لا يؤثر على الأداء.

I-3-3-2- استخدامات المحاكاة:

تستخدم المحاكاة لتصوير أو وصف حركة أو عملية أو نشاط أو نظام حقيقي واقعي غالبا ما يكون نظام معقد، وتعمل على تشغيل النظام الجديد وإجراء التجارب عليه واستخلاص النتائج منه. ويمكن وضع الاستخدامات المتنوعة للمحاكاة في ثلاث فئات واسعة:

- **التصميم:** حيث تقدم تصميمات (أو سياسات) النظم البديلة باعتبار مقياس محدد لأداء النظام.

---

[1] د.جلال إبراهيم العبد، مرجع سابق، ص: 265

[2] د.إبراهيم نائب، د. أنعام باقية، مرجع سابق، ص: 399

[3] Shanon.R, « System simulation », The art and science, Prentice-Hall-New Jersey 1995, P : 02

- **التشخيص:** تستخدم المحاكاة في بعض المواقف لدراسة سلوك النظام تحت شروط بديلة، وليس القصد هو تقويم السياسات البديلة ولكن لتشخيص المشكلات المحتمل ظهورها.
- **التدريب:** ويمكن استخدام المحاكاة كأداة لتدريب المستفيدين لأداء مهامهم بفعالية.

I -3-4-3- النمذجة بأسلوب المحاكاة:

النمذجة بأسلوب المحاكاة هي محاولة يتم من خلالها إيجاد صورة طبق الأصل مصغرة لنظام ما دون محاولة الحصول على النظام الحقيقي نفسه وذلك بتطوير نموذج يمثل النظام موضع الدراسة ويظهر جميع التغيرات في الحالات الممكنة للنظام، ثم وضع المقاييس التي تستخدم في تقدير أداء النظام بإجراء تجارب على عينات في النظام، وحتى تتم تلك العملية لا بد أن تتوافر معلومات كافية عن أجزاء النظام وخصائصه حتى يمكن فهم النظام والتنبؤ بسلوكه.

يطبق بشكل عام نموذج المحاكاة على مسائل ذات سمات مختلفة ودراسة كل حالة معينة، واتخاذ القرار المناسب يتعلق بشكل جوهري بالهدف الذي من أجله صمم النموذج، هذه الأهداف يمكن أن تكون:

- من أجل دراسة النظام المعمول به؛
- من أجل تحليل بعض الأنظمة المقترحة؛
- من أجل تخطيط وتصميم أنظمة مثالية متطورة.

وتصنف نماذج المحاكاة حسب توفر العوامل العشوائية فيها إلى نماذج المحاكاة المحددة إذا كانت جميع المعالم فيها محددة بشكل كامل، ونماذج المحاكاة التصادفية إذا كانت العشوائية والاحتمالية تلعب دورا جوهريا فيها.

I-3-3-4- المحاكاة باستخدام أسلوب مونت كارلو Monte Carlo:

يعتبر عام 1949 الميلاد الحقيقي لطريقة مونت كارلو، عندما نشر العالمان الأمريكيان الرياضيان Metropolis.N و Ylam.S المقالة بعنوان "طريقة مونت كارلو". ويعرف كل من Koveman A و Kryoun B في كتابهم (صفوف الانتظار وتطبيقاتهم) طريقة مونت كارلو على أنها الطريقة التي يستخدم فيها القوانين الاحتمالية المصطنعة، أما Modern V.U فقد كتب في بحثه

(مسألة الجدال التجاري) ما يلي:"كل عملية حسابية تتضمن استخدام البيانات الإحصائية تدعى طريقة مونت كارلو".[1]

ويمكن تطبيق طريقة مونت كارلو للمحاكاة في حالة وجود نظام يحتوي على العناصر التي تظهر سلوكيات معينة. ويمكن تفصيل هذه الطريقة إلى عدد من الخطوات البسيطة وهي:

1. **تحديد التوزيع الاحتمالي للمتغيرات الهامة في النظام:**

تقوم الفكرة الأساسية لطريقة "مونت كارلو" على توليد قيم لمتغيرات النموذج التي سيتم دراستها، والأسلوب الأمثل لتحديد التوزيع الاحتمالي لمتغير معين يتمثل في اختيار سلسلة القيم التاريخية لهذا المتغير، حيث يتم تحديد الاحتمال أو التكرار النسبي، وذلك بقسمة عدد التكرارات أو الملاحظات على إجمالي عدد المشاهدات أو التكرارات.[2]

2. **استخدام أرقام عشوائية لمحاكاة قيم التوزيع الاحتمالي لكل متغير:**

الأرقام العشوائية هي جميع الأرقام التي يتم توليدها من الأرقام الأساسية من 0إلى09 بواسطة عملية عشوائية.

في هذه المرحلة يتم تحويل التوزيع الاحتمالي إلى توزيع احتمالي تراكمي ثم إنشاء فروق للرقم العشوائي لكل قيمة من المتغير. وبعدها محاكاة القيم بمقارنة الأرقام العشوائية المقابلة لفروق الأرقام العشوائية.

3. **تكرار العملية لسلسة من المحاولات:** وذلك من أجل التوصل إلى نتائج ذات معنى مفيد.

II- جدولة أعمال الصيانة:

إن التخطيط عبارة عن طريقة منتظمة لتحليل العمل وتوفير الموارد من المواد والأجهزة والأيدي العاملة والموارد الأخرى، والجدولة عبارة عن تحديد مواعيد هذه الأعمال بعد الأخذ بعين الاعتبار تحديدات الوقت والمواد والعمال والأجهزة وغيرها وتحديدات البرامج الإنتاجية والخدمية.

[1] د.إبراهيم نائب، د. أنعام باقية، مرجع سابق، ص: 405-406

[2] د.جلال إبراهيم العبد، مرجع سابق، ص: 270

II-1- مفهوم الجدولة:

تعد مسألة الجدولة مسألة في غاية الأهمية في مختلف الميادين والمجالات والتي ظهرت انطلاقا من أعمال "هنري قانت" إلى أبحاث "جونسون" وغيرها من الأبحاث التي لا تزال قائمة إلى يومنا هذا. وتنطلق من أن أي عمل يحتوي على مجموعة من الأعمال الفرعية الجزئية التي يستوجب تنظيمها بما يمكن في النهاية من انجاز ذلك العمل على أحسن وجه.

ولقد تعددت التعاريف الخاصة بوظيفة الجدولة إلا أنها لاتختلف اختلافا جوهريا فيما بينها فحسب Michel Pinedo فان الجدولة تهتم بتخصيص موارد محدودة من الأعمال خلال الزمن، وهي متواجدة في أغلب الأنظمة الصناعية والإنتاجية تماما كما في المجالات الخدمية الأخرى كخدمات النقل والإعلام الآلي وغيرها.[1]

وحسب كل من Patrick Esquirol و Pierre Lopez فإن الجدولة تكمن في تنظيم انجاز الأعمال خلال الزمن مع مراعاة القيود الزمنية (آجال، قيود أسبقية...) والقيود الخاصة باستعمال ووفرة الموارد المستحقة.[2]

ويرى الدكتور محمد توفيق ماضي بأن الجدولة هي خطة زمنية تفصيلية (جدول) للأنشطة، يوضح بها ما سوف يتم انجازه، وتاريخ البدء والانتهاء والموارد المخصصة لها.[3]

تنطوي عملية الجدولة على تحديد الوقت المناسب لاستخدام المعدات والتسهيلات والموارد البشرية، وتهدف إلى تحقيق التخصيص الأمثل للمهام والأنشطة على مراكز العمل وتحديد التتابع المناسب للأوامر وانجاز الأعمال في أحسن الآجال وبأقل تكلفة كما أنها تساعد على السيطرة وضبط مجريات الأمور وتسهم إسهاما فعالا في العملية الرقابية.

وتزداد أهمية الجدولة بازدياد عدد الأعمال المرغوب انجازها وازدياد العمليات اللازمة لأدائها، مما يستوجب تحديد مواعيد بدء وإكمال الأعمال المختلفة والعمل الذي يؤدى أولا والأعمال التالية له. وتحقق الجدولة الآتي:[4]

[1] Michel Pinedo, « Scheduling : theory, algorithms and systems », Prentice Hall, Englewood cliffs, New Jersey, P : 01

[2] Patrick Esquirol, Pierre Lopez, « L'ordonnancement », édition Economica, Paris 1999, P : 13

[3] د. محمد توفيق ماضي، "إدارة الإنتاج والعمليات، مدخل اتخاذ القرارات"، الدار الجامعية، الإسكندرية، 1996، ص: 280

[4] د.علي هادي جبرين،"الاتجاهات والأدوات الكمية في الإدارة"، دار الثقافة للنشر والتوزيع، عمان/الأردن، الطبعة الأولى 2008، ص: 293

- تحقيق التتابع السليم في الأعمال، وهذا يعني الاستغلال الأمثل للطاقة المتاحة والتخلص من الطاقات العاطلة، وبالطبع هذا يؤدي إلى تقليل التكاليف، ويتحقق ذلك من خلال آلية تتم بناءا على أن العملية السابقة تسبق العملية اللاحقة وبالتالي مخرجات كل عملية هي مدخلات العملية اللاحقة.
- تخفيض الوقت العاطل يساعد أيضا في تخفيض الطاقات غير المستعملة مما يترتب عليه تعظيم الاستفادة من الموارد المتاحة.
- تحقيق سرعة تنفيذ الأعمال وتقليل الخزين تحت التشغيل، وتعد هذه المؤشرات من الأمور الأساسية في نجاح عملية الجدولة.

II-2- أساليب جدولة أعمال الصيانة:

تعرف جدولة أعمال الصيانة على أنها عملية تحديد موعد ومكان تنفيذ عمليات الصيانة اللازمة وتحديد مواعيد البدء والانتهاء الخاصة بإجراءاتها. وتتناول جدولة أعمال الصيانة جميع أنشطة الصيانة الدورية والصيانة الوقائية وتكرار كل منها مقرونا بحجم العمل (رجل، ساعة أو ساعة تشغيل نمطية أو مقدرة...) لكل من هذه الأنشطة وتراكم حجم هذه الأعمال (أسبوعيا مثلا) ومنها يمكن الحصول على المخرجات الآتية:

- برنامج النظافة الدورية (أسبوعيا)؛
- قوائم الفحص والتفتيش (يوميا، أسبوعيا ...)؛
- البرنامج الأسبوعي والشهري للصيانة الوقائية؛
- برنامج تحميل العمالة (وفقا لكل مهنة أو حرفة)؛
- برنامج التزييت والتشحيم (اليومي، الأسبوعي...)؛
- التقويم السنوي لأعمال التزييت والتشحيم.

II-2-1- أسلوب التعيين والتخصيص:

هو أحد أساليب توزيع الموارد المتاحة على الإمكانيات المتاحة ويستخدم لتحديد الاستغلال الأمثل للموارد المتاحة سواء كانت عمالة أو أدوات، وذلك لتنفيذ برنامج الصيانة المخطط بأقل استخدام للموارد ضمن شروط الكفاءة الجيدة. ويقوم هذا الأسلوب على فكرة النفقة الضائعة أو الاختيار الخاطئ بسبب التخصيص الخاطئ مما يؤدي إلى الحرمان من فرصة الاختيار الأفضل

وبالتالي ضياع بعض النفقات أو الوقت أو الربح والتي كان من الممكن توفيرها لو كان التخصيص بشكله الصحيح.

يتطلب أسلوب التخصيص توفر الشروط التالية:[1]

1. وجود عدد متساوي من العمليات (موظفون ووظائف، آلات وسلع،....الخ)؛
2. عدم إمكانية القيام بعمل ما (تخصيص) بأكثر من طريقة في نفس الوقت (قد يكون هناك حلول بديلة لكنها ليست بنفس الوقت حيث يطبق أحدها فقط)؛
3. كلفة كل تخصيص لأداء أي مهمة معروفة ومحددة؛
4. عدم السلبية (عدم وجود تكاليف أو أرباح سالبة).

II-2-1-1- الصيغة الرياضية لمسألة التعيين:

تتلخص مسألة التعيين ضمن الإطار العام التالي:[2]

وجود n وظيفة يمكن أن تنفذ بواسطة n عامل وينفذ كل وظيفة عامل واحد فقط. وتكلفة انجاز الوظيفة i باستخدام العامل j تساوي c_{ij} ويكون الهدف هو تخصيص عامل لكل عمل بحيث تكون تكلفة التعيين الإجمالية أقل ما يمكن.

وتكون مصفوفة تكاليف التعيين مصفوفة مربعة بالإضافة إلى أن مجموع x_{ij} (المتغيرات) لكل سطر ولكل عمود في مصفوفة التخصيص يجب أن يساوي الواحد الصحيح.

إن المتغيرات x_{ij} في مصفوفة التعيين تعرف بالشكل التالي:

$$x_{ij} \begin{cases} 1 & \text{إذا تم انجاز الوظيفة } i \text{ بالعامل } j \\ 0 & \text{في الحالات الأخرى} \end{cases}$$

حيث: $i=1,2,3,\ldots,n$ ، $j=1,2,3,\ldots,n$ وعليه فان نموذج التعيين يأخذ الصيغة الرياضية التالية:

[1] د. عبد الحميد عبد المجيد البلداوي، د. نجم عبد الله الحميدي، مرجع سابق، ص: 61

[2] د.إبراهيم نائب، د. أنعام باقية، مرجع سابق، ص: 174

$$Min(w) = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} c_{ij} x_{ij} \quad .....(1)$$

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} = 1 \; ; \; i=1,2,...,n \quad .....(2)$$

$$\sum_{i=1}^{n} x_{ij} = 1 \; ; \; j=1,2,...,n \quad .....(3)$$

$$x_{ij} = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases} \; ; \; \forall \; i,j \quad .....(4)$$

إن الشروط السابقة تؤول إلى مسألة برمجة خطية يمكن حلها بأسلوب السمبلكس وتؤول أيضا إلى مسألة النقل حيث تعتبر حالة خاصة من مسألة النقل مع ملاحظة أن m=n و $S_i=D_j=1$ ، وإذا كان $n \neq m$ يتم إضافة مهمات أو عمال وهميين لتحقيق المساواة.

بالرغم من إمكانية حل مسألة التعيين بأسلوب السمبلكس أو خوارزمية النقل بالإضافة إلى أسلوب العد الكامل (التعداد)، إلا أنه توجد خوارزمية خاصة تعتبر أفضل الخوارزميات لحل مسألة التعيين وهي الخوارزمية المجرية (الهنغارية).

➢ **الخوارزمية الهنغارية:**

تتلخص مراحل استخدام الخوارزمية الهنغارية بالخطوات التالية:[1]

1. نبحث عن أعلى رقم في المصفوفة ونطرح كل عنصر من عناصر المصفوفة من هذا الرقم؛
2. نطرح من كل سطر أصغر قيمة فيه؛
3. نطرح من كل عمود أصغر قيمة فيه؛
4. نشطب كل سطر أو عمود يحوي على أكثر من خلية صفرية؛
5. نختار أصغر رقم من الخلايا غير المشطوبة؛
6. نطرح هذا الرقم من كل العناصر غير المشطوبة ونضيفه لنقطة تقاطع الخطوط؛
7. نختار العمود أو السطر الذي يحوي خلية صفرية واحدة، ثم نخصصها بعد شطب الأصفار في عمود أو سطر هذه الخلية؛
8. نحدد مقابل الخلايا المخصصة من مصفوفة الإنتاجية الأصلية ونجمعها لتكون أعظم إنتاجية ممكنة.

[1] د. سامر مظهر قنطقجي، مرجع سابق، ص: 129

ويتم التمييز هنا بين حالتي تعظيم الإنتاجية وتخفيض التكاليف، ففي حالة تعظيم الإنتاجية يتم تشكيل مصفوفة مربعة تمثل أسطرها الأعمال (أو الأنشطة) وتمثل أعمدتها التكلفة أو بالعكس، وإذا لم تتوافر المصفوفة المربعة يجري إضافة أسطر أو أعمدة وهمية بإنتاجية كبيرة لغرض تطبيق طريقة التخصيص فإذا كانت الأنشطة أكبر من العمال فنضيف عمالا وهميين بإنتاجية كبيرة (حالة التعظيم) أو تكلفة صفرية (حالة التخفيض) ، والعكس بالعكس. أما في حالة استخدام طريقة التخصيص لخفض التكاليف فان الخطوات تشابه حالة التعظيم باستثناء المرحلة الأولى مع أسبقية المرحلة الثالثة على المرحلة الثانية.

II-2-2- أسلوب GANTT:

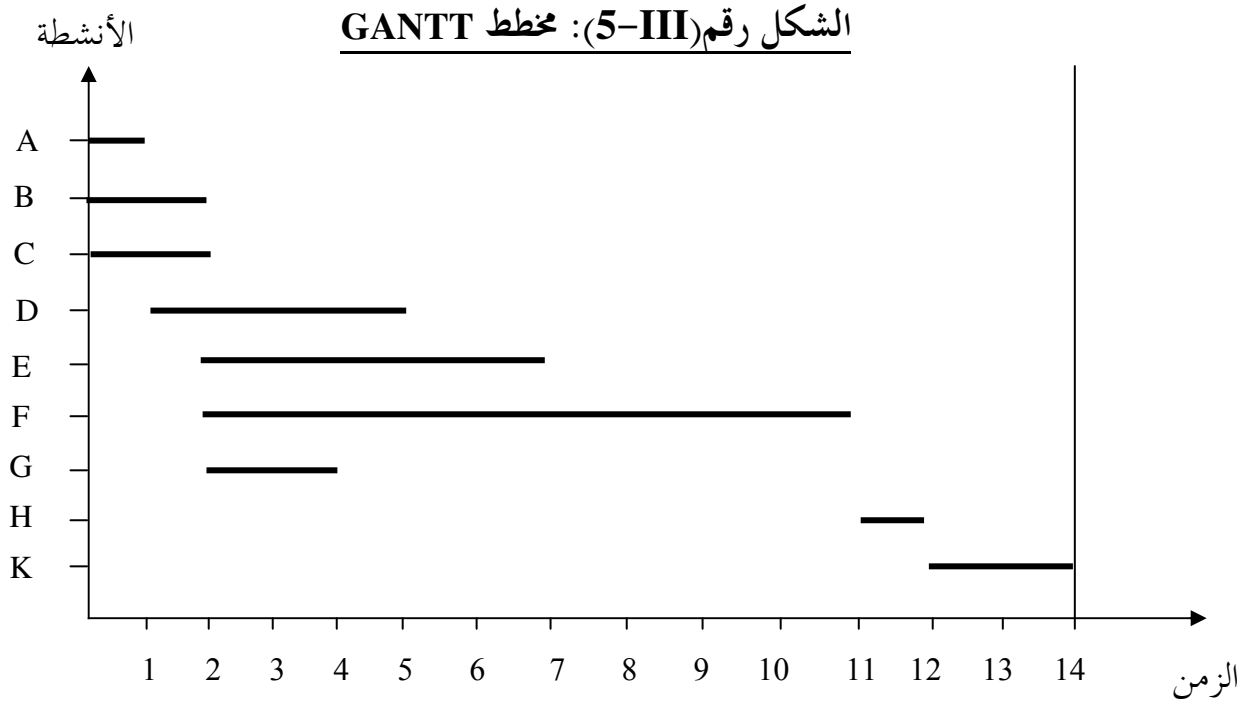
ويعرف هذا الأسلوب باسم Bar-Chart ويعتبر من الأساليب الأساسية في تخطيط المشاريع وتنفيذها والرقابة عليها، والذي قدم من طرف Henry Gantt أحد رواد حركة الإدارة العلمية عام 1917[1] بهدف تنظيم وتوضيح الاستخدام الفعلي أو المطلوب للموارد وفي حدود زمنية معينة فهو يعمل على الربط بين الخطوات اللازمة لانجاز عمل ما وبين وقت تنفيذ هذه الخطوات.

وأسلوب GANTT هو عبارة عن محورين (عمودي وأفقي) يتضمن المحور الأفقي الزمن بتقسيمات مختلفة حسب طبيعة النشاط، أما العمودي فهو يعرض كشف بالأنشطة مع بيان لأهم الموارد المستخدمة، ويتم رسم الأنشطة باستخدام الأشرطة البيانية والنقاط[2]،وهو ما يوضحه الشكل التالي:

[1] د.محمد توفيق ماضي، "إدارة الإنتاج والعمليات"، مرجع سابق، ص: 287

[2] د.مؤيد الفضل، "الأساليب الكمية والنوعية في دعم قرارات المنظمة"، الوراق للنشر والتوزيع، عمان/الأردن، الطبعة الأولى 2008، ص: 700

الشكل رقم(III-5): مخطط GANTT



المصدر: د. مؤيد الفضل، "الأساليب الكمية والنوعية في دعم قرارات المنظمة"، مرجع سابق، ص: 701

ويؤخذ على هذا الأسلوب كونه يعتمد على الأغلب على كفاءة الشخص الذي ينفذ الشكل البياني وكذلك كونه لا يعرض نسبة عالية من التداخلات بين الأنشطة وكونه أقل إمكانية في تقديم التحليلات والمؤشرات الكمية اللازمة لدعم القرار.

II-2-3- أسلوب التحليل الشبكي:

يستند أسلوب التحليل الشبكي إلى ترتيب الأعمال وتنظيمها بحيث تنفذ بصورة متتابعة وصولا إلى الهدف الأخير فيها وهذا مما يساعد الإدارة على متابعة التنفيذ وتقييم النتائج بصفة دورية ويظهر بوضوح مدى كفاءة التخطيط ودقة ترتيب مراحله.

وتتميز أعمال الصيانة بأنها تتألف من مجموعة الأعمال المترابطة (أحيانا) والتي يمكن تنفيذها وفق تسلسل معين للوصول إلى أزمنة أداء مثالية وخالية من الأوقات الضائعة فالوقت في نشاطات الصيانة مهم، إذ من الضروري معرفة تاريخ الانتهاء والوقت الذي ستخرج فيه الآلة من العمل وكذلك الوقت الذي سيتم البدء فيه.

ويعتبر التخطيط الشبكي من أهم الأدوات التطبيقية في جدولة أعمال الصيانة وإدارتها على نحو أمثل بغية السيطرة على أزمنة تنفيذ الأعمال لتحديد زمن دخول وخروج الآلة أو الآلات من الصيانة، وهو يتطلب تحليل أعمال الصيانة إلى أنشطة وحوادث متميزة وإلى تحديد الزمن اللازم

للنشاط ومن ثم تحديد علاقات الأسبقية بين هذه الأنشطة، ثم يتم وضع خريطة زمنية توضح بداية ونهاية كل نشاط وتبين الخريطة علاقة كل نشاط بالأنشطة الأخرى، ويتم في هذه المرحلة التمييز بين الأنشطة الحرجة وغير الحرجة.

ويعتبر كل من أسلوب المسار الحرج CPM (Critical Path Method) وتقنية تقييم ومراجعة المشروع PERT (Project Evaluation and Review Technique) أداة إدارية فعالة في جدولة أعمال الصيانة. وقد تم تصميم أسلوب المسار الحرج عام 1957 في شركة Du Pont لأغراض تخطيط وجدولة تنفيذ أحد مصانع الكيمياويات التابع لها، ثم انتشر استخدام هذا الأسلوب في عدد من مجالات الصناعات الإنشائية كبناء الجسور والمستشفيات والمصانع. أما تقنية تقييم ومراجعة البرامج فقد صممت بتعاون مجموعة من الباحثين في عامي 1958 و1959 لحساب البحرية الأمريكية بغرض تخطيط وجدولة تنفيذ مشروعاتها العسكرية ولأغراض التحكم في شيفرات الأسلحة الهجومية والدفاعية، وقد انتشر هذا الأسلوب أيضا من ذلك التاريخ في كل المجالات الإستراتيجية وجدولة وتنفيذ المشروعات باختلاف أنواعها.[1]

II-2-3-1- أسلوب المسار الحرج CPM:

يعرف المسار الحرج على أنه أطول مسارات شبكة الأعمال زمنا والمسار هو النشاطات المتعاقبة من بداية الشبكة حتى نهايتها[2]. ويتم حساب المسار الحرج في شبكات CPM من خلال ثلاث مراحل هي:[3]

المرحلة الأولى: حسابات مرحلة الانتقال نحو الأمام

وتهدف هذه المرحلة إلى حساب زمن البداية المبكر لجميع الأنشطة والذي يرمز له بـــ ES_i حيث أن $ES_1=0$، أما مدة النشاط (i,j) فيرمز لها بـــ D_{ij}. وبالتالي يتم الحصول على حسابات الانتقال نحو الأمام بتطبيق العلاقة التالية:

$$ES_j = \max_i \left[ES_i + D_{ij} \right] \quad ...(1)$$

[1] د.إبراهيم نائب، د. أنعام باقية، مرجع سابق، ص: 196

[2] فتحي خليل حمدان، رشيق رفيع مرعي، "مقدمة في بحوث العمليات"، دار وائل للنشر والتوزيع، عمان/الأردن، الطبعة الرابعة 2004، ص: 187

[3] د.إبراهيم نائب، د. أنعام باقية، مرجع سابق، ص: 206

ومن خلال هذه العلاقة يتبين أنه لحساب زمن البداية المبكر للحدث (j) يجب أولا حساب زمن البداية المبكر للحوادث الخلفية لجميع الأنشطة (i,j) والتي تنتهي في الحادث (j).

المرحلة الثانية: حسابات مرحلة الانتقال نحو الوراء

في هذه المرحلة يتم الانتقال من حادث نهاية الشبكة إلى الوراء حتى حادث بداية الشبكة وتهدف هذه المرحلة إلى حساب زمن الانجاز المتأخر لجميع الأنشطة والذي يرمز له بـــ LC_i، وقد اُتفق على أنه عندما i=n (الحدث النهائي) فان $LC_n=ES_n$، وبالتالي يمكن الحصول على حسابات الانتقال نحو الوراء بتطبيق العلاقة التالية:

$$LC_i = \underset{j}{Min}\left[LC_j - D_{ij} \right] \quad ...(2)$$

ولحساب زمن النهاية المتأخرة للحدث (i) يجب أولا حساب زمن النهاية المتأخرة لجميع الأنشطة التي تنطلق من الحدث (i).

المرحلة الثالثة:مرحلة تحديد الأنشطة الحرجة

تحدد الأنشطة الحرجة باستخدام نتائج الانتقالين نحو الأمام ونحو الوراء حسب القاعدة التالية:

نقول أن النشاط (i,j) يقع في المسار الحرج إذا تحققت الشروط التالية:

$$\begin{cases} ES_i = LC_i \\ ES_j = LC_j \\ ES_j - ES_i = LC_J - LC_i = D_{ij} \end{cases} \quad ...(3)$$

II-2-3-1- أسلوب تقييم ومراجعة البرامج PERT:

يتميز أسلوب PERT عن أسلوب المسار الحرج بأنه يستند إلى مفهوم الاحتمالية في تحديد الأوقات للزمن الذي يستغرقه كل نشاط في حين يعتمد أسلوب CPM على مفهوم الزمن المقرر المؤكد. ويقسم الزمن حسب أسلوب PERT إلى ثلاثة أنواع وهي:

الزمن التفاؤلي t_1: وهو الزمن المرغوب للانجاز، بافتراض تحقق أفضل الشروط لانجاز النشاط؛

الزمن التشاؤمي t_2: وهو الزمن غير المرغوب للانجاز، بافتراض تحقق أسوء الشروط للانجاز؛

الزمن الأكثر احتمالا t_3: وهو زمن التنفيذ الطبيعي، بافتراض تحقق شروط طبيعية لانجاز النشاط.

وقد بينت الدراسات أن تقديرات زمن انجاز النشاط في أسلوب PERT تخضع لتوزيع بيتا β Beta Distribution وحسب هذا التوزيع فان التوقع الرياضي لزمن انجاز كل نشاط هو: $E_{ij} = \frac{t_1 - 4t_2 + t_3}{6}$ ، والانحراف المعياري لزمن انجاز كل نشاط هو: $\sigma = \frac{t_3 - t_1}{6}$

ولحساب قيمة المسار الحرج وتحديد الأنشطة الحرجة حسب أسلوبPERT يتم اتباع نفس الأسلوب السابق مع الأخذ بعين الاعتبار بدلا من D_{ij} القيمة المتوقعة لزمن انجاز النشاط (i,j) أي E_{ij}، وبالتالي فان العلاقات (1) و (2) و(3) تأخذ الشكل:

$$ES_j = \underset{i}{Max}\left[ES_i + E_{ij}\right] \quad ...(4)$$

$$LC_i = \underset{j}{Min}\left[LC_j - E_{ij}\right] \quad ...(5)$$

وحيث $LC_n = ES_n$

$$\begin{cases} ES_i = LC_i \\ ES_j = LC_j \\ ES_j = ES_i = LC_j - LC_i = E_{ij} \end{cases} \quad ...(6)$$

وبناءا على ذلك فان المسار الحرج في شبكة PERT يساوي إلى مجموع القيم المتوقعة للأنشطة الحرجة الداخلة في المسار، أما الانحراف المعياري للمسار الحرج في PERT فيحسب باستخدام العلاقة التالية:

$$\sigma_{PE} = \sqrt{\sum \sigma_{ij}^{\,2}}$$

III- تخطيط وإدارة مخزون قطع الغيار:

تقوم وظيفة التخزين بتقديم خدماتها إلى إدارة الصيانة، وذلك بالاحتفاظ بقطع الغيار والمعدات في المخازن لحين الحاجة إليها وذلك عند الطلب، ولتسهيل تقديم هذه الخدمة تقوم إدارة الصيانة بإعداد جدول زمني تفصيلي يتضمن مواعيد الصيانة الدورية للتجهيزات الآلية، والاحتياجات المطلوبة وذلك قبل فترة من الزمن، والغرض من هذا أن تستعد وظيفة التخزين لتكون جاهزة لتلبية احتياجات الصيانة في مواعيدها المحددة.

III-1- أهداف تخطيط وإدارة مخزون قطع الغيار:

تتكون الأجهزة والمعدات من عدة وحدات كل منها يحتوي على عدد من الأجزاء ذات خصائص وصفات خاصة بها من حيث المواصفات والشكل والمواد وتختلف عن بعضها في عمرها التشغيلي ونوعية عطلها وفشلها، ولذلك تتم عملية استبدال عدد من الأجزاء عند أو قبل تلفها نتيجة لاستهلاكها للحفاظ على مستوى الأداء كيفا وكما.

وتعتبر قطع الغيار من أهم العناصر تأثيرا على عمليات الصيانة حيث أن تكاليفها تمثل حوالي ما بين 40-50 % من تكلفة الصيانة كما أن عدم توفرها يسبب في فقدان الإتاحة التشغيلية وإنتاجية المعدة. ولخطورة هذا على الإنتاج والكفاءة فانه من الضروري توفر نظام محكم لعمليات تخطيط وتأمين إنتاج وتخزين قطع الغيار، ولذلك تعتبر الأهداف العامة لإدارة وتخطيط مخزون قطع الغيار هي:[1]

1. التعرف على نوع قطع الغيار:

عادة تعرف الأجزاء التي يجري استبدالها بقطع الغيار ومواد الصيانة، فقطع الغيار هي القطعة تنفرد بها المعدة، أما مواد الصيانة فهي مواد قياسية لا تنفرد بها المعدة. ولا تعد أجزاء الآلات التي يزيد عمرها التشغيلي عن عمر المعدة ككل من قطع الغيار. وتتضح أهمية هذا التصنيف عند تحديد مستويات وأساليب حيازة قطع الغيار أو مواد الصيانة.

2. التعرف على أسلوب استهلاك قطع الغيار:

يؤثر أسلوب استهلاك قطعة الغيار على سياسة حيازة القطعة الجاري وتوفيرها الاقتصادي دون المساس بفاعلية الصيانة. ويتم تقدير معدلات الاستهلاك بدراسة الفترة الزمنية لعمر التشغيل لها وفقا لظروف التشغيل الفعلية ودرجة الموثوقية في أدائها من واقع السجلات ومقارنتها بمعدلات الاستهلاك وفقا للعمر الافتراضي المقدر. ويترتب على ذلك إتباع سياسة استبدال معينة لتقليل حدوث العطل وزيادة إتاحة الوحدة للعمل وفي نفس الوقت تقلل من تكلفة التخزين وحيازة قطع الغيار.

3. تقدير الاحتياج من قطع الغيار:

[1] د. عبد العزيز التميمي، "دورة عمليات الصيانة"، 2002، ص: 04
http://faculty.ksn.edu.sa/documents.pdf

للتعرف على احتياجات الصيانة من قطع الغيار يتم حصر قطع الغيار للمعدات والوحدات في سجلات خاصة حيث تحتوي على بيانات عن الجزء ومعدلات استهلاكه. وتحدد الكمية المطلوبة من أي جزء بحساب العدد المطلوب من الجزء للسنة الواحدة كالتالي:

عدد الأجزاء المطلوبة في السنة = (متوسط عدد ساعات العمل اليومي الفعلي X متوسط عدد ساعات العمل الفعلية) / متوسط العمر الاستهلاكي للجزء

4. تصنيف قطع الغيار:

يتم تصنيف قطع الغيار بعدة طرق منها حسب طبيعة الجزء ونوعيته ومنها حسب طبيعة التخزين ويتم التصنيف أيضا وفقا لأهمية استخدام قطعة الغيار ووفقا لمصدر الشراء أو الإنتاج.

ويبين النظر إلى حركة المخزون أن عددا محدودا من أنواع قطع الغيار يمثل أغلب رأس المال المستثمر في المخزون، والعكس فان باقي الأنواع التي تمثل تنوعا وعددا كبيرا لا تحتل أكثر من قدر محدود من قيمة المخزون. ومن ثم نشأت فكرة التصنيف حسب قيمة الاستخدام (سياسة ABC)، وتعتمد فكرة التقسيم بنظام ABC إلى تصنيف قطع الغيار إلى ثلاث فئات أو مجموعات:

المجموعة A: وتمثل عددا محدودا من قطع الغيار التي تمثل أغلب قيمته المخزون وهذه تكون في حدود 15 % من الأنواع المستخدمة؛

المجموعة B: وتمثل قطع الغيار ذات الثمن المتوسط والاستخدام المتوسط، وعادة تكون في حدود 35% من الأنواع المستخدمة؛

المجموعة C: وهذه تشمل عدد كبير من قطع الغيار ذات القيمة المحدودة وعادة تكون حوالي 50% من الأنواع المستخدمة.

5. التقييس لقطع الغيار:

تعتبر عملية التقييس لقطع الغيار ذات أهمية كبرى وذلك لمنع وإزالة الاختلاف غير المطلوب وغير المنتظم لقطع الغيار ومن ثم تحديدها في مجموعة من قطع الغيار متجانسة وذات علاقة. وبذلك يهدف التقييس أساسا لوضع نمط منتظم لقطع الغيار يماثل التقييس المعتمد في توحيد الأجزاء.

6. توفير قطع الغيار:

يعتبر توفير قطع الغيار إحدى الأهداف الرئيسية لإدارة مخزون قطع الغيار، كما أن إنتاج القطع وتجديد الأجزاء أحد المهام الرئيسية التي يعتني قسم الصيانة بها لأهمية ذلك وتأثيره على تشغيل المعدة والنواحي الاقتصادية وتكلفة الصيانة وسياسة الإحلال.

7. وسائل التخزين والمناولة:

يعتبر إيجاد موقع مناسب للتخزين أحد المهام الرئيسية لإدارة مخزون قطع الغيار ومنها يتم تخطيط وتصميم المخازن بأسلوب علمي للوصول إلى مخزن مناسب.

III-2- أساليب الرقابة والتحكم في مخزون قطع الغيار:

تمثل الأساليب العلمية للتحكم والرقابة في مخزون قطع الغيار وسيلة للإجابة على تساؤلين أساسيين لمعالجة سياسات حيازة ورقابة المخزون وهما: متى تطلب كمية من أحد أنواع قطع الغيار؟ وما هي الكمية المناظرة التي تطلب في هذه المرحلة؟. والإجابة على التساؤلين تتوقف على نوع ومعدل استخدام قطعة الغيار والبيانات المتاحة ومدى الثقة فيها وكذلك أسلوب متابعة حركة القطعة. وأهم النماذج المستخدمة لطلب قطع الغيار هي:

II-2-1- نموذج كمية الطلب الاقتصادية "EOQ" (نموذج WILSON):

الهدف الأساسي لهذا النموذج هو إيجاد حجم الطلبية الأمثل الذي يجعل التكلفة الإجمالية أقل ما يمكن وهي مجموع ثلاث أنواع من التكاليف وهي: تكلفة الشراء، تكلفة إعداد الطلبية وتكلفة الاحتفاظ بالمخزون.

تتمثل فرضيات هذا النموذج فيما يلي:[1]

1- الطلب معلوم وثابت (معدل الطلب ثابت)؛

2- فترة التوريد ثابتة ومحددة، أي أن الفترة بين إعداد الطلبية واستلامها ثابتة؛

3- كلفة الوحدة الواحدة ثابتة؛

4- الكميات المطلوبة ثابتة في كل فترة.

ويمكن إيجاد الكمية الاقتصادية للطلب بالصيغة التالية:

[1] محمد ابديوي الحسين، "تخطيط الإنتاج ومراقبته"، دار المناهج، عمان/الأردن، الطبعة الثانية 2004، ص: 134

$$Q = \sqrt{\frac{2DC_1}{C_2}}$$

حيث أن:

Q: كمية الطلب الاقتصادية؛

D: معدل الطلب في وحدة الزمن؛

C_1: تكلفة إصدار الطلبية؛

C_2: تكلفة الاحتفاظ بوحدة واحدة من المخزون.

كما يمكن تحديد عدد الطلبيات N بالمعادلة التالية:

$$N = \frac{D}{Q}$$

والزمن بين الطلبياتT يستخرج بالمعادلة:

$$T = \frac{1}{N} = \frac{Q}{D}$$

II-2-2- نقطة إعادة الطلب:

هي ذلك المستوى من المخزون الذي عند الوصول إليه يتوجب إطلاق أمر الشراء[1]، ويجري احتساب نقطة إعادة الطلب بحيث تكون كافية لسد احتياجات العمليات خلال مدة التوريد، أي يتوقع أن تصل الكمية المشتراة قبل حدوث حالات نفاذ المخزون.

ولتحديد مستوى إعادة الطلب يستلزم الأمر تحديد ما يلي:[2]

1- معدل الاستهلاك (الاستخدام) اليومي أو الشهري من الصنف المراد شراؤه؛

2- فترة توريد المادة، وهي الفترة التي تستغرقها عملية إعادة طلب الشراء وذلك منذ تحرير طلب الشراء حتى لحظة دخول الكمية المشتراة مخزن المؤسسة بعد فحصها والتأكد من سلامتها ومطابقة مواصفاتها للمواصفات المحددة، ويرمز لفترة التوريد بالرمز (L)، حيث :

فترة التوريد (L) = تاريخ وصول الطلبية الجديدة – تاريخ إصدار أمر التوريد.

[1] P.LYONNET, « la maintenance, mathématiques et méthodes », op.cit, p : 251

[2] الموسوي منعم زمزير، "إدارة المواد، الشراء والتخزين من منظور كمي"، دار وائل، عمان/الأردن، الطبعة الثانية 2004، ص: 306

خلاصة الفصل الثالث

لقد تطرقنا من خلال هذا الفصل إلى تخطيط وجدولة أعمال الصيانة والتحكم في مخزون قطع الغيار واستعرضنا مختلف الأساليب الكمية المعتمدة في ذلك، فالعناية بالصيانة كوظيفة إستراتيجية تكمن في محاولة تعظيم الأداء للمعدات الإنتاجية بالتأكيد على تقليل الأعطال والتوقفات بما يمكن من المحافظة على الثقة في أداء نظام العمليات الإنتاجية، ولقد أصبح استخدام الأسلوب العلمي الحديث للصيانة سمة أساسية في كثير من المنشآت الصناعية والخدمية كما أصبح الاهتمام بالصيانة المخططة يغطي غالبية الآلات والمعدات الإنتاجية.

ولقد استطعنا من خلال هذا الفصل الوقوف على الأهمية التي تلعبها عملية التخطيط والجدولة لأعمال الصيانة من تقليص لأوقات توقف الآلات والمعدات ورفع إنتاجيتها وهو ما يعود بالإيجاب على سيرورة العملية الإنتاجية وبالتالي تقديم منتجات أكثر جودة وأقل تكلفة.

الفصل الرابع

تمهيـــد:

إن دور صناعة الزنك لا تقل أهمية عن الفروع الصناعية الهامة الأخرى والتي تمثل الصناعات القاعدية، فوحدة كهروتحليل الزنك تلعب دورا هاما في تنمية بعض القطاعات وكثيرا من الوحدات الصناعية الصغيرة الخاصة... وهذا عن طريق تموينها بسبائك الزنك، الكدميوم، الزماك وحامض الكبريت.

تتطلب هذه الوحدة رؤوس أموال باهظة ولهذا فإن تدخلها ومساهمتها في التنمية الاقتصادية ينتظر منه أن يكون فعالا.

تمثل وحدة كهروتحليل الزنك ميدان دراستنا التطبيقية التي تم تقسيمها إلى:

I- تقديم المؤسسة: وتم التطرق فيها إلى التعريف بالمؤسسة وإلى هيكلها التنظيمي وعملية التحسين التي عرفتها المؤسسة من أجل حماية وحفظ البيئة.

II- النظام الإنتاجي في المؤسسة: وتم فيه التعرض إلى مدخلات ومخرجات النظام الإنتاجي والتعريف بالطريقة الإنتاجية وتحليل حجم وطبيعة التعطلات أثناء العملية الإنتاجية.

III- وظيفة الصيانة بالمؤسسة: وشمل البعد التنظيمي لدائرة الصيانة والإصلاح، وإلى سياسات وتكاليف الصيانة بالمؤسسة إلى جانب تخطيط أعمال الصيانة، وتسيير مخزون قطع الغيار.

I- تقديم المؤسسة:

تقع وحدة التحليل الكهربائي للزنك بالغزوات قرب الميناء أي شمال غرب المدينة، وهي تتربع على مساحة تقدر بـــ 22 هكتار، كانت من قبل امتدادا للمدينة (منطقة شاطئية جميلة) حيث كانت تتواجد بها عدة أنشطة اقتصادية وسياحية. ولإقامة هذا المصنع تطلب الأمر تدمير معامل صغيرة لتصبير السمك وحفظه، كما انتزعت ورشات ميكانيكية كانت تابعة للشركة الوطنية للسكك الحديدية بالإضافة إلى قاعة سينما وحي سكني صغير.

ولقد راعت السلطات المركزية عدة مسائل عند تنصيب هذا المصنع منها:

- قرب المصنع من الميناء حتى يقوم بنشاط التصدير والاستيراد؛
- وجود سكة حديدية تربط الوحدة بشبكة السكة الحديدية الوطنية، وإقامة سكة حديدية تربط الوحدة بمنجم العابد والذي كان يرجى منه أن يمول الوحدة بنسبة معينة من المادة الأولية حيث لا يبعد عنها إلا بـــ 110 كلم مما يؤدي إلى تخفيض تكاليفها؛
- إدخال التصنيع الآلي للمنطقة في إطار التوازن الجهوي المعمول به آنذاك وتكريس عدالة اجتماعية وتشغيل العاطلين عن العمل إلا أن السلطات تناست المحيط الذي يستقبل هذه الصناعة.

I-1- التعريف بمؤسسة ALZINC:

الشركة الجزائرية للزنك ALZINC هي فرع من مجمع METANOF تابعة للشركة القابضة للصلب.أحدثت بتاريخ 24-05-1998 برأسمال اجتماعي يقدر بـــ:

00. 000 000 855 دج (ثمان مائة وخمسة وخمسون مليون دينار جزائري) مقسم على 8550 سهم، قيمة كل سهم 00. 000 100 دج ملك لمؤسسة ميطانوف.

وطبقا للقانون الأساسي تهدف الشركة إلى إنتاج وتسويق مادة الزنك وخلائط الزنك (زماك)، الحامض الكبريتي وسبائك النحاس.

دخلت الشركة الجزائرية للزنك حيز الإنتاج في شهر ديسمبر 1974، وهي المُنتِج الوحيد لمادة الزنك على المستوى العربي والثاني في إفريقيا.

القدرة الإنتاجية للزنك ومشتقاته هي 36850 طن سنويا.

ولقد ساهمت عدة شركات جزائرية وأجنبية في بناء هذا المصنع وهي:

1. بالنسبة للشركات الجزائرية:

- شركة TLANTIKIT وهي شركة خاصة تكلفت بالتجهيزات الكهربائية؛
- الشركة الوطنية للبناءات المعدنية SN.Métal أنجزت البناءات المعدنية كبناءات الأحواض؛
- الشركة الجزائرية للمقاولات SAE تكلفت بالتجهيزات المعدنية؛
- شركة SABIBAD تكلفت بالطلاء.

2. بالنسبة للشركات الأجنبية:

- شركة MECHIM البلجيكية بحيث عهدت لها بالهندسة الصناعية (أسلوب وطريقة فن البناء)؛
- شركة LURGHI الألمانية بحيث تكلفت بتجهيز مصلحة التأكسد والحرارة؛
- شركة CHEMICO الانجليزية بحيث تكلفت بتركيب وإنشاء تصفيات الغازات والحمض الكبريتي؛
- شركة DEGRIMONT تكلفت بتجهيز محطات خسف المعدن ومعالجة المياه.

ومن أهم الشركات المتعاملة مع شركة ALZINC نجد:

أولا: السوق الخارجية:

1- شركات أوروبية: أهمها شركة GLENCORE بسويسرا التي تعتبر من الشركات الأولى المتعاملة مع ALZINC، كانت تتعامل معها في البداية بالمقايضة فتمدها ALZINC بالمنتجات مقابل المادة الأولية، لكن بعد فشل المقايضة تم إلغاء العمل بها وأصبحت شركة ALZINC تشتري المادة الأولية من شركة GLENCORE وتبيعها منتجاتها ومع بداية سنة 2009 عادت تتعامل معها بالمقايضة لكن بنسبة مئوية معينة، وبما أنها من أهم المتعاملين فهي تأخذ أكبر نسبة من المنتجات وتبرم معها عقود لمدة سنة. هذا إضافة إلى شركات أخرى مثل شركة GALVANIZADOS وهي شركة اسبانية.

2- شركات مغربية: أهمها شركة "MAGHREEB STEEL/ATLASCIT" وهي تحتل المرتبة الثانية بعد شركة GLENCORE.

إضافة إلى شركات أخرى عديدة بلجيكية، تونسية وايطالية ... لكن بنسبة صغيرة.

ثانيا: السوق الوطنية:

1- شركة ARSELOR MITTAL بعنابة وهي تحتل المرتبة الأولى؛

2- شركة BATICIM برويبة؛

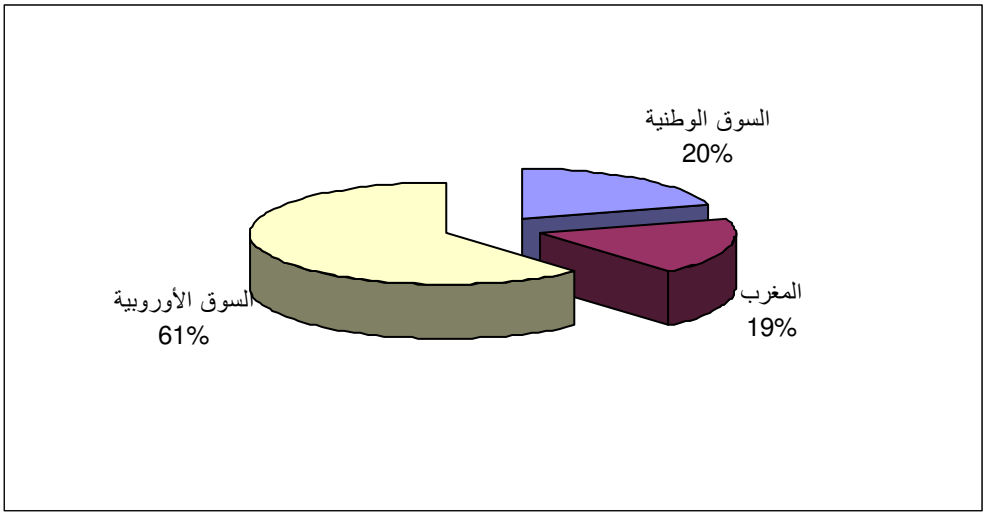
3- شركة IRRAGRIS ببرج بوعريريج؛

4- شركة GALVATUBE بعنابة؛

5- شركة S.A.E.G بواد سمار.

الشكل رقم (IV-1):نسب مبيعات ALZINC لسنة 2009

من الزنك وخلائط الزنك حسب الوجهة



المصدر: وثائق المؤسسة

I-2- التنظيم الهيكلي لمؤسسة ALZINC:

يقصد بالهيكل التنظيمي للمؤسسة البناء أو الإطار الذي يحدد الإدارات أو الأجزاء الداخلية فيها، فهو يبين التقسيمات التنظيمية والوحدات والفروع التي تقوم بالأعمال والأنشطة التي يتطلبها تحقيق أهداف المؤسسة، كما أنه يحدد السلطة التدريجية ومواقع اتخاذ وتنفيذ القرارات الإدارية.

يتأثر الهيكل التنظيمي لأي مؤسسة بعدة عوامل هي: حجم المؤسسة أو الوحدة الصناعية ومدة حياتها ومكان عملها ودرجة التخصص اللازمة لها والقدرات الإنسانية التي تحتاجها ونوعية التكنولوجيا التي تستخدمها والظروف البيئية التي تعمل بها.

والهيكل التنظيمي لمؤسسة ALZINC هو كما يلي:

المديرية العامة:

تقوم بالتسيير وفقا للوائح والقوانين سواء بخصوص الأمور الاجتماعية (التشغيل، التقاعد، المنازعات الاجتماعية)، إجراءات البيع والشراء أو المحاسبة، وهذا بمساعدة الأقسام (الدوائر، المديريات) التالية:

1. **دائرة الإنتاج 1**: مقسمة إلى:
   - مصلحة التأكسد؛
   - مصلحة التأشين والتطهير؛
   - مصلحة السوائل اللازمة.

وتقوم بتهيئة المواد الأولية وتحويلها من مادتها الصلبة إلى السائلة مركزة بالزنك.

2. **دائرة الإنتاج 2**: تنقسم إلى:
   - مصلحة التحليل الكهربائي؛
   - مصلحة تذويب وتخليط الزنك؛
   - مصلحة الاسترجاع.

تعمل على التحويل الكهربائي للزنك من حالته السائلة إلى حالته الصلبة ثم تحويله إلى مختلف الأشكال (السبائك، الأقراص،...).

3. **دائرة الصيانة والإصلاح**: مقسمة إلى:

- مصلحة الميكانيك؛
- مصلحة الكهرباء؛
- مصلحة أجهزة القياس والضبط.

تعمل على الصيانة الوقائية والإصلاحية لمختلف الورشات والعتاد.

4. **دائرة الدراسات وتسيير المخزون**: تنقسم إلى:

- مصلحة المخزن المركزي؛
- مصلحة المكتب التقني المركزي للدراسات؛
- مصلحة الوسائل العامة.

تهتم بالدراسة والتخطيط لكل عمليات الإصلاح كما تقوم بمراقبة كل أطوار الإنتاج والمنتوج ذاته.

5. دائرة التجارة والتموين: تنقسم إلى:

- مصلحة التجارة؛
- مصلحة التموين.

هي الممون لكل حاجيات المؤسسة من مادة أولية كما تقوم بإبرام وتنفيذ عقود البيع.

6. دائرة المالية والخزينة: تنقسم إلى:

- مصلحة المحاسبة والجباية؛
- مصلحة المالية ومراقبة التسيير.

من مهامها إعداد الميزانية السنوية ومراقبة مختلف العمليات المالية.

7. دائرة الموارد البشرية: مقسمة إلى:

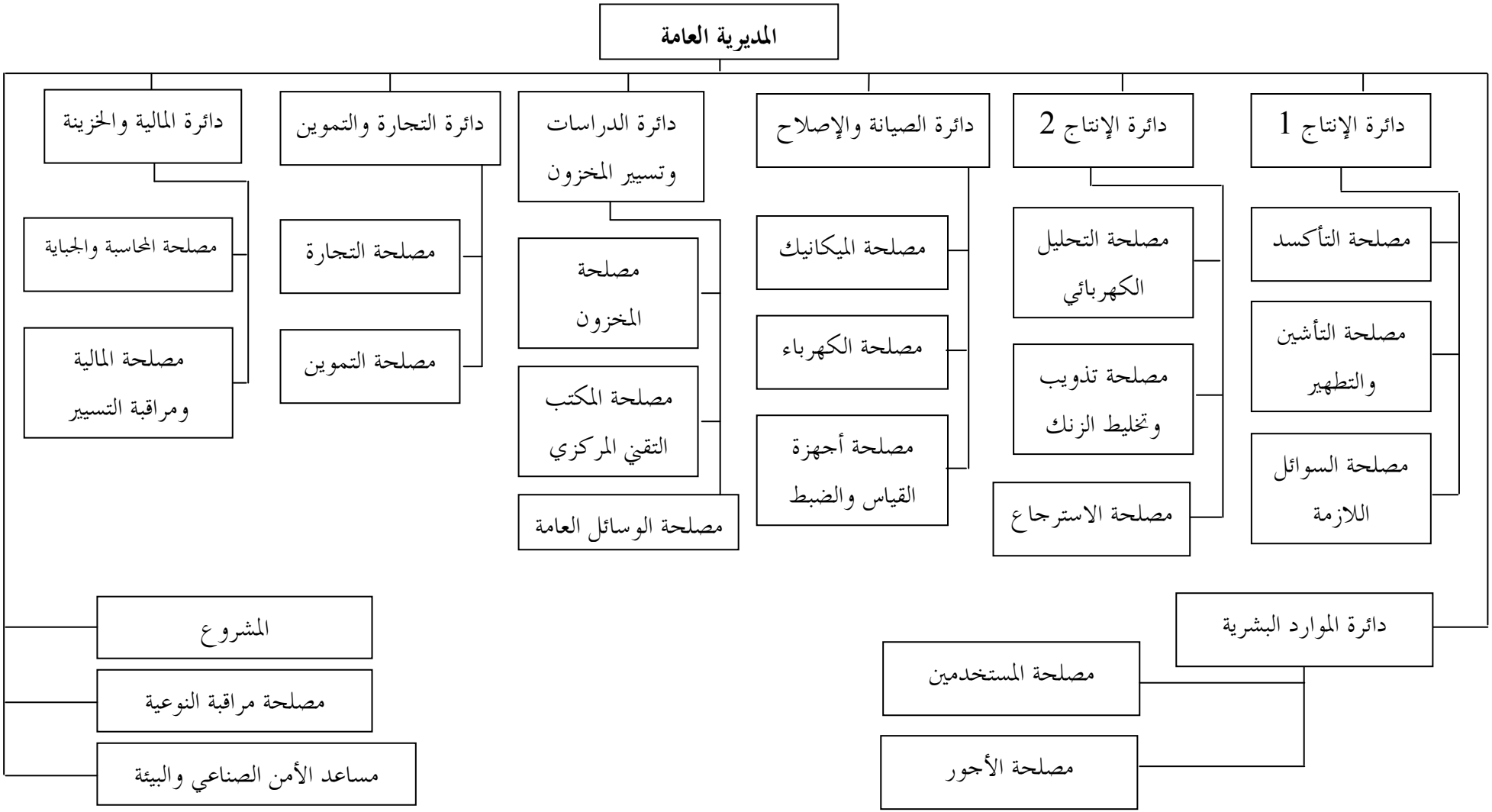
- مصلحة المستخدمين؛
- مصلحة الأجور.

من مهامها تسيير شؤون المستخدمين بما فيهم نقلهم، تأميناتهم...

بالإضافة إلى:

- مصلحة مراقبة النوعية؛
- مساعد الأمن الصناعي والبيئة.

الشكل رقم(IV-2):الهيكل التنظيمي للمؤسسة



المصدر: وثائق المؤسسة

I-3- عملية التحسين في مؤسسة ALZINC:

إن طبيعة نشاط مؤسسة ALZINC يجعلها تمثل خطرا حقيقيا على البيئة والمحيط نظرا لما تخلفه من نفايات سامة والتي يتم التخلص منها في البحر حيث لوحظ تراجع هام في كمية الأسماك وفي جودتها وقيمتها الغذائية، هذا من جهة ومن جهة أخرى نجد الغازات السامة التي تنطلق نتيجة تحليل المادة الأولية تؤدي إلى تلوث البيئة والمحيط ومنه إلى تراجع صحة سكان المدينة الذين أصبحوا يشتكون من أمراض عديدة كالربو وهشاشة العظام وغيرها...

وعليه وبتاريخ 20 مارس 2002 تم الإمضاء على عقد مع وزارة تهيئة المحيط وحماية البيئة، وبموجب هذا العقد تلتزم مؤسسة ALZINC بمتابعة الجهود من أجل حماية وحفظ البيئة. كما قامت المؤسسة بوضع آلية لتسيير البيئة وهذا طبقا لمعيار ايزو 14001 طبعة 2004، وضعت من خلاله مجموعة من الميكانزمات على المدى القصير، المتوسط والطويل يمكنها من ديمومة التطور الحسن.

ولقد قامت مؤسسة ALZINC بانجاز برنامج لضمان تقليص وتسوية النفايات يهدف من جانب إلى المطابقة لأسس حماية البيئة ومن جانب آخر للمحافظة على النشاط الصناعي. يتمحور هذا البرنامج حول الأسس التالية:

1. تصفية النفايات السائلة:

في عام 1987 قامت المؤسسة بإنشاء محطة لتصفية المواد السائلة التي تصب في البحر ودخلت حيز الأشغال وبصفة مستمرة عام 1990.

2. النفايات الغازية:

استلزم هذا الموضوع القيام بأربعة عمليات ضرورية وهي كالتالي:

- **تصفية مياه البحر:** أمام مشكلة تموين المصنع بالمياه ونظرا للتوقفات عن التشغيل وإعادة التشغيل المتكررة الناتجة عن الانقطاعات لتزويد الوحدة بالمياه، وهو أحد الأسباب الرئيسية لمصدر التلوث، قامت المؤسسة عام 1994 بإنشاء وحدة لتصفية مياه البحر بطاقة تصل إلى 2000 $م^3$ يوميا.

- **اقتناء برجين واحد للامتصاص وآخر للتجفيف:** إعادة تجديد هذين البرجين أصبح جد ضروري وهذا للصدأ الكبير الذي لحق بهما بحيث يلعبان دورا هاما في عملية إنتاج الحامض الكبريتي.

3. النفايات الصلبة:

إنشاء حوض لتخزين النفايات الصلبة طبقا للمقاييس الدولية وهذا نتيجة أن المحيط الذي خصص للتخزين منذ انطلاق المصنع في التشغيل أصبحت طاقته محدودة.فالحوض الصناعي الخاضع للرقابة كان محل دراسة متعلقة بالبيئة وقد أنشئ طبقا للنصوص التنظيمية ودخل حيز الأشغال في شهر جويلية من عام 2001.

4. إعادة تأهيل ورشتي التأكسد والحمض:

يعتبر هذا المشروع ذو أهمية كبرى لما له من ايجابية في إعادة تأهيل ورشتي التأكسد والحمض، والهدف من عملية إعادة التأهيل:

- وضع حد للتوقفات المستمرة لهذه الورشة وما ينجز عنها من نفايات على البيئة (النفايات الغازية)؛
- التشغيل المستمر والعادي للورشات الأخرى.

وقد أعيد تشغيل هاتين الورشتين بتاريخ 24-02-2002.

وفيما يلي الكلفة الإجمالية الخاصة بالاستثمارات التي أنفقت للمحافظة على البيئة:

الجدول رقم (IV-1): الكلفة الإجمالية الخاصة بالاستثمارات التي أنفقت للمحافظة على البيئة

و:مليون دج

العملية	الكلفة
ورشة تصفية السوائل	32
محطة تصفية مياه البحر	129
تجديد برجي الامتصاص والتجفيف	47
ورشة تصفية الغازات	188
الحوض الصناعي لتخزين النفايات الصلبة	70
تأهيل ورشتي التأكسد والحمض	651
المجموع	**1117**

المصدر:وثائق المؤسسة

II- النظام الإنتاجي في المؤسسة:

II-1- مدخلات ومخرجات النظام الإنتاجي :

ككل مؤسسة إنتاجية تقوم ALZINC بتأمين مدخلات العملية الإنتاجية والتي تتمثل أساسا في المادة الأولية والتي يتم استيرادها من البيرو بعد أن أثبت منجم العابد عدم قدرته على تلبية حاجيات المؤسسة، تمر هذه المادة الأولية بعدة مراحل ليتم الحصول في الأخير على مخرجات مؤسسة ALZINC، وسنقوم فيما يلي بعرض مدخلات ومخرجات النظام الإنتاجي للمؤسسة:

II-1-1- مدخلات النظام الإنتاجي:

تتمثل مدخلات النظام الإنتاجي لمؤسسة ALZINC فيما يلي:

- المعدن؛
- الطاقة الكهربائية؛

- الألمنيوم؛
- الرصاص؛
- الماء والبخار والهواء.

والجدول التالي يوضح استهلاك المؤسسة من هذه المواد:

الجدول رقم (IV-2):تطور مدخلات النظام الإنتاجي لمؤسسة ALZINC

و:مليون دج

السنوات / الاستهلاك	2006	2007	2008	2009
المعدن	7148	6410	3785	3268
الطاقة	338	326	337	322
استهلاكات أخرى	225	265	281	250
المجموع	7711	7001	4403	3840

المصدر:الوثائق المسلمة من مصلحة المحاسبة

II-1-2- مخرجات النظام الإنتاجي:

تتمثل مخرجات النظام الإنتاجي لمؤسسة ALZINC فيما يلي:

- الزنك Zinc(SHG) ؛
- خلائط الزنك Alliages de zinc؛
- الزماك Zamac؛
- مسحوق الزنك Poudre de zinc؛
- الحامض الكبريتي Acide Sulfurique؛
- النحاس Cuivre.

والجدول التالي يوضح الكميات المنتجة من الزنك ومشتقاته إلى جانب الحامض الكبريتي والنحاس

الجدول رقم (IV-3):حجم الإنتاج لمؤسسة ALZINC

و:طن

السنوات / الكميات المنتجة	2006	2007	2008	2009
الزنك	18160	14231	21314	24144
خلائط الزنك	14006	12782	9059	6136
الزماك	688	236	379	613
مجموع الزنك ومشتقاته	32854	27249	30752	30863
الحامض الكبريتي	59514	49936	51030	53620
النحاس	63	34	28	53

المصدر: الوثائق المسلمة من مصلحة المحاسبة

II-2- الطريقة الإنتاجية :

أولا: مرحلة التأكسد:

تحتوي المادة الأولية (المعدن: la blende) على54 %إلى 60% من الزنك و32% من الكبريت و 6% من الحديد،1% إلى 2% من الرصاص، 3% من SiO2، وحوالي 15 مركب آخر نسبتهم في حدود 0.15%.

تتم أكسدة المعدن داخل الفرن في مجرى التذويب تحت درجة 950°م وذلك حسب المعادلة التالية:

$$ZnS + 3/2\ O_2 \longrightarrow ZnO + SO_2 + \text{حرارة}$$

نواتج عملية الأكسدة تتمثل في أكسيد الزنك يتم توجيهه عبر أنابيب نحو مخازن، وغاز ثاني أكسيد الكبريت تركيزه حوالي 6% الذي يوجه خلال سلسلة من الأجهزة والتي تهدف إلى تصفيته وتبريده ثم بعد ذلك يحول إلى فرن الحفز (Four de catalyse) أين يتم أكسدته، حيث يتفاعل مع بانتا أكسيد فاناديوم (V_2O_5) حيث يتحول إلى (SO_3).

إن تفاعل الأكسدة من SO_2 إلى SO_3 ترافقها أيضا انبعاث للحرارة.

$$SO_2 + 1/2\ O_2 \longrightarrow SO_3 + \text{حرارة}$$

يمر الغاز مباشرة عبر أربعة طبقات حصوية للحفز حيث تنخفض الحرارة عند الخروج من كل طبقة، ثم يتم تحويله إلى حمض الكبريت حسب المعادلة التالية:

$$SO_3 + H_2O \longrightarrow H_2SO_4$$

هناك تفاعلات أخرى طفيلية أو عرضية لم تذكر، بينما البخار يضمن عمليا الطاقة الحرارية الضرورية لمراحل المعالجة بالساخن للمحاليل.

ثانيا: مرحلة التأشين والتطهير:

يجعل أكسيد الزنك المحصل عليه في حالة انحلال في الحامض الكبريتي مع تفادي ذوبان الشوائب، هذه العملية تسمى التأشين (Lixiviation) وهي تهدف إلى انحلال نسبة الزنك إلى حد أقصى بغرض استرجاعه ونزع معظم الشوائب الزائدة في المحلول ومن جهة أخرى إعطاء المحلول قوة طاقوية من جراء المقاومة التفاعلية التي تحدث في مجموعة متسلسلة من الأحواض المغطاة، ينتج عن هذه العملية محلول خام من $ZnSO_4$ ورواسب غنية بالزنك يضاف إليها قصد معالجتها نسبة من الحمض في مجموعة أخرى متسلسلة من الأحواض مماثلة للأولى لكن تحت حموضة عالية.

إن المحلول المحصل عليه من عملية التأشين مشبع بالشوائب التي يمكن أن ترسو على المهبط قبل التصاق الزنك لذا يمر بعملية التطهير (Purification) حيث يتم فصل الشوائب على شكل اسمنت بإضافة عامل السمنتة وهو برادة أو مسحوق الزنك، هذه العملية تتم على مرحلتين:التطهير على الساخن يرتكز على فصل الجزء الأكبر من الشوائب أهمها(نيكل،كوبلت، نحاس، قصدير...)، والتطهير على البارد ويركز على فصل بقايا الكدميوم والثاليوم.

ينتج عن عملية التطهير محلول مطهر من $ZnSO_4$ يحتوي على حوالي150 غ/ل من الزنك.

ثالثا: مرحلة التحليل الكهربائي للزنك:

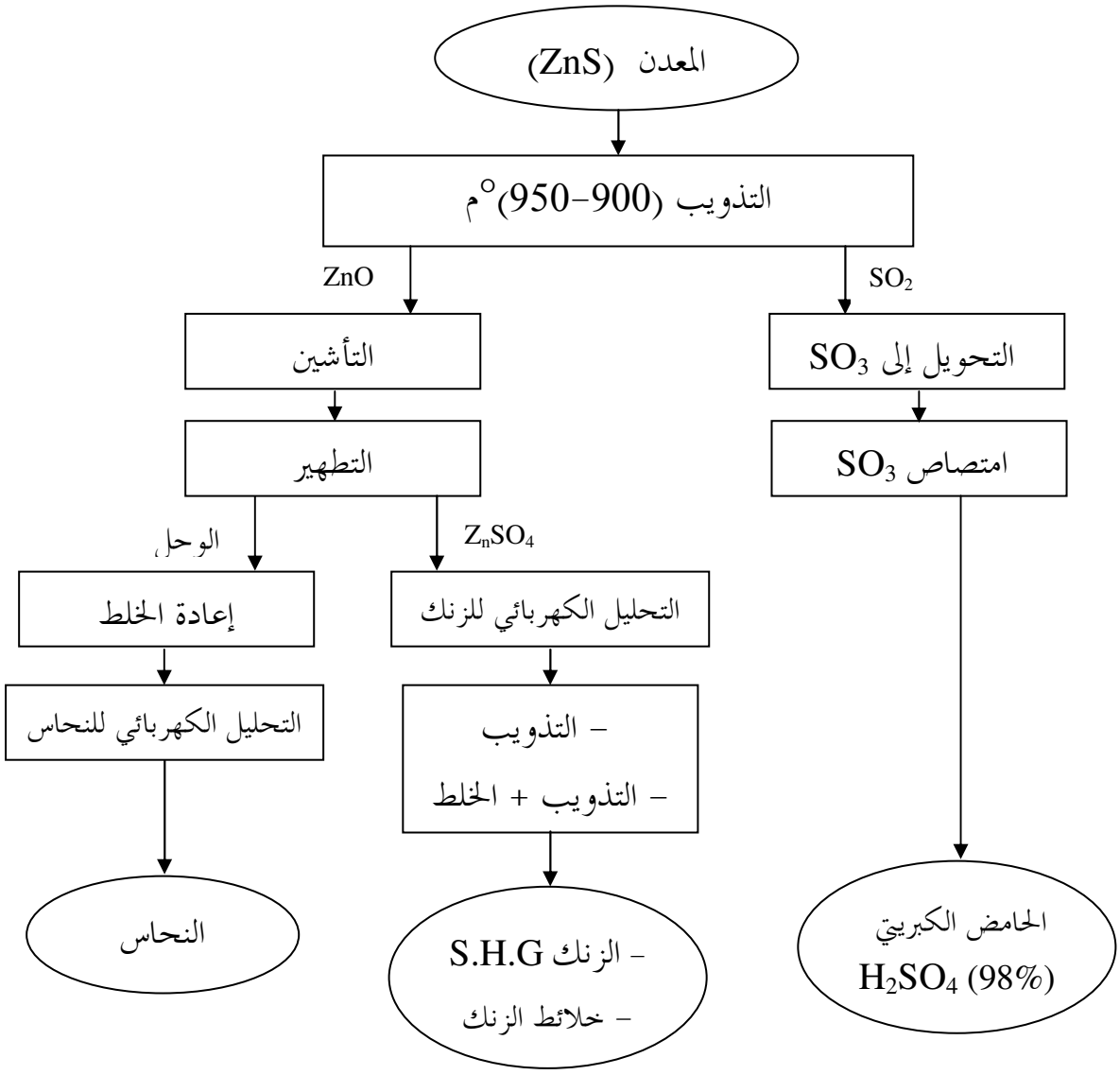
يتم بعث المحلول المطهر ($ZnSO_4$) نحو خلايا كهرو تحليل وهي مشحونة بطاقة كهربائية ومجهزة بنوعين من الصفائح تسمى الأولى بالمهبط (كاتود) وتحمل قطبا سالبا والثانية تسمى بالمصعد (أنود) وتحمل قطبا موجبا وعدد هذه الخلايا هو288 خلية، وتحت تأثير الكهرباء يترسب

الزنك على المهابط وبعد مرور 24سا من ذلك يتم تقشيره. نسبة نقاوة الزنك المحصل عليه من عملية التحليل الكهربائي هي 99.995% وهو صنف رفيع خاص (Spécial High Grade ou SHG) وهي النسبة التي تسمح له بأن يسجل في بورصة لندن للمعادن LME.

رابعا: مرحلة التذويب:

يتم تذويب صفائح الزنك (الرقاقات المهبطية) المحصل عليها في أفران بالحث الكهربائي،حيث تتراوح درجة الحرارة ما بين 450 °م -550 °م ثم يمرر هذا الزنك عبر المسبك ليتم الحصول على سبائك الزنك الخالص (SHG).

الشكل رقم (IV-3):طريقة الإنتاج في مصنع ALZINC



المصدر: وثائق المؤسسة

II-3- تحليل حجم وطبيعة التعطلات أثناء العملية الإنتاجية :

سمحت لنا الدراسة الميدانية بالتعرف على الأسباب المختلفة التي تقف وراء توقف العملية الإنتاجية أو تعطلها وتسليط الضوء على تحليل حجم وطبيعة التعطلات للفترة الممتدة من سنة 2006 إلى سنة 2009.

تم التعرف على 15 سببا من أسباب توقف العملية الإنتاجية قمنا بتصنيفها إلى خمسة أنواع أساسية وهي: التعطل لأسباب ميكانيكية والتعطل لأسباب كهربائية والتعطل لأسباب مرتبطة بمراقبة الضبط، وأسباب مرتبطة بالعملية الإنتاجية إلى جانب أسباب أخرى تضم مشاكل متعلقة بالمخزون سواءا من حيث انقطاعه أو رداءة نوعيته، والتغذية الكهربائية والتغذية السائلة (الماء، الهواء، البخار) إلى جانب الغيابات والكوارث وغيرها.

ويوضح الجدول التالي عدد ونوع الأسباب المؤدية لتوقف العملية الإنتاجية.

الجدول رقم (IV-4):عدد ساعات التوقف والنسبة المئوية حسب طبيعة كل حدث للفترة 2006-2009

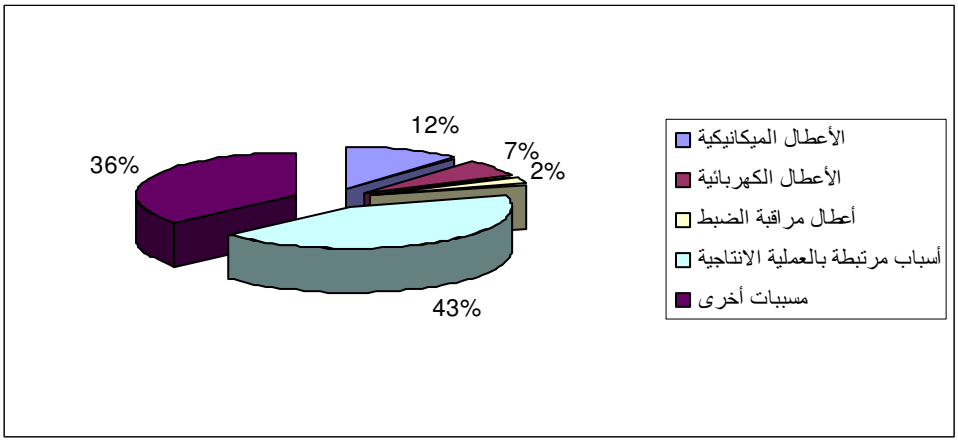
الوحدة: الساعة

السنوات / أسباب التوقف	2006		2007		2008		2009		المجموع	
	حجم التوقف	%	حجم التوقف	%	حجم التوقف	%	حجم التوقف	%	حجم التوقف	%
أعطال ميكانيكية	2142.35	29	441.55	6	408	5	302.5	5	3294.4	12
أعطال كهربائية	763.35	10	770.6	11	105.15	1	302.5	5	1941.6	7
أعطال مراقبة الضبط	302	4	57.3	1	180	2	143.5	2	682.8	2
أسباب مرتبطة بالعملية الإنتاجية	1734.69	23	2673.15	39	3848.05	48	3847	65	12102.89	43
أسباب أخرى	2542.08	34	2937.1	43	3518.6	44	1358.7	23	10356.48	36
المجموع	7484.47	100	6879.7	100	8059.8	100	5954.2	100	28378.17	100

المصدر: من إعداد الطالبة بالاعتماد على وثائق دائرة الإنتاج

حاولنا من خلال هذا الجدول تسليط الضوء على بعض الأسباب التي تقف وراء توقف العملية الإنتاجية وإبراز حجم تأثير التوقفات الميكانيكية والكهربائية وقياس الضبط عليها. ويمكن توضيح نسبة كل سبب من خلال التمثيل البياني التالي:

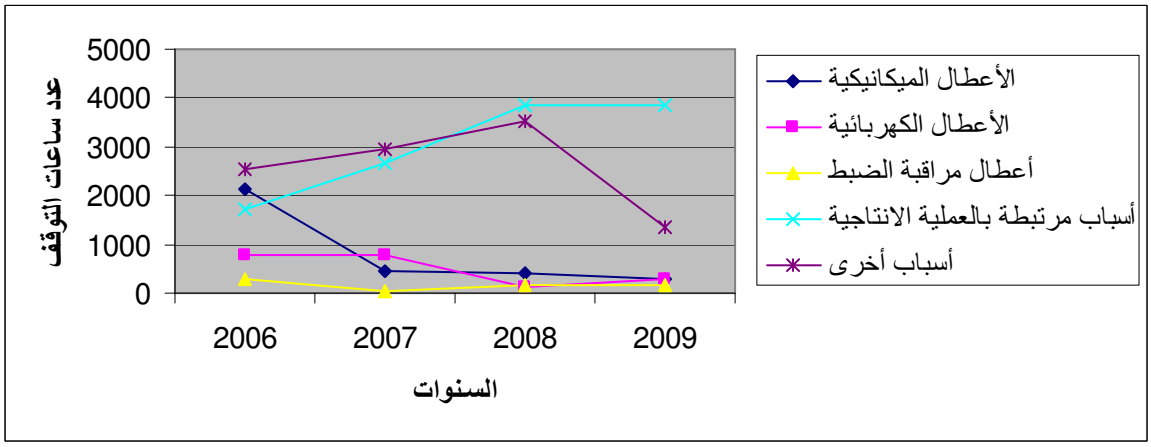
الشكل رقم (IV-4) :نسبة حجم التوقف الساعي لكل سبب من أسباب التوقف



المصدر: من إعداد الطالبة

إن حجم التوقف الذي يكون سببه مرتبط بسيرورة العملية الإنتاجية يتصدر الأسباب التي تقف وراء توقف العملية الإنتاجية ثم تليها الأسباب المتنوعة وبعدها الأعطال الميكانيكية والكهربائية ومراقبة الضبط على التوالي. ولتوضيح تطور الحجم الساعي للتوقفات لكل نوع من هذه الأسباب نستعين بالتمثيل البياني التالي:

الشكل رقم (IV-5): تطور الحجم الساعي لكل سبب من أسباب التوقف للفترة 2006-2009



المصدر: من إعداد الطالبة

يظهر جليا من التمثيل البياني أن أعطال مراقبة الضبط تبقى في مستوياتها الدنيا طيلة فترة الدراسة بمعدل 170سا توقف في السنة أي ما يقارب 7 أيام توقف، تليها مباشرة الأعطال الكهربائية بمعدل 485.4سا توقف سنويا كانت مرتفعة في سنتي 2006-2007 ثم بدأت في الانخفاض ومن بين الأعطال الكهربائية الأساسية نجد تعطل المحرض المغناطيسي المتواجد بالفرن الذي يعمل على تذويب الزنك، أما فيما يخص الأعطال الميكانيكية فقد كانت في أعلى مستوى لها سنة 2006 حتى أنها فاقت الأسباب المرتبطة بالعملية الإنتاجية ثم انخفضت بعد ذلك ومن بينها توقف الصحن الدوار الذي يعمل على توزيع المعدن. إن انخفاض الحجم الساعي للتوقفات الناجمة عن الأعطال الميكانيكية والكهربائية ومراقبة الضبط يرجع إلى الجهود المبذولة من عمال قسم الصيانة من صيانة وقائية وعلاجية.

إن الحجم الساعي للتعطلات المرتبطة بالعملية الإنتاجية كان منخفضا نوعا ما في بداية فترة الدراسة ثم بدأ في الارتفاع ليصل إلى أعلى مستوى له في سنة 2008 حيث فاق المتوسط الحسابي للسنوات الأربع المدروسة وبقي مرتفعا حتى سنة 2009. إن طبيعة التعطلات المرتبطة بالعملية الإنتاجية تتمثل أساسا في تنقية الصهاريج من الترسبات مثل الكوبالت، النحاس والكادميوم إلى جانب مراقبة البرج المحفز على عملية تحويل ثاني أكسيد الكبريت SO_2 إلى SO_3 وتضم أيضا الأسباب المرتبطة بالمخزون سواءا من حيث انقطاعه أو رداءته ويشمل المخزون هنا إما المادة الأولية من معدن أو المخزون الوسطي المتمثل في ZnO، $ZnSO_4$، Zinc cathode و Cuivre cathode.

وفيما يخص المسببات الأخرى والتي تشمل الغيابات، الكوارث، التغذية السائلة (الماء، الهواء والبخار) والتغذية الكهربائية وامتلاء الخزانات فقد شهدت ارتفاعا طيلة السنوات الثلاثة الأولى لتصل إلى أدنى مستوى لها في سنة 2009.

ملاحظة: لم يتم إدراج التوقف المبرمج ضمن الأسباب المؤدية لتوقف العملية الإنتاجية وهو التوقف المخصص لإجراء مختلف أعمال الصيانة للمصنع ككل وهو يمتد من شهر إلى شهرين كأقصى تقدير.

II-3-1- أثر حجم التوقفات على تدفق الإنتاج :

تصل القدرة الإنتاجية للزنك وخلائطه إلى 36850 طن سنويا، وللمؤسسة حجم إنتاج سنوي متوقع يتوقف على الإمكانيات المادية والبشرية المتاحة ومدى نجاعة أعمال الصيانة الوقائية والعلاجية التي تعمل على الحد من التوقفات الفجائية للتجهيزات.ويجب الإشارة هنا إلى أنه وبالرغم من ارتفاع حجم التوقفات المرتبطة بالعملية الإنتاجية والأسباب الأخرى لكن ليس له التأثير السلبي البليغ على سيرورة الإنتاج لأن تعطل جزء معين من سلسلة الإنتاج لا يؤدي دائما إلى تعطل الجزء السابق أو اللاحق له لأنه في غالب الأحيان يكون هناك مخزون وسطي يسمح بإتمام العملية الإنتاجية، وكمثال على ذلك حدوث خلل في برج الأكسدة مع وجود كمية مخزنة من ZnO في مثل هذه الحالة ستستمر العملية الإنتاجية في حين يقوم عمال الصيانة بإصلاح الخلل. ويتضح هذا الأمر من خلال الجدول التالي:

الجدول رقم (IV-5):الإنتاج المتوقع والحقيقي للزنك مقارنة بالقدرة الإنتاجية المتاحة للفترة 2006-2009

الوحدة:طن

البيان / السنوات	قدرة الإنتاج المتاحة	الإنتاج المتوقع	الإنتاج الحقيقي	نسبة التحقق (%)	نسبة استغلال الطاقة المتاحة (%)
2006	36850	36850	32854	89.16	89.16
2007	36850	35000	27249	77.85	73.95
2008	36850	33000	30752	93.19	83.45
2009	36850	33000	30863	93.53	83.75
المجموع	147400	137850	121718	88.3	82.6

المصدر:من إعداد الطالبة بالاعتماد على الوثائق المقدمة من دائرة الإنتاج

تُعبِّر نسبة التحقق على مدى توفق المؤسسة في تحقيق الكميات المتوقع إنتاجها بناءا على الإمكانيات المتوفرة لديها، وتحسب انطلاقا من المعادلة التالية:

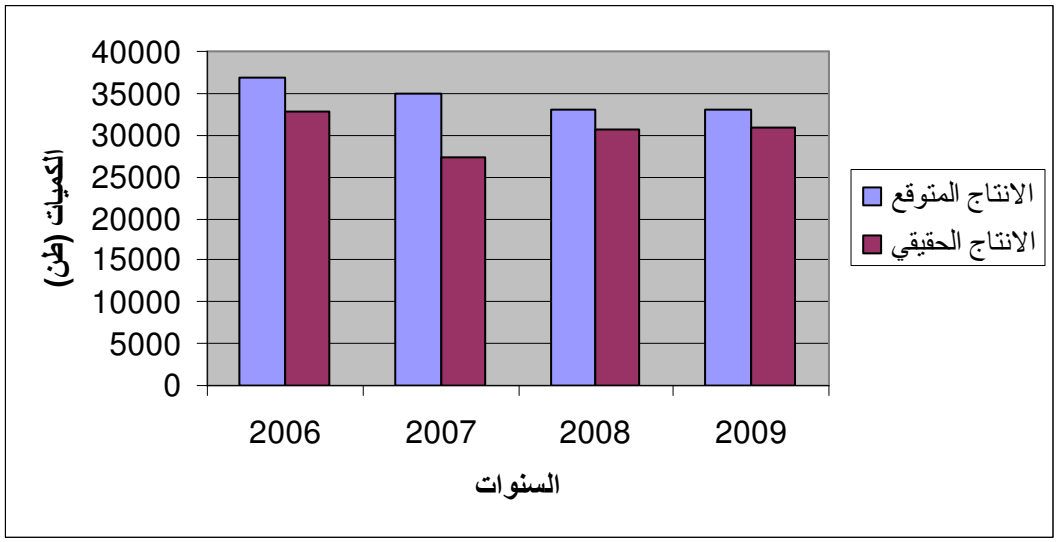
$$\text{نسبة التحقق} = \frac{\text{الإنتاج الحقيقي لكل سنة}}{\text{الإنتاج المتوقع لكل سنة}} \times 100$$

وفيما يخص نسبة استغلال الطاقة المتاحة فهي تعمد لمقارنة الكميات المنتجة فعلا بالقدرة الإنتاجية المتاحة للمؤسسة والتي تساوي إلى 36850 طن سنويا، وتعطى بالمعادلة التالية:

$$\text{نسبة استغلال الطاقة المتاحة} = \frac{\text{الإنتاج الحقيقي لكل سنة}}{\text{القدرة الإنتاجية المتاحة}} \times 100$$

يسمح لنا الجدول بإلقاء نظرة أولية على مدى تمكن المؤسسة من تحقيق الأهداف المسطرة لكل سنة ومدى استغلال الطاقة المتاحة والتي وصلت إلى أعلى مستوى لها سنة 2006 وتساوت فيها مع نسبة التحقق أما فيما يخص سنة 2007 فقد شهدت انخفاضا في كلا المؤشرين، ثم تتحسن الوضعية في السنتين المواليتين حيث تصل نسبة التحقق إلى أعلى قيمة لها في سنة 2009. ويمكن توضيح الفارق بين الإنتاج الحقيقي والمتوقع من خلال الأعمدة البيانية التالية:

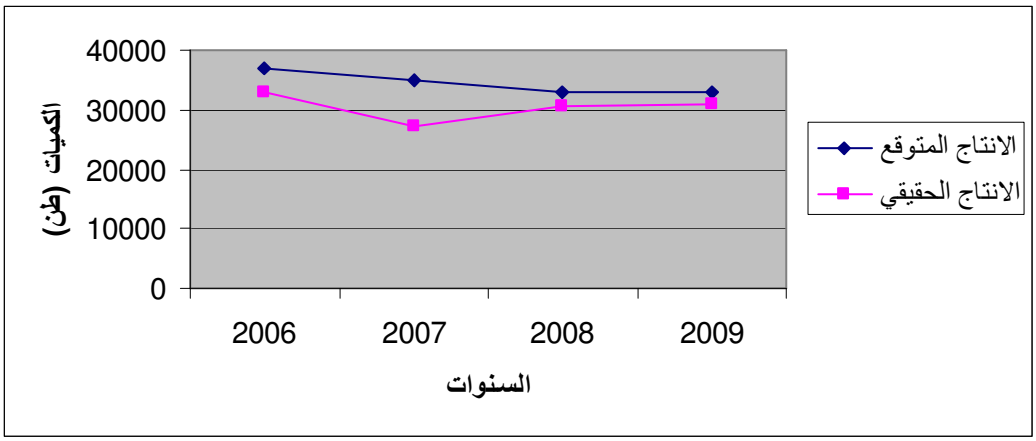
الشكل رقم (IV-6) :مقارنة تطور حجم الإنتاج الحقيقي بالمتوقع من الزنك وخلائط الزنك للفترة 2006-2009



المصدر: من إعداد الطالبة

ويمكن توضيح هذه المقارنة بين الإنتاج الحقيقي والمتوقع بشكل أدق من خلال المنحنى البياني التالي الذي يوضح لنا الفجوة التي حدثت في سنة 2007 حيث وصل الإنتاج الحقيقي إلى أدنى مستوى له خلال سنوات الدراسة الأربع ويرجع ذلك إلى المشكل التقني الذي حدث على مستوى التحليل الكهربائي للزنك حيث لم يعد الزنك يترسب على المهابط وهو ما سبب خسائر كبيرة:

الشكل رقم (IV-7):تطور الإنتاج الحقيقي والمتوقع للزنك وخلائط الزنك للفترة 2006-2009



المصدر: من إعداد الطالبة

III- وظيفة الصيانة في المؤسسة:

تسعى مؤسسة ALZINC كغيرها من المؤسسات إلى الحفاظ على تجهيزاتها الإنتاجية من خلال تنفيذ سياسات الصيانة الوقائية والعلاجية والتسيير الحسن لمخزون قطع الغيار لما لذلك من تأثير مباشر على حسن سير العملية الإنتاجية.

III-1- دائرة الصيانة والإصلاح وبعدها التنظيمي:

تحتل دائرة الصيانة والإصلاح أهمية كبيرة في مؤسسة ALZINC شأنها شأن دائرتي الإنتاج لما توفره من خدمات الصيانة الوقائية والإصلاحية التي تحافظ على التجهيزات الإنتاجية في أفضل حال وتقلص من أسباب توقف الإنتاج وبالتالي تخفيض تكاليفه، وفيما يلي نعرض توزيع عمال دائرة الصيانة حسب المؤهلات للفترة 2006-2009:

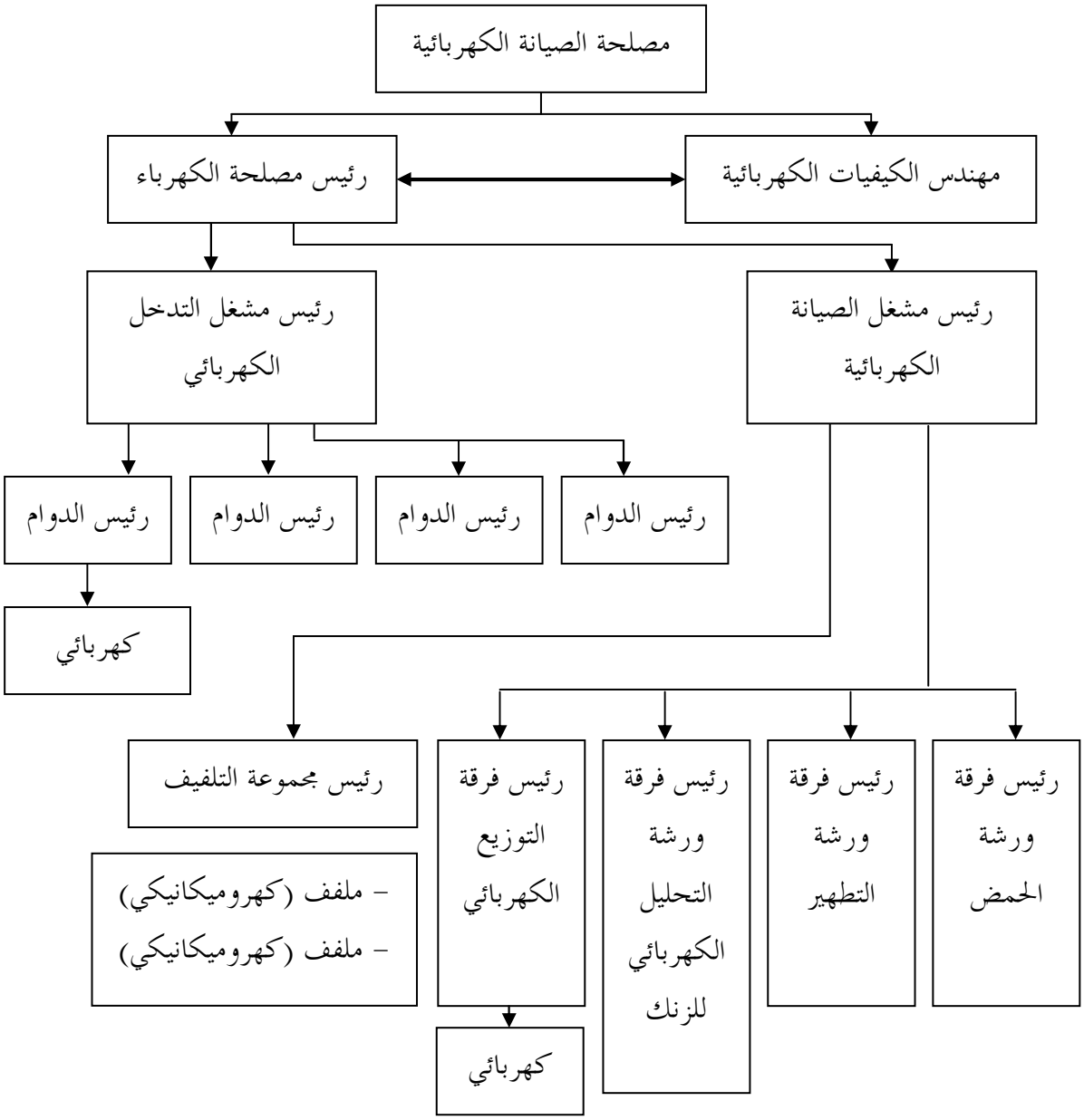
الجدول رقم (IV–6):توزيع عمال دائرة الصيانة حسب المؤهلات

السنوات / المؤهلات	2006	2007	2008	2009
إطارات	13	10	9	9
أعوان التحكم	45	48	45	45
أعوان التنفيذ	79	77	70	77
المجموع	137	135	124	131

المصدر:دائرة الموارد البشرية

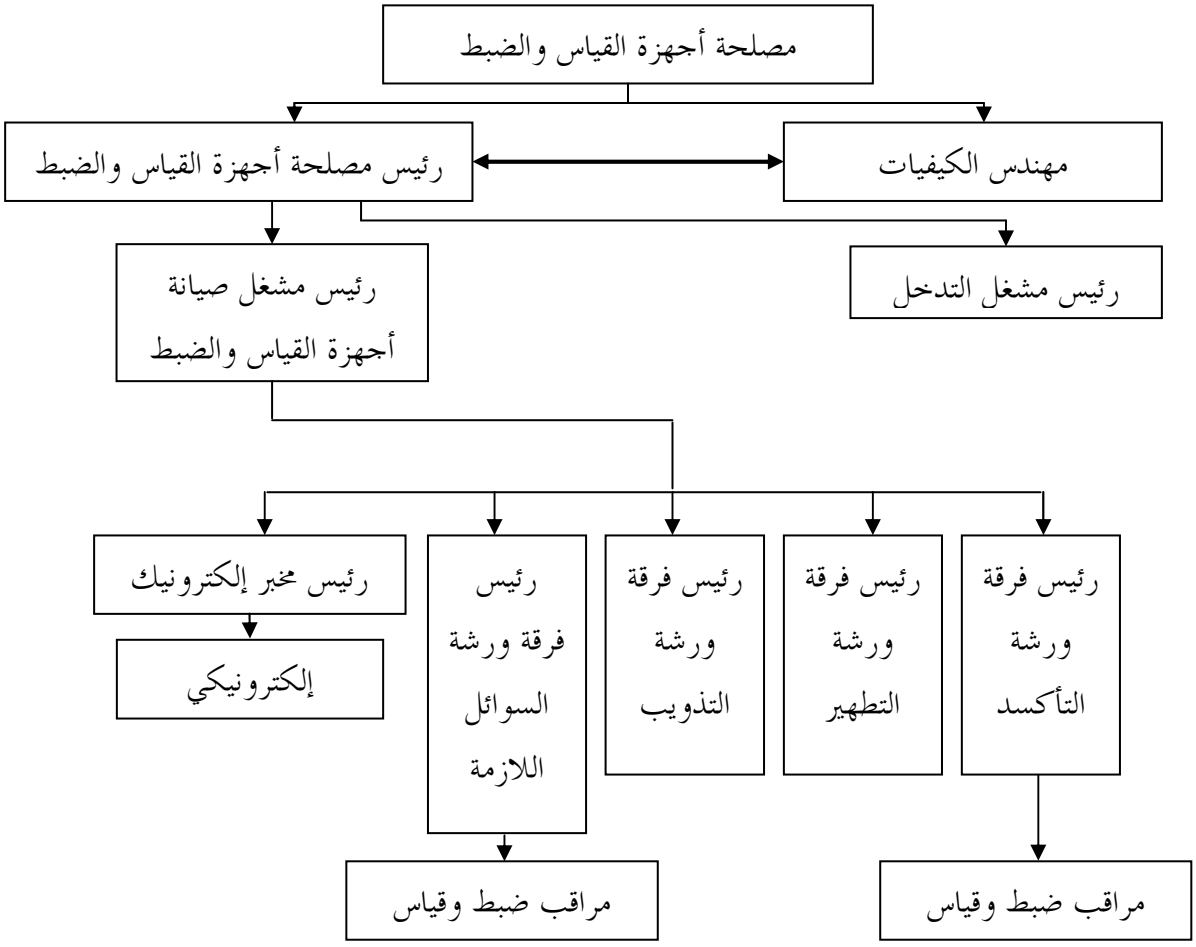
ويمكن توضيح الهيكل التنظيمي لكل مصلحة من مصالح دائرة الصيانة من خلال الأشكال التالية:

الشكل رقم (IV-8):الهيكل التنظيمي لمصلحة الصيانة الكهربائية



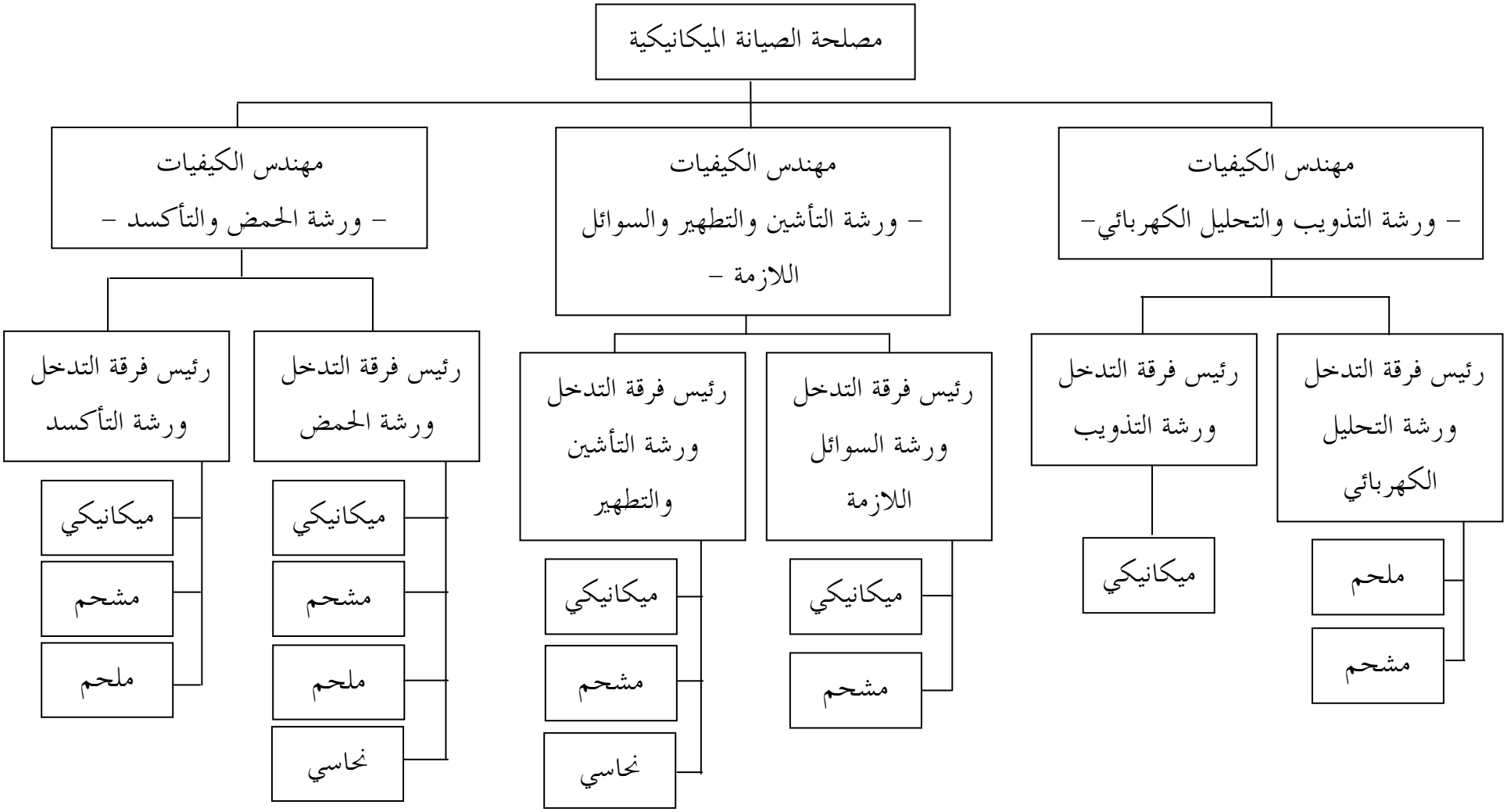
المصدر: مصلحة الكهرباء

الشكل رقم (IV-9):الهيكل التنظيمي لمصلحة أجهزة القياس والضبط



المصدر: مصلحة القياس والضبط

الشكل رقم (IV-10) :الهيكل التنظيمي لمصلحة الصيانة الميكانيكية



المصدر: مصلحة الميكانيك

III-2- سياسات وتكاليف الصيانة بمؤسسة ALZINC :

III-2-1- سياسات الصيانة:

تتبنى مؤسسة ALZINC سياستي الصيانة الإصلاحية والوقائية كما يلي:

III-2-1-1 الصيانة الإصلاحية:

تلجا مؤسسة ALZINC إلى أعمال الصيانة الإصلاحية عندما يحدث خلل مفاجئ أثناء سيرورة العملية الإنتاجية كأن تتوقف أحد التجهيزات عن العمل أو تنخفض إنتاجيتها ويتم ذلك وفق المنهجية التالية:

يحرر رئيس دائرة الإنتاج (أو الورشة أو الفرقة أو رئيس المصلحة أو الدوام) طلب العمل بعدما يتفحص مكان حدوث الخلل ويقرر على حسب خبرته ما إذا كان العطل ميكانيكيا أو كهربائيا أو متعلقا بقياس الضبط، ويحتوي هذا الطلب على المعلومات التالية:

- اسم الورشة؛
- اسم الطالب والمسؤول عنه؛
- تاريخ صدور طلب العمل (DT)؛
- رمز الآلة وموقعها؛
- نوع العطل؛
- إذا ما كان إصلاح العطل يجب أن يتم بصورة مستعجلة أو لا.

ترسل طلبات التدخل من طرف مصلحة الإنتاج إلى مسؤول دائرة الصيانة الذي يحولهم إلى أوامر هذه الأوامر توجه إلى فرق الإنجاز قصد التنفيذ وتتضمن المعلومات التالية:

- مصدر الطلب؛
- الطالب؛
- التخصص (كهربائي، ميكانيكي، قياس ضبط)؛
- نوع العطل؛
- الإجراءات الإصلاحية،
- الموكل بعملية الإصلاح؛
- مدة التنفيذ (تاريخ البدء والانتهاء من الصيانة الإصلاحية).

تتم الصيانة الإصلاحية إما على مستوى ورشة الإنتاج إذا كان سبب التوقف بسيطا حيث يتم إصلاح الآلة في مكان تواجدها أوقد يتطلب الأمر أخذها إلى أحد ورشات الصيانة (الميكانيكية أو الكهربائية أو ورشة قياس الضبط) وذلك حسب طبيعة العطل. وفي حالة توقف الآلة نهائيا عن العمل مع عدم إمكانية إصلاحها يتم إصدار طلب لمخزن قطع الغيار لتأمين آلة مثيلة لها.

III-2-1-2 الصيانة الوقائية:

تحتل الصيانة الوقائية أهمية كبيرة في المؤسسة باعتبارها تعمل على ضمان تقليص عدد تدخلات الصيانة الإصلاحية وبالتالي ضمان تقليص عدد توقفات العملية الإنتاجية، وتمثل تكاليفها النسبة الأكبر من تكاليف الصيانة الكلية. لذا يتم تخطيط أعمالها سنويا بناءا على المعلومات الواردة في السجلات التقنية المرفقة بكل آلة إلى جانب خبرة مهندسي الكيفيات الذين يقومون بمراقبة مدى حاجة التجهيزات للصيانة ففي كثير من الأحيان يكون تدخل الصيانة الوقائية بدون جدوى حيث تكون الآلة في أحسن أحوالها لذا من الأفضل تفادي تفكيك الآلة في كل مرة دون حاجتها لذلك، هذا فيما يخص الصيانة الوقائية النظامية أما الصيانة الوقائية الشرطية فترتبط بحدوث خلل معين في الآلة ينتج عنه صدور بعض الأصوات أو يتسبب في ارتفاع درجة حرارتها مما ينبئ بأنها ستتوقف في أي وقت ممكن أو أنها ستتسبب في رداءة الإنتاج وهي تتم وفق نفس منهجية الصيانة الإصلاحية والفرق بينها يكمن فقط في أن الصيانة الإصلاحية تتم عندما تتوقف الآلة أما الصيانة الوقائية الشرطية فهي ترتبط بحدوث خلل معين في الآلة أي قبل توقفها.

III-2-2- تكاليف الصيانة:

بتقادم المعدات والتجهيزات الإنتاجية تتزايد أعمال الصيانة والتصليح لها وبالتالي فإن تكاليف الصيانة المباشرة تتزايد هي الأخرى والتي تشمل تكاليف اليد العاملة وتكاليف قطع الغيار إلى جانب المواد المستعملة كالزيوت وغيرها، كما أن تعطل التجهيزات يحمل المؤسسة تكاليف أخرى وهي التكاليف غير المباشرة والتي تشمل تكاليف خسارة الإنتاج من مصاريف ثابتة غير مغطاة وأجور عمال الإنتاج العاطلين عن العمل...

III-2-2-1 تكاليف الصيانة المباشرة:

تشمل تكاليف الصيانة المباشرة تكاليف الصيانة الوقائية والإصلاحية، ويمكن توضيح تطور هذه التكاليف للفترة 2006-2009 من خلال الجدول التالي:

الجدول رقم (IV-7):تطور التكاليف المباشرة لأعمال الصيانة والتصليح

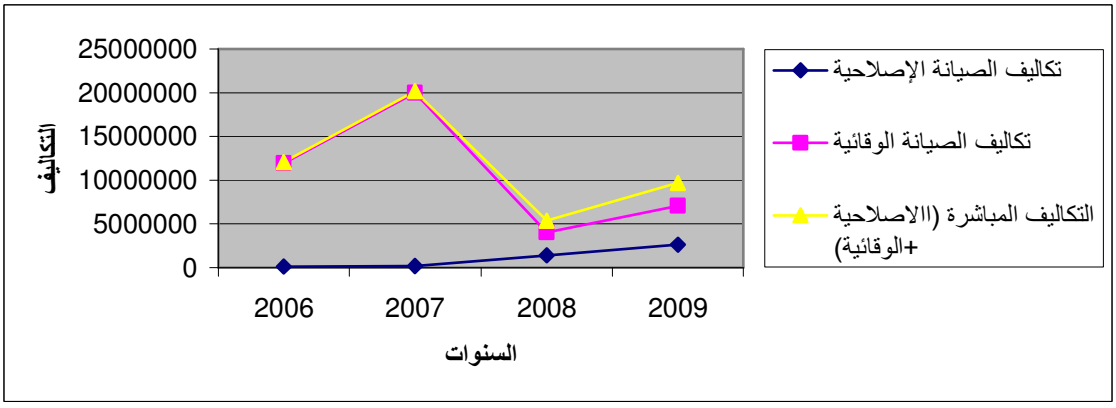
السنوات / التكاليف (دج)	2006	2007	2008	2009
تكاليف الصيانة الإصلاحية	97050.28	158053.11	1385986.155	2629018.15
تكاليف الصيانة الوقائية	11955229.09	20012464.54	4008343.87	7089695.29
التكاليف المباشرة	12052279.37	20170517.65	5394330.025	9718713.44

المصدر: من إعداد الطالبة بالاعتماد على الوثائق المقدمة من دائرة الصيانة

يوضح لنا الجدول الارتفاع المستمر في تكاليف الصيانة الإصلاحية خلال فترة الدراسة حيث كانت منخفضة جدا في سنتي 2006-2007 ثم بدأت في الارتفاع في سنتي 2008-2009 وبالمقابل فإن تكاليف الصيانة الوقائية ارتفعت بشكل واضح من سنة 2006 إلى سنة 2007 ثم بدأت بالانخفاض بعد ذلك وهي تمثل النسبة الأكبر من التكاليف المباشرة.

ويمكن إعطاء قراءة أوضح للجدول من خلال التمثيل البياني التالي:

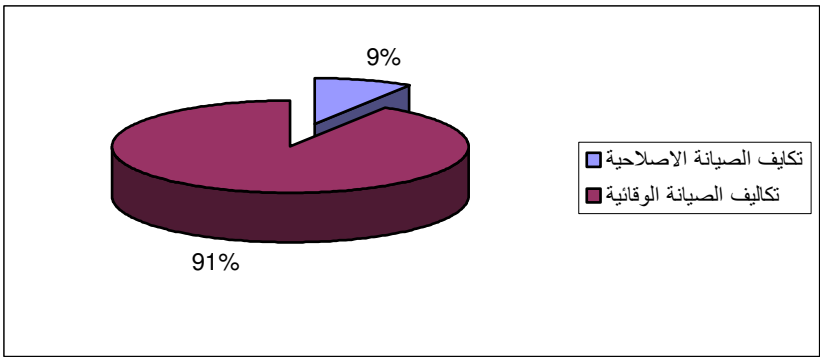
الشكل رقم (IV-11): تطور تكاليف الصيانة الوقائية والعلاجية للفترة 2006-2009



المصدر: من إعداد الطالبة

من التمثيل البياني لتطور التكاليف المباشرة (الوقائية + الإصلاحية) يتضح مدى تأثير تكاليف الصيانة الوقائية عليها، فهناك تناسب طردي بينهما وهو ما يؤكد كبر حجم تكاليف الصيانة الوقائية مقارنة بالإصلاحية والتي لا يظهر تأثيرها إلا بشكل صغير في سنة 2009 إذ تمثل 9% من إجمالي التكاليف المباشرة.

الشكل رقم (IV-12):نسبة تكاليف الصيانة الوقائية والإصلاحية للفترة 2006-2009



المصدر: من إعداد الطالبة

III-2-2-2 تكاليف الصيانة غير المباشرة:

من أجل حساب التكاليف غير المباشرة للصيانة سنعمد لحساب التكاليف التي تتحملها المؤسسة من جراء التوقف للقيام بأعمال الصيانة والتصليح وذلك بالاستعانة بالمعلومات التالية:

- عدد المنفذين لأعمال الصيانة والإصلاح؛
- عدد أيام العمل سنويا وهي 365 يوم؛
- عدد أيام العمل حسب عدد العمال = عدد العمال المنفذين X عدد أيام العمل سنويا؛

$$\text{تكلفة اليوم الواحد} = \frac{\text{تكلفة الانتاج سنويا}}{\text{عدد أيام العمل حسب عدد العمال}}$$

والجدول الموالي يوضح قيمة هذه المعلومات لفترة الدراسة:

الجدول رقم (IV-8): التكلفة غير المباشرة لليوم الواحد لأعمال الصيانة والتصليح

السنوات / البيان	2006	2007	2008	2009
عدد أيام العمل سنويا	365	365	365	365
عدد أيام العمل حسب عدد عمال الصيانة	50005	49275	45260	47815
التكلفة الكلية للإنتاج (دج)	8141880545	7059700284	4835460546	3805184074
تكلفة اليوم الواحد (دج)	162821.3288	143271.442	106837.396	79581.388

المصدر: من إعداد الطالبة

وعليه يمكننا الحصول على التكاليف غير المباشرة من خلال تطبيق المعادلة التالية:

التكاليف غير المباشرة = تكلفة اليوم الواحد X حجم التوقفات السنوية

وهو ما يوضحه الجدول التالي:

الجدول رقم (IV-9): تطور التكلفة غير المباشرة للصيانة

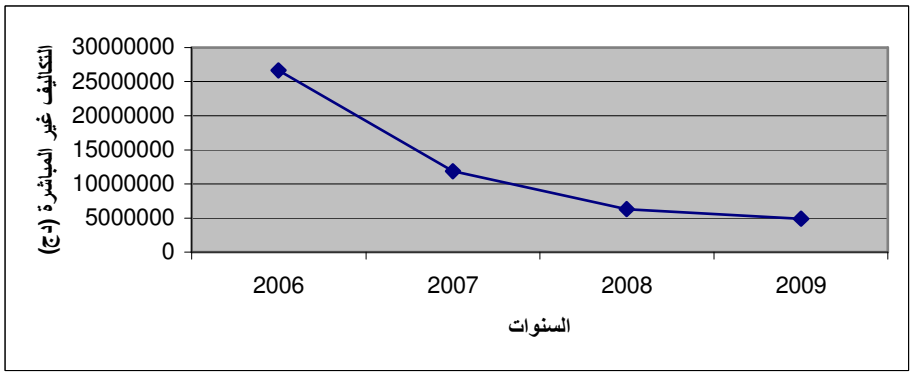
الوحدة: دج

السنوات / البيان	2006	2007	2008	2009
عدد التوقفات بالأيام	163.7	82.9	59	62
تكلفة يوم التوقف	162821.3288	143271.442	106837.396	79581.388
التكاليف غير المباشرة	26653851.52	11877202.54	6303406.364	4934046.1

المصدر: من إعداد الطالبة

يوضح الجدول الارتفاع الذي عرفته تكاليف الصيانة غير المباشرة في سنتي 2006-2007 ثم انخفضت بعد ذلك لتصل إلى أدنى مستوياتها في سنة 2009، وهو ما يوضحه التمثيل البياني الموالي:

الشكل رقم (IV-13): تطور تكاليف الصيانة غير المباشرة



المصدر: من إعداد الطالبة

III-2-2-3 تحليل نسبة تكاليف الصيانة المباشرة وغير المباشرة لإجمالي تكاليف الصيانة:

من خلال الجدول الموالي يمكننا التعرف على مدى تأثير كل من تكاليف الصيانة المباشرة وغير المباشرة على التكاليف الإجمالية.

الجدول رقم (IV-10): تطور تكاليف الصيانة المباشرة وغير المباشرة ونسبة كل منها لإجمالي تكاليف الصيانة للفترة 2006-2009

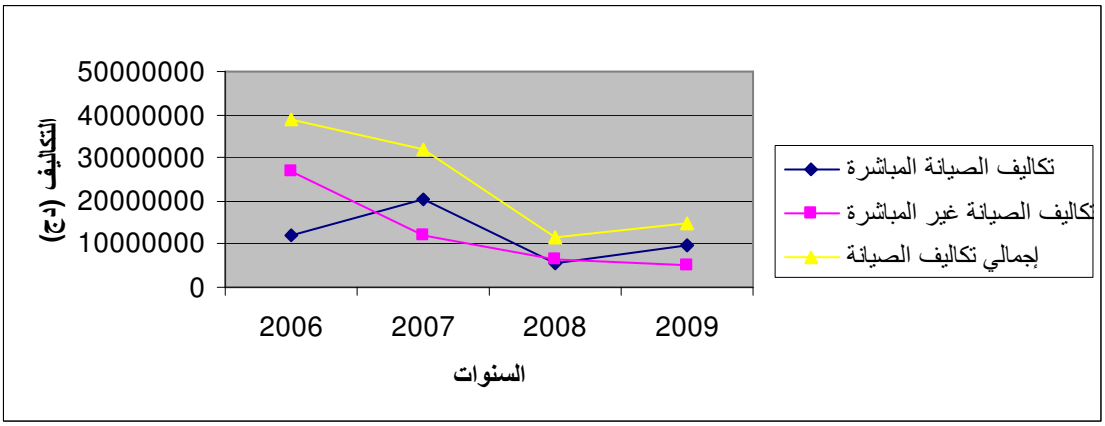
الوحدة: دج

البيان \ السنوات	2006	2007	2008	2009
التكاليف المباشرة (1)	12052279.37	20170517.65	5394330.025	9718713.44
التكاليف غير المباشرة (2)	26653851.52	11877202.54	6303406.364	4934046.1
إجمالي تكاليف الصيانة (3)	38706130.89	32047720.19	11697736.39	14652759.54
نسبة التكاليف المباشرة إلى إجمالي التكاليف 3/1%	31.14	62.94	46.11	66.33
نسبة التكاليف غير المباشرة على إجمالي التكاليف 3/2%	68.86	37.06	53.89	33.67

المصدر: من إعداد الطالبة

يعكس الجدول حجم تكاليف الصيانة التي تتحملها المؤسسة، ونسبة كل من الصيانة المباشرة وغير المباشرة إلى إجمالي التكاليف، ونلاحظ أن هناك تذبذب في تأثير كل واحدة منهما حيث نجد أن في سنتي 2006 و 2008 تفوق تكاليف الصيانة غير المباشرة تكاليف الصيانة المباشرة والعكس في سنتي 2007 و2009. ويمكن توضيح التمثيل البياني لتطور التكاليف المباشرة وغير المباشرة لأعمال الصيانة والتصليح وكذا تطور إجمالي تكاليف الصيانة على النحو التالي:

الشكل رقم (IV-14): تطور تكاليف الصيانة المباشرة وغير المباشرة وإجمالي تكاليف الصيانة للفترة 2006-2009



المصدر: من إعداد الطالبة

III-3- تخطيط أعمال الصيانة بمؤسسة ALZINC :

بناءا على المعطيات التي أمكننا التحصل عليها من المؤسسة وحسب طبيعة وحجم الأعطال التي تتعرض لها التجهيزات الإنتاجية، فإن استخدام التحليل الشبكي وبصفة خاصة أسلوب المسار الحرج يعتبر الأسلوب الكمي الأنسب في تخطيط أعمال الصيانة بالمؤسسة. وقد قمنا باختيار أحد أهم التجهيزات حتى نقوم بتخطيط أعمال الصيانة الوقائية التي تتم له سنويا وهو المحول الكهربائي المقوِّم(يحول تيار متردد إلى تيار مباشر) المسؤول عن تغذية 24 خلية للتحليل الكهربائي للزنك وهو يستهلك 41 % من الطاقة الكلية للمصنع.

والجدول التالي يوضح برنامج الصيانة الوقائية للمحول الكهربائي المقوِّم:

الجدول رقم (IV-11): برنامج صيانة المحول الكهربائي المقوِّم

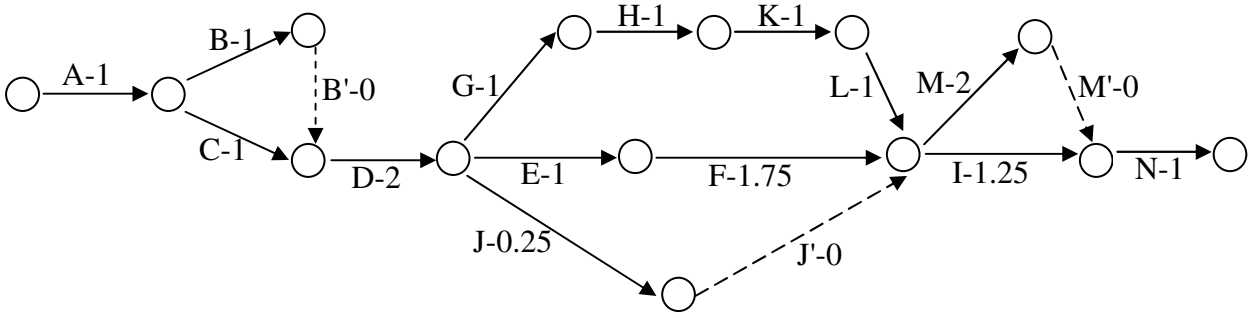
رمز النشاط	النشاط	الزمن (سا)	النشاط السابق
A	عزل المحول الكهربائي المُقوِّم ووضعه على الأرض	1	-
B	غلق دورة الزيت ما بين الحوض وخزان الانتشار مع تسجيل مستوى الزيت	1	A
C	تنظيف مكان المحول وتغطية المناشب الكهربائية وعلب الضوء بالبلاستيك	1	A
D	غسل المحول الكهربائي	2	B-C
E	تحضير مضخة الزيت، الإيصال الكهربائي والمائي	1	D
F	تحويل الزيت من الحوض إلى الخزان بالاستعانة بالمضخة مع مراقبة مستوى الزيت وبمجرد وصوله إلى المستوى المطلوب يتم إيقاف المضخة	1.75	E
G	تفكيك القاطع ووضعه في إناء معدني نقي	1	D
H	مسح القاطع باستخدام قماش وكذلك موضعه، ثم شظفه باستخدام الزيت النقي والفرشاة	1	G
I	إعادة تشغيل المضخة والتحقق من أن مستوى الزيت هو نفسه	1.25	L-F-J

		الذي تم تسجيله في المرحلة B	
D	0.25	المراقبة والتحقق من المَفصل واستبداله إذا كان الأمر ضروريا	J
H	1	إعادة القاطع بحذر إلى مكانه مع شد المسامير	K
K	1	تنظيف حواف القاطع من كل أثر للزيت	L
L-F-J	2	مراقبة ما إذا كان هناك تسربات من جراء تنظيف المحول الكهربائي	M
M-I	1	إعادة المحول إلى مكانه وتشغيله	N

المصدر:من إعداد الطالبة بالاعتماد على المعطيات المقدمة من مصلحة الصيانة الكهربائية

انطلاقا من معطيات الجدول سنقوم برسم شبكة CPM التي تتضمن الأنشطة الخاصة بصيانة المحرك الكهربائي كما هو موضح في الشكل الموالي.

الشكل رقم (IV–15): شبكة الأعمال الخاصة بصيانة المحرك الكهربائي المقوِّم



المصدر: من إعداد الطالبة

يُمكِّننا رسم الشبكة من حساب الأوقات المبكرة والمتأخرة للبداية والنهاية ومن ثم تحديد المسار الحرج الذي يشخص جميع الأنشطة الحرجة في الشبكة. وللسهولة يمكن تلخيص حسابات المسار الحرج والأوقات الفائضة للأنشطة غير الحرجة في الجدول الموالي.

الجدول رقم (IV-12): حسابات الأزمنة المختلفة لبرنامج صيانة المحول الكهربائي المقوِّم

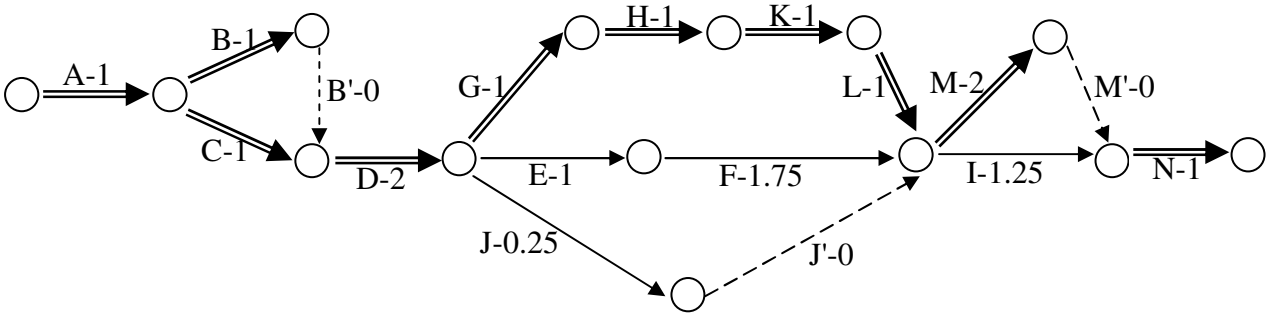
رمز النشاط	الأنشطة السابقة	زمن النشاط (سا)	الزمن المبكر		الزمن المتأخر		الفائض بالساعات	الأنشطة الحرجة
			بداية	نهاية	بداية	نهاية		
A	-	1	0	1	0	1	0	X
B	A	1	1	2	1	2	0	X
C	A	1	1	2	1	2	0	X
D	B-C	2	2	4	2	4	0	X
E	D	1	4	5	5.25	6.25	1.25	-
F	E	1.75	5	6.75	6.25	8	1.25	-
G	D	1	4	5	4	5	0	X
H	G	1	5	6	5	6	0	X
I	L-F-J	1.25	8	9.25	8.75	10	0.75	-
J	D	0.25	4	4.25	7.75	8	3.75	-
K	H	1	6	7	6	7	0	X
L	K	1	7	8	7	8	0	X
M	L-F-J	2	8	10	8	10	0	X
N	M-I	1	10	11	10	11	0	X

المصدر: من إعداد الطالبة

يتضح لنا من خلال الجدول أن المسار الحرج هو المسار الذي يضم الأنشطة ذات الفائض الزمني يساوي إلى الصفر أي أن أي تأخير في انجاز أحد هذه الأنشطة يؤدي إلى تأخير مدة تنفيذ أعمال الصيانة ككل وبالتالي تعطل العملية الإنتاجية من جهة وانخفاض إنتاجية التجهيز من جهة أخرى وهو ما نسعى إلى تفاديه من خلال القيام بعملية التخطيط لأعمال الصيانة باستخدام أسلوب المسار الحرج CPM.

والشكل الموالي يبرز لنا المسار الحرج بلون داكن وهو: A-B-C-D-G-H-K-L-M-N

الشكل رقم (IV–16): شبكة الأعمال موضح عليها المسار الحرج



المصدر: من إعداد الطالبة

الجدول رقم (IV–13): حساب طول المسار الحرج

الأنشطة الحرجة	زمن التنفيذ (سا)
A	1
B	1
C	1
D	2
G	1
H	1
K	1
L	1
M	2
N	1
المجموع	12

المصدر: من إعداد الطالبة

طول المسار الحرج هو مجموع أزمنة تنفيذ الأنشطة الحرجة، وهو يساوي إلى 12 ساعة أي أن أقصى مدة لتنفيذ أعمال الصيانة الوقائية للمحرك الكهربائي المقوم هي 12 ساعة، بينما نجد أن هذه الأخيرة كانت تنفذ في الواقع في مدة 16 ساعة و15 دقيقة أي بفارق 4 ساعات و15 دقيقة.

وتبدو أهمية معرفة الأنشطة غير الحرجة والأوقات الفائضة لها من أنها تمكن من تحديد إمكانية تأخير تنفيذ هذه الأنشطة وبالتالي توفر للمنفذين حرية الحركة في تنفيذ أعمال الصيانة دون التأثير على زمن الانتهاء. كما ويساعد معرفة الأزمنة المبكرة والمتأخرة إلى توفر مواعيد مرنة تساعد المنفذين في التأرجح بين حديها بما يتناسب مع الموقف الذي يعترضهم.

III-4- تسيير مخزون قطع الغيار:

إن لتوفر قطع الغيار في الوقت المناسب أهمية بالغة في تنفيذ أعمال الصيانة والتحكم في أوقات التوقف للآلات وبالتالي حسن سير العملية الإنتاجية وتخفيض تكاليف الإنتاج، وعليه فإن مؤسسة ALZINC تسعى جاهدة لتوفر هذه الأخيرة بالكمية المناسبة وفي الوقت المناسب خاصة وأن معظم قطع الغيار يتم استيرادها من الخارج، وذلك من خلال التسيير الحسن لمخزون قطع الغيار وإتباع الطرق العلمية في التوثيق والترميز.

تعتمد المؤسسة في تغطية احتياجاتها من قطع الغيار على مصدرين أساسيين:

المصدر الداخلي: وهو المصدر الذي يستجيب لاحتياجات المؤسسة لأصناف معينة من قطع الغيار ذات التركيبة البسيطة، ونميز فيه **مصدر ذاتي** يتم على مستوى ورشات الكهرباء والميكانيك وقياس الضبط التابعين لدائرة الصيانة والإصلاح أين يتم تصنيع بعض قطع الغيار التي تتسم ببساطتها وسهولة تركيبتها التكنولوجية مع الاستعانة بالبطاقة التقنية التي ترد مع هذه الأجزاء، و**مصدر وطني** يتمثل في مصانع ومؤسسات وطنية أخرى تؤمن بعض القطع التي يعجز المصنع على تصنيعها، إلا أنه في كثير من الأحيان تكون هذه الأخيرة غير مطابقة للمواصفات التقنية المطلوبة وتتميز بقلة جودتها وسرعة اهتلاكها .

المصدر الخارجي: وهو المصدر الذي يغطي معظم حاجيات المؤسسة من قطع الغيار لما لها من خصوصيات تكنولوجية عالية، وهو ما رفع من القيمة المالية لمخزون قطع الغيار حيث وصل إلى ما يقارب 17 مليار سنتيم أي ما يعادل 16.34% من إجمالي رأس مال المؤسسة والمقدر بـــ 104 مليار سنتيم في سنة 2009.

ويوضح الجدول الموالي بعض المؤسسات الأجنبية التي تقوم بتموين المؤسسة بقطع الغيار والأجزاء المكونة لها، ولا يمكن تغطية كل المؤسسات لكثرتها.

الجدول رقم (IV–14): بعض موردي قطع الغيار والأجزاء الإستراتيجية للتجهيزات الإنتاجية

المورد	البلد	طبيعة القطع والأجزاء
ABB AUTOMATION	فرنسا	كهربائي
FUJI-ELECTRIC	فرنسا	كهربائي + قياس الضبط
FAEP	فرنسا	كهربائي + قياس الضبط
SODICOP	فرنسا	قياس الضبط
ALSTOM	فرنسا	ميكانيكي
ENSIVAL MORET	بلجيكا	ميكانيكي
PRICA	فرنسا	ميكانيكي
METALLUK	ألمانيا	ميكانيكي
SIDEM	فرنسا	ميكانيكي
LURGI BISCHOFF	فرنسا	كهربائي

المصدر: دائرة التجارة والتموين

ويعتبر مخزن قطع الغيار المخزن الرئيسي في المؤسسة والذي يحظى بأهمية كبيرة لدى مصلحة التخزين ويأتي بعده بالتدرج حسب الأهمية مخزن المواد التي تدخل في عملية الإنتاج ومخزن مستلزمات الأمن والوقاية ثم مخزن مستلزمات المكاتب، والمؤسسة لا تحتوي على مخازن للمادة الأولية ولا للإنتاج التام كون المادة الأولية عبارة عن معدن (في شكل أتربة) يتم تفريغه على الأرض عند وصوله للمؤسسة واستهلاكه من طرف مصلحة الإنتاج وبصفة سريعة حيث يتم التموين كل شهر بالمادة الأولية زيادة إلى كون المادة الأولية لا تتأثر بالعوامل الطبيعية، أما فيما يخص المنتوج النهائي فيتم بيعه مباشرة بعد الإنتاج كون المؤسسة تغطي السوق الوطنية بأكملها، وكلاهما (المادة الأولية، المنتوج النهائي) تتحكم في تسييرهم مصلحة الشراء والبيع.

يتكون مخزن قطع الغيار من حوالي 40.000 صنف من القطع والمحركات ومختلف اللواحق والأجزاء الضرورية في عمليات الصيانة والاستبدال، ويتم تحديد حجم الاحتياجات منها بناءا على:

1- حجم كمية القطع والأجزاء تحت الخدمة لكل نوع من أنواع التجهيزات؛

2- معدل دوران كل منها على أساس متوسط اهتلاكها؛

3- الكمية المتاحة والمتوفرة في مخزن المؤسسة.

وتعمد المؤسسة سياسة التخزين لفترات طويلة أقلها سنة لأن معظم هذه القطع يتم جلبها من الخارج ويتم النقل بحرا وهو نقل بطيء، مما يحتم على المؤسسة وضع الاحتياطات اللازمة من مخزون الأمان خاصة القطع الجد مهمة كون وسيلة النقل محفوفة بالمخاطر.

تربط مختلف مصالح دائرة الصيانة بمصلحة المخزون شبكة معلوماتية يتم من خلالها تبادل المعلومات عن وضعية المخزون لمختلف قطع الغيار والأجزاء الضرورية في عمليات الصيانة والاستبدال، وذلك من أجل تسهيل سير أعمال الصيانة والإصلاح هذا من جهة ومن جهة أخرى تمكن القائمين على مختلف مصالح دائرة الصيانة والإصلاح من دراسة وتحديد الاحتياجات لترسل في شكل طلبات شراء إلى مصلحة تسيير المخزون للقيام بمعاينة ثانية والتأكد من مدى توافق مخزون الأمان وطلبات الشراء لتحديد وترتيب الطلبيات حسب أولوية وأهمية كل منها.

خلاصة الفصل الرابع

لقد سمحت لنا الدراسة الميدانية بالتعرف عن قرب بوحدة التحليل الكهربائي للزنك بالغزوات والتي تحتل المرتبة الأولى عربيا والثانية إفريقيا في إنتاج الزنك الصافي وهو صنف رفيع خاص (Spécial High Grade ou SHG) مسجل ببورصة لندن للمعادن LME، وتعرفنا على النظام الإنتاجي بالمؤسسة ومختلف التعطلات التي تتعرض لها العملية الإنتاجية ومدى تأثيرها على الإنتاج، ومن خلال المبحث الثالث الذي تناولنا فيه الصيانة بالمؤسسة لاحظنا مدى اهتمام هذه الأخيرة بالصيانة الوقائية حيث أن تكاليفها تغطي معظم أو جل تكاليف الصيانة المباشرة ويعود السبب في ذلك إلى سعي المؤسسة لتفادي التوقفات الفجائية من أجل الحفاظ على التقارب بين الإنتاج الحقيقي والمتوقع هذا من جهة ومن جهة أخرى محاولة تدنية حجم التلوث الذي تسببه هذه التوقفات، ومن خلال دراسة التكاليف غير المباشرة والتي بدت في تناقص مستمر إلى أن وصلت إلى أدنى حد لها في سنة 2009 تأكدت لنا أهمية الصيانة كوظيفة إستراتيجية في المؤسسة، إلا أنها لا تزال تحتاج إلى مزيد من التخطيط لأعمالها باستخدام الأساليب الكمية والتي وضحت لنا قدرتها في تقليص زمن توقف التجهيزات الإنتاجية.أما عن تسيير مخزون قطع الغيار فهو يخضع بالدرجة الأولى إلى خبرة المسيرين في تحديد نقطة إعادة الطلب، ويتميز مخزن قطع الغيار بالتنظيم والترتيب وتخضع قطع الغيار للأساليب الحديثة في الترميز والتوثيق.

خاتمة عامة

خاتمة عامة

إن معالجة موضوع الصيانة في بحثنا المتواضع هذا بشقيه النظري والتطبيقي سمح لنا بالتعرف أكثر على هذه الوظيفة الإستراتيجية والتي لم تعد ذلك العبء الذي تحمله أي مؤسسة على عاتقها وإنما أداة أساسية تستطيع من خلالها تحقيق طموحاتها في رفع الإنتاجية وتخفيض التكاليف وتحسين جودة المنتجات ومنه إلى تحقيق مزايا تنافسية والتي أصبحت ضرورة حتمية في عصرنا الحالي الذي يتسم بجو تنافسي شديد فرضته ظروف العولمة وشمولية الاقتصاد والاستثمار.

إن الصيانة شأنها شأن أي وظيفة أخرى يجب أن تنظم وتسير بطريقة صحيحة وفق مناهج علمية سليمة ويجب أن تخرج من دائرة الأعمال الإصلاحية الروتينية التي يتم اللجوء إليها وقت حدوث العطل والتي تكلف المؤسسة أموالا باهضة إلى أعمال الصيانة المخططة وتبني سياسات الصيانة الحديثة بما فيها الصيانة الإنتاجية الشاملة والصيانة المرتكزة على المعولية والتي أثبتت جدارتها في الدول الصناعية الكبرى خاصة منها تلك التي تتبنى نظام الإنتاج الآني. ولن نهمل أهمية المهمة الموكلة إلى فنيي الصيانة في المنشأة الصناعية أو الخدمية والمتمثلة في المحافظة على الأداء المستمر للآلة، لذلك يجب التأكد من أن من يشغل هذه الوظيفة قادر على أدائها حيث يؤدي عدم امتلاك العاملين أو فنيي الصيانة للمهارات والقدرات اللازمة لأداء وظائفهم إلى انخفاض الأداء وبالتالي انخفاض الإنتاجية، كما أن الاختيار السليم لفنيي الصيانة يجب أن يصاحبه دورات تدريبية الهدف منها إحداث مجموعة من التطورات والتغيرات المطلوبة بصورة ايجابية في معارف ومهارات وسلوكيات العاملين من أجل التغلب على نقاط الضعف أو المشاكل التي تحول دون تحقيق النتائج المرجوة وإعداد العاملين لمقابلة التغيير والتطور في محيط العمل فهناك احتياجات حالية ومستقبلية يجب عدم إهمالها ترتبط بعلاج القصور في أداء الموظف لرفع معدلات الأداء.

إن الدور الفاعل للصيانة في ترشيد استغلال واستخدام الطاقات الإنتاجية المتاحة يتطلب انتهاج أساليب علمية حديثة في تنفيذ أعمالها بجودة أكبر وتكلفة أقل، ولقد استعرضنا في الفصل الثالث مجموعة من الأساليب الكمية التي تسهل تنفيذ أنشطة الصيانة بأقصى استفادة وبطرقة اقتصادية، ومن المعلوم أن توفر قطع الغيار اللازمة وتحضيرها له تأثير مباشر في نجاح خطط الصيانة الموضوعة في المؤسسة وتنفيذها في تواريخها المحددة دون تأجيل لذلك يجب إتباع خطة شراء مدروسة ومخططة وإتباع الأساليب العلمية في التحكم في مستويات مخزون قطع الغيار.

مكنتنا الدراسة الميدانية من التعرف على واقع الصيانة في مؤسساتنا الوطنية التي لا يزال عليها أن تقطع أشواطا كبيرة للوصول إلى المستوى الذي يسمح لها بمسايرة التطورات الهائلة التي يشهدها العالم. فبالرغم من الأهمية التي تحتلها الصيانة في مؤسسة ALZINC إلا أنها لم تبلغ بعد المستوى المطلوب سواءا من ناحية التنظيم والتسيير أو من ناحية العمالة الفنية التي لا تزال تحتاج إلى تدريب وتكوين أو من ناحية إتباع الأساليب الحديثة في تنفيذ أعمال الصيانة والتحكم في مخزون قطع الغيار، ولقد وقفنا على مجموعة من النقائص في تسيير أعمال الصيانة بالمؤسسة وهي:

- عدم الاهتمام بعملية التوثيق لأعمال الصيانة التي تم القيام بها؛
- تقييد تكاليف الصيانة يتم بصفة عامة دون التمييز بين تكاليف اليد العاملة وتكاليف قطع الغيار؛
- عدم الاستفادة من التقنية وبرامج أجهزة الحاسب الآلي في أعمال الصيانة والإصلاح؛
- عدم استخدام الأساليب العلمية في تخطيط أعمال الصيانة؛
- عدم وجود رقابة على الصيانة؛
- عدم الاهتمام بالعمالة الفنية لا من ناحية التكوين والتدريب ولا من ناحية توفير المناخ والبيئة الملائمة لأداء مهامهم؛
- عدم وجود نظام حوافز لعملية الصيانة الذي يؤدي إلى زيادة الاهتمام من جانب العامل والقيام بكافة أعمال الصيانة وبالتالي يقلل من العطل في الآلة؛
- عدم استخدام الأساليب العلمية في التحكم في مخزون قطع الغيار.

ولسير أفضل لأعمال الصيانة الإصلاحية والوقائية بالمؤسسة هناك مجموعة من الإرشادات التي يجب الأخذ بها وهي:

- التطبيق الصارم لخطة الصيانة الوقائية، ولتسهيل التنفيذ يجب تعليق الخطة السنوية الخاصة بكل آلة في الورشة التي توجد بها؛
- توجيه تعليمات صارمة للعمال تبين كيفية تشغيل الآلة بهدف تفادي الاستخدام الخاطئ لها؛
- إعداد وثائق مساعدة على تشخيص الأعطال من طرف العمال، مع الإشارة إلى الأسباب المحتملة لكل عطل في هذه الوثائق؛

- تصنيف وترتيب الوثائق التقنية للآلات والتي يمكن أن تستعمل عند إصلاح الاختلالات؛
- وصف طرق التدخل الآمنة بوضوح وبدقة؛
- توفير وسائل الاتصال المناسبة داخل المؤسسة من أجل التدخل في أسرع وقت ممكن حين حدوث عطل أو خلل ما؛
- إعداد تقارير مفصلة عن الأعمال الإصلاحية التي تمت، مع شرح الأسباب لتفاديها مستقبلا.

وعلى ضوء ما ذكرناه نقوم بتقديم مجموعة من التوصيات والاقتراحات التي يجب على المؤسسات الوطنية إتباعها وتبنيها من أجل إعادة الاعتبار لهذه الوظيفة التي من شأنها تحسين جودة المنتجات وتخفيض التكاليف وتحسين الأداء وغير ذلك:

- إعطاء الصلاحيات الكاملة لإدارة الصيانة في وضع برامجها وأعمالها؛
- توثيق كل الأعمال المنجزة في الصيانة؛
- تأهيل الكوادر الإدارية القادرة على وضع الخطط والاستراتيجيات لعمليات الصيانة؛
- العمل على التنسيق الدائم للاستفادة من الخبرات المتبادلة بين المؤسسات المختلفة المهتمة بهذا المجال؛
- الرفع من مستوى إدارة الصيانة لمواكبة التطور والتقنيات الحديثة بالمجال؛
- تحتاج الصيانة لكل فرد في الإدارة لذا يجب العمل دوما كروح الفريق الواحد؛
- ضرورة الاستفادة من برامج الحاسوب المتوفرة الخاصة بعمليات الصيانة وهذا يتأتى باستخدام برامج متكاملة ومرتبطة معا مثل قطع الغيار+المشتريات+التخطيط+ برامج الصيانة...؛
- ضرورة تطوير هياكل الصيانة بين فترة وأخرى والتخطيط على مستوى المؤسسة بما يتعلق بالموارد البشرية والأساليب المتبعة وذلك لتحسين الأداء الفني وتطوير المهارات المتوفرة من خلال التركيز على الاستفادة من الخبرات المتوفرة على مستوى المؤسسة أو المستوى القومي.

وفي الأخير نتمنى أن تؤخذ هذه النتائج والتوصيات بعين الاعتبار على مستوى مؤسساتنا الوطنية من أجل أن تتحقق الأهداف المرجوة من وظيفة الصيانة والتي سيكون لها الأثر المباشر على سير أنشطتها الإنتاجية، مع العمل على مواكبة التطورات الحاصلة في هذا المجال.

قائمة الجداول والأشكال

قائمة الجداول

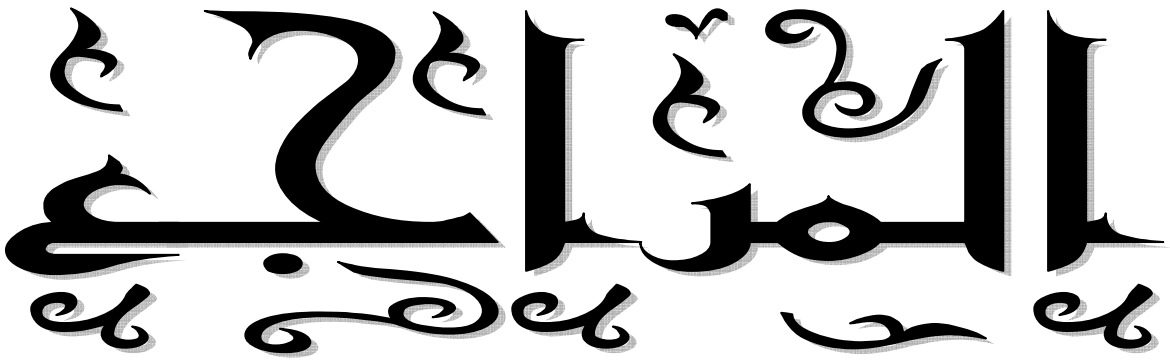
الجدول رقم (I-1): التطور التاريخي لإستراتيجية الصيانة 12
الجدول رقم(II-1):خصائص الصيانة غير المخططة 53
الجدول رقم (II-2): العلاقة بين الصيانة الإنتاجية الشاملة والسيطرة النوعية الشاملة 91
الجدول رقم (IV-1): الكلفة الإجمالية الخاصة بالاستثمارات التي أنفقت للمحافظة على البيئة..... 153
الجدول رقم (IV-2):تطور مدخلات النظام الإنتاجي لمؤسسة ALZINC 154
الجدول رقم (IV-3):حجم الإنتاج لمؤسسة ALZINC.....155
الجدول رقم (IV-4): عدد ساعات التوقف والنسبة المئوية حسب طبيعة كل حدث للفترة 2006-2009 159
الجدول رقم (IV-5):الإنتاج المتوقع والحقيقي للزنك مقارنة بالقدرة الإنتاجية المتاحة للفترة 2006- 2009 162
الجدول رقم (IV-6):توزيع عمال دائرة الصيانة حسب المؤهلات 165
الجدول رقم (IV-7):تطور التكاليف المباشرة لأعمال الصيانة والتصليح 171
الجدول رقم (IV-8): التكلفة غير المباشرة لليوم الواحد لأعمال الصيانة والتصليح 172
الجدول رقم (IV-9): تطور التكلفة غير المباشرة للصيانة 173
الجدول رقم (IV-10): تطور تكاليف الصيانة المباشرة وغير المباشرة ونسبة كل منها لإجمالي تكاليف الصيانة للفترة 2006-2009 174
الجدول رقم (IV-11): برنامج صيانة المحول الكهربائي المقوِّم 175
الجدول رقم (IV-12): حسابات الأزمنة المختلفة لبرنامج صيانة المحول الكهربائي المقوِّم.....177
الجدول رقم (IV-13): حساب طول المسار الحرج 178
الجدول رقم (IV-14): بعض موردي قطع الغيار والأجزاء الإستراتيجية للتجهيزات الإنتاجية 180

قائمة الأشكال

الشكل رقم(I-1):نظام التيروتكنولوجي.....10
الشكل رقم (I-2): العلاقة بين الصيانة وكلف الإنتاج.....18
الشكل رقم(I-3): تكلفة الأعطال.....26
الشكل رقم(I-4):التكلفة الأدنى للعطل.....27
الشكل رقم(I-5):أشكال منحنيات تكلفة الصيانة.....27
الشكل رقم(I-6): تكاليف الصيانة.....28
الشكل رقم(I-7):سلوك تكاليف الصيانة الثابتة والمتغيرة وشبه الثابتة وشبه المتغيرة.....31
الشكل رقم(I-8):سلوك تكاليف الصيانة الإصلاحية والوقائية والإجمالية.....31
الشكل رقم(I-9):الهيكل التنظيمي المركزي لإدارة الصيانة 37
الشكل رقم(I-10): الهيكل التنظيمي اللامركزي لإدارة الصيانة 38
الشكل رقم(I-11):الهيكل المصفوفي لإدارة الصيانة.....39
الشكل رقم (I-12): خريطة تدفق تمثل العمل في نظام الصيانة.....40
الشكل رقم (I-13):هيكل نظام معلومات الصيانة.....41
الشكل رقم (I-14):الحجم الأمثل لقوة العمل لوظيفة الصيانة.....43
الشكل رقم (II-1): سياسات الصيانة.....52
الشكل رقم (II-2):مراحل الصيانة التصحيحية.....55
الشكل رقم(II-3):نوع الصيانة حسب حالة الآلة.....59
الشكل رقم(II-4):نوع الصيانة حسب طبيعة العطل.....60
الشكل رقم(II-5):فوائد تطبيق الصيانة الوقائية.....62
الشكل رقم (II-6):مراحل الصيانة المرتكزة على المعولية.....69
الشكل رقم (II-7): الحالات المتتابعة التي تمر بها الأنظمة القابلة للتصليح.....71
الشكل رقم (II-8): الحالات المتتابعة التي تمر بها الأنظمة غير القابلة للتصليح.....72
الشكل رقم (II-9):مسار قيم المردودية الإجمالية.....78
الشكل رقم (II-10): أهداف نظام الوقت المحدد.....85

الشكل رقم (II-11): العلاقة المتبادلة لعناصر تطبيق نظام JIT.....88
الشكل رقم (III-1): بطاقة الآلة.....106
الشكل رقم (III-2): الموازنة بين تكاليف الانتظار وتكاليف تحسين الخدمة.....116
الشكل رقم (III-3): نظام صف الانتظار.....118
الشكل رقم(III-4):تقييم مستوى الخدمة المفضل.....126
الشكل رقم(III-5): مخطط GANTT.....135
الشكل رقم (IV-1):نسب مبيعات ALZINC لسنة 2009 من الزنك وخلائط الزنك حسب الوجهة.....147
الشكل رقم(IV-2):الهيكل التنظيمي لمؤسسة.....150
الشكل رقم (IV-3):طريقة الإنتاج في مصنع ALZINC.....157
الشكل رقم (IV-4) :نسبة حجم التوقف الساعي لكل سبب من أسباب التوقف.....160
الشكل رقم (IV-5): تطور الحجم الساعي لكل سبب من أسباب التوقف للفترة 2006-2009.....160
الشكل رقم (IV-6) :مقارنة تطور حجم الإنتاج الحقيقي بالمتوقع من الزنك وخلائط الزنك للفترة 2006-2009.....163
الشكل رقم (IV-7):تطور الإنتاج الحقيقي والمتوقع للزنك وخلائط الزنك للفترة 2006-2009.....164
الشكل رقم (IV-8):الهيكل التنظيمي لمصلحة الصيانة الكهربائية.....166
الشكل رقم (IV-9):الهيكل التنظيمي لمصلحة أجهزة القياس والضبط.....167
الشكل رقم (IV-10) :الهيكل التنظيمي لمصلحة الصيانة الميكانيكية.....168
الشكل رقم (IV-11): تطور تكاليف الصيانة الوقائية والعلاجية للفترة 2006-2009.....171
الشكل رقم (IV-12):نسبة تكاليف الصيانة الوقائية والإصلاحية للفترة 2006-2009.....172
الشكل رقم (IV-13): تطور تكاليف الصيانة غير المباشرة.....173
الشكل رقم (IV-14): تطور تكاليف الصيانة المباشرة وغير المباشرة وإجمالي تكاليف الصيانة للفترة 2006-2009.....174

الشكل رقم (IV-15): شبكة الأعمال الخاصة بصيانة المحرك الكهربائي المقوِّم.....176
الشكل رقم (IV-16): شبكة الأعمال موضح عليها المسار الحرج.....178



المراجع

1- باللغة العربية:

أ- الكتب:

1- أ.د محمد العزاوي"الإنتاج وإدارة العمليات"، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع، عمان/الأردن، 2006

2- خالد عبد الرحيم الهيتي وآخرون "أساسيات التنظيم الصناعي"، دار زهران للنشر والتوزيع، عمان، 1997

3- د.رامي حكمت فؤاد الحديثي"الاتجاهات الحديثة في إدارة الصيانة المبرمجة"، دار وائل للنشر ، بغداد، الطبعة الأولى 2004

4- د.جاسم مجيد"التطورات التكنولوجية والإدارة الصناعية"، مؤسسة شباب الجامعة، الإسكندرية،2004

5- أ.د غسان قاسم داود اللامي ، أ.أميرة شكرولي البياتي "إدارة الإنتاج والعمليات، مرتكزات كمية ومعرفية"، دار اليازوري للنشر والتوزيع، الأردن ، الطبعة العربية 2008

6- د.عاطف محمد عبيد،د.جندي فؤاد علي"التنظيم الصناعي وإدارة الإنتاج"، دار النهضة العربية، بيروت، 1974

7- د.عبد الكريم محسن، د.صباح مجيد النجار"إدارة الإنتاج والعمليات"، مكتبة الذاكرة، جامعة بغداد، الطبعة الثانية 2006

8- أحمد طرطار"الترشيد الاقتصادي للطاقات الإنتاجية في المؤسسة"، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر1993

9- د.سونيا محمد البكري"إدارة الجودة الكلية" الدار الجامعية، الإسكندرية، 2004/2003

10- د.فريد النجار"الإنتاج التجريبي في الصناعات والخدمات"، الدار الجامعية،2007

11- د.خيري علي الجزيري"نظام المعلومات الإنتاجية"، جامعة القاهرة، 1993

12- د.صلاح الشنواني"إدارة الإنتاج"، مركز الإسكندرية للكتاب، جامعة أسيوط، 2000

13- د.عادل حسن "إدارة الإنتاج"، الدار الجامعية، بيروت، 1975

14- د.سونيا محمد البكري "تخطيط ومراقبة الإنتاج"، الدار الجامعية، الإسكندرية،2000

15- د.محمد الحناوي، د.علي الشرقاوي"إدارة النشاط الإنتاجي في المشروعات الصناعية"، الدار الجامعية، جامعة الإسكندرية،1990

16- د.محمد كمال عطية"القياس والمعايرة في خدمة تحقيق الكفاية الإنتاجية"، توزيع منشأة المعارف، الإسكندرية، 1993

17- عبد الحميد عبد المجيد البلداوي، أ.زينب شكري محمود نديم "إدارة الجودة الشاملة والمعولية(الموثوقية) والتقنيات الحديثة في تطبيقها واستدامتها"، دار الشروق، عمان، 2006

18- د.منعم زمزير "إدارة الإنتاج والعمليات"، دار وائل، عمان/الأردن ، 2008

19- د.نجم عبود نجم "المدخل الياباني إلى إدارة العمليات"، مؤسسة الوراق للنشر والتوزيع، الأردن، الطبعة الأولى، 2004

20- د.رامي حكمت فؤاد الحديثي، أ. فائز غازي عبد اللطيف البياتي "الإدارة الصناعية اليابانية في نظام الإنتاج الآني، مقارنة مع النظم الصناعية الغربية"، دار وائل للنشر، الأردن، الطبعة الأولى، 2002

21- د.عثمان محمد غنيم "التخطيط، أسس ومبادئ عامة"، دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان ، الطبعة الثانية، 2001

22- د.عقيل جاسم عبد الله "التخطيط الاقتصادي"، دار مجدلاوي للنشر، عمان ، الطبعة الثانية، 1999

23- د.بشار يزيد الوليد "التخطيط والتطوير الاقتصادي"، دار الراية للنشر والتوزيع، الأردن، الطبعة الأولى، 2008

24- زيد منير عبوي "التخطيط والتطوير الإداري"، دار الراية للنشر والتوزيع، الجامعة الأردنية، الطبعة الأولى، 2008

25- محمد عبيدات، هاني الضمور وشفيق حداد "إدارة المبيعات والبيع الشخصي"، دار وائل للنشر والتوزيع، عمان/ الأردن، الطبعة الثالثة، 2003

26- د.محمد الطراونة، د.سليمان عبيدات "مقدمة في بحوث العمليات"، دار المسيرة للنشر والتوزيع، عمان/الأردن، الطبعة الأولى، 2009

27- محمد الحناوي "بحوث العمليات في مجال الإدارة"، مؤسسة شباب الجامعة، الإسكندرية، 1981

28- د.عيد أحمد أبو بكر، د.وليد إسماعيل السيفو"مبادئ التحليل الكمي"، دار اليازوري، عمان/الأردن، الطبعة العربية2009

29- د.إبراهيم أحمد مخلوف "التحليل الكمي في الإدارة"، جامعة الملك سعود، الرياض، الطبعة الأولى1995

30- د.جلال إبراهيم العبد «إدارة الإنتاج والعمليات، مدخل كمي"، الدار الجامعية، جامعة الإسكندرية، 2002

31- أ.د.شفيق العتوم "بحوث العمليات"، دار المناهج، عمان، الطبعة الأولى 2006

32- د. محمد توفيق ماضي "الأساليب الكمية في مجال الإدارة"، الدار الجامعية، الإسكندرية، 1998

33- د.سونيا محمد البكري "استخدام الأساليب الكمية في الإدارة"، الدار الجامعية، الإسكندرية، 1997

34- د. إبراهيم نائب،د. أنعام باقية "بحوث العمليات، خوارزميات وبرامج حاسوبية"، دار وائل للنشر، عمان، الطبعة الأولى 1999

35- د.نبيل محمد مرسى "أساليب التحليل الكمي"، المكتب الجامعي الحديث، جامعة الإسكندرية، 2006

36- باري رندر وآخرون "نمذجة القرارات وبحوث العمليات"، دار المريخ للنشر، الرياض، 2007

37- د. محمد توفيق ماضي "إدارة الإنتاج والعمليات، مدخل اتخاذ القرارات"، الدار الجامعية، الإسكندرية، 1996

38- د.علي هادي جبرين"الاتجاهات والأدوات الكمية في الإدارة"، دار الثقافة للنشر والتوزيع، عمان/الأردن، الطبعة الأولى 2008

39- د.مؤيد الفضل "الأساليب الكمية والنوعية في دعم قرارات المنظمة"، الوراق للنشر والتوزيع، عمان/الأردن، الطبعة الأولى 2008

40- فتحي خليل حمدان، رشيق رفيع مرعي "مقدمة في بحوث العمليات"، دار وائل للنشر والتوزيع، عمان/الأردن، الطبعة الرابعة 2004

41- محمد ابديوي الحسين "تخطيط الإنتاج ومراقبته"، دار المناهج، عمان/الأردن، الطبعة الثانية 2004

42- الموسوي منعم زمزير "إدارة المواد، الشراء والتخزين من منظور كمي"، دار وائل، عمان/الأردن، الطبعة الثانية 2004

ب- المجلات والمقالات والمذكرات:

1- أ.د بسام فيصل محجوب "نظم التخطيط والرقابة على الانتاج والعمليات"، منشورات المنظمة العربية للتنمية الإدارية، القاهرة، 2005

2- الصندوق العربي للإنماء الاقتصادي والاجتماعي، المنظمة العربية للتنمية الصناعية والتعدين "دليل الصيانة في مصانع الألبان ومنتجاتها في الدول العربية"، يوليو، 2004، ص:12

3-عبد الغاني تغلابت"تأثير الصيانة على تكاليف اللاجودة في المؤسسة الصناعية"، مذكرة ماجستير ، جامعة باتنة، 2003/2002

4-حليمي وهيبة "إرساء قواعد نظام الإنتاج في الوقت المحدد داخل مؤسسة صناعية"، مذكرة ماجستير، جامعة تلمسان، 2004-2005

5- د.سامر مظهر قنطقجي "ترشيد عمليات الصيانة بالأساليب الكمية"
www.Kantakji.com/figh/files/manage/Maintenance.pdf

6- م.خالد عبد العظيم صديق "الصيانة الإنتاجية الشاملة"
www.arab-eng.org/vb/login.php

7- م.ميلاد جبرا "إدارة الجودة الشاملة والصيانة المنتجة الشاملة، ضرورتان للتميز العالمي"
www.sss quality.com/userfiles/milad.pdf

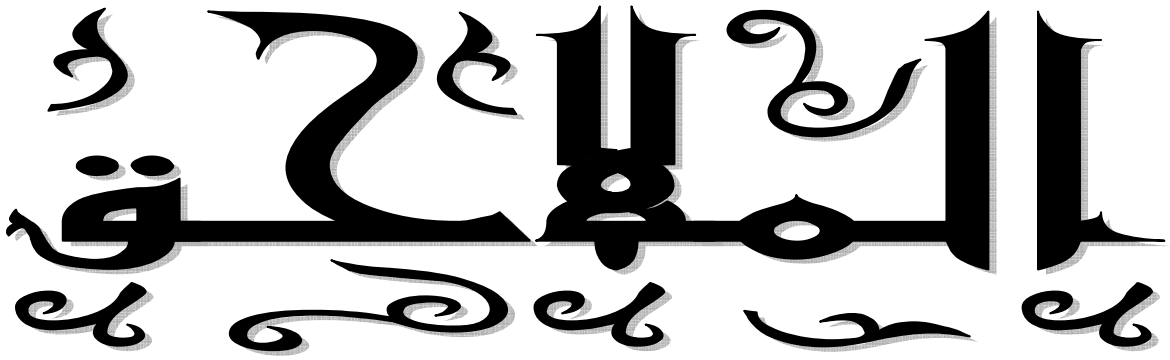
8- م/خالد عنايت "التحول إلى استخدام برامج إدارة الصيانة بالحاسب الآلي"
www.maintsmart.com/Arabikc/MaintsmartArabic.pdf

9-د. عبد العزيز التميمي "دورة عمليات الصيانة"، 2002
http://faculty.ksn.edu.sa/documents.ppt

2- باللغة الأجنبية:

1- François Monchy « Maintenance méthode et organisation », Dunod, Paris, 2000
2- François Monchy « la fonction Maintenance ; Formation à la gestion de la maintenance industrielle », Masson, Paris, 1996
3- Groupe de réflexion et d'orientation en maintenance « Réussir sa maintenance », édition Mare Nostrum1996
4- G.Javel « Organisation et gestion de la production », Dunod, Paris, 3ème édition, 2004
5- H.Bernard « Entretient et maintenance », édition EYHOLIOS, Paris, 1974
6- L.Robert « Pratique de gestion de la production », les éditions d'Organisation, Paris, 2ème édition, 1985
7- Smail Benissaad « Maintenance industrielle TEC 336 », publication de l'université Mentouri Coustantine 2004-2005
8- Luc Boyer, Michel Poirée, Elie Salin « Précis d'organisation et gestion de la production », Paris, Les éditions d'organisation, 1986
9- Bernardie Mont Morillon, Jean Pierre Pitol-Belin « Organisation et gestion de l'entreprise », Paris, édition Litec, 1995
10- Henri Fayol « Administration industrielle et générale », éditions ENAG, Alger, 1990
11- J.-M.Bleux , J.-L.Fanchon « Maintenance, systèmes automatisés de production »,Nathan,France,2006
12- K.Smit et W.H.Slatures « Gestion de l'information pour le management de la maintenance, Le modèle MIMM », AFNOR, Paris, 1993
13- Jean-Marie Auberville « Maintenance industrielle, de l'entretien de base à l'optimisation de la sûreté », Ellipses, Paris, 2004
14- Jean Héng « Pratique de la maintenance préventive », Dunod, Paris, 2002
15- Daniel Richert, Marc Gabriel, Denis Malon, Gaetan 16- Blaison « Maintenance basée sur la fiabilité », Masson, Paris, 1996
16- R.Keith Mobley « La maintenance prédictive », Masson, Paris, 1992
17- Claude Pellegrin « Fondements de la décision de maintenance », Economica, Paris, 1997
18- G.Bosser, J.M.Guillard « Maintenance des systèmes de production », Les éditions Foucher, Paris, 1990
19- P.Lyonnet « La maintenance, Mathématique et méthodes », TECHNIQUE et DOCUMENTATION LAVOISIER, Paris, 1992
20- Florence Gillet, Goinard Laurent Maimi «Toute la fonction production », Dunod, Paris, 2007
21- Kumio Shirose « Le guide TPM de l'unité de travail », Dunod, Paris, 1994
22- Michel Nakhla « L'essentiel du management industriel », Dunod, Paris, 2006
23- François Blondel « Gestion industrielle », Dunod, Paris, 2000

24- Francis Lambersend « Organisation et génie de production », Ellipses, Paris, 1999
25- Bernardie Mont Morillon, Jean Pierre Pitol-Belin « Organisation et gestion de l'entreprise », édition Litec, Paris, 1995
26- Raymond-Alain Thiétart « Le management », éditions Dahlab, Alger, 7ème édition, 1995
27- Faure.R et autres « Précis de recherche opérationnelle », Dunod, Paris, 5ème édition, 2000
28- Phelizone T.F « Méthodes et modèles de la recherche opérationnelle », Economica, Paris, 1998
29- Malika Babes « Statistiques, Files d'attente et simulation », Office des publications universitaire, Alger, 1995
30- Alain Martel « Techniques et applications de la recherche opérationnelle », Gaëtan Morin et Associés Ltée, Canada, 2ème édition 1979
31- Carton. D « Processus aléatoire utilisées en recherche opérationnelle », Masson, Paris, 1995
32- Shanon.R « System simulation », The art and science, Prentice-Hall-New Jersey 1995
33- Patrick Esquirol, Pierre Lopez « L'ordonnancement », édition Economica, Paris 1999
34- Françis Boucly « Le management de la maintenance, évolution et mutation», AFNOR, Paris, 2ème édition, 1998
35- CHAIB Rachid « La maintenance industrielle », Editions université Mentouri de Constantine, 2004



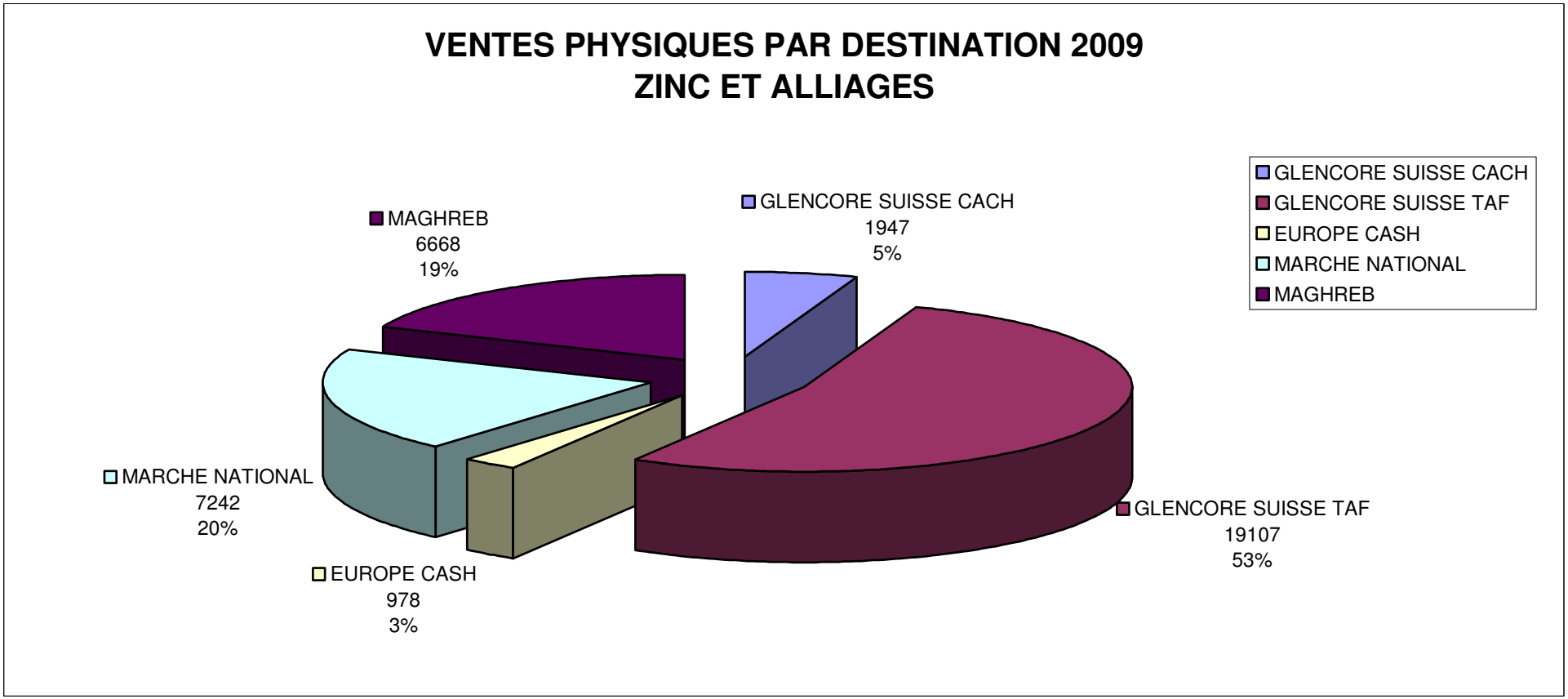
الملحق رقم 01:

CONSOMMATION MATIERES ET FOURNITURES

DESIGNATION	U.M	2006			2007			2008			2009		
		QTE	COUT UNIT	VAL (MDA)	QTE	COUT UNIT	VAL (MDA)	QTE	COUT UNIT	VAL (MDA)	QTE	COUT UNIT	VAL (MDA)
MINERAI	T	72741	98 265.26	7 148	63 610	100763.98	6410	66055	57301.85	3785	70 190	46562.99	3268
ENERGIE	KWH	163063402	2.07	338	157085398	2.07	326	165751300	2.04	337	158092100	2.04	322
AUTRES		-	-	225	-	-	265	-	-	281	-	-	250
TOTAL				**7 711**			**7 001**			**4 403**			**3840**

الملحق رقم 02:

VENTES PHYSIQUES PAR DESTINATION 2009
ZINC ET ALLIAGES



Planning de la maintenance préventif - GRILLAGE- ACIDE – :03 الملحق رقم

Années	2008												2009											
Équipements / Mois	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Ventilateur principal K102		■			■			■			■			■			■			■			■	
Ventilateur intermédiaire M30		■			■			■			■			■			■			■			■	
Echangeur a froid E102 A		■			■			■			■			■			■			■			■	
Echangeur a froid E102 B					■									■									■	
Echangeur a chaud E103								■									■							
Echangeur réchauffeur E105		■									■									■				
Pompe de circulation d'acide 96 %								■												■				
Pompe de circulation d'acide 98 %								■												■				
VENTILATEUR DE DÉMARRAGE								■			■			■			■			■			■	
BROYEUR A BOULET 1 ,6X1 ,5 M								■												■				

■ CONTRÔLE chaque 03 mois ■ CONTRÔLE chaque 09 mois ■ CONTROLE chaque année ■ INSPECTION chaque année

الملحق رقم 04:

Planning de la maintenance préventif -utilités-

Années	2008												2009											
Equipements **Mois**	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Mécanisme de raclage pour décanteur neutralisation																								
Compresseur GA250N°01																								
Compresseur GA250 N°02																								
CONTROLE chaque année		Entretenir chaque 4000heures de service																						

ملخص:

ساهمت التطورات التكنولوجية السريعة اليوم في ظهور معدات حديثة تتمتع بالتقنية العالية، هذا ما استدعى بالضرورة الاهتمام بوظيفة الصيانة كوظيفة إستراتيجية في المؤسسة تقوم بالاهتمام بهذه المعدات بتبني سياسات الصيانة المخططة وتطبيق الأساليب الحديثة في الإدارة من تخطيط ومتابعة وتنظيم.

ولقد عمدنا من خلال هذا البحث إلى عرض مجموعة من الأساليب الكمية المعتمدة في تخطيط وجدولة أعمال الصيانة واستطعنا من خلال الدراسة الميدانية بمؤسسة ALZINC بالغزوات من معرفة واقع وظيفة الصيانة بهذه المؤسسة، وانطلاقا من حجم وطبيعة الأعطال التي تتعرض لها التجهيزات الإنتاجية قمنا باختيار أسلوب المسار الحرج CPM من أجل تخطيط أعمال الصيانة والذي بين لنا مدى أهميته في تقليص زمن توقف هذه التجهيزات وبالتالي زيادة اتاحيتها وهو ما يحسن سير العملية الإنتاجية.

الكلمات المفتاحية: الصيانة، التخطيط، الأساليب الكمية.

Résumé:

Les nouvelles technologies ont permis l'apparition des équipements dotés d'une haute technologie. De ce fait, l'importance de leur maintenance s'impose comme fonction stratégique au sein d'une entreprise soucieuse du bon fonctionnement des équipements.

Notre travail consiste à exposer les différentes méthodes quantitatives dans la planification des travaux de maintenance, ce qui nous a permis de connaître la réalité de la fonction de maintenance dans l'entreprise ALZINC.

Vu le nombre et la nature des pannes que subissent les équipements de la productivité, nous avons choisi la méthode du chemin critique CPM pour planifier les travaux de maintenance. Cette méthode nous montre son importance dans la diminution du temps d'arrêt des équipements du aux pannes et par conséquent augmenter leur disponibilité pour améliorer la productivité.

Mots clés : maintenance, planification, méthode quantitatives.

Abstract:

The rapid technological progress, nowadays, has contributed to the development of sophisticated equipment. This fact has urged to wide range of importance given to maintenance as strategic component in the enterprise. Thus enterprises feel necessity of adopting planned maintenance policy to be achieved according to agreed stands. In this research, we tend to expose a set of quantitative methods adopted in maintenance task scheduling and functioning in the company of ALZINC Ghazaouet. We have applied a critical path method CPM for maintenance planning work. Research has shown the importance of such process in reducing downtime of equipment, the fact that contributes to productive process performance.

Keywords: maintenance, planning, quantitative methods.