



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة محمد خيضر - بسكرة
كلية العلوم الاقتصادية و التجارية و علوم التسيير
قسم علوم التسيير



الموضوع

أثر تطبيق الأساليب الكمية على فعالية إدارة الصيانة دراسة حالة مؤسسة صناعة الكوابل فرع جنرال كابل - بسكرة-

رسالة مقدمة كجزء من متطلبات نيل شهادة ماجستير في علوم التسيير
تخصص: الأساليب الكمية في التسيير

الأستاذ المشرف:

إعداد الطالبة:

د/ بن ساهل وسيلة

بنشوري نسبية

لجنة المناقشة

رئيسا	جامعة بسكرة	أستاذ التعليم العالي	أ.د/ غوفي عبد الحميد
مشرفا ومقررا	جامعة بسكرة	أستاذ محاضر (أ)	د/ بن ساهل وسيلة
عضوا مناقشا	جامعة بسكرة	أستاذ التعليم العالي	أ.د/ موسي عبد الناصر
عضوا مناقشا	جامعة باتنة	أستاذ التعليم العالي	أ.د/ زيتوني عمار

السنة الجامعية: 2015-2016

قسم علوم التسيير

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

(وَيَسْأَلُونَكَ عَنِ الرُّوحِ)

(قُلِ الرُّوحُ مِنْ أَمْرِ رَبِّي)

(وَمَا أُوتِيتُمْ مِنَ الْعِلْمِ إِلَّا قَلِيلًا)

صدق الله العظيم

الآية 85 من سورة الإسراء

شكر وتقدير

بسم الله الرحمن الرحيم

"ربي أوزعني أن أشكر نعمتك التي أنعمت علي وعلى والدي وأن أعمل صالحا ترضاه

وأدخلني برحمتك في عبادك الصالحين"

صدق الله العظيم _سورة النمل_ الآية 19_

فحمدا وشكرا لله العزيز الحكيم الذي هدانا لهذا وما كنا لنهتدي لولا أن هدانا الله، وإن أي توفيق فهو من الله عز وجل وأي تقصير فمن النفس البشرية المجبولة على النقصان بطبيعتها، وأصلي وأسلم على نبي الرحمة ومعلم البشرية سيدنا وحبينا محمد _ صلى الله عليه وسلم_ وعلى آله وصحبه أجمعين.

ولأن من لم يشكر الناس لم يشكر الله فإنه لمن دواعي سروري واعتزازي أن:

أتقدم بأسمى معاني الشكر والعرفان والتقدير وعظيم الامتنان إلى: التي شرفنتني بقبولها المتابعة والإشراف وكانت بمثابة نجم أنار ضياؤه دربي، فقد كانت كالواقفة على برج ترى من خلاله موضوع البحث بنظرة شمولية لبداية ونهاية هذا العمل، إذ لمست منها كل العناية والاهتمام فلم تبخل علي طيلة الوقت بنصائحها وتوجيهاتها الهادفة والقيمة وتشجيعاتها المتواصلة وكل الجهد والوقت اللذان بذلتهما في متابعة هذا العمل، وما كنت أنا إلا بمثابة المتحدية الواقفة في بداية المسلك ولا أرى نهايته أو مضمونه، ولولا فضل الله أولا ثم فضل توجيهاتها لما استطعت شق طريقي لنهاية المسلك.

إلى أستاذتي الدكتورة بن ساهل وسيلة

كما أتقدم بجزيل الشكر لجميع أساتذة كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير من بينهم الدكتورة بلجبل نادية وإلى كل من كانت له يد العون والمساعدة لإتمام هذا العمل.

كما لا أنسى فضل أعضاء اللجنة وتشريفهم لي بقبولهم مناقشة هذا البحث المتواضع.

وختاما شكر خاص للسادة إدارات وموظفي مؤسسة صناعة الكوابل الكهربائية فرع جنرال كابل-بسكرة- على ما قدموه لي من تسهيلات ومعلومات لإعداد الجانب التطبيقي للمذكرة -رغم قلة المعلومات وسرية العديد منها لاعتبارات تنافسية-، وأخص بالذكر:

- السيد مدير الموارد البشرية.

- السيد رئيس مكتب هيكل التكوين.

- السيد رئيس مكتب دائرة الصيانة ومساعدوه.

ولا أنسى فضل أخوي الغاليين الأستاذ بنشوري الصالح؛ جامعة بسكرة والأستاذ: بنشوري عيسى؛

جامعة تبسة، من خلال الدعم المعنوي والمادي لإتمام هذا العمل.

إهداء

إلى من أمر الله بالإحسان وخفض الجناح إليهما، إلى من سهرا على تربيته وحرصا على تعليمي
ففضّجت أفكاري وتوسعت معارفي:

أمي نبع الحنان والعتاء وجنتي فوق الأرض وشفاعتي في الآخرة، أمي الغالية العزيزة أطال الله في
عمرها فلولاها لما بلغت هذه الدرجة من الفكر والوعي واستطعت بهدى الله وعونه أن أتغلب على الصعاب؛
أبي الكـريم العزيز أطال الله في عمره؛

إجلالا وعرافانا

إلى إخوتي الأعزاء الذين هم عون لي عند المحن وسند لي على أعباء الحياة لن أنسى فضلهم ما
حييت ومهما حاولت جمع كل معاني الشكر لن أوفيهم حقهم: الصالح، عزالدين، موسى، عيسى، وإلى زوجاتهم
اللواتي كن لي بمقام الصديقات الناصحات المرشدات الواقفات معي في السراء والضراء: عزيـزة،
سارة، زكية.

إلى أخواتي العزيزات اللواتي ساندنني كثيرا: زوليخة، أميمة، وريدة، جميلة.
إلى أزهار حياتي وحياة عائلتي: منيب، شعيب، عبد الرؤوف، بشرى، آمنة، إكرام، إيمان، حسام الدين، محمد
الأمين، ياسين.

إلى أساتذتي وكل من علمني حرفا ينفعني في دنياي وآخرتي، وأخص بالذكر:
الدكتورة بل جبل نادية الأخت والصديقة والمرأة التي أرى فيها نفسي والمصباح الذي ينير لي دربي
والحديقة التي أرتاح فيها وأزيح التعب والفشل واليأس عني، فتعلمت منها أن كل سقوط ليس نهاية فسقوط المطر
أجمل بداية، والأستاذة بوجنانه عبلة صديقتي وكاتمة أسراري وصاحبة مشواري الجامعي، والأستاذة علالي
مليكة ذات الوجه البشوش التي تشجعني وتتصحنني دوما وتعلمني كلما نسيت أن الابتسامة دوما هي سر
السعادة.

ردا لبعض الجميل

إلى كل هؤلاء أهدي هذا العمل المتواضع

الفهرس

IV	شكر وتقدير.....
V	إهداء.....
VI	الفهرس.....
X	قائمة الأشكال.....
XI	قائمة الجداول.....
XII	قائمة الملاحق.....
أ	مقدمة.....
1	حالفصل الأول: الإطار المفاهيمي لإدارة الصيانة.....
2	تمهيد.....
3	المبحث الأول: ماهية الصيانة.....
3	المطلب الأول: التطور التاريخي للصيانة وتعريفها.....
3	الفرع الأول: التطور التاريخي للصيانة.....
6	الفرع الثاني: تعريف الصيانة.....
9	المطلب الثاني: أهمية وأهداف الصيانة.....
9	الفرع الأول: أهمية الصيانة.....
12	الفرع الثاني: أهداف الصيانة.....
13	المطلب الثالث: الأعطال وأنواع الصيانة.....
14	الفرع الأول: تعريف العطل، أسبابه وأنواعه.....
15	الفرع الثاني: أنواع الصيانة.....
22	المبحث الثاني: أساسيات إدارة الصيانة.....
22	المطلب الأول: تعريف إدارة الصيانة.....
24	المطلب الثاني: مكانة إدارة الصيانة داخل المؤسسة وعلاقتها بمختلف الإدارات الأخرى.....
30	المطلب الثالث: السياسات المختلفة لإدارة الصيانة.....
32	المطلب الرابع: الاتجاهات الحديثة لإدارة الصيانة.....
37	المبحث الثالث: وظائف إدارة الصيانة.....
37	المطلب الأول: تخطيط أعمال الصيانة.....

37	الفرع الأول: تعريف تخطيط أعمال الصيانة
38	الفرع الثاني: أهداف تخطيط أعمال الصيانة
38	الفرع الثالث: مستويات تخطيط أعمال الصيانة
42	المطلب الثاني: تنظيم أعمال الصيانة
42	الفرع الأول: العوامل المؤثرة على تنظيم أعمال الصيانة
43	الفرع الثاني: أنواع الهياكل التنظيمية
46	المطلب الثالث: تنفيذ ورقابة أعمال الصيانة
46	الفرع الأول: التنفيذ
49	الفرع الثاني: الرقابة
51	خلاصة
53	الفصل الثاني: الأساليب الكمية وقدرتها على ضمان فعالية إدارة الصيانة
53	تمهيد
54	المبحث الأول: مدخل إلى الأساليب الكمية
54	المطلب الأول: التطور التاريخي للأساليب الكمية
58	المطلب الثاني: تعريف الأساليب الكمية
60	الفرع الأول: أسباب استخدام الأساليب الكمية
60	الفرع الثاني: خصائص ومميزات الأساليب الكمية
61	المطلب الثالث: مجالات استخدام الأساليب الكمية وخطوات بناء منهجها
61	الفرع الأول: مجالات استخدام الأساليب الكمية
62	الفرع الثاني: خطوات منهج الأساليب الكمية
65	المبحث الثاني: أنواع الأساليب الكمية
65	المطلب الأول: الأساليب الرياضية، أهميتها وأنواعها
66	الفرع الأول: أهمية الأساليب الرياضية
67	الفرع الثاني: أنواع الأساليب الرياضية
69	المطلب الثاني: الأساليب الإحصائية، أهميتها وأنواعها
69	الفرع الأول: أهمية الأساليب الإحصائية
70	الفرع الثاني: أنواع الأساليب الإحصائية
75	المطلب الثالث: الاقتصاد القياسي وأساليب بحوث العمليات

75	الفرع الأول: الاقتصاد القياسي
75	الفرع الثاني: بحوث العمليات
82	المبحث الثالث: تحليل الأثر الناتج عن استخدام الأساليب الكمية في فعالية إدارة الصيانة
82	المطلب الأول: الأساليب الكمية المطبقة في إدارة الصيانة
105	المطلب الثاني: كيفية تأثير الأساليب الكمية على إدارة الصيانة
107	خلاصة
	الفصل الثالث: دراسة تطبيقية لأثر تطبيق سلاسل ماركوف على فعالية إدارة الصيانة في مؤسسة صناعة الكوابل فرع جنرال كابل
109	بمسكرة-
109	تمهيد
110	المبحث الأول: تقديم المؤسسة محل الدراسة
110	المطلب الأول: نشأة المؤسسة
112	المطلب الثاني: التعريف بالمؤسسة وأهدافها
112	الفرع الأول: التعريف بالمؤسسة
117	الفرع الثاني: أهداف المؤسسة
117	المطلب الثالث: الهيكل التنظيمي للمؤسسة
121	المبحث الثاني: إدارة الصيانة في المؤسسة
121	المطلب الأول: الصيانة وبعدها التنظيمي في المؤسسة
123	المطلب الثاني: نوعية الصيانة المطبقة في إدارة الصيانة بالمؤسسة
123	الفرع الأول: الصيانة التصحيحية
125	الفرع الثاني: الصيانة الوقائية
130	المبحث الثالث: تطبيق نموذج سلاسل ماركوف وأثره على فعالية إدارة الصيانة بالمؤسسة
130	المطلب الأول: تحديد معدل العطل ومعدل التصليح
133	المطلب الثاني: تطبيق نموذج سلاسل ماركوف
135	المطلب الثالث: تحليل وتفسير النتائج
138	خلاصة
139	خاتمة
144	قائمة المراجع
152	الملاحق

قائمة الأشكال

الصفحة	عنوان الشكل
05	الشكل رقم (01): الانتقال في المفهوم من الإصلاح إلى الصيانة
08	الشكل رقم (02): نظام التيروتكنولوجي Terotechnology
10	الشكل رقم (03): أهمية الصيانة الفعالة
11	الشكل رقم (04): علاقة الصيانة بأهداف المؤسسة
21	الشكل رقم (05): أنواع الصيانة وعملياتها
23	الشكل رقم (06): أنشطة إدارة الصيانة
25	الشكل رقم (07): مختلف تدفقات الاتصال بين إدارة الصيانة وإدارة الإنتاج
27	الشكل رقم (08): حجم القوة العاملة الأمثل لإدارة الصيانة
29	الشكل رقم (09): مكانة إدارة الصيانة وعلاقتها بمختلف الإدارات
41	الشكل رقم (10): الخطوات المختلفة للجدولة
44	الشكل رقم (11): الهيكل التنظيمي المركزي لإدارة الصيانة
45	الشكل رقم (12): الهيكل التنظيمي اللامركزي لإدارة الصيانة
48	الشكل رقم (13): مراحل عملية التدخل لتنفيذ الصيانة
50	الشكل رقم (14): الخطوات الأربعة لوظيفة مراقبة الصيانة
93	الشكل رقم (15): شبكة الأعمال الخاصة بصيانة المحول الكهربائي المقوم
94	الشكل رقم (16): شبكة الأعمال موضح عليها المسار الحرج
96	الشكل رقم (17): نموذج شجرة القرار لتحديد شكل الصيانة
102	الشكل رقم (18): نموذج سلسلة ماركوف بيانيا
104	الشكل رقم (19): احتمالات الانتقال من وإلى الحالة K
116	الشكل رقم (20): مراحل إنتاج الكوابل بمؤسسة صناعة الكوابل فرع جنرال كابل -بسكرة-
116	الشكل رقم (21): مراحل إنتاج حبيبات الPVC بمؤسسة صناعة الكوابل فرع جنرال كابل -بسكرة-
123	الشكل رقم (22): الهيكل التنظيمي لدائرة الصيانة بمؤسسة صناعة الكوابل فرع جنرال كابل -بسكرة-
133	الشكل رقم (23): حالة النظام استنادا إلى معدل العطل ومعدل التصليح لكل آلة

قائمة الجداول

الصفحة	عنوان الجدول
83	الجدول رقم (01): البيانات التاريخية للآلتين (أ، ب)
84	الجدول رقم (02): تحديد عمر الآلة المقابل للأرقام العشوائية
84	الجدول رقم (03): الجدول التجميعي لعمر الآلتين
92	الجدول رقم (04): برنامج صيانة المحول الكهربائي المقوم
93	الجدول رقم (05): حسابات الأزمنة المختلفة لبرنامج صيانة المحول الكهربائي المقوم
95	الجدول رقم (06): حسابات طول المسار الحرج
113	الجدول رقم (07): عدد الأفراد العاملين بمؤسسة صناعة الكوابل فرع جنرال كابل -بسكرة-
121	الجدول رقم (08): التوزيع لعمال وموظفي دائرة الصيانة حسب المؤهلات والدوائر الفرعية
127	الجدول رقم (09): نتائج نسبة العطل الفعلي ونسبة إنجاز MPP للثلاثي الأول من سنة 2014
127	الجدول رقم (10): نتائج نسبة العطل الفعلي ونسبة إنجاز MPP للثلاثي الثاني من سنة 2014
131	الجدول رقم (11): معدل العطل والتصليح للآلة UW25
132	الجدول رقم (12): معدل العطل والتصليح للآلة CR44

قائمة الملاحق

الصفحة	عنوان الملحق
153	الملحق رقم (01): بطاقة المتابعة
154	الملحق رقم (02): الهيكل التنظيمي لمؤسسة صناعة الكوابل فرع جنرال كابل -بسكرة-
155	الملحق رقم (03): طلب العمل DT، وأوامر العمل OT
156	الملحق رقم (04): بطاقة الخروج من المخزن BMC
157	الملحق رقم (05): طلب الشراء DA
158	الملحق رقم (06): صيانة يومية في الورشة H2
159	الملحق رقم (07): صيانة يومية في الورشة H5
160	الملحق رقم (08): البرنامج الشهري للصيانة الوقائية
161	الملحق رقم (09): تعليمات القيام بالصيانة الوقائية الدورية MPP
162	الملحق رقم (10): التخطيط السنوي للصيانة الوقائية لآلات المؤسسة



تواجه المؤسسة الاقتصادية باستمرار تغيرات عميقة مختلفة في بيئتها الاقتصادية، التكنولوجية وحتى السياسية والاجتماعية، هذه التغيرات تحتم على المؤسسة المعنية اتخاذ إجراءات تسمح لها بالقيام بردود أفعال مرنة وسريعة تجاه هذه التغيرات، فعدم الاستجابة السريعة والمناسبة لتأثيرات البيئة الداخلية والخارجية يمكن أن يؤدي إلى الإخلال بتوازن المؤسسة والتأثير السلبي على نتائج عملها، هذا ما يقتضي عليها التحكم الناجح في الموارد، الطاقات المالية، المادية والبشرية.

فنجاح المؤسسة في أداء مهمتها مرتبط ارتباطا وثيقا بحالة أحد مواردها وهي التجهيزات التي من المفروض أن تبقى في حالة عمل وتشغيل مدة الإنتاج أو فترة أداء الخدمة المبرمجة لها، فهذه التجهيزات/ آلات ومعدات تمثل نسبة كبيرة من إجمالي الأموال المستثمرة في الأصول الثابتة، مما يستدعي الاهتمام بالمحافظة على سلامة هذه الأصول واستمرار تشغيلها بكفاءة وفعالية، عن طريق وجود صيانة فعالة لها.

فالصيانة تعتبر من أهم العمليات المرافقة للعملية التشغيلية في أي مؤسسة اقتصادية فهي تعمل على الحفاظ على أداء المعدات والآلات بشكل جيد ومستمر، تخفيض التكاليف، رفع مستوى جودة المنتجات أو الخدمات المقدمة والحفاظ على صحة وسلامة العاملين من خلال الاستخدام الصحيح والسليم للآلات والمعدات. وعليه فإن الحفاظ على ديمومة المستوى التشغيلي الجيد لوسائل الإنتاج يبقى أمرا ضروريا مما أدى إلى ضرورة التخصص في عمليات الصيانة وبداية ظهور إدارة لها، تقدم خدماتها مستقلة عن إدارة الإنتاج ولكنها بقيت تشكل دعامة وركيزة لها، وغدا نجاح هذه الأخيرة مرهونا بكفاءة إدارة الصيانة وفعاليتها، التي تهتم بتخطيط وبرمجة أعمالها الوقائية وتقليل الصيانة غير المخططة وتوفير الأدوات الاحتياطية بما يتلاءم وطبيعة تشغيلها، واختيار أسلوب تنظيم أكثر ملاءمة لظروف وطبيعة العمل، من أجل التحكم الجيد في العملية وضمان استمرارية تدفق الإنتاج، رغبة في الوصول إلى نجاعة إنتاجية أكيدة تتجسد في الكم المخطط له بالجودة المطلوبة وبأقل التكاليف.

ومن هذا المنطلق ومن أجل مواكبة مختلف التغيرات في البيئة الاقتصادية ظهرت الحاجة إلى استخدام مبادئ وأساليب علمية ومنطقية قادرة على التعامل مع هذه التغيرات إلى جانب الأساليب التقليدية المتمثلة في التجربة والحكم الشخصي والخبرة السابقة لمتخذ القرار،... بهدف زيادة فعالية اتخاذ القرارات الإدارية، فتعقد المشكلات الإدارية الحديثة وخطورة الاعتماد على منطق التجربة والخطأ جعل الإدارة تسعى إلى البحث عن

أسلوب علمي متطور يحقق لها القدرة على اتخاذ القرار الأمثل، فإدارة الصيانة شأنها شأن الإدارات الأخرى بالمؤسسة فهي كثيرا ما تواجه مجموعة واسعة من الصعوبات للاحتفاظ بالمعدات والآلات في حالة تشغيلية مثلى لضمان تنفيذ دورات الإنتاج، لذلك هي بحاجة لمنهج علمي فعال يتمثل في الأساليب الكمية يساعدها في تخطيط وتنفيذ عمليات الصيانة.

وعلى هذا الأساس يمكن صياغة المشكلة موضوع البحث بالتساؤل التالي:

ما أثر تطبيق الأساليب الكمية على فعالية إدارة الصيانة؟

وعلى ضوء هذه الإشكالية يمكن طرح التساؤلات الفرعية التالية:

1- كيف يساهم تطبيق الأساليب الكمية في معرفة الواقع التشغيلي للآلات مما يؤثر إيجابا على فعالية إدارة الصيانة؟

2- كيف تساعد الأساليب الكمية في إعادة النظر في نوعية الصيانة المطبقة مما يساعد على زيادة الفعالية؟

وللإجابة على التساؤلات الفرعية قمنا بصياغة الفرضيات التالية:

1- يساهم تطبيق الأساليب الكمية في معرفة الواقع التشغيلي للآلات مما يؤثر إيجابا على فعالية إدارة الصيانة.

2- يساعد استخدام الأساليب الكمية في إعادة النظر في نوعية الصيانة المطبقة مما يساهم في زيادة الفعالية.

أهمية الدراسة

تتجلى أهمية الدراسة في الاعتبارات التالية:

- إثراء مجال التخصص بالبحوث ومصادر المعلومات؛
- الصيانة كبديل استراتيجي للمؤسسة الصناعية الجزائرية في ظل صعوبة اقتناء تجهيزات لارتفاع تكلفة الحصول عليها وتكاليف تشغيلها من جهة ومحدودية الموارد المالية من جهة أخرى؛

- اعتبار بند الصيانة من عناصر الجودة في المقاييس الدولية ISO9001، ISO9002 مما يبرز الاهتمام بالصيانة دوليا؛
- دور إدارة الصيانة في تقليص الحوادث الصناعية الخطيرة وتوفير الأمن والسلامة المهنية والمحافظة على استمرار العملية الانتاجية؛
- أهمية استخدام الأساليب الكمية التي من شأنها التأثير على فعالية إدارة الصيانة بعيدا عن الأخطاء والقرارات الارتجالية؛
- التطرق إلى معرفة الأساليب الكمية المطبقة في إدارة الصيانة بالمؤسسة محل الدراسة والأثر الذي سوف يحدثه هذا الأسلوب في التقليل من إهدار الوقت والتكلفة وكذا الإقلال من التحديث؛
- محاولة تحسيس مسيري المؤسسات الصناعية بمدى أهمية تطبيق الأساليب الكمية في إدارة الصيانة للقيام بأعمال بحثية وتطويرية وتوفير كوادرات متخصصة للعمل في المجال الأكاديمي.

أهداف الدراسة

ترمي هذه الدراسة للوصول إلى عدة أهداف أهمها:

- نشر المفاهيم الأساسية والمستحدثة لموضوعي الصيانة والأساليب الكمية؛
- محاولة إبراز دور إدارة الصيانة في ضمان جودة سيرورة العمليات التشغيلية؛
- محاولة إيضاح وتفسير النماذج و الأساليب الكمية المساهمة في إدارة عمليات الصيانة بفعالية؛
- التعرف على واقع إحدى المؤسسات الجزائرية؛
- تبيان مدى أثر تطبيق الأساليب الكمية في إدارة الصيانة فعليا في المؤسسة محل الدراسة.

أسباب اختيار الموضوع

- من جملة الأسباب والدوافع التي أدت إلى اختيار هذا الموضوع:
- كون الموضوع ذو صبغة إدارية تسييريه يدخل في صميم التخصص؛

- توفر بيانات ومعلومات بشكل كبير في كل من موضوع إدارة الصيانة والأساليب الكمية، لكن محدودة وغياب الدراسات الأكاديمية والبحوث الجامعية (حسب إطلاع الباحث) سواء باللغة العربية أو الأجنبية للربط بينهما والتي تعطي هذا الموضوع حقه في الاهتمام؛
- كثرة الحديث عن الصيانة في جانب الهندسة والميكانيك دون الإحاطة بتسييرها من الجانب الاقتصادي؛
- تركيز معظم المسيرين في الإدارات على اعتماد قرارات ارتجالية دون اللجوء إلى أسس علمية لذلك جاءت هذه الدراسة كمحاولة للفت الانتباه لمن يتخذ القرار على ضرورة تبني منهج علمي يتم من خلاله استعمال أساليب كمية للوصول إلى قرارات مناسبة؛
- محاولة الربط بين ما يحدث في واقع إحدى المؤسسات الجزائرية والجانب النظري للموضوع؛
- وقع الاختيار على مؤسسة صناعة الكوابل الكهربائية فرع جنرال كابل بسكرة لمعالجة هذا الموضوع نظرا للأهمية التي تلعبها وظيفة الصيانة في هذه المؤسسة التي تتميز باستمرار العملية الإنتاجية على مدار 24 ساعة وهو ما يستدعي الحفاظ على إتاحة المعدات من أجل ضمان عدم انقطاع الخط الإنتاجي.

المنهج المستخدم

تم تصميم البحث اعتمادا على الإجراءات والاعتبارات المنهجية التي تستند إلى معالجة المشكلة البحثية والإجابة على الأسئلة المطروحة وفقا للمنهج الاستكشافي من خلال تطبيق أسلوب الاستنباط، نظرا لكونه يتوافق مع مقام تقرير الحقائق وفهم مكونات الموضوع وإخضاعه للدراسة الدقيقة وتحليل معظم أبعاده بشكل من التوضيح والتفسير، كما تم اعتماد منهج دراسة الحالة في الجانب التطبيقي لإلقاء مزيد من الضوء على ظاهرة الدراسة ولإسقاطها على الواقع العملي للمؤسسات الجزائرية، حيث تم اختيار مؤسسة صناعة الكوابل فرع جنرال كابل بسكرة كنموذج لتطبيق ما تم تناوله في الجانب النظري للموضوع على أرض الواقع.

هيكل البحث

محاولة للإلمام بحديثات الموضوع، تم تقسيم البحث إلى جزئين هما الجزء النظري والجزء التطبيقي. فالجزء النظري يحتوي على فصلين حيث **الفصل الأول** يتناول الإطار المفاهيمي لإدارة الصيانة، ويعد بمثابة مدخل نظري للدراسة ويحتوي على ثلاثة مباحث أساسية، يتناول المبحث الأول ماهية الصيانة بينما يتناول المبحث الثاني أساسيات إدارة الصيانة، أما المبحث الثالث فيتناول وظائف إدارة الصيانة.

بينما **الفصل الثاني** فيتناول موضوع الأساليب الكمية وقدرتها على ضمان فعالية إدارة الصيانة، ويحتوي كذلك على ثلاثة مباحث، فالمبحث الأول يقدم عرضاً لمدخل الأساليب الكمية أما المبحث الثاني فيتعرض إلى أنواع الأساليب الكمية، أما المبحث الثالث فيبين الأثر الناتج عن استخدام الأساليب الكمية على فعالية إدارة الصيانة.

الجزء التطبيقي: يحتوي على فصل واحد يمثل حوصلة لما تم التعرض له في الجزء النظري في شكل تطبيقي، حيث تم في البداية تقديم المؤسسة محل الدراسة أما المبحث الثاني فيشخص واقع إدارة الصيانة وسياساتها المتبعة في المؤسسة، أما المبحث الثالث كان محاولة لتطبيق نموذج سلاسل ماركوف ومساعدة المؤسسة في استغلال نتائج مثل هذه الأساليب لزيادة فعالية اتخاذ القرار.

وفي نهاية البحث تم عرض أهم النتائج التي تم التوصل إليها ومكنت من إبداء بعض الاقتراحات في هذا الموضوع.

الفصل الأول:

الإطار المفاهيمي

لإدارة الصيانة

تمهيد

لقد ساعد التطور والتقدم التكنولوجي على فتح أسواق واسعة نحو إدخال التكنولوجيا في جميع أوجه النشاط الصناعي والخدمي، ذلك ما أدى إلى زيادة نسبة رأس المال المستثمر في الأصول الثابتة من آلات ومعدات وأجهزة ومباني من إجمالي الأموال المستثمرة في المشروعات الصناعية والخدمية، وبات من الواضح أن استمرار عمل هذه المشاريع مرهون بكفاءة التشغيل لهذه المعدات والأجهزة، لذلك يتطلب الأمر الاهتمام بهذه الأخيرة والمحافظة عليها واستمرار تشغيلها بكفاءة وفعالية عن طريق وضع برامج لصيانتها لتحقيق أقصى استفادة منها، مما يستلزم على المؤسسة إيجاد إدارة خاصة بها من جهة ومن جهة أخرى معرفة كيفية إدارتها، فهي تعتبر من أهم الإدارات المرافقة للعملية التشغيلية في أي مؤسسة كما تعد من إحدى الدعامات الرئيسية لضمان كفاءة سير العمل، مما ينعكس بصورة إيجابية على صورة المؤسسة وقدرتها على تقديم منتجات ذات جودة ومرونة عالية.

وللتعمق في موضوع إدارة الصيانة ارتأينا أن ندرسها بشيء من التفصيل من خلال هذا الفصل والذي

تمت صياغته في ثلاث مباحث:

المبحث الأول: ماهية الصيانة؛

المبحث الثاني: أساسيات إدارة الصيانة؛

المبحث الثالث: وظائف إدارة الصيانة.

المبحث الأول: ماهية الصيانة

نتيجة للتقدم التكنولوجي والتعقيد في ميكنة العمليات داخل المؤسسة أصبحت الصيانة من المواضيع المهمة للمديرين ومسيري المؤسسات بسبب المشاكل التي تعترض سيرورة العمل كتعطل أو تلف التجهيزات المستخدمة مما يجعل المؤسسات في حاجة ضرورية إلى صيانة أجهزتها وآلاتها التي تعود بها إلى فعاليتها التشغيلية وفي الوقت المناسب، إذ تقوم الصيانة على منع عرقلة الإنتاج وضمان السير الدائم للعمليات وتحقيق المخرجات بالموصفات المطلوبة، لذلك تعد الصيانة عملية قائمة بحد ذاتها تساهم في زيادة الاستخدام الجيد للتجهيزات في مختلف المؤسسات بغية تعزيز جودة منتجاتها وتحسين أدائها؛ وهذا المبحث يلقي الضوء على بعض المفاهيم المتعلقة بالصيانة من حيث: التطور التاريخي للصيانة، تعريفها، أهميتها وأهدافها، العطل وأنواع الصيانة وعملياتها.

المطلب الأول: التطور التاريخي للصيانة وتعريفها

عقب التطور الهائل في الصناعة والتكنولوجيا توسع الاهتمام بالصيانة وأصبحت من بديهيات الأعمال؛ لذا فقد شهدت مجموعة من المفاهيم ضمن مراحل تاريخية مختلفة.

الفرع الأول: التطور التاريخي للصيانة

إن مصطلح الصيانة "Maintenance" من أصل لاتيني يتكون من كلمتين هما "Manus" و "Tenere"، وظهر استخدام مصطلح "Mainteneur" في اللغة الفرنسية خلال القرن الثاني عشر وهناك من يؤكد ظهوره في سنة 1169، وظل يستخدمه الأنجلو سكسون إلى غاية العصر الحديث عندما ظهر أول مرة في المفردات العسكرية على أنه "المحافظة على الوحدات القتالية والأفراد والمعدات في مستوى ثابت"؛ وأصبح هذا المفهوم مثيرا للاهتمام في مجال الصناعة بسبب تكييفه من الوحدات العسكرية إلى الوحدات الإنتاجية المخصصة ضمن الاقتصاد⁽¹⁾.

⁽¹⁾ Monchy F, Vernier J, Maintenance – méthodes et organisations, 3 édition, DUNOD, Paris, 2010, pp 3,4.

ففي البداية كان يطلق على الصيانة اسم "Entretien" والتي كانت تعني مجرد إصلاح واستكشاف الأعطال للمعدات بعد أن تفشل، وكان السعي نحو إعادة التشغيل سريعا دون معرفة أسباب العطل، وهذا ما يتفق مع ما يسمى حاليا بالصيانة العلاجية⁽¹⁾ (والتي سنتطرق إليها في المطلب الثالث من هذا المبحث). ونشأت الصيانة مع ظهور الثورة الصناعية وظلت أعمالها منحصرة في الحفاظ والاعتناء بالآلات عن طريق التشحيم، التنظيف وانتظار وقوع الأعطال لتصلحها، كما كان الاعتقاد السائد آنذاك أن المعرفة الميدانية للآلات كافية لتجنب العطل⁽²⁾ حيث كان للصيانة حتى هذه الفترة بعدا فنيا خالصا. ومع مرور الوقت أصبحت تكاليف الصيانة تزداد ولم تعد المؤسسات قادرة على تحمل التكاليف الإضافية غير المبررة ولم تعد تنتظر الفشل للإصلاح فقامت بتنظيم الأعمال عن طريق إعداد ورشات عمل للضبط والمراقبة واستخدام المعلومات الراهنة للمعدات، وضع خطط للعمل والتدخلات واستبدال الأجزاء وبالتالي تم الانتقال من الصيانة الإصلاحية إلى ما يسمى بالصيانة الوقائية؛ وكانت تجرى هذه التدابير الوقائية في البداية وفقا لجدول زمنية محددة وكان مسموحا في الواقع بحدوث الفشل على حساب زيادة كبيرة للتكاليف، ومع تطور تكنولوجيا التشخيص والسيطرة وأجهزة الاستشعار وإدخال الحاسوب وأنظمة المعلومات المساعدة توسعت أعمال الصيانة وأصبحت تستخدم تقنيات التنبؤ بالفشل وساهم ذلك في تقليل التكاليف⁽³⁾؛ هنا أصبح للصيانة مع دخول عنصر التنظيم والوقاية بعدا اقتصاديا بالإضافة للبعد الفني السابق.

ويرجع الاهتمام المتزايد بالصيانة يوما بعد يوم إلى عدة أسباب منها:⁽⁴⁾

- زيادة درجة تعقيد المعدات والأجهزة والآلات المستخدمة في الأعمال؛
- زيادة درجة المكننة والأتمتة المتبعة في الأعمال؛
- زيادة الدقة في تحديد جدولة الإنتاج والعمليات الإنتاجية؛
- زيادة دقة التحكم في الإنتاج والعمليات الإنتاجية؛
- ارتفاع حجم الاستثمارات في الموجودات الثابتة؛

⁽¹⁾Benbouzid F, Contribution a l'étude de la performance et de la robustesse des ordonnancements conjoints production/maintenance, Thèse de doctorat, spécialité Automatique et Informatique, Université de Franche- comte, 2005, p 20.

⁽²⁾صغير حياة، واقع إدارة الصيانة في الدول النامية وانعكاساتها على الإنتاج، جامعة دمشق، سوريا، 2009، ص1، من الموقع <http://sa.ae/4ae44de> تم الاطلاع (2014/02/24 :20:50).

⁽³⁾Alhouaji A, Contribution à l'optimisation de la maintenance dans un contexte distribué, Thèse de doctorat, spécialité: Automatique - Productive, Université de Grenoble, 2010, p 21.

⁽⁴⁾خضير كاظم حمود، فاحوري هائل يعقوب، إدارة الإنتاج والعمليات، دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2009، ص 115.

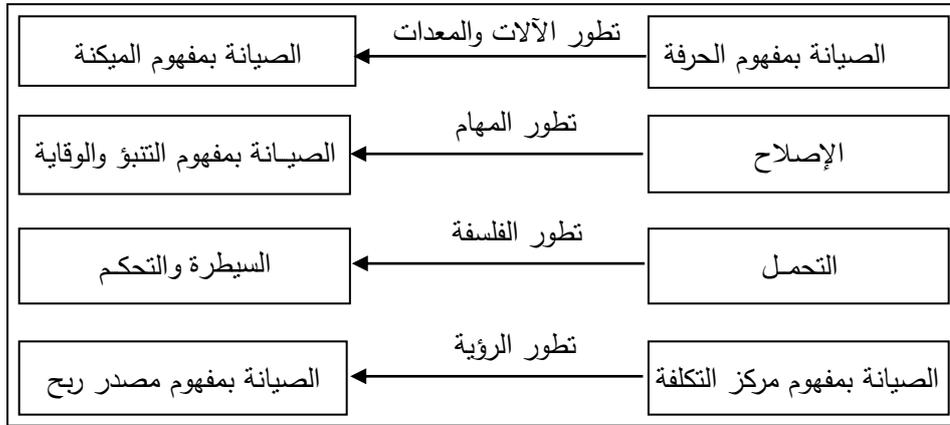
- تزايد حدة المنافسة مما يحتم تحديث المعدات والآلات لمواكبة تطورات الأسواق.

وما نريد قوله أن الصيانة كانت موجودة دائماً لكن في السابق لا تعدو كونها مجرد عملية "إصلاح" حيث تُعنى باستكشاف الأعطال وإصلاحها بعد فشل المعدات، وكان الهدف الأساسي منها هو إعادة التشغيل السريع فقط وكانت تصرف مبالغ باهظة على ذلك مما يعني تحمل زيادة التكاليف وبالتالي انخفاض مستوى الكفاءة.

ومع مرور الوقت ونتيجة للتطور والتغير السريع في الأسواق وتحولها نحو العالمية والتنافس الشديد وجدت المؤسسات نفسها مجبرة على مواجهة المخاطر، ومن أجل تلبية متطلبات زبائنهم مما ساهم في زيادة وعي المديرين والمسؤولين بالمؤسسة ومعرفتهم بأن الحفاظ على المعدات أصبح سلوك غير كاف ولا بد من الانتقال وتعلم كيفية السيطرة والتحكم في النظم الآلية ومنع الحوادث مع تجنب تجاوز عتبة التكاليف المسموحة وبالتالي حدثت نقلة من الصيانة كتكاليف إلى الصيانة كمصدر أرباح.

والشكل التالي يبين النقلة النوعية من الإصلاح إلى الصيانة

الشكل رقم (01): الانتقال في المفهوم من الإصلاح إلى الصيانة



المصدر: زريقي عمار، التعميد بإدارة الصيانة كاختيار استراتيجي للمؤسسة الصناعية مدخل لتحسين الإنتاجية -دراسة حالة المركب المنجمي للفوسفات_ جبل العنق_ بئر العاتر، مذكرة ماجستير غير منشورة، جامعة قاصدي مرباح، ورقلة، 2012، ص 50.

كما رأينا سابقاً ونتيجة للتطور الحاصل أصبحت الصيانة محل اهتمام كبير حيث ظهرت معاهد وجمعيات كثيرة تُعنى بتقديم مختلف الوسائل العلمية والإجراءات الميدانية للوصول إلى صيانة مثلى ومن أمثلتها: (1)

- اللجنة الوطنية للصيانة: Comité National de la Maintenance (CNM)

(1) Monchy F, Vernier J, Op.cit. p5.

- اللجنة الوطنية للصيانة الصناعية: Comité National de la Maintenance Industrielle (CNMI)
- الجمعية الفرنسية لتوحيد المعايير: Association Française de Normalisation (AFNOR)
- اللجنة الأوروبية لتوحيد المعايير: Comité Européen de Normalisation (CEN)
- الجمعية الفرنسية لمهندسي ومسؤولي الصيانة: Association française des Ingénieurs et responsables de Maintenance (AFIM)

الفرع الثاني: تعريف الصيانة

نظرا للتطور التاريخي الذي شهدته الصيانة فإن الدراسات والأبحاث العلمية كانت لها أيضا وجهات نظر مختلفة تختلف من باحث لآخر ومن مفكر لآخر مما أدى إلى تعدد التعاريف حولها من تعاريف شاملة وجامعة إلى تعاريف متخصصة حيث نبدأ بتعريف بوعينية الشامل بأن الصيانة هي:

➤ "الحفاظ على رأس المال المستثمر في صورة آلات ومعدات وأجهزة ومرافق ومباني بحالة تسمح باستخدامها بمستوى أداء فعال وبأسلوب اقتصادي كفاء بما يحقق أهداف المؤسسة"⁽¹⁾، وقد بين هذا التعريف مفهوم الصيانة من جانبها الشامل والبسيط أي الحفاظ والوقاية من الأعطال بما يحقق أهداف المؤسسة.

➤ في حين ركز طرطار على الصيانة من جانبيين هما الإصلاح والوقاية فعرّفها على أنها "إصلاح التلف الناتج عن الاستعمال وكذلك الوقاية من هذا التلف لتجنب وقوعه والمحافظة على القدرة لأداء العمل بشكل اقتصادي"⁽²⁾.

➤ وهناك من اعتبر أنه للوصول إلى صيانة جيدة يجب مراعاة عنصر التكلفة "الفضل" من هذا الجانب يرى أن الصيانة عبارة عن "مجموعة من الفعاليات والنشاطات التي تساعد على بقاء الأصل الثابت بمستوى مقبول من الكفاءة وبأقل تكلفة ممكنة"⁽³⁾، وأيضاً عرفت الجمعية الفرنسية لتوحيد المعايير وحسب المعيار AFNOR NF X 60-010 بأنها "جميع الإجراءات التي تسمح بالحفاظ (المتابعة والمراقبة) على أو استعادة (تصحيح الخلل) المعدات إلى حالة محددة أو قادرة على تقديم خدمة معينة وذلك بتحديد مستوى المهارات والأهداف المتوقعة من الصيانة؛ حيث أن الصيانة الجيدة هي ضمان كل هذه العمليات بتكلفة

(1) بوعينية وهيبة، دور إدارة الصيانة في تخفيض تكاليف الإنتاج، دراسة حالة مؤسسة نافتك لتكرير البترول، مذكرة ماجستير غير منشورة، كلية علوم التسيير والعلوم الاقتصادية، جامعة 20 أوت 1955، سكيكدة، 2007، ص 8.

(2) طرطار أحمد، الترشيد الاقتصادي للطاقت الإنتاجية في المؤسسة، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر، 1993، ص 66.

(3) الفضل مؤيد، المنهج الكمي في إدارة الوقت، دار المريخ للنشر، الرياض، المملكة العربية السعودية، ص 261.

مثلى بتحديد مجموعة العمليات التي تسمح بتحسين الكفاءة الاقتصادية⁽¹⁾، حيث ركزت أيضا كما لاحظنا على عنصر التكلفة.

➤ أما من جانب آخر فنجد أن "Zille" قد أضاف عنصري "الجودة" و"الأمن والسلامة" للصيانة حيث عرفها بأنها "مجموعة الإجراءات التي يتم تنفيذها للحد من الاضطرابات التي تنتج عن العطل والخلل والتي تؤثر على تكاليف الإنتاج وجودة المنتجات والخدمات وأمن وسلامة الأشخاص"⁽²⁾.

➤ أطلقت اللجنة الأوروبية لتوحيد المعايير وحسب المعيار NF EN 13306 على الصيانة مصطلح جديد هو التيروتكنولوجي وعرفتها بأنها "مزيج من التطبيقات الإدارية والمالية والهندسية التي تطبق على الموجودات المادية وتتعب 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 يُنَحصل عليها بالتغذية العكسية عن تصميمها وإنجازها وتكاليفها"⁽³⁾، وبالتالي فإن Francastel اعتمادا على هذا التعريف المفصل والمتخصص رأى أن الصيانة عبارة عن عملية فنية إدارية وهو تعريف أشمل مقارنة بما سبق لأن الصيانة كانت منحصرة في مجملها بين الإصلاح، الوقاية والتكلفة.

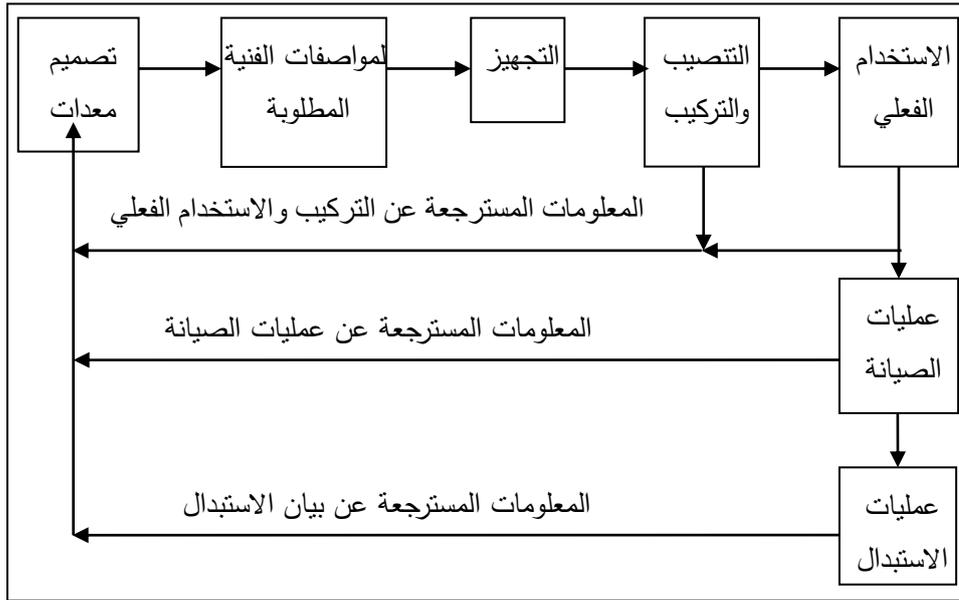
ويمكن توضيح مصطلح التيروتكنولوجي الذي يبين مفهوم الصيانة بأسلوب شامل وجامع بالشكل التالي:

⁽¹⁾ Alhouaji A, Op.cit. p20.

⁽²⁾ Zille V, Modélisation et évaluation des stratégies de maintenance complexes sur des systèmes multi-composants, thèse pour obtenir le grade de docteur, université de troyes, 2009, p 12.

⁽³⁾ Francastel J, Externalisation de la maintenance: Stratégies, Méthodes, Contrats, 2 édition, DUNOD, Paris, 2005, p7.

الشكل رقم (02): نظام التيروتكنولوجيا Terotechnology



المصدر: الحديثي رامي حكمت فؤاد وآخرون، الاتجاهات الحديثة في إدارة الصيانة المبرمجة، دار وائل للنشر، عمان، الأردن، 2004، ص 17.

يتضح من الشكل السابق أن الصيانة لا تقتصر فقط على النشاطات التقليدية التي رأيناها سابقا والمتمثلة بالتشحيم والتزييت والكشف الدوري عن الأعطال والتصليح بل تبدأ مع بداية وضع تصاميم المعدات والمصنع والمباني ووضع المواصفات الفنية الملائمة لظروف التشغيل إلى غاية الاستخدام الفعلي للموجودات مع الاستمرار في تحسين هذه العمليات من خلال التغذية العكسية عن أداء أعمال الصيانة والاستبدال وذلك للمساهمة في التطوير ومعالجة الانحرافات الحاصلة في الوقت المناسب.

ومن خلال ما سبق نستنتج أن الصيانة بشكل عام وباختصار هي عبارة عن عملية فنية فيها جانبين قبلي (الوقاية) وبعدي (الإصلاح) وتختص بوقاية وإصلاح المعدات والآلات والمباني...، من الأعطال بكفاءة وجودة عالية وبأقل تكلفة ممكنة خلال زمن مناسب، وكذا تحقيق أمن وسلامة العاملين من أجل تحقيق مهمة وأهداف المؤسسة.

المطلب الثاني: أهمية وأهداف الصيانة

كان يُنظر للصيانة في السابق على أنها مسألة تتعلق بالتكلفة؛ ولكن في الوقت الحالي ومع التقدم التكنولوجي باتت تعد ميزة أساسية لأي مؤسسة ترغب في أن تجد لها مكانة في السوق، وأصبحت وظيفة هامة ومن الضروري التركيز عليها إذ تشكل عاملا هاما للإنتاجية والجودة.

الفرع الأول: أهمية الصيانة

تستمد الصيانة كوظيفة داخل المؤسسة أهميتها من حيث أنها تساعد في تقليل مختلف التوقفات للآلات والتجهيزات والمعدات وأيضا تقليل الأعطال الرئيسية التي تؤدي إلى خسارة في الإنتاج وجعلها في حدها الأدنى من أجل تحقيق الفعالية التشغيلية، والمحافظة على معايير الجودة إضافة إلى المحافظة على المخرجات في حدود الكميات المطلوبة والتكاليف الدنيا، لأن هذه الأعطال تؤدي بدورها إلى عدم تسليم طلبات الزبائن في الوقت المحدد، مما يجعل الصيانة تقلل وتحد من هذه الخسائر⁽¹⁾؛ كما أن انخفاض الصيانة يؤدي إلى انخفاض الروح المعنوية للعاملين وعدم مقدرتهم على مقابلة متطلبات الارتقاء بمعايير الإنتاج في الوقت المحدد وهذا يؤدي إلى فشل الإدارة التي من مسؤوليتها توفير صيانة جيدة للآلات والمعدات من جانب وكذا الاهتمام بالعاملين من جانب آخر؛

إضافة إلى أن الصيانة تؤمن استغلال الوقت المتاح والعمل بكفاءة باعتبار أن التجهيزات تبقى جاهزة للتشغيل ومحافظة على قدرتها الإنتاجية، مما يضمن أثرا إيجابيا على الإنتاج داخل المؤسسة فكلما كانت عملية الصيانة دقيقة ومنظمة كلما أدى ذلك إلى رفع إنتاجية المؤسسة وتحقيق أهدافها المسطرة.⁽²⁾

وتتضح أهمية الصيانة ودورها الفعال من كونها تنشأ عن تفاعل العوامل الآتية:⁽³⁾

- التطورات التقنية وتعدد نظم التشغيل؛
- ارتفاع حجم الاستثمارات في الموجودات الثابتة؛
- الاستخدام الأمثل للموارد البشرية والمادية وتأمين تشغيلها بكفاءة وفعالية؛
- السعي لتحقيق أهداف العمليات وأسبقياتها التنافسية المتمثلة بالتكلفة الأدنى والجودة والمرونة.

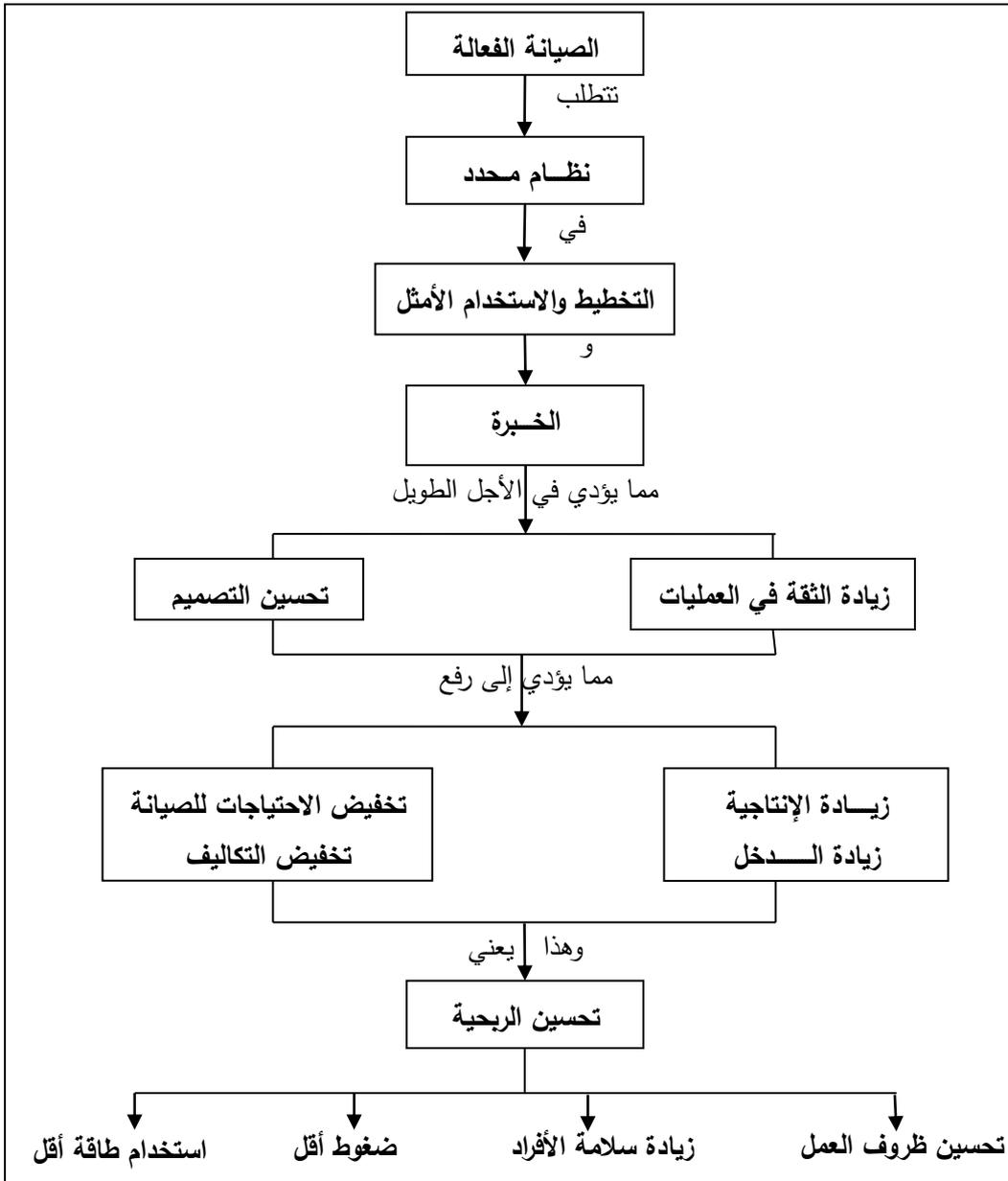
وبين الشكل التالي أهمية الصيانة في تحسين عمل المؤسسة:

(1) بوعنينة وهيبه، دور إدارة الصيانة في تخفيض تكاليف الإنتاج، مرجع سابق، ص 5.

(2) طرطار أحمد، مرجع سابق، ص 66.

(3) العزاوي محمد، الإنتاج وإدارة العمليات: منهج كمي تحليلي، دار البيازوري للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2006، ص 182.

الشكل رقم (03): أهمية الصيانة الفعالة.

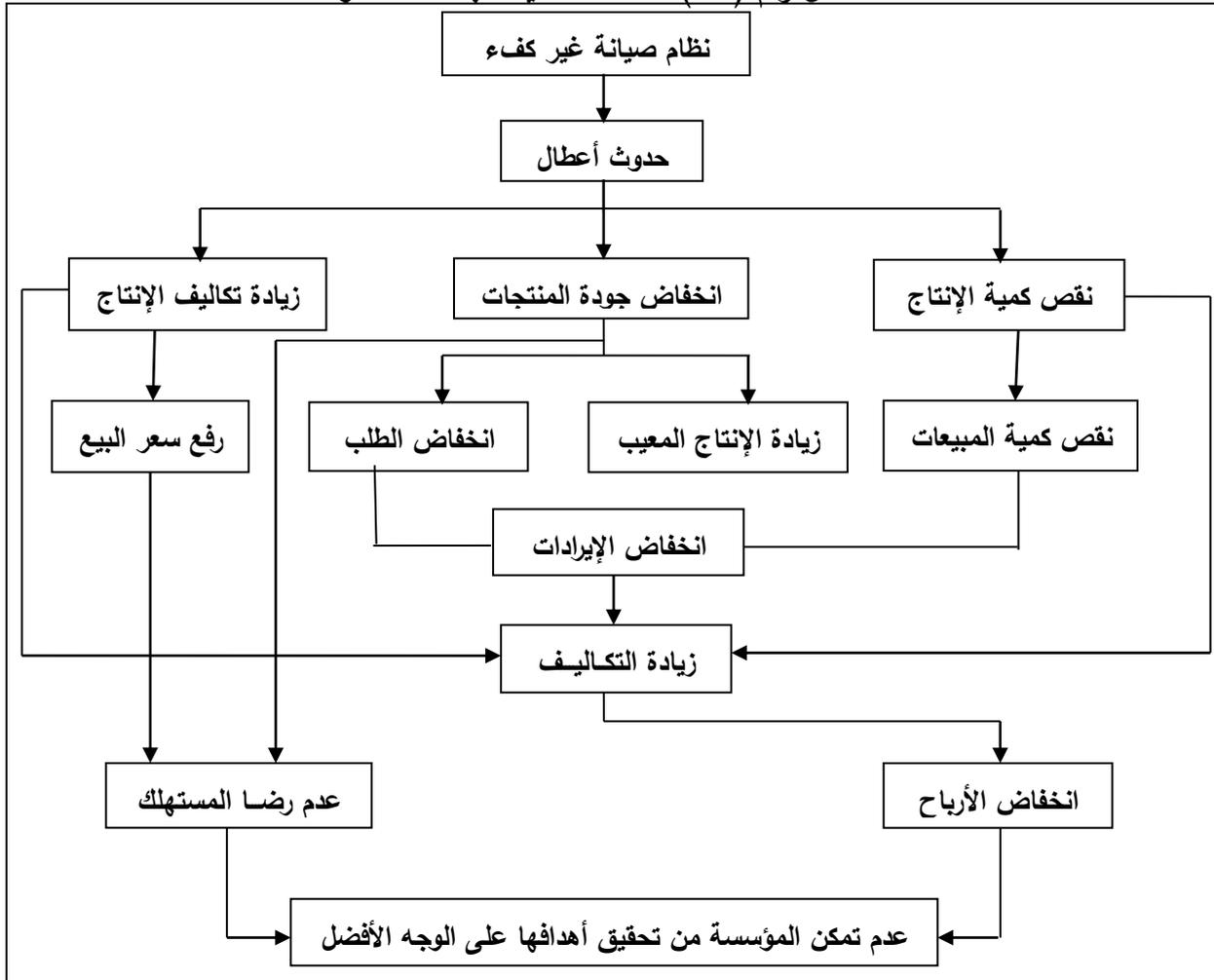


المصدر: البكري سونيا محمد، تخطيط ومراقبة الإنتاج، الدار الجامعية، الاسكندرية، مصر، دون سنة نشر، ص 247.

يتضح من الشكل أن أهمية الصيانة لا تقتصر على التصليح فقط بل تتعدى إلى زيادة الثقة في العمليات وتحسين التصميم في الأجل الطويل مما ينعكس ذلك على زيادة الإنتاجية وتخفيض التكاليف، هذا ما يترتب عليه تعظيم الأرباح وتحسين ظروف العمل فضلا عن زيادة سلامة الأفراد.

وتُستوحى أهمية الصيانة من علاقتها كنظام قائم داخل المؤسسة بالأهداف الاستراتيجية لهذه الأخيرة، إذ أنه أي خلل في نظام الصيانة أو إهمالها أو عدم الاطلاع بمهامها جيدا سيؤدي إلى التأثير على فعالية المؤسسة، ويمكن إعطاء صورة توضيحية أكثر من خلال الشكل الموالي:

الشكل رقم (04): علاقة الصيانة بأهداف المؤسسة



المصدر: طرطار أحمد، مرجع سابق، ص 69.

يتضح من الشكل السابق أن: وجود صيانة غير كفوة في المؤسسة سيؤدي إلى حدوث توقيفات متكررة مما ينتج عنه انخفاض في كمية وجودة الإنتاج مع زيادة في التكاليف بسبب الإنتاج المعيب وهذا ما يؤدي غالبا إلى رفع شكاوى من طرف زبائنها وعمالها على السواء وعدم رضاهم على مخرجاتها ويتسبب ذلك في انخفاض أرباحها وبالتالي عدم تحقيقها لأهدافها المسطرة ما يجعل صورتها تهتز في السوق.

الفرع الثاني: أهداف الصيانة

- قبل الشروع في عرض أهداف الصيانة، يجب التطرق إلى ما يجب مراعاته عند وضع هذه الأهداف:⁽¹⁾
- يعتبر التحديد الواضح لأهداف الصيانة هو نقطة البداية لتكوين خطة الصيانة؛
 - يعتبر تحديد الأهداف مهمة معقدة لأنه عادة ما يشارك قسم الإنتاج والإدارة وقسم السلامة لتحديد متطلباتهم ومناقشتها مع قسم الصيانة؛
 - يجب أن تكون هذه الأهداف مرنة حتى يمكن مراجعتها دورياً للأخذ بعين الاعتبار المتغيرات المحيطة؛
 - يجب أن تكون هذه الأهداف واضحة ومتناسقة.
- أما أهداف الصيانة فيمكن تلخيصها فيما يلي:
- **ضمان تحقيق مستوى الإنتاج المخطط:** من خلال الحفاظ على بقاء التسهيلات الإنتاجية من آلات وتركيبات ومعدات في حالة تشغيل هذا من جهة، ومن جهة أخرى منع أو تقليل احتمالات التوقفات، وخفض زمن التوقف إلى الحد الأدنى⁽²⁾.
 - **الحفاظ على جودة المنتجات:** لصيانة التجهيزات دور فعال في تحسين جودة المنتجات حيث كثيراً ما تُسبب الأخطاء عند ضبط الآلات في إنتاج منتجات معيبة، لذلك تتطلب الجودة من القائمين على العملية الإنتاجية ومن مسؤولي الصيانة تجنب الأعطال كأخطاء التحكم في الآلة أو عدم مطابقة المدخلات وهو ما يؤثر سلباً على جودة المخرجات، ومنه لا بد من تحديد وبدقة إلى أي مدى يمكن تقبل الأخطاء وإزالتها بالتدخل السريع في الزمن المناسب وبالتكلفة المناسبة⁽³⁾.
 - **البحث عن التكلفة المثالية:** وذلك من خلال تخفيض تكاليف التشغيل من خلال زيادة مستوى كفاءة الآلات والمعدات وتقليل أوقات الأعطال ومعالجتها من جهة⁽⁴⁾؛ وتحقيق الموازنة المثلى بين التكلفة التشغيلية للمعدات وبين المخرجات التي تتحقق من خلال هذه المعدات بحيث تكون التكلفة في أدنى

(1) زريقي عمار، مرجع سابق، ص 86.

(2) البكري سونيا محمد، إدارة الجودة الكلية، الدار الجامعية، الاسكندرية، مصر، 2002، ص 182.

(3) زريقي عمار، مرجع سابق، ص 86.

(4) اللامي غسان قاسم داود، البياتي أميرة شكرولي، إدارة الإنتاج والعمليات: مرتكزات معرفية وكمية، دار اليازوري للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2008،

مستوى ممكن من جهة أخرى⁽¹⁾؛ وبمعنى أوسع تهدف الصيانة إلى تحقيق أقل تكلفة ممكنة للمنتج النهائي، وهذه التكلفة تشمل التكاليف المباشرة وغير المباشرة.

- **ضمان أمن وسلامة العاملين:** إن ظروف العمل والسلامة لا يمكن تجاهلها فالصيانة لا بد أن تضع في اعتبارها الحوادث المحتملة للموظفين وعلى أساسها تقدم لهم تعليمات كتابية وشفوية عن هذه الحوادث وكيفية الحماية منها⁽²⁾؛ حيث تسعى الصيانة لضمان سلامة عمالها الذين يستخدمون الآلات من خلال توفير ظروف عمل مساعدة وإمكانات فنية تساهم في تجنب الأخطار والحوادث المهنية، تدريبهم على الأساليب الصحيحة للتعامل الجيد مع التجهيزات واختيار الأشخاص المناسبين حسب نوع الأعمال المطلوب تنفيذها، وتوجيه مجموعة من النصائح المكتوبة والشفوية للعاملين لتجنب الخسائر وللتقليل من المخاطر الممكن حدوثها.

- **حماية البيئة:** باعتبار المؤسسة في ظل التنمية المستدامة والمسؤولية الاجتماعية مطالبة باحترام نظافة المحيط وتفاذي تلويثه وبالتالي فإن للصيانة دورا مهما، فصييانة التجهيزات تقلل من التأثير السيئ على تلوث المحيط وهذا عن طريق تجنب تسرب النفايات، وإعادة تأهيل بعض المخرجات غير المطابقة للمقاييس...⁽³⁾.

وإن كانت هذه أهم أهداف الصيانة إلا أنها في مفهومها الحديث توسعت حتى أصبحت مصلحة الصيانة تعمل دور المستشار بالنسبة لإدارة المؤسسة عندما ترغب في تجديد آلاتها، كما تستشار في تصميم هذه الآلات بهدف تسهيل الصيانة المستقبلية لها والاستجابة أكثر لمتطلبات الإنتاج من حيث التكلفة والجودة.⁽⁴⁾

المطلب الثالث: الأعطال وأنواع الصيانة

سنتطرق لأنواع الصيانة في هذا المطلب ولكننا رأينا قبل ذلك أنه من المستحسن التطرق للعطل وأنواعه وأسبابه لما له من صلة وثيقة واضحة بعملية الصيانة.

(1) الصيرفي محمد، الإدارة الصناعية، مؤسسة حورس للنشر والتوزيع، الاسكندرية، مصر، 2005، ص 502.

(2) تغلابت عبد الغاني، تأثير الصيانة على تكاليف اللجوء في المؤسسة الصناعية، دراسة حالة ملينة الأوراس، مذكرة ماجستير غير منشورة، كلية علوم التسيير والعلوم الاقتصادية، جامعة الحاج لخضر، باتنة، الجزائر، 2006/2005، ص 30.

(3) بوعنينة وهيبية، دور إدارة الصيانة في تخفيض تكاليف الإنتاج، مرجع سابق، ص 8.

(4) تغلابت عبد الغاني، مرجع سابق، ص 31.

الفرع الأول: تعريف العطل، أسبابه وأنواعه

إن العطل هو المبرر المنطقي للقيام بالصيانة فنتيجة للعلاقة الوثيقة بين أنواع الصيانة والأعطال كان من الضروري التعرف على مفهوم العطل، أسبابه وأنواعه.

تعريف العطل:

عُرف العطل على أنه: "عدم مطابقة الآلة لمعايير الإنجاز المرغوبة"⁽¹⁾.
وعُرف أيضا على أنه "عدم إمكانية الآلة أو أحد أجزائها عن القيام بالوظيفة المختصة بها"⁽²⁾.
وتوجد تعاريف كثيرة للعطل إلا أننا ارتأينا الاكتفاء بهذين التعريفين السابقين لأنهما حسب رأينا يشملان كل ما تطرقت له جل التعاريف التي وقعت بين أيدينا؛

أسباب حدوث العطل:

تتعرض الآلات والمعدات خلال عمرها التشغيلي لمجموعة من التغيرات، مما يؤثر ذلك سلبا على قدرتها على أداء وظيفتها بالكفاءة المطلوبة فتظهر الأعطال بدرجات متفاوتة، وهذه التغيرات التي تسبب الأعطال تحدث نتيجة لعدة أسباب منها:⁽³⁾

- فشل في تصميم الآلة وتصنيعها من قبل المؤسسة المصنعة؛
- حدوث أخطاء أثناء تركيبها في البداية؛
- تشغيل الآلة بطاقة أكبر من طاقتها المخططة؛
- تنفيذ خاطئ لعمليات الصيانة وعدم توفر المهارات والمؤهلات اللازمة لتنفيذ عمليات الصيانة بشكل صحيح.

⁽¹⁾ Smith, D.J, Reliability Maintainability and Risk, 6th Ed, Butterworth-Heinemann, Oxford, 2001, p 11.

⁽²⁾ الصيرفي محمد، مرجع سابق، ص 501.

⁽³⁾ Smith, D.J, Op. cit. p 98.

أنواع العطل:

توجد أنواع كثيرة ومختلفة للأعطال ولكنها تنقسم بصفة أساسية إلى ثلاثة أنواع: (1)

1. أعطال أثناء التشغيل: وهي تلك الأعطال التي تحدث بسبب تشغيل واستعمال الآلات والمعدات لفترة زمنية معينة، ويمكن تفادي هذا النوع من الأعطال من خلال الصيانة الوقائية؛
2. أعطال عشوائية: وهي الأعطال التي تحدث بصورة عشوائية لا يمكن التنبؤ بها، وهي تمثل الحدث الناتج عن تعطل جزء معين داخل الآلة بحيث يمنعها من أداء الوظيفة التي صممت من أجلها وذلك قبل أن يحين الوقت الذي تكون عنده الآلة قد تم استهلاكها، وعادة ما يتم استخدام أساليب رياضية وإحصائية لإمكانية التنبؤ بأوقات حدوثها وأحيانا أيضا يكون الإجراء المتبع هو الصيانة الفجائية؛
3. أعطال التقادم: وهي الأعطال المرتبطة بالتلف التدريجي نتيجة الاستعمال اليومي وهذه الأعطال تتزايد بتزايد عمر الآلة وتؤدي إلى انخفاض الكفاءة التشغيلية والطاقة الإنتاجية للآلة، وينقسم هذا النوع من الأعطال: (2)

- أعطال أولية: وهي أعطال ليست ناتجة بطريقة مباشرة أو غير مباشرة عن عطل أو فشل عنصر آخر، وإنما تحدث آليا ومباشرة في العنصر المعني بالعطل؛
- أعطال ثانوية: وهي تلك الأعطال الناتجة بطريقة مباشرة أو غير مباشرة عن عطل أو فشل عنصر آخر (نتيجة عطل أولي أو ثانوي) حيث غالبا ما يكون العطل نتيجة لعطل عنصر آخر له علاقة بالعنصر المعني بالعطل.

الفرع الثاني: أنواع الصيانة

هناك عدة أنواع للصيانة وذلك حسب المعايير المتبعة لتصنيفها، نذكر منها ما يلي:

أولا: زمن مباشرة عملية الصيانة في حد ذاتها

إذ قد تُمارس أعمال الصيانة قبل حدوث الأعطال وقد تُمارس بعد ذلك، بحسب الهدف المتوخى منها

فيسمى النوع الأول بالصيانة الوقائية، ويطلق على النوع الثاني الصيانة التصحيحية⁽¹⁾.

(1) الصيرفي محمد، مرجع سابق، ص ص 548، 552.

(2) Marquez A.C, The Maintenance Management Framework – models and methods for complex systems maintenance, Springer-Verlag London Limited 2007, p43.

1- الصيانة الوقائية *Préventive Maintenance*: وتُعرّف بأنها اتخاذ الإجراءات المناسبة طبقاً لجدول صيانة معد مسبقاً للحد من توقف التسهيلات على نحو كلي وتقليل عدد الأعطال والحد من خطورتها⁽²⁾، حيث يعرفها Nilson بأنها: "الصيانة التي تجرى على فترات محددة سلفاً أو وفقاً لمعايير محددة، وتهدف إلى الحد من احتمال الفشل أو تدهور أداء العنصر"⁽³⁾.

وتنقسم الصيانة الوقائية بدورها إلى:

1-1. الصيانة الروتينية أو الدورية *Routine Maintenance*: وتهدف إلى منع التآكل السريع في الآلات أو انخفاض طاقتها الإنتاجية وذلك بتنظيفها وتزييتها دورياً، ويتم هذا وفق جداول زمنية منتظمة يراعى فيها نوع وطبيعة الآلة وماهية الأجزاء التي يتم الكشف عنها واختبارها دورياً⁽⁴⁾ أما الصيانة التنبؤية فهي مخالفة لذلك تماماً

1-2. الصيانة التنبؤية *Predictive Maintenance*: تعتمد على التنبؤ بحدوث العطل من خلال مراقبة أداء المعدات وذلك بالاعتماد على مجموعة من القياسات الفيزيائية والكيميائية كقياس الاهتزازات، قياس الضغط، قياس درجة الحرارة والسرعة وغيرها، بحيث أن ابتعاد إحدى هذه القياسات عن قيمتها المعيارية يوحي بخلل، وتتم عملية الفحص باستخدام الإعلام الآلي وأدوات قياس دقيقة ومطابقة للمعايير⁽⁵⁾.

1-3. الصيانة أثناء التشغيل *Running Maintenance*: وهي التي يتم القيام بها أثناء تشغيل المعدات أي ليس هناك حاجة لإيقافها، كأعمال التزييت، الضبط، الفحص⁽⁶⁾.

1-4. الصيانة أثناء التوقفات الاختيارية *Shut-down Maintenance*: ويتم القيام بها بعد إيقاف المعدات عن العمل ويكون الإيقاف اختيارياً⁽⁷⁾.

ومن بين الإجراءات المختلفة والمتبعة لتنفيذ أعمال الصيانة الوقائية نذكر أهمها على سبيل المثال لا

الحصر:

(1) طرطار أحمد، مرجع سابق، ص 70.

(2) الحديثي رامي حكمت فؤاد وآخرون، مرجع سابق، ص 28.

(3) Nilson J, On Maintenance Management of wind and nuclear power plants, licentiate thesis –KTH- royal institute of technology, Stockholm, sweden, 2009, p5.

(4) حسن عادل، مشاكل الإنتاج الصناعي، مؤسسة شباب الجامعة، الاسكندرية، مصر، 1998، ص 122.

(5) تغلابت عبد الغاني، مرجع سابق، ص 23.

(6) خضير كاظم حمود، فاخوري هايل يعقوب، مرجع سابق، ص 126.

(7) نفس المرجع السابق، ص 126.

- التفتيش Inspection: هو نشاط مراقبة يستهدف التأكد من سلامة الأجزاء المكونة للآلات والمعدات وصلاحياتها وكونها جاهزة للعمل بموجب معايير ضابطة معتمدة وذلك لتجنب حدوث أية أعطال مفاجئة⁽¹⁾.
- الزيارات visites: وهي عملية تتعلق بمخطط عمل ميداني موضوع مسبقا لكل زيارة عامة أو جزئية لمختلف عناصر التجهيز، وتهدف إلى تتبع تطور حالة التجهيز الحقيقية⁽²⁾.
- المراجعة révision: هي فحوص وإجراءات يتم تنفيذها لضمان المعدات ضد أي فشل أو حرج وذلك لفترة معينة من الاستعمال وتؤدي لإزالة الاختلافات الفرعية⁽³⁾.
- المراقبة contrôle: مراقبة الحالة التشغيلية للتجهيزات والقيام بأعمال الضبط والتنظيم والتدقيق للتأكد من سلامتها وخلوها من أي عطل⁽⁴⁾.
- إن للصيانة الوقائية مزايا عديدة منها:⁽⁵⁾
 - إصلاح العيوب البسيطة قبل أن تتحول إلى عيوب كبيرة تكلف الكثير؛
 - عدم حدوث عطل الآلات أو انخفاض في كفاءتها الإنتاجية؛
 - انخفاض مقدار الوقت اللازم للعملية الصناعية؛
 - تحقيق أكبر قدر من الأمان للأفراد نظرا لانخفاض معدل الحوادث الصناعية؛
 - وهناك من الباحثين من يضيف⁽⁶⁾:
 - تقليل الحاجة إلى الوقت الإضافي لأداء أعمال الصيانة ومن ثم تخفيض أجور العمل الإضافي؛
 - زيادة كفاءة أداء المعدات وتحسين نوعية الإنتاج نتيجة لتقليل نسبة الإنتاج المعاب بسبب الأعطال الفجائية؛
 - تخفيض الحاجة إلى رؤوس الأموال المستثمرة في المعدات والآلات نتيجة لأداء المعدات للخدمة في الوقت المناسب.

(1) الصيرفي محمد، مرجع سابق، ص 533.

(2) بوعنينة وهيبة، دور إدارة الصيانة في تخفيض تكاليف الإنتاج، مرجع سابق، ص 35.

(3) Benbouzid F, Op.Cit. p20.

(4) الصيرفي محمد، مرجع سابق، ص 532.

(5) حسن عادل، مرجع سابق، ص 125.

(6) الحديثي رامي حكمت فؤاد، مرجع سابق، ص 43.

2_ الصيانة التصحيحية Corrective Maintenance:

تُعرَّف الصيانة التصحيحية بأنها "جميع الإجراءات التي أنجزت بعد الكشف عن الفشل "العطب" وتهدف إلى إعادة التجهيزات إلى الحالة التي يمكن أن تؤدي الوظيفة المطلوبة"⁽¹⁾.

ويعرفها Nilson بأنها "الصيانة التي تجرى بعد الاعتراف بالفشل وتهدف إلى وضع التجهيزات في الحالة التي يمكن أن تؤدي الوظيفة المطلوبة"⁽²⁾.

وتنقسم الصيانة التصحيحية بدورها إلى:⁽³⁾

1-2. صيانة الأعطال Breakdown Maintenance: وهي العمل الذي يؤدي بعد حدوث القصور لأي من التسهيلات أو الآلات وهو عمل أعدت له الاحتياطات والتدابير سلفا في شكل توفير قطع الغيار والمواد اللازمة للصيانة والمعدات والعمالة الماهرة المتخصصة.

2-2. الصيانة الفجائية: وهي أعمال الصيانة التي تختص بالإصلاح المؤقت أو النهائي للعطل الذي يحدث فجأة ودون توقع، ويمكن تقسيمها أيضا إلى:⁽⁴⁾

1-2-2. الصيانة المؤقتة "المخففة" Palliative: وهي تشمل جميع إجراءات الصيانة التصحيحية لتمكين الآلة من أداء الوظيفة المنوطة بها مؤقتا.

2-2-2. الصيانة العلاجية Curative: وهي إصلاحات أو تعديلات أو ترتيبات تهدف للقضاء على الفشل بشكل نهائي.

والإجراءات المتبعة لأداء أعمال الصيانة التصحيحية هي:⁽⁵⁾

- التشخيص Diagnostic: هو تحديد أسباب الفشل استنادا لاستدلالات منطقية مبنية على مجموعة من المعلومات المثبتة من التفتيش والمراقبة والاختبار، يمكن للتشخيص تكملة أو تعديل الافتراضات حول أصل وسبب الفشل وتحديد الصيانة التصحيحية المطلوبة؛

⁽¹⁾Monchy F, Vernier J, Op.cit. p8.

⁽²⁾Nilson J, Op.Cit. p9.

⁽³⁾ البكري سونيا محمد، تخطيط ومراقبة الإنتاج، مرجع سابق، ص 239.

⁽⁴⁾Benbouzid F, Op.Cit. p24.

⁽⁵⁾ Organisation et Méthodes de maintenance : modules F334b Maintenance, Institut universitaire de technologie de Mantes en Yvelines, Département G.M.P. p 11, online : <https://fr.scribd.com/doc/195950613/2-Concepts-de-Base-de-La-Maintenance-Industrielle> consulte date 28/02/2014 : 10:00.

- تسوية العطل Dépannage: هو العمل بشكل جيد على استكشاف الأخطاء وإصلاحها من أجل استعادة العنصر لوظيفته ولو مؤقتاً مع استيعاب النتائج المؤقتة دون المساس بالسلامة والجودة والتكلفة؛
- الإصلاح Réparation: هو تدخل نهائي ومحدد للصيانة التصحيحية بعد الفشل أو العجز؛
- تبادل قياسي Echange Standard: هو استبدال جزء أو مجموعة فرعية معينة مع جزء جديد مطابق؛
- المراقبة Contrôle: تطبق أيضاً بعد إجراء عمليات الصيانة التصحيحية للتحقق من حسن سير التجهيزات. وهناك أيضاً أنشطة مكملة لعمليات الصيانة السابقة تؤدي إلى صيانة تحسينية كما تشارك في تحسين تكاليف التشغيل وزيادة الأمن، هذه الأنشطة هي: (1)
- إعادة التأهيل (إعادة التشكيل) Reconstruction أو Reconstitution: إعادة تنصيب المواصفات الأولية الأمر الذي يتطلب استبدال أجزاء حيوية بأجزاء جديدة أصلية أو ما يعادلها، ويمكن أن تكون إعادة التأهيل مصحوبة بالتحديث أو التغيير؛
- التحديث Modernisation: استبدال المعدات والإكسسوارات ومجموعات فرعية من خلال توفير برمجيات وذلك بفضل التحسينات التقنية غير الموجودة على الممتلكات ذات المنشأ مع تحسين القدرة على استخدامها؛
- التجديد Rénovation: هو التفتيش الكامل لجميع الأجهزة مع استعادة واسترداد الأبعاد كاملة واستبدال أجزاء مشوهة والتحقق من المواصفات وإصلاح المجموعات الفرعية الجزئية.

ثانياً: حسب مدى تحكم المؤسسة فيها

وتنقسم بدورها إلى:

- 1_ **الصيانة المخططة Planned Maintenance**: وهي أعمال الصيانة التي تتم وفق خطة وتصنف إلى صيانة وقائية والتي يتم القيام بها وفقاً لبرنامج زمني محدد، وصيانة تصحيحية يتم القيام بها بعد حدوث العطل (2).

(1) Ibid.p12.

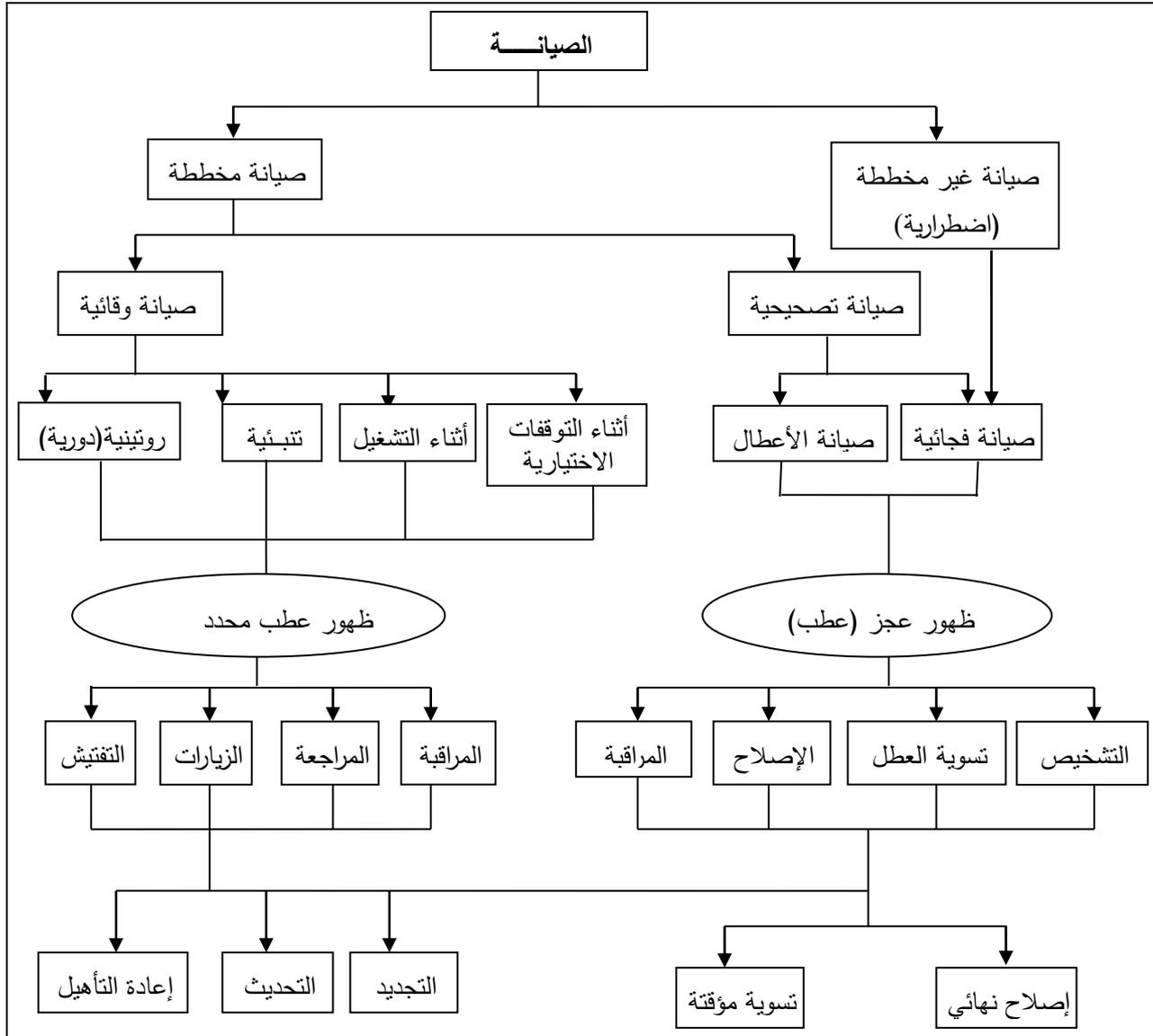
(2) Ibidem.

2_ الصيانة غير المخططة **Unplanned Maintenance**: يوجد نوع واحد منها وهو الصيانة الاضطرارية **Emergency Maintenance** وتعرف بأنها "أعمال الصيانة التي تستوجب ضرورة القيام بها بشكل فوري حال ظهور العطل وذلك لتفادي العواقب التي تؤدي إلى خسارة في الإنتاج وتعرض سلامة العاملين للخطر، ويتطلب هذا النوع من الصيانة عمالاً مهرة للقيام به يتميزون بالكفاءة والسرعة والدقة في انجاز الأعمال⁽¹⁾.

ويمكن تلخيص كل ما سبق في الشكل التالي:

⁽¹⁾خضير كاظم حمود، فاخوري هايل يعقوب، مرجع سابق، ص 127.

الشكل رقم(05): أنواع الصيانة وعملياتها



المصدر: من إعداد الطالبة اعتمادا على ما سبق.

يوضح الشكل أعلاه أنواع الصيانة حسب المعايير المتخذة لتصنيفها (صيانة مخططة أو صيانة غير مخططة، صيانة وقائية أو صيانة تصحيحية)، وكذلك حسب العمليات المتبعة وفق الزمن سواء قبل ظهور العطب أو بعده وكل ذلك حسب مراحل محددة من أجل تسوية العطب أو إصلاحه أو تغييره نهائيا (التجديد، التحديث، إعادة التأهيل).

تطرقنا في هذا المبحث إلى التطور التاريخي للصيانة وتعريفها ثم أهمية الصيانة بالنسبة للمؤسسات والأهداف المنتظرة منها ثم إلى أنواعها المختلفة ومن خلال ذلك سنتطرق في المبحث الموالي لتعريف إدارة الصيانة ومختلف سياساتها وعلاقتها بالمصالح الأخرى واتجاهاتها الحديثة.

المبحث الثاني: أساسيات إدارة الصيانة

لقد أدركت الكثير من المؤسسات في الوقت الحالي أهمية الصيانة وحتمية التركيز عليها، لأن التجهيزات والآلات وإن كانت على مستوى كبير من التطور التقني فهي غالباً ما تؤدي إلى منتجات بتفاوت كبير ونسب عالية من المرفوضات وبالتالي زيادة في الخسارة في حال كان مستواها الفني سيئاً أو غير جيد، لذلك فإن إدارة الصيانة لا تعتبر نوعاً من الخدمات الفنية للمؤسسة فقط وإنما هي نشاط متكامل مع أنشطة الإنتاج والتشغيل ويمكن من خلاله للإدارة الواعية توجيهه لخفض الأعطال من جهة والتكاليف الإجمالية من جهة أخرى مع ضمان عدم تدهور رأس المال المستثمر في المؤسسة؛ وهذا المبحث يلقي الضوء على أساسيات إدارة الصيانة من حيث: تعريف إدارة الصيانة ومكانتها داخل المؤسسة إضافة للسياسات المختلفة لإدارة الصيانة والاتجاهات الحديثة لها.

المطلب الأول: تعريف إدارة الصيانة

تعتبر الصيانة ذلك العمل الذي يتم القيام به من أجل احتفاظ/تصحيح المعدات وغيرها من الموجودات وإعادتها إلى الحالة المطلوبة، إلا أن هذه الأعمال ازدادت تعقيداً مما استوجب جعل إدارة خاصة بها تتمثل في إدارة الصيانة، والتي يمكن تعريفها كالتالي:

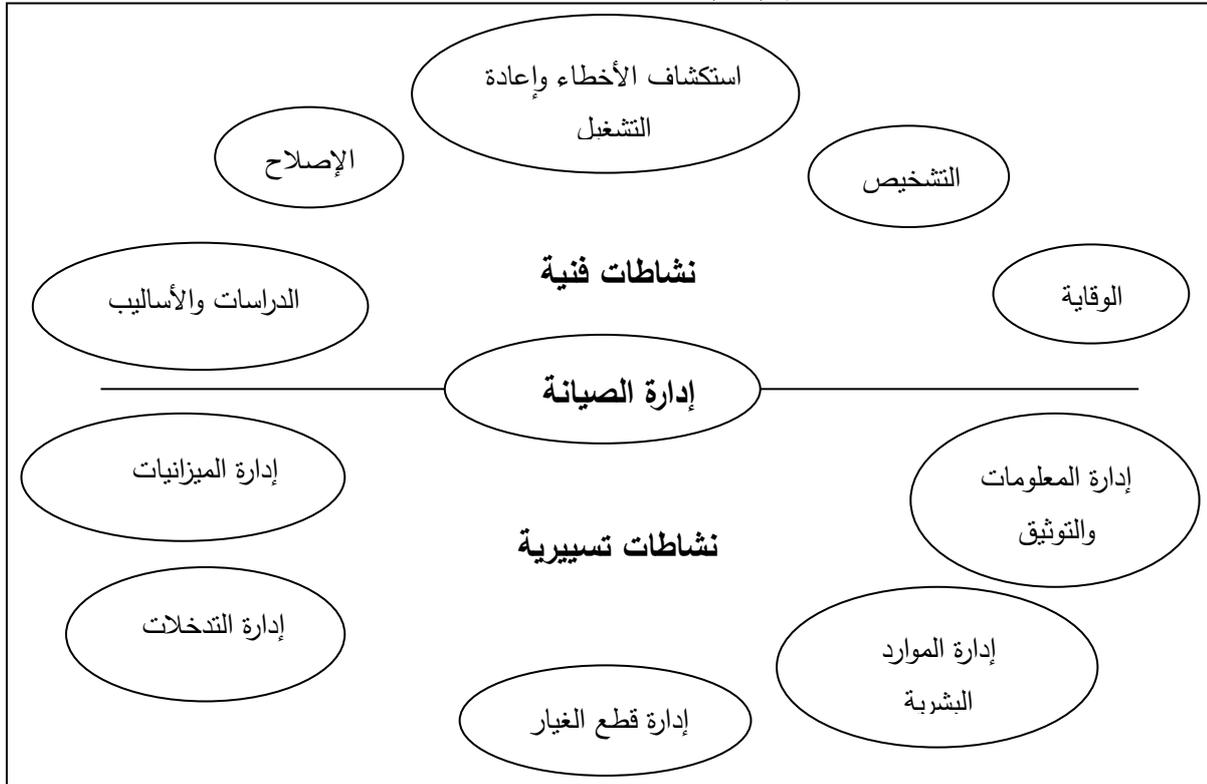
- عرف "Al-Hammad" إدارة الصيانة بأنها "السياسات والإجراءات اللازمة لتحقيق أهداف الصيانة"⁽¹⁾، ويتضح هنا أن إدارة الصيانة عبارة عن مجموعة سياسات متبعة تحقق من خلالها هدف الصيانة.
- في حين بين "Marquez" أنها إدارة لمجموع الأصول من أجل تحقيق هدف أعظم وهو هدف المؤسسة وذلك من خلال تعريفه لها بأنها "إدارة جميع الأصول التي تملكها المؤسسة والتي تهدف أساساً إلى تعظيم العائد على الاستثمار في الأصول"⁽²⁾.
- ومن الباحثين من يرى أن إدارة الصيانة هي مجموعة متكاملة من الأنشطة سواء كانت فنية، إدارية أو تنظيمية والتي تسعى إلى وقاية وعلاج الأعطال ضمن دورة حياة الممتلكات، كما يمكن توضيحها وفقاً للمعيار الفرنسي NF EN13306 بأن إدارة الصيانة هي "مجموعة من الأنشطة الفنية والإدارية والتنظيمية

⁽¹⁾ Al-Hammad A, Computerised Maintenance Management Systems,p3 online:
<http://faculty.kfupm.edu.sa/ARE/amhammad/ARE-457-course-web/CMMS-1.pdf> consulter date
05/03/2014 10:25.

⁽²⁾ Marquez A.C, Op Cit, p 22.

خلال دورة حياة الممتلكات المصممة تصميمًا جيدًا للحفاظ عليها أو استعادتها إلى الحالة التي يمكن أن تؤدي الوظيفة المنوطة بها⁽¹⁾، والشكل التالي يعرض مجموعة أنشطة إدارة الصيانة:

الشكل رقم (06): أنشطة إدارة الصيانة



Source: Bouanaka M.L, Op.Cit.p 15.

➤ ومن الباحثين من عرف إدارة الصيانة كنظام لمجموعة الأنشطة والتي تكون في شكل مدخلات ومخرجات ضمن مراحل متبعة ومنظمة كما عرفها "Marquez" بأنها "عبارة عن نظام مدخلات: القوى العاملة، الأدوات، المعدات، الإدارة...؛ ومخرجات (تتمثل في كون المعدات جيدة وتعمل بصورة موثوقة للوصول إلى التشغيل المخطط)، والأنشطة المطلوبة لهذا النظام (التخطيط: الفلسفة، توقعات عبء الصيانة، القدرة والجدولة؛ التنظيم: تصميم العمل، المعايير وقياس العمل؛ الرقابة: الأعمال، المواد، قوائم الجرد، التكاليف وإدارة الجودة)"⁽²⁾؛ وأضاف "زرقي" إلى إدارة الصيانة كنظام عنصري تحقيق الاستمرار والنجاح وتحقيق الأهداف للمؤسسة حيث عرفها بأنها "نظام متكامل من الأنشطة والعمليات والتصاميم التي يجب أخذها

⁽¹⁾Bouanaka M.L, Contribution a l'amélioration des performances opérationnelles des machines industrielles, mémoire présentée pour l'obtention du diplôme de magister en génie mécanique, faculté des sciences de l'ingénieur, université de Constantine, 2008/2009, p 15.

⁽²⁾ Marquez A.C, Op.cit., p22.

بعين الاعتبار للوصول إلى تخطيط جيد يسمح بمواجهة الأعطال والتوقفات وإيجاد قطع الغيار الإحلالية من أجل تحقيق الاستمرارية ونجاح المؤسسة في الوصول إلى أهدافها⁽¹⁾.

➤ أما AIsyouf فقد ركز على العديد من النقاط ليشمل عناصر أكثر لإدارة الصيانة من أنشطة واستراتيجيات وأهداف وتحديد المسؤوليات ووضعها قيد التنفيذ من أجل المراقبة والإشراف وصولاً للتحسين؛ لتحقيق أهداف المؤسسة فعرف إدارة الصيانة بأنها "جميع أنشطة الإدارة التي تحدد إستراتيجية الصيانة، أهدافها ومسؤولياتها وتنفيذها عن طريق أدوات معينة تشمل تخطيط الصيانة، مراقبة الصيانة والإشراف على تحسين كل طرق وأساليب عمل المؤسسة بما في ذلك الجوانب الاقتصادية منها"⁽²⁾.

ومن خلال ما سبق نستنتج أن إدارة الصيانة عبارة عن عملية ودورة لمجموعة من النشاطات المتناسقة فيما بينها من تخطيط لأعمال الصيانة وتنظيمها وتنفيذها ثم مراقبتها لمعرفة الانحرافات الموجودة على مستوى وقاية/إصلاح الأعطال من أجل تحقيق أهداف الصيانة خاصة وأهداف المؤسسة عامة.

المطلب الثاني: مكانة إدارة الصيانة داخل المؤسسة وعلاقتها بمختلف الإدارات الأخرى

مع مرور الوقت تميل المعدات والمرافق إلى التدهور تحت تأثير أسباب متعددة: الاستخدام المتكرر، عوامل التآكل والاهتلاكات، ...، حيث يمكن أن تسبب هذه الأضرار توقف التشغيل "العطل"، تخفيض الطاقة الإنتاجية، تعريض سلامة الأفراد للخطر، تقليل الجودة، زيادة تكاليف التشغيل، انخفاض القيمة السوقية لهذه الوسائل...، وفي جميع هذه الحالات يولد التدهور تكاليف إضافية مباشرة وغير مباشرة، فالصيانة مثل جهاز الحماية يصبح حلقة الوصل بين جميع المصالح التي تتألف منها المؤسسة⁽³⁾.

ومن هنا نبين مكانة إدارة الصيانة داخل المؤسسة من خلال العلاقات المتبادلة مع باقي الإدارات وهي

كالتالي:

⁽¹⁾ زركي عمار، مرجع سابق، ص85.

⁽²⁾ AIsyouf I, Cost Effective Maintenance Competitive Advantages Thesis for the degree of Doctor of Philosophy School of Industrial Engineering, Växjö University Press, Sweden, 2004, p 10.

⁽³⁾ Belhomme A, Cours de Stratégie de Maintenance, BTS Maintenance Industrielle, Forges les Eaux, p5, online <https://fr.scribd.com/doc/200586202/cours-STRATEGIE-DE-MAINTENANCE-pdf> consulte date 10/03/2014 : 12:51.

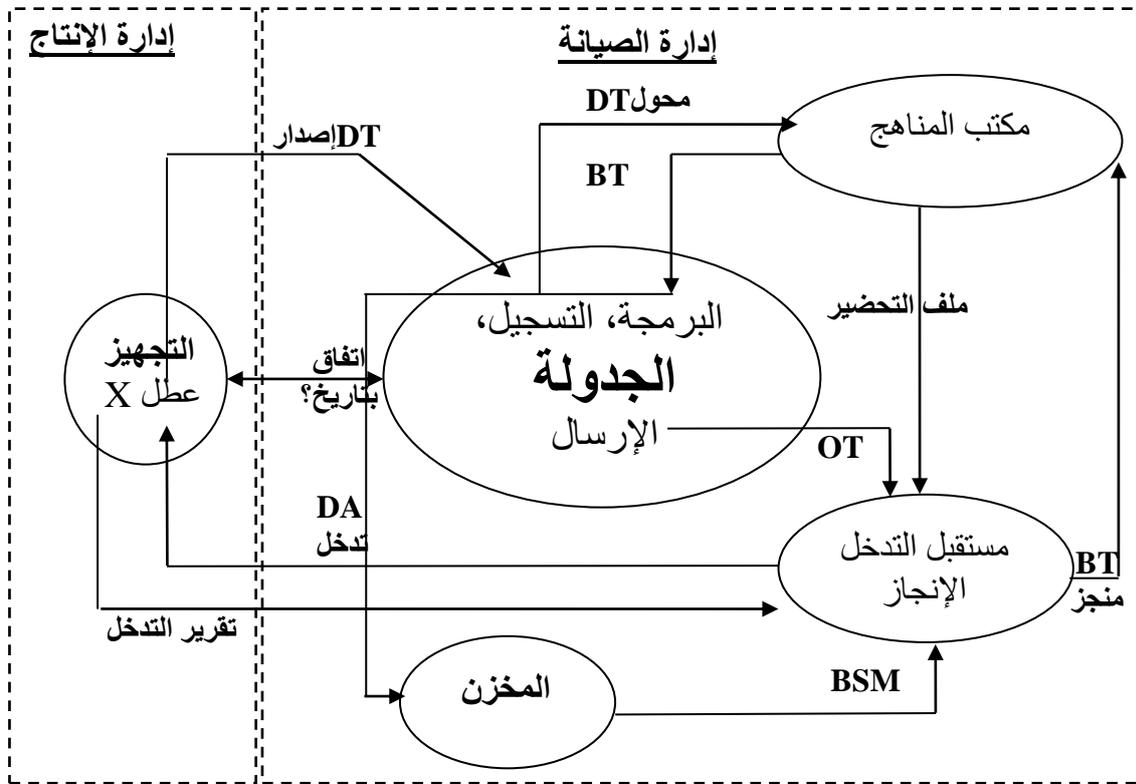
1- علاقة إدارة الصيانة بإدارة الإنتاج:

يعتبر الاتصال بينهما حلقة وصل حيوية وعملية نقل جميع المعلومات بين إدارة الصيانة وإدارة الإنتاج، ويكون الاتصال إما لفظي أو عن طريق البريد الإلكتروني ويكون بطريقة واضحة محددة وبصورة جيدة بهدف الوصول إلى مهمة منجزة، وغالبا ما تكون رسائل الاتصال بين الإدارتين مختصرة وتأخذ الأشكال التالية:⁽¹⁾

- DT : (Demande de Travail): طلب عمل (تدخل)؛
- OT : (Ordre de Travail): أمر عمل؛
- BT : (Bon de Travail): قسيمة عمل؛
- DA : (Demande d'Approvisionnement): طلب تموين؛
- BSM : (Bon de Sortie Magasin): قسيمة خروج من المخزن.

والشكل التالي يوضح مختلف تدفقات الاتصال بين إدارة الصيانة وإدارة الإنتاج:

الشكل رقم (07): مختلف تدفقات الاتصال بين إدارة الصيانة وإدارة الإنتاج



Source: Monchy F, Vernier J, Op.cit., p28.

⁽¹⁾Monchy F, Vernier J, Op.cit., p 28.

نلاحظ من خلال هذا الشكل أن هناك اتصال وتجاوز وتساور بين إدارة الصيانة وإدارة الإنتاج حول تخطيط التدخلات (متى تتم الصيانة؟ ماهي عدد التدخلات اللازمة؟ وعلى أي التجهيزات يتم التدخل؟ ...). لإجراء الصيانة وتحسين العتاد وذلك عن طريق تدفقات الاتصال الجيد بهدف ضمان عملية التشغيل.

2- علاقة إدارة الصيانة مع إدارة العلاقات الخارجية:

تميل العديد من المؤسسات إلى تقليل عدد عمال وموظفي إدارة الصيانة فتحفظ بكفاءات نوعية تعهد إليها مسؤولية عمليات الصيانة الاعتيادية، وتلجأ إلى إبرام تعاقدات خارجية خاصة بعمليات الصيانة المعقدة أو التي تفوق الإمكانيات المحدودة لإدارة الصيانة في المؤسسة ويعود السبب في ذلك إلى: (1)

- نقص التخصصات المطلوبة والناجمة عن: عجز المؤسسة عن فتح مناصب وظيفية جديدة، الصعوبة في تخطيط الوظائف وظاهرة الإجهاد الناتجة عن ضغوط العمل؛
- اختناقات العمل الناتجة عن تجميع عمليات الصيانة في أوقات محددة من السنة؛
- تحتاج بعض عمليات الصيانة إلى مؤسسات متخصصة تمتلك التكنولوجيا العالية؛
- ارتفاع تكاليف عمليات الصيانة الداخلية مقارنة بخدمات الصيانة المعروضة في الأسواق.

3- علاقة إدارة الصيانة بإدارة الموارد البشرية:

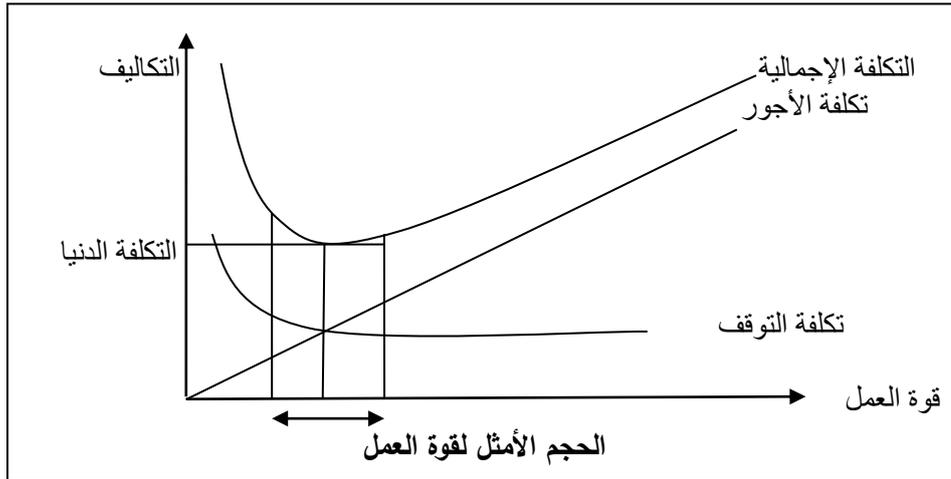
تعتبر الموارد البشرية العمود الفقري في المؤسسة عامة وفي إدارة الصيانة خاصة، الأمر الذي يقتضي عدد من الإجراءات الحاسمة بخصوص الكفاءات المطلوبة والكفاءات المتاحة، وذلك من خلال الاختيار والتعيين الجيد وبرامج التدريب المستمر التي تصقل وتدعم هذه الكفاءات إضافة إلى برامج التحفيز على إنجاز مهامها بأسلوب فعال، ومن الضروري أن يكون التدريب على أرض الواقع لتحصل الإدارة على كفاءات حقيقية، وللحصول على فريق من الموارد البشرية يعمل بصورة جيدة لابد من وضع مواصفات مهمة كل عامل التي تصف وظيفته، مسؤوليته، مهارته وموقعه من التنظيم هذا من جهة؛ (2)

(1) زايدي عبد السلام، دور إدارة الصيانة في تدعيم القدرة التنافسية للمؤسسة الصناعية دراسة حالة شركة إسمنت تبسة SCT، مذكرة ماجستير غير منشورة، جامعة محمد بوضياف، المسيلة، الجزائر، 2007، ص ص 44 45.

(2) قنطقجي سامر مظهر، ترشيد عمليات الصيانة بالأساليب الكمية، مركز الدكتور سامر مظهر قنطقجي لتطوير الأعمال، ص ص 26، 27 من الموقع: www.kantakji.com آخر اطلاع 2014/04/06: 21:30.

ومن جهة أخرى إدارة الصيانة ملزمة بتحديد حجم الموارد البشرية العاملة بها دون أن يؤدي ذلك إلى ارتفاع الخسائر، فتعيين عدد كبير من الخبراء في أعمال الصيانة يؤدي إلى انخفاض الخسائر التي تتحملها المؤسسة نتيجة لعدم توقف الآلات والمعدات، ولكنه يؤدي أيضا إلى ارتفاع التكاليف الناتجة عن ارتفاع إجمالي الأجور المدفوعة للعمال (إضافة إلى ذلك أنه كلما ارتفع عددهم كلما ارتفع احتمال عدم وجود عمل كاف لشغلهم كل الوقت)، كما أن تخفيض عدد أفراد القوى العاملة وإن كان يؤدي إلى انخفاض إجمالي الأجور المدفوعة لهم، إلا أنه يؤدي أيضا إلى ارتفاع الخسائر التي تتحملها المؤسسة نتيجة توقف الآلات والمعدات لفترات طويلة، وهذا ما يتطلب من إدارة الصيانة الموازنة بين حجم القوة العاملة والتكلفة الإجمالية⁽¹⁾، كما يوضحه الشكل التالي:

الشكل رقم (08): حجم القوة العاملة الأمثل لإدارة الصيانة



المصدر: قنطججي سامر مظهر، مرجع سابق، ص 27.

يوضح الشكل أعلاه كيفية العلاقة بين قوة العمل والتكاليف من أجل معرفة الحجم الأمثل لقوة العمل التي تتحقق من خلال الموازنة بين التكاليف الإجمالية (تكاليف الأجور وتكاليف التوقف) وحجم العمالة المطلوبة.

(1) حسن عادل، مشاكل الإنتاج الصناعي، مرجع سابق، ص 145.

4- علاقة إدارة الصيانة بإدارة المالية والمحاسبة:

إن أهم أداة لإدارة الصيانة هي أن تكون قادرة على متابعة النفقات لكل مهمة والتأكد من أن الإدارة تعمل ضمن حدود الميزانية، كما يجب أيضاً عند إعداد الميزانية التفرقة بين المبالغ التي تخصص لأعمال الصيانة والإصلاحات والمبالغ التي تخصص لأعمال التحسينات، فالمقصود بأعمال الصيانة الاحتفاظ بالكفاءة الإنتاجية للألة كما هي وأعمال الإصلاحات هي إعادة إرجاع الكفاءة للألة إلى ما كانت عليه أما أعمال التحسينات فهي عمل إضافات جديدة لرفع الكفاءة الإنتاجية للألة، فبالنسبة للمبالغ التي تصرف على أعمال الصيانة والإصلاحات يجب تحميلها على تكاليف الإنتاج على أساس أنها مصروفات، أما بالنسبة للمبالغ التي تصرف على أعمال التحسينات فيجب تقييدها على تكاليف الإنتاج على أساس أنها إضافات للأصول⁽¹⁾. كما تجري إدارة الصيانة اتصال متبادل مع إدارة المالية لمعرفة الميزانية المحددة للاستثمار وكيفية ترشيد ومتابعة هذه الأموال المستثمرة في الصيانة سواء من أجل التحسين أو التصحيح.

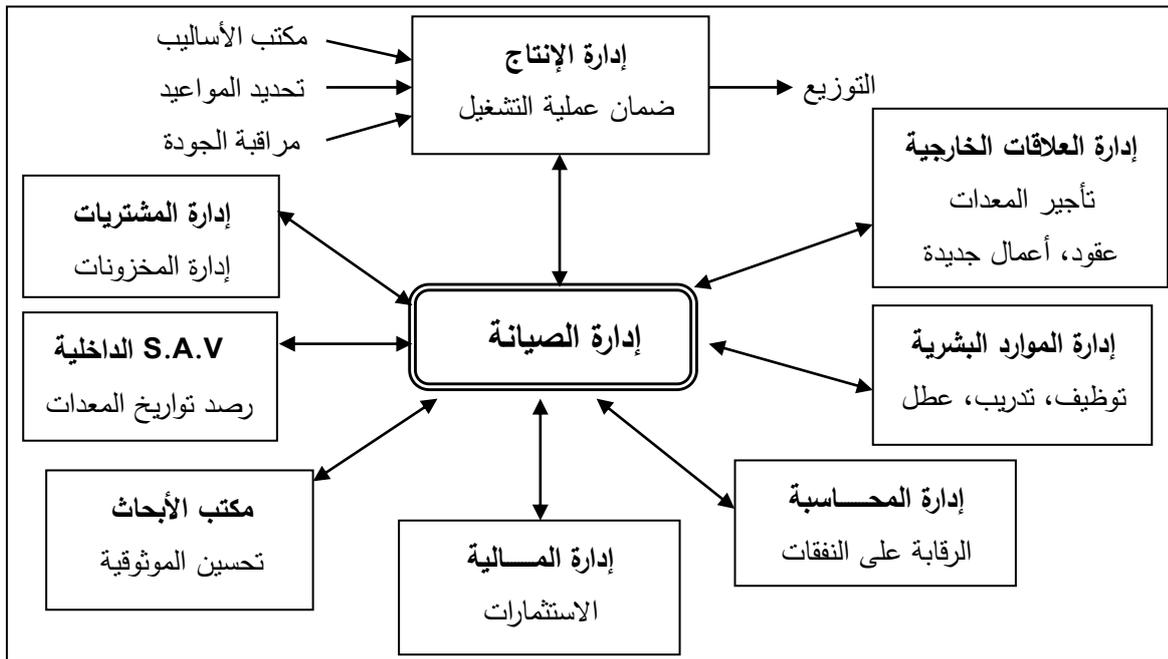
5_ علاقة إدارة الصيانة بإدارة المخزون والمشتريات:

تقوم إدارة الصيانة بتسيير المخزون عن طريق الاحتفاظ في المخازن بكميات من المواد والقطع والمعدات التي تلزم عمليات الصيانة والإصلاحات المختلفة، بحيث لا تكون هذه الكميات أضخم من اللازم فتسبب تعطل جزء كبير من رأس المال فيها، أو أقل من اللازم فتؤدي إلى ارتباك قسم الصيانة وعدم قيامه بالمهام المطلوبة في اللحظات الحرجة، لذلك يجب أن تكون المواد والقطع موجودة بالكميات الصحيحة في المكان الصحيح وفي الوقت المناسب وبأقل التكاليف، وهكذا تستطيع الإدارة الوصول إلى الوضع الأمثل للمخزون عن طريق تحديد الكمية المثلى الواجبة للتخزين والبرمجة الدقيقة لمواعيد إعادة الترميم⁽²⁾. ومن جهة أخرى يتم الاتصال مع إدارة الشراء لتحديد المشتريات ومعرفة أسعارها وإمكانية وجود بدائل وذلك بناءً على معلومات من إدارة المخازن لمعرفة المخزون المتوفر من عدمه، والشكل التالي يوضح مكانة إدارة الصيانة وعلاقتها بمختلف إدارات المؤسسة:

(1) حسن عادل، مشاكل الإنتاج الصناعي، مرجع سابق، ص 254.

(2) حسن عادل، التنظيم الصناعي وإدارة الإنتاج، دار النهضة العربية للطباعة والنشر، بيروت، لبنان، دون سنة نشر، ص 253.

الشكل رقم (09): مكانة إدارة الصيانة وعلاقتها بمختلف الإدارات



Source: Belhomme A, Op.Cit, P 6.

يوضح الشكل السابق أن إدارة الصيانة كيان لا يتجزأ عن باقي الإدارات الأخرى للمؤسسة فهو على علاقة وثيقة ومتبادلة من خلال التنسيق والتنظيم والمشاركة في سير العمل من أجل الوصول إلى نتائج مطابقة ومرضية ولا يشوبها نقص في جميع الإدارات.

المطلب الثالث: السياسات المختلفة لإدارة الصيانة

إن سياسات إدارة الصيانة في المؤسسة تدخل ضمن القرارات الاستراتيجية التي تتخذها هذه الأخيرة، وهذه القرارات تبنى على أساس مدى توافر الموارد المطلوبة لأداء أنشطة الصيانة "الموارد البشرية، المادية، نظام معلومات مطابق لأدوات التحليل واتخاذ القرار" وعلى الطرق المستخدمة والأوقات التي يجب أن تتم فيها هذه الأنشطة⁽¹⁾.

بناءً على القرارات الاستراتيجية فالمؤسسة تكون أمامها عدة اختيارات، فإما أن تقوم بإنجاز جزء أو كل عمليات الصيانة داخلها، أو أن تعهد بها لمؤسسات أخرى سواء كانت هذه المؤسسات هي الصانعة للألة

⁽¹⁾Benbouzid F, Op. cit, p21.

المعنية بالصيانة أو وكيلًا للصانع أو مؤسسات متخصصة في الصيانة، ويكون هذا الاختيار مبنيا على عدة اعتبارات نذكر منها⁽¹⁾:

- مستوى كفاءة العاملين بإدارة الصيانة في المؤسسة ومدى قدرتهم على الصيانة الفعالة للآلات؛
 - حجم فرق الصيانة الذي يكون عادة متناسبا مع حجم المؤسسة وطبيعة نشاطها؛
 - تكاليف أنشطة الصيانة الداخلية وإمكانية قيام المؤسسات الأجنبية بها بأقل من ذلك؛
 - درجة تعقيد الآلة ومستوى تكنولوجيتها، وبمعنى آخر درجة ومدى صعوبة صيانتها.
- وهناك عدة سياسات تتبناها إدارة الصيانة على حسب احتياجها لها، ومن بين هذه السياسات ما يلي:

1- الصيانة بالاعتماد على المصادر الداخلية (faire: internaliser)

قد تتكفل المؤسسة بنفسها بأعمال الصيانة عندما تتوفر الكفاءة المهنية والوسائل اللازمة وهي عوامل محفزة لإنجاز أعمال الصيانة في أسرع وقت وبأقل التكاليف ومن المعايير المساعدة على ذلك معرفة تكنولوجيا التجهيزات وقلة تعقيدها وتركيبها؛ حيث تأخذ الصيانة الداخلية أشكالا عديدة:⁽²⁾

- أن تكون إدارة تابعة لإدارة الإنتاج "صيانة ذاتية"؛
- أن تكون إدارة مستقلة متخصصة في الصيانة كغيرها من إدارات المؤسسة؛
- أن تكون فرع تابع للمؤسسة لكنه يشكل وحدة مستقلة ماليا ولها إمكانياتها الخاصة، ويقدم هذا الفرع خدماته للمؤسسة الأم كما يقدمها لغيرها من المؤسسات التي تطلب منه الخدمة.

2- الصيانة بالاعتماد على المصادر الخارجية: (faire-faire: externaliser)

يعرف الاستعانة بمصادر خارجية بأنها "التفويض لممول خارجي القيام بأنشطة الصيانة وإدارتها التي كانت في العادة تتجزأ داخليا"⁽³⁾، حيث يصعب في بعض الأحيان على إدارة الصيانة التابعة للمؤسسة أن تقوم بجميع وظائفها وذلك لعدم كفاية الإمكانيات فكثير من هذه الوظائف تكون على درجة عالية من التخصص،

(1) تغلابت عبد الغاني، مرجع سابق، ص 36.

(2) البشير عمارة، أثر الصيانة على تكاليف الجودة في المؤسسة الصناعية، دراسة مؤسسة NANTAL تلمسان، مذكرة ماجستير غير منشورة، كلية العلوم الاقتصادية والتسيير، جامعة أبو بكر بلقايد، تلمسان، الجزائر، 2010/2009، ص 29.

- تغلابت عبد الغاني، مرجع سابق، ص 36.

(3) زرقى عمار، مرجع سابق، ص 121.

لهذا تلجأ المؤسسة للأطراف الخارجية لإدارة صيانتها استناداً لعدة اعتبارات اقتصادية وتكنولوجية فقد تعهد لهذه الأطراف بإنجاز جزء معين وتقوم بنفسها بعمليات التخطيط والتصميم لأنشطة الصيانة وتسد عمليات التنفيذ للمؤسسات المتخصصة أو كل عمليات الصيانة وذلك بحثاً عن عدة مزايا منها:⁽¹⁾

- تخفيض تكاليف الصيانة؛
- تحسين أداء الصيانة؛
- تعويض نقص المهارة والتخصص لدى عمال وظيفية الصيانة بالمؤسسة بمهارات المؤسسات المتخصصة في الصيانة.

إن استعانة المؤسسة بالأطراف الخارجية لإدارة صيانة تجهيزاتها يسمح لها بالتركيز على أعمالها الأساسية، والأهم من ذلك فإنه يوفر إمكانية للسيطرة على التكاليف في حين تتمتع هي بخدمات المزودين المتخصصين، والتي سوف تعطي لها فرصة الاطلاع على أحدث الابتكارات التكنولوجية⁽²⁾؛ وتأخذ الصيانة الخارجية شكلين أساسيين هما:

1-2. الاستعانة بمصادر خارجية:

وهي استراتيجية عمل تتبعها المؤسسة حيث تعهد للمؤسسة الخارجية الصانعة للآلة أو وكيلها مسؤولية تنفيذ أنشطة الصيانة، وتتطوي هذه العلاقة على اتصال وثيق بين المؤسسة الطالبة للصيانة وبين المؤسسة الصانعة للآلة وفي كثير من الأحيان تتحول العلاقة إلى تحالف استراتيجي، ويمكن أن تكون هذه الاستعانة بمصادر خارجية كلية أو جزئية وذلك تبعاً لأهمية وحجم الأنشطة وتزامناً مع مدة الاتفاق⁽³⁾.

2-2. التعاقد من الباطن (Sous-traitance):

تقوم المؤسسة بتكليف مؤسسة أخرى متخصصة في الصيانة من أجل إدارة عمليات صيانة تجهيزاتها، وما ينظم العلاقة بينهما هو إبرام عقد يتم فيه وصف الأهداف المرجوة منه، تبيان حقوق وواجبات كل طرف وتحديد الشروط القانونية والمالية المترتبة على الاتفاق⁽⁴⁾.

(1) تغلابت عبد الغاني، مرجع سابق، ص 37.

(2) Benbouzid F, op cit, p 21.

(3) Kaffel H, La maintenance distribuée: concept, évaluation et mise en œuvre; thèse présentée à la faculté des études supérieures de l'université Laval pour l'obtention du grade de philosophaide doctor (ph.D), Québec, 2001, p67.

(4) تغلابت عبد الغاني، مرجع سابق، ص 37.

3- الصيانة التشاركية: Faire ensemble coopérer

قد تحتاج المؤسسة في بعض الأحيان إلى موارد إضافية، تكنولوجية ومهارات ومعارف خارجة عن قدراتها الذاتية، لهذا تجد نفسها مضطرة إلى إشراك شريك خارجي للقيام بهذه العمليات الإضافية مع الأخذ بعين الاعتبار المسائل التالية:⁽¹⁾

- كيفية اختيار أفضل خيار استراتيجي لكل عملية من عمليات الصيانة؛
- معرفة المعايير المعتمدة؛
- كيفية اختيار الشريك الخارجي والامتيازات التي تحصل عليها المؤسسة منه.

المطلب الرابع: الاتجاهات الحديثة لإدارة الصيانة

نظرا للتطور التكنولوجي المتسارع والمتجدد الذي شهدته المؤسسات فقد أصبحت إدارة الصيانة تتأثر بهذا الأخير مما عجل بظهور عدة اتجاهات حديثة لها تتمثل في الآتي:

1- الصيانة عن بعد Télémaintenance:

الصيانة عن بعد هي شكل متطور للصيانة حيث تقوم على مبدأ أنها تقيس أجهزة الاستشعار للمتغيرات المرتبطة ارتباطا وثيقا بحالة الآلة وتكون هذه الأجهزة متصلة بمركز المراقبة الذي يسجل كل الإنذارات والإجراءات، حيث تسمح هذه التقنية من جهة برصد وتسجيل البيانات عن كل آلة من أجل المقارنة ومن جهة أخرى بالكشف عن مخاطر التشغيل؛ فالمشرف الذي يلاحظ تدهور أو بداية الخطأ هو المسؤول عن وقف التشغيل ويسجل الجزء المصاب وينذر للاستجابة للطوارئ⁽²⁾.

2- إدارة الصيانة باستخدام الحاسوب Gestion de la Maintenance Assistée par Ordinateur

GMAO

أصبحت إدارة الصيانة المحوسبة (المدارة بالحاسوب) هي واحدة من السبل الناجحة لتحقيق المؤسسة لأهدافها، فاستخدام الحاسوب يساعد على تزويد إدارة الصيانة بمعلومات كافية وموثوق بها عن أداء كل آلة،

⁽¹⁾Benbouzid F, Op cit, p 22.

⁽²⁾Kaffel H, Op cit, p35.

الأسباب الأصلية لعطلها، تحديد أعمال الصيانة اللازمة لها وتوقيتها وتكاليف صيانتها، اعتمادا على البيانات التي تم تجميعها وتوفيرها لمديري الصيانة والمستويات الإدارية العليا وذلك في الوقت المناسب هذا من جهة، ومن جهة أخرى يعزز من السيطرة والتحكم في فترات تعطل الآلات مما يزيد في عمر تشغيلها وذلك بالتحكم في الاستخدام الأمثل للعماله وتوزيع أعمال الصيانة توزيعا صحيحا على فترات العمل⁽¹⁾؛ إضافة أيضا إلى إمكانية الحاسوب في تبويب وتخزين الأرشفة واسترجاع جميع المعلومات اللازمة والخاصة بالموردين، إدارة المخازن وربطها بمتطلبات إدارة الصيانة، كما يساعد أيضا على نقل المعلومات بين هذه الأخيرة والإدارات المختلفة للمؤسسة داخليا لاتخاذ القرارات المناسبة، مما يجعل من إدارة الصيانة تقوم بكافة أعمالها بفعالية وبوضوح مما يؤثر إيجابا على تحقيق أهداف المؤسسة.

وتهدف إدارة الصيانة باستخدام الحاسوب عموما إلى تحقيق:⁽²⁾

- توفير جودة خدمات الصيانة التي تدعم الاحتياجات التشغيلية؛
 - الحد من التوقفات غير المجدولة من خلال الصيانة الفعالة المخططة؛
 - الاستفادة من التقارير التي من شأنها أن تعزز من الرقابة على عمليات الصيانة؛
 - ضمان أن يتم تنفيذ الصيانة بكفاءة من خلال التخطيط المنتظم والتنسيق بين استخدام المواد والقوى العاملة والوقت؛
 - الحفاظ على أداء الإدارة في مستوى عالي.
- أما بالنسبة لفوائد إدارة الصيانة باستخدام الحاسوب فهي تتمثل عموما في:⁽³⁾
- حفظ كافة معلومات الصيانة المتعلقة بالأجهزة والمعدات والعماله والأدوات اللازمة؛
 - استرجاع المعلومات عند الحاجة وبالطريقة التي تسهل انسياب المعلومات وعرضها بالشكل الذي تحتاجه عملية التخطيط والرقابة؛

(1) اللامي غسان قاسم داود، البياتي أميرة شكرولي، مرجع سابق، ص 486.

(2) Nijjaawan N, Nijjaawan R, Modern approach to Maintenance in Spinning, Woodhead Publishing India Pvt. Ltd, New Delhi 2010, p 90.

(3) التميمي عبد العزيز بن محمد، درويش سعيد محمد، دورة عمليات الصيانة، 2002، ص 11، من الموقع:

http://faculty.ksu.edu.sa/Darwish/Documents/دورةالصيانة_لوزارة_الصحة_الجزء_الأول.ppt

- تعكس التقارير والوثائق والبيانات الحالة الفعلية لإدارة الصيانة لتقييمها وتعديل الخطط والجداول آليا بما يتماشى مع أهداف هذه الإدارة.

3-الصيانة الإنتاجية الشاملة: (TPM) Total Production Maintenance

- هي إحدى الممارسات الإدارية التي بدأت في اليابان في السبعينات وتعرف بأنها "البحث المستمر لتحسين الأداء العام للتجهيزات مع إشراك ملموس لجميع الأطراف الفاعلة في إدارة الصيانة"⁽¹⁾.
- هي مدخل إبداعي ابتكره اليابانيون وظهرت للجمع بين الصيانة الوقائية والسيطرة الشاملة على الجودة والاشتراك الكامل لكل العاملين من أجل خلق ثقافة جديدة يطور فيها المشغلين إحساسا بالملكية لمعداتهم ويصبحون شركاء مع مهندسي الصيانة لتأمين قدرة المعدات على العمل بشكل جيد وفي كل وقت⁽²⁾.
- ترتكز الصيانة الإنتاجية الشاملة على عدة ركائز من أهمها:⁽³⁾
- تعظيم الفعالية الكلية للمعدات من أجل تحقيق التكلفة المثلى لدورة حياة المعدات؛
 - تطبيق نظام صيانة مخططة شامل على مدى مدار عمر المعدات؛
 - مشاركة جميع إدارات الصيانة والتشغيل والشؤون الهندسية في عمليات الصيانة الإنتاجية؛
 - مشاركة كافة المستويات من الإدارة العليا إلى العمال في موقع العمل؛
 - تشجيع الصيانة الذاتية وأنشطة المجموعات الصغيرة.
- أما بالنسبة لأهداف الصيانة الإنتاجية الشاملة نذكر أهمها:⁽⁴⁾
- الحصول على أقصى قدر من فعالية المعدات؛
 - تخفيض سعر التكلفة الثابتة المنتجات بانخفاض تكاليف الصيانة؛
 - تحسين التكلفة التشغيلية للمعدات (تكلفة دورة الحياة) وتحسين القيمة التشغيلية للمؤسسة؛

⁽¹⁾ Tazi D, Externalisation de la Maintenance et ses Impacts sur la Sécurité dans les industries de procédés, thèse en vue de l'obtention du doctorat de l'université de toulouse, 2008, p 10.

⁽²⁾ الصوص سمير زهير، سلسلة أدوات تحسين الإنتاجية : الصيانة الإنتاجية الكلية 2011، ص 3، من

الموقع: www.myqalqilia.com/Productivity.files/TPM.doc آخر اطلاع 2014/08/29 : 13:23.

⁽³⁾ سامح محمد، الصيانة الإنتاجية الشاملة، 2008، ص 3. من الموقع

آخر اطلاع: <http://www.modon.gov.sa/ar/mediacenter/InformationCenter/DocLib/productiveMaintenance.pdf>

2014/09/02 : 13:38.

⁽⁴⁾ Bufferne J, Le Guide de la TPM Total Productive Maintenance, Éditions d'Organisation Groupe Eyrolles Saint-Germain, 2006, p 31.

- تطوير أقصى قدر من الكفاءة في جميع قطاعات المؤسسة.

4- الصيانة الذكية Maintenance Intelligente:

نتيجة تطور التكنولوجيا الحديثة في معالجة البيانات توصلت المؤسسات إلى تعميم أنظمة المعلوماتية "الانترنت والانترنت" على إدارتها خاصة إدارة الصيانة مما ساهم في تعزيز موقع هذه الأخيرة، وهذا ما يدفع بالمؤسسة إلى التوجه نحو مرحلة جديدة من المعلوماتية أطلق عليها اسم الصيانة الذكية فاستخدام تقنيات الإعلام الآلي في إدارة الصيانة كان له الأثر الكبير والإيجابي عليها ويظهر ذلك في: (1)

4-1. التجارة الإلكترونية: وما توفره من مزايا لوظيفة الصيانة والمتعلقة أساسا بتخفيض آجال التموين/الشراء لاسيما في المؤسسات التي تطبق أنظمة الإنتاج الآني JIT، بالإضافة إلى المعرفة الجيدة بقطع الغيار انطلاقا من القوائم الإلكترونية التي يوفرها المورد على شبكات الانترنت.

4-2. تعاقدات الصيانة الخارجية: والتي تسمح باكتساب معارف ومهارات جديدة في أساليب الصيانة بالإضافة إلى تحديث أنظمة المعلومات نتيجة الاحتكاك بمؤسسات رائدة وذات خبرات فنية عالية في مجال تقديم خدمات الصيانة.

4-3. عمليات الإنتاج: حيث يتم تزويد الإدارة آنيا بكل المعلومات عن مشاكل العمليات الإنتاجية انطلاقا من أنظمة التحسس في الكشف عن الأعطال مما يساعد على إجراء عمليات الصيانة في أوقات قياسية تقاديا للضايح في الإنتاج والوقت.

4-4. التكوين الإلكتروني: وإمكانية التعدد في تخصصات الصيانة وتتنوع المهارات خاصة مع توجه بعض المؤسسات الرائدة في البرمجيات إلى إنشاء برامج التدريب الموجهة حاسوبيا والتي تمكن من الاستفادة من أحدث التقنيات العلمية والمهارات الفنية في مجال صيانة المعدات والتجهيزات وهذه المؤسسات السبّاقة في صناعة البرمجيات تسعى إلى اقتحام تكنولوجيا الصيانة والانتقال من طور الصيانة الذكية إلى مرحلة الصيانة الإلكترونية.

(1) زايدي عبد السلام، مرجع سابق، ص ص 129-130.

تطرقنا في هذا المبحث إلى تعريف إدارة الصيانة والتي تختلف عن الصيانة كمصطلح وعنها كمجموع عمليات تُعنى بتسيير نشاطات الصيانة وعلاقتها بمختلف مصالح وإدارات المؤسسة، مما سمح لنا بالتطرق لمختلف السياسات المتبعة لإدارة الصيانة اعتماداً على مصادر داخلية وخارجية أو تشاركية، وهذا كله دون إغفال الاتجاهات الحديثة في إدارة الصيانة والتي تعتمد أغلبها على أنظمة المعلومات الحاسوبية، ومن ثم يمكننا الانتقال في المبحث التالي إلى تحديد وظائف إدارة الصيانة من تخطيط، تنظيم، تنفيذ ورقابة.

المبحث الثالث: وظائف إدارة الصيانة

إن إدارة الصيانة لا تعتبر فقط خدمة فنية للمؤسسة وإنما هي جزء لا يتجزأ من هذه الأخيرة، لذلك يتوجب على إدارة الصيانة أن تجند كل إمكانياتها المادية والبشرية لتحقيق أهدافها وأهداف المؤسسة التابعة لها ويكون ذلك بالاعتماد على الأسس العلمية في إدارة نشاطاتها من خلال الممارسة الفعلية لوظائف التسيير: التخطيط، التنظيم، التنفيذ والرقابة، حيث لا بد من تخطيط ومتابعة لعمليات الصيانة وتحسين وتطوير لأساليبها من خلال التنظيم الفعال وقياس مدى تحقيق الأهداف من خلال الرقابة حتى يتم التأكد من أن أعمال الصيانة تتم وفقا للخطة الموضوعة سواء من ناحية التوقيت أو من ناحية جودة ودقة العمل. وهذا المبحث يلقي الضوء بشيء من التفصيل على وظائف إدارة الصيانة: التخطيط، التنظيم، التنفيذ والرقابة.

المطلب الأول: تخطيط أعمال الصيانة

تحتاج أعمال إدارة الصيانة شأنها شأن أي إدارة في المؤسسة إلى تخطيط مسبق ما أمكن لضمان تنفيذ هذه الأعمال على أكمل وجه وبأقل تكلفة وفي أقل زمن ممكن.

الفرع الأول: تعريف تخطيط أعمال الصيانة

من خلال بحثنا في العديد من المراجع التي اطلعنا عليها رأينا أن تعريف التخطيط يتمثل في: "تلك العملية الخاصة بتعريف وتحديد أهداف المؤسسة في المستقبل وكذلك تحديد الاستراتيجيات والسياسات والخطط والبرامج اللازمة لتحقيق هذه الأهداف"⁽¹⁾.

ويعرف التخطيط لأعمال الصيانة بأنه: "تلك المرحلة من التجهيزات الضرورية قبل البدء في تنفيذ أي صيانة مخططة، ويتحدد في هذه المرحلة الأعباء التي سيقوم العمال بأدائها محددًا، موعدي البدء والانتهاج من كل عملية من عمليات الصيانة وتكاليف كل عملية؛ وتتطلب عملية التخطيط ترتيب وتنسيق استخدام الموارد المتاحة لبلوغ الهدف المحدد"⁽²⁾.

(1) بكرى عبد العليم محمد، مبادئ إدارة الأعمال، جامعة بنها، السعودية، 2007، ص28.

(2) بوغنينية وهبية، دور إدارة الصيانة في تخفيض تكاليف الإنتاج، مرجع سابق، ص51.

وبالتالي ومن خلال ما سبق نجد أنه لتخطيط أعمال الصيانة لابد من تحديد الأهداف، تعيين الوسائل والموارد اللازمة ووضع الخطط ليعتمد عليها كل موظف بالصيانة وتكون له كمرجع لكل عمل يقوم به وهو ما يمكنه من تنفيذ أعماله بأقصى كفاءة.

الفرع الثاني: أهداف تخطيط أعمال الصيانة

يؤدي تخطيط أعمال الصيانة ووضع الخطط الملائمة لها إلى تحقيق الأهداف التالية:⁽¹⁾

- تحسين استخدام الطاقات القائمة في المشروع أو الوحدة الصناعية؛
- تحسين وترشيد استخدام الموارد من مواد أولية ومستلزمات أخرى؛
- رفع إنتاجية العمل وتطويره ورفع معدلات التشغيل والتوظيف للأيدي العاملة الجديدة؛
- ضمان استمرار إنتاج السلع المصنعة بالنوعية المطلوبة.

الفرع الثالث: مستويات تخطيط أعمال الصيانة

تنقسم مستويات تخطيط أعمال الصيانة إلى ثلاثة مستويات أساسية وهي:

1-التخطيط طويل الأجل:

يعتبر هذا النوع من التخطيط مسؤولية أساسية للإدارة العليا التي تحاول وضع الأهداف، السياسات والخطط العامة بسبب أهميته من حيث كمية ونوعية المعلومات وكذا حجم الموارد المالية التي يحتاجها وهو ما لا يمكن للمستويات الدنيا من اتخاذ قرارات بشأنه، فهو يتميز بقلّة المعلومات وكثرة الحاجة إلى التخمين والتنبؤ بالمستقبل.

ويشتمل هذا النوع من التخطيط على:⁽²⁾

- وضع خطط طويلة المدى لتحسين أساليب الصيانة أو زيادة الوقاية من التوقفات والأعطال ورفع مستوى السلامة سواء عن طريق التحسينات الداخلية أو عن طريق التعاون مع منتجي ومصممي الآلات؛
- دراسة وتخطيط الحاجة إلى الأيدي العاملة؛

(1) الحديثي رامي حكمت فؤاد، مرجع سابق، ص 105.

(2) البكري سونيا محمد، تخطيط ومراقبة الإنتاج، مرجع سابق، ص 260.

- تخطيط عملية تجهيز بالمعدات المستعملة في الصيانة سواء بالتماشي مع التطور التكنولوجي في الميدان أو توسيع أعمال الصيانة الداخلية؛
- تخطيط استبدال التجهيزات والمعدات والآلات المستعملة في الصيانة لقدمها أو لطول فترات تجهيزها أو قلة مساحات العمل اللازمة وغيرها من الأمور التي تحتاج إلى تخطيط مشاكل التمويل والاستبدال التدريجي.

2- التخطيط متوسط المدى:

- وعادة ما يعهد به إلى الإدارة التنفيذية ويشتمل هذا التخطيط على:⁽¹⁾
- التخطيط لتركيب الأجهزة والمعدات الجديدة وتجهيتها للعمل ثم صيانتها بعد التشغيل ويتطلب ذلك التأكد من وجود الخبرات المناسبة للتركيب والتهيئة للعمل والتشغيل؛
- التخطيط للصيانة الدورية الشاملة مثل: الصيانة الدورية للمعدات حتى يسهل توزيع الأعمال وتقديم بعضها وتأخير البعض الآخر دون تأثير سلبي، حتى يمكن إنجاز هذه الأعمال بالإمكانات المتاحة؛
- التخطيط للصيانة الوقائية مثل الفحص والتزييت والتنظيف واستبدال الأجزاء وغيرها من الأعمال التي تتكرر كل سنة، شهر، أسبوع، أو أي مدة أخرى وبالتالي فهي تساعد في تقليل تأثيرها على البرامج الإنتاجية وعلى أعمال الصيانة الأخرى أو أعمال الخدمات المختلفة.

3- التخطيط قصير المدى:

- ويتم خلال شهر، أسبوع أو كل يوم بشكل روتيني ويعهد به إلى المهندسين، الملاحظين أو المشرفين بصورة مباشرة على أعمال الصيانة، ويراعى عند القيام بهذا التخطيط:⁽²⁾
- تخصيص فرد أو أكثر من الفنيين ذوي الخبرة والمعرفة بأعمال الصيانة وبطرق التخطيط والجدولة للقيام بأعمال التخطيط المطلوبة؛

(1) البكري سونيا محمد، إدارة الجودة الكلية، مرجع سابق، ص ص: 200-201.

(2) البكري سونيا محمد، تخطيط ومراقبة الإنتاج، مرجع سابق، ص ص: 261-262.

- الحصول على المعلومات اللازمة لهذا النوع من التخطيط عن طريق: الخطط متوسطة الأجل (خطط الصيانة الدورية)، الطلبات الرسمية الصادرة من الأقسام المختلفة، الزيارات والفحوص والتفتيش،...؛
 - يتم هذا التخطيط بدراسة الأعمال المطلوب تخطيطها لمعرفة واختيار أفضل الطرق لإنجازها كإصلاح الاضطرابي، تأخير وبرمجة هذا الإصلاح، تخزين قطع الغيار أو شرائها من الخارج أو تصنيعها محليا، تعيين فنيين متخصصين أو منح أعمال هؤلاء الفنيين لمقاوله خارجية؛
 - تحسين الخطط وتوضيح الأعمال المطلوب إنجازها ومواصفاتها وتوفير الرسومات والخرائط ومراعاة متطلبات الأقسام الأخرى وتحديد الأيدي الفنية العاملة؛
 - تنفيذ خطوات المتابعة المستمرة لاكتشاف الانحرافات ومعرفة الأخطاء وتصحيحها من أجل تحسين الخطط وطرق تنفيذها.
- بعد تحديد أنشطة أعمال الصيانة في خطط لابد من وضعها في إطار زمني ليتم تنفيذها في الوقت المناسب لتحقيق الأهداف المسطرة، فجدولة أعمال الصيانة تعتبر كقناة الاتصال بين وظيفة التخطيط المسؤولة عن بدء الأنشطة ووظيفة التنفيذ المسؤولة عن تنفيذ التدخل للقيام بالأنشطة وذلك في الوقت المجدول.
- فالجدولة هي: "الوظيفة المسؤولة عن تحديد المواعيد النهائية وتوفير وسائل التنفيذ وتضمن التنفيذ في الوقت المناسب"⁽¹⁾.
- ويعرف "Monchy" الجدولة من جهة أخرى بأنها عملية وضع المهام المخططة في الإطار الزمني مع الأخذ بعين الاعتبار الأهداف المرجوة والعلاقات المتبادلة بين مختلف المهام المخططة وتوافر الموارد حيث تشمل الجدولة الخطوات التالية:⁽²⁾
1. التسجيل: حيث يتم تسجيل كل طلبات التدخل الصادرة من مختلف أقسام الإنتاج والتي تحتاج إلى تدخلات صيانة استعجالية أو في فترات لاحقة حسب درجة العطل.

⁽¹⁾Mjidila A, module du Gestion de la maintenance: Guide de Travaux Pratiques, Office de la Formation Professionnelle et de la Promotion du Travail, Royaume de Maroc, 2006, p 95.

⁽²⁾ Ben-dayaMetd'autres, Handbook of Maintenance Management and Engineering, Springer-Verlag London Limited, 2009, p 237.

- Monchy F, Vernier J, Op.cit., pp 307-308.

2. البرمجة: وهي النشاط الذي يختص بترتيب عمليات الصيانة حسب الأولويات والاحتياجات وفق مخطط زمني.

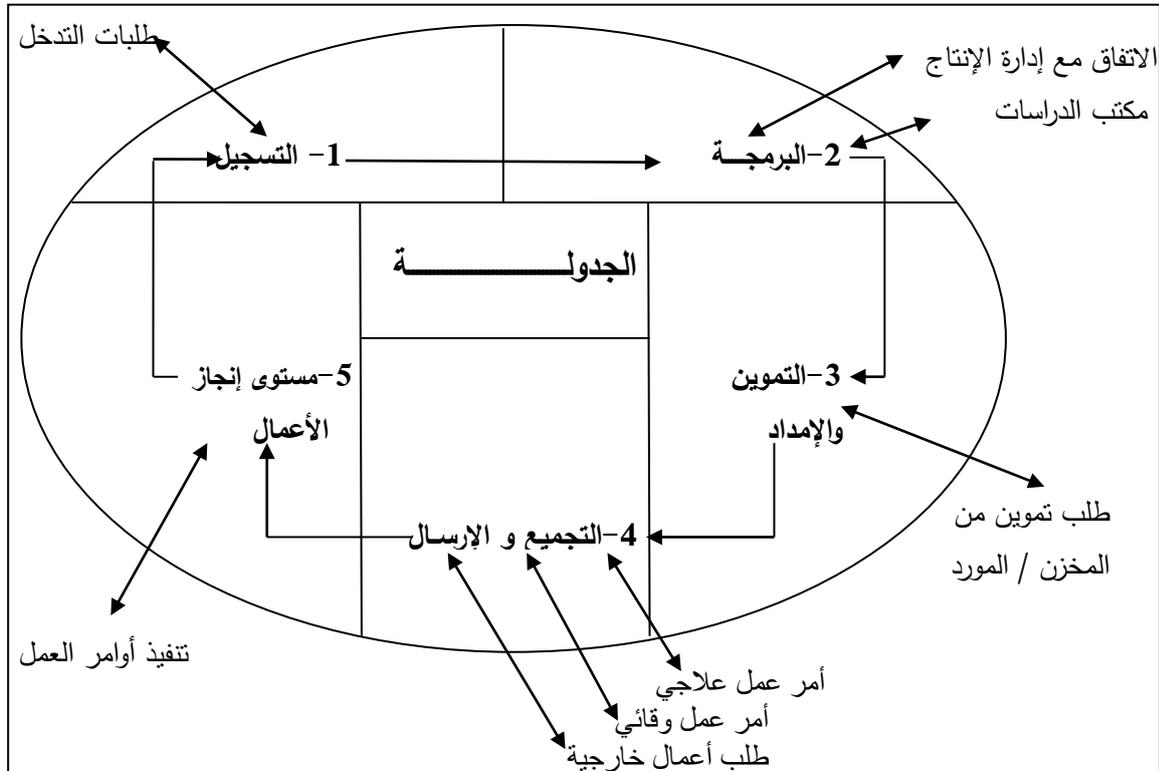
3. التموين: عند التحضير لكل مهمة صيانة يتم إعداد قائمة بالوسائل الضرورية، قطع الغيار، الأدوات لإنجاز المهمة سواء بتجهيزها من المخازن في حالة توفرها أو طلب شرائها عن طريق قسم المشتريات.

4. التجميع والإرسال: وهي الأنشطة المسؤولة عن تجميع وتوفير كل الوسائل لإنجاز تدخلات الصيانة في المواعيد المحددة.

5. متابعة مستوى الإنجاز: وتهتم بمتابعة التقدم في أنشطة وتدخلات الصيانة من خلال مراقبة نسبة الإنجاز في العمليات المباشرة من طرف فرق الصيانة وتسجيل الانحرافات التي تظهر بين التقديرات ومستوى الإنجاز، وهذا من أجل إجراء التصحيحات اللازمة.

ويمكن توضيح كل ما سبق في الشكل التالي:

الشكل رقم (10): الخطوات المختلفة للجدولة



Source: Monchy F, Vernier J, Op.Cit, p 307.

يوضح الشكل أعلاه خطوات تفعيل عملية الجدولة على شكل دورة منتظمة من الأعمال تتضمن تسجيل طلبات التدخل ثم برمجتها ومحاولة تموينها سواء من المخزن أو من المورد ليتم تجميع وإرسال (أمر/طلب) أعمال (وقاية/إصلاح) لفرق الصيانة ثم يتم تنفيذ أوامر العمل؛ وتكون هذه الخطوات منسقة فيما بينها من أجل تحقيق هدف الجدولة.

المطلب الثاني: تنظيم أعمال الصيانة

إن موضع إدارة الصيانة داخل المؤسسة يعتمد على الأهداف الاستراتيجية لهذه الأخيرة وعلى موقفها من إدارة الصيانة؛ حيث سيؤدي ذلك إلى التأثير في السياسة العامة والإطار الذي تعمل فيه الصيانة، لأنه سيكون لها انعكاس كبير ليس فقط على المسائل التنظيمية ولكن أيضا على بعض الجوانب الأخرى كالتفاصيل التنفيذية ومناهج المؤسسة للشراء.

يعتبر حجم العمل أحد أكبر المؤثرات في حجم وشكل إدارة الصيانة في المؤسسة، فتتظيمه يقوم على أساس مجموعة من القواعد كتوزيع المهام، رسم العلاقات وتحديد المسؤوليات والسلطات...، وذلك بتوفير الموارد (الأفراد، رأس المال، المواد والأجهزة...) لتحقيق الأهداف.

ويعرف التنظيم بأنه: عملية ترتيب الموارد "الأفراد، المواد، التكنولوجيا..." لتحقيق استراتيجيات وأهداف المؤسسة، وهو نظام ينطوي على التفاعل بين المدخلات والنواتج يتميز بتعيين المهام وسير العمل وتقدير العلاقات وقنوات الاتصال⁽¹⁾.

ويمكن تقسيم تنظيم أعمال الصيانة إلى فرعين رئيسيين:

الفرع الأول: العوامل المؤثرة على تنظيم أعمال الصيانة

يختلف تنظيم إدارة الصيانة من مؤسسة إلى أخرى تبعا لعدة معايير نذكر منها:⁽²⁾

- تحديد المسؤوليات والسلطات: لا بد من معرفة جميع الواجبات والمسؤوليات للقيام بأعمال الصيانة بكل وضوح وتفصيل تام؛

⁽¹⁾ Ben-daya M et d'autres, Op.cit., p 3.

⁽²⁾ تغلبت عبد الغاني، مرجع سابق، ص ص 39 40.

- نوع المؤسسة: لكل صنف مؤسسة تنظيم خاص بها يتناسب مع حجمها وطبيعة نشاطاتها، ويتبعه أيضا اختلاف في نوع وحجم أعمال الصيانة؛
- تعدد المصانع التابعة للمؤسسة: هنا يكون أصحاب القرار أمام الاختيار بين بديلين على الأقل فإما أن يكون لكل مصنع إدارة صيانة مستقلة، وإما أن تتولى إدارة واحدة في المؤسسة كل أعمال الصيانة بهذه المصانع؛
- مدى توفر المؤسسات الخدمية المتخصصة في الصيانة ومستوى أدائها وتكلفة اللجوء إليها؛
- مدى توفر اليد العاملة الفنية والمدرية والمؤهلة في المؤسسة أو في محيطها.

الفرع الثاني: أنواع الهياكل التنظيمية

هناك العديد من أنواع الهياكل التنظيمية التي تستخدم في إدارة الصيانة نذكر منها:

1- التنظيم المركزي:

يتيح هذا النوع من التنظيم تركيز جميع أنشطة الصيانة في وحدة واحدة، هذه الوحدة تدير الصيانة العامة للمؤسسة بأكملها، ويتم توكيل جميع المسؤوليات بصيانة الآلات والمعدات لفريق واحد وهو فريق الصيانة الذي يعمل وفق برنامج زمني وكثيرا ما يستخدم هذا التنظيم في المؤسسات الصغيرة والمتوسطة، ومن مزايا هذا التنظيم: (1)

- سهولة الإشراف على العمال والاستفادة الكاملة منهم بفعالية حيث يمكن توجيههم حسب الحاجة إليهم في الأقسام المختلفة بالاستعانة المركزية؛
- قلة عدد عمال الصيانة المطلوب لأداء المهام اللازمة؛
- يصبح التدريب عموما أكثر فعالية في خطوط المراقبة والإشراف؛
- المزيد من تصاريح الشراء للمرافق الحديثة وتوظيف العمالة المؤهلة؛
- استخدام التسهيلات الحديثة التي تسمح بتعظيم الاستخدام الأمثل للموارد؛
- سرعة متابعة ميزانية الصيانة، بالحد من تكاليف التدريب.

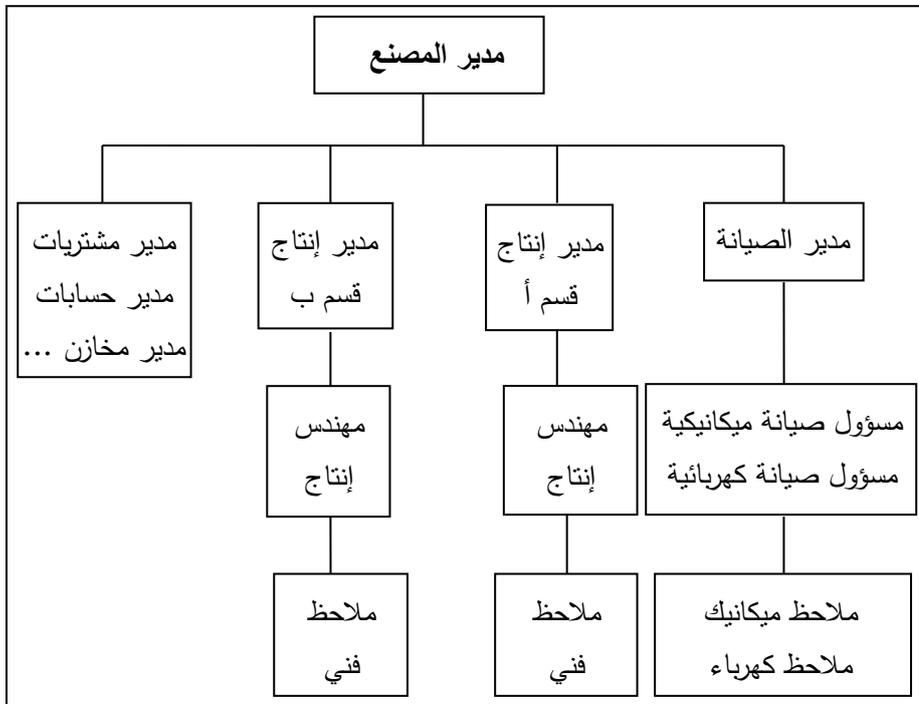
(1) Dhillon B.S., Engineering Maintenance -A Modern Approach, CRC Press, USA, 2002, p 38.

- Mjidila A, Op.cit., p 21.

وتتمثل العيوب عموماً في ما يلي: (1)

- طول خط الاتصالات بين الصيانة والأقسام الأخرى؛
 - يقل استعمال التنظيم المركزي في المؤسسات الكبيرة إذ لا يصلح بالتجربة في الكثير منها؛
 - بطء زمن الاستجابة بسبب زيادة الوقت الذي يُستغرق للانتقال وتصحيح المشكلة مما يؤدي إلى سوء التنسيق بين الإدارات وخلق الفوضى بسبب التوقفات الطارئة وتعطل الإنتاج؛
- والشكل الموالي يوضح التنظيم المركزي لإدارة الصيانة:

الشكل رقم (11): الهيكل التنظيمي المركزي لإدارة الصيانة



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

2- التنظيم اللامركزي:

يتم توزيع فرق الصيانة على مختلف الأقسام الإنتاجية داخل المؤسسة فكل قسم يملك فريق صيانة

خاص به، ومن مزايا هذا التنظيم: (2)

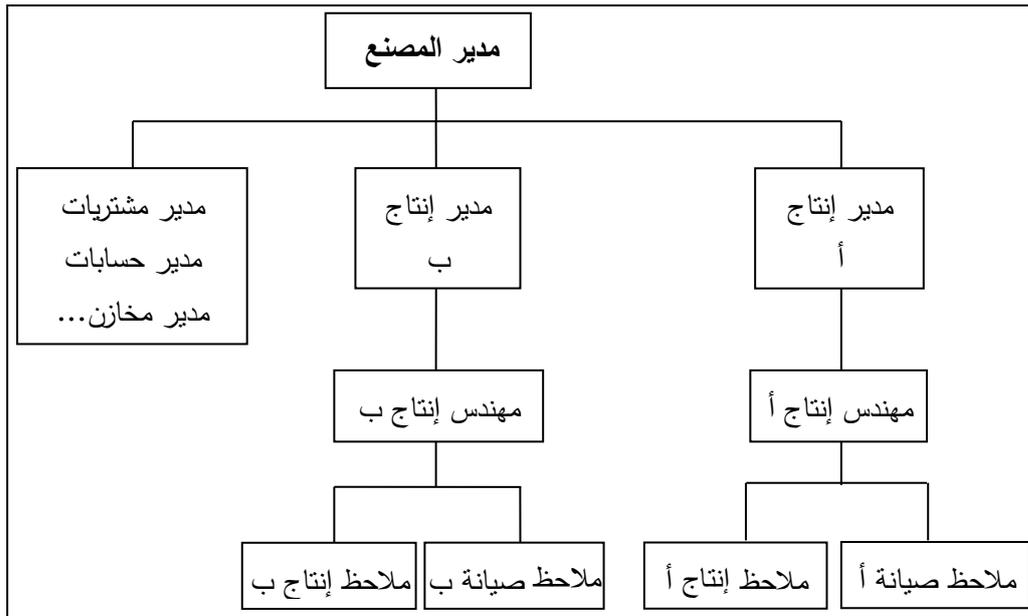
(1) الحديثي رامي حكمت فؤاد وآخرون، مرجع سابق، ص 209.

- Wireman T, Benchmarking: Best Practices in Maintenance Management, Industrial Press Inc, USA, 2004, p81.

(2) Wireman T, Op.Cit, p82.

- الاستجابة في الوقت المناسب لكون العمال بمقربة من المعدات؛
 - وتتمثل أكبر فائدة في تكوين الإحساس بالملكية والشراكة عند العمال مما يسمح بتطوير العمل.
 - ومن أهم عيوب هذا التنظيم: (1)
 - الإنفاق المفرط في النفقات العامة؛
 - ظهور صراع بين الإدارات نتيجة تدخل رؤساء الأقسام في تحديد مواعيد الصيانة؛
 - صعوبة الرقابة على تكاليف كل قسم؛
 - زيادة عدد العمال مما ينعكس في النهاية على زيادة تكاليف الصيانة.
- ويوضح الشكل الموالي التنظيم اللامركزي لإدارة الصيانة:

الشكل رقم(12): الهيكل التنظيمي اللامركزي لإدارة الصيانة



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

3- التنظيم المختلط:

ظهر هذا التنظيم نتيجة لمحاولة التخلص والتغطية على عيوب كل من التنظيمين السابقين حيث لجأت العديد من المؤسسات للجمع بينهما وذلك للاستفادة من مزاياهما هما وتلافي عيوبهما، حيث يتم تعيين بعض

(1) Ben-daya M et d'autres, Op.Cit, p9.

- محمد الصيرفي، مرجع سابق، ص 506.

موظفي وعمال الصيانة في مجالات معينة ومحددة ويتم الاحتفاظ بالعناصر المتبقية في وحدة مركزية، إلا أن هذا التنظيم لا يخلو هو أيضا من العيوب إذ تتمثل أغلبها في: (1)

- تجربة السلطة المزدوجة لموظفي الصيانة؛
 - تستغرق وقتا وتتطلب اجتماعات متكررة لحل النزاعات؛
 - المشاركة في المسؤوليات تسبب صعوبات في التنفيذ.
- ورغم ذلك فإن عيوب التنظيم المختلط تعتبر أقل ضررا من سابقه وهو يعتبر أكثر كفاءة وفعالية منهما لذا تلجا إليه العديد من المؤسسات بهدف التخلص من تزايد التكاليف الإضافية والزائدة عن الحاجة.

المطلب الثالث: تنفيذ ورقابة أعمال الصيانة

بعد تخطيط وتنظيم أعمال الصيانة تأتي مرحلة التنفيذ والرقابة على هذه الأعمال، حيث يتم في الجانب النظري تحديد محتوى مهام الصيانة والوسائل اللازمة لتحقيقها في المواعيد المحددة، أما في الجانب العملي فتتم عمليات التنفيذ والرقابة وفق الإجراءات المحددة.

الفرع الأول: التنفيذ

يتم تنفيذ مهام الصيانة وفق إجراءات محددة ويتم تسجيل جميع الملاحظات التي تم إبدائها، القرارات، القياسات، المهام التي نفذت والموارد المستخدمة ضمن تقارير أو ملفات أو وثائق من أجل الاستعانة بها لاحقا أثناء الرقابة.

يتم تنفيذ الصيانة الوقائية بإتباع عدد من الخطوات منها: (2)

- جمع البيانات التقنية ووصف المهام؛
- الحصول على قطع الغيار والأدوات ومعدات الدعم؛
- الانتقال إلى موقع العمل واستعمال الملاحظة المباشرة؛
- القيام بإجراءات التأمين اللازمة قبل وقوع الأضرار؛

(1) Ben-daya M et d'autres, Op.Cit, p10.

(2) Marquez A C, Op Cit, p 18.

- تحديد توقيت نشاط الصيانة في الموقع بدقة؛

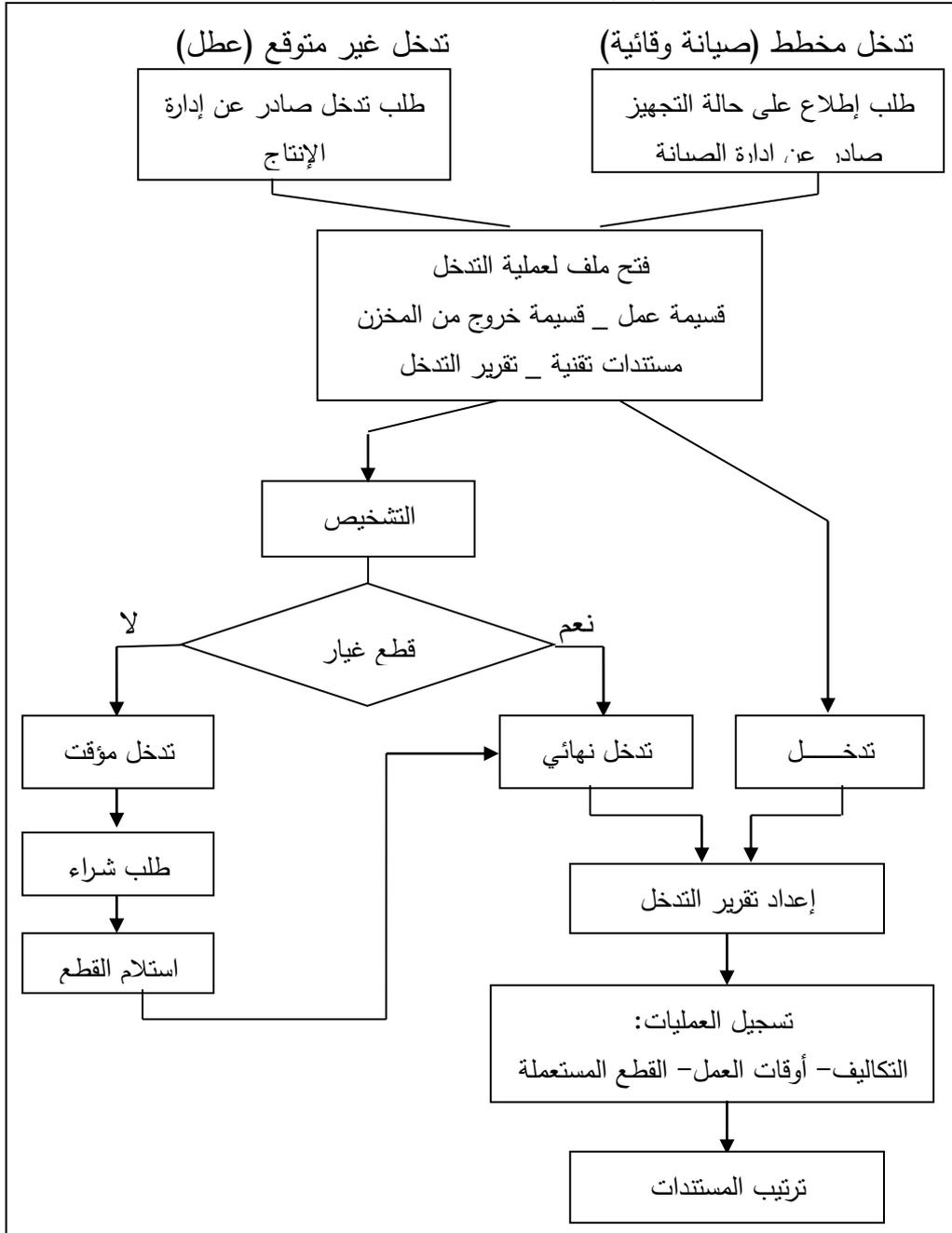
- تسجيل الملاحظات والقياس وجميع المعلومات الضرورية.

وتتطوي الصيانة التصحيحية على نفس الخطوات السابقة لكن تتطلب مهمة إضافية هي تحديد هوية الخطأ، من أجل تحديد موقع وطبيعة الفشل والتجديد اللازم أو الاستبدال في حالة وجود فشل كبير ويتم التحقيق لمعرفة سبب الفشل وتسجيله وتسجيل الحل، ويكون هناك توقيح عن العمل المنجز والشخص المسؤول عن الإصلاح والمعدات المستعملة وتسجيل أيضا الشخص الذي طالب بعملية الصيانة⁽¹⁾.

ويمكن توضيح مراحل وخطوات التدخل لإنجاز وتنفيذ الصيانة في الشكل التالي:

⁽¹⁾Ibid, p 18.

الشكل رقم(13): مراحل عملية التدخل لتنفيذ الصيانة



المصدر: زايدي عبد السلام، مرجع سابق ص 41.

يتضح من الشكل أعلاه أن عملية التدخل لتنفيذ أعمال الصيانة تتم بفتح ملف لعملية التدخل سواء أكان مخطط أو غير مخطط ثم يتم إجراء التدخل وإعداد تقارير خاصة به تضم جميع المعلومات (القطع المستعملة، أوقات العمل، التكاليف،...) ليتم في النهاية ترتيب هذه التقارير في شكل مستندات يُعتمد عليها لاحقاً.

الفرع الثاني: الرقابة

تعتبر الرقابة أفضل آلية عمل للسيطرة على الجهود الشاملة لإدارة الصيانة وتحقيق أهداف المؤسسة، فالرقابة على أعمال الصيانة تسعى إلى ضمان التطابق بين النتائج والأهداف المسطرة فقد تكون رقابة قبلية أي أثناء التنفيذ حيث يمكن القيام بإجراءات تصحيحية قبل ظهور النتائج، وقد تكون بعدية أي بعد نهاية العملية المعنية بالصيانة.

فالرقابة على أعمال الصيانة هي: متابعة ما إذا كانت الأعمال تتم وفق البرنامج المتبنى وحسب الأوامر المعطاة، المعايير والمبادئ المتفق عليها بهدف استكشاف الأخطاء حتى يمكن تصحيحها وتجاوزها في المستقبل⁽¹⁾، وتتعلق وظيفة الرقابة أساسا على أعمال الصيانة بالرصد وقياس الأداء وتقييم ما إذا تحققت الأهداف واتخاذ الإجراءات التصحيحية اللازمة، وتتطوي عملية الرقابة على أربع خطوات ضرورية وهي:⁽²⁾

1. وضع الأهداف والمعايير: تبدأ المراقبة من التخطيط عند وضع الأهداف والمعايير التي يمكن قياسها فيجب أن تكون الأهداف تمثل النتائج المرغوبة والتي يجب إنجازها؛

2. قياس الأداء: يتمثل الهدف في قياس دقيق لنتائج الأداء (المخرجات) أو جهود الأداء (معايير المدخلات) بحيث يجب أن يكون القياس دقيقا بما فيه الكفاية لتحديد اختلافات بين ما تم الحصول عليه فعلا وما كان مقررا في الأصل؛ وفي قياس أداء الصيانة هناك مؤشرات تساعد في تحديد وتقييم الأهداف مثل: مؤشرات الإنتاج (معدل الجودة، معدل العملية، استخدام الآلة...)، مؤشرات فعالية الصيانة (فعالية المعدات الشاملة، متوسط الوقت بين حالات الفشل، متوسط وقت الإصلاح، النسبة المئوية للصيانة المخططة، ...)

3. مقارنة النتائج مع الأهداف والمعايير: أحيانا يقوم مسؤولو ومدراء المؤسسات بإجراء مقارنة تاريخية وذلك باستخدام الأداء الماضي كأساس لتقييم الأداء الحالي، كما يستخدمون مقارنة إنجازات أداء الأشخاص ووحدّة العمل، وفي الصيانة أيضا يتم وضع معايير المقارنة علميا من خلال أساليب مثل: إدارة الوقت، دراسة الحركة وإجراءات الصيانة الوقائية.

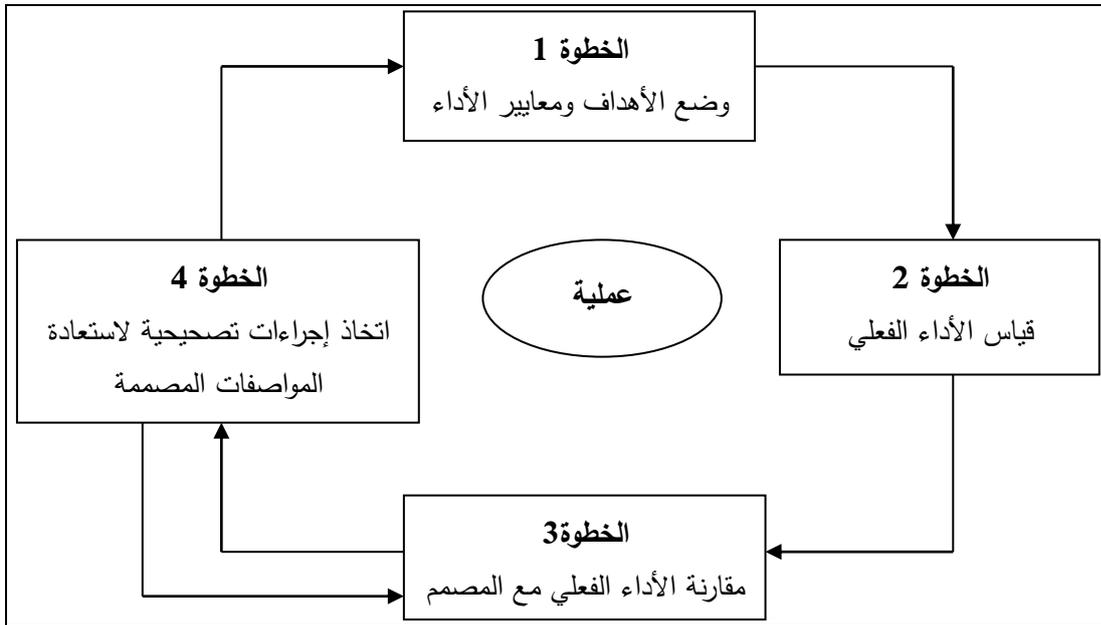
4. اتخاذ إجراءات تصحيحية: لتصحيح المشاكل والتناقضات أو القيام بالتحسينات.

والشكل التالي يوضح الخطوات السابقة:

(1) تغلابت عبد الغاني، مرجع سابق، ص 41.

(2) Ben-daya M et d'autres, Op.Cit, pp 96-97.

الشكل رقم (14): الخطوات الأربعة لوظيفة مراقبة الصيانة



Source: Ben-daya M et d'autres, Op.Cit.p 98.

يوضح الشكل أعلاه الخطوات الأساسية التي تمر بها عملية مراقبة أعمال الصيانة بدءاً من وضع أهداف ومعايير أداء الصيانة ثم قياس هذا الأداء مروراً بالمقارنة بين الأداء الفعلي وما هو مخطط وصولاً لقياس الانحرافات من أجل اتخاذ الإجراءات التصحيحية لتطبيق ما هو مخطط له منذ البداية.

خلاصة

تحدثنا في هذا الفصل عن الصيانة كمفهوم بسيط يعني فقط الإصلاح ولا يتعدى ذلك إلا بعد ظهور التطورات التكنولوجية والمعلوماتية الحاصلة في المؤسسات مما حتم الانتقال النوعي إلى إدارة الصيانة كعملية إدارية تحتاج لمختلف الوظائف التسييرية بشكل عام؛ وبالضرورة تحدثنا عن تطورها التاريخي، ماهيتها، أهدافها وأنواعها وعن الاتجاهات الحديثة فيها وانتقال مفهومها وتطوره من صيانة كتكاليف إلى صيانة كمصدر للأرباح، وعن مختلف وظائفها؛ وتبعاً لموضوع رسالتنا سنحاول التطرق في الفصل التالي للأساليب الكمية المختلفة وأهميتها وسنحاول ربطها بإدارة الصيانة والتعرف على أكثرها أهمية في تطبيقها على إدارة الصيانة.

الفصل الثاني:

الأساليب الكمية وقدرتها

على ضمان فعالية إدارة

الصيانة

تمهيد

إن اتساع حجم المؤسسة وتعدد وتنوع نشاطاتها إضافة لما أدى إليه التقدم الاقتصادي والتكنولوجي في مجال الأعمال نتج عنه ظهور مشاكل على درجة عالية من التعقيد مما زاد من صعوبة اتخاذ القرار الصحيحة والرشيده، حيث أن إدارة الصيانة داخل المؤسسة كغيرها من المصالح والوظائف تأثرت بهذا التطور ولم تعد كما في السابق تطبق سياسة الاصلاح بعد العطب فقط، بل أصبحت تضع خططا وإجراءات تشغيلية وتنفيذية للتخطيط المستقبلي لأعمالها مع المراقبة المبكرة للحالة التشغيلية للمعدات والآلات، وكل ذلك بالاعتماد على أساليب علمية متطورة تزيد من قدرتها على الاحتفاظ بالآلات في حالة تشغيلية مثلى، وعلى توقع الفترة الزمنية لحدوث الأعطال أو خفضها إلى أدنى مستوى ممكن، مما يساهم في تخفيض تكاليف الإنتاج وتحسين الأداء.

فبالأساليب التقليدية التي تستند على الحدس والتخمين، التجربة والخطأ والخبرة الذاتية لمتخذ القرار غير كافية لحل مشاكل المؤسسات عموما ومشاكل إدارة الصيانة خصوصا، لهذا السبب كان لا بد من اللجوء إلى تطبيق منهج علمي واضح وقائم على أسس علمية يُمكن المدراء والمسيرين ومنتخذي القرارات من التحكم بشكل أفضل في الظروف الجديدة والتنبؤ بتطورها المستقبلي ويجعلهم قادرين على تحليل المشاكل الإدارية وحلها بشكل رشيد، وقد تبلورت هذه الأسس في مجموعة من النظريات والأساليب الكمية التي تعتمد على المنهج العلمي والمنطقي، وتستخدم النماذج الرياضية والاحصائية والقياسية لتوفير قاعدة مناسبة لعملية اتخاذ القرار، وما زاد من أهمية هذه الأساليب الكمية والإقبال الكبير على تطبيقها هو دعمها بتطبيقات الحاسب الالكتروني مما يزيد من فرص نجاحها.

ولقد حاولنا في هذا الفصل التوسع في مجال الأساليب الكمية ومعرفة أي الأساليب المطبقة في الصيانة ومدى تأثير هذه الأساليب على فعالية إدارة الصيانة. وذلك من خلال المباحث التالية:

المبحث الأول: مدخل إلى الأساليب الكمية؛

المبحث الثاني: أنواع الأساليب الكمية؛

المبحث الثالث: تحليل الأثر الناتج عن استخدام الأساليب الكمية على فعالية إدارة الصيانة.

المبحث الأول: مدخل إلى الأساليب الكمية

تهتم الأساليب الكمية بتمكين مستخدميها من التعامل مع أحداث وظروف القرار والتحكم في متغيراته وتحديد بدائله بطريقة كمية من خلال الاعتماد على الأرقام والعلاقات الرياضية والإحصائية المختلفة للوصول إلى أمثل حل ممكن، فقد استخدمت هذه الأساليب لمعالجة المشاكل الإدارية ووضع نماذج لتمثيل المشكلات الواقعية، تحديد الأهداف ثم حل النموذج واختبار الحلول البديلة وبعدها اختيار الحل الأفضل المثالي ثم تطبيقه فعلا، فالأصل في الطرق الكمية في إدارة الأعمال هو فكرة بناء النماذج دون اللجوء إلى الطرق التقليدية عند حل المشكلة الأصلية، ولمعرفة أكثر حول الأساليب الكمية تم التطرق من خلال هذا المبحث للتطور التاريخي لها وتعريفها ثم مجالات الاستخدام وكيفية بنائها.

المطلب الأول: التطور التاريخي للأساليب الكمية

عند الحديث عن التطور التاريخي لظهور واستخدام الأساليب الكمية لابد من العودة إلى أساليب علم الرياضيات التي تم منها اشتقاق الأساليب الكمية، فالرياضيات كعلم يمتد إلى حقب زمنية بعيدة ولكن ما تم استخدامه منها في مجال الأعمال كان قليلا، حيث كانت تطبيقاتها الأولى مقتصرة على الحساب لدى رجال الأعمال الأوائل⁽¹⁾، وارتأينا فيما يلي التحدث عن بعض الفترات ووضعيات الأساليب الكمية وبداياتها الرياضية في بعض جوانبها:

1_ خلال فترة الثورة الصناعية

تم استخدام الرياضيات بعملياتها الأربعة (الضرب، القسمة، الجمع، الطرح) في الميدان المحاسبي وفي إعداد الموازنات؛ وتم التطبيق لتقييم البيانات المحاسبية وتنظيمها في سجلات وكشوفات دخل بسيطة وكانت مفيدة في وصف أصول وخصوم منشأة الأعمال، وبالرغم من أن هذه السجلات وقوائم الدخل لم تعط نظرة واضحة ومتكاملة عن مبادئ الأساليب الكمية لكنها اعتبرت كأدوات يمكن أن تساعد في صنع القرارات⁽²⁾.

(1) الفضل مؤيد، المنهج الكمي في اتخاذ القرارات الادارية المثلى، دار اليازوري للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2010، ص 22.

(2) الهيتي خالد عبد الرحيم، الأساليب الكمية في الإدارة: مدخل القرارات الادارية، الطبعة الأولى، دار الحامد للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2000،

ونتيجة لما سببته الثورة الصناعية من توسع في حجم منشآت الأعمال وزيادة نشاطاتها وتعقدتها، ظهرت الحاجة إلى الأسلوب العلمي في صناعة القرار والذي سَجَّل كإسهام للمدرسة الكلاسيكية التي كان من روادها "فريدريك تايلور" والذي قدم نظرية الإدارة العلمية ودعا إلى استبدال القواعد العشوائية، أساليب التجربة والخطأ في اتخاذ القرارات بالقواعد العلمية، وضرورة اتباع الأسلوب العلمي القائم على البحث والدراسة وجمع المعلومات وكذا تحليلها بهدف الوصول إلى حقائق جديدة تعمل على تفسير الظاهرة محل الدراسة⁽¹⁾.

وبالتالي يعتبر ما قدمه تايلور كقاعدة مهمة للتفكير وفق منظور كمي قائم على أساس المنطق والمنهجية العلمية وكان يطلق هنا على الأساليب الكمية اسم أساليب التحليل العملياتي (باستخدام الأسلوب العلمي لتحليل عمليات ونشاطات منشأة الأعمال)، كما كانت هناك أيضا جهود فردية وغير مترابطة خاصة في العقود الأولى من القرن العشرين وتعتبر كبداية لاستخدام الأسلوب العلمي في معالجة المشاكل الإدارية وكان أهمها حسب ما اطلعنا عليه كالتالي:⁽²⁾

- سنة 1912 صاغ "G. Babcock" المبادئ الأساسية لحجم كمية الانتاج الاقتصادية؛
- سنة 1915 طور "F.W. Harris" المبادئ الأساسية لحجم كمية الانتاج بوضع الصيغة الأولى لنموذج المخزون المتمثل بحجم الطلبية الاقتصادية؛
- خلال الحرب العالمية الأولى قام "Thomas Edison" بدراسة الحرب ضد الغواصات محللا أهمية المسار المتعرج كطريقة لحماية السفن التجارية؛
- سنة 1916 قام العالم الدانماركي "A. K. Erlang" بتحليل تذبذب الطلب على تسهيلات الهاتف في البدالات الآلية فكان أول من طور صيغ وقت الانتظار المتوقع لطالبي النداءات فكان عمله الأساس في تطوير نماذج خطوط الانتظار؛
- كما طبق بعد ذلك "T. C. Fry" نظرية الاحتمالات على المشكلات الهندسية سنة 1925 ليساهم هو الآخر في تطوير نظرية خطوط الانتظار؛

(1) جاب الله شافية، فعالية المعلومات والأساليب الكمية في اتخاذ القرارات، حالة المؤسسات العمومية الاقتصادية الجزائرية، أطروحة مقدمة لنيل شهادة دكتوراه، كلية العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية وعلوم التسيير، تخصص العلوم الاقتصادية، جامعة الجزائر 3، 2011، ص 168.

(2) الفضل مؤيد، المنهج الكمي في إدارة الأعمال: نماذج قرار وتطبيقات عملية، مؤسسة الوراق للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2012، ص ص 35-36.

- سنة 1924 استخدم كل من "H.F. Dodge وF.C. Roming" نظرية المعاينة في الرقابة على الجودة ليتمكن "W. Shewhart" سنة 1931 من إدخال الطرق الاحصائية في الرقابة على الجودة (تمت الاستعانة بعلم الإحصاء إلى جانب الرياضيات في صنع القرار)؛
- سنة 1934 طور "F.W. Trippet" استخدام المعاينة الاحصائية لتحديد أوقات العمل القياسية. ولقد كانت هذه المساهمات بمثابة البدايات الحقيقية لاستخدام الأسلوب العلمي في معالجة المشاكل الإدارية والتطور اللاحق كان خلال الحرب العالمية الثانية.

2_ خلال الحرب العالمية الثانية

واجهت دول الحلفاء العديد من المشاكل المعقدة فكانت البداية الحقيقية لبحوث الأعمال سنة 1936، حينما استدعت إدارة السلاح البريطاني فريقا من الخبراء المتخصصين في مختلف العلوم لدراسة المشاكل الدفاعية والهجومية، وكان الهدف الأساسي لهذا الفريق هو تحقيق الاستخدام الأمثل للموارد البشرية والمادية المتاحة ومن ضمنها تحقيق الاستخدام الأفضل للرادارات العسكرية في رصد الطائرات التابعة لدول المحور، وتحقيق أمثل لقاذفات القنابل البريطانية في إيقاع الاصابات في الجانب الآخر وبأقل خسارة مادية وبشرية ممكنة. وكنتيجة لهذا النجاح قامت السلطات الأمريكية بتشكيل فريق مماثل بهدف معالجة مشكلات نقل المعدات والمؤن والذخائر الحربية للقوات الأمريكية في أرجاء العالم⁽¹⁾.

3_ انتهاء الحرب العالمية الثانية

استمر نشاط بحوث العمليات الحربية في بريطانيا وأمريكا وتمت محاولة نقل التطبيق الناجح لأساليب بحوث العمليات من المجال العسكري إلى مجالات العمل الصناعي، وتطويرها بما يتناسب مع الظروف الاقتصادية ولقد ساهمت جملة من العوامل في عملية استخدام الأساليب الكمية في المجال الصناعي من أبرزها: الإنتاج الواسع النطاق للسلع كنتيجة لاتساع حجم السوق المحلية والدولية وكذا شدة المنافسة وخصوصا الصناعية منها⁽²⁾؛ وساعد أيضا استخدام الحاسبات الالكترونية في المجالات الصناعية والحكومية، مما دفع

(1) البلداوي عبد الحميد عبد المجيد، الأساليب الكمية التطبيقية في إدارة الاعمال، الطبعة الأولى، دار وائل للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2008، ص5.

(2) نفس المرجع السابق، ص 5.

بالجامعات والمعاهد إلى الاهتمام بتدريسها وتحقيق المزيد من التطور فيها ولقد تأسس عدد كبير من المراكز والجمعيات العلمية التي تعقد الندوات والمؤتمرات لمناقشة الأبحاث الجديدة في هذا المجال من بينها:⁽¹⁾

- الجمعية الأمريكية لبحوث العمليات والمعهد الأمريكي لعلم الإدارة؛
 - الجمعية الانجليزية لبحوث العمليات؛
 - مركز بحوث العمليات والاقتصاد القياسي CORE ببلجيكا؛
 - الجمعية العلمية لحلف شمال الأطلسي NATO؛
 - الجمعية الهندية لبحوث العمليات؛
 - الجمعية اليابانية لبحوث العمليات؛
 - الجمعية المجرية لبحوث العمليات؛
 - المعهد الأمريكي لاتخاذ القرارات؛
 - الجمعية الأمريكية للهندسة الصناعية والهندسة الإلكترونية؛
 - الجمعية الأمريكية للحاسبات الإلكترونية والمحاكاة.
- كما صدرت مجلات دورية متخصصة لنشر الأبحاث الجديدة في هذا المجال من بينها:⁽²⁾
- مجلة بحوث العمليات ربع السنوية التي تصدرها جمعية بحوث العمليات في إنجلترا ORS؛
 - مجلة بحوث العمليات التي تصدرها جمعية بحوث العمليات الأمريكية AORA؛
 - مجلة "Interfaces" التي تصدرها جمعية بحوث العمليات بالاشتراك مع معهد علوم الإدارة الأمريكيين؛
 - وكذلك مجلة علوم القرار التي يصدرها المعهد الأمريكي لعلوم القرار.

(1) النجار فريد راغب، بحوث العمليات في الإدارة، الطبعة الأولى، الدار الجامعية، الاسكندرية، مصر، 2009، ص48.

(2) الجديلي رحي، واقع استخدام الاساليب الكمية في تحليل المشكلات واتخاذ القرارات، دراسة ميدانية للقطاع الحكومي في غزة، يناير، 2004، ص 24،

من الموقع (<http://www.loredz.com/vb/showthread.php?t=22971>) تم الاطلاع (2014/09/21: 23:20).

المطلب الثاني: تعريف الأساليب الكمية

تعتبر الأساليب الكمية من العلوم التطبيقية الحديثة إذ أن صناعة القرار في أي مجال من المجالات يتطلب اللجوء إلى الأساليب العلمية التي تمكن صانع القرار والقائمين على تنفيذها من الوصول إلى الغايات المرجوة، ولمعرفة أدق للأساليب الكمية نذكر مجموعة من التعاريف كما يلي:

- عرّف "طيار" الأساليب الكمية بأنها: "مجموعة من الأدوات والطرق الرياضية والإحصائية وتقنيات الحاسوب، تعتمد الطريقة العلمية في اتخاذ القرارات بعيدا عن العشوائية وأساليب التجربة والخطأ"⁽¹⁾، حيث بيّن أن الأساليب الكمية عبارة عن طرق رياضية إحصائية مع استخدام تقنيات الحاسوب بعيدا عن الأساليب التقليدية في صناعة القرار.

- في حين هناك من يرى أن الأساليب الكمية هي عبارة عن منهج علمي متكامل يساعد في تحليل المشكلة لاتخاذ القرار المناسب لحلها باستخدام القياس الكمي بعيدا عن الأسلوب النوعي، كما يراها كل من "جبرين" الذي عرفها بأنها: "تطبيق الأسلوب أو الطريقة العلمية لبناء نموذج يساعد متخذ القرار في تحليل المشكلة التي يتعامل معها رياضيا والذي يحاول استخلاص جوهر المسألة الحقيقية منها"⁽²⁾، وكذلك Onyemaechi الذي عرفها بأنها: "النهج العلمي في اتخاذ القرار مع التركيز بشكل خاص على القياس الكمي بدلا من الأسلوب النوعي لمتغيرات القرار"⁽³⁾.

- وقد أشار "Beer" إلى أن الأساليب الكمية تعتمد على "استعمال العلم الحديث للمشاكل التي تنشأ في الإدارة، والرقابة على الأفراد والآلات والمواد الأولية والنقد في بيئتهم الطبيعية، وهي أسلوب خاص لخلق استراتيجية رقابية بالقياس والمقارنة والتنبؤ بالسلوك المتوقع من خلال نموذج علمي للموقف"⁽⁴⁾، وقد بين هذا التعريف كيف تستخدم الأساليب الكمية في مشاكل الإدارة عموما والرقابة خصوصا وذلك بالقياس والمقارنة والتنبؤ لإيجاد حلول لهذه المشاكل.

(1) طيار أحسن، واقع استخدام الأساليب الكمية في اتخاذ القرارات الادارية، دراسة ميدانية بقطب المحروقات في ولاية سكيكدة بالجزائر، المجلة الأردنية في إدارة الأعمال، المجلد 8 العدد 1، 2012، ص 152.

(2) جبرين علي هادي، الاتجاهات والادوات الكمية في الإدارة، الطبعة الأولى، دار الثقافة للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2008، ص 19.

(3) Onyemaechi j, Idrissu I, Quantitative Methods For Public Administration, National Open University of Nigeria, First Printed, 2010, p 8.

(4) خليلد علي، أثر استخدام الأساليب الكمية في تحسين فعالية اتخاذ القرارات الإدارية، مع التطبيق على بعض المؤسسات الصناعية والخدمية بولاية تيارت، أطروحة دكتوراه، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، قسم علوم التسيير، جامعة الجزائر 3، 2010، ص 126.

- وقد أشارت "سعيد" في تعريفها للأساليب الكمية إلى كيفية إسقاط النماذج الرياضية أو الكمية على المشاكل الإدارية بواسطة علاقات يتم تحليلها من أجل حل تلك المشاكل، إذ عرفت أنها "النماذج الرياضية أو الكمية التي من خلالها يتم تنظيم كافة مفردات المشكلة الإدارية أو الاقتصادية، والتعبير عنها بعلاقات رياضية من معادلات ومتباينات وتفرض شروط للمتغيرات المستخدمة لبناء تلك المعادلات أو المتباينات ويتم دعم هذه المعادلات بالبيانات اللازمة، والتي يتصف قسم منها في كونها ثوابت والبعض الآخر متغيرات مما يناسب طبيعة المشكلة"⁽¹⁾.

- أما "الفضل" فقد عرف الأساليب الكمية على أنها: "الاعتماد على أساليب الرياضيات والإحصاء في معالجة المشكلات واتخاذ القرارات في المؤسسة من خلال التعبير عنها رياضياً أو كمياً، وذلك بعد أن يتم صياغتها في إطار نموذج رياضي يتم فيه استيعاب كافة عناصر ومقومات المشكلة، بحيث حل هذا النموذج يؤدي إلى الحصول على المؤشرات الكمية اللازمة لدعم عملية اتخاذ القرار بشأن حل المشكلة فعلياً في الواقع العملي"⁽²⁾، وقد أحاط هذا التعريف بعدة عناصر تتمثل في مجموعة الطرق الرياضية والإحصائية وكيفية اعتمادها في صياغة وحل المشكلات ومعرفة جميع المتغيرات المحيطة بها، من أجل الحصول على المؤشرات اللازمة لدعم القرار.

يمكننا القول من خلال ما سبق أن الأساليب الكمية عبارة عن مجموعة من النماذج الرياضية والإحصائية وتقنيات الحاسوب التي يتم استخدامها في حل المشاكل بعد معرفة جميع المتغيرات المحيطة بها من أجل اتخاذ القرار المناسب، وتقودنا مجموعة التعاريف السابقة للتحدث عن أهم أسباب استخدام الأساليب الكمية وعن خصائصها.

(1) سعيد سهيلة عبد الله، الجديد في الأساليب الكمية وبحوث العمليات، الطبعة الأولى، دار حامد للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2007، ص 15.

(2) الفضل مؤيد، مدخل إلى الأساليب الكمية في التسويق: تطبيقات في منظمات الأعمال الانتاجية والخدمية، الطبعة الأولى، دار المسيرة للنشر والتوزيع،

عمان، الأردن، 2008، ص 16.

الفرع الأول: أسباب استخدام الأساليب الكمية

إن من أهم أسباب استخدام الأساليب الكمية في عملية اتخاذ القرار هي: (1)

- كون المشكلة معقدة ولا يستطيع المدير التوصل إلى حل مناسب دون مساعدة المختصين في المجال الكمي؛
- كون المشكلة جديدة وليس لدى الإدارة خبرة سابقة في حلها؛
- كون المشكلة متكررة ويرغب المدير في توفير الوقت والجهد اللازمين لها من خلال التوجيه باعتماد الإجراءات الكمية لاتخاذ القرارات الروتينية.

الفرع الثاني: خصائص ومميزات الأساليب الكمية

وتتميز الأساليب الكمية بمجموعة من الخصائص: (2)

- إتباع الأسلوب العلمي في التحليل من حيث الملاحظة وتعريف المشكلة وتطوير حلول بديلة، واختبار الحل الأمثل باستخدام التجريب، وإثبات الحل الأمثل من خلال التنفيذ ومراجعة ومراقبة النموذج باستعمال ضوابط القياس؛
- إمكانية الكشف عن مشاكل جديدة قد تظهر أثناء معالجة المشكلة الأساسية حين تكون ذات علاقة متبادلة معها؛
- اعتماد مبدأ فريق العمل يتكون من اختصاصيي فروع المعرفة المختلفة، وذلك للوصول إلى حلول ذات احتمالية نجاح عالية؛
- اعتماد أسلوب منهج النظم الذي يوجه الانتباه إلى المشروع ككل؛ فنظرا لتوسع العلاقات الوظيفية في المشروع الذي يستخدم الأساليب الكمية وأثر نشاط وظائفه على أنشطة الوظائف الأخرى، فإنه من الضروري تعريف جميع التفاعلات المتبادلة المهمة وتحديد أثرها على المنظمة ككل ونحو الوظيفة

(1) عزي سهام، دراسة المقاربة الكمية في اتخاذ القرارات الإدارية، دراسة حالة مؤسسة عمومية: المستشفى الجامعي مصطفى باشا ووكالة التأمين سلامة،

مذكرة ماجستير غير منشورة، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، قسم التسيير، تخصص التسيير العمومي، جامعة الجزائر 3، 2012، ص 45.

(2) خليل علي، مرجع سابق، ص 127.

المتضمنة المشروع موضوع الدراسة، ويقوم فريق العمل بتحليل المشكلة وجميع العناصر التي تتأثر وتؤثر في كل قسم من أقسام المنظمة وهذا ما يعرف اختصاراً بمنهج النظم.

المطلب الثالث: مجالات استخدام الأساليب الكمية وخطوات بناء منهجها

تستخدم الأساليب الكمية في العديد من المجالات وذلك حسب الحاجة إليها وحسب نوع المشكلة المطلوب تحليلها، إضافة إلى أن كل نوع من هذه الأساليب يمر بمجموعة من الخطوات لبنائه وتجسيده فعلياً، وسيتم التطرق لهذه المجالات والخطوات في الفرعين القادمين.

الفرع الأول: مجالات استخدام الأساليب الكمية

إن الاستخدام الناجح للأساليب الكمية من شأنه أن يساعد المحللين والباحثين بصفة خاصة والمؤسسة بصفة عامة في حل المشاكل المعقدة في الوقت المناسب مع قدر أكبر من الدقة لاتخاذ قرارات مثلى، ومن بين المجالات التي تُطبق فيها الأساليب الكمية ما يلي:⁽¹⁾

- المالية والمحاسبة: تحليل التدفق النقدي، وضع ميزانيات رأس المال، أرباح الأسهم وإدارة المحافظ الاستثمارية والتخطيط المالي، ...؛
- إدارة التسويق: اختيار مزيج المنتجات وتخصيص موارد المبيعات، ...؛
- إدارة الإنتاج: تخطيط التجهيزات، التصنيع، التخطيط الكلي، مراقبة المخزون، مراقبة الجودة، جدولة العمل، التسلسل الوظيفي، إدارة الصيانة وتخطيط وجدولة المشاريع، ...؛
- إدارة الأفراد: تخطيط القوى العاملة، التوظيف وجدولة برامج التدريب، ...؛
- الإدارة العامة: نظام دعم القرار، نظم المعلومات الإدارية، التصميم التنظيمي والرقابة، إدارة عملية البرمجيات وإدارة المعرفة.

وهناك مجالات أخرى تستخدم فيها الأساليب الكمية مما يدل على أنها تستخدم في كافة مجالات الحياة

فهي تستخدم كذلك في:⁽¹⁾

⁽¹⁾ Mishra PN, Jaisankar S, Quantitative Techniques For Management, School Of Distance Education, Bharathiar University, Coimbatore, New Delhi, 2007, p13.

- المجال العسكري: حيث تلعب دورا مهما في مجال التخطيط العسكري، اتخاذ القرارات والتوزيع الأمثل للإمكانات العسكرية المتاحة؛
- المجال المالي: وتستخدم في النواحي المالية كالمصارف، ميزانية الدول وتوزيع الميزانية المتلى في الأغراض المختلفة؛
- مجال الصناعة: بحيث تؤدي إلى تعظيم الربح، تخفيض التكلفة في التصنيع والإنتاج والنقل وغيرها وتستخدم أيضا في الصناعات الثقيلة كصناعة السفن، البواخر والطائرات وكيفية صيانتها؛
- مجال الانشاءات لبناء الجسور والمشاريع الضخمة لتوفير الوقت المستخدم للمشروع؛
- في إدارة المستشفيات وضبط عملية التغذية والأدوية ضمن الامكانيات؛
- في الزراعة والتسويق الزراعي.

الفرع الثاني: خطوات منهج الأساليب الكمية

تتبع الأساليب الكمية عددا من الخطوات التي تتشابه بشكل عام لجميع الأساليب إلا أنه لا يتم تتبع هذه الخطوات بترتيب واحد إنما يمكن تقديم خطوة على أخرى، أو تنفيذ خطوتين في آن واحد، أو البدء بخطوة قبل انتهاء الخطوة التي تسبقها، كما يمكن أن يتم تعديل أو تغيير لبعض الخطوات وهذا يرجع لطبيعة الباحث والبناء الواضح والفهم الجيد للقضايا والمشاكل منذ البدء بالمشروع⁽²⁾.

فالأساليب الكمية تعتمد منهجا متكاملًا لمعالجة المشكلات التي تواجهها الإدارة يركز على التحليل المنطقي للمشكلات، والمنهج المتبع في حل المشاكل بالأساليب الكمية يمكن عرضه في شكل خطوات كما يلي:⁽³⁾

(1) عياش جابر محمد، واقع استخدام الأساليب الكمية في اتخاذ القرار وحل المشكلات لدى المؤسسات الأهلية بقطاع غزة، مذكرة ماجستير غير منشورة، كلية التجارة، قسم إدارة الأعمال، الجامعة الإسلامية، غزة، 2008، ص 47.

(2) خليل علي، مرجع سابق، ص 131.

(3) نبيل محمد مرسى، التحليل الكمي في مجال الأعمال: أساسيات علم الإدارة التطبيقي، دار الجامعة الجديدة، الاسكندرية، مصر، 2004، ص ص

1_ صياغة المشكلة

تعتبر الخطوة الأولى عند إجراء التحليل الكمي حيث يتم التعبير عن المشكلة في شكل صياغة واضحة ودقيقة، فمن الضروري تحديد المشكلة في حد ذاتها ومعرفة أسبابها الحقيقية دون التركيز على أعراضها أو شواهداها.

2_ تحديد متغيرات القرار والقيود

المتغيرات والقيود هي التي تعبر عن ظروف أو شروط المشكلة المطروحة، وفي ظلها يتم اتخاذ القرار واختيار أفضل الحلول.

3_ بناء نموذج مناسب

بعد تحديد المشكلة ومتغيراتها تبدأ الخطوة التالية وهي إعداد النموذج المناسب، وذلك بالربط بين المشكلة والعوامل المؤثرة عليها والظروف المحيطة بها لأجل التوصل إلى قرار سليم، ويكون النموذج بالتمثيل الرياضي للمشكلة وذلك في شكل معادلات ومتراجحات تمثل المشكلة المطروحة.

4_ الحصول على البيانات

ينبغي الحصول على البيانات التي سوف تستخدم في النموذج ويطلق عليها بيانات الإدخال، وتعتبر مثل هذه البيانات بمثابة مكونا أساسيا للنموذج الذي يعبر عن تمثيل تام للحقيقة والواقع وفي حالة الحصول على بيانات غير ملائمة سوف يترتب على ذلك الوصول إلى نتائج مضللة.

5_ حل النموذج

يتم في هذه المرحلة تطويع النموذج بغرض التوصل إلى أفضل النتائج وإلى الحل الأمثل للمشكلة المطروحة، وتعتمد دقة النتائج على مدى دقة بيانات الإدخال وكذلك النموذج المستخدم.

6_ التحقق من صحة النموذج

هو اختبار كامل للنموذج للتأكد من أنه يقدم تمثيلا دقيقا للمشكلة الحقيقية من خلال التأكد من مدى دقة واكتمال البيانات المستخدمة، فهذه الخطوة تساعد في تحديد مدى جودة وواقعية الحل وتمكن من اتخاذ إجراءات تصحيحية حتى يتم التوصل إلى نموذج يكون ملائما⁽¹⁾.

(1) Mishra PN, Jaisankar S, Op Cit, p12.

7_ تنفيذ النتائج

بعد التحقق من صحة النموذج تأتي مرحلة تنفيذ وتطبيق الحل في المؤسسة وتتم المراقبة والمتابعة من أجل معالجة أي تغييرات التي تدعو إلى التعديل وفي ظروف العمل الحقيقية⁽¹⁾. وتوضح الخطوات السابقة مراحل بناء الأسلوب الكمي لاتخاذ القرار والتي تبدأ بصياغة المشكلة ثم تحديد متغيرات القرار والقيود، يلي ذلك بناء نموذج مناسب لهذه المتغيرات، ثم يتم الحصول على بيانات الإدخال لحل النموذج، وبعدها يجب التحقق من صحة النموذج لتنفيذ النتائج في الواقع العملي.

تحدثنا في هذا المبحث عن تطور الأساليب الكمية عموماً وتعريفها من خلال خصائصها وأسبابها ثم تطرقنا لمجالات استخدام الأساليب الكمية وخطوات بناء منهجها، وبناء عليه سنتطرق في المبحث القادم إلى أنواع الأساليب الكمية باختلافها.

⁽¹⁾ Ibidem.

المبحث الثاني: أنواع الأساليب الكمية

إن تعقيد بيئة الأعمال يجعل من عملية صنع القرار أكثر صعوبة لذلك فإن صانع القرار لا يمكن أن يعتمد كلياً على الملاحظات المنطقية أو الخبرة في الأعمال التي تم الحصول عليها، حيث أقنعت الاتجاهات الحديثة في تطوير أعمال الباحثين أن هناك حاجة ملحة لفهم أكثر للموضوع ولا يتحقق ذلك إلا من خلال منهج علمي لمجريات ما يحصل في هذه البيئة المعقدة، لأن معظم المتغيرات المستخدمة كالأسعار والدخل وفرص العمل والربح... تقاس دوماً من الناحية الكمية؛ وإن نظرية الأعمال غالباً ما تتعامل مع تحليل العلاقات بين هذه المتغيرات وعندما تم وضع هذه العلاقات في شكل محدد أصبحت تشكل نظريات تسمى بمبادئ الأعمال وفي جميع هذه العلاقات يتم قياس المتغيرات لوصف الشكل الدقيق للعلاقات باستخدام الأساليب الرياضية أو الإحصائية على حد سواء، ومن خلال هذا المبحث سيتم التطرق إلى أنواع الأساليب الكمية من أساليب رياضية، إحصائية وبحوث العمليات.

المطلب الأول: الأساليب الرياضية، أهميتها وأنواعها

تعتبر الأساليب الرياضية أحد أنواع الأساليب الكمية وهي عبارة عن "تقديم أو عرض مبسط وعام للوضعية المعقدة لظاهرة ما على شكل نموذج يعكس العناصر الأساسية التي تتحكم في الظاهرة المدروسة ويكون النموذج الرياضي على شكل رموز أو معادلات رياضية، بحيث تكون الأجزاء التي يتألف منها النموذج في صورة مبسطة وواضحة للمشكلة التي وُضع من أجلها حيث يمكن النموذج من توضيح العلاقات بين أجزاء المشكلة المراد حلها مما يساعد على التنبؤ بما سيحدث إذا تغير أحد هذه الأجزاء"⁽¹⁾، وبعبارة أوضح الأساليب الرياضية هي أحد الطرق الكمية وتعتبر من الأساليب الحديثة في الأعمال وهي تعتبر طريقة مثلى لحل أعقد المشاكل بأقل جهد وبأسرع وقت ولا يُقصد بالطرق الرياضية الجانب النظري فيها فقط بل يمتد ليشمل الجانب التطبيقي خصوصاً عندما يكون مهماً دراسة العلاقة ومدى قوتها بين ظاهرتين أو أكثر كالعلاقة بين الأرباح والمصروفات أو العلاقة بين المبيعات والعاملين وغيرها من العلاقات التي تبحث فيها الرياضيات عن العلاقة بين المتغير المستقل والتابع وأثر إحداها على الآخر.

(1) دحو عبد الكريم، النماذج الرياضية واتخاذ القرارات الإدارية، مجلة الخلدونية في العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، العدد 1، جامعة ابن خلدون،

كما يطلق مصطلح "اقتصاد رياضي" على تطبيق المناهج الرياضية لفهم وتفسير النظرية الاقتصادية بطرق علمية أو لحل المسائل الاقتصادية المطروحة. ويستخدم الاقتصاد الرياضي أساليب تحليل التفاضل والتكامل ومناهج المصفوفات الجبرية، وأشاد الكتاب الاقتصاديون بالفوائد الكبيرة لهذا الأسلوب والمتمثلة بإتاحة صياغة واشتقاق مفتاح العلاقات في النموذج الاقتصادي بوضوح، وصرامة، وبساطة. وقد حدد "بول سامويلسون" في كتابه "أساسيات التحليل الاقتصادي" عام 1947، البنى الرياضية العامة في عدة مجالات اقتصادية عن طريقها يتم تحليل المسائل والقضايا الاقتصادية بطريقة كمية يمكن أن يعبر عنها بنظريات ومعادلات كما فعل بعض علماء الاقتصاد الحائزين على جوائز نوبل في الاقتصاد كالعالم "جون ناش" عن "نظرية التوازن"⁽¹⁾.

الفرع الأول: أهمية الأساليب الرياضية

تكمن أهمية الأساليب الرياضية فيما يلي:⁽²⁾

- تُسهّل التحليل المتعمق، وتزيد من سرعة وثبات التحليل في العمليات المتكررة؛
- تُساعد في تحديد معايير صنع القرار من خلال إيجاد متغيرات القرار؛
- يُساهم الاستخدام الناجح للأساليب الرياضية في خلق الحاجة المتزايدة للإعداد العلمي لاتخاذ القرارات وعلى كافة المستويات الإدارية؛
- تساهم الأساليب الرياضية في إيجاد إجراءات أكثر فعالية وإيجاد الهياكل الضرورية واللازمة للمعلومات.
- توضح النماذج الرياضية أوضاع المشكلة الحقيقية؛
- تساعد المدراء على اتخاذ قرارات أسرع وأكثر دقة؛
- يحمي النموذج الموارد المتغيرة مثل المال والوقت؛

⁽¹⁾ بول إيمانويل سامويلسون، نوردهاوس وويليام، ماندل مايكل، ترجمة: هشام عبد الله، الاقتصاد، ط15، الدار الأهلية للنشر والتوزيع، عمان الأردن 2001، ص 45.

⁽²⁾ دحو عبد الكريم، مرجع سابق، ص 8.

- تمكّن هذه النماذج من حل مشاكل كبيرة ومعقدة بسهولة.

الفرع الثاني: أنواع الأساليب الرياضية

بعد تطرقنا لأهمية الأساليب الرياضية كان لزاما علينا أن نتعرف على النماذج التي تُستخدم البيانات الكمية دائما مع المبادئ والأساليب الرياضية، وتتضمن أهم هذه الأساليب على سبيل المثال ما يلي:⁽¹⁾

1_ نظرية المجموعات

تتسم ظواهر إدارة الأعمال والاقتصاد بوجود مجموعات من العناصر والمغيرات القابلة للقياس كالحديث عن عدد المستهلكين والتجار والبائعين والمنتجين والمستثمرين والمدخرين والمنتجات والخدمات والأوراق المالية والعمال والمديرين وهو ما يشير إلى عناصر متجانسة من الأشياء وننظر لهذه الأشياء على أنها وحدة قائمة بذاتها ومتناسقة وهو ما نطلق عليه "مجموعة" ونشير للوحدة الواحدة في المجموعة على أنها عنصرا أو مفردة أو عضوا⁽²⁾، وتكتب كآلاتي:

$$X = \{x_1, x_2, x_3, \dots\}$$

حيث: X تمثل اسم المجموعة،

x1, x2, x3, تمثل عناصر المجموعة.

قد تكون المجموعة مكونة من مفردة واحدة أي أحادية مثل: $X = \{x_1\}$ ، وقد تكون ثنائية مثل: $X = \{x_1, x_2\}$ أو قد تكون مجموعة منتهية تشتمل على أكثر من عنصرين ولكن محدودة وقد تكون مجموعة غير منتهية مثل: $X = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_\infty\}$.

2_ المصفوفة الجبرية

هي مجموعة من العناصر مرتبة في أسطر عددها (m) وأعمدة عددها (n) وتحاط هذه الأسطر والأعمدة بقوسين حيث: m و n عددان صحيحان موجبان، يرمز عادة للمصفوفات بالأحرف الكبيرة: (A, B, C, ...)

⁽¹⁾VineethanT, VenugopalanK, Quantitative Technique for Business, School of Distance Education, University of CALICUT, Kerala India, 2011, pp 5-6.

⁽²⁾ النجار فريد راغب، مرجع سابق، ص ص 86-87.

ولعناصرها بالأحرف الصغيرة (a,b,c...) وترفق العناصر الصغيرة هذه بالدليلان (i) و (j) ليبدل (i) على رقم

السطر و (j) على رقم العمود وهكذا فإن الشكل العام للمصفوفة يكتب كما يلي:
$$\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & a_{mn} \end{pmatrix}$$
 ؛ وغالبا

ما يتبعها مصطلح المحددات وهي عبارة عن شكل رياضي تشمل مجموعة من العناصر (الأرقام أو الرموز) مرتبة في شكل صفوف وأعمدة متساوية العدد وتستخدم في حل بعض المشاكل الرياضية التي يمكن صياغتها في صورة عدة معادلات خطية متداخلة مثل إدارة الانتاج، توازن السوق، توازن الدخل القومي، اختيار بدائل الاستثمار وغيرها⁽¹⁾.

3_ التفاضل والتكامل

غالبا ما يأتي هذان المصطلحان مترادفان تحت مسمى النظرية الأساسية للتفاضل والتكامل وتستخدم غالبا في الإشارة لأي نظام يستخدم الحساب والرموز في التعامل مع المصطلحات والمتغيرات المختلفة، وكما يدخل التفاضل والتكامل في العديد من العلوم فإنه يدخل أيضا في مجال الاقتصاد والأعمال، حيث كثيرا ما يدخل في دراسة سلوك الدوال والتغيرات فيها سواء على المتغيرات المستقلة أو التابعة والتي يعجز علم الجبر عن حلها بسهولة وأهم موضوعاته الاشتقاقات والمستسلات اللانهائية، ومن خلال ما سبق يمكن اختصار تعريف التفاضل والتكامل بأنه علم يُستخدم لدراسة التغير في الدوال وتحليلها⁽²⁾.

4_ نظرية الاحتمالات

من بين علوم الرياضيات العليا يعتبر البعض الاحتمالات على أنها الأكثر تعقيدا وهي غير ذلك إذ أنها لا تعدو مسلية تتلخص في بضعة قواعد بديهية. ولا يضاهي بساطة الاحتمالات إلا تعدد استخداماتها وتواجدها في جميع الميادين، ما يفسر حتمية في جميع المجالات حتى التقنية منها والاجتماعية، وبالنسبة لعالم الاقتصاد

(1) شرابي عبد العزيز، الرياضيات الاقتصادية: المصفوفات، ديوان المطبوعات الجامعية، بن عكنون، الجزائر، الطبعة الثالثة، 1999، ص 02.

- أبو بكر عيد أحمد، السيفو وليد اسماعيل، مبادئ التحليل الكمي، دار البازوري العلمية للنشر والتوزيع، عمان، الاردن، 2009، ص 113.

(2) شمعون شمعون، الرياضيات الاقتصادية، ديوان المطبوعات الجامعية، بن عكنون، الجزائر، الطبعة الثانية، 2005، ص 100.

والتسيير فإن فهم حساب الاحتمالات هو أداة يومية لمعالجة المشاكل المطروحة واتخاذ القرار، فقرارات المسير تبنى في أغلبية الحالات على معلومات غير مؤكدة⁽¹⁾.

المطلب الثاني: الأساليب الإحصائية، أهميتها وأنواعها

تعتبر الأساليب الإحصائية أحد أنواع الأساليب الكمية وهي تمثل "الطريقة المنطقية والرشيده لدراسة الظواهر المختلفة وتحليلها والتنبؤ بسلوكها في المستقبل"، وتعتبر الأسلوب العلمي للتعبير الكمي والنوعي عن الظواهر بناءً على عرض وتحليل موضوعي للمعلومات المتاحة بعد استخدام البيانات الرقمية لعمل استدلالات واتخاذ قرارات في ظل عدم التأكد في مجال الاقتصاد والأعمال ومختلف العلوم التجارية⁽²⁾.

الفرع الأول: أهمية الأساليب الإحصائية

تستخدم الأساليب الإحصائية لقياس وتحليل الظواهر واستخلاص النتائج وعرضها بالطرق المناسبة لتوضيح العلاقة القائمة بينها، ويمكن توضيح أهمية استخدام الأساليب الإحصائية فيما يلي:⁽³⁾

- يعد الأسلوب الإحصائي الوسيلة العلمية التي يمكن أن تضمن تحقيق الأهداف المتوقعة من وراء تنفيذ أي دراسة، لتحليل المشكلة القائمة أو المتوقعة تحليلاً موضوعياً والوصول إلى وضع الحلول المناسبة؛
- توضيح واقع وحقائق الظواهر المدروسة من خلال الأرقام حيث توضح هذه الأخيرة الحقائق أكثر مما توضحه جملة عادية وتساعد في عملية التقييم الموضوعي؛
- دعم القيمة الوظيفية للقرار وضمان تحقيق الأهداف المتوقعة، حيث تعد القرارات المبنية على الأدلة العلمية من إحصاءات ومؤشرات ونماذج إحصائية القاعدة الأساسية للتنمية الفعالة؛

(1) بوعبد الله صالح، محاضرات الإحصاء الرياضي، جامعة الجزائر 3، 2006، ص 13.

(2) مقيدش نزيهة، أهمية أسلوب المعاينة في الدراسات الإحصائية: دراسة تطبيقية حول الحوكمة في الجامعة الجزائرية من خلال سبر للأراء، مذكرة ماجستير غير منشورة، كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير، تخصص تقنيات كمية، جامعة فرحات عباس، سطيف، 2010، ص 17.

- سالفاتور دومينيك، ترجمة سعدية حافظ منتصر، الإحصاء والاقتصاد القياسي، ط2، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر 1993، ص 07.

(3) ماجد عثمان، الإحصاء ودعم القرار وصياغة السياسات العامة، 2007، ص ص 6،5، من الموقع:

(<http://www.hiportsaid.com/posts/326879>) تم الاطلاع (2014/11/24: 20:50).

- يمكن استخدام الأساليب الإحصائية من إعطاء الصورة الحقيقية لواقع المؤسسات مما يسهل تحديد الفجوات من خلال إجراء المقارنات ومعرفة الفروق بين الأهداف المتوقعة والأهداف المحققة وبسهولة المتابعة والتقييم للبرامج والسياسات لاتخاذ الاجراءات والتدابير المستقبلية؛
- يُعدُّ استخدام الأساليب الإحصائية أداة أساسية لتفعيل مبادئ الإدارة الرشيدة؛
- استخدام الأساليب الإحصائية أصبح ضرورة حتمية للوصول إلى الحلول المناسبة لكثير من المشكلات الإدارية؛
- تُستخدم الأساليب الإحصائية غالبا في كل الدراسات والبحوث العلمية وترتبط فعالية النماذج الإحصائية سلبا وإيجاباً بمدى جودة البيانات المستخدمة.

الفرع الثاني: أنواع الأساليب الإحصائية

وهي تلك التقنيات التي تستخدم في إجراء التحقيق الإحصائي المتعلقة بظاهرة معينة، وهي تشمل جميع الطرق الإحصائية بدءاً من جمع البيانات وتبويبها وتحليلها وعرضها وصولاً لتفسير تلك البيانات التي تم جمعها، وسنتطرق إلى الأساليب الإحصائية على سبيل المثال لا الحصر وقبل ذلك وجب التنويه إلى أن كل هذه الأساليب تحتاج لعملية الملاحظة وجمع البيانات⁽¹⁾، إذ بعد تحديد المشكلة لابد من التأكد من أن البيانات المراد جمعها ضرورية بدرجة تُبرر التكلفة اللازمة للحصول عليها، ويقصد بجمع البيانات الحصول على بيانات رقمية أو وصفية تتصف بالصحة والدقة عن ظاهرة معينة من مصدر معين في فترة زمنية محددة، ويتم جمع البيانات من خلال المصادر التالية:⁽²⁾

- المصدر المباشر: وتسمى أيضاً مصادر أولية وتعنى بالنزول إلى الميدان وجمع البيانات مباشرة عن طريق الاستقصاءات والملاحظة والتجارب الميدانية.
- المصدر الغير مباشر: وتسمى كذلك مصادر ثانوية وذلك من خلال:
 - السجلات أو الوثائق التاريخية؛

⁽¹⁾VineethanT, VenugopalanK, Op Cit, pp 6 7.

⁽²⁾ طيّبه أحمد عبد السمیع، مبادئ الإحصاء، دار البداية ناشرون وموزعون، عمان، الأردن، 2008، ص 13.

- الاستبيان وهي أوراق تحوي مجموعة بيانات تُعبأ من قبل الشخص الخاضع للبحث؛
- المقابلات الشخصية؛
- الاختبارات الخاصة (اختبارات الذكاء).

ولجمع البيانات يتم استعمال:⁽¹⁾

- أسلوب المسح الشامل: يتم جمع البيانات من جميع عناصر المجتمع وتمتاز نتائج هذه الطريقة بالدقة العالية والوضوح والتفصيل والمصدقية، إلا أنها يعاب عليها التكاليف وصعوبة المعالجة والوقت الطويل خصوصاً عند كبر حجم المجتمع إذ في بعض البحوث تكون هناك الحاجة إلى النتائج بسرعة لاتخاذ القرار، وأحياناً يؤدي المسح الشامل إلى فساد عناصر المجتمع؛
- أسلوب المعاينة: يتم جمع البيانات من بعض عناصر المجتمع وذلك بأخذ عينة من المجتمع الإحصائي بطريقة معينة وملائمة للتعرف على خصائصه من خلال العينة المسحوبة شرط كونها تمثل المجتمع أصدق تمثيل له وذلك لتوفير الوقت والجهد والنفقات، لأنه عكس الأسلوب السابق يتعذر الوصول إلى جميع عناصر المجتمع في الكثير من الظواهر.

1_ مقاييس النزعة المركزية

- هي عبارة عن قيم تتمركز حولها باقي القيم وتمثلها أحسن تمثيل، ومن أهم مقاييس النزعة المركزية الوسط الحسابي، الوسيط والمنوال حيث:⁽²⁾
- الوسط الحسابي: هو القيمة التي لو أُعطيت لكل مفردة في المجموعة لكان مجموع قيم المفردات الجديدة مساوٍ لمجموعة قيم المتغيرات الأصلية؛

(1) نفس المرجع السابق، ص14.

(2) شبيجل موراي، ترجمة شعبان عبد الحميد شعبان، نظريات ومساائل في الإحصاء، الدار الدولية للاستثمارات الثقافية، مصر، دون سنة نشر، ص ص

- الوسيط: يستخدم هذا المقياس لإيجاد القيمة التي يقع ترتيبها في وسط البيانات؛ بغض النظر عن مقدار هذه القيمة، وبحيث يكون عدد القيم التي هي أقل منها مساوية لعدد القيم التي هي أعلى.
- المنوال: يمكن إيجاده بسهولة حيث تعتبر القيمة الأكثر تكرارا من بين القيم هي المنوال.

2_ مقاييس التشتت

يقصد بالتشتت في أي مجموعة من القيم التباعد بين مفرداتها أو التفاوت أو الاختلاف بينها⁽¹⁾؛ وتحتوي مقاييس التشتت على:⁽²⁾

- المدى: عبارة عن الفرق بين أكبر قيمة وأصغر قيمة في مجموعة معينة؛
- الانحراف المتوسط: عبارة عن متوسط انحرافات قيم الظاهرة الإحصائية عن متوسطها الحسابي مأخوذة بالقيمة المطلقة؛
- التباين: عبارة عن المتوسط الحسابي لمربعات الانحرافات عن المتوسط الحسابي الحقيقي للظاهرة الإحصائية؛
- الانحراف المعياري: يعرف على أنه الجذر التربيعي للتباين أو الجذر التربيعي لمتوسط مجموع مربعات انحرافات القيم عن متوسطها الحسابي؛
- معامل الاختلاف (التغير)⁽³⁾: عبارة عن حاصل قسمة الانحراف المعياري على المتوسط الحسابي.

3_ مقاييس الشكل

تستخدم مقاييس الالتواء والتفلطح لقياس اتجاه تركيز البيانات لوصف اتجاه تركيز البيانات، وهذه المقاييس هي الالتواء والذي يبين انحراف منحنى التوزيع عن التماثل (إلتواء سالب، موجب، معتدل)،

(1) محمد أماني موسى، التحليل الإحصائي للبيانات، مركز تطوير الدراسات العليا والبحوث، جامعة القاهرة، 2007، ص 45.

(2) بوساحة حورية، الاحصاء والاحتمالات، المعهد الوطني لتكوين مستخدمي التربية وتحسين مستواهم، الحراش، الجزائر، 2008، ص ص 59-60.

(3) الدعمة إبراهيم مراد، مازن حسن الباشا، مرجع سابق، ص 130.

والتفطح هو الذي يقيس درجة علو قمة التوزيع بالنسبة للتوزيع الطبيعي⁽¹⁾.

4_ تحليل الارتباط والانحدار

يسعى تحليل الارتباط والانحدار إلى تحديد نوع العلاقة وقوتها بين متغيرين أو أكثر، إذ أن الارتباط يمثل قوة العلاقة بين متغيرين وهو أحد أنواع العلاقات بين المتغير التابع والمتغير المستقل بحيث تتحدد بعض مشاهدات المتغير التابع في ضوء المتغير المستقل، بناءً على مقياس يسمى معامل الارتباط، أما الانحدار فيأتي بعد التعرف على درجة ونوع العلاقة بين الظاهرة المدروسة والمتغيرات المستقلة المختلفة فتكون الخطوة التالية هي كيفية تحويل هذه العلاقة إلى صيغة رياضية أخرى تدعى معادلة خط الانحدار لأجل استخدامها في التنبؤ بقيمة الظاهرة المدروسة في المستقبل القريب، وقد تكون العلاقة المذكورة خطية أو غير خطية وعلى ضوءها يتم تحديد نموذج التنبؤ رياضياً بصياغة معادلة من الدرجة الأولى أو الثانية، وقد يستخدم أسلوب الانحدار الخطي البسيط أو المتعدد وذلك تبعاً لنوع بيانات المشكلة المدروسة⁽²⁾.

4_ السلاسل الزمنية

في كثير من الأحيان تكون البيانات أو المشاهدات الإحصائية لفترات متكررة ومتتابعة لذلك لابد من دراسة هذه البيانات حسب تسلسلها الزمني وذلك لمعرفة واقع هذه البيانات، اكتشاف العلاقة بينها والتنبؤ بقيم المتغير التابع في حال افتراض قيم للمتغير المستقل؛ ويمكن أيضاً اللجوء إلى السلاسل الزمنية في حالة غياب العلاقة السببية بين المتغيرات أو في حالة ضعف النماذج الإحصائية احصائياً وتنبؤياً من خلال مؤشرات

(1) عرب هاني، محاضرات في مادة مبادئ الإحصاء، ص 36 37، من الموقع (<http://www.e1500.com/vb/t7891.html>) تم الاطلاع

(20:50:2014/12/09).

(2) طبية أحمد عبد السميع، مرجع سابق، ص 119.

- الفضل مؤيد، المنهج الكمي في إدارة الأعمال: نماذج قرار وتطبيقات عملية، مرجع سابق، ص 192.

النموذج (معاملي الارتباط والتحديد، الأخطاء المعيارية للمعلمات المقدرة،...) (1)؛ وأيضا في حالة غياب

معطيات كافية حول المتغير المستقل ويتم اللجوء إلى تحديد أو تفسير قيم المتغير التابع بطرق أهمها: (2)

- باستعمال عنصر الزمن كعنصر مستقل لتحديد وتفسير الظاهرة المدروسة؛
- باستعمال قيم المتغير التابع لفترات سابقة للتنبؤ وتحديد وتفسير قيمه المستقبلية.

5_ الأرقام القياسية

تستخدم كأداة لوصف المتغيرات المختلفة (الأسعار، الكميات، ...) مع مرور الزمن، فالرقم القياسي هو عبارة عن أداة إحصائية تستخدم لقياس التغير النسبي في قيمة الظاهرة المدروسة، ويعتمد الرقم القياسي على تحديد فترتين محددتين هما: (3)

- فترة (سنة) الأساس: وهي الفترة الزمنية التي تُعتمد كبدائية لقياس التغير في الظاهرة؛
- فترة (سنة) المقارنة: وهي الفترة الزمنية التي حصل خلالها التغير في الظاهرة.

6_ نظرية الاحتمالات

تعتبر الاحتمالات من الموضوعات الهامة في علم الإحصاء، فهذا الموضوع يؤسس للوسائل التي يمكن من خلالها التعامل مع الظواهر والتجارب الإحصائية بالطريقة العلمية الصحيحة، والتنبؤ بما يمكن أن يكون عليه واقع الظاهرة في المستقبل، ويعتبرها البعض من بين علوم الرياضيات والأكثر تعقيدا بينما يرى البعض الآخر غير ذلك إذ أنها لا تعدو كونها مسلية وتتلخص في بضعة قواعد بديهية، ولا يضاهاي بساطة الاحتمالات إلا تعدد استخداماتها وتواجدها في جميع الميادين، ما يفسر حتمية في جميع المجالات حتى التقنية

(1) بدار عاشور، المفاضلة بين نموذج السلاسل الزمنية ونموذج الانحدار الخطي البسيط للتنبؤ بحجم المبيعات في المؤسسة الاقتصادية، مذكرة ماجستير غير منشورة، كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير والعلوم التجارية، تخصص علوم تجارية، جامعة محمد بوضياف، المسيلة، 2006، ص 55-

(2) حشمان مولود، نماذج وتقنيات التنبؤ القصير المدى، ديوان المطبوعات الجامعية، بن عكنون، الجزائر، 2002، ص 9.

(3) الدعمة ابراهيم مراد، مازن حسن الباشا، مرجع سابق، ص 183.

منها والاجتماعية، وبالنسبة لعالم الاقتصاد والتسيير فإن فهم حساب الاحتمالات هو أداة يومية لمعالجة المشاكل المطروحة واتخاذ القرار، فقرارات المسير تُبنى في أغلبية الحالات على معلومات غير مؤكدة⁽¹⁾.

المطلب الثالث: الاقتصاد القياسي وأساليب بحوث العمليات

لقد جمعنا في هذا المطلب بين فرعين: الأول هو الاقتصاد القياسي والثاني هو بحوث العمليات وذلك لاشتراكهما في الجمع بين الأساليب الإحصائية والأساليب الرياضية التي رأيناها في المطلب السابق وبما أننا سنحصر دراستنا التطبيقية في أساليب بحوث العمليات والتي سنتطرق لها لاحقا إلا أننا ارتأينا التطرق أيضا للاقتصاد القياسي.

الفرع الأول: الاقتصاد القياسي

يعتبر مجاله أوسع من مجرد القياس حيث يتألف من تطبيقات الإحصاء الرياضي في المجال الاقتصادي من خلال نماذج معينة تدعم التجريب للحصول على نتائج رقمية، وكل ذلك من خلال التحليل الكمي لظاهرة اقتصادية معينة من خلال نظريات اقتصادية ورياضية وباستخدام طرق إحصائية للاستنتاج حول متغيرات العلاقات الاقتصادية ومن بين هذه الطرق المستعملة في هذا المجال التقدير واختبار الفروض حول الظواهر الاقتصادية والتنبؤ بها، ورغم ارتباطه ارتباطا وثيقا بتحليل الإنحدار في مجالات اقتصادية معينة كنظرية الطلب والإنتاج، الاستثمار، الاستهلاك، فهو كالكثير من التخصصات يعتبر علما وفنا إذ أن الحدس والحكم الجيد للباحث يلعبان دورا حاسما في أغلب الأحيان⁽²⁾.

الفرع الثاني: بحوث العمليات

تشبه أساليب بحوث العمليات كثيرا أساليب الاقتصاد القياسي من حيث أنها تجمع بين الأساليب الرياضية والإحصائية في المجال الاقتصادي ورغم أن بحوث العمليات بدأت في مجالات عسكرية وصناعات

(1) نفس المرجع سابق، ص 199.

- بوعبد الله صالح، مرجع سابق، ص 13.

(2) سالفاتور دومينيك، مرجع سابق، ص 10.

إلا أنها استخدمت في المجال الاقتصادي وأثبتت فعاليتها لذا سنتطرق في ما يلي لأهميتها وأنواع أساليبها حيث تعتبر بحوث العمليات إحدى أهم التقنيات الكمية في اتخاذ القرارات من خلال اهتمامها باستخدام أفضل الطرق والأساليب والأدوات العلمية الأكثر دقة وموضوعية لتحليل وتفسير البيانات وتزويد متخذي القرار بأهم المعلومات للوصول إلى أفضل الحلول الممكنة بأقل التكاليف أو بأكبر قدر من الأرباح.

أولاً: أهمية بحوث العمليات

تتضح أهمية بحوث العمليات كأسلوب كمي لدراسة الأعمال في الواقع العملي كما يلي:⁽¹⁾

- المساهمة في تقريب المشكلة الإدارية إلى الواقع؛
- صياغة نماذج رياضية معينة تعكس مكونات المشكلة؛
- عرض النموذج في مجموعة من العلاقات الرياضية وإعطاء فرص مختلفة (بدائل) لعملية اتخاذ القرارات وبما يساهم في تفسير عناصر المشكلة والعوامل المؤثرة فيها؛
- تطبيق هذه النماذج الرياضية في المستقبل عندما تواجهها مشكلة مماثلة.

ثانياً: أنواع أساليب بحوث العمليات

أساليب بحوث العمليات هي أساليب بناء النماذج المستخدمة من قبل متخذ القرار في الأوقات الحديثة، وتتضمن أساليب بحوث العمليات ما يلي:⁽²⁾

1_ البرمجة الخطية

هي طريقة أو أسلوب رياضي يُستخدم في اتخاذ القرار والمحور الرئيسي لها هو تحقيق الاستخدام الأمثل للموارد المتاحة والمحدودة أي التخصيص الاقتصادي للموارد النادرة عن طريق النمذجة الرياضية⁽³⁾. ويتم حل مسائل البرمجة الخطية بطريقتين هما:

(1) سعيد سهيلة عبد الله، مرجع سابق، ص 16 .

(2) VineethanT, VenugopalanK, Op Cit, pp 7 8.

(3) Ogunjuboun, F. I, CostingQuantitativa Techniques, National Library Cataloguing –In- Publication Data, Lagos, Nigeria,2009, p 406.

- طريقة الرسم البياني: تتمثل هذه الطريقة في استخدام التمثيل الهندسي للنموذج الخطي وذلك برسم أو تمثيل مختلف القيود في مستوى منسوب لمعلم متعامد ومتجانس انطلاقاً من النموذج الرياضي للمشكلة، ثم يتم تحديد المنطقة الممكنة وهي المنطقة المشتركة لجميع الرسوم البيانية وتسمى مساحة الحل حيث أن جميع النقاط داخلها يجب أن تستوفي القيود في وقت واحد، بعدها يتم تحديد وتعيين إحداثيات أركان مساحة الحل الممكن ويتم تقييم قيم دالة الهدف في كل نقطة ثم اختيار النقطة من المساحة الممكنة التي تعطي أفضل قيمة لدالة الهدف⁽¹⁾.
- الطريقة المبسطة أو طريقة Simplex: وتتمثل في مجموعة من العمليات والمراحل المتكررة بحيث كل مرحلة تمثل حلاً ممكناً أفضل من سابقه وهكذا حتى الوصول إلى الحل الأمثل كما تسمح بدراسة تأثير مختلف القيود والمتغيرات على دالة الهدف⁽²⁾.
- وهناك أنواعاً للبرمجة الخطية منها:⁽³⁾
- البرمجة متعددة الأهداف: لأنه وفي كثير من الأحيان تكون للمؤسسة أهداف عديدة مما يجعل من عملية اتخاذ القرار مشكلة في حد ذاتها فقد تسعى لتعظيم الأرباح، تقليل التكاليف، تعظيم المبيعات والاستغلال الأمثل للموارد المتاحة وكل ذلك في نفس الوقت؛ لذا فإن تعدد الأهداف أثناء حل النموذج يتطلب استخدام عدة طرق تختلف باختلاف طبيعة المسألة المطروحة والأهمية النسبية لكل هدف.
 - مسائل البرمجة بالأعداد الكاملة "البرمجة الصحيحة": هي طريقة تسمح بالوصول إلى حل أمثل تكون فيه متغيرات الحل الأساسية أعداداً كاملة وذلك لأنه وفي الواقع العملي هناك منتجات غير قابلة للتجزئة كإنجاز الجسور وصناعة السفن والطائرات، إذ لا يمكن ظهور حل بأعداد غير صحيحة بالرغم من أنه من الناحية الرياضية يعتبر حلاً مقبولاً إلا أنه من الناحية العملية مرفوض.
 - البرمجة الديناميكية أو الحركية: في الواقع المؤسسة عبارة عن نظام ديناميكي وأكثر حركية والبرمجة الحركية تسمح بتعظيم دالة قابلة للتقسيم ومتكونة من عدة متغيرات مرتبطة فيما بينها ببعض القيود وتستخدم هذه الطريقة عادة لحل المسائل الديناميكية مثل اختيار الاستثمارات خاصة في إدارة المخزون لأنه يتميز بالحركة.

⁽¹⁾Ibid, p 412.

⁽²⁾ فالتة اليمين، بحوث العمليات، الجزء الأول، الطبعة الأولى، إيتراك للنشر والتوزيع، القاهرة، مصر، 2006، ص 46.

⁽³⁾ نفس المرجع السابق، ص ص 207-247.

• مسائل النقل: تعتبر حالة خاصة من مسائل البرمجة الخطية إذ ونتيجة لزيادة حجم المؤسسات وانتشار فروعها أدى بها إلى تحمل تكاليف كبيرة لنقل منتجاتها من مواقع إنتاجية إلى مواقع التخزين أو الاستهلاك ولتخفيض التكاليف إلى أدنى حد ممكن ظهر نموذج النقل كأداة كمية لتحديد الحجم الأمثل من الوحدات التي يتم نقلها من كل مصنع إلى كل مستودع أو مخزن وبالشكل الذي يجعل تكلفة النقل عند حدودها الدنيا، كما تعتبر مسائل التعيين والتخصيص حالة خاصة من مسائل النقل حيث يخصص مثلا عامل واحد لوظيفة واحدة والمشكلة المقصودة هنا هو تخصيص أفضل تعيين بحيث تكون النتيجة هي خفض التكاليف أو تعظيم الأرباح⁽¹⁾.

2_ شبكات الأعمال

وتسمى أحيانا بتقنيات الجدولة وتخطيط الشبكات وهي عبارة عن مجموعة من تقنيات بحوث العمليات اللازمة والمفيدة للتخطيط وجدولة ومراقبة المشاريع الكبيرة والمعقدة، فالمشروع عبارة عن مجموعة محددة من الوظائف والمهام أو الأنشطة المترابطة التي تتطلب موارد مثل المال، الوقت، الأفراد وغيرها من التسهيلات والتي يجب أن تنتهي في وقت محدد لذلك فإن التركيز الرئيسي لإدارة المشروع هو تخطيط وجدولة الوظائف أو الأنشطة بطريقة فعالة وذلك لجعل تكلفة إنجازه في الحد الأدنى خلال الفترة المحددة لإنجازه⁽²⁾.

3_ صفوف الانتظار

صفوف الانتظار هي ظاهرة شائعة تظهر حينما يتعدى الطلب على خدمة ما الطاقة المتاحة لتوفير تلك الخدمة، ونظرية صفوف الانتظار هي عرض بالدراسة الرياضية لقوائم الانتظار ويهدف إلى تقليل تكلفة كل من الخدمات والانتظار؛ ولها تطبيقات واسعة في مجالات مختلفة مثل⁽³⁾:

- مجال الخدمات (المطاعم، دور السينما، البنوك وغيرها...)
- مجال النقل (سيارات تنتظر أمام مكتب تحصيل الرسوم أو الإشارات الضوئية، شاحنة أو سفينة تنتظر للتحميل أو التفريغ، طائرات تنتظر الهبوط أو الإقلاع...)

(1) العبد جلال ابراهيم، استخدام الاساليب الكمية في اتخاذ القرارات الإدارية، دار الجامعة الجديدة، الاسكندرية، مصر، 2004، ص181.

(2) Ogunjuboun, F. I, Op Cit, p442.

(3) VineethanT, VenugopalanK, Op Cit, p7.

- انتظار الآلات العاطلة (الوحدات الطالبة للخدمة) في صف لغرض تقديم الخدمة لها أي تصليحها من قبل المصلح (مركز الخدمة)؛
- المستشفيات (انتظار المرضى لتقديم الخدمة الصحية لهم المتمثلة بالأطباء أو سيارات الإسعاف،...).

4_ شجرة القرار

تعرف شجرة القرار على أنها تمثيل تخطيطي يشبه الشجرة الطبيعية؛ وتختص في اتخاذ قرارات سليمة في ظل ظروف من المخاطرة وعدم التأكد، ويعتبر أسلوب شجرة القرار من الأساليب الكمية المستخدمة في كثير من المشكلات التي تتطلب سلسلة من القرارات المتتابعة والمتراطة فيما بينها، فاستخدامها يوضح جميع التفاعلات بين القرارات والأحداث التي تظهر بشكل بياني مخطط يطلق عليه شجرة القرار بعدها تأتي مرحلة التحقق من التفاعلات بين القرارات وتعتمد النتيجة النهائية على القيمة المتوقعة للبديل حيث تتم المقارنة بين بدائل القرار على هذا الأساس ويتم اختيار البديل الذي يضمن أفضل قيمة متوقعة سواء الأعلى في حالة الأرباح والإيرادات، أو الأقل في حالة التكاليف⁽¹⁾.

5_ نماذج المخزون

يوجد جزء معتبر من رأسمال المؤسسة على شكل مخزون وحتى تتمكن المؤسسة من السيطرة على مخزونها تستخدم نماذج للوصول إلى أفضل سياسة تخزين وسيطرة على المخزون وتخفيض التكاليف المرتبطة به؛ وفي الغالب تكون أهداف نماذج المخزون إما إيجاد الحجم الأمثل للطلبية بهدف خفض التكاليف أو إيجاد سياسة للتخزين أو سياسة لإعادة الطلب أو برمجة المفردات المخزونية على مساحات التخزين المتاحة...⁽²⁾.

6_ المحاكاة

هي أسلوب يستعمل لمحاولة تطبيق خصائص ومظاهر النظم النظرية في شكل نماذج تقترب بشدة من الواقع وتعطي تصورا دقيقا للواقع ومشاكله ومن ثم يمكن تصميم ودراسة ووضع حلول للمشاكل المرتبطة بالنظم

(1) الهيتي خالد عبد الرحيم، مرجع سابق، ص 141 .

(2) الموسوي عبد الرسول عبد الرزاق، التحليل الكمي للعلوم الإدارية والتطبيقية، الطبعة الأولى، مؤسسة الوراق للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2008، ص 255.

- النجار فريد راغب، مرجع سابق، ص 350.

في الواقع العملي⁽¹⁾، وهناك العديد من طرق المحاكاة غير أن فعالية أي منها يتوقف على قدرة المحلل على توفير أكبر قدر من المعلومات في أقل وقت ممكن كما أن معيار المفاضلة بين هذه الطرق يتوقف على مدى قدرتها على تقليل انحرافات نتائج النموذج المنطقي عن النظام الحقيقي وبصفة عامة فإن أهم طرق المحاكاة التي تستخدم في تمثيل المشكلات الإدارية ما يلي:⁽²⁾

- طريقة مونت كارلو؛
- طريقة قوى النظام المحركة؛
- طريقة النمذجة المالية الكلية؛
- طريقة مباريات العمليات.

7_ نماذج الاستبدال

إن جميع المعدات والآلات في المؤسسات وحتى في المنازل لديها مدى محدود للحياة فعندما تفشل هذه الآلات تؤثر بشكل كبير على معدلات الانتاج والفوائد الاقتصادية، ولأن تدهورها يؤدي إلى ارتفاع تكاليف التشغيل والمزيد من تكاليف الصيانة لذلك يتم استبدال الآلات أو المعدات التي تتدهور تدريجياً أو فجأة ويكون الاستبدال إما استبدال بعض الأجزاء أو استبدال كلي، ولاتخاذ قرار بشأن نوع سياسة الاستبدال المناسبة يتم الاعتماد على نماذج الاستبدال كأسلوب كمي للمساعدة في تحديد معظم سياسات الاستبدال⁽³⁾.

8_ سلاسل ماركوف

وهي الفن الذي يبحث في الاحتمالات المستقبلية لوقوع الأحداث باستخدام أدوات التحليل الاحتمالي المعروفة، لها العديد من التطبيقات في مجال الإدارة وتحليل السوق وتزايد الديون المعدومة، ونمو أعداد الطلبة وتحديد حالة الآلات والمعدات مستقبلاً، ويكون تحليل أسلوب ماركوف في الافتراضات التالية⁽⁴⁾:

(1) العبد جلال ابراهيم، مرجع سابق، ص 455.

(2) الصيرفي محمد، مرجع سابق، ص 521.

(3) Ogunjuboun, F. I, Op Cit, p 458.

(4) الموسوي عبد الرسول عبد الرزاق، مرجع سابق، ص 229.

- هناك حدود أو عدد محدود من الحالات الممكنة؛
- إن احتمال تغيير الحالات بحاجة إلى بعض الوقت؛
- ممكن أن نتنبأ في أي حالة مستقبلية بعيدة عن الحالة المستقبلية القريبة، اعتماداً على مصفوفات احتمالات الانتقال؛
- إن حجم تركيبة النظام يجب أن يبقى دون تغيير خلال التحليل.

تطرقنا في هذا المبحث إلى مختلف أنواع الأساليب الكمية من أساليب رياضية وأساليب احصائية واقتصاد قياسي وأساليب بحوث العمليات وأشرنا إلى أهمية كل نوع وإلى أهم النماذج التي يحتويها هذا الأخير، وعلى أساس ذلك سنتحدث في المبحث الموالي على أهم الأساليب الكمية المطبقة في إدارة الصيانة وكيفية تأثيرها على فعالية هذه الأخيرة.

المبحث الثالث: تحليل الأثر الناتج عن استخدام الأساليب الكمية في فعالية إدارة الصيانة
تعتبر الأساليب الكمية مجموعة النماذج والطرق التي يتم من خلالها معالجة المشاكل الاقتصادية، الإدارية، التسويقية والمالية؛ وذلك بمساندة الموارد المتاحة من البيانات والأدوات والطرق التي تستخدم من قبل متخذي القرار لمعالجة المشاكل.

المطلب الأول: الأساليب الكمية المطبقة في إدارة الصيانة

هناك العديد من النماذج الكمية التي يمكن استخدامها في تطبيقات إدارة الصيانة وهي في مجملها تعتمد على الأساليب الكمية لبحوث العمليات وأساسيات نظرية الاحتمال في حساباتها، ومن بين هذه النماذج:

1_ المحاكاة

يمكن استخدام أسلوب المحاكاة في إدارة الصيانة من خلال:⁽¹⁾

- مشكلة تحديد أنسب عدد عمال الصيانة للقيام بإصلاح الأعطال: عندما تحدث هذه المشكلة نحسب الإحتمالات ثم نقوم بإعداد جدول الأعداد العشوائية الذي هو عبارة عن أعداد لها نفس الاحتمال في اختيارها ويمكن اختيار أي نقطة بدءا من جدول الأعداد العشوائية والسير أفقيا أو عموديا بطريقة منتظمة مع أن الأعداد محصورة بين 0 و 99؛ بعدها نقوم بتخصيص عدد من الأرقام العشوائية لكل فئة من فئات المتغيرات مناظر للاحتمال الخاص بالفئة حتى نصل إلى عدة بدائل نقوم بالمفاضلة بينها من خلال أقلها تكلفة؛

- وضع الخطط الزمنية لتحميل ورش الصيانة بدراسة التوزيع الاحصائي لمعدلات وصول أوامر التشغيل والطلبات وأمر تنفيذ كل طلب؛

- المقارنة بين سياسات الصيانة لاختيار السياسة التي تحقق أقل تكلفة أو أقل فترات توقف.

لنأخذ مثلا على المحاكاة:⁽²⁾

(1) البشير عمارة، مرجع سابق، ص 43.

(2) الصيرفي محمد، مرجع سابق، ص 522-525.

المثال:

في إحدى المؤسسات الصناعية لديها نوعين من الآلات (أ، ب) وقد وجد مهندس الإنتاج تزايد الطلب على صيانة هاتين الآلتين، ففكر إما في تعيين خمسة عمال في إدارة الصيانة المركزية فقط مع تشغيلهم ساعات إضافية (السياسة 1)، أو تعيين خمسة عمال في إدارة الصيانة المركزية مع الاستعانة بتسعة عمال آخرون من العمالة المؤقتة في الورش الفرعية وذلك في حالة ضغط العمل (السياسة 2)، ولأجل اتخاذ القرار المناسب قام المهندس بجمع البيانات التاريخية عن عمر هاتين الآلتين وهذا ما يوضحه الجدول التالي:

الجدول رقم (01): البيانات التاريخية للآلتين (أ و ب)

عمر الآلة بالأسابيع	1	2	3	4	5	6
احتمال الفشل	0.1	0.15	0.35	0.35	0.15	0.05
مدى الأرقام العشوائية المقابل للاحتمال	صفر-9	10-24	25-44	45-79	80-94	95-99

وإذا علمت أن العمر الافتراضي للآلة الواحدة هو خمسون (50) أسبوعاً وأن أجر عامل الصيانة مائة (100) قرش في الساعة الواحدة، وفي حالة العمل الإضافي سيصل الأجر الإضافي للساعة إلى أربعين (40) قرشاً، أما أجر العامل الإضافي سيصل إلى ثمانون (80) قرشاً في الساعة. المطلوب: مساعدة الإدارة في اتخاذ القرار المناسب.

الحل:

1. يتم اختيار عينة من الأرقام العشوائية للسياسة (1) وللسياسة (2) وذلك على النحو التالي:

عينة الأرقام العشوائية للآلة (ب)

صفر 39 68 29 61
66 37 32 20 30
77 84 57 3 29
10 45 65 4 26
11 4 96 67 24

عينة الأرقام العشوائية للآلة (أ)

29 94 98 94 24
64 49 69 10 82
53 75 91 93 30
34 35 20 57 27
40 48 73 51 92

2. يتم تحديد عمر الآلة المقابل لمدى الأرقام العشوائية فمثلاً بالنسبة للرقم العشوائي (29) والخاص بالسياسة أ

ننظر إلى الجدول الأول في خانة مدى الأرقام العشوائية المقابلة للاحتمال لنرى موقع هذا الرقم 29 فنجده

محصورا بين الأرقام 25 و 44 وهي تقابل العمر 3 وهكذا يستمر العمل إلى أن يصبح العمر المجمع قرابة الخمسون (50) أسبوعا لكلا السياستين كما يتضح في الجدول التالي:

الجدول رقم (02): تحديد عمر الآلة المقابل للأرقام العشوائية

عمر الآلة	السياسة (1) بالنسبة لآلة (أ) الرقم العشوائي	السياسة (1) بالنسبة لآلة (أ) العمر المقابل	السياسة (2) بالنسبة لآلة (ب) الرقم العشوائي	السياسة (2) بالنسبة لآلة (ب) العمر المقابل
1	29	3	صفر	1
2	94	5	39	3
3	98	6	68	4
4	94	5	29	3
5	24	2	61	4
6	64	4	66	4
7	49	4	37	3
8	69	4	32	3
9	10	2	20	2
10	82	5	30	3
11	53	4	77	4
12	75	4	84	5
13	91	5	57	4
14	93	5	3	1
15	30	3	29	3
16	34	3	10	2
17	35	3	45	4
المجموع	/	67	/	53

3. يتم إعداد الجدول التجميعي كالتالي:

الجدول رقم (03): الجدول التجميعي لعمر الآلتين

السياسة (2)			السياسة (1)			
مجمع العمر الأدنى المشترك	العمر الأدنى المشترك بين الآلتين	عمر الآلة	العمر المجمع	عمر الآلة (ب)	العمر المجمع	عمر الآلة (أ)
1	1	1	1	1	3	1
4	3	2	4	2	8	2
8	4	3	8	3	14	3
11	3	4	11	4	19	4
13	2	5	15	5	21	5

17	4	6	19	6	25	6
20	3	7	22	7	29	7
23	3	8	25	8	33	8
25	2	9	27	9	35	9
28	3	10	30	10	40	10
32	4	11	34	11	44	11
36	4	12	39	12	48	12
40	4	13	43	13	53	13
41	1	14	44	14	58	14
44	3	15	47	15	61	15
46	2	16	49	16	64	16
49	3	17	53	17	67	17

والآن نلاحظ أنه:

_ بالنسبة لسياسة تعيين خمسة عمال في الإدارة المركزية مع تشغيلهم ساعات إضافية ما يلي:

- تحتاج الآلة (أ) إلى 12 مرة صيانة خلال (50) أسبوعاً؛
- تحتاج الآلة (ب) إلى 16 مرة صيانة خلال (50) أسبوعاً؛
- وخلال أربع (4) مرات سوف يكون هناك ضغط عمل حيث سوف تتم الصيانة للآلتين في آن واحد وذلك خلال (50) أسبوعاً وعند العمر المجمع 8، 19، 25، 44.

$$\text{ومنه تكاليف الصيانة} = [5 * 100 + (12+16) * 140] =$$

$$= [4 * 140 + 28 * 100]$$

$$= 16800 \text{ قرشا} = 168 \text{ جنيها}$$

إذن تكاليف الصيانة بالنسبة للسياسة (1) هي: 168 جنيهاً.

_ بالنسبة لسياسة تعيين خمسة عمال في الإدارة المركزية وتسعة في الورش الفرعية يلاحظ أن عدد المرات

التي ستم فيها الصيانة هي 17 مرة خلال خمسون (50) أسبوعاً.

$$\text{ومنه تكاليف الصيانة} = 17 * (5 * 100) + (9 * 17 * 80)$$

$$= 12240 + 500 * 17 =$$

$$= 12240 + 8500 =$$

$$= 20740 \text{ قرشا} = 207.40 \text{ جنيها}$$

إذن تكاليف الصيانة بالنسبة للسياسة (2) هي: 207.40 جنيهاً.

وبالتالي فالقرار المناسب الواجب اتخاذه بشأن أفضل سياسة التي تحقق أقل تكلفة هو السياسة (1) أي عدم تعيين عمالة إضافية في الورش الفرعية والاكتفاء بخمسة عمال في إدارة الصيانة مع تشغيلهم ساعات إضافية.

2_ صفوف الانتظار

تتجلى صفوف الانتظار في إدارة الصيانة في انتظار الآلات والمعدات العاطلة (الوحدات الطالبة للخدمة) في صف (مجازياً) لغرض تقديم الخدمة أي تصليحها من قبل المصلح (مركز الخدمة)⁽¹⁾.

لغرض تخطيط وجدولة عمليات الصيانة التصحيحية يجب التوصل إلى حجم القوى العاملة بقسم الصيانة بتطبيق صفوف الانتظار من خلال الحصول على المعلومات التالية:⁽²⁾

- عدد مرات الخدمة التي تطلبها الأقسام المختلفة خلال فترة زمنية معينة؛
- النظام الذي تتخذه الخدمة قد يكون على أساس الأسبقية الذي يطلب أولاً ينفذ أولاً؛
- حجم الخدمات التي تقدم في الظروف المختلفة؛
- عدد وحدات الخدمة؛
- كمية العمل التي يؤديها العامل الواحد في فترة زمنية محددة

ويمكن التوصل للحل النموذجي بمقارنة التكاليف حسب المعادلة الآتية:

$$L = \frac{\lambda}{u - \lambda}$$

بحيث:

L : متوسط عدد الوحدات في خط الانتظار الذي يتم إصلاحه.

λ : متوسط عدد طلبات الإصلاح والصيانة التي تصل إلى إدارة الصيانة خلال فترة زمنية معينة.

u : متوسط عدد طلبات الإصلاح والصيانة المنفذة بإدارة الصيانة خلال فترة زمنية معينة.

لقد تمكن الباحثون في الأساليب الكمية ومن خلال نظرية صفوف الانتظار من بناء بعض النماذج الرياضية اعتماداً على نظرية الاحتمالات لدراسة سلوك صفوف الانتظار وإيجاد خصائصها بشكل سريع وسهل

(1) الشمري حامد سعد نور، علي خليل الزبيدي، مدخل إلى بحوث العمليات، الطبعة الأولى، دار مجدلاوي للنشر والتوزيع، عمان، الأردن 2007، ص 456.

(2) الحديثي رامي حكمت فؤاد، مرجع سابق، ص ص 123 124.

ويتم استخدام ثلاثة رموز شائعة الاستعمال تسمى برموز كندال وذلك لتطبيق النماذج الكثيرة الاصطفاة والممكنة في مجال التطبيق وهذه الرموز الثلاثة هي كالاتي A/B/S حيث:⁽¹⁾

A: يشير إلى قانون توزيع أوقات الوصول؛

B: يشير إلى قانون توزيع أزمنة أداء الخدمة؛

S: يرمز إلى عدد مراكز الخدمة.

وأهم الاختيارات المعروفة لـ A و B ما يرمز له بالرمز M (Markovian) في حالة توزيع بواسون للواصلين، التوزيع الأسي لأداء الخدمة، الرمز D للتوزيع المحدد أو العددي، الرمز G للتوزيع العام أو الطبيعي والرمز E_k لتوزيع ERLANG أو GAMMA، وأحياناً يمتد نظام كندال إلى ستة رموز فالرمز الرابع يمثل نظام الصف ويأخذ أحد الاسمين GD أي نظام خدمة عام (FIFO، LIFO) 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 يأتي لتلقي الخدمة.

وهناك بعض الرموز القياسية المستخدمة في نماذج صفوف الانتظار نذكر:

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.

P: معامل الاستخدام لمركز الخدمة ويساوي حاصل قسمة معدل الوصول على معدل أداء الخدمة $\frac{\lambda}{u}$

وتوجد عدة نماذج لصفوف الانتظار ومن بين النماذج المستخدمة في إدارة الصيانة هو نموذج خدمة الآلات

في ورشة الإصلاح ويدعى بنموذج (M/M/C)(GD/N/N) حيث $C < N$ ويتمثل في:⁽²⁾

إن تدفق وحدات طالبي الخدمة إلى النظام في هذا النموذج يخضع لتوزيع بواسون بمعدل وصول λ ،

وفترة أداء الخدمة يخضع للتوزيع الأسي بمعدل أداء الخدمة μ وعدد مراكز الخدمة فهو يساوي C مركز (قناة)

⁽¹⁾ Ben-daya M et d'autres, Op.Cit, p 183.

⁽²⁾ Taha H, Operations Research: An Introduction, 8th Ed; Pearson Education Inc; 2007, p 568.

ونظام الصف عام، أما العدد الأعظمي للوحدات المسموح بها في النظام واستطاعة المصدر المؤد للوحدات طالبي الخدمة فهو محدد ويساوي λ حيث أنه يوجد في المؤسسة عدد محدود من الآلات عددها الأعظمي N تعمل هذه الآلات عند تعطلها كوحدات بحاجة إلى صيانة، ويوجد في إدارة الصيانة التابعة للمؤسسة عدد من العمال ويساوي C عامل (مراكز خدمة عددها C) وسعة النظام يساوي إلى عدد الآلات الموجودة بالمؤسسة أي يساوي N وبالتالي فإن سعة مكان الانتظار (مكان تجميع الوحدات التي ستنتظر دورها في الصيانة يساوي إلى $N-C$ بالإضافة إلى عدد العمال الموجودين في إدارة الصيانة أقل من عدد الآلات في المؤسسة وأن الأعطال التي تتعرض لها الآلات يفترض أنها عشوائية وتخضع لتوزيع بواسون بمعدل الأعطال λ أي أن وصول الآلات إلى ورشة الإصلاح تخضع لتوزيع بواسون بمعدل وصول λ .

إن احتمال وجود n آلة بحاجة إلى صيانة في ورشة الإصلاح يعطى بالعلاقتين التاليتين⁽¹⁾:

$$P_n = \begin{cases} \binom{N}{n} \rho^n P_0 & ; \quad 0 \leq n \leq C \\ \binom{N}{n} \frac{n! \rho^n}{C! C^{n-c}} P_0 & ; \quad C < n \leq N \end{cases}$$

$$P_0 = \left[\sum_{n=0}^C \binom{N}{n} \rho^n + \sum_{n=C+1}^N \binom{N}{n} \frac{n! \rho^n}{C! C^{n-c}} \right]^{-1}$$

وإن العدد المتوقع للآلات التي بحاجة إلى صيانة في الصف هو:

$$Lq = \sum_{n=C+1}^N (n - \bar{C}) P_n \quad ; \quad C > 1$$

وإن متوسط عدد الآلات التي هي بحاجة إلى الصيانة في الورشة هو:

$$Ls = Lq + (C - \bar{C}) = Lq + \left(\frac{\lambda_{ef}}{u} \right) \quad \text{حيث: } \lambda_{ef} = u(C - \bar{C}) \text{ وهو معدل الوصول الفعلي}$$

حيث أن \bar{C} هو متوسط عدد العمال في ورشة الإصلاح والعاظلين عن العمل بسبب عدم وجود آلات

معطلة ويحسب من العلاقة التالية: $\bar{C} = \sum_{n=0}^C (C - n) P_n$ ، ومن خلال كل ذلك يمكن القول في الأخير أن متوسط

زمن بقاء الآلة في ورشة الإصلاح والصيانة W_s ، يحسب كما يلي: $W_s = \frac{L_s}{\lambda_{ef}}$ ، وأن متوسط زمن بقاء الآلة

$$\text{في صف الانتظار } W_q \text{، يحسب كما يلي: } W_q = W_s - \frac{1}{u} = \frac{L_q}{\lambda_{ef}}$$

⁽¹⁾ Ben-daya M et d'autres, Op.Cit, p 185.

- Taha H, Op Cit, pp 569-570.

3_ التحليل الشبكي:

- من خلال شبكة الأعمال يمكن لمتخذ القرار في إدارة الصيانة أن يقوم ب:⁽¹⁾
- التخطيط لأعمال الصيانة بوقت مبكر وتقديم المصادر المحتملة للمشاكل والتأخيرات التي يمكن أن تقع في الانجاز؛
 - جدولة أعمال الصيانة وفق أوقات مناسبة وذلك لإنجازها وفق عمل تسلسل إذ يمكن إكمال البرنامج بأقرب وقت ممكن؛
 - تنسيق فعاليات المشروع والسيطرة عليها وبشكل يساعد على المحافظة على استمرارية العمل وفق البرنامج الموضوع.
- فالتخطيط الشبكي يعتبر من أهم الأدوات التطبيقية في تخطيط وجدولة أعمال الصيانة على نحو أمثل بغية السيطرة على أزمته تنفيذ الأعمال لتحديد زمن دخول وخروج الآلة من الصيانة وهو يتطلب تحليل هذه الأعمال 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.
- ومن طرق التحليل الشبكي: طريقة المسار الحرج (CriticalPathMethod (CPM، وطريقة تقييم ومراجعة المشاريع (PERT) Program Evaluation and Review Technique

3_1. طريقة المسار الحرج CPM:

تم تصميم هذا الأسلوب عام 1957 في مؤسسة Du Pont في الولايات المتحدة الأمريكية حيث قامت بإجراء الدراسات والتجارب للوصول إلى طريقة تستطيع من خلالها تقليص الوقت اللازم لإجراء عمليات الصيانة

⁽¹⁾ مغبر فاطمة الزهراء، تخطيط أعمال الصيانة باستخدام الأساليب الكمية، دراسة حالة مؤسسة الزنك، مذكرة ماجستير غير منشورة، كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير والعلوم التجارية، تخصص بحوث العمليات وتسيير المؤسسات، جامعة أبي بكر بلقايد، تلمسان، الجزائر، 2011، ص ص 135-

على المعدات في المؤسسة فاستطاعت التوصل إلى هذه الطريقة وحققت بموجبها تخفيض الوقت اللازم للصيانة من 125 ساعة إلى 78 ساعة⁽¹⁾.

ويعرف المسار الحرج على أنه أطول مسارات الشبكة زمنا والمسار هو النشاطات المتعاقبة من بداية الشبكة إلى نهايتها، ويتم حساب المسار الحرج في طريقة CPM من خلال ثلاثة مراحل وهي:⁽²⁾

المرحلة الأولى: حسابات مرحلة الانتقال نحو الامام

وتهدف هذه المرحلة إلى حساب زمن البداية المبكر لجميع الأنشطة والذي يرمز له بـ ES_i حيث $ES_1 = 0$ ، أما مدة النشاط (i,j) فيرمز لها بالرمز D_{ij} وبالتالي يتم الحصول على حسابات الانتقال نحو الأمام زمنيا بتطبيق العلاقة التالية:

$$ES_j = \max(ES_i + D_{ij}) \dots (1)$$

ومن هذه العلاقة يتبين أنه لحساب زمن البداية المبكر للحدث j يجب أولاً 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 حدث نهاية الشبكة إلى الوراء حتى حدث بداية الشبكة وتهدف هذه المرحلة إلى حساب زمن الانجاز المتأخر لجميع الأنشطة والذي يرمز له بـ LC_i وقد اتفق على أنه عندما $i=n$ (الحدث النهائي) فإن $LC_n = ES_n$ وبالتالي يمكن الحصول على حسابات الانتقال نحو الوراء بتطبيق العلاقة التالية:

$$LC_i = \max(LC_j - D_{ij}) \dots (2)$$

ولحساب زمن النهاية المتأخرة للحدث i يجب أولاً حساب زمن النهاية المتأخرة لجميع الأنشطة التي تتطلق من الحدث i .

(1) الموسوي عبد الرسول عبد الرزاق، مرجع سابق، ص 145.

(2) مغبر فاطمة الزهراء، مرجع سابق، ص 152 153.

المرحلة الثالثة: مرحلة تحديد الأنشطة الحرجة

تحدد الأنشطة الحرجة باستخدام نتائج الانتقالين نحو الأمام ونحو الوراء حسب القاعدة التالية: النشاط

(i,j) يقع في المسار الحرج إذا تحققت الشروط التالية:

$$\begin{cases} ES_i = LC_j \\ ES_j = LC_i \\ ES_j - ES_i = LC_j - LC_i = D_{ij} \end{cases} \dots(3)$$

2_3. طريقة تقييم ومراجعة المشروع PERT

تتميز هذه الطريقة عن طريقة CPM بأنها تستند إلى مفهوم الاحتمالية في تحديد الأوقات للزمن الذي يستغرقه كل نشاط في حين أن طريقة CPM تعتمد على أساس زمن مقرر ومؤكد للأنشطة ولوقت المشروع ككل⁽¹⁾.

وينقسم الزمن حسب طريقة PERT إلى ثلاثة أنواع:⁽²⁾

- الزمن التفاؤلي Optimistic time: ويرمز له بالرمز OT وهو الزمن المرغوب للإنجاز بافتراض تحقق أفضل الشروط لإنجاز النشاط؛
- الزمن الأكثر احتمالاً Most Likely Time: ويرمز له بالرمز MLT وهو زمن التنفيذ الطبيعي بافتراض تحقق شروط طبيعية لإنجاز النشاط؛
- الزمن التشاؤمي Pessimistic Time: ويرمز له بالرمز PT وهو الزمن غير المرغوب للإنجاز بافتراض تحقق أسوأ الشروط لإنجاز النشاط.

وقد بينت الدراسات أن تقديرات زمن انجاز النشاط في طريقة PERT تخضع لتوزيع بيتا β (Beta Distribution)؛ وحسب هذا التوزيع فإن التوقع الرياضي لزمن انجاز كل نشاط هو:

$$E_{ij} = (OT + 4MLT + PT) / 6$$

والانحراف المعياري لزمن انجاز كل نشاط هو:

$$\sigma = (PT - OT) / 6$$

⁽¹⁾Ogunjuboun, F. I, Op Cit, p 452.

⁽²⁾ الشمرتي حامد سعد نور ، الزبيدي علي خليل، مرجع سابق، 399.

اتباع نفس طريقة CPM مع الأخذ بعين الاعتبار بدلا من D_{ij} القيمة المتوقعة لزمن انجاز النشاط (i,j) أي E_{ij} وبالتالي فإن العلاقات السابقة 1 و 2 و 3 تأخذ الشكل التالي:

$$ES_j = \max_i (ES_i + E_{ij}) \dots (4)$$

$$LC_i = \min_j (LC_j - E_{ij}) \dots (5)$$

وحيث أن $LC_n = ES_n$ يبقى نفس الشرط قائما في هذه الطريقة أيضا؛

وبناء على ذلك فإن المسار الحرج في شبكة PERT يساوي إلى مجموع القيم المتوقعة للأنشطة الحرجة الداخلة في المسار، أما الانحراف المعياري للمسار الحرج فيحسب بالجزر التربيعي لمجموع تباينات أنشطة المسار

$$\sigma_{\text{الحرج}} = \sqrt{\sum \sigma_{ij}^2}$$

مثال: استخدام التحليل الشبكي وخاصة أسلوب المسار الحرج في تخطيط أعمال الصيانة وقد تم اختيار أهم التجهيزات بالمؤسسة محل الدراسة وتخطيط أعمال الصيانة الوقائية التي تتم له سنويا، وهو المحول الكهربائي والذي يستهلك 41% من الطاقة الكلية للمصنع، والجدول التالي يوضح برنامج الصيانة الوقائية لهذا المحول.⁽¹⁾

الجدول رقم (04): برنامج صيانة المحول الكهربائي المقوم

رمز النشاط	النشاط	الزمن (سا)	النشاط السابق
A	عزل المحول الكهربائي المقوم ووضع 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 ووضع في إناء معدني نقي	1	D
H	مسح القاطع باستخدام قماش وكذلك موضعه، ثم شطفه باستخدام الزيت النقي والفرشاة	1	G

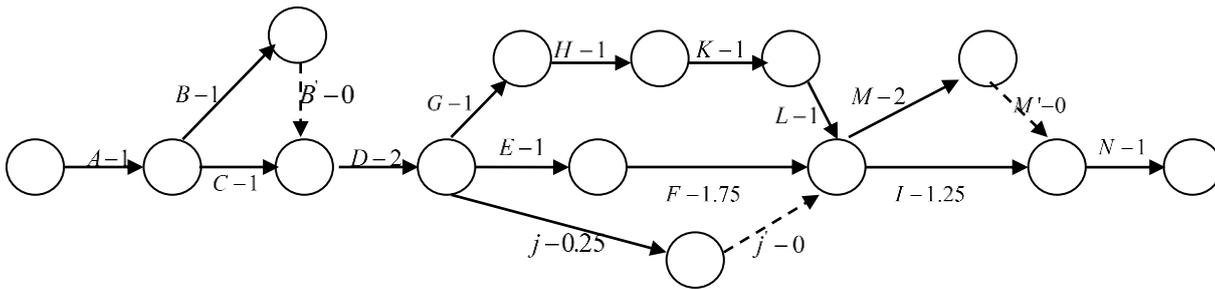
⁽¹⁾ مغبر فاطمة الزهراء، مرجع سابق، ص-ص: 177-175.

L- F-J	1.25	إعادة تشغيل المضخة والتحقق من أن مستوى الزيت هو نفسه الذي تم تسجيله في المرحلة B	I
D	0.25	المراقبة والتحقق من المفصل واستبداله إذا كان الأمر ضروريا	J
H	1	إعادة القاطع بحدز إلى مكانه مع شد المسامير	K
K	1	تنظيف حواف القاطع من كل أثر للزيت	L
L-F-J	2	مراقبة إذا ما كان هناك تسربات من جراء تنظيف المحول الكهربائي	M
M-I	1	إعادة المحول إلى مكانه وتشغيله	N

وانطلاقا من معطيات الجدول يتم رسم شبكة CPM التي تتضمن الأنشطة الخاصة بصيانة المحرك

الكهربائي كما هو موضح في الشكل التالي:

الشكل رقم (15): شبكة الأعمال الخاصة بصيانة المحرك الكهربائي المقوم



من الرسم يتم حساب الأوقات المبكرة والمتأخرة للبدائية والنهائية وتحديد المسار الحرج الذي يشخص جميع الأنشطة الحرجة في الشبكة، وللسهولة يمكن تلخيص حسابات المسار الحرج والأوقات الفائضة للأنشطة غير الحرجة في الجدول التالي:

الجدول رقم (05): حسابات الأزمنة المختلفة لبرنامج صيانة المحول الكهربائي المقوم

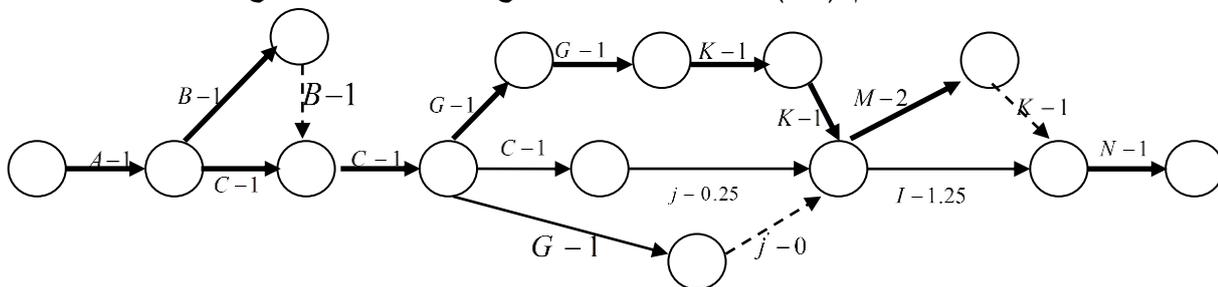
رمز النشاط	الأنشطة السابقة	زمن النشاط (سا)	الزمن المبكر بداية	الزمن المبكر نهاية	الزمن المتأخر بداية	الزمن المتأخر نهاية	الفائض بالساعات	الأنشطة الحرجة
A	-	1	0	1	0	1	0	X
B	A	1	1	2	1	2	0	X

X	0	2	1	2	1	1	A	C
X	0	4	2	4	2	2	B-C	D
-	1.25	6.25	5.25	5	4	1	D	E
-	1.25	8	6.25	6.75	5	1.75	E	F
X	0	5	4	5	4	1	D	G
X	0	6	5	6	5	1	G	H
-	0.75	10	8.75	9.25	8	1.25	L-F-J	I
-	3.75	8	7.75	4.25	4	0.25	D	J
X	0	7	6	7	6	1	H	K
X	0	8	7	8	7	1	K	L
X	0	10	8	10	8	2	L-F-J	M
X	0	11	10	11	10	1	M-I	N

يتضح من الجدول أن المسار الحرج هو المسار الذي يضم الأنشطة ذات الفائض الزمني الذي يساوي صفر (0)، وأن أي تأخير في إنجاز 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 تسعى المؤسسة إلى تفاديه من خلال القيام بعملية التخطيط لأعمال الصيانة باستخدام أسلوب المسار الحرج CPM.

والشكل التالي يبين المسار الحرج بلون داكن وهو: **A-B-C-D-G-H-K-L-M-N**

الشكل رقم (16): شبكة الأعمال موضح عليها المسار الحرج



أما الجدول التالي فيبين حسابات طول المسار الحرج:

الجدول رقم(06): حسابات 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

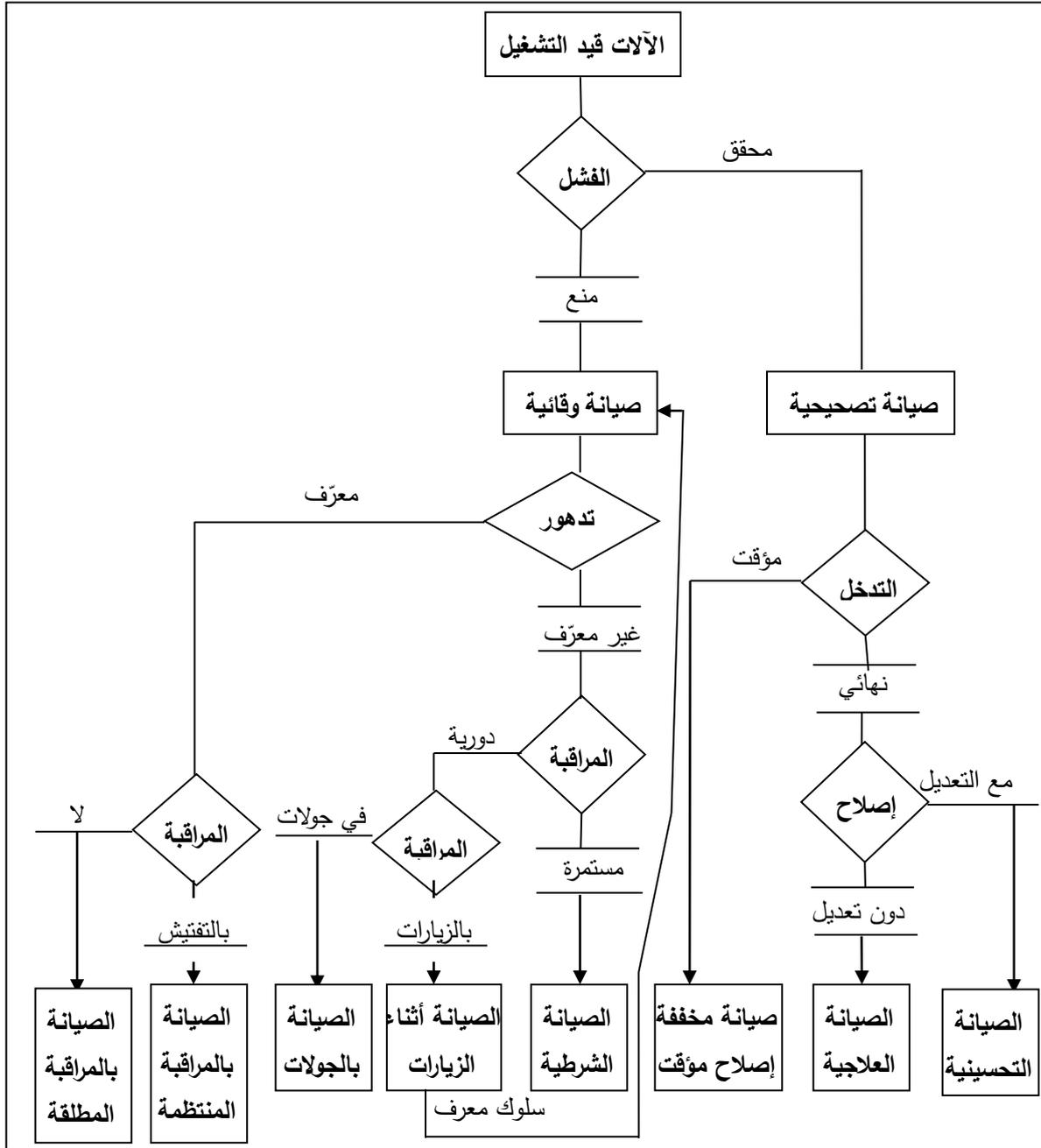
طول المسار الحرج هو مجموع أزمنة تنفيذ الأنشطة الحرجة وهو يساوي إلى 12 ساعة أي أن أقصى مدة لتنفيذ أعمال الصيانة الوقائية للمحرك الكهربائي المقوم هي 12 ساعة، بينما وُجد أن هذه الأعمال كانت تُنفذ في الواقع في مدة 16 ساعة و15 دقيقة أي بفارق 4 ساعات و15 دقيقة.

4_ شجرة القرار:

تعد شجرة القرار من الأساليب الكمية ويكثر استخدامها في الحالات التي تتطلب سلسلة من القرارات المتتالية والمتراطة، وأيضاً تستخدمها إدارة الصيانة لدعم قراراتها وللمساعدة في اختيار شكل الصيانة الذي سيتم تنفيذه⁽¹⁾، والشكل الموالي يوضح ذلك:

⁽¹⁾Monchy F, Vernier J, Op Cit. p77.

الشكل رقم (17): نموذج لشجرة القرار لتحديد شكل الصيانة



Source: Monchy F, Vernier J, op.cit., p77.

يتضح من خلال الشكل السابق أن شكل الصيانة الواجب تنفيذه يتم تبعا لفشل أو عدم فشل الآلات قيد التشغيل من نوعين رئيسيين للصيانة هما الوقائية والتصحيحية ثم تتفرع أنواع الصيانة لتصل في الأخير إلى ثمانية أنواع مختلفة وهذا ما تبينه شجرة القرار السابقة لتحديد نوع الصيانة حيث قد تكون بالتعديل أو دونه أو مخففة أو في جولات أو دورية... .

5_ نماذج استبدال التجهيزات:

إن أغلب الآلات والمعدات لها عمر محدود ومع مرور الوقت تتلف وتتدهور حالتها وتنخفض كفاءتها ما لم يتم اتخاذ إجراءات معينة لصيانتها مما يؤثر على معدلات الإنتاج وعلى الفوائد الاقتصادية والاجتماعية للمؤسسة وهذا ما يزيد من تكاليف التشغيل والصيانة، لذلك تلجأ بعض المؤسسات إلى استبدال تجهيزاتها إما بسبب التقادم الزمني أو التقدم التكنولوجي أو غيرها من العديد من الأسباب.

يُعرّف الاستبدال على أنه "النشاط الذي يهدف إلى ضمان سير العملية الانتاجية بأعلى إنتاجية من خلال استبدال الآلة أو أحد أجزائها التي تؤثر على الأداء التشغيلي"⁽¹⁾؛ وتتم عملية استبدال الآلات والمعدات إما لوجود تلف مادي يؤدي إلى قلة الانتاج أو لارتفاع تكاليف صيانتها وتشغيلها.

وتتمثل أهم الأسباب الأساسية لدراسة تحليل الاستبدال في:⁽²⁾

- ضمان كفاءة أداء المعدات من أجل تقليل التكاليف الإجمالية لصيانتها؛
- معرفة كيفية ووقت اعتماد أفضل سياسة استبدال للمعدات.

وتوجد أنواع مختلفة من سياسات الاستبدال أهمها:⁽³⁾

أولاً: استبدال الآلات و المعدات التي تتدهور تدريجياً

إن الآلات التي تتدهور تدريجياً تكون كفاءتها منخفضة وهذا بسبب التقادم في طبيعتها مما يؤثر على كفاءتها ويُسفر عن:

- انخفاض في طاقتها الانتاجية؛
- زيادة تكاليف صيانتها وتشغيلها؛
- النقص في قيمة سعر إعادة البيع.

وبسبب هذه الآثار فإنه من الناحية الاقتصادية يتم إحلال آلة جديدة محل الآلة المتدهورة (حيث إن تكاليف الصيانة والتشغيل هي العامل الرئيسي المحدد في سياسة الإحلال).

(1) اللامي غسان قاسم داود، البياتي أميرة شكرولي، مرجع سابق، ص 509.

(2) Ogunjuboun, F. I, Op Cit, p458.

(3) ibid, pp 459, 464.

ثانياً: استبدال الآلات و المعدات التي تفشل فجأة

هناك بعض العناصر التي لا تتدهور تدريجياً لكنها تفشل فجأة مثل المصابيح الكهربائية، المقابس،...

لذلك ينبغي الاهتمام بها أو الاستبدال الوقائي لها لكي لا يحدث أي انهيار محتمل؛

وهناك نوعان من سياسات الاستبدال المعتمدة في الفشل الفجائي هي:

- سياسة الاستبدال الفردي⁽¹⁾: يتم فيها استبدال العنصر (الجزء) المعاب فور حدوث الفشل، وتقلل

هذه السياسة تكاليف تشغيل الآلة لأنها تحاول زيادة مدة الاستعمال، وأحياناً قد تكون تكاليف استبدال

العنصر المعاب باهظة؛ لذلك يُعتمد السياسة الآتية؛

- سياسة الاستبدال الكلي⁽²⁾: تظهر هذه السياسة في حالات تكون فيها التكلفة أو المتاعب المصاحبة

للاستبدال عند الفشل مرتفعة جداً، ويتم فيها استبدال العناصر المعيبة فقط أو استبدال العناصر

المعيبة بالإضافة للعناصر التي هي عرضة للفشل خلال فترة زمنية معينة أي التي تعدت عدداً معيناً

ومتفقاً عليه من ساعات الخدمة، أو استبدال كل العناصر (استبدال الآلة ككل).

أما نماذج الاستبدال فتتمثل فيما يلي:⁽³⁾

1. النموذج الأول: يلاحظ في هذا النموذج أن تكاليف الصيانة والتصليح تزداد بمرور الزمن، ويستخدم

معدل الكلفة الكلية للآلة كمعيار لاتخاذ القرار بخصوص الفترة التي يتم فيها الاستبدال.

بافتراض أن C: تمثل كلفة شراء المعدات الجديدة؛

S: تمثل قيمة بيع المعدات القديمة؛

n: تمثل عدد الفترات الزمنية لخدمة المعدات؛

TC: تمثل مجموع الكلف الكلية؛

T = TC/n: تمثل معدل الكلفة الكلية؛

(1) الألويسي عبد الستار أحمد محمد، أساليب بحوث العمليات: الطرق الكمية المساعدة في اتخاذ القرار، دار القلم للنشر والتوزيع، دبي، الإمارات العربية المتحدة، 2003، ص 423.

(2) شافير سكوت، ميرديث جاك، ترجمة: سرور علي إبراهيم، إدارة العمليات: منهج عملية الأعمال بصفحات الانتشار، دار المريخ للنشر، الرياض، السعودية، 2005، ص 1122.

(3) تاسي نيل جورج، محاضرات في الهندسة الصناعية، 2008، ص: 100-102، من الموقع <http://fr.slideshare.net/osamaa999/engineering-management-34007287> تم الاطلاع (2015/02/24: 20:50)..

$f(t)$: تمثل كلفة الصيانة في الزمن t ؛

$$TC = C + \int_0^n f(t)dt - S$$

لذا فإن:

$$T = \frac{TC}{n} = \frac{1}{n} \left(C - S + \int_0^n f(t)dt \right)$$

ولإيجاد قيمة الزمن n الذي يعطي أقل قيمة إلى T سيكون:

$$\frac{\partial T}{\partial n} = -\frac{1}{n^2} \left(C - S + \int_0^n f(t)dt \right) + \frac{1}{n} \frac{\partial}{\partial n} \int_0^n f(t)dt$$

وحيث أن:

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial n} \int_0^n f(t)dt &= \frac{\partial}{\partial n} [F(t)]_0^n & / & \int f(t)dt = F(t) \\ &= \frac{\partial}{\partial n} [F(n) - F(0)] & / & F(0) = 0 \\ &= \frac{\partial}{\partial n} F(n) = f(n) \end{aligned}$$

لذا فإن:

$$\frac{\partial T}{\partial n} = -\frac{1}{n^2} \left(C - S + \int_0^n f(t)dt \right) + \frac{1}{n} f(n) = 0$$

$$f(n) = \frac{1}{n} \left(C - S + \int_0^n f(t)dt \right)$$

$$\frac{\partial^2 T}{\partial n^2} = \frac{2}{n^3} \left(C - S + \int_0^n f(t)dt \right) + \frac{1}{n} f'(n) - \frac{2}{n^2} f(n) > 0 \Rightarrow \min$$

أي أنه سيكون معدل الكلفة الكلية أقل ما يمكن حسب ما يلي:

$$\text{وذلك عند كون الزمن } t \text{ متغير مستمر؛} \quad g(n) = \frac{1}{n} \left(C - S + \int_0^n f(t)dt \right)$$

$$\text{وذلك عند كون الزمن } t \text{ متغير متقطع؛} \quad g(n) = \frac{1}{n} \left(C - S + \sum_{t=0}^n f(t) \right)$$

2. النموذج الثاني: يتم في هذا النموذج استبدال الوحدات أو الأجزاء التي تتعطل بصورة مفاجئة إذ يتم

حساب معدل كلفة الاستبدال الفردي ومعدل كلفة الاستبدال الجماعي لكل فترة زمنية ويتم تحديد سياسة

الاستبدال المثلى من خلال أقل معدل كلفة كلية وكما يلي:

- عدد الوحدات المستبدلة خلال الفترة (i)

$$N(i) = \sum_{j=1}^i N_{j-1} P_{i-j+1} = N_0 P_i + N_1 P_{i-1} + N_2 P_{i-2} + \dots + N_{i-1} P_1$$

- معدل عمر الوحدة الانتاجية (AL) (Average life of items):

$$AL = \sum_{i=1}^n i P_i$$

- معدل العطل في الفترة الزمنية n(AF) (Average failure per period):

$$AF = \frac{N_0}{AL}$$

- كلفة الاستبدال الفردي لكل وحدة انتاجية (CRI) (Cost of individual replacement):

$$CRI = C_1 * AF$$

- معدل كلفة الاستبدال الجماعي لكل فترة i(ACGR) (Average cost group replacement per i):

(period)

$$ACGR_i = \frac{C_2 * N_0 + C_1 * \sum_{j=1}^i N_j}{i}$$

وعليه تقارن كلفة الاستبدال الفردي CIR مع معدل كلفة الاستبدال الجماعي ACGR، فتكون القيمة

الدنيا هي التي تحدد نوع الاستبدال (فردى أو جماعى) ومن قيم ACGR تتحدد الفترة المثلى i للاستبدال الجماعى.

علما أن:

P_i : تمثل احتمال عطل الوحدات الجديدة خلال الفترة الزمنية i؛

C_1 : تمثل كلفة الاستبدال الفردي لكل وحدة؛

C_2 : تمثل كلفة الاستبدال الجماعى لكل وحدة؛

N_0 : تمثل عدد الوحدات الانتاجية الكلية المستخدمة في بداية الفترة $i=1,2,3,\dots,n$

6_ سلاسل ماركوف:

من خلال ما سبق نلاحظ اختلاف وتتنوع النماذج المستخدمة في الصيانة وتطبيقاتها وكثير منها يعتمد على الإحصاء والرياضيات وأساليب بحوث العمليات في حساباتها، ويعد نموذج سلاسل ماركوف من النماذج الشائعة الاستخدام وذلك لتعدد التطبيقات التي تتمتع بها في المجالات الإدارية والهندسية. وبما أن الأعطال العشوائية هي التي لا يمكن التنبؤ بها فالمؤسسة أو إدارة الصيانة بصفة خاصة تعتمد على نموذج سلسلة ماركوف الذي يختص بدراسة العمليات العشوائية التي تتغير مع الزمن على نحو يتعذر التنبؤ به (التي توصف بمتتالية من الزمن).

ويُعرف "Kallen" سلسلة ماركوف بأنها " عملية عشوائية يتميز كل متغير عشوائي فيها X_{n+1} بارتباطه بالمتغير السابق له مباشرة X_n وبتأثيره المباشر على المتغير اللاحق X_{n+2} فقط، ومن هنا أطلق على هذه العملية اسم سلسلة لتعلق كل متغير بالمتغير المجاور له مباشرة فقط"⁽¹⁾.

حيث العملية العشوائية تتمتع بأن حالتها في المستقبل لا تعتمد بالضرورة على حالاتها في الماضي وأن معرفة حالتها في المستقبل يعتمد على معرفة حالتها في الحاضر فقط⁽²⁾؛ وتسمى هذه العملية بسلسلة ماركوف (*Markov chain*) وهي ناتجة عن نظرية توليد الأرقام العشوائية وتطبق هنا لتوليد الحالات العشوائية، وليكن X_t متغيراً عشوائياً (متقطع) هو حالة آلة معينة في نقطة معينة من الزمن $t=1,2,\dots$ فتكون مجموعة المتغيرات العشوائية تشكل عملية ستوناستيكية، حيث يكون عدد الحالات فيها منتهياً أو غير منتهياً، فمثلاً حالة الآلة في وقت الصيانة الوقائية الشهرية تتميز بكونها جيدة (2) حسنة (1) وعاطلة (0)، وفي أي شهر رقم t قد تكون الآلة في إحدى الحالات $X_t = \{0,1,2\}, t=1,2,\dots$ ، وهنا يكون عدد الحالات منتهياً في 3 حالات؛ بينما في محل لاستقبال طلبات التوظيف تصل الطلبات عشوائياً للمحل بمعدل 5 طلبات في الساعة حيث تتبع عملية وصول الطلبات توزيع بواسون الذي يسمح بأي عدد من الوظائف ابتداء من 0 للوصول للمحل خلال مجال زمني $(0,t)$ فيكون عدد الحالات غير منتهى $X_t = \{0,1,2,\dots\}, t > 0$ ، ومن خلال ما سبق يرمز لسلسلة

$$P\{X_{t_n} = x_n | X_{t_{n-1}} = x_{n-1}, \dots, X_{t_0} = x_0\} = P\{X_{t_n} = x_n | X_{t_{n-1}} = x_{n-1}\} \quad (3)$$

⁽¹⁾Kallen. M.J, Markov processes for maintenance optimization of civil infrastructure in the Netherlands. Ph.D. thesis, Delft University of Technology, Delft, 2007, p15.

⁽²⁾ Winston. w, Operations Research Applications and Algorithms, 4th edition, 2003, p930.

⁽³⁾Taha H, Op Cit, pp 642-643.

فيكون الاعتماد في الانتقال للحالة المستقبلية على الحالة الحاضرة فقط دون غيرها، ويكون مجموع

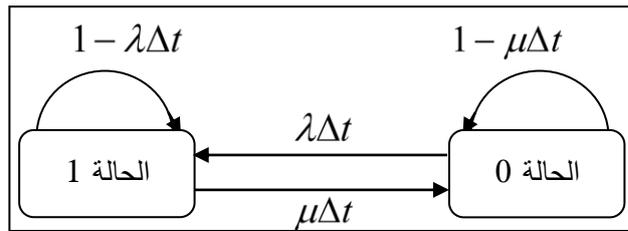
الاحتمالات الكلية مساويا للواحد كما يلي:

$$\sum_j P_{ij} = 1, i = 1, 2, \dots, n$$

حيث $P_{ij} > 0, (i, j) = 1, 2, \dots, n$

ويوضح "Smith" أن سلسلة ماركوف في تطبيقات إدارة الصيانة تعتمد على حساب معدل العطل والإصلاح في النظام التشغيلي P، وتتألف من الحالات المحتملة للحالة التشغيلية لآلات الإنتاج، واحتمالات الانتقال من حالة تشغيلية إلى أخرى (احتمالات الانتقال تعني احتمال انتقال الآلة من الحالة التي تكون فيها صالحة للعمل إلى الحالة التي تكون فيها عاطلة عن العمل وبالعكس)⁽¹⁾، والشكل التالي يعرض التمثيل البياني لسلسلة ماركوف واحتمال الانتقال من حالة إلى أخرى:

الشكل رقم (18): نموذج سلسلة ماركوف بيانيا



Source: Dhillon. B.S, Op Cit, p200.

حيث λ : يمثل معدل العطل؛

μ : يمثل معدل التصليح؛

والدوال الرياضية التي تصف سلوك الأعطال تختلف في تعقيدها حسب طبيعة نظام الآلات ويذكر "

"Marquez أن الدوال الأساسية لنماذج العطل هي:⁽²⁾

- دالة الكثافة الاحتمالية للعطل $f(t)$ ؛

- دالة التوزيع الاحتمالي للعطل $F(t)$ (وتسمى أيضا بدالة توزيع العطل التراكمي)؛

- دالة الموثوقية $R(t)$ (والموثوقية تعني احتمالية أداء الآلة للعمل لغرضها الإنتاجي أو

الخدمي في ظل الظروف التشغيلية وخلال فترة زمنية محددة t)⁽³⁾؛

⁽¹⁾ Smith, D.J, Op Cit, p p 89, 90.

⁽²⁾ Marquez A.C, Op Cit, p 50.

⁽³⁾ اللامي غسان قاسم داود، البياتي أميرة شكرولي، مرجع سابق، ص 492.

- دالة العطل (معدل العطل) $\lambda(t)$.

حيث: (1)

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{R(t-1)} \dots\dots\dots(1)$$

ويلاحظ في دالة العطل أن هناك علاقة عكسية بينها وبين دالة الموثوقية، أي كلما زاد معدل العطل كلما قلت موثوقية الآلة (سيتم توضيحها أكثر بالحسابات في الجزء التطبيقي).

والنظام التشغيلي P يمكن أن يأخذ أحد هذه الحالات: (2)

- الحالة (0): تمثل حالة الآلة صالحة للعمل (الآلة تعمل)؛
- الحالة (1): تمثل حالة الآلة عاطلة عن العمل (لا تعمل)؛
- إذا كان λ هو احتمال انتقال الآلة من الحالة (0) إلى الحالة (1) فإن $(\lambda - 1)$ هو احتمال بقاء الآلة في الحالة (0)؛
- وإذا كان μ هو احتمال انتقال الآلة من الحالة (1) إلى الحالة (0) فإن $(\mu - 1)$ هو احتمال بقاء الآلة في الحالة (1).

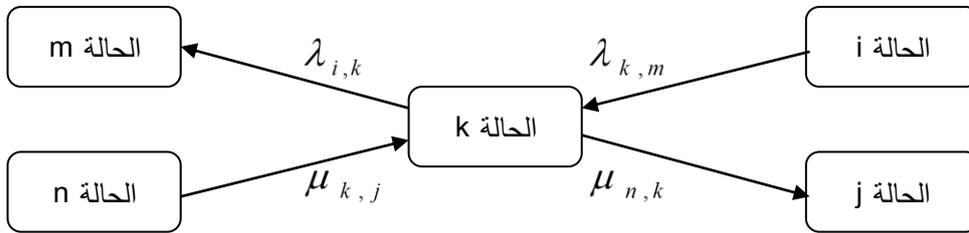
ويرمز إلى احتمال الحالة للآلة بالرمز $P_j(t)$ وهو يمثل احتمال كون الآلة في الحالة (j) عند الوقت (t) (دراسة احتمالية تغير الحالة المعروفة فقط في الحالة الحالية تحت الاحتمالية للعطل أو الإصلاح ليست معروفة في التاريخ الماضي في النظام التشغيلي)، فإذا كانت الآلة في حالة صالحة للعمل في الوقت الابتدائي $(t=0)$ فإن احتمال الحالة (0) عند الوقت $(t=0)$ سيكون $[P_0(0)=1]$ ، وإن احتمال الحالة (1) عند الوقت $(t=0)$ سيكون $[P_1(0)=0]$.

وبعني أيضا أن احتمال الحالة (0) يقل بمعدل ثابت هو λ بمعنى أنه إذا كانت الآلة في الحالة (0) صالحة للعمل في فترة الوقت (t) فإن احتمال انتقال الآلة إلى الحالة العاطلة (1) عن العمل خلال الفترة اللاحقة من الوقت سيكون (λdt) .

(1) Dhillon. B.S, Op Cit, pp 190-191.
 (2) Smith. D.J, Op Cit, p p 90-91.

واحتمال الانتقال من الحالة صالحة للعمل للحالة (0) إلى الحالة عاطلة عن العمل الحالة (1) خلال الفترة المتزايدة من الوقت (dt) يمكن الحصول عليه من خلال (احتمال الآلة في الحالة (0) عند بداية الفترة مضروباً باحتمال الانتقال λdt)، ومن هنا نتأكد أن سلاسل ماركوف هي الأكثر تعقيداً من بين العديد من النماذج وذلك لارتباطها بعدد الحالات الابتدائية للنظام وعدد الحالات التي يتوقع الانتقال إليها والتي غالباً ما تكون كثيرة ومجهولة العدد، ولكن يمكننا وبصورة عامة حسب ما وضع "Dhillon" القول أن الاحتمالية الكلية للانتقال إلى أي حالة معطاة بالشكل التالي:⁽¹⁾

الشكل رقم (19): احتمالات الانتقال من وإلى الحالة K



Source: Marquez A.C, Op Cit, p161.

أي أن الاحتمالية الكلية للانتقال تساوي مجاميع [معدل العطل والانتقال من حالة لأخرى مضروباً في احتمال الحالة التي تم الانتقال منها] مع مجاميع [معدل التصليح والانتقال من حالة لأخرى مضروباً في احتمال الحالة التي تم الانتقال منها] وكل ذلك مطروحاً منها (مجاميع معدلات العطل والتصليح) وبعبارة أخرى فإن الاحتمالية الكلية للانتقال من وإلى الحالة المعطاة تكون مجموع احتمال الانتقال للحالة المعطاة مضروباً باحتمال الحالة التي تم الانتقال منها مطروحاً منها مجموع احتمالات الخروج والانتقال من الحالة المعطاة مضروباً باحتمال الحالة المعطاة، ويمكن توضيح معادلة الانتقال من حالة إلى أخرى لأي حالة معطاة بالمعادلة التالية:

$$\frac{dP_k}{dt} = \sum \lambda_{i,k} P_i + \sum \mu_{n,k} P_n - \left(\sum \mu_{k,j} + \sum \lambda_{k,n} \right) P_k$$

تحت شرط مفاده أن جميع احتمالات النظام التشغيلي مجموعها يساوي الواحد أي: $\sum P_i = 1$

⁽¹⁾ Marquez A.C, Op Cit, p161.

المطلب الثاني: كيفية تأثير الأساليب الكمية على إدارة الصيانة

إن متخذ القرار لا يعرف وبشكل مؤكد أن البديل الأفضل سيعود حتماً بالنتائج المطلوبة لكنه يعرف أن هذا البديل هو الأفضل بالقياس بالبدائل الموجودة وعلى الظروف المحيطة بالمشكلة موضوع القرار، فاستخدام الأساليب الكمية من قبل متخذ يعتبر كمعيار أو مؤشر للحكم على مدى نجاح أو فشل العمل الذي طبقت فيه على أن تتصف هذه الأساليب بالواقعية والمرونة والوضوح.

وإن استخدام الأساليب الكمية من قبل مسؤولو إدارة الصيانة يمكن أن يساعدهم في تحقيق المردودية الفعلية وتجسيد الأهداف المسطرة، فمن خلال:

- تطبيق نموذج التحليل الشبكي: فإنه يمكن للمدراء:⁽¹⁾

- معرفة الأنشطة الحرجة والأوقات الفائضة لها مما تمكن من تحديد إمكانية تأخير 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 التآرجح بين حديها بما يتناسب مع الموقف الذي يعترضهم؛
- متابعة مستوى التنفيذ وتحديد الانحرافات القائمة على الخطة الموضوعة مسبقاً واتخاذ الاجراءات الكفيلة بمعالجة مواطن الخلل؛
- إعداد التقارير الدورية والنهائية لمختلف مراحل التنفيذ فيما يتعلق الأمر بالتكاليف وكيفية ضغطها؛
- إجراء التنسيق بين مختلف الجهات ذات العلاقة بتنفيذ العديد من فعاليات المشروع؛
- توفر إمكانية إعادة النظر بالخطة بحيث تستطيع استيعاب المتغيرات الجديدة بما يضمن الدقة في التنفيذ ضمن الوقت والتكلفة المحددين.

- تطبيق أسلوب المحاكاة: تُمكن المحاكاة من تحليل الكثير من الحالات المعقدة في الواقع العملي خاصة عند الاعتماد على الحاسوب مما يساهم في اختصار الوقت، حيث تسمح بطرح العديد من التساؤلات مما يساعد مدراء إدارة الصيانة في وضع البرامج الزمنية للعمل، تحديد البدائل الأكثر قبولاً واختيار البديل الأفضل الذي يحقق أقل تكلفة أو أقل فترات توقف، وعلى أساسه يتم

(1) الموسوي عبد الرسول عبد الرزاق، مرجع سابق، ص134.

انتهاج السياسة التي تحقق الهدف المسطر هذا ما يوفر لإدارة الصيانة مرونة أكثر لمواجهة التغيرات في الواقع العملي مما يزيد من فعاليتها.

- صفوف الانتظار: تساهم في وضع البرامج الزمنية لأعمال الصيانة وتحديد حجم القوة العاملة، توفير زمن أقل في حل مشكلة انتظار الآلات للصيانة وتقليل التكاليف.

- شجرة القرار: تساعد المنفذين في إدارة الصيانة نوعية الصيانة الواجب اتباعها وتنفيذها على آلات المؤسسة والتي من خلالها تتحقق جودة عملية الصيانة وتزيد من كمية الإنتاج المطلوبة من هذه الآلات مما يؤثر بشكل إيجابي على سير العملية الإنتاجية.

- تطبيق نماذج الاستبدال: إن اختيار أحد نماذج الاستبدال يساعد في تحديد السياسة المثلى للإحلال (استبدال الآلات التي تتدهور تدريجياً أو التي تتدهور فجأة)، فالتجهيزات لها عمر محدود وبسبب التقادم والتطور التكنولوجي تنخفض كفاءتها وتزيد تكاليف تشغيلها وصيانتها وتقل معدلات الإنتاج عن ما هو مسطر مما ينعكس سلباً على إدارة الصيانة من جهة وعلى إدارة الإنتاج من جهة أخرى، لذلك يتم تطبيق أحد نماذج سياسات الاستبدال التي تؤدي إلى زيادة الأداء التشغيلي للتجهيزات، تحقيق كمية الإنتاج المخططة وتقليل التكاليف الإجمالية لإدارة الصيانة.

- تطبيق نموذج سلاسل ماركوف: يمكن معرفة الحالة التشغيلية للآلة من خلال معرفة مثلاً معدل العطل الذي يساعد في معرفة موثوقية الآلة، معدل التصليح لتحسين إجراءات تدخلات الصيانة وتوفير قطع الغيار اللازمة في الوقت المناسب، زيادة تدريب أفراد الصيانة وتحديد أسباب التوقفات لتقليل أوقات التصليح إلى الحد الأدنى وإعادة تشغيل الآلة في أقل وقت ممكن، مما يساهم في مراجعة سياسات الصيانة المطبقة وإدخال التعديلات اللازمة.

هذا كله يؤثر إيجاباً على فعالية قرارات إدارة الصيانة مما يُمكن مسؤوليها من تطبيق هذه القرارات

وإنجازها بأقل تكلفة ممكنة.

خلاصة

كان حديثنا في هذا الفصل عن الأساليب الكمية المختلفة وأنواعها التي تركز على أساسيات علم الرياضيات والإحصاء والتي تشترك في مجملها في كونها تستهدف نتيجة نهائية تتمثل إما في تعظيم العائد أو تدنية التكاليف، إلا أنها تختلف في إجراءات ووسائل الوصول إلى النتيجة النهائية، كما تم التطرق لأهمية كل نوع من هذه الأساليب، وحاولنا معرفة جميع الأساليب المطبقة في إدارة الصيانة وكذا تحليل الأثر الناتج عن هذا التطبيق على فعالية هذه الإدارة، وسنحاول في الفصل التالي الربط بين ما تم الوصول إليه في الجانب النظري والجانب التطبيقي ومعرفة واقع إدارة الصيانة في المؤسسة محل الدراسة ومحاولة تطبيق أحد الأساليب الكمية وهو نموذج سلاسل ماركوف في هذه الإدارة وتبيان أثره على فعاليتها.

الفصل الثالث:

دراسة تطبيقية لأثر تطبيق الأساليب

الكمية على فعالية إدارة الصيانة في

مؤسسة صناعة الكوابل فرع جنرال

كابل - بسكرة-

تمهيد

بعد الدراسة النظرية لكل من الأساليب الكمية وإدارة الصيانة كان لابد من إعطاء الصيغة العملية لهما لجعلهما أكثر موضوعية؛ ولأن الميدان هو المتحكم في نتائج أي دراسة علمية فقد قمنا بمحاولة إسقاط هذه المعارف النظرية التي تم التطرق لها في الفصلين السابقين على الجانب العملي، ولذلك تم القيام بدراسة ميدانية بإحدى المؤسسات الصناعية الجزائرية وهي مؤسسة صناعة الكوابل الكهربائية فرع جنرال كابل -بسكرة-؛ وتعتبر من بين المؤسسات التي تشهد بيئة تتميز بالتغيير المستمر والسريع مما يجعلها معنية بالتطوير ومواكبة العصر الذي تسوده.

وحسب ما تحدثنا عنه في القسم النظري وحسب ما خلصنا إليه من نتائج نظرية ارتأينا تقسيم

الدراسة الميدانية منهجيا إلى ثلاثة مباحث تتمثل فيما يلي:

المبحث الأول: تقديم المؤسسة محل الدراسة؛

المبحث الثاني: إدارة الصيانة في المؤسسة؛

المبحث الثالث: تطبيق نموذج سلاسل ماركوف وأثره على فعالية إدارة الصيانة بالمؤسسة

المبحث الأول: تقديم المؤسسة محل الدراسة

تعتبر مؤسسة صناعة الكوابل الكهربائية فرع جنرال كابل (*General Cable*) بسكرة من أكبر المؤسسات في مجال تخصصها على المستوى الوطني والافريقي، يتميز نشاطها بطابع إنتاجي تجاري؛ تعتبر متخصصة في صناعة الكوابل الكهربائية بشتى أنواعها، كما تنتج البكرات الخشبية المتعلقة بالكوابل الكهربائية. وسيتم في هذا المبحث تقديم المؤسسة من خلال التطرق إلى نشأتها وتعريفها وأهدافها ثم التعرف على هيكلها التنظيمي.

المطلب الأول: نشأة المؤسسة

في إطار التنمية المنتهجة بعد الاستقلال وبغرض خلق الصناعة الكهربائية والالكترونية ولتلبية احتياجات السوق الوطنية تأسست المؤسسة الوطنية لصناعة وتركيب الأجهزة الكهربائية *SONELEC* وأوكلت لها مهمة بعث صناعة كهربائية إلكترونية محلية، وفي سنة 1982 ومن أجل تغطية حاجات السوق الوطنية من الكوابل والأسلاك الكهربائية وتطبيقا لمبدأ اللامركزية في تسيير المؤسسات العمومية أعيدت هيكل المؤسسة الوطنية *SONELEC* وحسب أرشيف المؤسسة الذي وقع بين أيدينا من مكتب هيكل التكوين فقد تجزأت المؤسسة إلى عدة مؤسسات هي: (1)

- المؤسسة الوطنية لصناعة الأجهزة الإلكترونية *ENIE* ومقرها سيدي بلعباس؛
 - المؤسسة الوطنية لصناعة الأجهزة الكهرومنزلية *ENIEM* مقرها تيزي وزو؛
 - المؤسسة الوطنية لصناعة البطاريات *ENGP* مقرها سطيف؛
 - المؤسسة الوطنية لصناعة العتاد الكهربائي *EDIMEL* مقرها الجزائر العاصمة؛
 - المؤسسة الوطنية للاتصال *ENTC* مقرها تلمسان؛
 - المؤسسة الوطنية لصناعة الكوابل *ENICAB* مقرها الجزائر العاصمة.
- تأسست هذه الأخيرة سنة 1983 وتشرف على ثلاث وحدات وهي:
- وحدة القبة لصناعة الكوابل الكهربائية ذات الضغط المتوسط وذات الضغط المنخفض؛
 - وحدة واد السمار بالحراش لصناعة الأسلاك والكوابل الهاتفية؛

(1) وثائق المؤسسة في مكتب هيكل التكوين.

- وحدة بسكرة لصناعة كوابل الطاقة (الكوابل بشتى أنواعها).

ولقد انطلقت أشغال إنجاز وحدة بسكرة تطبيقا للمخطط الخماسي 1980 - 1984 بغطاء مالي قُدِّر بحوالي 1.5 مليار دج، ونتيجة في البداية ولعدم كفاية الإمكانيات المالية والتكنولوجية لإنجاز مثل هذا المشروع الضخم قامت المؤسسة *SONELEC* بالتعاقد مع عدة مؤسسات أجنبية ووطنية للمساهمة في إنجازها منها:⁽¹⁾

- **المؤسسات الأجنبية:** تمثل نسبة مساهمتها 40% وهي:

1. مؤسسة *SKET* الألمانية التي أشرفت على دراسة وتجهيز المشروع بالآلات والمعدات وكلفت بالتسيير الأولي للمصنع بعدها تركت التسيير لإطارات جزائرية التي تكونت تكوينا ألمانيا؛
2. مؤسسة *KABEL WERKE DBERSPREE* الألمانية والتي تكفلت بتكوين اليد العاملة والإطارات الفنية بألمانيا؛
3. مؤسسة *VINGOTTE* البلجيكية التي اختصت بالمراقبة التقنية لأجهزة الإنتاج؛
4. مؤسسة *SOGELE* الفرنسية والمكلفة بإعداد الهياكل القاعدية.

- **المؤسسات الوطنية:** تمثل نسبة مساهمتها 60% وهي:

1. مؤسسة *GENI-SIDER* لمقاولة البناء وأوكلت إليها جميع الأعمال الهندسية؛
2. مؤسسة *SIN-METAL* تكفلت بصنع وتركيب الأعمدة الحديدية؛
3. مؤسسة *ENEL* مهمتها تركيب الأجهزة الكهربائية؛
4. مؤسسة *ENITEC* مهمتها أعمال التهوية والتكييف؛
5. مؤسسة *SNI-UAPV* مهمتها القيام بأعمال الطلاء والدهان؛
6. مؤسسة *UNEL-UE* مهمتها تزويد المشروع بالكهرباء والإنارة.

بدأت المؤسسة محل الدراسة في بادئ الأمر قبل سنة 1986 باعتبارها وحدة جزئية من المؤسسة الأم ولكنها بدأت بالعمل والإنتاج بعد ذلك، ثم تحولت إلى مؤسسة عمومية اقتصادية برأسمال جماعي قدره حوالي 40 مليون دج، لكنها بقيت كوحدة تابعة للمؤسسة الأم *ENICAB* إلى غاية نهاية سنة 1997 حيث انفصلت عن

⁽¹⁾ وثائق المؤسسة في مكتب هيكل التكوين.

المؤسسة الأم بقرار من المؤسسة العمومية القابضة *HOLDING* لتصبح مؤسسة صناعة الكوابل *ENICABISKRA* وأصبحت مؤسسة مستقلة جزئيا ذات رأسمال جماعي قدره 801 مليون دج تملك معظمه المؤسسة العمومية القابضة وسلطة القرار لم تكن بيد المؤسسة كليا بل بقيت بعض الارتباطات القانونية مع المديرية العامة بالجزائر العاصمة، وفي سنة 1998 استقلت المؤسسة كليا من حيث حرية اتخاذ قرارات التسيير. في سنة 2008 تم خصخصة مؤسسة *ENICABISKRA* حيث تم بيع 70% من الأسهم إلى مجموعة جنرال كابل *GENERAL CABLE* وهي شركة أمريكية تعد واحدة من أكبر الشركات في العالم في تصنيع الأسلاك والكوابل تملك 57 منشأة صناعية في 26 دولة وتوظف أكثر من 14000 عامل مع عوائد سنوية تقترب الـ 6 مليار دولار وهي الشركة الرائدة عالميا في مجال تطوير وتصميم وتصنيع وتسويق وتوزيع منتجات النحاس، الألمنيوم، أسلاك الألياف البصرية والكوابل للطاقة، الصناعة، الاتصالات (أنظر الموقع www.GeneralCable.com)؛ أما الـ 30% المتبقية من الأسهم بقيت تحت تصرف شركة مساهمات الدولة *SGP* (*Société de Gestion et de Participation*) وأصبحت بذلك مؤسسة صناعة الكوابل بسكرة فرعا من فروع جنرال كابل⁽¹⁾.

المطلب الثاني: التعريف بالمؤسسة وأهدافها

الفرع الأول: التعريف بالمؤسسة

مؤسسة *ENICABISKRA* هي فرع من فروع جنرال كابل ذات رأسمال يقدر بأكثر من مليار دينار جزائري "1.010.000.000" دج وتعد من أكبر المؤسسات في مجال تخصصها على المستوى الوطني والإفريقي، وتحتل موقعا استراتيجيا في الناحية الغربية للمدينة فهي تقع في المنطقة الصناعية على الطريق الوطني رقم 46 الرابط بين بسكرة والجزائر العاصمة بالإضافة إلى قربها من مطار الولاية، وكذا ارتباطها بالشبكة الوطنية للنقل بالسكك الحديدية، تتربع على مساحة قدرها 41.45 هكتار موزعة إلى 12 هكتار تشتمل على مباني إدارية، ورشات إنتاج، مخازن، ورشات لتكوين وتدريب العمال الجدد، أما الجزء المتبقي عبارة عن مساحة حرة

(1) وثائق المؤسسة في مكتب هيكل التكوين.

- من الموقع الرسمي للمؤسسة (www.GeneralCable.com)، تاريخ آخر اطلاع 2015/03/15 21:27.

تقدر ب 30.45 هكتار تضم: مواقف للسيارات ومختلف المعدات وساحات خضراء يستعمل جزء منها كمخازن إضافية في حالة عدم كفاية مخازن الإنتاج التام الصنع.

أما في ما يخص المنافع العامة فالمؤسسة تملك مركزا للتحكم في توزيع الكهرباء داخل المؤسسة وعلى مستوى الورشات بالإضافة إلى شبكة المياه صالحة للشرب، شبكة لتصريف المياه والسوائل الناتجة عن عملية التصنيع، شبكة مضادة للحرائق، الغاز الطبيعي، كما أن جميع أماكن العمل بما فيها الورشات مكيّفة بطريقة حديثة مما يوفر للعمال ظروف عمل جيدة خاصة في فصل الصيف، بالإضافة إلى وجود شبكة الانترنت التي تمكن العمال من الاتصال ببعضهم البعض بطريقة أسرع وأفضل.

أما بالنسبة لعمال المؤسسة فإن عددهم تأثر منذ بدايتها إلى هذا العام (نهاية سنة 2014) لعدة أسباب منها التسريح المتكرر بحجة تخفيض التكاليف وكذا تقاعد بعضهم إضافة إلى سياسة التوظيف عن طريق العقود قصيرة الأجل، فإلى غاية 2014/12/31 يبلغ عدد عمال المؤسسة: 742 عامل ويمكن تقسيمهم حسب المستوى الوظيفي كما يظهر في الجدول التالي:

الجدول رقم (07): عدد الأفراد العاملين بمؤسسة صناعة الكوابل بسكرة

العدد	المستوى الوظيفي
31	إطارات (مسيرة+ سامية)
87	إطارات
133	أعوان تحكم
491	أعوان تنفيذ

المصدر: من إعداد الطالبة بناء على وثائق المؤسسة من مديرية الموارد البشرية.

نلاحظ من الجدول السابق أن عدد الأعوان (624) مقارنة بعدد الإطارات (118) يمثل ما نسبته 18.91%؛ أي إطار لكل خمسة أعوان بالتقريب وهي نسبة مقبولة في أغلب الشركات العالمية.

استطاعت هذه المؤسسة من تخفيض نسبة الاستيراد للمنتجات التي تنتجها حسب المواصفات والكميات

التي يحددها الزبون إذا ما توفرت المواد الأولية فهي تستعمل:

- النحاس والألمنيوم كمواد ناقلة للتيار الكهربائي؛

• حبيبات الـ PVC (Polyvinyle de Chlorure) والـ PRC (Polyéthylène Réticulé)

(Chimiquement) و الطباشور CRAIE كمواد أولية للعزل؛

• مواد استهلاكية كمواد كيميائية لتحضير الـ PVC ومواد طاقوية مثل Gasoil؛

• الخشب لصناعة البكرات الخشبية ومواد أخرى كقطع الغيار.

وتتعامل مع عدة موردين أجانب ومحليين في الدول والمدن التالية: تركيا، فرنسا، سكيكدة، الخروب، كما

أنها تسوق منتجاتها لعدة زبائن أهمهم مؤسسة سونلغاز وتعتمد في ذلك على شبكة موزعين منتشرين (لديها 15

موزع معتمد على المستوى الوطني وتعمل على توسيعها مستقبلا).

وتختص المؤسسة في إنتاج العديد من أنواع الكوابل وذلك حسب الطلب وهي⁽¹⁾:

- الكوابل المنزلية؛

- الكوابل الصناعية؛

- كوابل التحكم؛

- كوابل التوزيع؛

- كوابل ذات الضغط المرتفع؛

- كوابل ذات الضغط المتوسط؛

- كوابل غير معزولة وهي كوابل الألمنيوم المدرع ALU-ACIER وكوابل الـ ALMELEC وهي كوابل تتمتع

بالخفة والجودة.

وحتى يتم إنتاج هذه الكوابل لا بد من المرور بالمراحل التالية:

1. مرحلة القلد والظفر *Tréfilage et Câblage*: فالقلد يعني تمديد سلك النحاس أو الألمنيوم عن طريق

سحب طرفيه عبر آلات متخصصة ضمن شروط أهمها الحرارة لتصغير قطر السلك، أما الظفر

فتعني لوي عدة أسلاك مع بعضها للحصول على كابل حسب الطلب ويكون أكثر تماسكا؛

2. مرحلة العزل *Isolation*: إضافة مادة عازلة كالـ PVC أو الـ PRC لتفادي تماس الموصلات وذلك

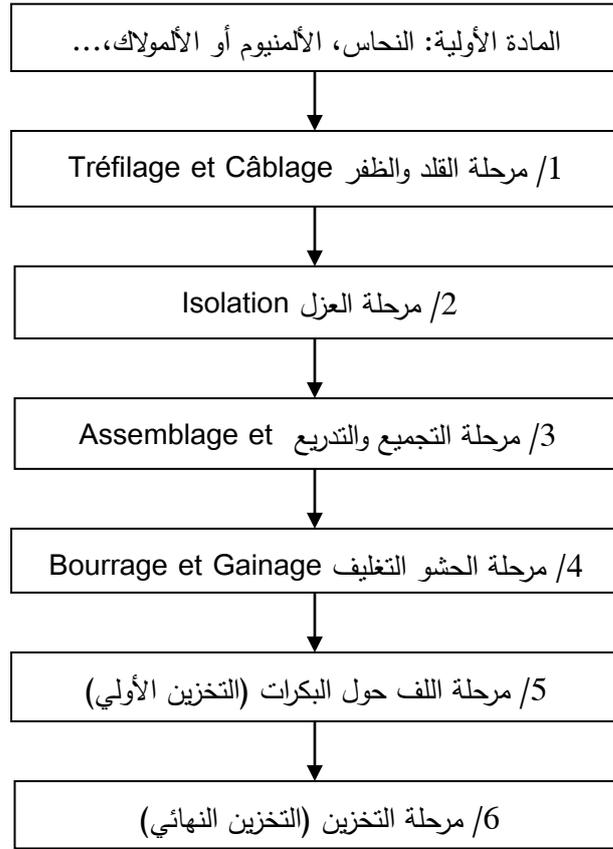
حسب الكابل المراد صنعه؛

⁽¹⁾ وثائق المؤسسة في مكتب هيكل التكوين.

3. مرحلة التجميع والتدريع *Assemblage et Armure*: يُدرَّع الكابل بمادة النحاس أو الفولاذ لحماية الكابل من المقاومات الميكانيكية، وتلف النواقل أو الموصلات حول بعضها باتجاهين متعاكسين؛
4. مرحلة الحشو والتغليف *Bourrage et Gainage*: حشو الموصل بمادة *Polythène* نوع من الـ *PVC* حيث تعطي عملية الحشو للموصل الشكل الدائري كما تعمل على سد الفراغات من أجل حماية الكابل من الاحتكاكات الداخلية التي تسبب تآكل الموصلات، وتغلف الموصلات بغلاف خارجي من مادة الـ *PVC* ليصبح منتوجا نهائيا؛
5. مرحلة اللف حول البكرات: يُلف الكابل حول بكرات خشبية باستعمال آلات خاصة لذلك ليصبح جاهزا للتخزين والبيع، حيث يتم وضع بطاقة على كل بكرة خشبية لُفَّ عليها الكابل وهي بطاقة متابعة تحتوي على معلومات أهمها: (1)
- رقم البطاقة؛ تعيين المنتج النهائي؛ رقم التصنيع؛ رقم البكرة؛ لون البكرة ونوعها خشبية أم حديدية؛ مراحل العمل وعدد مرات: تجميع الموصلات، الحشو، التغليف، التدريع، الحشو الخارجي؛ الطول بالأمتار؛ تاريخ الصنع واسم العامل.
- وتحتوي أيضا على ملاحظات/ أو أخطاء في المنتج فإن وجدت لن يتم إرسالها للمخزن بل يتم إعادة فك الكابل من البكرة وتفكيكه وتحويله إلى مواد الأولية ليعاد تصنيعه من البداية؛ إضافة لاحتوائها أيضا على خانة يتم فيها وضع ملاحظات المراقب وكذا خانة لتراخيص خاصة من المسؤول الرئيسي لتوجيه البكرة للمخزن بعد خلوها من الأخطاء لتصبح جاهزة للتخزين والبيع فيما بعد.
- والى جانب إنتاج المؤسسة للكوابل بشتى أنواعها (أنظر الشكل الموالي رقم 20) تنتج أيضا مادة الـ *PVC* التي تستعملها كمادة حشو أو كمادة عازلة (أنظر الشكل الموالي رقم 21)، هذا بالإضافة أيضا لإنتاجها للبكرات الخشبية التي تلف عليها الكوابل، والشكلين التاليين يوضحان ذلك:

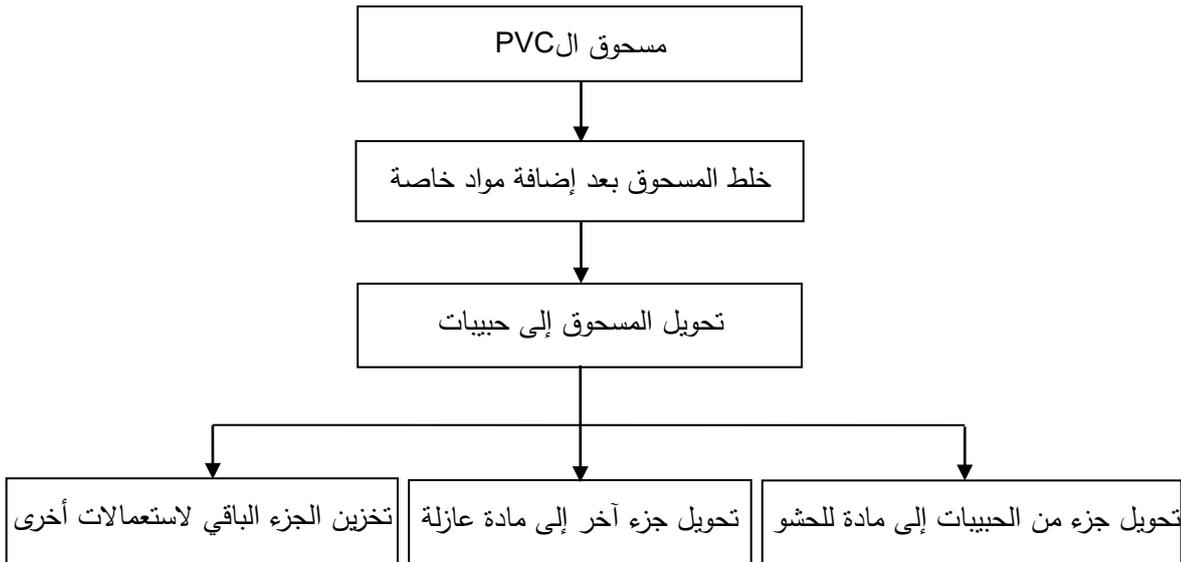
(1) أنظر الملحق رقم (01).

الشكل رقم(20): مراحل إنتاج الكوابل بمؤسسة صناعة الكوابل -بسكرة-



المصدر: مصلحة التخطيط ومراقبة تسيير الإنتاج

الشكل رقم(21): مراحل إنتاج حبيبات الPVC بمؤسسة صناعة الكوابل بسكرة



المصدر: مصلحة إنتاج حبيبات الPVC

كما تمتلك المؤسسة عدة تجهيزات مساعدة نذكر منها: مركز لمعالجة المياه، مركز لمعالجة الهواء، 36 جسر متحرك أرضي؛ وهذا الأخير عبارة عن وسيلة مناولة لنقل قطع الغيار أو المواد الثقيلة بين الورشات، بالإضافة إلى 35 ناقلا معلقا والتي تعتبر من وسائل المناولة أيضا وهي معلقة في سقوف الورشات، وكذا تمتلك المؤسسة أيضا 28 سيارة خفيفة، 37 سيارة من النوع الثقيل و214 جهاز تكييف.

الفرع الثاني: أهداف المؤسسة

تتمثل أهم أهداف مؤسسة صناعة الكوابل فرع جنرال كابل -بسكرة- في:

- تلبية حاجات السوق الوطنية والعمل على تدعيم وتنمية الاقتصاد الوطني؛
- الحفاظ على مستوى منخفض من استيراد المواد الأولية؛
- الاستغلال الأمثل لمختلف الموارد؛
- تخفيض التكاليف؛
- ضمان موقع الريادة في مجال تخصصها ومواجهة المنافسة؛
- الدخول إلى الأسواق العالمية؛
- الاهتمام بالعنصر البشري والحفاظ عليه وتحسين ظروف عمله؛
- إرضاء العملاء والحفاظ عليهم وكسب ثقتهم؛
- الحفاظ على شهادة الـ *ISO* وزيادة التحكم في مقاييس الجودة والسعي للحصول على شهادة نظام إدارة البيئة.

المطلب الثالث: الهيكل التنظيمي للمؤسسة

إن طبيعة وحجم مؤسسة صناعة الكوابل الكهربائية فرع جنرال كابل -بسكرة- يفرض عليها إيجاد طابعا معيناً يوضح مختلف المستويات والوظائف والعلاقات المختلفة بين هذه الوظائف، مما جعل هيكلها التنظيمي

يعرف عدة تطورات ليصل إلى الشكل الحالي⁽¹⁾ وذلك ليتوافق أكثر مع شهادتي الجودة ISO9002 و ISO9001 اللتين تحصلت عليهما بعد شراكتها مع المؤسسة الأجنبية.

يتكون الهيكل التنظيمي للمؤسسة من: المديرية العامة التي تشرف على مراقبة ومتابعة سير عمل المديریات الفرعية ويتفرع عنها ما يلي:

- الأمانة العامة؛
 - مساعد رئيس المدير العام؛
 - مساعد الرئيس المكلف بالإشهار؛
 - مكتب القانون والمنازعات.
- وبالإضافة للفروع الأربعة السابقة تندرج تحت المديرية العامة ستة مديريات هي:

1. المديرية التجارية: وتضم دائرتين هما:

- دائرة تسيير المنتج النهائي وفيها مصلحتين:
 - مصلحة تسيير الكوابل؛
 - مصلحة تسيير الملحقات.
- دائرة التسويق: وتتكون من:
 - مصلحة التسويق؛
 - مصلحة البيع.

2. مديرية تسيير سلسلة التموين: تهتم بشراء كل المستلزمات التي تطلبها كل الدوائر لضمان التموين المستمر وأيضا ضمان نقل مختلف المشتريات وعبورها حتى وصولها إلى مخازن المؤسسة، وتتكون من دائرة واحدة هي:

- دائرة المشتريات وتضم المصالح التالية:
 - مصلحة التموين (المواد الأولية، قطع الغيار)؛
 - مصلحة تسيير المخزون من المواد الأولية؛
 - مصلحة تسيير المخزون من قطع الغيار.

(1) أنظر الملحق رقم (02).

3. مديرية المحاسبة والمالية: تُعدُّ هذه المديرية الركيزة الأساسية لاستمرار المؤسسة نظرا لدورها الهام في متابعة كل العمليات التجارية ومراقبة التدفقات المالية الخارجية والداخلية وتسجيل كل العمليات المحاسبية (المبيعات، المشتريات، المصاريف) وإعداد الميزانيات، ...، وتنقسم هذه المديرية إلى دائرتين:

- دائرة المحاسبة وفيها:

○ مصلحة المحاسبة العامة (تنفيذ العمليات المختلفة بيع، شراء)؛

○ مصلحة المحاسبة التحليلية (مراقبة المخزون).

- دائرة المالية والميزانية وتضم:

○ مصلحة المالية (العمليات المالية، مراقبة حركة الأموال من النفقات والإيرادات)؛

○ مصلحة الميزانية (إعداد الميزانية التقديرية ومراقبة التكاليف).

4. المديرية التقنية: تقوم هذه المديرية بمراقبة وفحص المواد المشتراة قبل تخزينها وكذلك الأمر على المنتجات التامة الصنع بعد خروجها من الورشات والتأكد من مدى مطابقتها لمعايير الجودة، كما تهتم بالحفاظ على البيئة من خلال عملية تسيير المخلفات الصناعية، وتحتوي على دائرة واحدة هي:

- دائرة التكنولوجيا وضمان الجودة والنوعية وتتكون من:

○ مصلحة التكنولوجيا والتنمية؛

○ مصلحة التجارب؛

○ مصلحة المخابرة.

5. مديرية الموارد البشرية: تهتم هذه المديرية بالشؤون المهنية والاجتماعية للعمال ومتابعة الحركة اليومية لهم ومراقبة مدى احترامهم لقوانين العمل، كما تعمل أيضا على تشجيعهم وترقيتهم وتهيئة النقل لهم، وهي تضم دائرتين:

- دائرة المستخدمين وتضم:

● مصلحة التكوين والخدمات الاجتماعية؛

● مصلحة تسيير الأفراد.

- دائرة الوقاية والأمن.

6. مديرية العمليات: تعتبر هذه المديرية من أهم المديريات في المؤسسة وذلك لإشرافها على تسيير العملية الإنتاجية والعمل سويا مع إدارة الصيانة لصيانة عتاد المؤسسة وإصلاح المعطل، وتنقسم إلى الدوائر التالية:

- دائرة إنتاج الكوابل والملحقات وتضم:

- مصلحة التخطيط ومراقبة تسيير الإنتاج؛
- مصلحة التعدين؛
- مصلحة العزل والتغليف؛
- مصلحة التجميع والتغليف؛
- مصلحة عزل الPRC؛
- مصلحة إنتاج حبيبات الPVC؛
- مصلحة صنع البكرات والاسترجاع.

- دائرة الصيانة: ونظرا لأهميتها وعلاقتها المباشرة بدراستنا فسيتم التطرق إليها في المبحث التالي بشيء من التفصيل مقارنة بالدوائر السابقة

المبحث الثاني: إدارة الصيانة في المؤسسة

تسعى مؤسسة صناعة الكوابل الكهربائية فرع جنرال كابل -بسكرة- كغيرها من المؤسسات إلى الحفاظ على تجهيزاتها الإنتاجية، لذلك أولت اهتماما كبيرا لإدارة الصيانة وذلك لما توفره هذه الإدارة من خدمات الوقاية، الإصلاح لمختلف التجهيزات بما يُؤمّن سيرورة العملية الإنتاجية.

المطلب الأول: الصيانة وبعدها التنظيمي في المؤسسة

تعتبر الصيانة كما رأينا في الفصل السابق من بين أهم العوامل المساعدة على بقاء المؤسسة واستمراريتها في مهمتها فهي تسعى لضمان الاستغلال الفعال للآلات والمعدات من أجل سير العملية الإنتاجية من خلال تلبية فترات التعطل وسرعة تنفيذ أعمال الصيانة والتصليح.

وتستعين دائرة الصيانة بالمؤسسة بـ 143 عامل (إلى غاية 31 ديسمبر 2014) موزعين على الدوائر التابعة لها، والجدول التالي يوضح توزيع عمال دائرة الصيانة حسب الدوائر والمؤهلات:

الجدول رقم (08): التوزيع التقاطعي لعمال وموظفي دائرة الصيانة حسب المؤهلات والدوائر الفرعية

المجموع	الدائرة الفرعية لصيانة المنافع والمباني	الدائرة الفرعية لصيانة عتاد الملحقات	الدائرة الفرعية لصيانة عتاد الإنتاج	الدوائر الفرعية
				المؤهلات
18	3	5	8	إطارات
				إطارات سامية
46	14	16	16	أعوان تحكم
79	27	13	39	أعوان تنفيذ
143	44	35	64	المجموع

المصدر: من إعداد الطالبة بناء على وثائق المؤسسة من مديرية الموارد البشرية.

وتنقسم دائرة الصيانة حسب الجدول السابق إلى ثلاث دوائر فرعية للصيانة تحتوي كل منها على عدة

مصالح وهي كما يلي:

1. الدائرة الفرعية لصيانة عتاد الإنتاج وتضم مصلحتين هما:

- مصلحة صيانة إنتاج الكوابل: تعتمد على صيانة آلية (نظام جديد) وصيانة الأجهزة المختلفة في آلات الإنتاج؛

- مصلحة صيانة التعدين: تعتمد على صيانة آلات تحويل النحاس الخام والألمنيوم إلى قياسات الكوابل المختلفة (Diamètre)؛

2. دائرة صيانة عتاد الملحقات تضم مصلحة واحدة هي:

- مصلحة المشغل المركزي مهمتها:

○ التلحيم؛

○ الخراطة؛

○ صنع قطع الغيار؛

○ الإلكترونيك في الخزانات الكهربائية.

3. دائرة صيانة المنافع والمباني وتضم مصلحة واحدة وهي:

- مصلحة صيانة عتاد المشغل وأجهزة التبريد مهمتها:

○ صيانة العتاد المتقل (الجسر المتحرك، والآلات الرافعة،...)

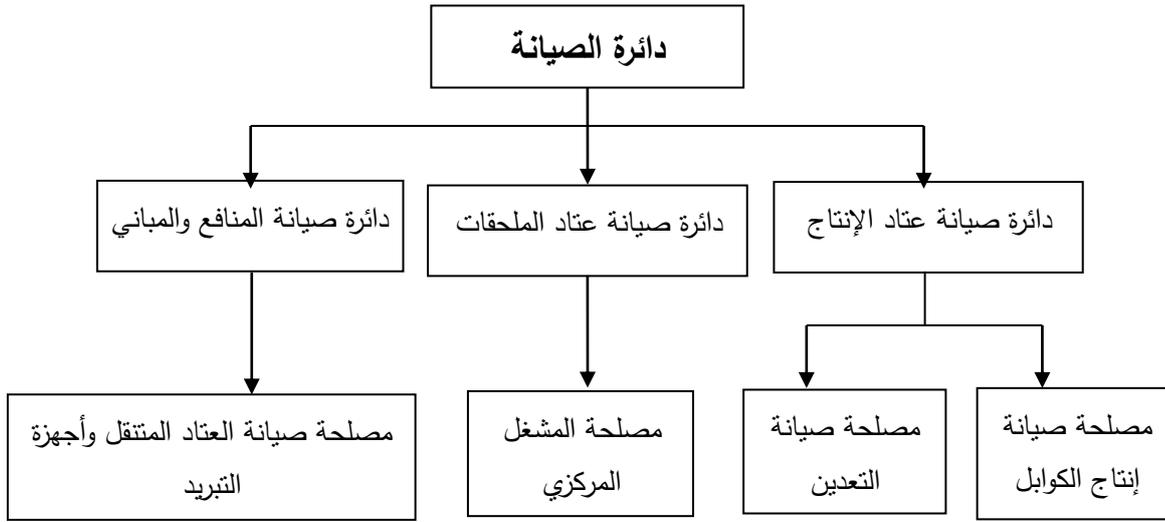
○ صيانة أجهزة التبريد الخاصة بالمكاتب والورشات وآلات الإنتاج، صيانة العتاد في مركز

معالجة المياه والهواء، بالإضافة إلى أعمال أخرى كصيانة الحواسيب، إعادة الطلاء، تصليح

الأبواب والنوافذ،

والشكل الموالي يوضح الهيكل التنظيمي لدائرة الصيانة بالمؤسسة

الشكل رقم (22): الهيكل التنظيمي لدائرة الصيانة بالمؤسسة



المصدر: مكتب هيكل التكوين في مديرية الموارد البشرية.

المطلب الثاني: نوعية الصيانة المطبقة في إدارة الصيانة بالمؤسسة

تسعى المؤسسة إلى تقليل حجم التوقفات والأعطال التي تصيب التجهيزات وذلك بتسخير الإمكانيات المادية والبشرية المتاحة لضمان استمرارية التشغيل للتجهيزات سواء تعلق التدخل بتنفيذ أعمال التزييت، التشحيم، التنظيف،...، أو التوقف المؤقت للتجهيزات وإتمام عمليات استبدال الأجزاء والقطع المسببة للعطل. وعملا على تحقيق هذا المسعى تعتمد المؤسسة محل الدراسة على انتهاج سياسة واضحة في تنفيذ عمليات الصيانة الوقائية والتصحيحية، ولقد مكنتنا المعاينة الميدانية من التقرب إلى القائمين على عمليات الصيانة والتعرف على الطرق المتبعة في تنفيذ أعمال الصيانة التصحيحية والوقائية، كما سنبين ذلك في الفرعين القادمين.

الفرع الأول: الصيانة التصحيحية

تتجلى المهمة الرئيسية للقائمين بأعمال الصيانة التصحيحية في سرعة إعادة التجهيز المعطل إلى حالته التشغيلية، وضمانا لسرعة التدخل وتقليل فترات التوقف تتوزع فرق الصيانة حسب تخصصاتها على مختلف الورشات ويتحدد لكل آلة عامل يراقبها إضافة إلى مهندسين في الميكانيك والكهرباء يقومون بمراقبة شاشات التحكم التي تبين كل التفاصيل التقنية والتي تعطي إشارات تنبيه بوجود خلل إن وُجد، ليتم تحضير طلب التدخل

هاتفيا وعن طريق نظام الشبكة الداخلية للمؤسسة (الأنترانت)، حيث يقوم رئيس دائرة الإنتاج بتقديم طلب العمل (DT) إلى دائرة الصيانة ويحتوي هذا الطلب على المعلومات التالية:⁽¹⁾

- اسم الورشة الطالبة للعمل ورقم الترميز الخاص بها؛
- تاريخ وساعة توقف الآلة؛
- حالة الآلة (متوقفة أو تعمل) ورقم الترميز الخاص بها؛
- نوع العطل (ميكانيكي، كهربائي،...)
- طبيعة العمل (تركيب، إصلاح، تغيير أو صيانة وقائية)؛
- هل إصلاح العطل يجب أن يتم بصورة مستعجلة أم لا؛
- تاريخ صدور طلب العمل؛
- تاريخ وساعة استلام الطلب؛
- إمضاء طالب العمل.

ترسل طلبات العمل إلى مسؤول دائرة الصيانة الذي يحول هذه الطلبات إلى أوامر عمل (OT)، هذه

الأخيرة توجه إلى فرق الإنجاز قصد التنفيذ ويتضمن أمر العمل المعلومات التالية:⁽²⁾

- رمز المرسل؛
- التخصص (طبيعة العمل)؛
- الموكل بعملية الإصلاح؛
- قطع الغيار المستخدمة ورمزها والكمية ووقت العمل المنجز وصاحبه والوقت المستغرق؛
- وقت توقف الآلة؛
- الوقت المستغرق في التصليح؛
- تاريخ وساعة انتهاء العمل.

(1) أنظر الملحق رقم (03).

(2) أنظر الملحق رقم (03).

وبالتوازي تتم الاتصالات الضرورية مع مصلحة تسيير مخزون قطع الغيار لاستخراج القطع والأجزاء اللازمة لإتمام عملية التصليح والاستبدال في حينها⁽¹⁾؛ وفي حالة عدم توفر القطع المطلوبة يتم إصدار طلب الشراء (DA) من مصلحة التموين لشراء المواد وقطع الغيار الضرورية والتي ليست متواجدة بالمخزن⁽²⁾. يبدو من الوثائق أن الصيانة التصحيحية المطبقة في إدارة الصيانة مثالية وتطبق فور حدوث العطل إلا أنه ومن خلال المعاينة الميدانية تبين لنا عكس ذلك، لأنه توجد بعض الآلات (التي تُعتبر حسب تأكيد أحد المسؤولين أنها من الآلات الاستراتيجية) عاطلة عن العمل لأكثر من ثلاثة أشهر وقد تم تفكيكها ولم يتم تصليحها وإعادة تركيبها بعد لعدم توفر قطع الغيار في المخازن رغم طلبات الشراء المقدمة لمصلحة التموين من قبل إدارة الصيانة. هذا ما أدى إلى انخفاض كمية الإنتاج المنوطة من هذه الآلات من جهة وزيادة تكاليف تشغيلها من جهة أخرى مما يؤثر سلباً على سيرورة عمل إدارة الصيانة وفعاليتها. كما أن هناك آلات أخرى عاطلة ليس لعدم توفر قطع الغيار وإنما لعدم مطابقتها للعنصر المعاب في الآلات لقدم هذه الأخيرة، إذ لم يتم استبدالها منذ نشأة المؤسسة.

الفرع الثاني: الصيانة الوقائية

حسب القائمين على عمليات الصيانة فإن المجهود العملي في التخطيط والتحضير المسبق لكل التدخلات يفيد في توفير الوقت والجهد والتقليص من عدد وحجم التوقفات وجعلها تؤول إلى الحد الأدنى المقبول وتقليص فترات التدخل بغرض تقليص الأعطال الفجائية والمكلفة، لذا يلجأ القائمون على دائرة الصيانة إلى إجراء ثلاثة أنواع من الصيانة الوقائية كما يلي:

- صيانة يومية بإجراء فحوصات ومراقبة مستمرة للآلات دون التأثير على عملية التشغيل؛ حيث يتم القيام باجتماع كل يوم صباحاً وفي كل ورشة عمل لإنتاج الكابل المطلوب "H2 و H5 مثلاً"، ويتم الاطلاع على كل آلة، معرفة كمية الإنتاج التي تنتجها، معرفة حالتها التشغيلية فإذا كانت في حالة عمل ماهي كمية الإنتاج التي تنتجها وإن هي متوقفة يعني أن نوع الكابل المنتج لا يوجد طلب عليه حالياً وإن هي متوقفة يجب معرفة أسباب تعطلها وإجراء الإصلاحات اللازمة لها⁽³⁾.

(1) أنظر الملحق رقم (04).

(2) أنظر الملحق رقم (05).

(3) أنظر الملحق رقم (06) والملحق رقم (07).

- كما تقوم بإجراء صيانة وقائية دورية دون التأثير على طبيعة تشغيل الآلات والمعدات ويتم إعداد خطط وبرامج تنفيذها⁽¹⁾، فقد تكون صيانة وقائية دورية ميكانيكية أو كهربائية مثلا، حيث يصدر مسؤول قسم الصيانة وثيقة فيها تعليمات للقيام بالصيانة الوقائية الكهربائية إلى المنفذين (*Instructions de MPP*)؛ وتتضمن هذه الوثيقة معلومات مثل:⁽²⁾
 - رقم الوثيقة المعنية بالتعليمات؛
 - تاريخ صدور هذه الوثيقة؛
 - نوع الآلات المراد فحصها ورمزها؛
 - مكان تنفيذ الصيانة الوقائية؛
 - التاريخ المتوقع لتنفيذ الصيانة؛
 - الحجم الساعي لعملية الصيانة الوقائية؛
 - عدد القوى العاملة المنفذين للصيانة الوقائية (والتي تحدد أحيانا فتكون مثلا كهربائية)؛
 - تعيين العمليات من حيث المراقبة والتشديد كما يلي على سبيل المثال:
 - محرك مضخة الزيت؛
 - محرك صمام المياه؛
 - آلات السحب (المفاتيح، الخلايا الضوئية ومكبر الصوت، المقابض الكهرومغناطيسية، عداد الأمتار، وحدات التحكم في القطع،...)
 - الآلات التي توضع فيها البكرات ليلف عليها الكابل "اللفائف" (محرك تثبيت البكرات، محركات اللفائف الدوارة، الفرامل المغناطيسية،...)
 - الخزانات الكهربائية ولوحة التحكم (القواطع، النواقل، عداد الساعة وعداد الأمتار، أزرار الضغط والتوقف في الحالات الطارئة، مصابيح الإشارة، محولات التيار، الصمامات، أجهزة القياس، أبواب الخزانات الكهربائية،...)

(1) أنظر الملحق رقم (08).

(2) أنظر الملحق رقم (09).

- يقوم المكلفون بهذه العمليات خلال عملية الصيانة إجمالاً بوضع ملاحظاتهم ويتم تدوينها في الوثيقة، ومن بين الملاحظات حسب الوثيقة:

- إزالة الغبار عن الخزانات الكهربائية والآلات والمعدات؛
- مراقبة حالة الأرضية للألة والخزانات؛
- التحقق من دائرة التوقف في الحالات الطارئة.

وتقوم دائرة الصيانة بتوثيق النتائج التي تتحصل عليها عن كل عملية صيانة وقائية دورية تقوم بها (ميكانيكية أو كهربائية) في ملفات خاصة، حيث تحتوي الوثيقة على: جدول فيه نتيجة نسبة العطل الفعلي ونسبة تحقيق MPP، تحليل الفوارق الناتجة واقتراحات لتصحيح هذه الفوارق، وقد تمكنا من الاطلاع على إحدى هذه الوثائق والحصول على بعض البيانات حول نتائج نسبة العطل الفعلي ونسبة إنجاز MPP للثلاثين الأول والثاني من سنة 2014، والجدولين التاليين يوضحان هذه النتائج:

الجدول رقم(09): نتائج نسبة العطل الفعلي ونسبة إنجاز MPP للثلاثين الأول من سنة 2014

الفارق	الهدف الواجب وصوله		
+12.29%	أقل من 5%	17.29%	نسبة العطل الفعلي Taux de panne
-79.25%	100%	20.75%	نسبة إنجاز (تحقيق) MPP Taux Réalisation de MPP

المصدر: دائرة صيانة عتاد الإنتاج

نلاحظ من الجدول أعلاه أن نسبة العطل الفعلي تجاوزت النسبة المراد تحقيقها وهي 5% بفارق

12.29%، أما بالنسبة لنسبة تحقيق MPP فلم تصل إلى الهدف المنشود وهو 100% وكان الفارق 79.25%

مما يعني أن إدارة الصيانة مازالت بعيدة عن تحقيق أهدافها.

الجدول رقم(10): نتائج نسبة العطل الفعلي ونسبة إنجاز MPP للثلاثي الثاني من سنة 2014

الفارق	الهدف الواجب وصوله		
+7.87%	أقل من 5%	12.87%	نسبة العطل الفعلي Taux de panne
-67.5%	100%	32.5%	نسبة إنجاز (تحقيق) MPP Taux Réalisation de MPP

المصدر: دائرة صيانة عتاد الإنتاج

نلاحظ من الجدول أعلاه أن هناك تحسن نوعا ما إلا أنه مازال يتوجب على إدارة الصيانة بذل المزيد من الجهد لتحسين الوضع، فبالنسبة لنسبة العطل الفعلي فقد انخفض الفارق إلى 7.87% أما لنسبة إنجاز MPP فقد أصبح 67.5%.

أما بالنسبة لتحليل الفارق الخاص بالجدول رقم (10) فحسب رأي رئيس دائرة صيانة عتاد الإنتاج فإنه تم تحليل هذا الفارق كما يلي:

- عدم تحقيق نسبة العطل الفعلي يعود إلى:
 - نقص العمال؛
 - عدم توفر أناس أكفاء: بسبب خروج بعض العمال للتقاعد والعمال الجدد خبرتهم قليلة؛
 - عدم توفر قطع الغيار المهمة.
- أما بالنسبة لنسبة تحقيق MPP فإن هناك تحسن ملحوظ مقارنة بالثلاثي الأول لكن ليست هي النسبة المنتظرة لكون وقوع تأخر في التدخلات الإصلاحية مما يؤخر في السير الحسن للصيانة الوقائية.
 - وبالنسبة لتصحيح هذه الفوارق فإنه لابد أن يتم:
 - توظيف أشخاص لهم الخبرة الكافية؛
 - تدريب وتكوين العمال الجدد خاصة المختصين في الإلكترونيات والميكانيك والكهرباء وتوظيفهم بعقود رسمية بدل العقود ما قبل التشغيل.

- وتجرى أيضا صيانة وقائية سنوية لكل آلات المؤسسة وخاصة تلك التي توقفها بسبب توقف الإنتاج إذ تتم تسميتها داخل دائرة الصيانة بالآلات الاستراتيجية ويتم إعداد خطط وبرامج وتوقيت تنفيذها، وقد

تمكنا من الحصول على وثيقة هي مثال عن التخطيط السنوي للصيانة الوقائية لآلات المؤسسة، وتحتوي هذه الوثيقة على:⁽¹⁾

- المسؤول عن وضع المخطط السنوي للصيانة الوقائية؛
- المراجع (المُدقق) لهذا المخطط؛
- تاريخ تنفيذ هذا المخطط؛
- طبيعة الآلات المراد صيانتها (آلات إنتاج الكابل)؛
- السنة (2014)؛
- عدد الآلات ورمزها: حيث تتم صيانة كل آلة إنتاج في السنة مرتين حسب الوثيقة (فمثلا الآلة 1: Tréfileuse UDZWG1250 والتي رمزها TA01 تتم صيانتها في شهر أفريل وفي شهر أكتوبر) لكن دون توضيح في المقابل الإجراء المتبع لتنفيذ الصيانة الوقائية أي عن طريق: تفتيش أو زيارة أو مراجعة أو مراقبة أو...؛
- الملاحظات: يتم تسجيل الملاحظات الناتجة عن القيام بالصيانة الخاصة بكل آلة من قبل المنفذين.

حسب ما سبق يتأكد لنا أن المؤسسة عموما وإدارة الصيانة خصوصا حتى في جانب تطبيق الصيانة الوقائية لم تصل إلى المستوى المطلوب، فرغم إجراء الاجتماعات اليومية والتعليمات المقدمة لتنفيذ عمليات الصيانة الوقائية والمخططات السنوية الموضوعية لصيانة الآلات، إلا أن إدارة الصيانة مازالت بعيدة عن أهدافها وما يؤكد ذلك نسبة الصيانة الوقائية التي لم تتعدى 33% ونسبة العطل الفعلي التي تجاوزت 5% وحسب المحللين يعود ذلك إلى التأخر في القيام بالتدخلات الإصلاحية، نقص العمال وعدم توفر الأكفاء منهم، عدم توفر قطع الغيار وإن توفرت تكون غير مطابقة،

(1) أنظر الملحق رقم (10).

المبحث الثالث: تطبيق نموذج سلاسل ماركوف وأثره على فعالية إدارة الصيانة بالمؤسسة

من خلال الزيارة الميدانية لمؤسسة صناعة الكوابل فرع جنرال كابل -بسكرة- تبين أن إدارة الصيانة بها رغم الاحتياطات التي تتخذها والاجراءات التي تتبعها لتنفيذ عملياتها كتعيين لكل آلة عامل وسجل يتم تسجيل فيه معظم البيانات ككمية الإنتاج التي تنتجها في اليوم، متابعة عدد الأعطال وزمن التصليح... إلا أنه لا يتم استغلال هذه البيانات بشكل جيد، فمن المعاينة المباشرة للمؤسسة، ولمصلحة الصيانة بشكل خاص تبين لنا سوء استغلال المصلحة لنظام معلومات الصيانة في اتخاذ قرارات أفضل تزيد من فعاليتها. إضافة إلى تركيز الاهتمام الكبير بالجانب الهندسي والفني البحث في تنفيذ العمليات وعدم إتباع المنهج العلمي واستخدام الأساليب الكمية في معرفة الواقع التشغيلي الفعلي للآلات والمعدات والتي قد تساعد على الوصول لأفضل استراتيجيات الصيانة.

على هذا الأساس ارتأينا اختيار أحد الأساليب الكمية وهو سلاسل ماركوف وتطبيقها وإثبات مدى قدرتها على تحسين فعالية إدارة الصيانة.

تضم مؤسسة صناعة الكوابل فرع جنرال كابل بسكرة عدد كبير من الآلات والمعدات الإنتاجية موزعة على ورشات إنتاج وذلك حسب نوع الكابل المراد تصنيعه فيتم وضع الآلة المخصصة بإنتاجه في الورشة المخصصة، وقد تم اختيار الآلة CR44 و الآلة UW25 لتطبيق نموذج سلاسل ماركوف لتحديد احتمال معدل العطل الكلي لكلا الآلتين واحتمالات الانتقال من حالة تشغيلية إلى أخرى ولكل آلة على حدى وإثبات مدى أثره على فعالية إدارة الصيانة.

المطلب الأول: تحديد معدل العطل ومعدل التصليح

بناء على البيانات القليلة التي تمكنا من الحصول عليها خلال فترة الدراسة الميدانية (من 17ديسمبر إلى غاية 31 ديسمبر 2014)، سوف نحاول من خلال هذه البيانات حساب معدل العطل ومعدل التصليح. واستنادا إلى الأداء التشغيلي للآلتين المختاريتين ووفقا لسجل كل آلة تم الحصول على أعداد الأعطال وأوقات التصليح لكل منهما وذلك لفترة ستة أشهر متتالية الأخيرة من سنة 2014 (أي من 01جويلية إلى 31 ديسمبر) ودون التعمق في نوع العطل ميكانيكي أو كهربائي وذلك لعدم تسجيله في السجل من قبل العمال.

ووفقا لهذه البيانات وباستخدام الطريقة الجدولية في حساب الكثافة الاحتمالية ودالة الموثوقية المقدمة من قبل (Marquez A.C,2007,p51) تم حساب معدل العطل λ ومعدل التصليح μ لكل آلة وهذا موضح في الجدولين (11) و (12):

معدل التصليح (μ) = متوسط وقت الإصلاح = مجموع أوقات تدخلات الصيانة / مجموع عدد الأعطال

MTRR = مجموع أوقات تدخلات الصيانة ÷ مجموع عدد الأعطال

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{R(t-1)} \quad \text{معدل العطل } (\lambda) = \text{دالة الكثافة الاحتمالية} / \text{دالة الموثوقية}$$

دالة الكثافة الاحتمالية $f(t)$ = عدد الأعطال في الشهر / مجموع عدد الأعطال

دالة الموثوقية $R(t)$ = (مجموع عدد الأعطال - عدد الأعطال للشهر) / مجموع الأعطال

= دالة توزيع العطل التراكمي

= التكرار المتجمع النازل للعطل / مجموع الأعطال

الجدول رقم(11): معدل العطل والتصليح للآلة UW25

معدل العطل $\lambda = \frac{f(t)}{R(t-1)}$	دالة الموثوقية $R(t)$	دالة الكثافة الاحتمالية $f(t)$	وقت التصليح temps de réparation	عدد الأعطال nombre de pannes	الأشهر
0.26/1=0.26	38/52=0.73	14/52=0.26	8	14	1
0.057/0.73=0.078	35/52=0.67	3/52=0.057	2	3	2
0.096/0.67=0.14	30/52=0.57	5/52=0.096	5	5	3
0.19/0.57=0.33	20/52=0.38	10/52=0.19	6	10	4
0.19/0.38=0.50	10/52=0.19	10/52=0.19	8	10	5
0.19/0.19=1	0/52=0	10/52=0.19	4	10	6
			33	52	Σ

المصدر: من إعداد الطالبة بناء على البيانات من دائرة صيانة العتاد الإنتاجي

$R(t-1)$ pour mois1= 1 (الموثوقية عند بداية الفترة 100 %)

$$\lambda_1 = \frac{0.26 + 0.078 + 0.14 + 0.33 + 0.50 + 1}{6}$$

$\lambda_1 = 0.38$ (معدل العطل للآلة UW25)

$$\mu_1 = \frac{8 + 2 + 5 + 6 + 8 + 4}{52}$$

$$\mu_1 = 0.63 \text{ (معدل التصليح } \mu_1 \text{ للألة UW25)}$$

الجدول رقم (12): معدل العطل والتصليح للألة CR44

معدل العطل $\lambda = \frac{f(t)}{R(t-1)}$	دالة الموثوقية $R(t)$	دالة الكثافة الاحتمالية $f(t)$	وقت التصليح temps de réparation	عدد الأعطال nombre de pannes	الأشهر
0.16/1=0.16	25/30=0.83	5/30=0.16	3	5	1
0.10/0.83=0.12	20/30=0.66	5/30=0.10	4	5	2
0.10/0.66=0.15	17/30=0.56	3/30=0.10	6	3	3
0.23/0.56=0.41	10/30=0.33	7/30=0.23	5	7	4
0.20/0.33=0.60	4/30=0.13	6/30=0.20	2	6	5
0.13/0.13=1	0/30=0	4/30=0.13	5	4	6
			25	30	Σ

المصدر: من إعداد الطالبة بناءً على البيانات من دائرة صيانة العتاد الإنتاجي

$$R(t-1) \text{ for month } 1 = 1 \quad (\text{الموثوقية عند بداية الفترة } 100\%)$$

$$\lambda_2 = \frac{0.16 + 0.12 + 0.15 + 0.41 + 0.60 + 1}{6}$$

$$\lambda_2 = 0.40 \text{ (معدل العطل للألة CR44)}$$

$$\mu_2 = \frac{3 + 4 + 6 + 5 + 2 + 5}{30}$$

$$\mu_2 = 0.83 \text{ (معدل التصليح } \mu_2 \text{ للألة CR44)}$$

يظهر من الجدول رقم (11) والجدول رقم (12) أن عدد الأعطال للألة UW25 بلغ (52) عطل بمعدل عطل يبلغ (0.38) ومعدل تصليح (0.63)، أما عدد الأعطال للألة CR44 فبلغ (30) عطل بمعدل عطل يبلغ (0.40) ومعدل تصليح (0.83).

وبالرغم من كون عدد الأعطال للألة CR44 هو أقل من عدد الأعطال للألة UW25 إلا أن معدل العطل للألة CR44 هو أعلى من معدل العطل بالنسبة للألة UW25، وهو ما يفسر طول وقت التصليح للألة CR44 بالنسبة لوقت التصليح للألة UW25.

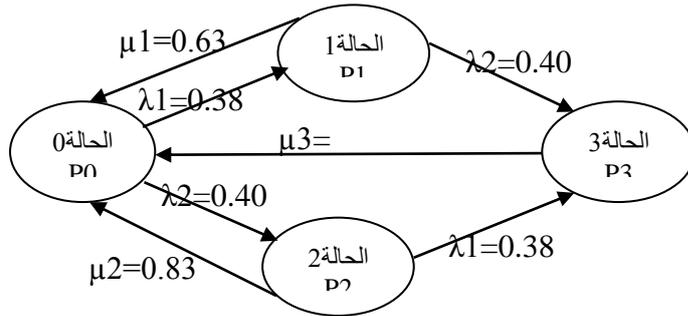
المطلب الثاني: تطبيق نموذج سلاسل ماركوف

يتكون النظام التشغيلي قيد البحث من الآلتين CR44 و UW25 وهذا النظام يؤدي الوظيفة المطلوبة إذا كانت كلتا الآلتين في حالة تشغيلية صالحة للعمل أو أن إحداها صالحة للعمل والأخرى عاطلة عن العمل، وأن عطل الواحدة لا يؤثر على الثانية، ومن الممكن الاستمرار في العمل لحين تصليح الآلة المعطلة. لذا فإن احتمالات النظام ستأخذ أحد الحالات الأربعة التالية:

- الحالة (0): هي احتمال أن تكون كلتا الآلتين في حالة صالحة للعمل، ويرمز لهذه الحالة بالرمز P_0 ؛
- الحالة (1): هي احتمال أن تكون الآلة UW25 معطلة والآلة CR44 صالحة للعمل، ويرمز لهذه الحالة بالرمز P_1 ؛
- الحالة (2): هي احتمال أن تكون الآلة UW25 صالحة للعمل والآلة CR44 معطلة عن العمل، ويرمز لهذه الحالة بالرمز P_2 ؛
- الحالة (3): احتمال أن تكون كلتا الآلتين عاطلتين عن العمل، ويرمز لهذه الحالة بالرمز P_3 .

والشكل التالي يمثل حالة النظام استنادا إلى معدل العطل ومعدل التصليح لكل آلة واللذان تم حسابهما من الجدول (11) والجدول (12)

الشكل رقم (23): حالة النظام استنادا إلى معدل العطل ومعدل التصليح لكل آلة



يلاحظ من الشكل أن احتمالات حالات النظام الأربعة هي (P_3, P_2, P_1, P_0) ، وأن حالة العطل الكلية للنظام هي انتقال النظام إلى الحالة (3) وهي حالة كلتا الآلتين عاطلتين. ولكون عمليات الصيانة يجرى تنفيذها حال حدوث العطل فإنه من غير الممكن حدوث الحالة (3)، وبالتالي تم تقييد معدل التصليح، وأيضا احتمال الحالة (3) سيكون $(P_3=0)$. وطبقا لاحتمالات الدخول والخروج لأي حالة معطاة فإن احتمالات حالات النظام حسب ما أوضحه (Marquez A.C,2007,pp161,162) ستكون كما يلي :

$$(\lambda_1 + \lambda_2)P_0 = \mu_1 P_1 + \mu_2 P_2 + \mu_3 P_3 \dots \dots \dots (2)$$

$$(\lambda_2 + \mu_1)P_1 = \lambda_1 P_0 \dots \dots \dots (3)$$

$$(\lambda_1 + \mu_2)P_2 = \lambda_2 P_0 \dots \dots \dots (4)$$

$$(\mu_3 P_3) = \lambda_2 P_1 + \lambda_1 P_2 \dots \dots \dots (5)$$

$$P_0 + P_1 + P_2 + P_3 = 1 \dots \dots \dots (6)$$

وبجمع المعادلتين (3) و(4) نحصل على:

$$(\lambda_1 + \lambda_2)P_0 = (\lambda_2 + \mu_1)P_1 + (\lambda_1 + \mu_2)P_2 \dots \dots \dots (7)$$

وبأخذ المعادلة (3) نجد :

$$P_1 = \frac{\lambda_1}{\lambda_2 + \mu_1} \rho_0 \dots \dots \dots (8)$$

وبأخذ المعادلة (4) نجد أيضا:

$$P_2 = \frac{\lambda_2}{\lambda_1 + \mu_2} \rho_0 \dots \dots \dots (9)$$

وستصبح المعادلة (6) (حيث أن $\rho_3 = 0$) كما يلي:

$$\rho_0 + \rho_1 + \rho_2 = 1 \dots \dots \dots (10)$$

وبتعويض قيمة (ρ_1) و (ρ_2) في المعادلة (10) نحصل على :

$$P_0 = \frac{1}{1 + \frac{\lambda_1}{\lambda_2 + \mu_1} + \frac{\lambda_2}{\lambda_1 + \mu_2}} \dots \dots \dots (11)$$

أما احتمال معدل العطل الكلي فهو يتمثل بانتقال النظام إلى الحالة (3) التي هي حالة كلتا الآلتين عاطلتين عن العمل.

وا احتمال معدل العطل الكلي يحسب بالعلاقة التالية:

$$\lambda_{sys} = \lambda_2 \rho_1 + \lambda_1 \rho_2 \dots \dots \dots (12)$$

وأيضا بتعويض قيمة (P_1) و (P_2) في المعادلة (16) نجد :

$$\lambda_{sys} = \lambda_2 \rho_1 + \lambda_1 \rho_2 = \frac{\lambda_2 \frac{\lambda_1}{\lambda_2 + \mu_1} + \lambda_1 \frac{\lambda_2}{\lambda_1 + \mu_2}}{1 + \frac{\lambda_1}{\lambda_2 + \mu_1} + \frac{\lambda_2}{\lambda_1 + \mu_2}} \dots \dots \dots (13)$$

وبتعويض معدّلات العطل والتصلّيح للآلتين في العلاقات الرياضية السابقة نحصل على النتائج النهائية لاحتمالات معدل العطل الكلي، واحتمالات انتقال النظام من حالة تشغيلية إلى أخرى كالتالي:

$$P_0 = \frac{1}{1 + \frac{0.38}{0.40 + 0.63} + \frac{0.40}{0.38 + 0.83}}$$

$$P_0 = 0.5917 \quad (\text{وهو احتمال أن كلتا الآلتين صالحتين للعمل})$$

$$P_1 = \frac{0.38}{0.40 + 0.63} (0.5917)$$

$$P_1 = 0.2123 \quad (\text{وهو احتمال أن الآلة UW25 معطلة والآلة CR44 صالحة للعمل})$$

$$P_2 = \frac{0.40}{0.38 + 0.83} (0.5917)$$

$$P_2 = 0.1986 \quad (\text{وهو احتمال أن الآلة UW25 صالحة للعمل و الآلة CR44 معطلة})$$

$$\lambda_{sys} = \frac{0.40 \frac{0.38}{0.40 + 0.63} + 0.38 \frac{0.40}{0.38 + 0.83}}{1 + \frac{0.38}{0.40 + 0.63} + \frac{0.40}{0.38 + 0.83}}$$

$$\lambda_{sys} = 0.1594 \quad (\text{وهو احتمال معدل العطل الكلي للنظام})$$

المطلب الثالث: تحليل وتفسير النتائج

يمكننا مما سبق استخلاص النتائج التالية:

- أن احتمال كلتا الآلتين صالحة للعمل قد بلغ 0.5917؛
- احتمال أن تكون الآلة UW25 معطلة والآلة CR44 صالحة للعمل هو 0.2123؛
- احتمال أن تكون الآلة UW25 صالحة للعمل والآلة CR44 معطلة هو 0.1986؛
- احتمال معدل العطل الكلي هو 0.1594.

ويمكن تفسير هذه النتائج كالتالي:

- في 59% من الوقت التشغيلي المتاح لعملية الإنتاج تكون كل من الآلتين UW25 و CR44 في حالة تشغيلية صالحة للعمل؛

- احتمالات العطل لكل من الآلتين كانت متقاربة إلا أن الآلة CR44 هي الأكثر عرضة للعطل من الآلة UW25، وهذا يتطابق مع نتائج حساب معدلات العطل لكلا الآلتين على حدى حيث تبين أن معدل العطل للآلة CR44 بلغ 0.40 وهو أكبر من معدل العطل للآلة UW25 الذي بلغ 0.38.
- بلغ احتمال معدل العطل الكلي للنظام 0.1594 وهو أقل الاحتمالات الممكنة للنظام وهو مؤشر جيد، حيث أنه من المستبعد أن تتعطل كلا الآلتين في وقت واحد وذلك بسبب أعمال الصيانة التي تتم فور تعرض أي آلة للعطل في حالة توفر قطع الغيار.

ومنه نستنتج أن:

- ارتفاع ملحوظ وجيد لمؤشر احتمال كلا من الآلتين صالحتين للعمل وانخفاض كبير لمؤشر احتمال كلا من الآلتين معطلتين يدل على مساهمة فعالة لعمليات الصيانة في المحافظة على الآلات والمعدات بحالة تشغيلية جيدة ذلك ما يعزز من زيادة طاقة الإنتاج؛
- قدرة نموذج سلاسل ماركوف على تقديم فكرة واضحة وكاملة عن الحالة التشغيلية لآلات ومعدات المؤسسة؛
- سلاسل ماركوف عبارة عن أداة لتوفير المعلومات فهي تقدم مجموعة من المؤشرات لإدارة الصيانة تستطيع الاعتماد عليها للحكم على مستوى ونوعية الصيانة المطبقة وكذا فرص زيادة فعاليتها، ويمكن تحديدها كما يلي:

- مؤشر معدل التصليح: يُعبّر عن إمكانية إعادة تشغيل الآلة بعد إجراء عملية التصليح ومن خلاله يمكن تحسين إجراءات تدخلات الصيانة، القدرة على تحديد أسباب التوقفات، توفير قطع الغيار اللازمة، زيادة تدريب أفراد الصيانة، مما يوفر لإدارة الصيانة معلومات تساهم في قياس فعاليتها؛
- مؤشر معدل العطل: يقدم هذا المؤشر احتمالية عطل الآلات التي مضى على تشغيلها فترة زمنية محددة في أي لحظة زمنية قادمة، فالتنبؤ لحدوث الأعطال يساهم في السيطرة على التوقفات وتجنب حدوث حالات غير مرغوب بها هذا من جهة ومن جهة أخرى السيطرة على تكاليف الصيانة وزيادة مردودية الآلات والإنتاج، ما يزيد من قوة تبني برامج الصيانة الوقائية واتخاذ قرارات أفضل وتحسين فعالية إدارة الصيانة؛
- مؤشر الموثوقية: يُظهر هذا المؤشر احتمال أن تستمر الآلة في أداء عملها بصورة جيدة لفترة زمنية من التشغيل ضمن شروط استخدام محددة، ويكون مؤشر الموثوقية جيدا إذا كان عدد

الأعطال أقل ما يمكن، فمن خلاله يمكن لإدارة الصيانة معرفة متوسط وقت التشغيل، معرفة احتمال الفشل فمثلا عند معرفة أن احتمالية عمل آلة ما هو 0.90 فهذا يعني أن نسبة الفشل هي 0.10، قياس امكانية أداء أو عدم امكانية أداء الآلة للغرض الذي صممت من أجله، معرفة الظروف المحيطة بالعملية التشغيلية.

• من خلال تطبيق نموذج سلاسل ماركوف تمكنا من معرفة الحالة الفنية للآلات وذلك باستغلال البيانات عن عدد الاعطال وأوقات التصليح لحساب معدل العطل ومعدل التصليح وقد تبين لنا أن الآلة CR44 هي الأكثر عرضة للعطل من الآلة UW25 ، مما يستوجب على إدارة الصيانة توجيه جهود العمل لها أكثر من غيرها ومنه نستنتج أنه من خلال تطبيق سلاسل ماركوف يتم معرفة الواقع الفعلي للآلات، تعيين أولويات الصيانة حسب حاجة الآلات بناء على معدلات الأعطال والتصليح والاعتماد على هذه البيانات عند وضع خطط الإنتاج المستقبلية مما يؤثر إيجابا على فعالية إدارة الصيانة ويساعدها على تحديد نوعية الصيانة الواجب تطبيقها، وبذلك نكون قد أثبتنا صحة الفرضية الأولى (نعم يساهم تطبيق الأساليب الكمية في معرفة الواقع التشغيلي للآلات مما يؤثر إيجابا على فعالية إدارة الصيانة).

• بالاعتماد على النتائج التي وفرها نموذج سلاسل ماركوف يمكن للمؤسسة ولإدارة الصيانة التنبؤ بالأعطال التي ممكن أن تحدث للآلات والمعدات وعلى أساسه يتم اتخاذ إجراءات لمنع أو تقليل حدوثها للحد الأدنى من خلال إعادة النظر في خطوات تنفيذ الصيانة التصحيحية والوقائية واتخاذ قرارات أفضل تزيد من فعالية إدارة الصيانة.

خلاصة

لقد سمحت الدراسة التطبيقية بالتعرف عن قرب بمؤسسة صناعة الكوابل فرع جنرال كابل -بسكرة- التي تعد من أكبر المؤسسات على المستويين الوطني والإفريقي في إنتاج شتى أنواع الكوابل الكهربائية، والتي استطاعت تخفيض نسبة استيراد المنتجات التي تنتجها حسب المواصفات والكميات التي يحددها الزبون من خلال مواد كالكربون، الألمنيوم، حبيبات الـ PVC والخشب بهدف إرضاء هذا الزبون والحفاظ على شهادة الـ ISO والسعي للحصول على شهادة نظام إدارة البيئة، ومن خلال المبحث الثاني الذي تحدثنا فيه عن واقع إدارة الصيانة بالمؤسسة وبعدها التنظيمي ونوعية عمليات الصيانة التصحيحية والوقائية المطبقة، واكتشفنا أنه لا تزال إدارة الصيانة بحاجة إلى مزيد من الاهتمام والوعي لحسن استغلال البيانات المتعلقة بالآلات، وما يؤكد ذلك نسبة العطل الفعلي التي تجاوزت 5% ونسبة تحقيق الصيانة الوقائية التي لم تتعدى 33% لسنة 2014، ولا يتأتى ذلك إلا من خلال تطبيق الأساليب الكمية التي وضحت لنا في المبحث الثالث قدرتها في معرفة الواقع الفعلي للآلات ومحاولة التنبؤ بالأعطال لتجنبها في المستقبل مما يحسن ويزيد من فعالية إدارة الصيانة.



تمحور موضوع البحث حول الأثر الذي تحدثه الأساليب الكمية على فعالية إدارة الصيانة وذلك محاولة لربط ما تناولته الكتابات النظرية بما هو موجود على أرض الواقع، واستطعنا التعرف في الجانب النظري وفي الفصل الأول على الصيانة التي لم تعد منحصرة في الإصلاح وانتظار وقوع الأعطال والاكتفاء بالمعرفة الميدانية لتجنب العطل، بل انتقلت من مصدر تكلفة إلى مصدر ربح ولم تعد ذلك العبء الذي تتحمله المؤسسة على عاتقها لأهميتها في تقليل الأعطال وتأمين الاستغلال الأمثل للوقت المتاح والعمل بكفاءة مما يضمن أثراً إيجابياً على تحقيق مستوى الانتاج المخطط والحفاظ على الجودة المطلوبة وتحقيق التكاليف المثلى.

ونتيجة لأهمية الصيانة ودورها الفعال ازدادت الحاجة لجعلها إدارة قائمة بحد ذاتها وذلك كلما ارتفع مجال التجهيز وارتفع رأس المال المستثمر في هذه التجهيزات، ولا تقل إدارة الصيانة أهمية عن الإدارات الأخرى بالمؤسسة ولا يمكن الاستغناء عنها مهما كان نوع المنتجات ومهما كانت الآلات المستعملة بالتكنولوجيا على الرغم مما وصلت إليه من تقدم إلا أنها تبقى عاجزة على إنتاج آلة لا تحتاج إلى صيانة أبداً، وأن المؤسسة قد تتبع عدة سياسات في إدارة الصيانة بناء على عدة اعتبارات من بينها: مستوى كفاءة العاملين، حجم فرق الصيانة، التكاليف المتوقعة ودرجة تعقيد الآلة ومستوى تكنولوجيتها، وعلى أساس هذه الاعتبارات قد تقوم المؤسسة بصيانة داخلية أي تقوم هي بنفسها بأعمال الصيانة وقد تعهد لمؤسسة خارجية أو تتعاقد معها من الباطن، أو تتشارك مع هذه المؤسسة الخارجية وتجعلها شريك لإدارة عمليات صيانة تجهيزاتها.

وتتعدد الاتجاهات الحديثة التي يمكن اعتمادها من منظور إدارة الصيانة وتشمل: الصيانة عن بعد، إدارة الصيانة باستخدام الحاسوب، الصيانة الإنتاجية الشاملة والصيانة الذكية، ويتوقف الاعتماد على انتهاز إحدى هذه الاتجاهات على حسب إمكانيات المؤسسة المتاحة، طبيعة بيئتها ودرجة تعقيدها ورؤية المؤسسة لإدارة الصيانة كإدارة قائمة بجميع وظائفها الإدارية من تخطيط وتنظيم وتنفيذ ورقابة وفق أسس علمية سليمة وعدم اعتبارها مجرد وظيفة روتينية يتم اللجوء إليها وقت الحاجة.

أما في الفصل الثاني وهو العمود الفقري للبحث حيث تم التطرق فيه إلى معظم الأساليب الكمية من حيث التطور، التعريف مجالات استخدامها ومعرفة أنواع هذه الأساليب، وأي الأساليب الكمية المطبقة في إدارة الصيانة وتحليل الأثر الناتج عن التطبيق على فعالية هذه الأخيرة، ليتم بعد ذلك محاولة إسقاط بعض هذه الجوانب النظرية على أرض الواقع.

وقد مكنتنا الدراسة الميدانية من معاينة واقع إدارة الصيانة في إحدى مؤسساتنا الوطنية وحسب ما رأينا فإن حجم العناية الذي توليه المؤسسة لدائرة الصيانة لا يتعدى سوى القيام بالعمليات الوقائية الروتينية وأنماط عمليات الإصلاح وضعف التخطيط...، كما تبين لنا من خلال الزيارة عدم اعتماد دائرة الصيانة في المؤسسة للمنهج العلمي وعدم استغلال بيانات التجهيزات لاتخاذ قرارات أفضل تحسّن من فعالية هذه الدائرة، والاهتمام الكبير بالجانب الهندسي والفني البحث في تنفيذ عمليات الصيانة فالهدف الرئيسي لهذه الدائرة هو إعادة الآلات إلى حالتها التشغيلية بأقصى سرعة (بأقل زمن ممكن) مع ضمان جودة عالية للمنتجات، بالرغم من أن معظم الآلات والمعدات لم يتم تجديدها (استبدالها) منذ نشأة المؤسسة، هذا ما يجعل المؤسسة حسب رأينا أمام خيار واحد وهو الاهتمام بدائرة الصيانة وإدخال الأساليب الكمية لإدارتها للمحافظة على أداء الآلات والمعدات من أجل زيادة فعاليتها والمساهمة بشكل إيجابي في تحقيق أهداف المؤسسة.

ولقد اخترنا تطبيق أحد الأساليب الكمية وهو سلاسل ماركوف الذي بين أنه أداة لتوفير المعلومات يمكن الاعتماد عليه لمعرفة الواقع التشغيلي لكل التجهيزات بصفة عامة والآلات ومعدات الإنتاج بصفة خاصة، مما يساهم في تحسين فعالية إدارة الصيانة وبذلك نكون قد أثبتنا صحة الفرضية الأولى (يساهم تطبيق الأساليب الكمية في معرفة الواقع التشغيلي للآلات مما يؤثر إيجاباً على فعالية إدارة الصيانة)، كما يساعد أيضاً على الوصول لأفضل استراتيجيات الصيانة من خلال إعادة النظر في خطوات تنفيذ خطط وبرامج الصيانة الوقائية والتصحيحية وبالتالي أثبتنا أيضاً صحة الفرضية الثانية (تساعد الأساليب الكمية في إعادة النظر في نوعية الصيانة المطبقة مما يزيد من فعالية إدارة هذه الأخيرة).

ولقد وقفنا على جملة من النقائص ضمن هذه الدائرة تتمثل فيما يلي:

- نقص الاهتمام بالصيانة بمفهومها العلمي والاداري وحصرتها في الجانب الهندسي الميكانيكي البحث؛
- عدم استغلال (سوء الاستخدام) عملية التوثيق لأعمال الصيانة التي تم القيام بها لمعرفة أسباب الأعطال المتكررة؛
- عدم الاستفادة من التقنية وبرامج أجهزة الحاسوب في أعمال الصيانة والإصلاح؛
- عدم الحصول على قطع الغيار وأجزاء التبديل في الوقت المناسب مما يؤدي إلى توقف بعض الآلات عن التشغيل ما يؤثر ذلك على زيادة تكاليف الإنتاج؛
- غياب النظرة العلمية (عدم استخدام الأساليب الكمية) في دراسة وتحليل أعمال الصيانة بناء على أسلوب علمي بالنسبة للقائمين على دائرة الصيانة فالمهم بالنسبة لهم هو انجاز أعمال

الصيانة دون الإخلال بالعملية الانتاجية حيث الهدف الرئيسي هو جودة المنتجات وتقليل أوقات الإصلاح والوصول إلى كمية الإنتاج المقدره مهما تطلب الأمر.

كل هذه النقائص حالت دون الوصول إلى الأهداف المسطرة (سواء لبلوغ حجم الإنتاج معين أو تدنية حجم الأعطال) لذلك لا بد من الإسراع لإعادة الاعتبار لهذه الإدارة وخلق الوعي الاقتصادي لجميع المكلفين بتسييرها، فصحيح المؤسسة بدأت بالعناية بالعمال وتكوين دورات تدريبية لهم وتوفير لهم الجو الملائم ومكاتب جديدة ونقل.

وعلى ضوء ما تم التوصل إليه من خلال هذه البحث نقدم مجموعة من التوصيات والاقتراحات التي إذا ما تم أخذها بعين الاعتبار (حسب اعتقادنا) من قبل أصحاب القرار بالمؤسسة فإنه من المعتقد أن تنعكس إيجابا على إدارة الصيانة فيها، وهذه التوصيات هي:

- إعادة الاعتبار لإدارة الصيانة كإدارة تقوم بجميع مهامها الإدارية بطريقة فعالة تضمن تدفق الإنتاج بالكمية والجودة المطلوبة وبتكاليف مثلى؛
- إنشاء بنك المعلومات على مستوى إدارة الصيانة لتسهيل التعرف على السياسات والخطط المتبعة في أعمال الصيانة وتوفير فرص الحصول على آراء ودراسات متخصصين في الميدان من شأنها تدعيم جهود القائمين على الصيانة؛
- تحسين الكفاءة التشغيلية للآلات اعتمادا على النتائج التي تقدمها الأساليب الكمية خاصة نموذج سلاسل ماركوف التي تعتبر مقياسا أكثر دقة عن الحالة التشغيلية للمعدات والآلات؛
- زيادة الاهتمام العالي بالتسجيل الحقيقي للأعطال لأن جميع الأساليب الكمية التي تستخدم في مجال الصيانة تعتمد كليا على مدى الدقة في تسجيل تلك البيانات؛
- العمل على استغلال أجهزة الحاسوب وإنشاء قاعدة بيانات لكل الآلات والمعدات تتضمن أسماءها، الأعطال التي حدثت لها ولا بد من الإشارة إلى الأعطال التي تحدث بسبب الأداء التشغيلي أو لأسباب أخرى، لأن ذلك يؤثر على دقة نتائج حسابات معدلات العطل والتصليح، كما أنه يجب أن تحتوي قاعدة البيانات على أوقات التصليح الخاصة بهذه الآلات والمعدات؛
- ضم العمال ذوي الكفاءات وحاملي الشهادات في الإلكترونيات والكهرباء والميكانيك بعقود رسمية بدل عقود ما قبل التشغيل والتي من شأنها إعطاء بدائل ناجعة وعملية في تنفيذ أعمال الصيانة والتصليح دون التأثير على تدفق الإنتاج؛

▪ تعزيز العلاقات مع الجامعات ومراكز البحث وتمويلها وعقد الشراكة معها لتطوير الأساليب الإدارية وتحسين الأداء؛

وفي الأخير نتمنى أن تجسد ميدانيا كل النتائج والتوصيات التي تم التوصل إليها في هذا البحث لتحقيق الأهداف المنتظرة من إدارة الصيانة الجيدة خاصة وأن العالم يشهد تطورات هائلة.

قائمة المراجع

المراجع باللغة العربية

أ- الكتب:

1. أبو بكر عيد أحمد، السيفو وليد اسماعيل، مبادئ التحليل الكمي، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع، عمان، الاردن، 2009.
2. الألوسي عبد الستار أحمد محمد، أساليب بحوث العمليات: الطرق الكمية المساعدة في اتخاذ القرار، دار القلم للنشر والتوزيع، دبي، الإمارات العربية المتحدة، 2003.
3. البكري سونيا محمد، إدارة الجودة الكلية، الدار الجامعية، الاسكندرية، مصر، 2002.
4. البكري سونيا محمد، تخطيط ومراقبة الإنتاج، الدار الجامعية، الاسكندرية، مصر، دون سنة نشر.
5. البداوي عبد الحميد عبد المجيد، الأساليب الكمية التطبيقية في إدارة الاعمال، الطبعة الأولى، دار وائل للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2008.
6. اللامي غسان قاسم داود، البياتي أميرة شكرولي، إدارة الإنتاج والعمليات: مرتكزات معرفية وكمية، دار اليازوري للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2008.
7. الحديثي رامي حكمت فؤاد وآخرون، الاتجاهات الحديثة في إدارة الصيانة المبرمجة، دار وائل للنشر، عمان، الأردن، 2004.
8. العزاوي محمد، الإنتاج وإدارة العمليات: منهج كمي تحليلي، دار اليازوري للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2006.
9. الفضل مؤيد، المنهج الكمي في إدارة الأعمال: نماذج قرار وتطبيقات عملية، مؤسسة الوراق للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2012.
10. الفضل مؤيد، المنهج الكمي في إدارة الوقت، دار المريخ للنشر، الرياض، المملكة العربية السعودية، 2008.
11. الفضل مؤيد، المنهج الكمي في اتخاذ القرارات الادارية المثلى، دار اليازوري للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2010.
12. الفضل مؤيد، مدخل إلى الأساليب الكمية في التسويق: تطبيقات في منظمات الأعمال الانتاجية والخدمية، الطبعة الأولى، دار المسيرة للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2008.
13. الصيرفي محمد، الإدارة الصناعية، مؤسسة حورس للنشر والتوزيع، الاسكندرية، مصر، 2005.
14. الهيتي خالد عبد الرحيم، الأساليب الكمية في الادارة: مدخل القرارات الادارية، الطبعة الأولى، دار الحامد للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2000.
15. الموسوي عبد الرسول عبد الرزاق، التحليل الكمي للعلوم الإدارية والتطبيقية، الطبعة الأولى، مؤسسة الوراق للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2008.

قائمة المراجع

16. النجار فريد راغب، **بحوث العمليات في الإدارة**، الطبعة الأولى، الدار الجامعية، الاسكندرية، مصر، 2009.
17. العبد جلال ابراهيم، **استخدام الاساليب الكمية في اتخاذ القرارات الإدارية**، دار الجامعة الجديدة، الاسكندرية، مصر، 2004.
18. الشمريتي حامد سعد نور، علي خليل الزبيدي، **مدخل إلى بحوث العمليات**، الطبعة الأولى، دار مجدلاوي للنشر والتوزيع، عمان، الأردن 2007.
19. بكري عبد العليم محمد، **مبادئ إدارة الأعمال**، جامعة بنها، السعودية، 2007.
20. بول إيمانويل سامويلسون، نوردهاوس ويليام، ماندل مايكل، **الاقتصاد**، ط15، ترجمة: هشام عبد الله، الدار الأهلية للنشر والتوزيع، عمان الأردن 2001.
21. بوساحة حورية، **الإحصاء والاحتمالات**، المعهد الوطني لتكوين مستخدمي التربية وتحسين مستواهم، الحراش، الجزائر، 2008.
22. بوعبد الله صالح، **محاضرات الإحصاء الرياضي**، جامعة الجزائر 3، 2006.
23. جبرين علي هادي، **الاتجاهات والادوات الكمية في الإدارة**، الطبعة الأولى، دار الثقافة للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2008.
24. حسن عادل، **التنظيم الصناعي وإدارة الإنتاج**، دار النهضة العربية للطباعة والنشر، بيروت، لبنان.
25. حسن عادل، **مشاكل الإنتاج الصناعي**، مؤسسة شباب الجامعة، الاسكندرية، مصر، 1998.
26. حشمان مولود، **نماذج وتقنيات التنبؤ القصير المدى**، ديوان المطبوعات الجامعية، بن عكنون، الجزائر، 2002.
27. طيبه أحمد عبد السميع، **مبادئ الإحصاء**، دار البداية ناشرون وموزعون، عمان، الأردن، 2008.
28. طرطار أحمد، **الترشيد الاقتصادي للطاقات الإنتاجية في المؤسسة**، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر، 1993.
29. محمد أماني موسى، **التحليل الإحصائي للبيانات**، مركز تطوير الدراسات العليا والبحوث، جامعة القاهرة، 2007.
30. نبيل محمد مرسي، **التحليل الكمي في مجال الأعمال: أساسيات علم الإدارة التطبيقي**، دار الجامعة الجديدة، الاسكندرية، مصر، 2004.
31. سالفاتور دومينيك، **ترجمة سعدية حافظ منتصر، الإحصاء والاقتصاد القياسي**، ط2، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر 1993.
32. سعيد سهيلة عبد الله، **الجديد في الأساليب الكمية وبحوث العمليات**، الطبعة الأولى، دار حامد للنشر والتوزيع، عمان، الاردن، 2007، ص 15.
33. فالتة اليمين، **بحوث العمليات**، الجزء الأول، الطبعة الأولى، ايتراك للنشر والتوزيع، القاهرة، مصر، 2006.
34. شافير سكوت، ميرديث جاك، ترجمة: سرور علي ابراهيم، **إدارة العمليات: منهج عملية الأعمال بصفحات الانتشار**، دار المريخ للنشر، الرياض، السعودية، 2005.

قائمة المراجع

35. شبيجل موراي، ترجمة شعبان عبد الحميد شعبان، نظريات ومسائل في الاحصاء، الدار الدولية للاستثمارات الثقافية، مصر، دون سنة نشر.
36. شمعون شمعون، الرياضيات الاقتصادية، ديوان المطبوعات الجامعية، بن عكنون، الجزائر، الطبعة الثانية، 2005.
37. شرابي عبد العزيز، الرياضيات الاقتصادية: المصفوفات، ديوان المطبوعات الجامعية، بن عكنون، الجزائر، الطبعة الثالثة، 1999.
38. خضير كاظم حمود، فاخوري هائل يعقوب، إدارة الإنتاج والعمليات، دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2009.
- ب- أطروحات ورسائل:**
39. البشير عمارة، أثر الصيانة على تكاليف الجودة في المؤسسة الصناعية، دراسة مؤسسة NANTAL تلمسان، مذكرة ماجستير غير منشورة، كلية العلوم الاقتصادية والتسيير، جامعة أبو بكر بلقايد، تلمسان، الجزائر، 2010.
40. بدار عاشور، المفاضلة بين نموذج السلاسل الزمنية ونموذج الانحدار الخطي البسيط للتنبؤ بحجم المبيعات في المؤسسة الاقتصادية، مذكرة ماجستير غير منشورة، كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير والعلوم التجارية، تخصص علوم تجارية، جامعة محمد بوضياف، المسيلة، 2006.
41. بوعنينة وهيبة، دور إدارة الصيانة في تخفيض تكاليف الإنتاج، دراسة حالة مؤسسة نافتك لتكرير البترول، مذكرة ماجستير غير منشورة، كلية علوم التسيير والعلوم الاقتصادية، جامعة 20 أوت 1955، سكيكدة، 2007.
42. جاب الله شافية، فعالية المعلومات والأساليب الكمية في اتخاذ القرارات، حالة المؤسسات العمومية الاقتصادية الجزائرية، أطروحة مقدمة لنيل شهادة دكتوراه، كلية العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية وعلوم التسيير، تخصص العلوم الاقتصادية، جامعة الجزائر 3، 2011.
43. زايدي عبد السلام، دور إدارة الصيانة في تدعيم القدرة التنافسية للمؤسسة الصناعية دراسة حالة شركة إسمنت تبسة SCT، مذكرة ماجستير غير منشورة، جامعة محمد بوضياف، المسيلة، الجزائر، 2007.
44. زرقى عمار، التمهيد بإدارة الصيانة كاختيار استراتيجي للمؤسسة الصناعية مدخل لتحسين الإنتاجية: دراسة حالة المركب المنجمي للفوسفات_ جبل العنق_ بئر العاتر، مذكرة ماجستير غير منشورة، جامعة قاصدي مرباح، ورقلة، 2012.
45. مقيدش نزيهة، أهمية أسلوب المعاينة في الدراسات الإحصائية: دراسة تطبيقية حول الحوكمة في الجامعة الجزائرية من خلال سبر للآراء، مذكرة ماجستير غير منشورة، كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير، تخصص تقنيات كمية، جامعة فرحات عباس، سطيف، 2010.

قائمة المراجع

46. مغبر فاطمة الزهراء، تخطيط أعمال الصيانة باستخدام الأساليب الكمية، دراسة حالة مؤسسة الزنك، مذكرة ماجستير غير منشورة، كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير والعلوم التجارية، تخصص بحوث العمليات وتسيير المؤسسات، جامعة أبي بكر بلقايد، تلمسان، الجزائر، 2011.
47. عزي سهام، دراسة المقاربة الكمية في اتخاذ القرارات الإدارية، دراسة حالة مؤسسة عمومية: المستشفى الجامعي مصطفى باشا ووكالة التأمين سلامة، مذكرة ماجستير غير منشورة، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، قسم التسيير، تخصص التسيير العمومي، جامعة الجزائر 3، 2012.
48. عياش جابر محمد، واقع استخدام الاساليب الكمية في اتخاذ القرار وحل المشكلات لدى المؤسسات الأهلية بقطاع غزة، مذكرة ماجستير غير منشورة، كلية التجارة، قسم إدارة الأعمال، الجامعة الإسلامية، غزة، 2008.
49. تغلابت عبد الغاني، تأثير الصيانة على تكاليف اللاجودة في المؤسسة الصناعية، دراسة حالة ملبنة الأوراس، مذكرة ماجستير غير منشورة، كلية علوم التسيير والعلوم الاقتصادية، جامعة الحاج لخضر، باتنة، الجزائر، 2006.
50. خليلد علي، أثر استخدام الأساليب الكمية في تحسين فعالية اتخاذ القرارات الإدارية، مع التطبيق على بعض المؤسسات الصناعية والخدمية بولاية تيارت، أطروحة دكتوراه، كلية العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، قسم علوم التسيير، جامعة الجزائر 3، 2010.

ج- مقالات، مداخلات ومحاضرات:

51. الجديلي رحي، واقع استخدام الاساليب الكمية في تحليل المشكلات واتخاذ القرارات، دراسة ميدانية للقطاع الحكومي في غزة، يناير، 2004، ص 24، من الموقع (<http://www.loredz.com/vb/showthread.php?t=22971>) تم الاطلاع (2014/09/21: 23:20).
52. الصوص سمير زهير، سلسلة أدوات تحسين الإنتاجية : الصيانة الإنتاجية الكلية، 2011، ص 3، من الموقع www.myqalqilia.com/Productivity.files/TPM.doc آخر اطلاع 2014/08/29 13:23.
53. التميمي عبد العزيز بن محمد، درويش سعيد محمد، دورة عمليات الصيانة، 2002، ص 11، على الخط: <http://faculty.ksu.edu.sa/Darwish/Documents/دورةالصيانة> لوزارة الصحة الجزء الأول آخر اطلاع: 2014/08/22 21:33.
54. دحو عبد الكريم، النماذج الرياضية واتخاذ القرارات الادارية، مجلة الخلدونية في العلوم الاقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، العدد 1، جامعة ابن خلدون، تيارت، الجزائر، 2012.
55. عرب هاني، محاضرات في مادة مبادئ الاحصاء، من الموقع (<http://www.e1500.com/vb/t7891.html>) تم الاطلاع (2014/12/09: 20:50).
56. طيار أحسن، واقع استخدام الأساليب الكمية في اتخاذ القرارات الادارية، دراسة ميدانية بقطب المحروقات في ولاية سيكدة بالجزائر، المجلة الأردنية في إدارة الأعمال، المجلد 8 العدد 1، 2012.

قائمة المراجع

57. ماجد عثمان، الإحصاء ودعم القرار وصياغة السياسات العامة، 2007، ص ص 5-6، من الموقع: (<http://www.hiportsaid.com/posts/326879>) تم الاطلاع (20:50 :2014/11/24).
58. سامح محمد، الصيانة الإنتاجية الشاملة، 2008، من الموقع (<http://www.modon.gov.sa/ar/mediacenter/InformationCenter/DocLib/productiveMaintenance.pdf>) آخر اطلاع: 2014/09/02 13:38.
59. صغيور حياة، واقع إدارة الصيانة في الدول النامية وانعكاساتها على الانتاج، جامعة دمشق، سوريا، 2009، من الموقع (<http://sa.ae/4ae44de>) تم الاطلاع (20:50 :2014/02/24).
60. ناسي نبيل جورج، محاضرات في الهندسة الصناعية، 2008، ص: 100-102، من الموقع (<http://fr.slideshare.net/osamaa999/engineering-management-34007287>) تم الاطلاع (20:50 :2015/02/24).
61. قنطجبي سامر مظهر، ترشيد عمليات الصيانة بالأساليب الكمية، مركز الدكتور سامر مظهر قنطجبي لتطوير الأعمال، من الموقع: www.kantakji.com آخر اطلاع 2014-04-19.

المراجع باللغة الأجنبية

A. Books:

62. Ben-daya Metd' autres, **Handbook of Maintenance Management and Engineering**, Springer-Verlag London Limited, 2009
63. Bufferne J, **Le Guide de la TPM Total Productive Maintenance**, Éditions d'Organisation Groupe Eyrolles Saint-Germain, 2006
64. Dhillon B.S., **Engineering Maintenance -A Modern Approach**, CRC Press, USA, 2002.
65. Francastel J, **Externalisation de la maintenance: Stratégies, Méthodes et Contrats**, 2éd, DUNOD, Paris, 2005.
66. Marquez A.C, **The Maintenance Management Framework – models and methods for complex systems maintenance**, Springer-Verlag London Limited 2007.
67. Mills T.C, Patterson K, **Handbook of Econometrics**, Macmillan Publishers Ltd, England 2009.
68. Mishra PN, Jaisankar S, **Quantitative Techniques For Management**, School Of Distance Education, Bharathiar University, Coimbatore, New Delhi, 2007.
69. Mjidila A, **module du Gestion de la maintenance: Guide de Travaux Pratiques**, Office de la Formation Professionnelle et de la Promotion du Travail, Royaume de Maroc, 2006.
70. Monchy F, Vernier J, **Maintenance – méthodes et organisations**, 3 édition, Dunod, Paris, 2010.
71. Nijjaawan N, Nijjaawan R, **Modern approach to Maintenance in Spinning**, Woodhead Publishing India Pvt. Ltd, New Delhi 2010, p 90.
72. Ogunjuboun, F. I, **Costing Quantitative Techniques**, National Library Cataloguing –In-Publication Data, Lagos, Nigeria, 2009.

73. Onyemaechi j, Idrissu I, **Quantitative Methods For Public Administration**, National Open University of Nigeria, First Printed, 2010.
74. Smith, D.J, **Reliability Maintainability and Risk**, 6th Ed, Butterworth-Heinemann, Oxford, 2001.
75. Taha H, **Operations Research: An Introduction**, 8th Ed; Pearson Education Inc; 2007.
76. Vineethan T, Venugopalan K, Quantitative Technique for Business, School of Distance Education, University of CALICUT, Kerala India, 2011.
77. Wireman T, **Benchmarking: Best Practices in Maintenance Management**, Industrial Press Inc, USA, 2004.
78. Winston. w, **Operations Research Applications and Algorithms**, 4th edition, 2003.

B. theses

79. Alhouaji A, **Contribution à l'optimisation de la maintenance dans un contexte distribué**, Thèse de doctorat, spécialité: Automatique - Productive, Université de Grenoble, 2010.
80. Alsvouf I, **Cost Effective Maintenance Competitive Advantages**, Thesis for the degree of Doctor of Philosophy School of Industrial Engineering, Växjö University Press, Sweden, 2004.
81. Benbouzid F, **Contribution a l'étude de la performance et de la robustesse des ordonnancements conjoints production/maintenance**, Thèse de doctorat, spécialité Automatique et Informatique, Université de Franche- comte, 2005.
82. Bouanaka M.L, **Contribution a l'amélioration des performances opérationnelles des machines industrielles**, mémoire présentée pour l'obtention du diplôme de magister en génie mécanique, faculté des sciences de l'ingénieur, université de Constantine, 2009.
83. Kaffel H, **La maintenance distribuée: concept, évaluation et mise en œuvre**; thèse présentée à la faculté des études supérieures de l'université Laval pour l'obtention du grade de philosophai doctorat, Québec, 2001.
84. Kallen. M.J, **Markov processes for maintenance optimization of civil infrastructure in the Netherlands**. Ph.D. thesis, Delft University of Technology, Delft, 2007.
85. Nilson J, **On Maintenance Management of wind and nuclear power plants**, licentiate thesis –KTH- royal institute of technology, Stockholm, Sweden, 2009.
86. Tazi D, **Externalisation de la Maintenance et ses Impacts sur la Sécurité dans les industries de procédés**, thèse en vue de l'obtention du doctorat de l'université de Toulouse, 2008.
87. Zille V, **Modélisation et évaluation des stratégies de maintenance complexes sur des systèmes multi-composants**, thèse pour obtenir le grade de docteur, université de Troyes, 2009.

C. Articles:

88. **Organisation et Méthodes de maintenance : modules F334b Maintenance**, Institut universitaire de technologie de Mantes en Yvelines, Département G.M.P, online : <https://fr.scribd.com/doc/195950613/2-Concepts-de-Base-de-La-Maintenance-Industrielle> consulted at 28/02/2014 : 10:00.
89. Al-Hammad A, **Computerised Maintenance Management Systems**, online: <http://faculty.kfupm.edu.sa/ARE/amhammad/ARE-457-course-web/CMMS-1.pdf> consulted at 05/03/2014 10:25.

90. Belhomme A, **Cours de Stratégie de Maintenance, BTS Maintenance Industrielle**, Forges les Eaux, online <https://fr.scribd.com/doc/200586202/cours-STRATEGIE-DE-MAINTENANCE-pdf> consulted at. 10/03/2014 : 12:51.



الملخص

ساهمت التطورات التكنولوجية السريعة في ظهور آلات ومعدات حديثة تتمتع بالتقنية العالية هذا ما استدعى بالضرورة الاهتمام بالصيانة كإدارة قائمة بحد ذاتها في المؤسسة، تقوم بالعناية بهذه الآلات والمعدات باتباع مختلف السياسات وتطبيق الأساليب الكمية الحديثة في الإدارة من تخطيط، تنظيم، تنفيذ ورقابة مع مراعاة الأداء التشغيلي السليم لهذه الآلات.

ولقد عمدنا من خلال هذا البحث إلى عرض مجموعة من الأساليب الكمية المطبقة في إدارة الصيانة ومعرفة أثرها على فعالية هذه الإدارة، وجاءت الدراسة الميدانية كمحاولة لمعرفة مدى استفادة إحدى المؤسسات الجزائرية من هذه الأساليب وكان ذلك من خلال تتبع وتحليل مجموعة من البيانات الكمية وكذا سلسلة اللقاءات والمقابلات مع بعض إطارات بالمؤسسة، فتمكنا من خلال الدراسة الميدانية في مؤسسة صناعة الكوابل فرع جنرال كابل ببسكرة كنموذج من معرفة واقع إدارة الصيانة ومحاولة تطبيق أحد الأساليب الكمية وهو نموذج سلاسل ماركوف وتبيان مدى أثره على فعالية هذه الإدارة بالمؤسسة.

ومن خلال تطبيق هذا النموذج على آلتين إنتاجيتين والذي ارتكز في حساباته على عدد الأعطال وأوقات التصليح لهما تمكنا من معرفة الواقع التشغيلي الفعلي لهذه الآلات وتبين لنا مدى أهميته وأثره، لكونه يقدم مجموعة من المؤشرات الكمية تساهم في زيادة وتحسين فعالية إدارة صيانة آلات ومعدات المؤسسة، التي يمكن اعتمادها عند وضع خطط الإنتاج المستقبلية مما يحسن من سير العملية الإنتاجية والمساهمة في تحقيق الأهداف المسطرة.

الكلمات المفتاحية: إدارة الصيانة، التيروتكنولوجي، الأساليب الكمية، سلاسل ماركوف.

Résumé:

Les développements technologiques rapides ont permis l'apparition des machines et équipements dotés d'une haute technologie. De ce fait, l'importance de leur maintenance s'impose comme la gestion de la liste elle-même au sein d'une entreprise, et le soins de cette équipement suivant les différentes politiques et l'application de méthodes quantitative modernes dans la gestion de la planification, l'organisation, la mise en œuvre et la supervision. soucieuse du bon fonctionnement des équipement.

Notre travail consiste à exposer les différentes méthodes quantitatives dans la gestion de maintenance et de leur impact sur l'efficacité de cette administration, et a été l'étude de terrain dans un essai de savoir à quel point une des entreprises algériennes a pu profiter de ces méthodes et ceci à travers suivi et analyse d'un ensemble de données quantitatives et une série rencontres et interviews avec certains cadres de l'entreprise, et par une étude pratique prenant comme institution modèle ENICAB Filiale General Câble on a pu mettre le point sur la réalité de la gestion de maintenance en essayant d'appliquer l'une des méthodes quantitatives qui est le modèle des chaines du Markov et son impact sur l'efficacité de les institutions de gestion dans cette entreprise.

Après l'application de cette méthode sur deux machines productives basée sur le nombre de pannes et leur temps de réparation on a pu connaître les réalités opérationnelles efficaces pour ces machines qui nous ont confirmés combien le modèle des chaines markovien est indispensable et efficace car il offre un ensemble d'indicateurs quantitatifs contribuant à l'augmentation et l'amélioration de l'efficacité de la gestion de maintenance de l'équipement de l'entreprise et qui peut être adopter lors de l'élaboration des futurs plants de production qui améliorent le fonctionnement du processus de production et contribuent à la réalisation des objectifs soulignés.

Mots clés : gestion de la maintenance, Terotechnology, méthodes quantitatives, chaines de Markov.