وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الدكتور مولاي الطاهر بسعيدة

كلية العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية وعلوم التسيير

قسم علوم التسيير

مذكرة مقدمة لاستكمال متطلبات شهادة ماستر أكاديمي

الميدان: علوم اقتصادية، تسيير وعلوم تجارية

الشعبة: إدارة الأعمال

التخصص: إدارة الإنتاج والتموين

بعنوان:

الاختيار الأمثل لعدد العمال وتقليل الزمن في خطوط الصيانة لمكائن الإنتاج باستخدام نظرية صفوف الانتظار

_ دراسة حالة مطاحن مرابط بالنعامة 2020 _

من إعداد الطالب:

- منصف نبيل بوشيحة

تحت إشراف الأستاذة:

- د. ملال ربيعة

نوقشت وأجيزت علنا بتاريخ:

أمام اللجنة المكونة من السادة:

الدكتور: ..... الدرجة العلمية/ رئيسا

الدكتور: ..... الدرجة العلمية/ مشرفا

الدكتور: ..... الدرجة العلمية/ مناقشا

السنة الجامعية: 2020/2019

التشكرات

أشكر كل من كان له الفضل في المساهمة في إنجاز هذا العمل ولو بكلمة طيبة وأخص بالذكر:

- الأستاذة المشرفة ملال ربيعة أشكرها كثيرا على توجيهاتها ونصائحها القيمة.
- السادة أعضاء اللجنة لقبولهم مناقشة هذا العمل.

الإهداء

أهدي هذا العمل إلى:

- إلى من فتحا لي أبواب العلم والمعرفة والذي لولاهما لما بلغت موضعي هذا أبي وأمي العزيزين وأسأل الله أن يرزقهما الصحة والعافية وطول العمر.
- إلى كل أفراد عائلتي من قريب أو من بعيد.
- إلى أخي بلال وإلى أصدقاء العمر نور الدين أحمد، عبد السلام، عبد الكريم.
- إلى روح جدتي الغالية رحمها الله.
- إلى كل من كان لي عونا وسندا في إتمام هذا العمل وأخص بالذكر رفيقتي شيماء.

ملخص:

نظرا للوضع الذي توجد فيه المؤسسات الجزائرية ومع تعدد أهدافها وتغير الظروف المحيطة بها، أصبح من الضروري الاستعانة **بأساليب التحليل الكمي** في عمليات **اتخاذ القرار** لتحقيق الأهداف. لهذا تهدف هذه الدراسة إلى معرفة دور استخدام **أساليب صفوف الانتظار** من اجل تقليل زمن الانتظار والاستخدام الأمثل للموارد المتاحة لدى المؤسسات الصناعية. ومن خلال البحث تم تطبيق نموذج من نماذج صفوف الانتظار في قسم الصيانة في مؤسسة مطاحن مرابط بالنعامة لتقليل الزمن في **خطوط الصيانة** لمكائن الإنتاج والاختيار الأمثل لعدد العمال، وقد أظهرت نتائج هاته الدراسة أن المؤسسة ليست بحاجة لتطبيق نموذج صف الانتظار نظرا لطبيعة الآلات التي لا تتعطل باستمرار.

الكلمات المفتاحية: أساليب التحليل الكمي، اتخاذ القرار، أساليب صفوف الانتظار، خطوط الصيانة.

Abstract:

Given the situation in which the Algerian institutions exist, the multiplicity of their objectives and the changing circumstances surrounding them, It has become imperative to use **quantitative analysis methods** in **decision-making** processes to achieve goals. Therefore, this study aims to know the role of using **queuing methods** in order to reduce waiting times and optimal use of the resources available to industrial establishments. Through the research, a model of waiting lines models was applied in the maintenance department of the Marabet Mills Corporation in Naama to reduce the time in maintenance lines for production machines and the optimal selection of the number of workers, The results of this study showed that the establishment does not need to apply the queue model due to the nature of the machines that do not break down continuously.

Keywords: quantitative analysis methods, decision-making, Queuing methods, Maintenance lines.

قائمة المحتويات

العنوان	الصفحة
الإهداء	I
التشكرات	II
الملخص	III
قائمة المحتويات	V-IX
قائمة الجداول	XI
قائمة الأشكال	XIII-XIV
مقدمة عامة	أ-ز
الفصل الأول: المقاربة النظرية للصيانة وتكاليفها	**2-58**
تمهيد	2
المبحث الأول: مدخل إلى الصيانة	3
المطلب الأول: مفهوم الصيانة والتطور التاريخي لها	3
1- مفهوم الصيانة	3
2- التطور التاريخي للصيانة	6
المطلب الثاني: أهمية وأهداف الصيانة	9
1- أهمية الصيانة	9
2- أهداف الصيانة	12
المطلب الثالث: أسباب الصيانة وخصائصها	16
1- أسباب الصيانة	16
2- خصائص الصيانة	17
المبحث الثاني: مفاهيم أساسية حول الصيانة وتكاليفها	20
المطلب الأول: أنواع الصيانة وعملياتها	20
1- أنواع الصيانة	20
2- عمليات الصيانة	24
المطلب الثاني: أنظمة الصيانة وسياساتها	27
1- أنظمة الصيانة	27

2- سياسات الصيانة	**30**
المطلب الثالث: عناصر تكاليف الصيانة وتحليلها	**33**
1- عناصر تكاليف الصيانة	**33**
2- تحليل تكاليف الصيانة	**37**
المبحث الثالث: مهام إدارة الصيانة	**43**
المطلب الأول: تخطيط وجدولة أعمال الصيانة	**43**
1- تخطيط أعمال الصيانة	**43**
2- جدولة أعمال الصيانة	**46**
المطلب الثاني: تنظيم أعمال الصيانة والرقابة عليها	**49**
1- تنظيم أعمال الصيانة	**49**
2- تنفيذ ورقابة أعمال الصيانة	**51**
المطلب الثالث: تخطيط وإدارة مخزون قطع الغيار	**55**
1- أهداف تخطيط وإدارة مخزون قطع الغيار	**55**
2- أساليب الرقابة والتحكم في مخزون قطع الغيار	**57**
خلاصة الفصل	**58**
الفصل الثاني: نماذج صفوف الانتظار وعلاقتها بالصيانة	**60-111**
تمهيد	**60**
المبحث الأول: مدخل إلى بحوث العمليات	**61**
المطلب الأول: مفهوم بحوث العمليات وتطورها التاريخي	**61**
1- مفهوم بحوث العمليات	**61**
2- تطور بحوث العمليات التاريخي	**63**
المطلب الثاني: أهمية بحوث العمليات ومراحل تطبيقها	**67**
1- أهمية بحوث العمليات	**67**
2- مراحل تطبيق بحوث العمليات	**68**
المطلب الثالث: خصائص بحوث العمليات وتصنيف نماذجها	**71**
1- خصائص بحوث العمليات	**71**
2- تصنيف نماذج بحوث العمليات	**73**

المبحث الثاني: عرض لنظرية صفوف الانتظار	**78**
المطلب الأول: مفهوم ونشأة صفوف الانتظار	**78**
1- مفهوم صفوف الانتظار	**78**
2- نشأة صفوف الانتظار	**81**
المطلب الثاني: أهداف وأهمية صفوف الانتظار وأهم عناصرها ومجالات تطبيقها	**82**
1- العناصر الأساسية لصفوف الانتظار	**82**
2- أهمية صفوف الانتظار	**83**
3- أهداف صفوف الانتظار	**83**
4- مجالات تطبيق نماذج صفوف الانتظار	**84**
المطلب الثالث: النماذج الرياضية لصفوف الانتظار	**86**
المبحث الثالث: تطبيق نظرية صفوف الانتظار في الصيانة	**95**
المطلب الأول: أنظمة صفوف الانتظار وخصائصها	**95**
1- أنظمة صفوف الانتظار	**95**
2- خصائص أنظمة صفوف الانتظار	**97**
المطلب الثاني: التحليل الاقتصادي لنظرية صفوف الانتظار وتكاليفها	**101**
1- التحليل الاقتصادي لنظرية صفوف الانتظار	**101**
2- تكاليف نظام صفوف الانتظار	**103**
المطلب الثالث: استخدام نظرية صفوف الانتظار في الصيانة	**106**
خلاصة الفصل	**111**
الفصل الثالث: الدراسة التطبيقية	**113-155**
تمهيد	**113**
المبحث الأول: الإطار المنهجي للدراسة	**114**
المطلب الأول: مجال الدراسة ومبررات اختيار الدراسة	**114**
1- مجال الدراسة	**114**
2- مبررات اختيار الدراسة	**114**
المطلب الثاني: منهج الدراسة	**115**
1- المنهج الوصفي التحليلي	**115**

2- المنهج الاحصائي	**115**
المطلب الثالث: أدوات جمع المعلومات	**115**
1- الملاحظة	**115**
2- المقابلة	**116**
3- وثائق المؤسسة	**116**
المبحث الثاني: التعريف بالمؤسسة محل الدراسة	**117**
المطلب الأول: التعريف بمؤسسة مطاحن مرابط – النعامة –	**117**
1- نشأة المؤسسة	**117**
2- المقر الاجتماعي	**117**
3- قدرات المؤسسة	**119**
4- أهداف المؤسسة	**120**
5- تنظيم المؤسسة	**121**
المطلب الثاني: مراحل الإنتاج في مؤسسة مطاحن مرابط _النعامة_	**124**
المطلب الثالث: مكانة وأنواع الصيانة المطبقة في مؤسسة مطاحن مرابط	**134**
1- مكانة الصيانة في المؤسسة	**134**
2- أنواع الصيانة المطبقة في إدارة الصيانة بالمؤسسة	**134**
المبحث الثالث: تطبيق نماذج صفوف الانتظار للاختيار الأمثل لعدد العمال وتقليل الزمن في خطوط الصيانة لمكائن الإنتاج.	**137**
المطلب الأول: نمذجة ظاهرة الانتظار في قسم الصيانة بمصلحة الصيانة والإنتاج بمؤسسة مطاحن مرابط	**137**
1- تمثيل ظاهرة الانتظار لمركز الخدمة في قسم الصيانة	**137**
2- تحديد مكونات هيكل الانتظار لمركز الخدمة في قسم الصيانة	**138**
المطلب الثاني: الدراسة الاحصائية لهيكل الانتظار لمركز الخدمة في قسم الصيانة	**140**
1- جمع بيانات الوصول والخدمة	**140**
2- تحليل وصول الآلات لمركز الخدمة	**142**
3- تحليل فترات الخدمة	**142**
4- النموذج الموافق لصف انتظار الآلات	**144**

المطلب الثالث: النموذج المقترح للاختيار الأمثل لعدد العمال وتقليل الزمن في صف انتظار الآلات لمكائن الإنتاج.	145
خلاصة الفصل	155
خـــاتمة	157
قـــــائمة المصادر والمراجع	161
قـــــائمة الملاحق	170

قائمة الجداول

قــائمة الجداول

الـــــعنوان	الصفحة
الجدول رقم (1-1): التطور التاريخي لاستراتيجية الصيانة	7
الجدول رقم (2-1): ملخص تاريخي لأهم العمليات الإدارية المتعلقة ببحوث العمليات	65
الجدول رقم (2-2): تصنيف لنماذج بحوث العمليات	74
الجدول رقم (3-1): البطاقة التقنية للمؤسسة	118
الجدول رقم (3-2): قدرة الطحن اليومية لمطاحن مرابط بالنعامة	119
الجدول رقم (3- 3): قدرة الإنتاج اليومية بالنسبة لمطاحن مرابط	119
الجدول رقم (3-4): قدرة التخزين اليومية للقمح بالنسبة لمطاحن مرابط	119
الجدول رقم (3-5): قدرة نقل المواد الأولية	120
الجدول رقم (3-6): استمارة جمع البيانات	140
الجدول رقم (3- 7): وصول الآلات لمركز الخدمة سنويا	141
الجدول رقم (3-8): توزيع وصول الآلات لمركز الخدمة خلال السنة	142
الجدول رقم (3-9): التوزيع التكراري الفعلي لأزمنة الخدمة وصيانة الآلات العاطلة على مدار 12 شهر	143
الجدول رقم (3-10): توزيع أزمنة الخدمة على مدار 12 شهرا	144
الجدول رقم (3-11): إدخال معدل الوصول ومعدل الخدمة وعدد مراكز الخدمة	148
الجدول رقم (3-12): مؤشرات أداء النموذج	149
الجدول رقم (3-13): احتمالات لحالات k مركز الخدمة	150
الجدول رقم (3-14): احتمال عدد الوحدات في النظام لما يكون N>=K	153

قائمة الأشكال

قـــائمة الأشكال

العنوان	الصفحة
الشكل رقم (1-1): نظام التيروكنولوجي (Terotechnology)	5
الشكل رقم (1-2): الانتقال في المفهوم من الإصلاح إلى الصيانة	8
الشكل رقم (1-3): أهمية الصيانة الفعالة	11
الشكل رقم (1-4): أقطاب أهداف الصيانة	15
الشكل رقم (1-5): مخطط أنواع الصيانة وعملياتها	26
الشكل رقم (1-6): نموذج لإنجاز وحدات قياس أنظمة الصيانة	29
الشكل رقم (1-7): مراحل إعداد سياسة الصيانة	30
الشكل رقم (1-8): الأقطاب المحددة لسياسة الصيانة	31
الشكل رقم (1-9): العلاقات المتبادلة بين سياسات الصيانة والسياسات الأخرى	32
الشكل رقم (1-10): مخطط مكونات تكاليف الصيانة	37
الشكل رقم (1-11): تأثير درجة الأتمتة على تكاليف الصيانة	38
الشكل رقم (1-12): التكلفة الكلية المثلى للصيانة	40
الشكل رقم (1-13): العلاقة بين العمر الإنتاجي للمعدات وتكاليف صيانتها	41
الشكل رقم (1-14): تكامل عمليات الرقابة والتخطيط	44
الشكل رقم (1-15): الخطوات المختلفة للجدولة	47
الشكل رقم (1-16): مراحل عملية التدخل لتنفيذ أعمال الصيانة	52
الشكل رقم (1-17): الخطوات الأربع لوظيفة مراقبة الصيانة	54
الشكل رقم (2-1): مراحل تطبيق أساليب بحوث العمليات	70
الشكل رقم (2-2): منظومة صفوف الانتظار	80
الشكل رقم (2-3): الهيكل العام لخطوط الانتظار	80
الشكل رقم (2-4): الموازنة بين تكاليف الانتظار وتكاليف تحسين الخدمة	85
الشكل رقم (2-5): أنظمة الخدمة	96
الشكل رقم (2-6): تصور لمكونات نظام صفوف الانتظار	98
الشكل رقم (2-7): إجمالي التكلفة في نماذج صف الانتظار	103
الشكل رقم (2-8): العلاقة بين مستوى الخدمة المقدمة وبين تكلفة الوقت المنتظر	105
الشكل رقم (2-9): العلاقة بين مستوى الخدمة المقدمة وبين تكلفة هاته الخدمة	105

الشكل رقم (2-10): تحديد التكلفة المثلى لمستوى طاقة الخدمة وتكلفة انتظار العملاء	106
الشكل رقم (3-1): موقع مؤسسة مطاحن مرابط على خريطة GOOGLE	117
الشكل رقم (3-2): الهيكل التنظيمي للمؤسسة	122
الشكل رقم (3-3): المخطط الهيكلي لورشة الإنتاج	124
الشكل رقم (3-4): عملية التنقية	128
الشكل رقم (3-5): آلة الطحن	129
الشكل رقم (3-6): عملية استخراج الدقيق	130
الشكل رقم (3-7): مخطط توضيحي لعملية انتاج الدقيق والسميد	131
الشكل رقم (3-8): عملية التغليف ووضع المنتوج في الأكياس	133
الشكل رقم (3-9): هيكل الانتظار في مصلحة الإنتاج والصيانة _قسم الصيانة_	138
الشكل رقم (3-10): تمثيل مبسط لظاهر صف انتظار بمصلحة الصيانة والإنتاج _قسم الصيانة_	140
الشكل رقم (3-11): اختيار اسم النموذج من البرنامج	146
الشكل رقم (3-12): اختيار نوع النموذج من البرنامج	147
الشكل رقم (3-13): احتمالات عدد الوحدات في النظام لما N=K	151
الشكل رقم (3-14): احتمالات عدد الوحدات في النظام لما N<= K	152

مقدمة عامة

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

فالتطور الكبير في رأس المال المستثمر في الأصول الثابتة من الآلات والمعدات والأجهزة والمباني، يمثل نسبة كبيرة من الأموال المستثمرة في المشروعات الصناعية، كما أن حصول المؤسسة على الجزء الأكبر من الأصول تعترضه العديد من الصعوبات التقنية والتكنولوجية والإجراءات القانونية، نظرا لاستراد معظمها من الدول المتقدمة صناعيا، مما يستدعي الاهتمام بالمحافظة على هذه الأصول واستمرار تشغيلها بكفاءة وفعالية، وهذا من خلال وضع برامج لصيانتها تفاديا لتوقفها جزئيا أو كليا عن الإنتاج بفعل تقادمها ونتيجة الاستعمال المفرط وما يترتب عنه من تأثير سلبي على الإنتاج وجودته ومن ثم على قدرته على المنافسة.

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

يتجزأ الإنتاج في المؤسسة الصناعية إلى عدة مراحل، كل مرحلة تجرى فيها عملية إنتاجية معينة تختلف عن المرحلة التي سبقتها وتختلف عن المرحلة التي تليها، مما يؤدي إلى ظهور حالات من نقاط اختناق سينعكس أثرها مباشرة على صورة سوء استخدام للموارد المتاحة من الآلات، والعمال، والموارد، والمعدات، اذ سيظهر الوقت الضائع في الطاقات المتاحة من تلك الموارد، كساعات عمل غير مستغلة، أو ساعات لآلات عاطلة دون استخدام، ومن ثم يتدنى مستوى استغلال طاقات تلك الموارد، الأمر الذي سيجلب أبلغ الضرر بمركز الربحية بالمؤسسة. وتلك الطاقات غير المستغلة إنما تنشئ بسبب رئيسي هو سوء تخطيط استخدامها مما يجعلها في حالة انتظار وقد يظهر نتيجة لذلك اختناقات، والنتيجة النهائية لكل تلك المظاهر غير المرغوب فيها هو اتجاه تكاليف الإنتاج إلى الزيادة، وهذا يضر ويضعف المركز التنافسي للمؤسسة.

هذه المشكلات التي تعوق الإنتاج لم تنل بعد قسطا وافيا من الاهتمام وذلك من حيث تشخيصها والعمل على علاجها بما يؤدي إلى مساهمة مخرجاتها إلى تحقيق الأهداف المرجوة. وهنا ظهرت العديد من الأدوات والتقنيات المستخدمة في بحوث العمليات، ومن أهمها وأشهرها نماذج صفوف الانتظار التي عرفت استخداما واسعا في هذا المجال.

من جهة أخرى نجد أن أغلب المسيرين في المؤسسات عموما لا يهتمون بتطبيق الطرق العلمية لاتخاذ القرارات، وخاصة على مستوى المؤسسات الصناعية والمنشآت. وسيتم في هذا البحث استخدام أسلوب صفوف الانتظار التي تعتبر من أفضل الطرق العلمية التي أثبتت فعاليتها في معالجة العديد من ظواهر الانتظار في المؤسسات، لهذا تظهر ضرورة محاولة تطبيق مثل هذا الأسلوب في تحليل الاختناقات التي توجد في صف انتظار الآلات وطول زمن انتظار الآلة في صف الانتظار وعدد العمال المناسب لكل آلة، هذا الاختناق الذي يؤدي إلى عرقلة سيرورة الإنتاج والتي لها تأثير مباشر على ربحية المؤسسة. وعليه يمكن طرح المشكلة التالية:

ما مدى استخدام نماذج صفوف الانتظار في الاختيار الأمثل لعدد العمال وتقليل الزمن في خطوط الصيانة لمكائن الإنتاج؟

من خلال مشكلة الدراسة الرئيسية وللإجابة عليها يمكن طرح مجموعة من الأسئلة الفرعية التالية:

- ماهي الصيانة وما هي أهميتها داخل المؤسسة محل الدراسة؟
- ما المقصود ببحوث العمليات وأهم أساليبها؟
- هل تهتم المؤسسة محل الدراسة بتطبيق نماذج صفوف الانتظار؟
- هل تقضي الآلات أوقات طويلة في صف الانتظار قبل تلقي الخدمة؟
- هل يعتبر عدد مراكز الخدمة في المؤسسة محل الدراسة كاف لتقديم الخدمة بفعالية؟

فرضيات الدراسة:

من أجل الإجابة على التساؤلات السابقة يمكن الانطلاق من الفرضيات الآتية:

- لا تهتم المؤسسة محل الدراسة بتطبيق نماذج صفوف الانتظار.
- تقضى الآلات في صف الانتظار وقتا طويلا في انتظار تلقي الخدمة في المؤسسة.
- عدد مراكز الخدمة غير كاف لتقديم الخدمة بفعالية وبسرعة في المؤسسة.

مبررات ودوافع اختيار موضوع الدراسة:

من جملة الدوافع والمبررات التي حفزتنا لاختيار هذا الموضوع نذكر:

- كون الموضوع ذو صبغة إدارية تسييرية يدخل في صميم التخصص.
- الإهمال الذي تعرفه إدارة الصيانة في المؤسسات الصناعية، رغم حجم التكاليف الكبير الذي تتحمله المؤسسات وسببه الرئيسي سوء تسيير إدارة الصيانة بالاعتماد على قرارات ارتجالية دون اللجوء إلى أسس

علمية، وجاءت هاته الدراسة للفت انتباه متخذ القرار على ضرورة تبني منهج علمي يتم من خلال استخدام الأساليب الكمية للوصول إلى القرارات المناسبة.

- كثرت الحديث عن الصيانة في جانب الهندسة والميكانيك دون الإحاطة بتسييرها من الجانب الاقتصادي.
- قلة الكوادر المتخصصة في مجال إدارة الصيانة بالرغم من أهمية هذه الإدارة في خفض التكاليف وحماية الآلات والمكائن من الأعطال لتفادى طول صف انتظار الآلات المعطلة.
- وقع الاختيار على المؤسسة محل الدراسة لمعالجة هذا الموضوع نظرا للأهمية التي تلعبها وظيفة الصيانة في المؤسسة والتي تستمر بها العملية الإنتاجية على مدار 24 ساعة دون توقف وأيضا قرب المؤسسة محل الدراسة من مكان الإقامة.

أهمية الدراسة وأهداف الدراسة:

على ضوء ما سبق من التساؤلات المطروحة التي تحتاج الى إجابات وتفسيرات وتتطلب توضيحات، يمكن إدراك أهمية البحث من خلال وعي المؤسسات الاقتصادية والصناعية منها بدور الصيانة الحيوي وأهمية صفوف الانتظار ودورها في تقليل زمن الانتظار في صفوف الانتظار، كما تتجلى أهمية هذه الدراسة فيما يلي:

- الصيانة كبديل استراتيجي للمؤسسة الصناعية الجزائرية عامة وللمؤسسة محل الدراسة خاصة في ظل صعوبات اقتناء تجهيزات ومكائن وآلات جديدة، نظرا لارتفاع تكلفة الحصول عليها من جهة ومحدودية الموارد المالية من جهة أخرى.
- ارتباط عمليات الصيانة بسيرورة العملية الإنتاجية داخل المؤسسة محل الدراسة باعتبار أن كل التجهيزات وخطوط الإنتاج تشغل آليا فأي توقفات أو أعطال تؤدي حتما إلى توقف عملية الإنتاج، وبالتالي فهي ستؤثر مباشرة على إنتاجية المؤسسة وعلى تحقيق أهدافها المسطرة بالإضافة الى أنها تساهم في ارتفاع التكاليف.
- أسالب بحوث العمليات باختلافها تعتبر أداة فعالة في يد الإدارة الحديثة تستطيع بواسطتها الوصول الى الحلول المثالية للعديد من المشاكل التي تواجهها، ولقد بينت التجربة والتطبيق العملي بأن هذه الأساليب ذات فعالية اقتصادية قصوى وتؤثر تأثيرا ملموسا في مستوى أداء المؤسسات الاقتصادية عموما والمؤسسة محل الدراسة خاصة.
- قلة البحوث بالجزائر المتعلقة باستخدام الأساليب الكمية في الإدارة وخاصة في المؤسسات الصناعية، لذا فهذه الدراسة تأتي كمساهمة في تحسيس متخذي القرار في المؤسسات الصناعية ككل والمؤسسة محل الدراسة خاصة، من أجل الاستخدام الأمثل للأساليب الكمية التي يمكن أن تدعم عمليات اتخاذ القرار.
- دراسة مدى مساهمة نماذج صفوف الانتظار في حل المشكلات المتعلقة بالآلات في المؤسسة محل الدراسة.

وانطلاقا من العرض السابق وتحديد طبيعة المشكلة، وحتى يمكن الإجابة على التساؤلات المطروحة، فإن الباحث يهدف من وراء هاته الدراسة من شقيها النظري والتطبيقي لتحقيق أهداف رئيسية من بينها:

- نشر المفاهيم الأساسية والمستحدثة لموضوع الصيانة، ودورها في تدعيم القدرة التنافسية للمؤسسة.
- مدى قدرة الصيانة على تحقيق الإصلاحات اللازمة وكذا المحافظة على المعدات والآلات والمكائن وباقي التجهيزات في حالة تشغيلية تضمن الاستمرار في الإنتاج.
- الوصول الى صورة عامة وواضحة تخص باستخدام نماذج صفوف الانتظار، وذلك من حيث الحصوص على كل المعلومات والبيانات الخاصة بالمشكلة ونمذجتها من أجل استعمال النموذج الملائم في حلها.
- تحديد العوامل التي تؤثر على تزاحم الآلات في صف الانتظار عند تعطلها في المؤسسة محل الدراسة.

صعوبات الدراسة:

ان الصعوبات التي تلقيناها أثناء انجاز هاته الدراسة لا تختلف في جوهرها عن تلك المألوفة لدى جل الباحثين، ويمكن تلخيصها فيما يلي:

- نقص الدراسات الميدانية المركزة على موضوع دراستنا أو استحالة وجودها.
- صعوبة الحصول على المعلومات والبيانات الضرورية لعملية الدراسة والتحليل والتي تعود أساسا إلى عدم توثيقها والاحتفاظ بها من طرف إدارة المؤسسة محل الدراسة.

حدود الدراسة:

تتعلق حدود الدراسة بجانبين هما الإطار الزماني والإطار المكاني للدراسة:

- **الإطار الزماني:** الدراسة شملت فترتين زمنيتين مختلفتين، الفترة الأولى كانت في شهر فيفري من 13 إلى 22 من الشهر خلال سنة 2020، أما الفترة الثانية فكانت بالضبط من 15 جوان الى 09 جويلية خلال سنة 2020.
- **الإطار المكاني:** فيما يخص الإطار المكاني فإن الدراسة تخص مؤسسة مطاحن مرابط بالنعامة.

منهج الدراسة والأدوات المستخدمة:

لمعالجة هاته الدراسة وتماشيا مع طبيعة الموضوع، اعتمدنا على منهجين:

- **المنهج الوصفي** عند عرضنا لمختلف المفاهيم المتعلقة بالصيانة وبحوث العمليات وصفوف الانتظار وعند عرضنا للمفاهيم المتعلقة بالمؤسسة محل الدراسة.
- **المنهج الاحصائي** عند قيامنا بتجميع ودراسة المعطيات الإحصائية الخاصة بوصول الآلات المعطلة الى مركز الصيانة قصد إصلاحها، وزمن الخدمة.

ولقد اعتمدنا في هذه إتمام هاته الدراسة على:

- الكتب المتخصص في هذا البحث.
- المذكرات ورسائل التخرج.
- المجلات والملتقيات.

الدراسات السابقة:

من أجل الالمام بمختلف جوانب الموضوع وسعيا منا لإثراء الحقل المعرفي، قمنا بالاطلاع على مجموعة من الدراسات لتفادي التكرار وتحقيق التكامل معها، ومن أهمها:

- رشيد علاب، **تحسين خدمات الموانئ باستخدام نماذج صفوف الانتظار** (مذكرة مقدمة لنيل متطلبات شهادة الماجستير، كلية العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية وعلوم التسيير، جامعة 20 أوت 1955 بسكيكدة، الجزائر، 2007/2006).

حيث حاول في هذه الدراسة توضيح الدور الذي يمكن أن تؤديه نظرية صفوف الانتظار في المساعدة على تحسين الخدمة المقدمة من طرف الميناء في دراسة ميدانية في ميناء سكيكدة.

- مغبر فاطمة الزهراء، **تخطيط أعمال الصيانة باستخدام الأساليب الكمية** (مذكرة مقدمة لنيل متطلبات شهادة الماجستير، كلية العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية وعلوم التسيير، جامعة أبى بكر بلقايد بتلمسان، الجزائر، 2011/2010).

حيث تناولت هذه الدراسة كيفية تطبيق الأساليب الكمية في تخطيط أعمال الصيانة من أجل تحسين سير العمليات الإنتاجية توصلت إلى أن الدور الفعال في للصيانة في ترشيد استغلال واستخدام الطاقة الإنتاجية المتاحة يتطلب انتهاج أساليب كمية حديثة في تنفيذ أعمالها بجودة أكبر وتكلفة أقل.

- سعدي هند، **استخدام نماذج صفوف الانتظار لتحسين فاعلية الخدمات في المراكز الصحية** (مذكرة مقدمة لنيل متطلبات شهادة الماجستير، كلية العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية وعلوم التسير، جامعة المسيلة، الجزائر، 2012/2011).

كان الهدف من الدراسة هو تطبيق الأساليب الكمية لمساعدة متخذ القرار بطريقة علمية في حل مشكلة صفوف الانتظار وذلك لأهمية المؤسسات الخدمية العمومية ودورها في عجلة التنمية الاقتصادية والاجتماعية لأي مجتمع.

- بنشوري نسيبة، **أثر تطبيق الأساليب الكمية على فعالية إدارة الصيانة** (مذكرة مقدمة لنيل متطلبات شهادة الماجستير، كلية العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية وعلوم التسيير، جامعة محمد خيضر ببسكرة، الجزائر، 2016/2015).

عمدت الباحثة في هذه الدراسة إلى عرض مجموعة من الأساليب الكمية المطبقة في إدارة الصيانة ومعرفة أثرها على فعالية هذه الإدارة، طبقت نموذج سلاسل ماركوف في الدراسة الميدانية على آلتين إنتاجيتين والذي ارتكز على عدد الأعطال وأوقات التصليح لهما، كون النموذج يقدم مجموعة من المؤشرات الكمية تساهم في زيادة وتحسين فعالية إدارة صيانة آلات ومعدات المؤسسة.

- أسعد عباس هندي الأسدي، **نظرية صفوف الانتظار (الأرتال) وتطبيقاتها على الموانئ التجارية العراقية**، مجلة دراسات البصرة، العدد 12، 2011.
- ضياء عبد القادر سلطان، **الاختيار الأمثل لعدد العمال وتقليل الزمن في خطوط الصيانة لمكائن الإنتاج باستخدام نظرية صفوف الانتظار**، مجلة الهندسة والتكنولوجيا، المجلد 29، العدد 14، 2011.

الفجوة الدراسية:

- **مقارنة النتائج المتحصل عليها مع نتائج الدراسات السابقة:**
- **أوجه الاختلاف مع الدراسات السابقة:**

نستنتج من خلال دراساتنا مع دراسات أخرى سابقة مشابهة لدراستنا لم تتوافق من حيث النتائج المتحصل عليها حيث:

- أغلب الدراسات السابقة تقول ان عدد مراكز الخدمة في الوقت الحالي للمؤسسة غير كافي لابد من إضافة مركز خدمة جديد، في حين أن دراستنا ومن خلال النتائج المتحصل عليها تقول أن عدد مراكز الخدمة يكفي ولا جدوى من إضافة مركز خدمة جديد.
- أغلب الدراسات السابقة تقول أن عدد وصول طالبي الخدمة لمركز غير محدد، في حين أن دراستنا تقول أن عدد وصول طالبي الخدمة لمركز الخدمة محدد.
- أغلب الدراسات توصلت لتقديم بديل لتحسين الوضع في المؤسسات في حين أن دراستنا ومن خلال المعطيات المقدمة من طرف رئيس مصلحة الإنتاج والصيانة لم نتوصل الى تقديم بديل لأنه لا جدوى من ذلك فلا توجد صفوف انتظار في الأغلب.
- **أوجه التشابه مع الدراسات السابقة:**
- نستنتج من خلال دراستنا مع الدراسات الأخرى المشابهة لدراستنا نجدها تتوافق مع بعضها البعض في النقاط المذكورة، حيث أن أغلب الدراسات توصلت إلى:
- لابد من استخدام الأساليب الكمية لتحسين الوضع في المؤسسات الاقتصادية.
- ضرورة انخفاض زمن الانتظار في صفوف الانتظار للتقليل من تكاليف الانتظار.
- أغلب النماذج المقترحة تساهم في تحسين مختلف مقاييس الأداء وتقيلي الزمن في صفوف الانتظار.
- ضرورة استحداث قسم خاص ببحوث العمليات في المؤسسات الاقتصادية الخدمية منها والإنتاجية.

تقسيمات البحث:

محاولة للإلمام بحيثيات الموضوع، تم تقسيم البحث إلى جزأين هما: **الجزء النظري والجزء التطبيقي.**

فالجزء النظري يحتوي على فصلين: حيث **الفصل الأول** يتكلم عن المقاربة النظرية للصيانة وتكاليفها، ويعد بمثابة مدخل نظري للدراسة ويحتوي على ثلاث مباحث أساسية، يتناول المبحث الأول مدخل إلى الصيانة بينما يتناول المبحث الثاني مفاهيم أساسية عن الصيانة وتكاليفها، أما المبحث الثالث فيتناول وظائف ومهام إدارة الصيانة.

بينما **الفصل الثاني** فيتناول موضوع صفوف الانتظار وقدرتها على ضمان فعالية إدارة الصيانة، وكذلك يحتوي على ثلاثة مباحث، فالمبحث الأول يتناول ماهية بحوث العمليات، أما المبحث الثاني يقدم عرض لنظرية صفوف الانتظار وأهميتها، أما المبحث الثالث فيبين الأثر الناتج عن استخدام صفوف الانتظار في إدارة الصيانة.

الجزء التطبيقي يحتوي على فصل واحد يمثل حوصلة لما تم التعرض له في الجزء النظري في شكل دراسة ميدانية، حيث تم في البداية توضيح المنهجية المتبعة في الدراسة على شكل مبحث، أما في المبحث الثاني تم تقديم المؤسسة محل الدراسة وتشخيص واقع إدارة الصيانة في المؤسسة، أما في المبحث الثالث كانت هناك محاولة تطبيق نموذج من نماذج صفوف الانتظار ومساعدة المؤسسة في الاختيار الأمثل لعدد العمال وتقليل الزمن في خطوط الصيانة لمكائن الإنتاج، واستغلال نتائج مثل هاته الأساليب لزيادة فعالية اتخاذ القرار.

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

الفصل الأول:

المقاربة النظرية للصيانة وتكاليفها

تمهيد:

تعتبر الصيانة من المواضيع الهامة التي أصبحت المؤسسات الإنتاجية تولي لها أهمية كبيرة في بيئة الأعمال الجزائرية، فزيادة حجم وعدد الوحدات الصناعية أدى إلى اتساع نطاق استعمال المكائن والمعدات التي تتميز بدقتها وتعقيدها وتكلفتها المرتفعة، مما وجب عليها الاعتماد على أنشطة الصيانة كونها تساهم في المحافظة على الأصول المادية لسيرورة العملية الإنتاجية وتحضير وتسليم المنتجات التي يطلبها الزبائن بالكمية والجودة المناسبين وفي الوقت المناسب، ويتحقق ذلك من خلال الدور الذي تلعبه الصيانة في تحقيق أهداف المؤسسة وتجنب إدارة هذه المؤسسة النتائج غير المرغوب فيها في حالة فشل أو عطل النظام في تقديم منتجات توافق متطلبات وحاجات الزبائن. ولهذا تعد الصيانة نشاطا حيويا يضمن سير المسار الإنتاجي نظرا لدورها المهم في إطالة العمر الإنتاجي للمكائن والمعدات وتقليل التوقفات وزيادة الوقت بين عطل وآخر، وهذا ما ينعكس بصورة إيجابية على قدرة الشركة على المنافسة وتحقيق ميزة تنافسية عن طريق تقديم منتجات ذات معولية عالية بدرجة وجودة ومرونة مرتفعة.

ومن خلال هذا الفصل سنحاول الإلمام بالمحاور الأساسية التالية، والتي تم صياغتها على شكل ثلاث مباحث:

- **المبحث الأول:** مدخل إلى الصيانة
- **المبحث الثاني:** مفاهيم أساسية حول الصيانة وتكاليفها
- **المبحث الثالث:** مهام إدارة الصيانة

المبحث الأول: مدخل إلى الصيانة

تعتبر الصيانة بوابة الأمان لتحقيق الاستقرار الإنتاجي، فهي بمثابة حارس أمين للمنشأة من الاضطرابات الإنتاجية، هذه الاضطرابات قد تؤدي إلى خلل في التزامات المنشأة تجاه عمالها وموردیها، أو أنها قد تؤذي محيطها البيئي بسبب الخلل الإنتاجي، وبسبب التطور التكنولوجي الذي رافقه تعقد الآلات والمعدات إضافة إلى عدم توفر المعلومات المناسبة عن الصيانة يهتم هذا المبحث بتوضيح مدى أهمية ودور الصيانة في إحداث نقلة نوعية في زيادة كفاءة المعدات والتجهيزات في ورشات الإنتاج.

المطلب الأول: مفهوم الصيانة والتطور التاريخي لها

لاشك أن مفهوم الصيانة تطور تدريجيا مع تعقد النشاط الصناعي ففي ظل التطورات الكبيرة في حجم الوحدات الصناعية، والاستخدام الواسع للمكائن والمعدات التي تتميز بسرعتها ودقتها المؤتمتة [1] وارتفاع ثمنها يتطلب الإهتمام بوضع برامج متكاملة لصيانتها، فالمكائن والمعدات ونتيجة للإستعمال المتكرر تتوقف جزئيا عن العمل في بعض الأحيان أو قد تتوقف كليا عن العمل في أحيان أخرى مما ينعكس ذلك سلبا على كمية وجودة الإنتاج، وعليه فإن المحافظة على هذه الموجودات الإنتاجية أمر ضروري حتى يمكن استخدامها بأقصى فعالية ممكنة، لذا فقد شهدت الصيانة مجموعة من المفاهيم ضمن مراحل تاريخية مختلفة.

1 مفهوم الصيانة:

الصيانة لغة: " تعني صيانة الشيء لغرض حفظه، حمايته، وقايته وتعهده بالعناية اللازمة ". [2]

وتعود جذور كلمة الصيانة إلى المصطلحات الحربية بمعنى " الحفاظ على المعدات وعدد القوات المسلحة في وحدات القتال في مستوى ثابت ".[3] وبعدها وفي سنوات الخمسينات 1950 بالولايات المتحدة الأمريكية برزت كلمة الصيانة في المجال الصناعي.[4]

ولقد اختلف الرواد والمفكرون والكتاب في وضع تعريف شامل يحدد مفهوم الصيانة وهذا بدوره يعد انعكاسا لأهمية ودور الصيانة في مجالات مختلفة.

---

[1] **المؤتمتة (الأتمتة)** : هو مصطلح مستحدث يطلق على كل شيء يعمل ذاتيًا بدون تدخل بشري فيمكن تسمية الصناعة الآلية بالأتمتة الصناعية.

[2] مغبر فاطم الزهراء، " **تخطيط أعمال الصيانة باستخدام الأساليب الكمية** "، مذكرة تخرج لنيل شهادة الماجستير في العلوم الاقتصادية، كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير والعلوم التجارية، جامعة أبي بكر بلقايد _تلمسان، 2011، ص 6.

[3] François Monchy**, Maintenance méthode et organisation**, Dunod, Paris, 2000, P 04.

[4] François Monchy, **la fonction Maintenance; Formation à la gestion de la maintenance industrielle**, Masson, Paris, 1996, P 17.

فلقد عرفت الصيانة بأنها " الحفاظ على رأس المال المستثمر في صورة آلات ومعدات وأجهزة ومرافق ومباني بحالة تسمح باستخدامها بمستوى أداء معين وبأسلوب إقتصادي بما يحقق أهداف الإنتاج ". [1]

وعرفت على أنها " مجموعة الفعاليات والنشاطات التي تساعد على بقاء الآلات والمعدات بمستوى مقبول من الكفاءة وبأقل تكلفة " [2]

وعرفت أيضا بأنها " مجموعة من النظم الفنية التي تقوم بها إدارة الصيانة لتقليل الأعطال، وجعل الأصول في حالة تشغيلية جيدة أو إعادة تلك الحالة الجيدة لها عندما تتعطل ". [3]

في حين يعرفها البعض على أنها " إصلاح التلف الناتج عن الاستعمال وكذلك الوقاية من هذا التلف لتجنب وقوعه والمحافظة على القدرة لأداء العمل بشكل إقتصادي ". [4]

كما عرفها معهد المقاييس الفرنسي " على أنها الوظيفة التي تقدم كل شيء ضروري لتجعل المعدات والآلات جاهزة للعمل في الوقت المناسب كما ونوعا ". [5]

وبازدياد الاستثمار في الموجودات وارتفاع تكاليفها وظهور معدات وخطوط إنتاجية ذات تقنية عالية زاد الاهتمام بالصيانة من قبل مراكز الأبحاث، إذ طور مركز الصيانة الوطنية (NMC) (National Maintenance Center) مفهوم الصيانة وعرفها بمصطلح جديد أطلق عليه التيروتكنولوجي (Terotchnology) بأنها " مزيج من التطبيقات الإدارية والمالية والهندسية التي تطبق على الموجودات المادية وتتعقب دورة حياتها الاقتصادية وتهتم بمواصفات وتصميم المصنع والمعدات والمباني للتأكد من إمكانية الاعتماد عليها وإجراء الصيانة اللازمة لها. فضلا عن الاهتمام بنصبها وتركيبها والتأكد من صلاحية استعمالها وإجراء التحويرات عليها واستبدالها بالاعتماد على البيانات التي يحصل عليها بالتغذية العكسية من تصميمها وإنجازها وتكاليفها ". [6]

ويمكن توضيح المصطلح التيروتكنولوجي بالشكل التالي:

---

[1] عبد الرحمان توفيق، **إدارة الصيانة وتشغيل المرافق**، الطبعة الثالثة، مركز الخبرات المهنية للإدارة " بميك "، 2003، ص8.

[2] مؤيد عبد الحسين الفضل، حكم محسن محمد، **إدارة الإنتاج والعمليات**، دار زهران للنشر والتوزيع، الطبعة الأولى، عمان، الأردن، 2010، ص 453.

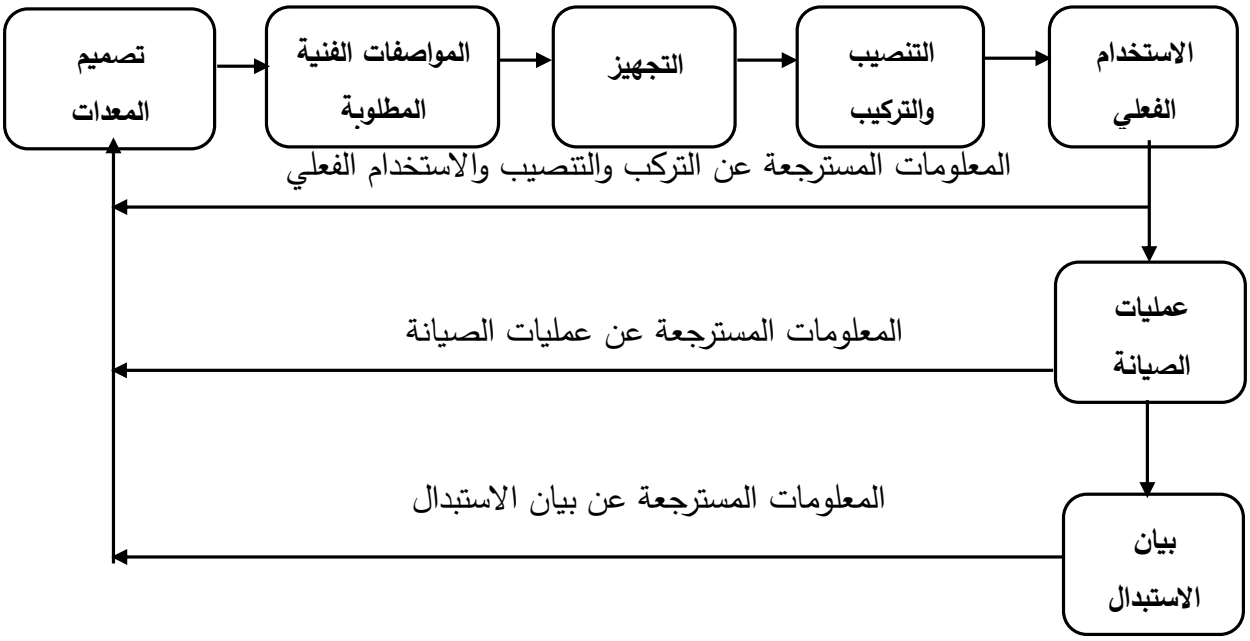
[3] فوزي شعبان مذكور، **إدارة الصيانة والأمن الصناعي**، مركز جامعة القاهرة للتعليم المفتوح، القاهرة، 1999، ص 6.

[4] أحمد طرطار، **الترشيد الإقتصادي للطاقة الإنتاجية في المؤسسة**، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر، 2001، ص 66.

[5] Bemart Hamelin**, Entretien et maintenance,** Edition, eyholios**,** Paris, 1974, P 48.

[6] رامي حكمت فؤاد الحديثي وآخرون، **إدارة الصيانة المبرمجة**، الطبعة الأولى، دار وائل للنشر، الأردن، 2004، ص 16.

الشكل رقم 1-1: نظام التيروكنولوجي (Terotechnology)



المصدر: رامي حكمت فؤاد الحديثي وآخرون، **إدارة الصيانة الميرمجة**، الطبعة الأولى، دار وائل للنشر، الأردن، 2004، ص17.

كما وصف الكاتب balderston بأن الصيانة هي وصيفة الإنتاج والإقتصاد في تشغيل أقسام الصيانة، بمعنى آخر أن الإنتاج والصيانة يسيران في طريق واحد ولا وجود لأحدهما دون الآخر. [1]

في حين عرفها عبد الكريم محسن على أنها " مجموعة من النظم الفنية التي تقوم بها إدارة الصيانة لتقليل العطلات وجعل الآلات والمعدات في حالة تشغيلية جيدة" [2]

من خلال ما تقدم يمكن القول بأن الصيانة هي كافة العمليات الهندسية، الفنية، الإدارية والمالية التي تضمن استمرار العملية الإنتاجية دون توقفات غير محتملة وتساهم في تعظيم قيمة المؤسسة من خلال تقديم منتجات ترضي حاجيات الزبائن بالتكلفة المناسبة والزمن المطلوب.

[1] رامي حكمت فؤاد الحديثي وآخرون، **مرجع سابق**، ص 18.

[2] عبد الكريم محسن، صباح مجيد النجار، **إدارة الإنتاج والعمليات**، دار وائل للنشر، الطبعة الأولى، بغداد، العراق، 2006، ص 521.

2 التطور التاريخي للصيانة:

لم تكن الصيانة موضع اعتبار في الماضي ولم تكن تنال حظا مثلما نال غيرها من الوظائف الأخرى كالتسويق هذا بالإضافة إلى عدم التركيز عليها كما كان الشأن بالنسبة للعمليات الإنتاجية، وكان ذلك راجعا إلى ان الآلات والمعدات تميزت بالبساطة وعدم التعقيد ومحدودية العدد مقابل يد عاملة صناعية مهمة. [1]

إن مصطلح الصيانة " Maintenance " من أصل لاتيني يتكون من كلمتين هما "Mnus " و " Tenere " وظهر استخدام مصطلح " Mainteneor " في اللغة الفرنسية خلال القرن الثاني عشر وهناك من يؤكد ظهوره في سنة 1169، وظل يستخدمه الانجلو سكسون إلى غاية العصر الحديث عندما ظهر أول مرة في المفردات العسكرية على أنه " المحافظة على الوحدات القتالية والافراد والمعدات في مستوى ثابت "، وأصبح هذا المفهوم مثيرا للإهتمام في مجال الصناعة بسبب تكييفه من الوحدات العسكرية إلى الوحدات الإنتاجية المخصصة ضمن الاقتصاد. [2]

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. [3] وقد نشأت الصيانة مع ظهور الثورة الصناعية وظلت أعمالها منحصرة في الحفاظ والاعتناء بالآلات عن طريق التشحيم، التنظيف وانتظار وقوع الأعطال لتصليحها، كما كان الاعتقاد السائد آنذاك أن المعرفة الميدانية للآلات كافية لتجنب العطل، [4] حيث كان للصيانة حتى هذه الفترة بعدا فنيا خالصا.

ومع مرور الوقت بدأت المصانع في الاتساع وتعقدت المعدات والآلات واحتاجت إلى الدقة لتداخل عمليات التصنيع وتطوير الأجهزة والماكينات لما تحتاجه المنتجات من زيادة في الإتقان كما ان الأتمتة والتقدم التقني ساهما في تعقيد النواحي الهندسية. وساعد هذا التطور على فتح أسواق واسعة نحو إدخال التكنولوجيا وتغلغلها في جميع أوجه الأنشطة الصناعية، مما أدى ذلك إلى ضرورة التخصص في عمليات الصيانة وبدء ظهور إدارة لها تقدم خدماتها المستقلة عن إدارة الإنتاج ولكنها بقيت تشكل دعامة للإنتاج كما ونوعا، ويبقى نجاح وحدة الإنتاج واستمرار تشغيلها مرهونا بكفاءة إدارة الصيانة وفعاليتها. [5]

---

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

[2] Monchy F, Vernier J, **Maintenance – méthodes et organisations**, 3 édition, DUNOD, Paris, 2010, P 03,04.

[3] 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, P20.

[4] صغيور حياة، **« واقع إدارة الصيانة في الدول النامية وانعكاساتها على الإنتاج»**، جامعة دمشق، سوريا، 2009، ص1، تم الإطلاع عليها (2020/03/11) من الموقع http://sa.ae/4ae44de.

[5] د. جاسم مجيد، **التطورات التكنولوجية والإدارة الصناعية**، مؤسسة شباب الجامعة، الإسكندرية، مصر، 2004، ص98.

ويمكن تحديد المراحل التاريخية لتطور الصيانة بالجدول التالي:

الجدول رقم 1-1: التطور التاريخي لاستراتيجية الصيانة

السنوات	التطور والانجاز
1950 – 1940	– إصلاح العطل بعد حدوثه.
1970 – 1950	– زيادة إنتاجية المكائن. – إطالة العمر الإنتاجي للآلات. – تقليل التكاليف.
2000 – 1970	– زيادة إتاحية ومعولية المكائن. – الأمان الأكثر. – الجودة الأفضل للإنتاج. – عدم الإضرار بالبيئة. – إطالة العمر الإنتاجي للمعدات.
2000 – الى يومنا الحالي	– الإستمرار في تطوير الصيانة العلاجية بمشاركة العاملين. – إستخدام برامج الحاسوب. – استخدام الصيانة الإنتاجية الشاملة TPM.

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

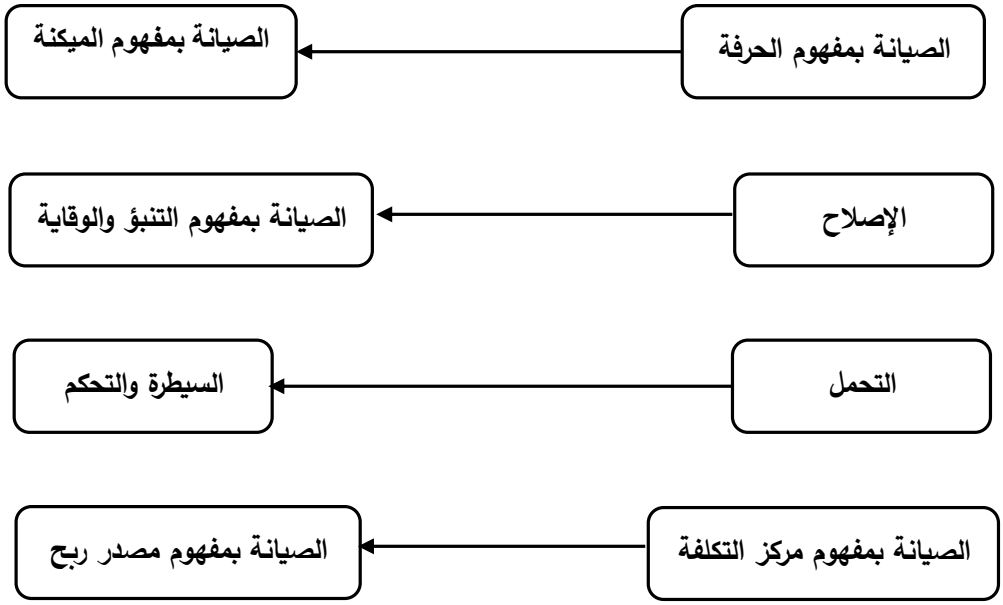
وما نريد قوله أن الصيانة كانت موجودة دائما لكن في السابق لا تعدو كونها مجرد عملية " اصلاح " حيث تعنى باستكشاف الأعطال واصلاحها بعد وقوعها، وكان الهدف الأساسي منها هو إعادة التشغيل السريع فقط وكانت تنفق مبالغ باهظة على ذلك مما يعني تحمل زيادة التكاليف وبالتالي انخفاض مستوى الكفاءة. [1]

ونتيجة للتطور والتغير السريع في الأسواق وتحولها نحو العالمية والتنافس الشديد وجدت المؤسسات نفسها مجبرة على مواجه المخاطر، ومن أجل تلبية متطلبات زبائنها مما ساهم في زيادة وعي المديرين والمسؤولين بالمؤسسة ومعرفتهم بأن الحفاظ على المعدات أصبح سلوك غير كاف ولابد من الانتقال وتعلم كيفية السيطرة

[1] بنشوري نسيبة، "**أثر تطبيق الأساليب الكمية على فعالية إدارة الصيانة**"، رسالة مقدمة كجزء من متطلبات نيل شهادة الماجستير في علوم التسيير، كلية العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية وعلوم التسيير، جامعة محمد خيضر_بسكرة، 2016، ص 5.

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 1-2: الانتقال في المفهوم من الإصلاح إلى الصيانة



المصدر: زرقي عمار، "**التعهد بإدارة الصيانة كإختيار استراتيجي للمؤسسة الصناعية مدخل لتحسين الإنتاجية**"، – دراسة حالة المركب المنجمي للفوسفات – جبل العنق _ بئر العاتر، مذكرة ماجيستير غير منشورة، جامعة قاصدي مرباح، ورقلة، 2012، ص50.

كما رأينا سابقا ونتيجة للتطور الحاصل أصبحت الصيانة محل اهتمام كبير حيث ظهرت معاهد وجمعيات كثيرة تعنى بتقديم مختلف الوسائل العلمية والإجراءات الميدانية للوصول إلى صيانة مثلى ومن أمثلتها: [1]

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

[1] Monchy F, Vernier J, **Op.cit**, p 5.

المطلب الثاني: أهمية وأهداف الصيانة

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

1 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، كما أن انخفاض الصيانة يؤدي إلى انخفاض الروح المعنوية للعاملين وعدم مقدرتهم على مقابلة متطلبات الارتقاء بمعايير الانتاج في الوقت المحدد وهذا بدوره يؤدي إلى فشل الإدارة والتي من مسؤوليتها توفير صيانة جيدة للآلات والمعدات من جانب وكذا الاهتمام بالعاملين من جانب آخر.[1]

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 فكلنا كانت عملية الصيانة دقيقة ومنتظمة كلما أدى ذلك إلى رفع إنتاجية المؤسسة وتحقيق أهدافها المسطرة. [2]

وتتضح اهمية الصيانة ودورها الفعال من كونها تنشأ عن تفاعل العوامل الآتية: [3]

- التطورات التقنية وتعقد نظم التشغيل؛
- ارتفاع حجم الاستثمارات في الموجودات السابقة؛
- الاستخدام الأمثل للموارد البشرية والمادية وتأمين تشغيلها بكفاءة وفعالية؛

[1] بوعنيبة وهيبة، "**دور تكاليف الصيانة في تخفيض تكاليف الإنتاج**"، مذكرة مكملة لنيل شهادة الماجستير في اقتصاد وتسيير المؤسسة، كلية العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية وعلوم التسيير، جامعة 20 أوت 1955_سكيكدة، 2007، ص 10.

[2] طرطار أحمد، **مرجع سابق**، ص 66.

[3] العزاوي محمد، **الإنتاج وإدارة العمليات: منهج كمي تحليلي**، دار اليازوري للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2006، ص 182.

- السعي لتحقيق أهداف العمليات وأسبقياتها التنافسية المتمثلة بالتكلفة الأدنى والجودة والمرونة.

زيادة على دورها الفعال في المؤسسة فهي تمكن من: [1]

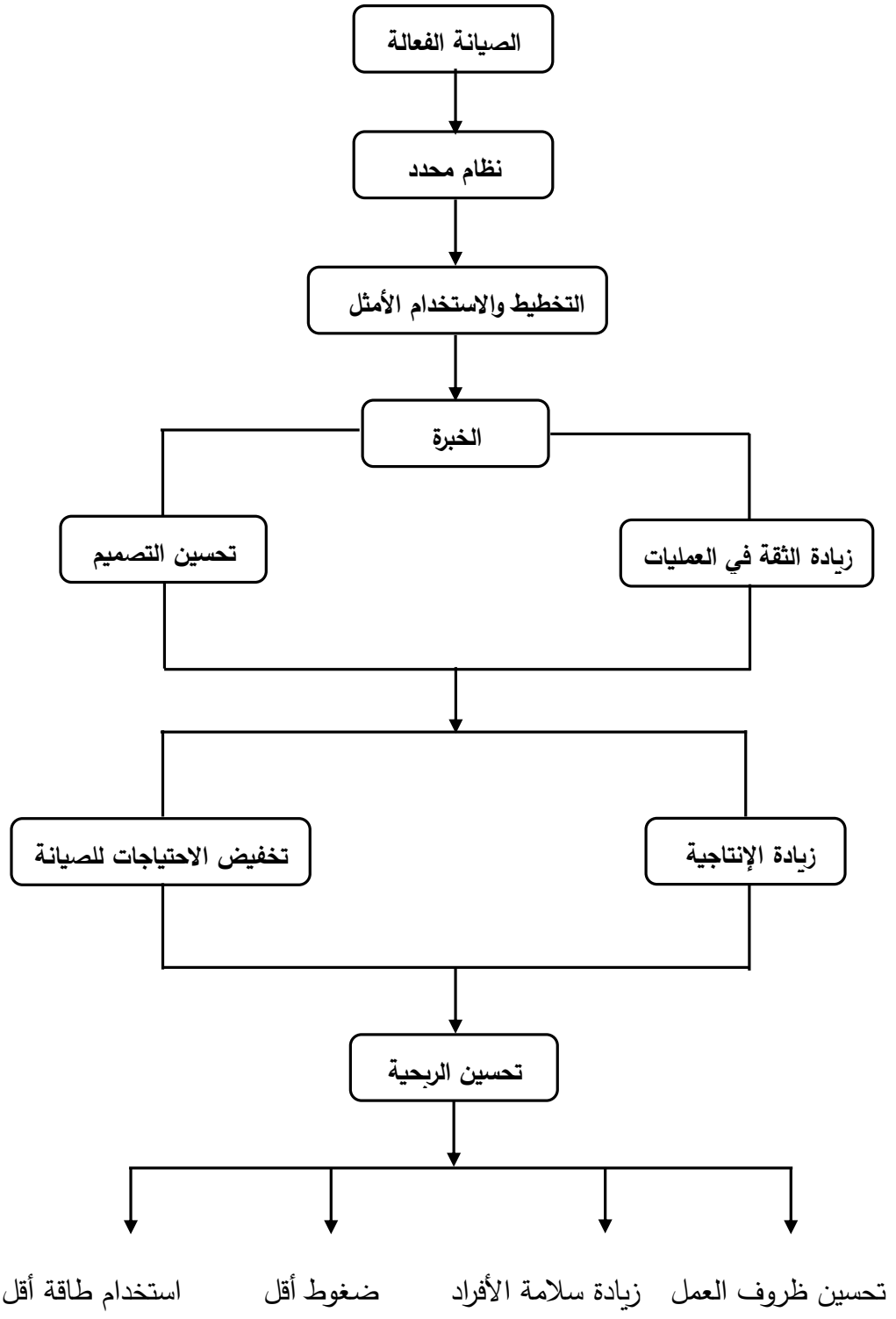
- الحفاظ على المصنع والاحتفاظ بتجهيزاته قيد التشغيل، وهذا ما يؤدي الى اضطلاع المؤسسة بالمهام المنوطة بها في الوقت المناسب.
- تؤمن إستغلال الوقت المتاح والعمل بكفاءة، باعتبار أن التجهيزات تبقى جاهزة للتشغيل ومحافظة على قدراتها الإنتاجية.
- تضمن أثرا إيجابيا على الإنتاج داخل المؤسسة، فكلما كانت عمليات الصيانة دقيقة ومنتظمة كلما أدى ذلك إلى إنتاجية المؤسسة وتحقيق أهدافها المسطرة. [2]

ويبين الشكل التالي أهمية الصيانة في تحسين عمل المؤسسة:

[1] ويراد زواوي، "**الصيانة الصناعية وآثارها على تكاليف الإنتاج**"، مذكرة التخرج لنيل شهادة الماجيستير في العلوم الاقتصادية، كلية العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية وعلوم التسيير، جامعة أبوبكر بلقايد _تلمسان_، 2005، ص 11.

[2] أحمد طرطار، **مرجع سابق**، ص 66.

الشكل رقم 1- 3: أهمية الصيانة الفعالة



المصدر: البكري صونيا محمد، **تخطيط ومراقبة الإنتاج**، الدار الجامعية، الإسكندرية، مصر، 2000، ص247.

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.

وتستوحى أهمية الصيانة من علاقتها كنظام قائم داخل المؤسسة بالأهداف الاستراتيجية لهذه الأخيرة، إذ أن أي خلل في نظام الصيانة أو إهمالها أو عدم الإطلاع بمهامها جيدا سيؤدي إلى التأثير على فعالية المؤسسة.

كما تزداد أهمية الصيانة بصفة خاصة كلما اتسع مجال التجهيز بالآلات والمعدات، وكلما ارتفع رأس المال المستثمر كلما زادت أهمية صيانة الآلات والمعدات، هذا فضلا عن أن عدم تعطل العمليات التشغيلية المتكاملة والمترابطة ضروري جدا في تحقيق المحافظة على تكاليف الإنتاج كما هي، أو تخفيضها إلى أقل حد ممكن، وذلك بسبب التوسع في استخدام الآلة وتعقيداتها.

2 أهداف الصيانة:

اقتصر هدف الصيانة في الماضي على منع تعطل الآلات والمعدات من خلال تلك الأنشطة التي تضمن دراسة الوسائل وطرق الإصلاح والفحص والتدقيق بما يؤدي إلى تقليل أوقات الأعطال في الأجل الطويل إلى الحد الأدنى.

أما المفهوم الحديث والمعنى الشامل لمفهوم الصيانة فينص على أن هدف الصيانة هو محاولة تعظيم الأداء للمعدات الإنتاجية، بالتأكيد على أن هذه المعدات تعمل بكفاءة لمحاولة منع الأعطال أو التوقفات، بما يكفل المحافظة على الثقة في أداء نظام العمليات الإنتاجية ككل، وهذا يتفق مع ما سبق توضحيه عن مفهوم الصيانة الحديث " التيروتيكنولوجي"، والذي يربط أنشطة الصيانة بالدورة الاقتصادية لحياة التسهيلات الإنتاجية، وتأثير أنشطة الصيانة على جودة المنتجات والعائد من الاستثمار والقيمة المتبقية للمعدات.

قبل الشروع في عرض أهداف الصيانة، يجب أن نعرج ما يجب مراعاته عند وضع هذه الأهداف: [1]

- ✓ يعتبر التحديد الواضح لأهداف الصيانة هو نقطة البداية لتكوين خطة الصيانة من خلال:
  - فهم كيف سيكون شكل الأهداف.
  - كيف يمكن إنشاؤها.
  - كيف يجب أن نستخدمها.
- ✓ يعتبر تحديد الأهداف مهمة معقدة لأنه عادة ما يشارك قسم الإنتاج والإدارة وقسم السلامة لتحديد متطلباتهم من المرفق ومناقشة هذه المتطلبات مع إدارة الصيانة.

[1] سامر مظهر قنطقجي، **« ترشيد عمليات الصيانة بالأساليب الكمية»**، مركز الدكتور قنطقجي لتطوير العمال، www.kantakji.org ص13.

- ✓ يجب ان تكون هذه الأهداف مرنة، حتى يمكن مراجعتها دوريا للأخذ في الاعتبار المتغيرات المحيطة.
- ✓ يجب ان تكون أهداف الصيانة واضحة ومتناسقة وتشمل كل أجزاء المرفق.

أما أهداف الصيانة، فنحن نعرف أن كل نشاط تقوم به المؤسسة إلا وتهدف من وراءه إلى مجموعة من الأهداف، والصيانة نشاط من أهم هذه الأنشطة التي تعول عليها المؤسسة الصناعية لتحقيق مجموعة من الأهداف: [1]

أهداف عملية وتشمل:

- **المحافظة على التجهيزات:** العناية بالتجهيزات قبل وبعد حدوث العطل، لاستخدامها على مستوى العمر الإنتاجي المحدد لها، وهذا يتحقق من خلال العمل على التقليل من الأضرار التي تلحق بالتجهيز من تآكل أو تلف.
- **القيام بالإصلاحات الطارئة:** والتي يتطلبها حدوث أي عطل مفاجئ في التجهيز وإعادته إلى حالته التشغيلة.
- **تكييف التجهيزات:** وهذا بإدخال التعديلات عليها بما يسمح من مواجهة أي زيادة في الطلب على السلع المنتجة، وهذه بالاستجابة للمستجدات في محيط المؤسسة يرافقها استقرار العملية الإنتاجية في حدود المدة المخطط لها. [2]
- رفع كفاءة ومعولية [3] المعدات والآلات.
- تعظيم إتاحية [4] معدات الإنتاج. [5]
- منع أو الإقلال من احتمالات توقف أو بطئ معدلات إنتاج التسهيلات وخفض زمن التوقف إلى الحد الأدنى، مما يؤدي إلى الإقلال من احتمالات التشغيل الإضافي للوفاء بخطط وبرامج النظام الإنتاجي.[6]
- ضمان تدخلات صيانة ذات: [7]
  - ✓ جودة تكنولوجية عالية.
  - ✓ سرعة في الأداء.

---

[1] جاسم مجيد، **مرجع سابق** ، ص102.

[2] B.Luc et Autres**, Précis d'organisation et gestion de production,** les editions d'Organisation, Paris, 1986, P 346.

[3] **المعولية (Fiabilité):** هي احتمال ان يستمر جهاز في أداء عمله بصورة جيدة لفترة معينة من التشغيل ضمن شروط استخدام محددة.

[4] **الاتاحية (Disponibilité):** هي كفاءة الجهاز (تحت عوامل مترابطة من المعولية وقابلية الصيانة) في إنجاز الوظيفة المطلوبة ضمن شروط استخدام محددة وخلال فترة زمنية معينة

[5] خضير كاظم محمود، هايل يعقوب فاخوري، **إدارة الإنتاج والعمليات**، دار صفاء للنشر والتوزيع، الطبعة الأولى، عمان، الأردن، 2004، ص 118.

[6] صونيا محمد البكري، **تخطيط ومراقبة الانتاج**، مرجع سابق، ص 242.

[7] Francois Monchy**, Maintenance méthode et organisation,** P407.

أهداف اقتصادية وتشمل: [1]

- **ضمان الإنتاج المتوقع:** يجب أن تكون برامج الصيانة والكميات المقرر إنتاجها مدروسة وفق مراحل العملية الإنتاجية ونظام الصيانة المتبع، بمراعاة البرامج المحددة على أساس الأعطال المتوقعة، وتأمين سيرورة التشغيل تجنبا للتوقفات غير المخططة، ومن أجل تعداد مجموع الأعطال وفترات التشغيل، يجب أن تحسب العملية الإنتاجية على أساس قدرة التشغيل القصوى، حتى تضمن تلبية الطلبات المقدمة والمتعاقد عليها تفاديا لكل خلل على مستوى العرض السلعي وحفاظا على سمعة المؤسسة.
- **احترام المواعيد:** ويخص آجال الإنتاج وآجال تدخلات الصيانة الوقائية، فالبرامج والجداول الزمنية تكون موضوعة بالتنسيق مع قسمي الصيانة والإنتاج، وهو مايلزم احترام مواعيد التدخلات المتفق عليها.
- **تخفيض المخزون من قطع الغيار الواجب تخزينها:** وهو ضمان التحكم في مخزون الأمان لقطع الغيار التي تحول دون توقف العملية الإنتاجية، أو ارتفاع تكلفة التخزين نتيجة كبر حجم الأجزاء الإحتياطية المحتفظ بها.
- **العمل على ضمان جودة المنتوجات:** وهذا يتطلب من القائمين على العملية الإنتاجية ومسؤولي الصيانة تجنب كل الأعطال كأخطاء التحكم في الآلة أو عدم مطابقة المدخلات وهو مايؤثر سلبا على جودة المخرجات، وعليه فلابد من التحديد وبدقة إلى أي مدى يمكن تقبل الأخطاء وإزالتها بتدخل سريع وفق برنامج عمل استعجالي للحفاظ على مستوى الجودة المطلوب وتفادي تحمل تكلفة اللاجودة.
- **التكلفة المثلى:** إن الأهداف السابقة لا تتطلب كفاءة تقنية فحسب، بل يجب أن يعمل مسؤولو الصيانة على حساب تكاليفها بدقة قبل الشروع في التنفيذ، بالإضافة إلى الأخذ بعن الاعتبار الهدر في الإنتاج الناجم عن أعمال الصيانة، لأن التسيير السليم يتطلب أن تكون التكلفة الكلية للمنتوج مثلى [2] ولتحقيق ذلك لابد من: [3]
- التقليل من تكلفة تشغيل الآلات سواء التكلفة المباشرة مثل الطاقة المحركة والمجهود البشري أو التقليل من التكاليف غير المباشرة، قبل ارتفاع معدل التلف أو العادم من الإنتاج نتيجة لانخفاض مستوى أداء الآلة.
- خفض تكلفة صيانة التسهيلات الإنتاجية والتركيبات والمعدات والمباني عن طريق وضع نظم وبرامج الصيانة المناسبة التي تكفل تغيير الأجزاء التالفة قبل أن يمتد التلف لأجزاء أخرى.
- وجود نظام لمراقبة تكلفة أعمال الصيانة.

---

[1] لموشي زهية، "**أثر تكاليف الصيانة على القدرة التنافسية للمؤسسة**"، مذكرة مكملة لنيل شهادة الماجستير في العلوم الاقتصادية، كلية العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية وعلوم التسيير_ المركز الجامعي العربي بن مهيدي–ام البواقي، 2007، ص7.

[2] G.R.O.M (Groupe de Réflexion et d'Orientation en Maintenance), **«Réussir la maintenance»**, edition MAR NOSTRUM, Paris, 1996, P50-5.

[3] صونيا محمد البكري، **تخطيط ومراقبة الإنتاج**، مرجع سابق، ص 242.

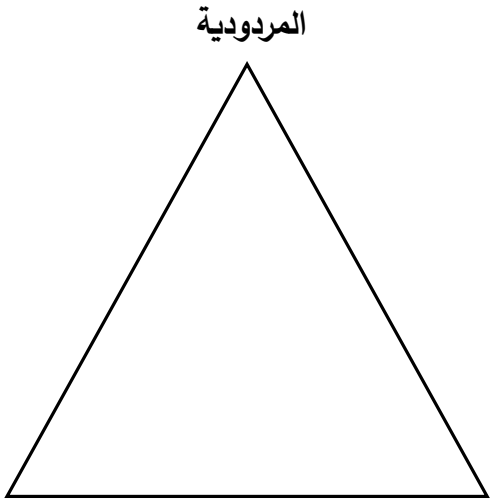
- المحافظة على استثمارات المؤسسة وإطالة العمر الإنتاجي للمعدات لزيادة الوقت الذي يمكن أن تستخدم فيه هذه التسهيلات الإنتاجية بكفاءة.
- الإستخدام الأمثل لأفراد وقوة العمل الخاصة بصيانة التسهيلات الإنتاجية.
- استغلال الموارد المتاحة لجهاز الصيانة وتشغيل العاملين به بكفاءة.

أهداف اجتماعية وتشمل :

- **تحسين إجراءات السلامة المهنية:** بضمان سلامة الأفراد الذين يستخدمون هذه التجهيزات بتوفير ظروف عمل مساعدة وامكانيات نفسية تساهم في تجنب الأخطار والحوادث المهنية.
- **توفير الحماية البيئية لنشاط المؤسسة:** إن عناية الصيانة بالتجهيز تضعف من تأثيره البيئي (التلوث والإشعاعات)، عن طريق تجنب تسريب النفايات وإعادة تأهيل عض المخرجات غير المطابقة للمقاييس.[1]

كما تسعى المؤسسة من خلال إدارة الصيانة الى تحقيق أهداف عامة أخرى تتعلق بتطوير منتجاتها، وتحسين المردودية والارتقاء بالنواحي الاجتماعية، كتحسين ظروف العمل وتنمية الالتزام نحو البيئة، والشكل الموالي يوضح أقطاب أهداف الصيانة.

الشكل رقم 1-4: أقطاب أهداف الصيانة



Source: Francois Boucly et A.Ogust, **Le management de la maintenance,** édition GESTION, Paris, 1987, P54

ولكي تحقق إدارة الصيانة أهدافها لابد من توفير التنسيق بين إدارتي الإنتاج والصيانة، بحيث يؤدي التنسيق بينهما إلى تحقيق أهداف كل منهما من أجل تحقيق الأهداف الرئيسية للمؤسسة.

[1] شوقي ناجي جواد، **العمليات الإدارية وتكنولوجيا المعلومات**، اثراء للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2008، ص481.

المطلب الثالث: أسباب الصيانة وخصائصها

1 أسباب الصيانة:

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

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

- ✓ **العوامل الناجمة عن الآلة:** يؤثر نوع الآلة المستخدمة على العطلات ومدى تكرارها ويرتبط هذا بمستوى الأوتوماتيكية والتعقيد الذي تتميز به الآلات، إذ كلما كان تركيبها بسيطا كلما قلت فرص العطب وكلما زاد تطورها التكنولوجي تعقيدا كلما زادت إمكانية تعرضها للعطب. ويمكننا أن نقسم الآلات إلى ثلاث أقسام رئيسية:
- **الآلات البسيطة:** وهي التي تتكون من عدد محدد من الأجزاء، هذا النوع من الآلات من السهل تحديد المواعيد التي ستتعطل فيها إذ كلما قل عدد القطع المكونة للآلة كلما قلت مصادر الأعطال، وكلما أمكن حصر أسبابها.
- **الآلات المعقدة:** وهي المكونة من عدد من الأجزاء، هذا النوع من الآلات يكون أكثر تعرضا للعطل إذ كلما زاد عدد القطع المكونة للآلة كلما زادت مصادر الأعطال، وكلما صعب واستحال حصر أسبابها.
- **الآلات الدقيقة:** وهي التي تتكون من أجزاء أغلبها من النوع الحساس إذ في مثل هذه الحالات يمكن أن تنشأ الأعطال نتيجة إساءة استعمال أي جزء حتى ولو كانت الآلة جديدة ولم يبدأ استعمالها إلا حديثا. [2]
- ✓ **العوامل الناجمة عن العامل:** يرجع سببه إلى ضعف مهارة العاملين على التشغيل والصيانة والتي غالبا ما تنتج عن انتهاك قواعد التصميم والتشغيل كالأخطاء الناتجة عن ترجمة الوثائق الفنية للواقع الفعلي للآلة والأجهزة التي تتطلب مهارة عالية ودقة متناهية في تنفيذ أعمال الصيانة والتشغيل وانتهاك قواعد نصب الآلات ومراعات ظروف التشغيل اللازمة (الظروف البيئية، التدفئة، التهوية، الإضاءة، التكييف، ...) وضعف تسجيل العطلات وتحليلها. [3]

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

[2] Arnold Ogus et Francois Boucly, **Le management de la mantenance Anfor,** Paris, p 83.

[3] غسان داود اللامي، أميرة شكرولي، **مرجع سابق**، ص503.

- ✓ **العوامل الناجمة عن الإدارة:** تكون الإدارة سببا في الأعطال عندما تقرر خفض تكاليف الصيانة وجعل التخصيصات المالية اللازمة لأداء الصيانة ضمن حدها الأدنى دون الأخذ بعين الاعتبار نتائج هذا القرار على المدى البعيد عند الحاجة إلى استبدال سريع للآلات أو تكاليف إجراء الصيانة الطارئة وقد تكون باهظة ومرتفعة.

وهناك أسباب أخرى جعلت الحاجة ملحة إلى تنظيم مجد لأعمال الصيانة وتوفير الرقابة الدقيقة عليها والإعداد والتخطيط الجيد وعمل الجدولة اللازمة في هذا الشأن ومن هذه الأسباب: [1]

- **الاستزادة في الميكنة:** إن التوسع في الميكنة يعمل على تقليل تكاليف العمل المباشر مقابل زيادة أهمية المعدات.
- **زيادة تعقد المعدات:** أدت إلى نوع من المقدرة الفائضة لدى المهارات المتخصصة.
- **الفائض من المخزون:** الزائد من الأجزاء والإمدادات كان من أسباب زيادة الميكنة وتعقد المعدات مما دعا للاحتفاظ بقدر كبير منها.
- **الزيادة في الرقابة على الإنتاج:** الرقابة الفاحصة للإنتاج ساعدت في تخفيض المخزون من المواد تحت التشغيل مما عمل على مضاعفة أثر توقفات العملية الإنتاجية.
- **زيادة متطلبات الجودة:** وقد بدت ثمراتها في صورة منتجات لاقت تقبلا لحركة البيع ولكنها أكدت ضرورة التصحيح العاجل لأسباب إنتاج وحدات معيبة.
- **جداول دقيقة لتسليم المنتجات:** أدت الى انخفاض ملموس في المخزون من حيث الكم بالنسبة للسلع الجاهزة ولكنها أوضحت أثر توقفات العملية الإنتاجية.
- **ارتفاع التكاليف:** محصلة طبيعية لما يكون من زيادة مستمرة في تكلفة العمل والامدادات والمواد.

2 خصائص الصيانة:

تعتبر الصيانة وظيفة من الوظائف الأساسية المساعدة للإنتاج ومن أجل فهم أعمالها وتكاليفها ومساهمتها في تحسين الإنتاج يجب الفهم الصحيح والمفصل لطبيعتها ولا يتم ذلك إلا بالتعرف على خصائصها المتمثلة في:[2]

- **أعمال متعددة:** أي أنها مجموعة متناسقة ومتكاملة فيما بينها تبدأ من مرحلة التحضير لجميع الآلات والمعدات حتى مرحلة التركيب والتشغيل ثم مرحلة المراقبة والمتابعة، إلا أن إدارة الصيانة تسعى للوصول إلى تشغيل المعدات بأقل تكلفة.

[1] د. جاسم مجيد، **مرجع سابق**، ص 101.

[2] بوعنيبة وهيبة، **مرجع سابق**، ص 10.

- **أعمال مجهزة:** تتجلى هذه الخاصية في مجموع الأوامر والإرشادات المحددة لوقت الصيانة، وهي مرتبطة بنوعية وكمية المواد وقطع الغيار وكل الوسائل الخاصة بتخطيطها وبرمجتها.
- **عمل دائم ومستمر:** أي تتخذ كل الأعمال الضرورية الروتينية أو الدورية بصورة دائمة، لأن هذه الأعمال تزيد من تشغيل الآلات وهذا حسب مرحلة الإهتلاك، كما يجب العمل على جعل هذه الإستمرارية خاصة بكل الآلات والمعدات وفقا للخطط والبرامج الموضوعة.
- **الفعالية:** أي إنتاج الصيانة يرتبط بالنوع والكمية التي يتم انجاز مجموع التدخلات باختلاف أنواعها، لذلك يجب تهيئة كل العوامل الضرورية كالتخطيط الشامل والتحضير الجيد والسريع، بهذا يتم صيانة مجموعة أكبر من المعدات في أقل وقت وإذا انعدمت هذه الخاصية تظهر انعكاساتها السلبية مباشرة على الإتاحية، وبالتالي زيادة التوقفات والأعطال المتتالية. [1]
- **الاتاحية:** تلعب هذه الخاصية التي توفرها وظيفة الصيانة دورا كبيرا في تمديد العمل التشغيلي للآلات والمعدات، زيادة على حفظ مواصفاتها التقنية وبالتالي الاستغلال الجيد لها مما يمكن من استمرارية تدفق الإنتاج وجودته، وهذا مايحقق احترام شروط آجال التسليم ويعتبر التنسيق الجيد بين وظيفتي الإنتاج والصيانة بالضافة إلى كفاءة العمال المباشرون من العوامل الأساسية في تحقيق هذه الخاصية ودوامها.
- **فوائدها غير فورية:** قد تكون هذه الميزة هي الدافع الرئيسي لعدم فهم وظيفة الصيانة بالقدر الكافي، مما يسبب لإدارتها بعض المشاكل الأخرى إلا ما كان مباشرا كأعمال الإصلاح، لهذا السبب يجب الإعتناء بتوسيع مجالها وشرح أهدافها وأهميتهابين المسؤولين والعمال وإنشاء مجموعة متطورة من عمال الإنتاج خاصة لإنجاز الأعمال الروتينية حتى تضع مهمة الحفاظ على المعدات وتشغيلها مهمة مشتركة بين جميع عمال المؤسسة باختلاف تخصصاتهم ووظائفهم.
- **الصورة السلبية لتكاليفها:** وهذه أيضا ميزة أساسية تعمل على خلق جو من التوتر بين دائرة الصيانة والإدارة العامة، حيث تعتبر هذه الأخيرة في غالب الأحيان وظيفة الصيانة ليس لها مردود مادي، لذلك تعمل على تقليص ميزانيتها مما يسبب في عجز إدارة الصيانة عن القيام بمهامها، ويلزم هنا أن يكون التوازن بين الفوائد التي تحققها هذه الوظيفة وتكاليفها، إذ تعتبر وسيلة هامة في حد ذاتها.
- **إدارة متخصصة:** أنها في يد مجموعة من العمال المدربين والمؤهلين لكل أنواع التدخلات المبرمجة منها أو الطارئة، بالإضافة إلى إطارات وفنيين متخصصين بدراسو كل الأوضاع وتحليل كل الحالات، ووجود هؤلاء بالإدارة يحقق ديمومة الوظيفة واستمراريتها.

[1] تومي ميلود،" **الصيانة وأثرها على تكاليف الإنتاج**"، رسالة ماجيستير، فرع التخطيط، معهد العلوم الاقتصادية، جامعة الجزائر، 1992، ص5.

المبحث الثاني: مفاهيم أساسية حول الصيانة وتكاليفها

ان اعتماد المكننة الحديثة في العمليات الإنتاجية يؤدي الى زيادة الإنتاج ورفع الكفاءة الإنتاجية إلا أن ذلك دعا الى تنفيذ أنشطة صيانة كبيرة ومعقدة تتطلب مهارات عالية لغرض المحافظة على المكائن والمعدات وضمان ديمومة تدفق الإنتاج، وهذا ما يؤدي الى الى ارتفاع تكاليف الصيانة هذا الارتفاع جعل الإدارة تفكر في اعتماد استراتيجيات تهدف الى خفض كلف الصيانة إلى أدنى مستوى ممكن دون المساس بمستوى أداء المعدات والتجهيزات.

المطلب الأول: أنواع الصيانة وعملياتها

نظرا للحيز الذي تشغله المعدات والتجهيزات في المؤسسة مقارنة مع باقي الأجزاء المكونة لها، نتيجة للاستعمال المستمر لهذه التجهيزات فانه بات من الضروري لضمان سيرورة الإنتاج الإهتمام بهذه الأخيرة، وهذا لن يتم إلا عن طريق الصيانة والإصلاح، وهنا يجب التمييز بين تصنيفين للصيانة:

- **الصيانة المخططة:** وتشتمل على تنفيذ أعمال الصيانة من خلال التخطيط المسبق للتوقفات والرقابة على التنفيذ. [1]
- **الصيانة غير المخططة:** وتشمل الصيانة الإضطرارية التي يخصص لها جزء من الوقت بناء على الخبرة وهيكلية الأعمال الطارئة خلال فترة من الوقت.

1 أنواع الصيانة:

الصيانة الوقائية (Maintenance Préventive):

إن الأساس الذي تنطلق منه وظيفة الصيانة الوقائية هو التفكير المسبق والاستعداد للحالات الطارئة قبل وقوعها، أي أنها " تقوم على التخطيط السليم لمنع حالات التوقف المفاجئ للمعدات وذلك عن طريق وضع برامج محددة للقيام بصفة دورية بتنظيف وخدمة جميع الأجهزة وفحصها والتفتيش عليها، وإحلال الأجزاء المتآكلة بأجزاء أخرى جديدة ". [2]

- **مفهوم الصيانة الوقائية:** هي الصيانة التي يتم القيام القيام بها قبل حدوث العطل، بغرض التقليل من احتمال وقوع الأعطال أو التدهور في الحالة التشغيلية للتجهيز. [3]
- **أقسام الصيانة الوقائية:** تنقسم الصيانة الوقائية إلى قسمين هما:

---

[1] محمد كمال مصطفى وآخرون، **تشغيل وصيانة المعدات المتحركة**، بيمكو للنشر والتوزيع، ليبيا، 1990، ص149.

[2] صلاح الشنواني، **إدارة الإنتاج**، مركز الإسكندرية للكتاب، الإسكندرية، مصر، 2000، ص200.

[3] Georges.Javel, **Pratique de la gestion industrielle- organisation** , méthodes et outils- DUNOD, Paris, 2003, P249.

- ✓ **الصيانة الوقائية الشرطية:** هي مجموعة العمليات التي تهدف إلى التنبؤ بصلاحية جميع الأجزاء المتحركة وغير المتحركة في الآلة، وبالتالي معرفة جميع الأعراض التي تظهر على الآلة ومعالجتها دون اللجوء إلى توقف الإنتاج، إذن فهي أداة تنبؤية للأعطال والتشوهات التي قد تصيب القطع والأجزاء دون تفكيك الآلة. [1] بمعنى أنها تعتمد على الحالة التشغيلية للعتاد، ويرتكز هذا النوع من الصيانة على مجموعة من المقاييس منها تحليل كل التشوهات التي قد تظهر خلال عمليات المراقبة والفحوص الدورية.
- ✓ **الصيانة الوقائية النظامية:** هذا النوع من الصيانة يترجم من خلال التنفيذ المباشر على التجهيز، حيث تكون أوقاتها محدد مسبقا، وتدخلاتها ذات أهمية تدريجيا انطلاقا من تغيير بعض القطع في التجهيز وصولا إلى المراجعة الشاملة.

وعند تنظيم عمليات الصيانة النظامية لابد من الأخذ بعين الإعتبار: [2]

- تحديد محتوى التدخلات.
- اختيار أوقات التدخلات.

- **أهمية الصيانة الوقائية:** تتمثل أهمية الصيانة الوقائية في تحقيق جملة من الأهداف هي:

- ✓ تخفيض التكلفة الكلية للصيانة.
- ✓ تحسين دورة حياة التجهيز.
- ✓ زيادة معولية وإتاحية التجهيزات.
- ✓ التقليل من إختناقات العمل عن طريق التنظين المسبق لتدخلات الصيانة.
- ✓ التسيير العقلاني لمخزون قطع الغيار. [3]
- ✓ تحقيق أكبر قدر من الأمان والسلامة لعمال الصيانة نظرا لانخفاض معدل الحوادث الصناعية؛
- ✓ انخفاض مقدار الوقت اللازم للعملية الإنتاجية.
- ✓ التقليل من تعطل الآلات أو الإنخفاض في كفاءتها الإنتاجية. [4]
- ✓ تحديد الاحتياجات الفعلية من قطع التبديل الاستراتيجية، وتقليل مستوى التخزين إلى الحد الأدنى.
- ✓ تخفيض الحاجة إلى رؤوس الأموال المستثمرة في المعدات والآلات البديلة. [5]
- ✓ **متطلبات الصيانة الوقائية:** تتوقف برامج الصيانة الوقائية على حجم المؤسسة وعلى طبيعة العملية الصناعية التي تزاولها وعمليا تحتاج الصيانة الوقائية إلى:

---

[1] G.Bosser et J.M.Guillard**, Maintenance des systèmes de production,** les editions FOUCHER, Paris, 1990، P102.

[2] خضير كاظم محمود، هايل يعقوب فاخوري، **مرجع سابق**، ص123.

[3] Georges.Javel, **op.cit**, P249.

[4] عادل حسن، **مشاكل الإنتاج الصناعي**، مؤسسة شباب الجامعة، الإسكندرية، مصر، 1998، ص 125.

[5] رامي حكمت فؤاد الحديثي وآخرون، **مرجع سابق**، ص 43.

- ✓ تحديد ماهية الآلات والأجهزة والمباني التي يشملها البرنامج.
- ✓ إعداد سجلات تبين حجم العمل وتكاليفه.
- ✓ وضع جداول يتم على أساسها الكشف الدوري. [1]
- ✓ استخدام قوائم كشف تبين لعامل قسم الصيانة اسم ونوع ومكان الآلة المطلوب الكشف عليها. والأجزاء التي يجب فحصها بدقة، مع توضيح درجة صلاحية كل جزء يكشف عليه.
- ✓ استخدام فنيين أكفاء لهم الخبرة الكافية في نوع الأجهزة والآلات المطلوب الكشف عليها.
- ✓ تنظيم العمل بطريقة تضمن تلبية جميع الأوامر وإجراء المتابعة اللازمة بسهولة. [2]

الصيانة العلاجية (Maintenance Corrective) :

تعبر الصيانة العلاجية عن المفهوم التقليدي لوظيفة الصيانة في المؤسسة، حيث كانت تقتصر على إجراء التصليحات أو التسوية المؤقتة للأعطال عند حدوثها لإعادة تشغيل الآلة من جديد.

ومع التطور التكنولوجي السريع اتسعت عمليات الصيانة العلاجية لتشمل: [3]

- ✓ تحليل أسباب الأعطال.
- ✓ استعادة الحالة التشغيلية للجهاز سواء بإجراء التسوية المؤقتة للعطل او الإصلاح الكلي.
- ✓ إجراء تدخلات الصيانة التي تسمح باستغلال التجهيز مرة ثانية.

- **مفهوم الصيانة العلاجية:** يقصد بهذا النوع من الصيانة عمل الإصلاحات اللازمة للمعدات حين توقفها عن العمل لأسباب فنية كحدوث كسر أو تآكل في أحد أو بعض أجزائها، فمهما كانت الصيانة الوقائية دقيقة ومنظمة فلابد أم يحدث عطل للمعدات، لذلك لابد من توفر الإمكانيات اللازمة لإصلاح العطل في لحظة حدوثه حتى لا يتعطل الإنتاج. [4]
- **أقسام الصيانة العلاجية:** تنقسم الصيانة العلاجية إلى قسمين هما: [5]

✓ **صيانة الأعطال (الصيانة الإستشفائية):** وهو العمل الذي يؤدى بعد حدوث القصور لأي من التسهيلات أو الآلات، ولكنه عمل أعد له الإحتياطات والتدابير سلفا من توفير لقطع الغيار و والمواد اللازمة للصيانة والمعدات والعمالة الماهرة المتخصصة.

✓ **الصيانة الفجائية (التخفيفية):** هي أعمال الصيانة التي تختص بالإصلاح المؤقت للتلف الذي يحدث فجأة ودون توقع، والهدف منه التخفيف من آثار العطل على مستوى أداء الآلة.

---

[1] عادل حسن، **التنظيم الصناعي وإدارة الإنتاج**، دار النهضة العربية للطباعة والنشر، بيروت، 1988، ص222.

[2] عادل حسن، **التنظيم الصناعي وإدارة الإنتاج**، ص 222.

[3] Francois Monchy, **Maintenance méthode et organisation,** P58.

[4] رضا صاحب أبو حامد آل علي وآخرون، **وظائف المنظمة المعاصرة – نظرة بانورامية عامة** –، مؤسسة الوراق للنشر، عمان، الأردن، 2001، ص 36.

[5] صونيا محمد البكري، **تخطيط ومراقبة الإنتاج**، مرجع سابق، ص 240.

- **مزايا وعيوب الصيانة العلاجية:**

المزايا:

- أنشطة مختزلة حسب أولوية الأعطال.
- تطبق على التجهيزات بعد حدوث العطل، وبالتالي تفادي حدوث الأخطار أثناء عمليات الصيانة.

العيوب:

- مخطط عمل غير منظم.
- تسيير غير عقلاني.
- عدم التحكم في إتاحية التجهيزات.
- تكلفة الأعطال في الغالب مرتفعة.

الصيانة التحسينية والتصميمية:

تقتصر بعض المؤسسات الصناعية والإنتاجية في عمليات الصيانة على الوقائية والعلاجية منها، بينما تسعى مؤسسات أخرى إلى إدخال تحسينات على الآلات والمعدات (صيانة تحسينية)، وإعداد التصاميم (صيانة تصميمية) التي تسهل إجراء مختلف تدخلات الصيانة.

- **الصيانة التصميمية:**

تعني الصيانة التصميمية أن المجموعة أو الأجزاء التي يتوقع أن تحتاج إلى صيانة أو تبديل بسبب التآكل، أو لأي سبب آخر يجب أن تصمم بحيث تكون سهلة التبديل أثناء إجراء عمليات الصيانة، وهذا النوع من الصيانة يساهم في زيادة معولية أداء التسهيلات الإنتاجية، كما تتطلب نشاطات هندسية منها: [1]

- ✓ أن يتم اختيار المواد بحذر، لأن الإختيار الخاطئ سيؤدي إلى رفع التكاليف.
- ✓ أن يتم توحيد مصادر شراء المعدات والآلات من أجل تخفيض تكاليف المواد الاحتياطية.
- ✓ أن يؤخذ بعين الاعتبار مراقبة ظروف تشغيل المعدات والآلات، وأن يكون المصمم على دراية بطرق وأساليب الكشف عن الأعطال لتسهيل عملية الفحص المبكر لها.

- **الصيانة التحسينية:**

- ✓ **مفهوم الصيانة التحسينية:** هي عبارة عن كافة الفعاليات التقنية والإدارية المخصصة لتأمين جودة التشغيل للتجهيزات دون التغيير في خصائصها الوظيفية. [2]

[1] رامي حكمت فؤاد الحديثي وآخرون، **مرجع سابق**، ص33.

[2] Francois. Monchy**, Maintenance – methods et organisations,** 2éme, DUNOD, Paris, 2003, P8.

- ✓ **أهداف الصيانة التحسينية:** تهدف الصيانة التحسينية إلى البحث عن الحلول لمشاكل تتعلق بالتجهيزات المعرضة للأعمال، الحوادث والأخطار، والتي يمكن تقسيمها إلى ثلاث مجموعات: [1]

المجموعة الأولى: تتعلق بسلامة الافراد، التجهيزات، البيئة وتشمل:

- أخطار حوادث العمل.
- الأضرار التي تلحق بالتجهيزات والمعدات والآلات.
- تلوث البيئة.

المجموعة الثانية: تتعلق بمصادر الضياعات في الإنتاج، وتترجم من خلال:

- التوقفات الطويلة للتجهيزات.
- فقدان التوازن وعدم مطابقة المنتجات للمواصفات المطلوبة.
- الاستمرارية في العمل لأوقات طويلة تؤثر على كفاءة التجهيز.

المجموعة الثالثة: وتخص المعوقات والصعوبات التي تواجه تنظيم الصيانة أثناء أدائه لعمله:

- صعوبة الوصول لاماكن العطل.
- التدخلات الوقائية.
- عدم توفر قطع التبديل الضرورية.

2 عمليات الصيانة:

إن مختلف أعمال الصيانة المخططة سالفة الذكر تتطلب عمليات وإجراءات ميدانية هي:

- عمليات الصيانة الوقائية، وتشمل:

- ✓ **الفحص (الصيانة الدورية):** يتمثل في أعمال الصيانة التي يتم القيام بها من أجل إعداد المنتجات حسب المواصفات المحددة لها (أي المعايير المقبولة)، وتتم جدولة الأعمال والأنشطة وفقا لحجم الصيانة المطلوبة بصورة دورية. [2]
- ✓ **التفتيش:** يختص بالمراجعة الروتينية للمباني والأجهزة والآلات لمعرفة حالتها ومدى احتياجها إلى إجراء التصليحات، ويكون التفتيش إما تفصيليا وتتكرر مراته في حالة الأجهزة الآلية للإنتاج، أو يكون إجمالا على فترات متباعدة في حالة الأجهزة والمعدات والقطع المخزنة، وحين الإنتهاء من عملية التفتيش يقوم المختص بإعداد تقرير يبين فيه الحالة أو العيوب الموجودة، وأسباب وجودها واقتراح التصليحات أو الإستبدالات في الأجزاء و القطع التي يتكون منها الجهاز أو الآلة. [3]

---

[1] G.Bosser et J.M.Guillard, **op.cit,** P143.

[2] G.Bosser et J.M.Guillard, **op.cit,** P110.

[3] عبد الغفور يونس، **التنظيم الصناعي وإدارة الإنتاج**، المكتب العربي الحديث، الإسكندرية، 1997، ص147.

- ✓ **الزيارات:** يتم تخطيطها مسبقا وتهدف إلى تتبع تطور حالة التجهيز الحقيقية، وتنفذ بطريقة مستمرة وفي مجالات تكون محدد مسبقا ومقيمة على أساس محور الزمن أو عدد وحدات الإستعمال. [1]
- ✓ **الرقابة:** وهي عمليات التحقق من المطابقة لمعلومات موضوعة سلفا، بإتباع أحكام إعتمادا على البطاقة التقنية للتجهيز كمرجع. [2]

"إن عمليات التفتيش والرقابة والزيارات ضرورية للتحكم في تطور الحالة الحقيقية لتجهيز معين وهي تنفذ بطريقة مستمر وفي مجالات تكون محدد مسبقا ومقيمة على أساس محور الزمن أو عدد وحدات الإستعمال"[3]

- **عمليات الصيانة العلاجية، وتشمل:**

- ✓ **الاختبارات:** وتجرى لمقارنة مدى التوافق بين الأجزاء او القطع المركبة حديثا وتلك الأجزاء الأصلية في الآلة.
- ✓ **الكشف:** هو نشاط يعتمد على الملاحظة والمراقبة المستمرة للتبليغ عن ظهور أي عجز أو عطل في الآلة.
- ✓ **التعيين:** هو نشاط لتحديد العناصر التي يظهر العجز من خلالها. [4]
- ✓ **التشخيص:** التعرف على أسباب العطل استنادا إلى إستدلالات منطقية. [5]
- ✓ **المراجعة:** مجموعة من العمليات المتمثلة في المراقبة، الفحص والتدخلات المنفذة بهدف حماية التجهيز من الأعطال الكبيرة، وهذا ضمن وحدات الاستعمال المحددة، وتكون المراجعة إما محدودة أو شاملة.
- ✓ **التسوية المؤقتة للعطل:** ويخص الأعطال الجزئية كأن تتلف قطعة غيار وتهتلك، وهذا النوع من الأعطال يفسد على الآلة الاستمرارية في أداء عملها وبالتالي التأثير على نوعية المخرجات.
- ✓ **تصليح العطل:** ويخص الأعطال الكلية كأن يتلف جزء أو أكثر من الآلة، وهذا النوع من الأعطال يوقف الآلة نهائيا وتصبح غير صالحة للعمل إلا بعد التصليح. [6]

بعد عرضنا لأهم أنواع الصيانة والعمليات المرتبطة بكل نوع، يمكننا تلخيص ذلك في المخطط الذي يوضح أنواع الصيانة مع مختلف عملياتها.

---

[1] AFNOR: (Association Française de Normalisation), **« Maintenance industrielle»,** 2ème édition, Paris. 1986، P223.

[2] عاشور مرزيق، "**الصيانة ودورها في ضمان جودة منتجات المؤسسة الصناعية الجزائرية**"، رسالة ماجيستير فرع إدارة الأعمال، كلية الاقتصاد وعلوم التسيير، جامعة الجزائر، 2003، ص19.

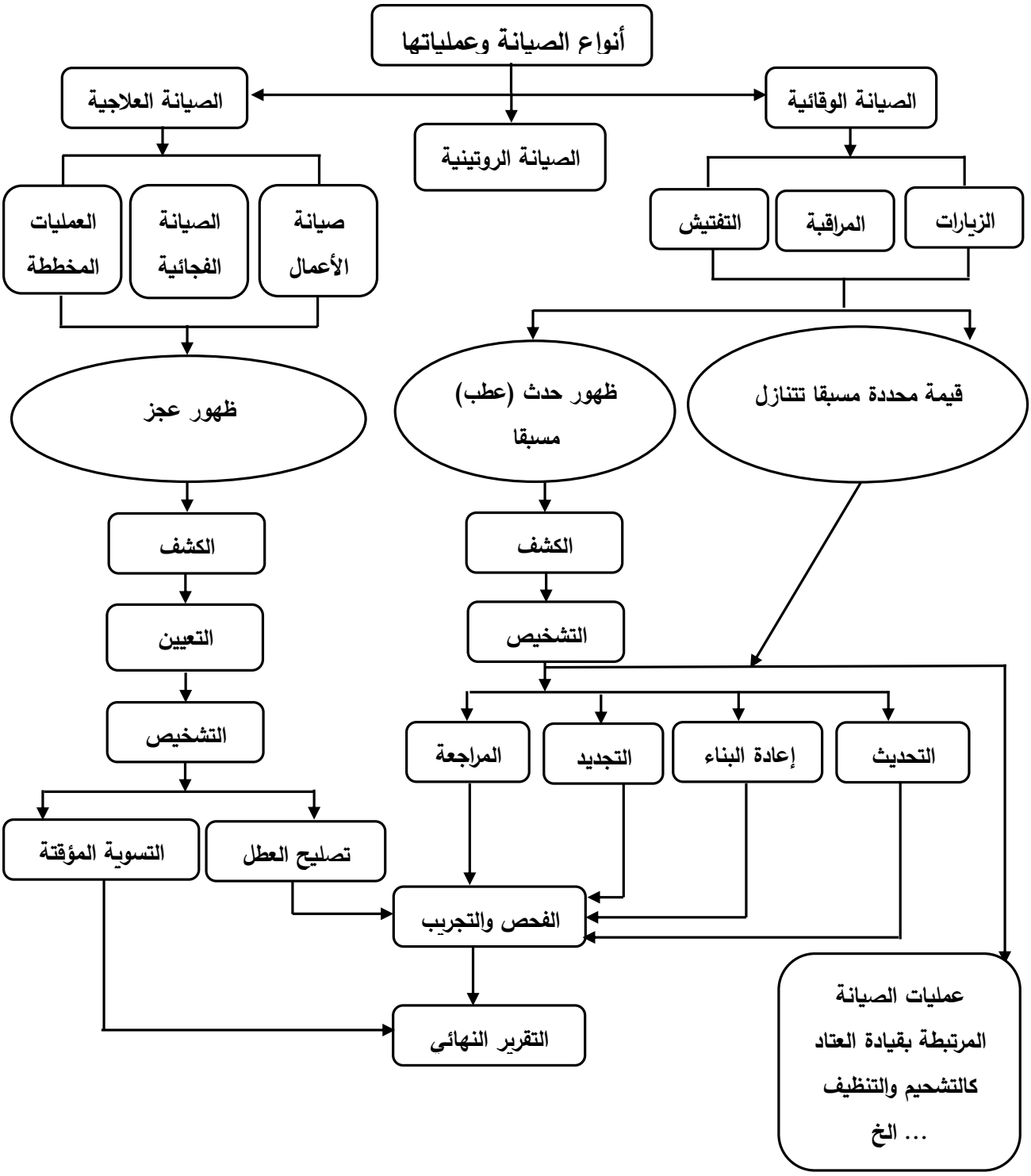
[3] Association Francaice de normalisation (AFNOR),**op.cit**, p 223.

[4] Francois Monchy**, La fonction maintenance – formation à la gestion de la maintenance industrielle ,** op.cit, P33.

[5] M.Gabriel et J-C.Rault**, Systèmes experts en maintenance,** édition MASSON, Paris, 1987, P13.

[6] Francois .Monchy , **La fonction maintenance – formation à la gestion de la maintenance industrielle ,** op.cit p34.

الشكل رقم 1-5: مخطط أنواع الصيانة وعملياتها



Source: B.Daniel et H.Claude**, Guide de la maintenance,** édition NATHAM, Paris, 1987, P 21**.**

المطلب الثاني: أنظمة الصيانة وسياستها

إن الصيانة تساعد في إنجاز وتحقيق أهداف المؤسسة، والهدف وإنتاج وبيع المنتوجات مع تحقيق الأرباح. إن هذا ما يوضح في فلسفتها بالتكلفة ذات الفاعلية، ويلاحظ أن هناك مدخل يطلق عليه مدخل أمثلية الصيانة.

1 أنظمة الصيانة:

تختلف أنظمة الصيانة باختلاف أنواعها والتي تساعد على خلق صيانة فعالة تحقق للمؤسسة أهدافها، وهناك عدة عوامل تؤثر على أنظمة الصيانة نذكر منها ما يلي: [1]

- **تأثير التصميم الداخلي للمصنع:** إن التصميم الداخلي للمصنع الذي يتسم بالكفاءة يؤدي إلى تحسين الاتصالات ويساعد في مناولة المواد، حيث أن الاتصالات تساعد في الإبلاغ السريع عن أي عطل وتحديد أي الأجزاء التي يجب إحلالها من خلال الصيانة الوقائية وغيرها، وهذا ما يؤدي إلى تقليل وتحقيق اقتصاديات في النقل، ولذلك فان التصميم الداخلي للمصنع يساهم في زيادة فعالية أنظمة الصيانة بالمؤسسة.
- **السلامة والأمن الصناعي:** إن المحافظة على سلامة الأفراد وتوفير الوسائل الصحية والوقائية لهم من أهم العوامل التي ترفع من روحهم المعنوية، ولها تأثير كبير على أنظمة الصيانة، بحيث يقع على عاتق إدارة الصيانة نصيب كبير في توفير الأمان داخل المؤسسة والتقليل من حوادث العمل وتعريض الأفراد للخطر، هذه الحوادث يمكن تفاديها إذا كان هناك نظام جيد للصيانة إلى جانب التفتيش الدوري والمنتظم على المواقع التي ينتج عنها مثل هذه الحوادث، ومن الملاحظ أن معدل حوادث العمل بين عمال الصيانة أعلى منه بين العمال الآخرين وذلك لطبيعة عملهم، ولهذا من الواجب أن يلتزم عمال الصيانة أكثر من غيرهم بقواعد السلامة والأمن.
- **وحدات قياس أنظمة الصيانة:**

إن جميع أنظمة الصيانة لها نفس الوظيف الأساسية وهي أن تراقب:

- ✓ ماذا يجب أن يعمل؟
- ✓ أين يجب عمله؟
- ✓ متى يجب عمله؟
- ✓ من يجب أن يعمله؟
- ✓ كيف يجب عمله؟

[1] صلاح الشنواني، **مرجع سابق**، ص 203-204.

مهما يكن نظام الصيانة المقرر فان جميع الأنظمة تتألف من وحدات قياس فردية لها تقريبا نفس الطبيعة والوظيفة وهذه الوحدات هي: [1]

- **سجل العمل:** إن نظام ترقيم المعمل يعمل جوهريا في إدارة الصيانة بطريقة منهجية، وفي التعرف الدقيق على كل قطعة من التجهيزات ورقم التعريف يستخدم لكل نشاط ذي صلة بقطعة من التجهيزات كصحيفة الدوام، قطعة الغيار، المادة المشتراة...الخ، ويجب تخصيص جميع التكاليف بدقة فمثلا اذا تلفت وحدة من الوحدات وكانت القطعة البديلة غير موجودة في المستودع فيمكن أن نبحث في هذه الحالة في سجل المعمل أين سيوجد البديل.
- **الصيانة الوقائية:** إن وحدة قياس الصيانة الوقائية هي كباقي الوحدات الأخرى لنظام الصيانة، فهي أداة لإدارة مهمات الصيانة بطريقة منهجية في جميع الأعمال، فمن المعلومات الواردة في كتيب المنتج حول الصيانة ومن الخبرة المتراكمة يمكن أن نقرر قاعدة صيانة لمعمل فردي وأن نضع التخطيط الضروري لتنفيذ الصيانة.
- **نظام قطع الغيار:** إن الهدف من نظام قطع الغيار هو إدارة مستودع قطع الغيار بما فيها القطع القابلة للاستهلاك، حيث أن إدخالات واخراجات مستودع قطع الغيار تكون مسجلة، بهذا الأسلوب يمكن أن نصل إلى الوضع الأمثل لمخزون قطع الغيار في المستودع من خلال دراسة متأنية للاستهلاك، وبمعرفة زمن استلام الطلبيات والاستهلاك بالنسبة للمواد والتجهيزات الأساسية، الأمر الذي قد يؤدي بالمؤسسة إلى وضع تستثمر فيه رأس مال أقل من قطع الغيار. [2]
- **سجل التوثيق:** إن التوثيق الخاص بكل معمل والتجهيزات التي يحتاج إليها قسم الصيانة ليتمكن من القيام بواجباته اتجاه هذا المعمل، تشمل على تعليمة الصيانة، توثيق العملية، قائمة قطع الغيار، الرسوم والصور، تعليمة التزييت والتشحيم... الخ، حيث يسجل في سجل التوثيق جميع الوثائق والمستندات.
- **نظام المهمة أو الصيانة الإصلاحية:** وهو نظام لإدارة مهمات الصيانة الإصلاحية، فنظام الصيانة، قد يتضمن فحصا نظاميا لكل مادة في الأعمال وخلال هذا الفحص فان الاختلال الذي يجذب الانتباه يجب ان تكتشفه كما أن قسم الإنتاج يعد عادة تقريرا حول الأخطاء الحاصلة في عملية التنفيذ، تذهب إلى قسم الصيانة لتسجيل وإصدار بطاقة المهمة، وعليه فإن الصيانة الإصلاحية تجرى بناءا على تقارير تعد من قبل قسم الصيانة خلال عمليات الفحص الاعتيادية للتجهيزات.
- **نظام الشراء:** إن الدوافع لنظام الشراء تنتج عن نظام قطع الغيار عندما يصل مستوى المخزون إلى حده الأدنى، إن إحدى وظائف نظام الشراء هي تقييم وضع قطع الغيار بالتعاون مع قسم الصيانة من خلال:
  - ✓ مستويا المخزون (دنيا/عليا).

[1] بوعنيبة وهيبة، **مرجع سابق**، ص 10.

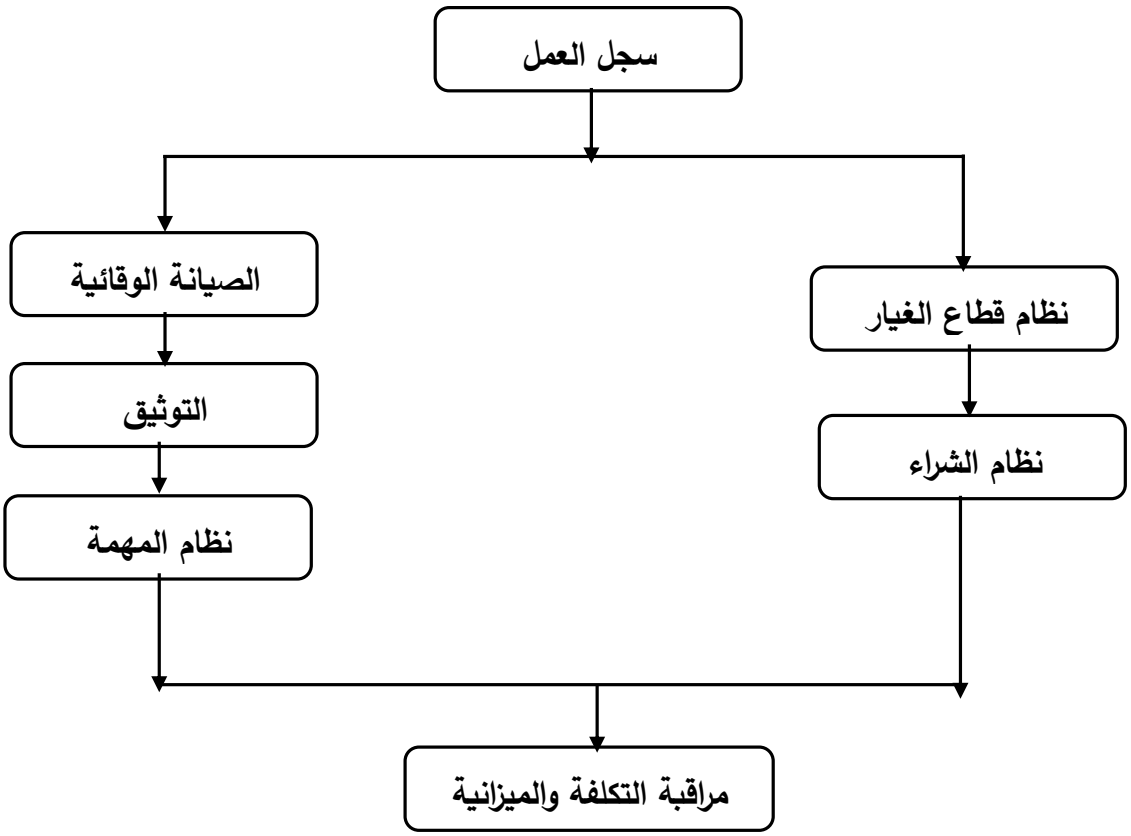
[2] سامي مظهر قنطقجي، **مرجع سابق**، ص17.

- ✓ نوعية أو جودة قطع الغيار.
- ✓ المورد لهذه القطع.

- **مراقبة التكلفة أو الميزانية:** إن أهم أداة بالنسبة لقسم الصيانة هي أن تكون قادرة على متابعة النفقات لكل مهمة وعلى التأكيد من أن القسم يعمل ضمن الميزانية المخصصة، بالإضافة إلى ذلك فان من الضروري إعطاء القوة العاملة المتخصصة سلطة المتابعة.

إن هذه الوحدات هي التي تساهم في بناء وظيفة الصيانة، فليس من الضروري أن تنجز جميع هاته الوحدات في آن واحد ويقترح النموذج التالي لإنجاز هذه الوحدات بالشكل التالي:

الشكل رقم 1-6: نموذج لإنجاز وحدات قياس أنظمة الصيانة



المصدر: سامي مظهر قنطقجي، **ترشيد عمليات الصيانة بالأساليب الكمية**، مركز الدكتور سامي مظهر قنطقجي لتطوير الأعمال، سوريا، www.kantakji.org، 2003، ص21.

2 سياسات الصيانة:

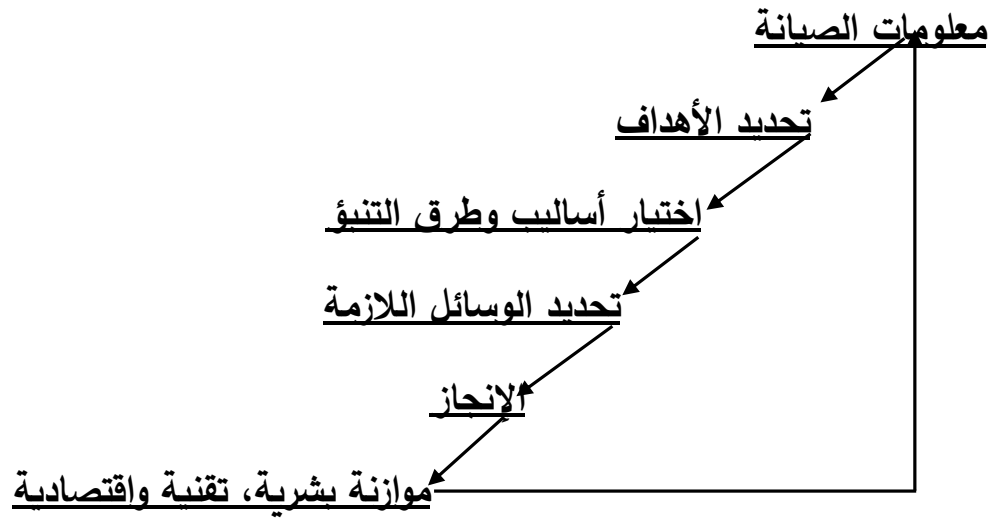
إن تبني سياسة ناجعة للصيانة ينبع أصلا من ضرورة توفيق المؤسسة بين الأداء الأفضل وبسرعة وبالتالي ترشيد استخدام الطاقات المتوفرة من جهة، والعمل على تخفيض التكاليف إلى أدنى حد ممكن من جهة ثانية. ذلك أن ممارسة العملية الإنتاجية يتطلب اعداد تجهيزات الإنتاج جيدا لضمان سيرورتها أثناء عمليات التشغيل المختلفة.

- **تعريف سياسات الصيانة:**

تعرف سياسة الصيانة على أنها تحديد الأهداف التقنية والإقتصادية المرتبطة بالتكفل بتجهيزات المؤسسة من طرف قسم الصيانة. [1]

حيث يتطلب إعداد سياسة الصيانة المراحل المبينة في الشكل التالي:

الشكل رقم 1-7: مراحل إعداد سياسة الصيانة

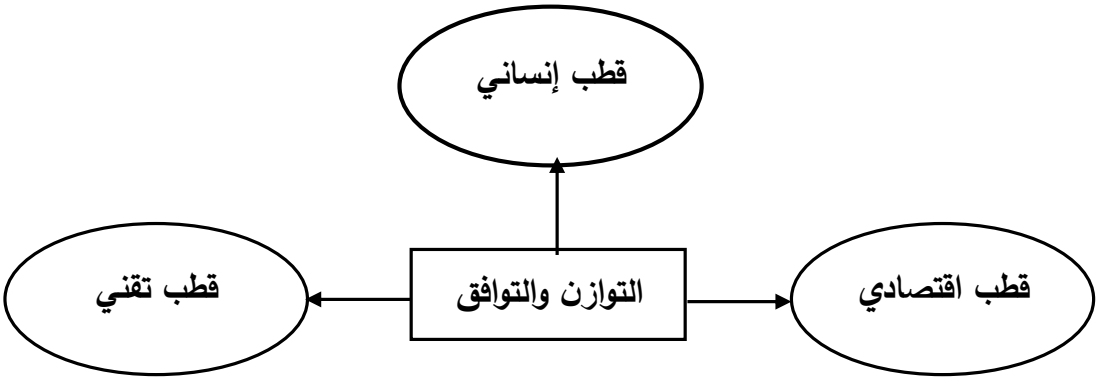


Source: Francois.Monchy, **La fonction maintenance – formation à lagestion de la maintenance industrielle,** 2éme édition, MASSON, Paris, 1996, P405.

يتبين من خلال الشكل أن سياسة الصيانة تبدأ بتحديد الأهداف، والتي يشترط فيها أن تتفق إلى حد بعيد مع الأهداف العامة للمؤسسة، ثم يتعين على إدارة الصيانة اختيار الأساليب المناسبة للتطبيق، وهذا يتطلب توافر الوسائل اللازمة التي تكفل تحقيق الأهداف الاجتماعية والاقتصادية والتقنية بطريقة تضمن التوفيق والتوازن بين هذه الأقطاب الثلاثة المحددة لسياسة الصيانة، كما هو موضح في الشكل الموالي:

[1] Francois Monchy, **La fonction maintenance – formation à la gestion de la maintenance industrielle** , op.cit، P405.

الشكل رقم 1-8: الأقطاب المحددة لسياسة الصيانة



Source: Francois Monchy**, La fonction maintenance – formation à la gestion de la maintenance industrielle,** 2éme édition, MASSON, Paris, 1996, P406.

كما يشترط في سياسة الصيانة أن تتصف بالوضوح والدقة، وأن تشمل كافة فعاليات قسم الصيانة من حيث: [1]

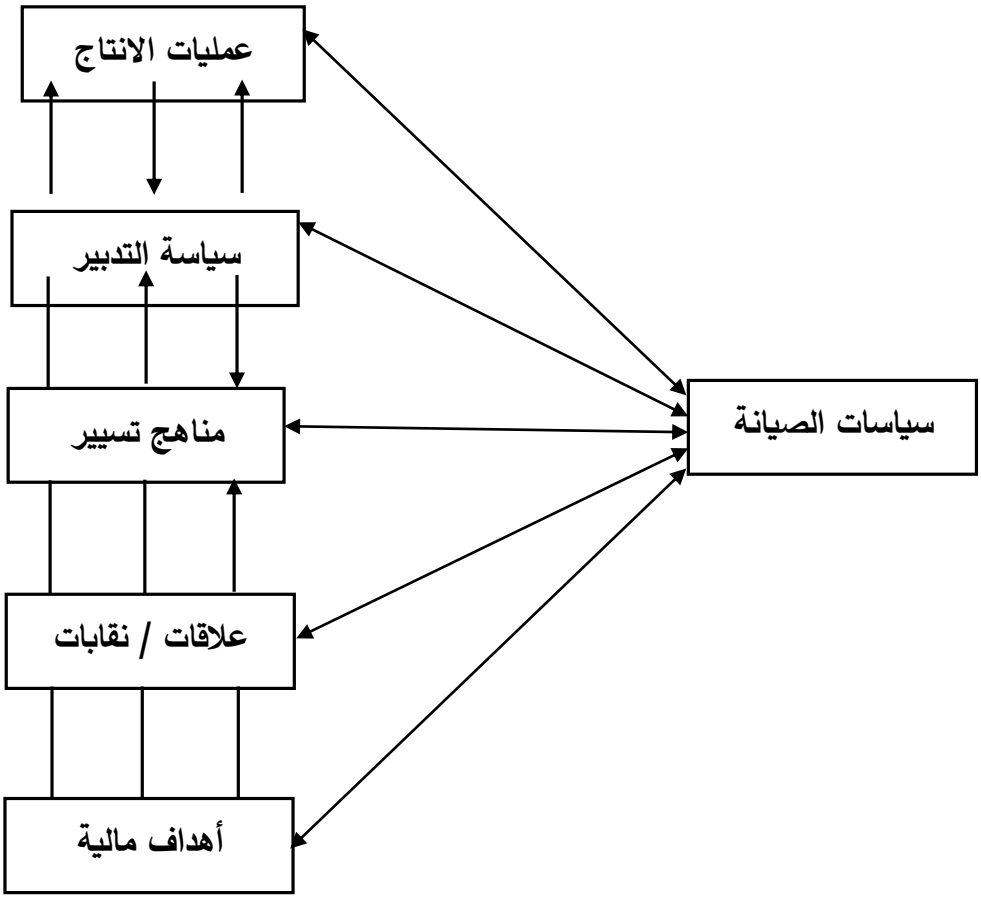
- ✓ مجال وحدود الصيانة.
- ✓ نوع ومستوى الخدمات المنتظرة.
- ✓ المسؤوليات تجاه الإدارة العليا.
- ✓ الموازنة والرقابة المالية.
- ✓ الإجراءات المتعلقة بالأفراد؛ وهنا لابد من الأخذ بعين الإعتبار النقاط التالية:
  - حجم القوة العاملة الأمثل لوظيفة الصيانة.
  - أساليب اختيار الأفراد، التدريب والترقيات.
  - الكفاءات المتاحة.
  - سلم الأجور والحوافز.
  - برامج السلامة والأمن.

ويترتب على إدارة الصيانة وضع سياسة عقلانية موضع التنفيذ، تكون مصممة لتحقيق الأهداف المخططة بشكل يضمن تنظيم العلاقات وتحقيق التكامل بين سياسة الصيانة والسياسات الفرعية الأخرى للمؤسسة، والمتعلقة أساسا بسياسات: الإنتاج، تسيير الأفراد، تحديد العلاقات مع نقابات العمل، والاخذ بعين الاعتبار الوضعية المالية للمؤسسة والتي يتم على أساسها تحديد حجم النقود التي ستكون منفقة على عمليات الصيانة.

[1] Priel.Victor**, La maintenance – téchniques moderne de gestion-**,ENTREPRISE MODERNE d' édition, Paris, 1976, P42

ويمكن التعبير عما سبق في الشكل الموالي الذي يوضح العلاقة بين سياسة الصيانة والسياسات الفرعية الأخرى للمؤسسة.

الشكل رقم 1-9: العلاقات المتبادلة بين سياسات الصيانة والسياسات الأخرى



Source: Priel Vitor**, La maintenance – téchniques moderne de gestion**-,ENTREPRISE MODERNE d' édition, Paris, 1976, P37.

المطلب الثالث: عناصر تكاليف الصيانة وتحليلها

تتناسب تكاليف الصيانة – بصفة عامة – وقائية وعلاجية مع عمر الآلة، حيث تكون تكلفة الصيانة منخفضة ومحدودة في بداية حياة الآلة وتتزايد تدريجيا مع زيادة العمر الخاص بها، هذا بالإضافة إلى ارتفاع تكلفة العمالة المشتركة في عمليات الصيانة من ناحية وتزايد الأجهزة والمعدات المطلوب صيانتها من ناحية أخرى والتي تؤدي إلى التأثير على تكلفة الصيانة بالزيادة.

1 عناصر تكاليف الصيانة:

- **التكاليف المباشرة:** وهي التكاليف التي تتعلق بأعمال الصيانة المباشرة وتشمل: [1]

✓ **تكلفة اليد العاملة:** وتشمل أجور العاملين الذين يقومون بأعمال الصيانة بصور مباشرة، وتمثل هذه الأجور نسبة كبيرة من تكاليف الصيانة، ويتم احتسابها عن طريق أمر عمل الصيانة الذي يحدد فيه العمال الذين قاموا بإنجاز العمل ودرجاتهم وعدد الساعات التي أنفقها كل منهم في إنجاز العمل.

وبالتالي يتم استخراج كلفة العمالة بضرب عدد الساعات التي اشتغلها كل عامل في متوسط أجر الساعة الواحدة بالنسبة لكل عامل على حدى.

وتقسم كتلة أجور عمال الصيانة إلى قسمين رئيسيين هما: [2]

الأجور الخارجية: وهي تلك المبالغ المدفوعة للفنيين والعمال وورشات الصيانة من خارج المؤسسة مقابل خدماتهم في صيانة وإصلاح الآلات التجهيزات التي تحوزها المؤسسة.

الأجور الداخلية: وهي تلك المبالغ المدفوعة للفنيين والعمال وورشات الصيانة من داخل المؤسسة مقابل عملهم أدائهم لأعمال الصيانة والإصلاح لتجهيزات المؤسسة.

✓ **تكلفة المواد المستخدمة في عمليات الصيانة:** مثل المواد الأولية والزيوت والشحوم ويتم حسابها عن طريق القوائم الخاصة بطلب المواد من المخزن أو قوائم المشتريات علاوة على تكلفة اهتلاك المواد والأدوية المستخدمة في أعمال الصيانة.[3]

كما يقصد كذلك بالمواد، كل ما يستخدم من قطع تبديلية خلال عملية الصيانة، حيث تستهلك بعض القطع التبديلية نتيجة عوامل الاحتكاك والتآكل الناجمين عن الاستخدام الطبيعي أو بسبب العوامل الجوية كالصدأ أو نتيجة الإهمال والتقصير في تطبيق أساليب الصيانة الوقائية ويميز بين نوعين من القطع التبديلية:

- قطع تبديلية مستخدمة باستمرار.

[1] خضير كاظم حمود، هايل يعقوب فاخوري، **مرجع سابق**، ص134.

[2] سامر مظهر قنطقجي، **مرجع سابق**، ص49.

[3] رامي حكمت فؤاد الحديثي وآخرون، **مرجع سابق**، ص 128.

- قطع تبديلية استراتيجية.

- ✓ **تكلفة حيازة المخزونات، الأدوات والآلات:** وتشمل نفقات التخزين مضافا إليها الخسائر والضياعات الناجمة عن تلف المخزونات، فضلا عن التكاليف المتعلقة بأجور التخزين (تخزين المواد والتأمين على المخزون). [1]
- ✓ **النفقات العامة لإدارة الصيانة:** وتشمل النفقات الثابتة كالإيجارات والاهتلاكات والتأمينات بالإضافة إلى تكاليف إزالة مخلفات الصيانة والمحافظة على البيئة. [2]

وتمثل كذلك أجور العاملين والفنيين والمهندسين الذين لا يساهمون بشكل مباشر في إنجاز أعمال الصيانة، وكذلك تكاليف الخرائط، والأثاث المستخدمة في إدارة الصيانة ومصاريف التدفئة وأجور الكهرباء ... وغيرها. [3]

- ✓ **تكاليف الخدمات الخارجية:** ويقصد بها تكاليف الصيانة التي تنفذ من قبل المؤسسات المتخصصة بأعمال الصيانة أو مقاول خارجي، وتستعين بها الإدارة لتنفيذ بعض الأعمال لديها لأسباب متعددة.
- ✓ **تكلفة عقود الصيانة:** تحتاج بعض التجهيزات الدقيقة والحساسة إلى المراقبة والمتابعة المستمرة من طرف خبراء الصيانة وهذه الخدمات توفرها بعض المؤسسات المتخصصة في إبرام عقود الصيانة السنوية. [4]

- **التكاليف غير المباشرة:** وتشمل جميع عناصر تكاليف التوقف عن الإنتاج أو التشغيل وتكون هذه التكاليف عبارة عن خسارة مادية في الإنتاج أو في فوائد رأس المال المستثمر في المعدات العاطلة، وكذلك أجور العمال الذين يعملون على هذه المعدات، ويمكن احتساب ذلك من خلال الآتي:

حساب قيمة الإنتاج الذي من الممكن أن تنتجه هاته الماكينة لو لم تتعطل عن العمل وهذا يسمى بخسارة الإنتاج.

حساب أجور عمال الإنتاج العاطلين عن العمل بسبب توقف المعدات وأثناء فترة الإصلاح هذا بالإضافة إلى تكلفة المواد الأولية التالفة أو الأجزاء في مراحل التصنيع المختلفة، بالإضافة إلى الغرامات الناتجة عن عدم تسليم المواد المنتجة في مواعيدها المتفق عليها، وهذا بدوره يؤثر سلبا على سمعة المؤسسة في السوق. [5]

تشمل **تكاليف الصيانة غير المباشرة** العناصر التالية:

---

[1] François Monchy, **Maintenance – méthodes et organisation , Op.Cit,** P 255.

[2] G. Bosser et J.M Guiilard**, Maintenance des systèmes de production, Op.Cit**, P 154

[3] خضير كاظم محمد، هايل يعقوب فاخوري، **مرجع سابق**، ص134.

[4] François Monchy**, Maintenance – méthodes et organisation ,** op.cit, P 256.

[5] خضير كاظم محمد، هايل يعقوب فاخوري، **مرجع سابق**، ص 134.

- ✓ **تكلفة خسارة الإنتاج:** إن المفهوم الشامل والصحيح للتكاليف المرتبطة بالصيانة ليس فقط تكاليف أعمال إعادة تشغيل الآلات والتجهيزات المعطلة وتكاليف القطع المستبدلة ولكن أيضا قيمة الإنتاج الضائع من جراء توقف تلك التجهيزات والوسائل. [1]
- ✓ **تكلفة الغرامات التجارية:** وهي ناتجة عن عجز المؤسسة عن الوفاء بإلتزاماتهامع الغير (تكلفة تأخير تسليم الطلبات).
- ✓ **تكلفة الآثار السلبية على صورة العلامة:** وهو ما قد تتحمله المؤسسة من أضرار معنوية خاصة إذا تكونت صورة سلبية على العلامة التجارية داخل السوق أو بين الزبائن او المتعاملين. [2]
- ✓ **تكلفة الأضرار:** وتشمل مجمل الأضرار التي تتحملها المؤسسة نتيجة لحدوث أعطال خطيرة كانخفاض في الدخل بسبب توقف الإنتاج وما يتبعه من تكاليف.
- ✓ **تكلفة الاحتجاجات:** إن كثرة احتجاجات الزبائن على جودة الإنتاج تؤدي الى فقدان الثقة مما يؤثر سلبا على سمعة المؤسسة وتدهور علامتها التجارية.
- ✓ **تكلفة الامن والوقاية من الحوادث والاخطار:** تكاليف الاخطار والحوادث التي قد تظهر بسبب كثرة الأعطال في التجهيزات المستخدمة إضافة على ما قد يظهر على محيط العمل من تدهور، مما يؤثر سلبا على نفسية العمال. [3]
- ✓ **تكلفة الفرصة المضاعة:** إن تكلفة الفرصة المضاعة هي تكلفة ناتجة عن ضياع فرصة استثمار الأموال، ويجب التمييز بين تكلفة الفرصة المضاعة وتكلفة الفرصة الضائعة، ففي الحالة الأولى تكون الخيارات المتاحة، ويتم الإختيار بينها بحرية، ولتوضيح قياس التكلفة في هذه الحالة سنفترض أنه يوجد لدينا ثلاث آلات، أ، ب، ج، بأسعار شراء متساوية ونرغب باقتناء أفضلها من خلال توافر البيانات التالية:

	الآلة – أ –	الآلة – ب –	الآلة – ج –
قيمة الآلة	100000	100000	100000
تكاليف تشغيلها	60000	55000	54500

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

	الآلة – أ –	الآلة – ب –	الآلة – ج –

[1] سعيد أوكيل، **وظائف ونشاطات المؤسسة الصناعية**، ديوان المطبوعات الجامعية، بن عكنون، الجزائر، 1992، ص32.

[2] G.Javel, **op.cit,** P 262.

[3] ميلود تومي، **مرجع سابق**، ص78.

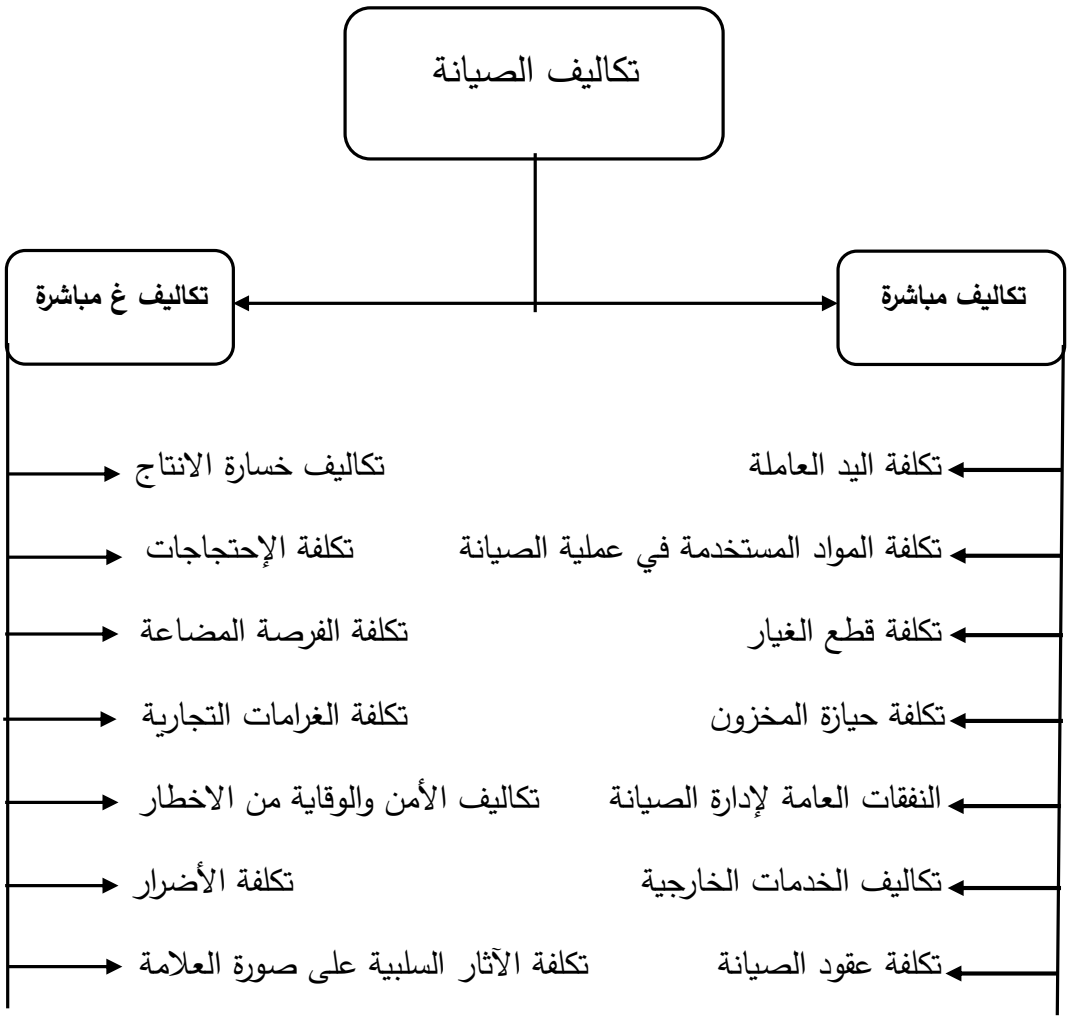
تكاليف التشغيل	60000	55000	54500
تكاليف الصيانة المتوقعة	3500	5000	6250
إجمالي التكاليف	63500	60000	60750

ويبدو واضحا الآن أن القرار الأمثل هو اقتناء الآلة (ب) بدلا من (ج)، أما في الحالة الثانية، أي تكاليف الفرصة الضائعة، فتضيع الخيارات بسبب الإهمال ودونما انتباه لعملية الاختيار، ولقياس هذ التكلفة، نفترض اننا اشترينا كمية من مخزون قطع التبديل، ويعد ذلك تبين لنا وجود بديل أفضل، فتكون تكلفة الفرص الضائعة لهذه القطع هي أكبر إحدى القيم التالية:

- صافي القيمة البيعية في السوق بعد استبعاد تكاليف البيع.
- التكاليف التي سوف تظهر لدى المؤسسة فيما لو استخدمت هذه المواد والقطع في تنفيذ عمل آخر، أو المبالغ التي ستدفعها للحصول على القطع الجديدة، خلال فترات التخزين الطويلة والتي تتجاوز فترة الحصول عليها من مصدرها.
- تكلفة توقف العمل في المؤسسة بسبب رداءة القطع المشتراة أو بسبب عدم توافر القطع التبديلية اللازمة في الوقت المناسب. [1]

[1] سامر مظهر قنطقجي، **مرجع سابق**، ص 51-52.

الشكل رقم 1-10: مخطط مكونات تكاليف الصيانة



المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على مراجع مختلفة.

2 تحليل تكاليف الصيانة:

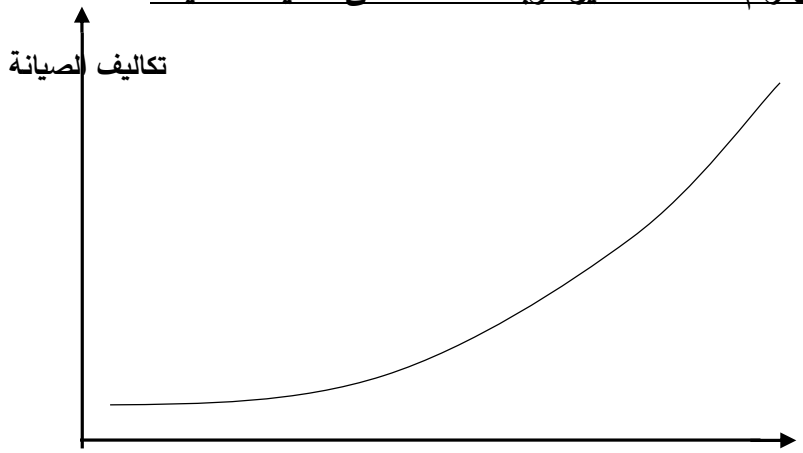
ان الهدف من تحليل عناصر تكاليف الصيانة المختلفة، هو تحديد العوامل المؤثرة عليها ومراقبة تغيراتها بغية تحديد مواطن الخلل، ووضع سلم أولويات للبدئ بمعالجتها حسب أهميتها ودورها في تكلفة الإنتاج الإجمالية وكذا تحديد الوسائل والأساليب التي تساعد على خفض تكاليف الصيانة.

- **العوامل المؤثرة على تكاليف الصيانة:** يمكن إيجاز هذه العوامل في الآتي: [1]

[1] رامي حكت فؤاد الحديثي وآخرون، **مرجع سابق**، ص 123.

- ✓ **تصميم المعدات:** تؤثر درجة التعقيد في تصميم المعدات على التكلفة، لأن تفقد تركيب المعدات أو تفقد بعض الأجزاء منها يؤدي الى زيادة ساعات الصيانة وبالتالي الزيادة في التكلفة المصروفة لكل ساعة.
- ✓ **توقيت الاستبدال:** إن أنسب وقت لإجراء الاستبدال هو قبل حدوث العطل وهذا يتطلب التوقع لحدوث العطل قبل أوانه.
- ✓ **إجراء الصيانة الوقائية المخططة:** إن الإلتزام بمواعيد إجراء الصيانة الدورية المخططة والإجراءات التفتيشية، لها الأثر الكبير في في تقليل الأعطال الفجائية، وبالتالي انعكاس ذلك على تكلفة الصيانة العلاجية الدورية.
- ✓ **درجة الأتمتة:** [1] تتأثر تكاليف الصيانة بدرجة الأتمتة القائمة في المؤسسة فتزداد تكاليف الصيانة كلما زادت درجة الأتمتة في المؤسسة وذلك لتعقد البنية الداخلية والخارجية للآلات وخطوط الإنتاج بسبب التكامل والتظافر في العملية الإنتاجية مما ينعكس على تكاليف الصيانة بزيادة الطلب على اليد العاملة الخبيرة واستهلاك كمية كبيرة من القطع التبديلية ويظهر ذلك في الشكل الآتي:

الشكل رقم 1-11: تأثير درجة الأتمتة على تكاليف الصيانة



المصدر: سامر مظهر قنطنجي، **ترشيد عمليات الصيانة بالأساليب الكمية**، منشورات جامعة حلب، سوريا، www.kantakji.org، 1995، ص65.

- ✓ **الدورات الاقتصادية:** تتأثر تكاليف الصيانة بالدورات الاقتصادية التي تمر بها المؤسسة ففترات الانتعاش تؤدي الى زيادة إيرادات المؤسسة بقدر كاف لتخفيف شعور الإدارة بثقل حجم تكاليف الصيانة وأما في فترات الكساد فإن تكاليف الصيانة تمثل ضغطا شديدا على الكاليف الإجمالية للمؤسسة، ولخفض هذه التكاليف فقد تضطر المؤسسة الى إنقاص الموظفين في إدارة الصيانة مما يؤثر سلبا على حالة المؤسسة، كما أن الطلب على العمالة يختلف في فترات الإنعاش عنه في فترات الكساد، ففي فترات الإنعاش يزداد

[1] سامر مظهر قنطنجي، **مرجع سابق**، ص 62.

الطلب على القوة العاملة المتخصصة والماهرة (سواء منها الخارجية أو الداخلية). وهجرة اليد العاملة الماهرة من المشاريع ذات الأجور القليلة الى المشاريع ذات الأجور المرتفعة هي مشكلة أخرى تساعد على حدوث اضطرابات غير متوقعة وإصلاحات يمكن أن تؤدي لزيادة مؤقتة في الطلب على العمالة. [1]

- **الموازنة بين تكاليف الصيانة الوقائية والصيانة العلاجية:**

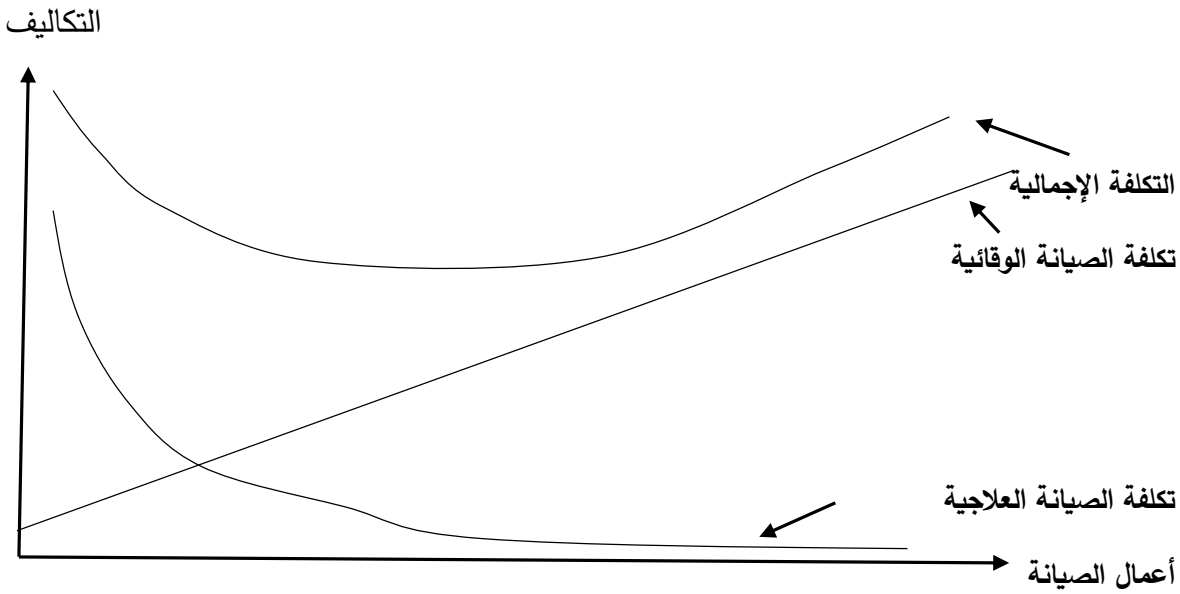
تظهر العلاقة بين تكاليف الصيانة الوقائية والصيانة العلاجية في الشكل الموالي حيث يبن ان تكاليف الصيانة الوقائية في ارتفاع مستمر كلما انخفضت التكاليف الكلية للصيانة، وذلك لأن ارتفاع تكاليف الصيانة الوقائية يؤدي عادة الى انخفاض تكاليف الصيانة العلاجية، مما يؤدي بدوره إلى انخفاض التكاليف الكلية للصيانة. [2]

وهدف الإدارة هو الوصول الى مستوى التكاليف النموذجي الواجب إنفاقه على كل من الصيانة الوقائية والعلاجية على التوالي، والمتمثل – حسب الشكل – في مطقة التكلفة المثلى المرغوب فيها.

[1] سامر مظهر قنطنجي، **مرجع سابق**، ص 62.

[2] ألوواداس بفا، راكشي كي سارن، **إدارة الإنتاج والعمليات، _ مدخل حديث**، ترجمة " محمد محمود الشواربي "، دار المريخ للطباعة والنشر، الطبعة الأولى، الرياض، السعودية، 1999، ص 489.

الشكل رقم 1-12: التكلفة الكلية المثلى للصيانة



Source: S. Claude et K.Français, **Management des Moyens de production – efficacité disponibilité** , rentablité , édition HERMES Science , paris 1999, P 250.

ومن المشاكل الشائعة في مجال الإنتاج، التطرف في تطبيق احدى سياسات الصيانة بالتركيز مثلا على الصيانة العلاجية وإعطاء أهمية أقل للصيانة الوقائية بالرغم من ان التركيز على الصيانة الوقائية قد يؤدي الى تخفيض الحاجة الى الصيانة العلاجية، إلا أن مثل هذه السياسة قد تؤدي إلى ضمان استمرار العمليات، ولكن عند مستوى عال من التكلفة. كذلك فان التركيز على الصيانة العلاجية قد يؤدي الى تخفيف تكاليف الصيانة، ولكن ذلك يمكن أن يؤدي الى تخفيف تكاليف الصيانة، ولكن ذلك يمكن ان يؤدي إلى مخاطر توقف العمليات ... وكلا الاتجاهين يتضمن صعوبة تشغيلية. [1]

وباختصار فان سياسة الصيانة الواجب اتخاذها يجب أن تهدف الى تحقيق أقل تكاليف كلية ممكنة، وليس الى تحقيق أكبر انخفاض في تكاليف الصيانة الوقائية أو العلاجية. [2]

- **العلاقة بين العمر الإنتاجي للمعدات وتكاليف الصيانة:**

من البديهي أن تكاليف الصيانة تكون منخفضة في بداية العمر الإنتاجي للمعدات وترتفع هذه التكاليف تدريجيا كلما تم تشغيل المعدات، ذلك بسبب أن الأعطال التي تحدث لها من الأسباب الفنية. [3]

وتتضح المقارنة بين الصيانة الوقائية والصيانة الاضطرارية (الفجائية) من حيث علاقتها بالعمر الإنتاجي للمعدات، فنلاحظ من الشكل(1-13) أن تكاليف الصيانة الاضطرارية تكون أقل من تكاليف الصيانة الوقائية في

[1] علي الشرقاوي، **إدارة النشاط الإنتاجي _ مدخل التحليل الكمي _**، دار الجامعة الجديدة للنشر والتوزيع، الإسكندرية، 2003، ص 298.

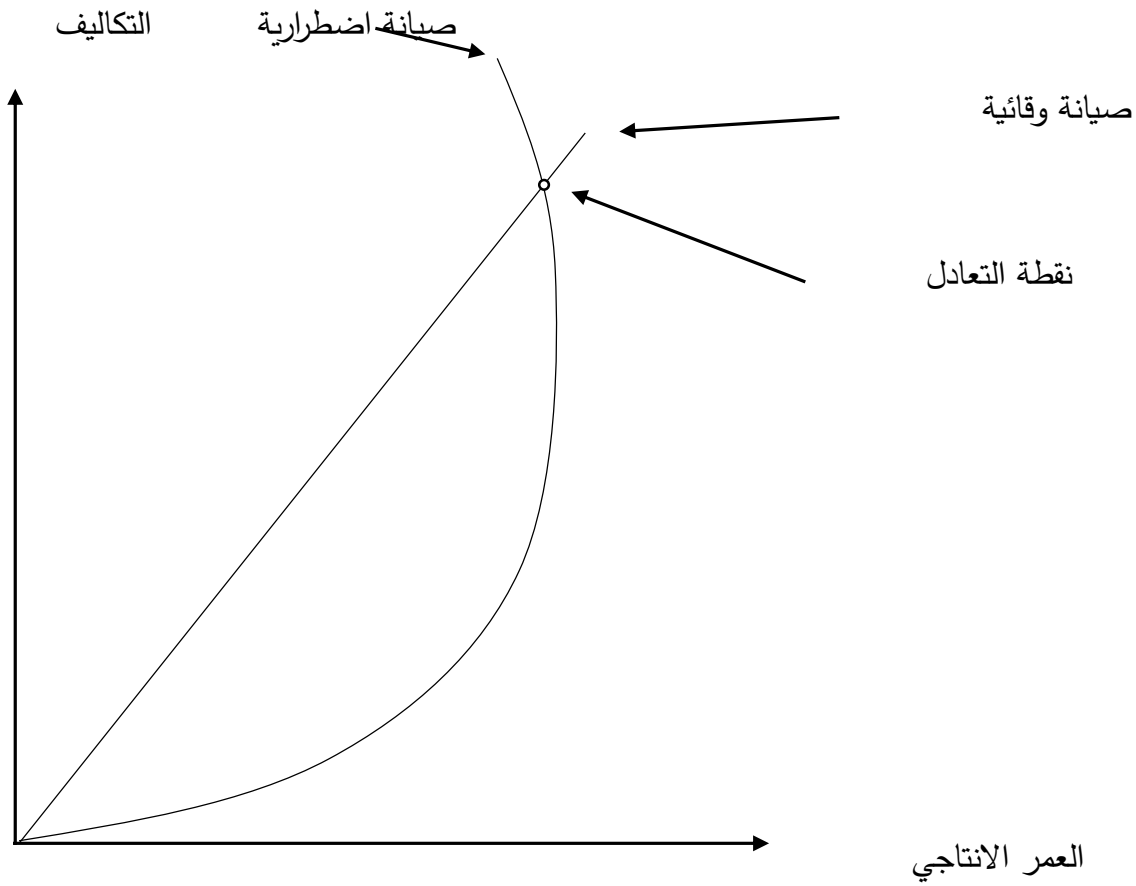
[2] رضا صاحب أبو حامد آل علي سنان، كاظم الموسوي، **مرجع سابق**، ص 152.

[3] خضير كاظم حمود، هايل يعقوب فاخوري، **مرجع سابق**، ص 128.

بداية العمر الإنتاجي للمعدات، والسبب في ذلك يعود إلى كون الآلة في حالة تشغيلية جيدة وانخفاض التوقفات التي تحدث فيها، ويتضح من هذا بأن تطبيق الصيانة الاضطرارية في المراحل الأولى من حياة الآلة أكثر اقتصاديا من الصيانة الوقائية.

ولكن بعد اشتغال المعدات لفترة من الزمن تبدأ تكاليف الصيانة الاضطرارية بالزيادة بشكل سريع بينما يستمر تزايد تكاليف الصيانة بشكل أقل، فيبدو من الوهلة الأولى أن تطبيق الصيانة الوقائية بعد نقطة التعادل يكون أكثر اقتصاديا.

الشكل رقم 1-13: العلاقة بين العمر الإنتاجي للمعدات وتكاليف صيانتها



المصدر: خضير كاظم حمود، هايل يعقوب فاخوري، **إدارة الإنتاج والعمليات**، دار الصفاء للنشر والتوزيع، الطبعة الأولى، عمان، الأردن، ص 130.

إلا أن ما يلاحظ في الواقع الفعلي أن تكاليف الصيانة الوقائية ترتفع بعد نقطة التعادل ويرجع السبب في ذلك إلى اعتماد الصيانة الاضطرارية في المرحلة الأولى واهمال الصيانة الوقائية لذا تحتاج المعدات الى المزيد من خدمات الصيانة الوقائية لضمان تقليل أوقات توقفها. [1]

[1] خضير كاظم حمود، هايل يعقوب فاخوري، **مرجع سابق**، ص 129.

- **العلاقة بين الوقت وتكاليف الصيانة:**

هناك علاقة بين مقدار الوقت وكمية التكاليف اللازمة لأعمال الصيانة الوقائية وكمية التكاليف اللازمة لأعمال الصيانة الإصلاحية، فإذا تطلبت أعمال الصيانة الوقائية وقتا يعادل الوقت اللازم لأعمال الصيانة الإصلاحية وإذا كانت تكاليف كليهما تكاد تكون متساوية فلن يكون هناك أي فائدة من تطبيق سياسة الصيانة الوقائية، ومن ثم فإن عملية الصيانة لن تتطلب وقتا طويلا مادام الأمر يوجب الانتظار حيث يحدث العطل فعلا فتجرى العمليات الإصلاحية المطلوبة. [1]

ولكن في الحلات التي يتطلب اصلاح العطل فيها فترات طويلة، قد يسبب خسائر كبيرة للمؤسسة، فإن الإدارة في العادة تلجأ إلى الصيانة الوقائية حتى تتفادى توقف خطوط الإنتاج لفترات طويلة، وعادة تجرى هذه الصيانة في فترات الراحة بالنسبة للعمال أو ليلا أو في العطلات الأسبوعية. [2]

- **أساليب خفض تكاليف الصيانة:** هناك عدة أساليب يمكن ذكرها على النحو التالي:

✓ المقارنة بين الأدوات الاحتياطية التي يتم تصنيعها ضمن ورشات المؤسسة مع الأدوات الاحتياطية المجهزة من قبل المصنع من ناحية العمر التشغيلي وتكلفة العملة الأجنبية.

✓ تدريب العاملين على التشغيل الصحيح للمعدات والآلات والعناية اليومية بها، بموجب تعليمات المجهز وخبرة العاملين في الصيانة لتقليل الأعطال.

✓ تركيز الاهتمام على الأساليب الصحيحة في عمليات التزييت والتشحيم، لها من تأثير مباشر في تقليل الأعطال وإطالة العمر الإنتاجي للآلة. [3]

✓ عدم تحميل الآلات والمعدات بأعباء فوق طاقتها المحددة للتشغيل العادي.

✓ ضرورة استبدال الأجزاء المستهلكة من الآلات والمعدات قبل أن تتلف تماما.

✓ الاحتفاظ بكميات معقولة من قطع الغيار لتوفيرها في حالات الطوارئ.

✓ الاختيار السليم للآلات والمعدات.

✓ الاحتفاظ بسجل لكل آلة ليظهر الأعطال التي حدثت لها، والاسترشاد بها في وضع سياسة الصيانة.

✓ التشاور مع مصنعي الآلات للقضاء على المشاكل التي تظهر أثناء التشغيل. [4]

---

[1] عادل حسن، **مرجع سابق**، ص228.

[2] رضا صاحب أبو حامد آل علي سنان، كاظم الموسوي، **مرجع سابق**، ص 156.

[3] رامي حكت فؤاد الحديثي وآخرون، **مرجع سابق**، ص 135.

[4] علي الشرقاوي، **مرجع سابق**، ص299.

المبحث الثالث: مهام إدارة الصيانة

كما قلنا سابقا فقد ساهمت التطورات التكنولوجية السريعة اليوم في ظهور معدات حديثة بالتقنية العالية، هذا ما استدعى بالضرورة الاهتمام بوظيفة الصيانة كوظيفة استراتيجية في المؤسسة تقوم بالاهتمام بهذه المعدات بتبني الإدارة لمهام الصيانة المخططة وتطبيق الاساليب الحديثة في الإدارة من تخطيط وجدولة أعمال الصيانة الى تنظيم أعمال الصيانة والرقابة عليها إلى تخطيط وإدارة مخزون قطع الغيار.

المطلب الأول: تخطيط وجدولة أعمال الصيانة

لقد أصبحت إدارة الصيانة علم من العلوم التي تهتم بأنظمة التحكم وأعمالها المختلفة، وفق سياسة عملية ترتكز على الجانبين الإداري والهندسي لمختلف المؤسسات الصناعية والخدمية.

تستأثر دراسة التخطيط والبرمجة لأعمال الصيانة باهتمام كبير من قبل المؤسسات الصناعية باعتبار أن خطة المؤسسة هي جزء أساسي ومهم ومتكامل من الخطة الشاملة للوحدة الصناعية، وضمن هذا السياق تؤكد الكثير من الدراسات في الوقت الراهن أهمية العمل على زيادة فعالية التخطيط والبرمجة لأعمال الصيانة سواء من حيث توفير البيانات والمعلومات الإحصائية اللازمة، أو من خلال تهيئة المستلزمات المادية والبشرية والمالية لتأمين إعداد هذه الخطة وتنفيذها. [1]

1 تخطيط أعمال الصيانة:

بالرغم من أهمية التخطيط في أعمال الصيانة فان الكثير من المؤسسات قلما تهتم بها قدر اهتمامها بتطبيقها في الأعمال الإنتاجية، ويقال ان التخطيط يزيد من الكفاية التشغيلية لإدارة الصيانة ويحدد ما يجب عمله والزمن الذي ينفذ فيه، وبهذه الطريقة يتبين التابع الطبيعي للعملية وأولوية مراحلها. [2]

- **مفهوم تخطيط أعمال الصيانة ومقوماتها:** يعرف التخطيط لأعمال الصيانة بأنه: " تلك المرحلة من بين التجهيزات الضرورية قبل البدء في تنفيذ أي صيانة مخططة، ويتحدد في هذه المرحلة الأعباء التي سيقوم العمال بأدائها محددا، موعدي البدء والانتهاء من كل عملية من عمليات الصيانة وتكاليف كل عملية؛ وتتطلب عملية التخطيط ترتيب وتنسيق استخدام الموارد المتاحة لبلوغ الهدف المحدد " [3]

ويعرف فايول التخطيط بشكل عام " أن التخطيط في الواقع يشمل التنبؤ بما سيكون عليه المستقبل، مع الإستعداد لهذا المستقبل ". [4]

---

[1] بوعنيبة وهيبة، **مرجع سابق**، ص51.

[2] عبد الغفور يونس يونس، **مرجع سابق**، ص152.

[3] بوعنيبة وهيبة، **مرجع سابق**، ص51.

[4] توفيق محمد عبد المحسن، **تقييم الأداء مداخل جديدة لعالم جديد**، دار الفكر العربي، مصر، 2004، ص8.

ومن جملة المقومات التي تضمن تخطيط جيد لأعمال الصيانة: [1]

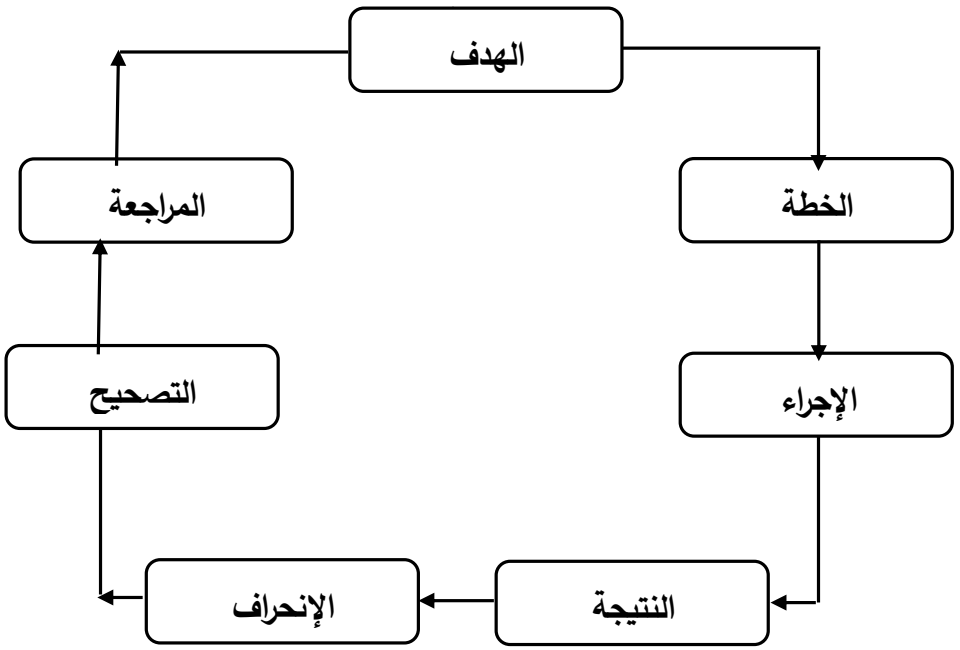
- ✓ سجل المعدات.
- ✓ تحديد الواجبات والمسؤوليات.
- ✓ تحديد المعايير النمطية لأعمال الصيانة.
- ✓ تحديد وتصنيف وسائل منع الأعطال.
- ✓ توصيف الوظائف والأعطال.
- ✓ تقدير أزمنة أنشطة الصيانة.

- **أهداف الصيانة المخططة:**

يعتبر الهدف الأساسي لتخطيط الصيانة هو العمل على تحديد خطة سنوية تشمل برنامجا للصيانة جيد التوازن وحسن التنسيق، يؤدي لملاقاة المشاكل التي تعترض سير العمل، كما يؤدي إلى كفاءة استخدام موارد الصيانة، ويلزم لنجاح أي تخطيط توفر نظام الرقابة على تنفيذه.

هذا النظام يشمل الخطوات الرئيسية التي لا يمكن عزل أي منها إذ أنها ترتبط معا وتكون دورة كاملة كما يبين هذا الشكل:

الشكل رقم 1-14: تكامل عمليات الرقابة والتخطيط



المصدر: البكري صونيا محمد، **تخطيط ومراقبة الإنتاج**، الدار الجامعية، الإسكندرية، مصر، 2000، ص257.

[1] بوعنيبة وهيبة، **مرجع سابق**، ص53.

من الأهداف الأخرى التي تحققها الصيانة هي: [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.
- ✓ ضمان استمرار إنتاج السلع المصنعة بالنوعية المطلوبة.

- **مستويات تخطيط أعمال الصيانة:** [2]

يمكن تقسيم تخطيط أعمال الصيانة إلى ثلاثة أنواع حسب الفترة الزمنية كالآتي:

✓ **تخطيط طويل الأجل:** يعتبر هذا االنوع 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، فهم يتميز بقلة المعلومات وكثرة الحاجة إلى التخمين والتنبؤ بالمستقبل.

ويشتمل هذا النوع من التخطيط على:

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

✓ **التخطيط متوسط المدى:** وعادة ما يعهد به إلى الإدارة التنفيذية ويشتمل هذا التخطيط على:

- التخطيط لتركيب الأجهزة والمعدات الجديدة وتهيئتها 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، جتى يمكن إنجاز هاته الأعمال بالإمكانيات المتاحة؛

[1] رامي حكمت فؤاد الحديثي، **مرجع سابق**، ص105.

[2] صونيا محمد البكري، **تخطيط ومراقبة الإنتاج** ، مرجع سابق، ص260.

- التخطيط للصيانة الدورية 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.

✓ **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:

- تخصيص فرد أو أكثر من الفنيين ذوي الخبرة والمعرفة بأعمال الصيانة وبطرق التخطيط والجدولة للقيام بأعمال التخطيط المطلوبة.
- 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، ... ؛
- 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 فب الوقت المجدول.

2 جدولة أعمال الصيانة:

- **مفهوم الجدولة:** إن التخطيط عبارة عن طريقة منتظمة لتحليل العمل وتوفير الموارد من المواد والأجهزة والأيدي العاملة والموارد الأخرى، أما الجدولة فهي تعني البرمجة وهي " عبارة عن تحديد مواعيد هذه الأعمال بعد الأخذ بعين الاعتبار تحديدات الوقت، والمواد والعمال والأجهزة وغيرها، وتحديدات البرامج الإنتاجية والخدمية " [1]

كما تعرف بأنها " عملية تحديد موعد ومكان تنفيذ عمليات الصيانة اللازمة، وتحديد مواعيد البدء والانتهاء الخاصة بإجراءاتها " [2]

ويعرف " Monchy " الجدولة من أخرى بأنها عملية وضع المهام المخططة في الإطار الزمني مع الأخذ بعين الإعتبار الأهداف المرجوة والعلاقات المتبادلة بين مختلف المهام المخططة وتوفر الموارد حيث تشمل الجدولة الخطوات التالية: [3]

[1] Monchy F, Vernier J, **Op.cit.,** p 307-308.

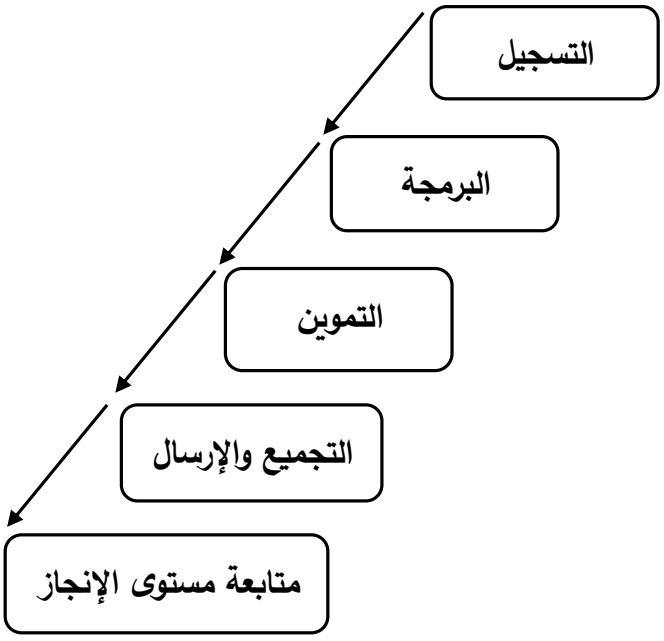
[2] فوزي شعبان مذكور، **مرجع سابق**، ص 52.

[3] Ben-daya et d'autres**, Handbook of Maintenance Management and Engineering,** Springer-Verlag London Limited, 2009, p 237

- ✓ **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.
- ✓ **البرمجة:** وهي النشاط الذي يختص بترتيب عمليات الصيانة حسب الأولويات والاحتياجات وفق مخطط زمني.
- ✓ **التموين:** عند التحضير لكل مرحلة 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.
- ✓ **التجميع والإرسال:** وهي الأنشطة المسؤولة عن تجميع وتوفير كل الوسائل لإنجاز تدخلات الصيانة في المواعيد المحددة.
- ✓ **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 1-15: الخطوات المختلفة للجدولة



المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على مراجع مختلفة.

يوضح الشكل أعلاه خطوات تفعيل عمليات الجدولة على شكل مراحل 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 والرقابة

1 تنظيم أعمال الصيانة:

تختلف أشكال التنظيم في إدارة أعمال الصيانة من مؤسسة لأخرى، فهناك مؤسسات تأخذ بشكل الصيانة الداخلية أي أن جميع أعمال الصيانة تتم داخل المؤسسة وبأسلوب مركزي أو لامركزي أو مختلط، وهناك مؤسسات تفضل شكل الصيانة الخارجية ممثلة بأسلوب الصيانة المعروضة في الأسواق، وبأسلوب الصيانة الذي يقدمه المنتج للتجهيزات الخاضعة للصيانة، وترفض بعض المؤسسات النوعين المذكورين وتترك الصيانة الى عامل الصدفة، ومن هنا سنقوم بدراسة التنظيم لأعمال الصيانة.

- **تعريف تنظيم أعمال الصيانة وأهدافه:** التنظيم هو " توزيع للعمل ورسم للعلاقات وتحديد للسلطات، وذلك بقصد تحقيق الأداء المقرر بكفاءة اقتصادية جيدة ". [1]

وهو " مجموعة القواعد التي تساعد على التنسيق بين الأنشطة المختلفة للموظفين " وهو كذلك عند البعض " مجموع العلاقات التي يجب أن تربط كل العناصر ببعضها من جهة وبمحيطها من جهة ثانية " [2]

ان التنظيم الفعال والهادف لوظيفة الصيانة يمكننا من تحقيق الأهداف والخطط الموضوعة، والتي يمكن تحديدها كالآتي: [3]

- رفع نسبة إنتاجية المعدات المتاحة للتشغيل إلى أقصى ما يمكن.
- المحافظة على قيمة المصنع وذلك بتخفيض معدلات تآكل المعدات وتدهور أدائها نتيجة التشغيل.
- تحقيق الهدفين السابقين بأقل التكاليف الممكنة على المدى الطويل.

وانطلاقا من التعريفات الثلاثة يمكن القول بأن تنظيم الصيانة يقوم على مجموعة من القواعد التي يجب أن يحترمها كل موظف أو عامل بالمصلحة حتى تتم الأعمال على ما هو مخطط له، وهذا ما يستدعي بالضرورة تحديد كل المسؤوليات والسلطات التي تنظم علاقات أفراد المصلحة فيما بينهم وكذا علاقتهم بالمحيطين الداخلي والخارجي للمؤسسة.

- **العوامل الواجب توفرها لتنظيم أعمال الصيانة:** ان تحقيق مثل هاته الأهداف لا يتم إلا بوضع مجموعة من العوامل التي تساعد على تنظيم أعمال الصيانة ونذكرها كما يلي:

✓ **تحديد مسؤولية الصيانة:** من الضروري أن نعرف جميع الواجبات والأهداف والمسؤوليات وكذلك النتائج المتوقعة لكل عمل من أعمال الصيانة وذلك بكل وضوح وتفصيل تام، كما يلزم أيضا توصيف جميع

---

[1] بياز هاني حرب، **مدخل الى إدارة الأعمال**، مكتبة روعة للطباعة، الطبعة الأولى، عمان، الأردن، 2000، ص 120.

[2] Bernardie Mont Morillon, Jean Pierre Pitol-Belin, **Organisation et gestion de l'entreprise,** Paris, édition Litec, 1995, P296.

[3] عارف محمد سليمان، **«الصيانة الوقائية للمنشآة »**، منتديات التقنية، www.TKNE.COM، ص4.

الأعمال حتى تضمن اختيار الأفراد المناسبين لهذه الإدارة الخطيرة بالمؤسسة، كما أنه من الضروري تحديد جميع الأعمال التي تقوم بها إدارة الصيانة حتى يمكن تحقيق أهدافها.

- ✓ **الاتصال:** من أهم مشاكل المؤسسات الكبيرة هي انسياب المعلومات بين وحداتها المختلفة بصورة حيدة حتى تضمن سير العمل في تجانس حتى لا يحدث تضارب بينها، لذلك فإنه كلما كبر حجم المؤسسة كلما كان من الضروري أن يربطها نظام متكامل للمعلومات بقنوات الاتصال يمكن من خلالها انسياب المعلومات في الوقت المناسب وبالقدر المناسب.

ويعرف الاتصال " بأنه العملية التي تنقل بها الرسالة من مصدر معين إلى مستقبل أو أكثر بهدف تغيير السلوك". [1]

وفي الصيانة يتم الاتصال عن طريق نماذج خاصة تنقل في صورة أوامر أو توجيهات أو اقتراحات أو خطط أو أهداف أو خطابات ... الخ.

والاتصال الأفقي لا يقل أهمية عن الاتصال الرأسي أو العمودي ويعرف هذا النوع من الاتصال على أنه " الاتصال الذي يتم بين مدراء الدوائر في المشروع أو بين رؤساء الأقسام التنظيمية المختلفة ذات المستوى الواحد، والهدف منه التنسيق ". [2]

وهو ضروري جدا لإيجاد التعاون ولضمان سير الأعمال دون تداخل أو سوء فهم، كذلك اتصال عمال الصيانة ببعضهم البعض لتنسيق الأعمال الفرعية وفقا لبرامج التنفيذ المختلفة.

- ✓ **موقع الصيانة كمركز من مراكز اتخاذ القرارات بالمؤسسة:** عند تحديد موقع إدارة الصيانة بالمؤسسة يلزم أن تنظر لها من زاويتين في وقت واحد، هما موقع الصيانة كمركز من مراكز اتخاذ القرارات وموقعها كنظام تنفيذي لأعمال الصيانة من الضروري أن تنظر للصيانة كنظام إداري وفي نفس الوقت تنظر اليه كإمكانيات فنية وهندسية، والخطأ الذي تقع فيه المؤسسات هو اعتبار الصيانة عمل فني وإمكانيات هندسية فقط دون الاهتمام بها كنظام إداري له أهميته. ويتحدد عدد مراكز اتخاذ القرارات وموقع هذه المراكز من التنظيم على حجم هذه المؤسسة ومراكز اتخاذ القرارات التي لها تأثير مباشر أو غير مباشر على قسم الصيانة.
- ✓ **مركزية واللامركزية الصيانة:** قد تقوم بعض المؤسسات باتباع نظام المركزية المطلقة في أعمال الصيانة، أو قد تقوم باتباع اللامركزية المطلقة أيضا في الأماكن والوحدات التنظيمية المختلفة، و أحيانا تقوم بالجمع فيما بين المركزية واللامركزية.

[1] ربحي مصطفى عليان، عدنان محمود الطرباسي، **الاتصال والعلاقات العامة**، دار صفاء للنشر والتوزيع، الطبعة الأولى، عمان، الأردن، 2005، ص 29.

[2] عمر سعيد، منذر خليلي وآخرون، **مبادئ الإدارة الحديثة**، مكتبة دار الثقافة للنشر والتوزيع، الطبعة الاولى، عمان، الأردن، 2003، ص 122.

2 تنفيذ ورقابة أعمال الصيانة:

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

- **التنفيذ:** يتم تنفيذ مهام الصيانة وفق الإجراءات المحددة ويتم تسجيل جميع الملاحظات التي تم إبداؤها، القرارات، القياسات، المهام التي نفذت والموارد المستخدمة ضمن تقارير أو ملفات أو وثائق من أجل الاستعانة بها لاحقا أثناء الرقابة.

يتم تنفيذ الصيانة الوقائية باتباع عدد من الخطوات منها: [1]

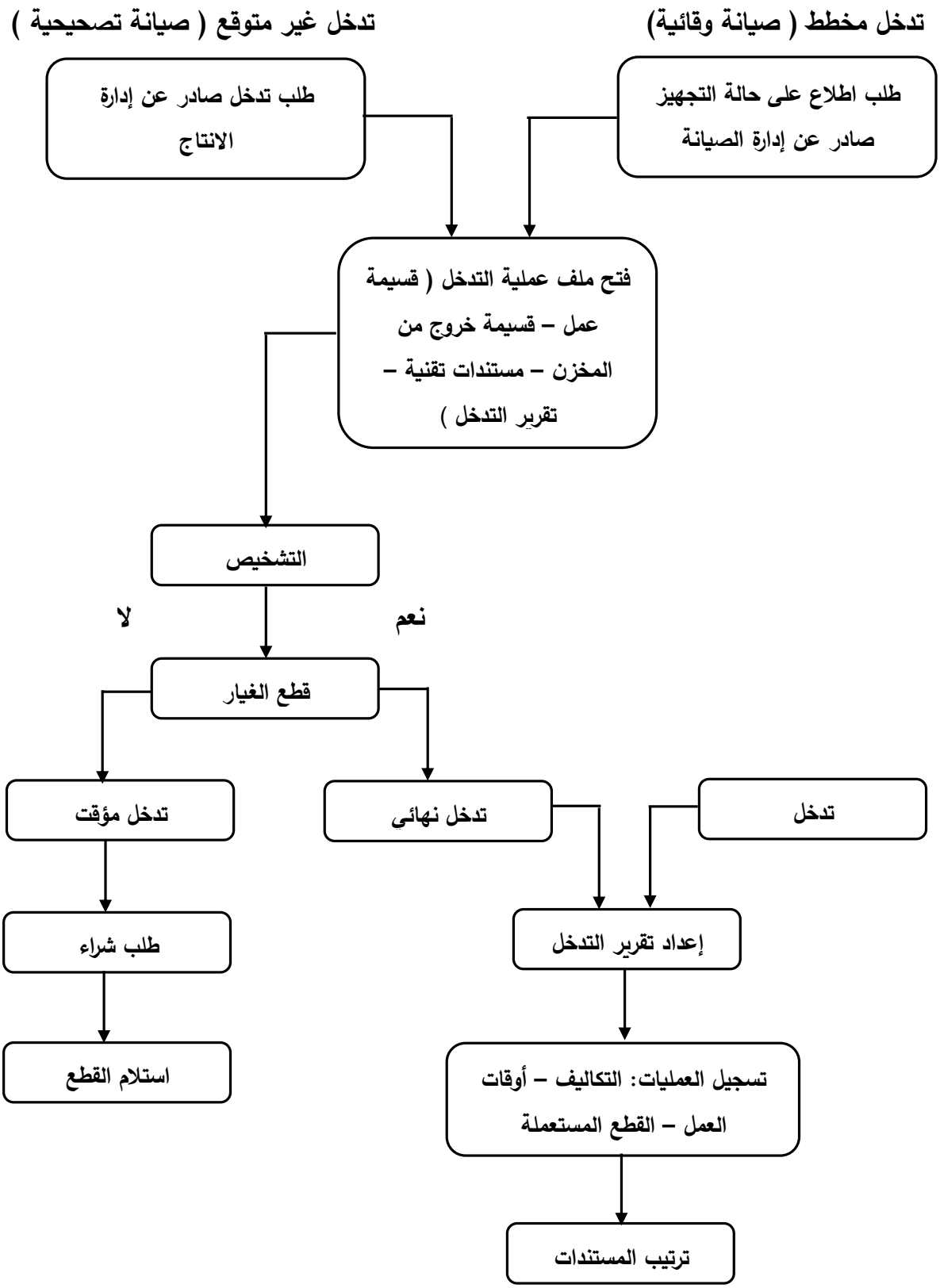
- ✓ جمع البيانات التقنية ووصف المهام.
- ✓ الحصول على قطع الغيار والأدوات ومعدات الدعم.
- ✓ الانتقال الى موقع العمل واستعمال الملاحظة المباشرة.
- ✓ القيام بإجراءات التأمين اللازمة قبل وقوع الأضرار.
- ✓ تحديد توقيت نشاط الصيانة في الموقع بدقة.
- ✓ تسجيل الملاحظات والقياس وجميع المعلومات الضرورية.

وتنطوي 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 توقيع عن العمل المنجز والشخص المسؤول عن الإصلاح والمعدات المستعملة وتسجيل أيضا الشخص الذي طالب بعملية الصيانة.

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

[1] Marquez A.C, **The Maintenance Management Framework – models and methods for complex systems maintenance,** Springer-Verlag London Limitedm, 2007, p 18.

الشكل رقم 1-16: مراحل عملية التدخل لتنفيذ أعمال الصيانة



المصدر: زايدي عبد السلام، "**دور إدارة الصيانة في تدعيم القدرة التنافسية للمؤسسة الصناعية**"، دراسة حالى شركة إسمنت تبسة، مذكرة ماجيستير، قسم العلوم التجارية، تخصص إدارة الأعمال، كلية العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية وعلوم التسيير، جاعة محمد بوضياف، المسيلة، 2006، ص41.

يتضح من خلال 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 يعتمد عليها لاحقا.

- **الرقابة:**

تعتبر الرقابة أفضل آلية عمل للسيطرة على الجهود الشاملة لإدارة الصيانة وتحقيق أهداف المؤسسة، فالرقابة على أعمال الصيانة تسعى الى 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 ، وتتعلق وظيفة الرقابة أساسا على أعمال الصيانة بالرصد وقياس الأداء وتقييم ما اذا تحققت الأهداف وتحقيق الإجراءات التصحيحية اللازمة، وتنطوي عملية الرقابة على أربع خطوات ضرورية وهي: [1]

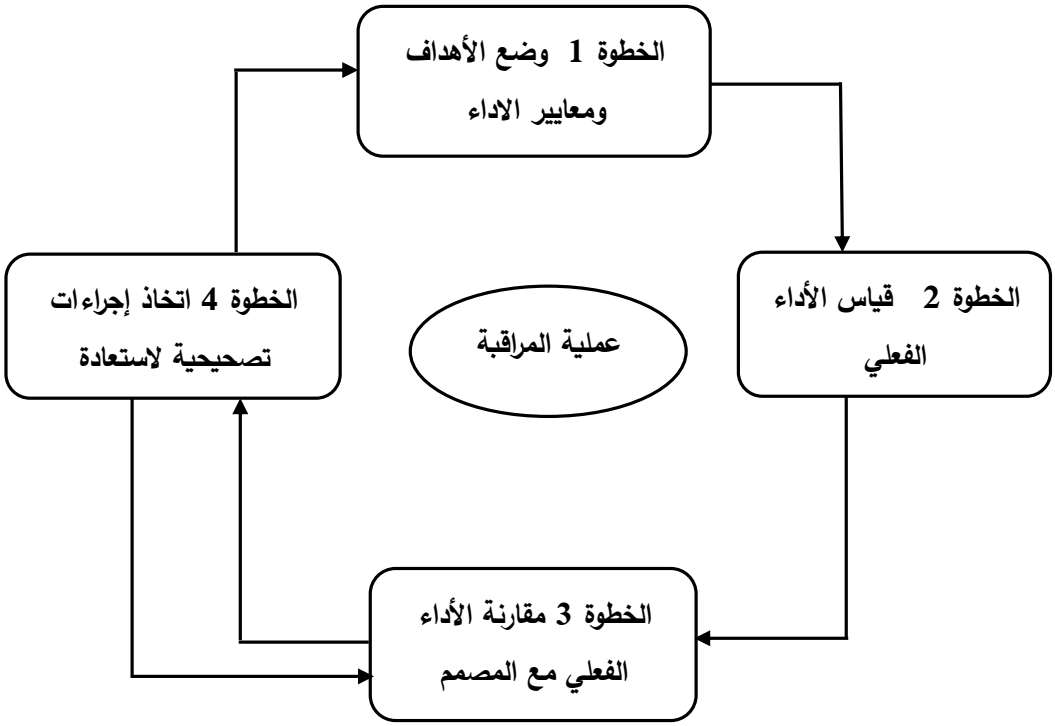
- ✓ **وضع الأهداف والمعايير:** تبدأ المراقبة من التخطيط عند وضع الأهداف والمعايير التي يمكن قياسها فيجب أن تكون الأهداف تمثل النتائج المرغوبة والتي يجب إنجازها.
- ✓ **قياس الأداء:** يتمثل الهدف في قياس دقيق لنتائج الأداء (المخرجات) أو جهود الأداء (معايير المدخلات) بحيث يجب أن يكون القياس دقيقا بما فيه 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 فعاليات الصيانة (فعاليات المعدات الشاملة، متوسط الوقت بين حالات الفشل، متوسط وقت الإصلاح، النسبة المئوية للصيانة المخططة ...).
- ✓ **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 ووحدة العمل، وفي الصيانة أيضا يتم وضع معايير المقارنة علميا من خلال أساليب مثل: إدارة الوقت، دراسة الحركة وإجراءات الصيانة الوقائية.

[1] Ben-daya M et d'autres, **Op.Cit**, p 96-97.

- ✓ **اتخاذ إجراءات تصحيحية:** لتصحيح المشاكل والتناقضات أو القيام بالتحسينات.

والشكل التالي يوضح الخطوات السابقة:

الشكل رقم 1-17: الخطوات الأربع لوظيفة مراقبة الصيانة



Source: Ben-daya et d'autres, **Handbook of Maintenance Management and Engineering,** Springer-Verlag LondonLimited, 2009, p 98.

يوضح الشكل أعلاه الخطوات الأساسية التي تمر بها عملية المراقبة لأعمال الصيانة في المؤسسة بدءا من وضع أهداف ومعايير أداء الصيانة ثم قياس هذا الأداء مرورا بالمقارنة بين الأداء الفعلي وما هو مخطط وصولا لقياس الانحرافات من أجل اتخاذ الاجراءات التصحيحية لتطبيق ما هو مخطط له منذ البداية.

المطلب الثالث: تخطيط وإدارة مخزون قطع الغيار

تقوم وظيفة التخزين بتقديم خدماتها الى إدارة الصيانة وذلك بالاحتفاظ بقطع الغيار والمعدات بالمخازن لحين الحاجة إليها وذلك عند الطلب، ولتسهيل هذه الخدمة تقوم إدارة الصيانة بإعداد جدول زمني تفصيلي يتضمن مواعيد الصيانة الدورية للتجهيزات الآلية والاحتياطات المطلوبة وذلك قبل فترة من الزمن والغرض من هذا أن تستعد وظيفة التخزين لتكون جاهزة لتلبية احتياجات الصيانة في مواعيدها المحددة.

1 أهداف تخطيط وإدارة مخزون قطع الغيار:

تتكون الأجهزة والمعدات من عدة وحدات كل منها يحتوي على عدد من الأجزاء ذات الخصائص و الصفات الخاصة بها من حيث الشكل والمواصفات والشكل والمواد وتختلف عن بعضها البعض في عمرها التشغيلي ونوعية عطلها وفشلها، ولذلك تتم استبدال عدد من الأجزاء عند أو قبل تلفها نتيجة لاستهلاكها للحفاظ على مستوى الأداء كيفا وكما.

وتعتبر قطع الغيار من أهم العناصر تأثيرا على عمليات الصيانة، حيث أن تكاليفها تمثل حوالي ما بين 40 الى 50 بالمئة من تكلفة الصيانة، كما أن عدم توفرها يتسبب في فقدان الاتاحة التشغيلية وإنتاجية المعدات، ولخطورة هذا على الإنتاج والكفاءة فإنه من الضروري توفر نظام محكم لعمليات تخطيط وتأمين إنتاج وتخزين قطع الغيار، ولذلك تعتبر الأهداف العامة لإدارة وتخطيط مخزون قطع الغيار هي: [1]

- **التعرف على نوع قطع الغيار:**

عادة تعرف الأجزاء التي يجري استبدالها بقطع الغيار ومواد الصيانة، فقط الغيار هي القطعة التي تنفرد بها المعدة، أما مواد الصيانة فهي مواد قياسية لا تنفرد بها المعدة، ولا تعد أجزاء الآلات التي يزيد عمرها التشغيلي عن عمر المعدة ككل من قطع الغيار، وتتضح أهمية هذا التصنيف عند تحديد مستويات أساليب حيازة قطع الغيار أو مواد الصيانة.

- **التعرف على أسلوب استهلاك قطع الغيار:**

يؤثر أسلوب قطعة الغيار على سياسة حيازة القطعة الجاري وتوفيرها الاقتصادي دون المساس بفاعلية الصيانة. ويتم تقدير معدلات الاستهلاك بدراسة الفترة الزمنية لعمر التشغيل لها وفقا لظروف التشغيل الفعلية ودرجة الموثوقية في أدائها من واقع السجلات ومقارنتها بمعدلات الاستهلاك وفقا للعمر الافتراضي.

ويترتب على ذلك اتباع سياسة استبدال معينة لتقليل حدوث العطل وزيادة إتاحية الوحدة للعمل وفي نفس الوقت الوقت تقلل من تكلفة التخزين وحيازة قطع الغيار.

- **تقدير الاحتياج من قطع الغيار:**

[1] د.عبد العزيز التميمي، **دورة عمليات الصيانة**، http://faculty.ksn.edu.sa/document ، 2002، ص4.

للتعرف على احتياجات الصيانة من قطع الغيار، يتم حصر قطع الغيار للمعدات والوحدات في سجلات خاصة حيث تحتوي على البيانات عن الجزء ومعدلات استهلاكه.

وتحدد الكمية المطلوبة من أي جزء بحساب العدد المطلوب من الجزء للسنة الواحدة كالتالي:

عدد الأجزاء المطلوبة في السنة = (متوسط عدد ساعات العمل اليومي الفعلي X متوسط عدد ساعات العمل الفعلية) / متوسط العمر الاستهلاكي للجزء

- **تصنيف قطع الغيار:**

يتم تصنيف قطع الغيار بعدة طرق منها، حسب طبيعة الجزء ونوعيته ومنها حسب طبيعة التخزين ويتم التصنيف أيضا وفقا لأهمية استخدام قطعة الغيار ووفقا لمصد الشراء أو الإنتاج.

ويبين النظر إلى حركة المخزون أن عددا محدودا من أنواع قطع الغيار يمثل أغلب رأس مال المستثمر في المخزون، ومن ثم نشأت فكرة التصنيف حسب قيمة الإستخدام (سياسة ABC) وتعتمد فكرة التقسيم بنظام ABCإلى تصنيف قطع الغيار إلى ثلاث فئات :

- الفئة A: وتمثل عددا محدودا من قطع الغيار التي تمثل أغلب قيمته المخزون وهذه تكون في حدود 15% من الأنواع المستخدمة.
- الفئة B: وتمثل قطع الغيار ذات الثمن المتوسط والاستخدام المتوسط، وعادة تكون في حدود 35% من الأنواع المستخدمة.
- الفئة C: وهذه تشمل عدد كبير من قطع الغيار ذات القيمة المحدودة وعادة تكون حوالي 50% من الأنواع المستخدمة.

- **التقييس لقطع الغيار:**

تعتبر عملية التقييس لقطع الغيار ذات أهمية كبيرة وذلك لمنع وإزالة الاختلاف غير المطلوب وغير المنتظم لقطع الغيار ومن ثم تحديدها في مجموعة من قطع الغيار متجانسة وذات علاقة. وبذلك يهدف التقييس أساسا لوضع نمط منتظم لقطع الغيار يماثل التقييس المعتمد في توحيد الأجزاء.

- **توفير قطع الغيار:**

يعتبر توفير قطع الغيار إحدى الأهداف الرئيسية لإدارة مخزون قطع الغيا، كما أن إنتاج القطع وتجديد الأجزاء أحد المهام الرئيسية التي يعتني بها قسم الصيانة لأهمية ذلك وتأثيره على تشغيل المعدة والنواحي الاقتصادية وتكلفة الصيانة وسياسة الإحلال.

2 أساليب الرقابة والتحكم في مخزون قطع الغيار:

تمثل الأساليب العلمية للتحكم والرقابة في مخزون قطع الغيار وسيلة للإجابة على تساؤلين أساسين لمعالجة سياسات حيازة ورقابة المخزون وهما: متى تطلب كمية من أحد أنواع قطع ؟ وماهي الكمية المناظرة التي تطلب في هذه المرحلة؟

والإجابة على السؤالين تتوقف على نوع ومعدل استخدام قطعة الغيار والبيانات المتاحة ومدى الثقة فيها وكذلك أسلوب متابعة حركة المخزون.

وأهم النماذج المستخدمة لطلب قطع الغيار هي:

- **نموذج كمية الطلب الاقتصادية " EOQ " (نموذج WILSON):**

الهدف الأساسي لهذا النموذج هو إيجاد حجم الطلبية الأمثل الذي يجعل التكلفة الإجمالية أقلما يمكن وهي مجموع ثلاث أنواع من التكاليف وهي:

تكلفة الشراء، تكلفة إعداد الطلبية، تكلفة الاحتفاظ بالمخزون.

تتثمل فرضيات هذا النموذج فيما يلي:

- ✓ الطلب معلوم وثابت (معدل الطلب ثابت).
- ✓ فترة التوريد ثابتة ومحددة، أي أن الفترة بين إعداد الطلبية واستلامها ثابتة.
- ✓ كلفة الوحدة الواحدة ثابتة.
- ✓ الكميات المطلوبة ثابتة في كل فترة.

- **نموذج نقطة إعادة الطلب:**

هي ذلك المستوى من المخزون الذي عند الوصول إليه يتوجب إطلاق أمر الشراء

ويجري احتساب نقطة إعادة الطلب بحيث تكون كافية لسد احتياجات العمليات خلال مدة التوريد، أي يتوقع أن تصل الكمية المشتراة قبل حدوث حالات نفاذ المخزون.

ولتحديد مستوى إعادة الطلب يستلزم تحديد ما يلي: [1]

- معدل الاستهلاك (الاستخدام) اليومي أو الشهري من الصنف المراد شراؤه.
- معدل توريد المادة وهي الفترة التي تستغرقها عملية إعادة طلب الشراء وذلك منذ تحرير طلب الشراء حتى دخول الكمية المشتراة.
- مخزن المؤسسة بعد فحصها والتأكد من سلامتها ومطابقة مواصفاتها للمواصفات المحددة ،ويرمز لفترة التوريد بالرمز L حيث:
- فترة التوريد L تاريخ وصول الطلبية الجديدة – تاريخ اصدار أمر التوريد.

[1] الموسوي منعم زمزير، **إدارة المواد، الشراء والتخزين من منظور كمي**، دار وائل ،عمان، الاردن، الطبعة الثانية، 2004، ص 30.

خلاصة الفصل:

لقد حاولنا في هذا الفصل تسليط الضوء على المفاهيم الأساسية للصيانة ولا يتعدى ذلك إلا بعد ظهور التطورات التكنولوجية والمعلوماتية الواقعة في المؤسسات باعتبار هذه الأخيرة تعتبر وظيفة استراتيجية تعمل على تعظيم الأداء للمعدات الإنتاجية وحتى الخدمية من خلال العمل على تقليص الأعطال التي تتعرض لها التجهيزات والمعدات والآلات خلال العملية الإنتاجية، وبالضرورة تحدثنا عن مفهوم الصيانة وتطورها التاريخي، أهدافها وأنواعها، وعن مهام إدارة الصيانة التي تحتاج لمختلف الوظائف التسييرية، وعن الاتجاهات الحديثة فيها وانتقال مفهوم الصيانة كتكاليف الى مصدر أرباح، وهذا لن يأتي إلا من خلال التنظيم الفعال لقسم الصيانة في المؤسسات. وتبعا لموضوع مذكرتنا سنحاول التطرق في الفصل الثاني الى نوع من أنواع الأساليب الكمية ألا وهي نظرية صفوف الانتظار وأهميتها وسنحاول ربطها بالصيانة من خلال دراستنا الميدانية.

الفصل الثاني:

نماذج صفوف الانتظار وعلاقتها بالصيانة

تمهيد:

عانت المؤسسات الصناعية من مشاكل عديدة، قبل التوصل الى أسلوب علمي يستخدم في حل المشاكل التي تواجهها، فقبل الستينات من القرن العشرين، لم يكن هناك أسلوب واضح يستخدم في اتخاذ القرارات في المؤسسة، فضلا عن عدم وجود مسيرين أكفاء الذين اعتمدوا على استعمال خبرتهم وتجربتهم التي لم تنجح في معالجة مشاكلهم مما أدى إلى ضعف انجاز أهداف المؤسسة المرسومة.

فكلما استطاعت المؤسسة تقليص مدة الانتظار تمكنت من تحقيق أهدافها لأن سرعة التسليم يؤدي إلى حدوث حالة جذب الزبائن نحوها لاقتناء منتجاتها أو سرعة اصلاح الماكينات المعطلة يؤدي إلى السرعة في سيرورة الإنتاج. ويعد هذان البعدان من الأبعاد المهمة للمؤسسة يمنحها ميزة تنافسية يصعب تجاوزها في بيئة سريعة التغيير. فاستخدام الأسلوب الكمي يسمح بالتغلب على مشاكل الانتظار ويخفف من عدد العمال وتشغيلهم وتخفيض تكاليف الإنتاج الكلية وجعلها أقل ما يمكن وبالتالي تحقيق أهداف المؤسسة.

وسنحاول في هذا الفصل مناقشة كيف لصفوف الانتظار كأسلوب كمي أن يساعد المؤسسة في تحقيق أهداف المؤسسة من خلال الالمام بالعناصر التالية:

المبحث الأول: مدخل إلى بحوث العمليات

المبحث الثاني: عرض لنظرية صفوف الانتظار

المبحث الثالث: تطبيق نظرية صفوف الانتظار في الصيانة

المبحث الأول: مدخل إلى بحوث العمليات

تعتبر بحوث العمليات من العلوم التطبيقية الحديثة التي أحرزت تطبيقاتها نجاحا واسعا في مختلف المؤسسات الإنتاجية أو الخدمية، وسنحاول من خلال هذا المبحث التعرف على هذا العلم والاطار النظري له.

المطلب الأول: مفهوم بحوث العمليات وتطورها التاريخي

1 مفهوم بحوث العمليات:

تعد بحوث العمليات (operations research) واختصارا ل (or) من العلوم التطبيقية الحديثة التي شاع استخدامها في الواقع العملي في النصف الأول من هذا القرن، وعلى وجه التحديد في في البلدان المتقدمة صناعيا، إذ أحرز تطبيقها نجاحا واسعا في المجالات المدنية والعسكرية على حد سواء.

إن كلمة بحوث تعني القياس والتحليل والمقارنة والتنبؤ، في حين يقصد بكلمة العمليات بأنها الحوادث العسكرية التي تشمل على الفعاليات والإجراءات الاستراتيجية التي تحدث في ساحة المعركة. [1]

وبناء على ما تقدم، يتضح بأن مصطلح بحوث العمليات منذ بداية نشوءه قد ارتبط بشكل وثيق بالمفاهيم العسكرية.

لقد وردت عدة تعريفات لهذا العلم كان من أبرزها التعريف الذي اعتمدته جمعيتي بحوث العمليات البريطانية والأمريكية، " إذ عرفته جمعية البحوث البريطانية بأنه استخدام الأساليب العلمية لحل المشاكل المعقدة في إدارة الأنظمة الكبيرة من المعدات، المواد الأولية، القوى العاملة، الأموال، الأمور الخدمية الأخرى في المؤسسات والمصانع العسكرية والمدنية، أما جمعية بحوث العمليات الأمريكية فقد وصفت بحوث العمليات بأنها تهتم بإتخاذ القرارات العلمية لتصميم ووضع أنظمة المعدات والقوى العاملة وفقا لشروط معينة تتطلب تخصيص الموارد المحدودة بشكل أمثل ". [2]

كما عرفت بأنها " عبارة عن استخدام التحليل الكمي لمشكلة معينة لمساعدة الإدارة أو الجهة القائمة على هذه المشكلة باتخاذ القرار المناسب، كما أنها عبارة عن استخدام الطرق والأساليب والأدوات العلمية لحل المشاكل التي تتعلق بالعمليات الخاصة بأي نظام بغرض تقديم الحل الأمثل لهذه المشاكل التي تواجه القائمين على إدارة هذا النظام ". [3]

كما عرفت بأنها " تعني القيام بالبحوث والدراسات التي تسهل علينا مهمة القيام بأعمالنا على أفضل وجه في ظل الظروف السائدة والمعطيات المتاحة، وهذا يعني اتخاذ القرار بطرق مدروسة وعلى أساس علمي". [4]

---

[1] حسن ياسين طعمة وآخرون، **بحوث العمليات نماذج وتطبيقات**، دار صفاء للنشر والتوزيع، الطبعة الأولى، عمان، الأردن، 2009، ص 21.

[2] دلال صادق الجواد وحميد ناصر الفتال، **بحوث العمليات**، دار اليازوري للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، ص 13.

[3] شفيق العتوم، **بحوث العمليات**، دار المناهج للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2006، ص13.

[4] محمد أحمد الطروانة، سليمان خالد عبيدات، **مقدمة في بحوث العمليات**، دار المسيرة للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2010، ص 13.

كما عرفت بأنها " استخدام الطريق العلمية للبحث في العمليات المختلفة (الإنتاجية أو الاقتصادية أو الإدارية أو العسكرية أو الصناعة أو غيرها) بهدف إيجاد الحلول المثلى للمشكلات التي تواجه هذه العمليات ". [1]

وقد عرفت بحوث العمليات بأنها:" استخدام مدخل تخطيطي (الطريقة العلمية) وفرق عمل متعددة التخصصات لغرض تمثيل العلاقات الوظيفية المتعددة كنماذج رياضية لغرض إعطاء قاعدة كمية لعملية صنع القرار في مشاكل إدارية جديدة". [2]

وتعرف أيضا بأنها مصطلح يطلق على عملية صنع القرار المبنية على المنهج العلمي مع الاعتماد بصفة رئيسية على أساليب التحليل الكمي في حل المشكلة الإدارية بهدف الوصول الى البديل الأمثل Optimul في حدود الامكانيات المتاحة وذلك بناء على بيانات تفصيلية ودراسية دقيقة للمخرجات وتقدير المخاطر لكل البدائل المتاحة، وبلغة أخرى هو علم التمثيل الرياضي لمشاكل عملية اتخاذ القرار وإيجاد طرق حل لهذه النماذج الرياضية. [3]

ومن التعاريف يتضح أن علم بحوث العمليات تعتمد على استخدام النماذج الرياضية كقالب تصاغ فيه المشكلة الإدارية، إلا أن نجاح تكوين النموذج وتطبيقه يعتمد على قدرة متخذ القرار الخلاقة، حيث يتوقف نجاح عملية جمع البيانات للنموذج والتحقق من صحة تمثيله للواقع وتطبيقه على القدرة على إيجاد خطوط اتصال جيدة بين هؤلاء الذين لديهم المعلومات وبين من سيقوم بالتطبيق وفريق بحوث العمليات.

والجدير بالذكر أن نوع المنظمة ليس له أي علاقة بمجال التطبيق، حيث إن أساليب بحوث العمليات تطبق في مختلف المجلات، مثل إدارة التجارة، والصناعة، والمستشفيات، والقطاع العام ... الخ، وتعتمد بحوث العمليات على استخدام المنهج العلمي وذلك بهدف إيجاد الحل الأمثل Optimul للمشكلة محل الدراسة. ومن أجل الوصول للهدف لابد من تحديد مقياس كفاية يضع في اعتباره أهداف المنظمة ككل. حيث يستخدم المقياس لمقارنة البدائل المتاحة.

وتعتمد بحوث العمليات على استخدام الحاسب الآلي نتيجة تعقد النماذج الرياضية، وكثرت البيانات، وتعدد العمليات الحسابية المطلوبة اداؤها قبل الوصول إلى حل. كما أدى تطور الحاسب إلى وجود شركات متخصصة في إعداد البرمجيات Software المتعلقة بأساليب بحوث العمليات.

ومن أهم السمات البارزة للتعريفات المذكورة أعلاه هي: [4]

- بحوث العمليات تستخدم الأساليب العلمية لصنع القرارات.
- تستخدم المعرفة والخبرة من الخبراء في مختلف المجالات من أجل حل المشاكل.

---

[1] محمد نور برهان وآخرون، **بحوث العمليات**، الشركة العربية المتحدة للتسويق والتوريدات، القاهرة، مصر، 2011، ص8.

[2] صالح مهدي محسن العامري وعواطف إبراهيم الحداد، **تطبيقات بحوث العمليات في الإدارة**، دار إثراء للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2009، ص14.

[3] هاني عرب، **«محاضرات في بحوث العمليات»**، ملتقى البحث العلمي – RENDEZVOUS OF SCIENTIFIC RESEARCHES –، www.rsscrs.info،

[4] عيسى حجاب، "**مساهمة لتحديد متغيرات القرار المتعلقة بالمخزون الأمثل لاستخدام بحوث العمليات في المؤسسة الاقتصادية الجزائرية (دراسة حالة عينة من مؤسسات مطاحن القمح للفترة 2010-2012)**"، رسالة مقدمة كمتطلب لنيل شهادة الدكتوراه في العلوم الاقتصادية، كلية العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية وعلوم التسيير، جامعة محمد خيضر ببسكرة، الجزائر، 2014-2015، ص 55.

- تحلل المشاكل تو أخذ بعين الاعتبار جميع الجوانب تو بحث تو حلل علميا لإيجاد الحل الأمثل لهذه المشكلة وجعله في متناول اليد.
- بحوث العمليات والنهج العلمي يحسن نوعية حلول المشاكل.
- بحوث العمليات توفر القاعدة العلمية لاتخاذ القرارات والابتعاد عن الحدس.

2 التطور التاريخي لبحوث العمليات:

تعود الجذور العلمية والنظرية لبحوث العمليات الى النماذج الأولى للبرمجة الرياضية وتطورها اللاحق، أما التطبيقات العملية لأساليب بحوث العمليات فقد ظهرت لأول مرة ابان الحرب العالمية الثانية عندما شكل الحلفاء فرق بحوث لدعم العمليات اللوجستية. وكل مشاكل التخطيط والسيطرة العملياتية. اذن التطبيقات الأولية لبحوث العمليات انطلقت من المؤسسة العسكرية ثم انتقلت الى الميدان الصناعي، والمدني عموما بعد الحرب مباشرة. [1]

وقد شهد النصف الثاني من هذا القرن تطورا جليا في تطبيق بحوث العمليات، بل وفي تطور أساليب تكتيكية جديدة أتاحت الفرصة لها ثورة (المعلوماتية Informatics) والكمبيوتر والتقدم النوعي للعلوم التطبيقية والتكنولوجيا. ولقد مر التطور التاريخي لبحوث العمليات بثلاث مراحل أساسية وهي:

- **قبل الحرب العالمية الثانية:** [2]

يمكن القول أن بحوث العمليات نشأت وتطورت على جانبي المحيط الأطلسي في كل من بريطانيا وأمريكا أثناء الحرب العالمية الأولى، ففي انجلترا حاول لونشستر (Lanchester) في عام 1914– 1915معالجة المشاكل العسكرية بوسائل كمية، حيث اشتق معادلات من شأنها أن تنسب نتائج المعركة إلى قوة المحاربين وكافة ميزاتهم. ولقد أشار لونشستر (Lanchester) إلى أن كفاءة القوات هي القوة النسبية مع مربع القوة الكمية لتلك القوات، ولقد خصص نظريته هذه من خلال خطة الأدميرال نيلسون في معركة Trafalgar[3] وأقر بأن خطة نيلسون كانت خطة مثالية، وعلى نفس الطريقة قام توماس أديسون(Tomas Adison) بأمريكا بدراسة كيفية مقاومة الغواصات، حيث قام بجمع البيانات التي تساعد على كيفية مهاجمة السفن على سطح المياه للغواصات في أعماق البحار وفي عام 1907 نشر جوهانسن (Johanson) ورقة عمل أشار من خلالها إلى النتائج التي توصل إليها في مجال نظرية صفوف الانتظار. وفي عام 1917 قدم Emile Erlang الذي كان يعمل في شركة كوبنهاغن (Kopanhang) للهواتف عمله الهام في مجال نظرية صفوف الانتظار، والتي طورها مستندا على أساليب إحصائية.

---

[1] أبو قاسم مسعود الشيخ، **بحوث العمليات**، دار المجموعة العربية للتدريب والنشر، القاهرة، مصر، 2009، ص17.

[2] رشيد علاب، "**تحسين خدمات الموانئ باستخدام نماذج صفوف الانتظار**"، دراسة حالة المؤسسة المينائية لسكيكدة، مذكرة مقدمة ضمن متطلبات نيل شهادة ماجستير في علوم التسيير، تخصص اقتصاد وتسيير المؤسسات، كلية علوم التسيير والعلوم الاقتصادية، جامعة 20 أوت 1955، سكيكدة، 2007، ص 4– 5 .

[3] واحدة من المعارك البحرية الأكثر حسما في التاريخ، وكان الأسطول البريطاني تحت قيادة الأدميرال نيلسون حيث هزم الأسطول الفرنسي والاسباني المشترك، وكانت هذه المعركة في سواحل اسبانيا. أنظر لرشيد علاب ص 4 .

في مجال المخزون يمكن القول أن فورد (Ford W.Harness) هو أول من نشر نتائج هامة في هذا المجال عام 1915. كما يعتبر كل من أوان، بنجمان، ميلر، ويلسنOwen, (Muoller, Wilson Benjamin) من أصحاب المساهمات الهامة في مجال تسيير المخزون في العشرينات من القرن العشرين.

أما في مجال نظرية الاحتمالات والاستدلالات الإحصائية، [1] فقد كان شيوات ولتر Shewart walter من السابقين عندما نشر أفكاره المتعلقة بمفهوم خرائط الرقابة على الجودة عام 1924 ولقد اتسع استخدام نظرية الاحتمالات والأساليب الإحصائية من خلال ما جاء به كل من رمينغ ودودج Romig, Dodge) (بتطوير خريطة التعادل.

وبسبب الكساد العالمي واقتصاديات الثلاثينات حاول الاقتصادي ليونتيف تصوير الاقتصاد الأمريكي في شكل نموذج المدخلات والمخرجات والذي أخذ شكل البرنامج الرياضي الخطي ومنذ ذلك الوقت ظهرت تطبيقات عسكرية وصناعية وادارية عديدة للبرامج الرياضية الخطية. [2]

أثناء الحرب العالمية الثانية: [3]

أثناء الحرب العالمية الثانية وبالتحديد بدلية من عام 1936، قام فريق كبير من العلماء (أطلق عليه فريق بحوث العمليات فيما بعد) بعمل أبحاث عسكرية لتحقيق الأنشطة المرجوة في تلك الحرب في ظل الموارد المتاحة المحدودة وكان سلاح الجو البريطاني هو أول من استعان بهذا الفريق وذلك بهدف تحديد كفاءة استخدام أسلحة رادارية جديدة في الحرب، وبعد انتهاء كان لنجاح هذا الفريق أكبر الأثر في محاولة تعميم هذا العلم على نواحي أخرى غير عسكرية، أما في أمريكا كان B.JAMES رئيس لجنة بحوث الدفاع القومي، B.rannivar رئيس لجنة الأسلحة والمعدات الجديدة وراء استخدام بحوث العمليات من خلال اجراء دراسات مماثلة للدراسات البريطانية وذلك بتكوين فريق خاص لمعالجة بعض المشاكل المعقدة، كمشكلة نقل المعدات والمواد المختلفة وتوزيعها على مختلف الوحدات العسكرية المنتشرة في مناطق مختلفة من العالم، فقام سلاح البحر الأمريكي بتشكيل فريقين ليكونا مشتركين في مشروعين ضخمين هما: معمل المعدات البحرية، كذلك قامت الحكومة الكندية بإنشاء فريق مماثل للفريق الأمريكي مهمته إنتاج المعدات العسكرية وذلك من خلال الإستخدام الأمثل للموارد. [4]

بعد الحرب العالمية الثانية:

بعد أن وضعت الحرب أوزارها، انتشر الذين اشتغلوا في بحوث العمليات ليعملوا في مجالات الحياة العملية المختلفة: تجارية، صناعية، خدمية وفي المجالات الأكاديمية، جامعات ومراكز بحث علمي، ونقلوا للمؤسسات التي عملوا فيها أسلوب بحوث العمليات في حل المشاكل. [5]

---

[1] من حيث التركيبة الصحيحة نقول الاستدلال الاحصائي.

[2] فريد النجار، **بحوث العمليات في الإدارة**، الدار الجامعية، الإسكندرية، مصر، 2009، ص 44 -45 .

[3] وحيد أحمد ماهر، **بحوث العمليات والطرق الكمية**، ص11.

[4] دلال صادق الجواد وحميد ناصر الفتال، **مرجع سابق**، ص16.

[5] الفرات منار، **«المادة النظرية في بحوث العمليات والبرمجة الخطية»**، قسم إدارة الأعمال، كلية التجارة، جامعة غزة، 2014/2013، ص3.

فقد إستمر نشاط بحوث العمليات في أمريكا بعد الحرب العالمية الثانية في مركز تحليل الأبحاث التابع للبحرية وفي جامعة ماناشوسيتش للتكنولوجيا وفي مؤسسة راند التابعة للطيران الأمريكي والخاصة بالدراسات طويلة الأجل والتخطيط الإستراتيجي فقامو بتطبيق بحوث العمليات في الميادين المدنية بغرض تحسين الإنتاج.

كما ساهم إنتشار مكاتب المستشارين الإداريين وزيادة الإتصال بين العلماء والمهندسين من جهة وطبقت الإدارة بالشركات من جهة أخرى بإنتشار بحوث العمليات كطريقة علمية تطبيقية في مجالات المعرفة المختلفة في المؤسسات والحكومة.

أما في إنجلترا ومع إتجاه الحكومة للتأميم فقد كانت الفرصة متاحة لإجراء التجارب واستخدام بحوث العمليات في الصناعات العديدة كتكرير النفط، الغزل، النسيج والبتروكيماويات، كما أنه في الحكومة قامت وزارة الغذاء بإجراء مسح إحصائي لقياس حجم الإستهلاك القومي من الغذاء وأنماط الإنفاق للتنبؤ بأثر الغذاء الحكومي وسياسات الأسعار على التغذية وميزانية الأسرة ووجدت مجموعة بحوث العمليات في الحديد والصلب والفحم وشركات النقل البري والبحري، السكك الحديدية، الزراعة، صناعة طوب المباني والعديد من المشروعات الأخرى. [1]

ويجب الإشارة إلى أن تطور الحاسبات الآلية في الخمسينات ساهم في تطوير بحوث العمليات حيث أن الحلول العلمية للمشاكل الإدارية تستوجب المقدرة في القيام بالعمليات المعقدة وحفظ كميات كبيرة من المعطيات بالإضافة إلى تخزينها واسترجاعها، بالإضافة إلى ذلك أنه في بداية السبعينات حدث تطور آخر للمجالات التي تطبق فيها بحوث العمليات حيث بدأت الحكومات في تطبيقها، فبلدية نيويورك قامت بإنشاءوحدة لبحوث العمليات إسمها RAND Corporation. [2]

وهكذا استمر تطور هذا العلم تدريجيا، من خلال الاستفادة من علم الحاسوب في حل المشكلات المتعددة التي تواجه المؤسسات والمتعلقة بموضوعات خاصة ببحوث العمليات مثل البرمجة الخطية، نظرية القرارات شجرة القرار، نماذج النقل، مشاكل التخصيص، التحليل الشبكي، نماذج المخزون، المحاكاة ... وغيرها للتوصل إلى القرار الأمثل. [3]

وفيما يلي ندرج الجدول التالي الذي يظهر ويوجز أهم الأحداث التاريخية ذات الصلة والمتعلقة ببحوث العمليات:

---

[1] دريدي أحلام، **"دور استخدام أساليب بحوث العمليات في تحسين أداء المؤسسات الجزائرية"**، أطروحة مقدمة لنيل شهادة الدكتوراه، تخضض الأساليب الكمية في التسيير، كلية العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية وعلوم التسيير، جامعة محمد خيضر – بسكرة – ، 2018، ص40.

[2] بوقرة رابح، **بحوث العمليات**، الجزء الثاني، منشورات جامعة المسيلة، الجزائر، 2012، ص 9-10.

[3] أحمد عبد اسماعيل الصفار، ماجدة عبد اللطيف التميمي، **بحوث العمليات (تطبيقات على الحاسوب)**، دار المناهج للنشر والتوزيع، عمان، الطبعة الاولى، 2007، ص4.

الجدول رقم 2-1: ملخص تاريخي لأهم العمليات الإدارية المتعلقة ببحوث العمليات

المساهم	المساهمة	السنة
Adam Smith	تخصص العمل في التصنيع	1776
Eli Whitney & others	محاسبة التكاليف	1799
Charles Babbage	تقسيم العمل بالمهارة وتخصيص الوظائف بالمهارة ، أساسيات دراسة الزمن	1832
Frederick W.Taylor	الإدارة العلمية لدراسة الوقت والعمل وتوزيع وتخطيط تأدية العمل	1900
Frank B. Gilbreth	حركة دراسة الوظائف	1900
Henry L. Gantt	الجدولة التقنية للمستخدمين، عمل الآلات في التصنيع	1901
F.W. Harris	تحديد الكمية الاقتصادية للطلب لمراقبة المخزون	1915
Elton Mayo	العلاقات الإنسانية ؛ تجارب الهاوثورن	1927
W.A. Shewart	تطبيقات الاستدلال الإحصائي على جودة الإنتاج؛ مخططات مراقبة الجودة	1931
H.F.Dodge & H.G.Roming	المعاينة الإحصائية وتطبيقاتها على الرقابة على الجودة؛ خطط اخذ عينات تفتيش	1935
II P.M.Blacker & others	تطبيقات بحوث العمليات في الحرب العالمية	1940
John Mauchlly and J.P.E	الحاسوب الرقمي	1946
G.B.Dantzig, Williams & others	البرمجة الخطية	1947
A.Charnes, W.W.Cooper & others	البرمجة الرياضية؛ العمليات العشوائية وغير الخطية	1950
Sperry Univac	الحاسبة الالكترونية التجارية؛ الحسابات واسعة النطاق المتاحة	1951
L.Cummings, L.Porter	السلوك التنظيمي؛ الدراسة المستمرة للناس في العمل	1960
W.Skinner J.Orlicky & G. Wright	تخطيط الاحتياجات من المواد (MRP)	1970
robotics, W.E. Deming & J.Juran	تطبيقات الإنتاجية والنوعية من اليابان	1980

المصدر: عيسى حجاب، "**مساهمة لتحديد متغيرات القرار المتعلقة بالمخزون الأمثل لاستخدام بحوث العمليات في المؤسسة الاقتصادية الجزائرية (دراسة حالة عينة من مؤسسات مطاحن القمح للفترة 2010-2012)**"، رسالة مقدمة كمتطلب لنيل شهادة الدكتوراه في العلوم الاقتصادية، كلية العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية وعلوم التسيير، جامعة محمد خيضر ببسكرة، الجزائر، 2014-2015.

المطلب الثاني: أهمية بحوث العمليات ومراحل تطبيقها

1 أهمية بحوث العمليات:

تعتبر بحوث العمليات خير مساعد للإدارة الحديثة، خاصة في مجال ترشيد القرارات الإدارية المتعلقة بالتنبؤ والتخطيط والرقابة والتنظيم والتحليل والتقويم، ومن هنا تظهر أساليب بحوث العمليات التي تعتمد على العلم والمنطق، وتتناسب مع مستوى التقدم التقني الذي وصلت اليه النظم العملياتية الحديثة.

وتكمن أهمية أساليب بحوث العمليات في أنها وسيلة تعين متخذ القرار على موازنة بدائل القرار أو حلول المشكلة المقترحة في حالات مهمة أو معقدة يصعب عليه اختيار أفضلها دون اللجوء إلى الأساليب الكمية، ومهما تكن النتائج التي يتم الحصول عليها بعد تنفيذ هذا البديل فإنها ستكون أفضل من أي نتيجة أخرى يمكن الحصول عليها فيما لو تم اختيار بديل آخر غير الذي تم اختياره مع بقاء الظروف على ما هي عليه، وفي هذا الاطار نتعرض لأهمية أساليب بحوث العمليات باعتبارها احدى أهم الأساليب الكمية حيث يمكن أن نبرز أهميتها بالنسبة لمتخذ القرار فيما يلي : [1]

- توفر إمكانية القياس الكمي للظواهر المختلفة (عواملها ومتغيراتها وظروفها المختلفة)، وبالتالي إمكانية قياس المتغيرات في هذه العوامل وتحديد مدى تأثيرها في الظواهر التي تجرى دراستها.
- تساعد على توليد عدد كبير من الأبدال (الحلول البديلة)، والمفاضلة فيما بينها أو تقويمها للوصول إلى الحل الأمثل بسرعة وكفاءة عالية.
- تعتبر القاعدة العلمية لدراسة المشكلات واتخاذ القرارات. كما تمكن من تحديد النتائج المتوقعة للقرارات وتقويمها في مرحلة مبكرة وقبل تنفيذها.
- تتيح إمكانية ربط الأهداف الفرعية للوظائف والأنشطة المختلفة بالأهداف العامة للنظام الكلي. كما تساعد على إيجاد التنسيق اللازم بين هذه الأهداف الفرعية واعطاءها الأولويات المناسبة.
- توفر الوسائل والأدوات اللازمة لتنسيق الأنشطة المختلفة والمتحكم فيها من خلال التنسيق بين الأهداف الفرعية وربطها بالأهداف العامة للنظام.

بالإضافة الى: [2]

- طرح البدائل لحل مشكلة معينة، وذلك لاتخاذ القرار المناسب اعتمادا على العوامل والظروف المتوفرة.
- إعطاء صورة عن تأثير العالم الخارجي على الاستراتيجية المتبعة في تنفيذ خطة ما، حيث توفر الظروف الخارجية على نتيجة الاستراتيجيات التي تتخذها الإدارة، فمثلا العرض والطلب هي من الظروف الخارجية التي تؤثر على انتاج سلعة ما وتحقيق الربح من انتاجها.

[1] محمد نور برهان وآخرون، **مرجع سابق**، ص15.

[2] حسن علي مشرقي وآخرون، **بحوث العمليات تحليل كمي في الإدارة**، دار المسيرة للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 1997، ص16.

- صياغة الأهداف والنتائج، ومعرفة مدى تأثر هذه الأهداف بكافة العوامل والمتغيرات، وسهولة معالجة الروابط بين هذه المتغيرات رياضيا للوصول الى كميات رقمية يسهل تحليلها.

2 مراحل تطبيق بحوث العمليات:

تؤدي المنشآت مهماتها الإنتاجية أو الخدمية من خلال عدد من الوظائف تتمثل في: الإنتاج، التخزين، التسويق والنقل، الأراد والمالية، ولكي يتم إيجاد حلول للمشكلات التي قد تظهر في أس وظيفة من الوظائف المذكورة، يمكن استخدام بحوث العمليات لهذا الغرض، ويمر هذا الاستخدام بعدة خطوات نذكرها، على النحو الآتي: [1]

- **تحديد مشكلة وتعريفها:**

يقصد بتحديد المشكلة وتعريفها بأنه: التشخيص الدقيق للمشكلة ومحاولة تصنيفها ضمن احدى المشكلات المعروفة كأن تكون مشكلة انتاج، أو مشكلة تسويق، أو مشكلة تخزين ... الخ.

- **صياغة بناء النموذج:**

يقصد بصياغة النموذج بأنه " تمثيل مكونات المشكلة المدروسة، وتحديد العوامل المؤثرة فيها والظروف المحيطة بها وأسلوب الربط بينها، ويعرف النموذج بأنه عرض مبسط للمشكلة قيد الدرس بالشكل الذي يساعدنا من التوصل الى قرار سليم.

- **حل النموذج:**
- يقصد بحل النموذج بأنه " إيجاد مجموعة قيم متغيرات القرار التي من خلالها يتم التوصل الى الحل الممكن للمشكلة المدروسة، ويتم اختيار صلاحية النموذج من النواحي الآتية:

✓ التأكد من قدرة النموذج على التنبؤ، إذ كلما كانت قدرة النموذج عالية على التنبؤ، كلما دل ذلك على كفاءة النموذج وصلاحيته.

✓ المقارنة بين النتائج المتحصل عليها من خلال تطبيق النموذج، والنتائج التي يمكن الحصول عليها من دون تطبيقه.

✓ إجراء تحليل الحساسية على النموذج، بهدف تأثير التغيرات التي نجريها في متغيرات القرار على الحل الأمثل، وكذلك معرفة أي من متغيرات القرار تعد أقل أو أكثر حساسية من غيرها.

- **تجربة حل النموذج:**

إن الهدف من تجربة حل النموذج، هو التحقق من دقة النتائج المتحصل عليها من تطبيق النموذج وثبوت صلاحيته، إذ يتم ذلك من خلال استمرار قيم المتغيرات غير المسيطر عليها، على الثبات والاستقرار وعدم التغير.

[1] محمد نور برهان وآخرون، **مرجع سابق**، ص 13.

- **تنفيذ حل النموذج:**

يقصد بتنفيذ حل النموذج، بأنه " وضع الحل المقترح للنموذج موضع التطبيق ومتابعة تطبيقاته، للتأكد من صلاحية النموذج أو عدم صلاحيته، وهذا يعني تحويل النموذج المفاهيمي إلى النموذج العملياتي في العالم الحقيقي والواقعي.

وهنا لابد للإشارة الى بعض المعوقات التي تواجه عملية تنفيذ حل النموذج، نذكر منها:

- ✓ عدم قدرة النموذج على تمثيل مكونات المشكلة الحقيقة بسبب اقتصاره على عدد محدود من المتغيرات الأساسية التي يمكن السيطرة عليها.
- ✓ عدم اهتمام القائمين بصياغة النماذج على إطلاع ومشاركة متخذي القرار ومنفذي النموذج، على المعلومات الضرورية التي تمكنهم من فهم النموذج وآلية تنفيذه.

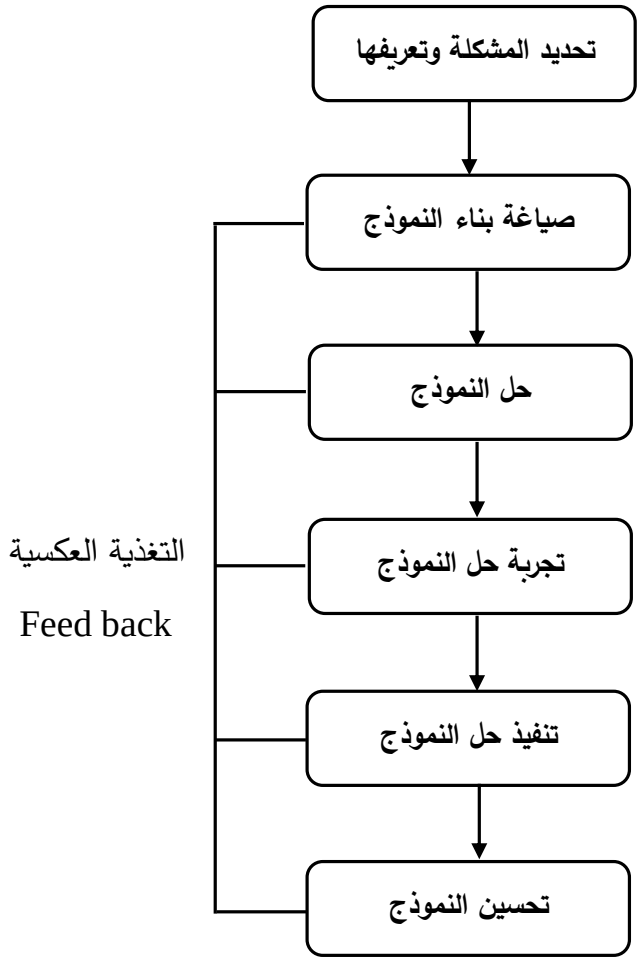
- **تحسين النموذج:**

يقصد بتحسين النموذج بأنه ادخال التعديلات الضرورية في حالة ثبوت حاجة النموذج في مرحلة التنفيذ لذلك، بهدف تحقيق النتائج المطلوبة من تطبيقه بما ينسجم وحالة الواقع.

لا تنتهي مهمة متخذ القرار عند تنفيذه لقرار معين، بل تتعدى ذلك إلى متابعة نتائج التنفيذ، وذلك للتعرف على مدى نجاح البديل المختار أو الأمثل في معالجة المشكلة، وتحقيق الهدف المرغوب، كما تمكن أيضا من اكتشاف المشكلات والمعوقات التي تواجهها عملية التنفيذ والعمل على حلها أو الحد منها قدر الإمكان.

الشكل التالي يوضح المراحل الستة لتطبيق أساليب بحوث العمليات:

الشكل رقم 2-1: مراحل تطبيق أساليب بحوث العمليات



المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على مراجع مختلفة

إن هذه المراحل توضح الإطار الفكري العام لبحوث العمليات، الذي يجب إتباعه في اتخاذ القرارات. عند هذا الحد نود أن نوضح أن هذه المراحل لا يجب أن ينظر إليها على أنها مجموعة من الخطوات المنهجية المتلاحقة بل بالعكس، فإن التراجع والتداخل بين هذه الخطوات باستخدام أسلوب التغذية العكسية Feed back يجب اعتماده في كثير من الحالات.

المطلب الثالث: خصائص بحوث العمليات وتصنيف نماذجها

1 خصائص بحوث العمليات:

هناك عدة خصائص لبحوث العمليات أهمها:

- **أنها تركز على إستخدام الأسلوب المتكامل أي منهج النظم:**

وهو دراسة الظاهرة من جميع جوانبها وتحليلها إلى عناصرها المختلفة. ما هو النظام؟

هو مجموعة من العناصر المترابطة معاً لأداء وظيفة معينة.

وهذا المنهج يتميز بالنظرة الشاملة للنظام ويتطلب هذا الأسلوب الإحاطة بالجزئيات والترابط والتفاعل بينهم في نظام متكامل،[1] ويقصد بالنظرة الشاملة ما يلي: [2]

- ✓ تجزي المشكلة الكلية لمشكلات فرعية بحيث تشكل مجموع حلولها الحل النهائي للمشكلة الكلية.
- ✓ دراسة المشكلة تتعدى حدود الأبعاد الظاهرية لها.
- ✓ تمتد الدراسة لأثر المشكلة والحلول في المستقبل.
- ✓ تهتم بالأهداف النهائية وليست المرحلية.

- **أنها ترتكز على الطريقة العلمية كأساس ومنهج في البحث والدراسة:**

وتعتمد الطريقة العليمة على الملاحظة العلمية للمشاهدات، والقياس وتحديد المتغيرات، وبناء النموذج الذي يمثل الظاهرة التي تجري دراستها، بالإضافة إلى تكوين الفرضيات واختبارها والوصول إلى حلول. أي السير في الأربع خطوات وهي:

- ✓ التحديد الدقيق للمشكلة وكافة أبعادها.
- ✓ وضع قروض لها إمكانية تفسير أبعاد المشكلة.
- ✓ إختبار الفروض وتحديد بدائل لحل المشكلة.
- ✓ إختيار الحل الأمثل ووضعه موضع التنفيذ ومتابعة نتائج تنفيذه. [3]

- **أنها تهتم ببناء النموذج الرياضي الذي يحاول إستخلاص جوهر المشكلة الحقيقية:**

يقوم تطبيق بحوث العمليات على بناء نماذج رياضية بهدف استخدامها في تحليل المشكلات ودراستها وإيجاد الحلول المناسبة لها. وذلك بتمثيل مكونات المشكلة والعوامل المؤثرة فيها والظروف المحيطة وأسلوب الربط بينها والعلاقات بين المتغيرات، مع الإشارة إلى أنه في النماذج المعقدة يتم الإستعانة بالحاسب نظرا لقدرته الكبيرة. [4]

---

[1] أنعام علي التوفيق الشهربلي، **تقويم نظم المعلومات بإستخدام بحوث العمليات**، مؤسسة الوراق للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2009، ص50.

[2] عبد الستار أحمد محمد الآلوسي، **أساليب بحوث العمليات (الطرق الكمية المساعدة في إتخاذ القرار)**، دار القلم للنشر والتوزيع، الإمارات العربية المتحدة، 2003، ص6.

[3] بوقرة رابح، **مرجع سابق**، ص6.

[4] عبد الستار أحمد محمد الآلوسي، **مرجع سابق**، ص7.

- **أنها تتطلب تشكيل فريق بحوث العمليات:**

وذلك لأن حل المشكلات بواسطة فريق أكثر فاعلية ولأن المشكلة المعقدة والمتشعبة يستحيل حلها دون الإستعانة بإختصاصين في مجالات مختلفة وذلك من أجل تكامل المعرفة بينهم لتفسير مختلف جوانب المشكلة. [1]

- **أنها تنطبق بصورة أوسع وأشمل وأكثر على المؤسسات الصناعية والإدارية ذات الحجم الكبير:**

نسبيا حيث تحتاج هذه المؤسسات إلى نماذج علمية مساعدة في إتخاذ القرار، أما المؤسسات العائلية وذات الحجم الصغير جدا فإنها عادة ما تبني قراراتها على التجربة والخبرة والتوقعات اليومية. [2]

- **استخدام خبرات وتخصصات متنوعة:**

كما أسلفنا أن المدخل الشمولي يتطلب دراسة الظاهرة من جميع جوانبها وتحليلها إلى عناصرها المختلفة. وهذا لا يمكن أن يتأتى إلا من خلال استخدام فريق للبحث تتنوع فيه تخصصات الأعضاء وتتكامل بشكل منسق يساعد على معالجة الظاهرة قيد البحث من جميع جوانبها. (أي من وجهة نظر جميع العلوم ذات العلاقة بالظاهرة). فمثلاً: أي مشكلة إدارية لها بالإضافة إلى البعد الإداري أبعاد أخرى (قانونية، تقنية – صناعة، زراعة– بنوك)، نفسية، اجتماعية، صحية، ....)

لذا لا بد من استخدام خبرات وتخصصات متنوعة عند حل المشكلات.

- **استخدام تقنية المعلومات:**

يتطلب تطبيق بحوث العمليات تجميع كميات كبيرة جداً من البيانات وتنظيمها وتحليلها وإجراء عمليات رياضية كثيرة ومعقدة عليها. وهذا يستدعي استخدام برامج محوسبة لمعالجة مثل هذه العمليات.

ونذكر مجموعة من الخصائص أهمها:

- ✓ وجود مشكلة تتطلب اتخاذ قرار: وهو محور اهتمام بحوث العمليات.
- ✓ وضع الأسس لاتخاذ القرار.
- ✓ النظرة الشاملة للمشكلة.
- ✓ نشاط رفع الكفاءة.
- ✓ استخدام الأسلوب العلمي.
- ✓ عمل النماذج.
- ✓ فريق بحوث العمليات.

[1] عبد الستار أحمد محمد الآلوسي، **المرجع نفسه**، ص7.

[2] بوقرة رابح، **مرجع سابق**، ص 7–8.

2 تصنيف نماذج بحوث العمليات:

هناك عدة نماذج في بحوث العمليات يمكن تصنيفها على أساس كونها محددة أو إحتمالية، كما أن هناك نماذج أخرى يمكن إعتبارها خليطا من النوعين السابقين، حيث في النماذج المحددة يفترض دائما أن قيم المتغيرات التي لا يمكن التحكم فيها وقيم المعاملات معروفة مسبقا وثابتة وذلك على العكس من النماذج الإحتمالية، [1] والجدول التالي يوضح تصنيف نماذج بحوث العمليات.

- **مفهوم النمذجة:**

تعد النمذجة Modeling محور اهتمام بحوث العمليات حيث توفر إطارا عاما وشاملا لحل مشكلات اتخاذ القرار بشكل خاص بطريقة منهجية منظمة فيما يسمى ببناء النموذج الذي هو" تمثيل لمكونات المشكلة أو النظام والعوامل المؤثرة والبيئة المحيطة وأسلوب الربط بين المتغيرات. ويعرض النموذج بعض الاستفسارات التي تحيط بالمشكلة أو النظام". [2]

"عملية اتخاذ القرار في بحوث العمليات تتكون من بناء نموذج القرار ثم حله لتحديد القرار الأمثل. ويعرف النموذج على انه دالة هدف وقيود يعبر عنها بوحدات متغيرات (بدائل) قرار المشكلة". [3]

على الرغم من التقدم الكبير في بناء النماذج الرياضية، فهناك عدد كبير من الحالات الحقيقية يخرج عن نطاق قدرات الأساليب الرياضية المتاحة حاليا. فقد يكون النظام الحقيقي معقد او متشابك جدا لا يسمح بتمثيله رياضيا التمثيل المناسب. وحتى إذا أمكن صياغة النموذج الرياضي فقد يكون هذا النموذج من التعقيد بحيث يصعب حله باستخدام طرق الحل المتاحة.

وهناك ثلاث أنواع من نماذج بحوث العمليات هي:

- ✓ النماذج المحددة
- ✓ النماذج المختلطة
- ✓ النماذج الاحتمالية

وفقا للجدول أدناه:

[1] سليمان محمد مرجان، **بحوث العمليات**، دار الكتب الوطنية، بنغازي، ليبيا، 2009، ص33.

[2] عبد الستار احمد محمد الالوسي، **مرجع سابق**، ص 8.

[3] طه حمدي، **مقدمة في بحوث العمليات**، دار المريخ، الرياض، السعودية، ص22.

الجدول رقم 2-2: تصنيف لنماذج بحوث العمليات

نماذج بحوث العمليات			
النماذج الاحتمالية	**النماذج المختلطة**	**النماذج المحددة**	
البرمجة الاحتمالية	البرمجة الديناميكية	البرمجة الخطية	الطرق التقليدية
صفوف الانتظار	نماذج المخزون	التوزيع والتخصيص	
تحليل ماركوف	أسلوب المحاكاة أو التمثيل	البرمجة العددية	طرق البحث
نظرية الألعاب والقرار	تقييم ومراجعة المشروعات وطريقة المسار الحرج	البرمجة الشبكية	البرمجة غير الخطية
		برمجة الأهداف الخطية	

المصدر: سليمان محمد مرجان، **بحوث العمليات**، دار الكتب الوطنية، بنغازي، ليبيا، 2009، ص33.

- **النماذج الإحتمالية:**

وهي النماذج التي تكون متغيراتها إحتمالية (غير مؤكدة) وقائمة على إفتراض عدم التأكد، وأهمها:

- ✓ **نظرية الألعاب (المباريات):** يمكن القول بأنها عبارة عن دراسة للإستراتيجيات في حالات المراهنات والمنافسات والمواجهة بين طرفين أو أكثر ويسمى كل منهم لاعب وأمامهم فرص لإختيار بدائل متاحة لهم، وكل بديل يؤثر على قيمة ما يحققه اللاعب الآخر من عائد بحيث يوجد تعارض في الأهداف وأن كل طرف يحول إيقاع أكبر خسارة بالطرف الآخر، وأن كل جهة تتمتع بحرية إختيار الأسلوب والإستراتيجية التي ترى أنها تؤدي إلى نتائج جيدة لها. [1]
- ✓ **نظرية صفوف الانتظار:** يعد هذا النموذج من أهم نماذج بحوث العمليات الإحتمالية، وبما أنه جزء أساسي في دراستنا سنخصص له مبحثين للتعرف على أهم جوانبه.

- **النماذج المحددة:** يمكننا القول أن أهم ما يميز هذه النماذج أن متغيراتها محددة لأنها قائمة على إفتراض حالة التأكد ومن أهم هذه النماذج:

[1] دلال صادق الجواد وحميد ناصر الفتال، **مرجع سابق**، ص 321.

- ✓ **نموذج البرمجة الخطية:** التي تعتبر أسلوب رياضي كمي موجه نحو تحقيق هدف معين إما التعظيم أو التدنية في ظل وجود موارد محدودة ومجموعة قيود معبر عنها بعلاقات خطية تعيق الوصول للهدف، كما تعتبر البرمجة الخطية قاعدة الأساس لإشتقاق كل من نماذج التوزيع والتخصيص، البرمجة العددية (البرمجة بأعداد كاملة) لأن هذه النماذج تعد حالات خاصة لها.

فالبرمجة بأعداد كاملة هي": كيفية أو أسلوب يسمح لنا بالوصول إلى حل أمثل تكون فيه متغيرات الحل الأساسية أعداد كاملة ويستخدم هذا الأسلوب في حالة منتجات غير قابلة للتجزئة". [1]

- ✓ **نموذج برمجة الأهداف الخطية:** " وهو عبارة عن منهجية رياضية مرنة وواقعية موجهة بالأساس لمعالجة مسائل القرار المعقدة والتي تتضمن الأخذ بعين الإعتبار لعدة أهداف إضافة للكثير من المتغيرات ". [2]

- **النماذج المختلطة:**

وهي نماذج بعض متغيراتها محددة إضافة لبعض المتغيرات الإحتمالية، وأهم هذه النماذج:

- ✓ **نموذج المحاكاة:** وتعتبر المحاكاة محاولة لتطبيق خصائص ومظاهر النظم الواقعية في شكل نماذج تقترب بشدة من الواقع وتعطي تصورا دقيقا له ولمشاكله، ومن ثم يمكن تصميم ودراسة ووضع حلول للمشاكل المرتبطة بالنظم في الواقع العملي. [3]
- ✓ **نموذج تقييم ومراجعة المشاريع:** هو أحد أساليب التحليل الشبكي تستخدمه الإدارة في مجالات التخطيط والرقابة وخاصة في المشروعات التي تتسم بالتعقيد كبير الحجم وكذلك في حالة المشروعات التي لا تتوافر للإدارة خبرة سابقة حول إنشائها. [4]
- ✓ **نموذج المسار الحرج:** يستخدم هذا الأسلوب لمراقبة تنفيذ مشروع معين يتكون من عدة مراحل وتحديد المراحل التي يجب وضعها تحت المراقبة المستمرة لأنها قد تتسبب في تعطيل المشروع كله، وتحديد المسار الحرج لأن أي تأخير في أحد أنشطته تؤدي لتأخير المشروع كله. [5]
- ✓ **نماذج المخزون:** تظهر مشكلة التخزين عندما تكون هناك حاجة ماسة إلى وجود مخزون سلعي يكفي لتلبية طلبات الزبائن سدا لاحتياجاتهم. إن الهدف الرئيسي من وجود نظام التخزين، هو تحقيق مستوى كافي من المخزون لمواجهة الاحتياجات والطلب في المستقبل، حيث أن الاحتفاظ بكميات فائضة عن الحاجة يترتب عليه تكاليف باهضة جراء عملية الخزن. [6] وعليه فإن سياسة التخزين الناجحة تستند إلى تخفيض التكاليف الكلية للمخزون والمتمثلة في (تكاليف الطلب، وتكاليف التخزين) المقترن بتحديد الحجم

---

[1] اليمين فالتة، **بحوث العمليات**، الجزء الأول، إتراك للطباعة والنشر والتوزيع، القاهرة، مصر، 2006، ص 225.

[2] نسيمة لعرج مجاهد ومصطفى الطويطي، **«تحديد مثلوية سلاسل الإمداد بإستخدام البرمجة الخطية بالأهداف المرجحة (دراسة حالة شركة أطلس كيمياء بمغنية)»** ، مجلة الباحث، الجزائر، العدد 09، 2011، ص120.

[3] جلال إبراهيم العبد، **استخدام الأساليب الكمية في اتخاذ القرا رات الإدارية**، الدار الجامعية الجديدة للنشر، الإسكندرية، مصر، 2004، ص 455.

[4] منعم زمزير الموسوي، **بحوث العمليات (مدخل علمي لإتخاذ القرارات)**، دار وائل للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2009، ص403.

[5] منعم زمزير الموسوي، **المرجع نفسه**، ص 305.

[6] حسن ياسين طعمة، **نماذج وأساليب كمية في الإدارة والتخطيط**، الطبعة الأولى، دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان، 2008، ص209.

الاقتصادي الأمثل للطلبية. لحل مشكلة التخزين، لابد من صياغة نماذج رياضية تتسجم مع هذا النوع من المشاكل، لعل أهمها ما يلي:

- لنماذج المحددة للتخزين Deterministic Models.
- النماذج الاحتمالية للتخزين Probabilistic M.

- **النماذج الديناميكية:** [1]

هي أسلوب كمي يستخدم مع المشاكل الكبيرة التي تنطوي على صنع مجموعة متتابعة من القرارات وتعتبر البرمجة الديناميكية تقسيم وتجزئة المشاكل إلى عدد من القرارات المرحلية Decision Stages مخرجات القرار في كل مرحلة تؤثر على القرارات في كل من المراحل التالية.

يفيد هذا الأسلوب في الحالات التي تنطوي على وجود مشاكل مرتبطة بفترات زمنية متعددة، مثل:

تدريب عمال الإنتاج، الإنفاق الرأسمالي، تخصيص مراحل البيع على المناطق البيعية وتقييم الفرص الاستثمارية.

- **تحليل الشبكات:**

إن التخطيط والرقابة هي من الوظائف الأساسية في المشاريع والمنشآت المختلفة، ويعد التخطيط الخطوة الأولى في إدارة المشروع وأن نجاح أو فشل الخطوات التالية في المشروع يعتمد على هذه الخطوة، لذلك أصبح التخطيط في يومنا هذا سمة من سمات التطور، وتعتبر شبكات الأعمال أحد أساليب التخطيط الفعالة، وتعرف بأنها أحد أساليب بحوث العمليات التي تستخدم لأغراض التخطيط والرقابة في المشاريع المختلفة، أي أن شبكات الأعمال تهدف إلى التخطيط ومراقبة تنفيذ برنامج أو مشروع معين يتكون من عدة مراحل أو عمليات. [2]

قد تطورت بعض الأساليب القيمة والمفيدة في تنفيذ المشاريع بأقصى وقت ممكن وبأقل التكاليف ومن هذه الأساليب: [3]

- أسلوب مخطط جانت Gantt Chart.
- المخططات الشبكية Project Schaeduling.
- أسلوب المسار الحرج C.P.M [4]
- أسلوب بيرت PER

✓ **أسلوب مخطط جانت Gantt Chart:**

[1] محمد اسماعيل بلال، **بحوث العمليات-استخدام الأساليب الكمية في صنع القرار**، دار الجامعة الجديدة، الاسكندرية، مصر، 2004، ص 369.

[2] علي حسين علي وآخرون، **بحوث العمليات وتطبيقاتها في وظائف المنشأة**، دار زهران، عمان، الأردن، 1999، ص 279.

[3] سهيلة عبد الله سعيد، **الجديد في الأساليب الكمية وبحوث العمليات**، الطبعة الأولى، دار الحامد للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2007، ص 225-227.

[4] C.P.M : Critical Path Model.

هو عملية الربط بين الخطوات اللازمة لإنجاز عمل ما وبين وقت تنفيذ هذه الخطوات. ولكن من عيوب هذه الطريقة أنها لا تلائم المشاريع الكبيرة وذلك لكون هذه المشاريع تتسم بالتغيير أما فكرة أسلوب خرائط جانت Gant Chart هو تقسيم المشروع إلى نشاطات متسلسلة ومحددة من حيث الزمن اللازم للإنجاز ويتم التعبير عن هذه الأنشطة من خلال رسم أشرطة أو خطوط بيانية أفقية تقام على المحور العمودي للشكل البياني.

✓ **المخططات الشبكية Project Scheduling:**

هي عبارة عن أشكال بيانية تعبر عن صيغة بناء وتصميم المشروع والتي تبدأ من نقطة معينة وتستمر باتجاه معين متفق عليه. وهناك نوعان من المخططات الشبكية وهي أسلوب CPM ومخططPERT. ويعتبر أسلوب CPM هو أسلوب للتخطيط والسيطرة على المشاريع المعقدة والكبيرة مثل بناء المدن أو إنشاء المباني الكبيرة، إن العلاقة ما بين الأسلوبين متقاربة من وجهات كثيرة وأن تطوير أسلوب المسار الحرج كان مستقلا عن تطوير أسلوب بيرت أما أسلوب بيرت PERT الذي يعتبر من الأساليب ذات الأهمية القصوى في تنفيذ المشاريع، بأقصر وقت ممكن وبكفاءة عالية. وهو أسلوب حديث للرقابة على سير الأنشطة في المشاريع تحت التشييد أو المعدات تحت الصنع وتحليلها، وتم تطوير هذا الأسلوب من قبل البحرية الأمريكية حيث ساعد هذا الأسلوب في تقليل الفترة الزمنية اللازمة لإكمال المشروع، لذلك يستخدم في أكثر المشاريع العسكرية والصناعية في كثير من دول العالم. إن تطوير الأسلوبين كان في وقت واحد وأن الفرق الرئيسي بين الأسلوبين هو أن أسلوب CPM لا يتعامل مع الأوقات الاحتمالية لتنفيذ النشاطات المختلفة، حيث يفترض وقت تنفيذ الأنشطة بشكل طردي مع كمية الموجودات المخصصة للنشاط، وعندما يتغير كمية الموجودات المتاحة يتغير وقت تنفيذ النشاط وبالتالي وقت إكمال المشروع. ويستخدم هذا الأسلوب CPM في إيجاد العلاقة بين الكلفة الكلية للمشروع وبين وقت تنفيذ ذلك المشروع ويستخدم كذلك في حالة تنفيذ مشاريع مشابهة لمشاريع نفذت في السابق.

المبحث الثاني: عرض لنظرية صفوف الانتظار

يمكن وصف ظاهرة الانتظار على أنها تدفق للوحدات المختلفة على مركز الخدمة، والاصطفاف في الطابور قد يكون معنويا أو حقيقيا أو عدة طوابير يختلف طولها حسب درجة التوافد ومدة الخدمة، تتلقى كل وحدة الخدمة اللازمة عندما يحين دورها، وبعد ذلك تغادر الوحدة نظام صفوف الانتظار.

ومن خلال هذا المبحث سيتم التطرق لنظرية صفوف الانتظار ولأهم نماذجها.

المطلب الأول: مفهوم ونشأة نظرية صفوف الانتظار

تعتبر نماذج صفوف الانتظار أحد النماذج الرياضية الإحتمالية من علم بحوث العمليات التي تعالج ظاهرة الانتظار التي نشاهدها في حياتنا اليومية وخاصة في المؤسسات الخدمية، وقبل الدخول في التفسير الرياضي والكمي لعلاقات هذه النظرية لا بد لنا أولا التطرق إلى مفهوم نظرية صفوف الانتظار والأصول التاريخية لها.

1 مفهوم نظرية صفوف الانتظار:

هناك عدة تعاريف لنماذج صفوف الانتظار منها:

هناك من يعرفها على أنها: " نماذج رياضية من علم بحوث العمليات واحدى الأساليب الكمية التي تساعد الإدارة أو القائمين على إتخاذ القرار في إتخاذ قراراتهم وتهدف هذه النظرية إلى دراسة وتحليلالمواقف التي تتسم بنقاط إختناق أو تشكل صفوف الانتظار ومن ثم اتخاذ القرار المناسب بشأن تلك المواقف". [1]

كما تعرف بأنها": أسلوب رياضي ينتمي إلى مجموعة أساليب بحوث العمليات وهو عبارة عن طريقة علمية لمعالجة مشاكل تقديم وتسويق السلع والخدمات لمصلحة كل من المستفيد من الخدمة أو السلعة (الزبون)، أو لمصلحة مقدم الخدمة أو السلعة (منظمة الأعمال الإنتاجية أو الخدمية،) وتعتمد هذه الطريقة العلمية على عدد من الإفتراضات والعمليات الحسابية والعلاقات السببية بين العوامل الداخلية في تركيب نظام الانتظار الذي بدوره يتكون من مجموعة من الزبائن ومجموعة من مقدمي الخدمة ومعدل معين لوصول الزبائن وتقديم الخدمة أو السلعة لهم". [2]

ويمكن الإشارة إلى أن صفوف الانتظار عبارة عن: " تراكم عدد من الوحدات أو أشخاص أو وحدات مادية أو غير مادية في مكان ووقت معين وبشكل منتظم أو غير منتظم للحصول على خدمة معينة ". [3]

ويمكن تعريف نظرية صفوف الانتظار بأنها: " نظرية تختص بوضع الأساليب الرياضية اللازمة لحل المشاكل المتعلقة بتراكم صفوف الانتظار التي تنتظر دورها طلبا لخدمة معينة تؤدى لكل وحدة خلال فترة زمنية معينة،

---

[1] إبراهيم نائب وانعام باقية، **بحوث العمليات (خوارزميات وبرامج حاسوبية)**، دار وائل للنشر، عمان، الأردن، 1999، ص 329.

[2] مؤيد الفضل، **مدخل إلى الأساليب الكمية في التسويق (تطبيقات في منظمات الأعمال الإنتاجية والخدمية)**، دار المسيرة للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2008، ص310.

[3] مؤيد الفضل، **الأساليب الكمية والنوعية في دعم قرارات المنظمة**، مؤسسة الوراق، للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2008، ص761.

على أن يكون وصول هذه الوحدات إلى مكان أداء الخدمة عشوائيا تبعا لتوزيع معين، كما أن الزمن اللازم لأداء الخدمة لكل وحدة يمكن أن يأخذ الصفة العشوائية تبعا لتوزيع معين، وتقدم النظرية قياس لقدرة مركز خدمة معين على تحقيق الغرض الذي أنشأ من أجله، ويكون ذلك عن طريق القياس الرياضي الدقيق لمتوسط وقت الانتظار للحصول على الخدمة، وكذلك متوسط عدد المنتظرين للحصول على الخدمة، وعلى ذلك يمكن القول أن هذه النظرية تقدم بطريقة رياضية أسلوب لتقييم بدائل التصميم المختلفة لمركز تقديم الخدمة ". [1]

ويمكن القول أن صف الانتظار هو عبارة عن نظام يتكون من قناة خدمة واحدة أو العديد من قنوات الخدمة ومكان للانتظار، بالإضافة إلى الزبائن القادمين من الخارج (وحدات طالبة للخدمة) والذي ينتظرون في الوقت الحالي في صف الانتظار، ليلتقوا بعد ذلك الخدمة المقدمة من طرف مركز خدمة أو أكثر ثم يغادرون النظام ". [2]

ويعرف أسلوب صفوف الانتظار بأنه ذلك الأسلوب الرياضي الذي ينتمي إلى مجموعة أساليب بحوث العمليات، وهو عبارة عن طريقة علمية لمعالجة مشاكل تقديم وتسويق السلع والخدمات وذلك لمصلحة كل من المستفيد من الخدمة أو (السلعة) (وهو الزبون) أو لمصلحة مقدم الخدمة أو السلعة (منظمة الأعمال الإنتاجية أو الخدمية.) تعتمد هذه الطريقة العلمية على عدد من الافتراضات والعمليات الحسابية والعلاقات النسبية بين العوامل الداخلة في تركيب نظام الانتظار الذي بدوره يتكون من مجموعة من الزبائن ومجموعة من مقدمي الخدمة ومعدل معين لوصول الزبائن وتقديم الخدمة أو السلعة لهم ". [3]

ويمكن تعريف صفوف الانتظار بأنها عدد الوحدات (السيارات، الرسائل، الآلات،...إلخ) المنتظمة في شكل طابور منتظرة خدمة معينة وذلك خلال فترة زمنية معينة ".[4]

مما سبق نستخلص أن صفوف الانتظار هي أسلوب من أساليب بحوث العمليات، حيث تعتبر ذا أهمية خاصة في تحليل أوقات الانتظار الغير مرغوب فيه بالنسبة إلى الزبون، لأنه يرغب بإنجاز عمله والمغادرة سريعا وكذلك النظر إلى الجانب الآخر أي التكاليف الناجمة عن الانتظار.

إن العمل الأساسي لأغلب أنظمة صفوف الانتظار يفترض بأن الزبائن الواصلين إلى النظام هم بحاجة إلى خدمة معينة والذين هم يمثلون مصدر المدخلات للنظام input source، هؤلاء الزبائن الواصلون سيدخلون إلى منظومة الانتظار ومن ثم يلتحقون بصف الانتظار وأن الزبون في صف الانتظار سوف يختار للدخول إلى محطة

---

[1] هند سعدي، "**إستخدام نماذج صفوف الانتظار لتحسين فاعلية الخدمات في المراكز الصحية (دراسة ميدانية في المؤسسة العمومية الإستشفائية بالمسيلة)**"، مذكرة ماجستير، كلية العلوم الإقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة مسيلة، الجزائر، 2012، ص50.

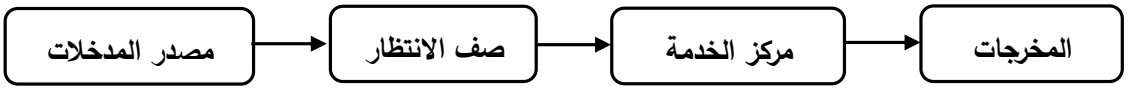
[2] سهام عزي، "**دراسة المقاربة الكمية في اتخاذ القرارات الإدارية – دراسة حالة مؤسسة عمومية: المستشفى الجامعي مصطفى باشا ووكالة التأمين سلامة–** "، مذكرة مقدمة ضمن متطلبات نيل شهادة ماجستير في علوم التسيير، تخصص التسيير العمومي، كلية العلوم الاقتصادية التجارية وعلوم التسيير، جامعة الجزائر3، 2012، ص 77.

[3] مؤيد عبد الحسين الفضل، **الأساليب الكمية والنوعية في دعم قرارات المؤسسة** ، مرجع سابق، ص 555.

[4] فاتح سردوك وآخرون، **«تحليل طوابير انتظار الخدمات باستخدام نماذج صفوف الانتظار ودورها في اتخاذ قرارات تحسين الجودة»**، http://iefpedia.com/arab/wp-content/uploads/2010/03

الخدمة ويحصل على الخدمة الخاصة به وفق أسلوب معين يضعه نظام الخدمة بعد دخول الزبون إلى محطة الخدمة وحصوله على الخدمة فإنه سوف يغادر نظام الانتظار وهذا موضح في الشكل رقم (2-2)

الشكل رقم 2-2: منظومة صفوف الانتظار



المصدر: نبيل محمد مرسي، **التحليل الكمي في إدارة الأعمال**، دار الجامعة الجديدة، الاسكندرية، مصر، 2004، ص 205.

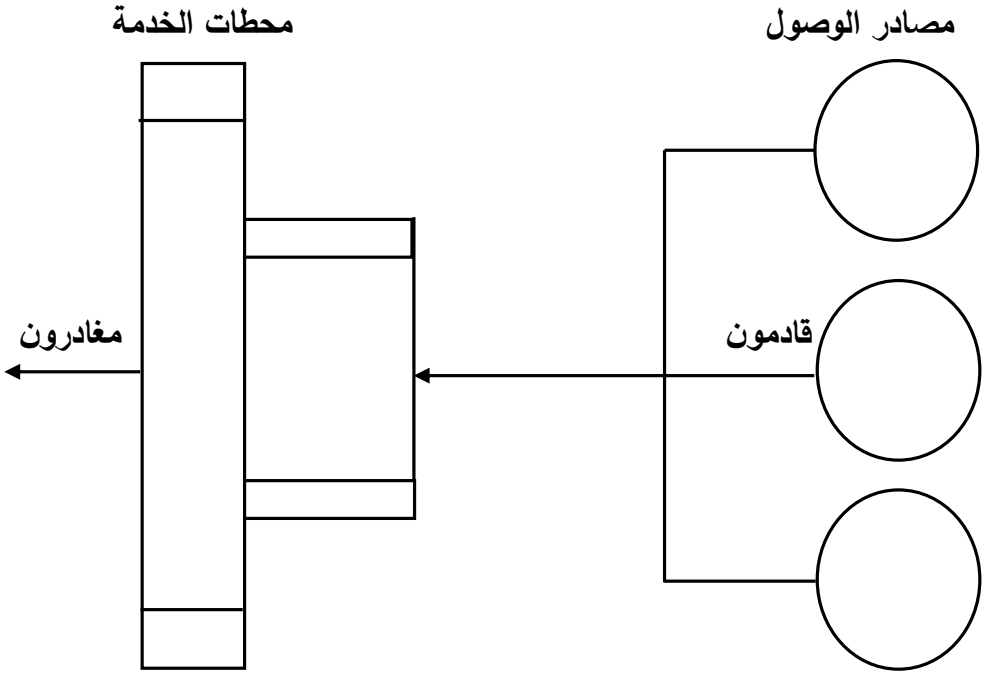
- **الهيكل العام لخطوط الانتظار:** [1]

يتألف الهيكل العام لخطوط الانتظار من ثلاث مكونات Components وهي:

- ✓ مصدر أو أكثر للقدوم Sources of Arrivals.
- ✓ طوابير Queues.
- ✓ نظام للخدمة Service System يتكون من قناة واحدة أو أكثر Channel.

ويعرض الهيكل العام لخطوط الانتظار بيانيا على النحو التالي:

الشكل رقم 2-3: الهيكل العام لخطوط الانتظار



المصدر: شفيق العتوم، **بحوث العمليات**، دار المناهج للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2006، ص 135

[1] شفيق العتوم، **مرجع سابق**، ص 135.

ويشار عادة الى خطوط الانتظار وقنوات الخدمة (محطات الخدمة) بالنظام، ويلاحظ أن القادمون يصلون من مصدر أو اكثر ويطلق على الوحدات القادمة من هذه المصادر اسم الزبائن. ويمكن أن يكون عدد وحدات هذا المجتمع غير محدود مثل المكالمات التلفونية التي ترد على لوحة استقبال أو قسم معين، أو محدودا مثل عدد الآلات على أرض مشغل معين بانتظار التصليح، في الحالة الأولى نجد أن معدل الوصول لا يتأثر بعدد التلفونات المشغولة في لحظة زمنية محددة وبالتالي فانه يمكن اعتبار الأوقات بين الوحدات القادمة عملية تجديد، أما في الحالة الثانية فإن أي آلة تدخل الطابور للتصليح تقلل بشكل معنوي معدل الوصول وأية آلة تغادر بعد التصليح تزيد بشكل معنوي معدل الوصول.

2 نشأة وتطور صفوف الانتظار:

يعد العالم الفلندي ايرلنك مؤسس النظرية عندما طبقها عام 1909 على حركة تلقي المكالمات الهاتفية متخذها على شكل مشكلة تتصل بالازدحام فوجد أن المواطنين طالبي الخدمة الهاتفية العمومية يتعرضون إلى التأخير نتيجة عدم قدرة العاملات (مقدمي الخدمة) من مواجهة الطلبات بالسرعة التي تحدث وهذا يؤدي إلى التأخير وقضاء ساعات كبيرة في الانتظار مما يتسبب في التأخير لطالبي الخدمة. وقد استمر العمل في تطوير حركة المكالمات الهاتفية على الأسس التي وضعها إيرلانك، [1] حيث قام بنشر بنشر مقال بعنوان (the theory of probabilities and tephone conversation) وفي سنة 1917 طبع كتابه بعنوان (solution of some problems in the theory in the theory of probability of signification in automatic telephone exchanges) قد شكل عمله القاعدة للتطور التالي لنظرية صفوف الانتظار، كما يعود الفضل للباحث كوني (conny plans) في وضع الشكل النهائي لنظرية صفوف الانتظار والذي أصدر مجموعة مؤلفات في الفترة (1936-1946).

وفي سنة 1914نشرت (Linda Green) عملها بخصوص نظرية صفوف الانتظار وأشارت إلى الأنظمة التي تحوي نوعين من الزبائن الواصلين ونوعين من مراكز الخدمة. [2]

إلا أن هذه النظرية لم تعرف انتشارا في مجال إدارة الأعمال إلا بعد انتشار المفاهيم المتعلقة بتسويق الخدمات، وما نتج عنها من زيادة الاهتمام بالزبون وتلبية رغباته ومن أهمها تخفيض وقت انتظاره للحصول على مستوي جيد للخدمة.

---

[1] أسعد عباس هندي الاسدي، **«نظرية صفوف الانتظار (الأرتال) وتطبيقاتها على الموانئ التجارية العراقية»**، مجلة دراسات البصرة، العدد 12، 2011، ص 334.

[2] ضياء عبد القادر سلطان، **«الإختيار الأمثل لعدد العمال وتقليل الزمن في خطوط الصيانة لمكائن الانتاج بإستخدام نظرية صفوف الانتظار»**، مجلة الهندسة والتكنولوجيا، الموصل، العراق، المجلد 29 العدد 14، 2011، ص 567.

في الأخير يمكن القول أنه يمكن تطبيق هذه النظرية في مجالات متعددة وواسعة بهدف تقليل زمن الانتظار أو الاستثمار الأمثل للموارد المالية والبشرية في جميع المواقف التي تتميز الخدمة فيها بوقوف عدد من الوحدات طالبة الخدمة في نظام معين مثل عيادات الأطباء أو تقديم الخدمة في المصارف وغيرها. [1]

المطلب الثاني: أهداف وأهمية صفوف الانتظار وأهم عناصرها ومجالات تطبيقها

1 العناصر الأساسية لصفوف الانتظار:

تتكون نظرية صفوف الانتظار من عدة عناصر أساسية تتمثل فيما يلي: [2]

- **توزيع الوصول: (Arrival Distribution)**

يقصد بهذا العنصر هو الكيفية التي يصل بها طالب الخدمة إلى مراكز تقديم الخدمة وقد يكون معدل الوصول ثابتا وقد يكون عشوائيا.

إلا أن هناك طريقتين للتعبير عن معدل الوصول قد تكون:

- ✓ بعدد الوحدات التي تصل وتنظم النموذج في الوحدات الزمنية.
- ✓ في شكل الوقت الذي يمضي وصولين متتاليين.

- **توزيع الخدمة: (service time distribution)**

هو الكيفية التي تقدم بها الخدمة فقد يكون تقديم الخدمة يتم بشكل ثابت أو عشوائي. ويتم التعبير عن معدل الخدمة بطريقتين:

- ✓ قد يكون على شكل عدد الوحدات التي تقدم لها الخدمة في الوحدة الزمنية.
- ✓ قد يكون على شكل الوقت المطلوب لتقديم الخدمة لزبون ما.

- **طريقة تقديم الخدمة: (service discipline)**

هي الترتيب الذي يخدم به الزبائن وتكون على أساس من يصل أولا يخدم أولا (First Come First Service) أي باختصار (FCFS).

وقد يكون عل أساس من يصل أخيرا يقدم أولا Last Come First Service باختصار (LCFS)، وقد يكون على أساس عشوائي Service In Random order باختصار(SIRO)، وقد يكون على أساس الأسبقية Service In Priorité باختصار (SIP)، حيث تقدم الخدمة لطالبيها وفق لحاجاتهم الملحة لها كما يحدث في المستشفيات.

- **مركز تقديم الخدمة: (service facility)** [3]

---

[1] أحلام دريدي، ، **مرجع سابق**، ص 46.

[2] أحلام دريدي، **المرجع نفسه**، ص 14.

[3] سليمان محمد مرجان، **مرجع سابق**، ص261.

يقسم مركز تقديم الخدمة إلى:

- ✓ مركز تقديم الخدمة الواحدة (single channel system).
- ✓ أكثر من مركز واحد لتقديم الخدمة (multiple channel system)، أي طالب الخدمة تقدم له الخدمة من أي مركز من مراكز الخدمة المتعددة.

- **عدد طالبي الخدمة: (Imput Population)**

ينقسم الى:

- ✓ عدد طالبي الخدمة عدد محدود sinité، مثلا: خمس آلات تصاب بعطل في أحد المصانع بين الوقت والآخر.
- ✓ عدد طالبي الخدمة عدد لانهائي infinity، مثلا: السيارات التي تأتي الى محطات التزود بالوقود.

- **طاقة النظام: (System Capacity)**

طاقة النظام هي أكبر عدد من الوحدات التي يسمح النموذج بدخولها إليها (الوحدات في الطابور+ الوحدات التي تقدم لها الخدمة) في نفس الوقت. وقد يكون عدد الوحدات محدودا مثل: انتظار المرضى في حجرة أحد الأطباء، أو يكون غير محدود مثال: السيارات المصطفة على الطريق العام بدفع ضريبة المرور.

- **السلوك البشري: (Human Behavior)**

بعض الزبائن قد يصلون إلى صفوف الانتظار ولكن لا ينضمون إليه؛ بسبب العدد الكبير من الزبائن الذين ينتظرون الخدمة لحظة وصولهم. والبعض الآخر قد ينضم للطابور لفترة معينة، ثم يغادر قبل حصولهم على الخدمة التي كانوا ينتظرونها. والبعض قد ينظم لفترة ثم يغادر لينظم لطابور آخر تقدم فيه نفس الخدمة لأنه أقل عددا من الطابور الذي كان فيه، وقد يسرع مقدم الخدمة(البشري) من معدل أداء الخدمة عندما يرى زيادة في طول خط الانتظار.

2 أهمية صفوف الانتظار:

تكمن أهمية صفوف الانتظار في المواقف التالية: [1]

- ✓ عجز قنوات الخدمة في صفوف الانتظار من تلبية طلبات الزبائن لقلتها وهنا لابد من دراسة الحالة لتحديد عدد قنوات الخدمة الملائمة لتلبية الخدمات بشكل أسرع.
- ✓ انخفاض الطلب على الخدمة مما يؤدي إلى إبقاء الخدمة عاطلة معظم الوقت وهنا لابد من تقليل عدد القنوات لمنع الهدر في الموارد.

3 أهداف صفوف الانتظار:

[1] ديدي وآخرون، **دراسة صفوف الانتظار في مؤسسات القطاع الصحي _دراسة حالة المؤسسة الاستشفائية الخاصة المغيث بعين الحجر _**، مذكرة ماستر، جامعة مولاي الطاهر سعيدة، كلية العلوم الاقتصاديو العلوم التجارية وعلوم التسيير، قسم العلوم الاقتصادية، 2015-2014، ص39.

تهدف نظرية صفوف الانتظار إلى ما يلي: [1]

- **تحديد متوسط زمن الوقوف في صف الانتظار:** فالإدارة تهدف لتخفيض زمن انتظار طالب الخدمة قدر الامكان وذلك لانعكاسه على حجم التكاليف الثابتة والمتغيرة المرتبطة بمركز الخدمة.
- **دراسة الطاقة الإنتاجية:** قد تضطر الإدارة إلى زيادة حجم الطاقة الإنتاجية من خلال دعم مركز الخدمة بموظف آخر، أو فرع آخر بحيث توسيع طاقة مركز الخدمة تكفي إستعاب معدل الزيادة في الواصلين طالبي الخدمة، وهذا من شأنها أن يؤدي إلى تخفيض التكاليف المرتبطة بمركز الخدمة في حالة دراسة الجدوى الاقتصادية للقرار المتخذ، كما تحقق هذه السياسة الارتياح لدى طالب الخدمة في علاقته بمركز الخدمة وتساعد على زيادة تردده على مركز الخدمة، كما قد تكون الإدارة مضطرة في حالة وجود طاقة عاطلة غير مستغلة لتخفيض طاقة مركز الخدمة تخفيض مقدمي الخدمة، وذلك من أجل تخفيض تكاليف مركز الخدمة.
- **تقييم جودة الخدمة المقدمة:** تقاس الجودة بعدة مؤشرات أهمها السعر والسرعة في تقديم الخدمة ومدى تحقيقها لإشباع، والهدف منها هو تقديم السلع والخدمات واشباع الحاجات والرغبات في الأسواق المستهدفة لتحقيق المنافع المرتبطة بتدفق السلع والخدمات. ومنه فإن إدارة مركز الخدمة بالدرجة الأولى هو تقييم الجودة وبعدها يقوم بتعديات في النظام كتخفيض زمن الانتظار لتقديم الانتظار في الوقت المناسب أو فتح فروع جديدة في المكان المناسب.
- **دراسة الموقف التنافسي في السوق:** من خلال تحديد أثر الطاقة لمركز الخدمة وأسلوبه وزمن تقديمها على نمو الحصة السوقية، لمقارنة إدارة موجز الخدمة موقفها التنافسي مع مراكز أخرى تقوم بنفس العمل وتقوم بدراسة مؤشرات صف الانتظار لديها اتخاذ الإجراءات الازمة لتحسين وزيادة موقفها التنافسي.
- **ترشيد الإنفاق وتخفيض التكاليف:** تقوم إدارة مركز الخدمة بدراسة كافة السبل الممكنة لتحسين الإنتاجية وتطوير أدائها وتحديد علاقة التكلفة بالعائد بحيث هذه العوائد تتجاوز التكاليف المرتبطة بها.

4 مجالات تطبيق صفوف الانتظار:

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

- **تخطيط مواضع الأداء:** يقصد به تحديد المساحة اللازمة للنشاط الانتاجي ومرافقه ومستلزماته وتوزيع مواضع الاداء الانتاجي أو الخدمي داخل المبنى وحوله لتسهيل انسياب الوحدات في النظام.
- **تحليل التكاليف المثلى لصفوف الانتظار:** إن مشكل التكاليف وكيفية معالجتها تفرض على متخذ القرار التفكير في توسيع نطاق تقديم الخدمة لغرض تقليل وقت الانتظار آخذا بعين الاعتبار موضوع التكاليف وما سيترتب عليه من أعباء مالية ضائعة. وتتمثل التكاليف المترتبة عن ظاهرة الانتظار في: [2]

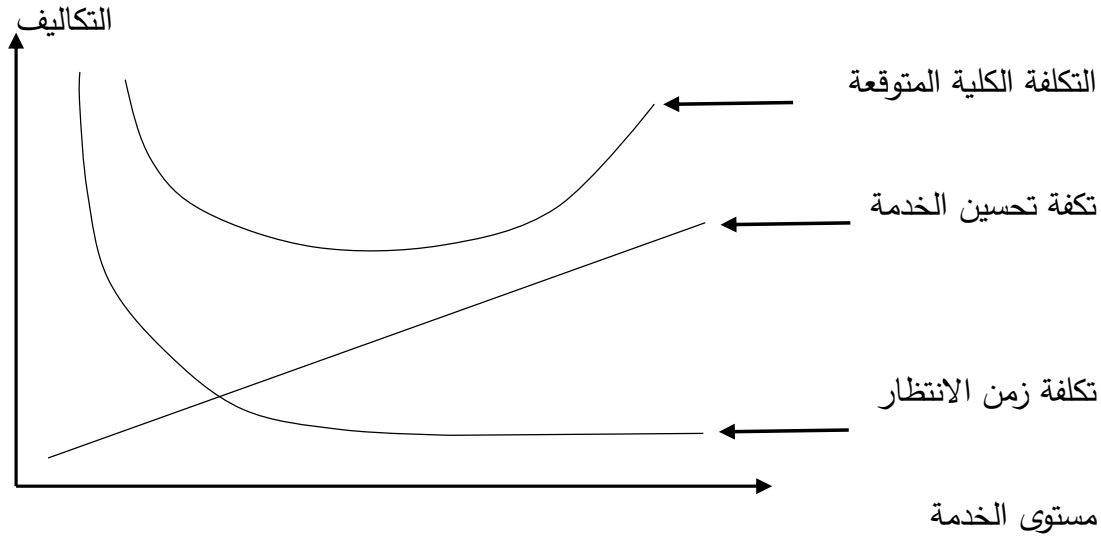
---

[1] علي العلاونة وآخرون، **بحوث العمليات في العلوم التجارية**، دار المستقبل للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2000، ص319-320.

[2] سونيا محمد البكري، **استخدام الأساليب الكمية في الإدارة**، الدار الجامعية، الإسكندرية، مصر، 1997، ص 270.

- **تكلفة الخدمة:** تسمى تكلفة الطاقة وهي التكلفة الخاصة بالمحافظة على قدرة النظام فيتقديم الخدمة، ومن أمثلتها عدد العمال القائمين بصيانة عطل الآلات، منافذ بيع تذاكر القطارات.
- **تكلفة الانتظار:** وتكون مرتبطة بانتظار العملاء للحصول على الخدمة، ومن أمثلتها التكلفة الخاصة بالأجور المدفوعة للعاملين المنتظرين تفريغ شحنات سياراتهم او انتظار اصلاح آلاتهم. إن الهدف الأساسي من تحليل الصفوف هو توازن تكلفة تقديم الخدمة وتكلفة انتظار العملاء لتدنية التكاليف الكلية، وهو ما يوضحه الشكل الموالي:

الشكل رقم 2-4: الموازنة بين تكاليف الانتظار وتكاليف تحسين الخدمة



المصدر: جلال إبراهيم العبد، **إستخدام الأساليب الكمية في إتخاذ القرارات الإدارية**، الدار الجامعية الجديدة للنشر، الإسكندرية، مصر، ص 294.

- **تحديد مستويات أداء الخدمة:** إن تطبيق نماذج صفوف الانتظار تمكن المنظم من الإجابة على الأسئلة التالية:

ماهو متوسط الوقت الذي يقضيه العميل أمام مركز الخدمة؟

ماهو متوسط عدد العملاء الذين ينتظرون في الصف لحصول على الخدمة؟

ومن الأمثلة على تطبيق نظرية صفوف الانتظار نجد: [1]

- **المجالات الصناعية:** للتغلب على مشاكل الانتظار التي ترافق بعض الأعمال فيها، اذ تستخدم لمعالجة وصيانة الآلات واصلاحها حين يتعطل عدد منها في أوقات زمنية مختلفة، وتشكل بذلك صفوف الانتظار لإصلاحها من قبل عمال الإصلاح والصيانة، وتطبق نماذج صفوف الانتظار لاتخاذ القرار المناسب في

[1] ابراهيم نائب وأنعام باقية، **بحوث العمليات (خوارزميات وبرامج حاسوبية)**، دار وائل للنشر، الطبعة الأولى، عمان، الاردن، 1999، ص 331.

تحديد عدد عمال الصيانة الأمثل الذي يجعل تكاليف التأخير في عملية الإنتاج بسبب تعطل الآلات وتكاليف عمال الصيانة أقل ما يمكن.

- **تنظيم العمل في مستودعات قطع الغيار والعدد الصناعية:** بحيث يخفف من عدد العمال الذي يقفون في صفوف انتظار طويلة أما المستودع من أجل الحصول على ما يلزمهم من قطع الغيار، وذلك عن طريق زيادة عدد الموظفين في المستودع مما يؤدي إلى تسريع أداء الخدمة ويساعد على تشغيل العمال بدلا من إضاعة وقتهم في صف الانتظار وبالتالي يؤدي الى تخفيض تكليف الإنتاج الكلية.
- **تحديد العدد الأمثل من الأرصفة التي تستقبل السفن في الموانئ:** وذلك بهدف تخفيض التكاليف الكلية، إذ أن تكاليف إقامة الأرصفة وغرامات التأخير في تفريغ البضاعة تكون كبيرة، وعلى المسؤولين الموازنة بين تكاليف الأرصفة وتكاليف غرامات التأخير بحيث يتخذ القرار المناسب بتحديد عدد الأرصفة التي يجب إقامتها بحيث تكون التكاليف الكلية أقل ما يمكن.
- **تحديد عدد العاملين الأمثل** في نوافذ الخدمة في مكتب البريد او المصارف وذلك لضمان العمل الاقتصادي الفعال في المؤسسات وتقديم الخدمة المناسبة للزبائن، وكذلك في محطات الوقود وخدمة السيارات وفي المطاعم ومراكز الإطفاء حيث يراعى تأمين مستوى مناسب من الخدمة لأفراد المجتمع مع تحمل هذه المراكز أقل النفقات الممكنة.

المطلب الثالث: النماذج الرياضية لصفوف الانتظار

تبنى النماذج الرياضية لأنظمة صفوف الانتظار على معاملات أساسية تصف خصائص هذه الأنظمة والمتعلقة بأوقات الوصول وأوقات أداء الخدمة ونظام الصف وسعته وطاقة المصدر المولد للوحدات طالبة للخدمة، ويعود الفضل في وصف معاملات نماذج صفوف الانتظار إلى عالم الرياضيات البريطاني كيندال (Kendall) وذلك عام 1951، حيث قام بتصنيف نماذج صفوف الانتظار على الشكل (a/b/c) وفي عام 1966 أضاف العالم لي (A.M.Lee) للترميز الذي وضعه كاندال (kendall) الرمزين (d/e)، وأصبحت نماذج صفوف الانتظار تصف بالشكل (a/b/c (d/e) وبعد ذلك تم إضافة الرمز (f) للدلالة على سعة مصدر الوحدات، ومنذ ذلك الحين أصبحت نماذج صفوف الانتظار تصنف على الشكل (a/b/c) (d/e/f) حيث: [1]

- a: يشير إلى قانون توزيع أوقات وصول الوحدات الطالبة للخدمة إلى النظام.
- b: يشير إلى قانون توزيع أوقات الخدمة.
- c: يمثل عدد قنوات الخدمة وقد يكون محدود أو غير محدود.
- d: يمثل نظام تقديم الخدمة ويمكن أن يأخذ الأشكال التالية:
  - ✓ (FCFS) القادم أولا تقدم له الخدمة أولا.

[1] بلعربي عبد القادر وآخرون، **«تحليل الأداء واتخاذ القرار باستخدام نظرية صفوف الانتظار»**، ص4، https://www.google.fr/search?client=opera&q

- ✓ (LCFS) القادم أخيرا تقدم له الخدمة أولا.
- ✓ (GD) نظام خدمة عام.
- ✓ (STRO) تقديم الخدمة بشكل عشوائي.
- ✓ (SOP) نظام الخدمة حسب الأفضلية، وفي بعض المراجع يأخذ الرمز (SPRP).

- e: يشير إلى طاقة النظام.
- f: يشير إلى المصدر المولد للوحدات طالبي الخدمة وغالبا ما يأخذ الرمز∞ عندما يكون المجتمع المولد للوحدات غير منته.

يمكن للرمزين (a/b) أن يأخذ الأشكال التالية:

- ✓ M يعني أن أوقات الوصول يتم بصورة عشوائية حيث يتبع التوزيع البواسوني وكذلك أزمنة تقديم الخدمة تتم بصورة عشوائية وتتبع التوزيع الأسي.
- ✓ Dيعني أن أوقات الوصول وأزمنة تقديم الخدمة تتم بصورة ثابتة ومحددة.
- ✓ GI يشير إلى أن أوقات وصول الوحدات إلى النظام تخضع إلى قانون توزيع آخر.
- ✓ Gيشير إلى أن أزمنة أداء الخدمة تخضع إلى قانون توزيع احتمالي آخر.

بالإضافة إلى أن هناك تعاريف عامة لوصف نظام صفوف الانتظار:

- ✓ nعدد الوحدات في النظام.
- ✓ P0 معامل عدم استخدام مركز الخدمة.
- ✓ Pn احتمال وجود عدد من الوحدات في النظام.
- ✓ λ متوسط عدد الوحدات التي تصل خلال فترة زمنية واحدة.
- ✓ μمتوسط عدد الوحدات التي يتم تقديم الخدمة لها في الوحدة الزمنية الواحدة.
- ✓ Pمعامل الاستخدام (احتمال أن يكون مقدم الخدمة مشغول) ويساوي النسبة بين معدل الوصول ومعدل تقديم الخدمة
- ✓ Ls العدد المتوقع للوحدات في النظام؛
- ✓ Lq العدد المتوقع للوحدات في صف الانتظار؛
- ✓ Ws الوقت المتوقع للوحدة الواحدة في النظام؛
- ✓ Wq الوقت المتوقع للوحدة الواحدة في صف الانتظار.

هناك نماذج رياضية مختلفة لصفوف الانتظار وسوف نتطرق إلى بعض من هذه النماذج والتي تكون ذا أهمية في التطبيقات العملية، ويمكن استخدام توزيع بواسون Poisson distribution والتوزيع الأسي Exponential distribution والتي تكون مهمة وتلعب دورا في كلا الحالتين في أكثر حالات صفوف الانتظار ويمكن إعطاء صورة مبسطة عن توزيع بواسون: [1]

[1] سهيلة عبد الله سعيد، **الجديد في الأساليب الكمية وبحوث العمليات**، الطبعة الأولى، دار الحامد للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2007، ص342.

$$f(x) = \frac{\lambda^x \ e^{-\lambda}}{x!} \qquad n= 0,1,2,3...$$

وكذلك التوزيع الأسي:

$$f(t) = (\mu e^{-\mu t})$$

- **النموذج (GD/∞/∞): (M/M/1):** [1]

هذا النموذج يشير إلى أننا أمام نظام صف انتظار فيه تدفق الوحدات طالبي الخدمة إلى النظام تخضع لتوزيع بواسون بمعدل وصول λ وزمن أداء الخدمة يخضع للتوزيع الأسي بمعدل أداء الخدمة μ وفيه أيضا مركز خدمة واحد (قناة واحدة)، نظام الصف (نظام أداء الخدمة) عام، أما العدد الأعظمي للوحدات المسموح بها في النظام واستطاعة المصدر المولد للوحدات غير محددة.

وهنا يجب أن تكون λ أصغر من μ في هذا النموذج أي μ>λ والا فإنه ينشأ خط انتظار يزداد طوله إلى ما لا نهاية.

إن احتمال أن يكون النظام مشغولا في وحدة زمنية معينة أو متوسط عدد الوحدات التي تتلقى الخدمة في وحدة زمنية معينة والذي أسميناه معامل الاستخدام يعطى بالعلاقة التالية:

$$p = \frac{\lambda}{\mu}$$

حيث أن: p<1 لأنه دوما μ>λ .

أما احتمال أن يكون النظام غير مشغولا (عاطلا عن العمل) في وحدة زمنية معينة أو احتملا عدم وجود أي وحدة في النظام في تلك الفترة يعطى بالعلاقة:

$$P_0 = 1 - P$$

احتمال وجود n وحدة طالبة خدمة في النظام في وحدة زمنية معينة يعطى بالعلاقة التالية:

$$P_n = (1-p)p^n = P0p^n$$

حيث أن: n=1,2,3,4....

إن حصولنا على صيغة حساب P_n تمكننا بسهولة حساب بقية المؤشرات، هذه المؤشرات هي:

- ✓ **متوسط عدد الوحدات طالبي الخدمة في النظام** (العدد المتوقع للوحدات طالبي الخدمة المنتظرة في صف الانتظار بالإضافة إلى الوحدات التي تتلقى الخدمة)، ويعطى بالعلاقة التالية:

$$L_s = \frac{\lambda}{\mu - \lambda} = \frac{P}{1-P}$$

- ✓ **متوسط عدد الوحدات في صف الانتظار** (العدد المتوقع للوحدات المنتظرة في صف الانتظار لتلقي الخدمة المطلوبة)، ويعطى بالعلاقة التالية:

[1] إبراهيم نائب، أنعام باقية، نظرية القرارات نماذج وأساليب كمية محوسبة، الطبعة الأولى، دار وائل للطباعة والنشر، عمان، الأردن، 2001، ص 314-316.

$$L_q = L_s - \frac{\lambda}{\mu}$$

أو

$$L_q = \frac{p^2}{1-p}$$

- ✓ **متوسط زمن بقاء الوحدة الواحدة من طالبي الخدمة في النظام** (الزمن المتوقع لبقاء الوحدة الواحدة في النظام)، ويعطى بالعلاقة التالية:

$$W_s = \frac{L_s}{\lambda} = \frac{1}{\mu(1-P)}$$

- ✓ **متوسط زمن بقاء الوحدة الواحدة من طالبي الخدمة في صف الانتظار** (الزمن المتوقع لبقاء الوحدة الواحدة في صف الانتظار)، ويعطى بالعلاقة التالية:

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda} = \frac{P}{\mu(1-P)}$$

- ✓ أما متوسط زمن أداء الخدمة والذي سنرمز له ب W_0 والذي يساوي إلى $1/\mu$ أي:

$$W_s = W_q + W_0$$

- **النموذج (GD/N/∞): (M/M/1)** [1]

في هذا النموذج تدفق الوحدات طالبي الخدمة يخضع لتوزيع بواسون بمعدل وصول λ وزمن أداء الخدمة للتوزيع الأسي بمعدل أداء الخدمة μ وذو مركز خدمة واحد ونظام الصف (نظام أداء الخدمة) عام، أما العدد الأعظمي لصف الانتظار (سعة مكان الانتظار) يساوي إلى N وأخيرا استطاعة المصدر المولد للوحدات طالبي الخدمة غير محدد.

الفرق بين هذا النموذج والنموذج السابق هو تحديد عدد الوحدات طالبي الخدمة في النظام،

وبالتالي لا يمكن أن ينظم إلى الوحدات طالبي الخدمة في النظام أي وحدة أخرى طالما موجود في النظام N وحدة ولذلك ترفض مباشرة. ونتيجة لذلك فإن معدل الوصول الفعلي للوحدات λ_{ef} في هذا النموذج يصبح أقل من معدل الوصول.

إن احتمال وجود n وحدة طالبة خدمة في النظام في وحدة زمنية معينة يعطى بالعلاقتين التاليتين: [2]

$$P_n = \begin{cases} \left(\frac{1-P}{1-p^{N+1}}\right); P \neq 1 \\ \frac{1}{N+1}; P = 1 \end{cases} \qquad n = 1,2,3,\ldots,N$$

وهنا نشير إلى أن $P = \lambda/\mu$ ليست بالضرورة أن تكون أقل من الواحد والسبب في ذلك هو بما

[1] إبراهيم نائب، أنعام باقية، **نظرية القرارات نماذج وأساليب كمية محوسبة** ، مرجع سابق، ص 319-321.

[2] سهيلة عبد الله سعيد، مرجع سابق، ص 361.

أن الوحدات طالبي الخدمة المسموح بها في النظام مراقبة عن طريق تحديد لطول الصف والذي لا يمكن أن يكون أكبر من N−1 إذ لا يوجد علاقة بين λ و μ.

بعد إيجاد صيغة P_n يمكن بسهولة حساب بقية المؤشرات كما يلي:

✓ **متوسط عدد الوحدات طالبي الخدمة في النظام تحسب بالعلاقة التالية:**

$$L_s = \sum_{n=0}^{N} nP_n$$

$$L_s = \begin{Bmatrix} \dfrac{P\{1-(n+1)p^N Np^{N+1}\}}{(1-P)(1-p^{N+1}} ; P \neq 1 \\ \dfrac{N}{2} ; P \neq 1 \end{Bmatrix}$$

أما المؤشرات L_q و w_s و W_q فيمكننا حسابها بالاعتماد على L_s ولكن يجب الأخذ بعين الاعتبار قيمة معدل الوصول الفعلي λ_{ef}.

لحساب λ_{ef}: بما أن عدم إمكانية انضمام أي وحدة طالبة خدمة إلى الصف بسبب محدودية سعة صف الانتظار يساوي إلى احتمال وجود N وحدة طالبة خدمة في النظام أي P_N ، فإن عدد الوحدات طالبي الخدمة التي يسمح لها بالدخول إلى ساحة الانتظار يساوي: [1]

$$P\{n < N\} = 1 - P_N$$

وبضرب العلاقة السابقة بمعدل الوصول λ نحصل على معدل الوصول الفعلي أي:

$$\lambda_{ef} = \lambda(1 - P_N)$$

وبالتالي فإن متوسط زمن بقاء الوحدة الواحدة من طالبي الخدمة في النظام يعطى بالعلاقة:

$$W_s = {L_s}/{\lambda_{ef}}$$

ومتوسط زمن بقاء الوحدة الواحدة من طالبي الخدمة في صف الانتظار يعطى بالعلاقة:

$$W_q = W_s - \frac{1}{\mu}$$

حيث $\frac{1}{\mu}$ متوسط زمن أداء الخدمة.

وأخيرا العدد المتوقع للوحدات طالبي الخدمة في صف الانتظار:

[1] سهيلة عبد الله سعيد، **مرجع سابق**، ص361.

$$L_q = \lambda_{ef} W_q$$

- **النموذج (M/M/c)(GD/∞/∞):** [1]

يتصف هذا النموذج بتدفق الوحدات طالبي الخدمة الخاضعة لتوزيع بواسون بمعدل وصول λ وبزمن أداء الخدمة الخاضع للتوزيع الأسي بمعدل أداء الخدمة . أما عدد مراكز الخدمة فهو يساوي إلى c مركز (قناة)، وسعة مكان الانتظار واستطاعة المصدر المولد للوحدات غير محدد بالإضافة إلى أن نظام أداء الخدمة عام (نظام الصف عام).

أن وجود c مركز خدمة (قناة) في النظام يؤدون نفس العمل مقارنة مع حالة نظام ذو قناة واحدة، يعني تسريع عملية الخدمة cمرة، فإذا أخذنا بعين الاعتبار إمكانية وصول cزبون في آن واحد فعندئذ إذا كان:

$n \geq c$ أي عدد الوحدات طالبي الخدمة الواصلة إلى النظام أكبر أو يساوي إلى عدد مراكز الخدمة، عندئذ معدل أداء الخدمة يساوي إلى cμ؛

$n<c$ أي عدد الوحدات طالبي الخدمة الواصلة إلى النظام أقل من عدد مراكز الخدمة، عندئذ معدل أداء الخدمة يساوي إلى nμ وبالتالي معدل أداء الخدمة في هذه الحالة الفعلي أقل من معدل أداء الخدمة النظري cμ أي أن $n\mu<c\mu$ وذلك لوجود بعض المراكز العاطلة عن العمل (غير مشغولة).

بناء على ما سبق يعتبر هذا النموذج تعميم للنموذج (M/M/1) (GD/∞/∞) الذي تعرضنا له سابقا مع الأخذ بعين الاعتبار أن سرعة أداء الخدمة ستزداد بمقدار nμ عندما $n<c$ وبمقدار cμ عندما $n>c$.

نتيجة الدراسة التحليلية الرياضية لهذا النموذج نحصل على صيغة لحساب P_n احتمال وجود n وحدة طالبة خدمة في النظام في وحدة زمنية معينة بالشكل التالي: [2]

$$P_n \begin{cases} \left(\frac{P^n}{ni}\right) P_0 \\ \left(\frac{P^n}{C^{n-c}.ci}\right) P_0 \end{cases} \qquad 0<n\leq c \quad , \boldsymbol{n > c}$$

حيث أن $P = \lambda/\mu$، P_0 تحسب من العلاقة التالية:

$$P_0 = \sum_{n=0}^{c-1} \frac{p^n}{n!} + \frac{P^c}{c!\,(1 - p/c}$$

حيث ان معامل الانشغال لهذا النموذج يجب أن يكون أصغر من الصفر أي أن:

$$P_c = p/c = \lambda/c\mu < 0$$

أما بقية مؤشرات هذا النموذج فتحسب حسب الصيغ التالية: [3]

---

[1] ابراهيم نائب، **نظرية القرارات نماذج وأساليب كمية محوسبة** ، مرجع سابق، ص 323-324.

[2] سهيلة عبد الله سعيد، **مرجع سابق**، ص 367.

[3] سهيلة عبد الله سعيد، **المرجع نفسه**، ص367.

$$L_q = \frac{P^{c+1}}{(c-1)!\,(c-P)^{\,2}} P_0$$

$$L_s = L_q + P$$

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda}$$

$$W_s = W_q + \frac{1}{\mu}$$

- **النموذج (GD/N/∞): (M/M/c)** [1]

إن تدفق 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 يساوي C مركز (قناة)، ونظام الصف عام، أما العدد الأعظمي للوحدات المسموح بها في النظام فهو محدد ويساوي N وحدة (هذا يعني أن الطول الأعظمي لصف الانتظار (سعة مكان الانتظار)) فيساوي إلى N−c وأخيرا استطاعة المصدر المولد للوحدات طالبي الخدمة غير محدد.

الفرق بين هذا النموذج والنموذج السابق هو تحديد عدد الوحدات طالبي الخدمة في النظام وبالتالي لا يمكن أن ينضم إلى صف الانتظار وحدات طالبي الخدمة أخرى طالما يوجد في صف الانتظار N−c وحدة ولذلك فإن معدل الوصول الفعلي للوحدات λ_{ef} سيكون أقل من معدل الوصول λ.

بناءا على ما سبق يعتبر هذا النموذج تعميم للنموذج (GD/N /∞) (M/M/1) مع الأخذ بعين الاعتبار:

- ✓ أن معدل الوصول: يساوي إلى $\boldsymbol{\lambda}$ عندما 0 n <N ويساوي إلى 0عندما n > N.
- ✓ أن معدل أداء الخدمة: يساوي إلى nμ عندما $0 \le n \le c$ ، ويساوي إلى cμ عندما $0 \le N \le c$.

نتيجة الدراسات التحليلية الرياضية لهذا النموذج وبالاعتماد على الدراسة التحليلية الرياضية للنموذج السابق نحصل على الصيغة الرياضية لحساب P_n احتمال وجود n وحدة طالبة خدمة في النظام في وحدة زمنية معينة بالشكل التالي: [2]

$$P_n = \begin{cases} \left(\frac{P^n}{n!}\right) P_0 & 0 < n \le c \\ \left(\frac{P_n}{c^{n-c}.\,c!}\right) P_0 & 0 < n \le c \end{cases}$$

حيث أن $P = \lambda/\mu$، P_0 تحسب من العلاقة التالية:

[1] إبراهيم نائب، أنعام باقية، **نظرية القرارات نماذج وأساليب كمية محوسبة** ، مرجع سابق، ص 328−330.

[2] بلعربي عبد القادر، **مرجع سابق**، ص6.

$$P_0 = \begin{cases} \left[\sum_{n=0}^{c-1} \frac{P^n}{n!} + \frac{P^c\left(1-{}^{P}/_{c}\right)^{N-c+1}}{C!\,(1-{}^{P}/_{c}}\right] & ;{}^{P}/_{c} \neq 1 \\ \left[\sum_{n=0}^{n} \frac{P^n}{n!} + \frac{P^c}{c!}(N-c+1)\right]^{-1} & ;{}^{P}/_{c} = 1 \end{cases}$$

معامل الانشغال لهذا النموذج:

$$P_c = {}^{P}/_{c} = {}^{\lambda}/_{c\mu}$$

بالمقارنة مع النموذج السابق (GD/∞/∞): (M/M/c) نلاحظ أن الفرق هو حساب P_0 فقط يمكن حساب L_q اعتمادا على P_n والذي يعطى بالصيغة التالية: [1]

$$L_q = \left\{ \begin{matrix} P_0 \frac{P^{c+1}}{(c-1)!\,(c-p)^2}\left[1-\left(\frac{P}{c}\right)^{N-c} - (N-c)\left(\frac{P}{c}\right)^{N-c}\left(1-\frac{P}{c}\right)\right] \\ P_0 \frac{P^C(N-c)(N-c+1)}{2c!} \qquad ,\frac{p}{c}=1 \end{matrix} \right\}$$

أما بقية المؤشرات فلا يمكن حسابها إلا بعد حساب λ_{ef} معدل الوصول الفعلي بسبب تحديد سعة الصف، والذي يعطى بالعلاقة التالية:

$$\lambda_{ef} = \lambda(1-P_N)$$

من ناحية ثانية إذا رمزنا ب C لمتوسط عدد مراكز الخدمة العاطلة عن العمل عندئذ فإن C-C يمثل متوسط عدد مراكز الخدمة المشغولة (في حالة العمل) وبالتالي فإن $\mu(c-\mathrm{C})$ تمثل متوسط عدد الوحدات طالبي الخدمة المقدم لها الخدمة في وحدة الزمن والذي هو معدل الوصول الفعلي أي أن:

$$\lambda_{ef} = \mu(c-\mathrm{C})$$

وبالتالي:

$$L_s = L_q + {}^{\lambda_{ef}}/_{\mu}$$
$$= L_q + (c-\mathrm{C})$$
$$W_s = {}^{L_S}\!/_{\lambda_{ef}} \qquad ; W_s = W_s - {}^{1}/_{\mu} = {}^{L_q}\!/_{\lambda_{ef}}$$

- **النموذج (GD/∞/∞): (M/M/1)** [2]

[1] سهيلة عبد الله سعيد، **مرجع سابق**، ص 372.

[2] إبراهيم نائب، أنعام باقية، **نظرية القرارات نماذج وأساليب كمية محوسبة** ، مرجع سابق، ص332.

يتصف هذا النموذج بوجود مركز خدمة واحد (قناة واحدة)، وتدفق الوحدات طالبي الخدمة عشوائي ويخضع لتوزيع بواسون بمعدل وصول λ، أزمنة أداء الخدمة تخضع لقانون اختياري ذو قيمة متوسطة $E[t]$ وتباين $V[t]$، أما نظام الصف فهو عام، وسعة النظام واستطاعة المصدر المولد للوحدات غير محددين.

أن إيجاد صيغة لحساب P_n عملية معقدة جدا وتعتمد على سلاسل ماركوف وفهم معمق في الاحتمالات والسياقات العشوائية، وحساب أيضا L_s معقدة، ويعتبر إيجاد هاتين الصيغتين لحساب P_n و L_s في هذا النموذج أعقد بكثير من النتائج التي عرضناها سابقا، إلا أننا هنا لابد من ذكر جهد العالمين بولاجيك وكينجين Bolachik and kenchin اللذان توصلا بعد دراسات طويلة إلى الصيغة التالية لحساب L_s لهذا النموذج.

$$L_S = \lambda \mathrm{E}[t] + \frac{\lambda^2 (E^2[t] + V\{t\})}{2(1 - \lambda E[t])}$$

حتى يتحقق ذلك يجب أن يكون $P = \lambda E[t] < 1$ (شرط الاستقرار لهذا النموذج الممثل لصف انتظار) بالاعتماد على هذه الصيغة يمكن حساب بقية المؤشرات:

$$L_q = L_s \lambda E[t]$$

$$W_s = {}^{L_s}/_{\lambda}$$

$$W_q = {}^{L_q}/_{\lambda}$$

أما سرعة الخدمة (معدل أداء الخدمة) فهو يساوي:

$$\mu = {}^{1}/_{E[t]}$$

المبحث الثالث: تطبيق نظرية صفوف الانتظار في الصيانة

المطلب الأول: أنظمة صفوف الإنتظار وخصائصها

1 أنظمة صفوف الانتظار:

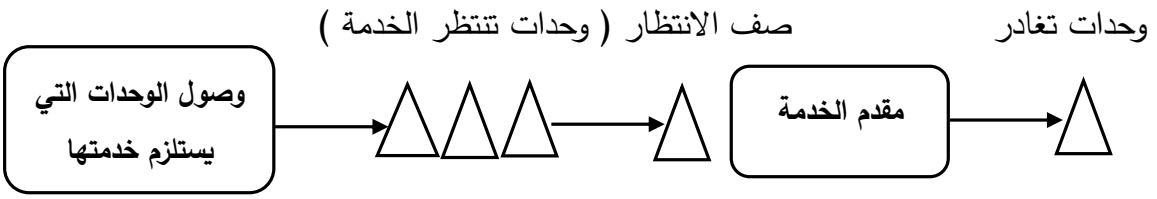
يقصد بمصطلح صفوف الانتظار (Files d'attente) مجموع الوحدات (أشخاص أو وحدات مادية أو غير مادية) التي تتراكم بشكل عشوائي في غالب الأحيان للحصول على خدمة معينة، عندما يكون معدل الوصول يفوق معدل تقديم الخدمة. [1]

وهناك العديد من الامثلة عن صفوف الانتظار التي تصادفنا خلال حياتنا اليومية وبشكل واضح في قطاع الخدمات مثلا. فتراهم في مواقف الحافلات أو أمام شبابيك الحجز وكذلك مثل الصفوف عند الصراف الآلي في بنك أو صفوف السيارات عند الإشارة الضوئية أو انتظار المسافرين في المطار والموانئ ومحطات القطار وكذلك الآلات وهي تنتظر عملية الصيانة داخل المصنع، وكثيرا من الأمثلة يمكن التطرق اليها في جوانب أخرى مثل جانب الصناعات وأمور التجارة وغيرها.

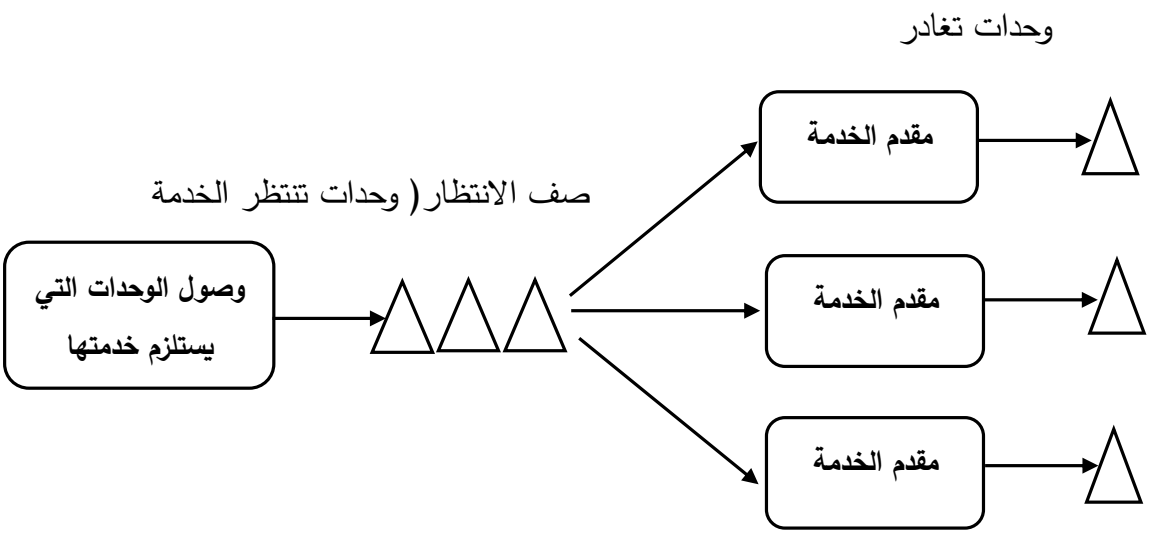
ويمكن تمثيل هذه الأنظمة وخصائصها من خلال الشكل التالي:

[1] Malika Babes, **Statistiques, Files d'attente et simulation,** Office des publications universitaire, Alger, 1995 , P86.

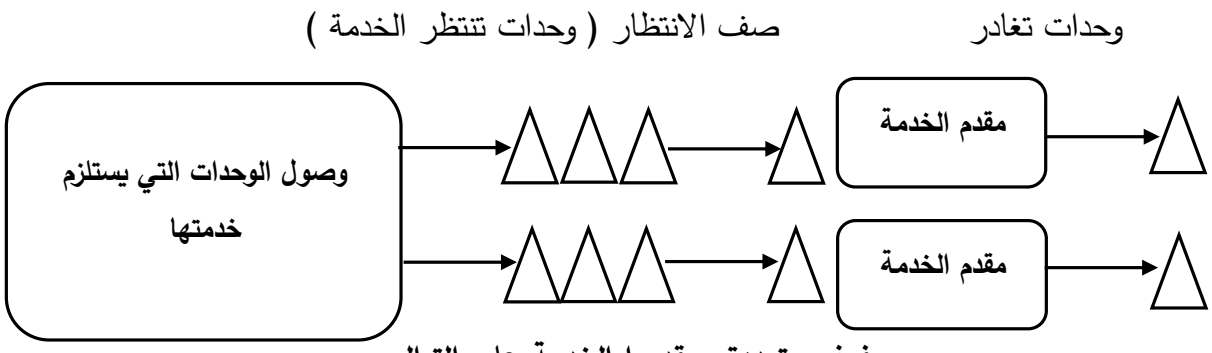
الشكل رقم 2-5: أنظمة الخدمة



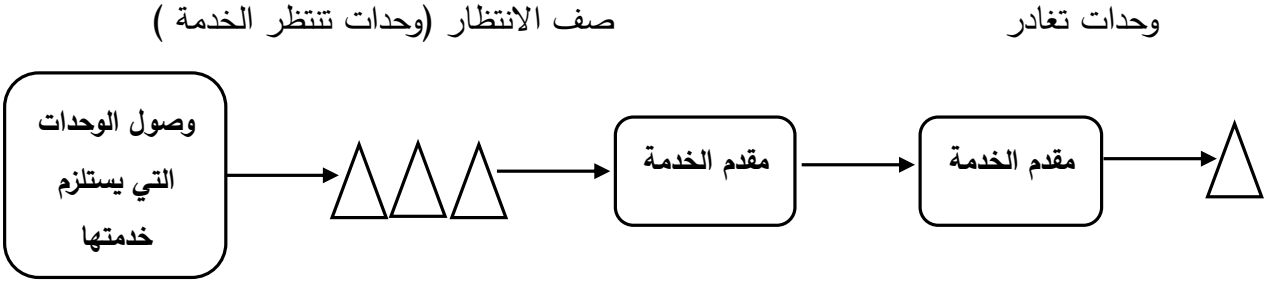
صف أحادي ومقدم خدمة أحادي



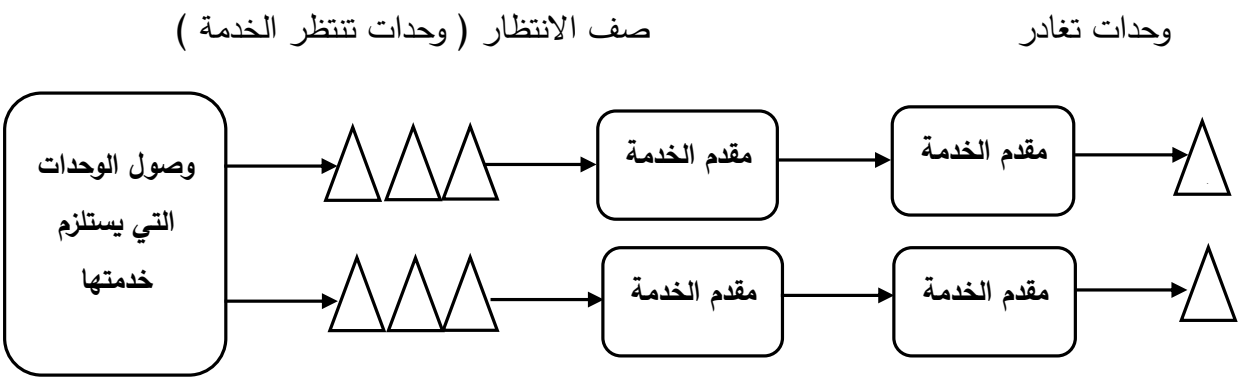
صف أحادي ومقدمي الخدمة ثلاثي



صفوف متعددة ومقدموا الخدمة على التوالي



صف أحادي ومقدمو الخدمة على التوالي



صفوف متعددة ومقدمو الخدمة على التوالي

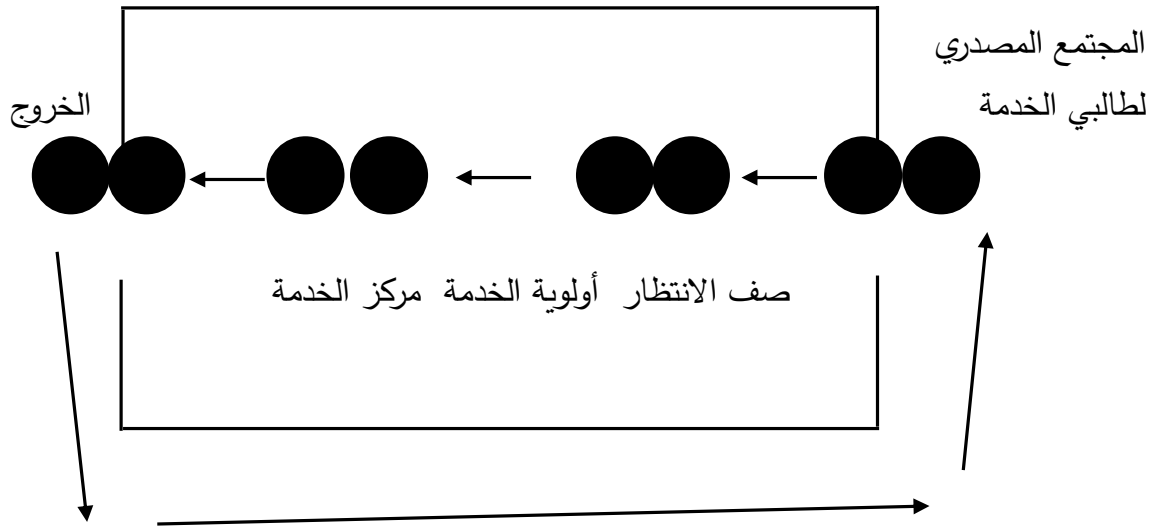
المصدر: محمد سالم الصفدي، **بحوث العمليات _تطبيق وخوارزميات_**، دار وائل للنشر والطباعة، عمان، الأردن، الطبعة الأولى، 1999، ص 368.

يمثل الشكل أنظمة صفوف الانتظار المكان الذي يضم مراكز الخدمة وصفوف الانتظار التي تتكون من مجموع الوحدات طالبي الخدمة التي تنتظر دورها لتلقي الخدمة مضافة إليهم الوحدات التي دخلت مرحلة تلقي الخدمة فعليا على أشكال مختلفة كما رأينا.

2 خصائص أنظمة صفوف الانتظار:

يتطلب عرض خصائص نظام صفوف الانتظار التركيز على المكونات الثلاث لنظام الاصطفاف والشكل رقم (2-1) يوضح تصورا لهذه المكونات:

الشكل رقم 2-6: تصور لمكونات نظام صفوف الانتظار



المصدر: من إعداد الطالب بالاعتماد على مراجع مختلفة

- ✓ عدد الواصلين أو المدخلات إلى النظام.
- ✓ الصف أو خط الانتظار نفسه.
- ✓ تسهيلات الخدمة.

- **خصائص الواصلين:**

يقصد بالوصول ورود الوحدات (العملاء) التي تطلب الخدمة إلى مقدم الخدمة وفي هذا الشأن يوجد ثلاث خصائص لعملية الوصول وهي: حجم الوصول، نمط الوصول (توزيع الواصلين) وأخيرا سلوك الواصلين.

- **حجم الواصلين:**

يقصد بذلك العدد المحتمل من العملاء، ويوجد احتمالان: [1]

- ✓ عدد غير محدد من العملاء أو غير مقيد ومثال على ذلك السيارات التي تصل الى مركز دفع رسم الطريق السريع.
- ✓ عدد محدود من العملاء المحتملين ومثال ذلك وجود عدد معين من الآلات داخل الشركة تحتاج إلى عملية الصيانة.

- **نمط الوصول:**

يصل العملاء إلى مكان تقديم الخدمة إما طبقا لجدول زمني معروف أو بطريقة عشوائية أي دون وجود علاقة بين كل واحد منهم والآخر، ويكون توافدهم غير متوقع بالضبط. وفي كثير من مشكلات الاصطفاف يكون عدد

[1] نبيل محمد مرسى، **أساليب التحليل الكمي**، المكتب الجامعي الحديث، جامعة الاسكندرية، مصر، 2006، ص 331.

الواصلين في وحدة الزمن محسوبا بواسطة التوزيع الاحتمالي المعروف بتوزيع بواسون المتقطع لمعدل معين من عدد الوافدين. [1]

ويمكن القول أن وصول العملاء إلى مراكز الخدمة يتبع توزيع بواسون إذا توفرت شروط سياقات بواسون وهي: [2]

- ✓ إن احتمال تحقق حدث في الفترة Δ_t يعتمد فقط على طول الفترة. ويمكن التعبير عنها بثبات الوسط الحسابي لعدد الحوادث في وحدة من الزمن، أي احتمال الانتقال من الحالة λ_n الى λ_{n-1} متساوي، حيث يكون $\lambda_n = \lambda$.
- ✓ عدد الحوادث الواقعة في فترة معينة مستقل عن عدد الحوادث في الفترات السابقة،
- ✓ احتمال تحقق حدثين في نفس الفترة صغير جدا،
- ✓ لا يمكن تحقق الا حدث واحد خلال الفترة Δ_t .

وتكتب الصيغة العامة لقانون بواسون بالشكل التالي:

$$P(x) = \frac{e^{-\lambda^x}}{X!} \qquad (X=0,1,2,3....)$$

حيث:

- ✓ x: عدد الواصلين في وحدة الزمن (ساعة مثلا)
- ✓ P(x): احتمالية العدد X من الوافدين تماما.
- ✓ λ : معدل الوصول (أي متوسط عدد الواصلين في وحدة الزمن)
- ✓ e: الثابت الأسي ويساوي إلى 2.7183.

- **سلوك الواصلين:**

تفترض معظم نماذج الصفوف أن طالب الخدمة عندما يصل سوف ينتظر حتى يتلقى الخدمة ولن يقدم بتغيير محطة الخدمة أو الصف الذي وصل اليه. ولسوء الحظ فإن الواقع يشير الى كثير من الحالات التي يرفض فيها العميل الانضمام لصف الانتظار، وذلك لأن طول الصف لن يحقق احتياجاته ورغباته من تلقي الخدمة بشكل او بآخر في وقت معين وفي بعض الحالات الأخرى قد يرتد العميل ويغادر الصف قبل تلقي الخدمة. [3]

- **خصائص الصف:**
- **طول الصف:**

إن الصف بحذ ذاته هو المكون الثاني لنظام الاصطفاف ويمكن أن يكون محدودا عندما لا يستطيع احتواء كل العملاء بسبب قيود طبيعية أو غيرها (محدودية المكان)، أو غير محدود بحيث يضم كل العملاء في وضع الانتظار.

---

[1] باري راندر وآخرون، **نمذجة القرارات وبحوث العمليات**، ترجمة مصطفى موسى، دار المريخ للنشر، الرياض، السعودية، 2007، 568.

[2] Carton. D, **Processus aléatoire utilisées en recherche opérationnelle,** Masson, Paris, 1995, P 73.

[3] جلال ابراهيم العبد، **مرجع سابق**، ص 297.

- **تنظيم الصف:**

هو الترتيب الذي يخدم بموجبه العملاء وقد يكون على أساس: [1]

- ✓ من يحضر أولا يخدم أولا.FIFO (First In First Out)
- ✓ من يصل أخيرا يخدم أولا.LIFO (Last In First Out)
- ✓ حسب الأسبقيات، SOP (Service On Priority) تقدم الخدم لطالبيها وفقا لحاجتهم الماسة (غرفة الطوارئ في المستشفيات).
- ✓ على أساس عشوائي.SIRO (Service In Random Order).

- **خصائص تقديم الخدمة:**

يختلف نظام تقديم الخدمة من حيث عدد منافذ ومراحل تقديم الخدمة. كما أنه قد يختلف من حيث معدل تقديم الخدمة ذاته.

- **هيكل نظام تقديم الخدمة:**

يوجد عدة بدائل لنظام تقديم الخدمة وهي: [2]

- ✓ **منفذ واحد ومرحلة واحدة:** وهي الحالة التي يقوم بتقديم الخدمة فيها جهة واحدة ينتظرها جميع الموجودين بالصف.
- ✓ **منفذ واحد ومراحل متعددة:** وهي الحالة التي يتولى فيها تقديم الخدمة جهة واحدة ولكن يمر العميل على أكثر من مرحلة متتالية لإتمام الخدمة.
- ✓ **منافذ متعددة ومرحلة واحدة:** وهي الحالة التي يكون فيها العديد من المنافذ التي تقدم نفس الخدمة والتي بمجرد أن يحصل عليها العميل يغادر النظام.
- ✓ **منافذ متعدد ومراحل متعددة:** وهي الحالة الأكثر تعقيدا عندما يكون هناك أكثر من وحدة لتقديم نفس الخدمة ولكن الحصول على الخدمة في حد ذاتها تنجز في عدة مراحل.
- ✓ **التصميم المختلط:** وهو عبارة عن التصميم الذي يوجد به أي من الخصائص السابقة في مرحلة معينة ثم يتغير هذا الهيكل في المرحلة التالية مع احتمال تغيره مرة أخرى وهكذا.

- **معدل تقديم الخدمة:** يمكن التمييز بين نوعين أساسيين من معدلات تقديم الخدمة كما هو الحال في عملية الوصول:

- ✓ **معدل ثابت:** يقصد بذلك أن تكون الفترة الزمنية اللازمة لتقديم الخدمة لكل الوحدات متساوية تماما.

---

[1] عبد الحميد عبد المجيد البلداوي، نجم عبد الله الحميدي، **الأساليب الكمية التطبيقية في إدارة الاعمال**، دار وائل للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2009، ص 132.

[2] محمد توفيق ماضي، **الأساليب الكمية في مجال الادارة**، الدار الجامعية للنشر والطباعة والتوزيع، الاسكندرية، سنة النشر لا توجد، ص 349.

- ✓ **معدل متغير:** وهي الحالة الأكثر واقعيا نظرا لاختلاف مواصفات الخدمة ونوعية العميل وتغير كفاءة القائمين بتقديم الخدمة مع مرور الوقت. وفي هذه الخالة يتم استخدام التوزيع الأسي في دراسة أوقات الخدمة والذي يعطى بالصيغة التالية:

$$\text{pour } t \geq 0 \qquad P(t) = \mu e^{-\mu t}$$

حيث أن:

t: زمن الخدمة.

μ : معدل الخدمة.

المطلب الثاني: التحليل الاقتصادي لنظرية صفوف الانتظار وتكاليفها

- **التحليل الاقتصادي لنظرية صفوف الانتظار:**

القرارات التي تشمل تصميم صفوف الانتظار سوف تعتمد على تقييم موضوعي لخواص عملية صف الانتظار، مثلا المدير قد يقرر أن متوسط وقت الانتظار دقيقة أو أقل وأن وجود عمليتين أو أقل في النظام يعد من الأهداف المعقولة.

من جهة أخرى قد يرغب المدير في التعرف على تكلفة عملية نظام صف الانتظار ثم يحدد القرار الخاص بتصميم النظام على أساس أقل تكلفة ممكنة للساعة أو اليوم، قبل أن يتم عمل تحليل إقتصادي لصف الإنتظار، يجب أن يتم القيام بنموذج لإجمالي التكلفة يشمل تكلفة الانتظار وتكلفة الخدمة. [1]

وللقيام بعمل هذا النموذج لإجمالي التكلفة لصف الإنتظار، سوف نبدأ بتحديد الرموز المستخدمة:

- ✓ Cw = تكلفة الانتظار لكل فترة زمنية لكل وحدة.
- ✓ L = متوسط عدد الوحدات في النظام.
- ✓ Cs = تكلفة الخدمة لكل فترة زمنية لكل مركز خدمة.
- ✓ K = عدد مراكز الخدمة.
- ✓ Tc = إجمالي التكلفة لكل فترة زمنية.

حيث أن اجمالي التكلفة هو مجموع تكلفة الانتظار وتكلفة الخدمة أي:

$$Tc = Cw * L + Cs * K$$

ويمكن التعبير عنها بطريقة أخرى كما يلي: [2]

[1] ملال ربيعة، هواري مغنية، **«فعالية استخدام صفوف الانتظار في تحسين جودة الخدمات الصحية»**، اقتصاديات الأعمال والتجارة، العدد 4، 2017، ص 43.

[2] ملال ربيعة، هواري مغنية، **المرجع نفسه**، ص44.

التكلفة الكلية = تكلفة الانتظار + تكلفة الخدمة

التكلفة الكلية = (تكلفة الانتظار لكل وحدة * متوسط عدد الوحدات في النظام)+(تكلفة الخدمة لكل منفذ * عدد المنافذ).

لكي نقوم بعمل تحليل اقتصادي لصف الانتظار، فإننا يجب أن نحصل على تحديدات معقولة لتكلفة الانتظار وتكلفة الخدمة ومن بين هاتين التكلفتين، تكون تكلفة الانتظار هي الأصعب في التقييم، ففي مشكل المطعم الذي يقدم وجبات سريعة تكلفة الانتظار لكل دقيقة ينتظرها العميل لكي يحصل على الخدمة، هاته التكلفة ليست مباشرة بالنسبة للمطعم، إذا تجاهل المطعم هاته التكلفة وسمح بوجود صفوف طويلة للانتظار سوف يحاول العملاء أن يحصلوا على الخدمة في مكان آخر، وبالتالي سيعاني المطعم من نقص المبيعات وزيادة التكلفة. [1]

تكلفة الخدمة أسهل في تحديدها، هذه التكلفة تكون متعلقة بالتكلفة المصاحبة للعملية في كل قناة تقدم الخدمة المزايا التي يحصل عليها وأي تكاليف أخرى مباشرة تصاحب عملية تقديم الخدمة في القناة.

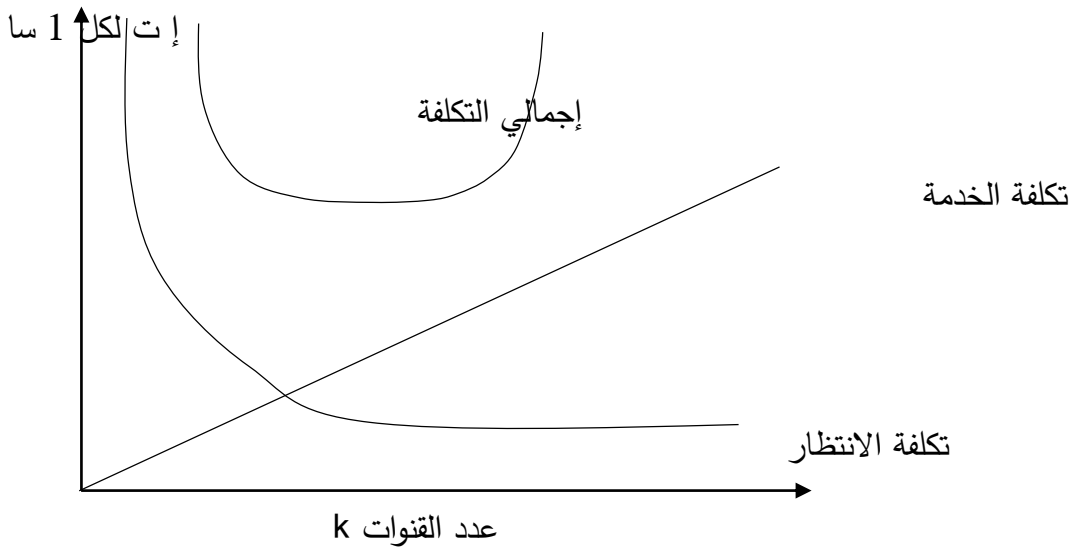
ويمكن القول بأن الهدف التقليدي من تحليل صفوف الانتظار هو تحقيق التوازن بين تكلفة تقديم مستوى معين من طاقة الخدمة وتكلفة انتظار العملاء لحين الحصول على الخدمة، من جانب آخر إنه كلما زادت طاقة الخدمة (عدد منافذ تقديم الخدمة) كلما انخفض عدد العملاء المنتظرين لحين الحصول على الخدمة وكلما انخفض وقت انتظارهم ومن ثم انخفاض تكاليف الانتظار، وبالتالي يكون الهدف من التحليل الاقتصادي لصفوف الانتظار هو تحديد مستوى معين من طاقة الخدمة يترتب عليه انخفاض التكلفة الكلية. [2]

ومن خلال هذا الشكل نلاحظ الشكل العام لتكلفة الانتظار، تكلفة الخدمة ومنحنيات إجمالي التكلفة في نماذج صف الانتظار.

[1] ملال ربيعة، هواري مغنية، **المرجع نفسه**، ص44.

[2] ملال ربيعة، هواري مغنية، **المرجع نفسه**، ص 45.

الشكل رقم 2-7: إجمالي التكلفة في نماذج صف الانتظار



المصدر: أندرسون وآخرون، **الأساليب الكمية في الادارة**، الطبعة الانجليزية (2004)، دار المريخ للنشر، الرياض، المملكة العربية السعودية 2006، ص 767.

نلاحظ من خلال الشكل أن هناك تزايدا في تكلفة الخدمة مرتبطا بزيادة عدد القنوات، أي أن هناك علاقة طردية بينهما، وبزيادة عدد القنوات يزيد مستوى تقديم الخدمة. وبالتالي تقل تكلفة الانتظار بزيادة عدد القنوات، لكن من جانب آخر تؤدي أيضا لتقليل زمن انتظار طالب الخدمة وعددهم في صف الانتظار، أي أن انخفاض تكالف الانتظار. كما يسمح الشكل بتحديد نقطة قطع بين عدد القنوات مع الحد الأدنى للتكلفة الكلية.

- **تكاليف نظام صفوف الانتظار:**

تحتل مسألة التكاليف أهمية كبيرة في نماذج صفوف الانتظار وقد وجدت صدى واسعا لها لدى متخذي القرار، وخاصة في المؤسسات الإنتاجية والخدمية التي تستخدم أعدادا كبيرة من القوى العاملة عندما تتجمع هذه الأعداد بانتظار استلام معداتها في بداية العمل أو البحث عن الأدوات الاحتياطية لدى مأمور المخزن أثناء العمل وما يمكن أن يسبب ذلك من إضاعة للوقت وما يترتب عليه من أعباء مالية. [1] وتظهر مشكلة التكاليف وكيفية معالجة تخفيضها بشكل واضح في حالة الطوابير ذات الدخول الدورية المتباينة، في حين أنها تصبح أيسر في حالة الأعمال النمطية وتقارب الأجور، وفي كلا الحالتين على متخذ القرار العمل باتجاه تخفيض وقت الانتظار على أن يأخذ الأعباء المالية والتكاليف المترتبة عن التخفيض بالاعتبار. وهنا نتطرق إلى نوعين من تكاليف صفوف الانتظار كما يلي: [2]

[1] عبد الرسول عبد الرزاق الموسوي، **المدخل لبحوث العمليات**، دار وائل للنشر، بدون سنة النشر، عمان، الأردن، ص280.

[2] مبارك عزام راوية، **دور نموذج صفوف الانتظار في تحسين جودة الخدمات الصحية**، دراسة حالة المؤسسة العمومية للصحة الجوارية ، العلمة، مذكرة ماجستير غير منشورة، كلية العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية وعلوم التسيير، جامعة سطيف، الجزائر، 2015- 2016، ص59-60.

✓ **تكاليف الانتظار Waiting Costs:**

وهي التكاليف التي تتحملها المنظمة بشكل مباشر أو غير مباشر نتيجة الوقت الذي ينفقه طالب الخدمة في الإنتظار لغاية حصوله على الخدمة. وكلما ارتفعت جودة الخدمة كلما انخفضت هذه التكلفة ويركز لها بالرمز Cw.

✓ **تكاليف الخدمة Service Costs:**

وهي تلك التكلفة المتكونة من التكاليف المباشرة وغير المباشرة التي تتحملها المنظمة عند تقديمها الخدمة بمستوى جودة معين. ويرمز لهذه التكلفة بالرمز Cs.

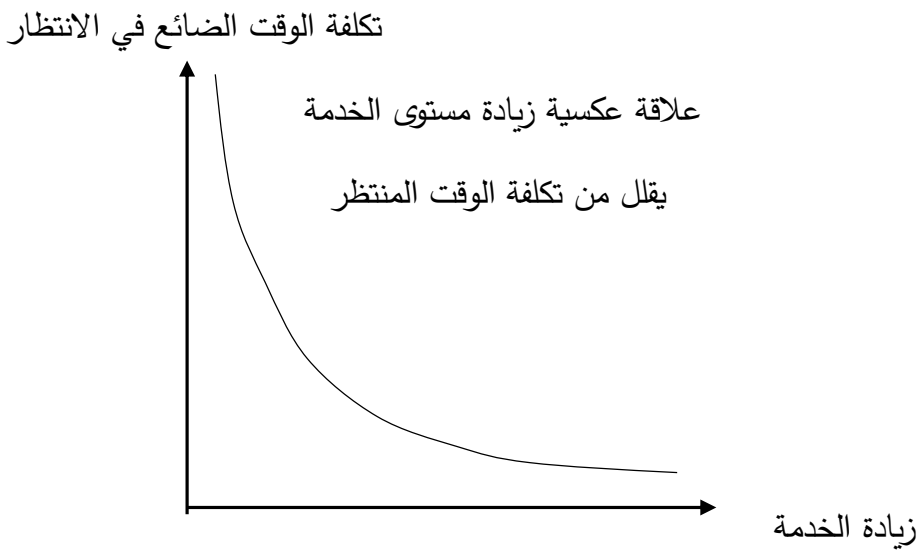
تكلفة الخدمة تكون أسهل في تحديدها، هذه التكلفة تكون متعلقة بالتكلفة المصاحبة للعملية في كل قناة تقدم الخدمة، وفي مشكلة المطعم سوف تشمل هذه التكلفة على كل من مرتب المضيف. المزايا التي يحصل عليها وأي تكاليف أخرى مباشرة تصاحب عملية تقديم الخدمة في القناة.

ويمكن القول بأن الهدف التقليدي لتحليل صفوف الانتظار هو تحقيق التوازن بين تكلفة تقديم مستوى معين من طاقم الخدمة وتكلفة انتظار العملاء لحين الحصول على الخدمة، من جانب آخر أنه كلما زادت طاقة الخدمة (عدد منافذ تقديم الخدمة) كلما انخفض عدد العملاء المنتظرين لحين الحصول على الخدمة وكلما انخفض وقت انتظارهم ومن ثم انخفاض تكاليف الانتظار. وبالتالي يكون الهدف من التحليل الاقتصادي لصفوف الانتظار هو تحديد مستوى معين من طاقة الخدمة يترتب عليه انخفاض التكلفة الكلية.

ومن أجل حل المشكل المتعرض له مشكل خط الانتظار، يجب على متخذ القرار أن يدرك العلاقة بين التكاليف المرتبطة بتقديم الخدمة (بالطاقة) الجيدة للوحدات أو الأجزاء الناتجة عن زيادة محطات تقديم الخدمة، وتكاليف انتظار الوحدات لتلقي هذه الخدمة (التكاليف المترتبة عن انتظار العميل).

وعليه يجب أن يتم تحديد مستوى الخدمة أو الطاقة الإنتاجية المثلى والتي تؤدي إلى تخفيض التكاليف الكلية أي أقل كلفة انتظار وكذلك كلفة تقديم الخدمة.

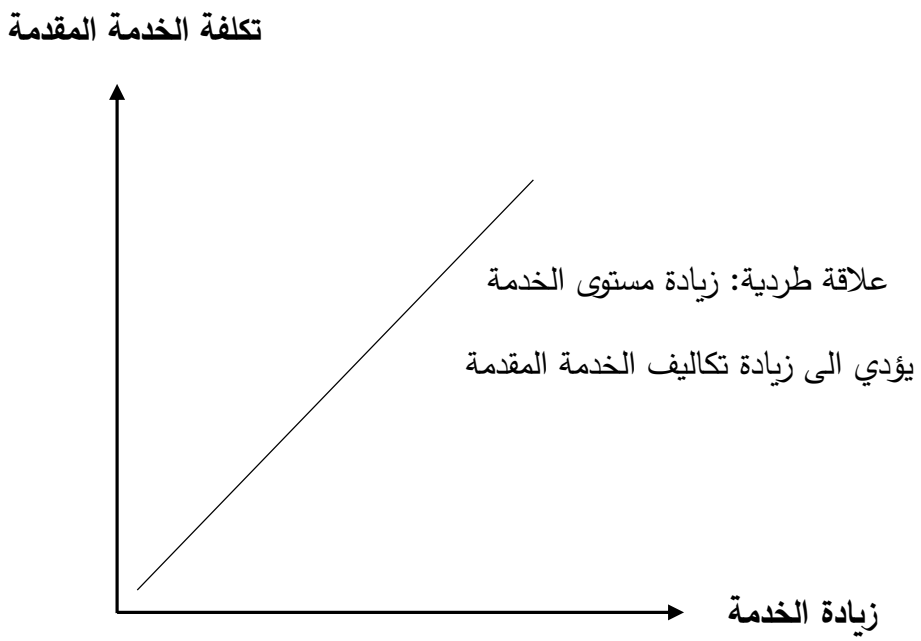
الشكل رقم 2-8: العلاقة بين مستوى الخدمة المقدمة وبين تكلفة الوقت المنتظر



المصدر: صونيا محمد البكري، **استخدام الأساليب الكمية في الإدارة**، الدار الجامعية، الإسكندرية، مصر، 1997، ص272.

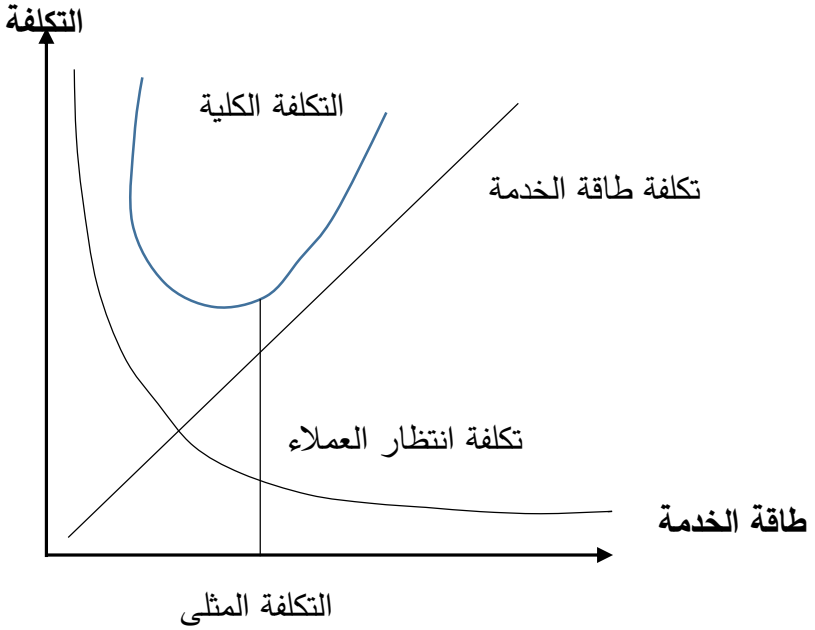
كلما زادت الطاقة كلما تناقص عدد العمال المنتظرين في الصفوف ووقت الانتظار مما يؤدي إلى تخفيض تكلفة الانتظار.

الشكل رقم 2-9: العلاقة بين مستوى الخدمة المقدمة وبين تكلفة هاته الخدمة



المصدر: صونيا محمد البكري، **استخدام الأساليب الكمية في الإدارة**، الدار الجامعية، الإسكندرية، مصر، 1997، ص272.

الشكل رقم 2-10: تحديد التكلفة المثلى لمستوى طاقة الخدمة وتكلفة انتظار العملاء



المصدر: صونيا محمد البكري، **استخدام الأساليب الكمية في الإدارة**، الدار الجامعية، الإسكندرية، مصر، 1997، ص272.

نستنتج من هذا إلى أن التكلفة في خطوط الانتظار تتمثل في: [1]

- تكلفة تزويد الخدمة تزداد بزيادة مستويات الخدمة أو قدرة مركز الخدمة بمعنى زيادة عدد محطات الخدمة أو الأفراد الذين يتولون الخدمة.
- تنخفض تكلفة زمن الانتظار كنتيجة لزيادة القدرة الخدمية.
- زمن الانتظار له تكلفة تتمثل في أجور الأفراد المتعطلين حين أداء الخدمة.

المطلب الثالث: استخدام نظرية صفوف الانتظار في الصيانة

بالرغم من وجود نوعيات كثيرة من نماذج صفوف الانتظار في مجال التطبيق العملي، فقد قام المتخصصون بوضع بعض النماذج الخاصة ببعض الحالات والتي يمكن أن يكون لها حلا رياضيا بالاعتماد على نظرية الاحتمالات، ويتم معالجة الحالات الأكثر تنوعا وصعوبة باستخدام المحاكاة اعتمادا على بعض البرامج الجاهزة أهمها GPSS. [2]

وسنعرض فيما يلي واحدا من أحد النماذج الخمسة الأكثر استعمالا وهو النموذج الذي يعالج موضوع دراستنا، ويدعى بنموذج **خدمة الآلات في ورشات الاصلاح**.

[1] المصدر: صونيا محمد البكري، **استخدام الأساليب الكمية في الإدارة، مرجع سابق**، ص270 – 273.

[2] مغبر فاطمة الزهراء، **مرجع سابق**، ص123.

- **النموذج (GD/N/N) (M/M/C) وحيث C<N:** [1]

ان تدفق الوحدات 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) ونظام الصف عام، أما العدد الأعظمي للوحدات المسموح بها في النظام واستطاعة المصدر المولد للوحدات طالبي الخدمة فهو محدد ويساوي إلى N. حيث أنه يوجد في المصنع عدد محدود من الآلات عددها الأعظمي هو N. تعمل هذه الآلات عند تعطلها كوحدات بحاجة إلى الصيانة، ويوجد في المؤسسة مصلحة الصيانة والإنتاج بها قسم الصيانة تابعة له تضم عدد من العمال ويساوي إلى C عامل (مراكز خدمة عددها C). وسعة النظام يساوي إلى عدد الآلات الموجودة في المؤسسة أي تساوي إلى N وبالتالي فإن سعة مكان الانتظار (مكان تجميع الوحدات التي ستنتظر دورها في الصيانة) تساوي الى N−C بالإضافة الى عدد العمال الموجودين في قسم الصيانة أقل من عدد الآلات في المصنع، وأن الأعطال التي تتعرض لها الآلات يفترض أنها عشوائية وتخضع لتوزيع بواسون بمعدل الأعطال λ أي أن وصول الآلات إلى ورشة الإصلاح يخضع لتوزيع بواسون بمعدل وصول λ .

إن احتمال وجود n آلة بحاجة إلى الصيانة في ورشة الإصلاح أو قسم الصيانة يعطى بالعلاقة التالية:

$$P_n = \begin{cases} \left(\frac{N}{n}\right) p^n p^0; & 0 \le n \le c \\ \left(\frac{N}{n}\right) \frac{n!\, p^n}{c!\, c^{n-c}} p_0; & C \le n \le N \end{cases}$$

$$P_0 = \left[\sum_{n=0}^{C} \left(\frac{N}{n}\right) P^n + \sum_{n=C+1}^{n} \left(\frac{N}{n}\right) \frac{n!\, p^n}{c!\, c^{n-c}} \right]$$

العدد المتوقع للآلات التي بحاجة الى الصيانة في الصف:

$$L_q = \sum_{n=C+1}^{N} (n - C) P_n; \quad \text{c>1}$$

متوسط عدد الآلات التي هي بحاجة الى الصيانة في الورشة:

$$L_s = L_q + (C - C) = L_q + \lambda_{ey}/\mu$$

حيث C متوسط عدد العمال في ورشة الإصلاح العاطلين عن العمل بسبب عدم وجود آلات معطلة وتحسب من العلاقة:

[1] مغبر فاطمة الزهراء، **المرجع نفسه**، ص123.

$$C = \sum_{n=0}^{C} (C - n)P_n$$

أما بقية المؤشرات فلا يمكن حسابها إلا بعد حساب معدل الوصول الفعلي والذي يعطى بالعلاقة التالية: $\lambda_{ef} = \mu(c - c)$ حيث أن (C–C) يمثل عدد عمال الصيانة المشغولين في حالة عمل وبالتالي فإن: متوسط زمن بقاء الآلة في الورشة : $W_S = \frac{L_S}{\lambda_{ef}}$

متوسط زمن بقاء الآلة في صف الانتظار: $W_q = W_s - \frac{1}{\mu} = \frac{L^q}{\lambda_{ef}}$

- ان تعطل عدد معين من الآلات في أوقات زمنية مختلفة تشكل صفوف الانتظار لاصلاحها وهذا ما يؤدي الى تعطيل العملية الإنتاجية وبالتالي يجب تطبيق نظرية صفوف الانتظار لتحديد عدد عمال الصيانة الأمثل لتسريع أداء الخدمة والتخفيض من التكاليف الكلية. [1]

ويمكن التوصل إلى حل مسائل الإنتظار بالطرق الرياضية التحليلية أو التمثيلية حيث يتم حساب التوزيعات الأساسية والعوامل المرتبطة بالقناة، وحتى يمكن تحليل المشكلة لابد من الحصول على المعلومات التالية:

- ✓ عدد مرات الخدمة التي تتطلبها الأقسام المختلفة خلال الوحدة الزمنية المعينة وكيفية توزيعها بين هذه الأقسام.
- ✓ النظام الذي تنفذ به الخدمة فقد تكون على أساس الأسبقية أي القسم الذي يطلب الخدمة أولا يفصل على غيره من الأقسام.
- ✓ حجم الخدمات التي تقدم في الظروف المختلفة أي إذا ما كانت صيانة روتينية أو عمرة كاملة.
- ✓ عدد وحدات الخدمة.
- ✓ كمية العمل التي يؤديها الفرد في الوحدة الزمنية المعينة وكيف يتم توزيع وقت الخدمة على الأقسام المختلفة.

وبتوفير هذه المعلومات يمكن التوصل الى الحل النموذجي حيث:

توزيع معدلات الوصول= متوسط عدد طلبات الإصلاح التي تصل الى قسم الصيانة خلال وحدة زمنية معينة. (معدل الوصول للخط).

توزيع معدلات المغادرة = متوسط عدد الطلبات التي تنفذ بقسم الصيانة خلال وحدة زمنية معينة. (معدل الخدمة لكل وحدة خدمة).

P = معامل الاستخدام.

L = متوسط عدد الوحدات في نظام خط الانتظار.

[1] بوجمعة فاطمة الزهراء، **"نظرية صفوف الانتظار كأداة لاتخاذ القرار في المؤسسة الصناعية (دراسة حالة في المجمع الصناعي للألبان بتلمسان)"**، مذكرة تخرج لنيل شهادة الماجستير في العلوم الاقتصادية، كلية العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية وعلوم التسيير، جامعة أبي بكر بلقايد بتلمسان، الجزائر، 2009/2008، ص73.

N = عدد الوحدات في نظام خط الانتظار.

Lp = متوسط عدد الوحدات المتوقفة في صف الانتظار.

W = متوسط وقت الانتظار في نظام خط الانتظار.

Wq = متوسط وقت الانتظار في الصف.

P0 = احتمال عدم وجود أي وحدة في نظام خط الانتظار.

Pn = احتمال وجود n وحدة في نظام خط الانتظار.

Λe = معدل الوصول الفعلي للخط في حالة وحدة n لصف الانتظار. ومن المعادلات المستخدمة نجد:

- ✓ حالة فرقة عمل خدمة واحدة = وصول بتوزيع بواسون خدمة بتوزيع أسي سالب تقديم الخدمة. (الأول وصولا الأول في الخدمة).

احتمال أن يكون مقدم الخدمة مشغولا. $P = \frac{\lambda}{\mu}$

احتمال عدم وجود وحدة في النظام. $P_0 = 1 - P$

احتمال وجود عدد من الوحدات (n) في النظام الوحدات تتلقى الخدمة μ الوحدات المتجمعة في الطابور:

$$Pn = P^N P; Pn = (1/U)Pn ؛$$

متوسط عدد الوخدات في خط الانتظار الذي يتم إصلاحها:

$$L = P/1 - P \rightarrow L\ \frac{\lambda/u}{1 - \lambda/u} \rightarrow L = \frac{\lambda/u}{u - \lambda/U}$$

$$L = \lambda/u - \lambda$$

متوسط عدد الوحدات في الطابور:

$$Lq = \frac{(\lambda)^2}{U(u - (\lambda))}$$

متوسط الوقت الذي تمضيه وحدة واحدة في النظام:

$$T = \frac{1}{u - \lambda}$$

متوسط الوقت الذي تمضيه وحدة واحدة في الطابور:

$$Tq = \frac{\lambda}{u(u - \lambda)}$$

✓ حالة عدد من فرق عمال الخدمة C وصف انتظار لانهائي وصول بتوزيع بواسون خدمة بتوزيع اسي سالب تقديم اول خدمة للأول وصولا، ان العلاقات الرياضية الخاصة بتعدد القنوات هي:

احتمال التعطل في قنوات تقديم الخدمة:

$$P_0 = 1 + \sum_{n=0}^{C-1} \frac{(\lambda/u)^n}{n!} + \frac{(\lambda/u)^c/c!}{1-(\lambda/Cu)}$$

متوسط عدد الوحدات المتوقعة في الطابور:

$$Lq = P_0(\lambda/u)^c \frac{P}{c!\,(1-P)} \quad \text{حيث } P = \lambda/Cu \leq 1$$

احتمال وجود n في الوحدات في النظام:

في حالة $0 \leq n \leq c$ فإن $P_n = P_0 \frac{(\lambda/u)^n}{C!}$

في حالة $n \geq c$ فإن $P_n = P_0 \frac{(\lambda/u)^c}{C!}$

متوسط غدد الوحدات المتوقعة في النظام:

$$L = L_q + \lambda/u$$

متوسط الوقت الذي تمضيه الوحدة في الطابور:

$$wq = \frac{L_q}{\lambda}$$

متوسط الوقت الذي امضيه الوحدة في النظام:

$$w = wq + \frac{1}{u}$$

خلاصة الفصل:

لقد انصب اهتمام هذا الفصل على توضيح أهم النماذج الرياضية لأنظمة صفوف الانتظار، باعتبارها أحد أساليب بحوث العمليات وإحدى الطرق العلمية والجوهر والمسار الفعال لتوجيه وأداء الأعمال والتميز الدائم في المؤسسة، فضلا عما تحتله استخداماتها في العمليات الصناعية للتغلب على مشاكل الانتظار التي ترافق بعض الأعمال فيها. فهو أسلوب من الأساليب الكمية التي يحتاجها متخذ القرار، للتوجه نحو القرار المناسب في أن يكون صف الانتظار لتلقي الخدمة أقصر ما يمكن. وعلى العموم فقد تعرض هذا الفصل إلى المفاهيم النظرية المتعلقة بموضوع دراستنا، ومن خلال ما سيأتي سنتعرض الى الدراسة الميدانية في مؤسسة مطاحن مرابط بالنعامة باعتبارها الحالة التطبيقية لهده الدراسة.

الفصل الثالث:

الدراسة التطبيقية

تمهيد:

تسعى المؤسسات الاقتصادية الجزائرية إلى تقديم منتجات بجودة عالية وبتكلفة أقل من أجل تلبية رغبات زبائنها وتحقيق أهدافها، وتعد الآلات من أهم العوامل المؤثرة في ذلك، لذلك يتطلب الأمر وجود صيانة فعالة لهذه التجهيزات حتى تحافظ على المستوى التشغيلي الجيد لوسائل الإنتاج.

وبعد الدراسة النظرية لكل من الصيانة والأساليب الكمية ومن أهمها صفوف الانتظار، كان لابد من إعطاء الصيغة العملية لهما لجعلهما أكثر موضوعية، ولأن الميدان هو المتحكم في نتائج أي دراسة علمية فقد قمنا بمحاولة اسقاط هاته المعارف النظرية التي تم التطرق لهما في الفصلين السابقين على الجانب العملي، ولذلك تم القيام بدراسة ميدانية بإحدى المؤسسات وهي مؤسسة مطاحن مرابط بالنعامة، وتعتبر من بين المؤسسات التي تشهد بيئة تتميز بالتغيير المستمر والسريع والمنافسة الشديدة، مما يجعلها معنية بالتطور ومواكبة العصر الذي تسوده.

بدأنا هذا الفصل بتوضيح منهجية الدراسة الميدانية كمبحث أول، ثم قمنا بتقديم عام للمؤسسة ثم تطرقنا لواقع الصيانة في المؤسسة محل الدراسة كمبحث ثاني، وفي المبحث الثالث تطبيق نماذج صفوف الانتظار للاختيار الامثل لعدد العمال وتقليل الزمن في خطوط الصيانة لمكائن الإنتاج.

المبحث الأول: الإطار المنهجي للدراسة

تمهيد:

حتى تتضح هذه الدراسة أكثر لابد أن نتطرق إلى مجال الدراسة ومبررات اختيار المؤسسة كدراسة الحالة والمنهج المتبع فيها والأدوات المستخدمة في جمع البيانات.

المطلب الأول: مجال الدراسة ومبررات اختيار المؤسسة

✓ **مجال الدراسة:**

الهدف من البحث هو محاولة إبراز دور صفوف الانتظار في الاختيار الأمثل لعدد العمال وتقليل الزمن في خطوط الصيانة لمكائن الإنتاج، انطلاقا من اعتبار الصيانة كأداة فعالة تستطيع المؤسسة من خلالها الحصول على منتجات ذات جودة عالية وبتكلفة أقل، مما يمكنها من اكتساب ميزة تنافسية وزيادة حصتها السوقية، لذلك تم إعداد الدراسة الميدانية في إطار من الحدود الزمانية والمكانية.

إن الهدف التطبيقي من هذه الدراسة هو:

- إبراز أهمية صفوف الانتظار في الاختيار الأمثل لعدد العمال وتقليل الزمن في خطوط الصيانة لمكائن الإنتاج.
- إثبات أن دقة عملية الصيانة تؤدي إلى جاهزية الآلة لمدة أطول وبالتالي الإنتاج دون انقطاع.
- اثبات أن تطبيق الأساليب الكمية لها دور كبير في اتخاذ القرارات الإدارية والاستراتيجية المهمة وتساعد متخذ القرار على اتخاذ القرار المثالي.

✓ **المجال المكاني للدراسة:**

هي البعد أو الإطار المكاني للدراسة وموضعها، تضمن الجانب الميداني للبحث دراسة حالة إحدى المؤسسات الانتاجية التابعة للقطاع الخاص " مؤسسة مطاحن مرابط بالنعامة " وهي مختصة في إنتاج الدقيق ومشتقاته، وقد كانت الحدود المكانية للدراسة داخليا تتركز في مصلحة الصيانة والإنتاج.

✓ **المجال الزماني للدراسة:**

المجال الزماني للدراسة هو أحد حدود البحث الرئيسية، والمقصود بالمجال الزماني للدراسة العلمية هو المدة أو الفترة التي يحتاجها الباحث في جمع المعلومات والبيانات الميدانية للدراسة، فلقد استغرقنا مدة 24 يوم من أجل الحصول على المعطيات الكافية تم خلاله القيام بعدة زيارات لمؤسسة " مطاحن مرابط " وإجراء عدة مقابلات مع مسؤولي وعمال مصلحة الصيانة والانتاج، في الفترة الزمنية الممتدة ما بين 2020/06/15 إلى 2020/07/09.

✓ **مبررات اختيار المؤسسة مجال الدراسة:**

تعتبر مؤسسة مطاحن مرابط من المؤسسات متوسطة الحجم والتي تنشط على مستوى الولاية، ومنتجاتها من أهم المنتجات الرائجة في المنطقة، كونها تعد من المواد الغذائية الأساسية ذات الطلب العالي والكبير، وهي تعتمد في عمليتها الانتاجية بشكل أساسي ورئيسي على الآلات والمعدات الصناعية وهذا ما يتماشى مع موضع بحثنا

والمتمثل في الاختيار الأمثل لعدد العمال وتقليل الزمن في خطوط الصيانة لمكائن الانتاج باستخدام نظرية صفوف الانتظار إضافة إلى أنها تسعى للحصول على شهادة الايزو مستقبلا وتوسيع نشاطها، وبالتالي فهي تعمل على تقديم الأفضل، وهذا ما يجعل منها مكانا مناسبا لتطبيق دراستنا الميدانية.

المطلب الثاني: منهج الدراسة

انطلاقا من أهداف وطبيعة الدراسة التي تستهدف معلومات كافية ودقيقة، من أجل الوقوف على الواقع العملي لأثر صفوف الانتظار في اختيار عدد العمال وتقليل الزمن في خطوط الصيانة لمكائن الانتاج في مؤسسة مطاحن مرابط، وفي ضوء الأسئلة التي سعت الدراسة للإجابة عنها تم إستخدام:

- ✓ **المنهج الوصفي التحليلي:**

يعد المنهج الوصفي التحليلي الأكثر ملائمة لطبيعة بحثنا، يقوم المنهج الوصفي التحليلي على وصف الحقائق الراهنة المتعلقة بالظاهرة المدروسة من خلال تفسير وتحليل البيانات والمعلومات التي تم جمعها بواسطة أدوات الدراسة، أملا في الوصول إلى النتائج والاستنتاجات ذات قيمة تدعم الموضوع. كما تعد المعلومات التي قدمها معلومات دقيقة للغاية، وتحدث عن الظاهرة محل الدراسة والأحداث التي مررنا بها خلال قيامنا بهذا البحث. كما فسر لنا المجال جيدا لدراسة الموضوع.

كما لعب المنهج الوصفي دورا كبيرا في شرح مختلف الظواهر العينية التي طرأت خلال قيامنا بالدراسة النظرية والميدانية، ومن خلاله قمنا باستخراج العلاقات بين الظواهر المدروسة ثم توضيحها.

- ✓ **المنهج الإحصائي:**

يعتبر المنهج الإحصائي أداة عملية مهمة في القيام ببحثنا العلمي خاصة من خلال قيامنا بالدراسة الميدانية بمؤسسة مطاحن مرابط، فلا غنى عن المنهج الاحصائي في جمع المعلومات والمعطيات الاحصائي لغرض تحليلها رياضيا.

المطلب الثالث: أدوات جمع المعلومات

للتمكن من الوصول لتحقيق أهداف هذه الدراسة تم اللجوء إلى استعمال الأدوات الآتية في تجميع البيانات والمعلومات المتعلقة بالظاهرة محل الدراسة:

- ✓ **الملاحظة:**

زيارتنا الأولى للمؤسسة محل الدراسة (مؤسسة مطاحن مرابط بالنعامة)، كانت بغية الحصول على الموافقة لإجراء الدراسة الميدانية، وبالاعتماد على الملاحظة، تمت المقابلة مع مسؤولي مصلحة الإنتاج والصيانة وشرح لهم مشكلة الدراسة والمعلومات المطلوبة للإجابة على إشكالية بحثنا، وتجوالنا في مختلف أنحاء المؤسسة طيلة 24 يوما مكننا من أن تكون لدينا نظرة عن الآلات التي تكتسبها المؤسسة وعن كيفية القيام بأعمال الصيانة ،

وهو ما ساعدنا في تكوين جملة من التساؤلات تمت صياغتها فيما بعد في شكل مقابلة إضافة إلى طرح بعض الأسئلة خارج إطار أسئلة المقابلة (شفهية).

- ✓ **المقابلة:**

خلال الزيارات الميدانية إلى المؤسسة ولاستيفاء المعلومات اللازمة، تم إجراء عدة مقابلات شخصية مع بعض المسؤولين عن مصلحة الصيانة والإنتاج، ونذكر منهم خصوصا رئيس مصلحة الصيانة والإنتاج والمهندس التابع لمصلحة الصيانة والإنتاج بالاضافة الى بعض العاملين ورئيسة مصلحة المحاسبة والمالية، وتضمنت المقابلات الشخصية طرح مجموعة من الأسئلة بغية الإجابة عليها ليتم تأكيدها أو نفيها. وفي هذا الصدد كانت مدة المقابلة مع رئيس مصلحة الصيانة والإنتاج وعمال المصلحة 3 أيام أما مدة مقابلة رئيسة مصلحة المحاسبة والمالية يومين، كما أن أسئلتنا واستفساراتنا قد لاقت تفاعلا وشرحا كافيا. وقد تضمنت المقابلات الشخصية طرح مجموعة من الأسئلة بعدما تم تصحيحها ومراجعتها من قبل الأستاذة المشرفة، وتضمنت هذه الأسئلة عدة محاور لتجيب على جوانب الغموض والاستفسار لموضوع الدراسة وهذه المحاور هي:

- ✓ المحور الأول: يختص بمكانة الصيانة في مؤسسة مطاحن مرابط.
- ✓ المحور الثاني: يختص بالصيانة الوقائية في مؤسسة مطاحن مرابط.
- ✓ المحور الثالث: يختص بالصيانة العلاجية في مؤسسة مطاحن مرابط.
- ✓ المحور الرابع: يختص بالعملية الإنتاجية في مؤسسة مطاحن مرابط.
- ✓ المحور الخامس: يختص بآلات وتجهيزات مؤسسة مطاحن مرابط.
- ✓ المحور السادس: يختص بتقييم نماذج صفوف الانتظار لكل آلة.
- ✓ المحور السابع: يختص بتقييم نماذج صفوف الانتظار لكل عامل.

- ✓ **وثائق المؤسسة:**

تم استخدام وثائق المؤسسة الممنوحة لنا خلال فترة الدراسة الميدانية من اجل إثراء الموضوع واستكمالا للاستجوابات التي تم الحصول عليها من المقابلات والملاحظات ونذكر منها:

- ✓ البطاقة التقنية للمؤسسة.
- ✓ الهيكل التنظيمي للمؤسسة.
- ✓ بعض المعلومات والاحصائيات عن الآلات.
- ✓ مخطط توضيحي عن سيرورة الإنتاج في المؤسسة.
- ✓ صور الآلات.

والإجابة على التساؤلات المطروحة والخاصة بـ:

- ✓ معلومات مختلفة حول المؤسسة من دائرة الموارد البشرية.
- ✓ مختلف مصاريف دائرة الصيانة من قطع غيار، ساعات العمل في أعمال الصيانة، عدد التوقفات المبرمجة وغير مبرمجة، عدد الأعطال.

✓ الزمن المستغرق لاصلاح الآلات عند حدوث العطل.

ولقد تم الاستفادة من المعلومات المتحصل عليها لاستكمال الدراسة الميدانية في مؤسسة مطاحن مرابط.

المبحث الثاني: التعريف بالمؤسسة محل الدراسة

المطلب الأول: التعريف بمؤسسة مطاحن مرابط – النعامة –

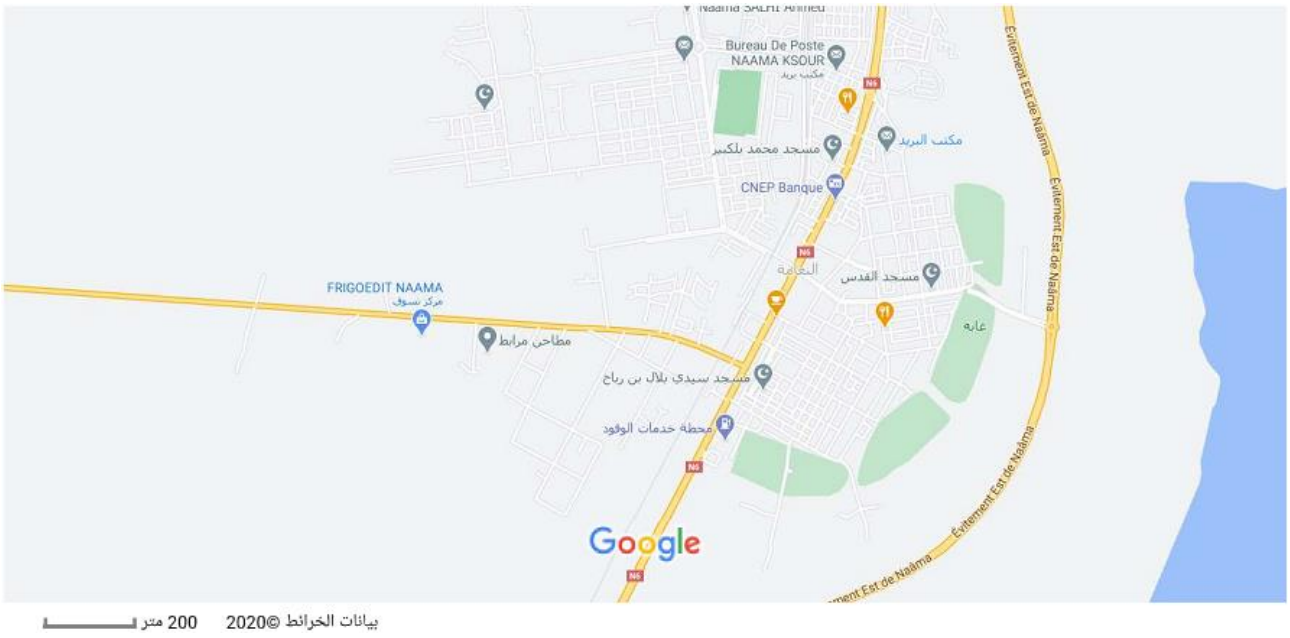
1 نشأة المؤسسة:

تم تشغيل مطاحن مرابط لأول مرة سنة 2007 في جويلية وهي شركة ذات مسؤولية محدودة، وقدر رأس مال الشركة حوالي 80.000.000 دج، وتبلغ مساحتها الإجمالية 20000 م2 منها 728م2 مغطاة.

2 المقر الاجتماعي:

تقع مطاحن مرابط بالنعامة على بعد 02 كلم عن وسط المدينة على جهة الجانب الغربي للطريق الوطني رقم 6 في المنطقة الصناعية بالنعامة، حيث تملا العديد من السيارات والعديد من المسافرين عبر هذا الطريق وهذا ما ينعكس إيجابا على المؤسسة.

الشكل رقم 3-1: موقع مؤسسة مطاحن مرابط على خريطة GOOGLE.



ويمكن تقديد مطاحن مرابط في شكل بطاقة فنية موضحة في جدول كما يلي:

الجدول رقم 3-1: البطاقة التقنية للمؤسسة

إسم المؤسسة	مطاحن مرابط
العنوان	المنطقة الصناعية النعامة،
رقم السجل	8222720B07-100/45
السجل القانوني	شركة ذات المسؤولية المحدودة
المساحة الكلية	20000 متر مربع
المساحة المبنية	728 متر مربع
سعة الإنتاج	480 قنطار/ اليوم
الإنتاج اليومي	192 قنطار/ اليوم
العدد الكلي للعمال	40 عامل
المورد	تعاونية الحبوب والبقول الجافة بالغرب / سعيدة
الفحص الطبي	دوري بمعدل مرة واحدة كل سنة

المصدر: من **إعداد الطالب** بالاعتماد على المعلومات المقدمة من إدارة المؤسسة

3 قدرات المؤسسة:

✓ **قدرة الطحن:** تتوفر المؤسسة على قدرة طحن لكل من القمح الصلب والقمح اللين يمكن توضيحها في الجدول التالي:

الجدول رقم 3-2: قدرة الطحن اليومية لمطاحن مرابط بالنعامة

القمح الصلب	**1000 قنطار**
القمح اللين	**500 قنطار**
المجموع	**1500 قنطار**

المصدر: من **إعداد الطالب** بالاعتماد على المعلومات المقدمة من مصلحة الصيانة والإنتاج.

✓ **القدرة الإنتاجية:** تستطيع المؤسسة انتاج السميد والقمح بقدرة انتاج نوضحها في الجدول التالي:

الجدول رقم 3- 3: قدرة الإنتاج اليومية بالنسبة لمطاحن مرابط

السميد	700 قنطار
الدقيق	390 قنطار
المجموع	1090 قنطار

المصدر: من **إعداد الطالب** بالاعتماد على المعلومات المقدمة من مصلحة الصيانة والإنتاج.

✓ **قدرة تخزين المادة الأولية:** تقوم المؤسسة بتخزين كميات معتبرة من القمح نوضحها في الجدول التالي:

الجدول رقم 3-4: قدرة التخزين اليومية للقمح بالنسبة لمطاحن مرابط

القمح الصلب	36000 قنطار
القمح اللين	36000 قنطار
المجموع	72000 قنطار

المصدر: من **إعداد الطالب** بالاعتماد على معلومات مقدمة من مصلحة الإدارة والإنتاج.

✓ **قدرة نقل المواد الأولية:**

الجدول رقم 3-5: قدرة نقل المواد الأولية

عدد الشاحنات	6
حمولة الشاحنة الواحدة	250 قنطار
المجموع	1500 قنطار

المصدر: من **إعداد الطالب** بالاعتماد على معلومات مقدمة من مصلحة الصيانة والإنتاج.

تختص مؤسسة مطاحن مرابط بإنتاج نوعين من المنتوجات الدقيق والسميد، والتي تعتبر مهمة لسكان المنطقة، والمواد الأولية التي تدخل في صناعة هذا المنتوج نوعين من القمح، القمح اللين الذي يخصص لإنتاج الدقيق، والقمح الصلب يخصص لإنتاج السميد.

تقوم المؤسسة بجلب المادة الأولية والمتمثلة في القمح من تعاونية الحبوب والبقول الجافة بالغرب من ولاية سعيدة.

تبلغ الطاقة الإنتاجية للوحدة ب 1090 قنطار من سميد وفرينة، تشتمل الوحدة على مخازن تقدر طاقة تخزينها بـ 72000 قنطار من المادة الأولية من القمح اللين والقمح الصلب ومخازن تقدر طاقتها ب 6000 قنطار من السميد والفرينة.

4 أهداف المؤسسة:

تتلخص أهداف المؤسسة فيما يلي:

✓ **أهداف المنتوج:**

- ✓ تقديم منتوج فعال يؤدي وظيفته ويحظى بثقة المستهلك.
- ✓ التحكم في الوزن وأفضل مستوى جودة ممكن.

✓ **أهداف إجتماعية:**

- ✓ تقريب المنتوج من المستهلك.
- ✓ التكفل بظروف وانشغالات العمال.
- ✓ التسيير الأحسن للموارد البشرية في المؤسسة.
- ✓ سد حاجات المستهلك من مادتي السميد والفرينة.
- ✓ محاولة كسب رضا الزبائن والحصول على ولائهم بأقل تكلفة وجودة عالية.
- ✓ محاولة القضاء على المشاكل الزائدة داخل المؤسسة مثل: مشاكل الإنتاج ومشاكل التوزيع والاتصال.

- ✓ **أهداف إقتصادية:**
  - ✓ المحافظة على حصة لمؤسسة في السوق ومحاولة كسب حصص سوقية جديدة.
  - ✓ كسب رهان المنافسة من خلال التوسع.
  - ✓ رفع معدل نمو نشاط المؤسسة.
  - ✓ تعظيم الربح عن طريق الفرق بين سعر البيع والتكلفة النهائية.
  - ✓ زيادة الإنتاجية عن طريق الاستعمال الأمثل لوسائل الإنتاج وتحسين نوعيتها.
  - ✓ المساهمة في بناء وتطوير الاقتصاد الوطني.

5 تنظيم المؤسسة

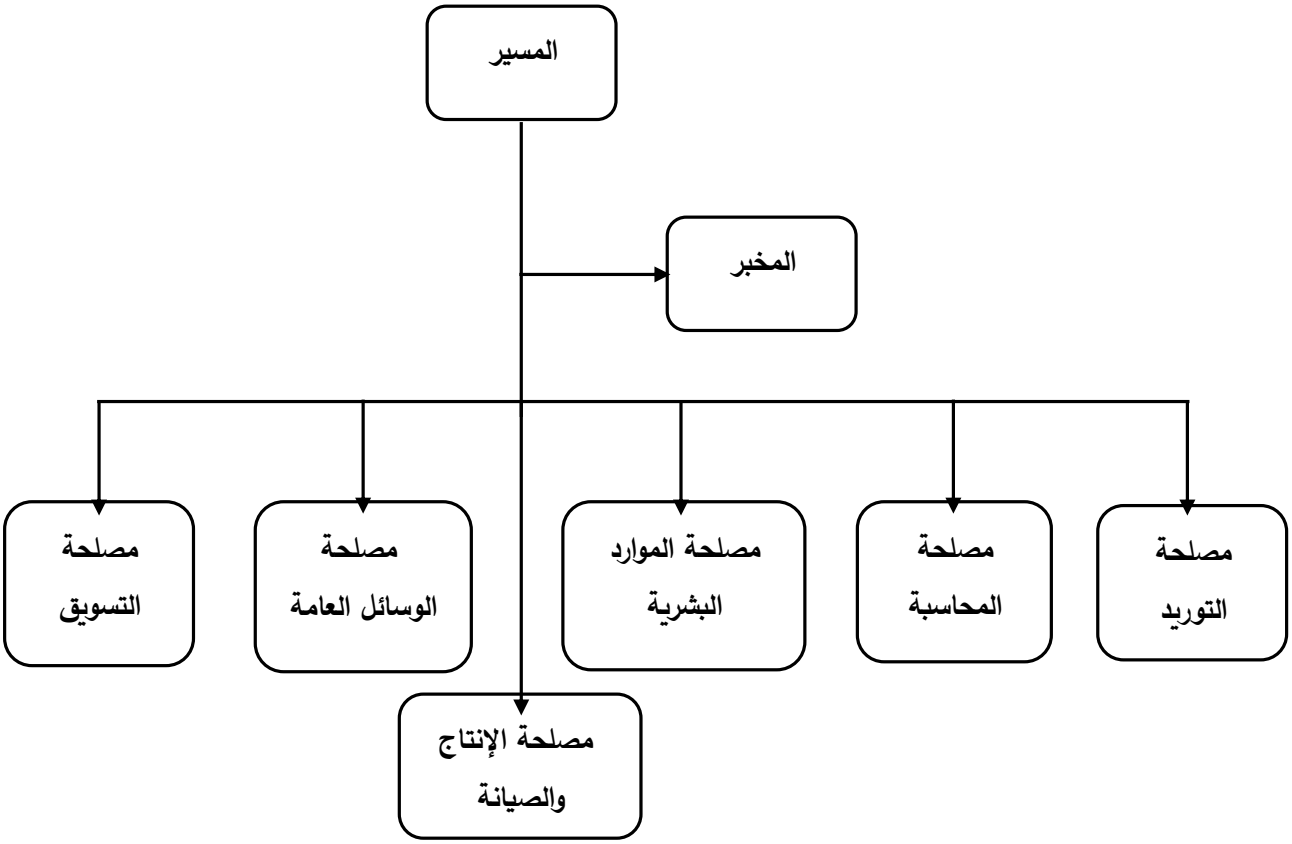
- ✓ **الهيكل التنظيمي لمؤسسة مطاحن مرابط:**

يقصد بالهيكل التنظيمي للمؤسسة البناء أو الإطار الذي يحدد الإدارات أو الأجزاء الداخلية فيها، فهو يبين التقسيمات التنظيمية والوحدات والفروع التي تقوم بالأعمال والأنشطة التي يتطلبها تحقيق أهداف المؤسسة، كما أنه يحدد السلطة التدريجية ومواقع اتخاذ وتنفيذ القرارات الإدارية.

يتأثر الهيكل التنظيمي لأي مؤسسة بعدة عوامل هي: حجم المؤسسة أو الوحدة الصناعية ومدة حياتها ومكان عملها ودرجة التخصص اللازمة لها والقدرات الإنسانية التي تحتاجها ونوعية التكنولوجيا التي تستخدمها والظروف البيئية التي تعمل بها.

ويمكن توضيح الهيكل التنظيمي للمؤسسة من خلال الشكل الآتي:

الشكل رقم 3-2: الهيكل التنظيمي للمؤسسة



المصدر: **إدارة المؤسسة**

- ✓ **مهام مصالح المؤسسة:**

سيتم شرح مختلف المصالح في المؤسسة:

- ✓ **المسير:** هو الذي يشرف على تسيير المؤسسة، مهمته الأساسية هي التنسيق بين مختلف مصالح المؤسسة ولهذا توكل له عدة مهام أهمها:
  - الاتصال بكل السلطات المعنية بنشاط المؤسسة.
  - التنسيق بين كل مصالح المؤسسة.
  - يقوم بالربط بين جميع الأقسام الداخلية وينسق بينها.
- ✓ **المخبر:** حيث يهتم بنوعية المادة الأولية المشتراة، ونوعية الإنتاج وفق المعايير المحددة وطنيا أو دوليا سواء أكانت هذه المعايير قانونية متمثلة في سير العملية الإنتاجية والخدمية، أو معايير إنتاجية متمثلة في جودة المنتوج.
- ✓ **مصلحة التوريد:** هذه المصلحة خاصة بدخول المواد الأولية واللوازم الخاصة بعملية الاستغلال وتنقسم إلى فرعين هما:
  - فرع المعايرة وشراء الحبوب: ومهمته شراء الحبوب ومعايرتها.

- فرع المشتريات: وهذا الفرع خاص بتسجيل كل عمليات الشراء.

✓ **مصلحة المحاسبة والمالية:** تعتبر من أهم النشاطات وأكثرها حيوية، حيث أن لها علاقة مع جميع المصالح الأخرى ويقع على عاتقها تسجيل كل العمليات المتعلقة بالنشاط التجاري مع الوحدات وتتفرع هذه المصلحة إلى:

- فرع المالية والصندوق.
- فرع المحاسبة العامة.
- فرع محاسبة المبيعات.
- فرع المحاسبات.

✓ **مصلحة الموارد البشرية (المستخدمين):** لها علاقة مباشرة مع العمال حيث تهتم بتسيير وإدارة الشؤون الإدارية للعمال وكيفية تنظيم الموارد البشرية داخل الوحدة بكيفية تتماشى مع متطلبات العمل من أجل تكييف الوسط العمالي، وتتفرع هذه المصلحة إلى:

- فرع تسيير المستخدمين.
- فرع الخدمات الاجتماعية.

✓ **مصلحة الوسائل العامة:** من مهامها:

- متابعة جميع الأشغال والترميمات التابعة للمؤسسة.
- المتابعة الميدانية للاستثمارات.

✓ **مصلحة التسويق:** بعد خروج المنتوج من الدورة الإنتاجية تقوم هذه المصلحة ببيع وتصريف المنتوج وتنقسم إلى قسمين:

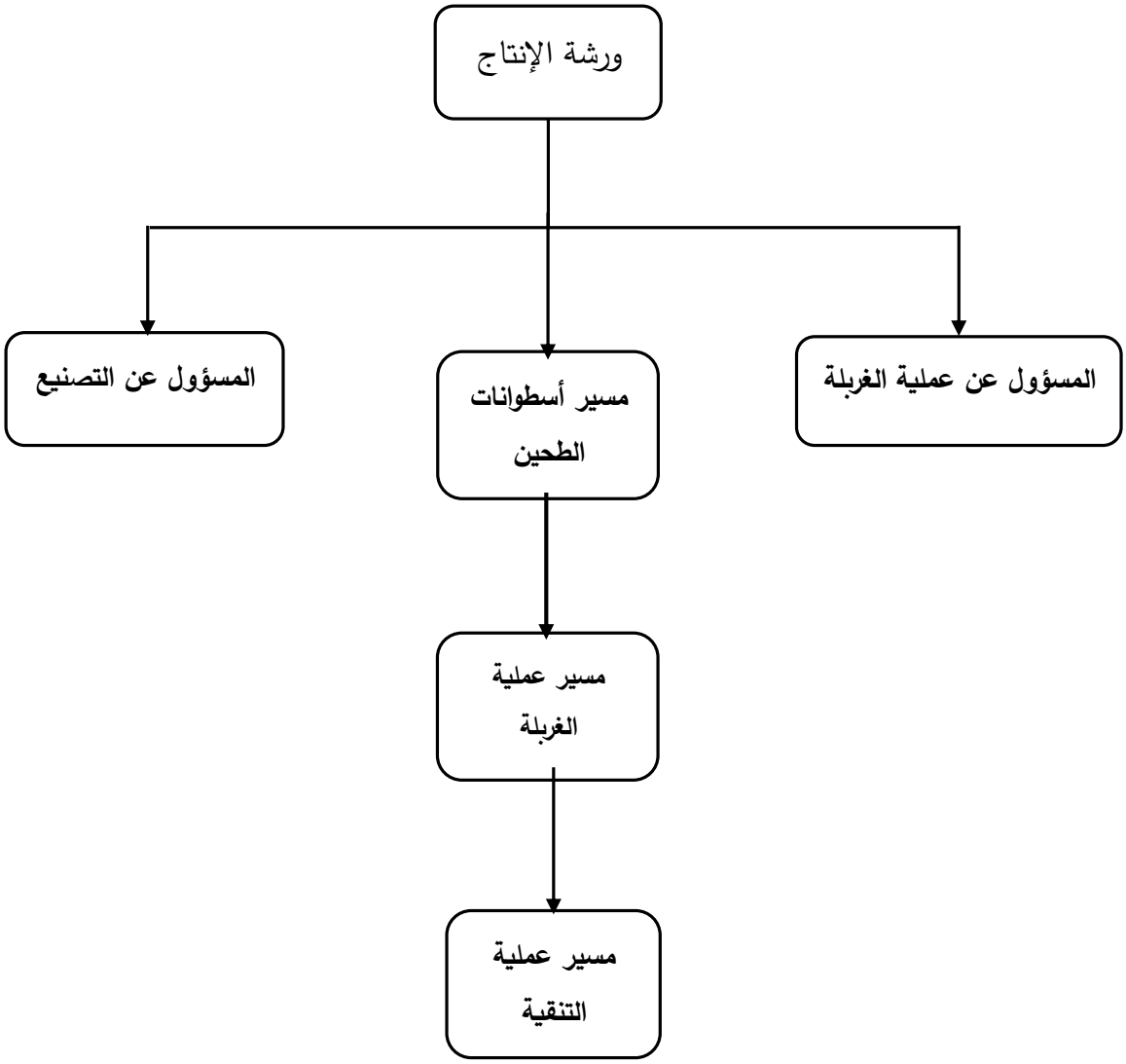
- فرع التوزيع: يقوم ببيع المنتجات حسب الزبائن الموقعين على دفاتر التوريد عبر المراكز الموجودة تحت تصرفها.
- فرع المبيعات: وهو مكلف بتسجيل كل عمليات البيع التي قام بها فرع التوزيع.

✓ **مصلحة الصيانة والإنتاج:** تعتبر من أهم المصالح في المؤسسة باعتبارها تحتوي على قسمين حيويين في المؤسسة (الإنتاج والصيانة)، يمكن تقسم هذه المصلحة الى فرعين:

- **فرع الإنتاج:** مهمتها مختصة بالعملية الإنتاجية الكاملة أي من دخول المادة الأولية إلى خروجها كمنتج نهائي مرورا بكل دورات العملية الإنتاجية وتهتم برسم وتنظيم مخطط الإنتاج وعمليات تنفيذه في ورشات الإنتاج والعمل على احترام كل مراحل الإنتاج وطرق تنفيذها محددة علميا.
- **فرع الصيانة:** وهذا الفرع مهمته إصلاح الأعطال بالآلات الإنتاج وتشغيل هذه الأجهزة 24 سا/ 24 سا وتتفرع هذه المصلحة إلى:
- **فرع الالكتروميكانيك:** ومهمته صيانة التجهيزات الكهربائية.
- **فرع الميكانيك:** ومهمته صيانة الآلات من الأعطال.

المطلب الثالث: مراحل الإنتاج في مؤسسة مطاحن مرابط

الشكل رقم 3-3: المخطط الهيكلي لورشة الإنتاج



المصدر: من **إعداد الطالب** بالاعتماد على معلومات مقدمة من مصلحة الصيانة والانتاج.

1 مدخلات ومخرجات النظام الإنتاجي:

سنقوم بعرض المنتجات التي تقوم مؤسسة مرابط بإنتاجها كمخرجات لنظامها الإنتاجي والمواد الأولية التي تعتمد عليها في العملية الإنتاجية كمدخلات لنظامها الإنتاجي.

- **مخرجات النظام الإنتاجي:** تقوم مؤسسة مطاحن مرابط بإنتاج ما يلي:
  - ✓ السميد العادي.
  - ✓ السميد الممتاز.
  - ✓ السميد الممتاز الرفيع.

- ✓ السميد الكامل (العولة).
- ✓ السميد الخشن.
- ✓ فرينة العادية (للخبازين).
- ✓ فرينة ممتازة.
- ✓ فرينة ناتجة عن السميد.
- ✓ النخالة الحمراء (الناتجة عن القمح اللين).
- ✓ النالة البيضاء (الناتجة عن القمح الصلب).

- **مدخلات النظام الإنتاجي:** تتمثل مدخلات النظام الإنتاجي من المواد الأولية في:

- ✓ القمح اللين.
- ✓ القمح الصلب.

وتتعامل المؤسسة مع موردها الوحيد تعاونية الحبوب والبقول الجافة بالغرب / سعيدة، والذي يقد لها معلومات عن مصدر القمح ونوعيته.

2 تحديد المكائن والتجهيزات التي لها علاقة بالعملية الإنتاجية:

انطلاقا من الجولات الميدانية داخل المطحنة والمقابلات التي تمت مع مسؤولي الصيانة والإنتاج تم تحديد قائمة المكائن والآلات التي لها علاقة مباشرة بالعملية الإنتاجية بالمؤسسة حسب الأقسام كما يلي:

- **قسم الاستقبال:** ويشمل على التجهيزات التالية:

- ✓ ناقل أفقي،
- ✓ ناقل عمودي،
- ✓ ميزان ذو سعة كبيرة (500 كلغ).
- ✓ غربال آلة الفصل بين القمح والشوائب الكبيرة.
- ✓ خلايا تخزين القمح.

- **قسم التنظيف:** ويشمل على:

- ✓ ناقل أفقي.
- ✓ ناقل عمودي.
- ✓ ميزان ذو سعة متوسطة (50 كلغ).
- ✓ غربال آلة الفصل.
- ✓ غربال نازع الحصى وساحب الغبار.
- ✓ مصنف القمح.

- ✓ آلة المعالج (وهي آلة تقوم بالتخلص من الحبات غير الصالحة وتعمل في مرحلتين: التخلص من حبة القمح الدائرية TGR، التخلص من حبة القمح الطويلة TGL).
- ✓ المشط (دوره وضع ثقوب صغيرة على حبات القمح من أجل المساعدة على دخول الماء في الحبات).
- ✓ غربال ساحب الغبار.
- ✓ آلة غسل القمح.
- ✓ خلايا الراحة.

- **قسم الطحن:** وهذا بدوره يحتوي على التجهيزات التالية:

للحصول على الفرينة:

- ✓ ناقل أفقي.
- ✓ ناقل عمودي.
- ✓ ميزان (40 كلغ).
- ✓ سلسلة آلات الدرافيل (ودورها الطحن للحصول على الفرينة).
- ✓ فاصل الفرينة (وهو آلة تعمل على منع التصاق الفرينة).
- ✓ ساحب عن طريق ضغط الهواء.
- ✓ غرابيل (مناخيل).
- ✓ غرابيل تصنيف.
- ✓ ميزان أحجام مختلفة (5 كلغ، 12 كلغ، 25 كلغ).

للحصول على السميد:

- ✓ ناقل أفقي.
- ✓ ناقل عمودي.
- ✓ ميزان (40 كلغ).
- ✓ سلسلة آلات الدرافيل (ودورها الطحن للحصول على السميد).
- ✓ ساحب عن طريق ضغط الهواء.
- ✓ غرابيل (مناخيل).
- ✓ غرابيل تصنيف.
- ✓ ميزان أحجام مختلفة (5 كلغ، 12 كلغ، 25 كلغ).

- **قسم التخزين:** ويشمل على:

- ✓ ساحب عن طريق ضغط الهواء (يقوم بسحب الفرينة والسميد بأنواعهما إلى خلايا التخزين باستخدام ضغط الهواء).
- ✓ خلايا تخزين (دورها تخزين السميد والفرينة).

- ✓ ناقل أفقي.
- ✓ ساحب عن طريق ضغط الهواء.
- ✓ ميزان أحجام بتكلفة (10كغ، 25كغ، 50كغ).
- ✓ ناقل أفقي بواسطة (Tapie يقوم بنقل أكياس الفرينة والسميد إلى الشاحنات).

3 مراحل العملية الإنتاجية:

إن نظام العمل في الوحدة هو نظام الإنتاج المستمر، الإنتاج لمدة 24 ساعة دون توقف لجميع أيام الأسبوع عدا يومي الجمعة والسبت، وتضم عملية الإنتاج خطين إنتاجيين، خط انتاج الدقيق وخط انتاج السميد ولهما نفس المراحل الإنتاجية. يتكون خط الإنتاج من عمليتين رئيسيتين، عملية التنقية Nettoyage، والطحن Moutur. تتكون عملية التنقية من مرحلتين أساسيتين، مرحلة التنقية الجافة، ومرحلة التنقية الرطبة (بالماء) Nettoyage sec et Nettoyage Humide. ويمكن توضيح مختلف مراحل الإنتاج فيما يلي:

- **مرحلة التنقية Nettoyage :**

تضم مرحلة التنقية مرحلتين، مرحلة التنقية الجافة ومرحلة التنقية الرطبة بالماء.

✓ **التنقية الجافة Nettoyage sec :**

تعتبر هذه المرحلة من أهم المراحل إذ يتم فيها تنقية القمح من كل الملوثات والأجسام الغريبة والغبار والأتربة والتي تتم بعدة آلات:

- **Separateur de Nettoyage:**

التي تعمل على فرز الملوثات ذات الحجم الكبير، الحجارة، الخيوط، وكل الاجسام الغريبة خفيفة الوزن.

- **Les Appreils Magnetiques:**

وهي آلات مغناطيسية التي تعمل على فرز وإلغاء الأشياء غير المرغوبة المعدنية (الحديدية).

- **Les Epierreurs:**

وهي آلة مختصة في نزع الحجارة.

✓ **التنقية الرطبة Nettoyage Humide:**

وهي عملية تنقية وتنظيف حبوب القمح باستعمال الماء، ويتم إنجاز هذه العملية باستعمال الآلات التالية:

- **Laveuse Essoreuse:**

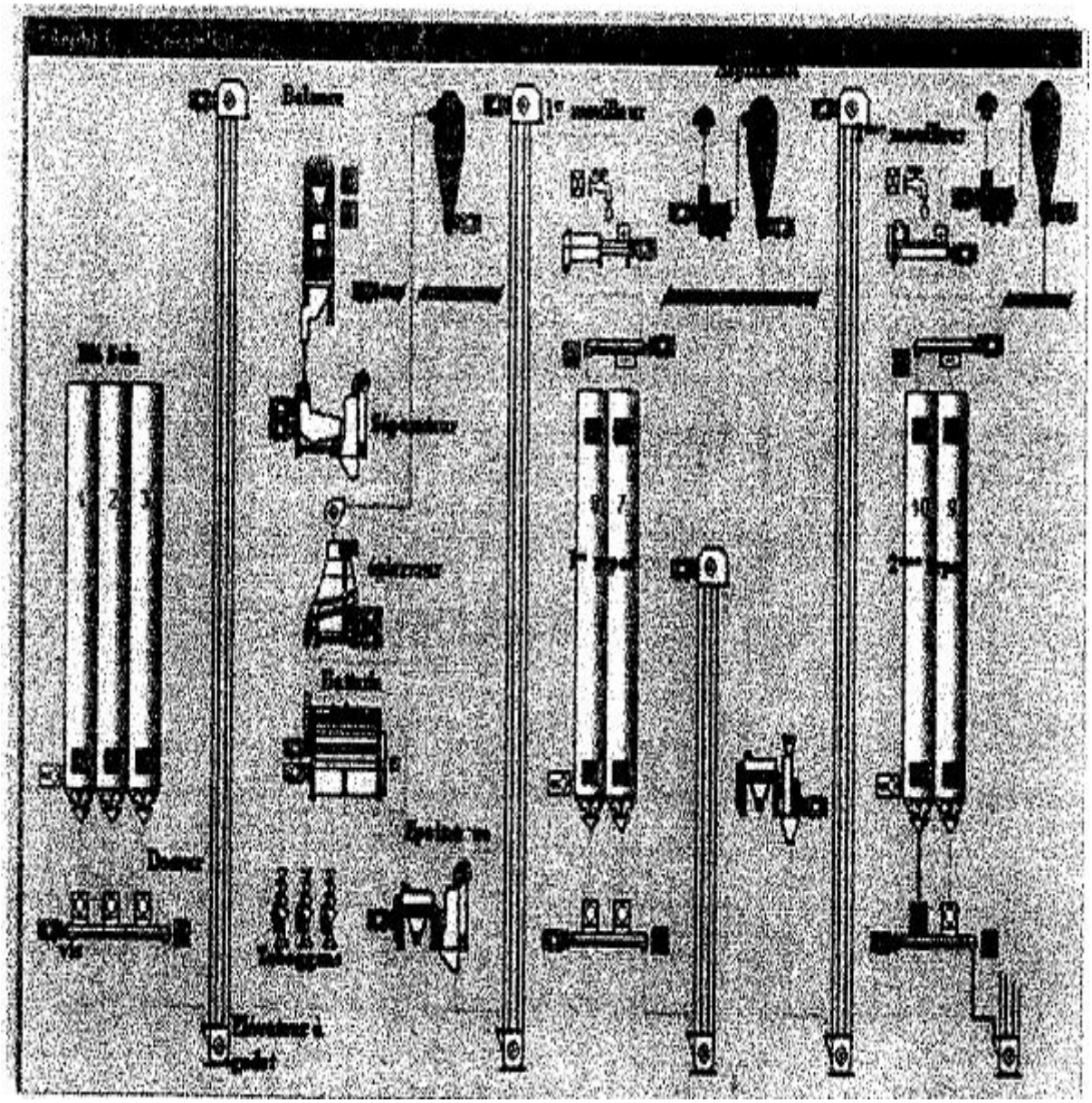
وهي آلة غسل تقوم بعملية تنظيف من مختلف الملوثات كالأتربة والغبار باستعمال الماء مع تجفيفه.

بعد عملية الغسل يترك القمح لفترة راحة أولية، تدوم بالنسبة للقمح اللين ب 18 ساعة، وبالنسبة للقمح الصلب ب 15 ساعة.

- **Mouilleur Priverisateur:**

وهي عملية تبليل القمح، حيث بعد انتهاء فترة الراحة الأولى، يتم إضافة كميات من الماء تحدد حسب نتائج التحاليل التي يقوم بها المخبري، وهذا من أجل تسهيل عملية الطحن. وبعد عملية التبليل يترك القمح مرة أخرى في فترة راحة (18 ساعة القمح اللين، 15 ساعة القمح الصلب)، و في ما يلي شكل توضيحي لعملية التنقية:

الشكل رقم 3-4: عملية التنقية



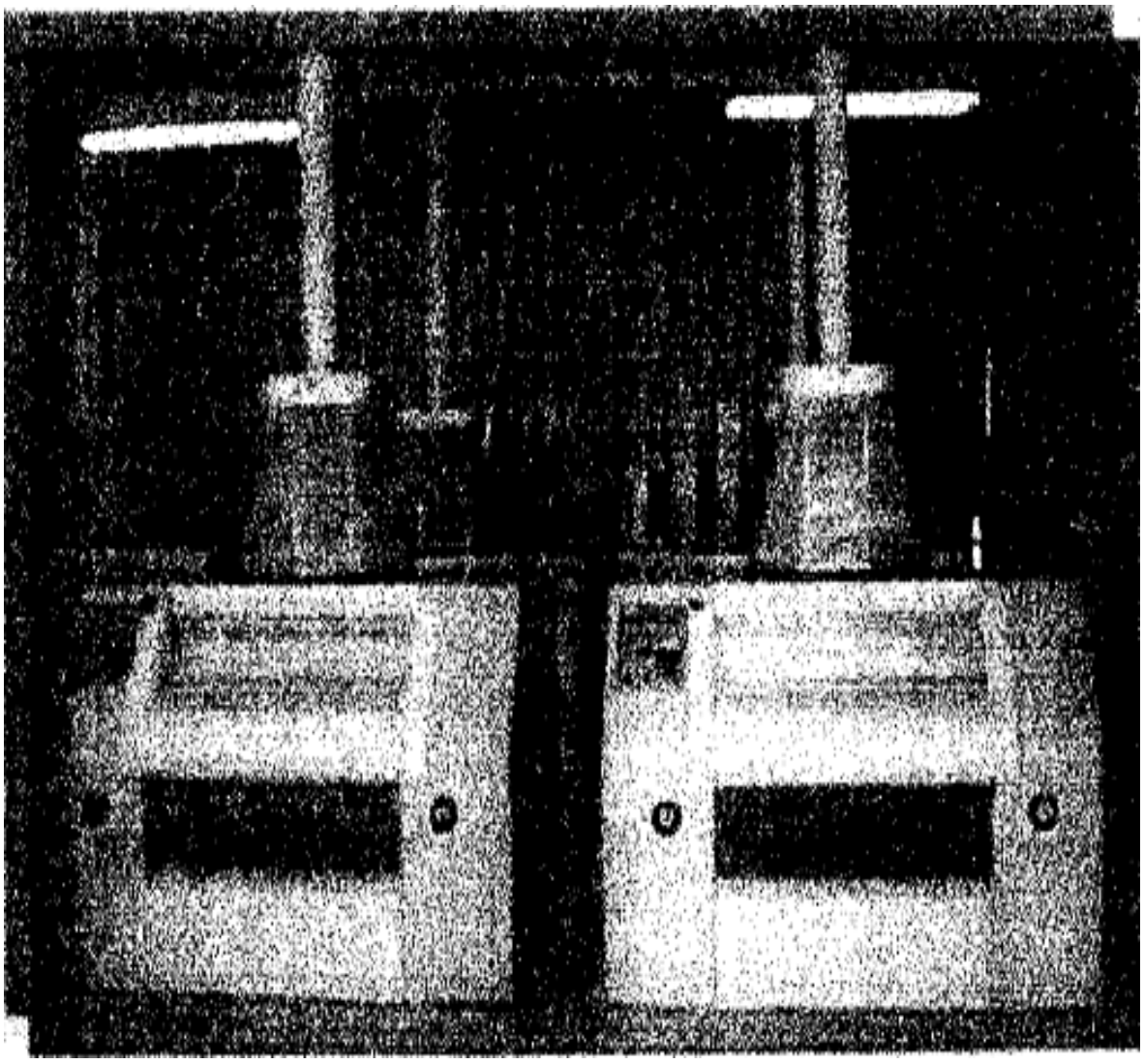
المصدر: **مصلحة الصيانة والانتاج**

- **مرحلة الطحن Motoure:**

عملية طحن القمح بنوعيه الصلب واللين، تشتمل على الآلات وأسطوانات للطحن Cylindres، وآلات أخرى لعملية الغربلة والفرز Sasseurs et Plansichers.

والشكل التالي يوضح آلة الطحن Cylindres:

الشكل رقم 3-5: آلة الطحن



المصدر: **مصلحة الصيانة والانتاج**

- ✓ **Epointeuse :**

تعمل هذه الآلة على نزع قشور القمح لتهيئته لمرحلة الطحن.

- ✓ **Mouilleur de Correction :**

وهي عملية تبليل القمح من جديد، وهي ضرورية من اجل الحصول على نسبة الرطوبة اللازمة.

- ✓ **Plansichters :**

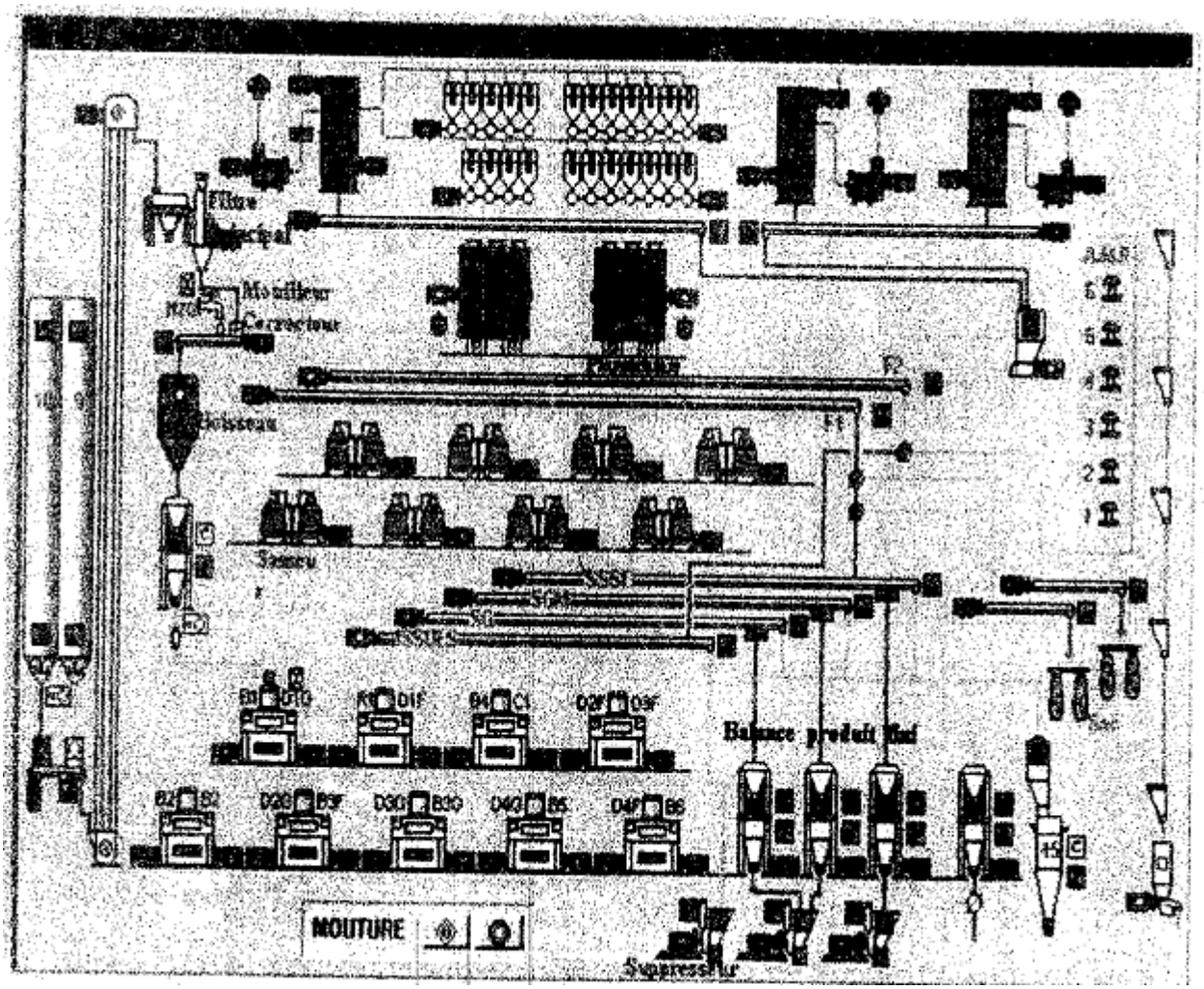
تعمل هذه الآلة على تقسيم القمح المطحون الناتج عن عملية الطحن إلى أصناف مختلفة (عملية الغربلة)، واستخراج الدقيق، وإعادة ما يعاد طحنه ليصبح في النهاية دقيق أو سميد.

- ✓ **Sasseurs :**

تقوم بعملية استخراج المنتوج النهائي (دقيق، سميد) وفرزها عن المعاب منها.

الشكل التالي توضيح لعملية الطحن لاستخراج الدقيق:

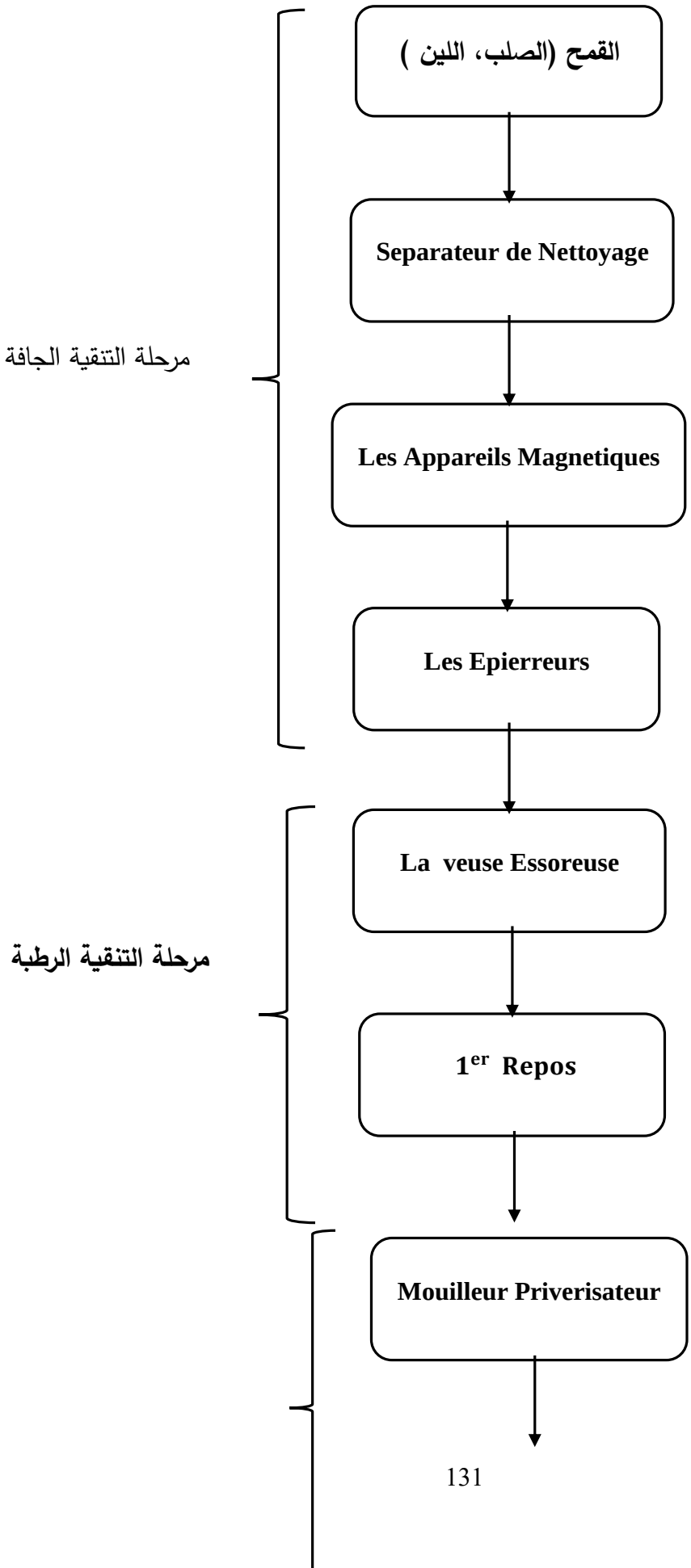
الشكل رقم 3-6: عملية استخراج الدقيق

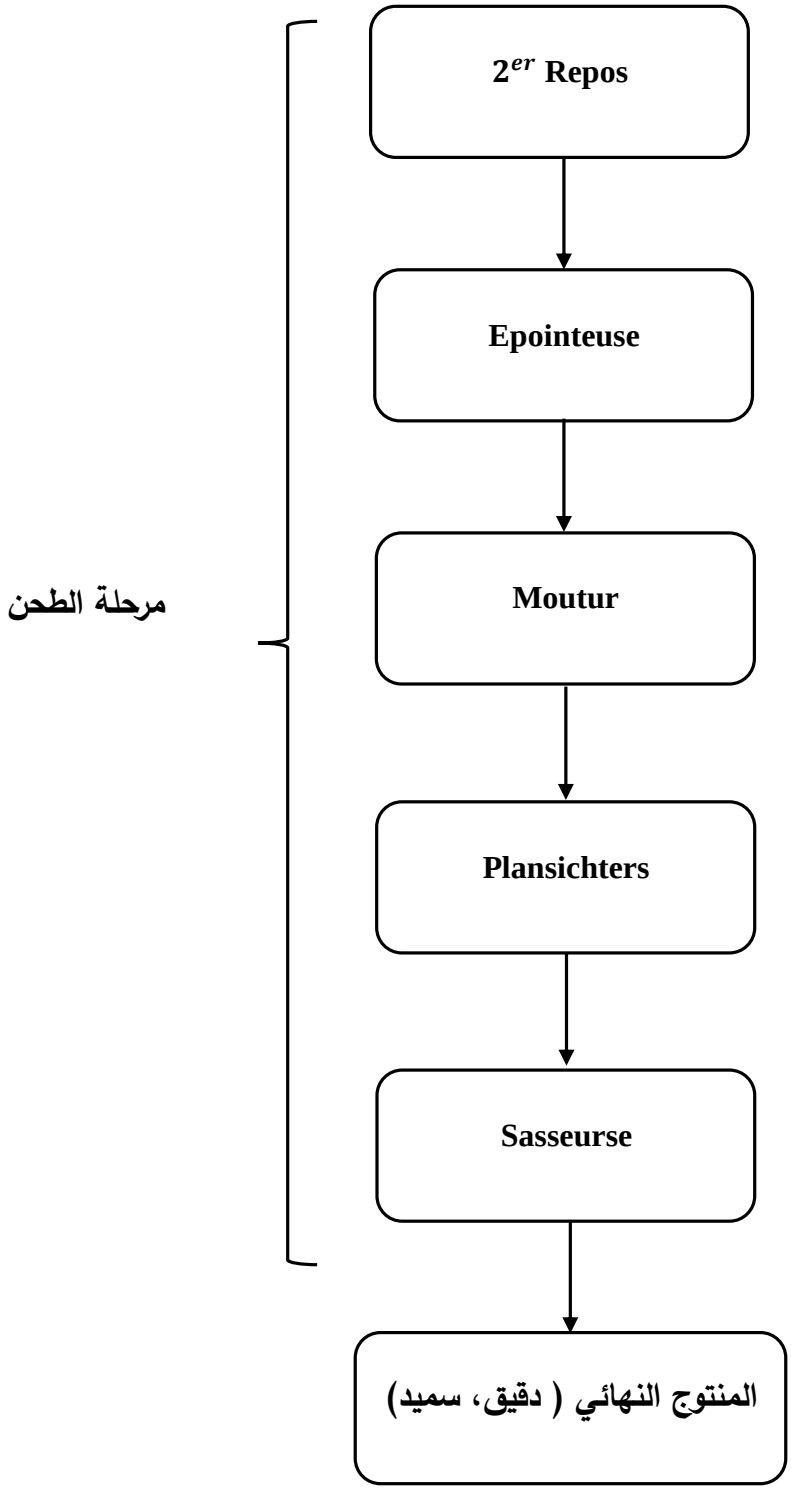


المصدر: **مصلحة الصيانة والانتاج**

الشكل التالي يوضح عملية انتاج الدقيق والسميد معا:

الشكل رقم 3-7: مخطط توضيحي لعملية انتاج الدقيق والسميد

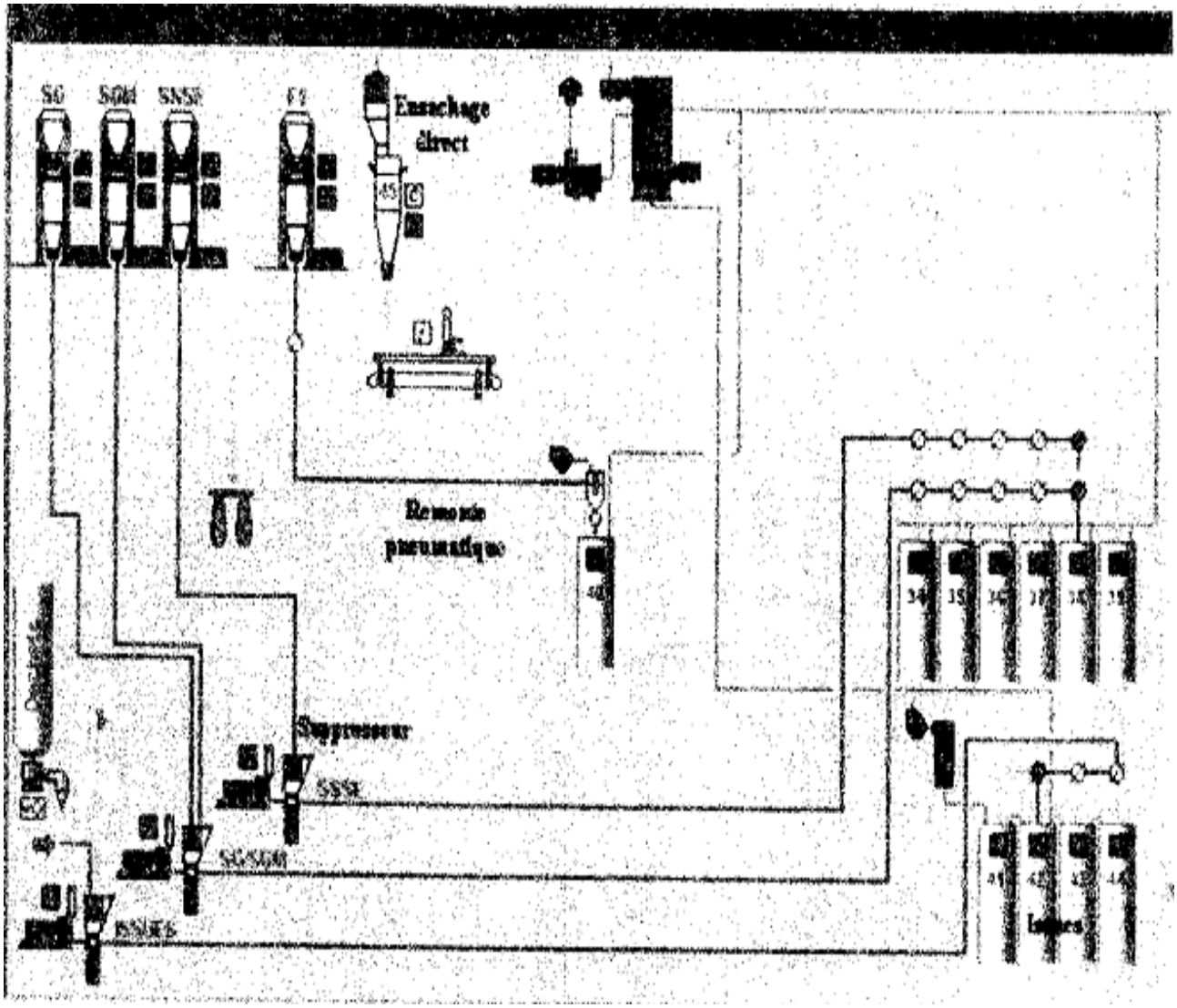




المصدر: من **إعداد الطالب** بالاعتماد على معلومات مقدمة من مصلحة الصيانة والانتاج

وفي الأخير تأتي عملية وضع المنتوج في أكياس خاصة بها لتنقل إلى مراكز البيع، حسب ما يوضحه الشكل التالي:

الشكل رقم 3-8: عملية التغليف ووضع المنتوج في الأكياس



المصدر: **مصلحة الصيانة والانتاج**

المطلب الثالث: مكانة وأنواع الصيانة المطبقة في مؤسسة مطاحن مرابط

تسعى مؤسسة مطاحن مرابط _النعامة_ كغيرها من المؤسسات إلى الحفاظ على تجهيزاتها الإنتاجية، لذلك أولت اهتماما كبيرا لإدارة الصيانة وذلك لما توفره هذه الإدارة من خدمات الوقاية، الإصلاح لمختلف المكائن والآلات والتجهيزات بما يؤمن سيرورة العملية الإنتاجية.

1 مكانة الصيانة في المؤسسة:

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

وتلقى الصيانة في مؤسسة مطاحن مرابط اهتماما كبيرا نظرا لطبيعة الآلات وارتفاع أسعارها لهذا نجد أن المؤسسة تراعي باهتمام كبير أهمية الصيانة ودورها في سيرورة الإنتاج في المؤسسة.

ويستعين قسم الصيانة بالمؤسسة على 4 عمال موزعين على كامل تجهيزات ومكائن الإنتاج.

2 نوعية الصيانة المطبقة في إدارة الصيانة بالمؤسسة:

تسعى المؤسسة إلى تقليل حجم التوقفات والأعطال التي تصيب المكائن والمعدات وذلك بتسخير الإمكانيات المادية والبشرية المتاحة لضمان استمرارية تشغيل التجهيزات سواء تطلب التدخل بتزييت أو تشحيم أو تنظيف المكائن والآلات، أو التوقف المؤقت للتجهيزات وإتمام عمليات استبدال الأجزاء والقطع المسببة للعطل.

وعملا على تحقيق هذا المسعى تعتمد المؤسسة محل الدراسة (مطاحن مرابط _النعامة_) على انتهاج سياسة صارمة وواضحة في تنفيذ الصيانة الوقائية أولا والعلاجية ثانيا، ولقد مكنتنا المعاينة الميدانية من التقرب على القائمين بأعمال الصيانة والتعرف على الطرق المتبعة في تنفيذ أعمال الصيانة.

- **الصيانة الوقائية:**

تحتل الصيانة الوقائية أهمية كبيرة في المؤسسة باعتبارها تعمل على ضمان تقليص عدد تدخلات الصيانة الإصلاحية وبالتالي ضمان تقليص عدد توقفات العملية الإنتاجية، وتمثل تكاليفها بالنسبة للمؤسسة النسبة الأكبر من تكاليف الصيانة الكلية. لذا يتم تخطيط أعمالها سنويا بناءا على المعلومات الواردة في السجلات التقنية المرفقة بكل آلة إلى خبرة مهندس الصيانة الذي يقوم بمراقبة مدى حاجة التجهيزات للصيانة ففي كثير من الأحيان يكون تدخل الصيانة الوقائية بدون جدوى حيث تكون الآلة في أحسن أحوالها لذا من الأفضل تفادي تفكيك الآلة في كل مرة دون حاجتها لذلك، أيضا تكون عملية الصيانة الوقائية هي عبارة عن تشحيم وتزييت وتنظيف روتني أو تغيير البكرات ...الخ، حسب حاجة كل آلة لذلك، هذا فيما يخص الصيانة الوقائية النظامية. أما الصيانة الوقائية الشرطية فترتبط بحدوث خلل معين في الآلة ينتج عنه صدور بعض الأصوات أو يتسبب في ارتفاع درجة حرارتها مما ينبئ بأنها ستتوقف في أي وقت ممكن أو أنها ستتسبب في رداءة الإنتاج وهذا ما يحدث غالبا في مؤسسة مطاحن مرابط اذ أن بعض الآلات يتعرضن لهذا النوع من الأعطال ويتم تداركه من قبل مهندس الصيانة الذي

يقوم بإصدار الأوامر لعمال الصيانة بتصليح هذا العطل قبل أن يصبح عطلا أكبرا ويتسبب في توقف عملية الإنتاج. وهي تتم وفق نفس منهجية الصيانة الإصلاحية والفرق بينهما يكمن فقط في أن الصيانة الإصلاحية تتم عندما تتوقف الآلة كليا أما الصيانة الوقائية الشرطية فهي ترتبط بحدوث خلل معين في الآلة أي قبل توقفها.

ويمكن الإشارة إلى أن رئيس مصلحة الإنتاج والصيانة يقوم بتوجيه العمال في كيفية تشغيل الآلات بهدف تفادي الاستعمال الخاطئ لها كإجراء احترازي كما يقومون بالمعاينة وتوقع الاختلالات الممكنة الحدوث ومن ثم يقومون باقتراح الحلول الوقائية الممكنة، وفيما يلي أهم الأعمال الوقائية:

- ✓ تزييت المحركات.
- ✓ تنظيف المصفاة.
- ✓ تغيير بعض قطع الغيار (حسب مدة الصلاحية).
- ✓ تنظيف خلايا التخزين.
- ✓ تنظيف خلايا الراحة؛
- ✓ تنظيف الأجزاء التي لها علاقة بالمادة الغذائية.
- ✓ مراقبة مستوى الزيت.
- ✓ تبديل الزيت لبعض الأجزاء.
- ✓ مراقبة مستوى ضغط الهواء بالنسبة للساحب عن طريق ضغط الهواء.
- ✓ مراقبة وضبط الأنظمة.

وتقوم مصلحة الصيانة في كل سنة أيام العطل بأسبوع صيانة وقائية لجميع آلات ومكائن وتجهيزات المطحنة تتوقف على إثرها المطحنة عن العمل.

يتم تعليق برنامج الصيانة الوقائية في مصلحة الصيانة حتى يتمكن عمال الصيانة من الاطلاع عليه ليسهل تنفيذه.

- **الصيانة العلاجية:**

تلجأ مؤسسة مطاحن مرابط إلى أعمال الصيانة العلاجية عندما يحدث خلل مفاجئ أثناء سيرورة العملية الإنتاجية كأن تتوقف أحد المكائن والمعدات عن العمل أو تنخفض إنتاجيتها ويتم ذلك وفق المنهجية التالية: يحرر رئيس مصلحة الإنتاج والصيانة طلب العمل بعدما يتفحص مكان حدوث الخلل ويقرر على حسب خبرته ما إذا العطل ميكانيكيا أو كهربائيا، ويحتوي هذا الطلب على المعلومات التالية:

- اسم الآلة.
- رمز الآلة وموقعها.
- نوع العطل.
- إذا ما كان إصلاح العطل يجب أن يتم بصورة مستعجلة أو لا.

ترسل طلبات التدخل من طرف قسم الإنتاج الى العامل الرئيسي في قسم الصيانة الذي يحول هذا الطلب الى أوامر هذه الأوامر توجه إلى باقي العمال قصد اصلاح العطل، وتتضمن المعلومات التالية:

- مصدر الطلب.
- الطالب.
- التخصص (كهربائي، ميكانيكي).
- نوع العطل.
- الإجراءات الإصلاحية.
- الموكل بعملية الإصلاح.
- مدة التنفيذ (تاريخ البدئ، والانتهاء من الصيانة الإصلاحية).

تتم الصيانة الإصلاحية إما على مستوى ورشة الإنتاج إذا كان العطل يتطلب اصلاح الآلة في مكانها بدون عرقلة سيرورة الإنتاج أو قد يتطلب الامر أخذها الى ورشات الصيانة (الميكانيكية أو الكهربائية أو قياس الضبط) وذلك حسب طبيعة العطل. وفي حالة توقف الآلة نهائيا عن العمل مع عدم إمكانية إصلاحها يتم اصدار طلب لمخزن قطع الغيار لتأمين آلة مكانها.

يقوم رئيس مصلحة الإنتاج والصيانة بوصف طرق التدخل الآمنة لعمال الصيانة ويستعينون في تدخلاتهم برئيس مصلحة الصيانة والإنتاج بصفته المهندس الأول والرئيسي، ويتم اختيار العامل المناسب لإصلاح العطل حسب طبيعة العطل وتخصص العامل مع مساعدة العمال الآخرين، وعادة يتم القيام بأعمال الصيانة الإصلاحية التالية:

- ✓ تعديل الجزء المتحرك من المحركات.
- ✓ اصلاح الأسطوانات.
- ✓ اصلاح بعض المسننات.
- ✓ اصلاح المحاور.
- ✓ تلحيم بعض الأجزاء في المكائن.
- ✓ إصلاح الأعطال المختلفة للآلات؛
- ✓ إجراء تعديلات على بعض الآلات عن طريق تثبيت بعض القطع المعينة.
- ✓ تغيير المصفاة عند انتهاء صلاحيتها.
- ✓ تغيير أو استبدال قطع الغيار غير الصالحة.

في نهاية الأعمال الإصلاحية تستمر عملية الرقابة على الآلة التي خضعت للتصليح للتأكد من أنها عادت إلى طبيعتها وتقدم نفس المردود السابق، ويتم إعداد تقارير تبين الآلات التي تعرضت للعطل والأعمال الاصلاحية التي خضعت لها ومنفذو هذه الأعمال الإصلاحية.

المبحث الثالث: تطبيق نماذج صفوف الانتظار للاختيار الأمثل لعدد العمال وتقليل الزمن في خطوط الصيانة لمكائن الإنتاج.

ان واقع انتظار الآلات في صفوف الانتظار بمركز الخدمة (قسم الصيانة) بمؤسسة مطاحن مرابط بالنعامة، يرتبط ارتباطا شديدا بسيرورة الإنتاج في ورشات الإنتاج، وللقيام بدراسة النظام وجب التعرف على واقع هاته المشكلة (مشكلة الانتظار) والتعرف على الوقت الذي تقضيه الآلات في صف الانتظار وعدد العمال الأمثل في قسم الصيانة أي مراكز الخدمة، وعليه قد تم تطبيق نماذج صفوف الانتظار لتقليل الزمن في صفوف الانتظار في مراكز الخدمة والاختيار الأمثل لعدد العمال بمؤسسة مطاحن مرابط بالنعامة.

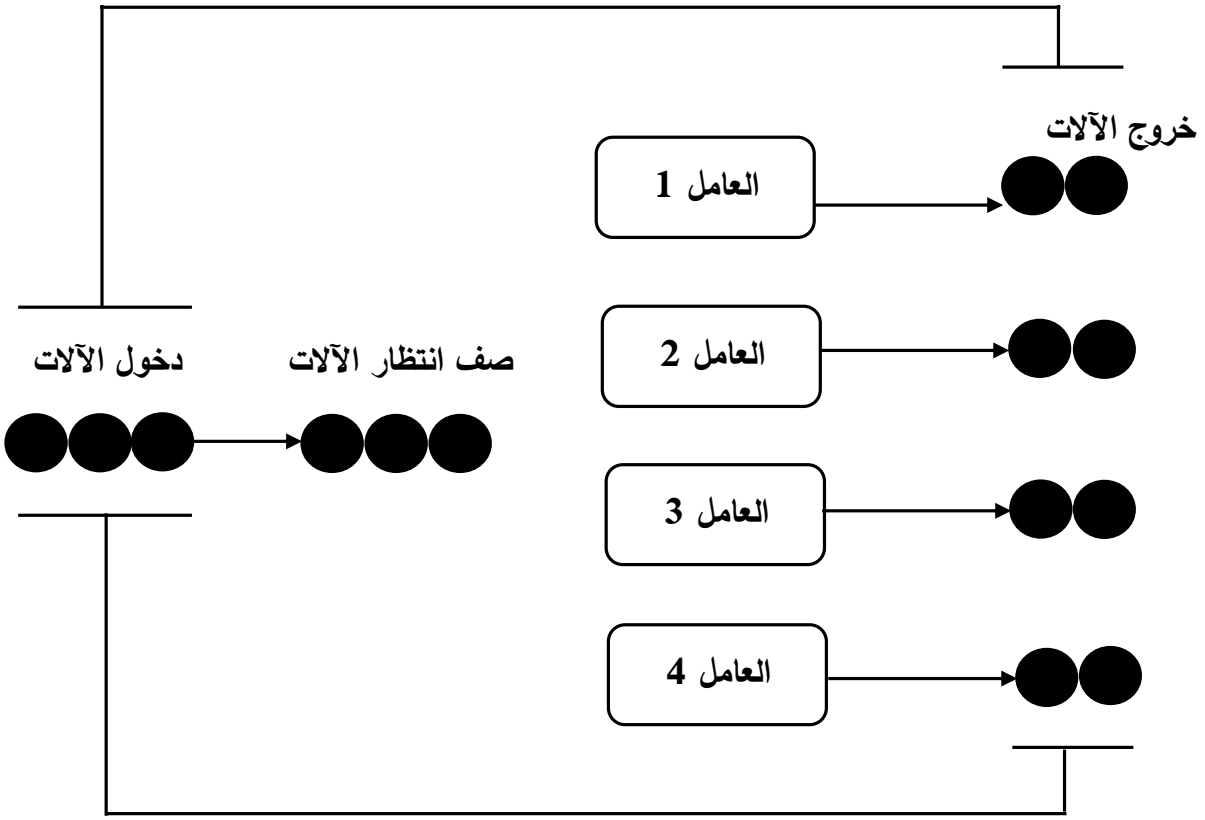
المطلب الأول: نمذجة ظاهرة الانتظار في قسم الصيانة بمصلحة الصيانة والإنتاج بمؤسسة مطاحن مرابط

يحتاج رئيس مصلحة الصيانة والإنتاج في مؤسسة مطاحن مرابط الى الاستفادة من مجموعة من الأساليب والتقنيات لحل المشاكل التي يتعرض لها عند تقديم الخدمة والتأثر سلبا على جودة الخدمة ووقت الخدمة وتكلفة الخدمة المقدمة، ومن بين الأساليب الكمية نجد نماذج صفوف الانتظار التي تعالج المدة المستغرقة من أجل تقديم الخدمة والمتمثلة في إصلاح الآلات وتجهيزات المؤسسة وما ينتج عن طولها إلى العرقلة في سيرورة الإنتاج، ومن أجل تطبيق نموذج الانتظار المناسب لابد من تحديد المعالم الأساسية لهيكل الانتظار المناسب في مصلحة الصيانة والإنتاج بمؤسسة مطاحن مرابط، لذا ستكون دراستنا حول الاختيار الأمثل لعدد العمال وتقليل الزمن في خطوط الصيانة لمكائن الإنتاج بمؤسسة مطاحن مرابط بالنعامة.

1 تمثيل ظاهرة الانتظار لمركز الخدمة في قسم الصيانة:

ان تحديد العناصر الأساسية للنظام تمكن من معرفة أهم العناصر لصفوف الانتظار، فيمكن التعبير بصورة عامة عن نظام صف الانتظار حسب الشكل الذي يبين وجود الوحدات طالبة الخدمة والمتمثلة في الآلات والتجهيزات التي يصيبها العطل، ثم تقف في صف الانتظار لانتظار دورها للحصول على الخدمة في مركز أداء الخدمة والمتمثل في عمال الصيانة في مصلحة الإنتاج والصيانة، ثم تغادر الوحدات النظام بعد الحصول على الخدمة المطلوبة والمتمثلة في صيانة العطل الأعطال الموجودة في الآلات والتجهيزات. وتكون هنا أولوية خدمة الآلات حسب الآلة التي تتعطل أولا (FIFO). ومن خلال الملاحظة المباشرة يمكن تمثيل مكونات وخصائص نظام الانتظار من خلال الشكل التالي:

الشكل رقم 3-9: هيكل الانتظار في مصلحة الإنتاج والصيانة _قسم الصيانة_



المصدر: من **إعداد الطالب** بالاعتماد على المعلومات المقدمة من طرف مصلحة الإنتاج والصيانة بالمؤسسة

2 تحديد مكونات هيكل الانتظار لمركز الخدمة في قسم الصيانة:

من أجل تحديد هيكل الانتظار الملائم لابد من تعريف مكوناته وذلك من خلال:

- **عدد طالبي الخدمة _الآلات_:** في الحالة قيد الدراسة في مؤسسة مطاحن مرابط بالنعامة عدد طالبي الخدمة وهو عبارة عن عدد الآلات القادمة الى صف الانتظار في قسم الصيانة للحصول على الخدمة والمتمثلة في اصلاح العطل.
- **مواصفات الواصلين _الآلات_:** تتضمن الخصائص المميزة لطالبي الخدمة في مؤسسة مطاحن مرابط و المتمثلة في الآلات.
- **درجة التحكم في عدد طالبي الخدمة:** لا تستطيع المؤسسة التحكم في عدد الآلات التي تصل الى مركز الخدمة ولا في أوقات الوصول، لأن المؤسسة لا تستطيع التنبؤ.
- **هيئة الواصلين:** تصل الآلات الى مركز الخدمة بشكل منفرد كل آلة على حدا.
- **نمط الوصول:** يتم وصول الآلات الى مركز الخدمة بطريقة منظمة، وتكون كل آلة مستقل عن الأخرى، كما أنه لا يمكن التنبؤ بحدوث عملية الوصول لمتلقي الخدمة أي لا يمكن التنبؤ بحدوث العطل في الآلة.

- **مواصفات صف الانتظار:** يتكون من مجموعة الوحدات (الآلات) طالبة الخدمة التي تنتظر دورها لتلقي الخدمة، ويمكن تحديد مواصفات صف الانتظار في مركز الخدمة، ويمكن تحديد مواصفات صف الانتظار في مصلحة الصيانة والإنتاج _قسم الصيانة_ بمؤسسة مطاحن مرابط من خلال:

✓ **طول صف الانتظار:** تكون الخدمة في قسم الصيانة بالمؤسسة بدون تحديد لطول صف معين أو تحديد حد أقصى لطول الصف.

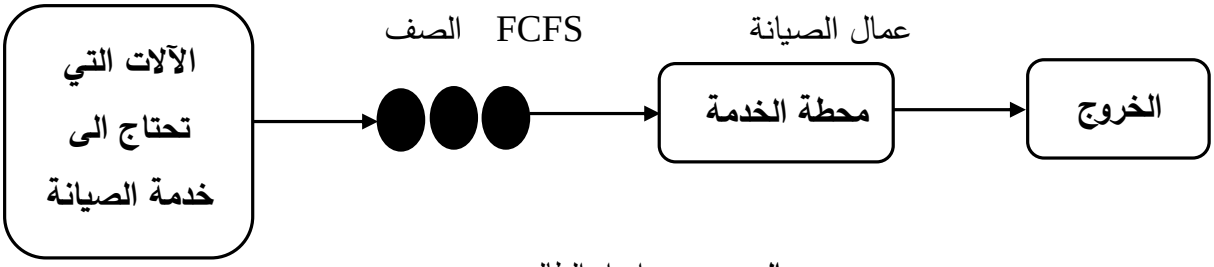
✓ **عدد صفوف الانتظار:** من أجل حصول الآلة على خدمة الصيانة تكون الخدمة في صف واحد وأول بأول، الآلة التي تتعطل أولا تتحصل على خدمة الصيانة أولا.

✓ **آلية الخدمة (نظام الصف):** وهي الآلية التي بموجبها يتم اختيار الوحدات الطالبة للخدمة (الآلات) المنتظمة في الصف الانتظار وتقديم الخدمة لها في فترات زمنية عشوائية أي ليست محدد بوقت معين، ويفترض أن هذه العملية تتم بشكل تلقائي، فعندما ينتهي مركز الخدمة (قسم الصيانة) من تقديم الخدمة للوحدة الأولى ينتقل الى الثانية وهكذا حسب نظام FCFS القادم أولا يخدم أولا، طالما يوجد في الصف وحدات منتظرة لتلقي الخدمة.

✓ **خصائص محطة الخدمة:** تمر عملية تقديم خدمة الصيانة للآلات بمرحلة واحدة.

من خلال ما تم التوصل إليه حول مكونات نظام الانتظار لهذا النوع من الخدمات يمكن تمثيله بالشكل التالي:

الشكل رقم 3-10: تمثيل مبسط لظاهر صف انتظار بمصلحة الصيانة والإنتاج _قسم الصيانة_



المصدر: من إعداد الطالب

النظام: يتكون من عدد الوحدات الطالبة للخدمة والمتمثلة في الآلات المعطلة التي تنتظر دورها لتلقي الخدمة.
الخروج: بعد حصول الآلات على خدمة الصيانة يغادرون النظام.

المطلب الثاني: الدراسة الاحصائية لهيكل الانتظار لمركز الخدمة في قسم الصيانة

تمكن الباحثون الذين عملوا في مجال نظرية صفوف الانتظار من وضع نماذج نظرية رياضية تهدف إلى دراسة سلوك أنظمة صفوف الانتظار، وتحديد مؤشراتها بشكل سهل وسريع، ونظرا للعدد الكبير من هذه النماذج الرياضية فإنها تختلف عن بعضها البعض وذلك لاختلاف التوزيعات الاحتمالية التي تتبعها كل من الاوقات الوصول وأوقات الخدمة، وعليه لابد من تحديدهما أولا.

1 جمع بيانات الوصول والخدمة:

كان من المفترض أن يكون جمع البيانات في الورشة على مدى 4 أسابيع بواقع 24 يوما بدون احتساب يوم الجمعة لأنه يوم عطلة، أي بواقع 192 ساعة فعلية وذلك باستمارة خاصة أعدت لهذا الغرض.

الجدول رقم 3-6: استمارة جمع البيانات

اليوم أو التاريخ	رقم الماكينة أو نوع الماكينة أو اسم الماكينة	وقت التبليغ بالعطل	وقت بدئ التصليح	وقت انتهاء التصليح	الملاحظات

المصدر: من **إعداد الطالب** بالاعتماد على مراجع مختلفة

ولكن وبسبب صرامة مؤسسة مطاحن مرابط في اتخاذ تدابير الصيانة الوقائية وطبيعة الآلات في قسم الإنتاج، لم نسجل تقريبا أي عطل في المدة المشهودة ولاستكمال دراستنا البحثية كان لزاما علينا الاعتماد على خبرة المهندس في إعداد جدول يمثل وصول الآلات لمركز الخدمة على مدار 12 شهرا أي سنة، والجدول التالي يمثل عدد مرات وصول الآلات الى مركز الخدمة، ومدة التصليح بمركز الخدمة لكل آلة على مدار السنة.

الجدول رقم 3- 7: وصول الآلات لمركز الخدمة سنويا

اسم الآلة	عدد مرات الوصول لمركز الخدمة (الأعطال)/ السنة	مدة تقديم الخدمة (مدة الصيانة) / الساعة	ملاحظات
الفارز	4	6	عدد مرات حدوث العطل للآلة هو 4 مرات في السنة أي حوالي كل 3 أشهر
المشط	1	4	عدد مرات حدوث العطل لهذه الآلة هو عطل في السنة
نازع الحجر	1	0.3	عدد مرات حدوث العطل لهذه الآلة هو عطل في السنة
الفاصل	6	4	عدد مرات حدوث العطل للآلة هو 6 مرات في السنة أي حوالي كل شهرين
الطاحونة	1	8	عدد مرات حدوث العطل لهذه الآلة هو عطل في السنة
الغربال	1	10	عدد مرات حدوث العطل لهذه الآلة هو عطل في السنة
النخال	2	2	عدد مرات حدوث العطل للآلة هو 2 مرات في السنة أي حوالي 6 أشهر
المصفات	1	24	عدد مرات حدوث العطل لهذه الآلة هو عطل في السنة
المروحة	1	8	عدد مرات حدوث العطل لهذه الآلة هو عطل في السنة
المجموع	18	66.3	محموع الأعطال التي تحدث في ورشة الإنتاج للآلات هو 18 عطل على مدار السنة ومجموع أوقات التصليح الكلي هو 66.3 ساعة خلال السنة.

المصدر: من **إعداد الطالب** بالاعتماد على المعلومات المقدمة من رئيس مصلحة الإنتاج والصيانة

2 تحليل وصول الآلات لمركز الخدمة:

إن وصول الآلات لمركز الخدمة يتم بشكل غير منتظم وفق فترات زمنية غير متساوية ومتباعدة أيضا، ولا يمكن تحديده بصورة مسبقة، واحتمالاته تخضع لتوزيعات احتمالية معينة، وفي غالبا الأحيان كل آلة تصل الى مركز الخدمة على حدا، ومن خلال الجدول رقم (3-7)، توصلنا الى أن العدد الكلي لوصول الآلات لمركز الخدمة وعلى مدار السنة هو 18 أي 18 عطل.

ومن خلال الجدول رقم (3-8)، نحسب معدل الوصول حيث يشير إلى متوسط عدد الوحدات طالبة الخدمة (الآلات) التي تصل إلى النظام (مركز الخدمة) خلال فترة زمنية معينة تم تحديدها بالشهر لأن عدد الأعطال (التكرارات) كانت على مدى 12 شهرا، ولأن حدوث الأعطال على حسب خبرة وقول المهندس يحدث شهريا أي كل شهر أو شهرين تحدث الأعطال لهذا السبب تم اختيار الشهر الفترة الزمنية التي تصل إليها الآلات لمركز الخدمة، ونرمز إلى معدل الوصول بالرمز λ، وحيث أن λ يساوي عدد مرات الوصول (الأعطال) / عدد الآلات.

- **حساب معدل الوصول:** معدل الوصول = عدد مرات الوصول (الأعطال) / عدد الآلات.

معدل الوصول = 18 / 9

معدل الوصول = 2

λ = 2 عطل/ الشهر

الجدول رقم 3-8: توزيع وصول الآلات لمركز الخدمة خلال السنة

عدد الآلات التي تصل لمركز الخدمة في كل مرة	1	1	1	1	1	1	1	1	1	المجموع
التكرارات (عدد الأعطال)	6	1	1	4	1	1	2	1	1	18

المصدر: من إعداد الطالب

تم تحديد 18 كتكرار لعدد الأعطال، ثم حساب الوسط الحسابي لوصول الآلات والموضح أعلاه والذي قدر بλ=2 عطل/الشهر.

3 تحليل فترات الخدمة:

الفترات الزمنية التي يستغرقها مركز الخدمة قسم الصيانة في خدمة الوحدات طالبة الخدمة أي إصلاح الآلات غير متساوية وغير ثابتة ومرتبطة بنوع الخدمة التي تحتاجها الآلة حسب العطل ونوعيتها، ومن خلال الجدول رقم (3-7) توصلنا الى أن العدد الكلي لفترات الخدمة وعلى مدار 12 شهرا هو 66.3 ساعة.

الجدول رقم 3-9: التوزيع التكراري الفعلي لأزمنة الخدمة وصيانة الآلات العاطلة على مدار 12 شهر

الفئات الزمنية / زمن الخدمة بالساعة	التكرار الفعلي (الماكينة)
1-0	6
2-1	4
3-2	0.3
4-3	4
5-4	8
6-5	10
7-6	2
8-7	24
9-8	8
المجموع	**66.3**

المصدر: من إعداد الطالب

ومن خلال الجدول رقم (3-10) نحسب معدل الخدمة حيث يشير إلى متوسط زمن الخدمة المقدمة لإصلاح الآلات التي تصل إلى النظام (مركز الخدمة) خلال فترة زمنية معينة تم تحديدها بالساعات لأن الوقت المستغرق لإصلاح الآلات (أي آلة تدخل لمركز الخدمة) يفوق الساعة على حسب قول المهندس الذي هو رئيس مصلحة الصيانة والإنتاج ورئيس قسم الإنتاج وقسم الصيانة، لهذا السبب تم اختيار الساعة الفترة الزمنية التي تصل اليها الآلات لمركز الخدمة، ونرمز إلى معدل الخدمة بالرمز μ، وحيث أن μ يساوي مجموع عدد أزمنة الخدمة / عدد التكرارات (عدد الأعطال).

- ✓ **حساب معدل الخدمة:** معدل الخدمة = مجموع عدد أزمنة الخدمة / عدد التكرارات (عدد الأعطال).

معدل الخدمة = 66.3 / 18

معدل الخدمة = 3.68

- ✓ μ = 3.68خدمة / شهر

الجدول رقم 3-10: توزيع أزمنة الخدمة على مدار 12 شهرا

عدد الآلات التي تصل الى مركز الخدمة	1	1	1	1	1	1	1	1	1	المجموع
الزمن المستغرق لتقديم الخدمة لكل آلة (بالساعة)	6	4	0.3	4	8	10	2	24	8	66.3

المصدر: من **إعداد الطالب**

تم تحديد 66.3 كمجموع لعدد ساعات الخدمة المقدمة في مركز الخدمة، ثم حساب معدل الخدمة والموضح أعلاه والذي قدر ب $\mu = 3.68$ خدمة/ الشهر.

4 النموذج الموافق لصف انتظار الآلات:

من أجل تحديد نوع النموذج الموافق للدراسة في مؤسسة مطاحن مرابط، لابد من تحديد الخصائص الرئيسية لظاهرة الانتظار، وذلك بهدف قياس عدد العمال الأمثل وتقليل الزمن في خطوط الصيانة لمكائن الإنتاج، ومن خلال الدراسات الإحصائية السابقة توصلنا إلى الخصائص التالية:

- توزيع وصول الآلات الى النظام يتبع التوزيع الاحتمالي البواسوني ذو المعلمة $\lambda=2$ آلة / الشهر ونرمز للخاصية بالرمز M.
- توزيع زمن الخدمة في النظام يتبع التوزيع الاحتمالي الأسي ذو المعلمة $\mu = 3.68$ ساعة/ عطل. ونرمز للخاصية بالرمز M.
- عدد مراكز الخدمة (عدد العمال مقدمي الخدمة) هناك 4 عمال في قسم الصيانة لاصلاح الآلات عند حدوث أي عطل ونرمز للخاصية بالرمز s، $s=4$.
- أولوية اصلاح الآلات في قسم الصيانة بمؤسسة مطاحن مرابط بالنعامة هي الآلة التي تتعطل أول تدخل لمركز الخدمة أولا (FIFO)، أما في بعض الحالات فهناك يعض الآلات التي تكون لها أهمية كبيرة وعند حدوث أي عطل لها تتسبب في توقف سيرورة الإنتاج هذا ما يجعل عمال الصيانة مضطرين الى إصلاحها أولا.
- عدد الآلات التي تصل الى مركز الخدمة محدودة.
- طاقة النظام في المؤسسة محدودة بعدد الآلات في المؤسسة.
- النموذج الرياضي الذي سيطبق للاختيار الأمثل لعدد العمال وتقليل الزمن في صفوف الصيانة لمكائن الإنتاج هو (M/M/s).

المطلب الثالث: النموذج المقترح للاختيار الأمثل لعدد العمال وتقليل الزمن في صف انتظار الآلات لمكائن الإنتاج.

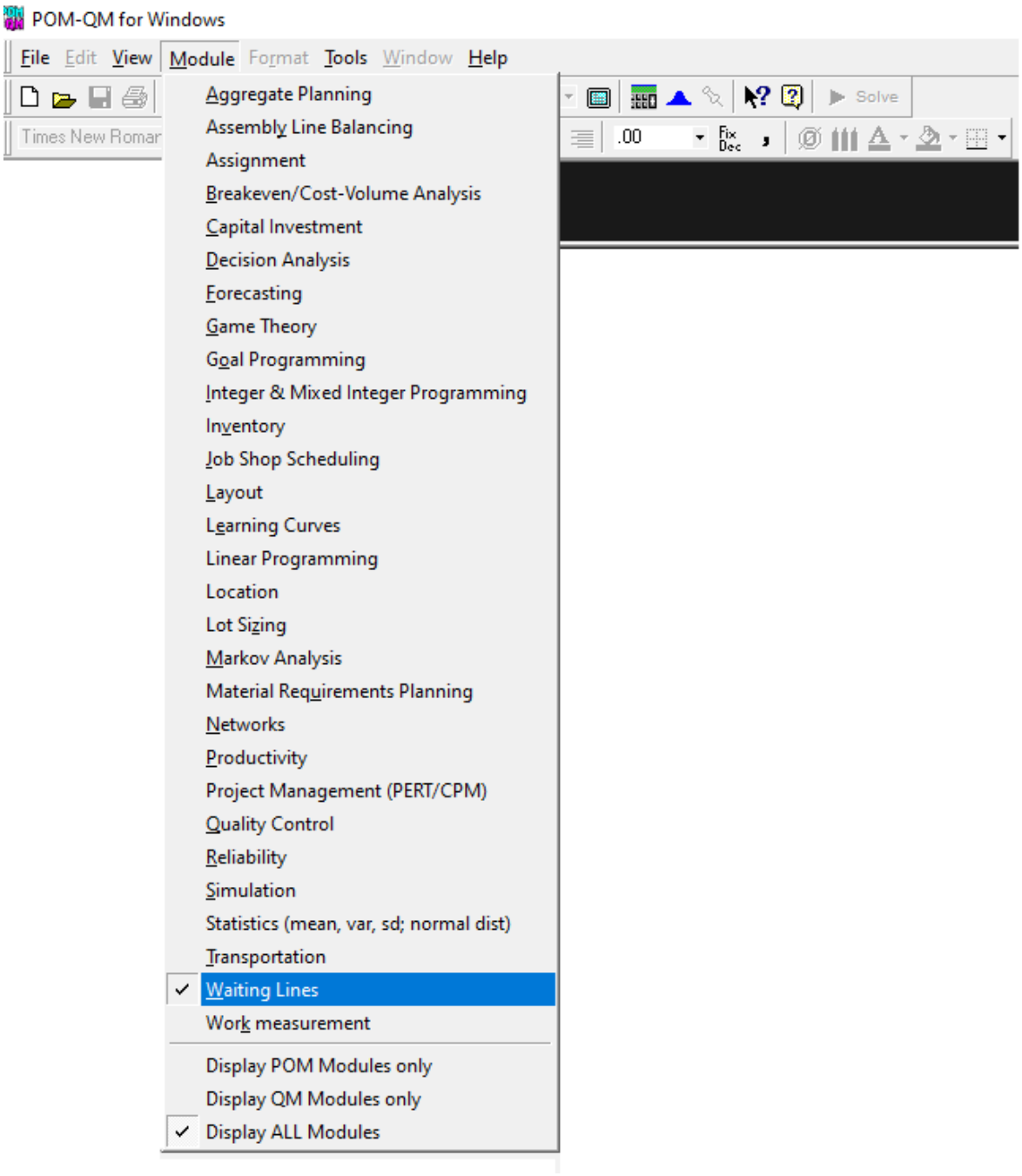
لكل نموذج من نماذج صفوف الانتظار مؤشرات أداء يتم استخراجها من خلال الدراسة الرياضية لهذا سوف يتم الاستعانة ببرنامج QM for Windows لاستخراج مؤشرات أداء النموذج المدروس والتعليق على النتائج المتحصل عليها.

1 استخراج مؤشرات الأداء:

بتطبيق QM for Windows وبعد تحديد كل من قيمة λ (معدل وصول الآلات) وμ (معدل الخدمة)، فإنه بالإمكان حساب باقي المؤشرات الأخرى التي تخص نماذج صفوف الانتظار بمؤسسة مطاحن مرابط بالنعامة.

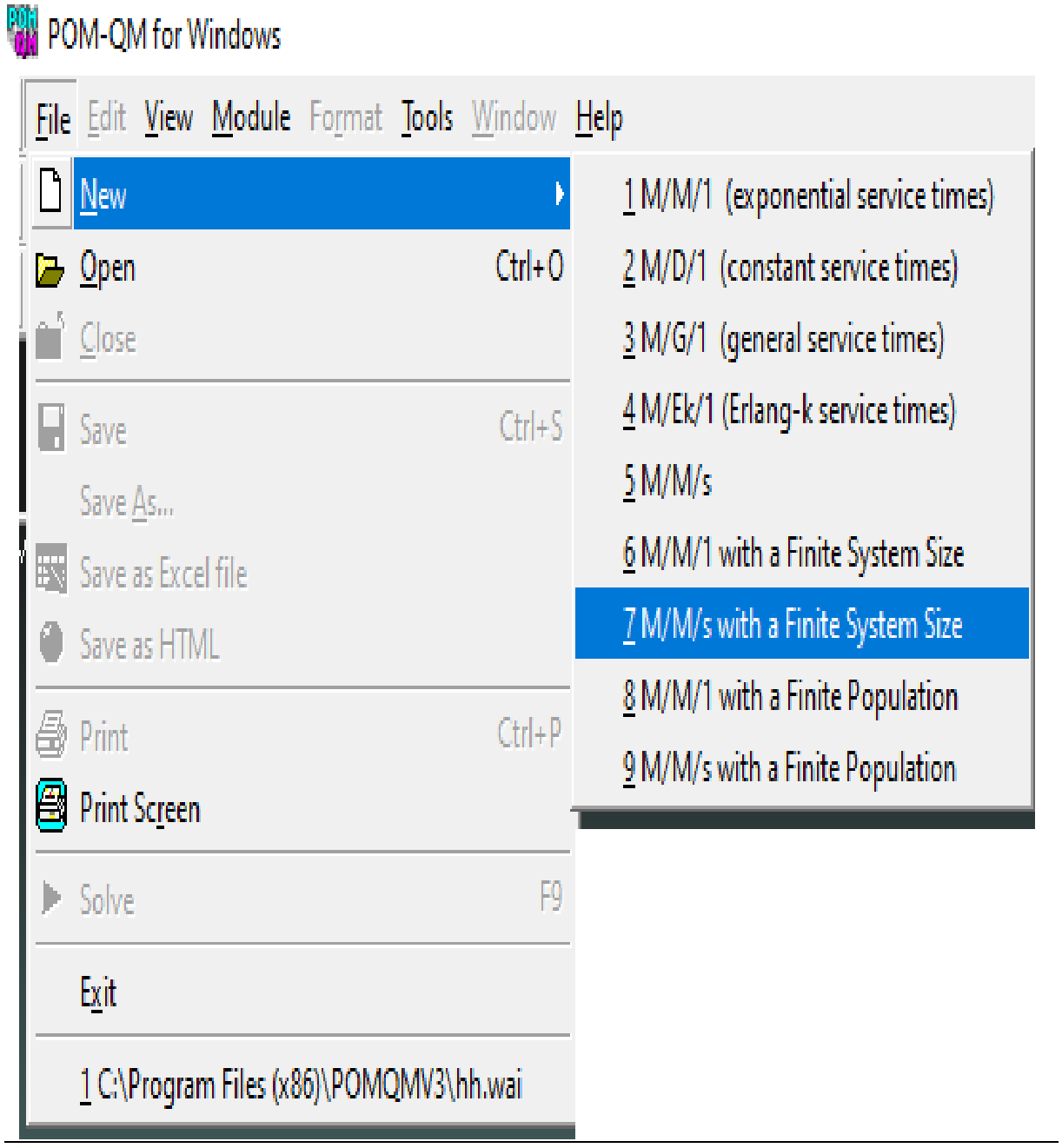
من البرنامج نختار نموذج M/M/s الخاص بأن الوصول يتبع التوزيع البواسوني وأزمنة الخدمة تتبع توزيعا أسيا وهناك عدة مراكز خدمة:

الشكل رقم 3- 11: اختيار اسم النموذج من البرنامج



المصدر: مخرجات البرنامج QM for Windows

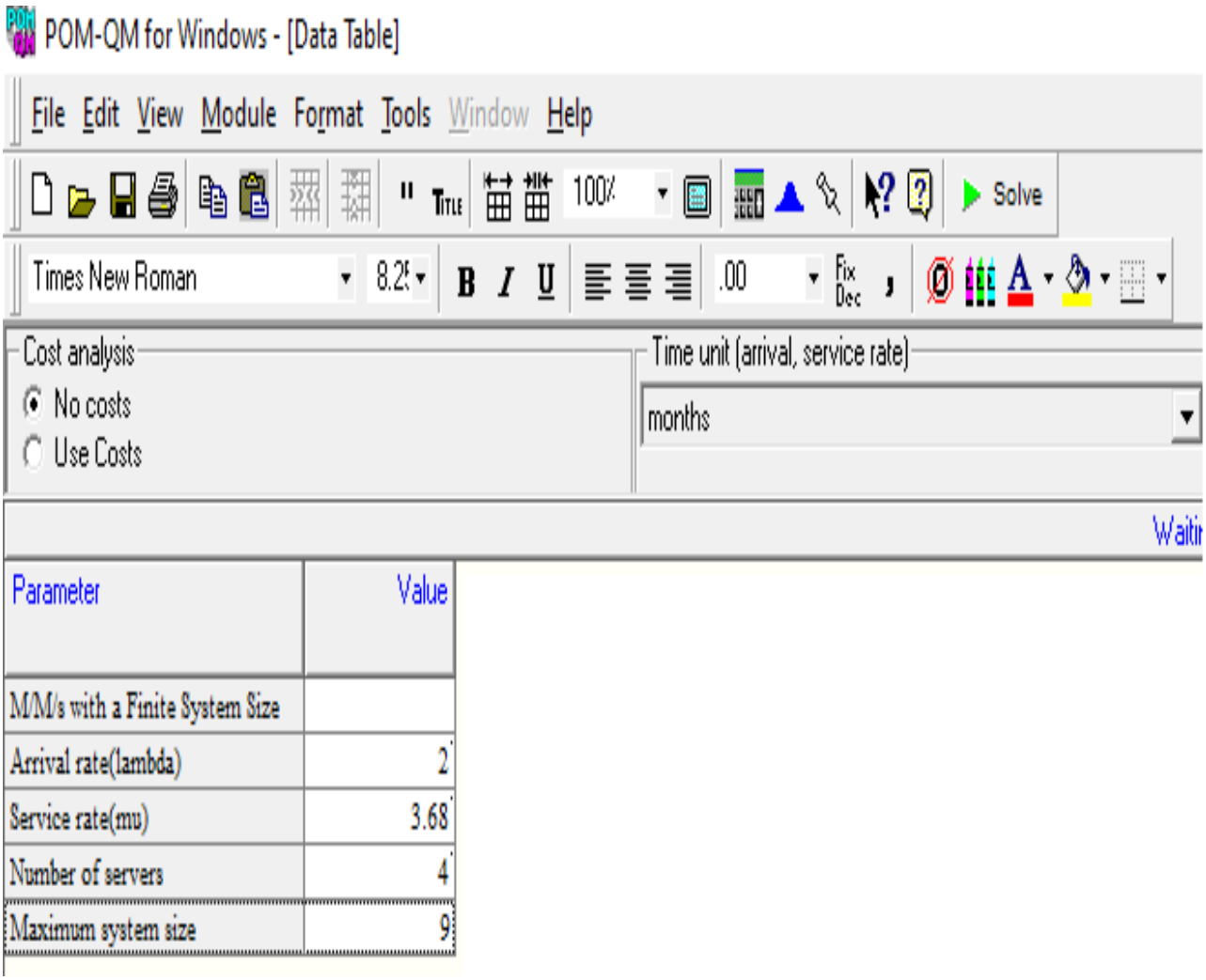
الشكل رقم 3-12: اختيار نوع النموذج من البرنامج



المصدر: مخرجات البرنامج QM for Windows

بعد اختيار النموذج نقوم بإدخال معدل الوصول λ ومعدل الخدمة μ فينتج الجدول التالي:

الجدول رقم 3-11: إدخال معدل الوصول ومعدل الخدمة وعدد مراكز الخدمة



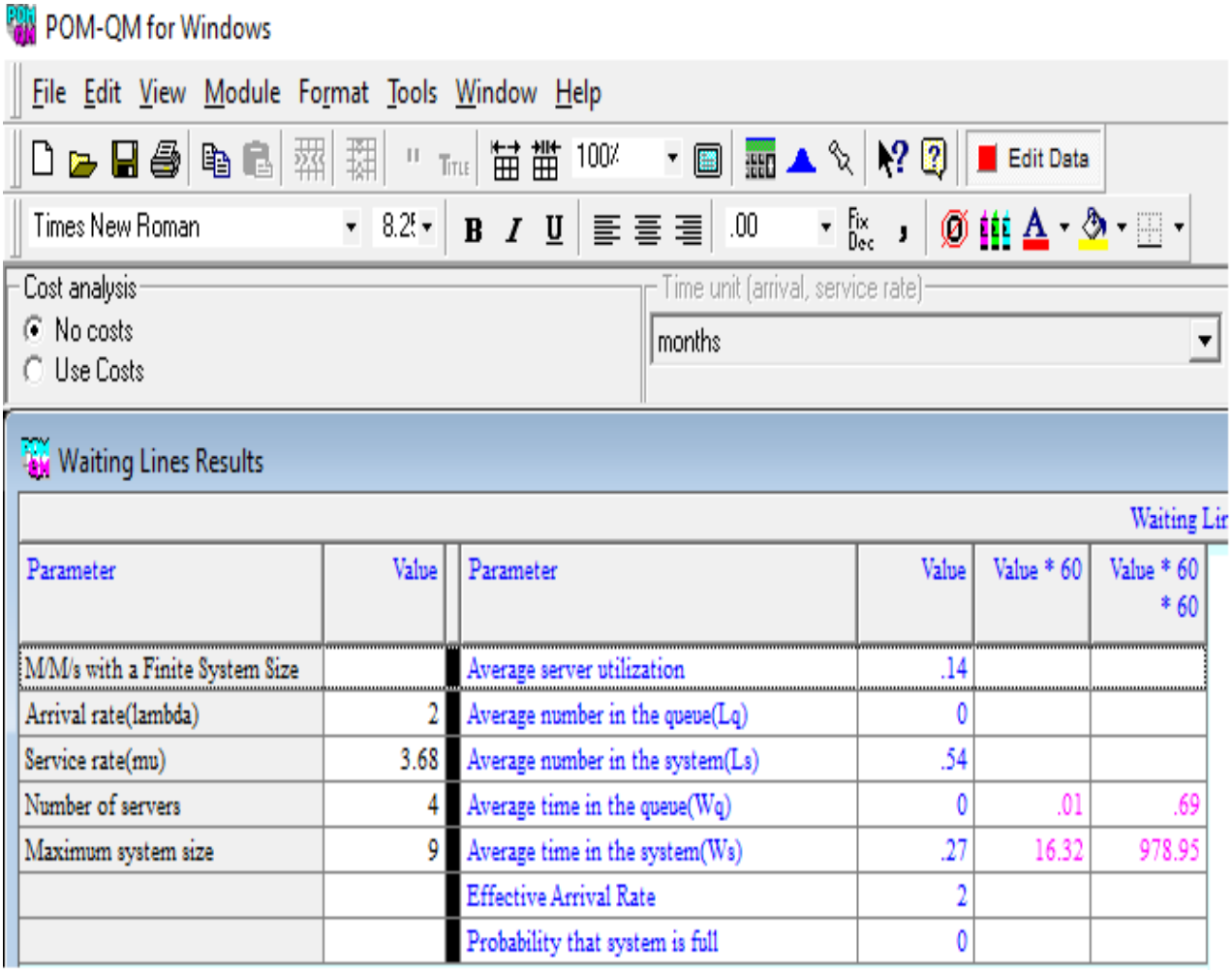
Parameter	Value
M/M/s with a Finite System Size	
Arrival rate(lambda)	2
Service rate(mu)	3.68
Number of servers	4
Maximum system size	9

المصدر: مخرجات برنامج QM for Windows

حيث أن 2 تمثل معدل الوصول، 3.68 تمثل معدل الخدمة، 4 تمثل عدد مراكز الخدمة (عدد العمال)، 9 تمثل طاقة النظام المحدودة والتي تتمثل في 9 آلات إنتاجية.

بعد إدخال كل من معدل الوصول ومعدل الخدمة ينتج من خلاله جدول به مختلف مؤشرات الأداء للنموذج تتمثل فيما يلي:

الجدول رقم 3-12: مؤشرات أداء النموذج


POM-QM for Windows

File Edit View Module Format Tools Window Help

Edit Data

Times New Roman 8.2 B I U .00 Fix Dec

Cost analysis
No costs
Use Costs

Time unit (arrival, service rate)
months

Waiting Lines Results

Waiting Lir

Parameter	Value	Parameter	Value	Value * 60	Value * 60 * 60
M/M/s with a Finite System Size		Average server utilization	.14		
Arrival rate(lambda)	2	Average number in the queue(Lq)	0		
Service rate(mu)	3.68	Average number in the system(Ls)	.54		
Number of servers	4	Average time in the queue(Wq)	0	.01	.69
Maximum system size	9	Average time in the system(Ws)	.27	16.32	978.95
		Effective Arrival Rate	2		
		Probability that system is full	0		

المصدر: مخرجات برنامج QM for Windows

من خلال النتائج المتحصل عليها نلاحظ أن:

- معدل وصول الآلات لمركز الخدمة هو: 2 آلة / الشهر.
- معدل الخدمة هو: 3.68 خدمة / الشهر
- عدد مراكز الخدمة هو: 4 مراكز.
- معامل الاستخدام هو: 0.14.
- متوسط عدد الآلات في النظام هو: 0.54.
- متوسط عدد الآلات في الصف هو: 0.
- متوسط وقت الآلة المستغرق في الصف هو: 0.
- متوسط وقت الآلة المستغرق في النظام هو: 2.

كما يمكن حساب الاحتمالات عندما يكون :

- إحتمال الوحدات في النظام يساوي k
- إحتمال الوحدات في النظام أقل أو يساوي k
- إحتمال الوحدات في النظام أكبر من أو يساوي k

حيث k تأخذ القيم 0 إلى 9 كما يوضحه الشكل التالي:

الجدول رقم 3-13: احتمالات لحالات k مركز الخدمة

POM-QM for Windows - [Table of Probabilities]

File Edit View Module Format Tools Window Help

Edit Data

Times New Roman

Cost analysis
No costs
Use Costs

Time unit (arrival, service rate)
months

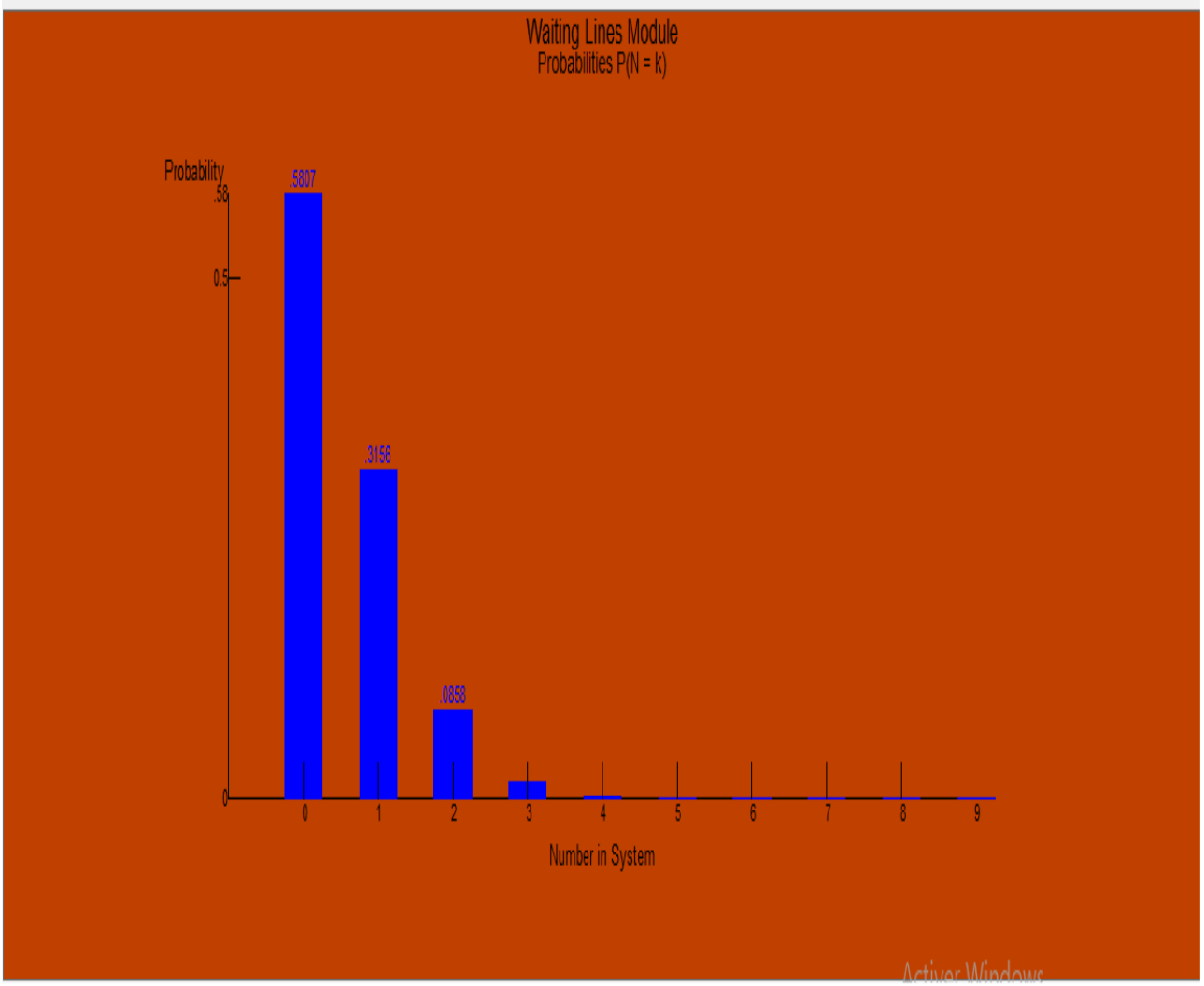
Waiting Li

k	Prob (num in sys = k)	Prob (num in sys <= k)	Prob (num in sys >k)
0	.58	.58	.42
1	.32	.9	.1
2	.09	.98	.02
3	.02	1	0
4	0	1	0
5	0	1	0
6	0	1	0
7	0	1	0
8	0	1	0
9	0	1	0

المصدر: مخرجات برنامج QM for Windows

ويمكن تمثيل الجدول السابق في شكل أعمدة تكرارية تتمثل في الأشكال التالية:

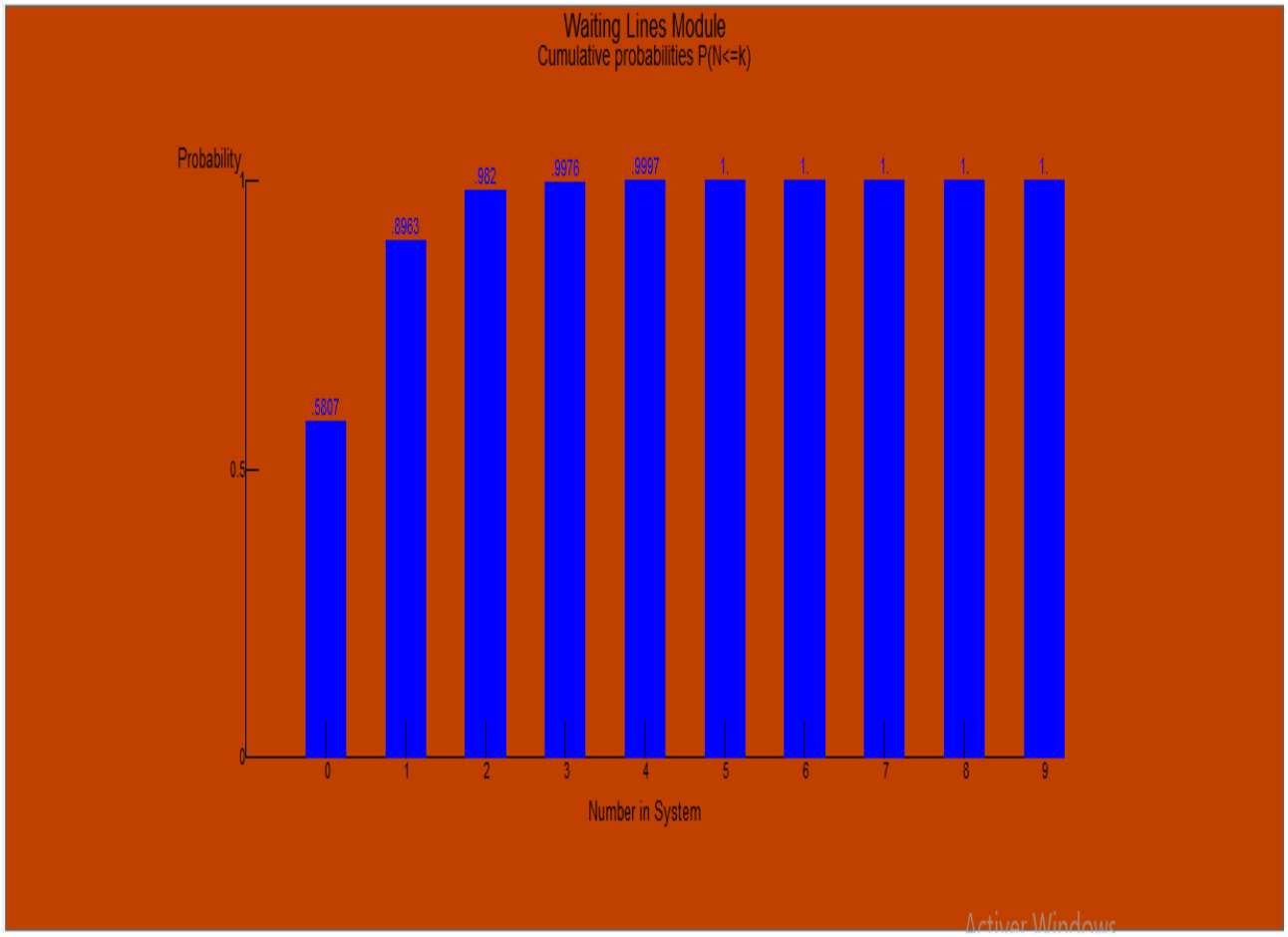
الشكل رقم 3-13: احتمالات عدد الوحدات في النظام لما N=K



المصدر: مخرجات البرنامج QM for Windows

نلاحظ أن الاحتمال ينخفض كلما انتقلنا من 0 إلى 9، أي أنه كلما زاد عدد مراكز الخدمة قل احتمال وجود آلة معطلة في النظام.

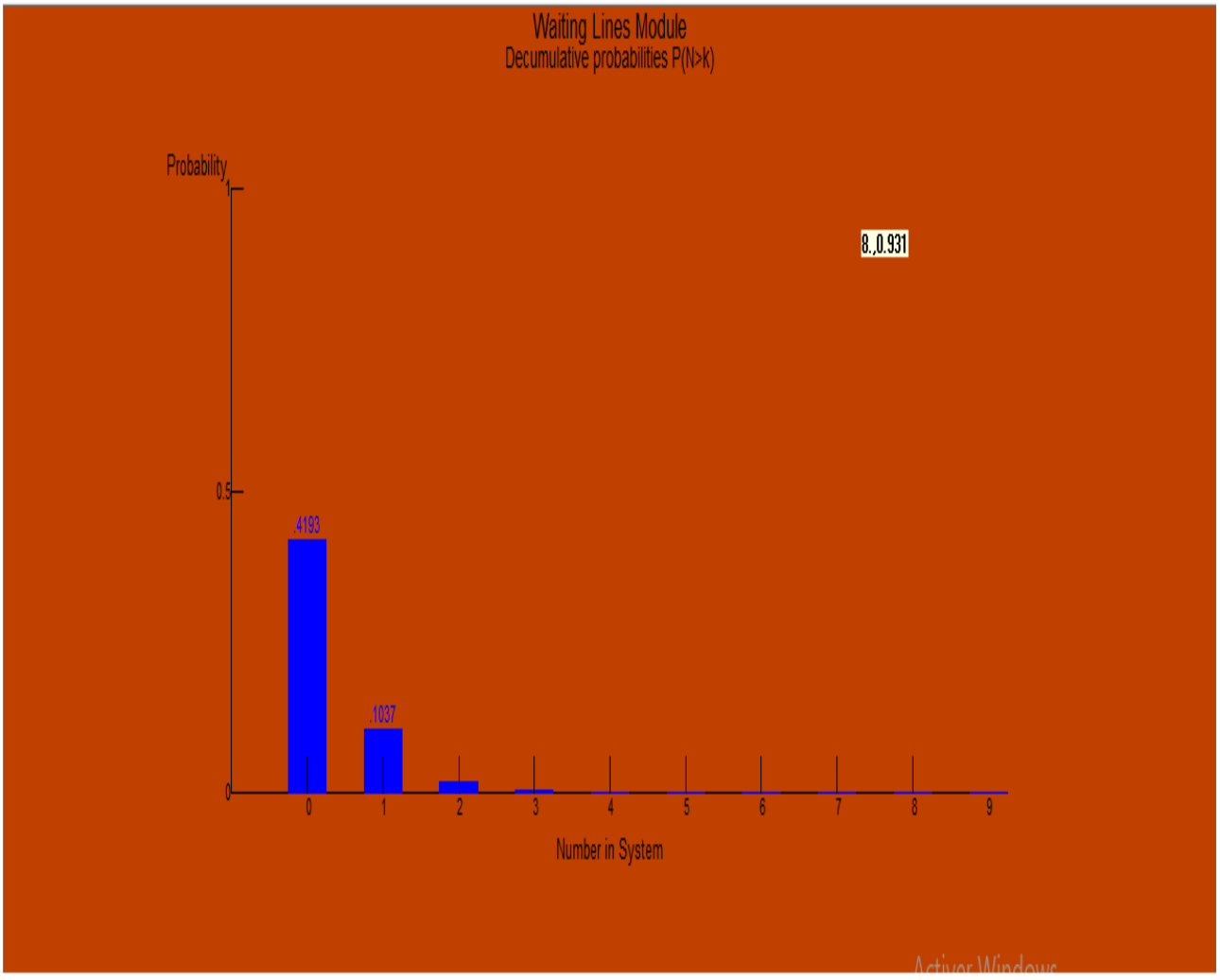
الشكل رقم 3-14: احتمالات عدد الوحدات في النظام لما N<= K



المصدر: مخرجات البرنامج QM for Windows

نلاحظ أن هذا الاحتمال يزداد حسب عدد الحالات (من 0 إلى 9)، أي أنه كامت زاد عدد مراكز الخدمة زاد احتمال أن يكون عدد الآلات N أقل من عدد مراكز الخدمة.

الجدول رقم 3-14: احتمال عدد الوحدات في النظام لما يكون N>=K



المصدر: مخرجات البرنامج QM for Windows

نلاحظ أن هذا الاحتمال ينخفض كلما انتقلنا من القيمة 0 الى 9، أي أنه كلما زاد عدد مراكز الخدمة قل احتمال أن يكون عدد الآلات N أكبر من مراكز الخدمة، أي أن مشكلة تشكل صفوف الانتظار تقل بزيادة عدد مراكز الخدمة.

التعليق على النتائج المحصل عليها:

- معامل الاستخدام (P): يساوي 0.14 تمثل هذه القيمة احتمال أن يكون مراكز الخدمة أي عدد عمال الصيانة مشغولين بقيمة تساوي 0.14 أي بنسبة تقدر ب 14% من الوقت يكون فيه عمال الصيانة في حالة عمل وهذا ما يعطي إشارة واضحة عن عدم وجود ازدحام في صف الانتظار للآلات في مؤسسة مطاحن مرابط بالنعامة. وبالتالي تكون نسبة الراحة لدى عمال الصيانة تقدر بنسبة 86 % أي الوقت الذي لم يكن يقدم فيه عمال الصيانة أي خدمة في قسم الصيانة أي لا توجد آلة في صف الانتظار.

- متوسط عدد الآلات في صف الانتظار هو 0، أي لما تكون هناك آلة في مركز الخدمة تقدم لها الصيانة من طرف العمال لا توجد أي آلة في صف الانتظار.
- متوسط عدد الآلات في النظام أو في صف الانتظار بالإضافة الى عدد الآلات الذين تقدم لهم الخدمة يساوي 0.54، أي عندما تكون هناك 0.54 آلة تقدم لها الخدمة فإن 0 آلة تكون في صف الانتظار.
- متوسط وقت الآلة المستغرقة في النظام يساوي 0.27 /شهر حيث تعتبر هذه المدة سريعة بالنسبة للآلة وهنا نرى بأن العمال لا يستغرقون وقتا طويلا في اصلاح الآلة، وهذا بسبب عدم وجود أي آلات في صف الانتظار وكذلك أيضا خبرة عمال الصيانة.
- متوسط وقت الآلة المستغرقة في الصف هو 0، حيث يعتبر مؤشر مهم في مؤسسة مطاحن مرابط بسببه تستمر سيرورة الإنتاج بسلاسة وبانتظام وهذا ما يعود على المؤسسة بالربحية التامة.

نستنتج من خلال المؤشرات السابقة وبالأخص المؤشرين الأخيرين وبالمقارنة مع معطيات المقابلة تبين لنا أن زمن الانتظار الذي تقضيه الآلة في صف الانتظار قصير جدا أو بالأحرى لا يوجد صف لانتظار الآلات في المؤسسة إلا نادرا، وهذا ما يدل على كفاءة عمال الصيانة في الإصلاح وأيضا حرص المؤسسة محل الدراسة على تطبيق سياسات الصيانة الوقائية نظرا لطبيعة الآلات وتكلفتها المرتفعة، ولهذا ليس من الضرورة زيادة مراكز الخدمة في قسم الصيانة لأن عدد المراكز الحالي كافي ومثالي بالنسبة للمؤسسة. وعليه فلا جدوى من اقتراح نموذج مثالي للمؤسسة محل الدراسة لأن النموذج الحالي يفي بالغرض.

خلاصة الفصل:

تطرقنا في هذا الفصل إلى استخدام أسلوب من أهم الأساليب الكمية لعملية اتخاذ القرار في مؤسسة مطاحن مرابط بالنعامة، وهو أسلوب صفوف الانتظار. بإعتبار أن أغلب المؤسسات تعاني من مشاكل الانتظار في أقسام الصيانة وورشات الإنتاج. قمنا بتطبيق هذا الأسلوب على قسم الصيانة، فتعطل عدد معين من الآلات في أوقات زمنية مختلفة تشكل صفوف انتظار لاصلاحها فيؤدي ذلك لتأخير عملية الإنتاج.

واجهتنا مشاكل عديدة خاصة تلك التي تتعلق بمراقبة وصول الآلات لمركز الخدمة، حيث أن طبيعة الآلات وسياسات الصيانة الوقائية الصارمة في المؤسسة لم تمكنا من الحصول على المعلومات المطلوبة لاستكمال هاته الدراسة في مدة الدراسة، حيث أجبرنا على الاعتماد على خبرة المهندس في تخمين عدد الأعطال الذي يقع في السنة الواحدة لعدم توثيقهم لأي عطل يحدث للآلة. إلا أن لإستخدام هذا الأسلوب وفق المنهجية العقلانية المناسبة مكننا من إتمام هاته الدراسة والخروج بقرار مناسب.

خـــاتمة

يعد الاهتمام بقصر الوقت بعدا أساسيا تتنافس من خلاله المؤسسات الاقتصادية سواء الصناعية أو الخدمية، ويعبر عن الوقت كأسبقية تنافسية من خلال ثلاث أبعاد، وتشمل وقت الانتظار، التسليم في الوقت المحدد وسرعة التطوير. وتسعى المؤسسات الصناعية إلى تقليل التكاليف الكلية للإنتاج بشكل دائم من خلال تقليص الطاقة العاطلة والاستغلال الأمثل لها وتخفيض وقت التسليم بمعرفة الأخطاء ومحاولة تصحيحها وإلغاء العمل المكرر والتذكر أن وقت الانتظار ما هو إلا وقت ضائع يؤدي إلى حدوث طاقة ضائعة في المؤسسة وتكلفة زائدة.

تمحور موضوع الدراسة حول الأثر الذي تحدثه الأساليب الكمية وبالخصوص صفوف الانتظار على إدارة الصيانة وذلك محاولة لربط ما تناولته الكتابات والفصول 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 والإكتفاء 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 أثرا إيجابيا على تحقيق مستوى الإنتاج المخطط والحفاظ على مستوى الجودة المطلوبة وتحقيق التكاليف المثلى.

أما في الفصل الثاني فهو العمود الفقري للدراسة حيث تم التطرق فيه إلى صفوف الانتظار قمنا بإعطاء نظرة عامة عن صفوف الانتظار وذلك من خلال تعريفها وخصائصها وتوزيعاتها الاحتمالية، وتطبيقاتها في إدارة الصيانة ليتم بعد ذلك محاولة اسقاط بعض هذه الجوانب النظرية على أرض الواقع. وقد مكنتنا الدراسة الميدانية في مؤسسة مطاحن مرابط وحسب ما رأينا فإن حجم العناية الذي توليه المؤسسة لإدارة الصيانة يتمثل في القيام بالعمليات الوقائية الروتينية وأنماط عمليات الإصلاح وضعف التخطيط (تخطيط الصيانة) ...، كما تبين لنا من خلال الزيارة عدم اعتماد إدراة الصيانة في مؤسسة مطاحن مرابط على الأساليب الكمية والمنهج العلمي وعدم استغلال بيانات التجهيزات والآلات والمكائن لاتخاذ قرارات أفضل تحسن من فعالية هذه الإدارة.

ومن خلال الإشكالية المطروحة في البحث والفروض، إخترنا تطبيق أحد الأساليب الكمية وهي صفوف الانتظار التي ومن خلالها يمكن تحليل الاختناقات التي تشكل صفوف الانتظار في قسم الصيانة ولها الدور الكبير في إتخاذ القرارات المهمة في مؤسسة مطاحن مرابط، وبالأخص معرفة الواقع التشغيلي لكل الآلات والتجهيزات والمكائن بصفة عامة ومعدات الإنتاج بصفة خاصة وذلك بالاختيار الأمثل لعدد العمال وتقليل الزمن في خطوط الصيانة لمكائن الإنتاج.

ولقد وقفنا على مجموعة من النقائص في قسم الصيانة في مؤسسة مطاحن مرابط بالنعامة تتمثل فيما يلي:

- نقص الاهتمام بالصيانة بمفهومها العلمي والإداري وحصرها في الجانب الهندسي الميكانيكي أو الكهربائي.
- سوء استخدام وعدم استغلال في الأساس عمليات التوثيق لأعمال الصيانة التي تم القيام بها لمعرفة أسباب العطل.
- عدم الاستفادة من التقنيات والبرمجة المتطورة في أعمال الصيانة والإصلاح.

- عدم استخدام الأساليب الكمية وغياب النظرة العلمية في دراسة وتحليل أعمال الصيانة.

اختبار صحة الفرضيات:

- **الفرضية الأولى:** نظرا لعدم اهتمام مؤسسة مطاحن مرابط بالنعامة بتطبيق نماذج صفوف الانتظار أو استخدام أي أساليب كمية وغياب النظرة العلمية تبين لنا أن الفرضية صحيحة، فكل ما يهم في مؤسسة مطاحن مرابط هو انجاز أعمال الصيانة دون الاخلال بالعملية الإنتاجية حيث الهدف الرئيسي هو جودة المنتوجات وتقليل أوقات الإصلاح والوصول إلى كمية الإنتاج المستهدفة مهما تطلب الأمر.
- **الفرضية الثانية:** من خلال الدراسة الميدانية توصلنا إلى أن الآلات والمكائن لا تقضى في صف الانتظار وقتا طويلا في انتظار تلقى الخدمة بل إنه وغالبا لا يوجد صف انتظار للآلات ومنه يتبين لنا أن الفرضية الثانية خاطئة.
- **الفرضية الثالثة:** من خلال الدراسة الميدانية في مؤسسة مطاحن مرابط توصلنا إلى أن عدد مراكز الخدمة في قسم الصيانة كافي لتقديم الخدمة بفعالية وبسرعة في المؤسسة ومنه يتبين لنا أن الفرضية الثالثة خاطئة.

النتائج:

من خلال هاته الدراسة أمكننا الوقوف على جملة من النتائج أهمها:

- معظم العاملين بقسم الصيانة ليست لديهم أدنى فكرة بنماذج نظرية صفوف الانتظار.
- عدم توفر إطارات متخصصين في أساليب بحوث العمليات في مؤسسة مطاحن مرابط.
- تعتبر الأساليب الكمية من أهم الأدوات التي تساعد إدارة الصيانة خصوصا والإدارات بشكل عام في اتخاذ القرارات التي تتسم بالدقة والموضوعية وذلك من خلال قدرتها على تبسيط المشاكل المعقدة.
- عدد وصول الآلات لمركز الخدمة في المؤسسة محل الدراسة محدود ومقدر ب 9 آلات رئيسية التي تدخل في العملية الإنتاجية للمؤسسة.

مقترحات الدراسة:

- الحث على استخدام أساليب التقنيات الكمية وخاصة نماذج صفوف الانتظار على مستوى المؤسسات الاقتصادية سواء الصناعية أو الخدمية، وغيرها من النماذج الأخرى.
- العمل على توظيف مختصين في مجال الأساليب الكمية على مستوى المؤسسات الصناعية، أو إعادة التأهيل للإطارات الموجودة بما يتماشى مع الإستخدام الأفضل لهذه الأساليب.
- العمل على تنمية الوعي لأهمية استخدام الأساليب الكمية في اتخاذ القرارات، عن طريق عقد الندوات واللقاءات بين الأكاديميين ومتخذي القرار في المؤسسات والوزارات التي تهمها مثل هاته الدراسات.

- تركيز الجامعات على دراسة الأساليب الكمية بأسلوب عملي، أي محاولة التركيز على دراسة الحالات من الواقع العملي للمؤسسات الإدارية، حتى يتزود الطلبة بمعلومات علمية وعملية ويستفاد منها في الحياة الوظيفية.

آفاق الدراسة:

الدراسة التي قدمت كانت تخص معالجة ظاهرة صفوف الانتظار في خطوط الصيانة لمكائن الإنتاج في مؤسسة مطاحن مرابط بالنعامة، لكن صفوف الانتظار نلاحظها في الكثير من مجالات الحياة، مثلا انتظار المرضى في المستشفيات العمومية والخاصة، انتظار السفن في الموانئ، انتظار الطائرات في المطارات، انتظار المسافرين للصعود في الطائرة، انتظار السيارات أما محطات البنزين وغيرها، ومادام ان صفوف الانتظار تظهر كثيرا في الدول النامية على عكس الدول المتقدمة، ولهذا لو تم تطبيق الأساليب الكمية خاصة صفوف الانتظار لقللنا من مشكلة الانتظار ولو بنسب معتبرة، ولهذا كل حالات الانتظار المذكورة سابقا وغيرها تحتاج لإجراء بحوث ودراسات تطبق فيها تقنيات الأساليب الكمية.

قائمة المصادر والمراجع

قائمة المصادر والمراجع:

قائمة المصادر والمراجع باللغة العربية:

- **الكتب:**

- ✓ أنعام علي التوفيق الشهربلي، **تقويم نظم المعلومات بإستخدام بحوث العمليات،** مؤسسة الوراق للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2009.
- ✓ سليمان محمد مرجان، **بحوث العمليات،** دار الكتب الوطنية، بنغازي، ليبيا، 2002.
- ✓ سهيلة عبد الله سعيد، **الجديد في الأساليب الكمية وبحوث العمليات،** الطبعة الأولى، دار الحامد للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2007.
- ✓ سهيلة عبد الله سعيد، **الجديد في الأساليب الكمية وبحوث العمليات،** الطبعة الأولى، دار الحامد للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2007.
- ✓ صونيا محمد البكري، **استخدام الأساليب الكمية في الإدارة،** الدار الجامعية، الإسكندرية، مصر، 1997.
- ✓ علي حسين علي وآخرون، **بحوث العمليات وتطبيقاتها في وظائف المنشأة،** دار زهران، عمان، الأردن، 1999.
- ✓ محمد اسماعيل بلال، **بحوث العمليات-استخدام الأساليب الكمية في صنع القرار،** دار الجامعة الجديدة، الاسكندرية، مصر، 2004.
- ✓ محمد توفيق ماضي، **الأساليب الكمية في مجال الادارة،** الدار الجامعية للنشر والطباعة والتوزيع، الاسكندرية، بدون سنة نشر.
- ✓ محمد سالم الصفدي، **بحوث العمليات _تطبيق وخوارزميات_،** دار وائل للنشر والطباعة، عمان، الأردن، الطبعة الأولى، 1999.
- ✓ منعم زمزير الموسوي، **بحوث العمليات (مدخل علمي لإتخاذ القرارات)،** دار وائل للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2009.
- ✓ مؤيد الفضل، **الأساليب الكمية والنوعية في دعم قرارات المنظمة،** مؤسسة الوراق، للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2008.
- ✓ مؤيد الفضل، **مدخل إلى الأساليب الكمية في التسويق (تطبيقات في منظمات الأعمال الإنتاجية والخدمية)،** دار المسيرة للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2008.
- ✓ إبراهيم نائب وانعام باقية، **بحوث العمليات (خوارزميات وبرامج حاسوبية)،** دار وائل للنشر، عمان، الأردن، 1999.
- ✓ إبراهيم نائب، أنعام باقية، **نظرية القرارات نماذج وأساليب كمية محوسبة،** الطبعة الأولى، دار وائل للطباعة والنشر، عمان، الأردن، 2001.
- ✓ أبو قاسم مسعود الشيخ، **بحوث العمليات،** دار المجموعة العربية للتدريب والنشر، القاهرة، مصر، 2009.

- ✓ أحمد طرطار، **الترشيد الإقتصادي للطاقة الإنتاجية في المؤسسة**، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر، 2001.
- ✓ أحمد عبد اسماعيل الصفار، ماجدة عبد اللطيف التميمي، **بحوث العمليات (تطبيقات على الحاسوب)**، دار المناهج للنشر والتوزيع، عمان، الطبعة الاولى، 2007.
- ✓ ألوورداس بفا، راكشي كي سارن، **إدارة الإنتاج والعمليات، مدخل حديث**، ترجمة " محمد محمود الشواربي "، دار المريخ للطباعة والنشر، الطبعة الأولى، الرياض، السعودية، 1999.
- ✓ أندرسون وآخرون، **الأساليب الكمية في الادارة**، الطبعة الانجليزية (2004)، دار المريخ للنشر، الرياض، المملكة العربية السعودية 2006.
- ✓ باري راندر وآخرون، **نمذجة القرارات وبحوث العمليات**، ترجمة مصطفى موسى، دار المريخ للنشر، الرياض، السعودية، 2007.
- ✓ البكري صونيا محمد، **تخطيط ومراقبة الإنتاج**، الدار الجامعية، الإسكندرية، مصر، 2000.
- ✓ بوقرة رابح، **بحوث العمليات**، الجزء الثاني، منشورات جامعة المسيلة، الجزائر، 2012.
- ✓ بياز هاني حرب، **مدخل الى إدارة الأعمال**، مكتبة روعة للطباعة، الطبعة الأولى، عمان، الأردن، 2000.
- ✓ توفيق محمد عبد المحسن، **تقييم الأداء مداخل جديدة لعالم جديد**، دار الفكر العربي، مصر، 2004.
- ✓ جاسم مجيد، **التطورات التكنولوجية والإدارة الصناعية**، مؤسسة شباب الجامعة، الإسكندرية، 2004.
- ✓ جلال إبراهيم العبد، **استخدام الأساليب الكمية في اتخاذ القرارات الإدارية**، الدار الجامعية الجديدة للنشر، الإسكندرية، مصر، 2004.
- ✓ جلال إبراهيم العبد، **إستخدام الأساليب الكمية في إتخاذ القرارات الإدارية**، الدار الجامعية الجديدة للنشر، الإسكندرية، مصر، 2004.
- ✓ حسن علي مشرقي وآخرون، **بحوث العمليات تحليل كمي في الإدارة**، دار المسيرة للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 1997.
- ✓ حسن ياسين طعمة وآخرون، **بحوث العمليات نماذج وتطبيقات**، دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2009.
- ✓ حسن ياسين طعمة، **نماذج وأساليب كمية في الإدارة والتخطيط**، الطبعة الأولى، دار صفاء للنشر والتوزيع، عمان، 2008.
- ✓ خضير كاظم محمود، هايل يعقوب فاخوري، **إدارة الإنتاج والعمليات**، دار صفاء للنشر والتوزيع، الطبعة الأولى، عمان، الأردن، 2004.
- ✓ دلال صادق الجواد، حميد ناصر الفتال، **بحوث العمليات**، دار اليازوري العلمية للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2008.
- ✓ رامي حكمت فؤاد الحديثي وآخرون، **إدارة الصيانة المبرمجة**، الطبعة الأولى، دار وائل للنشر، الأردن، 2004.

- ربحي مصطفى عليان، عدنان محمود الطرباسي، **الاتصال والعلاقات العامة**، دار صفاء للنشر والتوزيع، الطبعة الأولى، عمان، الأردن، 2005.
- رضا صاحب أبو حامد آل علي وآخرون، **وظائف المنظمة المعاصرة – نظرة بانورامية عامة –**، مؤسسة الوراق للنشر، عمان، الأردن، 2001.
- سعيد أوكيل، **وظائف ونشاطات المؤسسة الصناعية**، ديوان المطبوعات الجامعية، بن عكنون، الجزائر، 1992.
- شفيق العتوم، **بحوث العمليات**، دار المناهج للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2006.
- شوقي ناجي جواد، **العمليات الإدارية وتكنولوجيا المعلومات**، اثراء للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2008.
- صالح مهدي محسن العامري وعواطف إبراهيم الحداد، **تطبيقات بحوث العمليات في الإدارة**، دار إثراء للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2009.
- صلاح الشنواني، **إدارة الإنتاج**، مركز الإسكندرية للكتاب، الإسكندرية، مصر، 2000.
- طه حمدي، **مقدمة في بحوث العمليات**، دار المريخ، الرياض، السعودية، 1996.
- عادل حسن، **التنظيم الصناعي إدارة الإنتاج**، دار النهضة العربية للطباعة والنشر، بيروت، 1988.
- عادل حسن، **مشاكل الإنتاج الصناعي**، مؤسسة شباب الجامعة، الإسكندرية، مصر، 1998.
- عاطف محمد عبيد، جندي فؤاد علي، **التنظيم الصناعي وإدارة الإنتاج**، دار النهضة العربية، بيروت، 1974.
- عبد الحميد عبد المجيد البلداوي، نجم عبد الله الحميدي، **الأساليب الكمية التطبيقية في إدارة الاعمال**، دار وائل للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2009.
- عبد الرحمان توفيق، **إدارة الصيانة وتشغيل المرافق**، الطبعة الثالثة، مركز الخبرات المهنية للإدارة " بميك "، 2003.
- عبد الرسول عبد الرزاق الموسوي، **المدخل لبحوث العمليات**، دار وائل للنشر، بدون سنة النشر، عمان، الأردن.
- عبد الستار أحمد محمد الآلوسي، **أساليب بحوث العمليات (الطرق الكمية المساعدة في إتخاذ القرار)**، دار القلم للنشر والتوزيع، الإمارات العربية المتحدة، 2003.
- عبد الغفور يونس، **التنظيم الصناعي وإدارة الإنتاج**، المكتب العربي الحديث، الإسكندرية، 1997.
- عبد الكريم محسن، صباح مجيد النجار، **إدارة الإنتاج و العمليات**، دار وائل للنشر، الطبعة الأولى، بغداد، العراق، 2006،
- العزاوي محمد، **الإنتاج وإدارة العمليات _منهج كمي تحليلي_**، دار اليازوري للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2006.
- علي الشرقاوي، **إدارة النشاط الإنتاجي _ مدخل التحليل الكمي _**، دار الجامعة الجديدة للنشر والتوزيع، الإسكندرية، 2003.

- ✓ علي العلاونة وآخرون، **بحوث العمليات في العلوم التجارية**، دار المستقبل للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2000.
- ✓ عمر سعيد، منذر خليلي وآخرون، **مبادئ الإدارة الحديثة**، مكتبة دار الثقافة للنشر والتوزيع، الطبعة الاولى، عمان، الأردن، 2003.
- ✓ غسان داود اللامي، أميرة شكرولي، **إدارة الإنتاج والعمليات_مرتكزات معرفية وكمية_**، دار اليازوري العلمية، عمان، الأردن، 2009.
- ✓ فريد النجار، **بحوث العمليات في الإدارة**، الدار الجامعية، الإسكندرية، مصر، 2009.
- ✓ فوزي شعبان مذكور، **إدارة الصيانة والأمن الصناعي**، مركز جامعة القاهرة للتعليم المفتوح، القاهرة، 1999.
- ✓ محمد أحمد الطروانة، سليمان خالد عبيدات، **مقدمة في بحوث العمليات**، دار المسيرة للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، 2010.
- ✓ محمد كمال مصطفى وآخرون، **تشغيل وصيانة المعدات المتحركة**، بيمكو للنشر والتوزيع، ليبيا، 1990.
- ✓ محمد نور برهان وآخرون، **بحوث العمليات**، الشركة العربية المتحدة للتسويق والتوريدات، القاهرة، مصر، 2011.
- ✓ الموسوي منعم زمزير، **إدارة المواد، الشراء والتخزين من منظور كمي**، دار وائل ،عمان، الاردن، الطبعة الثانية، 2004،
- ✓ مؤيد عبد الحسين الفضل، **حكم محسن محمد، إدارة الإنتاج والعمليات**، دار زهران للنشر والتوزيع، الطبعة الأولى، عمان، الأردن، 2010.
- ✓ نبيل محمد مرسى، **أساليب التحليل الكمي**، المكتب الجامعي الحديث، جامعة الاسكندرية، مصر، 2006.
- ✓ نبيل محمد مرسي، **التحليل الكمي في إدارة الأعمال**، دار الجامعة الجديدة، الاسكندرية، مصر، 2004.
- ✓ اليمين فالتة، **بحوث العمليات**، الجزء الأول، إيتراك للطباعة والنشر والتوزيع، القاهرة، مصر، 2006.

- **المذكرات والرسائل الجامعية:**

- ✓ مغبر فاطم الزهراء، " **تخطيط أعمال الصيانة باستخدام الأساليب الكمية** "، مذكرة تخرج لنيل شهادة الماجستير في العلوم الاقتصادية، كلية العلوم الاقتصادية وعلوم التسيير والعلوم التجارية، جامعة أبي بكر بلقايد _تلمسان، 2011.
- ✓ بنشوري نسيبة، "**أثر تطبيق الأساليب الكمية على فعالية إدارة الصيانة**"، رسالة مقدمة كجزء من متطلبات نيل شهادة الماجستير في علوم التسيير، كلية العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية وعلوم التسيير، جامعة محمد خيضر_بسكرة، 2016.
- ✓ زرقي عمار، "**التعهد بإدارة الصيانة كإختيار استراتيجي للمؤسسة الصناعية مدخل لتحسين الإنتاجية**"، – دراسة حالة المركب المنجمي للفوسفات – جبل العنق _ بئر العاتر، مذكرة ماجيستير غير منشورة، جامعة قاصدي مرباح، ورقلة، 2012.

- ✓ بوعنيبة وهيبة، "**دور تكاليف الصيانة في تخفيض تكاليف الإنتاج**"، مذكرة مكملة لنيل شهادة الماجستير في اقتصاد وتسيير المؤسسة، كلية العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية وعلوم التسيير، جامعة 20 أوت 1955_سكيكدة، 2007.
- ✓ ويراد زواوي، "**الصيانة الصناعية وآثارها على تكاليف الإنتاج**"، مذكرة التخرج لنيل شهادة الماجيستير في العلوم الاقتصادية، كلية العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية وعلوم التسيير، جامعة أبوبكر بلقايد _تلمسان_، 2005.
- ✓ لموشي زهية، "**أثر تكاليف الصيانة على القدرة التنافسية للمؤسسة**"، مذكرة مكملة لنيل شهادة الماجستير في العلوم الاقتصادية، كلية العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية وعلوم التسيير_ المركز الجامعي العربي بن مهيدي–ام البواقي، 2007.
- ✓ تومي ميلود، "**الصيانة وأثرها على تكاليف الإنتاج**"، رسالة ماجيستير، فرع التخطيط، معهد العلوم الاقتصادية، جامعة الجزائر، 1992.
- ✓ عاشور مرزيق، "**الصيانة ودورها في ضمان جودة منتجات المؤسسة الصناعية الجزائرية**"، رسالة ماجيستير فرع إدارة الأعمال، كلية الاقتصاد وعلوم التسيير، جامعة الجزائر، 2003.
- ✓ زايدي عبد السلام، "**دور إدارة الصيانة في تدعيم القدرة التنافسية للمؤسسة الصناعية**"، دراسة حالة شركة إسمنت تبسة، مذكرة ماجيستير، قسم العلوم التجارية، تخصص إدارة الأعمال، كلية العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية وعلوم التسيير، جاعة محمد بوضياف، المسيلة، 2006.
- ✓ عيسى حجاب، "**مساهمة لتحديد متغيرات القرار المتعلقة بالمخزون الأمثل لاستخدام بحوث العمليات في المؤسسة الاقتصادية الجزائرية (دراسة حالة عينة من مؤسسات مطاحن القمح للفترة 2010–2012)**"، رسالة مقدمة كمتطلب لنيل شهادة الدكتوراه في العلوم الاقتصادية، كلية العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية وعلوم التسيير، جامعة محمد خيضر ببسكرة، الجزائر، 2014–2015.
- ✓ رشيد علاب، " **تحسين خدمات الموانئ باستخدام نماذج صفوف الانتظار**"، دراسة حالة المؤسسة المينائية لسكيكدة، مذكرة مقدمة ضمن متطلبات نيل شهادة ماجستير في علوم التسيير، تخصص اقتصاد وتسيير المؤسسات، كلية علوم التسيير والعلوم الاقتصادية، جامعة 20 أوت 1955، سكيكدة، 2007.
- ✓ دريدي أحلام، "**دور استخدام أساليب بحوث العمليات في تحسين أداء المؤسسات الجزائرية**"، أطروحة مقدمة لنيل شهادة الدكتوراه، تخضض الأساليب الكمية في التسيير، كلية العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية وعلوم التسيير، حامعة محمد خيضر– بسكرة – ، 2018.
- ✓ هند سعدي، "**إستخدام نماذج صفوف الانتظار لتحسين فاعلية الخدمات في المراكز الصحية (دراسة ميدانية في المؤسسة العمومية الإستشفائية بالمسيلة)**"، مذكرة ماجستير، كلية العلوم الإقتصادية والتجارية وعلوم التسيير، جامعة مسيلة، الجزائر، 2012،

- ✓ سهام عزي، "**دراسة المقاربة الكمية في اتخاذ القرارات الإدارية (دراسة حالة مؤسسة عمومية: المستشفى الجامعي مصطفى باشا ووكالة التأمين سلامة)**"، مذكرة مقدمة ضمن متطلبات نيل شهادة ماجستير في علوم التسيير، تخصص التسيير العمومي،كلية العلوم الاقتصادية التجارية وعلوم التسيير، جامعة الجزائر.
- ✓ مبارك عزام راوية، "**دور نموذج صفوف الانتظار في تحسين جودة الخدمات الصحية (دراسة حالة المؤسسة العمومية للصحة الجوارية)**"، العلمة، مذكرة ماجستير غير منشورة، كلية العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية وعلوم التسيير، جامعة سطيف، الجزائر، 2016.
- ✓ بوجمعة فاطمة الزهراء، "**نظرية صفوف الانتظار كأداة لاتخاذ القرار في المؤسسة الصناعية (دراسة حالة في المجمع الصناعي للألبان بتلمسان)**"، مذكرة تخرج لنيل شهادة الماجستير في العلوم الاقتصادية، كلية العلوم الاقتصادية والعلوم التجارية وعلوم التسيير، جامعة أبي بكر بلقايد بتلمسان، الجزائر، 2009/2008.
- ✓ ديدي وآخرون، "**دراسة صفوف الانتظار في مؤسسات القطاع الصحي _دراسة حالة المؤسسة الاستشفائية الخاصة المغيث بعين الحجر_**" ، مذكرة ماستر، جامعة مولاي الطاهر سعيدة، كلية العلوم الاقتصاديو العلوم التجارية وعلوم التسيير، قسم العلوم الاقتصادية، 2015-2014.

- **المجلات العلمية والملتقيات الوطنية والدولية:**

- ✓ الفرات منار، « **المادة النظرية في بحوث العمليات والبرمجة الخطية**»، قسم إدارة الأعمال، كلية التجارة، جامعة غزة، ،2013/ 2014.
- ✓ نسيمة لعرج مجاهد ومصطفى الطويطي، « **تحديد مثلوية سلاسل الإمداد بإستخدام البرمجة الخطية بالأهداف المرجحة (دراسة حالة شركة أطلس كيمياء بمغنية)**» ، مجلة الباحث، الجزائر، العدد 09، 2011.
- ✓ أسعد عباس هندي الاسدي، «**نظرية صفوف الانتظار (الأرتال) وتطبيقاتها على الموانئ التجارية العراقية**»، مجلة دراسات البصرة، العدد 12، 2011.
- ✓ ضياء عبد القادر سلطان، «**الإختيار الأمثل لعدد العمال وتقليل الزمن في خطوط الصيانة لمكائن الانتاج بإستخدام نظرية صفوف الانتظار**»، مجلة الهندسة والتكنولوجيا، الموصل، العراق، المجلد 29 العدد 14، 2011.
- ✓ ملال ربيعة، هواري مغنية، «**فعالية استخدام صفوف الانتظار في تحسين جودة الخدمات الصحية**»، اقتصادبات الأعمال والتجارة، العدد 4، 2017.
- ✓ فاتح سردوك وآخرون، «**تحليل طوابير انتظار الخدمات باستخدام نماذج صفوف الانتظار ودورها في اتخاذ قرارات تحسين الجودة**»، http://iefpedia.com/arab/wp-content/uploads/2010/03.
- ✓ بلعربي عبد القادر وآخرون، «**تحليل الأداء واتخاذ القرار باستخدام نظرية صفوف الانتظار**»، ص4، https://www.google.fr/search?client=opera&q

- **مواقع الانترنيت:**

- ✓ صغيور حياة، « **واقع إدارة الصيانة في الدول النامية وانعكاساتها على الإنتاج** »، جامعة دمشق، سوريا، 2009، ص1، تم الإطلاع عليها (2020/03/11) من الموقع http://sa.ae/4ae44de.
- ✓ سامر مظهر قنطقجي، « **ترشيد عمليات الصيانة بالأساليب الكمية**»، مركز الدكتور قنطقجي لتطوير العمال، سوريا، 2003، www.kantakji.org .
- ✓ عارف محمد سليمان، «الصيانة الوقائية للمنشآة »، منتديات التقنية، www.TKNE.COM.
- ✓ د.عبد العزيز التميمي، دورة عمليات الصيانة، http://faculty.ksn.edu.sa/document ، 2002.
- ✓ هاني عرب، «**محاضرات في بحوث العمليات**»، ملتقى البحث العلمي، - RENDEZVOUS OF SCIENTIFIC RESEARCHES -، www.rsscrs.info.

- **المصادر والمراجع باللغة الأجنبية:**
- **الكتب:**

- ✓ M.Gabriel et J-C.Rault, **Systèmes experts en maintenance,** édition MASSON, Paris, 1987.
- ✓ Francois Monchy, **Maintenance – methods et organisations,** 2éme, DUNOD, Paris, 2003.
- ✓ Monchy F, Vernier J, **Maintenance – méthodes et organisations,** 3 édition, DUNOD, Paris, 2010.
- ✓ Priel.Victor, **La maintenance – téchniques moderne de gestion-,** ENTREPRISE MODERNE d' édition, Paris, 1976.
- ✓ Arnold Ogus et Francois Boucly, **Le management de la mantenance Anfor,** Paris, 1986.
- ✓ B.Daniel et H.Claude, **Guide de la maintenance,** édition NATHAM, Paris, 1987.
- ✓ B.Luc et Autres, **Précis d'organisation et gestion de production,** les editions d'Organisation, Paris, 1986.
- ✓ Bernardie Mont Morillon, Jean Pierre Pitol-Belin**, Organisation et gestion de l'entreprise,** Paris,
- ✓ Carton. D, **Processus aléatoire utilisées en recherche opérationnelle**, Masson, Paris, 1995. édition Litec, 1995.
- ✓ Francois Boucly et A.Ogust, **Le management de la maintenance,** édition GESTION, Paris, 1987.
- ✓ François Monchy, **la fonction Maintenance; Formation à la gestion de la maintenance industrielle,** Masson, Paris,1996.
- ✓ François Monchy, **Maintenance méthode et organisation**, Dunod, Paris، 2000.
- ✓ G.Bosser et J.M.Guillard**, Maintenance des systèmes de production,** les editions FOUCHER, Paris, 1990.
- ✓ Georges.Javel, **Pratique de la gestion industrielle- organisation,** méthodes et outils- DUNOD, Paris, 2003.
- ✓ H.Bernard, **Entretient et maintenance ,** édition EYHOLIOS, Paris, 1974.
- ✓ Marquez A.C, **The Maintenance Management Framework – models and methods for complex systems maintenance,** Springer-Verlag London Limited 2007.

- **المذكرات والرسائل الجامعية:**

- ✓ 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.

- **المجلات والملتقيات:**

- ✓ Smail Benissaad, « **Maintenance industrielle TEC 336»**, publication de l'université Mentouri Coustantine, 2004 2005.
- ✓ G.R.O.M (Groupe de Réflexion et d'Orientation en Maintenance), **«Réussir la maintenance»,** edition MAR NOSTRUM, Paris, 1996.
- ✓ AFNOR: (Association Française de Normalisation), **«**Maintenance industrielle**»**, 2ème édition, Paris, 1986.
- ✓ Ben-daya et d'autres, **Handbook of Maintenance Management and Engineering,** Springer-Verlag LondonLimited, 2009.
- ✓ Malika Babes, Statistiques, **Files d'attente et simulation,** Office des publications universitaire, Alger, 1995.

قائمة الملاحق

الملحق 01: استمارة المقابلة

أسئلة تم إدراجها ضمن المقابلة مع مسير مؤسسة مطاحن مرابط ورئيس مصلحة الصيانة والانتاج:

- **الأسئلة التي تم توجيهها لمسير المؤسسة:**

✓ **س 01:** هل يمكنك إعطاء تعريف لمؤسستكم؟

✓ **س 02:** ما هو تاريخ نشأة مؤسستكم؟

✓ **س 03:** هل للمؤسسة هيكل تنظيمي؟ ما هي أقسامه؟

✓ **س 04:** ما هي الأهداف التي تسعى المؤسسة لتحقيقها؟

- **الأسئلة التي تم توجيهها لرئيس مصلحة الصيانة والانتاج:**

✓ **س 01:** هل يمكنك أن تعرف قسم الصيانة؟ وماهي مصالحه؟

✓ **س 02:** ماهي مكانة الصيانة في المؤسسة؟

✓ **س 03:** ما هي أنواع الصيانة المطبقة في المؤسسة؟

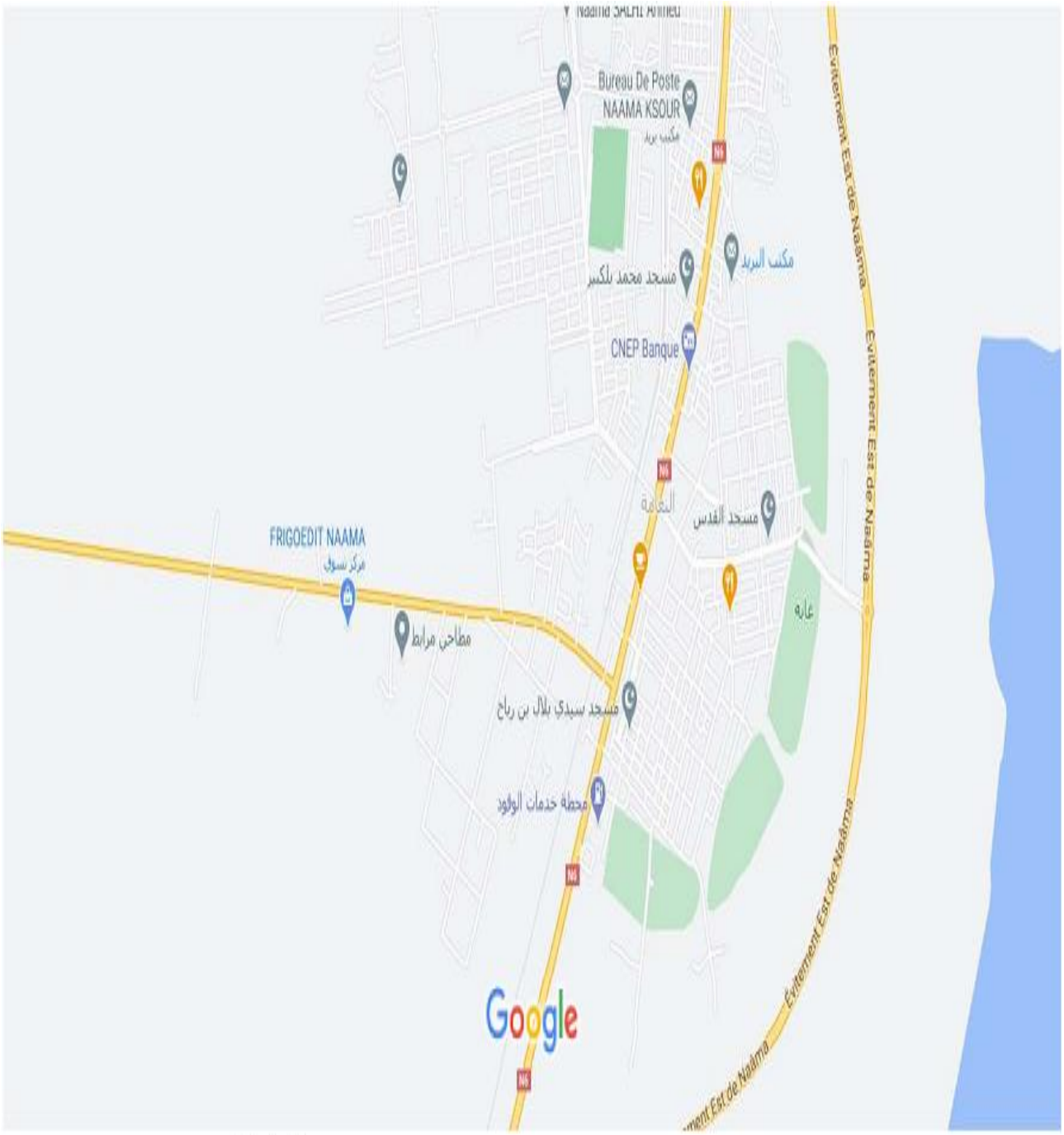
✓ **س 04:** كيف تسير عمليات الصيانة في المؤسسة؟

✓ **س 05:** ماهي مراحل العملية الانتاجية؟

✓ **س 06:** ما هو حجم الأعطال الذي يصيب الآلات؟

✓ **س 07:** ما هي مدة إصلاح الأعطال؟

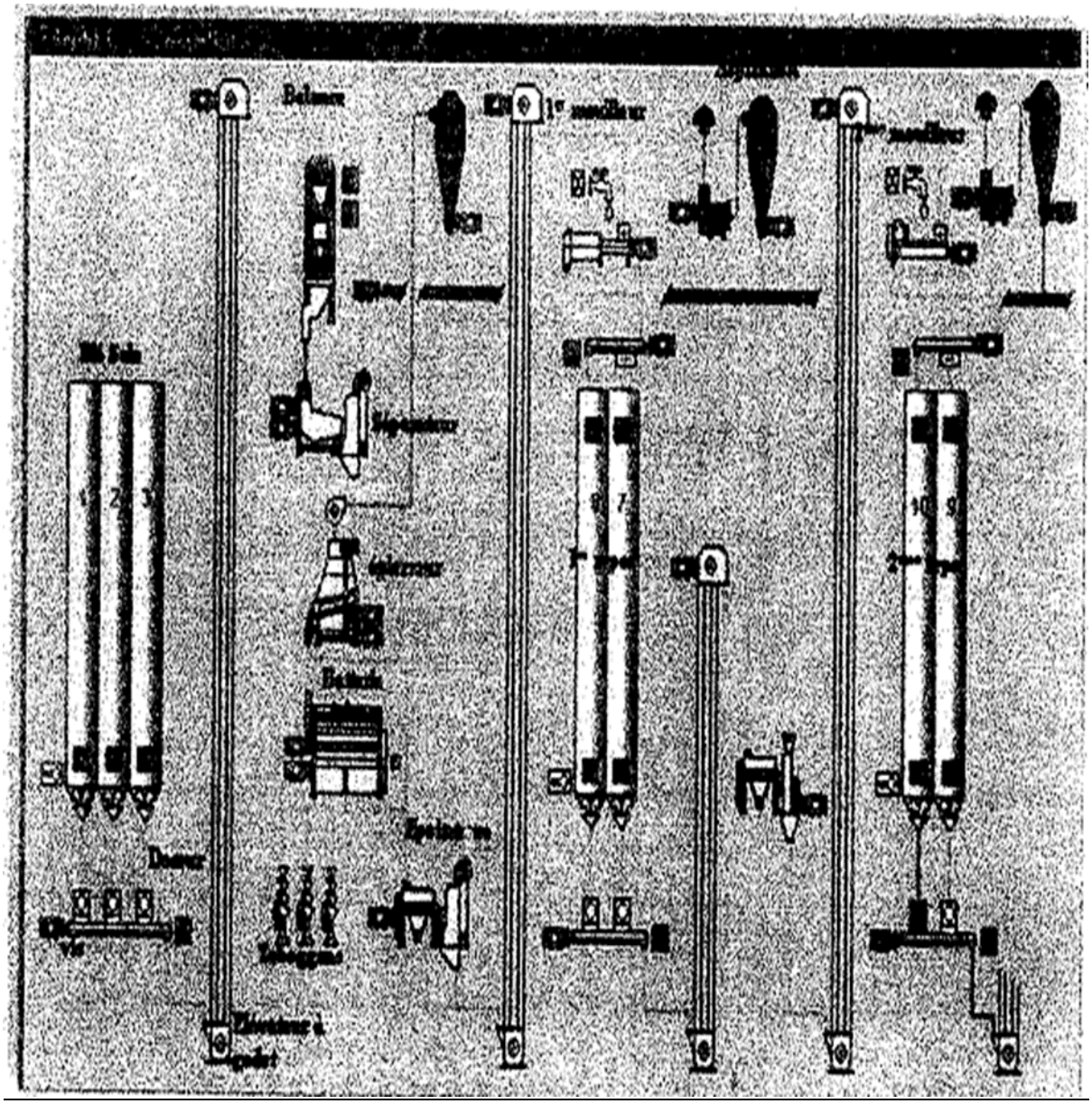
الملحق 02: موقع مؤسسة مرابط على خريطة GOOGLE



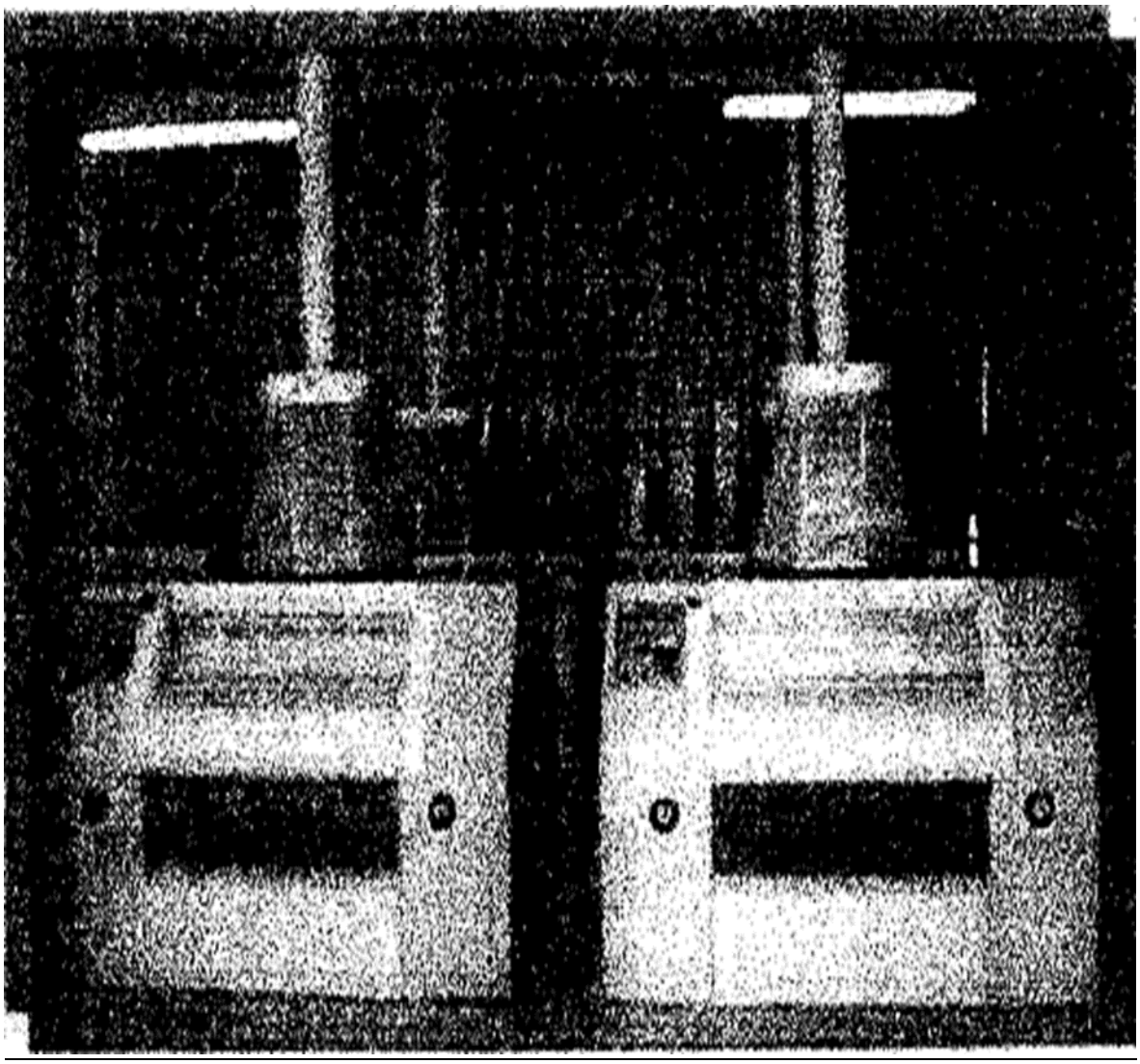
الملحق 03: البطاقة التقنية للمؤسسة

إسم المؤسسة	**مطاحن مرابط**
العنوان	**المنطقة الصناعية النعامة،**
رقم السجل	**8222720B07-100/45**
السجل القانوني	**شركة ذات المسؤولية المحدودة**
المساحة الكلية	**20000 متر مربع**
المساحة المبنية	**728 متر مربع**
سعة الإنتاج	**480 قنطار/ اليوم**
الإنتاج اليومي	**192 قنطار/ اليوم**
العدد الكلي للعمال	**40 عامل**
المورد	**تعاونية الحبوب والبقول الجافة بالغرب / سعيدة**
الفحص الطبي	**دوري بمعدل مرة واحدة كل سنة**

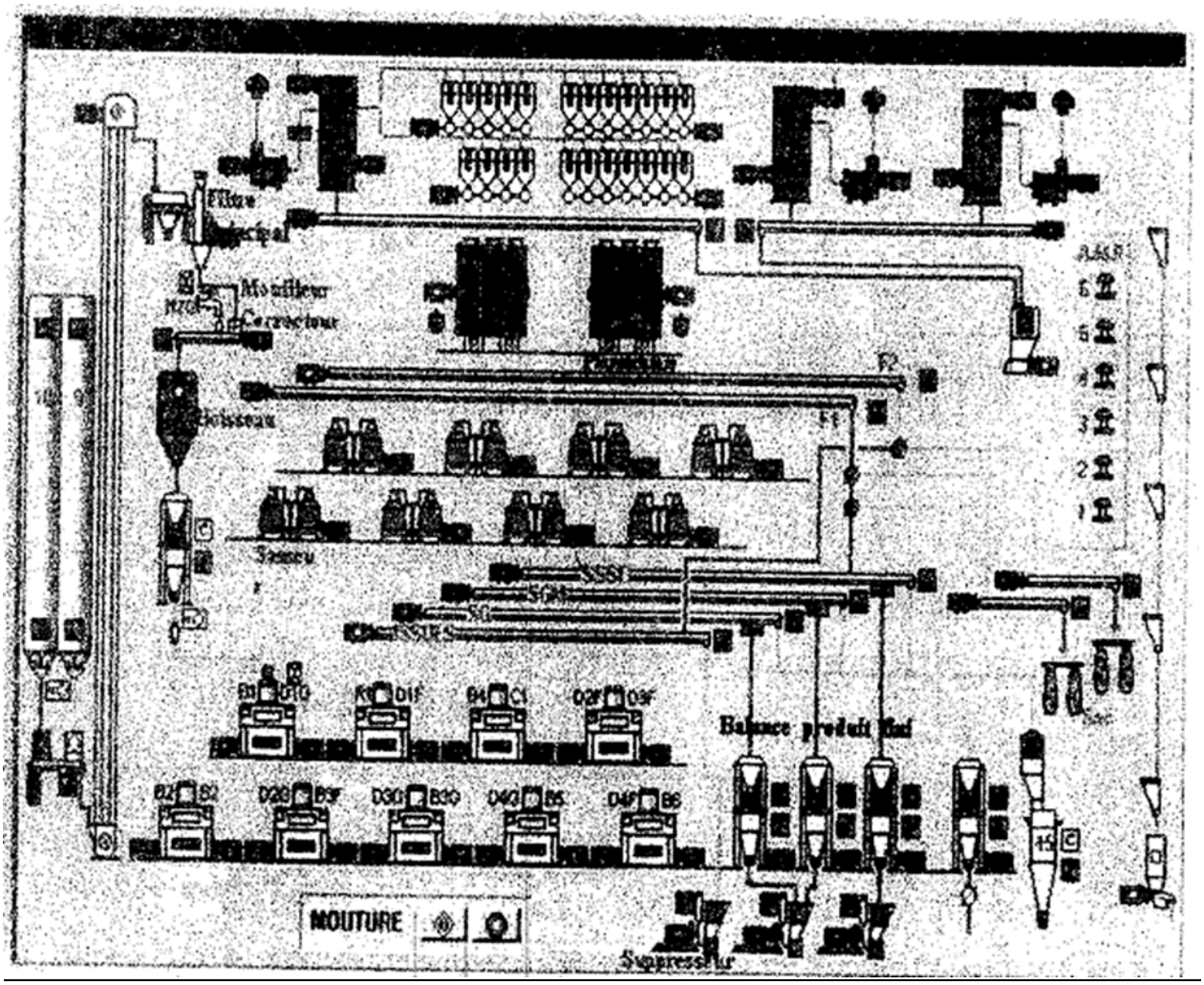
الملحق 04: عملية التنقية



الملحق 05: آلة الطحن



الملحق 06: عملية استخراج الدقيق



الملحق 07: عملية التغليف ووضع المنتوج في الأكياس