جدولة أعمال الصيانة باستخدام التحليل متعدد المعايير
ـ دراسة حالة مصنع النسيج للمواد الثقيلة ـ

Scheduling maintenance work using a multi-criteria analysis
State: textile factory for heavy materials

بوكليخة لطيفة

جامعة تلمسان

bouklikhalatifa@yahoo.fr

ملخص: ساهمت التطورات التكنولوجية السريعة اليوم في ظهور معدات حديثة بالتقنية العالية، هذا ما استدعى بالضرورة الاهتمام بوظيفة الصيانة كوظيفة إستراتيجية في المؤسسة تقوم بالاهتمام بهذه المعدات بتبني سياسات الصيانة المخططة وتطبيق الأساليب الحديثة في الإدارة من تخطيط ومتابعة وتنظيم. ولقد عمدنا من خلال هذا البحث إلى عرض مجموعة من الأساليب الكمية المعتمدة في تخطيط وجدولة أعمال الصيانة واستطعنا من خلال الدراسة الميدانية بمؤسسة MANTAL من معرفة واقع وظيفة الصيانة بهذه المؤسسة وانطلاقا من حجم وطبيعة الأعطال التي تتعرض لها التجهيزات الإنتاجية قمنا باختبار أسلوب البرمجة بالأهداف من اجل تخطيط أعمال الصيانة والذي بين لنا مدى أهميته في تقليص زمن توقف هذه التجهيزات وبالتالي زيادة إنتاجيتها وهو ما يحسن سير العملية الإنتاجية.

الكلمات المفتاح : الصيانة، التخطيط، الأساليب الكمية، التحليل متعدد المعايير.

Abstract: The rapid technological progress, nowadays, has contributed to the development of sophisticated equipment. This fact has urged to wide range of importance given to maintenance as strategic component in the enterprise. Thus enterprises feel necessity of adopting planned maintenance policy to be achieved according to agreed stands. In this research, we tend to expose a set of quantitative methods adopted in maintenance task scheduling and functioning in the company of MANTAL. We have applied a critical path method multi-criteria for maintenance planning work. Research has shown the importance of such process in reducing downtime of equipment, the fact that contributes to productive process performance.

Keywords: maintenance, planning, quantitative methods, multi-criteria.

I. مقدمة

شهدت العقود الأخيرة زيادة في حدة المنافسة بين منظمات الأعمال لتحقيق أقصى الأرباح من خلال اهتمامها و تركيزها على الجودة العالية و سرعة تلبيتها لحاجات الزبائن ولتحقيق ذلك تعمل المنظمات على زيادة جودة موجوداتها للسيطرة على معدل الفشل (العطل) في الآلات و الذي يسبب خللا في العملية الإنتاجية، ولذلك تعد الصيانة نشاطا حيويا يضمن سير المسار الإنتاجي نظرا لدورها المهم في إطالة العمر الإنتاجي للآلات والمعدات و تقليل التوقفات و زيادة الوقت بين عطل و آخر، فهذه الأعطال تخلق لدى المسؤولين عن الإنتاج تخوفات غير مرغوب فيها و يؤدي هذا التوقف في الآلات إلى تخطيط المهام بصفة منفصلة وله تأثير كبير في الإنتاجية ، فالصيانة لها دور مهم في العملية الإنتاجية لان التكلفة الناتجة عن حدوث عطل (غير متوقع حدوثه في الإنتاج) وحدوث تأخيرات كبيرة في التسليم أعلى بكثير من تلك المقرر حدوثها في وقف الإنتاج، فمتطلبات خدمة الجدولة تحتاج إلى إرضاء الزبائن في الوقت المحدد وتحقيق الاستعمال الأمثل لجميع المرافق، و لكن يجب أيضا توفير أعمال الصيانة في جدولة الإنتاج و التي تعكس بصورة ايجابية قدرة المؤسسة على المنافسة وتحقيق ميزة تنافسية عن طريق تقديم منتجات ذات جودة عالية بدرجة مرونة مرتفعة.

سنتطرق في هذا البحث إلى إظهار الحاجة لإقامة جدولة أعمال الصيانة لمعالجة مشكلة الجدولة قسمنا إلى جزئيين:

- الجزء الأول تطرقنا فيه إلى وصف وظيفة الصيانة أهمية الصيانة وأنواعها، ثم تطرقنا إلى جدولة وضيفة الصيانة وطرق وأساليب جدولتها.

- إما الجزء الثاني فتطرقنا فيه الى الصيانة، والى استراتيجيات الجدولة.
- ومن هنا يمكن طرح الإشكالية التالية:
- **كيف يمكن جدولة الصيانة عن طريق استخدام طرق التحليل متعددة المعايير للحصول على نظام إنتاجي فعال؟**

حيث أن عملية نمذجة كل من وظيفة الصيانة في المؤسسة الصناعية على حدة سهلة نوعا ما. إلا أن عملية نمذجة كل من مهام وعمليات الصيانة في نموذج رياضي واحد يهدف الى تحقيق جميع الأهداف صعبة ومعقدة، ومن خلال هذا البحث سيتم محاولة تحقيق هذا المبتغى المهم في التسيير.

وتبرز أهمية هذه الدراسة في:

- إظهار أهمية الجدولة الصيانة بالنسبة للمؤسسات الصناعية، وكذا استخدام الأساليب الرياضية والإحصائية في التعامل مع مشاكل الجدولة، وأيضا لفت انتباه المسؤولين في المؤسسات الجزائرية الى فعالية الأساليب الرياضية للتعامل مع مشاكل الجدولة.
- ابراز اهمية النماذج الرياضية واهميتها في عمليات الجدولة داخل المؤسسة الصناعية.
- التطرق لابرز النماذج الرياضية في مجل متعددة المعايير والبرمجة بالاهداف.

II. وصف وظيفة الصيانة:

2-1- عموميات حول الصيانة:

تعريف 1: تعرف الجمعية الفرنسية للتقييس AFNOR **X 60-010** الصيانة كالتالي:

"مجموعة من الإجراءات التي تهدف إلى المحافظة على كافة التجهيزات و إعادتها إلى حالتها التشغيلية التي تسمح لها بالقيام بالوظيفة المنوطة بها"[1].

تعريف 2: Richet يعرف الصيانة كالتالي: مجموعة من الأنشطة التقنية، الإدارية و التنظيمية خلال دورة حياة الأصل تهدف إلى المحافظة عليه و إعادته إلى هيئته الأصلية وذلك من اجل القيام بالوظيفة الخاصة به[2].

تعريف 3 : الصيانة هي تلك الوظيفة التي تعمل على ضمان وسلامة المعدات واللوازم الإنتاجية لتقديم المنتوج المطلوب بالتكاليف السليمة وفي الظروف التي تمر بها عملية الإنتاج (النوعية والكمية والسلامة المهنية)[3].

يلاحظ من هذه التعاريف على أنها أشارت ضمنيا إلى كل أنواع التجهيزات التي تستطيع الصيانة المحافظة عليها و تحقيق استمرارية تشغيلها، فهي عملية مستمرة قبل و بعد العملية الإنتاجية لكافة التجهيزات، من آلات و معدات و أجهزة الإنتاج المختلفة وهذا واضح من خلال استعمال أصحاب هذه التعارف كلمتي – إعادة و المحافظة- و يقصد بذلك إعادة العتاد إلى وظيفته الأصلية أو حالته التشغيلية باستخدام أنواع الصيانة منها الإصلاحية من تصليح أو المحافظة على الحالة التشغيلية من رقابة و تفتيش، و ذلك باستخدام الصيانة الوقائية[4]، كما أشارت أيضا على أن وظيفة الصيانة ليست مقتصرة على مجموعة من الأعمال التقنية فقط التي يعهد بها إلى عدد من المهندسين أو الأخصائيين، من تشخيص وإصلاح و تفتيش الأعطال بل هي مجموعة من العمليات المتصلة بالنشاط العام للمؤسسة تقوم به إدارة مختصة تتمثل في إدارة أعمال الصيانة ، مخزون قطع الغيار، الموارد البشرية، الوثائق و المعلومات و تسيير الميزانية.

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

2-2- جدولة الصيانة:

الجدولة متعددة الأهداف معترف بها منذ فترة طويلة، ولكن نادرا ما يتم الاعتراف بمشاركة وظائف أخرى فيها مثل الإنتاج، و في واقع الأمر من الصعب أن تأخذ في الاعتبار أهداف وظائف أخرى مع أساليب الجدولة الكلاسيكية، ولكن في المؤسسات الصناعية هناك الكثير من الخدمات مهتمة بشكل مباشر بالجدولة الخاصة بالإنتاج، المبيعات، الصيانة، إدارة التموين، وكذلك إدارة الموارد البشرية. وفي مايلي سوف نعرض بالتفصيل نشاط جدولة الصيانة و خصوصية جدولة الصيانة بالنسبة للإنتاج وبعض الأهداف التي يتعين الوفاء بهاو قبل ذلك سوف نتطرق إلى مختلف المستويات لتخطيط أنشطة الصيانة.

2-2-1- مستويات تخطيط أنشطة الصيانة:

تتلخص أهداف تخطيط أنشطة الصيانة بالنقاط التالية:

- تحسين إنتاجية أعمال الصيانة.
- وضع أنشطة الصيانة في جدول زمني محدد.
- وضع خطة للمتطلبات المستقبلية.

وتقسم مستويات التخطيط على ثلاث مستويات رئيسية[5]:

أ- المستوى الاستراتيجي: اعداد سياسة الصيانة.

لتحسين وظائف الصيانة معتمدة على التنبؤ بالإنتاج و المبيعات في الأجل الطويل ومعرفة جميع العوامل و الاعتبارات المرتبطة بتخطيط الإنتاج مع الأخذ بغين الاعتبار كل من:

أولا: التغيرات في تجهيزات الصيانة المطلوبة.

ثانيا: التغيرات في أجهزة ومعدات الإنتاج واندثار الأجهزة الحالية، واحتمال استخدام معدات حديثة أو أية تحسينات تكنولوجية أخرى.

إن التخطيط الاستراتيجي يشمل البنود التالية:

- البرامج التدريبية للعمال المهنيين.
- برامج تطويرية للمفتشين ومديري الصيانة.
- أهداف تطوير وتحسين طرائق الصيانة.
- المتطلبات الجديدة لأعمال الصيانة.
- خطط الاستبدال للتجهيزات و المكائن.
- الدورات الطويلة و التفصيلية لخطط الإصلاح و الفحص الدقيق للأجهزة.
- يتم إعداد الخطة بعيدة الأمد من قبل مدير الصيانة بإشراك كافة المعنيين في قسم الصيانة في تقديم مقترحاتهم حول الخطة.

ب- المستوى التكتيكي: إعداد خطة تكتيكية للصيانة

يتضمن إعداد خطة سنوية لعمليات الصيانة وتراجع على أساس سنوي كل ثلاثة اشهر وتتكون من[6] :

- خطة عامة عن توزيع جميع أعضاء فريق الصيانة على مختلف الأقسام في ظل الظروف الاعتيادية.
- جدولة وتخطيط تفصيليان لعمليات الفحص و التفتيش ومهام الصيانة الوقائية وأوقات تنفيذها. يؤدي أي خلل في هذه الخطة إلى زيادة في أوقات الأعطال و التكاليف وكذلك عدم توفر العاملين والمواد الخام والأدوات و التجهيزات و التعليمات الخاصة بالصيانة.

ج– المستوى العملي: إعداد خطة عملية للصيانة.

يعد من الأساليب الفعالة في استخدام و تشغيل القوى العاملة في الصيانة ومنع الوقت الضائع وما يرتبط به من تكاليف. ولغرض تحقيق الفائدة من التخطيط اليومي يجب توفر كل من:

- تعليمات الوظيفة أو العمل.
- المواد المطلوبة.
- القوة العاملة المطلوبة.
- التجهيزات و المعدات الخاصة.
- تعليمات السلامة الصناعية.
- أوقات الإكمال/الانجاز المطلوبة.
- أوامر العمل.

يتولى قسم التخطيط للصيانة إعداد الخطط الخاصة بالصيانة بالتنسيق مع الأقسام الإنتاجية و الأقسام الأخرى المعنية وتؤخذ العوامل التالية بعين الاعتبار عند إعداد جدول الصيانة السنوي[7]:

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

III. متعددة المعايير لجدولة الصيانة باستخدام البرمجة الكبرومازية:

في هذا الجزء سوف نقدم كيف يمكن تحديد النتيجة المثالية انطلاقا من امثلية المعايير بشكل فردي. دوال كفاءة المسير و النقاط المثالية في نموذج البرمجة الكبرومازية هي للحصول على تسلسل افضل حل وسط.

3-1- تحديد النقطة المثالية:

الهدف من هذا الجزء هو تحديد الحد الادنى على معايير الجدولة التالية: الوقت الاجمالي للتصنيع (le temps total de fabrication) بالانجليزية(Makespan او $(C_{max}$ و الوقت الاجمالي للمعالجة (le Temps Total de Traitement).

1- **معيار Makespan**: استنادا الى اعمال Baker (1974) في حالة اذا كان لدينا ثلات الات و اكثر. النموذج الرياضي الاول تم تطويره لتحديد تسلسل لتدنية معيار Makespan للحصول على الحد الادنى(M^*) الصياغة التحليلية لهذا النموذج هي كالتالي[8]:

النموذج الرياضي 1: الحد الادنى

$$Mininiser\ Z = \sum_{j=1}^{n} x_{jm}$$

تحت القيود التالية:

$$x_{j+1,k} + \sum_{i=1}^{n} t_{ik}\xi_{i,j+1} + y_{j+1,k} - y_{j,k} - \sum_{i=1}^{n} t_{i,k+1}\xi_{ij} - x_{j+1,k+1} = 0$$

مع: $1 \leq k \leq m-1, 1 \leq j \leq n-1$

$$1 \leq j \leq n; \text{ اجل من } \sum_{i=1}^{n} \xi_{ij} = 1$$

$$1 \leq i \leq n; \text{ اجل من } \sum_{j=1}^{n} \xi_{ij} = 1$$

$$x_{1m} - \sum_{i=1}^{n} t_{i1}\xi_{i1} = 0;$$

$$x_{jm} \geq 0;\ y_{jk} \geq 0;\ y_{11} = 0, \text{ و } \xi_{ij} = \{0;1\} \forall i, j;$$

أو:

$$\left.\begin{matrix} 1, \text{ اذا تم تعيين المهمة } i \text{ في الموقع } j \\ 0, \text{ على خلاف ذلك} \end{matrix}\right\} = \xi_{ij}$$

من اجل $i=1,2,...n$ و $j=1,2,...n$

x_{jk}: وقت عطل الالة k قبل بدء معالجة الامر (النشاط) ذو الرتبة j الموجود في التسلسل؛

y_{jk} : وقت انتظار الامر الموجودة ذو الرتبة j الموجودة في التسلسل بين نهايتها على الآلة k وبدايتها على الآلة $k+1$ مع $k=1,2,...m-1$؛

t_{ik} : مدة معالجة الامر i على الالة k؛

i: يمثل عدد الأنشطة (الاوامر)؛

j: يمثل عدد المواقع الممكنة في التسلسل؛

الدالة الاقتصادية لهذا النموذج تهدف إلى تدنية الوقت الضائع على الآلة الأخيرة وبالتالي نحصل على تسلسل الذي يدني الوقت الإجمالي للتصنيع (Makespan).

2- معيار الوقت الإجمالي للمعالجة:

الصياغة التحليلية لهذا النموذج الذي يدني الوقت او المدة الإجمالية للمعالجة (le Temps Total de Traitement) (TTT) ملخص في الشكل التالي[9]:

النموذج الرياضي 2:

$$Minimiser\ Z = \sum_{t=1}^{j} x_{tm} + \sum_{t=1}^{j}\sum_{i=1}^{n} t_{im}\xi_{it}$$

تحت القيود التالية:

$$x_{j+1,k} + \sum_{t=1}^{n} t_{ik}\xi_{i,j+1} + y_{j+1,k} - y_{j,k} - \sum_{t=1}^{n} t_{i,k+1}\xi_{ij} - x_{j+1,k+1} = 0$$

مع: $1 \le k \le m-1$ و $1 \le j \le n-1$

$$1 \le j \le n;\ \text{اجل من}\ \sum_{i=1}^{n} \xi_{ij} = 1$$

$$1 \le i \le n;\ \text{اجل من}\ \sum_{j=1}^{n} \xi_{ij} = 1$$

$$x_{1m} - \sum_{t=1}^{n} t_{i1}\xi_{i1} = 0;$$

$$x_{jm} \ge 0;\ y_{jk} \ge 0;\ y_{11} = 0, \text{و}\ \xi_{ij} = \{0;1\} \forall i,j;$$

الدالة الاقتصادية للنموذج الرياضي 2 تهدف إلى تدنية عطل الالة m ووقت معالجة المهمة الموجودة في الموقع t على الآلة m في التسلسل.

اذا تحدد الحدين الأدنيين نستخدم المعايير المقترحة أعلاه وبالتالي نحصل على النقطة المثالية $S^* = (M^*, TTT^*)$

هذه النقطة S^* لا يمكن تحقيقها نظرا لطبيعة المعايير المتضاربة، ولهذا فمن الضروري تقديم حل وسط (compromis) للتوصل إلى حل يراعي في الوقت نفسه كل من المعايير.

IV. دراسة حالة مصنع النسيج للمواد الثقيلة:

4-1- تقديم للمؤسسة ونشاطها:

ان مصنع النسيج للمواد الثقيلة المسمى MANTAL هي مؤسسة عمومية ذات اسهم براس مال اجتماعي يقدر بـ 200 مليون دينار جزائري وهي كما اسلفنا مؤسسة مساهمة منذ 08 مارس 1889 بعد حل شركة COUVERTEX التي كان مقرها الاجتماعي بتيسمسيلت والتي كانت تضم ثلاث وحدات اخرى بالاضافة الى وحدة تلمسان وهي:

- وحدة تيسمسيلت؛
- وحدة باب الزوار بالعاصمة؛
- وحدة عين الجسر بباتنة؛

وتاريخ وحدة تلمسان يبدا من سنة 1922 بما كان يسمى مصنع زرابي الشرق Manufacture de Tapis d'Orient (MTO) حتى سنة 1940 اين تغير النشاط نحو انتاج الاغطية العسكرية بما يدعى النسيج الوهراني Manufacture de Textile

Oranais الى غاية افلاسه سنة 1955، اربع سنوات بعدها اي سنة 1959 جمعية من ارباب العمل الاوربيين تقرر اعادة فتح المصنع لانتاج الخيط التقليدي (Fil Artisanal) واصبحت تدعى SOCALTEX.

4-2- منتوجات المؤسسة:

حسب مدير التجارة بشركة مانطال فهناك نوعين من المنتوجات او الاغطية التي تصنع في شركة MANTAL وهي:

- نوعية الاغطية جكار.
- نوعية الاغطية (راتيار).

والتي سنوضحها في الجدول (1)

4-3- مهام وظيفة الصيانة:

4-3-1- مصلحة التنظيم: تهتم هذه المصلحة بـ:

- الاحتفاظ بالوثائق التقنية الخاصة بكل تجهيز انتاجي؛
- المساهمة مع باقي المصالح في اعداد برامج الصيانة الوقائية لمختلف التجهيزات؛
- توفير المعلومات الكافية للعمال عن كيفية صيانة الالات بهدف تحسين كفاءة وفعالية الصيانة في المؤسسة؛
- اعداد الرسومات التخطيطية لقطع الغيار التي تضطر المؤسسة لتصنيعها او لإجراء تعديلات مناسبة عليها؛
- اقتراح التعديلات التي تراها المصلحة مناسبة في الالات وطرق عملها وطرق صيانتها بالتنسيق مع باقي المصالح.

4-3-2- مصلحة الصيانة: الفريق الذي يقوم بصيانة مختلف التجهيزات وفق الخطط والاعطال التي تطرا على الالات كما يقوم بيتصنيع بعض القطع وارسالها الى مختلف الوحدات.

4-3-3- مصلحة الطاقة والوسائل: وتتمثل مهامها في:

- معالجة المياه وتسخينها وتوفير البخار؛
- اصلاح الاعطاب الميكانيكية واعداد برنامج الاعمال الوقائية ذات الطبيعة الميكانوهيدروليكية؛
- توفير الطاقة الكهربائية؛

4-4- بناء نموذج جدولة عمليات الصيانة

1- خط الانتاج الاول: مرحلة الغزل

في مرحلة الغزل يتم اولا تفتيح مادة الاكريليك حيث يقوم العمال بسحب هذه المادة وتفريغها بشكل تدريجي في آلات لتنظيف المادة وفصلها اليا ثم يقوم بعملية الخلط الالي للمادة وبعدها يقوم بعملية التمشيط حيث يتم تحويل مادة الاكريليك الى اشرطة بالاستعمال آلات المشط، ثم عملية تمطيط الاشرطة وهنا تدخل الاشرطة الثمانية الناتجة عن العملية السابقة في آلات مسجلة لجعلها متجانسة لنتحصل على شريط واحد عوضا من الثمانية وتقوم آلات بقطع الزائد من الشريط المتحصل عليه اليا وتعطي الاخرى اشارة للعامل لقطعه، وفي الاخير عملية الفتل وبهذه العملية يتم انتهاء الغزل حيث يتم تحويل الشريط الحاصل من العمليات السابقة الى هيئة خيط نسيج وذلك عن طريق آلات لولبية، يعتبر الخيط الناتج من هذه المرحلة كمدخل للمرحلة الثانية.

والجدول (2) يبين الاوامر في مرحلة الغزل بالدقائق على الآلات التالية: الة فتح الاكريليكM1 الة الخلط M2 وآلة الفصل M3 الة الندفM4

النموذج الرياضي:

$$Minimiser Z_1 = \sum_{j=1}^{n} x_{jm}$$

$$Min \sum_{j=1}^{n} x_{jm} = Min(x_{15} + x_{25} + x_{35} + x_{45} + x_{45} + x_{55})$$

$$Minimiser\ Z_2 = \sum_{t=1}^{j} x_{tm} + \sum_{t=1}^{j} \sum_{i=1}^{n} t_{im}\, \xi_{it}$$

$$Min \sum_{t=1}^{j} x_{tm} + \sum_{t=1}^{j} \sum_{i=1}^{n} t_{im}\, \xi_{it} = x_{15} + x_{25} + x_{35} + x_{45} + x_{55}(t_{15}\xi_{11} + t_{25}\xi_{22} + t_{35}\xi_{33} + t_{45}\xi_{44} + t_{55}\xi_{55})$$

x_{jk}: وقت عطل الالة k قبل بدء معالجة الامر (النشاط) ذو الرتبة j الموجود في التسلسل؛

y_{jk} : وقت انتظار الامر الموجودة ذو الرتبة j الموجودة في التسلسل امام الالة $k+1$ ؛

t_{ik} : مدة معالجة الامر i على الالة k؛

i: يمثل عدد الانشطة (الاوامر)؛

j: يمثل عدد المواقع الممكنة في التسلسل؛

m: عدد الالات؛

n: عدد الاوامر؛

الدالة الاقتصادية الأولى لهذا النموذج تهدف إلى تدنية وقت عطل الالة الاخيرة وبالتالي نحصل على تسلسل الذي يدني الوقت الاجمالي للتصنيع (Makespan) (M) .

الدالة الاقتصادية 2 تهدف إلى تدنية الوقت او المدة الإجمالية للمعالجة (le Temps Total de Traitement) (TTT)

تحت القيود التالية:

$$x_{j+1,k} + \sum_{i=1}^{n} t_{ik}\xi_{i,j+1} + y_{j+1,k} - y_{j,k} - \sum_{i=1}^{n} t_{i,k+1}\,\xi_{ij} - x_{j+1,k+1} = 0 \dots\dots (1)$$

مع: $1 \le k \le m-1, 1 \le j \le n-1$

$$1 \le j \le n;\ \text{اجل من} \sum_{i=1}^{n} \xi_{ij} = 1 \dots\dots\dots\dots\dots (2)$$

$$1 \le i \le n;\ \text{اجل من} \sum_{j=1}^{n} \xi_{ij} = 1 \dots\dots\dots\dots\dots (3)$$

$$x_{1m} - \sum_{i=1}^{n} t_{i1}\xi_{i1} = 0; \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (4)$$

$$x_{jm} \geq 0;\ y_{jk} \geq 0;\ y_{11} = 0, \text{و } \xi_{ij} = \{0;1\} \forall i,j; \dots\dots\dots\dots (5)$$

القيد (1)يعبر عن المجال الذي يفصل بين وقت انتهاء الامر في الموقع j على الالة k ووقت بدء الامر (النشاط) في الموقع j+1 على الالةk+1.

القيد (2) و(3) يبين ان كل امر يأخذ موقع واحد في التسلسل وكل موقع يأخذ نشاط واحد فقط.

القيد (4) يدل على ان الوقت الضائع في الالة الاخيرة يجب ان يكون مساويا لمجموع وقت المعالجة في m-1 آلات من الامر الموجود في المركز الاول في التسلسل.

القيد (5) شروط عدم السلبية.

ξ_{ij}: متغرات ثنائية.

لحل النموذج الرياضي السابق يتم استعمال طريقة البرمجة بالاهداف الكمبرومازية وذلك باتباع المراحل التالية:

- البحث عن الحل المثل لكل هدف على حده تحت القيود السابقة الذكر.
- البحث عن الحل المثالي الذي يحقق الاهداف بصفة تقريبية.

وتكتسي الصياغة الرياضية النهائية للنموذج السابق باستعمال هده الطريقة الشكل التالي:

$$MinZ = \delta_1^- + \delta_2^+$$

تحت القيود التالية:

$$x_{15} + x_{25} + x_{35} + x_{45} + x_{45} + x_{55} + \delta_2^- - \delta_1^+ = 4$$

$$x_{15} + x_{25} + x_{35} + x_{45} + x_{55} + (t_{15}\hat{\imath}_{11} + t_{25}\xi_{22} + t_{35}\xi_{33} + t_{45}\xi_{44} + t_{55}\xi_{55}) + \delta_2^- - \ddot{a}_1^+ = 6$$

$$x_{j+1,k} \mid \sum_{i=1}^{n} t_{ik}\xi_{i,j+1} \mid y_{j+1,k} \quad y_{j,k} \quad \sum_{i=1}^{n} t_{i,k+1}\xi_{ij} \quad x_{j+1,k+1} = 0$$

مع: $1 \leq k \leq m-1, 1 \leq j \leq n-1$

$$1 \leq j \leq n; \text{ اجل من } \sum_{i=1}^{n} \hat{\imath}_{ij} = 1$$

$$1 \leq i \leq n; \text{ اجل من } \sum_{j=1}^{n} \xi_{ij} = 1$$

$$x_{1m} - \sum_{i=1}^{n} t_{i1}\hat{\imath}_{i1} = 0;$$

$$x_{jm} \geq 0;\ y_{jk} \geq 0;\ y_{11} = 0, \text{و } \xi_{ij} = \{0;1\} \forall i,j;$$

وباستعمال برنامج الإعلام الآلي Lindo 6.1 نتحصل على النتائج الموجودة في الجدول (3)

نلاحظ من خلال الجدول ان زمن التصنيع الكلي هو في حدود 8 ساعات، وهو اقل زمن تصنيع ممكن ويمكن الحصول عليه من خلال ملاحظة ان هذا الزمن هو عبارة عن مجموع الازمنة على الالة الاولى مضافا اليه الامر الخامس على الالات اربعة الباقية، وكذلك مدة الاجمالية للمعالجة تقدر ب4 ساعات.

والشكل (1) يبين الاوامر الصيانة على الالات الاربعة في مخطط غانت

من خلال الشكل نلاحظ ان انجاز العمل الأول E المتعلق بالامر الانتاجي الاول سوف يستغرق دقيقتين على الآلة M1 وهو زمن العملية الاولى التي يستوجبها هذا المنتج وفق ما هو مقرر في تشكيلة وطريقة تصنيعه، ثم يمر مباشرة الى آلة الثانية M2 التي سوف تعالجه لمدة 8 دقائق، تم الالة M3 لتتم معالجته لمدة تدوم 5 دقائق وبعدها الالة M4 التي يدم فيها مدة 7 دقائق، واخيرا ينتقل الى الالة الخامسة M5 اين تجري عليه العملية الاخيرة خلال 10 دقائق، وبذلك يكون من المتوقع ان يقضي مدة اجمالية قدرها 32 دقيقة داخل الوحدة الإنتاجية، وكذلك بالنسبة للأوامر الإنتاجية الباقية.

V. الخاتمة:

في ختام هذه الدراسة التي عملت على إبراز دور الجدولة العمليات بصفة عامة وعمليات الصيانة داخل وحدات التصنيع بصفة خاصة ومدى مساهمتها في تحقيق الاستغلال الأمثل لموارد ، إضافة الى إقحام التحليل متعدد المعايير الذي يعتبر من الطرق العلمية المساعدة على اتخاذ القرارات، فهي ادوات تسمح بمعالجة المشاكل في المؤسسات، وذلك اخذا بعين الاعتبار مختلف الجوانب المحيطة بالمشكل، وعدد من هذه الطرق كبير نسبيا لذا ينبغي مراعاة بعض الشروط لتطبيقها خاصة فيما يتعلق بنوع المعايير المستخدمة.

اذ ان بعضها يلائم المتغيرات الكمية والبعض الاخر يلائم المتغيرات الكيفية خاصة في بيئة مليئة بالمتغيرات، وبعد عملية بحثية اكتسبنا من خلال مكتسبات معرفية اكثر حول هذه المسائل مكنت من تحرير هذه الرسالة التي جاءت شبه جامعة لهذه المعارف والمكتسبات، بالإضافة الى الوقوف على واكتساب خبرات تطبيقية لدى مصنع النسيج للمواد الثقيلة توجت بايجاد حلقة وصل بين النظري والتطبيقي.

وبالرغم من تعقيدات نظام الانتاج لدى المؤسسة وسعته الا ان ذلك لم يحل بيننا وبين ما كنا نصبو اليه بل شجعنا اكثر ودفعنا الى اتخاذ كافة الوقت اللازم في الدراسة التطبيقية، اذ ان تطبيق هذه الطرق جد معقد وخاصة في عملية الحل، وارتكاب اي خطا في ادخال المعطيات في برامج الاعلام الالي يؤدي الى عدم الحصول على اي نتيجة حتى وان كانت خاطئة، وهذا ما بين صعوبة تطبيق هذه النماذج في المؤسسات الجزائرية بدون وجود مختصين في هذا المجال.

ان دراسة هذا الموضوع مكنت من استخلاص عدة نتائج نجملها في النقاط التالية:

- تعمل وظيفة جدولة الصيانة على تحسين القدرات التنافسية للمنظمات الانتاجية عن طريق المساهمة في تحقيق الاهداف العامة من انتاج في احسن الاجال وبأقل التكاليف و الاستغلال الامثل والعقلاني للموارد الانتاجية المتاحة وبالتالي انتاجية مثلى.
- تساهم وظيفة الجدولة داخل وحدات الانتاج مساهمة كبيرة في تنظيم وتخطيط العمليات وقيادة العملية الانتاجية بالوحدة، غير ان ذلك لا بد وان يتم في ظل نظام انتاجي متكامل تلعب فيه مختلف الاطراف الاخرى، خاصة مصالح الصيانة والرقابة دورا اساسيا في قيادة وتحسين ادائه.
- نقص اهتمام المؤسسات الجزائرية بوظيفة جدولة الصيانة بالرغم من انها وضيفة استراتيجية تنسق بين مختلف وظائف المؤسسة.
- عدم استعمال المؤسسات الجزائرية لطرق علمية تمكنهم من اتخاذ قرارات عقلانية.
- نقص التنظيم في المؤسسات الجزائرية وعدم وجود قاعدة بيانات واضحة.

ضرورة استعمال الاساليب العلمية الحديثة في الادارة والتسيير من قبل المنظمات الانتاجية لمواكبة التطور الاسلوب التكنولوجي وأنظمة التصنيع المرنة، مع ادخال ادوات الاعلام الالي.

ملحق الجداول والأشكال:

جدول (1):منتوجات مؤسسة MANTA

نوعية الاغطية جكار			
المنتوجات	**قياس المنتوج**	**ثمن البيع بدون ضريبة**	**ثمن البيع بالضريبة**
ثغرارت 1	2.20x2.40	1175.21	1375.00
ثغرارت 2	2.00x2.40	1079.06	1262.50
بوماريا	1.80x2.40	9751.15	1136.25
اغادير	1.60x2.40	822.55	962.38
نوعية الاغطية راثيار			
المنتوجات	**قياس المنتوج**	**ثمن البيع بدون ضريبة**	**ثمن البيع بالضريبة**
عالية 1	2.20x2.40	1077.99	1261.25
عالية2	2.00x2.40	989.80	1158.07
منصورة	1.80x2.40	899.80	1042.25
سعاد	1.60x2.40	890.81	926.44

المصدر: قسم التجارة من شركة MANTAL

الجدول (2) جدول وقت الاوامر في مرحلة الغزل بالدقائق

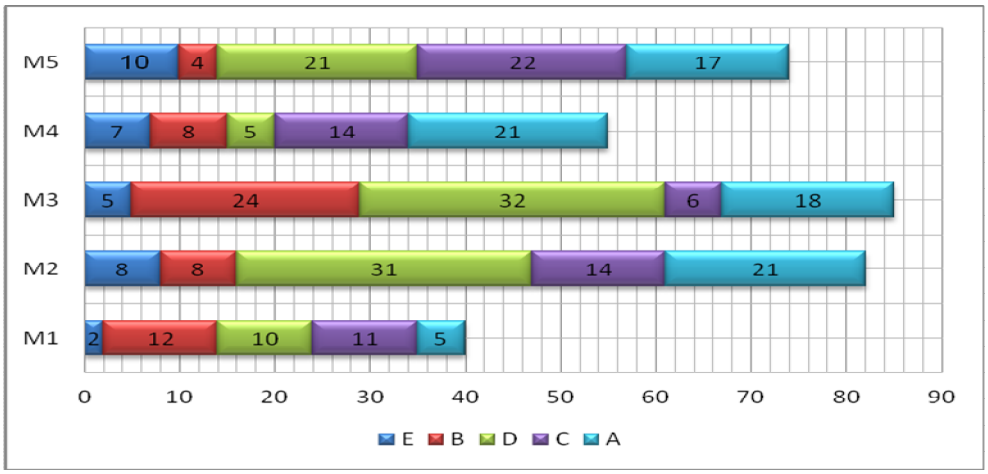
الاوامر	M1	M2	M3	M4
A	8	5	2	9
B	3	12	5	8
C	16	9	2	6
D	20	11	6	3
E	4	13	4	5

المصدر: من إعداد الباحثة

الجدول (3) النتائج المتحصل عليها باستخدام برنامج lindo

التسلسل المتحصل عليه	المدة الاجمالية للمعالجة(TTT) بالساعات	الوقت الإجمالي للتصنيع بالساعات
E,B,D,C ,A	8	12

الشكل (1): مخطط غانت للخط الانتاجي الاول.



المصدر: من إعداد الباحثة

الاحالات والمراجع

1- Boucly. F "le management de maintenance" AFNOR, 2 édition, France, 1998, p 09.

2- Richet.D, Gabriel M "maintenance basée sur la fiabilité" Edition masson, 1996 p 22.

3- شوقي ناجي جواد : إدارة الأعمال – منظور كلي –، دار ومكتبة الحامد للنشر والتوزيع، الطبعة الأولى، عمان، 2000، ص 479

4- احمد طرطار، الترشيد الاقتصادي للطاقات الإنتاجية في المؤسسة، ديوان المطبوعات الجامعية، الجزائر، 1993، ص 67.

5- د.عبد الكريم محسن، د.صباح مجيد النجار، إدارة الإنتاج والعمليات، مرجع سبق ذكره، 2006، ص 540-541.

6- L. Weinstein and C. H. Chung. Integrating maintenance and production decisions in a hierarchical production planning environment. Computers and Operations research, 1999, p : 98.

7- chaib.R," la maintenance Industrielle", Edition université mentouré de Constantine, Algerie, 2004, p : 14.

8- Belaïd Aouni, Jean-Marc Martel, »ORDONNANCEMENT MULTICRITÈRE À L'AIDE DU COMPROMISE PROGRAMMING», Congrès ASAC-IFSAM 2000, Montréal, Québec, Canada p :2-3.

9- Charnes, A. and Cooper, W.W. «Goal Programming and Multiple Objectives Optimizations, European Journal of Operational Research (1) 1977, p: 04