الصيانة الإصلاحية والبحث عن أسباب الأعطال

د. برارة فريد*

Résumé

La durée de vie d'une machine sur le plan de production se divise en trois périodes, période d'accroissement d'utilisation de la capacité de production, période d'exploitation normale et la période de fin d'utilisation.

Durant la période d'accroissement la densité des pannes est importante, pendant la période d'exploitation normale la densité des pannes tend vers la stabilisation et l'apparition de ces pannes en cette période c'est a cause de la déviation des paramètres du système, en cette période aussi il faut qu'il est une maintenance efficace pour réparer les pannes rapidement et avec performance, et cette maintenance ne suffit pas parce qu'il faut rechercher les véritables causes de la panne, il faut aussi veuillez a ce que la pièce de rechange soit disponible tout ces actions vont permettre d'améliorer la production de la machine.

Quant a la fin de la période d'utilisation la densité des pannes augmente et cela a cause des changements au niveau des caractéristiques mécaniques et dans ce cas il faut penser à renouveler l'équipement.

Dans cette étude on va développer deux idées importantes :

- La première idée : Analyse des pannes.

La deuxième idée : rechercher les causes des pannes, avec étude de cas.

* أستاذ محاضر قسم ب، جامعة امحمد بوقرة – بومرداس، الجزائر

المستخلص: نجد أن الوظائف الرئيسية لصيانة الآلات تتمثل في إصلاح العطل عند حدوثه والكشف الدوري على الآلات لاكتشاف ما بها من عيوب وعمل الدراسات الهندسية لمعرفة أسبابها واقتراح التغيرات الواجب إجرائها أو التحسينات الواجب إضافتها للقضاء على ما بها من عيوب أو للتقليل من أثارها على الإنتاج. نحاول أن نبني من خلال هذه الدراســـــة أن سياسة الصيانة الإصلاحية تتمثل في البحث عن أسباب الأعطال. والهدف من الدراسة ليس البحث عن الأسباب المباشر لتوقف الآلة ولكن عن الأسباب الأولية لتوقفها، وقصد توضيح الفكرة قمنا بدراسة حالة في قسم الميكانيك لمركب CVI لرويبة.

الكلمات المفتاحية: الصيانة الإصلاحية، العطل، اختبار ستودنت، الإنتاجية، تصليح.

مقدمة:

يتقسم العمر الإنتاجي للآلة إلى ثلاث فترات، فترة التطويع، فترة الاستغلال الاعتيادي، وفترة نهاية الاستخدام.

في فترة التطويع تكون كثافة التعطلات كبيرة، وفي فترة التشغيل الاعتيادي تميل كثافة التعطلات (معدل الأعطال) إلى الثبات وفي هذه الفترة يكون ظهور التعطلات مشروطا في الغالب بالانحرافات عن الوسائط (البراميترات) للأنظمة كذلك في هذه الفترة لا بد من وجود صيانة فعالة تعمل على تصليح العطل بسرعة وبأداء جيد والبحث عن الأسباب الحقيقية قصد إلغاء الأسباب الأولية للعطل ومنه التقليل من حدوث نفس العطل وكذلك لا بد أن تكون قطع الغيار متوفرة، لأن كل هذا يؤثر على إنتاجية الآلة.

أما في نهاية فترة الاستخدام تزيد كثافة التعطلات الناجمة عن تغير أبعاد الآلة وخواصها الميكانيكية هنا لا بد من التفكير في استبدال الآلة.

ولهذا سوف نوسع فكرتين أساسيتين في هذه الدراسة:

- ❖ الفكرة الأولى: تحليل الأعطال.
- ❖ الفكرة الثانية: البحث عن أسباب الأعطال، مع دراسة حالة.

1 – تعريف الصيانة:

تظهر الحاجة إلى الصيانة نتيجة التشغيل المستمر للآلات في تنفيذ العمليات الإنتاجية[1]؛

وهي تهدف إلى المحافظة على الطاقة الأصلية للآلات وتوفير الضمانات اللازمة لتخفيض عدد مرات توقفها. عند التعرض لموضوع صيانة الآلات، يجب أن نفرق بين الصيانة الوقائية، والصيانة الإصلاحية؛ فالصيانة الوقائية هي التي تعمل على منع حدوث الأعطال وبالتالي تتجنب التوقف المفاجئ للآلات. أما الصيانة الإصلاحية فهي التي تختص بالتعامل مع الأعطال بعد وقوعها، بطريقة تؤدي إلى تخفيض زمن توقفها. ففي هذه الدراسة سوف نتعرض إلى فقط للصيانة الإصلاحية.

1– 1 الصيانة الإصلاحية:

الصيانة الإصلاحية تشير إلى عمليات الكشف، الفحص، الاستبدال، الإصلاحات التي تتم على الآلات نتيجة لتوقفها عن العمل، وبالتالي فالهدف الأساسي الخاص بهذا النوع من الصيانة هو الوصول إلى أسباب تعطل الآلة وتوقفها عن العمل، ومعالجة هذه الأسباب[2].

وهذا ما سوف نقوم به عند دراسة كل من تحليل الأعطال، ومعامل الارتباط.

2 – تحليل الأعطال:

2 – 1 مفهوم العطل:

العطل هو اختلال مقدرة الآلة عن العمل ويختلف العطل عن العطب، حيث يعتبر هذا الأخير انحرف عن الموصفات القياسية، ويمكن أن يكون العطل كاملا، أو فقدان

[1] Gérard baglin et olivier Bruel, management industriel et logistique, economica, paris, 2007, p257

[2] Michel Nachla, l'essentiel du management industriel, Dunod, paris, 2006, p57.

جزئي للمقدرة عن العمل، ويمكن أن تكون الآلة قابلة للتصليح أو بعض أجزائها قابلا وبعضه الأخير غير قابل[1].

ولكن ما نلاحظه هي مظاهر، وفي بعض الأحيان العامل الذي يقوم بالإصلاح يكتفي فقط بعملية الإصلاح لاختفاء هذه المظاهر دون البحث عن الأسباب الرئيسية. فإذا أراد أن لا يتكرر العطل مرة أخرى يجب عليه العودة إلى الأسباب الأولية.

ويمكن حصر هذه الأسباب بالاعتماد على طريقتين هما:

طريقة مكسر وطريقة معاملات الارتباط، إن طريقة مكسر تعتمد على تشخيص الوضعية. ففي الدراسة التي قمنا بها بمصلحة الصيانة لقسم الميكانيك لمركب CVI بالرويبة نجد أنها لا تقوم بتشخيص الوضعية عند حدوث العطل ومنه ليس لدينا معلومات دقيقة حول الاعطال التي تحدث، فنجد على بطاقة تاريخ الآلة فقط نوع العطل وعدد ساعات الإصلاح والجدول رقم (01) يسمح لنا بإجراء تشخيص لأي عطل عند حدوثه والذي يمكن للمؤسسة أن تعتمد عليه مستقبلا.

أما دراسة الأسباب للأعطال سوف تقتصر فقط على دراسة طريقة المعاملات.

2 – 2 طريقة مكسر (MAXER):

ضمن فكرة تجنب العطل من جديد، فإن MAXER يقترح الإصلاح العقلي المتمثل في:[2]

- ❖ التعرف وتحليل الوضعية.
- ❖ اتخاذ قرار مؤقت.
- ❖ إجراء تشخيص لهذه الوضعية، والبحث عن السبب الأكثر احتمالا.
- ❖ التأكد من السبب الأكثر احتمالا.

---

[1] غسان داود اللامي، إدارة الإنتاج والعمليات، دار اليازوري العلمية، عمان، 2008، ص 503.

[2] Lyonnet Patrick, la maintenance mathématiques et méthodes, tec et doc, paris, 1992, p195.

- ❖ الإصلاح.
- ❖ التأكد من النتائج الإصلاح.
- ❖ البحث عن السبب الأولي ومعالجته.
- ❖ معرفة الآثار.
- ❖ إعداد تقرير التدخل.

ولإجراء التشخيص، نستطيع الاستعانة بالأسئلة الكلاسيكية التالية:

من – ماهر – أين – متى – كم – كيف.

هذه الأسئلة نقدمها في جدول رقم (01)التالي:

جدول رقم (01): يسمح لنا بإجراء تشخيص لأي عطل عند حدوثه

<table>
<tr><td colspan="2">ما الذي يشغل الآلة ؟</td><td>من ؟</td></tr>
<tr><td>ما هو العطل الأخر الذي يمكن الحصول عليه ؟</td><td>ما هو العطل الملاحظ (مظاهير) ؟</td><td>ما هو ؟</td></tr>
<tr><td>أين لم يظهر ؟</td><td>أين ظهر العطل ؟</td><td>أين ؟</td></tr>
<tr><td colspan="2">متى ظهر لأول مرة ؟</td><td rowspan="4">متى ؟</td></tr>
<tr><td>متى لا يظهر ؟</td><td>متى ظهر بعد ذلك ؟</td></tr>
<tr><td colspan="2">هل العطب دوري
نعم
لا
إذا كان نعم، ما هو تكراره.</td></tr>
<tr><td colspan="2">ما هو اتجاه ؟ (تحديد اتجاه)</td><td>كم ؟</td></tr>
<tr><td colspan="2">كيف كانت الآثار بعد وخلال ظهور العطل ؟</td><td>كيف ؟</td></tr>
<tr><td colspan="2">ملاحظة</td><td></td></tr>
</table>

المصدر: Lyonnet Patrick, la maintenance mathématique et méthodes, op, cit, p194

3 – البحث عن أسباب الأعطال:

إذا أردنا استمرار عمل الآلة بصورة حسنة نلجأ في بعض الأحيان إلى طرح هذا النوع من الأسئلة التالية:

- هل هناك علاقة بين عدد الأعطال وكمية الإنتاج؟
- هل الأعطال مرتبطة بالعمر الإنتاجي للآلة ؟
- هل أسباب التوقف راجعة (مصدرها) لوجود تغير في برامج الإنتاج ؟

للإجابة على هذه الأسئلة نقوم بدراسة علاقة الارتباط.

3 – 1 معامل الارتباط (φ):

هذا المعامل محسوب انطلاقا من قانون التوزيع الطبيعي، أين الفريضة الأساسية هي أن المتغير x وy التي على أساسها نحسب φ يجب أن تتبع قانون التوزيع الطبيعي.

و لحسابه نقوم بتقدير φ كما يلي:

$$\varphi = \frac{\sum_{i=1}^{n}(xi - x)(_xi - x) _}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(xi - x)^2 \sum_{i=1}^{n}(yi - y)^2}}$$

حيث φ يكون محصور بين 1- و1+، إذ كان φ بجوار l 1l، هذا يعني هناك ارتباط بين المتغيرة x وy

3 – 2 معامل الارتباط لسبرمان (φ_s):

هذا المعامل لا يتطلب الفرضية أن متغيرة x وy تتبع قانون التوزيع الطبيعي، يتطلب فقط ترتيب تصاعدي أو تنازلي لقيم x_i وy_i . ولهذا نستعمله لتحديد أسباب الأعطال.

تحديد الطريقة: لتكن المتغيرتين العشوائيتين x_i وy_i، فإن خطوات تحديد المعامل φ_s هي:

أ – يجب أن تقوم بترتيب تصاعدي لقيم x_i وy_i .

ب – نعطي لكل من قيم x_i وy_i ، رتبة 1 للقيمة الأولى، 2 للقيمة الثانية، وهكذا.

جـ – نحسب فرق الرتب (d_i) لكل ثنائية (x_i وy_i).

ونحصل على قيمة φ_s، انطلاقا من هذه المعادلة:[1]

$$\varphi_s = 1 - \frac{\quad}{n^3 - n}$$

φ_s محصورة بين 1– و1+.

إذا كان $\varphi_s = 0$، لا يوجد ارتباط.

إذا كان $\varphi_s = 1$، يوجد ارتباط قوي طردي.

إذا كان $\varphi_s = -1$، يوجد ارتباط قوي عكسي.

[1] وليد إسماعيل السيفو وفيصل مفتاح شلوف، أساسيات الاقتصاد القياسي التحليلي، الأهلية للنشر والتوزيع، عمان، ط1، 2006، ص 78.

❖ اختبار φ_s : إذا كان عدد الثنائيات n أكبر من 10، فإن اختبار ستودنت يمكن تطبيقه. فهذه الكمية:

$\frac{(n-2)\phi s^2}{\sqrt{1-\phi s^2}}$ يتبع قانون ستودنت بـ $(n-2)$ درجة حرية

تكون الفرضية $\varphi_s = 0$ مرفوضة عند القيمة α (مستوى معنوية) إذا كان:[1]

$$\left(\frac{(n-2)\varphi s^2}{\sqrt{1-\varphi s^2}}\right) > t_{(n-2,\ 1-\alpha}$$

نستخدم اختبار ستودنت لمعرفة مدى الدلالة الإحصائية لمعامل الارتباط وتتمثل هذه الدلالة في مدى ثبات النتائج وصدقها، فمقياس الثبات يعطي نفس النتائج تقريبا إذا تم تطبيقه على نفس العينة عدة مرات متتالية.

وتهدف الدلالة الإحصائية إلى الكشف على مدى الخطأ المحتمل للمقاييس الإحصائية للعينة في ابتعادها أو اقترابها من أصلها (مجتمعها الذي سحبت منه).

ومنه فإن علاقة العينة بأصلها أو المجتمع الذي سحبت منه يعتمد على طرق الاختبار وعدد مفرداتها.

3 – 2 استعمال معامل الارتباط لسبرمان لحصر بعض الأسباب في حدوث العطل:

نستعمل هذا المعامل لمعرفة مدى تأثير كل من:

أ – عمر الآلة.

ب– إنتاج الآلة.

جـ – عدد مرات التعديل (التغيير).

[1] محمد صالح تركي القريشي، مقدمة في الاقتصاد القياسي، مؤسسة الورق للنشر والتوزيع، عمان، ط1، 2004، ص164.

وذلك في حدوث الأعطال خلال الفترة (2001 – 2011) على الآلة Tour C.N* .

أ – دراسة الارتباط بين عمر الآلة ووقت تعطلها:

باعتبار السنة التي تم فيها تشغيل الآلة هي 1999، فإن في سنة 2001 يكون عمرها الإنتاجي هو ثلاث سنوات.

أما وقت عطل الآلة يتم الحصول عليه من بطاقة تاريخ العتاد fiche historique du matériel. التي يسجل فيها تاريخ وقوع العطل ونوع العطل وعدد ساعات إصلاح العطل.

فقصد دراسة مدى تأثير العمر الإنتاجي للآلة على وقت العطل، نقوم بجمع بيانات ما بين 2001 و2011 والتي تم تقديمها في الدول رقم (02).

الجدول رقم (02) يبين عدد ساعات توقف الآلة خلال عمرها الإنتاجي وذلك من 2001 إلى 2011

السنة	وقت العطل y_i	العمر الإنتاجي للآلة x_i
2001	256	3
2002	265	4
2003	208	5
2004	304	6
2005	272	7
2006	311	8
2007	287	9
2008	335	10
2009	267	11
2010	258	12
2011	270	13

المصدر: مصلحة الصيانة لقسم الميكانيك.

* هذه الآلة نجدها على خط الإنتاج الذي ينتج قطعة صمولة الاتجاه (ECROU DE Direction) في قسم الميكانيك بمركب CVI.

انطلاقا من الجدول السابق نقوم بإعداد الجدول التالي رقم (03) الذي يسمح بإيجاد قيم d_i، وذلك بإجراء الفرق بين قيم x_i (العمر الإنتاجي للآلة) حسب السنة وقيم الرتب y_i (وقت العطل) حسب السنة، ثم نقوم بتربيع قيم d_i (d_i^2) فنتحصل على Σd_i^2 الذي بواسطته يمكن حساب قيمة φ_s.

جدول رقم (03): يسمح بحساب قيم d_i التي تمكننا من حساب معامل الارتباط بين وقت العطل وعمر الإنتاجي للآلة.

السنة	x_i حسب السنة	ترتيب x_i	رتبة x_i بعد ترتيب	رتبة x_i حسب السنة	y_i حسب السنة	ترتيب y_i	رتبة y_i بعد ترتيب	رتبة y_i حسب السنة	d_i
2001	3	3	1	1	216	208	1	2	1
2002	4	4	2	2	265	216	2	4	2
2003	5	5	3	3	208	258	3	1	2
2004	6	6	4	4	304	265	4	9	5
2005	7	7	5	5	272	267	5	7	2
2006	8	8	6	6	311	270	6	10	4
2007	9	9	7	7	287	272	7	8	1
2008	10	10	8	8	335	287	8	11	3
2009	11	11	9	9	267	304	9	5	4
2010	12	12	10	10	258	311	10	3	7
2011	13	13	11	11	270	335	11	6	5

المصدر: من إعداد الباحث، وذلك انطلاقا من جدول رقم (02).

$$\sum_{i=1}^{n} d_i^2 = 154$$

$$\varphi_s = 1 - \frac{6\sum_{i=1}^{11} d_i^2}{n^2 - n} = 1 - \frac{924}{1320} = 0.30$$

حيث هو n هو عدد السنوات ويساوي 11.

نستنتج أن $\varphi_s = 0.30$، هذا معناه هناك ارتباط ضعيف بين العمر الإنتاجي للآلة ووقت العطل.

- اختبار φ_s:

$$\begin{cases} H_0 : \phi_s = 0 \\ H_1 : \phi_s \neq 0 \end{cases}$$

نأخذ : $\alpha = 0.10$

$t_{(n-2,1-\alpha)} = t_{9,0.90} = 1.383^{*}$

إذن:

$0.85 < 1.83$ $\quad H_0 \quad \Rightarrow$ نقبل

ومنه هذا ارتباط مرفوض إحصائيا.

إن عدم وجود علاقة بين وقت العطل والعمر الإنتاجي للآلة هذا يعارض النظرية الاقتصادية[**].

إن المشكل في ذلك يرجع إلى بيانات وقت العطل، لأن العمر الإنتاجي قد يسبب العطل ولكن طول مدة العطل (أي في طول عدد ساعات من العطل) راجع أكثر إلى عدم توفر قطع الغيار اللازمة، أو عدم وجود المهارة اللازمة لعمال الصيانة.

ولهذا من الأحسن دراسة الارتباط بين عدد الأعطال والعمر الإنتاجي.

---

[*] هذه القيمة تم الحصول عليها من جدول توزيع ستودنت.

[**] النظرية التي تقول أن كثافة التعطلات تزداد كلما اقتربنا من نهاية فترة الاستخدام.

- **دراسة الارتباط بين العمر الإنتاجي للآلة وعدد الأعطال:**

بالمقارنة مع الدراسة السابقة سوف نقوم بتغيير المعطيات الخاصة بوقت العطل آلة إلى عدد الأعطال، ثم ندرس من جديد ارتباط بين المتغيرتين. لذلك نقوم بإنشاء جدول يحتوي على معطيات خاصة بالعمر الإنتاجي للآلة وعدد الأعطال كالتالي:

الجدول رقم (04): يبين كل من عدد أعطال الآلة وعمر الإنتاجي للآلة خلال 2011/2001

السنة	العمر الإنتاجي x_i	عدد الأعطال y_i
2001	3	12
2002	4	14
2003	5	11
2004	6	20
2005	7	16
2006	8	22
2007	9	17
2008	10	26
2009	11	18
2010	12	17
2011	13	19

المصدر : مصلحة الصيانة لقسم الميكانيك.

انطلاقا من الجدول السابق نقوم بإعداد الجدول التالي رقم (05)، وذلك بإتباع نفس التحليل للجدول رقم (03)، الفرق يكمن في المتغيرات، حيث أن:

x_i : هو عمر الإنتاجي.

y_i : هو عدد الأعطال.

جدول رقم (**05**): يسمح بحساب قيم **di** التي تمكننا من حساب معامل الارتباط بين عدد الأعطال وعمر الإنتاجي.

السنة	x_i حسب السنة	ترتيب x_i	رتبة x_i بعد ترتيب	رتبة x_i حسب السنة	y_i حسب السنة	ترتيب y_i	رتبة y_i بعد ترتيب	رتبة y_i حسب السنة	d_i
2001	3	3	1	1	12	11	1	2	1
2002	4	4	2	2	14	12	2	3	1
2003	5	5	3	3	11	14	3	1	2
2004	6	6	4	4	20	16	4	9	5
2005	7	7	5	5	16	17	5.5	4	1
2006	8	8	6	6	22	17	5.5	10	4
2007	9	9	7	7	17	18	7	5.5	1.5
2008	10	10	8	8	26	19	8	11	3
2009	11	11	9	9	28	20	9	7	2
2010	12	12	10	10	17	22	10	5.5	4.5
2011	13	13	11	11	19	26	11	8	3

المصدر: من إعداد الباحث، وذلك انطلاقا من الجدول رقم (04).

$$\varphi_s = 1 - \frac{6\sum_{i=1}^{11} d_i^2}{n^3 - n} = 1 - \frac{555}{1320} = 0.58$$

$\phi_s = 0.58$ معناه هناك ارتباط متوسط

اختبار ϕ_s

$$H_0 : \phi_s = 0$$
$$H_1 : \phi_s \neq 0$$

$$\frac{(n-2)\varphi s^2}{\sqrt{1-\varphi s^2}} = \frac{3.03}{0.81} = 3.74$$

$t_{(n-2,1-\alpha)} = t_{9,0.90} = 1.383$

$\frac{(n-2)\varphi s^2}{\sqrt{1+\varphi s^2}} > t_{9,090}$ نقبل الفرضية H_1

ومنه هذا المعامل مقبول إحصائيا.

إن وجود الأعطال الناتجة عن العمر الإنتاجي لا يمكن تجنبها وأن هذه الأعطال تزداد مع الزمن، خاصة عند إهتلاك أجزاء الآلة، ولكن حدوث تغير كبير في عدد الأعطال من سنة لأخرى خاصة في السنوات الأولى من الاستغلال الآلة، يؤكد على عدم وجود سياسة صيانة جيدة وخاصة الصيانة الوقائية، وكمثال لذلك هو حالة هذه الآلة إذ انتقل العدد الأعطال من 11 في سنة 2003 إلى 20 في سنة 2004.

ومن 16 في سنة 2005 إلى 22 في سنة 2006.

ومن 17 في سنة 2007 إلى 26 في سنة 2008.

فبالنسبة لهذه الآلة هناك أعطال تحدث نتيجة ظهور عيوب على الآلة ومن بين العيوب التي تظهر على الآلة هي:

- ارتجاج المحرك (vibration du moteur).
- تقلقل على مستوى مربط دوار (jeu sur la tourelle).
- تسرب الزيت (fuit de l'huile).

إن إصلاح هذه العيوب يمكن من تجنب حدوث العطل على الآلة، وذلك عن طريق استخدام الصيانة الوقائية التي تعمل على كشف هذه العيوب وإصلاحها. ولكن عند مرحلة معينة إن الزيادة في عدد الأعطال يصل إلى حد معين أين صيانة الآلة تصبح مكلفة جدا، عندها لا بد من التفكير في استبدال الآلة.

ب – دراسة الارتباط بين القطع المنتجة وعدد الأعطال:

بصفة الآلة " tour CN " تنتج عدة أنواع من القطع نجد أن أسلوب الإنتاج هو أسلوب إنتاج الدفع المتكررة للطلب. انطلاقا من البرنامج السنوي لتحميل الآلة الذي يحدد فيه كمية الإنتاج اللازمة لكل نوع من القطع، والتي تحددها إدارة الإنتاج لقسم الميكانيك.

لا بد أن نشير أن عند كل دفعة جديدة للإنتاج يتم تغير برنامج الإنتاج السابق. فتسجل على كل بطاقة أمر الإنتاج Fiche de lancement de production * الكميات المنتجة خلال السنة.

إذن انطلاقا من بطاقات أمر الإنتاج نحصل على البيانات الخاصة بإنتاج الآلة ما بين 2001 و2011 والتي يتم تقديمها في هذا الجدول ومن ثم دراسة مدى تأثير القطع المنتجة على عدد الأعطال.

* حيث تخصص لكل نوع من القطع المنتجة بطاقة أمر الإنتاج، وقيم الكميات التي يتم حصول عليها من هذه البطاقة هي قيم الإنتاج الفعلي.

الجدول رقم (06) يبين تطور كل من عدد الأعطال وكمية قطع المنتجة خلال 2001/ 2011.

السنة	القطعة المنتجة x_i	عدد الأعطال y_i
2001	14845	12
2002	14616	14
2003	15198	11
2004	13638	20
2005	13945	16
2006	12823	22
2007	15062	17
2008	13841	26
2009	13230	18
2010	13763	17
2011	13363	19

المصدر : مصلحة البرمجة الإنتاج لقسم الميكانيك.

انطلاقا من هذا الجدول نقوم بإعداد الجدول رقم (07).

الجدول رقم (07) يسمح بحساب القيم d_i التي تمكننا من حساب معامل الارتباط بين عدد الأعطال والقطع المنتجة.

السنة	x_i حسب السنة	ترتيب x_i	رتبة x_i بعد ترتيب	رتبة x_i حسب السنة	y_i حسب السنة	ترتيب y_i	رتبة y_i بعد ترتيب	رتبة y_i حسب السنة	d_i
2001	14845	12823	1	9	12	11	1	2	7
2002	14616	13230	2	8	14	12	2	3	5
2003	15198	13363	3	11	11	14	3	1	10
2004	13638	13638	4	4	20	16	4	9	5
2005	13945	13763	5	7	16	17	5.5	4	3
2006	12823	13841	6	1	22	17	5.5	10	9
2007	15062	13945	7	10	17	18	7	5.5	4.5
2008	13841	14616	8	6	26	19	8	11	5
2009	13230	14845	9	2	18	20	9	7	5
2010	13763	15062	10	5	17	22	10	5.5	0.5
2011	13363	15198	11	3	19	26	11	8	5

المصدر : من إعداد الباحث، وذلك انطلاقا من الجدول رقم (06).

$$\sum_{i=1}^{11} d_i^2 = 384.5$$

$$\varphi_s = 1 - \frac{6\sum_{i=1}^{11} d_i^2}{n^3 - n} = 1 - \frac{2307}{1320} = -0.75$$

نستنتج أن هناك ارتباط عكسي قوي نوعا ما بين عدد الأعطال والقطع المنتجة.

- اختبار ϕ_s

$$\begin{cases} H_0 : \phi_s = 0 \\ H_1 : \phi_s \neq 0 \end{cases}$$

$$\frac{(n-2)\varphi s^2}{\sqrt{1-\varphi s^2}} = \frac{5.06}{0.66} = 7.67$$

منـه $t_{(n-2,1-\alpha)} = t_{(9,0.90)} = 1.383$

رفض $H_0 \Longrightarrow$ $\frac{(n-2)\varphi s^2}{\sqrt{1-\varphi s^2}} > t_{(n-2\ ,\ 1-\alpha)}$

ومنه هذا الارتباط له معنى من الجانب الإحصائي.

هناك شيء مهم يجب أن نعرفه من خلال هذا المعامل، حيث وجدنا أن هناك ارتباط عكسي نوعا ما قوي بين الإنتاج وعدد الأعطال. من الجدول رقم (06) نرى أن الزيادة في عدد الأعطال ليس نتيجة عن زيادة في كمية الإنتاج، وكما يتبين لنا في البيانات التالية:

- نجد أن أكبر إنتاج في 2003 و2007 يتمثل 15198 و15062 على التوالي تقابله أدنى قيم لعدد الأعطال وهي 11 و17 على التوالي.
- نجد أن أدنى إنتاج في 2006 و2009 يتمثل 12823 و13230 على التوالي يقابله من بين أكبر القيم لعدد الأعطال وهي 22 و18 على التوالي.

ومنه لا يمكن أن نعتبر أن التغيرات في كميات الإنتاج تسبب الأعطال، وإنما وجود الارتباط يؤكد على زيادة عدد الأعطال يؤدي إلى انخفاض في كمية المنتجة، أي أن الزيادة في عدد الأعطال تمثل زيادة في وقت توقف الآلة ومنه يكون هناك انخفاض في الإنتاج.

جـ - دراسة الارتباط بين عدد مرات التعديل وعدد الأعطال:

يتم الحصول على عدد مرات التعديل انطلاقا من بطاقة أمر الإنتاج. والتي نضعها في الجدول التالي، إلى جانب عدد الأعطال خلال 2001 – 2011 ثم نحاول أن نعرف هل أن تعديل برامج الإنتاج يسبب في حدوث الأعطال.

الجدول رقم (08): تطور كل من عدد الأعطال وعدد مرات التعديل خلال 2001 / 2011.

السنة	عدد مرات التعديل x_i	عدد الأعطال y_i
2001	62	12
2002	54	14
2003	60	11
2004	55	20
2005	51	16
2006	66	22
2007	68	17
2008	64	16
2009	72	18
2010	70	17
2011	68	19

المصدر : مصلحة برمجة الإنتاج لقسم الميكانيك.

ومن هذا الجدول نحسب الجدول التالي:

الجدول رقم (09) يسمح بحساب القيم di التي تمكننا من حساب معامل الارتباط بين عدد الأعطال وعدد مرات التعديل.

السنة	x_i حسب السنة	ترتيب x_i	رتبة x_i بعد ترتيب	رتبة x_i حسب السنة	رتبة y_i حسب السنة	ترتيب y_i	رتبة y_i بعد ترتيب	رتبة y_i حسب السنة	d_i
2001	62	51	1	5	12	11	1	2	3
2002	54	54	2	2	14	12	2	3	1
2003	60	55	3	4	11	14	3	1	3
2004	55	60	4	3	20	16	4	9	6
2005	51	62	5	1	16	17	5.5	4	3
2006	66	64	6	7	22	17	5.5	10	3
2007	68	66	7	8.5	17	18	7	5.5	205
2008	64	68	8.5	6	26	19	8	11	5
2009	72	68	8.5	11	18	20	9	7	4
2010	68	70	10	8.5	17	22	10	5.5	2.5
2011	70	72	11	10	19	26	11	8	2

المصدر: من إعداد الباحث، وذلك انطلاقا من الجدول رقم (08).

$$\sum_{i=1}^{11} d_i^2 = 130.5$$

$$\varphi_s = 1 - \frac{6\sum_{i=1}^{11} d_i^2}{n^3 - n} = 1 - \frac{783}{1320} = 0.41$$

نستنتج أن هناك ارتباط قريب من المتوسط بين عدد الأعطال وعدد مرات التعديل.

- اختبار ϕ_s:

$$\begin{cases} H_0 : \phi_s = 0 \\ H_1 : \phi_s \neq 0 \end{cases}$$

$$\frac{(n-2)\varphi s^2}{\sqrt{1-\varphi s^2}} = \frac{1.51}{0.90} = 1.66$$

$$t_{(n-2\,,1-\alpha)} = t_{(9\,,0.90)} = 1.383$$

ومنه $\frac{(n-2)\varphi s^2}{\sqrt{1-\varphi s^2}} > t_{(n-2\,,1-\alpha)}$

$1.66 > 1.383$ $\Longrightarrow$ رفض H_0

وعليه فإن هذا الارتباط مقبول من الجانب الإحصائي.

إن وجود ارتباط قريب من المتوسط، يؤكد على أن تغير برامج يساهم في حدوث العطل ولو بنسبة ضئيلة.

فتغير البرامج يؤدي بدوره إلى تغير الأدوات التي تثبت على " مربط عدة دوار " la tourelle

وعدم الضبط الجيد لهذه الأدوات واستبدالها عدة مرات يسبب في حدوث العطل وفي أغلب الحالات يتمثل هذا العطل في:

- توقف مربط عدة دوار .blocage de la tourelle

النتيجـة:

إن العمل على تحديد الأسباب الأولية التي تتسبب في حدوث الأعطال سوف يقلل تكرارها ومن تم التقليل من الوقت الضائع للإنتاج، وبالتالي يمكن من الزيادة الإنتاجية للآلة.

بالنسبة للآلة Tour CN وجدنا أن الأسباب الأولية تتمثل في كل من:

عمر الآلة وتغيير برامج الإنتاج.

إن معالجة مشكل عمر الآلة يتم عن طريق استبدال الآلة، وذلك بعد تحديد الحياة الاقتصادية للآلة. أما معالجة مشكل تغيير برامج الإنتاج يتم عن طريق تغير أسلوب الإنتاج. إضافة لهذا لابد من وضع سياسة صيانة وقائية قصد تفادي الأعطال، نجد أن هذه الصيانة هي تقريبا منعدمة في المركب CVI، فنرى أن وضع سياسة صيانة وقائية شيء ضروري لهذا المركب خاصة لما نجد أن هناك الكثير من الآلات تجاوزت عمرها الإنتاجي.

قائمة المراجع

1 – غسان داود اللامي، إدارة الإنتاج والعمليات، دار اليازوري العلمية، عمان، 2008.

2 – وليد إسماعيل السيفو وفيصل مفتاح شلوف، أساسيات الاقتصاد القياسي التحليلي، الأهلية للنشر والتوزيع، عمان، ط1، 2006.

3 – محمد صالح تركي القريشي، مقدمة في الاقتصاد القياسي، مؤسسة الورق للنشر والتوزيع، عمان، ط1، 2004.

1 - Gérard baglin et olivier Bruel, management industriel et logistique, economica, paris, 2007.

2 - Lyonnet Patrick, la maintenance mathématiques et méthodes, tec et doc, paris, 1992.

3 - Michel Nachla, l'essentiel du management industriel, Dunod, paris, 2006.