مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الاقتصادية والقانونية المجلد (6) العدد (1) 2022
Tartous University Journal for Research and Scientific Studies -Economic and Legal Sciences Series Vol. (6) No. (1) 2022

دراسة إحصائية لوثوقية الآلات في الشركات الدوائية في محافظة اللاذقية لعام 2018-2019

* د. يمن منصور

** صبا حامد

(تاريخ الإيداع 7 / 1 / 2021. قُبِل للنشر في 3 / 2 / 2022)

□ ملخّص □

هدف البحث إلى التعرف على مفهوم الوثوقية ومؤشراتها والمبادئ الرياضية للأنظمة القابلة للإصلاح , كما هدف البحث إلى التعرف على مفهوم الصيانة وأنواعها , كما تم دراسة بعض القوانين الاحتمالية للوثوقية , وتم تقدير مؤشرات الوثوقية لبعض آلات معمل سراج للأدوية في محافظة اللاذقية (البصة) , باستخدام التوزيع الأسي , ووايبول , فكانت أهم النتائج التي تم التوصل إليها:

معدل التعطل والإصلاح متزايد مع الزمن – كانت جاهزية الآلات المدروسة بشكل عام جيدة جداً – وثوقية معظم الآلات المدروسة في تلك الفترة كانت تنخفض مع تزايد الزمن – تناقص كل من دالتي الوثوقية والإصلاح للآلات المدروسة من أجل فترات زمنية متزايدة واحتمال كون الآلة في الإصلاح ضعيف , وكانت آلة (الكريمات والمراهم) الأفضل من حيث الجاهزية ,تليها آلة (تعبئة العبوات), ومن ثم آلة (تعبئة التيوبات

الكلمات المفتاحية:

الوثوقية – الآلات القابلة للإصلاح – العطل – أزمنة حسن العمل – فترات الإصلاح – الصيانة – الاستبدال

* أستاذ مساعد - قسم الإحصاء والبرمجة – كلية الاقتصاد – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.
** طالبة ماجستير - قسم الإحصاء والبرمجة – كلية الاقتصاد – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.

مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الاقتصادية والقانونية المجلد (6) العدد (1) 2022
Tartous University Journal for Research and Scientific Studies -Economic and Legal Sciences Series Vol. (6) No. (1) 2022

A statistical study of machine reliability in pharmaceutical companies in Lattakia Governorate

Dr. Yomn Mnsour *
Siba Hamed **

(Received 7 / 1 / 2021 . Accepted 3 / 2 / 2022)

□ ABSTRACT □

The aim of the research is to identify the concept of reliability and its indicators and the mathematical principles of repairable systems, The research also aimed to identify the concept of maintenance and its types, and some probabilistic laws for reliability were studied. Reliability indicators were assessed for some machines of the Sarraj Pharmaceuticals laboratory in Lattakia Governorate (Al-Bassa), using exponential distribution and Weibull distribution.

The most important results were:

The failure rate and repair increased with time – the readiness of the studied machines in general was very good – The reliability of most of the machines studied in this period was declining with increasing time - both the reliability and repair functions of the studied machines decreased for increasing periods of time and the probability of the machine being in the weak fix – and the creams and ointments machine was the best in terms of readiness , Followed by the bottle filling machine, and then the tube filling machine.

Key words: Reliability – Repairable machines – Failure – Times of good work – Periods of repair – Maintenance – Substitution

*** Professor - The Statistics And Programming Department - Faculty Of Economics- Tishreen University- Lattakia- Syria.**

**** Master**

Student - The Statistics And Programming Department - Faculty Of Economics- Tishreen University- Lattakia- Syria

مقدمة:

يزداد اعتماد الحياة الاقتصادية والاجتماعية المعاصرة في مختلف مظاهرها وجوانبها على التقانات ,والتجهيزات التي تزداد تعقيداً وتطوراً مع الزمن , ومع تقدم الأنظمة الصناعية وتطورها تظل الآلة هي الركيزة الأساسية في العملية الصناعية حيث تؤدي الآلات دوراً مهماً في الإنتاج، وترتبط قدرة الآلة على الإنتاج بعوامل متعددة تؤثر في العملية لذلك يكون من الضروري دراسة الوثوقية للآلات التي تهتم بدراسة تأثير الأعطال والتوقفات التي تتعرض لها هذه الآلات أثناء عملها , من اجل تحسين وضع الآلات وبالتالي التخطيط والتطوير مستقبلاً من خلال استخدام الطرائق الإحصائية المناسبة لدراسة سلوك تلك الآلات.

تم في هذا البحث توضيح مفهوم الوثوقية ومؤشراتها والمبادئ الرياضية للأنظمة القابلة للإصلاح , كما تم توضيح مفهوم الصيانة وأنواعها , وتم تقدير مؤشرات الوثوقية لبعض آلات معمل سراج للأدوية في محافظة اللاذقية (البصة) , باستخدام التوزيع الأسي , ووايبول. كما قمنا في هذا البحث بإيجاد تكلفة استخدام الآلة من أجل تحديد أفضل الأوقات التي يجب عندها القيام بعمليات استبدال الآلة.

الدراسات السابقة:

1. منصور , يمن (2003). بعنوان: ***"الموثوقية ومعاييرها الرياضية"***

هدفت الدراسة إلى التعرف على طرائق تقدير وثوقية الأجهزة القابلة وغير القابلة للإصلاح , كما هدفت إلى تقدير معدلات تعطل تلك الآلات , إضافة لتحديد الفترات المثلى للقيام بالصيانة الوقائية أو الاستبدال لهذه الأجهزة بنوعيها, حيث قامت الباحثة بدراسة تطبيقية على آلات وتجهيزات شركتي بردى والحافظ للبرادات.

أوجه الشبه والاختلاف: تقدير مؤشرات وثوقية الآلات , الاختلاف: تمت دراسة وثوقية الأجهزة القابلة وغير القابلة للإصلاح في شوكتين تابعتين للقطاع العام (بردى) والخاص(الحافظ) للوادات للآلات القابلة للإصلاح وغير القابلة للإصلاح, بينما الدراسة الحالية دراسة وثوقية الآلات القابلة للإصلاح فقط في معمل سواج للأدوية.

2. حسن , حسن (2010). بعنوان: ***"احتساب معدل العطل الكلي للمكائن واحتمالات الانتقال من حالة تشغيلية لأخرى باستخدام سلاسل ماركوف"***

هدفت الدراسة إلى تسليط الضوء على أحد النماذج التخصصية، وهو نموذج سلاسل ماركوف. والذي يمكن استخدامه في حساب معدلات واحتمالات العطل للمكائن , توصل البحث إلى أن الآلتين صالحتين للعمل , بالإضافة لمساهمة عمليات الصيانة في الاحتفاظ بمكائن خط الإنتاج بحالة تشغيلية جيدة .

أوجه الشبه والاختلاف: تقييم أداء آلات المنشأة الصناعية وتقديم فكرة عن الحالة التشغيلية للآلات يمكن اعتمادها في خطط الإنتاج مستقبلاً , هذه الدراسة سلطت الضوء على أحد النماذج التخصصية وهو نموذج سلاسل ماركوف من خلال احتساب معدلات العطل للمكائن , بينما الدراسة الحالية اعتمدت على القوانين الاحتمالية المناسبة لدراسة وتقدير الوثوقية (وايبول – الأسي).

3. ADOLFSSON , ERIK ,(2011)" ***Efficiency in corrective maintenance***"

(الكفاءة في الصيانة العلاجية)

تم في هذا البحث بناء نموذج , وجمع بيانات لتقييم عمليات الصيانة العلاجية , بهدف تحسين عملية الصيانة العلاجية في شركة SKF Gothenburg السويدية , توصلت الدراسة إلى تحسين كفاية الصيانة العلاجية بأقل وقت

ممكن بتسعة أيام من المراقبة والملاحظة , من خلال مجالات التحسين الثلاث: (تحديد الهدف , تخطيط الموارد , والاتصالات).

أوجه الشبه والاختلاف: الشبه: تقييم عمليات الصيانة وتحسين الأداء , الاختلاف: هدفت الدراسة لتحسين الصيانة العلاجية بأقل وقت ممكن, أما هدف الدراسة الحالية دراسة أعطال الآلات القابلة للإصلاح باستخدام التوزيعات الاحتمالية (الأسي .. الخ) , وإجراءات الصيانة الوقائية والعلاجية.

4. Antosz K, Stadnicka D.(2015) ***"Evaluation measures of machine operation effectiveness in large enterprises Maintenance and Reliability"***

(تدابير تقييم فعالية تشغيل الآلة في أعمال المؤسسات الكبيرة ووثوقيتها)

هدف الدراسة إلى تقييم عمل الماكينة التقني في مشاريع انتاج الصناعات المختلفة في منطقة الدراسة والإجراءات الرئيسية لعمل الماكينة وطرق الحساب التطبيقية عليها , توصلت الدراسة إلى عدة مؤشرات لتحسين عمل الماكينة التقني بسبب الجهد الكبير في النظام اليدوي كون المشروع كبير , وهناك العديد من المكائن , وكذلك توصلت إلى مجموعة من المشاكل في البيانات المنتظمة في مختلف الآلات , و أن النظام الالكتروني لا غنى عنه لتحليل البيانات بشكل منظم لتطبيق المؤشرات عملياً .

أوجه الشبه والاختلاف: الشبه: تقييم فعالية عمل الآلات في المشروع أو المعمل لإنتاج الصناعات المختلفة , الاختلاف: هدفت الدراسة لتقييم فعالية عمل الآلة , أما هدف الدراسة الحالية تقييم فعالية عمل الآلة ودراسة الأعطال والصيانة والإصلاح والاستبدال

مشكلة البحث:

إن توقف الآلات عن العمل نتيجة عطل معين او مجموعة أعطال قد يكّلف المصنع كثيراً من الوقت والجهد والمال مما ينعكس سلباً على عملية تشغيل الآلات ويترتب عليه العديد من الخسائر في المواد الأولية وانخفاض في الإنتاجية ... الخ لذلك زادت أهمية الوثوقية في الآلات,تم طرح مشكلة البحث على شكل الأسئلة التالية: **1.** ماهي الوثوقية التي يمكن منحها للآلات والتجهيزات العاملة في شركات الأدوية (معمل سواج)؟

2. ما هو التوزيع الاحتمالي الأمثل لقياس وثوقية الآلات في المعمل؟

3. ما هو الزمن الأمثل للقيام بعمليات الاستبدال؟

أهمية البحث:

وتأتي أهمية البحث من كون الوثوقية تمثل بعد من الأبعاد الاستراتيجية للجودة , ومن كون دراسة الوثوقية للآلات الإنتاجية تسمح بتقييم أداء هذه الآلات وكفاءتها في العمل , وبالتالي تسمح للمعنيين من وضع الخطط المناسبة لصيانتها وتحسين أدائها , وتجنب التوقف عن العمل بما يضمن تخفيض التكاليف والمحافظة على سير العملية الإنتاجية.

أهداف البحث:

التعرف على المبادئ الأساسية للوثوقية – تقدير مؤشرات الوثوقية للآلات القابلة للإصلاح – تقدير الزمن الأمثل للقيام بالاستبدال.

فرضيات البحث:

الفرضية الأولى: لا تتبع فترات العمل لتوزيع احتمالي مناسب.

الفرضية الثانية: لا تتبع فترات الإصلاح لتوزيع احتمالي مناسب.

الفرضية الثالثة: لا تتمتع الآلات المدروسة بالوثوقية اللازمة لإنجاز مهماتها.

منهج البحث:

اعتمد البحث على المنهج الوصفي التحليلي , وتم استخدام البرامج الإحصائية للحصول على النتائج Minitab 17 و Spss 20 .

مجتمع البحث:

يضم مجموعة من الآلات الإنتاجية العاملة في معمل سواج للأدوية في محافظة اللاذقية.

مكان وزمان البحث:

أجري هذا البحث على بعض آلات معمل سراج للأدوية في اللاذقية ,خلال الفترة (2019-2018)

متغيرات البحث:

المتغير التابع: الوثوقية , المتغيرات المستقلة: عدد الأعطال – فترات حسن العمل – فترات الإصلاح.

الدراسة النظرية:

مفهوم الوثوقية: تعني وثوقية آلة ما قدرتها على عدم الوقوع في عطل أثناء استخدامها لإنجاز عمل معين. فإن تمكنت تلك الآلة من إنجاز الأعمال المعينة لها , في كل لحظة نطلبها منها , عندها نقول بأنها ذات وثوقية جيدة , تعرف الوثوقية رياضياً بأنها احتمال بقاء الآلة قيد التشغيل حتى وقت معين بدون تعطل أو توقف ضمن فترة زمنية {0 , t} ($H\phi yland\ and\ Rausand$: 1994: 20), وعرفتها وكالة ناسا لعلوم الفضاء "The National Aeronautics and – Space administration" بأنها احتمال أن جهازاً ما سيعمل بكفاءة لفترة زمنية معينة تحت بعض الشروط".

وبالتالي **يمكن تعريف دالة الوثوقية** في هذه الدراسة: بأنها احتمال عمل نظام ما بكفاءة عالية وخلال فترة زمنية محدودة وفق ما هو متوقع.

المبادئ الرياضية لوثوقية الأنظمة القابلة للإصلاح:

تتميز الأنظمة القابلة للإصلاح بكون فترة عملها بشكل عام طويلة إذ يتم خلالها تنفيذ عدد كبير من العمليات المتعاقبة, وفعاليتها ترتبط بعوامل الصيانة والإصلاح و تجديد بعض القطع الداخلة في تركيبها, كما يرتبط مفهوم وثوقية هذه الأنظمة مع الجاهزية (التي تمثل احتمال أن يكون نظام ما قادر على أداء مهمة معينة في اللحظة التي تطلب منه) ومع الفترات الزمنية التي يستغرقها إصلاح الأعطال. حيث تتمثل أهم هذه المبادئ بالتالي:

أ- دالة الوثوقية (البقاء): Reliability function (survival)

هي احتمال بقاء الآلة دون عطل لفترة زمنية محددة , ويرمز لدالة الوثوقية بالرمز $R(t)$, حيث T: متغير عشوائي يمثل زمن حياة مفردة معينة , وتعطى بالعلاقة التالية (Barbu :2007 :363):

$$R(t) = \int_{t}^{\infty} f(t)dt \qquad : t > 0$$

حيث: $R(t)$: دالة الوثوقية , $f(t)$: دالة كثافة الاحتمالية للعطل

$F(t)$: دالة التوزيع التجميعية للمتغير T وتعطى بالعلاقة: $F(t) = \int_0^t f(t).dt$

ب – معدل التعطل: هو الانخفاض في الأداء أو التوقف التام لآلات الإنتاج بسبب الاستعمال أو التقادم.

$$\boldsymbol{\lambda_T(t) = \frac{f(t)}{R(t)} = \frac{f(t)}{1 - F(t)}}$$

ت – متوسط الزمن بين حالات العطل (متوسط أزمنة حسن العمل) : (MTBF)

يقصد به متوسط وقت العمل (Mean life time) بين عطل و آخر , أي معدل وقت العمل بين حدوث العطل للآلة, ويمكن التعبير عن قيمة MTBF بالمعادلة التالية: $MTBF = \int_0^\infty tf(t)dt = \int_0^\infty R(t)dt$

ث– دالة الإصلاح: تمثل احتمال كون مدة الإصلاح أكبر من مدة معينة , تعطى بالعلاقة:

$$\boldsymbol{\varphi(h) = P(H > h) = \int_0^\infty g(h)dh}$$

حيث: $\boldsymbol{H}$: متحول عشوائي يمثل فترات الإصلاح , $\boldsymbol{g(h)}$: الكثافة الاحتمالية لفترات الإصلاح.

ج– معدل الإصلاح: ويمثل تكرار الإصلاحات خلال وحدة الزمن. $M(h) = \frac{g(h)}{\varphi(h)} = \frac{g(h)}{1-G(h)}$

حيث: $G(h)$: دالة توزيع فترات الإصلاح.

ح– متوسط أزمنة الإصلاح $\boldsymbol{MTTR}$: هو متوسط الوقت اللازم لتصليح الآلة أو أجزائها بعد حوث العطل , ويمكن تقديرها بالمعادلة: $\mathbf{MTTR} = \int_0^\infty hg(h)h$ حيث: $h > 0$

الجاهزية Availability: هي مقدار الاستعداد واحتمالية جاهزيتها للعمل عند الطلب , ويعبر عنها بالتالي:

$A = \frac{MTBF}{MTBF+MTTR}$, **واحتمال كون الآلة في الإصلاح:** $\xi = 1 - V$

حيث: $MTBF$: متوسط الزمن بين الأعطال , $MTTR$: متوسط زمن الإصلاح.

مفهوم الصيانة: أصبح من الواضح أهمية أنشطة الصيانة للمكائن والمعدات ولا سيما في المنظمات الصناعية الكبيرة. إذ أن استمرار أعمالها مرهون باستمرارية اشتغال المكائن , وفضلاً عن ذلك التزام هذه المنظمات بمعدلات إنتاج مخطط لها مسبقاً و بمستوى جودة عال لذلك تعد هذه المكائن القلب النابض للعمليات الإنتاجية التي تستدعي اهتمام خاص لصيانتها لضمان استمرارية التشغيل وتجنب حدوث حالات عطل أو توقف مفاجئ والعمل على تخفيض احتمال حدوثها وفقاً لبرامج صيانة فاعلة تقدم نتائج ملموسة بأقل كلفة ممكنة.

أنواع الصيانة: صنف الباحثون الصيانة بشكل عام إلى: صيانة وقائية: هي الصيانة المخططة والمبرمجة بزمن معين , ويكون هدفها الوقاية من ضرر متوقع كما تشمل التعديلات البسيطة في فترات معينة يخطط لها مسبقاً , كما تشمل تبديل الأجزاء الثانوية العاطلة. وصيانة علاجية تصحيحية: يقصد بها إجراء الإصلاحات اللازمة للآلات عندما يحصل عطل ما وتتوقف الآلة عن العمل أو عندما ينخفض أداؤها الإنتاجي لسبب ما كحدوث كسر أو تآكل أحد أجزائها أو تلف ما (عبيدات , العمري:2003:81)

جدول (1): مقارنة بين نوعي الصيانة الوقائية والعلاجية

نوع الصيانة	الميزات	المساوئ
الوقائية	✓ التحكم بعملية الصيانة ✓ احتمال الأعطال منخفض ✓ تخفيض احتمال وقوع العطل غير	✓ صيانة المعدات دون حاجة لذلك ✓ لا يمكن تجنب الأعطال غير المجدولة

	المتوقع	
العلاجية	✓ لا توجد صيانة فائضة	✓ احتمال وقوع أعطال بسيطة ✓ توقف طويل غير متوقع ✓ ارتفاع تكاليف قطع الغيار ✓ انخفاض معدل السلامة

المصدر: من إعداد الباحثة بالاستناد إلى دراسات سابقة

- <u>تقدير الزمن الأمثل للقيام بالاستبدال أو الصيانة للآلات القابلة للإصلاح:</u>

سنقوم في هذا البحث بإيجاد تكلفة استخدام الآلة من أجل تحديد أفضل الأوقات التي يجب عندها القيام بعمليات الصيانة أو استبدال بعض اجزاء الآلة أو استبدال الآلة أو مجموعة آلات , هناك عدة حالات في حساب التكلفة هي: حالة الاستبدال النظامي, حالة الاستبدال بالتقادم, حالة الاستبدال باعتبار القيم الحالية للتكلفة, حالة الاستبدال باعتبار سعر إعادة البيع ومعدل الفائدة, حالة الاستبدال دون الاهتمام بمعدل الفائدة, الصيانة الوقائية. ولكن نظراً لمحدودية عدد صفحات البحث قمنا بشرح الحالة التي تم تطبيقها في القسم العملي فقط.

حالة الاستبدال باعتبار القيم الحالية للتكلفة:[1] إذا افترضنا أن ... ... $C_1, C_2,$ تكاليف الصيانة والإصلاحات والتشغيل المدفوعة في بداية الفترات الزمنية .....1,2,3, (r: معدل الفائدة)فإن تكلفة الاستخدام:

$$\Gamma_n = \left[A + C_1 + \frac{C_2}{1+r} + \frac{C_3}{(1+r)^2} + \ \dots\dots\dots + \frac{C_z}{(1+r)^{z-1}}\right] + \left[\frac{A}{1+r} + \frac{C_1}{(1+r)^z} + \frac{C_2}{(1+r)^{z+1}} + \ \dots\dots\dots + \frac{C_z}{(1+r)^{2z-1}}\right] + \ \dots\dots$$

ويوضع $\alpha = \frac{1}{1+r}$ فنحصل على: $\Gamma_z = \frac{A+\sum \alpha^{i-1}.C_i}{1-\alpha^z}$

وبعد عدة عمليات اختزال وتعويض نحصل على الشكل: $\boldsymbol{C_z <} \ \frac{\boldsymbol{A+C_1+\alpha C_2+\alpha^2 C_3+ \ \dots\dots\dots+\alpha^{z-2}C_z}}{\boldsymbol{1+\alpha+\alpha^2+ \ \dots\dots\dots+\alpha^{z-2}}}$

وبالتالي مما سبق نصل إلى النتيجة التالية: عدم استبدال الآلة حتى تكون تكلفة الفترة التالية أكبر من المتوسط المثقل للتكاليف المحددة مسبقاً , أي الاستبدال سيكون عندما: $\boldsymbol{C_{z+1} >} \ \frac{\boldsymbol{A+C_1+\alpha C_2+\alpha^2 C_3+ \ \dots\dots\dots+\alpha^{z-1}C_z}}{\boldsymbol{1+\alpha+\alpha^2+ \ \dots\dots\dots+\alpha^{z-1}}}$

حيث: z=i , A: تمثل سعر شراء الآلة, $\alpha = \frac{1}{1+r}$ حيث r تمثل معدل الفائدة الذي يتعامل معه المعمل.

<u>لمحة عن شركة سراج فارما للصناعات الدوائية:</u> تأسست شركة سراج فارما للصناعات الدوائية في منطقة البصة (اللاذقية) في عام 2014 , وتتبع هذه الشركة للقطاع الخاص لصاحبها الدكتور خالد سراج, حيث تسعى لتوفير المستحضرات الدوائية ذات الجودة العالية. وهي من وكلاء الشركة العالمية للصناعات الدوائية (يونيفارما) في محافظة اللاذقية , حيث حصل المعمل على عدة شهادات منها: GMP (شهادة التصنيع الجيد), وعلى شهادات ISO عام 2019 [ISO 14001 (شهادة إدارة البيئة) , ISO 9001 (نظام إدارة الجودة) , ISO 45001 (شهادة إدارة الصحة والسلامة المهنية)] , وتتألف من الخطوط التالية: خط انتاج الشرابات السائلة, خط انتاج المراهم والكريمات, خط انتاج القطرات , خط انتاج الشامبو الطبي , خط انتاج وتعبئة أغذية الأطفال.

[1] Kaufmann A., 1962 – ref. ant., P. 218-219 , 472-474.

-) وصف الآلات التي أجريت عليها الدراسة: بشكل عام يتولى الاشراف والمراقبة على آلية سير عمل الآلات وتأمين كافة المستلزمات وعمليات الصيانة عدد من المسؤولين (رئيس قسم – فنيين – ورشات صيانة), برأي المعنيين تتم عمليات الصيانة يومياً أو شهرياً للآلات بشكل أولي , أو قد يستوجب أحيانا القيام بعمليات صيانة طارئة حسب ظروف العمل وحالة العطل.

مما سبق يمكننا أن نستنتج (حسب أنواع الصيانة المتبعة في المعمل) بأن الآلات تتمتع بجاهزية وكفاءة عالية , وبالتالي هذا يعطي وثوقية أكبر للآلات.

وبعد التواصل مع المدير الإداري في الشركة والإطلاع على السجلات تم التوصل إلى جدول خاص بهذه الآلات (تم ذكر 3 آلات فقط لمحدودية عدد صفحات البحث)

جدول (2): الآلات التي أجري عليها البحث

الآلة	القسم المتواجدة فيه	المصدر	تكلفة شراء الآلة بالآلاف	سنة الصنع	سنة الاقتناء	سنة الاستثمار	العدد	الصيانة	وحدة الصيانة والإصلاح
آلة تعبئة العبوات	الاشكال السائلة	محلي	800	2010	2010	2014	1	يومية + شهرية + طارئة	ورشة الصيانة في القسم
آلة تعبئة الكريمات و المراهم	تحضير الأشكال نصف الصلبة	استيراد	6500	2010	2011	2014	1	يومية + شهرية + طارئة	ورشة الصيانة في القسم
تعبئة تيوبات	تحضير الاشكال نصف الصلبة	استيراد	6000	2010	2010	2014	1	شهرية + طارئة	ورشة الصيانة في القسم

المصدر: من إعداد الباحثة بالاستناد إلى البيانات المسجلة المعمل

أخضعنا الآلات المدروسة للمراقبة لمدة 4 أشهر.

تقدير مؤشرات وثوقية الآلات المدروسة: تم جمع بيانات الجانب العملي من هذه الدراسة عن بعض آلات معمل سراج للأدوية في اللاذقية. حيث تم تسجيل الأزمنة الفاصلة بين الأعطال (Time Between Failure) أي أوقات اشتغال الآلات بين الأعطال علماً أن هذه الأوقات تمثل ساعات عمل الآلة بين الأعطال , حيث أخذنا بيانات بعض الآلات ذات أعلى عدد أعطال في المعمل وتم تسجيل هذه البيانات في استمارات تتضمن معلومات عن اسم الآلة, ورقمها , والمركبة المتسببة بالعطل, و الزمن بين الأعطال و فترات الإصلاح , وكانت المدة الزمنية لدراسة هذه البيانات ابتداءً من 2019/8/5 وانتهاءً بتاريخ 2019/12/7 والآلات التي تم دراستها ضمن البحث هي: آلة تعبئة العبوات 500 ml – آلة تعبئة الكريمات والمراهم –آلة تبريد وتعبئة التيوبات.

ولمعرفة مدى ملائمة البيانات للتوزيعات المقترحة للدراسة , قامت الباحثة باختبار البيانات باستخدام المقياس الإحصائي { Anderson–Darling (A–D) } بالاعتماد على البرنامج الاحصائي MINITAB, حيث نستخدم هذا المقياس للمقارنة بين التوزيعات المختلفة , والتوزيع الذي يعطي أقل (A–D) يعتبر بأنه التوزيع الذي يمثل البيانات

بشكل أفضل من التوزيعات الأخرى , ويمكن ملاحظة ذلك من خلال الرسم الاحتمالي وكلما كان شكل انتشار النقاط يمثل خط مستقيم فذلك يعني أن البيانات محل الدراسة تتبع التوزيع المقترح.

تم دراسة توزيعين فقط, التوزيع الأسي وتوزيع وايبول كونهما من أهم التوزيعات التي تستخدم في دراسة الوثوقية.

حيث التوزيع الأسي يستخدم في حالات أعطال الآلة التي تحدث بشكل حوادث عشوائية, أما توزيع وايبول يستخدم لتمثيل الأعطال الناجمة عن استخدام واستهلاك الآلة.

مؤشرات الوثوقية باستخدام التوزيع الأسي:[2]

لفترات العمل:

$$f(t)=\lambda e^{-\lambda t}\ ,\ R(t)=e^{-\lambda t}\ ,\quad \lambda(t)=\lambda\ ,\quad MTBF=\frac{1}{\lambda}$$

لفترات الإصلاح:

$$g(h)=\mu e^{-\mu h}\ ,\quad \varphi=e^{-\mu h}\ ,\quad \mu(h)=\mu\ ,\quad MTTR=\frac{1}{\mu}$$

حيث: $\mu>0$ و $h>0$ و $t>0$ و $\lambda>0$

مؤشرات الوثوقية باستخدام توزيع وايبول:[3]

لفترات العمل:

$$f(t)=\frac{\beta}{\alpha}.t^{\beta-1}.e^{\frac{-t^{\beta}}{\alpha}}\ ,\ R(t)=e^{-\frac{t^{\beta}}{\alpha}}\ ,\ \lambda(t)=\frac{\beta}{\alpha}.t^{\beta-1}\ ,\ MTBF=\alpha^{\frac{1}{\beta}}\Gamma(1+\frac{1}{\beta})$$

لفترات الإصلاح:

$$g(h)=\frac{\acute{\beta}}{\acute{\alpha}}.h^{\acute{\beta}-1}.e^{\frac{-h^{\acute{\beta}}}{\acute{\alpha}}}\ ,\quad \varphi(h)=e^{\frac{-h^{\acute{\beta}}}{\acute{\alpha}}}\ ,\ \mu(h)=\frac{\acute{\beta}}{\acute{\alpha}}.h^{\acute{\beta}-1}\ ,\ MTTR=\acute{\alpha}^{\frac{1}{\acute{\beta}}}\Gamma(1+\frac{1}{\acute{\beta}})$$

حيث: $\beta,\alpha>0$ و $h>0$ و $t>0$ و $\acute{\beta},\acute{\alpha}>0$

في هذا الجزء واعتماداً على النتائج التي توصلنا إليها سابقاً من المراقبة قمنا بتقدير وثوقية الآلات المدروسة باستخدام القانونين الاحتماليين الأسي ووايبول , إضافة إلى معدلات التعطل والإصلاح (الصيانة) ومتوسط أزمنة حسن العمل و الإصلاح والجاهزية لكل آلة وفقاً للتوزيعين , وذلك للأسباب التالية:

1- لأننا نستطيع من خلال توزيع وايبول تقدير اذا كان معدلا التعطل والإصلاح ثابتين أم متزايدين أم متناقصين مع تزايد عمر الآلة , كما يستخدم لتمثيل الأعطال الناجمة عن استخدام واستهلاك الآلة.

2- بما أن معدلا التعطل والإصلاح مستقلين عن عمر الآلة مما يعني ثباتهما طيلة فترة استخدام الآلة , وذلك يفيد في تقدير مسائل متعددة.

[2] المصدر :العلي ، إبراهيم ، عكروش ، محمد ، مقدمة في نظرية الاحتمالات ,2007

[3] Ho , L.L. , Silve A.F , Bais Correction for Mean Time to Failure and P-Quantiles in a Weibull Distribution By 1Bootstrap Procedure , 2005.[12]

ملاحظة: 1- قمنا بتحويل أزمنة العمل (الأزمنة الفاصلة بين الأعطال) الى أيام من أجل التبسيط وسهولة التعامل مع الأرقام حيث كان عدد الساعات كبيراً 2- سنقوم بعرض نتائج مراقبة ثلاث آلات فقط نظراً لمحدودية عدد الصفحات

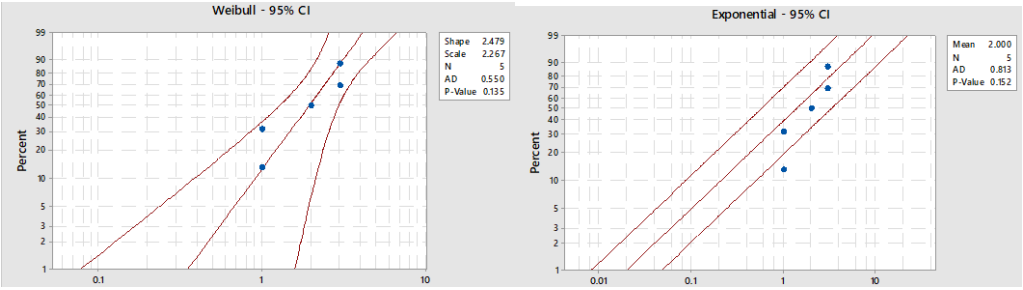
- **جداول نتائج مراقبة الآلات ودراسة وثوقيتها:**

الجدول (3) آلة تعبئة العبوات 500 ml:

فترات الإصلاح (بالساعة)	المركبة المتسببة بالعطل	رقم العطل	الأزمنة الفاصلة بين الأعطال (بالساعات)	الأزمنة الفاصلة بين الأعطال (بالأيام)
3	لاقط العبوات	1	150	6.25
1	زجاج الأغطية	2	200	8.33
2	تسكير العبوات	3	235	9.79
3	بساتين التعبئة	4	400	16.67
1	سكر التغذية	5	150	6.25
10			**1135**	**47.29**

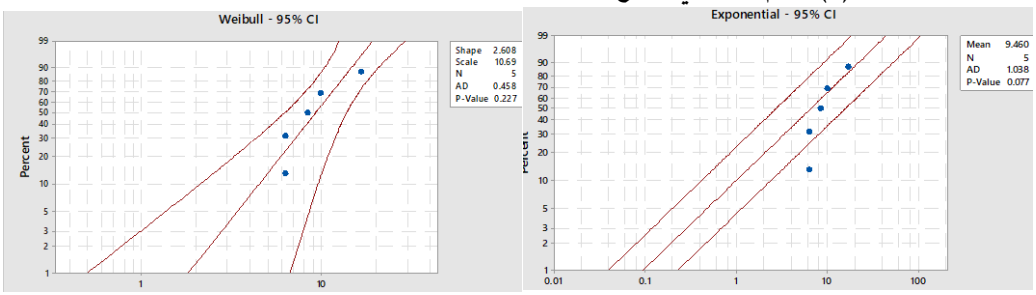
المصدر :إعداد الباحثة استناداً للبيانات المسجلة في المعمل.

الشكل (1) الرسم الاحتمالي ونتائج اختبار A-D لفترات الإصلاح لآلة تعبئة العبوات 500 ml



المصدر :إعداد الباحثة استناداً لبيانات فترات الإصلاح الواردة في الجدول (3) باستخدام برنامج minitab 17

الشكل (2) الرسم الاحتمالي ونتائج اختبار A-D لأزمنة حسن العمل لآلة تعبئة العبواتml 500



المصدر :إعداد الباحثة استناداً لبيانات فترات العمل الواردة في الجدول(3) باستخدام برنامج minitab 17

نلاحظ من الشكلين (1و 2) أن شكل انتشار النقاط يأخذ تقريباً خطاً مستقيماً عند استخدامنا لتوزيع وايبول لتمثيل كل من فترات الإصلاح وفترات العمل لهذه الآلة على عكس شكل انتشار النقاط عند استخدام التوزيع الأسي, وأن أقل قيمة للمقياس الإحصائي (A-D) هي لتوزيع وايبول ، كما أن احتمال الدلالة عند استخدام هذا التوزيع أكبر من مستوى الدلالة 5% ، مما يعني أن بيانات هذه الآلة تتبع توزيع وايبول.

-) وبالتالي وبالاعتماد على بيانات هذه الآلة تم تقدير مؤشرات الوثوقية لهذه الآلة وفق توزيع وايبول:

حيث كانت قيمة كل من α و β باستخدام أزمنة العمل $\beta = 2.607$, $\alpha = 514.88$

وقيمة $\acute{\beta}$ و $\acute{\alpha}$ باستخدام فترات الإصلاح $\beta' = 2.479$, $\acute{\alpha} = 7.62$

الجدول (4) مؤشرات وثوقية آلة تعبئة وغسيل العبوات لفترات الإصلاح والعمل:

$MTBF$	$\lambda(t)$				$R(t)$			
	2	3	5	6	2	3	5	6
9.460	0.016	0.03	0.068	0.091	0.99	0.97	0.88	0.81

المصدر: إعداد الباحثة استناداً للبيانات في الجدول (3)

$MTTR$	$\mu(h)$			$\varphi(h)$			V	ξ
	2	3	4	2	3	4		
2	0.92	1.68	2.56	0.48	0.135	0.017	0.991	0.009

المصدر: إعداد الباحثة استناداً للبيانات في الجدول (3)

نجد من الجداول السابقة أن معدل التعطل متزايد مع الزمن حيث $\beta > 1$, وتكرار الأعطال هو 0.016 عطل خلال يومين , ويزداد خلال 6 أيام إلى 0.091 عطل, كما نجد أن احتمال عمل هذه الآلة لأكثر من يومين دون تعطل كبير و يساوي 0.99 , ويصبح هذا الاحتمال أقل عند عمل الآلة لأكثر من 6 أيام ويساوي 0.81, ونجد متوسط أزمنة حسن العمل لهذه الآلة 9.460 يوم خلال الفترة المدروسة , ومن ناحية أخرى نجد أن معدل الإصلاح متزايد مع الزمن حيث $\acute{\beta} > 1$ و تكرار الإصلاح خلال ساعتين يساوي 0.92 إصلاح ,ويزداد خلال 4 ساعات إلى 2.56 إصلاح, كما أن احتمال كون مدة الإصلاح أكبر من ساعتين يساوي 0.48 وينخفض هذا الاحتمال لأجل 4 ساعات إلى 0.017, وبلغ متوسط أزمنة الإصلاح خلال المدة المدروسة 2 ساعة, كما نجد أن جاهزية هذه الآلة كبيرة خلال هذه الفترة 0.991, واحتمال كونها في الإصلاح صغير 0.009. وهذا بسبب عمليات الصيانة الوقائية اليومية والمستمرة التي تخضع لها الآلة , وإصلاح أي خلل أو تعطل مباشرة.

نجد مما سبق بأن فترات العمل والإصلاح لآلة تعبئة العبوات تتبع لتوزيع احتمالي معين وهو وايبول , كما تتمتع هذه الآلة بالوثوقية اللازمة لإنجاز مهامها.

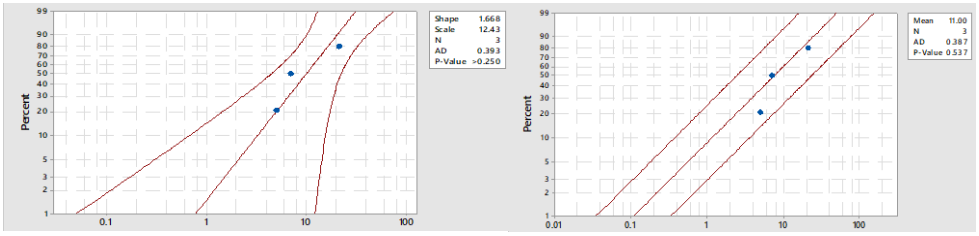
جدول (5) نتائج مراقبة آلة تعبئة الكريمات والمراهم

فترات الإصلاح	المركبة المتسببة بالعطل	رقم العطل	الأزمنة الفاصلة بين الأعطال (بالساعات)	الأزمنة الفاصلة بين الأعطال (بالأيام)
7	ضواغط هواء	1	65	2.71
21	سخانات التيوبات	2	70	2.92
5	حساس التعبئة	3	18	0.75
33			**153**	**6.38**

المصدر :إعداد الباحثة استناداً لعملية المراقبة

الشكل (3) الرسم الاحتمالي ونتائج اختبار A-D لفترات إصلاح آلة تعبئة الكريمات والمراهم

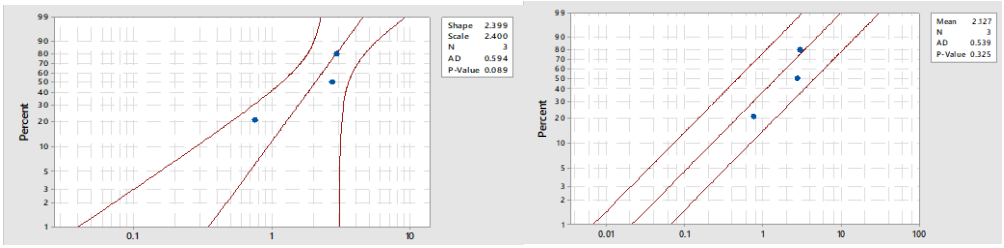
فترات الإصلاح: الأسي وايبول



المصدر :إعداد الباحثة استناداً لبيانات فترات الإصلاح الواردة في الجدول (5) باستخدام برنامج minitab 17

الشكل (4) الرسم الاحتمالي ونتائج اختبار A-D لأزمنة حسن العمل آلة تعبئة الكريمات والمراهم

فترات العمل: الأسي وايبول



المصدر :إعداد الباحثة استناداً لبيانات فترات العمل الواردة في الجدول (5) باستخدام برنامج minitab 17

نلاحظ من الشكلين (3و4) أن شكل انتشار النقاط يأخذ خطاً مستقيماً عند استخدام التوزيع الأسي لتمثيل فترات الإصلاح وفترات العمل لآلة تعبئة الكريمات والمراهم على عكس شكل انتشار النقاط عند استخدام توزيع وايبول , ونجد أن أقل قيمة المقياس الاحصائي (A-D) هي للتوزيع الأسي كما أن احتمال الدلالة عند استخدام التوزيع الأسي هي اكبر من 5% , مما يعني أن بيانات آلة الكريمات والمراهم تتبع التوزيع الأسي.

-) وبالتالي وبالاعتماد على بيانات هذه الآلة تم تقدير مؤشرات الوثوقية لهذه الآلة وفق التوزيع الاسي:

حيث كان معدل التعطل باستخدام أزمنة العمل 0.02 , وكان معدل الإصلاح باستخدام فترات الإصلاح 0.091

جدول (6) مؤشرات وثوقية آلة تعبئة الكريمات والمراهم لفترات العمل والإصلاح:

$MTBF$	$\lambda(t)$	$R(t)$			
		2	3	5	6
2.127	0.02	0.96	0.94	0.90	0.89

المصدر: إعداد الباحثة استناداً للبيانات في الجدول (5)

$MTTR$	$\mu(h)$	$\varphi(h)$			V	ξ
		2	3	4	0.992	0.008
11	0.091	0.83	0.76	0.69		

المصدر: إعداد الباحثة استناداً للبيانات في الجدول (5)

نجد من الجدولين السابقين أن متوسط أزمنة الإصلاح لهذه الآلة هي 2.127 ,ومعدل تعطلها هو 0.02 ,واحتمال عمل هذه الآلة لأكثر من يومين دون تعطل ويساوي 0.96 ,ويصبح هذا الاحتمال أضعف عند عملها 6 أيام

ويساوي 0.89 , وبلغ متوسط أزمنة حسن العمل لآلة الكريمات والمراهم 11 يوم خلال الفترة المدروسة , كما نجد أن معدل الإصلاح خلال المدة المدروسة 0.091, واحتمال مدة الإصلاح لأكثر من ساعتين 0.83 , وينخفض لأجل 4 ساعات إلى 0.69 , ونلاحظ أن جاهزية الآلة عالية جداً وتقدّر ب 0.992 , و احتمال كونها في الإصلاح منخفض جداً ويساوي 0.008

نجد مما سبق بأن فترات العمل والإصلاح لآلة تعبئة الكريمات والمراهم تتبع لتوزيع احتمالي معين وهو الأسي , كما تتمتع هذه الآلة بالوثوقية اللازمة لإنجاز مهامها.

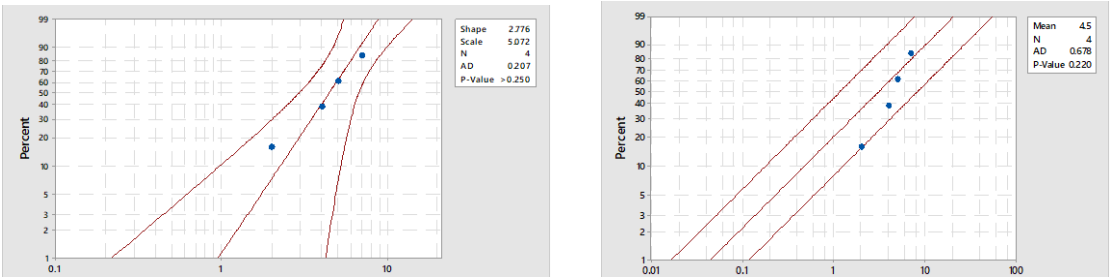
جدول (7) نتائج مراقبة آلة التعبئة التيوبات:

فترات الإصلاح	المركبة المتسببة بالعطل	رقم العطل	الأزمنة الفاصلة بين الأعطال (بالساعات)	الأزمنة الفاصلة بين الأعطال (بالأيام)
5	رديتو	1	70	2.92
4	التبريد	2	150	6.25
2	سكر التغذية	3	180	7.5
7	فواشة الآلة	4	315	13.13
18			**715**	**29.8**

المصدر :إعداد الباحثة استناداً لعملية المراقبة.

الشكل (5) الرسم الاحتمالي ونتائج اختبار A–D لفترات اصلاح آلة تعبئة التيوبات:

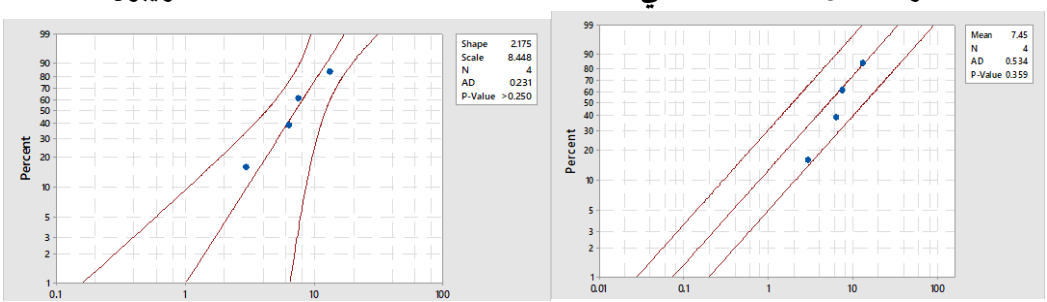
فترات الإصلاح: الأسي وايبول



المصدر :إعداد الباحثة استناداً لبيانات فترات الإصلاح الواردة في الجدول (7) باستخدام برنامج minitab 17

الشكل (6) الرسم الاحتمالي ونتائج اختبار A–D لأزمنة حسن العمل آلة تعبئة التيوبات

فترات العمل: الأسي وايبول



المصدر :إعداد الباحثة استناداً لبيانات فترات الإصلاح الواردة في الجدول (7) باستخدام برنامج minitab 17

نلاحظ من الشكلين (5و6) أن شكل انتشار النقاط يأخذ تقريباً خطاً مستقيماً عند استخدام توزيع وايبول , لتمثيل كل من فترات الإصلاح وفترات العمل لهذه الآلة بعكس شكل انتشار النقاط عند استخدام التوزيع الأسي ، وأن أقل قيمة

للمقياس الإحصائي (A–D) هي لتوزيع وايبول ، ونجد احتمال الدلالة عند استخدام هذا التوزيع أكبر من مستوى الدلالة 5% ، مما يعني أن بيانات هذه الآلة تتبع توزيع وايبول , وبالاعتماد على بيانات هذه الآلة تم تقدير مؤشرات الوثوقية لهذه الآلة وفق توزيع وايبول.

حيث كانت قيمة كل من α و β باستخدام أزمنة العمل $\beta = 2.175$, $\alpha = 103.85$

وقيمة $\acute{\beta}$ و $\acute{\alpha}$ باستخدام فترات الإصلاح $\beta\acute{} = 2.776$, $\acute{\alpha} = 91.18$

الجدول (8) مؤشرات وثوقية آلة تعبئة التيوبات لفترات الإصلاح والعمل:

$MTBF$	$\lambda(t)$				$R(t)$			
	2	**3**	**5**	**6**	**2**	**3**	**5**	**6**
7.45	0.047	0.076	0.14	0.17	0.96	0.89	0.73	0.62

المصدر: إعداد الباحثة استناداً للبيانات في الجدول (7)

$MTTR$	$\mu(h)$			$\varphi(h)$			V	ξ
	2	**3**	**4**	**2**	**3**	**4**	0.975	0.025
4.5	0.103	0.211	0.352	0.93	0.793	0.597		

المصدر: إعداد الباحثة استناداً للبيانات في الجدول (7)

نجد من الجدولين السابقين أن معدل التعطل متزايد مع الزمن حيث $\beta > 1$, وتكرار الأعطال خلال يومين هو 0.047 عطل, ويزداد خلال 6 أيام إلى 0.17 عطل, كما نجد أن احتمال عمل هذه الآلة لأكثر من يومين دون تعطل و يساوي0.96 , وينخفض هذا الاحتمال إلى 0.62 عند عملها لأكثر من 6 أيام , وبلغ متوسط أزمنة حسن العمل لهذه الآلة 7.45 يوم خلال الفترة المدروسة , كما نجد من ناحية أخرى أن معدل الإصلاح متزايد مع الزمن حيث $\acute{\beta} > 1$ وتكرار الإصلاح خلال ساعتين يساوي 0.103 إصلاح , ويزداد خلال 4 ساعات إلى 0.352 إصلاح, واحتمال كون مدة الإصلاح أكبر من ساعتين يساوي 0.93 وينخفض هذا الاحتمال لأجل 4 ساعات إلى 0.597 , وبلغ متوسط أزمنة الإصلاح 4.5 ساعة خلال المدة المدروسة , كما نجد أن جاهزية هذه الآلة كبيرة وتساوي 0.975 , واحتمال كونها في الإصلاح صغير.

نجد مما سبق بأن فترات العمل والإصلاح لآلة تعبئة التيوبات تتبع لتوزيع احتمالي معين وهو وايبول , كما تتمتع هذه الآلة بالوثوقية اللازمة لإنجاز مهامها.

تقدير الزمن الأمثل لاستبدال الآلات:

استخدمنا في هذا القسم من الدراسة طرائق تقدير عمر الآلة الاقتصادي الذي يوافق الزمن الأمثل لاستبدال الآلة , حيث يتم استخدام الطريقة الأمثل حسب طبيعة البيانات.

بعض التوضيحات: (1) لتحديد الزمن الأمثل لاستبدال الآلة يجب تحديد تكاليف الصيانة و الإصلاح لكل سنة , واجراء الحسابات اللازمة لكل سنة حتى نحصل على القيمة الصغرى للتكاليف وفي هذه السنة بالذات يجب عندها استبدال الآلة.. (2) الآلات ضمن المعمل حديثة نسبياً , حيث تتوفر بيانات عن تكاليف صيانة وإصلاح بعض الآلات لسنوات الاستخدام الأولى. (3) سنستخدم طريقة الاستبدال باعتبار القيم الحالية للتكلفة ومعدل الفائدة , حيث كان المعدل المستخدم 13%على اعتبار أنه المعدل المعتمد لدى المصرف (مصرف خاص) الذي يتعامل معه المعمل, وحسب هذه الطريقة كما ذكرنا سابقاً بأن $(\alpha = \frac{1}{1+r})$, (4) عند تقدير التكاليف المستقبلية وبالتالي الزمن الأمثل لاستبدال الآلات قمنا بالقسمة على 1000 لسهولة الحسابات وتبسيط القيم. (5) لمعرفة السنة التي يجب استبدال الآلة

عندها ننظر للعمود الأخير من جدول تقدير الزمن الأمثل لاستبدال الآلة المدروسة حيث نجد بأن الأرقام تتناقص تدريجياً والسنة التي تتزايد عندها القيم يتوجب علينا استبدال الآلة المدروسة. (6) للتأكد من الاستقلال الذاتي للبواقي اختبرنا الارتباط الذاتي بين البواقي حسب اختبار داربن واتسن. (7) كما اختبرنا تجانس البواقي للتكاليف من خلال شكل انتشار البواقي , وبعد التأكد من استقلال بواقي التكاليف وثبات تباينها يمكننا اعتماد المعادلة المدروسة في التنبؤ بالتكاليف المستقبلية.

تقدير الزمن الأمثل لاستبدال الآلات المدروسة في معمل سرّاج:

1. آلة تعبئة العبوات 500 ml: كانت تكاليف تشغيل وصيانة وإصلاح هذه الآلة خلال 6 سنوات من تشغيلها, والتي حصلنا عليها من سجلات المعمل على الشكل التالي:

جدول (9) تكاليف تشغيل وصيانة وإصلاح آلة تعبئة العبوات 500 ml

السنة	2014	2015	2016	2017	2018	2019
التكاليف	40000	52000	65000	75000	95000	120000

المصدر :إعداد الباحثة استناداً للبيانات المسجلة في المعمل

ولدراسة تطور هذه التكاليف قمنا بحساب معاملي الارتباط والتحديد لتحديد نموذج الانحدار الذي يعبر عن تطور التكاليف مع الزمن لهذه الآلة ,وإيجاد قوة العلاقة بين التكاليف والزمن.

جدول (10) معاملات الارتباط والتحديد واختبار داربن واتسن

Model Summary[b]

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.985[a]	.970	.963	5639.149	1.256

a. Predictors: (Constant), السنة

b. Dependent Variable: التكاليف

المصدر: إعداد الباحثة بالاعتماد على مخرجات برنامجSPSS

نجد من هذا الجدول أن قيمة معامل الارتباط الخطي تساوي 0.985 , وهي تدل على أن العلاقة بين الزمن والتكاليف علاقة طردية وقوية جداً , وتبين أن قيمة معامل التحديد 0.970 , مما يدل على فعالية جيدة جداً للمعادلة الخطية في تمثيل العلاقة المدروسة, وقيمة داربن واتسن 1.256

الجدول (11) نتائج اختبار معنوية معاملات الانحدار

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	T	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	20600	5249.762		3.924	.003
	السنة	15400	1348.014	.985	9.188	.001

a. Dependent Variable: التكلفة

المصدر: إعداد الباحثة بالاعتماد على مخرجات برنامج SPSS 20

نلاحظ من هذا الجدول تقديرات معلمات النموذج إذ أن معلمة الميل:$b = 15400$, تشير إلى أن زيادة الزمن سنة واحدة سيؤدي إلى زيادة التكاليف بمقدار 15400 ل.س , بمعنى أن التكاليف تزداد عبر الزمن , وبالتالي يمكن كتابة النموذج كما يلي: $\tilde{C} = 20600 + 15400\, t_i$,كما توضح النتائج السابقة أن احتمال الدلالة بالنسبة إلى معلمتي الحد الثابت والميل أقل من 0.05 , أي كلتا المعلمتين تختلف جوهرياً عن الصفر أي: $\beta_0, \beta_1 \neq 0$

تحليل البواقي لتكاليف التشغيل والصيانة والإصلاح خلال الفترة (2014-2019): عند تطبيق معادلة الانحدار التي توصلنا إليها: $\tilde{C} = 20600 + 15400t_i$,على السنة الأولى 2014 نجد أن القيمة المتوقعة للتكاليف تساوي 36000 , وبالمقارنة بين هذه القيمة والقيمة الفعلية نجد أن هناك فرق مقداره 4000 ,ومجموع الفروق للحالات جميعها يدعى البواقي.

الجدول (12) تحليل بواقي تكاليف آلة تعبئة العبوات

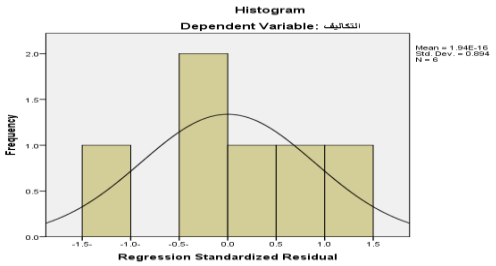
		Unstandardize d Residual	Unstandardized Predicted Value	التكاليف الفعلية
2014	**1**	4000	36000	40000
	N	1	1	1
2015	**1**	600	51400	52000
	N	1	1	1
2016	**1**	-1800	66800	65000
	N	1	1	1
2017	**1**	-7200	82200	75000
	N	1	1	1
2018	**1**	-2600	97600	95000
	N	1	1	1
2019	**1**	7000	113000	120000
	N	1	1	1
Total		**1 6**	**1 6**	**1 6**

إعداد الباحثة استناداً على مخرجات برنامج spss 20

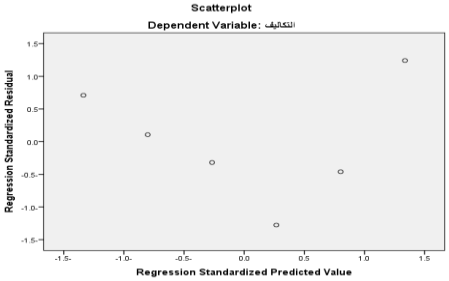
اختبار اعتدالية التوزيع الطبيعي لآلة تعبئة العبوات:

لتوضيح وجود فرق أو عدم وجود فرق بين توزيع بواقي تكاليف التشغيل والصيانة والإصلاح والتوزيع الطبيعي.

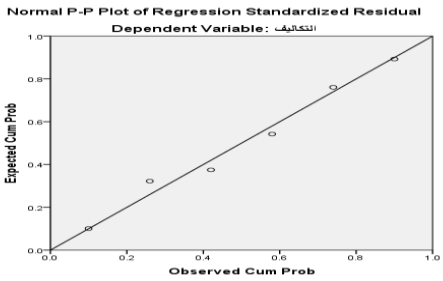
الشكل (7) اعتدالية التوزيع الاحتمالي لبواقي آلة تعبئة العبوات:



الشكل رقم (1)



الشكل رقم (3)



الشكل رقم (2)

المصدر: إعداد الباحثة بالاعتماد على مخرجات برنامج SPSS 20

يمكننا التأكد أن بيانات البواقي (الأخطاء العشوائية) تتبع التوزيع الطبيعي من خلال ملاحظة الشكل رقم (1) المدرج التكراري الذي يمثل تكرارات الأخطاء العشوائية للانحدار , فإذا وقعت 95% من الأخطاء ضمن المدى $\{-2, +2\}$ فإن الأخطاء تتوزع بشكل طبيعي, ونجد من الشكل بأن الأخطاء لا تتعدى (∓ 1.5) , كما نلاحظ من الشكل رقم (2) أن النقاط للبواقي أو للأخطاء المعيارية للانحدار تتجمع على جانبي خط الانحدار, مما يعني أن البواقي تتوزع توزيع معتدل أي تتبع التوزيع الطبيعي , كما نجد التوزيع الطبيعي للبواقي من خلال وضع النقاط في الشكل رقم (3), حيث نجد أن هذه الأخطاء ليس لها شكل محدد ,أي توزيعاتها مبعثرة دون أن تشكل نمط معين. ومنه نستدل على أن الأخطاء تتوزع طبيعياً .

الاستقلال الذاتي لبواقي تكاليف التشغيل والصيانة والإصلاح: لاختبار عدم وجود ارتباط ذاتي بين البواقي عند مستوى دلالة 1% بدرجتي حرية (k=1 , n=6) ثم بحساب قيمة داربن واتسن من الجدول (10) كانت تساوي (1.256), وبمقارنة هذه القيمة مع القيميتين الجدوليتان $d_u = 1.142$, $d_l = 0.390$ [4],نجد أن:

$1.142 < 1.256 < 2.858$, $d_u < DW < 4 - d_u$,وبالتالي لا يوجد ارتباط ذاتي بين البواقي.

اختبار تجانس البواقي (ثبات التباين) للتكاليف: نلاحظ من الشكل رقم (2) بأن شكل انتشار البواقي يأخذ شكلاً عشوائياً على جانبي الخط الذي يمثل الصفر وهو الخط الفاصل بين البواقي الموجبة والبواقي السالبة , أي لا يمكن تحديد نمط محدد لتباين هذه البواقي, مما يعني بأنه يوجد تجانس في البواقي (ثبات تباين الأخطاء).

[4] تم استخراج القيم الجدولية d_l , d_u من جدول داربن واتسن عند مستوى دلالة 1% , بشكل عام تقع قيمة D-W ضمن المجال $0 < DW < 4$ ونقول أنه لايوجد ارتباط ذاتي بين البواقي عندما تكون $d_u < DW < 4 - d_u$, ونقول بأنه يوجد ارتباط ذاتي موجب بين البواقي عندما تكون $0 < DW < d_l$, ونقول بأنه يوجد ارتباط ذاتي سالب عندما تكون $4 - d_l < DW < 4$, وغير ذلك نقول الاختبار فاشل.

❖ وبالتالي نجد من الاستقلال الذاتي للبواقي وثبات التباين بأن هناك استقرار في السلسلة الزمنية الممتدة بين عامي (2014-2019) وبالتالي يمكننا الاعتماد على المعادلة المدروسة في التنبؤ بقيم التكاليف المستقبلية لآلة تعبئة العبوات.

ولتقدير الزمن الأمثل لاستبدال آلة تعبئة العبوات تم الاعتماد على طريقة (الاستبدال باعتبار القيم الحالية للتكلفة ومعدل الفائدة) , ولتقدير التكاليف المستقبلية استخدمنا المعادلة الخطية التالية الممثلة للعلاقة بين الزمن والتكاليف لهذه الآلة. $\tilde{C} = 20600 + 15400t_i$

جدول(13) تكاليف تشغيل وصيانة وإصلاح آلة تعبئة العبوات

السنة	t_i	$\widetilde{C}_i$ (بالآلاف)	α^{i-1}	$\alpha^{i-1}.\widetilde{C}_i$	$(\alpha^{i-1}.\widetilde{C}_i)\uparrow$	$A + (\alpha^{i-1}.\widetilde{C}_i)\uparrow$	$\alpha^{i-1}\uparrow$	$\frac{A+(\alpha^{i-1}.\widetilde{C}_i)\uparrow}{\alpha^{i-1}\uparrow}$
2014	1	40	1	40	40	840	1	840
2015	2	52	0.885	46.02	86.02	886.02	1.885	470.04
2016	3	65	0.783	50.9	136.92	936.92	2.668	351.17
2017	4	75	0.693	51.98	188.9	988.9	3.361	294.23
2018	5	95	0.613	58.24	247.14	1047. 4	3.974	263.49
2019	6	120	0.543	65.16	312.3	1112.3	4.517	246.25
2020	7	128.4	0.480	61.63	373.917	1173.92	4.997	234.92
2021	8	143.8	0.425	61.115	435.03	1235.03	5.422	227.78

2022	9	159.2	0.376	59.86	494.89	1249.89	5.798	215.57
2023	10	174.6	0.333	58.14	553.03	1353.03	6.131	220.69

المصدر :إعداد الباحثة استناداً لبيانات الجدول 9.

وبملاحظة النتائج التي حصلنا عليها نجد أن الاستبدال يجب أن يتم في نهاية السنة التاسعة لاستخدامها , وهي نتيجة منطقية نظراً للتكاليف العالية للآلة , أي العمر الاقتصادي لهذه الآلة هو 9 سنوات.

توضيح: تم اختيار العمر الاقتصادي للآلة 9 سنوات بناء على العمود الأخير حيث كانت النتائج في تناقص مستمر, ولكن عند نهاية السنة التاسعة ازدادت , مما يعني أنه يجب استبدالها في السنة التاسعة.

2- آلة تعبئة الكريمات والمراهم:

كانت تكاليف تشغيل وصيانة وإصلاح هذه الآلة خلال 6 سنوات من تشغيلها , والتي حصلنا عليها من سجلات المعمل على الشكل التالي:

جدول (14) تكاليف تشغيل وصيانة وإصلاح هذه الآلة خلال 6 سنوات من تشغيلها كالتالي:

السنة	2014	2015	2016	2017	2018	2019
التكاليف	47000	52000	60000	68000	75000	82000

المصدر :إعداد الباحثة استناداً للبيانات المسجلة في المعمل.

ولدراسة تطور هذه التكاليف قمنا بحساب معاملي الارتباط والتحديد لتحديد نموذج الانحدار الذي يعبر عن تطور التكاليف مع الزمن لهذه الآلة ,وإيجاد قوة العلاقة بين التكاليف والزمن.

الجدول (15) معاملات الارتباط والتحديد واختبار داربن واتسن

Model Summary[b]

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.998[a]	.997	.996	836.660	2.214

a. Predictors: (Constant), السنة

b. Dependent Variable: التكاليف

المصدر: إعداد الباحثة بالاعتماد على مخرجات برنامجSPSS 20

نجد من الجدول السابق أن قيمة معامل الارتباط الخطي تساوي 0,998 وهي تدل على أن العلاقة بين الزمن والتكاليف علاقة طردية وقوية جداً , وتبين قيمة معامل التحديد انه يمكننا تفسير 99.7 % من التغير في التكاليف عن طريق التغير في الزمن.

الجدول (16) نتائج اختبار معنوية معاملات الانحدار

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	38800.000	778.888		49.815	.000
	السنة	7200.000	200.000	.998	36.000	.000

a. Dependent Variable: التكاليف

المصدر: إعداد الباحثة بالاعتماد على مخرجات برنامج SPSS 20

نجد من الجدول (16) تقديرات معلمات النموذج حيث معلمة الميل $b = 7200$,تشير إلى أن زيادة الزمن سنة واحدة سيؤدي إلى زيادة التكاليف بمقدار 7200 ل.س ,بمعنى أن التكاليف تزداد عبر الزمن, وبالتالي يمكن كتابة النموذج كما يلي: $\tilde{C} = 38800 + 7200\,t_i$,كما نلاحظ من الجدول السابق أن احتمال الدلالة بالنسبة إلى معلمتي الحد الثابت والميل أقل من 0.05, أي كلتا المعلمتين تختلف جوهرياً عن الصفر أي: $B_0, B_1 \neq 0$

تحليل البواقي لتكاليف التشغيل والصيانة والإصلاح لآلة الكريمات والمراهم: عند تطبيق معادلة الانحدار التي توصلنا إليها: $\tilde{C} = 38800 + 7200t_i$,على السنة الأولى 2014 نجد أن القيمة المتوقعة للتكاليف تساوي 46000 , وبالمقارنة بين هذه القيمة والقيمة الفعلية نجد أن هناك فرق مقداره 1000

الجدول (17) تحليل بواقي تكاليف آلة تعبئة الكريمات والمراهم:

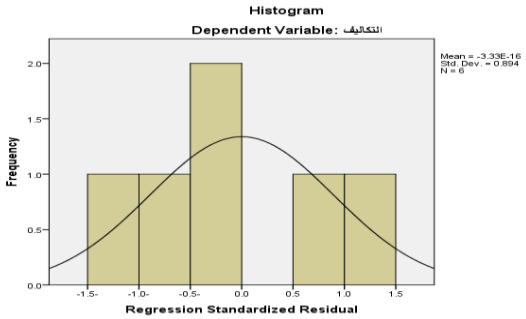
		Unstandardize d Residual	Unstandardized Predicted Value	التكاليف الفعلية
2014	**1**	1000	46000	47000
	N	1	1	1
2015	**1**	−1200	53200	52000
	N	1	1	1
2016	**1**	−400	60400	60000
	N	1	1	1
2017	**1**	400	67600	68000
	N	1	1	1
2018	**1**	200	74800	75000
	N	1	1	1
2019	**1**	0	82000	82000
	N	1	1	1
Total		**1**	**1**	**1**
		6	**6**	**6**

إعداد الباحثة استناداً على مخرجات برنامج spss 20

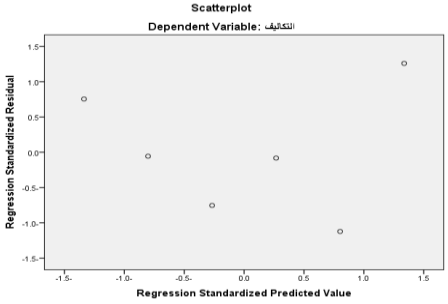
اختبار اعتدالية التوزيع الطبيعي لآلة تعبئة الكريمات والمراهم:

لتوضيح وجود فرق أو عدم وجود فرق بين توزيع بواقي تكاليف التشغيل والصيانة والإصلاح والتوزيع الطبيعي.

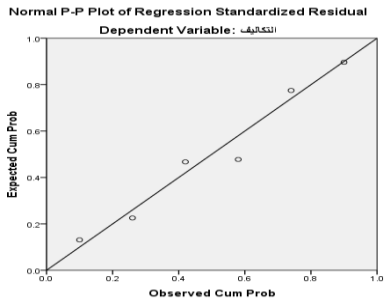
الشكل (8) اعتدالية التوزيع الاحتمالي للبواقي لآلة تعبئة الكريمات والمراهم:



الشكل رقم (1)



الشكل رقم (3)



الشكل رقم (2)

المصدر: إعداد الباحثة بالاعتماد على مخرجات برنامج SPSS 20

يمكننا التأكد أن بيانات البواقي (الأخطاء العشوائية) تتبع التوزيع الطبيعي من خلا ملاحظة الشكل رقم (1) المدرج التكراري الذي يمثل تكرارات الأخطاء العشوائية للانحدار , فإذا وقعت 95% من الأخطاء ضمن المدى {2−, 2+} فإن الأخطاء تتوزع بشكل طبيعي, ونجد من الشكل بأن الأخطاء لا تتعدى (1.5∓) , كما نلاحظ من الشكل رقم (2) أن النقاط للبواقي أو للأخطاء المعيارية للانحدار تتجمع على جانبي خط الانحدار, مما يعني أن البواقي تتوزع توزيع معتدل أي تتبع التوزيع الطبيعي , كما نجد التوزيع الطبيعي للبواقي من خلال وضع النقاط في الشكل رقم (3), حيث نجد أن هذه الأخطاء ليس لها شكل محدد ,أي توزيعاتها مبعثرة دون أن تشكل نمط معين. ومنه نستدل على أن الأخطاء تتوزع طبيعياً .

الاستقلال الذاتي لبواقي التكاليف لآلة الكريمات والمراهم: لاختبار عدم وجود ارتباط ذاتي بين البواقي عند مستوى دلالة 1% بدرجتي حرية (k=1 , n=6) ثم بحساب قيمة داربن واتسن من الجدول (15) كانت تساوي (2.214), وبمقارنة هذه القيمة مع القيمتين الجدوليتان $d_u = 1.142$, $d_l = 0.390$,نجد أن:

$1.142 < 2.214 < 2.858$, $d_u < DW < 4 - d_u$,وبالتالي لا يوجد ارتباط ذاتي بين البواقي.

اختبار تجانس البواقي (ثبات التباين) للتكاليف: نلاحظ من الشكل رقم (2) بأن شكل انتشار البواقي يأخذ شكلاً عشوائياً على جانبي الخط الذي يمثل الصفر, وهو الخط الفاصل بين البواقي الموجبة والبواقي السالبة, أي لا يمكن تحديد نمط محدد لتباين هذه البواقي, مما يعني بأنه يوجد تجانس في البواقي (ثبات تباين الأخطاء)

- وبالتالي نجد من الاستقلال الذاتي للبواقي وثبات التباين بأن هناك استقرار في السلسلة الزمنية الممتدة بين عامي (2014-2019) وبالتالي يمكننا الاعتماد على المعادلة المدروسة في التنبؤ بقيم التكاليف المستقبلية لآلة تعبئة الكريمات والمراهم.

ولتقدير الزمن الأمثل لاستبدال آلة تعبئة الكريمات والمراهم تم الاعتماد على طريقة (الاستبدال باعتبار القيم الحالية للتكلفة ومعدل الفائدة) ,ولتقدير التكاليف المستقبلية استخدمنا المعادلة الخطية التالية الممثلة للعلاقة بين الزمن والتكاليف لهذه الآلة: $\tilde{C} = 38800 + 7200\ t_i$

جدول(18) تكاليف تشغيل وصيانة وإصلاح آلة تعبئة الكريمات والمراهم

السنة	t_i	$\tilde{C}_i$ (بالآلاف)	α^{i-1}	$\alpha^{i-1}.\tilde{C}_i$	$(\alpha^{i-1}.\tilde{C}_i)\uparrow$	$A + (\alpha^{i-1}.\tilde{C}_i)\uparrow$	$\alpha^{i-1}\uparrow$	$\frac{A + (\alpha^{i-1}.\tilde{C}_i)\uparrow}{\alpha^{i-1}\uparrow}$
2014	1	47	1	47	47	6547	1	6547
2015	2	52	0.885	46.02	93.02	6593.02	1.885	3497.62
2016	3	60	0.783	46.98	140	6640	2.668	2488.76
2017	4	68	0.693	47.12	187.12	6687.12	3.361	1989.62
2018	5	75	0.613	45.98	233.1	6733.1	3.974	1694.29
2019	6	82	0.543	44.53	277.63	6777.63	4.517	1500.47
2020	7	89.2	0.480	42.82	320.45	6820.45	4.997	1364.91
2021	8	96.4	0.425	40.97	361.42	6861.42	5.422	1265.48
2022	9	103.6	0.376	38.95	400.37	6900.37	5.798	1190.13

2023	10	110.8	0.333	36.9	437.27	6937.27	6.131	1131.51
2024	11	118	0.295	34.81	472.08	6972.08	6.426	1084.98
2025	12	125.2	0.261	32.68	504.76	7004.76	6.687	1047.52
2026	13	132.4	0.231	30.58	535.34	7035.34	6.918	1016.96
2027	14	139.6	0.204	28.48	563.82	7063.82	7.122	991.83

المصدر :إعداد الباحثة استناداً لبيانات الجدول 14.

نجد من الجدول السابق وحسب قيم العمود الأخير نلاحظ أنه من مصلحة المعمل استخدام آلة الكريمات والمراهم لأطول فترة ممكنة , طالما الآلة بحالة جيدة . وطالما أن تكاليف تشغيلها منخفضة.

3. آلة تعبئة التيوبات: كانت تكاليف تشغيل وصيانة وإصلاح هذه الآلة خلال 6 سنوات من تشغيلها:

جدول (19)

السنة	2014	2015	2016	2017	2018	2019
التكاليف	70000	80000	90000	110000	125000	175000

المصدر: إعداد الباحثة استناداً لبيانات المعمل

ولدراسة تطور هذه التكاليف قمنا بحساب معاملي الارتباط والتحديد لتحديد نموذج الانحدار الذي يعبر عن تطور التكاليف مع الزمن لهذه الآلة ,وإيجاد قوة العلاقة بين التكاليف والزمن.

الجدول (20) معاملات الارتباط والتحديد واختبار داربن واتسن

Model Summary[b]

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin–Watson
1	.949[a]	.901	.876	13487.207	1.556

a. Predictors: (Constant), السنة

b. Dependent Variable: التكاليف

المصدر: إعداد الباحثة بالاعتماد على مخرجات برنامج SPSS 20

نجد من الجدول السابق أن قيمة معامل الارتباط الخطي تساوي 0.949 وهي تدل على أن العلاقة بين الزمن والتكاليف علاقة طردية وقوية جداً , وتبين أن قيمة معامل التحديد فعالية جيدة جداً للمعادلة الخطية في تمثيل العلاقة المدروسة.

الجدول (21) نتائج اختبار معنوية معاملات الانحدار

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	T	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	40333.333	12555.907		3.212	.033
	السنة	19428.571	3224.059	.949	6.026	.004

a. Dependent Variable: التكاليف

المصدر: إعداد الباحثة بالاعتماد على مخرجات برنامج SPSS 20

يوضح الجدول تقديرات معلمات النموذج إذ أن معلمة الميل $b = 19428.571$ تشير إلى أن زيادة الزمن سنة واحدة سيؤدي إلى زيادة التكاليف بمقدار 19428.571 ل.س , بمعنى أن التكاليف تزداد عبر الزمن , وبالتالي يمكن كتابة النموذج كما يلي: $\tilde{C} = 40333.333 + 19428.571\ t_i$, كما تبين النتائج الواردة في الجدول أعلاه أن احتمال الدلالة بالنسبة إلى معلمتي الحد الثابت والميل أقل من 0.05 , أي كلتا المعلمتين تختلف جوهرياً عن الصفر أي: $B_0, B_1 \neq 0$

تحليل البواقي لتكاليف آلة تبريد وتعبئة التيوبات: عند تطبيق معادلة الانحدار التي توصلنا إليها:

$\tilde{C} = 40333.333 + 19428.571\ t_i$,على السنة الأولى 2014 نجد أن القيمة المتوقعة للتكاليف تساوي 59761.905 ,وبالمقارنة بين هذه القيمة والقيمة الفعلية نجد أن هناك فرق مقداره 10238.095 ,ومجموع الفروق للحالات جميعها يسمى البواقي.

الجدول (22) تحليل بواقي تكاليف آلة تبريد وتعبئة التيوبات

	Unstandardize d Residual	Unstandardized Predicted Value	التكاليف الفعلية
1	10238.095	59761.905	70000
2014			
N	1	1	1
1	809.524	79190.476	80000
2015			
N	1	1	1
1	-8619.048	98619.048	90000
2016			
N	1	1	1
1	-8047.62	118047.62	110000
2017			
N	1	1	1
1	-12476.19	137476.19	125000

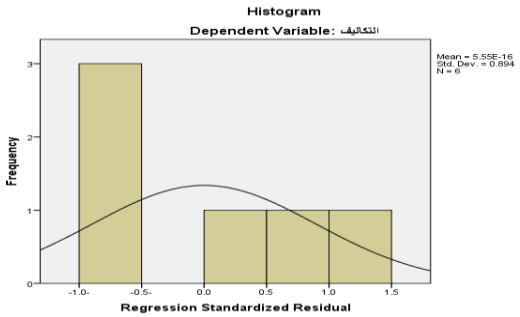
2018			
N	1	1	1
1	18095.24	156904.762	175000
2019			
N	1	1	1
Total	**1**	**1**	**1**
	6	**6**	**6**

المصدر: إعداد الباحثة استناداً على مخرجات برنامج spss 20

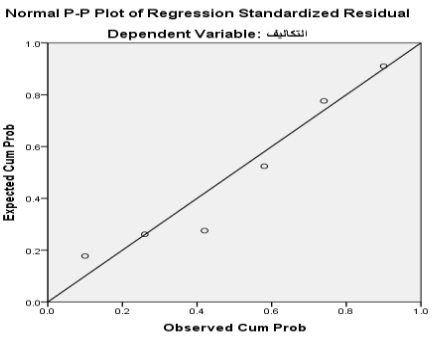
اختبار اعتدالية التوزيع الطبيعي لآلة تبريد وتعبئة التيوبات:

لتوضيح وجود فرق أو عدم وجود فرق بين توزيع بواقي تكاليف التشغيل والصيانة والإصلاح والتوزيع الطبيعي.

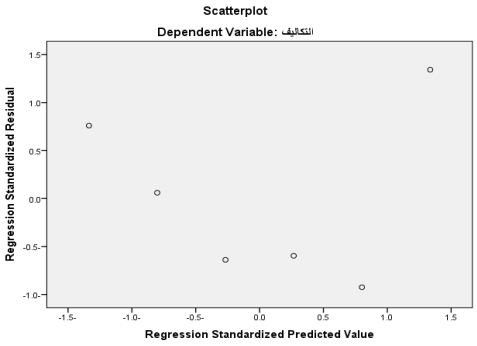
الشكل (9) اعتدالية التوزيع الاحتمالي للبواقي لآلة تبريد وتعبئة التيوبات:



الشكل رقم (1)



الشكل رقم (3)



الشكل رقم (2)

المصدر: إعداد الباحثة بالاعتماد على مخرجات برنامج SPSS 20

يمكننا التأكد أن بيانات البواقي (الأخطاء العشوائية) تتبع التوزيع الطبيعي من خلا ملاحظة الشكل رقم (1) المدرج التكراري الذي يمثل تكرارات الأخطاء العشوائية للانحدار , فإذا وقعت 95% من الأخطاء ضمن المدى {2−, 2+} فإن الأخطاء تتوزع بشكل طبيعي, ونجد من الشكل بأن الأخطاء لا تتعدى (∓ 1.5) , كما نلاحظ من الشكل رقم (2) أن النقاط للبواقي أو للأخطاء المعيارية للانحدار تتجمع على جانبي خط الانحدار, مما يعني أن البواقي تتوزع توزيع معتدل أي تتبع التوزيع الطبيعي , كما نجد التوزيع الطبيعي للبواقي من خلال وضع النقاط في الشكل رقم (3),

حيث نجد أن هذه الأخطاء ليس لها شكل محدد ,أي توزيعاتها مبعثرة دون أن تشكل نمط معين. ومنه نستدل على أن الأخطاء تتوزع طبيعياً .

الاستقلال الذاتي لبواقي تكاليف آلة تبريد وتعبئة التيوبات: لاختبار عدم وجود ارتباط ذاتي بين البواقي عند مستوى دلالة 1% بدرجتي حرية (k=1 , n=6) ثم بحساب قيمة داربن واتسن من الجدول (20) كانت تساوي (1.556), وبمقارنة هذه القيمة مع القيمتين الجدوليتان $d_u = 1.142$, $d_l = 0.390$,نجد أن:

$d_u < DW < 4 - d_u$, $1.142 < 1.556 < 2.858$,وبالتالي لا يوجد ارتباط ذاتي بين البواقي.

اختبار تجانس البواقي (ثبات التباين) للتكاليف: نلاحظ من الشكل رقم (2) بأن شكل انتشار البواقي يأخذ شكلاً عشوائياً على جانبي الخط الذي يمثل الصفر, وهو الخط الفاصل بين البواقي الموجبة والبواقي السالبة, أي لا يمكن تحديد نمط محدد لتباين هذه البواقي, مما يعني بأنه يوجد تجانس في البواقي (ثبات تباين الأخطاء).

- ❖ وبالتالي نجد من الاستقلال الذاتي للبواقي وثبات التباين بأن هناك استقرار في السلسلة الزمنية الممتدة بين عامي (2014-2019) وبالتالي يمكننا الاعتماد على المعادلة المدروسة في التنبؤ بقيم التكاليف المستقبلية لآلة تبريد وتعبئة التيوبات.

السنة	t_i	$\widetilde{C}_i$ (بالآلاف)	α^{i-1}	$\alpha^{i-1}.\widetilde{C}_i$	$(\alpha^{i-1}.\widetilde{C}_i)$ ↑	$A + (\alpha^{i-1}.\widetilde{C}_i)$ ↑	α^{i-1} ↑	$\frac{A + (\alpha^{i-1}.\widetilde{C}_i) \uparrow}{\alpha^{i-1} \uparrow}$

ولتقدير الزمن الأمثل لاستبدال آلة تبريد وتعبئة التيوبات تم الاعتماد على طريقة (الاستبدال باعتبار القيم الحالية للتكلفة ومعدل الفائدة), ولتقدير التكاليف المستقبلية استخدمنا المعادلة الخطية التالية الممثلة للعلاقة بين الزمن والتكاليف لهذه الآلة: $\tilde{C} = 40333.333 + 19428.571\ t_i$

جدول (23) تكاليف تشغيل وصيانة وإصلاح آلة تعبئة التيوبات

2014	1	70	1	70	70	6070	1	6070
2015	2	80	0.885	70.8	140.8	6140.8	1.885	3257.72
2016	3	90	0.783	70.47	211.27	6211.27	2.668	2328.06
2017	4	110	0.693	76.23	278.5	6278.5	3.361	1868.05
2018	5	125	0.613	76.63	364.13	6364.63	3.974	1601.57
2019	6	175	0.543	95.025	459.155	6459.155	4.517	1429.97
2020	7	176.33	0.480	84.64	543.8	6543.8	4.997	1309.55
2021	8	195.76	0.425	83.2	626.99	6626. 99	5.422	1222.24
2022	9	215.19	0.376	80.91	707.91	6707.91	5.798	1156.94
2023	10	234.61	0.333	78.13	786.04	6786.04	6.131	1106.84
2024	11	254.04	0.295	74.94	860.98	6860.98	6.426	1067.69
2025	12	273.47	0.261	71.38	932.36	6932.36	6.687	1036.69
2026	13	292.9	0.231	67.66	1000.02	7000.02	6.918	1011.86
2027	14	312.33	0.204	63.72	1063.74	7063.74	7.122	991.82
2028	15	331.75	0.181	60.05	1123.79	7123.79	7.303	975.46

المصدر :إعداد الباحثة استناداً لبيانات الجدول 19.

نجد من الجدول السابق وحسب قيم العمود الأخير نلاحظ أنه من مصلحة المعمل استخدام آلة تبريد وتعبئة التيوبات لأطول فترة ممكنة , طالما الآلة بحالة جيدة . وطالما أن تكاليف تشغيلها منخفضة.

النتائج:

1. كانت جاهزية الآلات المدروسة جيدة بشكل عام وذلك يعود لعمليات الصيانة الوقائية اليومية والمستمرة, والمبادرة لإصلاح الأعطال فور حدوثها.
2. معدلي التعطل والإصلاح متزايدان مع الزمن لجميع الآلات
3. آلة (تعبئة العبوات) هي الأكثر وثوقية بشكل عام خلال الفترة المدروسة, تليها آلة (الكريمات والمراهم) , ثم آلة (تعبئة التيوبات) كانت في المرتبة الأخيرة من ناحية الوثوقية.
4. ازدياد تكاليف التشغيل والصيانة والإصلاح مع مرور الزمن.
5. من مصلحة المعمل استخدام آلة (الكريمات والمراهم , وتعبئة التيوبات) لأطول فترة زمنية ممكنة, كون الآلات بحالة جيدة وتكاليف تشغيلها منخفضة, بينما آلة (تعبئة العبوات) كان من مصلحة الشركة استبدالها في نهاية السنة التاسعة لتشغيلها

التوصيات:

1. الاستفادة من بحوث العمليات والأساليب الرياضية لدراسة معدلات الأعطال وقياس الثقة التي تمنح للآلة بالمعمل لتتمكن الشركة من إجراء التعديلات عليها بسهولة.

2. إنشاء نظم معلومات محوسب وكامل لقسم الصيانة يحتوي على مجموعة المواصفات والخصائص لجميع أعمال الصيانة.

3. الاهتمام بتوثيق البيانات الخاصة بفترات الصيانة والإصلاح والأعطال الطارئة على الآلة , وإنشاء سجلات عن حالات تشغيل الآلات التي مرت الآلات بها سابقاً .

4. إنشاء قسم خاص بتحليل الأعطال لتقليل حدوثها أو تكرارها , ووضع مقترحات لعلاجها ومتابعة تنفيذ الأعمال الضرورية لعلاجها.

5. ضرورة تكامل جهود المهندس والإحصائي والفني لاتخاذ القرار الأمثل في الوقت الأنسب بما يتعلق بوثوقية الآلة وصيانتها واستبدالها ... الخ.

6. ضرورة الدراسة الفنية لكل آلة على حدا لمعرفة جاهزية كل آلة وما تحتاجه من تحسينات مستقبلية.

7. متابعة الاطلاع على التحديثات والابتكارات التي تساعد وتضمن تشغيل الآلات بشكل فعال ورفع جاهزيتها.

المراجع:

1. البلداوي , عبدالحميد , نديم , زينب ***"إدارة الجودة الشاملة والمعولية (الوثوقية) والتقنيات الحديثة في تطبيقها واستخدامها"*** , دار الشروق , عمان: الأردن , 2007

2. العلي , إبراهيم , عكروش , محمد , مقدمة في نظرية الاحتمالات , جامعة تشرين , 2007

3. بشماني , شكيب (2004). ***"استخدام الإحصاء في دراسة اعتمادية المنتج"*** رسالة دكتوراه غير منشورة, جامعة حلب.

4. حسن , حسن(2010). ***احتساب معدل العطل الكلي للمكائن واحتمالات الانتقال من حالة تشغيلية لأخرى باستخدام سلاسل ماركوف.*** الكلية التقنية الإدارية , البصرة: العراق.

5. دريباتي, يسيرة (2016) دراسة تحليلية لواقع إصابات العمل ومعاشات الشيخوخة في المؤسسة العامة للتأمينات الاجتماعية السورية خلال الفترة (2012-2005). مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية, العدد (6) , (2016) , (المجلد 38) , كلية الاقتصاد. جامعة تشرين: سوريا.

6. الدعيس , فؤاد (2009). ***دراسة مقارنة لطرائق تقدير معالم التوزيعات الاحتمالية للفشل ودورها في الموثوقية (حالة تطبيقية في القطاع الصناعي اليمني)***. رسالة دكتوراه منشورة , إحصاء تطبيقي, كلية الاقتصاد , جامعة دمشق , سوريا.

7. سرحان , عمار (2011). ***مقدمة في نظرية الموثوقية.*** جامعة الملك سعود , الرياض: السعودية.

8. عبيدات , خالد سليمان – العمري , مأمون (2003) ***"إدارة الصيانة والإنتاجية دراسة ميدانية على الشركات الصناعية الأردنية*** , دراسات العلوم الإدارية , المجلد 30 , العدد الأول.

9. مزريق , عاشور (2003). ***الصيانة ودورها في ضمان جودة منتجات المؤسسة الصناعية الجزائرية*** , رسالة ماجستير منشورة , فرع التخطيط , معهد العلوم الاقتصادية , جامعة الجزائر: الجزائر.

10. منصور , يمن (2003). ***الموثوقية ومعاييرها الرياضية.*** رسالة دكتوراه منشورة , إحصاء, كلية الاقتصاد, جامعة دمشق: سوريا.

1. *Adolfsson , Erik ,(2011) "**Efficiency in corrective maintenance**" Gothenburg , Sweden.*

2. *Antosz K, Stadnicka D.* ***Evaluation measures of machine operation effectiveness in large enterprises: study results. Eksploatacja i Niezawodnosc – Maintenance and Reliability*** *2015; 17 (1): 107–117.Russia*

3. *Birolini, A.(2007). Reliability engineering Theory and Practice. Fifth Edition.*

4. *David, J. Smith.(2011) Reliability, Maintainability and Risk,* ***Boulevard,*** *UK, Oxford: Langford Lane, Kidlington.*

5. *Hϕyland, A. and Rausand, M.(1994).* ***"System Reliability Theory: Models and statistical Methods".*** *New York: john Wiley &Sons.*

6. *Ho,L.L and Silve.A.F.(2005). Bias correction for mean time to failure and P- Quantiles In A weibull distribution by Bootstrap Procedure. "communication in statistics-simulation and computation , 34 , pp 617-629*

7. *Igor A. Ushakov (2012),* ***"Probabilistic Reliability Models****", Willy, ISBN: 978-1-1183-4183-*

8. *Rykov, N. Balakrishnan.(2010)* ***Mathematical and Statistical Models and Methods in Reliability,*** *Birlin: Springer Science, LLC.*

9. *S. Saraswat , G.S. Yadava , (2008)* ***"reliability, availability, maintainability and supportability (RAMS) engineering"****, Delhi , India.*

10. *https://ae.linkedin.com/.../preventive-mainten*