AL- Rafidain University College

PISSN: (1681-6870); EISSN: (2790-2293)

مجلة كلية الرافدين الجامعة للعلوم

Available online at: https://www.jrucs.iq

JRUCS

Journal of AL-Rafidain University College for Sciences

تقدير الفترة المثلى لاستبدال المكائن باستعمال انموذج الاستبدال العمري تحت معيار أقل كلفة

ا.م.د. بهاء عبد الرزاق قاسم العامري	ا.د.مهدي وهاب نعمة نصر الله
bahaa.kasem@uobasrah.edu.iq	mehdi.wahab@uokerbala.edu.iq
قسم الاحصاء - كلية الادارة والاقتصاد - جامعة البصرة البصرة، العراق	قسم الاحصاء - كليةُ الادارة والاقتصاد - جامعة كربلاء كربلاء، العراق

المستخلص

اليوم ونتيجة التقدم التكنلوجي الهائل و التعقيد في صناعة الآلات والمكائن اصبح من الصعب تحديد التوزيع الملائم لأوقات فشل المكائن والمعدات بالاعتماد على التوزيعات القياسية اي باتت نمذجة اوقات الفشل باستعمال التوزيعات الاحتمالية الجديدة امراً ضرورياً. وهذا بدوره يؤدي بالوصول الى قرارات علمية وعملية سليمة لاسيما في موضوع صيانة واستبدال المكائن والمعدات بهدف تخفيض التكاليف والمحافظة على سير العملية الانتاجية بدون وقوع خسائر.

وعليه يهدف البحث الى توظيف التوزيع الاحتمالي المركب كامبل المبتور من اليسار- ويبل في تطوير النماذج الرياضية الخاصة بتقدير الفترة المثلى للاستبدال العمري الوقائي للمكائن والمعدات و تحت معياريي اقل كلفة و اقل وقت للتوقف الى جانب استعمال مقدر طريقة Cran لتقدير معلمات التوزيع المذكور. ثم تطبيق تلك النماذج على بيانات حقيقية تمثلت بأوقات توقف مكائن ومعدات شركة سلسل لتحلية وتعبئة المياه في محافظة البصرة خلال المدة (2020/1/1-2020/12/31). وقد تم التوصل الى ان فترة الاستبدال المثلى لمكائن الشركة المذكورة انفاً تساوي اربعة اشهر.

معلومات البحث

تواريخ البحث

تاريخ تقديم البحث: 2021/7/25
تاريخ قبول البحث: 2021/10/29
تاريخ رفع البحث على الموقع: 2022/12/31

الكلمات المفتاحية

توزيع كامبل المبتور من اليسار- ويبل، مقدر Cran ، الاستبدال العمري

للمراسلة:

ا.م.د. بهاء عبد الرزاق قاسم العامري
bahaa.kasem@uobasrah.edu.iq

doi: https://doi.org/10.55562/jrucs.v52i1.537

1. المقدمة

اليوم في القطاع الصناعي بات الاعتماد على التوزيعات المفردة امراً غير مجدٍ في دراسة توقفات(عطلات) المكائن والمعدات نتيجة التعقيد التكنلوجي للمكائن والمعدات، لذا دعت الحاجة الى اقتراح توزيعات جديدة لتمثيل ازمنة فشل المكائن والمعدات عن طريق تركيب التوزيعات الاحتمالية لإيجاد توزيع جديد يتصف بمرونة وفائدة اكثر احصائياً. والذي بدوره يؤدي الى تطوير نماذج الصيانة و الاستبدال المستعملة في الحد من العطلات و الوقفات العشوائية التي تتعرض لها المكائن و المعدات ومن ثم تقليل التكاليف والتوقفات وزيادة الارباح والانتاج.

لذا هدف البحث الى بناء مجموعة من نماذج الاستبدال الاحتمالية للمكائن والمعدات بتوظيف التوزيع الاحتمالي المركب (توزيع كامبل المبتور من اليسار- ويبل)ومعيار اقل كلفة. فضلا عن تصميم برنامج حاسوبي باستعمال الماتلاب لتقدير فترة الاستبدال الوقائي المثلى للماكنة او المعدة باستعمال نماذج الاستبدال المقترحة. فضلاً عن تقدير معلمات توزيع كامبل المبتور من اليسار – ويبل باستعمال طريقة Cran.

وقد ظهرت عدة دراسات تناولت مشكلة تقدير الفترة المثلى لاستبدال المكائن والمعدات نذكر منها الاتي:

اجرت (الحسيني) في عام 2011 بحثاً تناولت فيه نماذج الاستبدال المؤكد (الاستبدال في ظل تكاليف التشغيل، الاستبدال في ظل قياس جودة المنتجات، الاستبدال باستعمال المخططات الشبكية، الاستبدال والفحوصات الدورية)، كما قامت بتطبيق تلك النماذج على مكائن و معدات ورش قسم الميكانيك في المعهد التقني- بابل،[2]. و قدم(ŠEBO واخرون) عام (2013) بحثا ناقشوا فيه مجموعة من النماذج الرياضية المحددة(المؤكدة) لتحديد مدة الاستبدال المثلى وفق معيار اقل كلفة، اذ قام بتقدير تللك النماذج

بطريقة المربعات الصغرى والمفاضلة فيما بينهم حسب معيار اقل متوسط مربعات خطأ عن طريق تطبيقهم على بيانات حقيقية، ثم تقدير الفترة المثلى للاستبدال باستعمال الانموذج الافضل الذي امتلك اقل متوسط مربعات خطأ، [13]. و قدمت (ابراهيم) في (2013) بحثا تم فيه دراسة العطلات التي تتعرض لها اجزاء احد مكائن الشركة العامة للزيوت النباتية خلال عام 2010 ، كما تم تطبيق نماذج الاستبدال العشوائية وفق معيار اقل كلفة لتحديد الفترة الزمنية (بالشهر) لاستبدال تلك الاجزاء بهدف زيادة كفاءة الماكنة او كفاءة خطوط الانتاج والذي بدوره يؤدي الى زيادة الانتاج وخفض التكاليف، [1]. و عمل (BERREHAL and BENISSAAD) عام (2016) على اشتقاق الانموذج الرياضي لاستبدال المكائن والمعدات حسب العمر ومعيار اقل كلفة بافتراض ان ازمنة فشل المكائن تتوزع توزيع ويبل. فضلا عن ذلك فقد تمت محاكاة الانموذج الرياضي للاستبدال باستعمال مجموعة من القيم لمعلمة الشكل لتوزيع ويبل، [7]. كذلك قام (Sembiring و اخرون) في عام (2018) باستعمال انموذج الاستبدال العمري لتحديد فترة الاستبدال الامثل للمكائن والمعدات عن طريق دراسة عطلات مكائن احد الشركات المنتجة للمصابيح الكهربائية للاستعمال المنزلي و المركبات الالية ثم تحديد التوزيع الاحتمالي الملائم للماكنة و تقدير معلمات ومتوسط وقت الفشل لذلك التوزيع، [14].

يختلف بحثنا عما سبق من الدراسات اعلاه من حيث اقتراح نماذج لاستبدال المكائن والمعدات باستعمال توزيع كامبل المبتور من اليسار- ويبل و معيار اقل كلفة، فضلاً عن تصميم برنامج حاسوبي لتحديد الفترة المثلى لاستبدال المكائن والمعدات باستعمال نماذج الاستبدال المقترحة.

2. الجانب النظري

2.1. توزيع كامبل المبتور من اليسار- ويبل المركب

Left Truncated Gumbel –Weibull (LTGUWI)

يعد هذا التوزيع ناتجاً من تركيب توزيع كامبل حالة (التعظيم) المبتور من اليسار مع توزيع ويبل .وتعرف الصيغة الرياضية لدالتيه الكثافة و التوزيعية بالمعادلتين(1)،(2) ادناه، [6].

$$F(x) = [1 - e^{-e^{\frac{a}{b}}}]^{-1}\left[e^{-e^{\frac{-(\lambda x^p - a)}{b}}} - e^{-e^{\frac{a}{b}}}\right] \quad (1)$$

$$f(x) = \frac{p\lambda}{b}x^{p-1}\left[1 - e^{-e^{\frac{a}{b}}}\right]^{-1} e^{-e^{\frac{-(\lambda x^p - a)}{b}} - \frac{(\lambda x^p - a)}{b}}; X > 0 \quad (2)$$

Where:

$$-\infty < a < \infty, b > 0, p > 0, \lambda > 0$$

2.2. مفهوم الاستبدال

Replacement Concepts

تكون جميع المكائن والمعدات عرضة الى العطل او التوقف او حتى هبوط كفاءتها التشغيلية على امتداد عمرها التشغيلي، مما يدعو الى العمل الجاد على تقليص الوقت الذي تكون فيه تلك المعدات او المكائن خارج الخدمة الى اقل ما يمكن، و كذلك تقليل الكلفة الكلية الى اقل ما يمكن وهذا الامر بدوره يستدعي الى تحديد الوقت المناسب لفحص الاجهزة و تدقيقها بعناية كافية واصلاحها او استبدالها [4].

تعتبر سياسة الاستبدال احد اساليب الصيانة التي تستند على استبدال المكائن والمعدات التي مضى على استخدامها فترة من الزمن بمعدة او ماكنة اخرى احدث او اكثر كفاءة. اذ يعود سبب استبدال المكائن والمعدات في الحقيقة اما لتلف مادي فيها يؤدي بالنتيجة الى قلة الانتاج او استهلاك اكثر للوقود او ارتفاع تكاليف ومستلزمات صيانتها و تصليحها. وقد يترك استخدام الماكنة عند ظهور ماكنة افضل منها انتاجا و مردوداً. وعرف الباحثون والمهتمون بعمليات صيانة المكائن و المعدات الاستبدال بعدة مفاهيم منها،[3]:

- الاستبدال يقصد به (عملية تغيير اية ماكنة انخفضت كفاءتها الانتاجية مع الزمن ويتعذر اعادتها الى مستواها بنفقات صيانة معيارية تتناسب وسعرها و المدة المتوقع ان تؤدي وظيفتها بالكفاءة المطلوبة).
- او انها (استبدال معدة او جزء منها او وحدة عاملة بأخرى لتلبية متطلبات انتاجية او خدمية بأسلوب اقتصادي).

ووفقا للمفهومين اعلاه نستنتج ان الاستبدال هو عملية تهدف الى الحفاظ على سير العملية الانتاجية بأعلى مستوياتها من خلال القيام بعملية استبدال للماكنة او المعدة او احد اجزائها والتي تكون مؤثرة سلباً على الاداء التشغيلي واعادتها الى حالتها الاعتيادية. كما تجدر الاشارة الى ان متخذي القرار في الشركات او المصانع يتوجب ان يكون قرارهم بشان الاستبدال مبنياً على اسس علمية

صحيحة من خلال القيام بالمفاضلة بين نتائج الاستمرار في استخدام الماكنة الحالية والعوائد المتوقعة من جراء استبدالها بماكنة جديدة.

2.3. نماذج الاستبدال Replacement Models

تصنف النماذج الرياضية للاستبدال (والنماذج الرياضية للصيانة بوجه عام) الى نوعين هما نماذج الاستبدال المحدد ونماذج الاستبدال الاحتمالية وسوف نتطرق في بحثنا هذا لنماذج الاستبدال الاحتمالية، [10,11].

- **نماذج الاستبدال الاحتمالية Probabilistic Replacement models**

وهي النماذج التي يكون فيها الزمن المطلوب لاستبدال المعدة او الماكنة يعتمد على الاحتمال وليس على العمر التشغيلي للماكنة. و ان ابسط الحالات لمثل هذه النماذج هو وصف المعدة بانها جيدة او فاشلة. ولتطبيق هذه النماذج يتطلب استعمال قانون الاحتمالات الذي يصف حالة الماكنة من جيد الى فاشل من خلال دراسة توزيع الفترة الزمنية بين فشل المعدة ولحين اكمال استبدالها. وبهذا يكون زمن الفشل عبارة عن متغير عشوائي يمتلك توزيعا احتماليا معيناً. و تعرف بعدة صيغ رياضية منها نموذج عمر الاستبدال الوقائي الامثل لماكنة معرضة للفشل وتحت معيار اقل كلفة و الموضح ادناه.

2.3.1. نموذج عمر الاستبدال الوقائي الامثل لماكنة معرضة للفشل

Optimal Preventive Replacement Age of an Item Subject to Breakdown

يعد هذا النموذج احد نماذج الاستبدال الاحتمالية ويعرف بسياسة استبدال العمر Replacement Age والذي يتم فيه استبدال الماكنة او المعدة بفترات استبدال وقائية ثابتة او عند عطل الماكنة. و يفترض هذا النموذج اخذ الوقت اللازم لإنجاز استبدالات الفشل والاستبدالات الوقائية للماكنة بالاعتبار بدلاً من افتراض ان تلك الاستبدالات تتم على الفور، و نتيجة لهذا الافتراض من المحتمل ظهور دورتين للعملية التشغيلية للماكنة وكما موضح بالشكل(1)،[10,12].

اما هدف هذا النموذج فيتمثل بتحديد عمر الاستبدال الأمثل للماكنة لتقليل إجمالي تكلفة الاستبدال المتوقعة لكل وحدة زمنية او لتقليل اجمالي وقت توقف الماكنة عن العمل.

- **الصيغة الرياضية للنموذج**

ادناه مناقشة الصيغ الرياضية للنموذج حسب معياري اقل اجمالي كلفة متوقعة،[11].

- **نموذج اجمالي الكلفة Total Cost Model**

يهدف هذا النموذج الى تحديد عمر الاستبدال الوقائي الأمثل للماكنة لتقليل إجمالي تكلفة الاستبدال المتوقعة لكل وحدة زمنية. ويعرف رياضياً بالمعادلة (3) الاتية:

$$C(t_r) = \frac{Total\ expected\ replacment\ cost\ per\ cycle}{Expected\ cycle\ length}$$

$$C(t_r) = \frac{C_r\, R(t_r) + C_f\,[1 - R(t_r)]}{(t_r + T_r)R(t_r) + \left[M(t_r) + T_f\right][1 - R(t_r)]} \quad (3)$$

وعليه يكون العمر الوقائي الامثل للاستبدال t_r^* هو:

$$t_r^* = \min(C(t_r))$$

اذ ان $C(t_r)$ اجمالي الكلفة الكلية المتوقعة خلال فترة الاستبدال t_r

C_r الكلفة الكلية للاستبدال الوقائي

C_f الكلفة الكلية لاستبدال الفشل

T_r متوسط الوقت المطلوب لعمل الاستبدال الوقائي

T_f متوسط الوقت المطلوب لعمل استبدال الفشل

t_r عمر الاستبدال الوقائي

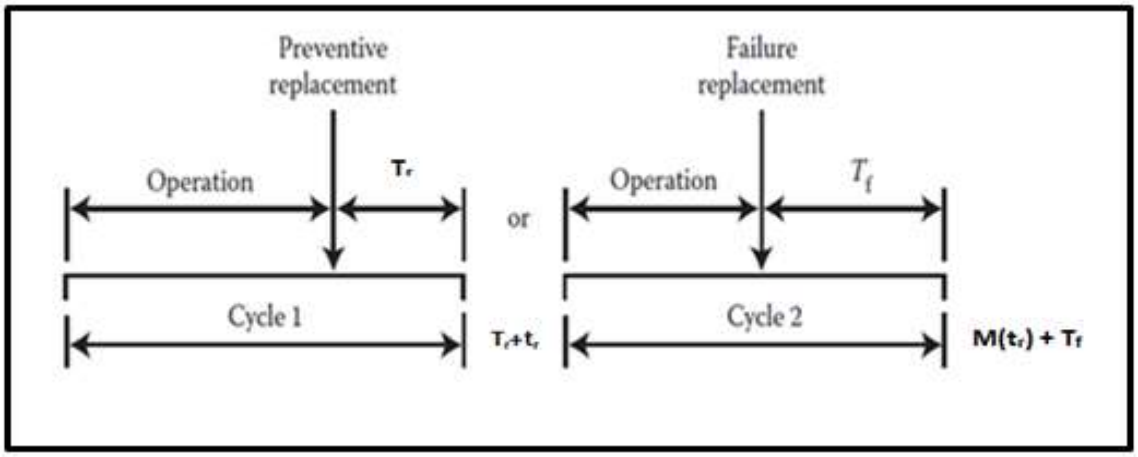
$M(t_r)$ متوسط وقت الفشل عندما الاستبدال يحدث في العمر t_r ويعرف بالمعادلة الاتية:

$$M(t_r) = \frac{\int_0^{t_r} t\, f(t)dt}{1 - R(t_r)} \quad (4)$$

حيث:

f(t) دالة الكثافة الاحتمالية لوقت الفشل.

R(t) دالة المعولية لوقت الفشل.



شكل (1): دورتا العملية التشغيلية للماكنة المحتمل ظهورها

المصدر:(Jardin,2013 :56)

2.3.2. نموذج الاستبدال الجديد تحت معيار اقل كلفة

- **اشتقاق النموذج الرياضي**

بافتراض ان توزيع زمن الفشل يتبع توزيع كامبل المبتور من اليسار- ويبل عندئذ وباستعمال المعادلات (1)، (3) نحصل على:

$$C(t_r)=\frac{\left[C_r\left(1-\frac{\left[e^{-e^{\frac{-\left(\lambda t_r^p-a\right)}{b}}}-e^{-e^{\frac{a}{b}}}\right]}{\left[1-e^{-e^{\frac{a}{b}}}\right]}\right)+C_f\frac{\left[e^{-e^{\frac{-\left(\lambda t_r^p-a\right)}{b}}}-e^{-e^{\frac{a}{b}}}\right]}{\left[1-e^{-e^{\frac{a}{b}}}\right]}\right]}{\left[(t_r+T_r)\left(1-\frac{\left[e^{-e^{\frac{-\left(\lambda t_r^p-a\right)}{b}}}-e^{-e^{\frac{a}{b}}}\right]}{\left[1-e^{-e^{\frac{a}{b}}}\right]}\right)+\left[M(t_r)+T_f\right]\frac{\left[e^{-e^{\frac{-\left(\lambda t_r^p-a\right)}{b}}}-e^{-e^{\frac{a}{b}}}\right]}{\left[1-e^{-e^{\frac{a}{b}}}\right]}\right]} \quad (5)$$

و بعد اجراء التكامل والتبسيط لبسط المعادلة (4) المعرفة لمتوسط وقت الفشل $M(t_r)$ نحصل على:

$$\int_0^{t_r} t\,f(t)dt=\frac{1}{\left[1-e^{-e^{\frac{a}{b}}}\right]}\int_{e^{-\frac{(\lambda t_r^p-a)}{b}}}^{e^{\frac{a}{b}}}\left(\frac{(a-b\ln y)}{\lambda}\right)^{\frac{1}{p}}e^{-y}\,dy \quad (6)$$

يتضح من المعادلة (6) ان التكامل معقد وليس بالإمكان ايجاده بطرائق التكامل الاعتيادية لذا سنعمد الى استعمال احد الطرائق العددية للتكامل ومنها طريقة سمبسون.

2.4. تقدير معلمات توزيع كامبل المبتور من اليسار-ويبل

عمد الباحث على استعمال طريقة Cran لتقدير معلمات توزيع كامبل المبتور من اليسار- ويبل والموضحة في ادناه وكالاتي:

- **طريقة Cran (Cran Method)**

قدم الباحث (Cran 1988) طريقة مقترحة لتقدير معلمات توزيع ويبل بثلاث معلمات (three-parameter weibulll distribution). اذ تعتمد طريقة التقدير على الدالة الاحتمالية التجميعية في ايجاد تقدير لا معلمي لعزوم المجتمع من بيانات العينة ويسمى هذا المقدر ($m_k^{'}$) ثم العمل على مساواة التقدير اللامعلمي مع عزوم المجتمع ($\mu_k^{'}$) و خطواتها مبينة ادناه، [5,8,9]:

تعرف عزوم المجتمع بالمعادلة (7) الاتية:

$$\mu_k' = \int_0^{\infty}\{1 - F(x)\}^k \, dx \tag{7}$$

وان تقدير عزوم المجتمع من العينة يعرف بالمعادلة (8) ادناه.

$$M_k' = \int_0^{\infty}\{1 - S_n(x)\}^k \, dx$$

$$= \sum_{r=0}^{n-1} \left(1 - \frac{r}{n}\right)^k \{x_{r+1} - x_r\} \quad , \; x_0 = 0$$

$$= \left(1 - \frac{0}{n}\right)^k (x_1 - x_0) + \left(1 - \frac{1}{n}\right)^k (x_2 - x_1) + \cdots + \left(1 - \frac{n-1}{n}\right)^k (x_n - x_{n-1}) \tag{8}$$

إذ إن $m_1' = \bar{x}$ متوسط العينة و $x_1 \le x_2 \le \cdots \le x_n$ وإن $S_n(x)$ تمثل الدالة التوزيعية التراكمية المحسوبة من العينة وقد تم تقديرها من الصيغة الاتية:

$$S_n(x) = \begin{cases} 0 \; ; x < x_{(1)} \\ \frac{r}{n} \; ; \; x_{(r)} < x < \; x_{(r+1)} \; , r = 1,2, \ldots, (n-1) \\ 1; \; x \ge x_{(n)} \end{cases} \tag{9}$$

و باستعمال المعادلات (2-26)،(2-27)،(2-29)،(2-93) نحصل على مقدرات Cran وكالاتي:

$$\mu_k^{'} = m_k^{'}$$

$$\int_0^{\infty} \left(1 - [1 - e^{-e^{\frac{a}{b}}}]^{-1} \left[e^{-e^{\frac{-(\lambda x^p - a)}{b}}} - e^{-e^{\frac{a}{b}}} \right] \right)^k dx$$

$$= \left(1 - \frac{0}{n}\right)^k (x_1 - x_0) + \left(1 - \frac{1}{n}\right)^k (x_2 - x_1) + \cdots + \left(1 - \frac{n-1}{n}\right)^k (x_n - x_{n-1}) \tag{10}$$

عندئذ بافتراض k=1 نحصل على :

$$\mu_1^{'} = m_1^{'}$$

$$\int_0^{\infty} \left(1 - [1 - e^{-e^{\frac{a}{b}}}]^{-1} \left[e^{-e^{\frac{-(\lambda x^p - a)}{b}}} - e^{-e^{\frac{a}{b}}} \right] \right)^1 dx$$

$$= \left(1 - \frac{0}{n}\right)^1 (x_1 - x_0) + \left(1 - \frac{1}{n}\right)^1 (x_2 - x_1) + \cdots \tag{11}$$

$$\int_0^{\infty} \left(1 - [1 - e^{-e^{\frac{a}{b}}}]^{-1} \left[e^{-e^{\frac{-(\lambda x^p - a)}{b}}} - e^{-e^{\frac{a}{b}}} \right] \right) dx = \bar{x}$$

وعند k=2 نجد

$$\mu_2^{'} = m_2^{'}$$

$$\int_0^{\infty}\left(1-[1-e^{-e^{\frac{a}{b}}}]^{-1}\left[e^{-e^{\frac{-(\lambda x^{p}-a)}{b}}}-e^{-e^{\frac{a}{b}}}\right]\right)^{2} dx = \left(1-\frac{0}{n}\right)^{2}(x_1-x_0)+\left(1-\frac{1}{n}\right)^{2}(x_2-x_1)+\cdots \quad (12)$$

$$\int_0^{\infty}\left(1-[1-e^{-e^{\frac{a}{b}}}]^{-1}\left[e^{-e^{\frac{-(\lambda x^{p}-a)}{b}}}-e^{-e^{\frac{a}{b}}}\right]\right)^{2} dx = x_1+\left(1-\frac{1}{n}\right)^{2}(x_2-x_1)+\cdots$$

وعند k=3

$$\mu_3^{'} = m_3^{'}$$

$$\int_0^{\infty}\left(1-[1-e^{-e^{\frac{a}{b}}}]^{-1}\left[e^{-e^{\frac{-(\lambda x^{p}-a)}{b}}}-e^{-e^{\frac{a}{b}}}\right]\right)^{3} dx = \left(1-\frac{0}{n}\right)^{3}(x_1-x_0)+\left(1-\frac{1}{n}\right)^{3}(x_2-x_1)+\cdots \quad (13)$$

$$\int_0^{\infty}\left(1-[1-e^{-e^{\frac{a}{b}}}]^{-1}\left[e^{-e^{\frac{-(\lambda x^{p}-a)}{b}}}-e^{-e^{\frac{a}{b}}}\right]\right)^{3} dx = x_1+\left(1-\frac{1}{n}\right)^{3}(x_2-x_1)+\cdots$$

وعند k=4

$$\mu_4^{'} = m_4^{'}$$

$$\int_0^{\infty}\left(1-[1-e^{-e^{\frac{a}{b}}}]^{-1}\left[e^{-e^{\frac{-(\lambda x^{p}-a)}{b}}}-e^{-e^{\frac{a}{b}}}\right]\right)^{4} dx = \left(1-\frac{0}{n}\right)^{4}(x_1-x_0)+\left(1-\frac{1}{n}\right)^{4}(x_2-x_1)+\cdots \quad (14)$$

$$\int_0^{\infty}\left(1-[1-e^{-e^{\frac{a}{b}}}]^{-1}\left[e^{-e^{\frac{-(\lambda x^{p}-a)}{b}}}-e^{-e^{\frac{a}{b}}}\right]\right)^{4} dx = x_1+\left(1-\frac{1}{n}\right)^{4}(x_2-x_1)+\cdots$$

وبحل المعادلات غير الخطية (11)،(12)،(13)،(14) باستعمال احدى الطرق العددية نحصل على مقدرات المعلمات الاربع ($\hat{a}_{crans}$ $\hat{b}_{crans}$ ، $\hat{\lambda}_{crans}$ ، $\hat{P}_{crans}$) حسب توظيفنا لطريقة Cran .

3. الجانب التطبيقي

من اجل تقدير الفترة المثلى لعمل الاستبدال الوقائي على اجزاء ماكنة النفخ التابعة لشركة سلسل لتحلية وتعبئة المياه، فقد تم تنفيذ ذلك على مرحلتين:

المرحلة الاولى: وفيها تم الحصول على بيانات تكاليف الاستبدال الوقائي والاستبدال بسبب الفشل الخاصة بماكنة النفخ لشركة سلسل لتحلية وتعبئة المياه المحدودة للفترة من 2020/1/1 الى 2020/12/31 من سجلات الحسابات لتلك الشركة. والجدول (2) ادناه يبين مقدار تلك التكاليف. وكذلك اوقات توقف الماكنة عن العمل بسبب العطل والمبينة في الجدول (1).

جدول (1): اوقات توقف ماكنة النفخ عن العمل بسبب العطل مقاسة بالدقيقة

10	15	15	20	20	25	25	30	30	35	45	60	90
10	15	15	20	20	25	25	30	30	35	45	60	90
15	15	15	20	20	25	25	30	30	35	45	60	90
15	15	20	20	20	25	25	30	30	35	45	60	90
15	15	20	20	20	25	25	30	35	35	45	60	105
15	15	20	20	20	25	25	30	35	40	45	60	105
15	15	20	20	20	25	25	30	35	45	50	60	120
15	15	20	20	20	25	25	30	35	45	50	90	120
15	15	20	20	20	25	25	30	35	45	60	90	120
15	15	20	20	20	25	30	30	35	45	60	90	

المصدر: اعداد الباحث

جدول (2): تكاليف الاستبدال الوقائية و تكاليف الاستبدال بسبب العطل الشهرية مقاسة بآلاف الدنانير

الشهر	كلفة الاستبدال بسبب الفشل	كلفة الاستبدال الوقائي
1	350	1883
2	18	1558
3	58	1633
4	499	1383
5	595	2383
6	350	2383
7	436	2383
8	819	2383
9	918	2383
10	499	2383
11	951	1633
12	499	1308

المصدر: سجلات شركة سلسل لتحلية وتعبئة المياه المحدودة

المرحلة الثانية: من اجل تقدير فترة الاستبدال المثلى لماكنة النفخ فقد تم تصميم برنامج باستعمال لغة الماتلاب MatlabR2018b. اذ تم استعماله في البدء لاختبار اوقات توقف الماكنة من خلال ايجاد نتائج تقدير معلمات توزيع كامبل المبتور من اليسار-وبيل باعتماد طريقة Cran في التقدير و اختبار حسن المطابقة كولمكروف- سميرنوف K-S والموضحة في الجدول (3).اذ اظهرت نتائج اختبار كولمكروف – سميرنوف لاختبار فرضية العدم H0، قبول هذه الفرضية اي ان البيانات الحقيقية لأوقات توقف الماكنة تتبع توزيع كامبل المبتور من اليسار – وبيل ذو الاربع معلمات، اذ يتضح ذلك من خلال مقارنة مستوى المعنوية المقابلة لاختبار K-S لتوزيع كامبل المبتور من اليسار – وبيل و البالغة p=0.052038 اكبر من مستوى المعنوية المحدد للاختبار $\alpha = 0.05$.

جدول (3): تقدير معلمات توزيع كامبل المبتور من اليسار-وبيل ونتائج اختبار K-S

Model	Parameter estimate	K-S	P
LTGUWI	$\hat{a} = 2.6540$ $\hat{b} = 0.1768$ $\hat{\lambda} = 1.7655$ $\hat{p} = 0.13$	0.11756	0.052038 H_0: البيانات ملائمة للتوزيع

المصدر: اعداد الباحث

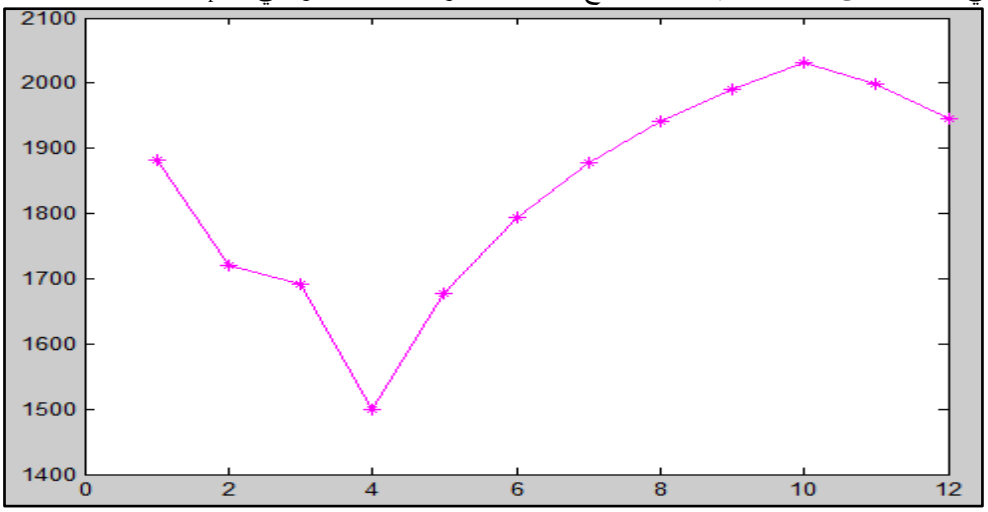
ثم بعدها تم تقدير الفترة المثلى لاستبدال اجزاء ماكنة النفخ بعد تغذية البرنامج ببيانات كلفة الاستبدال الوقائي الكلية C_r و كلفة الاستبدال بسبب الفشل الكلية C_f ولكل فترة استبدال t_r . والتي تم حسابها من خلال ايجاد المجموع التراكمي لبيانات تكاليف الاستبدال الوقائي وتكاليف استبدال الفشل الموضحة بالجدول(2). والجدول (4) ادناه يلخص تكاليف الاستبدال الوقائي الكلية وتكاليف الاستبدال بسبب الفشل الكلية.

جدول(4): تكاليف الاستبدال الوقائي الكلية و تكاليف الاستبدال بسبب الفشل الكلية لكل فترة مقاسة بالأشهر وبآلاف الدنانير

t_r	C_r	C_f
1	1883	350
2	3441	368
3	5074	426
4	6000	925
5	8383	1520
6	10766	1870
7	13149	2306
8	15532	3125
9	17915	4043
10	20298	4542
11	21931	5493
12	23239	5992

المصدر: اعداد الباحث

عندئذ نحصل على الفترة المثلى للاستبدال الوقائي لأجزاء ماكنة النفخ و قيمتها مساوية الى اربعة اشهر(t_r=4)، كما يبين الشكل(2) تمثيل بياني لقيم الكلفة الكلية $C(t_r)$ مقاسة عند فترات الاستبدال الوقائي t_r ، حيث يعزز الرسم البياني النتيجة السابقة للفترة المثلى للاستبدال الوقائي اذ نلاحظ ان اقل كلفة كلية لماكنة النفخ كانت عند فترة الاستبدال الوقائي t_r=4.



شكل (2): التمثيل البياني للكلفة الكلية عند فترات الاستبدال الوقائية t_r لماكنة النفخ

4. الاستنتاجات والتوصيات

من نتائج الجانب التطبيقي المبينة تم التوصل الى مجموعة من الاستنتاجات والتوصيات نلخصها بالاتي:

4.1 الاستنتاجات

1. اثبتت نتيجة اختبار حسن المطابقة كولمكروف – سميرنوف ملائمة البيانات الحقيقية لتوزيع كامبل المبتور- ويبل ذو الاربع معلمات اذ بلغ مستوى المعنوية للاختبار (p=0.0520) اكبر من ($\alpha = 0.05$) بينما التوزيعات المذكورة اعلاه كانت غير ملائمة للبيانات الحقيقية.
2. اظهرت نتائج نموذج الاستبدال الجديد بان فترة الاستبدال الوقائي لأجزاء ماكنة النفخ التابعة لشركة سلسل لتحلية و تعبئة المياه المحدودة في البصرة بلغت (4) اشهر لكون معدل كلفة الاستبدال الوقائي الكلية عند هذه الفترة اقل ما يمكن.

4.2 التوصيات

1. اقتراح نماذج استبدال جديدة بالاعتماد على معيار اقل تصليح Minimum Repair او معيار وقت التأخير DEALY TIME.
2. ضرورة تفعيل استعمال الاساليب العلمية و المدعومة بالتطبيقات البرمجية الحديثة في معالجة المشاكل التي يعاني منها القطاع العراقي الحكومي و الخاص من خلال بناء اليات تعاون بين الجامعات العراقية وتلك المؤسسات اسوة بالجامعات الدولية والعالمية.
3. ضرورة اهتمام المؤسسات الحكومية و الخاصة بمسألة توثيق البيانات بشكل صحيح ودقيق مما يسهل على الباحثين من المضي في بحوثهم والخروج بحلول علمية وعملية لمعالجة المعوقات والمشكلات لتلك المؤسسات.

المصادر

[1] ابراهيم، سميرة خليل.(2013). استخدام نماذج الاستبدال في تحديد الزمن الامثل للاستبدال. مجلة العلوم الاقتصادية والادارية،19(72):321-330.

[2] الحسيني، راقية جواد ناجي.(2011). تطبيق نماذج الاحلال المؤكد (The Certain Replacement Models) – دراسة حالة). مجلة كلية الادارة والاقتصاد للدراسات الاقتصادية والادارية والمالية، جامعة بابل، كلية الادارة والاقتصاد، 2011(4).

[3] الطائي، يوسف عبد الاله .(2006).خطة الصيانة الوقائية و محاكاتها على وفق معايير هندسة المعولية – دراسة حالة في الشركة العامة للصناعات الجلدية معمل رقم (7)، رسالة ماجستير، كلية الادارة والاقتصاد، جامعة بغداد ، العراق.

[4] ناسي، نبيل جورج.(2008). محاضرات في الهندسة الصناعية. الجامعة التكنولوجية، العراق.

[5] نصر الله، مهدي وهاب نعمه.(2015). بناء توزيع اسي - باريتو الموزون مع تطبيق عملي، اطروحة دكتوراه، جامعة بغداد، كلية الادارة والاقتصاد.

[6] Qasim, B A . Naeamah, M W.(2021) . A New Left Truncated Gumbel- Weibulll Distribution: Properties and Estimation.1st International conference on advanced research in pure and applied science. During 24-25 march, College of Science- Al Muthanna University. Iraq.

[7] Berrehal, R., & Benissaad, S. (2016). Determining the preventive replacement period based on the age of spare part. Third International Conference on Energy, Materials, Applied Energetics and Pollution:653-659.

[8] Cran, G. W.(1988). Moment Estimators for the 3-Parameter Weibulll Distribution. IEEE Transactions on Reliability,37(4):360-363.

[9] El-Mezouar, Z. C. (2010). Estimation the shape, location and scale parameters of the Weibulll Distribution. Reliability: Theory & Applications. RTA, 5(4 (19)):36-40.

[10] Jardine, A. K., & Tsang, A. H. (2013). Maintenance, Replacement, and Reliability: Theory and Applications.2nd edition, CRC press.

[11] Jiang, X. (2010). Simulation Model on the Maintenance of Mining Equipment, M. Sc. Thesis, Graduate Department of Mechanical and Industrial Engineering, University of Toronto.

[12] Nakagawa, T. (2005). Maintenance Theory of Reliability. Springer Science & Business Media. Printed in the United States of America (SBA).

[13] Šebo, J., Buša, J., Demeč, P., & Svetlík, J. (2013). Optimal replacement time estimation for machines and equipment based on cost function. Metalurgija, 52(1):119-122.

[14] Sembiring, N., Tambunan, M. M., & Siahaan, F. I. (2019, April). Determination of optimum time of replacement with age replacement model. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Vol. 508, No. 1, p. 012090, IOP Publishing.

Journal of AL-Rafidain University College for Sciences (2022); Issue 52; 1-10

AL- Rafidain University College

PISSN: (1681-6870); EISSN: (2790-2293)

Journal of AL-Rafidain University College for Sciences

Available online at: https://www.jrucs.iq

JRUCS

Journal of AL-Rafidain University College for Sciences

Estimation of the Optimum Period for the Replacement of Machines Using the Age Replacement Model Under the Minimum Cost Criterion

Bahaa A. Qasim	Mahdi W. Neamah
bahaa.kasem@uobasrah.edu.iq	mehdi.wahab@uokerbala.edu.iq
Statistics Department-College of Administration and Economics - University of Kerbala, Kerbala, Iraq	Statistics Department-College of Administration and Economics - University of Basrah, Basrah, Iraq

Article Information

Article History:
Received: July, 25, 2021
Accepted: October, 29, 2021
Available Online: December, 25, 2022

Keywords:
Left Truncated Gumbel-distribution, weibull, Cran estimator, age replacement

Correspondence:
Bahaa A. Qasim
bahaa.kasem@uobasrah.edu.iq

Abstract

Today, as a result of the tremendous technological progress and complexity in the machinery and equipment industry, it has become difficult to determine the appropriate distribution of failure times of machines and equipment based on standard distributions, that is, modeling failure times using new probability distributions is necessary. This, in turn, leads to reaching sound scientific and practical decisions, especially in the matter of maintenance and replacement of machinery and equipment in order to reduce costs and maintain the production process without causing losses.

Accordingly, the research aims to employ the Left Truncated Gumbel-weibull probability distribution in the development of mathematical models for estimating the optimal period for the preventive life replacement of machines and equipment under the two criteria of least cost and least downtime, in addition to using the Cran method estimator to estimate the parameters of the mentioned distribution. Then applying those models to real data represented in the stopping times of the machines and equipment of Salsal Water Desalination and Bottling Company in Basra Governorate during the period (1/1/2020-31/12/2020). It has been concluded that the optimal replacement interval for the aforementioned company's machines is four months.

doi: https://doi.org/10.55562/jrucs.v52i1.537