

تقدير دالة المعولية بالطرائق اللامعلمية في حالة البيانات المراقبة "المتجمعة"

م.م بشير فيصل محمد

قسم المحاسبة / كلية مدينة العلم الجامعة

الخلاصة

يهدف البحث الى تقدير دالة المعولية بالطرائق اللامعلمية (طريقة التأمين البسيطة، طريقة التأمين القياسية، طريقة كابلن-مير الموزونة) في حالة البيانات المراقبة (المتجمعة)، وتحليل نتائج الطرائق للتوصل إلى أفضل طريقة لامعلمية من خلال استخدام بيانات مبوبة حقيقية لمكائن معمل بابل (1) للبطاريات السائلة بالاعتماد على قياس نسبة الخطأ المعياري.

الكلمات المفتاحية: دالة المعولية، الطرائق اللامعلمية، المراقبة، المتجمعة.

Estimate reliable function of nonparametric methods in the case of surveillance data accumulated

Bashir Faisal Mohammed

Account dept , University college of Madenat al-elem, Baghdad, Iraq.

Besho.aliraqi@gmail.com

009647703911500

Abstract

This research aims to estimate reliable function of nonparametric methods (Simple Actuarial Method, Standard Actuarial Method and Weighted Kaplan – Meier Method) in the case of surveillance data (accumulated), and analyze the results of the methods to reach the best method of nonparametric through using of disaggregated data real Babylon (1) Laboratory machines of liquid batteries that depending on the ratio of the standard error of measurement.

Keyword: Reliable function, nonparametric methods, surveillance, accumulated.

❖ الجانب النظري

المقدمة

لتقدير دالة المعولية هنالك أسلوبين، الأسلوب المعلمي وهو مجموعة الطرائق المعلمية التي تستند في تقدير المعلمات إلى توزيع عينة عشوائية (X_1, X_2, \dots, X_n) ، في مجتمع معين، والأسلوب الآخر هو الأسلوب اللامعلمي والذي يمثل مجموعة الطرائق اللامعلمية والتي لا تستند في تقدير المعلمات إلى توزيع العينة المسحوبة في مجتمع معين.

والبحث ركز على الأسلوب اللامعلمي (الطرائق اللامعلمية لتقدير دالة المعولية) في حالة البيانات المراقبة المتجمعة. ولأهمية البحث لا بد من التعرف على مفهوم دالة المعولية وكذلك التعرف على ما هي البيانات المراقبة المتجمعة وكيفية التعامل معها في تقدير دالة المعولية بالطرائق اللامعلمية.

أولاً - دالة المعولية **Reliability Function** :

هي العلاقة بين النسبة والوقت والنسبة هي نسبة الأشياء، الموضوعات، الوحدات مازالت تعمل أو الأشخاص (المرضى مازالوا أحياء) في الوقت t .

ودالة (المعولية) يرمز لها بالرمز $R(t)$ ، والمعولية هي رقم موجب حقيقي بين (0 - 1) فإذا كانت $R(t)=0$ فإن الماكينة أو النظام لا يعمل، أما إذا كانت $R(t)=1$ فإن هذا مؤشر على التأكيد المطلق (certainly absolute) وإن النظام أو الماكينة سيظل مستمرا بالعمل الى الوقت t ، وهذا فرض نظري فقط.

ثانياً- تحليل بيانات البقاء (المعولية) اللامعلمية :

تحليل بيانات البقاء (المعولية) من دون افتراض التوزيع الأساسي له فوائد وأضرار معينة وهو يتجنب الأخطاء الكبيرة جدا الناتجة عن صياغة الافتراضات غير الصحيحة حول التوزيع، من جانب آخر تكون حدود الثقة المرتبطة بالتحليل اللامعلمي أوسع بكثير من تلك المسحوبة عبر التحليل المعلمي، وإن بعض الممارسين أوصوا بوجود إخضاع أية مجموعة بيانات البقاء (المعولية) للتحليل اللامعلمي قبل التحول إلى افتراض التوزيع الأساسي لها.

ثالثاً - البيانات المراقبة (Censored Data):

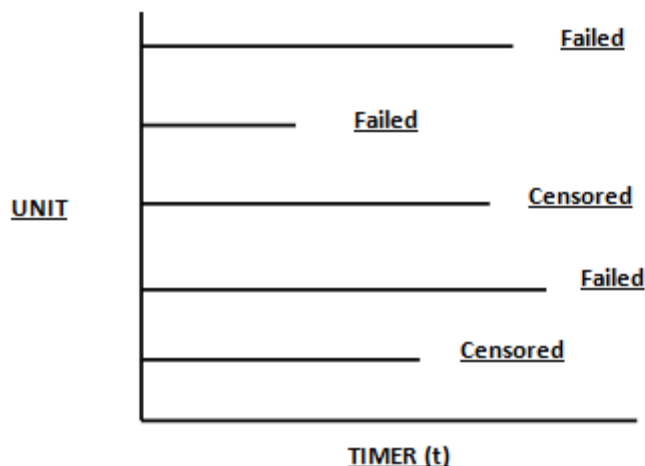
هنالك عدة أنواع من البيانات (البيانات المراقبة المتجمعة المفردة، والبيانات المراقبة المتجمعة المتعددة) وتناول البحث البيانات المراقبة المتجمعة المتعددة لكون البيانات الحقيقية التطبيقية هي من هذا النوع.

1- 3 البيانات المراقبة المتجمعة المفردة :

جميع الوحدات لها نفس وقت الاختبار والاختبار يتم قبل فشل جميع الوحدات. وتقسم تلك البيانات إلى بيانات المراقبة المفردة من النوع الأول، والمراقبة المفردة من النوع الثاني.

2- 3 البيانات المراقبة المتجمعة المتعددة :

تختلف أوقات الاختبار أو أوقات العمل بين الوحدات المراقبة، والوحدات المراقبة التي تم أزلتها في أوقات مختلفة من العينة أو دخول الوحدات في الخدمة في أوقات مختلفة (الوحدات عاطلة)، والشكل التالي يوضح الوحدات العاطلة والمراقبة عند الوقت t .



الشكل 1. يوضح الوحدات العاطلة والمراقبة عند الوقت t .

وبعد أن تم توضيح المفاهيم الأساسية لدالة المعولية وكذلك البيانات المراقبة المتجمعة (المتعددة)، سوف نتطرق إلى تقدير دالة المعولية بالطرائق اللامعلمية الآتية :

1- طريقة التأمين البسيطة (Simple Actuarial Method) (SAM):

تعتبر من الطرق اللامعلمية والتي تكون سهلة الاستخدام في تحليل البيانات ومستخدمه كثيراً عندما البيانات المراقبة المتجمعة المتعددة والمرتبطة في فترات زمنية t ، وتستند على حساب عدد حالات الفشل rj في فترة الوقت مقابل العدد التشغيلي للوحدات nj في فترة الوقت أيضاً، وإن معادلة التقدير لدالة المعولية تعطى بالشكل الآتي :

$$\hat{R}(t) = \prod_{j=1}^i 1 - \frac{rj}{nj}, i = 1, \dots, m..$$

حيث أن :

m : العدد الكلي لنقاط البيانات .

n : العدد الكلي للوحدات المخاطر بها.

والمغير ni يعرف بالصيغة الآتية :

$$ni = n - \sum_{j=1}^{i-1} sj - \sum_{j=1}^{i-1} rj, i = 1, \dots, m .$$

حيث ان :

rj : عدد الوحدات الفاشلة j^{th} في مجموعة البيانات .

sj : عدد الوحدات المراقبة j^{th} في مجموعة البيانات .

2- طريقة التأمين القياسية (Standard Actuarial Method) (STAM) :

طريقة التأمين القياسية هي اختلاف لطريقة التأمين البسيطة وتنطوي الطريقة على ضبط عدد الوحدات العاملة في الفترات الزمنية t ، طريقة كابلن ميبير والتأمين البسيطة تحدث التوقفات في نهاية الفترة الزمنية t ، بعد ان وقعت حالات

الفشل، أما بالنسبة لتلك الطريقة فان التوقعات تحدث في منتصف الفترات الزمنية والتي تأثر على خفض عدد الوحدات المتاحة في الفترات الزمنية بمقدار النصف من الإيقافات وهو :

$$\hat{n}_i = n_i - \frac{si}{2}$$

ودالة المعولية تعطى بالصيغة الآتية :

$$\hat{R}(t) = \prod_{j=1}^i \left(1 - \frac{r_j}{\hat{n}_j}\right), \quad i=1, \dots, m$$

3- طريقة كابن- مير الموزونة (WKMEM)(Weighted Kaplan – Meier Method) :

في هذه الطريقة يمكن البدء بحل وتطبيق سهل، اذ ان هنالك مشاهدات (وحدات) مراقبة في العينة العشوائية من حجم n ، وتفترض بيانات اوقات مشاهدة (t_1, t_2, \dots, t_3) سواء كانت مراقبة ام غير مراقبة، حيث يعرف مقدر كابن ميبير الموزون لتقدير دالة المعولية بالصيغة الآتية:

$$\hat{R}(t) = \prod_{i: T_i \leq t} w_i \left(\frac{n-i}{n-i+1} \right)^{I=[\delta(i)=0 \text{ or } 1]} ; \quad i = 1, \dots, m \quad \text{for } t \leq T_{(n)}.$$

حيث أن :

m : العدد الكلي لنقاط البيانات .

$$(t_{(i)}, \delta(i)), \quad i = 1, 2, \dots, n$$

وحيث أن :

n : تمثل عدد الأزواج المرتبة من المشاهدات $(t_{(i)}, \delta(i))$ في فترات الوقت وهذا يعني :

$$t_1 \leq t_2 \leq \dots \leq t_n$$

وكما يمكن ايجاد W_i عن طريق الصيغة الآتية :

$$W_i = 1 - \sin\left(\frac{n-i}{n}\right).$$

حيث ان :

W_i : هو وزن مقدر كابن ميبير .

❖ الجانب التطبيقي

جمعت البيانات المستخدمة في هذا البحث، من خلال اخذ عينة عشوائية بحجم 14 ماكنة من الماكائن المهمة في عملية انتاج البطاريات السائلة لمعمل بابل -1، ولكثرة توقفات وفشل تلك الماكائن فقد جرى حساب بيانات الاوقات (الفترات) لبعض الاشهر في السنة ، وتحديد الوحدات المخاطر بها في بداية الفترة الزمنية t ، ومراقبة الوحدات المتوقفة والعاطلة (الفاشلة) عن العمل خلال مدة حساب بيانات الاوقات، وتم مقابلة متخذي القرار في الشركة وملاحظاتهم عن معولية وتوقفات وعطل الماكائن تحت البحث وتصوراتهم التي لايمكن ايجادها ضمن وثائق الشركة والجدول رقم (1) التالي يوضح الوحدات المخاطر بها في بداية الفترة والعاطلة (الفاشلة) منها والمتوقفة عن العمل.

جدول رقم (1) يوضح الوحدات المخاطر بها، وعدد الوحدات العاطلة (الفاشلة) ، والمراقبة (المتوقفة)

i	Start time	End time	Number of failure, r_i	Number of suspension, s_i	Available units, n_i
1	0	30	0	0	14
2	30	60	3	0	14
3	60	90	0	1	11
4	90	120	1	0	10
5	120	150	1	1	9
6	150	180	2	1	7
7	180	210	2	1	4
8	210	240	0	1	1

أولاً: تقدير دالة المعولية بالطرائق اللامعلمية:

من خلال الجدول رقم (1) اعلاه والذي يبين البيانات الحقيقية التي سوف نقوم بتقدير دالة المعولية لها بحسب الطرائق التي

تم دراستها في الجانب النظري للوصول الى افضل طريقة اللامعلمية لتقدير دالة المعولية.

وفيما يأتي تقدير دالة المعولية بالطرائق اللامعلمية التي تم توضيحها في البحث:

❖ طريقة التأمين البسيطة (SAM)(Simple Actuarial Method):

جدول 2. يوضح تقدير دالة المعولية للبيانات الحقيقية بطريقة (SAM)

i	Start Time	End Time	ri	Si	ni	$\hat{R}(t) = ni - (ri/ni)$	$\hat{R}(t) = \prod_{j=1}^i \left(1 - \frac{r_j}{n_j}\right), i = 1, \dots, m$
1	0	30	0	0	14	1	1
2	30	60	3	0	14	0.786	0.786
3	60	90	0	1	11	1	0.786
4	90	120	1	0	10	0.9	0.707
5	120	150	1	1	9	0.889	0.629
6	150	180	2	1	7	0.714	0.449
7	180	210	2	1	4	0.5	0.225
8	210	240	0	1	1	1	0.225

❖ طريقة التأمين القياسية (STAM(Standard Actuarial Method)).

جدول 3. يوضح تقدير دالة المعولية للبيانات الحقيقية بطريقة (STAM)

i	Start Time	End Time	ri	si	ni	$\hat{n}_i = ni - \frac{si}{2}$	$1 - \frac{ri}{\hat{n}_i}$	$\hat{R}(t) = \prod_{j=1}^i \left(1 - \frac{r_j}{\hat{n}_j}\right)$
1	0	30	0	0	14	14	1	1
2	30	60	3	0	14	14	0.786	0.786
3	60	90	0	1	11	10.5	1	0.786
4	90	120	1	0	10	10	0.9	0.707
5	120	150	1	1	9	8.5	0.882	0.624
6	150	180	2	1	7	6.5	0.692	0.432
7	180	210	2	1	4	3.5	0.4	0.185
8	210	240	0	1	1	0.5	1	0.185

❖ طريقة كابلن- مير الموزونة (WKMEM)(Weighted Kaplan – Meier Method) :

جدول 4. يوضح تقدير دالة المعولية للبيانات الحقيقية بطريقة (WKMEM)

<i>i</i>	<u>Start Time</u>	<u>End Time</u>	<u>R_i</u>	<u>s_i</u>	<u>n_i</u>	$W_i = 1 - \sin\left(\frac{n-i}{n}\right)$	$\hat{R}(t) = \prod_{i: T_i \leq t} w_i \left(\frac{n-i}{n-i+1}\right)^{I=[\delta(i)=0 \text{ or } 1]}$
1	0	30	0	0	14	0.984	0.914
2	30	60	3	0	14	0.985	0.831
3	60	90	0	1	11	0.986	0.751
4	90	120	1	0	10	0.988	0.674
5	120	150	1	1	9	0.989	0.6
6	150	180	2	1	7	0.99	0.528
7	180	210	2	1	4	0.991	0.458
8	210	240	0	1	1	0.993	0.390

وفيما يأتي نتائج تقدير دالة المعولية بالطرائق اللامعلمية جميعاً وكما موضحة في الجدول رقم (5) التالي :

جدول 5. يبين تقدير دالة المعولية لجميع الطرائق اللامعلمية

<i>i</i>	<i>Start time</i>	<i>End time</i>	<i>Number of failure, r_i</i>	<i>Number of suspension, s_i</i>	<i>Available units, n_i</i>	<i>SAM</i> $\hat{R}(t)$	<i>STAM</i> $\hat{R}(t)$	<i>WKMEM</i> $\hat{R}(t)$
1	0	30	0	0	14	1	1	0.914
2	30	60	3	0	14	0.786	0.786	0.831
3	60	90	0	1	11	0.786	0.786	0.751
4	90	120	1	0	10	0.707	0.707	0.674
5	120	150	1	1	9	0.629	0.624	0.6
6	150	180	2	1	7	0.449	0.432	0.528
7	180	210	2	1	4	0.225	0.185	0.458
8	210	240	0	1	1	0.225	0.185	0.390

نستنتج من خلال تقدير دالة المعولية بالطرائق اللامعلمية انه افضل الطرائق في التقدير طريقة (STAM)

طريقة التأمين القياسية، لانها اعطت افضل تقدير وذلك بالاعتماد على قيم التقدير وكما مبينه في الجدول رقم (5).

لصعوبة التعامل مع البيانات اللامعلمية ومعرفة افضل الطرق في التقدير، سيعتمد على الخطأ المعياري (standard error) لجميع الطرق اللامعلمية للتوصل الى افضل الطرائق في التقدير وبحسب الصيغة الآتية :

$$\widehat{se}_{\widehat{R}} = \sqrt{\widehat{var}\widehat{R}(ti)}.$$

ومن خلال الصيغة اعلاه يجب استخراج التباين لدالة المعولية المقدره وحساب حدود الثقة (confidence bounds) في التقديرات اللامعلمية لحساب دالة المعولية ومن خلال الصيغة الآتية :

$$\widehat{var}(\widehat{R}(ti)) = [\widehat{R}(ti)]^2 \cdot \sum_{j=1}^i \frac{\frac{r_j}{n_j}}{n_j \cdot (1 - \frac{r_j}{n_j})}.$$

حيث ان :

r_j : عدد الوحدات الفاشلة j^{th} في مجموعة البيانات .

n_j : عدد الوحدات المخاطر بها j^{th} في مجموعة البيانات .

وفيما يلي جدول يبين نسب الخطأ المعياري لجميع تقديرات دالة المعولية بالطرائق اللامعلمية :

جدول 6. يبين نسبة الخطأ المعياري لجميع الطرائق

<i>i</i>	<i>Start time</i>	<i>End time</i>	<i>Number of failure, ri</i>	<i>SAM</i> $\widehat{R}(t)$	<i>STAM</i> $\widehat{R}(t)$	<i>WKMEM</i> $\widehat{R}(t)$	<i>Standard erro</i> $\widehat{se}\widehat{R}(ti)$. <i>SAM</i>	<i>Standard erro</i> $\widehat{se}\widehat{R}(ti)$. <i>STAM</i>	<i>Standard erro</i> $\widehat{se}\widehat{R}(ti)$. <i>WKMEM</i>
1	0	30	0	1	1	0.914	0.592	0.592	0.566
2	30	60	3	0.786	0.786	0.831	0.466	0.525	0.540
3	60	90	0	0.786	0.786	0.751	0.466	0.525	0.513
4	90	120	1	0.707	0.707	0.674	0.419	0.498	0.486
5	120	150	1	0.629	0.624	0.6	0.372	0.468	0.459
6	150	180	2	0.449	0.432	0.528	0.266	0.389	0.430
7	180	210	2	0.225	0.185	0.458	0.133	0.255	0.401
8	210	240	0	0.225	0.185	0.390	0.133	0.255	0.370

وبعد الحصول على نتائج حساب نسبة الخطأ المعياري وحساب تباين وحدود الثقة لتقديرات المعولية لجميع الطرائق اللامعلمية وبالاعتماد على قياس نسبة الخطأ المعياري، نستنتج ان افضل الطرائق في التقدير هي طريقة التأمين البسيطة (SAM) لانها اعطت اقل نسبة خطأ معياري .

الاستنتاجات :

- 1- اظهر الجانب التطبيقي ان تقديرات دالة المعولية $\hat{R}(t)$ بالطرائق اللامعلمية للبيانات الحقيقية لحجم عينة (n=14) اظهرت نتائج متقاربة في التقدير .
- 2- اظهر الجانب التطبيقي ان تقديرات دالة المعولية للبيانات الحقيقية بحجم عينة (n=14) تبدأ بالتناقص كلما ازدادت اوقات الفشل t_i وهذا ما يتحقق مع النظرية الإحصائية.
- 3- اظهر الجانب التطبيقي ان افضل الطرائق اللامعلمية في تقدير دالة المعولية هي طريقة التأمين البسيطة (SAM) لأنها اعطت اقل نسبة خطأ معياري (standard error) في حالة البيانات المراقبة المتجمعة.

التوصيات :

- 1- يوصي البحث الشركة العامة لصناعة البطاريات السائلة باستخدام طريقة التأمين البسيطة (SAM) لأنها اعطت افضل النتائج في التقدير واعتمادها في تقدير دالة المعولية للمكائن المنتجة .

المصادر :

- 1- **Henry posters**,(2009)," Reliability engineering-part 14",fellow member & officer , **American society quantity library**.
- 2- **Ireson, w.Grant**,(1985),"Reliability Handbook", Executive head Department of Industrial Engineering, Stanford University, **McGraw-Hill Book Companies**
- 3- **Naikan , V.N.A.**,(2009 by IPH),Book in "Reliability engineering and life testing".
- 4- **Nonparametric Estimation**,http://reliawiki.org/index.php/Non-Parametric_Life_Data_Analysis.