استخدام المعولية في تصميم التجارب مع تطبيق عملي

The use of reliability in the design of experiments with practical application

حسين محمد سمير الأستاذ

كلية علوم الحاسوب والرياضيات

جامعة القادسية

الدكتور إحسان كاظم القرشي

رئاسة جامعة القادسية

المستخلص

الكثيريساوره القلق او الاهتمام عند مصطلح المعولية او تقدير معولية منتج موجود ، سوف ندرس كيفية تحسين معولية المنتجات والعمليات من خلال استخدام تجارب مصممة ، في مثل هذه التجارب يتم اختبار كل وحدة حتى تفشل أو لا تزال تعمل عند انتهاء التجربة . اذا فشلت سوف تكون الاستجابة هي وقت فشلها . المعولية وتصميم التجارب (DOE) أنواع مختلفة من المواضيع ، المعولية هي ميزة المنتج، وتصميم التجارب هو الحصول على المعرفة وتنظيمها ، لكنهما يشتركان بقابلة التطبيق على مجموعة من تصاميم المنتجات ، وهما أيضا الأكثر فعالية عند استخدامهما معا كأدوات من قبل المتخصصين في التخصصات كالتصميم الهندسي والهندسة العملية وحتى تسويق المنتج والشراء ، تناولنا في هذا البحث الجمع بين تصميم التجارب والمعولية لتحسين المنتج . فباستخدام تصميم التجارب يتم معرفة وتحديد مستوى العوامل المؤثرة على المعولية فمن المؤكد ان هناك عوامل محددة تؤثرعلى المعولية . ففي الجانب النظري تم التطرق الى بعض المفاهيم الاساسيه حول تصميم التجارب والمعولية وتطورهما والعلاقة المتداخلة بينهما ، وقد تم اشتقاق دالة الامكان الاعظم للتوزيع الطبيعي اللوغارتمي كخوارزمية لبرنامج (-R-) المستخدم لتقدير معلمات النموذج والعوامل المؤثرة على وقت الفشل (حياة المنتج) من خلال اختبار نسبة الامكان ،اما الجانب العملي للبيانات المسجلة لوقت الفشل لنوعين من الاطارات بعد تعرضها لسرع مختلفة ولعينة بعدد (51) مشاهدة من سجلات معمل اطارات بابل في محافظة النجف الاشرف لمعرفة القيم المقدرة للمعلمات (β_0 ، β_1 ، β_2 ، $\boldsymbol{\sigma}$) وحدود الثقة و اختبار نسبة الامكان للعامل الرئيسي (A و B) والدلالة الاحصائية لهذة النسبة وبمستوى معنوية (5% و 1%) . وقد تم تحديد التباين لكل معلمة مقدرة ($Var(\widehat{\beta}_0)$ ، $Var(\widehat{\beta}_1)$ ، $Var(\widehat{\beta}_2)$ ، $Var(\widehat{\sigma'})$) اضافة الى تقدير التباين المشترك بين كل معلمتين ، من خلال حساب مصفوفة فشر (F) و(F^{-1}) اعتمادا على الدالة اللوغارتمية للامكان الاعظم .

Abstract

Many concerned and pay attention to when the term reliability or estimate the reliability of existing product, we will examine how to improve the reliability of products and processes through the use of designed experiments, in such experiments, each unit is tested up to fail or are still working at the end of the experiment. If it fails to respond will be the time of failure .reliability and design of experiments (DOE) different types of threads. Reliability is character the product, and design of experiments is the advantage of access to knowledge and organization, but they share a midwife application on a range of product designs, and are also the most effective when used together as tools by professionals in disciplines such as design engineering and process engineering and even product purchase marketing . We have addressed in this paper combine design experiments and reliability to improve product. Using design of experiments is to know and determine the level of the factors affecting the reliability it is certain that there are specific factors affecting the

Reliability. In the theoretical side touched on some basic concepts about the design of experiments and reliability and evolve overlapping and the relationship between them ,It was possible to derive the greatest natural function of the logarithmic as algorithm to program (-R-) used to estimate model parameters and factors affecting the time of the failure (product life) through likelihood ratio test , The practical side of the data recorded for the time of the failure of the two types of tires after exposure to various Quicken and sample number (51) Show from the lab records Tires Babylon in the province of Najaf to see the estimated values of the parameters (β_0 ، β_1 ، β_2 ، $\boldsymbol{\sigma}$)and the limits of confidence and ratio test possible main factor (B&A) and statistical significance of this ratio and the level of significance (5% and 1%). have been identified variance for every the ability of a teacher [$Var(\widehat{\beta}_0)$ ، $Var(\widehat{\beta}_1)$ ، $Var(\widehat{\beta}_2)$ ، $Var(\widehat{\sigma'})$] Add to estimate the covariance between each two parameters, through a matrix calculation Fisher (F) and (F^{-1}) depending on the logarithmic function of the possibility of the greatest .

1 – المقدمة

هناك نوعان من الأهداف الرئيسية في استخدام تصميم التجارب والمعولية اولا تحسين المعولية (أي لزيادة متوسط وقت الفشل) وثانيا المعولية قوية (أي الحد اوالتقليل من تأثير الضوضاء او العوامل غير المسيطر عليها على تباين المعولية) [1] ، سوف نركز وندرس في هذا البحث على الهدف الاول وهو تحسين المعولية من خلال استخدام تصميم التجارب ، فالعديد من الأدوات الإحصائية تستخدم للعثور على العوامل المؤثرة ومستوياتها للاستفادة المثلى من المعلمات على أساس البيانات التجريبية حيث يتمتحديدالعواملذات التأثير القويمنخلالالتجريبالذييتطويعلىتغيراتفيقيمالعواملومراقبةالمعوليةالناتجة [8، 4]، وأفضل ضمان للمعولية عندما يتم تصميم المنتج من قبل مهندس التصميم ، ومن قبل العاملين في الإنتاج ، بدلا من احتساب المعولية المهنية أي بعد الانتاج ٠ومع التقدم التكنولوجي الحديث فالمنتجات والعمليات أصبحت معقدة للغاية. حيث ترتفع تكلفة التجريب بسرعة ، وأصبح من الصعب بالنسبة للمحلل الذي تقيدة الموارد والوقت ان يحقق في العديد من العوامل التي تؤثر على هذه العمليات المعقدة باستخدام أساليب المحاولة والخطأ وبدلا من ذلك هناك حاجة للاسلوب الذي يحدد العوامل بطريقة أكثر فعالية ، ثم يوجه العملية لأفضل الإعدادات لتلبية الطلب المتزايد على تحسين نوعية وزيادة الإنتاجية ٠توفر تقنيات تصميم التجارب أساليب قوية وفعالة لتحقيق هذه الأهداف[5]. احياناامن الصعب ان يلاحظ أي الفشل في مدة معقولة من الوقت حتى في ظروف تسارع الإجهاد

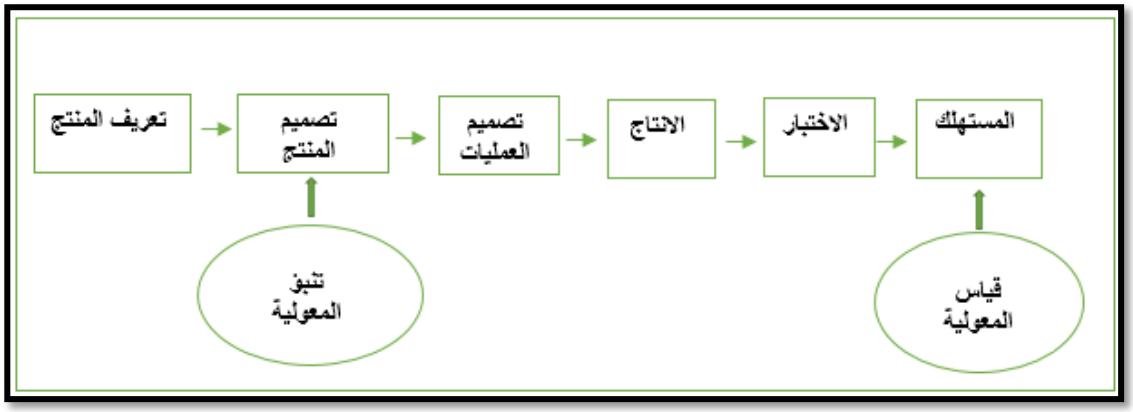
المعجل ،فهناك مصدر للمعلومات وهو بيانات التدهور(degradation data) إذا ان التدهورمن صفة المنتج ويمكن أن يكون له صلة بالمعولية ، كما ان هذه البيانات يمكن أن تستخدم لتحديد العوامل التي لها تأثير على المعولية[1].هناك العديد من البرامج الإحصائية الهامة تقدم حلول بمساعدة الحاسوب المرتبط بالتصميم التجريبي، مثل برنامج Minitab[11] ، Statistica[7] ، وغيرها من البرامج المتخصصة وتقدم شركة ReliaSoft's برامج متعددة لنفس الغرض مثل ++ DOE++ Weibull[6، 8] هذة البرامج وغيرها ميزاتها جاهزة لاستخدام التصميم في تطوير المعولية .

وفي هذا البحث تم تصميم برنامج بلغة -R - يتجاوز مشكلة التعشيق بين تصميم التجارب والمعولية ومعرفة العوامل المؤثرة على حياة المنتج باستخدام اختبار نسبة الامكان(likelihood ratio test) .

2- الجانب النظري

2 -1 المعولية وتصميم التجارب :

عنداستخدام تصميم التجاربلاختبار الحياةتكونالاستجابةالحياةأووقتالفشل [2]. وهي فئة خاصة من تصميم التجارب حيث التصاميم التقليدية مثل تصميم مستويين ، يقترن مع طرق المعولية للتحقق في آثار العوامل المختلفة على حياة الوحدة او المنتج فالاستجابة للحياة (مثل ، العمر، وميل، ودورات، وما إلى ذلك) ، وقد تحتوي البيانات على ملاحظات رقابة (تعليق ، فاصل البيانات) [5] ٠ يوصف تصميم التجارب أنه جيد جدا لعملية التحسين ويمكن تطبيقه لضمان المعولية ووصف تطبيقه المنهجي للمنتج في عملية التنمية الكاملة من تعريف المنتج الى شحنه إلى العملاء ٠ والشكل التالي يظهرالاستخدام التقليدي للهندسة المعولية في دورة تطوير المنتجات.



الشكل(١) يبين الاستخدام التقليدي لهندسة الموثوقية في تطوير دورة المنتجات[9] .

وتظهر وظائف المعوليةخارج الاتجاه السائد في تطوير المنتجات فمن النادر أن تجد عملية يتم فيها دمج

ضمان المعولية ، ففي هذة المرحلة عادة يتم إجراء تصميم وتصنيع القرارات الفعالة خارج الخط الانتاجي ويتم تقييم التأثيرات السلبية على المعوليةالمتوقعة إما ذاتيا أو احتماليا وفي بعض الأحيان يتم تأخير التقييمات حتى بعد أن يتم شحن المنتج وشكاوى العملاء أو يتستخدم الفشل الميداني كمعايير للتقييم٠ تصميم التجارب نهج منظم ويمكن استخدامه لدمج التحليلات والمعولية كطرق ضمان في دورة تطوير المنتجات .تصميم التجارب وسيلة لإنتاج أسرع وأفضل وأرخص المنتجات وهو طريق للحصول على منهجية وتنظيم المعرفة بحيث يمكن استخدامه لتحسين العمليات بطريقة أكثر فعالية ويمكن تطبيقه على أي مجال للحصول على المعرفة بسرعة وكفاءة وفي أي ميدان ، هناك فرصة لا حدود لها للحصول على منافع كبيرة إذا استخدمت المعرفة التي حصل عليها المستخدم من تصميم التجارب وعلى ما يمكن تعلمه من تنظيم وتطبيق لتلك المعرفة ، فالفوائد تكون مثيرة ، وعلى الممارس ان يتذكر أن القدرة المطلقة والمسؤولية لتحسين العملية والتصميم في تصميم التجارب تقع على عاتق ذلك الشخص الذي يتصدى لمهمة العمل . تصميم التجارب والطرق الإحصائية المرتبطة به لايمكن أن تولد المعرفة ، أنها يمكن أن تساعد في استخراج وتنظيم المعرفة ، فمن غير الواقعي أن نتوقع من المهارة لاحصائي

التلاعب في البيانات لتكون قادرة على استخلاص استنتاجات دقيقة وتقديم التوصيات مناسبة حول العملية التي لديه بدون التدريب العملي على الخبرة ٠ تصميم التجارب ينطبق في المقام الأول في التخصصات التقنية في التصنيع أو الأبحاث ، ويمكن استخدامه في أي مكان مهم اذ يمكن تطبيق المعرفة عبر مجموعة واسعة من التخصصات مثل التسويق ، والمحاسبة ، وإدارة ، والمشتريات، والمعولية[2]٠

2 -2العلاقة المتداخلة بين تصميم التجارب والمعولية :

ان تصميم التجارب وجداول تحليل التباين التقليدية تفترض بأن الخطأ العشوائي للمتغيرات المستقلة والمتغير المعتمد تتوزع توزيع طبيعي وبذلك يتم الاعتماد على قيمة F في جدوال تحليل التباين كأساس لمعرفة مدى معنوية النموذج المقدر ٠ لكن عند تعشيق موضوع تصميم التجارب مع المعولية فأننا نفترض ان الأخطاء أو الخطأ العشوائي للنموذج المقدر لا يتوزع توزيع طبيعي كونه يمثل اوقات الفشل والتي عادة ماتكون قيمتها اكبر او تساوي صفر ، لذلك فأننا لن نعتمد على قيمة F لمعرفة معنوية النموذج ونستعين بدلا عن ذلك بأختبارنسبة الامكان(likelihood ratio test) .

$$\textbf{likelihood ratio test } (\boldsymbol{L}\textbf{ RT}) = -2\ln \frac{L\,(\text{reduced model})}{L\,(\text{full model})} \quad \ldots..(1)$$

$$\boldsymbol{L}\mathbf{RT}_{\theta_i} = -\,2\ln \frac{L(\widehat{\theta}_{-i})}{L(\widehat{\theta})} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

حيث ان :

$\boldsymbol{L}\mathbf{RT}_{\theta_i}$: يمثل اختبار نسبة الاحتمال للمعلمة $(\widehat{\theta}_i)$.

$\widehat{\theta}_{-i}$: تمثل متجة لجميع تقديرات المعلمات باستثناء θ_i .

$(\widehat{\theta})$: تمثل متجة لجميع تقديرات المعلمات التي تم الحصول عليها باستخدام (MLE) أي

. $(\sigma، \beta_0 , \beta_1, \beta_2 \ldots..)$

$L(\widehat{\theta}_{-i})$: تمثل قيمة لدالة الاحتمال عند جميع المعلمات المدرجة في النموذج ماعدا θ_i .

$L(\hat{\theta})$: تمثل قيمة لدالة الاحتمال عندما يتم تضمين جميع المعلمات المدرجة في النموذج.

ولان الغرض هودراسة عاملين دون النظر في تفاعلهما لتسهيل الدراسة (كما ان البيانات التي تم الحصول لم تسجل اثر تفاعل العاملين) فان النموذج القابل للتطبيق لبيانات الاستجابة للتوزيع الطبيعي اللوغارتمي يمكن كتابتها كما يلي :

$$\mu_i=\beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

حيث ان :

μ_i: تمثل متوسط الاوقات الى الفشل في i ($\boldsymbol{i}$= 1,2,3,4)والتي تتبع التوزيع الطبيعي اللوغارتمي

β_1: تمثل معامل التأثير للعامل A

β_2: تمثل معامل التأثير للعامل B

وسيتم التحليل لتصميم التجارب باستبعاد تأثير عامل التفاعل AB من التحليل

وسيكون الاختبار للفرضيات التالية : اولا

$$H_0 : B_1 = 0 \qquad H_1 : B_1 \neq 0$$

هذا الاختبار يحقق في الاثر الرئيسي للعامل A

احصاء اوحساب هذا الاختبار سيكون وفق القانون التالي

$$L\ R_A = -2 \ln \frac{L_{-A}}{L} \text{ ..... (4)}$$

حيث ان :

$L\ R_A$: تمثل اختبار نسبة الاحتمال لتاثير العامل A .

L_{-A}: تمثل قيمة احتمال الدالة عند جميع المعاملات باستثناء β_1.

L: تمثل قيمة احتمال الدالة عند جميع معاملات النموذج .

وسيكون الاختبار للفرضية الثانية : ثانيا

$$H_0 : \beta_2 = 0 \qquad H_1 : \beta_2 \neq 0$$

هذا الاختبار يحقق في الاثر الرئيسي العامل B

احصاء اوحساب هذا الاختبار سيكون وفق القانون التالي

$$L\ R_B = -2 \ln \frac{L_{-B}}{L} \text{ ..... (5)}$$

حيث ان :

$L\ R_B$: تمثل اختبار نسبة الاحتمال لتاثير العامل B .

L_{-B}: تمثل قيمة احتمال الدالة عند جميع المعاملات باستثناء β_2.

L: تمثل قيمة احتمال الدالة عند جميع معاملات النموذج .

لحساب احصائات الاختبار يجب ان يكون معروفا تقدير جميع معلمات النموذج لذلك سيتم اشتقاق دالة الامكان الاعظم (MLE) للتوزع الطبيعي اللوغارتيمي كخوارزمية للبرنامج الذي تم تصميمه للتطبيق العملي وذلك لتقدير معلمات النموذج$(\sigma، \beta_2 , \beta_1, \beta_0)$.فمن المعادلة السابقة (3)

يكون متوسط الاوقات الى الفشلفي i ($\boldsymbol{i}$= 1,2,3,4) التي تتبع التوزيع الطبيعي اللوغارتمي للعامل A كما في المعادلة ادناة باستثناء المعلمة β_1 أي عند عدم رفض فرضية العدم($H_0 : \beta_1 = 0$) .

$$\mu'_i = \beta_0 + \beta_2 X_{i2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (6)$$

نعوض عن μ'_i فتكون قيمة الاحتمال عندما A لا يتم تضمينها في النموذج هي كما في المعادلة ادناة

$$L_A = \sum_{i=1}^{4} \ln \left[\frac{1}{t_i \sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2} \frac{(\ln t_i - (\beta_0 + \beta_2 X_{i2}))^2}{\sigma^2}} \right] \ldots\ldots (7)$$

كما ان معادلة (3) تمثل متوسط الاوقات الى الفشلالتي تتبع التوزيع الطبيعي اللوغارتمي لكافة معلمات النموذج

نعوض عن μ_i فتكون قيمة احتمال النموذج كاملة هي كما في المعادلة ادناه

$$L = \sum_{i=1}^{4} \ln \left[\frac{1}{t_i \sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\frac{(\ln t_i - (\beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2}))^2}{\sigma^2}} \right] \ldots\ldots(8)$$

ومن المعادلة (4)تكون نسبة احتمال تاثيرالعامل A هي

$$\text{L R}_A = -2 \ln \frac{L_A}{L} \ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

ثم تحسب قيمة (P value A) كما يلي ويتم رفض او عدم رفض الفرضية وحسب مستوى الدلالة 1% او 5% وكما يلي

$$\text{P value} = 1 - P (\chi^2 < \text{L R}_A) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(9)$$

حيث يتم الاستعانة بجداول كاي سكويرلمعرفة قيمة الاحتمال المقابل الى ($\chi^2 < \text{L R}_A$)

فاذا كانت P value A > 1% , 5% يكون الخيارعدم رفض فرضية العدم القائلة

$$H_0 : \beta_1 = 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(10)$$

أي ان العامل A لا يوثر على حياة المنتج

واذا كانت P value A $< 1\%$, 5% نرفض فرضية العدم القائلة $H_0 : \beta_1 = 0$

وقبول (عدم رفض) الفرضية البديلة القائلة

$$H_1: \beta_1 \neq 0 \quad \text{.....(11)}$$

أي ان العامل A يوثر على حياة المنتج

وبنفس الطريقة يمكن معرفة تاثير العامل الرئيسي B من خلال رفض او عدم رفض الفرضية القائلة

$$H_0 : \beta_2 = 0 \quad \text{.....(12)}$$

$$H_1: \beta_2 \neq 0 \quad \text{.....(13)}$$

2 -3اشتقاق دالة الامكان الاعظم (MLE) للتوزع الطبيعي اللوغارتيمي:

سوف تكون الدالة الاحتمالية للتوزيع $f(t)$ تمثل دالة للوقت ويكون (μ_i) يمثل متوسط الاوقات الى الفشل التي تتبع التوزيع الطبيعي اللوغارتمي (MTTF) ، وسيتم اشتقاق دالة الامكان الاعظم للتوزع الطبيعي اللوغارتيمي كخوارزمية لاستخدامها للبرنامج الذي تم تصميمه بلغة -R - للتطبيق العملي (اذ ان الاختبار للبيانات التي تم الحصول عليها بين انها تتبع التوزيع الطبيعي اللوغارتمي) ، لغرض تقدير معلمات النموذج$(\hat{\beta}_0 , \hat{\beta}_1, \hat{\beta}_2 ،\hat{\sigma})$.

$$f(t) = \frac{1}{t\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-(\ln(t)-\mu)^2 /2\sigma^2} \text{.....(14)}$$

ولان بيانات الحياة كاملة وتتبع التوزيع اللوغارتمي فان دالة الامكانعند جميع المعالجات ith حيث ($i = 1,2,3,4$) يمكن كتابتها كما يلي

$$L = \prod_{i=1}^{4} \left[\frac{1}{t_i \sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln(t_i)-\mu_i}{\sigma}\right)^2} \right] \ldots..(15)$$

نعوض عن (μ_i) والتي تمثل متوسط الاوقات الى الفشل التي تتبع التوزيع الطبيعي اللوغارتمي فتكون الدالة هي كما في المعادلة ادناه

$$L = \prod_{i=1}^{4} \left[\frac{1}{t_i \sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\frac{\left(\ln t_i-(\beta_0+\beta_1 X_{i1}+\beta_2 X_{i2})\right)^2}{\sigma^2}} \right] \ldots\ldots\ldots(16)$$

وعند اخذ اللوغارتم للمعادلة اعلاه ($\ln L$) ينتج

$$= \sum_{i=1}^{4} \ln \left[\frac{1}{t_i \sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\frac{\left(\ln t_i-(\beta_0+\beta_1 X_{i1}+\beta_2 X_{i2})\right)^2}{\sigma^2}} \right] \ldots\ldots(17)$$

$$= \ln\left[\frac{1}{t_1 t_2 t_3 t_4 \left(\sigma\sqrt{2\pi}\right)^4}\right] +$$

$$\left[\frac{-1}{2}\sum_{I=1}^{4}\left(\frac{\ln(t_i)-(\beta_0+\beta_1 X_{i1}+\beta_2 X_{i2})}{\sigma}\right)^2\right] \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(18)$$

$$= -[\ln(t_1 t_2 t_3 t_4) + 4\ln(\sigma) + 2\ln(2\pi)] +$$

$$\left[\frac{-1}{2}\sum_{I=1}^{4}\left(\frac{\ln(t_i)-(\beta_0+\beta_1 X_{i1}+\beta_2 X_{i2})}{\sigma}\right)^2\right] \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(19)$$

وللحصول على تقدير لكل من المقدرات ($\hat{\sigma}$ ،$\hat{\beta}_0$, $\hat{\beta}_1$, $\hat{\beta}_2$)وبعدالاشتقاق الجزئي لهذة المعلمات لدالة الامكان اللوغارتمية نحصل على

$$\frac{\partial \wedge}{\partial \sigma} = -\frac{4}{\sigma} + \frac{1}{(\sigma)^3}\sum_{i=1}^{4}[\ln(t_i) - (\beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2})]^2 \ldots.(20)$$

$$\frac{\partial \wedge}{\partial \beta_0} = \frac{1}{(\sigma)^2}\sum_{i=1}^{4}[\ln(t_i) - (\beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2})] \quad \ldots\ldots.(21)$$

$$\frac{\partial \wedge}{\partial \beta_1} = \frac{1}{(\sigma)^2}\sum_{i=1}^{4} X_{i1}[\ln(t_i) - (\beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2})] \ldots(22)$$

$$\frac{\partial \wedge}{\partial \beta_2} = \frac{1}{(\sigma)^2}\sum_{i=1}^{4} X_{i2}[\ln(t_i) - (\beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2})] \ldots..(23)$$

ثم يتم ومساواة هذة المشتقات بالصفر نحصل على

$$\hat{\beta}_0 = \frac{1}{4}(\ln t_1 + \ln t_2 + \ln t_3 + \ln t_4) \qquad \ldots\ldots.(24)$$

$$\hat{\beta}_1 = \frac{1}{4}(-\ln t_1 + \ln t_2 - \ln t_3 + \ln t_4) \qquad \text{.....(25)}$$

$$\hat{\beta}_2 = \frac{1}{4}(-\ln t_1 - \ln t_2 + \ln t_3 + \ln t_4) \qquad \text{.....(26)}$$

$$\hat{\sigma} = \frac{1}{2}\sqrt{\sum_{i=1}^{4}[\ln(t_i) - (\beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2})]^2} \qquad \text{.....(27)}$$

3-الجانب التطبيقي :

اخذت البيانات الحقيقية من سجلات معمل اطارات بابل في محافظة النجف الاشرف ونظرا لتوقف المعمل حاليا عن الانتاج فقد تم الاستعانةبسجلات سنة (2012-2013) حيث يتم فحص نوعيين من الاطار من خلال تعريضه لسرع مختلفةحيث يم تغيير السرعة كل (10) دقائق ولمدة ساعة مع بقاء الضغط ثابت 85% ويسجل وقت الفشل (انفجار الاطار) في أي دقيقة ، ثم يعرض اطارمن نوع اخر (مشاهدة اخرى) لسرع مختلفة لمدة ساعة مع بقاء الضغط ثابت 85% ويسجل وقت الفشل (انفجار الاطار) في أي دقيقة ، أي ان بياناتوقت الحياة المسجلة لنوعين من الاطارات بعد تعرضها لسرع مختلفة، وقد اخذت العينة بعدد (51) مشاهدة كما مبين في الجدول رقم (1)ادناه .

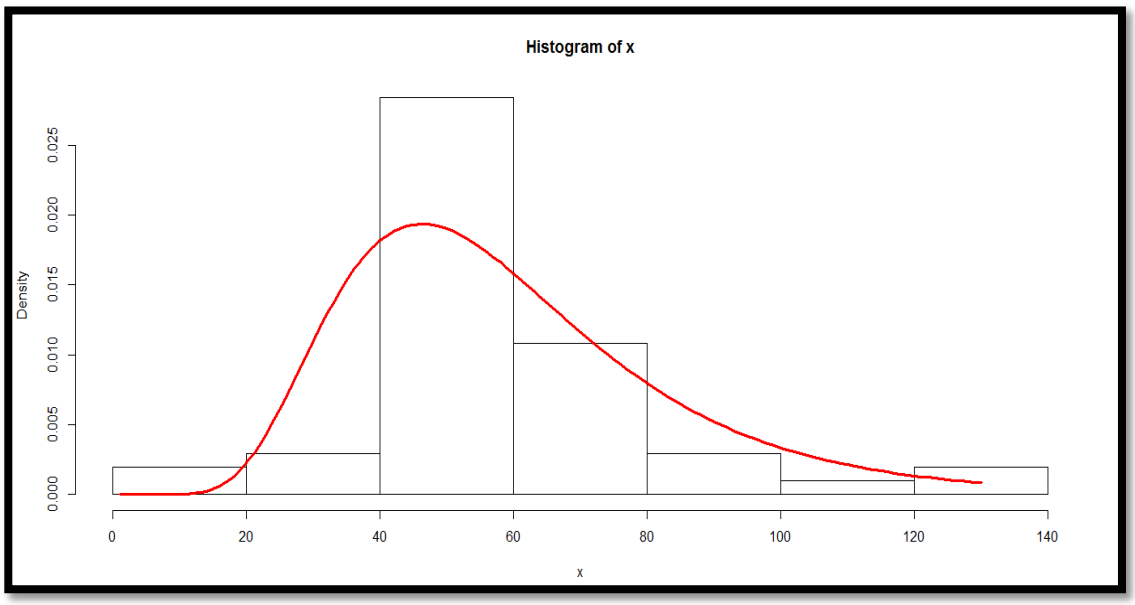
الجدولرقم (1)يمثل اوقات الفشل لنوعين من الاطار (محلي ومستورد) مقاسة بالدقيقة

ت	وقت فشل الاطارالمحلي بالدقيقة	وقت فشل الاطار المحلي بالدقيقة	وقت فشل الاطارالمستورد بالدقيقة	وقت فشل الاطارالمستورد بالدقيقة
1	32	45	46	60
2	52	35	62	60
3	59	45	61	60
4	52	45	70	60

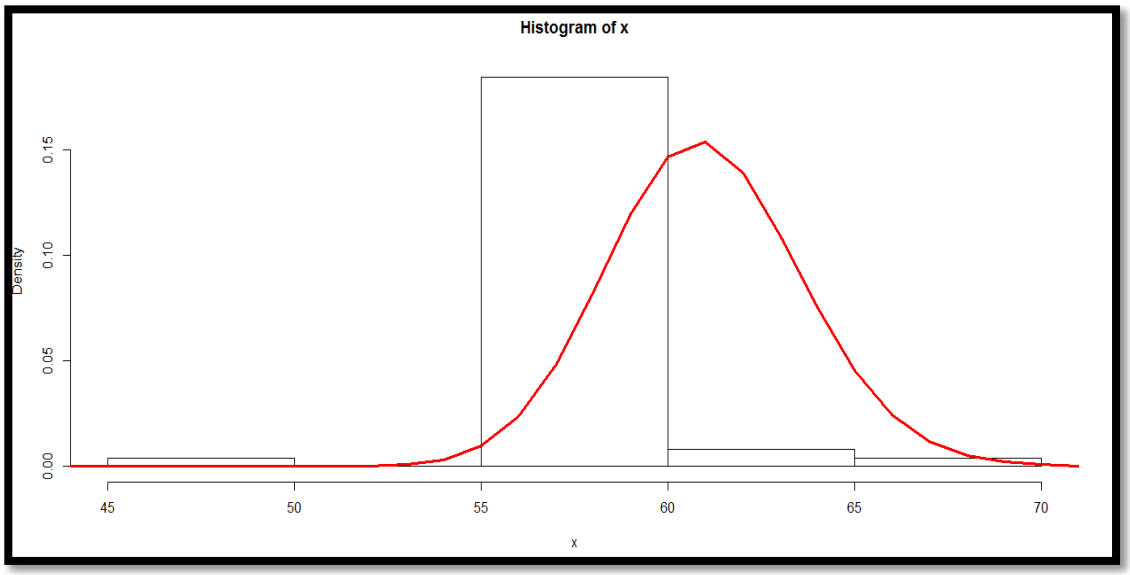
60	**60**	**42**	**42**	**5**
60	**60**	**65**	**53**	**6**
60	**60**	**35**	**51**	**7**
60	**60**	**60**	**51**	**8**
60	**60**	**60**	**55**	**9**
60	**60**	**44**	**57**	**10**
60	**60**	**101**	**65**	**11**
60	**60**	**122**	**67**	**12**
60	**60**	**129**	**63**	**13**
60	**60**	**80**	**44**	**14**
60	**60**	**88**	**55**	**15**
60	**60**	**70**	**55**	**16**
60	**60**	**82**	**12**	**17**
60	**60**	**61**	**45**	**18**
60	**60**	**68**	**53**	**19**
60	**60**	**89**	**59**	**20**
60	**60**	**61**	**55**	**21**
60	**60**	**11**	**62**	**22**
60	**60**	**41**	**53**	**23**
60	**60**	**50**	**56**	**24**
60	**60**	**61**	**58**	**25**
60		**60**		**26**

3 -1اختبارتوزيع البيانات

لمعرفة توزيع البيانات التي تم الحصول حيث تم اختبار هذة البيانات من خلال تصميم برنامج لهذا الغرض اعتمادا على التوزيع التكراري والتوزيع الاحتماليوباستخدام برنامج بلغة (R) ، وبعد الاختبارتبين ان توزيع هذه البيانات هو التوزيع الطبيعي اللوغارتمي وكما موضح في الشكل ادناة.



شكل(2) رسم الدالة لبيانات اوقات الفشل للاطار المحليالذي تعرضلسرع مختلفة



شكل(3) رسم الدالة لبيانات اوقات الفشل للاطار المستورد الذي تعرضلسرع مختلفة

3 -2فرز البيانات

سوف نرمز لعامل السرعة الذي سلط على الاطار من النوع الاول **(محلي) بالرمز (A)** وتفرز الاطارات التي تم اختبارها لمستويين من السرعة سرعة عالية (high level) وسرعة منخفضة (Low level) ،

ونرمز لعامل السرعة الذي سلط على الاطار من النوع الثاني **(مستورد) بالرمز (B)** وتفرز الاطارات التي تم اختبارها لمستويين من السرعة سرعة عالية (high level) وسرعة منخفضة (Low level) ،

وسيتم فرز البيانات حسب تاثيرعامل السرعة ومستوى العامل وكما يلي

فعندما تكون السرعة المسلطة على الاطار 180 كم/ساعة فما فوق (سوف يكون فشل الاطار في الدقيقة 50 فما فوق) وهو المستوى المرتفع او العالي

وعندما تكون السرعة المسلطة على الاطاردون 180 كم/ساعة (سوف يكون فشل الاطار في الدقيقة 49 فما دونوهو المستوى المنخفض او الواطي)

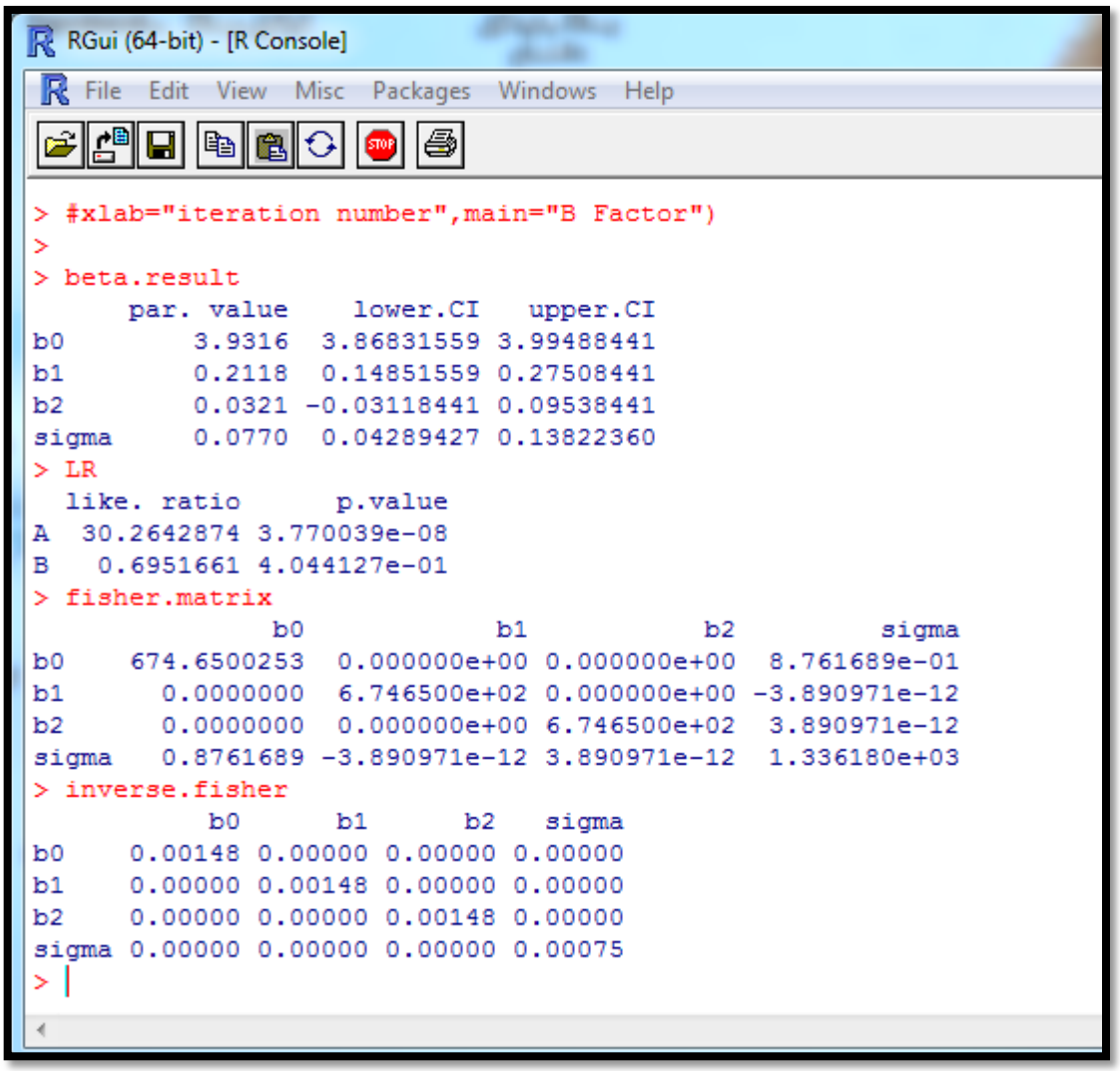
وكما مبين في الجدول رقم (2) فالبيانات الآتية تمثل اوقات الفشل لعاملين (A،B) مقاسة بالدقيقةبعد فرزهما لمستويين من السرعة العالي والمنخفض

الجدول (2) يوضح بيانات اوقات الفشل للعاملين (A،B) بعد فرزهما لمستويين من السرعة العالي والمنخفض

ت	وقت فشل الاطار المحلي بالدقيقة(لعامل السرعة A) المستوى المنخفض	وقت فشل الاطار المحلي بالدقيقة(لعامل السرعة A) المستوى المرتفع			وقت فشل الاطار المستورد بالدقيقة (لعامل السرعة B) المستوى المرتفع			وقت فشل الاطار المستورد بالدقيقة(لعامل السرعة B) المستوى المنخفض
1	32	65	52	61	62	60	60	46
2	44	60	59	50	61	60	60	
3	12	60	52	61	70	60	60	
4	45	101	53	60	60	60	60	
5	45	122	51	53	60	60	60	
6	35	129	51	59	60	60	60	
7	45	80	55	55	60	60	60	
8	45	88	57	62	60	60	60	
9	42	70	65	53	60	60	60	
10	35	82	67	56	60	60	60	
11	44	61	63	58	60	60	60	
12	11	68	55	89	60	60	60	
13	41		55		60	60	60	
14	42				60	60	60	
15					60	60	60	
16					60	60	60	
17						60	60	

3 -3تحليل نتائج

بعد ادخال هذة البيانات في البرنامج الذي تم تصميمه لهذا الغرض كانت النتائج التي تم الحصول عليها في الشكلرقم(4)ادناه وعند مستوى معنوية 5%



شكل رقم (4)يظهر نافذة نتائج البيانات للتطبيق العملي عند مستوى معنوية 5%

ويتضح ان قيم المعلمات المقدرة للنموذج الموضح في المعادلة (3) ادناه والتي تمثل متوسط الاوقات الى الفشل والتي تتبع التوزيع الطبيعي اللوغارتمي (MTTF) .

$$\mu_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} \qquad \text{.....(3)}$$

حيث كانت القيمة المقدرة للمعلمة (β_0) هي

$$b_0 = (3.9316)$$

وبحدود ثقة مساوية الى (L= 3.86831559) (U = 3.99488441) للحدود الدنيا والعليا على التوالي

بينما بلغت القيمة المقدرة للمعلمة (β_1) هي

$$b_1 = (0.2118)$$

وبحدود ثقة مساوية الى (L= 0.14851559) (U = 0.27508441) للحدود الدنيا والعليا على التوالي

وبلغت القيمة المقدرة للمعلمة (β_2) هي

$$b_2 = (0.0321)$$

وبحدود ثقة مساوية الى (L= -0.03118441) (U = 0.09538441) للحدود الدنيا والعليا على التوالي

اضافة الى ذلك فقد تم تقدير الانحراف المعياري سكما (σ) للتوزيع اعتمادا على البيانات الحقيقية والتي كانت مساوية الى

σ(=0.077)

وبحدود ثقة مساوية الى (L= 0.04289427) (U = 0.13822360) للحدود الدنيا والعليا على التوالي

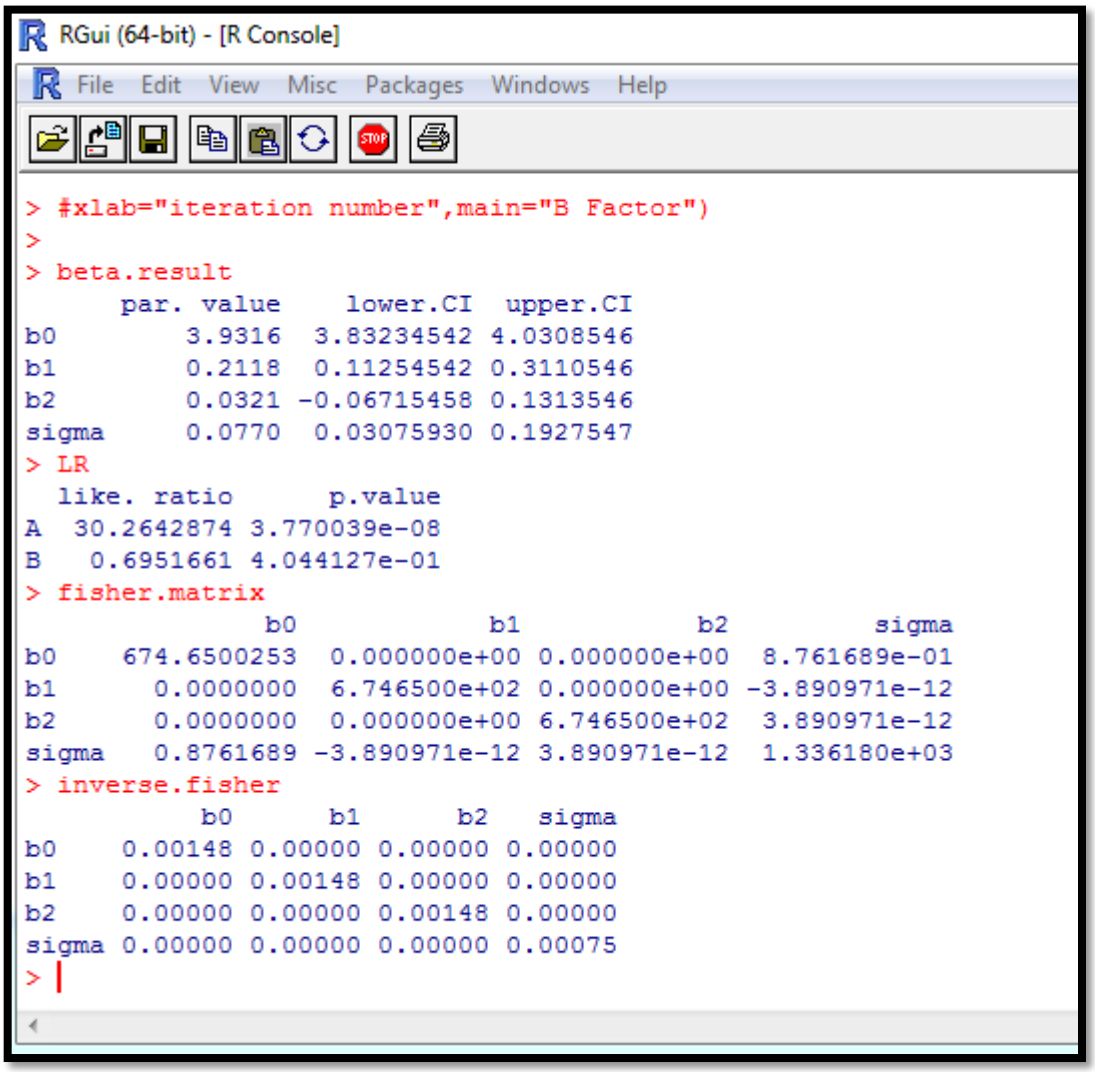
اما اختبار نسبة الامكان للعامل الرئيسي A بلغت (30.2642874) وان (P valueA = 3.770039e-08)

هذا يعني ان هناك دلالة احصائية للعامل (A) عند مستوى معنوية (5%)

واناختبارنسبة الامكان للعامل الرئيسيB بلغت (0.6951661) وان(P valueB = 4.044127 e-01)

هذا يعني انه ليست هناك دلالة احصائية لهذة النسبة عند مستوى (5%)

والشكل (5) يظهر النتائج التي تم الحصول عليها عندماتم تغيير مستوى المعنوية 1%



شكل رقم (5)يظهر نافذة نتائج البيانات للتطبيق العملي عند مستوى معنوية1%

4 - الاستنتاجات والتوصيات

4-1الاستنتاجات :

1- عامل السرعة المسلط على الاطار المحلي له تأثير كبير جدا على حياة المنتج (عمر الاطار) وبمستوى معنوية 5%(وثقتنا 95% بهذا الكلام) عندما تكون قيمة المعلمة β_1 تتراوح بين حدود (L= 0.14851559) و(U = 0.27508441) ، وايضا له تأثير كبير جدا على حياة المنتج (عمر الاطار) وبمستوى معنوية 1% (وثقتنا 99% بهذا الكلام) عندما تكون قيمة المعلمة β_1 تتراوح بين حدود (L= 0.11254542) (U = 0.3110546).

2 - عامل السرعة المسلط على الاطار المستورد ليس له تأثير على حياة المنتج (عمر الاطار) وبمستوى معنوية 5% (وثقتنا 95% بهذا الكلام) عندما تكون قيمة المعلمة β_2 تتراوح بين حدود (L= -0.03118441) و(U = 0.09538441) وايضا ليس له تأثير على حياة المنتج (عمر الاطار) وبمستوى معنوية 1% (وثقتنا 99% بهذا الكلام) عندما تكون قيمة المعلمة β_2 تتراوح بين حدود (L= -0.06715458) و(U = 0.1313546) .

4 - 2التوصيات

من خلال ماتم عرضه في الجانب النظري والجانبالتطبيقي يوصي الباحث بما يأتي:

1-نوصي الشركات المهتمة في هذه المواضيع بتسجيل كل البيانات الخاصة بأوقات الاشتغال لحين الفشل لمنتوجاتها كافة ولاسيما وإن خزن وتدوين بياناتها أصبح يسيراً جدا بسبب التطور السريع في الحاسبات الالكترونية ، إذ ان هذا التوثيق مهم جدا ليكون قاعدة بيانات للباحثين والدارسين.

2-تطوير واشتقاق طرائق تقدير المعلمات لتوزيعات المعولية الأخرى مع تقنية تصميم التجارب في حالة البيانات الكاملة والمبتورة لأوقات الفشل اذ ان البيانات الخاصة بأوقات الفشل غالباً ما تحتوي على مشاهدات مفقودة مما يؤدي الى عدم إمكانية استخدام الطرائق الاعتيادية في التقدير.

3- هناك برامج التي تصدرها مؤسسات تجارية وبحثية تتجاوز جميع مشاكل التعشيق بين المعولية وتصميم التجارب يمكن الاستفادة منها .

4- يقترح الباحث الاستفادة من البرامج الاحصائية المتميزة مثل (-R-SAS-) وغيرها لتتجاوز المشاكل التي تنتج من دمج المعولية مع تصميم التجارب للاستفادة من تقنيات التصميم .

REFERENCES

[1] C. F. Jeff Wu & Michael Hamada, (2000) , "Experiments Planning, Analysis, And Parameter Design Optimization",a Wiley-Interscience Publication John Wiley & Sons, inc.New York.

[2]http://blog.minitab.com/blog/design-of-experiments-2.

[3]http://www.bisrg.uwaterloo.ca/archive/RR-94-06.pdf .

[4]http://www.isixsigma.com/tools-templates/design-of- experiments-doe/design experiments-%E2%90%93-primer .

[5]http://www.reliasoft.com ,online Reference Book Posted on Reliawiki.org ,""Experiment Design & Analysis Reference", Tucson, Arizona 85710-6703, Usa February 11, 2014 .

[6]http://www.reliasoft.com/doe/index.htm .

[7]http://www.reliasoft.com/pubs/2012_RAMS_design_of_experiments and_data_analysis.pdf .

[8]http://www.reliasoft.com/pubs/doe_training.pdf.

[9]Lioyd w. Condra,(1993) ,"*Reliability Improvement WithDesign of Experiments* ",New York: Marcel Dekker.

[10]M. Lindsley, Reliability task effectiveness survey report, University of Washington unpublished research, 1992.

[11]Paris, A., S. ,Amza, Gh., Babis, C., Nitoi, d.– statistical analysis of some experimental test results, 5th symposyum "durability and reliability of mechanical sistems" univ c. brancusi, mai 2012, fiability and durability, no. 1(9)/2012, ed. acad., tg. jiu, p.224-230 .