

مقارنة طرائق تقدير المعلمات والمعولية لانماذج الاختبارات المعجلة والنمو لبيانات المراقبة من النوع الثاني مع تطبيق عملي

م. ورود باسم نور بهية

أ.م. انتصار عريبي فدعم الدوري
جامعة بغداد- كلية الادارة والاقتصاد
قسم الاقتصاد

الخلاصة

نظراً لأهمية المعولية في التطبيقات الصناعية والهندسية فقد ظهرت الحاجة لاختبارات المعولية والتي هي سلسلة من الاختبارات والكشف عن العوامل التي تظهر خلال الاختبار لمعرفة مدى ملائمة الانتاج للمواصفات لغرض الحصول على الجودة لهذا ظهرت الحاجة لبحث اختبار لبيانات المراقبة من النوع الثاني وللتوزيع الاسي بمعلمة واحدة والاختبار الذي تناوله البحث هي (اختبار نمو المعولية) حيث تم تقدير المعلمات والمعولية لانماذج الاختبار التي هي ثلاثة منحنيات منحني النمو المثالي اذ تم تقديره بطريقة الامكان الاعظم و منحني النمو دايئي تم تقديره بطريقة المربعات الصغرى، واخذت البيانات من مصنع الرشيد (قسم الصابون) . و منحني النمو الاسي تم حسابه عن طريق القيود والوصول الى الحل الامثل باستخدام اسلوب المحاكاة .

واخضعت لاختبارات حسن المطابقة ومن ثم تطبيق اختبار النمو للمعولية وتضمن البحث اهم الاستنتاجات التي تم التوصل اليها والتوصيات التي يقترحها البحث وكذلك احتوى البحث على الملاحق للبرامجيات المعدة من قبل الباحث .

Abstract

Reliability has an important role in both the industrial and engineering applications. So the need for Reliability Tests appeared are series of tests a discover out of factors that appear through the test, knowledge limit of fit a specifics production addition for getting on goodness of production.

Therefore, the need for research to test for censor data from (Type II) for exponential distribution with one parameter and that test it's (Reliability Growth) includes three curves are Idealized Growth curve estimation parameters and reliability with maximum likelihood method, Duane Growth curve takes estimation parameters and reliability with least squares method, Exponential Reliability Growth Curve take estimation parameters and reliability by means of constraints for finding an optimal solution.

Finally, contains the more important findings and recommendations as well as the future visions which the research included. Also the research contains computer programs prepared by the researcher as well as another especial attaches.

البحث مستل من رسالة ماجستير



من النوع الثاني مع تطبيق عملي

المقدمة وهدف البحث

بعد الانتشار الواسع للصناعة في القرن الماضي ولاهية المعدة في هذا المجال ازداد الاهتمام بدراسة المعولية واختباراتها وكانت البحوث مقتصرة على السيطرة النوعية، ولم تشخص المعولية حينها وبعد الحرب العالمية الثانية ونتيجة لزيادة انتاج المعدات الحربية المعقدة اصبح لحقل المعولية واختباراتها كيان مستقل ولاهتمام الشركات المنتجة للاجهزة وتجنب ضياع الوقت والتكاليف وتقديم افضل الخدمات وتحقيق ارباح عالية وتطورت دراسة المعولية بالاضافة الى اختبارات المعولية .

ومن اختبارات المعولية هو اختبار النمو الذي يظهر لنا اهداف المعولية والمقارنة بين تقديرات المعلمة والمعولية بداية الاختبار ونهاية الاختبار لنموذجي دايني والمثالي وليبيانات المراقبة من النوع الثاني (Censored Type II) باستخدام التوزيع الاسي بمعلمة واحدة وهو حالة خاصة من توزيع كاما وتوزيع ويبل اذ يعتبر الاخير من انماذج الفشل الشائعة والتي يتسم بسهولة الحساب.

وان مشكلة عطل الآلات خط الانتاج تؤدي بالخسارة للمصنع او الشركة المنسوبة للخط ، بلاضافة الى معرفة الاخطاء او السلبيات والايجابيات التي تحدث اثناء الاختبار وتسمى (معلومات المعولية) حيث يتم اجراء التعديلات على السلبيات وبعد ذلك يستمر الاختبار الى النهاية فيظهر لنا ما يسمى (اهداف المعولية) التي تعطي النتائج بعد التعديل .

اما هدف البحث هو تقدير معلمة القياس للتوزيع الاسي بمعلمة واحدة والتي تمثل متوسط وقت الفشل ($MTTF = \theta$) للكشف على معلومات المعولية (بداية الاختبار) لاتخاذ اللازم من خلال السلبيات التي تظهر اثناء الاختبار واهداف المعولية (نهاية الاختبار) للحصول على جودة الانتاج او تلافي عطل خط الانتاج، ولنموذجي النمو المثالي والنمو دايني اما نموذج النمو الاخر فكان الهدف منه الوصول الى الحل الامثل (افضل اهداف المعولية) للحصول على افضل انتاج واعلى الارباح للشركة او المصنع المنسوب له خط الانتاج.

ان اختبارات المعولية (Reliability Testing) هي سلسلة اختبارات ومنها اختبار النمو الذي يهدف الى معرفة مدى ملائمة الانتاج للمواصفات لغرض الحصول على جودة الانتاج أي الوصول الى (اهداف المعولية). ومن اهم البحوث التي اهتمت بهذا الموضوع نذكر منها: في عام (1988) قام الباحث [العتر] [1] بايجاد العديد من الطرق التي تستخدم في تحليل بيانات النمو وتوفيق منحني له ولكل طريقة حسنتها والدوافع العلمية لاستخدامها . وفي عام (1995) قام الباحثون [Aadp & Sampath ،Michael] [3] بدراسة الامثلية المخصصة من اختبار مصادر لبرنامج (Software) لانموذج نمو المعولية للمركبات استند الى تطور (Software) .

1. الجانب النظري**1-2 التوزيع الاسي Exponential Distribution [2]**

يعتبر من توزيعات الفشل الشائعة في المعولية ودالة الكثافة الاحتمالية هي كما يأتي :

$$f_T(t) = \frac{1}{\theta} \exp\left[-\frac{t}{\theta}\right] I_{(0,\infty)} , \theta > 0 \quad \dots(1-2)$$

حيث θ تسمى معلمة القياس (Scale Paramter)

t : تمثل وقت العطل (الفشل)

فأن دالة التوزيع التجميعي هي :

$$F_T(t) = 1 - \exp\left[-\frac{t}{\theta}\right] , \theta > 0 \quad \dots(2-2)$$

ودالة المعولية :

$$R(t) = \exp\left[-\frac{t}{\theta}\right] , \theta > 0 \quad \dots(3-2)$$



من النوع الثاني مع تطبيق عملي

ودالة المخاطرة :

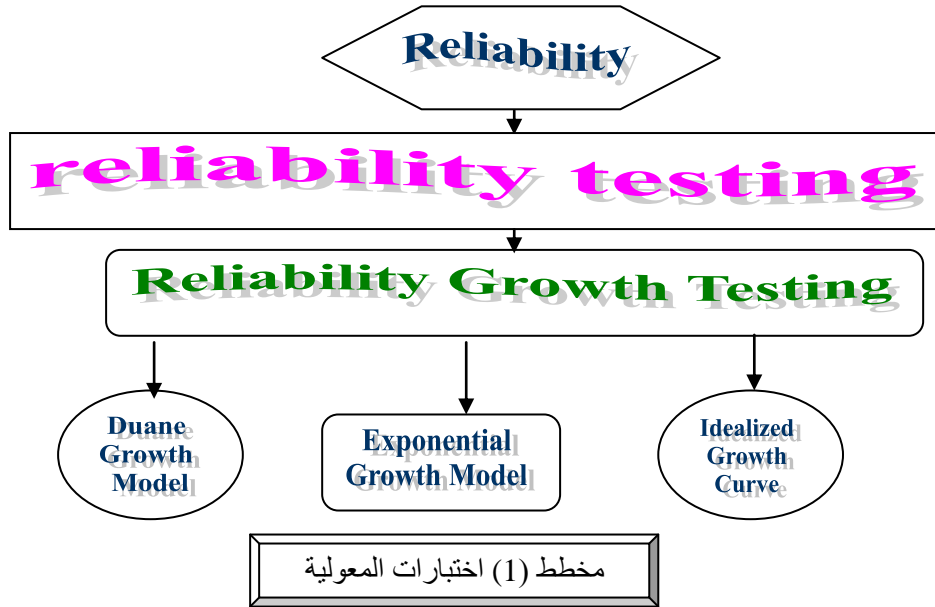
$$\lambda(t) = \frac{1}{\theta}, \theta > 0 \quad \dots(4-2)$$

ومتوسط وقت الفشل :

$$MTTF = E(T) = \theta \quad \dots(5-2)$$

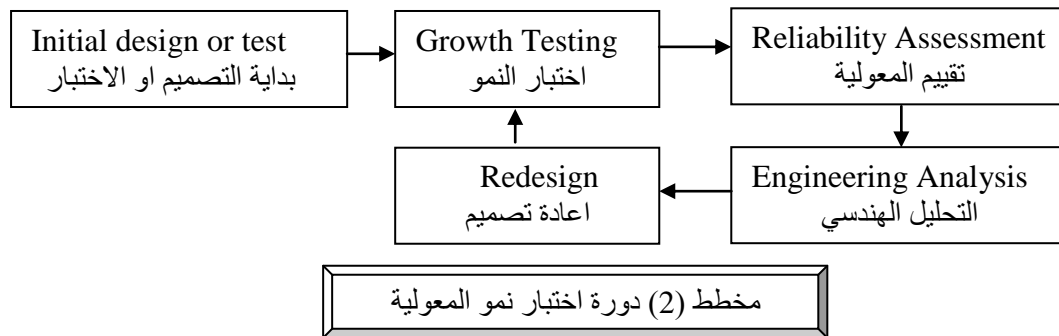
4-2 اختبارات المعولية Reliability Tests

نظراً لتطبيقات المعولية في الحياة اليومية ، كانت هناك حاجة ماسة لأختبار المعولية للحصول على اهداف المعولية التي تكشف لنا جودة الانتاج وعيوب الانتاج ان وجدت في المنتج التي قد يكون سببها عيوب في عمل الماكنة ومن هذه الاختبارات اختبار نمو المعولية [2]. ومنحنى النمو اما يكون متزايد او متناقص حسب النموذج او الطريقة [1]. والاختبار كما في المخطط السهمي الآتي:-



1-4-2 اختبار نمو المعولية Reliability Growth Testing [2]

هو الوقت الاضافي لتحسين المعولية خلال التغيرات في تصميم الانتاج او من خلال نوعية خط الانتاج وتطوراتها ويوضح من اختبار- تثبيت - اختبار - تثبيت كما في الشكل :





من النوع الثاني مع تطبيق عملي

الاختبارات المعولية والتقييمات وصلت الى أنماذج مصممة بينما ، اهداف المعولية كونت نقطة تقابل او تلاقي معها. حيث عند التثبيت يجري التحليل الهندسي في الانتاج لمعالجة حالات الفشل واعادة تصميمها لتصحيح عيوب التصنيع، اما التحليل الهندسي لخط انتاج معين فيقدم بدراسة تأثيرات الماكنة نتيجة التفاعل الكميائي للانتاج الذي يؤدي الى اسباب عديدة للفشل كارتفاع درجة الحرارة وغيرها فضلا عن دراسة نوع خط الانتاج الذي يوصلنا الى اعلى جودة للانتاج . ولم تقتصر الاختبارات على المكانن والانتاج فقط بل قاد التطور الى برامج الحاسوب (Software) لمعالجة مشاكل الامتلية وعيوب البرنامج .

2-4-2 منحى النمو المثالي Idealized Growth Curve [2]

ان نمو المعولية يظهر من خلال الاختبارات المستمرة والتقييم واعادة تصميم التفاعل للانتاج كما موضح في مخطط (2) اعلاه فمثلا لمادة الصابون التي تمت عليها الدراسة تمر باختباريين الاول (بداية الاختبار) عند اخذ عينة من الانتاج تظهر نسب المواد التي تم اضافتها والتأثيرات التي تولدت نتيجة التفاعل الكميائي او نتيجة سوء استخدام الماكنة او عطل الماكنة، بعد نتائج التحليل للاختبار يتم اجراء التعديلات للماكنة او للانتاج ويستمر العمل ويدعى (تثبيت دورة الاختبار). اما الاختبار الثاني (عنه اخرى) فيظهر لنا النتائج النهائية للانتاج بعد التعديلات التي اجريت في الاختبار الاول وقد نحتاج الى تعديل اخر او لانتاج وهذا ما يسمى بنمو أي التطورات التي اجريت خلال فترة الاختبار ، وهو من اكثر الاختبارات التي تؤدي الى اكبر تحسين للمعولية والنمو. ويمكن برسم بيانات وقت الاختبار ونتائج وقت الاختبار اساس بناء العديد من أنماذج المعولية . وهناك تحسين جديد التصميم كما في كتاب [Military] (1981) [Reliability Growth Management] عبر رياضياً عن منحى النمو المثالي كما يأتي :

$$\theta_{cu}(t) = \begin{cases} \theta_{cul} & 0 < t \leq t_1 \\ \frac{\theta_{cul}}{1-\alpha} \left(\frac{t}{t_1} \right)^{\alpha_g} & t > t_1 \end{cases} \quad \dots(7-2)$$

حيث إن $\theta_{cu}(t)$ = تمثل متوسط وقت الفشل θ في وقت الاختبار المتراكم t .
 θ_{cu1} = متوسط وقت الفشل θ في دورة الاختبار الاولى.
 t_1 = طول دورة الاختبار الاولى في وقت الاختبار المتراكم.
 t = وقت الاختبار المتراكم.
 α_g = معلمة النمو.
 $\theta = \text{MTTF}$ = متوسط وقت الفشل

حيث ان θ_{cu1} تحسب بطريقة تدعى طريقة الامكان الاعظم لبيانات المراقبة وتحتاج الى t_1 من العمليات الحسابية التالية :

نفرض ان وقت العطل = tc

$$\left. \begin{aligned} tc_1(\text{start}) &= c_1 \\ c_1 + (\text{start} - 1)(tc_1 - tc_2) &= c_2 \\ &: \\ c_r + (\text{start} - r)(\text{end} - tc_r) &= t_1 \end{aligned} \right\} \dots (8-2)$$

start : وقت بداية خطة الاختبار.
end : وقت نهاية خطة الاختبار .

$$\theta_{cul} = \frac{t_1}{r} \quad \dots (9-2)$$



من النوع الثاني مع تطبيق عملي

خلال اي دورة اختبار، هناك متوسط وقت الفشل بداية الاختبار (t) θ_{cu} ومتوسط وقت الفشل نهاية الاختبار ويمر له (θ_m) الذي يكشف مدى التحسن بعد التعديلات التي جرت خلال الاختبار ويحسب θ_m بالصيغة الآتية :

$$\theta_m = \frac{t_i - t_{i-1}}{r(t_i) - r(t_{i-1})} \quad \dots (10-2)$$

حيث t_i = وقت الاختبار المتراكم في نهاية (i) من دورات الاختبار.
 $r(t_i)$ = تراكم عدد حالات الفشل (العطل) بعد (i) من دورات الاختبار.
 لنفترض ان معدل المخاطرة $[\lambda_i = 1/\theta_m]$ هو ثابت للدورة (i) حيث $i=1, \dots, r$.
 وان القيمة التقريبية لمعلمة النمو فتحسب بالصيغة الآتية :

$$\alpha_g = -\ln\left(\frac{T}{t_1}\right) - 1 + \left[1 + \ln\left(\frac{T}{t_1}\right) \right]^2 + 2\ln\left(\frac{\theta_f}{\theta_{cul}}\right)^{0.5} \quad \dots (11-2)$$

حيث إن θ_f = يمثل نهاية الهدف θ ثابتته والحد الذي تتوقف عنده θ_m .
 T = يمثل وقت الاختبار المتراكم.
 اما لغرض التعبير عن $r(t_i)$ لتكن :

$$r(t_i) - r(t_1) = \lambda(t_i - t_1)$$

حيث λ هي معدل تقدير المخاطرة في الفترة (t, t_1) :

$$\lambda = \frac{1}{t - t_1} \int_{t_1}^t \frac{1}{\theta(t')} dt' = \frac{1}{t - t_1} \int_{t_1}^t \frac{1 - \alpha_g}{\theta_{cul}} \left(\frac{t'}{t_1}\right)^{-\alpha_g} dt' \quad \dots (12-2)$$

$$r(t) = \frac{t_1}{\theta_{cul}} \left[\frac{t}{t_1} \right]^{1-\alpha_g} = \lambda_1 t_1 \left(\frac{t}{t_1}\right)^{1-\alpha_g} \quad \dots (13-2)$$

$$r(t_1) = \frac{t_1}{\theta_{cul}} \quad \text{علماً ان}$$

ودالة المعدلية المتراكمة في بداية الاختبار R_{cu} تحسب كما يأتي :

$$R_{cu}(t) = \exp\left[\frac{-t}{\theta_{cu}}\right] \quad \dots (14-2)$$

ودالة المعدلية المتراكمة في نهاية الاختبار R_m تحسب كما يأتي :

$$R_m(t) = \exp\left[\frac{-t}{\theta_m}\right] \quad \dots (15-2)$$

3-4-2 أنموذج نمو دايني [2] Duane Growth Model

ان انموذج نمو دايني [Duane (1964)] هو الانموذج اكثر استخداماً وتطوراً خلال فترة النمو ووقت الاختبار. هذا الانموذج يفترض محاولات الفشل اسية (بافتراض نسبة الفشل ثابتة) والتعبير عنه رياضياً كما يأتي :

$$\ln\left[\frac{T}{r(T)}\right] = a + b \ln T \quad \dots (16-2)$$

$$\theta_c = \frac{T}{r(T)} = \exp[a + b \ln T] = \exp(a) T^b = k T^b \quad \dots (17-2)$$



من النوع الثاني مع تطبيق عملي

T = وقت اختبار كلي متراكم على كل أنموذج.

$r(T)$ = حالات الفشل المتراكمة خلال الوقت T .

$$\theta = \text{معدل فشل متراكم} = \left(\frac{r(T)}{T} \right), \text{ متوسط وقت الفشل المتراكم } \theta$$

θ_c = متوسط وقت الفشل المتراكم بداية الاختبار.

b = هو معدل النمو او الانحدار بالمقارنة مع الصيغة العامه لخط المستقيم $y=mx+a$.

a = المقطع الصادي.

أنموذج معدلات النمو الممييزة لـ (b) تكون ضمن المجال 0.3 الى 0.6 [2] ومن المعادلة (17-2):

$$r(T) = \frac{1}{k} T^{1-b} \quad \dots(18-2)$$

$$\frac{\partial r(T)}{\partial T} = \lambda(T) = \frac{1-b}{k} T^{-b} \quad \dots(19-2)$$

وبفرض ان معدل الفشل ثابتاً، فإن اختبار النموذج (MTTF) كما في:

$$\theta_e = \frac{KT^b}{1-b} = \frac{\theta_c}{1-b} \quad \dots (20-2)$$

حيث إن θ_e = متوسط وقت الفشل نهاية الاختبار .

وان دالة المعولية المتراكمة نهاية الاختبار هي :

$$R_c = \exp\left[\frac{-t}{\theta_c}\right] \quad \dots (21-2)$$

وان دالة المعولية لمنحنى دايني في اختبار نمو المعولية لنهاية الاختبار هي :

$$R_e(t) = \exp\left[\frac{-t}{\theta_e}\right] \quad \dots (22-2)$$

حيث إن k تحسب من $k = \exp(\hat{a})$ اما b, a = فتقدر بطريقة المربعات الصغرى كما يأتي:

$$\hat{b} = \frac{\sum_{i=1}^r x_i y_i - \bar{x} \sum_{i=1}^r y_i}{\sum_{i=1}^r x_i^2 - r \bar{x}^2} \quad \dots (23-2)$$

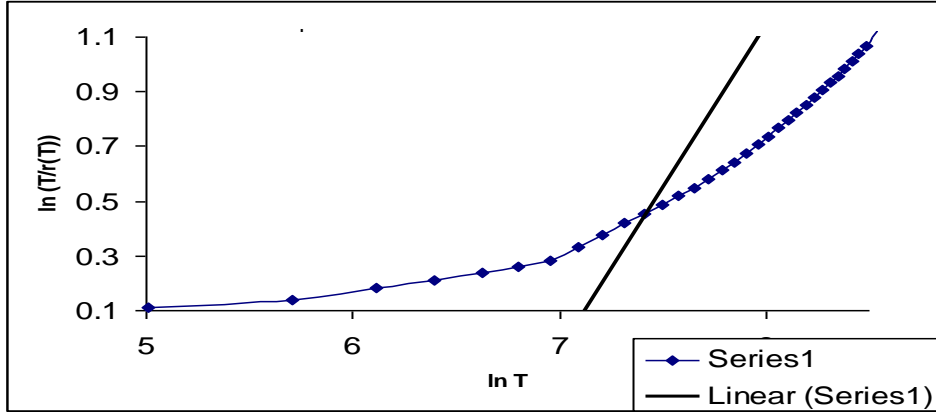
$$\hat{a} = \bar{y} - \hat{b} \bar{x} \quad \dots (24-2)$$

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^r x_i}{r}, \quad \bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^r y_i}{r}, \quad x_i = \ln t_i, \quad y_i = \ln \left[\frac{t_i}{r(t_i)} \right] \quad \dots(25-2)$$



من النوع الثاني مع تطبيق عملي

حيث إن y_i, x_i هي قيم المتغيرين العشوائيين y, x .
ولرسم منحنى الانموذج حيث $y = \ln \left[\frac{T}{r(T)} \right]$ ويمثل المحور الصادي ويقابل $x = \ln T$ ويمثل المحور السيني
بأتماد على البيانات الحقيقية المستحصلة وكما موضح في شكل (3).



أما معامل التحديد R^2 (Coefficient of Determination) الذي يظهر لنا جودة النموذج للبيانات قيد الدراسة وبجذره يسمى (index of fit) rr وتقع قيمته بين $rr(1,0)$ وان كلا من x, y متغيرين عشوائيين حيث ان rr تحسب كما يأتي :

$$R^2 = \frac{b^2 \sum (x_i - \bar{x})^2}{\sum (y_i - \bar{y})^2} \Rightarrow \text{index of fit} = rr = \sqrt{\frac{b^2 \sum (x_i - \bar{x})^2}{\sum (y_i - \bar{y})^2}} \quad \dots (26-2)$$

4-4-2 أنموذج نمو المعدلية الاسي [3] Exponential Reliability growth model

ويعتمد على قيدين للوصول الى الحل الامثل (Optimal Solution) وهو الحل المقبول (الذي يحقق القيد) فضلا عن ذلك يجعل القيد في نهايته الصغرى. ومعدل الفشل (λ_j للمركب j) ووقت الاختبار t_j المستغرق يحسب من خلال المعادلة الآتية :

$$\lambda_j = \lambda_{j0} \exp[-u_j t_j] \quad \dots (27-2)$$

λ_{j0} = معدل الفشل الاولي في الوقت (0) ، u_j معلمة التلف.

وسنوضح المشاكل المترتبة في التطبيق (من خلال قيدين لهذا النموذج) كالآتي :

1-4-4-2 قيد معدل الفشل الثابت [3] Fixed Failure Rate Constraint

مشكلة قيد معدل الفشل الثابت يمكن ان يصاغ في تطبيق وحيد في مجال البيئية (البرمجة الخطية) ،
نفرض ان منحنيات نمو المعدلية الاسي تطبق كما يأتي :

$$\text{Minimize } tp = \sum \frac{1}{u_j} \ln \left(\frac{\lambda_{j0}}{\lambda_j} \right)$$



من النوع الثاني مع تطبيق عملي

يخضع الى القيد الآتي :

$$\lambda_{p1} + \lambda_{p2} + \dots + \lambda_r \leq \delta \quad \dots (28-2)$$

نستخدم طريقة لاكرانج للوصول الى الحل المثالي الذي يجعل القيد في نهاية الصغرى :

$$F(\lambda_{p1}, \lambda_{p2}, \dots, \lambda_{pr}) = t_p + \varphi [(\lambda_{p1} + \lambda_{p2} + \dots + \lambda_{pr}) - \delta] \quad \dots (29-2)$$

حيث φ مضاعف لاكرانج، وللحصول على معدلات الفشل كما يأتي :

$$\lambda_{p1} = \frac{\delta}{1 + \left(\frac{u_1}{u_2}\right) + \dots + \left(\frac{u_1}{u_r}\right)}$$

$$\lambda_{p2} = \left(\frac{u_1}{u_2}\right) \lambda_{p1}$$

... (30-2)

:

$$\lambda_{pr} = \left(\frac{u_1}{u_r}\right) \lambda_{p1}$$

وأوقات الاختبار [$t_{pr}, \dots, t_{p2}, t_{p1}$] تحسب باستخدام معدلات الفشل اعلاة وكما يأتي :

$$t_{p1} = \left(\frac{1}{u_1}\right) \ln\left(\frac{\lambda_{10}}{\lambda_{p1}}\right)$$

$$t_{p2} = \left(\frac{1}{u_2}\right) \ln\left(\frac{\lambda_{20}}{\lambda_{p1}}\right)$$

:

$$t_{pr} = \left(\frac{1}{u_r}\right) \ln\left(\frac{\lambda_{r0}}{\lambda_{p1}}\right)$$

... (31-2)

ويجب أن لا تكون ($\lambda_{10} \leq \lambda_{p1}$) للحصول على حلول مثلى تتبع استراتيجية صحيحة .

وان معلمة أو متوسط وقت الفشل للقيد θ_p يحسب كما يأتي :

$$\theta_p = \frac{1}{\lambda_{pi}} \quad i = 1, 2, \dots, r \quad \dots (32-2)$$

ودالة المعولية للقيد R_p تحسب كما يأتي :

$$R_p = \exp\left[\frac{-t_{p(i)}}{\theta_p}\right] \quad \dots (33-2)$$

2-4-4-2 ميزانية الاختبار الثابتة [3] Fixed Testing Budget

مشكلة ميزانية الاختبار يمكن ان تصاغ في تطبيق بيئي، نفرض ان منحى نمو المعولية الاسي :

$$\text{Minimize } \lambda_d = \lambda_{d1} + \lambda_{d2} + \dots + \lambda_{dr}$$

يخضع الى القيد الآتي :

$$t_{d1} + t_{d2} + \dots + t_{dr} \leq tt \quad \dots (34-2)$$

نستخدم طريقة لاكرانج للوصول الى الحل المثالي الذي يجعل القيد في نهاية الصغرى كالتالي:

$$F(t_{d1}, t_{d2}, \dots, t_{dr}) = \lambda_d + \varphi [(t_{d1} + t_{d2} + \dots + t_{dr}) - tt] \quad \dots (35-2)$$



من النوع الثاني مع تطبيق عملي

حيث φ مضاعف لاكرانج، والحلول الناتجة ل $[\lambda^r s]$ هي :

$$\left. \begin{aligned} \lambda_{d1} &= \lambda_{10} \exp[-u_1 t_{d1}] \\ \lambda_{d2} &= \lambda_{20} \exp[-u_2 t_{d2}] \\ &\vdots \end{aligned} \right\} \dots (36-2)$$

$$\begin{aligned} \lambda_{dr} &= \lambda_{r0} \exp[-u_r t_{dr}] \\ -u_1 \lambda_{d1} &= -u_2 \lambda_{d2} = \dots = -u_r \lambda_{dr} \end{aligned}$$

وحلول $[t^r s]$ هي :

$$\left. \begin{aligned} t_{d1} &= \frac{tt - \left[\frac{1}{u_2} \ln \left(\frac{\lambda_{20} u_2}{\lambda_{10} u_1} \right) + \dots + \frac{1}{u_r} \ln \left(\frac{\lambda_{r0} u_r}{\lambda_{10} u_1} \right) \right]}{1 + \left(\frac{u_1}{u_2} \right) + \dots + \left(\frac{u_1}{u_r} \right)} \\ t_{d2} &= \frac{1}{u_2} \ln \left(\frac{\lambda_{20} u_2}{\lambda_{10} u_1} \right) + \left(\frac{u_1}{u_2} \right) t_{d1} \\ &\vdots \\ t_{dr} &= \frac{1}{u_r} \ln \left(\frac{\lambda_{r0} u_r}{\lambda_{10} u_1} \right) + \left(\frac{u_1}{u_r} \right) t_{d1} \end{aligned} \right\} \dots (37-2)$$

وان معلمة أو متوسط وقت الفشل للقيد θ_d يحسب كما يأتي :

$$\theta_d = \frac{1}{\lambda_{di}} \quad i=1,2,\dots,r \quad \dots (38-2)$$

ودالة المعدلية للقيد R_d تحسب كما يأتي :

$$R_d = \exp \left[\frac{-t_{d(i)}}{\theta_d} \right] \quad \dots (39-2)$$

2. الجانب التطبيقي

تمكن الباحث من الحصول على بيانات حقيقية من مصنع الرشيد لشركة الزيوت (خط انتاج صابون الصحة) وتم الحصول عل من موقع المراقبة (السيطرة) وخطة العمل¹ للمصنع وكانت البيانات خاصة بأنواع الالات وزمن عطلاتها والاختبارات التي تجرى عليها وبمساعدة مهندسي وفنيي القسم تم التوصل لمعلومات اكثر دقة فضلا عن خطة الاختبار المراقبة واوقات الفشل للالات مكائن خط الانتاج وسجلت البيانات لسنة (2007) وتشمل اوقات العطل (t_s) وقت الاختبار الثابت T ووقت بداية الاختبار start حيث يتناقص ساعه لكل وقت عطل وتدعى خطة المراقبة ، ورتبت البيانات حسب طبيعة الاختبارات وكما موضحة في الجدول رقم (1).

¹ - خطة العمل موضحة في صفحة (21)



من النوع الثاني مع تطبيق عملي
جدول رقم (1) انواع الالات العاطلة ووقت العطل (t) وخطتي الاختبار لها

T	start=42 end=200	ساعة (t _c)	انواع الالات العاطلة	الرقم
200	42	1	خلاط	1
200	41	9	خزان تذيب	2
200	40	9	فنتر	3
200	39	10	براجل تبريد	4
200	38	13	ناقل جيس	5
200	37	21	خباطة قصر	6
200	36	25	خزان النواة	7
200	35	28	مضخة النواة	8
200	34	32	خزان الكلسرين	9
200	33	33	مضخة رقم (4)	10
200	32	37	سايلو خشبي	11
200	31	40	خزان اللي	12
200	30	41	خباطة صابون	13
200	29	41	خباطة الوان	14
200	28	44	احواض الصابون	15
200	27	58	خط المملحة	16
200	26	61	منظومة فاكيوم	17
200	25	62	ناقل بلودرات	18
200	24	66	طاحونة	19
200	23	68	خزان الملح	20
200	22	83	ماطور هواء	21
200	21	84	مضخة الملح	22
200	20	90	خط البخار الرئيسي	23
200	19	102	مضخة اللي	24
200	18	106	بلودر ثنائي	25
200	17	118	بلودر اولي	26
200	16	119	مضخة الدهون	27
200	15	125	هدر البخار	28
200	14	128	كمبريسر هواء	29
200	13	130	خزان التغذية	30
200	12	134	قاطعة	31
200	11	145	مجففة	32
200	10	154	طابعة	33
200	9	166	مضخات تغذية	34
200	8	175	مضخات الشط	35



من النوع الثاني مع تطبيق عملي

1-3 اختبار حسن المطابقة [2] Goodness of fit test

لمعرفة ما هو توزيع البيانات الخاصة باوقات العطل (t_s) الموضحة في جدول رقم (1) للتوزيع الاسي بمعلمة واحدة استخدم الباحث اختبارين لحسن المطابقة لتأكيد توزيع البيانات توزيعاً اسياً بمعلمة واحدة والاختباريين هي [χ^2 Chi_squar , Kolmogorov-Smirnov (k-s)] وفق فرضية العدم التي تنص على ان اوقات العطل تتوزع توزيعاً اسياً بمعلمة واحدة (θ) والفرضية البديلة ضد ذلك بالنسبة للاختبار والموضحة كما يأتي :

 H_0 : Failure times are exponential with θ H_1 : Failure times are not exponential with θ

حيث تم اختبار χ^2 لوقت العطل t_s الموضح في جدول رقم (1) وتم الحصول على $\chi^2_{table}=13.3$ وبعد المقارنة بين القيمة الحسابية (χ^2) والقيمة الجدولية (χ^2_{table}) اظهرت النتائج بان القيمة الجدولية اكبر من القيمة الحسابية وبذلك تم قبول فرضية العدم (H_0)، اما في اختبار (k-s) لوقت العطل t_s الموضح في جدول رقم (1) استنتج ان $[D_n=0.049 < D_{table} = 0.174]$ القيمة الجدولية (D_{table}) اكبر من القيمة الحسابية (D_n) وبناءً على ذلك تم قبول فرضية العدم (H_0). وبعد ان اجريت اختبارين لحسن المطابقة (الموضحة صيغها في اسفل الصفحة) على جميع اوقات العطل التي حصل عليها الباحث والموضحة في جدول رقم (2) تم قبول فرضية العدم لكل اختبار لاقوات العطل وبذلك تم التاكيد من ان البيانات تتوزع توزيعاً اسياً بمعلمة واحدة².

جدول رقم (2) اختبارات حسن المطابقة عند ($\alpha=0.01$)

اختبار حسن المطابقة	Chi-square (χ^2)			Kolmogorov-Smirnov (k-s)		
	t	χ^2	χ^2_{table}	Accept Test	D_n	D_{table}
t_s	2.0186	9.49	Accept H_0	0.0492	0.1742	Accept H_0

2-3 اختبار نمو المعدلية Reliability Growth Test

استخدم الباحث في هذا الاختبار المعلومات المتوفرة في جدول (1) الذي يوضح انواع الالات واوقات عطلاتها ودوراتها واوقات الاختبار، اما هدف الاختبار هو الوصول الى اهداف المعدلية اي تعطينا معلومات متراكمة عن بداية الاختبار حتى نهاية الاختبار لمعرفة سلبيات وايجابيات عمل الماكنة والتغيرات التي تحدث وقد يتم اجراء التعديلات بعد اعطاء المعلومات بداية الاختبار للتحسين او للوصول الى افضل الاهداف للمعدلية ($MTTF=\theta$).

في جدول (1) يوضح معلومات لانموذجي منحنى النمو المثالي ودايني التي تم الحصول عليها من اوقات العطل (t_s) وخطة الاختبار (start,end) الموضحة في جدول رقم (1) لانموذج منحنى النمو المثالي تم افتراض قيمة (θ_f) التي تحقق لنا هدف الاختبار (القيمة التي نتوقف عندها قيمة θ_m وكلما تقترب قيمتها من θ_f المفترضه تشير الى حصول افضل النتائج لانا نتاج وهذا ما يدعى بهدف المعدلية والوقت الذي توقفت عنده θ_m يرمز له t_f وقت نهاية الاختبار) اما (θ_{cul}) وهي معلمة بداية الاختباري تكون في وقت بداية الاختبار بين ($0 < t < t_1$) فقد تم تقديرها من المعادلتين [(8-2) , (9-2)] ومعلمة النمو α_g التي تم تقديرها وفق المعادلة (11-2) علماً بأن الطريقة المستخدمة لهذا الانموذج هي الامكان الاعظم، وأنموذج منحنى دايني الذي تم تقدير المعلمة المتراكمة له هي (θ_c) وفق المعادلة (17-2) و(θ_e) التي تمثل معلمة نهاية الاختبار والهدف من المعادلة (20-2) باستخدام اوقات الاختبار T الموضحة في جدول رقم (1) و index لانموذج دايني (rr) الذي تم الحصول عليه من المعادلات [(23-2) ... (26-2)] ويوضح مدى جودة النموذج للبيانات المستخدمة اما الطريقة المستخدمة لهذا الانموذج هي المربعات الصغرى .

والنتائج الموضحة في جدول (3) لمنحنى النمو المثالي هي عندما ($\theta_{cul}=113$) وللحصول على افضل النتائج فإن معلمة الهدف ($\theta_f=300$) والوقت الذي يحقق الوصول الى معلمة الهدف هو ($t_f=11000$) ومعلمة

2

$D_1 = \text{Max} [f(t_i) - (i-1/n)]$, $D_2 = \text{Max} [i/n - f(t_i)]$ $D_n = \text{Max}[D_1, D_2]$	$\chi^2 = \sum [(O_i - E_i)^2 / E_i]$
---	---------------------------------------



من النوع الثاني مع تطبيق عملي

النمو المقدره هي $\alpha_g = 0.43$ ، ولمنحنى داينى فأن قيمة المعلمة التراكمية بداية الاختبار ($\theta_c=2.2687$) اما معلمة الهدف(نهاية الاختبار)($\theta_e=3.1223$) و $index$ ($rr=0.913$) التي تشير الى جودة النموذج .

جدول رقم(3) معلومات منحنى النمو المثالي ومنحنى داينى

منحنى داينى		منحنى النمو المثالي		
θ_c	θ_e	t_f	θ_{cu1}	θ_f
2.2687	3.1223	11000	113	300
$rr = 0.913$		$\alpha_g = 0.43$		

1-2-3 منحنى النمو المثالي Idealized Growth Curve

عند عمل خط انتاج الصابون يمر الصابون بفحصيين مختبريين وهذا الفحص يحتاج الى تثبيت الاختبار لاجراء الفحص باخذ عينة من مادة الصابون ونكشف عن سلبيات المادة الناتجة كارتفاع درجة حرارة الماكنة نتيجة التفاعل الكميأوي لمواد الانتاج وبعد ذلك من اخذعينه من الانتاج واختبارها فتظهرل لنا نسب المواد المضافه للنتاج بعد التفاعل فأن أي نقصان او زياده بنسبة كل ماده مضافة يقود الانتاج الى الفشل فيقوم المهندس الكميأئي بتعديل السلبيات من خلال اضافة مواد لمعادلة نسب او غيرها للحصول على افضل النتائج او نثبت الاختبار نتيجة لحدوث خطأ ما في خط الانتاج او تنبأ بالعطل لكي يتمكن المهندس من معالجة الخلل وتلافي حدوثه وكل تثبيت يكشف لنا التطورات التي تحدث خلال عمل خط الانتاج وهذا مانسميه بالنمو وهو اما يكون متزايداً او متناقصاً.

من اوقات العطل (t_s) وخطه الاختبار المتوفرة في جدول(1) وللوصول الى (t_1) من تطبيق المعادلة (8-2) حصلنا على النتائج الموضحة في جدول (4) ومن اوقات العطل وخطه الاختبار المتراكمه تمكنا من الحصول على ($t_1=3958$) وبعدها نقوم بتقريبها الى اقرب الف فتصبح ($t_1=4000$) ثم زيادة 1000 للوصول الى الوقت النهائي t_f ومعلمة الهدف θ_f [2] فضلاً عن المعلومات الخاصة بأمناذج منحنى النمو المتوفرة في جدول (3) تمكنا من الوصول الى هدف منحنى النمو من الجوانب الرياضية للمعادلات [(7- 2) الى (15-2)] .

جدول (4) اوقات الاختبار المتراكمة

t_s	Cumulative test time	t_s	Cumulative test time
1	42	66	2149
9	370	68	2195
9	370	83	2525
10	409	84	2546
13	523	90	2666
21	819	102	2894
25	963	106	2966
28	1068	118	3170
32	1204	119	3186
33	1237	125	3276
37	1365	128	3318
40	1458	130	3344
41	1488	134	3392
41	1488	145	3513
44	1572	154	3603
58	1950	166	3711
61	2028	175	3783
62	2053	200	3958

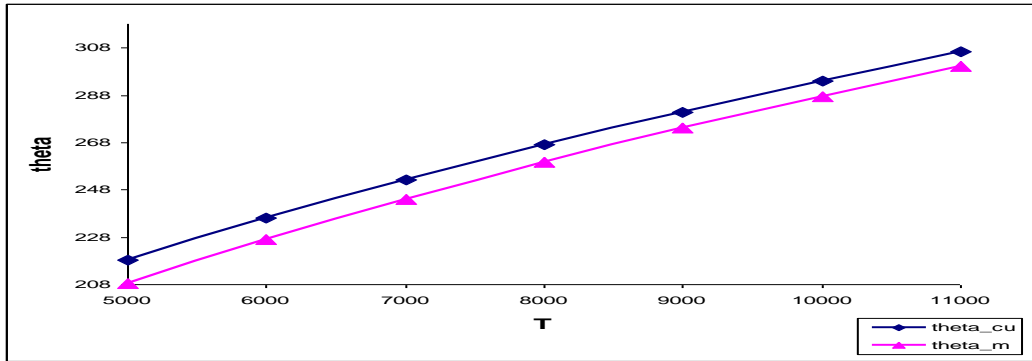


من النوع الثاني مع تطبيق عملي

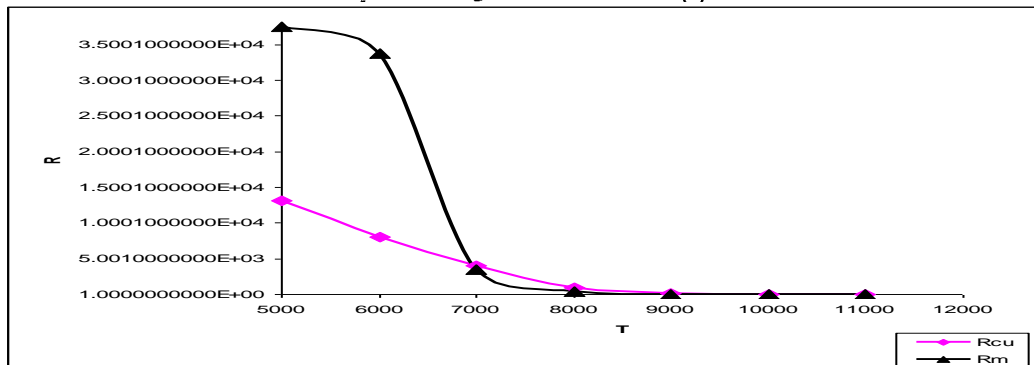
حيث اظهرت النتائج في جدول (5) في وقت توقف (نهاية) الاختبار $(T(i)= 11000)$ فإن المعطمة المتراكمة او متوسط وقت العطل المتراكم بداية الاختبار $(\theta_{cu}=306.278)$ ومنحنى النمو لها متزايد وكان عدد العطلات خلال دورة الاختبار $(r(t_i)=63.008)$ اما معطمة الهدف او عند توقف الاختبار $(\theta_m=300.142)$ ومنحنى النمو لها متزايد ونلاحظ عند التوقف بدأت قيمة المعطمة او متوسط وقت العطل يتناقص وهذا التناقص مايسمى بالنمو، بينما دالة المعدلية المتراكمة عند الوقت 11000 $(R_{cu}=2.525 \times 10^{-16})$ ومنحنى النمو لها متناقص ودالة المعدلية عند توقف الاختبار $(R_m=1.211 \times 10^{-16})$ ومنحنى النمو لها متناقص ايضاً لكنها متزايدة بالنسبة لدالة المعدلية المتراكمة والتناقص الحاصل لمعدتي الامتازج هما المتراكمة والهدف من خلاله نستنتج ان عمليات المعالجة اثناء الاختبار ادت الى تحسن في معلومات المعدلية (المعطمت) مما قابل تناقص لدالتي المعدلية نتيجة التحسن في هدف المعدلية. والشكل (1) يوضح نتائج جدول (5) التي تم التوصل اليها للمعطمت التراكميه بداية الاختبار. والشكل (2) يوضح نتائج جدول (5) التي تم التوصل اليها لدالة المعدلية التراكميه بداية الاختبار.

جدول (5) تقديرات المعلمات ودالة المعدلية لمنحنى النمو المثالي

$T(i)$	θ_{cu}	$r(t_i)$	θ_m	R_{cu}	R_m
5000	218.2101226	40.1994633	208.27982079	1.118×10^{-10}	3.751×10^{-11}
6000	236.0058831	44.60192114	227.14584530	9.096×10^{-12}	3.374×10^{-12}
7000	252.1795983	48.69823662	244.12182210	8.807×10^{-13}	3.523×10^{-13}
8000	267.0831476	52.54950692	259.65458726	9.805×10^{-14}	4.162×10^{-14}
9000	280.9584320	56.19861118	274.03985415	1.225×10^{-14}	5.456×10^{-14}
10000	293.980004	59.67705084	287.48522274	1.686×10^{-14}	7.822×10^{-16}
11000	306.2785949	63.0087963	300.14297390	2.525×10^{-15}	1.211×10^{-16}



شكل(1) تقديرات معلمات منحنى النمو المثالي



شكل (2) تقديرات دالة المعدلية لمنحنى النمو المثالي



من النوع الثاني مع تطبيق عملي

2-2-3 نموذج النمو داييني Duane Growth Model

ويقصد بذلك بعد فتره من الاختبار نقوم بايقاف الاختبار لفحص المنتج او الماكته لمعرفة السليبيات والايجابات لنتمكن من اجراء التعديلات ونغير ما يلزم تغييره لتحقيق افضل اهداف للمعوليه فضلا عن انه يكشف لنا التطورات التي تحدث في كل تثبيت اي النمو المتزايد او المتناقص .

ومن المعلومات المتوفرة في جدول (1) لاوقات العطل t_s بعد ترتيبها تنازلياً وان من تراكم اوقات العطل تم الحصول على اول قيمة الموضحة في جدول(6) $c(t_s) = 175$ ومن ثم اضافة العطل الثاني لة وهكذا اما وقت الاختبار الثابت $T=200$ لكل وقت عطل ولكن بتراكم اوقات العطل ادى الى ضرورة تراكم اوقات الاختبار كما موضح في جدول (6) والمعلومات الخاصة بأنموذج داييني في جدول (3) حيث كانت المعلمة المتراكمة بداية الاختبار $(\theta_c=2.2687)$ اما معلمة الهدف (نهاية الاختبار) $(\theta_e=3.1223)$ ان النمو المتزايد الموضح للمعلمتين يبرهن ان هناك تحسناً في معلومات المعوليه عكس ما حدث في منحنى النمو المثالي فكان النمو المتناقص للمعلمتين يدل على تحسن معلومات المعوليه ، وللحصول على هدف الانموذج من المعادلات [(16-2) الى (26-2)] تم التوصل الى النتائج الموضحة في جدول(6) ، حيث ان دالتي المعوليه لدائيني المتراكمه $(R_c=0.0967)$ ومنحنى النمو لها متناقص ودالة المعوليه عند توقف الاختبار $(R_e=0.1832)$ ومنحنى النمو لها متناقص وان التزايد الملحوظ لدالتي المعوليه المتراكمة والهدف هو هدف المعوليه الذي حققه منحنى النمو.

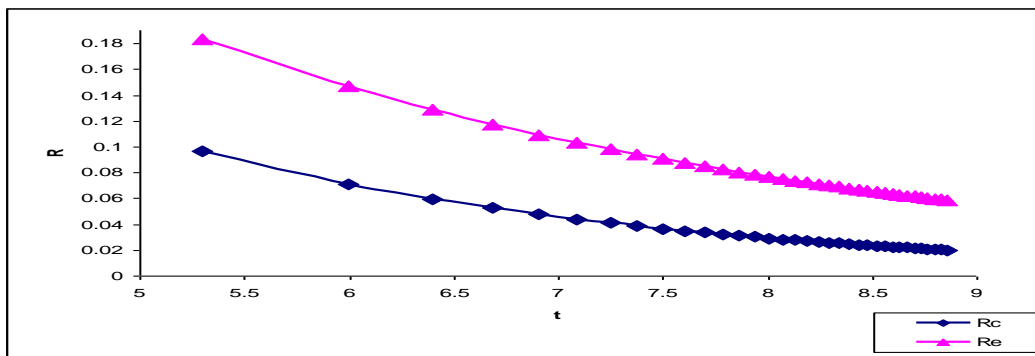
الشكل (3) يوضح نتائج جدول (6) لمنحنى داييني وخط الانحدار

الشكل (4) يوضح نتائج جدول (6) تقدير دالة المعوليه المتراكمة بداية الاختبار والهدف لمنحنى داييني.



من النوع الثاني مع تطبيق عملي
جدول (6) تقديرات دالة المعدلية لمنحنى النمو داينى

t_s	$r(t_s)$	T	x_i	y_i	R_c	R_e
175	175	200	5.2983	0.1335	0.0967	0.1832
166	341	400	5.9914	0.1595	0.0712	0.1467
154	495	600	6.3969	0.1923	0.0596	0.1288
145	640	800	6.6846	0.2231	0.0525	0.1175
134	774	1000	6.9077	0.2561	0.0476	0.1094
130	904	1200	7.09	0.2832	0.0439	0.1032
128	1032	1400	7.2442	0.3049	0.041	0.0982
125	1157	1600	7.3777	0.3241	0.0386	0.0941
119	1276	1800	7.4955	0.344	0.0367	0.0906
118	1394	2000	7.6009	0.3609	0.035	0.0876
106	1500	2200	7.6962	0.3829	0.0336	0.085
102	1602	2400	7.7832	0.4042	0.0323	0.0826
90	1692	2600	7.8632	0.4296	0.0312	0.0805
84	1776	2800	7.9373	0.4552	0.0302	0.0786
83	1859	3000	8.0063	0.4785	0.0293	0.0769
68	1927	3200	8.0709	0.5071	0.0285	0.0754
66	1993	3400	8.1315	0.5341	0.0277	0.0739
62	2055	3600	8.1886	0.5606	0.027	0.0726
61	2116	3800	8.2427	0.5854	0.0264	0.0713
58	2174	4000	8.294	0.6097	0.0258	0.0702
44	2218	4200	8.3428	0.6384	0.0252	0.0691
41	2259	4400	8.3893	0.6666	0.0247	0.068
41	2300	4600	8.4338	0.6931	0.0242	0.0671
40	2340	4800	8.4763	0.7184	0.0238	0.0662
37	2377	5000	8.5171	0.7435	0.0234	0.0653
33	2410	5200	8.5564	0.769	0.023	0.0645
32	2442	5400	8.5941	0.7935	0.0226	0.0637
28	2470	5600	8.6305	0.8185	0.0222	0.063
25	2495	5800	8.6656	0.8435	0.0219	0.0623
21	2516	6000	8.6995	0.869	0.0216	0.0616
13	2529	6200	8.7323	0.8967	0.0213	0.061
10	2539	6400	8.764	0.9245	0.021	0.0603
9	2548	6600	8.7948	0.9517	0.0207	0.0598
9	2557	6800	8.8246	0.978	0.0204	0.0592
1	2558	7000	8.8536	1.0066	0.0201	0.0586



شكل (4) تقديرات دالة المعدلية لمنحنى النمو داينى



من النوع الثاني مع تطبيق عملي

3-2-3 نموذج منحني النمو الاسي

اعتمد على اسلوب المحاكاة وله قيدين ولكل قيد شروط وهما :

(a) قيد معدل الفشل الثابت (Fixed Failure Rate) من (28-2)...(33-2) وشروط القيد هي:

(1) مجموع معدلات الفشل له اصغر او تساوي القيمة الافتراضية (δ) $(\lambda_{p1} + \lambda_{p2} + \dots + \lambda_{pr} \leq \delta)$

(2) مجموع اوقات الاختبار اقل ما يمكن $(\sum t_p)$ (Minimize).

(b) قيد ميزانية الفشل الثابتة (Fixed Testing Budget) من (34-2)...(39-2).

(1) مجموع معدلات الفشل اقل ما يمكن $(\sum \lambda_d)$ (Minimize).

(2) مجموع اوقات الاختبار له اصغر او يساوي القيمة الافتراضية (tt) $(t_{d1} + t_{d2} + \dots + t_{dr} \leq tt)$

وللوصول الى الحل الامثل يجب تحقيق الشروط اعلا للقيدين وافترض قيم لمعدلات الفشل الاولية λ_{j0}

ومعلمات التلف u لمركبات المعولية الستة والقيم التي تم افتراضها موضحة في الجدول الآتي :

جدول (w) القيم الافتراضية لقيدي منحني النمو الاسي (معدل الفشل الثابت وميزانية الاختبار الثابتة)

δ	tt	λ_{j0}	u
9	3	5	1
		5	1
			2
			3
			4
			5
			6
		5	1
		6	
		7	
		8	
		9	
		10	
		5	1
		6	2
		7	3
		8	4
		9	5
10	6		

ومن خلال النتائج المبينة في الجدول (7) تقديرات منحني النمو الاسي لقيدي معدل الفشل الثابت وميزانية الاختبار الثابتة لست مركبات باعتماد على القيم في جدول (w) نلاحظ ما يأتي :

(1) الحالة الاولى عند تثبيت كل من معدلات الفشل الاولي λ_{j0} ومعلمات التلف (u) لقيد معدل الفشل الثابت كانت القيمة الافتراضية $(\delta=9)$ حيث ان مجموع معدلات الفشل $(\sum \lambda_p=9 \leq \delta)$ ، $(\sum t_p=7.2238)$ مما يحقق شروط القيد وان معلمة القيد (θ_p) منحني النمو لها ثابت ودالة المعولية للقيد (R_p) منحنيها متناقص . بينما لقيد ميزانية الاختبار الثابتة فكان وقت الاختبار المفترض $(tt=3)$ حيث ان مجموع اوقات الاختبار $(\sum t_d=3)$ ، $(\sum \lambda_d=18.1959)$ مما يحقق شروط القيد وان معلمة القيد (θ_d) ودالة المعولية (R_d) منحني النمو لهما ثابت .



من النوع الثاني مع تطبيق عملي

(2) الحالة الثانية عندما معدلات الفشل الاولى متغيرة λ_{j0} ومعلمات التلف ثابتة (θ) لقيد معدل الفشل الثابت كانت القيمة الافتراضية ($\delta=9$) حيث ان مجموع معدلات الفشل ($\sum \lambda_p=9 \leq \delta$)، ($\sum t_p=9.4935$) مما يحقق شروط القيد وان معلمة القيد (θ_p) منحني النمو لها ثابت ودالة المعولية للقيد (R_p) منحنيها متناقص. بينما لقيد ميزانية الاختبار الثابتة فكان وقت الاختبار المفترض ($tt=3$) حيث ان مجموع اوقات الاختبار ($\sum t_d=2.99997$)، ($\sum \lambda_d=26.5620$) مما يحقق شروط القيد وان معلمة القيد (θ_d) منحني النمو لها ثابت ودالة المعولية للقيد (R_d) منحنيها متناقص .

(3) الحالة الثالثة عندما معدلات الفشل الاولى ثابتة λ_{j0} ومعلمات التلف متغيرة (θ) لقيد معدل الفشل الثابت كانت القيمة الافتراضية ($\delta=9$) حيث ان مجموع معدلات الفشل ($\sum \lambda_p=8.99996 \leq \delta$)، ($\sum t_p=2.4351$) مما يحقق شروط القيد وان معلمة القيد (θ_p) منحني النمو لها متزايد ودالة المعولية للقيد (R_p) منحنيها متزايد ايضاً . بينما لقيد ميزانية الاختبار الثابتة فكان وقت الاختبار المفترض ($tt=3$) حيث ان مجموع اوقات الاختبار ($\sum t_d=2.99997$)، ($\sum \lambda_d=7.147$) مما يحقق شروط القيد وان معلمة القيد (θ_d) منحني النمو لها متزايد ودالة المعولية للقيد (R_d) منحنيها متزايد ايضاً .

(4) الحالة الرابعة عندما معدلات الفشل الاولى متغيرة λ_{j0} ومعلمات التلف متغيرة (θ) لقيد معدل الفشل الثابت كانت القيمة الافتراضية ($\delta=9$) حيث ان مجموع معدلات الفشل ($\sum \lambda_p=8.99996 \leq \delta$)، ($\sum t_p=2.9890$) مما يحقق شروط القيد وان معلمة القيد (θ_p) منحني النمو لها متزايد ودالة المعولية للقيد (R_p) منحنيها متزايد ايضاً . بينما لقيد ميزانية الاختبار الثابتة فكان وقت الاختبار المفترض ($tt=3$) حيث ان مجموع اوقات الاختبار ($\sum t_d=2.99997$)، ($\sum \lambda_d=8.96003$) مما يحقق شروط القيد وان معلمة القيد (θ_d) منحني النمو لها متزايد ودالة المعولية للقيد (R_d) منحنيها متزايد ايضاً .

الشكل (5) يوضح معلمة ودالة المعولية للحل الامثل لقيد معدل الفشل الثابت .
الشكل (6) يوضح معلمة ودالة المعولية للحل الامثل لقيد ميزانية الاختبار الثابتة. والنتائج اعلاه موضحة في الجدول الآتي :



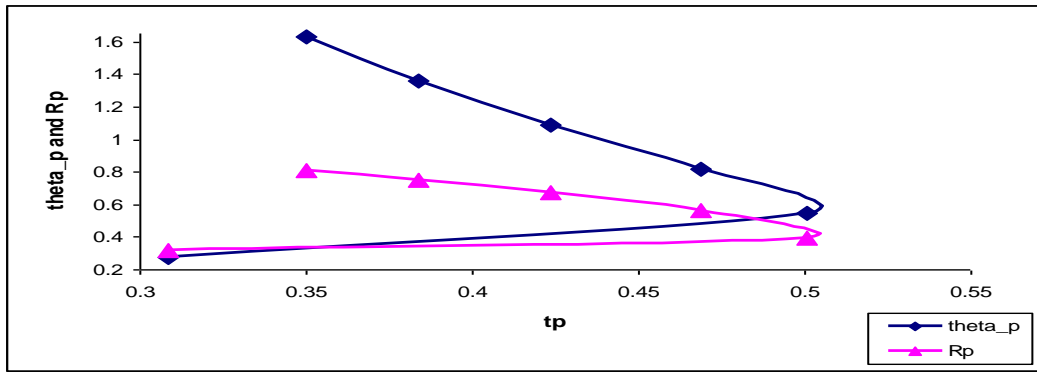
من النوع الثاني مع تطبيق عملي

جدول (7) تقديرات منحنى النمو المثالي لقيدي معدل الفشل الثابت وميزانية الاختبار الثابتة لست مركبات

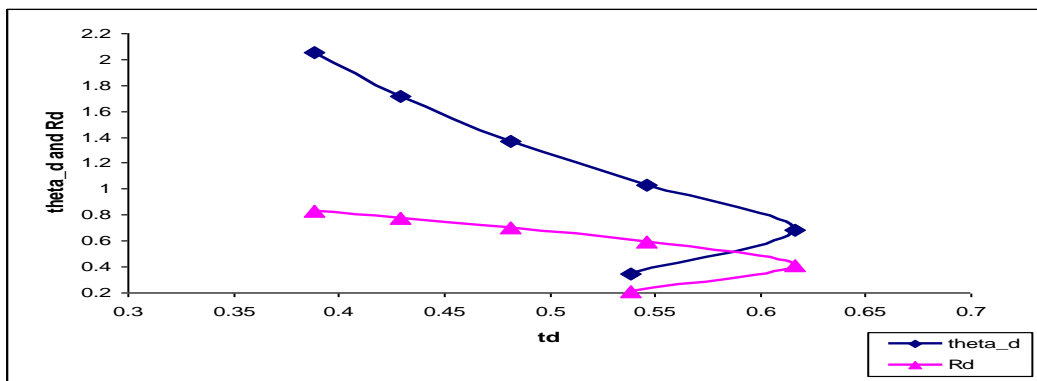
		Fixed failure rate					Fixed testing budget				
λ_j0	u	δ	λ_p	t_p	θ_p	R_p	tt	λ_d	td	θ_d	Rd
5	1	9	1.5	1.20397	0.66666	0.16431	3	3.03265	0.5	0.32974	0.21951
5	1		1.5	1.20397	0.66666	0.16431		3.03265	0.5	0.32974	0.21951
5	1		1.5	1.20397	0.66666	0.16431		3.03265	0.5	0.32974	0.21951
5	1		1.5	1.20397	0.66666	0.16431		3.03265	0.5	0.32974	0.21951
5	1		1.5	1.20397	0.66666	0.16431		3.03265	0.5	0.32974	0.21951
5	1		1.5	1.20397	0.66666	0.16431		3.03265	0.5	0.32974	0.21951
			9	7.22382				18.1959	3		
5	1	9	1.5	1.20397	0.66666	0.16431	3	4.42701	0.12171	0.22588	0.58343
6	1		1.5	1.38629	0.66666	0.125		4.42701	0.30403	0.22588	0.26028
7	1		1.5	1.54044	0.66666	0.09919		4.42701	0.45818	0.22588	0.13154
8	1		1.5	1.67397	0.66666	0.08118		4.42701	0.59171	0.22588	0.07283
9	1		1.5	1.79175	0.66666	0.06804		4.42701	0.70949	0.22588	0.04324
10	1		1.5	1.89711	0.66666	0.05809		4.42701	0.81485	0.22588	0.02712
			9	9.49353				26.5620	2.99997		
5	1	9	3.67346	0.3083	0.27222	0.32221	3	2.91715	0.53883	0.3428	0.20766
5	2		1.83673	0.50072	0.54444	0.39863		1.45857	0.61598	0.6856	0.40719
5	3		1.22448	0.46897	0.81666	0.56312		0.97238	0.54581	1.0284	0.58816
5	4		0.91836	0.42364	1.08888	0.67768		0.72928	0.48128	1.3712	0.70398
5	5		0.73469	0.38354	1.36111	0.75443		0.58343	0.42965	1.714	0.77827
5	6		0.61224	0.35001	1.63333	0.80711		0.48619	0.38843	2.0568	0.8279
			8.99996	2.43518				7.147	2.99997		
5	1	9	3.67346	0.3083	0.27222	0.32221	3	3.65716	0.31274	0.27343	0.31861
6	2		1.83673	0.59188	0.54444	0.33718		1.82858	0.5941	0.54687	0.33743
7	3		1.22448	0.58112	0.81666	0.49086		1.21905	0.58261	0.8203	0.49152
8	4		0.91836	0.54114	1.08888	0.60836		0.91429	0.54226	1.09374	0.60909
9	5		0.73469	0.5011	1.36111	0.692		0.73143	0.50199	1.36717	0.69268
10	6		0.61224	0.46553	1.63333	0.75199		0.60952	0.46627	1.64061	0.7526
			8.99996	2.98907				8.96003	2.99997		



من النوع الثاني مع تطبيق عملي



شكل (5) تقديرات المعلمة ودالة المعدلية (p) ($\sum t_p = 2.43518, \delta = 9$)



شكل (6) تقديرات المعلمة ودالة المعدلية (d) ($\sum \lambda_d = 7.147, tt = 3$)



من النوع الثاني مع تطبيق عملي

3. الاستنتاجات Conclusions

- في ضوء تحليل تجارب المحاكاة والجانب التطبيقي ادناه بعض الاستنتاجات :
1. افضل اهداف المعولية عندما تكون دالة المعولية نهاية الاختبار اقل من دالة المعولية بداية الاختبار لانموذج النمو المثالي اما لانموذج النمو دايني دالة المعولية نهاية الاختبار اقل من دالة المعولية بداية الاختبار عكس النموذج السابق.
 2. تم التوصل الى الحل الامثل للقديدين معدل الفشل الثابت وميزانية الاختبار الثابتة وهو عندما معدلات الفشل الاولي ثابت ومعلمت التلف متغيرة حيث تم الحصول على اقل معدلات فشل بأقل وقت اختبار للقديدين.

4. التوصيات Recommendations

- بناءً على ما تم التوصل اليه من استنتاجات ادناه التوصيات المقترحة :
1. نوصي بأخذ عينة من الانتاج اثناء الاختبار لتمكن من اجراء التعديلات على الانتاج لتجنب فشل الانتاج والحصول على جودته حسب المواصفات المطلوبة.
 2. نوصي باجراء بحوث لمنحنى النمو الاسي عن طريق البرمجة الخطية للوصول الى الحل الامثل للقديدين معدل الفشل الثابت وميزانية الاختبار الثابتة وباعتماد على معدلات فشل ثابتة ومعلمت تلف متغيرة .

References

1. العتر، عماد عدنان، (1988) ، "استخدام المحاكاة في دراسة طرق توفيق منحنيات النمو لبيانات المكررة مع تطبيق عملي"، رسالة ماجستير، قسم الاحصاء، كلية الادارة والاقتصاد، جامعة بغداد .
2. Ebeling, Charles.E. ,(1999) "An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering". DMC Craw-Hill companies, INC.
3. Michael, R. Rangarajan, Lyu, Sampath and van Moorsel, Aad P.A., (1995) "Opimal Allocation of Testing Resources for Software Reliability Growth Modeling in Component-Based Software Development " [http// www.Exponential Distribution for Reliability Testing \(p.d.f \) .](http://www.Exponential Distribution for Reliability Testing (p.d.f) .)

خزانات المواد الأولية

