

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة كربلاء

كلية الإدارة والاقتصاد

قسم الإحصاء



تقدير الدالة المعولية لبيانات مراقبة تخضع توزيع ويبل

رسالة مقدمة الى

مجلس كلية الإدارة والاقتصاد في جامعة كربلاء

وهي جزء من متطلبات نيل درجة ماجستير

علوم في الإحصاء

من قبل

اسامة عبد العزيز كاظم القرشي

باشرف

الاستاذ الدكتور

عبد الحسين حسن حبيب الطائي

٢٠١٨ م

1439 هـ

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

قَالُوا

سُبْحَانَكَ لَا عِلْمَ لَنَا إِلَّا مَا عَلَّمْتَنَا

إِنَّكَ أَنْتَ

الْعَلِيمُ الْحَكِيمُ

صَدَقَ اللَّهُ الْعَلِيمُ الْعَظِيمُ

(البقرة ٣٢)

الإهداء

إلى حبيب رب العالمين وأحباء قلوبنا
... مُحَمَّد المصطفى وآل بيته الطيبين الطاهرين صلوات الله عليهم
إلى الذين ضحوا بأرواحهم من اجلنا
...إلى شهداء العراق.
إلى التي جعلَ اللهُ سبحانه وتعالى الجنة تحت أقدامها
...إلى أُمي الحنون.
إلى مَنْ زرعَ الأملَ في طريقي رمز المحبة والعطاء
...إلى والدي الحبيب.
إلى مَنْ وهبوني حُبهم ورعايتهم
...أخواتي.
إلى من يبقى في القلب حبه
... إلى روح اخي الحبيب.
إلى الشموع التي أضاءت لي طريق العلم
... أساتذتي.

أهدي ثمرة جهدي هذا

الباحث

شُكر وإمتنان

الحمدُ لله الذي علا في توحيده ودنا في تفرده، وجلّ في سلطانه، وعظّم في أركانه وأحاط بكل شيءٍ علماً وهو في مكانه، وقهر جميع الخلق بقدرته وبرهانه، مجيداً لم يزل محموداً، جبار السموات والأرضين، سُبح قُدوس ربّ الملائكة والرُّوح، والصلاة والسلام على البشير النذير الهادي الأمين وآله الطيبين الطاهرين وصحبه المنتجبين.

بعد الحمد والشكر للعلّيّ القدير الذي وفقني لإنجاز هذه الرسالة، أتقدّم بخالص شكري وعظيم إمتناني إلى الأستاذ الدكتور عبد الحسين حسن الطائي الذي تفضل بالإشراف على رسالتي لما أبداه من ملاحظات قيّمة في إعداد هذه الرسالة، فأسال الله له الخير والتوفيق.

وأتقدم بوافر الشكر والتقدير والإمتنان إلى السادة رئيس وأعضاء لجنة المناقشة المحترمين لتفضلهم بقبول مناقشة هذه الرسالة متمنية أن تنال إستحسانهم ورضاهم. كما أقدمّ عظيم شكري وإمتناني لأستاذي الوالد والمربي الفاضل عميد كلية الإدارة والإقتصاد الأستاذ الدكتور عواد كاظم الخالدي.

وأوجه بجزيل الشكر والإمتنان والوفاء الكبير والعرفان بالجميل لمن طوّقتني بجميلها الأستاذ الدكتور ضوية حسن سلمان التدريسية في جامعة تكنولوجيا المعلومات جزاها الله عني خير الجزاء،

ومن واجب العرفان بالجميل أتقدم بوافر الشكر والإمتنان الى ينبوع العلم والمعرفة (أساتذتنا في قسم الاحصاء) فضلاً عن المنتسبين جميعاً ممن أسدى لي معروفاً، وفقهم الله إلى كل خير.

ولا يفوتني أن أسجل شكري وتقديري وإمتناني لزملائي في الدراسة لتعاونهم طوال مدّة الدراسة بصورة عامة، وخصوصاً الاخ الزميل علي محمد جواد ، عبد الامير طعمه ، احمد تركي ، رائد اسمر ، سيف ، عدنان فاضل ،سجاد ، حيدر رسول وبشار خالد ، وأسأل الله لهم التوفيق.

ويلزمني واجب الإعتراف بالجميل أن أسجل فائق شكري وتقديري إلى موظفي مكتبة الدراسات العليا في كلية الادارة والاقتصاد – جامعة بغداد الذين لم تبخلوا عليّ بمد يد العون. وأخيراً أقدم شكري الخالص إلى كلّ من ساهم بجهدي في تمهيد الطريق لإنجاز هذه الرسالة ولم أتمكن من ذكرهم في هذه السطور القليلة وأسأل الله سبحانه وتعالى أن يجزي الجميع عني خير الجزاء.

المستخلص

يهدف البحث الى تقدير دالة المعولية (Reliability function) لتوزيع ويبيل ذو المعلمتين للفشل (Two- parameter Weibull failure distribution) في ظل بيانات مراقبة من النوع الثاني (Type –II-Censored data) والتي تمثل وقت اشتغال الماكنة لحين العطل ، وتم اختيار اربع طرائق لتقدير دالة المعولية والتي هي ، طريقة الامكان الاعظم

(Maximum likelihood method) ، طريقة العزوم (Moments method) ، الطريقة المختلطة (Mixmethod) ، طريقة المربعات الصغرى (Ordinary least square method) ، اذ تم نوظيف طريقة مونت كارلو (Mont-Carlo) التي تستعمل في توليد المشاهدات لحجوم عينات مختلفة صغيرة ، متوسطة ، كبيرة وبحجم (25,50,100) على الترتيب وبفرض قيم معلمة قياس θ (75,50,25) ومعلمة الشكل β (2.7, 1.7) واعتماد نسبة قطع (30%) من حجم كل عينة ، ومن ثم احتساب قيم دالة المعولية الافتراضية ، وقيم دالة المعولية التقديرية ، وتوصل الباحث الى افضلية الطريقة المختلطة مقارنة مع الطرائق الاخرى ، وجرت المقارنة بين افضلية طرائق التقدير باستعمال المقياس الاحصائي متوسط مربعات الخطا (MSE)، وفي الجانب التطبيقي تم احتساب قيم دالة المعولية لبيانات حقيقية والخاصة بمكائن الشركة العامة لصناعة النسيج والجلود في بغداد – مصنع الصوفية احدى تشكيلات وزارة الصناعة والمعادن وتوصل الباحث الى افضلية الطريقة المختلطة ايضا.

والبرنامج المستعمل في احتساب دالة المعولية تم بناؤه بلغة الماتلاب (Matlab) وللجانب التجريبي والتطبيقي.

فهرست المحتويات

رقم الصفحة	الموضوع
٨-١	الفصل الأول : منهجية البحث وبعض الدراسات السابقة
٣-٢	المقدمة 1-1
٤-٣	مشكلة البحث 2-1
٤-٤	هدف البحث 3-1
٨-٤	الدراسات السابقة 4-1
٣١-٩	الفصل الثاني : المعولية ومؤشراتها
١٠-١٠	مقدمة ١-٢
١٣-١٠	دالة المعولية ٢-٢
٢١-١٣	دوال الفشل ٣-٢
١٤-١٣	دالة الكثافة الاحتمالية للفشل ١-٣-٢
١٧-١٤	دالة الكثافة التجميعية للفشل ٢-٣-٢
٢٠-١٨	معدل الفشل ٣-٣-٢
٢١-٢١	دالة الخطورة التجميعية ٤-٣-٢
٢٣-٢١	العلاقة بين $R(t), h(t), f(t)$ ٥-٣-٢
٢٣-٢٣	متوسط الوقت بين العطلات ٤-٢
٢٤-٢٤	التقدير ٥-٢
٢٧-٢٤	انواع البيانات ٦-٢
٢٧-٢٧	بعض التوزيعات الاحصائية للفشل ٧-٢
٣٠-٢٨	توزيع ويبيل ذو المعلمتين للفشل ٨-٢
٣١-٣٠	بعض خصائص توزيع ويبيل ذو المعلمتين ٩-٢
	الفصل الثالث : طرائق التقدير
٤٢-٣٢	مقدمة ١-٣
٣٦-٣٣	طريقة الامكان الاعظم ٢-٣
٣٧-٣٦	طريقة العزوم ٣-٣
٤٠-٣٨	الطريقة المختلطة ٤-٣
٤٢-٤١	طريقة المربعات الصغرى ٥-٣
٨٤-٤٣	الفصل الرابع: الجانب التجريبي
٤٤-٤٤	مقدمة ١-٤
٤٧-٤٤	المحاكاة ٢-٤
٨٤-٤٧	نتائج المحاكاة ٣-٤
٩٣-٨٥	الفصل الخامس الجانب التطبيقي
٨٦-٨٦	مقدمة ١-٥
٨٦-٨٦	جمع البيانات ٢-٥

٨٧-٨٦	انواع وقياسات السجاد المنتج	٣-٥
٨٨-٨٧	انواع المكائن	٤-٥
٨٩-٨٩	اختبار البيانات	٥-٥
٩١-٨٩	احتساب الدالة المعولية	٦-٥
٩٣-٩١	احتساب المؤشرات التي لها علاقة بدالة المعولية	٧-٥
٩٥-٩٤	الاستنتاجات والتوصيات	
١٠١-٩٦	المصادر	
٩٩-٩٧	المصادر العربية	اولا
١٠١-١٠٠	المصادر الاجنبية	ثانيا
١٠٦-١٠٢	الملحقات	
١٠٤-١٠٣	الجانب التجريبي	البرنامج الاول
١٠٦-١٠٥	الجانب التطبيقي	البرنامج الثاني

فهرست الجداول

رقم الصفحة	عنوان الجدول	رقم الجدول
٤٨	قيم دالة المعولية الحقيقية والتقديرية	١-٤
٤٩	قيم الـ(<i>MSE</i>) لمقدر دالة المعولية	٢-٤
٥٠	قيم دالة المعولية الحقيقية والتقديرية	٣-٤
٥٠	قيم الـ(<i>MSE</i>) لمقدر دالة المعولية	٤-٤
٥١	قيم دالة المعولية الحقيقية والتقديرية	٥-٤
٥١	قيم الـ(<i>MSE</i>) لمقدر دالة المعولية	٦-٤
٥٢	قيم دالة المعولية الحقيقية والتقديرية	٧-٤
٥٢	قيم الـ(<i>MSE</i>) لمقدر دالة المعولية	٨-٤
٥٣	قيم دالة المعولية الحقيقية والتقديرية	٩-٤
٥٣	قيم الـ(<i>MSE</i>) لمقدر دالة المعولية	١٠-٤
٥٤	قيم دالة المعولية الحقيقية والتقديرية	١١-٤
٥٤	قيم الـ(<i>MSE</i>) لمقدر دالة المعولية	١٢-٤
٥٥	قيم دالة المعولية الحقيقية والتقديرية	١٣-٤
٥٦	قيم الـ(<i>MSE</i>) لمقدر دالة المعولية	١٤-٤
٥٧	قيم دالة المعولية الحقيقية والتقديرية	١٥-٤
٥٨	قيم الـ(<i>MSE</i>) لمقدر دالة المعولية	١٦-٤
٥٩	قيم دالة المعولية الحقيقية والتقديرية	١٧-٤
٦٠	قيم الـ(<i>MSE</i>) لمقدر دالة المعولية	١٨-٤
٦١	قيم دالة المعولية الحقيقية والتقديرية	١٩-٤
٦٢	قيم الـ(<i>MSE</i>) لمقدر دالة المعولية	٢٠-٤
٦٣	قيم دالة المعولية الحقيقية والتقديرية	٢١-٤
٦٤	قيم الـ(<i>MSE</i>) لمقدر دالة المعولية	٢٢-٤
٦٥	قيم دالة المعولية الحقيقية والتقديرية	٢٣-٤
٦٦	قيم الـ(<i>MSE</i>) لمقدر دالة المعولية	٢٤-٤
٦٧	قيم دالة المعولية الحقيقية والتقديرية	٢٥-٤
٦٨	قيم الـ(<i>MSE</i>) لمقدر دالة المعولية	٢٦-٤
٧٠	قيم دالة المعولية الحقيقية والتقديرية	٢٧-٤
٧١	قيم الـ(<i>MSE</i>) لمقدر دالة المعولية	٢٨-٤
٧٣	قيم دالة المعولية الحقيقية والتقديرية	٢٩-٤

٧٤	قيم الـ (<i>MSE</i>) لمقدر دالة المعولية	٣٠-٤
٧٦	قيم دالة المعولية الحقيقية والتقديرية	٣١-٤
٧٧	قيم الـ (<i>MSE</i>) لمقدر دالة المعولية	٣٢-٤
٧٩	قيم دالة المعولية الحقيقية والتقديرية	٣٣-٤
٨٠	قيم الـ (<i>MSE</i>) لمقدر دالة المعولية	٣٤-٤
٨٢	قيم دالة المعولية الحقيقية والتقديرية	٣٥-٤
٨٣	قيم الـ (<i>MSE</i>) لمقدر دالة المعولية	٣٦-٤
٨٧	اسم الماكنة وحجم السجاد المنتج	١-٥
٨٨	بيانات العينة لاوقات اشتغال المكائن بالايام لحين العطل ولمدة ست اشهر	٢-٥
٩٠	قيم دالة المعولية التقديرية	٣-٥
٩٢	قيم دوال الفشل المرتبطة بالمعولية والخاصة بافضل طريقة (الطريقة المختلطة)	٤-٥

فهرست الأشكال والمخططات

رقم الصفحة	عنوان الشكل	رقم الشكل
١٢	دالة المعولية	١-٢
١٦	الدالة التجميعية للتوزيعات المتقطعة والمستمرة	٢-٢
١٧	المنحنى الطبيعي	٣-٢
٢٠	المنحنى الحوضي للأجهزة والمعدات الالكترونية	٤-٢
٢٠	المنحنى الحوضي للمكائن والمعدات الميكانيكية	٥-٢
٨٨	المدرج التكراري للبيانات الحقيقية	١-٤

الفصل الأول

منهجية البحث والدراية المأبذة

Introduction المقدمة: 1-1

نتيجة التطور السريع في التكنولوجيا والانتشار الواسع للصناعة واستعمالها في مختلف مجالات الحياة كالطب وبحوث الفضاء والاتصالات.... وغيرها من المجالات الأخرى وكثرة تعقيداتها الإلكترونية والميكانيكية والكهربائية جاء الاهتمام بالمعولية وظهرت فكرتها في نهاية الأربعينيات مع بداية الحرب العالمية الثانية بسبب ازدياد المعدات الحربية المعقدة ومحاولة لحل مشكلة الفشل في المعدات ، وتأتي أهمية المعولية عن طريق عدة سمات ومنها التنبؤ بالعد الكلي للمكائن العاملة وغير العاملة (العاطلة) في أي وقت الأمر الذي يمكن لمتخذي القرار من وضع خطط مستقبلية لإدارة العمل بصورة صحيحة وإيجابية وتفادي المشاكل في العمل ومن ثم يؤدي ذلك إلى تحقق السمعة الجيدة لأي مصنع أو شركة وزيادة المبيعات وتحقيق أرباح أكثر.

من السمات الأخرى للمعولية هي القدرة التنافسية إذ إن عمل الاعلانات عن منتجاتهم والتي تتمثل بأرقام تنبؤية عن المعولية لها تأثير إيجابي في أغلب الزبائن ومن طريقها تستطيع الشركة الحصول على قدرة تنافسية أعلى من منافسيهم الآخرين في السوق ،فضلا عن ذلك فإن المنتج ذات المعولية الجيدة مؤشر على حماية مستعملي المنتج وعدم تعرضهم للخطر ، وتعد المقارنة من الأمور المهمة إذ إن مقارنة معولية المنتج الحالي مع معولية المنتج السابق عن طريقه يمكن معرفة التطور أو التدهور في المنتج ، ويوجد العديد من السمات التي تجعل المعولية مهمة في حياتنا اليومية .

يمكن تحقيق المعولية في المنتجات الصناعية عن طريق مراعاة البساطة في تصميم منتجات الصناعية واستعمال مكونات عالية الموثوقية ،اتباع

طرائق تصنيعية تم التأكد منها مسبقا ، بناء نظام تحذيري للمنتج مثل اصدار اصوات الانذار وغيرها من الامور الاخرى.

تم تقسيم الرسالة الى خمسة فصول ، تضمن الاول المقدمة ومشكلة البحث والهدف منه وبعض الدراسات السابقة.

وتضمن الثاني المعولية ومؤشراتها ، اذ عرضَ بعض المفاهيم الاساسية المتعلقة بموضوع المعولية والدوال والمؤشرات التي لها علاقة بدالة المعولية وايضا توضيح انواع البيانات (التامة ، بيانات مراقبة) .

وتضمن الثالث طرائق تقدير معلمة الشكل والقياس ، ودالة المعولية لبيانات تخضع لتوزيع ويبل .

وتضمن الفصل الرابع الجانب التجريبي الذي تم فيه توليد الارقام العشوائية عن طريق استعمال اسلوب المحاكاة ، ومن ثم المقارنة بين مقدرات دالة المعولية باعتماد متوسط مربعات الخطأ MSE.

واخيرا تضمن الخامس الجانب التطبيقي معتمدا على بيانات حقيقية تخص مكائن وزارة الصناعة والمعادن/ الشركة العامة لصناعة النسيج والجلود/ مصنع الصوفية/ بغداد .

وفي الاونة الاخيرة نشرت الكثير من البحوث عن تقديرات دالة المعولية وباستعمال طرائق مختلفة وتوزيعات فشل مختلفة.

2-1 مشكلة البحث Research Problem

غالبا ماتكون الكثير من الالات (الاجهزة) بانواعها المختلفة عرضة للتوقف حالات الفشل ، نتيجة العطلات المفاجئة والاسنادية ، مما يؤثر ذلك في معولية تلك الالات (الاجهزة) ولايد من تقدير دقيق للمعولية ،من اجل تقدير متوسط وتباين وقت الاشتغال لحين الفشل لانها مؤشرات جيدة جدا على متابعة الاعمال في الورش والمصانع ،ومن هنا جاءت فكرة البحث العمل على تقدير المعولية لتوزيع الفشل في حالة بيانات مراقبة من النوع الثاني

(والتي يقصد بها بيانات مراقبة سير الانتاج وتحديد عدد الوحدات الفاشلة للوقوف على اسباب ذلك).

1-3 هدف البحث Research Purpose

يرمي البحث الى تقدير دالة المعولية وبعض مؤشراتها(دوال الفشل) لبيانات مراقبة من النوع الثاني تخضع لتوزيع ويبل عن طريق بعض طرائق التقدير، واختيار افضل طريقة من طرائق التقدير اعتمادا على متوسط مربعات الخطأ في الجانب التجريبي ، واكبر متوسط معولية في الجانب التطبيقي.

1-4 بعض الدراسات السابقة some Previous studies

من المهم الاشارة الى بعض البحوث المنشورة والرسائل والاطاريح التي تضمنت موضوع المعولية بصورة عامة و بيانات المراقبة وكالاتي:

- في عام (1972) نشر الباحثان (*Harolds & Kent*) [43] بحثا تناول فيه كيفية تقدير معلمات توزيع ويبل ذي المعلمتين في ظل بيانات مراقبة، مع ذكر دالة الخسارة، وطبقت طريقة المربعات الصغرى ، وقورنت مقدرات دالة المعولية واجريت تجارب المحاكاة لتوليد البيانات بصورة عشوائية تخضع لتوزيع ويبل ، واعتمد المقياس الاحصائي MSE .
- نشرت الباحثة (*Dianne M . Finkelstien*) [39] عام (1986) بحثا تناولت فيه تطوير طريقة لتقدير دالة المخاطرة لانموذج الانحدار في ظل بيانات مراقبة ، وتم ايضا اختبار الفرضيات عن المعلمات .
- وفي عام (1992) نشر الباحثون (*Patricia M. ODell & others*) [51] بحثا تناول مفهوم بيانات مراقبة وتحليلها باستعمال أنموذج انحدار وقدرت المعلمات

لتوزيع ويبل باستعمال نقطة الوسيط ، والانحدار ، والامكان الاعظم ،
وقورنت النتائج باستعمال المقياس الاحصائي MSE .

■ وفي عام (1996) ، قام الباحثان (Balakrishnan & Sandhu) [38] بنشر بحث تطرقا فيه الى مفهوم بيانات المراقبة وكذلك تناول البحث كيفية الحصول على افضل مقدر خطي غير متحيز لمعلمات توزيع اسي في ظل بيانات مراقبة من النوع الثاني ، باستعمال طريقة الامكان الاعظم.

■ وفي عام (2000) نشر الباحثون (Houslia p. Singh & other) [46] بحثا تناولوا فيه تقدير معلمة الشكل لتوزيع ويبل ذي المعلمتين في حالة بيانات مراقبة من النوع الثاني (بيانات المبتورة) إذ تم توضيح مفهوم البيانات المبتورة ومقارنة معلمة الشكل في حالة بيانات مراقبة في ظل توزيع ويبل ، مستعملين طريقة التقصص، وقورنت النتائج عن طريق متوسط مربعات الخطا ، واجريت تجارب محاكاة عند حجوم عينات مختلفة لغرض المقارنة وعرض النتائج في جداول .

■ وفي العام (2006) عملت الباحثة (الصفار) [20] على تقدير معلمات توزيع ويبل ذو المعلمتين لبيانات مراقبة من النوع الاول مستعملة طريقة الامكان الاعظم ، وقد وضحت الباحثة مفهوم بيانات مراقبة من النوع الاول وبيانات المراقبة من النوع الثاني.

■ قدرت الباحثة (حسين) [12] عام (2007) دالة المعولية لتوزيع ويبل المختلط (BiWeiball) وتم التركيز على بعض طرائق تقدير دالة المعولية وهي طريقة الامكان الاعظم وطريقة المربعات الصغرى الموزونة ، واجرت الباحثة اسلوب المحاكاة باستعمال طريقة مونت كارلو لتوليد البيانات ، واعتمدت المقياس الاحصائي للمقارنة بين الطريقتين متوسط مربعات الخطا MSE .

■ وفي عام (2008) قدمت الباحثة (الشمري) [19] بحثا تطرقت فيه الى دراسة طريقتين من طرائق تقدير معلمات توزيع ويبل ذي المعلمتين عندما تكون البيانات غير تامة (عينات مراقبة مبتورة) ومن ثم تكوين توليفة خطية بين مقدرات هاتين الطريقتين باستعمال طريقة التقصص ، واعتمدت الباحثة المقياس الاحصائي MSE لغرض المقارنة بين طرائق التقدير المختلفة .

- وكذلك عام (2008) قدم الباحثان (Vaida & Leonidas) [55] بحثاً منشوراً تناولاً فيه تقدير معلمات توزيع ويبل ذو المعالم الثلاث، إذ طبقت طريقة الامكان الاعظم والطريقة التحليلية، وطرائق عديدة عن طريق خوارزميات خاصة ، لتقدير كل من معلمة القياس والشكل، وتم توليد البيانات باستعمال اسلوب المحاكاة وحجوم عينات مختلفة وكررت التجربة (100) مرة.
- وفي العام (2009) قام الباحثان (Gyan & Singh) [41] بنشر بحث تناولاً فيه مقارنة اداء مقدرات بيزية مختلفة لمعلمة القياس لتوزيع ويبل ذو المعلمتين في حالة بيانات مراقبة من النوع الثاني ، واعتمدت انواع من دوال الخسارة منها دالة (Linex) و (Minimax) وعرضت جميع نتائج مقارنة المعولية في جداول .
- وفي عام (2010) قام الباحث (السعدي) [17] بتقدير دالة المعولية لتوزيع ويبل ذي المعلمتين باسلوبين ،الاسلوب الاول الطرائق المعلمية والاسلوب الثاني الطرائق اللامعلمية والمقارنة بينهما عن طريق اعتماد المؤشر الاحصائي MSE ، وتوليد مشاهدات باستعمال المحاكاة وحجوم عينات مختلفة.
- وضح الباحث (يتوما) [31] عام (2011) مفهوم البيانات الكاملة وبيانات المراقبة من النوع الاول وبيانات مراقبة من النوع الثاني وكذلك بيانات مراقبة تدريجية من النوع الاول وتدرجية من النوع الثاني ، مستعملاً بيانات مراقبة تدريجية من النوع الثاني لتقدير دالة المعولية ومعلمة الشكل لتوزيع BurrType-X11 باستعمال طرائق تقدير مختلفة وتمت المفاضلة بين طرائق التقدير باعتماد المؤشر الاحصائي MSE ومتوسط مربعات الخطا التكاملية IMSE.
- وكذلك في عام (2011) نشر الباحثان (مخول وغانم) [29] بحثاً قدراً فيه معلمات توزيع ويبل ذي المعلمتين وفق طريقة وايت ومن ثم تقدير دالة المعولية ،وقد طبق البحث على بيانات درجات الحرارة العظمى والامطار لمدينة دمشق للمدة الزمنية (1988-2007).
- وفي عام (2012) نشر الباحثون (رشيد واخرون) [16] بحثاً تضمن تقدير دالة المعولية، ويهدف البحث الى المقارنة بين مقدرات الطرائق الثلاث (الامكان الاعظم ،العزوم ، بيز) مستعملين طريقة مونت كارلو للمحاكاة لتوليد البيانات خاضعة لتوزيع ويبل ، وتم اعتماد المؤشر الاحصائي MSE ومتوسط الخطا النسبي MPE لغرض المقارنة.

- وفي عام (2013) تناولت الباحثة (الصفار) [21] بحثاً سلطت فيه الضوء على أهمية دراسة المعولية لتوزيع الاسي للمكائن والمعدات لكونها مؤشراً لبيان مدى كفاءة تلك المكائن وقدرتها على العمل لمدد زمنية طويلة بدون عطل، وركزت الباحثة على اجراء مقارنة باسلوبين لتقدير دالة المعولية ، الاسلوب الاول تضمن الطرائق اللامعلمية التقليدية بينما الاسلوب الاخر تضمن الطرائق اللامعلمية المعدلة. وتم توليد بيانات باستخدام المحاكاة ، واعتمد الـ MSE ومتوسط الخطا النسبي المطلق MAPE لغرض المقارنة بين طرائق التقدير.
- وكذلك في عام (2013) قدمت الباحثة (الوندي) [30] بحثاً تناولت فيه مفهوم انواع البيانات والتي هي بيانات كاملة (تامة) وبيانات مراقبة من النوع الاول وبيانات مراقبة من النوع الثاني، ومن ثم التطرق الى طرائق تقدير معدل الفشل ودالة المعولية.
- وايضا في عام (2013) نشر الباحثون (الشمرتي واخرون) [18] بحثاً تم فيه تقدير دالة المعولية لتوزيع الاسي بطريقة الامكان الاعظم وبعض الطرائق اللامعلمية (التجريب ، اللبية ، كابلن مير، المعدلة) وولدت البيانات باستعمال اسلوب المحاكاة بطريقة مونت كارلو واعتمد المؤشر الاحصائي MSE والخطا النسبي المطلق MAPE لتوصل الى الطريقة الافضل في التقدير.
- وفي العام نفسه (2013) نشر كل من (Ismail K & others) [47] بحثاً يتناول تقديم طرائق معدلة لتقدير معلمات توزيع ويبل ذي المعلمتين في ظل بيانات مراقبة من النوع الثاني ، وتم اشتقاق مقدرات الامكان الاعظم واعتمدت خوارزمية EM في التقدير.
- وكذلك عام (2013) نشر الباحثان (Hong & Chien) [44] بحثاً تضمن اعتماد بيانات مراقبة من النوع الثاني (بيانات مبتورة)، خاصة عندما تكون المشاهدات صعبة وغالية الثمن ، لذلك اعتمد مبدا بيانات مراقبة في التقدير ، وتمت المقارنة بين طريقة الامكان الاعظم وغيرها من الطرائق وبحجوم عينات مختلفة واستعمال اسلوب المحاكاة في التقدير.
- وفي العام نفسه (2013) تناول الباحثان (S. Balamurali & M. Usha) [53] اعداد تصميم لخطة معاينة لفحص المنتوجات في ظل توزيع ويبل ذي المعلمتين للفشل وليانات مراقبة ، و ثم تقييم الخطط عن طريق تصغير معدل الفحص الكلي

المطلوب ، وعرضت جميع نتائج خطط عينات القبول في جداول خاصة .

■ وفي عام (2016) استعمل الباحث (الدريعي) [14] انموذج احتمالي مركب (الاسي-ويبل) ذي الثلاث معلمات ، وتم تقدير معلمات الانموذج باربع طرائق مختلفة (الامكان الاعظم، المقدرات الجزئية، المربعات الصغرى ، المربعات الصغرى الموزونة)، واعتمد متوسط مربعات الخطا MSE لمقارنة بين طرائق التقدير المختلفة.

■ وفي العام نفسه (2016) قامت الباحثة (ابراهيم) [2] بدراسة المعولية واستعملت طرائق مختلفة منها الطرائق المعلمية واخرى لامعلمية وفي حالة عدم توصل الباحثة الى التوزيع المناسب لاوقات الفشل يتم اللجوء الى احد الطرائق اللامعلمية والتي هي اسلوب سلاسل ماركوف وشبكات بيز الديناميكية.

وفي هذه الرسالة سيتم ايجاد المعولية في ظل بيانات مراقبة من النوع الثاني لتوزيع ويبل .

الفصل الثاني

المعولية ومؤشراتها (دوال الفشل)

Preface 1-2 مقدمة

بسبب تطبيقات المعولية المختلفة في الحياة اليومية ظهرت الحاجة الى تقدير دالة المعولية وتطبيقاتها على الاجهزة والمكانن ومعرفة اوقات الفشل (العطل) واوقات الاشتغال لحين الفشل، لتقييم مستوى عمل المكانن والاجهزة وتخمين التكاليف الخاصة لصيانة المكانن واعادة تشغيلها.

تعرف المعولية ((على انها كلمة او مصطلح مشتقة من (عبارة معول عليه) والتي تعبر عن الوثوق بالشي والاعتماد عليه)) [1].

2-2 حالة المعولية Reliability function R(t) [6][50][48]

وهي احتمال ان الالة (الجهاز) يستمر في العمل بنجاح (بدون فشل) خلال مدة زمنية معينة (0,t) اي انه تبقى الالة فعالة بعد مرور الوقت t, (t > 0) والتعبير الرياضي لها هو :

$$R(t) = pr (T > t) \dots (1 - 2)$$

(t) : وقت الاشتغال وهو اكبر او يساوي صفرأ.

(T) : الزمن المتراكم لحياة جهاز معين خلال المدة (0,t)

وبمعنى اخر (متغير عشوائي يشير الى وقت اشتغال الالة حتى حدوث الفشل).

وان صيغة دالة المعولية في التوزيع المستمر هي:

$$R(t) = \int_t^{Maxt} f(u)du \dots (2 - 2)$$

وتمتلك الدالة المعولية عدة خصائص منها:

▪ هي قيمة محصورة بين صفر (0) والواحد الصحيح (1) لكونها دالة احتمالية ، وبمعنى رياضي يمكن كتابتها بالشكل الآتي:

$$. (0 \leq R(t) \leq 1)$$

▪ دالة رتيبة متناقصة مع الزمن (تتناسب عكسيا مع الزمن) إذ كلما تقدم زمن عمل الآلة قلت قيمة الدالة المعولية وبعبارة أخرى ان

$$R(t_1) > R(t_2) > R(t_3) > \dots > R(t_\infty)$$

و يمكن اثبات ذلك كالاتي:

لو كانت الدراسة تخص مدتين t_1, t_2 وان $t_2 > t_1$ فان دالة المعولية للمدة t_2 هي اصغر من دالة المعولية للفترة t_1 ويمكن التعبير عنها رياضيا كالاتي :

$$\int_{t_1}^{t_2} f(u) du \geq 0$$

و يمكن اعادة كتابة المعادلة المذكورة أنفا بالصيغة الآتية :

$$= F(t_2) - F(t_1) \geq 0$$

$$F(t) = 1 - R(t) \quad \text{وبما ان}$$

$$= 1 - R(t_2) - [1 - R(t_1)] \geq 0$$

$$= 1 - R(t_2) - 1 + R(t_1) \geq 0$$

$$= R(t_1) - R(t_2) \geq 0$$

والنتيجة المذكورة أنفا تثبت ان

$$R(t_1) \geq R(t_2)$$

وان قيمة دالة المعولية عند الزمن الصفري هي 1 وتبدأ قيمتها بالتناقص بالترتيب وتصبح قيمتها عند اكبر زمن ($Maxt$) لعمر الالة تساوي صفرو كالاتي :

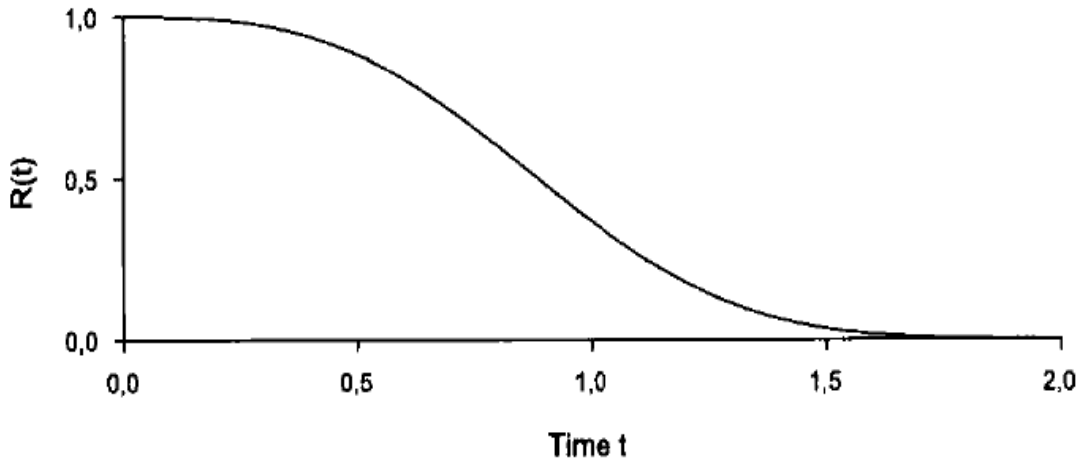
$$R(t = 0) = 1$$

⋮

⋮

$$R(t = Max) = 0$$

فاذا كانت $R(t)=0$ فان الجهاز لايعمل ، واذا كانت قيمة $R(t)=1$ هذا مؤشر على ان الجهاز سيستمر بالعمل الى الوقت t . وهذا فرض نظري فقط ، والشكل ادناه يبين العلاقة بين الزمن ودالة المعولية، المحور الافقي يمثل الوقت والمحور العمودي يمثل دالة المعولية ،



الشكل (1-2) يمثل دالة المعولية [50]

وبالنظر الى اشكل (1-2) يلاحظ انه عندما ($t = 0$) فان دالة المعولية اعلى مايمكن وقيمة دالة المعولية تبدا تنخفض شيئا فشيئا كلما تقدم الزمن او عمل الالة الى ان تقترب من الصفر وبذلك يمكن ان نعد الجهاز قد فشل .

كما وتوجد مؤشرات او دوال لها علاقة بالدالة المعولية يمكن عن طريقها التوصل الى قيمة الدالة المعولية.

3-2 دوال الفشل (Failure Functions) [15]

توجد دوال فشل لها علاقة بدالة المعولية وهذه الدوال قد تصلح لجميع النماذج المعلمية وغير المعلمية، وان العمل او عطل الجهاز (الالة) هما حالتان تتمثل بهما الاجهزة ماعدا اخراج الجهاز لاغراض الصيانة، ويعبر عن حالة الاشتغال باحتمالات النجاح (probability of success) وحالة الفشل باحتمالات الفشل (probability of Failure) وان الحالات قد تتبع توزيعات احتمالية معينة (مستمرة او متقطعة) نستطيع معرفتها عن طريق البيانات ذات العلاقة بتشغيل المكائن والاجهزة... الخ والمتوفرة لدى المؤسسات .

وبما ان الفشل لا يحصل قبل الاستعمال فان المدى لهذه التوزيعات هو $(0, \infty)$ ، وان دوال الفشل لها علاقة بدالة المعولية إذ يمكن عن طريقها تمييز اي توزيع احتمالي من توزيعات الفشل والتي تكون معرفة بالمدة $(0, \infty)$ للمتغير العشوائي T والذي يمثل وقت الحياة للجهاز او الماكنة وغالبا ما يكون مستمرا حتى حدوث الفشل ومن هذه الدوال.

1-3-2 دالة الكثافة الاحتمالية للفشل [9][34]

(Failure Probability Density function)

ان دالة الكثافة الاحتمالية للفشل تعرف بانها احتمال فشل الالة (الجهاز) خلال المدة $(t, t + \Delta t)$ وبغض النظر عن صغر Δt ويطلق عليها ايضا نسبة (معدل) الفشل اللاشرطية ويرمز لها بالرمز $f(t)$ والتعبير عنها رياضيا هو :

$$f(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{pr[t < T < t + \Delta t]}{\Delta t} , \quad t \geq 0 \dots \dots \dots (3-2)$$

وان Δt : التغير في قيمة المتغير العشوائي T بمعنى $\Delta t_i = t_i - t_{i-1}$

وخصائص هذه الدالة هي :

• $f(t)$ قيمة موجبة دائما (أكبر من الصفر او مساوية له) اي ان:

$$f(t) \geq 0 , \text{ for all } t$$

مجموع المساحة تحت منحنى $f(t)$ مساوية الى الواحد الصحيح دائما بمعنى ان :

$$\int_0^{\infty} f(t)dt = 1 \dots \dots \dots (4 - 2)$$

مع ملاحظة انه يمكن حساب احتمال حدوث الفشل في المدة $(t, t + \Delta t)$ رياضيا وكالاتي:

$$p(t \leq T \leq t + \Delta t) = \int_t^{t+\Delta t} f(u)du \dots \dots \dots (5 - 2)$$

2- 3 - 2 دالة الكثافة التجميعية للفشل [4][9]

(function Failure cumulative Density)

وهي احتمالية فشل الآلة (الجهاز) قبل الوقت t ويرمز لها $F(t)$ وتسمى ايضا دالة اللامعولية (Unreliability Distribution) والتعبير الرياضي لها هو :

$$F(t) = Pr (T \leq t) \dots \dots \dots (6 - 2)$$

$$F(t) = \int_0^t f(u)du \dots \dots \dots (7 - 2)$$

إذ ان : $f(u)$ هي دالة كثافة الفشل للزمن t.

(T): الوقت حتى حدوث الفشل.

وتمتلك الدالة اللامعولية (دالة الكثافة التجميعية للفشل) عدة خصائص منها:

- هي قيمة محصورة بين الصفر (0) والواحد الصحيح (1) ورياضياً يعبر عنها كالآتي: $(0 \leq F(t) \leq 1)$
- دالة رتيبة متزايدة مع الزمن (تناسب طردياً مع الزمن) وكما موضح أدناه:

$$F(t_1) < F(t_2) < F(t_3) < \dots < F(t_\infty)$$

وممكن اثبات ذلك كالآتي:

لو كانت الدراسة تخص مدتين t_1, t_2 وان $t_2 > t_1$ فان دالة اللامعولية للمدة t_2 هي اكبر من دالة اللامعولية للمدة t_1 ويمكن التعبير عنها رياضياً كالآتي :

$$\int_{t_1}^{t_2} f(u) du = \int_0^{t_2} f(u) du - \int_0^{t_1} f(u) du$$

$$= F(t_2) - F(t_1) \geq 0$$

$$= F(t_2) \geq F(t_1)$$

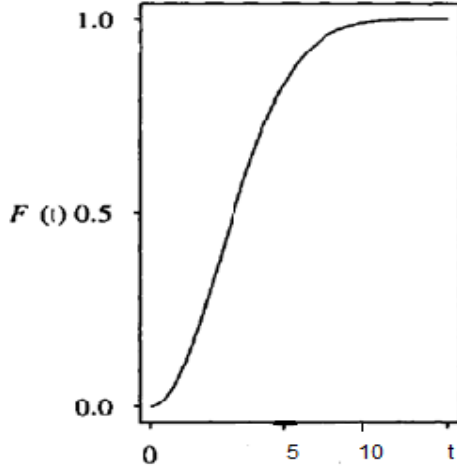
وان قيمة دالة اللامعولية عند الزمن الصفري هي صفر (0) وتبدأ قيمتها بالتزايد الرتبي وتصبح قيمتها عند اكبر زمن ($Maxt$) لعمر الآلة تساوي واحداً وكالآتي:

$$F(t = 0) = 0$$

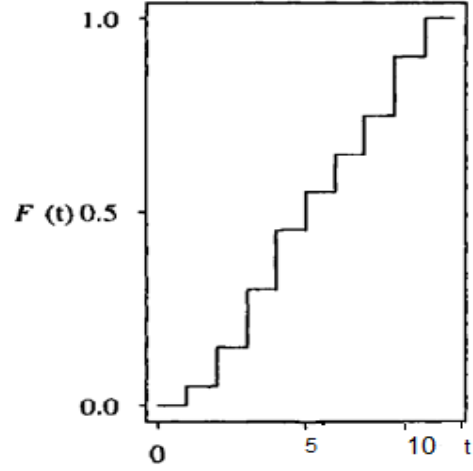
∴

$$F(t = Maxt) = 1$$

والشكل ادناه يوضح دالة الكثافة التجميعية (التراكمية) للتوزيعات المستمرة والمتقطعة



الدالة التجميعية للتوزيعات المستمرة



الدالة التجميعية للتوزيعات المتقطعة

الشكل (2-2) يمثل حالة الكثافة التجميعية (التراكمية) [49]

ومن الشكل (2-2) يلاحظ انه عندما ($t = 0$) فان دالة اللامعولية اقل
مايمكن وقيمة دالة اللامعولية تبدأ تزداد شيئاً فشيئاً كلما تقدم الزمن او عمل
الالة الى ان تقترب من الواحد وبذلك يمكن اعتبار ان الجهاز قد فشل.

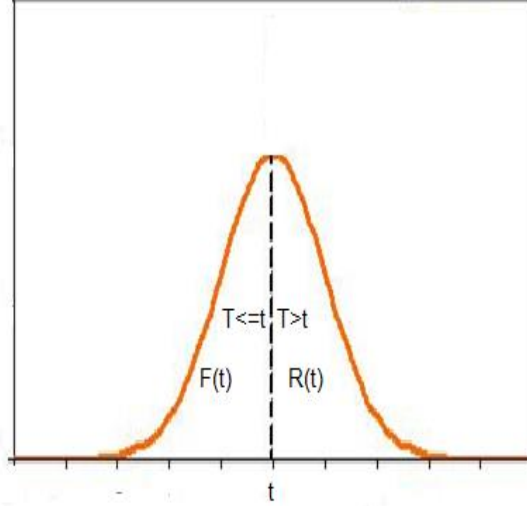
وان العلاقة بين دالة المعولية $R(t)$ ودالة اللامعولية (التجميعية) $F(t)$ وكما
في المعادلة (2-2) هي :

$$\therefore R(t) = \int_t^{Maxt} f(u) du$$

$$R(t) = 1 - \int_0^t f(u) du \dots (8 - 2)$$

$$\therefore R(t) = 1 - F(t) \dots (9 - 2)$$

ومن الرسم ادناه يبين ان $[P(T > t), P(T \leq t)]$ تساوي جميع المساحة تحت المنحنى



الشكل (3-2) يمثل المنحنى الطبيعي

وبالنظر الى المعادلة (9-2) والرسم نستنتج بان دالة المعولية والدالة التجميعية (اللامعولية) مجموعها = 1 بمعنى ان دالة الكثافة التجميعية للفشل هي متممة لدالة المعولية، اي ان احدهما مكمل الاخر.

$$R(t) + F(t) = 1 \dots (10 - 2)$$

$$F(t) = 1 - R(t) \dots (11 - 2)$$

ومن الجدير بالذكر ان دالة المعولية متناقصة ورتيبة تبدا باعلى قيمة لها هي الواحد الصحيح وتنتهي باصغر قيمة لها هي الصفر، بينما الدالة التجميعية (c.d.f) دالة متزايدة تبدا باصغر قيمة وهي الصفر وتنتهي باعلى قيمة لها هي الواحد الصحيح .

3-3-2 معدل الفشل $h(t)$ (Failure rate) [4][33]

ان معدل الفشل يسمى معدل الخطورة (Hazard rate) في الدراسات المعولية ، ويطلق عليه دالة البقاء (Survival Function) في جداول الحياة ، ويعرف على انه ((احتمال فشل الآلة (الجهاز) خلال المدة الزمنية $(t, t + \Delta t)$ علما ان الآلة (الجهاز) يعمل (لم يفشل) حتى الوقت t وهذا معناه ان معدل الفشل احتمال شرطي ، ونرمز لمعدل الفشل بالرمز $h(t)$).

والصيغة الرياضية لمعدل الفشل يمكن كتابتها بالشكل الآتي :

$$h(t) = \frac{\Pr(t < T < t + \Delta t / T > t)}{\Delta t}$$

وعندما Δt تقترب من الصفر ($\Delta t \rightarrow 0$) نحصل على معدل الفشل وبالصيغة الآتية :

$$h(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left[\frac{\Pr(t < T < t + \Delta t / T > t)}{\Delta t} \right]$$

والاحتمال الشرطي عبارة عن الدالة المشتركة (joint) مقسومه على الدالة الحدية *Marjinal*

$$h(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left[\frac{\Pr\{t < T < t + \Delta t\}}{\Delta t \Pr(T > t)} \right]$$

$$h(t) = \frac{1}{R(t)} \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left[\frac{\Pr\{t < T < t + \Delta t\}}{\Delta t} \right]$$

$$h(t) = \frac{dF(t)}{dt} * \frac{1}{R(t)} \dots (12-2)$$

وبما ان $f(t) = \frac{dF(t)}{dt}$ فان المعادلة (12-2) ستكون

$$h(t) = \frac{f(t)}{R(t)}$$

ان معدل الفشل (معدل الخطورة او الاخفاق) يتناسب عكسيا مع دالة المعولية $R(t)$ وطرديا مع دالة الكثافة الاحتمالية $f(t)$ عن طريق معرفة اي اثنين من هذه الدوال يمكن الحصول على الدالة الثالثة .

عن طريق معرفة معدل الخطورة (معدل الفشل او الاخفاق) نستطيع ان نميز بين ثلاث مراحل فشل يمر بها اي جهاز او الالة خلال العمر التشغيلي ومراحل الفشل هي: [26][48][49]

• الفشل المبكر (Early Failure)

وان هذا النوع من الفشل يحصل في وقت مبكر من عمر الجهاز ،ويكون معدل الفشل متناقصاً مع الزمن، ويحدث الفشل المبكر عادة بسبب اخطاء في تصنيع الجهاز او في تصميمه او بسبب عدم الاستعمال الجيد للجهاز الجديد والتي تحدث تأثيرا في اجزاء الجهاز ويؤدي ذلك الى عطل الجهاز مبكرا والذي سرعان ما يعالج بعد التشغيل مباشرة .

• الفشل المحتمل (Possible Failure)

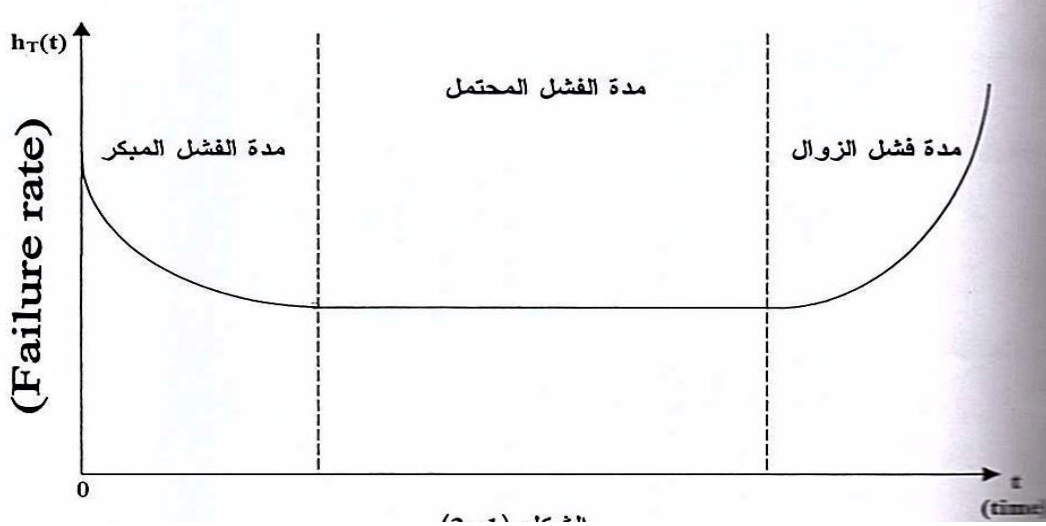
في هذه المرحلة من مراحل حياة النظام يكون حدوث العطل عشوائيا او بالصدفة ، وتمثل هذه المرحلة مدة التشغيل الطبيعي (Normal Operation) او تسمى بمرحلة العمر النافع (Useful Life) وتمتاز هذه المرحلة بان معدل الاخفاق او معدل الخطورة يميل الى ان يكون ثابتاً وذلك لان العطل كما ذكرنا آنفا يحدث بصورة مفاجئة مرتبط بتأثيرات بيئية غير اعتيادية مفاجئة تحدث خلال مدة تشغيل الجهاز .

• فشل الزوال (Wear –out Failure)

وهو اخر مرحلة من مراحل عمر الجهاز ،وتسمى بمرحلة الاهتراء او التاكل او السوفان (Wear-Out) وتتميز هذه المرحلة بانخفاض في كفاءة عمل الجهاز وارتفاع الخسارة وذلك لكون هذه المرحلة يزداد معدل العطلات فيها وبشكل كلما تقادم الزمن ، ويحدث فشل الزوال بسبب الاهمال وتقادم الجهاز واجهادة وعدم شموله ببرنامج صيانة منتظمة ، مع ملاحظة ان اغلب الاجهزة والمعدات الالكترونية لاتدخل ضمن المرحلة الثالثة حتى لو استمر العمل لسنوات طويلة.

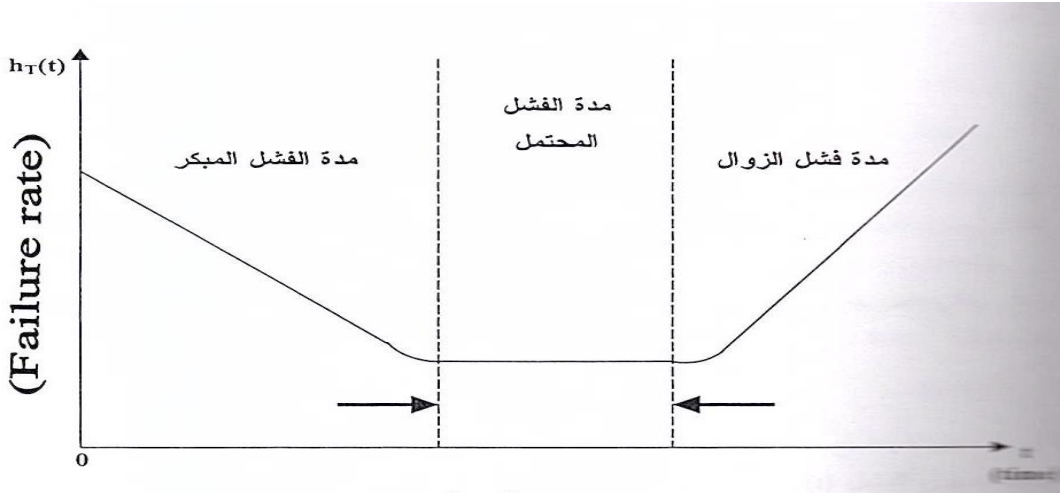
والشكل الاتي المرقم (2-4) يمثل المنحنى العام لمعدل الفشل التشغيلية او مايسمى حوض الاستحمام للاجهزة والمعدات

الإلكترونية ، بينما الشكل (5-2) يمثل المنحنى العام لمعدل الفشل للمكائن والمعدات ذات الطبيعة الميكانيكية ، وبالنظر الى الشكلين نشاهد الفرق في مرحلة العمر النافع وهي المرحلة الثانية من مراحل حياة اي جهاز.



الشكل (4-2)

يمثل المنحنى الحوضي للأجهزة والمعدات الإلكترونية [33]



الشكل (5-2)

يمثل المنحنى الحوضي للمكائن والمعدات الميكانيكية [33]

4-3-2 حالة الخطورة التجميعية [4]

(Hazard Function Cumulative)

وهي دالة تمثل معدل الفشل التراكمي [حاصل جمع قيم معدلات الفشل خلال المدة (0,t)] ويرمز لها $H(t)$ وانها تزداد مع تقدم الزمن اي ان:

$$H(t) = h(t_1) + h(t_2) + \dots + h(Maxt)$$

والتعبير الرياضي لدالة الخطورة هو :

$$H(t) = \int_0^t h(u) d(u) \dots (13 - 2)$$

5- 3-2 العلاقة بين $R(t), h(t), f(t)$ [28]

عن طريق المعادلات الرياضية السابقة يمكن التوصل الى وجود علاقة تربط بين دالة المعولية $R(t)$ ودالة الفشل $f(t)$ ومعدل الفشل (الخطورة) $h(t)$ ويمكن توضيح ذلك كما يأتي :

• في حالة معرفة قيمة $h(t)$ فان $R(t)$ يمكن الحصول عليها عن طريق تطبيق المعادلة (2 - 12)

$$\therefore h(t) = \frac{f(t)}{R(t)}$$

وبتطبيق المعادلة (2-9) نحصل على

$$h(t) = \frac{f(t)}{1 - F(t)}$$

وباخذ تكامل للزمن t نحصل على

$$\int_0^t h(u) du = \int_0^t \frac{f(u)}{1 - F(u)} du$$

$$\int_0^t h(u)du = -\ln[1 - F(u)]_0^t$$

$$\int_0^t h(u)du = -\ln[R(u)]_0^t$$

$$\int_0^t h(u)du = -\ln R(t) + \ln R(0).....(13-2)$$

وبما ان $R(0) = 1$ فان المعادلة (2- 14) ستكون

$$\therefore \ln R(t) = -\int_0^t h(u)du$$

ويرفع طرفي المعادلة للاساس (e) نحصل على دالة المعولية

$$\therefore R(t) = \exp(-\int_0^t h(u)du) \dots (14 - 2)$$

- وفي حالة معدل الفشل $h(t)$ معلوم يمكن حساب دالة الكثافة الاحتمالية $f(t)$ بتطبيق المعادلة (2- 12) نحصل على

$$\therefore h(t) = \frac{f(t)}{R(t)}$$

$$f(t) = h(t) * R(t)....(15-2)$$

وبالتعويض عن المعادلة (2- 14) بالمعادلة المذكورة آنفاً ستكون

$$f(t) = h(t) * \exp(-\int_0^t h(u)du)$$

- اذا كانت دالة المعولية $R(t)$ معروفة يمكن حساب معدل الفشل (معدل الخطورة) $h(t)$ باستعمال المعادلة (2-12) وكالاتي :

$$h(t) = -\frac{dR(t)}{dt} * \frac{1}{R(t)} \dots (16 - 2)$$

- وكذلك في حالة معرفة قيمة الدالة المعولية $R(t)$ يمكن الحصول على $f(t)$ كالاتي:-

$$\therefore f(t) = \frac{dF(t)}{dt}$$

وبتطبيق المعادلة (11-2) نحصل على

$$\therefore f(t) = -\frac{dR(t)}{dt} \dots (17 - 2)$$

4-2 متوسط الوقت بين العطلات (Average Time Between Failure) [15]

يُقاس عمر الجهاز (life age) بمتوسط المدة الزمنية بين العطلات (Mean Time Between Failure) والذي يمكن حسابه عن طريق احتساب توقع الزمن T أي ان :

$$MTBF = E(T) = \int_0^{\infty} t f(t) dt \dots (18 - 2)$$

وباستعمال المعادلة (17-2) نحصل على :

$$MTBF = \int_0^{\infty} -\frac{dR(t)}{dt} t dt$$

وباستعمال التكامل بالتجزئة نحصل على:

$$MTBF = -tR(t)|_0^{\infty} + \int_0^{\infty} R(t) dt$$

$$\therefore MTBF = \int_0^{\infty} R(t) dt \dots (19 - 2)$$

وان متوسط الوقت بين العطلات عبارة عن القيمة المتوقعة لزمن الاشتغال او التعويل على الالة او الجهاز حتى حدوث العطل الاول .

ان عملية التقدير (Estimation) لاي مجتمع قيد الدراسة تكون عن طريق اخذ عينة من ذلك المجتمع بحيث تمثل خصائص المجتمع نفسها او قريبة منها، وتعد عملية التقدير احدى الركائز الاساسية في الاستدلال الاحصائي (Statistical Inference) وبواسطته تتم عملية الاستنتاجات عن مجتمع الدراسة على اساس النتائج المستحصلة من العينة المختارة من المجتمع.

وان تقدير دالة المعولية لبيانات مراقبة يتطلب ذلك الامر توضيح بعض انواع البيانات اذ ان الفحص واختبار الجهاز او المنتج (الالة) يتطلب مراقبة وتسجيل الوحدات (البيانات) الفاشلة وحسب نوع البيانات .

6-2 انواع البيانات Data classification [3][25][35][36][40]

1- البيانات التامة (الكاملة) complete data

البيانات التامة تعني كل البيانات (وحدات العينة) قد وضعت لاختبار الحياة فان الاختبار يتوقف بعد فشل كل الوحدات ، ويكون وقت الفشل لكل وحدة العينة معلوم ومشاهد.
وان دالة الامكان الاعظم لهذا النوع من البيانات

$$L = \prod_{i=1}^n f(t, \theta) \dots \dots \dots (20 - 2)$$

اذ ان :

$f(t, \theta)$ دالة الكثافة الاحتمالية للتوزيع .

وان عيوب استعمال البيانات الكاملة هو مراقبة كل مفردات العينة الخاضعة لاختبار الحياة وان هذا الامر يترتب عليه (خسارة في الوقت ، تكلفة ، جهد ، واحيانا الفحص التدميري) لذلك يمكن الاستعاضة عن البيانات التامة ببيانات المراقبة.

بيانات المراقبة censored Data -2

سوف يتم التطرق الى نوعين من بيانات المراقبة على الرغم من وجود عدة انواع ، ويمكن توضيح بيانات المراقبة كالاتي :

▪ بيانات المراقبة من النوع الاول type- I -censord Data

يسمى هذا النوع ببيانات مراقبة الزمن (Time censored Data) في هذا النوع من البيانات يكون فيه زمن المراقبة ثابت (t_0) ومحدد مسبقا ويختلف من تجربة الى اخرى لجميع بيانات العينة (وحدات العينة) الخاضعة للاختبار .

فعند اختبار الحياة (n) من الوحدات عند الزمن الصفري سوف نشاهد (نراقب) عمل وحدات العينة لحين انتهاء الزمن الثابت المحدد مسبقا اي تتوقف تجربة الحياة (الاختبار).

وان الوحدات التي فشلت بالاختبار هي m من الوحدات ، وان m متغير عشوائي لانستطيع معرفته او تحديده الا بعد انتهاء الزمن (t_0) ، وان ($n-m$) هي عدد الوحدات الباقية بعد الزمن (t_0)

$$0 < t_1 < t_2 < t_3 < \dots < t_m < t_0$$

إذ ان :

t_i : هو زمن فشل الوحدة رقم i قبل الزمن t_0

وان دالة الامكان الاعظم لبيانات المراقبة من النوع الاول هي:

$$L = \frac{n!}{(n-m)!} \prod_{i=1}^m f(t, \theta) [R(t_0)]^{n-m} \dots \dots \dots (21 - 2)$$

إذ ان :

$R(t_0)$: دالة المعولية عند الزمن t_0

$f(t, \theta)$: دالة كثافة الفشل

$(n - m)$: عدد الوحدات الباقية بعد الزمن t_0

وان هذا النوع من العينات يهتم بتجارب اختبارات الحياة التي تكون فيها الكلفة متزايدة .

▪ بيانات مراقبة من النوع الثاني type - II-censored Data

ويسمى هذا النوع من البيانات ببيانات مراقبة الفشل (*Failur censored Data*).

يتم في هذا النوع من البيانات بتحديد عدد معين مسبقاً من وحدات العينة التي يتم مراقبتها (r) الوحدات الثابتة وعليه فان زمن هذه الوحدات (t_r) يكون متغيراً عشوائياً لا يمكن تحديده ، فعند البدء باختبار الحياة عند الزمن الصفري سوف نراقب (نشاهد) عمل الوحدات (r) ونوقف التجربة بعد الحصول على r من الوحدات الفاشلة التي حددت مسبقاً ، اما الوحدات الباقية بعد الزمن t_r هي $(n-r)$.

وان دالة الامكان الاعظم لهذا النوع من البيانات هي:

$$L = \frac{n!}{(n-r)!} \prod_{i=1}^m f(t, \theta) [R(t_r)]^{n-r} \dots \dots \dots (22 - 2)$$

اذ ان:

$$0 < t_1 < t_2 < \dots < t_r$$

$f(t, \theta)$: دالة كثافة الفشل.

$R(t_r)$: دالة المعولية عند الزمن t_r .

(n-r) : عدد الوحدات الباقية (غير الفاشلة) بعد توقف الاختبار عند الفشل
الوحدة رقم r .

وهذه العينات غالباً ماتهتم بفحص الوحدات الغالية الثمن او تلك التي يكون
فيها الفحص تدميراً .

7-2 بعض التوزيعات الاحصائية للفشل [23][52]

(Some Statistical distributions of failure)

توجد عدة توزيعات احصائية منقطعة ومستمرة فضلاً عن توزيع ويبل
يمكن عن طريقهما الحصول على معدل الفشل ، كتوزيع بواسون ، توزيع
ذي الحدين ، توزيع فوق الهندسي ، اما التوزيعات المستمرة فهي التوزيع
الاسي ، توزيع كاما ، توزيع اللوغارتم الطبيعي ، توزيع معكوس كاوس .

ان معدل الفشل (Failure rate) لاي جهاز يكون على نوعين وهي معدل فشل
ثابت مع الزمن (Constant failure) وفيه الجهاز يكون في مرحلة العمر
النافع (Useful Life) ويعد التوزيع الاسي أنموذج الفشل الذي يصف هذه المرحلة
والذي يدعى بانموذج معدل الفشل الثابت (constant Failure Rate Model) ،
والنوع الثاني معدل الفشل المتغير مع الزمن (time dependent failure rate) .
وتعد التوزيعات الاخرى كتوزيع الطبيعي وتوزيع ويبل والتوزيع اللوغارتمي الطبيعي
نماذج الفشل التي تصف المراحل في حياة الجهاز، وسيتم استعمال توزيع ويبل في
الجانب العملي لذلك تم اختياره.

(Two-paramete Weibull Failure Distribution)

يُعد توزيع ويبل (Weibull distribution) من افضل نماذج الفشل الذي يمكن ان يصف مراحل الفشل ظهر عام 1939 وسمي بهذا الاسم نسبة الى العالم Weibulle السويدي، إذ ظهر هذا التوزيع بعد الحرب العالمية الثانية احد نماذج الفشل واكثرها استعمالاً وشيوعاً في دراسات المعولية لكونه احد النماذج التي تصف حالات الفشل المختلفة لاي جهاز إذ يستعمل توزيع ويبل لوصف عطلات الكثير من المكائن والمعدات ذات طبيعة العمل الميكانيكي، ومن الجدير بالذكر ان التوزيع الاسي هو حالة خاصة من توزيع ويبل وقد انحسر استعماله وذلك بسبب خاصية ثبات معدل الفشل الذي يتصف بها التوزيع الاسي، على العكس منه فان توزيع ويبل يمكن استعماله لوصف المراحل المختلفة التي تمر بها اي ماكينة او جهاز كمرحلة الفشل المبكر (الفشل المتناقص) (Decreasing Failure rate) ومرحلة الفشل المتزايد (Increasing Failure rate)

ان الدالة الكثافة الاحتمالية (p.d.f) للمتغير العشوائي T يتوزع توزيع ويبل هي:

$$f(t, \theta, \beta) = \frac{\beta}{\theta} t^{\beta-1} e^{-\frac{t^\beta}{\theta}} \dots (23-2)$$

$$t > 0; \beta, \theta > 0$$

اذ ان :

θ معلمة القياس (Scale parameter).

β معلمة الشكل (shape parameter).

وان العزم الرائي لتوزيع ويبل هو :

$$E(t^r) = \int_0^\infty t^r \frac{\beta}{\theta} t^{\beta-1} e^{-\frac{t^\beta}{\theta}} dt = \theta^{\frac{r}{\beta}} \Gamma\left(\frac{r}{\beta} + 1\right) \dots (24 - 2)$$

وعندما $r = 1$ نحصل على العزم الاول M_1 والذي يمثل (Et)

$$M_{1= E(t)} = \theta^{\frac{1}{\beta}} \Gamma\left(\frac{1}{\beta} + 1\right)$$

وعند التعويض عن $r = 2$ نحصل على العزم الثاني (Et^2) والذي هو:

$$M_2 = E(t^2) = \theta^{\frac{2}{\beta}} \Gamma\left(\frac{2}{\beta} + 1\right)$$

والتباين هو:

$$Var(t) = E(t^2) - [E(t)]^2$$

$$= \theta^{\frac{2}{\beta}} \left[\Gamma\left(\frac{2 + \beta}{\beta}\right) - \Gamma^2\left(\frac{1 + \beta}{\beta}\right) \right]$$

اما دالة التوزيع (التراكمي) لتوزيع ويبيل فيكون بالصيغة الاتية:

$$F(t) = \int_0^t \frac{\beta}{\theta} u^{\beta-1} \exp\left[-\frac{u^\beta}{\theta}\right] du$$

$$F(t) = 1 - \exp\left[-\frac{t^\beta}{\theta}\right] \dots (25 - 2)$$

ودالة المعولية لتوزيع ويبيل يتم حسابها من الصيغة المذكورة أنفا:

$$R(t) = 1 - F(t)$$

$$R(t) = \exp\left[-\frac{t^\beta}{\theta}\right] \dots (26 - 2)$$

اما معدل الفشل (الاخفاق) فيمكن ايجاده باستعمال المعادلة (2 - 12) وكالاتي:

$$h(t) = \frac{f(t)}{R(t)}$$

وعند التعويض عن دالة الكثافة الاحتمالية ودالة المعولية لتوزيع ويبل نحصل على معدل الفشل (الافخاق) والذي يتناسب طرديا مع β معلمة الشكل وعكسيا مع θ معلمة القياس.

$$h(t) = \frac{\frac{\beta}{\theta} t^{\beta-1} \exp\left[-\frac{t^\beta}{\theta}\right]}{\exp\left[-\frac{t^\beta}{\theta}\right]}$$

$$h(t) = \frac{\beta}{\theta} t^{\beta-1} \dots (27 - 2)$$

9-2 بعض خصائص توزيع ويبل ذو المعلمتين [24], [28]

سيتم التطرق الى بعض خصائص التوزيع ويبل عن طريق توضيح تأثير

معلمتي الشكل والقياس في التوزيع عن طريق الاتي:

- عندما ($\beta = 1$) يتحول الى توزيع الاسي والذي هو حالة خاصة من توزيع ويبل ويكون في هذه الحالة معدل الفشل ثابت والجهاز او الماكنة تكون في مرحلة العمر النافع ، والتوزيع الاسي يمتاز بخاصية فقدان الذاكرة (Memory Lessness) ومفهوم هذه الخاصية ان الاستعمال السابق للجهاز او الماكنة لا يؤثر بعملها في المدة القادمة اي العمر المقبل للجهاز لا يعتمد على عمره السابق، اذ ان عمل الماكنة في هذه المرحلة لا يتاثر بتقدمها واستهلاكها، وهذه الخاصية تتفق تماما مع طبيعة العطلات العشوائية التي يتعرض لها الجهاز او الماكنة .
- عندما ($\beta = 2$) فان التوزيع يتحول الى توزيع رالي (Rayleigh dis) .
- عندما ($\beta < 1$) يكون مشابها لشكل التوزيع الاسي.
- عندما ($\beta \geq 3$) يكون مشابها لشكل التوزيع الطبيعي (يكون الشكل قريبا من التماثل).
- عندما ($1 < \beta < 3$) يكون التوزيع ملتويا (Skewed)

- عندما تكون معلمة الشكل $\beta > 1$ معدل الفشل متزايد (Increasing Failure Rate) وهي الحالة التي تمثل دخول الجهاز او الماكنة مرحلة التاكل (الاستهلاك) والتقدم
- عندما تكون معلمة الشكل $\beta < 1$ معدل الفشل متناقص (Decreasing Failure Rate) .
- عندما تكون معلمة الشكل $\beta = 1$ معدل الفشل ثابت (Decreasing Failure Rate) .
- زيادة قيمة معلمة القياس (θ) في نقطة زمنية معينة يؤدي الى انخفاض معدل الفشل وزيادة قيمة دالة المعولية

الفصل الثالث

طرائق التقدير

1-3 مقدمة Introduction

يوجد العديد من طرائق تقدير معلمات ودالة المعولية والمؤشرات والدوال المتعلقة بها الخاصة بتوزيع ويبل، وسيتم توضيح بعض هذه الطرائق في حالة البيانات تحت المراقبة من النوع الثاني (type-II-censoredData)، ومن هذه الطرائق هي :

2-3 طريقة الامكان الاعظم (MLM) [3][4] [7][40][51]

(Maximum Likelihood Method)

تعد هذه الطريقة من طرائق التقدير المهمة والشائعة الاستعمال في التقدير ويعود سبب ذلك إلى ان طريقة الامكان الاعظم تمتلك مجموعة من الخصائص الجيدة منها الكفاية والاتساق احياناً، وتكون اكثر دقة من الطرائق الاخرى لاسيما عند زيادة حجم العينة إذ أنها تكون غير متحيزه عندما يكون حجم العينة كبيراً، وان هدف هذه الطريقة هو ايجاد قيم تقديرية للمعلمات التي نريد تقديرها بجعل دالة الامكان الاعظم للمتغيرات العشوائية أعظم مايمكن، ويرمز لدالة الامكان الاعظم بالرمز (L).

إذا كان المتغير العشوائي (T) يمتلك دالة الكثافة الاحتمالية وكما في المعادلة (2 – 23) فان دالة الامكان الاعظم للمتغيرات العشوائية المستقلة T_1, T_2, \dots, T_n هي :

$$L(T_1, T_2, \dots, T_n, \beta, \theta) = f(t_1, \beta, \theta) \cdot f(t_2, \beta, \theta) \dots f(t_n, \beta, \theta)$$

$$\therefore L = \prod_{i=1}^n f(t_i, \beta, \theta)$$

وبما ان دالة الامكان الاعظم لبيانات مراقبة من النوع الثاني هي :

$$L = \frac{n!}{(n-r)!} \prod_{i=1}^r f(t_i, \theta) [1 - F(t_r)]^{n-r}$$

$$0 < t_1 < t_2 < \dots < t_r$$

(n) : حجم العينة.

(r) : بيانات المراقبة الفاشلة.

(n - r) : البيانات المتبقية بعد الزمن t_r .

t_i : زمن فشل الوحدة i .

t_r : زمن فشل الوحدة الاخيرة (r).

وبما ان دالة الكثافة الاحتمالية لتوزيع ويبيل هي :

$$f(t|\theta, \beta) = \frac{B}{\theta} t^{B-1} e^{-\frac{t^B}{\theta}}$$

$$t > 0, \quad B > 0, \quad \theta > 0$$

وبتعويض دالة الكثافة الاحتمالية لتوزيع ويبيل في دالة الامكان الاعظم نحصل على المعادلة الاتية:

$$L = \frac{n!}{(n-r)!} \prod_{i=1}^r \frac{B}{\theta} t_i^{B-1} e^{-\frac{t_i^B}{\theta}} [R(t_r)]^{n-r} \dots (28-2)$$

وبتعويض عن الدالة المعولية وبفرض $k = \frac{n!}{(n-r)!}$ نحصل على الاتي :

$$= K \left[\left(\frac{B}{\theta}\right)^r \prod_{i=1}^r t_i^{B-1} e^{-\frac{\sum_{i=1}^r t_i^B}{\theta}} \right] \left[e^{-\frac{t_r^B}{\theta}} \right]^{n-r}$$

$$L = K \left(\frac{B}{\theta}\right)^r \prod_{i=1}^r t_i^{B-1} e^{-\frac{1}{\theta} [\sum_{i=1}^r t_i^B + (n-r)t_r^B]} \dots (29-2)$$

وباخذ اللوغاريتم الطبيعي لطرفي المعادلة نحصل على :

$$\text{Log}L = \log K + r \text{Log} \beta - r \text{Log} \theta + (\beta - 1) \sum_{i=1}^r \text{Log} t_i - \frac{1}{\theta} \left[\sum_{i=1}^r t_i^\beta + (n-r)t_r^\beta \right]$$

وباشتقاق المعادلة المذكورة انفاً اشتقاقاً جزئياً بالنسبة لمعلمة القياس (θ) ومعلمة الشكل (β) وبمساواة المشتقة مع الصفر نحصل على مقدرات الامكان الاعظم لهما وكالاتي:

$$\frac{\partial \text{Log}L}{\partial \theta} = \frac{-r}{\theta} + \frac{1}{\theta^2} \left[\sum_{i=1}^r t_i^\beta + (n-r)t_r^\beta \right] \dots (30 - 2)$$

$$\frac{\partial \text{Log}L}{\partial B} = \frac{r}{B} + \sum_{i=1}^r \text{Log} t_i - \frac{\sum_{i=1}^r t_i^B (1) \text{Log} t_i + (n-r)t_r^B \text{Log} t_r}{\theta} \dots (31 - 2)$$

وبما ان

$$\frac{\partial \text{Log}L}{\partial \theta} = 0$$

$$\frac{\partial \text{Log}L}{\partial B} = 0$$

فان قيمة ($\hat{\theta}$) ستكون :

$$\hat{\theta}_{MLE} = \frac{\sum_{i=1}^r t_i^{\hat{B}} + (n-r)t_r^{\hat{B}}}{r} \dots (32 - 2)$$

اما قيمة B ستكون :

$$0 = \frac{r}{\hat{B}} + \sum_{i=1}^r \text{Log} t_i - \frac{\sum_{i=1}^r t_i^{\hat{B}} \text{Log} t_i + (n-r)t_r^{\hat{B}} \text{Log} t_r}{\hat{\theta}}$$

وبتعويض قيمة ($\hat{\theta}$) في المعادلة المذكورة أنفاً نحصل على :

$$\sum_{i=1}^r \text{Log} t_i = \frac{\sum_{i=1}^r t_i^{\hat{B}} \text{Log} t_i + (n-r)t_r^{\hat{B}} \text{Log} t_r}{\frac{\sum_{i=1}^r t_i^{\hat{B}} + (n-r)t_r^{\hat{B}}}{r}} - \frac{r}{\hat{B}}$$

وبتبسيط المعادلة نحصل على

$$\frac{1}{r} \sum_{i=1}^r \text{Log} t_i = \frac{\sum_{i=1}^r t_i^{\hat{\beta}} \text{Log} t_i + (n-r)t_r^{\hat{\beta}} \text{Log} t_r}{\sum_{i=1}^r t_i^{\hat{\beta}} + (n-r)t_r^{\hat{\beta}}} - \frac{1}{\hat{\beta}} \dots (33-2)$$

وعند حل المعادلة (2 - 33) بأحدى الطرائق التكرارية مثل طريقة نيوتن رافسن او اي طريقة تكرارية مناسبة نستخرج قيمة $(\hat{\beta}_{MLE})$ ، ثم تعتمد قيمة $\hat{\beta}_{MLE}$ في المعادلة (2-32) للحصول على $(\hat{\theta}_{MLE})$.

3-3 طريقة العزوم (MO) (Method of Moments) [16]

تتصف هذه الطريقة بسهولة فلذلك تعد من الطرائق الشائعة الاستعمال في حقل تقدير المعلمات، وتتلخص فكرتها بتقدير عزوم المجتمع (M_j) المجهولة بواسطة العينة (\hat{M}) المعلومة.

وبما ان معامل الاختلاف مستقل عن المعلمة (θ) اي انه يعتمد على المعلمة (β) وبذلك يمكن الافادة من معامل الاختلاف في تقدير المعلمة (β) وكالاتي :

بما ان العزم الرائي الاول لتوزيع ويبيل هو حالة خاصة من العزوم اللامركزية ويعرف كالاتي:

$$M_1 = E(t^1) = \theta^{\frac{1}{\beta}} \Gamma\left(\frac{1}{\beta} + 1\right)$$

والعزم المركزي الثاني لتوزيع ويبيل هو حالة خاصة من العزوم اللامركزية يسمى التباين ويعرف كالاتي :

$$M_2 = E(t - M)^2 = V(t) = \theta^{\frac{2}{\beta}} \left[\Gamma\left(\frac{2+\beta}{\beta}\right) - \Gamma^2\left(\frac{1+\beta}{\beta}\right) \right]$$

وبما ان عزم العينة الاول هو :

$$m_1 = \frac{\sum_{i=1}^r t_i}{r}$$

وعزم العينة الثاني هو :

$$m_2 = \frac{\sum_{i=1}^r t_i^2}{r}$$

وان عزم المجتمع التقديري يساوي عزم العينة وان معامل الاختلاف هو:

$$\therefore c.v = \frac{s}{\bar{t}}$$

$$c.v = \sqrt{\frac{s^2}{\bar{t}^2}} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1^2}} \dots \dots \dots (34 - 2)$$

وعلية يمكن الافادة من معامل الاختلاف بالشكل الاتي :

$$\sqrt{\frac{\Gamma\left[\frac{\beta+2}{\rho}\right] - \Gamma^2\left[\frac{\beta+1}{\beta}\right]}{\Gamma^2\left[\frac{\beta+1}{\beta}\right]}} = \sqrt{\frac{\frac{\sum_{i=1}^r t_i^2}{r}}{\left(\frac{\sum_{i=1}^r t_i}{r}\right)^2}} \dots \dots (35 - 2)$$

يمكن اعتماد المعادلة المذكورة أنفا (35-2) في تقدير المعلمة $(\hat{\beta}_{MOM})$ بواسطة العزوم والافادة منها في تقدير معلمة θ وذلك بتعويض عن قيمة المعلمة $(\hat{\beta}_{MOM})$ والتي تم تقديرها بواسطة العزوم في المعادلة (36-2) .

$$\hat{\theta}_{MOM} = \left[\frac{\bar{t}}{\Gamma\left(\frac{\beta+1}{\beta}\right)} \right]^{\hat{\beta}} \dots (36 - 2)$$

3-4 الطريقة المختلطة (طريقة التقليل) *Mix Method* [13][37]

إذا كان لدينا مقدران معلومان نستطيع تكوين مقدر ثالث جديد يمثل تركيب خطي من المقدرين المعلومين باستعمال الطريقة المختلطة.

فإذا فرضنا $\hat{\theta}_1$ مقدر الامكان الاعظم ، و $\hat{\theta}_2$ مقدر العزوم .

فان المقدر الجديد يمثل خليط من المقدرين المذكورة أنفا ونرمز له بالرمز $\hat{\theta}_m$ والمعرف بالمعادلة

$$\hat{\theta}_m = P\hat{\theta}_1 + (1 - P)\hat{\theta}_2 \dots (37 - 2)$$

إذ ان p ثابت وان $(0 \leq P \leq 1)$ ويتم تحديد قيمة P التي تعمل على تصغير متوسط مربعات الخطأ (*Mse*) لهذا المقدر المختلط $Mse(\hat{\theta}_m)$ وذلك حسب الخطوات الآتية:

$$\hat{\theta}_m = P\hat{\theta}_1 + (1 - P)\hat{\theta}_2$$

$$\hat{\theta}_m - \theta = P\hat{\theta}_1 + (1 - P)\hat{\theta}_2 - \theta \quad \text{نطرح من الطرفين } \theta$$

$$\hat{\theta}_m - \theta = P\hat{\theta}_1 + \hat{\theta}_2 - P\hat{\theta}_2 - \theta \quad \text{وبفتح القوس في المعادلة المذكورة أنفا}$$

$$\hat{\theta}_m - \theta = P\hat{\theta}_1 + \hat{\theta}_2 - P\hat{\theta}_2 - \theta + P\theta - P\theta \quad \text{اضافة طرح } P\theta$$

$$\hat{\theta}_m - \theta = (P\hat{\theta}_1 - P\theta) - (P\hat{\theta}_2 - P\theta) + (\hat{\theta}_2 - \theta)$$

$$= P[(\hat{\theta}_1 - \theta) - (\hat{\theta}_2 - \theta)] + [\hat{\theta}_2 - \theta]$$

نربع الطرفين

$$[\hat{\theta}_m - \theta]^2 = P^2[(\hat{\theta}_1 - \theta) - (\hat{\theta}_2 - \theta)]^2 + [\hat{\theta}_2 - \theta]^2 + 2P[(\hat{\theta}_1 - \theta) - (\hat{\theta}_2 - \theta)][\hat{\theta}_2 - \theta]$$

$$= P^2[\hat{\theta}_1 - \theta]^2 + P^2[\hat{\theta}_2 - \theta]^2 - 2P^2[\hat{\theta}_1 - \theta][\hat{\theta}_2 - \theta] + [\hat{\theta}_2 - \theta]^2 + 2P[\hat{\theta}_1 - \theta][\hat{\theta}_2 - \theta] - 2P[\hat{\theta}_2 - \theta]^2$$

ادخال التوقع للطرفين للمعادلة المذكورة أنفا نحصل على:

$$Mse(\hat{\theta}_m) = P^2 Mse(\hat{\theta}_1) + P^2 Mse(\hat{\theta}_2) - 2P^2 Cov(\hat{\theta}_1, \hat{\theta}_2) + Mse(\hat{\theta}_2) \\ + 2PCov(\hat{\theta}_1, \hat{\theta}_2) - 2PMse(\hat{\theta}_2)$$

نشتق المعادلة المذكورة أنفا بالنسبة الى P وبمساوتها الى الصفر نحصل على:

$$\frac{\partial Mse(\hat{\theta}_m)}{\partial P} = 2P Mse(\hat{\theta}_1) + 2P Mse(\hat{\theta}_2) - 4P Cov(\hat{\theta}_1, \hat{\theta}_2) + 2Cov(\hat{\theta}_1, \hat{\theta}_2) \\ - 2 Mse(\hat{\theta}_2)$$

$$0 = P Mse(\hat{\theta}_1) + P Mse(\hat{\theta}_2) - 2P Cov(\hat{\theta}_1, \hat{\theta}_2) + Cov(\hat{\theta}_1, \hat{\theta}_2) - Mse(\hat{\theta}_2)$$

$$0 = P[Mse(\hat{\theta}_1) + Mse(\hat{\theta}_2) - 2 Cov(\hat{\theta}_1, \hat{\theta}_2)] + Cov(\hat{\theta}_1, \hat{\theta}_2) - Mse(\hat{\theta}_2)$$

نحصل على قيمة P التي تحقق اصغر متوسط مربعات خطأ ممكن

$$P = \frac{Mse(\hat{\theta}_2) - Cov(\hat{\theta}_1, \hat{\theta}_2)}{Mse(\hat{\theta}_1) + Mse(\hat{\theta}_2) - 2 Cov(\hat{\theta}_1, \hat{\theta}_2)} \dots (38 - 2)$$

اذن المقدر الجديد المختلط هو

$$Estimated New = P\hat{\theta}_{mom} + (1 - P)\hat{\theta}_{mle} \dots (39-2)$$

اما في حالة ايجاد مقدر (β_m) جديد مختلط فيمكن ذلك عن طريق الاتي :

$$\hat{\beta}_m = P\hat{\beta}_1 + (1 - P)\hat{\beta}_2$$

إذ ان P ثابت ويتم تحديد قيمة P التي تعمل على تصغير متوسط مربعات الخطأ (Mse) لهذا المقدر المختلط $Mse(\hat{\beta}_m)$ وذلك حسب الخطوات الاتية:

$$\hat{\beta}_m = P\hat{\beta}_1 + (1 - P)\hat{\beta}_2$$

$$\hat{\beta}_m - \beta = P\hat{\beta}_1 + (1 - P)\hat{\beta}_2 - \beta \quad \text{نطرح من الطرفين } \beta$$

$$\hat{\beta}_m - \beta = P\hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2 - P\hat{\beta}_2 - \beta \quad \text{وبفتح القوس في المعادلة المذكورة انفا}$$

$$\hat{\beta}_m - \beta = P\hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2 - P\hat{\beta}_2 - \beta + P\beta - P\beta \quad \text{اضافة طرح } P\beta$$

$$\begin{aligned}\hat{\beta}_m - \beta &= (P\hat{\beta}_1 - \beta) - (P\hat{\beta}_2 - P\beta) + (\hat{\beta}_2 - \beta) \\ &= P[(\hat{\beta}_1 - \beta) - (\hat{\beta}_2 - \beta)] + [\hat{\beta}_2 - \beta]\end{aligned}$$

نربع الطرفين

$$\begin{aligned}[\hat{\beta}_m - \beta]^2 &= P^2[(\hat{\beta}_1 - \beta) - (\hat{\beta}_2 - \beta)]^2 + [\hat{\beta}_2 - \beta]^2 + 2P[(\hat{\beta}_1 - \beta) - (\hat{\beta}_2 - \beta)][\hat{\beta}_2 - \beta] \\ &= P^2[\hat{\beta}_1 - \beta]^2 + P^2[\hat{\beta}_2 - \beta]^2 - 2P^2[\hat{\beta}_1 - \beta][\hat{\beta}_2 - \beta] + [\hat{\beta}_2 - \beta]^2 \\ &\quad + 2P[\hat{\beta}_1 - \beta][\hat{\beta}_2 - \beta] - 2P[\hat{\beta}_2 - \beta]^2\end{aligned}$$

ادخال التوقع للطرفين للمعادلة المذكورة انفا نحصل على:

$$\begin{aligned}Mse(\hat{\beta}_m) &= P^2Mse(\hat{\beta}_1) + P^2Mse(\hat{\beta}_2) - 2P^2Cov(\hat{\beta}_1, \hat{\beta}_2) + Mse(\hat{\beta}_2) \\ &\quad + 2PCov(\hat{\beta}_1, \hat{\beta}_2) - 2PMse(\hat{\beta}_2)\end{aligned}$$

وباشتقاق المعادلة المذكورة انفا بالنسبة الى P ومساوتها الى الصفر نحصل على:

$$\begin{aligned}\frac{\partial Mse(\hat{\beta}_m)}{\partial P} &= 2P Mse(\hat{\beta}_1) + 2P Mse(\hat{\beta}_2) - 4P Cov(\hat{\beta}_1, \hat{\beta}_2) + 2Cov(\hat{\beta}_1, \hat{\beta}_2) \\ &\quad - 2 Mse(\hat{\beta}_2)\end{aligned}$$

$$0 = P Mse(\hat{\beta}_1) + P Mse(\hat{\beta}_2) - 2P Cov(\hat{\beta}_1, \hat{\beta}_2) + Cov(\hat{\beta}_1, \hat{\beta}_2) - Mse(\hat{\beta}_2)$$

$$0 = P[Mse(\hat{\beta}_1) + Mse(\hat{\beta}_2) - 2Cov(\hat{\beta}_1, \hat{\beta}_2)] + Cov(\hat{\beta}_1, \hat{\beta}_2) - Mse(\hat{\beta}_2)$$

وبتبسيط المعادلة المذكورة انفا نحصل على قيمة P التي تحقق اصغر متوسط مربعات خطأ

ممکن

$$P = \frac{Mse(\hat{\beta}_2) - Cov(\hat{\beta}_1, \hat{\beta}_2)}{Mse(\hat{\beta}_1) + Mse(\hat{\beta}_2) - 2Cov(\hat{\beta}_1, \hat{\beta}_2)}$$

اذن المقدر الجديد المختلط هو

$$Estimated\ New = P\hat{\beta}_{mom} + (1 - P)\hat{\beta}_{mle}$$

(Least Square Method OLS)

تعتمد طريقة المربعات الصغرى على ايجاد مقدرات الشكل والقياس (B, θ) والتي تتصف بانها تقدم اصغر مجموع مربعات خطأ يمكن ان نجده من حاصل الفرق بين دالة CDF واحد المقدرات اللامعلمية ، اذ يوجد العديد من المقدرات اللامعلمية وسوف نختار منها :

$$* \hat{F}_1(x_i) = \left(\frac{i}{n}\right)$$

$$* \hat{F}_2(x_i) = \left(\frac{i - 0.5}{n}\right)$$

$$* \hat{F}_3(x_i) = \left(\frac{i}{n + 1}\right)$$

إذ ان i : تمثل تسلسل المشاهدات (t_i) المرتبة تصاعديا.

\hat{F} : يمثل المقدار اللامعلمي لدالة C.d.f

والصيغة الرياضية المعتمدة في التقدير هي :

$$T_1 = \sum_{i=1}^r \left[\left\{ 1 - e^{-\frac{t_i^\beta}{\theta}} \right\} - \left(\frac{i}{n}\right) \right]^2$$

$$T_2 = \sum_{i=1}^r \left[\left\{ 1 - e^{-\frac{t_i^\beta}{\theta}} \right\} - \left(\frac{i - 0.5}{n}\right) \right]^2$$

$$T_3 = \sum_{i=1}^r \left[\left\{ 1 - e^{-\frac{t_i^\beta}{\theta}} \right\} - \left(\frac{i}{n + 1}\right) \right]^2$$

اذ ان

T_i : مجموع مربعات الخطا .

$i=1,2,3$

وسوف تطبق طريقة تكرارية عن طريق إعطاء قيم اولية للمعلمتين $(\theta), (\beta)$ واستعمال $(\hat{\theta}), (\hat{\beta})$ التي يكون عندها المقدار T_3, T_2, T_1 اصغر ما يمكن.

الفصل الرابع

الجانب التجريبي

1-4 مقدمة Introduction

في هذا الفصل تم استعمال المحاكاة لتوليد بيانات مراقبة من النوع الثاني تخضع لتوزيع ويبل ذي المعلمتين وذلك لغرض المقارنة بين طرائق تقدير دالة المعولية المذكورة سابقا في الفصل الثالث من هذه الرسالة.

2-4 الملاحظة (Simulation) [8][11][27]

يجب توافر البيانات عن ظاهرة ما لكي نستطيع دراستها ، وفي حالة تعذر الحصول على البيانات من الجهة ذات العلاقة بموضوع الدراسة او عدم توافرها بشكل كافٍ ، ممكن اللجوء الى اسلوب اخر وهو المحاكاة لكي نستطيع الحصول على البيانات اللازمة لدراسة تلك الظاهرة.

تمتاز عملية المحاكاة بالمرونة لأنها تعطي القدرة على التجريب والاختبار عن طريق تكرار عملية المحاكاة مرات متعددة بتغيير مدخلات عملية التقدير في كل مرة وان اهمية المحاكاة تأتي عن طريق توليد ارقام عشوائية في التجربة رقم واحد وتكون هذه الارقام العشوائية مستقلة عن الارقام العشوائية في التجربة الالية وهكذا ، ويمكن تعريف المحاكاة على انها ((تقليد او تمثيل للواقع الحقيقي باستعمال نماذج معينة)).

إن تطور اسلوب المحاكاة مع تطور الحاسبات ساعد الباحثين في توفير الوقت والجهد والمال وذلك عن طريق الاستعانة بالحاسبات الالكترونية لتكوين البيانات (المشاهدات) المطلوبة دون اللجوء الى العمل الميداني للحصول عليها وبدون الاخلال بالنتائج المطلوبة ودقتها ، وتعد طريقة مونت كارلو (*Mont - carlo*) والتي تستعمل في توليد المشاهدات لمعظم التوزيعات الاحصائية المعروفة من اهم طرائق المحاكاة واكثرها شيوعا.

إن الية طريقة مونت كارلو تتم بحسب الخطوات الالية :-

١- توليد الأعداد العشوائية التي تتبع التوزيع المنتظم على المدة (0,1) وذلك باستعمال دالة الكثافة التجميعية التي تصف الأنموذج (التوزيع تحت الدراسة)

٢- استعمال اسلوب رياضي احصائي لتحويل العدد العشوائي المنتظم الذي تم توليده للحصول على متغير عشوائي الذي يصف الانموذج تحت التجربة، وكما مبين في المعادلتين ادناه :

$$y = F(X) \dots \dots \dots (1 - 5)$$

$$x = F^{-1}(y) \dots \dots \dots (2 - 5)$$

ومن الممكن وصف تجارب المحاكاة الخاصة بالبحث عن طريق الاتي:-

❖ تعيين قيم افتراضية لمعالم التوزيع $(\theta), (\beta)$ وكما معرف ادناه:

$$\theta = 25, 50, 75$$

$$\beta = 1.7, 2.7$$

اذ ان :

θ : تمثل معلمة القياس.

β : تمثل معلمة الشكل .

وتُعد عملية تعيين قيم افتراضية لمعالم التوزيع من الخطوات الاساسية والمهمة التي تعتمد عليها الخطوات اللاحقة.

❖ توليد عينات بحجم $(25, 50, 100)$ واخذ نسبة بتر (r) 30% من كل حجم عينة.

عن طريق تغيير قيم معالم الأنموذج لافتراضية وحجم العينة (صغير, متوسط, كبير) ممكن معرفة مدى تاثير التغير في تلك القيم في سلوك مقدرات دالة المعولية، اذ يمكن تكوين ثلاثة نماذج تمثل حجم العينة ومعلمتي التوزيع والبتر (r) الذي يمثل 30% من حجم كل عينة وكالاتي

أمثلة (A)

يبيّن القيم الافتراضية لمعلمتي الشكل والقياس ووجه العينة والبتن

Model	n	θ	β	r
1	25	25	1.7	8
2	25	25	2.7	8
3	25	50	1.7	8
4	25	50	2.7	8
5	25	75	1.7	8
6	25	75	2.7	8

أمثلة (B)

يبيّن القيم الافتراضية لمعلمتي الشكل والقياس ووجه العينة والبتن

Model	n	θ	β	r
1	50	25	1.7	15
2	50	25	2.7	15
3	50	50	1.7	15
4	50	50	2.7	15
5	50	75	1.7	15
6	50	75	2.7	15

أمثلة (C)

يبيّن القيم الافتراضية لمعلمتي الشكل والقياس ووجه العينة والبتن

Model	n	θ	β	r
1	100	25	1.7	30
2	100	25	2.7	30
3	100	50	1.7	30
4	100	50	2.7	30
5	100	75	1.7	30
6	100	75	2.7	30

- ❖ تكرار التجربة (1000) مرة للحصول على تجانس اكثر.
- ❖ ولدت ارقاماً عشوائية خاضعة لتوزيع ويبل ذي المعلمتين عن طريق الصيغة الاتية:

$$F(t_i) = 1 - \exp\left(-\frac{t_i^\beta}{\theta}\right)$$

$$\exp\left(-\frac{t_i^\beta}{\theta}\right) = 1 - F(t_i)$$

وعلى فرض ان $U_i = F(t_i)$

$$= 1 - U_i$$

$$-\frac{t_i^\beta}{\theta} = \ln(1 - U_i)$$

$$t_i^\beta = -\theta \ln(1 - U_i)$$

$$t_i = (-\theta \ln(1 - U_i))^{\frac{1}{\beta}} \dots \dots \dots (3 - 5)$$

اذ ان U_i : متغير عشوائي منتظم مستمر على المدة (0,1).

- ❖ حساب القيم التقديرية لدالة المعولية ولجميع طرائق التقدير المذكورة في الجانب النظري بعد حساب تقدير المعلمات لكل طريقة .
- ❖ اعتماد المقياس الاحصائي متوسط مربعات الخطا (MSE) لمقارنة بين القيم التقديرية لدالة المعولية مع العلم ان MSE يمكن ايجاده عن طريق الصيغة ادناه :

$$MSE[\hat{R}(t_i)] = \frac{\sum_{i=1}^R [R(t_i) - \hat{R}(t_i)]^2}{R} \dots (4 - 4)$$

اذ ان:

R: تمثل عدد تكرارات التجربة .

$\hat{R}(t_i)$: تمثل دالة المعولية التقديرية بحسب الطريقة المستعملة في التقدير.

3-4: نتائج الملاحظة

سيتم في هذا الجزء عرض وتحليل ومقارنة نتائج المحاكاة لطرائق تقدير دالة المعولية لتوزيع ويبل باستعمال بيانات مراقبة من النوع الثاني متمثلة بالنماذج الثلاثة المرقمة (A) و (B) و (C) بالاعتماد على المقياس الاحصائي MSE لغرض المقارنة بينها ، والوصول الى افضل طريقة لتقدير دالة المعولية. ولقد تم الحصول على نتائج التحليل باستعمال برنامج لغة (Matlab)

وفيما يأتي النتائج الموضحة في الجداول التي سيتم تحليلها حسب تسلسل الجداول.

جدول (1 - 4)

قيم حالة المعولية *Reliability* الحقيقية والتقديرية

	t_i	$R(t_i)$	$\widehat{R}_{ML}(t_i)$	$\widehat{R}_{Mo}(t_i)$	$\widehat{R}_{OLS}(t_i)$	$\widehat{R}_{Mi}(t_i)$
$n_1=25$	1.5328	0.9576	0.9222	0.8393	0.9031	0.8874
$r_1=8$	1.7689	0.9205	0.8306	0.7670	0.7787	0.8455
$\theta_1=25$	1.8112	0.8824	0.7389	0.7107	0.6214	0.8373
$\beta_1=1.7$	2.3204	0.8473	0.6540	0.6674	0.4810	0.7262
	3.1538	0.8070	0.5681	0.6257	0.3421	0.5153
	3.8495	0.7687	0.5013	0.5903	0.2318	0.3449
	4.0471	0.7289	0.4368	0.5560	0.1411	0.3015
	4.1800	0.6923	0.3835	0.5274	0.0871	0.2740

وبالنظر الى الجدول (1-4) يمكن تعريف الاعمده كالآتي:

(t_i) : تمثل أوقات الاشتغال لحين الفشل وهي أنموذج لقيم تجربة من الالف تجربة وهي في تزايد.

$R(t_i)$: تمثل الوسط الحسابي لقيم دالة المعولية الحقيقية (الافتراضية) لـ (1000) تجربة وهي في تناقص.

$\widehat{R}_{ML}(t_i)$: تمثل الوسط الحسابي لقيم دالة المعولية التقديرية بطريقة الامكان الاكبر لـ (1000) تجربة وهي في تناقص .

$\widehat{R}_{Mo}(t_i)$: تمثل الوسط الحسابي لقيم دالة المعولية التقديرية بطريقة العزوم لـ (1000) تجربة وهي ايضا في تناقص .

$\widehat{R}_{OLS}(t_i)$: تمثل الوسط الحسابي لقيم دالة المعولية التقديرية بطريقة المربعات الصغرى لـ (1000) تجربة وكذلك قيمها في تناقص .

$\widehat{R}_{Mi}(t_i)$: تمثل الوسط الحسابي لقيم دالة المعولية التقديرية بطريقة المختلطة لـ (1000) تجربة وقيمها في تناقص ايضا .

اذ نلاحظ ان قيم دالة المعولية محصورة بين (0,1) ويمكن معرفة طريقة التقدير الافضل عن طريق ايجاد قيم الـ (MSE) لمقدر دالة المعولية وكالاتي :

جدول (2-4)

قيم الـ (MSE) لمقدر حالة المعولية

$MSE[\widehat{R}_{ML}(t_i)]$	$MSE[\widehat{R}_{Mo}(t_i)]$	$MSE[\widehat{R}_{OLS}(t_i)]$	$MSE[\widehat{R}_{Mi}(t_i)]$	BEST
0.0117	0.0171	0.0071	0.0049	MI
0.0317	0.0280	0.0263	0.0056	MI
0.0565	0.0366	0.0731	0.0020	MI
0.0873	0.0424	0.1406	0.0147	MI
0.1186	0.0460	0.2223	0.0851	MO
0.1377	0.0483	0.2947	0.1797	MO
0.1572	0.0497	0.3546	0.1827	MO
0.1698	0.0498	0.3764	0.1750	MO

ان قيم اعمدة الجدول (2-4) هي عبارة عن الوسط الحسابي لقيم MSE لجميع التجارب الـ (1000) ولجميع طرائق تقدير دالة المعولية وهذا الكلام يمثل جميع جداول الـ MSE التي سوف يتم ايجادها لاحقا .

اظهرت نتائج الجدول (2-4) ان الطريقة المختلطة (*Mix Method*) وطريقة العزوم (*Moments Method*) هي افضل طرائق التقدير لكونها تمتلك اقل MSE والنسب المئوية بحسب تسلسل الافضلية هي.

BEST	Method	Precentage
1'st	MI	%50
	MO	%50
2 'd	ML	%0
	OLS	%0

جدول (3 - 4)

قيم حالة المعولية *Reliability* الحقيقية والتقديرية

	t_i	$R(t_i)$	$\hat{R}_{ML(t_i)}$	$\hat{R}_{Mo(t_i)}$	$\hat{R}_{OLS(t_i)}$	$\hat{R}_{Mi(t_i)}$
$n_1=25$	0.7743	0.9639	0.9338	0.8503	0.9103	0.9826
$r_1=8$	1.0737	0.9271	0.8465	0.7970	0.7834	0.9439
$\theta_1=25$	1.4421	0.8886	0.7572	0.7614	0.6192	0.8444
$\beta_2=2.7$	1.8461	0.8532	0.6806	0.7352	0.4762	0.6596
	1.8905	0.8124	0.6041	0.7114	0.3425	0.6352
	1.9045	0.7708	0.5316	0.6902	0.2253	0.6274
	1.9207	0.7338	0.4725	0.6725	0.1461	0.6183
	1.9936	0.6989	0.4209	0.6579	0.0942	0.5766

جدول (4-4)

قيم الـ (MSE) لمقدر حالة المعولية

$MSE[\hat{R}_{ML(t_i)}]$	$MSE[\hat{R}_{Mo(t_i)}]$	$MSE[\hat{R}_{OLS(t_i)}]$	$MSE[\hat{R}_{Mi(t_i)}]$	BEST
0.0118	0.0159	0.0065	0.0004	MI
0.0311	0.0224	0.0263	0.0003	MI
0.0549	0.0253	0.0772	0.0020	MI
0.0774	0.0263	0.1481	0.0375	MO
0.1005	0.0265	0.2264	0.0314	MO
0.1208	0.0262	0.3034	0.0205	MI
0.1364	0.0260	0.3534	0.0133	MI
0.1509	0.0256	0.3753	0.0150	MI

اظهرت نتائج الجدول (4-4) الطريقة المختلطة (*Mix Method*) هي افضل طرائق التقدير والنسب المئوية بحسب تسلسل الافضلية هي.

BEST	Method	Precentage
1'st	MI	%75
2'nd	MO	%25
3'rd	OLS	%0
	ML	%0

جدول (4 - 5)

قيم حالة المعولية *Reliability* الحقيقية والتقديرية

	t_i	$R(t_i)$	$\hat{R}_{ML(t_i)}$	$\hat{R}_{Mo(t_i)}$	$\hat{R}_{OLS(t_i)}$	$\hat{R}_{Mi(t_i)}$
$n_1=25$	1.1929	0.9621	0.8828	0.8805	0.9043	0.9658
$r_1=8$	2.1088	0.9291	0.7738	0.8252	0.7888	0.8743
$\theta_2=50$	2.2740	0.8900	0.6739	0.7765	0.6217	0.8516
$\beta_1=1.7$	2.7127	0.8525	0.5972	0.7373	0.4694	0.7834
	3.5233	0.8149	0.5255	0.7019	0.3389	0.6351
	3.8481	0.7783	0.4694	0.6716	0.2316	0.5715
	3.9478	0.7419	0.4173	0.6433	0.1471	0.5518
	4.1770	0.7048	0.3681	0.6158	0.0915	0.5067

جدول (4-6)

قيم الـ (MSE) لمقدر حالة المعولية

$MSE[\hat{R}_{ML(t_i)}]$	$MSE[\hat{R}_{Mo(t_i)}]$	$MSE[\hat{R}_{OLS(t_i)}]$	$MSE[\hat{R}_{Mi(t_i)}]$	BEST
0.0387	0.0083	0.0079	0.0000	MI
0.0839	0.0138	0.0255	0.0030	MI
0.1208	0.0184	0.0767	0.0015	MI
0.1428	0.0215	0.1530	0.0048	MI
0.1649	0.0242	0.2329	0.0323	MO
0.1768	0.0254	0.3048	0.0428	MO
0.1905	0.0260	0.3618	0.0361	MO
0.1996	0.0265	0.3854	0.0392	MO

اظهرت نتائج الجدول (4-6) ان الطريقة المختططة (*Mix Method*) و طريقة العزوم (*Moments Method*) هي افضل طرائق التقدير والنسب المئوية بحسب تسلسل الافضلية هي.

BEST	Method	Percentage
1'st	MI	%50
	MO	%50
2'nd	ML	%0
	OLS	%0

جدول (4 - 7)

قيم حالة المعولية *Reliability* الحقيقية والتقديرية

	t_i	$R(t_i)$	$\hat{R}_{ML}(t_i)$	$\hat{R}_{Mo}(t_i)$	$\hat{R}_{OLS}(t_i)$	$\hat{R}_{Mi}(t_i)$
$n_1=25$	2.2396	0.9597	0.8672	0.8993	0.9113	0.6427
$r_1=8$	2.3326	0.9226	0.7548	0.8652	0.7802	0.5975
$\theta_2=50$	2.8720	0.8826	0.6592	0.8418	0.6239	0.3249
$\beta_2=2.7$	2.8809	0.8469	0.5831	0.8225	0.4765	0.3207
	2.9741	0.8070	0.5171	0.8046	0.3399	0.2775
	3.1062	0.7712	0.4623	0.7910	0.2321	0.2212
	3.3643	0.7286	0.4073	0.7761	0.1428	0.1306
	3.3756	0.6906	0.3640	0.7637	0.0900	0.1273

جدول (4-8)

قيم الـ (MSE) لمقدر حالة المعولية

$MSE[\hat{R}_{ML}(t_i)]$	$MSE[\hat{R}_{Mo}(t_i)]$	$MSE[\hat{R}_{OLS}(t_i)]$	$MSE[\hat{R}_{Mi}(t_i)]$	BEST
0.0527	0.0061	0.0065	0.1005	MO
0.0934	0.0087	0.0274	0.1057	MO
0.1268	0.0107	0.0716	0.3111	MO
0.1548	0.0126	0.1441	0.2770	MO
0.1741	0.0157	0.2257	0.2804	MO
0.1883	0.0185	0.2979	0.3026	MO
0.1996	0.0229	0.3524	0.3577	MO
0.2068	0.0280	0.3714	0.3174	MO

اظهرت نتائج الجدول (4 - 8) ان طريقة العزم (*Moments Method*) هي افضل طرائق التقدير والنسب المئوية بحسب تسلسل الافضلية هي.

BEST	Method	Percentage
1'st	MO	%100
2'nd	ML	%0
	OLS	%0
	MI	%0

جدول (4 - 9)

قيم حالة المعولية *Reliability* الحقيقية والتقديرية

	t_i	$R(t_i)$	$\hat{R}_{ML(t_i)}$	$\hat{R}_{Mo(t_i)}$	$\hat{R}_{OLS(t_i)}$	$\hat{R}_{Mi(t_i)}$
$n_1=25$	1.5136	0.9588	0.8533	0.9027	0.9088	0.9634
$r_1=8$	2.2393	0.9205	0.7410	0.8530	0.7815	0.9102
$\theta_3=75$	3.3315	0.8800	0.6389	0.8140	0.6176	0.7858
$\beta_1=1.7$	3.7419	0.8425	0.5651	0.7836	0.4776	0.7280
	3.9884	0.7986	0.4857	0.7514	0.3349	0.6913
	4.5727	0.7611	0.4278	0.7257	0.2303	0.6004
	4.8945	0.7241	0.3779	0.7017	0.1477	0.5492
	5.0580	0.6840	0.3293	0.6774	0.0908	0.5232

جدول (4-10)

قيم الـ (MSE) لمقدر حالة المعولية

$MSE[\hat{R}_{ML(t_i)}]$	$MSE[\hat{R}_{Mo(t_i)}]$	$MSE[\hat{R}_{OLS(t_i)}]$	$MSE[\hat{R}_{Mi(t_i)}]$	BEST
0.0609	0.0048	0.0066	0.0000	MI
0.0971	0.0080	0.0263	0.0001	MI
0.1351	0.0107	0.0740	0.0089	MI
0.1572	0.0127	0.1393	0.0131	MO
0.1839	0.0149	0.2217	0.0115	MI
0.1990	0.0168	0.2894	0.0258	MO
0.2111	0.0189	0.3427	0.0306	MO
0.2202	0.0207	0.3633	0.0258	MO

اظهرت نتائج الجدول (4-10) الطريقة المختلطة (*Mix Method*) وطريقة العزوم (*Moments Method*) هي افضل طرائق التقدير والنسب المئوية بحسب تسلسل الافضلية هي.

BEST	Method	Percentage
1'st	MI	%50
	MO	%50
3'nd	OLS	%0
	ML	%0

جدول (4 - 11)

قيم حالة المعولية *Reliability* الحقيقية والتقديرية

	t_i	$R(t_i)$	$\hat{R}_{ML}(t_i)$	$\hat{R}_{Mo}(t_i)$	$\hat{R}_{OLS}(t_i)$	$\hat{R}_{Mi}(t_i)$
$n_1=25$	1.6097	0.9624	0.8634	0.9238	0.9121	0.9202
$r_1=8$	1.7301	0.9245	0.7405	0.8960	0.7828	0.8971
$\theta_3=75$	1.8671	0.8852	0.6389	0.8762	0.6181	0.8660
$\beta_2=2.7$	2.0071	0.8458	0.5582	0.8600	0.4684	0.8287
	2.1874	0.8042	0.4897	0.8462	0.3377	0.7724
	2.2235	0.7658	0.4357	0.8348	0.2304	0.7601
	2.3939	0.7291	0.3893	0.8246	0.1490	0.6974
	2.5375	0.6905	0.3458	0.8143	0.0961	0.6396

جدول (4-12)

قيم الـ (MSE) لمقدر حالة المعولية

$MSE[\hat{R}_{ML}(t_i)]$	$MSE[\hat{R}_{Mo}(t_i)]$	$MSE[\hat{R}_{OLS}(t_i)]$	$MSE[\hat{R}_{Mi}(t_i)]$	BEST
0.0548	0.0034	0.0065	0.0018	MI
0.1015	0.0054	0.0262	0.0008	MI
0.1431	0.0071	0.0767	0.0004	MI
0.1718	0.0094	0.1496	0.0003	MI
0.1935	0.0137	0.2242	0.0010	MI
0.2050	0.0187	0.2932	0.0000	MI
0.2146	0.0249	0.3454	0.0010	MI
0.2239	0.0320	0.3639	0.0026	MI

اظهرت نتائج الجدول (4-12) ان الطريقة المختلطة (*Mix Method*) هي افضل طرائق التقدير والنسب المئوية بحسب تسلسل الافضلية هي.

BEST	Method	Percentage
1'st	MI	%100
2'nd	MO	%0
	OLS	%0
	ML	%0

جدول (4 - 13)

قيم حالة المعولية *Reliability* الحقيقية والتقديرية

	t_i	$R(t_i)$	$\hat{R}_{ML}(t_i)$	$\hat{R}_{Mo}(t_i)$	$\hat{R}_{OLS}(t_i)$	$\hat{R}_{Mi}(t_i)$
$n_2=50$	0.2292	0.9811	0.9784	0.8885	0.9609	0.9978
$r_2=15$	0.2931	0.9618	0.9485	0.8251	0.9068	0.9963
$\theta_1=25$	0.3297	0.9408	0.9118	0.7747	0.8340	0.9954
$\beta_1=1.7$	1.1321	0.9207	0.8775	0.7369	0.7531	0.9461
	1.4326	0.9021	0.8462	0.7078	0.6746	0.9148
	2.3262	0.8826	0.8121	0.6803	0.5918	0.7898
	2.5299	0.8621	0.7778	0.6539	0.5106	0.7563
	2.7342	0.8434	0.7447	0.6316	0.4393	0.7214
	2.8073	0.8223	0.7115	0.6083	0.3683	0.7087
	3.5575	0.8020	0.6785	0.5868	0.3020	0.5745
	3.5661	0.7841	0.6496	0.5695	0.2498	0.5729
	3.6847	0.7639	0.6196	0.5508	0.1990	0.5516
	3.7586	0.7449	0.5914	0.5340	0.1577	0.5384
	3.8525	0.7252	0.5636	0.5175	0.1231	0.5217
3.9274	0.7046	0.5348	0.5009	0.0931	0.5085	

جدول (14-4)

قياس الـ (MSE) لمقدر حالة المعولية

$MSE[\widehat{R}_{ML(t_i)}]$	$MSE[\widehat{R}_{Mo(t_i)}]$	$MSE[\widehat{R}_{OLS(t_i)}]$	$MSE[\widehat{R}_{Mi(t_i)}]$	BEST
0.0005	0.0106	0.0015	0.0003	MI
0.0022	0.0207	0.0058	0.0012	MI
0.0054	0.0302	0.0152	0.0030	MI
0.0095	0.0370	0.0317	0.0006	MI
0.0134	0.0418	0.0551	0.0002	MI
0.0191	0.0460	0.0878	0.0086	MI
0.0248	0.0495	0.1270	0.0112	MI
0.0316	0.0521	0.1668	0.0149	MI
0.0379	0.0543	0.2096	0.0129	MI
0.0450	0.0561	0.2537	0.0518	ML
0.0514	0.0568	0.2893	0.0446	MI
0.0577	0.0572	0.3237	0.0451	MI
0.0635	0.0575	0.3502	0.0427	MI
0.0691	0.0569	0.3686	0.0414	MI
0.0751	0.0562	0.3805	0.0384	MI

اظهرت نتائج الجدول (14-4) الطريقة المختلطة (Mix Method) هي افضل طرائق التقدير والنسب المئوية بحسب تسلسل الافضلية هي.

BEST	Method	Percentage
1 st	MI	%93
2 nd	ML	%7
3 rd	OLS	%0
	ML	%0

جدول (4 - 15)

قيم حالة المعولية *Reliability* الحقيقية والتقديرية

	t_i	$R(t_i)$	$\hat{R}_{ML}(t_i)$	$\hat{R}_{Mo}(t_i)$	$\hat{R}_{OLS}(t_i)$	$\hat{R}_{Mi}(t_i)$
$n_2=50$	0.7320	0.9810	0.9802	0.8695	0.9602	0.9839
$r_2=15$	0.9744	0.9621	0.9514	0.8276	0.9079	0.9608
$\theta_1=25$	1.1332	0.9417	0.9166	0.7975	0.8377	0.9377
$\beta_2=2.7$	1.1379	0.9196	0.8764	0.7736	0.7537	0.9369
	1.1860	0.9004	0.8432	0.7549	0.6709	0.9285
	1.2682	0.8830	0.8117	0.7405	0.5950	0.9124
	1.4222	0.8632	0.7789	0.7259	0.5159	0.8767
	1.6724	0.8434	0.7451	0.7122	0.4386	0.8031
	1.6911	0.8233	0.7112	0.6999	0.3652	0.7969
	1.8510	0.8036	0.6800	0.6890	0.3040	0.7394
	1.8823	0.7853	0.6508	0.6795	0.2498	0.7274
	2.1884	0.7660	0.6216	0.6696	0.2002	0.5994
	2.1892	0.7461	0.5909	0.6599	0.1551	0.5991
	2.2731	0.7264	0.5631	0.6511	0.1198	0.5616
	2.3106	0.7053	0.5328	0.6418	0.0906	0.5448

جدول (4-16)

قياس (MSE) لمقدر حالة المعولية

$MSE[\hat{R}_{ML}(t_i)]$	$MSE[\hat{R}_{Mo}(t_i)]$	$MSE[\hat{R}_{OLS}(t_i)]$	$MSE[\hat{R}_{Mi}(t_i)]$	BEST
0.00018	0.0141	0.0018	0.00001	MI
0.00146	0.0202	0.0058	0.00000	MI
0.00455	0.0239	0.0147	0.00002	MI
0.00990	0.0257	0.0305	0.00030	MI
0.01438	0.0269	0.0558	0.00079	MI
0.01937	0.0272	0.0861	0.00087	MI
0.02458	0.0272	0.1245	0.00018	MI
0.03111	0.0267	0.1684	0.00163	MI
0.03809	0.0258	0.2137	0.00070	MI
0.04437	0.0248	0.2533	0.00413	MI
0.05027	0.0238	0.2901	0.00336	MI
0.05573	0.0227	0.3242	0.02777	MO
0.06141	0.0214	0.3543	0.02163	MO
0.06642	0.0205	0.3735	0.02716	MO
0.07238	0.0196	0.3837	0.02579	MO

اظهرت نتائج الجدول (4-16) ان الطريقة المختلطة (Mix Method) هي افضل طرائق التقدير والنسب المئوية بحسب تسلسل الافضلية هي:

BEST	Method	Percentage
1'st	MI	%73
2'nd	MO	%27
3'rd	OLS	%0
	ML	%0

جدول (4 - 17)

قيم حالة المعولية *Reliability* الحقيقية والتقديرية

	t_i	$R(t_i)$	$\widehat{R}_{ML}(t_i)$	$\widehat{R}_{Mo}(t_i)$	$\widehat{R}_{OLS}(t_i)$	$\widehat{R}_{Mi}(t_i)$
$n_2=50$	0.4016	0.9797	0.9688	0.9082	0.9590	0.9966
$r_2=15$	1.1354	0.9627	0.9298	0.8657	0.9085	0.9715
$\theta_2=50$	1.7610	0.9417	0.8792	0.8280	0.8347	0.9311
$\beta_1=1.7$	2.2863	0.9229	0.8389	0.7995	0.7568	0.8851
	2.3498	0.9037	0.7981	0.7732	0.6708	0.8788
	2.7606	0.8856	0.7578	0.7516	0.5910	0.8353
	3.0204	0.8654	0.7153	0.7297	0.5069	0.8053
	3.7991	0.8469	0.6798	0.7109	0.4349	0.7067
	4.1430	0.8291	0.6479	0.6946	0.3715	0.6604
	4.1760	0.8104	0.6142	0.6783	0.3080	0.6559
	4.5856	0.7908	0.5815	0.6615	0.2506	0.5997
	4.6365	0.7700	0.5502	0.6448	0.1979	0.5927
	4.6537	0.7510	0.5211	0.6300	0.1560	0.5903
	4.7004	0.7312	0.4933	0.6156	0.1210	0.5839
4.8062	0.7114	0.4653	0.6012	0.0924	0.5693	

جدول (5-18)

قياس (MSE) لمقدر حالة المعولية

$MSE[\hat{R}_{ML}(t_i)]$	$MSE[\hat{R}_{Mo}(t_i)]$	$MSE[\hat{R}_{OLS}(t_i)]$	$MSE[\hat{R}_{Mi}(t_i)]$	BEST
1.053E-03	0.006158	0.001641	0.000286	MI
7.234E-03	0.010503	0.005461	0.000078	MI
1.757E-02	0.014279	0.014493	0.000111	MI
2.681E-02	0.017091	0.030363	0.001428	MI
3.698E-02	0.019695	0.056906	0.000617	MI
4.865E-02	0.021371	0.089820	0.002529	MI
6.195E-02	0.022700	0.132158	0.003617	MI
7.168E-02	0.023510	0.173452	0.019670	MI
8.149E-02	0.023847	0.212759	0.028473	MO
9.155E-02	0.024000	0.255123	0.023882	MI
1.004E-01	0.024022	0.294823	0.036522	MO
1.093E-01	0.023924	0.330988	0.031457	MO
1.171E-01	0.023629	0.358372	0.025820	MO
1.241E-01	0.023138	0.377249	0.021722	MI
1.313E-01	0.022565	0.388365	0.020185	MO

اظهرت نتائج الجدول (4 - 18) ان الطريقة المختارة (Mixed Method) هي افضل طرائق التقدير ، والنسب المئوية بحسب تسلسل الافضلية هي :

BEST	Method	Precentage
1'st	MI	%60
2'nd	MO	%40
3'd	ML	%0
	OLS	%0

جدول (4 - 19)

قيم حالة المعولية *Reliability* الحقيقية والتقديرية

	t_i	$R(t_i)$	$\hat{R}_{ML}(t_i)$	$\hat{R}_{Mo}(t_i)$	$\hat{R}_{OLS}(t_i)$	$\hat{R}_{Mi}(t_i)$
$n_2=50$	0.7996	0.9800	0.9646	0.9129	0.9601	0.9893
$r_2=15$	0.8942	0.9618	0.9279	0.8846	0.9063	0.9847
$\theta_2=50$	1.1448	0.9418	0.8873	0.8641	0.8358	0.9666
$\beta_2=2.7$	1.2077	0.9224	0.8427	0.8477	0.7571	0.9605
	1.2554	0.9033	0.8020	0.8352	0.6754	0.9554
	1.3284	0.8845	0.7639	0.8239	0.5927	0.9468
	1.5763	0.8648	0.7269	0.8132	0.5113	0.9100
	1.6630	0.8450	0.6890	0.8034	0.4334	0.8941
	1.7090	0.8246	0.6516	0.7946	0.3630	0.8851
	1.7706	0.8064	0.6213	0.7871	0.3041	0.8722
	1.8340	0.7890	0.5915	0.7800	0.2514	0.8582
	1.8609	0.7702	0.5620	0.7729	0.2018	0.8520
	1.8769	0.7509	0.5341	0.7660	0.1597	0.8482
	2.5318	0.7310	0.5053	0.7589	0.1228	0.6518
2.5379	0.7095	0.4749	0.7519	0.0910	0.6496	

جدول (4-20)

قيمة الـ (MSE) لمقدر حالة المعولية

$MSE[\hat{R}_{ML}(t_i)]$	$MSE[\hat{R}_{Mo}(t_i)]$	$MSE[\hat{R}_{OLS}(t_i)]$	$MSE[\hat{R}_{Mi}(t_i)]$	BEST
0.00475	0.0052	0.0014	0.00008	MI
0.01050	0.0070	0.0057	0.00052	MI
0.01670	0.0078	0.0149	0.00061	MI
0.02767	0.0081	0.0309	0.00145	MI
0.03672	0.0079	0.0544	0.00272	MI
0.04644	0.0078	0.0880	0.00389	MI
0.05592	0.0077	0.1285	0.00204	MI
0.06634	0.0076	0.1731	0.00241	MI
0.07691	0.0077	0.2163	0.00366	MI
0.08373	0.0078	0.2551	0.00433	MI
0.09153	0.0080	0.2920	0.00479	MI
0.09886	0.0084	0.3267	0.00668	MI
0.10521	0.0092	0.3537	0.00946	MO
0.11131	0.0102	0.3749	0.00628	MI
0.11733	0.0119	0.3877	0.00358	MI

اظهرت نتائج الجدول (4 - 20) ان الطريقة المختارة (Mixed Method) هي افضل طرائق التقدير ، والنسب المئوية بحسب تسلسل الافضالية هي :

BEST	Method	Precentage
1'st	MI	%93
2'nd	MO	%7
3'rd	ML	%0
	OLS	%0

جدول (4 - 21)

قيم حالة المعولية *Reliability* الحقيقية والتقديرية

	t_i	$R(t_i)$	$\hat{R}_{ML(t_i)}$	$\hat{R}_{Mo(t_i)}$	$\hat{R}_{OLS(t_i)}$	$\hat{R}_{Mi(t_i)}$
$n_2=50$	0.3349	0.9798	0.9566	0.9258	0.9573	0.9984
$r_2=15$	0.7912	0.9611	0.9117	0.8883	0.9060	0.9911
$\theta_3=75$	1.3626	0.9410	0.8632	0.8585	0.8384	0.9733
$\beta_1=1.7$	1.7705	0.9210	0.8173	0.8328	0.7584	0.9551
	2.6833	0.9006	0.7718	0.8098	0.6692	0.8987
	3.0573	0.8817	0.7301	0.7903	0.5856	0.8700
	3.3130	0.8639	0.6943	0.7736	0.5128	0.8488
	3.8307	0.8464	0.6611	0.7584	0.4463	0.8025
	3.8372	0.8254	0.6237	0.7410	0.3723	0.8019
	4.2052	0.8033	0.5878	0.7241	0.3034	0.7665
	4.6182	0.7827	0.5572	0.7091	0.2451	0.7250
	5.3426	0.7627	0.5305	0.6951	0.1977	0.6491
	5.9000	0.7433	0.5024	0.6819	0.1542	0.5894
	7.0335	0.7256	0.4778	0.6702	0.1217	0.4700
7.3826	0.7052	0.4505	0.6572	0.0922	0.4347	

جدول (4-22)

قياس (MSE) لمقدر حالة المعولية

$MSE[\hat{R}_{ML}(t_i)]$	$MSE[\hat{R}_{Mo}(t_i)]$	$MSE[\hat{R}_{OLS}(t_i)]$	$MSE[\hat{R}_{Mi}(t_i)]$	BEST
0.00864	0.00360	0.00188	0.00035	MI
0.01708	0.00621	0.00612	0.00090	MI
0.02730	0.00825	0.01427	0.00104	MI
0.03881	0.00994	0.03027	0.00116	MI
0.05149	0.01137	0.05661	0.00000	MI
0.06526	0.01242	0.09092	0.00014	MI
0.07576	0.01311	0.12687	0.00023	MI
0.08622	0.01352	0.16425	0.00193	MI
0.09692	0.01399	0.20936	0.00055	MI
0.10762	0.01419	0.25364	0.00135	MI
0.11615	0.01411	0.29294	0.00333	MI
0.12239	0.01407	0.32363	0.01291	MI
0.12950	0.01402	0.35228	0.02368	MO
0.13509	0.01417	0.37063	0.06535	MO
0.14084	0.01427	0.38239	0.07316	MO

اظهرت نتائج الجدول (4 - 22) ان الطريقة المختارة (Mixed Method) هي افضل طرائق التقدير ، والنسب المئوية بحسب تسلسل الافضالية هي :

BEST	Method	Precentage
1'st	MI	%80
2'nd	MO	%20
3'rd	ML	%0
	OLS	%0

جدول (4 - 23)

قيم حالة المعولية *Reliability* الحقيقية والتقديرية

	t_i	$R(t_i)$	$\hat{R}_{ML(t_i)}$	$\hat{R}_{Mo(t_i)}$	$\hat{R}_{OLS(t_i)}$	$\hat{R}_{Mi(t_i)}$
$n_2=50$	0.8317	0.9806	0.9645	0.9347	0.9622	0.9922
$r_2=15$	1.1790	0.9603	0.9163	0.9117	0.9064	0.9766
$\theta_3=75$	1.8519	0.9375	0.8598	0.8944	0.8319	0.9054
$\beta_1=1.7$	2.0440	0.9170	0.8142	0.8822	0.7515	0.8729
	2.2157	0.8977	0.7708	0.8727	0.6713	0.8390
	2.3726	0.8786	0.7318	0.8641	0.5906	0.8040
	2.6383	0.8592	0.6951	0.8561	0.5119	0.7368
	2.8464	0.8408	0.6615	0.8496	0.4424	0.6779
	2.9172	0.8221	0.6294	0.8427	0.3755	0.6569
	2.9564	0.8009	0.5955	0.8356	0.3073	0.6450
	3.1050	0.7829	0.5683	0.8299	0.2549	0.5991
	3.4521	0.7615	0.5353	0.8235	0.1994	0.4881
	3.9359	0.7392	0.5043	0.8170	0.1517	0.3371
	3.9444	0.7170	0.4750	0.8111	0.1134	0.3346
3.9754	0.6984	0.4507	0.8063	0.0878	0.3255	

جدول (4-24)

قياس (MSE) لمقدر حالة المعولية

$MSE[\hat{R}_{ML}(t_i)]$	$MSE[\hat{R}_{Mo}(t_i)]$	$MSE[\hat{R}_{OLS}(t_i)]$	$MSE[\hat{R}_{Mi}(t_i)]$	BEST
0.0049	0.0026	0.0015	0.0001	MI
0.0137	0.0034	0.0062	0.0003	MI
0.0270	0.0038	0.0153	0.0010	MI
0.0397	0.0039	0.0312	0.0019	MI
0.0543	0.0041	0.0543	0.0034	MI
0.0655	0.0044	0.0862	0.0056	MO
0.0758	0.0051	0.1243	0.0150	MO
0.0850	0.0060	0.1616	0.0265	MO
0.0931	0.0069	0.2027	0.0273	MO
0.1012	0.0083	0.2474	0.0243	MO
0.1078	0.0097	0.2828	0.0338	MO
0.1156	0.0119	0.3204	0.0747	MO
0.1227	0.0146	0.3504	0.1617	MO
0.1285	0.0182	0.3698	0.1462	MO
0.1333	0.0214	0.3785	0.1391	MO

اظهرت نتائج الجدول (4 - 24) ان طريقة العزم (Moments Method) هي افضل طرائق التقدير ، والنسب المئوية بحسب تسلسل الافضلية هي :

BEST	Method	Precentage
1'st	MO	%67
2'nd	MI	%33
3'rd	ML	%0
	OLS	%0

جدول (4 - 25)

قيم حالة المعولية *Reliability* الحقيقية والتقديرية

	t_i	$R(t_i)$	$\hat{R}_{ML}(t_i)$	$\hat{R}_{Mo}(t_i)$	$\hat{R}_{OLS}(t_i)$	$\hat{R}_{Mi}(t_i)$
$n_3=100$	0.5813	0.9903	0.9920	0.9159	0.9850	0.9847
$r_3=30$	0.7965	0.9818	0.9831	0.8784	0.9669	0.9722
$\theta_1=25$	1.0957	0.9715	0.9707	0.8432	0.9399	0.9496
$\beta_1=1.7$	1.5737	0.9604	0.9562	0.8142	0.9073	0.9021
	1.7035	0.9503	0.9424	0.7902	0.8729	0.8871
	1.8792	0.9408	0.9294	0.7697	0.8386	0.8656
	1.9680	0.9307	0.9149	0.7499	0.7993	0.8541
	2.1676	0.9204	0.9005	0.7314	0.7570	0.8274
	2.1784	0.9104	0.8861	0.7151	0.7158	0.8259
	2.2165	0.9006	0.8704	0.7003	0.6749	0.8206
	2.3322	0.8894	0.8540	0.6839	0.6281	0.8042
	2.4270	0.8799	0.8388	0.6710	0.5883	0.7905
	2.4449	0.8705	0.8250	0.6588	0.5505	0.7879
	2.5343	0.8597	0.8084	0.6457	0.5084	0.7747
	2.6224	0.8494	0.7927	0.6334	0.4691	0.7616
	2.9357	0.8401	0.7785	0.6229	0.4347	0.7134
	2.9521	0.8301	0.7643	0.6119	0.3999	0.7109
	3.0918	0.8200	0.7489	0.6013	0.3660	0.6889
	3.2141	0.8106	0.7345	0.5917	0.3357	0.6695
	3.3333	0.8010	0.7201	0.5820	0.3059	0.6504
	3.6446	0.7915	0.7061	0.5729	0.2787	0.6006
	3.7904	0.7816	0.6912	0.5635	0.2512	0.5773
	3.8602	0.7711	0.6763	0.5540	0.2252	0.5662
3.8646	0.7609	0.6616	0.5449	0.2008	0.5655	
3.9315	0.7513	0.6474	0.5365	0.1790	0.5549	
3.9872	0.7423	0.6345	0.5290	0.1611	0.5461	
4.0871	0.7318	0.6192	0.5202	0.1411	0.5304	
4.1473	0.7219	0.6048	0.5122	0.1239	0.5210	
4.2031	0.7128	0.5921	0.5049	0.1100	0.5123	
4.3095	0.7028	0.5789	0.4972	0.0966	0.4958	

جدول (4-26)

قياس الـ (MSE) لمقدر حالة المعولية

$MSE[\widehat{R}_{ML}(t_i)]$	$MSE[\widehat{R}_{Mo}(t_i)]$	$MSE[\widehat{R}_{OLS}(t_i)]$	$MSE[\widehat{R}_{Mi}(t_i)]$	BEST
0.0000102	0.0065470	0.0002095	0.0000319	MI
0.0000175	0.0116543	0.0007462	0.0000921	ML
0.0000455	0.0173411	0.0019290	0.0004761	ML
0.0001509	0.0223085	0.0041633	0.0033952	ML
0.0003404	0.0266901	0.0078139	0.0039852	ML
0.0005528	0.0304710	0.0122001	0.0056687	ML
0.0009470	0.0340125	0.0188706	0.0058558	ML
0.0013686	0.0373432	0.0284727	0.0086624	ML
0.0019250	0.0399468	0.0395509	0.0071421	ML
0.0030470	0.0422043	0.0524770	0.0064100	ML
0.0039054	0.0446036	0.0700918	0.0072482	ML
0.0052902	0.0462090	0.0867209	0.0079760	ML
0.0062689	0.0477470	0.1043647	0.0068104	ML
0.0077349	0.0490036	0.1253048	0.0072150	MI
0.0090496	0.0501626	0.1464694	0.0077075	MI
0.0104131	0.0509684	0.1662748	0.0160380	ML
0.0114818	0.0516262	0.1866806	0.0142077	ML
0.0132494	0.0521651	0.2078699	0.0171957	ML
0.0151437	0.0525683	0.2272818	0.0199334	ML
0.0168587	0.0528243	0.2468877	0.0226608	ML
0.0184951	0.0529541	0.2649059	0.0364505	ML
0.0205413	0.0530404	0.2833328	0.0417541	ML
0.0223923	0.0529091	0.3000686	0.0419709	ML
0.0241468	0.0526632	0.3158056	0.0381705	ML
0.0264536	0.0524033	0.3298448	0.0385718	ML
0.0282150	0.0519900	0.3403278	0.0385171	ML
0.0305034	0.0514826	0.3515979	0.0405623	ML
0.0326008	0.0509357	0.3603871	0.0403773	ML
0.0343736	0.0503790	0.3663672	0.0402058	ML
0.0360376	0.0496349	0.3705623	0.0428333	ML

اظهرت نتائج الجدول (4 - 26) ان طريقة الامكان الاعظم
 (*Maximum Likelihood Method*) هي افضل طرائق التقدير ،
 والنسب المئوية بحسب تسلسل الافضلية هي :

BEST	Method	Precentage
1'st	<i>ML</i>	%97
2'nd	MI	%3
3'rd	MO	%0
	OLS	%0

جدول (4 - 27)

قيم حالة المعولية *Reliability* الحقيقية والتقديرية

	t_i	$R(t_i)$	$\hat{R}_{ML}(t_i)$	$\hat{R}_{Mo}(t_i)$	$\hat{R}_{OLS}(t_i)$	$\hat{R}_{Mi}(t_i)$
$n_3=100$	0.8360	0.9905	0.9919	0.8972	0.9853	0.9750
$r_3=30$	0.8469	0.9804	0.9812	0.8602	0.9626	0.9740
$\theta_1=25$	1.0417	0.9699	0.9681	0.8371	0.9352	0.9523
$\beta_2=2.7$	1.1614	0.9590	0.9535	0.8186	0.9018	0.9345
	1.1888	0.9492	0.9399	0.8044	0.8693	0.9299
	1.2476	0.9394	0.9255	0.7922	0.8329	0.9194
	1.2783	0.9295	0.9109	0.7811	0.7941	0.9136
	1.3371	0.9200	0.8969	0.7711	0.7542	0.9018
	1.4008	0.9103	0.8827	0.7620	0.7134	0.8879
	1.4103	0.9001	0.8672	0.7529	0.6705	0.8858
	1.4282	0.8902	0.8516	0.7450	0.6292	0.8816
	1.5313	0.8803	0.8368	0.7376	0.5891	0.8562
	1.5561	0.8716	0.8236	0.7313	0.5537	0.8497
	1.5719	0.8611	0.8076	0.7242	0.5130	0.8454
	1.5840	0.8508	0.7919	0.7173	0.4736	0.8421
	1.6008	0.8405	0.7760	0.7109	0.4360	0.8375
	1.6070	0.8306	0.7607	0.7051	0.4012	0.8358
	1.6718	0.8213	0.7459	0.6997	0.3685	0.8171
	1.7018	0.8119	0.7322	0.6945	0.3385	0.8081
	1.7356	0.8024	0.7179	0.6894	0.3092	0.7977
	1.7460	0.7921	0.7027	0.6840	0.2790	0.7945
	1.8282	0.7808	0.6864	0.6783	0.2484	0.7679
	1.9662	0.7702	0.6707	0.6733	0.2219	0.7200
1.9800	0.7611	0.6577	0.6691	0.2001	0.7151	
2.0420	0.7508	0.6427	0.6643	0.1772	0.6922	
2.0542	0.7399	0.6270	0.6594	0.1553	0.6876	
2.0887	0.7309	0.6139	0.6553	0.1385	0.6746	
2.1167	0.7215	0.6003	0.6511	0.1224	0.6639	
2.1220	0.7127	0.5879	0.6473	0.1091	0.6618	
2.1275	0.7019	0.5735	0.6428	0.0947	0.6597	

جدول (4-28)

قياس (MSE) لمقدر حالة المعولية

$MSE[\hat{R}_{ML}(t_i)]$	$MSE[\hat{R}_{Mo}(t_i)]$	$MSE[\hat{R}_{OLS}(t_i)]$	$MSE[\hat{R}_{Mi}(t_i)]$	BEST
0.0000963	0.0029873	0.0002511	0.0000014	MI
0.0001879	0.0058683	0.0009246	0.0000889	MI
0.0004563	0.0086534	0.0022128	0.0003378	MI
0.0008344	0.0106064	0.0041317	0.0000250	MI
0.0013685	0.0124760	0.0075400	0.0001031	MI
0.0022401	0.0140797	0.0129050	0.0002104	MI
0.0030819	0.0153722	0.0197298	0.0008943	MI
0.0047019	0.0166415	0.0292260	0.0007537	MI
0.0067727	0.0175016	0.0397690	0.0003743	MI
0.0089484	0.0182972	0.0539243	0.0085781	MI
0.0109146	0.0189158	0.0685760	0.0082829	MI
0.0128465	0.0195292	0.0857310	0.0157152	ML
0.0155765	0.0198261	0.1040319	0.0159629	ML
0.0178045	0.0201664	0.1248309	0.0147393	MI
0.0207415	0.0203140	0.1454300	0.0125497	MI
0.0232779	0.0204170	0.1661150	0.0161477	MI
0.0254106	0.0204675	0.1856131	0.0152814	MI
0.0280500	0.0204500	0.2075787	0.0193549	MI
0.0305418	0.0203627	0.2273671	0.0173695	MI
0.0331630	0.0201490	0.2476144	0.0195819	MI
0.0362899	0.0199318	0.2667821	0.0216075	MO
0.0389562	0.0197101	0.2847571	0.0369267	MO
0.0418519	0.0194221	0.3015426	0.0356365	MO
0.0444266	0.0191640	0.3158563	0.0325178	MO
0.0469513	0.0188321	0.3294744	0.0340792	MO
0.0498095	0.0184225	0.3431251	0.0310847	MO
0.0523221	0.0180172	0.3524727	0.0288749	MO
0.0545245	0.0176630	0.3601729	0.0262016	MO
0.0570899	0.0172086	0.3669758	0.0258415	MO
0.0595135	0.0167115	0.3715420	0.0348286	MO

اظهرت نتائج الجدول (4-28) ان الطريقة المختاطة (*Mix Method*) هي افضل طرائق التقدير والنسب المئوية بحسب تسلسل الافضلية هي:

BEST	Method	Precentage
1'st	MI	%60
2'nd	MO	%33
3'rd	ML	%7
4'th	OLS	%0

جدول (4 - 29)

قيم حالة المعولية *Reliability* الحقيقية والتقديرية

	t_i	$R(t_i)$	$\hat{R}_{ML}(t_i)$	$\hat{R}_{Mo}(t_i)$	$\hat{R}_{OLS}(t_i)$	$\hat{R}_{Mi}(t_i)$
$n_3=100$	0.6013	0.9906	0.9898	0.9413	0.9853	0.9918
$r_3=30$	0.6637	0.9806	0.9771	0.9074	0.9640	0.9901
$\theta_2=50$	0.7206	0.9700	0.9616	0.8800	0.9360	0.9884
$\beta_1=2.7$	1.2798	0.9607	0.9475	0.8607	0.9082	0.9657
	1.3763	0.9506	0.9316	0.8421	0.8739	0.9608
	1.4796	0.9406	0.9155	0.8254	0.8367	0.9551
	2.2775	0.9308	0.8995	0.8107	0.7984	0.9009
	2.3885	0.9195	0.8803	0.7951	0.7538	0.8920
	2.4024	0.9102	0.8631	0.7833	0.7148	0.8909
	3.3230	0.8998	0.8445	0.7705	0.6707	0.8072
	3.4005	0.8904	0.8280	0.7597	0.6316	0.7994
	3.8304	0.8806	0.8118	0.7486	0.5906	0.7552
	3.9349	0.8705	0.7941	0.7383	0.5505	0.7441
	3.9880	0.8599	0.7767	0.7274	0.5091	0.7385
	3.9966	0.8496	0.7585	0.7175	0.4707	0.7376
	4.2304	0.8394	0.7425	0.7080	0.4341	0.7123
	4.2794	0.8306	0.7281	0.6998	0.4020	0.7070
	4.5144	0.8204	0.7111	0.6905	0.3668	0.6813
	4.5350	0.8108	0.6959	0.6821	0.3360	0.6790
	4.7039	0.8002	0.6792	0.6733	0.3046	0.6603
	4.8600	0.7899	0.6629	0.6651	0.2752	0.6430
	5.3509	0.7805	0.6481	0.6574	0.2486	0.5883
	5.4089	0.7707	0.6331	0.6498	0.2233	0.5819
5.4139	0.7617	0.6192	0.6427	0.2016	0.5814	
5.5388	0.7521	0.6048	0.6356	0.1802	0.5675	
5.5590	0.7416	0.5888	0.6276	0.1581	0.5653	
5.5822	0.7327	0.5755	0.6211	0.1414	0.5627	
5.5904	0.7237	0.5628	0.6147	0.1261	0.5618	
5.6691	0.7139	0.5486	0.6076	0.1108	0.5532	
6.0004	0.7037	0.5344	0.6005	0.0967	0.5170	

جدول (4-30)

قياس (MSE) لمقدر حالة المعولية

$MSE[\hat{R}_{ML}(t_i)]$	$MSE[\hat{R}_{Mo}(t_i)]$	$MSE[\hat{R}_{OLS}(t_i)]$	$MSE[\hat{R}_{Mi}(t_i)]$	BEST
0.0000963	0.0029873	0.0002511	0.0000014	MI
0.0001879	0.0058683	0.0009246	0.0000889	MI
0.0004563	0.0086534	0.0022128	0.0003378	MI
0.0008344	0.0106064	0.0041317	0.0000250	MI
0.0013685	0.0124760	0.0075400	0.0001031	MI
0.0022401	0.0140797	0.0129050	0.0002104	MI
0.0030819	0.0153722	0.0197298	0.0008943	MI
0.0047019	0.0166415	0.0292260	0.0007537	MI
0.0067727	0.0175016	0.0397690	0.0003743	MI
0.0089484	0.0182972	0.0539243	0.0085781	MI
0.0109146	0.0189158	0.0685760	0.0082829	MI
0.0128465	0.0195292	0.0857310	0.0157152	ML
0.0155765	0.0198261	0.1040319	0.0159629	ML
0.0178045	0.0201664	0.1248309	0.0147393	MI
0.0207415	0.0203140	0.1454300	0.0125497	MI
0.0232779	0.0204170	0.1661150	0.0161477	MI
0.0254106	0.0204675	0.1856131	0.0152814	MI
0.0280500	0.0204500	0.2075787	0.0193549	MI
0.0305418	0.0203627	0.2273671	0.0173695	MI
0.0331630	0.0201490	0.2476144	0.0195819	MI
0.0362899	0.0199318	0.2667821	0.0216075	MO
0.0389562	0.0197101	0.2847571	0.0369267	MO
0.0418519	0.0194221	0.3015426	0.0356365	MO
0.0444266	0.0191640	0.3158563	0.0325178	MO
0.0469513	0.0188321	0.3294744	0.0340792	MO
0.0498095	0.0184225	0.3431251	0.0310847	MO
0.0523221	0.0180172	0.3524727	0.0288749	MO
0.0545245	0.0176630	0.3601729	0.0262016	MO
0.0570899	0.0172086	0.3669758	0.0258415	MO
0.0595135	0.0167115	0.3715420	0.0348286	MO

اظهرت نتائج الجدول (4 - 30) ان الطريقة المختارة
(Mixed Method) هي افضل طرائق التقدير ، والنسب المئوية بحسب
تسلسل الافضلية هي :

BEST	Method	Percentage
1 st	MI	%60
2 nd	MO	%33
3 rd	ML	%7
4 th	OLS	%0

جدول (4 - 31)

قيم حالة المعولية *Reliability* الحقيقية والتقديرية

	t_i	$R(t_i)$	$\hat{R}_{ML}(t_i)$	$\hat{R}_{Mo}(t_i)$	$\hat{R}_{OLS}(t_i)$	$\hat{R}_{Mi}(t_i)$
$n_3=100$	0.9744	0.9910	0.9908	0.9344	0.9853	0.9802
$r_3=30$	1.2350	0.9813	0.9786	0.9102	0.9644	0.9603
$\theta_2=50$	1.3463	0.9706	0.9625	0.8935	0.9361	0.9490
$\beta_2=2.7$	1.4702	0.9600	0.9460	0.8807	0.9046	0.9342
	1.6337	0.9502	0.9312	0.8708	0.8711	0.9110
	1.7394	0.9407	0.9157	0.8622	0.8358	0.8938
	1.7562	0.9308	0.8995	0.8541	0.7967	0.8909
	1.8721	0.9210	0.8834	0.8469	0.7567	0.8696
	1.9343	0.9107	0.8661	0.8400	0.7141	0.8573
	1.9575	0.8997	0.8472	0.8334	0.6686	0.8525
	2.0194	0.8900	0.8300	0.8280	0.6284	0.8395
	2.0818	0.8807	0.8140	0.8229	0.5901	0.8257
	2.1167	0.8710	0.7975	0.8179	0.5510	0.8177
	2.2939	0.8602	0.7791	0.8126	0.5089	0.7744
	2.3155	0.8508	0.7637	0.8084	0.4740	0.7688
	2.3196	0.8402	0.7458	0.8037	0.4359	0.7677
	2.3666	0.8300	0.7286	0.7993	0.4002	0.7554
	2.3691	0.8198	0.7123	0.7952	0.3667	0.7547
	2.3933	0.8095	0.6956	0.7910	0.3333	0.7482
	2.4226	0.8004	0.6807	0.7874	0.3057	0.7403
	2.4355	0.7911	0.6668	0.7838	0.2793	0.7367
	2.5096	0.7805	0.6507	0.7798	0.2503	0.7160
	2.5223	0.7703	0.6360	0.7762	0.2252	0.7124
2.5543	0.7602	0.6202	0.7725	0.2007	0.7033	
2.6460	0.7501	0.6051	0.7691	0.1789	0.6764	
2.7096	0.7408	0.5919	0.7659	0.1600	0.6573	
2.7397	0.7305	0.5767	0.7625	0.1409	0.6482	
2.7649	0.7206	0.5619	0.7593	0.1241	0.6405	
2.8349	0.7112	0.5489	0.7563	0.1099	0.6188	
2.9582	0.7019	0.5360	0.7535	0.0974	0.5800	

جدول (4-32)

قياس الـ (MSE) لمقدر حالة المعولية

$MSE[\hat{R}_{ML}(t_i)]$	$MSE[\hat{R}_{Mo}(t_i)]$	$MSE[\hat{R}_{OLS}(t_i)]$	$MSE[\hat{R}_{Mi}(t_i)]$	BEST
0.000019	0.003552	0.000225	0.000117	ML
0.000089	0.005363	0.000853	0.000442	ML
0.000452	0.006350	0.002138	0.000468	ML
0.000849	0.006839	0.004334	0.000666	MI
0.001393	0.007047	0.007699	0.001534	ML
0.002080	0.007080	0.012582	0.002200	ML
0.003395	0.006991	0.019700	0.001590	MI
0.005084	0.006812	0.028797	0.002641	MI
0.006520	0.006496	0.040322	0.002848	MI
0.008654	0.006169	0.054881	0.002220	MI
0.010961	0.005844	0.069857	0.002550	MI
0.013322	0.005529	0.085907	0.003024	MI
0.015854	0.005185	0.104043	0.002846	MI
0.018652	0.004832	0.125275	0.007365	MO
0.020942	0.004567	0.143888	0.006726	MO
0.023789	0.004366	0.165173	0.005245	MO
0.026871	0.004211	0.186306	0.005559	MO
0.029495	0.004084	0.206776	0.004236	MO
0.032584	0.004006	0.228235	0.003753	MI
0.035535	0.003962	0.246239	0.003614	MI
0.037994	0.003966	0.263675	0.002956	MI
0.040778	0.004057	0.282925	0.004161	MO
0.043285	0.004223	0.298902	0.003348	MI
0.046475	0.004436	0.315092	0.003242	MI
0.049501	0.004760	0.328559	0.005435	MO
0.051753	0.005119	0.339658	0.006963	MO
0.054810	0.005609	0.350234	0.006782	MO
0.057636	0.006161	0.358537	0.006417	MO
0.060197	0.006880	0.364382	0.008534	MO
0.062515	0.007678	0.368341	0.014865	MO

اظهرت نتائج الجدول (4 - 32) ان الطريقة المختلطة (*Mix Method*) هي افضل طرائق التقدير ونسب الافضلية هي .

BEST	Method	Precentage
1'st	MI	%43
2'nd	MO	%40
3'rd	ML	%17
4'th	OLS	%0

جدول (4 - 33)

قيم حالة المعولية *Reliability* الحقيقية والتقديرية

	t_i	$R(t_i)$	$\hat{R}_{ML(t_i)}$	$\hat{R}_{Mo(t_i)}$	$\hat{R}_{OLS(t_i)}$	$\hat{R}_{Mi(t_i)}$
$n_3=100$	0.7490	0.9904	0.9893	0.9470	0.9839	0.9916
$r_3=30$	1.6173	0.9792	0.9732	0.9168	0.9585	0.9637
$\theta_3=75$	2.5908	0.9694	0.9564	0.8963	0.9319	0.9128
$\beta_1=1.7$	2.6736	0.9599	0.9389	0.8792	0.9026	0.9077
	2.7443	0.9507	0.9212	0.8648	0.8713	0.9032
	2.8231	0.9406	0.9020	0.8507	0.8348	0.8980
	2.9191	0.9312	0.8839	0.8379	0.7966	0.8917
	3.2953	0.9211	0.8650	0.8257	0.7551	0.8653
	3.4074	0.9115	0.8464	0.8149	0.7147	0.8570
	3.4952	0.9025	0.8291	0.8049	0.6755	0.8505
	3.8434	0.8924	0.8098	0.7945	0.6322	0.8234
	3.9454	0.8829	0.7917	0.7855	0.5928	0.8152
	4.4098	0.8730	0.7735	0.7761	0.5523	0.7765
	4.4675	0.8629	0.7554	0.7671	0.5121	0.7715
	5.1720	0.8526	0.7365	0.7582	0.4723	0.7093
	5.5520	0.8423	0.7189	0.7495	0.4341	0.6747
	5.6628	0.8325	0.7020	0.7416	0.3995	0.6645
	5.6727	0.8230	0.6859	0.7339	0.3670	0.6636
	5.7404	0.8131	0.6687	0.7261	0.3342	0.6573
	5.8001	0.8037	0.6531	0.7191	0.3049	0.6518
	6.2903	0.7942	0.6377	0.7120	0.2768	0.6065
	6.3097	0.7848	0.6222	0.7052	0.2505	0.6047
	6.3121	0.7746	0.6067	0.6980	0.2243	0.6045
6.5828	0.7656	0.5920	0.6917	0.2019	0.5795	
6.7917	0.7556	0.5766	0.6848	0.1792	0.5603	
6.8744	0.7460	0.5620	0.6784	0.1596	0.5527	
6.8834	0.7371	0.5484	0.6724	0.1423	0.5519	
7.0263	0.7263	0.5333	0.6655	0.1242	0.5389	
7.0832	0.7149	0.5173	0.6580	0.1067	0.5337	
7.5138	0.7060	0.5043	0.6524	0.0944	0.4950	

جدول (4-34)

قياس (MSE) لمقدر حالة المعولية

$MSE[\hat{R}_{ML}(t_i)]$	$MSE[\hat{R}_{Mo}(t_i)]$	$MSE[\hat{R}_{OLS}(t_i)]$	$MSE[\hat{R}_{Mi}(t_i)]$	BEST
0.00009	0.00222	0.00030	0.00000	ML
0.00025	0.00422	0.00121	0.00024	ML
0.00084	0.00567	0.00255	0.00320	ML
0.00180	0.00689	0.00483	0.00273	ML
0.00355	0.00787	0.00816	0.00226	MI
0.00548	0.00870	0.01308	0.00181	MI
0.00785	0.00946	0.02000	0.00156	MI
0.01026	0.01005	0.02917	0.00312	MI
0.01291	0.01044	0.04018	0.00296	MI
0.01595	0.01080	0.05301	0.00271	MI
0.01939	0.01103	0.06934	0.00476	MI
0.02276	0.01111	0.08570	0.00459	MI
0.02627	0.01118	0.10451	0.00931	MI
0.02986	0.01117	0.12484	0.00835	MI
0.03376	0.01110	0.14630	0.02055	MO
0.03741	0.01099	0.16816	0.02809	MO
0.04092	0.01083	0.18904	0.02823	MO
0.04402	0.01072	0.20952	0.02540	MO
0.04804	0.01056	0.23105	0.02428	MO
0.05113	0.01036	0.25036	0.02307	MO
0.05441	0.01017	0.26933	0.03523	MO
0.05778	0.00992	0.28717	0.03243	MO
0.06099	0.00969	0.30472	0.02895	MO
0.06424	0.00945	0.31964	0.03463	MO
0.06754	0.00918	0.33434	0.03814	MO
0.07060	0.00896	0.34621	0.03736	MO
0.07362	0.00872	0.35618	0.03428	MO
0.07645	0.00845	0.36508	0.03514	MO
0.07928	0.00810	0.37262	0.03282	MO
0.08178	0.00787	0.37695	0.04453	MO

اظهرت نتائج الجدول (4 - 34) ان طريقة العزوم
(*Moment Method*) هي افضل طرائق التقدير ونسب الافضلية هي .

BEST	Method	Precentage
1'st	<i>Mo</i>	%53.4
2'nd	MI	%33.3
3'rd	ML	%13.3
4'th	OLS	%0

جدول (4 - 35)

قيم حالة المعولية *Reliability* الحقيقية والتقديرية

	t_i	$R(t_i)$	$\hat{R}_{ML}(t_i)$	$\hat{R}_{Mo}(t_i)$	$\hat{R}_{OLS}(t_i)$	$\hat{R}_{Mi}(t_i)$
$n_3=100$	0.6232	0.9898	0.9877	0.9477	0.9834	0.9965
$r_3=30$	0.7124	0.9794	0.9714	0.9293	0.9601	0.9948
$\theta_3=75$	1.0409	0.9695	0.9546	0.9168	0.9343	0.9840
$\beta_2=2.7$	1.1072	0.9590	0.9347	0.9072	0.9028	0.9808
	1.3372	0.9496	0.9169	0.8998	0.8703	0.9664
	1.4036	0.9400	0.8992	0.8928	0.8341	0.9613
	1.5074	0.9307	0.8823	0.8870	0.7985	0.9523
	1.8189	0.9202	0.8616	0.8807	0.7558	0.9177
	1.9277	0.9099	0.8412	0.8752	0.7128	0.9028
	1.9969	0.9006	0.8237	0.8706	0.6740	0.8926
	2.0044	0.8898	0.8036	0.8657	0.6299	0.8915
	2.1305	0.8800	0.7857	0.8613	0.5894	0.8711
	2.1386	0.8708	0.7689	0.8576	0.5534	0.8698
	2.3248	0.8601	0.7493	0.8534	0.5121	0.8360
	2.4256	0.8492	0.7307	0.8492	0.4717	0.8159
	2.5143	0.8380	0.7117	0.8454	0.4333	0.7972
	2.6833	0.8275	0.6936	0.8417	0.3968	0.7593
	2.7076	0.8187	0.6798	0.8388	0.3676	0.7536
	2.7299	0.8083	0.6632	0.8355	0.3352	0.7483
	2.8190	0.7986	0.6471	0.8324	0.3058	0.7267
	2.8534	0.7881	0.6307	0.8292	0.2757	0.7181
	2.9203	0.7786	0.6152	0.8263	0.2495	0.7012
	2.9708	0.7676	0.5989	0.8231	0.2224	0.6882
3.0163	0.7579	0.5846	0.8203	0.2001	0.6764	
3.0218	0.7483	0.5699	0.8177	0.1790	0.6749	
3.0451	0.7387	0.5554	0.8151	0.1598	0.6688	
3.0468	0.7290	0.5418	0.8124	0.1422	0.6683	
3.1070	0.7192	0.5286	0.8098	0.1263	0.6522	
3.1177	0.7093	0.5148	0.8072	0.1113	0.6494	
3.1252	0.6999	0.5025	0.8047	0.0988	0.6473	

جدول (4-36)

قياس (MSE) لمقدر حالة المعولية

$MSE[\hat{R}_{ML}(t_i)]$	$MSE[\hat{R}_{Mo}(t_i)]$	$MSE[\hat{R}_{OLS}(t_i)]$	$MSE[\hat{R}_{Mi}(t_i)]$	BEST
0.000145	0.001974	0.000287	0.000045	MI
0.000880	0.002713	0.001036	0.000238	MI
0.001703	0.003110	0.002242	0.000210	MI
0.003186	0.003234	0.004382	0.000474	MI
0.004896	0.003201	0.007887	0.000283	MI
0.006691	0.003110	0.013215	0.000450	MI
0.008552	0.002969	0.019428	0.000464	MI
0.011956	0.002811	0.028751	0.000007	MI
0.015833	0.002634	0.040371	0.000050	MI
0.018954	0.002516	0.052770	0.000065	MI
0.023585	0.002435	0.068851	0.000003	MI
0.027389	0.002342	0.086158	0.000078	MI
0.030754	0.002367	0.102527	0.000001	MI
0.035463	0.002445	0.123077	0.000585	MI
0.039795	0.002546	0.144565	0.001110	MI
0.043692	0.002854	0.165818	0.001666	MI
0.047699	0.003170	0.187289	0.004653	MO
0.050408	0.003520	0.205257	0.004238	MO
0.053835	0.004037	0.225457	0.003603	MI
0.057574	0.004633	0.244402	0.005178	MO
0.061630	0.005302	0.264112	0.004901	MI
0.065457	0.005988	0.281702	0.005984	MI
0.068854	0.006971	0.299032	0.006296	MI
0.072026	0.007893	0.313229	0.006652	MI
0.075517	0.009029	0.326249	0.005393	MI
0.078963	0.010163	0.337500	0.004893	MI
0.081661	0.011400	0.346820	0.003684	MI
0.084257	0.012697	0.354259	0.004481	MI
0.086885	0.014166	0.360470	0.003591	MI
0.089236	0.015633	0.364197	0.002760	MI

اظهرت نتائج الجدول (4 - 36) ان الطريقة المختارة هي افضل طرائق التقدير ونسب الافضلية هي . (*Mixed Method*)

BEST	Method	Precentage
1'st	MI	% 87
2'nd	MO	%13
3'rd	ML	%0
	OLS	%0

وبعد تحليل النتائج تبين ان طريقة التقدير الطريقة المختارة هي الافضل لكونها تمتلك اقل متوسط مربعات الخطأ لكافة العينات المختلفة الحجم.

الفصل الخامس

الجانب التطبيقي

1-5 مقدمة Introduction

سوف يتم في هذا الفصل حساب المعولية باستعمال طرائق التقدير التي ذكرت في الجانب النظري ومن ثم المقارنة بينهما لمعرفة افضل طريقة تقدير، وايضا حساب بعض الدوال والمؤشرات التي لها علاقة بدالة المعولية.

2-5 جمع البيانات:

تم اخذ البيانات عن طريق مسؤول شعبة التخطيط بالتعاون مع شعبة الصيانة وبحجم عينة كبيرة (100) مشاهدة عن مكائن وزارة الصناعة والمعادن / الشركة العامة لصناعات النسيج والجلود / مصنع الصوفية / بغداد ، وان مشاهدات العينة تمثل وقت اشتغال الماكينة لحين العطل، اما المدة الزمنية التي حسبت لها هذه المشاهدات فكانت تتمثل بستة اشهر لسنة 2017 وهي على الترتيب شهر (7,8,9,10,11,12)

3-5 انواع وقياسات السجاد المنتج:

ينقسم انتاج المكائن في مصنع الصوفية الى ثلاثة انواع من السجاد وهي :

- ❖ النوع الاول / سجاد بغداد اكرلك .
- ❖ النوع الثاني / سجاد بابل بولي برلين.
- ❖ النوع الثالث / سجاد بغداد صوف .

وان قياسات السجاد المنتج في المعمل هي :

- ❖ 6*4 م
- ❖ 4*3 م
- ❖ 3.5*2.5 م
- ❖ 3*2 م
- ❖ 4*1 م
- ❖ 2*1 م

❖ 3*1 م

ويوجد انتاج سجاد حسب الطلب الخاص مثل :

❖ سجاد التشريفات .

❖ سجاد البرلمان .

4-5 انواع المكائن

ان عدد المكائن هو (12) ماكينة وتنقسم المكائن الى نوعين الماني وبلجيكي ، وممكن توضيح اسم الماكينة وحجم السجاد المنتج الخاص بكل ماكينة عن طريق الجدول الاتي :

جدول (1-5)

يمثل اسم الماكينة وحجم السجاد المنتج بالمتر

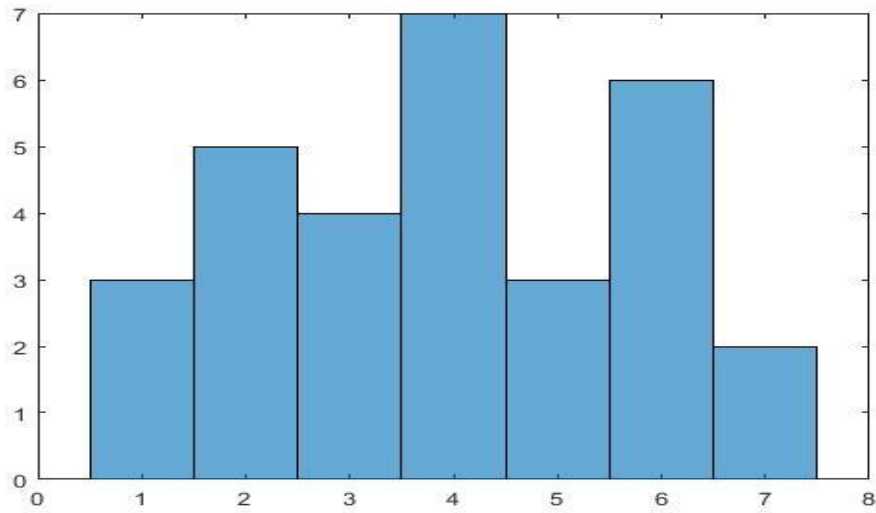
القياس المتعارف عليه	اسم الماكينة	تسلسل الماكينة
4*3	عراق 1	1
4*3	عراق 2	2
4*3	عراق 3	3
4*3	عراق 4	4
4*3	عراق 5	5
6*4	افراح 1	6
6*4	افراح 2	7
3*2	بغداد 28	8
3*2	بغداد 42	9
3.5*2.5	بابل 44	10
3.5*2.5	بابل 46	11
3*2	بابل 48	12

وقد جمعت البيانات عن المكائن المذكورة أنفا اذ اخذت عينة بحجم (100)مشاهدة تمثل وقت الاشتغال بالأيام لكل ماكينة لحين العطل ولمدة ست اشهر وكما موضح في الجدول ادناه .

جدول (2-5)

يمثل بيانات العينة لأوقات اشتغال المكائن بالأيام لعين العطل ولمدة ستة أشهر

10	11	1	2	18	15	16	12	15	13
7	4	5	7	21	6	20	3	9	14
8	18	13	19	11	22	4	1	26	8
10	7	11	17	8	4	12	2	3	6
6	11	4	17	20	12	2	7	4	19
14	18	9	13	11	13	9	13	14	16
12	14	6	25	8	17	7	3	4	6
20	13	15	8	22	20	2	25	15	10
4	19	5	3	10	16	1	9	11	18
5	6	22	11	2	20	18	14	17	15



المطل (1-5)

يمثل المدرج التكراري للبيانات الحقيقية بعد بتر العينة

إذ إن المحور الأفقي يمثل المشاهدات والمحور العمودي يمثل تكرار المشاهدات، وإن الوسط الحسابي للبيانات هو (3.9333) ، أما التباين فهو (3.3057)

5-5 اختبار البيانات

لمعرفة هل ان البيانات تتبع توزيع ويبل ام لا فقد تم اللجوء الى استعمال اختبار حسن المطابقة (*Goodness of Fit*) وحسب الفرضية الاحصائية الاتية :

H_0 : البيانات تتوزع توزيع ويبل .

H_1 : البيانات لا تتوزع توزيع ويبل.

ولاختبار الفرضية المذكورة أنفا يتم احتساب مربع كاي (Chi – Squared Statistic) وكالاتي:

$$x_c^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

وباستعمال برنامج Matlab ظهرت قيمة ($P - Value = 0.2641$) وهي اكبر من مستوى معنوية (0.05) لذلك نقبل الفرضية الصفرية اي ان بيانات تتوزع توزيع ويبل.

6-5 احتساب دالة المعولية

يتم احتساب المعولية عن طريق تطبيق طرائق التقدير لحجم عينة 100، وبتريساوي 30 ، وتعرف اعمدة الجدول ادناه (3-4) كالاتي :

الاول حجم العينة ، الثاني البتر ، الثالث اوقات اشتغال المكائن لحين الفشل (العطل) ، الرابع قيم دالة المعولية التقديرية بطريقة الامكان الاعظم ، الخامس قيم دالة المعولية التقديرية بطريقة العزوم ، السادس قيم دالة المعولية التقديرية بطريقة المربعات الصغرى ، السابع قيم دالة المعولية التقديرية بطريقة المختلطة.

واظهرت نتائج الجدول الاتي :

عندما ($t=1$) فان طريقة الامكان الاعظم هي الافضل ، فالطريقة المختلطة ، ثم طريقة المربعات الصغرى ، واخيرا طريقة العزوم .

عندما ($t=2$) فان طريقة الامكان الاعظم هي الافضل ايضا ، فالطريقة المختلطة ، ثم المربعات الصغرى كذلك ، وطريقة العزوم اخيرا.

عندما ($t=3$) فان طريقة الامكان الاعظم هي الافضل ايضا ، فالطريقة المختلطة كذلك، ثم طريقة العزوم ، وطريقة المربعات الصغرى اخيرا.

عندما (t=4) فان الطريقة المختلطة هي الافضل ، فطريقة الامكان الاعظم ، ثم بعد ذلك طريقة العزوم ، واخيرا طريقة المربعات الصغرى .

عندما (t=5) فان الطريقة المختلطة هي الافضل ايضا ، فطريقة الامكان الاعظم كذلك ، ثم بعد ذلك طريقة العزوم ، واخيرا طريقة المربعات الصغرى .

عندما (t=6) فان الطريقة المختلطة هي الافضل ، فطريقة الامكان الاعظم ، ثم طريقة العزوم ، واخيرا طريقة المربعات الصغرى .

عندما (t=7) فان الطريقة المختلطة هي الافضل ، تاتي بعدها طريقة الامكان الاعظم ، فطريقة العزوم ، واخيرا طريقة المربعات الصغرى .

ولمعرفة الطريقة الافضل بصورة عامة لجميع اوقات الاشتغال لحين الفشل نلجا الى متوسط دالة المعولية لكل طريقة .

جدول (3-5)

قيم حالة المعولية *Reliability* التقديرية

n	r	t_i	\hat{R}_{ML}	\hat{R}_{MO}	\hat{R}_{OLS}	\hat{R}_{MI}
100	30	1	0.9868	0.9228	0.9554	0.9856
		1	0.9868	0.9228	0.9554	0.9856
		1	0.9868	0.9228	0.9554	0.9856
		2	0.9584	0.8598	0.8265	0.9570
		2	0.9584	0.8598	0.8265	0.9570
		2	0.9584	0.8598	0.8265	0.9570
		2	0.9584	0.8598	0.8265	0.9570
		2	0.9584	0.8598	0.8265	0.9570
		3	0.9195	0.8036	0.6440	0.9192
		3	0.9195	0.8036	0.6440	0.9192
		3	0.9195	0.8036	0.6440	0.9192
		3	0.9195	0.8036	0.6440	0.9192
		4	0.8728	0.7526	0.4508	0.8750
		4	0.8728	0.7526	0.4508	0.8750
		4	0.8728	0.7526	0.4508	0.8750
		4	0.8728	0.7526	0.4508	0.8750
		4	0.8728	0.7526	0.4508	0.8750
		4	0.8728	0.7526	0.4508	0.8750
		5	0.8205	0.7059	0.2829	0.8263
		5	0.8205	0.7059	0.2829	0.8263

		5	0.8205	0.7059	0.2829	0.8263
		6	0.7643	0.6628	0.1589	0.7745
		6	0.7643	0.6628	0.1589	0.7745
		6	0.7643	0.6628	0.1589	0.7745
		6	0.7643	0.6628	0.1589	0.7745
		6	0.7643	0.6628	0.1589	0.7745
		6	0.7643	0.6628	0.1589	0.7745
		7	0.6076	0.6230	0.0798	0.7210
		7	0.6076	0.6230	0.0798	0.7210
	Mean	4	0.8600	0.7630	0.4898	0.8704

بالنظر الى الجدول المرقم (3-5)، نلاحظ ان قيمة متوسط دالة المعولية بالطريقة المختلطة (\hat{R}_{MI}) هي الاكبر من بين المتوسطات الاخرى لذلك تعد الطريقة الافضل لتقدير دالة المعولية هي الطريقة المختلطة وتساوي (0.8704)، فطريقة الامكان الاعظم (ML) ثم العزوم (MO) واخيرا المربعات الصغرى (OLS).

وان متوسط اوقات الاشتغال لحين العطل هو (4) ايام وهذا معناه ان مكائن المعمل يمكن التعويل عليها بنسبة 87% لكل اربع ايام .

7-5 احتساب المؤشرات (دوال الفشل) التي لها علاقة بدالة بالمعولية

عن طريق معرفة قيم دالة المعولية نستطيع حساب بعض الدوال التي لها علاقة بدالة المعولية والمتمثلة بدالة التجميعية (الدالة اللامعولية) $F(t)$ ، ودالة الكثافة الاحتمالية $f(t)$ ، ومعدل الفشل $h(t)$ ، ودالة الخطورة التجميعية $H(t)$ والجدول الاتي (4-5) بين ذلك.

جدول (4-5)

قيم دوال الفصل المرتبطة بالمعولية والخاصة بأفضل طريقة الطريقة المختلطة

t_i	$F(t)$	$f(t)$	$h(t)$	$H(t)$
1	0.0144	0.0144	0.01461	0.01461
1	0.0144	0	0	0.01461
1	0.0144	0	0	0.01461
2	0.0430	0.0286	0.02990	0.04451
2	0.0430	0	0	0.04451
2	0.0430	0	0	0.04451
2	0.0430	0	0	0.04451
2	0.0430	0	0	0.04451
3	0.0808	0.0378	0.04110	0.08561
3	0.0808	0	0	0.08561
3	0.0808	0	0	0.08561
3	0.0808	0	0	0.08561
4	0.1250	0.0442	0.05050	0.08561
4	0.1250	0	0	0.13610
4	0.1250	0	0	0.13610
4	0.1250	0	0	0.13610
4	0.1250	0	0	0.13610
4	0.1250	0	0	0.13610
4	0.1250	0	0	0.13610
5	0.1737	0.0487	0.05890	0.19501
5	0.1737	0	0	0.19501
5	0.1737	0	0	0.19501
6	0.2255	0.0518	0.06690	0.26191
6	0.2255	0	0	0.26191
6	0.2255	0	0	0.26191
6	0.2255	0	0	0.26191
6	0.2255	0	0	0.26191
6	0.2255	0	0	0.26191
7	0.2790	0.0535	0.07420	0.33611
7	0.2790	0	0	0.33611
Sum	3.8885	0.279	0.33611	4.33974
Mean	0.129617	0.0093	0.011204	0.144658

بالنظر الى الجدول المذكور أنفا العمود الثاني يمثل الدالة اللامعولية وتم احتساب قيم الدالة بتطبيق المعادلة (2-11) وتتراوح قيم الدالة بين الصفر (0) والواحد الصحيح (1)، وهي في تزايد (تناسب طرديا مع الزمن)، وان متوسط قيم دالة اللامعولية هو (0.129617) وبنسبة عدم تعويل بالمكائن ولكل اربعة ايام هو (12.96%).

العمود الثالث في الجدول المذكور أنفا يمثل دالة الكثافة الاحتمالية، وان قيم دالة الكثافة الاحتمالية لأوقات الاشتغال لحين الفشل هي اكبر من الصفر، وتم احتساب قيم دالة الكثافة الاحتمالية بالاعتماد على قيم العمود الثاني.

العمود الرابع في الجدول المذكور أنفا يمثل معدل الفشل وتم احتساب قيم معدل الفشل باستعمال المعادلة (2-12) ويتناسب طرديا مع الزمن ايضا، وان متوسط معدل الفشل هو (0.011204) بين مدتتين زمنييتين اي بنسبة (1.2%) وهذه النسبة تعد ضئيلة جدا اي لاتوجد خطورة او فشل للمكائن بين مدتتين زمنييتين.

بخصوص العمود الاخير فانه يمثل دالة الخطورة التجميعية نلاحظ انها تزداد مع ازدياد وقت الاشتغال إذ كانت أول قيمة لها هي (0.01461) واخر قيمه هي (0.33610) ومجموع دالة الخطورة التجميعية هو (4.33974) بمتوسط بلغ (0.144658) وتم ايجاد قيم الدالة بالاعتماد على تعريف الدالة (معدل الفشل التراكمي).

الاستنتاجات:

بعد تنفيذ تجارب المحاكاة في الجانب التجريبي لحجوم عينات مختلفة صغيرة ومتوسطة وكبيرة (25، 50، 100) على الترتيب لتقدير دالة المعولية بالطرائق المقترحة في الفصل الثالث ، وكذلك تقدير دالة المعولية لبيانات حقيقية متمثلة عينة بحجم (100) مشاهدة في الجانب التطبيقي ، توصل الباحث الى الاستنتاجات الآتية:

- 1- افضلية الطريقة المختلطة بالجانب التجريبي بصورة عامة مقارنة مع طرائق التقدير المختلفة ونسبة 58% ، تليها طريقة العزوم بنسبة 29% ، ثم دالة الامكان الاعظم بنسبة 13% ، واخيرا طريقة المربعات الصغرى.
- 2- اظهرت نتائج تجارب المحاكاة ان قيم المقياس الاحصائي متوسط مربعات الخطا (MSE) تتناقص بزيادة حجم العينة وهذا ينسجم من النظرية الاحصائية .
- 3- اظهرت نتائج تجارب المحاكاة ان قيم دالة المعولية تتناقص بزيادة زمن الاشتغال t وان قيمها تقع ضمن الفترة (0,1) وهذا ينسجم مع الجانب النظري المتعلق بخصوص دالة المعولية .
- 4- اظهر الجانب التطبيقي ان نسبة التعويل على مكائن معمل الصوفية - بغداد تساوي (87%) ولكل اربعة ايام.
- 5- تبين ان نسبة الخطورة بين مدتين زمنيتين في الجانب التطبيقي هي نسبة صغيرة اذ بلغت (1.2%).

التوصيات:

بناء على الاستنتاجات يوصي الباحث بما يلي :-

- 1- استعمال الطريقة المختلطة (MI) عند حجوم العينات المختلفة.
- 2- استعمال طرائق تقدير مختلطة اخرى لم يتم التطرق اليها في هذه الرسالة.
- 3- استعمال طرائق تقدير اخرى لم يتم التطرق اليها في هذه الرسالة في تقدير معالم التوزيع ودالة المعولية .
- 4- التاكيد على استعمال الحاسوب في توثيق اوقات اشتغال المكائن لحين العطل عن طريق استعمال برامج جاهزة مهيأة لهذا الغرض بدلا من التوثيق اليدوي والتزام الدقة في ادخال البيانات الى الحاسوب وذلك لان دراسة المعولية لبيانات مراقبة تحتاج الى بيانات دقيقة عن تلك الاوقات للتمكن من اختبار طبيعة التوزيعات الاحتمالية التي تتبعها ولما لها من اثر في حساب معدلات المعولية .
- 5- استعمال نماذج فشل اخرى وبيانات مراقبة اخرى لتقدير دالة المعولية.
- 6- اعتماد نتائج البحث من قبل الشركة العامة لصناعات النسيج والجلود/مصنع الصوفية بغداد.

- ١- ابراهيم ، مصطفى والزيات ، واخرون (1972) ، "المعجم الوسيط" مطبعة المكتبة الاسلامية ، دار الدعوة ، القاهرة .
- ٢- ابراهيم، زينب مجبل (2016)، "استعمال سلاسل ماركوف وشبكات بيزر الديناميكية لاحتساب معولية شبكة ماء الاعظمية" رسالة ماجستير علوم في بحوث العمليات -كلية الادارة والاقتصاد- جامعة بغداد.
- ٣- احمد، ذياب احمد(2013)، "مقارنة بعض طرائق تقدير معاملات توزيع Burr-XII لبيانات مراقبة هجينة باستعمال اسلوب المحاكاة وتطبيقها في قسم الصناعات النسيجية في الجهاز المركزي للتقيس والسيطرة النوعية" اطروحة دكتورا فلسفة في الاحصاء- كلية الادارة والاقتصاد - جامعة بغداد.
- ٤- الباقر، زينب محمد باقر صادق (2017)، "تقديرات دالة المعولية لتوزيع بواسون مع تطبيق عملي" رسالة ماجستير علوم في الاحصاء- كلية الادارة والاقتصاد - جامعة كربلاء.
- ٥- البياتي ، هلال عبود (١٩٩٥) ، "طريقة بيزر التجريبية للتوزيع ثنائي الحدين" مجلة وقائع المؤتمر العلمي السابع للجمعية العراقية للعلوم الاحصائية المنعقد خلال المدة (3-4) ص (1-8).
- ٦- الجاسم ، صباح هادي، والصراف ، زكي جواد(1992)"نظرية القرارات الاحصائية" دار الحكمة للطباعة والنشر-جامعة بغداد.
- ٧- جعفر ، صادق مولى، واخرون(2009) ، "افضل تقدير لمعولية ويبيل ذي المعلمتين" مجلة بغداد للعلوم ،مجلد 6، العدد4.
- ٨- جلوب ، اسماعيل هادي ، وشفيق ، بلسم مصطفى (2013)، "مقارنة بعض طرائق التقدير البيزية مع طرائق اخرى لتوزيع ريلي لبيانات تحت المراقبة بين النوع الاول باستخدام المحاكاة" مجلة الادارة والاقتصاد ، المجلد0، العدد97 .
- ٩- جليل ، طالب شريف ، واخرون(2013) ، " ايجاد معولية نظام التوالي بطريقة جديدة " المجلة العراقية للعلوم الاحصائية، العدد(23) ،ص(75-98) .
- ١٠- الجميلي ،صبا صباح احمد (2007) ، "مقارنة بعض طرائق تقدير المعلمة والمعولية لانموذج ريلي للفشل لبيانات تامة وبيانات تحت المراقبة من النوع الاول باستخدام المحاكاة " رسالة ماجستير علوم في الاحصاء - كلية الادارة والاقتصاد - جامعة بغداد.
- ١١- حسن ،ضوية سلمان ، واخرون (2011) "معولية خطط معاينة القبول لتوزيع كاما لاوقات الفشل تحت اسلوب المراقبة الهجينة"المجلة العراقية للعلوم الاحصائية،المجلد ١١، العدد ٢٠ .
- ١٢- حسين ، اسيل ناصر (2007) ، "مقارنة بعض طرائق تقدير دالة المعولية لتوزيع ويبيل المختلط باستخدام المحاكاة" رسالة ماجستير علوم في بحوث العمليات - كلية الادارة والاقتصاد- جامعة بغداد.
- ١٣- حسن ،ضوية سلمان ، واخرون (2008) "استخدام المقدر المقلص في تقدير معلمة الشكل لتوزيع ويبيل" مجلة جامعة النهريين المجلد ١١، العدد٣.

- ١٤- التدريعي ، مهدي علي عبد الحسين (٢٠١٦) ، "بعض طرائق تقدير معلمات دالة المعولية لنموذج احتمالي مركب مع تطبيق عملي" رسالة ماجستير علوم في الاحصاء - كلية الادارة والاقتصاد- جامعة بغداد.
- ١٥- الربيعي ، فارس مهدي علوان (2002)، "دراسة المعولية وجدولة اوقات الصيانة لمحطات الضغط العالي للشركة العامة لتوزيع كهرباء بغداد" رسالة ماجستير علوم في بحوث العمليات، كلية الادارة والاقتصاد- جامعة بغداد.
- ١٦- رشيد ، هدى عبد الله ، واخرون (٢٠١٢) ، "مقارنة بعض مقدرات بيز لدالة المعولية لنموذج وبيل عند دوال خسارة مختلفة" مجلة كلية العلوم - جامعة بغداد ، مجلد ٢ ، العدد ٥٣.
- ١٧- السعدي، بشير فيصل محمد(2010) ، "بعض الطرائق المعلمية واللامعلمية لتقدير دالة المعولية مع تطبيق عملي " رسالة ماجستير في بحوث العمليات- كلية الادارة والاقتصاد- جامعة بغداد.
- ١٨- الشمري ، حامد سعد نور، واخرون(2013)، "استخدام بعض الطرائق اللامعلمية في تقدير دالة المعولية دراسة مقارنة" المجلة العراقية للعلوم الاحصائية، عدد خاص بوقائع المؤتمر العلمي السادس لكلية علوم الحاسوب والرياضيات.
- ١٩- الشمري ، نجاه عبد الجبار (2008) ، "استخدام المحاكاة في مقارنة مقدرات التقصص لمعلمة الشكل لتوزيع وبيل لبيانات مراقبة" اطروحة دكتوراه فلسفة في الاحصاء- كلية الادارة والاقتصاد- جامعة بغداد.
- ٢٠- الصفار، رواء صالح محمد (٢٠٠٦) ، " تقدير حدود التنبؤ لاوقات الفشل لبيانات مراقبة من النوع الاول لتوزيع وبيل" رسالة ماجستير علوم في الاحصاء - كلية الادارة والاقتصاد- جامعة بغداد.
- ٢١- الصفار، رواء صالح محمد (٢٠١٣) ، " الطرائق اللامعلمية والمعدلة في تقدير دالة المعولية للبيانات الكاملة مع تطبيق عملي" اطروحة دكتوراه فلسفة في علوم الاحصاء- كلية الادارة والاقتصاد- جامعة بغداد.
- ٢٢- الصفاوي ،صفاء يونس، واخرون (2006)، "استخدام طريقة الامكان الاعظم وطريقة كابلن- ميير لتقدير دالة المعولية مع تطبيق عملي على معمل اطارات بغداد، مجلة تنمية الرافدين ، المجلد 82 ، العدد 28.
- ٢٣- طاهر، محمد عبود ، واخرون (2009) ، "تقدير دالة العولية لبعض مكائن الشركة العامة لصناعة الاسمدة المنطقة الجنوبية باتباع سياسة الفحص والصيانه الوقائية" مجلة العلوم الاقتصادية ، العدد 24، المجلد 6.
- ٢٤- العاني ، مي تحسين عبد الحلیم (2007) ، "مقارنة بين طرائق تقدير المعولية في حالة الاجهاد والمتانة لانموذج باريتو ووييل " رسالة ماجستير في علوم بحوث العمليات ، كلية الادارة والاقتصاد - جامعة بغداد.
- ٢٥- عباس، تهاني مهدي، واخرون (2008) ، "مقارنة مقدرات بيز مع مقدر الامكان الاعظم في تقدير دالة البقاء للتوزيع الطبيعي اللوغاريتمي باستخدام بيانات مراقبة من النوع الثاني" مجلة جامعة النهريين ، المجلد ١١، العدد ١.

- ٢٦- علي ، سوسن صبيح عبد ، واخرون (2009) ، "قياس معولية الفرن الدوار في معمل سمنت كبيسة" مجلة الهندسة والتكنولوجيا، المجلد ٢٧ ، العدد ١١ .
- ٢٧- القزاز، قتيبة نبيل نايف ، وصالح، سرمد علوان(2009) "مقدر دالة الامكان الاعظم الحصين لدالة معولية توزيع ريلي" مجلة جامعة النهريين ،المجلد 12 ، العدد3 .
- ٢٨- كامل ، براق صبحي(2006) ، "معولية الانظمة القابلة للتصليح مع تطبيق عملي"رسالة ماجستير علوم في بحوث العمليات - كلية الادارة والاقتصاد- جامعة بغداد.
- ٢٩- مخول، مطانيوس واخرون (2011)،"فعالية استخدام ويبيل الاحتمالي في التنبؤ" مجلة جامعة دمشق للعلوم الاقتصادية والقانونية،المجلد27، العدد٤ .
- ٣٠- الوندي، وفاء جعفرحسين (2013)، "اسلوب التوقع البيزي لتقدير معدل الفشل بوجود بيانات مراقبة من النوع الاول مع تطبيق عملي"رسالة ماجستير في علوم الاحصاء - كلية الادارة والاقتصاد- جامعة بغداد.
- ٣١- يتوما، حارث سليم زيا (2011) ، "تقدير معلمة الشكل ودالة المعولية لتوزيع BurrType-X11 باستعمال بيانات مراقبة تدريجية من النوع الثاني مع تطبيق عملي " رسالة ماجستير علوم بحوث عمليات- كلية الادارة والاقتصاد- جامعة بغداد.

- 32- Achebo, J.I. & Oghoore, O. -2010- A Nonparametric analysis of Asymptomatic Hazard rates in a brewing Plant using the Probability failure functions- Proceedings of the world congress on engineering Vol III, London, Uk.
- 33- Alicja, J.R. & Ryszard, M. (2011) "Selected stochastic models in reliability". wroclaw, boland.
- 34- alKbflsch, J. D., and Prentice, R. L. (1980) "The statistical analysis of failure time data", new york John wiley & sons.
- 35- AL-Nasser, Abdul Majeed H., (2009), "An Introduction to Statistical reliability", ITHRAA Publishing and distribution, university book shop.
- 36- Alomari M. & Other (2011) "Extension of Jeffreys's Prior estimate for Weibull censored data using lindley's approximation" Australian Journal of & applied sciences, VOL 5, NO.12, PP. 884-889.
- 37- Amal S. Atta & Nasser M. Abbas (2014) "Estimating the reliability of the general linear failure distribution using simulation" Journal of engineering & technology, VOL 32, NO.1.
- 38- Balakrishna & Sandhu (1996) "Best LINEAR unbiased and maximum likelihood estimation for exponential distribution under general progressive type-II- censored samples" Sankhya: the Indian Journal of statistics, VOL 58, series B, Pt.1, PP.1-9.
- 39- Dianne M. Finkelstien. (1986) " A Proportional Hazards model for Interval-censored failure time data" biometrics, VOL 42, NO.4, PP.845-854.
- 40- Gyan P. & Dinesh C. (2009) "Estimation of the Weibull shape Parameter In failure censored sampling under the linex losst" Metron – international Journal of Statistics 2009, vol . LXVII, NO.1, pp.31-50.
- 41- Gyan P. & Singh. (2011) "A Bayesian shrinkage approach in Weibull type-II-censored data using Prior Point Information" Revstat – statistical Journal VOL 7, NO. 2, PP.171-187.
- 42- Haniyeh P. & Saeid A. (2011) "Estimation of the Weibull distribution based on type-II-censored samles" Applied mathematical sciences, Vol. 5, No.52, PP.2549-2558.

- 43- Harolds B. & Kent H.(1972)"Estimating Weibull Parameters for a general class of devices from limited failure data"IEEE transactions on reliabilty, VOL.R-21 , NO. 2.
- 44- Hong F.&Chien Y.(2013)"Estimation for Weibull distribution with type-II- highly censored data"Quafity technology & quantitative management ,Vol.10,No.2, PP.193-202.
- 45- Horst R.(2009)"The weibull distribution aHandbook"CRC Press a capman &hall book.
- 46- Houslia P.Singh.&Other.(2000)"Estimation of Weiball Shape Parameter By Shrinkage towards An Interval under failure censored sampling"MSC,VOL62,NO.17.
- 47- Ismail K. & Other(2013)"Statistical inference for Weibull distribution based on a modified Progressive type-II-censoring scheme "Sri lankan Journal of applied statistics (Special Issue) modern statistical methodologies in the cutting edage of science.
- 48- Jayant V. D& Sudha, G. P.(2009) "Life time data: statistical models and methods". University of Pune, India.
- 49- Lawless. J. F.(2003) "Statistical models and methods for lifetime data", 2nd ed., university of waterloo, new Jersey, John wiley & Sons .
- 50- Marvin, R.(2004) "System reliability theory, models, statistical methods, and applications". Second edition, walter, shewuhart & samuel S. wilks, norwegia.
- 51- Parricia M. & Others(1992) "Maximum likelihood estimation for interval- censored data using a Weibull - based accelerated failure time model" Biometrics, VOL. 48,NO.3,PP951-959.
- 52- Rasheed, D. H. & Wakil, A. A.(2009) "Introduction to mathematical statistics", College of management and economics, baghdad university.
- 53- S.Balamurali & M. Usha(2013)"A New failure censored variables sampling system for Weibull distribution"International Journal of Performability engineering Vol.9,NO.1, ,PP.03-12- Jayant V. D& sudha,
- 54- Sinha,S.k , Kale B.K.(1979)"Life testing and reliability estimation"Winnipeg ,manitab,canada.

55- Vaida B. & Leonidas S(2008)"The method of three-Parameter Weibull distribution estimation"Acta et commentationes universitatis tartuensis de mathematica VOL 12 .

البرنامج الاول

الجانج التجريبي

برنامج لايجاد قيم الدالة المعولية الافتراضية والتقديرية لتوزيع ويبيل في ظل بيانات مراقبة من النوع الثاني بالطرق (دالة الامكان الاعظم ، العزوم ، المختلطة ، المربعات الصغرى) باستخدام المحاكاة، وايجاد متوسط مربعات الخطا MSE لمقدرات دالة المعولية.

```
clc
clear all
N=[25 50 100];
PP=[15 20 30 ];
A=[0.5 1.5 ];
r=[8 15 30 ];
%randn('state',0)
%rand('state',0)
for rn=2:2 %%%%% sample size
for rr=1:1 %%%%% theta
for ra=2:2 %%%%% p
for rs=2:2 %%%%% trancation
n=N(rn);th=PP(rr);p=A(ra);r=r(rs);
L=50;
for q=1:L
u=rand(n,1);%%%%% generate random variable
t=sort((-th*log(1-u)).^(1/p));
%%%%%%Censored Data
t=t([1:r],:);
u=u([1:r],:);
R_real(:,q)=exp(-(t.^p)./th);
%%%%%%mle
th_mle(q)=((sum((t.^p))+((n-r)*((t(r,:)).^p))))/r;
fun=@(p)((sum(t.^p)*log(t))+((n-r)*((t(r,:)).^p)*log(t(r,:)))/...
(sum(t.^p)+((n-r)*((t(r,:)).^p))))-(1/p)-(sum(log(t))/r);
p_mle(q)=fsolve(fun,p);
R_mle(:,q)=exp(-(t.^p_mle(q))./th_mle(q));
mse_R_mle(:,q)=(((R_real(:,q)-R_mle(:,q)).^2));
%%%%%%mom
mt=mean(t);%st=std(t);cv=st/mt;
cv=sqrt((mean(t.^2))/(mean(t).^2));
fun2=@(p)(cv)-sqrt((gamma((p+2)/p)-((gamma((p+1)/p)).^2))...
/(((gamma((p+1)/p)).^2)));
p_mom(q)=fsolve(fun2,p);
th_mom(q)=(mt/(gamma((p+1)/p))).^p;
R_mom(:,q)=exp(-(t.^p_mom(q))/th_mom(q));
mse_R_mom(:,q)=(((R_real(:,q)-R_mom(:,q)).^2));
%%%%%% regression
t1=flipud(t);
per=fminsearch(@(z)ols1(t,z),[th p]);
p_ls1(q)=per(2);th_ls1(q)=per(1);
R_ls1(:,q)=exp(-t1.^p_ls1(q)./th_ls1(q));
R_ls1(:,q)=sort(R_ls1(:,q),'descend');
mse_R_ls1(:,q)=(((R_real(:,q)-R_ls1(:,q)).^2));
```

```

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
per=fminsearch(@(z) ols2(t,z),[th p]);
p_ls2(q)=per(2);th_ls2(q)=per(1);
R_ls2(:,q)=exp(-t1.^p_ls2(q)./th_ls2(q));
R_ls2(:,q)=sort(R_ls2(:,q),'descend');
mse_R_ls2(:,q)=(((R_real(:,q)-R_ls2(:,q)).^2));
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
per=fminsearch(@(z) ols3(t,z),[th p]);
p_ls3(q)=per(2);th_ls3(q)=per(1);
R_ls3(:,q)=exp(-t1.^p_ls3(q)./th_ls3(q));
R_ls3(:,q)=sort(R_ls3(:,q),'descend');
mse_R_ls3(:,q)=(((R_real(:,q)-R_ls3(:,q)).^2));
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%% mix
k=[0.2 0.5 0.9];
m1(q)=k(1)*th_mle(q)+(1-k(1))*th_mom(q);
m2(q)=k(2)*th_mle(q)+(1-k(1))*th_mom(q);
m3(q)=k(3)*th_mle(q)+(1-k(3))*th_mom(q);
th_mix=[m1;m2;m3];
v=ones(3,L)*th;
mp1(q)=k(1)*p_mle(q)+(1-k(1))*p_mom(q);
mp2(q)=k(2)*p_mle(q)+(1-k(1))*p_mom(q);
mp3(q)=k(3)*p_mle(q)+(1-k(3))*p_mom(q);
p_mix=[mp1;mp2;mp3];vp=ones(3,L)*p;
end
mse_mix=(th_mix-v).^2;
mse_mix=mean(mse_mix,2);
mse_th_mix=min(mse_mix);
th_mix=mean(m3);
mse_pmix=(p_mix-vp).^2;
mse_pmix=mean(mse_pmix,2);
mse_p_mix=min(mse_pmix);
p_mix=mean(mp3);
R_mix=exp(-(t.^p_mix)./th_mix);
mse_R_mix=(mean(R_real,2)-R_mix).^2;
th_mle=mean(th_mle);p_mle=mean(p_mle);th_mom=mean(th_mom);p_mom=mean(
p_mom);
th_ls1=mean(th_ls1);p_ls1=abs(mean(p_ls1));
est_pra={'n' 'r';n r;'th' 'p';th p;'th_mle' 'p_mle';th_mle p_mle;...
'th_mom' 'p_mom';th_mom p_mom;'th_ls' 'p_ls';th_ls1 p_ls1;th_ls2
p_ls2;...
th_ls3 p_ls3;'th_mix' 'p_mix';...
th_mix p_mix;'mse_mle_th' 'mse_mle_p';...
mean((th-th_mle).^2) mean((p-p_mle).^2);'mse_mom_th' 'mse_mom_p';...
mean((th-th_mom).^2) mean((p-p_mom).^2); 'mse_ls_th' 'mse_ls_p';...
mean((th-th_ls1).^2) mean((p-p_ls1).^2);mean((th-th_ls2).^2) mean((p-
p_ls2).^2);...
mean((th-th_ls3).^2) mean((p-p_ls3).^2);'mse_mix_th' 'mse_mix_p';...
mean((th-th_mix).^2) mean((p-p_mix).^2)}
t=t;
R_real=R_real(:,end);
Realiabety=[t mean(R_real,2) mean(R_mle,2) mean(R_mom,2)
mean(R_ls1,2)...
mean(R_ls2,2) mean(R_ls3,2) R_mix];
mse_R=[mean(mse_R_mle,2) mean(mse_R_mom,2) mean(mse_R_ls1,2)...
mean(mse_R_ls2,2) mean(mse_R_ls3,2) mse_R_mix];
open('Realiabety')
open('mse_R')
end
end
end
end

```

البرنامج الثاني

الجانب التطبيقي

برنامج لإيجاد قيم دالة المعولية التقديرية لتوزيع ويبل في ظل بيانات مراقبة من النوع الثاني بالطرق (دالة الامكان الاعظم ، العزوم ، المختلطة ، المربعات الصغرى) لعينة البيانات الحقيقية.

```
clc
clear all
r=[10 15 30 ];
%randn('state',0)
%rand('state',0)
for rn=1:1 %%%% sample size
for rr=1:1 %%%%% theta
for ra=1:1 %%%% p
for rs=3:3 %%%%%% trancation
th=25;p=1.7;r=r(rs);
L=1;
for q=1:L
t=sort([13 15 12 16 15 18 2 1 11 10 14 9 3 20 6
21 7 5 4 7 8 26 1 4 22 11 19 13 18 8 6 3 2 12 4
8 17 11 7 10 19 4 7 2 12 20 17 4 11 6 16 14
13 9 13 11 13 9 18 14 6 4 3 7 17 8 25 6 14
12 10 15 25 2 20 22 8 15 13 20 18 11 9 1 16 10 3
5 19 4 15 17 14 18 20 2 11 22 6 5 ]);
t=t';
n=length(t);
pd = fitdist(t,'Weibull');
[h pp] = chi2gof(t,'CDF',pd)
%%%%%%Censored Data
t=t([1:r],:);
%R_real(:,q)=exp(-(t.^p)./th);
%%%%%%%%%%%% mle
th_mle(q)=((sum((t.^p))+((n-r)*((t(r,:)).^p))))/r;
fun=@(p)((sum(t.^p)*log(t))+((n-r)*((t(r,:)).^p)*log(t(r,:)))/...
(sum(t.^p)+((n-r)*((t(r,:)).^p))))-(1/p)-(sum(log(t))/r);
p_mle(q)=fsolve(fun,p);
R_mle(:,q)=exp(-(t.^p_mle(q))./th_mle(q));
%mse_R_mle(:,q)=((R_real(:,q)-R_mle(:,q)).^2));
%%%%%%%%%%%% mom
mt=mean(t);%st=std(t);cv=st/mt;
cv=sqrt((mean(t.^2))/(mean(t).^2));
fun2=@(p)(cv)-sqrt((gamma((p+2)/p)-((gamma((p+1)/p)).^2))...
/(((gamma((p+1)/p)).^2)));
p_mom(q)=fsolve(fun2,p);
th_mom(q)=(mt/(gamma((p+1)/p))).^p;
R_mom(:,q)=exp(-(t.^p_mom(q))./th_mom(q));
%mse_R_mom(:,q)=((R_real(:,q)-R_mom(:,q)).^2));
%%%%%%%%%%%% regression
t1=flipud(t);
per=fminsearch(@(z) ols1(t,z),[th p]);
p_ls1(q)=per(2);th_ls1(q)=per(1);
R_ls1(:,q)=exp(-t1.^p_ls1(q))./th_ls1(q);
```

```

R_ls1(:,q)=sort(R_ls1(:,q),'descend');
%mse_R_ls1(:,q)=(((R_real(:,q)-R_ls1(:,q)).^2));
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
per=fminsearch(@(z) ols2(t,z),[th p]);
p_ls2(q)=per(2);th_ls2(q)=per(1);
R_ls2(:,q)=exp(-t1.^p_ls2(q)./th_ls2(q));
R_ls2(:,q)=sort(R_ls2(:,q),'descend');
%mse_R_ls2(:,q)=(((R_real(:,q)-R_ls2(:,q)).^2));
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
per=fminsearch(@(z) ols3(t,z),[th p]);
p_ls3(q)=per(2);th_ls3(q)=per(1);
R_ls3(:,q)=exp(-t1.^p_ls3(q)./th_ls3(q));
R_ls3(:,q)=sort(R_ls3(:,q),'descend');
%mse_R_ls3(:,q)=(((R_real(:,q)-R_ls3(:,q)).^2));
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
mix
k=[0.2 0.5 0.9];
m1(q)=k(1)*th_mle(q)+(1-k(1))*th_mom(q);
m2(q)=k(2)*th_mle(q)+(1-k(1))*th_mom(q);
m3(q)=k(3)*th_mle(q)+(1-k(3))*th_mom(q);
th_mix=[m1;m2;m3];
v=ones(3,L)*th;
mp1(q)=k(1)*p_mle(q)+(1-k(1))*p_mom(q);
mp2(q)=k(2)*p_mle(q)+(1-k(1))*p_mom(q);
mp3(q)=k(3)*p_mle(q)+(1-k(3))*p_mom(q);
p_mix=[mp1;mp2;mp3];vp=ones(3,L)*p;
end
mse_mix=(th_mix-v).^2;
mse_mix=mean(mse_mix,2);
mse_th_mix=min(mse_mix);
th_mix=mean(m3);
mse_pmix=(p_mix-vp).^2;
mse_pmix=mean(mse_pmix,2);
mse_p_mix=min(mse_pmix);
p_mix=mean(mp3);
R_mix=exp(-(t.^p_mix)./th_mix);
%mse_R_mix=(mean(R_real,2)-R_mix).^2;
th_mle=mean(th_mle);p_mle=mean(p_mle);th_mom=mean(th_mom);p_mom=mean(
p_mom);
th_ls1=mean(th_ls1);p_ls1=abs(mean(p_ls1));
est_pra={'n' 'r';n r;'th' 'p';th p;'th_mle' 'p_mle';th_mle p_mle;...
'th_mom' 'p_mom';th_mom p_mom;'th_ls' 'p_ls';th_ls1 p_ls1;th_ls2
p_ls2;...
th_ls3 p_ls3;'th_mix' 'p_mix';...
th_mix p_mix}
t=t;
Realiabety=[t mean(R_mle,2) mean(R_mom,2) mean(R_ls1,2)...
mean(R_ls2,2) mean(R_ls3,2) R_mix];
%mse_R=[mean(mse_R_mle,2) mean(mse_R_mom,2) mean(mse_R_ls1,2)...
%mean(mse_R_ls2,2) mean(mse_R_ls3,2) mse_R_mix];
open('Realiabety')
%open('mse_R')
m=mean(t)
var=var(t)
his=histogram(t)
end
end
end
end

```

Abstract

This research aims at estimating the reliability function of the two-parameter Weibull failed Distribution, under type-II-Censored data, the time of operation of the machine until the Malfunction, and four methods were chosen to estimate the reliability function, which are the maximum likelihood method, Method of moments, Mix Method, the Ordinary Least Square Method, the experimental side using the Mont-Carlo method used to generate observations of different sample sizes (100,50,25) and by assuming that parameter values of $(75,50.25)$ and the β parameter (2.7.1.7)

and then calculating the values of the default reliability function and the values of the estimated reliability function. The researcher reached the preference of the mixed method compared with the other methods, the practical side in which the value of the reliability function for real data for the machines of the general company for the textile and leather industry in Baghdad - Sufiya factory one of the formations of the Ministry of Industry and Minerals and the researcher reached the preference of mixed method as well as of the others, The program used to calculate the reliability function is a program built in Matlab language and both experimental and applied.

*Ministry of Higher Education
and Scientific Research
University of Karbala
College of Economics and Administration
Department of Statistics*



**estimation of the reliability function Censored data for
Weibull distribution**

*A Thesis Submitted to
Council of the college of Administration and Economics at
the University of Karbala
It is part of the requirements for obtaining a master's degree
in statistics*

*By
OSAMAH ABDULAZEEZ KADHIM*

*Supervised By
Prof. Dr.
Abdul Hussain H. H. al-Tai*

1439 Ah

2018 Ad