## 1-0 تمهيد:-

اهتمت البحوث في مجال تقدير المعلمات المجهولة للتوزيعات الاحتمالية أو (النماذج الاحصائية) بمحاولة ايجاد أفضل مقدر لهذه المعلمات لذا تم وضع العديد من الطرائق لهذا الغرض والتي قد تتفق أو لاتتفق على نفس المقدرة لمعلمة ما وتطورت طرق التقدير في ما بينها الأمر الذي ادى الى ضرورة المقارنة بينها واختيار أفضل طريقة ، وسنقوم في بحثنا هذا بعمل مقارنة لبعض طرق تقدير معالم توزيع ويبل الاحتمالي ذي المعلمتين للوصول للطريقة المثلى من بين طريقتي الترجيح الأعظم و طريقة المربعات الصغرى وتطبيقها على بعض الات شركة كولدير لحساب دالة الموثوقية ، وتحديد الفترات المثلى لإجراء عمليات الصيانة الوقائية على الآلات ، وقد تم أخذ بيانات تتمثل في ( زمن التوقف أوالأعطال) في الات قسم البلاستيك في المصنع بحجم (6) الات

## 1-1 مشكلة البحث:-

تتمثل مشكلة البحث في عدم المام بعض الشركات والمصانع الإنتاجية في السودان بضرورة التنبؤ بزمن الأعطال للماكينات باعتبار انه مضيعه للوقت متجاهلين اهمية مقياس الموثوقية في زيادة الإنتاجية وذلك بتقليل زمن التوقف ، وتقليل الزمن المستغرق في الصيانة حتى يعود النظام الى العمل مرة اخرى .

## 1-2 أهمية البحث:-

تجد المؤسسات الصناعية في السودان نفسها امام تحدكبير واستراتيجي يتمثل في ايجاد الحل الامثل لتحقيق الاستمرارية في الإنتاج ، فالتطور السريع في أساليب استغلال الموارد والتكنولوجيا

المستعملة تلزمهم اليقظة المستمرة باتجاه البحث عن أفضل سياسة تضمن تحسين الإنتاج وبالتالي زيادة الأرباح ويكون ذلك عن طريق زيادة الموثوقية للماكينات المنتجه وتقليل زمن اعطال هذه الماكينات.

**1-3 أهداف البحث:-**

1- يهدف البحث الى دراسة توزيع ويبل الاحتمالي و طرق تقدير معالمه لإعطاء فكرة موسعة عن استخداماته في مجالات الموثوقية ، للتنبؤ بزمن الأعطال لبعض الماكينات ولاختبار فعالية التوزيع في التنبؤ .

2- تبصير أصحاب المؤسسات الصناعية الى ضرورة استخدام مقياس الموثوقية للحصول على حلول لبعض مشاكل التنبؤ ، التقدير، متوسط زمن الحياة ، وذلك لتحقيق أفضل إنتاجية والتقليل من زمن الأعطال .

**1-4 حدود البحث:-**

- الحدود المكانية : مصنع كولدير .
- الحدود الزمانية : من 1\5\2015 الى 30\11\2015

**1-5 فرضيات البحث :-**

1. زمن تعطل ماكينات البلاستيك يتبع توزيع ويبل ذو المعلمتين .
2. ماكينات البلاستيك ذات موثوقية عالية .
3. طريقة الترجيح الأعظم أفضل من طريقة المربعات الصغرى في مجال تقدير معلمات توزيع ويبل.

### 1-6 منهجية البحث:-

اعتمدنا في هذا البحث المنهج الإحصائي الوصفي و التحليلي في وصف توزيع ويبل و خصائصه و تقدير معالمه بطريقتي الترجيح الأعظم MLE و طريقة المربعات الصغرى OLS ومناقشة أفضل مقدر ، فضلا عن وصف عام لطبيعة الماكينات التي تعمل بالمصنع واستخدام هذه البيانات في عملية حساب دالة الموثوقية ودالة الخطر والتي تمت بواسطة الحزم الإحصائية EASYFIT ، NCSS ، SPSS .

### 1-7 الدراسات السابقة:-

1- في عام 2011 قام كل من الباحث مطانيوس مخول و عدنان غانم بعمل دراسة بعنوان " فعالية توزيع ويبل الاحتمالي في التنبؤ" وقد كانت اهم النتائج التي توصل لها انه من الممكن استخدام الانحدار الخطي في تقدير معالم ويبل المعمم (الذي قد تمت صياغته لتجنب المشاكل التي قد تواجه الباحث عند استخدام توزيع ويبل ) لما يعطيه من نتائج موضوعية ومنطقية ، امكانية استخدام الصيغ الرياضية $\alpha$ لتوزيع ويبل للتنبؤ بالاحوال الجوية . وكان هذا بعد تطبيق التوزيع على بيانات فعلية لدرجات الحرارة العظمى والامطار لمدينة دمشق خلال المدة(1988-2007).

2- في عام 2011 قام الباحثون عبد الجبار خضر بخيت ، سعداحمد عبد الرحمن النعيمي ، و خيرية سلمان بعمل بحث بعنوان(مقارنة ثلاثة مقدرات مختلفة لمعلمة القياس لتوزيع ويبل ذي المعلمتين وقياس كفاءةالمقدرات باستخدام المحاكاة) ، ومن اهم النتائج التي تم التوصل لها ان الطرق الثلاثة المستخدمة لتقدير معلمة القياس ذات كفاءة عالية.

3- في عام 2009 قام الباحثون(صادق مولى جعفر ، بيداء اسماعيل ، وانتصار عبيد حسون) بعمل دراسة بعنوان (أفضل تقدير لموثوقية توزيع ويبل ذو المعلمتين) وكانت اهم النتائج التي تم التوصل لها تتمثل في ان جميع مقدرات الامكان الاعظم اعطت اقل MSE ولجميع قيم $t_i$ ، و حجوم العينات المختلفة ، تم اعتماد طريقة وايت لصعوبة مقدرات الامكان الاعظم لان المشتقات الناتج منها دوال غير خطية.

4- في عام2004 قام الباحث علي عبد الحسين الوكيل بعمل دراسة بعنوان "(ملاحظات على توزيع ويبل") وقد كانت اهم النتائج التي توصل لها هي ان عائلة توزيع ويبل تتدرج في مستوى تعقيدها بداية من السالب الاسي و ال–ويبل ثنائي المعالم و ال–ويبل ذو الثلاث معالم و نهاية بالباي ويبل و ال–ويبل ذو الخمسة معالم) .

**1-8 هيكلية البحث:-**

يشتمل البحث على خمسة فصول ، يتناول الفصل الأول المقدمة (مشكلةالبحث ، اهميةالبحث ، اهداف البحث ، حدودالبحث ، فروض البحث ، منهجيةالبحث ، الدراسات السابقة وهيكلية البحث) ، في حين يتناول الفصل الثاني جانب الموثوقية وتعريفه اوتعريف دالة الخطروأهم مقاييسها ، أما الفصل الثالث يتناول توزيع ويبل الاحتمالي وبعض طرق تقدير معالمه و يتناول نبذةعن نشأة مصنع كولدير ونشاطاته المتمثلة في إنتاج أجهزة التبريد والتكييف ، أماالفصل الرابع فيحتوي على الجانب التطبيقي للبحث واختبار صحة فرضيات البحث وعرض الجداول والرسوم البيانية ، واحتوى الفصل الخامس على أهم النتائج و التوصيات إضافة االى الملاحق و المراجع التي تم الاستعانة بها.

## 2-0 تمهيد:-

في عصر تكنولوجيا اليوم فإن كل الصناعات تقريبا تعتمد على نظام ما يكون مكونا من عدد من الماكينات و الأجهزة المتطورة ، هذه الأنظمة أينما كانت و مهما كان النطاق المستخدمة فيه (أنظمة طبية ، صناعية ، تخزينية . . . الخ) فإننا نعتمد عليها و نتوقع منها أن تقوم بأداء الوظيفة المعدة لأجلها على أكمل وجه ، و لكن بلا شك فإن كل نطام لابد له من أن يخفق مع مرور الزمن حيث تقل كفاءته وقدرته على الإنتاج وتقل ثقتنا به للقيام بالأمر الموكل إليه ، لذا كان لابد من حساب موثوقية هذا النظام وقدرته على أداء مهامه.

## 2-1 تعريف الموثوقية *Reliability Definition*

لقد قام العديد من الباحثين بتعريف الموثوقية لذلك كثرت التعريفات حولها ، و من ضمن هذه التعريفات:

الموثوقية ( Reliability ) هي إحدى المؤشرات الهندسية للتعبير عن أداء اي مفردة أو منظومة عاملة بدلالة الاحتمالات ، الموثوقية هي احتمال النجاح أواحتمال ان النظام سيقوم بأداء الوظيفة المعد لأجلها خلال فترة زمنية محددة ، وبصورة اكثر تحديدا فان الموثوقية هي احتمال ان المنتج أو جزء منه سيقوم بالعمل المطلوب منه خلال فترة زمنية محددة دون أن يفشل .

الموثوقية يمكن أن تكون مقياسا لنجاح النظام بالقيام بالوظيفة المطلوبة منه بكفاءة عالية .وتعتبر الموثوقية احدى خواص الجودة التي يطلبها المستهلكون من الجهة المنتجة (الجهة المصنعة للمنتجات) .

إن الصناعات الحديثة تمتاز بالتباين وسرعة تطوير المنتجات لذلك فإن التكاليف العالية المترتبة على توقف عمل الآلات بسبب حدوث الأعطال يجعل من دراسة و تحليل موثوقيتها أمرا بالغا في الأهمية من وجهة نظر ادارة العمل و المستهلك على حد سواء .

**2-2 أهمية الموثوقية:-**

هنالك عدة اسباب لأهمية الموثوقية في العملية الانتاجية :

1. السمعة : ترتبط عدة أسباب لأهمية سمعة الشركة أو المصنع ارتباطاً وثيقاً بموثوقية منتجاتها وكلما كان المنتج جدير بالثقة كلما كانت للشركة سمعة جيدة .
2. ارضاء الزبون : للموثوقية العالية مطلب ملازم لإرضاء الزبون فالمنتج الجيد يؤدي ايجاباً الي إرضاء الزبون .
3. تكاليف الضمان : اذا فشل المنتج في أداء وظيفته خلال فترة الضمان فإن تكاليف تغييره أو تصليحه سوف تؤثر سلباً علي ارباح الشركة .
4. إعادة التشغيل : الجهد المركز نحو تحسين الموثوقية يوضح للزبائن أن المنتجين مهتمين بمنتجاتهم وأن هدفهم هو ارضاء الزبون وهذا النمط له أثر إيجابي لمستقبل التشغيل .
5. ميزة تنافسية : كثير من الزبائن في السوق اليوم يطلبون من المنتجين نشر تنبؤات أرقام الموثوقية لكي يكسبوا ميزة تنافسية أعلى من منافسيهم .

## 2-3 مجالات استخدام وتطبيق الموثوقية :

الموثوقية وموضوع تحسينها والاستمرار بتحسينها ,هو أحد الأدوات المهمة للتنافس بين الشركات الصناعية العالمية . وبشكل أوسع واشمل فان كل الخطوات التكنولوجية من التصميم إلى الاستخدام الحقيقي متعلق بموثوقية المنتج ان دراسات الموثوقية غالبا ًمايرافقه اتقييم اقتصادي لمستوى الموثوقية المطلوب ومن أهم القرارات الأساسية عند تصميم أي منظومة هوتحديدالمستوى الأمثل لموثوقيتها ,وإذا ماتناقصت مستويات الموثوقية فهناك عدة طرق أساسية لتحسينها سواء في فترة تصميمها أو تشغيلها ,وغالبا ًمايظهر تأثير تحسين الموثوقية لأي منظومة إثناء فترة التشغيل لها من خلال الصيانة , و بالمقابل فإن تناقص معدلات الموثوقية في بداية تشغيل المنظومة غالبا مايعودإلى أخطاء تصميميه تُعالج من خلال التغيير في تصميم مكونات المنظومة أو في تغيير هيكلية المنظومة الكلية .لذلك فان من الضروري الحصول على بيانات دقيقة وموثقية عن أداء المكونات وطبيعة البيئة التي تعمل بها والمؤثرات الخارجية لها.

## 2-4 علاقة الموثوقية بجودة الإنتاج:-

لقد ارتبط مفهوم الموثوقيه (Reliability) بصورة مباشرة مع جودة الإنتاج وجودة المنتج ومواصفاته التي تتغير مع عمر المنتج ، بمعنى آخر فإن كفاءته على اداء الوظيفة المصمم من اجلها تقل مع الزمن فعرفت الموثوقية على انها مقياس لمقدرة المنتج على أداء الوظيفة المطلوبة منه بنجاح في ظل ظروف الاستعمال العادية ولفترة محددة ، ويعبر عن هذا المقياس بالاحتمال . وموثوقية المنتج هي استقرار جودته لفترة زمنية محددة .

## 2-5 نظرية الموثوقية:-

نظرية الموثوقية عبارة عن طرق منفصلة تستخدم للحصول على حلول لبعض مشاكل التنبؤ والتقدير وتوزيعات حياة الانظمة عند زمن معين أو عند زمن اختياري أو بجزء من الزمن الذي تعمل خلاله بعض الأنظمة بكفاءة ودقة ، و هي تصف قدرة النظام على إتمام المهمة المسئول عنها في وقت معين ، وهي من إحدى دعائم الهندسة التي تساعد على تحسين عمل الأنظمة وتقليل فرص فشلها , ومن هذه الأنظمة الطائرات , المسرعات الخطية , وأي منتج آخر . وقد تم تطويرها باستخدام الاحتمالات و الإحصاء.

و قد كانت تستخدم في القرن التاسع عشر في مجال الملاحة البحرية و مجالال تأمين على الحياة مقابل مبالغ مالية من عملائها . وحتى اليوم مازال لفظي معدل الفشل ومعدل الخطر . و بالمثل تستخدم هذه النظرية في حالات فشل الأجهزة الميكانيكية مثل السفن والقطارات والسيارات.

النماذج الإحصائية المناسبة لأي من هذه المواضيع تسمى نماذج " وقت الوصول للحدث , " وتسمي حالات الفشل أو الموت بالحدث , و الهدف من تلك العملية هو التنبؤ بمعدل الحدث لإعطاء السكان أو الأفراد احتمال حدوث الأمر بنسبة دقيقة.

## 2-6 تحقيق الموثوقية في المنتجات الصناعية:-

تتحقق الموثوقية في المنتجات الصناعية عن طريق مراعاة البساطة في التصميم ، واستخدام مكونات ذات موثوقية عالية ، مفهوم المكون الاحتياطي ، تفادي عطل المنتج الصناعي ، اتباع الطرق التصنيعية التي تم التحقق منها ، بناء نظام تحذيري في المنتج الصناعي ، الإيقاف الذاتي للمنتج الصناعي عند تحميله فوق طاقته .

**2-7 الموثوقية ورغبات المستهلك:-**

تتحقق موثوقية المنتج مثل كل خواص الجودة في الإنتاج عن طريق تحقيق رغبات واحتياجات المستهلك في مرحلة تشغيل هذا المنتج وكمفهوم متعايش في حياتنا اليومية فإنه كلما قلت موثوقية المنتج كلما زادت تكاليف تشغيله بالنسبة للمستهلك بصورة مصاريف للاصلاح والصيانة بالإضافة الى تحمل تكاليف زمن عدم تشغيل المنتج ( زمن التعطل أو التوقف عن العمل ) .

**2- 8 الصيغة الرياضية للموثوقية:-**

الموثوقية هي عنوان يوضع للدلالة عن وظيفة منتج ما وهيكلمة للتقييم النوعي والذي يمثل مقدار الثقة.(qualitative) والاطمئنان( trust) لأداء منتج ما لوظيفته وعليه فإن الموثوقية تتعامل مع القياسات المتوقعة لفترة حياة المنتج ، ويعبر عن دالة الموثوقية بالمعادلة الرياضية التالية:

$$R(t) = 1 - \int_0^1 \mathcal{F}(t)dt = 1 - \mathrm{F}(t) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1\text{-}2)$$

t ≡متغير عشوائي يمثل الوقت.

$R(t)$ ≡ دالة الاحتمالية التراكمية للنجاح أو دالة الموثوقيةPDF

$\mathcal{F}(t)$ ≡ دالة التوزيع التراكمية CDF

لحساب الموثوقية كقيمة عددية فإن الموثوقية هي رقم موجب حقيقي بين الصفر $(0)$ و الواحد $(1)$ ، فإذا كانت R(t)=0 فإن المعدة أو النظام لا يعمل ، اما اذا كانت R(t)=1 فإن هذا مؤشر على التأكيد المطلق أن النظام أو المعدة ستستمر بالعمل الى الوقت t . وهذا فرض نظري فقط.

## 2-9 مقاييس الموثوقية *Reliability measures*

هنالك العديد من المقاييس و الأدوات الضرورية لتقدير موثوقية نظام ما وهي :

### 2-9-1 دالة المخاطرة أو دالة العطل *hazard function*

عرف العطل من قبل هيئة القياسات البريطانية بأنه عدم المقدرة التي تحصل بالطريقة التالية "عندمالا يستطيع الجزء أو النظام أو المعدة ان تعطي الأداء المناسب و بالأسلوب المطلوب لوظيفته المطوبة منه "

تعتبر دالة المخاطرةأو ما يعرف بمعدل العطل (Failure Rate h(t)) واحدة من الدوال المفيدة لوصف موثوقية نظام ما ، التي يطلق عليها دالة الاخفاق faller functionأو دالة الشدة. وهي غالبا ما تستعمل للتعبير عن عطل النظام ، والذي يعبر عنه بالعلاقة التالية:

$$h(t) = \frac{\text{عدد العطلات}}{\text{مقدار الفترة الزمنية للإختبار}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2-2)$$

و بصورة اخرى:

لتكن T ترمز الى زمن حياة نظام ما ، ويفترض ان f(t)هي دالة الكثافة الاحتمالية للمتغير العشوائي T و ان R(t) هي دالة الموثوقية. دالة المخاطرة لهذه العلاقة ستكون بالشكل التالي:

$$h(t)=\frac{f(t)}{\mathcal{R}(t)} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3-2)$$

تمثل احتمال الاخفاق خلال فترة زمنية قصيرة من اللحظة t الى اللحظة $t + \Delta t$ ، بشرط ان النظام قد عمر حتى اللحظة t ، يعطى بالعلاقة الاتية:

$$p(t < T < t + \Delta t | T > t) = \frac{P(T<t+\Delta t \text{ ، } T>t)}{p(T>t)} * \int_t^{t+\Delta t} \frac{f(u)du}{R(t)} \cong h(t)\Delta t. \ (4-2)$$

$h(t)\Delta t \equiv$ تقريب لاحتمال اخفاق النظام في الفترة الزمنية($t + \Delta t$ ، t) بشرط ان النظام قد عمر حتى اللحظة t ، ويمكن ان تكون الوحدات الزمنية في بعض الأحيان مفاهيم لها علاقة بطبيعة عمل المنظومة(عدد دورات أو عدد كيلومترات).وان ابسط تعبير له هو (عطل لكل وحدة زمن).أما حسابات معدل العطل فيمكن حسابها من البيانات الإحصائية المبنية على مشاهدات سابقة .

وتتعدد أسباب العطل فمنها بسبب (المصممين، مهندسي الاختبار، التصنيع ، المجهزين ، القائمين بأعمال الصيانة و المستخدمين).

وهناك بعض العوامل التي يجب مراعاتها عند حساب معدل العطل:

- أسلوب العطلFailure Mode
- وقت الإبدال والتصليح أثناء مهام الصيانة Time To Repair TTR .
- الوقت الحقيقي للتشغيل أو الوقت بين العطلات Time Between Failure TBF .

**حالات دالة الخطر (معدل العطل):-**

1. اذا كانت h(t) تزايديه ، فهذا يعني أن النظام يبلى من الزمن.
2. اذا كانت h(t) تناقصية ، فهذا يشير الى أن موثوقية النظام ستتحسن مع الزمن

تظهر بعض الانظمة معدل اخفاق متناقص مع الزمن في مراحل عمرها الأولى ، و تسمى هذه الفترة بفترة الاضاءة burn-in .

### 2-9-2 المنحنى العام لدالة العطل *Bathtub Curve*

معرفة معدل العطل مهم جدا بالنسبة للمنظومة فهو يستخدم لدلالة على التغير الذي يحصل لها خلال دورة حياتها (Life Time) تعتبر العلاقة بين معدل العطل و الزمن كما في الشكل (2-1) .ويسمى مخطط منحنى البانيو .يظهر المخطط بثلاثة اطوار للمنحنى ، حيث يقسم الى ثلاث مراحل بدلالة الزمن ، كل مرحلة تعكس طبيعة الأعطال بتوزيع احتمالي و معدل عطل معينين ، والزمن هنا يمثل العمر التشغيلي للمكون. المراحل هي:

**المرحلة الأولى: مرحة التعريف بالمنتج** *Burn-in*

و فيها يتناقص معدل العطل مع الزمن ، ويحصل هذا بسبب اخطاء في تصميم المنظومة أو في تصنيعها خارج الحدود المسموحة . والتي تحدث تأثيرا على المكونات التي تقودها الى العطل المبكر ، وسرعان ما بعالج هذا بعد التشغيل.

معدل العطل المتناقص يحصل بسبب النوعية المتدنية (*Poor Quality* ) للمكونات . وتعالج من خلال ابدالها بمكونات ذات معدل نوعية عالية ، اغلب المكونات و المعدات سواء كانت كهربائية أو ميكانيكية تعاني من العطل المبكر خلال بداية الحياة العملية لها ، و لمعظم المعدات والأنظمة هناك حالات اخرى يمكن ان تؤدي الى تخفيض في معدل العطل مثل تصحيح التصاميم الخاطئة ، و وضع نظام سيطرة ذو نوعية جيدة ، و نظام فحص جيد ، و تطوير المفهومية و الخبرة عن التعامل مع المعدات و المنظومات لفريق المشغلين و عمال الصيانة و حسن تدريبهم ، هذا التطوير غالبا ما يطلق عليه نمو الموثوقية *Reliability Growth* و

المنظومات التي تتصرف خلال هذا الطور هي تلك المنظومات أو المكونات التي يمكن ان نصف بياناتها بتوزيع ويبل عندما تكون $\beta < 1$.

**المرحلة الثانية : فترة التشغيل الطبيعي** ***Normal Operation***

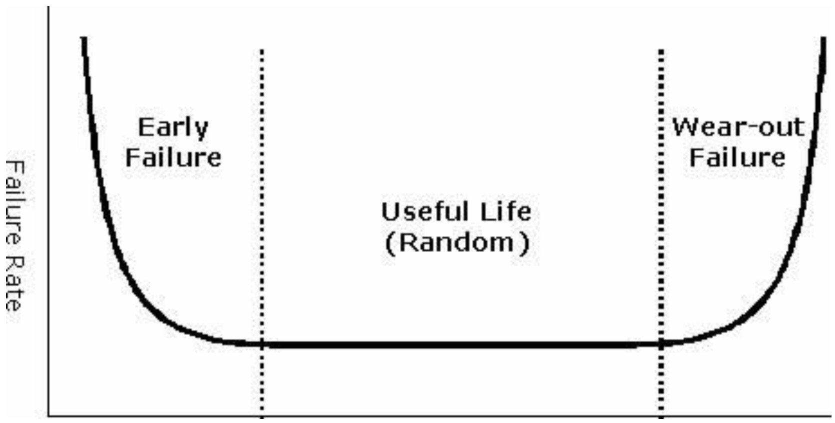
الاصطلاح العلمي لها هو *Chance Mortality* ، في هذه الفترة تحافظ دالة العطل على معدل ثابت *Constant Failure Rate* و يكون حدوث لأعطال عشوائيا أو بالصدفة ، ويلاحظ ان شكل الدالة ثابت على طول المدى الأفقي لذلك فإن التوزيع يمثل جزءا مهما و واسعا من دوه حياة المنظومة و هذا الطور غالبا ما يسمى بطور الحياة المفيد *Useful Life Phase* و اغلب المكونات ليس لها معدل عطلثابت فهو شكل تقريبي فقط ، إلا انه مفيد و خاصة عند حساب موثوقية النظام .ان المنظومة التي تتصرف خلال هذا الطور يمكن وصفها بتوزيع ويبل عندما $\beta = 1$.

**المرحلة الثالثة : مرحلة الاهتراء** ***Wear-out***

وهي المرحلة النهائية من عمر الآلة و تعرف بمرحلة اهتراء الآلة *Wear-out* وفيها يزداد معدل العطل بشكل ملحوظ بسبب التقادم ، يمكن الغاء هذه المرحلة أو تقليل تأثيرها نظريا ، و عمليا يمكن معالجتها بواسطة الصيانة ، و على اي حال فإن معظم أساليب صيانة الأنظمة و المعدات و المكونات يمكن استبدالها بأخرى اكثر حداثة .

ان معظم المكونات الالكترونية لا تدخل ضمن الطور الثالث حتى لو استمرت بالعمل لسنوات طويلة.

تشترك كل المكونات(المعدات و الأجهزة ) بالخصائص العامة لهذا المنحنى لكنها تختلف في الفترة الزمنية التي تستغرقها كل مرحلة.




الشكل(2−1) مخطط البانيو

**2−9−3 متوسط زمن اخفاق النظام System Means Time to Fail :−**

لتكن R(t) هي دالة الموثوقية لنظام ما ، فإن الزمن المتوقع لفشل النظام خلال الفترة التي سيعمل فيها ، أو متوسط زمن الإخفاق MTTF هو:

$$MTTF = \int_0^\infty R(t)dt \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5-2)$$

بالرغم من كون MTTF من المقاييس المستخدمة بصورة واسعة في مجال الموثوقية الا انه يجب الحذر عند استخدامها فهي تعتبر من المقاييسالتي من الممكن تفسيرها بشكل خاطئ ، كأن تفسر على انها أقل زمن للبقاء المرجح (Guaranteed Minimum Life Time ).

### 2-9-4 الإتاحية Availability

يمكن أن نعبر عنها بأنها نسبة وقت التشغيل للمنظومة إلى الوقت الكلي للخدمة ، والوقت الكلي هنا و المحدد ضمن اي فترة زمنية يتضمن فترات الصيانة و التصليح بالإضافة الى فترة التشغيل و يمثل ذالك بالمعادلة التالية :

$$A(t) = \frac{Up\ Time}{Up\ Time + Down\ Time} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (6-2)$$

Up Time=MTBBF=Mean Time between Failure.

Down Time=MTTR=Mean Time to Repair

من الملاحظ أن الإتاحية تربط أوقات الصيانة بالموثوقية وهي علاقة مهمة تستخدم للتعبير عن احتماليه ان تكون المنظومة مهيأة لأداء وظيفتها متى مما طلب منها ذلك و تمكننا من احتساب نسبة الوقت المستغل فعلا .

ويتم حساب متوسط زمن الصيانة بالصيغة :

$$MTTR = \frac{total\ down\ time}{number\ of\ break\ downs} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (7-2)$$

و مما سبق فإنه لتعظيم الإتاحية يتم تقليل زمن الصيانة TTR و زيادة الزمن بين الأعطالTBF

### 2-9-5 قابلية الصيانة Maintainability

تعرف بأنها الاحتمالية في ارجاع المكون المعطل الى الخدمة بالحالة المطلوبة و خلال فترة زمنية معينة باستخدام الموارد والإمكانيات المتوفرة ، و الفترة الزمنية هنا تمثل زمن التصليح

MTTR ، أما الموارد و الإمكانيات المستخدمة للتصليح ، ويقصد بها العمالة الماهرة والأدوات الاحتياطية و مواد التصليح المطلوبة و معدات الفحص والاختبار إضافة الى الكلفة و كل ما من شأنه أن يعظم الإتاحية ، ويعكس معدل قابلية الصيانة ، و خصائص المكونات من ناحية تصميمها و تركيبها ، ويمكن تعريفها كما يلي:

لتكن T ترمز الى متغير عشوائي لزمن التصليح (Total Down Time) ، واذا كان زمن التصليح يتوزع وفقا لدالة كثافة احتمالية $g(t)$ ، فان قابلية الصيانة V(t)تعرف على انها احتمال عودة المنظومة الى العمل عند الزمن t ، معطاة بالعلاقة :

$$V(t) = P(T \leq t) = \int_0^t g(s)ds \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (8-2)$$

ويرمز لها في بعض المراجع بالرمز M(t) .

تحسب من الصيغة التالية :

$$1 - e^{-\frac{t}{MTTR}} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (9-2)$$

ان العلاقة بين الموثوقية و قابلية الصيانة و الإتاحية مبنية أصلا منذ المرحلة الأولى لدورة حياة المنظومة اذا كانت المنظومة قد صممت لتكون بشكل يجعلها سهلة الصيانة عندها يمكن اعادتها للعمل بسرعة.

## 3-0 تمهيد:

يعتبر توزيع ويبل أحد التوزيعات الاحتمالية المستمرة و أحد نماذج الفشل الشائعة الاستخدام ، و في السنوات الاربعين الماضية كان لتوزيع ويبل مكانة و أهمية في حقل الموثوقية واختبار الحياة.

يرجع اشتقاق توزيع ويبل إلى العالم تيبت فيشر(Tippet Fisher ) عام 1928 كتوزيع ثالث تقريبي للقيم المتطرفة ، وفي عام 1939 كان العالم الفيزيائي السويدي والدي ويبل(WalldiWiebull)أول من اكتشفه هو استخدمه في تحليلات الموثوقية بنجاح في عام 1951 من خلال بحث نشره عن تحليل العطلات سبعة نماذج كانت تتميز بصعوبة وصف سلوك بيانات التوزيعات المتداولة في ذلك الوقت . و من المناسب القول أن توزيع ويبل يصف بشكل شامل كافة مراحل دورة حياة المنظومة ، فهو يصف ظاهرتي التناقص و التزايد لمعدل العطل ، بالإضافة إلى ظاهرة الثبات .

## 3-1 استخدامات توزيع ويبل:-

يعد توزيع ويبل من التوزيعات المهمة المستخدمة في :

1. مجال الموثوقية Reliability الصناعية وحالات الفشل.
2. تحليل البقاء survivor analysis .
3. نظرية القيمة القصوى.
4. التنبؤ بالأحوال الجوية و وصف سرعة الرياح.
5. هندسة نظم المعلومات.

6. مجال التأمين العام.

بعد تطور البحوث العلمية اصبح توزيع ويبل مرافقا لتلك التطورات ، فقد ساهم العديد من الباحثين في دراسة خصائص هذا التوزيع وطرق تقدير معالمه ، ومن هذه الطرق(طريقة الترجيح الاعظمMLE ، طريقة العزوم MOMENT ، و طريقة بيزBAYES ، وطريقة المربعات الصغرى OLS ) .

**2-3 ماهية توزيع ويبل:**

سنتطرقهناإلىالإطار النظريلتوزيعويبلوحالاتها المختلفة.

يتفرع توزيع ويبل الى عدة انواع بناء على عدد المعلمات ، و من انواعه:

**أ.توزيع ويبل ذو المعلمتين:**

ان متغير ويبل β ، ω:α و الذي فيه المجال $0 \leq X < \infty$ معلمة القياس $\alpha > 0$ و له معلمة الشكل $\beta > 0$ ولذلك فان دالة الكثافة الاحتماليةP.D.F تكون كما يلي:

$$f(t) = \frac{\beta t^{\beta}}{\alpha} exp - \left[\frac{t^{\beta}}{\alpha}\right] \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1-3)$$

وعن طريق هذه الدالة من الممكن ان نحصل على الدالة التجميعية CDF

$$F(t) = 1 - e^{\frac{t^{\beta}}{\alpha}} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2-3)$$

اما دالة الخطر Hazard function :

$$h(t) = \frac{f(t)}{\mathcal{R}(t)} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3-3)$$

و المتوسط لها هو:

$$\alpha\Gamma[(1 + \frac{1}{\beta}] \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4-3)$$

التباين هو:

$$\alpha^2\left[\Gamma\left\{\frac{\beta+2}{\beta}\right\}\right]-\left[\Gamma\{\frac{\beta+1}{\beta}\}\right]^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \ (5-3)$$

و العزم *RTH* حول المتوسط :

$$\alpha^r\Gamma\left[\beta+\frac{r}{\beta}\right]\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \ (6-3)$$

**ب.توزيع ويبل ذو الثلاث معالم:**

من الممكن الحصول على توزيع ويبل ذو الثلاث معالم بالاعتماد على توزيع ويبل ذو المعلمتين مع اضافة معلمة ثالثة و هي معلمة الموقع و التي يشار اليها بالرمز( γ جاما)و ان دالة الكثافة الاحتمالية*PDF* لها تكون صفر عندما $X > \gamma$ و لذلك يكون لدينا توزيع ويبل مع نقطة الاصل($\gamma$) في تطبيقات الموثوقية (الموثوقية) ان هذه المعلمة تشير الى اقل فترة بقاء*(MINIMUM LIFE)* و لكن هذا لايعني بالضرورة عدم امكانية حدوث حالات فشل تحت هذه القيمة في المستقبل ، و ان المتغير ويبل β ، α ، γ:ωسوف يوضح لنا ان $\gamma > 0$ تشير الى معلمة الموقع و ان $\alpha > 0$ تشير الى معلمة القياس و ان $\beta > 0$ تشير الى معلمة الشكل وان المجال $\gamma \le X \le +\infty$ و ان دالة *P.D.F* تكون:

$$f(x)=[\beta(X-\gamma)^{\beta-1}/\alpha^R]e^{-[(x-\gamma)/\alpha]^\beta}\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \ (7-3)$$

$X \ge \gamma$

وان دالة C.D.F تكون

$$F(x)=1-e^{-[\frac{x-\gamma}{\alpha}]^\alpha}\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \ (8-3)$$

$X \ge \gamma$

ودالة الخطر HAZARD FUNCTION :

$$h(x) = \beta(X-\gamma)^{\beta-1/\alpha^{\beta}} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (9-3)$$

$$X \geq \gamma$$

و ان المتوسط هو :

$$\gamma + u\Gamma[(\beta+1)/\beta \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (10-3)$$

و التباين هو:

$$\alpha^2(\Gamma\left[\frac{\beta+2}{\beta}\right] - [\Gamma(\beta+1)/\beta]^2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (11-3)$$

**ج. توزيع باي ويبل** ***Bi-Weibull Distribution***

من الممكن الحصول على توزيع باي ويبل من اشتراك توزيعين ل-(ويبل ) وهذا سيوفر لنا نموذج توزيع له شكل مرن .ومن الممكن الحصول على مرونة اكثر بإضافةاكثر من توزيعين ل-(ويبل)وهذا سيزيد عدد المعالم المقدرة. ولن نسهب كثيرا في هذا النوع من توزيع ويبل وسنكتفي بهذه المعلومات عنه.

هذه هي اهم انواع توزيع ويبل الاحتمالي وهناك غيرها مثل(توزيع باي ويبل ذو الخمسة معالم ، توزيع ويبل المعمم ، ...الخ) ، وسنركز في هذا البحث على توزيع ويبل بالمعلمتين$\beta$ ، $\alpha$

**3-3 علاقة توزيع ويبل بالتوزيع الاسي:-**

كما ذكرنا سابقا فان توزيع ويبل هو احد التوزيعات المستمرة التي تنتمي الى العائلة الاسية(التوزيع الاسي ، توزع جاما ، التوزيع الطبيعي).ويمكن اختصار توزيع ويبل الى

التوزيع الاسي عندما تكون معلمة الشكل تساوي واحد$\alpha = 1$ ، عندها تصبح دالة الكثافة الاحتمالية لتوزيع ويبل بالشكل التالي:

$$f(t) = \frac{\beta t^{\beta}}{\alpha} exp - \left[\frac{t^{\beta}}{\alpha}\right]$$

وبما اننافرضناان معلمة الشكل $\alpha = 1$

$$f(t) = \frac{1}{\beta} t^{0} e^{-(\frac{t}{\beta})} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (13\text{-}3)$$

و هي الصيغة الرياضية لتوزيع الاسي.

**3-4 استخدامات توزيع ويبل في الموثوقية:-**

يعتبر توزيع ويبل من التوزيعات المهمة المستخدمة في الموثوقية Reliability ، حيث أنه يمكن أن يعتمد على عدة عوامل لذلك فان توزيع ويبل يأخذ الاهمية القصوى في الدراسات العلمية التي تعتمد على تحديد فترة البقاء في تطبيقات الموثوقية.

الموثوقية(دالة الاخفاق ) لمتغير عشوائي يتبع توزيع ويبل ذو المعلمتين:

$$f(t) = \frac{\beta t^{\beta}}{\alpha} exp - \left[\frac{t^{\beta}}{\alpha}\right] \qquad ; \ \alpha\beta > 0$$

بحيث تكون تزايديه مع الزمن عندما($\alpha > 1$ ) أو تناقصية عندما ($\alpha < 1$ ) ، أو ثابتة مع الزمن عندما ($\alpha = 1$ ) و ذلك لان معدل العطل لدالة تتبع توزيع ويبل الاحتمالي تكون بالشكل التالي:

$$h(t) \frac{(\alpha/\beta)(t/\beta)^{\alpha-1} e^{(-t/\beta)^{\alpha}}}{e^{(-t/\beta)^{\alpha}}}$$

$$= \left[\frac{\alpha}{\beta}\right] [t/\beta]^{\alpha-1} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (15\text{-}3)$$

تعتبر مرونة توزيع ويبل في احتوائه على معدل متزايد أو متناقص أو ثابت مع الزمن واحدة من الملامح الهامةالتي تجعل منه توزيع ملائم لتمثيل ازمنة حياة بعض الانظمة.

الموثوقية لتوزيع ويبل:

$$R(t) = 1 - F(t) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (16\text{–}3)$$

معدل الخطر:

$$z(t) = \frac{\beta}{\alpha} t^{\beta-1} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (17\text{–}3)$$

### 5-3 قيمة المعلمة β و تحليل ويبل:-

ان تحديد شكل و نوع التوزيع الذي تسلكه بيانات عطل معدة ما لتوزيع معين وبإتباع الخطوات المذكورة سابقا يضفي بعض الصعوبة على في استخلاص النتائج ، وعليه يمكن تطبيق طريقة اكثر سهولة و مرونة للوصول الى الغاية المنشودة ، وباستخدام طريقة مشتقة من تحليلات توزيع ويبل واطلق عليها تحليلات ويبل ، فتوزيع ويبل إضافة لوصفه نماذج عطل غير معروفة سابقا ، فيمكن استخدامه للحكم السريع و السهل عن حسن المطابقة لسلوك البيانات لتوزيع معين ، من خلال تحليل قيمة معلمة الشكل β لتوزيع ويبل و كما يلي:

$0 < \beta < 1$ معدل العط متناقص DFR يعبر عنه بالمرحلة الأولى.

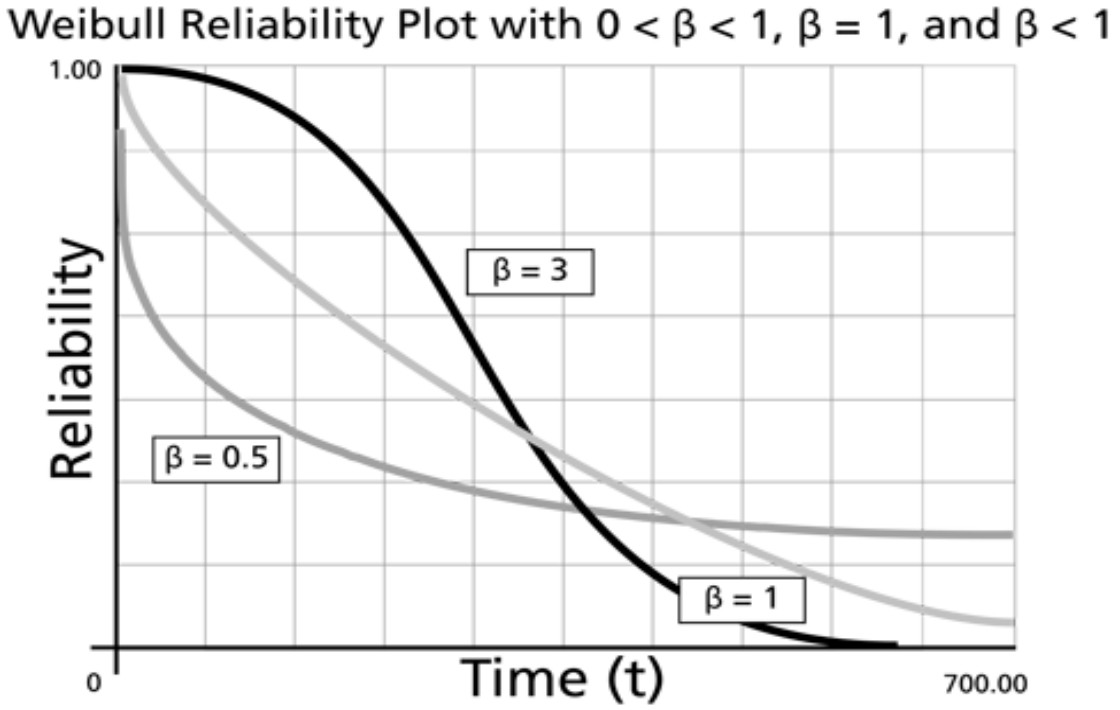
$\beta = 1$ التوزيع يقترب من التوزيع الأسي و معدل العطل ثابت ، يعبر عنه بالمرحلة الثانية .

$1 < \beta < 2$ حالة خاصة ، معدل العطل متزايد *IFR* ، ويكون على شكل منحنى مقعر *Concave* .

$\beta = 2$ حالة خاصة وتمثل توزيع رايلي *Rayleigh* للأجهزة الإلكترونية .

$\beta > 2$ معدل العطل متزايد و يكون على شكل منحنى محدب *Convex* ويعبر عنه بالمرحلة الثالثة.

$3 < \beta < 4$ التوزيع يقترب من التوزيع الطبيعي ، و معدل العطل متزايد ويعبر عنه بالمرحلة الثالثة.




الشكل(1-3)حالات معلمة الشكل لتوزيع ويبل الاحتمالي

امتد استخدام هذا التوزيع ليشمل أعمال الصيانة من خلال تخفيض كلفتها الى الحد الادنى للحصول على أفضل وقت لصيانة النظام(الماكينة) باعتماد تحليلات ويبل.

**3-6 تقدير معلمتي توزيع ويبل:**

**أ/طريقة الامكان الاعظم:** ***Maximum likelihood method (MLD)***

هي احد اهم طرق التقدير التي تهدف الى جعل دالة الامكان للمتغيرات العشوائية في نهايتها العظمى . ولايجاد القيم التقديرية لكل من معلمتي الشكل و القياس يتم أخذ المشتقات الجزئية لدالة الامكان الاعظم ، وكما ياتي:

$$l\left(t1 ، t2 ، \ldots ، tn ، \alpha ، \beta\right) = [\frac{\alpha}{\beta}]^n \left(\prod_{i=1}^{n} ti^{\alpha-1}\right) \exp\left[\frac{\sum_{i=1}^{n} ti^{\alpha}}{\beta}\right] \ldots$$

$$\frac{\partial LnL}{\partial \alpha} = \frac{n}{\hat{\alpha}} - \frac{\sum_{i=1}^{n} ti^{\alpha} Lnti}{\beta} + \sum_{i=1}^{n} Lnti = 0 \ldots \ldots *$$

$$\frac{\partial LnL}{\partial \beta} = -\frac{n}{\hat{\beta}} + \frac{\sum_{i=1}^{n} ti^{\hat{\alpha}}}{\hat{\beta}^2} = 0$$

$$\hat{\beta} = \frac{\sum_{i=1}^{n} ti^{\hat{\alpha}}}{n} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (18-3)$$

و لا يمكن حل المعادلة* بالطرق الاعتيادية وذلك بسبب ارتفاع درجة الاخطية فيها ، لذلك يمكن حلها باستخدام احدى الطرائق العددية لحل المعادلات غير الخطية مثل طريقة نيوتن-رافسون(Newton-Raphson) وعلى النحو الاتي:

$$\hat{\alpha}_j = \hat{\alpha}_{j-1} - \frac{g(\widehat{\alpha_{j-1}})}{g(\widehat{\alpha_{j-1}})} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (19-3)$$

$$g(\widehat{\alpha}) = \frac{\sum_{i=1}^{n} Lnt_i}{\sum_{i-1}^{n} t_i^{\hat{\alpha}}} - \frac{1}{\hat{\alpha}} - \frac{\sum_{i=1}^{n} Lnt_i}{n}$$

$$g(\alpha) = \frac{\partial g(\widehat{\alpha})}{\partial(\widehat{\alpha})} = \frac{\sum_{i=1}^{n} t^{\hat{\alpha}}{}_i \sum_{t=1}^{n} t_i^{\hat{\alpha}} (Lnt_i)^2 - (\sum_{i=1}^{n} t^{\hat{\alpha}}{}_i (Lnt_i))^2}{\sum_{i=1}^{n} t_i^{\hat{\alpha}}} + \frac{1}{\widehat{\alpha^2}}. \quad (20-3)$$

و بذلك نحصل على مقدرات MLE ل $\beta$ ، $\alpha$ و التي هي غالبا متحيزة عندما تكون العينات صغيرة (اقل من20 )و في حالة العينات الكبيرة تكون المقدرات غير متحيزة..[0]

وبما ان مقدرات الامكان الاصغر تتصف بخاصية الثبات ، لذلك وباستخدام هذه الخاصية نحصل على مقدر الامكان الاعظم لدالة الموثوقية لتوزيع ويبل ذي المعلمتين كما يأتي:-

$$\widehat{R}(t) = e^{[-\frac{t^{\widehat{\alpha}}}{\widehat{\beta}}]} \quad \text{..... (21-3)}$$

**ب.التقدير بطريقة العزوم Method of moments (MOM)**

الطريقة الثانية التي سنقوم باستخدامها في تقدير معلمات توزيع ويبل هي طريقة العزوم والتي هي ايضا من الطرق الشائعة في تقدير المعلمات المجهولة وتعتبر طريقة العزوم والتي ربما كان كارل بيرسون أول من اشار اليها من اقدم طرق التقدير .

وا ذا كان المطوب تقدير معلمتين فأننا نحتاج الي معادلتين ، اي نحسب العزمين الأول والثاني ، وهكذا...

ورغم بساطتها ألا ان طريقة العزوم تقدم مقدرات ذات كفاءة متدنية حتى في حالة العينات الكبيرة . كذلك فإن طريقة العزوم تعاني من عيب اخر وهو ان ليس لها تعريف محدد متفرد ا ذ يمكننا استخدام اي عزم من العزوم في الحل . فمثلا يمكن استخدام العزوم حول الصفر أو العزوم حول الوسط ، كما يمكن استخدام عزوم غير العزوم الأولى ، بينما يمكن اعتبار جميع المقدرات الناتجة مقدرات بطريقة العزوم ، رغم انها قد لا تتساوى بالضرورة . غير ان المقدر متسق عموما وهي مفيدة عند الحاجة الي مقدرات مبدئية .

لتكن $x_n$ ، ... ، $x_2$ ، $x_1$هي البيانات التي نسعى من خلالها لايجاد مقدر غير متحيز :

$$\widehat{m_k} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} {x_i}^k \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{(22-3)}$$

حيث $\widehat{m}$ هي تقدير العزم $k^{\text{th}}$ لتوزيع ويبل:

$$\hat{\mu}_k = (\frac{1}{a^k})^{-\frac{k}{\beta}}\Gamma(1+\frac{k}{\beta})$$

$$\widehat{m}_1 = \hat{\mu}_1 = (\frac{1}{\alpha})^{\frac{1}{k}}\Gamma\left(1+\frac{1}{\beta}\right)$$

$$\widehat{m}_1 = \hat{\mu}_1 + \hat{\sigma}^2 = (\frac{1}{\alpha})^{\frac{2}{\beta}}\left[\Gamma\left(1+\frac{2}{\beta}\right) - \Gamma\left(1+\frac{1}{\beta})^2\right)\right]$$

$$\frac{\hat{\mu}^2}{\hat{\sigma}^2 + \hat{\mu}^2} = \frac{\Gamma\left(1+\frac{1}{\beta}\right)\Gamma\left(1+\frac{1}{\beta}\right)}{\Gamma\left(1+\frac{2}{\beta}\right)}$$

$$\hat{\mu} = E(X_i) = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i ، \ \hat{\sigma}^2 = E\left({X_i}^2\right) - \left(E(X_i)\right)^2$$

$$z = \frac{1}{\beta}$$

$$\hat{\alpha} = \hat{\mu}/\Gamma\left(1+\frac{1}{\beta}\right) \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{(23-3)}$$

**ج.تقدير بيز لمعلمتي توزيع ويبل:**

**Bayesian Estimation for Parameters of Weibull Distribution:-**

سوف نتطرق الى تقدير معلمة القياس و الشكل لتوزيع ويبل ذي المعلمتين باستخدام اسلوب بيز ، و إن التوزيع السابق ذو المعلومات (Joint Information Prior Distribution)لمعلمتي توزيع ويبل يتبع توزيع جاما (Gamma Distribution) .

أي ان:

$$P\left(\alpha ، \beta\right) = P(\alpha)P(\beta)$$

$$P(\beta) \approx \Gamma\left(\alpha_0{}' \text{ ، } \beta_0{}'\right) \quad ; \quad P(\alpha) \approx \Gamma\left(\alpha_0 \text{ ، } \beta_0\right)$$

$$= \frac{\beta_0{}^{\alpha_0}}{\Gamma\alpha_0} \alpha^{\alpha_0 - 1} e^{-\alpha\beta_0} \frac{\beta_0{}' \quad \alpha_0{}'}{\Gamma\alpha_0{}'} \beta^{\alpha_0{}' - 1} e^{-\beta\beta_0{}'} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (24\text{–}3)$$

وللسهولة نكتبها كما يلي:

$$P\left(\alpha \text{ ، } \beta\right) \propto \alpha^{\alpha_0} e^{-\alpha\beta_0} \beta^{\alpha_0{}' - 1} e^{\alpha \sum_{i=1}^{n} t_i} \ldots\ldots\ldots (25\text{–}3)$$

و أن دالة الإمكان تكون كالاتي :

$$L\left(t_i; \alpha \text{ ، } \beta\right) = L\left(\alpha \text{ ، } \beta\right)$$

$$= \alpha^n \beta^n \left(\prod_{i=1}^{n} t_i\right)^{\beta - 1} e^{-\alpha \sum_{i=1}^{n} t_i} \ldots\ldots (26\text{–}3)$$

و بإستخدام المعادلتين (3–25)و(3–26) وحسب نظرية بيز فإن التوزيع اللاحق المشترك (Posterior Distribution) للمعلمتين β αو يكون كالأتي :–

$$lnP\left(\alpha \text{ ، } \beta | t_i \text{ ، } t_2 \ldots\ldots \text{ ، } t_n\right)$$

$$= lnk + (\alpha_0 - 1) ln\alpha - \alpha\beta_0 + (\alpha_0{}' - 1) ln\beta - \beta\beta_0{}' + nln\alpha$$

$$+ nln\beta + (\beta - 1) \sum_{i=1}^{n} lnt_i - \alpha \sum_{i=1}^{n} t_i$$

وللحصول على القيم التقديرية للمعلمتين $\left(\alpha \text{ ، } \beta\right)$ ، نأخذ المشتقة الجزئية لكل معلمة ونساويهابالصفر. أي أن:

بالنسبة ل α نحصل على:

$$\frac{\partial lnP\left(\alpha \text{ ، } \beta | t_1 \text{ ، } t_2 \ldots\ldots \text{ ، } t_n\right)}{\partial\alpha} = \frac{(\alpha_0 - 1)}{\alpha} - \beta_0 + \frac{n}{\alpha} - \sum_{i=1}^{n} t_i = 0$$

و منها نحصل على:

$$\hat{\alpha} = \frac{\widehat{\alpha_0}+n-1}{\widehat{\beta_0}+\sum_{i=1}^{n} t_i} \ldots\ldots\ldots (27-3)$$

اذ أن $(\hat{\beta})$ مقدر ل $(\beta)$. و كذلك بالنسبة ل $(\beta)$ نحصل على :

$$\frac{\partial lnP\left(\alpha\ ،\ \beta|t_1\ ،\ t_2 \ldots..،\ t_n\right)}{\partial \beta}$$

$$= \frac{(\alpha_0 \acute{} - 1)}{\beta} - \acute{\beta}_0 + \frac{n}{\beta} + \sum_{ı=1}^{n} lnt_ı - \acute{\alpha} \sum_{ı=1}^{n} \mathrm{lnt_ı}^{\ \beta}\ \mathrm{lnt_ı} = 0$$

و بتعويض $(\hat{\alpha})$فيها تكون كما يأتي :

$$\frac{(\hat{\alpha}-1)}{\hat{\beta}} - \hat{\acute{\beta}} + \frac{n}{\hat{\beta}} + \sum_{i=1}^{n} \mathrm{lnt_i} - \left[\frac{\alpha_0+n-1}{\widehat{\beta_0}+\sum_{i=1}^{n} t_i^{\hat{\beta}}}\right] \sum_{i=1}^{n} t_i^{\hat{\beta}}\ \mathrm{lnt_i} = 0 \ldots. (28-3)$$

لعدم إمكانية إيجاد المقدرات $\left(\hat{\alpha}\ ،\ \hat{\beta}\right)$ بشكل تحليلي (مضبوط) نظرا لكون الدالة غير خطية نلجأ الى الطرائق العددية التكرارية التقريبية (Iterative Method) ، و منها طريقة نيوترافسون(Newton–Raphson Method)وباستخدام طريقة المربعات الصغرى :

ولتكن $(\hat{\beta} = \widehat{\beta_J})$ وبعد ذلك سوف نحص على قيمة تقريبية ل $(\hat{\beta})$ بإستخدام المعادلة التكرارية الآتية و المعروفة بطريقة نيوتن رافسون:

$$S(\hat{\beta}) = \left[\frac{\widehat{\alpha_0}+n-1}{\widehat{\beta_0}+\sum_{i=1}^{n} t_i^{\hat{\beta}}}\right] * \sum_{i=1}^{n} t_i^{\hat{\beta}}\ (lnt_i)^2 - \left[\frac{\widehat{\acute{\alpha_0}}+n-1}{\hat{\beta}}\right] + \widehat{\acute{\beta_0}} - \sum_{ı=1}^{\acute{n}} lnt_ı \qquad (29-3)$$

$$\acute{S}(\hat{\beta}) =$$

$$\left[\frac{\widehat{\alpha_0}+n-1}{\widehat{\beta_0}+\sum_{i=1}^{n} t_i^{\widehat{\beta}}}\right] * \sum_{i=1}^{n} t_i^{\widehat{\beta}} \ (lnt_i)^2 + \sum_{i=1}^{n} t_i^{\widehat{\beta}} \ \ln t_i * \left[\frac{-(\hat{\alpha}_0+n-1) * \sum_{i=1}^{n} t_i^{\widehat{\beta}} \ lnt_i}{\left[\widehat{\beta_0}+\sum_{i=1}^{n} t_i^{\widehat{\beta}}\right]^2}\right]$$

(30−3)

و تستمر العملية التكرارية حتى نحصل على قيمة $(\widehat{\beta_{J+1}})$ وتتوقف عملية التكرار عندما يكون الفرق المطلق للخطأ $ERROR = \left|\widehat{\beta_{J+!}} - \widehat{\beta_J}\right|$ يسأوي قيمة صغيرة مختارة ، وبهذه الطريقة نحصل على مقدر بيز ل β وبعد ذلك يمكن تعويضها في المعادلة (3−31) للحصول على مقدر بيز.

**د.التقدير بطريقة المربعات الصغرى: - Least Square Method (OLS)**

تهدف طريقة المربعات الصغرى الاعتيادية الى إيجاد معادلة خطية تقديرية

$$y_i = \alpha + \beta x_i$$

و تعد من اكثر الطرق شيوعا في مجال تقدير المعلمات .

لإيجاد مقدرات توزيع ويبل بطريقة المربعات الصغرى نقوم اولا بتحويل دالة توزيع ويبل اللاخطية الى دالة خطية و كالآتي :

$$\square_x = 1 - e^{\left[-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta}\right]}$$

$$\frac{1}{1-\square_x} = e^{\left[\left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta}\right]}$$

$$\ln\left\{\frac{1}{1-\square_x}\right\} = \left[\left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta}\right]$$

الدالة التراكمية لتوزيع ويبل يمكن ان تتحول الى دالة خطية :

$$\ln\ln\left\{\frac{1}{1-\square_x}\right\} = \beta \ln t - \beta \ln \alpha \quad \text{.....(31 - 3 )}$$

ويمكن كتابة المعادلة بالصورة

$$y = bx + a \quad \text{.....(32 - 3)}$$

حيث:-

$$y = \ln \ln \left\{ \frac{1}{1-\square_x} \right\} \quad \text{.....(33-3)}$$

$$x = \ln t$$

$$\alpha = -\beta \ln \alpha$$

$$b = \beta$$

$$b = \frac{n\sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{n\sum x_i{}^2 - (\sum x_i)^2} \text{..... (34-3)}$$

$$a = \frac{\sum x_i{}^2 \sum y_i - \sum x_i \sum x_i y_i}{n\sum x_i{}^2 - (\sum x_i)^2} \quad \text{..... (35-3)}$$

**3-7 شركة كولديرالهندسية المحدودة:**

بدأت الشركة عام 1935 بدكان صغيرلاصلاح الثلاجات (حاليا مقر مكتبة بوكشوب) ، و في عام 1941 تدرجت الى ورشة بالمحطة الوسطى تحت اسم دار التبريد ، ثم انتقلت الى المنطقة الصناعية بالخرطوم واقامت أول مصنع بالسودان لإنتاج مكيفات الهواء(شباك و اسبلت) ، ومبردات الماء وثلاجات الفاكهة.

في عام 1959 افتتحت الشركة صالة للعرض و مكتبا اداريا بشارع الزبير باشا بالخرطوم لممارسة اعمالها و تسويق ثلاجات (ليونارد)التي منحتها توكيلا بالسودان اضافة الى منجاتها.

في العام 1960 انتقل المصنع من المنطقة الصناعية بالخرطوم الى الموقع الحالي بمنطقة الصناعات الثقيلة بالخرطوم بحري حيث قامت بإنتاج الثلاجات المنزلية اضافة الى مبردات الهواء (المكيفات) ، ومبردات المياه وثلاجات الموز والفواكه.

مايميز شركة كولدير عن غيرها من الشركات هو تقديم منتجات تلائم مناخ السودان لتتمكن من تحمل الظروف.

تمثل شركة كولدير نموذجا رائعا للطموح والتفاني في العمل عبر السنين حيث كانت ولا زات محافظة على جودة صناعتها و مكانتها في السوق ، الشركة مقسمة الى عدة اقسام كل قسم يعمل فيه عدد من الموظفين المثابرين والجادين الذين يسعون لتقديم الأفضل في سبيل ارضاء العميل ، كما يوجد في الشركة قسم كامل يهتم بضبط جودة الإنتاج وذلك بهدف رفع كفاء المنتجات وتقديم اجهزة تبريد بضمان 5 سنوات .

شركة كولدير تطورت على مدى اكثر من 70 عاما ، ولازالت تتطور حتى يومنا هذا ، و كان هذا احد الاسباب التي دفعتنا لاختيارها كمصدر لبياناتنا الاحصائية.

يحتوي المصنع على عدد من الأقسام كل قسم مسؤول عن إنتاج جزء معين من اجزاء الثلاجة ، و قد ارتكز البحث على قسم البلاستيك الذي يحتوي على 6 ماكينات وهي:

Injection mold و هي ماكينتين هما:-

- GIESS I و GIESS II : ماكينات لتشكيل القوالب الكبيرة لأبواب الثلاجات وهي تتعطل حوالي 7 مرات في الشهر.

Thermoforming: و هي 4 ماكينات تتعطل حوالي 10 مرات كل شهر.

- BM BIRACHI100
- BM BIRACHI720
- BM BIRACHI125
- BM BIRACHI720 NEW

وهي مسؤولة عن تشكيل القوالب الصغيرة للثلاجات.

تختلف كل ماكينة في زمن التعطل فبعضها يأخذ وقتا اطول في صيانة الأعطال ، و بعضها يأخذ وقتا اطول عند تغيير الأجزاء الداخلية وهكذا.

يمكن تلخيص أسباب الأعطال كما يلي-

1. الأعطال الميكانيكية Mechanic .
2. أعطال بسبب التهويةAir Drop .
3. أعطال بسبب قطوعات الكهرباء NCE POWER OFF.
4. تغيير الأجزاء الداخلية Tools Chang .
5. أعطال متعلقة بدرجة الحرارة Heating Up

## 4-0 تمهيد:-

بناء علي ما سبق من وصف التوزيع الذي نريد تطبيق البيانات عليه واعتمادا علي ماذكر في الاطار النظري فقد تم تطبيق البيانات للتاكد من صحة الفرضيات المذكورة في خطة لبحث تم تحليل البيانات باستخدام البرامج الاحصائية ( NCSS , EASYFIT , SPSS ) فقد توصلنا للنتائج الموضحة ادناه.

مناقشة وعرض نتائج التحليل :-

## 4- 1 المقاييس الوصفية:-

جدول (4-1) وصف البيانات بالنسبة للآلات(Descriptive Statistic for machines)

| اسم الالة | MTTF | الانحراف المعياري | أقل زمن للتعطل | أطول زمن للتعطل | N | Total t |
|---|---|---|---|---|---|---|
| GIESS I | 16.11 | 15.027 | 1 | 53 | 44 | 709 |
| GIESS II | 17.07 | 15.882 | 1 | 66 | 44 | 751 |
| BM BIRAGIII 100 | 12.84 | 15.367 | 0 | 72 | 25 | 321 |
| BM BIRAGIII 720 | 13.53 | 17.073 | 1 | 88 | 32 | 433 |
| BM BIRAGIII 125 | 13.61 | 19.125 | 1 | 80 | 18 | 245 |
| BM BIRAGIII NEW | 24.67 | 23.802 | 3 | 93 | 21 | 518 |
| TOTAL | 16.18 | 17.33 | 0 | 93 | 184 | 2977 |

**من الجدول:**

- نجد ان BM BIRAGHI720 NEW لها اعلى متوسط تعطل من بين بقية الماكينات 24.67 ، و كانت أطول مدة لتعطلها 93 ساعة خلال شهر سبتمبر و هي أطول مدة للتعطل.
- كما نلاحظ أن BM BIRAGIII 100 لها أقل متوسط تعطل من بين بقية الماكينات12.84 على مدى السبعة أشهر في زمن كلي قدره 321 ساعة وكانت اطول مدة لتعطلها 72 ساعة خلال شهر سبتمبر .
- المتوسط العام لتعطل الماكينات الست هو 16.18 والزمن الكلي للتعطل هو 2977 ساعة و نجد ان انحراف البيانات عن وسطها الحسابي هو 17.33 و أكبر زمن للتعطل هو 93 ساعة و أقل زمن للتعطل هو 0 ساعة.

جدول (4-2) وصف البيانات بالنسبة للشهور (Descriptive statistics For Months)

| الشهور | الوسط الحسابي | الانحراف المعياري | اقل قيمة | اكبر قيمة | N | الزمن الكلي للتعطل |
|---|---|---|---|---|---|---|
| مايو | 16.75 | 14.259 | 1 | 46 | 28 | 469 |
| يونيو | 14.74 | 16.749 | 1 | 53 | 19 | 280 |
| يوليو | 13.29 | 11.950 | 1 | 39 | 21 | 279 |
| اغسطس | 15.11 | 13.957 | 2 | 50 | 27 | 408 |
| سبتمبر | 17.28 | 27.585 | 0 | 93 | 29 | 501 |
| اكتوبر | 15.97 | 16.316 | 1 | 66 | 32 | 511 |
| نوفمبر | 18.44 | 15.938 | 1 | 50 | 25 | 461 |

من الجدول :-

- نجد أن شهر نوفمبر له أعلى متوسط أعطال بلغ 18.44 حيث تعطلت فيه الماكينات بزمن قدره 461 ساعة خلال الشهر.
- شهر يوليو له أقل متوسط اعطال بلغ 13.29 حيث تعطلت فيه الماكينات لمدة قدرها 279 ساعة خلال الشهر.
- أعلى اجمالي لتعطل الماكينات كان في شهر اكتوبر الذي تعطلت فيه الماكينات 511 ساعة.

**4-2 اختبار مدى ملائمة البيانات:-**

الفروض الإحصائية التي تم اختبارها:

فرضية العدم: Ho:

بيانات الزمن التي تم التحصل عليها تتبع توزيع ويبل الاحتمالي

الفرض البديل: H1:

بيانات الزمن التي تم التحصل عليها تتبع توزيع ويبل الاحتمالي

بعد أن تمت مقارنة P-VALUE بمستوى دلالة احصائية (معنوية) 0.05 تم التوصل الى النتائج التالية:

جدول (4–3) اختبارKOLMOGROV-SMIRNOV

| إسم الماكينة | قيمة المعلمةβ | قيمة المعلمة α | قيمة الاختبار KOLMOGROV–SMIRNOV | P–VALUE | القرار قبول Ho |
|---|---|---|---|---|---|
| GIESS I | 0.89727 | 15.654 | 0.08727 | 0.86206 | نعم |
| GIESS II | 1.1122 | 16.711 | 0.0981 | 0.75418 | نعم |
| BM BIRAGIII 100 | 0.79968 | 10.858 | 0.14779 | 0.59434 | نعم |
| BM BIRAGIII 720 | 1.0465 | 10.858 | 0.1108 | 0.78669 | نعم |
| BM BIRAGIII 125 | 1.0366 | 10.119 | 0.15226 | 0.7432 | نعم |
| BM 720 NEW | 1.146 | 22.98 | 0.14224 | 0.73742 | نعم |
| Total | 1.0087 | 15.418 | 0.07297 | 0.26786 | نعم |

من الجدول:–

- بما أن جميع P–VALUE المتحصل عليها لكل ماكينة على حدى اكبر من 0.05 في جميع الآلات فعليه قبلنا فرض العدم بمعنى أن البيانات تتبع توزيع ويبل الاحتمالي لجميع الماكينات وفقا لاختبارKOLMOGROV–SMIRNOV.
- كما نجد انه عند إجراء الاختبار لكلي البيانات فإن نتيجة P–VALUE كانت0.26786 وهي اكبر من مستوى المعنوية 0.05 مما يعني اننا قبلنا فرض العدم ، كي البيانات يتبع توزيع ويبل.

## 3-4 حساب الموثوقية:-

وفقا لنتائج التحليل لطبيعة البيانات المتحصل عليها باستخدام برنامج EASY-FIT الإحصائي لكل ماكينة فإن البيانات تتبع توزيع ويبل الاحتمالي عند مستوى معنوية 0.05 بناء على اختبار KOLMOGROV-SMIRNOV.وبناء على ذلك قمنا بحساب الموثوقية عند (t=5) ومعدل الخطر لكل ماكينة.

GIESS Ⅰ :

تم حساب مقاييس الموثوقية للآلة و تم التوصل إلى الآتي:

t =5 hour

$$\beta = 0.89727 \qquad \alpha = 15.654$$

$$R(t) = e^{-\frac{t^{\beta}}{\alpha}}$$

$$R(5) = e^{-\frac{5^{0.89727}}{15.654}} = 0.70$$

$$h(t) = \frac{\alpha}{\beta} t^{\beta-1}$$

$$h(t) = \frac{0.89727}{15.65} 5^{0.89727-1} = 0.045$$

مقاييس الموثوقية ل GIESS1 :

MTTF = 16 hours

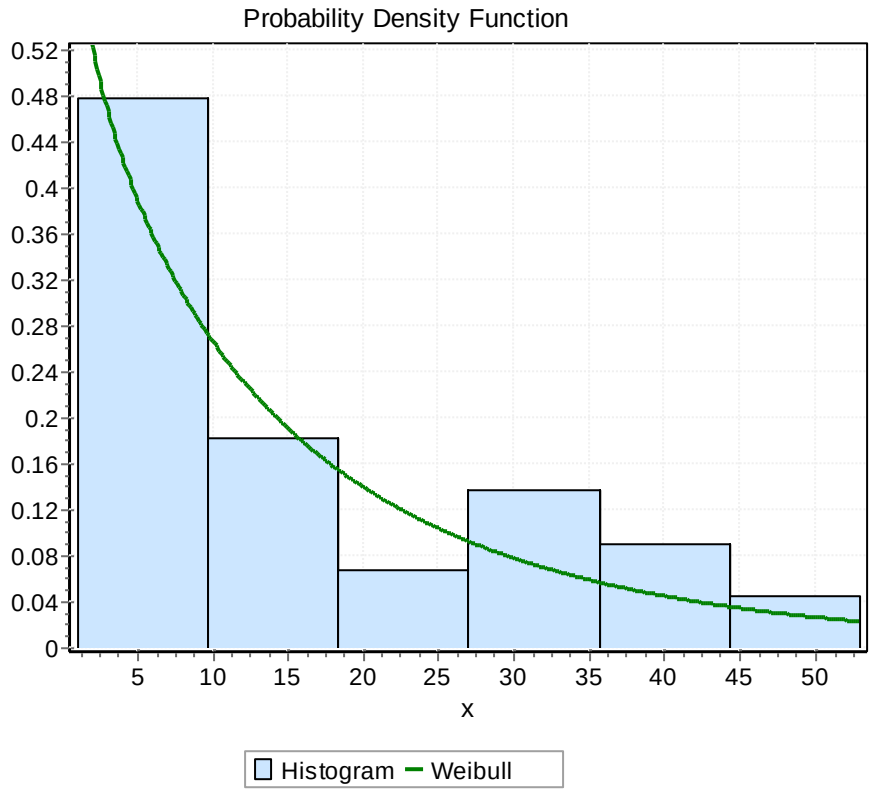
MTBF = 14 hours

MTTR =14.47

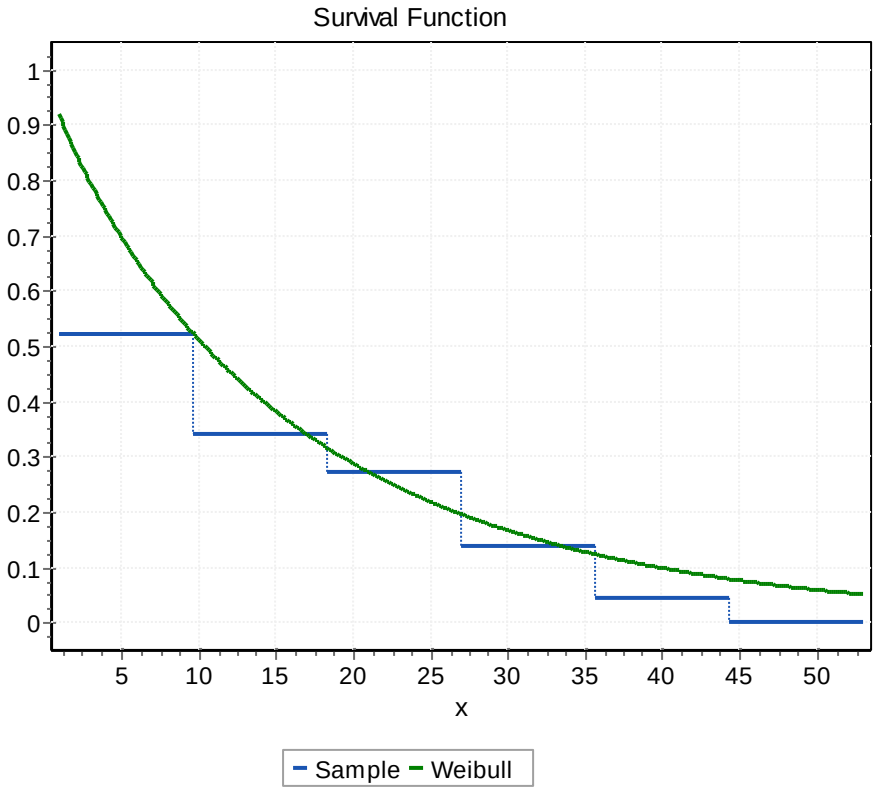
A (t) =0.50

M (t) =0.82 t=25 hours

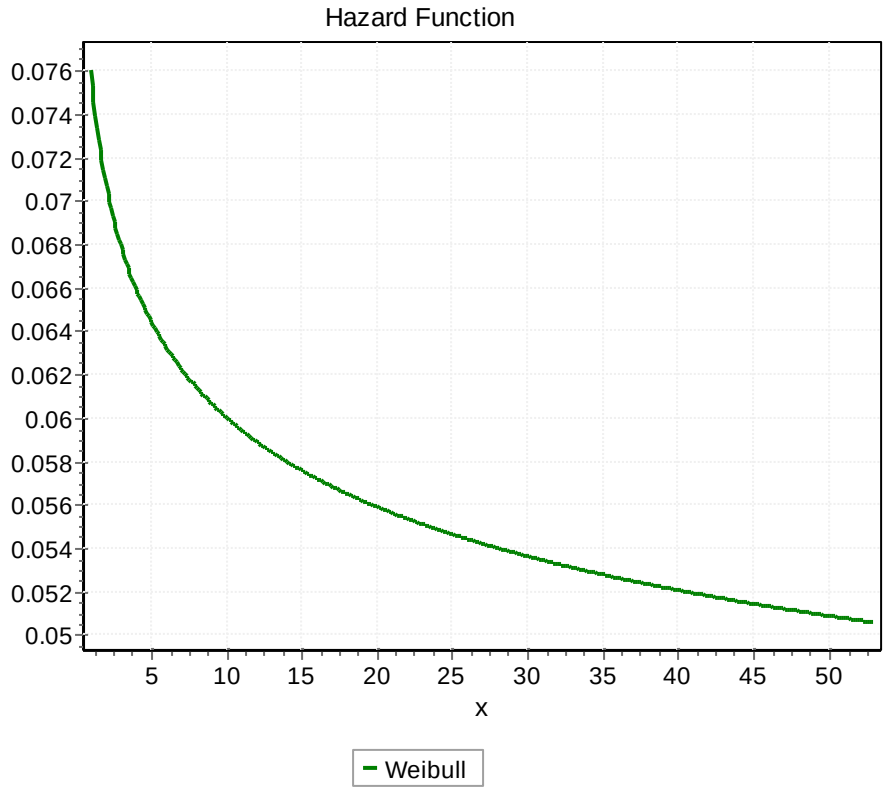
من النتائج أعلاه نجد أن الآلة تمتع بموثوقية 70% اي اننا واثقون بنسبة 70% بأن ماكينة GIESS I ستبقى تعمل بدون ان تتعطل لمدة 5 ساعات بمعدل خطر 0.049 .




الشكل (4-1) دالة الكثافة الاحتمالية لماكينة GEISS 1




الشكل (2-4) دالة الموثوقية لماكينةGIESS 1




الشكل (3-4) دالة الخطر لماكينة GIESS1

من الأشكال نلاحظ أن دالة الموثوقية للماكينة في تناقص بمرور الزمن.

GIESS II :

تم حساب مقاييس الموثوقية للآلة و تم التوصل إلى الآتي:

$$\beta = 1.1122 \qquad \alpha = 16.711$$

$$R(t) = e^{-\frac{5^{1.1122}}{16.711}} = 0.77$$

$$h(t) = \frac{1.1122}{16.711} 5^{1.1122-1} = 0.0797$$

مقاييس الموثوقية ل GIESS II :

MTTF = 16 hours

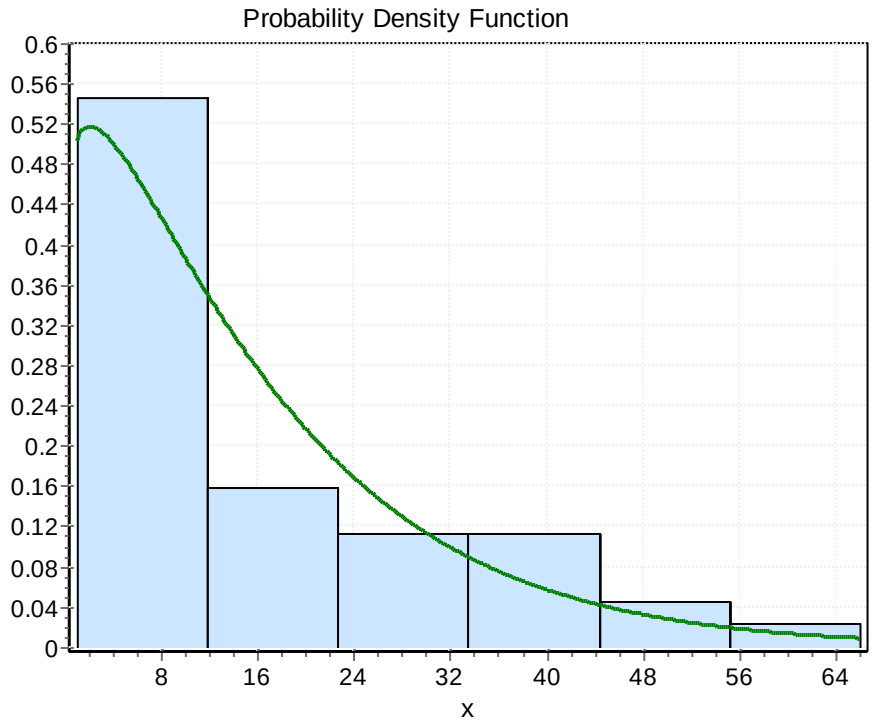
MTBF = 19 hours

MTTR =15.33

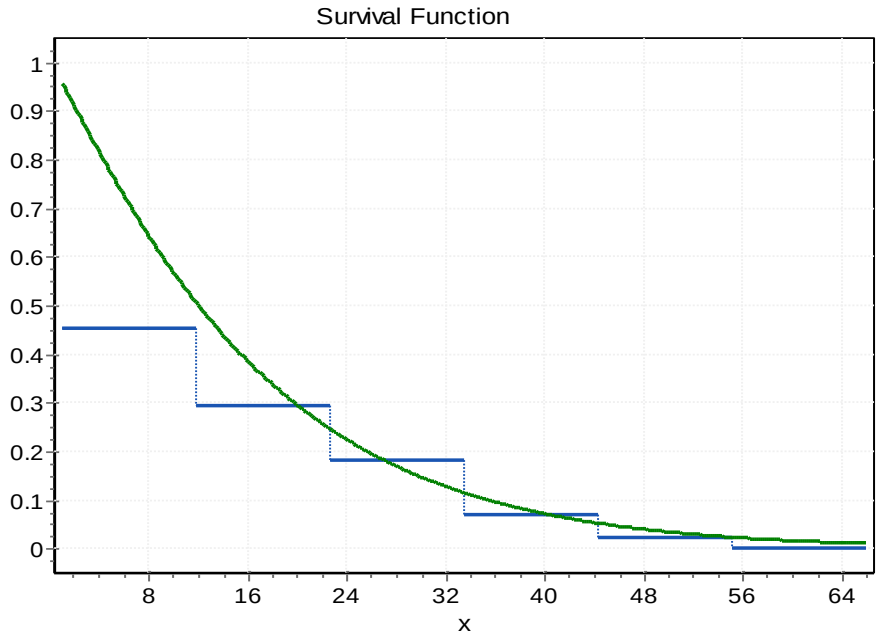
A (t) =0.55

M (t) =0.80 t=25 hours

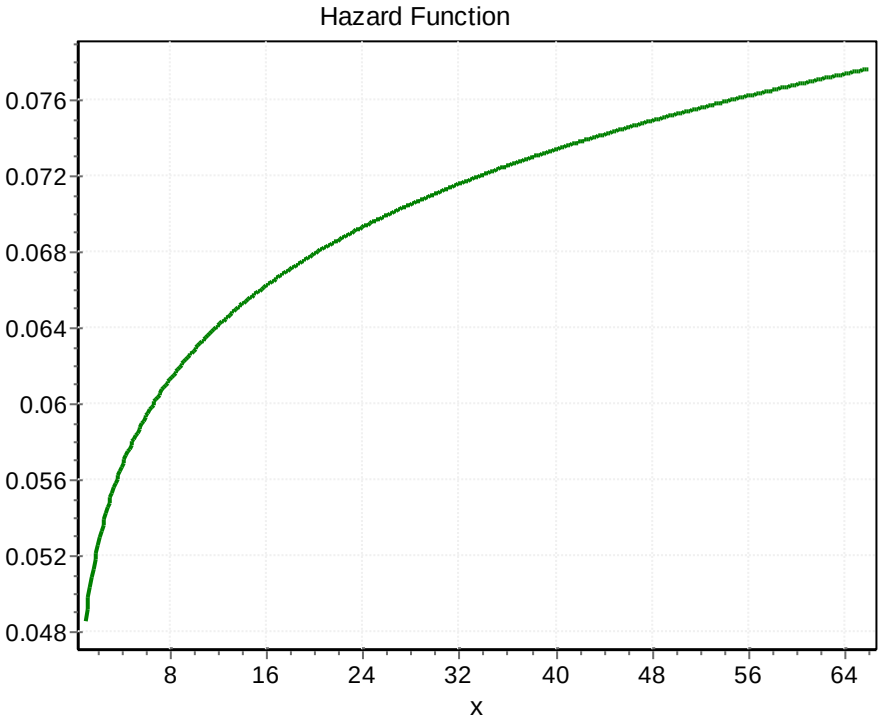
من النتائج الاعلاه نجد أن الآلة تمتع بموثوقية 77% بمعنى ان هناك ثقة بمقدار 77% بأن ماكينة GIESS II لن تتعطل لمدة 5 ساعات و بمعدل خطر 0.0797 .




الشكل(4-4) دالة كثافة الاحتمال لماكينة GIESS II




الشكل(4-5) دالة الموثوقية لماكينة GIESS Ⅱ




الشكل(4-6) دالة الخطر لماكينة GIESS Ⅱ

من الأشكال نلاحظ أن دالة الموثوقية للماكينة في تناقص بمرور الزمن بعكس دالة المخاطرة التي تزيد بمرور الزمن.

BM BIRACHI100:

تم حساب مقاييس الموثوقية للآلة و تم التوصل إلى الآتي:

$$\beta = 0.79968 \qquad \alpha = 10.858$$

$$R(t) = e^{-\frac{5^{0.79968}}{10.858}} = 0.58$$

$$h(t) = \frac{0.79968}{10.858} 5^{0.79968-1} = 0.053$$

MTTF = 12 hours

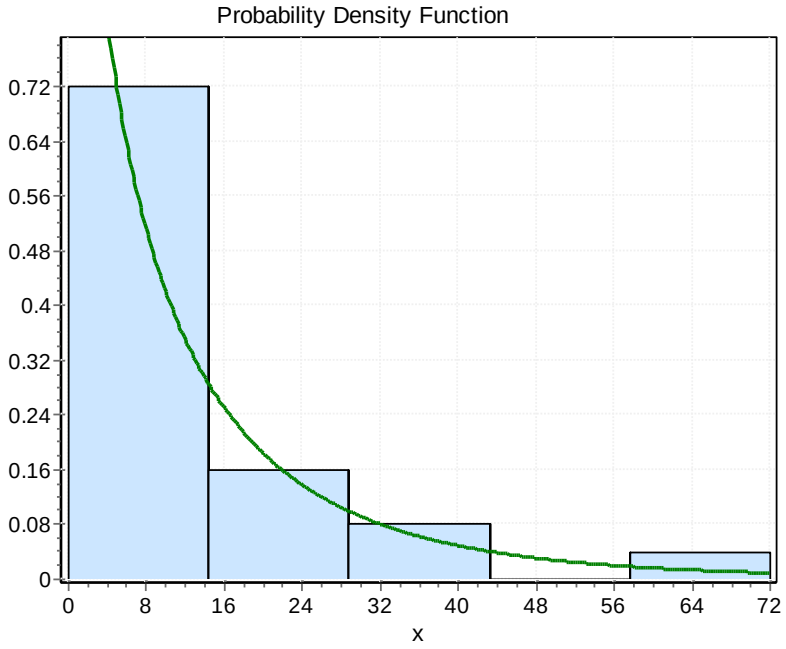
MTBF = 9 hours

MTTR =4.58

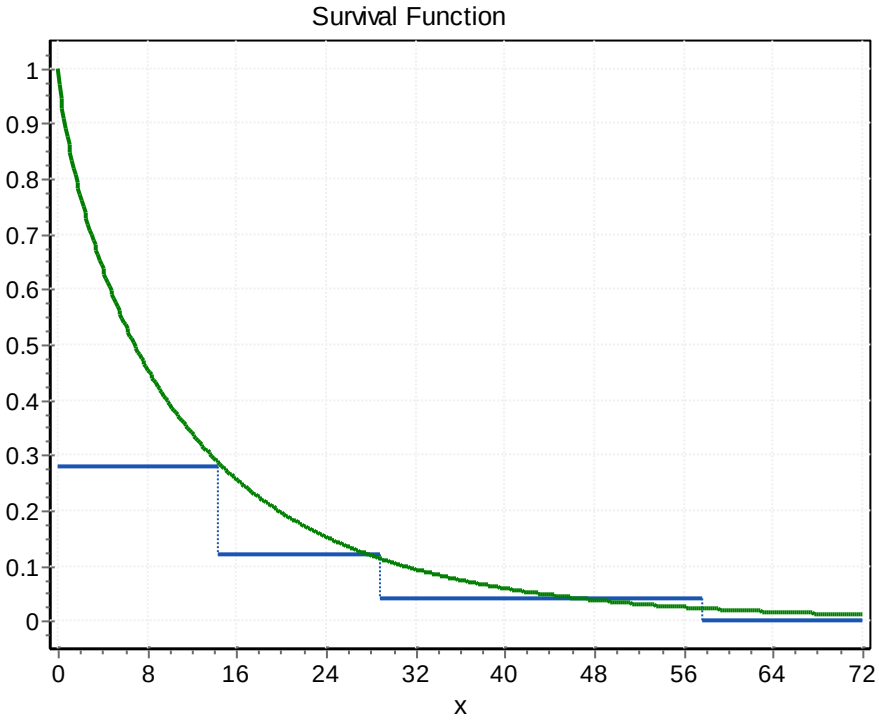
A (t) =0.65

M (t) =0.99 t=25 hours

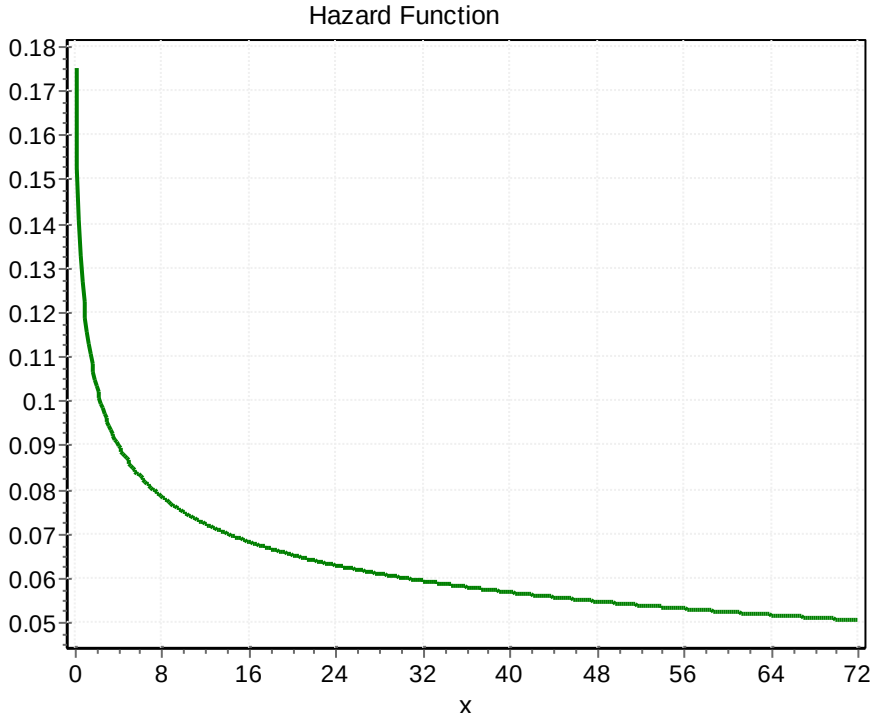
من النتائج الاعلاه نجد أن الآلة تمتع بموثوقية 58% بمعنى ان هناك ثقة بمقدار 58% بأن ماكينة BM–BIRACHI 100 لن تتعطل لمدة 5 ساعات و بمعدل خطر 0.053 .




الشكل(4-7) دالة كثافة الاحتمال لماكينةBM-BIRACHI 100




الشكل(4-8) دالة الموثوقية لماكينة BM-BIRACHI 100




الشكل(9-4) دالة الخطر لماكينة BM-BIRACHI 100

من الأشكال نلاحظ أن دالة الموثوقية للماكينة في تناقص بمرور الزمن.

BM BIRACHI720:

تم حساب مقاييس الموثوقية للآلة و تم التوصل إلى الآتي:

$$\beta = 1.0465 \qquad \alpha = 11.499$$

$R(t) = e^{-\frac{5^{1.0465}}{11.499}} = 0.66$

$h(t) = \frac{1.0465}{11.499} 5^{1.0465-1} = 0.11$

MTTF = 11 hours

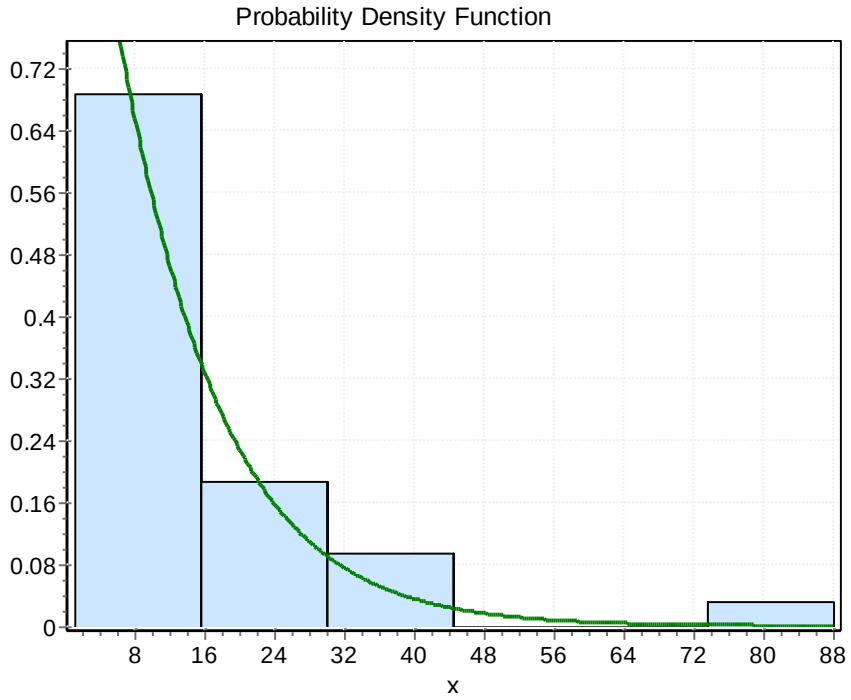
MTBF = 12 hours

MTTR =6.18

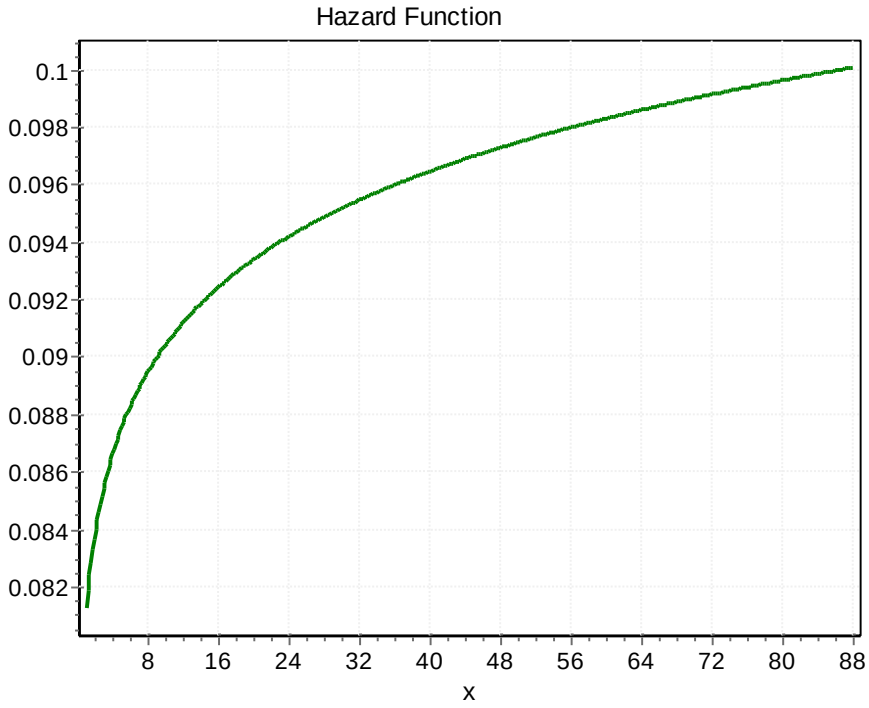
A (t) =0.66

M (t) =0.98 T=25 hours

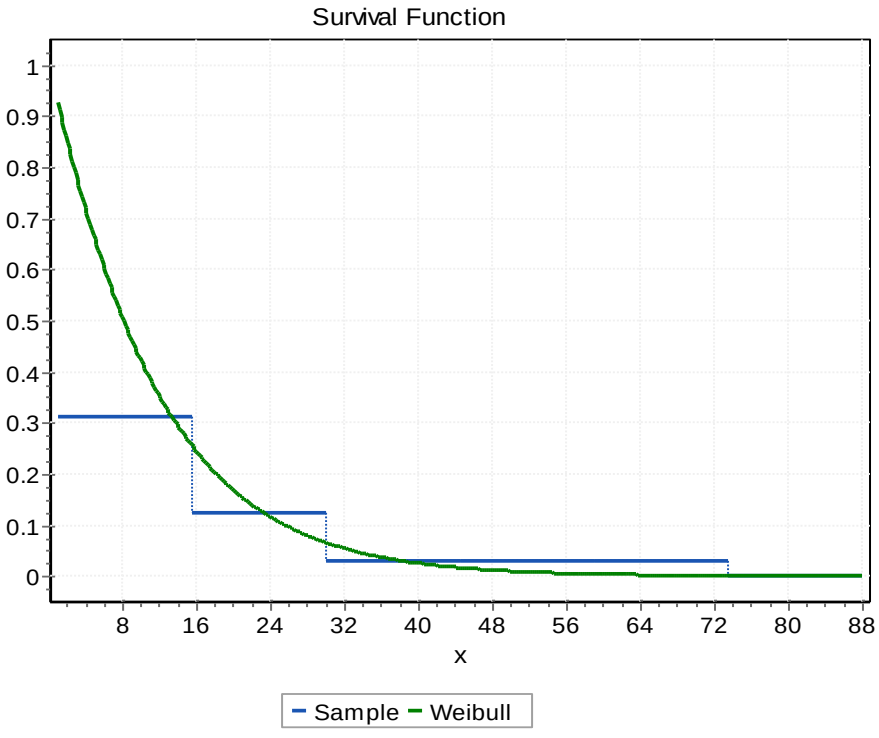
من النتائج الاعلاه نجد أن الآلة تمتع بموثوقية 66% بمعنى ان هناك ثقة بمقدار 66% بأن ماكينة BM–BIRACHI 720 لن تتعطل لمدة 5 ساعات و بمعدل خطر 0.11 .




الشكل (10–4)دالة كثافة الاحتمال لماكينةBM–BIRACHI 720




الشكل(4-11) دالة الخطر لماكينة BM-BIRACHI 720




الشكل(4-12) دالة الموثوقية لماكينة BM-BIRACHI 720

من الأشكال نلاحظ أن دالة الموثوقية للماكينة في تناقص بمرور الزمن بعكس دالة المخاطرة التي تزيد بمرور الزمن.

BM BIRACHI125:

تم حساب مقاييس الموثوقية للآلة و تم التوصل إلى الآتي:

$$\beta = 1.0366 \qquad \alpha = 10.119$$

$$R(t) = e^{-\frac{5^{1.0366}}{10.119}} = 0.62$$

$$h(t) = \frac{1.0366}{10.119} 5^{1.0366-1} = 0.11$$

MTTF = 10 hours

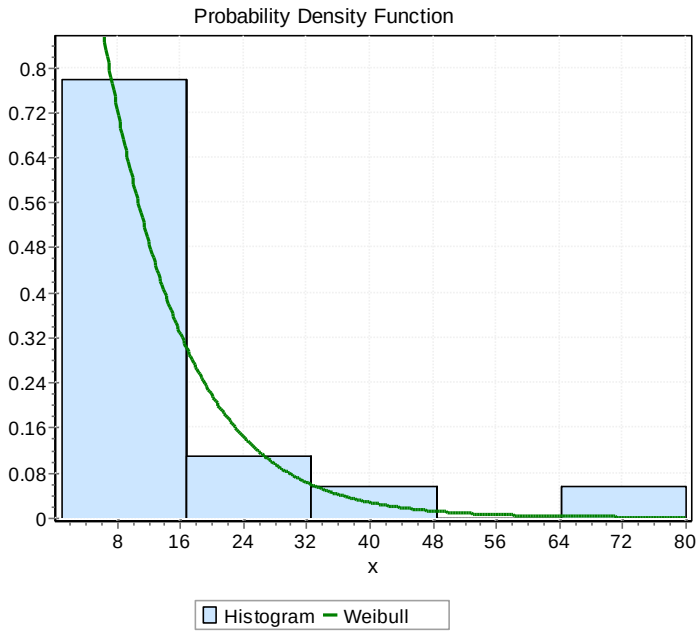
MTBF = 10 hours

MTTR =3.5

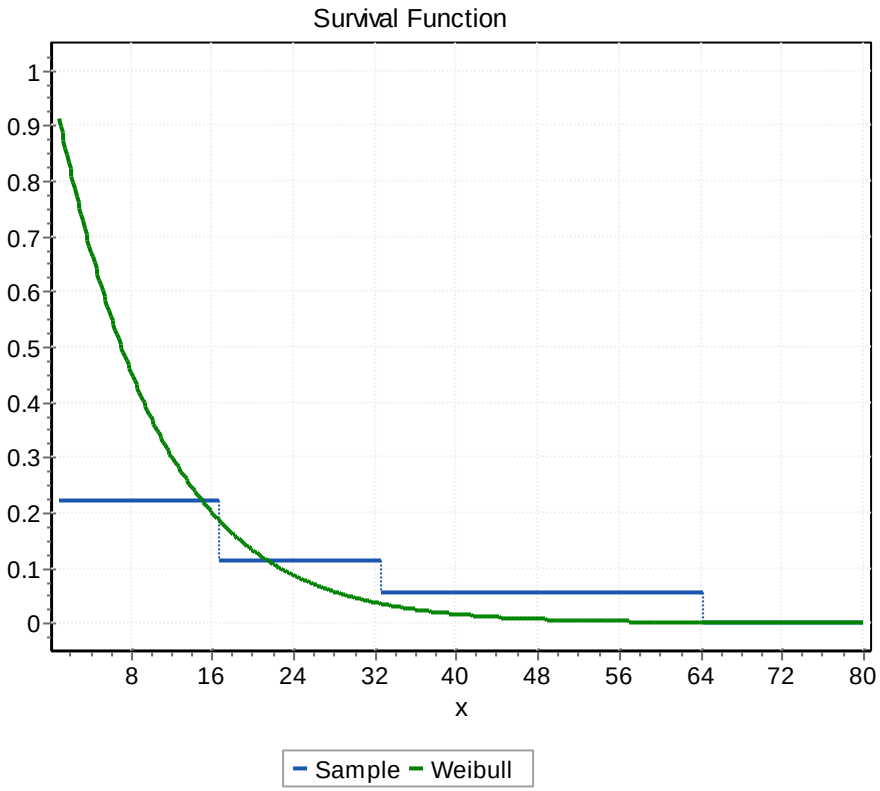
A (t) =0.74

M (t) =0.99 t=25 hours

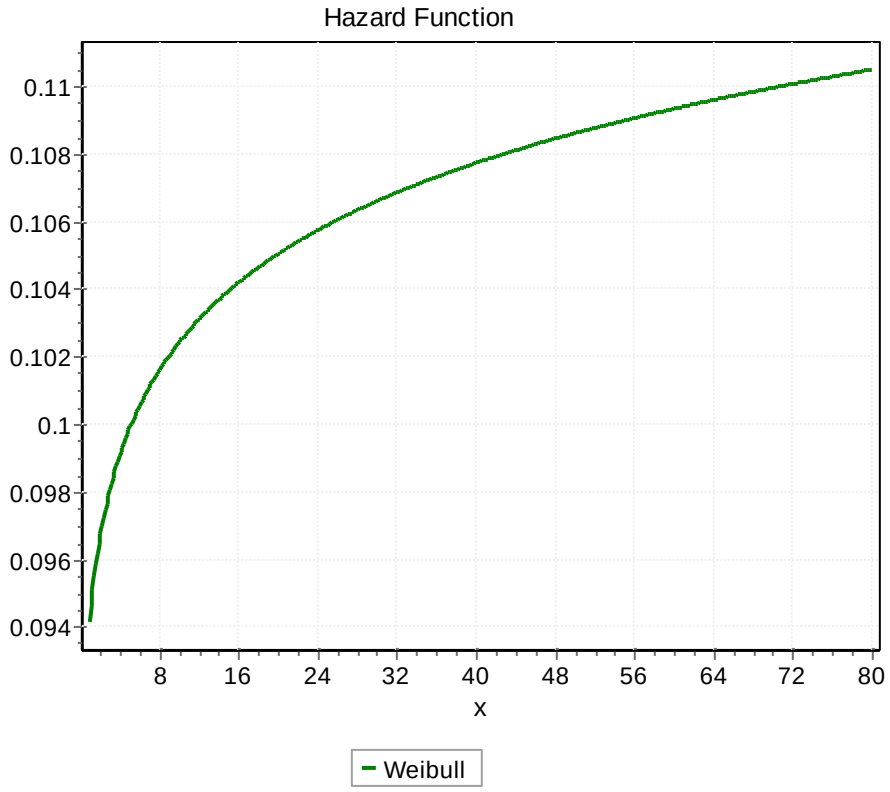
من النتائج الاعلاه نجد أن الآلة تمتع بموثوقية 62% بمعنى ان هناك ثقة بمقدار 62% بأن ماكينة BM–BIRACHI 125 لن تتعطل لمدة 5 ساعات و بمعدل خطر 0.11 .




الشكل13(-4) دالة كثافة الاحتمال لماكينة 5BM-BIRACHI 125




الشكل(4-14) داة الموثوقية لماكينةBM-BIRACHI 125




الشكل(15−4) دالة الخطر لماكينة BM-BIRACHI 125

من الأشكال نلاحظ أن دالة الموثوقية للماكينة في تناقص بمرور الزمن بعكس دالة المخاطرة التي تزيد بمرور الزمن.

BM BIRACHI720 NEW:

تم حساب مقاييس الموثوقية للآلة و تم التوصل إلى الآتي:

$$\beta = 1.146 \qquad \alpha = 22.98$$

$$R(t) = e^{-\frac{5^{1.146}}{22.98}} = 0.84$$

$$z(t) = \frac{1.146}{22.98} 5^{1.146-1} = 0.063$$

MTTF = 22 hours

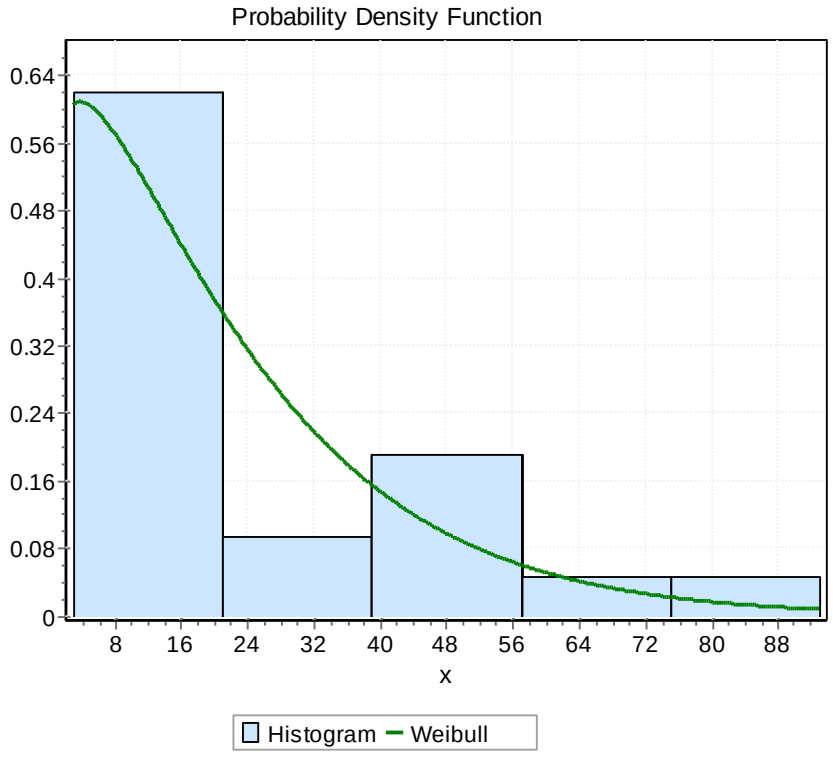
MTBF = 29 hours

MTTR =7.4

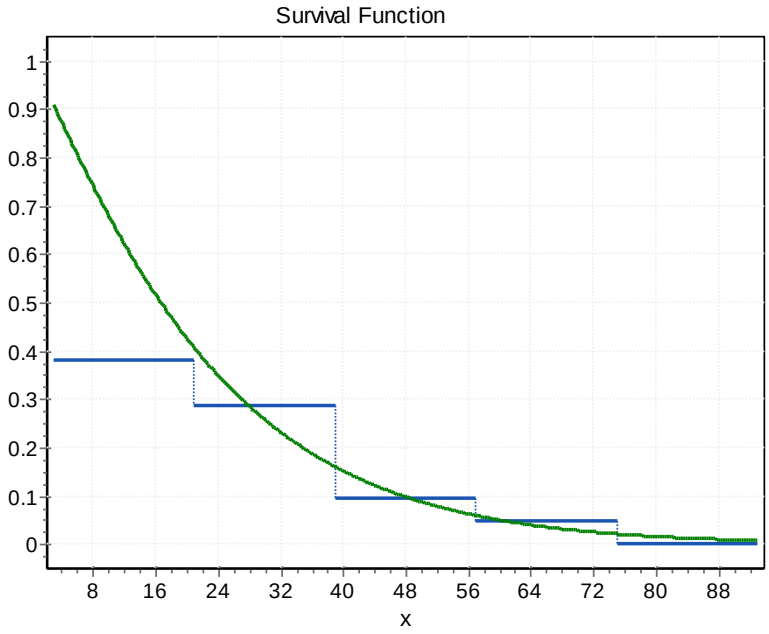
A (t) =0.80

M (t) =0.96 t=25 hours

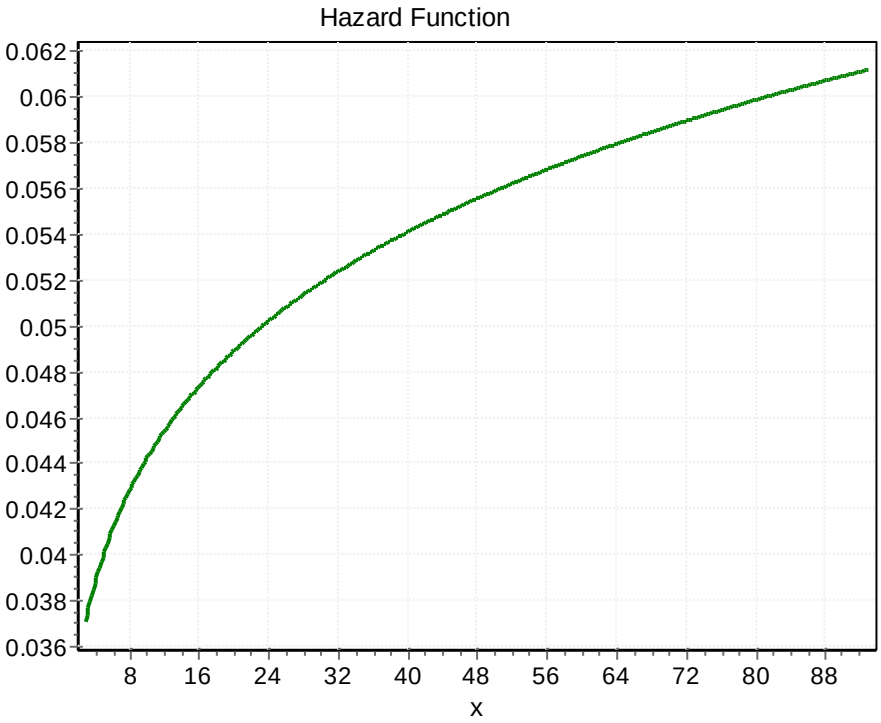
من النتائج الاعلاه نجد أن الآلة تمتع بموثوقية 84% بمعنى ان هناك ثقة بمقدار 84% بأن ماكينة BM BIRACHI720 NEW لن تتعطل لمدة 5 ساعات و بمعدل خطر 0.063 .




الشكل(4-16) دالة كثافة الاحتمال لماكينةBM-BIRACHI 720 new




الشكل(4-17) دالة الموثوقية لماكينةBM-BIRACHI 720 new




الشكل(4-18) دالة المخاطرة لماكينةBM-BIRACHI 720 new

من الأشكال نلاحظ أن دالة الموثوقية للماكينة في تناقص بمرور الزمن بعكس دالة المخاطرة التي تزيد بمرور الزمن.

4-4 المقارنة بين طرق تقدير المعلمات :-

لإجراء المقارنة بأخذ الزمن الكلي للتعطل تم إستخدام برنامج NCSS10

**جدول (4-4) نتائج التحليل بإستخدم برنامج NCSS10**

| Parameters | Probability OLS Estimate | Probability MLE Estimate | MLE Standard Error | MLE 95%Lower Conf. Limit | MLE 95%Upper Conf. Limit |
|---|---|---|---|---|---|
| **Shape** | 1.143 | 0.984 | 0.05 | 0.88 | 1.099 |
| **Scale** | 15.284 | 16.148 | 1.284 | 3.818 | 18.870 |
| **Log Likelihood** | - | 693.381 | - | - | - |
| **Mean** | 14.571 | 16.259 | - | - | - |
| **Median** | 4.093 | 11.127 | - | - | - |
| **Mod** | 2.486 | 0 | - | - | - |
| **Sigma** | 12.774 | 16.521 | - | - | - |

**مقدرات الترجيح الأعظم:**

$\beta_{MLE} = 1.14$

$\alpha_{MLE} = 15.98$

**مقدرات المربعات الصغرى:**

$\beta_{\mathrm{OLS}} = 0.98$

$\alpha_{OLS} = 15.09$

جدول (4-5) المقدراتبطريقةالمربعات الصغرى

| Weibull [#52] | OLS METHOD |
|---|---|
| Kolmogorov-Smirnov | |
| Sample Size | 184 |
| Statistic | 0.09027 |
| P-Value | 0.09367 |
| Chi-Squared | |
| Deg. of freedom | 7 |
| Statistic | 20.894 |
| P-Value | 0.00393 |

جدول (4-6) المقدرات بطريقة الترجيح الأعظم

| Weibull [#52] | MLE METHOD |
|---|---|
| Kolmogorov-Smirnov | |
| Sample Size | 184 |
| Statistic | 0.08472 |
| P-Value | 0.1345 |
| Chi-Squared | |
| Deg. of freedom | 7 |
| Statistic | 8.799 |
| P-Value | 0.26741 |

من الجدول نجد أن قيمة P-Value لمقدرات الترجيح الأعظم أكبر من قيمة P-Value لمقدرات المربعات الصغرى مما يدل الى أن طريقة الترجيح الأعظم أكثر ملائمة من طريقة المربعات الصغرى.

**5–0 تمهيد:**

**من خلال ما تم عرضه في الفصل الرابع و من فرضيات البحث المشار اليها في الفصل الاول تم التوصل إلى النتائج و التوصيات التالية:**

**5–1 النتائج :–**

- أظهرت النتائج أن جميع البيانات المأخوذة من ماكينات البلاستيك تتبع توزيع ويبل الاحتمالي .
- إن موثوقية ماكينات البلاستيك للزمن t=5 ساعات جيدة حيث ترأوحت بين 59% الى 84% و معدل خطر يترأوح بين 11% الى 5% .
- كانت نتيجة تقدير معلمتي الشكل و القياس لتوزيع ويبل بطريقة الترجيح الأعظم (α=16.148 ، β=0.984 ) وهي أكثر ملآئمة للبيانات من طريقة المربعات الصغرى (α=15.2 ، β=1.143). وفقا لإختباريKS و CHI-SQUARE .
- وجد أن الوقت الأمثل للصيانة الوقائية هو كل يوم تقريبا .

بعد ما تم التوصل الى نتائج البحث فيما يلي بعض التوصيات.

**5–2 التوصيات:–**

- نوصي مصنع كولدير بإجراء صيانة دورية على الماكينات كل (25) ساعة لضمان زيادة جودة الإنتاج و زيادة موثوقية الماكينات.
- نوصي بتطبيق الموثوقية بإستخدام توزيعات احتمالية أخرى كتوزيع رايليالاحتمالي الذي هو حالة خاصة من توزيع ويبل .
- نوصي بتعميم النتائج على توزيع ويبل ذو الثلاث معلمات لكي تكون أكثر شمولية .
- نوصي بإجراء المقارنة بين طرق تقدير المعلمات بطرق أخرى كطريقتي بيز و طريقة العزوم .

**المراجع:-**


- إسماعيل عبدالوهاب ، ب ، و آخرون ، (مارس 2008 ) ، إستخدام المقدر المقلص لتقدير معلمة الشكل لتوزيع ويبل ، مجلة جامعة النهرين ، مجلد 11 ، العراق.
- خضر بخيت ، ع ، و آخرون ، (2011 ) ، مقارنة ثلاثة مقدرات مختلفة لمعلمة القياس لتوزيع ويبل ذو المعلمتين وقياس كفاءة المقدرات بإستخدام المحاكاة ، المجلة العراقية لعلوم الإحصائية ، مجلد 20 ، العراق.
- مولي جعفر ، ص ، و آخرون ، (أبريل ، 2009) ، أفضل تقدير لموثوقية توزيع ويبل ذي المعلمتين ، مجلة بغداد للعلوم ، مجلد 6 ، العراق.


**References**:-


- AL-FAWZAN ،M ،(2000): Methods for Estimating the Parameters 0f WEIBULL Distribution. KING ABDUALZIZ CITY for Science and technology ،Saudi-Arabia.
- Harter ،H.L.and more ،A.H. (1956): Maximum Likelihood Estimation of the Parameters of GAMMA and WEIBULL population from complete and censored samples. Technimetrics ،7 ،(4).
- Mann ،N.R ،Schafer ،R. E. ،andSingpurwalla ،N .D. ، Methods for Statistical Analysis for reliability and life data ، John Wiley and sons ، Network ، 1974.