



RELCode

یکی از نرم افزارهای نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه است که به خوبی می تواند به ما در تعیین فاصله بهینه تعویض تجهیزات کمک کند.

RELCode با توجه به تاریخچه شکستها و توقفهای تجهیزات گزارشهای زیر را برای ما تولید می

کند:

- تحلیل قابلیت اطمینان بر اساس توزیع ویبال.
- آنالیز سیاست تعویض قطعات.
- تحلیل تعداد قطعات یدکی مورد نیاز برای تجهیزات.
- این نرم افزار همچنین اطلاعات زیر را برای ما تأمین می کند:
 - میانگین طول زمان دوام (عمر) تجهیزات.
 - معین می کند که قطعات دارای چه نوع دوره حیاتی هستند: به هر حال تجهیزات دارای دوره حیات کوتاه یا متوسط یا دارای شکستهای معین یا ترکیبی هستند.
 - برای هر کدام از تجهیزات ما یک بازه اطمینان معین می کند، و همچنین رنجی را معین می کند که ممکن است در آن فاصله شکست رخ دهد.
 - هزینه های وابسته به هر تصمیم را در آنالیز معین می کند.
 - تعیین سیاست تعویض پیشگیرانه، و معین می کند که بعد از این میزان کارکرد دستگاه لازم است که تعویض صورت گیرد. مسلماً هزینه های اضافی تعویض قطعات بطور پیشگیرانه در کمتر از زمان بهینه تعویض از سود آوری شرکت جلوگیری می کند.
 - تعیین نیازمندیها برای قطعات یدکی، تعیین میزان قطعات یدکی مورد نیاز تا در آینده بتوان میزان موجودی کافی را مهیا کرد.

RELCode همچنین پاسخ سؤالات زیر را در مورد چگونگی تعویض قطعات برای ما بیان می کند:

✓ آیا تجهیزاتی که قرار است امروز تعویض شوند، ممکن است تا مدت زمان دیگری نیز به کار خود ادامه دهند؟ چه مدتی؟

✓ اگر آن قطعه را تعویض نکنیم، آیا ممکن است آن قطعه در حین کار بشکند و هزینه های تعویض اضطراری را به ما تحمیل کند؟ به چه میزان؟

اگر شما یک مهندس قابل اعتماد در زمینه نگهداری هستید می توانید روی خواص ریاضی و آماری نرم افزار **RELCODE** تکیه کنید.

این نرم افزار مشکلات را با توجه به تحلیل قابلیت اطمینان توزیع ویبال حل خواهد کرد.

نکاتی که باید در کار با **Demo** نرم افزار مورد توجه قرار بگیرد:

(۱) این **Demo** یک نرم افزار کامل را در اختیار شما قرار می دهد. اما باید توجه کرد که فقط شما فقط

به ۶ گروه از تجهیزات در بانک اطلاعاتی بیشتر دسترسی ندارید، یعنی فقط برنامه ریزی در این **Demo**

برای ۶ تجهیزات انجام می شود (برای کار با اعداد بزرگتر باید اصل نرم افزار خریداری شود).

(۲) همچنین در این **Demo** هزینه تعویض پیشگیرانه به طور ثابت ۱۰۰ دلار و هزینه تعویض بعد از

شکست به طور اضطراری ۱۰۰۰ دلار قرار داده شده است.

این **Demo** در زمینه های زیر به ما کمک می کند :

۱- نرم افزار چگونه کار می کند؟

۲- چه اطلاعاتی برای ورود به این نرم افزار لازم است؟

۳- گزارشهای سیستم به چه نحوی، جوابهای مورد نیاز ما را تهیه می کنند؟

۴- چقدر کار با نرم افزار ساده و راحت است؟

در اینجا لازم به توضیح است که بانک اطلاعاتی این نرم افزار **Microsoft Access** است.

حجم این نرم افزار **7.74 MB** و حجم **help** آن که از اینترنت دریافت شده است **2.82 MB** است.

RELCODE توسط دکتر "**Nicholas Hastings**" از دانشگاه کوئینزلند در **Brisbane** استرالیا

طراحی و تدوین شده است. یکی از همکاران ایشان به نام دکتر "**Andrew Jardine**" کمک زیادی

در زمینه تولید طراحی این نرم افزار داشته اند.

دکتر **Jardine** چندین کتاب توضیح و بررسی نوع کار کرد ماشینها و نحوه تصمیمات آنها نوشته است

و ایشان در دپارتمان مهندسی مکانیک و صنایع دانشگاه **Toronto** کانادا تدریس می کنند.

از آدرسهای اینترنتی زیر برای دریافت نرم افزار استفاده شده است:

<http://www.oliver-group.com>

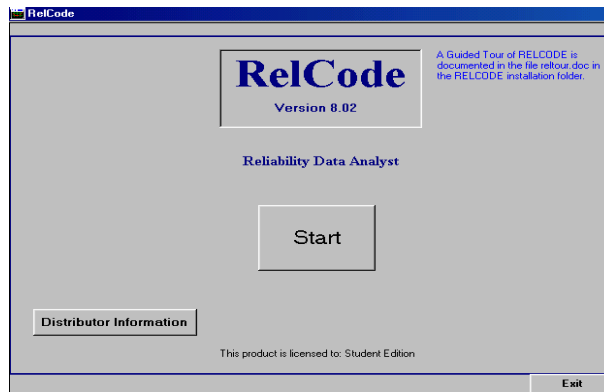
Email : interactive@oliver-group.com

Email : n.hastings@qut.edu.au

شروع کار با نرم افزار **RELCODE** :

ابتدا نرم افزار را نصب کرده و سپس از مسیر زیر برای باز کردن صفحه اصلی استفاده می کنیم:

Start \ Programs \ reliability Analysis- RELCODE



در صفحه اصلی با کلیک بر روی کلیک **start** می توان وارد بخش اصلی نرم افزار شد. از کلید **Distributor Information** برای مشاهده نام و آدرس طراحان این نرم افزار و اطلاعاتی درباره چگونگی خرید این نرم افزار می توانید کمک بگیرید.

صفحه اصلی دارای تمام کلیدهای لازم برای استفاده از نرم افزار است. این صفحه را **RELCode** با عنوان **[Item Header]** معرفی می کند.

در بخش **"Select required Item"** می توانیم به عناوین اطلاعاتی که وارد کرده ایم دست یابی داشته باشیم، در اینجا ۶ عدد از تجهیزات گوناگون را مورد بررسی قرار داده ایم و اطلاعات آنها وارد نرم افزار شده است که شامل موارد زیر است:

- | | |
|----------------------------------|----------------------------|
| 1. Bearing | 4. Bus Engines |
| 2. Hydraulic | 5. In Sulator |
| 3. Sugar Centrifuge Cloth | 6. Maintain Ability |

البته ما برای ادامه کار، فقط اطلاعات مربوط به **Bearing** (یاتاقان) را مورد بررسی قرار می دهیم و قسمتهای گوناگون نرم افزار و تحلیلهای ارائه شده را فقط برای این گونه تجهیزات ادامه می دهیم.

می توانیم اطلاعات پر شده مربوط به این گزینه را در نیمه پایینی صفحه مشاهده کنیم.

Item Reference: عنوان دستگاه را نشان می دهد.

Item Description: توضیح کوتاه در مورد وظیفه این دستگاه.

Age Unit: واحد زمان را برای محاسبات سن این دستگاه نشان می دهد.

Failure Replacement Cost: هزینه تعویض بعد از رخداد شکست.

Prevention Action Cost: هزینه تعویض پیشگیرانه.

Arrange utilization per component per year: در این کادر تعداد هفته های کاری در یک

سال را برای سیستم مشخص می کنیم.

Nimble of components at risk: تعداد قطعه ای که به عنوان ریسک برای محاسبات تعداد

قطعات یدکی مورد نیاز به کار می رود.

در پایین ترین سطر می توان برای حذف یا اضافه کردن اطلاعات برای یک دستگاه جدید اقدام کرد. با

فشار دادن کلید "Add Item" تمام کادرها به حالت خالی در آمده و آماده دریافت اطلاعات هستند.

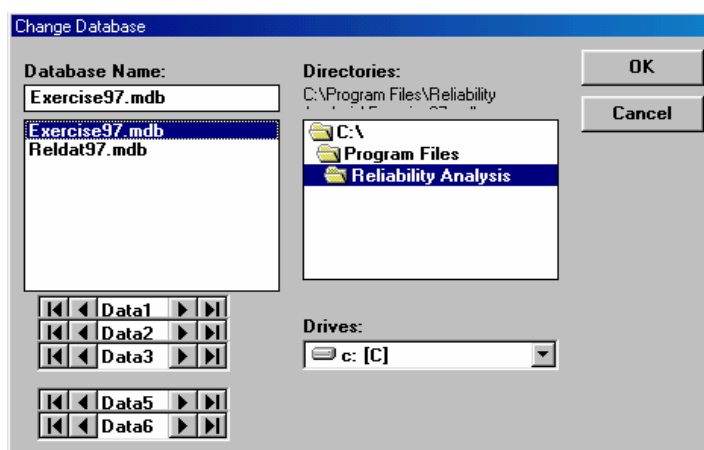
در بالای صفحه **Item Header** (صفحه اصلی) امکانات گوناگون وجود دارد که به بررسی آنها می

پردازیم.

▪ : Change Database

در این بخش با توجه به اینکه بانک اطلاعاتی مورد استفاده در حال حاضر آدرس دهی شده است می

توان از بانک اطلاعاتی دیگر با مشخصات دستگاههای دیگر نیز استفاده کرد.

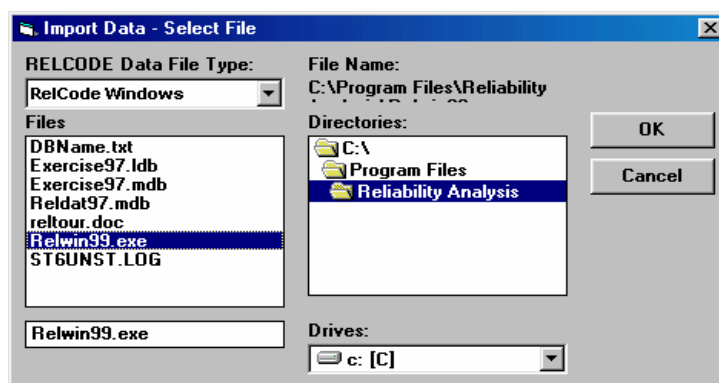


در صفحه **Change Database** شما می توانید به یک بانک اطلاعاتی مورد نظر خود دسترسی داشته

باشید و از آن استفاده کنید.

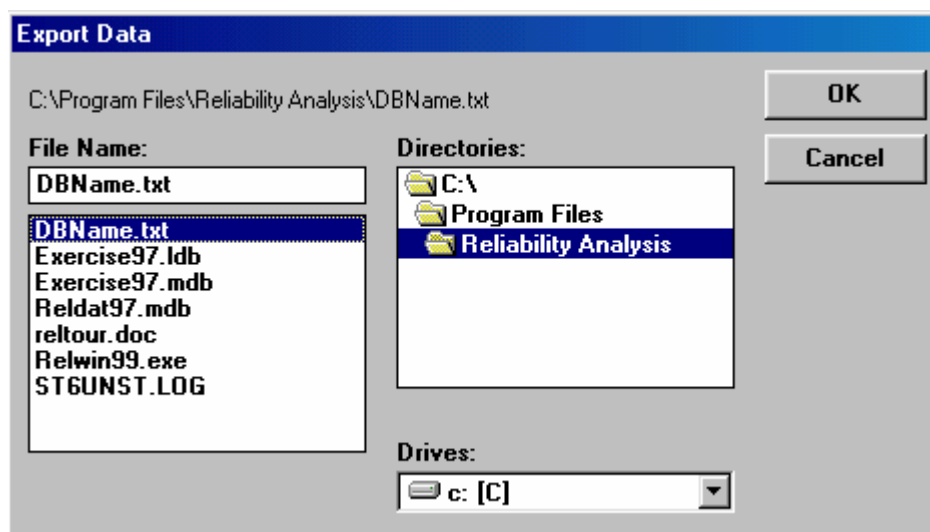
▪ Import Data :

در این نرم افزار شما می توانید فایل های گوناگون را با پسوندهای گوناگون مشاهده و از آنها استفاده کنید و به اصطلاح باز خوانی کنید



▪ Export Data :

در نرم افزار RELCode این امکان وجود دارد که تحلیلها - گرافها و توضیحات تحت پسوند فایل های گوناگون در مسیر دلخواه Save شوند، این امکان قابلیت دسترسی و سهولت کاربرد پاسخها را بیان می کند.



▪ Event data Entry :

یکی از بخشهای مهم هر نرم افزار نحوه ورود اطلاعات به آن است. در بخش Item Reference عنوان دستگاهی که اطلاعات مربوطه آن نوشته شده می آید. این پنجره از دو بخش تشکیل شده است.

RelCode - [Event Data]

RelCode Item Reference: Exercise 1 - Bearing

Record Number (set by computer)	Failure / Suspension	Age	Frequency
1	F	8	1
2	F	12	1
3	F	14	1
4	F	16	1
5	F	24	1
6	S	24	1

To delete a record, select it (click on its Record Number in the list box above) and then click on Delete Record. Data are sorted by age when you leave this screen.

Add or Amend Data

To add a record, click New Record, enter the data and click Save (or Cancel). The Enter key can be used to move between fields and buttons.

New Record

Failure (F) or Suspension (S): Age: Frequency:

defaults to F Weeks defaults to 1

Record No.:

To amend a record, select it (click on its Record Number in the list box on left). Corresponding data will appear in the boxes above. Amend the data, click Save or Cancel.

بخش اول در سمت راست "Add or Amend Data" نام دارد که به اضافه کردن و اصلاح داده ها می پردازد. اگر بر روی هر کدام از سلولهای جدول سمت چپ کلیک کنیم آن سطر در سمت راست ظاهر می شود و امکان تصحیح اطلاعات را به ما می دهد و از طرف دیگر می توان با فشار کلید **New Record** و **Save** به ایجاد رکوردهای جدید در بانک اطلاعاتی سمت چپ اقدام کرد.

بخش دوم در سمت چپ قرار دارد که همان بانک اطلاعاتی ما را تشکیل می دهد.

این **Database** از ۴ فیلد تشکیل شده است.

۱. فیلد اول مربوط به ردیف است.

۲. فیلد دوم مشخص می کند که شکست "F" (Failure)، یا توقف "S" (Suspension) صورت گرفته است.

۳. فیلد سوم (Age) مربوط به عمر دستگاه است. نشان دهنده عمری از دستگاه است که شکست یا توقف صورت گرفته است.

۴. فیلد چهارم (Frequency): - معین می کند که چند بار این امر صورت گرفته است، و فراوانی را مشخص می کند.

به طور مثال رکورد اول به صورت زیر بیان می شود:

" 1-F-8-1 "

یعنی یاتاقان مورد بحث، در هفته هشتم یکبار مورد شکست قرار گرفته است.

در پایین صفحه **Event Data** امکانات **Edit** برای حذف یک رکورد یا **print** کل داده ها وجود دارد.

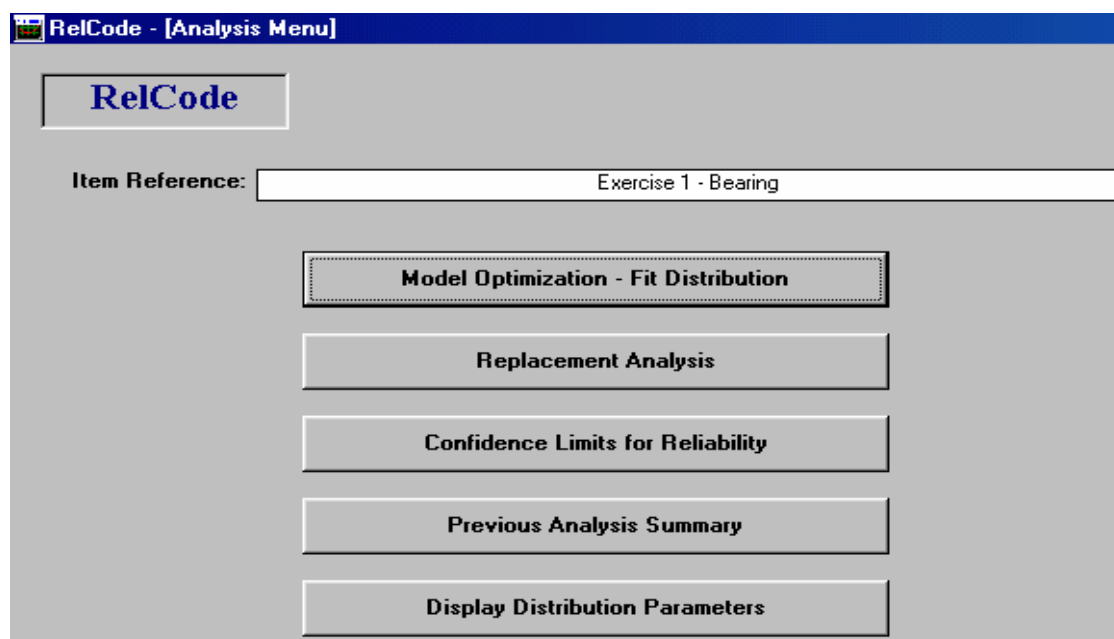
: Analysis Menu

مهمترین بخش نرم افزار بخش تحلیل و تجزیه اطلاعات ورودی برای رسیدن به گزارشات مفید است. **Relcode** داده های واقعی ما را بر اساس شکست هایی که در عملیات اجرایی برای هر یک از تجهیزات ایجاد شده است را تبدیل به اطلاعات در دسترس مدیریت می کند. **Relcode** از تکنیکهای پیشرفته در توزیع **Weibull** که توسط مهندسان قابلیت اطمینان آن مورد قبول است، استفاده می کند. همچنین **relcode** ما را قادر می سازد که از طرحهای گوناگون برای نرخ شکست تجهیزات گوناگون استفاده کنیم.

MTBF: متوسط زمان که یک قطعه بین دو خرابی کار می کند.

"Mean Time Between Failures"

با کلیک بر روی کلید **Analysis Menu** صفحه مربوط به آن باز می شود.



این بخش از دو قسمت اصلی که شامل:

Replacement Analysis و Model optimization – Fit distribution

تشکیل شده است و ۳ بخش دیگر شامل:

Confidence limits for Reliability

Previous Analysis Summery

Display Distribution Parameters

تشکیل می شود. ابتدا به توضیح خلاصه سه بخش فرعی می پردازیم و در ادامه دو بخش اصلی را مفصل توضیح خواهیم داد.

با کلیک روی کلید **Confidence limits for Reliability** شکل زیر در صفحه ظاهر می شود.

Failure Record Number	Modified Order Number	Age (Weeks)	Lower One Sided			Median Rank	Upper One Sided		
			99%	95%	90%		90%	95%	99%
1	1.00	8	0.46	0.61	0.68	0.89	0.98	0.99	1.00
2	2.00	12	0.29	0.42	0.49	0.73	0.91	0.94	0.97
3	3.00	14	0.17	0.27	0.33	0.58	0.80	0.85	0.92
4	4.00	16	0.08	0.15	0.20	0.42	0.67	0.73	0.83
5	5.00	24	0.03	0.06	0.09	0.27	0.51	0.58	0.71

در این صفحه می توانیم حدود اطمینان برای قابلیت اطمینان هر کدام از شکستهایی که رخ داده است را مشاهده کنیم.

در مثال یاتاقان (Bearing)، ۵ شکست (F) رخ داده بود که در اینجا حدود پایین و بالایی را در سطح اطمینان ۹۰٪ و ۹۵٪ و ۹۹٪ داده شده است.

کلید **Confidence limits for Reliability** متوسط زمانی که قطعه بین دو خرابی می تواند کار کند را به ما می دهد.

با کلیک روی کلید **Previous Analysis Summery** در صفحه اصلی **Analysis Menu** شکل زیر ظاهر می شود.

RelCode - [Summary]

Summary of Results

Item Reference:

Fitted Distribution Parameters

Shape Parameter (BETA)	<input type="text" value="1.17"/>	Shape Parameter (THETA)	<input type="text" value="0"/>
Scale Parameter (ETA)	<input type="text" value="13.28"/>	Rate Parameter (LAMBDA)	<input type="text" value="0"/>
Location Parameter Gamma	<input type="text" value="6.08"/>	Mean Life	<input type="text" value="18.66"/>

Goodness of Fit Test

Model Accuracy = %

Replacement Analysis

Replacement Policy Selected

در این صفحه خلاصه نتایج و پارامترها به طور ساده نمایش داده شده است. پارامترهای مناسب برای توزیع Weibull که شامل (BETA) (ETA) (Gamma) (TETA) (LAMBADA) است و همچنین میانگین عمر دستگاه مورد نظر نیز نمایش داده شده است. همچنین در قسمت **Goodness of fit TEST** میزان صحت اعداد بالا در سطح ۹۵٫۸۴ درصد مورد تصدیق قرار گرفته است.

با کلیک بر روی کلید **Display Distribution Parameters** در صفحه اصلی شکل زیر مشاهده می شود.

RelCode - [Change Parameters]

RelCode **Display or Directly Amend Distribution Parameters**

Exercise 1 - Bearing

Weibull Parameters

Shape Parameter (BETA) 1.17

Scale Parameter (ETA) 13.28

Location Parameter Gamma 6.08 Mean Life 18.66

Bi-Weibull Additional Parameters

Shape Parameter (THETA) 0.00

Shape Parameter (LAMBDA) 0.0000e+0

Goodness of Fit Test

Confidence Levels

	80%	90%	95%	99%
Critical Values:				
Model Accuracy Test	88.85	87.59	86.21	84.46

Report to Clipboard

Save Report to File

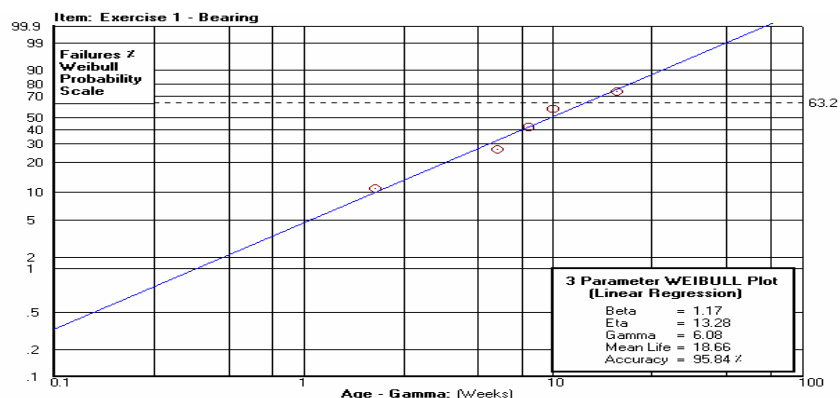
Print Report

Observed Model Accuracy = 95.84 % (Good)

Hypothesis that distribution fits data is not rejected - based on Model Accuracy

Replacement Analysis Save Parameters View Graph OK Close

در این صفحه امکان مشاهده و اصلاح مستقیم تمام پارامترهای توزیع وجود دارد. این پارامترها شامل (BETA) (ETA) (GAMMA) و میانگین طول عمر دستگاه مورد نظر (یاتاقان) می شود. همچنین می توان به طور دقیق مقدار پارامترهای (THETA) و (LAMBDA) را وارد کرد. در این صفحه امکان تغییر درصدهای اطمینان برای ایجاد بهترین حالت برای ایجاد یک توزیع Weibull مناسب برای دستگاه مورد نظر وجود دارد. با کلیک بر روی کلید **View Graph** در پایین صفحه **Change Parameters** می توان توزیع ویبال را با پارامترهای ورودی مشاهده کرد. امکان کپی گراف در دیگر نرم افزارها وجود دارد. همچنین امکان دسترسی به دیگر گرافها نیز وجود دارد.



در این قسمت به تشریح دو بخش مهم و ابتدایی صفحه **Analysis Menu** می پردازیم:
 بر روی کلید **Fit distribution - Model optimization** کلیک کنید. صفحه **Distribution Summary** باز می شود که در شکل زیر نشان داده شده است:

Model	Lambda	Theta	Gamma	Eta	Beta	Relative Quality	
1. Weibull 2 Parameter Linear Regression				19.00	2.42	0.00	Use Model
2. Weibull 2 Parameter Max Likelihood				19.24	2.59	-1.08	Use Model
3. Weibull 2 Parameter Max Model Accuracy				19.38	2.02	0.88	Use Model
4. Weibull 3 Parameter Linear Regression			6.08	13.28	1.17	1.77	Use Model
5. Weibull 3 Parameter Max Model Accuracy			6.08	13.28	1.17	1.77	Use Model
6. Bi-Weibull Max Model Accuracy	0.0000e+0	0.00	6.08	13.28	1.17	0.90	Use Model

The preferred model is Weibull 3 Parameter Linear Regression (4)

Buttons: Report to Clipboard, Save Report to File, Print Report, Close, Go with Preferred Model

در این صفحه انواع مدهای توزیع ویبال (Weibull) با پارامترهای گوناگون در ۷ مدل مختلف نشان داده شده اند. به طور مثال مدل اول، دو توزیع ویبال با ۲ پارامتر (Eta) و (Beta) با توجه به رگرسیون خطی نشان داده شده است. و مدل ۷ با کلید **Go with preferred model** قابل دسترسی است که در شکل زیر نشان داده شده است

Exercise 1 - Bearing

Linear Regression

Number of Failures	5
Number of Suspensions	1
Total Failures and Suspensions	6
Age Unit	Weeks

Two Parameter WEIBULL Distribution - Fitted Parameters

Shape Parameter (BETA)	1.17	Mean Life	18.66
Scale Parameter (ETA)	13.28	Characteristic Life	19.36
Minimum Life (GAMMA)	6.08	Standard Deviation	8.55

Goodness of Fit Test - Model Accuracy Method

Confidence Levels	80%	90%	95%	99%
Critical Values:	89.22	87.97	86.59	84.83
Observed Model Accuracy =	95.84	%	(Good)	
Hypothesis that distribution fits data is not rejected.				

Buttons: Save Report to File, Report to Clipboard, Replacement Analysis, Save Parameters, Graphs Menu, Print Report, Close

این مدل کاملترین مدل است که نرم افزار در اختیار ما قرار می دهد. تمام پارامترهای آن با مناسبترین حدود اطمینان تخمین زده شده اند و اطلاعات کامل را در بازه دستگاه با توجه به توزیع ویبال در اختیار ما می گذارد. در قسمت بالای این صفحه نشان داده شده است که به طور مثال تعداد شکست برابر ۵ و تعداد توقف دستگاه ۱ بوده است و واحد زمان، هفته است. همچنین پارامترهای (ETA) و (BETA) و (GAMMA) و میانگین عمر دستگاه و انحراف معیار دستگاه و انحراف معیار این عمر داده شده است.

ما ادامه تحلیلها و گرافها را با استفاده از مدل ۱ که ساده ترین مدل است ادامه می دهیم. رو به روی مدل ۱ بر روی کلید use model کلیک کنید.

RelCode - [Weibull Parameters]

Exercise 1 - Bearing

Number of Failures	5
Number of Suspensions	1
Total: Failures and Suspensions	6
Age Unit	Weeks

Linear Regression

Two Parameter WEIBULL Distribution - Fitted Parameters

Shape Parameter (BETA)	2.42	Mean Life	16.84
Scale Parameter (ETA)	19.00	Characteristic Life	19.00
		Standard Deviation	7.41

Goodness of Fit Test - Model Accuracy Method

Confidence Levels	80%	90%	95%	99%
Critical Values:	88.85	87.59	86.21	84.46
Observed Model Accuracy =	93.69 %		(Good)	
Hypothesis that distribution fits data is not rejected.				

Buttons: Save Report to File, Report to Clipboard, Replacement Analysis, Save Parameters, Graphs Menu, Print Report, Close

در این صفحه نیز که در شکل بالا نشان داده شده است تعداد شکستها ۵ و تعداد توقفها ۱ و همچنین واحد زمان هفته قرار داده شده است.

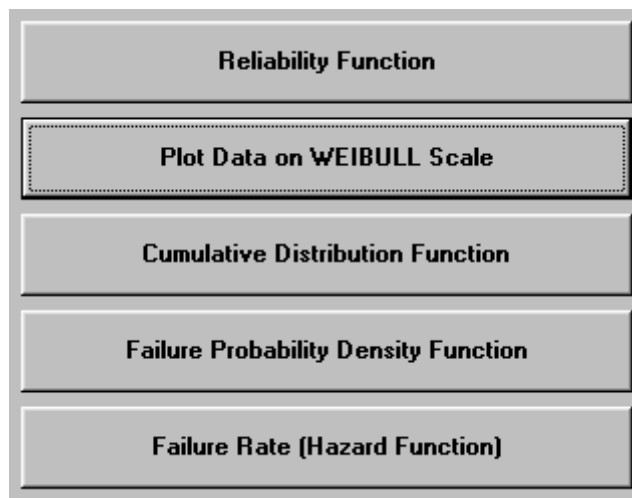
در قسمت بعدی ۲ پارامتر توزیع ویبال یعنی ETA و BETA به مقدار ۲,۴۲ و ۱۹ نشان داده شده اند. میانگین عمر دستگاه ۱۶,۸۴ و انحراف معیار آن ۷,۴۱ هفته محاسبه شده است.

در بخش بعدی مشخص شده است که اعداد بالا در حدود اطمینان ۹۳,۶۹٪ مناسب ارزیابی شده اند.

در بخش آخر صفحه Weibull Parameters، امکانات ذخیره، کپی و چاپ پارامترهای گوناگون قرار داده شده است.

دو بخش مهم در این قسمت کلیدهای Graphs Menu و Replacement Analysis هستند.

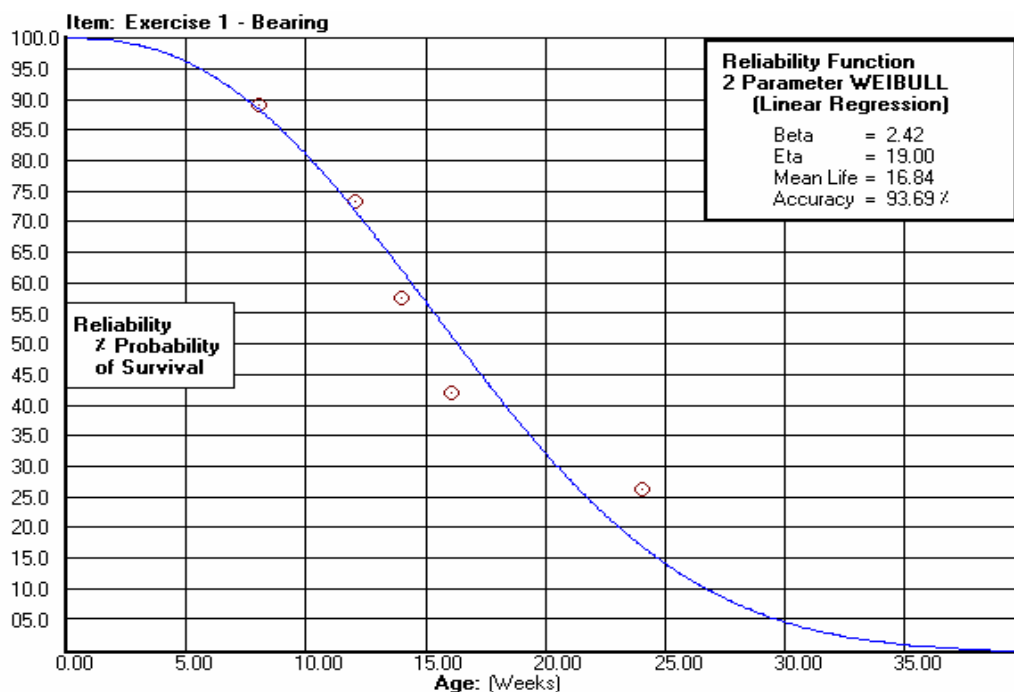
بر روی کلید **Graph Menu** کلیک کنید تا صفحه زیر باز شود:



۵ نوع گراف مختلف در این صفحه قابل دسترسی است که هر کدام را به طور مجزا توضیح می دهیم. جداول و گرافهای این نرم افزار اطلاعات درست و دقیقی را در اختیار شاغلان در "نت" قرار می دهد تا بتوانند با قدرت پاسخ سؤالات را بدهند.

این گرافها همچنین برای کسانی هم که به طور دقیق به دنبال گزینه های آماری در مورد دوره زندگی و شکست دستگاهها هستند مفید خواهد بود.

۱- اولین گراف **Reliability Function** یا تابع قابلیت اطمینان است که در شکل زیر نمایش داده شده است.

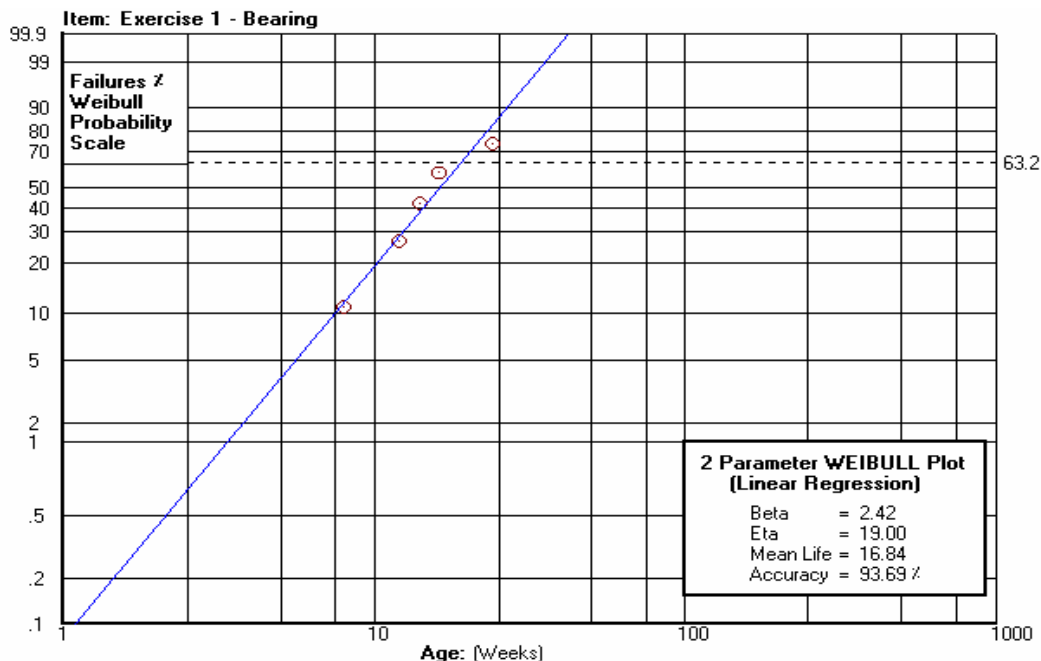


این گراف احتمال بقای تجهیزات ما را در مقابل سن نمایش می دهد. این گراف یک نشان دهنده خوب برای مدل میزان درستی کار تجهیزات است. همانطور که در شکل نشان داده شده است به طور مثال احتمال اینکه دستگاه یا تاقان ما تا سن ۱۰ هفتگی هنوز کار کند حدود ۸۰ درصد است. و احتمال اینکه این دستگاه تا هفته ۱۷ بدون شکست کار کند حدود ۵۰ درصد است.

همان طور که نشان داده شده است این گراف نزولی است یعنی هر چه زمان کار دستگاه بیشتر می شود، احتمال سالم بودن و کار کردن دستگاه کمتر می شود.

در کادر سمت راست - بالا توضیحات خلاصه در مورد پارامترهای توزیع ویبال داده شده است.

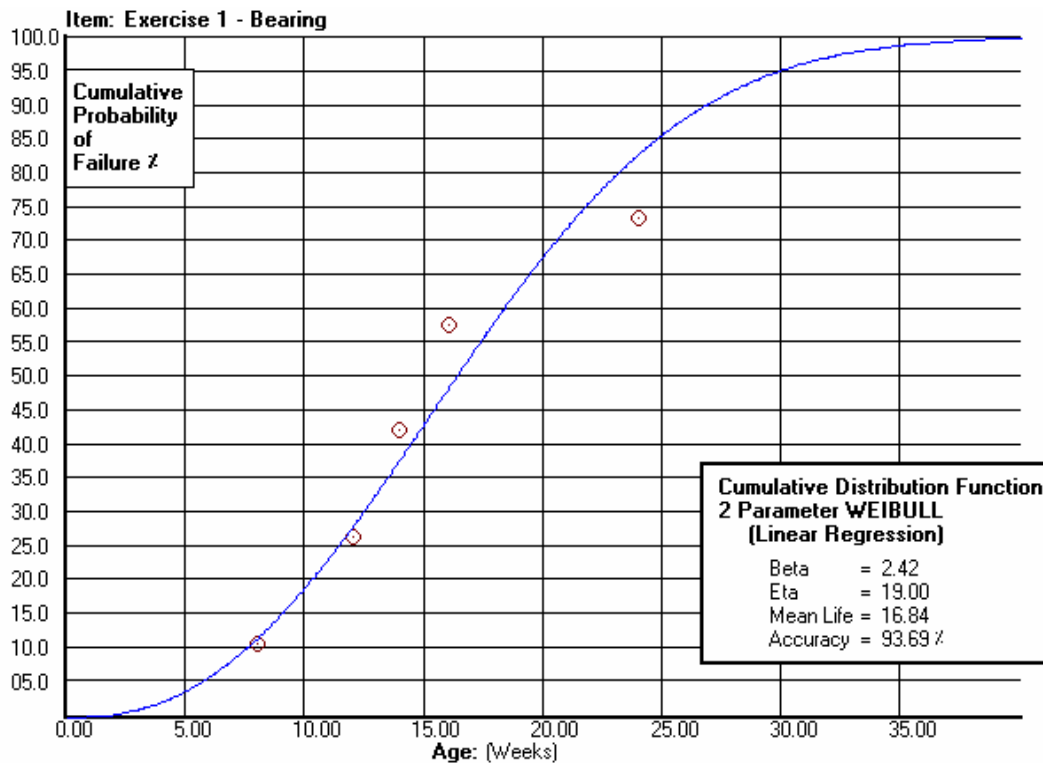
۲- دومین گراف در صفحه **Graph Menu** ، **Plot Date on Weibull scale** است.



در این خط توزیع ویبال توسط یک خط راست و مستقیم تخمین زده شده است. این کار با رگرسیون خطی انجام می پذیرد.

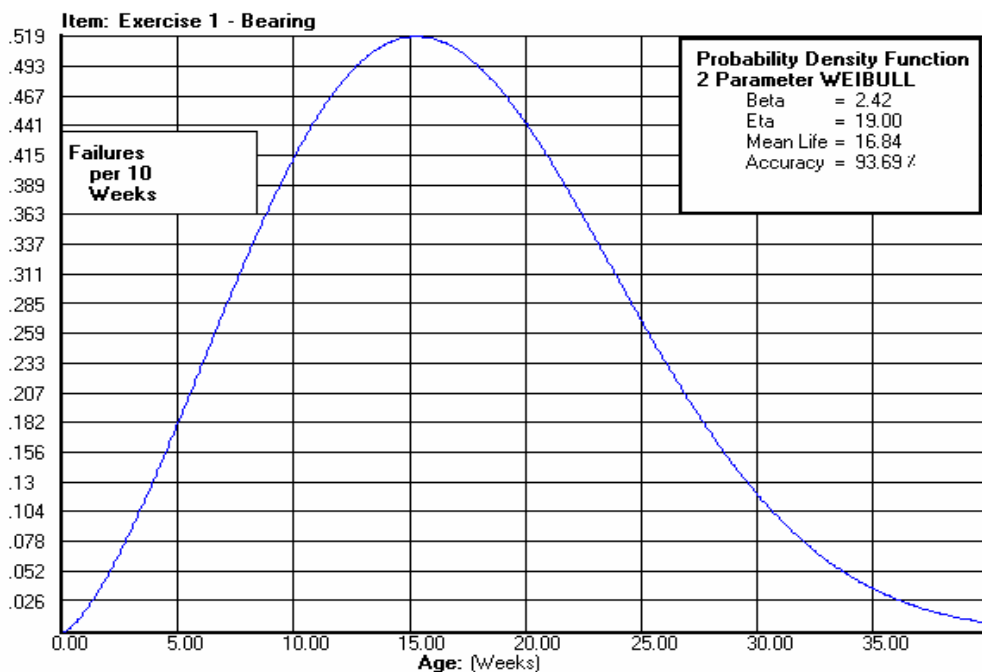
همانطور که مشخص شده است این نمودار یک نمودار صعودی است یعنی هر چه متن دستگاه بیشتر می شود، احتمال شکست آن نیز افزایش می یابد.

۳- سومین گراف **Cumulative Distribution Function** گراف تابع توزیع انباشته، است.



این گراف قرینه گراف اول است؛ این گراف معین می کند که مثلاً اگر دستگاه تا هفته ۱۵ کار کرده است هنوز حدود ۴۳ درصد شانس دارد که بیشتر عمر کند.

۴- چهارمین گراف **Failure Probability Density Function** یا تابع چگالی احتمال توزیع شکست است.

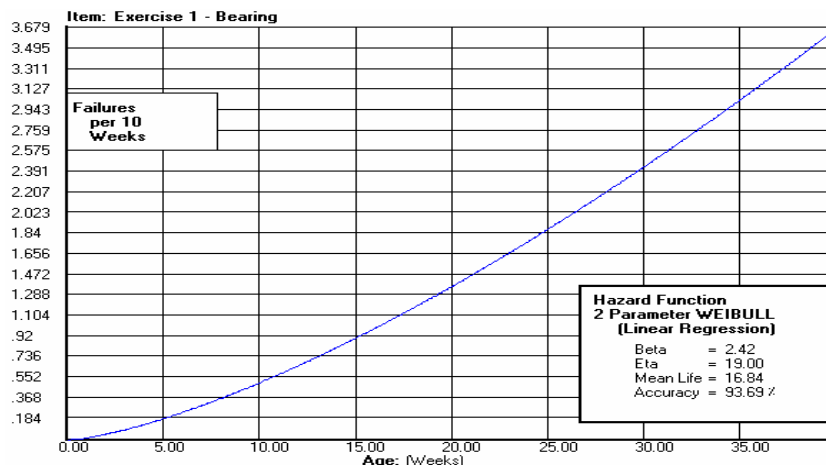


همانطور که در شکل مشاهده می کنید تابع چگالی احتمال توزیع ویبال با ۲ پارامتر (ETA) و (BETA) با میانگین ۱۶٫۸۴ هفته مشخص شده است.

۵- پنجمین گراف: **Hazard Function Failure Rate** یا تابع نرخ شکست است.

نرخ شکست ممکن است صعودی یا نزولی یا به عبارت دیگر افزایشی یا کاهششی باشد یا ترکیبی از آنها.

این تابع معین می کند که در زمانهای گوناگون از کار، دستگاه چه نرخ شکستی دارد. هر چه نرخ شکست افزایش می یابد به تدریج دستگاه رو به زوال می رود. ارزش جایگزینی پیشگیرانه تا هنگامی است که تدریجاً به شکست نزدیک می شویم. ولی هنوز شکست برای دستگاه رخ نداده است و کار ادامه دارد.

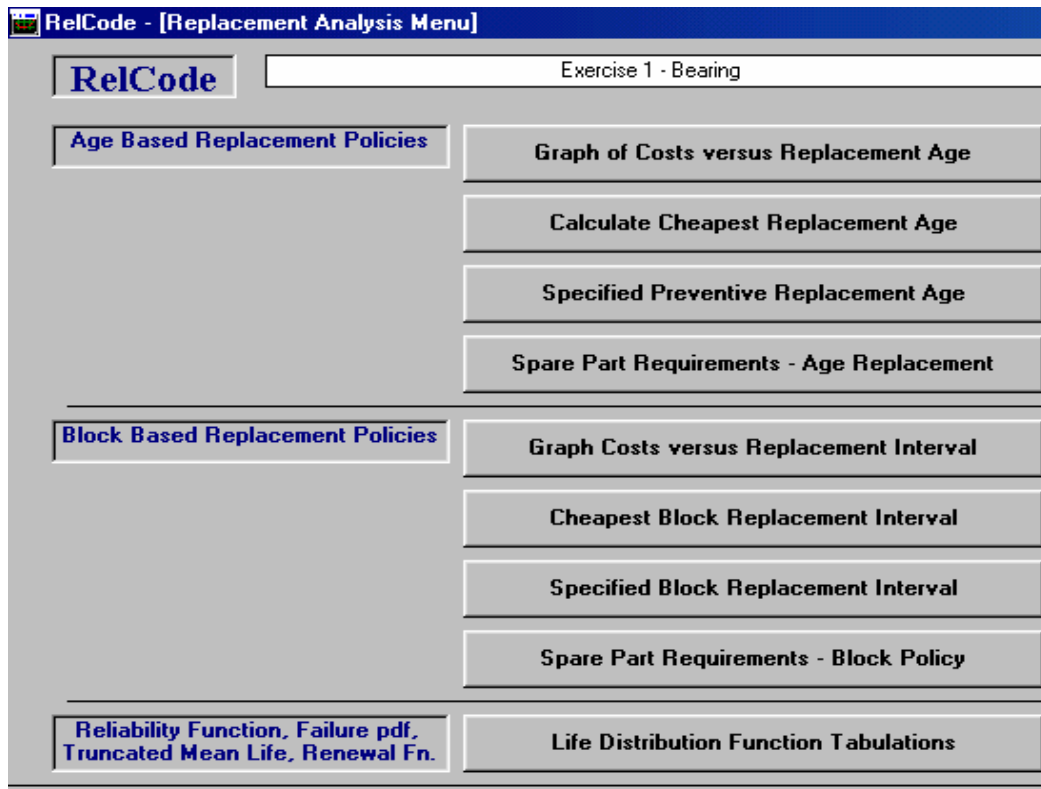


به طور مثال این نمودار معین می کند که در هفته ۱۷ بطور میانگین یک شکست رخ می دهد. یا اگر در هفته ۲۵ قرار داشته باشیم امکان (حدود) ۲ شکست وجود دارد.

▪ **Replacement Analysis**: آنالیز تعویض

این بخش مهمترین بخش قسمت از بحث این جزوه آموزشی را تشکیل می دهد.

در صفحه **Analysis Menu** روی گزینه **Replacement Analysis** کلیک کنید. شکل زیر حاصل می شود:



تمام محاسبات این بخش با توجه به هزینه تعویض پیشگیرانه به مبلغ ۱۰۰ دلار و هزینه تعویض بعد از شکست به طور اضطراری به میزان ۱۰۰۰ دلار. صورت گرفته است. این بخش از ۳ قسمت تشکیل شده است.

(۱) **Age Based Replacement Policies**: که در این بخش سیاستهای تعویض بر

اساس سن (هفته) بیان شده اند.

(۲) **Block Based Replacement Policies**: که در این بخش تمام پارامترها بر

حسب فاصله تعویض بیان شده اند.

(۳) **Reliability / Failure PDF/ Truncated meanlife / renewal fn** که

جدول تابع توزیع زندگی در زمانهای مختلف برای دستگاه به طور جزئی آورده شده

است.

بر روی گزینه ۳ یعنی پایین ترین کلید در صفحه **Replacement Analysis menu** کلیک

کنید.

RelCode - [Life Distribution Function Tabulations]

RelCode Item Reference: Exercise 1 - Bearing

Distribution: 2 Parameter WEIBULL

Age Unit: Weeks

Age Increment: 0.29

Distribution Parameters

Lambda	Theta	Gamma	Eta	Beta	Mean Life
0.000000	0.00	0.00	19.00	2.42	16.84

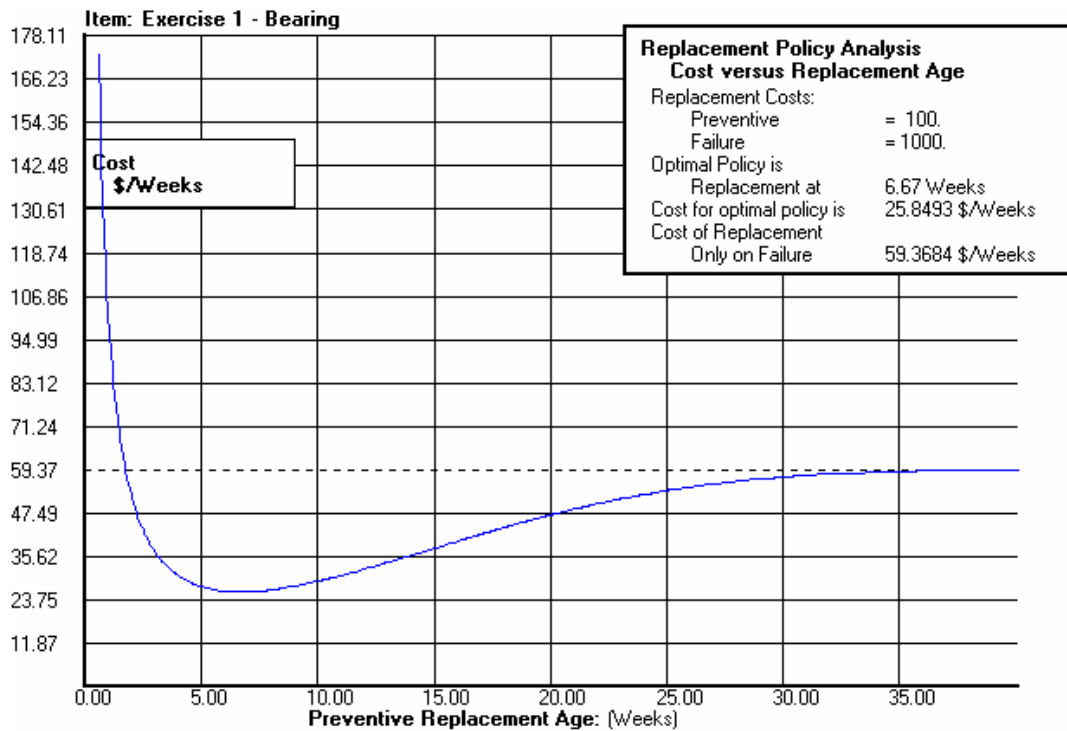
Age	Probability Density Function	Reliability	Truncated Mean Life	Cumulative Renewals
15.3700	0.051854	0.549651	13.089840	0.480189
15.6600	0.051796	0.534621	13.247097	0.497837
15.9500	0.051674	0.519616	13.400002	0.515620
16.2400	0.051489	0.504656	13.548567	0.533526
16.5300	0.051244	0.489758	13.692805	0.551542
16.8200	0.050938	0.474940	13.832737	0.569656
17.1100	0.050575	0.460219	13.968390	0.587856
17.4000	0.050155	0.445612	14.099793	0.606129
17.6900	0.049680	0.431135	14.226982	0.624466

Save to File Close

همانطور که ملاحظه می کنید برای دستگاه یاتاقان (Breaing) مقادیر پارامترهای توزیع Weibull با ۲ پارامتر تخمین زده شده اند. در بخش پایانی مقدار ϵ فیلد "تابع چگالی احتمال، قابلیت اطمینان، میانگین عمر، مقدار انباشته" با توجه به سن و عمر دستگاه در بازه های کوچک نمایش داده شده است.

برای راحتی کار در این جزوه آموزشی به بررسی بخش اول (۱) یعنی بررسی سیاستهای تعویض بر اساس یا طول عمر دستگاه می پردازیم. در این بخش ϵ گزینه وجود دارد:

- **Graph of Costs Versus Replacement Age** گراف هزینه در برابر زمان تعویض: این مهمترین گراف در نرم افزار Relcode است که به تصمیم گیری ما برای تعویض قطعات کمک بسیاری می کند. که در شکل زیر نمایش داده شده است.



این گراف هزینه های بازه های گوناگون را برای زمان در سیاست تعویض معین می کند. جدول معین شده در سمت راست - بالا، پارامترهای بهینه را به ما می دهد. همانطور که در شکل مشخص است، کمترین هزینه متعلق به ۶,۶۷ است، یعنی اگر در زمان ۶,۶۷ هفتگی، تعویض صورت گیرد کمترین هزینه به مقدار ۲۵,۸۴ دلار در هفته به ما تحمیل می شود. این در صورتی است که هزینه شکست چیزی در حدود ۶۰ دلار در هفته برای این زمان بهینه محاسبه شده است. پس بهتر است که در این زمان تعویض پیشگیرانه صورت گیرد تا به هزینه های اضافی نرسیم.

اگر ما در زمانی کمتر از ۶,۶۷ هفته را انجام دهیم قابلیت اطمینان ما ۱۰۰ درصد خواهد بود ولی هزینه اضافی بر ما تحمیل شده است. اگر در زمانی بیشتر از ۶,۶۷ هفتگی تعویض صورت گیرد، قابلیت اطمینان ما کاهش می یابد، یعنی احتمال شکست وجود دارد.

۳) Calculate cheapest Replacement Age : نمایش محاسبات کمترین زمان تعویض:

RelCode - [Age Based Replacement Policy Report]	
RelCode	Age-Based Replacement Policy
Exercise 1 - Bearing	
Preventive Replacement Cost	100
Failure Replacement Cost	1000
Cheapest Replacement Age	
Cheapest Preventive Replacement Age (Weeks)	6.67
Cost \$/Weeks is then	25.8493
Cost \$/Weeks for Replacement Only On Failure	59.3684
Saving \$/Weeks	33.519
Preventive Replacements as Percent of all Replacements	92%
Failure Replacements as Percent of all Replacements	8%

همانطور که در شکل مشاهده می کنید خلاصه از پارامترها و هزینه ها همچنین زمان تعویض بهینه به مقدار ۶,۶۷ هفته برای مثال یاتاقان و هزینه تعویض پیشگیرانه در هفته و همچنین هزینه تعویض شکست در هفته در ردیفهای این صفحه آورده شده اند، همانطور که مشخص است، تعداد کل تعویض های پیشگیرانه ۹۲ درصد و تعویضهای شکست ۹ درصد تخمین زده شده است که این امر برای تصمیم گیری درباره قبول یا رد این سیاست اساسی و کارا است.

۳) **Specified Preventive Replacement Age**: تعویض پیشگیرانه برای یک عمر خاص و مشخص.

با کلیک بر روی این کلید یک صفحه باز می شود و می پرسد که شما محاسبات مربوط به تعویض پیشگیرانه را برای چه عمری بر حسب هفته می خواهید؟

مثلاً در این جا ما انجام محاسبات را برای عمر ۱۰ هفتگی خواسته ایم. با فشار کلید **OK** شکل زیر نمایان می گردد:

Age-Based Replacement Policy	
Exercise 1 - Bearing	
Preventive Replacement Cost	100
Failure Replacement Cost	1000
Cheapest Replacement Age	
Cheapest Preventive Replacement Age (Weeks)	6.67
Cost \$/Weeks is then	25.8493
Cost \$/Weeks for Replacment Only On Failure	59.3684
Saving \$/Weeks	33.519
Preventive Replacements as Percent of all Replacements	92%
Failure Replacements as Percent of all Replacements	8%
Specified Preventive Replacement Age (Weeks)	10
Cost \$/Weeks is	28.8535
Preventive Replacements as Percentage of all Replacements	81%
Failure Replacements as Percent of all Replacements	19%

همانطور که در سطر پایین صفحه جواب داده شده است، هزینه هفتگی در این صورت چیزی در حدود ۲۹ دلار است و ۸۱ درصد از مواقع تعویض پیشگیرانه انجام می شود ولی در حدود ۱۹ درصد شکست رخ می دهد. این بخش به ما امکان می دهد که برای زمانهای تعویض مشخص دلخواه هزینه عملیات را به خوبی محاسبه کنیم تا بهترین تصمیم را اتخاذ کنیم.

۴) **Spare Part Requirement-Age Replacement**: زمان تعویض _ تعداد قطعات یدکی مورد نیاز:

همانطور که از عنوان این بخش مشخص است این قسمت مأمور محاسبه تعداد قطعات یدکی برای بخش موجودی نیز هست تا در صورت اجرای برنامه تعویض پیشگیرانه یا تعویض شکست با کمبود موجودی قطعه یدکی مواجه نشویم.

با کلیک بر روی این گزینه (یعنی گزینه چهارم در صفحه **Replacement Analysis Menu**) صفحه ای باز می شود که در شکل زیر نمایش داده شده است:

The optimum preventive replacement age is 6.67 Weeks

Specified Preventive replacement age (Weeks)	6.67
Number of components at risk	4
Annual Component Utilization (Weeks)	50

Total annual component utilization: 200

۱) در کادر اول: زمان تعویض پیشگیرانه به هفته خواسته شده است. ما می توانیم همان زمان بهینه یا هر زمان یا طول عمر دیگر از دستگاه را وارد کنیم.

۲) در کادر دوم: تعداد قطعات در صورت دیسک را وارد می کنیم.

۳) در کادر سوم: تعداد هفته ها یا واحد زمان در سال را معین می کنیم. با فشار دادن کلید OK شکل زیر مشاهده می گردد:

RelCode - [Spare Parts]

RelCode **Spare Parts Requirement (Steady State Average)**

Age Replacement Policy

Exercise 1 - Bearing

Analysis Parameters

Preventive Replacement Cost 100

Failure Replacement Cost 1000

Specified Preventive Replacement Age(Weeks) 6.67

Total Annual Component Utilization 200.00

Spare Parts Annual Requirement

Number of preventive replacements	28.36	Report to Clipboard
Number of failure replacements	2.33	Save Report to File
Total annual spares usage	30.69	Print Report
Annual spares usage for policy of replacement only on failure	11.87	

Save Parameters **Close**

در این بخش علاوه بر بیان زمان بهینه در بخش پایانی صفحه **Spare Parts** :
 در کادر اول: تعداد قطعات یدکی مورد نیاز برای تعویض پیشگیرانه را معین کرده است.
 در کادر دوم: تعداد قطعات یدکی مورد نیاز برای تعویض شکست مشخص شده است.
 در کادر سوم: کل تعداد قطعات یدکی مورد نیاز را که مقدار آن حدود ۳۱ است معین شده است.
 و البته در کادر چهارم: تعداد کل قطعات یدکی در صورتی که تعویض فقط بعد از شکست انجام شود داده شده است.

این مقدار حدود ۱۲ عدد قطعه یدکی است که از مقدار ۳۱ قطعه یدکی در کل با احتساب تعداد یدکی به علت تعویض پیشگیرانه، همیشه کمتر است، ولی باید توجه کرد که هزینه تعویض شکست همواره بیشتر از تعویض پیشگیرانه است. از مثال هزینه تعویض شکست ۱۰ برابر تعویض پیشگیرانه است. پس بهتر است به توصیه نرم افزار مبنی بر استفاده از تعویض پیشگیرانه توجه کنیم.

مسئلاً استفاده از این نرم افزار کمک بزرگی برای مدیران نت در برنامه ریزی تعویض ها و قطعات یدکی است. قیمت این نرم افزار در سال ۲۰۰۳ چیزی در حدود ۲۳۰ دلار پیش بینی شده است.