چکیده:

ضمانت‌نامه یک تعهد قراردادی است که تولیدکننده یافروشنده درازای فروش یک محصول به یک خریدار، بر عهده می‌گیرد. به بیان دیگر،هدف از ضمانت‌نامه پدیدآوردن گونه‌ای مسئولیت دربازه زمانی معین برای تولیدکننده و فروشنده است.زمانی که یک قطعه خراب می شود، تولیدکننده بنا به سیاست تعمیری که پیشاپیش در نظر گرفته است اقدام به تعمیر یا جایگزینی قطعه معیوب می‌کند.نقش ضمانت‌نامه در دنیای صنعتی و تجاری به عنوان یک سرمایه گذاری سودآور ، به سرعت در حال افزایش می‌باشد ، این نقش چه از بعد ترغیب مشتری و چه از بعد چتر حمایتی خصوصا برای کالاهای پیچیده و گران قیمت از اهمیت بسزایی برخوردار می‌باشد.از دیدگاه تولیدکننده و فروشنده ضمانت‌نامه ، مهم ترین جنبه ضمانت‌نامه ، هزینه‌هایی است که پس از تعهد ضمانت‌نامه به دنبال خواهد آمد. این هزینه، تعیین کننده خط مشی‌ها و تصمیماتی است که بر طبق آن ها تولیدکننده ، ضمانت‌نامه را به مشتری پیشنهاد می‌کند.در اتخاذ خط-مشی سودآورتر و مفیدتر برای مشتری ، تجزیه و تحلیل هزینه‌ها در قالب یک مدل کمی امکان‌پذیر می‌باشد. تولیدکنندگان برای حداقل‌سازی هزینه‌های تولیدی-پشتیبانی و حداکثرکردن میزان رضایت مشتری از محصول ارائه‌شده با ضمانت‌نامه درصدد یافتن یک استراتژی کارا هستند. دوره تاخیر در فروش به معنای بازه زمانی از تاریخ تولید محصول تا تاریخ فروش آن می‌باشد. یکی از مهم‌ترین دلایل ایجاد این دوره، مشخص نبودن تاریخ دقیق فروش محصول است. تحقیق پیش‌رو ، مدل‌سازی در جهت بررسی هزینه‌های ناشی از ادعاهای ضمانت‌نامه در شرایط فروش با تاخیر محصول و تحت تاثیرعوامل انسانی می‌باشد.این مدل دو نوع عامل انسانی که در هزینه-های نهایی تاثیر گذاشته ، دو نوع شکست مخرب و متناوب و شرایط فروش با تاخیر را در نظر گرفته است. در بخش اول مدل پیشنهادی ،یک مدل ریاضی برای هزینه‌های ایجاد شده در شرایط فروش با تاخیر تحت دو نوع شکست و دو عامل انسانی ذکر شده ارائه می‌شود و در بخش دوم ، سه مدل هزینه‌یابی که ترکیب عوامل انسانی و دو نوع شکست بوده ارائه می شود نهایتا تلاش شده که بهترین مدل ترکیبی در جهت هزینه‌یابی ادعاهای ضمانت‌نامه تحت شرایط فروش با تاخیر و تاثیر عوامل انسانی ارائه شود. در پایان با بررسی یک مثال عددی با توزیع‌ها و پارامترهای مختلف ، نتایج ارائه می‌شوند.

کلمات کلیدی: ضمانت‌نامه، تاخیردر فروش، سیاست ضمانت‌نامه تجدیدناپذیر، ادعاهای ضمانت‌نامه، شکست مخرب، شکست متناوب، مدل‌سازی ریاضی

فهرست مطالب

عنوان صفحه

فهرست مطالب.....هشت

چکیده:.....۱

فصل اول مقدمه:.....۲

۱-۱- اهمیت ضمانت‌نامه ۲

۱-۲-اهداف و ضرورت انجام این تحقیق.....۳

۱-۲-۱- استراتژی تعمیر.....۴

۱-۱-۲-۱- تمامی تعمیرات از نوع تعمیر حداقلی.....۵

۲-۱-۲-۱- تمامی تعمیرات از نوع کامل ۵

۳-۱-۲-۱- تمامی تعمیرات از نوع جایگزینی ۵

فصل دوم: تعاریف ، مفاهیم و مرور بر ادبیات.....۷

۲-۱- مقدمه.....۷

۲-۲- تعریف مفاهیم اساسی.....۸

۲-۲-۱- تعریف تاخیردرفروش ۹

۲-۲-۲- انواع تاخیردر فروش ۱۰

۲-۳- توابع آماری ۱۲

۲-۳-۱- تابع نرخ خرابی ۱۲

۲-۳-۲- تابع تجمعی نرخ خرابی ۱۳

۲-۳-۳- میانگین زمان کارکرد تا خرابی.....۱۴

۲-۳-۴- مفاهیم فرآیندهای تصادفی.....۱۵

۲-۴- مشکلات مرتبط با درخواست‌های ضمانت‌نامه ۱۸

۲-۴-۱- درخواست‌های ضمانت‌نامه که با تاخیر انجام میشوند. ۱۸

۲-۴-۲- خراب شده است ولی گزارش نشده است ۱۸
۲-۴-۳- جزو خرابی‌های مفاد ضمانت‌نامه نیست ولی گزارش می‌شود ۱۹
۲-۵- عدم اجرای ضمانت‌نامه ۱۹
۲-۶- دسته بندی سیاست‌های ضمانت‌نامه ۲۰
۲-۷- ابعاد سیاست ضمانت‌نامه ۲۰
۲-۸- نقش ضمانت‌نامه ۲۱
۲-۸-۱- دیدگاه خریداران ۲۱
۲-۸-۲- دیدگاه تولید کننده ۲۱
۲-۹- تاریخچه ضمانت‌نامه ۲۲
۲-۱۰- انواع زمینه‌های مطالعاتی ضمانت‌نامه ۲۳
۲-۱۰-۱- چارچوب بازبینی ۲۴
۲-۱۰-۲- مروری کوتاه بر سیاست‌های متداول ضمانت‌نامه ۲۴
۲-۱۱- نتیجه‌گیری: ۳۲
فصل سوم: هزینه ضمانت‌نامه در تاخیرفروش ۳۶
۳-۱- فرض‌های مدل ۳۷
۳-۲- سیاست گارانتی تجدیدناپذیر ۳۸
۳-۲-توسعه به سیستم‌های چند حالته: ۴۳
۳-۳- سیاست گارانتی تجدیدپذیر ۴۵
۱-۳-۳- سیاست گارانتی تجدیدپذیر جزء چندحالته برای مدل نمایی ۴۶
۳-۴-نتایج محاسباتی: ۴۷
۳-۵-نتیجه‌گیری: ۵۰
فصل چهارم: هزینه ضمانت نامه و عوامل انسانی ۵۱
مقدمه: ۵۱
۴-۱- فرض‌های مدل ۵۱
۴-۲- مدل ۱- تاثیرات ترکیبی شکست‌های مخرب، متناوب و ادعاهای NFBR ۵۶

۴-۳- مدل۲-ادعاهای FBNR ۵۷
۴-۴-مدل ترکیبی- یکپارچه‌سازی ادعای NFBR و پدیده FBNR ۶۰
۴-۵- نتایج محاسباتی ۶۰
۴-۵-۱- هزینه‌های مورد انتظار براساس پارامترهای β و n ۶۱
۴-۶- نتیجه‌گیری: ۶۳
فصل پنجم: هزینه ضمانت‌نامه در دوره تاخیرفروش تحت تاثیرخطای انسانی ۶۴
۵-۱- فرض‌های مدل: ۶۴
۵-۲- هزینه موردانتظار ضمانت‌نامه بر اثر شکست‌های مخرب و متناوب ۶۷
۵-۳- هزینه‌های موردانتظار در درخواست های NFBR ۶۸
۵-۴- مدل‌های هزینه‌یابی ترکیبی ۶۹
۵-۵- نتیجه‌گیری: ۷۲
فصل ششم: نتایج محاسباتی ۷۳
۶-۱- مقدمه ۷۳
۶-۲- توابع و مقادیر پارامترها ۷۴
۶-۲-۱- برای شرایط اول مدل ۷۴
۶-۱-۲- شرایط دوم مدل ۷۵
۶-۳- نتایج عددی ۷۶
۶-۳-۱ - هزینه‌های مورد انتظار براساس تغییرات پارامترهای β و n ۷۷
۶-۳-۲- هزینه‌های مورد انتظار براساس تغییرات پارامترهای $q_2 n$ ۷۸
۶-۳-۳- هزینه‌های مورد انتظار براساس تغییرات پارامترهای $\gamma 1$ ، $\gamma 2$ و n ۷۹
۶-۴- نتیجه‌گیری: ۸۲
۶-۵- پیشنهادات آتی ۸۳
مراجع ۸۴

فهرست اشکال

شکل ۲-۱- نمایش مختلف یک تابع خرابی ۱۴

شکل ۲- ۲- نمایش حالات مختلف یک تابع خرابی با نمودار عمر انسان ۱۵

شکل۲-۳-تقسیم بندی سیاست های ضمانت نامه ۲۱

شکل۲-۴- دسته‌بندی مباحث ضمانت‌نامه ۲۴

شکل۲-۵- انواع سیاست های ضمانت نامه ۲۷

شکل۳-۱- تعداد مورد انتظار تقاضاهای ضمانت‌نامه براساس مقادیر λ ۵۲

شکل۳-۲- تعداد مورد انتظار تقاضاهای ضمانت‌نامه براساس مقادیر ν ۵۲

شکل۳-۳- تعداد مورد انتظار تقاضاهای ضمانت‌نامه براساس میانگین توزیع زمان تاخیردرفروش μ ۵۳

شکل۳-۴- نرخ شکست در طول دوره تاخیردرفروش و حالت عملیاتی محصول فروخته شده ۵۳

شکل ۴-۱-تابع اجرایی WEF۱ ..... ۵۹

شکل۴-۲-تابع اجرایی WEF۲ ..... ۵۹

شکل۴-۳- تابع اجرایی WEF۳ ..... ۶۰

شکل ۴-۴-تابع اجرایی WEF۴ ..... ۶۰

شکل ۴-۵- EC۳۲w براساس تغییرات β ۶۳

شکل۶-۱: $EC۳۲w$ براساس تغییرات β و n ۷۸

شکل ۶-۲: $EC۲w$ ، $EC۳۱w$ و $EC۳۲w$ براساس تغییرات $q_۲$برای به ترتیب $n=5$، $n=85$ و $n=185$ ۷۹

شکل۶-۳: $EC۳۲w$ براساس تغییرات $\gamma۱$ وقتی به ترتیب $n=5,85,185$ ۸۱

شکل۶-۴: $EC۳۲w$ براساس تغییرات $\gamma۲$ وقتی به ترتیب $n=5,85,185$ ۸۱

شکل۶-۵: $EC۳۲w$ براساس تغییرات $\gamma۱$ و $\gamma۲$ وقتی $n=50$ ۸۲

فهرست جداول

جدول۲-۱- دسته بندی مقالات براساس رویکرد حل ۲۷

جدول۲-۲- دسته بندی مقالات براساس رویکرد حل ۲۹

جدول۲-۳- دسته بندی مقالات براساس رویکرد حل ۳۰

جدول۲-۴- دسته بندی مقالات براساس رویکرد حل ۳۱

جدول۳-۱- فهرست علائم و اختصارات ۳۷

جدول۳-۲- توابع موردنیاز ۵۱

جدول۳-۳- پارامترها ۵۱

جدول۴-۱- فهرست علائم و اختصارات ۵۲

جدول۴-۲- پارامترها ۶۶

جدول۴-۳- هزینه‌های موردانتظار EC۱۱w ، EC۱۲w ،EC۳۱w ، EC۲w ،وEC۳۲w براساس تغییرات β و n ۶۶

جدول۵-۱-فهرست علائم و اختصارات ۶۵

جدول ۶-۱- توابع مورد نیاز ۷۴

جدول ۶-۲- پارامترهای مدل در دوره تاخیر فروش ۷۵

جدول ۶-۲- پارامترهای مدل عوامل انسانی ۷۶

جدول ۶-۳-هزینه‌های موردانتظار $EC۱۱w$ ، $EC۱۲w$ ، $EC۲w$ ، $EC۳۱w$ ،و$EC۳۲w$ براساس تغییرات β و n ۷۷

جدول ۶-۴- هزینه‌های مورد انتظار $EC۲w$ ، $EC۳۱w$و $EC۳۲w$ براساس تغییرات پارامترهای q_2 و n ۷۹

جدول ۶-۵- هزینه‌های مورد انتظار $EC۱۱w$ ، $EC۱۲w$ ، $EC۲w$ ، $EC۳۱w$ و $EC۳۲w$براساس تغییرات $\gamma۱$ (وقتی $\gamma۲ = ۰.۵$) ۸۰

جدول ۶-۶- هزینه‌های مورد انتظار $EC۱۱w$ ، $EC۱۲w$ ، $EC۲w$ ، $EC۳۱w$و $EC۳۲w$براساس تغییرات $\gamma۲$ (وقتی $\gamma۱ =۰,۱$) ۸۰

فصل اول

مقدمه

۱-۱- اهمیت ضمانت‌نامه

ضمانت‌نامه، یک عنصر مهم برای بازاریابی محصولات است که به عنوان سیگنال‌هایی برای ایجاد کیفیت بالاتر محصول و اطمینان بیشتر برای مشتریان ایجاد شده است. خدمات ضمانت‌نامه، هزینه‌های اضافی است که به تولیدکننده تحمیل می‌شود و این هزینه بستگی به قابلیت اعتماد محصول و شرایط ضمانت‌نامه دارد.

ارتباط نزدیکی بین خرابی‌های محصول در دوره ضمانت و قابلیت اعتماد محصول وجود دارد. قابلیت اعتماد محصول توسط تصمیماتی که در مراحل طراحی، توسعه و تولید اتخاذ می‌شود، تعیین می‌گردد. بنابراین با بهبود در قابلیت اعتماد محصول، تعداد خرابی‌ها در دوره ضمانت کاهش می‌یابد و در نتیجه هزینه ضمانت کاهش خواهد یافت، اما با بهبود قابلیت اعتماد هزینه تولید افزایش می‌یابد و بهبود زمانی ارزشمند است که کاهش در هزینه‌های ضمانت بیشتر از هزینه‌های مازاد ایجاد شده در فاز طراحی و توسعه باشد.

به علت پیشرفت‌های سریع تکنولوژی، سیستم‌ها و محصولات جدید با نرخی رو به رشد در بازار ظاهر می‌شوند و عموما از لحاظ عملکرد پیچیده و پیچیده‌تر می شوند. با افزایش این پیچیدگی‌ها و استفاده از مواد اولیه جدید و شیوه‌های طراحی، اغلب مشتریان در مورد کارکرد محصول مطمئن نیستند و قابلیت‌اعتماد این محصولات برای مشتریان و خریداران مبهم است. در نتیجه، ضمانت‌نامه باعث می شود که مشتری از کارکرهای وعده داده شده اطمینان پیدا کند.ارائه ضمانت‌نامه باعث ایجاد هزینه برای تولیدکننده می شود و در نتیجه تولیدکننده می‌بایست این هزینه‌ها را تا حدی که امکان دارد حداقل کند. حداقل‌سازی هزینه وابسته به نوع روش تعمیر، نحوه درخواست‌های مشتریان و عوامل بسیار دیگری است. بنابراین به وضوح می توان بیان کرد که ضمانت‌نامه به عنوان بخش جدید اضافه‌شده به محصولات، هزینه‌های جدیدی را با خود به همراه داشته و پیش‌بینی این هزینه‌ها برای تولیدکننده اهمیت دارد.

۱-۲-اهداف و ضرورت انجام این تحقیق

استراتژی‌ها و مدل‌های بسیاری طی چند دهه گذشته برای حداقل‌کردن هزینه‌ها در ضمانت‌نامه ارائه شده است. روش ارائه شده در این تحقیق را می توان به عنوان یک روش ترکیبی در نظر گرفت که در مدل‌سازی هزینه‌های ضمانت‌نامه ارائه شده است.

این رویکرد حل همزمان، علاوه بر درنظرگرفتن رفتار مشتری در ارائه درخواست‌های ضمانت‌نامه و شرایط تاخیر فروش، انواع شکست‌ها و ادعاها را جدا کرده و متناسب با هرکدام هزینه‌های ایجادشده را ارائه می کند.

تاخیر در فروش به معنای بازه زمانی از تاریخ تولید یک محصول تا تاریخ فروش آن می‌باشد. یکی از دلایل به‌وجود آمدن دوره تاخیرفروش می‌تواند نامشخص بودن زمان دقیق فروش و استفاده از محصول باشد. تجزیه و تحلیل داده های تقاضاهای ضمانت‌نامه برمبنای سن دقیق محصول، اساس تخمین، پیش بینی و مقایسه تقاضاها را در راستای گروه‌های مختلف محصولات و یا زمان، شکل می‌دهد. سن یک محصول به معنای زمان انقضای محصول از تاریخ فروش یا زمان استفاده از محصول می‌باشد[۵]. روشی درجهت تجزیه و تحلیل داده‌های ضمانت‌نامه در شرایطی که اطلاعات دقیقی از تاریخ فروش محصولات موجود نیست اما میزان کل فروش با استفاده از منابع مختلف قابل دسترسی است، وجود دارد. به عنوان مثال می‌توان به تعداد محصولات فروخته شده در تاریخ‌های متفاوت اشاره کرد که تشخیص تاریخ دقیق فروش آن‌ها توسط عمده‌فروشان و خرده‌فروشان سرتاسر دنیا مشکل می‌باشد، زیرا نه خرده‌فروشان و نه خریداران نمی‌توانند تولیدکننده را مجبوربه مشخص‌کردن تاریخ دقیق فروش محصولات کنند. مسئله‌ی بیشینه‌کردن تعداد موردانتظار تقاضاهای گارانتی برای محصولات تعمیرپذیر براساس یک فرآیند پواسون غیرهمگن به دست می‌آید و احتمال تعداد تقاضاهای گارانتی برای اقلام تعمیرناپذیر براساس یک مدل چند جمله‌ای قابل محاسبه است[۵]. با توجه به اینکه تکرار تقاضاهای ضمانت‌نامه، یکی از ابزارهای مهم قابلیت اعتماد برای تولیدکنندگانی است که ضمانت‌نامه را به عنوان یک فرض ضمیمه روی محصولاتشان پیشنهاد می-

دهند، مسئله بیشینه کردن تعداد مورد انتظار تقاضاهای گارانتی، در بررسی و محاسبه هزینه ضمانت‌نامه اهمیت زیادی دارد.

فرض کنید محصولی در ماه فروردین تولید شده اما تا ماه خرداد به فروش نمی‌رسد، در این‌صورت به دلیل مشخص نبودن تاریخ دقیق فروش و زمان استفاده از آن، تاخیر در فروش دارد. بنابراین، تاریخ دقیق فروش در این دوره اهمیت زیادی دارد. محصولاتی که در دوره تاخیرفروش قرار می‌گیرند علاوه بر امکان روبروشدن با شکست‌های فنی، با مسائلی از جمله شرایط حمل و نقل، شرایط رطوبتی انبار و شرایط نگهداری که وابسته به عوامل غیرفنی می-باشند روبرو می‌شوند که ممکن است مشکلاتی را بوجود آورند.با توجه به هردو عامل فروش با تاخیر و تاثیر عوامل انسانی در شکست محصول و ارائه تقاضای ضمانت‌نامه، تقاضاهای ضمانت‌نامه متفاوتی به‌وجود می‌آیند که بر هزینه ضمانت‌نامه تاثیرگذار هستند.

در نظرگرفتن شرایط فروش باتاخیر و خطای انسانی به طورهمزمان در بررسی و بهینه‌سازی هزینه ضمانت‌نامه موضوعی بااهمیت است که در این پژوهش به آن پرداخته می‌شود. در واقع با انجام این تحقیق، دلایل شکست محصولاتی که در دوره تاخیرفروش قرار دارند به دو عامل فنی وغیرفنی تقسیم شده و به طور جداگانه بررسی می-شوند. با انجام این مطالعه، هزینه ضمانت‌نامه با بررسی جداگانه و دقیق دلایل اصلی شکست محاسبه می‌شود و تولیدکنندگان با اطمینان بیشتر به برنامه ریزی تولید محصولات خود می‌پردازند.

بحث اولیه این روش را می توان رویکرد ارائه‌شده توسط شیومین و اکبروف[۱] دانست. در این رویکرد تعداد مورد انتظار ادعاهای گارانتی درشرایط فروش با تاخیر تحت سیاست گارانتی تجدیدناپذیر بررسی و ارائه می‌گردد. و در بحث دوم شیومین با ارائه یک رویکرد حل وابسته به توزیع پواسون هزینه دو نوع خطا را مدل‌سازی می کند. آنچه در این تحقیق انجام می‌گیرد شامل مراحل زیر است:

۱- تعیین هزینه خرابی مخرب تحت شرایط فروش با تاخیر
۲- تعیین هزینه خرابی متناوب تحت شرایط فروش با تاخیر
۳- درنظرگرفتن خطای انسانی در شکست محصول و ارائه تقاضای ضمانت‌نامه تحت شرایط فروش با تاخیر
۴- بدست آوردن مدل‌های ترکیبی

در این مبحث دو استراتژی تعمیر و جایگزینی وجود دارد که به‌صورت زیر تعریف می‌شوند.

۱-۲-۱- استراتژی تعمیر

برای قطعه قابل تعمیر، اقداماتی که تولیدکننده در دوره ضمانت‌نامه قادر به انجام آن است به دو دسته کلی زیر تقسیم می‌شود.دسته اول شامل اقدامات تعمیری برای قطعه خراب و دسته دوم شامل اقدامات جایگزینی می‌باشد.
تعمیرات به دو دسته کلی تعمیرات اصلاحی و تعمیرات پیشگیرانه تقسیم می‌شوند.

تعمیرات اصلاحی(CM)[۱]: این تعمیرات شامل تمامی عمل‌هایی می‌باشد که یک قطعه معیوب به شرایط از پیش تعیین شده برسد. شرایط از پیش تعیین شده توسط تولیدکننده مشخص می‌شود. از آنجایی که زمان خرابی‌ها نامشخص و تصادفی می‌باشد، در نتیجه اقدامات تعمیری نیز تصادفی و غیرقابل پیش بینی است. تعمیرات اصلاحی در سه گام شناسایی مشکل، تعمیر یا جایگزینی قطعات معیوب و بررسی اقدامات تعمیری انجام می‌گیرد.

تعمیرات پیشگیرانه(PM)[۲]: این تعمیرات شامل تمامی اقداماتی می‌شود که یک قطعه را در حالت عملیاتی نگه می‌دارد بدین معنی که قطعه همواره مشغول به کار باشد. از طرف دیگر تعمیرات با توجه به نرخ خرابی که قبل و بعد از تعمیر دارد به تعمیرات کامل[۳]، حداقلی[۴]، ناقص[۵]، بدتر[۶] و بدترین [۷]تعمیر تقسیم می‌شوند.

انتخاب بین دو دسته اقدامات تعمیری و جایگزینی، بستگی به تفاوت بین هزینه‌های جایگزینی در مقابل هزینه‌های تعمیر دارد. از طرف دیگر نرخ خرابی بعد از تعمیر و نرخ خرابی بعد از جایگزینی از دیگر عوامل تاثیرگذار در استراتژی تعمیر است.

به دلیل تنوع روش‌های تعمیر، استراتژی‌های مختلفی وجود دارد. در ادامه این استراتژی‌ها به صورت مختصر توضیح داده می‌شوند.

۱-۱-۲-۱- تمامی تعمیرات از نوع تعمیر حداقلی

در این استراتژی تمامی تعمیرات از نوع تعمیر حداقلی می‌باشد. می‌توان این گونه بیان کرد که تقریبا درصد بالایی از مقالات منتشرشده در ارتباط با هزینه ضمانت‌نامه شامل این نوع روش تعمیر هستند.

۲-۱-۲-۱- تمامی تعمیرات از نوع کامل

دومین استراتژی متداول در بررسی هزینه‌های ضمانت‌نامه، تعمیر کامل است. در این روش تمامی تعمیرات به صورت تعمیر کامل انجام می‌گیرد. هزینه این نوع تعمیر با هزینه جایگزینی متفاوت است.

۳-۱-۲-۱- تمامی تعمیرات از نوع جایگزینی

این استراتژی نیز در تحقیقات ابتدایی بوده است. این روش نسبت به روش‌های تعمیری هزینه بیشتری داشته اما نرخ خرابی را بیشتر از سایر استراتژی‌ها کاهش می‌دهد.

---

[۱] Corrective maintenance

[۲] Preventive maintenance

[۳] Perfect repair

[۴] Minimal repair

[۵] Imperfect repair

[۶] Worse repair

[۷] Worst repair

استراتژی مورد نظر در این تحقیق

دراین پژوهش از استراتژی جایگزینی استفاده می شود. در این استراتژی، پس از اینکه قطعه دچار شکست و خرابی می‌شود، کارآیی خود را از دست داده و تا زمانی که با یک قطعه جدید و یکسان جایگزین نشود نمی‌توان از آن استفاده کرد. این که چه استراتژی تعمیری یا جایگزینی استفاده شود کاملا در اختیار تولیدکننده است و آن ها با توجه به شرایطی که در آن قرار گرفته اند، برای بهبود هزینه‌ها یکی از استراتژی‌ها را بکار می برند.

در ادامه در فصل دوم تعاریف و مفاهیم مورد استفاده در تحقیق،توضیحاتی درباره مفاهیم اولیه و انواع ضمانت‌نامه و مروری برفعالیت‌ها و تحقیقات انجام گرفته گذشته بیان می گردد و استراتژی موردنظر در این تحقیق به طورخلاصه بیان خواهد شد. در فصل سوم هزینه ضمانت‌نامه در دوره فروش باتاخیر بررسی می‌گردد. در فصل چهارم، هزینه ضمانت‌نامه تحت تاثیر خطای انسانی توضیح داده خواهد شد. در فصل پنجم مدل و رویکرد هزینه یابی موردنظر بیان می‌شود. در فصل ششم مثال عددی بیان گردیده و رویکرد توضیح داده شده در فصل پنجم بررسی و تحلیل مورد نیاز انجام می‌گیرد.

فصل دوم

تعاریف ، مفاهیم و مرور بر ادبیات

۲-۱- مقدمه

ضمانت‌نامه یک تعهد قراردادی است که تولیدکننده یا فروشنده در ازای فروش یک محصول به یک خریدار، بر عهده می‌گیرد[۲]. به بیان دیگر، هدف از ضمانت‌نامه پدیدآوردن گونه‌ای مسئولیت در بازه زمانی معین برای تولیدکننده و فروشنده است. زمانی که یک قطعه خراب می‌شود، تولیدکننده بنا به سیاست تعمیری که پیشاپیش در

نظر گرفته است اقدام به تعمیر یا جایگزینی قطعه معیوب می کند. این قرارداد، کارکرد مورد انتظار محصول را تایید می‌کند و زمانی که این وعده‌ها برآورده نگردد، خریدار این فرصت را دارد که درخواست خسارت کند.
برای محصولاتی که شناخته شده هستند، ضمانت‌نامه نقش مهمی در نگهداری از منافع مصرف کنندگان دارد. به طوری که اگر یک قطعه خراب شود یا کارکرد رضایت بخشی نداشته باشد، ضمانت‌نامه تضمین می‌نماید که قطعه معیوب را تعمیر یا با یک قطعه تازه و غیر معیوب با هزینه معقول یا بی هیچ هزینه‌ای برای مصرف کننده جایگزین کند[۲].

در تصمیم‌گیری خرید یک محصول رایج است که، خریداران، ویژگی برندهای رقیب را در نظر می‌گیرند.
هنگامی که برندهای رقیب شباهت به یکدیگر دارند، بسیار سخت است که یک محصول خاص را صرفا بر پایه ویژگی مشترک و مرتبط به محصول، مانند بهای محصول، ویژگی خاص آن، کیفیت و قابلیت اطمینان محصول، تعهدات مالی ارائه شده توسط تولیدکننده و غیره برگزید. در این شرایط، پس از عوامل فروش، ضمانت‌نامه، در دسترس بودن قطعات و هزینه تهیه آن وخدمات تعمیرونگهداری، درانتخاب محصول اهمیت داده می‌شود[۳].
در زمینه محصولات تازه، باید توجه کرد که نسل‌های تازه در برابر نسل‌های پیشین خود، پیچیده تر هستند.بیشتر مشتریان در زمینه کارکرد محصول جدید، مطمئن نیستند. در اینجا ضمانت‌نامه نقش مهمی در ارائه تضمین محصول به مشتریان ایفا می‌کند و بسته به گونه محصول و خریدار، ضمانت‌نامه‌های گوناگونی ارائه می شود. مفهوم پشتیبانی پس از فروش، در حال دگرگون شدن به یک ویژگی مهم در فروش محصول می‌باشد. در واقع، ضمانت‌نامه همچون بخشی از راهبرد [۱]خدمات پس‌ازفروش و پشتیبانی پس‌ازفروش محصول می باشد و ضمانت از هر گونه‌ای و با هر ویژگی‌ای، همچون یک سرویس اضافی مرتبط با یک محصول شناخته می‌شود و هزینه‌های نهفته آن، فراتر از هزینه‌های مرتبط با طراحی، ساخت و فروش محصول می‌باشد. این هزینه‌ها، پیش بینی نشده است و احتمال دارد که در آینده رخ دهد و معمولا از ۲٪ تا نزدیک به ۱۵٪ از فروش خالص گستره مک گوایر را در برمی‌گیرد[۴].
مک گوایر ایده ای درباره فروش محصول دارد. براساس نظریه وی، فروشنده میزان فروش خود را براساس فرهنگ اجتماعی، تبلیغات و غیره تنظیم کرده و این در فروش خالص تاثیر خواهد داشت لذا ضمانت‌نامه در زمینه کسب و کار تولید، تاثیر قابل توجهی در سوددهی شرکت دارد و در کل می‌تواند تاثیر قابل توجهی در هزینه‌های عملیاتی داشته باشد. با این توصیفات نقش بررسی مدل های هزینه‌یابی در سازمان‌هایی که اقدام به ارائه ضمانت‌نامه می‌کنند بسیار پررنگ می‌باشد و باید همچون سایر عوامل هزینه‌ای مورد توجه قرار گیرد[۵].

۲-۲- تعریف مفاهیم اساسی

در این بخش مفاهیم کلی و اساسی که در بخش‌های بعدی یا مدل سازی هزینه ضمانت‌نامه بکار گرفته خواهد شد، بیان می‌گردد.

---

[۱] strategy

۲-۲-۱- تعریف تاخیردرفروش

تاخیردرفروش عبارت است از بازه زمانی بین تاریخ تولید تا تاریخ فروش محصول. در واقع امکان ایجاد شرایط تاخیر درفروش زمانی که تاریخ استفاده از محصول نامشخص است وجود دارد[۱].

با فرض اینکه t_{ij}، زمان ایجاد jامین($j \geq ۱$) تقاضای ضمانت‌نامه برای محصول i، باشد. $t_{i.}$، زمان فروش محصول i و $\widetilde{t_{i.}}$، زمان تولید محصول i باشد ($\widetilde{t_{i.}} \leq t_{i.}$)، طول دوره تاخیردر فروش برای محصول i، $t_{i.} - \widetilde{t_{i.}}$ ، بازه زمانی است بین زمانی که محصول تولید می‌شود تا زمانی که محصول به فروش می رسد(محصول فروخته شده مورد استفاده قرار می‌گیرد.)

یکی از دلایل ایجاد شرایط تاخیردر فروش می‌تواند نامشخص بودن زمان فروش محصول باشد.

تجزیه و تحلیل داده‌های تقاضاهای گارانتی بر مبنای سن محصول، اساس تخمین، پیش بینی و مقایسه تقاضاها را در راستای گروه‌های مختلف محصولات و یا زمان، شکل می‌دهد. سن یک محصول به معنای زمان انقضای محصول از تاریخ فروش یا زمان استفاده ازمحصول می‌باشد. روشی درجهت تجزیه و تحلیل داده‌های ضمانت‌نامه در شرایطی که اطلاعات دقیقی از تاریخ فروش محصولات موجود نیست اما میزان کل فروش با استفاده از منابع مختلف قابل دسترسی است، وجود دارد. به عنوان مثال می‌توان به تعداد محصولات فروخته شده در تاریخ‌های متفاوت اشاره کرد که تشخیص تاریخ دقیق فروش آن‌ها توسط عمده‌فروشان و خرده‌فروشان سرتاسر دنیا مشکل می‌باشد، زیرا نه خرده‌فروشان و نه خریداران نمی‌توانند تولیدکننده را مجبوربه مشخص‌کردن تاریخ دقیق فروش محصولات کنند.. مسئله‌ی بیشینه‌کردن تخمین تعداد موردانتظار تقاضاهای گارانتی برای محصولات تعمیرپذیر براساس یک فرآیند پواسون غیرهمگن به دست می‌آید و احتمال تعداد تقاضاهای گارانتی برای اقلام تعمیرناپذیر براساس یک مدل چند جمله‌ای قابل محاسبه است[۶]. با توجه به اینکه تکرار تقاضاهای گارانتی یکی از ابزارهای مهم قابلیت اعتماد برای تولیدکنندگانی است که گارانتی را به عنوان یک فرض ضمیمه روی محصولاتشان پیشنهاد می‌دهند، مسئله بیشینه کردن تعداد تقاضاهای گارانتی در محاسبه و بررسی هزینه ضمانت‌نامه اهمیت زیادی دارد.

این ابزار معمولا به عنوان تابع سن محصول، انتخاب می شود; چیزی که به عنوان تاریخ انقضای محصول از تاریخ فروش یا زمان استفاده از محصول تعریف می‌شود. مطالعات صورت گرفته در این موضوع توسط محققان زیادی مورد بحث گرفته‌اند. از جمله این محققان می‌توان به کالبفلیچ و همکاران[۷]، رابینسون و همکاران[۸]، کالبفلیچ و لالس[۹]، وو و میکر[۱۰]، و لالس [۱۱] اشاره کرد که یک مرور کلی از روش های آنالیز داده‌های تقاضاهای گارانتی ارائه می‌دهند.کریم و همکاران [۱۲]استفاده‌ی حاشیه‌ای از تقاضاهای گارانتی را مورد بحث قرار دادند. در تمامی مقالات ذکر شده ی بالا،میزان فروش‌های با تاریخ مشخص، شناخته شده و ضروری فرض شده‌اند. در اینجا فروش‌های با تاریخ مشخص به معنای تعداد واحدهای فروخته شده در تاریخ‌های مختلف می‌باشد. در واقع برای تعداد زیادی محصول، تشخیص میزان فروش‌های با تاریخ مشخص برای عمده‌فروشان و خرده‌فروشان در سراسر دنیا کار آسانی نیست، زیرا نه خرده فروشان و نه خریداران نمی‌توانند تولیدکننده را مجبور به مشخص کردن تاریخ‌های دقیق فروش کنند. لالس و کالب[۱۳]، یک روش کلی در ارتباط با اقلام تعمیرپذیر توصیف کرده و

مورد بحث و بررسی قرار دادند. ونگ و سوزوکی[۱۴] ، مسائل تخمین طول عمر محصول، زمانیکه تاریخ‌های فروش مشخص نیستند و طول عمرشان در زمان استفاده اندازه گیری می‌شوند را بررسی کرده اند. مدت زمان استفاده، یک راه دیگر در اندازه گیری طول عمر محصولات می‌باشد. مقدار کیلومتر مسافت طی شده یک اتومبیل و محاسبه تعداد صفحه تراکنش برای یک ماشین کپی مثال هایی در این رابطه می‌باشند.

۲-۲-۲- انواع تاخیردر فروش[۱]

دو نوع شرایط تاخیردر فروش مورد مطالعه واقع شده‌اند[۱۵]:

تاخیردرفروش نوع اول:

تولیدکننده ممکن است در جمع آوری تاریخ‌های فروش برخی از محصولات ناتوان باشد.به عنوان مثال امکان دستیابی به زمان سانسور[۲]- زمان سپری شده بین فروش محصول و زمانی که گارانتی محصول گزارش می‌شود، برای محصولاتی که دچار شکست و خرابی[۳] نشده‌اند وجود ندارد.این در حالی است که امکان دستیابی به زمان شکست و زمان بالقوه سانسور برای محصولاتی که تحت دوره گارانتی دچار خرابی شده‌اند وجود دارد، زمانیکه تاریخ فروش به عنوان بخشی از فرآیند ادعای گارانتی تایید شده است.

تاخیردرفروش نوع دوم:

ممکن است تاریخ فروش برای هر دو نوع محصول دچار شکست شده و بدون خرابی موجود نباشد. به عنوان مثال یک تولیدکننده ممکن است داده گارانتی را داشته باشد چیزی که تنها توسط خود او تعیین و پیدا شده، اما تاریخ-های فروش موجود نباشند.

قابل ذکر است که تاخیر فروش بحث شده در بالا با دوره تاخیردر فروش استفاده شده در بازاریابی متفاوت است. جایی که تاخیردر فروش می‌تواند به دلیل نامشخص بودن فاکتورهای متنوعی از جمله افزایش قیمت ایجاد شود. در بازاریابی ، تاخیر در ایجاد محصولات جدید یا تاخیردر فروش ، می‌تواند شرایط مالی و نتایج عملیاتی یک شرکت را به شدت مورد تاثیر قرار دهد.

مطالعات زیادی در زمینه شرایط فروش با تاخیر محصولات صورت گرفته است.

هو و همکاران [۱۶] یک تخمین غیر پارامتریک از توزیع طول عمر [۴]برای یک جمعیت از تاخیردر فروش نوع اول در نظر می‌گیرند. کریم و سوزوکی[۱۷] با استفاده از یک مدل NHPP[۵] (فرآیند پواسون ناهمگن) ، توزیع

---

[۱] Sales delay

[۲] Censoring time

[۳] Failure

[۴] Lifetime distribution

[۵] Non-homogeneous Poisson process

تاخیردرفروش نوع یک را تخمین می‌زنند جایی که این تاخیردر فروش از داده های تجمعی بوجود آمده است.آن-ها همچنین اطلاعات بعدی ایجاد شده روی تاریخ های فروش را در جهت تخمین توزیع زمان تاخیردر فروش و تعداد ادعا در نظر می‌گیرند. در تخمین توزیع زمان تاخیردر فروش ، روش های پارامتریک نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند.

آیون و همکاران[۱۸] و کریم[۱۹] به ترتیب از توزیع وایبال[۱] و لوگ نرمال[۲] در شکل دهی تاخیردر فروش نوع یک استفاده می‌کنند.ژائو و استفی[۲۰]،داده‌های ادعای گارانتی را به عنوان مشاهدات سانسور شده ی بازه‌ای در زمان آنالیز شکست تلقی می‌کنند.

روش‌های تخمین احتمال شرایط تاخیردر فروش می‌توانند پارامتریک یا غیر پارامتریک باشند. بوکستر[۲۱] ، روشی در جهت ایجاد یک تخمین کننده ناپارامتریک با توزیع طول عمرگسسته معرفی می‌کند که با استفاده از جدول های داده های شبه طول عمر برای سناریوهایی با تاخیردرفروش نوع دو موجود می‌باشد. فرض کنید که تعداد یکسانی از محصولات در دوره های زمانی مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرند ، تورتورلا[۲۲, ۲۳] یک حالت کلی برای تعداد مختلفی از محصولات در نظر می‌گیرد که در دوره‌های زمانی متفاوت مورد استفاده قرار می‌گیرند.

کرودر و استفنز[۲۳] ، تحلیلی از تخمین زننده‌های لحظه ای ساخته شده و مشتق توزیع مجانبی آن‌ها پیشنهاد می-دهند.اکبروف و شیومین[۱] ، تعداد مورد انتظار ادعاهای گارانتی را در شرایط تاخیردرفروش تحت دو نوع سیاست گارانتی تجدیدپذیر[۳] و تجدیدناپذیر[۴] تخمین می‌زنند.

در سیاست گارانتی تجدیدپذیر، دوره گارانتی پس از جایگزینی محصول با محصول جدید تکرار خواهد شد. اما در سیاست گارانتی تجدیدناپذیر، مدت زمان باقی مانده از دوره گارانتی محصولی که دچار خرابی شده است به عنوان دوره گارانتی برای محصول جدید ادامه پیدا می کند.

لیم[۲۴] ، یک روش ناپارامتریک با مدل دو جمله‌ای در تخمین احتمالات تاخیردرفروش برای داده‌های ادعاهای تجمعی با تاریخ‌های نامشخص استفاده از محصول ارائه می‌دهد،با این فرض که تاریخ‌های فروش مشخص نیستند.

کریم و سوزوکی[۱۹] ، توزیع زمان تاخیردرفروش را بر مبنای مدل پواسون[۵] با این فرض که تاریخ‌های فروش مشخص نیستند، تخمین می‌زنند. هر دو روش‌ها ناپارامتریک و بر مبنای استفاده از الگوریتم EM[۶] در جستجوی پارامترهای بهینه هستند.

---

[۱] Weibull distribution

[۲] Lognormal distribution

[۳] Renewing warranty policy

[۴] Non-renewing warranty policy

[۵] Poisson process

[۶] Expectation Maximization

ویلسون و همکاران [۲۵]، روشی را برای تخمین توزیع طول عمر (توزیع زمان شکست) محصولات ، وقتی هر دونوع تاخیر (گزارش دهی و فروش) وجود دارند در نظر گرفته و ارائه می‌دهند. در واقع تاخیر درگزارش دهی ، دوره ای بین زمان وقوع یک اتفاق و زمان گزارش آن اتفاق می‌باشد که می تواند به دلیل مشکل در آنالیز وقوع اتفاقات، زمانیکه ممکن است تعداد زیادی از اتفاقات اخیر هنوز گزارش نشده باشند ، ایجاد شود.

۲-۳- توابع آماری

در این بخش سعی شده است تا مفاهیم اصلی توابع و روابط آماری و ریاضی مختصرا توضیح داده شود. توضیح درباره توزیع ها برداشتی از کتاب کارلین[۲۶] است.

۲-۳-۱- تابع نرخ خرابی

متوقف شدن توانایی موجود[۱] E برای انجام کار معین تحت شرایط لازم را خرابی E می‌گویند. به عبارت دیگر، E خراب است هرگاه دیگر قادر نباشد کار لازم را تحت شرایط داده شده انجام دهد. نرخ خرابی عبارت است از نسبت خرابی قطعات در فاصله زمانی $(t, t+\Delta t)$وقتی که قطعات تا زمان t سالم باشند[۲۷]. به زبان ریاضی می‌توان گفت :

$$h(t) = \lim_{\Delta t \to ۰} \frac{P(t < T < t+\Delta t | T > t)}{\Delta t} \qquad (۱-۲)$$

که T- مدت زمان کارکرد تا خرابی موجود یک متغیر تصادفی است و اگر چگالی T را با$f_T(t)$ و تابع توزیع آن را با $F_T(t)$ نشان دهیم آن‌گاه تابع قابلیت اعتماد و تابع نرخ خرابی موجود عبارتند از :

$$R(t) = P(T > t) = ۱ - F(t) \qquad (۲-۲)$$

$$h(t) = \lim_{\Delta t \to ۰} \frac{F(t+\Delta t) - F(t)}{\Delta t \times R(t)} \qquad (۳-۲)$$

بدین ترتیب رابطه بین h(t) و f(t)و R(t) عبارت است از:

$$h(t) = -\frac{d}{dt} \ln[R(t)] \qquad (۴-۲)$$

[۱] Entity

$$R(t) = e^{-\int_0^t h(x)dx} \qquad (۵-۲)$$

هر تابع $h(t)$ که شرایط زیر را داشته باشد می‌تواند یک تابع خرابی[۱] باشد.

۱. $h(t) \geq 0$ و $-\infty < t < \infty$

۲. $\lim_{t\to 0} \int_{-\infty}^{t} h(x) = 0$

۳. $\lim_{t\to+\infty} \int_0^t h(x) = +\infty$

۲-۳-۲- تابع تجمعی نرخ خرابی

هر تابع پیوسته $H(t)$ که شرایط زیر را داشته باشد می‌تواند یک تابع تجمعی نرخ خرابی برای یک توزیع پیوسته باشد.

۱. اگر $t \leq t'$ آنگاه $H(t) \leq H(t')$

۲. $\lim_{t\to+\infty} H(t) = 0$ و $\lim_{t\to-\infty} H(t) = 0$

۳. $H(t)$ از سمت راست پیوسته است.

۴. رابطه بین $H(t)$ و $R(t)$ عبارت است از:

$$H(t) = -\ln\big(1 - F(t)\big) = -\ln(R(t)) \qquad (۶-۲)$$

با توجه به ارتباط بین توابع $F(t)$،$f(t)$ ، $R(t)$،$h(t)$ هر کدام از آن‌ها می‌توانند متغیر T را توصیف نمایند و چنانچه اطلاعاتی در مورد یکی از آن‌ها در دست باشد سایر توابع را می‌توان به سادگی بدست آورد[۲۵].

نرخ خرابی می‌تواند تابعی به صورت‌های زیر باشد:

ثابت باشد، یعنی زمان، تأثیری روی خرابی نداشته باشد یا خرابی‌ها در طول زمان تصادفی باشد.

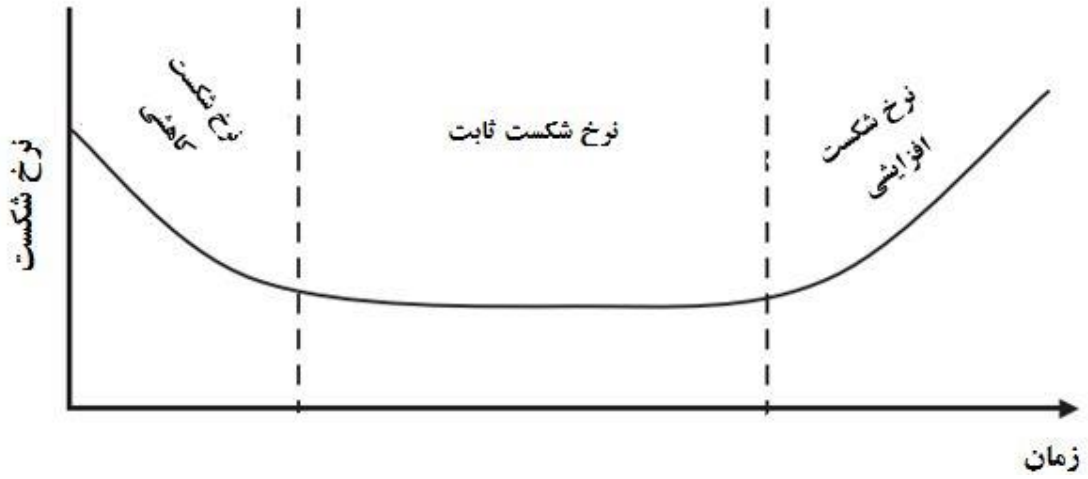
صعودی باشد، یعنی با افزایش زمان به دلیلی فرسودگی، نرخ خرابی افزایش یابد.

نزولی باشد، یعنی نرخ خرابی با افزایش زمان به دلیل حالت آب‌بندی و رفع اشکال کاهش یابد.
به طور کلی شکل ۲-۱ می‌تواند نمایش کاملی از حالات مختلف یک تابع خرابی باشد که اصطلاحاً آن را به دلیل شکل خاص آن وان حمامی[۲] می‌نامند[۲۸]

---

[۱] Hazard Function

[۲] Bathtub curve



شکل ۲-۱- نمایش مختلف یک تابع خرابی

این تابع بیانگر حالتی است که قطعات مغایر استاندارد، در زمان‌های اولیه کارکرد خراب شده و برای مدتی قطعات مرغوب دارای نرخ خرابی ثابت می‌باشند تا این که در اثر فرسودگی نرخ خرابی افزایش می‌یابد. تشریح واضحی از این منحنی را می‌توان در ارتباط با طول عمر انسان‌ها به صورت شکل ۲-۲ بیان نمود.

۲-۳-۳- میانگین زمان کارکرد تا خرابی

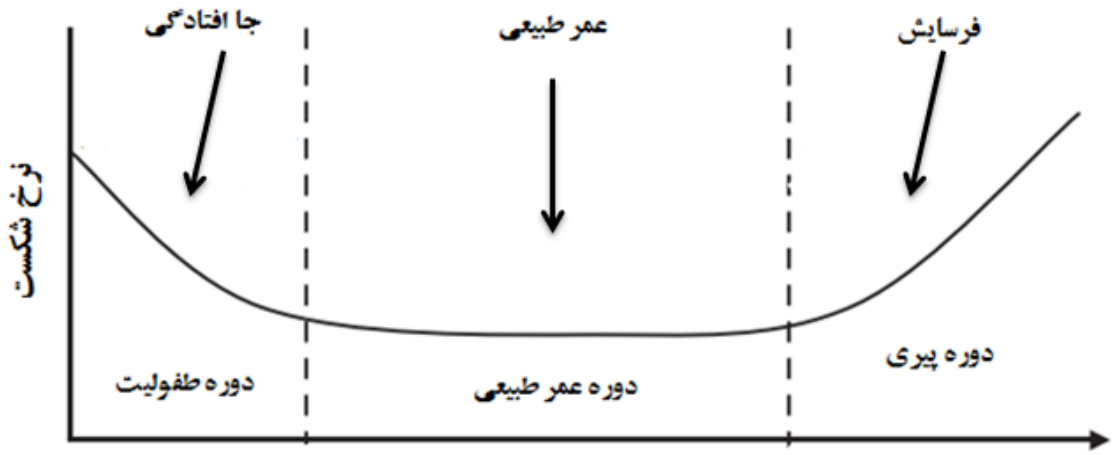
میانگین زمان کارکرد تا خرابی که به اختصار MTTF[۱] نامیده می‌شود عبارت است از [۲۹]:

$$MTTF = E(T) = \int_{0}^{\infty} tf(t)dt \qquad (۷-۲)$$

از دیدگاه دیگر، با توجه به رابطه (۲-۸)، MTTF برابر با سطح زیر منحنی تابع قابلیت اطمینان می‌باشد[۲۹]

$$MTTF = \int_{0}^{\infty} (1 - F_t(t))dt = \int_{0}^{\infty} R(t)dt \qquad (۸-۲)$$

[۱] Mean time to failure



شکل ۲- ۲- نمایش حالات مختلف یک تابع خرابی با نمودار عمر انسان

۲-۳-٤- مفاهیم فرآیندهای تصادفی

فرآیندهای تصادفی برای توصیف عملیاتی یک سیستم در طی زمان که رفتاری تصادفی دارد، بکار گرفته می‌شود. دو نوع فرآیند تصادفی گسسته و فرآیند تصادفی پیوسته وجود دارد. فرآیند پیوسته مرکب، در واقع فرآیندی است که گذار سیستم از یک حالت به حالت دیگر را بیان می‌کند. ساده‌ترین نوع این فرآیند، فرایند مارکوف می‌باشد. فرآیند شمارشی که از دسته فرآیندهای احتمالی گسسته است در مهندسی قابلیت اطمینان به طور گسترده ای برای توصیف زمان خرابی یا تعداد خرابی و غیره مورد استفاده قرار می‌گیرد. ساده‌ترین فرآیند شمارشی فرآیند پواسون[۱] است. فرآیند پواسون در مباحث قابلیت اطمینان کاربرد بسیاری دارد. فرآیند تجدید[۲] از دیگر فرآیندهایی است که در نظریه قابلیت اطمینان بکار می‌رود. این فرآیند به عنوان دنباله ای است از اتفاقات توصیف شده که فاصله بین این اتفاقات از یکدیگر مستقل بوده ولی دارای توزیع مشترکی هستند. در تئوری قابلیت اعتماد، این نوع مدل ریاضی برای توصیف تعدادی از رخدادها که در یک فاصله زمانی رخ می‌دهد، بکار می‌رود[۲۸].

فرآیند احتمالی غیر منفی، عدد صحیح، N(t)، یک فرآیند شمارش d محسوب شده اگر N(t) نمایش دهنده تعداد کل رخدادهای یک واقعه در فاصله [۰,t] بوده و دو ویژگی زیر را داشته باشد:

۱. اگر $t_1 < t_2$ ،سپس $N(t_1) \leq N(t_2)$

۲. اگر $t_1 < t_2$ سپس $N(t_2) - N(t_1)$ تعداد رخدادهای موجود در فاصله $[t_1, t_2]$ را نشان می‌دهد.

---

[۱] Poisson process

[۲] Renewal process