International Journal of Industrial Engineering & Production Management (2015)

June 2015, Volume 26, Number 1
pp. 17-25

http://IJIEPM.iust.ac.ir/

Presentation of a Pattern to Optimization of Guaranty Time Based on Net Present value (NPV)

Younes Ataei, Mahdi karbasian*

Younes Ataei: *M.Sc in industrial engineering, Islamic Azaad University, Najaf Abad Branch*
Mahdi karbasian*: Associated professor in Industrial Engineering, Malek – Ashtar University of Technology*

Keywords

Guaranty,
Guaranty policies,
cost of production,
Net Present Value (NPV)

ABSTRACT

Guaranty is an important parameter in Quality service. Product Guaranty is started from purchasing to end of Guaranty time. Maintenance Cost and failure cost are affected to Decision Making about Guaranty time. Therefore Time and Net present Value (NPV) is very important to estimate of Guaranty time. In this paper we determine Optimum and Economic time of Guaranty based on NPV and probabilistic data. Finally sensitivity analysis is done.

© 2015 IUST Publication, IJIEPM. Vol. 26, No. 1, All Rights Reserved

Archive of SID

www.SID.ir

نشـــریه بین المللـــی مهنـــدسی صنـــایع و مدیـــــریت تولیـــد

شمـــاره ۱ ، جلـــد ۲۶، بهار ۱۳۹۴
صفحـــه ۲۵-۱۸

نشریه بین المللی مهندسی صنایع و مدیریت تولید دانشگاه علم و صنعت ایران
IJIE
ISSN: 2008-4870

http://IJIEPM.iust.ac.ir/

ارائه الگویی برای تعیین مدت بهینه گارانتی با استفاده از روش ارزش خالص فعلی

یونس عطایی، مهدی کرباسیان

کلمات کلیدی

گارانتی
سیاست های گارانتی
هزینه های تولید
ارزش فعلی خالص
(Net Present Value)

چکیده:

گارانتی به عنوان یک پارامتر مهم در فروش یک محصول ، نشانه ای از کیفیت محصول و ضـمانت نامـه ای جهت ایجاد اطمینان از خرید محصول برای مصرف کنندگان است. گارانتی یـک محصـول از لحظـه خریـد محصول تا پایان مدت گارانتی ادامه می یابد . هزینه هایی که می تواند در مدت زمان گارانتی یک محصول دخیل باشند و مدیریت را به تصمیم گیری در این خصوص الزام کند شامل هزینه تعمیـرات و نگهـداری و هزینه خرابی محصول در نظر گرفته شده است . لذا در نظر گرفتن پارامترهـای زمـان و ارزش زمـانی پـول منطقی می باشد . در این مقاله با استفاده از شاخص ارزش خالص فعلی (NPV) ، مـدت زمـان اقتصـادی گارانتی بر اساس داده های احتمالی و شبیه سازی شـده تعیـین گردیـد و در آخـر بـه تحلیـل حساسـیت پارامتر های اثر گذار پرداخته شده است.

۱. مقدمه

در دو دهه اخیر نقش گارانتی بسیار مهم و اثر گذار در صنعت و تجارت بوده است و در حال حاضر تقریبا تمامی محصولات تحت شرایط گارانتی فروخته می شود . نقش گارانتی هم برای تولید کننده و هم برای مصرف کننده بسیار مهم می باشد و طرفین سعی بر ایفای مسئولیت خود در قبال خرید و تولید محصولات می کنند [۱،۱۱]. گارانتی به عنوان یک ضمانت نامه از جانب تولید کننده به مصرف کننده محصول یا خدمات می باشد که در واقع یک قرارداد فی مابین تولید کننده و مصرف کننده یا خدمت ارائه شده است که می تواند بصورت یک قرار داد رسمی یا یک کارت گارانتی باشد . بطور کل گارانتی به عنوان یک سند مسئولیت پذیری از سوی تولید کننده و یا فروشنده در قبال هرگونه شکست و تغییر وضعیت و کارکرد محصول در مدت زمان معین و تحت شرایط معین می باشد [۱، ۷].

تاریخ وصول: ۹۱/۱۰/۲۳
تاریخ تصویب: ۹۱/۱۲/۱۳
*نویسنده مسئول مقاله:
***مهدی کرباسیان**: دانشیار دانشکده صنایع دانشگاه صنعتی مالک اشتر
یونس عطایی: کارشناسی ارشد مهندسـی صـنایع دانشـگاه ازاد اسـلامی واحد نجف آباد

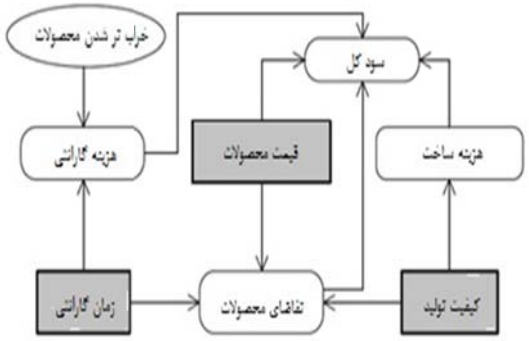
از دیدگاه خریدار مهمترین نقش گارانتی در اینگونه معاملات یک نقش حمایتی از مصرف کننده است که خسارت ناشی از خراب شدن و تغییر عملکرد در مدت زمان گارانتی را جبران می کند به ویژه اینکه خریدار مطمئن می شود که محصول معیوب بدون پرداخت هیچ هزینه ای تعمیر یا تعویض می شود . نقش دیگر گارانتی یک نقش آگاه سازی است بطوریکه خریدار یک محصول با مدت گارانتی بیشتر را یک محصول قابل اطمینانتر و با کیفیت تر نسبت به محصول با مدت گارانتی کمتر می داند[۱].

از سوی دیگر نقش مهم گارانتی از دیدگاه تولید کننده یک نقش حفاظتی است بطوریکه شرایط و نحوه استفاده صحیح از محصول را تشریح می کند لذا باعث می شود که محصول کمتر در معرض خرابی و از کار افتادگی قرار بگیرد . پس تولید کننده سعی بر ارائه پیشنهادات جهت نگهداری و استفاده صحیح از محصول را در دفترچه های همراه محصول می کند. همچنین گارانتی می تواند به عنوان یک ابزار پیشرفت و رقابت برای تولید کننده عمل کند به طوری که این ابزار نشان دهنده کیفیت و اطمینان بیشتر از محصول درنتیجه جذب مشتری بیشتر و فروش و درآمد بیشتر را نتیجه می دهد . همچنین افزایش مدت زمان گارانتی موجب افزایش ریسک خرابی محصول و هزینه های بعدی گردد[۱].

تولیدکننده برای حداکثر کردن سود حاصل از محصول باید به چند عامل مهم توجه داشته باشد : قیمت ، گارانتی ، حجم تولید. در

Archive of SID
www.SID.ir

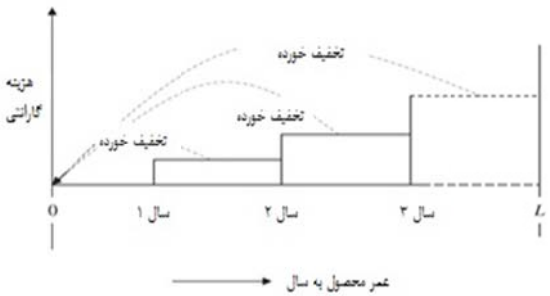
صورتی که این عوامل به درستی مدیریت شوند تولید کننده می تواند استراتژی بهینه تولید را مشخص سازد . بطور مثال ، اگر تولید کننده قیمت را کاهش و مدت زمان گارانتی را افزایش دهد ، حجم فروش و درآمد حاصل از فروش ، افزایش می یابد و متقابلا هزینه های گارانتی نیز افزایش می یابد . ضمنا در این حالت برای جبران حجم فروش لازم است حجم تولید را افزایش داد ، اما این افزایش حجم تولید هزینه های تولید را افزایش می دهد در نتیجه تولید کننده می تواند با کاهش قیمت محصول و افزایش مدت زمان گارانتی به سود بیشتری دست یابد . شکل ۱ عوامل موثر در تولید و ارتباط فی ما بین آنها در سود کل را تشریح می کند [۱۲].



شکل۱ - ارتباط عوامل مختلف تولیدی در سود کل

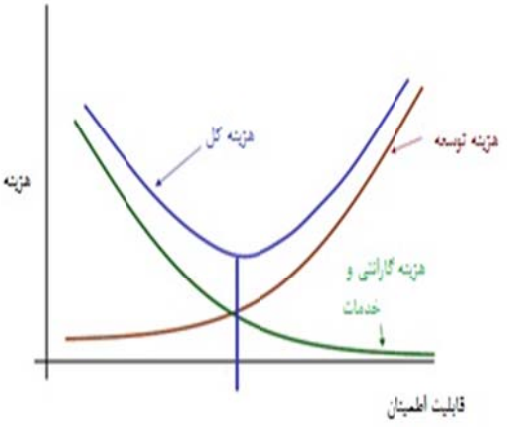
۲ . هزینه های گارانتی

هزینه های گارانتی با گذشت زمان و با توجه به نزدیک شدن به دوره نزول عمر محصول افزایش می یابد که این افزایش هزینه نیازمند تدابیر مدیریتی جهت جبران خواهد بود شکل ۲ مدیریت هزینه های گارانتی باعث خواهد شد تا گارانتی بعنوان یک ابزار قدرتمند در بازار رقابتی برای کسب سهم بیشتر از بازار عمل کند. می توان گفت که هزینه های گارانتی(هزینه توسعه، هزینه کیفیت، هزینه نگهداری و تعمیرات و هزینه تعویض محصول معیوب) یک سرمایه گذاری در جهت ارتقای محصول ، فرایند تولید ، مشتری و درنتیجه تضمین سوددهی بیشتر در یک رقابت اقتصادی است.



شکل ۲ - ارتباط عمر محصول و هزینه گارانتی

گارانتی دارای یک ارتباط موثر در ارتباط با قابلیت اطمینان (کیفیت)محصول می باشد به عبارتی هرچه قابلیت اطمینان محصول بیشتر باشد هزینه های شکست و تعمیر محصول و به تبع هزینه های گارانتی کاهش خواهد یافت و در مقابل هزینه توسعه و نگهداری و تعمیرات محصول افزایش خواهد یافت . شکل ۳ این ارتباط را بوضوح نشان خواهد داد:



شکل ۳ - هزینه های مرتبط با گارانتی

۳. پیشینه پژوهش

در سال ۲۰۰۰ (A. Z. M. O. Hussia ,D.N.P. Murthy) به بررسی استراژی بهینه با کیفیت نامطلوب در حالی که پارامترها دارای عملکرد نا هماهنگ هستند و بررسی تاثیرات آزمون عمر محصول بر روی استراتژی بهینه پرداختند . و بعد از چندی (Ander Kleyner , Peter Sandborn) در سال ۲۰۰۵ به ارائه یک روش پیش بینی گارانتی بر اساس شبیه سازی تصادفی محصولات با انتظار مرجوع شدن محصول معیوب تحت گارانتی که روش فوق بر اساس توزیع گسسته ویبول[1] و نمایی با سه پارامتر عمر و شکل و زمان صورت گرفت که پارامتر های عمر و شکل از توزیع ویبول و پارامتر زمان از توزیع نمایی کمک گرفته شده است . (Chin-chunWu ,Pei-chun Lin ,Chao-yu Chou) در سال ۲۰۰۶ یک مدل تصمیم گیری برای تعیین مدت گارانتی و قیمت بهینه جهت حداکثر کردن سود بر این اساس که از دو نوع تابع فروش با نرخ آماری و جداشدنی با نرخ کاهش صفر استفاده گردیده است و سرانجام در سال ۲۰۰۹ توانستند مدل خود را گسترش دهند و حجم بهینه تولید را هم برآورد کردند .

در سال ۲۰۰۷ (Shaomin Wu ,Huiqin Li) مدل هزینه های گارانتی برای محصولات قابل تعمیر در حالت سکون از نظر تولید کننده و خریدار و همچنین به تحلیل الگوی شکست در حالت سکون و عملیاتی پرداختند . بررسی تولید یک سیستم با کسری مجاز تحت سیاست گارانتی که با هدف حداقل کردن هزینه های سیستم حاصل کار (Cheng-Kang Chen , Chin-chung Lo) در سال ۲۰۰۶ بوده است . در سال ۲۰۰۸ (Ander Kleyner , Peter Sandborn) به ارائه یک حل کمی با هدف حداقل کردن هزینه چرخه عمر محصول با استفاده از ارزش گذاری

[1] Weyboul Distribution

Archive of SID

www.SID.ir

محصولات بصورتی که چندین فعالیت مرتبط در مدل احتمالی را ترکیب شوند. همچنین سال ۲۰۰۸ (Gopinath Chattopadhyay , Anisur Rahman) سیاست گارانتی مادام العمر و مدل های تخمین هزینه های آن را مورد بررسی قرار دادند بصورتی که به ارائه یک تعریف و سیاستهای توسعه این این مدل از گارانتی و همچنین به تعین مدل پیش بینی شکست و هزینه های گارانتی پرداختند. (Zhefang Zhou , yonjun Li , Kwei Tang) در سال ۲۰۰۹ بررسی محصولات قابل تعمیر با هدف مشخص کردن محل برخورد دینامیکی قیمت و گارانتی مادام العمر که در نهایت سود را ماکزیمم می کند انجام شد . همچنین الگوهای خرید مشتری با قیمت های مختلف و مدت گارانتی متفاوت و تعیین قیمت گارانتی بهینه بر اساس مقایسه حالتها ارائه گردید. آقایان محمد سعیدی و همکاران در سال ۲۰۱۰ به مدلسازی و آنالیز راههای موثر در بهبود قابلیت اطمینان محصولات دست دوم فروخته شده تحت گارانتی پرداخته اند بطوریکه دو روش موثر ، روش طول عمر گارانتی و روش آزمون برای تصمیم گیری بهبود استراتژی قابلیت اطمینان محصولات دست دوم در نظر گرفته شده بود . ارائه یک مدل تصمیم گیری بیزین که در آن به یک استراتژی بهینه با توجه به اینکه تولید کننده اطلاعات موثر از از دوره های قبل را ندارد و ارائه یک روش ابتکاری حاصل تلاش (Chih- Chiang , Yeu-Shiang Huang) در سال ۲۰۱۰ در این زمینه بوده است . همچنین در سال ۲۰۱۰ (Marieke Huysentruyt ,Daniel Read) به بررسی اینکه چگونه مشتریان گارانتی توسعه یافته را مطلوب می دانند را مورد بررسی قرار داده اند. همچنین خلاصه ای از دیگر تحقیقات به عمل آمده در جدول ۱ آمده شده است :

جدول ۱ - پیشینه تحقیق

نام محققان	سال	موضوع تحقیق
Menke	۱۹۶۹	ارزیابی هزینه های گارانتی برای محصولات غیر قابل تعمیر تحت سیاست FRW ,PRW های گارانتی
Glikman,berger	۱۹۷۶	ارائه تابع تقاضا و بررسی مدت و قیمت بهینه گارانتی با هدف افزایش سود
Mamer	۱۹۸۷	آنالیز ارزش فعلی برای مقایسه سیاست های مختلف گارانتی
Iasser,flokes, Grewal,Costlet	۱۹۹۸	بررسی اثرات زمان شکست محصول در تصمیم گیری مصرف کننده
Mi	۱۹۹۹	مقایسه هزینه متوسط سیاست های گارانتی (Cw,FRW , PRW)
Hunag,zhue	۲۰۰۴	پیشنهاد یک مدل تصمیم گیری بیزین برای تعین مدت بهینه گارانتی
Lin,Shue	۲۰۰۵	کاربرد تئوری کنترل بهینه در مدل حداکثر کردن سود با فرض اینکه هزینه گارانتی مورد انتظار هر واحد محصول ثابت است
Hunag,Murthy	۲۰۰۷	گسترش یک مدل تعین بهینه قابلیت اطمینان وقیمت و گارانتی که حداکثر کردن سود در محصولات قابل تعمیر
Wu,Li	۲۰۰۷	آنالیز هزینه های گارانتی برای محصولات یکسان
Hunag,Fang	۲۰۰۸	مدل ترکیبی پارامتر های تصمیم گیری تولید و فروش
Zhue ,Li,Tang	۲۰۰۹	قیمت و مدت زمان گارانتی پویا برای محصولات با عمر ثابت

۴- متدولوژی حل توسعه داده شده

۴-۱. تابع تقاضا[2]:

Glikman و Berger (1976) در مقاله خود به ارائه تابع تقاضا پرداختند که منجر به این شد که تقاضا بصورت نمایی[3] نسبت به قیمت کاهش می یابد و بصورت نمایی به نسبت مدت گارنتی افزایش می یابد، پس اگر P را قیمت و w را گارانتی بگیریم آنگاه تابع تقاضا بصورت f(p,w) خواهد بود که تابع لگاریتمی خطی جایگزین تابع نمایی شده است[۱۲,۹,۲].

$$f(p,w)=Q= k_1 p^{-a}(w+k_2)^b \qquad (1)$$

به طوریکه k_1 به عنوان ضریب ثابت دامنه و k_2 نیز به عنوان ثابت زمانی در نظر گرفته شده است ، این حالتی است که از صفر شدن تقاضا در حالتی که مدت گارانتی صفر می باشد جلوگیری می کند. a نیز به عنوان پارامتر کشش قیمت و b نیز به عنوان کشش مدت گارانتی در نظر گرفته شده است. k_1 وk_2 بزرگتر از صفر و مقدار a بزرگتر از یک و b بین صفر و یک است. همچنین می توان از تابع تقاضا به این نتیجه رسید که هر افزایشی درپارامتر کشش قیمت (a) تقاضا را کاهش داده که با نمودار سود حاشیه ای سازگار است[۹].

۴-۲. تابع هزینه[4]:

در نظر داشته باشید که تولید کننده به تولید و توسعه محصول جدید می پردازد و در صدد برنامه ای جهت ارائه آن به بازار می باشد، برای افزایش فروش این محصول جدید گارانتی جذاب و موثر می تواند سهم ارزنده ای داشته باشد. سیاست تعویض رایگان محصول[5](FRW) را بعنوان یک سیاست فراگیر و دلخواه مشتری در این رابطه انتخاب می کنیم، زیرا این سیاست بسیار با سیاست های تولید منطبق می باشد چرا که زمان های خرابی محصول می تواند هزینه گارانتی را تحت تاثیر قرار دهد. لذا پی بردن به مشخصه فرایند خرابی بسیار مهم می باشد به طور کلی یک فرایند پواسون[6] به صورت زیر داریم :

$$\lambda(t)= \frac{e^{-\lambda}\lambda^t}{t!} \qquad t \geq 0 \qquad (2)$$

که می تواند در مدل تعداد دفعات خرابی محصول موثر واقع شود. به طوریکه λ، متوسط تعداد خرابی در سال و t نیز زمان سپری شده است . اگر $N_R(W_f)$ به عنوان مجموع تعداد خراییهای مورد

[2] Demand function
[3] Exponential Distribution
[4] Cost function
[5] Free Replacement Warranty
[6] Passion Process

Archive of SID

www.SID.ir

انتظار در مدت زمان گارانتی است که دارای توزیع پواسون با پارامتر λ می باشد لذا تابع تجمعی توزیع پواسون مربوطه بصورت زیر است: [۱۲]

$$N_R(W_f) \sim \sum_{t=0}^{Wf} \frac{e^{-\lambda}\lambda^t}{t!} \quad (3)$$

در صورتی که C_R نیز به عنوان متوسط هزینه تعمیر هر خرابی در نظر گرفته شود هزینه تعمیرموردانتظار به صورت $C_R N_R(W_f)$ خواهد بود.

تولید کننده می تواند به سود حداکثری دست یابد به شرط اینکه :

۱- قیمت مناسب
۲- مدت زمان گارانتی منطقی
۳- حجم تولید مناسب

در تعامل و به بهترین مقدار ممکن تخمین زده شود . مدل ریاضی آن به صورت زیر خواهد بود[۱۲]:

$$\text{Max } (P,Q,W_f) = PQ - C_R N_R(W_f^+) - C_M(W_f^+) Q \quad (4)$$
s.t:

$$Q = K_1 P^{-a} (K_2+W_f)^b \quad (5)$$

$$P,Q, W_f > 0 \quad (6)$$

در مدل فوق تابع هدف از نوع ماکزیمم سازی و متغیرهای مسئله Pو Qو W_f می باشند همگی مقادیر مثبت را اختیار می کنند و (PQ) مقدار درآمد حاصل از فروشQ واحد کالای تولیدی در دوره می باشد.$C_R N_R(W_f)$ و $C_M(W_f^+) Q$ هزینه گارانتی است که شامل هزینه تعمیر هر بار شکست و هزینه نگهداری و تعمیرات است.

۴-۳. ارزش فعلی خالص مورد انتظار و شبیه سازی مونت کارلو:

در شرایطی که تحلیلگر اقتصادی نتواند با اطمینان کامل از مقادیر پارامتر های جریان مالی اطلاع داشته باشد، تصمیم گیری ، ریسک و عدم اطمینان را نسبت به شرایط به دنبال خواهد داشت. در این شرایط برای تحلیل اقتصادی باید از مفهوم " ارزش مورد انتظار" استفاده کرد که بجای در نظر گرفتن یک ارزش مطلق برای پارامتر جریان مالی ، ارزش های متفاوتی برای آن پارامتر بر اساس رفتار داده های گذشته و یا نوسان احتمالی آن در نظر می گیرد. تعیین و برآورد توزیع احتمال پارامتر ها و ارزش فعلی خالص و همچنین محاسبه میانگین و واریانس آن توزیع در تحلیل اقتصادی موثر می باشد . ریسک نتیجه وجود واریانس در ارزش متغیر ها است که با استفاده از اعداد تصادفی می توان رفتار تغییرات در ارزش ها را پیش بینی کرد از این رو از روش شبیه سازی مونت کارلو [۷] برای تولید اعداد تصادفی جهت برآورد عوامل احتمالی با توجه به توزیع احتمال آن عامل ها استفاده خواهد شد.

با در نظر گرفتن اینکه ارزش مورد انتظار (برآورد شده) در سال K ام بصورت F_k دارای امید ریاضی($E(F_k)$ و واریانس($Var(F_k)$ می باشد ، امید ریاضی ارزش فعلی خالص ((E(NPV) و واریانس آن ((Var(NPV) بصورت زیر محاسبه می باشد:

$$E(NPV) = \sum_{k=0}^{k} (P/F, i\%, K).E(F_k) \quad (7)$$

$$Var(NPV) = \sum_{k=0}^{k} (P/F, i\%, K)^2.Var(F_k) \quad (8)$$

بی ثباتی و عدم اطمینان نسبت به آینده سبب می شود که ارزش فعلی خالص (NPV) و یا نرخ برگشت یک پروژه تغییرات زیادی داشته باشد در چنین مواردی تصمیم گیری صحیح اقتصادی آنست که یا پروژه ای را قبول کنیم که ارزش فعلی انتظاری خالص آن و یا متوسط ارزش فعلی پروژه مورد نظر بزرگتر از صفر و از متوسط ارزش فعلی سایر پروژه های ناسازگار نیز بیشتر باشد.

۵.توسعه مدل بر اساس شبیه سازی مونت کارلو

گارانتی یک سرمایه گذاری رقابتی بلند مدت می باشد که زمان به عنوان یک رکن اصلی این ابزار مدیریتی است لذا در نظر گرفتن ارزش زمانی پول در مورد آن مناسب بنظر می رسد در این مقاله به روش ارزش فعلی خالص می پردازیم که بر این اساس این روش را تحت شرایط نا معین و با توجه به مثال عددی فرضی و شبیه سازی مونت کارلو به صورت زیر خواهیم داشت :

فرض کنید یک تولید کننده دارای یک برنامه ریزی منسجم جهت فروش یک محصول جدید به بازار است، به دلیل عدم وجود داده های کافی از دوره های قبل، از نظر کارشناسان و متخصصان استفاده شده است و مقدار پارامتر λ در توزیع پواسون ، توزیع تعداد شکست در مدت زمان گارانتی، محاسبه گردیده است [۱۴].

[7] Monte carlo simulation

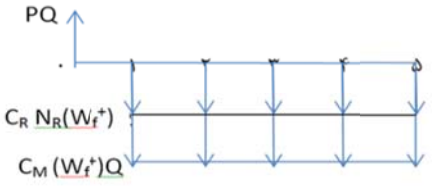
Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- (داده های مربوط به تعداد خرابی در ۸۷۰ روز از دوره های قبل)

از - تا (روز)	مدت زمان (روز)	نرخ خرابی (٪)	((٪) نرخ خرابی) * (مدت زمان (روز))
۳۰ - ۰	۳۰	۰.۳	۹
۶۰ - ۳۱	۳۰	۰.۴۵	۱۳.۵
۹۰ - ۶۱	۳۰	۰.۵۹	۱۷.۷
۱۲۰ - ۹۱	۳۰	۰.۷۳	۲۱.۹
۱۵۰ - ۱۲۱	۳۰	۰.۸۷	۲۶.۱
۱۸۰ - ۱۵۱	۳۰	۱	۳۰
۲۱۰ - ۱۸۱	۳۰	۱.۱۳	۳۳.۹
۲۴۰ - ۲۱۱	۳۰	۱.۱۸	۳۵.۴
۲۷۰ - ۲۴۱	۳۰	۱.۲۲	۳۶.۶
۳۰۰ - ۲۷۱	۳۰	۱.۳۹	۴۱.۷
۳۳۰ - ۳۰۱	۳۰	۱.۴۳	۴۲.۹
۳۶۰ - ۳۳۱	۳۰	۱.۶	۴۸
۳۹۰ - ۳۶۱	۳۰	۱.۷۸	۵۳.۴
۴۲۰ - ۳۹۱	۳۰	۱.۹۵	۵۸.۵
۴۵۰ - ۴۲۱	۳۰	۲.۰۲	۶۰.۶
۴۸۰ - ۴۵۱	۳۰	۲.۳۱	۶۹.۳
۵۱۰ - ۴۸۱	۳۰	۲.۴	۷۲
۵۴۰ - ۵۱۱	۳۰	۲.۶۸	۸۰.۴
۵۷۰ - ۵۴۱	۳۰	۲.۷۱	۸۱.۳
۶۰۰ - ۵۷۱	۳۰	۲.۸۳	۸۴.۹
۶۳۰ - ۶۰۱	۳۰	۲.۸۵	۸۵.۵
۶۶۰ - ۶۳۱	۳۰	۲.۸۷	۸۶.۱
۶۹۰ - ۶۶۱	۳۰	۲.۹۲	۸۷.۶
۷۲۰ - ۶۹۱	۳۰	۳.۱۶	۹۴.۸
۷۵۰ - ۷۲۱	۳۰	۳.۲۲	۹۶.۶
۷۸۰ - ۷۵۱	۳۰	۳.۴۲	۱۰۲.۶
۸۱۰ - ۷۸۱	۳۰	۳.۶۷	۱۱۰.۱
۸۴۰ - ۸۱۱	۳۰	۳.۷۶	۱۱۲.۸
۸۷۰ - ۸۴۱	۳۰	۴.۲۶	۱۲۷.۸

در طول مدت ۸۷۰ روز مجموع تعداد خرابی ها برابر با ۱۸۲۱ بوده است . لذا متوسط تعداد خرابی ها در سال (λ) ۶۹۲.۳۶، می باشد . با توجه به اطلاعات بدست آمده و روش ارزش فعلی خالص ، نمودار جریان مالی برای Q محصول در مدت ۵ سال در شکل ۴ آمده است:



شکل ۴ (نمودار جریان مالی)

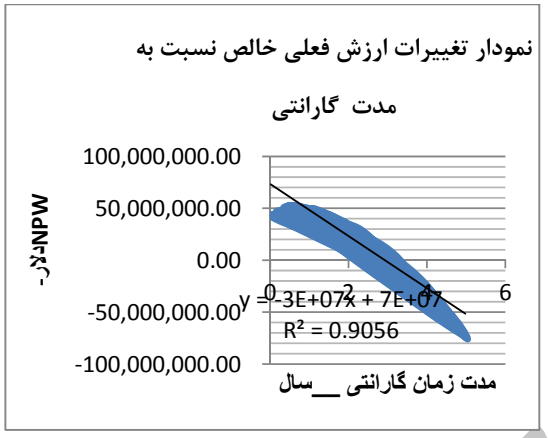
همانطور که در شکل ۴ ملاحظه می شود $C_R N_R(W_f)$ و C_M Q (W_f^+) بعنوان هزینه سالیانه مطرح شده اند زیراکه $N_R(W_f)$ و W_f^+ متغییر های تصادفی به ترتیب با توزیع پواسون و یکنواخت پیوسته هستند که سالیانه مقادیر متفاوتی خواهند داشت. همچنین مقدار تابع تقاضا (Q) بصورت رابطه ۷ می باشد :

$$Q = 2483000(P/1000)^{-2/9}(0.8+w_f)^{0.6} \qquad (9)$$

همچنین سیاست مدیریت خدمات گارانتی بصورت تعویض رایگان (FRW)می باشد بطوریکه حداکثر مدت زمان گارانتی میتواند ۵ سال باشد . همچنین متوسط هزینه تعمیر خرابی سالیانه محصول (Cr)برابر ۲۲۰۰$ و متوسط هزینه های تعمیرات و نگهداری سالیانه (Cm) برای هر واحد محصول،۷۰۰$می باشد . مدت زمان گارانتی برای این محصول دارای توزیع یکنواخت پیوسته در بازه [۵-۰] می باشد. قیمت کالا (P) با فرض ثابت بودن و برابر ۷۰۰۰$ می باشد.

بر همین اساس میانگین و واریانس ارزش فعلی برای این جریان مالی با نرخ بهره ۲۰ ٪ سالیانه و پس از صد بار تولید عدد تصادفی نتایج شکل ۵ حاصل شده است :

$$(NPW) = 9243094.51 \qquad (10)$$
$$E(NPW) = 9243094.515 \qquad (11)$$



شکل ۵ -(نمودار تغییرات ارزش فعلی خالص نسبت به مدت زمان گارانتی)

و خط رگرسیون برحسب کمترین مربعات خطا بصورت زیر خواهد بود:

$$E(NPW) = 9243094.515 \qquad (12)$$

که مقدار گارانتی بهینه با توجه به این خط برابر ۲.۳۳سال و معادل ۲۸ ماه می باشد مقدار سودی که بازای این مدت زمان گارانتی عاید تولید کننده خواهد شد دارای نرخ بهره ۲۰ ٪ می باشد. همچنین در قسمت تحلیل حساسیت تغییرات زمان گارانتی نسبت به نرخ بهره مقادیر متفاوت نرخ بهره مورد بحث قرار گرفته شده است. از این رو انتخاب مدت گارانتی ۲۸ ماه دارای ریسک می باشد و همچنین با توجه به اینکه اندازه نمونه بزرگتر از ۲۵ و میانگین و واریانس نمونه معلوم می باشد پس NPW طبق قضیه حد مرکزی از توزیع نرمال پیروی می کند. همچنین محاسبات ریسک بصورت زیر خواهد بود:

$$Pr(NPW < 0) = Pr\left(\frac{NPW - E(NPW)}{SD(NPW)} < \frac{0-(9243094.515)}{37299809.27}\right) = \Pr(Z \leq -0.2478) = 0.4021) \qquad (13)$$

Archive

www.SID.ir

آزمون فرض برای ادعای اینکه به ازای ۲۸ ماه گارانتی ارزش فعلی بزرگتر از صفر می باشد در مقابل اینکه ارزش فعلی کوچکتر از صفر است:

$$\begin{cases} H_0: NPW \geq 0 \\ H_1: NPW < 0 \end{cases} \quad (14)$$

با توجه به اینکه آزمون فرض یک طرفه داریم ، مقدار آماره آزمون از رابطه زیر بدست می آید:

$$T = \frac{\overline{X}_n - \mu}{S_n/\sqrt{n}} \quad (15)$$

مقدار آماره آزمون 2.478054096 در سطح معنا داری 0.01 در ناحیه پذیرش$[-T_{\alpha,99}, \infty) = [-۲.۳٦٤٦, \infty)$ قرار می گیرد لذا دلیلی برای رد فرض H_0وجود ندارد.

خروجی آزمون فرض نرم افزار minitab بصورت زیر است:

One-Sample T: NPW
Test of mu = 0 vs < 0

جدول ۳ (نتایج آزمون فرض) 99% Upper

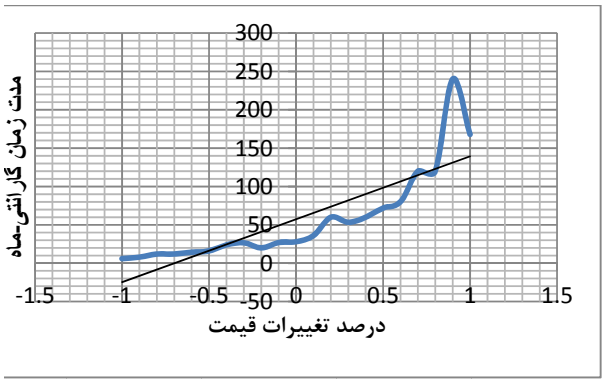
Variable	N	Mean	StDev	SE Mean	Bound	T	P
NPW	100	9243095	37299809	3729981	18063029	2.48	0.993

باتوجه به اینکه سطح اطمینان آزمون 0.99 می باشد و مقدار α مساوی 0.01 می باشد ومقدار p-value برابر 0.993 می باشد دلیلی برای رد فرض H_0وجود ندارد.

۶.آنالیز حساسیت

در این قسمت با تغییر یک پارامتر و ثابت نگهداشتن مابقی متغیر ها نسبت تغییرات مدت زمان گارانتی را نسبت به آن متغیر بررسی می کنیم و نمودار حاصل را ترسیم می کنیم:

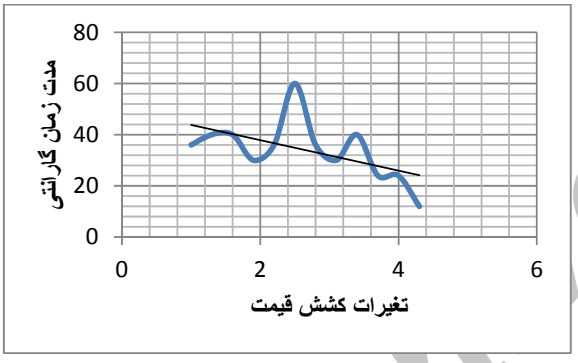
الف- تغییرات مدت زمان گارانتی نسبت به قیمت هر واحد محصول:



شکل ۶- (نمودار تغییرات مدت زمان گارانتی نسبت به قیمت)

با توجه به شکل ۶ ملاحظه می شود که با افزایش قیمت کالا مدت زمان بهینه گارانتی افزایش می یابد که طبق پیش بینی ها این سیر منطقی می باشد .زیرا که هرچه مشتری پول بیشتری برای یک واحد محصول بپردازد خدمات پس از فروش (گارانتی) مدت زمان بیشتری به ارائه سرویس می پردازد و در مقابل با پرداخت هزینه کمتر برای یک واحد محصول مدت زمان گارانتی کمتری به محصول اختصاص می یابد.

ب: تغییرات مدت زمان گارانتی نسبت به کشش قیمت:



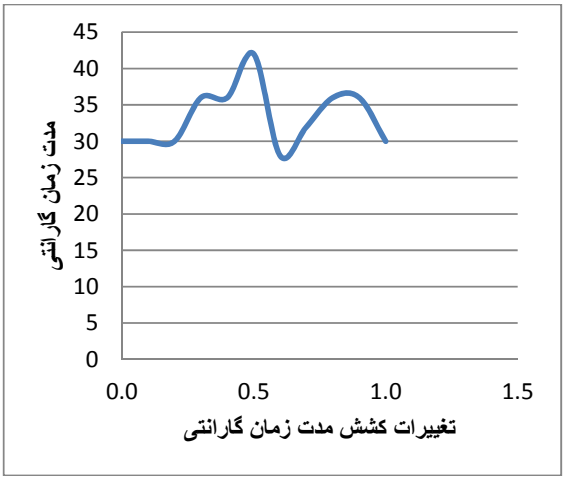
شکل۷- (نمودار تغییرات مدت زمان گارانتی نسبت به کشش قیمت)

روند افزایشی تا به نزدیکی نقطه بهینه برسد و سپس روند کاهشی دارد و طبق پیش بینی ها باید با افزایش مقدار a مدت زمان گارانتی کاهش یابد که نمودار از مقدار a=2.5روند کاهشی دارد تا جایی که به صفر می رسد.

پ: تغییرات مدت زمان گارانتی نسبت به کشش گارانتی:

Archive of SID

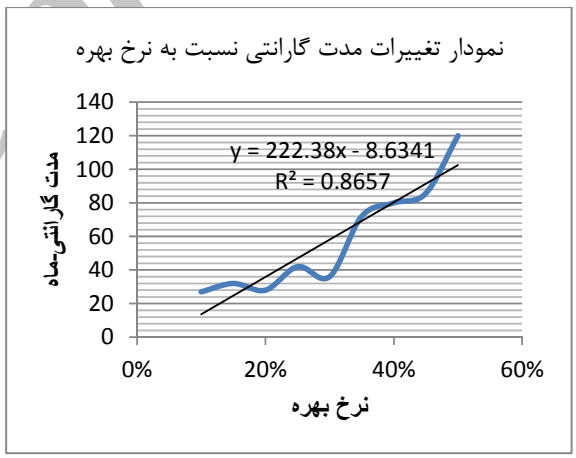
www.SID.ir



شکل ۸ (نمودار تغییرات مدت زمان گارانتی و کشش مدت زمان گارانتی)

شکل ۸ روند افزایش مدت زمان گارانتی را تا زمان خاصی نشان می دهد و از آن زمان خاص به بعد منحنی نسبت به مدت گارانتی بی تفاوت خواهد شد و گارانتی دیگر اثر گذار نخواهد بود.

ت: تغییرات مدت زمان گارانتی نسبت به نرخ بهره :



شکل۹ - (نمودار تغییرات مدت زمان گارانتی نسبت به نرخ بهره)

با توجه به شکل ۹ ملاحظه می شود که با افزایش نرخ بهره مدت زمان گارانتی در حال افزایش می باشد که طبق پیش بینی ها با نرخ بهره بالاتر سود حاصل از سرمایه گذاری بیشتر در نتیجه مدت زمان گارانتی بیشتر خواهد بود.

ث: تغییرات مدت زمان گارانتی نسبت به هزینه نگهداری و تعمیرات :

شکل ۱۰- (نمودار تغییرات مدت زمان گارانتی نسبت به هزینه نگهداری و تعمیرات)

با افزایش میزان هزینه نگهداری و تعمیرات همانطور که در شکل ۱۰ ملاحظه می شود، مدت زمان گارانتی تقریبا کاهش می یابد و با کاهش میزان هزینه نگهداری و تعمیرات مدت زمان گارانتی افزایش می یابد.

۷- نتیجه گیری و پیشنهادات

در این مقاله با استفاده از تکنیک ارزش فعلی خالص به مقدار اقتصادی یک ابزار مدیریتی - رقابتی دست یافتیم. همانطور که ملاحظه شد پارامتر های مختلفی در تصمیم گیری این ابزار دخیل می باشند به گونه ای که تغییرات هر پارامتر منجر به تصمیم دیگری می شود لذا هر محصول و در هر شرایط تولیدی پارامتر های خاص خود را دارد که می تواند منجر به یک تصمیم درست یا یک تصمیم نادرست گردد. از تکنیک های دیگری نظیر جریان نقدی سالیانه یکنواخت، نرخ بازده، آنالیز نسبت منافع به مخارج و... می توان در تعیین مقدار بهینه کمک گرفت. نرخ بهره که یک پارامتر اقتصادی مهم بشمار می رود تاثیر بسزایی در تصمیم گیری در این حیطه دارد لذا می توان از نرخ بهره پویا در حل مسئله کمک گرفت. همچنین به دلیل متفاوت بودن شرایط تولید و استفاده محصولات نرخ و هزینه خرابی می تواند متفاوت باشد و از الگوی دیگری پیروی کند. لازم به ذکر است همانطور که اشاره شد با افزایش عمر محصول هزینه های گارانتی افزایش می یابد لذا میتوان هزینه های آن را بصورت افزایشی در نظر گرفت. فرآیند حل در این مقاله از لحاظ اقتصادی و ریاضی بررسی گردید در حالیکه گارانتی یک ابزار مدیریتی و اقتصادی است پس نظر مدیریت و دیدگاه ذینفعان موضوع دیگری را تحت عنوان ارجحیت و مطلوبیت پدید می آورد که می تواند تصمیمات را تحت شرایط یکسان مختلف نمایش دهد.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

[1] D.n.p. Murthy, I. Djamaludin ," *New product warranty:A literature review*", Int. J. Production Economics 79 , (2002), pp. 231–260.

[2] Chin-ChunWu, Chao-Yu Choub, Chikong Huang," *Optimal price,warranty length and production rate for free replacement policy in the static demand market*", Omega 37, (2009), pp. 29 – 39.

[3] Marieke Huysentruyt & Daniel Read," *How do people value extended warranties? Evidence from two field surveys*", J Risk Uncertain 40: (2010), pp. 197–218, DOI 10.1007/s11166-010-9094-9.

[4] Mohammad Saidi-Mehrabad & Rassoul Noorossana & Mahmood Shafiee ," *Modeling and analysis of effective ways for improving the reliability of second-hand products sold with warranty*", Int J Adv Manuf Technol 46: (2010), pp. 253–265 ,DOI 10.1007/s00170-009-2084-x.

[5] Cheng-Kang Chen, Chih-Chung Lo," *Optimal production run length for products sold with warranty in an imperfect production system with allowable shortages*", Mathematical and Computer Modelling 44 , (2006), pp. 319–331.

[6] Zhefang Zhou , Yanjun Li , Kwei Tang," *Dynamic pricing and warranty policies for products with fixed lifetime*", European Journal of Operational Research, European Journal of Operational Research 196 , (2008), pp.940–948.

[7] A. z. m. o. Hussain and D. n. p. Murthy "*Warranty and Optimal Redundancywith Uncertain Quality*", Mathematical and Computer Modelling 31, (2000), pp. 175-182.

[8] Shaomin Wu , Huiqing Li," *Warranty cost analysis for products with a dormant state*", European Journal of Operational Research 182 (2007), pp. 1285–1293.

[9] Chin-Chun Wu, Pei-Chun Lin, Chao-Yu Chou," *Determination of price and warranty length for a normal lifetime distributed product*", Int. J. Production Economics 102 (2006), pp. 95–107.

[10] A. z. m. o. Hussain and D. n. p. Murthy," *Warranty and Optimal Reliability Improvement through Product Development*", Mathematical and Computer Modelling 38, (2003), pp. 1211-1217.

[11] Gopinath Chattopadhyay, Anisur Rahman," *Development of lifetime warranty policies and models for estimating costs*", Reliability Engineering and System Safety 93 , (2008), pp. 522–529.

[12] Chih-Chiang Fang , Yeu-Shiang Huang," *A study on decisions of warranty, pricing, and production with insufficient information*", Computers & Industrial Engineering 59 , (2010), pp. 241–250.

[13] Andre Kleyner, Peter Sandborn," *Minimizing life cycle cost by managing product reliability via validation plan and warranty return cost*", Int. J. Production Economics 112 , (2008), pp. 796–807.

[14] Andre Kleyner, Peter Sandborn," *A warranty forecasting model based on piecewise statistical distributions and stochastic simulation*", Reliability Engineering and System Safety 88 , (2005), pp. 207–214.

Archive of SID

www.SID.ir