

## نقش تحقیق در عملیات در تحلیل مسائل وارانتي

عزت ا... اصغری زاده - دانشگاه تهران

### چکیده

در ادبیات وسیع وارانتي<sup>1</sup> محصولات، اعم از محصولات صنعتی - تجاری، محصولات بادوام مصرفی و محصولات نظامی، مطالعات از دیدگاههای متفاوتی صورت پذیرفته است. در این مطالعات OR یک نقش بسیار پراهمیت و مهم را جهت تجزیه و تحلیل موضوعات گوناگون ایفا می‌نماید. این مقاله نشان می‌دهد که چگونه تکنیکهای بهینه‌سازی مرسوم در OR در بررسی جنبه‌های مختلف خطمشی‌های وارانتي و تصمیمات وارانتي بکار گرفته می‌شوند. این نقش شامل ساختن مدل (تکنیکهای ریاضی و عددی)، فرایندهای تصادفی، لجستیک، تعمیر و نگهداری، پایایی و تجزیه و تحلیل ریسک می‌باشد. در این مقاله مسائل جدید قابل طرح در عرصه وارانتي و قابلیت بدست آوردن جواب با مشارکت تکنیک‌های OR بررسی می‌گردد. واژه‌های کلیدی: وارانتي - قراردادهای سرویس - خدمات پس از فروش - تحقیق در عملیات

### مقدمه

وارانتي بعنوان یک تعهد قراردادی بین تولیدکننده (فروشنده) یک محصول صنعتی و مشتری (خریدار)، از یک طرف، غرامتی جهت مشتری هنگامی که محصول (مثلاً ماشین) از کار می‌افتد (معیوب می‌شود) را در بر دارد و از طرف دیگر با محدود کردن غرامت موجب حمایت<sup>2</sup> از فروشنده می‌شود تا مادامی که ادعاهای خسارات از طرف مشتری معتبر هستند. وارانتي همچنین در فروش محصولات و خدمات بعنوان نمادی از کیفیت، به میزان افزایش طول مدت وارانتي، نقش بازی می‌کند، لذا می‌تواند یک منبع اطلاعاتی برای مشتری، خصوصاً در مورد محصولات پیچیده، باشد. در مورد محصولات با تکنولوژی پیشرفته، این مسأله واضح‌تر می‌باشد.

انواع وارانتي همیشه با هزینه‌هایی که از لحاظ تکنیکی (طراحی و ساخت) و چه از لحاظ تجاری (فروش و تبلیغات) همراه می‌باشند که این هزینه‌ها معمولاً از ۲٪ تا ۱۵٪ تغییر می‌نمایند مدیریت این هزینه‌ها یکی از موضوعات مهم در بحث وارانتي می‌باشد. این مدیریت بایستی در یک چهارچوب مشخص با به حساب آوردن ملاحظات تکنیکی و نیز ملاحظات تجاری باشد. همانگونه که خواهیم دید OR در این مورد یک نقش کلیدی ایفا می‌نماید.

وارانتي هم از دیدگاه تولیدکننده، هم از دیدگاه مشتری، و هم از دیدگاه جامعه بعنوان یک کل می‌تواند مورد مطالعه قرار گیرد. بررسی وارانتي از هر کدام از دیدگاههای ذکر شده منجر به مسائل کاملاً مختلفی با محدودیت‌های خاص خود می‌شود که البته جوابهای متفاوت مربوط به خود را می‌طلبند.

### مفاهیم اساسی وارانتي

وارانتي نقشهای متعددی در خرید و فروش کالاها و خدمات دارد. وارانتي ممکن است بعنوان یک استراتژی بازاریابی مورد استفاده قرار گیرد، چرا که از دیدگاه مشتری یک وارانتي طولانی از نظر زمانی می‌تواند بیان کننده کیفیت بهتر کالا باشد. وارانتي از دیدگاه فروشنده (تولیدکننده) کالا، یک منبع سود می‌تواند تلقی گردد و از دیدگاه خریدار (مشتری) محصول، یک منبع حمایت کننده مالی در زمان از کارافتادگی محصول (ماشین) خریداری شده می‌باشد.

<sup>1</sup> Warranty

<sup>2</sup> Protection

یک خط مشی وارانتي<sup>۳</sup>، شرایط و دروه زمانی وارانتي را تعريف می‌نماید. این تعريف به نوع محصول و نوع خریدار / استفاده کننده وارانتي بستگی دارد. دامنه محصولات از کالاهای مصرفی بادوام، با تعداد انبوه نسبی عرضه کنندگان و تعداد انبوه مصرف کنندگان، تا کالاهای تجاری و صنعتی، با عرضه کنندگان و مصرف کنندگان نسبتاً کم می‌باشد. برای کالاهای مصرفی بادوام، معمولاً یک وارانتي صریح عرضه می‌گردد. این کالاهای از اقلام ساده مانند لوازم خانگی ارزان مانند ساعت تا اقلام گران و پیچیده مانند اتومبیل، کامپیوتر، سیستمهای تهویه هوا را در بر می‌گیرند و خطمشی وارانتي برای آنها به وسیله تولید کننده با ورود تعداد اندکی خریدار تعیین می‌شود. کالاهای صنعتی / تجاری پس از تولید معمولاً به جای فروش به اشخاص حقیقی به اشخاص حقوقی یعنی سازمانهای تجاری دیگر فروخته می‌شود. از این اقلام می‌توان، ابزارهای ماشین، کشتیهای تجاری، تجهیزات زلزله نگاری، موتورهای جت را نام برد.

در مورد این دسته از کالاهای، خطمشی وارانتي از طریق مذاکره و چانه‌زنی بین فروشنده و خریدار تعیین می‌گردد. دسته سومی از کالاهای را می‌توان نام برد که در واقع خریدار آن حکومتها هستند از جمله آنها سلاحها و تجهیزات مورد استفاده در ارتشها هستند. لذا خطمشی وارانتي آنها به وسیله قانون مصوب تعیین می‌گردد. باید توجه کرد که در مورد بعضی از لوازم سبک مورد استفاده در سازمانهای دفاعی حکومتها مانند تایرها، ساعتها و کامپیوترها، وارانتيهای عرضه شده ممکن است کاملاً متفاوت با وارانتيهای ارائه شده به مشتریان عادی باشد. در واقع در اینجا ماهیت کالا تعیین کننده نیست بلکه خریدار یا مالک کالا معیار تعیین نوع وارانتي می‌باشد.

### انواع وارانتي

در یک تقسیم بندی خاص، وارانتيهایی که توسط تولید کننده یا واسطه می‌تواند ارائه شود سه نوع هستند.

الف) وارانتيهای پایه‌ای<sup>۴</sup>

ب) وارانتيهای پیچیده<sup>۵</sup>

ج) وارانتيهای تمدید شده<sup>۶</sup> (قراردادهای سرویس)

الف) وارانتيهای پایه‌ای که توسط تولید کننده همراه با فروش و تحویل کالا به مشتری ارائه می‌گردد. قراردادهای روشنی هستند که دو دسته کلی از آنها FRW<sup>۷</sup> و PRW<sup>۸</sup> هستند. در مقاله اصغری زاده (۱۳۷۹)، توضیح و تقسیم‌بندی جزئی این دو دسته را می‌توان دید. دسته اول جهت کالاهایی است که یا قابلیت تعمیر ندارند مانند فیلم دوربینهای عکاسی و کمک فنرهای اتومبیل، یا با تعویض قطعات خراب در واقع تعمیر می‌شوند، مانند کلیدهای برق. دسته دوم غالباً جهت کالاهایی است که به دلیل فرسودگی و میزان استفاده، خراب می‌شوند و از جمله آنها تایر اتومبیلها یا انواع باطریها هستند. این دو دسته روی هم حدود ۸۰٪ وارانتيها را تشکیل می‌دهند.

باید عنوان کرد که انواع متفاوت وارانتي در واقع ترکیبات مختلفی از FRW و PRW هستند. یک فرم معمول از این ترکیبات این است که وارانتي دو پریود T<sub>۱</sub> و T<sub>۲</sub> دارد. در صورت خرابی محصول در T<sub>۱</sub>، تعمیر یا تعویض صورت می‌گیرد و در T<sub>۲</sub>، به نسبت زمان باقیمانده از وارانتي (پایان T<sub>۲</sub>)، تخفیف برای خریدار در نظر گرفته می‌شود. افراطی‌ترین نوع وارانتي، «وارانتي تخفیف کامل<sup>۹</sup>»، می‌باشد که در واقع در صورت خرابی محصول، تمامی مبلغ پرداخت شده توسط مشتری (صد در صد قیمت کالا) به او برگردانده می‌شود.

ب) وارانتيهای پیچیده، جهت محصولات و ماشینهای پیچیده ارائه می‌شوند. یک مثال عمومی در اینجا وارانتي «دوره‌های زمانی متفاوت برای اجزاء متفاوت محصول» می‌باشد. مثلاً برای یخچالها، دوره زمانی وارانتي «کمپرسور» بیش از سایر اجزاء است یا مثلاً دوره زمانی وارانتي برای سیستم کنترل پخش اتومبیلها، بیش از دوره زمانی وارانتي سایر اجزاء می‌باشد چرا که وارانتي این سیستم توسط قانون و مقررات تعیین می‌گردد. نوع دیگر پیچیدگی در وارانتي این است که بیش از یک معیار جهت استفاده محصول، بکار گرفته شود. یک مثال عمومی در این نوع، وارانتي اتومبیل می‌باشد که پوشش زمانی مثلاً ۳ سال یا ۴۰۰۰۰ کیلومتر استفاده از اتومبیل می‌باشد و هر کدام که زودتر فرا برسد، قرارداد وارانتي به اتمام رسیده است.

<sup>3</sup> Warranty Policy

<sup>4</sup> Basic Warranties

<sup>5</sup> Complex Warranties

<sup>6</sup> Extended Warranties

<sup>7</sup> Free Replacement Warranties

<sup>8</sup> Pro Rata Warranties

<sup>9</sup> Rebate warranty

برای محصولات خیلی پیچیده، وارانته‌ها ممکن است بسیاری از دامنه‌های عملکرد محصول و به همان خوبی مطلوبیت محصول را بپوشاند. بعنوان مثال سیستم‌های عظیم کامپیوتری، هواپیماهای نظامی، ماشینهای سنگین صنعتی، موتورهای جت، ممکن است یک وارانته شامل یک «متوسط زمان بین از کار افتادگی‌های تضمین شده»<sup>10</sup>، یک محدوده کمتر تضمین شده روی قابلیت دسترسی و تهیه قطعات یدکی و یک اثر بخشی حداقل سوختی تضمین شده و بسیاری از تضمین‌های دیگر روی عملکرد و پایایی باشد. محصولات ممکن است به صورت گروهی بدون پوشش جداگانه برای هر یک تحت پوشش وارانته قرار گیرند. برای مثال در یک FRW گروهی، ۱۰ ماشین ممکن است برای یک زمان ۳۰ ساله تحت پوشش قرار گیرند به جای این که هر کدام برای ۳ سال تحت پوشش باشند. در این حالت ممکن است ارقام تا پیش از رسیدن مجموع ۳۰ سال و تنها وقتی که آخرین آنها از کار بیافتند تعویض شوند.

ج) وارانته‌های تمدید شده یا قراردادهای سرویس<sup>11</sup>، جهت محصولاتی که وارانته پایه‌ای (اولیه) آنها به اتمام رسیده‌اند عرضه شده و در واقع وارانته پایه‌ای تمدید می‌گردد. شرایط وارانته ممکن است همانند قبل (وارانته پایه‌ای) بوده و یا ممکن است تغییر نماید. معمولاً این نوع وارانته زمان پوشش زیادی ندارند و هنگامیکه برای فروشنده محصول کاملاً سود آور باشد ارائه می‌گردد. فروشنده این نوع وارانته می‌تواند تولید کننده محصول، نماینده فروش یا شخص ثالث باشد. وارانته‌های تمدید شده، ارائه شده توسط تولید کننده یا نمایندگی فروش بعنوان یک «اضافه سرویس» مورد ملاحظه قرار می‌گیرد. در بازار بعضی از محصولات مانند تجهیزات الکترونیک، وارانته‌های پایه‌ای با ملاحظه گسترش فروش «وارانته‌های تمدید شده» باتوجه به سود آوری بالای آنها ارائه می‌گردد. متعاقباً، اشخاص ثالث یا بیمه‌گرها به همین ترتیب با پذیرش ریسک از لحاظ از دست دادن سود وارد صحنه می‌شوند. Murthy & Asgharizadeh (1998) مدلی از وارانته‌های تمدید شده را به صورت بازی بین اشخاص ثالث و مشتری ارائه داده‌اند.

### مسائل وارانته و جوابهای تحقیق در عملیات

در مطالعه وارانته، دیدگاههای متفاوت، منجر به بروز مسائل متفاوت یا محدودیت‌های خاص خود می‌شود که البته جوابهای متفاوت مربوط به خود را نیز می‌طلبد. بنابراین سؤالات متفاوتی را می‌توان جهت تحلیل در فرایند وارانته ذکر کرد که تعدادی از آنها را می‌توان چنین برشمرد:

۱. هزینه‌های دراز مدت وارانته برای فروشنده و خریدار چیستند؟
۲. چگونه هزینه‌ها بعنوان توابعی از نوع و طول وارانته عرضه شده متفاوت می‌شوند؟
۳. وارانته بهینه برای تولید کننده از قبیل ماکزیمم کردن سود چیست؟
۴. وارانته بهینه هنگامیکه اهداف چندگانه دنبال می‌شود چیست؟
۵. طراحی بهینه محصول و استراتژیهای تولید برای یک خطمشی وارانته داده شده چیست؟
۶. چه نوع وارانته، هزینه وارانته را حداقل می‌نماید؟
۷. چه نوع از داده‌ها برای ارزیابی و اداره وارانته مورد نیاز است و چگونه داده‌ها تحلیل می‌شوند؟
۸. چه دیدگاهی باید جهت مدیریت استراتژیک وارانته اتخاذ گردد؟
۹. برنامه بهینه جهت ارائه سرویس وارانته چیست؟

در بکار گیری دیدگاه سیستمی جهت مسائل مطروحه وارانته، عناصر دخیل در توسعه مدلها جهت بیان فرایند وارانته‌های مختلف بسته به نقطه نظرهای بکار گرفته شده متفاوت می‌باشند. برای تولید کننده، متغیرهای کلیدی، اندازه و ساختار سازمانی مؤسسه، اهداف مدیریت، بازار، نوع محصول، شهرت، کیفیت تولید، هزینه تولید، نوع وارانته، پشتیبانی کالای فروخته شده، پشتیبانی هزینه و مانند آن می‌باشند. بنابراین هم عناصر تکنولوژیک و هم عناصر تجاری در اینجا نقش ایفا می‌کنند که به حساب آوردن این دو مجموعه و تعامل بین آنها بسیار مهم است. برای مشتریان عناصر کلیدی، نوع محصول، هزینه، خطمشی وارانته، عملکرد محصول، نیازهای نگهداری و تعمیر، هزینه عملیاتی و مانند آن می‌باشند. فعالیت مصرف کنندگان را در پروسه وارانته می‌توان به سه دسته تقسیم کرد: خرید محصول، ارزیابی عملکرد محصول و واکنش آنان نسبت به رضایت داشتن یا ناراضی بودن از محصول. فاکتورهای مهم تولید کنندگان نیز شامل فروش محصول، هزینه‌های وارانته، هزینه‌های ساخت و

<sup>10</sup> Guaranteed meantime between failure

<sup>11</sup> Service contract

سودهای حاصل می‌باشند. همه این عوامل از طراحی محصول، ساخت، کنترل کیفیت، عوامل بازاریابی، خطمشی سرویس‌دهی و مانند آن متأثر می‌شوند.

بسیاری از مباحث تحقیق در عملیات، مهندسی، بازاریابی، مدیریت و ... که به استراتژی‌های بازرگانی مربوط می‌شوند در تجزیه و تحلیل وارانته‌ی دخیل هستند. علاوه بر این، مسائل واقعی، مانند ماکزیمم کردن سود، حداقل کردن هزینه‌های خدمات پس از فروش و نائل شدن به یک حداقل سطح کیفیت، اغلب ماهیتی چند معیاره دارند. افزودن این جنبه‌ها، تحلیل‌ها را پیچیده‌تر کرده و موجب با اهمیت‌تر شدن نظریه بین رشته‌ای تحقیق در عملیات می‌گردد. حل این‌گونه مسائل اغلب نیازمند ترکیبی از چندین دیدگاه هم‌تحلیلی و هم‌عددی می‌باشد. در تجزیه و تحلیل وارانته‌ی این ترکیب واقعیت دارد چرا که مدل‌های هزینه وارانته‌ی منجر به یک پیچیدگی فوق‌العاده ریاضی می‌شود. آنجا که مدل‌ها به شکل ریاضی تحلیلی قابل بیان نیستند روش‌های عددی و شبیه‌سازی بکار گرفته می‌شود.

تست مدل نیازمند بکارگیری و تحلیل داده‌های مناسب می‌باشد. داده‌ها ممکن است از بسیاری از منابع و مأخذ قابل دسترسی باشند. داده‌ها از کیفیت متغیر برخوردارند و اغلب غیرکامل هستند. برای مثال، خرابی‌های محصول بعد از پایان دوره وارانته‌ی به ندرت در داده‌های ادعاهای وارانته‌ی یافت می‌شوند.

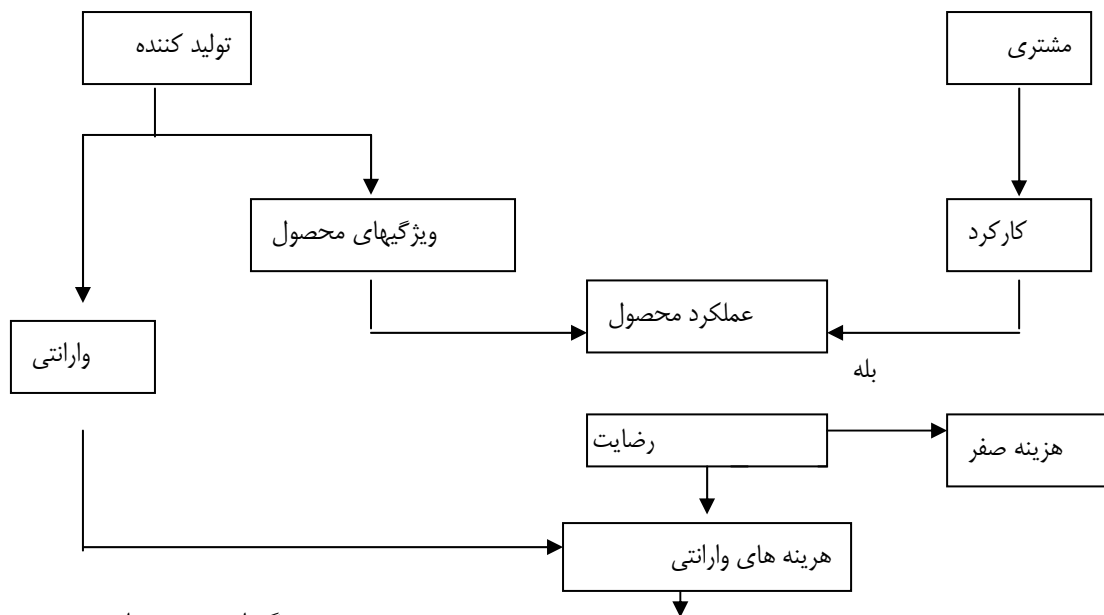
روش‌های آماری مناسب که بتواند این ساختار داده‌های ویژه را تشخیص دهد بایستی برای روایی مدل بکار گرفته شود. بکارگیری موفق متدولوژی تحقیق در عملیات نیازمند یک فهم عمیق از جهان خارج می‌باشد که این خود نیازمند یک نظریه «چند رشته‌ای» با تعامل بین بسیاری از رشته‌ها و رویه‌ها ذی‌مدخل است.

ما در اینجا مسائل مختلف وارانته‌ی که تحقیق در عملیات در تهیه جواب‌های مفید آنها موفق بوده است را مرور می‌کنیم:

#### ۱-۴ تحلیل هزینه‌های وارانته‌ی

مهمترین مشارکت OR در مسائل وارانته‌ی در زمینه تحلیل هزینه بوده است. عمده این تحقیق روی نقطه نظر تولید کننده متمرکز شده است. برای تولید کننده، مشخصه‌های کلیدی هزینه عبارت از «دوره وارانته‌ی» (توزیع عمر کالاهایی که تحت وارانته‌ی فروخته می‌شوند) صرف‌نظر از اینکه کالا قابل تعمیر و توزیع عمر کالای تعمیر شده یا تعویض شده باشد یا نشده باشد.

در این تحلیل‌ها، یکی از موضوعات اولیه این است که کدام هزینه می‌بایستی محاسبه گردد. این هزینه ممکن است هزینه هر کالا، هزینه هر واحد از کالا، هزینه هر فروش، یا هزینه سیکل کالا باشد که این آخری خود ممکن است به چندین روش تعریف گردد برای مثال: هزینه هر کالا و تعویض‌های ممکن توسط سیکل وارانته‌ی یا هزینه یک کالا و تعویض‌های آن صرف‌نظر از اینکه «تحت وارانته‌ی» باشد یا خریدهای تکراری باشد. مدل‌های هزینه براساس ویژگی‌های مشابه در شکل زیر نشان داده شده اند.



ویژگی‌های سیستم ساده شده پروسه وارانته‌ی

ویژگی محصول مربوط به تحلیل، تعداد ادعاها در طول « دوره وارانتی » می‌باشد. این ویژگی با استفاده از مفاهیم و مدل‌های « تئوری پایایی » مدل داده می‌شود. در حالت « وارانتی‌های یک دامنه » اولین مدل در ادبیات وارانتی، بیان شده به وسیله [ Lowerre ( 1968 ) ] و [ Menke ( 1969 ) ] ( )، تقریبی از هزینه‌های فروشنده محصول غیرقابل تعمیر تحت « وارانتی تعویض رایگان » (FRW) می‌باشد. در این مدل، امکان خرابی‌های متعدد<sup>۱۲</sup> نادیده گرفته شده است. سپس مدل‌های واقعی‌تر به همراه ادعاها متعدد در طول دوره وارانتی توسعه یافت. (Nguyen & Murthy(1984)، این مدل‌ها را برای اقلام قابل تعمیر توسعه دادند بسیاری از نتایج دیگر، شامل هزینه‌های سیکل زندگی محصول، هزینه‌های خریدار تحت FRW<sup>(۱۲)</sup>، تخفیف با ارزش فعلی، استخراج یک ساختار قیمت بی‌تفاوتی، و تعدادی از مثالها، در B/M- II، B/M- I، مورد بحث قرار گرفته است. مدل‌های هزینه برای بسیاری دیگر از « خط‌مشی‌های یک دامنه وارانتی » در B/M- III مورد تحلیل واقع شده است.

تحلیل خط‌مشی‌های وارانتی دو دامنه، به دو طریق مختلف، مورد توجه قرار گرفته است. در اولی، میزان استفاده بعنوان تابعی از زمان مدل داده می‌شود و به طور مؤثر مسأله به یک پروسه نقطه‌ای یک دامنه تقلیل داده می‌شود. در دومی، ادعاها وارانتی بعنوان یک پروسه نقطه‌ای دو دامنه مدل داده می‌شود.

[Chukova & Dimitrov (1995)] رابطه بین « پایایی » و وارانتی محصولات پیچیده شامل تعامل بین خرابی و فرم‌های دیگر غیر وابسته را تحلیل نموده‌اند.

هم چنین « وارانتی‌های تمدید شده » توسط Padmanabhan (1995) تحلیل شده است. گسترش مدل‌های هزینه وارانتی نیز (از ابعاد دیگر) نیز مورد توجه قرار گرفته است. بعضی از مشکلات در دنیای واقعی وجود دارند مانند اینکه مشتریان همیشه از حقوق وارانتی خودشان بهره نمی‌گیرند ( برای مثال، زمان نزدیک به اتمام دوره وارانتی ) و نیز بعضی ادعاها خسارت وارانتی پوشش داده می‌شود در حالیکه به هر دلیلی معتبر نیستند. شیوه اجرای وارانتی به وسیله [Patankar & Mitra (1995 a,b)] مورد بحث قرار گرفته است.

مدل‌های هزینه هم چنین برای « وارانتی‌های تجمعی و وارانتی‌های فوری توسط Zaino & Berke (1994) مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. مدل‌های هزینه برای RIW<sup>(۱۳)</sup> ( وارانتی از طریق بهبود پایایی ) به صورت اساسی مدل‌های ارزشی مورد انتظار هستند. این وارانتی‌ها پیچیدگی‌های زیادی را شامل می‌شود و با چند استثنا، عناصر احتمالی، معرفی نشده‌اند ولی فرضیات ساده‌سازی از قبیل « طول عمر نهایی » را مدنظر قرار داده‌اند. علیرغم این حقیقت که مدل‌های تحلیل هزینه، تقریباً همیشه بر مبنای فرضیات ساده سازی بنا شده‌اند. تحلیل چندین تلاش برجسته را مطرح می‌کند.

## ۲-۴ وارانتی و مهندسی

پایایی محصول تأثیر برجسته‌ای روی هزینه وارانتی دارد. این پایایی از تصمیمات مهندسی، در اثناء طراحی و ساخت محصول متأثر می‌شود. مشارکت OR در مطالعه این جنبه‌ها به طور اساسی از « تئوری پایایی » و « کنترل کیفیت » و بهینه سازی ناشی می‌شود

ارتباط مهندسی در تحلیل وارانتی شامل پروسه تکراری طراحی و ساخت و تست محصول می‌شود. هدف بهبود پایایی تا یک سطح از قبل تعریف شده و لذا کنترل هزینه‌های وارانتی آینده می‌باشد. در تحلیل وارانتی با بسیاری از مسائل بهینه‌سازی مواجه می‌شویم و تکنیک‌های OR را جهت بدست آوردن جواب آنها بکار می‌گیریم. یکی از مسائل کلیدی از این نوع، که هست (یا حداقل باید باشد) اخیراً در مرحله طراحی محصول مطرح شده و آن تعادل بین « پایایی » و « هزینه وارانتی » است. یک سرمایه گذاری ابتدایی سنگین تر در پایایی محصول، نیازهای سرویس وارانتی در آینده را تقلیل می‌دهد، که با نتیجه موجب تقلیل هزینه خواهد شد. جنبه‌های دیگر شامل تخصیص پایایی، پیش‌بینی و برآورد آماری می‌باشند. « بهبود پایایی » از طریق « رشد پایایی » و « قطعات اضافی » (redundancy) دو نظریه‌ای هستند که اخیراً توجه بیشتری را به خود جلب کرده‌اند. تعداد متنوعی از مدل‌های بهینه‌سازی در حالت پیشین را می‌توان در (Nguyen ( 1984 ) و در حالت اخیر در (Nurthy & Hussain (1994) یافت.

تنوع کیفیت منتج به عدم انطباق بعضی از اقلام با ویژگی‌های طراحی می‌شود. این اقلام ضعیف تر از اقلام منطبق شده با طراحی هستند، لذا با هزینه وارانتی خیلی بالایی همراه می‌شوند. کنترل کیفیت موجب برنامه‌های تقلیل چنین اقلامی می‌شوند. اما هزینه‌های اضافی را بایستی تقبل کرد. (Djmaludin(1994، استراتژی‌های کنترل کیفیت بهینه را در قالب وارانتی‌ها، مطرح می‌کند.

<sup>12</sup> Multiple Failure

<sup>13</sup> Reliability Improvement Warranties

#### ۴-۳ سرویس دهی

موضوعات در سرویس دادن وارانتهی، تعیین «قطعاعات یدکی» و یا ذخیره اقالام، کنار گذاشتن ذخیره نقدی، تخمین زدن تقاضا، برنامه ریزی امکانات (Facilities) شامل مراکز سرویس، و تصمیمات تعمیر در مقابل تعویض را شامل می شود. در اینجا با بسیاری از مسائل بهینه سازی مواجه می شویم از قبیل **تعیین تعداد و مکان بهینه مراکز سرویس، سطح بهینه ذخیره نقدی، و انتخاب بین استراتژی های تعمیر / تعویض** جهت حداقل کردن هزینه کل. هزینه های دراز مدت بستگی به تصمیمات اخذ شده و به همان خوبی نیز به توزیع های عمر اقالام و تعویض ها یا تعمیرهای انجام گرفته دارد. مجدداً OR، در اینجا نیز جوابهای بهینه ای را برای بسیاری از این مسائل ارائه می دهد.

#### ۴-۴ وارانتهی و بازاریابی

همانگونه که ذکر شد، وارانتهی به طور فزاینده ای به عنوان یک فاکتور مهم بازاریابی مورد توجه قرار گرفته است. وارانتهی غالباً در تبلیغات تجاری برجسته شده است و به گونه رو به رشدی در بازاریابی بسیاری از صنایع مورد استفاده قرار گرفته است. عناصر ضروری تحلیل وارانتهی در این جنبه شامل، **رفتار مشتری** با توجه به انتخاب محصول، **رفتار پس از خرید، توزیع محصول و تحلیل ریسک** می باشد. بسیاری از مدلها با جوابهای OR برای تشریح جنبه های مختلف بازاریابی توسعه یافته اند. این مدلها شامل، انتخاب محصول (Kelley (1995a)، کشش وارانتهی (Menezes & Currim(1992)، شیوه اجرای وارانتهی (Patankar & Mitra (1995a, 1995b)، وارانتهی امتداد یافته (Murthy & Asgharizadeh(1999) و (Asgharizadeh & Murthy (2000)، توزیع محصول (Loomba & Kumar (1995) و تحلیل ریسک / منفعت (Marcellus & Pirojboot(1995) می باشد.

#### ۴-۵ وارانتهی و حسابداری / اقتصاد / حقوق / مدیریت

جنبه های حسابداری وارانتهی، شامل آماده کردن گزارشها برای اهداف داخلی و خارجی می باشند. گزارشهای داخلی تنها برای استفاده سازمان مورد استفاده قرار می گیرد و جهت استفاده مدیریت است و لازم نیست مطابق با انواع استانداردها باشد. گزارشها برای توزیع عمومی، سهامداران، اهداف مالیاتی، اهداف مالیاتی و غیره لازم است مطابق با استانداردهای اصول حسابداری باشد. مدلهای هزینه وارانتهی برای حسابداری شبیه به مدلهای هزینه بحث شده در قبل می باشد. Maschmeyer & Balachandran موضوعاتی را در ارتباط با حسابداری مالی برای مدیریت بحث می نماید (1995a) و نیز مدیریت و کنترل هزینه را در (1995b) مورد مطالعه قرار می دهند. **تئوری اقتصاد وارانتهی** به طور مفصل و با جزئیات به وسیله Lutz(1995) مورد بحث قرار گرفته است. یک تئوری اقتصادی باید شامل، تولید کننده، خریدار و ساختار بازار باشد. او تعداد زیادی از مدلهای اقتصادی و اظهار نظر هایی در مورد نقش وارانتهی از دیدگاه اقتصادی را بحث می نماید. وارانتهی ممکن است بعنوان « بیمه » بعنوان « علامت دوام » یا بعنوان « محرک » مورد نظر قرار گیرد. روش شناسی OR مجدداً در اینجا نیز در جستجوی جواب بهینه و تعیین شرایط « تعادل » دخالت داده می شود. جنبه های اجتماعی دیگر وارانتهی که مورد مطالعه قرار گرفته است تنها شامل مدلهای توصیفی پروسه وارانتهی می باشد. جنبه های قانونی مسأله، قانون گذاری و دعاوی را شامل می شود. (Palfrey & Romer (1983)، و نیز (Murthy & Asgharizaeh(1999) مدلی برای حل تقابل براساس یک فرمول تئوریک بازی را مورد بحث قرار داده. موضوعات مشتری گرایی را مطرح می کنند. ملاحظه مهم دیگری مدیریت در ادبیات وارانتهی این است که تقریباً همیشه اهداف چندگانه ای جهت یک تصمیم گیری مطرح است، بعضی از موضوعات این چنینی در حوزه مدیریت وارانتهی به وسیله (Patankar & Mitra (1995a,b) و در بعضی از منابع دیگر ذکر شده اند.

#### مسائل وارانتهی و جوابهای OR - تحقیق آینده

مسائل حل نشده بسیار زیادی در هر کدام از نواحی مطالعه وارانتهی وجود دارد که OR می تواند در آن مشارکت مفیدی جهت یافتن حل بهینه داشته باشد از آن جمله الف) تحلیل هزینه وارانتهی. ب) وارانتهی و مهندسی. ج) سرویس دهی وارانتهی. د) مدلهای ادغامی، را می توان نام برد. مدلهای هزینه، با اینکه برای بسیاری از اهداف، مناسب هستند در حقیقت بر مبنای تعدادی از فرضیات بسیار ساده از قبیل **ناچیز شمردن زمان تعمیر یا تعویض**، طول عمر **توزیع** شده به طور یکنواخت، **هزینه ثابت** برای فروشنده محصولات و تعمیر کردن یا تعویض کردن اقالام خراب شده می باشد. در حقیقت، بسیاری از این مقادیر (داده ها) به صورت تصادفی هستند و مدلهای ارزش مورد انتظار تنها به صورت مجانبی بدست می آیند. در تحلیل هزینه های وارانتهی، چهارچوب زمانی به طور نسبی کوتاه می باشد (معمولاً تولید کننده ها وارانتهی ها را برای پرودهای بیشتر از متوسط

زمان بین خرابیهای محصول نمی دهند) و مدل‌های جانبی ممکن است تقریب ضعیفی را برای هزینه پیش بینی شده فراهم کنند، لذا مدل‌های واقعی تری مورد نیاز هستند.

کار زیادی جهت ترکیب مدل‌سازی و وارانتهای های دو دامنه مورد نیاز است. به اضافه بسیاری از وضعیت‌های وارانتهی وجود دارند که هیچ مدل هزینه ای برای آن فرموله نمی شود. خصوصاً جهت محصولات پیچیده وارانتهی این امر وجود دارد.

بسیاری از مسائل حل نشده در تخمین آماری هزینه های وارانتهی وجود دارند. ابتدا، غالباً بسیاری از داده های تست منبع داده، داده ها برای محصولات مشابه، داده های ادعاهای خسارت و غیره. مدل‌ها داده های ادغامی از انواع مختلف و پایایی مختلف مورد نیاز می باشد. تحلیل بیز میتواند یک جواب ممکن را ارائه دهد. این دیدگاه تحلیل آماری تنها کاربرد محدودی برای مسائل وارانتهی پیدا نموده است. هم چنین مسائل حل نشده ای در تئوری احتمال برای تحلیل وارانتهی وجود دارد که از آن جمله تخمین بهینه گشتاورهای جزئی، ویژگیهای آماری از جوابهای داده مبنای برای معادلات انتگرال، مشتق فاصله های اطمینان برای هزینه های تخمین زده شده می باشد. حساسیت نتایج برای فرضیات نیز بررسی بیشتری را می طلبد. تحقیق افزونتر در تحلیل داده های ادعاهای خسارت نیز مورد نیاز است.

تحلیل وارانتهی های تجمعی فوق العاده مشکل است. چراکه حتی قسمت اعظم آنها را نمی توان بطور دقیق تعریف نمود. [Guin (1984)] لیستی از ممکنات و مدل‌های هزینه، نیازمندیهای یدک و غیره، مشارکت مفیدی را در مسأله خواهد داشت. مورد، مدل‌های پویا، که توسعه پایایی را با تخمین آماری در محیط خط مشی های RIW ادغام می کنند مورد نیاز جدی می باشد.

وارانتهی برای محصولات دست دوم نیز ناحیه ای است که تاکنون به آن توجهی نشده است. تنها در این مورد [Gopi (2000)] چند مدل را مطرح نموده است. در اینجا، تمرکز فوق العاده ای را جهت محققین OR می طلبد. همچنین وارانتهی امتداد یافته نیز به اندازه کافی، مورد توجه واقع نشده است، چرا که مسائل زیادی بطور چالشی در اینجا وجود دارد که مطالعه بیشتری را نیاز دارد. مشابهاً، «وارانتهی نرم افزار» یک حوزه کاملاً بکر می باشد.

در اینجا نیازهای عبارت از: **مدل‌های خرابی** - جایی که نرخ خرابی وابسته به تراکم میزان استفاده می‌باشد در ارتباط با جمعیت مشتری طیف وسیعی را می تواند تشکیل دهد؛ **پایایی و مدل‌های وارانتهی** برای سیستمهای پیچیده، شامل «وابستگی خرابی» و «تعاملات خرابی»؛ **نرم افزار برای تحلیل سیستمهای پیچیده**؛ **تخمین آماری سیستمهای پیچیده** و مطالعات تحلیل حساسیت می‌باشد.

هم چنین مدل‌های ریاضی و تحلیل آنها جهت مسائل زیر مورد نیاز هستند. برنامه ریزی امکانات (ظرفیت) تعمیر هنگامی که تقاضا برای سرویس در طول زندگی محصول تغییر می نماید، کاربرد نتایج لجستیک در ارتباط با موجودی قطعات یدکی و موضوعات مرتبط در محیط وارانتهی، کار اضافی روی مدل‌های پیش بینی، وقتی ادعاهای خسارت وارانتهی انجام نشده و بعضی از ادعاها، خلاف واقع هستند، سرویس توسط شخص سوم (نه تولید کننده و نه واسطه).

بسیاری از مدل‌هایی که توسعه یافته‌اند در ارتباط با یک موضوع منفرد هستند. نیاز زیادی جهت ساختن مدل‌های پیچیده مرکب از دو یا سه موضوع بعنوان مثال مهندسی و بازار یابی احساس می شود. دیدگاه OR این منظور را می تواند برآورده نماید.

## نتایج

در این مقاله، خلاصه‌ای از مطالعات از زوایای مختلف وارانتهی بیان شد و مروری بر مشارکت تحقیق در عملیات برای حل طیف گسترده ای از مسائل وارانتهی بعمل آمد. همچنین بعضی زمینه ها مانند مهندسی، بازار یابی و تحلیل هزینه که از دیدگاه «بین رشته ای» تحقیق در عملیات می تواند در مطالعه وارانتهی بیشتر کمک نماید پیشنهاد گردید تمرکز بیشتر روی این موضوع یقیناً راهگشای حل بسیاری از ابهامات موجود در کیفیت عرضه وارانتهی و بطور عام خدمات پس از فروش خواهد بود.

## مراجع:

1. Asgharizadeh, E. and Murthy, D.N.P. (2000), Service Contracts: A Stochastic Model, Mathematical and Computer Modeling 31, 11-20
2. Blischke, W.R., and Murthy, D.N.P. (1992). "Product warranty management-I: A taxonomy for warranty policies", European J. of OR. 62, 127-148 (B/M I)
3. Chukovas, Stefanka, and Dimitrov, Boyan (1995), "Warranty Analysis for Complex systems".
4. Djamaludin, I. (1994). Quality Control schemes for items sold warranty, Doctoral Dissertation, UQ, Brisbane, Australia
5. Guin, L. (1984), Cumulative warranties: Conceptualization and analysis, Doctoral Dissertation, Uni. Of Southern California, Los Angeles, CA.

6. Kelly , Craig A. (1995) . “Warranty and consumer behavior: product choice”.
  7. Loomba, A.P.S. , and Kumar, K.R. (1995), “warranty distribution” .
  8. Lowerre, J.M. (1968). “On warranties” J. of Industrial Eng. , 19,359-360
  9. Lutz, Nancy A.(1995) “The economic theory of warranties”.
  10. Marcellus, Richard, and Pirojboot, B. (1995), “Design of warranty policies to balance consumer and producer risks and benefits” .
  11. Maschmeyer, R.A. , and Balachandran, Kashi R.(1995a) , “Financial accounting and planning for warranties” .
  12. Maschmeyer, R.A. , and Balachandran, Kashi R.(1995b) , “Cost management planning and control for product quality and warranties” .
  13. Menezes, M.A.J. , and Currium, I. S. (1992). “An approach for determination of warranty length” , International J. of research in marketing, 9, 177-195
  14. Menke,W.W. (1969). “Determination of warranty reserves”, Management science, 15,B542-549
  15. Murthy, D.N.P. & Asgharizadeh , E. (1999) , Optimal decision Making in a main tenance service contract , European J. of OR. 116, 259-273
  16. Murthy, D.N.P. and Asgharizadeh, E.(1998) , A Stochastic Model For Service Contract , International Journal of Reliability, Quality and Safety Engineering Vol. 5,No.1, 29-45
  17. Murthy, D.N.P. and Blischke , W.R. (1993). “Product warranty management-III: A review of mathematical models”, European J. of OR. 63, 1-34 (B/M III)
  18. Murthy, D.N.P. and Blischke, W.R. (1992). Product warranty management-II : An integrated framework for study, European J. of OR, 62,261-281(B/M II)
  19. Murthy, D.N.P. and Hussain A.Z.O.M. (1994) . “warranty and optimal redundancy design” , Eng, Optimization, 23, 301-314
  20. Nguyen, D.G.(1984). Studies in warranty policies and product reliability, Doctoral Dissertation, the university of Queens land, Brisbane, Australia
  21. Nguyen, D.G., and Murthy, D.N.P. (1984). “A general model for estimating warranty costs for repairable products”, IIE Transactions, 16,379-386
  22. Padmanabhan, V. (1995). “Extended warranties”.
  23. Palfrey, T. and Romer, T. (1983) , “warranties, performance, and the resolution of buyer- seller disputes” , Bell Journal of Economics and management science, 14, 97-117
  24. Patankar, J. G. , and Mitra , A. (1995a). “warranty and consumer behavior : warranty execution”
  25. Patankar, J. G. , and Mitra , A. (1995b). “Effect of warranty execution on warranty reserve costs” , management science, 41,395-400
  26. Zaino , N.A. , and Berke , T.M. (1994) . “some renewal theory results with applications to fleet warranties” , Naval Logistics Research Quarterly, 41, 465- 482
- ۲۷- اصغری زاده ، عزت ا... ( ۱۳۷۹ ) ، خط مشی ها و مدل‌های وارانتهی ، مولود جدید مدیریت مهندسی و تولید ، دانش مدیریت شماره ۵۱ صفحه ۶۱ تا ۸۷ دانشکده مدیریت دانشگاه تهران .