



## اولویت بندی قطعات موتور خودرو در توسعه و بهبود بر اساس فرآیند تحلیل سلسله مراتبی

منیره حسینی<sup>۱\*</sup>، پرینسا مقدم<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup>دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، تهران، ایران، [hosseini@kntu.ac.ir](mailto:hosseini@kntu.ac.ir)

<sup>۲</sup>دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، تهران، ایران، [p.moghaddam@mail.kntu.ac.ir](mailto:p.moghaddam@mail.kntu.ac.ir)

\*نویسنده مسئول، شماره تماس: ۸۸۴۶۵۰۳۰ (داخلی ۱۰۳)

### اطلاعات مقاله

### چکیده

تاریخچه مقاله:

دریافت: ۰۵ مهر ۱۳۹۲

پذیرش: ۰۲ آذر ۱۳۹۲

کلیدواژه‌ها:

بهبود و توسعه خودرو

موتور خودرو

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی

مصورسازی اطلاعات

موتور ملی

امروزه سازمان‌های بسیاری سامانه‌های مدیریت ارتباط با مشتریان (CRM) را بکار گرفته‌اند، یکی از کاربردهای این سامانه‌ها، مدیریت شکایات مشتریان (م.ش.م) است. م.ش.م. راهی به منظور دریافت بازخورد از مشتریان است، بنابراین ابزاری در برای برنامه‌های بهبود کیفیت محصول است. بعد از خرید محصول به توسط مشتریان، آن‌ها اطلاعات خوبی برای عملکرد بلادرنگ محصولات و خدمات سازمان دارند. از این رو در این پژوهش با استفاده از داده‌های شکایات مشتریان از خودروی سمند LX (با موتور EF7) چارچوبی چهار مرحله‌ای برای اولویت‌بندی توسعه و بهبود قطعات موتور خودرو ارائه شده است. گام اول شامل جمع‌آوری داده‌ها می‌باشد. گام دوم ایجاد جدول هم‌رخدادی ایرادات قطعات موتور و فراوانی ایرادات می‌باشد. گام سوم، مصورسازی اطلاعات و ایجاد نقشه ایرادات موتور می‌باشد. در گام آخر برای کمی کردن تصمیم‌گیری برای اولویت قطعات، از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده شد. نهایتاً قطعات موتور به شش دسته بر اساس اولویت، برای بهبود و توسعه تقسیم‌بندی شدند.

تمامی حقوق برای انجمن علمی موتور ایران محفوظ است.

## ۱) مقدمه

در دنیای رقابتی کنونی کسب و کار، مشتریان همواره به عنوان نیروی محرک اصلی برای موفقیت‌های پیوسته هر سازمان به شمار می‌آیند. در حقیقت برای آنکه سازمان بتواند محصول مناسبی را به بازار عرضه نماید، باید نیازها و خواسته‌های مشتریان خود را بخوبی بشناسد. چون مشتریان تجربه بکارگیری محصول را دارند، می‌توانند دانش بلادرنگی برای عملکرد محصول ایجاد نمایند. امروزه مدیریت ارتباط با مشتریان<sup>۱</sup> به عنوان یکی از ابزارهای مهم مدیریتی به شمار می‌آید؛ از این طریق سازمان‌ها بسیار راحت‌تر می‌توانند با مشتریان خود ارتباط داشته باشند و با اطلاعاتی که بدست می‌آورند، محصول سودمندی را به مشتریان خود عرضه کنند. یکی از کاربردهایی که سامانه‌های CRM دارند، ثبت، نگهداری و پیگیری شکایات مشتریان است. هر آنچه که باعث نارضایتی مشتری در تجربه استفاده از محصول شده است، به عنوان شکایت در این سامانه نگهداری می‌شود؛ از این رو این داده‌ها توانایی خوبی برای بکارگیری در توسعه محصول و شناخت ایرادات فعلی محصول دارد.

هدف از این پژوهش ارائه چارچوبی برای بکارگیری داده‌های مشتریان در توسعه و بهبود محصول است. این داده‌ها در سامانه CRM ثبت شده است. در حقیقت بر آنیم تا داده‌های مراکز ارتباط با مشتریان را به دانشی که "مشتری" فراهم می‌کند، تبدیل کنیم. سپس این دانش را برای توسعه و بهبود موتور خودرو ارائه نماییم. مشخص است که داده‌های شکایات به صورت مستقیم نمی‌تواند در توسعه محصول بکار رود. هدف این پژوهش نیز تبدیل این داده‌ها به دانشی است که بتوان آن را به عنوان ورودی برای واحد تحقیق و توسعه محصولات در سازمان بکار برد. امروزه با رقابت شدیدی که در بسیاری از صنایع وجود دارد، جلب رضایت مشتری در قیاس با گذشته دشوارتر گشته است. اما رضایت مشتری یکی از موارد کلیدی برای بقا در فضای کسب و کار می‌باشد. اگر فهم درستی از نیازها و خواسته‌های مشتری وجود نداشته باشد، تقریباً غیرممکن است که بتوان دقیقاً نیازهای مشتریان را به مشخصه محصولات تبدیل کرد [۱]. بسیاری از پژوهش‌هایی که در توسعه محصول با بکارگیری داده‌های متعلق به مشتریان انجام شده اند، در طراحی و توسعه محصولات نوین می‌باشند [۲-۷]. آنها اغلب با بکارگیری پرسشنامه سعی در کسب دانش "به توسط" مشتریان داشته اند [۲-۸]. به عنوان مثال: سو<sup>۲</sup> و همکاران پژوهشی در حوزه مدیریت دانش در صنعت خودروسازی بر مبنای پرسشنامه انجام داده‌اند و الگویی بر مبنای مدیریت دانش مشتری، ارائه کردند. در ابتدا ویژگی‌های محصولی که مشتریان نیاز دارند تغییر شکل داده شد. سپس نیازهای مشتریان به عنوان پایه‌ای برای بخش‌بندی بازار در نظر گرفته شد [۸]. لیاو<sup>۳</sup> و همکاران با

کاوش داده‌های مشتریان و بررسی ارتباط بین نیازهای مشتریان و ویژگی‌های محصول، در صنایع آرایشی و بهداشتی، نقشه محصول را ارائه داده اند [۲]. پارک<sup>۴</sup> و لی<sup>۵</sup> نظرات مشتریان برای ۱۳۵ نوع مختلف تلفن همراه را بررسی کردند و این نظرات را به نیازهای مشتریان تبدیل نمودند. سپس مشتریان بر اساس نیازهایشان به گروه‌هایی تقسیم نمودند. بعد از انتخاب گروه هدف، ارتباط بین نیازها مصور شده و مشخصه‌های محصول نهایی تعیین شده است [۴].

بائی<sup>۶</sup> و کیم<sup>۷</sup> با روش‌های قوانین همبستگی و درخت تصمیم سعی در شناخت نیازها، خواسته‌ها و اولویت‌های مشتریان دوربین رقمی داشتند. آنها با این دانش برای نمایش الگوهای دانش و نقشه محصول، سعی در ارائه پیشنهادهایی برای طراحی محصول نوین نمودند [۵]. لی و همکاران نیز روشی سامانه‌محور، برای طراحی محصولات همگرا<sup>۸</sup> در صنعت پخش کننده‌های قابل حمل به توسط داده‌های استخراجی از اتحادیه‌های مجازی<sup>۹</sup> ارائه داده اند. بر اساس نظرات افراد، عملکردهای هدف وصف گردید. سپس ویژگی‌های حیاتی محصول و جزئیات طراحی مشخص شد [۶]. تمامی پژوهش‌ها در استفاده از داده‌های مشتریان، در توسعه محصول تلاش داشته اند. اما از بازخورد منفی مشتری در توسعه محصول در این حوزه، استفاده‌ای نشده است. لذا ما در این پژوهش سعی نمودیم به توسط داده‌های شکایات مشتریان، اندیشه‌هایی برای اولویت‌بندی قطعات در توسعه و بهبود موتور خودرو ارائه دهیم.

## ۲) مدیریت شکایات مشتریان

مدیریت شکایات مشتریان (م.ش.م)، روش برخورد سازمان‌ها با شکایات‌هایی است که مشتریان درباره سازمان از محصول یا خدمت ابراز داشته اند [۱۰]. شکایت می‌تواند نتیجه طبیعی هر کسب و کاری باشد، چرا که اشتباه جزء لاینفک هر فعالیت انسانی است [۱۱، ۱۲]. تعامل با مشتریان ناراضی و گرفتن بازخورد از آنها بیشتر به عنوان مطالعات بی ارزش بازار وصف می‌شود [۱۳، ۱۴]. معمولاً به م.ش.م. در سازمان‌ها به عنوان منبعی بالقوه برای سودآوری نگریسته نمی‌شود بلکه به عنوان هزینه نگاه می‌شود [۱۵]. بسیاری از مطالعات در زمینه م.ش.م. بیشتر به فرآیند شکایت از دیدگاه مشتریان پرداخته‌اند و مطالعات کمتری از دیدگاه کسب و کاری در این زمینه وجود دارد [۱۶]. ایجاد و نگهداشت ارتباط بلندمدت موفق با مشتریان باعث می‌شود بسیاری از سازمان‌ها بتوانند مشتریان وفاداری داشته باشند که نتیجه آن بهبود وضعیت اقتصادی سازمان و جایگاه رقابتی آن خواهد شد [۱۷]. ترکیبی از اعتماد و تعهد را می‌توان اساس این وابستگی

4 Park

5 Lee

6 Bae

7 Kim

8 Convergent products

9 Virtual community

1 Customer relationship management (CRM)

2 Su

3 Liao

که سازمان‌ها عموماً حین توسعه دنبال می‌کنند عبارت از برنامه‌ریزی، طراحی، تولید، خدمات و پشتیبانی می‌باشد [۱]. امروزه با سیل جدید نوآوری‌ها در فضای کسب‌وکار و نیز کوتاه‌تر شدن عمر محصولات، نیازمندی‌های مشتریان نیز متنوع‌تر و پیچیده‌تر گشته است. از این رو یکی از مهمترین موارد در اجرای فرآیند توسعه محصول در نظر گرفتن نیاز مشتری و تلاش در برای رضایت وی می‌باشد. این مسئله از موارد کلیدی برای باقی ماندن در فضای کنونی کسب‌وکار می‌باشد. اگر فهم درستی از نیازها و خواسته‌های مشتری وجود نداشته باشد، تقریباً غیرممکن است که بتوان دقیقاً نیازهای مشتریان را به مشخصه محصولات تبدیل کرد [۱].

#### ۴) روش پژوهش

##### ۴-۱) مصورسازی اطلاعات

در این پژوهش برای مصورسازی اطلاعات از روش‌های شبکه‌های اجتماعی بهره برده ایم. ارتباطات بین ایرادات مختلف قطعات موتور و تعداد فراوانی آن‌ها بر اساس شکایات مشتریان از این طریق مشخص می‌شود. به منظور مصورسازی اطلاعات از نرم افزار NetDraw استفاده شده است. این نرم افزار نرم افزاری مبتنی بر ویندوز برای مصورسازی داده‌های شبکه‌های اجتماعی می‌باشد [۲۲]. با استفاده از این نرم افزار می‌توان بازنمایی تصویری از شبکه، که دربرگیرنده ارتباطات و ویژگی‌های آن‌ها است، داشته باشیم. این نرم افزار به توسط Analytic Technologies توسعه داده شده است و در حال حاضر آخرین نسخه این نرم افزار که در دسترس است نسخه ۲,۱۳۴ می‌باشد. به دلیل واسط تصویری کاربرپسند این نرم افزار و نیز امکان استفاده از آن به صورت نسخه رایگان، از این نرم افزار برای مصورسازی اطلاعات استفاده شده است.

##### ۴-۲) فرآیند تحلیل سلسله مراتبی

AHP یکی از راه‌حل‌های تصمیم‌گیری برای مسائل تصمیم‌گیری چند معیاره می‌باشد و یکی از مهمترین ابزارهای پشتیبان تصمیم‌گیری است [۲۳]. شهرت این روش بیشتر به دلیل سادگی، قدرت و پتانسیل آن در فرآیند تصمیم‌گیری گروهی است که افراد، سناریوها و عناصر مختلفی (معیارها، زیر معیارها، گزینه‌ها) در تصمیم‌گیری درگیر می‌باشند [۲۳]. در حقیقت AHP روشی تصمیم‌گیری چند معیاره است که عملیات تصمیم‌گیری را با تجزیه مسئله به ساختار سلسله مراتبی چند سطحی از هدف، معیارها و گزینه‌ها نمایش می‌دهد [۲۴]. AHP نیاز به بیان مسئله به شکلی خوش ساختار دارد؛ به گونه‌ای که هدف در بالاترین سطح، معیارها و زیرمعیارها (در صورت وجود) در وسط و گزینه‌ها در پایین ترین سطح سلسله مراتب قرار گیرند [۲۳]. اولین قدم در AHP، بیان مسئله به شکل ساختار سلسله مراتبی می‌باشد. همان طور که اشاره شد این ساختار سلسله مراتبی حداقل باید دارای

دانست. رضایت مشتریان از جمله شاخص‌های مهم تأثیرگذار بر این وابستگی است [۱۰]. سازمان‌های صنعتی بیشتر بر این فرض‌اند که اطلاعات کیفیت محصولات و خدمات محرمانه‌اند. اما در عمل باید به این نکته اذعان داشت که بعد از خرید محصول، مشتریان اطلاعات خوبی برای عملکرد بلادرنگ محصولات و خدمات دارند [۱۸]. از این رو شکایات را می‌توان به عنوان اطلاعاتی بسیار ارزشمند در سازمان دانست که سازمان‌ها می‌توانند ایرادات محصولات خود را بهتر بشناسند و اندیشه‌هایی برای بهبود توسعه محصولات خود، در نظر بگیرند. به منظور دریافت بازخورد از مشتریان، م.ش.م. روشی کارا است [۱۹].

فعالیت‌های م.ش.م. هم از دیدگاه پژوهشگران و هم صنعتگران، عموماً از دیدگاه ارتباط با مشتری دیده شده است [۱۹]. م.ش.م. منجر به شناسایی نیازمندی‌های ارضا نشده مشتریان می‌شود [۴] و از دیدگاه تولیدی، تحلیل دلایل ریشه‌ای مشکلات، پایه ارزشمندی برای بهبود محصولات و فرآیندها می‌باشد [۱۹]. در اثر ناراضی‌تی که در مشتری به وجود می‌آید، مشتری به دو روش ممکن است عکس العمل نشان دهد: خروج<sup>۱</sup> و صدا<sup>۲</sup>. خروج به این منظور که مشتری دیگر از آن شرکت خرید نمی‌کند و صدا به این مفهوم که مشتری مستقیماً صدای اعتراض خود را به سازمان ابراز می‌نماید [۲۰]. به تحقیقات در زمینه م.ش.م. بیشتر در علوم بازاریابی توجه شده است و تأثیر مثبت م.ش.م. بر بهبود محصول و فرآیند در ادبیات موضوع به صورت علمی ارزیابی نشده است [۱۹].

##### ۳) فرآیند توسعه محصول

فرآیند توسعه محصول<sup>۳</sup>، ترتیبی از گام‌ها یا فعالیت‌هایی است که هر سازمان آن‌ها را به منظور تصور<sup>۴</sup>، طراحی و تجاری‌سازی محصول بکار می‌گیرد [۲۱]. هر فرآیند توسعه که بخوبی سازمان‌دهی شده باشد باید بتواند نیازها و خواسته‌های مشتریان را برآورده سازد و محصولات توسعه یافته نیز عامل حضور سازمان‌ها در فضای کسب و کار در دراز مدت می‌باشند؛ از این رو اجرای فرآیند توسعه به صورت منسجم و آگاهانه بسیار مهم می‌نماید و نیز، چندان دور از انتظار نیست که بسیاری از سازمان‌ها وقت و تلاش خود را به منظور اطمینان از اجرای فرآیند مناسب برای توسعه محصول نمایند تا محصولات رقابتی خود را به بازار ارائه دهند [۱]. مراحل اجرای فرآیند توسعه محصول در بسیاری از سازمان‌ها ممکن است قدری متفاوت نماید، اما معمولاً در عناصر پایه‌ای یکسان عمل می‌نمایند، گام‌هایی

1 Exit

2 Voice

3 Product development process (PDP)

4 Conceive

در این پژوهش برای کمی کردن تصمیم‌گیری در اولویت‌بندی قطعات با اهمیت موتور بر اساس شکایات مشتریان از روش AHP در نرم‌افزار Expert Choice 11 استفاده شده است. این داده‌ها از طریق مصورسازی اطلاعات بدست آمده‌اند. این نرم افزار در سال ۱۹۸۳ و به توسط توماس ال ساتی<sup>۶</sup> و ارنست فورمن<sup>۷</sup> توسعه داده شده است.

### ۵) چارچوب پژوهش

این پژوهش شامل چهار گام می‌باشد. گام اول شامل جمع آوری داده‌ها است. در این گام پس از دریافت داده‌ها، مقادیر تکراری و مفقوده حذف گردید. سپس گروه داده هدف برای پژوهش انتخاب گردید. گام دوم شامل ایجاد جدول هم‌رخدادی و جدول فراوانی است. جدول هم‌رخدادی یک جدول مربعی و متقارن است که سطرها و ستون‌های آن ایرادات خودرو می‌باشد و تقاطع سطرها و ستون‌ها بیانگر تعداد دفعاتی است که این دو ایراد، باهم در خودروی مشتری وجود داشته است. جدول فراوانی، جدولی است که ستون‌های آن ایرادات خودرو و تک سطر آن فراوانی شکایات مشتریان در باره آن ایراد است. گام سوم، مصورسازی اطلاعات است. در این گام جدول هم‌رخدادی و جدول فراوانی را که در مرحله قبل بدست آمده اند به عنوان ورودی برای مصورسازی اطلاعات استفاده کرده که نتیجه آن نقشه ایرادات متعلق به موتور خودروی سمند ال- ایکس، کلاس ۲۹۱ می‌باشد. گام چهارم اولویت بندی توسعه قطعات بر اساس روش AHP می‌باشد. در حقیقت در این گام بر اساس اطلاعاتی که از طریق مصورسازی اطلاعات بدست آمده است، بدنبال کمی کردن تصمیم‌گیری برای اولویت‌بندی قطعات برای بهبود و توسعه ایم.

### ۵-۱) جمع آوری داده‌ها

به منظور بکارگیری داده‌های متعلق به شکایات مشتریان، این پژوهش با همکاری بخش مدیریت ارتباط با مشتریان شرکت ایران خودرو، اقدام به جمع آوری شکایات ثبت شده مشتریان از راه‌های متفاوت ارتباطی مانند نامه، رایانامه، تارنما، تلفن، نمابر و مراجعه حضوری نموده است. داده‌های جمع آوری شده خدمات پس از فروش و صرفاً ایرادات متعلق به موتور و تجهیزات موتور محصول سمند این شرکت در اسفند ۱۳۹۰-۱۳۹۱ می‌باشد. این داده‌ها متعلق به شکایاتی است که از نظر شرکت بجا بوده و رفع شده است. پس از بررسی داده‌ها مشخص گردید بیشترین شکایات مشتریان برای موتور خودروی سمند ۲۹۱ خودروی سمند با موتور ملی پایه گازسوز می‌باشد. از این رو داده‌های متعلق به موتور این کلاس از سمند برای تحلیل در نظر گرفته شد. پس از آن، داده‌ها آماده سازی و پاکسازی شده تا به شکل مناسبی برای تحلیل در آیند. پس از پاکسازی داده‌ها،

سه سطح باشد. قدم بعدی مقایسه زوجی گزینه‌ها با یکدیگر و نیز معیارها می‌باشد. ارزش گذاری گزینه‌ها بر اساس ارجحیت گزینه‌ای بر دیگری، صورت می‌گیرد. در این پژوهش از روش اولویت دهی گسسته با تخصیص اعداد بین ۱ تا ۹، استفاده شده است [۲۵]. جدول ۱ مقادیر عددی و برتری‌های بین دو گزینه را نمایش می‌دهد. بر اساس مقایسه‌های زوجی گزینه‌ها، جدول مقایسات زوجی توسعه داده می‌شود. سطرها و ستون‌های این جدول گزینه‌ها را نمایش می‌دهند. تقاطع هر سطر و ستون ارجحیت هر گزینه را بر دیگری، با توجه به معیار نشان می‌دهد. عناصر این جدول همگی مثبت بوده و با توجه به اصل " شروط معکوس" در AHP (اگر اهمیت  $i$  نسبت به  $j$  برابر با  $k$  باشد، اهمیت عنصر  $j$  نسبت به  $i$  برابر با  $1/k$  خواهد بود) می‌باشد [۲۷]. برای محاسبه وزن نسبی گزینه‌ها چهار روش، کمیته مربعات<sup>۱</sup>، کمیته مربعات لگاریتمی<sup>۲</sup>، بردار ویژه<sup>۳</sup> و روش‌های تقریبی<sup>۴</sup> مطرح هستند. برای روش‌های تقریبی چهار روش مجموع سطری، مجموع ستونی، میانگین حسابی و میانگین هندسی ارائه شده‌اند [۲۸]. در روش میانگین هندسی برای محاسبه اهمیت نسبی گزینه‌ها، ابتدا میانگین هندسی ردیف‌های جدول را بدست آورده و سپس آن‌ها را یکنوا<sup>۵</sup> می‌نماییم. وزن نسبی گزینه‌ها از تقسیم هر عدد به سرجمع آن‌ها بدست می‌آید [۲۷]. به منظور تعیین اهمیت معیارها شبیه به تعیین وزن نسبی گزینه‌ها عمل می‌نماییم با این تفاوت که در تعیین وزن نسبی گزینه‌ها، مقایسات زوجی با توجه به هریک از معیارها به صورت جداگانه انجام می‌شود ولی در تعیین وزن نسبی معیارها، این مقایسات زوجی با توجه به هدف انجام می‌گردد. در نهایت وزن نهایی گزینه‌ها از ترکیب اوزان نسبی به دست می‌آید. وزن نهایی هر گزینه در AHP از مجموع حاصل ضرب اهمیت معیارها در وزن گزینه‌ها به دست می‌آید [۲۵].

جدول ۱: مقیاس ۹ تایی برای مقایسه دو دویی [۲۶]

مقدار عددی	ترجیحات (داوری شفاهی)
۹	کاملاً مرجح یا کاملاً مهم‌تر یا کاملاً مطلوب‌تر
۷	ترجیح با اهمیت یا مطلوبیت خیلی قوی
۵	ترجیح با اهمیت یا مطلوبیت قوی
۳	کمی مرجح یا کمی مهم‌تر و یا کمی مطلوب‌تر
۱	ترجیح با اهمیت یا مطلوبیت یکسان
۲، ۴، ۶، ۸	ترجیحات بین فواصل قوی

<sup>1</sup> Least squares method

<sup>2</sup> Logarithmic least squares method

<sup>3</sup> Eigenvector method

<sup>4</sup> Approximation methods

<sup>5</sup> Normalize

<sup>6</sup> Thomas al Saaty

<sup>7</sup> Ernest forman

جدول ۳: بخشی از جدول هم‌رخدادی بکارگرفته شده

مبدل	دسته موتورها	دریچه گاز	تسمه ها	بدنه استوانه	پودمان روغن	افشانه
۰	۰	۰	۰	۰	۰	افشانه
۶	۳	۰	۱	۰	-	پودمان روغن
۰	۰	۰	۰	-	۰	بدنه استوانه
۰	۰	۰	-	۰	۱	تسمه ها
۰	۰	-	۰	۰	۰	دریچه گاز
۰	-	۰	۰	۰	۳	دسته موتورها
-	۰	۰	۰	۰	۶	مبدل

جدول ۴: بخشی از جدول فراوانی بکارگرفته شده

حلقه و سمبه	مبدل	دسته موتورها	دریچه گاز	تسمه ها	بدنه استوانه	پودمان روغن	افشانه
۳	۲۵	۲۴	۸	۱۱	۱۷	۳۱۱	۲

در این نقشه، سه دسته اطلاعاتی مهم نهفته است. اطلاعات متعلق به ضخامت یال‌ها، انشعابات گره‌ها و بزرگی اندازه گره‌ها. ضخامت یال‌ها بیانگر ارتباط بیشتر دو گره می‌باشد، یعنی مشتریان بیشتری این دو ایراد برای موتور خودرویشان رخ داده است. انشعابات هر گره بیانگر آن است این گره با گره‌های بیشتری وصل بوده، یعنی مشتریانی که این ایراد برایشان رخ داده است، ایرادات مختلف دیگری (گره‌هایی که به آن متصل می‌باشند) نیز برایشان رخ داده است و بزرگی گره‌ها که بیانگر فراوانی بیشتر این گره است. یعنی مشتریان بیشتری برای به وجود آمدن این ایراد در موتور خودرویشان شکایت داشته‌اند. به عنوان مثال ایراد متعلق به خود موتور هم از نظر فراوانی بیشترین تعداد را دارد (بزرگی گره) و هم به بسیاری از ایرادات وابسته است (انشعابات گره)، علاوه بر آن با دو ایراد بسیار مهم دیگر یعنی پودمان روغن و لایه بستار وابستگی قوی دارد (ضخامت یال).

#### ۵-۴) اولویت‌بندی توسعه قطعات بر اساس روش AHP

##### ۵-۴-۱) مراحل انجام کار

به منظور کمی‌کردن تصمیم‌گیری برای اولویت‌بندی قطعات موتور برای توسعه و بهبود، در این مرحله از روش AHP استفاده شده است. در این روش سه مرحله را می‌توان در نظر گرفت که عبارتند از تعریف مساله (ساخت درخت سلسله مراتبی)، تشکیل جدول مقایسات زوجی و محاسبه وزن نهایی.

۱۶۰۴ رکورد معتبر شناخته شد و به‌عنوان داده‌های هدف در نظر گرفته شد. شکایات ثبت شده در سامانه ارتباط با مشتریان شرکت ایران خودرو چهار سطح دارد (جدول ۲)، که سطح چهارم، جزئی‌ترین بیان شکایت می‌باشد.

در صورت خرابی هر یک از بخش‌های مختلف موتور، چون افشانه، تسمه‌ها و غیره این شکایات ثبت می‌شوند، اما چون در سطح چهارم، شکایت، موتور ثبت شده است منظور شکایاتی است که در هیچ کدام از ۲۳ دسته بندی دیگر جای نگرفته‌اند. به عنوان مثال مشکلاتی که برای خود موتور اتفاق می‌افتد (مثلاً سوختن)، در این جا موتور ثبت می‌شود.

#### ۵-۲) ایجاد جدول هم‌رخدادی و فراوانی

گام دوم در این پژوهش ایجاد جدول هم‌رخدادی و جدول فراوانی است. همان‌طور که گفته شد، جدول هم‌رخدادی جدولی مربعی و متقارن می‌باشد که سطرها و ستون‌های آن ایرادات خودرو می‌باشد و تقاطع سطرها و ستون‌ها بیانگر تعداد دفعاتی است که این دو ایراد، باهم در خودروی مشتری وجود داشته است (جدول ۳). به عنوان مثال اگر تقاطع سطر دسته موتور و ستون پودمان روغن ۳ باشد، بدین معنا است که در این ۳ خودرو ایراد به وجود آمده است. جدول فراوانی نیز جدولی است که ستون‌های آن ایرادات خودرو و تک سطر آن فراوانی شکایات مشتریان برای آن ایراد است (جدول ۴).

#### ۵-۳) مصورسازی اطلاعات

پس از بدست آوردن جدول هم‌رخدادی و جدول فراوانی مرحله بعد مصورسازی اطلاعات می‌باشد. در این گام بر مبنای این دو ورودی، نقشه ایرادات موتور بدست آمده است (شکل ۱).

جدول ۲: سطوح شکایات ثبت شده در CRM شرکت ایران خودرو

سطح یک	سطح دو	سطح سه	سطح چهار
خدمات	ایرادات	موتور و	ECU، افشانه، پودمان روغن،
پس از فروش و	فنی و	تجهیزات	بدنه استوانه، تسمه‌ها، دریچه
کیفیت محصول	کیفی	موتور	گاز، دسته موتورها، مبدل،
محصول	محصول	حلقه و سمبه، بستار، حسگر	اکسیژن، حسگر دریچه گاز،
		حسگر کیلومتر، دریچه هوا،	شمع‌ها، کاسه نمد جلو
		میل‌لنگ، کاسه نمد عقب	میل‌لنگ، موتور، میل‌لنگ،
		تلمبه آب، لایه بستار، اهرم	گاز، چرخ تسمه‌ها، شاخص
		سطح روغن	



جدول ۵: ارزش انشعابات و فراوانی گره ها

قطعه	تعداد انشعابات			ارزش انشعاب	فراوانی
	ضعیف	متوسط	قوی		
کاسه نمد					
عقب میل لنگ	۲	۰	۰	۲	۴
لایی بستار	۵	۲	۱	۱۲	۱۶۱
بدنه استوانه	۴	۰	۰	۴	۱۷
چرخ تسمه ها	۳	۰	۰	۳	۳
بستار ECU	۴	۲	۰	۸	۸۶
دریچه هوا	۵	۰	۰	۵	۱۵
پودمان روغن	۹	۱	۱	۱۴	۳۱۱
موتور	۱۰	۱	۲	۱۸	۶۷۱
میل لنگ	۱	۰	۰	۱	۱
شمع ها	۱	۰	۰	۱	۲
اهرم گاز	۰	۰	۰	۰	۲
افشانه	۰	۰	۰	۰	۲
دریچه گاز	۰	۰	۰	۰	۸
حسگر اکسیژن	۰	۰	۰	۰	۴
کاسه نمد جلو	۰	۰	۰	۰	۲
میل لنگ	۰	۰	۰	۰	۲
کاسه نمد جلو	۰	۰	۰	۰	۲
میل لنگ	۰	۰	۰	۰	۲
تلمبه آب	۰	۰	۰	۰	۲
لایی بستار	۰	۰	۰	۰	۰
اهرم گاز	۰	۰	۰	۰	۱
چرخ تسمه ها	۳	۰	۰	۳	۲۴
تسمه ها	۴	۰	۰	۴	۱۱
تلمبه آب ECU	۲	۰	۰	۲	۴
حلقه و سمبه	۲	۰	۰	۲	۳
میل	۴	۰	۰	۴	۳
شاخص سطح روغن	۰	۰	۰	۰	۲۵
شاخص سطح روغن	۰	۰	۰	۰	۶

جدول ۶: وزن نسبی گزینه ها با توجه به دو معیار فراوانی و انشعاب

گزینه	وزن نسبی با توجه به معیار فراوانی	وزن نسبی با توجه به معیار انشعاب
بدنه استوانه	۰.۰۳۹	۰.۰۴۴
تسمه ها	۰.۰۳۹	۰.۰۴۴
دریچه گاز	۰.۰۲۶	۰.۰۱۲
دسته موتور	۰.۰۵۷	۰.۰۲۸
میل	۰.۰۵۷	۰.۰۴۴
حلقه و سمبه	۰.۰۱۷	۰.۰۲۰
موتور	۰.۱۷۶	۰.۱۸۰
بستار	۰.۰۸۰	۰.۰۸۴
حسگر اکسیژن	۰.۰۱۷	۰.۰۱۲
حسگر دریچه گاز	۰.۰۱۱	۰.۰۱۲
حسگر کیلومتر	۰.۰۱۱	۰.۰۱۲
دریچه هوا	۰.۰۳۹	۰.۰۵۳
شمع ها	۰.۰۱۱	۰.۰۱۲
کاسه نمد جلو میل لنگ	۰.۰۱۱	۰.۰۱۲
کاسه نمد عقب میل لنگ	۰.۰۱۷	۰.۰۲۰
میل لنگ	۰.۰۱۱	۰.۰۱۲
تلمبه آب	۰.۰۱۷	۰.۰۲۰
لایی بستار	۰.۱۰۷	۰.۱۱۱
اهرم گاز	۰.۰۱۱	۰.۰۱۲
چرخ تسمه ها	۰.۰۱۷	۰.۰۳۰
شاخص سطح روغن	۰.۰۲۷	۰.۰۱۲
ECU	۰.۰۵۶	۰.۰۶۱
پودمان روغن	۰.۱۳۸	۰.۱۴۲
افشانه	۰.۰۱۱	۰.۰۱۲

به عنوان مثال برای تعیین وزن نهایی قطعه بدنه استوانه، محاسبات آتی صورت گرفته است:

$$0.039 \times 0.5 + 0.044 \times 0.5 = 0.042$$

نتایج نهایی بدست آمده برای تمامی قطعات، در جدول ۷ مشخص شده است.

## ۶) بحث روی نتایج

بر اساس آنچه که جدول ۸ نشان می‌دهد، می‌توان اولویت قطعات را برای بهبود و توسعه مشخص نمود. دسته‌بندی اولویت‌ها بر اساس نزدیکی محدوده وزنی هر دسته انجام گرفته است. اولویت اول شامل قطعات موتور، پودمان روغن، لایی بستار می‌باشد. این اولویت بندی بر اساس تعداد فراوانی خرابی‌ها و نیز ارتباط خرابی قطعه با سایر قطعات بدست آمده است.

## ۵-۴-۵) محاسبه وزن نسبی

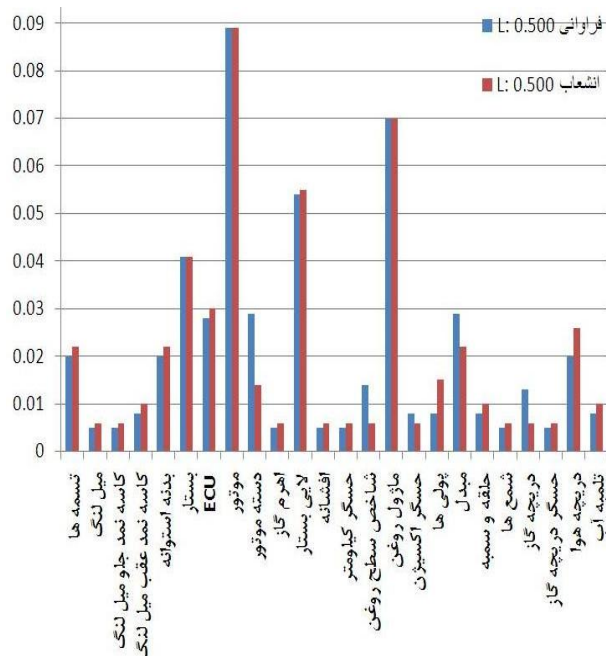
بعد از مقایسات زوجی قدم بعدی، محاسبه وزن نسبی معیارهاست. وزن نسبی معیارها بر اساس جدول مقایسات زوجی می‌باشد که نتیجه آن در جدول ۶ قابل مشاهده است.

## ۵-۴-۵) محاسبه وزن نهایی

پس از مشخص شدن اوزان نسبی، نوبت محاسبه وزن نهایی می‌باشد. بر این اساس ما ارزش معیارهای انشعاب و فراوانی را یکسان قرار دادیم. شکل ۳ اوزان نسبی را با در نظر گرفتن ضرایب اهمیت معیارها (۰.۵ برای هر دو معیار) نمایش می‌دهد.

محاسبه وزن نهایی با اعمال اهمیت یکسان برای معیارها (فراوانی و انشعاب) انجام شده است.

با وجود اینکه این گروه کمترین اولویت را دارد، اما این به معنای بی‌اهمیت بودن بهبود این قطعات نمی‌باشد. چرا که هر کدام از این قطعات نیز بخشی از شکایات مشتریان برای موتور خودروی سمند را به خود اختصاص داده‌اند و توجه به بهبود این قطعات نیز با اولویت کمتر باید در نظر گرفته شود.



شکل ۳: وزن‌های نسبی معیارهای فراوانی و انشعاب با در نظر گرفتن ضریب اهمیت

جدول ۸: اولویت بندی قطعات موتور ملی سمند Lx پایه گاز سوز برای بهبود و توسعه

اولویت	محدوده وزنی	قطعه
۱	$0.178 \leq \text{وزن نهایی} \leq 0.109$	موتور، پودمان روغن، لایی بستار
۲	$0.082$	بستار
۳	$0.058 \leq \text{وزن نهایی} \leq 0.051$	میدل، ECU
۴	$0.046 \leq \text{وزن نهایی} \leq 0.042$	دسته موتور، دریچه هوا، بدنه استوانه، تسمه‌ها
۵	$0.033 \leq \text{وزن نهایی} \leq 0.018$	شاخص سطح روغن، دریچه گاز، کاسه نمد عقب میل لنگ، چرخ تسمه‌ها، حلقه و سمبه، تلمبه آب
۶	$0.014 \leq \text{وزن نهایی} \leq 0.011$	میل لنگ، شمع‌ها، کاسه نمد جلو میل لنگ، اهرم گاز، افشانه، حسگر کیلومتر، حسگر دریچه گاز، حسگر اکسیژن

جدول ۷: نتایج نهایی تصمیم‌گیری با استفاده از روش AHP

قطعه	وزن نسبی با توجه به معیار انشعاب و اعمال ضریب اهمیت	وزن نسبی با توجه به معیار فراوانی و اعمال ضریب اهمیت
تسمه‌ها	0.022	0.02
میل لنگ	0.006	0.005
کاسه نمد جلو میل لنگ	0.006	0.005
کاسه نمد عقب میل لنگ	0.001	0.008
بدنه استوانه	0.022	0.02
بستار	0.041	0.042
ECU	0.03	0.028
موتور	0.089	0.089
دسته موتور	0.014	0.029
اهرم گاز	0.006	0.005
لائی بستار	0.055	0.054
افشانه	0.006	0.005
حسگر کیلومتر	0.006	0.005
شاخص سطح روغن	0.006	0.014
پودمان روغن	0.007	0.007
حسگر اکسیژن	0.006	0.008
چرخ تسمه‌ها	0.015	0.008
میدل	0.022	0.029
حلقه و سمبه	0.001	0.008
شمع‌ها	0.006	0.005
دریچه گاز	0.006	0.013
حسگر دریچه گاز	0.006	0.005
دریچه هوا	0.026	0.02
تلمبه آب	0.01	0.008
جمع کل	0.496	0.502

از این رو برای بهبود و توسعه موتور ملی پایه گازسوز خودروی سمند، بهبود این قطعات دارای بیشترین اولویت هستند. پس از آن گروه دوم شامل بستار می‌باشد. دسته سوم و چهارم نیز بترتیب میدل، ECU و دسته موتور، دریچه هوا، بدنه استوانه، تسمه‌ها می‌باشند.

دسته پنجم نیز شامل شاخص سطح روغن، دریچه گاز، کاسه نمد عقب میل لنگ، چرخ تسمه‌ها و حلقه و سمبه می‌باشد. در نهایت دسته ششم شامل میل لنگ، شمع‌ها، کاسه نمد جلو میل لنگ، اهرم گاز، افشانه، حسگر کیلومتر، حسگر دریچه گاز و حسگر اکسیژن می‌باشد.



## ۷) نتیجه گیری

چون معمولاً به م.ش.م. در سازمانها به عنوان عامل هزینه نگاه می‌شود و انتظار سودآوری چندانی از آنها نیست، در این پژوهش با استفاده از داده‌های شکایات مشتریان برای موتور خودروی سمند ال- ایکس پایه گازسوز، برای اولویت‌بندی قطعات در توسعه و بهبود موتور پرداخته شد. داده‌های شکایات مشتریان ظرفیت بالقوه‌ای برای استفاده و بکارگیری در واحد تحقیق و توسعه سازمانها دارند. اما این داده‌ها به طور مستقیم نمی‌تواند در بهبود و توسعه محصولات بکار روند، از این رو در این پژوهش به بیان چارچوبی چهار مرحله‌ای برای استفاده از داده‌های شکایات مشتریان در توسعه موتور خودرو پرداخته شده است. این چارچوب شامل بکارگیری روش‌های مصورسازی اطلاعات و AHP می‌باشد. بر اساس این چارچوب، نهایتاً قطعات موتور به شش دسته بر اساس اولویت دسته‌بندی شده اند که گروه اول که شامل قطعات مهم برای بهبود و توسعه می‌باشند، عبارتند از: موتور، پودمان روغن، لایی بستار، دسته دوم شامل بستار، دسته سوم، شامل میدل و ECU می‌باشد، دسته چهارم شامل، دسته موتور، دریچه هوا، بدنه استوانه، تسمه ها می‌باشد. شاخص سطح روغن، دریچه گاز، کاسه نمد عقب میل لنگ، چرخ تسمه‌ها، حلقه و سمبه، تلمبه آب در دسته پنجم جای می‌گیرند و دسته ششم شامل، میل لنگ، شمع‌ها، کاسه نمد جلو میل لنگ، اهرم گاز، افشانه، حسگر کیلومتر، حسگر دریچه گاز، حسگر اکسیژن می‌باشد. بر اساس نظر خبرگان، مشکلاتی که در انتقال فناوری از متخصصان خارجی به وجود می‌آید، می‌تواند باعث بروز مشکلات در محصول نهایی شود و نیز بحث کیفیت کار تامین کنندگان نیز مطرح است. از این رو امکان سنجی بهبود قطعات مهم در توسعه محصول نیز موضوع با اهمیت است. در این پژوهش، چپستی خرابی‌ها بررسی شد و با استفاده از آن، اولویت‌بندی قطعات موتور، برای بهبود در توسعه محصول، ارائه گردید، تحلیل چرابی و چگونگی خرابی‌ها در این پژوهش بررسی نشده است که این موضوع می‌تواند، موضوعی برای پژوهش‌های آتی باشد.

## References

- [1] R. Menon, L.H. Tong, S. Sathiyakeerthi, A. Brombacher, C. Leong, The needs and benefits of applying textual data mining within the product development process, *Quality and Reliability Engineering International*, Vol. 20, pp. 1-15, 2004
- [2] S.H. Liao, C.L. Hsieh, S.P. Huang, Mining product maps for new product development, *Expert Systems with Applications*, Vol. 34, pp. 50-62, 2008
- [3] S.H. Liao, Y.J. Chen, M.Y. Deng, Mining customer knowledge for tourism new product development and customer relationship management, *Expert Systems with Applications*, Vol. 37, pp. 4212-4223, 2010
- [4] Y. Park, S. Lee, How to design and utilize online customer center to support new product concept generation, *Expert Systems with Applications*, Vol. 38, pp. 10638-10647, 2011
- [5] J.K. Bae, J. Kim, Product development with data mining techniques: A case on design of digital camera, *Expert Systems with Applications*, Vol. 38, pp. 9274-9280, 2011
- [6] C. Lee, B. Song, Y. Park, Design of convergent product concepts based on functionality: An association rule mining and decision tree approach, *Expert Systems with Applications*, Vol. 39, pp. 9534-9542, 2012
- [7] C.H. Wen, S.H. Liao, W.L. Chang, P.Y. Hsu, Mining shopping behavior in the Taiwan luxury products market, *Expert Systems with Applications*, Vol. 39, pp. 11257-11268, 2012
- [8] C.T. Su, Y.H. Chen, D.Y. Sha, Linking innovative product development with customer knowledge: a data-mining approach, *Technovation*, Vol. 26, pp. 784-795, 2006
- [9] E.W.T. Ngai, L. Xiu, D.C.K. Chau, Application of data mining techniques in customer relationship management: A literature review and classification, *Expert Systems with Applications*, Vol. 36, pp. 2592-2602, 2009
- [10] L.S. Alvarez, R.V. Casielles, A.M.D. Martin, Analysis of the role of complaint management in the context of relationship marketing, *Journal of Marketing Management*, Vol. 27, pp. 143-164, 2010
- [11] C. Boshoff, An experimental study of service recovery options, *International Journal of Service Industry Management*, Vol. 8, pp. 110-130, 1997
- [12] R. Johnston, Linking complaint management to profit, *International Journal of Service Industry Management*, Vol. 12, pp. 60-69, 2001
- [13] J.W. Huppertz, An effort model of first-stage complaining behavior, *Journal of Consumer Satisfaction Dissatisfaction and Complaining Behavior*, Vol. 16, pp. 132-144, 2003
- [14] G. Naylor, The complaining customer: a service provider's best friend, *Journal of Consumer Satisfaction Dissatisfaction and Complaining Behavior*, Vol. 16, pp. 241-248, 2003
- [15] B. Stauss, A. Schoeler, Complaint management profitability: what do complaint managers know?, *Managing Service Quality*, Vol. 14, pp. 147-156, 2004
- [16] T. Hansen, R. Wilke, J. Zaichkowsky, Managing consumer complaints: differences and similarities among heterogeneous retailers, *International Journal of Retail and Distribution Management*, Vol. 38, pp. 6-23, 2010
- [17] Z. Yang, R.T. Peterson, Customer perceived value, satisfaction, and loyalty: the role of switching costs, *Psychology and Marketing*, Vol. 21, pp. 799-822, 2004

- [24] A. Goerener, K. Toker, K. Ulucay, Application of combined SWOT and AHP: A case study for a manufacturing firm, *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, Vol. 58, pp. 1525-1534, 2012
- [25] T.L. Saaty, *The analytic hierarchy process*, McGraw-Hill, 1980
- [26] M.J. Asgharpour, *Multi criteria decision making*, University of Tehran, 1998
- [27] E. Zebardast, *Application of analytic hierarchy process in urban and regional planning, fine arts*, Vol. 10, 2002
- [28] T.L. Saaty, *Decision making for leaders: The analytic hierarchy process for decisions in a complex world*, Vol. 2, RWS Publications, 1990
- [18] P. Liang, Exit and voice: A game-theoretic analysis of customer complaint management, *Pacific Economic Review*, Vol. 18, pp. 177-207, 2013
- [19] R. Schmitt, A. Linder, Technical complaint management as a lever for product and process improvement, *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, Vol. 62, No. 1, pp. 435-438, 2013
- [20] A.O. Hirschman, *Exit, voice, and loyalty: Responses to decline in firms, organizations, and states*, Vol. 25, Harvard University Press, 1970
- [21] K. Ulrich, S. Eppinger, *Product design and development*, McGraw-Hill, 2000
- [22] S.P. Borgatti, *NetDraw for windows: Graph visualization software*, Analytic Technologies, 2002
- [23] B. Srdjevic, Z. Srdjevic, *Synthesis of individual best local priority vectors in AHP-group decision making*, *Applied Soft Computing*, 2012





# The Journal of Engine Research

Journal Homepage: [www.engineersearch.ir](http://www.engineersearch.ir)



## A framework for prioritizing improvement and development of engine

M. Hosseini<sup>1\*</sup>, P. Moghaddam<sup>2</sup>

<sup>1</sup>K.N.Toosi University of Technology, Tehran, Iran, [hosseini@kntu.ac.ir](mailto:hosseini@kntu.ac.ir)

<sup>2</sup>K.N.Toosi University of Technology, Tehran, Iran, [p.moghaddam@mail.kntu.ac.ir](mailto:p.moghaddam@mail.kntu.ac.ir)

\*Corresponding Author, Phone Number: +98-21-88465030-3 (Internal 103)

### ARTICLE INFO

#### Article history:

Received: 27 September 2013

Accepted: 23 November 2013

#### Keywords:

Vehicle engine  
Analytic hierarchy process  
Information visualization  
National engine  
Product improvement and development

### ABSTRACT

Recently, many organizations have used customer relationship management (CRM) systems. The customer compliant management is one of its applications. The customer compliant management is a way to get feedbacks of customers, so that we can consider this as a product quality improvement plan tool. After the product purchase, customers have good information about the real time function of products. Thus, in this research, we propose the four-step framework for prioritizing the component improvement and the development by applying customer complaints about the Samand-LX vehicle (with EF7 engine). The first step consisted of the data collection. After the data collection, in the second step, the co-occurrence matrix and the frequency table of defected components has been created. The third one is the information visualization and the defect map creation. In the last step, in order to quantify decision making about the priority of components, the analytic hierarchy process (AHP) technique was applied. Ultimately, based on the priority, engine components were categorized in six groups for the improvement and the development.

© Iranian Society of Engine (ISE), all rights reserved.