



ارائه یک متدولوژی جهت اندازه‌گیری رضایت مشتری

رضا شکری زاده

کارشناس ارشد دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی اصفهان

infofsb@yahoo.com

علی شاهنده

استادیار دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی اصفهان

ali-nook@cc.iut.ac.ir

سید رضا حجازی

استادیار دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی اصفهان

rehejazi@cc.iut.ac.ir

چکیده

امروزه کیفیت یک محصول یا خدمت براساس میزان برآورده ساختن نیازها و انتظارات مشتری تعریف می‌شود به عبارت دیگر رضایت مشتری هنگامی اتفاق می‌افتد که مشخصه‌های محصول حداقل انحراف را از انتظارات مشتری داشته باشد. بنابراین جهت بهبود کیفیت و افزایش قدرت رقابتی باید نیازهای کلیدی و مؤثر در افزایش رضایت مشتریان را شناسایی نموده با توجه به میزان اهمیت، آنها را در محصول لحاظ نمود. اندازه‌گیری رضایت مشتری تکنیکی جهت جمع‌آوری اطلاعات مشتریان و سنجش رضایت نسبی آنها است. در فرایند اندازه‌گیری رضایت مشتری (CSM) غالب اطلاعات در دسترس، به صورت ترم‌های زبانی می‌باشند که مبهم و نادقیقند، بنابراین در اکثر مواقع تشخیص و تعیین نیازهای کلیدی به صورت مقادیر کمی بسیار مشکل است. در این مقاله علاوه بر کمی نمودن ترم‌های زبانی با استفاده از خواص مجموعه‌های فازی، روشی جهت اندازه‌گیری رضایت مشتریان، شناسایی و اولویت بندی فاکتورهای کلیدی و مؤثر در افزایش رضایت به همراه نتایج یک مطالعه موردی برای محصول واحد لاستیک سازی ارائه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: کیفیت، رضایت مشتری، AHP، کنترل فازی.

۱- مقدمه

امروزه شرکت‌های بزرگ برای حفظ خود و رسوخ در بازار بیشتر از گذشته رضایت مشتری را سرلوحه خود قرار داده‌اند. آنان با تولیدات زیاد و بیش از نیاز خود، یک محیط پر رقابت را برای خود تجربه کرده‌اند و به مرور زمان دریافته‌اند که روش سازگاری با این محیط سخت‌چيست. به نظر می‌آید که موفقترین تولیدکنندگان یک اصل را سرلوحه تمام فعالیتهای خود قرار داده‌اند. یک اصل اساسی ولی پرمعنی و در عین حال مشکل " برآوردن رضایت مشتری " آنان این حق را برای مصرف‌کننده قائل شده‌اند که او می‌تواند پول خود را برای کالایی صرف کند که آن کالا



خواسته‌ها و نیازهای او را برآورده نماید. تولیدکنندگانی که برای این اصل انسانی، احترام قائل شده و آن را به کار می‌گیرند در واقع بقاء خود را در جهان کنونی تضمین کرده‌اند.

بدین لحاظ نیاز به تکنیکی که بتواند تولیدکنندگان را در تعیین میزان رضایت مشتریان و شناسایی نیازهای کلیدی مشتریان جهت افزایش رضایت مشتریان و وفادار نمودن آنان یاری دهد، به شدت احساس می‌گردد. اندازه‌گیری رضایت مشتری تکنیکی جهت جمع‌آوری اطلاعات مشتریان و سنجش رضایت نسبی آنها است. اساسی‌ترین هدف آن تعیین میزان رضایت مشتریان و شناسایی فاکتورهای کلیدی و مؤثر جهت افزایش رضایت مشتریان است.

برطبق بررسی‌های به عمل آمده مفاهیم مربوط به رضایت مشتری و اندازه‌گیری آن اولین بار در سال ۱۹۷۷ توسط اولیور بیان شد، وی رضایت را به عنوان خوشایند و یا دلپذیر بودن تجربیات حاصل از خرید گذشته محصول و یا خدمت مطرح نمود [۱].

در سال ۱۹۸۵ کانو، نیازها را به سه دسته پایه، عملکردی و انگیزشی دسته‌بندی نمود [۱]. فورنل در سال ۱۹۸۹ شاخص سوئدی رضایت مشتری (SCSB) و ۵ سال بعد یعنی در سال ۱۹۹۴ شاخص آمریکایی رضایت مشتری را مطرح کرد [۲]. در سال ۱۹۹۷ واروا با استفاده از برخی مدل‌های آماری مرسوم مانند: رگرسیون خطی چندگانه، تجزیه و تحلیل خوشه‌ای، روش‌هایی را جهت اندازه‌گیری رضایت مشتری بیان نمود [۳].

در سال ۱۹۹۸ یک مدل چند معیاره اندازه‌گیری رضایت مشتری توسط سیسکوس و گریگوریویدیس بیان شد. این مدل در سالهای ۲۰۰۰ و ۲۰۰۲ توسط این دونفر بسط داده شد [۴]. در این مدل رضایت کلی و جزئی مشتریان با توجه به قضاوت‌های آنها محاسبه می‌گردد. این مدل در مقایسه با مدل‌های آماری قضاوت‌های مشتریان را در ارزیابی رضایت آنها بیشتر دخالت می‌دهد.

وازوب (۱۹۸۹)، بوسرت (۱۹۹۰) و فریز (۱۹۹۰) متفق القول بیان نمودند که خواسته‌های مشتری می‌تواند به صورت متغیرهای واقعی و یا زبانی باشند و در صورتی که به شکل ترم‌های زبانی مطرح گردد بایستی به صورت کمی در آیند [۶]. روی (۱۹۷۷) طی مقاله‌ای استفاده از خصوصیات فازی را در تفسیر و توضیح عبارات کلامی پیشنهاد نمود و در ضمن وی توانست با ارائه روش برتری دهی فازی الزامات طراحی را رتبه بندی کند [۷].

سیسکو و همکارانش (۱۹۷۷) هم رابطه برتری دهی خاصی را جهت اولویت بندی آنها ارائه نموده اند [۸]. ساعتی (۱۹۹۴)، خنگ و شوجو (۱۹۹۸) استفاده از تکنیک AHP را برای تعیین اهمیت نسبی نیازهای مشتریان پیشنهاد نموده اند [۶]. زو (۱۹۹۹) روش برتری دهی را بر اساس تکنیک منطق فازی که در آن از قانون اگر - آن‌گاه استفاده می‌شد، معرفی نمود [۷].

بر طبق تحقیقات انجام شده در مورد CSM، می‌توان گفت اهمیت فاکتورها با استفاده از روش‌های خطی محاسبه گردیده است، در حالیکه بر اساس مدل کانو، همه نیازها دارای ارتباط خطی با رضایت کل نیستند، بدون شک محاسبه اهمیت فاکتورها با استفاده از روش‌های خطی، خالی از اشکال نیست، از طرف دیگر ورودی‌های CSM اکثراً به صورت ترم‌های زبانی مبهم و غیر دقیق هستند، استفاده از متدولوژی (روش) که بتواند یک مبدل کیفی به کمی باشد از اهمیت خاصی برخوردار است.

موضوع دیگری که اصلاً به آن اشاره نشده، تعیین میزان اولویت فاکتورهای کلیدی و مؤثر در افزایش میزان رضایت مشتریان است، آنچه در تحقیقات انجام شده، تنها به شناسایی فاکتورهای کلیدی پرداخته شده است، سپس این فاکتورها با استفاده از ابزار دیگری تحت عنوان QFD¹ بصورت مشخصات فنی در محصول گنجانده می‌شوند. سؤالی که در اینجا مطرح می‌شود این است که اولویت یا میزان اهمیت هر یک از این فاکتورها کلیدی جهت گنجانده شدن در محصول چیست؟ آیا در تعیین اولویت آنها، میزان اهمیت هر نیاز کافی است و یا باید اهمیت و رضایت را توأم در نظر گرفت؟

طبیعی است که در تعیین میزان اولویت نیازها، باید اهمیت و رضایت را توأم در نظر گرفت، چیزی که تاکنون بدان پرداخته نشده است. میزان اولویت یا اهمیت، پس از شناسایی فاکتورهای کلیدی جهت لحاظ در محصول توسط فرآیندی مانند QFD تنها براساس اهمیت فاکتورها بوده و در نظر گرفتن رضایت و اهمیت با هم به کلی فراموش شده است.

¹ Quality Function Deployment.



در این مقاله پس از معرفی مختصر رضایت مشتری و مفاهیم مرتبط با آن، با استفاده از رهیافت AHP و تئوری مجموعه‌های فازی روشی جهت اندازه‌گیری رضایت مشتری مطرح شده، سپس با استفاده از ماتریس اهمیت - رضایت و کنترل فازی، فاکتورهای کلیدی و مؤثر در رضایت مشتری تعیین و رتبه‌بندی می‌گردند و در نهایت نتایج یک مطالعه موردی بر روی محصول تولیدی یک واحد لاستیک سازی ارائه می‌شود.

۲- رضایت مشتری

رضایت مشتری بر پایه ارتباطات است. ارتباط بین مشتری و یک محصول یا خدمت، ارتباطات بین مشتری و تولیدکننده یک محصول و یا خدمت و بالاخره ارتباطات بین تولیدکننده یک محصول یا خدمت با محصول و یا خدمت او است [۹]. رضایت مشتری هنگامی اتفاق می‌افتد که استفاده از محصولات یا خدمات باعث حداقل انحراف از انتظارات مشتری شود. به عبارت دیگر کیفیت یک محصول و یا خدمت بر اساس میزان برآورده ساختن نیازها و انتظارات مشتری تعریف می‌شود و درک انتظارات مشتریان پیش‌نیازی برای بهبود کیفیت و رسیدن به رضایت کامل مشتری است.

۲-۱ اندازه‌گیری رضایت مشتری

بر روی کتیبه ساختمان تحقیقات علوم اجتماعی در دانشگاه شیکاگو نوشته شده که اگر نتوانیم چیزی را اندازه‌گیری نماییم، دانش ما اندک و نامطلوب است. همچنین در اغلب مواقع عنوان می‌گردد که چیزی را که نتوان اندازه‌گیری نمود، مدیریتش ناممکن است. اندازه‌گیری، رویه‌ای است که به صورت نمادین جهت نمایش جوانب و واقعیت‌ها در جهان تحلیلی محقق، استفاده می‌گردد. هدف از اندازه‌گیری، انتقال مشخصه‌ها و خواص رویدادهای تجربی بصورتی است که بتواند توسط محقق مورد تحلیل واقع شود. همچنین برای کنترل یک متغیر و حادثه و یا در یک فرآیند، باید اطلاعاتی در مورد آنها موجود باشد، این اطلاعات از طریق اندازه‌گیری متغیر معین می‌شود.

در حوزه اندازه‌گیری سعی می‌شود به چهار سوال زیر پاسخ داده شود:

۱- چرا اندازه‌گیری انجام می‌دهید؟

۲- چه چیزی اندازه‌گیری می‌شود؟

۳- در چه جایی اندازه‌گیری انجام می‌شود؟

۴- چگونه اندازه‌گیری انجام می‌شود؟

اندازه‌گیری رضایت مشتری این امکان را به سازمان می‌دهد که بتواند با استفاده از آن استراتژی‌های خود را تعریف کند، عملکرد خویش را اندازه‌گیری نماید و مشتریان خود را در یک دوره بلند مدت حفظ نماید.

۲-۲ نیازهای مشتریان

بر اساس نظر کانو نیازهای مشتریان با توجه به اینکه وجود و یا عدم وجود ویژگی خاص، باعث چه حالتی در مشتری می‌گردد به سه دسته اصلی تقسیم می‌گردند که عبارتند از: نیازهای اساسی، نیازهای عملکردی و نیازهای جذاب.

الف- نیاز اساسی: نیازی است که چنانچه در محصول وجود نداشته باشد، مورد قبول مشتری نبوده و باعث اعتراض و عدم خرید توسط مشتری می‌گردد. نیاز اساسی حتماً بایستی در محصول وجود داشته باشد و وجود آن در محصول باعث خشنودی مشتری نمی‌گردد یعنی مشتری آن نیاز را حتماً خواهان است، مثلاً در مورد اتومبیل امروزه وجود آینه یک نیاز اساسی و پایه است.

ب- نیاز عملکردی: این نیاز چنانچه برآورده نشود، باعث نارضایتی مشتری می‌گردد اما چنانچه برآورده شود موجب رضایت مشتری می‌گردد. بایستی دقت داشت که عدم برآورده شدن نیاز عملکردی در محصول موجب می‌شود که مشتری ناراضی بوده و ممکن است محصول مورد نظر را انتخاب ننماید در صورتی که برآورده شدن این نیاز، موجب خشنودی مشتری می‌شود. بعنوان مثال در مورد اتومبیل، قفل مرکزی در صورت وجود باعث رضایت مشتری و در صورت عدم وجود باعث نوعی نارضایتی در مشتری می‌گردد.



ج- نیاز جذاب: نیازی است که برآورده شدنش باعث خشنودی مشتری و رضایت بیش از حد او می‌شود. در ارتباط با این نیاز گفتنی است که چنانچه در محصول وجود نداشته باشد باعث نارضایتی مشتری نمی‌شود. در این مورد بایستی در نظر داشت که نیاز مورد نظر برای مشتری هیجان‌آور است و در عرصه رقابت قطعاً یک نوآوری محسوب می‌شود.

۳- نظریه مجموعه فازی

نظریه مجموعه‌های فازی تعمیمی بر نظریه مجموعه‌های کلاسیک یا قطعی است، که با زبان و فهم روزمره انسانها نیز انطباق دارد. زاده (۱۹۶۵) بیان داشت که یک مجموعه فازی، مجموعه‌ای از اشیایی با درجات عضویت مختلف می‌باشد و یک تابع عضویت به هر یک از این اشیاء درجه عضویتی را نسبت می‌دهد. طبق تعریف زاده، تابع عضویت تابعی با برد $[0, 1]$ به جای برد $\{0, 1\}$ می‌باشد. اعضای که دارای تابع عضویت یک هستند با قاطعیت کامل ($\mu_B(x) = 1$) به مجموعه مورد نظر تعلق دارند و سایر مقادیر با قطعیتی متناسب با تابع عضویشان به مجموعه مورد نظر متعلق هستند.

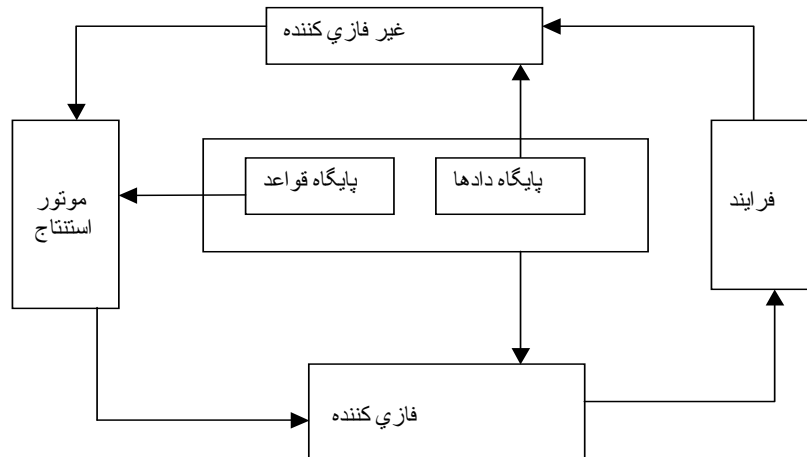
۳-۱ متغیر زبانی:

یک متغیر زبانی توسط پنج تایی زیر تعریف می‌شود:

$\{x, T(x), U, G, M\}$ که در آن x اسم متغیر و $T(x)$ مجموعه ترم‌های x یا مجموعه نام‌های مقادیر زبانی x به صورت اعداد فازی در مجموعه مرجع U تعریف شده‌اند. G یک قانون گرامری که برای تولید مجموعه ترم‌های $T(x)$ و M یک قاعده معنایی است که به هر ترم، معنای آن را مربوط می‌سازد [۱۰]. معنای هر ترم توسط توابع عضویت تحقق خواهد یافت. برای مثال در شکل ۱ نام متغیر زبانی عبارت است از عدد صحیح (بزرگتر یا مساوی صفر و کوچکتر یا مساوی ۱۵۰) مجموعه ترم‌های x یعنی $T(x)$ عبارتند از: کوچک، متوسط و بزرگ. مجموعه مرجع مورد نظر عبارت است از $U = \{0, 1, \dots, 150\}$ همچنین M توابع $\mu_B(x)$ ، $\mu_M(x)$ ، $\mu_S(x)$ را مشخص می‌نماید، که می‌توانند به صورت رابطه ریاضی و یا جداول مطرح شوند. قاعده G می‌تواند بر اساس نوع کاربرد و یا نحوه نگرش به متغیر زبانی، متفاوت باشد. مفهوم متغیر زبانی یک قالب مناسب جهت بیان ریاضی مفاهیم پیچیده و مبهم ذهنی به خصوص در مواردی که نیاز به طبقه‌بندی حالت‌های مختلف از یک مفهوم داشته باشیم در اختیار ما قرار می‌دهد.

۳-۲ کنترل فازی

اولین کنترل کننده فازی در سال ۱۹۷۵ توسط پروفیسور مدانی ارائه شد و زمینه‌ساز استفاده از تئوری مجموعه‌های فازی در بسیاری از سیستم‌های کنترلی گردید [۱۱]. در محصولاتی که از کنترل فازی استفاده می‌کردند تئوری مجموعه‌های فازی موفقیت‌های اقتصادی چشمگیری را از خود نشان داد و باعث ایجاد تحقیقات بیشتر و پیشرفت سریعتر در زمینه کنترل فازی شد تا در سال ۱۹۸۵ تاکاگی و ساگنو مدل دیگری از کنترل فازی را ارائه کردند. از آن سال تا به کنون روش‌های مختلفی جهت توسعه کنترل کننده‌های فازی پیشنهاد شده است [۱۲]. در کنترل فازی ایده اصلی مراحل فکر و پایگاه دانش انسان است و انسان برای بیان فکر و دانش خود از متغیرهای زبانی استفاده می‌نماید. یکی از موارد بحث انگیز و قابل مطالعه کنترل فازی تعداد اعضاء مجموعه مقادیر زبانی و شکل توابع عضویت آنها می‌باشد. پس از تعیین مقادیر پارامترهای کنترل در قالب متغیرهای زبانی، با استفاده از متغیرهای کنترل و مقادیری که ممکن است اخذ نماید یک پایگاه دانش تشکیل می‌شود. این پایگاه دانش به صورت مجموعه‌ای از قواعد بیان می‌شود که اصطلاحاً به آن پایگاه دانش قاعده - پایه گفته می‌شود. استفاده از این پایگاه نیاز به یک استراتژیک یا موتور استنتاج دارد تا در مواردی که قواعد برای حالتی در نظر گرفته نشده و یا در یک حالت، استفاده از دو یا چند قاعده ممکن می‌باشد یک روش رقابتی به کار گرفته شود بلوک دیاگرام کلی یک کنترل کننده فازی در شکل ۱ آمده است [۱۱]:



شکل ۱- کنترل فازی

همانگونه که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، بلوک‌های فازی کننده و غیر فازی کننده برای ارتباط با فرایند تحت کنترل به کار گرفته شده‌اند زیرا در فرایند، مقادیر یا پارامترهای تحت کنترل به صورت دقیق یا قطعی توسط سنسورها دریافت می‌شوند و به یک فازی کننده نیاز داریم تا آن پارامتر را به قالبی ببرد که در موتور استنتاج قابل استفاده باشد. همچنین هنگام اعمال نتیجه موتور استنتاج از آنجا که بوسیله متغیرهای قطعی می‌توانیم بر فرایند اعمال نفوذ نماییم لازم است تا توسط یک غیر فازی کننده نتیجه فازی موتور استنتاج به یک مقدار قطعی تبدیل شوند.

۴- مدل ارائه شده

در این قسمت یک مدل که شامل گامهای زیر است برای اندازه‌گیری رضایت مشتری و اولویت‌بندی فاکتورهای کلیدی ارائه می‌شود:

- گام ۱- تعیین دقیق محصول و یا خدمت
- گام ۲- شناسایی گروههای مشتریان و یا خدمت
- گام ۳- جمع‌آوری نیازهای مشتریان
- گام ۴- دسته‌بندی نیازمندیها با توجه به تقسیم بندی کانو
- گام ۶- تعیین اهمیت نیازها با استفاده از تکنیک AHP
- گام ۷- تعیین متوسط رضایت هر فاکتور و رضایت کل
- گام ۸- شناسایی و اولویت بندی فاکتورهای کلیدی

۴-۱ تعیین متوسط رضایت و رضایت کلی محصول

پس از جمع‌آوری نیازهای مشتریان و تعیین اهمیت هر یک از آنها (فاکتورها)، جهت تعیین میزان رضایت هر فاکتور و رضایت کلی محصول، لازم است گام‌های زیر انجام شوند:

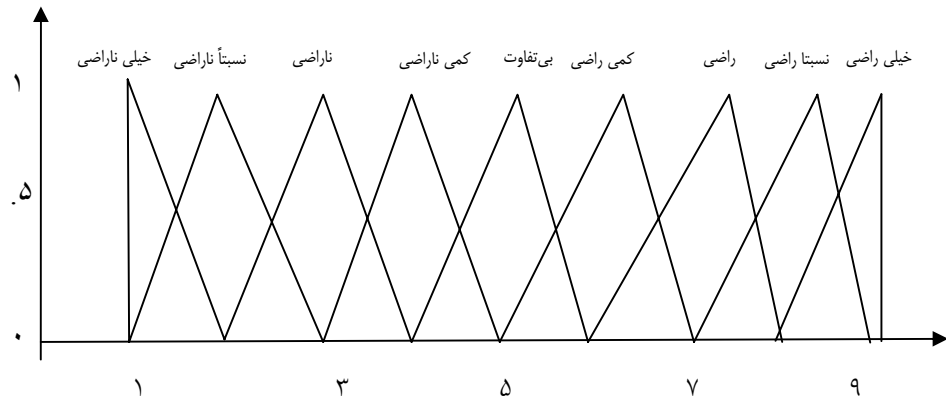
گام ۱- تعیین متغیرهای زبانی



در این قسمت از مشتریان خواسته می شود که میزان رضایت خود از هر فاکتور را با یکی از عبارتهای (متغیرهای زبانی) خیلی ناراضی، نسبتاً ناراضی، بی تفاوت، کمی ناراضی، راضی، نسبتاً راضی و خیلی راضی بیان کنند.

گام ۲- تبدیل ترم های زبانی به اعداد فازی

در این قسمت متغیرهای زبانی مطابق شکل ۲ به اعداد فازی تبدیل می شوند:



شکل ۲ تبدیل ترم های زبانی به اعداد فازی

گام ۳- محاسبه رضایت هر فاکتور و رضایت کل محصول

رضایت هر فاکتور برابر است با متوسط رضایتی که مشتریان به آن فاکتور داده اند و از رابطه زیر به دست می آید [۵]:

$$\tilde{CS}_i = \sum_{k=1}^q \frac{CS_{ik}^k}{q} = \frac{\left[\sum_{k=1}^q CS_{i1}^k, \sum_{k=1}^q CS_{i2}^k, \sum_{k=1}^q CS_{i3}^k \right]}{q} = \left[CS_{i1}^k, CS_{i2}^k, CS_{i3}^k \right] \quad (1)$$

در این رابطه q تعداد مشتریان، CS_{ik}^k رضایت مشتری k ام از فاکتور i ام و \tilde{CS}_i متوسط رضایت فاکتور i ام است. بعد از محاسبه رضایت کلیه فاکتورها، با استفاده از شاخص زیر رضایت کلی محصول را به دست می آید:

$$CSI = \sum_{i=1}^n \beta_i * \tilde{CS}_i = \left(CSI_1, CSI_2, CSI_3 \right) \quad (2)$$

که در آن β_i ، وزن یا اهمیت هر فاکتور و CS_i متوسط رضایت هر فاکتور است.

در صورتی که نیازها را به گروه دسته بندی نماییم رابطه به صورت زیر بیان می شود:

$$CSI = \sum_{i=1}^g \alpha_i * \sum_{j=1}^{n_i} \beta_{ij} * \tilde{CS}_{ij} \quad (3)$$

که در آن، g تعداد گروهها (دسته های) اصلی است که در آن نیازهای مشتریان دسته بندی شده اند، n_i تعداد نیازهای هر دسته، β_{ij}

اولویت هر نیاز موجود در هر دسته و \tilde{CS}_{ij} متوسط رضایت هر نیاز موجود در هر دسته است.

مقدار به دست آمده برای رضایت با استفاده از رابطه زیر به ترم زبانی مربوط تبدیل می شود. [۵]:



$$X = \frac{C \tilde{S} I_1 + 2C \tilde{S} I_2 + C \tilde{S} I_3}{4} \quad (4)$$

با توجه به مقدار به دست آمده ، شکل ۳ می توان میزان متعلق بودن X به هر یک از ترم های زبانی را مشخص نمود. لازم به ذکر است که X با ترمی بیان می شود که در آن بیشترین میزان عضویت را دارد.

۲-۴ شناسایی و اولویت بندی فاکتورهای کلیدی

الف- شناسایی فاکتورهای کلیدی

پس از این که اهمیت و رضایت کلیه فاکتور ها مشخص گردید، جهت شناسایی فاکتور های کلیدی از ابزارهای کلیدی تحت عنوان ماتریس اهمیت - رضایت (شکل ۳) استفاده می شود [۱۳].

اهمیت	(۲)	(۴)
	(۱)	(۳)

رضایت

شکل ۳ ماتریس اهمیت رضایت

شرایط تصمیم گیری به کمک این ماتریس به صورت زیر است.

۱- اهمیت کم - رضایت کم

در صورتی که فاکتور پایه باشد کلیدی محسوب می شود، در غیر این صورت هیچ اقدامی لازم نیست.

۲- اهمیت بالا- رضایت کم

معیار ها و زیر معیار ها نیاز مند توجه هستند و کلیدی محسوب می شوند.

۳- اهمیت کم - رضایت بالا

منابع در جای دیگر صرف شوند

۴- اهمیت بالا - رضایت بالا

این معیار ها می توانند به عنوان یک منبع سود آوری در مقابل رقبا استفاده گردند.

در این ماتریس مقدار متوسط اهمیت برابر با $\frac{1}{n_i}$ در نظر گرفته می شود که n_i برابر با تعداد فاکتور ها و یا زیر فاکتور ها است، متوسط

رضایت نیز حالت بی تفاوتی (نه راضی و نه ناراضی) است.

ب- رتبه بندی فاکتورهای کلیدی

گام ۱- فازی کردن

در این گام، پارامترهای کنترلی که همان اهمیت و رضایت هستند باید به متغیرهای زبانی تبدیل گردند.

گام ۲- تشکیل پایگاه دانش

پایگاه دانش از مجموعه های قوانین اگر- آن گاه فازی به صورت زیر تشکیل می گردد [۱۱]:

$$\text{if } x \in \tilde{A}_1 \text{ and } y \in \tilde{B}_1 \text{ then } Z \in \tilde{C}_1$$

$$\text{if } x \in \tilde{A}_2 \text{ and } y \in \tilde{B}_2 \text{ then } Z \in \tilde{C}_2$$

که در آن X و Y به ترتیب مقادیر مربوط به رضایت و اهمیت هر فاکتور، Z خروجی سیستم منطق فازی (مقادیر مربوط به میزان اولویت

فاکتور ها)، \tilde{A}_1, \tilde{A}_2 مجموعه های فازی مربوط به رضایت \tilde{B}_1, \tilde{B}_2 مجموعه های فازی مربوط به اهمیت و \tilde{C}_1, \tilde{C}_2 مجموعه های فازی مربوط به میزان اولویت فاکتور ها هستند. مقادیر زبانی مربوط به اولویت فاکتورها به صورت کاملاً مؤثر، نسبتاً مؤثر، کمی مؤثر و بی تفاوت تعریف می شوند.

گام ۳- موتور استنتاج

اگر X_0, Y_0 ورودی های سیستم باشند و به فرم \tilde{y}_0, \tilde{x}_0 آنها را فازی نماییم و X_0 مجموعه های \tilde{A}_1 و \tilde{A}_2 را در نقاطی با تابع

عضویت $\mu_{\tilde{A}_1}(X_0)$ و $\mu_{\tilde{A}_2}(X_0)$ و Y_0 مجموعه های \tilde{B}_1 و \tilde{B}_2 را در نقاطی با تابع عضویت $\mu_{\tilde{B}_1}(Y_0)$ و $\mu_{\tilde{B}_2}(Y_0)$ قطع نمایند. قدرت هر یک از قاعده های رابطه (۳-۶) را می توان به صورت زیر به دست آورد [۱۱]:

$$\alpha_1 = \mu_{\tilde{A}_1}(x_0) \wedge \mu_{\tilde{B}_1}(y_0) \quad (5)$$

$$\alpha_2 = \mu_{\tilde{A}_2}(x_0) \wedge \mu_{\tilde{B}_2}(y_0)$$

که در آن \wedge همان اپراتور عطف است و می توان آنرا با عملگر مینی مم مدل کرد.

پس از به دست آوردن قدرت هر یک از قاعده های شرکت کننده در رقابت می توان خروجی قاعده ها را به صورت زیر به دست آورد [۱۱]:

$$\mu_{\tilde{c}_1}(z) = \alpha_1 * \mu_{\tilde{c}_1}(z) \quad z \in Z \quad (6)$$

$$\mu_{\tilde{c}_2}(z) = \alpha_2 * \mu_{\tilde{c}_2}(z) \quad z \in Z$$

که در رابطه بالا $*$ یک عملکرد نرم t و Z حوزه مقادیری است که خروجی هر یک از دو قاعده می تواند اخذ نماید. پس از به دست

آوردن خروجی فازی توسط هر یک از قاعده ها، با اجتماع این نتایج، می توان نتیجه رقابت را به صورت زیر به دست آورد [۱۱]:

$$\mu_{\tilde{c}}(z) = \mu_{\tilde{c}_1}(z) \vee \mu_{\tilde{c}_2}(z) = \left[\alpha_1 * \mu_{\tilde{c}_1}(z) \right] \vee \left[\alpha_2 * \mu_{\tilde{c}_2}(z) \right] \quad (7)$$

که در آن $\mu_{\tilde{c}}(z)$ تابع عضویت خروجی کنترل کننده، حاصل از ترکیب دو قاعده و \vee عملگر ماکزیمم است.

گام ۴- غیر فازی کردن

با استفاده از رابطه زیر که به روش ارتفاع معروف است می توان خروجی قطعی را به صورت زیر به دست آورد [۱۱]:

$$Z^* = \frac{\sum_{k=1}^n \alpha_k * Z^{(k)}}{\sum_{k=1}^n \alpha_k} \quad (8)$$

که در این رابطه Z^* میزان اولویت هر فاکتور، Π تعداد قوانین، α_k قدرت هر قاعده و $Z^{(k)}$ مقداری است که در آن، تابع عضویت متغیر

خروجی مربوط به قاعده k ام، بیشترین میزان عضویت را دارد.



۵- مطالعه موردی²

۵-۱ تعیین دقیق محصول

محصولات تولیدی کارخانه لاستیک سازی انواع تایرهای سواری، تایرهای کامیونی سبک، تایرهای کامیونی نیمه سنگین، تایرهای سنگین و تایرهای رادیال می باشند. در این تحقیق به دلیل اینکه استفاده از تایرهای سواری و رادیال بیشتر بوده و درصد بیشتری از مشتریان با این نوع تایرها سر و کار دارند، تایر رادیال و سواری جهت انجام مطالعه موردی انتخاب شدند.

۵-۲ تعیین دقیق مشتریان

مشتریان یک محصول الزاماً مانند یکدیگر نیستند. تفاوت‌هایی مانند ملیت، درآمد، تحصیلات و ... عواملی هستند که معمولاً روی رفتار خرید مصرف کننده و انتظارات و نیازهای او از محصول و اهمیت‌هایی که برای عملکردهای مختلف آن قائل است تأثیر می‌گذارد. بنابراین بدیهی است قبل از تعیین نیازهای مشتریان، ابتدا گروه‌های مختلف مشتریان مشخص شوند. مشتریان کنونی لاستیک طیف وسیعی از افراد با سلیقه‌ها، خواسته‌ها، فرهنگ‌ها و ... را در بر می‌گیرد که عبارتند از:

- ۱- مشتریان داخلی
- ۲- افراد یا مشتری نهایی
- ۳- تعمیر کاران
- ۴- خرده فروشان
- ۵- عمده فروشان

۵-۳ جمع‌آوری و تعیین نیازمندیهای مشتریان

جهت تسریع در جمع‌آوری نیازهای مشتریان و همچنین کمک به آنها در بیان این نیازها به صورت تشریحی، تصمیم گرفته شد که با استفاده از نظرات یک گروه کوچک چند نفری از افرادی که از این لاستیک استفاده می‌کنند، (و با حضور نگارنده به عنوان هدایت کننده جلسه) لیستی کلی از انتظارات و نیازمندیهای که یک مشتری یا مصرف کننده می‌تواند داشته باشد، تهیه گردد. پس از انجام این امر لیست تهیه شده توسط چند تن از خبرگان و کارشناسان لاستیک اصلاح گردیده و مورد تأیید قرار گرفت. پس از آن لیست به صورت پرسش نامه‌ای تدوین شده و برای توزیع بین مشتریان و کاربران لاستیک، آماده گردید. سپس این پرسشنامه‌ها به صورت آزمایشی و محدود بین تعدادی از استفاده‌کنندگان از لاستیک توزیع گردید و از آنها خواسته شد تا علاوه بر اظهار نظر در مورد صحت و سقم نیازمندیهای مطرح شده در پرسشنامه، نیازمندیهای را که از نظر آنها لازم بوده و در سؤالات وجود ندارند، به لیست مذکور اضافه نمایند. با استفاده از نتایج توزیع آزمایشی پرسش نامه، پس از اصلاحات لازم، لیست به تأیید کارشناسان لاستیک رسیده و به صورت وسیع میان استفاده‌کنندگان توزیع شد و این بار از پرسش‌شوندگان خواسته شد تا میزان رضایت خود را از هر یک از نیازمندی‌ها را با توجه به معیار مشخص شده در پرسش نامه و همچنین نوع نیازمندی را از نظر پایه، عملکردی و انگیزشی مشخص نمایند.

نهایتاً پس از طی مراحل فوق‌الذکر نیازمندیهای مشتریان به صورت ذیل در پرسشنامه مطرح شدند:

- ۱- لاستیک بالانس باشد. ۲- تایر لیز نخورد. ۳- قدرت فرمان گیری آن خوب باشد.
- ۴- بسته بندی لاستیک مناسب باشد. ۵- مقاومت آن در برابر سرما و گرما زیاد باشد.
- ۶- لاستیک پله نکند. ۷- در برابر ضربات با توجه به ساختار مقاوم باشد.
- ۸- دارای ایمنی لازم باشد. ۹- آج آن سنگریزه‌های کمتری در خود نگه دارد.
- ۱۰- در برابر سوراخ شدن مقاوم باشد. ۱۱- داخل لاستیک به گونه‌ای باشد که تیوپ را گاز نگیرد.
- ۱۲- قابلیت تحمل سرعت‌های بالا را داشته باشد. ۱۳- آج لاستیک دارای طرح‌های هندسی مناسب باشد.
- ۱۴- لاستیک دارای انعطاف باشد ۱۵- ظاهر آن، قابلیت تشخیص عمر داشته باشد.
- ۱۶- در سرعت‌های بالا صدای غیر عادی تولید نماید. ۱۷- قابلیت خود پنجره‌گیری برای مدت رسیدن به تعمیرگاه داشته باشد.
- ۱۸- قابلیت بازیافت داشته باشد. ۱۹- وزن آن کم باشد. ۲۰- قیمت آن مناسب باشد.
- ۲۱- منجر به سوخت کم در اتومبیل گردد.

² - Case Study



۴-۵ دسته‌بندی نیازمندیها

با توجه به تعداد به دست آمده برای هر نیاز، در این پروژه با استفاده از رابطه زیر نوع نیازها مشخص گردید [۱۴]:

$$\text{تعداد آمار نیاز جذاب} + ۱۰ (\text{تعداد آمار عملکردی}) + ۵ (\text{تعداد آمار نیاز اساسی}) = \text{تعداد کل آمار مربوط به یک نیاز خاص} = \text{عدد نیاز}$$

$$\frac{\text{تعداد مشتریان}}{\text{تعداد مشتریان}}$$
 اگر عدد محاسبه شده کمتر از ۳ باشد نیاز اساسی، اگر بین ۳ و ۶ باشد نیاز عملکردی و اگر بزرگتر از ۶ باشد نوع نیاز جذاب هست. که نتایج آن در جدول ۱ آورده شده است.

۵-۵ تعیین اهمیت نیازها

به منظور تعیین وزن و یا اهمیت هر یک از نیازهای مشتریان، از سه کانال اقدام به استخراج اطلاعات اولیه برای مقایسه‌های دوجه دویی نیازهای مشتریان گردید. این سه کانال عبارتند از:
 ۱- فرد محقق با توجه به مصاحبه‌های انجام شده با مشتریان
 ۲- افراد متخصص در صنعت لاستیک
 ۳- اطلاعات عددی به دست آمده از شاخص‌های نیازهای مشتریان.
 پس از این که ماتریس دوجه دویی برای هر سه کانال ورودی تکمیل شد. قضاوت‌های فردی این سه کانال با استفاده از میانگین هندسی آنها به قضاوت گروهی (برای هر مقایسه زوجی) تبدیل شد. در نهایت وزن معیارها و زیرمعیارها تعیین شده با استفاده از ماتریس‌های مقایسه زوجی مربوط به هر یک، مشخص شد. در تمامی ماتریس‌ها نرخ ناسازگاری کمتر از ۰/۱ و به عبارت بهتر نزدیک به صفر است.

جدول ۱ نتایج اولویت دهی نیازهای فنی

نیازمندیها	اهمیت
نیازهای فنی	۰/۱۸۹
نیاز ۱۶	۰/۰۴۲
نیاز ۱۴	۰/۰۹۹
نیاز ۹	۰/۳۴۰
نیاز ۶	۰/۰۷۷
نیاز ۲	۰/۲۶۶
نیاز ۵	۰/۱۰۹
نیاز ۳	۰/۱۸۴
نیاز ۱	۰/۱۸۷

جدول ۲ نتایج اولویت دهی نیازهای اقتصادی و محیطی

نیازمندیها	اهمیت
نیازهای اقتصادی و محیطی	۰/۵۸
نیاز ۱۸	۰/۵
نیاز ۱۰	۰/۲
نیاز ۲۱	۰/۳



جدول ۳ نتایج اولویت دهی نیاز مندیهای کیفی

اولویت	نیاز مندیها
۰/۱۶	نیازهای کیفی
/۰۶۳	نیاز ۷
/۰۲۵	نیاز ۸
/۲۰۹	نیاز ۱۰
/۱۰۸	نیاز ۱۱
۰/۲۱۲	نیاز ۱۲
۰/۳۶۵	نیاز ۱۷

جدول ۴ نتایج اولویت دهی فاکتورهای زیبایی و ظاهری

اولویت	نیاز مندیها
/۰۷۱	نیازهای ظاهری و زیبایی
۰/۱۶۶	نیاز ۴
۰/۱۸۳	نیاز ۱۳
۰/۳۸۶	نیاز ۱۵
۰/۲۶۵	نیاز ۱۹

۵-۶ تعیین رضایت هر فاکتور و رضایت کلی محصول

جهت تعیین متوسط رضایت هر فاکتور و رضایت کلی محصول مطابق با گامهای قسمت ۵-۱ عمل شد که رضایت کلی محصول با استفاده از رابطه ۳ برابر با عدد فازی (۵/۶۶/۷،۷/۷) شد. طبق رابطه ۴ مقدار به دست آمده برای X برابر با ۶/۶۷۵ است که متعلق به ترم زیبایی راضی می‌باشد.

۵-۷ شناسایی و اولویت بندی فاکتور کلیدی

طبق نتایج به دست آمده از میزان اولویت، میزان رضایت و نوع نیاز هاو با توجه به ماتریس اهمیت - رضایت، نیاز های زیر به عنوان

نیاز های کلیدی شناسایی شده‌اند:

۱- قابلیت بازیافت داشته باشد.

۲- در برابر سوراخ شدن مقاوم باشد.

۳- قابلیت پنجره گیری برای مدت رسیدن به تعمیر گاه داشته باشد.

۴- ظاهر آن قابلیت تشخیص عمر داشته باشد.

پس از تعیین نیاز ها کلیدی باید میزان اولویت آنها جهت لحاظ شدن در محصول مشخص گردد. بدین منظور مطابق با گام های مطرح

شده در قسمت رتبه بندی فاکتور های کلیدی عمل شده است:

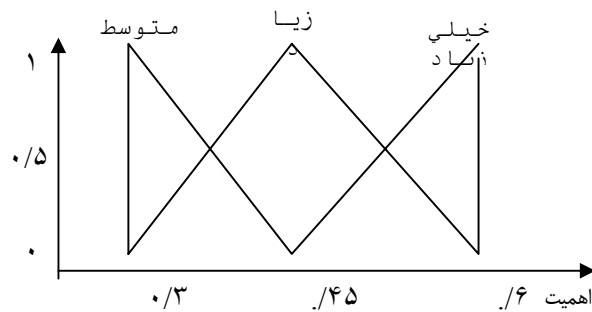


گام ۱- فازی کردن

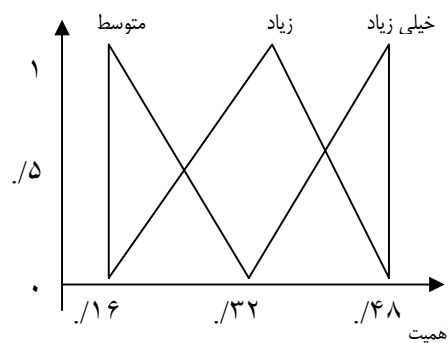
پارامتری های کنترلی، اهمیت و رضایت فاکتور های کلیدی هستند که باید به متغیر های زبانی تبدیل گردند. از آنجا که این فاکتور ها، فاکتور های با اهمیت بالا (متوسط به بالا) و رضایت کم (متوسط به پایین) هستند، متغیر های زبانی برای اهمیت به صورت متوسط، زیاد، خیلی زیاد، و برای رضایت به صورت کاملاً ناراضی، نسبتاً ناراضی، کمی ناراضی و بی تفاوت در نظر گرفته شد.

همانطور که قبلاً گفته شد متوسط اهمیت برای هر دسته، از رابطه $\frac{1}{n_i}$ محاسبه می‌گردد که n_i تعداد زیر معیارهای هر دسته است

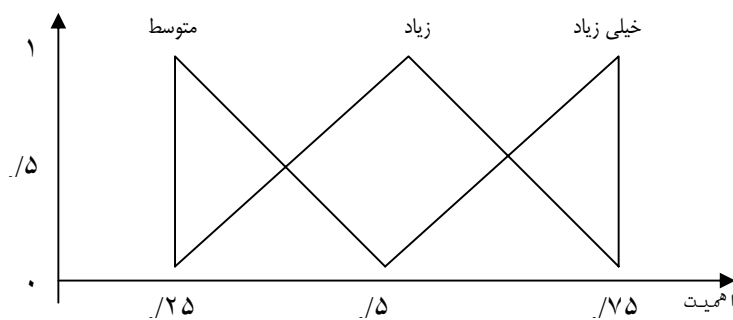
بنابراین متوسط اهمیت برای نیاز های محیطی برابر با $\frac{1}{3}$ ، برای نیازهای کیفیتی برابر با $\frac{1}{6}$ و برای نیازهای زیبایی و ظاهری برابر با $\frac{1}{25}$ است. شکل توابع عضویت میزان اهمیت و میزان رضایت نیازها به صورت زیر است (شکل های ۴، ۵، ۶):



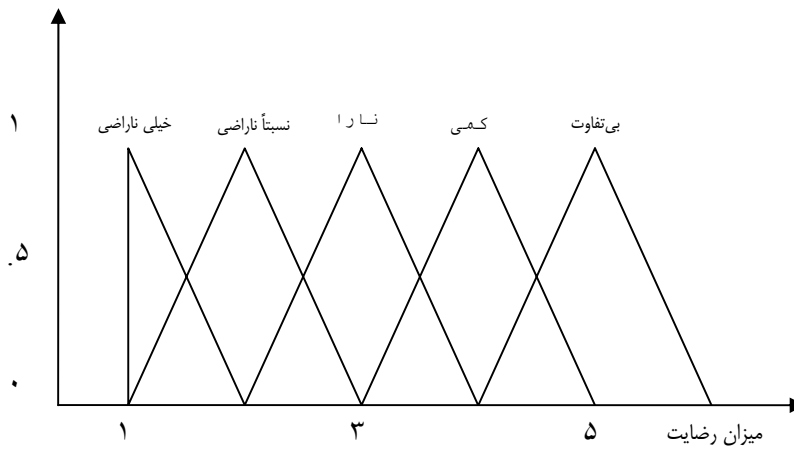
شکل ۴ تابع عضویت اهمیت نیاز های محیطی



شکل ۵ تابع عضویت اهمیت نیاز های کیفیتی



شکل ۶ تابع عضویت اهمیت نیاز های زیبایی و ظاهری



شکل ۷ تابع عضویت میزان رضایت نیازها

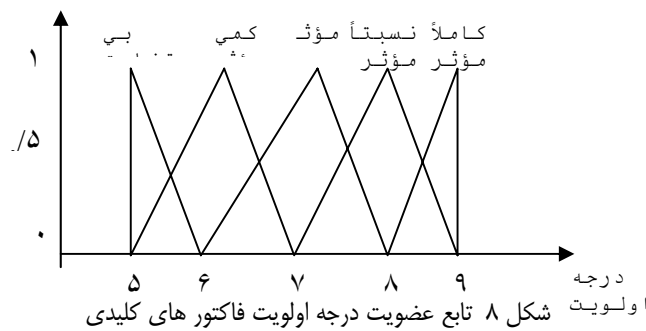
گام ۲- تشکیل پایگاه دانش

با استفاده از نظر کارشناسان و افراد متخصص در حوزه لاستیک، پایگاه دانش و شکل توابع عضویت ترم‌های زبانی آن مطابق جدول ۵ و شکل ۸ تعیین گردید:

جدول ۵ جدول پایگاه دانش

اهمیت رضایت	خیلی زیاد	زیاد	متوسط
خیلی ناراضی	کاملاً مؤثر	کاملاً مؤثر	نسبتاً مؤثر
نسبتاً ناراضی	کاملاً مؤثر	نسبتاً مؤثر	نسبتاً مؤثر
ناراضی	نسبتاً مؤثر	نسبتاً مؤثر	مؤثر
کمی ناراضی	مؤثر	مؤثر	کمی مؤثر
بی تفاوت	کمی مؤثر	کمی مؤثر	بی تفاوت

شکل توابع عضویت ترم‌های زبانی پایگاه دانش به صورت زیر است (شکل ۸):



شکل ۸ تابع عضویت درجه اولویت فاکتورهای کلیدی



گام ۳- استنتاج

پس از بدست آوردن قواعد و تشکیل پایگاه قوانین فازی، با استفاده از رابطه ذیل مقادیر α_1 و α_2 که بیانگر قدرت قواعد می‌باشند محاسبه شد:

$$\alpha_1 = \mu_{A1}^-(x_0) \wedge \mu_{B1}^-(y_0)$$

$$\alpha_2 = \mu_{A2}^-(x_0) \wedge \mu_{B2}^-(y_0)$$

به عنوان مثال برای نیاز ۱۰ (در برابر سوراخ شدن مقاوم باشد) که دارای اهمیت ۰/۲۰۹ و عدد رضایت (۲/۳، ۳/۲۳، ۴/۲۳) است.

مقادیر $\mu_{A1}^-(X_0)$ ، $\mu_{A2}^-(X_0)$ ، $\mu_{B1}^-(y_0)$ و $\mu_{B2}^-(y_0)$ به ترتیب برابر با ۰/۷۵، ۰/۲۵، ۰/۱۹، ۰/۸۱ است و \tilde{A}_1 ، \tilde{A}_2 ، \tilde{B}_1 و \tilde{B}_2 به ترتیب ترم‌های زبانی کمی ناراضی، بی تفاوت، اهمیت زیاد و اهمیت متوسط هستند. بنابراین طبق رابطه ۳-۷ مقادیر α_1 و α_2 به ترتیب برابر با ۰/۱۹ و ۰/۲۵ به دست می‌آید. پس از به دست آوردن مقادیر α_1 و α_2 طبق رابطه ۳-۸ که به صورت ذیل است:

$$\mu_{c1}^-(z) = \alpha_1 * \mu_{c1}^-(z) \quad z \in Z$$

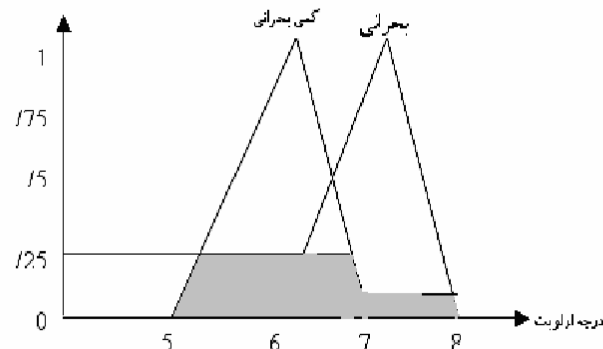
$$\mu_{c2}^-(z) = \alpha_2 * \mu_{c2}^-(z) \quad z \in Z$$

خروجی قواعد به دست آمد. به عنوان مثال فاکتور ۱۰ با میزان عضویت ۰/۱۹ یک فاکتور موثر و با میزان عضویت ۰/۲۵ متعلق به ترم‌های زبانی کمی موثر است.

سپس با استفاده از رابطه زیر تابع عضویت خروجی (میزان اولویت) به دست آمد:

$$\mu_c^-(z) = \mu_{c1}^-(z) \vee \mu_{c2}^-(z) = \left[\alpha_1 * \mu_{c1}^-(z) \right] \vee \left[\alpha_2 * \mu_{c2}^-(z) \right]$$

که برای فاکتور ۱۰ مطابق با شکل ۸ است:



شکل ۸ تابع عضویت خروجی (میزان اولویت) فاکتور ۱۰

به همین ترتیب نیاز ۱۸ با میزان عضویت ۰/۳۳ یک فاکتور نسبتاً موثر و با میزان عضویت ۰/۰۵ موثر، نیاز ۱۷ با میزان عضویت ۰/۱۵ نسبتاً موثر و با میزان عضویت ۰/۷۲ موثر و نیاز ۱۵ با میزان عضویت ۰/۳ نسبتاً موثر و با میزان عضویت ۰/۴۶ موثر است.

گام ۴- غیر فازی کننده

از آن جا که پارامترهای کنترلی که به فرآیند اعمال می‌شوند باید اعداد و مقادیر قطعی و غیر فازی باشند، در این گام با توجه به رابطه ذیل خروجی موتور استنتاج به اعداد غیر فازی تبدیل شد:



$$Z^* = \frac{\sum_{k=1}^n \alpha_k * Z^{(k)}}{\sum_{k=1}^n \alpha_k}$$

به عنوان مثال برای نیاز ۱۰ (در برابر سوراخ شدن مقاوم باشد) مقدار Z^* به صورت زیر محاسبه شد:

$$Z^* = \frac{(0.25 * 6) + (0.19 * 7)}{(0.25 + 0.19)} = 6.4$$

بنابراین این نیاز در دسته خود یعنی نیازهای کیفیتی دارای عدد اولویت ۶/۴ است، به همین ترتیب نیازهای ۱۸، ۱۷ و ۱۵ به ترتیب در دسته‌های خود دارای عدد اولویت ۷/۸، ۷/۱ و ۷/۴ هستند.

با در نظر گرفتن وزن هر دسته، اهمیت نسبی این نیازها (۱۰، ۱۸، ۱۷، ۱۵) به ترتیب برابر با ۰/۱۴۲، ۰/۶۲۷، ۰/۱۵۷ و ۰/۰۷۲ به دست

آمد.

۵- نتیجه‌گیری

در این مقاله با استفاده از تکنیک AHP و تئوری مجموعه‌های فازی روشی جهت اندازه‌گیری رضایت مشتریان ارائه شد و سپس با استفاده از ماتریس اهمیت - رضایت، فاکتورهای کلیدی شناسایی و با استفاده از کنترل فازی و در نظر گرفتن اهمیت و رضایت این فاکتورها، میزان اولویت هر یک از آنها مشخص گردید و از آنجا که ماهیت اندازه‌گیری رضایت مشتری کاربردی است، مطالعه موردی به عنوان تحقیقی پشتیبانی کننده، روی محصول یک واحد صنعتی صورت گرفت. از آنجا که در این تحقیق محصول انتخابی لاستیک بود، بایستی رضایت مشتریان و همچنین فاکتورهای کلیدی و مؤثر شناسایی و رتبه بندی گردند که برای این کار نیاز به جمع آوری داده‌های گوناگونی از جمله تعیین مشتریان و تهیه لیست کلی نیازمندیهای مشتریان فوق الذکر بود که برای جمع آوری این داده‌ها، روش پرسشنامه‌ای، مصاحبه و تشکیل جلسات با کارشناسان و متخصصین لاستیک استفاده گردید که سرانجام تحلیل داده‌ها و اهمیت و رضایت هر یک از آنها، رضایت کلی محصول اندازه‌گیری و فاکتورهای کلیدی اولویت بندی شد و نتایج حاصل نشان داد که در میان ۲۱ فاکتور مطرح، مقاوم بودن در برابر سوراخ شدن، قابلیت بازیافت، قابلیت تشخیص عمر با استفاده از ظاهر تایر و قابلیت پنچرگیری تا رسیدن به تعمیرگاه در افزایش رضایت مشتریان مؤثرتر هستند.

مراجع

- [1] Siskos, Y., Grigoroudis, E., "A Survey of Customer Satisfaction barometers: Some results from the transportation - Communication sector", European journal of Operation Research, Vol 152, 2004, pp 334 - 353.
- [2] Fornell, C. "The quality of economic output: Empirical generalization about its distribution and relationship to market share", Marketing science, 14(3), 1996, pp 203 - 211.
- [3] Varva, T.G. "Improving Your Measurement of Customer Satisfaction", A SQC Quality Press, Milwaukee, 1997.
- [4] Siskos, Y., Grigoroudis, E., "Preference disaggregating for measuring and analyzing customer satisfaction: The MUSA method", European journal Operation Research, Vol 143, 2002, 148 - 170.
- [5] Qing yang, Y., Quing wang, S., Dulaimi, M., Phenglow, S. "A Fuzzy quality function deployment system for buildable design decision - makings", Automation in coition, 2003, 381 - 393.



[6] Chen, S. J., Hwang, C. L. *"Fuzzy Multiple Attribute Decision Making"*, Springer - Verlage Berlin Heidelberg, 1992.

[۷] کارز، س، حجتی، م، "کنترل فازی وفقی ترکیبی برای سیستم‌های غیر خطی"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده برق، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۳۷۷.

[8] Pedrycz, W., Gomide, F. *"An Introduction to fuzzy sets"*: Analysis and Design, MIT Press, Cambridge, MA, 1998.

[9] John H. Reed, Nicholusp. Hall. *"Method for measuring customer satisfaction"* eEnergy evaluation conference, Chicago, 1977.

[۱۰] طاهری، م، آشنایی با مجموعه‌های فازی، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، پاییز ۱۳۷۸.

[۱۱] زاهدی، م، تئوری مجموعه‌های فازی و کاربردهای آن، نشر کتاب دانشگاهی، ۱۳۷۸.

[12] Sugno, M., yasukawa, T. *"A Fuzzy Logic - Based Approach To Qualitative Modeling"*, IEE Transaction of fuzzy systems, Vol. 1, No. 1, 1993.

[13] Siskos, Y., Grigoroudis, E., Oliver, S. *"TEOLS: a customer satisfaction evaluation software"*, Computer and Operation Research, 27, 2000, 799 - 817.

[۱۴] شرکت مشاورین پایشگر کیفیت، جزوه آموزشی دوره‌های مدیریت کیفیت، ۱۳۸۲.