Archive of SID

تلفیق کنترل فازی،QFD و DEA جهت اولویت بندی مشخصات محصول در QFD

رضا شکری زاده[۱]، یعقوب یعقوبی نژاد[۲]، سمانه میربزنجانی[۳]

[۱] دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، گروه مهندسی صنایع، تهران، ایران.

Reza.shokrizadeh@gmail.com

[۲]دانشگاه آزاد اسلامی، واحدسیرجان، گروه ریاضی، کرمان، ایران.

[۳]دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرمان، گروه مهندسی صنایع، کرمان، ایران.

چکیده:

رقابتی شدن بازارها و ارتقا سطح انتظارات مشتریان موجب شده است امروزه مشتری از بازی کردن در نقش یک مصرف کننده قانع فراتر رود. QFD به عنوان یکی از ابزارهای نوین مهندسی کیفیت مطرح است که فلسفه اصلی کاربرد آن لحاظ نمودن خواسته های مشتریان در مراحل مختلف تکوین محصول یا خدمت است؛ لیکن روش سنتی خانه کیفیت در QFD اولویت بندی الزامات فنی را تنها با توجه به بعد اهمیت خواسته های مشتریان انجام می‌دهد و هیچ توجهی به بعد رضایت و محدودیت‌های پیش روی تولید کنندگان جهت اولویت بندی الزامات فنی نمی گردد. در این مقاله ابتدا با استفاده از ماتریس اهمیت و رضایت و کنترل فازی با در نظر گرفتن اثر توام اهمیت و رضایت وزن خواسته های مشتریان مشخص گردیده سپس با استفاده ازمدل DEA ، اهمیت نسبی الزامات فنی با توجه به خواسته های مشتریان و محدودیت های پیش روی تولید کنندگان تعیین گردیده است و در نهایت مطالعه موردی برای یک واحد کاشی سازی در رفسنجان ارائه می گردد .

واژه های کلیدی:

کنترل فازی،QFD، DEA، HOQ، الزامات فنی

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

روش گسترش فعالیت‌های کیفی (QFD[1]) یکی از موفق‌ترین ابزارهای ارتقاء کیفیت است که با ملحوظ نمودن خواسته ها و رضایت مشتری در سنگ بنای توسعه کیفیت محصول،نهایتا طراحی و تولید محصول و خدماتی را ارایه می کند که عین خواسته و در بعضی موارد، فراتر از آن را نتیجه می دهد. به عبارت دیگر استفاده از روش QFD در طراحی کلیه مراحل و فرایندهای تکوین و فرآوری محصول باعث می شود تا تمامی این فرآیندها بر اساس نیازمندهای عنوان شده از طرف مشتری در جهت ارضا نمودن این نیازمندی‌ها شکل بگیرد و در این راستا عمل کند.روش‌های مختلفی برای استفاده از این تکنیک ارایه شده است که در همه آنها سعی بر آن است تا با اعمال خواسته‌ها و الزامات بیان شده بر مشخصات محصول، مشخصات اجزای محصول،فرایند و امور کنترل بر فرآیند ساخت؛ رضایت مشتری برآورده شود.در نخستین مرحله از همه روش‌های متداول برای QFD از ماتریسی به نام خانه کیفیت استفاده می شود که ابزاری توانمند برای ترجمه ندای مشتری و خواسته‌های کیفی او از محصول به الزامات کمی می باشد و به نحو چشمگیر قابلیت پیگیری و لحاظ نمودن آنها در محصول از طرف سازمان بالا می‌برد.

QFD زمانی نتایج موثری را نتیجه می‌دهد که تیم بر نیازمندی‌های موثر و حساس(کلیدی)بر موفقیت محصول تمرکز کند و علاوه بر آنها در تعیین اهمیت نسبی الزامات فنی به محدودیت هایی مانند هزینه اجرا، اثرات زیست محیطی، سهولت اجرا و... توجه نماید. اینها از جمله مواردی هستند که کمبود آنها در روش سنتی کاملا محسوس می‌باشد.

مطابق بررسی های انجام شده برای اولویت‌بندی خواسته‌های مشتریان روش‌های مختلفی مانند روش AHP،FUZZY AHP[2]، برنامه‌ریزی غیرخطی آرمانی و متوسط‌گیری درجه اهمیت نیازها وجود دارد[۸] .در تمامی این روش‌ها پس از تعیین اهمیت،کلیه نیازها وارد خانه کیفیت گردیده است.در صورتی که می‌توان از نیازهایی که تاثیر زیادی در بهبود رضایت مشتری ندارند[حتی با اهمیت بالا] صرف نظر کرد.همچنین در تعیین کلیدی بودن آنها و میزان اولویتشان از اثر توام رضایت و اهمیت استفاده کرد.

پارک و واسرمن (۱۹۹۸) از یک مدل برنامه ریزی با اهمیت نسبی DR ها به عنوان ضریب تابع هدف و محدودیتهای روی دسترسی منابع برای ترکیب فاکتورهای مالی در QFD استفاده کردند[۵]. فانگ، وانگ و تانگ(۲۰۰۲) محدودیت های مالی را به عنوان یک فاکتور اضافی در QFD در نظر گرفتند همچنین از نسبت اهمیت نسبی DR به هزینه اجرا برای مرتب کردن DR ها استفاده نمودند[۱۱]. یانفنگ و یامانتهان(۲۰۰۹) از تحلیل پوششی داده ها جهت در نظر گرفتن فاکتورهای اضافی در QFD استفاده نمودند[۷]. ضعفی که به کار آنها وارد می‌باشد این است که در مدل آنها، تنها به اهمیت خواسته های مشتریان توجه شده و هیچ توجهی به اثر توام اهمیت و رضایت در تعیین وزن خواسته های مشتریان

---

[1]- Quality Function Deployment
[1]- Analytic Hierarchy Process

www.SID.ir

Archive of SID

نگردیده است.چرا که با در نظر گرفتن اثر رضایت، وزن خواسته های مشتریان که به عنوان ضرایب در مدل وارد میشوند، متفاوت می‌باشد و این در نتایج موثر می باشد.

در این مقاله ابتدا با استفاده از ماتریس اهمیت و رضایت خواسته های کلیدی تعیین گردیده سپس با استفاده از کنترل فازی با در نظر گرفتن اثر توام اهمیت و رضایت وزن خواسته های مشتریان مشخص گردیده و با استفاده ازمدل DEA[1] ، اهمیت نسبی الزامات فنی با توجه به خواسته های مشتریان و محدودیت های پیش روی تولید کنندگان تعیین می گردد.

۲- QFD، کنترل فازی،DEA

۲-۱ QFD

QFD توسط SULLIVAN تحت عنوان " سیستمی برای تضمین اینکه نیازهای مشتری، طراحی محصول و فرآیند تولید را جلو می برند " شرح داده شده است. این روش در اصل در سال ۱۹۷۲ در سایت کشتی سازی کوبه میتسوبیشی به عنوان ابزاری برای شناسایی و تعیین کمیت و معلوم کردن نیازهای مشتریان و تبدیل و ترجمه این نیازها به الزامات (مشخصات) فنی و طراحی در طراحی و ساخت محصولات و ارائه خدمات توسعه داده شده است [۹].

در این مقاله، نیازهای مشتری CRs نامیده می شوند (همچنین در ادبیات WHATS نامیده می شوند) و مشخصات فنی محصول به عنوان DRs(همچنین HOWS نیز نامیده می شوند).اولین ماتریس در QFD خانه کیفیت (HOQ) نامیده می‌شود..به طور کلی، یک نمونه HOQ که شامل ۶ قسمت متصل می باشد (ماتریس A-F) در شکل ۱ نشان داده شده است . در ماتریس A، نیازهای مشتریان شناسایی می شوند و اهمیت نسبی آنها با توجه به نظرات مشتریان و افراد خبره مشخص می‌شود . اهمیت نسبی ممکن است با استفاده از روشهای ساده مانند نرخ مستقیم یا با روشهای پیچیده تر مانند روش نوسانی، برنامه ریزی سلسله مراتبی یا تحلیل فرآیند شبکه محاسبه گردد. DRs در ماتریس B لیست شده اند و درجه ارتباط بین CRsو DRs در ماتریس C اندازه گیری می شوند. ارتباط معمولا با استفاده از ۴ سطح – بدون ارتباط- ارتباط ضعیف/ممکن – ارتباط متوسط / میانه رو و ارتباط قوی و یا با استفاده از نمادها مشخص می گردند[۶]. نمادها با استفاده از یک مقیاس اندازه گیری (۰و۱و۳و۹) به اعداد تبدیل می شوند هرچند که مقیاس (۰و۱و۳و۵) نیز در ادبیات QFD استفاده می شود. ارتباط و همبستگی فنی ماتریس D موردنیاز می باشد زیرا برخی از DRs به هم مرتبط می باشند. درجه ارتباطات مشترک با استفاده از یک مقیاس نمادین مشابه آن چیزی که در ماتریس C استفاده شده، نشان داده می‌شود. زمانیکه ارتباطات معناداری بین DR ها وجود دارد با ورودیهای ماتریس D نشان داده می شوند، این اطلاعات باید برای نرمال سازی ورودیهای ماتریس C مورد استفاده قرار گیرند. در زیر یک رویه توسط واسرمن برای این هدف پیشنهاد شده است[۵]:

---

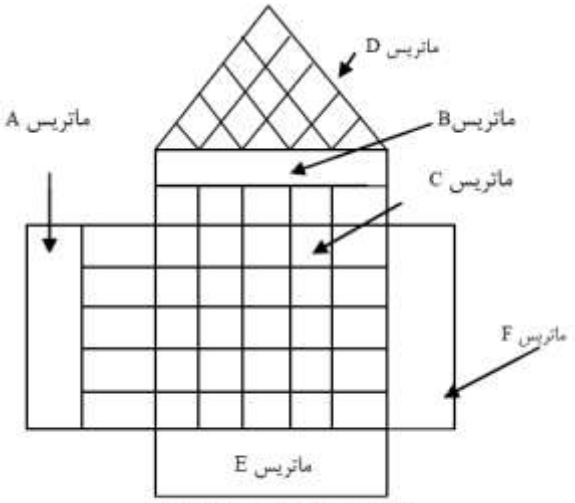
[2]- Data Envelopment Analysis

www.SID.ir

Archive of SID

$$R_{ij}^{norm} = \frac{\sum_{k=1}^{N} Rik \cdot \gamma kj}{\sum_{j=1}^{N} \sum_{k=1}^{N} Rik \cdot \gamma kj} \qquad (1)$$

Rij یکی از عناصر ماتریس C به نمایندگی ارتباط بین CRi وDRk و γkj یکی از عناصر ارتباط فنی ماتریس D به نمایندگی از ارتباط بینDRk و DRj و Kشماره CRs و N شماره DRs هاست. Rij(norm) از ورودیهای نرمال شده ماتریس C که می تواند مانند C norm نیز علامت گذاری (معین) شده باشد. توجه داشته باشید که Cnorm تنها زمانیکه ارتباطات معناداری بین DR ها وجود دارد نیاز به محاسبه شدن دارد. به عبارت دیگر ماتریس C می تواند مستقیما استفاده شود. اهمیت نسبی و قطعی DRها در ماتریس Eمحاسبه می شود. ماتریس F برای محک زنی و تعیین معیار استفاده می شود.



شکل ۱. ماتریس خانه کیفیت

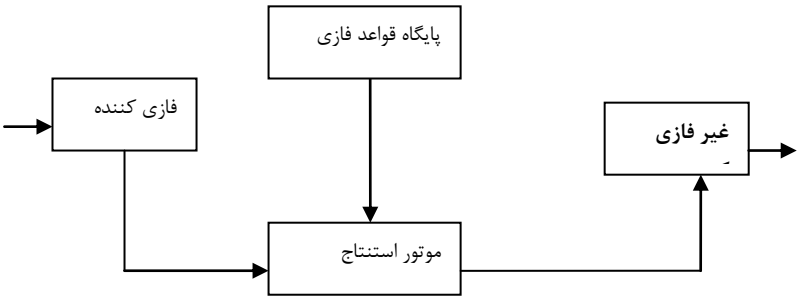
۲-۲ کنترل فازی

اولین کنترل کننده فازی در سال ۱۹۷۵ توسط پروفسور ممدانی ارائه شد وزمینه‌ساز استفاده از نظریه مجموعه‌های فازی در بسیاری از سیستم‌های کنترلی گردید.در محصولاتی که از کنترل فازی استفاده می‌کردند نظریه مجموعه‌های فازی موفقیت‌های اقتصادی چشمگیری 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 ارایه کردند[۱].ازآن سال تا کنون روش‌های مختلفی جهت توسعه کنترل کننده‌های فازی پیشنهاد شده است.در کنترل فازی ایده اصلی مراحل فکر و پایگاه دانش انسان است و برای بیان فکر و دانش خود از متغیرهای زبانی استفاده می نماید.پس از تعیین مقادیر پارامتری کنترل در قالب متغیرهای زبانی،با استفاده از متغیرهای کنترل و مقادیری که ممکن است اخذ نماید یک پایگاه دانش تشکیل می شود.این پایگاه دانش به صورت مجموعه‌ای از قواعد بیان می‌شود که اصطلاحا به آن پایگاه دانش قاعده-پایه گفته می شود.استفاده ا 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

www.SID.ir

Archive of SID

شود.در انتها خروجی‌های فازی موتور استنتاج توسط غیر فازی کننده‌ها به مقادیر قطعی تبدیل می-شوند.بلوک دیاگرام کلی یک کنترل کننده فازی در شکل ۲ آمده است:



شکل ۲- کنترل فازی

۱- پایگاه قواعد فازی: شامل مجموعه قواعد اگر-آن‌گاه فازی است که استنتاج بر اساس این قواعد صورت می‌گیرد.

۲- موتور استنتاج فازی: قواعد پایگاه ر ابه یک نگاشت از مجموعه از فازی در فضای خروجی بر اساس اصول منطق فازی تبدیل می کند.از جمله این موتورهای استنتاج،موتور استنتاج ممدانی است که در بسیاری از سیستم‌های کنترلی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۳- فازی سازها: چون ورودی‌های سیستم اطلاعات فازی هستند،سپس به برگردادن این اطلاعات به زبان ریاضی می‌باشد،فازی سازها این عمل را انجام می دهند.

۴- غیر فازی کننده‌ها: حاصل بخش استنتاج فازی یک مجموعه فازی است که به دلیل این که در عمل ما نیاز به یک عدد دقیق به عنوان خروجی سیستم داریم،لازم است این خروجی غیر قطعی را به صورت قطعی درآوریم، نافازی کننده این مجموعه فازی را به یک متغیر با مقدار حقیقی در خروجی تبدیل می‌کند.

۳-۲- تحلیل پوششی داده ها

تحلیل پوششی داده‌ها، یک روش برنامه ریزی خطی است که با استفاده از اطلاعات سازمانها و واحدهای تولیدی به عنوان واحد تصمیم گیرنده(DMU) اقدام به ساخت مرز کارایی می‌کند. چارنز، کوپر وروزدر مدل زیر را برای اندازه گیری کارایی واحد J_0 در مقایسه با مجموعه‌ای ازواحدها ارائه کردند[۳]:

$$Max\ h_0 = \frac{\sum_r u_r y_{rj_0}}{\sum_i v_i x_{ij_0}} \qquad (۲)$$

s.t.

$$\frac{\sum_r u_r y_{rj}}{\sum_i v_i x_{ij}} \leq 1 \quad j \text{ برای هر واحد}$$

$$u_r, v_i \geq \varepsilon$$

که در آن:

www.SID.ir

Archive of SID

y_{rj} ؛ مقدار خروجی r از واحد jام

x_{ij} ؛ مقدار ورودی i به واحد jام

u_r ؛ وزن تخصیص داده شده به خرو جی r

v_i ؛ وزن تخصیص داده شده به ورودی i

n؛ تعداد واحد ها، s ؛ تعداد ستاده ها، m ؛ تعداد نهاده ها، ε ؛

یک مقدار غیر منفی وبسیار کوچک.

مدل(۲) یک مدل خطی کسری است که برای حل باید به یک مدل خطی عمومی تبدیل شود این کار به صورت زیر انجام می‌شود[۲]:

$$Max\ h_0 = \sum_r u_r y_{rj_o} \qquad (۳)$$

$$\text{s.t.}$$

$$\sum_i v_i y_{ij_o} = 1 \ (say)$$

$$\sum_r u_r y_{rj} - \sum_i v_i y_{ij} \le 0 \quad j = 1,2,3,\dots n$$

$$-V_i \le -\varepsilon \qquad i = 1,2,\dots,m \quad s_r^+$$

$$-U_r \le -\varepsilon \qquad r = 1,2,\dots,t \quad s_r^-$$

بر اساس مدل فوق، چنانچه یک واحد تصمیم گیری بتواند با منبع مصرفی کمتری خروجی بیشتری نسبت به سایر واحدها داشته باشد به آن یک واحد کارا می‌گویند.

۳- تلفیق QFD، کنترل فازی و DEA

همانگونه که گفته شد تعیین اهمیت نسبی الزامات فنی تنها با توجه به خواسته های مشتریان بدون در نظر گرفتن محدودیتها و عوامل اضافی و عدم دخالت دان اثر توام رضایت و اهمیت در تعیین وزن خواسته‌ها از کاستی‌های روش سنتی می‌باشد که برای برطرف کردن آنها روش زیر پیشنهاد می‌گردد:

۱- محاسبه وزن خواسته های مشتریان

با استفاده از گامهای زیر وزن هر یک از خواسته های مشتریان تعیین گردد:

گام۱- تعیین متوسط رضایت کلی محصول

www.SID.ir

Archive of SID

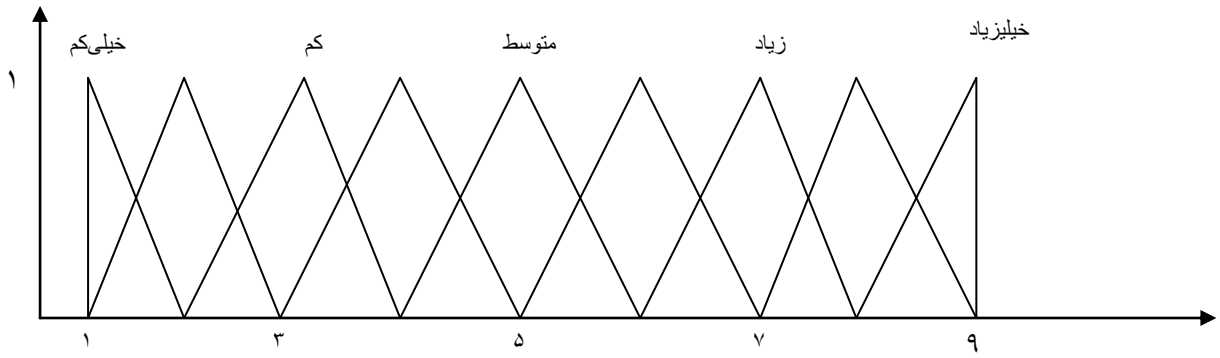
پس از جمع آوری نیازهای مشتریان و تعیین اهمیت هر یک از نیازها(فاکتورها) جهت تعیین میزان رضایت هر فاکتور و رضایت کلی محصول،لازم است به صورت زیر انجام شوند:

۱-تعیین متغیرهای زبانی

در این قسمت از مشتریان خواسته می‌شودکه 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.

۲-تبدیل ترم‌های زبانی به اعداد فازی

در این قسمت متغیرهای زبانی مطابق شکل ۳ به اعداد فازی تبدیل می‌شوند:



شکل ۳: تبدیل ترم‌های زبانی به اعداد فازی

۳-محاسبه رضایت هر فاکتور

رضایت هر فاکتور برابر است با کتوسط رضایتی که مشتریان به آن فاکتور داده‌اند و از رابطه (۴) به دست می آید:

$$C\tilde{S} = \sum_{k=1}^{q} \frac{\tilde{c}s_i}{q} = \frac{\left[\sum_{k=1}^{q} \tilde{c}s_{i1}, \sum_{k=1}^{q} \tilde{c}s_{i2}, \sum_{k=1}^{q} \tilde{c}s_{i3}\right]}{q} = \left[cs_{i1}, cs_{i2}, cs_{i3}\right] \qquad (۴)$$

در این رابطه q تعداد مشتریان، $\tilde{C}^k S_i$رضایت مشتری kام از فاکتور iام و $\tilde{C}S_i$ متوسط رضایت فاکتور iام است.مقدار به دست آمده برای متوسط رضایت هر خواسته با استفاده از رابطه (۵) به ترم زبانی مربوط تبدیل می شود.

$$x = \frac{\tilde{C}S_{i1} + 2\tilde{C}S_{i2} + \tilde{C}S_{i3}}{4} \qquad (۵)$$

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

www.SID.ir

Archive of SID

گام۲ - شناسایی و اولویت بندی فاکتورهای کلیدی

۱- شناسایی فاکتورهای کلیدی

پس از این که اهمیت و رضایت کلیه فاکتورها مشخص گردید،جهت شناسایی فاکتورهای کلیدی از ماتریس اهمیت-رضایت به صورت زیر استفاده می شود[۱۰].

(۲)	(۴)
(۱)	(۳)

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 اینصورت هیچ اقدامی لازم نیست.

۲-اهمیت بالا-رضایت کم

معیارها و زیر معیارها نیازمند توجه هستند و کلیدی محسوب می شوند.

۳- اهمیت کم-رضایت بالا

منابع درجای دیگر صرف می شوند.

۴- اهمیت بالا-رضایت بالا

این معیارها می توانند به عنوان یک منبع سودآوری در مقابل رقبا استفاده گردند.

در این ماتریس مقدار متوسط اهمیت برابر با $\frac{1}{n_i}$ در نظر گرفته می شودکه n_i برابر با تعداد فاکتورها و یا زیر فاکتورها است، متوسط رضایت نیز به حالت بی تفاوتی (نه راضی و نه ناراضی) است.

۲- رتبه بندی فاکتورهای کلیدی

۱-۲- فازی کردن

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

۲- ۲-تشکیل پایگاه

پایگاه دانش از مجموعه‌های قوانین اگر- آنگاه فازی به صورت زیر تشکیل می گردد[۱]:

$$If\ x\ \varepsilon\ \tilde{A}_1\ and\ y\ \varepsilon\ \tilde{B}_1\ then\ z\ \varepsilon\ \tilde{C}_1$$
$$If\ x\ \varepsilon\ \tilde{A}_2\ and\ y\ \varepsilon\ \tilde{B}_2\ then\ z\ \varepsilon\ \tilde{C}_2 \qquad (۶)$$

www.SID.ir

Archive of SID

که در آن x و y به ترتیب مقادیر مربوط به رضایت و اهمیت هر خواسته،z خروجی سیستم منطق فازس(مقادیر مربوط یه میزان اولویت خواسته‌ها)، $\tilde{A}_1$ و $\tilde{A}_2$ به ترتیب مجموعه‌های فازی مربوط به رضایت، $\tilde{B}_1$ و $\tilde{B}_2$ مجموعه‌های فازی مربوط به اهمیت و $\tilde{C}_1$و $\tilde{C}_2$ مجموعه‌های فازی مرربوط به میزان اولویت خواسته‌ها هستند.مقادیر زبانی مربوط به اولویت خواسته‌ها به صورت کاملاً موثر،نسبتاً موثر،موثر،کمی موثر و بی تفاوت تعریف می‌شوند.

۲-۳ -موتور استنتاج

اگر x_0 و y_0 ورودی‌های سیستم باشند و به فرم $\tilde{x}_0$ و $\tilde{y}_0$ آ«ها 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 مجموعه‌های $\tilde{B}_1$ 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 هریک از قاعده‌های فوق به صورت زیر بدست آورد[۱]:

$$\alpha_1 = \mu_{\tilde{A}_1}(x_0) \wedge \mu_{\tilde{B}_1}(y_0)$$
$$\alpha_2 = \mu_{\tilde{A}_2}(x_0) \wedge \mu_{\tilde{B}_2}(y_0) \qquad (۷)$$

که در آن همان اپراتور عطف است و می‌توان آن را با عملکرد مینی‌مم مدل کرد.

پس از بدست آوردن قدرت هریک از قاعده‌های شرکت کننده در رقابت می توان خروجی قاعده‌ها را به صورت زیر به دست آورد:

$$\mu_{\tilde{C}_1}(z) = \alpha_1 * \mu_{\tilde{c}_1} \qquad z \varepsilon Z$$
$$\mu_{\tilde{C}_2}(z) = \alpha_2 * \mu_{\tilde{c}_2} \qquad z \varepsilon Z \qquad (۸)$$

که در رابطه بالا * یک عملکرد نرم t وz حوزه مقادیری است که خروجی هر یک از دو قاعده می تواند اخذ نماید.پس از بدست آوردن خروجی فازی توسط هریک از قاعده‌ها با اجتماع این نتایج،می‌توان نتیجه رقابت را به صورت زیر بدست آورد[۷].

$$\mu_{\tilde{c}}(z) = \mu_{\tilde{c}_1}(z) \vee \mu_{\tilde{c}_2}(z) = \left[\alpha_1 * \mu_{\tilde{c}_1}(z)\right] \vee \left[\alpha_2 * \mu_{\tilde{c}_2}(z)\right] \qquad (۹)$$

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

۲-۴ -غیر فازی کردن

با استفاده از رابطه زیر که به روش ارتفاع معروف است می توان خروجی قطعی را به صورت زیر بدست آورد[۱]:

$$\overset{*}{Z} = \frac{\sum_{k=1}^{n} \alpha_k * \overset{(k)}{z}}{\sum_{k=1}^{n} \alpha_k} \qquad (۱۰)$$

www.SID.ir

Archive of SID

که در این رابطه $\dot{Z}$ میزان اولویت هر فاکتور،n تعداد قوانین، α_k قدرت هر قاعده و $z^{(K)}$ مقداری است که در آن،تابع عضویت متغیر مربوط به قاعده k بیشترین میزان عضویت را دارد.

۲- محاسبه اهمیت نسبی DR ها

جهت تعیین اهمیت نسبی DRها از مدل (۳) استفاده می‌گردد.لازم به ذکر است از آنجا که مدل توضیح داده شده بر اساس واحدهای تصمیم گیرنده، ورودی و خروجی می‌باشد، جهت انطباق ماتریس خانه کیفیت با آن به صورت زیر عمل گردد:

۱- کلیه DRها به عنوان DMU ها می باشند.

۲- کلیه CRها به عنوان خروجی می‌باشند.

۳- برای فاکتورهای اضافی مانند هزینه، سادگی اجرا و... بدین صورت برخورد گردد که اگر یک DR بر حسب آن فاکتور با مقدار بالا، با اهمیت تر مطرح شود، آن فاکتور به عنوان خروجی در غیر این صورت به عنوان ورودی در نظر گرفته شود[۴].

۴- جهت دخالت دادن وزن CRها درمدل، محدودیت $U_{ro} = d_r u_{1o}$ به مدل(۳) اضافه گردد[۷].

نتایج امتیازات کارآیی محاسبه شده با استفاده از DEA که در بالا پیشنهاد داده شده است می تواند برای تخمین اهمیت نسبی DRs برای انواع عمومی بسیاری از فاکتورهای ورودی و خروجی مورد استفاده قرار گیرد.

۴ - مطالعه موردی

صنعت کاشی و سرامیک با توجه به نقش مهمی که در بالا رفتن سطح بهداشت جامعه داشته است طی سالهای اخیر توجه زیادی به آن شده است. در این تحقیق ابتدا به بررسی نیازمندیهای مشتریان در دو شهر رفسنجان و کرمان با مراجعه به کارخانه، عمده فروشان،خرده فروشان، پیمانکاران و خبرگان پرداخته شده است . مهمترین نیازمندیهای مشتریان به عنوان گام اول به صورت زیر لیست شده است:

۱- رنگ. ۲-طرح ۳- مقاومت و استحکام ۴- مارک ۵- تنوع ۶-یکنواختی سطح ۷- ابعاد ۸- عدم سایش ۹- صافی سطح ۱۰- سهولت نصب ۱۱- قیمت ۱۲- وزن کاشی

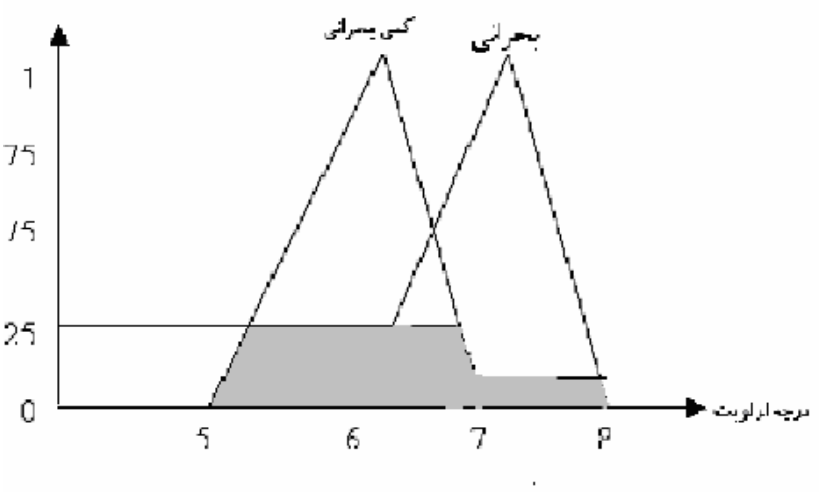
پس از جمع آوری نیازها و خواسته های مشتریان و محاسبه اهمیت و رضایت نیازها، با استفاده از ماتریس اهمیت و رضایت، نیازهای زیر به عنوان نیازهای کلیدی شناسایی گردیدند:

www.SID.ir

Archive of SID

۱- رنگ ۲- مقاومت و استحکام ۳- یکنواختی سطح ۴- سهولت نصب

در ادامه با استفاده از کنترل فازی و با در نظر گرفتن اثر توام رضایت و اهمیت، این نیازها به ترتیب دارای عدد اولویت ۶/۴، ۷/۱،7/۴ و ۷/۸ می‌باشند. به عنوان نمونه برای خواسته رنگ تابع عضویت میزان اولویت به صورت شکل (۴) می‌باشد:



شکل ۴- تابع عضویت میزان اولویت

و مقدار اولویت آن با استفاده از رابطه (۱۰) به صورت زیر محاسبه گردیده است:

$$Z^* = \frac{(.25*6)+(.19*7)}{(.25+.19)} = 6.4$$

قدم دوم در این تحقیق شناسایی مشخصات فنی در صنعت کاشی و سرامیک است که این کار نیز از طریق مصاحبه با خبرگان این صنعت انجام شد و مهمترین مشخصه ها به صورت زیر لیست شد:

DR1= جذب آب کاشی ، DR2= مقاومت ، DR3= تعیین سایش سطح ، DR4= کیفیت سطح ، DR5= رنگ ناپذیری ، DR6= منظم بودن ابعاد و ضخامت

پس از شناسایی مشخصات فنی، قدم سوم در این تحقیق برآورد میزان رابطه بین نیازمندیهای مشتریان و محدودیت‌های پیش روی تولیدکنندگان با مشخصات فنی است.برای این کار از مدیران تولید، نگهداری و تعمیرات، تضمین کیفیت این کارخانه و متخصصان صنعت کاشی استفاده گردید که نتایج آن در جدول شماره (۱) آورده شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۱- ارتباط نیازمندیهای مشتریان با الزامات فنی

نیازمندیها	اهمیت	DR1	DR2	DR3	DR4	DR5	DR6
رنگ	۶/۴				۳	۹	
مقاومت	۷/۴	۹	۹		۱		۳
یکنواختی	۷/۱	۱		۳	۹	۳	۹
سهولت نصب	۷/۸	۳			۳		۳
هزینه		۲	۳	۲	۴	۴	۳
اثرات زیست محیطی		۴	۴	۴	۱	۴	۱
سهولت در اجرا		۴	۱	۱	۴	۴	۵

آخرین مرحله محاسباتی تحقیق برآورد اهمیت نسبی الزامات فنی با استفاده از مدل DEA است. برای ساخت مدل DEA به تعدادی ورودی و خروجی نیاز می باشد که مطابق توضیحات داده شده، نیازمندیهای مشتریان و سهولت در اجرا به عنوان خروجی و هزینه و اثرات زیست محیطی به عنوا ورودی می‌باشند. با این توضیحات مدل ساخته شده برای DR1 به صورت زیر می‌باشد:

www.SID.ir

Archive of SID

$$\max 0u_{11} + 9u_{21} + 1u_{31} + 3u_{41} + 4u_{51}$$

$$s.t:$$

$$2v_{11} + 4v_{21} = 1$$

$$9u_{21} + 1u_{31} + 3u_{41} + 5u_{51} - 2v_{11} - 4v_{21} \le 0$$

$$9u_{22} + 1u_{52} - 3v_{12} - 4v_{22} \le 0$$

$$3u_{33} + u_{53} - 2v_{13} - 4v_{23} \le 0$$

$$3u_{14} + 1u_{24} + 9u_{34} + 3u_{44} + 4u_{54} - 4v_{14} - 1v_{24} \le 0$$

$$9u_{15} + 3u_{35} + 4u_{55} - 4v_{15} - 4v_{25} \le 0$$

$$3u_{26} + 9u_{36} + 3u_{46} + 5u_{56} - 3v_{16} - v_{26} \le 0$$

$$1.15u_{11} - u_{21} = 0$$

$$1.1u_{11} - u_{31} = 0$$

$$1.21u_{11} - u_{41} = 0$$

$$u_{ij}, v_{ij} \ge 0$$

برای سایر DRها نیز به همین صورت می‌توان مدل را ارائه نمود. با استفاده از نرم افزار Win-qsb مقادیر اهمیت نسبی الزامات فنی به ترتیب برابر با ۱، ۰,۳، ۰,۸، ۱، ۱، ۱ به دست آمد.

۵- بحث و نتیجه گیری

QFD، یک ابزار قدرتمند جهت ارتقای رضایت مشتری از طریق بهبود محصول و خدمات می‌باشد که این کار از طریق ترجمه نیازها و خواسته های مشتریان به مشخصات محصول، توسط ماتریس خانه کیفیت صورت می‌گیرد. در روش سنتی، تنها به بعد اهمیت نیازها توجه گردیده و هیچ توجهی به اثر توام رضایت و اهمیت و محدودیت های پیش روی تولیدکنندگان نگردیده است. در این مقاله ابتدا با استفاده از ماتریس اهمیت و رضایت، نیازهای کلیدی شناسایی گردیدندسپس با استفاده از کنترل فازی اولویت آنها مشخص گردید و در نهایت با استفاده از DEA با در نظر گرفتن محدودیتهای تولیدکنندگان، مدلی جهت اولویت بندی الزامات فنی محصول و یا خدمت ارائه گردید و در انتها یک مطالعه موردی روی محصول یک کارخانه کاشی و سرامیک انجام گرفت که الزامات فنی جذب آب کاشی، کیفیت سطح ، رنگ ناپذیری و منظم بودن ابعاد و ضخامت بیشترین اولویت را دارا می‌باشند.

۶-منابع

۱- طاهری ، م، آشنایی با مجموعه های فازی، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، پاییز1378

2- *Charnes, A, Cooper, W.W., Lewin, A,Y., Seiford, L.M., "Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Application", Boston: Kluwer Academic Publishers, 1994.*

www.SID.ir

Archive of SID

3- *Farrel, M., "The measurement Of Production Efficiency" Journal Of Royal Statistical Society, Series A (General), Vol, 120, 1957, pp. : 253-281.*

4- *Golany, B., Roll, Y., "An Application Procedure for DEA". Omega,1989;17(3), 237–50.*

5- *Park T, Kim K-J. Determination of an optimal set of design requirements using house of quality. Journal of OperationalManagement 1998;16:569–81*

6-Partovi, F.Y., An Analytic Model for Locating Facilities Strategically. Omega 2006;34(1):pp. 41–55.

7-Ramakrishnan Ramanathana, Jiang Yunfengb, "Incorporating Cost and Environmental Factors in Quality Function Deployment using Data Envelopment Analysis", The International Journal Of Management Science, Omega 37, 2009, 711 – 723

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

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

10-Sullivan LP. Quality function deployment. Quality Progress1986;19(6):39–50.

11-Tang J, Fung FYK, Xu B, Wang D. A new approach to qualityfunction deployment planning with financial consideration.Computers & Operations Research 2002;29(2):1447–63.

www.SID.ir