ارائه مدل ترکیبی GP-ANP [1] جهت طرح‌ریزی محصول در QFD [2]

دکتر منصور مؤمنی*

علی آتش سوز**

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

چکیده

QFD یا خانه کیفیت که خواسته‌ها و نیازهای مشتری را به مشخصه‌های فنی قابل اندازه‌گیری تبدیل می‌کند، آغاز می‌گردد. برای تشکیل خانه کیفیت به یک رویه تحلیلی دقیق و قوی نیاز است . به‌طوری که روابط بین خواسته‌های مشتری و مشخصه‌های فنی محصول را با در نظر گرفتن همبستگی‌های داخلی خواسته‌های مشتری و نیز ویژگی‌های فنی، بررسی کرده و در نهایت بتواند ویژگی‌های فنی محصول را در خانه کیفیت

---

1 - Goal Programming- Analytic Network Process (GP-ANP)

2 - Quality Function Deployment (QFD)

* - استادیار دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران

** - کارشناس ارشد مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت دانشگاه تهران

اولویت‌بندی کند. علاوه بر این، رویه تحلیل پیشنهادی باید ماهیت چند هدفه بودن مسأله را در نظر گرفته و دیگر اهداف موردنظردر طراحی محصول از جمله محدودیتهای منابع، میزان توسعه‌پذیری و قابلیت ساخت مشخصه‌های فنی محصول را نیز وارد فرایند وارد سازد. این مقاله با رویکرد فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP)، یک مدل برنامه‌ریزی آرمانی صفر و یک (ZOGP)[1] ارائه می‌دهد. این مدل در بردارنده اهمیت نسبی مشخصه‌های فنی محصول است که با رویکرد ANP به دست می‌آید.همچنین محدودیت منابع، میزان توسعه‌پذیری و قابلیت ساخت برای تعیین مشخصه‌های فنی محصول که لازم است در فاز طراحی مورد توجه قرار گیرند، در مدل دخالت داده شده است . در پایان برای تست مدل ارائه شده، نتایج حاصل از به کارگیری مدل در یک مطالعه موردی برای یک محصول نرم‌افزاری نشان داده می‌شود.

کلید واژه‌ها:

بسط عملکرد کیفی (QFD)، خانه کیفیت، رضایت مشتری، فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP)، برنامه‌ریزی آرمانی صفر و یک (ZOGP)

۱- مقدمه

تا چند دهه قبل محصولات و خدمات ارائه شده از سوی سازمانها، بیش از آنکه منطبق با خواسته‌ها و نیازهای مشتریان آنها باشد، نتیجه فکر خلاق مهندسان طراح آنها به شمار می‌رفت. رقابتی شدن بازارها، فروپاشی مرزهای تجاری، جهانی شدن اقتصاد و در نهایت افزایش سطح توقع و الزامات مشتریان، موجب افزایش توجه و اهمیت دادن به خواسته‌ها و الزامات مشتریان گردید و رقابت بین شرکتهای تولیدی و خدماتی را جدی‌تر ساخت. بدون شک دستیابی به سطوح بالاتر کیفیت کالاها و خدمات و بهبود مستمر در فرایند توسعه و تغییر، بزرگترین مسأله مورد توجه شرکتها در عرصه رقابت جهانی می‌باشد.

1- Zero-One Goal Programming (ZOGP)

مدیریت کیفیت جامع به منظور حصول اطمینان از بهبود کیفیت و بهره‌وری، مجموعه‌ای وسیع از تکنیکها را موسوم به تکنیکهای مهندسی کیفیت ارائه می‌دهد که QFD یکی از این تکنیکها می‌باشد. بسط عملکرد کیفی (QFD) یکی از آن دسته تکنیکهایی است که سازمان را از همان مراحل ابتدایی چرخه عمر محصول یعنی فاز طراحی، در کسب رضایت مشتری یاری می‌دهد (کارساک[1] و همکاران، ۲۰۰۲). QFD به عنوان یک فرایند تیمی چند بخشی[2] به منظور طرح‌ریزی و طراحی محصولات جدید و یا توسعه محصولات فعلی به کار گرفته می‌شود. QFD با استفاده از یک چارچوب ساختاری منظم و مستند، نیازها و خواسته‌های مشتری[3] را تعیین و به صورت ویژگی‌های فنی در محصول[4] نمایان می‌سازد (شیلیتو[5]، ۱۹۹۴) این امر شرکت را قادر می‌سازد تا در مواجهه با مسایل و مشکلات مربوط به کیفیت و رضایت مشتری، موضعی پیشگیرانه[6] اتخاذ کند (هانت و خاویر[7]، ۲۰۰۳).

QFD این امکان را برای شرکتها فراهم می‌آورد که از طریق سه استراتژی کاهش هزینه‌ها، افزایش درآمدها، و کاهش زمان تولید و ارائه محصول جدید (کالا یا خدمت) قدرت رقابتی خود را حفظ کنند (هانت و خاویر، ۲۰۰۳). با به کارگیری QFD شرکتها می‌توانند بر اساس خواسته‌های مشتری منابع را تخصیص دهند و یا بخشهای مختلف سازمان و مهارتهای افراد را هماهنگ سازند . نتیجه آن ، هزینه‌های پایین تولید به واسطه صرف نظرکردن از خواسته‌های کم اهمیت مشتری و تمرکز بیشتر روی خواسته‌های مهمتر خواهد بود (هان[8] و همکاران، ۲۰۰۱). تکنیک QFD به واسطه سیستماتیک بودنش، توانایی ارزیابی تصمیمات لازم جهت تغییر و توسعه محصول را در ابتدای فرایند طراحی دارا می‌باشد . این تکنیک ، تعداد تغییرات مهندسی را در مراحل پایانی توسعه محصول کاهش می‌دهد.

1-Karsak
2-Cross-functional team
3-Customer Needs (CNs)
4-Product Technical Requirements (PTRs)
5-Shillito
6-Proactive
7-Hunt & Xavier
8-Han

QFD فرایند توسعه کالا و خدمات را آسان ساخته، میزان اصلاحات و ضایعات را در طول فرایند توسعه محصول ، به حداقل می‌رساند . همچنین زمان لازم برای معرفی محصولات جدید و یا توسعه یافته به بازار را، بهینه می‌سازد (آکائو[1]، ۱۹۹۴). QFD با دخالت دادن خواسته‌های مشتری در طراحی محصول، رضایت مشتری را به دست آورده و میزان فروش را افزایش می‌دهد . نتیجه آن سهم بازار بیشتر و در نهایت سود بیشتر است. از دیگر مزایای QFD می‌توان به کاهش هزینه‌های راه اندازی[2]، چرخه کوتاهتر طراحی محصول، کاهش شکایات مشتریان، بهبود ارتباطات بین بخشهای مختلف سازمان و گسترش کار گروهی، گسترش دانش مهندسی، مستند سازی، تعیین مشخصه‌های بحرانی و مهم در کیفیت محصول، شناخت نقاط ریسک در مراحل اولیه طراحی و کمک به شناسایی مزیت رقابتی شرکت اشاره کرد (آکائو، ۱۹۹۴؛ بیکنل[3]، ۲۰۰۱؛ هان و همکاران، ۲۰۰۱).

پژوهشهایی چند، در باره کمی‌سازی مباحث مربوط به طرح‌ریزی محصول در خانه کیفیت در دهه گذشته انجام شده است که بیشتر بر نیازهای مشتری تمرکز داشته‌اند؛ از جمله به کارگیری نظریه فازی برای رتبه‌بندی نیازهای مشتری (چان[4]، ۱۹۹۹؛ خوو و هو[5]، ۱۹۹۶)، به کارگیری فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) برای تعیین میزان اهمیت نسبی خواسته‌های مشتری (آرماکوست[6] و همکاران، ۱۹۹٤؛ لوو[7] و همکاران، ۱۹۹٤؛ پارک و کیم[8]، ۱۹۹۸) و یا به کارگیری مدل برنامه‌ریزی خطی در فرایند طرح‌ریزی محصول برای حداکثر کردن رضایت مشتری با توجه به محدودیت بودجه (واسرمن[9]، ۱۹۹۳).

در این مقاله یک الگوریتم تصمیم‌گیری برای تعیین و انتخاب ویژگی‌های فنی از محصول که لازم است در فاز طراحی مورد توجه و تمرکز قرار گیرند،ارائه می‌شود. این الگوریتم با ترکیب دو تکنیک تصمیم‌گیری یعنی فرایند تحلیل شبکه‌ای[10] (ANP) و

1-Akao
2-Start-up Cost
3-Bicknell
3-Chan
5-Khoo & Ho
6-Armacost
7-Lu
8-Park & Kim
9-Wasserman
10-Analytic Network Process (ANP)

برنامه‌ریزی آرمانی صفر و یک (ZOGP) ساخته می‌شود. استفاده از رویکرد ANP به منظور تعیین و اندازه‌گیری روابط بین خواسته‌های مشتری و ویژگی‌های فنی محصول و نیز همبستگی‌های داخلی بین آنها می‌باشد. رویکرد ANP اندازه‌گیری همبستگی داخلی بین خواسته‌های مشتری و نیز همبستگی داخلی بین ویژگی‌های فنی را تسهیل می‌سازد .با توجه به ماهیت چند هدفه بودن مسأله طراحی محصول و نیز محاسبه اولویتهای کلی ویژگی‌های فنی از طریق ANP، لازم است که یک مدل برنامه‌ریزی آرمانی صفر و یک، نتایج حاصل از ANP و اهداف و معیارهای مورد نظر در طراحی محصول از جمله محدودیت منابع، توسعه‌پذیری[1] و قابلیت ساخت[2] را ترکیب کرده و با حداقل‌کردن مجموع انحرافات از این اهداف، ویژگی‌های فنی را که لازم است در فاز طراحی مورد توجه و تمرکز قرار گیرند، تعیین کند. توسعه‌پذیری عبارت است از اینکه میزان بهبود در یک ویژگی فنی تا چه اندازه می‌تواند به دیگر ویژگی‌های فنی توسعه و تعمیم یابد. بنابراین با توجه به معیار توسعه‌پذیری، ایجاد یا تغییر یک ویژگی فنی با هزینه زیاد و میزان توسعه‌پذیری بالا، مقرون به صرفه می‌باشد. قابلیت ساخت نشان دهنده مشکلات موجود جهت ایجاد یا تغییر یک ویژگی فنی یا همان میزان تلاش لازم جهت انجام بهبودهای مورد نظر می‌باشد. برای مثال جهت بهبود یک ویژگی فنی ممکن است به تکنولوژی خاصی نیاز باشد در حالی که ویژگی فنی دیگر شاید به راحتی با تکنولوژی موجود، بهبود یابد. اوزان نسبی اهداف مذکور به وسیله مقایسات زوجی و با بهره‌گیری از نظرات خبرگان،محاسبه می‌شود . سرانجام با حل مدل ZOGP ساخته شده، ویژگی‌های فنی که لازم است در فاز طراحی مورد توجه قرار گیرند، تعیین می‌شود.

مقاله حاضر در ۷ بخش تنظیم شده است. در بخش ۲، تاریخچه QFD و در بخش ۳، خانه کیفیت تشریح می‌گردد . در بخش ٤، مبانی ANP و روش سوپر ماتریس ساعتی (ساعتی[3]، ۱۹۹۹؛ ساعتی و نایمرا[4]، ۲۰۰۳) ارائه می‌شود. در بخش ٥، الگوریتم تصمیم و مراحل ساخت مدل بیان می‌شود. در بخش ٦، مدل ساخته شده به منظور طرح‌ریزی یک

1-Extendibility
2-Manufacturability
3-Saaty
4-Saaty & Niemera

محصول نرم‌افزاری (مجموعه نرم‌افزارهای سیستم یکپارچه اطلاعات مدیریت) به کار گرفته می‌شود. در بخش پایانی نتایج حاصل از مدل مطرح می‌گردد.

۲- تاریخچه QFD

مفهوم «بسط کیفیت» برای اولین بار توسط آکائو در سال ۱۹٦٦ مطرح شد . در سال ۱۹۷۲ در کشتی‌سازی کوبه صنایع سنگین میتسوبیشی[1] توسط وی به منظور طراحی تانکرهای نفت مورد استفاده قرار گرفت. نقطه عطف تکامل روش QFD در سال ۱۹۷۸ با انتشار کتابی با عنوان «بسط عملکرد کیفیت»[2] از سوی یوجی آکائو و شیگرو می‌زونو همراه بود. رشد و ارتقای مفاهیم نظری QFD و استقرار عملی آن در صنایع ژاپن در سال ۱۹۸۰ با اعطای جایزه دمینگ به شرکت کایابه به دلیل استفاده مناسب از این روش به اوج خود رسید (چان و همکاران، ۲۰۰۲). با آشنایی بیش از هشتاد تن از مدیران تضمین کیفیت شرکتهای امریکایی با QFD که توسط خود آکائو در یک دوره آموزشی چهار روزه در سال ۱۹۸۳ انجام شد ، مفاهیم QFD اولین بار در امریکا مطرح شد . شرکت فورد در سال ۱۹۸٦ ضمن استفاده از QFD در طراحی قطعات خودرو در زمرهٔ اولین پیشگامان استفاده از این ابزار در امریکا قرار گرفت . از آن تاریخ به بعد، استفاده از QFD در صنایع ایالات متحده و اروپا، به تدریج به عنوان ابزاری کارآمد و مؤثر در طراحی محصولات جدید بسط یافت (شیلیتو، ۱۹۹٤). لازم به ذکر است که هرچند QFD و مفاهیم مرتبط با آن از ژاپن شروع و استفاده عملی از آن در صنایع این کشور میسر شد، ولی ورود این ابزار به امریکا و به خصوص صنایع خودرو سازی این کشور، تأثیر شگرفی بر تکامل آن گذاشت.

دو مرجع اصلی آموزش QFD وجود دارد:مؤسسه QOAL/QPC در ماساچوست و مؤسسه ASI واقع در میشیگان. این دو مرجع مدلهایی خاص اما مشابه برای QFD ایجاد کرده‌اند. مؤسسه ASI[3]، یک روش پایه چهار ماتریسی را که مکب[4]، مهندس قابلیت اطمینان ژاپنی، آن را ایجاد کرده است به کار می‌برد. مؤسسه GOAL/QPC از شیوه چند ماتریسی

1-Kobe Shipyards of Mitsubishi Heavy Industries Ltd.
2-Deployment of Quality Function
3-American Supplier Institute
4-Mecabe

که آکائو آن را ارائه داده است، استفاده می‌کند (شیلیتو، ١٩٩٤). بر پایه مدل چهار ماتریسی ASI، تکنیک QFD فرایندی مرکب از ماتریسهای ساختار یافته با توجه به اهداف زیر است.

١- تبدیل نیازهای مشتری به نیازهای طراحی یا مهندسی (ماتریس طرحریزی محصول یا خانه کیفیت)

٢- تبدیل نیازهای طراحی مهم به ویژگی‌های قطعات (ماتریس طراحی محصول یا طرحریزی قطعات)

٣- تبدیل ویژگی‌های مهم قطعات به عملیات ساخت و تولید (ماتریس طرحریزی فرایند)

٤- تبدیل عملیات مهم ساخت و تولید به عملیات خاص و کنترل آنها (ماتریس برنامه‌ریزی کنترل فرایند)

چهار مرحله فرایند فوق به صورت سری بوده و خروجی هر ماتریس، ورودی ماتریس مرحله بعد می‌باشد. در نهایت دستورات کنترلی و عملیات روزانه ساخت و تولید از ماتریس چهارم استخراج می‌شود. در بسیاری از پروژه‌های QFD فرایند در همان مرحله اول یعنی خانه کیفیت متوقف می‌شود. پژوهشها نشان می‌دهد که کمتر از پنج درصد شرکتها، فرایند QFD را فراتر از خانه کیفیت ادامه می‌دهند (کوکس[1]، ١٩٩٢) . بسیاری از مزایای QFD از خانه کیفیت به دست می‌آید. در این مقاله نیز تأکید بر خانه کیفیت می‌باشد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

٣- خانه کیفیت

همانگونه که قبلاً نیز عنوان شد، اولین مرحله در روش چهار مرحله‌ای QFD، طرحریزی محصول است که به خاطر شباهت بسیار زیاد ماتریس آن به خانه، موسوم به «خانه کیفیت» می‌باشد. خانه کیفیت نوعی نقشه فرایندی است که امکان برنامه‌ریزی و ارتباط بین بخشها را فراهم می‌آورد (کارساک و همکاران، ٢٠٠٢). خانه کیفیت برخلاف ظاهر احتمالاً پیچیده و گیج‌کننده‌اش حاوی مطالب بسیار مهم و مفیدی است . در تهیه و تنظیم آن،اطلاعات بسیار با ارزشی در مورد محصول به‌دست می‌آید . همچنین به واسطه

1-Cox

گستردگی و تنوع مفاهیم استخراج شده از آن ، نقطه پایانی بسیاری از پروژه‌های واقعی QFD می‌باشد .

خانه کیفیت به علت انعطاف‌پذیری آن می‌تواند اجزای مختلفی داشته باشد. در ادامه ضمن بررسی اجزایی از خانه کیفیت که بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرند، مراحل تکوین آن به ترتیب توضیح داده می‌شود (شکل ۱).

۱) **شناسایی خواسته‌های مشتری**[1] . نیازها و خواسته‌های مشتری از محصول یا همان صدای مشتری،آغازگر فرایند QFD و خانه کیفیت می‌باشد. خواسته‌های مشتری به شرکت می‌گویند که چه کار باید بکند. با استفاده از روشهایی چون گروههای متمرکز[2]، مصاحبه انفرادی، تکمیل و ارسال پرسشنامه از طرف مشتریان، بازبینی شکایتها و موارد عدم انطباق صورت گرفته و سایر روشهای تحقیقات بازار، خواسته‌های کیفی مشتریان از محصول مورد نظر تعیین و تدوین می‌گردد. مصاحبه انفرادی با مشتریان از روش گروه متمرکز کارآتر می‌باشد ؛ به طوری که مصاحبه با ۲۰ تا ۳۰ مشتری، تقریباً ۹۰ تا ۹۵ درصد خواسته‌های مشتریان را پوشش می‌دهد (گریفین و هاوزر[3]، ۱۹۹۳).

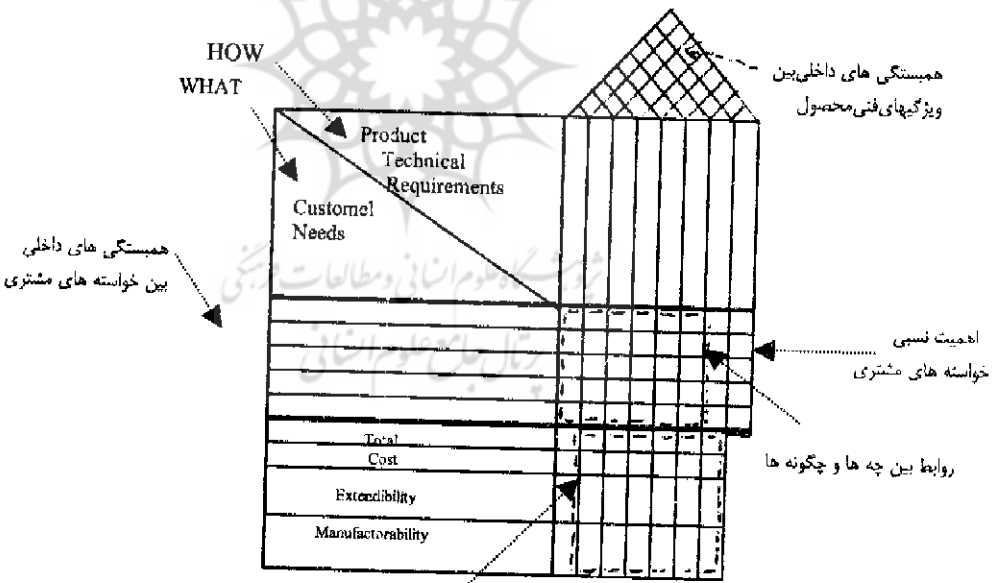
خواسته‌های مشتری معمولاً به صورت پراکنده، نامنظم و تکراری هستند. به عبارت دیگر مشتری خواسته‌های خود را در قالب جملات و با ادبیات خاص خود بیان می‌کند. بنابراین استفاده از ابزارهایی چون نمودار درختی، مدل کانو، نمودار وابستگی[4] و ... برای سازماندهی، طبقه‌بندی و در نهایت تحلیل نیازهای مشتری لازم به نظر می‌رسد (کوهن[5]، ۱۹۹۵).

۲) **تعیین ویژگی‌های فنی محصول**[6]. ویژگی‌های فنی محصول یا مشخصه‌های مهندسی، چگونگی تولید محصول با خصوصیات مورد انتظار مشتری را تعیین می‌کند. ویژگی‌های فنی با توجه به خواسته‌های مشتری به شرکت می‌گویند که چگونه باید محصول را طراحی کند . این ویژگیها ، لازم است که قابل اندازه‌گیری باشند. در تعیین و تدوین ویژگی‌های فنی نیز می‌توان از نمودار درختی و نمودار وابستگی استفاده کرد.

1-WHATs
2-Focus Groups
3-Griffin & Hauser
4-Affinity Diagram
5-Cohen
6-HOWs

۳) رتبه‌بندی خواسته‌های مشتری. از آنجا که به دلیل محدودیتهای فنی و بودجه‌ای، برآورده ساختن تمامی خواسته‌های مشتری امکان‌پذیر نمی‌باشد، لازم است خواسته‌های مشتری اولویت‌بندی شوند تا خواسته‌های مهمتر در طراحی محصول اعمال گردند. شرکت باید از بعضی از خواسته‌های مشتری چشم‌پوشی کند و ارضای آنها را به زمان دیگری موکول کند. به منظور تعیین میزان اهمیت نسبی هر یک از خواسته‌های مشتری می‌توان از طریق مصاحبه تلفنی، فاکس یا پست الکترونیک[1] با استفاده از طیفهای ۱ تا ۵، ۷، ۹ و یا ۱ تا ۱۰ اندازه‌گیری کرد.

۴) تعیین ارتباط خواسته‌های مشتری و ویژگی‌های فنی. در این مرحله چگونگی و شدت ارتباط بین هر یک از ویژگی‌های فنی با هر یک از خواسته‌های مشتری تعیین می‌شود. میزان ارتباط بین خواسته‌های مشتری و ویژگی‌های فنی را می‌توان با علامتهای قراردادی و یا با اعداد نشان داد. در این مقاله از اعداد جهت نشان دادن این روابط استفاده شده است.



شکل ۱ ـ خانه کیفیت

1-E-mail

۵) تعیین همبستگی داخلی بین خواسته‌های مشتری. گاهی اوقات ممکن است بین خواسته‌های مشتری همبستگی داخلی وجود داشته باشد. برخی از خواسته‌ها تعدادی از دیگر خواسته‌ها را پشتیبانی می‌کنند . در مقابل برخی از آنها اثر معکوس بر دیگر خواسته‌ها دارند و یا به عبارتی با هم در تضاد می‌باشند. این نوع روابط داخلی را می‌توان در قالب یک ماتریس که نشان دهنده مصالحه[1] و تعادل بین خواسته‌ها می‌باشد، نشان داد.

۶) تعیین همبستگی داخلی بین خواسته‌های مشتری. گاهی اوقات افزایش یا کاهش یکی از ویژگی‌های فنی، تأثیر مستقیمی‌روی سایر ویژگی‌های محصول می‌گذارد. در برخی موارد دیگر، ویژگی‌های فنی با یکدیگر ارتباط معکوس دارند و لحاظ نمودن یکی از آنها در سطحی بالا، موجب نادیده گرفتن دیگری می‌شود. درچنین مواردی ایجاد نوعی تعادل یا مصالحه میان ویژگی‌های مذکور ساده‌ترین راه می‌باشد. برای اعمال همبستگی بین ویژگی‌های محصول در قسمت سقف ماتریس، میزان این همبستگی‌ها با علامتها و یا اعدادی مشخص می‌شوند.

۷) تعیین اولویت‌های کلی ویژگی‌های فنی و دیگر اهداف کلی در طراحی محصول. در این بخش نتایج به دست آمده از قسمتهای قبلی جهت اولویت‌بندی نهایی ویژگی‌های فنی محصول به کار گرفته می‌شود. همچنین دیگر معیارهای طراحی از جمله هزینه، قابلیت ساخت، توسعه‌پذیری، محدودیتهای منابع و ... ممکن است در این بخش آورده شود. این معیارها اگر چه ممکن است در برخی اوقات اطلاعات اضافی برای خانه کیفیت محسوب شوند، ولی در تعیین اولویتها و برای بهبود و نیز به عنوان یک وسیله عینی جهت حصول اطمینان از برآورده شدن الزامات، بسیار مفید می‌باشند (شیلیتو، ۱۹۹۴؛ کارساک و همکاران، ۲۰۰۲).

زمانی که ویژگی‌های فنی محصول که لازم است تغییر کند شناسایی شد، این ویژگی‌ها تحت عنوان «WHATs» جهت شناسایی ویژگی‌های بحرانی قطعات و اجزاء به ماتریس بعدی منتقل می‌شوند. به طریق مشابه عملیات ساخت، عملیات روزانه و نقاط کنترل تعریف می‌شوند.

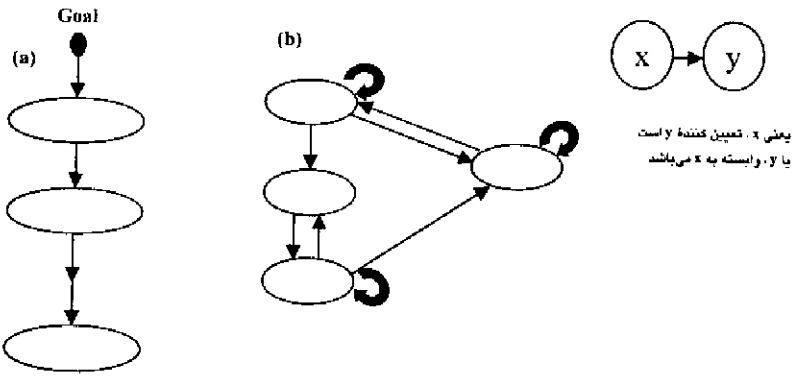
1-Trade-off

۴- فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP)

فرایند تجزیه و تحلیل شبکه‌ای یا ANP یکی از تکنیکهای تصمیم‌گیری چند معیاره موسوم به «فرایند تحلیل سلسله مراتبی»[1] را با جایگزینی «شبکه» بجای «سلسله مراتب»، بهبود می‌بخشد. AHP که در دهه هفتاد میلادی توسط ساعتی پیشنهاد گردید، یکی از تکنیکهای معروف تصمیم‌گیری چند معیاره است که مسئله تصمیم‌گیری را به چند سطح مختلف تجزیه می‌کند. مجموع این سطوح تصمیم، تشکیل یک سلسله مراتب می‌دهد. مطابق اصل همبستگی در AHP عناصر هر سطح صرفاً به عناصر سطح بالاتر وابسته‌اند، یعنی ضرایب اهمیت عناصر هر سطح لزوماً بر اساس سطح بالاتر مشخص می‌شود؛ در حالی که در بیشتر اوقات بین گزینه‌های تصمیم و معیارهای تصمیم‌گیری، روابط و همبستگی متقابل وجود دارد. ANP می‌تواند به عنوان ابزاری سودمند در مسایلی که تعامل بین عناصر سیستم تشکیل ساختار شبکه‌ای می‌دهد به کار گرفته شود (کارساک و همکاران، ۲۰۰۲؛ ساعتی ۱۹۹۹).

در حالی که AHP روابط یک طرفه را بین سطوح تصمیم به کار می‌گیرد، ANP شرایطی را مهیا می‌کند که روابط متقابل بین سطوح تصمیم‌گیری و معیارهای تصمیم به شکل کلی‌تری مورد بررسی و ملاحظه قرار گیرند. اگر چه ANP نیز یک مقیاس اندازه‌گیری نسبی مبتنی بر مقایسات زوجی را به کار می‌گیرد، اما به مانند AHP یک ساختار اکیداً سلسله مراتبی را به مسئله تحمیل نمی‌کند، بلکه مساله تصمیم‌گیری را با به کارگیری دیدگاه سیستمی توأم با بازخورد[2]، مدلسازی می‌کند. شکل ۲a و ۲b تفاوت ساختاری بین سلسله مراتب و شبکه را نشان می‌دهد. جهت کمانها وابستگی را نشان می‌دهد در حالیکه حلقه‌ها ، همبستگی داخلی بین عناصر را در یک خوشه یا گروه نشان می‌دهد. همان طور که مشاهده می‌شود ساختار سلسله مراتبی حالت خاص و ویژه‌ای از ساختار شبکه‌ای می‌باشد (ساعتی ۱۹۹۹).

1-Analytic Hierarchy Process (AHP)
2-System-with-feedback



شکل۲- a : ساختار سلسله مراتبی - b : ساختار شبکه‌ای

در ANP اندازه‌گیری مقادیر اهمیت نسبی به مانند AHP با مقایسات زوجی و به کمک طیف ۱ تا ۹ انجام می‌شود . ۱ نشان دهنده اهمیت یکسان بین دو عامل و عدد ۹ نشان دهنده اهمیت شدید یک عامل نسبت به عامل دیگر می‌باشد.در رابطه $a_{ij} = 1/a_{ji}$ ، a_{ij} نشان‌دهندهٔ اهمیت معیار iام در مقایسه با معیار jام می‌باشد .

از یک دیدگاه کلی، ANP شامل دو مرحله است: اول تشکیل یا ساخت شبکه و دوم محاسبه اولویتهای عوامل. به منظور تشکیل ساختار مساله، تمامی‌تعاملات بین عوامل بایستی مورد توجه قرار گیرد. وقتی که عامل Y وابسته به عامل X باشد، این رابطه بصورت فلشی از X به Y نشان داده می‌شود. همه این روابط و همبستگی ها به وسیله مقایسات زوجی و روشی موسوم به سوپرماتریس[1] ارزشیابی می‌شود. سوپرماتریس، ماتریسی از روابط بین اجزای شبکه می‌باشد که از بردارهای اولویت این روابط به دست می‌آید (ساعتی، ۱۹۹۹؛ ساعتی و نایمرا، ۲۰۰۳). سوپر ماتریس یک سلسله مراتب که شامل سه سطح می‌باشد، به صورت زیر است.

1-Super matrix

$$W = \begin{array}{c} \\ \text{آرمان}\ (G) \\ \text{معیارها}\ (C) \\ \text{گزینه‌ها}\ (A) \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{ccc} G & C & A \end{array} \\ \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ W_{21} & 0 & 0 \\ 0 & W_{32} & 1 \end{pmatrix} \end{array}$$

که در آن W_{12} برداری است که اثر هدف را بر روی هر یک از معیارها نشان می‌دهد. W_{32} ماتریس نشاندهنده اثر هر یک از معیارها بر روی آلترناتیوها می‌باشد . I یک ماتریس همانی است. سوپر ماتریس مزبور به منظور کاهش حجم محاسبات لازم جهت تعیین اولویتهای کلی ایجاد می‌شود . این امر اثر تجمعی (کلی) هر عامل بر روی هر یک از عوامل دیگر را که با آنها در تعامل است، تعیین می‌کند (ساعتی، ۱۹۹۹).

وقتی که شبکه‌ای تنها شامل دو گروه (خوشه) یعنی معیارها و راهکارها باشد، برای محاسبه وابستگی اجزای یک سیستم می‌توان از دیدگاه ساعتی و تاکیزاوا که در سال ۱۹۸۶ معرفی شده است، استفاده کرد (کارساک و همکاران، ۲۰۰۲). این همان روشی است که در این مقاله به کار گرفته شده است.

۵- ساخت مدل

طراحی مدل در این مقاله به منظور شناسایی و انتخاب ویژگی‌هایی از محصول (نرم‌افزار) می‌باشد که لازم است با توجه به اهداف و محدودیتها، در فرایند طراحی مورد توجه و تمرکز قرار گیرند. این الگوریتم تصمیم را می‌توان به دو فاز اصلی تقسیم کرد؛ فاز نخست شامل تشکیل ماتریس خانه کیفیت با رویکرد ANP می‌باشد و فاز دوم عبارت است از ترکیب نتایج حاصل از فاز اول با مدل برنامه‌ریزی آرمانی صفر و یک به منظور تعیین ویژگی‌های فنی محصول که لازم است تیم طراحی در فاز طراحی محصول بر آنها تمرکز کند.

رویکرد ANP امکان مدلسازی و تعیین روابط بین عوامل را در داخل ماتریس خانه کیفیت فراهم می‌سازد که این مسأله یکی از اهداف الگوریتم تصمیم می‌باشد. اهداف دیگری نیز از جمله محدودیتهای منابع، توسعه‌پذیری و قابلیت ساخت نیز وجود دارد که باید در تحلیلها مد نظر قرار گیرند. محدودیتهای منابع با توجه به ویژگی‌های فنی نرم‌افزار مشخص می‌شود و اولویت ویژگی‌های فنی با توجه به اهداف مورد نظر از جمله

توسعه‌پذیری و قابلیت ساخت، با مقایسات زوجی تعیین می‌گردد. سپس اولویتهای تعدیل یافته ویژگی‌های فنی با توجه به این اهداف برای تعیین وابستگی‌های خانه کیفیت محاسبه می‌شود. در ادامه اوزان نسبی اهداف موردنظر به وسیله مقایسات زوجی تعیین می‌شود. در خاتمه تمام اطلاعات به دست آمده از مراحل قبلی به منظور تعیین مشخصه‌های فنی که لازم است در فرایند طراحی مورد توجه قرار گیرند ،در یک مدل ZOGP ترکیب می‌گردد. جدول ۱ مراحل این الگوریتم را بصورت گام به گام نشان می‌دهد.

جدول ۱. مراحل گام به گام الگوریتم تصمیم

گام اول) شناسایی خواسته‌های مشتری و ویژگی‌های فنی مرتبط
گام دوم) بررسی وابستگی‌ها و روابط در داخل خانه کیفیت و تعیین اولویتهای کلی ویژگی‌های فنی محصول با رویکرد ANP
گام سوم) شناسایی معیارهای اندازه‌گیری و محدودیتهای منابع
گام چهارم) تعیین ترجیحات ویژگی‌های فنی محصول با توجه به اهداف طراحی
گام پنجم) تعدیل محدودیتهای منابع و دیگر اهداف طراحی با توجه به روابط داخلی بین ویژگی‌های فنی
گام ششم) محاسبه اوزان نسبی اهداف مورد نظر طراحی به وسیله مقایسات زوجی
گام هفتم) فرموله کردن مدل ZOGP و حل آن به منظور تعیین ویژگی‌های فنی که لازم است در فاز طراحی مورد توجه قرار گیرند

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

از آنجا که برنامه‌ریزی آرمانی صفر و یک موزون می‌تواند اهداف چندگانه را با توجه به اهمیت نسبی آنها در نظر گرفته و انحراف کلی از اهداف مورد نظر را می‌نیمم سازد، استفاده از آن در این مقاله به عنوان یک ابزار تصمیم‌گیری، ترجیح داده می‌شود. این ویژگی برنامه‌ریزی آرمانی، این امکان را فراهم می‌سازد که اهداف چندگانه‌ای شامل محدودیت منابع، توسعه‌پذیری و قابلیت ساخت در فرایند طراحی محصول وارد شود. برنامه‌ریزی آرمانی با تشکیل یک تابع موفقیت که کل انحراف موزون را از اهداف بیان شده در مدل حداقل می‌کند، تمامی اهداف را به طور همزمان بررسی می‌کند. اوزان رتبه‌ای نیستند ولی ترجیحات تصمیم‌گیرنده را با توجه به اهمیت نسبی هریک از اهداف، منعکس می‌کنند. مشکل عدم تناسب بین مقیاسها هم که در برنامه‌ریزی آرمانی موزون به هنگام

بکارگیری اهدافی که هر یک با واحدهای مختلفی اندازه‌گیری می‌شوند پیش می‌آید، با بی‌مقیاس‌سازی (نرمال‌سازی) حل می‌شود (شنایدر جان و گاروین[1]، ۱۹۹۷).

در فرموله‌کردن مدلهای برنامه‌ریزی آرمانی که شامل اهداف کیفی می‌باشد، روشهای مقایسات زوجی از جمله AHP یا ANP به عنوان یک ابزار مؤثر جهت ارزیابی اوزان نسبی به کارگرفته می‌شود. مطالعات زیادی در حوزه‌های مختلف که AHP و ZOGP را با هم ادغام می‌کنند انجام شده است . این مطالعات ، به این نتیجه رسیده‌اند که مدلهای ترکیبی با پرهیز از غیرموجه‌بودن راه‌حلهای واقعی‌تری را به دست می‌دهند (شنایدر جان و گاروین، ۱۹۹۷؛ بدری[2]، ۱۹۹۹) .

سوپر ماتریسی که مدل QFD به کارگرفته شده در این مقاله را نشان می‌دهد به صورت زیر می‌باشد

$$W = \begin{matrix} \\ \text{آرمان} \\ \text{نیازهای مشتریان} \\ \text{مشخصه‌های فنی محصول} \end{matrix} \begin{matrix} (G) \\ (CNs) \\ (PTRs) \end{matrix} \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ W_1 & W_3 & 0 \\ 0 & W_2 & W_4 \end{pmatrix}$$

که W_1 بردار نشان‌دهنده تأثیر هدف (ساخت محصولی که مشتری را ارضا کند) بر خواسته‌های مشتری‌می‌باشد؛ به عبارت دیگر اهمیت خواسته‌های مشتری را نشان می‌دهد. W_2 ماتریسی است که تأثیر خواسته‌های مشتری بر هر یک از مشخصه‌های فنی محصول را نشان می‌دهد. W_3 ماتریس نشان‌دهنده روابط داخلی خواسته‌های مشتری و W_4 ماتریس نشان‌دهنده روابط داخلی ویژگی‌های فنی محصول می‌باشد.

شبکه مدل QFD این پژوهش در شکل ۳ آمده است. این شبکه یک حالت سلسله مراتبی با روابط داخلی بین اجزا و بدون بازخورد می‌باشد. خواسته‌های مشتری مطابق با معیارها و ویژگیهای فنی محصول مطابق با گزینه‌ها در شکل استاندارد ANP می‌باشند. هر دو شاخه دارای روابط داخلی هستند اما بازخورد در مدل وجود ندارد یعنی خواسته‌های مشتری به ویژگیهای فنی محصول وابستگی ندارد.

1- Schniederjans & Garvin
2 - Badri

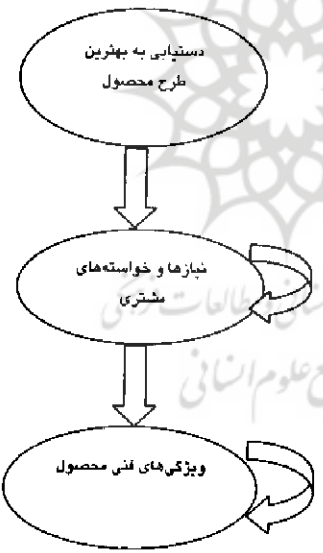
با توجه به علامتهای اختصاری ذکر شده در بالا،اولویتهای مربوط به همبستگی خواسته‌های مشتری یعنی W_{CNs} با ضرب ماتریس روابط داخلی خواسته‌های مشتری (W_3) در ماتریس اولیه اهمیت نسبی خواسته‌های مشتری یعنی (W_1) به دست می‌آید؛

$$W_{CNs} = W_3 * W_1$$

به طریق مشابه اولویت‌های مربوط به همبستگی ویژگی‌های فنی محصول یعنی W_{PTRs}، با ضرب ماتریس روابط داخلی ویژگی‌های فنی محصول (W_4) در ماتریس ارتباط خواسته‌های مشتری با هر یک از ویژگی‌های فنی (W_2) به دست می‌آید؛ یعنی:

$$W_{PTRs} = W_4 * W_2$$

پس از محاسبه W_{CNs} و W_{PTRs}، اولویتهای کلی ویژگی‌های فنی که با W^{ANP} نشان داده می‌شود با ضرب W_{PTRs} در W_{CNs} محاسبه می‌شود. $W^{ANP} = W_{PTRs} * W_{CNs}$ نشان‌دهنده روابط کلی در خانه کیفیت می‌باشد.



شکل۳. نمایش شبکه‌ای مدل QFD

به منظور تعیین مجموعه ویژگی‌های فنی از محصول که بایستی در فاز طراحی مورد تمرکز و تأکید قرار گیرند، یک مدل (ZOGP) با استفاده از نتایج به دست آمده از مرحله اول و اهداف دیگری که لازم است در طراحی محصول به آنها توجه شود از جمله

محدودیت منابع، توسعه‌پذیری و قابلیت ساخت، ساخته می‌شود. اهداف مربوط به محدودیت منابع نفر- ساعت لازم جهت انجام کار می‌باشد که براحتی قابل فرموله کردن می‌باشد. اما اهدافی از قبیل توسعه‌پذیری و قابلیت ساخت منجر به اوزان ترجیحی برای ویژگی‌های فنی محصول می‌شوند. برای فرموله کردن این نوع اهداف در مدل، یک نرخ ترجیحی برای هر یک از ویژگی‌های فنی تعیین می‌گردد و انحرافات منفی این اهداف از ۱ در تابع هدف اعمال می‌گردد.

شکل کلی مدل ZOGP که در الگوریتم تصمیم این مقاله به کارگرفته شده است به صورت زیر است (الگایار[1] و همکاران، ۲۰۰۱؛ کارساک و همکاران، ۲۰۰۲).

$$MinD = \omega_1^{ANP} + \sum_{i=2}^{s} \omega_i \left(\frac{d_i^-}{R_i} + \frac{d_i^+}{R_i} \right) + \sum_{i=s+1}^{m} \omega_i (d_i^-)$$

$$S.to:$$

$$\sum_{j=1}^{n} w_j^{ANP} x_j + d_1^- - d_1^+ = 1$$

$$\sum_{j=1}^{n} r_{ij} x_j + d_i^- - d_i^+ = R_i \qquad ;i = 2,...,s$$

$$\sum_{j=1}^{n} w_{ij} x_j + d_i^- - d_i^+ = 1 \qquad ;i = s+1,...,m$$

$$x_j \in \{0,1\}, \quad j = 1,...,n \qquad d_i^-, d_i^+ \geq 0, \quad i = 1,...,m$$

که ω_i وزنهای اهداف در مدل آرمانی موزون می‌باشد (i= 1,2,....,m). d_i^- و d_i^+ نشان‌دهنده متغیرهای انحرافات منفی و مثبت i امین هدف می‌باشند (i= 1,....m). x_j متغیر صفر و یک نشان‌دهنده j امین ویژگی فنی محصول (j= 1,...,m). w_j^{ANP} نشاندهنده اولویت وابستگی j امین ویژگی فنی محصول (j= 1,....n) می‌باشد. r_{ij} مقداری از منبع iام که

1-El-Gayar

به وسیله ویژگی فنی j ام مصرف می‌شود، می‌باشد (R_i (i= 2,...s: j= 1,...,n). نشان‌دهنده محدودیت منبع iام است و w_{ij} اهمیت نسبی jامین ویژگی فنی با توجه به هدف (یا معیار) iام می‌باشد(i = s+1,...,m; j= 1,...,n).

۶- به کارگیری مدل

در این بخش، الگوریتم تصمیم و مراحل ساخت مدل مورد بحث با استفاده از نتایج یک مطالعه موردی دربارهٔ محصول « مجموعه نرم‌افزارهای سیستم یکپارچه اطلاعات مدیریت» ارائه می‌شود(آتش‌سوز ، ۱۳۸۳). به علت محدودیت فضا، از ذکر جداول مقایسات زوجی و برخی ماتریسهای مربوطه خودداری شده و تنها به ذکر ماتریس نتایج اکتفا شده است. نتایج مقایسات زوجی که در اینجا مورد استفاده قرار گرفته است، حاصل نظرات گروهی کارشناسان و مدیران عضو تیم QFD می‌باشد که به منظور به کارگیری مدل در شرکت نرم‌افزاری مورد مطالعه اخذ شده است. در واقع تیم QFD جامعه آماری کارشناسان شرکت کننده در تصمیم گیری گروهی را تشکیل می‌دهد.

گام اول) همان طور که گفته شد،فرایند طرح‌ریزی محصول در QFD با تعیین نیازها و خواسته‌های مشتری و ویژگی‌های فنی مرتبط با آن خواسته‌ها آغاز می‌شود. خواسته‌های مشتری پس از شناسایی و طبقه‌بندی در سمت چپ خانه کیفیت و ویژگی‌های فنی مربوط به این خواسته‌ها در بخش بالای خانه کیفیت قرار می‌گیرند.

در مطالعه موردی انجام شده، پس از تجزیه و تحلیل و دسته‌بندی شکایات، پیشنهادات و نیازهای مشتریان از نرم‌افزار مزبور، شش خواسته مشتری شناسایی و تعیین گردید که عبارتند از امنیت داده‌ها، قابلیت اطمینان، قابلیت دسترسی مناسب، سرعت، عکس‌العمل مناسب در برابر اشتباهات کاربر و امکان رفع اشکال سریع. پس از تعیین خواسته‌های مشتری، با کمک طراحان سیستم، کارشناسان نرم‌افزار و استانداردهای موجود برای کیفیت نرم‌افزار از جمله ISO-9126 و CMM[1]، ده ویژگی فنی نرم‌افزار شناسایی و تعیین گردید که عبارتند از متوسط زمان بین خرابیها (X_1)، متوسط زمان اصلاح خرابیها (X_2)، میزان قبول نکردن داده‌های ناسازگار (X_3)، میزان دسترسی به داده‌های مشترک (X_4)،

1-Capability Maturity Model

متوسط زمان بازیابی داده‌ها (X_5)، امکان گرفتن فایل پشتیبان از داده‌ها (X_6)، سطح کنترل و دسترسی برنامه (X_7)، سطح امنیت دسترسی به داده‌ها (X_8)، متوسط زمان تغییرات داده‌ها (X_9)، زمان اجرای فایل اجرایی (X_{10}).

گام دوم) پس از شناسایی خواسته‌های مشتری و استخراج ویژگی‌های فنی،نوبت به تعیین میزان اهمیت و روابط بین این خواسته‌ها و ویژگی‌های فنی می‌رسد. در این مرحله با استفاده از اطلاعات مرحله قبلی و مصاحبه با کارشناسان و نیز مراجعه به استانداردهای فنی،روابط داخلی بین خواسته‌های مشتری و نیز روابط داخلی بین ویژگی‌های فنی مشخص می‌شود. نتایج این مرحله در شکلهای ۴ و ۵ نشان داده شده است که بیانگر ساختار مساله یا همان شبکه عوامل (ANP) می‌باشد. این مرحله خود به چهار بخش قابل تقسیم است:

الف) تعیین اهمیت نسبی خواسته‌های مشتری_ در این مرحله با فرض استقلال بین خواسته‌های مشتری، برای تعیین میزان اهمیت آنها این سوال را می‌توان مطرح کرد: «کدام یک از خواسته‌های مشتری اهمیت بیشتری دارد؟» ماتریس نرمالایز شده نتایج نظرات گروهی یعنی (W_1)، به صورت زیر می‌باشد.

$$W_1 = \begin{matrix} CN_1 \\ CN_2 \\ CN_3 \\ CN_4 \\ CN_5 \\ CN_6 \end{matrix} \begin{pmatrix} 0.186 \\ 0.190 \\ 0.161 \\ 0.157 \\ 0.136 \\ 0.169 \end{pmatrix}$$

ب) تعیین اوزان نسبی ویژگی‌های فنی_ حال پس از تعیین اهمیت نسبی خواسته‌های مشتری، با فرض استقلال بین ویژگی‌های فنی نرم‌افزار، به منظور تعیین اهمیت نسبی ویژگی‌های فنی،شدت و میزان رابطه هر خواسته مشتری با ویژگی‌های فنی مربوط به آن مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. به عنوان مثال برای تعیین میزان رابطه خواسته مشتری «امنیت داده‌ها» با مشخصه‌های فنی مربوط به آن، می‌توان این سوال را پرسید: « با توجه به خواسته مشتری «امنیت داده‌ها»، کدام مشخصه فنی اهمیت بیشتری دارد، میزان قبول

نکردن داده‌های ناسازگار یا امکان گرفتن فایل پشتیبان؟» نتایج حاصل از نظرات گروهی بردار ویژه مربوطه (W_{i1}) در جدول ۲ آمده است.

جدول ۲. جدول مقایسات زوجی مشخصه‌های فنی با توجه به خواسته مشتری « امنیت داده‌ها»

	X_2	X_6	X_7	X_8	W_{i1}
X_2	۱	۰/۳۳۳	۰/۱۳۵	۰/۱۲۰	۰/۰۴۴۴
X_6	۳/۰۰۰	۱	۰/۱۴۴	۰/۱۲۱	۰/۰۸۰۵
X_7	۷/۴۲۹	۶/۹۴۶	۱	۰/۳۱۱	۰/۳۰۴۷
X_8	۸/۳۶۰	۸/۲۶۲	۳/۲۱۱	۱	۰/۵۷۰۴
جمع	۱۹/۷۸۹	۱۶/۵۴۱	۴/۴۹۰	۱/۵۵۲	۱/۰۰۰

چنانچه به طریق مشابه در مورد دیگر خواسته‌ها و ویژگی‌های فنی عمل شود، ماتریس نهایی که اوزان نسبی ویژگی‌های فنی نرم‌افزار را با توجه به هر یک از خواسته‌های مشتری نشان می‌دهد (W_2)، به صورت زیر خواهد بود.

$$W2 = \begin{array}{c} \\ X1 \\ X2 \\ X3 \\ X4 \\ X5 \\ X6 \\ X7 \\ X8 \\ X9 \\ X10 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccccc} CN_1 & CN_2 & CN_3 & CN_4 & CN_5 & CN_6 \end{array} \\ \begin{pmatrix} 0 & 0.578 & 0 & 0 & 0 & 0.126 \\ 0.0444 & 0.213 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0.198 & 0 & 0 & 0 & 0.874 \\ 0 & 0 & 0.056 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.71 & 0 & 0 \\ 0.0805 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.3047 & 0 & 0.651 & 0 & 0 & 0 \\ 0.5704 & 0 & 0.241 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.065 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.225 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \end{array}$$

ج) محاسبه همبستگی داخلی خواسته‌های مشتری ـ برای محاسبه میزان همبستگی خواسته‌های مشتری، با توجه به روابط شکل ٤ که روابط داخلی بین این خواسته‌ها را نشان می‌دهد، میزان تأثیر هر خواسته بر دیگر خواسته‌های مشتری به وسیله مقایسات زوجی سنجیده می‌شود. برای مثال می‌توان این سوال را مطرح کرد که « با توجه به عامل

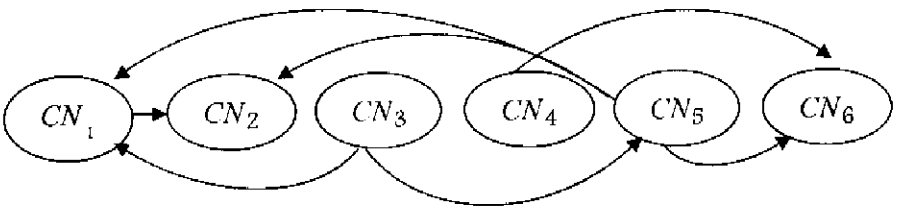
امنیت داده‌ها، کدام خواسته‌مشتری اهمیت بیشتری دارد، قابلیت دسترسی مناسب یا امکان رفع اشکال سریع؟ » جدول مربوط به نتایج قضاوتهای گروهی و بردار ویژه نرمالایز شده مربوطه (W_{i1}) در جدول ۳ آمده است.

جدول ۳. جدول مقایسات زوجی خواسته‌های مشتری با توجه به عامل « امنیت داده‌ها»

	CN_1	CN_3	CN_5	W_{i1}
CN_1	۱	۶/۶۳۲	۸/۳۶۰	۰/۷۴۳
CN_3	۰/۱۵۱	۱	۴/۶۲۷	۰/۱۹۲
CN_5	۰/۱۲۰	۰/۲۱۶	۱	۰/۶۴۰
جمع	۱/۲۷۰	۷/۸۴۹	۱۳/۹۸۷	۱/۰۰۰

چنانچه در مورد دیگر خواسته‌ها نیز به طریق مشابه عمل شود، ماتریسی که همبستگی داخلی بین خواسته‌های مشتری را نشان می‌دهد (W_3)، به صورت زیر خواهد بود.

$$W_3 = \begin{array}{c} \\ CN_1 \\ CN_2 \\ CN_3 \\ CN_4 \\ CN_5 \\ CN_6 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccccc} CN_1 & CN_2 & CN_3 & CN_4 & CN_5 & CN_6 \end{array} \\ \begin{pmatrix} 0.743 & 0.238 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.687 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.192 & 0 & 1 & 0 & 0.103 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0.056 \\ 0.064 & 0.075 & 0 & 0 & 0.897 & 0.246 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.698 \end{pmatrix} \end{array}$$

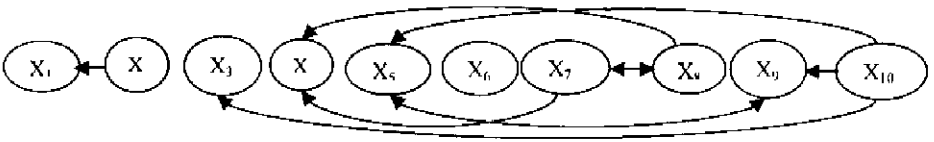


شکل ۴ . همبستگی بین خواسته‌های مشتری

د) محاسبه همبستگی داخلی مشخصه‌های فنی نرم‌افزار _ مانند محاسبه همبستگی داخلی خواسته‌های مشتری، برای محاسبه همبستگی داخلی ویژگی‌های فنی از ساختار شبکه‌ای شکل ۵ که روابط داخلی بین ویژگی‌های فنی را نشان می‌دهد،استفاده می‌شود. با توجه به روابط هر ویژگی فنی با دیگر ویژگی‌های فنی سوالاتی شبیه به آنچه که در قسمت (ج) در مورد خواسته‌های مشتری مطرح شد، طرح می‌شود.

چنانچه به طریق مشابه عمل شود ماتریسی که همبستگی داخلی بین ویژگی‌های فنی را نشان می‌دهد (W_4)، به صورت زیر خواهد بود.

$$W_4 = \begin{array}{c} \\ X1 \\ X2 \\ X3 \\ X4 \\ X5 \\ X6 \\ X7 \\ X8 \\ X9 \\ X10 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccccccccc} x1 & x2 & x3 & x4 & x5 & x6 & x7 & x8 & x9 & x10 \end{array} \\ \begin{pmatrix} 0.172 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.828 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.877 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.674 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.171 & 0 & 0 & 0 & 0.069 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.094 & 0 & 0 & 0.837 & 0.126 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.232 & 0 & 0 & 0.163 & 0.874 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.75 & 0 & 0 & 0 & 0.719 & 0 \\ 0 & 0 & 0.123 & 0 & 0.079 & 0 & 0 & 0 & 0.212 & 1 \end{pmatrix} \end{array}$$



شکل ۵ . همبستگی بین ویژگی‌های فنی

حال،باید اوزان نسبی خواسته‌های مشتری و ویژگی‌های فنی با توجه به همبستگی‌های داخلی بین هر گروه از این عوامل،محاسبه شوند. اوزان نسبی کلی خواسته‌های مشتری با در نظر گرفتن همبستگی‌های داخلی (W_{CNs})، همان طور که در قسمت ساخت مدل به آن اشاره شد، به صورت زیر به دست می‌آید.

$$W_{CNs} = W_3 \times W_1 = \begin{matrix} CN_1 \\ CN_2 \\ CN_3 \\ CN_4 \\ CN_5 \\ CN_6 \end{matrix} \begin{pmatrix} 0.183 \\ 0.130 \\ 0.211 \\ 0.166 \\ 0.190 \\ 0.118 \end{pmatrix}$$

اوزان نسبی ویژگی‌های فنی با در نظر گرفتن همبستگی‌های داخلی (W_{PTRs})، به صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$W_{PTRs} = W_4 \times W_2 = \begin{matrix} \\ X_1 \\ X_2 \\ X_3 \\ X_4 \\ X_5 \\ X_6 \\ X_7 \\ X_8 \\ X_9 \\ X_{10} \end{matrix} \begin{matrix} CN_1 & CN_2 & CN_3 & CN_4 & CN_5 & CN_6 \end{matrix} \begin{pmatrix} 0 & 0.1009 & 0 & 0 & 0 & 0.0217 \\ 0.0444 & 0.7011 & 0 & 0 & 1 & 0.1043 \\ 0 & 0.1737 & 0 & 0 & 0 & 0.7665 \\ 0 & 0 & 0.0395 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.1259 & 0 & 0 \\ 0.0805 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.3269 & 0 & 0.5899 & 0 & 0 & 0 \\ 0.5482 & 0 & 0.3595 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.5792 & 0 & 0 \\ 0 & 0.0244 & 0 & 0.2949 & 0 & 0.1075 \end{pmatrix}$$

در نهایت اولویتهای کلی ویژگی‌های فنی با توجه به اوزان نسبی کلی خواسته‌های مشتری (یعنی W^{ANP})، که منعکس‌کننده روابط کلی داخل خانه کیفیت (شکل ۶) می‌باشد، به صورت زیر است.

$$W^{ANP} = W_{PTRs} \times W_{CNs} = \begin{matrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \\ X_4 \\ X_5 \\ X_6 \\ X_7 \\ X_8 \\ X_9 \\ X_{10} \end{matrix} \begin{pmatrix} 0.0157 \\ 0.3020 \\ 0.1131 \\ 0.0088 \\ 0.0210 \\ 0.0149 \\ 0.1828 \\ 0.1705 \\ 0.0969 \\ 0.0669 \end{pmatrix}$$

نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل‌های ANP نشان می‌دهد که مهمترین ویژگی طراحی نرم‌افزار مجموعه سیستم‌های یکپارچه اطلاعات مدیریت ، میزان قبول نکردن داده‌های ناسازگار (X_2) با اهمیت نسبی ۰/۳۰۲۰ می‌باشد. بعد از آن ویژگی سطح کنترل و دسترسی برنامه (X_7) با اهمیت نسبی ۰/۱۸۲۸ در جای دوم قرار دارد. همچنین ویژگی‌های میزان دسترسی به داده‌های مشترک (X_4) و امکان گرفتن فایل پشتیبان از داده‌ها (X_6) با اهمیت نسبی ۰/۰۰۸۸ و ۰/۰۱۴۹ در انتهای این طیف قرار می‌گیرند.

گام سوم) در این مرحله معیارهای مربوط به محدودیت منابع در فرایند تصمیم‌گیری وارد می‌شوند. برآوردی از میزان نفر- ساعت لازم برای ایجاد و یا اصلاح هر کدام از ویژگی‌های فنی به صورت جدول ۴ می‌باشد. از طرف دیگر کل نفر- ساعت در دسترس که شرکت برای توسعه نرم‌افزار (روزآمدسازی[1]) نرم‌افزار می‌تواند اختصاص دهد، با توجه به تعداد کارشناسان و متخصصان و ساعت کارکرد آنها در گذشته برابر با ۶۵۰۰ نفر- ساعت می‌باشد.

1-Update

جدول ۴. نفر- ساعت لازم برای هر یک از ویژگی‌های فنی (h)

ویژگی	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}
نفر- ساعت	۹۳۰	۵۷۰	۸۸۰	۵۲۰	۶۷۰	۲۲۰	۹۹۰	۱۰۲۰	۸۶۰	۱۲۵۰

از طرف دیگر میزان کل نفر – ساعت در دسترس که شرکت برای توسعه نرم‌افزار (روزآمدسازی[1]) نرم‌افزار می‌تواند اختصاص دهد ، با توجه به تعداد کارشناسان و متخصصان و ساعت کارکرد آنها در گذشته برابر با ۶۵۰۰ نفر – ساعت می‌باشد .

گام چهارم) غیر از بودجه و نیروی انسانی، اهداف دیگری نیز در طراحی محصول مد نظر قرار می‌گیرند که لازم است در مدل اعمال گردند. این اهداف برای طراحی نرم‌افزار عبارتند از توسعه‌پذیری و قابلیت ساخت. منظور از توسعه‌پذیری این است که تا چه حد می‌توان رویه‌های طراحی و معماری داده‌ها و رویه‌های لازم برای بهبود مشخصه‌های فنی مورد نیاز فعلی را برای دیگر مشخصه‌های فنی لازم در آینده و نیز برای دیگر سیستمهای نرم‌افزاری شرکت به کار گرفت. چنانچه بتوان تلاشها و فرایندهای لازم برای ایجاد یک مشخصه فنی در نرم‌افزار مورد مطالعه فعلی را برای نرم‌افزار دیگری نیز به کار گرفت، آن مشخصه فنی دارای توسعه‌پذیری بالایی می‌باشد. منظور از قابلیت ساخت این است که تا چه حد می‌توان بدون تغییر در تکنولوژی برنامه‌نویسی مورد استفاده فعلی، مشخصه‌های فنی مذکور را در نرم‌افزار اعمال نمود. به دیگر سخن قابلیت ساخت همان میزان امکان‌پذیری ایجاد یا اصلاح مشخصه‌های فنی می‌باشد. میزان توسعه‌پذیری و قابلیت ساخت ویژگی‌های فنی بر روی یک طیف پنجگانه از خیلی کم تا خیلی زیاد تعیین می‌شود. چنانچه نتایج حاصل نرمال‌سازی شود، به صورت ماتریسهای W_M و W_E خواهد بود:

1- Update

$$W_M = \begin{matrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \\ X_4 \\ X_5 \\ X_6 \\ X_7 \\ X_8 \\ X_9 \\ X_{10} \end{matrix} \begin{pmatrix} 0.098 \\ 0.110 \\ 0.098 \\ 0.115 \\ 0.083 \\ 0.113 \\ 0.105 \\ 0.098 \\ 0.088 \\ 0.091 \end{pmatrix} \quad \text{و} \quad W_E = \begin{matrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \\ X_4 \\ X_5 \\ X_6 \\ X_7 \\ X_8 \\ X_9 \\ X_{10} \end{matrix} \begin{pmatrix} 0.095 \\ 0.102 \\ 0.109 \\ 0.104 \\ 0.102 \\ 0.088 \\ 0.093 \\ 0.111 \\ 0.095 \\ 0.100 \end{pmatrix}$$

گام پنجم) لازم است که بردارهای وزنی مربوط به محدودیتهای منابع، توسعه‌پذیری و قابلیت ساخت که در گامهای سوم و چهارم محاسبه شدند، همبستگی‌ها و روابط داخلی بین ویژگی‌های فنی نرم‌افزار را که در سقف خانه کیفیت نشان داده شده‌اند، در خود منعکس نمایند.

به منظور دخالت دادن روابط داخلی ویژگی‌های فنی در بردار وزنی میزان نفر- ساعت لازم جهت تغییر و اصلاح ویژگی‌های فنی، ماتریس نشان‌دهنده روابط داخلی ویژگی‌های فنی (W_4) در بردار نشان‌دهنده میزان نفر-ساعت مورد نیاز ویژگی‌های فنی (h) که در گام سوم محاسبه شد، ضرب می‌شود تا بردار تعدیل شده میزان نفر-ساعت مورد نیاز ویژگی‌های فنی (h')به دست آید.

به طریق مشابه برای به دست آوردن بردار وزنی تعدیل شده میزان توسعه‌پذیری ویژگی‌های فنی (W'_E)، ماتریس W_4 در بردار اوزان نسبی میزان توسعه‌پذیری (W_E) ضرب می‌شود. همچنین برای به دست آوردن بردار تعدیل شده میزان قابلیت ساخت ویژگی‌های فنی (W'_M)، ماتریس W_4 در بردار اوزان نسبی میزان قابلیت ساخت (W_M) ضرب می‌شود:

$$W'_E = W_4 \times W_E = \begin{matrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \\ X_4 \\ X_5 \\ X_6 \\ X_7 \\ X_8 \\ X_9 \\ X_{10} \end{matrix} \begin{pmatrix} 0.0163 \\ 0.1807 \\ 0.0956 \\ 0.0701 \\ 0.0240 \\ 0.0880 \\ 0.1016 \\ 0.1363 \\ 0.1448 \\ 0.1414 \end{pmatrix} \quad \text{و} \quad h' = W_4 \times h = \begin{matrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \\ X_4 \\ X_5 \\ X_6 \\ X_7 \\ X_8 \\ X_9 \\ X_{10} \end{matrix} \begin{pmatrix} 159.96 \\ 1340.04 \\ 771.76 \\ 357.22 \\ 173.91 \\ 320 \\ 1009.49 \\ 1193.29 \\ 1120.84 \\ 1593.49 \end{pmatrix}$$

$$W'_M = W_4 \times W_M = \begin{matrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \\ X_4 \\ X_5 \\ X_6 \\ X_7 \\ X_8 \\ X_9 \\ X_{10} \end{matrix} \begin{pmatrix} 0.0169 \\ 0.1911 \\ 0.0859 \\ 0.0775 \\ 0.0203 \\ 0.1130 \\ 0.1110 \\ 0.1295 \\ 0.1255 \\ 0.1281 \end{pmatrix}$$

حال با اطلاعاتی که تا این مرحله به دست آمده است، می‌توان خانه کیفیت تکمیل شده را ساخت. شکل ٦ خانه کیفیت تکمیل شده مربوط به فرایند به کار گرفته شده را نشان می‌دهد.

گام ششم) در طراحی نرم‌افزار و هر محصول دیگری، همواره اهداف و معیارهای چندگانه‌ای به طور همزمان مطرح می‌باشد. اهداف و معیارهای مورد نظر در طراحی نرم‌افزار مورد مطالعه در این مقاله عبارتند از: در نظر گرفتن روابط داخلی بین هر گروه از عوامل یا همان رویکرد ANP، میزان نیروی انسانی در دسترس، توسعه‌پذیری و قابلیت ساخت. از آنجا که تمامی این اهداف و معیارها در طراحی و توسعه نرم‌افزار دارای اهمیت یکسانی نمی‌باشند، لازم است که اوزان نسبی هر کدام از اهداف مشخص شده و در تابع هدف منعکس گردد. برای سنجش اوزان نسبی این معیارها از طریق مقایسات زوجی نظرات خبرگان جمع‌آوری شده است که پس از نرمالایز کردن به صورت زیر (w_j) خواهد بود:

$$w_j = \begin{pmatrix} 0.613 \\ 0.045 \\ 0.094 \\ 0.248 \end{pmatrix} \begin{matrix} \leftarrow \text{فرایند تحلیل شبکه‌ای} \\ \leftarrow \text{میزان نیروی انسانی در دسترس} \\ \leftarrow \text{توسعه‌پذیری} \\ \leftarrow \text{قابلیت ساخت} \end{matrix}$$

گام هفتم) با در اختیار داشتن خانه کیفیت تکمیل شده (شکل ٦) و اوزان نسبی اهداف و معیارهای طراحی (w_j) و با به کارگیری مدل ZOGPکه در بخش ٥ نشان داده شد،می‌توان مدل برنامه‌ریزی آرمانی صفر و یک موزون مورد نظر را به منظور تعیین ویژگی‌های فنی از نرم‌افزار که لازم است در فاز طراحی مورد توجه قرار گیرند، ساخت. بنابراین خواهیم داشت:

$$MinD = 0.313d_1^- + (0.345/6.5)d_2^+ + 0.094d_3^- + 0.248d_4^-$$

$$S.to:$$

1) $0.0157x_1 + 0.3017x_2 + 0.1131x_3 + 0.0080x_4 + 0.0210x_5 + 0.0148x_6 + 0.1823x_7 + 0.1700x_8 + 0.0964x_9 + 0.0648x_{10} + d_1^+ - d_1^- = 1$

2) $0.15996x_1 + 1.3400x_2 + 0.7717x_3 + 0.35722x_4 + 0.17391x_5 + 0.320x_6 + 1.00949x_7 + 1.19329x_8 + 1.12084x_9 + 1.59349x_{10} + d_2^+ - d_2^- = 6.5$

3) $0.0163x_1 + 0.1807x_2 + 0.0956x_3 + 0.0710x_4 + 0.0240x_5 + 0.0880x_6 + 0.1016x_7 + 0.1363x_8 + 0.1448x_9 + 0.1414x_{10} + d_3^+ - d_3^- = 1$

4) $0.0169x_1 + 0.1911x_2 + 0.0859x_3 + 0.0775x_4 + 0.0203x_5 + 0.1130x_6 + 0.1110x_7 + 0.1295x_8 + 0.1255x_9 + 0.1281x_{10} + d_4^+ - d_4^- = 1$

$$x_j \in \{0,1\}, \quad j = 1,2,...,10, \quad d_i^-, d_i^+ \geq 0, \quad i = 1,2,3,4$$

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

که در آن $x_1, x_2, \ldots, x_{10}$ متغیرهای تصمیم یا همان ویژگی‌های فنی نرم‌افزار را نشان می‌دهد. محدودیت اول در ارتباط با اولویتهای کلی ویژگی‌های فنی نرم‌افزار می‌باشد. محدودیت دوم مربوط به نیروی انسانی مورد نیاز (بر حسب کیلو نفر-ساعت) می‌باشد. محدودیت سوم مربوط به معیار میزان توسعه‌پذیری ویژگی‌های فنی و محدودیت چهارم در ارتباط با قابلیت ساخت ویژگی‌های فنی می‌باشد.

مقدار سمت راست محدودیت دوم میزان نفر- ساعت در دسترس را نشان می‌دهد. بنابراین باید مقدار d_2^+ (یعنی مصرف بیش از میزان در دسترس نیروی انسانی) می‌نیمم شود. مقادیر سمت راست محدودیتهای اول، سوم، و چهارم نیز چون مربوط به اوزان و اولویتهای نسبی ویژگی‌های فنی است، حداکثر ۱ می‌باشد؛ بنابراین باید مقدار d_1^- (یعنی انحراف نامساعد اولویتهای کلی ویژگی‌های فنی)، d_3^- (یعنی انحراف نامساعد میزان

	امنیت داده‌ها												
0.131	قابلیت انعطاف	0.5870	0.2150	0.1980									
0.211	قابلیت دستیابی مناسب				0.0560				0.6510	0.2410			
0.166	سرعت					0.7100					0.0650	0.2250	
0.190	عکس العمل مناسب در مقابل اشتباهات		1.0000										
0.118	امکان رفع سریع اشکال	0.1260		0.8740									
0.0648	اولویت‌های کلی ویژگی‌های فنی	0.0157	0.3017	0.1131	0.0080	0.0210	0.0148	0.1823	0.1700	0.0964			
1593	میزان نفر ساعت لازم برای هر ویژگی فنی	160	1340	772	357	174	320	1009	1123	1121			
0.1414	میزان توسعه‌پذیری ویژگی‌های فنی	0.0163	0.1807	0.0956	0.0701	0.0240	0.0880	0.1016	0.1363	0.1448			
0.1281	میزان قابلیت ساخت ویژگی‌های فنی	0.0169	0.1911	0.0859	0.0775	0.0203	0.1130	0.1110	0.1295	0.1255			

شکل ۶ – خانه کیفیت تکمیل شده بر اساس گامهای ۱ تا ۵

توسعه‌پذیری) و d_4^- (یعنی انحراف نامساعد میزان قابلیت ساخت) کمینه شود. به عبارت دیگر d_1^+, d_3^+ و d_4^+ میزان انحراف مثبت محدودیتهای اول، سوم و چهارم را نشان می‌دهد که چون مجموع اوزان نسبی ویژگی‌های فنی با توجه به هر یک از معیارها حداکثر برابر ۱ می‌باشد، پس عملاً مقدار d_1^+, d_3^+ و d_4^+ صفر خواهد شد.

پس از حل مدل ZOGP ساخته شده ، به وسیله نرم‌افزار LINDO نتایج حاصل به صورت زیر خواهد بود:

$$x1 = x2 = x3 = x4 = x5 = x6 = x7 = x8 = x9 = 1 \quad , \quad x10 = 0$$
$$d_1^- = 0.07700 \quad , \quad d_1^+ = 0$$
$$d_2^- = 0.05349 \quad , \quad d_2^+ = 0$$
$$d_3^- = 0.14320 \quad , \quad d_3^+ = 0$$
$$d_4^- = 0.12930 \quad , \quad d_4^+ = 0$$

همانطور که مشاهده می‌شود، مقدار متغیرهای $x_1, x_2, \ldots, x_9$ برابر ۱ و مقدار متغیر x_{10} برابر صفر شد. یعنی ویژگی‌های «متوسط زمان بین خرابیها»، «متوسط زمان اصلاح خرابیها»، «میزان قبول نکردن داده‌های ناسازگار»، «میزان دسترسی به داده‌های مشترک»، «متوسط زمان بازیابی داده‌ها»، «امکان گرفتن فایل پشتیبان از داده‌ها»، «سطح کنترل و دسترسی برنامه» ، «سطح امنیت دسترسی به داده‌ها» و «متوسط زمان تغییرات داده‌ها» جهت تغییر و اصلاح به وسیله مدل انتخاب می‌شوند ولی ویژگی «زمان اجرای فایل اجرایی » که مقدار متغیر مربوط به آن صفر شده است، انتخاب نمی‌شود. d_4^-, d_3^-, d_1^- به ترتیب میزان انحرافات نامطلوب از اهداف و معیارهای ANP، توسعه‌پذیری و قابلیت ساخت را نشان می‌دهد . d_2^- انحراف از میزان نفر- ساعت در دسترس را نشان می‌دهد. به عبارتی این متغیر نشان‌دهنده مقدار نفر – ساعت مصرف شده اضافه بر میزانی که در دسترس بوده ، می‌باشد که البته برای تعدیل و اصلاح ویژگی‌های x_1 تا x_9 بایستی تأمین گردد.

۷- نتیجه‌گیری

پس از حل مدل ZOGP ، از بین ده ویژگی فنی که برای ارضای شش خواسته مشتریان شناسایی شده بود، نه ویژگی برای تغییر و اصلاح انتخاب گردید. شرکت می‌تواند با تغییر و اصلاح ویژگی‌های فنی انتخاب شده توسط مدل، اطمینان یابد که در مقطع زمانی فعلی توانسته است رضایت مشتریان را با توجه به تواناییهای شرکت حداکثر سازد. با توجه به نتایج حاصل از حل مدل که در آن $x_1 = x_2 = \ldots = x_9 = 1$ و $x_{10} = 0$ بود، از بین ویژگی‌های فنی که برای برآورده ساختن خواسته‌های مشتری تعیین گردیده بود، تنها ویژگی «زمان اجرای فایل اجرایی» انتخاب نشده است. به عبارتی دیگر با توجه به اوزان اهداف و معیارهای مختلف مورد نظر و نیز با توجه به میزان نفر- ساعت لازم، توسعه‌پذیری و قابلیت ساخت برای این ویژگی، تغییر و تعدیل آن لازم نیست و شرکت می‌تواند در مقطع زمانی فعلی میزان این مشخصه را در حد کنونی نگه دارد. اما برای برآورده ساختن رضایت مشتری، با توجه به نتایج مدل، لازم است که شرکت مورد مطالعه، بقیه ویژگی‌های فنی نرم‌افزار را تغییر داده و اصلاح نماید. به دیگر سخن لازم است که شرکت میزان مشخصه‌های فنی x_1 تا x_9 را در جهت مطلوب آنها تغییر (کاهش یا افزایش) دهد.

تکنیک QFD ابزار طراحی بسیار مهمی است که شرکتها را قادر می‌سازد تا خواسته‌ها و نیازهای مشتریان را شناسایی کرده و در الزامات طراحی محصول نمایان سازند. به مانند هر ابزار دیگر، سطح سودمندی و مزایایی که از QFD به دست می‌آید بستگی به چگونگی به کارگیری اثربخش آن دارد. برای ارتقای سطح اثربخشی این تکنیک ، در این مقاله یک رویه تصمیم‌گیری سیستماتیک جهت استفاده در فرایند طرح‌ریزی محصول در QFD که مبتنی بر نظرات متخصصان و مقایسات زوجی می‌باشد ، ارائه شده است . این الگوریتم تصمیم به بررسی روابط بین خواسته‌های مشتری و مشخصه‌های فنی محصول، همبستگی‌های داخلی بین آنها و اعمال محدودیتهای منابع و نیز معیارهای دیگر از جمله میزان توسعه‌پذیری و قابلیت ساخت در طراحی محصول کمک می‌کند.

در عصر رقابت فزاینده کنونی، لازم است که از تعاملات بین دیدگاههای مختلف استقبال کرده و این تعاملات و ارتباطات را به منظور دستیابی به مدلهای ترکیبی در فرایند QFD به کار گرفت . با این کار ، پتانسیلهای این ابزار مفید و مؤثر بیش از پیش بالفعل

می‌گردد. در این راستا، مقاله حاضر رویکرد ترکیبی ANP و ZOGP را برای دخالت دادن سیستماتیک خواسته‌های مشتری و ویژگی‌های فنی محصول در فاز طراحی محصول، در فرایند QFD به کار می‌گیرد. همبستگی‌های داخلی عوامل در فرایند QFD به وسیله رویکرد ANP در الگوریتم تصمیم اعمال می‌شوند. با توجه به محدودیت منابع و ماهیت چند هدفه بودن مسأله، به منظور تعیین مشخصه‌های فنی که لازم است در فاز طراحی محصول مورد توجه قرار گیرند و نقاط کنترلی محصول برای رضایت مشتری ، یک مدل ZOGP ساخته می‌شود. باید توجه داشت که QFD به تنهایی روشی برای طراحی بهینه نیست؛ به کارگیری اوزان حاصل از ANP، محدودیتهای منابع و دیگر معیارهای مورد نظر در طراحی از قبیل توسعه‌پذیری و قابلیت ساخت در مدل ZOGP، جوابهای موجه و سازگارتری را به دست می‌دهد . همچنین الزامات طراحی را به گونه‌ای تعیین می‌کند که رضایت مشتری را بر اساس محدودیتهای موجود، حداکثر می‌سازد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع و مآخذ

منابع فارسی :

۱- آتش سوز، علی. (۱۳۸۴). "طراحی مدلی جهت برنامه‌ریزی محصول با استفاده از QFD و به کارگیری ANP و برنامه‌ریزی آرمانی". پایان‌نامه کارشناسی ارشد (چاپ نشده)، دانشکده مدیریت دانشگاه تهران.

منابع لاتین :

1. Akao, Y. (1994). " Recent approach of quality function deployment. In: Mizuno, S., Akao, Y. (Eds.), QFD: The Customer- Driven Approach to Quality Planning and Development". Asian Productivity Organization, Tokyo.
2. Armacost, R. L. et al. (1994). An AHP framework for prioritizing customer requirements in QFD: An industrialized housing application. "IIE Transactions", 26(4), 72–79.
3. Badri, M. A. (1999). Combining the analytic hierarchy process and goal programming for global facility location–allocation problem. "International Journal of Production Economics", 62, 237–248.
4. Bicknell, B.A., Bicknell, K.D., (1995). " The Road Map to Repeatable Success – Using QFD to Implement Change". CRC Press, Boca Raton, FL.
5. Chan, L. K., Kao, H. P., Ng, A., & Wu, M. L. (1999). Rating the importance of customer needs in quality function deployment by fuzzy and entropy methods. "International Journal of Production Research", 37(11), 2499–2518.
6. Chan, Lai-Kow & Wu, Ming-Lu, (2002). Quality function deployment: A literature review." European Journal of Operational Research", 143, 463–497.
7. Cohen, L. (1995). "Quality function deployment: How to make QFD work for you". Reading, MA: Addison-Wesley.
8. Cox, C.A ;(1992)."Keys to success in quality Function Deployment". APICS – The Performance Advantage, pp. 25-28.
9. El-Gayar, O. F., & Leung, P. S. (2001). A multiple criteria decision making framework for regional aquaculture development." European Journal of Operational Research", 133, 462–482.

10. Griffin, A. & Hauser, J. R. (1993). The voice of customer. "Marketing Science", 12(1), 1–27.
11. Han, S.B., Chen, S.K., Ebrahimpour, M., Sodhi, M.S., (2001). A conceptual QFD planning model. "International Journal of Quality and Reliability Management", 18 (8), 796–812.
12. Hunt, Robert A; Xavier, Fernando B: (2003).The leading edge in strategic QFD . "International Journal of Quality & Reliability Management"; 20(1), 56-73.
13. Karsak, E. E., et al. (2002). Product planning in quality function deployment using a combined .... "Computers and Industrial Engineering", 44, 171-190.
14. Park, T., & Kim, K. (1998). Determination of an optimal set of design requirements using house of quality, "Journal of Operations Management", 16, 569–581.
15. Revelle, J.B., Moran, J.W., Cox, C.A. (1998). "The QFD Handbook", Wiley, New York.
16. Saaty, T. L. & Niemira, M.(2003). An Analytic Network Process for finance-crisis forecasting. "International Journal of Forecasting, article in press".
17. Saaty, T. L., (1999). "Fundamental of The Analytic Network Process". Berne, Switzerland: ISAHP Conference Presentation.
18. Schniederjans, M. J., & Garvin, T.(1997). Using the analytic hierarchy process and multi-objective programming for the selection of cost drivers in activity-based costing, "European Journal of Operational Research", 100, 72–80.
19. Shillito, M. L.(1994). "Advanced QFD—Linking technology to market and company needs", New York: Wiley.