مدیریت بازرگانی
Journal of Business Management
دانشکدهٔ مدیریت دانشگاه تهران
دورهٔ ۸، شمارهٔ ۱
بهـار ۱۳۹۵
ص. ۱۵۸- ۱۳۷

ارائهٔ چارچوبی جدید به‌منظور ارزیابی طرح محصول با به‌کارگیری الگوهای رفتار کیفیتی در شرایط عدم‌قطعیت

رضا شیخ[۱]، عفت محمدی[۲]

چکیده: کیفیت محصولات به میزان انطباق طرح محصول با کیفیتی که مشـتری از محصـول درک می‌کند، بستگی دارد. متناسب‌بودن طرح محصول با نیاز مشتری موجب ارتقای سطح ابعاد کیفیت محصولات می‌شود. رقابت شدید در بـازار جهـانی از یـک سـو و افـزایش پیچیـدگی در طراحی محصول از سوی دیگر سبب شده است که فعالیت‌های مرتبط با طراحی و انتخاب طرح محصول بـیش‌ازپـیش بـه دانشـی تخصصـی تبـدیل شـود. از ایـن‌رو، هـدف اصـلی پـژوهش تصمیم‌گیری در زمینهٔ انتخاب طرح محصول در بازهٔ زمانی بلندمدت و شرایط عدم‌قطعیت است. برای تحقق هدف پژوهش، ابتدا با استفاده از مفـاهیم نظریـهٔ مجموعـهٔ راف الگوهـای رفتـاری مشتریان شناسایی می‌شود و سپس گزینه‌های پیشـنهادی بـرای طـرح محصـول بـا توجـه بـه الگوهای رفتاری غالب با استفاده از روش بسط‌داده‌شدهٔ فرایند سلسـله‌مراتبـی مبتنـی‌بـر نظریـهٔ اعداد D ارزیابی و اولویت‌بندی می‌شوند.

واژه‌های کلیدی: طرح محصول، عدم‌قطعیت، نظریهٔ اعداد D، نظریهٔ مجموعهٔ راف.

۱. استادیار گروه مدیریت دانشکدهٔ مهندسی صنایع و مدیریت، دانشگاه شاهرود، شاهرود، ایران
۲. کارشناسی ارشد MBA، مهندسی صنایع و مدیریت، دانشگاه شاهرود، شاهرود، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹٤/۰۳/۲۹
تاریخ پذیرش نهایی مقاله: ۱۳۹٤/۰۷/۱۱
نویسندهٔ مسئول مقاله: عفت محمدی
E-mail: mohammadi.effat@gmail.com

مقدمه

تا چند دههٔ قبل، محصولات و خدمات ارائه‌شده از سوی سازمان‌ها بیشتر نتیجهٔ فکر خلاق مهندسان طراح بود و سازمان‌های تولیدکننده به مسئلهٔ انطباق با خواسته‌ها و الزامات مشتریان کمتر توجه داشتند و مشتریان خود را با محصولات و خدمات ارائه‌شده تطبیق می‌دادند (وظیفه‌دوست و فرخیان، ۱۳۸۸). به‌اعتقاد ادوارد دمینگ، مؤلف و مشاور کیفیت، مشتری مهم‌ترین عنصر خط تولید است و ناآگاهی از نیاز وی بر فرایند طراحی و کیفیت محصول تأثیر می‌گذارد (آگوا، مانپلیسر و تارگت، ۲۰۱۲). همچنین، کیفیت محصول به‌عنوان یکی از اهرم‌های کلیدی فرایند سیستم تولید (متقی و ربانی، ۱۳۸۶)، نقش مهمی را در پذیرش محصول از سوی مشتریان ایفا می‌کند؛ به‌عبارت دیگر، انتخاب محصول براساس ابعاد کیفیت محصول صورت می‌گیرد. کیفیت در حوزهٔ تولید به مفهوم شناسایی ویژگی‌های یک فرآورده یا نوعی خدمت است، به‌گونه ای‌که خواسته‌های مشتری را در سطح قابل‌قبولی برآورده می‌کند. به‌مفهوم کلی «کیفیت قدرتمندترین ابزار دفاع دربرابر رقابت خارجی و تنها مسیر رشد و درآمد پایدار است». کاتلر و آرمسترانگ (۱۳۸۵) معتقدند «کیفیت ضعیف گران و کیفیت عالی ارزان است»؛ بنابراین، ارتقای سطح ابعاد کیفیت محصول اهمیت ویژه‌ای پیدا می‌کند، زیرا با این اقدام از ایجاد هزینهٔ اضافی جلوگیری می‌شود و این امر فقط از طریق کشف و شناسایی الگوهای رفتار کیفیتی و تطبیق آن با طرح محصول به‌منظور ارائهٔ محصول متناسب با مشتری میسر می‌شود.

دانشمندان به‌منظور بهبود ابعاد کیفیت و ترجمهٔ صدای مشتری به ویژگی‌های مهندسی در طراحی و توسعهٔ محصول از روش‌های مختلفی از جمله مهندسی معکوس[1]، مهندسی ارزش[2]، روش تاگوچی[3] و گسترش عملکرد کیفی[4] استفاده کرده‌اند (لاکمی و خیورنا، ۱۹۹۵). هدف اصلی این پژوهش، شنیدن صدای مشتریان هدف از طریق الگوهای رفتار کیفیتی است و با توجه به تغییرپذیری ذائقهٔ مشتریان، انتخاب طرح محصول باید براساس درجهٔ انطباق‌پذیری آن با الگوهای رفتار کیفیتی صورت گیرد، زیرا تولید انبوه طرح محصول، مستلزم سرمایه‌گذاری ثابت و بلندمدت در شرایط عدم‌قطعیت است. از این‌رو، برای ارائهٔ محصولات باکیفیت، کارشناسان باید طرحی را که درجهٔ انطباق‌پذیری بیشتری با الگوهای رفتار کیفیتی دارد، در محیط عدم اطمینان انتخاب و تولید کنند.

برای تحقق هدف پژوهش باید به دو پرسش پاسخ داده شود:

---

1. Reverse Engineering
2. Value Engineering
3. Taguchi method
4. Quality Function Deployment (QFD)

۱. کدام جنبه از ابعاد کیفیت محصول در رفتار مشتریان نهادینه می‌شود؟ یا مهم‌ترین الگوهای رفتاری مشتریان براساس کدام جنبه از ابعاد کیفیتی محصول نهادینه می‌شود؟

قاعده‌مندسازی رفتار مشتریان با استفاده از نظریهٔ مجموعهٔ راف[1] انجام می‌گیرد. هدف اصلی به‌کارگیری این نظریه، شناسایی الگوهای ثابتی است که حقایق پنهان موجود در نظرهای مشتریان را کشف و به قواعد منطقی (اگر ... آنگاه) تبدیل می‌کند (محمدی و شیخ، ۱۳۹۲). این قواعد موجب شناسایی مهم‌ترین ابعاد کیفیت محصول- که به‌طورمستقیم بر تصمیم نهایی مشتری تأثیر دارند یا بر آن بی‌تأثیرند- می‌شود.

۲. کارشناسان چگونه می‌توانند طرح‌های پیشنهادی محصول را براساس الگوهای استخراج‌شده از نظریهٔ مجموعهٔ راف در شرایط عدم اطمینان ارزیابی کنند؟

به‌منظور ارزیابی طرح‌های پیشنهادی، با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی، ویژگی‌های محصول با ابعاد کیفیت تطبیق داده می‌شوند. از این تکنیک به‌دلیل داشتن مبنای نظری قوی، دقت بالا، سهولت استفاده، داشتن ارزش و اعتبار و درستی و دقت نتیجه بیشتر استقبال می‌شود. با توجه به اینکه محیط تصمیم‌گیری از حالت ایستا به حالت پویا تغییر کرده است و قضاوت‌های ذهنی تصمیم‌گیرندگان مبتنی‌بر اطلاعات ناقص و نادقیق است، این تکنیک در مقابل داده‌های ذهنی غیرقطعی و نامشخص کارایی لازم را ندارد. از این‌رو، روش ترکیبی سلسله‌مراتبی کلاسیک و نظریهٔ اعداد D[2] (دنگ، ۲۰۱۲) با عنوان روش بسط‌داده‌شدهٔ فرایند سلسله‌مراتبی مبتنی‌بر نظریهٔ اعداد D[3] استفاده می‌شود (دنگ، هو، دنگ و مهدوان، ۲۰۱۴).

پیشینهٔ پژوهش

یکی از موضوعات شایان‌توجه سازمان‌ها، پاسخ به نیازهای پویا و منحصربه‌فرد مشتری است. انتخاب طرح محصول متناسب با نیاز مشتری نقش مهمی را در تأمین رضایت آن‌ها ایفا می‌کند و از جمله مسائل اساسی در سازمان‌های مدرن است. در محیط‌های رقابتی بازار جهانی، تمرکز اصلی فعالیت‌ها در بسیاری از صنایع، طراحی محصول است. همچنین، توجه به عنصر کیفیت در طرح محصول نقش مهمی را در عملکرد آیندهٔ سازمان ایفا می‌کند (حضرتی مرنگلو، شهریاری و نباتچیان، ۱۳۹۳). تاکنون در زمینهٔ طراحی و توسعهٔ محصول از روش‌های مختلفی مانند مهندسی معکوس، مهندسی ارزش، روش تاگوچی و گسترش عملکرد کیفی استفاده شده است.

---

1. Rough Set Theory (RST)
2. D number
3. D-AHP

روش گسترش عملکرد کیفی نسبت به سایر روش‌ها محدودیت کمتری دارد و سبب ارائهٔ نظرهای دقیق‌تر در زمینهٔ طراحی محصول می‌شود (لاکمی و خیورنا، ۱۹۹۵). این ابزار با لحاظ کردن خواسته‌ها و رضایت مشتری در سنگ بنای توسعهٔ کیفیت محصول، درنهایت محصولی را طراحی و تولید می‌کند که عین خواستهٔ مشتری و در بعضی موارد فراتر از آن را نتیجه می‌دهد (اصغرپور، نورالسناء و نصیری، ۱۳۸۶). در این روش، شناسایی نیازهای مشتری از طریق مطالعهٔ بازار و ارتباط با مشتریان محقق می‌شود. وجود متغیرهای کلامی غیرقطعی موجب می‌شود نتایج تجزیه و تحلیل داده‌ها اعتبار کافی نداشته نباشد؛ بنابراین، محققان برای حل این مسئله از نظریهٔ مجموعهٔ فازی استفاده کردند و رویکردهای مختلف گسترش عملکرد محصول فازی از جمله برتردهی فازی[1] (وانگ، ۱۹۹۹)، آنتروپی[2] (چن، کیو و وو، ۱۹۹۹)، تحلیل تمایل فازی[3] (شن، زی و تن، ۲۰۰۱)، تصمیم‌گیری چندمعیارهٔ فازی (سان و چوی، ۲۰۰۱)، انتگرال فازی[4] (تسای، لو و چانگ، ۲۰۰۳)، فرایند تحلیل شبکه‌ای فازی (کرمن، ارتی و بایکازم، ۲۰۰۶)، برنامه‌ریزی آرمانی فازی (چنگ و ونگ، ۲۰۰۶)، سیستم‌های خبرهٔ فازی (کوانگ، چن، بی و چن، ۲۰۰۷) و... را توسعه دادند. هدف تمام رویکردهای FQFD، رتبه‌بندی مشخصه‌های مهندسی است.

به‌اعتقاد پژوهشگران، انتخاب طرح محصول متأثر از سه عامل مهم تقاضای بازار براساس سلیقهٔ مشتریان، ترجیحات طراحان با توجه به دانش و تجربهٔ آنها درمورد مسائل طراحی و بازار و عدم اطمینان در دستیابی به سطوح مشخصه‌های طراحی پیش‌بینی‌شده است.

در زمینهٔ انتخاب طرح محصول، تکنیک‌های تصمیم‌گیری فردی و گروهی بسیاری مانند نظریهٔ مطلوبیت چندمشخصه[5]، تحلیل سلسله‌مراتبی و تحلیل پیوسته[6] وجود دارد. در هیچ‌یک از این تکنیک‌ها اثر سه عامل مؤثر بر انتخاب طرح محصول به‌طورهمزمان مطالعه نشده است؛ بنابراین، در پژوهشی رویکرد مدل‌سازی خرید عمومی که تأثیر همزمان سه عامل را بررسی می‌کند، به‌همراه شاخص مطلوبیت مورد انتظار مشتری ارائه شد. این ابزار در سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری نقش مهمی را در انتخاب طرح محصول ایفا می‌کند (بشارتی، ازارم و کنان، ۲۰۰۶).

در پژوهش نجمی و ابراهیمی و کیانفر (۱۳۸۵)، اولویت‌بندی مشخصه‌های فنی (گزینه‌ها) با استفاده از خانه کیفیت به‌صورت مسئلهٔ تصمیم‌گیری چندمعیاره تعریف شده است. برای دستیابی

---

1. Fuzzy outranking
2. Entropy
3. Fuzzy tendency analysis
4. Fuzzy integral
5. Multi-Attribute Utility Theory
6. Conjoint Analysis

به هدف- ارتقای سطح رضایت مشتری- مسئله در محیط فازی با استفاده از روش TOPSIS مدل‌سازی شد.

مدوپالی، ازارم و بویرس (۱۹۹۸) از روش تحلیل حساسیت با تابع ارزش ضمنی برای انتخاب طرح محصول استفاده کردند. سورستون در سال ۱۹۹۱ روشی را برای ارزیابی گزینه‌های طراحی ارائه کرد که برای سنجش گزینه‌های طراحی در فرایند طراحی مجدد به‌کار گرفته می‌شود. به‌طورکلی طبق ادبیات موجود، روش‌های مورد استفاده برای ارزیابی و انتخاب در طراحی شامل تحلیل سودمندی چندمعیاره، تحلیل مجموعه فازی، روش تحلیل طراحی، روش ترکیبی و رویکرد محتوای اطلاعات است که استفاده از سه روش اول رایج‌تر است. تحلیل سودمندی چندمعیاره یک روش تحلیلی برای ارزیابی مجموعه‌ای از گزینه‌ها با توجه به مجموعه‌ای از معیارهای چندگانه است که کاربردهای فراوانی در زمینه‌های مهندسی و کسب‌وکار دارد (جیاو و تسنگ، ۱۹۹۸). در جدول ۱ خلاصه‌ای از تحقیقات دربارهٔ موضوع طراحی ارائه می‌شود.

جدول ۱. خلاصه‌ای از تحقیقات انجام‌گرفته در زمینهٔ موضوع طراحی

نویسندگان	هدف	روش	زمینه
گمسر و لیندرس (۲۰۰۱)	بررسی موضوع یکپارچه‌سازی طرح صنعتی در فرایند توسعهٔ محصول جدید و تأثیر آن بر افزایش موقعیت رقابتی شرکت	کمی	مدیریت نوآوری
ورگانتی (۲۰۰۳)	بررسی نقش محوری طراحان در شرکت‌هایی که راهبرد آن‌ها توسعهٔ محصول جدید است.	کیفی	مدیریت طراحی
ابراموویسی و لیندنر (۲۰۱۱)	ارائهٔ یک چارچوب برای کسب و تجزیه و تحلیل اطلاعات محصول استفاده‌شده و به‌کارگیری آن‌ها در طراحی و توسعهٔ محصول جدید	کیفی	فناوری تولید
خولینگ، کوشنگ و دنلینگ (۲۰۰۸)	استفاده از مدل برنامه‌ریزی خطی فازی برای افزایش رضایت مشتری. مدل معرفی‌شده در تعیین مقادیر نهایی مشخصه‌های مهندسی در فرایند توسعهٔ محصول کارا و مؤثر است.	کمی	مهندسی سیستم و الکترونیک

در این پژوهش سعی شده است با استفاده از بانک اطلاعاتی مشتریان و آینده‌نگری خبرگان روشی ارائه شود که مدیریت سازمان‌ها با استفاده از آن در محیط عدم اطمینان به‌سمت تولید کششی حرکت کنند.

روش پژوهش

در بخش روش به نوع پژوهش، ابزار و روش جمع‌آوری اطلاعات و جامعهٔ آماری و نمونه و روش تجزیه و تحلیل پرداخته می‌شود.

این پژوهش درنظر دارد طرح محصول را براساس الگوهای کیفیتی ارزیابی کند؛ بنابراین، نوع آن کاربردی است.

ابزار مورد استفاده برای جمع‌آوری داده پرسشنامهٔ استاندارد شاخص مـروجین خـالص[1] اسـت (محمدی و شیخ، ۱۳۹۱) که آلفای کرونباخ آن ۰/۷۴ است. الگوهای کیفیتی پرسشنامه شامل دو بخش است: ابتدا پرسش استاندارد پرسشنامه NPS درمورد هریک از ابعاد کیفیت محصول مطرح می‌شود که به‌عنوان متغیرهای شرطی لحاظ شده است و سپس ایـن پرسـش درمـورد محصـول نهایی مطرح و به‌عنوان متغیر تصمیم درنظر گرفته می‌شود. ترکیـب متغیرهـای شـرطی و متغیـر تصمیم موجب قواعد منطقی می‌شود. متغیرهای پژوهش ابعاد کیفیت محصول گاروین است کـه شامل هشت بعد است: عملکرد (هزینه، زمان و آسانی طرز کار)، ویژگـی (خلاقیـت در طراحـی و جذابیت)، قابلیت اطمینان (ثبات عملکرد در طول زمان استفاده یا خراب‌نشـدن)، قابلیـت انطبـاق (مطابقت با مشخصه‌های استاندارد)، دوام (مدت‌زمان عمر مفیـد)، قابلیـت سـرویس‌دهـی (ارائـهٔ خدمات، آسانی تعمیر)، زیباشناسی (وضعیت ظاهری گوشی موبایل مانند وزن، رنگ و...) و کیفیت درک‌شده (مشهوربودن مارک تجاری) (آیاس، ۲۰۱۱). همچنین، بخش مربوط بـه ارزیـابی طـرح محصول با استفاده از نظرهای کارشناسان انجام گرفته است.

جامعهٔ آماری پژوهش حاضر کاربران تلفن همراه اسـت. بـا توجـه بـه اینکـه جامعـهٔ آمـاری نامحدود است، برای محاسبهٔ حجم نمونه از رابطهٔ کـوکران اسـتفاده شـد. بـا اسـتفاده از فرمـول آماری کوکران، حجم نمونه ۲۲۴ محاسبه شد. براساس داده‌های جمع‌آوری‌شده تجزیه و تحلیـل روی ۲۵۰ نمونه صورت گرفت.

$$n = \frac{z_{\frac{\alpha}{2}}^{2} pq}{d^{2}} = \frac{(۱/۹۶ \times ۱/۹۶)(۰/۷ \times ۰/۳)}{۰/۰۶^{2}} = ۲۲۴$$ رابطهٔ ۱)

در این فرمول، $Z_{\frac{\alpha}{2}}^{2}$ مقدار نرمال استاندارد، pq واریانس پـارامتر دوجملـه‌ای، d مقـدار خطـای نسبی است.

روش تجزیه و تحلیل داده‌ها

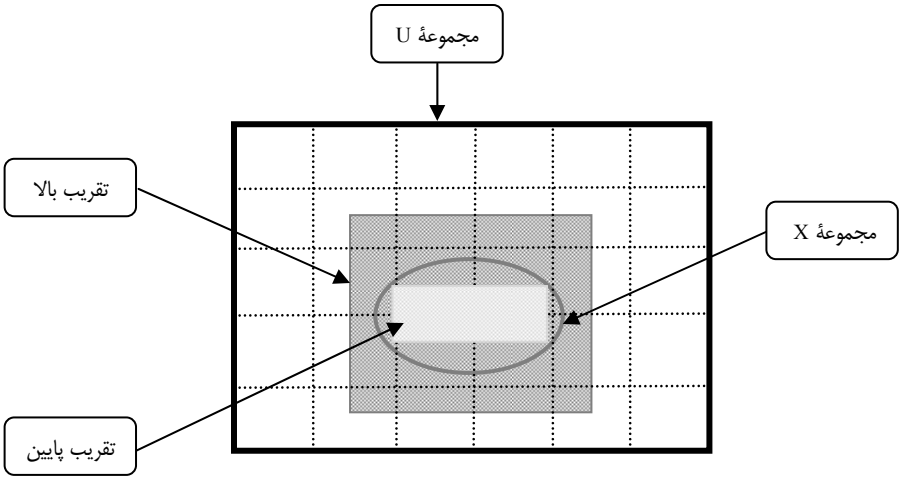
از آنجاکـه تحلیـل موضـوع بـا اسـتفاده از رویکردهـای جدیـد نظریـهٔ مجموعـهٔ راف و روش بسط‌داده‌شدهٔ فرایند سلسله‌مراتبی مبتنی‌بر نظریهٔ اعداد D انجام گرفته است، باید مفاهیم RST و D-AHP ارائه شود.

---

1. Net Promoter Score

نظریهٔ مجموعهٔ راف

زدیسلاو پاولاک، محقق لهستانی، نظریهٔ مجموعهٔ راف را در دههٔ ۱۹۸۰ پایه‌گذاری کرد. این نظریه ابزاری ریاضی برای پرداختن به عدم‌قطعیت و ابهام است. مزیت عمدهٔ RST این است که ابهام و عدم‌قطعیت را با استفاده از منطقهٔ مرزی به‌جای تابع عضویت بیان می‌کند. این نظریه در زمینهٔ حذف اطلاعات و دانش نامربوط یا مازاد بر نیاز از پایگاه‌های داده، استخراج الگوهای پنهان و ایجاد مجموعه‌ای از قوانین تصمیم‌گیری کاربرد دارد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از این روش برخلاف نظریهٔ مجموعهٔ فازی، نظریهٔ دمپستر- شافر و روش‌های آماری نیازی به اطلاعات اولیه- تابع عضویت در نظریهٔ مجموعهٔ فازی و توزیع احتمال در روش‌های آماری- برای تجزیه و تحلیل ندارد. RS یک تقریب رسمی از مجموعهٔ دقیق است که با دو تقریب پایین[1] و تقریب بالای[2] مجموعهٔ هدف نشان داده می‌شود (شکل ۱).



شکل ۱. نمایش مربوط به RST

فرض کنید یک سیستم اطلاعات به‌شکل $S = (U, A)$ تعریف شود و در آن $B \subseteq A$ و $X \subseteq U$ باشد، تقریب‌های مجموعه X با استفاده از اطلاعات موجود در مجموعهٔ صفت به‌صورت زیر تعریف می‌شود.

1. Lower Approximation
2. Upper Approximation

تقریب پایین شامل عناصری است که به‌یقین درون مجموعهٔ هدف قرار می‌گیرد و به‌صورت رابطهٔ ۲ تعریف می‌شود:

$$\underline{B}(X) = \{\{x|[x]_B \subseteq X\}\} \quad \text{رابطهٔ ۲)}$$

درصورتی‌که تقریب بالا عناصری را در برمی‌گیرد که احتمالاً به مجموعهٔ هدف تعلق دارند.

$$\overline{B}(X) = \{\{x|[x]_B \cap X \neq \emptyset\}\} \quad \text{رابطهٔ ۳)}$$

RS درصورتی معنا پیدا می‌کند که تفاوت بین تقریب بالا و تقریب پایین غیرتهی- تقریب بالا و پایین یکسان نباشد- باشد و به‌صورت رابطهٔ ۴ تعریف می‌شود:

$$BN_s(X) = \overline{B}(X) - \underline{B}(X) \quad \text{رابطهٔ ۴)}$$

در غیر این‌صورت، مجموعهٔ X براساس مجموعهٔ صفت B یک مجموعهٔ دقیق[1] تعریف می‌شود.

این نظریه در بسیاری از زمینه‌ها مانند پزشکی، داروشناسی، مهندسی، بانکداری، مالی و تحلیل بازار و دیگر زمینه‌ها کاربرد دارد. به منظور مروری جامع بر ادبیات مرتبط با کاربرد RST، پژوهش پاولاک برای مطالعه پیشنهاد می‌شود. همچنین، در سال‌های اخیر به استفاده از RST در بررسی مطالعات مشتری توجه فزاینده‌ای شده است که این امر در زمینهٔ مباحث مربوط به بررسی رضایت مشتری بیشتر به‌چشم می‌خورد (محمدی و شیخ، ۱۳۹۳؛ زهی، خو و زانگ، ۲۰۰۹ و گرکو، مترازو و اسلوینسکی، ۲۰۰۷).

نظریهٔ اعداد D

امروزه اطلاعات در جهان هستی متأثر از بسیاری از منابع عدم‌قطعیت است. در این زمینه، بسیاری از نظریه‌های موجود مانند نظریهٔ احتمال، نظریهٔ مجموعهٔ فازی (زاده، ۱۹۶۵)، نظریهٔ شهود دمپستر- شافر DS (دمپستر، ۱۹۶۷ و شافر، ۱۹۷۶) با هدف مدل‌سازی انواعی از عدم‌قطعیت توسعه داده شده‌اند. نظریهٔ DS به‌دلیل داشتن مزایای ذاتی در معرفی و نمایش اطلاعات غیرقطعی در بسیاری از زمینه‌ها مانند تجزیه و تحلیل تصمیم‌گیری، تشخیص الگو، ارزیابی ریسک، انتخاب تأمین‌کننده و... مطالعه و استفاده شده است. DS در بیان عدم‌قطعیت مزیت مهمی دارد (احتمال را به زیرمجموعه‌ای از چندین شیء تخصیص می‌دهد، نه به هریک از اشیا به‌صورت منحصربه‌فرد)، اما این نظریه عاری از هرگونه خطا و اشتباه نیست و با کمبودهایی

1. Crisp Set

همراه است؛ برای مثال، فرضیه‌ها و محدودیت‌های قوی چارچوب تشخیص و تخصیص احتمال اولیه موجب کاهش قابلیت‌های DS در زمینهٔ بیان اطلاعات قطعی شده‌اند.

بنابراین، به‌منظور رفع نواقص موجود در DS و افزایش قابلیت‌های آن در زمینهٔ بیان اطلاعات غیرقطعی، نظریهٔ جدید اعداد D ارائه شده است. دنگ این روش را در سال ۲۰۱۲ معرفی کرد که برای بیان انواع متفاوتی از عدم‌قطعیت مؤثر است (دنگ، هو و دنگ، ۲۰۱۴؛ محمدی و شیخ، ۱۳۹۴).

تعریف ۱. اگر Ω یک مجموعهٔ غیرتهی باشد:

$$\Omega = \{b_1, b_2, b_3, \dots, b_i, \dots, b_n\} \qquad b_i \in N^+$$

$$b_i \neq b_j \quad i \neq j \ \forall i,j = \{1, \dots, n\}$$

یک عدد D یک نگاشت به‌صورت زیر است:

$$D: \Omega \rightarrow [0,1]$$

رابطهٔ ۵)
$$\sum_{B \subseteq \Omega} D(B) \leq 1 \quad \text{and} \quad D(\emptyset) = 0$$

فرض کنید عدد D به‌صورت زیر باشد:

رابطهٔ ۶)
$$D(\{b_1\}) = v_1$$
$$D(\{b_2\}) = v_2$$
$$\dots \qquad \dots$$
$$D(\{b_i\}) = v_i$$
$$\dots \qquad \dots$$
$$D(\{b_n\}) = v_n$$

می‌توان نوشت:

$$D = \{(b_1, v_1), (b_2, v_2), \dots, (b_i, v_i), \dots, (b_n, v_n)\}$$

$$v_i > 0 \quad \text{and} \quad \sum_{i=1}^{n} v_i \leq 1$$

درصورتی‌که $\sum_{i=1}^{n} v_i = 1$ باشد، اطلاعات کامل است. درصورتی‌که $\sum_{i=1}^{n} v_i \leq 1$ باشد، اطلاعات ناقص است.

تعریف ۲. قانون ترکیب اعداد D:

اگر D_1 و D_2 دو عدد به‌شکل D باشد:

$$D_1 = \left\{\left(b_1^1, v_1^1\right), \dots, \left(b_i^1, v_i^1\right), \dots, (b_n^1, v_n^1)\right\}$$

$$D_2 = \left\{\left(b_1^2, v_1^2\right), \dots, \left(b_j^2, v_j^2\right), \dots, (b_m^2, v_m^2)\right\}$$

آنگاه رابطهٔ $D_1 \leftrightarrow D_2$ برقرار است:

تعریف ۳. درصورتی‌که عدد D به‌صورت زیر تعریف شود:

$$D = \left\{\left(b_1, v_1\right), \left(b_2, v_2\right), \dots, (b_i, v_i), \dots, (b_n, v_n)\right\}$$

$$I(D) = \sum_{i=1}^{n} b_i v_i \qquad \text{رابطهٔ ۷)}$$

$$b_i \in R \quad , \quad v_i > 0 \quad \text{and} \quad \sum_{i=1}^{n} v_i \leq 1$$

روش D-AHP (روش AHP توسعه‌یافته از طریق رابطهٔ ترجیحی تئوری اعداد D)

فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی یکی از جامع‌ترین فرایندهای طراحی‌شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است، زیرا با این روش امکان فرموله‌کردن مسئله به‌صورت سلسله‌مراتبی فراهم می‌شود. همچنین، امکان درنظرگرفتن معیارهای مختلف کمی و کیفی در مسئله وجود دارد. در این فرایند، گزینه‌های مختلفی در تصمیم‌گیری دخالت می‌کنند و امکان تحلیل حساسیت روی معیارها و زیرمعیارها وجود دارد. از مزایای دیگر این روش تصمیم‌گیری چندمعیاره، تعیین میزان سازگاری و ناسازگاری تصمیم است. همان‌طورکه پیش‌تر توضیح داده شد، این روش مزیت‌های شایان‌توجهی دارد که در زمان خود بسیاری از مسائل پیش روی تصمیم‌گیرندگان را در امور مختلف حل می‌کند، اما شرایط و به‌عبارت دیگر محیط تصمیم‌گیری از حالت ایستا به حالت پویا تغییر شکل داده است و نبود اطمینان به‌عنوان ویژگی بارز محیط، نقش قضاوت‌های ذهنی تصمیم‌گیرندگان را در فرایند تصمیم‌گیری برجسته‌تر کرده است. در سال‌های اخیر، از روش AHP کلاسیک به‌دلیل ناتوانی در ارائه و رسیدگی به داده‌های ذهنی غیرقطعی و نامشخص در قضاوت خبرگان انتقاد شده است. به‌طورکلی، روش AHP کلاسیک مبتنی‌بر ماتریس مقایسات زوجی معکوس است. ماتریس مقایسات زوجی معکوس یک رابطهٔ ترجیحی افزاینده برای نمایش رابطهٔ ترجیحی است. در ماتریس مقایسات زوجی معکوس، طیف امتیازدهی ۱ تا ۹ برای بیان رابطهٔ ترجیحی مناسب است (جدول ۲).

جدول ۲. طبقه‌بندی کمی و کیفی برای مقایسهٔ زوجی معیارها

تعریف	درجهٔ اهمیت
اهمیت یکسان	۱
اهمیت ضعیف	۳
اهمیت قوی	۵
اهمیت خیلی قوی	۷
اهمیت مطلق	۹
ارزش‌های بینابین در قضاوت‌ها	۲،۴،۶،۸

این طیف امتیازدهی برای بیان عدم‌قطعیت موجود در اطلاعات نادقیق و ناقص کارا نیست. ممکن است برخی از روش‌های بسط‌داده‌شدهٔ FAHP برای حل این مشکل تا حدی مفید باشند، اما درصورت ناقص‌بودن اطلاعات، روش‌های بسط‌داده‌شدهٔ FAHP عملکرد ضعیفی دارند. بنابراین، روش جدید AHP بسط‌داده‌شده مبتنی‌بر اعداد D برای حل مسائل پیچیدهٔ تصمیم‌گیری در شرایط نبود اطمینان پیشنهاد می‌شود.

در روش D-AHP، قضاوت خبرگان (تصمیم‌گیرندگان) از طریق رابطهٔ ترجیحی اعداد D بیان می‌شود. رابطهٔ ترجیحی اعداد D، بسط‌یافتهٔ رابطهٔ ترجیحی فازی است که در مقایسه با رابطهٔ ترجیحی فازی، قابلیت‌های مؤثرتری برای نمایش اطلاعات نامشخص دارد. اساس کار در این روش تلفیق و یکپارچگی اوزان در سطوح است. همان طورکه پیش‌تر اشاره شد، ماتریس رابطهٔ ترجیحی اعداد D، نمایش جدیدی از رابطهٔ ترجیحی است که به‌صورت زیر نمایش داده می‌شود. رابطهٔ ترجیحی اعداد D روی مجموعه‌ای از گزینه‌ها (A) از طریق ماتریس D:

رابطهٔ ۸)
$$R_D: A*A \rightarrow D$$

رابطهٔ ۹)
$$R_D = \begin{bmatrix} & A_1 & A_2 & \cdots & A_n \\ A_1 & D_{11} & D_{12} & \cdots & D_{1n} \\ A_2 & D_{12} & D_{22} & \cdots & D_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ A_n & D_{n1} & D_{n2} & \cdots & D_{nn} \end{bmatrix}$$

که در آن:

$$D_{ij} = \left\{\left(b_1^{ij}, v_1^{ij}\right), \left(b_2^{ij}, v_2^{ij}\right), \cdots, \left(b_m^{ij}, v_m^{ij}\right)\right\}$$

$$D_{ji} = \left\{\left(1 - b_1^{ij}, v_1^{ij}\right), \left(1 - b_2^{ij}, v_2^{ij}\right), \cdots, \left(1 - b_m^{ij}, v_m^{ij}\right)\right\}$$

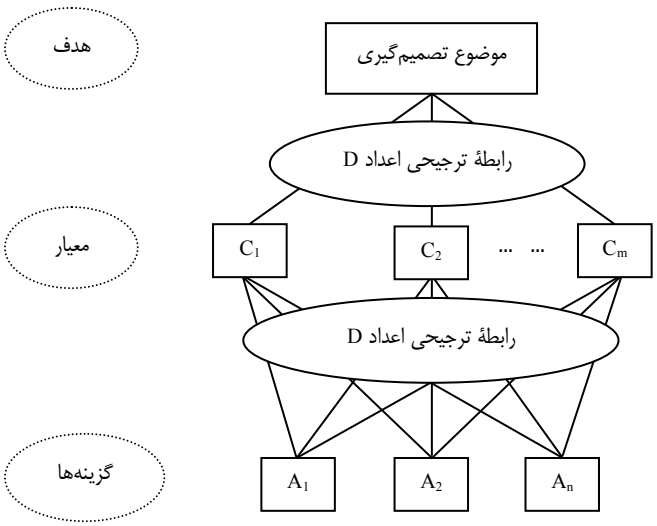
$$D_{ji} = \left\{\left(۱ - b_{۱}^{ij}, v_{۱}^{ij}\right), \left(۱ - b_{۲}^{ij}, v_{۲}^{ij}\right), \cdots, \left(۱ - b_{m}^{ij}, v_{m}^{ij}\right)\right\}$$

$$\forall i, j \in \left\{۱,۲,\cdots,n\right\} \quad b_{k}^{ij} \in \left[۰,۱\right] \quad \forall k \in \left\{۱,۲,\cdots,m\right\}$$

بدیهی است رابطهٔ ترجیح فازی کلاسیک می‌تواند به‌صورت رابطهٔ تـرجیح اعـداد D تعریـف شود.

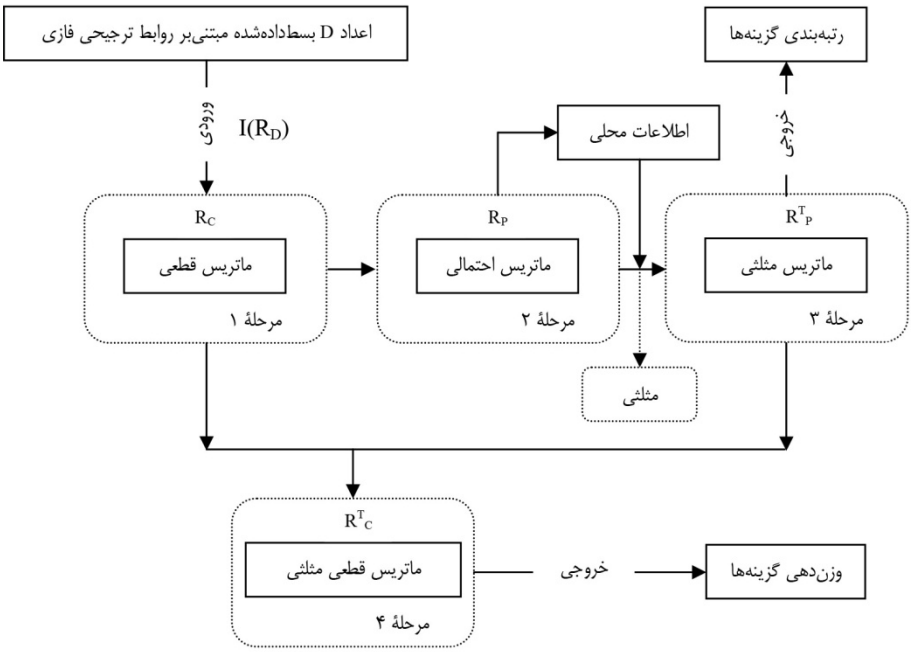
$$R_D = \begin{bmatrix} & A_1 & A_2 & \cdots & A_n \\ A_1 & \{(r_{11}, 1.0)\} & \{(r_{12}, 1.0)\} & \cdots & \{(r_{1n}, 1.0)\} \\ A_2 & \{(r_{12}, 1.0)\} & \{(r_{22}, 1.0)\} & \cdots & \{(r_{2n}, 1.0)\} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ A_n & \{(r_{1n}, 1.0)\} & \{(r_{n2}, 1.0)\} & \cdots & \{(r_{nn}, 1.0)\} \end{bmatrix} \quad \text{رابطهٔ ۱۰)}$$

ساختار سلسله‌مراتبی D-AHP در شکل ۲ نمایش داده می‌شود. این ساختار شامل سه سطح است. در سطح اول هدف، یعنی مسئلهٔ تصمیم‌گیری قرار دارد. معیارها و زیرمعیارها که جنبه‌های گوناگون مسئلهٔ تصمیم‌گیری را بیان می‌کنند در سطح دوم (سطح معیـار) قـرار دارنـد. در سـطح سوم (سطح گزینه‌ها)، چندین گزینه نسبت به این معیارها مقایسه و ارزیابی می‌شوند.



شکل ۲. ساختار سلسله‌مراتبی D-AHP

بعد از طراحی ساختار سلسله‌مراتب و به‌تبع آن مشخص‌شدن چارچوب پژوهش، نظرهای خبرگان مختلف جمع‌آوری شد، سپس یکپارچه‌سازی نظرها صورت گرفت. یکپارچه‌سازی نظرها، ایجاد توافق جمعی در زمینهٔ سه نوع فناوری پیش‌رو است که این کار با استفاده از روش ترکیبی AHP و نظریهٔ اعداد D (D-AHP) انجام گرفت. مراحل اجرایی روش D-AHP به‌طور خلاصه در شکل ۳ می‌آید.

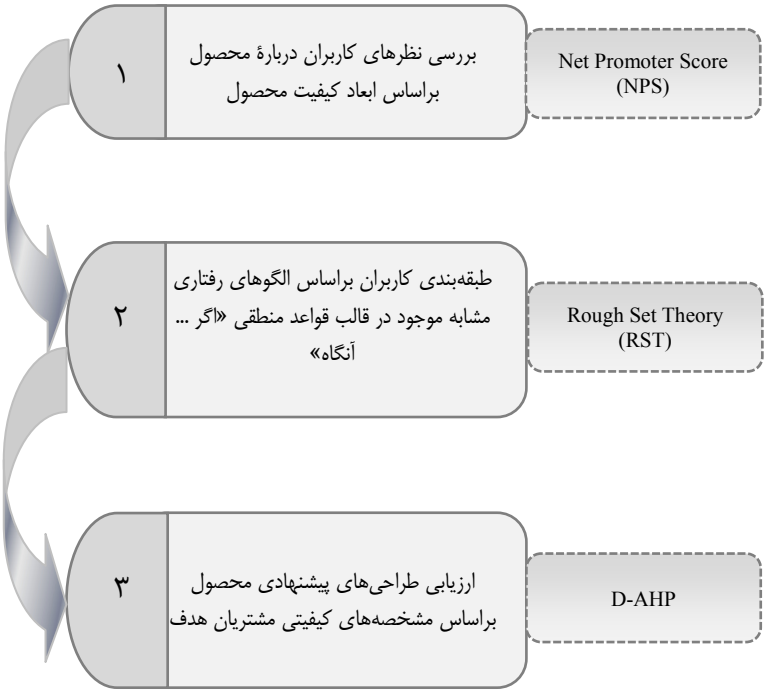


شکل ۳. چارچوب اجرایی روش D-AHP

مراحل روش تجزیه و تحلیل داده‌ها به دو بخش تقسیم می‌شود:

۱. ابتدا برای شناسایی الگوهای رفتاری کیفیتی غالب در بین مشتریان از نرم‌افزار Rosetta استفاده می‌شود. با استفاده از این نرم‌افزار، واقعیت‌های پنهان در داده‌ها کشف و به زبان طبیعی بیان می‌شود. ورودی این نرم‌افزار جدول داده‌هاست و خروجی این نرم‌افزار به شکل قوانین «اگر ... آنگاه ...» تعریف شده است.

۲. بعد از شناسایی الگوهای غالب، برای ارزیابی طرح محصول با توجه بـه شـرایط مشـتریان هدف از نظر کارشناسان کمک گرفته شده است. برای محاسبهٔ نتایج از نرم‌افـزار LINGO 11.0 استفاده می‌شود.



شکل ٤. مراحل انجام‌دادن تحقیق

یافته‌های پژوهش

براساس نتایج بررسی داده‌های جمع‌آوری‌شده، پاسخ دو پرسش مطرح‌شده در زیر می‌آید:

۱. الگوهای رفتاری کیفیتی با استفاده از نرم‌افزار Rosetta شناسایی می‌شوند. از بـین قواعـد استخراج‌شده، چهار قاعدهٔ پرتکرار به‌عنوان الگوهای غالب انتخاب شدند که نتایج آن در جدول ۲ آمد. این الگوها نشان می‌دهند در هر طبقه تصمیم نهایی مشـتریان در زمینـهٔ توصـیه‌کـردن یـا توصیه‌نکردن این محصول به دیگران از کدام بعد کیفیت محصول تأثیر می‌پذیرد.

جدول ۳. شناسایی الگوهای رفتار کیفیتی و طبقه‌بندی آن‌ها

	ابعاد کیفیت		طبقه‌بندی مشتریان			
			A_1	A_2	A_3	A_4
اگر	C_1	عملکرد	۹	۹	۱	۱
	C_2	قابلیت انطباق	۱	۹	۴	۱۰
	C_3	قابلیت اطمینان	۳	۱	۱۰	۹
	C_4	دوام	۴	۴	۱	۹
	C_5	سرویس‌دهی	۳	۹	۳	۳
	C_6	زیباشناسی	۲	۳	۱	۱۰
	C_7	کیفیت درک‌شده	۹	۹	۱	۹
آنگاه		متغیر تصمیم	۲-۱	۳	۱۰-۹	۱۰-۹

طبقهٔ اول: در این طبقه، نظر نهایی مشتریان درمورد محصول بیشتر تحت تأثیر ابعاد کیفیت قابلیت انطباق، قابلیت اطمینان، دوام، سرویس‌دهی و زیباشناسی است. میزان رشد و تأثیرگذاری تبلیغات توصیه‌ای منفی زیاد است؛ بنابراین، شرکت باید درصدد بازگشت آنها باشد تا از پیامدهای آن جلوگیری کند.

طبقهٔ دوم: این طبقه از مشتریان، بیشترین اهمیت را برای ابعاد قابلیت اطمینان، دوام و زیباشناسی قائل می‌شوند، زیرا تصمیم نهایی آن‌ها در زمینهٔ توصیهٔ محصول به دیگران تحت تأثیر وضعیت ادراک شده از این ابعاد است. مشتریان این طبقه از ابعاد عملکرد، قابلیت انطباق، سرویس‌دهی و کیفیت درک‌شده راضی هستند، ولی این ابعاد تأثیر مهمی بر رفتار مشتریان این طبقه نمی‌گذارند و برای این مشتریان اهمیت چندانی ندارند.

طبقهٔ سوم: بعد قابلیت اطمینان بیشترین اهمیت را در بین مشتریان این طبقه دارد. مشتریان با درنظرگرفتن شرایط این بعد، درمورد توصیهٔ محصول به دیگران تصمیم می‌گیرند. ویژگی ممتاز و برجستهٔ محصول از نظر آن‌ها ثبات در عملکرد در طول زمان استفاده از محصول است.

طبقهٔ چهارم: مشتریان طبقهٔ چهارم از ابعاد قابلیت اطمینان، قابلیت انطباق، دوام، زیباشناسی و کیفیت درک‌شده راضی‌اند. مشتریان این طبقه درنهایت مروج‌اند، تبلیغات توصیه‌ای مثبت دارند و منبع تبلیغاتی مؤثری برای شرکت محسوب می‌شوند. همچنین، ابعاد عملکرد و سرویس‌دهی تأثیری بر تصمیم نهایی مشتری ندارند.

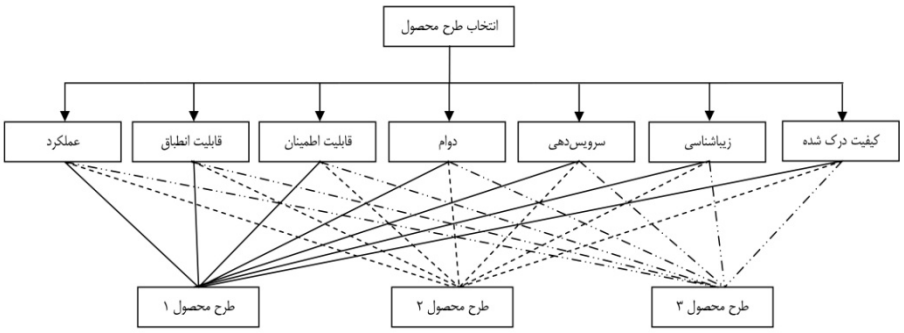
۲. این بخش از نتایج، با هدف ارزیابی طرح محصول با توجه به ویژگی‌های کیفیتی مشتریان هدف شکل گرفته است. اولویت‌بندی مشتریان براساس نظرهای کارشناسان و با استفاده از روش اعداد D انجام می‌گیرد. بعد از جمع‌آوری نظرهای کارشناسان و وزن‌دهی به معیارها، می‌توان

نتایج ارزیابی را با استفاده از رابطهٔ ۵ به فرم اعداد D نوشت و I_i (D) را بـرای هریـک از قواعـد محاسبه کرد (جدول ۴).

جدول ٤. رتبه‌بندی گزینه‌ها (گروه‌های کاربران)

Alternative	A_1	A_2	A_3	A_4
I_i (D)	۰/۱۴۲۸	۰/۱۴۵۸	۰/۱۵۳۲	۰/۱۵۲۴
Ranking	۴	۳	۱	۲

براساس نتایج دیدگاه کارشناسان، مشتریان گروه سوم، چهارم، دوم و اول به‌ترتیب بیشـترین اهمیت را دارند و سازمان باید سیاست‌های حفظ مشتریان خود را با درنظرگـرفتن شـرایط آن‌هـا تدوین و اجرا کند. توجه به مشتریان گروه سوم، خواسته‌های آنها را در راستای ارتقای کیفیتی مد نظر برآورده می‌کند و همچنین موجب افزایش رضایتمندی آنها نسبت به سایر گروه‌ها مـی‌شـود. درنتیجه، ارزیابی طرح محصول با توجه به الگوهای کیفیتی مشتریان گروه سوم انجام می‌گیرد. با توجه به توضیحات ارائه‌شده در روش D-AHP، ساختار سلسله‌مراتبـی انتخـاب طـرح محصـول براساس الگوهای رفتاری کیفیتی مشتریان هدف به‌صورت زیر تعریف می‌شود:



شکل ۵. ساختار سلسله‌مراتبی برای انتخاب طرح محصول

در ساختار سلسله‌مراتبی سه سطح وجـود دارد. سـطح اول، سـطح هـدف اسـت کـه در ایـن پژوهش انتخاب طرح محصول از بین سه طرح موجود (D_1، D_2، D_3) تعریف می‌شـود. در سـطح دوم، هفت معیار شامل عملکـرد (C_1)، قابلیـت انطبـاق (C_2)، قابلیـت اطمینـان (C_3)، دوام (C_4)، سرویس‌دهی (C_5)، زیباشناسی (C_6) و کیفیت درک‌شده (C_7) است. سه نوع طرح محصول مـورد

بررسی سطح سوم را تشکیل می‌دهند. رابطهٔ ترجیحی اعداد D برای تمام سطوح در نظر گرفته می‌شود؛ برای مثال، جدول ۵ روابط ترجیحی اعداد D را برای سطح معیار نشان می‌دهد. با استفاده از چارچوب اجرایی روش D-AHP، وزن مربوط به معیارها محاسبه می‌شود (λ: مقدار لاندا منعکس‌کنندهٔ اعتبار اطلاعات نگارندگان است. مقادیر وزن‌ها به پارامتر لاندا بستگی دارد و مقدار لاندا به قابلیت شناخت و آگاهی کارشناس بستگی دارد).

جدول ۵. رابطهٔ ترجیحی اعداد D برای سطح معیار

O	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7
C_1	{(۱و۰/۵)}	{(۱و۰/۸)}	{(۱و۰/۶۵)}	{(۱و۰/۷۵)}	{(۰/۷و۰/۴)}	{(۱و۰/۸۵)}	{(۰/۶و۰/۷)}
C_2	:	:	:	:	:	:	:
C_3	:	:	:	:	:	:	:
C_4	:	:	:	:	:	:	:
C_5	:	:	:	:	:	:	:
C_6	:	:	:	:	:	:	:
C_7	:	:	:	:	:	:	:

جدول ٦. وزن محاسبه‌شده برای سطح معیار نسبت به هدف

O	W_O	$W_O(\lambda = [\underline{\lambda}] = ۳)$	رتبه‌بندی
C_1	[۰/۳۰۹ و ۰/۱۴۳)	۰/۲۹۵	۱
C_2	[۰/۱۴۵ و ۰/۱۴۳)	۰/۱۴۵	۴
C_3	[۰/۲۵۵ و ۰/۱۴۳)	۰/۲۴۵	۲
C_4	[۰/۱۸۲ و ۰/۱۴۳)	۰/۱۷۹	۳
C_5	[۰/۱۰۹ و ۰/۱۴۳)	۰/۱۱۲	۵
C_6	[۰/۰۰۰ و ۰/۱۴۳)	۰/۰۱۲	۶
C_7	[۰/۰۰۰ و ۰/۱۴۳)	۰/۰۱۲	۶

با توجه به جدول ۶، ابعاد عملکرد، قابلیت اطمینان و قابلیت انطباق مهم‌ترین معیارها هستند. در مورد سطح سوم نیز رویه‌ای مشابه صورت می‌گیرد؛ به‌عبارت دیگر، پس از نوشتن ماتریس ترجیحی اعداد D برای این سطح با استفاده از گام‌های اجرایی در شکل ۳، مقادیر وزن‌ها برای هریک از انواع طرح محصول محاسبه می‌شود و براساس بیشترین مقدار طرح محصول مناسب

انتخاب می‌شود. با توجه به نتایج جدول ۶ و ۷، مناسب‌ترین طرح بعد از بررسی نظرهای کارشناسان سازمان طرح یک است.

جدول ۷. محاسبهٔ وزن طرح محصول

معیارها	انواع طرح محصول		
C_i	T_1	T_2	T_3
C_1	۰/۳۳۰	۰/۴۴۰	۰/۲۳۰
C_2	۰/۵۱۷	۰/۱۶۷	۰/۳۱۷
C_3	۰/۶۰۰	۰/۲۵۰	۰/۱۵۰
C_4	۰/۵۶۷	۰/۱۱۷	۰/۳۱۷
C_5	۰/۶۰۰	۰/۱۰۰	۰/۳۰۰
C_6	۰/۲۸۳	۰/۱۳۳	۰/۵۸۳
C_7	۰/۰۶۷	۰/۲۶۷	۰/۶۶۷
وزن‌دهی به طرح محصول	۰/۴۲۳	۰/۲۱۰	۰/۳۶۶
رتبه‌بندی طرح محصول	۱	۳	۲

نتیجه‌گیری

امروزه یکی از موضوعات درخور توجه سازمان‌ها، پاسخ به نیازهای پویا و منحصربه‌فرد مشتری است. با وقوع انقلاب کیفیت بعد از انقلاب صنعتی، تمرکز تولیدکنندگان به سمت بهبود مستمر سوق پیدا کرد که در این دوران، هدف تولیدکنندگان ارائهٔ محصولات باکیفیت با هزینهٔ کمتر بوده است. ارائهٔ محصولات باکیفیت در عصر انقلاب مشتری با هدف حفظ مشتریان لازم و ضروری است. در این پژوهش، برای پاسخگویی به نیازها و برآورده‌کردن انتظارات، روشی برای درک الگوهای رفتار کیفیتی و طراحی محصولات منطبق بر الگوهای کیفیتی پیشنهاد شده است. فعالیت‌های مرتبط با طراحی و انتخاب طرح نیازمند دانش تخصصی است و یک مسئلهٔ تصمیم‌گیری چندمعیاره مبتنی‌بر قضاوت‌های ذهنی کارشناسان است. اطلاعات از منابع عدم‌قطعیت تأثیر می‌پذیرند؛ بنابراین، محققان از مفاهیم نظریهٔ مجموعهٔ راف، نظریهٔ اعداد D به‌دلیل سازگاری با محیط عدم‌قطعیت استفاده کردند. ابتدا الگوهای رفتاری غالب در بین مشتریان با استفاده از روش RST شناسایی شد. بعد از طبقه‌بندی مشتریان، اولویت‌بندی گروه‌ها با استفاده از روش تصمیم‌گیری گروهی با عنوان نظریهٔ اعداد D انجام گرفت. نتایج پژوهش نشان می‌دهد گروه سوم اهمیت و اولویت بیشتری دارد. درنهایت، با استفاده از روش

بسط‌داده‌شدهٔ فرایند سلسله‌مراتبی مبتنی‌بر نظریهٔ اعداد D از بین طرح‌های محصول طرح یک که برآوردکنندهٔ انتظارات گروه سوم است، به‌عنوان طرح نهایی انتخاب شد. با توجه به نتایج ابعاد عملکرد، قابلیت اطمینان و قابلیت انطباق مهم‌ترین معیارها هستند. ونگ و سوهال (۲۰۰۳) بعد قابلیت اطمینان را یکی از ابعاد اثرگذار بر وفاداری مشتریان شناسایی کرده‌اند. همچنین، در پژوهش دیگری نتایج آزمون بعد قابلیت اطمینان نشان می‌دهد این بعد تأثیر بسزایی بر رضایت مشتریان و تبدیل آن‌ها به طرفداران متعصب و وفاداران مادام‌العمر دارد (حمیدی‌زاده و غمخواری، ۱۳۸۸). واوار (۱۹۹۷) قابلیت اطمینان را از متغیرهای مؤثر بر رضایتمندی معرفی کرده است.

پیشنهادها

پیشنهادهای کاربردی

به مدیر شرکت‌ها پیشنهاد می‌شود توجه بیشتری به مشتریان گروه سوم داشته باشد. توجه به مشتریان گروه سوم، خواسته‌های آنها را در راستای ارتقای کیفیتی مد نظر برآورده می‌کند و همچنین موجب افزایش رضایتمندی آنها نسبت به سایر گروه‌ها می‌شود. در رویکرد پیشنهادی، ابتدا طرح محصول مد نظر مشتری شناسایی می‌شود و سپس تولید انبوه صورت می‌گیرد. درنتیجه، به مدیران پیشنهاد می‌شود برنامه‌های تولیدی خود را مبتنی‌بر تولید کششی قرار دهند.

پیشنهادهای نظری

با توجه به اینکه اطلاعات در زمینهٔ طراحی محصول غیرقطعی است، به پژوهشگران آتی پیشنهاد می‌شود برای شناسایی و دسته‌بندی نیازهای مشتریان تحقیقاتی را با تلفیق نظریهٔ مجموعهٔ راف برتر و مهندسی کانسی انجام دهند. همچنین، پیشنهاد می‌شود در زمینهٔ توسعهٔ محصولات، تحقیقاتی با استفاده از روش Rough-Gray انجام گیرد. یکی از معیارهای مهم ارزیابی عملکرد در طراحی، خلاقیت اعمال‌شده در محصول است؛ بنابراین، به محققان آتی پیشنهاد می‌شود تحقیقاتی در زمینهٔ ارزیابی خلاقیت در طراحی محصول انجام دهند.

محدودیت‌ها

از جمله محدودیت‌های تحقیق، حجم نمونهٔ اندک است که قابلیت تعمیم‌پذیری آن را دشوار می‌کند. همچنین، پژوهشی وجود نداشته است که به‌طور مستقیم این موضوع را بررسی کرده باشد.

References

Abramovici, M. & Lindner, A. (2011). Providing product use knowledge for the design of improved product generations, *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, 60(1): 211- 214.

Aguwa, C. C., Monplaisir, L. & Turgut, O. (2012). Voice of the customer: Customer satisfaction ratio based analysis, *Expert Systems with Applications*, 39(11): 10112– 10119.

Asgharpour, M. J., Noorossana, R. & Nasiri, J. (2005). Prioritization of customer requirments using QFD, *International Journal of Industrial Engineering & Production Research*, 16(2): 21- 27.

Ayas, E. (2011). *Engineering quality feelings: Applications for products, service environments and work systems*, Royal Institute of Technology.

Besharati, B., Azarm, S. & Kannan, P. (2006). A decision support system for product design selection: A generalized purchase modeling approach, *Decision Support Systems*, 42(1): 333- 350.

Chan, L. K., Kao, H. & Wu, M. (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.

Chen, L. H. & Weng, M. C. (2006). An evaluation approach to engineering design in QFD processes using fuzzy goal programming models, *European Journal of Operational Research*, 172(1): 230- 248.

Deng, X., Hu, Y. & Deng, Y. (2014). Bridge condition assessment using D numbers, *The Scientific World Journal*, 2014: 11.

Deng, X., Hu, Y., Deng, Y. & Mahadevan, S. (2014). Supplier selection using AHP methodology extended by D numbers, *Expert Systems with Applications*, 41(1): 156- 167.

Deng, Y. (2012). D numbers: Theory and applications, *Journal of Information & Computational Science*, 9(9): 2421- 2428.

Gemser, G. & Leenders, M. (2001). How integrating industrial design in the product development process impacts on company performance, *Journal of Product Innovation Management*, 18(1): 28- 38.

Greco, S., Matarazzo, B. & Slowinski, R. (2007). Customer satisfaction analysis based on rough set approach, *Journal of Marketing*, 77(3): 325- 329.

Hamidzadeh, M. & Ghamkhari, S. (2009). Recognizing key factors for customer loyalty based on FRO, 13(52): 187- 210. *(In Persian)*

Hazrati Marangalou, H., Shahriari, H. & Nabatchiyan, M. R. (2015). Designing parameters and tolerances product based on Quality losses and analysis of variance simultaneously, *Engineering and Quality Management*, 4(2): 81-91. (*in Persian*)

Jiao, J. & Tseng, M. M. (1998). Fuzzy ranking for concept evaluation in configuration design for mass customization, *Concurrent Engineering: Research and Application*, 6(3): 189- 206.

Kahraman, C., Ertay, T. & Büyüközkan, G. (2006). A fuzzy optimization model for QFD planning process using analytic network approach, *European Journal of Operational Research*, 171(2): 390– 411.

Kotler, P. & Armstrong, G. (2006). Principles of marketing, 7th edition, Translated by: Forozandeh, B., Atropat, Esfehan. (*in Persian*)

Kwong, C., Chen, Y., Bai, H. & Chan, D. (2007). A methodology of determining aggregated importance of engineering characteristics in QFD, *Computers & Industrial Engineering*, 53(4): 667– 679.

Lockamy, A. & Khurana, A. (1995). Quality function deployment: Total quality management for new product design, *International Journal of Quality & Reliability Management*, 12(6): 73- 84.

Maddulapalli, A., Azarm, S. & Boyars, A. (2006). Sensitivity analysis for product design selection with an implicit value function, *European Journal of Operational Research*, 180(3): 1245– 1259.

Mohammadi, E. & Sheikh, R. (2012). Measure customer loyalty using net promoter score (Case study: Nokia and Sony Ericsson mobile phone), *1st Iranian Mobile Congress*, Sharif University of Technology-Center for Technology Studies, Tehran. (*in Persian*)

Mohammadi, E. & Sheikh, R. (2013). Analysis of halo effect of customers behavior using net promoter score (NPS) and rough set theory (RST) (Case study: Sony Ericsson mobile phone), *Quarterly Journal of Business Management*, 5(1): 119- 142. (*in Persian*)

Mohammadi, E. & Sheikh, R. (2014). Regulation and prediction of customer's behaviors based on rough set theory and selectability/ rejectability measures (Case study: Sony Ericsson mobile phones), *Journal of Business Management*, 6(1): 145- 166. (*in Persian*)

Mohammadi, E. & Sheikh, R. (2015). Customer classification and prioritize them in decision making using rough set theory and D number approach (Case study: Sony Ericsson mobile phone), *Journal of Business Management*, 7(1): 163- 185. *(In Persian)*

Mottaghi, H. & Rabbani, M. (2007). Product quality improvement by implying design of experiment (DOE) (Case study: On MgO-C brick in Pars factory), *Management Researches in Iran*, 11(55): 161- 179. (*in Persian*)

Njmy, M., Ebrahimi, M. & Kianfar, F. (2006). Prioritization of technical and engineering features of the model in QFD using fuzzy TOPSIS, *Industrial Engineering and Management*, 22(34): 3- 9. (*in Persian*)

Shen, X. X., Xie, M. & Tan, K. C. (2001). Listening to the future voice of the customer using fuzzy trend analysis in QFD, *Quality Engineering*, 13(3): 419- 425.

Sohn, S. Y. & Choi, I. S. (2001). Fuzzy QFD for supply chain management with reliability consideration, *Reliability Engineering & System Safety*, 72(3): 327-334.

Thurston, D. L. (1991). A formal method for subjective design evaluation with multiple attributes, *Research in Engineering Design*, 3(2): 105- 122.

Tsai, C. Y., Lo, C. C. & Chang, A. C. (2003). Using fuzzy QFD to enhance manufacturing strategic planning, *Journal of the Chinese Institute of Industrial Engineers*, 20(1): 33- 41.

Varva, T. (1997). *Improving your measurement of customer satisfaction*, ASQ Quality Press, Mil Waukee.

Vazifehdust, H. & Farokhian, S. (2009). Survey of customer satisfaction in Sanson product design by Kano model, *Journal of Marketing Management*, 4(7): 137-157. (*in Persian*)

Verganti, R. (2003). Design as brokering of languages: Innovation strategies in Italian firms, *Design Management Journal*, 14(3): 34- 42.

Wang, J. (1999). Fuzzy outranking approach to prioritize design requirements in quality function deployment, *International Journal of Production Research*, 37(4): 899- 916.

Wong, D. & Sohal, S. (2003). New empirical perspectives on brand loyalty: Implications for satisfaction strategy and equity canfield, *School of Management Working Paper Series*, S.W: 27- 95.

Zhai, L. Y., Khoo, L. P. & Zhong, Z. W. (2009). Design concept evaluation in product development using rough sets and grey relation analysis, *Expert Systems with Applications*, 36(3): 7072– 7079.

Zhaoling, L., Qisheng, G. & Dongling, Z. (2008). Product design on the basis of fuzzy quality function deployment, *Journal of Systems Engineering and Electronics*, 19(6): 1165- 1170.