

انتخاب پیکره‌بندی محصول لپ‌تاپ با ترکیب روش‌های Fuzzy ANP و ELECTRE-TOPSIS

جلال رضایی نور^{۱*}، ناهید فرزانه منش^۲، حسین عموزاد خلیلی^۳

۱. دانشیار گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه قم

۲. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشگاه قم

۳. استادیار گروه مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نوشهر

(تاریخ دریافت: ۹۴/۰۹/۰۴، تاریخ دریافت روایت اصلاح‌شده: ۹۵/۰۸/۲۷، تاریخ تصویب: ۹۵/۰۹/۱۳)

چکیده

انتخاب یک محصول، با توجه به ویژگی‌های کاربردی آن صورت می‌گیرد. در بازار رقابتی کنونی، محصولی پایدار می‌ماند و به حیات خود ادامه می‌دهد که علاوه بر قیمت مناسب و کیفیت خوب، نوآوری‌هایی مطابق با سلیقه مشتری داشته باشد. برای جلب رضایت مشتری باید ویژگی‌های محصول را بهبود بخشید. در این پژوهش، با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، به ارزیابی آلترناتیو‌هایی از محصول لپ‌تاپ پرداختیم، ابتدا ویژگی‌های برجسته برای انتخاب لپ‌تاپ از دید مشتری در قالب یک پرسشنامه جمع‌آوری شد و مشتریان به این ویژگی‌ها براساس نظر شخصی خود اولویت دادند. سپس در حل مسئله، به روش فرایند تحلیل شبکه فازی، به معیارهایی شامل وزن محصول، قیمت و مدت شارژدهی آن وزن داده شد (این معیارها با پرسش از فروشندگان به دست آمد). با روش الکتراه-تاپسیس، آلترناتیوها رتبه‌بندی شدند و بهترین آلترناتیو پیشنهاد داده شد. در راستای بهبود پیکره‌بندی و رضایت مشتری، شاخص قیمت و بعد از آن داشتن ویژگی‌های اصلی در سطح مطلوب، مهم‌ترین عامل‌ها شناخته شدند. خروجی‌های این پژوهش، بر بهینه‌کردن قیمت محصول با توجه به عامل کیفیت تأکید دارد تا تولیدکنندگان علاوه بر حفظ سهم بازار، در جهت جلب رضایت مشتری نیز گام بردارند. طبیعی است خروجی‌های این تحقیق، هم برای تولیدکنندگان لپ‌تاپ و هم برای مشتریان آن کاربردی و قابل‌استفاده است.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی محصول، پیکره‌بندی محصول، رویکرد الکتراه-تاپسیس، فرایند تحلیل شبکه فازی.

مقدمه

با توجه به کاربردی که از محصول انتظار دارد، پیکره‌بندی و سطح مورد نیاز از عملکرد محصول را مشخص می‌کند. به‌طور معمول، مشتریان از نیاز ابتدایی خود از یک محصول آگاهی دارند، اما عقیده‌ای درباره پیکره‌بندی محصول ندارند که پیشنهاد دهند [۱] یا اینکه نمی‌توانند نیاز خود را به‌طور واضح و مشخص بیان کنند یا بعد از خرید محصول، از برخی از ویژگی‌هایی که مدنظرشان نبوده است، اما خواهان آن ویژگی‌ها هستند، آگاهی می‌یابند [۲]. این موارد نشان می‌دهد ضروری است متناسب با نیازهای مشتری، محصولی متناسب با پیکره‌بندی مناسب به روش علمی انتخاب شود. تمامی طرح‌ها و پیکره‌بندی‌ها باید اولویت‌هایی را که محصول برای مشتری دارد، در نظر داشته باشند. پیش از ایجاد یک پیکره‌بندی و طرح جدید باید خواسته‌ها و پیشنهادها را در نظر مشتری را در طرح وارد کرد. این موضوع برای سازمان مزیت رقابتی ایجاد می‌کند و موجب رضایت

به‌طور معمول در انتخاب یک محصول، ویژگی‌های بارز و ماندگاری، کیفیت، هزینه و طول عمر آن نقش دارد. هر قدر کیفیت یک محصول مناسب‌تر و هزینه آن کمتر باشد، احتمال انتخاب آن بیشتر است. از طرفی در خرید محصول به برند آن نیز توجه می‌شود، زیرا نام تجاری محصول، حکایت از اعتبار و کارایی آن دارد. امروزه شرکتی قادر به بقا در عرصه رقابت است که علاوه بر حفظ مشتریان موجود، مشتریان جدید را نیز جذب کند. شرکت‌هایی که براساس سلیقه مشتریان و با در نظر گرفتن اولویت‌های مشتری، محصول را سفارشی می‌کنند و تنوع محصول را افزایش می‌دهند، مشتریان بیشتری جذب می‌کنند و در عرصه رقابت جایگاه بهتری می‌یابند. مشتری با توجه به نیازی که از محصول دارد، محصول مورد نظرش را با ویژگی‌هایی که خواهان آن است، انتخاب می‌کند. طبیعی است که مشتری

کسب و کار (از جمله حسابداری)، آموزش، استفاده از امکانات ارتباطی، سرگرمی و بازی و... است. هر کاربر با توجه به نیازش ویژگی‌های خاصی را مدنظر قرار می‌دهد؛ برای مثال، کاربرانی که برای سرگرمی از این محصول استفاده می‌کنند، به گرافیک و سرعت آن اهمیت می‌دهند و کسانی که نرم‌افزارهای تخصصی حوزه فعالیت خود را اجرا می‌کنند، به حافظه داخلی، پردازنده و... توجه دارند. در هر صورت، لپ‌تاپ باید دارای ویژگی‌های حداقلی باشد تا یک کاربر عادی بتواند از آن استفاده کند. آیتم‌هایی که یک لپ‌تاپ باید داشته باشد، شامل پردازنده، حافظه رم، حافظه، کارت گرافیک، باتری، آداپتور، دوربین، وای‌فای، بلوتوث، سی‌دی درایور و... است. برخی از ویژگی‌ها باید حتماً وجود داشته باشند، مانند باتری، آداپتور، پردازنده، کارت حافظه و کارت گرافیک، اما سطح و کیفیت آن با توجه به کاربرد و درخواست مشتری متفاوت است. انتخاب لپ‌تاپ، به نظر خود مشتری و هزینه‌ای که می‌خواهد پرداخت کند، بستگی دارد. البته برخی از مشتری‌ها خواهان انتخاب محصولی بالاتر از حد نیاز و کاربرد خود هستند و گروهی به دلیل هزینه سنگین برخی مدل‌ها با کارایی بالا، کامپیوتر را به علت قیمت پایین‌تر ترجیح می‌دهند.

در این تحقیق، موارد مهم پیکره‌بندی لپ‌تاپ برای کاربر مدنظر قرار می‌گیرد و با پیشنهاد بهترین پیکره‌بندی، به شرکت‌های سازنده کمک می‌شود تا به‌طور مناسب تصمیم‌گیری کنند. ادامه مقاله در بخش پیشینه پژوهش، به مرور ادبیات گذشته در زمینه کاربرد روش‌های تصمیم‌گیری برای انتخاب پیکره‌بندی محصول می‌پردازد. در بخش روش تحقیق، روند کلی حل مسئله نمایش داده می‌شود و درباره هر یک از تکنیک‌های مورد استفاده برای جمع‌آوری داده‌های مختلف، وزن‌دهی معیارها و بررسی اولویت گزینه‌ها بحث‌هایی انجام می‌گیرد. بخش تجزیه و تحلیل داده‌ها، به روش حل مسئله برای لپ‌تاپ و انتخاب پیکره‌بندی آن به صورت گام‌به‌گام می‌پردازد. در انتها، یافته‌ها و نتایج تحقیق و پیشنهادها برای تحقیقات آتی ارائه می‌شوند.

مشتری می‌شود. در واقع، برای پاسخ به خواسته‌های در حال تغییر مشتری، آگاهی از احساسات و اولویت‌های او برای توسعه محصول، ضروری‌تر از پیش شده است [۳]. برای پاسخگویی به این محیط متغیر، با توجه به تمامی موارد ذکر شده باید یک پیکربندی بهینه انتخاب شود؛ بنابراین، هدف بهینه‌سازی پیکربندی محصول، تولید محصولات سفارشی‌شده با حداقل قیمت است؛ در حالی که موجب رضایت مشتری شود. پیکربندی محصول، ابزاری برای ارتقای آن و کسب سود دوطرفه برای کمپانی‌ها و مشتری‌ها به‌شمار می‌رود [۴]، [۵]. با توجه به اینکه اولویت‌های مشتری اغلب ذهنی هستند و با عدد بیان نمی‌شوند، بهتر است از منطق و مجموعه اعداد فازی برای بیان اندازه‌ها و نسبت‌ها- که روشی رایج است- استفاده شود [۶]، [۷].

در محصولی مانند لپ‌تاپ، مجموعه‌ای از نیازهای ابتدایی وجود دارد که وجود آن‌ها برای محصول ضروری است و نبود آن‌ها موجب ناکارایی محصول می‌شود (مانند پردازنده، رم و...) که مدل و سطح کیفی آن‌ها متفاوت است، اما ممکن است تعدادی ویژگی جانبی نیز علاوه‌بر ویژگی‌های اصلی در لپ‌تاپ وجود داشته باشد (مانند دوربین، بلوتوث، پورت USB 3.0 و...). این ویژگی‌های جانبی، برای جذب مشتریان بیشتر به محصول اضافه شده‌اند و به تبع آن هزینه محصول را افزایش داده‌اند، اما محصولی سهم بیشتری در بازار به‌دست خواهد آورد که علاوه‌بر ویژگی‌های اصلی و سطح مطلوب آن‌ها و ویژگی‌های جانبی که به‌مرور جزء ملزومات و ویژگی‌های اصلی می‌شوند، دارای قیمت، سطح دسترسی و خدمات مناسب پس از فروش باشد. با توجه به پیشرفت فناوری در محصولاتمانند گوشی‌های هوشمند و تبلت، تولیدکنندگان لپ‌تاپ باید به ویژگی‌های این محصولات نیز توجه کنند که در برخی از موارد، کارایی برابر با لپ‌تاپ دارند. لپ‌تاپ‌های مختلف، در طرح و اندازه و رنگ‌های متعدد در بازار وجود دارند. این لپ‌تاپ‌ها در بازارهای ایران شامل برندهای مختلفی مانند SONY، ASUS، APPLE، DELL، LENOVO، ACER و... می‌شوند. بیشتر کاربران لپ‌تاپ را می‌توان دانش‌آموزان، دانشجویان و محققان دانست. اهداف مختلفی برای استفاده از لپ‌تاپ وجود دارد که شامل کار با نرم‌افزارهای تخصصی، امور محاسباتی و

پیشینه پژوهش

رفع نیازمندی‌های فردی مشتری، از طریق تغییر پیکربندی محصول امکان‌پذیر است. در زمینه پیکربندی محصول همراه با تغییر نسبی در مشخصات پیکره، تحقیقات اندکی وجود دارد. بیشتر پژوهش‌های موجود، به بررسی اولویت‌های مشتریان می‌پردازند و براساس آن، پیشنهادهایی را برای طراحی مطرح می‌کنند و توجه ناچیزی به تغییر پیکره‌بندی و سفارشی‌سازی محصول دارند. محققان در [۵] و [۶] یک مدل شبکه عصبی فازی بر مبنای داده‌های پرسشنامه مشتری با گروه‌های سنی متفاوت ارائه دادند تا اولویت‌های مشتری را درباره طراحی مؤثر صندلی مطالعه کنند. این مطالعه، طراحان را در رسیدن به نتیجه مطلوب یاری می‌کند. در [۷] یک سیستم استنباط فازی برای معرفی مدل اولویت‌های مشتری برای طراحی مؤثر تلفن همراه پیشنهاد شد. این روش، در مقایسه با رویکرد شبکه‌های عصبی نتایج بهتری را به دست آورده بود. همچنین باید بیان شود که شبکه‌های عصبی، این محدودیت را دارند که دلایل روشنی برای طراحی مشخص نمی‌سازند. از این رو، مدل‌هایی که در جهت رضایت و برآورده کردن اولویت‌های مشتری ارائه شده‌اند، بیشتر به کار می‌روند. یک رویکرد ترکیبی از AHP, KM با DEMATEL برای مشارکت اولویت‌ها و انتظارات مشتری در فرایند تصمیم‌گیری ارزیابی محصول در [۸] پیشنهاد شد. نویسنده در انتها به روش DEMATEL ارتباطات میان خواسته‌های مشتری و ویژگی‌های محصول را شناسایی و ایده‌های جدید را در تولید محصول نسل بعد آشکار کرد که نتیجه، ایجاد تغییراتی در طراحی محصول بود. هدف مقاله [۹] اندازه‌گیری کارایی نسبی با استفاده از رویکرد دورگه fuzzy AHP و DEA (Data Envelopment Analysis) بر مبنای عملکرد و اولویت‌های مشتری برای الگوگیری کیفی خدمات در بخش موبایل بود. نویسنده متغیرهای مختلف را شناسایی و مدل را بر مبنای آن‌ها آماده کرد. [۱۰] نیز از DEA برای اندازه‌گیری رضایت مشتری برای محصول موبایل استفاده کرد. رویکرد رگرسیون فازی یکپارچه با ضریب همبستگی فازی مثلثی نامتقارن، برای معرفی ارتباط میان اولویت‌های مشتری و کاراکترهای مهندسی در [۱۱]، [۱۲]، [۱۳] به کار گرفته شد و نتیجه

همبستگی میان آن‌ها را- که با ترتیب‌آوردن اولویت‌های مشتری در طراحی و پیکربندی محصول موجب استقبال بیشتر مشتری از محصول بود- بازگو کرد.

ارتباط میان رضایت مشتری و فاکتورهای ورودی کلیدی مانند تجربه کیفیت محصول، سطح هزینه خدمات، سطح هزینه مکالمه و سطح رضایت در محصول موبایل، در [۱۴] بررسی شد. [۱۵] به اهمیت اولویت‌های ویژگی‌های تلفن همراه و ارتباط آن با رضایت مشتری و تمایل به خرید مجدد از میان مردان جوان توجه نشان داد. البته محقق برای جامع کردن اطلاعات و کاربرد نتایج پژوهش می‌بایست نیم دیگر جامعه یعنی بانوان را نیز در نظر می‌گرفت. [۱۶] روشی برای شناسایی بهترین گزینه‌های محصول برای مشتری‌های خاص با هدف افزایش رضایت مشتری پیشنهاد کرد. روش او شامل مراحل مختلف شبیه ارزیابی محصول، اولویت‌بندی ویژگی‌ها، در نظر گرفتن اولویت مشتری و انتخاب محصول است. روش پیشنهاد شده، انتخاب بهترین گزینه را با در نظر گرفتن اطلاعات مبهم برای مشتری با به‌کاربردن تکنیک‌های منطق فازی ممکن می‌سازد و در نتیجه، پس از در نظر گرفتن ویژگی‌های مناسب، در جهت افزایش رضایت مشتری با تعداد محدودی مشتری، بهترین آلترناتیو را انتخاب می‌کند.

مسئله پیکربندی محصول، به‌عنوان یک برنامه‌ریزی عدد صحیح با هدف افزایش درجه تعامل مشتری-مهندسی در [۱۷] مدل‌سازی شد. نتیجه، نشانگر ضرورت تعامل و بازنگری‌هایی در زمینه پیکربندی محصول با مشارکت مشتری‌ها بود. [۱۸] مدل‌های فازی، برای پیکربندی یک محصول و راه‌حل بهینه‌ای را با استفاده از فرمول‌های مسئله کارای p-median پیشنهاد کرد. محقق، گزینه‌های انتخابی برای پیکربندی را در چند سناریو توزیع کرد. این گزینه‌ها علاوه‌بر تغییر و استفاده از مدل‌های موجود، شامل طراحی‌های فیزیکی جدید نیز هستند. در نهایت، بهترین سناریو جست‌وجو شد و انتخاب محصول مطلوب با توجه به نیاز و ایده‌آل مشتری صورت گرفت. [۱۹] به پیکربندی محصول آنلاین به دلیل اینکه مشتری را قادر به مشخص کردن اولویت‌های فردی خود می‌کند، توجه نشان داد. [۲۰] یک سیستم منطقی پیکربندی خانوادگی محصول را برای شناسایی الگوهای مشترک از یک مجموعه

برطرف کردن ابهام‌های موجود در عقاید آن‌ها وجود نداشته است) یا روش خوبی برای رتبه‌بندی محصول‌ها نداشته‌اند. بیشتر مقالات در این حیطه، در زمینه طراحی مکانیکی-مهندسی و ایجاد محصولی تقریباً متفاوت با محصول قبلی هستند که در حیطه مسائل تصمیم‌گیری و موضوع این پژوهش به آن‌ها پرداخته نشده است.

در این پژوهش، از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره استفاده می‌شود. تفاوت این پژوهش با دیگر تحقیقات در این است که از نظر متخصصان، به صورت فازی استفاده شده است، زیرا علاوه بر وارد کردن متغیرهای کلامی و تبدیل آن‌ها به عدد، وابستگی بین معیارها را نیز در نظر گرفته است. مزیت دیگری که برای این تحقیق می‌توان نام برد، استفاده هم‌زمان از دو روش الکترو تاپسیس است که روش الکترو تاپسیس را به وجود می‌آورد که برای استفاده به وسیله روش تاپسیس و به دست آوردن جواب نهایی بهتر، مطلوب است.

روش پژوهش

در ابتدا با یک شکل، روند کلی حل مسئله نشان داده شده است (شکل ۱). بعد از انتخاب محصول، به جست‌وجو در مورد ویژگی‌های مورد نیاز این محصول پرداخته می‌شود. در گام دوم، این ویژگی‌ها از طریق گفت‌وگو با فروشندگان و سایت‌های مرتبط استخراج شد. با بررسی و گفت‌وگو با بیش از ده سایت و فروشنده مربوط، ویژگی‌های بارزی که در محصول وجود دارد و کارایی و کیفیت محصول را مشخص می‌کند و عموماً خریداران در مورد آن سؤال می‌کنند، تعیین شد (جدول ۲). این کار به این صورت بود که ویژگی‌هایی که از طریق هر سایت و فروشنده به دست می‌آمد ثبت می‌شد و در نهایت ویژگی‌هایی که بیشترین اشاره به آن‌ها شده بود، به عنوان ویژگی مورد نظر انتخاب شد (بیشترین تلاش برای اینکه بتوان بیشتر ویژگی‌ها را حفظ کرد تا استناد به نتایج حاصل از آن در گام‌های بعدی مقبول باشد، صورت گرفت). به وسیله یک پرسشنامه، از ۵۰ نفر از کاربران این محصول که به طور تصادفی انتخاب شدند، درباره اولویت‌های مورد نظرشان سؤال شد و آن‌ها مطابق نظر خود و کاربردی که این محصول برای آن‌ها داشت، به پرسش‌ها پاسخ دادند. پاسخگویان از اқشار

از محصولات موجود شبیه پیشنهاد کرد. این سیستم، انواع مشتری‌ها و محصول‌ها را در نظر گرفت و براساس نیازهای مختلف الگوهایی را مطرح ساخت. [۲۱] چارچوبی اطلاعاتی از مشتری‌های یکپارچه برای طراحی پیکربندی با استفاده از یک دستور نموداری و الگوهایی برای واحدها مطابق با نوع محصول پیشنهاد کرد. [۲۲] و [۲۳] در زمینه شناسایی ارتباط میان اولویت‌های کاربران و تلفن‌های موبایل و اجزای طراحی آن‌ها، بررسی‌هایی را انجام دادند. محققان تعداد اندکی از انواع تلفن همراه را با نظر چند مشتری آزمودند و سرانجام با تحلیل نتایج، ترکیب بهترین گزینه‌ها را در ساختار محصول پیشنهاد دادند. [۲۴] با استفاده از رویکرد داده‌کاوی، برای بهینه‌سازی پیکربندی تلفن همراه و افزایش سود شرکت‌ها، حوزه مهمی در فرمول‌سازی محصول پیشنهاد کرد. در تحقیق حساسیت مشتری به هزینه بیان شد که این مسئله باید در طراحی و تصمیم‌گیری‌های مربوط لحاظ شود. همچنین مجموعه‌ای از محصولات را در یک سبد قرار داد که علاوه بر حفظ بازار و سلاقی گوناگون مشتریان، منافعی برای تولیدکننده و رضایت مشتری به همراه داشته باشد. یک رویکرد سیستماتیک بر مبنای اولویت‌های مشتری برای کنترل مشکلات طراحی محصول در [۴] پیشنهاد شد. سپس نویسنده بهترین آلترناتیو را با ارزیابی هریک از آن‌ها با توجه به نیازمندی‌های مشتریان انتخاب کرد. این پژوهش، از روش‌های AHP و تاپسیس تعدیل‌شده برای رتبه‌بندی و انتخاب بهترین آلترناتیو استفاده کرد. نتایج پژوهش، اهمیت قیمت محصول را بازگو کرد و نیاز به اصلاح وزنی را نیز با توجه به بهترین آلترناتیو انتخابی و پیروی از تغییر دیدگاه مشتری طی زمان که برای ایجاد فرایند برد-برد بین تولیدکننده و مشتری لازم است، بیان کرد (خلاصه‌ای از مقاله‌های ذکر شده در جدول ۱ آمده است).

رویکردهای پیشنهادشده رتبه‌بندی با استفاده از نظرهای مشتری‌ها، از لحاظ اجرایی و نتایج مناسب به نظر می‌رسند، اما بیشتر این پژوهش‌ها حیطه‌های خاصی از محصولات را ارزیابی کردند، مانند تلفن، صدلی و... مورد قابل ذکر دیگر در این مقاله‌ها آن است که بیشتر پژوهش‌ها، یا از نظر مشتری‌ها و اولویت‌های آن‌ها در انتخاب محصول استفاده نکرده‌اند (اگر هم استفاده شده، رویکردی برای

از میان پرتفردارترین برندها و اندازه‌های مورد نظر مشتریان، به جمع‌آوری اطلاعات و داده‌های برندهای انتخاب‌شده در بازار ایران انجام گرفت. این اطلاعات، از سایت‌های مرتبط و فروشندگان تهیه شد و اطلاعات جمع‌آوری‌شده یکپارچه شد. از طرفی با مصاحبه و گفت‌وگو با متخصصان و فروشندگان، به‌طور کلی چهار معیار وزن محصول، هزینه، زمان شارژدهی باتری و شاخص بهره‌مندی ویژگی‌ها برای هر آلترناتیو بررسی شد (این معیارها بیشترین تأثیر را در خرید محصول با توجه به بررسی بیشتر درخواست‌ها داشت). درنهایت، یک جدول از داده‌ها که تمامی ویژگی‌ها به‌همراه معیارها در آن ثبت شده است، به‌دست آمد.

مختلف بودند و بیشتر از دامنه‌ای که آشنایی بیشتری با این محصول داشتند، انتخاب شدند. پرسشنامه‌ها به‌صورت تصادفی بین برخی از دانشجویان رشته‌های مختلف، استادان و نیز بین کاربران شبکه‌های اجتماعی توزیع شد. جدول ۳ فرم پرسشنامه را نشان می‌دهد.

در گام سوم، نتایج پرسشنامه تحلیل شد و درصد اولویت‌های ویژگی‌ها مطابق نظر کاربران مشخص شد. از این درصد اولویت‌ها، وزن مورد نظر برای شاخص بهره‌مندی ویژگی‌ها استخراج شد. پرتفردارترین اندازه و برند محبوب هر پاسخگو براساس هزینه متناسب با آن و در حدود میانگین به‌دست‌آمده از تحلیل پرسشنامه مشخص شد. محاسبه میانگین هزینه، با توجه به تمامی هزینه‌های گفته‌شده به‌وسیله پاسخگویان صورت گرفت. در گام چهارم،

جدول ۱. مروری بر پیشینه پژوهش

نویسنده	سال	نوع روش / ابزار مورد استفاده	نوع محصول یا عامل مورد بررسی
Sabin	۱۹۹۸	شبکه‌های ارتباطی آنلاین	ارائه چارچوبی برای حل مسائل پیکربندی
Siddique	۲۰۰۱	پیکربندی خانوادگی و شناسایی الگوهای شبیه	-
Chuang	۲۰۰۱	ارتباط میان کاربران و محصول و اجزای طراحی	موبایل
Park	۲۰۰۴	شبکه عصبی فازی	صندلی
Chen	۲۰۰۴	رگرسیون فازی یکپارچه‌شده	ارتباط اولویت‌های مشتری و کاراکترهای مهندسی
Han	۲۰۰۴	ارتباط میان کاربران و محصول و اجزای طراحی	موبایل
Goode	۲۰۰۵	ارتباط میان رضایت مشتری و فاکتورهای کلیدی	موبایل
Chen	۲۰۰۵	رگرسیون فازی یکپارچه‌شده	ارتباط اولویت‌های مشتری و کاراکترهای مهندسی
Wang	۲۰۰۵	برنامه‌ریزی عدد صحیح	بررسی تعامل مشتری-مهندسی
Siddique	۲۰۰۵	تشکیل چارچوب اطلاعاتی و نمودار و شناسایی الگوها	استفاده از اینترنت و ترسیم سه‌بعدی مدل
Fung	۲۰۰۶	رگرسیون فازی یکپارچه‌شده	ارتباط اولویت‌های مشتری و کاراکترهای مهندسی
Lin	۲۰۰۷	سیستم استنباط فازی	تلفن
Tucker	۲۰۰۸	داده‌کاوی	موبایل
Kwong	۲۰۰۹	شبکه عصبی فازی	صندلی
Ostrosi	۲۰۱۰	P-median	صندلی
Haverila	۲۰۱۱	بررسی اهمیت اولویت‌ها	موبایل
Barajas	۲۰۱۱	منطق فازی (ارزیابی محصول، اولویت‌بندی ویژگی‌ها)	لپ‌تاپ
Bayraktar	۲۰۱۲	DEA	موبایل
Sanjay	۲۰۱۳	AHP, modified TOPSIS	موبایل
Wang	۲۰۱۳	AHP, DEMATEL	Smart pads
Kumar	۲۰۱۵	Fuzzy AHP, DEA	موبایل

می‌شود. برای محاسبه ماتریس هماهنگ، از مجموعه هماهنگ استفاده می‌شود و برای محاسبه ماتریس ناهماهنگ، مجموعه ناهماهنگ به کار گرفته می‌شود (رابطه ۴ و ۵)؛ یعنی ماتریس هماهنگ به‌عنوان مجموعه ایده‌آل و ماتریس ناهماهنگ به‌عنوان مجموعه جواب‌های بدترین به‌کار می‌روند تا فاصله هر آلترناتیو به روش تاپسیس در ادامه محاسبه شود. در روش تاپسیس، با استفاده از مقادیر دو ماتریسی که از قبل به‌دست آمده است و مقادیر ماکزیمم و مینیمم‌های به‌دست‌آمده، فاصله محاسبه می‌شود (رابطه ۶ و ۷). پس از آن، نزدیکی نسبی هر آلترناتیو محاسبه می‌شود.



شکل ۱. چارچوب کلی پژوهش

گام پنجم به حل مسئله می‌پردازد. برای معیارها با در نظر گرفتن وابستگی معیارها به هم، از روش وزن‌دهی ANP استفاده شد. به‌دلیل استفاده از نظرهای فروشندگان و تجارب آن‌ها در این زمینه، روش ANP فازی (فازی مثلثی) برای بیان آن‌ها به‌کار گرفته شد. انواع مختلفی از تابع عضویت پیشنهاد شد، اما تابع عضویت مثلثی، یکی از پرکاربردترین توابع به‌شمار می‌رود، زیرا عملی و کاربردی است [۱۶]. متغیرهای زبانی مورد استفاده فروشندگان، براساس بازه‌های جدول ۴ تعبیر شدند.

پس از به‌دست‌آوردن وزن‌ها، مقادیر به‌دست‌آمده برای هر معیار را دفازی می‌کنیم (رابطه ۱). با به‌دست‌آوردن وزن‌های نهایی معیارها، جدول داده‌ها (مطابق با ماتریس تصمیم، جدول ۵) به‌دست می‌آید و مقادیر نرمال و نرمال وزن‌دار به‌وسیله رابطه‌های ۲ و ۳ محاسبه می‌شوند. سپس مسئله به روش الکترو-تاپسیس، حل و بهترین آلترناتیوها مشخص می‌شوند. با توجه به داشتن معیارهای مثبت و منفی (متعارض و نامتعارض) استفاده از روش الکترو-تاپسیس که این خصیصه را با هم در نظر می‌گیرد، مناسب به‌نظر می‌رسد. مراحل روش به این صورت است که پس از به‌دست‌آوردن ماتریس هماهنگ و ناهماهنگ از روش الکترو-تاپسیس به مراحل به روش تاپسیس حل خواهد شد. علت ترکیب روش الکترو-تاپسیس در این است که در روش تاپسیس، از جداول هماهنگ (موزون) برای محاسبات استفاده نمی‌شود. به همین دلیل، از روش الکترو-تاپسیس برای ایجاد جداول هماهنگ استفاده کردیم. استفاده از روش الکترو-تاپسیس در ترکیب با تاپسیس، جداول مورد استفاده در روش تاپسیس را قوی‌تر می‌کند.

برای تشکیل ماتریس هماهنگ و ناهماهنگ، ابتدا باید مجموعه هماهنگ و ناهماهنگ تعریف شود. در مجموعه هماهنگ (توافق)، تمامی زوج‌های آلترناتیوها مقایسه می‌شوند و آلترناتیوی که در معیار مساعد بزرگ‌تر و در معیار نامساعد کوچک‌تر باشد، انتخاب می‌شود و در مجموعه ناهماهنگ (نرسیدن به توافق)، تمامی زوج‌های آلترناتیوها مقایسه می‌شوند و آلترناتیوی که در معیار مساعد کوچک‌تر و در معیار نامساعد بزرگ‌تر است، انتخاب

جدول ۲. ویژگی‌های انتخابی

ویژگی	متغیر اختصاص داده‌شده	ویژگی	متغیر اختصاص داده‌شده
گرافیک	$X_1 \leq 4G$	حافظه	$X_9 < 500G$
Cpu	$X_2 = \text{CORE i3}$	صفحه‌نمایش لمسی	$500 \leq X_{10} < 1T$
	$X_3 = \text{CORE i5}$		$X_{11} \geq 1T$
	$X_4 = \text{CORE i7}$		X_{12}
رم	$X_5 \leq 4G$	وزن محصول	X_{13}
	$X_6 = 6G$	قیمت	X_{14}
	$X_7 = 8G$	زمان شارژدهی باتری	X_{15}
	$X_8 \geq 12G$	ضمانت	X_{16}

جدول ۳. پرسشنامه مشتری

مشتری گرامی، لطفاً مطابق با اولویت‌ها و درجه اهمیت ویژگی‌ها برای خود به گزینه‌های زیر رتبه دهید (رتبه ۱ یک بیشترین اهمیت، رتبه ۵ کمترین اهمیت کمترین و...).

نام: _____ سن: _____ شغل: _____ دانشجو مدیرعامل کارمند محقق سایر

۱. به کدام ویژگی‌ها در لپ‌تاپ بیشتر اهمیت می‌دهید؟ براساس اولویت‌های خود امتیاز دهید.
 گرافیک CPU رم حافظه باتری وزن ضمانت صفحه‌نمایش لمسی

۲. کدام اندازه صفحه را بیشتر می‌پسندید؟ (اندازه‌ها به اینج است)
 ۱۳ ۱۴ ۱۵ mini laptop

۳. کدام برند را بیشتر می‌پسندید؟
 اپل سونی ایسوز لنوو اچ‌پی دل ایسر

۴. بیشترین هزینه‌ای که تمایل به پرداخت آن دارید، چقدر است؟ (قیمت به تومان)
 ۱،۵۰۰،۰۰۰ ۲،۰۰۰،۰۰۰ ۲،۵۰۰،۰۰۰ ۳،۰۰۰،۰۰۰ ۳،۵۰۰،۰۰۰ بیشتر از ۳،۵۰۰،۰۰۰

۵. تمایلات و نظرها:

جدول ۴. مقیاس تبدیل متغیرهای زبانی به اعداد فازی

اهمیت کم	(۰، ۱، ۲)
اهمیت متوسط	(۲، ۳، ۴)
اهمیت زیاد	(۴، ۵، ۶)
اهمیت بسیار زیاد	(۶، ۷، ۸)
اهمیت شدید	(۸، ۹، ۱۰)
مقادیر میانه	(۱، ۲، ۳)، (۳، ۴، ۵)، (۵، ۶، ۷)، (۷، ۸، ۹)

این جدول، از ترکیب یک نمودار فازی از [۲۵] و جدول فازی از [۲۶] به دست آمده است.

$$D_{ke} = \frac{C_{j \in J_{ke}^{\max}} |V_{kj} - V_{ej}|}{\max_{j \in J} |V_{kj} - V_{ej}|} \quad (5)$$

یعنی همان شاخص رتبه‌بندی آلترناتیو به دست می‌آید (رابطه ۸).

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (F_{ij} - F_j^+)^2} \quad (6)$$

$$\text{Defuzzy} = \frac{1 + 4m + n}{6} \quad (1)$$

$$\text{Normalized value} : R_{ij} = \frac{y_{ij}}{\sum_{i=1}^m y_{ij}} \quad (2)$$

$$\text{Weighted matrix} : V = R \times W \quad (3)$$

$$C_{ke} = \sum_{j \in S_{ke}} w_j \quad (4)$$

داده‌های جمع‌آوری شده از پرسشنامه در جدول ۶ وارد شدند. نتایج تحلیل سؤالات ۲ و ۳ به ترتیب در شکل‌های ۲ و ۳ نشان داده شده است. سپس در تحلیل داده‌ها تصمیم گرفته شد که گزینه‌هایی با درصد بالا برای محدود کردن حیطه بررسی در نظر گرفته شود؛ برای مثال، گزینه لپ‌تاپ‌های کوچک حذف شد و تنها دو برند تولیدی محصول بررسی شد. اثر فاکتور سن نیز بررسی و مشاهده شد که سن تأثیر چندانی بر اولویت‌های انتخابی ندارد. میانگین قیمتی که از نتایج حاصل شد، $26,000,000 R$ بود (از اینجا به بعد، به اختصار هزینه را بدون چهار صفر پایانی و R که واحد پول ایران است، یعنی 2600 بیان می‌کنیم). یک ماتریس برای نمایش دادن موجود بودن یا نبودن ویژگی‌ها در محصول مفروض $(X_{21} - X_{12})$ ایجاد شد؛ به گونه‌ای که اگر یک ویژگی در محصول در دسترس باشد، آن را با عدد ۱ و در غیر این صورت با ۰ که نشان‌دهنده نبود آن ویژگی خاص در محصول است، نمایش می‌دهیم. این ماتریس به ماتریس باینری شباهت دارد (جدول ۷). همچنین این ماتریس، 208 آلترناتیو از دو برند محبوب‌تر و سه سایز انتخابی را دارد. تمامی اطلاعات این لپ‌تاپ‌ها از سایت‌های مربوط به فروش محصول از داخل ایران و خارج از آن به دست آمده است. ویژگی ضمانت حذف شده است، زیرا این ویژگی سبب تغییر قیمت می‌شود و نیز یکی از ویژگی‌های خرید از نمایندگی‌ها ضمانت است و بیشتر لپ‌تاپ‌ها دارای ضمانت هستند. پس از حذف ویژگی ضمانت، وزن آن به نسبت برابر بین گزینه‌های دیگر تقسیم شد.

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (F_{ij} - F_j^-)^2} \quad (7)$$

$$P_i = \frac{D_i^-}{D_i^+ + D_i^-} \quad (8)$$

تجزیه و تحلیل داده‌ها

در مرحله اول طراحی پیکربندی باید معیارهای مختلف محصول از دیدگاه مشتری جست‌وجو شود. معیارهای محصول را می‌توان از بازارهایی که محصول دارد، به دست آورد. در این پژوهش، لپ‌تاپ به‌عنوان نمونه در نظر گرفته شده است. پرسشنامه مشتری برای به دست آوردن اولویت‌های مشتری طراحی شده است. پرسشنامه برای شناسایی مهم‌ترین ویژگی‌ها با جمع‌آوری منسجم دیدگاه مشتری استفاده شد و داده‌های جمع‌آوری شده، به تشخیص اولویت‌های مشتری - که با تحلیل آن‌ها به دست می‌آید - کمک کرد. بهترین ویژگی‌های لپ‌تاپ، به وسیله گفت‌وگو و بحث با تاجران و خرده‌فروشان لپ‌تاپ شناسایی شد و هشت ویژگی خاص که در انتخاب محصول مؤثر بودند، مشخص شدند. این ویژگی‌ها گرافیک، رم، حافظه، باتری، وزن، ضمانت، صفحه‌نمایش لمسی و CPU هستند که در جدول ۲ نشان داده شده‌اند (ویژگی‌های دیگر مانند دوربین، وای‌فای، بلوتوث و... تأثیر زیادی در انتخاب محصول ندارند و افراد آن‌ها را جزء ویژگی‌هایی که یک محصول باید داشته باشد، می‌دانند). پنجاه پاسخگو پرسشنامه را تکمیل کردند (جدول ۳). نتایج تحلیل پرسشنامه، وزن هریک از ویژگی‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۵. ماتریس تصمیم در روش MCDM

معیارها					گزینه‌ها
C_n	C_{n-1}	...	C_2	C_1	
W_n	W_{n-1}	...	W_2	W_1	
y_{1n}	$y_{1,n-1}$	...	y_{12}	y_{11}	A_1
y_{2n}	$y_{2,n-1}$	...	y_{22}	y_{12}	A_2
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
$y_{m-1,n}$	$y_{m-1,n-1}$	...	$y_{m-1,2}$	$y_{m-1,1}$	A_{m-1}
y_{mn}	$y_{m,n-1}$	...	y_{m2}	y_{m1}	A_m

منبع: [۲۷]

وزن‌های به‌کاررفته در اینجا، از تقسیم وزن آیت‌م مورد نظر بین زیرشاخه‌های آن به‌دست آمده است. این تقسیم به‌گونه‌ای صورت گرفته است که مورد بهتر وزن بیشتری به خود بگیرد؛ برای مثال، حافظه ۷۵۰ از ۵۰۰ وزن بیشتری دارد. مجموع وزن زیرشاخه‌ها با وزن شاخهٔ مربوط برابری می‌کند؛ برای نمونه، CPU از سه قسمت X_2 ، X_3 و X_4 تشکیل شده است که وزن CPU بین این سه آیت‌م تقسیم شده است. در این مرحله باید وزن چهار معیار هزینه، وزن، زمان شارژدهی و بهره‌مندی از ویژگی‌ها محاسبه شود؛ البته با این پیش‌فرض که دو معیار هزینه و وزن نامطلوب هستند. نظرهای فروشندگان را با توجه به تجربهٔ فروشی که دارند، جمع‌آوری می‌کنیم و با فرض اینکه فقط معیارها به هم وابستگی دارند، برای محاسبهٔ وزن معیارها از روش ANP-Fuzzy بهره می‌گیریم. نتایج در جدول ۸ و ۹ مشاهده می‌شود. پس از به‌دست‌آوردن وزن‌ها، داده‌ها را نرمال و وزن‌دار می‌کنیم (با توجه به رابطهٔ ۲ و ۳) و به کمک آن، ماتریس هم‌هنگ و ناهم‌هنگ محاسبه می‌شود (مطابق توضیحات قبل). نتایج در جداول ۱۰ تا ۱۲ آمده است.

پس از بررسی و گفت‌وگو با فروشندگان و مشتریان، معیارهای ارزیابی از دیدگاه مشتری مشخص شد. این معیارها وزن، هزینه و زمان شارژدهی باتری بودند، اما معیار دیگری نیز باید به این مجموعه اضافه می‌شد که ویژگی‌های محصول را نیز دربرداشته باشد. این معیار، بهره‌مندی از ویژگی‌ها (Utility of Features, UOF) نام گرفت؛ یعنی هر گزینه چه میزان از ویژگی‌های ذکرشده و اولویت‌داده‌شدهٔ هر مشتری را دربردارد [۲۸].

معیار بهره‌مندی از ویژگی‌ها، مطابق رابطهٔ (۹) و براساس وزن‌های به‌دست‌آمده از اولویت‌های مشتریان محاسبه می‌شود.

(۹)

$$UOF = \frac{\sum_{n=1}^N h_n x_n}{\sum_{n=1}^N h_n} \quad n=1, 2, \dots, (N=12)$$

برای مثال:

$$UOF(A1) = ((4/4) * .115 + 1 * .04474 + 0 * .0641 + 0 * .0831 + 1 * .0172 + 0 * .0344 + 0 * .0516 + 0 * .0668 + 1 * .03961 + 0 * .0566 + 0 * .7378 + 0 * .081) / (.115 + .04474 + .0641 + .0831 + .0172 + .0344 + .0516 + .0668 + .03961 + .0566 + .07378 + .081) = .331$$

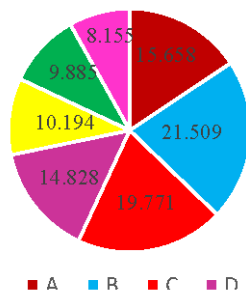
جدول ۶. نتایج حاصل از پرسشنامهٔ مشتری

ویژگی	کاربر	گرافیک	CPU	رم	حافظه	باتری	ضمانت	صفحهٔ لمسی	وزن
۱	۸	۳	۲	۵	۴	۷	۶	۱	
۲	۵	۲	۴	۱	۷	۶	۸	۳	
۳	۵	۱	۲	۴	۶	۷	۸	۳	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	
۴۹	۴	۲	۳	۱	۵	۸	۷	۶	
۵۰	۴	۱	۳	۵	۸	۷	۶	۲	
جمع	۲۳۸	۱۳۸	۱۵۵	۱۵۶	۲۳۸	۳۳۴	۳۵۷	۱۶۷	
وزن ویژگی	۰/۱۰۴	۰/۱۸۱	۰/۱۶۱	۰/۱۵۹	۰/۱۰۱	۰/۱۴۹	۰/۰۷۴	۰/۰۷۱	

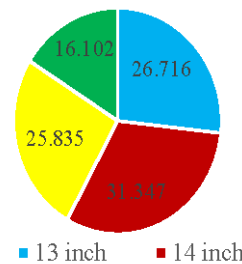
جدول ۷. داده‌های مربوط به لپ‌تاپ‌های مورد بررسی

ویژگی	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}	X_{13}	X_{14}	T
گزینه															
A1	۴	۱	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۲/۷	۲/۶۲۰	۶/۸
A2	۲	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۲/۶۹	۳/۸۰۰	۷/۲
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
A207	۲	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۲/۳	۱/۸۸۰	۸
A208	۲	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۱	۰	۲/۳	۲/۳۸۰	۸

(گرافیک 2G، رم 4G، حافظه 500G و پردازنده i3). گزینه‌های بعدی، گزینه‌هایی هستند که بهترین ویژگی‌ها را دارند؛ برای مثال، رتبه دوم دارای بهترین ویژگی‌ها و به نسبت آن قیمت معقول در مقایسه با گزینه‌های مشابه است. تولیدکننده محصول رتبه اول می‌تواند با در نظر گرفتن ویژگی‌های بهتر و ثابت نگه داشتن وزن، قیمت محصول را کمی بیشتر کند؛ برای نمونه، تا ۲۰۰۰ که کمتر از ۲۶۰۰ قیمت (میانگین حاصل از تحلیل نتایج پرسشنامه) است، اما در ازای آن، سطح کیفی محصول را بهتر کند. این نکته، از گزینه مربوط به رتبه دوم به‌طور کامل نمایان است که داشتن وزن مناسب و پیکربندی ویژگی‌ها در سطحی با کارایی بالا، قابلیت آن را دارد که جزء انتخاب مشتری‌ها باشد؛ به این شرط که محصول قیمت مناسبی داشته باشد؛ بنابراین، با کمی تغییر در پیکربندی محصول می‌توان رضایت مشتری را از محصول افزایش داد.



شکل ۳. درصد نتایج برند دلخواه



شکل ۲. درصد نتایج سایز دلخواه

جدول ۸. مقایسه معیارها براساس هدف مسئله

معیارها	وزن	هزینه	زمان شارژدهی	UOF
هدف مسئله	(۳، ۴/۵، ۶)	(۳، ۵، ۷)	(۲/۸، ۴/۳، ۵/۹)	(۳/۵، ۵، ۶/۵)

جدول ۹. مبنای مقایسه‌های زوجی بین معیارها

معیارها	وزن	هزینه	زمان شارژدهی	UOF
وزن	-	(۰/۲۹، ۰/۴، ۰/۶۷)	(۰/۴، ۱/۴، ۲/۴)	(۰/۴۴، ۰/۷۷، ۳/۳)
هزینه	(۱/۷، ۲/۷، ۳/۷)	-	(۲، ۳، ۴)	(۱، ۲، ۳)
زمان شارژدهی	(۰/۴۲، ۰/۷۱، ۲/۵)	(۰/۲۵، ۰/۳۴، ۰/۵)	-	(۰/۴، ۰/۶۷، ۲)
UOF	(۰/۳، ۱/۳، ۲/۳)	(۰/۳۳، ۰/۵، ۱)	(۰/۵، ۱/۵، ۲/۵)	-

حال از ماتریس هماهنگ مقادیر ماکزیمم، f^+ (شاخص‌های مطلوب را دربردارد) و از ماتریس ناهماهنگ مقادیر مینیمم، f^- (معادل مقادیر نامطلوب) استخراج می‌شود. ادامه مراحل به روش تاپسیس به‌دست می‌آید؛ یعنی با استفاده از مقادیر دو ماتریس و مقادیر ماکزیمم و مینیمم‌های به‌دست‌آمده، فاصله هر آلترناتیو محاسبه می‌شود (رابطه ۶ و ۷). پس از آن، نزدیکی نسبی هر آلترناتیو محاسبه می‌شود (رابطه ۸)؛ یعنی همان شاخص رتبه‌بندی آلترناتیوها به‌دست می‌آید. نتایج در جدول ۱۳ نشان داده شده است. رتبه‌بندی نهایی آلترناتیوها، با توجه به شاخص نزدیکی نسبی در جدول ۱۴ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، گزینه برتر گزینه‌ای است که از لحاظ هزینه در کمترین سطح (۱۱۰۰)، میزان شارژدهی باتری متوسط است، وزن کمی بالاتر از میانه ولی معقول است و از نظر داشتن ویژگی‌ها، حداقل‌ها را دارد.

جدول ۱۰. ماتریس تصمیم نرمال وزن دار مثال مورد استفاده

گزینه‌ها	معیارها			
	وزن	هزینه	زمان شارژدهی	UOF
	۰/۱۸	۰/۴۵	۰/۱۵	۰/۲۲
A1	۰/۰۱۴۵۹۴	۰/۰۲۷۴۶۴	۰/۰۰۹۱۲	۰/۳۹۹۴۴۷
A2	۰/۰۱۴۵۴	۰/۰۳۹۸۳۴	۰/۰۰۹۶۵۶	۰/۴۲۷۶۶۲
A3	۰/۰۱۰۲۷	۰/۰۳۵۴۱	۰/۰۱۰۵۹۵	۰/۲۴۰۳۵۱
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
A207	۰/۰۱۲۴۳۲	۰/۰۱۹۷۰۷	۰/۰۱۰۷۲۹	۰/۳۹۲۱۷۵
A208	۰/۰۱۲۴۳۲	۰/۰۲۴۹۴۹	۰/۰۱۰۷۲۹	۰/۴۹۰۶۹۱

جدول ۱۱. ماتریس هم‌هنگ

گزینه‌ها	A ₁	A ₂	....	A ₂₀₇	A ₂₀₈
A ₁	-	۰/۴۵	....	۰/۲۲	۰
A ₂	۰/۵۵	-	....	۰/۲۲	۰
⋮	⋮	⋮	-	⋮	⋮
A ₂₀₇	۰/۷۸	۰/۷۸	....	-	۰/۷۸
A ₂₀₈	۱	۱	....	۰/۵۵	-

جدول ۱۲. ماتریس ناهم‌هنگ

گزینه‌ها	A ₁	A ₂	....	A ₂₀₇	A ₂₀₈
A ₁	-	۰/۰۷۴	....	۱	۱
A ₂	۱	-	....	۱	۱
⋮	⋮	⋮	-	⋮	⋮
A ₂₀₇	۰/۰۳۱	۰/۰۵۸	....	-	۰/۶۲
A ₂₀₈	۰	۰	....	۱	-

جدول ۱۳. نتایج D_i^+ , D_i^- و P_i

گزینه‌ها	D_i^+	D_i^-	P_i
A ₁	۱۰/۳۷۹۱۳	۱۲/۰۱۸۸۲	۰/۵۳۹۰۱
A ₂	۱۰/۴۰۸۰۶	۱۳/۵۷۷۶	۰/۵۶۶۰۷۱
A ₃	۸/۹۳۱۷۷۷	۱۳/۶۵۴۰۳	۰/۵۷۹۱۳۲
⋮	⋮	⋮	⋮
A ₂₀₆	۴/۸۹۱۸۳	۶/۳۱۸۹۳	۰/۵۶۳۶۴
A ₂₀₇	۵/۲۹۵۶۵	۸/۱۷۳۳۶	۰/۶۰۶۸۲
A ₂₀₈	۵/۸۸۷۵۴	۹/۹۶۹۷۱	۰/۶۲۸۷۱

جدول ۱۴. ماتریس رتبه‌بندی شده نهایی

رتبه	P_i	معیارها			
		UOF	زمان شارژدهی	هزینه	وزن
		۰/۲۲	۰/۱۵	۰/۴۵	۰/۱۸
۱	۰/۶۹۴۵۵	۰/۲۷۳	۸	۱۱۰۰	۲/۱
۲	۰/۶۹۰۲۲	۰/۵۶۶	۹/۸	۵۵۴۹	۱/۴
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
۲۰۶	۰/۴۲۸۵۶	۰/۴۶۶	۸	۱۶۹۰	۲/۳
۲۰۷	۰/۳۸۳۰۰	۰/۳۲۵	۷	۱۰۸۰	۲/۳
۲۰۸	۰/۲۴۵۹۱	۰/۳۵۱	۷	۲۲۰۰	۲/۲

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

انتخاب پیکربندی محصول مطابق سلیقه و اولویت‌های مشتری، مسئله‌ای مهم است که صرفه‌های اقتصادی و مزیت رقابتی قوی برای شرکت‌های تولیدی ایجاد می‌کند. انتخاب پیکربندی، علاوه بر کمک به تولیدکننده موجب جذب مشتری بیشتر و کسب رضایت مشتری می‌شود. در این پژوهش، با جمع‌آوری نظرهای مشتری‌های بالقوه و احتمالی لپ‌تاپ از طریق پرسشنامه، ویژگی‌های مهم برای کاربران شناسایی شد و با توجه به اطلاعات به‌دست‌آمده از فروشندگان، چهار معیار برای بررسی لپ‌تاپ از دو برند مختلف با ۲۰۸ گزینه برای بررسی استخراج شد. با اجرای روش Fuzzy-ANP وابستگی بین معیارها و هدف مسئله، بررسی و وزن مربوط به معیارها محاسبه شد؛ استفاده از نظر متخصصان و فروشندگان به صورت فازی و تبدیل متغیرهای زبانی به اعداد، از محاسن این تحقیق به‌شمار می‌رود. سپس با رویکرد ELECTRE-TOPSIS رتبه‌بندی آلترناتیوها انجام گرفت؛ به‌گونه‌ای که از جداول هم‌هنگ و ناهم‌هنگ روش الکترا برای به‌دست‌آوردن نتایج هم‌هنگ‌تر با روش تاپسیس استفاده شد و انتخاب بهترین گزینه با این روش صورت گرفت.

غیریکنواخت بودن روند رتبه‌بندی، از مزایای رویکرد پیشنهادی تحقیق بود، زیرا همان‌طور که در رتبه‌بندی نهایی مشخص شد، همه معیارها با توجه به گزینه‌ها در این روش، بررسی و گزینه‌های مناسب انتخاب شدند. از نتایج چنین برآورد شد که قیمت و پس از آن بهره‌مندی از ویژگی‌هایی مانند رم، حافظه و...، فاکتورهای مهمی در انتخاب محصول هستند. ویژگی‌های بهترین رتبه‌گویی این موضوع بود که یک شرکت با ارتقای سطح کاربردی ویژگی‌های محصول و پایین نگه داشتن قیمت خود، جزء انتخاب‌های مشتریان قرار می‌گیرد. در پژوهش‌های بعدی می‌توان فقط این دو معیار را در برندهای مختلف بررسی کرد تا یک نتیجه میانگین از این دو معیار به‌دست‌آید و حد متعادلی برای آن‌ها، برای تولید محصول در نظر گرفته شود. روش‌های دیگری مانند الکترا-ویکورا، ویکورا... را نیز که فرایند رتبه‌بندی را انجام دهند، می‌توان در پژوهش‌های آتی به‌کار گرفت. علاوه بر موارد ذکرشده می‌توان این روش را با توجه به ایجاد حالت برد-برد بین مشتری و تولیدکننده و در نظر گرفتن منافع هر دو ذی‌نفع، برای محصولات دیگر نیز استفاده کرد.

مراجع

1. Ho, T.H. and Tang, C.S. (1998). "Product Variety Management: Research Advance", *Kluwer Academic*, Boston, MA.
2. Shao, X.Y., Wang, Z.H., Li, P.G. and Feng, X.J. (2006). "Integrating data mining and rough set for customer group-based discovery of product configuration rules", *International Journal of Production Research*, Vol. 44, No. 14, PP. 2789–2811.
3. Matzler, K. and Hinterhuber, H.H. (1998). "How to make product development projects more successful by integrating Kano's model of customer satisfaction into quality function deployment", *Technovation*, Vol. 18, No. 1, PP. 25–38.
4. Gangurde, S.R. and Akarte, M.M. (2013). "Customer preference oriented product design using AHP-modified TOPSIS approach", *BIJ, Emerald Group Publisher*, Vol. 20, No. 4, PP. 549–564.
5. Park, J. and Han, S.H. (2004). "A fuzzy rule-based approach to modeling affective user satisfaction towards office chair design", *International Journal of Industrial Ergonomics*, Vol. 34, No. 1, PP. 31–47.
6. Kwong, C.K., Wong, T.C. and Chan, K.Y. (2009). "A methodology of generating customer satisfaction models for new product development using a neuro-fuzzy approach", *Expert Systems with Application*, Vol. 36, No. 8, PP. 11262–11270.
7. Lin, Y.C., Lai, H.H. and Yeh, C.H. (2007). "Consumer-oriented product form design based on fuzzy logic: A case study of mobile phones", *International Journal of Industrial Ergonomics*, Vol. 37, PP. 531–543.
8. Wang Chih-Hsuan, Hsueh One-Zen, (2013). "A novel approach to incorporate customer preference and perception into product configuration: A case study on smart pads", *Computer Standards & Interfaces*, Vol. 35, PP. 549–556.
9. Kumar, A., Shankar, R. and Debnath, R.M. (2015). "Analyzing customer preference and measuring relative efficiency in telecom sector: A hybrid fuzzy AHP/DEA study", *Telematics and Informatics*, Vol. 32, No. 3, PP. 447–462.
10. Bayraktar, E., Tatoglu, E., Turkyilmaz, A., Delen, D. and Zaim, S. (2012). "Measuring the efficiency of customer satisfaction and loyalty for mobile phone brands 500 with DEA", *Expert System*, Vol. 39, No. 1, PP. 99–106.
11. Chen, Y., Tang, J., Fung, R.Y.K. and Ren Z. (2004). "Fuzzy regression-based mathematical programming model for quality function deployment", *International Journal of Product Research*, Vol. 42, PP. 1009–1027.
12. Chen Y. and Chen L. (2005). "Anon-linear possibilistic regression approach to model functional relationships in product planning", *Int. J. Adv. Manuf. Technol*, Vol. 28, PP. 1175–1181.
13. Fung, R.Y.K., Chen, Y., Tang, J. and Tu Y. (2006). "Estimating functional relationships for product planning under uncertainties", *Fuzzy Sets Syst*, Vol. 157, No. 8, PP. 98–120.
14. Goode, M.H., Davies, F., Moutinho, L. and Jamal, A. (2005). "Determining customer satisfaction from mobile phones: a neural network approach", *Journal of Marketing Management*, Vol. 21, No. 7/8, PP. 755–778.
15. Haverila Matti, (2011). "Mobile phone feature preferences, customer satisfaction and repurchase intent among male users", *Australasian Marketing Journal*, Vol. 19, PP. 238–246.
16. Barajas, M. and Agard, B. (2011). "Selection of products based on customer preferences applying fuzzy logic", *Int J Interact Des Manuf*, Vol. 5, PP. 235–242.
17. Wang, H.J., Sun, B.Y., Zhang, J.M., Wang, J.J. and Wei, X.P. (2005). "Modular product configuration design for customer requirement-driven engineering", *Chin. J. Mechanical Eng.*, Vol. 41 No. 4, PP. 85–91.
18. Ostrosi, E. and Bi, S.T. (2010). "Generalized design for optimal product configuration", *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Vol. 49, No. 4, PP. 13–25.

19. Sabin, D. and Weigel, R. (1998). "Product configuration frameworks – a survey", *IEEE Intelligent Systems and their Applications*, Vol. 13, No. 4, PP. 42–49.
 20. Siddique, Z. and Rosen, DW. (2001). "On discrete design spaces for the configuration design of product families", *AIEDAM*, Vol. 15, No. 2, PP. 91–108.
 21. Siddique, Z. and Boddu, K.R. (2005). "A mass customization information framework for integration of customer in the configuration/design of a customized product", *AIEDAM*, Vol. 18, No. 1, PP. 71–85.
 22. Han, S.H. Kim, K.J. Yun, M.H. Hong, S.W. and Kim, J. (2004). "Identifying mobile phone design features critical to user satisfaction", *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*, Vol. 14, No. 1, PP. 15–29.
 23. Chuang, M.C. Chang, C.C. and Hsu, S.H. (2001). "Perceptual factors underlying user preferences toward product form of mobile phones", *International Journal of Industrial Ergonomics*, Vol. 27, No. 4, PP. 247–258.
 24. Tucker, C.S. and Kim, H.M. (2008). "Optimal product portfolio formulation by merging predictive data mining with multilevel optimization", *Journal of Mechanical Design*, Vol. 130, No. 4, PP. 1–15.
 25. Zandi, E. Roghanian, E. (2013). "Extension of Fuzzy ELECTRE based on VIKOR method", *Computers & Industrial Engineering*, Vol. 66, No. 4, PP. 258–263.
 26. Patil, S.K. and Kant, R. (2014). "A fuzzy AHP-TOPSIS framework for ranking the solutions of Knowledge Management adoption in Supply Chain to overcome its barriers", *Expert System with Applications*, Vol. 41, No. 2, PP. 679–693.
 27. Sadegh-Amalnik, M., Ansarinejad, A., Ansarinejad, S. and Miri-Nargesi, S. (2010). "Finding casual relationship and ranking of CSFs in information system implementations project by using the combination of fuzzy ANP and fuzzy DEMATEL", *Journal of Industrial Engineering*, Vol. 44, No. 2, PP. 195–212.
 28. Baradaran, V., Baradaran-Kazemzadeh, R., Amiri, A.M. and Mogouei, M. (2011). "Developing Principal Component Analysis Approach for Multi Attribute Decision Making Problems with Correlated Criteria", *Journal of Industrial Engineering*, Vol. 46, No. 2, PP. 133–145.
-