

بخش بندی دودهدفه مشتریان با استفاده از داده کاوی (مورد مطالعه: شرکت سیماجوب)

جواد بهنامیان^۱، راضیه عسگری^۲

چکیده: در بازارهای رقابتی امروزی، با گرایش شرکت ها به سمت مشتری‌مداری، مدیریت ارتباط با مشتری نیز پیچیده تر شده است. پرسش اصلی مطرح در این زمینه، چگونگی شناسایی مشتریان کلیدی و سودآور شرکت است. به این منظور، شرکت ها کوشیدند تا با بخش بندی مشتریان به گروه های مختلف براساس معیارهایی ویژه، ویژگی های رفتاری آنها را شناسایی و تحلیل کنند. با این کار زمینه ای مناسب برای تخصیص بهینه منابع محدود، به کارگیری راهبردهای مناسب بازاریابی و در نهایت مدیریت سودآوری در کنار مدیریت ارتباط با مشتری فراهم شد. رسالت تحقیق حاضر بخش بندی مشتریان شرکت سیماجوب با هدف به حداکثر رساندن ارزش عمر مشتری برای شرکت در کنار سودمندی مشتری است؛ بنابراین، بعد از شناسایی و آماده سازی داده های مسئله با روش داده کاوی، مسئله با دو الگوریتم ژنتیک NSGAI و NRGAI حل و سپس نتایج آن تحلیل می شود.

واژه های کلیدی: الگوریتم های فراابتکاری چندهدفه، بخش بندی مشتریان، داده کاوی.

۱. استادیار مهندسی صنایع دانشکده مهندسی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
۲. کارشناس ارشد مهندسی صنایع دانشکده مهندسی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۳/۱۰/۲۹

تاریخ پذیرش نهایی مقاله: ۱۳۹۴/۰۸/۰۳

نویسنده مسئول مقاله: جواد بهنامیان

E-mail: Behnamian@basu.ac.ir

مقدمه

رقابت فشرده در کسب و کار موجب شده است تا سازمان‌های امروزی مشتری و نیازهایش را بشناسند. بی‌توجهی به این موضوع ممکن است سازمان را برای همیشه از عرصه رقابت محو کند و خسارت‌های سنگینی را به آن تحمیل کند. تمام بنگاه‌های تولیدی و سازمان‌های خدماتی یک هدف نهایی مشترک دارند و این هدف کسب و افزایش درآمد و بقای سازمان است. درک و فهم تمایز میان مشتریان و نیازها و پاسخ‌های آنها به ساختار بازاریابی در مدیریت روابط مشتریان نقش حیاتی دارد.

بخش‌بندی، فرایندی است که براساس آن مشتریان به زیربخش‌های متمایز از مشتریان دارای نیازها و مشخصات یکسان تقسیم می‌شوند. از آنجا که مشتریان هر بخش نیازها و خواسته‌های یکسانی دارند، به یک طرح بازاریابی و محصولی ویژه به‌شیوه‌ای مشابه پاسخ می‌دهند. بخش‌بندی مشتریان کمک می‌کند با تقسیم بازاری بزرگ به بخش‌های کوچک‌تر، منابع سازمان به‌طور بهینه صرف مشتریان اصلی شود. بخش‌بندی مشتریان به سازمان امکان می‌دهد تا فعالیت‌های کلیدی بازاریابی خود را بر گروه ویژه‌ای از مشتریان متمرکز کند. این گروه ویژه، بیشترین احتمال را برای خرید محصولات و خدمات سازمان دارد یا مناسب‌ترین گروه برای بهره‌برداری از محصولات و خدمات سازمان است (ودل و کاماکورا، ۲۰۰۰).

بخش‌بندی مشتریان موجب برقراری روابط متفاوت، با درجه‌های گوناگون میان سازمان‌ها و مشتریان می‌شود؛ بنابراین برای افزایش دامنه مشتریان و گسترش بازار هدف باید از روش‌های مدیریت ارتباط با مشتری براساس یک پایگاه داده استفاده شود و همچنین باید اطلاعات درباره سلیقه‌ها، نیازها، خواسته‌ها، اولویت‌ها، وعده‌های خرید و میزان خرید هر کدام از مشتریان کسب شود تا برنامه‌ریزی برای جلب رضایت تک‌تک مشتریان صورت گیرد. برای دستیابی به این موارد می‌توان از روش‌های متعدد داده‌کاوی مانند خوشه‌بندی و دسته‌بندی داده‌های واقعی استفاده کرد. امروزه با گسترش سیستم‌های پایگاهی و حجم بالای داده‌های ذخیره‌شده در این سیستم‌ها، به‌ابزاری نیاز است تا داده‌های ذخیره‌شده را پردازش کند و اطلاعات حاصل از این پردازش را در اختیار کاربران قرار دهد. در نتیجه، به روش‌هایی نیاز است که به‌اصطلاح دانش را کشف کنند؛ یعنی با کمترین دخالت کاربر و به‌صورت خودکار الگوها و رابطه‌های منطقی را بیان کنند. در واقع، داده‌کاوی یک فرایند تجزیه و تحلیل نیمه خودکار از پایگاه داده بزرگ برای یافتن الگوهای معتبر، مفید، قابل فهم و جدید است.

با توجه به اهمیت مشتری‌مداری در بقای سازمان، در این تحقیق مشتریان شرکت سیم‌چوب براساس اهداف تحقیق، خرید کردن یا خرید نکردن از شرکت سیم‌چوب، به گروه‌های مختلف

تقسیم شدند و مشخصه‌های هر گروه تحلیل شدند تا با توجه به مشخصه‌ها و رفتار خرید هر گروه از مشتریان، امکان پاسخگویی به نیازها فراهم شود. با این کار، زمینه‌ای مناسب برای تخصیص بهینه منابع محدود، به کارگیری راهبردهای مناسب بازاریابی و درنهایت مدیریت سودآوری در کنار مدیریت ارتباط با مشتری فراهم می‌شود. گستردگی و پیچیدگی فرایندهای لازم برای تحقق عزم سازمان و بخش‌بندی چندشاخصه مشتریان و بازار، ضرورت بهره‌مندی سازمان از سامانه‌ای نظام‌مند و هوشمند را غیرقابل اجتناب می‌کند. سیستم خبره ۵ یکی از شاخه‌های مهم هوش مصنوعی است که مانند فردی خبره با استفاده از پایگاه دانش و روش‌های استنتاج، مسائل را حل می‌کند. همچنین، از آنجاکه بخش‌بندی مشتریان مسئله‌ای چندمعیاره است، در این تحقیق مسئله بخش‌بندی مشتریان در شرکت سیم‌چوب در قالب واقعی تری به صورت دودهدفه حل می‌شود. در ادبیات، به این موضوع به دلیل پیچیدگی ذاتی حل آن کمتر توجه شده است. ماهیت چندمعیاره بخش‌بندی مشتریان به معنای تعیین تعداد درست بخش‌هاست. دیدگاه مدیریتی و محدودیت منابع در تعیین مناسب‌ترین یا بهترین تعداد منتخب بخش‌ها نقش مهمی ایفا می‌کنند. در بخش‌بندی، معیار قدرت پیش‌بینی مهم‌تر از معیار همگنی بخش‌هاست. معمولاً زمانی که قدرت پیش‌بینی تعداد بخش‌ها افزایش می‌یابد، همگنی درونی بخش‌ها نیز افزایش می‌یابد، اما قدرت پیش‌بینی می‌تواند مستقل از قدرت درونی بخش‌ها افزایش یا کاهش یابد. یک روش بخش‌بندی خوب باید به تصمیم‌گیرندگان یک دیدگاه کلی دهد تا موجب توانایی تصمیم‌گیرندگان در یافتن بهترین راه‌حل برای محیط کسب‌وکار ویژه شود. به این منظور، در این تحقیق دو الگوریتم ژنتیک NSGAI و NRGAI برای تصمیم‌گیری درباره بخش‌بندی با هدف به حداکثر رساندن ارزش عمر مشتری برای شرکت در کنار سودمندی مشتری مبتنی بر روش داده‌کاوی طراحی می‌شود.

پژوهش با این ساختار ادامه می‌یابد: در بخش بعد، ادبیات تحقیق مرور می‌شود. سپس به تعریف مسئله و پیچیدگی مسئله مورد بررسی پرداخته می‌شود. در ادامه، الگوریتم پیشنهادی و کاربرد آن در پژوهش معرفی و توضیح داده می‌شود. سپس مطالعه موردی تحقیق و حل مسئله با الگوریتم پیشنهادی مطرح می‌شود و در پایان این پژوهش دستاوردهای تحقیق و مباحث پیشنهادی بیان می‌شوند.

پیشینه پژوهش

مایرز (۱۹۹۶) نشان داد بخش‌بندی مشتریان نقش مهمی در دو سطح راهبردی و تاکتیکی ایفا می‌کند. او اظهار داشت در سطح راهبردی، بخش‌بندی مشتریان در هر کسب‌وکار در زمینه پاسخ

به پرسش‌های اساسی آنها کمک می‌کند و موجب می‌شود تا دریابیم برای خدمات و محصولات در بخش مشتریان هدف، چگونه از رقبا متمایز شویم. در سطح تاکتیکی نیز، بخش‌بندی مشتریان به تصمیم‌گیری‌های مدیریتی در چهار مقوله (قیمت، محصول، مکان و ارتقا) کمک می‌کند. ودل و کاماکورا (۲۰۰۰) در تحقیق خود نشان دادند برای ارزیابی خوب‌بودن یا بدبودن یک بخش‌بندی، شش معیار قابلیت تشخیص‌پذیری، پاسخ‌دهی، قابلیت دسترسی، ذاتیت، ثبات، قابلیت عملکرد باید ارزیابی شوند. بیگادیک در سال ۱۹۸۱، به بحث از دیدگاه مدیریت راهبردی نگاه کرد و سه معیار آخری کوتلر را با معیارهای قابلیت دفاع، قابلیت دوام و رقابت‌پذیری جایگزین کرد. جامع‌ترین مطالعه در این موضوع را دیب در سال‌های ۱۹۹۵ و ۱۹۹۹ انجام داد که معیارها را از دو بعد مختلف عملیاتی کرد و با ادغام آنها به فرایند بخش‌بندی پرداخت. بعد اول معیارگرایی بود که شامل دو معیار اصلی صلاحیت‌بخش و جذابیت‌بخش می‌شد و بعد دوم منبع‌گرایی بود که نشان می‌داد منابع مختلف فکری این بحث چگونه در نظر گرفته شده است. ویند (۱۹۹۲) دریافت بخش‌بندی از طریق هدف یک شرکت اجرا شده است که ممکن است تولید راهبرد آن شبیه شناسایی بازارهای جدید یا تصمیم‌گیری مرتبط با محصول باشد. کیم و استریت (۲۰۰۴) رویکرد جدیدی را برای هدف‌گذاری مشتریان در بازاریابی پایگاه داده ارائه کردند. یک الگوریتم ژنتیک برای جست‌وجو در میان ترکیبات ممکن ویژگی‌ها استفاده می‌شود. همچنین، در پژوهش بوکینکس (۲۰۰۷) یک مدل رگرسیون خطی چندگانه برای جلوگیری از تطبیق بیش‌ازحد به‌عنوان یک رویه انتخاب ویژگی به‌کار گرفته شد و در این پژوهش وفاداری رفتار مشتری با استفاده از پایگاه داده تراکنش‌ها پیشگویی شد. ضعف‌های دو روش، استدلال مبتنی بر مورد و رگرسیون خطی چندگانه لحاظ‌نکردن روابط غیرخطی بین هر ویژگی و متغیر هدف است.

تا قبل از سال ۱۹۵۰، این قضیه محدود به تکنیک‌های ریاضی و قابلیت محاسبات بوده است، اما در سال‌های اخیر محققان از الگوریتم‌های دیگری نیز استفاده کرده‌اند. براسکو و کردیت در سال‌های ۲۰۰۲ و ۲۰۰۳، الگوریتم شبیه‌سازی‌شده تیرید را برای حل بخش چندمعیاره مسئله در بخش‌بندی مشتریان ارائه کردند. الگوریتم ارائه‌شده، راه‌حل بهینه‌ای را برای عددی کردن هدف به‌عنوان نتیجه بهینه از ترکیب پارامترهای وزنی می‌یابد. به‌هرحال، این روش هم‌زمان هر دو هدف را ارزیابی می‌کند و با اجتناب از راه‌حل بهینه داخلی شبیه‌سازی می‌شود. مطالعات دیزارو و گریساف (۱۹۹۸) درمورد ماهیت چندمعیاره و چندمحدودیت بخش‌بندی مشتریان بحث می‌کند. آنها در پژوهش خود به وجود مجموعه‌ای از راه‌حل‌های بهینه پارتوی قابل قبول اشاره کرده‌اند.

احمدی، آذر و صمصامی (۱۳۸۹) با استفاده از رویکردی مبتنی بر شبکه‌های عصبی، بازار دارو را در ایران بخش‌بندی کردند. بخش‌بندی مشتریان مختلف گوشی تلفن همراه برحسب مزایای مورد انتظار در بازارهای ناهمگن توسط مرتضوی، آسمان‌دره، نجفی سیاه‌رودی و علوی (۱۳۹۰) انجام گرفت. مروتی شریف‌آبادی (۱۳۹۳) شبکه‌های عصبی مصنوعی رقابتی و روش‌های آماری سنتی را در خوشه‌بندی مشتریان بانک مقایسه کرد. در پایان، نتایج با استفاده از روش تحلیل تمایزات و شاخص‌های MAPE و RMSE با یکدیگر مقایسه شده است. اسفیدانی، محمودی، کیماسی، محمدی و پارسا فرد (۱۳۹۳) بازار بانکداری خرد را بر مبنای مزایای مورد انتظار مشتریان با روش نمونه‌گیری خوشه‌ای و فرمول کوکران بخش‌بندی کرده‌اند. البدوی، نوروزی، سپهری و امین‌ناصری (۱۳۹۳) با ترکیب مدل‌سازی پارتو با روش معمول فراوانی و ارزش مالی، بخش‌بندی مشتریان را در روابط غیرقراردادی بررسی کردند. در اینجا، از روش پارتو برای تخمین سه مؤلفه مقدار انتظاری احتمال فعالیت آتی، تعداد تراکنش‌های آتی و متوسط ارزش پولی استفاده شده است. برادران و بیگلری (۱۳۹۳) بخش‌بندی مشتریان و تحلیل رفتار آنها را در صنایع تولید و پخش کالاهای پرگردش به منظور هدفمندشدن فعالیت‌های بازاریابی و ارتباط مؤثر آنها با مشتریان انجام دادند. آنها از رویکردهای داده‌کاوی برای کشف گروه‌های مشابه در مدل فراوانی و ارزش مالی استفاده کردند. حسین‌زاده شهری، کرمی و مهربانی (۱۳۹۳) از روش تحلیل عاملی اکتشافی و تحلیل خوشه‌ای برای شناسایی سبک‌های تغذیه مشتریان رستوران‌های زنجیره‌ای بوف در شهر استفاده کردند.

ایراد عمده تحقیقات بخش‌بندی مشتریان موجود این است که فقط از یک هدف برای نمایش مشکلات چندهدفه استفاده کرده‌اند، در حالی که ماهیت اکثر مسائل واقعی چندهدفه است؛ بنابراین، در این تحقیق برای اولین بار مدلی چندهدفه بر پایه داده‌کاوی - فراابتکاری توسعه یافته است. به این منظور، در این تحقیق دو الگوریتم ژنتیک NSGAI و NRGAI برای تصمیم‌گیری درباره بخش‌بندی با دو هدف به حداکثر رساندن ارزش عمر مشتری در کنار سودمندی مشتری مبتنی بر روش داده‌کاوی و براساس ویژگی‌های مسئله به‌دقت طراحی شد. همچنین به دلیل اهمیت واقعی موضوع، روش حل توسعه داده‌شده روی یک مورد واقعی پیاده‌سازی شد.

روش‌شناسی پژوهش

در روش پیشنهادی، ابتدا داده‌های مورد نیاز با استفاده از روش داده‌کاوی جمع‌آوری و پالایش شد. در مراحل بعد، با استفاده از متغیرهای مدل فراوانی و ارزش مالی (RFM) و چند متغیر دیگر مسئله مدل‌سازی شد. سپس با کمک الگوریتم تکاملی بهینه پارتو، الگوریتم ژنتیک و با استفاده

از استانداردسازی فاصله اقلیدسی تئوری K-means، حل مسئله صورت گرفت. برای حل مدل با الگوریتم‌های فراابتکاری، کامل‌ترین روش الگوریتم NSGAI است که نتایج بهتری را نیز نشان می‌دهد. برای اثبات درستی این ادعا، در ادامه مسئله مورد نظر با الگوریتم ژنتیک NRGA نیز حل می‌شود و نتایج هر دو الگوریتم با هم مقایسه می‌شود.

مجموعه راه‌حل بهینه پارتو دیدگاهی کلی از گزینه‌های ممکن برای مسئله بخش‌بندی ارائه می‌دهد؛ بنابراین، تصمیم‌گیرندگان می‌توانند با استفاده از روش‌های فراابتکاری و انبار داده‌ها و ابزار تحلیل و گزارش‌دهی، با توجه به مشخصات هر راه‌حل تصمیم‌های نهایی بهتری اتخاذ کنند. جبهه پارتو طیف وسیعی از تعداد خوشه‌هاست که در مسائل خوشه‌بندی برای نشان‌دادن تعدادی خوشه از مجموعه داده مشتریان استفاده می‌شود. این روش فرایندی تکرارشونده را برای تعریف مسئله، جست‌وجو برای فضای راه‌حل و تحلیل نتایج نشان می‌دهد. شاید نتایج هر تکرار برای تغییر محدودیت‌ها، اولویت‌ها یا حتی تعریف دوباره مسئله بخش‌بندی - برای خدمت بهتر به فرایند مورد بررسی - استفاده شود.

ادامه پژوهش سه بخش اساسی دارد: بیان مسئله و پیچیدگی آن، الگوریتم‌های ژنتیک چندهدفه و تحلیل مجموعه راه‌حل‌های پارتو در قالب یافته‌های پژوهش.

بیان مسئله و پیچیدگی آن

هدف این مسئله، حداکثر کردن هم‌زمان دو هدف ارزش عمر مشتری و سود مشتری است. در اینجا، منظور از ارزش عمر مشتری، ارزش طول عمر هر مشتری است که برابر با پیش‌بینی سود خالص از آن مشتری در تعاملات آینده با اوست. هر دو تابع هدف مسئله از نوع پیشینه‌سازی است، اما اهداف مسئله هم‌راستا نیستند و با اعمال تغییر در یکی، تابع هدف دیگر تغییر نمی‌کند. در این تحقیق، برای اندازه‌گیری ارزش عمر مشتری (سودمندی مشتری برای شرکت) از متغیرهای RFM یعنی تعداد خرید، میزان خرید به ریال و تازگی خرید استفاده شد و برای اندازه‌گیری منافع مشتری (سودمندی شرکت و خدمات و محصولاتش برای مشتری) از متغیرهای تعداد خدمات پس از فروش، میزان خدمات پس از فروش و تعداد درخواست‌های پاسخ‌داده شده توسط شرکت استفاده شد. در اینجا، برای دستیابی به اهداف مذکور باید هر دو تابع هدف حداکثر شوند. در دیدگاهی ساده، ارزش عمر مشتری و منافع مشتری با ماتریس ارزش نشان داده می‌شود:



شکل ۱. ماتریس ارزش

براساس الگوی ارزش عمر مشتری و الگوی سود مشتری، مبارزه‌ها براساس بخش بازاریابی، برای حفظ کاربران با سود بالا یا تبدیل کاربران با سود کم به بخش‌های با سود بالا، صورت می‌گیرد.

اندازه‌گیری سود مشتری به مراتب آسان‌تر از اندازه‌گیری وفاداری مشتری است، زیرا سود را می‌توان به‌طور مستقیم با استفاده از خدمات اندازه‌گیری کرد و این یک مزیت برای مدل ارائه شده است. اغلب، وفاداری بالای مشتری نتیجه مشتری با سود بالا در زمان طولانی است. سود مشتری پویاتر از وفاداری مشتری است، زیرا می‌تواند هر نوع تعامل میان مشتری و شرکت را تغییر دهد. گروهی از محققان دریافته‌اند که سود به دلیل داشتن ماهیت پویا، اغلب مقرون‌به‌صرفه‌تر از دیگر پایه‌های بخش‌بندی است. در نتیجه، سود مشتری نماینده‌ای خوب از وفاداری مشتری است. شایان ذکر است معیارهای استفاده‌شده در تحقیق برای سنجش توابع هدف مسئله، از طریق مصاحبه با خبرگان شرکت (مورد مطالعه مسئله) و با پژوهش در زمینه داده‌های شرکت انتخاب شده است که در واقع مهم‌ترین معیارها در راستای افزایش ارزش و سود مشتری هستند. فرایند سخت و مبهم خوشه‌بندی یکی از مشکلات بخش‌بندی است. این ابهام در دو جنبه نهفته است: ۱. اندازه‌گیری همگنی یا شباهت؛ ۲. فرایند خوشه‌بندی. کلینبرگ در سال ۲۰۰۲ اظهار کرد که اولاً بخش‌بندی مشتریان یک مسئله NP-Complete است و ثانیاً هیچ تابع رضایت‌بخش مقیاس‌ناپذیر و قوی‌ای از خوشه‌بندی وجود ندارد. همچنین، حل مسائل پیچیده در زمان چندجمله‌ای به‌خصوص در اندازه‌های بزرگ غیرممکن است و در نتیجه استفاده از الگوریتم‌های فراابتکاری برای حل مسئله مورد بررسی در این تحقیق پیشنهاد می‌شود.

الگوریتم ژنتیک NSGAI

در الگوریتم، ابتدا جمعیت فرزندان (Q_t) با استفاده از جمعیت والدین (P_t) ساخته می شود. سپس هر دو جمعیت با همدیگر ترکیب می شود و جمعیت R_t را با اندازه $2N$ ایجاد می کنند. سپس تمام جمعیت R_t به سطح های مختلف غیرمغلوب دسته بندی می شود. پس از ایجاد صف های متفاوت نامغلوب به ترتیب اولویت (اولویت صف ها نسبت به هم) جمعیت بعدی (P_{t+1}) یکی یکی از این صف ها پر می شود. پر کردن P_{t+1} با بهترین صف نامغلوب شروع می شود و سپس به ترتیب با دومین صف نامغلوب و همین طور سومین و تا پایان - تا زمانی که P_{t+1} پر شود - ادامه می یابد. از آنجا که R_t برابر $2N$ است، تمام اعضای آن نمی توانند در P_{t+1} قرار گیرند و در نتیجه جواب های باقیمانده حذف می شود. در مورد جواب هایی که در صف آخر با استفاده از عملگر نخبه گرایی از بین می روند باید مهارت بیشتری به کار برد و جواب هایی را حفظ کرد که در ناحیه ازدحام کمتری قرار دارند. در واقع، جواب هایی که در ناحیه ازدحامی کوچک تری هستند برای پر کردن P_{t+1} اولویت قرار دارند.

روش فاصله ازدحام

برای به دست آوردن تخمینی از چگالی جواب های موجود در کنار جوابی ویژه مانند جواب i در جمعیت، یک میانگین فاصله از دو جواب واقع در طرفین جواب i محاسبه می شود. برای هر یک از سطوح غیرمغلوب به طور جداگانه گام های زیر طی می شود:

الگوریتم ۱. روش فاصله ازدحام

گام ۱. L برابر تعداد اعضای سطح غیرمغلوب مورد نظر قرار می گیرد.
 گام ۲. برای هر تابع هدف m ($m = 1, 2, 3, \dots, M$) مجموعه f_m به ترتیب صعودی و بر حسب ارزش آنها مرتب می شود و آن را I^m می نامند.
 گام ۳. برای هر یک از بردارهای مرتب شده I^m به ازای $i = 1$ و $L = j$ ، قرار دهید $d_i \times m_j = \infty$ و به ازای مابقی اعضا:

$$d_{ij}^m = \frac{f_m^{(I_{j+1}^m)} - f_m^{(I_{j-1}^m)}}{f_m^{\max} - f_m^{\min}} \quad \text{رابطه (۱)}$$

اندیس i_j نشان دهنده زامین لیست مرتب شده در گام ۲ است. سپس برای هر جواب مقادیر به دست آمده به ازای هر تابع هدف با هم جمع می شود و به این ترتیب فاصله ازدحام برای هر جواب به دست می آید. برای جواب هایی که در سطح نامغلوب قرار دارند، هر چه این فاصله بیشتر باشد مطلوب تر است.

عملگر انتخاب مسابقه‌ای ازدحام

جمعیت فرزندان Q_{t+1} از P_{t+1} با استفاده از یک عملگر انتخاب مسابقه‌ای ازدحام و عملگرهای ترکیب و جهش ایجاد می‌شود. در الگوریتم انتخاب مسابقه‌ای ازدحام، ابتدا دو جواب به صورت تصادفی از P_{t+1} انتخاب می‌شود و سپس از میان آنها، جوابی که در سطح نامغلوب بهتری قرار دارد انتخاب می‌شود. اگر هر دو در یک سطح نامغلوب قرار داشته باشند، باید از لحاظ فاصله ازدحام مقایسه شوند و آن جوابی برنده می‌شود که فاصله ازدحامی محاسبه شده آن بیشتر باشد (فاصله ازدحامی بیشتر به معنی ازدحام کمتر در مورد آن جواب است). جمعیت فرزندان به وجود آمده دوباره با جمعیت والدین ترکیب می‌شود و تمام شیوه گفته شده از نو تکرار می‌شود تا زمانی که شرط توقف برقرار شود. در ادامه، به نحوه نمایش جواب‌ها و عملگرهای ژنتیکی به کاررفته در الگوریتم چندهدفه NSGA-II پرداخته می‌شود. در اینجا فرض شده است جمعیت اولیه به طور تصادفی تولید می‌شود.

عملگر تقاطع

در این عملگر، ابتدا والدین به طور تصادفی انتخاب می‌شوند. در عملگر تقاطع یکنواخت ابتدا یک ماتریس تصادفی صفر و یک در ابعاد $1 \times S$ (تعداد والدین = S) به نام ماتریس پوشش عملگر تقاطع (ماسک) تولید می‌شود و سپس ژن‌های کروموزوم‌های والد متناظر با ژن‌های یک در این ماتریس جابه‌جا می‌شوند تا کروموزوم فرزند متولد شود. کروموزوم ماسک تعیین می‌کند که کدام ژن از والد اول و کدام ژن از والد دوم به فرزند منتقل شود.

عملگر جهش عمومی

در این عملگر، به ازای هر ژن در کروموزوم والد عددی تصادفی بین صفر و یک تولید می‌شود و با نرخ جهش 0.5 مقادیر ژن‌های کروموزوم والد مورد جهش قرار می‌گیرند؛ برای مثال، در صورتی که عدد تصادفی تولید شده برابر 0.4 باشد، چون کوچک‌تر از 0.5 است، ژن مربوطه در کروموزوم والد به طور تصادفی مورد جهش قرار می‌گیرد، اما در صورتی که عدد تصادفی تولید شده بزرگ‌تر از نرخ جهش باشد، ژن مربوطه در کروموزوم والد مورد جهش قرار نمی‌گیرد.

عملگر انتخاب

عملگر انتخاب براساس تورنامنت است، به طوری که برای هر کروموزوم از جمعیت مقدار برآزش محاسبه می‌شود و سپس بین جمعیت، اعضا دوه‌دو با هم مقایسه می‌شوند و بهترین عضو هر گروه انتخاب می‌شود و به نسل بعدی کپی می‌شود.

توقف

معیار توقف در نظر گرفته شده در الگوریتم NSGA-II برحسب تعداد نسل تکامل یافته (۱۰۰ نسل) است. انتخاب ۱۰۰ نسل برای معیار توقف براساس تجربه صورت گرفت، زیرا هرچه تعداد نسلها افزایش یابد، الگوریتم نتایج بهتری دارد، اما افزایش بیش از ۱۰۰ نسل از نظر زمان به صرفه نیست.

روش ایده آل جابه جاشده

در مسائل برنامه ریزی خطی و غیرخطی چندهدفه، به تعدادی از جوابهای کارا دست می یابیم. گاهی تعداد این جوابها ممکن است به اندازه ای زیاد باشد که انتخاب جواب نهایی برای تصمیم گیرنده آسان نباشد. هوانگ (۱۹۷۸) روش ایده آل جابه جاشده را در راستای کاهش این مجموعه جواب ارائه کرد. به علت وجود جوابهای کارایی که توسط الگوریتم NSGA-II به دست می آید، جوابهای کارایی به دست آمده به اندازه ای زیادند که تصمیم گیرنده قادر نیست از بین آنها یکی را برگزیند، در نتیجه برای کاهش این مجموعه جوابها و همگرایی به سمت یک جواب کارایی مناسب، از روش ایده آل جابه جاشده استفاده می شود. در واقع، روش ایده آل جابه جاشده جوابهای کارا را به گونه ای فیلتر می کند که بهترین جواب از بین آنها انتخاب شود. در ادامه، روش ایده آل جابه جاشده توضیح داده می شود.

الگوریتم ۲. روش ایده آل جابه جاشده

- گام ۱. مجموعه ای از جوابهای کارا را به هر روش دلخواه به دست می آوریم.
- گام ۲. مجموعه جوابهای ایده آل را از حل مسائل برنامه ریزی خطی - که هر بار با یک تابع هدف حل می شود - به دست می آوریم. در صورتی که جواب ایده آل موجه باشد توقف می کنیم وگرنه به گام بعدی می رویم.
- گام ۳. مجموعه جوابهای توافقی (C^i) را که با استفاده از زیر مجموعه ای از جوابهای کارایی نزدیک به جواب ایده آل ناموجه به دست آمده است، با توجه به بعضی از معیارها به دست می آوریم.
- گام ۴. در صورتی که (C^i) از نظر تصمیم گیرنده به اندازه کافی به جواب ایده آل نزدیک باشد، توقف می کنیم و در غیر این صورت یک جواب ایده آل جدید تعریف می کنیم و به گام ۳ برمی گردیم. اگر $Z_p(X^*)$ و $p = 1, \dots, k$ یک جواب ایده آل و غیرموجه باشد، تصمیم گیرنده در صد یافتن جوابی موجه و نزدیک به جواب ایده آل است. میزان نزدیکی یک جواب X^t کارا با توجه به هدف p با $d_p(X^t)$ نشان داده می شود و به صورت زیر تعریف می شود که در آن $Z_{pt} = \min Z_p(X^t)$ است.

$$d_p(X^t) = \frac{Z_p^{(X^p)} - Z_{pt}}{Z_p^* - Z_{pt}} \quad \text{رابطه ۲}$$

در مجموع، می‌توان گفت یکی از محاسن الگوریتم NSGA-II این است که هم‌زمان در جهت بهبود جواب‌های نامغلوب و در جهت ایجاد جواب‌های متنوع پیش می‌رود.

روش نمایش جواب

در الگوریتم‌های تکاملی، هر موقعیت به صورت فردی یک راه‌حل نامیده می‌شود. مجموعه موقعیت‌های راه‌حل جمعیت نامیده می‌شود. یکی از مهم‌ترین تصمیم‌ها در این بخش، نمایندگی ژن‌هاست. یک ژن به طور مستقیم می‌تواند به هر مشتری در یک بخش اختصاص یابد. اختصاص کروموزوم‌ها به مشتریان کاملاً تصادفی است و هر مشتری در کروموزوم یک ژن دارد.

الگوریتم ژنتیک NRG

نوع دیگری از الگوریتم‌های فراابتکاری (الگوریتم ژنتیک) که ممکن است به حل مسائل چندهدفه با الگوی بهینه پارتو پردازد، الگوریتم NRG است که در تمام مراحل فرایند شبیه الگوریتم NSGAI است و فقط یک تفاوت اساسی این دو الگوریتم را از هم متمایز می‌کند که آن هم تفاوت الگوریتم NRG با الگوریتم NSGAI در انتخاب کروموزوم‌هاست. همان‌طور که پیش‌تر نیز گفته شد، انتخاب کروموزوم‌ها در الگوریتم NSGAI براساس تورنامنت است، به طوری که برای هر کروموزوم از جمعیت مقدار برآزش محاسبه می‌شود و سپس بین جمعیت اعضا دوبره دو با هم مقایسه می‌شوند و بهترین عضو هر گروه انتخاب می‌شود و به نسل بعدی کپی می‌شود، اما انتخاب کروموزوم‌ها در الگوریتم NRG براساس چرخ رولت است. در این روش، ابتدا برای هر کروموزوم از جمعیت مقدار شایستگی آن محاسبه می‌شود. مجموع شایستگی‌ها حساب می‌شود، سپس یک عدد به طور تصادفی بین صفر و مجموع شایستگی‌ها انتخاب می‌شود. در ضمن، کروموزوم‌های بهتر شانس انتخاب بیشتری دارند و شانس انتخاب هر کروموزوم متناسب با میزان برآزندگی آن کروموزوم است. با این شیوه، احتمال انتخاب با میزان شایستگی نسبت مستقیم دارد.

یافته‌های پژوهش

در این بخش، به حل مسئله دوهدفه با استفاده از الگوریتم تکاملی بهینه پارتو و به کمک تکنیک ژنتیک NSGAI پرداخته می‌شود. همچنین، برای تعیین مراکز خوشه و تعیین فاصله هر مشتری تا مرکز خوشه از فرمول فاصله اقلیدسی K-means استفاده می‌شود؛ بنابراین، برای

راحتی کار، K-means را بعد سوم مسئله یا به عبارتی هدف سوم در نظر می‌گیریم و مسئله را حل می‌کنیم. همچنین، فرایند پیاده‌سازی در محیط نرم‌افزار متلب و کدهای مربوطه نیز به زبان برنامه‌نویسی متلب نوشته شده است. الگوریتم تکاملی بهینه پارتو ۱۰۰ مرتبه برای هر پایه بخش بندی با یک تعداد خوشه در رده‌های دو تا هشت اجرا می‌شود. بهترین اجرا از ۱۰۰ اجرا به عنوان نتیجه نهایی برای راه حل بخش بندی استفاده می‌شود. علاوه بر این، الگوریتم ۱۰۰ مرتبه روی همه منافع مشتریان و ویژگی‌های ارزش عمر مشتری اجرا می‌شود و از این ارزش خوشه دو نتیجه برای هر مشتری انتخاب می‌شود: بالاترین ارزش عمر مشتری و بالاترین سود برای مشتری. برخلاف روش‌های بخش بندی چندمعیاره موجود که در آنها نیاز کاربران به تصمیم‌های رو به جلو روی اوزان معیار یا تبدیل توابع تبدیلی چندمعیاره به تک‌معیاره است، الگوریتم تکاملی به طور مستقیم برای چند معیار بهینه‌سازی می‌شود و دیدی کلی از فضای حل برای طیف وسیعی از تعداد بخش‌ها ارائه می‌دهد.

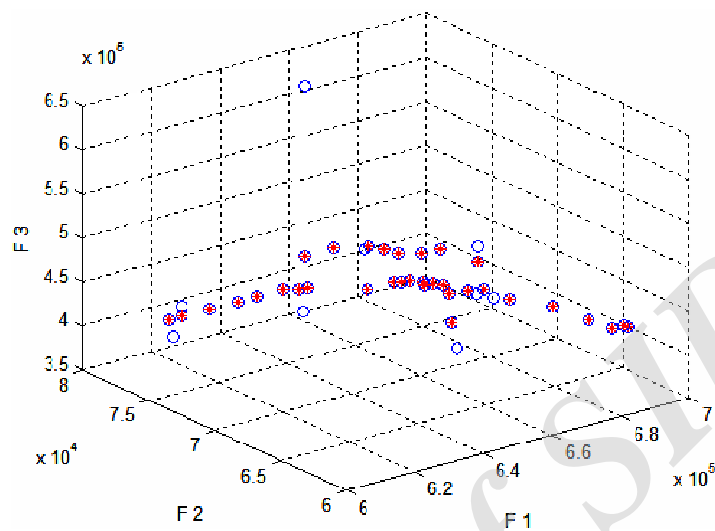
داده تحقیق

مجموعه داده در اختیار این تحقیق که جامعه آماری آن را تشکیل می‌دهد، از طریق مشاهده ۲۰۰ مشتری شرکت سیم‌چوب در سال ۱۳۹۱ به دست آمد. داده‌های هر مشاهده در یک رکورد بانک اطلاعاتی مشتریان شرکت سیم‌چوب در سیستم‌های اطلاعاتی این شرکت ثبت بوده و از آن طریق اخذ شده است. در این تحقیق، به دلیل تعدد مشتریان، به طور تصادفی به ۸۰ مورد از آنها در اعتبارسنجی پایگاه داده توجه شده است.

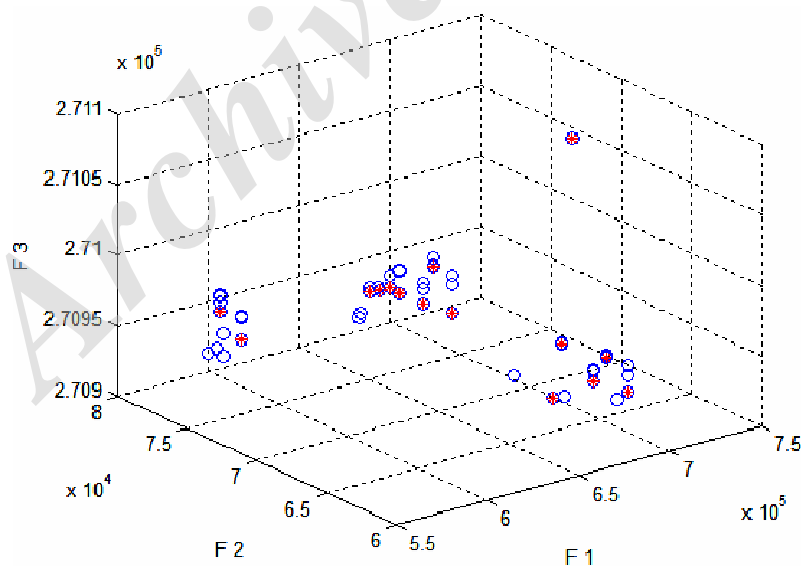
شرکت سیم‌چوب متعلق به سازمان صداوسیما جمهوری اسلامی ایران، تولیدکننده انواع مبلمان اداری است. از جمله اهداف بسیار مهم این شرکت در راستای سودآوری، کسب سهم بیشتر از بازار مبلمان اداری و طراحی دکوراسیون در کشور است که این امر مستلزم شناسایی بازار و مشتریان این صنعت و حرکت به سمت رضایت مشتریان در این زمینه است؛ بنابراین، می‌خواهیم با استفاده از روش داده‌کاوی و بخش بندی ذکر شده، مشتریان این شرکت را بشناسیم، آنها را بخش بندی کنیم و از این طریق منابع لازم برای مشتریان را بهتر پیش‌بینی کنیم. در ادامه، می‌توانیم مشتریان وفادار را شناسایی و حفظ کنیم تا با ارائه الگوی مناسب به تولید محصولات و خدمات شرکت کمک کنیم.

نتایج خوشه بندی

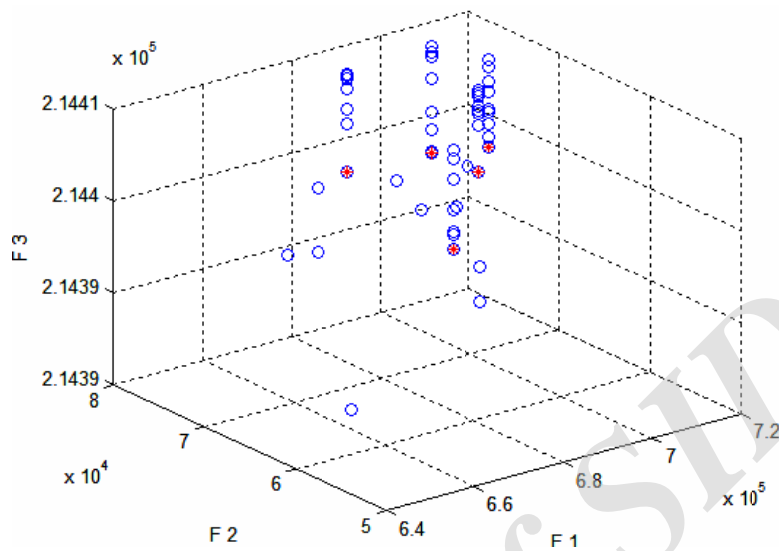
در ادامه، نتایج خوشه بندی دو تا هشت بخشی و شکل جبهه پارتوی آن و میزان ارزش عمر مشتری و سودمندی مشاهده و تحلیل می‌شود.



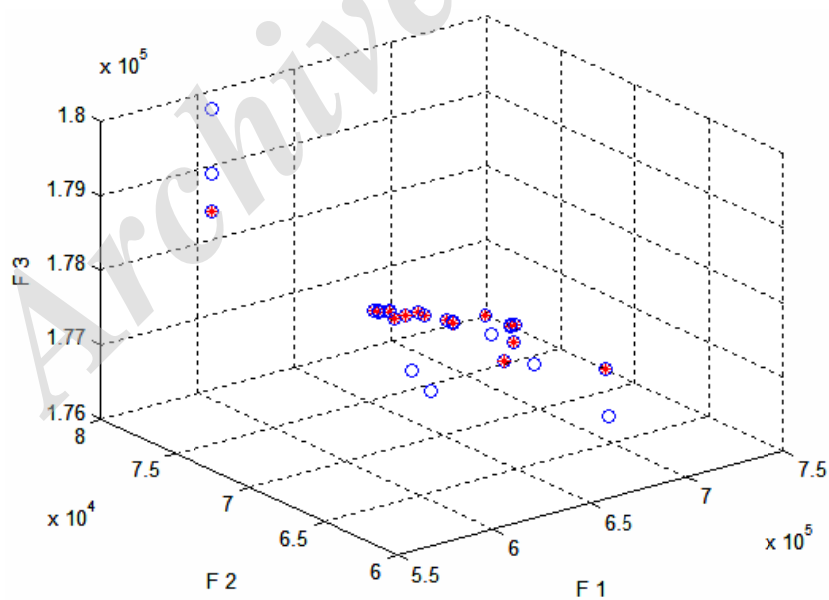
شکل ۲. بخش‌بندی دوحوشه‌ای



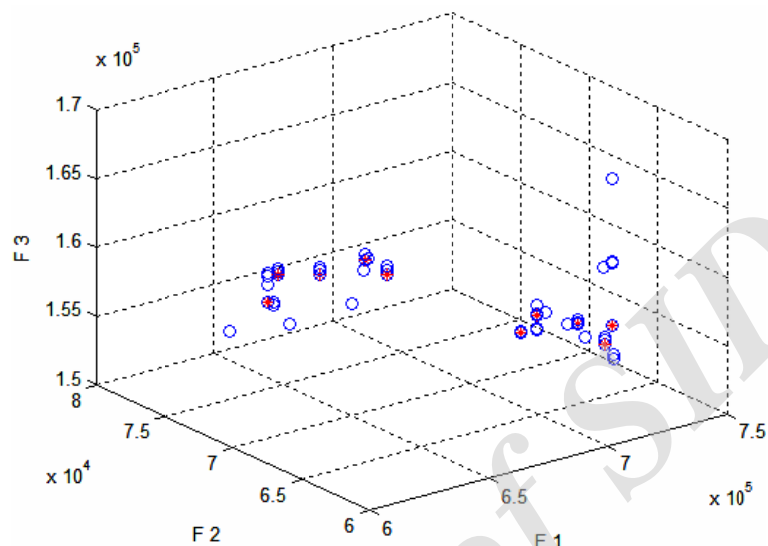
شکل ۳. بخش‌بندی سه‌خوشه‌ای



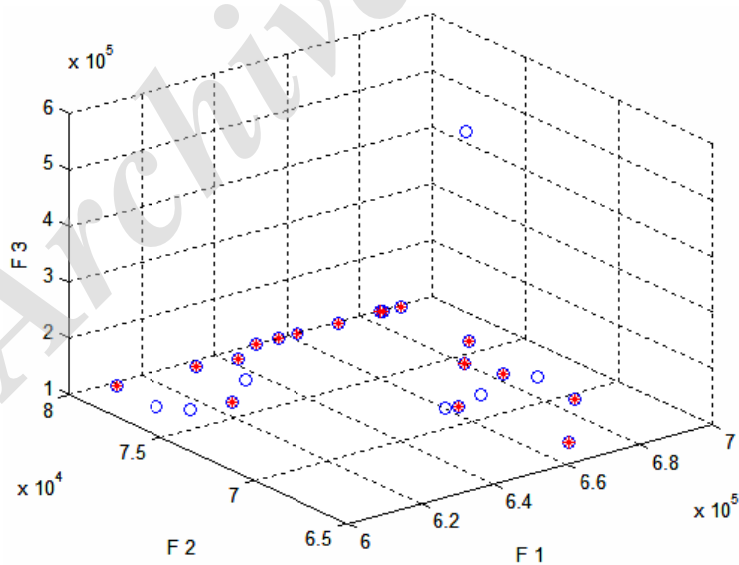
شکل ۴. بخش بندی چهار خوشه‌ای



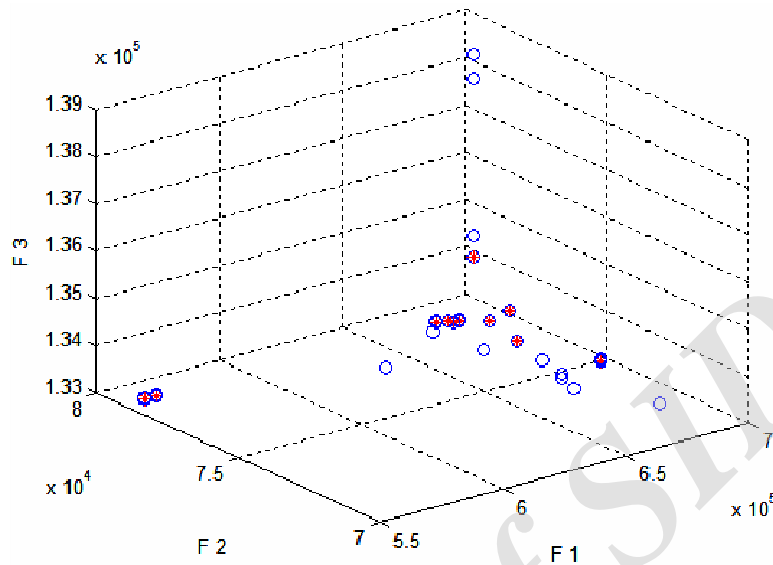
شکل ۵. بخش بندی پنج خوشه‌ای



شکل ۶. بخش‌بندی شش خوشه‌ای



شکل ۷. بخش‌بندی هفت خوشه‌ای



شکل ۸. بخش بندی هشت خوشه‌ای

جدول ۱ نتایج این خوشه بندی را نشان می‌دهد.

جدول ۱. نتایج خوشه بندی

تعداد خوشه‌ها	ارزش عمر مشتری Z_1	سودمندی مشتری Z_2
دو خوشه‌ای	۶۸۶۸۵۶	۷۷۰۲۸
سه خوشه‌ای	۷۰۶۱۷۳	۶۷۷۵۴
چهار خوشه‌ای	۶۸۹۳۱۸	۷۸۴۵۳
پنج خوشه‌ای	۵۹۵۷۸۳	۷۸۴۴۸
شش خوشه‌ای	۷۳۱۴۸۷	۶۳۳۸۱
هفت خوشه‌ای	۶۷۷۸۹۴	۷۸۳۰۱
هشت خوشه‌ای	۶۸۳۷۷۱	۷۸۳۳۴

ارزیابی و تحلیل نتایج

نتایج حل مسئله نشان داد در جواب حاصل از پارتوی بخش بندی شش خوشه‌ای ارزش عمر مشتری بالاتر بوده است، در حالی که در جواب پارتوی حاصل از بخش بندی چهار خوشه‌ای سودمندی مشتری بهتری به دست آمده است. با بررسی بیشتر نتیجه می‌گیریم بخش بندی

چهار خوشه‌ای نتیجه بهتری از انتخاب مشتریان با سود بیشتر و وفادارتر برای ما داشته است. اندازه بزرگ‌تر از سود نسبت به اندازه ارزش بالای خوشه مشتری به آن معناست که این بخش بیشتر سودآور و مؤثر است.

نتایج نشان می‌دهد مشتریانی مانند سازمان صداوسیما، شرکت ذوب‌آهن اصفهان، سازمان گسترش و نوسازی، شرکت سایپا و شرکت نفت پارس و... در گروه اول قرار گرفته‌اند. این مشتریان با حداکثر کردن هر دو هدف ارزش عمر مشتری و سودمندی مشتری توانسته‌اند در گروه اول قرار گیرند که گروه طلایی نام دارد. در نتیجه، از نظر اینکه مشتریان این گروه ارزش بالایی دارند، بیشترین سود را به شرکت می‌رسانند و همچنین با حداکثر کردن تابع هدف سودمندی مشتری توسط این گروه به این نتیجه می‌رسیم که مشتریان این خوشه سود مورد انتظار را از محصولات و خدمات این شرکت دریافت می‌کنند. این گروه از مشتریان طلایی در دسته مشتریان وفادار نیز قرار می‌گیرند، اما سود دریافتی بالا توسط این دسته از مشتریان - با توجه به بازار رقابتی امروزی و تلاش شرکت‌ها و سازمان‌های دیگر در جذب مشتریان - نباید سبب کم‌توجهی شرکت به این دسته از مشتریان شود. در نتیجه، حفظ و نگهداری این گروه از مشتریان نیز باید در اولویت برنامه‌های خبرگان شرکت قرار گیرد.

گروه دوم و سوم شامل مشتریانی می‌شوند که حداقل بتوانند یکی از دو هدف ارزش عمر مشتری و سودمندی مشتری را به حداکثر برسانند، اما با در نظر گرفتن هر دو هدف و نتایج مدل‌سازی این پژوهش، مشتریانی که در گروه دوم قرار گرفته‌اند در جهت پارتوی بالاتری نسبت به گروه سوم قرار گرفته‌اند.

در گروه دوم، مشتریانی مانند شرکت توانیر، فرهنگسرای خاوران، بنیاد شهید، استانداری تهران و در گروه سوم مشتریانی مانند استانداری اراک، گروه صنایع غذایی شیرین عسل و شرکت سهامی فرش ایران دیده می‌شوند که در حداکثرسازی ارزش عمر مشتری موفق‌تر از حداکثرسازی سودمندی مشتری عمل کرده‌اند. این مشتریان در دسته مشتریان سودمند برای شرکت قرار می‌گیرند، اما سود اندکی که این گروه از شرکت دریافت می‌کنند این دسته از مشتریان را در معرض ریزش قرار می‌دهد. در نتیجه، شرکت برای حفظ و نگهداری این دسته از مشتریان سودمند و جلوگیری از ریزش آنها باید توجه ویژه‌ای به این دسته از مشتریان داشته باشد و با استفاده از مدیریت ارتباط با مشتری به شناخت بهتر نیازها و خواسته‌های اعضای این دسته و حفظ رابطه با آنها بپردازد. همچنین، در گروه دوم مشتریانی مانند شرکت فرهنگی - ورزشی استقلال، سازمان قضایی نیروهای مسلح، مخابرات و در گروه سوم مشتریانی مانند بانک ملت، سازمان حج و زیارت و استانداری یزد مشاهده می‌شوند که علی‌رغم سودمندی بالا در این

گروه، این مشتریان نتوانسته‌اند ارزش عمر مشتری بالایی را به خود اختصاص دهند. این گروه از مشتریان سود کافی را از شرکت دریافت می‌کنند، اما در مقابل سود کافی و مناسبی به شرکت نمی‌رسانند؛ بنابراین، شرکت باید برای افزایش ارزش این گروه از مشتریان با حفظ سودمندی آنها، با استفاده از تبلیغات تحریک‌کننده و انگیزاننده و ارائه مشوق برای مشتریان این گروه، برای افزایش سطح تراکنش آنها تلاش کند.

گروه چهارم که مشتریانی مانند مؤسسه مالی و اعتباری توسعه، موزه هنرهای معاصر، شرکت فنی-مهندسی پاسارگاد، سازمان ایران تورسیم و... را در خود جای داده است، گروهی است که مشتریان آن کمترین سطح ارزش عمر مشتری و سودمندی مشتری را دارند، اما این موضوع دلیلی برای بی‌توجهی شرکت به این‌گونه مشتریان نیست. شرکت می‌تواند با هدف افزایش سودمندی مشتریان این گروه، با توسعه محصولات و خدمات و ارائه خدمات مناسب با استفاده از فناوری‌های نوین ارتباطی، این مشتریان غیرفعال را به مشتریانی فعال تبدیل کند و از این طریق ارزش آنها را نیز برای شرکت افزایش دهد. مشتریان این گروه حتی توانایی تبدیل شدن به مشتریان طلایی را نیز دارند، اگر شرکت بتواند از فرصت‌های مناسب برای ایجاد انگیزه آنها استفاده کند. تمام چهار خوشه درجه‌ای مشابه از ناهمگونی بین خوشه‌ها روی هر دو ویژگی سود و ارزش عمر مشتری دارد. با وجود اندازه خوشه متعادل تر و ناهمگونی بین خوشه‌ای الگوریتم تکاملی بهینه پارتو راه‌حلی بسیار مطلوب‌تر از راه‌حل‌های تک‌هدفه بخش‌بندی مشتریان است. این تجزیه و تحلیل نشان می‌دهد بسیاری از بینش‌ها می‌توانند از راه‌حل‌های بهینه پارتوی یک مسئله چندمعیاره بخش‌بندی جمع‌آوری شوند.

اعتبارسنجی الگوریتم پیشنهادی

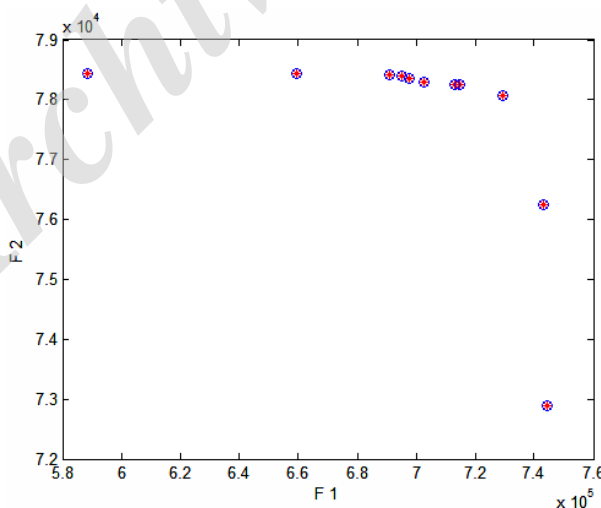
در بخش گذشته، به مدل‌سازی مسئله و حل مدل با الگوریتم پیشنهادی NSGAII پرداختیم، اما موضوع مهم این است که چگونه می‌توان ادعا کرد روش پیشنهادی مذکور روشی مؤثر و در میان روش‌های دیگر بهترین روش است. یکی از مشکلات مهم در حل مسائل چندهدفه، چگونگی ارزیابی کیفیت حل‌های نهایی است که به دلیل تناقض اهداف به‌کاررفته گاهی این امر کاری پیچیده است. به‌طور کلی، پس از مرور ادبیات موضوع و طبق نظر بسیاری از محققان، مقایسه دو مجموعه مختلف از جواب‌های پارتو کار بسیار دشواری است. به‌این‌منظور، در اوایل دهه ۱۹۹۰ میلادی از روش‌های دیداری (مشاهده‌ای) برای مقایسه مجموعه‌های پارتو با هم استفاده می‌شد.

این روش دو مشکل اساسی دارد: اولاً اینکه ما در مقایسه‌های علمی به مبنایی قابل اندازه‌گیری و کمی نیاز داشتیم و فقط اظهار نظر کیفی اشخاص نمی‌توانست محکی مناسب در

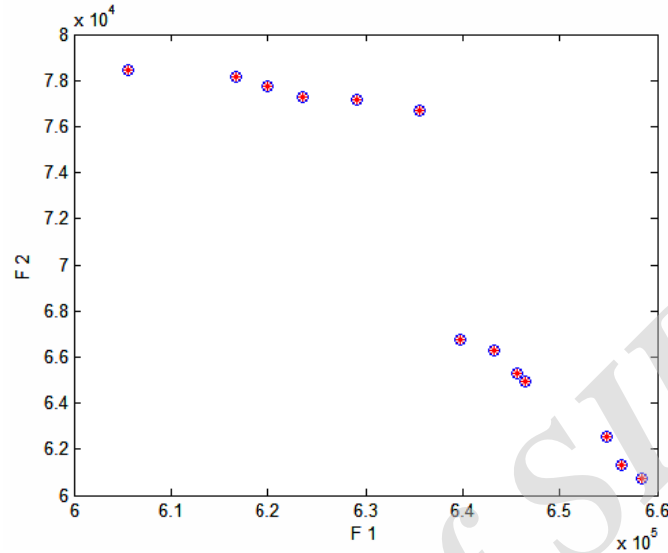
اندازه‌گیری کارایی یک الگوریتم ایجادکننده جواب‌های پارتو باشد. ثانیاً مشکل اساسی دیگر این روش در مقایسه مجموعه‌های پارتو این بود که فقط برای حداکثر مسئله سه هدفه کاربرد داشت، زیرا ترسیم فضای بیش از سه‌بعدی برای مقایسه مجموعه جواب‌ها امکان‌پذیر نبود. این مشکلات موجب شد تا محققان روش‌های منطقی، جامع و مناسب را به‌این‌منظور ارائه کنند. در اینجا، از چهار معیار زیر برای سنجش کارایی الگوریتم‌های پیشنهادی استفاده شده است: ۱. تعداد جواب‌های پارتوی موجود در جبهه؛ ۲. تراکم و نزدیکی جواب‌های پارتو؛ ۳. پراکندگی جواب‌های پارتو و ۴. فاصله تا مبدأ مختصات. به‌منظور بررسی عملکرد روش فراابتکاری پیشنهادی (NSGAI) مدل مسئله را یک‌بار با الگوریتم دیگری (مثلاً NPGA) حل می‌کنیم و سپس نتایج آن را بر مبنای سه عامل ذکر شده در بالا با نتایج حل مسئله با NSGAI مقایسه می‌کنیم؛ بنابراین، با مقایسه جواب‌های دو الگوریتم می‌توان ادعا کرد الگوریتم پیشنهادی این پژوهش مؤثر است یا خیر.

مقایسه نتایج

در این بخش برای مقایسه نتایج حل مدل توسط دو الگوریتم و نمایش واضح‌تر آن، نتایج K-means حذف شده است. برای به‌دست‌آوردن نتایج صحیح‌تر، مدل توسط هر الگوریتم ده‌بار اجرا شده و میانگین جواب‌های حاصل از ده‌بار اجرا به‌عنوان جواب نهایی برای سنجش گزارش شده است.



شکل ۹. جبهه پارتوی الگوریتم NSGAI



شکل ۱۰. جبهه پارتوی الگوریتم NRGA

جدول ۲ نتایج اجرای مدل با دو الگوریتم ژنتیک را نشان می‌دهد.

جدول ۲. نتایج اجرای مدل با دو الگوریتم ژنتیک

dis0	Cdis	ED	NF	معیارها و الگوریتم‌ها
۵/۰۰۹۵e + ۰/۶	۴۳/۷۸	۱۶۱۶۴۲	۵۰	NSGAI
۵/۰۲۶۹e + ۰/۶	۴۴	۷۰۵۲۶	۵۰	NRGA

همان‌طور که می‌بینیم، در معیار تعداد جواب‌های پارتوی موجود در جبهه پارتو (NF) هر دو الگوریتم تعداد برابر ۵۰ جواب و نیز در معیار پراکندگی جواب‌ها (cdis) تعداد تقریباً برابر ۴۴ را نشان می‌دهند؛ بنابراین، با سنجش این دو معیار هیچ‌کدام از الگوریتم‌ها مزیتی نسبت به دیگری ندارد، اما در معیار تراکم و نزدیکی جواب‌ها (فاصله دو جواب کناری (ED)) که هرچه بیشتر باشد بهتر است، الگوریتم NSGAI با ED برابر ۱۶۱۶۴۲ نتیجه بهتری از الگوریتم NRGA با ED با مقدار ۷۰۵۲۶ ارائه کرده است و همچنین در معیار فاصله تا مبدأ مختصات (dis0) که کم‌تر بودن آن نمایانگر برتری آن است، باز هم الگوریتم NSGAI با مقدار $5/0.095 + 0/6$ نتیجه بهتری از الگوریتم NRGA با مقدار $5/0.269 + 0/6$ داشته است. در نتیجه، طبق

پیش‌بینی و نتایج، الگوریتم NSGAI در حل مدل بهتر از الگوریتم NRGAI عمل می‌کند و به این دلیل برای حل مسئله از این الگوریتم استفاده شد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

استفاده از روش بخش‌بندی بازار و داده‌کاوی در شرکت‌ها و صنایع ممکن است موجب شناسایی مشتریان وفادار و اصلاح الگوی شرکت برای حفظ این مشتریان شود. برای نزدیک شدن به دنیای واقعی برای برآوردن همه اهداف شرکت، این بخش‌بندی باید چندهدفه باشد که این مسئله با بهینه‌پارتو حل می‌شود. در نتیجه، استفاده از این روش‌ها در کنار هم موجب شناخت نیاز بازار و مشتریان می‌شود که کمک می‌کند محصولات و خدمات شرکت را با هدف برآوردن این نیازها و همچنین برآوردن اهداف شرکت ارائه کنیم و در نهایت به کسب سهم بیشتر بازار و سودآوری برای شرکت و در کنار آن رضایت بیش از پیش مشتریان منجر می‌شود. هدف این پژوهش بخش‌بندی دوهدفه مشتریان شرکت سیماچوب با الگوریتم تکاملی بهینه‌پارتو با کمک روش داده‌کاوی است. به این منظور، پس از جمع‌آوری داده‌های مشتریان شرکت مذکور و انتخاب و پاک‌سازی داده‌ها به کمک روش داده‌کاوی، با توجه به اینکه مسئله در دسته مسائل پیچیده قرار می‌گیرد، برای اجرای مدل روی فضای داده‌های تحقیق، از الگوریتم فراابتکاری ژنتیک (NSGAI) استفاده و سپس نتایج تحلیل شد. در پایان، از الگوریتم فراابتکاری NRGAI (با تفاوتی اساسی در انتخاب کروموزوم‌ها) برای سنجش اعتبار الگوریتم پیشنهاد NSGAI استفاده شد. در این بخش، برای سنجش دو الگوریتم از چهار معیار استفاده شد. با مقایسه دو الگوریتم در چهار معیار مذکور، این نتیجه به دست آمد که در تمام فاکتورها الگوریتم NSGAI نتایجی بهتر یا برابر با نتایج الگوریتم NRGAI داشته است؛ بنابراین، با توجه به نتایج الگوریتم پیشنهادی بر مطالعه موردی تحقیق، می‌توان به کارایی الگوریتم در حل این گونه مسائل پی برد. به این دلیل این الگوریتم می‌تواند به عنوان ابزاری مفید و انعطاف‌پذیر برای حل مسائل بخش‌بندی چندهدفه به کار گرفته شود.

پیشنهادهای ارائه شده به شرکت

پس از بررسی نتایج بخش‌بندی مشتریان، برای رسیدن به اهداف بلندمدت شرکت در زمینه کسب سهم بیشتر از بازار (جذب مشتریان بیشتر)، حفظ مشتریان وفادار و جلوگیری از رویگردانی مشتریان کم‌ارزش‌تر، پیشنهادهایی ارائه می‌شود:

- الزام شرکت به شناسایی مشتریان طلایی (وفادار) به اجرای برنامه برای حفظ، رضایت و وفاداری مشتریان؛

- استفاده از برنامه‌های تخفیف متناسب برای مشتریان با تراکنش بالا؛
- فروش مضاعف به مشتریان وفادار با تراکنش بالا (یعنی با شناخت مشتری می‌توانیم محصولات یا خدمات همجنس را با عملکرد و کیفیت بالاتری به مشتری عرضه کنیم، محصولات و خدماتی که مورد تقاضای مشتری است و ارائه آن‌ها به احتمال زیاد با استقبال فراوان مشتری روبه‌رو می‌شود)؛
- استفاده از تبلیغات تحریک‌کننده و انگیزاننده برای مشتریان سطح متوسط با تراکنش متوسط؛
- ارائه مشوق برای مشتریان متوسط؛
- تبدیل مشتریان غیرفعال به مشتریان فعال با استفاده از ارائه و توسعه خدمات.

پیشنادهایی برای تحقیقات آتی

- برای توسعه مدل پیشنهادی در تحقیقات آتی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:
- تغییر توابع هدف مسئله با توجه به اهداف مهم شرکت؛
 - افزایش تعداد توابع هدف از دو هدف به سه هدف یا بیشتر؛
 - تغییر در محدودیت‌های مسئله؛
 - استفاده از دیگر روش‌های فراابتکاری برای حل مسئله؛
 - تغییر در معیارهای مسئله و استفاده از متغیرهای روان‌شناختی یا جمعیتی و...؛
 - به‌کارگیری سایر روش‌های خوشه‌بندی و مقایسه نتایج آنها با روش بهینه پارتو.

References

- Ahmadi, P., Azar, A. & Samsami, F. (2011). Market segmentation using neural networks (Case study: pharmaceutical market in Iran), *Quarterly Journal of Business Management*, 2(6): 1–20. (in Persian)
- Albadavi, A., Noroozi, A., Sepehri, M. M. & Nasri, A. (2014). An Integrated Pareto/NBD- fuzzy weighted RFM model for customer segmentation in non-contractual setting, *Quarterly Journal of Business Management*, 6(3): 417–440. (in Persian)
- Asfidany, M. R., Mahmoudi, M., Kimasy, M., Mohammadi, H. & Parsafard, M. (2014). Retail banking market segmentation based on the expected benefits of Bank Mellat customers, *Quarterly Journal of Business Management*, 6(2): 227–250. (in Persian)

- Baradaran, V. & Biglari, M. (2014). Customer segmentation in fast moving consumer goods (FMCG) industries by using developed RFM model in Golestan province, *Quarterly Journal of Business Management*, In Press. (in Persian)
- Biggadike, E. R. (1981). The contributions of marketing to strategic management, *Academy of Management Review*, 6: 621– 632.
- Brusco, M. J., Cradit, D. & Stahl, S. (2002). A simulated annealing heuristic for a bicriterion partitioning problem in market segmentation, *Journal of Marketing Research*, 34(1): 99- 109.
- DeSarbo, W. S. & Grisaffe, D. (1998). Combinatorial optimization approaches to constrained market segmentation: An application to industrial market segmentation, *Marketing Letters*, 9(2): 115- 134.
- Dibb, S. (1995). Developing a decision tool for identifying operational and attractive segments, *Journal of Strategic Marketing*, 3(3): 189– 203.
- Dibb, S. (1999). Criteria guiding segmentation implementation: Reviewing the evidence, *Journal of Strategic Marketing*, 7(2): 107– 129.
- Hossein Zadeh shahri, M. & Karami, M. (2014). Segmentation of customers based on food related lifestyle scale at chain restaurants (Case study: Boof fast food chain restaurants in Tehran), *Quarterly Journal of Business Management*, In Press. (in Persian)
- Hung, C. & Tsai, C. F. (2008). Market segmentation based on hierarchical selforganizing map for markets of multimedia on demand, *Expert Systems with Applications*, 34(1): 780– 787.
- Kleinberg, J. (2002). An impossibility theorem for clustering, *Proceedings of the 15th Conference on Neural Information Processing Systems (NIPS)*, Vancouver, Canada: 446- 453.
- Morovati Sharif Abadi, A. (2014). Clustering bank's customers using artificial neural networks, *Quarterly Journal of Business Management*, 6(1): 187– 206. (in Persian)
- Mortazavi, S., Aseman Dareh, Y., Najafi Siahroodi, M. & Alawi, S. M. (2011). Benefit sought segmentation of mobile phone market, *Quarterly Journal of Business Management*, 3(8): 115– 132. (in Persian)
- Myers, J. (1996). *Segmentation and positioning for strategic marketing decisions*, South-Western Educational Publishing, Chicago.

Wedel, M. & Kamakura, W. (2000). *Market segmentation: Conceptual and methodological foundations*, Kluwer Academic Publishing, Norwell, MA.

Wind, Y. (1978). Issues and advances in segmentation research, *Journal of Marketing Research*, 15(3): 317- 337.

Archive of SID