

به کارگیری الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات برای خوشبندی مشتریان

زهرا ناجی عظیمی^۱، احمد قربان پور^{۲*}

۱- استادیار، دانشگاه فردوسی مشهد، گروه مدیریت، مشهد، ایران

۲- دانشجوی دکتری، دانشگاه فردوسی مشهد، گروه مدیریت، مشهد، ایران

دریافت: ۱۱ اردیبهشت ۱۳۹۳

پذیرش: ۳۱ شهریور ۱۳۹۳

چکیده

بازاریابی مدرن بر پایه بخش‌بندی مشتریان استوار است. چرا که دیدگاه محصول محوری جای خود را به مشتری محوری داده است؛ لذا برای حفظ مشتریان کلیدی موجود، مهارت در ایجاد ارتباط صحیح با مشتری ضروری است. بخش‌بندی یکی از مباحث مطرح در حوزه‌ی مدیریت ارتباط با مشتری است. بدین منظور، استفاده از الگوی مناسب بخش‌بندی مشتریان، به سازمان این فرصت را می‌دهد که پیشنهادات ارزشمند خود را متناسب با نیازها و خواسته‌های بخش‌های هدف‌گیری شده طراحی و ارایه نموده و در نتیجه عملکرد خود را از دیدگاه‌های مختلف بهبود بخشد. هدف این مطالعه به کارگیری مدل مناسبی جهت بخش‌بندی مشتریان بر اساس شاخص‌های مانند طول ارتباط مشتری، تازگی مبادله، تعداد دفعات مبادله و ارزش پولی مبادله می‌باشد. جهت خوشبندی داده‌ها در این مقاله، از تلفیق الگوریتم‌های بهینه‌سازی ازدحام ذرات با کای میانگین جهت غلبه بر مشکلاتی مانند حساس بودن به مقدار اولیه و گرفتار شدن در دام بهینه‌ی محلی استفاده گردیده است. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که مشتریان متعلق به خوشبندی اول در شاخص‌های "طول ارتباط با مشتری" و "تازگی خرید" دارای میانگینی بالا و در شاخص‌های "فرکانس خرید" و "مبلغ فروش" دارای میانگینی کمتر از سطح متوسط کل مشتریان و همچنین مشتریان متعلق به خوشبندی دوم در شاخص "تازگی خرید" دارای میانگینی بالا و در شاخص‌های "طول ارتباط با مشتری"، "فرکانس خرید" و "مبلغ فروش" دارای میانگینی کمتر از سطح متوسط کل مشتریان می‌باشند؛ لذا مشتریان خوشبندی اول از نظر وفاداری جزء مشتریان وفادار و از لحاظ ارزش جزء مشتریان نامطمئن و نیز مشتریان متعلق به خوشبندی دوم از نظر ماتریس وفاداری جزء مشتریان جدید و از لحاظ ارزش جزء مشتریان نامطمئن می‌باشند. در پایان نیز مشخص می‌گردد که الگوریتم طراحی شده برای دستیابی به خوشبندی دقیق‌تر مشتریان از کارایی بالاتری نسبت به الگوریتم کای میانگین برخوردار است.

کلمات کلیدی: خوشبندی مشتریان، الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات، الگوریتم خوشبندی کای میانگین.

۱ مقدمه

شناخت مشتریان و همچنین شناخت نیازهای مشتریان، عامل موثری در کسب برتری برای ارایه‌ی خدمات به مشتری است. مدیران باید مشتریان خود را اولویت‌بندی کرده، کانون توجه خود را بر مشتریان کلیدی متمرکز

* عهده‌دار مکاتبات

آدرس الکترونیکی: Ah.ghorbanpour.62@Stu-mail.um.ac.ir

کنند و روز به روز هزینه‌ی از دست دادن مشتری را بیشتر در ک کنند. چرا که وقتی مشتریان تجارت با ما را کنار می‌گذارند و شروع به تجارت با رقبا می‌نمایند، وضعیت‌هایی مانند از دست دادن درآمد جاری به خاطر رابطه‌ی تجاری و یا از دست دادن شهرت و اعتبار اتفاق می‌افتد^[۱]. مشتریان ما احتمالاً تجربیات خودشان را با مشتریان دیگر در میان خواهند گذاشت. این زیان ممکن است منجر به از دست رفتن اعتماد مشتریان کنونی ما و هر مشتری بالقوه‌ای شود. امروزه تدوین سیاست‌ها و استراتژی‌های رقابتی از سوی صاحب نظران تاکید می‌شود؛ لذا سازمان‌ها نمی‌توانند اهداف اساسی کار خود نظیر دستیابی به مزیت رقابتی را نادیده بگیرند. شناسایی گروه‌های مختلف مشتریان و تعیین خواسته‌ها و نیازهای آنان می‌تواند باعث به وجود آمدن رضایت مشتری شود و همین امر موجب وفاداری بیشتر مشتریان می‌شود. شناسایی مشتریان کلیدی و حفظ این گونه مشتریان در بلند مدت نسبت به جذب مشتریان جدید، برای جایگزینی مشتریانی که قطع رابطه با سازمان کردده‌اند، سودمندتر است. زیرا هزینه‌ی جذب یک مشتری کلیدی جدید، پنج برابر هزینه‌ی حفظ یک مشتری است^[۲].

به گفته‌ی پژوهشگران، یک شرکت برای فروش کالا یا خدمت به مشتریان فعلی خود نسبت به مشتریان جدید از شанс بالاتری برخوردار می‌باشد، به طوری که شанс موفقیت یک شرکت برای فروش مجدد به یک مشتری فعال، حدود ۶۰ تا ۷۰ درصد می‌باشد و در سوی دیگر، شанс موفقیت برای فروش به یک مشتری جدید، تقریباً بین ۵ تا ۲۰ درصد است^[۱]. بخش‌بندی یکی از مباحث مطرح در حوزه‌ی مدیریت ارتباط با مشتری است. بخش‌بندی، شکستن جمعیت زیادی از مشتریان به بخش‌های مختلف است به طوری که مشتریان موجود در هر بخش به یکدیگر شبیه و مشتریان بخش‌های مختلف با یکدیگر متفاوت هستند. در حالت ایده‌آل، هر سازمان باید هر یک از مشتریانش را به‌طور کامل بشناسد؛ ولی این کار در عمل امکان‌پذیر نیست و در واقع بخش‌بندی این امکان را فراهم می‌آورد تا مشتریانی که شبیه به هم هستند، در یک بخش قرار گیرند. در این صورت مدیریت و شناخت این بخش‌ها بسیار ساده‌تر از شناخت تک تک مشتریان است.

داده‌کاوی برای بخش‌بندی مشتریان، دارای ابزارهای گوناگونی می‌باشد. یکی از مشهورترین روش‌های خوشه‌بندی، الگوریتم کای میانگین (K-means) است که مهم‌ترین مشکل آن، حساس بودن نتایج خوشه‌بندی به انتخاب مراکز خوشه‌های اولیه می‌باشد و ممکن است به بهینه‌ی محلی همگرا شود^[۳]. بدین منظور برای دستیابی به خوشه‌بندی بهتر، در این مقاله از تلفیق الگوریتم‌های بهینه‌سازی از دحام ذرات با کای میانگین استفاده می‌گردد.

۱-۲ بیان مساله

بازاریابی رابطه‌مند، هنر کسب و کار امروز است. برای حفظ مشتریان کلیدی موجود، مهارت در ایجاد ارتباط صحیح با مشتریان امری ضروری می‌باشد. تئوری بازاریابی کلاسیک، عمدتاً به انجام معامله توجه داشت و به حفظ مشتریان اهمیتی نمی‌داد؛ اما با گسترش رقابت و اشاع شدن بسیاری از بازارها و تغییرات پیوسته در محیط و ترکیب جمعیت، شرکت‌ها با این واقعیت روبرو شدند که امروزه دیگر مانند گذشته شرکت‌ها با یک نظام اقتصادی رو به گسترش و بازارهای در حال رشد روبرو نیستند. امروزه هر مشتری ارزش ویژه‌ی خود را دارد و

اینک شرکت‌ها برای به دست آوردن سهم بیشتری از بازار ثابت یارو به کاهش باید مبارزه کنند؛ بنابراین هزینه‌های جذب مشتریان جدید روبه افزایش نهاده است [۴].

پژوهش‌ها نشان می‌دهد که هزینه‌ی جذب مشتریان جدید، پنج برابر هزینه‌ی نگهداشت مشتریان کنونی است. شرکت‌ها دریافته‌اند که از دست دادن یک مشتری چیزی بیش از، از دست دادن یک قلم فروش است و این از دست دادن کل جریان خریدهایی است که مشتری می‌توانسته در طول زندگی یا دوره‌ی زمانی که مشتری بوده، انجام دهد [۵]؛ بنابراین شرکت‌ها همواره باید با شناخت و درک صحیح نیازها و ارزش‌های مدنظر مشتریان، کالاها و خدمات با ارزشی را برای جلب رضایتمندی و ایجاد وفاداری به آنان ارایه کنند [۶]. اما مساله‌ی اصلی این است که چگونه می‌توان مشتریان کلیدی سازمان را شناسایی و سپس به تحلیل ویژگی‌های رفتاری آن‌ها پرداخت؟

کیم و همکاران [۷] طی تحقیقی بیان کردند که ارتباط با مشتری مقوله‌ای هزینه بر است. باید بررسی کرد که این ارتباط با مشتری در درازمدت تا چه حد برای یک سازمان سودآور خواهد بود. چرا که اولین هدف هر سازمانی ایجاد ارزش افزوده برای صاحبین سهام آن سازمان است. آن‌ها بیان می‌کنند که باید ارزش ایجاد شده توسط مشتریان برای سازمان در دوره‌ای خاص را اندازه‌گیری و با یکدیگر مقایسه کرد. در این میان می‌توان مشتریانی را که ارزش بالایی برای سازمان ایجاد می‌کنند، شناسایی و به برقراری ارتباط به گونه‌ای انگیزشی با این مشتریان اقدام نمود. این اقدامات می‌توانند با افزایش وفاداری مشتریان سودمند سازمان، به افزایش دوره‌ی عمر مشتری و در نتیجه افزایش سود حاصل از آن مشتری و در نهایت افزایش سود سازمان کمک نمایند.

هو و جینگ [۸] بیان می‌دارند که بخش‌بندی مشتری یکی از اصول اساسی برای موفقیت شرکت‌ها در تدوین استراتژی‌های حفظ مشتری است. هنگامی که مشتریان به گروه‌هایی تقسیم می‌شوند، شرکت‌ها می‌توانند تصمیم بگیرند چگونه منابع محدودشان را به طور موثرتری در بخش‌های مختلف مشتریان بر مبنای ارزش دوره‌ی عمرشان بخش‌بندی کنند و هم چنین در مورد طراحی و اجرای استراتژی حفظ مشتری‌های مختلف برای تحقق حداکثر کردن سود کل مشتریان به طور موثرتری تصمیم گیری نمایند.

سازمان‌ها داده‌های بسیار زیادی را درباره مشتریان، تامین کنندگان و شرکای تجاری جمع‌آوری و ذخیره می‌کنند؛ ولی ناتوانی این سازمان‌ها برای کشف دانش پنهان و با ارزش موجود در این داده‌ها سبب می‌شود که این داده‌ها استفاده نشده و جمع‌آوری داده‌ها در عمل بیهوده باشد. صاحبان کسب و کارها میل به استخراج دانش ناشناخته، معتبر و قابل درک از بانک‌های اطلاعاتی عظیم خود و استفاده از این اطلاعات برای کسب سود بیشتر دارند. یکی از روش‌های شناخت مشتری، رویکرد بخش‌بندی مشتریان است. بخش‌بندی، مشتریان را به خوش‌های همگنی تقسیم می‌کند که نیازها و خصوصیات مشتریان درون هر خوش به با یکدیگر مشابه است [۹].

هدف از این مطالعه به کارگیری یک مدل شایسته برای بخش‌بندی مشتریان بر اساس شاخص‌های طول ارتباط مشتری (L)، تازگی (R)، تعداد دفعات (F) و ارزش پولی (M) می‌باشد. برای خوش‌بندی داده‌ها تکنیک‌های گوناگونی وجود دارد. الگوریتم خوش‌بندی کای میانگین یکی از معتبرترین رویکردها می‌باشد؛ اما برخلاف پیاده‌سازی آسان و سرعت عملکرد، به دلیل مشکلاتی مانند حساس بودن به مقدار اولیه و گرفتار شدن

در دام بهینه‌ی محلی از قدرت عملکرد بالایی برخوردار نمی‌باشد. ضعف‌های شناخته شده در روش‌های خوشبندی کلاسیک، نیاز به روشی تحلیلی را ایجاد می‌کند که بخش‌بندی بهینه‌ای ایجاد کرده و قابلیت تعمیم و مدل‌سازی به سیستم‌های پیچیده را داشته باشد [۱۰]. از این‌رو، در این مقاله از الگوریتم بهینه‌سازی از دحام ذرات استفاده گردیده است.

۲ پیشنهای پژوهش

پژوهش‌های بسیاری در زمینه‌ی بخش‌بندی مشتریان مشتریان انجام شده است. در زیر به برخی از آن‌ها اشاره می‌گردد: غصنفری و همکاران [۱۰] پژوهشی را در زمینه‌ی بخش‌بندی مشتریان در صادرات پوشانک بر پایه‌ی الگوریتم‌های خوشبندی انجام دادند که هدف آن بخش‌بندی کشورها بر اساس ارزش صادرات پوشانک ایران در بازه‌ی ۱۴ ساله (۱۳۷۱-۱۳۸۴) بوده است. برای اندازه‌گیری ارزش خوش‌های، تحلیل خوش‌های و تبیین استراتژی مناسب برای هر بخش از مدل آر.اف.ام بهره گرفته‌اند.

حتفی‌زاده و همکاران [۱۱] در یک پژوهش مشتریان بینه‌ی بدنی اتو میل را با استفاده از شبکه‌های عصبی به چهار گروه مشتریان با ریسک‌های متفاوت بخش‌بندی کردند.

غلامیان و نیکنام [۱۲] تحقیقی را با هدف ارایه‌ی الگویی تطبیق یافته برای بخش‌بندی مشتریان به کمک مدل آر.اف.ام در صنعت بانکداری خرد انجام داده‌اند. بعد از ارایه‌ی مدل، بخش‌بندی و رتبه‌بندی بر روی اطلاعات حساب جاری تعدادی از مشتریان یکی از بانک‌های خصوصی با استفاده از مدل ارایه شده و مدل مرجع انجام شده است.

افسر و همکاران [۱۳] تحقیقی را با هدف خوشبندی اعتباری مشتریان برای ارایه تسهیلات متناسب انجام دادند. در اینجا پس از پیش‌پردازش اولیه از داده‌ها، آن‌ها به شکل مدل آر.اف.ام پردازش می‌شوند. سپس با استفاده از شبکه‌ی عصبی به عنوان یکی از الگوریتم‌های خوشبندی، مشتریان به ۱۰ خوش‌بندی خواهند شد. در ادامه با استفاده از مدل پیشنهادی، خوش‌های رتبه‌بندی می‌شوند. خوش‌های برتر شناسایی و عملیات اعطای تسهیلات برای اعضای این خوش‌های انجام می‌شود. در نهایت سه خوش‌های ۱، ۵ و ۷ به عنوان خوش‌های برتر تعیین شدند که به عنوان مشتریان هدف می‌باشند. ضریب تسهیلات اعطایی به این سه خوش‌بندی برتر به ترتیب ۰/۲۷۱، ۰/۵۵۶ و ۰/۱۷۳ می‌باشد.

شریف آبادی [۱۴] تحقیقی را با هدف خوشبندی مشتریان بانک با استفاده از شبکه‌های عصبی رقابتی انجام داد. در این پژوهش خوشبندی مشتریان بانک با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی رقابتی و روش‌های آماری سنتی با یکدیگر مقایسه شده‌اند. مقایسه‌ی خوشبندی‌های انجام شده، برتری قابل توجه شبکه‌ی عصبی رقابتی بر روش آماری وارد را نشان می‌دهد.

دوست حسینی و ناجی مقدم [۱۵] تحقیقی را با عنوان ارایه مدل جدیدی برای خوشبندی مشتریان صنعت بینه‌ی انجام دادند. در آخر دو الگوریتم خوشبندی کامینز، تواتسب با یکدیگر مقایسه شده و مشخص می‌شود که روش تواتسب در تقسیم بندی داده‌ها ضعیف‌تر عمل می‌کند.

چانگ و تسای [۱۶] مدل ال.آر.اف.ام را برای اضافه کردن طول ارتباط با مشتری پیشنهاد کردند. پس از استخراج داده‌های مدل و خوشبندی، مشتریان را در شانزده دسته طبقه‌بندی کردند. به گفته آنان، افزودن این شاخص به بهبود شناسایی مشتریان وفادار و سودآور رهنمون شده است.

لی و همکاران [۱۷] در طی تحقیقی به تجزیه و تحلیل مشخصات مشتریان برای بهبود مدیریت ارتباط با مشتری در صنعت نساجی پرداختند. نتایج نشان می‌دهد که مشتریانی که طول ارتباط طولانی‌تری دارند، وفادارترند هر چند که حجم مبادلات مالی و فرکانس آن مشتریان بالا نباشد.

وانگ و همکاران [۱۸] تحقیقی را با هدف خوشبندی فازی مشتریان مبتنی بر ساختار سلسله مراتبی با بهینه سازی شبکه لجستیک ارایه داد. نتایج نشان می‌دهد که روش پیشنهادی بهتر از سه الگوریتم غالب دیگر برای حل مشکل خوشبندی مشتری می‌باشد.

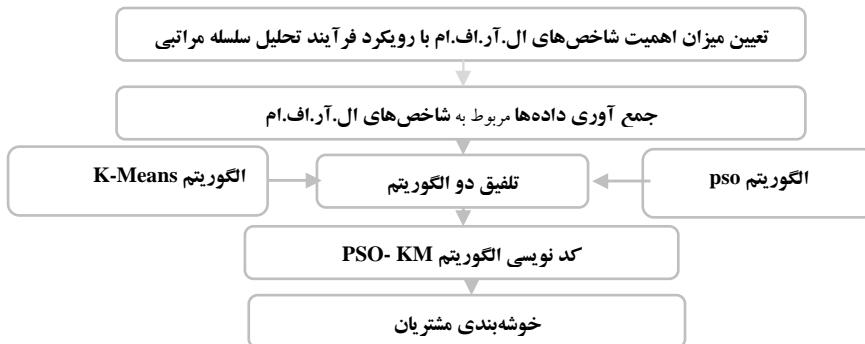
جدول ۱. خلاصه‌ای از پژوهش‌های پیشین در زمینه‌ی بخش‌بندی مشتریان

نام نویسنده	سال انتشار	موضوع
کفاسپور و همکاران [۶]	۱۳۹۱	بخش‌بندی مشتریان بر اساس ارزش دوره‌ی عمر آن‌ها با استفاده از داده کاوی بر مبنای مدل آر.اف.ام
حسینی و همکاران [۱۹]	۱۳۹۱	تحلیل اهمیت-عملکرد ویژگی‌های خدمت بر پایه‌ی بخش‌بندی مشتریان با رویکرد داده کاوی
سید حسینی و همکارانش [۲۰]	۲۰۱۰	تحلیل خوشه‌ای با استفاده از رویکرد داده کاوی برای توسعه‌ی مدیریت ارتباط با مشتری و ارزیابی وفاداری مشتری
ملاحسینی و میرزایی [۲۱]	۱۳۸۹	بخش‌بندی و شناسایی ویژگی‌های مشتریان گروه‌های ایران خودرو و سایپا در شهر کرمان
rstgar [۲۲]	۱۳۸۸	ارایه‌ی مدل توسعه‌یافته آر.اف.ام برای بخش‌بندی مشتریان در ارایه‌ی خدمات بانکی
نیاگاس و همکاران [۲۳]	۲۰۰۶	بخش‌بندی مشتریان بانک‌های الکترونیکی با رویکرد داده کاوی
وو و همکاران [۲۴]	۲۰۰۹	کاربرد مدل آر.اف.ام و روش کای میانگین در تحلیل مشتریان
چانگ و شن [۲۵]	۲۰۰۸	کاربرد تکنیک‌های داده کاوی برای افزایش طول عمر مشتری در صنعت فروشگاهی
گویال [۲۶]	۲۰۱۱	کاربرد تکنیک‌های داده کاوی برای خوشبندی مشتریان

جدول ۱ نمایانگر خلاصه‌ای از پژوهش‌های پیشین در زمینه‌ی بخش‌بندی مشتریان می‌باشد.

۳ روش تحقیق

این پژوهش از دیدگاه هدف از نوع کاربردی و از دیدگاه چگونگی گردآوری داده‌ها، یک پژوهش توصیفی است. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و خوشبندی مشتریان، به دلیل دارا بودن قابلیت بالاتر و غلبه بر ضعف‌های شناخته شده در روش‌های خوشبندی کلاسیک از الگوریتم تلفیقی کای میانگین با بهینه‌سازی ازدحام ذرات استفاده شده است. در این مقاله، از داده‌های گردآوری شده مصلحی و همکاران [۲۷] استفاده گردیده است. شکل (۱) چارچوب کلی این پژوهش را نشان می‌دهد.



شکل ۱. چارچوب کلی تحقیق

همان‌گونه که در شکل ۱ نمایان است، ابتدا میزان اهمیت شاخص‌های مدل ال.آر.اف.ام با رویکرد فرایند تحلیل سلسله مراتبی تعیین می‌گردد. سپس داده‌های مربوط به شاخص‌های مدل ال.آر.اف.ام برای هر یک از مشتریان جمع‌آوری، و با تلفیق الگوریتم کای میانگین با بهینه‌سازی از دحام ذرات خوشبندی مشتریان صورت می‌پذیرد.

۳-۱ فرآیند تحلیل سلسله مراتبی

فرایند تحلیل سلسله مراتبی یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره است که به میزان زیادی مورد استفاده قرار گرفته است. اگرچه در ک این روش آسان است و می‌تواند عقاید و نظرات متخصصان و خبرگان را مدل نماید. مراحل رویکرد فرایند تحلیل سلسله مراتبی دو سطحی شامل تشکیل ماتریس مقایسات زوجی، تشکیل ماتریس قضاوت و محاسبه اوزنی نسبی می‌باشد. البته لازم به ذکر است که تمامی ماتریس‌های مقایسات زوجی باید دارای نرخ ناسازگاری کمتر از ۰/۱ باشند. مسائلی که با فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در مورد آن‌ها تصمیم‌گیری می‌شود، معمولاً دارای یک هدف، چند معیار و چندین گزینه می‌باشند که می‌توان با تعیین وزن‌های نسبی در هر قسمت و تعیین وزن‌های نهایی در پایان فرآیند، در مورد انتخاب گزینه‌های مورد نظر برای هدف در نظر گرفته شده تصمیم‌گیری نمود [۲۸]. اما در تحقیق حاضر هدف تعیین وزن‌های نسبی شاخص‌های مدل ال.آر.اف.ام با یک هدف و چهار معیار می‌باشد. بدین منظور از نرم افزار Expert Choice جهت افزایش دقت محاسبات برای تعیین وزن نسبی شاخص‌های مدل ال.آر.اف.ام استفاده می‌گردد.

۳-۲ الگوریتم خوشبندی کای میانگین

الگوریتم کای میانگین یکی از روش‌های کلاسیک خوشبندی است. گام‌های این روش به شیوه‌ی زیر می‌باشد: گام نخست) از میان N داده‌ای که باید خوشبندی شود، تعداد k داده به طور تصادفی انتخاب شده و به عنوان مرکز خوشها به صورت c_1, c_2, \dots, c_k در نظر گرفته می‌شود (k بیانگر شمار خوشها می‌باشد). گام دوم) داده‌های x_1, x_2, \dots, x_k به خوش c_j نسبت داده می‌شود اگر و فقط اگر رابطه‌ی (۱) برآورده گردد.

$$\|x_i - c_i\| < \|x_i - c_p\| \quad , \quad p = 1, 2, \dots, k , \quad p \neq i \quad (1)$$

که در آن c_i مرکز خوشی زام و c_p مرکز خوشی p ام است.

گام سوم) مرکز جدید خوشها با به کارگیری رابطه‌ی (۲) محاسبه می‌شوند.

$$c_i^* = \frac{1}{N_i} \sum_{x_j \in c_i} x_j \quad i = 1, 2, \dots, k \quad (2)$$

گام چهارم) اگر $k = 1, 2, \dots, i$, $c_i^* = c_i$, آنگاه الگوریتم پایان می‌یابد. در غیر این صورت به گام دوم بر می‌گردد.

این الگوریتم به دلیل سرعت بالا و پیاده سازی آسان دارای محبوبیت بالایی است؛ اما یک مشکل اساسی دارد و آن اینکه تضمینی وجود ندارد که این الگوریتم به بهینه عمومی همگرا شود، به عبارت دیگر ممکن است این روش در دام بهینه محلی بیفتد. الگوریتم حرکت گروهی ذرات یکی از روش‌های پیشنهاد شده برای حداقل کردن این مشکل است [۲۹].

۳-۳ الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات

الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات توسط کندی و ابرهارت [۳۰] پیشنهاد گردید و تاکنون به طور موفقیت‌آمیزی در بسیاری از زمینه‌های علوم استفاده شده است. این الگوریتم از تکنیک‌های محاسبات تکاملی بوده و با تقلید از پرواز پرنده‌گان یا حرکات ماهیان و تبادل اطلاعات میان آنها ابداع شده است. در این الگوریتم هر راه حل تنها یک ذره در فضای جستجو است. همه‌ی ذره‌ها یک مقدار شایستگی دارند که توسطتابع شایستگی که باید بهینه شود، ارزیابی می‌گردد. افزون بر این هر ذره‌ی i دارای یک موقعیت در فضای d بعدی مساله است که در تکرار ۳ام، با بردار زیر نمایش داده می‌شود.

$$X_i^t = (x_{i1}^t, x_{i2}^t, \dots, x_{id}^t) \quad (3)$$

همچنین این ذره سرعتی دارد که حرکت آن را هدایت می‌کند و در تکرار ۳ام با بردار زیر نمایش داده می‌شود.

$$V_i^t = (v_{i1}^t, v_{i2}^t, \dots, v_{id}^t) \quad (4)$$

ذره جهت ذخیره بهترین موقعیت پیشین خود در هر تکرار از حافظه‌ای تحت عنوان بردار P استفاده می‌نماید.

$$P_i^t = (p_{i1}^t, p_{i2}^t, \dots, p_{id}^t) \quad (5)$$

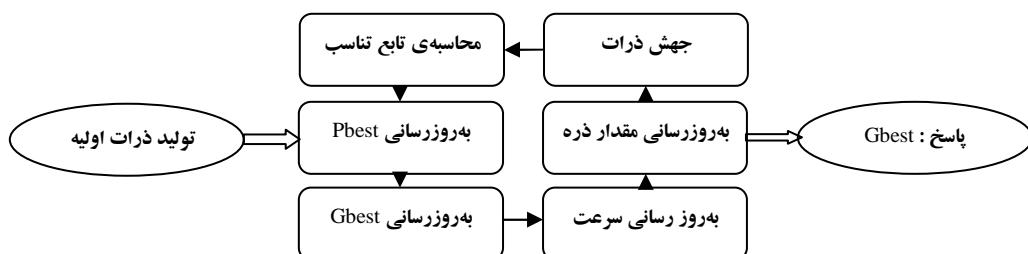
در هر تکرار جستجو، هر ذره با در نظر داشتن دو مقدار بهترین به روز رسانی می‌شود. نخستین مقدار مربوط به بهترین راه حلی است که ذره تاکنون آن را تجربه کرده است. این مقدار را اصطلاحاً بهترین P می‌نامند. دومین بهترین که توسط الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات دنبال می‌شود، بهترین موقعیتی است که تاکنون در جمعیت به دست آمده است. این مقدار بهینه‌ی عمومی بوده که اصطلاحاً بهترین P نامیده می‌شود.

$$V_i(t+1) = WV_i(t) + C_{\text{v}}r_{\text{v},i}(t)(p_i(t) - X_i(t)) + C_{\text{r}}r_{\text{r},i}(t)(p_g(t) - X_i(t)) \quad (6)$$

$$X_i(t+1) = X_i(t) + V_i(t+1) \quad (7)$$

پس از اینکه این دو بهترین مقدار پیدا شد، موقعیت و سرعت هر ذره توسط رابطه های (6) و (7) به روز رسانی می شود. در رابطه های بالا، c_1 بیانگر شماره تکرار، و متغیرهای c_1 و c_2 عامل های یادگیری است. اغلب $c_1 = c_2 = 2$ است که میزان جابجایی یک ذره را در یک بار تکرار کنترل می کند. c_1 و c_2 دو عدد تصادفی یکنواخت در بازه $[0, 1]$ می باشد. پارامتر w نمایانگر وزن اینرسی بوده که در بازه $[0, 1]$ مقدار اولیه می گیرد [۳۱].

در الگوریتم بهینه سازی ازدحام ذرات استاندارد، جمعیت با راه حل های تصادفی، مقداردهی اولیه می شود و تا رسیدن به شرط خاتمه به صورت تکراری شایستگی جمعیت محاسبه، مقادیر P_{best} و G_{best} ، سرعت و موقعیت نیز به ترتیب به روز رسانی می شود. در آخر هم G_{best} و مقدار شایستگی اش به عنوان خروجی بیان می شود. شرط خاتمه می تواند رسیدن به بیشینه تعداد نسل ها یا رسیدن به یک مقدار خاص شایستگی در G_{best} باشد [۳۲]. مراحل کلی الگوریتم در شکل (۲) نشان داده شده است.



شکل ۲. مراحل کلی الگوریتم PSO

۳-۴ به کار گیری الگوریتم تلفیقی بهینه سازی ازدحام ذرات با کای میانگین
الگوریتم تلفیقی بهینه سازی ازدحام ذرات با کای میانگین برای خوشبندی مشتریان به این صورت می باشد که هر ذره نشان دهنده k مرکز خوش بوده به صورت زیر است:

$$y_i = (c_{i1}, c_{i2}, \dots, c_{id}) \quad (8)$$

تابع شایستگی ذرات نیز با به کار گیری رابطه (۹) محاسبه می شود.

$$J_i = \frac{\sum_{j=1}^k \sum_{x_{ij} \in c_{ij}} d(x_p, c_{ij}) / |c_{ij}|}{k} \quad (9)$$

که در آن x_p ، c_{ij} و k به ترتیب نمایانگر موقعیت مکانی ذره، مرکز خوش بوده، فاصله و تعداد خوش بوده ها می باشد [۳]. الگوریتم بهینه سازی ازدحام ذرات با کای میانگین را می توان به صورت گام های زیر توصیف کرد:

۱. ابتدا به هر ذره یک مقدار اولیه دهید (مقدار اولیه به هر ذره به این صورت داده می‌شود که هر ذره K مقدار را به صورت تصادفی به عنوان مراکز خوشها انتخاب می‌کند).
۲. برای t از یک تا t_{\max} مراحل زیر را انجام دهید:
 - ۱-۱. برای ذره‌ی i مقدادیر v_i و x_i را با استفاده از رابطه‌های (۶) و (۷) محاسبه کنید.
 - ۱-۲. فاصله‌ی اقلیدسی x_i با مراکز همه‌ی ذرات را محاسبه کنید.
 - ۲-۱. داده‌ی x_i را به خوش‌های نسبت دهید که با مرکز آن خوش، کمترین فاصله را دارا باشد.
 - ۲-۲. تابع شایستگی را به کمک رابطه‌ی (۹) محاسبه کنید.
 - ۳-۱. تابع شایستگی را به کمک رابطه‌ی (۹) محاسبه کنید.
 - ۳-۲. مراکز خوش‌های مربوط به هر ذره را به کمک رابطه‌ی (۲) به روز رسانی کنید.
 - ۴-۱. شرط توقف را بررسی کنید. اگر برقرار بود، متوقف شوید و گرنه به گام دوم باز گردید.

۴ تجزیه و تحلیل داده‌ها

در این مقاله، همان‌گونه که اشاره گردید، از داده‌های گردآوری شده در تحقیقی که در شرکت «به پخش» انجام گرفته [۲۷]، استفاده شده است. ابتدا با بکارگیری رویکرد فرایند تحلیل سلسله مراتبی و با انجام مقایسه زوجی شاخص‌ها، ضریب اهمیت هر یک از آن‌ها محاسبه می‌شود. برای این منظور از نظرمدیر عامل و چهار مدیر بخش فروش شرکت استفاده شده است. براساس پاسخ این پنچ کارشناس به پرسشنامه ارایه شده جهت انجام مقایسات زوجی به منظور تعیین وزن شاخص‌های مدل، در نهایت ماتریس مقایسات زوجی حاصل به صورت جدول (۲) نشان داده شده است.

جدول ۲. مقایسه زوجی شاخص‌های مدل

M-F	R-F	R-M	L-F	L-M	L-R	
۰/۲۵۲	۰/۱۴۳	۰/۳۳۳	۳	۷	۸	کارشناس ۱
۷	۰/۱۴۳	۱	۵	۵	۷	کارشناس ۲
۷	۵	۰/۱۲۵	۰/۱۲۵	۰/۲۵۲	۵	کارشناس ۳
۰/۲	۰/۳۳۳	۳	۴	۹	۰/۲	کارشناس ۴
۷	۰/۱۲۵	۰/۱۶۷	۷	۷	۳	کارشناس ۵
۱/۷۶۵	۰/۳۳۶	۰/۵۳۰	۲/۲۰۸	۳/۵۳۴	۲/۷۸۷	میانگین هندسی

اعداد مشخص شده در این جدول بیانگر اهمیت یک شاخص نسبت به شاخص دیگر می‌باشد. برای مثال عدد ۸ ستون (L-R) برای کارشناس اول نشان دهنده این است که از نظر کارشناس اول اهمیت شاخص طول ارتباط ۸ برابر شاخص تازگی خرید تعیین شده است. با توجه به مقایسات زوجی و وارد نمودن آن در نرم افزار اکسپرت چویس، در نهایت وزن هریک از شاخص‌ها تعیین گردید. زمانی که از دیدگاه بیش از یک کارشناس استفاده

می‌شود بهترین راه کار استفاده از میانگین هندسی نظرات کارشناسان است. بنابراین با استفاده از تکنیک میانگین هندسی و نرمال‌سازی مقادیر به دست آمده، بردار ویژه محاسبه گردیده است. اعداد به دست آمده ضریب اهمیت هر یک از معیارهای اصلی را نشان می‌دهد. محاسبات انجام شده در جدول(۳) ارایه شده و بردار ویژه نیز به صورت W_1 نمایش داده شده است.

جدول ۳. تعیین وزن شاخص‌های مدل

بردار ویژه(W)	تعداد دفعات خرید مشتری ارزش مالی خرید مشتری	تازگی خرید مشتری	طول ارتباط مشتری	بردار ویژه
طول ارتباط مشتری	۱	۲/۷۸۷	۳/۳۵۴	۰/۳۴۹
تازگی خرید مشتری	۰/۳۵۹	۱	۰/۵۳۰	۰/۱۱۶
ارزش مالی خرید مشتری	۰/۲۸۳	۱/۸۸۸	۱	۰/۲۷۷
تعداد دفعات خرید مشتری	۱/۸۸۸	۲/۹۸۰	۰/۵۶۶	۰/۳۰۸

براساس بردار ویژه به دست آمده:

معیار طول ارتباط مشتری با وزن نرمال شده ۰/۳۴۹ از بیشترین اولویت برخوردار است.

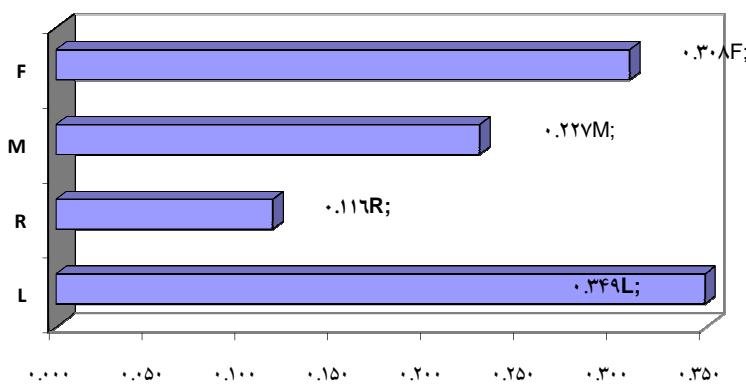
معیار تعداد دفعات خرید مشتری با وزن نرمال ۰/۳۰۸ در اولویت دوم قرار دارد.

معیار ارزش مالی خرید با وزن نرمال ۰/۲۷۷ در اولویت سوم قرار دارد.

از سوی دیگر معیار تازگی خرید با وزن نرمال ۰/۱۱۶ از کمترین اولویت برخوردار است.

نرخ ناسازگاری مقایسه‌های انجام شده نیز برابر ۰/۰۸۶ به دست آمده است که چون کوچک‌تر از ۱/۰ باشد بنابراین می‌توان به مقایسه‌های انجام شده اطمینان کرد. شکل (۳) خروجی نرمافزار اکسپرت چویس را

جهت وزن‌دهی شاخص‌ها نشان می‌دهد.



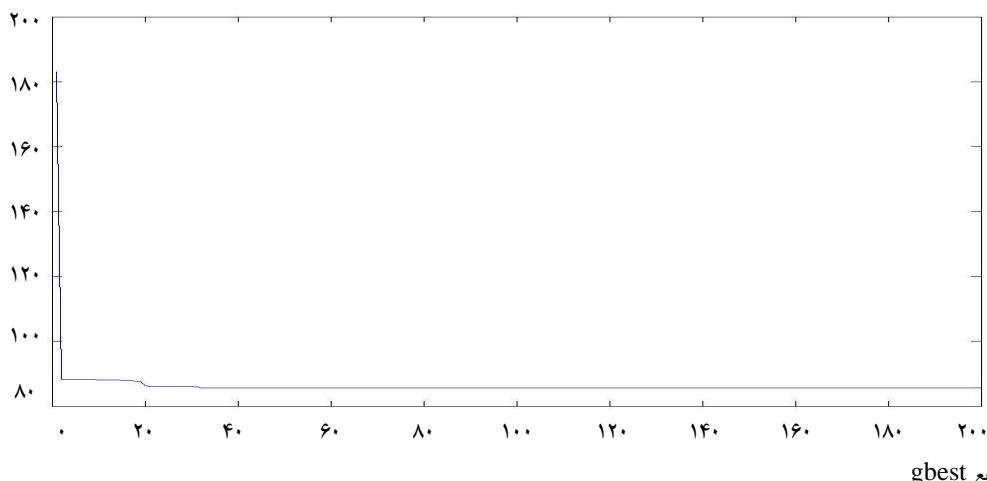
شکل ۳. میزان اهمیت شاخص‌های مدل ال.آر.اف.ام

سپس داده‌های ۹۳۵ مشتری در قالب چهار متغیر طول ارتباط مشتری، تازگی خرید، فرکانس خرید، مبلغ فروش خالص نرمالایز و سپس با الگوریتم تلفیقی کای میانگین و بهینه‌سازی ازدحام ذرات خوشبندی گردید. پارامترهای این الگوریتم در جدول (۴) آورده شد.

جدول ۴. پارامترهای الگوریتم PSO-KM

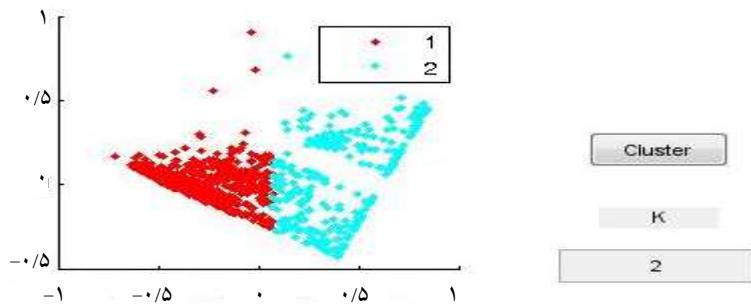
الگوریتم	پارامتر	مقدار
K		۲
C _۱		۱/۲
C _۲		۱/۲
PSO-KM	V _{max}	۰/۹
	V _{min}	۰/۴
شرط توقف	r _۱ , r _۲	اعداد تصادفی
همگرا شدنتابع gbest	تابع gbest	

برای توقف الگوریتم طراحی شده، محقق شرط توقف را همگرا شدن تابع gbest قرار داده است. همان‌گونه که در شکل (۴) نمایان می‌باشد، پس از بیست و سه تکرار تابع gbest در مقدار ۸۵/۶۶۵ به همگرایی می‌رسد.



شکل ۴. تابع gbest

پس از اجرای الگوریتم PSO-KM، داده‌های تحقیق به صورت شکل (۵) خوشبندی گردید.



شکل ۵. خوشبندی به ازاء ۲

سپس مراکز خوشها در هر یک از شاخصها به ترتیب جدول (۵) محاسبه گردید.

جدول ۵. مراکز خوشها در هر یک از شاخصها

مبلغ فروش خالص (M)	فرکانس خرید (F)	تازگی خرید (R)	طول ارتباط مشتری (L)
میانگین عناصر خوش اول	↑ ۰/۷۴۱۹	↑ ۰/۹۰۲۰	↓ ۰/۰۳۷۸
میانگین عناصر خوش دوم	↓ ۰/۱۶۰۹	↑ ۰/۰۶۴۲۷	↓ ۰/۰۳۶۷

جدول (۵) نمایان می‌سازد که مشتریان متعلق به خوشی اول در شاخص‌های طول ارتباط با مشتری و تازگی خرید دارای میانگینی بالا و در شاخص‌های فرکانس خرید و مبلغ فروش دارای میانگینی کمتر از متوسط کل مشتریان هستند. مشتریان متعلق به خوشی دوم نیز در شاخص تازگی خرید دارای میانگینی بالاتر و در شاخص‌های طول ارتباط با مشتری، فرکانس خرید و مبلغ فروش دارای میانگینی کمتر از متوسط کل مشتریان می‌باشند. در بررسی موردی حاضر برای سنجش کارایی این الگوریتم نسبت به الگوریتم کای میانگین، از شاخص حداقل میانگین مجدد رخطاها؛ یعنی (MSE) و زمان اجرا استفاده گردید که جدول (۶) میزان خطا و مدت زمان اجرا را برای هر یک از الگوریتم‌ها نشان می‌دهد.

جدول ۶. میانگین مجدد رخطاها و زمان اجرا برای الگوریتم‌ها

الگوریتم	میانگین مجدد رخطاها	زمان اجرا
کای میانگین	۰/۰۶۷۲۳۶	۰/۱۲۱
تلفیق کای میانگین با بهینه‌سازی از دحام ذرات	۰/۰۱۷۰۹	۱۷۰/۸۳۱

جدول (۶) نمایانگر این نکته می‌باشد که الگوریتم تلفیقی در خوشبندی میانگین مجدد رخطا کمتر، اما زمان اجرای بیشتری از الگوریتم کای میانگین دارد و نکته‌ای که باید توجه گردد، این است که بخش‌بندی مشتریان امری نیست که الزاماً در کسری از ثانیه صورت پذیرد؛ بلکه بخش‌بندی دقیق مهم‌تر است.

۵ بحث و نتیجه‌گیری

با افزایش اهمیت رضایت مشتری در محیط تجاری امروز، بسیاری از سازمان‌ها بر روی مباحث مرتبط با شناخت مشتری، وفاداری و سودآوری مشتری برای افزایش سهم بازار خود و کسب رضایت مشتری تمرکز نموده‌اند. مدیریت ارتباط با مشتری به عنوان یک مزیت رقابتی برای سازمان‌ها محسوب می‌گردد. بخش‌بندی نیز یکی از مباحث مطرح در حوزه‌ی مدیریت ارتباط با مشتری است. بدین منظور، هدف این مطالعه به کارگیری مدل مناسبی جهت بخش‌بندی مشتریان بر اساس شاخص‌های طول ارتباط مشتری، تازگی مبادله، تعداد دفعات مبادله و ارزش پولی مبادله انتخاب شده است. همان‌گونه که اشاره گردید، برای خوش‌بندی داده‌ها الگوریتم‌های مختلفی وجود دارد که یکی از مشهورترین این رویکردها، الگوریتم کای میانگین می‌باشد. این الگوریتم برخلاف پیاده‌سازی آسان و سرعت عملکرد بالا، به دلیل مشکلاتی مانند حساس بودن به مقدار اولیه و گرفتار شدن در دام بهینه‌ی محلی، از قدرت عملکرد بالایی برخوردار نیست. ضعف‌های شناخته شده در روش‌های خوش‌بندی کلاسیک، نیاز به روشی تحلیلی را ایجاد می‌کند که اولاً بخش‌بندی بهینه‌ای را ایجاد کند و ثانیاً قابلیت تعمیم و مدل‌سازی سیستم‌های پیچیده را دارا باشد. بدین منظور در این تحقیق، برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و خوش‌بندی مشتریان از الگوریتم تلفیقی PSO-KM به دلیل دارا بودن قابلیت بالاتر و غلبه بر ضعف‌های شناخته شده در روش‌های خوش‌بندی کلاسیک استفاده گردیده است. ابتدا، الگوریتم مربوط طراحی گردید. سپس در غالب نرم افزار مطلب، کد نویسی الگوریتم طراحی شده انجام گردید. در نهایت نیز با اجرای برنامه‌ی مذکور، مشتریان شرکت «به پخش» بر پایه‌ی داده‌های جمع‌آوری شده در قالب متغیرهای مدل AL.ARF.A، خوش‌بندی گردیدند.

یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که مشتریان متعلق به خوش‌بندی اول در شاخص‌های "طول ارتباط با مشتری" و "تازگی خرید" دارای عملکردی بالا و در شاخص‌های "فرکانس خرید" و "مبلغ فروش" دارای عملکردی پایین و همچنین مشتریان متعلق به خوش‌بندی دوم در شاخص "تازگی خرید" دارای عملکردی بالا و در شاخص‌های "طول ارتباط با مشتری"، "فرکانس خرید" و "مبلغ فروش" دارای عملکردی پایین‌تر از سطح میانگین می‌باشند؛ لذا با توجه به نتایج تحقیق چانگ و تسای [۱۶]، مشتریان خوش‌بندی اول از نظر وفاداری جزء مشتریان وفادار و از لحاظ ارزش جزء مشتریان نامطمئن و نیز مشتریان خوش‌بندی دوم از نظر ماتریس وفاداری جزء مشتریان جدید و از لحاظ ماتریس ارزش جزء مشتریان نامطمئن می‌باشند. همچنین یافته‌ها نشان می‌دهد که الگوریتم تلفیقی کای میانگین و بهینه‌سازی ازدحام ذرات در امر خوش‌بندی از میانگین مجنون خطای کمتری نسبت به الگوریتم کای میانگین می‌باشد؛ ولی زمان اجرای آن به مراتب بیش‌تر از کای میانگین می‌باشد. اما از آنجایی که بخش‌بندی مشتریان امری نیست که الزاماً در کسری از ثانیه صورت پذیرد، بخش‌بندی دقیق، مهم‌تر است؛ لذا به محققین پیشنهاد می‌گردد برای دستیابی به نتایج مطلوب‌تر از الگوریتم تدوین شده در تحقیق حاضر برای خوش‌بندی دقیق‌تر استفاده نمایند.

منابع

- [1] تارخ، م.، شریفیان، ک.، (۱۳۸۹). کاربرد داده کاوی در بهبود مدیریت ارتباط با مشتری، *فصلنامه مطالعات مدیریت صنعتی*، ۶(۱۷).
 - [۴] حمیدی، ا.، (۱۳۸۹). بازارداری و حفظ مشتری، *مجله مهندسی مدیریت*، ۴(۳۷)، ۲۶.
 - [۶] کفаш پور، آ.، توکلی، ا.، علیزاده، ع.، (۱۳۹۱). بخش‌بندی مشتریان بر اساس ارزش دوره عمر آن‌ها با استفاده از داده کاوی بر مبنای مدل آر.اف.ام (RFM)، *مجله پژوهش‌های مدیریت عمومی*، ۱۵، ۸۴-۶۳.
 - [۹] غضنفری، م.، ملک‌محمدی، س.، علیزاده، س.، (۱۳۸۹). بخش‌بندی مشتریان در صادرات پوشاسک بر پایه الگوریتم‌های خوشبندی، *فصلنامه پژوهشنامه بازرگانی*، ۵۶، ۸۶-۵۹.
 - [۱۰] آذر، ع.، احمدی، پ.، صوصامی، ف.، (۱۳۸۹). بخش‌بندی بازار دارو با رویکرد شبکه‌های عصبی (مطالعه‌ی موردی: بازار دارو در ایران)، *مجله مدیریت بازرگانی دانشگاه تهران*، ۶(۲).
 - [۱۱] حنفی‌زاده، پ.، عظیمی، پ.، رستخیز پایدار، ن.، (۱۳۸۹). بخش‌بندی مشتریان بر اساس ریسک با استفاده از تکنیک داده کاوی (مورد مطالعه: بیمه بدنی اتومبیل بیمه ملت)، *پایان نامه کارشناس ارشد مدیریت گرایش فناوری اطلاعات، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبائی*.
 - [۱۲] غلامیان، م.، نیک‌نام، ز.، (۱۳۸۹). ارایه‌ی الگویی تطبیق یافته برای بخش‌بندی مشتریان بانک‌ها بر اساس ارزش دوره عمر آنان، *پژوهشنامه مدیریت اجرایی*، ۴(۷).
 - [۱۳] افسر، ا.، محجوب، ر.، مینایی بیدگلی، ب.، (۱۳۹۲). خوشبندی اعتباری مشتریان برای ارایه تسهیلات متناسب. *پژوهش‌های بازرگانی*، دوره ۱۷، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۲، صفحه ۱-۲۴.
 - [۱۴] شریف‌آبادی، ع.، (۱۳۹۳). خوشبندی مشتریان بانک با استفاده از شبکه‌های عصبی رقبایی. *پژوهش‌های مدیریت بازرگانی*. دوره ۶، شماره ۱، بهار ۱۳۹۳، صفحه ۱۸۷-۲۰۶.
 - [۱۵] دوست‌حسینی، ر.، ناجی مقدم، م.، (۱۳۹۲). ارایه مدل جدیدی برای خوشبندی مشتریان صنعت بیمه. *یازدهمین همایش ملی کامپیوتر و سیستم‌های هوشمند*.
 - [۱۶] حسینی، س.، بحرینی‌زاده، م.، ضیائی‌بیده، ع.، (۱۳۹۱). تحلیل اهمیت-عملکرد ویژگی‌های خدمت بر پایه بخش‌بندی مشتریان با رویکرد داده کاوی. *فصلنامه مدیریت فناوری اطلاعات*، ۴(۱۳).
 - [۲۱] ملاحسینی، ع.، میرزاوی، غ.، (۱۳۸۹). بخش‌بندی و شناسایی ویژگی‌های مشتریان گروه‌های ایران خودرو و سایپا در شهر کرمان، *مدیریت بازرگانی*، ۶(۲).
 - [۲۲] رستگار، ن.، (۱۳۸۸). ارایه مدل توسعه یافته RFM برای بخش‌بندی مشتریان در ارایه خدمات بانکی، *اولین کنفرانس بین‌المللی بازاریابی خدمات بانکی*.
 - [۲۷] مصلحی، ن.، کفаш پور، آ.، ناجی عظیمی، ز.، (۱۳۹۱). استفاده از مدل LRFM برای بخش‌بندی مشتریان بر اساس ارزش چرخه عمر آنها در جهت بهبود مدیریت ارتباط با مشتری. *پایان نامه کارشناس ارشد دانشکده علوم اداری و اقتصاد، دانشگاه فردوسی مشهد*.
 - [۲۸] اصغرپور، محمد جواد (۱۳۸۵). *تصمیم‌گیری چند معیاره*. چاپ سوم، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
 - [۲۹] هومن، ح.، (۱۳۸۵). *تحلیل داده‌های چند متغیره در پژوهش رفتاری*. تهران: پیک فرهنگ.
 - [۳۲] نصیری، م.، اسماعیلی، ا.، مینایی، ب.، مزینی، ن.، (۱۳۹۰). چند هدفه جهت PSO پیشنهاد شیوه‌های مبتنی بر الگوریتم استخراج قوانین انجمنی در داده کاوی. *مجله تحقیق در عملیات و کاربردهای آن*. شماره ۸، دوره ۴، ص ۴۱-۴۸.
- [2] Griffin, J., Lowenstein, W. M., (2001). Customer winback: How to recapture lost customers and keep them loyal, San Francisco: Jossey-Bass.
- [3] Yang, F., Sun, T., Zhang, C., (2009). An efficient hybrid data clustering method based on K-harmonic means and Particle Swarm Optimization, *Expert Systems with Applications*, 847-852.

- [5] Kotler, P., (1994). Marketing management: Analysis, planning, implementation, and control, New Jersey: Prentice-Hall.
- [7] Kim, S., T. S. Jung, E. H. Suh and H. S. Hwang (2008). Customer segmentation and strategy Development based on customer lifetime value: A case study. Expert Systems with Applications 31: 7.
- [8] Hu ,W., Jing ,Z. (2008). Study of Customer Segmentation for Auto Services Companies Based on RFM Model. The International Conference on Innovation Management, Decambcer10-11.
- [16] Chang, H., Tsay, S., (2004). Integrating of SOM and K-mean in data mining clustering: An empirical study of CRM and profitability evaluation, Journal of Information Management, 11, 161–203.
- [17] Li, d., & et al, (2011). A two-stage clustering method to analyze customer characteristics to build discriminative customer management: A case of textile manufacturing business, Expert Systems with Applications, 7186–7191.
- [18] Wang, Y., Lao, Y., Wang, Y., (2014). A fuzzy-based customer clustering approach with hierarchical structure for logistics network optimization, Expert Systems with Applications.
- [20] Seyed Hosseini, M., Maleki, A., Gholamnian, M. R., (2010). cluster analysis using data mining approach to develop CRM methodology to assess the customer loyalty, Expert systems with application,37, 5259-5264.
- [23] Niyagas, W., Srivihok, A., Kitisin, S., (2006). Clustering e-Banking Customer using Data Mining and Marketing Segmentation, Ecti transactions on computer and information technology, 2(1).
- [24] Wu, H., Chang, E., Lo, C., (2009). Applying RFM model K-means Method in customer value analysis of an outfitter, International Conference on concurrent Engineering.
- [25] Chung, H., Shen, C., (2008). a study on the applications of data minig techniques to enhance customer lifetime value-based on the department store industry, Proceedings of the Seventh International Conference on Machine Learning and Cybernetics, Kunming.
- [26] Rajagopal, S., (2011). Customer Data clustering Using data mining technique, International Journal of Database Management Systems (IJDMS), 3(4).
- [30] Eberhart, R., Kennedy, J., (1995). A New Optimizer Using Particle Swarm Theory, Sixth International Symposium on Micro Machine and Human Science, IEEE.
- [31] Golmakani, H., Fazel, M., (2011). Constrained Portfolio Selection using Particle Swarm Optimization, Expert Systems with Applications 38, 8327–8335.