مجله تحقیق در عملیات در کاربردهای آن، سال دوازدهم، شماره اول (پیاپی ۴۴)، بهار ۹۴، ص ص ۴۷-۳۳
شاپا ۷۲۸۶-۲۲۵۱

به‌کارگیری الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات برای خوشه‌بندی مشتریان

زهرا ناجی عظیمی[1]، احمد قربان‌پور*[2]

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 به‌کارگیری مدل مناسبی جهت بخش‌بندی مشتریان بر اساس شاخص‌هایی مانند طول ارتباط مشتری، تازگی مبادله، تعداد دفعات مبادله و ارزش پولی مبادله می‌باشد. جهت خوشه‌بندی 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 خوشه‌ی 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 خوشه‌ی 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 خوشه‌ی اول از نظر وفاداری جزء مشتریان وفادار و از لحاظ ارزش جزء مشتریان نامطمئن و نیز مشتریان متعلق به خوشه‌ی 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 خوشه‌بندی دقیق‌تر مشتریان از کارایی بالاتری نسبت به الگوریتم کای میانگین برخوردار است.

کلمات کلیدی: خوشه‌بندی مشتریان، الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات، الگوریتم خوشه‌بندی 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

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

کنند و روز به روز هزینه‌ی از دست دادن مشتری را بیش‌تر درک کنند. چرا که وقتی مشتریان تجارت با ما را کنار می‌گذارندو 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 کرده‌اند، 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 شانس بالاتری برخوردار می‌باشد، به طوری که شانس موفقیت یک شرکت برای فروش مجدد به یک مشتری فعال، حدود ۶۰ تا ۷۰ درصد می باشد و در سوی دیگر، شانس 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 ازدحام ذرات با کای میانگین استفاده می‌گردد.

۱-۲ بیان مساله

بازاریابی رابطه‌مند، هنر کسب وکار 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 اشباع 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 درحال رشد روبرو نیستند. امروزه هر مشتری ارزش ویژه‌ی خود را دارد و

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

اینک شرکت‌ها برای به دست آوردن سهم بیش‌تری از بازار ثابت یا رو 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 کرده‌اند 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 گونه ای انگیزشی با این مشتریان اقدام نمود. این اقدامات می‌تواند 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 تصمیم‌گیری 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 خوشه‌های همگنی تقسیم می‌کند که نیازها و خصوصیات مشتریان درون هر خوشه با یکدیگر مشابه است [۹].

هدف از این مطالعه به‌کارگیری یک مدل شایسته برای بخش‌بندی مشتریان بر اساس شاخص‌های طول ارتباط مشتری (L)، تازگی (R)، تعداد دفعات (F) و ارزش پولی (M) می‌باشد. برای خوشه‌بندی داده‌ها تکنیک‌های گوناگونی وجود دارد. الگوریتم خوشه‌بندی 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

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

در دام بهینه‌ی محلی از قدرت عملکرد بالایی برخوردار نمی‌باشد. ضعف‌های شناخته شده در روش‌های خوشه‌بندی کلاسیک، نیاز به روشی تحلیلی را ایجاد می کند 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 ازدحام ذرات استفاده گردیده است.

۲ پیشینه‌ی پژوهش

پژوهش‌های بسیاری در زمینه‌ی بخش‌بندی مشتریان انجام شده است. در زیر به برخی از آن‌ها اشاره می گردد:

غضنفری و همکاران [۱۰] پژوهشی را در زمینه بخش‌بندی مشتریان در صادرات پوشاک بر پایه‌ی الگوریتم‌های خوشه‌بندی انجام دادند که هدف آن بخش‌بندی کشورها بر اساس ارزش صادرات پوشاک ایران در بازه‌ی ۱۴ ساله (۱۳۷۱-۱۳۸۴) بوده است. برای اندازه‌گیری ارزش خوشه‌ها، تحلیل خوشه‌ها و تبیین استراتژی مناسب برای هر بخش از مدل آر.اف.ام بهره گرفته‌اند.

حنفی‌زاده و همکاران [۱۱] در یک پژوهش مشتریان بیمه‌ی بدنه‌ی اتومبیل 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 بخش بندی 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 خوشه‌بندی اعتباری مشتریان برای ارایه تسهیلات متناسب انجام دادند. در اینجا پس از پیش پردازش اولیه از داده‌ها، آن‌ها به شکل مدل آر. اف. ام پردازش می‌شوند. سپس با استفاده از شبکه عصبی به عنوان یکی از الگوریتم‌های خوشه‌بندی، مشتریان به ۱۰ خوشه تبدیل خواهند شد. در ادامه با استفاده از مدل پیشنهادی، خوشه‌ها رتبه بندی می شوند. خوشه های برتر شناسایی و عملیات اعطای تسهیلات برای اعضای این خوشه ها انجام می شود. در نهایت سه خوشه ۵، ۱ و ۷ به عنوان خوشه‌های برتر تعیین شدند که به عنوان مشتریان هدف می‌باشند. ضریب تسهیلات اعطایی به این سه خوشه برتر به ترتیب ۰/۲۷۱، ۰/۱۷۳ و ۰/۵۵۶می باشد.

شریف آبادی [۱۴] تحقیقی را با هدف خوشه‌بندی مشتریان بانک با استفاده از شبکه‌های عصبی رقابتی انجام داد. در این پژوهش خوشه‌بندی مشتریان بانک با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی رقابتی و روش‌های آماری سنتی با یکدیگر مقایسه شده‌اند. مقایسه‌ی خوشه‌بندی‌های 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 خوشه‌بندی مشتریان صنعت بیمه انجام دادند. در آخر دو الگوریتم خوشه‌بندی کامینز، تواستپ با یکدیگر مقایسه شده و مشخص می‌شود که روش تواستپ در تقسیم بندی داده‌ها ضعیف‌تر عمل می کند.

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

چانگ و تسای [۱۶] مدل ال.آر.اف.ام را برای اضافه کردن طول ارتباط با مشتری پیشنهاد کرده‌اند. پس از استخراج داده‌های مدل و خوشه‌بندی، مشتریان را در شانزده دسته طبقه‌بندی کرده‌اند. 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 خوشه‌بندی 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 خوشه مشتری می‌باشد.

جدول ۱. خلاصه‌ای از پژوهش‌های پیشین در زمینه‌ی بخش‌بندی مشتریان

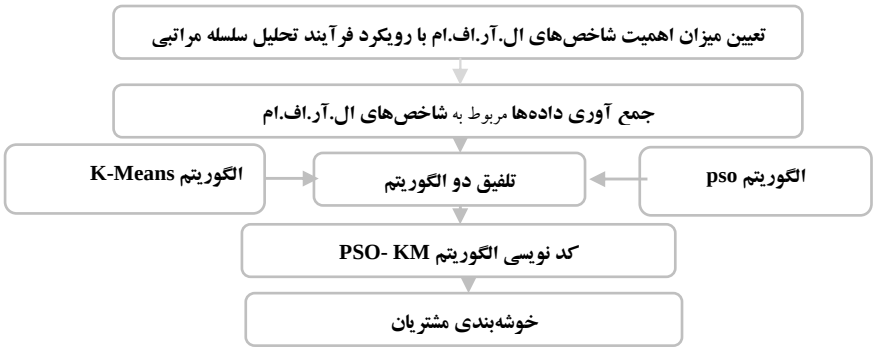
نام نویسنده	سال انتشار	موضوع
کفاش‌پور و همکاران [۶]	۱۳۹۱	بخش‌بندی مشتریان بر اساس ارزش دوره‌ی عمر آن‌ها با استفاده از داده کاوی بر مبنای مدل آر.اف.ام
حسینی و همکاران [۱۹]	۱۳۹۱	تحلیل اهمیت- عملکرد ویژگی‌های خدمت بر پایه‌ی بخش‌بندی مشتریان با رویکرد داده‌کاوی
سید حسینی و همکارانش [۲۰]	۲۰۱۰	تحلیل خوشه ای 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
رستگار [۲۲]	۱۳۸۸	ارایه‌ی مدل توسعه‌یافته آر.اف.ام برای بخش بندی مشتریان در ارایه‌ی خدمات بانکی
نیاگاس و همکاران [۲۳]	۲۰۰۶	بخش بندی 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
گوپال [۲۶]	۲۰۱۱	کاربرد تکنیک‌های داده کاوی برای خوشه‌بندی مشتریان

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

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 خوشه‌بندی مشتریان، به دلیل دارا بودن قابلیت بالاتر و غلبه بر ضعف‌های شناخته شده در روش‌های خوشه‌بندی 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.

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]



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 می گردد. سپس داده‌های مربوط به شاخص‌های مدل ال.آر.اف.ام برای هر یک از مشتریان جمع‌آوری، و با تلفیق الگوریتم کای میانگین با بهینه‌سازی ازدحام ذرات خوشه‌بندی 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 درک 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 اوزانی 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 می توان با تعیین وزن‌های نسبی در هر قسمت و تعیین وزن های 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 خوشه‌بندی کای میانگین

الگوریتم کای میانگین یکی از روش‌های کلاسیک خوشه‌بندی است. گام‌های این روش به شیوه‌ی زیر می‌باشد:

گام نخست) از میان N داده‌ای که باید خوشه‌بندی شود، تعداد k داده به طور تصادفی انتخاب شده و به عنوان مرکز خوشه‌ها به صورت $c_1, c_2, \ldots, c_k$ در نظر گرفته می‌شود (k بیانگر شمار خوشه‌ها می‌باشد).

گام دوم) داده‌های $x_1, x_2, \ldots, x_k$ به خوشه c_j نسبت داده می‌شود اگر و فقط اگر رابطه‌ی (۱) برآورده گردد.

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

$$\|x_i - c_i\| < \|x_i - c_p\| \quad , \quad p = ۱,۲, \dots, k \ , \ p \neq j \tag{۱}$$

که در آن c_j مرکز خوشه‌ی jام و c_p مرکز خوشه‌ی pام است.

گام سوم) مرکز جدید خوشه‌ها با به‌کارگیری رابطه‌ی (۲) محاسبه می‌شوند.

$$c_i^* = \frac{۱}{N_i} \sum_{x_j \in c_i} x_j \qquad i = ۱,۲, \dots, k \tag{۲}$$

گام چهارم) اگر $c_i^* = c_i \ , \ i = ۱,۲, \dots, k$، 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 بهینه‌ی 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 پرندگان 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 توسط تابع 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 tام، با بردار زیر نمایش داده می‌شود.

$$X_i^t = (x^t_{i۱}, x^t_{i۲}, \dots, x^t_{id}) \tag{۳}$$

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

$$V_i^t = (v^t_{i۱}, v^t_{i۲}, \dots, v^t_{id}) \tag{۴}$$

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

$$P_i^t = (p^t_{i۱}, p^t_{i۲}, \dots, p^t_{id}) \tag{۵}$$

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 تا کنون 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 g نامیده می‌شود.

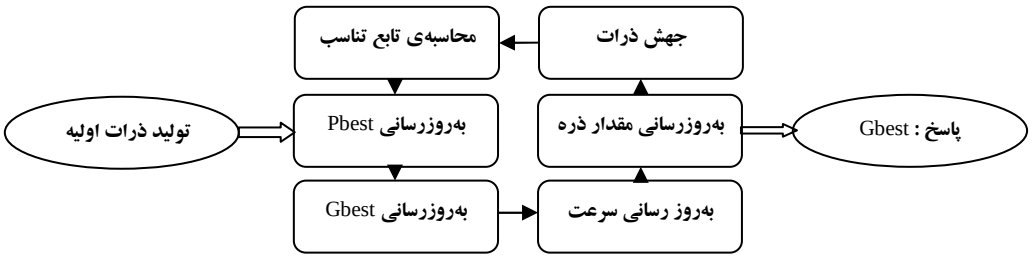
[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

$$V_i(t+1) = WV_i(t) + C_1 r_{1,i}(t)(p_i(t) - X_i(t)) + C_2 r_{2,i}(t)(p_g(t) - X_i(t)) \quad (۶)$$

$$X_i(t+1) = X_i(t) + V_i(t+1) \quad (۷)$$

پس از اینکه این دو بهترین مقدار پیدا شد، موقعیت و سرعت هر ذره توسط رابطه‌های (۶) و (۷) به روز رسانی می‌شود. در رابطه‌های بالا، t بیانگر شماره تکرار، و متغیرهای c_1 و c_2 عامل‌های یادگیری است. اغلب $c_1 = c_2 = 2$ است که میزان جابجایی یک ذره را در یک‌بار تکرار کنترل می‌کند. r_1 و r_2 دو عدد تصادفی یکنواخت در بازه‌ی [۰,۱] می‌باشد. پارامتر w نمایانگر وزن اینرسی بوده که در بازه‌ی [۰,۱] مقدار اولیه می‌گیرد [۳۱].

در الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات استاندارد، جمعیت با راه‌حل‌های تصادفی، مقداردهی اولیه می‌شود 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 می‌شود. در آخر هم G_{best} و مقدار شایستگی‌اش به عنوان خروجی بیان می‌شود. شرط خاتمه می‌تواند رسیدن به بیشینه‌ی تعداد نسل‌ها 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

۳-٤ به‌کارگیری الگوریتم تلفیقی بهینه‌سازی ازدحام ذرات با کای میانگین

الگوریتم تلفیقی بهینه‌سازی ازدحام ذرات با کای میانگین برای خوشه‌بندی مشتریان به این صورت می‌باشد که هر ذره نشان‌دهنده‌ی k مرکز خوشه به صورت زیر است:

$$y_i = (c_{i1}, c_{i2}, ..., c_{id}) \quad (۸)$$

تابع شایستگی ذرات نیز با به‌کارگیری رابطه‌ی (۹) محاسبه می‌شود.

$$J_i = \frac{\sum_{j=1}^{k} \sum_{x_{ij} \in c_{ij}} d(x_p, c_{ij}) / |c_{ij}|}{k} \quad (۹)$$

که در آن x_p، c_{ij}، d و k به ترتیب نمایانگر موقعیت مکانی ذره، مرکز خوشه، فاصله و تعداد خوشه‌ها می‌باشد [۳].

الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات با کای میانگین را می‌توان به صورت گام‌های زیر توصیف کرد:

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

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 خوشه‌ها انتخاب می‌کند).

۲. برای t از یک تا t_{max} مراحل زیر را انجام دهید:

۲-۱. برای ذره‌ی iام مقادیر v_i و x_i را با استفاده از رابطه‌های (۶) و (۷) محاسبه کنید.

۲-۲. فاصله‌ی اقلیدسی x_i با مراکز همه‌ی ذرات را محاسبه کنید.

۲-۳. داده‌ی x_i را به خوشه‌ای نسبت دهید که با مرکز آن خوشه، کم‌ترین فاصله را دارا باشد.

۲-۴. تابع شایستگی را به کمک رابطه‌ی (۹) محاسبه کنید.

۲-۵. G_{best} و P_{best} رو به روز کنید.

۲-۶. مراکز خوشه‌های مربوط به هر ذره را به کمک رابطه‌ی (۲) به روز رسانی کنید.

۳. شرط توقف را بررسی کنید. اگر برقرار بود، متوقف شوید وگرنه به گام دوم باز گردید.

٤ 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 پنج 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.

جدول۲. مقایسه زوجی شاخص‌های مدل

	L-R	L-M	L-F	R-M	R-F	M-F
کارشناس ۱	۸	۷	۳	۰/۳۳۳	۰/۱۴۳	۰/۲۵۲
کارشناس ۲	۷	۵	۵	۱	۰/۱۴۳	۷
کارشناس۳	۵	۰/۲۵۲	۰/۱۲۵	۰/۱۲۵	۵	۷
کارشناس۴	۰/۲	۹	۴	۳	۰/۳۳۳	۰/۲
کارشناس۵	۳	۷	۷	۰/۱۶۷	۰/۱۲۵	۷
میانگین هندسی	۲/۷۸۷	۳/۵۳۴	۲/۲۰۸	۰/۵۳۰	۰/۳۳۶	۱/۷۶۵

اعداد مشخص شده در این جدول بیانگر اهمیت یک شاخص نسبت به شاخص دیگر می باشد. برای مثال عدد ۸ ستون (L-R) برای کارشناس اول نشان دهنده این است که از نظرکارشناس 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 شاخص ها تعیین گردید. زمانی که از دیدگاه بیش از یک کارشناس استفاده

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

می‌شود بهترین راه‌کار استفاده از میانگین هندسی نظرات کارشناسان است. بنابراین با استفاده از تکنیک میانگین هندسی و نرمال‌سازی مقادیر به‌دست آمده، بردار ویژه محاسبه گردیده است. اعداد به‌دست 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.

جدول۳. تعیین وزن شاخص‌های مدل

	طول ارتباط مشتری	تازگی خرید مشتری	ارزش مالی خرید مشتری	تعداد دفعات خرید مشتری	بردار ویژه(W)
طول ارتباط مشتری	۱	۲/۷۸۷	۳/۳۵۴	۲/۲۰۸	۰/۳۴۹
تازگی خرید مشتری	۰/۳۵۹	۱	۰/۵۳۰	۰/۳۳۶	۰/۱۱۶
ارزش مالی خرید مشتری	۰/۲۸۳	۱/۸۸۸	۱	۱/۷۶۵	۰/۲۷۷
تعداد دفعات خرید مشتری	۱/۸۸۸	۲/۹۸۰	۰/۵۶۶	۱	۰/۳۰۸

براساس بردار ویژه به‌دست آمده:

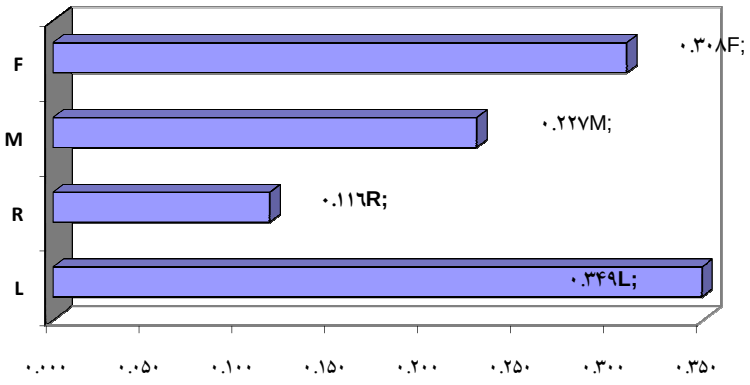
معیار طول ارتباط مشتری با وزن نرمال شده ۰/۳۴۹ از بیشترین اولویت برخوردار است.

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

معیار ارزش مالی خرید با وزن نرمال ۰/۲۲۷ 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 به‌دست آمده است که چون کوچک‌تر از ۰/۱ می‌باشد 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

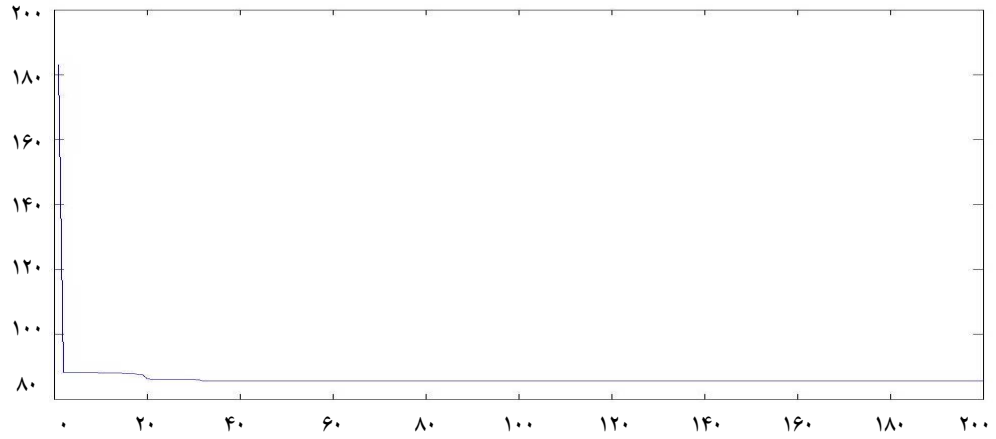
[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

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 خوشه‌بندی گردید. پارامترهای این الگوریتم در جدول (۴) آورده شد.

جدول ٤. پارامترهای الگوریتم PSO-KM

الگوریتم	پارامتر	مقدار
	K	۲
	C_1	۱/۲
	C_2	۱/۲
PSO-KM	V_{max}	۰/۹
	V_{min}	۰/۴
	r_1 , r_2	اعداد تصادفی
	شرط توقف	همگرا شدن تابع gbest

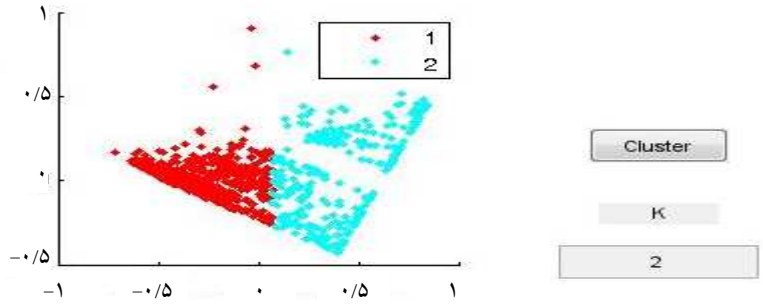
برای توقف الگوریتم طراحی شده، محقق شرط توقف را همگرا شدن تابع gbest قرار داده است. همان‌گونه که در شکل (۴) نمایان می‌باشد، پس از بیست وسه تکرار تابع gbest در مقدار **۸۵/۶۶۵** به همگرایی می‌رسد.



شکل ٤. تابع gbest

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

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]



شکل ۵. خوشه‌بندی به ازاء K=۲

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

جدول ۵. مراکز خوشه‌ها در هر یک از شاخص‌ها

	طول ارتباط مشتری(L)	تازگی خرید(R)	فرکانس خرید(F)	مبلغ فروش خالص(M)
میانگین عناصر خوشه اول	↑ ۰/۷۴۱۹	↑ ۰/۹۰۲۰	↓ ۰/۲۷۷۲	↓ ۰/۰۳۷۸
میانگین عناصر خوشه دوم	↓ ۰/۱۶۰۹	↑ ۰/۶۴۲۷	↓ ۰/۰۷۵۲	↓ ۰/۰۳۶۷

جدول (۵) نمایان می‌سازد که مشتریان متعلق به خوشه‌ی 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 خوشه‌ی 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 مجذور خطاها؛ 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 ٦. میانگین مجذور خطاها و زمان اجرا برای الگوریتم‌ها

الگوریتم	میانگین مجذور خطاها	زمان اجرا
کای میانگین	۰/۰۶۷۲۳۶	۰/۱۲۱
تلفیق کای میانگین با بهینه‌سازی ازدحام ذرات	۰/۰۱۷۰۹	۱۷۰/۸۳۱

جدول (۶) نمایانگر این نکته می‌باشد که الگوریتم تلفیقی در خوشه‌بندی میانگین مجذور خطای 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.

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

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 به‌کارگیری 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 خوشه‌بندی 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 خوشه‌بندی کلاسیک، نیاز به روشی تحلیلی را ایجاد می‌کند که اولاً بخش بندی 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 خوشه‌بندی مشتریان از الگوریتم تلفیقی PSO-KM به دلیل دارا بودن قابلیت بالاتر و غلبه بر ضعف‌های شناخته شده در روش‌های خوشه‌بندی 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 ال.آر.اف.ام، خوشه‌بندی گردیدند.

یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که مشتریان متعلق به خوشه‌ی 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 خوشه‌ی 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 خوشه‌ی اول از نظر وفاداری جزء مشتریان وفادار و از لحاظ ارزش جزء مشتریان نامطمئن و نیز مشتریان خوشه 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 خوشه‌بندی از میانگین مجذور 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 خوشه‌بندی دقیق‌تر استفاده نمایند.

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

منابع

[۱] 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] کفاش پور، آ.، توکلی، ا.، علیزاده، ع.، (۱۳۹۱). بخش‌بندی مشتریان بر اساس ارزش دوره عمر آن-ها 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 پوشاک بر پایه الگوریتم‌های خوشه‌بندی، فصلنامه پژوهشنامه بازرگانی، ۵۶، ۸۶-۵۹.

[۱۰] آذر، ع.، احمدی، پ.، صمصامی، ف.، (۱۳۸۹). بخش‌بندی بازار دارو با رویکرد شبکه‌های عصبی (مطالعه‌ی موردی: بازار دارو در ایران). مجله مدیریت بازرگانی دانشگاه تهران، ۲(۶).

[۱۱] حنفی‌زاده، پ.، عظیمی، پ.، رستخیز پایدار، ن.، (۱۳۸۹). بخش بندی مشتریان بر اساس ریسک با استفاده از تکنیک داده کاوی (مورد مطالعه: بیمه بدنه اتومبیل بیمه ملت)، پایان نامه کارشناس ارشد مدیریت گرایش فناوری اطلاعات، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبایی.

[۱۲] غلامیان، م.، نیک نام، ز.، (۱۳۸۹). ارایه‌ی الگویی تطبیق یافته برای بخش بندی مشتریان بانک‌ها بر اساس ارزش دوره‌ی عمر آنان، پژوهشنامه مدیریت اجرایی، ۴(۷).

[۱۳] افسر، ا.، محجوب، ر.، مینایی بیدگلی، ب.، (۱۳۹۲). خوشه‌بندی اعتباری مشتریان برای ارایه تسهیلات متناسب. پژوهش‌های بازرگانی، دوره ۱۷، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۲، صفحه ۱-۲۴.

[۱۴] شریف آبادی، ع.، (۱۳۹۳). خوشه‌بندی مشتریان بانک با استفاده از شبکه‌های عصبی رقابتی. پژوهش‌های مدیریت بازرگانی. دوره ۶، شماره ۱، بهار ۱۳۹۳، صفحه ۱۸۷-۲۰۶

[۱۵] دوست حسینی، ر.، ناجی مقدم، م.، (۱۳۹۲). ارایه مدل جدیدی برای خوشه‌بندی مشتریان صنعت بیمه. یازدهمین همایش ملی کامپیوتر و سیستم های هوشمند .

[۱۹] حسینی، س.، بحرینی‌زاده، م.، ضیائی‌بیده، ع.، (۱۳۹۱). تحلیل اهمیت- عملکرد ویژگی‌های خدمت بر پایه بخش‌بندی مشتریان با رویکرد داده‌کاوی. فصلنامه مدیریت فناوری اطلاعات، ۴(۱۳).

[۲۱] ملاحسینی، ع.، میرزایی، غ.، (۱۳۸۹). بخش بندی و شناسایی ویژگی‌های مشتریان گروه های ایران خودرو و سایپا در شهر کرمان، مدیریت بازرگانی، ۲(۶).

[۲۲] رستگار، ن.، (۱۳۸۸). ارایه مدل توسعه یافته RFM برای بخش بندی مشتریان در ارایه خدمات بانکی، اولین کنفرانس بین المللی بازاریابی خدمات بانکی.

[۲۷] مصلحی، ن.، کفاش پور، آ.، ناجی عظیمی، ز.، (۱۳۹۱). استفاده از مدل LRFM برای بخش بندی مشتریان براساس 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). تصمیم گیری 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.، اسمعیلی، ا.، مینایی، ب.، مزینی، ن.، (۱۳۹۰). چند هدفه جهت PSO پیشنهاد شیوهای مبتنی بر الگوریتم استخراج قوانین انجمنی در داده کاوی. مجله تحقیق درعملیات 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.

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[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, Decamber10-11.
[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.

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]