

الگوی چند هدفه تخصیص خدمات بانک به مشتریان خوشه‌بندی شده

سید خلیل سجادی^۱، سید محمد علی خاتمی فیروزآبادی^{۲*}، محمدتقی تقوی فرد^۳،
جهانیار بامداد صوفی^۴

- ۱- دانشجوی دکتری، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران.
- ۲- دانشیار، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران.
- ۳- دانشیار، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران.
- ۴- استادیار، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران.

پذیرش: ۱۳۹۷/۹/۵

دریافت: ۱۳۹۶/۱۱/۰۱

چکیده

پژوهش‌های اخیر نشان داده است که بانک‌ها با شناسایی و تقسیم‌بندی مشتریان به گروه‌هایی با نیازها و الگوهای رفتارهای مشابه می‌توانند سودآوری خود را از ارائه خدمات و محصولات به‌شدت افزایش دهند و با شناسایی مشتریان مشابه، رفتار آنها را تحلیل و جهت کسب بیشترین مطلوبیت برای آنها، خدمات و محصولات خود را عرضه کنند. در این پژوهش براساس پنج ویژگی هریک از مشتریان شامل آخرین زمان مراجعه، تعداد تراکنش، مبلغ سپرده‌گذاری، مبلغ وام و مانده معوقات وام‌ها در طول یکسال فعالیت از پایگاه داده بانک استخراج شد و سپس به کمک الگوریتم کا میانگین مشتریان



خوشه‌بندی شدند. سپس الگوی چندهدفه تخصیص خدمات بانک به هرکدام از خوشه‌ها طراحی شد. اهداف الگوی طراحی شده افزایش میزان رضایت مشتریان، کاهش هزینه‌ها و کاهش مخاطره تخصیص خدمات بود. با توجه به آنکه مسئله دارای یک راه‌حل بهینه نبوده و هر یک از ویژگی‌های مشتری دارای یک تابع توزیع احتمالی‌اند، برای حل از شبیه‌سازی استفاده شد. نتایج به دست آمده بهبود قابل توجهی از سطح ارائه خدمات و محصولات به مشتریان بانک را نسبت به وضعیت فعلی نشان داد. در این پژوهش از نرم‌افزارهای وکا و آر برای داده‌کاوی و ارنای برای شبیه‌سازی و بهینه‌سازی استفاده شد. از نتایج این پژوهش در توسعه و ساخت نرم‌افزار تحلیلی مشتریان در یکی از بانک‌های خصوصی کشور استفاده شد.

واژه‌های کلیدی: خوشه‌بندی، الگوی تخصیص چند هدفه، بهینه‌سازی، شبیه‌سازی.

۱- مقدمه

امروزه با گسترش بنگاه‌های مالی و اقتصادی و همچنین افزایش حجم، تنوع فعالیت‌ها، رقابت شدید در جذب مشتریان، نیاز به حفظ رضایت آنها بیش از پیش احساس می‌شود. یکی از این بنگاه‌های مالی بانک‌ها و مؤسسه‌های اعتباری می‌باشند که در حال حاضر عدم رضایت گسترده مشتریان از نحوه ارائه خدمات و نوع محصولات ارائه شده به آنها به چشم می‌خورد که این امر بیشتر به لحاظ عدم انطباق خدمات و محصولات بانکی با نیاز و توقعات مشتریان به وجود آمده است [۱، ص ۲۷]. از سویی تعامل مشتریان با بانک‌ها منجر به بروز وقایعی می‌شود که اطلاع از آنها، تجزیه، تحلیل و طبقه‌بندی آنها می‌تواند بسیار حایز اهمیت باشد. تقسیم‌بندی مشتریان به لحاظ رفتار به وجود آمده در هر بنگاه اقتصادی عامل اصلی در مدیریت ارتباط با مشتریان و همچنین بازاریابی هدفمند به شمار می‌رود [۲، صص ۱۵-۱۷]. تاکنون روش‌های مختلفی برای تخصیص خدمت به مشتری ارائه شده است که بخش قابل توجهی از آنها به صورت تجربی می‌باشد به نحوی که اغلب بانک‌ها با در نظر گرفتن تنها یک یا دو پارامتر نظیر مانده میانگین و گردش حساب اقدام به بخش‌بندی مشتریان خود کرده‌اند و آنها را در گروه‌های پلاتینی، طلایی، نقره‌ای و غیره جای می‌دهند. به رغم این مشکلات و پیچیدگی‌ها، مطالعات نشان می‌دهند بانک‌هایی که از بخش‌بندی مشتریان به‌درستی استفاده



کرده‌اند ۴۰ درصد درآمد بالاتری از بقیه بانک‌ها داشته‌اند و درآمد مشتریان فعال این بانک‌ها ۲۰ درصد از مشتریان فعال سایر بانک‌ها بیشتر است [۳، صص ۷۷-۹۷]. همچنین پرداختن به حساب‌های کلیدی^۱ و مشتریان سودآور در بانک از مزایای بخش‌بندی صحیح و اصولی مشتریان می‌باشد. فیشر برای اولین بار سال ۱۹۶۳م. ایده متمرکز کردن گروه‌ها را مطرح کرد. سپس دیوید دراند در سال ۱۹۴۱م. با تفکیک مشتریان به دو گروه خوب و بد به اعطای وام به آنها پرداخت. بعد از آن در سال ۱۹۶۰م. کارت‌های اعتباری برای هر گروه از مشتریان وارد بازار شد و اعتبارسنجی هر گروه از مشتریان در سال ۱۹۸۰م. برای اولین بار در آمریکا استفاده شد [۴]. به دنبال دسته‌بندی مشتریان جهت دریافت خدمات در بنگاه‌های مالی الگوهای گوناگونی به وجود آمد که بسیاری از آنها مبتنی بر عملکرد و الگوهای رفتاری آنها می‌باشد. یک از معروف‌ترین آنها روش آر اف ام^۲ بود که برای نخستین بار در سال ۱۹۹۶ توسط هوگس معرفی شد. وی برای تحلیل این الگو از رفتار گذشته مشتری که به آسانی قابل پیگیری و دسترسی است، استفاده کرد. این الگو از سه بعد مربوط به داده‌های مبادلاتی مشتریان برای تحلیل رفتار آنها استفاده می‌کند [۵]. تاکنون رویکردها و کاربردهای مختلفی از این روش مورد استفاده قرار گرفته است. در مقاله زابکواسکی کاربرد روش آر اف ام در شناسایی رفتار مشتریان را در سیستم‌های ارتباطی که در آستانه ورشکستگی می‌باشند، نشان می‌دهد [۶] در مقاله ایبودان رضایت و عملکرد مشتریان در سیستم خدمت‌دهی بانک با استفاده از الگوهای ریاضی خطی و غیرخطی اندازه‌گیری شد و مشتریان با توجه به نوع اهمیتی که دارند در سیستم صف نوبت‌دهی قرار می‌گیرند تا از تأخیر غیرضروری برای آنها ممانعت شود [۷]. در مقاله البرزی و خان‌بابایی با استفاده از تکنیک‌های داده‌کاوی و شبکه‌های عصبی با هدف یک تحلیل رفتار جدید هیبریدی به برآورد اعتبار مشتری در خدمات بانکی مطابق روش تحلیل آر اف ام پیشرفته بر خدمات بانکی پرداختند [۸]. در مقاله چن و همکاران، کاربرد این روش را در مشتریانی که از برنامه‌های کاربردی تلفن همراه استفاده می‌کنند، نشان می‌دهند به‌گونه‌ای که رفتار مشتریان را در راستای ارائه خدمات و برنامه‌های مورد نیاز شناسایی و همچنین از وقوع جرم جلوگیری به عمل می‌آورد [۹]. پکر و همکاران

1. Key account
2. RFM



با توسعه الگوی آر اف ام از دو منظر طول عمر و دوره تناوب الگوی آر اف ام پی^۱ را برای مشتریان خرده‌فروشی صنایع غذایی ساخته و مشتریان را گروه‌بندی کرده و متناسب با هر گروه برنامه بازاریابی و تبلیغات خود را توسعه بخشیده است [۱۰]. شوتاسینگ و سامیت سینگ در مقاله خود با اضافه کردن اندازه مخاطره مشتریان به الگو پایه آر اف ام توانسته‌اند با رویکردی غیر پارامتریک در فضای پژوهش در عملیات به امتیازدهی و سپس بخش‌بندی مشتریان بپردازند [۱۱]. در مطالعات داخلی تا حدودی به گروه‌بندی مشتریان با استفاده از این روش پرداخته شده است که در مقاله تقوی‌فرد و همکاران با استفاده از تحلیل آر اف ام و به‌کارگیری الگوریتم دو مرحله‌ای^۲ خوشه‌بندی مشتریان بانک صادرات را در چهار خوشه انجام و به تحلیل هرکدام از آنها پرداخت [۱۲]. در اثری دیگر قربان‌پور و همکاران با تلفیق الگوریتم‌های ژنتیک و سی‌مینز^۳ در محیط فازی به خوشه‌بندی مشتریان بانک رفاه پرداختند [۱۳]. در مقاله دیگری با ارائه الگوی به ارزش ویژه ۳۸۴ مشتری بانک کشاورزی بررسی شد و این نتیجه به دست آمد که محرک‌های ارزش ویژه مشتری هیچ تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر قصد خرید مشتری ندارند و بانک باید به منظور حداکثر کردن ارزش ویژه مشتری، بیشتر بودجه بازاریابی خود را به‌ترتیب اولویت صرف فعالیت‌های بازاریابی رابطه‌مند، مدیریت ارزش درک شده مشتری و برندسازی کند [۱۴]. بیشتر مطالعات پیشین به نحوه به‌کارگیری الگوریتم‌های خوشه‌بندی بر مشتریان می‌پردازد و یا دقت الگوریتم‌ها را آزمایش می‌کند و هیچ بازخوردی پس از آن ارائه نشده و یا آنکه به گروه‌بندی استاتیک مشتریان در طبقات مختلف اشاره و به تخصیص خدمت بدون در نظر گرفتن هزینه - فایده پرداخته است. این پژوهش برای نخستین بار به خوشه‌بندی براساس شاخص‌های مالی و غیر مالی مشتریان بانک پرداخته است و نتایج حاصل از خوشه‌بندی در الگو ریاضی تخصیص خدمات و محصولات را به‌گونه‌ای به کارگرفته تا با ورود مشتریان اهداف از پیش تعیین شده مورد نظر بانک در مناسب‌ترین حالت خود قرار گیرند. با توجه به آنکه جواب‌های مؤثر یا راه‌حل‌های غیر مسلط هرکدام از اهداف این پژوهش ممکن است جواب غیر مؤثر (مسلط) هدف دیگری باشند، بنابراین مسئله دارای جواب بهینه مطلق نمی‌باشد. هدف اصلی این مقاله ارائه محصولات و

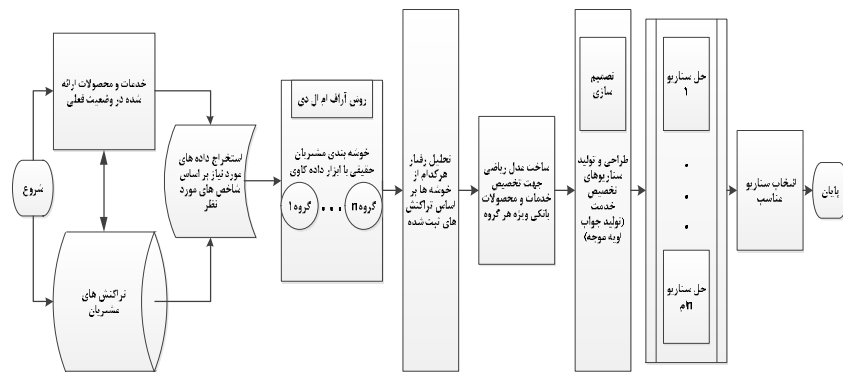
1. LFRMP
2. Two step
3. C-Means



خدمات بانکی از طریق یک خوشه‌بندی مناسب روی مشتریان براساس تحلیل رفتاری پنج ویژگی آنها با در نظر گرفتن هدف افزایش میزان رضایت‌مندی مشتری، کاهش هزینه‌ها و مخاطره بانک در حالتی که بیشترین حد مطلوبیت هر یک از اهداف حاصل شد، می‌باشد.

۲- روش پژوهش

روش انجام پژوهش از نقطه نظر هدف، توسعه‌ای-کاربردی و از نظر اجرایی تحلیلی-توصیفی است. جامعه هدف این پژوهش تمام داده‌های ثبت شده برای مشتریان حقیقی بانک می‌باشد. سؤال اصلی این پژوهش آن است که الگو چند هدفه تخصیص خدمات و محصولات خاص به مشتریان حقیقی و حقوقی بانک چگونه می‌باشد؟ گردآوری داده‌ها و اطلاعات در این پژوهش از پایگاه داده بانک صورت گرفته و از برنامه‌ها و نرم‌افزارهای مخصوص در حوزه داده‌کاوی از قبیل نرم‌افزار وکا^۱ و آر استودیو^۲ برای این امر استفاده شد. جامعه آماری این پژوهش پس از پاکسازی داده‌ها اطلاعات مربوط به ۳۱۹۵۳ مشتری حقیقی برای استفاده به کارگرفته شد. مراحل انجام این پژوهش در شکل ۱ و در قالب الگو مفهومی نمایش داده شده است که در ادامه به توضیح بخش‌های مختلف آن می‌پردازد.



شکل ۱ الگوی مفهومی پژوهش

1. Weka
2. R-Studio



۲-۱- معرفی شاخص‌ها

از آن جایی که برای هر یک از پنج شاخص مد نظر انواع مختلفی وجود دارد، سعی شده است تا با استفاده از تکنیک مجموع ساده وزین^۱ و در ادامه با به‌کارگیری روش آنتروپی برای تعیین اوزان، مقدار شاخص مربوط به صورت ذیل محاسبه شود.

۱- تاریخ آخرین مراجعه (R) (تراکنش) مشتری: فاصله زمانی آخرین تراکنش مشتری از انتهای بازه زمانی مورد نظر را با نماد R و برحسب روز نشان می‌دهیم. برای آخرین تراکنش روی کانال‌های مدرن بانک وزن α_{Rm} و با نماد R_m و برای مراجعه حضوری وزن α_{Rb} و با نماد R_b نمایش داده می‌شود. بنابراین مقدار R مشتری i ام برابر است با:

$$R_i = (\alpha_{Rm} \times R_{mi}) + (\alpha_{Rb} \times R_{bi})$$

۲- تعداد تراکنش‌ها در طول بازه زمانی (F): مجموع تعداد کل تراکنش‌های مشتری در طول بازه زمانی مورد نظر به دست می‌آید که با نماد F و برحسب تعداد بیان می‌شود.

۳- مجموع مانده سپرده‌ها (M): مجموع کل مانده سپرده‌های مشتری i ام را با نماد M_i بیان می‌شود. مانده سپرده‌های جاری مشتری i ام (منابع قرض‌الحسنه) با ضریب α_{MI} و با نماد M_{li} و مجموع مانده سایر سپرده‌های مشتری i ام با هزینه بالا با ضریب α_{Mh} و با نماد M_{hi} در نظر گرفته می‌شود. بنابراین مقدار M مشتری i ام به صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$M_i = (\alpha_{MI} \times M_{li}) + (\alpha_{Mh} \times M_{hi})$$

مجموع مانده کل تسهیلات جاری (L): در بانک تمامی تسهیلات و تعهدات در قالب سه بخش قرار می‌گیرد که هر کدام از آنها در ادبیات بانکی معنا و مفهوم خاص خود دارند که برای هر بخش وزن خاصی در نظر گرفته می‌شود و به شرح ذیل می‌باشد:

L_{mi} : مجموع تسهیلات مشارکتی مشتری i ام با وزن α_{Lm}

L_{zi} : مجموع تعهدات (اعتبار اسنادی و ضمانت‌نامه) مشتری i ام با وزن α_{Lz}

L_{ni} : مجموع تسهیلات مبادله‌ای مشتری i ام با وزن α_{Ln}

$$L_i = (\alpha_{Lm} \times L_{mi}) + (\alpha_{Lz} \times L_{zi}) + (\alpha_{Ln} \times L_{ni})$$

1. SAW
2. Recency
3. Frequency
4. Monetary
5. Loan



مجموع کل معوقات (D): مجموع کل معوقات مشتری از سه بخش تشکیل می‌شود که در ادبیات بانکی معنا و مفهوم خاص خود را دارد. برای هر بخش وزن خاصی در نظر گرفته شده است که به شرح ذیل می‌باشد:

D_{oi} : مجموع مانده مطالبات با احتمال برگشت بسیار اندک بانک از مشتری α_{Do} با وزن

D_{di} : مجموع مانده مطالبات معوق بانک از مشتری α_{Dm} با وزن

D_{mi} : مجموع مانده مطالبات سررسید گذشته بانک از مشتری α_{Dm} با وزن

$$D_i = (\alpha_{Do} \times D_{oi}) + \alpha_{Dm} \times (D_{di} + D_{mi})$$

۲-۲- آماده‌سازی داده‌ها

پس از تعیین نحوه محاسبه متغیرها باید آماده‌سازی و پیش‌پردازش داده‌ها را برای هریک از متغیرها انجام داد که طی سه گام پاکسازی، استخراج و بی‌بعدسازی انجام شد. برای بی‌بعدسازی داده‌ها از روش Max-Min برای هر مشتری استفاده شود.

$$R_i^N = \frac{R_i - R_{Min}}{R_{Max} - R_{Min}}, \quad F_i^N = \frac{F_i - F_{Min}}{F_{Max} - F_{Min}},$$

$$M_i^N = \frac{M_i - M_{Min}}{M_{Max} - M_{Min}}, \quad L_i^N = \frac{L_i - L_{Min}}{L_{Max} - L_{Min}},$$

$$D_i^N = \frac{D_i - D_{Min}}{D_{Max} - D_{Min}}$$

در روابط بالا R_{Max} , F_{Max} , M_{Max} , L_{Max} و D_{Max} نشان‌دهنده بیشترین مقادیر شاخص‌ها و R_{Min} , F_{Min} , M_{Min} , L_{Min} و D_{Min} بیانگر کمترین مقادیر شاخص‌ها هستند و R , F , M , L و D نیز مقادیر اصلی شاخص‌ها را نشان می‌دهند. در نهایت R_i^N , F_i^N , M_i^N , L_i^N و D_i^N بیانگر مقادیر بی‌بعد شده شاخص‌ها برای مشتری α می‌باشد.



۲-۳- خوشه‌بندی براساس روش آر-ام-ال-دی

با توجه به اینکه در بخش اول پژوهش از داده‌کاوی به عنوان فرایند کشف الگو خوشه‌بندی و ارزش‌های مجموعه داده‌های مورد نظر استفاده می‌شود، برای پیاده‌سازی آن از متدولوژی کریسپ^۱ می‌باشد [۱۲]. گروه‌های همگن براساس ارزش شاخص‌های الگو از روش خوشه‌بندی کا- میانگین^۲ استفاده شده است. دستور کلی خوشه‌بندی کامیانگین در نرم‌افزار آر- استودیو پیاده‌سازی شده است [۱۵]. برای تعیین تعداد خوشه در روش کا- میانگین از روش وارد^۳ بهره گرفته شده است. در این روش همانند دیگر روش‌های خوشه‌بندی سلسله مراتبی، نخست هر یک از اشیا به صورت خوشه جداگانه‌ای در نظر گرفته می‌شوند. سپس در هر گام همه ترکیب‌های دوتایی ممکن از ادغام دیده می‌شود و شاخصی به نام مجموع توان دوم خطا^۴ محاسبه می‌شود. هر ترکیبی که خطای کمتری داشته باشد، برگزیده می‌شود و برپایه آن ادغام انجام می‌پذیرد. روشن است که با هر بار مقدار حداقل خطا افزایش پیدا می‌کند. این کار آن قدر تکرار می‌شود تا همه اشیا با هم ادغام شوند و خوشه یکتایی حاصل شود. گاهی از این روش به نام روش «کمترین واریانس» یاد می‌شود.

۲-۴- الگوسازی پژوهش

برای ساخت الگو ریاضی در بیان مسئله پژوهش نیازمند ارائه تعاریف و مفاهیم استفاده شده در محصولات، مفروضات و فرایند ساخت الگو می‌باشد که در ادامه به صورت گام به گام مطرح شده است.

گام ۱) تعریف محصولات و بیان مفروضات الگو

براساس قانون بانکداری بدون ربا که در سال ۱۳۶۲ به تصویب رسید، وظیفه اصلی سیستم بانکی کشور تجهیز و تخصیص منابع پولی می‌باشد [۱۶]. در این پژوهش محصولات در دو گروه تسهیلاتی و سپرده‌ای به مشتریان عرضه شدند که گروه تسهیلاتی از ۹ محصول و گروه

1. Cross industry standard process for data mining
2. K-means
3. Ward
4. Sum of Squares Error index (sse)



سپرده‌ای از ۴ محصول تشکیل شده است. ویژگی‌های هرکدام از محصولات ارائه شده به مشتریان به وسیله بانک در بازه زمانی مورد اشاره در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱ ویژگی‌های محصولات استفاده شده در الگو

نوع محصول	نماد	نرخ مؤثر درصد	مخاطره درصد	مطلوبیت درصد	هزینه
پس انداز	y1	۲۷	۳۸/۸	۰/۰۱	۰/۱۲
	y2	۲۳/۶	۱۱	۰/۳	۰/۰۳
	y3	۱۷/۵	۴/۹	۰/۱۶	۰/۰۳
	y4	۱۴/۳	۱/۷	۰	۰
	y5	۱۸/۳	۴/۵	۰/۰۹	۰/۰۲
	y6	۱۹/۸	۷/۳	۰/۰۷	۰/۰۲
	y7	۰	۲/۹	۰	۰/۰۲
	y8	۰	۲/۷	۰/۳۶	۰/۰۲
	y9	۲۰	۰	۰	۰/۰۱
سپرده	x1	۰	۰	۰/۳۱	۰
	x2	۰	۰	۰/۰۶	۰
	x3	۲۰	۰/۲	۰/۶۱	۱/۲
	x4	۲۲	۰/۰۰۲	۰/۰۲	۱/۲۲

گام ۲) ساخت الگو ریاضی

در ساخت الگو ریاضی پژوهش از دو نوع متغیر تصمیم، سه تابع هدف و پنج محدودیت استفاده شده است که متغیرهای تصمیم این الگو x_{ij} که منظور تخصیص سپرده i به خوشه j است و z_i ، تخصیص تسهیلات i به خوشه i است. تابع هدف اول میزان رضایت یا مطلوبیت مشتریان از تخصیص محصولات به آنها بوده، تابع هدف دوم مقدار هزینه تخصیص خدمات و محصولات به هر خوشه از مشتریان و تابع هدف سوم میزان خطرپذیری ناشی از تخصیص محصولات به مشتریان را تشکیل داده است. با توجه به آنکه مشتریان به دنبال کسب بیشترین مطلوبیت (دریافت محصولات سپرده‌ای با نرخ بالا و محصولات تسهیلاتی با نرخ‌های پایین) می‌باشند، از یک سو این هدف (تابع هدف اول) با خواست بانک (تابع هدف



دوم) که به دنبال هزینه پایین تر (ارائه محصولات سپرده‌ای با نرخ پایین و محصولات تسهیلاتی با نرخ بالا) می‌باشد، به‌طور مستقیم در تناقض است و از سوی دیگر ارائه هرگونه خدمت و محصول به مشتریان دربرگیرنده مقداری مخاطره به جهت تخصیص بوده (به عنوان نمونه افزایش نرخ مؤثر محصولات سپرده‌ای و تسهیلاتی به همراه پذیرش مخاطره بالاتر برای بانک است) و این تابع هدف (تابع هدف سوم) به‌طور غیر مستقیم با دو تابع هدف دیگر متناقض می‌باشد. با توجه به آنکه ضرایب R, F, M, L و D مبین یک تابع توزیع احتمالی مشخص بوده است، از این رو هر کدام از توابع به صورت امید ریاضی تعریف می‌شوند. محدودیت اول براساس قوانین و مقررات بانک مرکزی هر بانک نمی‌تواند بیش از ۸۰ درصد منابع خود را به تسهیلات اختصاص دهد. به دلیل بهره‌مندی حداقل یک نوع از سپرده به مشتریان یک خوشه، در محدودیت دوم مجموع سهم درصد هر یک از انواع سپرده‌های تخصیص داده شده به هر خوشه بیش از ۱۰ درصد می‌باشد و به دلیل مشابه در محدودیت سوم مجموع سهم درصد هر یک از انواع تسهیلات تخصیص داده شده به هر خوشه بیش از ۱ درصد است؛ یعنی مشتریان هر خوشه باید حداقل از یک نوع تسهیلات استفاده کند. محدودیت چهارم و پنجم مقدار متغیرهای تصمیم به صورت باینری (صفر و یک) می‌باشد.

$$\text{Max. } Z_1 = \sum_i n_i \cdot \left(\frac{\bar{F}_i}{\bar{R}_i^w} \right) \sum_j (Q_{x_{i,j}} \cdot x_{i,j} + Q_{y_{i,j}} \cdot y_{i,j})$$

$$\text{Min. } Z_2 = \sum_i n_i \left(\bar{M}_i^w \sum_j C_{x_{i,j}} \cdot x_{i,j} \right) + (\bar{L}_i^w + \bar{D}_i^w) \sum_j C_{y_{i,j}} \cdot y_{i,j}$$

$$\text{Min. } Z_3 = \sum_i n_i \left(\bar{M}_i^w \sum_j R_{x_{i,j}} \cdot x_{i,j} \right) + (\bar{L}_i^w \sum_j R_{y_{i,j}} \cdot y_{i,j})$$

s.t

$$\frac{n_i \bar{L}_i^w \sum_j I_{y_{i,j}} \cdot y_{i,j}}{n_i \bar{M}_i^w \sum_j I_{x_{i,j}} \cdot x_{i,j}} \leq 0/8 \rightarrow \frac{\bar{L}_i^w \sum_j I_{y_{i,j}} \cdot y_{i,j}}{\bar{M}_i^w \sum_j I_{x_{i,j}} \cdot x_{i,j}} \leq 0/8$$

$$\forall i = 1, \dots, n \quad \forall j = 1, \dots, m$$

$$n_i \bar{M}_i^w \sum_j I_{x_{i,j}} \cdot x_{i,j} \geq 0/1 \quad n_i \bar{M}_i^w \rightarrow \sum_j I_{x_{i,j}} \cdot x_{i,j} \geq 0/1 \quad \forall i = 1, \dots, n$$

$$n_i \bar{L}_i^w \sum_j I_{y_{i,j}} \cdot y_{i,j} \geq 0/01 \quad n_i \bar{L}_i^w \rightarrow \sum_j I_{y_{i,j}} \cdot y_{i,j} \geq 0/01 \quad \forall i = 1, \dots, n$$

$$x_{i,j} = \{1, 0\}$$

$$y_{i,j} = \{1, 0\} \quad \forall i = 1, \dots, n \quad \forall j = 1, \dots, m$$



n_i : تعداد مشتریان خوشه i ام

\bar{F}_i : متوسط تعداد تراکنش‌های مشتریان خوشه i ام

\bar{R}_i^w : متوسط وزنی آخرین زمان مراجعه مشتریان خوشه i ام

\bar{M}_i^w : متوسط وزنی مانده سپرده مشتریان خوشه i ام

\bar{L}_i^w : متوسط وزنی تسهیلات مشتریان خوشه i ام

$Q_{x, i, j}$: مطلوبیت هر واحد تخصیص از محصول j ام (اندیس x ، یعنی سپرده j ام) به مشتریان خوشه i ام

$Q_{y, i, j}$: مطلوبیت هر واحد تخصیص از محصول j ام (اندیس y ، یعنی تسهیلات j ام) به مشتریان خوشه i ام

$C_{x, i, j}$: هزینه هر واحد تخصیص از محصول j ام (اندیس x ، یعنی سپرده j ام) به مشتریان خوشه i ام

$C_{y, i, j}$: هزینه هر واحد تخصیص از محصول j ام (اندیس y ، یعنی تسهیلات j ام) به مشتریان خوشه i ام

$R_{x, i, j}$: مخاطره هر واحد تخصیص از محصول j ام (اندیس x ، یعنی سپرده j ام) به مشتریان خوشه i ام

$R_{y, i, j}$: مخاطره هر واحد تخصیص از محصول j ام (اندیس y ، یعنی تسهیلات j ام) به مشتریان خوشه i ام

$I_{x, i, j}$: سهم درصد محصول j ام (اندیس x ، یعنی سپرده j ام) از کل سپرده‌ها برای مشتریان خوشه i ام

$I_{y, i, j}$: سهم درصد محصول j ام (اندیس y ، یعنی تسهیلات j ام) از کل تسهیلات برای مشتریان خوشه i ام

$x_{i, j}$: تخصیص سپرده j ام به خوشه i ام (اگر تخصیص پیدا کند یک، در غیر این صورت صفر)

$y_{i, j}$: تخصیص تسهیلات j ام به خوشه i ام (اگر تخصیص پیدا کند یک، در غیر این صورت صفر)



گام ۳) روش تبدیل اهداف چندگانه به یک تابع مطلوبیت

در بسیاری از مسائل چند هدفه جواب بهینه وجود ندارد زیرا اهداف در بیشتر مواقع در تضاد با هم بوده و بهینگی یک هدف باعث دور شدن از اهداف دیگر می‌شود. در بین این روش‌ها برنامه‌ریزی سازشی طرفدار بیشتری دارد. در این پژوهش از روش برنامه‌ریزی سازشی برای تک هدفه کردن الگو استفاده شده است. در حالت کلی روش تبدیل $MOLP^1$ به $SOLP^2$ به صورت زیر می‌باشد [۱۷]:

$$Z = \sum_{k=1}^2 W_k \times \frac{1}{H_k} \times Z_k$$

با توجه به استفاده از پنج شاخص به عنوان ویژگی هر مشتری و اندازه‌گیری آنها در طول یک سال، هر کدام از شاخص‌ها دارای توابع توزیع احتمالی مشخصی می‌باشند. از آن جایی که مسئله اهداف چندگانه می‌باشد، از این رو جواب بهینه ندارد. در این پژوهش مشتریان فعلی با کارکرد خود رفتار هر کدام از ویژگی‌ها را شکل می‌دهند و در گذشته از برخی خدمات بهره‌مند شده‌اند. از این رو تخصیص خدمت به این مشتریان در این الگو برای ارائه درخواست خدمت جدید و یا خدمت پیشنهادی به وسیله بانک می‌باشد. در حقیقت نقش الگو شبیه‌سازی تولید جواب‌های موجه به صورت تصادفی برای مسئله می‌باشد زیرا که تمامی محدودیت‌های یک مسئله شبیه‌سازی قابل کدنویسی داخل برنامه شبیه‌سازی می‌باشند.

۳- بحث

داده‌های استخراج شده از انبار داده‌ای مشتریان یکی از بانک‌های خصوصی کشور طی بازه زمانی یکساله ۱۳۹۵ استخراج و شاخص زمان محاسبه و استخراج داده‌های انتخاب شده در انتهای سال تنظیم شد. تمامی متغیرهای مربوط به پنج شاخص R, F, M, L و D براساس جدول ۲ می‌باشد. [۱۸]

1. Multy Objective Linear Programing
2. Single Objective Linear Programing



جدول ۲ اطلاعات آماری داده‌های مرتب با شاخص‌ها

میانگین	انحراف معیار	میانگین	بیشترین مقدار	کمترین مقدار	مشتریان حقیقی
۲۸۵	۶۹	۲۶۱	۳۶۲	۰	آخرین زمان مراجعه/ تازگی (R) (روز)
۳۵	۱۶۴۲	۲۵۴	۲۴۰۲۲۴	۴	تعداد تراکنش (F) (عدد)
۱۸۹۲۲۷	۱۳۷۹۹۸۸۸	۴۷۵۵۵۵۹	۱۵۳۰۴۳۰۲۴	۵	متوسط کمترین مانده سپرده (M) (ریال)
۰	۱۴۳۹۱۹۸۵۳۴	۲۳۳۹۲۳۲۸	۲۰۰۰۰۰۰۰۰۰	۰	متوسط مانده جاری تسهیلات (L) (ریال)
۰	۴۷۶۲۹۴۴۷	۱۳۰۷۴۵۸	۶۸۲۵۹۵۰۶۸۵	۰	متوسط مطالبات (D) (ریال)

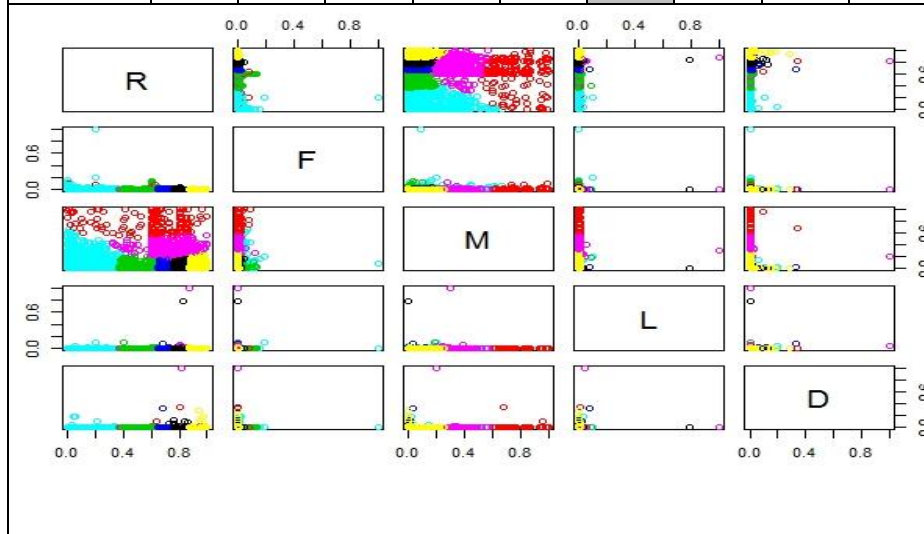
پس از بررسی مقدماتی بی‌تعدد بودن متغیرهای پژوهش و اثبات این ادعا که متغیرهای پژوهش بی‌تعدد نمی‌باشند و همچنین به دلیل حجم نمونه بالا (بیشتر از ۲۰۰۰ نمونه) از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف^۱ استفاده شد و نتیجه آنکه توزیع داده‌های مربوط به هر یک از متغیرهای بی‌تعدد نمی‌باشد. وزن تمام شاخص‌ها به روش آنتروپی محاسبه شد و اوزان به دست آمده برای هر کدام از شاخص‌های R، F، M، L و D به ترتیب ۰/۰۰۳، ۰/۱۱۲، ۰/۱۱۵، ۰/۳۹۵ و ۰/۳۷۶ به دست آمد که نشان‌دهنده بالابودن میزان اهمیت متوسط وزنی تسهیلات دریافتی و متوسط وزنی معوقات به وسیله مشتریان می‌باشد. خلاصه وضعیت خوشه‌بندی، تعداد اعضای هر خوشه در جدول ۳ نشان داده شده است. با توجه به منطبق روش وارد و با استفاده از شاخص سیلوئت (نیمرخ) تعداد خوشه مورد انتظار، ۷ خوشه قابل قبول به دست آمد که در شکل ۲ نمایش وضعیت هر خوشه (۷ خوشه رنگی) در مختصات هریک از شاخص‌های R، F، M، L به تصویر کشیده شده است.

1. Kolmogorov-Smirnov



جدول ۳ تعداد مشتریان در هر بار خوشه‌بندی با تعداد خوشه k

شماره خوشه	k=2	k=3	k=4	k=5	k=6	k=7	k=8	k=9	k=10
۱	۱۲۳۶۲	۱۱۹۸۱	۱۲۳۳۹	۴۷۵۷	۲۰۸	۴۷۰۵	۱۹۶۱	۱۰۲۴	۹۲۲۶
۲	۱۹۵۹۱	۱۱۴۹	۲۰۱۴	۱۱۶۷۳	۲۰۰۳	۱۰۰۰	۶۰۰۱	۱۹۵۵	۲۳۵۵
۳	-	۱۸۸۲۳	۱۰۳۳	۱۰۱۹	۱۱۵۹۰	۳۳۷۶	۲۷۷۷	۶۸۶۶	۴۴۶۵
۴	-	-	۱۶۵۶۷	۲۰۰۶	۴۷۴۴	۱۹۶۲	۵۰۱۹	۱۹۹۴	۴۷۰۷
۵	-	-	-	۱۲۴۹۸	۱۲۳۷۳	۵۹۱۹	۶۲۵۳	۴۷۹۳	۱۲۳۲
۶	-	-	-	-	۱۰۳۵	۶۴۳۱	۷۰۴۰	۲۰۷	۲۰۴
۷	-	-	-	-	-	۸۵۶۰	۱۹۰۲	۵۸۸۳	۱۹۴۰
۸	-	-	-	-	-	-	۱۰۰۰	۶۲۳۴	۷۵۹
۹	-	-	-	-	-	-	-	۲۹۹۷	۴۲۶۶
۱۰	-	-	-	-	-	-	-	-	۲۷۹۹
جمع	۳۱۹۵۳	۳۱۹۵۳	۳۱۹۵۳	۳۱۹۵۳	۳۱۹۵۳	۳۱۹۵۳	۳۱۹۵۳	۳۱۹۵۳	۳۱۹۵۳
$\frac{\text{between_SS}}{\text{total_SS}}$	۴۳/۲	۷۴	۸۳/۵	۸۵/۳	۸۸/۸	۹۰/۱	۹۰/۶	۹۱/۴	۹۱/۷



شکل ۲ نمایش وضعیت هر خوشه (۷ خوشه رنگی) در مختصات هر یک از شاخص‌ها



با توجه به آنکه هر کدام از متغیرهای R, F, M, L و D با توجه به فعالیت مشتریان که متناسب با زمان در حال تغییر می‌باشند و با استفاده از نرم‌افزار ED تابع توزیع هر کدام از شاخص‌ها برای هر خوشه محاسبه شد، به عنوان نمونه توزیع شاخص‌های R و M برای خوشه هفتم نمایش داده شده که تابع توزیع شاخص R برای مشتریان خوشه هفتم دارای تابع توزیع نزدیک به نرمال با میانگین $0/81$ و واریانس $0/02$ می‌باشد و برای شاخص M دارای توزیع وایبل با پارامترهای $0/11093$ و $0/5$ می‌باشد. پس از تعیین توابع توزیع متغیرها، الگو ریاضی را به کمک شبیه‌سازی برای ۱۰۰ هزار مشتری در ۸ سناریو اجرا کرده که جواب نزدیک به بهینه در بخش نتیجه‌گیری تشریح می‌شود.

۴- نتیجه‌گیری

دو بخش اساسی که پایه اساسی این پژوهش بر آنها بنا نهاده شده است، اینگونه می‌باشد که در بخش نخست ابتدا تمامی مشتریان مدنظر براساس پنج ویژگی کلی R, F, M, L و D براساس الگوریتم کا- میانگین در هفت خوشه تفکیک شدند. سپس در فاز دوم با شناسایی خدمات و محصولات بانک (۹ محصول تسهیلاتی و ۴ محصول سپرده‌ای) یک الگو ریاضی سه‌هدفه طراحی شد و در ادامه جهت حل این الگو از طریق طراحی و پیاده‌سازی یک الگو شبیه‌سازی جواب‌های موجه تولید شده و برای بهبود این جواب‌ها سناریوهای مختلف به کمک الگوریتم تبرید طراحی شد تا جواب نزدیک به بهینه حاصل شود. در نتیجه‌گیری این پژوهش هر کدام از بخش‌های اصلی مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد.

۴-۱- نتایج و تحلیل خوشه‌بندی

با توجه به تشریح الگوریتم کا- میانگین که به آن اشاره شد، خروجی نتایج دستور به کار رفته در نرم افزار آر- استودیو به صورت مرتب شده در جدول ۴ بیان شد.



جدول ۴ میانگین مقادیر شاخص‌های هر خوشه

خوشه‌ها	درصد تعداد مشتریان	R	F	M	L	D
خوشه ۱	۱۴/۷	۳۱۲	۳۳	۱۷۹۵۶۹۴	۱۲۲۱۶۷۲۵	۱۲۶۴۱۰۷
خوشه ۲	۳/۱	۲۵۱	۴۸۳	۶۴۶۰۲۰۲۰	۲۵۰۲۴۰۴۹۷	۳۶۸۸۲۳۰
خوشه ۳	۱۰/۶	۳۴۲	۱۷	۱۰۱۳۵۲۳	۶۵۳۱۲۱۴	۲۷۰۱۲۸۰
خوشه ۴	۶/۱	۴۷	۱۷۳۷	۹۸۳۵۸۴۳	۳۷۳۷۴۹۵۲	۲۲۹۱۶۱۸
خوشه ۵	۱۸/۵	۲۴۹	۱۶۵	۲۴۶۲۵۸۶	۸۲۸۶۹۰۸	۶۷۲۴۴۷
خوشه ۶	۲۰/۱	۲۲۰	۳۴۴	۴۲۴۳۶۴۱	۱۱۱۷۵۱۹۲	۳۱۱۳۳۶
خوشه ۷	۲۶/۸	۲۹۲	۹۷	۱۶۷۲۵۶۴	۲۶۱۰۲۵۶۴	۱۴۶۵۳۳۵

بنابراین با توجه به وضعیت فعلی خوشه‌بندی انجام شده براساس داده‌های موجود، از این تحلیل می‌توان برای برخی از خوشه‌ها نتایج زیر را در نظر گرفت:

خوشه ۲) خوشه دو تنها حدود ۳ درصد از کل مشتریان را تشکیل می‌دهند. مشتریان این خوشه از یک طرف بیشترین مقدار سپرده‌گذاری را نزد بانک دارند (متوسط ۶۴ میلیون ریال برای هر مشتری در سال) و از طرف دیگر بیشترین مقدار تسهیلات را از بانک دریافت کرده‌اند (حدود ۲۵۰ میلیون ریال و چهار برابر مقدار سپرده‌گذاری آنها) و در خصوص رتبه و جایگاه متوسط سپرده‌گذاری و دریافت تسهیلات آنها می‌توان گفت به ترتیب ۶/۵ و ۶/۷ برابر مشتریان خوشه چهارم که در جایگاه دوم قرار دارد و از آن به عنوان مشتریان لوکس می‌توان یاد کرد.

خوشه ۴) خوشه چهار حدود ۶/۱ درصد از کل مشتریان را داراست. پایین‌ترین زمان آخرین مراجعه (به طور میانگین هر مشتری ۴۷ روز قبل از روز آخر سال تراکنش داشته) و همچنین بالاترین تعداد تراکنش را نسبت به مشتریان سایر خوشه‌ها دارد، به طوری که جایگاه تعداد تراکنش‌های مشتریان این خوشه حدود ۳/۵ برابر بیشتر از مشتریان خوشه دو (۴۳۸ تراکنش) که در جایگاه دوم قرار دارد، می‌باشد، به عبارتی این مشتریان وفادارترین مشتریان بانک می‌باشند. از نتایج و تحلیل جواب الگو با الگوریتم تبرید به کمک شبیه‌سازی شده می‌توان گفت براساس تابع هدف الگو ریاضی پژوهش، تعداد مشخصی از جواب‌های موجه



را که مناسب‌ترین مقادیر تابع هدف را به خود اختصاص می‌دهند، وارد الگوریتم تبرید کرده و از آن به بعد برای الگوریتم تبرید با تولید و بهبود جواب‌های جدید فرایند بهینه‌سازی به اتمام می‌رسد. فرض صحیح در این کار تولید جواب موجه ابتدایی (جمعیت اولیه) خوب و با کیفیت به جای جمعیت اولیه تصادفی است که می‌تواند زمان حل الگوریتم را تا حد قابل قبولی کاهش دهد ضمن آنکه با تولید جواب‌های شبیه‌سازی شده می‌توان شانس آن را داشت که جواب نزدیک به بهینه در میان آنها واقع شده باشد. شرط توقف الگوریتم رشد بهبود جواب‌های همسایه کمتر از $0/001$ در نظر گرفته شد. در نهایت نتایج حل الگو ریاضی در جدول پیوست نمایش داده شده است. همان طور که در حل نهایی مسئله نشان داده شد، عدد یک برای X_{ij} نشان‌دهنده تخصیص محصول تسهیلاتی (y) و یا سپرده‌ای (x) نام به هر کدام از ۷ خوشه‌زام بود و در مقابل عدد صف نشان‌دهنده عدم این تخصیص می‌باشد. با توجه به جواب به‌دست و در صورت داشتن شرایط قانونی برای هر مشتری می‌توان نتیجه گرفت که مشتریان خوشه‌های ۶ و ۷ می‌توانند از تمام وام‌ها و سپرده‌های بانک برخوردار شوند. از طرف دیگر برای مشتریان خوشه سوم افتتاح سپرده‌های جاری و قرض‌الحسنه توصیه می‌شود نه سپرده‌های کوتاه یا بلندمدت. پرداخت وام‌های مشارکتی یا مضاربه‌ای هم توصیه نمی‌شود.

مهم‌ترین نوآوری این پژوهش را می‌توان طراحی و به‌کارگیری یک الگو ریاضی چند هدفه و همچنین استفاده از روش خوشه‌بندی در ارائه خدمت و محصولات بانک به مشتریان دانست که در حل آن از بهینه‌سازی و از راه شبیه‌سازی استفاده شده است.

از محدودیت‌های این پژوهش می‌توان به عدم توانایی ابزارهای شبیه‌سازی در ترسیم و حل تمامی حالت‌های محتمل (سناریوهای بیشتر) و حل الگو برای آنها اشاره کرد. پیشنهاد آینده این پژوهش را می‌توان در توسعه الگو ریاضی از بعد مشتری اشاره کرد که پس از حل آن بانک قادر به تصمیم‌گیری برای ارائه خدمت و محصول به تک‌تک مشتریان خود باشد که همزمان توابع هدف در مناسب‌ترین حالت‌های خود قرار گیرند و در نهایت با استفاده از یک الگو بتوان پارامترهای مربوط به هر کدام از محصولات را برای مشتری جدیدی که بانک مراجعه می‌کند، تنظیم گردد.



۵- منابع

- [۱] اکبری اصل، رضا، سلیمانی بشلی، علی (۱۳۹۲) بازاریابی خدمات بانکی؛ نشر اتحاد.
- [2] Wu Hsin-Hung, Chang En-Chi, Lo Chiao-Fang (2009) *Applying RFM model and K-means method in customer value analysis of an outfitter*"; International Conference on Concurrent Engineering, New York.
- [3] Reinartz W. J., Kumar V. (2003) "The impact of customer relationship characteristics on profitable lifetime duration"; *Journal of Marketing*, 67(1):77-99.
- [4] Thomas J. S. (2001) "A methodology for linking customer acquisition to customer retention"; *Journal of Marketing Research*, 38 (2): 262-268.
- [5] Hughes AM (1996) *Boosting reponse with RFM*, Mark. Tools, 5: 4-10.
- [6] Zabkowski T. (2016) "RFM approach for telecom insolvency modeling"; *Kybernetes*, 45 (5): 815-827, doi: 10.1108/K-04-2015-0113
- [7] Abiodun R. (2017) "Development of mathematical models for predicting customer's satisfaction in the banking system with a queuing model using regression method"; *American Journal of Operations Management and Information Systems*, 2(2): 86-91.
- [8] Alborzi M., Khanbabaie M. (2016) "Using data mining and neural networks techniques to propose a new hybrid customer behaviour analysis and credit scoring model in banking services based on a developed RFM analysis method"; *International Journal of Business Information Systems*, 23(1):1-22.
- [9] Chen Q., Zhang M., Zhao X. (2017) "Analysing customer behaviour in mobile app usage"; *Industrial Management & Data Systems*, 117 (2): 425-438.
- [10] Peker S., Kocyigit A., Erhan E. (2017) "LRFMP model for customer segmentation in the grocery retail industry: A case study"; *Marketing Intelligence & Planning*, 35 (4): 544-559.
- [11] Singh S., Singh S. (2016) "Accounting for risk in the traditional RFM approach"; *Management Research Review*, 39 (2):215-234.
- [۱۲] تقوی فرد محمدتقی، خواجهوند سمانه، نجفی اسماعیل (۱۳۹۱) «بخش‌بندی مشتریان بانک صادرات ایران با استفاده از داده‌کاوی»؛ *مطالعات مدیریت بهبود و تحول*، ۲۱: ۱۹۷-۲۰۰.
- [۱۳] قربان‌پور احمد، طلایی قدرت‌اله، پناهی مریم (۱۳۹۴) "خوشه‌بندی مشتریان شعب بانک رفاه با تلفیق الگوریتم‌های ژنتیک و سی‌میانگین در محیط فازی"؛ *فصلنامه پژوهش‌های مدیریت منابع سازمانی*، ۵ (۳): ۱۵۳-۱۶۸.
- [۱۴] دهقان نبی‌اله، دهدشتی شاهرخ زهره، نعمتی‌زاد سمانه (۱۳۹۳) «ارائه الگوی برای ارزش ویژه مشتری: مورد مطالعه بانک کشاورزی»؛ *مجله پژوهش‌های مدیریت منابع سازمانی*، ۴(۱): ۸۱-۹۸.



[15] Chapman P., Clinton J., Kerber R., Khabaza T., Reinartz T., Shearer C., Wirth R. (2000) *CRISP-DM 1.0: Step-by-step data mining guide*; SPSS Incc.

[۱۶] بهمند محمد، بهمنی محمود (۱۳۸۵) بانکداری داخلی-۱ (تجهیز منابع پولی)؛ مؤسسه عالی بانکداری ایران، تهران، ایران.

[۱۷] مژمنی منصور (۱۳۹۰) خوشه‌بندی داده‌ها (تحلیل خوشه‌ای)، تهران: دانش‌نگار.

[18] Sajjadi, K., Khatami-Firuzabadi, M. A., Amiri, M., & Sadaghiani, J. S. (2015). A developing model for clustering and ranking bank customers. *International Journal of Electronic Customer Relationship Management*, 9(1), 73-86.