پیش‌بینی ارزش عمر مشتری توسط مدل RFM توسعه‌یافته (مطالعه موردی شرکت بیمه)

علی‌اصغر بازدار
استادیار گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی گلپایگان
شیرین بهرامی
دانشجوی کارشناسی مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی گلپایگان؛ bahrami.shirin۱۹۹۳@yahoo.com

چکیده
در شرایط رقابتی امروز، مشتریان مهم‌ترین منبع درآمد شرکت‌های صنعتی، تجاری و موسسات خدماتی به حساب می‌آیند. این درحالی است که پیش‌بینی ارزش طول عمر مشتری و تخصیص بودجه و منابع محدود به سودآورترین مشتریان، کمک شایانی به مدیران در جهت کسب بازار و افزایش سودآوری خواهد نمود. در این پژوهش، ابتدا به تعیین ارزش عمر فعلی مشتریان براساس مدل RFM توسعه‌یافته و با استفاده از وزن‌دهی سلسله مراتبی پرداخته و سپس، احتمال ریزش مشتریان را برپایه توزیع هندسی زمان انتظار مدل‌سازی می‌کنیم. در ادامه با استفاده از مدل زنجیره مارکوف به تحلیل تغییر وضعیت رفتار مشتریان پرداخته و در انتها، ارزش طول عمر هر مشتری که شامل ارزش عمر فعلی و آینده مشتری می‌باشد تعیین می‌شود. همچنین، به منظورکاربرد این پژوهش، رویکرد معرفی‌شده، در قالب یک مطالعه موردی در خصوص شرکت بیمه به کار گرفته شده است.

کلمات کلیدی مدل RFM، ارزش عمر مشتری، زنجیره مارکوف، وزن‌دهی سلسله مراتبی، توزیع احتمال هندسی.

۱- مقدمه
در گذشته محققان درآمد حاصل از فروش اقلام یا خدمات را به عنوان مهم‌ترین منبع سودآوری شرکت‌ها در نظر می‌گرفتند، چرا که رقابت زیادی میان شرکت‌ها وجود نداشت[۱]. در شرایط رقابتی امروز، مشتری مهم‌ترین شریک تجاری سازمان به حساب می‌آید و توانایی شناسایی مشتریان سودآور و ایجاد رابطه بلندمدت با آن‌ها یکی از عوامل کلیدی در محیط کسب وکار محسوب می‌شود. برای رسیدن به این هدف شرکت‌ها از مفهوم مدیریت ارتباط با مشتری استفاده می‌کنند[۲]. ارزیابی سودآوری مشتریان یک مفهوم اساسی در حوزه مدیریت ارتباط با مشتری است که شامل پیش‌بینی سهم آینده مشتریان می‌باشد. در این پیش‌بینی تعیین می‌گردد که یک مشتری برای چند سال در آینده به شرکت وفادار خواهد بود و اینکه هر ساله چه میزان سودآوری برای شرکت خواهد داشت. مدت زمانی که مشتری به شرکت وفادار خواهد بود طول عمر مشتری و سود ایجاد شده توسط هر مشتری ارزش عمر مشتری نامیده می‌شود. مدیران برای رقابت با سایر شرکت‌ها و افزایش سودآوری باید ارزش طول عمر مشتریان را پیش‌بینی کنند و بودجه‌های محدود خود را به سودآورترین مشتریان تخصیص دهند[۱].

امروزه با بالا رفتن سطح زندگی و پیشرفت تکنولوژی، تحلیل رفتار مشتریان در بخش خدمات نیز از اهمیت بالایی نسبت به بخش تولید برخوردار است. از طرفی به دلیل افزایش فرهنگ و اطلاعات، تضمین رفاه و امنیت در کلیه امور زندگی بشر بیش تر از گذشته اهمیت یافته است. از این رو بخش مهمی از خدمات زندگی بشر امروز به فعالیت‌های حوزه بیمه منتهی می‌شود. شرکت‌های بیمه انواع خدمات بیمه‌ای را به طیف عظیمی از مشتریان عرضه می‌کنند، به همین دلیل پیش‌بینی ارزش طول عمر مشتریان، شرکت‌های بیمه را قادر به شناخت و درک بهتر نیازهای مشتریان، طراحی سیاست‌های بازاریابی موثرتر و تخصیص بهینه منابع می‌نماید[۳]. با توجه به اهمیت این موضوع، هدف اصلی این تحقیق تعیین ارزش عمرفعلی و پیش‌بینی ارزش عمر آینده مشتریان می‌باشد. یکی از مدل‌های رایج سنجش ارزش عمر مشتری، مدل RFM[1] (مدل تأخر، تکرار و پول) است. این مدل مشتریان را بر اساس سه مشخصه‌ی تأخر، تکرار و حجم‌پولی خریدهای قبلی آن‌ها بخش‌بندی می‌کند.

* (Corresponding author) bazdar@gut.ac.ir

از جمله تحقیقاتی که درخصوص ارزیابی و پیش‌بینی ارزش عمر مشتری انجام شده می‌توان به پژوهش چنگ[۲] و همکاران به منظور پیش‌بینی ارزش عمر مشتریان یک شرکت تعمیر و نگهداری خودرو در شهر تایوان اشاره کرد که در سال۲۰۱۱ انجام گرفته‌است. ارزش عمر مشتری تعریف شده در این تحقیق شامل ارزش عمر فعلی و آینده یک مشتری بوده که تخمینی از طول عمر، رفتار خرید در آینده و سود مرتبط با هر مشتری را ارائه کرده است. در این پژوهش، از سه گروه تکنیک برای پیش‌بینی ارزش عمر مشتری استفاده شده است. گروه اول شامل رگرسیون لجستیک و درخت تصمیم به منظور تعیین احتمال ریزش و همچنین پیش‌بینی طول عمر مشتری بوده، گروه دوم شامل تجزیه و تحلیل رگرسیون برای تعیین متغیرهای مهمی است که بر رفتار مشتریان در خرید تاثیر گذاشته است و همچنین، استفاده از زنجیره مارکوف برای محاسبه احتمال تغییر رفتار مشتری و گروه سوم شامل دو شبکه عصبی بوده که برای پیش‌بینی سود حاصل شده توسط یک مشتری تحت رفتارهای مختلف استفاده شده است[۴]. همچنین سرکار خانم خواجوند و آقای تارخ پژوهشی را تحت عنوان برآورد ارزش عمر آینده‌ی مشتریان بانک بر اساس مدل RFM در سال ۲۰۱۱ منتشر کرده‌اند،که در آن از الگوریتم K-Means و شاخص دان[۳] برای خوشه‌بندی مشتریان استفاده شده است. خوشه‌بندی مشتریان براساس پارامترهایی همچون فاصله‌ی زمانی بین آخرین تراکنش و روز اول هرفصل، تعداد روزهایی در طول هر فصل که در آن تراکنش انجام شده و میانگین پول روزانه موجود در سپرده‌های مشتریان در هرفصل انجام شده است. با انجام این خوشه‌بندی مشتریان در ۴ خوشه قرار گرفته‌اند. پس از انجام خوشه‌بندی برای محاسبه طول عمر مشتری از روش نرمال‌سازی Max-Min و وزن‌دهی پارامترهای مدل RFM استفاده کرده‌اند و در انتها به منظور محاسبه‌ی ارزش عمر آینده مشتری روش رگرسیون چندگانه و سری‌های زمانی را به کار برده‌اند[۵].یه[۴] و همکاران به منظور ارائه یک روش جامع برای انتخاب اهداف بازاریابی از پایگاه داده، مقاله‌ای را تحت عنوان کشف دانش در مدل RFM با استفاده از توزیع برنولی ارائه کرده‌اند. آن‌ها مدل RFM را توسط دو پارامتر احتمال ریزش و زمان سپری شده از اولین خرید بسط داده‌اند (RFMTC) و با استفاده از توزیع برنولی فرمولی را برآورد کرده‌اند که با کمک آن توانسته‌اند احتمال خرید مشتری در سال‌های بعدی و همچنین ارزش مورد انتظار از کل دفعاتی که مشتری در آینده خرید می‌کند را به دست آورند. همچنین با مقایسه مدل RFM با RFMTC دریافته‌اند که مدل RFMTC پیش‌بینی دقیق‌تری نسبت به مدل RFM دارد[۶]. کاراسکو[۵] و همکاران تحقیقی را به منظور افزایش دقت وزن‌دهی پارامترهای مدل RFM در سال ۲۰۱۵ انجام داده‌اند. در این تحقیق برای وزن‌دهی پارامترهای مدل RFM از مدل فازی دوگانه و مدل IBM SPSS استفاده کرده‌اند تا بتوانند به طور دقیق‌تری مشتریان ارزشمند را شناسایی کرده و در نتیجه استراتژی‌های بازاریابی موثرتری را اتخاذ نمایند[۷]. بهرامی و بازدار در سال ۲۰۱۷ به مطالعه در خصوص شناسایی مشتریان وفادار تحت مدل RFM و تحلیل رفتار مشتریان به منظور تعیین ارزش مشتری و توصیف ویژگی‌های آن پرداختند. آن‌ها ابتدا به خوشه‌بندی مشتریان بر اساس مدل RFM پرداخته و سپس با استفاده از پارامترهایی چون سن، جنسیت، طبقه شغلی و نوع صندوق سرمایه‌گذاری، مدل RFM را توسعه داده‌اند. سپس از طریق مقایسه‌های عددی نشان داده‌اند که دقت و صحت خوشه‌بندی درمدل RFMتوسعه‌یافته از مدل RFM بیش‌تر است. در ادامه، با تعیین ارزش عمر مشتری بر اساس پارامترهای مدل RFM به رتبه‌بندی گروه‌های حاصل پرداخته و ضمن تحلیل رفتار مشتریان، استراتژی‌های مناسبی را جهت حفظ مشتریان و افزایش میزان سودآوری ارائه کرده‌اند[۳]. اخیرا چالاکی و بازدار نیز به منظور پیش‌بینی ارزش عمر مشتریان بورس اوراق بهادار تهران از مدل هندسی بتا[۶] استفاده کرده‌اند و از طریق ایجاد وابستگی میان تعداد معاملات و سود حاصل شده توسط هر مشتری دقت پیش‌بینی ارزش عمر مشتریان را افزایش داده‌اند. همچنین از طریق مقایسه‌های عددی نشان داده‌اند که مدل BG وابسته، از مدل BG/NBD برتر است و عملکرد بهتری نسبت به مدل پارتو و مدل NBD دارد[۸]. همچنین، تحقیقات دیگری نیز درخصوص حفظ و افزایش رضایت مشتری بر پایه کیفیت محصولات و خدمات صورت گرفته است که از این میان میتوان به پژوهش بازدار و چالاکی در سال ۲۰۱۷ اشاره کرد که در آن، به آزمون زنجیره تغییرات مشخصه‌های کلیدی کیفیت محصول شاتون و تشخیص منبع بروز خطا پرداخته شد که به دنبال آن، با از بین بردن دلایل بروز خطا و کاهش تغییرات مشخصه کیفی می‌توان به ارتقای کیفیت و افزایش رضایت مشتری و در نتیجه، حفظ و پایداری وفاداری آن در خرید و اخذ خدمات پس از فروش دست یافت[۹].امروزه بسیاری از شرکت‌های خرده فروش شاهد از دست رفتن مشتریان خود به دلیل افزایش تجارت الکترونیک و مزایای آن هستند. یانگ و چیانگ پژوهشی را به منظور پیش‌بینی الگوهای خرید آینده مشتریان و همچنین محاسبه ارزش طول عمر فعلی آنان انجام داده‌اند. آن‌ها اطلاعات مربوط به مشتریان یک فروشگاه کوچک در هنگ کنگ را جمع‌آوری کرده و براساس پارامترهای مدل RFM و با استفاده از الگوریتم K-Means مشتریان را خوشه‌بندی و سپس با استفاده از روش RFM وزنی ارزش عمر هر مشتری را محاسبه کرده‌اند. همچنین جهت پیش بینی ارزش عمر آینده مشتریان،

الگوریتم کریسپ را به کار گرفته‌اند و در پایان استراتژی‌هایی را پیشنهاد کرده‌اند که بر وفاداری مشتریان تاثیر گذار بوده و منجر به افزایش سود و درآمد خواهد شد[۱۰]. کایگنی و همکاران به منظور محاسبه احتمال ریزش مشتریان یک شرکت مخابراتی، الگوریتم ترکیبی جدیدی تحت عنوان مدل LLM پیشنهاد کرده‌اند. این الگورتیم ترکیبی از درخت تصمیم و رگرسیون لجستیک بوده و شامل دو مرحله تقسیم‌بندی و پیش‌بینی است. آن‌ها ابتدا مشتریان هر بخش را با استفاده از قوانین تصمیم‌گیری شناسایی کرده و سپس برای محاسبه احتمال ریزش مشتریان هر بخش مدلی را ارائه داده‌اند[۱۱]. کاودار و همکاران در سال ۲۰۱۸ به تحقیق در خصوص مدل‌سازی طول عمر مشتریان خطوط هواپیمایی پرداخته‌اند. آن‌ها ابتدا طول عمر مشتریان را بر اساس یک مدل پایه که تنها شامل عوامل مرتبط با پرواز مانند تاریخ پرواز، شماره پرواز و .... بوده مدل‌سازی نموده و سپس با استفاده از روش رگرسیون خطی چندگانه طول عمر آنها را پیش بینی کرده‌اند و از طریق ادغام اطلاعات مربوط به شبکه‌های اجتماعی مشتریان با پارامترهای مرتبط با پرواز، مدل را توسعه داده‌اند. در نهایت، با تحلیل داده‌ها نشان داده‌اند که افزودن اطلاعات مربوط به شبکه‌های اجتماعی به مدل پایه باعث افزایش دقت و توانایی پیش‌بینی شده است[۱۲]. آقای ین[۷] و همکاران در سال ۲۰۱۸ به تقسیم‌بندی مشتریان بیمه شخص ثالث یکی از شرکت های بیمه و تعیین ارزش عمر آنها بر اساس مدل RFM و با استفاده از نظریه فازی پرداخته‌اند. در این تحقیق براساس مدل RFM و افزودن شاخص ارزیابی ریسک مشتریان به این مدل، مشتریان در چهار گروه قرار گرفته‌اند که برای هر گروه، ارزش عمر مشتری محاسبه گردیده و ویژگی هر گروه از مشتریان به صورت کیفی شرح داده شده است، در حالی که در تحقیق حاضر ابتدا براساس پارامترهای مدل RFM توسعه یافته و با استفاده از وزن دهی سلسله مراتبی ارزش عمر فعلی هر مشتری محاسبه گردیده و سپس با محاسبه احتمال ریزش مشتریان و استفاده از زنجیره مارکوف ارزش عمر آینده هر گروه از مشتریان محاسبه می گردد و در انتها ارزش طول عمر هر گروه از مشتریان از مجموع ارزش عمر فعلی و آینده آنها به دست می‌آید[۱۳]. از آنجایی که امروزه مشتریان مهم‌ترین منبع درآمد سازمان‌ها و شرکت‌های تولیدی و خدماتی به حساب می‌آیند، مدیران برای رقابت با سایر شرکت‌ها و افزایش سودآوری باید ارزش طول عمر مشتریان را پیش‌بینی کنند و بودجه‌های محدود خود را به سودآورترین مشتریان تخصیص دهند. بنا بر این هدف اصلی این تحقیق تعیین ارزش عمرفعلی و پیش‌بینی ارزش عمر آینده مشتریان می‌باشد. لذا در این پژوهش ابتدا بر اساس وزن‌دهی پارامترهای مدل RFM توسعه‌یافته ارزش عمرفعلی مشتریان محاسبه و پس از خوشه‌بندی آن‌ها، برای هر گروه از مشتریان براساس احتمال ریزش، ارزش عمر آینده آن‌ها تعیین می‌گردد. در ادامه، ابتدا به بیان اصطلاحات بیمه و مدل RFM پرداخته‌ایم. سپس، ارزش عمرمشتری ارزیابی شده و مدل احتمالی برای تعیین احتمال ریزش آن ارائه می‌دهیم. در بخش سوم، به پیش‌بینی ارزش عمر مشتری پرداخته و در انتها، نتایج تحقیق ارائه می‌شود

۲- مفاهیم پایه

۲-۱ تعاریف و اصطلاحات بیمه‌ای

در ابتدا به منظور آشنایی بیش‌تر با بخش خدمات بیمه‌ای، برخی از اصطلاحات پرکاربرد آن شرح داده می‌شود. **بیمه‌گر** شخصیتی حقوقی است که در قبال دریافت حق بیمه، متعهد جبران خسارت بیمه‌گذار است. **بیمه‌گذار** شخصیتی حقیقی یا حقوقی است که وظیفه اصلی وی پرداخت حق بیمه می‌باشد. **تاریخ انعقاد** قرارداد بیمه تاریخی است که قرارداد بیمه در دفتر صدور بیمه‌گر ثبت می‌شود و در مدل RFM با حرف R نمایش داده می‌شود. **مدت بیمه** نشان‌دهنده‌ی مدت زمانی است که بیمه دارای اعتبار می‌باشد و درمدل RFM با حرف F نمایش داده می‌شود. **حق بیمه** وجهی است که بیمه‌گذار بابت خرید بیمه به بیمه‌گر می‌پردازد که با حرف M در مدل RFM نشان داده می‌شود. **مدت بیمه‌نامه** مدت زمانی است که بیمه‌گذار متعهد به پرداخت حق بیمه در طول آن مدت می‌گردد.

۲-۲ مدل تأخر، تکرار و پول (RFM) توسعه‌یافته

مدل RFM تکنیکی از بخش‌بندی بازار می‌باشد که برای تحلیل رفتار مشتری همانند اینکه یک مشتری اخیراً چه میزان خرید کرده است(تأخر خرید)، مشتری چند بار خرید می‌کند(تکرار خرید) و چه مقدارپول مصرف می‌کند(حجم خرید) به کار برده می‌شود[۵]. در صنعت بیمه این سه پارامتربه صورت زیر تعریف می‌شوند:

R (تاخر خرید): مدت زمان سپری شده از آخرین خرید یا تمدید بیمه‌نامه بر حسب ماه

F (تکرار): تعداد دفعات تمدید بیمه

M (حجم پولی): حجم پولی مصرف شده توسط مشتری

طی پژوهشی که در سال ۹۵ تحت عنوان توسعه مدل RFM به منظور تحلیل رفتار و تعیین ارزش مشتریان و توصیف ویژگی‌های رفتاری آن‌ها انجام گرفت مشخص گردیده که دقت و صحت نتایج حاصل از مدل RFM توسعه‌یافته بیش‌تر از مدل RFM است[۳]. به همین دلیل در این تحقیق پیش‌بینی ارزش عمر مشتریان براساس مدل RFM توسعه‌یافته توسط

پارامترهایی چون سن، جنسیت،طبقه شغلی و مدت بیمه‌نامه انجام گرفته است. به منظور گسترش مدل RFM در ابتدا شغل‌ها بر اساس میزان خطر در ۴ گروه طبقه‌بندی شده‌اند که این طبقه‌بندی بر اساس بروزرسانی مطالعاتی بوده است که پژوهشکده بیمه در سال ۹۴ انجام داده و به این شرح می‌باشد که شاغلان طبقه۱، در فعالیت روزمره با کمترین خطر روبه‌رو هستند مانند حسابدار، آموزگار و نویسنده. شاغلان طبقه۲، در فعالیت روزمره نسبت به شاغلان طبقه یک با خطر نسبی بیش‌تری روبه‌رو بوده و معمولا علاوه بر استفاده از نیروی فکری، با دست خود کار می‌کنند اما با ماشین‌آلات صنعتی کاری ندارند مانند دندانپزشک، مهندس ناظر، بازاریاب، دوزنده و انباردار. شاغلان طبقه۳، متخصص یا نیمه متخصص هستند و اکثر آن‌ها با ماشین و ادوات صنعتی کار می‌کنند مانند کشاورز، کارگر ساختمانی. شاغلان طبقه ۴، با ماشین و ادوات صنعتی پرخطر کار می‌کنند یا نوع کار آن‌ها پرخطر است مانند پرسکار، رفتگر، آتش‌نشان، کارگرمعدن[۱۴]. پس از طبقه‌بندی شغل‌ها داده‌های جمع‌آوری شده‌ی مربوط به سن، جنسیت، طبقه شغلی و مدت بیمه‌نامه با هدف افزایش دقت و صحت خوشه‌بندی به مدل RFM که در ابتدا تنها شامل سه پارامتر آخرین خرید بر حسب ماه، تعداد دفعات تمدید بیمه‌نامه و حق بیمه پرداختی بود افزوده شده است.

۲-۳ محاسبه ارزش عمر فعلی مشتریان

برای محاسبه ارزش عمر فعلی مشتریان ابتدا داده‌های مربوط به سن، جنسیت، طبقه شغلی، تاریخ صدور بیمه‌نامه(R)، تعداد دفعات تمدید بیمه‌نامه(F) و مدت بیمه‌نامه صد نفر از مشتریان بیمه عمر ایران جمع‌آوری شده است. پس از جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز عملیات آماده‌سازی داده‌ها شامل عملیاتی چون پاکسازی، تبدیل داده‌های اسمی به عددی، نرمال‌سازی، گسسته‌سازی، حذف داده‌های پرت و ... بر روی داده‌ها توسط نرم افزار رپیدماینر[۸] انجام می‌شود. به این ترتیب در پایان اطلاعات ۹۳ نفر بیمه‌گذار باقی می‌ماند. پس از آماده‌سازی داده‌ها به منظور محاسبه ارزش عمر مشتریان از روش وزن‌دهی سلسله مراتبی استفاده می‌شود چرا که ارزش عمر هر مشتری براساس پارامترهای مدل RFM توسعه‌یافته سنجیده می‌شود، به همین دلیل ابتدا وزن این پارامترها محاسبه می‌گردد. وزن این پارامترها براساس مقایسه‌های زوجی که بین این پارامترها توسط خبرگان صنعت بیمه انجام گرفته و به روش تحلیل سلسله مراتبی در نرم‌افزار انتخاب خبره[۹] تعیین می‌شود. در این نرم افزار شاخص ناسازگاری کم تر از۰/۱ قابل قبول است و مقدار شاخص مورد نظر در این پژوهش برابر ۰/۰۸ می‌باشد پس این وزن‌دهی قابل قبول می‌باشد. وزن بدست‌آمده برای مشخصه‌ها در جدول (۱) نمایش داده شده است.

جدول (۱): وزن پارامترهای مدل تأخر، تکرار و پول توسعه‌یافته

پارامترهای مدل توسعه یافته	وزن پارامترها
تاخر	۰/۰۱۸
تکرار	۰/۶۱۱
حجم پولی مصرف شده	۰/۲۳۳
سن	۰/۰۷۱
جنسیت	۰/۰۱۱
مدت بیمه‌نامه	۰/۰۰۷
طبقه شغلی	۰/۰۴۹

پس از تعیین وزن پارامترها، به محاسبه ارزش عمر مشتری می‌پردازیم به این ترتیب که ابتدا رابطه)۱(را که برای محاسبه ارزش عمرمشتریان در مدل RFM به کار می‌رود برای مدل RFM توسعه‌یافته به‌روزرسانی می‌کنیم و درنهایت، ارزش عمر هر مشتری از رابطه)۲(محاسبه می‌شود.

$$CLV_{ci} = NR_{ci}WR_{ci} + NF_{ci}WF_{ci} + NM_{ci}WM_{ci} \quad)۱($$

در رابطه (۱) CLV_{ci} ارزش عمر مشتری تجمعی خوشه i ام برای i از یک تا m می‌باشد. WR_{ci}،WF_{ci} وWM_{ci} به ترتیب وزن مشخصه‌های تأخر، تکرار و حجم پولی بدست آمده از طریق فرایند تحلیل سلسله مراتبی می‌باشد و NR_{ci} ، NF_{ci} و NM_{ci} به ترتیب میانگین مقادیر نرمال تأخر، تکرار و حجم پولی خوشه i ام می‌باشند[۱۵].

$$CLV_i = NR_iWR_i + NF_iWF_i + NM_iWM_i + NA_iWA_i + NJ_iWJ_i + NT_iWT_i + NC_iWC_i \qquad (۲)$$

درابطه (۲)، CLV_i ارزش عمر مشتری i ام برای i از یک تا m (تعداد مشتریان در اینجا m=۹۳) می‌باشد. WR_i، WF_i، WM_i، WA_i، WJ_i ، WT_i و WC_i به ترتیب وزن مشخصه‌های تأخر، تکرار، حجم پولی، سن، جنسیت، مدت بیمه‌نامه و طبقه شغلی بدست آمده از طریق روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی بوده و NR_i ، NF_i ، NM_i ، NA_i ، NJ_i، NT_i ، NC_i به ترتیب مقادیر تأخر، تکرار و حجم پولی، سن، جنسیت، مدت بیمه‌نامه و طبقه شغلی مشتری i ام می‌باشند.

۲-۴ احتمال ریزش

قطع رابطه مشتری با شرکت در طی یک مدت زمان معین را ریزش گویند. حفظ مشتری یکی از اصول اساسی و مهم در چرخه اجرایی مدیریت ارتباط با مشتری است به گونه‌ای که

پیش‌بینی و پیشگیری از ریزش مشتری، بخش مهمی از مدیریت ارتباط با مشتری تلقی می‌گردد. در بازار رقابتی امروز نباید از ریزش مشتریان غافل شد، ریزش مشتری امری اجتناب ناپذیر است که نمی‌توان آن را به صفر رساند اما می‌توان آن را مدیریت نمود و کاهش داد. برای رسیدن به این هدف می‌بایست در گام اول، مشتریانی را شناسایی نمود که امکان ریزش با احتمال بیش‌تری دارند و با آشکار نمودن علت ریزش آن‌ها سعی در حفظ آن‌ها داشت. مدل پیشنهادی در این تحقیق برای محاسبه‌ی احتمال ریزش، تابع احتمال هندسی است. برای محاسبه‌ی احتمال موفقیت و شکست توزیع احتمال هندسی، ابتدا به گروه‌بندی مشتریان پرداخته می‌شود. به منظور گروه‌بندی، الگوریتم کا میانگین(K-Means) توسط نرم افزار رپیدماینر بر روی مقادیر ارزش عمر فعلی مشتریان برای تعداد خوشه‌های ۳ به بعد اجرا می‌شود (اگر تعداد خوشه‌ها ۲ در نظر گرفته شود تفکیک مشتریان با دقت بالا صورت نمی‌گیرد) و سپس برای تعیین تعداد خوشه بهینه از شاخص دان تعریف شده دررابطه (۳) و شاخص دیویس بولدین[۱۰] تعریف شده در رابطه (۴) استفاده می شود.

$$d_{ij} = \frac{max(dist\ in\ c_i)}{min(dist\ c_i\ ,\ c_j)}\ ,i \neq j\ ,۱ \leq i\ ,j \leq k \quad (۳)$$

در این رابطه k حداکثر تعداد خوشه‌های مشترک در c_i و c_j است، $max(dist\ in\ c_i)$ ، فاصله‌ی بیشنه‌ی بین میانگین c_i و دیگر اشیا در c_i می‌باشد. $dist(c_i, c_j)$ فاصله‌ی بین میانگین c_i و c_j است. سرانجام بعد از محاسبه‌ی d_{ij}ها آن به عنوان تعداد خوشه بهینه انتخاب می‌شود که d_{ij} آن از بقیه کمتر باشد[۱۶]. نتایج حاصل از این شاخص در جدول (۲) و نمودار(۱) نمایش داده شده است.

$$DB = \frac{۱}{n}\sum_{\substack{i=۱ \\ i\neq j}}^{n} max\left\{\left(\frac{S_n(Q_i) + S_n(Q_j)}{S(Q_i, Q_j)}\right)\right\} \quad (۴)$$

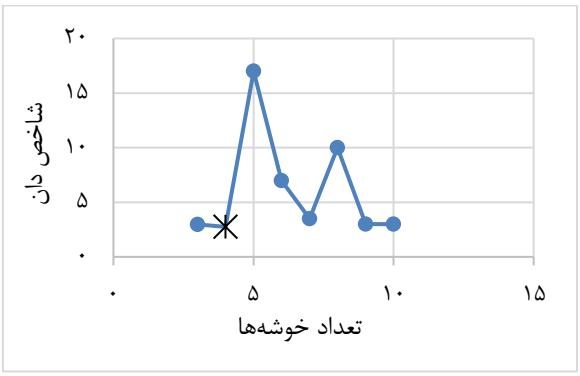
در رابطه (۴) ، n تعداد خوشه‌ها، S_n میانگین فاصله داده‌های خوشه از مرکز خوشه و $S(Q_i, Q_j)$ فاصله بین مراکز خوشه‌هاست. بنابراین هنگامی که درون خوشه به هم نزدیک و خوشه‌ها از یکدیگر دور باشند، این نسبت کوچک می‌شود. مقدار کوچک شاخص اعتبارسنجی دیویس-بولدین، نمایش خوشه‌بندی معتبر است[۱۷]. جدول (۳) و نمودار (۲) نتایج حاصل شده توسط این شاخص را نمایش می‌دهند.

جدول(۲): نتایج شاخص دان

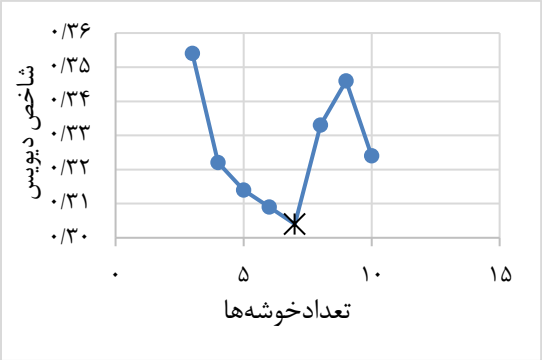
تعداد خوشه ها	دان
۳	۲/۹۷
۴*	۲/۵۷
۵	۱۷
۶	۷
۷	۳/۵
۸	۱۰
۹	۳
۱۰	۳

جدول(۳): نتایج شاخص دیویس بولدین

تعداد خوشه ها	دیویس بولدین
۳	۰/۳۵۴
۴	۰/۳۲۲
۵	۰/۳۱۴
۶	۰/۳۰۹
۷*	۰/۳۰۴
۸	۰/۳۳۳
۹	۰/۳۴۶
۱۰	۰/۳۲۴



نمودار(۱): نتایج حاصل از شاخص دان



نمودار(۲): نتایج حاصل از شاخص دیویس بولدین

نتایج جدول (۲) و نمودار(۱) نشان می‌دهد که تعداد خوشه بهینه براساس شاخص دان برابر ۴ خوشه می‌باشد، همچنین براساس نتایج جدول (۳) و نمودار (۲)، شاخص دیویس- بولدین تعداد خوشه بهینه را ۷ خوشه تعیین می‌کند که در جدول و نمودار با علامت (*) مشخص شده‌اند. به منظور صحه‌گذاری بر تعداد خوشه‌های بهینه تعیین‌شده، از روش خوشه‌بندی دومرحله‌ای بیزی- شوارتز (BIC[11]) توسط نرم‌افزار SPSS نیز استفاده شده است که تعداد خوشه‌های بهینه در این روش بر اساس شاخص نسبت فاصله‌ای [12]، که باید حداکثر فاصله را ایجاد نماید تعیین می‌شود. نتایج این شاخص در جدول (۴) نمایش داده شده است که بر اساس آن، تعداد خوشه بهینه برابر ۳ خوشه تعیین می‌شود. پس از تعیین تعداد خوشه بهینه توسط هر شاخص، به منظور انتخاب بهترین خوشه برای محاسبه احتمال ریزش، ابتدا واریانس هر یک از خوشه‌ها برای هر شاخص محاسبه می‌شود و سپس میانگین واریانس هر شاخص را به دست می‌آوریم، این مقادیر در جدول (۵) نمایش داده شده است. شاخصی بهینه‌تر است که میانگین واریانس آن بیش‌تر باشد چرا که هر چه واریانس بیش‌تر باشد پراکندگی خوشه‌ها نسبت بهم بیش‌تر است و در نتیجه تفکیک خوشه‌ها توسط خبرگان بیمه برای تعیین احتمال موفقیت وشکست توزیع هندسی آسان‌تر صورت خواهد گرفت.

جدول(۴): نتایج خوشه‌بندی دو مرحله‌ای

تعداد خوشه ها	Ratio of Distance measure
۳*	۱/۹۰۳
۴	۱
۵	۱/۱۱۲
۶	۱/۷۹۸
۷	۱
۸	۱
۹	۱
۱۰	۱

جدول(۵):نتایج میانگین واریانس شاخص‌ها

تعداد خوشه‌ها	میانگین واریانس
۳	۶۷۰۶۹۴۹۶۵۹۶۲۲۴/۷
۴	۷۸۷۰۳۳۴۶۶۰۶۹۱۲/۷
۷	۹۷۷۰۴۱۸۴۸۵۴۶۶/۹

بر اساس جدول (۵)شاخص دیویس تعداد خوشه بهینه را نشان می‌دهد که نتایج حاصل از این خوشه‌بندی در جدول (۶) و نمودار (۳) نمایش داده شده است.

جدول(۶): نتایج حاصل از خوشه‌بندی

خوشه۱	میانگین	۴۸۰۴۸۲۲
	واریانس	۱۰۵۳۳۵۰۰۰۰۰۰
	Max	۵۳۵۹۰۳۲
	Min	۴۴۰۳۷۴۲
خوشه ۲	میانگین	۱۲۴۲۶۶۹۲
	واریانس	۷۲۳۸۸۴۲۰۲۲۴
	Max	۱۲۵۸۲۰۳۷
	Min	۱۲۱۱۶۰۱۹
خوشه ۳	میانگین	۲۵۶۸۸۵۴
	واریانس	۱۷۷۸۰۶۷۶۲۴۷
	Max	۲۷۰۲۸۴۰
	Min	۲۲۸۳۴۳۴
خوشه۴	میانگین	۵۹۶۰۹۵۱
	واریانس	۳۴۸۳۵۹۱۷۵۷۱
	Max	۶۲۹۱۰۳۷
	Min	۵۷۰۸۵۳۳
خوشه ۵	میانگین	۱۳۸۰۰۰۵
	واریانس	۹۰۸۹۲۲۵۳۹۲۳
	Max	۱۸۶۴۰۱۲
	Min	۹۳۲۰۰۸
خوشه ۶	میانگین	۳۱۸۶۲۹۹
	واریانس	۱۴۰۳۸۴۷۶۷۹۸
	Max	۳۳۲۰۲۸۷
	Min	۳۰۲۹۰۰۹
خوشه ۷	میانگین	۳۰۱۲۴۰
	واریانس	۳۱۳۲۳۹۵۴۸۱۱
	Max	۶۹۹۰۰۶
	Min	۴۶۶۰۳

نمودار(۳):میانگین ارزش عمر مشتری هر خوشه

پس از انجام خوشه‌بندی احتمال ریزش مشتریان با استفاده از توزیع احتمال هندسی تعریف شده در رابطه (۵) محاسبه می‌شود (در این رابطه احتمال موفقیت، احتمال یافتن ریزش مشتری تعریف شده است). براساس نظریه خبرگان صنعت بیمه و همانطور که در نمودار شکل (۳) مشاهده می‌کنیم خوشه‌های ۲،۴،۶ و ۱ دارای مقدار قابل قبول ارزش عمر مشتری می‌باشند و خوشه های ۵،۳و ۷ دارای کمترین مقدار ارزش عمر مشتری می‌باشند. بنا بر این، باتوجه به تعیین احتمال برپایه فراوانی نسبی، احتمال موفقیت برابر ۰/۴۳ و احتمال شکست برابر ۰/۵۷ درنظر گرفته می‌شود.

$$p(x=k)=pq^{k-1} \qquad (۵)$$

به منظور محاسبه احتمال ریزش هر مشتری توزیع هندسی را برای مقادیر k از ۰تا ۵ محاسبه می‌کنیم (چرا که حداکثر تعداد دفعات تمدید بیمه مشتریان این شرکت ۵ بار بوده است) وسپس در ارزش عمر فعلی به دست آمده از وزن‌دهی ضرب می‌کنیم، که نتایج آن در جدول (۷) نمایش داده شده است.

جدول(۷): مقادیر توزیع هندسی برای K از ۰ تا ۵

$K-1$	P	۱-P	$(1-P)^{K-1}$	$P(1-P)^{K-1}$
۰	۰/۴۳	۰/۵۷	۱	۰/۴۳
۱	۰/۴۳	۰/۵۷	۰/۵۷	۰/۲۴۵۱
۲	۰/۴۳	۰/۵۷	۰/۳۲۴۹	۰/۱۳۹۷۰۷
۳	۰/۴۳	۰/۵۷	۰/۱۸۵۱۹۳	۰/۰۷۹۶۳۲۹۹
۴	۰/۴۳	۰/۵۷	۰/۱۰۵۵۶۰۰۱	۰/۰۴۵۳۹۰۸۰۴
۵	۰/۴۳	۰/۵۷	۰/۰۶۰۱۶۹۲۰۶	۰/۰۲۵۸۷۲۷۵۸

۵-۲ پیش‌بینی ارزش عمر آینده مشتریان و زنجیره مارکوف

زنجیره مارکوف برای بررسی تغییر وضعیت مشتریان به کار می‌رود و احتمال گذار یک مشتری از حالت i به حالت j را قرار می‌گیرد در وضعیت i و سال گذشته در وضعیت jدرحالی که اکنون در وضعیت i است محاسبه می‌کند. در صورتی که تعداد بازدیدها توسط یک مشتری در سال از توزیع پواسون پیروی کند آنگاه احتمال اینکه یک مشتری که سال گذشته در حالت i قرار داشته است، امسال x بار از شرکت دیدن کند از رابطه (۶) به دست می‌آید که نتایج آن در جدول (۸) نمایش داده شده است.

$$f(x)=\frac{e^{\lambda_i}\lambda_i^x}{x!} \qquad i=0,1.....,5 \qquad (۶)$$

در این رابطه i نشان‌دهنده‌ی تعداد بازدیدها در سال گذشته و λ_i نشان‌دهنده‌ی میانگین توزیع می‌باشد. با یافتن متوسط تعداد بازدیدها توسط مشتریان در یک سال و براساس وضعیت ماقبل آن‌ها میتوان مقدار λ_i را تخمین زد. برای محاسبه‌ی λ_i همه مشتریانی که در سال i دفعه از شرکت دیدن می‌کنند باهم گروه‌بندی می‌شوند و به عنوان یک نمونه برا تخمین λ_i به کار برده می‌شوند. رابطه (۷) برای محاسبه λ_i استفاده می‌شود که نتایج حاصل از آن در جدول (۹) نمایش داده شده است.

$$\lambda_i=\frac{\sum_t\sum_{v=0}^{V} q_{v,i,t+1}v}{\sum_t\sum_{v=0}^{V} q_{v,i,t+1}} \qquad (۷)$$

در این رابطه $q_{v.i.t+1}$ نشان‌دهنده‌ی تعداد مشتریانی است که در سال t، i دفعه از شرکت دیدن می‌کنند،Vماکزیم تعداد بازدید در سال و υ تعداد بازدیدها در سال $t+1$ است[۴].

جدول (۸): ماتریس درایه‌های زنجیره مارکوف

۰/۰۵۰۷	۰/۰۲۱۳	۰/۰۶۱۳	۰/۱۸۳۹	۰/۳۱۴۹	۰/۳۶۷۹
۰/۰۶۲۳	۰/۰۴۷۴	۰/۱۱۶۱	۰/۲۴۴۳	۰/۲۸۹۶	۰/۲۴۰۳
۰/۰۷۲۳	۰/۰۶۳۵۴	۰/۱۴۱۳	۰/۲۶۰۲	۰/۲۶۶۵	۰/۱۹۶۱
۰/۰۷۹۱	۰/۰۷۲۹۱	۰/۱۵۳۹	۰/۲۶۵۶	۰/۲۵۲۶	۰/۱۷۵۸
۰/۱۴۰۷	۰/۱۳	۰/۲۰۸۱	۰/۲۶۲	۰/۱۶۶۹	۰/۰۹۲۳
۰/۲۰۷۱	۰/۱۶۵	۰/۲۲۳۲	۰/۲۳۵	۰/۱۱۱۹	۰/۰۵۷۹

جدول (۹): مقادیر λ_i

λ	مقادیر
$\lambda_.$	۱
$\lambda_۱$	۱/۴۲۵۹۲۵۹۲۶
$\lambda_۲$	۱/۶۲۹۰۳۲۲۵۸
$\lambda_۳$	۱/۷۳۸۴۶۱۵۳۸
$\lambda_۴$	۲/۳۸۲۷۱۶۰۴۹
$\lambda_۵$	۲/۸۴۹۴۶۲۳۶۶

در جدول (۸) درایه صفر و صفر(۰/۳۶۷۹) احتمال این را که مشتری که سال گذشته صفر بار بیمه خود را تمدید کرده امسال نیز بیمه خود را صفر بار تمدید کند نشان می‌دهد(یعنی اینکه مشتری از همان ابتدا دچار ریزش شود)، که از محاسبه (۰) f و $\lambda_.$ به دست می آید. در حالی که عنصر(۰/۳۱۴۹) در ردیف اول و سطر دوم احتمال حرکت از وضعیت ۰ به وضعیت ۱ را نشان می‌دهد از محاسبه f(۱) و $\lambda_.$ به دست می‌آید. این عدد نشان‌دهنده‌ی این است که یک مشتری در سال آینده یک مرتبه بیمه خود را تمدید خواهد کرد درحالی که امسال هیچ تمدیدی انجام نداده است (پس از یک بار بازدید مشتری دچار ریزش شده است). برای محاسبه‌ی ارزش عمر آینده مشتریان، زنجیره مارکوف به دست آمده را برای هر گروه از مشتریان بروزرسانی می‌کنیم. جهت بروزرسانی، بردارحالت اولیه را به شکل $I_k = |S_۱, \ldots\ldots S_j|$ در نظر می‌گیریم. در این بردار $S_j \epsilon (۰,۱)$ و $j = ۱,۲,\ldots,۵$، که j نشان‌دهنده‌ی تعداد دفعات تمدید برای هر گروه از مشتریان می‌باشد. $S_j = ۱$ نشان‌دهنده این است که این تعداد تمدید در گروه اتفاق افتاده است. پس از تعیین I_k، زنجیره مارکوف به دست آمده را در بردار I_k ضرب می‌کنیم، یک ماتریس یک در شش حاصل می‌شود. حال ماتریس به دست آمده را در یک ماتریس شش در یک که احتمال ریزش را برای دفعات ۰تا ۵ برای هر گروه از مشتریان نشان می‌دهد (به طور مثال درایه اول ماتریس از میانگین احتمال ریزش در k=۰ به دست می‌آید) ضرب می‌کنیم و از این طریق ارزش عمر آینده هر مشتری را محاسبه می‌کنیم. ارزش عمر آینده مشتریان هر خوشه در جدول(۱۰) و نمودار (۴) نمایش داده شده است. پس از محاسبه ارزش عمر فعلی و آینده هر گروه از مشتریان ارزش طول عمر هر مشتری از مجموع ارزش عمر فعلی و آینده هر گروه از مشتریان به دست می‌آید، که نتایج آن در جدول(۱۱) و نمودار(۵) نمایش داده شده است[۴].

جدول(۱۰): مقادیر ارزش عمر آینده مشتریان هر خوشه

تعداد خوشه‌ها	ارزش عمر آینده مشتری
۱	۸۰۴۷۷۲
۲	۹۲۰۱۸۱
۳	۶۷۵۱۰۷
۴	۴۴۱۰۰۱
۵	۴۶۶۷۴۵
۶	۹۸۲۲۷۹
۷	۵۶۰۱۹

نمودار(۴): ارزش عمر آینده مشتریان هر خوشه

جدول(۱۱): ارزش طول عمر مشتریان هر خوشه

تعداد خوشه‌ها	ارزش طول عمر هر مشتری
۱	۵۶۰۹۵۹۴
۲	۱۳۳۴۶۸۷۳
۳	۳۲۴۳۹۶۰
۴	۶۴۰۲۳۵۲
۵	۱۸۴۶۷۵۰
۶	۴۱۶۸۵۷۸
۷	۳۵۷۲۵۹

نمودار(۵): ارزش طول عمر مشتریان هر خوشه

۳- نتیجه گیری

از آنجایی که مشتریان مهم‌ترین منبع درآمد سازمان‌ها و شرکت‌های تولیدی و خدماتی به حساب می‌آیند، دراین پژوهش چارچوبی برای تعیین ارزش طول عمر مشتریان بیمه عمر ایران مشتمل بر ارزش عمر فعلی و ارزش عمر آینده مشتری ارائه شد. ابتدا به منظور تعیین ارزش عمر فعلی مشتریان به وزن‌دهی سلسله‌مراتبی پارامترهای مدل RFM توسعه‌یافته و همچنین، دیگر مشخصه‌های سن، جنسیت، طبقه شغلی و مدت بیمه‌نامه پرداختیم. سپس، به کمک مدل احتمال توزیع هندسی زمانی انتظار به تعیین احتمال ریزش مشتریان پرداخته و برای بررسی تغییر وضعیت مشتریان از زنجیره مارکوف استفاده کرده‌ایم که متغیر آن، تعداد بازدیدکنندگان در یک سال است. پس از توسعه مدل RFM و محاسبه ارزش عمر فعلی مشتریان، برای تعیین تعداد خوشه بهینه از شاخص دان، دیویس– بولدین و روش خوشه‌بندی دو مرحله‌ای(BIC) استفاده شد که بر اساس میانگین واریانس شاخص‌ها، شاخص دیویس تعداد خوشه بهینه را ۷ خوشه مشخص کرد. پس از تعیین تعداد خوشه‌های بهینه و محاسبه ارزش عمر آینده مشتریان براساس زنجیره مارکوف مشخص شد که خوشه ۲ دارای بیش‌ترین میانگین ارزش عمر فعلی و خوشه ۶ دارای بیش‌ترین میانگین ارزش عمر آینده مشتری است. در انتها، ارزش طول عمر هر مشتری از مجموع ارزش عمر فعلی و آینده هر گروه به دست آمد که براساس نتایج به دست آمده، مشتریان خوشه ۲ دارای بیش‌ترین و مشتریان خوشه ۷ دارای کمترین ارزش طول عمر بوده‌اند. نقطه قوت این تحقیق استفاده از مدل RFM توسعه‌یافته است که وزن‌دهی مشتریان قبل از گروه‌بندی، باعث شده تعداد خوشه‌های بهینه به طور دقیق تری مشخص شوند. استفاده از یک متغیر در زنجیره مارکوف ممکن است نوعی کاستی در تحقق نتایج تحقیق ایجاد کند. برای ایجاد یک توصیف دقیق از رفتار خرید مشتری در آینده باید از چندین متغیر در زنجیره مارکوف استفاده کرد. استفاده از متغیرهای چندگانه در زنجیره مارکوف، مدل مارکوف را غیر قابل کنترل خواهد کرد که برای حل این مشکل، استفاده از تکنیک‌های شبیه‌سازی برای پیش‌بینی رفتار آتی خرید مشتریان، برای ادامه تحقیق در آینده پیشنهاد می‌شود.

۴- تقدیر و تشکر

در پایان از موسسه بیمه ایران جهت همکاریشان در پیاده سازی میدانی تحقیق و جمع‌آوری اطلاعات و همچنین، از هیات تحریره و داوران محترم نشریه مهندسی و مدیریت کیفیت که در ارزیابی و بهبود این تحقیق همکاری نمودند، سپاسگزاری می‌نماییم.

مراجع

[۱]Kupaii, M., & Bidgoli, B. (۲۰۰۷). A method for predicting customer lifetime value chains. International Information and Communication Technology Management, ۱-٦.

[۲]Cuadros, A.J., & Dominguez, V.E. (۲۰۱٤) Customer segmentation model based on value generation for marketing Strategies. Estudios Gerenciales, ۳۰, ۲۵-۳۰ .

[۳] Bahrami, SH., & Bazdar, A. (۲۰۱۷). The Development of RFM Model to analyze and describe the behavior of customers and the value of its properties. ۱۳th Int. International Conference on Industrial Engineering,۱-۹.

[٤] Chenga, C. J., Chiub, S.W., Chengc, C. B., & Wuc, J. Y. (۲۰۱۲). Customer lifetime value prediction by a Markov chain based data-mining model: Application to an auto repair and maintenance company in Taiwan. Scientia Iranica, ۱۹, ۸٤۹-۸۵۵.

[۵] Khajvand, M., & Tarokh, M. J. (۲۰۱۱). Estimating customer future value of different customer segments based on adapted RFM model in retail banking context. Procedia Computer Science, ۳, ۱۳۲۷–۱۳۳۲.

[٦] Yeh, I.C., Yang, K.J., & Ting, T.M. (۲۰۰۹). Knowledge discovery on RFM model using Bernoulli sequence. Expert Systems with Applications, ۳٦, ۵۸٦٦–۵۸۷۱.

[۷] Carrasco, R., Blasco, M.F., & Viedma, E.H. (۲۰۱۵). A ۲-tuple Fuzzy Linguistic RFM Model and Its Implementation. Procedia Computer Science, ۵۵, ۱۳٤۰ – ۱۳٤۷

[۸] Chalaki, k., & Bazdar, A.(۲۰۱۸). An alternative to the BG/NBD model for predicting the customer lifetime value. Int. J. of Engineering Research, ۵, ۱۵۰-۱٦۲.

[۹] Bazdar, A., & Chalaki, k.(۲۰۱۷). Stream of Variation Testing in order to Fault Diagnosis of Multistage Manufacturing Processes. Int. J. of Industrial Engineering Research in Production Systems, ۵(۱۰),.٦۹-۸۱ .

[۱۰] Chiang, L., & Yang, CH. (۲۰۱۸) .Does country-of-origin brand personality generate retail customer lifetime value? A Big Data analytics approach.Int. J. of Technological Forecasting & Social Change, ۱۳۰, ۱۷۷-۱۸۷.

[۱۱] Caigny, A., Coussement, k., & Bock, w. (۲۰۱۸). A New Hybrid Classification Algorithm for Customer Churn Prediction Based on Logistic Regression and Decision Trees. Int. J. of European Journal of Operational Research, ۱۸, ۱-۳۳.

[۱۲] Çavdar, A., & Ferhatosmanoğlu, N. (۲۰۱۸). Airline customer lifetime value estimation using data analytics supported by social network information. Int. J. of Air Transport Management, ٦۷, ۱۹-۳۳.

[۱۳] Yan, ch., Sun, H.,Liu,w., & Chen , j. (۲۰۱۸). An integrated method based on hesitant fuzzy theory and RFM model to insurance customers' segmentation and lifetime value determination. Journal of Intelligent & Fuzzy Systems, ۱-۱۱.

[۱٤] Personnel Insurance Research Group, Insurance Institute. Computational methods study and risks assessment in accident insurance.NO.۱۹, Customized research projects of Central Insurance of Iran (۲۰۱٦).

[۱۵] Khajvand, M., & Tarokh, M. J. (۲۰۱۱). Analyzing Customer Segmentation Based on Customer Value Components: A Private Bank. Int. J. of Industrial Engineering, University of Tehran, Special Issue, ۷۹-۹۳.

[۱٦] Dunn, J.C. (۱۹۷٤). Well-separated clusters and optimal fuzzy partitions. Int. J. of cybernetics,٤, ۹۵-۱۰٤ .

[۱۷] Davies, D. L., & Bouldin, D. W. A cluster separation measure. IEEE Trans. Pattern Anal, Machine Intell, ٤, ۲۲٤-۲۲.

پیوست ها

[۱] Recency frequency monetary

[۲] Cheng

[۳] Dunn

[۴] Yeh

[۵] Carrasco

[۶] Beta Geometric

[۷] Yan

[۸] Rapid Miner

[۹] Expert Choice

[۱۰] Davies Bouldin

[۱۱] Schwarz's Bayesian criterion

[۱۲] Ratio of Distance measure