

خوشه‌بندی مشتریان بانکی مبتنی بر روش کامیائنگین و الگوریتم رقابت استعماری

میثم جعفری اسکندری^{۱*}، مینا استاد اکبری^۲

- ۱- استادیار، گروه مهندسی صنایع، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.
- ۲- کارشناس ارشد مهندسی صنایع، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

پذیرش: ۱۳۹۷/۱۰/۱۹

دریافت: ۱۳۹۶/۱۰/۲۳

چکیده

بانکداری الکترونیکی نوع جدیدی از بانکداری است که خدمات بانکی در آن با استفاده از محیط‌های الکترونیکی ارائه می‌شود. اینگونه فعالیت بانکی از سال ۱۹۹۱ میلادی در تمامی دنیا رواج پیدا کرد. با افزایش خدمات بانکداری الکترونیکی و ارائه ابزارهای مختلف برای انجام تراکنش‌های بانکی، مشتریان در حال مهاجرت از بانکداری سنتی به بانکداری نوین هستند. بر همین اساس بررسی میزان پیشروی بانک‌ها در این ابزارها و میزان استقبال مشتریان دارای اهمیت می‌شود.

این مطالعه با بررسی تراکنش‌های مشتریان در شعبه، خودپرداز، اینترنت‌بانک و موبایل‌بانک نخست تحلیل از میزان استقبال مشتریان از این ابزارها را ارائه می‌دهد که این بررسی را برای صدهزار مشتری انجام داده است. پس از تحلیل اولیه از میزان استفاده از ابزارها، مشتریان با استفاده از روش کامیائنگین و رقابت استعماری با نرم‌افزار متلب خوشه‌بندی گردیده و در هفت خوشه گروه‌بندی شدند و ویژگی‌های هر خوشه بررسی و استراتژی‌هایی برای هر خوشه ارائه شده است. در مرحله نهایی استراتژی‌های پیشنهادی استخراج شده را به کمک رویکرد تئوری بازی مبتنی بر ارزش شاپلی ارزش‌گذاری و مهم‌ترین استراتژی‌های پیشنهادی را مورد تحلیل قرار دادیم.



واژه‌های کلیدی: خوشه‌بندی، رقابت استعماری، کامیابانگین، مدیریت ارتباط مشتری، تئوری بازی.

۱- مقدمه

شناسایی، تحلیل ویژگی‌ها و بخش‌بندی مشتریان براساس ارزش آنها برای سازمان‌ها، برای به‌کارگیری استراتژی‌های مناسب ضروری است. این مسئله زمانی که هزینه جذب مشتری جدید چندین برابر هزینه نگهداری است، بااهمیت‌تر می‌شود. در صنعت بانکداری، بررسی رفتارهای مشتریان علاوه بر اینکه موجب حفظ مشتریان فعلی و کسب درآمد مداوم می‌شود، بانک اطلاعاتی باارزشی از روندهای فعلی و نیازهای آتی مشتریان ارائه می‌دهد [۱]. این پژوهش در نظر دارد با انجام یک مطالعه موردی در یک بانک و با استفاده از ابزار داده‌کاوی و تجزیه و تحلیل داده، یعنی روش خوشه‌بندی کامیابانگین و الگوریتم فراابتکاری عملکرد مشتریان را در یک دوره مشخص از نظر میزان استفاده و رضایت از ابزار جدید بانکداری، یعنی همراه‌بانک، اینترنت‌بانک و سایر ابزار بانکداری الکترونیک مورد بررسی و تحلیل قرار دهد.

۲- مبانی نظری و پیشینه پژوهش

۲-۱- بانکداری الکترونیک

بانکداری الکترونیک شامل سیستم‌هایی است که مشتریان مؤسسات مالی را قادر می‌سازد تا در سه سطح اطلاع‌رسانی، ارتباط و تراکنش از خدمات و سرویس‌های بانکی استفاده کنند [۲].

۲-۲- خوشه‌بندی کامیابانگین

خوشه‌بندی، تقسیم یک گروه ناهمگن به چندین زیرگروه همگن است که در جستجوی حداکثرسازی تفاوت بین گروه‌ها و حداقل‌سازی تفاوت درون گروه‌ها است. روش مؤثر و متداول کامیابانگین نیز از جمله روش‌های متداول خوشه‌بندی غیرسلسله‌مراتبی است که توسط آقای مک کوئین در سال ۱۹۶۷ ارائه شد [۳]. در واقع، الگوریتم کامیابانگین، پارامتر ورودی K را



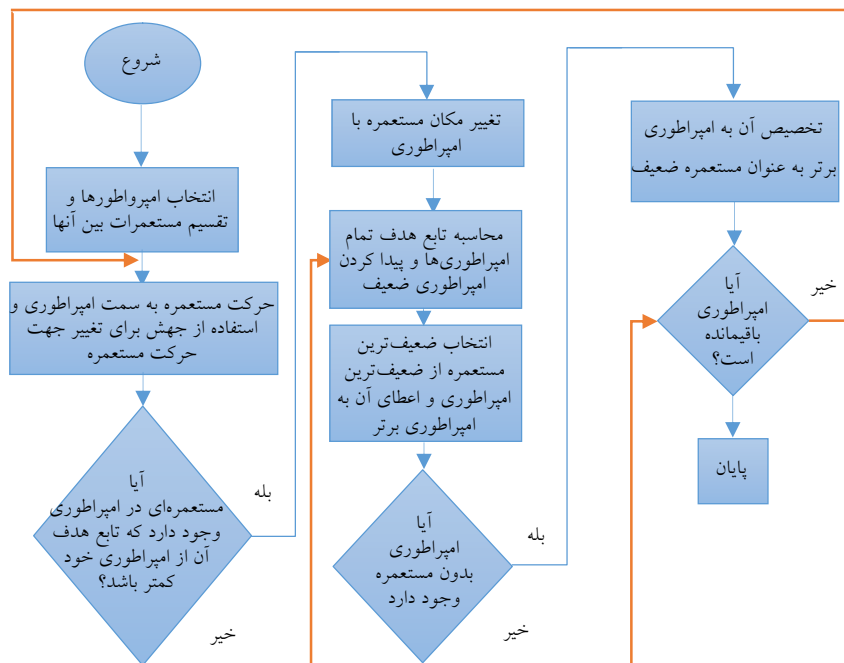
گرفته (تعداد خوشه‌ها $K =$) از طریق آن به تقسیم‌بندی مجموعه‌های n عضوی می‌پردازد [۴].

۲-۳- الگوریتم رقابت استعماری

الگوریتم رقابت استعماری^۱ روشی در حوزه محاسبات تکاملی است که به یافتن پاسخ بهینه مسائل مختلف بهینه‌سازی می‌پردازد. این الگوریتم با مدل‌سازی ریاضی فرایند تکامل اجتماعی-سیاسی، الگوریتمی برای حل مسائل ریاضی بهینه‌سازی ارائه می‌دهد [۵]. پایه‌های اصلی این الگوریتم را سیاست همسان‌سازی^۲، رقابت استعماری^۳ و انقلاب^۴ می‌دهند.

این الگوریتم با تقلید از روند تکامل اجتماعی، اقتصادی و سیاسی کشورها و با مدل‌سازی ریاضی بخش‌هایی از این فرایند، عملگرهایی را در قالب منظم به صورت الگوریتم ارائه می‌دهد که می‌توانند به حل مسائل پیچیده بهینه‌سازی کمک کنند. در واقع این الگوریتم جواب‌های مسئله بهینه‌سازی را در قالب کشورها نگریسته و سعی می‌کند در طی فرایندی تکرارشونده این جواب‌ها را رفته رفته بهبود داده و در نهایت به جواب بهینه مسئله برساند [۵]. در ادامه شمای کلی از گام‌های بهینه‌سازی الگوریتم رقابت استعماری نشان داده شده است (شکل ۱).

-
1. Imperialist Competitive Algorithm
 2. Assimilation
 3. Imperialistic Competition
 4. Revolution



شکل ۱ فلوچارت الگوریتم رقابت استعماری

۲-۴- تئوری بازی

نظریه‌بازی‌ها به عنوان شاخه‌ای جدید از ریاضیات کاربردی علمی است که به مطالعه تصمیم‌گیری افراد در شرایط مختلف می‌پردازد. نظریه بازی‌ها به دو شاخه اصلی تقسیم می‌شود: ۱- بازی‌های بدون همکاری؛ ۲- بازی‌های همکارانه. در بازی‌های بدون همکاری، فرض بر این است که بازیگران عقلانی رفتار کرده و فقط به منافع خود می‌اندیشند و نیز همکاری و توافق بین آنها وجود ندارد. ولی در بازی‌های همکارانه بازیگران امکان همکاری و تشریک مساعی را دارند و هدف اصلی از این بازی‌ها ارائه روشی برای تقسیم عادلانه سود حاصل از همکاری است [۶].



ارزش شاپلی متوسط مشارکت حاشیه‌ای است که از میانگین‌گیری روی تمام $N!$ حالت جایگشت تعداد اعضا به دست آمده است. مشارکت حاشیه‌ای، مقدار افزایش مطلوبیت یک ائتلاف با ورود یک بازیگر خارجی به آن ائتلاف می‌باشد. بنابراین سهم یک بازیگر به صورت رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\varphi_i(v) = \sum_{\substack{S \subseteq N \\ i \in S}}^{\infty} \left(\frac{(m-1)!(n-m)!}{n!} [v(S) - v(S - \{i\})] \right)$$

که m تعداد اعضای ائتلاف S ، n تعداد اعضای مجموعه $N - \{i\}$ ، ائتلافی است که شامل عضو i نیست.

۲-۵- پیشینه پژوهش

با بررسی در ادبیات موضوع مشاهده شد در حوزه خوشه‌بندی مشتریان پژوهش‌های زیادی صورت گرفته است. از این رو در این بخش با تمرکز بر پژوهش‌هایی که به موضوع بررسی نزدیک باشند، مطالعات صورت گرفته در این حوزه را مورد نظر قرار خواهیم داد.

دانوتا و همکاران در سال ۲۰۰۵ به تقسیم‌بندی مشتریان بانک مبتنی بر سه الگوریتم تراکم مبتنی بر کارت امتیازی پویا، کامیانگین و فرایند خوشه‌بندی دوفازی پرداخته و نتایج حاصل را مورد مقایسه قرار دادند [۷]. نیاگاس و همکاران در سال ۲۰۰۶ به مطالعه کاربردهای بانکداری الکترونیکی از یک بانک تجاری در تایلند با استفاده از تکنیک‌های داده‌کاوی استفاده کردند. نتایج این مطالعه به تولید بسته‌های سرویس جدید که به هر بخش از کاربران بانکداری الکترونیکی اختصاص داده شده، اشاره کرده است [۸]. نوری در سال ۲۰۱۵ در مقاله خود داده‌کاوی یکپارچه و مدل امتیازدهی به رفتار مشتری را برای مدیریت کاربران بانکداری موبایلی موجود در یک بانک ایرانی مورد نظر قرارداد. این مدل تقسیم‌بندی برای تعیین گروهی از مشتریان براساس تاریخ، تازگی، تکرار، پس‌زمینه‌های پولی تراکنش توسعه داده شده است. مدل ارائه شده در این کار، کاربران بانکداری موبایلی را به شش گروه تقسیم می‌کند. این مطالعه نشان داد که شناسایی مشتریان به‌وسیله امتیازدهی به رفتار، تخصیص استراتژی بازاریابی را تسهیل می‌کند. بانک‌ها می‌توانند عملیات بازاریابی خود را توسعه دهند. بنابراین



بانک می‌تواند مشتریان بیشتری جذب کند، مشتریان خود را نگهداری دارد و رضایت بالای مشتریان را حفظ کند [۹]. معینی و همکاران در سال ۱۳۹۵ اظهار داشتند، یکی از چالش‌های مهم در حوزه مدیریت ارتباط با مشتری در سازمان‌ها شناخت مشتری و درک تفاوت و رتبه‌بندی و تخصیص بهینه منابع به آنها با توجه به ارزشی که برای شرکت است. رویکرد استفاده شده در این پژوهش، ارائه مدلی برای خوشه‌بندی مشتریان بیمه خودرو براساس تکنیک مرسوم RFM و افزودن متغیرهای سن و جنسیت در طول ۵ سال است. پس از تعیین متغیرها، با استفاده از الگوریتم‌های خوشه‌بندی کا-میانگین و کا-میانگین فازی مشتریان خوشه‌بندی شده‌اند. در این پژوهش به بررسی خطرپذیری مشتریان که ناشی از دریافت خسارت است، نیز پرداخته شده است [۱۰]. حال در ادامه با توجه به تعدد مقاله‌های پژوهشی، جدولی خلاصه از پژوهش‌های پیشین را مورد نظر قرار خواهیم داد.

جدول ۱ خلاصه پژوهش‌های پیشین

هدف پژوهش	کلمات کلیدی					سال پژوهش	نام نویسندگان	ش.ع.
	بانکداری الکترونیک	تئوری بازی	فراابتکاری	کامیابگین	داده‌کاوی			
بخش‌بندی استراتژی بانکداری بازار با خوشه‌بندی						۲۰۱۲	کومار و همکاران [۱۱]	۱
ترکیب داده‌کاوی و تحلیل پوششی داده‌ها برای خوشه‌بندی مدیریت شعب بانک						۲۰۱۶	اسکار و همکاران [۱۲]	۲
خوشه‌بندی مبتنی بر کامیابگین						۲۰۱۷	عظیمی و همکاران [۱۳]	۳
یک الگوریتم خوشه‌بندی داده جدید براساس الگوریتم جستجوی گرانشی اصلاح‌شده						۲۰۱۷	هان و همکاران [۱۴]	۴
خوشه‌بندی و تحلیل رفتار مشتریان بانک						۱۳۹۴	حیدری [۱۵]	۵



هدف پژوهش	کلمات کلیدی					سال پژوهش	نام نویسندگان	ش.ب.ع
	بانکداری الکترونیک	تئوری بازی	فراابتکاری	کامیاب‌نگین	داده‌کاوی			
خوشه‌بندی مشتریان شعب بانک رفاه با تلفیق الگوریتم‌های ژنتیک و سی میانگین در محیط فازی						۱۳۹۴	قربان پور و همکاران [۱۶]	۶
ارائه مدلی برای اعتبارسنجی مشتریان بانک‌ها						۱۳۹۵	صفری و خسروی [۱۷]	۷

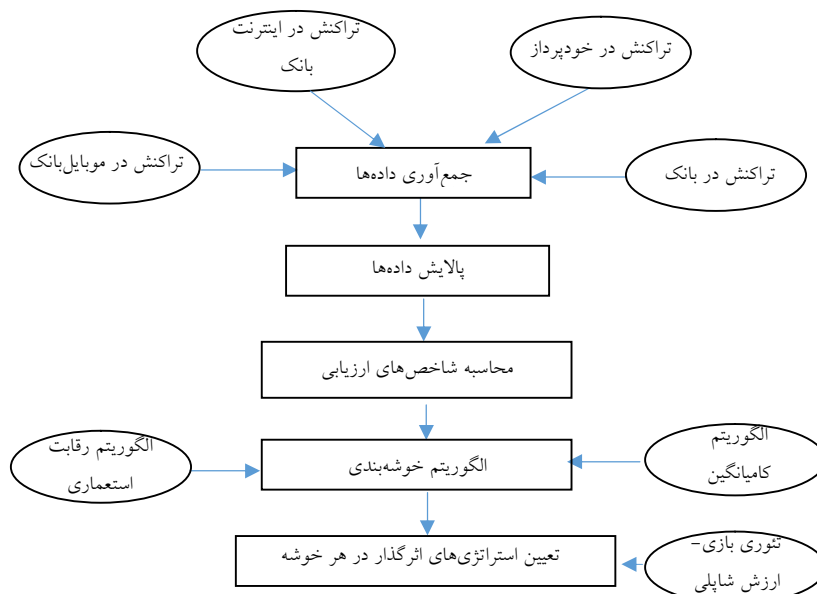
با توجه به بررسی‌های انجام‌شده و پژوهش‌های نامبرده شده در بالا، بیشتر مطالعات تاکنون مشتریان را براساس عملکردهای مالی بررسی کردند به این صورت که مشتریان را بر اساس تعداد تراکنش، زمان و مبلغ تراکنش بررسی کرده و آنها را خوشه‌بندی می‌کردند و به روند جدید در بانکداری توجه زیادی نکردند و آن شکافی که تاکنون بررسی نشده است، این است که عملکرد مشتریان با توجه به میزان استفاده و عملکردشان در ابزارهای جدید بانکداری نظیر همراه‌بانک و اینترنت‌بانک، به‌طور جدی بررسی نشده است و همچنین این بررسی‌ها منجر به گروه‌بندی و اتخاذ سیاست‌های جدید در حوزه بانکداری الکترونیک با توجه به سرعت فراروان این حوزه نشده است که این پژوهش سعی دارد با انجام این کار شکاف موجود را پر کند و اطلاعات مفیدی در زمینه میزان استفاده از ابزار جدید بانکداری و همچنین دسته‌بندی مشتریان و اعمال سیاست‌های مخصوص هر گروه ارائه دهد.

۳- روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از نظر روش، توصیفی-تحلیلی می‌باشد و از نظر هدف یک پژوهش کاربردی است. در گام نخست جمع‌آوری داده‌ها برای تحلیل می‌باشد. پس از مشخص شدن اطلاعات مورد نیاز (تعداد تراکنش در شعبه، تعداد تراکنش در خودپرداز، تعداد تراکنش در اینترنت‌بانک و تعداد تراکنش در موبایل‌بانک) آنها از داده‌های بانک تهیه شده است. داده‌های خام برای یک دوره یک‌ساله است. داده‌ها و تراکنش مشتریان در نرم‌افزار اکسل ۲۰۱۳ ذخیره شده است. این داده‌ها شامل اطلاعات شخصی و خصوصی افراد نمی‌شود و افراد با شماره مشخص شده‌اند و



تراکنش‌ها و اطلاعات مورد نیاز برای این مطالعه را در بر می‌گیرد. در مرحله دوم نخست داده‌های ناقص و ناسازگار با مدل حذف می‌شوند تا خللی در روند اجرای مدل ایجاد نکنند. سپس از داده‌های آماده‌شده یک انبار داده یکپارچه براساس تراکنش‌های موردنیاز تهیه و در مرحله بعد به محاسبه شاخص‌های ارزیابی جهت خوشه‌بندی خواهیم پرداخت. مرحله چهارم به‌کارگیری الگوریتم خوشه‌بندی مورد نظر بوده که از این رو ابتدا جهت تعیین K بهینه، از شاخص دیویس بولدین استفاده می‌شود و در ادامه قدم‌های الگوریتم کامیانگین را روی داده‌ها اجرا می‌کنیم. الگوریتم K -میانگین لزوم بهینه‌ترین، مربوط به حداقل تابع هدف کلی را پیدا نمی‌کند. از این رو از الگوریتم رقابت استعماری برای بهینه‌سازی استفاده کرده و درنهایت به ارزیابی نتایج پرداخته و براساس ویژگی هر گروه از مشتریان، استراتژی‌های پیشنهادی استخراج و به کمک تئوری بازی با استفاده از ارزش شاپلی مهم‌ترین استراتژی پیشنهادی برای هر گروه مورد نظر قرار خواهد گرفت. فرایند انجام پژوهش در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲ متدولوژی پژوهش



۴- یافته‌های پژوهش

در این مقاله اطلاعات مربوط به یکصد هزار مشتری برای یک بازه یکساله از بانک اطلاعاتی استخراج و مورد نظر قرار گرفت (در جدول ۲ نمونه‌ای از اطلاعات جمع‌آوری شده از تعدادی از مشتریان نشان داده شده است). داده‌های دریافتی از بانک دارای نواقصی بود که می‌توانست نتایج کار را تحت تأثیر قرار دهد، برای مثال تعداد تراکنش اینترنت بانک برای یک مشتری خاص بیش از ۱۰۰۰ تراکنش در سال بود که به‌طور مسلم این مشتری یک مشتری حقیقی نیست و قرار دادن چنین مشتری‌هایی که اندک‌شمار هستند، باعث ایجاد خطا در مدل خواهند شد. در زمینه میزان تحصیل هم بعضی از مشتریان تحصیلات خود را اعلام نکرده بودند و کسانی که اطلاعات کامل نداشتند، نیز حذف شدند. داده‌ها پاکسازی و آماده تجزیه و تحلیل شدند. در این مدل شاخص‌ها عبارتند از:

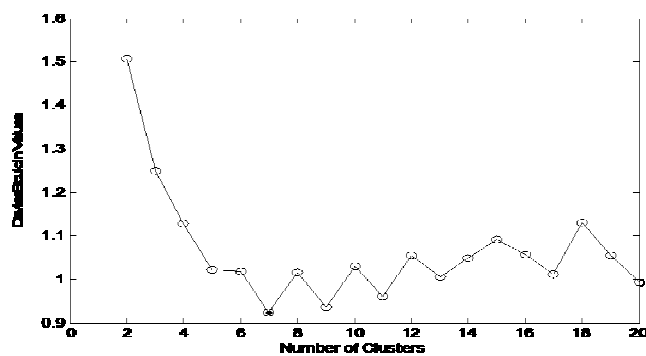
جدول ۲ شاخص‌های خوشه‌بندی مشتریان بانک

شاخص‌ها	ویژگی‌ها	توضیح
تعداد تراکنش در شعبه	-	-
تعداد تراکنش با خودپرداز	-	-
تعداد تراکنش در اینترنت بانک	-	-
تعداد تراکنش در موبایل بانک	-	-
سن	سن مشتریان	کمتر از ۲۵ سال- امتیاز ۱ بین ۲۵ تا ۳۰ سال- امتیاز ۲ بین ۳۰ تا ۴۰ سال- امتیاز ۳ بین ۴۰ تا ۵۰ سال- امتیاز ۴ و بالای ۵۰ سال- امتیاز ۵
تحصیلات	تحصیلات مشتریان	کمتر از دیپلم- امتیاز ۱ دیپلم- امتیاز ۲ فوق دیپلم و لیسانس- امتیاز ۳ کارشناسی ارشد- امتیاز ۴ دکتری- امتیاز ۵



شاخص‌ها	ویژگی‌ها	توضیح
اطلاعات تراکنشی (پارامترهای RFM)	رتبه تازگی (R)	عاملی است متناسب با تاریخ آخرین تراکنش
	تعداد تراکنش (F)	تعداد تراکنش‌های مالی در طول به سال
	عامل مالی (M)	مجموع مانده تمام سپرده‌های مشتری در پایان به سال
اطلاعات استفاده از خدمات	حساب جاری	در صورتی که مشتری از این محصول استفاده کند عدد ۱ و در غیر این صورت عدد صفر را می‌گیرد.
	حساب کوتاه‌مدت	در صورتی که مشتری از این محصول استفاده کند، عدد ۱ و در غیر این صورت عدد صفر را می‌گیرد.
	حساب بلندمدت	در صورتی که مشتری از این محصول استفاده کند، عدد ۱ و در غیر این صورت عدد صفر را می‌گیرد.

ما همچنین برای تعیین تعداد بهینه خوشه در این مقاله از شاخص دیویس بولدین استفاده کرده‌ایم که با توجه به نمودار ۳ تعداد بهینه برابر با ۷ است.



شکل ۳ تعداد بهینه خوشه براساس شاخص دیویس بولدین

در جدول ۳ تعداد مشتری در هر خوشه الگوریتم کا-میانگین که به وسیله نرم‌افزار SPSS حل شده است، ارائه شده است.



جدول ۳ تعداد مشتریان در هر خوشه

تعداد مشتریان	خوشه‌ها
۲۰۵۱۰	۱
۱۰۶۳۸	۲
۱۸۱۸۲	۳
۵۱۰	۴
۱۲۶۴۴	۵
۲۰۷۲۱	۶
۱۶۷۹۵	۷

پس از تعیین میزان خوشه بهینه، نخست میزان شاخص‌های تراکنش‌های خودپرداز، موبایل‌بانک، اینترنت‌بانک و تراکنش‌ها در شعبه بررسی شد که نتایج آن به شرح جدول ۴ آمده است. سپس براساس چهار شاخص و هشت ویژگی مشتری، آنها با استفاده از ابزار خوشه‌بندی، گروه‌بندی شدند تا بتوان خوشه‌های مشتریان و میزان تمایل‌های آنها و همچنین میزان موفقیت بانک دقیق‌تر بررسی شود.

جدول ۴ فراوانی استفاده مشتریان از ابزارهای بانکداری

شاخص					مؤلفه
کمتر از ۱۰	بین ۱۰ تا ۲۰	بین ۲۰ تا ۳۰	بین ۳۰ تا ۴۰	بیش از ۴۰	
۴۱۰۴	۳۲۲۸۶	۲۹۸۱۷	۲۱۲۸۵	۱۲۵۰۸	تعداد تراکنش سالیانه در شعبه
۷۶۲۳۶	۲۲۷۱۵	۴۱۸	۳۳۳	۲۹۸	تعداد تراکنش در خودپرداز
۹۸۹۵۳	۶۳۲	۱۹۸	۱۹۹	۱۸	تعداد تراکنش در اینترنت‌بانک
۹۳۳۲۵	۳۲۰۴	۱۳۱۹	۷۴۹	۱۴۰۳	تعداد ترانش در موبایل‌بانک

همان‌طور که مشاهده شد، متوسط مراجعه مشتریان به شعب ۶ بار در سال است و ۷۶ درصد مشتریان کمتر از ۱۰ بار به شعبه مراجعه می‌کنند که این نشان‌دهنده کم بودن مراجعه مشتریان به شعب است و براساس روند فعلی افزایش خدمات بانکداری الکترونیکی، مشتریان را به این سمت برده است که کمتر به شعب مراجعه کنند و تقریباً کارهای را که نیاز به شعب دارند، فقط حضوری انجام دهند.



در جدول ۵ مراکز خوشه‌ها به وسیله الگوریتم کا- میانگین با توجه به شش شاخص ارائه شده است به این صورت که در خوشه اول مشتریان دسته ۲ تراکنش در شعبه، دسته ۱ تراکنش خودپرداز، دسته ۱ تراکنش اینترنت بانک، دسته ۱ تراکنش موبایل بانک، دسته ۵ سن و دسته ۱ مدرک تحصیلی قرار گرفته‌اند که این خوشه افرادی مسنی هستند که تحصیلات زیر دیپلم دارند و فقط تعداد کمی تراکنش در شعبه دارند و از دیگر ابزار یا استفاده نمی‌کنند یا خیلی کم استفاده می‌کنند.

جدول ۵ مراکز خوشه‌بندی کا- میانگین با نرم‌افزار SPSS

شاخص	خوشه						
	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
تعداد تراکنش سالیانه در شعبه	۲	۱	۱	۵	۱	۱	۱
تعداد تراکنش در خودپرداز	۱	۵	۵	۴	۱	۵	۳
تعداد تراکنش در اینترنت بانک	۱	۱	۴	۱	۱	۱	۱
تعداد تراکنش در موبایل بانک	۱	۵	۱	۲	۴	۱	۱
تعداد مشتریان در هر خوشه	۲۰۵۱۰	۱۰۶۳۸	۱۸۱۸۲	۵۱۰	۱۲۶۴۴	۲۰۷۲۱	۱۶۷۹۵

با توجه به اینکه در این مقاله ما به جهت بهینه‌سازی مراکز خوشه‌ها، الگوریتم ترکیبی را پیشنهاد کردیم، به تشریح گام‌های الگوریتم ترکیبی خواهیم پرداخت.

قدم ۱: شکل‌دهی امپراطوری‌های اولیه: از آن جایی که الگوریتم رقابت استعماری رویکردی مبتنی بر جمعیت است، بنابراین به عنوان قدم نخست از این الگوریتم به تعداد N_{pop} کشور تولید کرده که از این میان N_{imp} کشور به عنوان استعمارگر و باقی به عنوان کلونی‌های این استعمارگران در نظر گرفته می‌شوند. از این رو در این مقاله $N_{pop} = 100000$ و $N_{imp} = 7$ در نظر گرفته شده است.

قدم ۲: حرکت کلونی‌ها به سمت استعمارگراشان: در این قدم، کلونی‌های تحت سلطه، برخی از ویژگی‌های استعمارگران خود را گرفته و با کمی انحراف به سمت استعمارگران خود حرکت می‌کنند. این حرکت‌ها به وسیله روابط زیر محاسبه می‌شوند



خوشه‌بندی مشتریان بانکی بر روش کامیاب‌نگین و... میثم جعفری اسکندری و همکار
 $x \in U(0, \beta \times d)$; $\theta \in U(-\gamma, \gamma)$ به ترتیب نشان‌دهنده میزان حرکت و انحراف در حرکت، $U(\cdot)$ یک متغیر تصادفی پیوسته با توزیع یکنواخت و d فاصله هر کلونی تا استعمارگر خود و γ, β دو پارامتر هستند که $\beta = 2$ و $\gamma = 1$ در این مقاله مورد نظر قرار گرفته‌اند.

قدم ۳: تعویض موقعیت استعمارگر و کلونی: طی این قدم، ممکن است یک کلونی به علت بهبود موقعیت خود، از نظر قدرت به جایگاهی بهتر از استعمارگر مربوطه دست پیدا کند، بنابراین پس از قدم ۲، به طور مجدد قدرت هر کشور در هر امپراطوری محاسبه شده و قوی‌ترین کشور به عنوان استعمارگر امپراطوری عمل می‌کند.

قدم ۴: محاسبه هزینه کل امپراطوری‌ها: به منظور تعیین قوی‌ترین و ضعیف‌ترین امپراطوری، هزینه کل هر امپراطوری که متناسب با هزینه استعمارگر مربوطه و نسبتی از متوسط هزینه کلونی‌های تحت سلطه است، محاسبه می‌شود

$$TC_n = \text{Cost}(\text{imperialist}_n) + \xi \text{mean}\{\text{cost}(\text{colonies})\}$$

که ξ مقداری کوچک‌تر از یک است که در این مقاله $\xi = 0.1$ در نظر گرفته شده است.

قدم ۵: رقابت استعمارگران: در این قدم استعمارگران برای در اختیار گرفتن کلونی‌های یکدیگر به رقابت می‌پردازند. به این منظور قوی‌ترین امپراطوری، ضعیف‌ترین کلونی از ضعیف‌ترین امپراطوری را تحت سلطه خود در می‌آورد $NTC_n = TC_n - \max\{TC_n\}$.

قدم ۶: حذف امپراطوری‌های بی‌قدرت: اگر یک امپراطوری تمامی کلونی‌های خود را از دست دهد، حذف شده و رقابت میان سایر امپراطوری‌ها ادامه پیدا می‌کند.

شرط توقف: در صورتی که شرط توقف (باقی ماندن تنها یک امپراطوری در جامعه) برقرار نگردد، دوباره به قدم دوم الگوریتم بازگشته و الگوریتم را با امپراطوری‌های جدید ادامه می‌دهیم.

در جدول ۶ زیر مراکز خوشه‌ها برای الگوریتم کا- میانگین و رقابت استعماری که به وسیله نرم‌افزار متلب حل شده، ارائه شده است.



جدول ۶ مراکز خوشه‌ها برای الگوریتم کا- میانگین و رقابت استعماری

خوشه							شاخص
۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	
۵	۵	۱	۱	۱	۲	۲	تعداد تراکنش سالیانه در شعبه
۳	۲	۵	۲	۳	۲	۵	تعداد تراکنش در خودپرداز
۳	۱	۲	۱	۴	۴	۱	تعداد تراکنش در اینترنت‌بانک
۴	۱	۱	۱	۳	۴	۱	تعداد تراکنش در موبایل‌بانک

حال با توجه به نتایج حاصل از خوشه‌بندی، به جمع‌آوری استراتژی‌های پیشنهادی در بهبود عملکرد بانک برای هر یک از خوشه‌ها خواهیم پرداخت. در مرحله اول، ۳۷ استراتژی کلان به کمک خبرگان و بررسی منابع علمی استخراج که در نهایت پس از بازنویسی و تجمیع استراتژی‌ها و همسان‌سازی آنها، استراتژی‌های متناسب در هر یک از خوشه‌ها براساس جدول ۷ مورد نظر قرار گرفت. همچنین در این جدول ارزش هر استراتژی را با توجه به ارزش ائتلاف‌ها به وسیله تابع ارزش شاپلی به دست می‌آوریم.

جدول ۷ استراتژی‌های پیشنهادی برای هر خوشه و ارزش شاپلی آنها

ارزش شاپلی	استراتژی‌ها	ویژگی‌ها	خوشه	ردیف
۰/۳۱	آموزش ابزارهای نوین	این خوشه شامل افراد مسن است که کمی از شعب استفاده می‌کنند و اکثریت تراکنش‌های خود را از طریق خودپرداز انجام می‌دهند.	اول	۱
۰/۲۳	اعتمادمحوری			
۰/۱۹	ارائه خدمت در محل			
۰/۲۵	ارائه مشوق‌های جمعی خدمات الکترونیکی			
۰/۳۷	ارائه مشوق‌های تراکنشی	شامل افرادی است که تراکنش‌های بسیاری دارند و اکثریت تراکنش‌های خود را به وسیله اینترنت‌بانک و موبایل انجام می‌دهند و از سایر ابزار هم استفاده می‌کنند و با توجه محدود سنی و تحصیلات خود این خوشه مشتریان وفادار به بانک هستند.	دوم	۲
۰/۳۱	برگزاری جشنواره‌های خاص			
۰/۱۹	بهره‌گیری از وسایل ارتباط جمعی و رسانه‌های اجتماعی			
۰/۲۳	ایجاد روحیه مشارکت همکارگونه			



ردیف	خوشه	ویژگی‌ها	استراتژی‌ها	ارزش شاپلی
۳	سوم	این دسته را می‌توان جوانان علاقه‌مند به ابزار جدید و وفادار به بانک معرفی کرد و با توجه به آگاهی بالای ایشان نسبت به ابزارهای بانکی باید با طرح‌های جذاب در بانک حفظ کرد.	ارائه مشوق‌ها و جشنواره‌ها	۰/۵۵
			ارتباط مستمر از راه شبکه‌های اجتماعی	۰/۲۷
			ایجاد روحیه مشارکت همکارگونه در ارائه ایده‌های نوآورانه در حوزه خدمات الکترونیک	۰/۱۸
۴	چهارم	شامل افرادی است که مانند خوشه اول بیشتر از خودپرداز استفاده می‌کنند و ولی در مجموع تراکنش زیادی ندارند.	ارائه خدمت در محل	۰/۳۸
			اعتمادمحوری	۰/۴۳
			ارائه مشوق‌های تراکنشی	۰/۱۹
۵	پنجم	شامل افرادی است که سن کمی دارند و فقط از خودپرداز استفاده می‌کنند.	آموزش ابزارهای نوین	۰/۵۶
			اعتمادمحوری	۰/۲۴
			ارائه مشوق‌ها و جشنواره‌ها	۰/۲۰
۶	ششم	شامل افرادی است که تراکنش زیادی در شعب دارند و با توجه به نیاز خود مکرر به شعب مراجعه کرده و کمی از خودپرداز استفاده می‌کنند.	آگاهی از مزایای بانکداری الکترونیک	۰/۳۹
			ارائه مشوق‌ها و اعتمادمحوری	۰/۲۴
			آموزش ابزارهای نوین	۰/۳۷
۷	هفتم	شامل افرادی است که با توجه به عملکرد خود بهترین مشتریان برای بانک هستند و از تمام ابزارهای بانکی استفاده می‌کنند.	ارائه خدمت در محل	۰/۴۸
			برنامه‌های و مشوق‌های ویژه	۰/۳۵
			ارتباط مستمر	۰/۱۷

۵- نتیجه‌گیری

ایران در زمینه بانکداری الکترونیکی، کشوری جوان است و تا رسیدن به سطحی قابل قبول از آن، راه درازی در پیش دارد. ورود فناوری جدید در این زمینه، نیازهای جدیدی را در پردازش و تبادل داده‌ها، ابزارها و زیرساخت‌های مناسب پیاده‌سازی آن و نیز نحوه ارائه خدمات بانکی نوین مطرح کرده است. با نگاهی به تجارب کشورهای پیشرفته و رشد خدمات بانکداری الکترونیکی می‌توان نیازهای در حال شکل‌گیری و روند فزاینده آن را در زمینه خدمات بانکی در ایران تا حد مناسبی پیش‌بینی کرد. در این مقاله ما به جمع‌آوری اطلاعات واقعی از یکصد هزار مشتری در طول یکسال جهت ارزیابی نحوه بهره‌گیری از انواع خدمات بانک



پرداخته که بعد از پالایش داده‌ها و به‌کارگیری الگوریتم کا- میانگین و الگوریتم فراابتکاری رقابت استعماری، به خوشه‌بندی مشتریان پرداخته و درنهایت مهم‌ترین استراتژی‌های پیشنهادی در هر خوشه را تعیین و به کمک تئوری بازی‌ها با مفهوم ارزش شاپلی ارزش‌گذاری کردیم.

۶- منابع

- [1] Bose R., Sugumaran V. (2003) "Application of knowledge management technology in customer relationship management", *Knowledge and Process Management*, 10(1):3-12.
- [۲] سید جوادین سید رضا، سقطچی مریم (۱۳۸۵) "بانکداری الکترونیک و سیر تحول آن در ایران"، تدبیر، ۱۷۰: ۳۰-۳۶.
- [3] Macqueen J. B. (1967) "Some methods for classification and analysis of multivariate observations, proceedings of 5-th berkeley symposium on mathematical statistics and probability", *Berkeley, University of California Press*.
- [4] Kim K-j, Ahn H. (2008) "A recommender system using GA K-means clustering in an online shopping market", *Expert Systems with Applications*, 34(2):1200-1209.
- [5] Atashpaz-Gargari E., Lucas C. (2007) "Imperialist competitive algorithm: an algorithm for optimization inspired by imperialistic competition", *IEEE Congress on Evolutionary Computation*, Singapore, Singapore.
- [6] Radzik T. (2012) "A new look at the role of players weights in the weighted Shapley value", *European Journal of Operational Research*, 223: 407-416.
- [7] Zakrzewska D., Murlewski J. (2005) "Clustering algorithms for bank customer segmentation", *International Conference on Intelligent Systems Design and Applications*, Warsaw, Poland.
- [8] Niyagas W., Srivihok A., Kitisin S. (2006) "Clustering e-Banking Customer using Data Mining and Marketing Segmentation", *Transactions on computer and information technology*, 2(1): 63-69.
- [9] Noori B. (2015) "An Analysis of Mobile Banking User Behavior Using Customer Segmentation", *International Journal of Global Business*, 8(2):55-64.



[۱۰] معینی مستوره، حسینعلی‌زاده ساسان (۱۳۹۵) "ارائه مدل جدیدی برای خوشه‌بندی مشتریان براساس ارزش طول عمر مشتری با استفاده از تلفیق مدل‌های ریسک و مدل‌های RFM"، ششمین کنفرانس هوش مصنوعی و ریاتیک و هشتمین سمپوزیوم بین‌المللی.

[11] Varun Kumar M., Vishnu Chaitanya M., Madhavan M. (2012) "Segmenting the banking market strategy by clustering", *International Journal of Computer Applications*, 45(17):10-15.

[12] Herrera-Restrepo S., Triantis, K., Seaver W., Paradi J., Zhu, H. (2016) "Bank branch operational performance: A robust multivariate and clustering approach", *Expert Systems With Applications*, 50: 107-119.

[13] Azimi R., Ghayekhloo M., Ghofrani M., Sajedi H. (2017) "A novel clustering algorithm based on data transformation approaches", *Expert Systems with Applications*, 76: 59-70.

[14] Han X., Quan L., Xiong X., Almeter M., Xiang J., Lan Y. (2017) "A novel data clustering algorithm based on modified gravitational search algorithm", *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 61: 1-7.

[۱۵] حیدری زهرا (۱۳۹۴) "خوشه‌بندی و تحلیل رفتار مشتریان بانک (مطالعه موردی: بانک مسکن)"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه الزهراء، تهران، ایران.

[۱۶] قربان‌پور زهره، خسروی حمید (۱۳۹۴) "خوشه‌بندی مشتریان شعب بانک رفاه با تلفیق الگوریتم‌های ژنتیک و سی میانگین در محیط فازی"، مجله پژوهش‌های مدیریت منابع سازمانی، ۵ (۲): ۱۵۳-۱۶۸.

[۱۷] صفری زهره، خسروی حمید (۱۳۹۵) "ارائه مدلی برای اعتبارسنجی مشتریان بانک‌ها با استفاده از الگوریتم‌های داده‌کاوی"، دومین کنفرانس ملی رویکردهای نوین در مهندسی کامپیوتر و برق، تهران، ایران.