

## تأثیر مدیریت ارتباط با مشتری الکترونیکی بر وفاداری مشتریان با استفاده از تکنیک‌های داده‌کاوی

حسن رنگریز \*

زهرا بایرامی شهریور \*\*

### چکیده

با گسترش اینترنت، سازمان‌ها از روش‌های مختلف E-CRM استفاده می‌کنند. یکی از اهداف سازمان‌ها در استفاده از E-CRM افزایش وفاداری مشتریان و حفظ مشتریان وفادار جهت دستیابی به مزیت رقابتی و سودآوری است. هدف این پژوهش بررسی تأثیر E-CRM بر وفاداری مشتریان بانک ملت با استفاده از تکنیک‌های داده‌کاوی است. در این پژوهش از روش‌های خوشه‌بندی با الگوریتم K-means و شبکه‌های عصبی (با الگوریتم پس انتشار خطا) و مدل LRFM از طریق برنامه‌نویسی در نرم افزارهای متلب و اکسل استفاده شده است. نتایج پژوهش نشان داد که با افزایش میزان استفاده مشتریان از خدمات E-CRM وفاداری آن‌ها افزایش می‌یابد. رابطه بین E-CRM، مؤلفه‌های مدل LRFM و وفاداری یک رابطه غیرخطی است و میزان تغییر در وفاداری به ازای تغییر E-CRM، مقداری ثابت نیست. میزان افزایش وفاداری تابعی از مؤلفه‌های LRFM، مقدار E-CRM و اوزان به‌دست آمده در شبکه عصبی است.

واژگان کلیدی: E-CRM، وفاداری مشتری، داده‌کاوی، LRFM

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی  
رتال جامع علوم انسانی

\* عضو هیئت علمی، گروه مدیریت کسب و کار، دانشکده مدیریت، دانشگاه خوارزمی، تهران.

\*\* کارشناس ارشد، مدیریت فناوری اطلاعات، دانشکده مدیریت، دانشگاه الزهراء واحد ارومیه (نویسنده مسئول)؛  
zahraa.beyrami@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۳/۱۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۰۹

## مقدمه

فناوری اطلاعات<sup>۱</sup> (IT) به طور چشمگیری فرآیندهای کسب و کار را تغییر داده یا تحت تأثیر قرار داده است. مدیریت ارتباط با مشتری<sup>۲</sup> (CRM)، از جمله نکات مهم و حیاتی برای سازمان‌ها به شمار می‌رود و برای پشتیبانی از فعالیتهای بازاریابی، فروش و خدمات مؤثر به کار می‌رود. با پیشرفت اینترنت و فناوریهای نوین، جنبه جدیدی از CRM متولد شده و مدیریت ارتباط با مشتری الکترونیک<sup>۳</sup> (E-CRM) به وجود آمده است. مجموعه نرم افزارهای E-CRM سازوکاری را فراهم می‌کنند که به وسیله آن سازمان‌ها امیدوارند که مؤثرتر باشند و به طور مؤثر خدمات الکترونیک را با هزینه‌های پایین‌تر ارائه کنند. هدف نهایی محصولات و خدمات E-CRM کمک به سازمان‌ها برای بهبود روابط مشتری و بیشینه کردن ارزش عمر مشتری است که موجب رضایتمندی و وفاداری<sup>۴</sup> مشتری می‌شود. یکی از اهداف سازمان‌ها در استفاده از E-CRM افزایش وفاداری مشتریان و حفظ مشتریان وفادار به منظور دستیابی به مزیت رقابتی و افزایش سودآوری است. شناسایی، تحلیل ویژگی‌ها و بخش بندی مشتریان بر اساس ارزشی که برای سازمان دارند، زمینه را برای تخصیص بهینه منابع محدود، به کارگیری استراتژی‌های مناسب بازاریابی و در نهایت مدیریت سودآوری در کنار E-CRM فراهم می‌کند. اینک وفاداری مشتریان یکی از مباحث مهم و حیاتی برای سازمان‌های امروزی است. از آنجایی که جذب مشتریان وفادار و حفظ آن‌ها به منزله پیشی گرفتن از رقبای است، بنابراین می‌تواند در شکست یا موفقیت سازمان بسیار تأثیرگذار باشد. از طرفی امکانات استفاده از شبکه اینترنت باعث مواجه شدن با حجم زیادی از داده و اطلاعات شده است که داده کاوی<sup>۵</sup> یکی از ابزارهای استخراج دانش و الگوهای موجود در این پایگاه داده‌های عظیم است. استفاده از اطلاعات به دست آمده از تکنیک‌های مختلف داده کاوی می‌تواند در حوزه‌های مختلف سازمان‌ها از جمله در حوزه E-CRM در جهت رشد و موفقیت

- 
1. Information Technology
  2. Customer Relationship Management
  3. Electronic Customer Relationship Management
  4. Loyalty
  5. Data Mining

سازمان بسیار تأثیرگذار باشد. با توجه به جدید بودن حوزه E-CRM و گستردگی چالش‌ها در این زمینه، خلأ استفاده از روش‌های کارای داده‌کاوی در این حوزه و نیاز به پژوهشی که تأثیر E-CRM بر وفاداری را با استفاده تکنیک‌های داده‌کاوی بسنجد، احساس می‌شود. پژوهش حاضر درباره تأثیر E-CRM بر وفاداری مشتریان با استفاده از الگوریتم‌های داده‌کاوی است که با هدف خوشه‌بندی و دسته‌بندی مشتریان، شناسایی و اولویت‌بندی مشتریان وفادار در جهت بهبود روابط مدیریت ارتباط الکترونیکی با مشتریان صورت گرفته است. در این پژوهش با استفاده از روشی نوین به صورت ترکیبی از تکنیک‌های داده‌کاوی خوشه‌بندی و شبکه‌های عصبی استفاده شده و در رویکردی جدید از شبکه‌های عصبی به منظور محاسبه اوزان مؤلفه‌های مدل<sup>۱</sup> LRFM و E-CRM استفاده شده است. این پژوهش امکان سنجش کمی میزان وفاداری مشتریان و میزان تغییرات صورت گرفته در میزان وفاداری را، به ازای میزان استفاده از فناوری‌های مختلف E-CRM فراهم می‌کند.

### مبانی نظری

E-CRM جنبه‌ی جدیدی از CRM است که با پیشرفت اینترنت و فناوری‌های نوین به وجود آمده است. E-CRM ترکیبی از سخت‌افزار، نرم‌افزار، فرآیند، کاربردها و مدیریت جهت بهبود خدمات مشتری، حفظ مشتری و فراهم آوردن قابلیت‌های تحلیلی است (آزیلا و نور<sup>۲</sup>، ۲۰۱۱). E-CRM به معنای استفاده از IT برای دستیابی و خدمت به مشتریان مطلوب و افزایش ارزش آن‌ها برای فروشنده، در طول زمان ارتباط است (فرمستاد و رومانو<sup>۳</sup>، ۲۰۱۵). از نظر لام و همکاران<sup>۴</sup> (۲۰۱۳)، E-CRM فقط به فناوری‌های مورد استفاده در CRM اشاره ندارد، بلکه به فرآیندهای مدیریت کسب و کار و استراتژی‌های مربوط به مشتریان نیز اشاره دارد. چاستون و منگلز<sup>۵</sup> (۲۰۰۳)، E-CRM را "استفاده از فناوری‌های اینترنت برای تسهیل

1. Length, Recency, Frequency and Monetary

2. Azila & Noor

3. Fjermestad & Romano

4. Lam et al.

5. Chaston & Mangles

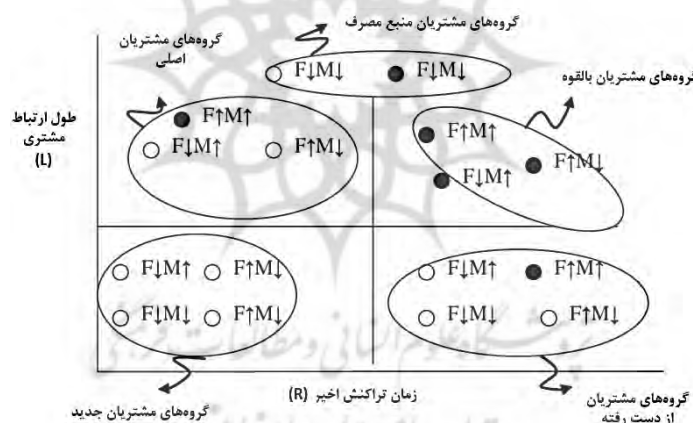
CRM" تعریف می کنند. در زمینه کسب و کار الکترونیک یا معاملات در یک محیط الکترونیکی، CRM به E-CRM تبدیل می شود. E-CRM مدیریت ارتباط با مشتریان با استفاده از وب است (چوپرا و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۱۲).

در محیط کسب و کار امروز که پیچیدگی های فناورانه و رقابتی شدن آن روزافزون است، مشتری مداری و حفظ مشتری به عنوان یک استراتژی برای ایجاد مزیت رقابتی محسوب می شود (محمدی و سهرابی، ۱۳۹۶، ص. ۱). وفاداری مشتری به یک ادراک مطلوب و/یا یک پاسخ رفتاری جانب دارانه مشتری اشاره دارد که در طول زمان به وسیله توجه به یک فروشگاه خاص بیان می شود و یک عملکرد شناختی و فرآیندی عاطفی است. مشتریان وفادار تمایل کمتری به برندها و تبلیغات رقبا داشته، حساسیت کمتری به قیمت دارند و یک بازاریابی دهان به دهان مثبت ایجاد می کنند (ربانی و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۱۵). بر اساس نظر الیور<sup>۳</sup> (۱۹۹۹)، وفاداری به یک تعهد قوی برای خرید مجدد یک محصول یا خدمت برتر در آینده اطلاق می شود، به طوری که همان برند یا محصول علی رغم تأثیرات و تلاش های بازاریابی بالقوه رقبا خریداری شود. وی همچنین وفاداری مشتری را به عنوان علاقه و تعهد به محصول، خدمات، برند یا سازمان و هم چنین قصد خرید تعریف می کند. وفاداری، انعکاس نیاز ناخود آگاه عاطفی و روانی مشتری به یافتن ارزش پایدار، رضایت و شناخت است (جنکینسون<sup>۴</sup>، ۱۹۹۵).

مدل LRFM بر اساس مدل RFM که شناخته شده ترین روش تحلیل ارزش مشتری برای بخش بندی بازار است، توسعه یافته است (وو و همکاران<sup>۵</sup>، ۲۰۱۴). مدل RFM یک مدل مبتنی بر رفتار برای تحلیل رفتار مشتری است که رفتار مشتری را بر اساس اطلاعات پایگاه داده ها پیش بینی می کند. تعریف متغیرهای RFM به این صورت است: R فاصله زمانی از آخرین خرید مشتری تا پایان دوره تعریف می شود، F تعداد دفعات خرید مشتری در طول

- 
1. Chopra et al.
  2. Rabbanee et al.
  3. Oliver
  4. Jenkinson
  5. Wu et al.

دوره است و  $M$  حجم پولی خرید مشتری در طول دوره است (هوانگ و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۱۲). ارزش مالی می‌تواند به وسیله مجموع مقادیر پولی در طول دوره یا میانگین مقدار پول در طول دوره محاسبه شود (وو و همکاران، ۲۰۱۴). بر طبق نظر رینارتز و کومار<sup>۲</sup> (۲۰۰۰)، چانگ و تسای (۲۰۰۴) و لی و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۱۱) مدل RFM نمی‌تواند مشتریان دارای طول ارتباط بلندمدت و مشتریان دارای ارتباط کوتاه‌مدت با سازمان را مشخص نماید. چانگ و تسای "طول ارتباط با مشتری" را به مدل RFM افزوده و مدل LRFM را برای توصیف بهتر طول ارتباط مشتری با سازمان ارائه کردند.  $L$  به‌عنوان فاصله زمانی بین اولین و آخرین خرید در طول دوره تعریف می‌شود؛ بنابراین  $L$  بیشتر، هنگامی که سه متغیر دیگر ثابت هستند، نشان دهنده وفاداری رفتاری بیشتر مشتری است (کائو و همکاران<sup>۴</sup>، ۲۰۱۱). همان‌گونه که شکل ۱ نشان می‌دهد، چانگ و تسای (۲۰۰۴) روشی را برای دسته‌بندی مشتریان در ۱۶ گروه و ۵ دسته پیشنهاد کردند.



شکل ۱. خوشه‌بندی مشتری بر پایه ماتریس وفاداری مشتری چانگ و تسای (۲۰۰۴)

1. Huang et al.
2. Reinartz & Kumar
3. Li et al.
4. Kao et al.

داده کاوی "علم استخراج اطلاعات مفید از پایگاه داده‌های بزرگ" است و شامل استفاده از ابزارهای تجزیه و تحلیل اطلاعات پیچیده برای کشف الگوهای ناشناخته، معتبر و روابط در مجموعه داده‌های بزرگ است (چوپرا و همکاران، ۲۰۱۲). فیاد و همکاران<sup>۱</sup> (۱۹۹۶) داده کاوی را تجزیه و تحلیل اکتشافی حجم زیادی داده برای کشف الگوها و قوانین معنی دار تعریف می کنند.

### پیشینه پژوهش

در پژوهش‌های انجام یافته تاکنون به ندرت به موضوع استفاده از تکنیک‌های داده کاوی در حوزه *E-CRM* پرداخته شده است، لذا با توجه به کمبود پیشینه مرتبط، در این بخش به تحقیقاتی که به حوزه پژوهش حاضر بیشترین نزدیکی را دارند، می پردازیم. چنگ و چن<sup>۲</sup> (۲۰۰۹) به طبقه بندی مشتریان با تقسیم بندی ارزش مشتری از طریق مدل RFM و نظریه RS پرداخته و مدلی بر مبنای ترکیب ارزش عددی متغیرهای RFM و الگوریتم K-means با تئوری مجموعه‌های سخت پیشنهاد کردند. بر اساس این مدل پیشنهادی، وفاداری مشتریان با تعیین تعداد خوشه‌ها به ۳ و ۵ و ۷ کلاس درجه بندی شده، سپس با کشف و توصیف ویژگی‌های مشتریان هر خوشه، به ارزیابی و پیاده سازی مدیریت ارتباط با مشتری پرداختند. حسینی و همکاران (۲۰۱۰)، به طراحی یک متدولوژی مبتنی بر RFM جهت سنجش وفاداری مشتری با استفاده از تکنیک‌های داده کاوی پرداختند و با ارائه مدلی مبتنی بر توسعه مدل RFM و تعیین اوزان پارامترها و مقایسات زوجی پس از خوشه بندی محصولات با تعداد خوشه‌های بهینه توسط شاخص دیویس بولدین، به تعیین درجه وفاداری مشتری در یک مفهوم برنده - برنده پرداختند. لی و همکاران (۲۰۱۱)، یک روش خوشه بندی دو مرحله ای برای تحلیل ویژگی‌های مشتری برای ایجاد مدیریت مشتری متمایز ارائه نمودند. نتایج نشان داد که گروه‌های مشتری تشکیل شده با استفاده از خوشه بندی چهار عامله LRFM همه تفاوت‌های آماری معنی داری از نظر استراتژی بازاریابی دارند؛ بنابراین، این مطالعه برای

1. Fayyad et al.

2. Cheng & Chen

مدیریت ارتباط با مشتری متمایز مفید است. لام و همکاران (۲۰۱۳) به بررسی تأثیر مدیریت ارتباط با مشتری مبتنی بر اینترنت بر وفاداری مشتری در صنعت بانکداری هنگ کنگ پرداختند. نتایج نشان داد که تکنیک‌های بازاریابی E-CRM نقش مهمی را در ایجاد ارتباط با مشتری بازی می‌کنند و پیاده‌سازی کامل تلاش‌های بازاریابی الکترونیکی E-CRM باعث افزایش وفاداری مشتری خواهد شد. دورسون و کابر<sup>۱</sup> (۲۰۱۶)، با استفاده از تکنیک‌های داده‌کاوی به شناسایی مشتریان سودآور هتل بر اساس RFM پرداختند. آن‌ها در تجزیه و تحلیل RFM از تازگی، تکرار و شاخص‌های پولی برای کشف ماهیت مشتریان، استفاده کرده و از داده‌های CRM برای این منظور استفاده نمودند. نتایج نشان داد که خوشه‌های مؤثر RFM می‌تواند به مدیران هتل برای ایجاد استراتژی‌های جدید جهت افزایش توانایی‌های آن‌ها در CRM کمک کند.

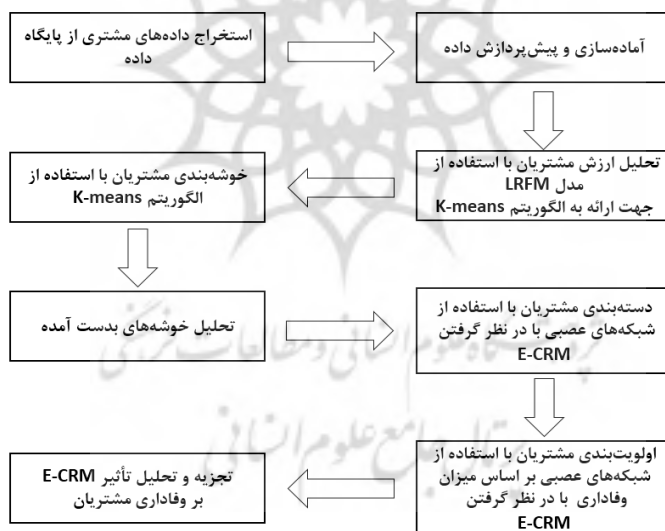
### روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر بر اساس هدف، کاربردی است. روش پژوهش بر اساس گردآوری داده‌ها کتابخانه‌ای است و در آن از داده‌های موجود در پایگاه داده بانک ملت استفاده شده است. مجموعه داده شامل ۴۰۶۶۶ رکورد مربوط به تراکنش‌های مشتریان بانک ملت در شش ماه خاص از سال ۱۳۹۴ است که به همت اساتید محترم دانشگاه خوارزمی به دست آمده است. مجموعه داده شامل اطلاعات تراکنشی، اطلاعات مربوط به حساب و برخی خصوصیات جمعیت شناختی مشتریان است. برخی از صفات خاصه مجموعه داده عبارت‌اند از: شناسه مشتریان، تاریخ تراکنش‌های مشتریان، فناوری‌های CRM و E-CRM استفاده شده توسط هر مشتری (اینترنت، باشگاه مشتریان، تلفن، پیامک، دستگاه pos و...)، میزان اعتبار مشتری در طول تراکنش‌ها و غیره. در این پژوهش (شکل ۲)، از روش‌های تجزیه و تحلیل کمی داده‌ها برحسب نیازهای پژوهشی، مدل LRFM و روش‌های داده‌کاوی شامل الگوریتم خوشه‌بندی

K-means و شبکه‌های عصبی با الگوریتم یادگیری پس انتشار استفاده شده است. مراحل کلی پژوهش عبارت‌اند از:

### ۱. آماده‌سازی و پیش‌پردازش داده‌ها

در این مرحله سلسله عملیاتی صورت می‌پذیرد که باعث برطرف شدن مشکلات مختلف داده مسئله مورد بررسی، شده و به‌این ترتیب داده برای انجام فرآیند داده‌کاوی آماده می‌شود. گام‌های اساسی درگیر در فرآیند پیش‌پردازش داده‌ها شامل پالایش داده‌ها، یکپارچه‌سازی داده‌ها، کاهش داده‌ها و تبدیل داده‌هاست (هان و همکاران، ۲۰۱۲). در این فاز، ابتدا آن دسته از ویژگی‌های داده‌ها که مورد نیاز نبودند، حذف شده، سپس اطلاعات تراکنش‌های مختلف هر مشتری در یک رکورد جمع شدند و به‌این ترتیب تعداد رکوردها از ۴۰۶۶۶ رکورد به ۳۸۴۹ رکورد کاهش یافت. بدین ترتیب علاوه بر کاهش حجم رکوردها، مشکل افزونگی از بین رفته و سپس به مشخصه‌های برخی فیلدها مقادیر دودویی مناسب نسبت داده شده و جایگزین شدند.



شکل ۲. مراحل انجام پژوهش



## ۲. تحلیل LRFM

در این مرحله متغیرهای مربوط به مدل LRFM محاسبه شده و همان گونه که جدول شماره ۱ نشان می‌دهد، تحت عنوان ستون‌هایی مشخص به مجموعه داده‌ها اضافه شدند. متغیرهای LRFM طبق فرمول‌های زیر محاسبه شده‌اند.

رابطه (۱) (زمان اولین تراکنش (زمان آخرین تراکنش مشتری در طول دوره)  $L =$

مشتری در طول دوره) -

رابطه (۲) (زمان آخرین تراکنش مشتری در طول دوره) - (زمان پایان دوره)  $R =$

رابطه (۳) تعداد تراکنش‌های مشتری در طول دوره  $F =$

رابطه (۴)  $M =$

(مقدار بدهی مشتری در هر تراکنش - مقدار اعتبار مشتری در هر تراکنش)

جدول ۱. بخشی از مجموعه داده پژوهش شامل شاخص‌های LRFM

<i>CustomerID</i>	<i>L</i>	<i>R</i>	<i>F</i>	<i>M</i>
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
۱۷۸۲۹۸۰	۱۵۵	۰	۶۹	۴/۸۴ E+۰۹
۱۷۹۶۵۵۳	۱۲۴	۰	۶۴	۳/۸۳ E+۰۸
۱۷۹۷۰۴۸	۰	۹۳	۳	۱۰۵۰۰۰۰۰
۱۸۰۱۹۵۸	۰	۶۲	۱۹	۱۶۰۷۴۰۳۰
۱۸۰۲۴۲۴	۱۵۵	۰	۸	۱/۹۲ E+۰۸
۱۸۰۸۳۵۹	۰	۱۲۴	۳۵	۲/۹۶ E+۰۸
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

### ۳. خوشه‌بندی با الگوریتم K-means

در این مرحله به منظور خوشه‌بندی مشتریان با الگوریتم K-means ابتدا مقیاس شاخص‌های مدل LRFM و سپس ارزش کمی این مؤلفه‌ها تعیین شده و به عنوان ورودی الگوریتم K-means بکار می‌روند. این فرآیند شامل دو مرحله کلی است که جزئیات این مراحل به شرح زیر است:

مرحله اول: تعریف مقیاس برای مؤلفه‌های مدل LRFM. این مرحله شامل ۳ گام زیر است:

۱- مؤلفه‌های L-R-F-M وزن برابر دارند. وزن این مؤلفه‌ها ۱ در نظر گرفته شده است.

۲- مقیاسی برای مؤلفه‌های L-R-F-M تعریف می‌کنیم که این مقیاس‌ها ۱ و ۲ هستند که به وفاداری مشتریان اشاره دارند. ۱ به وفاداری زیاد اشاره دارد و ۲ به حداقل وفاداری اشاره دارد. با توجه به گستردگی بازه مقادیر مؤلفه M خوشه‌بندی با مقادیر واقعی این مؤلفه نتایج قابل قبولی ارائه نمی‌کند؛ بنابراین در این مرحله مقیاس‌هایی برای مؤلفه‌ها تعریف شده‌اند.

۳- داده‌های مؤلفه‌های L-R-F-M به دو بخش بالاتر از میانگین و پایین‌تر از میانگین تقسیم می‌شوند و سپس با استفاده از مقیاس‌های ۱ یا ۲ امتیازدهی می‌شوند. همان‌گونه که جدول شماره ۲ نشان می‌دهد، ابتدا مقادیر مینیمم، ماکزیمم و میانگین برای شاخص‌های مدل LRFM محاسبه می‌کنیم.

جدول ۲. مقادیر آماری شاخص‌های مدل LRFM

	مقدار مینیمم	مقدار ماکزیمم	مقدار میانگین
<b>L</b>	۰	۱۵۵	$79/98467134 \cong 80$
<b>R</b>	۰	۱۵۵	$33/8591842 \cong 34$
<b>F</b>	۱	۷۰۶۵۸	$261/5118213 \cong 261$
<b>M</b>	۲۵۰	$1/98855 E+12$	$4077267642$

با توجه به ویژگی مشتریان وفادار ( $L \uparrow R \downarrow F \uparrow M \uparrow$ )، همان گونه که در جدول شماره ۳ نشان داده شده است، به مؤلفه‌های L-F-M که تأثیر مثبت بر وفاداری دارند در مقادیر بالاتر از میانگین، امتیاز ۱ و در مقادیر کمتر از میانگین، امتیاز ۲ نسبت داده شده است. به مؤلفه R که تأثیر منفی بر وفاداری دارد در مقادیر کمتر از میانگین، امتیاز ۱ و در مقادیر بالاتر از میانگین، امتیاز ۲ نسبت داده شده است.

جدول ۳. مقیاس مؤلفه‌های L-R-F-M

	L	R	F	M
امتیاز ۱	۱۰۰-۸۰	۳۴-۰	۷۰۶۵۸-۲۶۲	$E+12$ ۴۰۷۷۲۶۷۶۴۳-۱/۹۸۸۵۵
امتیاز ۲	۷۹-۰	۱۰۰-۳۵	۲۶۱-۱	۴۰۷۷۲۶۷۶۴۲-۲۵۰

#### - مرحله دوم: خوشه‌بندی با الگوریتم K-means

در این مرحله بر اساس ارزش کمی مؤلفه‌های L-R-F-M برای هر مشتری، داده‌ها (m مشتری) با استفاده از الگوریتم K-means به دو خوشه مشتریان وفادار و مشتریان غیر وفادار تقسیم می‌شوند. ابتدا، مقدار K که نشان‌دهنده تعداد خوشه‌هاست برابر با ۲ در نظر گرفته می‌شود ( $k=2$ ).  $C_1$  و  $C_2$  به ترتیب نشان‌دهنده خوشه اول (مشتریان وفادار) و خوشه دوم (مشتریان غیر وفادار) با مراکز  $c_1$  و  $c_2$  می‌باشند. اعضای هر خوشه به ترتیب زیر نمایش داده می‌شوند:

$$C_1 = \{S_{11}, S_{12}, \dots, S_{1p_1}\} \quad C_2 = \{S_{21}, S_{22}, \dots, S_{2p_2}\},$$

که  $S_{ij}$  به  $j$  امین عضو  $C_i$  اشاره دارد،  $P_i$  تعداد اعضای  $C_i$  را نشان می‌دهد ( $1 \leq i \leq k$ ). با در نظر گرفتن  $L, R, F, M=1, 2, 3, 4$  مراکز خوشه‌ها به صورت زیر نمایش داده می‌شوند:

$$c_1 = (v_{11}, v_{12}, v_{13}, v_{14}) \quad c_2 = (v_{21}, v_{22}, v_{23}, v_{24}),$$

برای مشتریان، در بهترین حالت ارزش کمی مؤلفه‌های LRFM برابر (۱ و ۱ و ۱ و ۱) و در بدترین حالت برابر (۲ و ۲ و ۲ و ۲) خواهد بود. با توجه به مدل LRFM مشتریان وفادار، مشتریانی هستند که همگی در شاخص L دارای میانگینی بیشتر از میانگین کل مشتریان و در

شاخص R دارای میانگینی کمتر از میانگین کل مشتریان هستند و در دو شاخص F و M حالت‌های متفاوتی دارند. با استفاده از ارزش کمی مؤلفه‌های L-R-F-M بر اساس مدل LRFM، تعداد ۳۸۴۹ مشتری با استفاده از الگوریتم K-means به دو خوشه مشتریان وفادار و غیر وفادار تقسیم می‌شوند. نتایج حاصل از خوشه‌بندی در جدول شماره ۴ نمایش داده شده است. بخشی از خروجی الگوریتم K-means در جدول شماره ۵ آمده است. همان‌گونه که در این جدول مشاهده می‌شود، مشتریان وفادار با مقدار ۱ و مشتریان غیر وفادار با مقدار صفر در ستون Loyalty مشخص شده‌اند. این جدول مشتریان وفادار بانک را مشخص کرده است. بدین ترتیب مدیران بانک می‌توانند اقدامات لازم را برای حفظ این مشتریان و افزایش وفاداری آن‌ها انجام داده و میزان سود و مزیت رقابتی خود را افزایش دهند.

جدول ۴. نتایج خوشه‌بندی با الگوریتم K-means

مرکز خوشه‌ها	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>
L	۱/۰۰۰۰	۱/۵۴۳۳
R	۱/۰۰۰۰	۱/۳۳۴۸
F	۱/۱۳۸۹	۱/۹۹۳۲
M	۱/۴۹۵۷	۱/۹۹۴۷
وفاداری	وفادار	غیر وفادار
تعداد نمونه‌ها	۴۶۸	۳۳۸۱

جدول ۵. خوشه‌های مشتریان حاصل از الگوریتم K-means

مرکز خوشه‌ها	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>
L	۱/۰۰۰۰	۱/۵۴۳۳
R	۱/۰۰۰۰	۱/۳۳۴۸
F	۱/۱۳۸۹	۱/۹۹۳۲
M	۱/۴۹۵۷	۱/۹۹۴۷
وفاداری	وفادار	غیر وفادار
تعداد نمونه‌ها	۴۶۸	۳۳۸۱

#### ۴. طراحی و آموزش شبکه عصبی وفاداری

شبکه عصبی مدل یاد گرفته شده پژوهش را به صورت مجموعه‌ای از ارتباطات وزن دار نمایش می‌دهد که این اوزان امکان سنجش کمی متغیرهای موجود در شبکه و میزان تغییرات ایجاد شده در خروجی به ازای تغییر هر یک از ورودی‌های شبکه را فراهم می‌کند. در این مرحله، یک شبکه عصبی برای دسته‌بندی و اولویت‌بندی مشتریان با در نظر گرفتن E-CRM طراحی می‌شود تا با استفاده از آن، بتوان تأثیر E-CRM بر وفاداری مشتریان را سنجید. این مرحله از گام‌های زیر تشکیل شده است:

- تعیین مؤلفه‌های ورودی شبکه عصبی

در این مرحله ابتدا تعداد فناوری‌های E-CRM که هر مشتری از آن‌ها استفاده می‌کند را مشخص کرده و تحت عنوان ستونی به نام E-CRM به مجموعه داده اصلی اضافه می‌کنیم. سپس مقدار داده‌های این مؤلفه با استفاده از رابطه زیر نرمال‌سازی می‌شوند.

$$ECRM^N = \frac{ECRM - ECRM_{min}}{ECRM_{max} - ECRM_{min}} \quad \text{رابطه (۵)}$$

مؤلفه‌های L, R, F, M و E-CRM به عنوان ورودی‌های شبکه عصبی و متغیر Loyalty (این مقدار برای مشتریان وفادار برابر ۱ و برای مشتریان غیر وفادار صفر است) که خروجی الگوریتم K-means است، به عنوان خروجی شبکه در نظر گرفته می‌شوند. با توجه به اینکه از شبکه عصبی علاوه بر دسته‌بندی مشتریان برای اولویت‌بندی مشتریان بر اساس میزان وفاداری و میزان استفاده از E-CRM نیز استفاده می‌شود، مؤلفه‌های L, R, F و M ابتدا امتیازدهی می‌شوند تا آماده ورود به شبکه شوند. ابتدا میانگین ( $M_2$ ) برای هر مؤلفه محاسبه شده و سپس مؤلفه‌های L, F و M برای هر مشتری، با استفاده از روابط زیر امتیازدهی می‌شوند. با توجه به تأثیر منفی R در وفاداری، امتیازها برعکس مؤلفه‌های دیگر به این مؤلفه تخصیص می‌یابند به این صورت که به مقادیر کمتر R امتیاز بیشتری اختصاص داده می‌شود.

$$M_1 = \frac{M_2 - x_{min}}{2} \quad \text{رابطه (۶)}$$

$$M_3 = \frac{x_{max} - M_2}{2} + M_2 \quad \text{رابطه (۷)}$$

$$\text{if } (x_{min} \leq x \leq M_1) \text{ then } x_{point} = 1 \quad \text{رابطه (۸)}$$

$$\text{if}(M_1 < x \leq M_2) \text{ then } x_{point} = 2 \quad \text{رابطه ۹}$$

$$\text{if}(M_2 < x \leq M_3) \text{ then } x_{point} = 3 \quad \text{رابطه ۱۰}$$

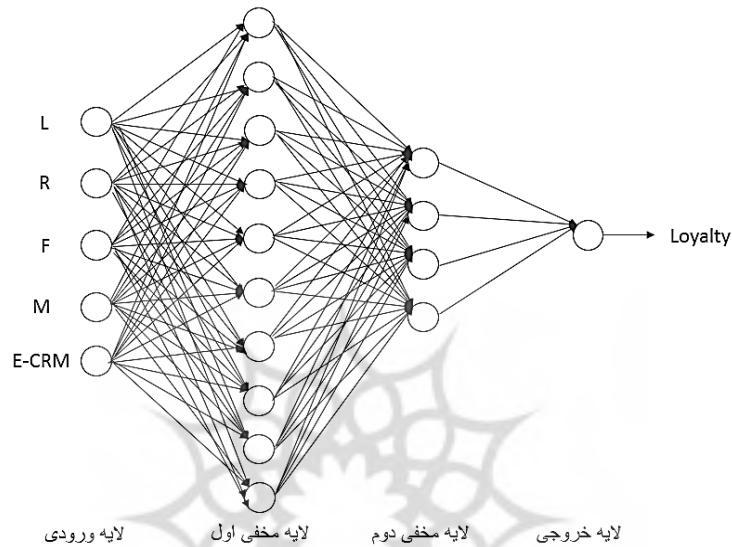
$$\text{if}(M_3 < x \leq x_{max}) \text{ then } x_{point} = 4 \quad \text{رابطه ۱۱}$$

در روابط بالا،  $M_2$  به میانگین داده‌های مؤلفه،  $M_1$  به مرکز داده‌های کمتر از میانگین،  $M_3$  به مرکز داده‌های بیشتر از میانگین،  $x$  به داده مربوط به مؤلفه برای هر مشتری،  $x_{min}$  به مینیمم داده مؤلفه،  $x_{max}$  به ماکزیمم داده مؤلفه و  $x_{point}$  به برجسب یا امتیاز داده برای هر مشتری اشاره دارد. پس از برجسب‌گذاری و امتیازدهی داده‌های هر مؤلفه، مقادیر به دست آمده نرمال‌سازی می‌شوند.

- معماری شبکه عصبی و الگوریتم پس انتشار خطا

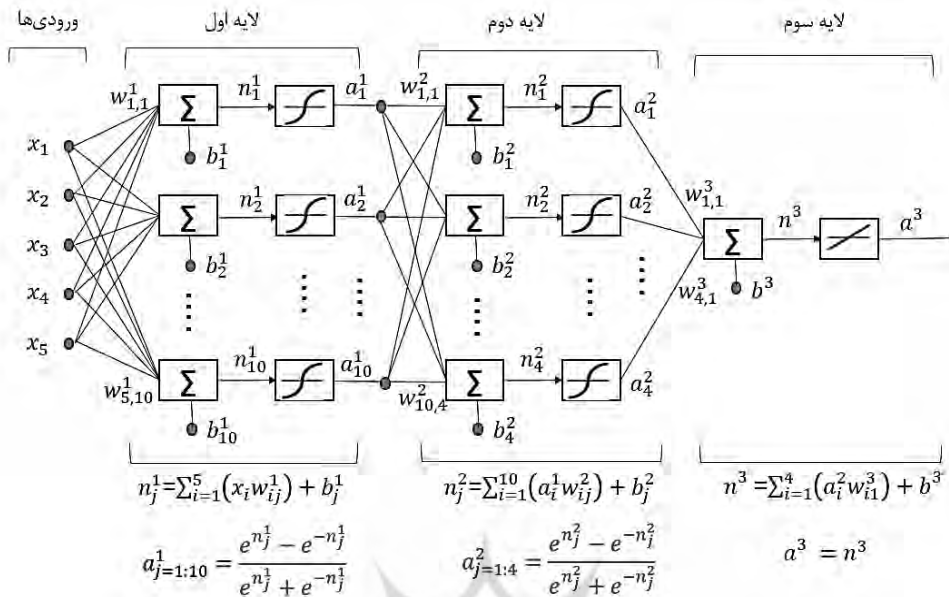
معماری یک شبکه عصبی با ویژگی‌های یک نورون و ویژگی‌های ارتباطی نورون‌ها در شبکه تعیین می‌شود. معماری یک شبکه با تعداد ورودی‌های شبکه، تعداد خروجی‌ها، تعداد کل نورون‌ها و سازمان‌دهی و ارتباط درونی آن‌ها مشخص می‌شود (کانتاردزیک<sup>۱</sup>، ۲۰۱۱). در این پژوهش از شبکه پیش‌خور چندلایه با مکانیسم یادگیری پس‌انتشاری استفاده شده است. برای یافتن تعداد لایه‌های مخفی و تعداد نورون‌های هر لایه، شبکه با انواع مختلفی از نورون‌ها، تعداد مختلفی از لایه‌های مخفی و تعداد مختلفی از نورون‌های مخفی برای هر لایه و با نرخ‌های یادگیری متفاوت آزمایش شد و بهترین نتیجه با دو لایه مخفی، ۱۰ نورون در لایه مخفی اول و ۴ نورون در لایه مخفی دوم با نرخ یادگیری  $10^{-6}$  به دست آمد. همان‌گونه که شکل شماره ۳ نشان می‌دهد، در این پژوهش از یک شبکه پیش‌خور سه لایه با پنج ورودی، یک خروجی با نورون خطی و دو لایه مخفی با نورون‌های سیگموئید تانژانت هذلولی استفاده شده است. شکل شماره ۴ معماری شبکه را با جزئیات بیشتری نمایش می‌دهد. ورودی و خروجی‌های هر نورون و نحوه محاسبه آن‌ها و عملکرد توابع نورون‌ها در این شکل نمایش داده شده است.

برای پیاده‌سازی شبکه از کد نویسی در نرم‌افزار متلب استفاده شده است. برای یادگیری شبکه از الگوریتم یادگیری پس انتشار خطا استفاده شده است. این الگوریتم بر پایه قانون یادگیری آزمون-خطاست و به‌طور گسترده در شبکه‌های پیش‌خور چندلایه استفاده می‌شود. الگوریتم پس انتشار خطا شامل مراحل زیر است:



شکل ۳. معماری شبکه عصبی پژوهش

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی  
پرتال جامع علوم انسانی



شکل ۴. عملکرد نورون‌های شبکه عصبی پژوهش

- ۱) مقداردهی اولیه وزن‌ها: در این مرحله وزن‌ها و بایاس‌های موجود در شبکه با اعداد تصادفی کوچک در محدوده (۱،-۱) مقداردهی می‌شوند.
- ۲) انتشار پیش‌رو: تاپل آموزشی اولیه به ورودی شبکه وارد شده و ورودی‌ها و خروجی‌های لایه‌ی مخفی اول، لایه مخفی دوم و لایه خروجی محاسبه می‌شوند.
- ۳) پس انتشار خطا: در این مرحله از طریق بهنگام سازی وزن‌ها و بایاس‌ها در شبکه، خطا به صورت پس‌گرد از لایه خروجی به سمت لایه ورودی منتشر می‌شود. برای نورون  $j$  خطا از طریق حاصل ضرب مشتق تابع آن نورون در اختلاف مقدار هدف یک تاپل آموزشی ( $T_j$ ) و خروجی آن نورون ( $O_j$ ) محاسبه می‌شود. مقدار این خطا برای نورون لایه خروجی که از نوع خطی است، به صورت زیر است:

$$Err_j = T_j - O_j \quad \text{رابطه (۱۲)}$$



مقدار خطا برای نرون  $j$  در لایه مخفی به صورت زیر محاسبه می شود:

$$\begin{aligned} Err_j &= (1 - O_j)(1 + O_j) + O_j \sum_k Err_k w_{jk} \end{aligned} \quad \text{رابطه ۱۳}$$

با توجه به اینکه نرون‌های لایه‌های مخفی از نوع سیگموئید تانژانت هذلولی است، در رابطه بالا مقدار  $(1 - O_j)(1 + O_j)$  برابر با مشتق تابع سیگموئید تانژانت هذلولی است و  $Err_k$  خطای واحد  $k$  در لایه بالاتر است. در گام آخر این مرحله، وزن‌ها و بایاس‌ها در شبکه از طریق روابط (۱) بهنگام می‌شوند.

$$\begin{aligned} \Delta w_{ij} &= l Err_j O_i \quad , \quad w_{ij} \\ &= w_{ij} + \Delta w_{ij} \end{aligned} \quad \text{رابطه ۱۴}$$

$$\Delta \theta_j = l Err_j \quad , \quad \theta_j = \theta_j + \Delta \theta_j \quad \text{رابطه ۱۵}$$

در روابط بالا،  $l$  نرخ یادگیری شبکه است که معمولاً مقداری ثابت بین صفر و یک است.

۴ شرط پایان الگوریتم: شروط پایانی زیر برای شبکه در نظر گرفته شده است.

۱. اگر خطای شبکه کمتر از  $10^{-6}$  شود، الگوریتم خاتمه می‌یابد. به این منظور ابتدا مقدار

فوری انرژی خطا به ازای هر تاپل آموزشی به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\begin{aligned} E(n) &= 1/2 (T(n) - O(n)) \end{aligned} \quad \text{رابطه ۱۶}$$

انرژی خطای میانگین مربع با حاصل جمع  $E(n)$  برای کل تاپل‌های آموزشی محاسبه می‌شود:

$$E_{av} = 1/N \sum_{n=1}^N E(n) \quad \text{رابطه ۱۷}$$

هدف از یادگیری، تنظیم پارامترهای آزاد شبکه برای کمینه‌سازی  $E_{av}$  است. حداقل میزان

این خطا برای شبکه این پژوهش  $10^{-6}$  در نظر گرفته شده است.

۲. تعداد دوره‌های تعریف شده برای آموزش به پایان برسد.

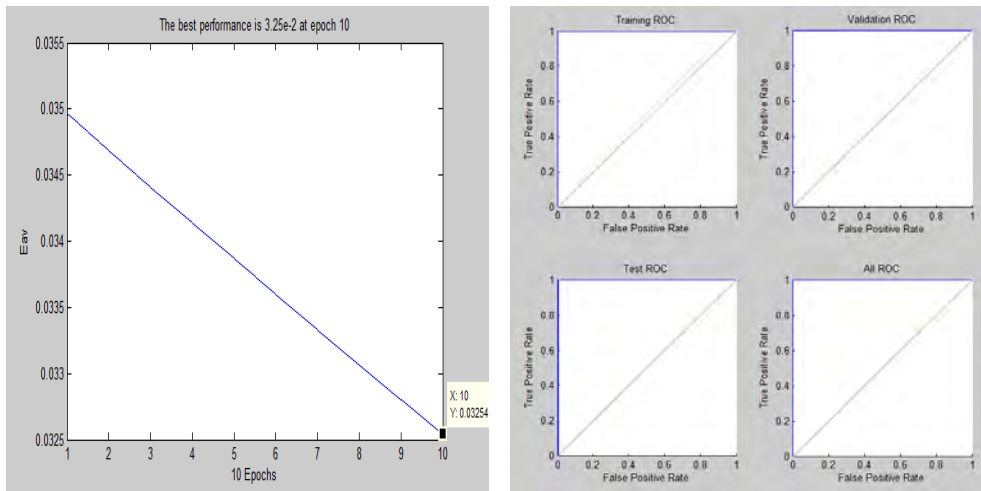
۳. درصد تاپل‌های آموزشی و تاپل‌های اعتبارسنجی که در پایان هر دوره دسته‌بندی می‌شوند بیشتر از ۹۹ درصد باشد.

### آموزش شبکه

داده‌های پژوهش به سه دسته داده‌های آموزشی، داده‌های اعتبارسنجی و داده‌های آزمایشی تقسیم شده‌اند. ۸۰ درصد داده‌ها به داده‌های آموزشی، ۱۰ درصد به داده‌های اعتبارسنجی و ۱۰ درصد به داده‌های آزمایشی اختصاص یافته‌اند. داده‌های آموزشی و داده‌های اعتبارسنجی جهت آموزش و یادگیری به شبکه ارائه شدند. بهترین نتایج با نرخ یادگیری  $10^{-6}$  و پس از ۱۰ تکرار به دست آمد. به منظور افزایش کارایی شبکه، با تغییر جزئی برچسب‌های اختصاص یافته به مقادیر مؤلفه‌های  $F$  و  $M$ ، قدرت پیش‌بینی صحیح شبکه (جدول ۶) افزایش می‌یابد. همان‌گونه که نمودار شکل شماره ۵ نشان می‌دهد، میزان خطای شبکه در طول یادگیری شبکه کاهش یافته و بهترین عملکرد شبکه در تکرار ۱۰ و  $E_{av} = 3/25 \times 10^{-2}$  حاصل می‌شود. منحنی ROC<sup>۱</sup> (شکل شماره ۶) عملکرد بسیار خوب شبکه در دسته‌بندی داده‌های پژوهش را نشان می‌دهد.

جدول ۶. درصد پیش‌بینی صحیح شبکه

داده‌های آموزشی	داده‌های اعتبارسنجی	داده‌های آزمایشی	مجموعه داده کل
۹۹/۸۱	۹۹/۷۴	۹۹/۴۸	۹۹/۷۷



شکل ۵. نمودار عملکرد شبکه

شکل ۶. نمودار ROC شبکه

### یافته‌های پژوهش

نتایج حاصل از خوشه‌بندی نشان می‌دهد که میزان استفاده مشتریان وفادار از خدمات E-CRM بیشتر است. همان‌گونه که شکل شماره ۷ نشان می‌دهد، میزان استفاده مشتریان وفادار از خدمات E-CRM بسیار بالا و نزدیک به ۸۸ درصد است بنابراین مدیران بانک می‌توانند با گسترش خدمات E-CRM گامی مؤثر در جهت حفظ مشتریان وفادار خود بردارند. جدول شماره ۷ وزن‌های نهایی شبکه برای ورودی‌های شبکه را نشان می‌دهد. اوزان به دست آمده برای E-CRM نشان می‌دهد که E-CRM بر وفاداری تأثیرگذار است و میزان این تأثیر با استفاده از این اوزان قابل سنجش است. می‌توان با استفاده از شبکه عصبی طراحی شده برای این پژوهش مشتریان بانک ملت را به دو دسته وفادار و غیر وفادار تقسیم نموده و علاوه بر این وفادار بودن یا غیر وفادار بودن مشتریان جدید بانک ملت را پیش‌بینی نمود. جدول شماره ۸ بخشی کوچکی از نتایج دسته‌بندی مشتریان بانک ملت با استفاده از شبکه عصبی در مقایسه با نتایج حاصل از خوشه‌بندی مشتریان را نمایش می‌دهد. با توجه به اینکه خروجی شبکه عصبی این پژوهش مقداری پیوسته است، بنابراین می‌توان از آن برای اولویت‌بندی

مشتریان نیز استفاده کرد. هراندازه که خروجی شبکه بزرگ تر باشد، مشتری وفادارتر است. مقادیر مثبت نشان دهنده مشتریان وفادار و مقادیر منفی نشان دهنده مشتریان غیر وفادار است. جدول شماره ۹ بخشی از نتایج اولویت بندی مشتریان بانک ملت را نمایش می دهد.

به منظور بررسی تأثیر E-CRM بر وفاداری، ابتدا بدون در نظر گرفتن E-CRM رکوردهای منحصر به فرد شامل فیله های L,R,F,M را از مجموعه داده هایی که در مرحله آموزش شبکه برچسب گذاری شده بودند، استخراج می کنیم. تعداد ۶۰ رکورد منحصر به فرد به دست آمد. مقادیر (۱، ۰/۹، ۰/۸، ۰/۷، ۰/۶، ۰/۵، ۰/۴، ۰/۳، ۰/۲، ۰/۱، ۰) را برای E-CRM در نظر گرفته و خروجی شبکه را برای هر رکورد به ازای تمامی مقادیر E-CRM به دست می آوریم. بدین ترتیب همان گونه که در شکل ۸ و جدول ۱۰ قابل مشاهده است، تغییرات در میزان وفاداری با تغییر E-CRM و با ثابت بودن سایر ورودی های شبکه به دست می آید. این نتایج نشان می دهد که با افزایش میزان استفاده از E-CRM، وفاداری مشتریان افزایش می یابد.

جدول ۷. اوزان ورودی های شبکه

Neurons	L	R	F	M	E-CRM	Bias
N1	-۰/۴۹۴۰۵	۰/۴۶۵۹۴	-۰/۲۴۱۷	-۰/۳۱۲۴	۰/۰۷۸۰۵۱	۰/۱۶۴۶۵۴
N2	-۰/۳۰۴۰۴	۰/۳۸۸۸۶۹	۰/۲۷۴۸۲۸	۰/۲۷۴۸۲۸	۰/۱۶۶۵۷۸	۰/۳۳۱۱۱۶
N3	۰/۲۵۸۷۹	۰/۱۱۲۰۶۸	۰/۲۰۷۱۰۷	۰/۴۳۲۰۸۲	-۰/۰۴۴۴۶	۰/۱۱۲۱۵۵
N4	-۰/۱۸۰۸۱	۰/۴۶۴۸۵۶	-۰/۰۶۷۵	۰/۰۲۲۸۰۴	-۰/۳۷۸۷۹	-۰/۲۱۴۲۸
N5	-۰/۱۴۷۸۳	-۰/۰۳۱۹۱	-۰/۱۳۴۷۸	۰/۰۸۹۵۷۷	-۰/۰۲۰۱۵	-۰/۴۵۱۶۷
N6	۰/۱۷۱۹۸۷	۰/۰۹۲۲۴۸	۰/۳۷۰۹۱	۰/۳۶۹۴۸۳	۰/۰۵۱۰۳	۰/۳۶۲۹۳
N7	۰/۱۰۰۲۱۸	-۰/۱۱۸۱۲	۰/۲۴۶۹۲۱	-۰/۰۶۱۸۳	۰/۰۱۹۶۹۱	-۰/۴۳۹۵۱
N8	-۰/۰۸۷۶۱	۰/۳۰۲۲۲۴	-۰/۲۰۶۴۳	-۰/۱۷۷۰۳	۰/۰۵۲۸۷۵	-۰/۰۱۲۵۷
N9	۰/۲۹۹۷۹۱	-۰/۰۸۶۹۱	-۰/۲۳۲۵۶	۰/۲۵۵۱۹۱	-۰/۱۹۹۴۴	۰/۱۳۳۶۷۶
N10	۰/۱۸۹۳۹۳	-۰/۲۳۱۴۹	-۰/۰۲۵۳۵	۰/۳۳۹۶۸۸	-۰/۱۱۷۹۲	۰/۲۱۸۶۴۱

جدول ۸. بخشی از نتایج دسته‌بندی مشتریان

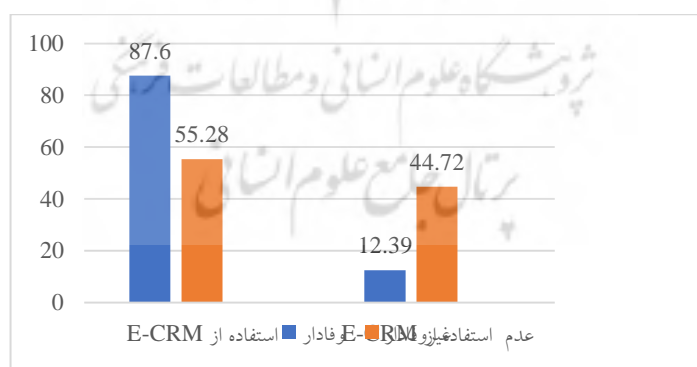
CustomerID	LoyaltyRate
۱۴۵۳۷۲۶	۰/۱۲۱۳۳۸
⋮	⋮
۲۹۳۲۶۵۹۲	۰/۰۱۰۳۰۷
۳۰۰۰۹۱۲۷	۰/۰۰۳۲۹۵
۳۱۱۲۴۶۰۱	۰/۰۰۰۷۱۱
۱۸۴۲۷۱۱۶	-۰/۰۰۵۱۲
۳۲۹۸۳۵۵۸	-۰/۰۰۵۱۲
۲۱۴۰۴۹۶	-۰/۰۰۵۵۳
⋮	⋮
۳۲۶۷۶۷۲۱	-۰/۱۴۵۱۸
⋮	⋮

جدول ۹. بخشی از نتایج اولویت‌بندی مشتریان

CustomerID	ClusteringLoyalty	NetworkLoyalty
⋮	⋮	⋮
۱۸۷۸۷۶۵	۰	۰
۱۸۹۴۴۶۲	۱	۱
۱۹۱۳۱۹۶	۰	۰
۱۹۱۶۰۷۶	۱	۱
۱۹۲۵۴۵۵	۰	۰
۱۹۲۶۴۰۶	۱	۱
۱۹۳۰۲۲۹	۰	۰
۱۹۳۰۴۰۹	۰	۰
۲۰۴۷۵۲۷	۰	۰
⋮	⋮	⋮

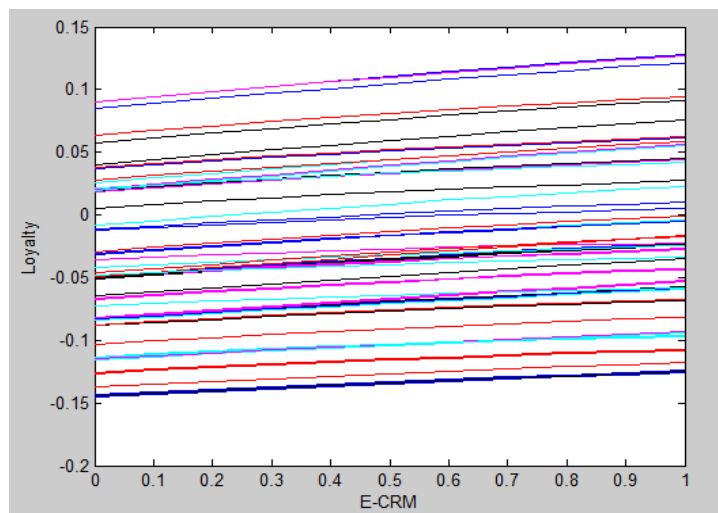
جدول ۱۰. بخشی از نتایج میزان وفاداری با افزایش E-CRM

Records	۰	۰/۱	۰/۲	۰/۳	۰/۴	.....	۰/۷	۰/۸	۰/۹	۱
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
R1	-۰/۱۱۴	-۰/۱۱۲	-۰/۱۱	-۰/۱۰۸	-۰/۱۰۶	⋮	-۰/۱۰۱	-۰/۰۹۹	-۰/۰۹۸	-۰/۰۹۷
R2	-۰/۰۵	-۰/۰۴۷	-۰/۰۴۵	-۰/۰۴۲	-۰/۰۴	⋮	-۰/۰۳۳	-۰/۰۳۱	-۰/۰۳	-۰/۰۲۸
R3	-۰/۰۳۱	-۰/۰۲۸	-۰/۰۲۵	-۰/۰۲۲	-۰/۰۱۹	⋮	-۰/۰۱۲	-۰/۰۱	-۰/۰۰۸	-۰/۰۰۶
R4	۰/۰۲	۰/۰۲۳	۰/۰۲۶	۰/۰۲۹	۰/۰۳۲	⋮	۰/۰۳۹	۰/۰۴۱	۰/۰۴۳	۰/۰۴۵
R5	-۰/۱۲۶	-۰/۱۲۴	-۰/۱۲۲	-۰/۱۲	-۰/۱۱۸	⋮	-۰/۱۱۲	-۰/۱۱۱	-۰/۱۰۹	-۰/۱۰۸
R6	-۰/۰۸۴	-۰/۰۸۱	-۰/۰۷۹	-۰/۰۷۶	-۰/۰۷۳	⋮	-۰/۰۶۶	-۰/۰۶۴	-۰/۰۶۲	-۰/۰۶
R7	۰/۰۱۹	۰/۰۲۲	۰/۰۲۵	۰/۰۲۸	۰/۰۳۱	⋮	۰/۰۳۸	۰/۰۴	۰/۰۴۲	۰/۰۴۴
R8	۰/۰۸۵	۰/۰۸۹	۰/۰۹۳	۰/۰۹۷	۰/۱۰۱	⋮	۰/۱۱۲	۰/۱۱۵	۰/۱۱۸	۰/۱۲۱
R15	-۰/۱۰۳	-۰/۱	-۰/۰۹۸	-۰/۰۹۶	-۰/۰۹۳	⋮	-۰/۰۸۷	-۰/۰۸۵	-۰/۰۸۳	-۰/۰۸۱
R16	۰/۰۱۹	۰/۰۲۳	۰/۰۲۷	۰/۰۳۱	۰/۰۳۵	⋮	۰/۰۴۶	۰/۰۴۹	۰/۰۵۳	۰/۰۵۶
R17	۰/۰۲	۰/۰۲۴	۰/۰۲۸	۰/۰۳۲	۰/۰۳۶	⋮	۰/۰۴۷	۰/۰۵	۰/۰۵۴	۰/۰۵۷
R18	-۰/۱۲۶	-۰/۱۲۳	-۰/۱۲۱	-۰/۱۱۹	-۰/۱۱۷	⋮	-۰/۱۱۱	-۰/۱۱	-۰/۱۰۸	-۰/۱۰۷
R19	-۰/۰۵	-۰/۰۴۷	-۰/۰۴۴	-۰/۰۴۱	-۰/۰۳۸	⋮	-۰/۰۳	-۰/۰۲۷	-۰/۰۲۵	-۰/۰۲۳
R20	۰/۰۳۸	۰/۰۴۱	۰/۰۴۴	۰/۰۴۷	۰/۰۴۹	⋮	۰/۰۵۷	۰/۰۵۹	۰/۰۶۱	۰/۰۶۳
R21	۰/۰۲۶	۰/۰۳	۰/۰۳۳	۰/۰۳۷	۰/۰۴	⋮	۰/۰۵	۰/۰۵۳	۰/۰۵۶	۰/۰۵۹
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

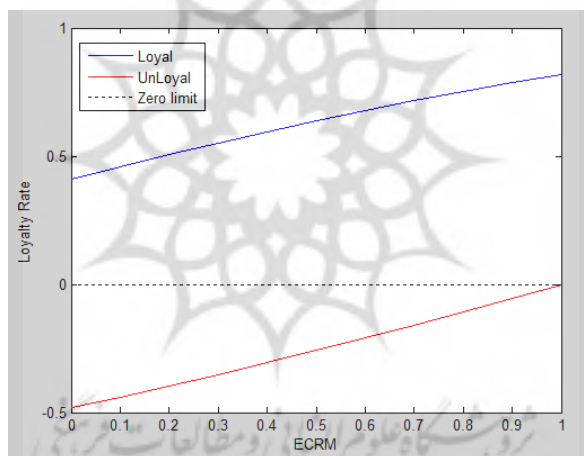


شکل ۷. میزان استفاده مشتریان از خدمات E-CRM

با توجه به نتایج شبکه عصبی، می‌توان میزان تأثیر E-CRM بر وفاداری را به تفکیک مشتریان وفادار و مشتریان غیر وفادار بررسی کرد. همان‌گونه که شکل ۹ نشان می‌دهد، میزان وفاداری مشتریان (وفادار و غیر وفادار) با افزایش میزان استفاده از E-CRM افزایش می‌یابد. یافته‌های پژوهش حاضر با استفاده از داده‌های استخراج شده از پایگاه داده بانک ملت حاصل شده است. پس از استخراج، پیش‌پردازش و آماده‌سازی این داده‌ها از تکنیک‌های داده‌کاوی جهت تجزیه و تحلیل این داده‌ها و بررسی تأثیر E-CRM بر وفاداری استفاده شده است. با استفاده از شبکه‌های عصبی وزن‌هایی برای مؤلفه‌های مدل LRFM و E-CRM که به‌عنوان ورودی شبکه استفاده شده‌اند، به دست آمد. همان‌گونه که در شکل‌های ۸ و ۹ قابل مشاهده است، رابطه بین E-CRM، مؤلفه‌های مدل LRFM و وفاداری یک رابطه غیرخطی است و میزان تغییر در وفاداری به ازای تغییر E-CRM مقداری ثابت نیست و این تغییر برای ورودی‌های مختلف، متفاوت است؛ بنابراین وفاداری با شیب ثابت افزایش نمی‌یابد. میزان افزایش وفاداری تابعی از مؤلفه‌های LRFM، مقدار E-CRM و اوزان به دست آمده در شبکه عصبی است. نتایج نشان می‌دهد که افزایش استفاده از خدمات E-CRM علاوه بر افزایش وفاداری در مشتریان وفادار میزان وفاداری مشتریان غیر وفادار را نیز افزایش داده و آن‌ها را به سمت وفاداری هدایت می‌کند.



شکل ۸. تغییرات میزان وفاداری با افزایش E-CRM



شکل ۹. تغییرات میزان وفاداری با افزایش E-CRM به تفکیک مشتریان وفادار و غیر وفادار



### نتیجه گیری و پیشنهادها

برای بررسی تأثیر E-CRM بر وفاداری مشتریان می توان از روش های داده کاوی استفاده کرد. مشخص گردید که با استفاده ترکیبی از تکنیک های داده کاوی خوشه بندی و شبکه های عصبی می توان تأثیر E-CRM بر وفاداری مشتریان را سنجید. برای خوشه بندی از الگوریتم K-means و برای یادگیری شبکه از الگوریتم پس انتشار خطا می توان استفاده کرد. از E-CRM و مؤلفه های LRFM به عنوان ورودی شبکه عصبی و از نتایج حاصل از خوشه بندی برای یادگیری شبکه استفاده نموده و اوزان ورودی های شبکه عصبی و سایر وزن های موجود در شبکه تعیین شد. با ثابت نگه داشتن سایر ورودی و تغییر E-CRM می توان تأثیر E-CRM بر وفاداری مشتریان را سنجید. نتایج نشان داد که با افزایش میزان استفاده از E-CRM وفاداری مشتریان افزایش می یابد. نتایج استفاده ترکیبی از الگوریتم خوشه بندی K-means و شبکه های عصبی نشان داد که E-CRM بر وفاداری مشتریان تأثیر گذار است و با افزایش میزان استفاده مشتریان از خدمات E-CRM وفاداری آنها افزایش می یابد. علاوه بر این نتایج نشان داد که نزدیک به ۸۸ درصد مشتریان وفادار از خدمات E-CRM استفاده می کنند. این پژوهش مشتریان را به دو دسته وفادار و غیر وفادار خوشه بندی کرده و یک شبکه عصبی برای دسته بندی و اولویت بندی مشتریان ارائه نموده است.

نتایج این پژوهش اطلاعات مفیدی را برای مدیران سازمان ها در جهت اجرای موفق E-CRM فراهم می کند. در این پژوهش مشتریان بانک ملت با استفاده از الگوریتم خوشه بندی K-means به دو خوشه وفادار و غیر وفادار تقسیم شدند. بدین ترتیب مدیران و مسئولان بانک ملت می توانند مشتریان وفادار خود را بشناسند و در جهت حفظ این مشتریان و افزایش وفاداری آنها و جذب مشتریان بیشتر برنامه ریزی کنند. تحلیل خوشه های وفادار و غیر وفادار اطلاعات مفیدی را در اختیار مسئولان سازمان ها قرار می دهد که می توانند در تبیین استراتژی های بازاریابی سازمان مفید باشند. با توجه به اینکه درصد بالایی (تقریباً ۸۸ درصد) از مشتریان وفادار از خدمات E-CRM استفاده می کنند و با توجه به اینکه مشتریان وفادار از کدام یک از خدمات E-CRM بیشتر استفاده می کنند، تمرکز بر این خدمات، بهبود و گسترش آنها و

ارائه خدمات بیشتر می‌تواند به حفظ این مشتریان و افزایش وفاداری آن‌ها کمک نموده و منجر به دستیابی به مزیت رقابتی و سودآوری بیشتر شود. با استفاده از تجزیه و تحلیل اطلاعات مشتری حاصل از روش‌های ترکیبی ارائه شده در این پژوهش، مسئولان بانک ملت می‌توانند ارتباطات مؤثر خود با مشتریان را توسعه داده و از این اطلاعات برای تصمیم‌گیری‌های تجاری خود استفاده کنند. شبکه عصبی پژوهش مشتریان را در دو دسته وفادار و غیر وفادار دسته‌بندی می‌کند و می‌توان از آن برای پیش‌بینی میزان وفاداری مشتریان جدید سازمان استفاده نمود. دسته‌بندی مشتریان و پیش‌بینی میزان وفاداری آن‌ها به مسئولان بانک ملت کمک می‌کند که هزینه‌های جذب مشتریان جدید را کاهش داده و از منافع حاصل از مزایای وفاداری مشتریان استفاده نموده و موانع را برای ورود رقبای جدید افزایش دهند. افزایش دادن میزان وفاداری مشتریان یکی از عوامل حیاتی و مهم برای سازمان‌هاست. شبکه عصبی ارائه شده در این پژوهش امکان سنجش کمی میزان وفاداری مشتریان را فراهم کرده و زمینه را برای بررسی میزان تغییرات صورت گرفته در وفاداری مشتریان فراهم می‌کند؛ علاوه بر این نتیجه تأثیر اقدامات صورت گرفته در حوزه E-CRM در بانک ملت را در میزان وفاداری مشتریان منعکس می‌نماید؛ بنابراین مدیران بانک ملت می‌توانند میزان تأثیر خدمات E-CRM سازمان خود را به تفکیک هر خدمت و فناوری در حوزه E-CRM بررسی کرده و با توجه به میزان تأثیر آن خدمت یا فناوری در وفاداری مشتریان، نسبت به توسعه، بهبود یا حذف آن خدمت یا فناوری تصمیم‌گیری کنند. ورودی‌های شبکه عصبی این پژوهش انعطاف پذیرند و مدیران بانک ملت و سازمان‌های مشابه می‌توانند میزان تأثیر هر کدام از ورودی‌های شبکه عصبی (که همان مؤلفه‌های مؤثر در وفاداری هستند) را، بر اساس اهداف سازمان خود تنظیم کنند؛ به این صورت که قبل از ارائه مؤلفه‌های ورودی به شبکه، وزن در نظر گرفته شده برای هر مؤلفه در مقدار آن اعمال شده و سپس به شبکه عصبی ارائه می‌شود. مدیران و مسئولان بانک ملت می‌توانند با استفاده از شبکه عصبی این پژوهش مشتریان خود را اولویت‌بندی کنند؛ وفادارترین مشتریان خود را شناسایی کرده و پیشنهادهای ویژه یا برنامه‌های خاصی را مطابق با اهداف سازمان برای این مشتریان در نظر بگیرند. امکان دیگری

که اولویت‌بندی مشتریان در اختیار بانک ملت و سازمان‌های مشابه قرار می‌دهد، این است که مسئولان این سازمان‌ها می‌توانند آن دسته از مشتریان وفاداری را که میزان وفاداری آن‌ها نسبت به سایر مشتریان وفادار کمتر است و به دسته غیر وفادار نزدیک هستند، شناسایی کرده و نسبت به افزایش وفاداری آن‌ها اقدام کنند تا از غیر وفادار شدن این مشتریان جلوگیری نمایند؛ علاوه بر این می‌توانند آن دسته از مشتریان غیر وفاداری را که نزدیک به مرز وفاداری قرار دارند، شناسایی نموده و با انجام اقدامات لازم آن‌ها را به مرز وفاداری رسانده و به مشتریان وفادار تبدیل نمایند. میزان دقت در محاسبه وفاداری و اولویت‌بندی مشتریان را می‌توان با توجه به اهداف و برنامه‌های سازمان تنظیم کرد؛ به این صورت که جهت افزایش دقت شبکه می‌توان مؤلفه‌های ورودی شبکه را به بازه‌های بزرگ‌تری (۶، ۸ و ...) تقسیم کرده و به هر بازه برجسی (بر اساس روش‌های ارائه شده در این پژوهش) اختصاص داده و مقادیر نرمال‌سازی شده آن را به شبکه ارائه نمود. نتایج این پژوهش زمینه را برای اجرای موفق E-CRM، بهره‌مندی از تمام قابلیت‌های E-CRM عملیاتی و E-CRM تحلیلی، بهره‌مندی از مزایای وفاداری مشتریان، تبیین استراتژی‌ها و برنامه‌های موفق برای بازاریابی، سودآوری و موفقیت بانک ملت در عرصه رقابت فراهم می‌نماید.

## منابع

کانتاردزیک، مهمده. (۱۳۹۲). داده کاوی. (امیر علیخانزاده، مترجم). تهران: علوم رایانه. (تاریخ انتشار به زبان اصلی، ۲۰۱۱).

محمدی، مرتضی و سهرابی، طهمورث (۱۳۹۶). تأثیر مدیریت ارتباط با مشتری الکترونیک بر رضایت مشتریان. فصلنامه مطالعات مدیریت کسب و کار هوشمند، سال ششم، شماره ۲۲، ۶۰۴-۶۲۳.

هان، ژیاوی، کمبر، میشلین و پی، ژان. (۱۳۹۳). داده کاوی مفاهیم و تکنیک ها. (مهدی اسماعیلی، مترجم). ویراست سوم. تهران: نیاز دانش. (تاریخ انتشار به زبان اصلی، ۲۰۱۲).

Azila, N., & Noor, M. (2011). *Electronic Customer Relationship Management Performance: mmpac Lyyatty mmmmmmmmm Perspectives*. International Journal of e-Education, e-Business, e-Management and e-Learning, (1)1.

Bhatnagar, V., Ranjan, J., & Singh, R. (2011). *Analytical customer relationship management in insurance industry using data mining: a case study of Indian insurance company*. International Journal of Networking and Virtual Organisations, (9)4, 331-366.

Bounsaythip, C. & Runsala, E. R. (2001). *Overview of Data Mining for Customer Behavior Modeling. Version 1*, VTT Information Technology.

Chang, H. H., & Tsay, S. F. (2004). *Integrating of SOM and K-mean in data mining clustering: An empirical study of CRM and profitability evaluation*. Journal of Information Management, 11(4), 161-203.

Chaston, I. & Mangles, T. (2003). *Relationship marketing in online business-to-business markets: A pilot investigation of small UK manufacturing firms*. European Journal of Marketing, 37(5/6), 753-773.

Cheng, C. H., & Chen, Y. S. (2009). *Classifying the segmentation of customer value via RFM model and RS theory*. Expert Systems with Applications, 36, 4176-4184.

Chopra, B., Bhambri, V., & Krishan, B. (2012). *E-CRM – A NEW PARADIGM FOR MANAGING CUSTOMERS*. International Journal of Research in Engineering & Applied Sciences, (2)2.

Chopra, B., Bhambri, V., & Krishan, B. (2011). *Implementation of Data Mining Techniques for Strategic CRM Issues*. International Journal of Computer Technology and Applications, (2)4, 879-883.

Dursun, A., & Caber, M. (2016). *Using data mining techniques for profiling profitable hotel customers: An application of RFM analysis*. Tourism Management Perspectives, 18, 153-160.

Fjermestad, J., & Romano, N.C. (2015). *Electronic Customer Relationship Management*. London and New York: Routledge.

Fayyad, U., Piatetsky-Shapiro, G., & Smyth, P. (1996). *From Data Mining to Knowledge Discovery: An Overview*. Advances in Knowledge Discovery and Data Mining, 1-34.

Gorunescu, F. (2011). *Data Mining Concepts, Models and Techniques*. Intelligent Systems Reference Library, 12.

Hajiha, A., Radfar, R., & Malayeri, S. S. (2011). *Data mining application for customer segmentation based on loyalty: An Iranian food industry case study*. Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM).

Han, J., & Kamber, M. (2006). *Data Mining: Concepts and Techniques*. Second Edition, Diane Cerra.

Hand, D.J. (1998). *Review of Data mining*. The American statistician, 52, 112-118.

Hilage, T. A., & Kulkarni, R. V. (2012). *Review of Literature on Data Mining*. International Journal of Recent Research and Applied Studies, (10)1.

Hosseini, S. M., Maleki, A., & Gholamian, M.R. (2010). *Cluster analysis using data mining approach to develop CRM methodology to assess the customer loyalty*. Expert Systems Applications, 37, 5259-5264. (in persian)

Hsieh, N. C. (2004). *An integrated data mining and behavioral scoring model for analyzing bank customers*. Expert Systems with Applications, 27, 623-633.

Huang, S. C., Lin, S. Y., Wei, J. T., & Wu H. H. (2012). *Using Bayesian Network and LRFM Model in a Pediatric Dental Clinic*. International Symposium on Computer, Consumer and Control, 20-23.

Jenkinson, A. (1995). *Retailing and shopping on the internet*. International Journal of Retail and Distribution Management, 24 (3), 26-37.

Kao, Y. T., Wu H. H., Chen, H. K., & Chang, E. C. (2011). *A case study of applying LRFM model and clustering techniques to evaluate customer values*. Journal of Statistics & Management Systems, (14)2, 267-276.

Kondasani, R. K. R., & Panda, R. K. (2015). *Customer perceived service quality, satisfaction and loyalty in Indian private healthcare*. International Journal of Health Care Quality Assurance, (28)5, 452-467.

Lam, A. Y. C., Cheung, R., & Lau, M.M. (2013). *The Influence of Internet-Based Customer Relationship Management on Customer Loyalty*. Contemporary Management Research, (9)4, 419-440. Tourism Management Perspectives, 18, 153-160.

Li, D. C., Dai, W. L., & Tseng, W. T. (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, 38, 7186-7191.

Ngai, E. W. T., Xiu, L., & Chau, D. C. K. (2009). *Application of data mining techniques in customer relationship management: A literature review and classification*. Expert Systems with Applications, 36, 2592-2602.

Oliver, R. L. (1999). *Whence consumer loyalty*. Journal of Marketing, (4)63, 33-44.

Rabbane, F. K., Burford, O., & Ramaseshan, B. (2015). *Does employee performance affect customer loyalty in pharmacy services?*. Journal of Service Theory and Practice, (25)6.

Ranjan, J., & Bhatnagar, V. (2011). *Role of knowledge management and analytical CRM in business: data mining based framework*. The Learning Organization, (18)2, 131-148.

Rygielski, C., Wang, J. C., & Yen, D. C. (2002). *Data mining techniques for customer relationship management*. *Technology in Society*, 24, 483–502.

Sharma, A., & Mansotra, V. (2016). *Data mining based decision making: A conceptual model for public healthcare system*. *Computing for Sustainable Global Development (INDIACom)*.

Witten, I. H., & Frank, E. (2005). *Data mining: Practical machine learning tools and techniques* (2<sup>nd</sup> ed.). USA: *Morgan Kaufmann Publishers*.

Wong, J. Y., & Chung, P. H. (2008). *Retaining Passenger Loyalty through Data Mining: A Case Study of Taiwanese Airlines*. *Transportation Journal*, (47)1, 17-29.

W L Y&&& C W 44444 nna e a e a  
by Applying Cluster Analysis and LRFM Model in a Pediatric Dental Clinic in Taiwan. *Scientific World Journal*, 2014, [685495].

