



## **A Methodology Based on RFM Using Data Mining Approach to Assess the Customer Loyalty**

**S.M. Seyedhosseini, M.R. Gholamian\* & A. Maleki**

*S.M. Seyedhosseini, School of Industrial Engineering, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran*

*\*M.R. Gholamian, School of Industrial Engineering, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran*

*A. Maleki, School of Industrial Engineering, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran*

### **Keywords**

Customer Relationship  
Management,  
Data Mining,  
Customer loyalty

### **ABSTRACT**

*This study has proposed a new procedure, based on expanded RFM model, determining weight of parameters with pair-wise comparison matrix, clustering the products with K-optimum according to Davies-Bouldin Index, and then classifying customer product loyalty under B2B concept. It is necessary for firms to understand the customers and predict their needs for more success in business. The developed methodology has been implemented in SAPCO Co. The result shows a tremendous capability to the firm to assess the customer loyalty in marketing strategy designed by this company in comparing with random selection commonly used by most companies in Iran.*

© 2011 IUST Publication, IJIEPM. Vol. 22, No. 2, All Rights Reserved

\*  
**Corresponding author M.R. Gholamian**  
**Email:** [gholamian@iust.ac.ir](mailto:gholamian@iust.ac.ir)



# طراحی یک متدولوژی مبتنی بر RFM جهت سنجش وفاداری مشتری با استفاده از تکنیک‌های داده کاوی

سیدمحمد سیدحسینی، محمدرضا غلامیان\* و آناهیتا ملکی

## کلمات کلیدی

مدیریت ارتباط با مشتری،  
Data Mining، CRM،  
وفاداری مشتری

## چکیده:

این تحقیق با ارائه مدل جدیدی مبنی بر توسعه مدل RFM و تعیین اوزان پارامترها با مقایسات زوجی پس از خوشه‌بندی محصولات با تعداد خوشه‌های بهینه توسط شاخص دیویس بولدین، به تعیین درجه وفاداری مشتری در یک مفهوم برنده-برنده پرداخته است. موضوع به این دلیل اهمیت دارد که سازمانها برای موفقیت در کسب و کار لازم دارند مشتریان را به درستی درک کرده، نیازها و خواسته‌های آنها را پیش بینی کنند. با اجرای مدل توسعه یافته در شرکت ساپکو، نتایج نشان می‌دهد مدیر و کارشناسان واحد فروش قطعات یدکی به توانایی بیشتری جهت ارزیابی وفاداری مشتری در محصولات مختلف در مقایسه با یک انتخاب تصادفی در تعیین وفاداری مشتری نسبت به سایر سازمانها می‌رسند.

## ۱. مقدمه

افزایش رقابت منطقه‌ای و جهانی در بازارها سازمانها را وا می‌دارد تا برای موفقیت بیشتر به راههای نوین رقابت در بلندمدت روی آورند. تنها تکیه بر تکنولوژی پیشرفته و کیفیت بالا برای حفظ مشتریان کافی نمی‌باشد زیرا رقبا نیز به سرعت در حال پیشرفت می‌باشند و به زودی به همان سطح خواهند رسید. مشتریان نیز بطور مداوم از طریق کانالهای ارتباطی متنوع اطلاعات مورد نیاز خود را کسب می‌کنند و به این طریق دانش آنها افزایش می‌یابد و این افزایش دانش موجب می‌شود تا مشتری گزینه‌های جدیدی را کسب نموده و در نتیجه وفاداری او به سازمانی خاص کاهش یابد. لذا چنین محیط پویایی، علاوه بر اینکه سازمانها را بر آن می‌دارد تا ساختارهای خود را در جهت افزایش شانس برای بقا تغییر دهند، موجب ایجاد رویکردهای جدید در تحقیقات بازاریابی نیز می‌شود. یکی از این رویکردها مدیریت ارتباط با مشتری می-

باشد که هدف از آن، بهبود مبادله مشتریان با سازمانها است که موجب رضایتمندی و وفاداری مشتری و فروش بیشتر می‌گردد. در نتیجه بدون شناخت رفتار مشتری و درک مفهوم وفاداری امکان دستیابی به نتایج قابل قبول در زمینه مدیریت ارتباط با مشتری غیر ممکن است.

## ۲. تاریخچه ادبیات

مشتریان منبع نهایی رشد تمام کسب و کارها محسوب می‌شوند و از آنجا که ارزیابی رفتار آنها دارای اهمیت بسزائی است، روشهای متعددی جهت محاسبه ارزش دوره عمر مشتری وجود دارد. برخی محققین بر اساس ارزش فعلی، ارزش بالقوه و وفاداری، مشتریان را بخش‌بندی نموده‌اند. برخی دیگر بر اساس طول عمر ارزش مشتری و مؤلفه‌های مدل RFM، مشتریان را بخش‌بندی و به تبیین استراتژی بازاریابی برای هر بخش پرداخته‌اند. مدل RFM بعنوان یکی از روشهای عمده محاسبه ارزش دوره عمر مشتری دارای مؤلفه‌های تازگی مبادله، تعداد تکرار مبادله و حجم مبادله می‌باشد که متناسب با هر صنعت پارامترهای دیگری نیز می‌توان به آن افزود. هوانگ و همکارانش با در نظر گرفتن سهیم سود ایجاد شده، سود بالقوه و تعریف سودآوری مشتری یک مدل ارزش دوره عمر مشتری پیشنهاد کردند و بر اساس ارزش فعلی، ارزش بالقوه و وفاداری مشتریان را بخش‌بندی نمودند [۱].

تاریخ وصول: ۸۹/۳/۲۲

تاریخ تصویب: ۸۹/۸/۵

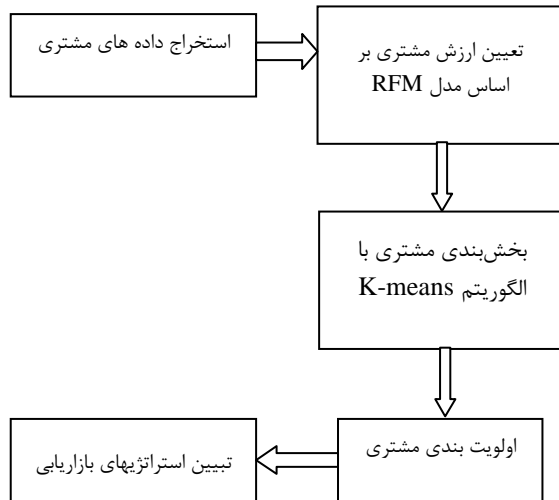
دکتر سیدمحمد سیدحسینی، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه علم و صنعت ایران، seyedhosseini@iut.ac.ir

\*نویسنده مسئول مقاله: دکتر محمدرضا غلامیان، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه علم و صنعت ایران، gholamian@iust.ac.ir  
آناهیتا ملکی، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه علم و صنعت ایران، anahitamaleki@yahoo.com

باشد به عنوان مشتریان وفادار انتخاب شدند [۷].

### ۳. مدل ارزیابی وفاداری مشتری

مدل ارائه شده در این تحقیق مطابق با شکل (شماره ۱) مربوط به بخش‌بندی محصولات سازمان بر اساس میزان وفاداری مشتری در خرید از سازمان و در نهایت تعیین درجه و تابع وفاداری مشتری به تفکیک قطعات جهت دستیابی و بهبود مدیریت ارتباط با مشتری در سطح سازمان و رسیدن به حداکثر سود می باشد.



شکل ۱. چارچوب مفهومی بخش بندی و طبقه بندی ارزش مشتری

بعد از آماده سازی داده ها و شناسائی پارامترهای اختصاصی تعیین وفاداری مشتری بر اساس مدل RFM در مورد مطالعاتی شرکت سایپکو، به تعیین اوزان پارامترهای انتخابی با نظرسنجی از تصمیم گیرندگان اصلی سازمان طبق مقایسات زوجی و محاسبه اوزان با نرم افزار Matlab، و سپس به خوشه بندی قطعات با الگوریتم K-means پرداخته ایم. در تعیین تعداد بهینه خوشه ها نیز از شاخص دیویس- بولدین استفاده شده است. جهت تعیین کیفیت خوشه ها در هر دو روش از معیار سنجش کیفیت خوشه ها که توسط میچاد در سال ۱۹۹۷ ارائه گردیده، استفاده شده است. پس از تعیین ارزش عددی هر خوشه و همچنین محاسبه فاصله مراکز خوشه ها از مبدا مختصات، درجه اولویت خوشه ها در هر دو روش جداگانه تعیین شده است. جهت تعیین درجه اولویت نهائی خوشه ها نیز از جمع عددی ارزش هر خوشه و فاصله مرکز آن تا مبدا مختصات استفاده شده است بطوریکه با مرتب کردن نزولی این داده ها و اختصاص دادن عدد از یک تا سی و چهار آنها را اولویت بندی نمودیم. در پایان نیز برای تعیین تابع وفاداری و بهبود عملکرد آن نموداری از درجه اولویت تعیین شده و ارزش هر خوشه برازش داده شده است. فرآیند روش پیشنهادی تحقیق مطابق شکل (شماره ۲) می باشد.

سویوکیم و همکاران در سال ۲۰۰۶ با در نظر گرفتن اهمیت شناخت مشتری در جهت ایجاد ارتباط بلند مدت، کسب وفاداری و سودآوری بیشتر مشتری به ارائه چارچوبی برای تحلیل ارزش مشتری، بخش بندی بر مبنای این ارزش و سپس به تبیین استراتژی های مناسب برای هر بخش پرداختند. آنها مدل جدید طول عمر مشتری و بخش بندی مشتری را بر مبنای ارزش مشتری و فرصت های فروش کناری پیشنهاد کردند [۲]. چپو و همکارش نیز به بسط متدولوژی جدید بخش بندی بازار بر مبنای متغیرهای خاص محصولات مثل موارد خریداری شده و میزان درآمد مربوط به آنها از روی تراکنش های قبلی مشتریان برای بخش بندی بازار پرداختند. در این تحقیق آنها یک مقیاس اندازه گیری شباهت بر مبنای خرید، الگوریتم خوشه بندی و تابع کیفیت خوشه بندی معرفی نمودند و برای تضمین شباهت الگوهای خرید مشتریان یک خوشه از الگوریتم ژنتیک استفاده کردند [۳].

پل و همکارانش نیز در سال ۲۰۰۴ ابتدا مشتریان را به گروه های همگن بخش بندی نموده و سپس سیاست های بهینه بازاریابی برای هر بخش تعیین کردند.

این تحقیق بر روی بانک اطلاعاتی یک شرکت که شامل اطلاعات ارسال نامه های تبلیغاتی بین سالهای ۱۹۹۴ و ۱۹۹۹ است، صورت گرفته و متغیرهای تعریف شده برای RFM به ترتیب تعداد نامه های ارسال شده بعد از آخرین پاسخ مشتری (R)، درصد نامه های پاسخ داده شده به کل نامه های ارسالی (F) و میانگین حجم درخواستی مشتری (M) بودند [۴].

در سال ۲۰۰۸ چینگ سو چنگ و همکارش مدلی بر مبنای ترکیب ارزش عددی متغیرهای RFM و الگوریتم K-means با تئوری مجموعه های سخت پیشنهاد کردند. براساس این مدل پیشنهادی، وفاداری مشتریان با تعیین تعداد خوشه ها به ۳، ۵ و ۷ کلاس درجه بندی می شوند، سپس با کشف و توصیف ویژگی های مشتریان هر خوشه، به ارزیابی و پیاده سازی مدیریت ارتباط با مشتری می پردازند [۵]. دون- رن لو و همکارش در سال ۲۰۰۵ متدولوژی ارائه دادند که از ترکیب تصمیم گیری گروهی و تکنیک داده کاوی برای پیشنهاد محصول تشکیل شده بود. در این مدل AHP و ماتریس مقایسات زوجی جهت تعیین اوزان متغیرهای RFM در ارزیابی وفاداری و ارزش دوره عمر مشتری بکار رفته و سپس برای خوشه بندی مشتریان براساس مدل RFM از تکنیک داده کاوی استفاده شد بطوریکه مشتریان با خرید مشابه ارزش RFM یکسان داشتند [۶]. ووتر بوکینس و همکارش نیز مدلی مبنی بر پیش بینی نرخ ریزش مشتریان وفادار طراحی کردند که تمرکزش بر انتخاب وفادارترین مشتریان بود. بر اساس پارامترهای تعریف شده در این تحقیق مطابق با مورد مطالعاتی مشتریانی که تکرار خریدهای آنها بیشتر از میانگین باشد و انحراف از استاندارد زمان صرف شده برای خرید آنها از متوسط زمان میانگین کمتر

۳-۱. آماده سازی داده‌ها

در مرحله اول داده‌های بانک اطلاعاتی یکپارچه و آماده می‌شوند. در شرکت ساپکو، از داده‌های ۹ ماه اول سال ۱۳۸۷ استفاده کرده و داده‌های مورد نیاز مدل را استخراج و آماده‌سازی می‌کنیم تا بر مبنای آنها ارزش مشتری را تعیین کنیم.

الف. خوشه بندی قطعات با الگوریتم K-means

در این گام جهت خوشه‌بندی قطعات توسط الگوریتم K-means، ابتدا مقیاس مؤلفه‌های مدل RFM را تعیین و طبق روش امتیازدهی هوگس [۸] آنها را امتیازدهی کرده، سپس با نظرسنجی از تصمیم‌گیرندگان اصلی و با استفاده از روش مقایسات زوجی و تکنیک بردار ویژه اوزان مؤلفه‌ها را تعیین کرده و مقادیر عددی مؤلفه‌ها که از ضرب امتیاز آنها در اوزان بدست آمده، به عنوان ورودی الگوریتم K-means جهت خوشه‌بندی بکار می‌روند و برای انتخاب K بهینه ورودی الگوریتم از شاخص دیویس-بولدین [۹] و برای تعیین خوشه با کیفیت‌تر از معیار سنجش تراکم خوشه‌ها [۱۰] استفاده می‌کنیم. جزئیات گامهای این بخش را در زیر به تفسیر بیان می‌نمائیم.

ب. تعیین مقیاس مؤلفه های مدل RFM

مطابق جدول زیر، هر یک از مؤلفه‌های R و F و L توسط الگوریتم K-means بطور جداگانه به پنج خوشه تقسیم می‌شوند، سپس طبق دسته‌بندی انجام شده و اثر مثبت یا منفی داشتن این پارامترها در وفاداری مشتری با اعداد ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ امتیازدهی می‌شوند. در مورد مؤلفه M به دلیل پراکندگی زیاد داده‌ها از یکدیگر و ضعف الگوریتم K-means در برابر نقاط پرت، با اجرای این الگوریتم نتایج مطلوبی در خوشه‌بندی این مؤلفه حاصل نمی‌شد. لذا مطابق امتیاز دهی هوگس، داده‌های این رکورد را به ترتیب نزولی مرتب کرده و سپس تعداد رکوردهای این مؤلفه را به ۵ قسمت مساوی تقسیم کرده و به ترتیب اولویت امتیاز ۵ تا ۱ را به آنها اختصاص دادیم.

جدول ۱. جدول امتیازدهی مؤلفه های RFM

امتیاز	R	F	M	L
۹	۸۹-۱۰۰	۱۳-۱۴-۱۵-۱۶	۴۳۸۶۵۴۸۳۲۰۰ - ۲۷۰۳۱۶۸۰۰	
۸	۶۸-۸۸	۱۰-۱۱-۱۲	۴۹۲۶۴۱۲۸ - ۲۶۸۸۵۳۲۰۰	
۶-۷	۴۳-۶۷	۷-۸-۹	۱۰۴۳۳۸۰۰ - ۴۸۸۷۵۰۰۰	
۳-۴-۵	۱۶-۴۲	۴-۵-۶	۱۵۷۱۷۶۰ - ۱۰۴۰۳۲۲۸	
۱-۲	۰-۱۵	۱-۲-۳	۲۰۰۰ - ۱۵۶۹۶۰۰	

لذا در کل دارای  $۵ \times ۵ \times ۵ = ۶۲۵$  ترکیب برای تمام مؤلفه‌ها مطابق جدول زیر خواهیم بود.

جدول ۲. ارزش عددی مؤلفه‌های RFM [۸]

R	F	M	L	...	R	F	M	L
۵	۵	۵	۵	...	۱	۵	۵	۵
۵	۵	۵	۴	...	۱	۵	۵	۴
...	...	...	...	...	...	...	...	...
۵	۱	۱	۱	...	۱	۱	۱	۱

پ. تعیین اوزان مؤلفه‌ها

جهت اولویت‌بندی و تعیین اوزان پارامترها با طراحی پرسشنامه به نظرسنجی از تصمیم‌گیرندگان اصلی توسط ماتریس مقایسات زوجی که در جدول زیر نمونه‌ای آورده شده است، می‌پردازیم و در نهایت برای تکمیل عناصر ماتریس تصمیم‌گیری گروهی از میانگین هندسی اعداد استفاده می‌کنیم.

جدول ۳. مثالی از ماتریس مقایسات زوجی

	M	R	F	L
M	۱	۵	۷	۷
R	۱/۵	۱	۵	۵
F	۱/۷	۱/۵	۱	۷
L	۱/۷	۱/۵	۱/۷	۱

به دلیل شرایط عدم وجود ثبات کامل در ماتریس تصمیم‌گیری از تکنیک بردار ویژه و کد نویسی زیر توسط نرم‌افزار Matlab برای محاسبه اوزان استفاده می‌کنیم.

$$D = [\dots]; \tag{۱}$$

$$[u, v] = eig(D); \tag{۲}$$

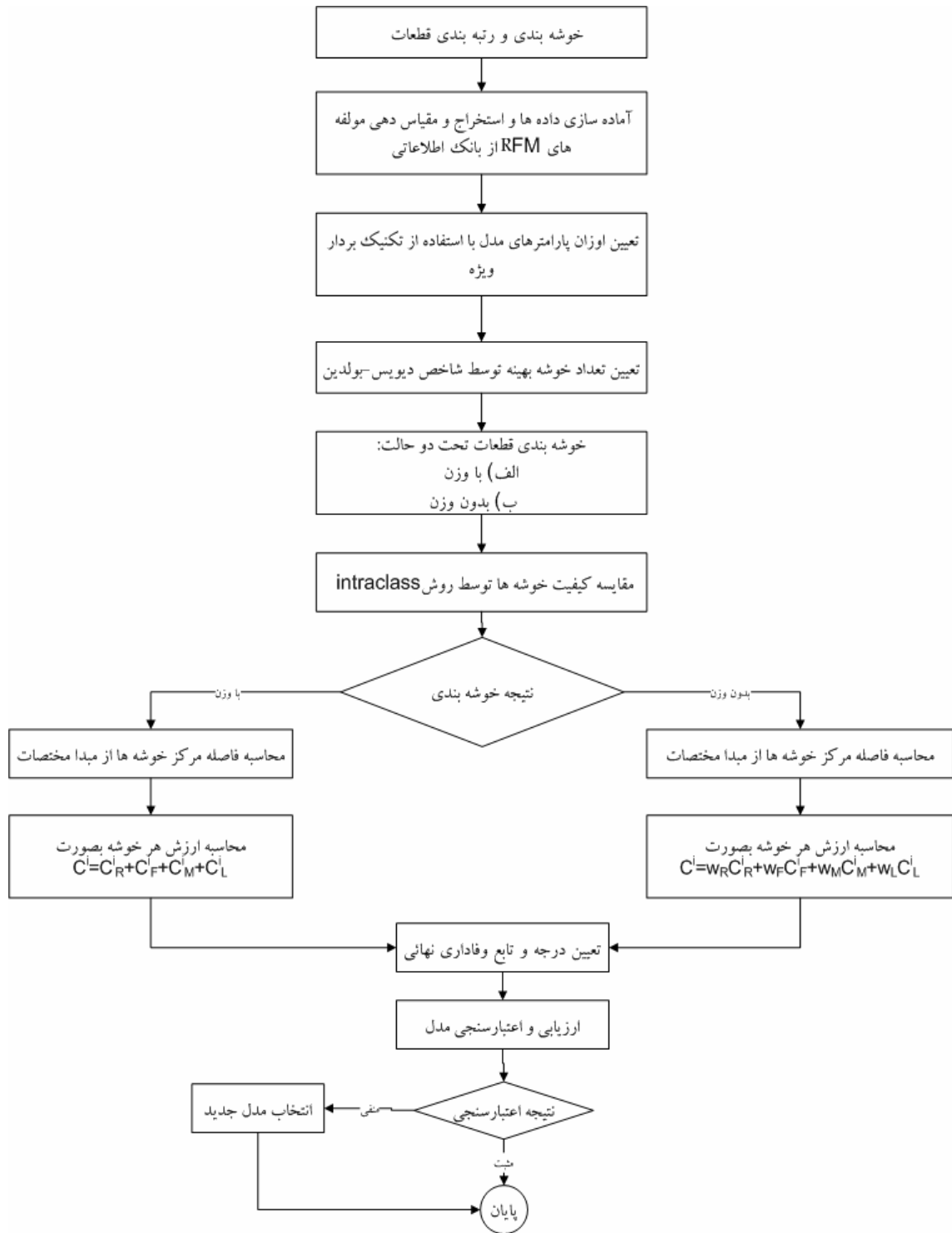
$$w = u(:, 1) / sum(u(:, 1)); \tag{۳}$$

ت. تعیین K بهینه توسط شاخص دیویس بولدین

طبق فرمول محاسبه این شاخص بر مبنای بیشترین شباهت بین خوشه‌ها و بر اساس شاخص پراکندگی و تفاوت بین دو خوشه، فرمول مورد نظر در Excel نوشته و خروجیهای الگوریتم K-means را به عنوان ورودی در نظر گرفتیم و در انتها  $K=۳۴$  را به عنوان عدد بهینه محاسبه کردیم.

ث. مقایسه تراکم خوشه‌ها و انتخاب بهترین روش

در این قسمت قطعات را به دو روش خوشه‌بندی می‌کنیم بطوریکه در روش اول اوزان پارامترها را در مقدار عددی آنها ضرب نموده سپس خوشه‌بندی می‌کنیم و در روش دوم بدون در نظر گرفتن اوزان، قطعات را خوشه‌بندی می‌کنیم. سپس با معیار سنجش کیفیت خوشه‌ها، خوشه‌بندی مناسب را انتخاب می‌کنیم.



شکل ۲. فرآیند روش پیشنهادی

مرکز هر خوشه نیز شامل مؤلفه های RFML می باشد و بطور مثال مرکز خوشه شماره ۳۴ بصورت زیر تعریف می شود:

$$C_{34} = \{V_{34,1}, V_{34,2}, V_{34,3}, V_{34,4}\}$$

در این مرحله پس از شناسائی مراکز خوشه ها توسط فرمول زیر فاصله مرکز هر خوشه از مبدا مختصات را محاسبه می کنیم:

۳-۳. رتبه بندی قطعات طبق محاسبه فاصله مرکز خوشه از مبدا

بعد از خوشه بندی قطعات توسط الگوریتم K-means ، به ۳۴ خوشه می رسیم که برای  $1 \leq i \leq 34$  داریم:

$$C_i = \{S_{i1}, S_{i2}, \dots, S_{ipk}\}$$

استفاده از شبکه‌های عصبی و استخراج قوانین ایجاد شده برای هر دو الگو، نتایج نشان می‌دهد که متدولوژی پیشنهادی دارای عملکرد بهتری است.

#### ۴. مورد مطالعاتی

جهت پیاده سازی مدل پیشنهادی، شرکت طراحی مهندسی و تأمین قطعات ایران خودرو با نام اختصاری ساپکو در نظر گرفته شده است. شرکت ساپکو در سال ۱۳۷۲ تأسیس شده و مأموریتش از بدو تأسیس مدیریت زنجیره تأمین ایران خودرو بوده است. مصرف‌کنندگان نهایی خودرو، مشتریان نهایی ساپکو تلقی می‌شوند. پس از آنها، مشتریان مستقیم در دو دسته شناسایی شده‌اند: گروه اول شامل مشتریان داخلی نظیر ایران خودرو، شرکت خدمات پس از فروش ایران خودرو (ایساکو) و ایران خودرو خراسان و گروه دوم مشتریان خارجی شامل شرکت پژو، شرکت های OES و بازار قطعات یدکی شناسایی شده است [۱۱]. هدف از این تحقیق بخش‌بندی قطعات تأمین مورد نیاز شرکت ایساکو بر اساس میزان وفاداری این شرکت به ساپکو و تعیین درجه و تابع وفاداری این مشتری به تفکیک قطعات جهت دستیابی به مدیریت ارتباط با مشتری بهتر در سطح سازمان و رسیدن به حداکثر سود در یک محیط برنده - برنده است که منجر به بهبود مبادلات بین ساپکو و ایساکو می‌گردد بطوریکه موجب رضایتمندی و وفاداری ایساکو و در نهایت فروش بیشتر ساپکو می‌گردد. زیرا ایساکو قطعات تأمین را با قیمت پائینتر از سطح بازار توسط ساپکو تأمین می‌کند و از طرف دیگر ساپکو هم با تأمین بهتر قطعات ایساکو سهم بازار بیشتری از تأمین قطعات آن شرکت را به خود اختصاص می‌دهد. داده‌های این تحقیق در بازه ۱۳۸۷/۱/۱ تا ۱۳۸۷/۸/۳۰ از شرکت ساپکو می‌باشد. روش پیشنهادی شکل شماره (۲) با پارامترهای زیر اجرا شده و نتایج آن در جداول زیر نشان داده شده است.

R: درصد تأمین

F: تعداد دفعات سفارش‌گذاری شده قطعات توسط ایساکو

M: ارزش ریالی فروش بالقوه

L: طول مدت فعال بودن قطعه

جهت محاسبه وزن پارامترها نیز از ماتریس مقایسات زوجی استفاده نموده و به دلیل تصمیم‌گیری گروهی، عناصر ماتریس تصمیم‌گیری نهایی از میانگین هندسی ماتریس تصمیم هر فرد محاسبه گردید که در جدول زیر ماتریس نهایی نمایش داده شده است.

#### جدول ۴. ماتریس نهایی تصمیم‌گیری گروهی

1	3.9	3.8	3.4
0.25	1	4.2	2.4
0.26	0.23	1	3.8
0.29	0.41	0.26	1

$$D_i = \sqrt{(V_{i1}-0)^2 + (V_{i2}-0)^2 + (V_{i3}-0)^2 + (V_{i4}-0)^2} \quad (۴)$$

پس از محاسبه عدد هر خوشه آنها را به ترتیب نزولی مرتب کرده و درجه اولویت ۱ تا ۳۴ را به آنها اختصاص می‌دهیم.

#### ۳-۴. رتبه‌بندی قطعات بر اساس ارزش عددی هر خوشه

در این گام طبق فرمول زیر ارزش عددی هر خوشه را برای  $1 \leq i \leq 34$  محاسبه می‌کنیم.

$$C^i = w_R C_R^i + w_F C_F^i + w_M C_M^i + w_L C_L^i \quad (۵)$$

بطوریکه ضرایب متغیرهای فرمول فوق، وزنهای محاسبه شده از مراحل قبل است. حال ارزش عددی محاسبه شده را به ترتیب نزولی مرتب کرده و درجه اولویت ۱ تا ۳۴ را به آنها اختصاص می‌دهیم.

#### ۳-۵. تعیین درجه و تابع وفاداری

طبق بررسیهای انجام شده بر روی داده‌های مورد مطالعاتی طبق مدل پیشنهادی و ماهیت واقعی قطعات، به این نتیجه رسیدیم که درجه اولویت‌بندی قطعات به روش ارزش عددی خوشه‌ها و محاسبه فاصله مرکز خوشه از مبدا به تنهایی نمایش دقیق وفاداری مشتری را بیان نمی‌کنند. لذا ملاک اولویت‌بندی و تعیین درجه وفاداری قطعات در خوشه‌ها را جمع جبری این دو مقدار در نظر گرفتیم. برای محاسبه تابع اندازه‌گیری درجه وفاداری مشتری نیز، نموداری تشکیل شده از درجه اولویت نهایی و ارزش عددی خوشه‌ها بدست آورده و متحنی‌های گوناگون را بر آنها برازش داده و معادله‌ای که دقت بیشتری در محاسبه دارد را جهت اندازه‌گیری درجه وفاداری قطعات معرفی نمودیم.

#### ۳-۶. اعتبارسنجی مدل

جهت اعتبارسنجی مدل، نتایج روش پیشنهادی را با نتایج مدلی که وزن مؤلفه‌های آن یکسان است مقایسه و نتایج نشان می‌دهد که متدولوژی پیشنهادی دارای عملکرد بهتری است.

به این منظور سه نمودار از درجه اولویت F با ارزش عددی D و F+D، سه نمودار از درجه اولویت D با ارزش عددی F و D و F+D و سه نمودار هم از درجه اولویت F+D با ارزش عددی D و F و F+D تشکیل می‌دهیم و از روی میانگین ارزش R-Square متحنیها به عملکرد بهتر مدل پی می‌بریم. همچنین برای اعتبارسنجی دقیق‌تر نتایج، دقت قوانین استخراج شده از مدل پیشنهادی را با استفاده از شبکه‌های عصبی در مقایسه با مدلی که قطعات را در ۱۰ خوشه و با در نظر گرفتن وزنهای مساوی برای پارامترها طبقه‌بندی می‌کند مقایسه می‌کنیم. ابتدا داده‌ها را به سه قسمت به شرح زیر تقسیم می‌کنیم:

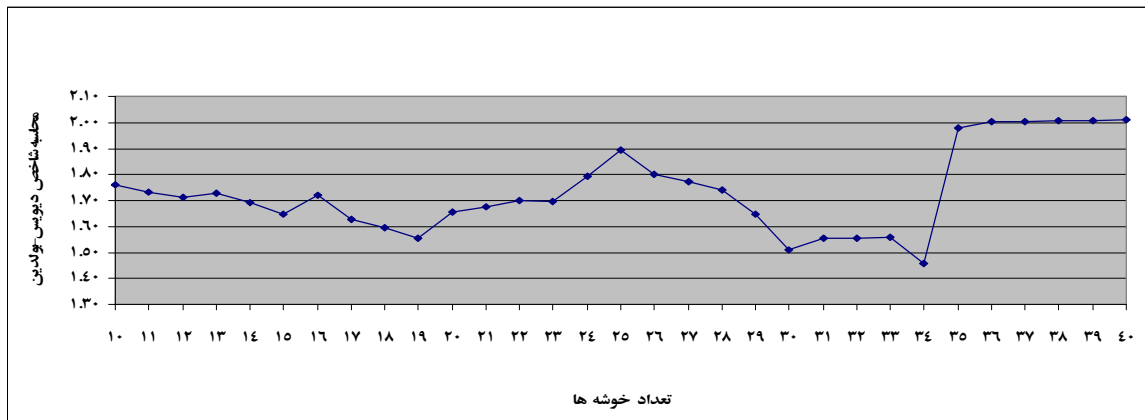
۳۵ درصد داده‌ها آموزشی و ۳۵ درصد داده‌ها جهت تست و ۳۰ درصد باقیمانده جهت اعتبارسنجی مدل بکار می‌روند. پس از

جدول ۵. قسمتی از داده‌های شرکت ساپکو

کد فنی قطعه	R	F	M	L
72316870	۴۶۲	۲	۱۰۸۸۶۴۰۰۰	۲
K9118422980	۳۰۰۱	۹	۱۷۸۴۴۲۸۹۲۰	۷
9420229517	۱۰۰	۱۴	۱۲۷۶۱۸۵۶۰	۲
YG20299212	۰	۱	۱۲۰۷۵۰۰۰۰	۶

جدول ۶. جدول امتیازدهی مؤلفه های مدل

امتیاز	R	F	M	L
۵	۸۹-۱۰۰	۱۳-۱۴-۱۵-۱۶	۲۷۰۳۱۶۸۰۰-۴۳۸۶۵۴۸۳۲۰۰	۹
۴	۶۸-۸۸	۱۰-۱۱-۱۲	۴۹۲۶۴۱۲۸-۲۶۸۸۵۳۲۰۰	۸
۳	۴۳-۶۷	۷-۸-۹	۱۰۴۳۲۸۰۰-۴۸۸۷۵۰۰۰	۶-۷
۲	۱۶-۴۲	۴-۵-۶	۱۵۷۱۷۶۰-۱۰۴۰۳۲۲۸	۳-۴-۵
۱	۰-۱۵	۱-۲-۳	۲۰۰۰-۱۵۶۹۶۰۰	۱-۲



شکل ۳. تعیین K بهینه

جدول ۷. مقایسه کیفیت خوشه‌بندی

ویژگی خوشه	معیار سنجش کیفیت خوشه F(34)
خوشه‌بندی با در نظر گرفتن اوزان	۰.۱۸۶۰۹۴
خوشه‌بندی بدون در نظر گرفتن اوزان	۰.۱۸۱۸۳۱

جدول ۸. محاسبه مرکز خوشه‌ها تا مبداء و تعیین درجه اولویت

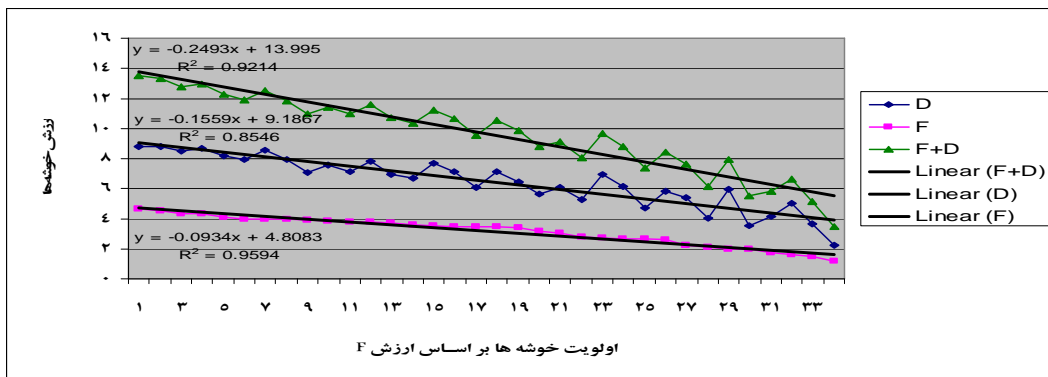
شماره خوشه	تعداد قطعات	فاصله مرکز خوشه تا مبداء مختصات D	اولویت‌بندی خوشه‌ها
۱	۳۸	۸.۷۹۶۰۷۳۳۳	۲
۲	۲۲۱	۲.۲۶۲۴۷۸۷۳	۳۴
...	...	...	...
۳۳	۱۰	۵.۹۲۳۶۸۱۲۹	۲۳
۳۴	۵۵	۴.۱۵۱۵۳۱۸۹	۳۰

جدول ۹. محاسبه ارزش هر خوشه و تعیین درجه اولویت

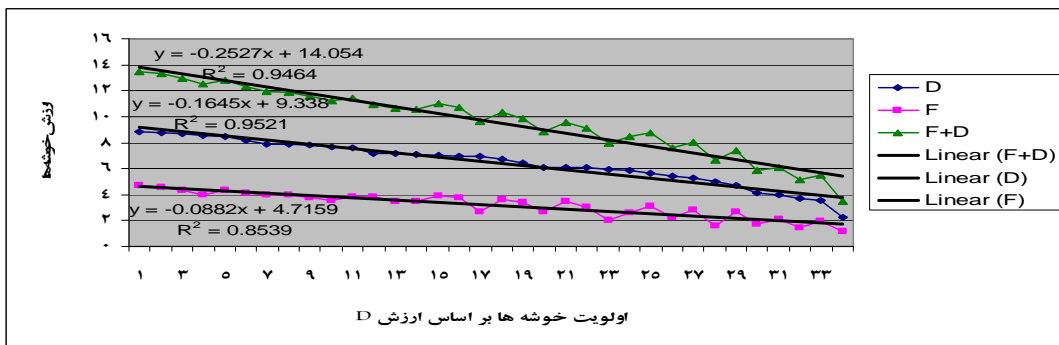
اولویت‌بندی خوشه‌ها	محاسبه ارزش خوشه F	تعداد قطعات	شماره خوشه
۲	۴.۵۲۵۰۵	۳۸	۱
۳۴	۱.۱۸۲	۲۲۱	۲
...	...	...	...
۲۹	۲.۰۰۵	۱۰	۳۳
۳۱	۱.۷۰۶۵	۵۵	۳۴

جدول ۱۰. محاسبه مجموع ارزش هر خوشه و مرکز آن تا مبداء و تعیین درجه اولویت نهایی

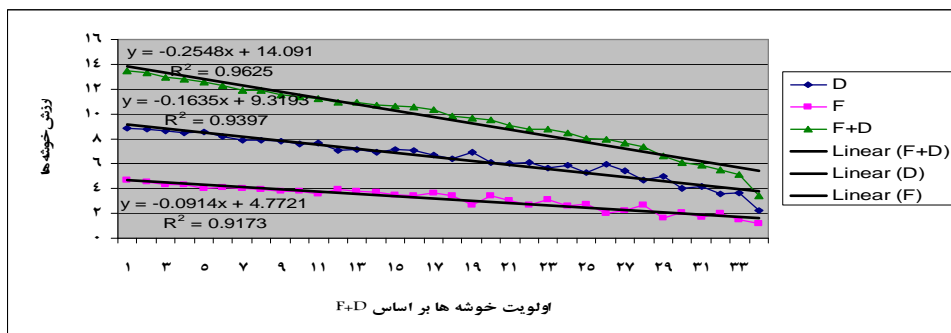
اولویت‌بندی خوشه‌ها	F+D	تعداد قطعات	شماره خوشه
۲	۱۳.۳۲۱۱۲۳۳	۳۸	۱
۳۴	۳.۴۴۴۴۷۸۷۳	۲۲۱	۲
...	...	...	...
۲۶	۷.۹۲۸۶۸۱۲۹	۱۰	۳۳
۳۱	۵.۸۵۸۰۳۱۸۹	۵۵	۳۴



شکل ۴. نمودار حاصل از برازش درجه اولویت F با ارزش D و F+D



شکل ۵. نمودار حاصل از برازش درجه اولویت D با ارزش F و F+D



شکل ۶. نمودار حاصل از برازش درجه اولویت F+D با ارزش F و F+D



- [5] Ching-Hsue Cheng, You-Shyang Chen, *Classifying the Segmentation of Customer Value via RFM Model and RS Theory*, Expert Systems with Applications, Available online 16 April 2008.
- [6] Duen-Ren Liua, Ya-Yueh Shih, *Integrating AHP and Data Mining for Product Recommendation Based on Customer Lifetime Value*, Information & Management, Vol. 42, 2005, pp. 387-400.
- [7] Wouter Buckinx, Dirk Van den Poel, *Customer Base Analysis: Partial Defection of Behaviorally Loyal Clients in a Non-Contractual FMCG Retail Setting*, European Journal of Operational Research, Vol. 164, 2005, pp. 252-268.
- [8] Hughes, A.M., *Strategic Database Marketing*. Chicago: Probus Publishing Company, 1994.
- [9] Davies, D.L., Bouldin, D.W., *A Cluster Separation Measure*. *IEEE Trans, Pattern Anal. Machine Intel*, 2000, pp. 224-227.
- [10] Sohn, S.Y., Shin, H.W., *Segmentation of Stock Trading Customer According to Potential Value*, 2004, pp. 189-202.
- [11] WWW.SAPCO.IR

جدول ۱۱. جدول تحلیل نتایج ۱

	R <sup>2</sup> /F	R <sup>2</sup> /D	R <sup>2</sup> /F+D
F	۰٫۹۵	۰٫۸۵	۰٫۹۱
D	۰٫۸۵	۰٫۹۵	۰٫۹۳
F+D	۰٫۹۲	۰٫۹۴	۰٫۹۶
میانگین	۰٫۹۰	۰٫۹۱	۰٫۹۳

جدول ۱۲. جدول تحلیل نتایج ۲

روش	شبکه‌های عصبی	درخت تصمیم‌گیری
دقت مدل پیشنهادی	۹۹٫۱۰	۹۹٫۷۲
دقت مدل مقایسه‌ای	۹۷٫۰۱	۹۸٫۶۳

### ۵. نتیجه گیری

در این تحقیق با ارائه مدل پیشنهادی جهت خوشه‌بندی محصولات سازمان و تعیین درجه وفاداری مشتری، نتایج حاصل از داده‌های آماری نشان می‌دهد که با ترکیب مولفه فاصله مرکز هر خوشه تا مبدا مختصات و مولفه ارزش عددی هر خوشه هنگام تعیین درجه اولویت وفاداری مشتری و در نظر گرفتن وزن مناسب برای پارامترها به نتایج بهتری جهت شناخت رفتار مشتری و تدوین برنامه‌های مدیریت ارتباط با مشتری خواهیم رسید. همچنین پس از اجرای مدل توسعه یافته در شرکت ساپکو، نتایج نیز نشان می‌دهد که مدیران به توانایی بیشتری جهت ارزیابی وفاداری مشتری در مقایسه با یک انتخاب تصادفی در تعیین وفاداری آنها نسبت به سایر سازمانها می‌رسند.

### مراجع

- [1] Hyunseok, Hwang., Taesoo, Jung., Euiho, Suh., *An LTV Model and Customer Segmentation Based on Customer Value: a Case Study on the Wireless Telecommunication Industry*, Expert Systems with Applications, 2004, pp. 181-188.
- [2] Su-Yeon, Kim., Tae-Soo, Jung., Eui-Ho, Suh., Hyun-Seok, Hwang., *Customer Segmentation and Strategy Development Based on Customer Lifetime Value: A Case Study*, Expert Systems with Applications, 2006, pp.101-107.
- [3] C.C. Chiu, C.Y. Tsai, *A Purchase-Based Market Segmentation Methodology*, Expert Systems with Applications, 2004, pp. 265-276.
- [4] Dirk Van den Poel, Jedid-Jah Jonker, Nanda Piersma, *Joint Optimization of Customer Segmentation and Marketing Policy to Maximize Long-Term Profitability*, Expert Systems with Applications, 2004, pp. 159-168.

