



## ارائه یک مدل جدید برای سناریو سازی تقاضای دستگاه‌های خودپرداز (مورد مطالعه : دستگاه‌های خودپرداز شهر تهران)

علیرضا آقاقلیزاده سیار

دانشجوی دکتری ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، گروه مدیریت صنعتی ، تهران ، ایران

محمد رضا معتدل (مسئول مکاتبات)

استادیار ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز، گروه مدیریت صنعتی ، تهران ، ایران  
dr.motadel@gmail.com

علیرضا پوراابراهیمی

استادیار ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، گروه مدیریت صنعتی ، کرج ، ایران

تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۱/۰۶

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۴/۳۰

### چکیده

در دنیای رقابتی امروز توانایی شناخت و پیش بینی تقاضای مشتریان یک مقوله مهم جهت موفقیت سازمانها به شمار می‌رود. و از آنجا که دستگاه‌های خود پرداز یکی از مهم ترین کانالهای توزیع وجه نقد و یکی از اساسی ترین معیارهای ارزیابی سطح خدمات برای بانکها بشمار می‌روند در این مقاله ویژگیهای مربوط به دستگاه های خودپرداز با توجه به زمان های مراجعه و مکان قرار گیری دستگاه‌ها بررسی می گردد . این مقاله به دنبال یافتن مدلی پویا و کاربردی جهت سناریو سازی تقاضای دستگاه‌های خود پرداز می باشد . از این رو مورد کاوی بر روی ۳۷۸ دستگاه خودپرداز در سراسر شهر تهران در بازه زمانی یک ماه که شامل ۶۹۴۱۸ رکورد می باشد انجام گرفت . این مدل در نهایت با خوشه بندی داده های آماری در بعد زمانی و مکانی موفق به یادگیری الگوی موجود در داده های کلان شده و بر همین مبنای درخت تصمیم ارائه شده قادر به پیش بینی تعداد مراجعه کننده به هر دستگاه می باشد که پس از ارایه سناریو های ایجاد شده در جهت ارتقای کیفیت خدمات دهی بانکی و ارتقای عملکرد شبکه خودپردازها ترکیب بهینه مکانی دستگاه‌های خودپرداز در بعد مکانی و زمانی ارایه میگردد.

**واژگان کلیدی:** داده کاوی، پیش‌بینی تقاضا، خوشه‌بندی میانگین کای<sup>۱</sup>، درخت تصمیم C&R ، یادگیری ماشین<sup>۲</sup>

1.K-Means

۲ .Machine learning

## ۱- مقدمه :

رضایت مندی مشتری در گرو ارائه سرویس های مناسب از طرف بانک می باشد. پیش بینی تعداد مراجعه کنندگان دستگاه های خودپرداز<sup>۳</sup> می تواند کیفیت خدمات دهی بانک ها را به شدت بهبود ببخشد و در نتیجه به طور مستقیم در افزایش سودآوری بانک ها موثر باشد، بنابراین مدیریت و تدوین راهبردهای کلی بانک در زمینه پول گذاری دستگاه های خودپرداز با علم به چگونگی رفتار مصرفی دستگاه ها امکان پذیر است. همچنین ایجاد یک بستر نرم افزاری مناسب برای پیش بینی مراجعه کنندگان به دستگاه با ایجاد نظم و انسجام در فرایند های روزانه این امکان را فراهم می سازد که بانک تامین پول دستگاه های بیشتری را تقبل کند و محدوده عملکردی خود را گسترش دهد. بدین ترتیب راه کارهای نرم افزاری در مورد پیش بینی تقاضای دستگاه های خودپرداز علاوه بر تخمین تعداد مراجعه کنندگان برای دستگاه ها در مجموع میزان و جریان نقدی مورد نیاز بانک را کاهش می دهد و سازمان قادر خواهد بود بر مبنای برآوردهای حاصل از نتایج نرم افزار برای تامین حجم پول مورد نیاز خود به صورت روزانه، هفتگی یا ماهانه برنامه ریزی نماید. با این توضیح با پیش بینی تعداد مراجعه کنندگان به دستگاه های خودپرداز می توان با یادگیری ماشینی و در ادامه با مدلسازی رفتار داده های تاریخی بر مبنای پارامترهای تاثیر گزار تعداد مراجعه کنندگان به دستگاه ها را با دقتی قابل قبول پیش بینی کرد (التون اوغلو<sup>۴</sup>، ۲۰۱۰).

برخی از پارامترهای مؤثر معرفی شده در این زمینه عبارت اند از: مصرف میانگین ماهانه، هفتگی و روزانه، پارامترهای تقویمی نظیر روز هفته، تعطیلات و نوع تعطیلات، رویدادهای مالی تأثیرگذار نظیر واریزبانها در ایران و زمان های واریز حقوق و مستمری، پارامترهای جغرافیایی خاص هر دستگاه نظیر واقع شدن در نزدیکی مراکز خرید ادارات و اماکن خاص، و همچنین پارامترهای دیگری که با مطالعات کمی پیش رو استخراج می شوند. در این میان، روش های

کلاسیک و مرسوم پیش بینی سری های زمانی نظیر میانگین متحرک و اتورگرسیون و ترکیبات حاصل از این مدل ها نظیر ساریما<sup>۵</sup>، در مدل سازی رفتارهای غیرخطی و معلول به پارامترهای زیاد، کارایی چندانی ندارند و در مقابل روش های مبتنی بر هوش مصنوعی نظیر انواع خوشه بندی یا درخت تصمیم گیری یا شبکه های نروفازی و رگرسیون های بردار پشتیبان، در یافتن الگوهای غیرخطی و آشوبناک، عملکرد قابل قبولی از خود نشان می دهند. همچنین هر یک از این پیش بینی کننده ها با ساختار متفاوت، دارای کارایی متفاوتی در بازه های مختلف پیش بینی هستند.

در مجموع، برای نیل به یک پیش بینی دقیق، علاوه بر شناسایی و استخراج پارامترهای مؤثر باید مدل های پیش بینی کننده مناسب و در نهایت، ترکیب پیش بینی کننده ها به درستی به کار گرفته شود. همچنین ساختار نرم افزاری راهکارهای ارائه شده به منظور پیش بینی تعداد مراجعه کنندگان دستگاه های خودپرداز، علاوه بر دقت قابل قبول باید به صورتی تدوین شود که قابلیت تجمیع در بخش های نرم افزاری مورد استفاده بانک ها و شرکت های تابع را داشته باشد. از سوی دیگر، امروزه بانک های پیشرفته با استفاده از فناوری و اطلاعات مالی، ابتدا انواع ریسک های موجود در عملیات داخلی و بین المللی را شناسایی و سپس برای مدیریت صحیح آن برنامه ریزی می کنند.

مدیریت دارایی ها و بدهی های بانک را می توان یکی از عوامل مهم رشد سودآوری آن ها دانست که به کاهش ریسک های احتمالی نیز کمک می کند. بدیهی است دسترسی به چنین وضعیتی (شناسایی ریسک، تجزیه و تحلیل و مدیریت ریسک) به کمک سیستم حسابداری مناسب و همچنین مدل مدیریت دارایی ها و بدهی های کارآمد امکان پذیر خواهد بود (نقشینه، ۲۰۱۳). بدین ترتیب، مدیریت دارایی ها و بدهی ها، امروزه به عنوان یک برنامه ریزی راهبردی عنوان می شود که با تبدیل آن به برنامه های عملیاتی کوتاه مدت

5. SARIMA  
6. Asset Liability Management

3. Automated Teller Machine  
4. Altunoglu

در بخش سوم مراحل اجرای مدل به صورت گام به گام و سپس خروجی ها و نتایج حاصله ارائه شده است. در بخش چهارم، توضیح رویکرد اعتبار سنجی و شرح نتایج به دست آمده ارائه شده است. در بخش پنجم، زمینه های مطالعاتی بیشتر در تحقیقات آتی معرفی شده اند.

## ۲-۱ ادبیات پژوهش:

مسئله مدیریت دارایی و بدهی ها در دستگاه های خودپرداز، با مسائل مدیریت موجودی نقدی تجاری متفاوت است و تنها در سال های اخیر مورد توجه محققان بوده است. مدیریت دارایی و بدهی بانک به عنوان برنامه ریزی هم زمان همه دارایی ها و بدهی های بانک، شامل ترکیب ترازنامه بانک تحت الزامات مختلف، مانند اهداف مدیران بانک، الزامات قانونی و مدیریتی و شرایط بازار به منظور کاهش ریسک نرخ بهره، تأمین نقدینگی و تقویت ارزش بانک تعریف شده است (نقشینه، ۲۰۱۳). در (اسمیتوس، دیلیچو ناس، باستین و هم کاران<sup>۷</sup>، ۲۰۰۷) رویکردی به منظور مدیریت وجه نقد برای شبکه دستگاه های خودپرداز ارائه شد. این رویکرد به منظور پیش بینی تقاضای وجه نقد روزانه برای دستگاه خودپرداز در شبکه و در رویه (روش) بهینه سازی به منظور تخمین بار نقدی بهینه برای هر دستگاه خودپرداز، بر مبنای یک شبکه عصبی مصنوعی شکل گرفته است. در زمان رویه بهینه، مهم ترین فاکتورها برای نگهداری دستگاه های خودپرداز در نظر گرفته شده اند. مطالعات شبیه سازی در این تحقیق نشان داد که در حالت پامورد هزینه بالاتر وجه و موجودی نقدی (نرخ بهره) و هزینه پایین تر برای بارگذاری پول یا وجه نقد، رویه بهینه سازی، کاهش در حدود ۱۵ تا ۲۰ درصد هزینه های نگهداری دستگاه های خودپرداز را مجاز شمرده است. از دیدگاه آن ها، برای به کارگیری و اجرای عملیاتی رویه مدیریت موجودی نقدی دستگاه خودپرداز ارائه شده، بررسی های تجربی بیشتر ضروری است.

می توان از کسب سود مورد نظر و کنترل ریسک ها اطمینان حاصل کرد؛ بنابراین، مدیریت وجه نقد نقدینگی بانک به عنوان یکی از اجزای مهم مدیریت دارایی ها و بدهی ها، شامل پیش بینی نیازهای نقدینگی و تأمین آن ها با حداقل هزینه ممکن است (نقشینه، ۲۰۱۳). دلیل اصلی این چالش، تأمین منابع بانک از محل سپرده های کوتاه مدت و عندالمطالبه بودن تمامی سپرده ها از یک سو و تعهد به پرداخت تسهیلات و بلندمدت بودن اغلب آن ها و درجه نقدشوندگی نسبتاً پایین سرمایه گذاری هاست؛ بنابراین، یکی از وظایف اصلی مدیریت بانک، ایجاد توازن میان ورود و خروج وجه است (کاوند، ۲۰۱۰). از سوی دیگر، نگهداری مقادیر فراوان نقدینگی موجب تخصص ناکارآمد منابع، کاهش نرخ سوددهی و ازدست دادن بازاری می شود (مطالعات ریسک بانکی، ۲۰۰۸). داشتن الگویی برای پیش بینی مراجعه مشتریان کمک شایانی در جهت مدیریت وجه محسوب می گردد. مقدار زیاد وجه جذب شده بازارهای پولی در بانک ها، آن ها را مجبور خواهد کرد که به دنبال یافتن تکنیکی برای کاهش هزینه های پول باشند (مشیری و کریمی، ۲۰۰۶). بنابراین در پژوهش صورت گرفته مدل با استفاده از یک نرم افزار کارآمد و ارزان و بر اساس معیارها و پارامترهای زمانی و مکانی برای پیش بینی مراجعه کنندگان به دستگاه های خودپرداز و بر اساس پیشینه و مرور ادبیات پژوهش الگوی تصمیم گیری بر اساس موقعیت زمانی و مکانی در جهت ارتقای عملکرد شبکه خودپردازها عمل مینماید.

این پژوهش در پنج بخش نگارش شده است. کلیات و شرایط حاکم بر فضای مساله به طور اجمالی مطرح شد و سپس مروری بر مقالات حوزه بانکداری، مدل های داده کاوی با تمرکز بر خوشه بندی کلان داده ها، و کاربرد مدل های کنترل موجودی دستگاه های خودپرداز انجام گرفته و شکاف های تحقیقاتی در ادبیات موضوع شناسایی شده اند. در بخش دوم مباحث مربوط به روش شناسی پژوهش، معرفی اصطلاحات و متغیرها و سپس معرفی الگوریتم های استفاده شده برای مساله ارائه شده است.

(سناریوها) برای مسئله است؛ حال آنکه ممکن است سناریوهایی مناسب‌تر وجود داشته باشند.

محققان مطالعه‌ای با عنوان «ی-ک بهین-ه-س-سازی ابتکار محور برای یک مدل اندازه بزرگ دارای ظرفیت محدود در شبکه ماشین‌های خودپرداز» انجام دادند (سوپاتچایا، ۲۰۱۳) در این مطالعه - که در کشور تایلند انجام گرفت - محققان مسئله مراجعه مشتریان را در یک شبکه از ماشین‌های خودپرداز به منظور ارضاکردن تقاضا و نیازهای مشتریان به موجودی نقدی در دوره‌های متعدد، با تقاضای قطعی بررسی کردند. هدف از این پژوهش، تعیین میزان پول به منظور قراردادن در دستگاه‌های خودپرداز و مراکز وجه نقد (خزانه‌ها) برای هر دوره، در طول یک افق زمانی مشخص بوده است. الگوریتم‌ها در این مسئله، به عنوان یک مسئله موجودی چندپله‌ای با اندازه بزرگ دارای ظرفیت محدود تک آیتمی در نظر گرفته شدند تا هزینه‌های کل راه اندازی و فعالیت شبکه دستگاه‌های خودپرداز حداقل شود. محققان در این مطالعه، مسئله را به عنوان یک مسئله عدد صحیح مختلط فرموله کردند و یک رویکرد را مبتنی بر فرمول سازی مجدد مدل، به عنوان فرمول کوتاه ترین مسیر برای یافتن جواب نزدیک به جواب بهینه ارائه دادند. این فرمول سازی مجدد، مانند یک مدل سنتی و رایج است، اما در آن، به جز محدودیت‌های ظرفیت، محدودیت‌های توازن موجودی و راه اندازی مربوط به مدیریت پول در دستگاه‌های خودپرداز آزادسازی شده است. مدل جدید ارائه شده، متغیرها و محدودیت‌های بیشتری ایجاد می‌کند، اما برای حل کردن با برنامه ریزی کوتاه مدت، سریع‌تر است. از سوی دیگر، مهم‌ترین ضعف این تحقیق، در نظر گرفتن تقاضا به صورت قطعی در مسئله اندازه بزرگ است؛ چرا که میزان تقاضای موجودی دستگاه‌های خودپرداز در دنیای واقعی، غیر قطعی و احتمالی محسوب می‌شود.

محققان دیگری مطالعه‌ای را با عنوان «سیاست کنترل داده محور برای عملیات پشتیبانی: یک مطالعه موردی

در (واگنر، ۲۰۱۷) چهار چوبی مفهومی برای دستیابی به راهبرد گسترش پیش بینی بهینه برای یک شبکه از دستگاه‌های خودپرداز ارائه شد و مزایای بالقوه و ممکن یک نرم افزار پیش بینی پیچیده ارزیابی شد. پژوهش، طراحی یک مطالعه موردی اکتشافی را به کار گرفت که بر مبنای پژوهش عملیاتی مرسوم با استفاده از شبیه سازی رخ داده‌های قطعی است. مجموعه موردی واحد (تنها) استفاده شده، به خاطر تأکید سؤال پژوهش بر تعریف متغیرهایی است که به جای مشاهده تفاوت‌های درون صنعت، بر راهبرد توسعه و تکمیل موجودی نقدی بهینه، اندازه تأثیر آن‌ها و روابط درون‌سی (میانی) متغیرها تأثیر می‌گذارد. این مطالعه نشان داد که به با - ک - کارگیری الگوریتم واگنر-ویتین<sup>۹</sup> برای تخصیص موجودی بهینه و استفاده از برنامه صحیح دانتزیگ<sup>۱۰</sup>، به منظور تعریف کردن و تعیین ریشه‌های حداقل فاصله مجموع می‌توان صرفه جویی عمده‌ای برای ارایه سرویس به مشتریان بدست آورد. در غیر این صورت، شرط کافی برای یک جواب بهینه نزدیک بین، به تعدادی محدودیت روی حجم تقاضای مقادیر پارامترهای نیاز دارد؛ بنابراین، این شرط کافی چندان محدودکننده نیست. به این صورت که آن را به صورت فوری برای خانواده حجم تقاضای ارلنگ<sup>۱۱</sup> حفظ می‌کند.

در ایران بابه کارگیری روش شبیه سازی مونت کارلو، سیاست مناسب کنترل موجودی ده دستگاه از خودپردازهای بانک صادرات در شهر شیراز استان فارس تعیین شد (سلیمی فرد و فرج زاده، ۲۰۱۲) در این پژوهش، برای تعیین موجودی، از پنج سناریو و چهار زیرسناریو بر اساس سقف شارژ (حداکثر موجودی) و نقطه شارژ (حداقل موجودی) استفاده شد. این سناریوهای به نوبه خود بر اساس میزان کمبود و مازاد پول در دستگاه‌ها با هم مقایسه شدند و در نهایت، انتخاب بهترین سناریو صورت گرفت. از ضعف‌های این پژوهش، به کارگیری پاسخ‌هایی از پیش تعیین شده

11 .Erlang  
12 . Supatchaya

8 . Wagner  
9 .Wagner-Within  
10 .Dantzig

این پیش‌بینی یکپارچه و رویه‌بهبینه‌سازی برای یک‌منظور یاهداف، در هزینه سود نقدی و نارضایتی مشتری بالقوه بهتر عمل میکند. البته این شبیه‌سازی بر اساس عملکرد تنها پنج دستگاه خودپرداز صورت پذیرفت.

در مجموع نگاهی به مطالعات پیشین نشان میدهد که در بیشتر پژوهش‌ها تقاضای دستگاهها به صورت قطعی (و نه احتمالی) در نظر گرفته شده است، بدین منظور در پژوهش حاضر خوشه‌بندی مجموعه از داده‌ها و تحلیل خوشه‌های حاصل بر اساس ویژگی‌های زمانی و مکانی انجام می‌پذیرد. و این فرایند در راستای اهدافی مانند شناسایی مکان‌های مناسب و توسعه بازاریابی موثر تخصیص بهینه منابع بهبود ارتباط با مشتری و ایجاد حس وفاداری با آنها صورت می‌پذیرد و همچنین حرکت سازمان را در جذب و نگهداری مشتریان قوت می‌بخشد این چارچوب همچنین نقاط ضعف و قدرت سازمان را مشخص می‌کند. بنابراین سازمان‌ها با کاهش نقاط ضعف و افزایش نقاط قوت خود می‌توانند به شکل مناسبی ارتباط خود را با مشتریانشان بهبود ببخشند و مانع رویگردانی و از دست رفتن مشتریان خود شوند.

## ۲- روش پژوهش :

در این پژوهش از داده‌های مراجعه‌کنندگان به ۳۷۸ دستگاه خودپرداز نصب شده در کل شهر تهران استفاده شد که شامل بیش از ۶۹۰۰۰ رکورد میباشد. بازه زمانی پژوهش از تاریخ ۱۳۹۶/۹/۲۵ تا تاریخ ۱۳۹۶/۱۰/۲۵ است و با توجه به مسایل حفاظتی بانک مطبوع از ذکر نام این بانک صرف‌نظر گردید، در ادامه برای خوشه‌بندی داده‌های زمانی و مکانی مشتریان و تحلیل آنها از روش خوشه‌بندی میانگین‌کای و برای تعیین تعداد خوشه‌بهبینه در دو بخش زمانی و مکانی از شاخص دیویس-بولدین استفاده شد. برای رسیدن به این منظور از نرم‌افزار اس‌پی‌اس‌مدلر ۱۵ استفاده شد که خوشه‌بندی را بصورت جداگانه و با استفاده از روش میانگین‌کای انجام و مورد تحلیل قرار گرفت. در گام بعدی با ترکیب نتایج درخت تصمیم اقدام به تشکیل متغیرهای ورودی درخت تصمیم<sup>۱۶</sup> انجام گرفته شد و سپس با استفاده از این درخت تصمیم سناریوهای

اکتشافی در یک مؤسسه مالی» را در آمریکا انجام دادند (بیکر، وایانانان و اشلی<sup>۱۳</sup>، ۲۰۱۲). آن‌ها به کمک یک مؤسسه مالی بزرگ که موجودی را در چندین دستگاه خودپرداز مدیریت می‌کند، ردهای جدید از سیاست‌های داده‌محور برای مسئله احتمالی پیش‌رو ارائه کردند؛ چراکه در این شرکت، مدیران ارشد تصور کرده‌اند که سیستم تأمین موجودی نقدی فعلی برای مدیریت دستگاه‌های خودپرداز، ناکارآمد و منسوخ بوده است و احتمالاً سال‌ها داده‌ها به‌کارگیری موجودی نقدی بهبود یافته، هزینه کل سیستم را کاهش می‌دهد. محققان در این مطالعه، رویه‌ای قوی برای برخورد با راهبردهای گسترش موجودی دستگاه‌های خودپرداز ارائه می‌کنند. برخلاف سایر مطالعات صورت گرفته که یک سیستم مرور دوره‌ای باتابع تقاضای نرمال را در نظر می‌گیرند، در این تحقیق، چنین فرضیه‌ای در نظر گرفته نشده است و تجزیه و تحلیلی قوی و جدید ارائه شده است. رویکرد محققان، سری‌های زمانی پیش‌بینی‌کننده بهینه را پیدا می‌کند و بهترین توزیع خطای پیش‌بینی هفتگی مناسب را ارائه می‌دهد. سطح موجودی نقدی، هدف بهینه تضمین شده و زمان بین سفارش‌ها، تنها از طریق یک‌ماژول بهینه در مسیری شبیه‌سازی شده به دست می‌آید. این مسیر به وسیله محققان برای مؤسسه شبیه‌سازی تعبیه شده است. پژوهشگران در این تحقیق، یک روش مطالعه موردی اکتشافی را برای جمع‌آوری اطلاعات برداشت از حساب نقد در ۲۱ دستگاه خودپرداز متعلق به مؤسسه مالی به‌کار گرفتند. رویکرد جدید آن‌ها، کاهش ۴/۶ درصدی کل هزینه‌ها را نشان داد. پژوهشی با عنوان «بهبینه‌سازی دستگاه‌های خودپرداز با پیش‌بینی‌های تقاضای گروهی» در شهر استانبول ترکیه انجام گرفت (اکینچی و دومان<sup>۱۴</sup>، ۲۰۱۴). مطالعه آن‌ها، یک مدل دستگاه‌های خودپرداز باتقاضای گروهی و همچنین بهینه‌سازی تجمیع خروج پول نقد روزانه را در فرایند پیش‌بینی پیشنهاد می‌کند. مطابق نتایج،

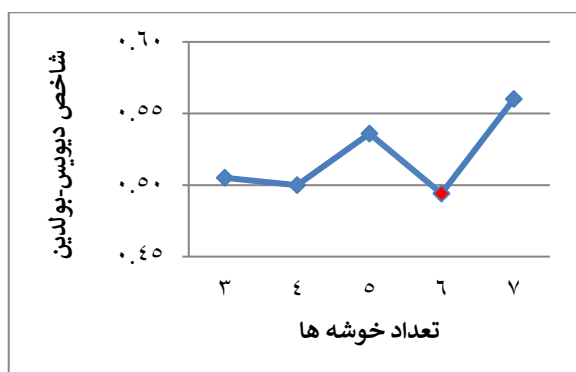
15 . IBM SPSS Modeler  
16 . C&R Tree

13 . Baker, Vaidyanathan, Ashley  
14 . Ekinci, Duman

بهترین خوشه بندی در این پژوهش از شاخص دیویس - بولدین استفاده شده است که در آن SC فاصله درون خوشه ای (مجموع فاصله بین تمامی بردارهای ورودی قرار گرفته در یک خوشه، از مرکز همان خوشه) و dce فاصله بین خوشه‌ای (مجموع فاصله بین مراکز تمامی خوشه‌ها) را نمایش می‌دهد. براساس شاخص دیویس - بولدین<sup>۲۲</sup>، بهترین خوشه بندی رابطه ۱ را کمینه می‌کند (دیویس و بولدین، ۱۹۷۹).

$$\text{رابطه } \frac{1}{c} \sum_{k=1}^c \min_{i \neq k} \left\{ \frac{S_c(Q_k) + S_c(Q_i)}{d_{ce}(Q_k, Q_i)} \right\} \quad (1)$$

نتایج حاصل از تعیین تعداد خوشه‌های بهینه با استفاده از شاخص دیویس - بولدین عبارتست از:  
۱ - تعداد خوشه‌ها برای تعداد مراجعه کنندگان در هر روز به دستگاه، مقادیر سه، چهار، پنج، شش، هفت به دست آمد که نتایج آن در نمودار ۱ نشان داده شده است.



نمودار ۱- تعداد خوشه‌های انتخابی براساس شاخص دیویس- بولدین در تعداد مراجعه کنندگان به دستگاه

با توجه به نمودار ۱ - خوشه‌ی بهینه برای تعداد مراجعه کنندگان در هر روز براساس شاخص دیویس - بولدین عدد ۶ می‌باشد که با رنگ قرمز مشخص شده است.

۲-تعداد خوشه‌ها برای مکان‌های قرارگیری دستگاهها بر حسب تقاضا مقادیر دو، سه، چهار، پنج به دست آمد که نتایج آن در نمودار ۲ نمایش داده شده است

نهایی مدل استخراج گردید و در نهایت نتایج حاصله مورد ارزیابی و تحلیل و بررسی قرار گرفت و در انتها نیز پیشنهادهای جهت ارتقای عملکرد سیستم ذکر گردید، فرایند اجرایی پژوهش در ادامه ارائه شده است.

### ۲-۱ خوشه بندی میانگین کای :

خوشه بندی تقسیم یک گروه ناهمگن به چندین زیر گروه ناهمگن است که بیشینه سازی تفاوت بین گروه‌ها و کمینه سازی تفاوت درون گروه‌ها را دنبال می‌کند (پونج و استوارت<sup>۱۷</sup>، ۱۹۸۳). روش موثر متداول میانگین کای نیز از جمله روش‌های متداول خوشه بندی غیر سلسه مراتبی است که توسط مک کوین<sup>۱۸</sup> ارائه شد (مک کویین، ۱۹۶۷) در واقع الگوریتم میانگین کای پارامتر ورودی k (تعداد خوشه‌ها) را گرفته و از طریق آن به تقسیم بندی مجموعه‌ی n عضوی می‌پردازد به طوری که شباهت درون خوشه‌ی آن بسیار زیاد اما شباهت بین خوشه‌ی آن اندک باشد (جانسون و ویچرن<sup>۱۹</sup>، ۲۰۰۷) به گفته محققین در میان الگوریتم‌های خوشه بندی روش میانگین کای برای تقسیم بندی بسیار رایج است (کیم<sup>۲۰</sup>، ۲۰۰۸).

### ۲-۲ درخت تصمیم گیری C&R :

از الگوریتم‌های پرکاربرد درخت تصمیم الگوریتم C&R است این درخت از دسته بندی ورگسیون برای پیش بینی استفاده می‌کند (کولوس<sup>۲۱</sup>، ۲۰۱۶) هر گره ابتدا فیلد‌های ورودی را برای یافتن بهترین تجزیه آزمایش می‌کند تا شاخص ناخالصی حاصل از تجزیه کم‌ترین مقدار می‌باشد تمام تجزیه‌ها دو دو می‌هستند و تا زمانی ادامه می‌یابند که یکی از معیارهای توقف برآورده شود درک مدل‌های این درخت و تفسیر قوانین استخراج شده نسبت به سایر مدل‌ها ساده‌تر است. برای آموزش درخت تصمیم مدل C&R یک متغیر باید فیلد خروجی باشد و یک یا تعداد بیشتری فیلد ورودی وجود داشته باشند (سجادی و عظیمی، ۲۰۱۴).

### ۳- یافته‌ها:

در گام نخست پیش از شروع خوشه بندی ابتدا باید مقدار K (تعداد خوشه‌ها) تعیین گردد. برای تعیین

20 .Kim  
21 .Kolos  
22 .Davies and Bouldin

17 . Punj, Stewart  
18 .McQueen  
19 . Johnson, Wichern

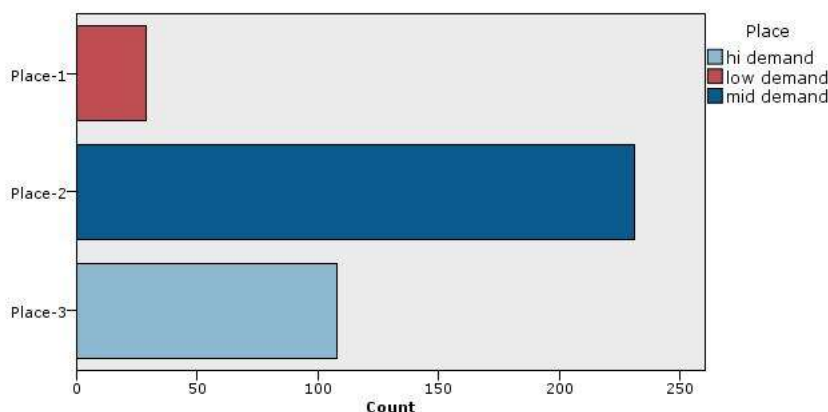
این شاخص عدد ۳ می باشد که با رنگ قرمز مشخص شده است.

حال با تعیین تعداد خوشه ها برای تعداد مراجعه کننده روزانه و مکان های قرارگیری دستگاهها با ورود دیتای مربوط به مراجعه کنندگان به محیط نرم افزار خوشه بندی براساس الگوریتم میانگین کای انجام می پذیرد. تعداد خوشه های تعیین شده بهینه برای مکان قرارگیری دستگاههای خودپرداز براساس شاخص دیویس-بولدین عدد ۳ بدست آمد که نتایج خوشه بندی اطلاعات توسط الگوریتم میانگین کای در نمودار ۳ ارائه شده است.



نمودار ۲: تعداد خوشه های انتخابی براساس شاخص دیویس-بولدین برای مکان های قرارگیری دستگاهها با توجه به نمودار ۲ خوشه ی بهینه برای مکان های قرارگیری دستگاهها برحسب تعداد مراجعه کننده براساس

Value	Proportion	%	Count
Place-1	low demand	7.88	29
Place-2	mid demand	62.77	231
Place-3	hi demand	29.35	108



نمودار ۳- نتایج خوشه بندی مکان قرارگیری دستگاههای خودپرداز

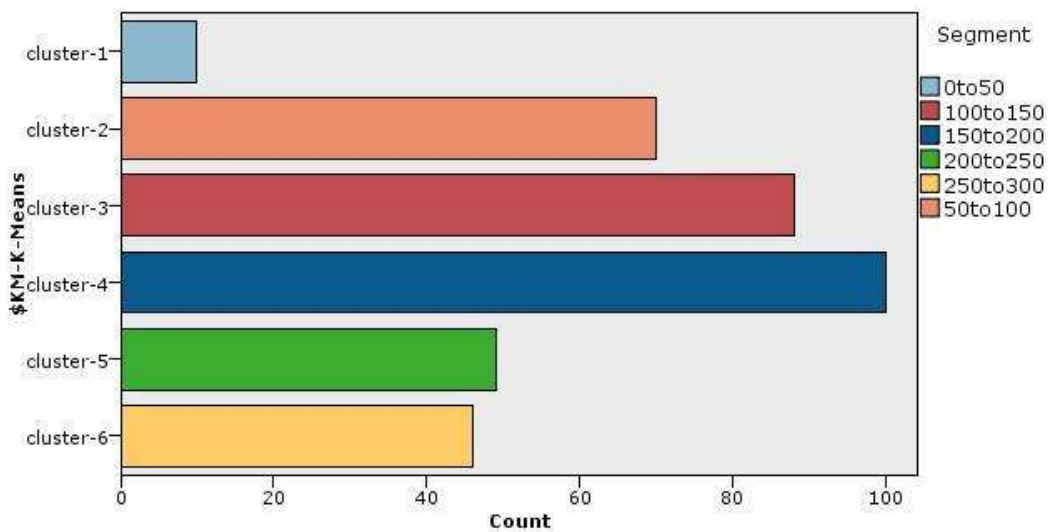
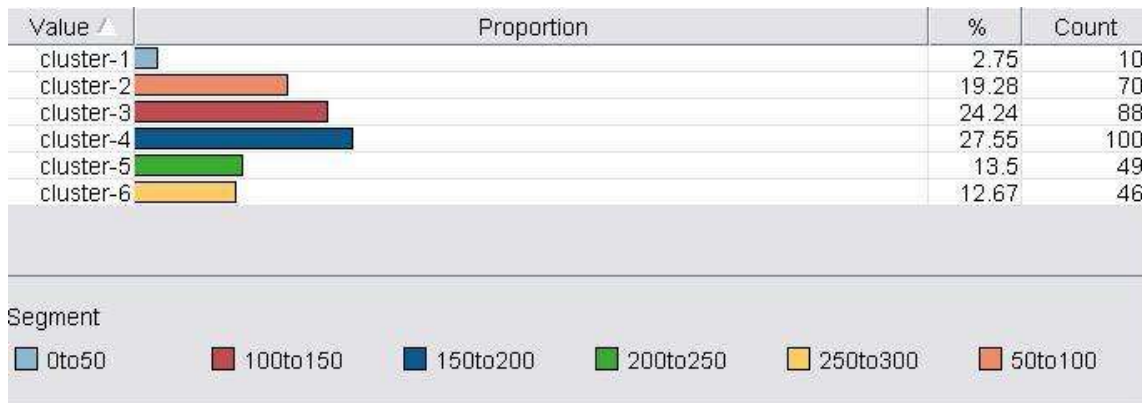
دستگاههایی که در مراکز با تقاضای متوسط هستند مربوط به مکان هایی با بافت غالباً مسکونی هستند و دستگاههای قرار گرفته در خوشه کم تقاضا به طور کلی در نزدیکی مراکز اداری و آموزشی قرار دارند که در ساعات خاصی از روز از آنها استفاده می گردد.

پس از خوشه بندی مکان قرارگیری دستگاهها نوبت به خوشه بندی تعداد مراجعه کنندگان به دستگاهها می گردد، تعداد مراجعه کنندگان به دستگاهها در این پژوهش

براساس نمودار فوق دستگاههای خودپرداز در سه مکان با تقاضای زیاد، تقاضای متوسط و تقاضای کم قرار دارند که پس از کنترل نمودن شماره سریال هر یک از دستگاهها و مکان قرارگیری آنها مشخص گردید. دستگاههایی که در مکان های پر تقاضا قرار دارند شامل دستگاههایی می باشند که در مراکز خرید، مراکز تفریحی و بازارهای شهر تهران قرار دارند. به عبارت دیگر اکثر این دستگاهها در بافت های تجاری شهر قرار گرفته اند و

تقویمی) محاسبه گردیده است. با توجه به اینکه تعداد خوشه های بهینه برای تعداد مراجعه کنندگان براساس شاخص دیویس -بولدین عدد ۶ بدست آمد نتایج این خوشه بندی به شرح نمودار ۴ می باشد.

به صورت روزانه بررسی شده و برای زمان های پر مراجعه<sup>۲۳</sup> (مانند روزهای کاری ابتدای هفته، زمان واریز یارانه ها، زمان واریز حقوق بازنشستگان و ...) و زمان های کم مراجعه<sup>۲۴</sup> (مانند روزهای آخر هفته یا تعطیلات



نمودار ۴- نتایج خوشه بندی تعداد مراجعه کننده روزانه به دستگاههای خودپرداز

بندی مکانی اقدام به ایجاد درخت تصمیم C&R برای زمان های کم مراجعه و زمان های پر مراجعه می نماییم که نتایج آن به شرح نمودار ۵ و ۶ می باشد.

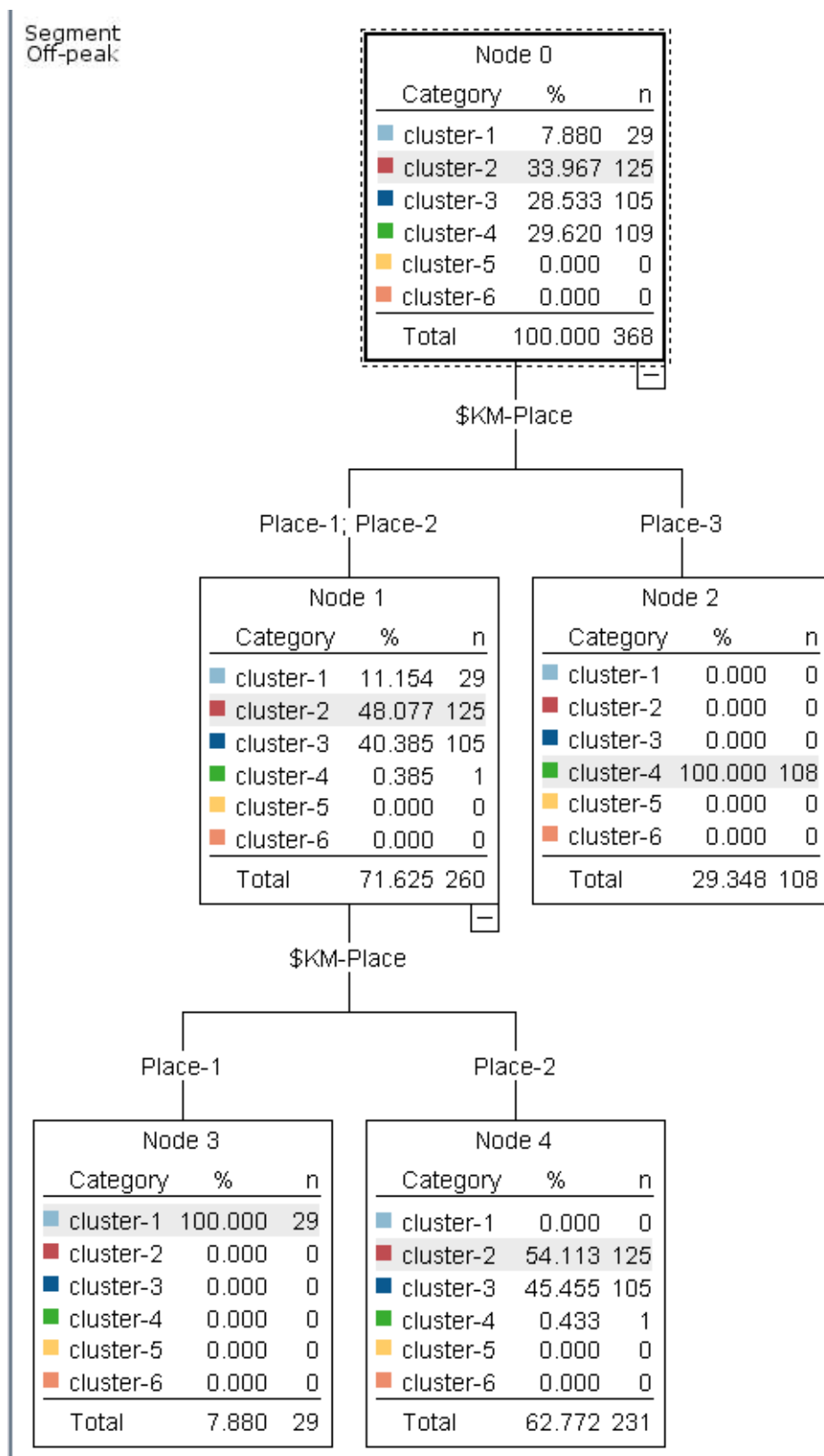
بر اساس تعداد مراجعین تقسیم بندی خوشه ها در ۶ بخش که بین ۰ تا ۳۰۰ مراجعه کننده روزانه برای هر دستگاه می باشد انجام پذیرفته است. در ادامه با ترکیب فیلهای خروجی<sup>۲۵</sup> خوشه بندی تعداد مراجعان و خوشه

25 .Merge

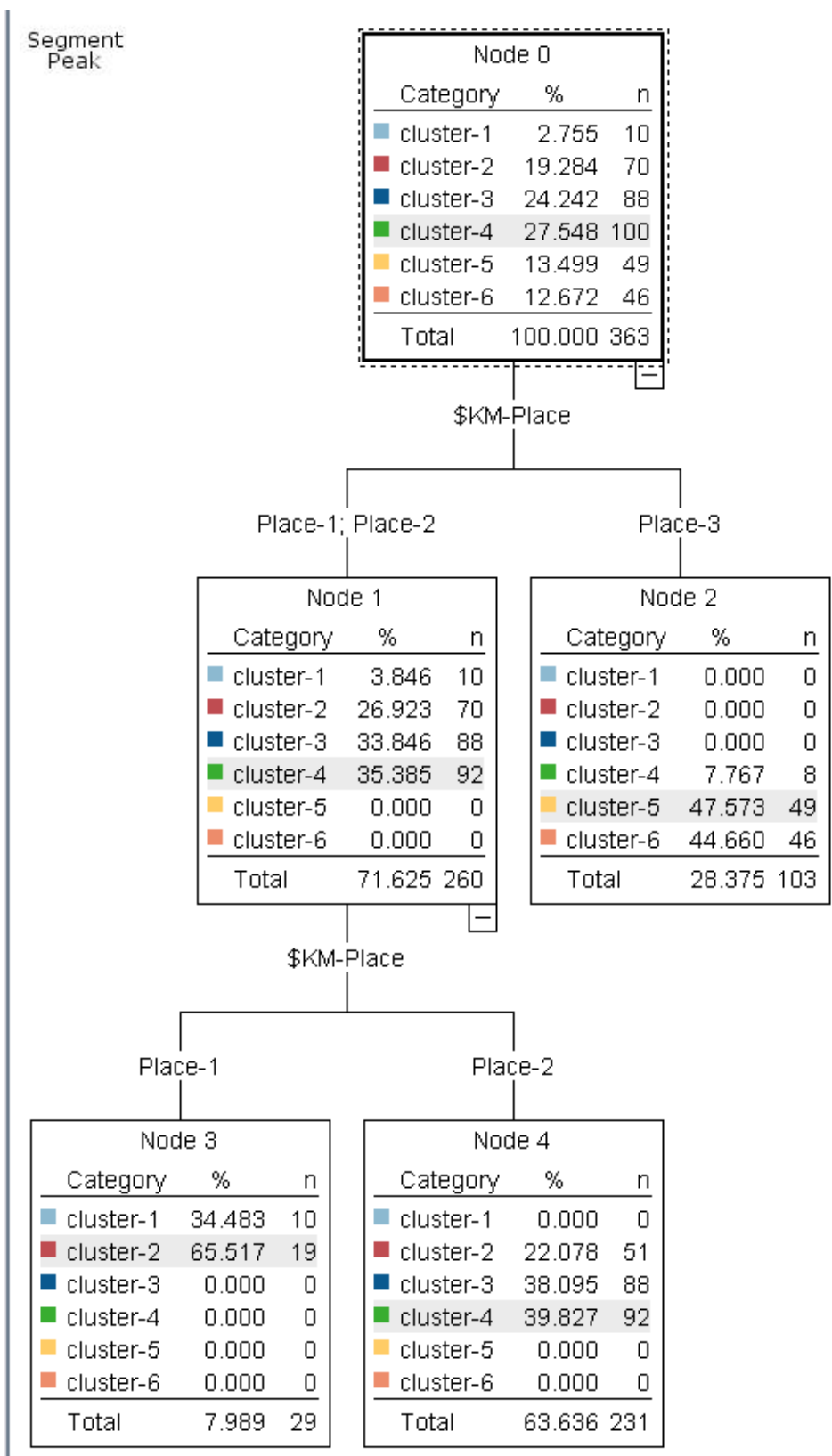
23 .Peak Time

24 .Off peak Time





نمودار ۵- درخت تصمیم زمان های کم مراجعه (Off Peak)



نمودار ۶- درخت تصمیم زمان های پر مراجعه (Peak)

باشد و در نهایت تمامی دستگاههای مکان ۱ در خوشه های ۱ و ۲ (۵/۳۴)٪ برای خوشه ۱ و ۵/۶۵٪ برای خوشه ۲ قرار گرفتند که به معنی وجود حداکثر ۱۰۰ مراجعه کننده برای این دستگاهها در زمان های پرمراجعه می باشد. حال با توجه به موارد مطرح شده می توان خاطر نشان کرد که با افزایش مراجعه کنندگان در زمان های پرتقاضا اولاً ترکیب قرار گرفتن دستگاهها در خوشه ها پراکنده تر شده و بازه ی تعداد مراجعه کنندگان افزایش می یابد ثانیاً چنانکه از تعداد دستگاههای سالم و در جریان سرویس دهی مشخص است که با افزایش تعداد مراجعین در زمان های پرمراجعه و افزایش تراکنش ها در بازه مورد بررسی تعداد ۵ دستگاه از جریان سرویس دهی به علت مشکلات فنی خارج شده اند که همین مسئله در دقت پیش بینی ها تاثیر گذار می باشد.

#### ۴- بحث و نتیجه گیری:

در این پژوهش سناریوهای بهینه تعداد مراجعین به دستگاههای خودپرداز با تمرکز بر رویکرد زمانی و مکانی دستگاهها ارائه گردید. این مسئله به دلایلی مانند پویایی، نبود راه حل های از پیش تعیین شده و جمع آوری داده ها به صورت تجربی، جزء مسائل و پیشامد های گسسته می باشد. در جداول ۱ و ۲ میزان دقت پیش بینی الگوی ارائه شده، به نمایش در آمده است:

با توجه به درخت تصمیم مندرج در نمودار ۵ ( زمان های کم مراجعه) نتایج زیر به دست آمد:

۱۰۰٪ دستگاه های نصب شده در مکان های پرتقاضا (مکان ۳) در خوشه (۴) قرار دارند این بدان معنی است که تمامی دستگاههای اماکن پرتقاضا در زمان های کم مراجعه تعداد ۱۵۰ تا ۲۰۰ مراجعه کننده در روز دارند. و همچنین حدود ۵/۹۹ درصد دستگاههای موجود در مکان هایی با تقاضای متوسط (مکان ۲) در خوشه های ۲ و ۳ قرار دارند (۵۴٪ برای خوشه ۲ و ۵/۴۵٪ برای خوشه ۳) یعنی در زمان کم مراجعه دستگاههای نصب شده در این اماکن ۵۰ تا ۱۵۰ مراجعه کننده در روز دارند. و ۱۰۰٪ دستگاهها نصب شده در مکان های کم تقاضا (مکان ۱) در خوشه ۱ قرار دارند که شامل حداکثر ۵۰ مراجعه کننده روزانه در زمان های کم مراجعه برای این دستگاهها می باشد.

حال با عنایت به درخت تصمیم نمایش داده شده در نمودار ۶ که مربوط به زمان های پر مراجعه می باشد می توان اینگونه اظهار نظر نمود: قریب به ۳/۹۲٪ دستگاههای نصب شده در مکان های پرتقاضا (مکان ۳) در خوشه های ۵ و ۶ قرار دارند که شامل ۲۰۰ تا ۳۰۰ مراجعه کننده در زمان های پرمراجعه می باشد و در ادامه تمامی دستگاههای نصب شده در مکان های با تقاضای متوسط (مکان ۲) در خوشه های ۲ و ۳ و ۴ قرار دارند که شامل ۵۰ تا ۲۰۰ مراجعه کننده روزانه در زمان های پرمراجعه می

#### Analysis

Results for output field \$KM-K-Means		
Comparing \$R-\$KM-K-Means with \$KM-K-Means		
Correct	339	92.08%
Wrong	29	7.92%
Total	368	

جدول ۱- دقت پیش بینی درخت تصمیم برای زمان های کم مراجعه Off Peak

#### Analysis

Results for output field \$KM-K-Means		
Comparing \$R-\$KM-K-Means with \$KM-K-Means		
Correct	258	71.2%
Wrong	105	28.8%
Total	363	

جدول ۲- دقت پیش بینی درخت تصمیم برای زمان های پرمراجعه Peak

شاهد این واقعیت هستیم که با افزایش تقاضا تا (۳۰۰ مراجعه در روز) در این مکان تعداد ۵ دستگاه از سرویس خارج می شود که شایسته است جهت مدیریت منابع موجود و افزایش کارایی شبکه خودپردازها موقعیت دستگاههای یاد شده در مکان ۱ به مکان ۳ انتقال یابد.

۳- با استفاده از الگوی ارائه شده می توان ناکارایی خودپردازها را در شبکه خودپردازهای شهر تهران را مدیریت نمود و مشکلاتی همچون کمبود اسکناس یا نگهداری نامناسب با تشخیص دستگاههای فاقد کارایی با توجه به متمرکز بودن عملیات نظارت شعبه و پول رسانی توسط خزانه داری مرتفع می گردد. در نهایت باید شناسایی مکانهای جدید و انتقال آن ها براساس زمان بندی مناسب در دستورکار قرار گیرد چرا که رعایت این موارد علاوه بر کاهش هزینه ها و افزایش سطح سرویس دهی بانک ها به مشتریان سبب افزایش کارایی خودپردازها و افزایش سهم درآمد کارمزدی بانک می شود.

#### ۵- پیشنهادهای آتی :

برای مطالعات و پژوهش های آتی پیشنهادهایی از قبیل ارائه مدل ریاضی دو هدفه حداقل سازی هزینه نگهداشت پول مازاد و هزینه فرصت از دست رفته و حل مدل جهت دستیابی به متغیرهای نقطه و میزان سفارش پول با استفاده از بهینه سازی از طریق شبیه سازی<sup>۲۶</sup> و با کمک الگوریتم های فرا ابتکاری و محاسبه ترکیب بهینه اسکناس های قابل شارژ در دستگاه در صورت موجود بودن اطلاعات مربوط به ترکیب اسکناس های پول گذاری شده در دستگاه های خودپرداز را می توان مدنظر قرارداد. علاوه بر این، پژوهش ها می توان برای تخمین هزینه ها از دیدگاه های مدیران و خبرگان بانکی استفاده نمود که پیشنهاد می شود ریزه هزینه های مربوط به پول گذاری و هزینه های فرصت از دست رفته، نیز محاسبه شود تا نتایج، دقیق تر و قابل قبول تر باشد.

همانگونه که در جدول ۱ اشاره شد درخت تصمیم ارائه شده توانست پس از یادگیری داده های ورودی با دقت کمی بیش از ۹۲٪ پیش بینی صحیحی ارائه دهد که این میزان در بازه زمانی پر مراجعه به میزان ۷۱٪ کاهش می یابد که براساس نظرات خبرگان و مدیران بانکی این کاهش دقت پیش بینی مربوط به نقص فنی دستگاهها به علت بیشتر شدن مراجعات، کمبود اسکناس ها در مخازن دستگاهها و غیر منظم شدن مراجعات به دستگاهها و خدمات نگهداری نامناسب دستگاهها در زمان های پر تقاضا می باشد. با توجه به یافته های سایر مقالات و پژوهش ها درباره افزایش کارایی خودپردازها در مجموع می توان مواردی از قبیل وضعیت پول رسانی خودپردازها، وضعیت تعمیرات و نگهداری خودپردازها و مکان نصب خودپردازها را در نظر گرفت. افزایش کارایی خودپردازها به کوتاه شده صفوف انتظار مشتریان برای دریافت خدمات و به دنبال آن کاهش هزینه مشتریان از دست رفته برای بانک می انجامد. براساس سناریوهای ایجاد شده به منظور ارتقای کارآمدی خودپردازها و رفع مشکلات و موانع آنها موارد زیر پیشنهاد می گردد:

۱- بررسی ها نشان داد برخی از خودپردازها در ساختمان های اداری (مانند شهرداری ها و دانشگاه ها و سازمانهای دولتی و ...) قرار دارند که به علت ارائه سرویس تا پایان ساعات اداری ادارات مذکور کارایی آنها کم است و لازم است محل نصب آنها به گونه ای قرار گیرد که علاوه بر دسترسی کارکنان آن سازمانها در ساعات اداری و ایام تعطیل سایر افراد نیز در خارج از ساعات اداری بتوانند از خدمات آنها استفاده نمایند.

۲- با توجه به گره مکان شماره ۱ در درخت تصمیم زمان های پر مراجعه و کم مراجعه در می یابیم که حدود ۸٪ کل دستگاهها (۲۹ دستگاه) در این مکان قرار دارند که از این میان تعداد ۱۰ دستگاه همیشه در خوشه یک یعنی کمتر از ۵۰ مراجعه کننده در روز قرار می گیرند که با توجه به تعداد بسیار کم مراجعه کننده توجیه اقتصادی برای وجود دستگاه خودپرداز در این مناطق وجود ندارد. از طرفی با توجه به گره مکان شماره ۳ در درخت تصمیم

Decision Science Institute Conference, 24–27 June, Istanbul, Turkey.

## منابع

9. Supatchaya, Ch. (2013). "An optimization-based heuristic for a capacitated lot-sizing model in an automated teller machines network", *Journal of Mathematics and Statistics*, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok, Thailand, Vol. 9, No. 4, PP. 283–288.
10. Baker, T., Vaidyanathan, J., and Ashley, N. (2012). "A data-driven inventory control policy for cash logistics operations: An exploratory case study application at a financial institution", *Decision Sciences*, Vol. 44, No. 1, PP. 205–226.
11. Ekinci, Y., Lu, J. Ch., and Duman, E. (2014). "Optimization of ATM cash replenishment with group-demand forecasts", *Expert Systems with Applications*, doi: <http://dx.doi.org>, Vol. 42, No. 7, PP. 3480–3490.
12. Punj, G.N. and Stewart, D.W. (1983) "Cluster analysis in marketing research: Review and suggestions for application", *Journal of Marketing Research*, 20, pp. 134-148.
13. McQueen, J.B. (1967) "Some methods for classification and analysis of multivariate observations", *Proceeding of 5th Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability*, 1, pp. 281-297.
14. Johnson, R.A. and Wichern, D.W. (2007), *Applied Multivariate Statistical Analysis*, 6th Edn., Pearson Prentice Hall, USA.
15. Kim, K.J. and Ahn, H. (2008). "A recommender system using GA Kmeans clustering in an online shopping market", *Expert Systems with Applications*, 34, pp. 1200-1209.
16. Kolos, C. (2016). "Pareto improvement and joint cash management optimization for banks and cash-in-transit firms", *European Journal of Operational Research*, PP. 1–9.
17. Sajjadi, Kh., and Azimi, P. (2014). "Optimizing the number of bank branches equipments by simulation and annealing
1. Altunoglu, Y. (2010). "Cash inventory management at automated teller machines under incomplete information", MSc Thesis of Turkey BILKENT University, PP. 25–40.
2. Naghshineh, N., Hanifi, F., and Kordloei, H. (2013). "Management of bank assets and liabilities with the help of linear multi-objective programming by econometric simulation, Case study: Bank X", *Journal of Financial Engineering and management of securities (Portfolio Management)*: Vol. 4, No. 14, PP. 61–81.
3. Kavand, M. (2010). "Design of assets liabilities optimal management mathematical model in non-usury banking - MCDM approach, case study: Iran Tose'e saderat bank", MSc Thesis submitted by help doctor Adel Azar, PP. 35–45.
4. Eghtesad novin bank risk study group (2008). "Assets liabilities management and liquidity risk in financial institutions", Farasokhan, Tehran.
5. Moshiri, E., and Karimi, M. (2006). "Optimal assets liabilities management in the banks using goal programming model (GP) and AHP method (Case study: Karafarin Bank)", Vol. 8, No. 22, PP. 89–114.
6. Smitus, R., Dilijonas, D., Bastian, L., Friman, J., and Drobinov, P. (2007). "Optimization of cash management for ATM network", *Information Technology And Control*, Vol. 36, No. 1, PP. 117–121.
7. Wagner, M. (2017) "The optimal cash deployment strategy-Modeling a network of Automated teller machines", MSc Thesis, Hanken Swedish School of Economics and Business Administration, PP. 70–80.
8. Salimifard, Kh., and Farajzadeh, S. (2012), "Using monte carlo simulation to determine the amount of money in the ATM and the improvement of customer satisfaction", *Proceeding of the 3rd Annual European*

algorithm”, Journal of Management Researches in Iran, Vol. 18, No. 4, PP. 65–86.

18. Davies, D.L. and Bouldin, D.W. (1979) “A cluster separation measure”, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine, 24(2), pp. 224-227.