مجله تحقیق در عملیات در کاربردهای آن، سال هفدهم، شماره دوم (پیاپی ۶۵)، تابستان ۹۹، ص ص ۷۰-۴۷
شاپا ۷۲۸۶-۲۲۵۱

طراحی مدل بهینه‌سازی کنترل موجودی دستگاه‌های خودپرداز شهر تهران

علیرضا آقا قلیزاده سیار[۱]، محمدرضا معتدل[۲*]، علیرضا پورابراهیمی[۳]

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

۲ – استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز، گروه مدیریت صنعتی، تهران، ایران

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

رسید مقاله: ۲۵ اردیبهشت ۱۳۹۷

پذیرش مقاله: ۲۸ اردیبهشت ۱۳۹۸

چکیده

ازآنجا که دستگاه‌های خودپرداز یکی از مهم‌ترین کانال‌های توزیع وجه نقد هستند، مدیریت موجودی آن‌ها یکی از مهم‌ترین وظایف بانک‌ها به‌شمار می‌رود. این مقاله به دنبال ارایه مدلی پویا و بهینه برای کنترل موجودی دستگاه‌های خودپرداز، با توجه به شرایط زمانی و مکانی دستگاه است. دستگاه‌های مورد بررسی ۳۶۸ عدد در شهر تهران هستند و بررسی رفتار دستگاه‌ها در بازه زمانی سه ماهه در سال ۱۳۹۶ انجام گرفته که شامل ۱۸۹۶۵۷ رکورد می‌باشد. این مدل با خوشه‌بندی داده‌های آماری در بعد زمانی و مکانی موفق به یادگیری الگوی موجود در کلان داده‌ها شده و بر همین مبنا درخت تصمیم ارایه شده قادر به پیش‌بینی تعداد مراجعه‌کننده به هر دستگاه می‌باشد. سپس با شبیه‌سازی سناریوهای به‌دست آمده هزینه‌های سیستم مشخص می‌گردند تا در نهایت با بهینه‌سازی مدل ارایه شده برای هر سناریو، میانگین هزینه کل سیستم به میزان ۱۲ درصد کاهش پیدا می‌کند.

کلمات کلیدی: داده کاوی، خوشه‌بندی میانگین کای، درخت تصمیم، شبیه‌سازی، بهینه‌سازی، الگوریتم جستجوی.

۱ مقدمه

رضایت‌مندی مشتری در گرو ارایه سرویس‌های مناسب از طرف بانک می‌باشد. پیش‌بینی تعداد مراجعه‌کنندگان دستگاه‌های خودپرداز می‌تواند کیفیت خدمات‌دهی بانک‌ها را به شدت بهبود ببخشد و در نتیجه به طور مستقیم در افزایش سودآوری بانک‌ها موثر باشد، بنابراین مدیریت و تدوین راهبردهای کلی بانک در زمینه پول‌گذاری دستگاه‌های خودپرداز با علم به چگونگی رفتار مصرفی دستگاه‌ها امکان‌پذیر است [۱]. همچنین ایجاد یک بستر نرم افزاری مناسب برای پیش‌بینی مراجعه‌کنندگان به دستگاه با ایجاد نظم و انسجام در فرایندهای روزانه این امکان را فراهم می‌سازد که بانک تامین پول دستگاه‌های بیشتری را تقبل کند و محدوده عملکردی خود را گسترش دهد. بدین ترتیب راه کارهای نرم افزاری در مورد پیش بینی تقاضای دستگاه‌های را کاهش می‌دهد و

* عهده‌دار مکاتبات

آدرس الکترونیکی: dr.motadel@gmail.com

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2020.17.2.4.2]

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 برنامه‌ریزی نماید. در این مقاله با در نظر گرفتن کلان داده‌های[1] مربوط به خودپردازهای یک بانک دولتی در سطح شهر تهران، به عنوان ورودی، مدلی ارایه گردیده که با استفاده از تکنیک‌های داده کاوی[2]، دستگاه‌های خودپرداز را در دو بعد زمانی و مکانی خوشه‌بندی[3] می‌نماید که منجر به ایجاد سناریوهای مختلف برای تعداد مراجعه‌کنندگان در هر خوشه می‌گردد. سپس با شبیه‌سازی[4] مقادیر هزینه‌های مربوط به کنترل موجودی دستگاه‌های خودپرداز در خوشه مربوطه و بهینه‌سازی[5] متغیرهای مربوطه موفق به کاهش هزینه کل مربوط به این دستگاه‌ها می‌گردد.

این پژوهش در هفت بخش نگارش شده است. کلیات و شرایط حاکم بر فضای مساله و بیان مساله در بخش اول مطرح می‌شود و در بخش دوم مروری بر مقالات حوزه بانک‌داری، مدل‌های داده کاوی با تمرکز بر خوشه‌بندی کلان داده‌ها، و کاربرد مدل‌های کنترل موجودی دستگاه‌های خودپرداز انجام گرفته و شکاف‌های تحقیقاتی در ادبیات موضوع شناسایی شده‌اند. در بخش سوم روش شناسی پژوهش، معرفی اصطلاحات و متغیرها و سپس معرفی الگوریتم های استفاده شده برای مساله ارایه شده است. در بخش چهارم مراحل اجرای مدل به صورت گام به گام ارایه شده است. در بخش پنجم، بحث پیرامون مدل ارایه شده است و در بخش ششم شرح نتایج به دست آمده ارایه شده است. در بخش هفتم، پیشنهادات و زمینه‌های مطالعات بیش‌تر در تحقیقات آتی معرفی شده‌اند.

امروزه یکی از مشکلات مهم در موسسات صنعتی و بازرگانی، عدم وجود سیستم‌های کنترل موجودی سریع و منطبق با نیازهای محیطی می‌باشد [۲]. تعداد محدودی از مؤسسات تولیدی هستند که کم و بیش به اهمیت کنترل مواد و کالاها استفاده از سیستم‌های کنترل موجودی به‌عنوان ابزاری مدیریتی واقفند و اقداماتی جهت برقراری آن نموده‌اند و بقیه فاقد سیستم‌های کارا می‌باشند[۳]. این گونه مؤسسات به‌علت عدم دسترسی به اطلاعات درست و به موقع از موجودی‌ها و میزان و نوع آنها قادر به تهیه وتدارک تقاضای خود نیستند، و مسلم است که دچار مشکلاتی در این زمینه‌اند و در جستجوی سیستم‌های کاراتری برای مدیریت و کنترل موجودی‌ها هستند[۴]. به عبارت دیگر با گسترش و رشد روز افزون تغییرات در محیط خارجی سازمان‌ها و شدیدتر شدن رقابت سازمان‌ها دیگر سیستم‌های سنتی کنترل موجودی قادر به برآورده نمودن نیازهای سازمان‌ها نبوده که این خود شامل هزینه‌های مضاعفی برای سازمان می‌باشدکه از جمله آنها می‌توان به کاهش فروش، کاهش اعتبار سازمان، افزایش هزینه‌های نگهداری، حمل و نقل، زیاد شدن تاخیرها، از دست رفتن مشتریان، سوق دادن مشتریان به سمت رقیبان و غیره اشاره نمود[۵]. با توجه موارد یاد شده و در جهت غلبه بر مسایلی که شرح آن رفت استفاده از یک سیستم یکپارچه مدیریت و کنترل موجودی که مبتنی بر کلان داده‌ها می‌باشد از این منظر که اطلاعات کافی و دقیق را در لحظه در اختیار مدل و یا شخص تصمیم‌گیرنده می‌گذارد می‌تواند راه حلی برای

[1].Big Data
[2].Data Mining
[3].Clusterig
[4].Simulation
[5].Optimization

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2020.17.2.4.2]

مشکلات یاد شده قلمداد گردد[۶]. چون تکامل صنعت بدون کاربرد روش‌های نوین و فنون پیشرفته عملی نخواهد بود، در همین راستا می‌توان از فنون و علوم نوین مدیریت و کنترل موجودی بهره‌ای شایان جست. چراکه زمان و هزینه از عناصر اصلی مدیریت به شمار می‌رود [۹-۷].

با این توضیح با پیش‌بینی تعداد مراجعه‌کنندگان به دستگاه‌های خودپرداز می‌توان با یادگیری ماشینی و در ادامه با مدل‌سازی رفتار داده‌های تاریخی بر مبنای پارامترهای تاثیرگزار تعداد مراجعه‌کنندگان به دستگاه‌ها را با دقتی قابل قبول پیش‌بینی کرد[۱۰]. برخی از پارامترهای مؤثرمعرفی شده در این زمینه عبارت‌اند از: مصرف میانگین ماهانه، هفتگی و روزانه، پارامترهای تقویمی نظیر روز هفته، تعطیلات و نوع تعطیلات، رویدادهای مالی تأثیرگذار نظیر واریز یارانه‌ها در ایران و زمان‌های واریز حقوق و مستمری، پارامترهای جغرافیایی خاص هر دستگاه نظیر واقع شدن در نزدیکی مراکز خرید یا ادارات و اماکن خاص، و همچنین پارامترهای دیگری که با مطالعات کمی پیش رو استخراج می‌شوند. در این میان، روش‌های کلاسیک و مرسوم پیش‌بینی‌سری‌های زمانی نظیر میانگین متحرک و اتورگرسیون و ترکیبات حاصل از این‌مدل‌ها نظیر ساریما، در مدل‌سازی رفتارهای غیرخطی و معلول به پارامترهای زیاد، کارایی چندانی ندارند[۱۱] و در مقابل روش‌های مبتنی بر هوش مصنوعی نظیر انواع خوشه‌بندی یا درخت تصمیم‌گیری یا شبکه‌های نروفازی و رگرسیون‌های بردار پشتیبان، در یافتن الگوهای غیرخطی و آشوبناک، عملکرد قابل قبولی از خود نشان می‌دهند [۱۲،۱۳]. همچنین هر یک از این پیش‌بینی‌کننده‌ها با ساختار متفاوت، دارای کارایی متفاوتی در بازه‌های مختلف پیش‌بینی هستند. درمجموع، برای نیل به یک پیش‌بینی دقیق، علاوه بر شناسایی و استخراج پارامترهای مؤثر باید مدل‌های پیش‌بینی‌کننده‌ی مناسب و در نهایت، ترکیب پیش‌بینی‌کننده‌ها به درستی به کار گرفته شود[۱۴] . ساختار نرم افزاری راهکارهای ارایه‌شده به‌منظور پیش‌بینی تعداد مراجعه‌کنندگان دستگاه‌های خودپرداز، علاوه بر دقت قابل قبول باید به صورتی تدوین شود که قابلیت تجمیع در بخش‌های نرم‌افزاری مورد استفاده‌ی بانک‌ها و شرکت‌های تابع را داشته‌باشد[۱۵]. از سوی دیگر، امروزه بانک‌های پیشرفته با استفاده از فناوری و اطلاعات مالی، ابتدا انواع ریسک‌های موجود در عملیات داخلی و بین المللی را شناسایی و سپس برای مدیریت صحیح آن برنامه‌ریزی می‌کنند[۱۶].

مدیریت دارایی‌ها و بدهی‌های بانک را می‌توان یکی از عوامل مهم رشد سودآوری آن‌ها دانست که به کاهش ریسک‌های احتمالی نیز کمک می‌کند. بدیهی است دسترسی به‌چنین وضعیتی (شناسایی ریسک، تجزیه و تحلیل و مدیریت ریسک) به کمک سیستم حسابداری مناسب و همچنین مدل مدیریت دارایی‌ها و بدهی‌های کارآمد امکان‌پذیر خواهد بود [۱۷]. بدین‌ترتیب، مدیریت دارایی‌ها و بدهی‌ها، امروزه به‌عنوان یک برنامه‌ریزی راهبردی عنوان می‌شود که با تبدیل آن به برنامه‌های عملیاتی کوتاه مدت می‌توان از کسب سود مورد نظر و کنترل ریسک‌ها اطمینان حاصل کرد؛ بنابراین، مدیریت وجوه نقد یا نقدینگی بانک به عنوان یکی از اجزای مهم مدیریت دارایی‌ها و بدهی‌ها، شامل پیش‌بینی نیازهای نقدینگی و تأمین آن‌ها با حداقل هزینه‌ی ممکن است [۱۸]؛ دلیل اصلی این چالش، تأمین منابع بانک از محل سپرده‌های کوتاه مدت و عندالمطالبه بودن تمامی سپرده‌ها از یک سو و تعهد به پرداخت تسهیلات و بلند مدت بودن اغلب

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2020.17.2.4.2]

آن‌ها و درجه‌ی نقدشوندگی نسبتاً پـــــایین‌سرمایه‌گذاری‌هاست؛ بنابراین، یکی از وظایف اصلی مدیریت بانک، ایجاد توازن میان ورود و خروج وجوه است[۱۹]. از سـوی دیگـر، نگهـداری مقـادیر فـراوان نقـدینگی، موجـب تخصـیص ناکارآمـد منـابع، کـاهش نـرخ سـوددهی و از دست‌دادن بازارمی‌شود [۲۰]. داشتن الگویی برای پیش‌بینی مراجعه مشتریان کمک شایانی در جهت مدیریت وجوه محسوب می‌گردد. مقدار زیاد وجوه جـــذب شـــده‌ی بازارهای پولی در بانک‌ها، آن‌ها را مجبور خواهدکرد که‌به دنبال یافتن تکنیکی برای کاهش هزینـه‌هـای پـول باشـند[۲۱].

با توجه به این مساله اساسی که فرایند بارگذاری پول نقد در دستگاه‌ها نقش اصلی در کیفیت خـدمات‌دهـی بانک‌ها و همچنین هزینه‌های ایجادشده برای بانک ایفا می‌کند می‌توان دریافت کـه ایجـاد راهکـار مناسـب بـرای مدیریت موجودی شبکه دستگاه‌های خودپرداز اهمیت به‌سزایی خواهد داشت چرا که در وضعیت فعلـی بـا توجـه به مکان قرارگیری و تعداد مراجعه‌کنندگان دستگاه‌های خودپرداز ، تعدادی از این دسـتگاه‌هـا کـه مراجعـه‌کننـده زیادتری دارند با کمبود موجودی مواجه هستند و هزینـه‌هـایی ماننـد زیـان مشـتری از دسـت رفتـه، جریمـه بانـک مرکزی ، از دست دادن کارمزد برای خـدمات مختلـف و همچنـین سـو تبلیـغ بـرای بانـک را بـه سیسـتم تحمیـل می‌کنند و از طرفی آن دسته از دستگاه‌هایی که مراجعه‌کنندگان کمتری دارند به دلیـل انباشـت موجـودی بیشـتر، هزینه نگداری و ریسک امنیتی بالاتری را به سیستم تحمیل می‌کنند.

بنابراین در پژوهش صورت گرفته، مدل ارایه شده بر اسـاس پیشـینه و مـرور ادبیـات پـژوهش، بـا اسـتفاده از نرم‌افزارهای کارآمد و ارزان و بر اساس معیارها و متغیرهای مساله، اقدام به پیش‌بینی تقاضای مراجعـه‌کننـدگان بـه دستگاه‌های خودپرداز و همچنین شبیه‌سازی و بهینه‌سازی هزینه‌های سیستم، در جهـت ارتقـای عملکـرد و کـاهش هزینه‌های شبکه خودپردازها عمل می‌نماید.

۲پیشینه پژوهش

مسـاله مـدیریت دارایـی و بـدهی‌هـا در دسـتگاه‌هـــای خودپرداز، با مسایل مدیریت موجودی نقدی تجاری متفاوت است و تنها در سال‌های اخیرمـورد توجـه محققـان بـوده است. تحقیقات در زمینه‌ی‌کنترل موجـودی، اغلـب بـه دو صـورت سیاست مرور پیوسته و مرور دوره ای انجام می‌پـذیرد. در سیاست مرور پیوسته می‌تـوان هـرلحظـه بـا توجـه بـه موقعیت موجـودی در دسـت، اقـدام بـه افـزایش سـطح موجـودی کـرد؛ درحالی‌که در سیاسـت مـرور دوره ای، فقـط در زمـان‌هـای خاص می‌توان این‌کار را انجـام داد [۲۲]. در سیاسـت مـرور پیوسته، به‌محض اینکه موقعیت موجودی به انـدازه‌ی کـافی پایین بود، یک سفارش صادر می‌شود. مدل دیگر بـا عنـوان مدل مرور دوره‌ای شناخته مـی‌شـود. ایـن سیاسـت شـامل بررسی موقعیت موجودی در نقاط مشخصی از زمـان اسـت. به‌طورکلی در این‌سیاست، فواصـل بـین بازدیـد موجـودی ثابت است و به‌همـین دلیـل آن را سیاسـت مـرور دوره‌ای می‌نامیم [۲۳].

مدیریت دارایی و بدهی بانک بـه عنـوان برنامـه‌ریـزی هم زمان همه‌ی دارایی‌ها و بدهی‌هـای بانـک، شـامل ترکیـب ترازنامه‌ی بانک تحت الزامات مختلف، ماننـد اهـداف مـدیران بانک، الزامات قانونی و مـدیریتی و

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2020.17.2.4.2]

شـرایط بـازار بـه منظـور کاهش ریسک نرخ بهـره، تـأمین نقـدینگی و تقویـت ارزش بانک تعریف شده است[۱۷]. در [۲۴] رویکـردی بـه‌منظور مدیریت وجه نقد برای شبکه‌ی دستگاه‌هـای خـودپرداز ارایـه‌شد. این رویکرد به منظور پیش‌بینی تقاضای وجه نقد روزانه بـرای هـر دسـتگاه خـودپرداز در شـبکه به منظـور تخمین بـار نقـدی بهینـه بـرای هـر دستگاه خودپرداز، برمبنـای یـک شـبکه‌ی عصـبی مصـنوعی شکل گرفته است. در روش بهینه، زمان، مهم‌تـرین فاکتورهـا برای نگهداری دستگاه‌های خودپرداز در نظر گرفته شده است. مطالعات شبیه‌سازی در این تحقیق نشان داد که در رویـه‌ی بهینه‌سازی شـده، کاهشی در حدود ۱۵تا۲۰ درصد در هزینـه‌هـای نگهداری دستگاه‌های خـودپرداز را ایجاد کـرده اسـت. از دیدگاه آن‌ها، بـرای بـه کـارگیری و اجـرای عملیـاتی رویـه‌ی مـدیریت موجـودی نقـدی دسـتگاه خـودپرداز ارایـه شـده، بررسی‌های تجربی بیش‌تر ضروری است.

در [۲۵]چـارچوبی مفهومی برای دستیابی به راهبرد گسترش پـیش‌بینـی بهینه برای یک شبکه از دستگاه‌های خودپرداز ارایـه شـد و مزایای بالقوه و ممکن یک نرم افزار پیش‌بینی پیچیده ارزیابی شد. این مطالعه نشان داد کـه بـا بـه‌کـارگیری الگـوریتم واگنـر-ویتـین بـرای تخصـیص موجـودی بهینـه و اسـتفاده از برنامـه‌ی صـحیح دانتزیـگ، فالکرسـون و جانسـون بـه‌منظـور تعریـف‌کـردن و تعیـین ریشه‌های حداقل فاصله‌ی مجموع می‌توان صرفه‌جویی عمـده‌ای برای ارایه سرویس به مشتریان به‌دست آورد.

در ایران با به کارگیری روش شبیه‌سـازی مونـت کـارلو، سیاسـت مناسـب کنتـرل موجـودی ده دسـتگاه از خودپردازهای بانک صادرات در شـهر شـیراز اسـتان فـارس تعیین شد[۲۶]. در این پژوهش، برای تعیین موجـودی، از پنج سناریو و چهار زیرسناریو براساس سقف شارژ (حـداکثرموجودی) و نقطه‌ی شارژ (حداقل‌موجودی) استفاده شد. این سناریوها نیز به نوبه‌ی خود براساس میزان کمبود و مازاد پـول در دستگاه‌هـا باهـم مقایسـه شـدند و در نهایـت، انتخـاب بهترین سناریو صورت گرفت. در پژوهشـی دیگـر بـا به کارگیری روش شبیه‌سـازی، سیاسـت مناسـب کنتـرل موجـودی دسـتگاه‌هـای خودپرداز بانک شـهر در شـهر تهـران تعیین شد[۲۷]. در این پژوهش، برای تعیین سیاست کنترل موجـودی، از سه سناریو برای تعیین حـداکثر و حـداقل موجودی استفاده شد. که منجر به کاهش هزینه‌های سیستم تا یک دهم گردید.در پژوهشی دیگری که مجـددا در شهر تهران وخودپردازهای بانک شهر صورت گرفته است [۲۸] مساله مدیریت موجودی دستگاه‌های خودپرداز با رویکرد رضایت مشتریان شبیه‌سازی شده است که در نهایت سناریوی منتخب منجر به کاهش چشمگیر هزینه‌هـای کنترل موجودی می‌گردد. از ضـعف‌هـای ایـن پـژوهش‌ها، به‌کارگیری پاسخ‌هایی از پیش تعیین شده (سـناریوها) بـرای مساله است؛ حال آنکه ممکن است سناریوهایی مناسـب‌تـر وجود داشته باشند.

محققـان مطالعـه‌ای بـا عنـوان یـک بهینـه‌سـازی ابتکار محور بـرای یـک مـدل انـدازه‌ی بـزرگ دارای ظرفیت محدود در شبکه‌ی ماشین‌های خودپرداز انجام دادنـد[۲۹]. در این مطالعه که در کشور تایلند انجام گرفت محققان مساله‌ی مراجعه مشتریان را در یـک شـبکه از ماشـین‌هـای خودپرداز به‌منظور ارضاکردن تقاضا و نیازهای مشتریان بـه موجودی نقـدی در دوره‌هـای متعـدد، بـا تقاضـای قطعـی بررسی‌کردند. هدف از ایـن پـژوهش، تعیـین میـزان پـول به منظور قراردادن در دستگاه‌های خـودپرداز و مراکـز وجـه نقد (خزانه‌هـا) بـرای هـر دوره،

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2020.17.2.4.2]

در طـول یـک افـق زمـانی مشخص بوده است. الگوریتم‌ها در این مساله، بـه‌عنوان یـک مسالـه‌ی موجودی چندپله‌ای با انـدازه‌ی بـزرگ دارای ظرفیـت محدود تک آیتمی در نظر گرفته شـدند تـا هزینـه‌هـای کـل راه‌اندازی و فعالیت شبکه‌ی دستگاه‌هـای خـودپرداز حـداقل شود. محققان در این مطالعه، مساله را به‌عنوان یک مسـاله‌ی عدد صحیح مختلط فرموله کردند و یک رویکرد را مبتنی بر فرمول‌سازی مجدد مدل، به‌عنوان فرمول کوتاه‌تـرین مسیر برای یافتن جواب نزدیک به جواب بهینه ارایـه دادنـد. ایـن فرمول‌سازی مجدد، مانند یک مدل سنتی و رایج است، امـا در آن، به جز محدودیت‌های ظرفیت، محدودیت‌های تـوازن موجودی و راه‌اندازی مربوط به مدیریت پول در دستگاه‌های خودپرداز آزادسـازی شـده اسـت. مـدل جدیـد ارایـه‌شـده، متغیرها و محدودیت‌های بیشتری ایجاد می‌کند، امـا بـرای حل‌کردن با برنامه‌ریزی کوتاه مدت، سریع‌تر اسـت. از سـوی دیگر، مهم‌تـرین ضـعف ایـن تحقیـق، در نظر گـرفتن تقاضـا به صورت قطعی در مسالـه‌ی اندازه‌ی بزرگ است؛ چرا کـه میـزان تقاضای موجودی دستگاه های خـودپرداز در دنیـای واقعـی، غیرقطعی و احتمـالی محسـوب می‌شود.

محققان دیگری مطالعه‌ای را با عنوان «سیاست کنترل داده محور بـرای عملیـات پشـتیبانی : یـک مطالعه‌ی موردی اکتشافی در یک مؤسسه‌ی مالی» را در آمریکا انجام دادند[۳۰]. آن‌ها به کمک یک مؤسسه‌ی مـالی بـزرگ کـه موجـودی را در چنـدین دسـتگاه خـودپرداز مـدیریت می‌کند، رده‌ای جدید از سیاست‌های داده محور برای مسالـه‌ی احتمالی پیش رو ارایـه کردند؛ چرا که در این شرکت، مدیران ارشد تصـور کـرده‌انـد کـه سیستم تـأمین موجودی نقدی فعلی برای مدیریت دستگاه های خـودپرداز، ناکارآمـد و منسـوخ بـوده اسـت و احتمـال داده انـد کـه به کارگیری موجودی نقدی بهبود یافته، هزینه‌ی کـل سیسـتم را کاهش می‌دهد. محققان در ایـن مطالعـه، رویـه‌ای قـوی برای برخورد با راهبردهای گسترش موجودی دسـتگاه‌هـای خـودپرداز ارایـه مـی‌کننـد. بـر خلاف سـایر مطالعـات صورت گرفته که یک سیستم مرور دوره‌ای با تـابع تقاضـای نرمال را در نظر می‌گیرند، در این تحقیق، چنـین فرضـیه ای در نظر گرفته نشده است و تجزیه و تحلیلـی قـوی و جدیـد ارایه شـده اسـت. رویکـرد محققـان، سـری‌هـای زمـانی پیش‌بینی‌کننده‌ی بهینه را پیدا مـی‌کنـد و بهتـرین توزیـع خطای پیش‌بینی هفتگی مناسب را ارایه مـی دهـد. سـطح موجودی نقـدی، هـدف بهینـه‌ی تضـمین شـده و زمـان بـین سفارش‌ها، تنهـا از طریـق یـک مـاژول بهینـه در مسـیری شبیه‌سازی شده به دست می‌آید. این مسیر به وسیله‌ی محققان برای مؤسسه شبیه‌سازی تعبیه شده است. پژوهشـگران در این تحقیق، یـک روش مطالعـه‌ی مـوردی اکتشـافی را بـرای جمع‌آوری اطلاعات برداشت از حساب نقـد در ۲۱ دسـتگاه خودپرداز متعلق به مؤسسه‌ی مـالی بـه کـار گرفتنـد. رویکـرد جدید آن‌ها، کاهش ۴/۶ درصدی کل‌هزینه‌ها را نشـان داد.

پژوهشی با عنوان «بهینه‌سازی دستگاه‌های خـودپرداز بـا پـیش‌بینـی‌هـای تقاضـای گروهی» در شهر استانبول ترکیه انجام گرفت[۳۱]. مطالعه‌ی آن‌ها، یک مدل دستگاه‌های خودپرداز با تقاضای گروهـی و همچنین بهینه‌سازی تجمیع خروج پول نقد روزانـه را در فرایند پیش‌بینـی پیشـنهاد مـی‌کنـد. مطـابق نتایج، این پیش‌بینی یکپارچه و رویه‌ی بهینه‌سازی برای یـک منظور یا هدف، در هزینه سود نقدی و نارضایتی مشتری بالقوه بهتر عمـل می‌کند. البته این شبیه‌سازی بر اساس عملکرد تنها پنج دستگاه خودپرداز صورت پذیرفت.

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2020.17.2.4.2]

پژوهشگران در [۳۲] « بهبود پارتو و بهینه‌سازی مدیریت پول نقد مشترک برای بانک‌ها و شرکت‌های حمل‌کننده پول نقد» مدیریت موجودی بانک را در کشور مجارستان بررسی کردند. از دیدگاه آن‌ها، بهبود تکنیک‌های مدیریت موجودی نقدی در دستگاه‌های خودپرداز، به‌عنوان یک مساله‌ی بهینه‌سازی مجزا برای بانک‌ها و شرکت‌های مستقلی که موجودی نقدی را برای ماشین‌های خودپرداز تأمین می‌کنند، توجه زیادی در ادبیات نظری به‌خود اختصاص داده است؛ بنابراین، آن‌ها به جای اینکه بر احتمال کاهش هزینه متمرکز شود، مساله‌ی مدیریت موجودی را به‌عنوان مساله‌ای تک بعدی درنظر گرفتند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که قیمت‌های قراردادی بین‌بانک‌ها و شرکت‌های حمل ونقل‌موجودی نقد را می‌توان با کاهش بیشتر هزینه‌ی بهینه‌سازی های انفرادی تعدیل کرد. محققان در این مطالعه، به منظور نشان‌دادن مناسب بودن این رویه، بهبود پارتوممکن را باطرح‌های قرارداد مجدد برمبنای پیش‌بینی تقاضای نقدی برای یک بانک تجاری مجارستانی و درنتیجه، کاهش‌قابل توجه هزینه تعیین کردند.

در مجموع نگاهی به مطالعات پیشین نشان می‌دهد که در بیشتر پژوهش ها تقاضای دستگاه‌ها به صورت قطعی (و نه احتمالی) در نظر گرفته شده است، ضمن این‌که در بیشتر این مطالعات هزینه‌های درنظرگرفته شده همه جانبه نیست و در برخی مطالعات، هزینه‌ی کمبود پول و فرصت ازدست رفته، در برخی هزینه‌ی خواب هر واحد پول، و در برخی نیز فقط هزینه‌ی نهایی پول‌گذاری دستگاه های خودپرداز، بدون توجه به سایر محدودیت‌ها حداقل شده است. ضمن اینکه در این مطالعات از ابزارهای قدرتمند داده کاوی در مساله مدیریت موجودی خودپردازها استفاده نشده است. پژوهش‌های پیشین بر اساس سناریوهای از پیش تعیین شده اجرا شده‌اند در حالی که ممکن است راه حل‌های بهتری نیز موجود باشد. پژوهش‌های انجام گرفته بر روی شبکه خودپردازها از جامعه آماری بسیار کوچکی (بین ۱تا۲۰ دستگاه خود پرداز) سود برده‌اند که در صورت استفاده از جامعه آماری بزرگ‌تر می‌تواند در بهبود نتایج موثر باشد. از این رو به منظور از بین بردن خلا مطالعاتی موجود در این زمینه، در این پژوهش با استفاده از کلان داده‌ها و تکنیک‌های داده کاوی، شبیه‌سازی و بهینه‌سازی، مدل کنترل موجودی ضمن در نظر گرفتن هزینه‌های نگهداری پول، سفارش پول و هزینه کمبود پول، با توجه به موقعیت زمانی و مکانی هر دستگاه در شبکه خودپردازها ارایه می‌گردد. بنابراین یکی از ویژگی‌های بارز این پژوهش،ترکیب مدل‌های داده کاوی، شبیه‌سازی و بهینه‌سازی می‌باشد که با به‌کارگیری روش‌های ابتکاری[1] و فرا ابتکاری[2] موجب کاهش هزینه‌های شبکه دستگاه‌های خودپرداز می‌گردد.

۳ روش‌شناسی پژوهش

در این پژوهش از داده‌های مراجعه‌کنندگان به ۳۶۸ دستگاه خود پرداز نصب‌شده در کل شهر تهران استفاده شد، که شامل ۱۸۹۶۵۷ رکورد می‌باشد . بازه زمانی پژوهش از تاریخ ۱۳۹۶/۸/۲۵ تا تاریخ ۱۳۹۶/۱۱/۲۵ است و با توجه به مسایل حفاظتی بانک مطبوع از ذکر نام این بانک دولتی صرف‌نظر گردید. این پژوهش در سه بخش داده

[1] . Heuristic
[2]. Meta Heuristic

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]
[DOR: 20.1001.1.22517286.2020.17.2.4.2]

کاوی، شبیه‌سازی و بهینه‌سازی صورت می‌گیرد. در بخش نخست برای مرحله آغازین داده کاوی ملزم به اجرای خوشه بندی اطلاعات هستیم، از این رو برای تعیین تعداد خوشه بهینه در دو بخش زمانی و مکانی از شاخص دیویس- بولدین استفاده شد. پس از تعیین تعداد بهینه خوشه‌ها از روش میانگین کای برای خوشه‌بندی کلان داده‌ها استفاده می‌شود. در گام بعد با ترکیب نتایج خوشه‌بندی اقدام به تشکیل متغیرهای ورودی درخت تصمیم می‌شود. سپس با استفاده از این درخت تصمیم سناریوهای مختلف تعداد مراجعه‌کنندگان برای مدل استخراج گردید برای رسیدن به این منظور از نرم‌افزار IBM SPSS Modeler استفاده می‌شود و سپس در بخش دوم، عملیات شبیه‌سازی هزینه‌های سیستم، برای تمامی خوشه‌های به‌دست آمده در مرحله قبلی (داده کاوی) انجام خواهد گرفت و در بخش سوم با استفاده از الگوریتم فرا ابتکاری جستجوی ممنوعه مقادیر حاصل از شبیه‌سازی، بهینه‌سازی می‌گردند تا هزینه کل سیستم برای هر خوشه حداقل گردد. فرایند شبیه‌سازی و بهینه‌سازی سناریو منتخب در نرم افزارARENA انجام می‌گیرد. در نهایت نتایج حاصله مورد ارزیابی، تحلیل و بررسی قرار گرفت و در انتها نیز پیشنهاداتی جهت ارتقای عملکرد سیستم ذکر گردید.

۳-۱ اصطلاحات، متغیرها و روش‌ها

مقادیر متغیرهای یادشده به صورت تجربی و از مصاحبه با مدیران و خبرگان بانکی و پژوهش‌های قبلی صورت گرفته در این حوزه استخراج شده است [۲۷] که این اصطلاحات و متغیرها در جدول ۱ نمایش داده شده است.

جدول ۱. تعاریف و مقادیر متغیرها

نماد در محیط نرم افزار	متغیر	مقدار (میلیون تومان)
Holding cost	هزینه نگهداری پول	۰/۰۱۷
Shortage cost	هزینه کمبود پول	۰/۰۵
Ordering cost	هزینه هر بار سفارش‌دهی پول	۰/۰۸
Big S	حداکثر موجودی دستگاه	۵۰
Time for chek	زمان سرکشی	هر ۵ روز یکبار

واحد هزینه‌های مدل، میلیون تومان می‌باشد و واحد زمانی، ماهانه می‌باشد. ضمن اینکه هزینه کل سیستم برابر مجموع هزینه‌های نگهداری، کمبود و سفارش‌دهی پول می‌باشد.

خوشه‌بندی میانگین کای[1]

خوشه‌بندی تقسیم یک گروه ناهمگن به چندین زیرگروه ناهمگن است که بیشینه‌سازی تفاوت بین گروه‌ها و کمینه‌سازی تفاوت درون گروه‌ها را دنبال می‌کند [۵]. روش موثر متداول میانگین کای نیز از جمله روش‌های متداول خوشه‌بندی غیرسلسه‌مراتبی است که توسط مک کوین ارایه شد [۶]. در واقع الگوریتم میانگین کای پارامتر ورودی K (تعداد خوشه‌ها) را گرفته و از طریق آن به تقسیم‌بندی مجموعه‌ی n عضوی می‌پردازد به

[1] .K-Means

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2020.17.2.4.2]

طوری که شباهت درون خوشه‌ای آن بسیار زیاد اما شباهت بین خوشه‌ای آن اندک باشد [۷]. به گفته محققین در میان الگوریتم‌های خوشه‌بندی روش میانگین کای برای تقسیم‌بندی بسیار رایج است [۸].

درخت تصمیم‌گیری C&R[1]

از الگوریتم‌های پرکاربرد درخت تصمیم الگوریتم C&R است این درخت از دسته‌بندی ورگرسیون برای پیش‌بینی استفاده می‌کند [۹]. هر گره ابتدا فیلدهای ورودی را برای یافتن بهترین تجزیه آزمایش می‌کند تا شاخص ناخالصی حاصل از تجزیه کم‌ترین مقدار باشد. تمام تجزیه‌ها دودویی هستند 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 [۱۰].

الگوریتم جستجوی ممنوعه[2]

برای رسیدن به جواب بهینه در یک مساله بهینه‌سازی، الگوریتم جستجوی ممنوعه ابتدا از یک جواب اولیه شروع به حرکت می‌کند. سپس الگوریتم بهترین جواب همسایه را از میان همسایه‌های جواب فعلی انتخاب می‌کند. در صورتی که این جواب در فهرست ممنوعه قرار نداشته باشد، الگوریتم به جواب همسایه حرکت می‌کند؛ در غیراین‌صورت الگوریتم معیاری به نام معیار تنفس را چک خواهد کرد. بر اساس معیار تنفس اگر جواب همسایه از بهترین جواب یافت شده تا کنون بهتر باشد، الگوریتم به آن حرکت خواهد کرد، حتی اگر آن جواب در فهرست ممنوعه باشد. پس از حرکت الگوریتم به جواب همسایه، فهرست ممنوعه به‌روزرسانی می‌شود؛ به این معنا که حرکت قبل که به‌وسیله‌ی آن به جواب همسایه حرکت کردیم در فهرست ممنوعه قرار داده می‌شود تا از بازگشت مجدد الگوریتم به آن جواب و ایجاد سیکل جلوگیری شود. در واقع فهرست ممنوعه ابزاری در الگوریتم جستجوی ممنوعه‌است که توسط آن از قرار گرفتن الگوریتم در بهینه‌ی محلی جلوگیری می‌شود. پس از قرار دادن حرکت قبلی در فهرست ممنوعه، تعدادی از حرکت‌هایی که قبلاً در فهرست ممنوعه قرار گرفته بودند از فهرست خارج می‌شوند. مدت زمانی که حرکت‌ها در فهرست ممنوعه قرار می‌گیرند توسط یک پارامتر که زمان ممنوعه نام دارد تعیین می‌شود. حرکت از جواب فعلی به جواب همسایه تا جایی ادامه می‌یابد که شرط خاتمه دیده شود.

٤ اجرای مدل

بخش اول در این مطالعه داده کاوی داده‌های دستگاه‌های خودپرداز می‌باشد. از ین رو، در گام نخست پیش از شروع خوشه‌بندی ابتدا باید مقدار K (تعداد خوشه‌ها) تعیین گردد. برای تعیین بهترین خوشه‌بندی در این پژوهش از شاخص دیویس – بولدین استفاده شده است که در آن Sc فاصله دورن خوشه‌ای (مجموع فاصله بین تمامی بردارهای ورودی قرار گرفته در یک خوشه، از مرکز همان خوشه) و dce فاصله بین خوشه‌ای (مجموع فاصله بین

[1]. C&R Decision Tree
[2]. Tabu Search

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

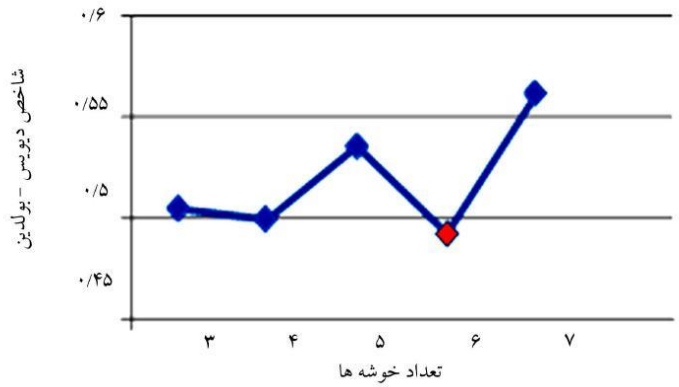
[DOR: 20.1001.1.22517286.2020.17.2.4.2]

مراکز تمامی خوشه‌ها) را نمایش می‌دهد. براساس شاخص دیویس – بولدین ، بهترین خوشه‌بندی رابطه (۱) را کمینه می کند [۱۱].

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

نتایج حاصل از تعیین تعداد خوشه‌های بهینه با استفاده از شاخص دیویس – بولدین عبارت‌است از:

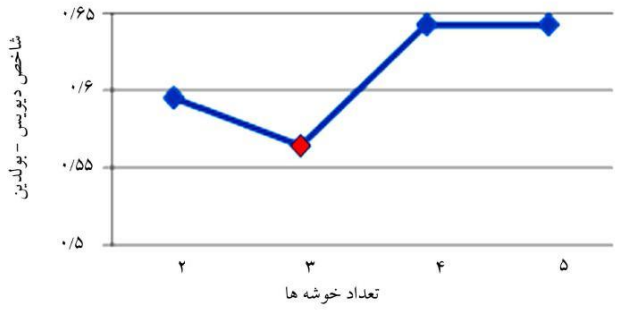
۱ – تعداد خوشه‌ها برای تعداد مراجعه‌کنندگان درهرروز به دستگاه، مقادیر سه، چهار، پنج، شش و هفت به دست آمد که نتایج آن در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل۱. تعداد خوشه‌های انتخابی براساس شاخص دیویس- بولدین در تعداد مراجعه‌کنندگان به دستگاه

با توجه به شکل ۱ تعداد خوشه‌ی بهینه برای تعداد مراجعه‌کنندگان در هر روز براساس شاخص دیوس – 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 و پنج به‌دست آمد که نتایج آن درشکل ۲ نمایش داده شده است.



شکل۲. تعداد خوشه‌های انتخابی براساس شاخص دیویس- بولدین برای مکان‌های قرارگیری دستگاه‌ها

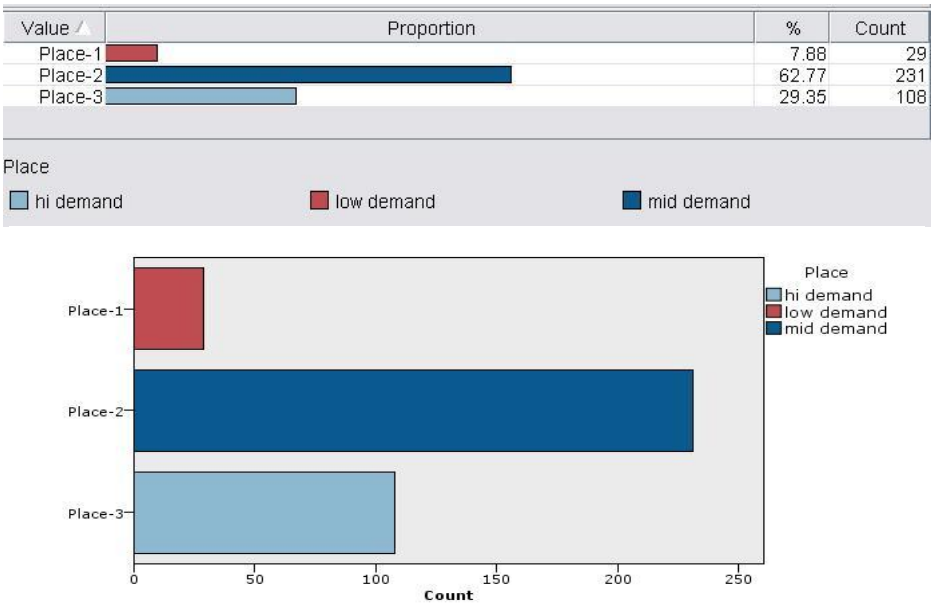
با توجه به شکل ۲ خوشه‌ی بهینه برای مکان‌های قرارگیری دستگاه‌ها برحسب تعداد مراجعه‌کننده براساس این شاخص عدد۳ می‌باشدکه با رنگ قرمز مشخص شده است.

حال با تعیین تعداد خوشه‌ها برای تعداد مراجعه‌کننده روزانه و مکان‌های قرارگیری دستگاه‌ها با ورود دیتای

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2020.17.2.4.2]

مربوط به مراجعه‌کنندگان به محیط نرم افزار خوشه‌بندی براساس الگوریتم میانگین کـای انجـام مـی‌پـذیرد. تعـداد خوشه‌های تعیین‌شده بهینه برای مکان قرارگیری دستگاه‌های خودپرداز براساس شاخص دیـویس- بولـدین عـدد۳ به‌دست آمد که نتایج خوشه‌بندی اطلاعات توسط الگوریتم میانگین کای در شکل۳ ارایه شده است.



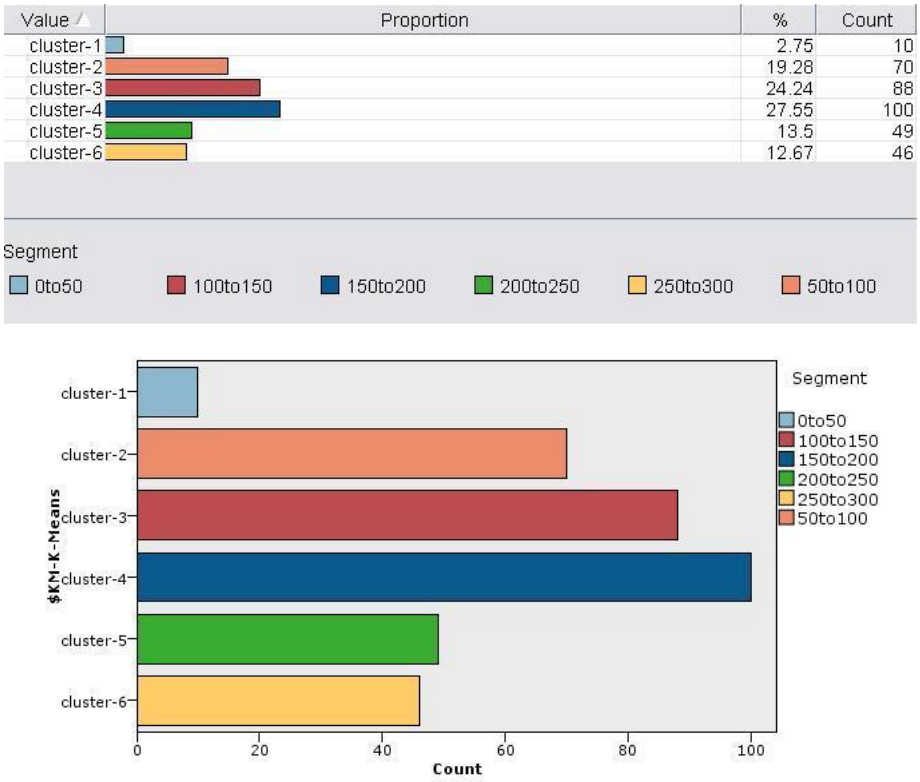
شکل۳. نتایج خوشه‌بندی مکان قرارگیری دستگاه‌های خودپرداز

براساس نمودار فوق دستگاه‌های خودپرداز در سه مکان با تقاضای زیاد، تقاضای متوسط و تقاضای کم قراردارند که پس از کنترل نمودن شناسه هر یک از دستگاه‌ها و مکان قرارگیری آنها مشخص گردید. دستگاه‌هایی که در مکان‌های پر تقاضا قراردارند شامل دستگاه‌هایی می‌باشند که در مراکز خرید، مراکز تفریحی و بازارهای شهر تهران قرار دارند. به عبارت دیگر اکثر این دستگاه‌ها در بافت‌های تجاری شهر قرارگرفته‌اند و دستگاه‌هایی که در مراکز با تقاضای متوسط هستند مربوط به مکان‌هایی با بافت غالباً مسکونی هستند و دستگاه‌های قرار گرفته در خوشه کم تقاضا به طور کلی در نزدیکی مراکز اداری و آموزشی قرار دارندکه در ساعات خاصی از روز از آنها استفاده می گردد.

پس از خوشه‌بندی مکان قرارگیری دستگاه‌ها نوبت بـه خوشـه‌بنـدی تعـداد مراجعـه‌کننـدگان بـه دسـتگاه‌هـا می گردد، تعداد مراجعه‌کنندگان به دستگاه‌ها در این پژوهش به صورت روزانه بررسی شده و برای زمـان‌هـای پـر مراجعه و زمان‌های کم مراجعه محاسبه گردیـده اسـت. بـا توجـه بـه اینکـه تعـداد خوشـه‌هـای بهینـه بـرای تعـداد مراجعه‌کنندگان براساس شاخص دیویس -بولدین عدد ۶ به‌دست آمد نتـایج ایـن خوشـه‌بنـدی بـه شـرح شـکل ۴ می‌باشد.

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2020.17.2.4.2]



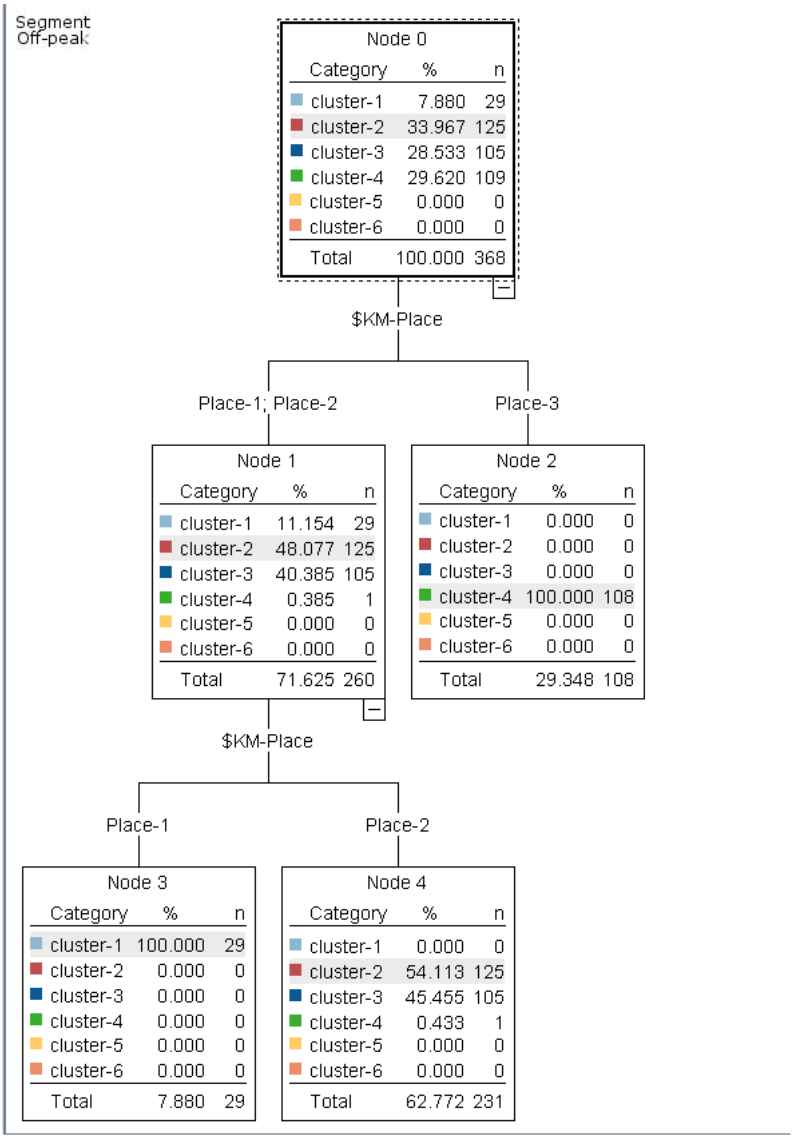
شکل ٤. نتایج خوشه‌بندی تعداد مراجعه‌کننده روزانه به دستگاه‌های خودپرداز

بر این اساس، تقسیم‌بندی خوشه‌ها در ۶ بخش که بین ۰ تا ۳۰۰ مراجعه‌کننده روزانه برای هر دستگاه می‌باشد انجام پذیرفته است. و همان‌طور که در شکل ۴ مشاهده می‌شود، خوشه ۱ شامل دستگاه‌هایی است که حداکثر ۵۰ نفر مراجعه‌کننده روزانه دارند. خوشه ۲ شامل دستگاه‌هایی است که حداکثر ۱۰۰ نفر مراجعه‌کننده روزانه دارند. خوشه ۳ شامل دستگاه‌هایی است که حداکثر ۱۵۰ نفر مراجعه‌کننده روزانه دارند. خوشه ۴ شامل دستگاه‌هایی است که حداکثر ۲۰۰ نفر مراجعه‌کننده روزانه دارند. خوشه ۵ شامل دستگاه‌هایی است که حداکثر ۲۵۰ نفر مراجعه‌کننده روزانه دارند و خوشه ۶ شامل دستگاه‌هایی است که حداکثر ۳۰۰ نفر مراجعه‌کننده روزانه دارند.

در ادامه با ترکیب فیلدهای خروجی خوشه‌بندی تعداد مراجعان و خوشه‌بندی مکانی اقدام به ایجاد درخت تصمیم C&R برای زمان‌های کم مراجعه و زمان‌های پر مراجعه می‌نماییم که نتایج آن به شرح شکل‌های ۵ و ۶ می‌باشد.

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

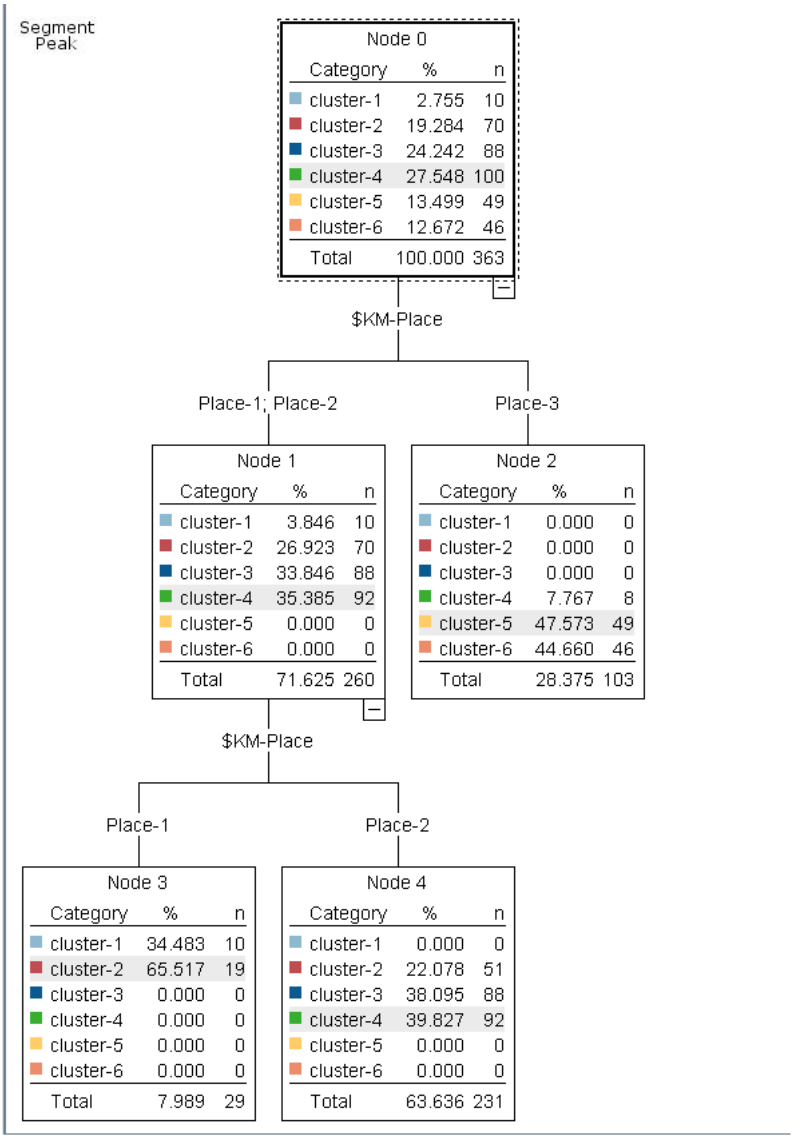
[DOR: 20.1001.1.22517286.2020.17.2.4.2]



شکل۵. درخت تصمیم زمان‌های کم مراجعه

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2020.17.2.4.2]



شکل٦. درخت تصمیم زمان‌های پرمراجعه

با توجه به درخت تصمیم مندرج در شکل ۵ برای زمان‌های کم مراجعه[1] نتایج زیر به دست آمد:

۱۰۰٪ دستگاه‌های نصب شده در مکان‌های پرتقاضا (مکان شماره ۳) در خوشه ۴ قرار دارند این بدان معنی است که تمامی دستگاه‌های اماکن پر تقاضا در زمان‌های کم مراجعه تعداد ۱۵۰ تا ۲۰۰ مراجعه‌کننده در روز دارند. و همچنین حدود ۵/۹۹ درصد دستگاه‌های موجود در مکان‌هایی با تقاضای متوسط (مکان شماره ۲) در خوشه‌های ۲و۳ قرار دارند ۵۴٪ برای خوشه ۲ و ۴۵/٪۵ برای خوشه ۳) یعنی در زمان کم مراجعه دستگاه‌های نصب شده در این اماکن ۵۰ تا ۱۵۰ مراجعه‌کننده در روز دارند. و ۱۰۰٪ دستگاه‌ها نصب شده در مکان‌های کم تقاضا (مکان شماره ۱) در خوشه ۱ قرار دارند که شامل حداکثر ۵۰ مراجعه‌کننده روزانه در زمان‌های کم مراجعه برای این دستگاه‌ها می‌باشد.

[1]. Off Peak

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2020.17.2.4.2]

حال با توجه به درخت تصمیم نمایش داده شده در شکل ۶ که مربوط به زمان‌های پر مراجعه[1] می‌باشد می‌توان این‌گونه اظهارنظرنمود: قریب به ۹۲٪ ۳ دستگاه‌های نصب شده در مکان‌های پر تقاضا (مکان شماره ۳) درخوشه‌های ۵ و ۶ قرار دارند که شامل ۲۰۰ تا ۳۰۰ مراجعه‌کننده در زمان‌های پر مراجعه می‌باشد و در ادامه تمامی دستگاه‌های نصب شده در مکان‌های با تقاضای متوسط (مکان شماره ۲) در خوشه‌های ۲، ۳ و ۴ قرار دارند که شامل ۵۰ تا ۲۰۰ مراجعه‌کننده روزانه در زمان‌های پر مراجعه می‌باشد و در نهایت تمامی دستگاه‌های مکان ۱ در خوشه‌های ۱ و ۲ (۵/۳۴٪ برای خوشه ۱ و ۵/۶۵٪ برای خوشه ۲) قرار گرفتند که به معنی وجود حداکثر ۱۰۰ مراجعه‌کننده برای این دستگاه‌ها در زمان‌های پر مراجعه می‌باشد. حال با توجه به موارد مطرح شده می‌توان خاطر نشان کرد که با افزایش مراجعه‌کنندگان در زمان های پرتقاضا اولاً ترکیب قرارگرفتن دستگاه‌ها در خوشه‌ها پراکنده‌تر شده و بازه‌ی تعداد مراجعه‌کنندگان افزایش می‌یابد ثانیاً چنان‌که از تعداد دستگاه‌های سالم و در جریان سرویس‌دهی مشخص است که با افزایش تعداد مراجعین در زمان‌های پر تقاضا و افزایش تراکنش‌ها در بازه مورد بررسی تعداد ۵ دستگاه از جریان سرویس‌دهی به علت مشکلات فنی خارج شده‌اند که همین مساله در دقت پیش‌بینی‌ها تاثیرگذار می‌باشد.

پس از مشخص شدن نتایج بخش داده کاوی و مقادیر معین برای هر خوشه، در بخش دوم به شبیه‌سازی سیستم کنترل موجودی خوشه‌های تولید شده می‌پردازیم. با توجه به رفتارها و توزیع‌های متفاوت در مورد تعداد و زمان مراجعه‌ی مشتریان و همچنین میزان مصرف پول هرکدام از خودپردازها می‌توان برای هریک از آن‌ها یک مدل کنترل موجودی خاص متصور شد. برای ساخت مدل هزینه‌های مزبور باید در نظر داشت که، با توجه به این‌که داده‌های استفاده شده در این بخش به صورت تجربی به‌دست آمده و شامل هزینه‌های دستگاه‌های خودپرداز بوده و هزینه‌های منظور شده در مدل از مصاحبه با مدیران و خبرگان بانکی و پژوهش‌های قبلی صورت گرفته در این حوزه استخراج شده است [۲۷]، روابط‌موجود را بر اساس جدول ۱ به صورت فرض برای مساله در نظر گرفت، از این رو هزینه کل یک دستگاه خود پرداز شامل مجموع هزینه‌های سفارش‌دهی، هزینه کمبود و هزینه نگهداری پول می‌باشد و همچنین حداکثر موجودی دستگاه ۵۰ میلیون تومان است، که در حقیقت عملیات پول‌گذاری و شارژ موجودی دستگاه هر ۵ روز یک‌بار انجام می‌شود. با ورود مقادیر حقیقی یاد شده و ساخت مدل‌های مربوطه در نرم افزار ارنا شبیه‌سازی انجام می‌گیرد، این شبیه‌سازی در مدت ۳۰ روز، برای دستگاه خودپرداز شش خوشه اجرا گردید که به عنوان نمونه، نتایج خروجی نرم‌افزار برای خوشه ۱، در شکل ۷ نمایش داده شده و همچنین خلاصه نتایج حاصله برای تمامی خوشه‌ها در جدول ۲ نمایش داده شده است.

[1]. Peak

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

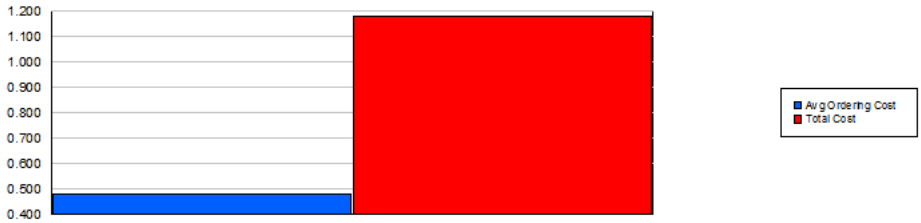
[DOR: 20.1001.1.22517286.2020.17.2.4.2]

Time Persistent

Time Persistent	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Holding Cost	0.6959	0.033977389	0.5104	0.8500
Shortage cost	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00

Output

Output	Value
Avg Ordering Cost	0.4800
Total Cost	1.1759



شکل ۷. خروجی شبیه‌سازی مدل مربوط به خوشه ۱

جدول ۲. نتایج حاصل از بخش دوم (شبیه‌سازی)

خوشه	تعداد مراجعه کننده در یک ماه	هزینه سفارش دهی پول	هزینه نگهداری پول	هزینه کمبود پول	هزینه کل
۱	۱۴۲۰	۰/۴۸	۰/۶۹۵	۰	۱/۱۷۵
۲	۳۲۱۶	۰/۴۸	۰/۴۹۲	۰	۰/۹۷۲
۳	۵۱۰۰	۰/۴۸	۰/۳۲۲	۰/۱۱۴	۰/۹۱۶
٤	۵۹۶۴	۰/۴۸	۰/۲۶۹	۰/۲۶۹	۱/۰۱۸
۵	۷۵۸۵	۰/۴۸	۰/۲۲۶	۰/۶۱۷	۱/۳۲۳
٦	۹۰۷۱	۰/۴۸	۰/۱۸۴	۱/۰۲۲	۱/۶۸۷

همان‌گونه که در شکل ۷ مشاهده می‌شود نتایج خروجی نرم افزار برای شبیه‌سازی مربوط به خوشه ۱ (۵۰ نفر مراجعه‌کننده در روز) نمایش داده شده، بر این اساس در بازه زمانی یک‌ماهه ۱۴۲۰ نفر به این دستگاه مراجعه نموده‌اند که در این مدت هزینه نگداری پول ۶۹۵۹۰۰ تومان، هزینه کمبود پول به دلیل رخ ندادن کمبود صفر و هزینه سفارش‌دهی پول ۴۸۰۰۰۰تومان است که در نهایت هزینه کل سیستم برابر با ۱۱۷۵۹۰۰ تومان برآورد شده است. همچنین نتایج مربوط به سایر خوشه‌ها در جدول ۲ ذکر شده است. با توجه به مقادیر جدول ۲ به روشنی واضح است که با افزایش تعداد مراجعه‌کنندگان هزینه نگهداری پول کاهش و هزینه کمبود پول افزایش می‌یابد و همچنین، باید توجه داشت که زمان‌های سرکشی دستگاه‌ها ثابت بوده و هر ۵ روز یک‌بار می‌باشد که معادل ۶ بار سرکشی در ماه می‌باشد، از این رو در مدل‌های فوق برای تمامی خوشه‌ها ۶ بار هزینه سفارش‌دهی پول منظور گردیده است که این مقدار برابر است با مقدار ثابت ۴۸۰ هزار تومان. بنابراین با این میزان پول‌گذاری در دستگاه‌ها همان‌گونه که در شکل ۷ و جدول ۲ مشاهده می‌شود فقط دستگاه‌های مربوط به خوشه ۱ (۵۰ نفر مراجعه‌کننده در روز) و خوشه ۲ (۱۰۰ نفر مراجعه‌کننده در روز) با کمبود موجودی مواجه نمی‌شوند. از این رو،

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2020.17.2.4.2]

برای کاهش هزینه کل سیستم در مرحله بعد اقدام به بهینه‌سازی پارامترهای مدل مذکور می‌نماییم.

در بخش سوم پژوهش، پس از انجام شبیه‌سازی مدل کنترل موجودی، اقدام به بهینه‌سازی مدل ایجادشده به کمک الگوریتم جستجوی ممنوعه می‌نماییم، تا در نهایت با استفاده از خوشه‌های استخراج شده در بخش داده کاوی و همچنین مدل ایجادشده در بخش شبیه‌سازی، در قسمت بهینه‌سازی پژوهش مشخص خواهد شد برای هر یک از این خوشه‌ها، چه موقع و چه مقدار اسکناس در دستگاه قرار بگیرد تا هزینه‌های کل سیستم کاهش یابد. از این رو برای رسیدن به الگوی بهینه برای هر یک از خوشه‌ها گام‌های زیر اجرا می‌گردد:

گام اول: تمامی متغیرهای مربوط به هزینه نگهداری، هزینه کمبود و هزینه سفارش به عنوان متغیرهای مستقل فرض می‌شوند.

گام دوم: متغیرهای حداکثر موجودی دستگاه و زمان سرکشی به عنوان متغیرهای کنترل در نظر گرفته می‌شوند، البته لازم به توضیح است که برای به‌دست آمدن نتایج واقعی‌تر متغیر زمان سرکشی با مقادیر صحیح، در نظر گرفته شده است.

گام سوم: متغیر هزینه کل به عنوان تابع هدف تعریف می‌شود که هدف الگوریتم جستجوی ممنوعه کمینه‌کردن مقادیر آن خواهد بود.

با ورود فرضیات یاد شده و ساخت مدل‌های مربوطه در نرم افزار ارنا بهینه‌سازی انجام می‌گیرد، این فرایند در مدت ۳۰ روز، برای دستگاه خودپرداز شش خوشه اجرا گردید که به عنوان نمونه، نتایج خروجی نرم افزار برای خوشه ۱، در شکل ۸ نمایش داده شده و همچنین خلاصه نتایج حاصله برای تمامی خوشه‌ها در جدول۳ نمایش داده شده است.

Best Solutions

Best Solutions

Select	Simulation	Objective Value	Status	Big S	Time for check
☑	15	1.000503	Feasible	45.000000	6
☐	24	1.000881	Feasible	45.026653	6
☐	4	1.001035	Feasible	45.037630	6
☐	5	1.001301	Feasible	45.056445	6
☐	16	1.001945	Feasible	45.101884	6
☐	26	1.002727	Feasible	45.157093	6
☐	29	1.004701	Feasible	45.296612	6
☐	28	1.005255	Feasible	45.335674	6
☐	25	1.005425	Feasible	45.347723	6
☐	27	1.008001	Feasible	45.529706	6

شکل ۸. خروجی نرم افزار برای مدل بهینه‌سازی خوشه ۱

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2020.17.2.4.2]

جدول ۳. نتایج حاصل از بخش سوم (بهینه‌سازی)

خوشه	زمان سرکشی قبل از بهینه‌سازی	زمان سرکشی بهینه	حداکثر موجودی دستگاه قبل از بهینه‌سازی	حداکثر موجودی بهینه	هزینه کل سیستم قبل از بهینه‌سازی	هزینه کل سیستم در حالت بهینه
۱	هر ۵ روز یکبار	هر ۶ روز یکبار	۵۰	۴۵	۱/۱۷۵	۱/۰۰۰۵
۲	هر ۵ روز یکبار	هر ۶ روز یکبار	۵۰	۴۵	۰/۹۷۲	۰/۸۰۱
۳	هر ۵ روز یکبار	هر ۵ روز یکبار	۵۰	۵۰/۹۷	۰/۹۱۶	۰/۹۱۶
٤	هر ۵ روز یکبار	هر ۵ روز یکبار	۵۰	۵۹/۳۲	۱/۰۱۸	۰/۹۹۴
٥	هر ۵ روز یکبار	هر ۴ روز یکبار	۵۰	۵۵	۱/۳۲۳	۱/۱۵۹
٦	هر ۵ روز یکبار	هر ۴ روز یکبار	۵۰	۵۵	۱/۶۸۷	۱/۳۷۴

همان‌گونه که در شکل ۸ مشاهده می‌شود نتایج خروجی نرم افزار برای بهینه‌سازی مربوط به خوشه ۱ (۵۰ نفر مراجعه‌کننده در روز) نمایش داده شده ، بر اساس تکرار شماره ۱۵ اگرحداکثر موجودی دستگاه از میزان ۵۰ میلیون تومان به مقدار ۴۵ میلیون تومان کاهش بیابد و همچنین زمان سرکشی دستگاه از هر ۵ روز به هر ۶ روز یک‌بار تغییر یابد مقدار هزینه کل سیستم به کم‌ترین حالت خود یعنی حدود ۱ میلیون تومان خواهد رسید که نسبت به حالت اولیه شبیه‌سازی شده به میزان ۱۷۵۰۰۰ تومان کاهش نشان می‌دهد.همچنین نتایج بهینه‌سازی مربوط به سایر خوشه‌ها در جدول ۳ ذکر شده است. براین اساس اگر در خوشه ۲، هر ۶ روز یکبار مبلغ ۴۵ میلیون تومان در دستگاه قرار بگیرد هزینه کل سیستم به مبلغ ۸۰۱۰۰۰ تومان کاهش خواهد یافت. در خوشه ۳، اگر هر ۵ روز یکبار مبلغ ۵۰۹۷۰۰۰۰ تومان در دستگاه قرار بگیرد هزینه کل سیستم به مبلغ ۹۱۶۰۰۰ تومان خواهد رسید که البته مقادیر واقعی در این خوشه اختلاف معنی‌داری با مقادیر بهینه‌سازی شده، ندارد. در خوشه ۴۲، اگر هر ۵ روز یکبار مبلغ ۵۹۳۲۰۰۰۰ تومان در دستگاه قرار بگیرد هزینه کل سیستم به مبلغ ۹۹۴۰۰۰ تومان کاهش خواهد یافت. در خوشه ۵، اگر هر ۴ روز یکبار مبلغ ۵۵ میلیون تومان در دستگاه قرار بگیرد هزینه کل سیستم به مبلغ ۱۱۵۹۰۰۰ تومان کاهش خواهد یافت. در خوشه ۶، اگر هر ۴ روز یکبار مبلغ ۵۵ میلیون تومان در دستگاه قرار بگیرد هزینه کل سیستم به مبلغ ۱۳۷۴۰۰۰ تومان کاهش خواهد یافت.

با توجه به مقادیر هزینه نگهداری و هزینه کمبود پول که در جدول ۲ بدان‌ها اشاره شد و مقایسه آنها با مقادیر حداکثر موجودی و زمان‌های سرکشی مندرج در جدول ۳ ، ذکر این نکته ضروری است که در فرایند بهینه‌سازی، در خوشه‌های ۱ و۲ برای کاهش هزینه بالای نگهداری پول سقف موجودی دستگاه کمتر از میزان واقعی ۵۰ میلیون تومان یعنی ۴۵ میلیون تومان و زمان های سرکشی نیز طولانی‌تر از زمان ۵ روز یک‌بار در نظر گرفته شده است. و در خوشه‌های ۵ و ۶ برای کاهش هزینه بالای کمبود پول سقف موجودی دستگاه بیشتر از مقدار واقعی ۵۰ میلیون تومان یعنی ۵۵ میلیون تومان و زمان‌های سرکشی نیز کمتر از زمان ۵ روز یک‌بار پیشنهاد شده است.

پس از اتمام مراحل داده کاوی، شبیه‌سازی و بهینه‌سازی برای اعتبارسنجی مدل به‌دست آمده مقادیر پیش‌بینی شده با مقادیر واقعی مقایسه می‌شود. در جداول ۴ و ۵ میزان دقت پیش‌بینی الگوی ارایه شده، به نمایش

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2020.17.2.4.2]

در آمده است:

جدول٤. دقت پیش‌بینی مدل برای زمان‌های کم مراجعه

پیش بینی	تعداد	درصد
صحیح	۳۳۵	۹۱/۰۷
خطا	۳۳	۸/۹۳
مجموع	۳۶۸	۱۰۰

جدول۵. دقت پیش‌بینی مدل برای زمان های پر مراجعه

پیش بینی	تعداد	درصد
صحیح	۲۹۸	۸۲/۲
خطا	۶۵	۱۷/۸
مجموع	۳۶۳	۱۰۰

مدل ارایه شده توانست پس از یادگیری داده‌های ورودی با دقت ۹۱٪ پیش‌بینی صحیحی ارایه دهد که این میزان دقت در بازه زمانی پر مراجعه به میزان ۸۲٪ کاهش می‌یابد که براساس نظرات خبرگان و مدیران بانکی این کاهش دقت پیش‌بینی مربوط به نقص فنی دستگاه‌ها به علت بیشتر شدن مراجعات، کمبود اسکناس‌ها در مخازن دستگاه‌ها و غیرمنظم شدن مراجعات به دستگاه‌ها و خدمات نگهداری نامناسب دستگاه‌ها در زمان‌های پر تقاضا می‌باشد.

۵ بحث

در این پژوهش پیش‌بینی بهینه تعداد مراجعین به دستگاه‌های خودپرداز با تمرکز بر رویکرد زمانی و مکانی دستگاه‌ها و همچنین الگوی بهینه کنترل موجودی این دستگاه‌ها با هدف کمینه‌سازی هزینه کل ارایه گردید. این مساله به دلایلی مانند پویایی، نبود راه حل‌های از پیش تعیین شده و جمع‌آوری داده‌ها به صورت تجربی، جزء مسایل و پیشامدهای گسسته می‌باشد. در شبیه‌سازی سیستم‌های گسسته و مدل‌سازی آن‌ها، متغیرها، تنها در مجموعه‌ای از مقاطع گسسته زمان تغییر می‌یابند. از این رو، زمان‌های مراجعه به دستگاه خودپرداز به دو بخش زمان‌های کم مراجعه و زمان‌های پر مراجعه تقسیم شد. زمان‌های با مراجعه زیاد شامل زمان واریز یارانه، زمان واریز حقوق و مستمری و روزهای ابتدای هفته می‌باشد و زمان‌های با مراجعه کم شامل روزهای تعطیل تقویمی، تعطیلات آلودگی هوا و بین التعطیلات و روزهای آخر هفته می‌باشد. در مورد مکان‌های قرارگیری دستگاه‌های خودپرداز پس از انجام خوشه‌بندی بر روی داده‌های این بخش، محل‌های نصب دستگاه‌های خودپرداز به سه نوع مکان، با تقاضای کم، تقاضای متوسط و تقاضای زیاد تقسیم شد. که با بررسی شناسه و محل نصب دستگاه‌ها مشخص گردید دستگاه‌های قرار گرفته در اماکن کم تقاضا اکثرا در بافت‌های اداری شهر نظیر ادارات و دانشگاه‌ها قرار دارند که معمولا پس از اتمام ساعات کار بدون مراجعه‌کننده هستند. دستگاه‌های نصب شده در

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2020.17.2.4.2]

اماکن با تقاضای متوسط نیز معمولا در بافت‌های مسکونی شهر قرار دارند و دستگاه‌های نصب شده در اماکن پر تقاضا نیز در بافت‌های تجاری شهر نظیر مراکز خرید و بازارها قرار دارند.

با توجه به یافته‌های سایر مقالات و پژوهش‌ها درباره افزایش کارایی خودپردازها در مجموع می‌توان مواردی از قبیل وضعیت پول‌رسانی خودپردازها، وضعیت تعمیرات و نگهداری خودپردازها و مکان نصب خودپردازها را در نظر گرفت. افزایش کارایی خودپردازها به کوتاه شدن صفوف انتظار مشتریان برای دریافت خدمات و به دنبال آن کاهش هزینه مشتریان از دست رفته برای بانک می‌انجامد.

٦ نتیجه‌گیری

با توجه به داده‌های مربوط به عملکرد ۳۶۸ دستگاه خودپرداز یکی از بانک‌های دولتی در شهر تهران در بازه زمانی سه ماهه در سال ۱۳۹۶ و با فرض سرکشی و شارژ دستگاه‌ها در هر ۵ روز به میزان ۵۰ میلیون تومان، بر اساس جدول ۶ خواهیم داشت:

هزینه کل دستگاه‌هایی که در خوشه ۱ قرار دارند برابراست با ۱۱۷۵۰۰۰ تومان در مدت یک ماه. هزینه کل دستگاه‌هایی که در خوشه ۲ قرار دارند برابراست با ۹۷۲۰۰۰ تومان در مدت یک ماه . هزینه کل دستگاه‌هایی که در خوشه ۳ قرار دارند برابراست با ۹۱۶۰۰۰ تومان در مدت یک ماه. هزینه کل دستگاه‌هایی که در خوشه ۴ قرار دارند برابراست با ۱۰۱۸۰۰۰ تومان در مدت یک ماه. هزینه کل دستگاه‌هایی که در خوشه ۵ قرار دارند برابراست با ۱۳۲۳۰۰۰ تومان در مدت یک ماه و هزینه کل دستگاه‌هایی که در خوشه ۶ قرار دارند برابراست با ۱۶۸۷۰۰۰ تومان در مدت یک ماه، که در صورت تحقق مدل بهینه‌سازی شده و انجام شارژ دستگاه در فواصل زمانی پیشنهادشده برای هر خوشه، هزینه کل هر یک از خوشه‌ها مطابق جدول ۶ کاهش خواهد یافت. این کاهش هزینه به طور میانگین برای تمام خوشه‌ها برابر با ۱۲ درصد می‌باشد.

جدول ٦. مقایسه هزینه کل سیستم

خوشه	هزینه کل سیستم قبل از بهینه‌سازی	هزینه کل سیستم در حالت بهینه	میزان کاهش
۱	۱/۱۷۵	۱/۰۰۰۵	٪ ۱۴/۹
۲	۰/۹۷۲	۰/۸۰۱	٪ ۱۷/۶
۳	۰/۹۱۶۶	۰/۹۱۶۳	٪ ۰/۰۳
٤	۱/۰۱۸	۰/۹۹۴	٪ ۲/۳
٥	۱/۳۲۳	۱/۱۵۹	٪ ۱۲/۴
٦	۱/۶۸۷	۱/۳۷۴	٪ ۱۸/۵
مجموع	۷/۰۹۳	۶/۲۴۶	٪۱۲

با در نظر گرفتن تعداد ۳۶۸ دستگاه خودپرداز می‌توان اظهار نمودکه در صورت اجرای مدل پیشنهادی هزینه کل شبکه دستگاه‌های خودپرداز در شهر تهران، برای بانک متبوع به میزان بیش از ۳۸ میلیون تومان کاهش

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2020.17.2.4.2]

خواهد داشت. شایان ذکر است این میزان کاهش هزینه برای شبکه خودپردازهای فقط مربوط به بازه زمانی یک ماهه می‌باشد که در صورت ادامه این روند صرفه‌جویی سالانه رقمی بیش از ۴۶۱ میلیون تومان فقط برای شهر تهران خواهد بود.

با توجه به یافته‌های سایر مقالات و پژوهش‌ها درباره افزایش کارایی خودپردازها، می‌توان گفت در مقاله حاضر، مواردی از قبیل، استفاده از توزیع نمایی در شبیه‌سازی ورود مشتریان به جای استفاده از توزیع یکنواخت یا نرمال، استفاده هم‌زمان از الگوریتم‌های ابتکاری و فراابتکاری و یادگیری ماشینی، استفاده نکردن از سناریوهای از پیش تعیین‌شده، تقسیم‌بندی خودپردازها در ابعاد زمانی و مکانی، ارایه الگوی کنترل موجودی متناسب با هر یک از شرایط زمانی و مکانی و بهره‌بردن از جامعه نمونه وسیع‌تر که باعث نتایجی با قابلیت تعمیم‌پذیری بیشتری می‌شوند، ارایه شد. با اتکا به نتایج به‌دست آمده در مقایسه با سایر پژوهش‌های مشابه، مشخص گردید با تغییر مکان قرارگیری دستگاه‌های خودپرداز با توجه به شرایط زمانی و مکانی یاد شده و همچنین تغییر مقادیر حداکثر موجودی اسکناس دستگاه‌ها به مقدار بهینه و تغییر فواصل زمانی سرکشی و شارژ موجودی دستگاه‌ها به مقادیر بهینه‌شده، شاهد بهبود کیفیت خدمات‌دهی شبکه دستگاه‌های خودپرداز خواهیم بود. نتایج حاصله از یادگیری ماشینی در مراحل خوشه‌بندی و درخت تصمیم نشان‌دهنده این موضوع است که پس از بهینه‌سازی هزینه کل سیستم کنترل موجودی شبکه دستگاه‌های خودپرداز، کاهش یافته‌اند. این در صورتی است که در سایر پژوهش‌های مشابه نهایتا به ارایه مقدار شارژ بهینه موجودی و یا فواصل بین شارژ موجودی اشاره شده، اما در مقاله حاضر، این مقادیر با در نظر گرفتن شرایط زمانی و مکانی مخصوص هر یک از خود پردازها در شبکه سراسری دستگاه‌ها ارایه شده است. باید در نظر داشت که موارد اشاره شده در سایر پژوهش‌ها منجر به صرفه‌جویی در هزینه‌ها گردیده است ولیکن این صرفه‌جویی‌ها با در نظر گرفتن شرایط تعداد محدودی خود پرداز (مطالعه بر روی نهایتا ۲۰ دستگاه خود پرداز) به دست آمده، این در حالی است که در این مقاله مطالعه بر روی تمام دستگاه‌های خودپرداز شبکه شهر تهران که شامل ۳۶۸ دستگاه می‌باشد، انجام گرفته، که باعث می‌شود تا مدل پیشنهادی انطباق پذیری بیشتری نسبت به شرایط خودپردازها در مقایسه با پژوهش‌های پیشین ارایه دهد.

۷ پیشنهادات

براساس موارد ذکر شده به منظور ارتقای کارآمدی شبکه خودپردازها و رفع مشکلات و موانع آنها و همچنین برای مطالعات و پژوهش‌های آتی موارد زیر پیشنهاد می‌گردد:

پیشنهادات کاربردی

۱- بررسی‌ها نشان داد برخی از خودپردازها در ساختمان‌های اداری (مانند شهرداری ها و دانشگاه‌ها و سازمان‌های دولتی و ...) قرار دارند که به علت ارایه سرویس تا پایان ساعات اداری ادارات مذکور کارایی آنها کم است و لازم است محل نصب آنها به‌گونه‌ای 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 در می‌یابیم که حدود ۸ ٪ کل دستگاه‌ها (۲۹ دستگاه) در این

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2020.17.2.4.2]

مکان قرار دارند که از این میان تعداد ۱۰ دستگاه همیشه در خوشه یک یعنی کمتر از ۵۰ مراجعه‌کننده در روز قرار می‌گیرند که با توجه به تعداد بسیار کم مراجعه‌کننده توجیه اقتصادی برای وجود دستگاه خودپرداز در این مناطق وجود ندارد. از طرفی با توجه به گره مکان شماره ۳ در درخت تصمیم شاهد این واقعیت هستیم که با افزایش تقاضا تا (۳۰۰ مراجعه در روز) در این مکان تعداد ۵ دستگاه از سرویس خارج می‌شود 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- میزان حداکثر موجودی دستگاه‌ها با توجه به مکان قرارگیری دستگاه‌ها تعیین گردد تا در نهایت هزینه کل سیستم کاهش یابد. همچنین برای رسیدن به حداقل هزینه‌ها در سیستم توجه به فواصل زمانی شارژ موجودی دستگاه‌ها ضروری می‌باشد.

۴-با استفاده از الگوی ارایه شده می‌توان ناکارایی خودپردازها را در شبکه خودپردازهای شهر تهران مدیریت نمود و مشکلاتی همچون کمبود اسکناس یا نگهداری نامناسب با تشخیص دستگاه‌های فاقد کارایی با توجه به متمرکز بودن عملیات نظارت شعبه و پول‌رسانی توسط خزانه‌داری مرتفع می‌گردد. در نهایت باید شناسایی مکان‌های جدید و انتقال آن‌ها براساس زمان‌بندی مناسب در دستورکار قرار گیرد چرا که رعایت این موارد علاوه بر کاهش هزینه‌ها و افزایش سطح سرویس‌دهی بانک‌ها به مشتریان سبب افزایش کارایی خودپردازها و افزایش سهم درآمد کارمزدی بانک می‌شود.

پیشنهادات پژوهشی

۱-برای مطالعات و پژوهش‌های آتی پیشنهادهایی از قبیل ارایه مدل ریاضی دو هدفه حداقل‌سازی 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 بهینه‌سازی از طریق شبیه‌سازی و با کمک الگوریتم‌های فرابتکاری و محاسبه ترکیب بهینه اسکناس‌های قابل شارژ در دستگاه در صورت موجود بودن اطلاعات مربوط به ترکیب اسکناس‌های پول‌گذاری‌شده در دستگاه‌های خودپرداز را می‌توان مدنظر قرار داد.

۲- برای نقاط مختلف شهر مانند مراکز با مراجعه‌کننده کم ویا مراجعه‌کننده زیاد می‌توان از مدل‌های توسعه ماکسیمم همجواری نیز سود برد.

۳- در پژوهش‌های آتی می‌توان برای تخمین هزینه‌ها از دیدگاه‌های مدیران و خبرگان بانکی استفاده نمود که پیشنهاد می‌شود ریزهزینه‌های مربوط به پول‌گذاری مانند هزینه خودرو پول‌رسان، هزینه بیمه و درآمدهای دستگاه‌های خودپرداز، نیز محاسبه شود تا نتایج، دقیق‌تر و قابل قبول‌تر باشد.

منابع

[۱] محرابیان، س.، ساعتی، ص.، هادی، ع.، (۱۳۹۰). ارزیابی کارایی شعب بانک اقتصادی نوین با ترکیبی از روش شبکه عصبی و تحلیل پوششی داده‌ها. تحقیق در عملیات در کاربردهای آن. ۸ (۴)، ۳۹-۲۹.

[۷] ناجی عظیمی، ز.، قربان پور، الف.، (۱۳۹۴). به کارگیری الگوریتم بهینه سازی ازدحام ذرات برای خوشه بندی مشتریان. تحقیق

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2020.17.2.4.2]

در عملیات در کاربردهای آن. ۱۲ (۱)، ۴۷-۳۳.

[۸] علیزاده، س.، ملک محمدی، س.، (۱۳۹۳). داده کاوی و کشف دانش گام به گام با نرم افزار Clementine. چاپ سوم، تهران. انتشارات دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی.

[۹] نصیری، م.، اسماعیلی، الف.، مینایی، ب.، مزینی، ن.، (۱۳۹۰). پیشنهاد شیوه ای مبتنی بر الگوریتم PSO چند هدفه جهت استخراج قوانین انجمنی در داده کاوی. تحقیق در عملیات در کاربردهای آن. ۸ (۴)، ۴۸-۴۱.

[۱۶] آذر، ع.، مهدوی راد، ع.، موسی خانی، م.، (۱۳۹۴). طراحی مدل ترکیب داده کاوی و تصمیم- گیری چند معیاره (مورد مطالعه، بانک اطلاعات یارانه‌های مرکز آمار ایران). تحقیق در عملیات در کاربردهای آن ۱۲ (۱)، ۱۱۱-۹۵.

[۲۷] حاجی مولانا، م.، معمارپور، م.، سجادی، خ.، (۱۳۹۶). طراحی مدل پیش بینی تقاضای پول در دستگاه‌های خودپرداز شهر تهران (مطالعه موردی:بانک شهر). نشریه تخصصی مهندسی صنایع ۵۱ (۳)، ۲۸۱-۲۹۵.

[۲۸] تقوی فرد،م.، خاتمی، م.، سجادی، خ.، (۱۳۹۵). افزایش میزان رضایت شهروندان از دستگاه‌های خودپرداز بانک شهر وکاهش هزینه‌های اقصادی بانک با به کارگیری مدل کنترل موجودی شبیه سازی شده. اقتصاد و مدیریت شهری ۱۶ (۴)، ۱۸-۱.

[2] Altunoglu, Y. (2010). Cash inventory management at automated teller machines under incomplete information, MSc Thesis of Turkey BILKENT University, 25–40.

[3] Davies, D.L. and Bouldin, D.W. (1979) A cluster separation measure, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine, 24 (2), 224-227.

[4] Nagi, E.,(2017), The application of data mining techniques in financial fraud detection. decision support system, 50, 559-569.

[5] Hipp, J., Guntzer, V., (2014).Data quality mining.DMKD.

[6] Zakarian, A., (2015). Mining warranty data in Manufacturing industry. University of Michigan-Dearbon.

[10] Punj, G.N. and Stewart, D.W. (1983) Cluster analysis in marketing redearch: Review and suggestions for application,Journal of Marketing Research, 20,134-148.

[11] McQueen, J.B. (1967)Some methods for classi_cation and analysis of multivariate observations, Proceeding of 5th Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability, 1, pp. 281-297.

[12] Johnson, R.A. and Wichern, D.W. (2007), Applied Multivariate Statistical Analysis, 6th Edn., Pearson Prentice Hall,USA.

[13] Kim, K.J. and Ahn, H. (2008). A recommender system using GA Kmeans clustering in an online shopping market, Expert Systems with Applications, 34, 1200-1209.

[14] Kolos, C., Ágoston, S., Benedek, G., and Gilányi, Z. (2016). Pareto improvement and joint cash management optimization for banks and cash-in-transit firms, European Journal of Operational Research, 1–9.

[15] Sajjadi, Kh., and Azimi, P. (2014). Optimizing the number of bank branches equipments by simulation and annealing algorithm, Journal of Management Researches in Iran, 18(4), 65–86.

[17] 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), 4(14), 61–81.

[18] Gunase karan, s., chandrasekaran, c., (2016). A survey on automobile Induster using data mining teachniques. International Jornal of science and advance technology, 1(4).

[19] Liang, Y., (2018). Integration of data morning techniques to analyze customer value for the automotive maintenance industry. Expert system and applications. 37, 4789-7496.

[20] Coenen, F., (2016). Data mining: past, present and future. The Knowledge Engineering Review. 26(1), 25-29.

[21] 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, 35–45.

[22] Taleeizadeh, A., and Salehi, A. (2015). Stochastic inventory control model under the policy credit purchases, Journal of Industrial Engineering, 49 (1), PP. 69–78.

[23] Axsäter, S. (2015). Inventory control, Springer, 225, 42-43.

[24] Smitus, R., Dilijonas, D., Bastian, L., Friman, J., and Drobinov, P. (2007). Optimization of cash management for ATM network, Information Technology And Control, 36(1), 117–121.

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2020.17.2.4.2]

[25] Wagner, M. (2007) The optimal cash deployment strategy-Modeling a network of Automated teller machines, MSc Thesis, Hanken Swedish School of Economics and Business Administration, 70–80.
[26] 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 Decision Science Institute Conference, 24–27 June, Istanbul, Turkey.
[29] Supatchaya, Ch., Peerayuth, Ch., Juta, P., and John, K. (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, 9(4), 283–288.
[30] 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, 44 (1), 205–226.
[31] Ekinci, Y., Lu, J. Ch., and Duman, E. (2014). Optimization of ATM cash replenishment with group-demand forecasts, Expert Systems with Applications, 42 (7), 3480–3490.
[32] Kolos, C., Ágoston, S., Benedek, G., and Gilányi, Z. (2016). Pareto improvement and joint cash management optimization for banks and cash-in-transit firms, European Journal of Operational Research, 1–9.

[Downloaded from jorlu.ir on 2026-11-29]

[DOR: 20.1001.1.22517286.2020.17.2.4.2]