نشریـه علمـی حسابداری مدیریت
سال سیزدهم/ شماره چهل‌وهفتم/ زمستان ۱۳۹۹

ارائه مدل بهینه ساز هزینه های کنترل موجودی دستگاههای خودپرداز شهر تهران

علیرضا آقا قلیزاده سیار[۱]
حسین شیرازی[۲]
مهدی ایزدیار[۳]
محمد مهدی فتاح دماوندی[۴]

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۱/۱۱ تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۲/۲۱

چکیده

ازآنجا که مدیریت هزینه ها یکی از مهمترین وظایف سازمان ها هستند ، مدیریت هزینه های سیستم کنترل موجودی دستگاههای خود پرداز نیز یکی از اساسی ترین وظایف بانکها بشمار میروند. این مقاله به دنبال ارائه مدلی پویا و بهینه برای کنترل هزینه های موجودی دستگاههای خودپرداز، با توجه به شرایط زمانی و مکانی هر دستگاه میباشد .بنابر این از داده های کل جامعه آماری، مربوط به بانک متبوع در شهر تهران که شامل ۳۶۸ دستگاه خودپرداز می گردد استفاده شد . بررسی رفتار دستگاه ها در بازه زمانی سه ماهه در سال ۱۳۹۶ انجام شده است. این مدل با خوشه بندی داده های آماری در ابعاد زمانی و مکانی موفق به یادگیری الگوی موجود در کلان داده ها شده و بر همین مبنا درخت تصمیم ارائه شده قادر به پیش بینی تعداد مراجعه کننده به هر دستگاه می باشد . سپس با استفاده از تابع هزینه ها برای سناریوهای بدست آمده هزینه های سیستم مشخص میگردند.هزینه ی کل سیستم شامل مجموع هزینه های نگهداری پول ، کمبود پول و سفارش دهی پول برای هر دستگاه میباشد . در نهایت با ارائه الگوی بهینه سازی شده کنترل موجودی برای هر سناریو، هزینه های کل سیستم به طور میانگین ۱۶/۵ درصد ، یعنی به مقدار ۳۸ میلیون تومان در ماه کاهش پیدا میکند.

واژه‌های کلیدی: کنترل موجودی، مدلسازی، دستگاه خودپرداز، داده کاوی.

۱- دکتری مدیریت صنعتی، موسسه آموزش عالی الکترونیکی ایرانیان، تهران، ایران. (نویسنده مسئول) aagholizade@gmail.com
۲- استادیار و عضو هیات علمی گروه مدیریت، واحد قم، دانشگاه آزاد اسلامی، قم، ایران. Hossein.shirazi63@gmail.com
۳- دکتری مدیریت صنعتی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. Izadyar.mehdi@gmail.com
۴- دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، دانشگاه امام صادق، تهران، ایران. mmfattahdamavandi@gmail.com

۱- مقدمه

رضایت مندی مشتری در گرو ارائه سرویس های مناسب از طرف بانک می باشد . پیش بینی تعداد مراجعه کنندگان دستگاه های خودپرداز 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(محرابیان و همکاران،۱۳۹۰).همچنین ایجاد یک بستر نرم افزاری مناسب برای پیش بینی مراجعه کنندگان به دستگاه با ایجاد نظم و انسجام در فرایندهای 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 توجه به این مسئله اساسی که فرایند بارگذاری پول نقد در دستگاهها نقش اصلی در کیفیت خدمات دهی بانکها وهمچنین هزینه های ایجاد شده برای بانک ایفا میکند میتوان دریافت که ایجاد راهکار مناسب برای مدیریت موجودی شبکه دستگاههای خود پرداز اهمیت بسزایی خواهد داشت چرا که در وضعیت فعلی با توجه به مکان قرار گیری و تعداد مراجعه کنندگان دستگاههای خودپرداز ، تعدادی از این دستگاهها که مراجعه کننده بیشتری دارند با کمبود موجودی مواجه هستند و هزینه هایی مانند زیان مشتری از دست رفته ، جریمه بانک مرکزی ، از دست دادن کارمزد برای خدمات مختلف و همچنین سو تبلیغ برای بانک را به سیستم تحمیل میکنند و از طرفی آن دسته از دستگاههایی که مراجعه کنندگان کمتری دارند به دلیل انباشت موجودی بیشتر ، هزینه نگهداری و ریسک امنیتی بالاتری را به سیستم تحمیل میکنند.

بنابراین در این پژوهش،مدل ارائه شده بر اساس پیشینه و مرور ادبیات پژوهش،با هدف یکپارچه سازی فرایند و ارائه روشی برای پیاده سازی مدل کنترل و مدیریت موجودی ، در بستر نرم افزاری تطبیق پذیر به دنبال یافتن پاسخ سوالات پژوهشی زیر می باشد : آیا استفاده از شبیه سازی سیستم کنترل موجودی می تواند در بهبود توزیع موجودی در نظام دستگاههای خودپرداز موثر باشد؟ آیا استفاده از شبیه سازی سیستم کنترل موجودی می تواند در کاهش هزینه ها در نظام دستگاههای خودپرداز موثر باشد؟

پژوهش حاضر در هفت بخش نگارش شده است. کلیات و شرایط حاکم بر فضای مساله و بیان مسئله در بخش اول مطرح می شود و در بخش دوم مروری بر مقالات حوزه بانکداری، مدل‌های داده کاوی با تمرکز بر خوشه بندی کلان داده ها، و کاربرد مدل-های کنترل موجودی دستگاههای خود پرداز 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 بیان شده است. در بخش چهارم مراحل اجرای مدل به صورت گام به گام ارائه شده است.در بخش پنجم ، بحث پیرامون مدل مطرح گردیده و در بخش ششم نتایج به دست آمده شرح داده شده است. در بخش هفتم،محدودیت ها ، پیشنهادات و زمینه‌های مطالعات بیش‌تر در تحقیقات آتی معرفی شده‌اند.

۲- مبانی نظری و مروری بر پیشینه پژوهش

امروزه یکی از مشکلات مهم در مؤسسات صنعتی و بازرگانی ، عدم وجود سیستمهای کنترل موجودی سریع و منطبق با نیازهای محیطی میباشد (آلتون اوغلو،۲۰۱۰). تعداد محدودی از مؤسسات تولیدی هستند که کمو بیش به اهمیت کنترل مواد و کالاها استفاده از سیستم های کنترل موجودی بعنوان ابزاری

مدیریتی واقفند و اقداماتی جهت برقراری آن نموده اند و بقیه فاقد سیستم های کارا می باشند(دیویس و بولدین،۱۹۷۹). اینگونه مؤسسات بعلت 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 زمینه اند و در جستجوی سیستمهای کاراتری برای مدیریت و کنترل موجودی ها هستند(ناگی،۲۰۱۷). به عبارت دیگر با گسترش و رشد روز افزون تغییرات در محیط خارجی سازمانها و شدید تر شدن رقابت سازمانها دیگر سیستمهای سنتی کنترل موجودی قادر به براوده نمودن نیازهای سازمانها نبوده که این خود شامل هزینه های مضاعفی برای سازمان میباشدکه از جمله انها میتوان به کاهش فروش ، کاهش اعتبار سازمان ، افزایش هزینه های نگهداری ، حمل و نقل ، زیاد شدن تاخیر ها ، از دست رفتن مشتریان ، سوق دادن مشتریان به سمت رقیبان و غیره اشاره نمود(هیپ وگونتزر،۲۰۱۴).

مسئلهٔ مدیریت دارایی و بدهی‌ها در دستگاه‌های خودپرداز، با مسائل مدیریت موجودی نقدی تجاری متفاوت است و تنها در سال های اخیرمورد توجه محققان بوده است. تحقیقات در زمینهٔکنترل موجودی، اغلب به دو صورت سیاست مرور پیوسته و مرور دوره ای انجام می‌پذیرد. در سیاست مرور پیوسته می‌توان هرلحظه با توجه به موقعیت موجودی در دست، اقدام به افزایش سطح موجودی کرد؛ درحالی‌که در سیاست مرور دوره ای، فقط در زمان های خاص می‌توان این‌کار را انجام داد (طلایی زاده،۲۰۱۵). در سیاست مرور پیوسته، به‌محض اینکه موقعیت موجودی به اندازهٔ کافی پایین بود، یک سفارش صادر می‌شود. مدل دیگر با عنوان مدل مرور دوره ای شناخته می‌شود. این سیاست شامل بررسی موقعیت موجودی در نقاط مشخصی از زمان است . به‌طورکلی در این‌سیاست، فواصل بین بازدید موجودی ثابت است و به‌همین دلیل آن را سیاست مرور دوره ای می‌نامیم(اکساتر،۲۰۱۵).

مدیریت دارایی و بدهی بانک به عنوان برنامه ریزی هم زمان همهٔ دارایی‌ها و بدهی‌های بانک، شامل ترکیب ترازنامهٔ 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 وهمکاران،۲۰۱۳). در پژوهشی دیگر رویکردی به‌منظور مدیریت وجه نقد برای شبکهٔ دستگاه های خودپرداز ارائه‌شد. این رویکرد به منظور پیش‌بینی تقاضای وجه نقد روزانه برای هر دستگاه خودپرداز در شبکه به منظور تخمین بار نقدی بهینه برای هر دستگاه خودپرداز، برمبنای یک شبکهٔ عصبی مصنوعی شکل گرفته است. در روش بهینه،زمان ، مهم‌ترین فاکتورها برای نگهداری دستگاه های خودپرداز در نظر گرفته شده است. مطالعات شبیه‌سازی در این تحقیق نشان داد که در رویهٔ بهینه‌سازی شده، کاهشی در حدود ۱۵تا۲۰ درصد در هزینه‌های نگهداری دستگاه های خودپرداز را ایجاد کرده است. از دیدگاه آن ها، برای به کارگیری و اجرای عملیاتی رویهٔ مدیریت موجودی نقدی دستگاه خودپرداز ارائه شده، بررسی‌های تجربی بیشتر ضروری است(اسمیتوس و همکاران، ۲۰۰۷).

در پژوهشی چارچوبی مفهومی برای دستیابی به راهبرد گسترش پیش بینی بهینه برای یک شبکه از دستگاه های خودپرداز ارائه شد و مزایای بالقوه و ممکن یک نرم افزار پیش بینی پیچیده ارزیابی شد. این مطالعه نشان داد که با به کارگیری الگوریتم واگنر-ویتین برای تخصیص موجودی بهینه و استفاده از برنامهٔ صحیح دانتزیگ، فالکرسون و جانسون به‌منظور تعریف‌کردن و تعیین ریشه‌های حداقل فاصلهٔ مجموع می‌توان صرفه‌جویی عمده ای برای ارایه سرویس به مشتریان بدست آورد(واگنر،۲۰۰۷).

در ایران با به کارگیری روش شبیه سازی مونت کارلو، سیاست مناسب کنترل موجودی

ده دستگاه از خود پردازهای بانک صادرات در شهر شیراز استان فارس تعیین شد(سلیمی فرد،۲۰۱۲) در این پژوهش، برای تعیین موجودی، از پنج سناریو و چهار زیرسناریو براساس سقف شارژ (حداکثر موجودی) ونقطه شارژ (حداقل‌موجودی) استفاده شد. این سناریوها نیز به نوبهٔ خود براساس میزان کمبود و مازاد پول در دستگاه ها باهم مقایسه شدند و در نهایت، انتخاب بهترین سناریو صورت گرفت. در پژوهشی دیگر با به کارگیری روش شبیه سازی ، سیاست مناسب کنترل موجودی دستگاه های خودپرداز بانک شهر در شهر تهران تعیین شد(حاجی مولانا و همکاران،۱۳۹۶). در این پژوهش، برای تعیین سیاست کنترل موجودی، از سه سناریو برای تعیین حداکثر و حداقل موجودی استفاده شد. که منجر به کاهش هزینه های سیستم تا یک دهم گردید.در پژوهشی دیگری که مجددا در شهر تهران وخود پردازهای بانک شهر صورت گرفته است (تقوی فرد و همکاران،۱۳۹۵) مسئله مدیریت موجودی دستگاههای خودپرداز با رویکرد رضایت مشتریان شبیه سازی شده است که در نهایت سناریوی منتخب منجر به کاهش چشمگیر هزینه های کنترل موجودی میگردد.از ضعف‌های این پژوهش ها، به‌کارگیری پاسخ‌هایی از پیش تعیین شده (سناریوها) برای مسئله است؛ حال آنکه ممکن است سناریوهایی مناسب‌تر وجود داشته باشند.

محققان مطالعه‌ای با عنوان یک بهینه سازی ابتکار محور برای یک مدل اندازهٔ بزرگ دارای ظرفیت محدود در شبکهٔ ماشین های خودپرداز انجام دادند(سوپاتچایا و همکاران،۲۰۱۳) در این مطالعه که در کشور تایلند انجام گرفت محققان مسئلهٔ مراجعه مشتریان را در یک شبکه از ماشین‌های خودپرداز به‌منظور ارضا کردن تقاضا و نیازهای مشتریان به موجودی نقدی در دوره های متعدد، با تقاضای قطعی بررسی‌کردند. هدف از این پژوهش، تعیین میزان پول به منظور قراردادن در دستگاه های خودپرداز و مراکز وجه نقد (خزانه‌ها) برای هر دوره، در طول یک افق زمانی مشخص بوده است. الگوریتم‌ها در این مسئله، به عنوان یک مسئلهٔ موجودی چند پله ای با اندازهٔ بزرگ دارای ظرفیت محدود تک آیتمی در نظر گرفته شدند تا هزینه های کل راه اندازی و فعالیت شبکهٔ دستگاه های خودپرداز حداقل شود. محققان در این مطالعه، مسئله را به‌عنوان یک مسئلهٔ عدد صحیح مختلط فرموله کردند و یک رویکرد را مبتنی بر فرمول سازی مجدد مدل، به‌عنوان 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 دستگاه های خودپرداز آزاد سازی 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 مسئلهٔ اندازهٔ بزرگ است؛ چرا که میزان تقاضای موجودی دستگاه های خودپرداز در دنیای واقعی، غیرقطعی و احتمالی محسوب می‌شود.

محققان دیگری مطالعه ای را با عنوان «سیاست کنترل داده محور برای عملیات پشتیبانی : یک مطالعهٔ موردی اکتشافی در یک مؤسسهٔ مالی» را در آمریکا انجام دادند(بیکر و همکاران،۲۰۱۲). آن‌ها به کمک یک مؤسسهٔ مالی بزرگ که موجودی را در چندین دستگاه خودپرداز مدیریت می‌کند، رده ای جدید از سیاست‌های داده محور برای مسئلهٔ احتمالی پیش رو ارائه کردند؛ چرا که در این شرکت، مدیران ارشد تصور کرده اند که سیستم تأمین موجودی نقدی فعلی برای مدیریت دستگاه های خودپرداز، ناکارآمد و منسوخ بوده است و احتمال داده اند که به کارگیری موجودی نقدی بهبود یافته، هزینهٔ کل سیستم را کاهش می‌دهد. محققان در این مطالعه، رویه‌ای قوی برای برخورد با راهبردهای گسترش موجودی دستگاه های خودپرداز ارائه می‌کنند. بر خلاف سایر

مطالعـــات صورت گرفته که یک سیستم مرور دوره ای 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 ارائـــه شـــده اســـت. رویکـــرد محققـــان، ســـری‌هـــای زمـــانی پیش‌بینی کنندۀ بهینـه را پیـدا مـی‌کنـد و بهتـرین توزیـع خطای پیش‌بینی هفتگی مناسب را ارائـه مـی دهـد. سـطح موجودی نقـدی، هـدف بهینـۀ تضـمین شـده و زمـان بـین سفارش ها، تنهـا از طریـق یـک مـاژول بهینـه در مسـیری شبیه سازی شده به دست می‌آید. این مسیر به وسیلۀ محققان برای مؤسسه شبیه‌سازی تعبیه شده است. پژوهشـگران در این تحقیق، یـک روش مطالعـۀ مـوردی اکتشـافی را بـرای جمع آوری اطلاعات برداشت از حساب نقـد در ۲۱ دسـتگاه خودپرداز متعلق به مؤسسۀ مـالی بـه کـار گرفتنـد. رویکـرد جدید آن ها، کاهش۴/۶ درصدی کل‌هزینه‌ها را نشـان داد.

پژوهشی با عنوان بهینه‌سازی دستگاه های خـودپرداز بـا پـیش بینـی هـای تقاضـای گروهی در شهر استانبول ترکیه انجام گرفت (اکینجی و دومان،۲۰۱۴) . مطالعۀ آن ها، یک مدل دستگاه های خودپرداز با تقاضای گروهـی و همچنین بهینه‌سازی تجمیع خروج پول نقد روزانـه را در فرایند پیش‌بینـی پیشـنهاد مـی‌کنـد. مطـابق نتایج، این پیش‌بینی یکپارچه و رویۀ بهینه‌سازی برای یـک منظور یا هدف، در هزینه سود نقدی و نارضایتی مشتری بالقوه بهتر عمل میکند.البته این شبیه سازی بر اساس عملکرد تنها پنج دستگاه خودپرداز صورت پذیرفت.

پژوهشـــگران در «بهبـــود پـــارتو و بهینـــه ســـازی مدیریت پول نقـد مشـترک بـرای بانـک هـا و شـرکت هـای حمل‌کننده پول نقد » مدیریت موجودی بانک را در کشور مجارستان بررسی‌کردند. از دیدگاه آن‌ها، بهبود تکنیک‌های مدیریت موجودی نقـدی در دستگاه های خودپرداز، به‌عنوان یک مسئلۀ بهینـه‌سـازی مجزا برای بانک‌هـا و شـرکت‌هـای مسـتقلی‌کـه موجـودی نقدی را برای ماشین‌های خودپرداز تأمین‌می‌کننـد، توجـه زیـــادی در ادبیـــات نظـــری بـــه‌خـــود اختصـــاص داده اســـت؛ بنابراین، آن ها بـه جـای اینکـه بـر احتمـال کـاهش هزینـه متمرکز شود، مسئلۀ مدیریت موجودی را به‌عنوان مسئله‌ای تک بعدی درنظرگرفتند. آن‌ها به ایـن نتیجـه رسـیدندکـه قیمت‌های قراردادی بین‌بانک‌ها و شرکت‌های حمـل ونقـل‌موجـودی نقـد را مـــی‌تـــوان بـــاکـــاهش بیشـــتر هزینـــۀ بهینه‌سـازی هـای انفـرادی تعـدیل‌کـرد. محققـان در ایـن مطالعه، به منظور نشان دادن مناسب بودن ایـن رویـه، بهبـود پارتوممکن را باطرح های قرارداد مجدد برمبنای پیش‌بینی تقاضای نقدی برای یک بانک تجاری مجارستانی و درنتیجه، کـاهش‌قابـل توجـه هزینـه تعیـین‌کردند(کولوس و همکاران،۲۰۱۶).

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، هزینـۀ کمبـود پـول و فرصـت ازدست رفته،در برخی هزینۀ خواب هر واحد پول، و در برخـی نیـز فقـط هزینـۀ نهـایی پول‌گذاری دستگاه هـای خـودپرداز، بـدون توجـه بـه سـایر محدودیت‌ها حـداقل شـده اسـت.ضمن اینکه در این مطالعات از ابزارهای قدرتمند داده کاوی در مسئله مدیریت موجودی خود پردازها استفاده نشده است. پژوهشهای پیشین بر اساس سناریو های از پیش تعیین شده اجرا شده اند در حالی که ممکن است راه حل های بهتری نیز موجود باشد. پژوهشهای انجام گرفته بر روی شبکه خود پردازها از جامعه آماری بسیار کوچکی (بین ۱تا۲۰ دستگاه خود پرداز) سود برده اند که در صورت استفاده از جامعه آماری بزرگتر می تواند 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 داده ها و تکنیکهای داده کاوی، شبیه سازی و بهینه سازی،مدل کنترل موجودی ضمن در نظر گرفتن هزینه های نگهداری پول، سفارش پول و هزینه کمبود پول، با توجه به موقعیت زمانی و مکانی

هر دستگاه در شبکه خودپردازها ارائه میگردد.بنابراین یکی از ویژگیهای بارز این پژوهش، ترکیب مدلهای داده کاوی، شبیه سازی و بهینه سازی می باشد که موجب کاهش هزینه های شبکه دستگاههای خودپرداز می گردد.

۳- روش شناسی پژوهش

در این پژوهش از داده های مراجعه کنندگان به تمامی ۳۶۸ دستگاه خود پرداز نصب شده 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 متبوع از ذکر نام این بانک دولتی صرفنظر گردید. در گام اول پژوهش، 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 خوشه ها از روش میانگین کای برای خوشه بندی کلان داده ها استفاده می شود. سپس با ترکیب نتایج خوشه بندی اقدام به تشکیل متغیرهای ورودی درخت تصمیم می شود. سپس با استفاده از این درخت تصمیم سناریو های مختلف تعداد مراجعه کنندگان با استفاده از نرم افزار SPSS Modeler بدست میاید. در گام دوم پژوهش،عملیات شبیه سازی هزینه های سیستم، برای تمامی خوشه های بدست آمده در مرحله قبلی (داده کاوی) انجام خواهد گرفت و در گام سوم پژوهش، با استفاده از مشتق، تابع هزینه ها بهینه سازی (حداقل) میگردند تا هزینه کل سیستم برای هر خوشه حداقل گردد. در نهایت نتایج حاصله مورد ارزیابی و تحلیل و بررسی قرار گرفت و در انتها نیز پیشنهاداتی جهت ارتقای عملکرد سیستم ذکر گردید .

۳-۱- اصطلاحات،متغیرها و روش ها

مقادیر متغیرهای یاد شده به صورت تجربی و از مصاحبه با مدیران و خبرگان بانکی و پژوهشهای قبلی صورت گرفته در این حوزه استخراج شده است(حاجی مولانا و همکاران،۱۳۹۶). واحد هزینه های مدل، میلیون تومان می باشد و واحد زمانی ، ماهانه می باشد .ضمن اینکه هزینه کل سیستم برابر مجموع هزینه های نگهداری ، کمبود و سفارش دهی پول می باشد.

جدول ۱. تعاریف و مقادیر متغیرها

نماد در 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 سفارش دهی پول	۰/۰۸
S	حداکثر موجودی دستگاه	۵۰
Time for chek	زمان سرکشی	هر ۵ روز یکبار
Q	مقدار سفارش	
N	تعداد سفارش	
T	فواصل زمانی بین سفارشات	
D	تقاضا	
Total Cost	هزینه کل	

محاسبه هزینه های سیستم از روش دریافت آنی، مصرف تدریجی و کمبود مجاز

با کمک روش مقدار اقتصادی سفارش هزینه کل سیستم کنترل موجودی مقادیر مربوطه محاسبه میگردند ، برای ساخت مدل هزینه های مزبور باید در نظر داشت که دریافت پول به صورت آنی و مصرف تدریجی با مجاز بودن کمبود می باشد،با توجه به اینکه داده های استفاده شده در این بخش به صورت تجربی به دست آمده و شامل هزینه های دستگاههای خودپرداز بوده و هزینه های منظور شده در مدل از مصاحبه با مدیران و خبرگان بانکی و پژوهشهای قبلی صورت گرفته در این حوزه استخراج شده است از این رو مدل معین هزینه های سیستم کنترل موجودی عبارتست از:

رابطه ۱

مقدار سفارش یا شارژ بهینه : $Q^* = \sqrt{((2Co^*D)/Ch)} * \sqrt{(Ch+Cs/Cs)}$

رابطه۲

تعداد بهینه سفارشات در واحد زمان : $N^* = D/Q^*$

رابطه۳

فواصل زمانی بهینه بین سفارشات : $T^* = Q^*/D$

رابطه۴

مقدار بهینه موجودی مثبت : $q^* = (Q^* . Cs) / (Ch + Cs)$

رابطه ۵

هزینه کل سیستم : $TC = Co * (D/Q) + Ch * (q\wedge 2/2Q) + Cs * ((Q-q)\wedge 2/2Q)$

۴- اجرای مدل

بخش اول در این مطالعه داده کاوی داده های دستگاههای خودپرداز میباشد.از ین رو، در گام نخست پیش از شروع خوشه بندی ابتدا باید مقدار K (تعداد خوشه ها) تعیین گردد . برای تعیین بهترین خوشه بندی در این پژوهش از شاخص دیویس – بولدین استفاده شده است که در آن Sc فاصله دورن 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 خوشه ها) را نمایش می دهد . براساس شاخص دیویس – بولدین ، بهترین خوشه بندی رابطه ۱ را کمینه می کند (دیویس وبولدین،۱۹۷۹).

رابطه۶

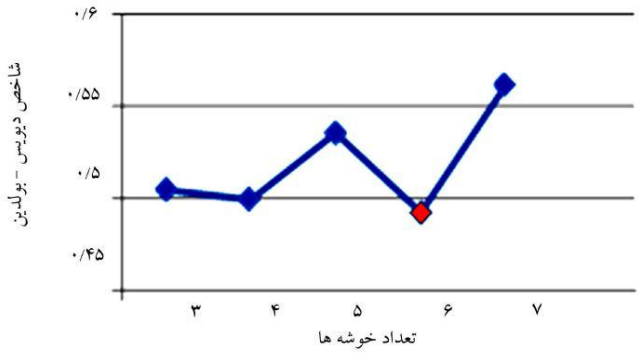
$$\frac{1}{c}\sum_{k=1}^{c}\min_{i\neq k}\left\{\frac{S_c(Q_k)+S_c(Q_i)}{d_{ce}(Q_k,Q_i)}\right\}$$

نتایج حاصل از تعیین تعداد خوشه های بهینه با استفاده از شاخص دیویس – بولدین عبارتست از :

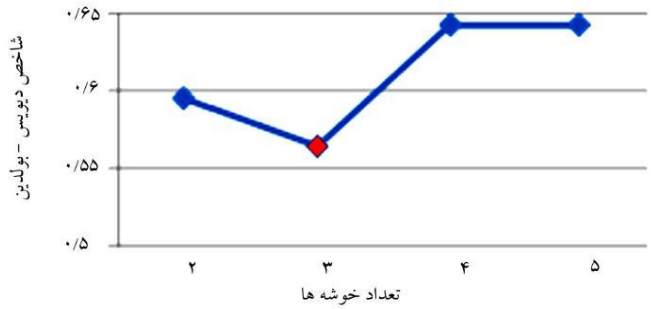
۱) تعداد خوشه ها برای تعداد مراجعه کنندگان درهرروز به دستگاه ،مقادیر سه ، چهار ، پنج ، شش ، هفت به دست آمد که نتایج آن در شکل ۱ نشان داده شده است .

با توجه به شکل ۱ تعداد خوشه ی بهینه برای تعداد مراجعه کنندگان در هر روز براساس شاخص دیوس – بولدین عدد ۶ می باشد که با رنگ قرمز مشخص شده است .

۲) تعداد خوشه ها برای مکان های قرارگیری دستگاهها بر حسب تقاضا مقادیر دو، سه، چهار، پنج به دست آمد که نتایج آن درشکل ۲ نمایش داده شده است.



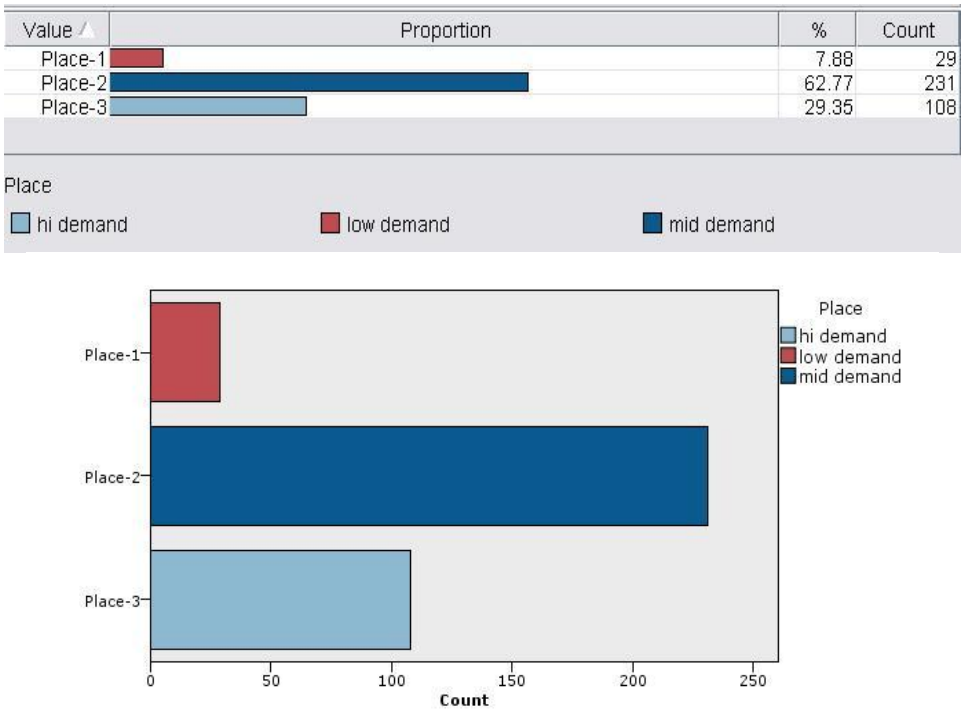
شکل۱. تعداد خوشه های انتخابی براساس شاخص دیویس- بولدین در تعداد مراجعه کنندگان به دستگاه



شکل۲. تعداد خوشه های انتخابی براساس شاخص دیویس- بولدین برای مکان های قرارگیری دستگاهها

با توجه به شکل ۲ خوشه ی بهینه برای مکان های قرارگیری دستگاهها برحسب تعداد مراجعه کننده براساس این شاخص عدد۳ می باشدکه با رنگ قرمز مشخص شده است.

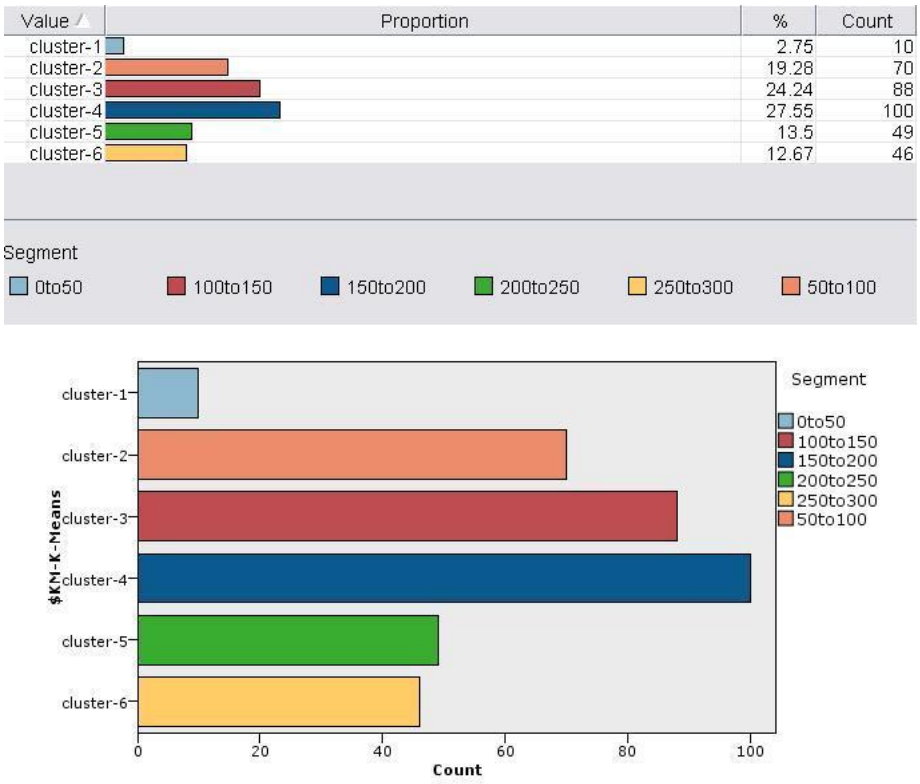
حال با تعیین تعداد خوشه ها برای تعداد مراجعه کننده روزانه و مکان های قرارگیری دستگاهها با ورود دیتای مربوط به مراجعه کنندگان به محیط نرم افزار خوشه بندی براساس الگوریتم میانگین کای انجام می پذیرد.تعداد خوشه های تعیین شده بهینه برای مکان قرارگیری دستگاههای خودپرداز براساس شاخص دیویس- بولدین عدد۳ بدست آمد که نتایج خوشه بندی اطلاعات توسط الگوریتم میانگین کای در شکل۳ ارائه شده است.



شکل۳. نتایج خوشه بندی 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 مکان های پر تقاضا قراردارند 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 قرارگرفته اند و 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 دارندکه 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 به صورت روزانه بررسی شده و برای زمان های پر مراجعه و زمان های کم مراجعه 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 شکل ۴ می باشد.



شکل۴. نتایج خوشه بندی تعداد مراجعه کننده روزانه به دستگاههای خودپرداز

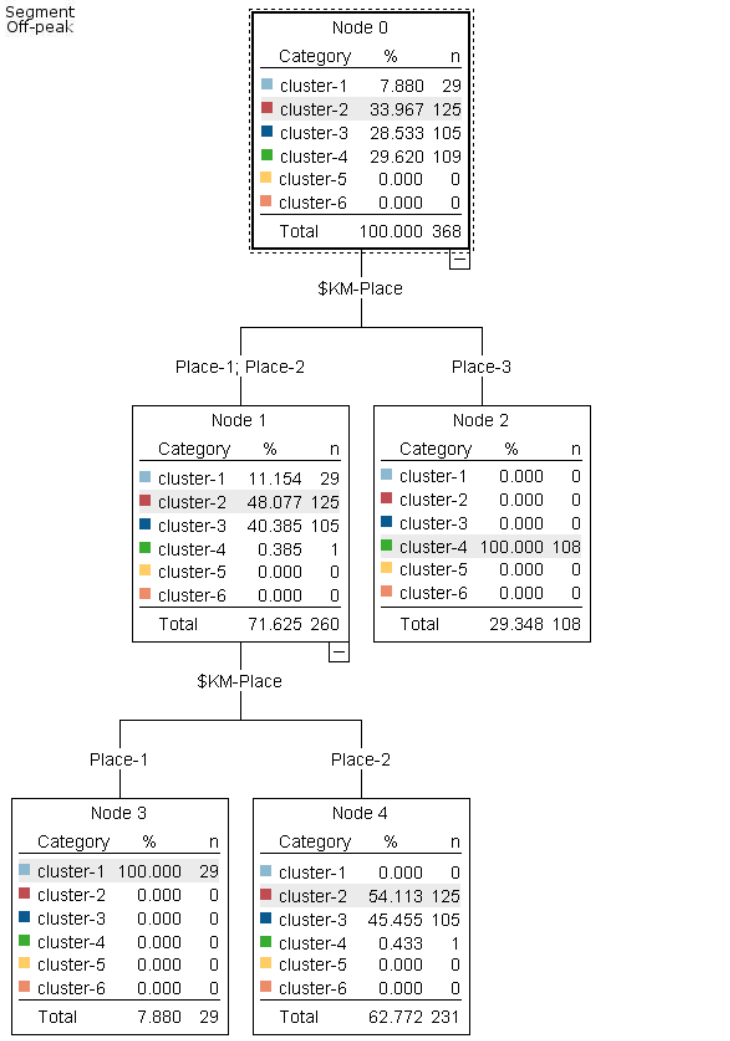
بر این اساس، تقسیم بندی خوشه ها در ۶ بخش که بین ۰ تا ۳۰۰ مراجعه کننده روزانه برای هر دستگاه می باشد انجام پذیرفته است. وهمانطور که در شکل ۴ مشاهده میشود، خوشه ۱ شامل دستگاههایی است که حداثر ۵۰ نفر مراجعه کننده روزانه دارند. خوشه ۲ شامل دستگاههایی است که حداثر ۱۰۰ نفر مراجعه کننده روزانه دارند. خوشه ۳ شامل دستگاههایی است که حداثر ۱۵۰ نفر مراجعه کننده روزانه دارند. خوشه ۴ شامل دستگاههایی است که حداثر ۲۰۰ نفر مراجعه کننده روزانه دارند. خوشه ۵ شامل دستگاههایی است که حداثر ۲۵۰ نفر مراجعه

کننده روزانه دارند و خوشه ۶ شامل دستگاههایی است که حداثر ۳۰۰ نفر مراجعه کننده روزانه دارند.

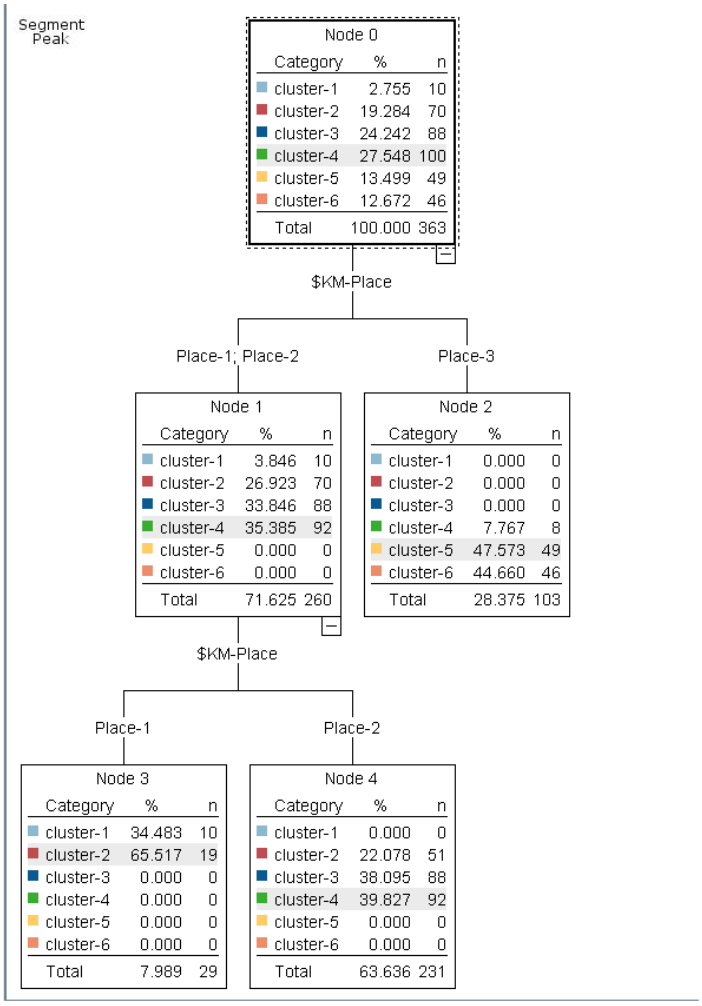
در ادامه با ترکیب فیلدهای خروجی خوشه بندی تعداد مراجعان و خوشه بندی مکانی اقدام به ایجاد درخت تصمیم C&R برای زمان های کم مراجعه و زمان های پر مراجعه می نماییم که نتایج آن به شرح شکل های ۵ و ۶ می باشد.

با توجه به درخت تصمیم مندرج در شکل ۵ برای زمان های کم مراجعه نتایج زیر به دست آمد:

۱۰۰٪ دستگاه های نصب شده در مکان های پرتقاضا (مکان شماره ۳) در خوشه ۴ قرار دارند این بدان معنی است که تمامی دستگاههای اماکن پر تقاضا 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 شماره ۲) در خوشه های ۲و۳ 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 شماره ۱) در خوشه ۱ قرار دارند که شامل حداکثر۵۰ مراجعه کننده روزانه در زمان های کم مراجعه برای این دستگاهها می باشد.



شکل۵. درخت تصمیم زمان های کم مراجعه



شکل۶. درخت تصمیم زمان های پر مراجعه

حال با توجه به درخت تصمیم نمایش داده شده در شکل ۶ که مربوط به زمان های پر مراجعه می باشد می توان اینگونه اظهارنظرنمود: قریب به ۳/۹۲ ٪ دستگاههای نصب شده در مکان های پر تقاضا (مکان شماره ۳) درخوشه های ۵و ۶ قرار دارند که شامل ۲۰۰ تا ۳۰۰ مراجعه کننده در زمان های پر مراجعه می باشد و در ادامه تمامی دستگاههای نصب شده در مکان های با تقاضای متوسط (مکان شماره ۲) در خوشه های ۲ و ۳ و ۴ قرار دارند که شامل ۵۰ تا ۲۰۰ مراجعه کننده روزانه در زمان های پر مراجعه می 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 پر مراجعه 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 پر تقاضا و افزایش تراکنش ها در بازه مورد بررسی تعداد۵ دستگاه از جریان سرویس دهی به علت مشکلات فنی خارج شده اند که همین مسئله در دقت پیش بینی ها تاثیر گذار می باشد.

پس از مشخص شدن نتایج بخش داده کاوی و مقادیر معین برای هر خوشه ، در بخش دوم به شبیه سازی سیستم کنترل موجودی خوشه های تولید شده می پردازیم. با توجه به رفتارها و توزیع های متفاوت در مورد تعداد و زمان مراجعهٔ مشتریان و همچنین میزان مصرف پول هرکدام از خودپردازها می‌توان برای هریک از آن ها یک مدل کنترل موجودی خاص متصور شد. برای ساخت مدل هزینه های مزبور باید در نظر داشت که ، با توجه به اینکه داده های استفاده شده در این بخش به صورت تجربی به دست آمده و شامل هزینه های دستگاههای خودپرداز بوده و هزینه های 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 شماره ۱ به صورت فرض برای مسئله در نظر گرفت، از این رو هزینه کل یک دستگاه خود پرداز شامل مجموع هزینه های سفارش دهی ، هزینه کمبود و هزینه نگهداری پول میباشد و همچنین حداکثر موجودی دستگاه ۵۰ میلیون تومان است ، که در حقیقت عملیات پول گذاری و شارژ موجودی دستگاه هر ۵ روز یکبار انجام می شود. با ورود مقادیر حقیقی یاد شده و ساخت مدل های مربوطه در نرم افزار ارنا شبیه سازی انجام میگیرد ، این شبیه سازی در مدت ۳۰ روز، برای دستگاه خودپرداز شش خوشه اجرا گردید که به عنوان نمونه، نتایج خروجی نرم افزار برای خوشه ۱، در شکل ۷ نمایش داده شده و همچنین خلاصه نتایج حاصله برای تمامی خوشه ها در جدول ۲ نمایش داده شده است.

شکل ۷ . خروجی شبیه سازی مدل مربوط به خوشه ۱

جدول ۲.نتایج حاصل از بخش دوم (شبیه سازی)

خوشه	تعداد مراجعه کننده در یکماه	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
۴	۵۹۶۴	۰/۴۸	۰/۲۶۹	۰/۲۶۹	۱/۰۱۸
۵	۷۵۸۵	۰/۴۸	۰/۲۲۶	۰/۶۱۷	۱/۳۲۳
۶	۹۰۷۱	۰/۴۸	۰/۱۸۴	۱/۰۲۲	۱/۶۸۷

همانگونه که در شکل ۷ مشاهده میشود نتایج خروجی نرم افزار برای شبیه سازی مربوط به خوشه ۱ (۵۰ نفر مراجعه کننده در روز) نمایش داده شده ، بر این اساس در بازه زمانی یکماهه ۱۴۲۰ نفر به این دستگاه مراجعه نموده اند که در این مدت هزینه نگداری پول ۶۹۵۹۰۰ تومان، هزینه کمبود پول به دلیل رخ ندادن کمبود صفر و هزینه سفارش دهی پول ۴۸۰۰۰۰تومان است که در نهایت هزینه کل سیستم برابر با ۱۱۷۵۹۰۰ تومان برآورد شده است.همچنین نتایج مربوط به سایر خوشه ها در جدول ۲ ذکر شده است. با توجه به مقادیر جدول ۲ به روشنی واضح است که با افزایش تعداد مراجعه کنندگان هزینه نگهداری پول کاهش و هزینه کمبود پول افزایش می یابد.و همچنین، باید توجه داشت که زمان های سرکشی دستگاهها ثابت بوده و هر ۵ روز یکبار میباشد که معادل ۶ بار سرکشی در ماه می باشد ، از این رو در مدلهای فوق برای تمامی خوشه ها ۶ بار هزینه سفارش دهی پول منظور گردیده است که این مقدار برابر است با مقدار ثابت ۴۸۰ هزار تومان . بنابراین با این میزان پول گذاری در دستگاهها همانگونه که در شکل ۷ و جدول ۲ مشاهده میشود فقط دستگاههای مربوط به خوشه ۱ (۵۰ نفر مراجعه کننده در روز) و خوشه ۲ (۱۰۰ نفر مراجعه کننده در روز) با کمبود موجودی مواجه نمیشوند. از این رو ، برای کاهش هزینه کل سیستم در مرحله بعد اقدام به بهینه سازی پارامترهای مدل مذکور می نماییم.

در بخش سوم پژوهش ، پس از انجام شبیه سازی مدل کنترل موجودی ، اقدام به بهینه سازی مدل ایجاد شده به کمک تابع هزینه ها مینماییم ، تا در نهایت با استفاده از خوشه های استخراج شده در بخش داده کاوی و همچنین مدل ایجاد شده در بخش شبیه سازی ، در قسمت بهینه سازی پژوهش مشخص خواهد شد برای هر یک از این خوشه ها ، چه موقع و چه مقدار اسکناس در دستگاه قرار بگیرد تا هزینه های کل سیستم کاهش یابد . از این رو برای رسیدن به الگوی بهینه برای هر یک از خوشه ها گامهای زیر اجرا میگردد :

گام اول: تمامی متغیرهای مربوط به هزینه نگهداری ، هزینه کمبود ، هزینه سفارش، حداکثر موجودی دستگاه و زمان سرکشی به عنوان متغیرهای مدل فرض میشوند.

گام دوم: متغیر هزینه کل به عنوان تابع هدف تعریف میشود که هدف کمینه کردن مقادیر آن خواهد بود .

با ورود فرضیات یاد شده این فرایند برای دستگاه خودپرداز شش خوشه اجرا گردید که به عنوان نمونه، نتایج خوشه ۱، در شکل ۸ نمایش داده شده و همچنین خلاصه نتایج حاصله برای تمامی خوشه ها در جدول۳ نمایش داده شده است.

با توجه به داده های مسئله محاسبات مربوط به خوشه ۱ به شرح زیر میباشد :

$Q^*1 = \sqrt{(2*120*0.08/0.017)} * \sqrt{((1.5+0.017)/1.5)} = 33.77$

$N^*1 = 120/33.77 = 3.55$

$T^*1 = 33.77/120 = 0.281*30 = 8.44$

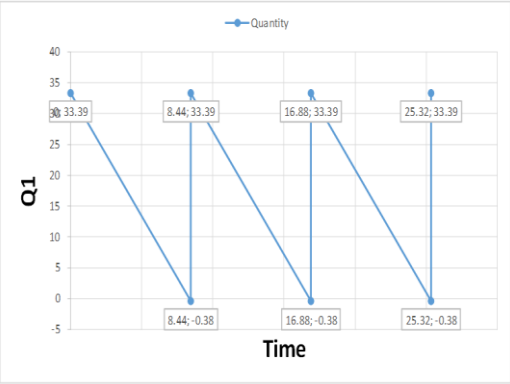
$q^*1 = (33.77*1.5)/(1.5+0.017) = 33.39$

$Co1 = 0.08* (120/33.77) = 0.284$

$Cs1 = 1.5* ((33.77-33.39)\wedge2/(2*33.77)) = 0.0032$

$Ch1 = 0.017* ((33.39\wedge2)/(2*33.77)) = 0.2806$

$TC1 = 0.284+0.0032+0.2806 = 0.5678$



شکل ۸. مدل کنترل موجودی بهینه خوشه ۱

جدول ۳.نتایج حاصل از بخش سوم (بهینه سازی)

خوشه	زمان سرکشی واقعی	زمان سرکشی بهینه	حداکثر موجودی واقعی دستگاه	حداکثر موجودی بهینه	هزینه واقعی کل سیستم	هزینه کل سیستم در حالت بهینه
۱	هر ۵ روز یکبار	هر ۸/۴۴ روز یکبار	۵۰	۳۳/۷۷	۱/۱۷۵	۰/۵۶۷
۲	هر ۵ روز یکبار	هر ۵/۹۷ روز یکبار	۵۰	۴۷/۷۶	۰/۹۷۲	۰/۸۰۳
۳	هر ۵ روز یکبار	هر ۴/۸۷ روز یکبار	۵۰	۵۸/۴۹	۰/۹۱۶	۰/۸۸۳
۴	هر ۵ روز یکبار	هر ۴/۲۲ روز یکبار	۵۰	۶۷/۵۴	۱/۰۱۸	۱/۰۱۳
۵	هر ۵ روز یکبار	هر ۳/۷۷ روز یکبار	۵۰	۷۵/۵۲	۱/۳۲۳	۱/۲۶۹
۶	هر ۵ روز یکبار	هر ۳/۴۴ روز یکبار	۵۰	۸۲/۷۳	۱/۶۸۷	۱/۳۹۱

همانگونه که در شکل ۸ مشاهده میشود نتایج بهینه سازی مربوط به خوشه ۱ (۵۰ نفر مراجعه کننده در روز) نمایش داده شده ، بر اساس اگرحداکثر موجودی دستگاه از میزان ۵۰ میلیون تومان به مقدار ۳۳/۷۷ میلیون تومان کاهش بیابد و همچنین زمان سرکشی دستگاه از هر ۵ روز به هر ۸/۴ روز یکبار تغییر یابد مقدار هزینه کل سیستم به کمترین حالت خود یعنی ۵۶۷ هزار تومان خواهد رسید که نسبت به حالت اولیه شبیه سازی شده به میزان ۶۰۸۰۰۰ تومان کاهش نشان میدهد.همچنین نتایج بهینه سازی مربوط به سایر خوشه ها در جدول ۳ ذکر شده است .

با توجه به مقادیر هزینه نگهداری و هزینه کمبود پول که در جدول ۲ بدان ها اشاره شد و مقایسه آنها با مقادیر حداکثر موجودی و زمان های سرکشی مندرج در جدول ۳ ، ذکر این نکته ضروری است که در فرایند بهینه سازی ، در خوشه های ۱ و۲ برای کاهش هزینه بالای نگهداری پول سقف موجودی دستگاه کمتر از میزان واقعی ۵۰ میلیون تومان و زمان های سرکشی نیز طولانی تر از زمان ۵ روز یکبار در نظر گرفته شده است. و در خوشه های ۵ و ۶ برای کاهش هزینه بالای کمبود پول سقف موجودی دستگاه بیشتر از مقدار واقعی ۵۰ میلیون تومان و زمان های سرکشی نیز کمتر از زمان ۵ روز یکبار پیشنهاد شده است .

پس از اتمام مراحل داده کاوی ، شبیه سازی و بهینه سازی برای اعتبار سنجی مدل بدست آمده مقادیر پیش بینی شده با مقادیر واقعی مقایسه میشود.در جداول ۴ و۵ میزان دقت پیش بینی الگوی ارائه شده ،و جدول شماره ۷ میزان بهبود متغیرهای مدل به نمایش در آمده است.

جدول۴. دقت پیش بینی مدل برای زمان های کم مراجعه

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

جدول۵. دقت پیش بینی مدل برای زمان های پر مراجعه

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

مدل ارائه شده توانست پس از یادگیری داده های ورودی با دقت ۹۱/۰۷ درصد پیش بینی صحیحی ارائه دهد که این میزان دقت در بازه زمانی پر مراجعه به میزان ۸۲/۲ درصد 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.

۵- بحث

در این پژوهش پیش بینی بهینه تعداد مراجعین به دستگاهای خودپرداز با تمرکز بر رویکرد زمانی و مکانی دستگاهها و همچنین الگوی بهینه کنترل موجودی این دستگاهها با هدف کمینه سازی هزینه کل ارائه گردید. از این رو ، زمان های مراجعه به دستگاه خود پرداز 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 می باشد و زمانهای با مراجعه کم شامل روزهای تعطیل تقویمی ، تعطیلات آلودگی هوا و بین التعطیلات و روزهای آخر هفته می باشد. در مورد مکان های قرار گیری دستگاه های خود پرداز پس از انجام خوشه بندی بر روی داده های این بخش ، محل های نصب دستگاههای خود پرداز 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 بافت های اداری شهر نظیر ادارات و دانشگاهها قرار دارند که معمولا پس از اتمام ساعات کار بدون مراجعه کننده هستند. دستگاههای نصب شده در اماکن با تقاضای متوسط نیز معمولا در بافت های مسکونی شهر قرار دارند و دستگاههای نصب شده در اماکن پر تقاضا نیز در بافتهای تجاری شهر نظیر مراکز خرید و بازارها قرار دارند. مقایسه عملکرد واقعی سیستم با نتایج حاصل از بهینه سازی در جدول ۶ ارائه شده است.

جدول ۶ . مقایسه عملکرد واقعی سیستم با نتایج پژوهش

تعداد ۳۶۸ دستگاه	هزینه واقعی کل سیستم	هزینه کل سیستم در حالت بهینه
هزینه سفارش دهی	۲/۸۸۳	۳/۰۷۷
هزینه نگهداری	۲/۱۸۸	۲/۸۳۱
هزینه کمبود	۲/۰۲۲	۰/۰۱۸
هزینه کل سیستم	۷/۰۹۳	۵/۹۲۶

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.

۶- نتیجه گیری

با توجه به داده های 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 ۷ 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 بهینه سازی شده و انجام شارژ دستگاه در فواصل زمانی پیشنهاد شده برای هر خوشه ، هزینه کل هر یک از خوشه ها مطابق جدول ۷ کاهش خواهد یافت . این کاهش هزینه به طور میانگین برای تمام خوشه ها برابر با ۱۶/۵ درصد می باشد.

جدول ۷ . مقایسه هزینه کل سیستم

خوشه	هزینه واقعی کل سیستم	هزینه کل سیستم در حالت بهینه	میزان کاهش
۱	۱/۱۷۵	۰/۵۶۷	٪ ۵۱/۷
۲	۰/۹۷۲	۰/۸۰۳	٪ ۱۷/۴
۳	۰/۹۱۶۶	۰/۸۸۳	٪ ۳/۶
۴	۱/۰۱۸	۱/۰۱۳	٪ ۰/۵
۵	۱/۳۲۳	۱/۲۶۹	٪ ۴
۶	۱/۶۸۷	۱/۳۹۱	٪ ۱۷/۵
مجموع	۷/۰۹۳	۵/۹۲۶	٪۱۶/۵

با در نظر گرفتن تعداد ۳۶۸ دستگاه خودپرداز می توان اظهار نمودکه در صورت اجرای مدل پیشنهادی هزینه کل شبکه دستگاههای خود پرداز در شهر تهران ، برای بانک متبوع به میزان بیش از ۳۸ میلیون تومان کاهش خواهد داشت. شایان ذکر است این میزان کاهش هزینه برای شبکه خود پردازهای فقط مربوط به بازه زمانی یک ماهه می باشد که در صورت ادامه این روند صرفه جویی سالانه رقمی بیش از ۴۶۱ میلیون تومان فقط برای شهر تهران خواهد بود.

با توجه به یافته های سایر مقالات و پژوهش ها درباره افزایش کارایی خودپردازها ، می توان گفت در مقاله حاضر، مواردی از قبیل ، استفاده از توزیع نمایی در شبیه سازی ورود مشتریان به جای استفاده از توزیع یکنواخت یا نرمال، استفاده همزمان از الگوریتم های مختلف ، استفاده نکردن از سناریوهای از پیش تعیین شده ،تقسیم بندی خودپردازها در ابعاد زمانی و مکانی ، ارائه الگوی کنترل موجودی متناسب با هر یک از شرایط زمانی و مکانی و بهره بردن از جامعه نمونه وسیع تر که باعث می شوند نتایجی با قابلیت تعمیم پذیری بیشتری ، ارائه شود. با اتکا به نتایج بدست 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 بهینه شده ، شاهد بهبود کیفیت خدمات دهی شبکه دستگاههای خودپرداز خواهیم بود . نتایج حاصله از یادگیری ماشینی در مراحل خوشه بندی و درخت تصمیم نشان دهنده این موضوع است که پس از بهینه سازی هزینه کل سیستم کنترل موجودی شبکه دستگاههای خودپرداز ، کاهش یافته اند . این در صورتی است که در سایر پژوهشهای مشابه نهایتا به به ارائه 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 ارائه شده است. باید در نظر داشت که موارد اشاره شده در سایر پژوهشها منجر به صرفه جویی در هزینه ها گردیده است ولیکن این صرفه جویی ها 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 می باشد ، انجام گرفته ، که باعث می شود تا مدل پیشنهادی انطباق پذیری بیشتری نسبت به شرایط خودپردازها در مقایسه با پژوهشهای پیشین ارائه دهد.

۷- پیشنهادات و محدودیت های پژوهش

در پژوهش حاضر محدودیت های از جمله عدم دسترسی به اطلاعات سطح بالاتر برای تدوین مدلی دقیق تر با پارامترهای بیشتر وجود داشت ، اطلاعاتی مانند سقف حداکثری اعتبارات بانکها برای کل سیستم خودپردازها ، داده های مربوط به خودپرداز های سایر شهرستانها،هزینه بیمه عملیات های مختلف، هزینه خودرو پول رسان، هزینه فرصت از دست رفته و ترکیب اسکناس های داخل دستگاهها.

براساس موارد ذکر شده به منظور ارتقای کارآمدی شبکه خودپردازها و رفع مشکلات و موانع آنها وهمچنین برای مطالعات و پژوهش های آتی موارد زیر پیشنهاد می گردد.

پیشنهادات کاربردی

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 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 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 دستگاهای 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 هزینه ها در سیستم توجه به فواصل زمانی شارژ موجودی دستگاهها ضروری میباشد.

۴) 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 نا مناسب 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.

پیشنهادات پژوهشی

۱) برای مطالعات و پژوهش های آتی پیشنهاد هایی 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 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 می‌توان مدنظر قرار داد.

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

۳) در پژوهش های آتی میتوان برای تخمین هزینه‌ها از دیدگاه‌های مدیران و خبرگان بانکی استفاده نمود که پیشنهاد می‌شود ریز هزینه‌های مربوط به پول گذاری مانند هزینه خودرو پول رسان و هزینه بیمه و درآمدهای دستگاههای خودپرداز، نیز محاسبه شود تا نتایج، دقیق تر و قابل قبول تر باشد.

فهرست منابع

* محرابیان، س.، ساعتی، ص.، هادی، ع.، (۱۳۹۰). ارزیابی کارایی شعب بانک اقتصادی نوین با ترکیبی از روش شبکه عصبی و تحلیل پوششی داده ها. تحقیق در عملیات و کاربردهای آن. ۸ (۴)، ۳۹-۲۹.
* ناجی عظیمی، ز.، قربان پور، الف.، (۱۳۹۴). به کارگیری الگوریتم بهینه سازی ازدحام ذرات برای خوشه بندی مشتریان. تحقیق در عملیات و کاربردهای آن. ۱۲ (۱)، ۴۷-۳۳.
* 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.
* 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 و کاربردهای آن. ۸ (۴)، ۴۸-۴۱.
* آذر، ع.، مهدوی راد، ع.، موسی خانی، م.، (۱۳۹۴). طراحی مدل ترکیب داده کاوی و تصمیم- گیری چند معیاره (مورد مطالعه، بانک اطلاعات یارانه های مرکز آمار ایران). تحقیق در عملیات و کاربردهای آن ۱۲ (۱)، ۱۱۱-۹۵.
* حاجی مولانا، م.، معمارپور، م.، سجادی، خ.، (۱۳۹۶). طراحی مدل پیش بینی تقاضای پول در دستگاه های خودپرداز شهر تهران (مطالعه موردی:بانک شهر). نشریه تخصصی مهندسی صنایع ۵۱ (۳)، ۲۸۱-۲۹۵.
* تقوی فرد،م.، خاتمی، م.، سجادی، خ.، (۱۳۹۵). افزایش میزان رضایت شهروندان از دستگاه های خودپرداز بانک شهر وکاهش هزینه های اقصادی بانک با به کارگیری مدل کنترل موجودی شبیه سازی شده. اقتصاد و مدیریت شهری ۱۶ (۴)، ۱-۱۸
* Altunoglu, Y. (2010). "Cash inventory management at automated teller machines under incomplete information", MSc Thesis of Turkey BILKENT University, PP. 25–40.
* Davies, D.L. and Bouldin, D.W. (1979) "A cluster separation measure", IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine, 24(2), pp. 224-227.
* Nagi, E.,(2017), The application of data mining techniques in financial fraud detection. decision support system, 50: 559-569.
* Hipp, J., Guntzer, V., (2014).Data quality mining.DMKD.
* Zakarian, A., (2015). Mining warranty data in Manufacturing industry. University of Michigan-Dearbon.
* Punj, G.N. and Stewart, D.W. (1983) "Cluster analysis in marketing redearch: Review and suggestions for application",Journal of Marketing Research,20,pp.134-148.
* 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.
* Johnson, R.A. and Wichern, D.W. (2007), Applied Multivariate Statistical Analysis, 6th Edn., Pearson Prentice Hall,USA.
* 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.
* 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, PP. 1–9.
* Sajjadi, Kh., and Azimi, P. (2014). "Optimizing the number of bank branches equipments by simulation and annealing algorithm", Journal of Management Researches in Iran, Vol. 18, No. 4, PP. 65–86.
* 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.
* Gunase karan, s., chandrasekaran, c., (2016). A survey on automobile Induster using data mining teachniques. International Jornal of science and advance technology,1(4).
* Liang, Y., (2018). Integration of data morning techniques to analyze customer value for the automotive maintenance

* 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, PP. 1–9

industry. Expert system and applications. 37: 4789-7496.

* Coenen, F., (2016). Data mining: past, present and future. The Knowledge Engineering Review.
* 26(1): 25-29.
* 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.
* Taleeizadeh, A., and Salehi, A. (2015). "Stochastic inventory control model under the policy credit purchases", Journal of Industrial Engineering, Vol. 49, No.1, PP. 69–78.
* Axsäter, S. (2015). Inventory control", Springer,Vol. 225, PP. 42,43.
* 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.
* 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, PP. 70–80.
* 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.
* 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, Vol. 9, No. 4, PP. 283–288.
* 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.
* 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.