

# افزایش میزان رضایت شهروندان از دستگاه‌های خودپرداز بانک شهر و کاهش هزینه‌های اقتصادی بانک با به‌کارگیری مدل کنترل موجودی شبیه‌سازی شده

محمد تقی تقوی فرد

دانشیار مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و حسابداری،

دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران

دانشیار مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و حسابداری،

دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران

دانشجوی دکتری مدیریت- تحقیق در عملیات، دانشکده

مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران

سید محمدعلی خاتمی فیروزآبادی \*

سید خلیل‌الله سجادی

دریافت: ۹۵/۰۳/۱۹ پذیرش: ۹۵/۰۵/۲۷

**چکیده:** یکی از مهم‌ترین شاخص‌های رضایت شهروندی در کلان‌شهرها، فراهم کردن ابزارهای کارآمد بانکی در سطح شهر می‌باشد. در این مقاله، افزایش میزان رضایت شهروندی از دستگاه‌های خودپرداز بانک شهر با استفاده از پرسشنامه و توزیع آن بین ۲۰۰ شهروندی که از خدمات این دستگاه‌ها استفاده کرده‌اند، قبل و بعد از اجرایی کردن سیاست کنترل موجودی وجه نقد دستگاه‌ها، بررسی شده است. این مقاله با ارائه مدل حداقل کردن مجموع هزینه‌های خواب پول و فرصت از دست رفته برای دستگاه‌های خودپرداز بانک، به بررسی تفاوت بین رضایت‌مندی مشتریان و فعال بودن خودپردازها پرداخته است. برای شبیه‌سازی رفتار مصرفی دستگاه‌های خودپرداز، نرم‌افزار Arena به کار رفته است. نتایج نشان دادند که این مدل قادر است نقطه سفارش مجدد، میزان سفارش پول و ترکیب انواع اسکناس را تا سقف مورد نظر برای هر یک از دستگاه‌های خودپرداز بانک ارائه کند. از مهم‌ترین یافته‌های این تحقیق می‌توان به شناسایی عوامل مؤثر بر سطح رضایت‌مندی شهروندان از دستگاه‌های خودپرداز و همچنین مدلی جهت بهینه‌سازی هزینه‌های مشتری از دست رفته و مازاد پول در این دستگاه‌ها اشاره کرد که به کمک این مدل، میزان رضایت‌مندی، افزایش یافته است. نتیجه نهایی آن که با به‌کارگیری و شبیه‌سازی این مدل، میزان سطح رضایت‌مندی شهروندان از خدمات با ۲۵ درصد رشد به سطح ۸۰ درصد رسید و در نهایت، هزینه کل روزانه هر دستگاه با کاهش ۱۸۵۹۰۰ تومانی برای هر دستگاه خودپرداز به روزانه ۱۴۷۰۰ تومان، تقلیل یافت.

**واژگان کلیدی:** رضایت شهروندی، خودپرداز، شبیه‌سازی، کنترل موجودی، بانک شهر

طبقه‌بندی JEL: E51, C32, G21, D40

\*مسئول مکاتبات: smakhf@hotmail.com

فصلنامه علمی - پژوهشی

اقتصاد و مدیریت شهری

شاپا: ۲۳۴۵-۲۸۷۰

نماینده در .Econbiz .EconLit .ISC

.Ensani .Magiran .Noormags .SID

Civilica .RICeST

www.Iueam.ir

سال چهارم، شماره چهارم (پیاپی ۱۶)،

صفحات ۱-۱۸

پاییز ۱۳۹۵

## ۱- مقدمه

جلب رضایت شهروندان در هر سیستمی، نیازمند برنامه‌ریزی است. از مهم‌ترین حوزه‌های جلب رضایت‌مندی در مشتریان بانک‌ها، به‌روز بودن و سلامت دستگاه‌ها و تجهیزات بانکی در سطح شهر می‌باشد (جعفرنژاد و همکاران، ۱۳۹۲). زمانی که عدم قطعیت وجود داشته باشد، برنامه‌ریزی با خطای بالا، پرهزینه و مشکل می‌شود و تصمیم‌گیرنده پس از وقوع یک پدیده، اقدام به عمل می‌کند. از این رو یکی از این حوزه‌ها، برنامه‌ریزی برای فرایند تأمین پول نقد دستگاه‌های خودپرداز (ATM)<sup>۱</sup> می‌باشد که نیاز به برآوردی از میزان و نوع مصرف دارد و پیش‌بینی مصرف پول نقد این دستگاه‌ها می‌تواند نتایجی که در کاهش هزینه‌های بانک مؤثر هستند را تحت تأثیر قرار دهد (Garcia Herreros et al., 2016). بیشتر نارضایتی شهروندان و مشتریان از این دستگاه‌ها، ناشی از خرابی و خطاهای رخ داده مبنی بر عدم ترکیب اسکناس مناسب یا خطاهای غیرفعال بودن می‌باشد (بامداد و رفیعی، ۱۳۸۷). در مواقعی که دستگاه با خرابی یا عدم وجود پول نقد مواجه می‌شود که این امر موجب نارضایتی شدید مشتری می‌گردد، اپراتور خودپرداز، به صورت موردی به آن دستگاه مراجعه می‌کند و پس از رفع نقص تمامی مخازن، دستگاه را از اسکناس تکمیل می‌کند که این مسئله منجر به خواب سرمایه ارزان قیمت برای بانک می‌شود. بنابراین مدیریت پول‌گذاری دستگاه‌های خودپرداز، با علم به چگونگی رفتار مصرفی آنها می‌تواند به افزایش تعداد تراکنش‌ها و رضایت مشتری از کارکرد دستگاه و در ادامه به کاهش هزینه نگهداری و خواب سرمایه، کمک کند. طراحی مدل مناسب پیش‌بینی مصرف دستگاه‌ها، این امکان را فراهم می‌کند که بانک بتواند با تأمین پول موردنیاز در دستگاه‌های خودپرداز، به دستیابی اهداف مذکور

نزدیک‌تر شود. بنابراین راهکارهای بهینه‌سازی از طریق شبیه‌سازی در خصوص پیش‌بینی مصرف دستگاه‌های خودپرداز، علاوه بر تخمین زمان مناسب برای پول‌گذاری دستگاه‌ها، در مجموع میزان، زمان و جریان نقدی مورد نیاز بانک را تعیین می‌کند و سازمان قادر خواهد بود بر مبنای برآوردهای به دست آمده از نتایج نرم افزار، برای تأمین حجم پول مورد نیاز خود به صورت روزانه، هفتگی یا ماهانه، برنامه‌ریزی کند.

در مورد میزان و نوع پول نقد در دستگاه‌های خودپرداز، می‌توان با مدل‌سازی رفتار داده‌های تاریخی بر مبنای پارامترهای تأثیرگذار، مصرف پول نقد در این دستگاه‌ها را با دقت قابل قبولی پیش‌بینی کرد. از پارامترهای مؤثر بر این گونه مسائل می‌توان به تعداد مراجعه مشتریان به دستگاه خودپرداز در طول شبانه روز، میزان برداشت‌ها، نوع اسکناس مصرف شده، دفعات و نوع خرابی‌ها در ایام مختلف سال متناسب با رویدادهای مالی تأثیرگذار نظیر: واریز یارانه‌ها، حقوق و مستمری‌ها و نیز پارامترهای جغرافیایی خاص هر دستگاه نظیر: واقع شدن در نزدیکی مراکز خرید، ادارات و اماکن خاص و همچنین پارامترهای دیگری که با مطالعات کمی پیش‌رو استخراج شده‌اند، اشاره کرد. روش‌های کلاسیک و مرسوم پیش‌بینی سری‌های زمانی؛ نظیر میانگین متحرک، اتورگرسیون و ترکیبات به دست آمده از این مدل‌ها نظیر ساریما<sup>۲</sup>، در مدل‌سازی رفتارهای غیرخطی و معلول به پارامترهای زیاد، کارایی چندانی ندارند و در مقابل، روش‌های مبتنی بر هوش مصنوعی نظیر: انواع شبکه‌های عصبی یا شبکه‌های نرو فازی و رگرسیون‌های بردار پشتیبان، در یافتن الگوهای غیرخطی و آشوبناک، عملکرد قابل قبولی از خود نشان می‌دهند. ترکیب پیش‌بینی کننده‌ها، به دقت پیش‌بینی می‌افزاید و باعث

افزایش میزان رضایت.../محمدتقی تقوی فرد، سید محمدعلی خاتمی فیروزآبادی، سید خلیل‌الله سجادی، اعظم رمضان‌بادی - ۳

نمونه ۵۵۰ نفری از جامعه آماری ۶۰۰۰ نفری و با استفاده از پنج شاخص و انجام آزمون‌های آماری، سطح رضایت‌مندی مشتریان را در گروه‌های سنی مختلف سنجیدند.

اختر<sup>۲</sup> و همکارانش (۲۰۱۶) در مطالعه‌ای، میزان رضایت‌مندی مشتریان یکی از بزرگ‌ترین بانک‌های پاکستان از دستگاه‌های خودپرداز را اندازه‌گیری کردند. آنها از پنج شاخص کارمزد پایین، قابلیت اطمینان بالا، پاسخگویی مناسب، راحتی کار با دستگاه و ایمنی بالا، برای سنجش رضایت شهروندان استفاده کردند.

نصرالهی و همکارانش (۱۳۹۳) در تحقیقی با استفاده از پرسشنامه و نمونه‌گیری به روش تصادفی، به بررسی میزان رضایت‌مندی مشتریان از کیفیت خدمات دستگاه‌های خودپرداز در سطح بانک تجارت استان مازندران پرداختند. آنها به این نتیجه رسیدند که مشتریان از کیفیت خدمات، کیفیت فنی برخورد کارکنان و هزینه‌های ناشی از خدمات رضایت دارند و تصویر ذهنی مشتریان از کیفیت خدمات خودپرداز، مناسب است.

اویسی (۱۳۹۰) در تحقیقی به بررسی رضایت‌مندی مشتریان بانک شهر از کیفیت خدمات بانکداری الکترونیک در شهر تهران پرداخت. در این تحقیق، پنج بعد برای بررسی کیفیت خدمات بانکداری اینترنتی، شش بعد برای بررسی کیفیت خدمات دستگاه‌های خودپرداز و چهار بعد برای بررسی کیفیت خدمات پایانه‌های فروش، تعیین شد. نتایج نشان دادند که مشتریان از تمام ابعاد کیفیت خدمات بانکداری اینترنتی، دستگاه‌های خودپرداز و پایانه‌های فروش، به جز بعد قابلیت اعتماد، راضی هستند و از بعد قابلیت اعتماد، رضایت‌مندی معمولی دارند.

کاهش انحراف معیار خطای پیش‌بینی و در نتیجه، بهبود پیش‌بینی می‌گردد (Altunoğlu, 2010).

در مجموع برای پیش‌بینی دقیق، علاوه بر شناسایی و استخراج پارامترهای مؤثر باید مدل‌های پیش‌بینی‌کننده مناسب و در نهایت ترکیب پیش‌بینی‌کننده‌ها، به درستی استفاده شوند. علاوه بر مباحث مطرح شده باید مدل بهینه‌ای به منظور پیش‌بینی مصرف انواع اسکناس‌های موجود در دستگاه‌های خودپرداز تدوین شود. این مطالعه بر آن است تا با توجه به پیشینه و مرور ادبیات پژوهش، به تدوین یک مدل احتمالی، پویا و مناسب که قادر خواهد بود نقطه سفارش، میزان سفارش مجدد پول و ترکیب اسکناس‌های مورد نیاز را در دستگاه‌های خودپرداز بانک شهر ارائه کند، پرداخته شود. این مدل با استفاده از نرم‌افزار Arena می‌تواند زمان‌های پول‌گذاری دستگاه‌های خودپرداز بانک شهر را در طول روز، هفته یا ماه نشان دهد. از مفروضات این مطالعه می‌توان به مستقل بودن رفتار هر دستگاه خودپرداز نسبت به دستگاه‌های دیگر اشاره کرد.

## ۲- پیشینه تحقیق

پیشینه این مسئله را می‌توان به دو حوزه کلی؛ یعنی بخش کیفی مربوط به سنجش رضایت‌مندی مشتری از دستگاه‌های خودپرداز و بخش کمی در خصوص مدل‌های نگهداری و کنترل موجودی وجه نقد خودپردازها، تفکیک کرد. مطالعات نشان داده‌اند که این دو بخش، رابطه معناداری با یکدیگر دارند (نصرالهی و همکاران، ۱۳۹۳).

گمز<sup>۱</sup> و همکارانش (۲۰۱۵) در مقاله‌ای به بررسی میزان رضایت‌مندی مشتریان از دستگاه‌های خودپرداز در پنج بانک ترکیه‌ای پرداختند که در آن با به‌کارگیری یک

صادقی (۱۳۸۷) در مقاله‌ای به بررسی اندازه‌گیری رضایت مشتری از خدمات ارائه شده در سیستم بانکداری الکترونیکی در ایران پرداخته است. در این پژوهش با بهره‌گیری از یک نمونه ۳۵ نفری از استفاده‌کنندگان دستگاه‌های خودپرداز، نتیجه گرفته شد که در مورد سهولت استفاده از دستگاه خودپرداز و امنیت، رضایت وجود دارد.

سیموتیس<sup>۱</sup> (۲۰۱۵) در مطالعه‌ای، رویکردی به منظور مدیریت وجه نقد برای شبکه‌های خودپرداز ارائه کرد. این رویکرد بر مبنای یک شبکه عصبی مصنوعی، به منظور پیش‌بینی تقاضای وجه نقد روزانه برای هر دستگاه خودپرداز و بهینه‌سازی به منظور تخمین وجه نقدی بهینه برای هر دستگاه خودپرداز شکل گرفت. در مدت زمان بهینه، مهم‌ترین فاکتورها و عوامل برای نگهداری دستگاه‌های خودپرداز، هزینه نقدی، هزینه بارگذاری وجه نقد و هزینه خدمات روزانه، در نظر گرفته شده‌اند.

واگنر<sup>۲</sup> (۲۰۰۷) چارچوبی مفهومی برای دستیابی به استراتژی گسترش موجودی نقد بهینه برای یک شبکه از دستگاه‌های خودپرداز را توسعه داد و با استفاده از شبیه‌سازی، به طراحی یک مدل بهینه برای تأمین میزان وجه نقد دستگاه‌های خودپرداز پرداخت.

سلیمی‌فرد و فرج‌زاده (۲۰۱۲) در تحقیقی به بررسی نگهداری میزان پول در ده دستگاه از خودپردازهای بانک صادرات در شهر شیراز با استفاده از یک مدل کنترل موجودی پرداختند که از شبیه‌سازی مونت کارلو<sup>۳</sup> استفاده کردند و به تعیین نقطه سفارش بر اساس مقدار مشخصی از پول‌گذاری پرداختند و هزینه خواب پول و فرصت از دست رفته را در نظر نگرفتند.

در این پژوهش برای تعیین موجودی، از پنج سناریو و چهار زیرسناریو بر اساس سقف شارژ (حداکثر موجودی) و نقطه شارژ (حداقل موجودی) استفاده شده است. این سناریوها نیز به نوبه خود براساس میزان کمبود و مازاد پول در دستگاه‌ها با هم مقایسه شده و در نهایت، بهترین سناریو انتخاب گردید. از نقاط ضعف این پژوهش، به کارگیری پاسخ‌هایی از پیش تعیین شده برای مسئله می‌باشد، حال آن‌که ممکن است سناریوهایی مناسب‌تر وجود داشته باشند. بر این اساس و با توجه به مطالعات پیشین، در این پژوهش با استفاده از مدل کنترل موجودی (حداکثر موجودی و حداقل موجودی)، پس از فرایند شبیه‌سازی شده می‌توان از سناریوهای مناسب با محدودیت‌های متفاوت استفاده کرد.

بنابراین یکی از ویژگی‌های بارز این تحقیق، ترکیب مدل‌های کیفی و کمی می‌باشد که با به کارگیری روشی کمی، موجب افزایش رضایت مشتریان که به نوبه خود شاخصی کیفی به‌شمار می‌آید، شده است.

### ۳- مبانی نظری

سنجش رضایت مشتری، یکی از شاخص‌های مهم در بقای یک سازمان، شرکت و بنگاه مالی می‌باشد. به‌منظور سنجش این شاخص کیفی، از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود. تلاش عمده تحقیقات، معطوف به شفاف‌سازی متغیرهای مربوط به فرایند رضایت از مشتری می‌باشد (حیرتی، ۱۳۸۶).

مقیاس کیفیت خدمات سروکوال<sup>۴</sup>، دارای پنج بعد موارد محسوس، اعتبار، پاسخ‌گویی، اطمینان و همدلی است. پرسشنامه سروکوال پاراسورامان<sup>۵</sup>، شناخته‌شده‌ترین ابزار سنجش کیفیت خدمات باشد؛ البته از این پرسشنامه، انتقاداتی صورت گرفته است که ابهام در

1- Simutis  
2- Wagner  
3- Monte Carlo Simulation

4- ServQual  
5- Parasuraman

تعیین انتظارات، مهم‌ترین آن است. به عبارت دیگر، در الگوی سروکوال، انتظارات باید ثابت فرض شوند تا مدل، کارایی داشته باشد. مقیاس سروکوال، به نقش کارکنان اهمیت فراوانی می‌دهد و اکثر پرسش‌ها مربوط به چگونگی ارائه خدمات از سوی کارکنان است؛ در حالی که خدمات دستگاه‌های خودپرداز تا حد ممکن نقش کارکنان را کم‌رنگ می‌کند. مقیاس سروکوال بیشتر برای سطح سازمان مناسب است، در حالی که سطح تحلیل این تحقیق تنها بر روی دستگاه خودپرداز است که یک خدمت بانکی محسوب می‌شود و از این جهت نیز ابزار سنجش سروکوال با ابعاد کیفیت خودپردازها تفاوت دارد. کیو<sup>۱</sup> و همکارانش (۲۰۱۳) در یک تحقیق تجربی در صنعت بانکداری کره جنوبی، با به‌کارگیری روش تحلیل عاملی تأییدی نتوانستند روایی مقیاس سنجش سروکوال را در نمونه مورد مطالعه به دست آورند. تحقیقی که در انگلستان انجام شد نیز نشان داد که الگوی سروکوال، محدودیت دارد و الگویی که به ابعاد فرایند پیامد و عینیت - ذهنیت و سخت - نرم توجه کند، دارای توانایی بیشتری است. بررسی ابزار سروکوال نشان می‌دهد که تأکید زیادی بر تعامل انسانی در ارائه خدمات دارد که این امر در دستگاه‌های خودپرداز، مصداق کمتری دارد. با توجه به این نکات، تصمیم بر آن شد تا در یک پژوهش میدانی، ابعاد خدمات خودپرداز، مورد اکتشاف قرار گیرد (Blanchard, 1994). علاوه بر این کنترل موجودی در دستگاه‌های خودپرداز، روشی است برای اطمینان از این‌که سطح موجودی میزان اسکناس موردنظر حفظ می‌شود. هدف اصلی از کنترل موجودی در تمامی سیستم‌ها، بررسی و نگهداشت سطحی از موجودی است که هزینه‌های سیستم را کمینه می‌کند. هدف اصلی استفاده از مدل‌ها و فرمول‌های کنترل موجودی، تعیین زمان و مقدار بهینه سفارش با استفاده

از مدل‌های ریاضی است. سیاست کنترل حداکثر و حداقل موجودی، به گونه‌ای به کار گرفته می‌شود که همواره سطح موجودی سیستم چک شود و اگر مقدار آن از سطح موجودی اطمینان کمتر باشد، به میزانی سفارش می‌دهد که موجودی سیستم به حداکثر خود برسد (حجی و حجی، ۱۳۹۱). بر اساس مبانی نظری و ادبیات موضوع، سیستم کنترل موجودی در خودپردازهای بانک، از این نوع می‌باشد (Ekinci et al., 2015). در زمینه کنترل موجودی می‌توان گفت که پژوهش‌های صورت گرفته در حوزه پول‌گذاری دستگاه‌های خودپرداز و ماشین‌های پول‌رسان، با استفاده از سیاست حداکثر موجودی و حداقل انجام شده‌اند. به منظور تشکیل تابع هدف مسئله که شامل حداقل‌سازی مجموع دو مقدار هزینه خواب پول و هزینه زیان مشتری از دست رفته می‌باشد، فرض می‌کنیم هر یک از این مقادیر به صورت زیر تعریف شده‌اند:

هزینه سفارش کل یا کل پول‌گذاری: برابر با مجموع هزینه خواب هر واحد پول با هزینه هر واحد کمبود پول و زیان مشتری از دست رفته برای هر دستگاه می‌باشد.

هزینه خواب هر واحد پول: برابر با هزینه نگهداری پول است که بر اساس حداکثر نرخ سود سالانه سپرده‌های بانکی در سال ۹۵ معادل با ۱۸ درصد و برای یک میلیون تومان در روز حدود ۵۰۰ تومان برای هر دستگاه محاسبه می‌شود.

هزینه هر واحد کمبود پول و زیان مشتری از دست رفته: شامل مجموع هزینه‌های جریمه بانک توسط بانک مرکزی جهت خرابی دستگاه، تراکنش‌های ناموفق، عدم موجودی در دستگاه، مشتری از دست رفته، کارمزدهای از دست رفته به ازای هر دستگاه و هزینه سوء تبلیغ برای بانک شهر می‌باشد که معادل ۳۰ هزار تومان برآورد شده است (حجی و حجی، ۱۳۹۱).

هزینه هر بار عملیات پول‌گذاری: شامل مجموع هزینه‌های خودروهای پول‌رسان، بیمه خودرو و پرستاری دستگاه خودپرداز برای هر دستگاه می‌باشد و برابر ۱۰۰ هزار تومان است.

#### ۴- روش تحقیق

پس از مطالعه و انجام تحقیقات مرتبط با ادبیات موضوع و مصاحبه با شهروندان، این نتیجه حاصل شد که رضایت از خدمات خودپردازها از نظر مشتریان عبارتند از: سالم بودن دستگاه، عدم پیغام خطای تراکنش، وجود ترکیب مناسب پول در دستگاه و سهولت استفاده از منوهای دستگاه که بر همین اساس، پرسشنامه‌ای با چهار پرسش کوتاه و مختصر و با پاسخ‌های بله و خیر جهت سنجش کیفیت خدمات خودپردازها و میزان رضایت مشتریان و شهروندان، طراحی و داده‌های لازم در شهر تهران، گردآوری شدند. هرچند به‌کارگیری پرسش‌نامه‌ای با چهار سؤال در نگاه نخست نمی‌تواند گویای سنجش رضایت کامل مشتری از خدمات ارائه شده در دستگاه باشد؛ اما می‌توان گفت اولاً کلیه خدمات ارائه شده در خودپردازها بیش از چهار نوع اصلی نمی‌باشد (برداشت وجه، انتقال وجه، خرید شارژ و صورت‌حساب) و در عین حال شهروندان و مشتریان استفاده‌کننده از دستگاه‌ها نقشی در نوع دستگاه، محل نصب و سایر ویژگی‌های خودپرداز ندارند. دوم آن‌که با توجه به تنوع اندک نیاز مشتریان از یک دستگاه خودپرداز (بیش از ۸۰ درصد مشتریان تنها درخواست برداشت وجه دارند)، به‌کارگیری پرسشنامه‌ای با چهار سؤال کوتاه می‌تواند گویای سنجش رضایت مشتری در خودپردازها باشد. سوم آنکه با مراجعه به ادبیات موضوع، پرسشنامه‌های استفاده شده در این گونه حوزه‌ها با توجه به وقت کم مشتریان به ویژه مشتریان خودپردازها که اکثراً عجله زیادی برای استفاده از دستگاه دارند، بسیار

کوتاه و مختصر می‌باشد؛ برای مثال می‌توان به پرسشنامه بامداد و رفیعی در سال ۱۳۸۷ اشاره کرد که با پنج مؤلفه اصلی خطای تراکنش، پاسخ‌گویی کارکنان بانک، توسعه خدمات، سالم بودن دستگاه و وجود پول کافی در آن و سهولت استفاده از خودپرداز، به طراحی پرسشنامه‌ای پرداختند. از این رو میزان رضایت مشتریان از دستگاه‌های خودپرداز با شش پرسش، مورد سنجش قرار گرفت که به طور معمول در سنجش رضایت از محصولات و خدمات، پرسش‌هایی مطرح می‌شوند که ابعاد رضایت از خدمت به طور کلی، برآورده شدن انتظارات، تمایل به استفاده مجدد و توصیه به دیگران را دربر می‌گیرد. در این پژوهش، دو بعد جدید پاسخ‌گویی به نیازها و مقایسه میان خودپرداز و کارکنان بانک، اضافه گردید.

جامعه آماری این پژوهش، کلیه مشتریان دستگاه‌های خودپردازهای بانک شهر در تهران در نظر گرفته شد که با توجه به محیط پژوهش، پراکندگی مشتریان دستگاه‌های خودپرداز در سطح شهر تهران و عدم دسترسی به کلیه دستگاه‌ها و مشتریان استفاده از خدمات، به طور متوسط در حدود ۴۰۰ مشتری در روز از یک دستگاه خودپرداز استفاده می‌کند، لذا با به‌کارگیری فرمول کوکران، حجم نمونه در حدود ۲۰۰ مشتری محاسبه گردیده است.

$$n = \frac{NZ \frac{a}{2} p(1-p)}{\varepsilon^2 (N-1) + Z \frac{a}{2} p(1-p)} \quad (1)$$

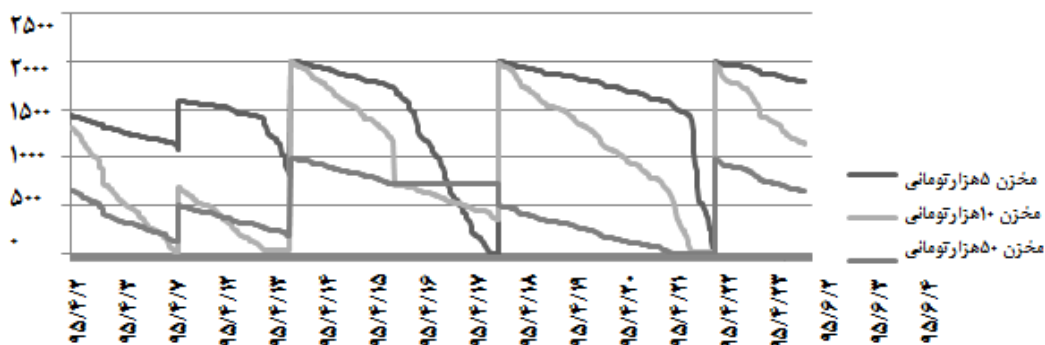
در فرمول کوکران،  $n$ : حجم نمونه،  $N$ : حجم جمعیت آماری (۴۰۰ مشتری در روز برای یک خودپرداز)،  $Z$ : درصد خطای معیار ضریب اطمینان قابل قبول،  $p$ : نسبتی از جمعیت فاقد صفت معین (مرد بودن)،  $q: (1-p)$  نسبتی از جمعیت فاقد صفت معین (زن بودن)،  $d$ : درجه اطمینان یا دقت احتمالی مطلوب می‌باشد که طبق

افزایش میزان رضایت.../محمدتقی تقوی فرد، سید محمدعلی خاتمی فیروزآبادی، سید خلیل‌الله سجادی، اعظم رمضان‌بانی بادی - ۷

شده است. در این نمودار، میزان و زمان مصرف اسکانس‌های پنج، ده، پنجاه و صد هزار تومانی، نمایش داده شده و کاملاً مشهود است که زمان‌های پول‌گذاری دستگاه‌ها، به دلیل خرابی و اتمام موجودی هر یک از مخازن رخ داده است و این وضعیت کاملاً به وجود مشتری از دست رفته، منجر شده است. بر این اساس متوسط موجودی وجه نقد در دستگاه خودپرداز در دو ماه، حدود ۴۱ میلیون تومان بوده و نیز متوسط مصرف روزانه حدود ۱۹ میلیون تومان بوده و سه روز غیرمتوالی دچار خرابی شده است که همگی ناشی از عدم وجود برنامه‌ریزی دقیق به دلیل عدم شناخت رفتار صحیح از مصرف و عملکرد دستگاه می‌باشد.

فرمول ۱ اگر بخواهیم حجم نمونه را با شکاف جمعیتی ۰/۵ (یعنی نیمی از جمعیت حائز صفتی معین باشند، نیمی دیگر فاقد آن هستند) محاسبه کنیم، معمولاً  $p$  و  $q$  را ۰/۵ در نظر می‌گیریم. مقدار  $Z$  معمولاً ۱/۹۶ است و  $d$  می‌تواند ۰/۰۱ یا ۰/۰۵ باشد.

در بخش دوم روش تحقیق، به شناسایی رفتار مصرفی پول دستگاه‌های خودپرداز پرداخته شده است که به منظور مدل‌سازی پول‌گذاری دستگاه‌های خودپرداز بانک شهر، رفتار دو ماهه مصرف پول یکی از دستگاه خودپرداز این بانک در سال ۱۳۹۵ که در شعب پرتدد و برتر شهر تهران قرار دارد، بررسی شده است که در نمودار ۱، بخشی از این رفتار (یک ماهه) نشان داده



نمودار ۱- میزان و زمان مصرف و شارژ خودپرداز

منبع: (خروجی نرم افزار Excel)

است. به عبارت دیگر، اولاً سقف شارژ دستگاه‌های خودپرداز بانک شهر، ۵۰۰ میلیون ریال در روز بوده و ثانیاً هنگامی که حداقل موجودی دستگاه در یک روز (موجودی اطمینان) به سطح ۵۰ میلیون ریال یا کمتر از آن می‌رسد، اقدام به پول‌گذاری دستگاه‌ها می‌شود. بر این اساس، واحد اندازه‌گیری و مبنای اعداد در این مسأله، میلیون تومان بوده و پول‌گذاری‌ها به صورت گسسته و با مقیاس یک میلیون تومان انجام می‌شود. با این توضیح، درآمد خودپردازها از کارمزدهای دریافتی

با توجه به رفتارها و توزیع‌های متفاوت در خصوص تعداد و زمان مراجعه مشتریان و همچنین میزان مصرف پول هر یک از خودپردازها، می‌توان برای هر یک از آنها یک مدل کنترل موجودی (حداکثر موجودی و حداقل موجودی) خاص متصور شد. بنابراین با توجه به استفاده از مدل (حداکثر موجودی و حداقل موجودی) برای حل این مسأله، مقدار حداکثر پول‌گذاری در دستگاه‌های خودپرداز ۵۰ میلیون تومان در هر روز و حداقل موقعیت موجودی ۵ میلیون تومان در روز در نظر گرفته شده

(پذیرندگی) بابت تراکنش‌های برداشت وجه، انتقال وجه و پرداخت قبوض بر روی شبکه شتاب و خرید شارژ تشکیل می‌شود. مطابق بخشنامه‌های بانک مرکزی، متوسط سهم کارمزد انتقال وجه پذیرندگان کارت‌های شبکه بانکی، ۱۰۱۳ ریال و کارمزد هر ریال برداشت وجه در حدود ۱/۱۵ درصد محاسبه می‌گردد که بر این اساس، درآمد خودپردازهای بانک ناشی از تراکنش‌های انتقال و برداشت وجه می‌باشد. از سوی دیگر هزینه‌های هر خودپرداز، از اختلاف بین میزان شارژ و میزان اسکناس مصرف شده، محاسبه گردید که این میزان بیانگر موجودی پول درون دستگاه‌های خودپرداز می‌باشد. اگر این مبلغ را همانند یک سپرده با سود سرمایه‌گذاری A درصد سالیانه بنگریم، آن‌گاه هزینه مازاد پول دستگاه‌های خودپرداز (خواب پول)، B ریال برای هر خودپرداز به بانک تحمیل می‌شود. همچنین در صورتی که خودپردازها به طور متوسط در ماه، n مرتبه پول‌گذاری شوند و با توجه به آمار هزینه‌های فعلی، هزینه پول‌رسانی هر خودپرداز به طور متوسط در ماه برابر C ریال برآورد گردد، می‌توان با محاسبه سود و هزینه هر خودپرداز، زمان و میزان شارژ دستگاه‌های خودپرداز را به گونه‌ای برآورد نمود تا هزینه‌های پول‌گذاری و خواب پول، به حداقل ممکن برسند.

##### ۵- یافته‌های تحقیق

در این تحقیق فرض می‌کنیم که هر واحد پول یا انواع اسکناس‌های مختلف که در هر بار پول‌گذاری سفارش می‌دهیم، هزینه‌ای دربر ندارد. به عبارت دیگر، چه یک میلیون تومان و چه ۵۰ میلیون تومان

پول‌گذاری شود، هزینه‌ای برای هر نوع از اسکناس‌های مختلف پرداخت نمی‌شود. زمان مراجعه مشتریان به دستگاه‌های خودپرداز جهت دریافت وجه نقد، از توزیع پیوسته‌نمایی با نرخ  $\lambda=150$  مشتری در روز تبعیت می‌کند. در واقع، تعداد متوسط مشتریان که هر روز برای دریافت وجه نقد به دستگاه‌های خودپرداز مراجعه می‌کنند، برابر با ۱۵۰ مشتری می‌باشد. از طرفی با توجه به این‌که میزان تراکنش‌های ماهانه دستگاه‌های خودپرداز برای ماه‌های مختلف محاسبه گردیده است، تعداد ۳۵۰۰ تراکنش در ماه برای هر دستگاه خودپرداز مقرون‌به‌صرفه می‌باشد؛ از طرف دیگر میزان برداشت وجه مشتریان از صندوق‌های خودپرداز، از توزیع نرمال با میانگین ۰/۰۸ و انحراف معیار ۰/۰۲ تبعیت می‌کند؛ یعنی متوسط برداشت وجه مشتریان از هر دستگاه خودپرداز به طور متوسط ۸۰ هزار تومان با انحراف معیار ۲۰ هزار تومان می‌باشد. همچنین، فرض می‌کنیم بلافاصله پس از مشاهده موجودی خودپرداز در صورتی که سطح موجودی پایین‌تر از حداقل موجودی برابر با پنج میلیون تومان باشد، پول‌گذاری به میزان حاصل از تفریق موجودی آن لحظه دستگاه از حداکثر موجودی انجام می‌پذیرد؛ لذا فاصله زمان مشاهده تا پول‌گذاری، صفر فرض می‌شود. آخرین فرض و محدودیت موردنظر در مسئله، تعداد روزهای اجرای شبیه‌سازی به وسیله نرم‌افزار Arena می‌باشد که در این مسئله، ۳۰ روز در نظر گرفته شده است که در جدول ۱، خلاصه محدودیت‌ها و مفروضات مسئله مدل پول‌گذاری دستگاه‌های خودپرداز بانک شهر ارائه شده است.



جدول ۱- خلاصه محدودیت‌ها و مفروضات مسئله مدل پول‌گذاری دستگاه‌های خودپرداز بانک شهر

ردیف	واژه لاتین	نماد	مفهوم/تعریف	محدودیت/مقدار
۱	-	s	حداقل موجودی هر دستگاه در یک روز (موجودی اطمینان) یا حداقل موقعیت موجودی	۵ میلیون تومان
۲	-	S	حداکثر پول‌گذاری در هر دستگاه خودپرداز	۵۰ میلیون تومان
۳	Unit Shortage Cost	USC	هزینه هر واحد کمبود پول و زیان مشتری از دست رفته	۳۰ هزار تومان
۴	Unit holding cost	UHC	هزینه خواب هر واحد پول	۵۰۰ تومان
۵	Total Ordering Cost	TOC	هزینه سفارش کل یا کل پول‌گذاری	۲۰۰۶۱۱ تومان
۶	Set up Cost	SUC	هزینه هر بار عملیات پول‌گذاری	۱۰۰ هزار تومان
۷	Incremental Cost	IC	هزینه هر واحد پول در هر بار پول‌گذاری	۰
۸	Exponential Distribution	$\Lambda$	متوسط مراجعه مشتریان به هر دستگاه خودپرداز جهت دریافت وجه نقد در یک روز	۱۵۰
۹	Normal Average	$\mu$	میانگین میزان برداشت وجه مشتریان از هر دستگاه خودپرداز	۸۰ هزار تومان
۱۰	Normal Variance	$\delta$	انحراف معیار میزان برداشت وجه مشتریان از دستگاه‌های خودپرداز	۲۰ هزار تومان
۱۱	Delivery Lag	DL	فاصله زمان مشاهده تا پول‌گذاری هر دستگاه	۰
۱۲	Days to Run	DtR	تعداد روزهای اجرای شبیه‌سازی	۳۰ روز
۱۳	Number	N	تعداد دستگاه‌های خودپرداز مورد بررسی	۲۵۰
۱۴	Time	T	بازه زمانی مورد بررسی دستگاه‌های خودپرداز	۶ ماه = ۱۸۰ روز

منبع: (متغیرها و پارامترهای موردنیاز جهت ورود به مدل در نرم‌افزار Arena)

دیگر نبودند، اما پس از اجرای مدل کنترل موجودی و بازدید از خودپردازها در بازه‌های زمانی تعیین شده توسط مدل، این سطح از رضایت به ۸۰ درصد ارتقا یافت.

نتایج به دست آمده از پرسشنامه‌ها قبل و بعد از اجرای مدل، در جدول ۲ ذکر شده است.

در خصوص سنجش میزان رضایت مشتریان از خدمات خودپردازهای بانک، نتایج به دست آمده قبل از اجرای مدل نشان داد، سطح رضایت مشتریان ۵۵ درصد بوده که یکی از مهم‌ترین دلایل پایین بودن این میزان، خراب بودن و عدم ارائه سرویس به دلایل مختلف بود که در این حالت مشتریان قادر به پاسخ‌گویی به سه سؤال

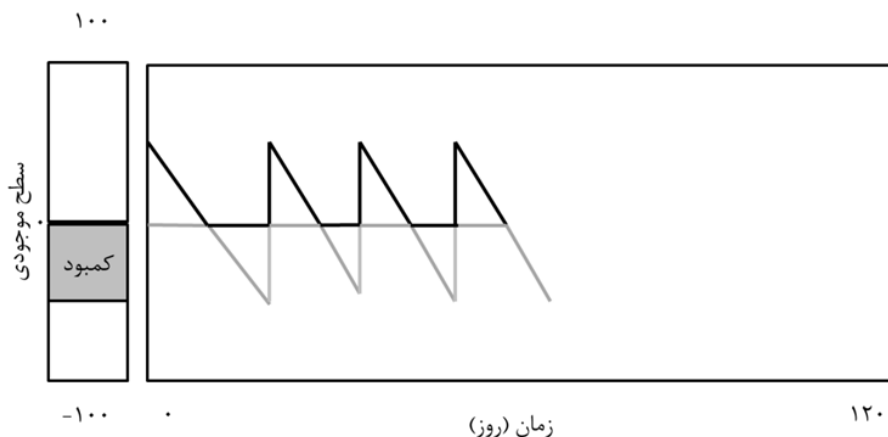
جدول ۲- خروجی نهایی پرسشنامه جهت سنجش رضایت مشتریان از خودپردازها

بعد از اجرای مدل		قبل از اجرای مدل		سؤال ها
تعداد پاسخ های خیر	تعداد پاسخ های بله	تعداد پاسخ های خیر	تعداد پاسخ های بله	
۲۱	۱۷۹	۳۵	۱۶۵	سؤال ۱- سالم بودن دستگاه (خرابی های فیزیکی، نبود اسکناس، خارج از سرویس بودن)
۳۹	۱۶۱	۱۰۲	۹۸	سؤال ۲- عدم نمایش پیغام خطای تراکنش (مشکلات برداشت وجه، گیرکردن پول و کارت و ارائه گزارش نادرست در هنگام درخواست، اتمام برگه رسید و ...)
۴۸	۱۵۲	۸۸	۱۱۲	سؤال ۳- نمایش ترکیب مناسب اسکناس موجود (انتخاب نوع اسکناس)
۵۶	۱۴۴	۱۳۷	۶۳	سؤال ۴- سهولت استفاده از منوها (قرار دادن و تنظیم صفحه کلید و صفحه نمایش مناسب)
۱۶۴	۶۳۶	۳۶۲	۴۳۸	جمع
۲۱	۸۰	۴۵	۵۵	درصد
۸۰		۵۵		درصد نهایی میزان رضایت مندی

منبع: (یافته های نگارندگان)

بانک آینده و پارسیان نیز از این منو استفاده می کنند. پس از ورود داده های مسئله به نرم افزار Arena و لحاظ کردن محدودیت ها و مفروضات مسئله، اقدام به اجرای نرم افزار مذکور برای بازه زمانی ۳۰ روزه گردید که نمودار ۲، نشان دهنده مدل مسئله پول گذاری دستگاه های خودپرداز بانک شهر در نرم افزار Arena می باشد. در این نمودار، مدل پول گذاری دستگاه های خودپرداز به عنوان ورودی به نرم افزار ارنا، ترسیم شده است.

در خصوص سؤال سوم پرسشنامه، توضیح آن که در بسیاری از انواع خودپردازها، گزینه انتخاب ترکیب نوع اسکناس مورد نظر مشتری در منوی تنظیمات خود دستگاه فعال می باشد که بانک ها می توانند آن را فعال کنند. برای کاربران معمولی این دستگاه ها، امکان انتخاب اسکناس دلخواه، یکی از جذاب ترین ها خدمات می باشد که در ایران برای نخستین بار، بانک مسکن این گزینه را به منوی خودپردازها اضافه کرد و برخی از خودپردازهای



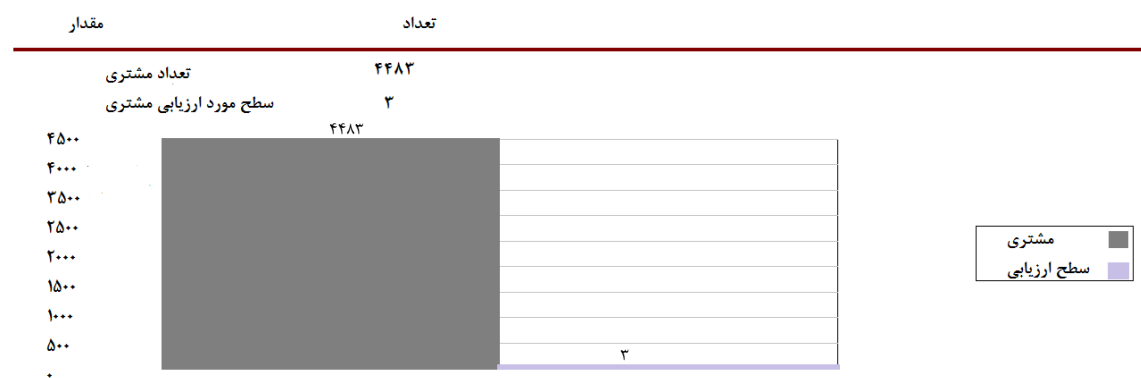
نمودار ۲- مدل (حداکثر موجودی و حداقل موجودی) مسئله پول گذاری دستگاه های خودپرداز بانک شهر

منبع: (مدل ورودی به نرم افزار Arena)

افزایش میزان رضایت.../محمدتقی تقوی فرد، سید محمدعلی خاتمی فیروزآبادی، سید خلیل‌الله سجادی، اعظم رمضان‌بادی - ۱۱

پشتیبانی می‌کند و می‌توان با تعریف دقیق مفروضات و پیاده‌سازی مدل موردنظر، به انجام شبیه‌سازی در تعداد دفعات تکرار بسیار بالا، در زمان بسیار کوتاه پرداخت که در این پژوهش از شبیه‌سازی مدل کنترل موجودی کاست‌های دستگاه‌های خودپرداز استفاده شده است.

در نمودار ۳، تعداد مشتریان مراجعه‌کننده به دستگاه‌های خودپرداز در ۳۰ روز حاصل از شبیه‌سازی نرم افزار Arena ارائه شده است که برابر با ۴۴۸۳ نفر در ماه و تقریباً برابر با ۱۵۰ نفر در روز می‌باشد. بسته نرم‌افزاری Arena برای شبیه‌سازی سیستم‌های گسسته پیشامد است که تمام مراحل یک مطالعه شبیه‌سازی را



نمودار ۳- تعداد مشتریان مراجعه‌کننده به دستگاه‌های خودپرداز حاصل از شبیه‌سازی نرم‌افزار ارنا

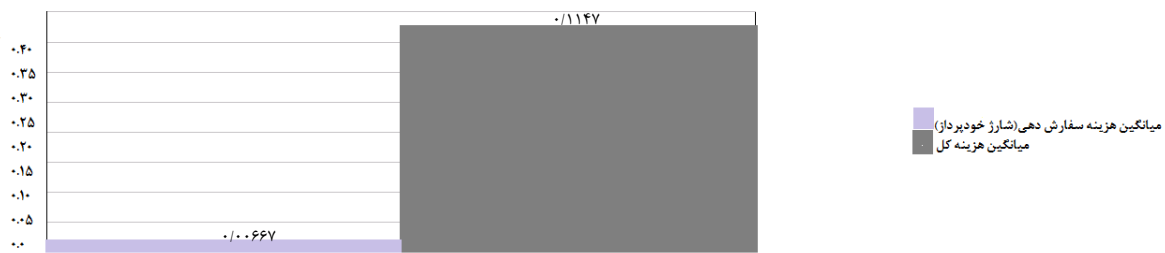
منبع: (بخشی از خروجی مدل نرم‌افزار Arena)

هزینه نهایی؛ از قبیل میانگین هزینه سفارش‌دهی مجدد به رنگ خاکستری روشن و مجموع هزینه کل که متشکل از توابع هزینه خواب پول و هزینه مشتری از دست رفته می‌باشد، به رنگ خاکستری تیره نمایش داده شده است.

در نمودار ۳، بخشی از خروجی‌های برنامه پس از اجرای مدل نمایش داده شده است که در آن تعداد مشتریان مراجعه‌کننده به دستگاه خودپرداز، به رنگ سیاه نمایش داده شده است. در نمودار ۴، بخشی از خروجی‌های برنامه پس از اجرای مدل نمایش داده شده است که در آن،

تعداد تکرار: ۱ واحد زمان: روز

میانگین هزینه سفارش دهی (شارژ خودپرداز)	میانگین هزینه کل	میانگین	کمینه	بیشینه
۰۰۰۶۶۷	۰۰۱۱۴۷	۰۰۰۴۲	۰	۰۰۲
		۰۰۱۰۳۸	۰	۰۰۳۶۲۴



نمودار ۴- برآورد هزینه‌های مربوط به دستگاه‌های خودپرداز بانک شهر حاصل از شبیه‌سازی نرم‌افزار ارنا

منبع: (بخشی از خروجی نهایی در نرم‌افزار Arena)

همچنین متوسط هزینه سفارش دهی و پول‌گذاری برابر با ۰/۰۰۶۷ میلیون تومان یا ۶۷۰۰ تومان برآورد شده است. در نهایت، مجموع هزینه‌ها برابر با ۰/۱۱۴۷ میلیون تومان یا ۱۱۴۷۰۰ تومان تخمین زده شده است. با توجه به توضیحات ارائه شده، در جدول ۳ مقادیر به‌دست آمده از شبیه‌سازی و مقادیر واقعی، ارائه و با یکدیگر مقایسه شده‌اند.

در نمودار ۴، متوسط هزینه خواب پول، متوسط هزینه فرصت از دست رفته، متوسط هزینه سفارش دهی و پول‌گذاری و مجموع کل هزینه‌های حاصل از شبیه‌سازی نرم‌افزار ارنا ارائه شده است. متوسط هزینه خواب پول برابر با ۰/۰۰۴۲ میلیون تومان یا ۴۲۰۰ تومان می‌باشد. متوسط هزینه فرصت از دست رفته ۰/۱۰۳۸ میلیون تومان یا ۱۰۳۸۰۰ تومان می‌باشد.

جدول ۳- مقایسه مقادیر واقعی و شبیه‌سازی شده اقلام اطلاعاتی مربوط به خودپردازهای بانک شهر

ردیف	مفهوم/تعریف	مقدار واقعی	مقدار حاصل از شبیه‌سازی	نتیجه
۱	تعداد دستگاه‌های خودپرداز مورد بررسی	۵۰	۵۰	بدون تغییر
۲	بازه زمانی مورد بررسی دستگاه‌های خودپرداز	۶ ماه = ۱۸۰ روز	۶ ماه = ۱۸۰ روز	بدون تغییر
۳	میانگین میزان برداشت وجه مشتریان از هر دستگاه خودپرداز	۸۰ هزار تومان	۸۰ هزار تومان	بدون تغییر
۴	انحراف معیار میزان برداشت وجه مشتریان از هر دستگاه خودپرداز	۲۰ هزار تومان	۲۰ هزار تومان	بدون تغییر
۵	تعداد متوسط مراجعه مشتریان به هر دستگاه خودپرداز جهت دریافت وجه نقد در یک روز	۱۵۰ نفر	تقریباً ۱۵۰ نفر	بدون تغییر
۶	فاصله زمان مشاهده تا پول‌گذاری هر دستگاه	۰	۰	بدون تغییر
۷	تعداد روزهای بررسی عملکرد خودپردازها	۳۰ روز	۳۰ روز	بدون تغییر
۸	هزینه هر واحد پول در هر بار پول‌گذاری	۰	۰	بدون تغییر
۹	هزینه هر واحد کمبود پول و زیان مشتری از دست رفته	۲۰۰۰۰۰ تومان	۱۰۳۸۰۰ تومان	۹۶۲۰۰ تومان کاهش
۱۰	هزینه هر واحد خواب پول	۶۰۰ تومان	۴۲۰۰ تومان	۳۶۰۰ تومان افزایش
۱۱	هزینه سفارش کل یا کل پول‌گذاری	۲۰۰۶۰۰ تومان	۱۰۸۰۰۰ تومان	۹۲۶۰۰ تومان کاهش
۱۲	هزینه هر بار عملیات پول‌گذاری	۱۰۰۰۰۰ تومان	۶۷۰۰ تومان	۹۳۳۰۰ تومان کاهش
۱۳	هزینه کل	۳۰۰۶۰۰ تومان	۱۱۴۷۰۰ تومان	۱۸۵۹۰۰ تومان کاهش

منبع: (نتایج نهایی و برگردان شده خروجی‌های نرم‌افزار Arena)

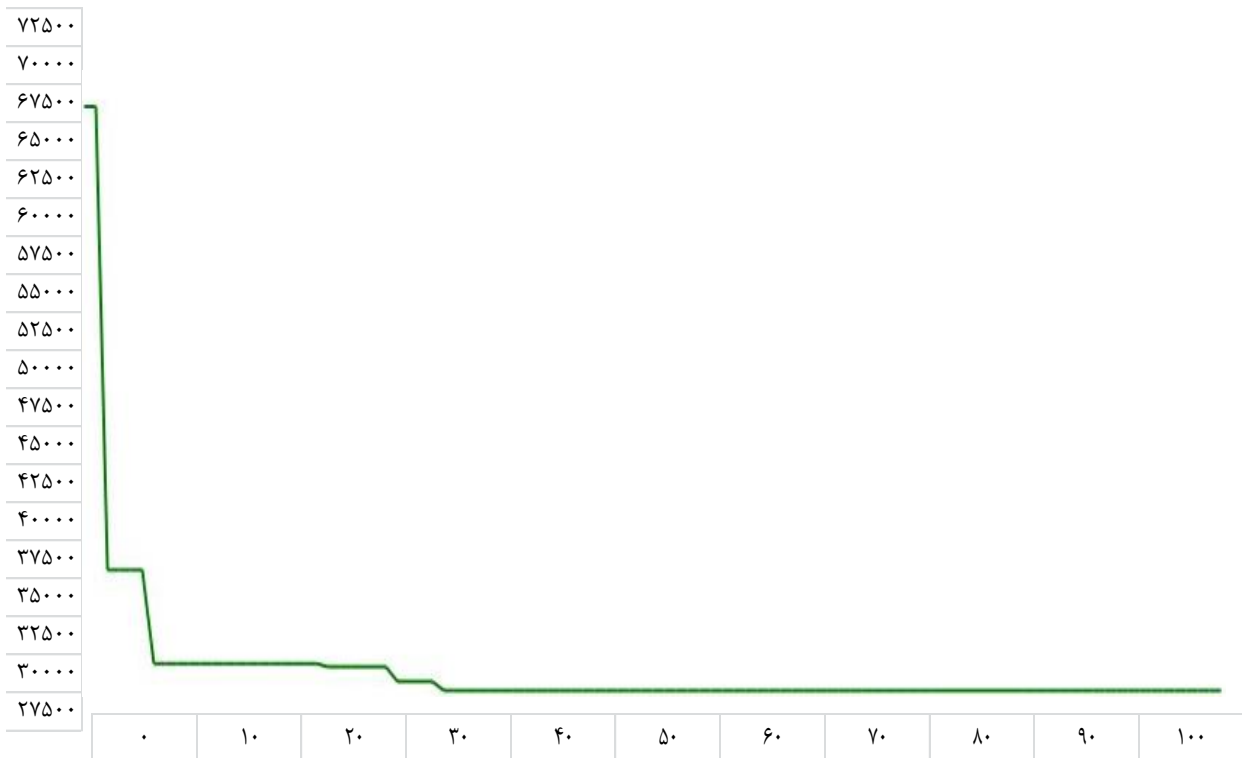
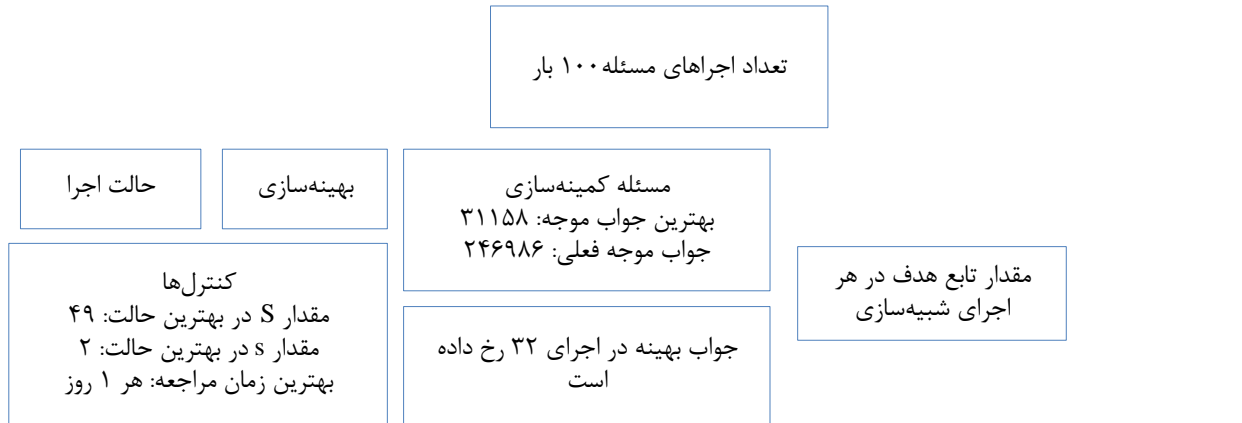
همان‌گونه که در جدول ۳ ملاحظه می‌شود، مقادیر هزینه هر واحد کمبود پول و زیان مشتری از دست رفته، هزینه سفارش کل یا کل پول‌گذاری و هزینه هر بار عملیات پول‌گذاری در حالت شبیه‌سازی شده، کاهش قابل توجهی داشته‌اند؛ به گونه‌ای که در نهایت، هزینه کل با کاهش ۱۸۵۹۰۰ تومانی برای هر دستگاه خودپرداز همراه بوده است. در خصوص هزینه هر واحد خواب پول که پس از شبیه‌سازی افزایش یافته است، بیان این نکته ضروری است که به دلیل استفاده از اطلاعات واقعی ۵۰ دستگاه خودپرداز در یک بازه زمانی دو ماهه و انجام شبیه‌سازی بر روی یک دستگاه برای هر بار اجرای نرم‌افزار، این میزان اختلاف در هزینه خواب پول، طبیعی بوده است. در صورتی که بازه زمانی بیشتر و اطلاعات کامل‌تری در مورد عملکرد خودپردازها به نرم‌افزار ارائه شود، خروجی نرم‌افزار دقیق‌تر و نزدیک‌تر به مقدار هزینه واقعی خواب پول خواهد بود. بنابراین، این مقدار کاملاً صحیح و منطقی است؛ در واقع چون تعداد دفعات مراجعه به خودپرداز کم می‌باشد، پس میزان پول داخل خودپرداز در بازه‌های زمانی مراجعه کم است؛ لذا هزینه خواب پول کم می‌شود. اما به همان نسبت هزینه هر واحد کمبود (کمبود، خرابی، خاموشی، نارضایتی مشتری و ...) بیشتر می‌گردد و میزان کاهش این هزینه به نسبت افزایش هزینه زمان مراجعه مجدد به خودپرداز به مراتب بیشتر می‌باشد (مقایسه ۹۲۶۰۰

تومان کاهش به نسبت ۳۶۰۰ تومان افزایش). با توجه به هزینه بالای هر واحد کمبود پول و زیان مشتری از دست رفته به نسبت هزینه هر واحد خواب پول، می‌توان گفت پس از اجرای مدل به این نتیجه می‌رسیم که تعداد دفعات مراجعه جهت مشاهده سطح موجودی خودپرداز و شارژ صندوق آن، به مراتب مناسب‌تر از عدم مراجعه و خواب پول می‌باشد. بر این اساس، آنچه رؤسای شعب از آن ناراضی می‌باشند، خواب پول و ضرر و زیان ناشی از آن نمی‌باشد؛ بلکه تعداد خرابی‌ها، مشتریان ناراضی از دست‌رفته، خاموشی دستگاه‌ها و عدم مراجعه و پرستاری می‌باشد که راهکار این مشکل و مشاهده میزان صرفه‌جویی در هزینه‌ها، پس از شبیه‌سازی و انتخاب سناریو بهینه ارائه شده است. پس از استخراج جواب اولیه، به منظور بهینه‌سازی و حل بهینه این مسئله باید مقدار بهینه حداقل موجودی (موجودی اطمینان)، حداکثر موجودی و بازه ارزیابی را محاسبه نماییم. شایان ذکر است کلیه مقادیر مذکور، گسسته می‌باشند. در جدول ۴، مقادیر مربوط به حداقل موجودی (موجودی اطمینان)، حداکثر موجودی و بازه ارزیابی در نرم‌افزار ارنه ارائه شده است. نرم‌افزار را برای ۱۰۰ مرتبه، شبیه‌سازی و در هر بار، ۳۰ روز اجرا می‌کنیم. ۲۰ جواب موجه (ممکن) تولید شده است که جواب بهینه در خروجی اجرای ۳۲ به دست آمده است. خروجی به دست آمده از شبیه‌سازی، به شرح نمودار ۵ می‌باشد.

جدول ۴- مقادیر مفروض در نرم‌افزار ارنه برای سه عامل موجودی اطمینان، حداکثر موجودی و بازه ارزیابی

ردیف	موجودی اطمینان		حداکثر موجودی		بازه ارزیابی
	حد پایین	حد بالا	حد پایین	حد بالا	
۱	۲ میلیون تومان	۳۰ میلیون تومان	حد پایین	حد پایین	۱ روز؛ یعنی هر روز به دستگاه خودپرداز مراجعه شده و در صورت نیاز پول‌گذاری می‌گردد.
۲	۶ میلیون تومان	۵۰ میلیون تومان	حد بالا	حد بالا	۱۵ روز؛ یعنی هر دو هفته یک‌بار به دستگاه خودپرداز مراجعه شده و در صورت نیاز پول‌گذاری می‌گردد.
۳	۴ میلیون تومان	۴۰ میلیون تومان	مقدار پیشنهادی	مقدار پیشنهادی	۷ روز؛ یعنی هر هفته یک‌بار به دستگاه خودپرداز مراجعه شده و در صورت نیاز پول‌گذاری می‌گردد.

منبع: (محاسبات نگارندگان)



اجرای شبیه‌سازی

نمودار ۵- خروجی حاصل از شبیه‌سازی نرم‌افزار Arena برای محاسبه بهترین جواب منبع: (خروجی نرم‌افزار)

همچنین مقدار بهینه موجودی اطمینان برابر با دو میلیون تومان و مقدار بهینه حداکثر موجودی برابر با ۴۹ میلیون تومان می‌باشد. در نهایت، حل حداقل هزینه مدل برابر با ۳۱۱۸۵ تومان می‌باشد؛ اما می‌توان از

همان‌گونه که در نمودار ۵ مشاهده می‌شود، در میان ۲۰ جواب موجه و در نقطه بهترین شبیه‌سازی = ۳۲، بهترین جواب این است که روزانه (هر روز) برای پول‌گذاری دستگاه‌های خودپرداز به آنها مراجعه شود.

افزایش میزان رضایت.../محمدتقی تقوی فرد، سید محمدعلی خاتمی فیروزآبادی، سید خلیل الله سجادی، اعظم رمضان بادی - ۱۵

سناریوهای کمکی نیز استفاده کرد؛ برای مثال می توان با تحمل هزینه ۳۲۱۵۴ تومان در سناریو چهارم، تعداد روزهای مراجعه را از یک روز به دو روز افزایش داد. سایر سناریوها به همراه جزئیات در جدول ۵ نشان داده شده

است. با این توضیح، در جدول ۶، مقادیر واقعی و مقادیر بهینه شبیه سازی شده پول گذاری صندوق های خودپرداز بانک شهر با یکدیگر مقایسه شده اند.

جدول ۵- ۱۰ سناریو ممکن برای پول گذاری صندوق های خودپرداز بانک شهر

ردیف	مقدار s کوچک (میلیون تومان)	زمان بازدید یا دوره ارزیابی	مقدار S بزرگ (میلیون تومان)	وضعیت جواب	مقدار تابع هدف	شماره شبیه سازی
۱	۲	۱	۴۹	موجه	۳۱۱۱۸۵	۳۲
۲	۲	۱	۵۰	موجه	۳۱۷۴۸	۲۸
۳	۲	۱	۴۸	موجه	۳۲۱۵۴	۳۰
۴	۲	۲	۴۵	موجه	۳۲۱۵۶	۵۹
۵	۲	۲	۴۴	موجه	۳۲۲۴۴	۶۸
۶	۲	۲	۴۶	موجه	۳۲۴۱۶	۵۰
۷	۲	۲	۴۷	موجه	۳۲۶۵۵	۷۰
۸	۲	۲	۴۸	موجه	۳۲۶۶۹	۶۶
۹	۴	۱	۴۳	موجه	۳۲۸۷۸	۲۲
۱۰	۶	۲	۴۴	موجه	۳۲۸۷۹	۷

منبع: (بخشی از داده های خروجی مدل در نرم افزار Arena)

جدول ۶- مقایسه مقادیر واقعی و مقادیر بهینه شبیه سازی شده پول گذاری صندوق های خودپرداز بانک شهر

ردیف	مفهوم/تعریف	مقدار واقعی	مقدار بهینه حاصل از شبیه سازی	نتیجه
۱	حداقل موجودی در یک روز (موجودی اطمینان)	۵ میلیون تومان	۲ میلیون تومان	۳ میلیون تومان کاهش
۲	حداکثر پول گذاری یا موجودی در خودپرداز	۵۰ میلیون تومان	۴۹ میلیون تومان	۱ میلیون تومان کاهش
۳	هزینه سفارش کل یا کل پول گذاری	۲۰۰۶۰۰ تومان	۳۱۱۸۵ تومان	۱۶۹۴۱۵ تومان کاهش

منبع: (محاسبات نگارندگان)

فرض این که مراجعه به دستگاه های خودپرداز جهت پول گذاری به صورت روزانه انجام می شود، هزینه نهایی پول گذاری دستگاه های خودپرداز بانک شهر، ۳۱۱۸۵ تومان برای هر دستگاه خواهد بود که این عدد ۱۶۹۴۱۵ تومان کمتر از هزینه کنونی پول گذاری صندوق های خودپرداز بانک می باشد.

براساس داده های جدول ۷، در صورتی که حداقل موجودی اطمینان صندوق های خودپرداز، دو میلیون تومان و سقف پول گذاری ۴۹ میلیون تومان در نظر گرفته شود که به ترتیب سه و یک میلیون تومان کمتر از مقدار پول گذاری فعلی می باشد، در این صورت هزینه خواب هر واحد پول، کاهش خواهد یافت. همچنین با

جدول ۷- ترکیب بهینه اسکناس‌ها جهت شارژ دستگاه خودپرداز بانک شهر

ردیف	نوع اسکناس	تعداد (قطعه) سناریو اول	تعداد (قطعه) سناریو دوم
۱	اسکناس ۵۰ هزار ریالی (۵ هزار تومانی)	۷۰۰	۲۰۰۰
۲	اسکناس ۱۰۰ هزار ریالی (۱۰ هزار تومانی)	۷۰۰	۲۰۰۰
۳	اسکناس ۵۰۰ هزار ریالی (۵۰ هزار تومانی)	۲۹۰	۴۰۰
۴	اسکناس ۱۰۰۰ هزار ریالی (۱۰۰ هزار تومانی)	۲۵۰	۰
مبلغ کل موجودی دستگاه خودپرداز		۵۰ میلیون تومان	۵۰ میلیون تومان

منبع: (نتایج نهایی و برگردان شده خروجی‌های نرم‌افزار Arena)

### ۶- نتیجه‌گیری و پیشنهاد

در این پژوهش، حل بهینه مسأله پول‌گذاری دستگاه‌های خودپرداز بانک شهر بر اساس حداقل مقدار، حداکثر مقدار، زمان و هزینه پول‌گذاری ارائه شده است. بر این اساس، با توجه به داده‌های مربوط به عملکرد ۵۰ دستگاه خودپرداز بانک شهر در بازه زمانی دو ماهه سال ۱۳۹۵ و با فرض نرخ سود سپرده بلندمدت یک‌ساله برابر با ۲۲ درصد، حداقل موجودی دستگاه در یک روز (موجودی اطمینان) برابر با دو میلیون تومان و حداکثر پول‌گذاری در دستگاه‌های خودپرداز ۴۹ میلیون تومان می‌باشد. زمان بهینه سرکشی به دستگاه‌های خودپرداز، هر روز یک‌بار و هزینه نهایی پول‌گذاری دستگاه‌های خودپرداز حدود ۳۱۲۰۰ تومان برای هر دستگاه است. بنابراین در صورت تحقق مدل (حداکثر موجودی و حداقل موجودی) برای خودپردازهای بانک شهر، در مجموع چهار میلیون تومان از میزان پول‌گذاری برای هر دستگاه کاهش خواهد یافت و نیز هزینه پول‌گذاری تقریباً به یک‌ششم هزینه فعلی تقلیل می‌یابد. بر اساس اطلاعات سایر مقالات و پژوهش‌های صورت گرفته در خصوص افزایش کارایی خودپردازها، در مجموع می‌توان مواردی از قبیل: وضعیت پول‌رسانی خودپردازها، وضعیت پرستاری و نگهداری خودپردازها که در این مقاله هزینه‌های مربوط به آن، شامل هزینه‌های خرابی دستگاه

و جریمه آن، هزینه تراکنش‌های ناموفق، هزینه عدم موجودی در دستگاه، هزینه مشتری از دست رفته، هزینه کارمزدهای از دست رفته و هزینه سوءتبلیغ برای بانک شهر، در قالب هزینه هر واحد کمبود پول و زیان مشتری از دست رفته، محاسبه و بهینه گردید و مکان نصب خودپردازها را در نظر گرفت. بنابراین بر اساس مطالب بیان شده و به منظور ارتقای کارآمدی خودپردازهای بانک شهر و نیز رفع مشکلات و موانع آنها، موارد زیر پیشنهاد می‌گردد:

۱- بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهند، حدود ۲۰ درصد از خودپردازهای بانک شهر در محل‌های اداری (مانند شهرداری‌ها و سازمان‌های تابعه) قرار دارند که به علت ارائه سرویس تا پایان ساعات کاری این ادارات، کارایی آنها پایین می‌باشد و لازم است مکان این خودپردازها در محل‌های مذکور، به گونه‌ای تغییر یابد که علاوه بر دسترسی کارکنان آن سازمان‌ها در ساعات اداری و ایام تعطیل، سایر افراد نیز در خارج از ساعات اداری بتوانند از خدمات خودپردازهای مذکور استفاده کنند.

۲- با اجرای مدل شبیه‌سازی مسئله، عدم کارایی خودپردازهای داخل و خارج از شعبه در تهران و خودپردازهای داخل شهرستان‌ها که به دلیل کمبود اسکناس یا نگهداری نامناسب بوده، با توجه به مدل ارائه



افزایش میزان رضایت.../محمدتقی تقوی فرد، سید محمدعلی خاتمی فیروزآبادی، سید خلیل الله سجادی، اعظم رمضان بادی - ۱۷

اویسی، ثریا. (۱۳۹۰). بررسی رضایت‌مندی مشتریان بانک شهر از کیفیت خدمات بانکداری الکترونیک در شهر تهران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم اجتماعی و اقتصادی، دانشگاه پیام‌نور البرز.

بامداد، ناصر؛ رفیعی، نگار. (۱۳۸۷). بررسی رضایت مشتریان از کیفیت خدمات خودپرداز بانک‌ها، پژوهشنامه علوم انسانی و اجتماعی مدیریت، ۸(۴)، ۵۸-۴۰.

جعفرنژاد هتکه‌لویی، محمدباقر؛ اسلامی، حسین؛ علوی‌راد، عباس. (۱۳۹۲). سنجش میزان رضایت‌مندی شهروندان تهرانی از خدمات و کارکنان شهرداری تهران، فصلنامه علمی-پژوهشی اقتصاد و مدیریت شهری، ۲(۵)، ۱۱۷-۱۰۳. حجتی، رسول؛ حجتی، علیرضا. (۱۳۹۱). برنامه‌ریزی و کنترل تولید و موجودی‌ها، تهران: آذین مهر.

حیرتی، نیما. (۱۳۸۶). سنجش رضایت مشتریان با استفاده از مدل ACSI، کنفرانس ملی ارتباط با مشتری تهران. صادقی، تورج. (۱۳۸۷). میزان آشنایی و رضایت‌مندی مشتریان از خدمات بانکداری الکترونیک در ایران، مجله مدیریت بازاریابی، ۳(پیش شماره ۴).

نصراللهی، محمد؛ قریشیان، سیدحسین؛ ملاآقایی، مجتبی. (۱۳۹۳). بررسی میزان رضایت‌مندی مشتریان از کیفیت خدمات دستگاه‌های خودپرداز در سطح بانک تجارت استان مازندران، همایش ملی تحلیل راهبردی دیدگاه‌های مقام معظم رهبری در اقتصاد و مدیریت حماسه اقتصادی.

Akhtar, N., Reza, A., Seddigi, U.I., Maghsoud, T., Shoghua., U . (2016). Impact of A.T.M Service Quality on Customer Satisfaction: An Empirical Study in Kasur Pakistan Banking Sector, *International Review of Management and Business Research*, 5(2), 676-687.

Altunoğlu, Y. (2010). *Cash inventory management at automated teller machines under incomplete information* (Doctoral dissertation, Bilkent University).

شده و متمرکز بودن عملیات نظارت توسط شعبه و پول‌رسانی توسط خزانه‌داری یا شعبه برطرف می‌شود و صرفاً مکان نصب خودپرداز به عنوان عامل عدم کارایی این گروه از خودپردازها می‌تواند مورد توجه و مدنظر برای مطالعات آتی باشد. بر این اساس، در مواردی که ناکارآمدی خودپردازها به علت کمبود اسکناس یا پشتیبانی فنی، نامناسب است و مکان نصب خودپرداز در آن نقش دارد باید شناسایی مکان‌های جدید و انتقال آنها بر اساس زمان‌بندی مشخص در دستورکار قرار گیرد؛ زیرا مکان‌یابی مناسب، باعث افزایش کارایی خودپردازها و افزایش سهم درآمد کارمزدی بانک می‌شود.

مقاله ارائه شده شامل ساخت مدل حداقل‌سازی هزینه نگهداشت پول مازاد و حداقل‌سازی هزینه فرصت از دست رفته است. همچنین در این پژوهش، از مدل کنترل موجودی (حداکثر موجودی و حداقل موجودی) در حوزه خدمات و سیستم‌های مالی و عملیاتی‌سازی سیستم سفارش برای اولین بار در ایران استفاده شده است. بر این اساس برای مطالعات و پژوهش‌های آتی، پیشنهادهایی از قبیل: ارائه مدل ریاضی دوهدفه حداقل‌سازی هزینه نگهداشت پول مازاد و حداقل‌سازی 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 فراابتکاری و محاسبه ترکیب بهینه اسکناس‌های قابل شارژ در دستگاه در صورت موجود بودن اطلاعات مربوط به ترکیب اسکناس‌های پول‌گذاری شده در دستگاه‌های خودپرداز را می‌توان مدنظر قرار داد.

## ۷- منابع

آکساتر، اسیون. (۱۳۹۳). کنترل موجودی، ترجمه حامد طیبی، تهران: انتشارات ترمه.

- Bell, P. C., & Hamidi-Noori, A. (1984). Foreign currency inventory management in a branch bank. *Journal of the Operational Research Society*, 35(6), 513-525.
- Ekinci, Y., Lu, J. C., & Duman, E. (2015). Optimization of ATM cash replenishment with group-demand forecasts. *Expert Systems with Applications*, 42(7), 3480-3490.
- Garcia Herreros, P., Agarwal, A., Wassick, J.M., & Grossmann, I. E. (2016). Inventory policies in process networks under uncertainty, *Computers and Chemical Engineering*, No92, 256-272.
- Gümüş, S., Apak, S., Gümüş, T. B., Gümüş, H. G., & Gümüş, S. (2015). Ultimate Point in the Service Provided by the Banks to their Customers: Customer Satisfaction in the Common use of ATMs. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 207, 98-110.
- Moutinho, L., & Brownlie, D. T. (1989). Customer satisfaction with bank services: a multidimensional space analysis. *International Journal of Bank Marketing*, 7(5), 23-27.
- Neave, E. H. (1970). The stochastic cash balance problem with fixed costs for increases and decreases. *Management Science*, 16(7), 472-490.
- Salimifard, k., & 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.
- Simutis, R., Dilijonas, D., Bastina, L., Friman, J., & Drobinov, P. (2015). Optimization of cash management for ATM network. *Information technology and control*, 36(1).
- Wagner, M. (2007). *The optimal cash deployment strategy* (Doctoral dissertation, SWEDISH SCHOOL OF ECONOMICS AND BUSINESS ADMINISTRATION).