فصلنامهٔ مطالعات مدیریت کسب و کار هوشمند سال ششم، شماره ۲۲، زمستان ۹۶
صفحات ۷۵ تا ۱۰۵

بهبود فرآیند خدمت‌دهی و کاهش زمان انتظار مشتریان در بانک با رویکرد شبیه‌سازی

محمدتقی تقوی‌فرد*
آزیتا دادوند**
مجتبی آقایی***

چکیده

بانک‌ها از جمله سازمان‌های خدماتی‌اند که با ارائه خدمات مالی، ارتباط تنگاتنگ با مشتری خود دارند. مشتریان مهم‌ترین منابع هر بانک می‌باشند و بنابراین تردیدی نیست که شرط دستیابی به سودآوری این بنگاه‌های مالی، در گرو تجزیه‌وتحلیل مسائل مربوط به رضایت‌مندی مشتریان در سطوح صف (شعب) بانک است. بانک‌ها توجه ویژه‌ای به کیفیت خدمات به‌عنوان مهم‌ترین اصل پرداخت‌ها دارند. طول صف و زمان انتظار دو عاملی هستند که نقش مهمی را در درک مشتری از کیفیت خدمات در بانک بازی می‌کنند. در میان روش‌های مختلفی که به‌منظور بررسی سیستم‌ها در حالت پایدار و داده‌های احتمالی ارائه شده است، شبیه‌سازی قابلیت بالایی در مدل‌سازی و ارزیابی چنین شرایطی را دارا است. شبیه‌سازی ابزاری مناسب برای تحلیل سیستم‌های صف است. در این پژوهش قصد بر این است که سیستم خدمت‌دهی بانک با در نظر گرفتن تمام عوامل مؤثر بر آن شبیه‌سازی شده و راهکارهایی جهت بهبود و اصلاح فرآیندهای موجود در بانک ارائه گردد. در این راستا پس از شناسایی فرآیندهای مختلف

---

* دانشیار گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبایی
** کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران ـ جنوب
*** دانشجوی دکتری مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبایی
تاریخ دریافت:۱۳۹۵/۱۱/۱۸ **تاریخ پذیرش:۱۳۹۶/۱۱/۰۲**

خدمت‌دهی در بانک، فرآیندهایی که منجر به تشکیل گلوگاه و کاهش کارایی خدمت دهندگان و نیز اتلاف زمان مشتریان می‌شود شناسایی و سپس سناریوهایی کاربردی، جهت افزایش کیفیت خدمات توسط بانک ارائه شده است. نتایج حاکی از آن است که روش پیشنهادی می‌تواند در عمل باعث افزایش سرعت و کارایی ارائه خدمات شعب بانک و نهایتاً رضایتمندی مشتریان شود.

کلیدواژگان: سیستم‌های صف، شبیه‌سازی، مدل‌سازی، برنامه‌ریزی سناریو، شعب بانک.

مقدمه

بانک‌ها از جمله سازمان‌های خدماتی‌اند که با ارائه خدمات مالی، ارتباط تنگاتنگ با مشتری خود دارند. مشتریان هر بانک مایه حیات آن بانک می‌باشند. بنابراین تردیدی نیست که شرط دستیابی به سودآوری این بنگاه‌های مالی تجزیه‌وتحلیل مسائل مربوط به رضایت‌مندی مشتریان در سطوح صف بانکی (شعب) است. (موسی خانی و همکاران[1]، ۲۰۱۲)

یکی از عوامل مهم و اثرگذار موفقیت سازمان‌ها در دنیای رقابتی امروز افزایش دادن رضایت مشتری از طریق بهبود کیفیت خدمات است. در هر سازمان خدمات‌رسانی، مدیران اغلب در مورد زمانی که مشتریان نیاز دارند برای دریافت خدمات خود انتظار بکشند نگران هستند. بانک‌ها توجه ویژه‌ای به کیفیت خدمات به‌عنوان مهم‌ترین اصل پرداخت‌ها دارند. طول صف و زمان انتظار دو عامل مهم که نقش مهمی در درک مشتری در مورد کیفیت خدمات در بانک است؛ بنابراین، مدیران بانک‌ها نگران شرایط ارائه خدمات مطلوبی که می‌تواند مشتریان و ارائه‌دهندگان خدمات را راضی کنند، می‌باشند. (مددی و همکاران[2]، ۲۰۱۳) در نظام بانکی، مشتری محور اصلی است که تمام تلاش مدیران بانک در جهت کسب حداکثر رضایت از آنان است. بنابراین در فضای رقابت بانکی، بانک‌هایی موفق خواهند بود که بتوانند وفاداری بیشتر مشتریان خود را جلب نمایند و با توجه به شناخت رفتار مشتریان، همواره خواهان ارائه خدمات سریع‌تر و بهتر به آن‌ها باشند.(الوانی،۲۰۱۱)

در بررسی برنامه‌های راهبردی بانک‌ها، یکی از استراتژی‌هایی که در چند سال اخیر در راستای تکریم مشتری مدنظر قرار می‌گیرد، کاهش مدت انتظار و یا طول صف مشتریان است (بیر[3]، ۲۰۰۱)؛ اما ممکن است این سؤال پیش آید که چگونه و با چه روش و یا با چه ابزاری می‌توان این انتظار را کاهش داد؟ یا آنکه برای وضعیت فعلی شعب چه راهکاری برای رسیدن به رضایت‌مندی بیشتر مشتری وجود دارد؟ چگونه می‌توان از آغاز تأسیس شعبه یک بانک تعداد مشتریان و حجم مراجعه‌های مشتری را با توجه به

1. Mousakhani et al.
2. Madadi et al.
3. Beier

نوع درخواست پیش‌بینی نمود؟ به چه میزان تجهیزات و امکانات برای پاسخگویی به انتظارات مشتریان باید در هر شعبه تعبیه نمود؟ برای پاسخگویی به این پرسش‌ها می‌توان از شبیه‌سازی استفاده کرد. شبیه‌سازی یکی از راه‌های سیستم واقعی با گذشت زمان است که می‌تواند از بهترین راهکارها در راستای تصمیم‌گیری مدیران ارشد جهت اصلاح فرآیند انجام کار استفاده شود. شبیه‌سازی، تقلیدی از عملکرد فرایند یک سیستم واقعی با گذشت زمان است. در شبیه‌سازی به‌جای ایجاد فرمولی ثابت برای به دست آوردن راه‌حل نتایج، مسئله چندین بار اجرا شده و هر بار نتایج یادداشت می‌شود که درنهایت این دستاوردها مورد تجزیه‌وتحلیل قرارمی گیرد.(عظیمی، ۲۰۱۳، ص ٤٧-٥٠) بنابراین طراحی مدل شبیه‌سازی به‌منظور تحلیل برای پیش‌بینی تأثیر تغییرات سیستم‌های موجود و نیز به‌عنوان ابزاری برای پیش‌بینی عملکرد سیستم جدید در مجموعه‌ای از شرایط مختلف کاربرد دارد.

با توجه به اهمیت مشتری مداری و موارد ذکرشده، یکی از مهم‌ترین مسائلی که در سازمان‌های خدماتی مانند بانک نیز بر آن تأکید می‌شود مشتری مداری و تکریم ارباب‌رجوع است و با حفظ کرامت و حرمت مشتریان و ارزش‌دهی به آن‌ها نه‌تنها می‌توان در حفظ مشتریان قدیمی موفق بود بلکه این موضوع سبب جذب مشتریان جدید و جذب منابع جدید خواهد شد در غیر این صورت و باوجود ضعف در سیستم خدماتی مانند بانک، سبب نارضایتی مشتری خواهد شد که در صورت بروز چنین عاملی مشتریان سازمان‌های دیگر را برای رفع نیاز خود انتخاب خواهند کرد.

ازاین‌رو به دلیل اهمیت بالای بانک‌ها در اقتصاد کشور لازم است معیارهای عملکرد صف در آن‌ها تحلیل و راه‌هایی برای کاهش طول صف پیدا کرد. در سازمان‌ها از جمله بانک‌ها که حساس‌ترین وظیفه، تصمیم‌گیری در مورد موارد مختلف پولی و مالی و سرمایه‌گذاری‌ها و ... است، انتخاب روش‌هایی که بهترین نتیجه ممکن را در برداشته باشد از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و عدم توجه به ابزارهای نوین موجود در نهایت باعث عدم اطمینان در تصمیم‌گیری خواهد شد.ازاین‌رو صاحب‌نظران همواره به دنبال مجهز نمودن تصمیم‌گیرندگان به ابزارها و فن‌های جدید هستند تا تصمیم‌گیری‌ها همواره با درجه‌ای از اطمینان بالا همراه باشند. (محمدلو و همکاران، ۱۳۹۰)

در میان روش‌های مختلفی که به‌منظور بررسی گزینه‌های مختلف مفید هستند، ثابت

شده است که شبیه‌سازی قابلیت بالایی در مدل‌سازی و ارزیابی چنین شرایطی را دارد. یکی از ابزارهایی که در جهت تصمیم‌گیری و بهینه‌سازی پارامترهای سیستم صف به کار می‌رود شبیه‌سازی به کمک نرم‌افزارهایی همچون Arena، ED[1] و ... است. شبیه‌سازی ابزاری برای تحلیل سیستم‌های صف است که در این پژوهش قصد داریم با این ابزار سیستم خدمت‌دهی بانک را با در نظر گرفتن تمام عوامل مؤثر بر آن شبیه‌سازی کرده و راهکارهایی جهت بهبود و اصلاح فرآیندهای موجود در بانک ارائه دهیم.

بنابراین هدف از انجام این پژوهش، به‌کارگیری ابزار شبیه‌سازی با استفاده از نرم‌افزار شبیه‌سازی ED در راستای شناسایی فرآیندهای مختلف خدمت‌دهی در بانک به‌منظور یافتن فرآیندهایی است که منجر به تشکیل گلوگاه و کاهش کارایی خدمت دهنده‌ها و نیز اتلاف زمان مشتریان می‌شود تا به این سؤال پاسخ دهیم که با ارائه چه راهکارهایی، می‌توان سرعت عمل و کارایی ارائه خدمات توسط بانک را افزایش داده و به هدف اصلی که جلب رضایت مشتریان است دست یابیم؟

مروری بر پیشینه تحقیق

پیشینه تحقیقات داخلی

مؤمنی و همکاران در تحقیق خود، با به‌کارگیری تکنیک‌ها و مدل‌های صف به ارزیابی عملکرد سیستم کارمند ـ تحویلداری در بانک سپه به لحاظ پارامترها و شاخص‌های تئوری صف (معیارهای زمانی، معیارهای تجمعی و شاخص بهره‌وری) پرداخته و عملکرد سیستم مذکور با سیستم قبلی (تحویلداری) مقایسه کرده‌اند (مؤمنی و همکاران، ۱۳۸۵).

عواملی که در بانک‌ها و مؤسسات مالی بر کیفیت خدمات بانکی اثر گذارند، می‌تواند شامل انواع نرخ‌های بانکی، مدیریت پاسخگویی به شکایات، اطلاع‌رسانی به مشتریان، سرعت و دقت در ارائه خدمات، استفاده از فناوری‌های جدید در ارائه خدمات بانکی، رفتار مناسب کارمندان در برخورد با مشتریان و امین بودن کارکنان در خصوص

1. Enterprise Dynamics

اطلاعات مشتری باشد (شیخانی[1]،۲۰۰۷).

ارکات و حسین‌آبادی فراهانی در پژوهش خود تحت عنوان بررسی اثربخشی تغییر ساختار خدمت‌دهی در بانک‌ها با استفاده از مدل‌های صف، دو نوع سیستم وظیفه گرا و فرآیند گرا را با استفاده از مدل‌سازی سیستم‌های صف و شبیه‌سازی مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج حاکی از آن است که استفاده از سیستم‌های فرآیند گرا در ارائه خدمات، می‌تواند باعث بهبود چشمگیر معیارهای ارزیابی عملکرد سیستم خدمت‌دهی در بانک‌ها شود. (ارکات و حسین‌آبادی فراهانی، ۱۳۸۹)

مهدی نیا در مطالعه خود با استفاده از شبیه‌سازی گسسته پیشامد با رویکرد فرایند گرا یک مدل جدید برای سیستم نوبت‌دهی به مشتریان بانک ارائه نموده است. هدف این مطالعه افزایش قابلیت اطمینان در سیستم‌های نوبت‌دهی بر اساس بهبود پارامتر تخمین زمان انتظار مشتریان است که درنهایت منجر به افزایش اعتماد مشتریان و بهبود شاخص‌های اقتصادی و اجتماعی مرتبط با عملکرد سیستم‌های خدماتی می‌گردد برای دستیابی به این هدف از تکنیک‌های شبیه‌سازی آنلاین نیز استفاده شده است.(مهدی نیا و همکاران، ۱۳۹۱)

مسگری و باقری نژاد در تحقیق خود، به تحلیل معیارهای صف در یک شعبه بانک توسط نرم شبیه‌سازی Arena پرداخته و در آخر پیشنهادهایی جهت بهبود عملکرد بانک در کاهش زمان انتظار در صف و ارائه بهتر خدمات به مشتریان ارائه نموده‌اند. (مسگری و باقری نژاد، ۱۳۹۲)

پیشینه تحقیقات خارجی

بییر در مقاله خود با استفاده از تئوری شبکه‌ای سیستم صف به تعیین ترکیب بهینه کاربران شعب برخی از بانک‌های آلمانی پرداخته است که این مقاله بیشتر با رویکرد کیفی به تجزیه‌وتحلیل کاهش، هزینه‌ها از روش الکترونیکی کردن خدمات بانکی با کاهش شبکه شعب اشاره نموده است.(بییر،۱۹۹۶)

فودور و همکاران در مقاله‌ای با مدل‌سازی و شبیه‌سازی سیستم صف ترکیبی با نرخ خرابی در جهت افزایش پهنای باند و کاهش مدت‌زمان انتظار مشتریان در یک سیستم

1. Sheykhani

پاسخگویی تلفنی مشتریان تلاش نموده است.(فودور و همکاران،۱۹۹۸)
نگه داشتن طولانی‌مدت مشتریان در صف انتظار موجب عدم وفاداری آن‌ها می‌شود. به همین جهت مطلوب است تا زمان انتظار را به صفر نزدیک کنیم. یکی از راه‌های کاهش شلوغی شعب، بانکداری الکترونیکی است، زیرا شیوه ارتباطی بر خط را با مشتری پدید می‌آورد.السند در تحقیق خود بر این مبنا، با به‌کارگیری رویکرد بانکداری الکترونیک به دنبال کاهش زمان انتظار مشتریان به صفر بوده است.(السند، ۲۰۰۲) در مقاله دیگری در خصوص کاربرد الکترونیکی کردن خدمات و استفاده از فنّاوری‌های جدید میزان رضایتمندی مشتریان مورد ارزشیابی قرار گرفته و بخش‌هایی از بانک که بیشترین تأثیر در این خصوص را داشته، شناسایی کرده است.(جوزف، ۲۰۰۳)
در تحقیق دیگری با ارائه ساختاری مناسب جهت به‌کارگیری ترکیب بهینه منابع برای کاهش مدت انتظار مشتری در سیستم‌های خدماتی از قبیل فروشگاه‌ها، بانک‌ها و سازمان‌های خدماتی تلاش شده است تا نیاز مشتریان شناسایی، اولویت‌بندی و سپس به ترکیب و ساختار بهینه منابع پرداخته شود. (جین و همکاران[1]، ۲۰۰۹)
سیلیک و همکاران[2] (۲۰۱۰) در پژوهش تحت عنوان شبیه‌سازی و بهینه‌سازی سیستم‌های صف در بانک، فرآیند خدمت‌دهی شعبه بانکی در یکی از شهرهای کرواسی را با کمک نرم‌افزار آرنا مدل‌سازی کرده و راهکارهای بهبود فرآیند داخلی بانک را ارائه داده‌اند.
در مقاله‌ای دیگر با استفاده از بهینه‌سازی مدل صف بانکی چند کاربره به‌وسیله مدل‌سازی پویا تمام مشتریان را در دو صف کاربران باجه و دستگاه خودپرداز جای داده است که یک مسئله تک هدفه با تابع هدف کاهش زمان انتظار مشتریان مدل‌سازی نموده و نتایج نهایی برای زمانی که بانک دارای چهار کاربر و دو دستگاه خودپرداز باشد، به دست آورده است. این مقاله بدون در نظر گرفتن تابع توزیع خاصی برای زمان‌های ورود مشتریان، زمان‌های سرویس‌دهی و خرابی سیستم، توانسته است متوسط زمان انتظار مشتریان را به کمک روش تخصیص پویا کاهش دهد.(ژانگ، ۲۰۱۲)
وانگ در تحقیق خود مدل پاسخگویی سریع برای بهبود بانک سیستم مبتنی بر تئوری

1. Jin et al.
2. Silic et al.

صف به صف‌بندی را پیشنهاد داده است. سیستم صف بانک موردنظر با M/M/c مدل شده و رویکرد تحلیلی برای هدایت استراتژی بهینه‌سازی به تصویب رسید. به‌منظور حل از الگوریتم حریصانه استفاده نموده و مدل بهینه‌سازی آن در نرم‌افزار MATLAB کد نویسی و اجرا شده است. نتیجه شبیه‌سازی نشان می‌دهد که معرفی سیستم پاسخگویی سریع به‌طور قابل‌توجهی متوسط زمان انتظار مشتریان در صف منظم و صف پاسخگویی سریع را کاهش می‌دهد .همچنین در این تحقیق، جوانب مثبت و منفی نیز تجزیه‌وتحلیل شده است. (وانگ و همکاران[1]، ۲۰۱۳)

در مقاله‌ای دیگر با مدل‌سازی و شبیه‌سازی سیستم‌های صف چند خدمتی به تجزیه‌وتحلیل رفتار سیستم‌های صف چند خدمتی پرداخته و با یک تابع هدف کمینه‌سازی، کاهش زمان انتظار صف مشتریان را تحلیل نموده است.(کاسکن[2]، ۲۰۱٤)

پاریمالا در مقاله خود، خدمات مختلف در بانک را مورد بررسی و تجزیه‌وتحلیل قرار داده است. سیستم مورد بررسی در این تحقیق (۱) یک خط در انتظار واحد و یک سرور واحد؛ (۲) چندین خط انتظار و چندین سرور و (۳) یک خط انتظار واحد و چندین سرور است. وی در تحقیق خود، زمان انتظار و طول صف که ممکن است شامل متغیرهای مانند، زمان ورود، زمان انتظار و زمان خروج مشتریان، زمان خدمت‌دهی، خدمت دهنده‌ها و غیره باشد را مدنظر قرار داده است. یکی از دستاوردهای این پژوهش، مطالعه بهبود بهره‌وری سیستم‌های موردنظر و کاهش زمان انتظار مشتریان است. (پاریمالاو پالانیامال[3]، ۲۰۱٤)

با توجه به بررسی تحقیقات صورت گرفته در این زمینه، از نقاط قوت این تحقیق می‌توان به ساخت سناریوهای امکان‌پذیر با توجه به محدودیت‌های مسئله اشاره کرد که با محاسبه توابع توزیع تجربی، زمان ورود و خروج مشتریان، تابع احتمالی خرابی سیستم، تابع احتمال مدت‌زمان سرویس‌دهی هر کاربر است که در نهایت با ED دستگاه و شبیه‌سازی بسیار سریع و قدرتمند به‌وسیله نرم‌افزار حداقل کردن هزینه تجهیز شعبه و مشتری ازدست‌رفته، سناریو مناسب (جواب نزدیک به بهینه) انتخاب می‌شود.

---

1. Wang et al.
2. Cascone
3. Parimala & Palaniammal

روش‌شناسی تحقیق

این تحقیق ازنظر ماهیت و اهداف تحقیق در قلمرو تحقیقات کاربردی قرار می‌گیرد.این تحقیق دو گونه از اطلاعات را در برمی‌گیرد، اطلاعات و داده‌های مربوط به بخش‌های مقدماتی و پیشینه تحقیق از طریق مطالعات کتابخانه‌ای و اطلاعات مربوط به سیستم مورد بررسی که از نوع میدانی است و از طریق مشاهده (آمارگیری)، مصاحبه و استفاده از آمار ثبت‌شده جمع‌آوری می‌گردد. این تحقیق ازنظر ماهیت و روش، تحقیقی توصیفی ـ تحلیلی است زیرا وضعیت انجام فرایندهای شرکت بیمه از طریق مشاهده مستقیم مشخص‌شده و پس از جمع‌آوری داده‌های لازم مربوط به فرآیندهای در حال انجام در سیستم فعلی که پایه و اساس شبیه‌سازی سیستم می‌باشند و انجام شبیه‌سازی و به دست آوردن نتایج صحیح و منطبق بر واقعیت بستگی به صحت و دقت این اطلاعات دارد، برای هر دسته از داده‌های مذکور با استفاده از نرم‌افزار تابع توزیع مناسب استخراج شده و مبنای مدل کردن این فرآیندها در نرم‌افزار ED قرار می‌گیرد.پس از مدل کردن سیستم مذکور در نرم‌افزار، وضعیت فعلی ارائه خدمات و انجام فرآیندها از نظر سیستم‌های صف مشخص شده و در نهایت با توجه به اهداف مدنظر (افزایش رضایت مشتریان و افزایش کارایی کارکنان و...) سناریوهایی پیاده شده و برای سنجش میزان تطابق خروجی مدل شبیه‌سازی با داده‌های واقعی از روش‌های استنتاج آماری استفاده می‌شود.همچنین تحقیق پیش رو از لحاظ زمان گردآوری، پیمایشی و از نوع مقطعی است. قلمرو مکانی این تحقیق یکی از شعبات بانک پاسارگاد است.

در این تحقیق با استفاده از منابع کتابخانه‌ای که شامل مجموعه‌ای از کتب، مقالات و متون اینترنتی است و نیز با استفاده از مراجعه حضوری و مصاحبه با کارکنان شعبه بانک پاسارگاد و نیز جمع‌آوری برخی اطلاعات شعبه و زمان‌گیری انواع خدمات ارائه‌شده توسط کارکنان که به‌صورت حضوری انجام می‌شود، اطلاعات جمع‌آوری شده است.داده‌هایی که از شعبه موردنظر بانک جمع‌آوری شده‌اند شامل مجموعه‌ای از داده‌ها به شرح زیر است:

زمان ورود هر مشتری به شعبه، زمان ارائه خدمات به مشتریان توسط کارکنان شعبه،

نرخ ترک صف در بین مشتریان و نرخ پرداختن به سایر امور به‌جز ارائه خدمت به مشتریان توسط کارکنان.
مجموعه این داده‌ها که از شعبه بانک جمع‌آوری شده‌اند مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفته و تابع توزیع هرکدام از انواع این داده‌ها مشخص شده و با استفاده از این توابع توزیع به مدل‌سازی فرآیندهای شعبه بانک با استفاده از نرم‌افزار شبیه‌سازی اقدام شده است.

بیان مسئله و مفروضات

در میان روش‌های مختلفی که به‌منظور بررسی گزینه‌های مختلف مفید هستند، ثابت شده است که شبیه‌سازی قابلیت بالایی در مدل‌سازی و ارزیابی چنین شرایطی را دارد. یکی از ابزارهایی که در جهت تصمیم‌گیری و بهینه‌سازی پارامترهای سیستم صف به کار می‌رود شبیه‌سازی به کمک نرم‌افزارهایی همچون آرنا، ED و ... است. شبیه‌سازی ابزاری برای تحلیل سیستم‌های صف است که در این پژوهش قصد داریم با این ابزار سیستم خدمت‌دهی بانک را با در نظر گرفتن تمام عوامل مؤثر بر آن شبیه‌سازی کرده و راهکارهایی جهت بهبود و اصلاح فرآیندهای موجود در بانک ارائه دهیم.بنابراین هدف از انجام این پژوهش، به‌کارگیری ابزار شبیه‌سازی با استفاده از نرم‌افزار شبیه‌سازی ED در راستای شناسایی فرآیندهای مختلف خدمت‌دهی در بانک به‌منظور یافتن فرآیندهایی است که منجر به تشکیل گلوگاه و کاهش کارایی خدمت دهنده‌ها و نیز اتلاف زمان مشتریان می‌شود تا با ارائه راهکارهایی، سرعت عمل و کارایی ارائه خدمات توسط بانک را افزایش داده و به هدف اصلی که جلب رضایت مشتریان است دست یابیم.با توجه به موارد بالا در این پژوهش تلاش بر این است با شبیه‌سازی سیستم خدمت‌دهی در یکی از شعبات بانک پاسارگاد به تعداد بهینه برای باجه‌های خدمت‌دهی در جهت کاهش هزینه‌های غیرضروری بانک و رضایت هرچه بیشتر مشتریان دست بیابیم.
با توجه به آنکه داده‌های این تحقیق به‌صورت تجربی و با استفاده از مشاهده به دست آمده است، بعضی از روابط موجود را باید به‌صورت مفروض برای مسئله در نظر گرفت. این مفروضات به شرح زیر می‌باشند.

- تعداد، نوع مشتریان و مدت‌زمان عملکرد باجه‌ها برحسب دقیقه طی ۳۰ روز کاری (۱۷ روز از داده‌های جمع‌آوری‌شده توسط محقق به‌صورت مشاهده

حضوری و زمان‌گیری دستی و ۱۳ روز از داده‌های خود بانک که توسط یکی از مسئولین شعبه فیش‌های نوبت‌دهی جمع‌آوری‌شده و در اختیار محقق قرار گرفته است که این ۳۰ روز به‌طور تصادفی در دو ماه جمع‌آوری‌شده است) از ساعات کاری ۷:۳۰ صبح تا ۱۶(روزهای پنج‌شنبه تا ۱۳:۳۰) عصر جمع‌آوری شد.

- در این بانک هفت باجه وجود دارد که فعالیت شش باجه مشابه یکدیگر بوده و یک باجه دیگر به‌عنوان کلر است که تحت عنوان باجه انتقالی نیز نامیده می‌شود که صدور اعتبارنامه و انواع چک اعم از مسافرتی و غیره و انجام معاملات مربوط به آن‌ها، صدور، تائید و قبول هرگونه تعهدنامه و یا ضمانت‌نامه بانکی با رعایت ضوابط و مقررات مربوطه را انجام می‌دهد.
- سیستم نوبت‌دهی برای مشتریان بدین‌صورت است که در آن مشتریانی که قصد مراجعه به شش باجه مذکور را دارند از دستگاه نوبت‌دهی، نوبت دریافت کرده و منتظر دریافت خدمت می‌مانند اما برای مشتریانی که باجه کلر مراجعه می‌کنند از دستگاه نوبت‌دهی استفاده نمی‌شود و اگر صفی برای این باجه تشکیل شود از قانون FIFO تبعیت می‌کند یعنی مشتریانی به ترتیب ورود به صف خدمت دریافت می‌کنند.
- مشتریان مراجعه‌کننده به شعبه با توجه به نوع درخواست، درصورتی‌که ظرفیت صف بیش‌ازحد مشخصی باشد، شعبه را ترک خواهند کرد.
- یکی از محدودیت‌هایی که در فصل اول تحقیق نیز به آن اشاره شد جمع‌آوری داده‌های مربوط به ترک خدمت باجه‌ها و یا خرابی سیستم است. نرخ خرابی سیستم و عدم پاسخگویی به مشتریان، بخشی به‌صورت تجربی و با پرسش از کارکنان بانک و برخی به‌صورت مشاهده حضوری و ثبت داده‌ها و با استفاده از نرم‌افزار ED محاسبه شده و توزیع خرابی هر یک آن‌ها مشخص شده است.
- در صورت قطع برق یا سیستم بانکی، امکان ارائه خدمت به مشتریان وجود ندارد.

مدل‌سازی مفهومی مسئله

مدل‌سازی اساسی‌ترین مفهوم در مطالعه سیستم‌ها است که اصلی‌ترین فعالیت در مطالعه سیستم به شمار می‌رود. مدل نمایشی از واقعیت است اما به‌صورت

ساده‌شده.تعریف مدل را می‌توان به‌صورت این‌گونه معرفی کرد که مدل، ترکیب مناسبی از ویژگی‌های یک سیستم و اطلاعات مربوط به آن است که به‌منظور بررسی سیستم مورداستفاده قرار می‌گیرد.

در این شبیه‌سازی مدلی از شعبه بانک موردنظر در نظر گرفته شده که در یک طرف، ٦ باجه (تحویلدار) به اموری مانند ذیل می‌پردازند:

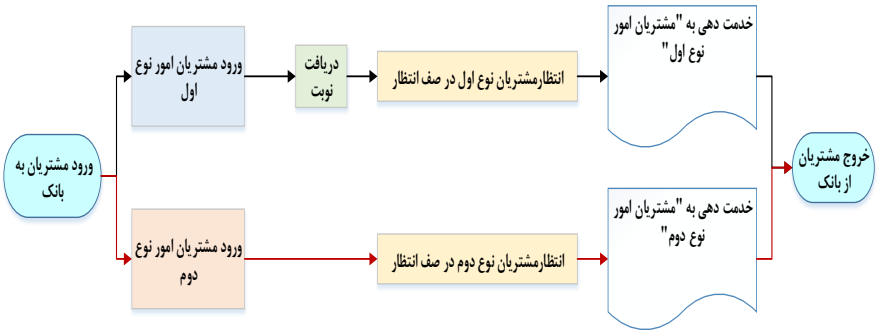
- افتتاح انواع حساب‌های قرض‌الحسنه جاری، پس‌انداز و سایر حساب‌های مشابه
- قبول انواع سپرده‌های سرمایه‌گذاری کوتاه و بلندمدت یا مشابه آن‌ها
- تأمین مالی طرح‌های خاص با رعایت ضوابط و مقررات مربوطه
- دریافت تسهیلات یا تحصیل وام و اعتبار از داخل و خارج کشور با رعایت ضوابط و مقررات مربوطه
- اعطای انواع تسهیلات با رعایت ضوابط و مقررات مربوطه
- انتشار، خریدوفروش اوراق مشارکت به حساب بانک یا به نمایندگی و وکالت از طرف دیگران

پرداخته و از طرف دیگر، باجه کلر به اموری از قبیل:

- صدور اعتبارنامه و انواع چک اعم از مسافرتی و غیره و انجام معاملات مربوط به آن‌ها
- صدور، تائید و قبول هرگونه تعهدنامه و یا ضمانت‌نامه بانکی با رعایت ضوابط و مقررات مربوطه و ...

مدل‌هایی که در نرم‌افزار مورد استفاده ایجاد می‌شوند از عناصری به نام اتم استفاده می‌کنند. اتم‌ها مهم‌ترین عناصر موجود در نرم‌افزار ED هستند. هر عنصری در نرم‌افزار ED، می‌تواند یک اتم باشد؛ server ها هم گونه‌ای از اتم‌های این نرم‌افزار می‌باشند که از آن‌ها می‌توان به‌عنوان باجه‌های خدمت‌دهی در بانک استفاده کرد. در نوع اول ٦ خدمت دهنده وجود دارد که هرکدام کار دریافت و پرداخت را انجام می‌دهند و در نوع دوم (خدمت دهنده کلر) نیز یک اتم server وجود دارد که کار صدور دسته‌چک و دریافت و انتقال چک‌های بین‌بانکی را انجام می‌دهد. مشتریانی که به خدمت دهنده‌های نوع اول مراجعه می‌کنند را مشتریان امور نوع اول و آن‌هایی که به خدمت دهنده نوع دوم مراجعه می‌کنند مشتریان امور نوع دوم نام‌گذاری شده‌اند. بر این اساس می‌توان

مدل مفهومی سیستم موجود را به‌صورت شکل ۱ نمایش داد.



شکل ۱. نمودار ارتباطی مدل مفهومی سیستم

گردآوری داده‌ها

در جهت انجام شبیه‌سازی ابتدا با استفاده از مشاهده و زمان‌سنجی پارامترها و توزیع‌های صف مشخص می‌شوند.برای مشخص شدن تعداد داده‌های لازم برای انجام شبیه‌سازی این سیستم ابتدا باید N (تعداد نمونه مورد نیاز) را محاسبه کنیم، که بدین منظور به‌طور تصادفی ابتدا تعداد ۲۵ نمونه (n نمونه اولیه) از زمان ورود مشتریان را محاسبه کرده و برای محاسبه N و با استفاده از فرمول زیر از این تعداد نمونه اولیه استفاده می‌کنیم. نکته لازم به ذکر این است که تعداد نمونه اولیه را به‌طور تصادفی در یکی از روزهای هفته و از ساعت ۹ تا ۱۱ (که به‌طورمعمول و طبق گرفته معاون بانک اوج ساعات کاری بانک محسوب می‌شود) جمع‌آوری شده است. در این فرمول، $t_{\frac{\alpha}{2},n-1}$ برابر است با آماره آزمون با درصد خطای $\frac{\alpha}{2}$ و درجه آزادی $n-1$، δ برابر است با انحراف معیار نمونه و ε نشان‌دهنده مقدار خطای نمونه‌گیری است. محاسبات به قرار زیر است. در جدول ۱، زمان‌های بین دو ورود مشتریان به بانک بر مبنای دقیقه آورده شده است.

جدول ۱. داده‌های مربوط به زمان‌های بین دو ورود

زمان‌های بین دو ورود مشتریان به بانک(بر مبنای دقیقه)	٥	٣	٧	٣	٣
	٦	٢	٤	٢	٥
	٤	٦	٣	٣	٣
	١	٥	٦	٤	٢
	٦	٣	٥	١	٤

$\varepsilon = 0.075$
$t_{\frac{\alpha}{2},n-1} = t_{.025,24} = 2.06$
$\delta = 1.65$

رابطه (۱)

$$n \geq \left(\frac{t_{\frac{\alpha}{2},n-1} \times \delta}{\varepsilon}\right)^2 \rightarrow n \geq \left(\frac{1.65 \times 2.06}{0.075}\right)^2 = 2053.9 \cong 2054$$

با توجه به تعداد نمونه محاسبه‌شده طبق رابطه ۱، تعداد نمونه‌های مورد نیاز برای انجام شبیه‌سازی این سیستم باید بیش از ۲۰۵٤ باشد. داده‌های گردآوری‌شده در این پژوهش در طی ۳۰ روز کاری (۱۷ روز توسط محقق و ۱۳ روز با استفاده از داده‌های ثبت‌شده در سیستم بانکی) و در ساعات۷:۳۰ تا ١٦(برای روزهای شنبه تا چهارشنبه) و ۷:۳۰ تا ۱۳:۳۰(روزهای پنج‌شنبه) گردآوری و در مجموع این ۳۰ روز کاری تعداد ۲۷۸۰ نمونه برای مشتریان نوع اول و تعداد ٤٢٦ نمونه برای مشتریان نوع دوم جمع‌آوری شد.

تعیین تابع توزیع داده‌های ورودی به مدل شبیه‌سازی

در این بخش نوع تابع توزیع داده‌های مربوط به امور مختلف (زمان بین دو ورود مشتریان، زمان ارائه خدمت در هر کدام از باجه‌ها و ...) تعیین می‌شود. با توجه به اینکه نرخ ورود مشتریان در ساعات مختلف روز دارای پراکندگی زیادی است، زمان کاری بانک به سه بازه مجزای ۷:۳۰ تا ۹:۰۰، ۹:۰۰ تا ۱۲:۰۰ و ۱۲:۰۰ تا ١٦:۰۰ دسته‌بندی و برای هرکدام از این طبقات به‌صورت مجزا تابع توزیع زمان ورود بین دو مشتری تعیین شد. نتیجه درجدول ۲ نشان داده شده است.

جدول۲. توزیع زمان‌های ورود مشتریان و خدمت‌دهی توسط باجه‌ها

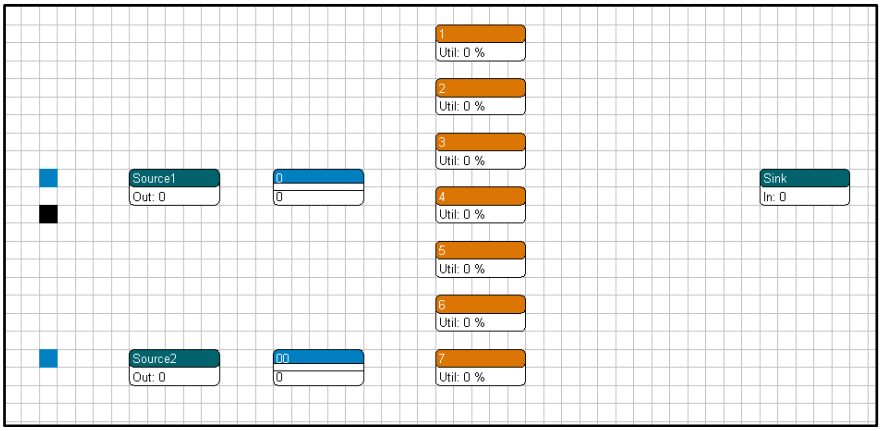
نوع داده	تابع توزیع
ورود مشتریان نوع اول (ساعت ۷:۳۰ تا ۹)	Lognormal(۷,۱۸،۵,۷۷)
ورود مشتریان نوع اول (ساعت ۹ تا ۱۲:۰۰)	Gamma((۲,۸۱،۲,۰۰
ورود مشتریان نوع اول (ساعت ۱۲:۰۰ تا ١٦	Erlang((٦,۲۲،۳,۰۰
ورود مشتریان نوع دوم	Lognormal(١٦,۲۸،۸,۸۷)
دریافت خدمت در سرور اول	Gamma(۵,١٤،٦,٦۰)
دریافت خدمت در سرور دوم	Logistic(۵,۰۷،۲,۵۷)
دریافت خدمت در سرور سوم	Pearsont5(٤,٦٨،٦,٤۰)
دریافت خدمت در سرور چهارم	Gamma(۵,۳۳،٤,۱۰)

جدول۲. توزیع زمان‌های ورود مشتریان و خدمت‌دهی توسط باجه‌ها

نوع داده	تابع توزیع
دریافت خدمت در سرور پنجم	Erlang(۵,۳۵,۳,۰۰)
دریافت خدمت در سرور ششم	Logistic(٤,۹۷,۲,۲۹)
دریافت خدمت در سرور هفتم	Pearsont5(۸,۵۰,۳,۳۰)

مدل‌سازی مسئله با نرم‌افزار ED

بعد از وارد کردن توابع توزیع ورود هر یک از مشتریان و نیز توابع دریافت خدمت مربوطه، شمای کلی مدل به‌صورت شکل ۲ است.



شکل ۲. شمای کلی از مدل شبیه‌سازی‌شده در نرم‌افزار

اعتبار سنجی مدل

آزمایش و تعیین اعتبار مدل از مهم‌ترین فعالیت‌ها در طراحی مدل‌های شبیه‌سازی است. معمولاً، استفاده‌کنندگان از مدل (مهندسان و تحلیلگران که خروجی‌های مدل را در کمک به ارائه توصیه‌هایی در زمینه طراحی به کار می‌گیرند و مدیران که بر اساس این توصیه‌ها به تصمیم‌گیری می‌پردازند)، اعتبار آن را به چشم تردید می‌نگرند. به‌منظور کاهش تردید و درنتیجه، افزایش اعتبار مدل، طراح مدل باید در سراسر دوره ایجاد و تعیین اعتبار آن همکاری نزدیک با استفاده‌کنندگان نهایی از آن برقرار کند. منظور از

اعتبار سنجی مدل این است که در یک سطح اطمینان مطمئن شویم که خروجی مدل شبیه‌سازی با خروجی دنیای واقعی برابر است.یعنی مدل واقعی نسبت به دنیای واقعی صحیح طراحی شده است. اعتبار سنجی مدل به دنبال آزمون این فرضیه است که میانگین خروجی حاصل از مدل شبیه‌سازی با میانگین خروجی حاصل از دنیای واقعی برابر است (فرضیه H0) و یا خیر (فرضیه H1).

یکی از فرضیات اصلی برای اکثر آزمون‌های آماری، نرمال بودن توزیع مشاهدات است. تعیین نرمال بودن داده‌ها، با استفاده از آزمون کولموگروف ـ اسمیرنوف انجام می‌گیرد پس از مشخص کردن توزیع داده‌ها، باید به مقایسه داده‌های حاصل از مدل و دنیای واقعی پرداخت. بدین منظور، به‌طور تصادفی مدل شبیه‌سازی را اجرا می‌نماییم. برای تطابق نتایج این اجرا با مدل طراحی‌شده، مدل را به تعداد دفعاتی (۱۵ بار) با زمان (۸/۵ ساعت) اجرا کرده و خروجی‌های حاصله را با استفاده از آزمون‌های آماری با دنیای واقعی مقایسه می‌کنیم.

جدول ۳. داده‌های حاصل از شبیه‌سازی و دنیای واقعی

خروجی مدل	۱۴۳	۱۳۷	۱۴۸	۱۴۲	۱۳۹	۱۴۶	۱۳۷	۱۴۰	۱۳۶	۱۳۲	۱۴۱	۱۴۰	۱۴۴	۱۳۶	۱۴۵
خروجی بانک	۱۳۶	۱۳۳	۱۴۱	۱۴۶	۱۳۹	۱۳۲	۱۴۷	۱۴۵	۱۴۱	۱۳۱	۱۳۳	۱۳۸	۱۴۸	۱۴۲	۱۳۹

با توجه به مقدار $\alpha = 0.05$ می‌توان نتیجه گرفت که توزیع مشاهدات نرمال بوده نتیجه می‌گیریم که داده‌های حاصل از خروجی مدل شبیه‌سازی و خروجی دنیای واقعی نرمال هستند.

جدول ٤. آزمون کولموگروف ـ اسمیرنوف

آزمون کولموگروف ـ اسمیرنوف یک نمونه			
		X1	X2
N		۱۵	۱۵
Normal Parameters[a,b]	Mean	۱۳٦/۱۳۳	۱۳۸/۰٦
	Std. Deviation	۱٤/۰۷	۱۹/۳۵
Most Extreme Differences	Absolute	۰/۲٦۸	۰/۲۹۹
	Positive	۰/۱۹۸	۰/۲۵٦
	Negative	-۰/۲٦۸	-۰/۲۹۹
Kolmogorov-Smirnov Z		۱/۰۳۸	۱/۱۵۷
Asymp. Sig. (2-tailed)		۰/۲۳۲	۰/۱۳۸
a. Test distribution is Normal. b. Calculated from data.			

در مرحله بعد باید مشخص شود که این داده‌ها از هم مستقل می‌باشند یاخیر. در صورت تحقق استقلال از آزمون t و در غیر این صورت از آزمون pair-t استفاده می‌شود.

جدول ۵. بررسی استقلال دو گروه از داده‌های شبیه‌سازی و دنیای واقعی

آماره های توصیفی								
	تعداد	میانگین	انحراف معیار	کمترین	بیشترین	صدک		
						اول	دوم	سوم
X1	۱۵	۱۳٦/۱۳۳	۱٤/۰٤	۸۹/۰۰	۱۵۰/۰۰	۱۳۵/۰۰	۱۳۹/۰۰	۱٤۳/۰۰
X2	۱۵	۱۳۸/۰٦	۱۹/۳۵	۹٤/۰۰	۱۷٦/۰۰	۱۳۸/۰۰	۱٤۲/۰۰	۱٤۵/۰۰
آماره های آزمون								
	X1			X2				
کای اسکوئر	۱/٤٦۷			۳/۳۳۳				
درجه آزادی	۱۲			۱۰				
درجه معنی داری	۱/۰۰۰			۰/۹۷۲				

با توجه به داده‌های حاصل این‌چنین نتیجه‌گیری می‌کنیم:

جدول ٦. بررسی ضریب کای اسکوئر برای استقلال دو گروه

مستقل هستند	If Pearson Chi-Square > 0.05
مستقل نیستند	If Pearson Chi-Square < 0.05

ازآنجاکه شرط اول محقق شده است (If Pearson Chi-Square > 0.05) این دو نمونه از هم مستقل می‌باشند. با توجه به اینکه مقدار اماره آزمون و درجه آزادی آن بستگی به برابری یا نابرابری واریانس‌های متغیر موردمطالعه در دو گروه (مدل شبیه‌سازی و دنیای واقعی) دارد، لازم است آزمون برابری واریانس‌ها نیز به‌موازات این آزمون صورت گیرد. نتایج آزمون برابری واریانس‌ها تحت عنوان آزمون لیون[1] در ابتدای جدول خروجی آزمون برابری میانگین‌ها ارائه می‌گردد. با مشاهده میزان معنی‌داری آن می‌توان نسبت به برابری واریانس‌ها تصمیم‌گیری نمود. در نهایت چنانچه فرضیه برابری واریانس‌ها پذیرفته شود از نتایج موجود در سطر اول و چنانچه فرضیه برابری واریانس‌ها رد گردد از نتایج موجود در سطر دوم آزمون میانگین استفاده می‌شود.

جدول ۷. تشکیل فاصله اطمینان به‌منظور آزمون فرضیه‌ها

آماره های گروهی										
انحراف استاندارد		میانگین	تعداد	واریانس ۲						
۱۸/٦۹		۱۳۸/۰٦	۱۵	۱/۰۰	واریانس ۱					
۱۳/۵۹		۱۳٦/۱۳	۱۵	۲/۰۰						
آزمون نمونه مستقل										
آزمون t برای برابری میانگین ها					آزمون لونز برابری واریانس ها					
فاصله اطمینان ۹۵٪ اختلاف		تفاوت خطای استاندارد	تفاوت میانگین	Sig.	درجه آزادی	t	درجه معنی داری	F		
بالا	پایین									
۳/۵٦۷	-۳/۸٦٤	۵/۱۰۵	۱/۹۳۳	۰/۷۷۸	۲۸	-۰/۲۲۳	۰/۰۱٦	۸/۳۱۰	فرض برابری واریانس ها	واریانس ۱
۳/٦۵۲	-۳/۴۵۶	۵/۱۰۵	۱/۹۳۳	۰/۷۷۸	۲۷/۹۷۲	-۰/۲۲۳			فرض نابرابری واریانس ها	

1. Leven's Test

با توجه به موارد ذکرشده مقدار $Sig. > 0.05$ است بنابراین فرض برابری واریانس‌ها تائید می‌شود.بازه اطمینان حاصل از این محاسبات با فرضیه برابر بودن واریانس و درجه آزادی ۲۸$(n1 + n2 - 2)$ بین $(-3.8645,3.5674)$ست. حال توزیع t صل از جدول را محاسبه می‌کنیم.

$t_{.025,28} = 2.05$

فرضیات زیر برای اعتبار سنجی مدل موجود است:

$$\begin{cases} H_0: \mu_1 = \mu_2 \\ H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \end{cases}$$

اگرt به دست آمده از جدول در بازه باشد $(-3.8645,3.5674)$ فرض آماری (برابر بودن میانگین مدل و میانگین دنیای واقعی) است.در غیر این صورت فرض H1 (عدم برابری میانگین مدل با میانگین دنیای واقعی) تائید می‌شود.ازآنجاکه$t_{.025,28} = 2.05$ در بازه $(-3.8645,3.5674)$ میگیرد.پس می‌توان فرض آماری را تأیید کرد بدین معنا که میانگین حاصل از مدل با دنیای واقعی برابر است.

برنامه‌ریزی سناریو

پس از انجام اعتبار سنجی مدل و اطمینان از برابر بودن خروجی مدل شبیه‌سازی‌شده با خروجی سیستم واقعی، نوبت به سناریونویسی می‌رسد. در طول این گام تمامی شرایط مختلفی که برای سیستم تحت عنوان سناریو در نظر گرفته شده‌اند مورد بررسی قرار می‌گیرد. همچنین ممکن است تعدادی سناریو توسط مدل‌ساز و به‌واسطه شناختی که در طول پروژه از سیستم به دست آورده مطرح شود. به‌منظور بررسی سناریوها از روش‌های تحلیل آماری مورد نیاز استفاده می‌کنند. به‌طورکلی هدف از شبیه‌سازی، بررسی سناریوهای مختلف و تحلیل آن‌ها است.

سناریوی اول

اولین سناریو در راستای بهبود فرآیند خدمت‌دهی و کاهش زمان انتظار در صف مربوط به مشتریان امور نوع اول است. مشتریانی که به باجه‌های ۱ تا ٦ مراجعه می‌کنند. برای این باجه‌ها یک صف در نظر گرفته‌شده است و به‌منظور بهبود این صف، در این سناریو به تعداد خدمت دهنده‌های مربوطه، یک خدمت دهنده دیگر با فرض شرایط

مشابه با یکی از خدمت دهنده‌های ۱ تا ٦ (به‌طور تصادفی مشابه با خدمت دهنده ٦) اضافه می‌نماییم.

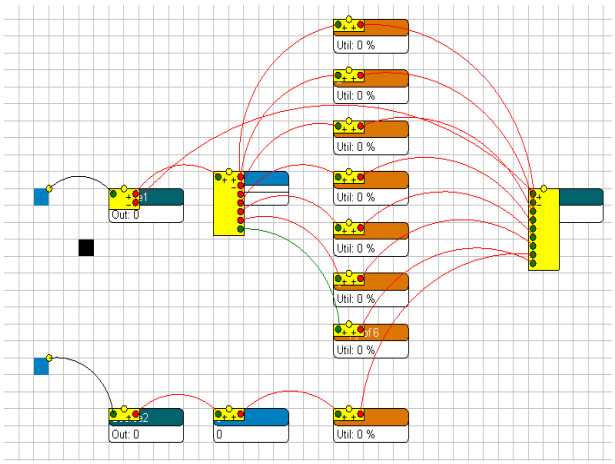
به‌منظور بررسی سناریوی پیشنهادی، همانند فرمول مورد استفاده برای مشخص شدن تعداد داده‌های لازم برای بررسی توزیع داده‌ها، در اینجا هم با استفاده از همان فرمول، تعداد مورد نیاز برای اجرای مدل شبیه‌سازی در جهت بررسی نتایج حاصل از پیاده‌سازی این سناریو، ابتدا باید مدل موردنظر را (قبل از اضافه کردن سرور جدید) به تعداد ۱۵ تا ٤٠ بار ران نماییم و سپس بر اساس نتایج این تعداد تکرار و قرار دادن آن‌ها در فرمول زیر، حداقل تعداد اجرای شبیه‌سازی برای این سناریو مشخص شود و سپس بر اساس تحلیل نتایج به‌دست‌آمده نسبت به پیاده‌سازی این سناریو قضاوت کرد.

$$R \geq \left(\frac{t_{\frac{\alpha}{2},n-1} \times \sigma_0}{\varepsilon}\right)^2$$

در این فرمول، R نشان‌دهنده حداقل تعداد مورد نیاز برای اجرای شبیه‌سازی برای این سناریو است.

اضافه کردن یک خدمت دهنده مربوط به مشتریان امور نوع اول:

پس از اضافه کردن یک خدمت دهنده دیگر به خدمت دهنده‌های مربوط به مشتریان امور نوع اول، ابتدا نمای کلی از مدل شبیه‌سازی برای این سناریو را مشاهده می‌کنیم.



شکل ۳. مدل شبیه‌سازی برای سناریوی اول

در سیستم اصلی موجود در بانک و قبل از پیاده‌سازی این سناریو، متوسط طول صف مربوط به شش خدمت دهنده اول پس از ٤٠ بار اجرای مدل برابر با ٤٥٢/٩٠ ثانیه با انحراف معیار ٢٢٩/١٣ ثانیه است. در شکل زیر سطر اول مربوط به متوسط زمان انتظار در صف اول و ردیف دوم مربوط به متوسط زمان انتظار در صف دوم است.

Observation period: 1224000
Warmup period: 0
Number of observations: 40
Simulation method: Separate runs
Description:

	Average	Standard Deviation	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)	Minimum	Maximum
avg stay time	452.90	229.13	381.86	523.95	135.70	1186.79
avg stay time	345.65	168.79	293.32	397.99	117.79	770.32

شکل ٤. متوسط طول صف پس از ٤٠ بار اجرای مدل

به‌منظور کاهش این مدت‌زمان انتظار در صف، پس از اضافه کردن یک خدمت دهنده و به‌منظور مشخص کردن تعداد مورد نیاز برای اجرای مدل شبیه‌سازی برای این سناریو، ابتدا مدل را ٢٠ بار اجرا می‌کنیم. نتایج این ٢٠ بار اجرای مدل برای سناریوی اول به‌طور خلاصه به شرح جدول ٨ است.

جدول ٨. نتایج ٢٠ بار اجرای مدل برای سناریوی اول

شماره اجرا	متوسط زمان انتظار در صف اول
١	٨٣/٢٨٩
٢	١٠٧/٢٥
٣	٨٢/٩٣٨
٤	١٠٨/٠٦
٥	٧٤/٨١
٦	١٧١/٧٨
٧	١٢١/٩٣٨
٨	٧٨/٥٠٤
٩	١٥٨/١٥٤
١٠	١٢٨/١٢٦
١١	١٧٦/٥٠٥
١٢	٩٧/٣٩

جدول ۸. نتایج ۲۰ بار اجرای مدل برای سناریوی اول

شماره اجرا	متوسط زمان انتظار در صف اول
۱۳	۱۶۳/۶۵۵
۱٤	۱۳۶/۱۶۵
۱۵	۱۱۹/۷۹
۱۶	۱۶۰/۶۳
۱۷	۱٤۹/۹۰
۱۸	۱۲۳/۷۶
۱۹	۱۵۶/۱۰۹
۲۰	۹۰/٤۷۶
مجموع	۲٤۸۹/۲۲۹
میانگین	۱۲٤/٤۶
δ_0^2	۳۲/۵۶۱

با توجه به فرمول زیر و با توجه به اینکه تعداد داده‌ها ۲۰ بوده و در سطح $\alpha = 0.1$ این سناریو پیاده شده است، بنابراین مقدار$t_{\frac{\alpha}{2},n-1} = t_{0.05,19}$ برابر با ۱,۷۳ است. با قرار دادن مقدار پارامترهای مربوطه در فرمول مربوط به حداقل تعداد مورد نیاز برای اجرای مدل(رابطه ۲)، مقدار آن را مشخص می‌سازیم.با توجه به نتیجه حاصل به‌منظور بررسی نتایج این سناریو باید حداقل مدل را ۱۲۷ بار اجرا کرده و خروجی‌های حاصل از هر بار تکرار را یادداشت نماییم.

$$R \geq \left({}^{t_{\frac{\alpha}{2},n-1} \times \sigma_0}/_{\varepsilon} \right)^2$$ رابطه (۲)

$$R_0 = 20\,,\varepsilon = 5S\,,\sigma_0 = 32.561\,,t_{\frac{\alpha}{2},n-1} = t_{0.05,19} = 1.73$$

جدول۹. داده‌های مربوط به متوسط زمان انتظار در صف اول حاصل از ۱۲۷ بار اجرای مدل

متوسط زمان انتظار در صف (به ثانیه)										
۱۱۳٫٦٥	٥	۹۹٫۸۲۹	۱۰۳٫٤۷٥	۱٥۰٫۹	۸۲٫۰۹۱	۱۳٦٫٦۷	٥۷٫۹٦	۱۰٦٫٦۷	۹۳٫٦۸	۲٥۳٫٤۲	۱۷٥٫٦۹
۱۰۲٫۳٦	۸٥٫۲٤	۱۱۲٫٦۸	۱۹٥٫٤۱	۱٦۳	۱۲٤٫۷۲	۷٤٫۲	۸۹٫٤	۹٥٫٦۳	۹۰٫۳٦	۱۱٥٫٦٤	۱۱۰٫۹
۱۷٤٫۲	۱٦۳٫٤	٦۳٫۷	۸۱٫۷	٦٤٫٥۷۸	۸٦٫۷٥	۱۳٦٫۲٤	۱٤۲٫۱۸	۱٥۳	۱۰۸	۱۰۳٫٤۷	۱٦۷٫۸
۱۱۷٫۳٦	۱۱۲٫۲۸	۹۷٫٤٦	۷٤٫۸۱	٤۹٫٦۷	٦۸٫٤۷	۹۰٫۱۲	۹۸٫۷۳	۸٦٫٦٥	۱۳٥٫٤۲	۱٤۲٫۲۱	۱۲٤٫۷۱
۱۱۸٫۲۰	۱۳٦٫۱۲	۱۲۷٫۱٦	۱٦٤٫۱۸	۱۳۰٫٦	۲۲۱٫٦	۱۸٤٫٦۲	۱٥۲٫۸	۱۰۷٫۳	۱۷۲٫٥	۹۰٫۸۷	۹٥٫۳۲
۱۰۷٫٦۳	۱۲۳٫٤۱	۱٤۱٫۳	٦۸٫٦۹	۷٥٫٦۸	۸٦٫۱	۹٤٫۲	۸٥٫٦	۱۰۱٫۹٥	۱۰٦	۱۲٥٫۹	۱۲۱٫۷۹
۱۹٥٫۱٤	۱۰۸٫٤٦۷	٥۰٫٦۹	۱۱٥٫٦٤	۱۲٤٫۷۲	۷٤٫۲	۸۹٫٤	۹٥٫٦۳	۱۲٦	۱۲٦٫۸٤	۱٥۰٫۹	۷۹٫۱
۲۱۰٫٦۳	۲٥۳٫٤۲	۱۱۹٫۷	۱۰۳٫٤۷	۱۲۷٫۳٦	٥۷٫۹٦	۱۰٦٫٦۷	۹۳٫٦۸	۲٥۳٫٤۲	۱۷٥٫٦۹	۱٦۳	۸۹٫٤
۱٥۳٫٥	۱۱٥٫٦٤	۱٦۳٫٤٦	۱٤۲٫۲۱	۹۷٫٤٦	۱۷٤٫۲	۱٦۳٫٤	٦۳٫۷	۸۱٫۷	٦٤٫٥۷۸	٦٤٫٥۷۸	۱٤۲٫۱۸
۸۹٫٤	۱۰۳٫٤۷	۸۰٫۳۹	۹۰٫۸۷	۸۱٫۹٤	۱٥۳	۱۰۸	۱۰۳٫٤۷	۱٦۷٫۸	۹٦٫۳۸	٤۹٫٦۷	۹۸٫۷۳
۹۲٫٦	۱٤۲٫۲۱	۹۰٫۱۲	۹۸٫۷۳	۸٦٫٦٥	۱۳٥٫٤۲	۱٤۲٫۲۱	۱۷٤٫۲	۱٦۳٫٤	٦۳٫۷	۸۱٫۷	۱٥۲٫۸
مجموع = ۱٥٥۹٤/۳۱					میانگین = ۱۱۸/۱۳۸						

رابطه (۳)
$$R \geq \left(\frac{1.73 \times 32.561}{5}\right)^2 = 126.85 \cong 127$$

با توجه به نتیجه حاصل، مدل را باید حداقل ۱۲۷ بار اجرا کنیم؛ بنابراین مدل را ۱۳۲ اجرا می‌کنیم از اعداد حاصله برای میانگین زمان انتظار در صف اول استفاده می‌نماییم.داده‌های حاصله به‌قرار جدول ۹ می‌باشند:

با توجه با نتایج به‌دست‌آمده حاصل از سناریوی اول، به‌طور میانگین هر مشتری برای دریافت خدمت ۱۱۸/۱۳۸ ثانیه در صف منتظر می‌ماند.همان‌طور که مشاهده نمودید، قبل از به‌کارگیری این سناریو، متوسط طول صف مربوط به شش خدمت دهنده اول پس از ٤۰ بار اجرای مدل برابر با ٤٥۲/۹۰ ثانیه با انحراف معیار ۲۲۹/۱۳ ثانیه بود؛ بنابراین با به‌کارگیری این سناریو متوسط زمان انتظار در صف از ٤٥۲/۹۰ به ۱۱۸/۱۳۸ کاهش می‌یابد.

سناریوی دوم

در سناریو دوم، هدف بهبود متوسط زمان انتظار مشتریان در صف دوم (مشترکین مربوط به امور نوع دوم) است؛ اما با توجه به اینکه در طول روز ورود مشتریان برای دریافت خدمت از باجه کلر (باجه هفتم) شاید به‌قدری نباشد (متوسط زمان انتظار در این باجه برای ٤٠ بار اجرای مدل چیزی در حدود ۵ دقیقه است) که اضافه کردن یک خدمت دهنده جدید به این باجه ازلحاظ اقتصادی برای بانک مقرون‌به‌صرفه باشد. ولی درصورتی‌که این باجه بتواند بخشی از امور مربوط به شش باجه اول را انجام دهد و از حجم بارکاری آن‌ها بکاهد می‌تواند تأثیر بسزایی در بهبود خدمت‌دهی به مشتریان (چه مربوط به امور نوع اول و چه مربوط به امور نوع دوم) داشته باشد.بنابراین در این سناریو با در نظر گرفتن باجه دیگری در کنار باجه کلر که علاوه بر فعالیت‌های مربوط به باجه کلری، دیگر اموری مانند صدور کارت‌بانکی، مسدود کردن کارت‌های بانکی مفقودی، ثبت‌نام اینترنت بانک، ارسال نرم‌افزار موبایل بانک و ... را که به‌طورمعمول به‌طور تصادفی توسط باجه‌های ۱ تا ٦ انجام می‌شد را بر عهده بگیرد. با این کار انتظار می‌رود از حجم کاری شش باجه اول کاسته شده و بنابراین متوسط زمان انتظار در صف مربوط به این شش باجه نیز کاهش یابد. از طرف دیگر قرار گرفتن این کارمند در باجه دیگری در ارتباط با وظایف کلر تا حدی از حجم کاری باجه هفتم که به‌تنهایی به امور کلر مشغول بود می‌کاهد (که این ممکن است منجر به کاهش متوسط زمان انتظار مشتریان در صف مربوط به این باجه شود) ولی با توجه به افزوده شدن مشتریان برای دریافت خدماتی که اشاره شد کاهش یا افزایش متوسط زمان انتظار در این صف نسبی است و باید مورد بررسی قرار گیرد؛ بنابراین در دو مرحله این سناریو مورد بررسی قرار می‌گیرد. در حالت اول به تأثیر اضافه شدن این باجه بر روی متوسط زمان انتظار مشتریان در صف اول پرداخته می‌شود و در مرحله بعد تأثیر آن روی متوسط زمان انتظار مشتریان در صف مربوط به این دو باجه (یک باجه کلر از قبل موجود بود و در این سناریو هم باجه دیگری به آن اضافه شد) مورد بررسی قرار می‌گیرد.

مرحله اول: تأثیر سناریوی دوم بر روی متوسط زمان انتظار مشتریان در صف اول

به‌منظور بررسی نتایج حاصل از پیاده‌سازی این سناریو همانند سناریوی قبل، با توجه به فرمول زیر و با توجه به اینکه تعداد داده‌ها ۲۰ بوده و در سطح $\alpha = 0.1$ این سناریو پیاده

شده است، بنابراین مقدار $t_{\frac{\alpha}{2},n-1} = t_{0.05,19}$ برابر با ۱/۷۳ است. با قرار دادن مقدار پارامترهای مربوطه در فرمول مربوط به حداقل تعداد مورد نیاز برای اجرای مدل، مقدار آن را مشخص می‌سازیم.با توجه به نتیجه حاصل به‌منظور بررسی نتایج این سناریو باید حداقل مدل را ۱۱۹ بار اجرا کرده و خروجی‌های حاصل از هر بار تکرار را یادداشت نماییم.

$$R \geq \left({}^{t_{\frac{\alpha}{2},n-1} \times \sigma_0}/_{\varepsilon} \right)^2$$

رابطه (٤)

$$R_0 = 20\,, \varepsilon = 5\,, \sigma_0 = 31.422\,, t_{\frac{\alpha}{2},n-1} = t_{0.05,19} = 1.73$$

$$R \geq \left(\frac{1.73 * 31.422}{5}\right)^2 = 118.18 \cong 119$$

با توجه به نتیجه حاصل، مدل را باید حداقل ۱۱۹ بار اجرا کنیم؛ بنابراین مدل را برای نمونه، ۱۳۲ اجرا می‌کنیم از اعداد حاصله برای میانگین زمان انتظار در صف اول استفاده می‌نماییم. با توجه با نتایج به دست آمده حاصل از سناریوی دوم، به‌طور میانگین هر مشتری برای دریافت خدمت ۲۱۳٫۸٦۱ ثانیه در صف اول منتظر می‌ماند. همان‌طور که مشاهده نمودید، قبل از به‌کارگیری این سناریو، متوسط طول صف مربوط به شش خدمت دهنده اول پس از ٤۰ بار اجرای مدل برابر با ٤٥۲/۹۰ ثانیه با انحراف معیار ۲۲۹/۱۳ ثانیه بود؛ بنابراین با به‌کارگیری این سناریو متوسط زمان انتظار در صف اول از ٤٥۲/۹۰ به ۲۱۳/۸٦۱ کاهش می‌یابد.

مرحله دوم: تأثیر سناریوی دوم بر روی متوسط زمان انتظار مشتریان در صف دوم

با توجه با نتایج به دست آمده حاصل از سناریوی دوم، به‌طور میانگین هر مشتری برای دریافت خدمت ۷٤۲/۰۳۲٥ ثانیه در صف دوم منتظر می‌ماند. همان‌طور که مشاهده نمودید، قبل از به‌کارگیری این سناریو، متوسط طول صف مربوط به خدمت دهنده هفتم پس از ٤۰ بار اجرای مدل برابر با ۳٤٥/٦٥ ثانیه با انحراف معیار ۱٦۸/۷۹ ثانیه بود؛ بنابراین با به‌کارگیری این سناریو متوسط زمان انتظار در صف دوم از ۳٤٥/٦٥ به ۷٤۲/۰۳۲٥ افزایش می‌یابد.

سناریوی سوم

در این سناریو هدف بهبود هم‌زمان متوسط زمان انتظار در هر دو صف است. همانند سناریوی قبل یک خدمت دهنده به باجه کلر اضافه می‌نماییم اما در این سناریو، خدمت دهنده اضافه‌شده به باجه کلر به‌طور تصادفی از میان همان شش خدمت دهنده مشتریان

امور نوع اول انتخاب می‌شود؛ یعنی در این سناریو ۵ خدمت دهنده در یک طرف و دو خدمت دهنده در طرف دیگر قرار می‌گیرد. همانند سناریوی قبل خدمت دهنده اضافه‌شده علاوه بر امور مربوط به باجه کلر دیگر اموری که در سناریوی قبل از خدمات شش خدمت دهنده اول تفکیک شد را انجام می‌دهد؛ اما برخلاف سناریوی قبل باجه کلر هم این امور را به هم‌راستا با باجه اضافه‌شده انجام می‌دهد (در سناریوی قبل باجه کلر فقط امور کلر را انجام می‌داد).

مرحله اول: تأثیر سناریوی سوم بر روی متوسط زمان انتظار مشتریان در صف اول

با توجه به فرمول زیر و با توجه به اینکه تعداد داده‌ها ۲۰ بوده و در سطح $\alpha = 0.1$ این سناریو پیاده شده است، بنابراین مقدار$t_{\frac{\alpha}{2},n-1} = t_{0.05,19}$ برابر با ۱/۷۳ است. با قرار دادن مقدار پارامترهای مربوطه در فرمول مربوط به حداقل تعداد مورد نیاز برای اجرای مدل، مقدار آن را مشخص می‌سازیم.با توجه به نتیجه حاصل به‌منظور بررسی نتایج این سناریو باید حداقل مدل را ١٦٤ بار اجرا کنیم.

$$R \geq \left({}^{t_{\frac{\alpha}{2},n-1} \times \sigma_0}/_{\varepsilon} \right)^2$$

رابطه (۵)

$$R_0 = 20\,, \varepsilon = 5\,,\ \sigma_0 = 31.422\,,\ t_{\frac{\alpha}{2},n-1} = t_{0.05,19} = 1.73$$

$$R \geq \left(\frac{1.73 \times 36.965}{5}\right)^2 = 163.568 \cong 164$$

با توجه به نتیجه حاصل، مدل را باید حداقل ١٦٤ بار اجرا کنیم. با توجه به زیاد بودن تعداد آزمایش‌ها علاوه بر روش ذکرشده در سناریوهای قبلی (اجرا کردن مدل در دفعات مجزا و ثبت متوسط زمان انتظار) می‌توان از قسمت طراحی آزمایشات موجود در نرم‌افزار استفاده نمود.بنابراین مدل را ١٦٥ بار با زمان ۸/۵ ساعت اجرا کرده و نتایج به قرار شکل ۵ است.

Observation period:	5049000
Warmup period:	0
Number of observations:	165
Simulation method:	Separate runs
Description:	

	Average	Standard Deviation	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)	Minimum	Maximum
avg stay time	334.44	204.76	303.18	365.70	52.08	964.74

شکل ۵. نتایج حاصل از طراحی آزمایش برای سناریوی سوم ـ حالت اول

با توجه با نتایج به دست آمده حاصل از سناریوی سوم، به‌طور میانگین هر مشتری برای دریافت خدمت ۳۳٤/٤٤ ثانیه در صف اول منتظر می‌ماند.همان‌طور که در قسمت بازرسی مدل هم مشاهده نمودید، قبل از به‌کارگیری این سناریو، متوسط طول صف مربوط به شش خدمت دهنده اول پس از ٤۰ بار اجرای مدل برابر با ٤٥۲/۹۰ ثانیه با انحراف معیار ۲۲۹/۱۳ ثانیه بود؛ بنابراین با به‌کارگیری این سناریو متوسط زمان انتظار در صف اول از ٤٥۲/۹۰ به ۳۳٤/٤٤ کاهش می‌یابد.

مرحله دوم: تأثیر سناریوی سوم بر روی متوسط زمان انتظار مشتریان در صف دوم

با توجه به فرمول زیر و با توجه به اینکه تعداد داده‌ها ۲۰ بوده و در سطح $\alpha = 0.1$ این سناریو پیاده شده است، بنابراین مقدار$t_{\frac{\alpha}{2},n-1} = t_{0.05,19}$ برابر با ۱/۷۳ است. با قرار دادن مقدار پارامترهای مربوطه در فرمول مربوط به حداقل تعداد مورد نیاز برای اجرای مدل، مقدار آن را مشخص می‌سازیم. با توجه به نتیجه حاصل به‌منظور بررسی نتایج این سناریو باید حداقل مدل را ۱۳۹ بار اجرا کرده و خروجی‌های حاصل از هر بار تکرار را یادداشت نماییم.

$$R \geq \left({}^{t_{\frac{\alpha}{2},n-1} \times \sigma_0}/{}_{\varepsilon} \right)^2$$

رابطه (٦)

$$R_0 = 20\,,\varepsilon = 5\,,\sigma_0 = 23.359\,,t_{\frac{\alpha}{2},n-1} = t_{0.05,19} = 1.73$$

$$R \geq \left(\frac{1.73 \times 23.359}{5}\right)^2 = 65.32 \cong 66$$

با توجه به نتیجه حاصل، مدل را باید حداقل ٦٦ بار اجرا کنیم؛ بنابراین مدل را ۷۰ بار با زمان ۸/٥ ساعت اجرا کرده و نتایج به قرار شکل ٦ است.

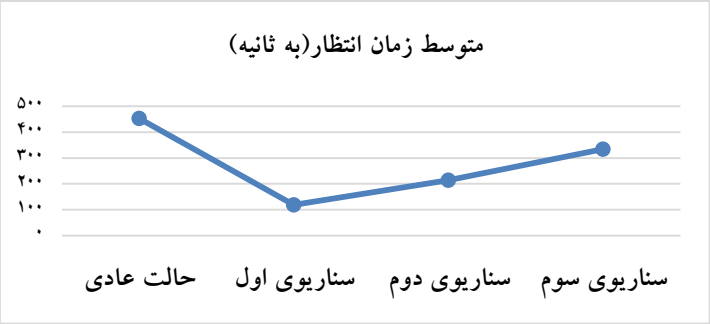
Observation period:	2142000					
Warmup period:	0					
Number of observations:	70					
Simulation method:	Separate runs					
Description:						
	Average	*Standard Deviation*	*Lower bound (95%)*	*Upper bound (95%)*	*Minimum*	*Maximum*
avg stay time	110.90	68.80	94.78	127.03	28.13	477.58

شکل ٦. نتایج حاصل از طراحی آزمایش برای سناریوی سوم ـ حالت دوم

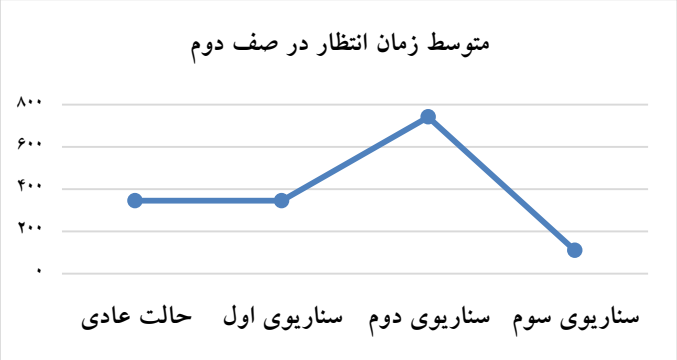
با توجه با نتایج به دست آمده حاصل از سناریوی سوم، به‌طور میانگین هر مشتری برای دریافت خدمت ۱۱۰/۹ ثانیه در صف دوم منتظر می‌ماند. همان‌طور که در قسمت بازرسی مدل هم مشاهده نمودید، قبل از به‌کارگیری این سناریو، متوسط طول صف مربوط به خدمت دهنده هفتم پس از ٤٠ بار اجرای مدل برابر با ۳٤٥/٦٥ ثانیه با انحراف معیار ١٦٨/٧٩ ثانیه بود؛ بنابراین با به‌کارگیری این سناریو متوسط زمان انتظار در صف دوم از ۳٤٥/٦٥ به ۱۱۰/۹ کاهش می‌یابد.

نتیجه‌گیری

هدف پژوهش بر این بود تا با به‌کارگیری رویکرد ترکیبی شبیه‌سازی و صف، سیستم خدمت‌دهی بانک را با در نظر گرفتن تمام عوامل مؤثر بر آن شبیه‌سازی نموده و راهکارهایی جهت بهبود و اصلاح فرآیندهای موجود در بانک ارائه شود. این هدف با استفاده از نرم‌افزار شبیه‌سازی ED در راستای شناسایی فرآیندهای مختلف خدمت‌دهی در بانک به‌منظور یافتن فرآیندهایی که منجر به تشکیل گلوگاه و کاهش کارایی خدمت دهنده‌ها و نیز اتلاف زمان مشتریان می‌شدند با طراحی سناریوهای مختلف محقق شد. نتیجتاً سرعت عمل و کارایی ارائه خدمات توسط بانک افزایش‌یافته و هدف اصلی که جلب رضایت مشتریان است حاصل خواهد شد...با توجه به اینکه یکی از عوامل اصلی تأثیرگذار بر روی رضایتمندی مشتریان متوسط زمان انتظار در صف است، عامل اصلی در طراحی سناریوها را نیز همین عامل در نظر گرفته و نتایج پیاده‌سازی سناریوها بر اساس متوسط زمان انتظار در صف مورد بررسی و تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت. به‌منظور کاهش زمان اتلاف مشتریان در صف جهت دریافت خدمت موردنظر ۳ سناریو طراحی و مورد بررسی قرار گرفت. با توجه با نتایج حاصله، تغییرات ناشی از اجرای این ۳ سناریو به ترتیب بر روی متوسط زمان انتظار در صف اول و دوم را می‌توان در شکل‌های ۳ و ٤ مشاهده نمود.



شکل ۳. متوسط زمان انتظار مشتریان در صف اول در حالت‌های مختلف



شکل ٤. متوسط زمان انتظار مشتریان در صف دوم در حالت‌های مختلف

پیشنهادهای تحقیقات آتی

- پیشنهاد می‌شود عامل هزینه هم به‌عنوان یکی از معیارهای ارزیابی سناریوها مورد استفاده قرار گیرد.
- پیشنهاد می‌شود در سناریوهای پیشنهادی، توابع هدف (از جمله هزینه امکانات و تجهیزات، هزینه مشتریان ازدست‌رفته و ...) برآورد شده و با استفاده از مدل‌های بهینه‌سازی و روش‌های فرا ابتکاری حل گردد.
- همچنین پیشنهاد می‌شود علاوه بر معیار زمان انتظار مشتریان دیگر معیارها از جمله ضریب بهره‌وری خدمت دهنده‌ها و تعداد مشتریان در سال نیز در ارزیابی سناریوها مورد استفاده قرار گرفته و سناریوهای پیشنهادی با به‌کارگیری روش‌های MCDM رتبه‌بندی گردند.

منابع

ارکات، جمال؛ حسین‌آبادی فراهانی، مهدی (۱۳۸۹). بررسی اثربخشی تغییر ساختار خدمت‌دهی در بانک‌ها با استفاده از مدل‌های صف، **هفتمین کنفرانس بین المللی مهندسی صنایع**، اصفهان، انجمن مهندسی صنایع ایران، دانشگاه صنعتی اصفهان.

شیخانی، سعید (۱۳۷۸). بانکداری الکترونیک و راهبردهای آن در ایران. تهران، **موسسه تحقیقات پولی و بانکی**. صص ۳۲- ۳۲.

گراس، دونالد. هریس، کارل (۱۳۸۰). مبانی و اصول نظریه صف، ترجمه محمد فاطمی قمی، تهران، انتشارات دانشگاه امام حسین.

محمدلو، محسن؛ حمیدی، ناصر؛ حاج کریمی، بابک (۱۳۹۰) بانکداری الکترونیک و تراکم صف باجه‌های بانکها (مطالعه موردی معیارهای صف در بانکداری سنتی و الکترونیک). **مدیریت بهره وری (فراسوی مدیریت):** تابستان ۱۳۹۰ ، دوره ۵، شماره ۱۷ ;از صفحه ۱٦۱ تا صفحه ۱۹۰.

مسگری، فروغ، باقری نژاد، جعفر، (۱۳۹۲)، شبیه‌سازی سیستم صف بانک توسط نرم‌افزار ARENA و تحلیل معیارهای عملکرد آن، **اولین کنفرانس ملی حسابداری و مدیریت**، شیراز، موسسه بین المللی آموزشی و پژوهشی خوارزمی.

مومنی، منصور، محقر، علی، متین نفس، فرهاد، (۱۳۸۵).ارزیابی عملکرد سیستم صف کارمند ـ تحویلداری در بانک سپه، **فصلنامه دانش مدیریت**،۷٤، ۱۱۱-۱۳۱.

مهدی نیا، سیدشهاب؛ ورشویی، پیمان، جنتی‌پور، مصطفی؛ شیرازی، بابک و مهدوی، ایرج.(۱۳۹۰). بهبود پارامتر تخمین زمان انتظار مشتری در سیستم‌های نوبت‌دهی بانک با استفاده از شبیه‌سازی گسسته پیشامد با رویکرد فرایند گرا، **هشتمین کنفرانس بین المللی مهندسی صنایع**، تهران، انجمن مهندسی صنایع ایران، دانشگاه صنعتی امیرکبیر.

Allahyari-fard M.; "Comparison between traditional banking and electronic banking services in Iran"; Master's thesis, Islamic Azad University, Central Tehran, 2003

Alvani M., Jandaghi G., Safari M.; "Evaluation of bank branches and the factors influencing it (Case study of Tehran branch of Bank Sepah)"; Journal of Public Administration University of Tehran, Vol. 4, No. 3, 2011. Pp. 1-18.

Azimi P.; “Simulation via Optimization by ED Education Software"; Qazvin Azad University Press, 2013. Pp. 47-50.

Beier G., "Optimal personnel configuration of branch office banking through applied queueing network theory", Proceedings of Operations Research, 1996.Pp. 157-162.

Cascone, A. Rarita`, L.Trapel, E. (2014). Simulation and Analysis of a Bank's Multi-Server Queueing System, Journal of Mathematical Sciences, 1,196.

Fodor G., Blaabjerg S., Andersen A.(1998); "Modeling and simulation of mixed queueing and loss systems"; Wireless Personal Communications, Vol. 8, No. 3, Pp. 253-276.

Jin Y.S., Ming X., Li X., Wen J.Y., Jin D.; "Customer-centric optimal resource reconfiguration for service outlet"; International Conference of Service Operations, Logistics and Informatics , 2009. Pp. 754-759.

Madadi, N. Haghighian Roudsari, A. Yew Wong, K. Rahiminezhad Galankashi, M. (2013). Modeling and Simulation of a Bank Queuing System. University Teknologi Malaysia.

Mousakhani M. Haghighi M. Torkzadeh S.(2012); " Model to gain customer loyalty through customer knowledge management in the banking industry"; Journal of Business Management, University of Tehran, Vol. 4, No. 12, Pp.147-164.

Parimala Sree, R. and Palaniammal, S, 2014, APPLICATION OF QUEUEING THEORY IN BANK SECTORS. International Journal of Development Research, Vol. 4, Issue, 12, pp. 2783-2789

Sheykhani S.; "Electronic banking and strategies in Iran"; Institute for Monetary and Banking Studies, 2007. Pp. 32-33.

Silic, E. Jadric, M. Cukusic, M. (2010), Discrete Simulation and Optimization of a Queuing System in a Bank, Sarajevo Business and Economics Review, 30.

WANG Yu-Bo،QIAN Cheng،CAO Jin-De ،2013،Optimized M/M/c Model and Simulation for Bank Queuing System. Software Engineering and Service Sciences (ICSESS), 2010 IEEE International Conference on.

Zhang Q.; "Multi-agent based bank queuing model and optimization"; International Conference on Electronic Engineering, Communication and Management, Vol. 2, 2012. Pp. 121-127.

Zhang, X. Ullah, A. Iqbal, K. Ayat, M. (2014), Sub-optimization of Bank Queuing System by Qualitative and Quantitative Analysis, Service Systems and Service Management (ICSSSM), 11th International Conference on.