



## Business Process Modeling through Hybrid Simulation Approach (Case Study: One of the Iranian Banks)

**Asghar Ataei Gortolmesh**

Ph.D. Candidate, Department of Industrial Management, Faculty of Management and Economy, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. E-mail: asghar.ataee17@gmail.com

**Abbas Toloie Eshlaghy**

\*Corresponding Author, Prof, Department of Industrial Management, Faculty of Economy, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. E-mail: edu.myresearch@gmail.com

**Alireza Pourebrahimi**

Assistant Prof, Department of Industrial Management, Faculty of Management and Accounting, Islamic Azad University, Karaj, Alborz, Iran. E-mail: poorebrahimi@gmail.com

### Abstract

**Objective:** Change is an important part of the business and work process, and in the current competitive environment, an organization can only survive if it has the tools and capabilities needed to model and simulate its business processes to face these changes. The purpose of this paper is to present a hybrid agent-based and discrete-event simulation model for business process management.

**Methods:** Using the proposed model of this paper, the process of credit card was modeled as a case study in accordance with the concepts of business process management, and then, a discrete-event simulation is used at the operational level, and agent-based simulation at the micro level as well as for modeling agents and their behaviors. The research is carried out in one of the Iranian banks.

**Results:** The findings indicate that the current approach has the necessary adaptation to the actual situation. This means that it provides correct and reliable outputs. The research also shows how the combination of discrete-event and agent-based simulation methods can achieve a higher level of detail and complexity in managing business processes.

**Conclusion:** It has been revealed that the proposed hybrid model has a less average relative error compared to single simulation methods, which in fact represents the acceptable performance of the model. Therefore, it can be used to examine different scenarios by applying changes to the input parameters and observing the results.

**Keywords:** Hybrid simulation, Agent-based, Discrete-event, Business process management.

**Citation:** Ataei Gortolmesh, A., Toloie Eshlaghy, A., & Pourebrahimi, A. (2019). Business Process Modeling through Hybrid Simulation Approach (Case Study: One of the Iranian Banks). *Industrial Management Journal*, 11(4), 600-620. (in Persian)



# مدل‌سازی فرایند کسب و کار از طریق رویکرد شبیه‌سازی ترکیبی (مطالعه موردنی: استفاده در یکی از بانک‌های ایرانی)

اصغر عطایی قورتولمش

دانشجوی دکتری، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.  
رایانامه: asghar.ataee17@gmail.com

عباس طلوعی اشلقی

\* نویسنده مسئول، استاد، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران،  
تهران، ایران. رایانامه: edu.myresearch@gmail.com

علیرضا پورابراهیمی

استادیار، گروه مدیریت، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، البرز، ایران. رایانامه:  
poorebrahimi@gmail.com

## چکیده

**هدف:** تغییر بخش مهم هر فرایند کاری محسوب می‌شود. در فضای رقابتی کنونی، سازمانی می‌تواند به حیات خود ادامه دهد که برای رویارویی با این تغییرها، از ابزارها و توانایی‌های لازمی همچون مدل‌سازی و شبیه‌سازی فرایندهای کسب و کار برخوردار باشد. هدف پژوهش حاضر، ارائه مدلی برای مدیریت فرایند کسب و کار با رویکرد شبیه‌سازی ترکیبی گسسته پیشامد و عامل‌بنیان است.

**روش:** با استفاده از مدل پیشنهادی این مقاله، ابتدا مطابق با مقایمه مدیریت فرایند کسب و کار، فرایند کارت اعتباری به عنوان مطالعه موردنی مدل شد، سپس با بهره‌مندی از شبیه‌سازی گسسته پیشامد در سطح فرایندی و شبیه‌سازی عامل‌بنیان در سطح عامل‌ها و رفتارهای آنها، عملیات شبیه‌سازی ترکیبی فرایند انجام شد. پژوهش حاضر در یکی از بانک‌های خصوصی ایران اجرا شده است.

**یافته‌ها:** یافته‌ها حاکی از آن بود که رویکرد پیشنهادی با موقعیت واقعی انتلاق لازم را دارد، به این مفهوم که خروجی‌های صحیح و مطمئنی ارائه می‌دهد. همچنین پژوهش نشان می‌دهد که چطور می‌توان با ترکیب روش‌های شبیه‌سازی گسسته پیشامد و عامل‌بنیان، سطح بیشتری از جزئیات و پیچیدگی‌ها را در مدیریت فرایندهای کسب و کار پیاده‌سازی کرد.

**نتیجه‌گیری:** مدل ترکیبی پیشنهادی در مقایسه با شبیه‌سازی فرایند با روش گسسته پیشامد، میانگین خطای نسبی کمتری دارد که در واقع، گویای عملکرد مطلوب مدل است، از این‌رو، می‌توان از آن برای بررسی سناریوهای مختلف هنگام اعمال تغییر در پارامترهای ورودی و مشاهده نتایج، بهره برداشت.

**کلیدواژه‌ها:** شبیه‌سازی ترکیبی، عامل‌بنیان، گسسته پیشامد، مدیریت فرایند کسب و کار.

**استناد:** عطایی قورتولمش، اصغر؛ طلوعی اشلقی، عباس؛ پورابراهیمی، علیرضا (۱۳۹۸). مدل‌سازی فرایند کسب و کار از طریق رویکرد شبیه‌سازی ترکیبی (مطالعه موردنی: استفاده در یکی از بانک‌های ایرانی). مدیریت صنعتی، ۱۱(۴)، ۶۰۰-۶۲۰.

## مقدمه

امروزه کسبوکارها با تغییرهای سریعی مواجهاند و در فضای رقابتی کنونی، سازمانی می‌تواند به حیات خود ادامه دهد که سازوکارهای لازم برای رویارویی با این تغییرها را داشته باشد. چنانچه رقابت افزایش پیدا کند، سازمان برای اینکه از گردونه رقابت کنار نرود، باید مزیت رقابتی خود را حفظ کند یا آن را ارتقا دهد (صارمی و افساری، ۱۳۸۹). از آنجا که مدیریت فرایند کسبوکار، زمینه‌ساز پیشرفت مستمر برای سازمان است، سازمان‌ها باید قادر باشند که فرایندهای کسبوکار جدیدی ایجاد کنند و فرایندهای موجود را مطابق با تغییرهای محیطی بهبود بخشنند (صفرازاده و قریشی، ۱۳۸۹). با پیاده‌سازی و اجرای مدل‌سازی فرایند، کاربران کسبوکار قادر خواهند بود که فرایندها و انتخاب‌های کسبوکار خود را مدل‌سازی و اصلاح کنند. همچنین یکی از مزایای این نوع پژوهش، فراهم شدن امکان بررسی سناریوهای مختلف با تحلیل‌های چه می‌شود اگر<sup>۱</sup> است. ابزارهای مدل‌سازی، انجام ترکیب فعالیت‌ها با یکدیگر، ردیابی ورودی‌ها و خروجی‌ها و شناسایی همپوشانی‌ها و گام‌های حذف شده فرایند کسبوکار را امکان‌پذیر می‌کنند. این روش، بهروشی می‌تواند میزان بهبود در کیفیت، کاهش هزینه‌ها، رضایت‌مندی مشتریان یا ذی‌تفعان را نشان دهد (روسو، پاسانتاندو، چپرت و مانکا<sup>۲</sup>، ۲۰۱۳). با پیشرفت فناوری و توسعه فعالیت‌های کسبوکار، میزان تغییرهای به وجود آمده در ارکان سیستم‌های کاری بیشتر و پیچیده‌تر شده است. همچنین، نیازمندی‌های مشتریان همواره در حال تغییر است، بهنحوی که حفظ و نگهداری این مشتریان بی‌حوصله در شرایط رقابتی موجود، کاری دشوار و پر دغدغه است. امروزه برای بقا و موفقیت، باید رویکرد فرایندی را در پیش گرفت و بر عملکرد فرایندها و مدیریت و بهبود آنان تمرکز کرد (رضایی، تدین، استادی و اقدسی، ۱۳۸۸). در این موقعیت، تکنیک شبیه‌سازی، ابزار بسیار مفیدی برای شناسایی سناریوهای جایگزین بهمنظور بهبود فرایند کسبوکار است (کلر<sup>۳</sup>، ۲۰۰۴). شبیه‌سازی به معنای چیزهای متفاوت در موقعیت‌های متفاوت است و حوزه وسیعی از نگرش‌هایی همچون شبیه‌سازی مونت‌کارلو، شبیه‌سازی خرد و شبیه‌سازی نقش‌محور یا مبتنی بر انسان را دربرمی‌گیرد (بریلزفولد، الدابی، کانک، موستافی و ازوریو<sup>۴</sup>، ۲۰۱۸). رویکرد شبیه‌سازی را می‌توان برای مدل کردن فرایند کسبوکار، منابع و تخمين هزینه مدل پیشنهادی و تحلیل محدودیت‌های مالی استفاده کرد (دودز<sup>۵</sup>، ۲۰۰۷). تکنیک یادشده مزایای متعددی مانند هزینه کمتر و راه حل سریع‌تر را از طریق مدل‌سازی ارائه می‌کند (وست<sup>۶</sup>، ۲۰۰۴). مدل‌سازی این امکان را فراهم می‌کند تا از جنبه‌های مختلف، سیستم را طراحی کنیم و در ک بیشتری از فرایند کسبوکار داشته باشیم. در این رابطه با توجه به توسعه تکنیک‌های شبیه‌سازی، این امکان فراهم است که با ترکیب روش‌های یادشده با یکدیگر، پیچیدگی و جزئیات بیشتری از سیستم مدنظر را مدل و تجزیه و تحلیل کنیم. بنا به تعبیر شانتیکومار و سارجنت<sup>۷</sup> (۱۹۸۳)، در ادوار مختلف، شبیه‌سازی ترکیبی معانی گوناگونی داشته است؛ مدل‌هایی که هم‌زمان در سیستم‌های آنالوگ و دیجیتال اجرا می‌شوند یا مدل‌هایی که دارای متغیرهای گستته و پیوسته‌اند یا حتی مدل‌هایی که شبیه‌سازی را با نوعی روش تحلیلی نظیر بهینه‌سازی ادغام می‌کنند. در حوزه پژوهش عملياتی، روش ترکیبی روشی است که دو یا چند روش مدل‌سازی را برای تولید یک روش جدید که به نوعی بهتر از روش‌های «والد» است، ترکیب می‌کند (بنت<sup>۸</sup>، ۱۹۸۵).

1. What If Analysis

2. Russo, Passacntando, Geppert, &amp; Manca

3. Keller

4. Braildsford, Eldabi, Kunc, Mustafee, &amp; Osorio

5. Dodds

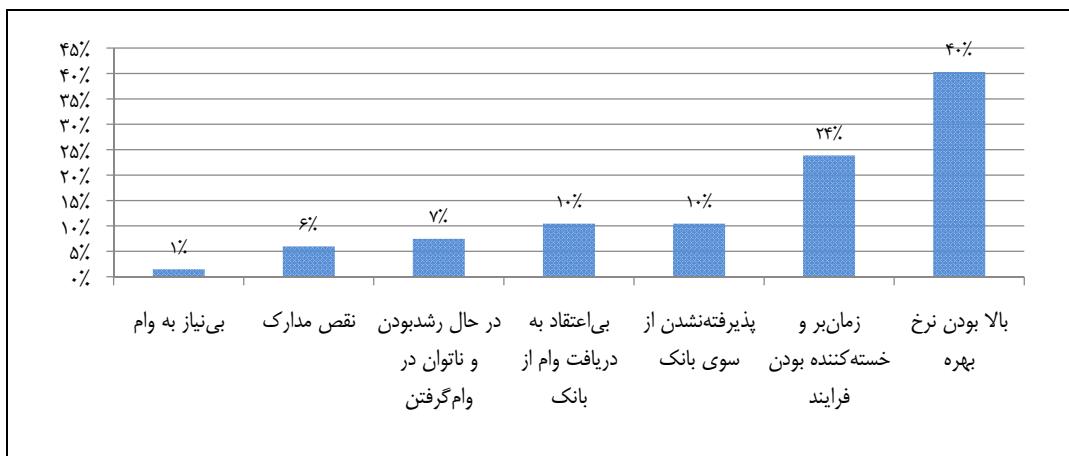
6. West

7. Shanthikumar and Sargent

8. Bennett

بی شک، در اقتصاد ایران همچون سایر کشورها، بانک‌ها یکی از ابزارهای مهم واسطه‌ای در جایگاه سازمان‌های مالی هستند و بانکداری و خدمات مالی، بخش مهمی از صنعت خدمات شمرده می‌شوند، از این‌رو، کیفیت خدمات رابطه نزدیکی با رضایتمندی مشتریان در صنعت بانکداری دارد (محمدپناه، یوسفی زنوز و حسن پور، ۱۳۹۵). در حال حاضر، بسیاری از فرایندهای سیستم‌های خدماتی و بهویژه نظام بانکی با چالش‌ها و مسائل عدیده‌ای مواجه‌اند که مشکلاتی برای مشتریان ایجاد کرده است. از جمله این مشکلات، می‌توان به شفاف‌کردن مراحل کاری، اطلاع‌رسانی ناکافی و ناقص، طولانی‌بودن فرایندهای خدمات و غیره اشاره کرد که همگی بر عملکرد سیستم بانکی تأثیرگذار بوده و می‌باشد با به کارگیری ابزارهای مناسب، به بررسی آنها اقدام کرد. وضعیت اقتصادی امروز، شرکت‌ها را مجبور می‌کند که عملکرد کاری خود را از طریق به صرفه‌کردن منابع انسانی و تجهیزات بهبود دهند. از این‌رو، به ترکیب فرایندها و فعالیت‌های کاری به‌شكلی صحیح نیاز است (روسو و همکاران، ۲۰۱۳).

برای مثال، در پژوهشی که سال ۹۲ در یکی از بانک‌های خصوصی کشور انجام گرفت، مشخص شد که موضوع مدیریت فرایند از نگاه مشتریان، یکی از موضوع‌های پرددغه و اثرگذار در سطح رضایتمندی آنها محسوب می‌شود. در شکل ۱ دلایل مهم نارضایتی از خدمات اعتباری این بانک خصوصی، همراه با درصد اهمیت آنها از دیدگاه مشتریان آورده شده است.<sup>۱</sup>



شکل ۱. دلایل استفاده نکردن از خدمات اعتباری بانک‌ها

همان طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، از میان هفت دلیل عمده‌ای که مشتریان مطرح کرده‌اند، پس از دلیل اول که بالا بودن نرخ بهره است و از وضعیت اقتصادی حاکم بر کشور نشئت می‌گیرد و به نوعی جزء عوامل محیطی محسوب می‌شود، مسئله زمان بر و خسته‌کننده بودن فرایند اعطای وام با ۲۴درصد، دومین عامل مهم از دید مشتریان است و این خود مبین وجود ضعف اساسی در این زمینه است. با جمع‌بندی موارد یادشده، اذعان می‌شود که مسئله اصلی پژوهش حاضر، مسائل و مشکلات فرایندهای کاری، نحوه مطالعه و بررسی و تحلیل آنها، همراه با تکنیک‌های

استفاده شده در این خصوص، بهویژه شبیه‌سازی بهمنظور ارائه یک مدل کاربردی است. مورد مطالعه، فرایند اعطای کارت اعتباری، بهعنوان تسهیلات در یکی از بانک‌های ایرانی است. هدف پژوهش حاضر، مدل‌سازی مدیریت فرایند کسب‌وکار با رویکرد شبیه‌سازی ترکیبی و ارائه مدلی برای تحلیل فرایندهای کاری است. با توجه به آنچه در بخش پیشنهادها بیان شده است، سؤال اصلی این است که چگونه می‌توان مدیریت فرایند کسب‌وکار را از طریق رویکرد شبیه‌سازی ترکیبی بهبود داد؟ برخلاف تحقیقات مشابه که اغلب از روش مدیریت فرایندهای کسب‌وکار<sup>۱</sup> یا روش‌های آماری استفاده شده است، در این پژوهش، از روش تلفیقی مدیریت فرایند کسب‌وکار، شبیه‌سازی گسسته پیشامد<sup>۲</sup> و عامل‌بنیان<sup>۳</sup> استفاده می‌شود.

### پیشنهاد پژوهش

مدل‌سازی و علامت‌گذاری فرایند کسب‌وکار<sup>۴</sup>، استانداردی برای مدل‌سازی جریان‌های کسب‌وکار و خدمات مبتنی بر وب است. این روش را ابتدا سازمان مدیریت فرایند کسب‌وکار<sup>۵</sup> ایجاد کرد و در حال حاضر، گروه مدیریت آبجکت<sup>۶</sup> راهبری آن را بر عهده دارد و هدف آن، ارائه زبانی است که برای همه کاربران کسب‌وکار فهم‌پذیر باشد (متیو و مانشارامانی<sup>۷</sup>، ۲۰۱۲). در سال‌های اخیر، این رویکرد، به‌طور گسترده‌ای برای مدل‌سازی فرایندها در سیستم‌های خدماتی استفاده شده است. در نگاه نخست، نمودارهای مدل‌سازی و علامت‌گذاری فرایند کسب‌وکار، به روش شبیه‌سازی گسسته پیشامد، بسیار شبیه‌اند. در روش شبیه‌سازی گسسته پیشامد، موجودیت‌ها، از طریق تعدادی صفت یا بافر با به‌دست‌آوردن و آزادکردن منابع، در دامنه مدل حرکت می‌کنند (والر، کلارک و انستون<sup>۸</sup>). شبیه‌سازی، تقليید عملیات سیستم یا فرایند دنیای واقعی در طول زمان است (بنکس<sup>۹</sup>، ۲۰۰۱). هر مدل شبیه‌سازی، به‌طور معمول با توجه به یک سری از فرضیه‌های مرتبط با سیستم که از شناخت سیستم به‌دست آمده است، شکل می‌گیرد. وقتی شبیه‌سازی شکل گرفت و اعتبارسنجی شد، مدل ساخته شده می‌تواند برای مجموعه گسترده‌ای از سؤال‌های چه می‌شود اگر، در جهان واقعی استفاده شود. شبیه‌سازی، به عنوان ابزار تحلیلی برای پیش‌بینی تأثیر تغییرها بر سیستم موجود یا به عنوان ابزار طراحی برای پیش‌بینی عملکرد سیستم‌های جدید، تحت مجموعه‌ای از شرایط گوناگون محیطی استفاده می‌شود (علینقان، ایزدبخش و زرین بال ماسوله، ۱۳۹۳). در میان تمامی نگرش‌های شبیه‌سازی، سه روش سیستم‌های پویا، گسسته پیشامد و عامل‌بنیان، در پژوهش‌های عملیاتی، به منظور مدل کردن مسائل کسب‌وکار، استفاده گسترده‌تری داشته‌اند (جهانگیریان و همکاران، ۲۰۱۰). دو روش اول، در دهه‌های ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰ ارائه شدند و دارای نگاهی سیستمی از بالا به پایین هستند؛ اما رویکرد عامل‌بنیان که به تازگی توسعه یافته است، دارای نگرشی از پایین به بالا بوده و در آن، مدل‌ساز بر رفتار هر یک از اجزای سیستم متمرکز است (اپستین و آکستل<sup>۱۰</sup>، ۱۹۹۶). در این میان، این امکان وجود دارد تا با ترکیب چند روش شبیه‌سازی به صورت همزمان، سیستم را بررسی و تحلیل کرد.

- 1. Business Process Management (BPM)
- 3. Agent Based Simulation (ABS)
- 5. Business Process Management Initiative
- 7. Mathew, & Mansharamani
- 9. Banks

- 2. Discrete Event Simulation (DES)
- 4. Business Process Management and Notation (BPMN)
- 6. Object Management Group
- 8. Waller, Clark, & Enstone
- 10. Epstein, & Axtell

در سیستم های خدماتی مانند بانک ها نیز، مدیریت فرایند، عامل مهمی در خلق تجربه مشتریان و بهبود شرایط در شاخص هایی نظیر چابکی، کارایی و مدیریت ریسک به شمار می رود (ایمانی مهر و عبدالله خانی، ۱۳۹۳). رضایی و همکارانش در مقاله ای، به معنی عوامل کلیدی موفقیت در پیاده سازی مدیریت فرایند و ارائه چارچوبی برای ارزیابی آمادگی سازمان پرداخته اند و طی آن، عوامل کلیدی موفقیت و زیر عوامل آنها را برای ارزیابی و سنجش آمادگی سازمان ها در پیاده سازی مدیریت فرایند ارائه کرده اند (رضایی و همکاران، ۱۳۸۸). در پژوهشی دیگر، به بررسی مقوله تجزیه و تحلیل شکاف فرایندی برای پروژه های بازهندسی فرایند کسب و کار پرداخته شده است. پژوهشگران بیان کرده اند که پیش ازیابی با صرف زمان و هزینه کم از وضعیت فرایند موجود که لزوم اجرای بازهندسی فرایند کسب و کار را نمایان سازد، به تصمیم گیری مدیریت ارشد سازمان در این خصوص کمک می کند (صارمی و افشاری، ۱۳۸۹). همچنین، در پژوهشی به منظور بهبود فرایندهای کسب و کار، اسلام و احمد<sup>۱</sup> (۲۰۱۲) به بررسی نقش فرایند در بهبود ارائه خدمات بانکی پرداخته اند. پژوهش یاد شده با هدف بهبود کارایی و اثربخشی فرایند کسب و کار خدمت اعتباری یک بانک صورت پذیرفته است. با به کار گیری روش پیشنهادی فرایند کسب و کار، زمان چرخه کار به طور مؤثری کاهش یافت و با استفاده از منابع سازمانی، به شکلی مؤثر رضایت مشتریان را کسب کرد. واندر آلت<sup>۲</sup> (۲۰۱۰) در مقاله ای با عنوان «بازبینی شبیه سازی فرایند کسب و کار»، به بررسی علل محدود کننده پذیرش شبیه سازی در مدیریت فرایند پرداخته است و در آن بیان می کند که در مدل شبیه سازی زمان کاری، اغلب، فرایند مزبور از سوی تحلیلگران بیش از اندازه ساده در نظر گرفته می شود و به جزئیات آن پرداخته نمی شود. هسلز<sup>۳</sup> (۲۰۱۶) در مقاله خود با بیان این موضوع که در خصوص فرایندهای مهم کاری، بینش زیادی وجود ندارد، از مشکلات این مقوله صحبت کرده است. کسب بینش در خصوص فرایند، به شناسایی گلوگاه ها و فرصت های بهبود، یاری می رساند. در این پژوهش، اجزای گوناگونی از مدل شبیه سازی بررسی شده است و جدول خروجی حاصل شده برای ورودی مدل شبیه سازی فرایند کسب و کار، به ارائه مدلی منجر شده است که پتانسیل پاسخ گویی به سوال های کسب و کارهای گوناگون را دارد. در پژوهشی مشابه، لیر و هولمان<sup>۴</sup> (۲۰۱۴) از شبیه سازی فرایند کسب و کار در سیستم بانکی بهره برده اند. این پژوهش برای مطالعه موردی در یکی از بانک های آلمانی اجرا شده و نشان می دهد که چگونه شبیه سازی مدیریت کسب و کار، می تواند برای ارزیابی مدارک الکترونیکی در فرایندهای خدمات مالی استفاده شود. نتیجه پژوهش نشان داد که هم زمان چرخه کاری و هم هزینه ها و بارکاری اداری کاهش یافته است. در پژوهشی با عنوان شبیه سازی فازی در شرایط عدم اطمینان، به مقوله ترکیب نظریه مجموعه های فازی با شبیه سازی گسسته پیشامد پرداخته شده است. در این پژوهش، برای توصیف مدت زمان نامطمئن فعالیت ها، از اعداد فازی استفاده شده که بیانگر ابهام، دقت کم و ذهنیت گرایی در تخمین آنهاست. بر اساس نتایج این پژوهش، شبیه سازی فازی، رویکرد پذیرفتی برای نمایش سیستم واقعی است (آذر، سقالر زاده و رجب زاده، ۱۳۹۱). در پژوهشی به مقوله به کار گیری شبیه سازی گسسته پیشامد و تحلیل پوششی داده ها، به منظور بهبود عملکرد اورژانس بیمارستان پرداخته شده است. برای این منظور، بر اساس فرایند جریان بیماران در اورژانس بیمارستان با استفاده از نرم افزار ارنا، یک مدل

1. Islam, & Daud Ahmed  
3. Hessels

2. Van der Aalst  
4. Leyer, & Hollmann

شبیه‌سازی توسعه داده شده و این مدل شبیه‌سازی برای هر سناریوی شدنی، به اجرا درآمده است. در گام بعد، دو روش رتبه‌بندی تحلیل پوششی داده‌ها برای رتبه‌بندی سناریوها به کار گرفته شده است. یافته‌ها گویای تعداد مطلوب نیروهای مدنظر در بخش‌های مختلف است (نظری شیرکوهی، یعقوبی، تقی‌زاده یزدی، ۱۳۹۷). در پژوهشی دیگر، مسئله طول صفحه و زمان انتظار مشتریان بانک‌ها به عنوان عوامل مهم در درک مشتری از کیفیت خدمات در بانک بررسی شده است. پژوهشگران در این مطالعه، از روش شبیه‌سازی به عنوان ابزاری با قابلیت زیاد در مدل‌سازی و ارزیابی بهره برده‌اند و با تعریف سناریوهای مختلف، راهکارهایی را به منظور بهبود شرایط کاری بانک ارائه کرده‌اند (تقوی فرد، دادوند و آقایی، ۱۳۹۶). ابدوالغنی، الطويل و ابدو<sup>۱</sup> (۲۰۱۶) از رویکرد شبیه‌سازی ترکیبی گسته پیشامد و عامل‌بنیان برای مدل‌سازی و تحلیل سیستم‌های درمانی بهره برده‌اند. در این مقاله با تبیین پیچیدگی‌های موجود در سیستم‌های درمانی، از هر یک از روش‌های شبیه‌سازی به صورت تخصصی برای مدل کردن سیستم مورد مطالعه بهره برده شده است. الیویرا، مونتویچی، پینهو و میراندا<sup>۲</sup> (۲۰۱۷) از شبیه‌سازی ترکیبی برای نشان دادن عامل انسانی در سیستم‌های تولیدی استفاده کرده‌اند. برای این منظور، ایشان از روش گسته پیشامد برای مدل کردن فرایندهای کاری و از روش عامل‌بنیان برای مدل کردن رفتار عوامل انسانی (عامل‌ها) و تابع دوره رفتاری بهره برده‌اند. نتیجه این پژوهش نشان داد که مدل ترکیبی گسته پیشامد و عامل‌بنیان با دنیای واقعی انطباق بیشتری دارد. در جدول ۱ به بررسی و مرور برخی از پژوهش‌های داخلی و خارجی در زمینه مدیریت فرایند کسب‌وکار و شبیه‌سازی پرداخته شده است.

جدول ۱. خلاصه ادبیات مدیریت فرایند کسب‌وکار و شبیه‌سازی

حوزه	نویسنده/نویسندهان
ادبیات مدیریت فرایندهای کسب‌وکار و شبیه‌سازی در حوزه خدمات بانکی	ایمانی مهر و عبدالله خانی، ۱۳۹۳؛ سجادی و عظیمی، ۱۳۹۳؛ محمدبنایه و همکاران، ۱۳۹۵؛ تقوی فرد و همکاران، ۱۳۹۶؛ روسو و همکاران، ۲۰۱۳؛ اسلام و احمد، ۲۰۱۲؛ سیادت و همتی، ۲۰۱۴؛ لیر و هولمان، ۲۰۱۴؛ هوا و یفی، ۲۰۱۱؛ ویب، ۲۰۱۱؛ نیکولایدو، آناغنوتپولوس و تسالگاتیدو <sup>۳</sup> ، ۲۰۰۸؛ پایسیتاناند و اولسن <sup>۴</sup> ، ۲۰۰۶؛ شین و جملاء <sup>۵</sup> ، ۲۰۰۰.
ادبیات شبیه سازی فرایند کسب‌وکار و شبیه سازی ترکیبی	صفرازاده و قریشی، ۱۳۸۹؛ رضایی و همکاران، ۱۳۸۸؛ آذر و همکاران، ۱۳۹۱؛ صارمی و افساری، ۱۳۸۹؛ همایون فر، باقرسلیمی، نهانوندی و ایزدی، ۱۳۹۷؛ قربانیان، استادی و چهارسوچی <sup>۶</sup> ، ۲۰۱۵؛ نظری و همکاران، ۱۳۹۷؛ متیو و مانشارامانی، ۲۰۱۲؛ آلسست، ۲۰۱۰؛ کانگ و همکاران <sup>۷</sup> ، ۲۰۱۵؛ ماکال <sup>۸</sup> ، ۲۰۱۶؛ یوان، هیو و نگ <sup>۹</sup> ، ۲۰۱۵؛ واگنر، نیکولای و ورنر <sup>۱۰</sup> ، ۲۰۰۹؛ هسلز، ۲۰۱۶؛ ابدوالغنی و همکاران، ۱۳۹۶؛ الیویرا و همکاران، ۲۰۱۷؛ بریلذوفولد و همکاران، ۲۰۱۸.

همان طور که از مرور پژوهش‌های پیشین برمی‌آید، مقوله مدیریت فرایند کسب‌وکار، از جمله اقداماتی است که در سالیان اخیر در کانون توجه بسیاری از پژوهشگران قرار گرفته و در حوزه‌های مختلف کسب‌وکار استفاده شده است؛ اما از روش شبیه‌سازی ترکیبی برای مدیریت فرایندهای کسب‌وکار استفاده نشده است و در پژوهش‌های انجام‌شده، شکاف

1. Abdelghany, Eltawil, &amp; Abdou

2. Oliveira, Montevechi, Pinho, &amp; Miranda

3. Hao, &amp; Yifei

4. Weib

5. Nikolaidou, &amp; Anagnostopoulos, &amp; Tsalgatidou

6. Paisitthanand, &amp; Olson

7. Shin, &amp; Jemella

8. Ghorbanian, Ostadi, &amp; Chaharsooghi

9. Kang and et al

10. Macal

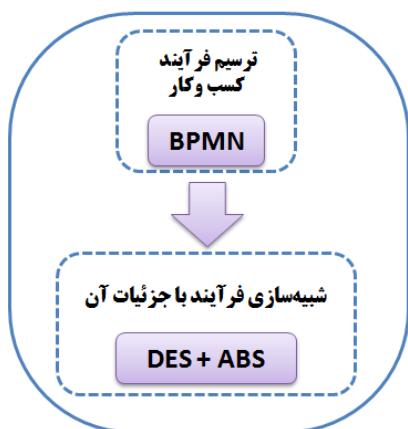
11. Yuan, Hui, &amp; Ng

12. Wagner, Nicolae, &amp; Werner

وجود دارد. از این‌رو، به‌نظر می‌رسد که تاکنون مدل‌سازی فرایند کسب‌وکار، به‌ویژه در حوزه خدمات بانکی با کمک مفاهیم و قواعد روش‌های شبیه‌سازی گستته پیشامد و عامل‌بینان به‌صورت ترکیبی انجام نشده است و می‌تواند خلاً موجود در پژوهش‌ها را برطرف کند.

## روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش، بر مبنای دسته‌بندی روش‌های پژوهش با ملاک هدف، در زمرة پژوهش‌های کاربردی و بر پایه ملاک نحوه گردآوری داده‌ها توصیفی (از نوع علی و مقایسه‌ای) است. در این پژوهش برای جمع‌آوری اطلاعات در زمینه‌های مبانی نظری و ادبیات پژوهش و پیشینه آن، از منابع کتابخانه‌ای و پایگاه‌های اطلاعاتی استفاده شده است. همچنین، در بخش میدانی، به‌منظور جمع‌آوری اطلاعات، از داده‌های واقعی شعبه با مراجعت به شعبه در قالب مشتری، مصاحبه عمیق با خبرگان بانکی و اطلاعیه و بخش‌نامه‌های صادره استفاده شده است. از نظر ماهیت و روش نیز، توصیفی - تحلیلی است؛ چرا که وضعیت انجام فرایندهای بانک، از طریق مشاهده مستقیم مشخص شده است. در پژوهش حاضر، مطابق با شکل ۲، ابتدا مدل اولیه با استفاده از روش مدیریت فرایندهای کسب‌وکار، به عنوان یکی از ابزارهای معتبر مدل‌سازی، مدل می‌شود و سپس با به‌کارگیری رویکرد شبیه‌سازی ترکیبی اقدام لازم برای مدل‌سازی و تحلیل آن صورت می‌پذیرد.



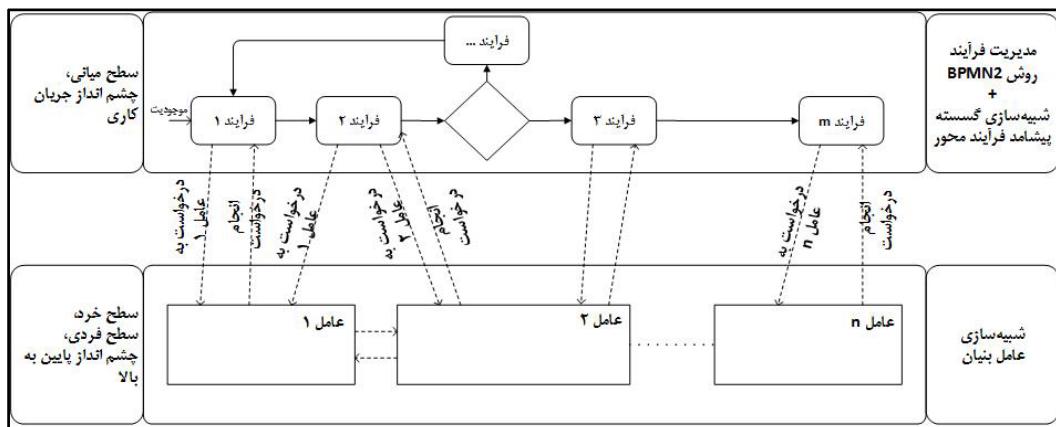
شکل ۲. مراحل تحلیل و شبیه‌سازی فرایند کسب‌وکار

برای این منظور، پس از ارائه توضیحات مقدماتی در خصوص مدیریت فرایندهای کسب‌وکار، با به‌کارگیری روش مدل‌سازی و علامت‌گذاری فرایند کسب‌وکار، اقدام لازم برای مدل‌سازی مطالعه موردی پژوهش که به یکی از خدمات رایج سیستم بانکی مربوط است (کارت اعتباری) صورت می‌پذیرد، سپس اصول مربوط به شبیه‌سازی گستته پیشامد را در مدل افزوده و با استفاده از این ابزار کاربردی، عملیات پویاکردن فرایند مزبور را انجام می‌دهیم. در ادامه و برای برقراری شرایط انجام تحلیل‌های عمیق‌تر و توجه بیشتر به جزئیات سیستم مورد مطالعه، با استفاده از هر دو روش گستته پیشامد و عامل‌بینان، سعی خواهد شد تا پیچیدگی سیستم کارت اعتباری را به‌شکلی کامل‌تر پوشش دهیم. به‌منظور یکپارچه کردن این دو روش، نگرشی یکپارچه در شکل ۳ پیشنهاد شده است. قسمت بالای شکل، گویای تلفیق روش مدل‌سازی و علامت‌گذاری فرایند کسب‌وکار و روش گستته پیشامد است که جریان حرکتی متقاضی دریافت کارت اعتباری را در طول سیستم نشان می‌دهد. بخش پایینی نشان‌دهنده روش عامل‌بینان است که فعالیت‌های

عامل‌های مختلف را پوشش می‌دهد. خطوط خطاچین نیز، ارتباط میان بخش‌های پایینی و بالایی دو روش شبیه‌سازی را نشان می‌دهد. موجودیت (مشتری) از روش گستته پیشامد عبور می‌کند و تعاملات به شرح ذیل رخ می‌دهند:

۱. هنگامی که موجودیت به فرایند ۱ می‌رسد، درخواستی به عامل ۱ ارسال می‌شود. بر اساس درخواست دریافت شده، عامل شروع می‌کند به اجرای گروهی از فعالیت‌های معین و تعریف شده تا فرایند پایان یابد.
۲. هنگامی که عامل ۱ فعالیت‌هایش را تمام می‌کند، پیغامی به فرایند ۱ مبنی بر تمام شدن فرایند ارسال می‌شود، از این‌رو، موجودیت می‌تواند به فرایند بعدی برود.
۳. در صورتی که فرایند به دو نوع متفاوت از عوامل نیاز داشته باشد، مانند فرایند ۲، درخواستی به هر دو عامل ۱ و ۲ ارسال می‌شود. سپس هر دو عامل فعالیت‌های تعریف شده خود را اجرا می‌کنند.
۴. اطلاعات میان هر دو عامل تبادل می‌شود تا تأیید شود که هر یک فعالیت خود را به اتمام رسانده است.
۵. پس از آنکه دو عامل فعالیتشان را به پایان رسانند، پیغامی به فعالیت ۲ ارسال می‌شود که اذعان می‌دارد فرایند پایان یافته و موجودیت می‌تواند به فرایند بعدی برود.

مدل ممکن است شامل  $m$  فرایند در روش گستته پیشامد و  $n$  عامل در روش عامل‌بنیان باشد. هر عامل ممکن است دارای گروه‌های متفاوتی از فعالیت‌های از پیش تعیین شده باشد که بر پایه درخواست فرایند مشخص اجرا شود.



شکل ۳. مدل مفهومی حالت ترکیبی مدیریت فرایند، شبیه‌سازی گستته پیشامد و شبیه‌سازی عامل‌بنیان

### مدل پیشنهادی

این بخش دارای چندین زیربخش است که اقدام‌های اصلی پژوهش حاضر را تشریح می‌کنند. ابتدا توضیحات لازم برای تحلیل سیستمی که در نظر داریم آن را مدل کنیم، بیان شده است، سپس عملیات شبیه‌سازی فرایند با روش گستته پیشامد ارائه شده و در ادامه عملیات شبیه‌سازی عامل‌بنیان تشریح می‌شود.

### مدل سازی سیستم

در این بخش از پژوهش، اقدام لازم برای بررسی و تحلیل فرایند مدنظر یا همان کارت اعتباری صورت می‌پذیرد. فرایند اصلی کارت اعتباری با درخواست مشتری برای دریافت خدمت مجبور آغاز می‌شود و در صورت تأیید اولیه درخواست از

معاون اعتباری شعبه (کاربر ارشد)، مشتری موظف است که متناسب با اطلاعات دریافتی، به تهیه مدارک و مستندات اقدام کند و به نحو مقتضی، در اختیار کاربر اعتبارات قرار دهد. پیش از آنکه درخواست وام ثبت شود، مستندات مشتری بررسی می‌شود و در صورت مشاهده نقص در مدارک، مشتریان باید آنها را تکمیل کنند. همچنین در صورتی که مستندات مدنظر اعتبار لازم را نداشته باشند، درخواست وام در این مرحله لغو می‌شود. حال در شرایطی که تمامی مراتب در این مرحله تأیید شوند، تشکیل پرونده و پس از آن تنظیم پیشنهاد شامل زیرفعالیت‌های ملاحظه درخواست مشتری و اهراز هویت، اخذ و بررسی مدارک مشتری و استعلامها، تطابق مدارک و درخواست‌ها با دستورالعمل‌ها انجام شده و مستندات تکثیر و در سیستم ذخیره می‌شوند.

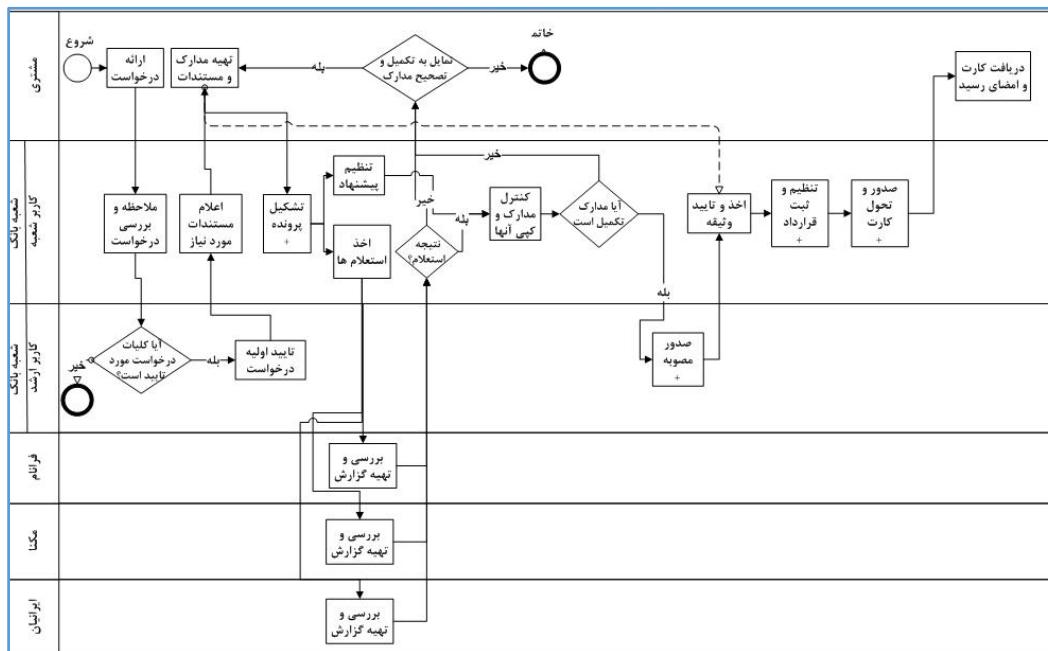
در این مرحله، کاربر اعتبارات، به اخذ استعلام‌های مربوطه، شامل مانده اعتبار مشتری از سامانه فرمان، چک برگشتی از سامانه مکنا و گزارش رتبه‌بندی اعتباری از سامانه رتبه‌بندی ایرانیان، اقدام می‌کند. در صورتی که پاسخ استعلام‌ها مثبت باشد، پرونده تشکیل می‌شود و در غیر این صورت، مراتب به اطلاع مشتری رسانده می‌شود تا نسبت به اصلاح مدارک خود اقدام کند و مجدداً آنها را ارائه دهد. در این مرحله، مدارک کنترل شده و در صورت تکمیل، صدور مصوبه در دستور کار قرار می‌گیرد و در غیر این صورت، ضمن اطلاع‌رسانی آخرین قوانین و مقررات بانک درخصوص وام درخواستی به مشتری، از او خواسته می‌شود تا اصلاحات لازم را انجام دهد. حال اگر مشتری تمایل به ادامه کار و ایجاد تطابق با شرایط بانک را داشته باشد، فعالیت ادامه می‌یابد و در غیر این صورت، فرایند مختومه اعلام می‌شود.

در فعالیت مربوط به صدور مصوبه، در رابطه با اعطای وام تصمیم‌گیری می‌شود و در شرایطی که مراتب تأیید شود، اقدام لازم برای اخذ وثیقه صورت می‌پذیرد و پس از آن تنظیم و ثبت قرارداد، شامل زیرفعالیت‌های ثبت درخواست کارت، ثبت و امضای سیستمی قرارداد، اخذ امضای فیزیکی مشتری در قرارداد، اخذ سیستمی کارمزدهای مربوطه، ثبت نهایی قرارداد در سیستم انجام شده و در نهایت، مجموعه فعالیت‌های صدور و تحويل کارت و بعد از آن دریافت کارت از سوی مشتری، به عنوان فعالیت‌های انتهایی در دستور کار قرار می‌گیرد (لیر و هولمان، ۲۰۱۴) و دستورالعمل‌های داخلی بانک در خصوص ارائه تسهیلات خرد و کارت‌های اعتباری، ۱۳۹۶ - ۱۳۸۹<sup>۱</sup>.

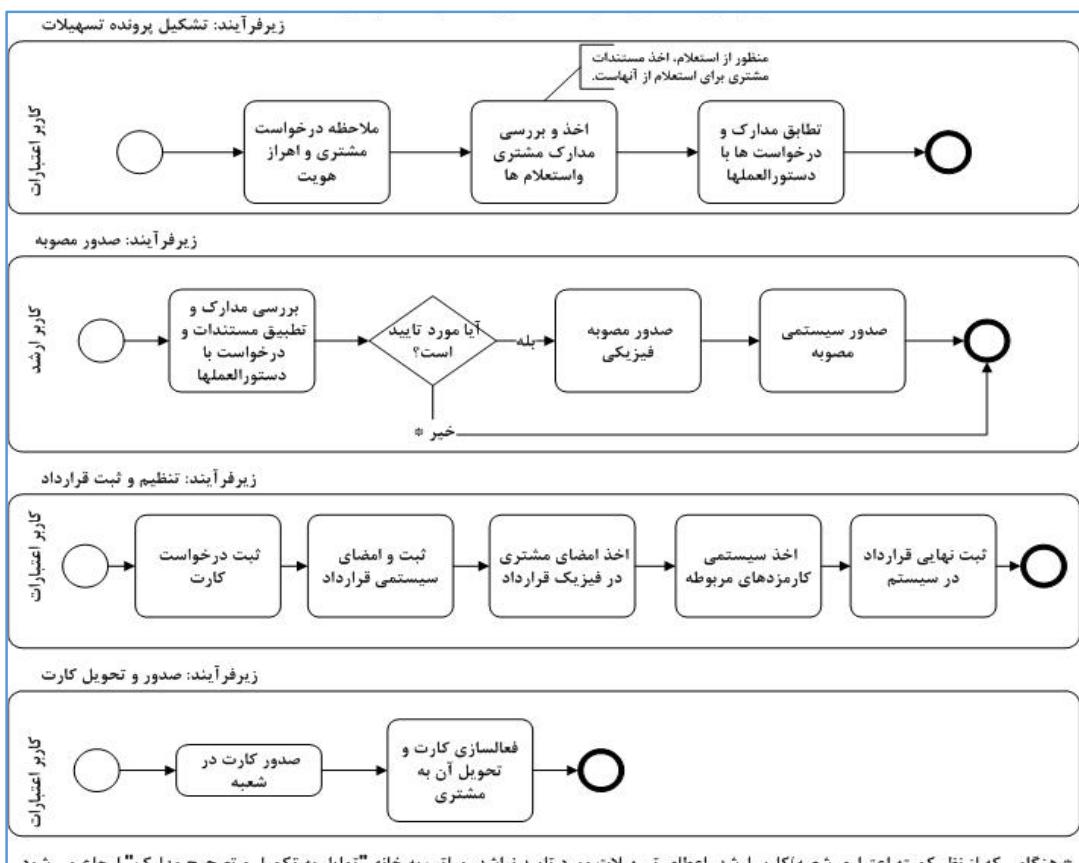
منطق مدل، جریان نهادها را به وسیله فعالیت‌های مدل کنترل می‌کند. قوانین و خطامشی‌های خدمات را اعمال کرده و ماهیت خدمات ارائه شده به مشتری را مشخص می‌کند. در این بخش با استفاده از خروجی به دست آمده که برگرفته از روش مدل سازی و علامت‌گذاری فرایند کسب و کار است، اقدام لازم برای ارائه منطق مدل، همراه با اطلاعات تکمیلی، شامل داده‌های مدل مانند مدت زمان انجام هر یک از فعالیت‌ها و همچنین توزیع احتمال آنها و اطلاعات مربوط به ورود مشتری و غیره، صورت می‌پذیرد.

نتایج اقدامات به عمل آمده برای نمایش منطق مدل، در دو سطح فرایند اصلی و فرایندهای زیرمجموعه در قالب شکل‌های ۴ و ۵ به شرح ذیل ارائه شده است.

۱. گزارش یکی از بانک‌های کشور در سال ۱۳۹۲ (نام بانک به عدم درج نشده است).



شکل ۴. فرایند کارت اعتباری

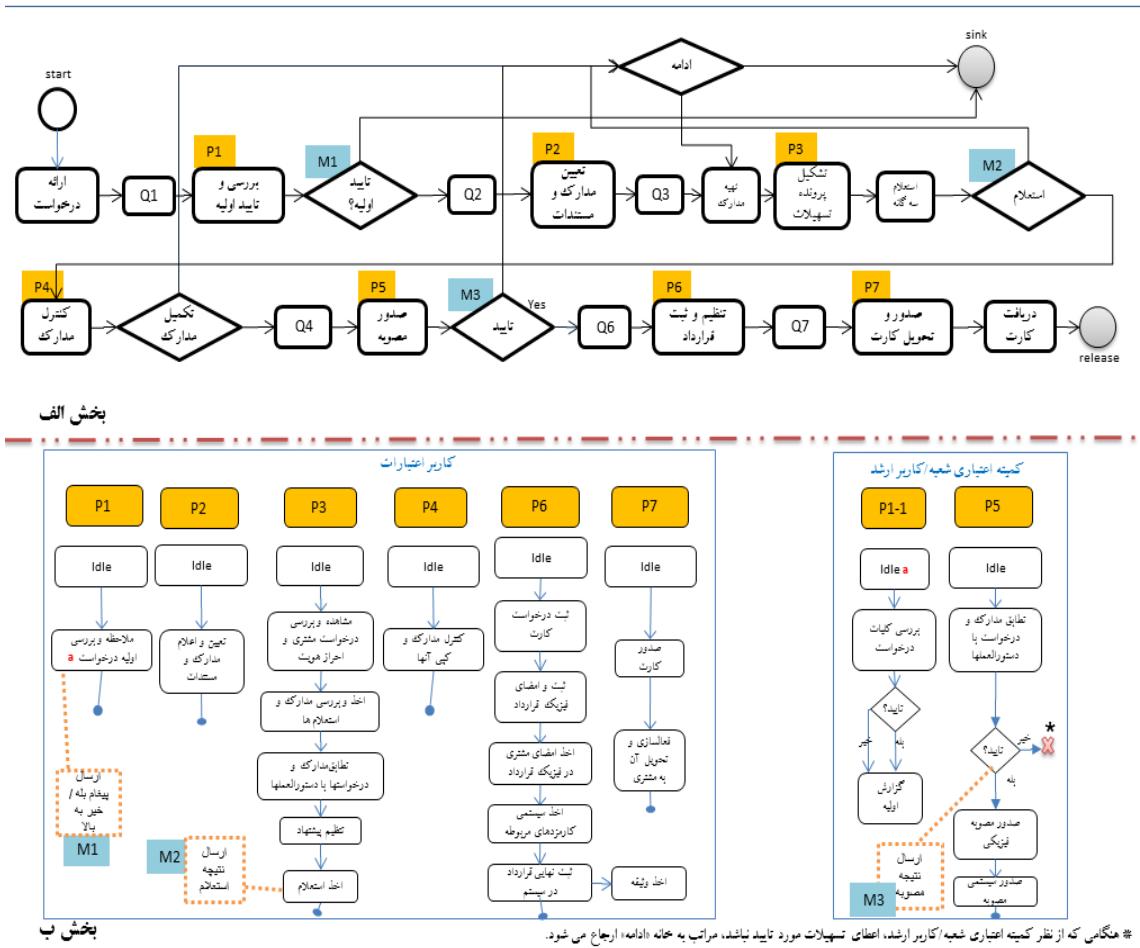


\* هنگامی که از نظر کمیته اعتباری شعبه/کاربر ارشد، اعطای تسهیلات مورد تایید نیاشد، مراتب به خانه "تمایل به تکمیل و تصحیح مدارک" ارجاع می شود.

شکل ۵. فرایندهای زیرمجموعه خدمت کارت اعتباری

### مدل گسسته پیشامد فرایند

مطابق با مدل پیشنهادی پژوهش حاضر و با استناد به نتایج حاصل از ترسیم فرایند کارت اعتباری با رویکرد مدل سازی و علامت‌گذاری فرایند کسب و کار، شکل ۶ که شامل دو بخش الف و ب می‌شود، تهیه شده است. بخش الف نمایانگر فرایندی است که مشتری به منظور دریافت کارت اعتباری می‌پیماید و با روش گسسته پیشامد مدل شده است و بخش ب، مجموعه اقدام‌های عامل‌های موجود در فرایند، یعنی کاربر اعتبارت و کاربر ارشد را نشان می‌دهد.



شکل ۶. مدل ترکیبی گسسته پیشامد و عامل‌بنیان در فرایند کارت اعتباری

در مدل مذبور، نهاد، مشتریان متقاضی دریافت کارت اعتباری هستند. در خصوص داده‌های مدل و نحوه جمع‌آوری آنها و تعیین الگوریتم‌های تولیدکننده اعداد تصادفی، اقدام لازم برای استخراج اطلاعات بر اساس زمان‌سنجدی به عمل آمده توسط پژوهشگر در محیط شبکه بانک صورت پذیرفت که نتایج آن هم در بخش شبیه‌سازی گسسته پیشامد و هم در عامل‌بنیان در جدول ۲ درج شده است. در این جدول، Tra نشان‌دهنده توزیع مثلثی،  $m$  نماد دقیقه،  $h$  گویای ساعت و  $d$  نشان‌دهنده روز است.

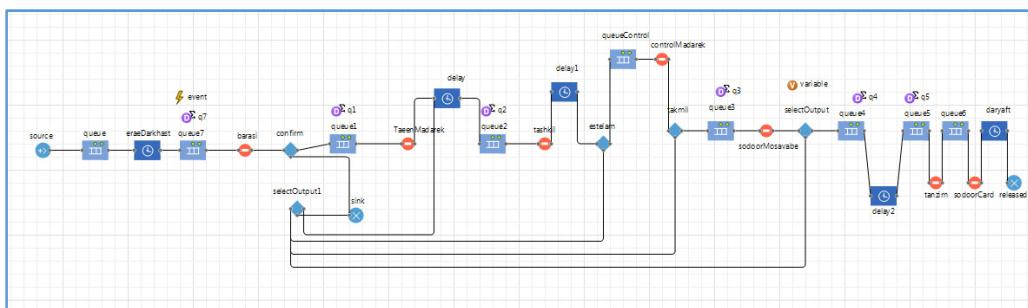
## جدول ۲. اطلاعات آماری فعالیت‌ها و زیرفعالیت‌های خدمت کارت اعتباری

توزیع آماری	فعالیت	توزیع آماری	فعالیت
---	صدور مصوبه +	Tra(۳,۵,۷)m	ارائه درخواست
Tra(۳,۵,۷)m	بررسی مدارک و تطبیق مستندات و درخواست با دستورالعمل‌ها	Tra(۳,۵,۷)m	مالحظه و بررسی درخواست
Tra(۳,۵,۷)m	صدور مصوبه فیزیکی	Tra(۵,۱۰,۱۵)m	تأیید اولیه درخواست
Tra(۳,۵,۷)m	صدور سیستمی مصوبه	Tra(۵,۱۰,۱۵)m	اعلام مستندات مورد نیاز
Uni(۱۰,۳۰)m	اخذ و تأیید وثیقه	Nor(۲,۱)d	تهیه مدارک و مستندات
---	تنظیم و ثبت قرارداد +	---	تشکیل پرونده تسهیلات +
Tra(۵,۱۰,۱۵)m	ثبت درخواست کارت	Tra(۳,۵,۷)m	مالحظه درخواست مشتری و اهراز هویت
Tra(۵,۱۰,۱۵)m	ثبت و امضای سیستمی قرارداد	Tra(۵,۱۰,۱۵)m	اخذ و بررسی مدارک مشتری و استعلام‌ها
Tra(۲,۵,۸)h	اخذ امضای مشتری در فیزیک قرارداد	Tra(۳,۵,۷)m	تطابق مدارک و درخواست‌ها با دستورالعمل‌ها
Tra(۳,۵,۷)m	اخذ سیستمی کارمزدهای مربوطه	Tra(۵,۱۰,۱۵)m	تنظیم پیشنهاد
Tra(۳,۵,۷)m	ثبت نهایی قرارداد در سیستم	Tra(۱۰,۱۵,۲۰)m	اخذ استعلام‌ها (ایرانیان / مکنا / فرمان)
---	صدور و تحول کارت +	Nor(۱,۱)d	بررسی و تهیه گزارش / فرمان
Tra(۳,۵,۷)m	صدور کارت در شعبه	Nor(۱,۱)d	بررسی و تهیه گزارش / مکنا
Tra(۵,۱۰,۱۵)m	فعال‌سازی کارت و تحویل آن به مشتری	Nor(۱,۱)d	بررسی و تهیه گزارش / ایرانیان
Tra(۳,۵,۱۰)	دریافت کارت و امضای رسید	Tra(۵,۱۰,۱۵)	کنترل مدارک و کپی آنها

سایر بخش‌های مدل شبیه‌سازی به شرح ذیل کامل شده است:

- در خصوص توزیع آماری ورود مشتریان به سیستم، بر اساس اطلاعات موثق دریافتی از بانک، مشخص شد که به طور متوسط میزان ورود مشتریان به سیستم نمایی با پارامتر ۲ است که با در نظر گرفتن ۸ ساعت کاری در روز می‌توان گفت که به طور احتمال، در هر ۲۴۰ دقیقه یک نفر وارد سیستم می‌شود.
- درخواست وام می‌تواند مسیرهای گوناگونی داشته باشد که به ویژگی فرایند بستگی دارد. مسیرها با توزیع‌های تصادفی مدل‌سازی شده و با استفاده از گزارش‌های سیستم‌های بانکی و تخمین متخصصان واحد برنامه‌ریزی و نظارت اعتباری بانک، برآورد شده‌اند.

در ادامه مدل شبیه‌سازی شده با استفاده از نرم‌افزار شبیه‌سازی انی‌لاجیک<sup>۱</sup> پیاده‌سازی شد (شکل ۷).

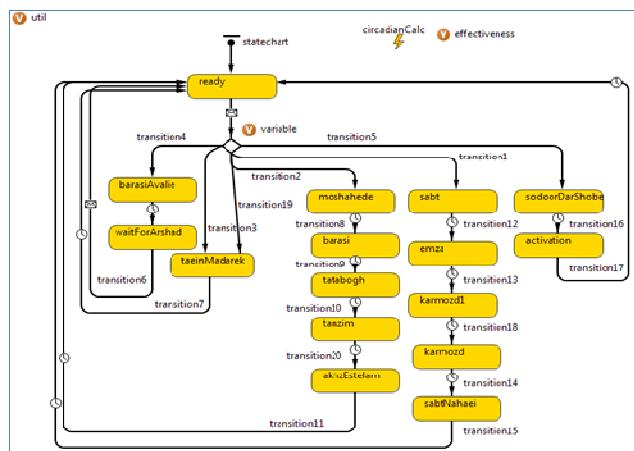


شکل ۷. نمای فرایند موجود اعطای تسهیلات کارت اعتباری در نرم‌افزار  
انی‌لاجیک - روش شبیه‌سازی گسسته پیشامد

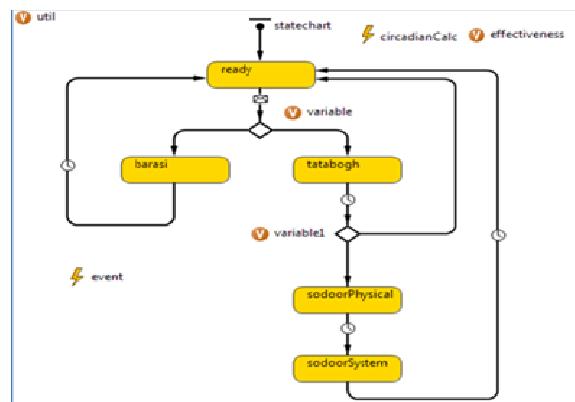
## مدل عامل بنیان فرایند

از روش عامل بنیان، به منظور مدل کردن فعالیت‌ها و موقعیت‌های منابع مختلف استفاده شده است. این کار به خوبی در شکل بخش ب مشخص شده است. برای هر عامل، یک نمودار حالت<sup>۱</sup> به منظور نمایش و انجام فعالیت‌های هر یک در نظر گرفته شده است. همچنین برای درک ساده‌تر، از دو علامت اختصاری P و M استفاده شده است. خانه‌هایی که با عنوان P در فرایند گسسته پیشامد نمایش داده شده‌اند، با بخش عامل بنیان مرتبط‌اند و M به مفهوم پیغامی است که از بخش عامل بنیان به گسسته پیشامد ارسال می‌شود. برای مثال، در فعالیت بررسی و تأیید اولیه که در شکل با عنوان P1 مشخص شده است، مراتب به عامل کاربر اعتبارات ارجاع داده می‌شود و او مطابق با فعالیت‌های از پیش تعیین شده، به بررسی اولیه درخواست اقدام کرده و با عامل کاربر ارشد مذکور می‌کند که آن را با P1-1 ترسیم کرده‌ایم. او نیز مطابق با فعالیت‌های خود پیش رفته و در نهایت، نتیجه در قالب M1 که حاوی یک پیام است، به خانه تصمیم‌گیری تأیید اولیه در حالت گسسته پیشامد ارسال می‌شود. این اقدام از طریق کدنویسی جاوا در محیط نرم‌افزار انی‌لاجیک انجام شده است.

شکل‌های ۸ و ۹، نمودارهای حالت عامل‌ها را نمایش می‌دهند.



شکل ۸. نمودار حالت کاربر اعتبارات



شکل ۹. نمودار حالت کاربر ارشد اعتبارات

در این بخش با توجه به مقدمات ارائه شده در مراحل پیشین، اقدام لازم برای پیاده‌سازی مدل ترکیبی در نرم‌افزار صورت پذیرفته است. مطابق با آنچه که در شکل ۶ مشاهده می‌شود، بخش مربوط به فرایند ارائه خدمت در نرم‌افزار مدل شده است. در اینجا، هر زمان که نیاز به فعالیت عامل‌ها باشد، سیستم با استفاده از ابزار هولد<sup>۱</sup> متوقف شده و وارد بخش شبیه‌سازی عامل‌بنیان می‌شود و بر اساس فعالیت‌های از پیش تعریف شده، اقدام‌های لازم انجام می‌شود.

### تعریف تابع دوره رفتار

همان طور که پیش‌تر نیز بیان شد، یکی از ویژگی‌های مهم شبیه‌سازی عامل‌بنیان، امکان در نظر گرفتن خصوصیت رفتاری عامل‌ها در مدل است. برای این منظور، پژوهش‌های گسترده‌ای در خصوص ویژگی‌های این نوع شبیه‌سازی انجام شده است (ماکال، ۲۰۱۶؛ الیویرا و همکاران، ۲۰۱۷؛ فنگ و فان، ۲۰۱۴). در این رابطه، بهمنظور برقراری انتباطی بیشتر با وضعیت واقعی، یکی از رفتارهای انسانی به نام تابع دوره رفتار را در مدل کلی اعمال می‌کنیم. اسپنسر<sup>۲</sup> (۱۹۸۷) این تابع را طی آزمایشی به دست آورد که برای بررسی تغییر عملکرد انسان در طول روز با توجه به تأثیرگذاری رفتار دوره‌ای اجرا کرد. بر طبق نتایج این آزمایش، نویسنده رابطه‌ای ارائه داد که بخشی از روز را به لحظه‌ای که تا آن زمان شخص بیدار است، مرتبط می‌کرد تا عملکرد اپراتورها در اوقات مختلف روز پیش‌بینی شود. تابع نهایی به دست آمده را نماد عددی تعویض کار<sup>۳</sup> نامید که در آن پارامترهای  $T$  و  $t$  به ساعت اندازه گیری شده‌اند و  $T$  زمانی از روز و  $t$  زمان سپری شده از لحظه بیداری تا لحظه  $T$  است.

$$DSST(T, t) = 233.3 + 1.54t - 0.304t^2 + 0.0108t^3 + 4.97\cos(2\pi(T - 17.05)/24) \quad (1)$$

رابطه ۱ در نرم‌افزار کدنویسی و به عنوان ضریب در مدت زمان کاری عامل‌ها اعمال شد. در پژوهش حاضر، برای اشاره به این اقدام، از اصطلاح eff استفاده شده است.

### تأثیر و اعتباردهی مدل

مدل پیاده‌سازی شده در نرم‌افزار چندین بار اجرا شد و در طول اجرای آن، ایراد نرم‌افزاری و منطقی به وجود نیامد. تمام بخش‌های مربوط به شبیه‌سازی در طول اجرا کنترل شدند و عملکرد صحیح آنها تأیید شد. مدل یادشده در اختیار خبرگان قرار گرفت و از لحاظ وجود تطابق با دنیای واقعی به تأیید رسید. همچنین برای اعتبارسنجی، مقایسه‌ای بر اساس داده‌های جمع‌آوری شده از فرایند موجود و فرایند شبیه‌سازی با روش ترکیبی گستته پیشامد و عامل‌بنیان انجام شد. طبیعت تصادفی مدل شبیه‌سازی، به حصول نتایج مختلف به‌ازای هر بار اجرا منجر می‌شود، از این‌رو، مدل شبیه‌سازی می‌باشد که چندین بار اجرا شود تا مقداری اتکاپذیر و ثابت حاصل شود؛ به این دلایل که پس از پیاده‌سازی مدل در نرم‌افزار، باید ابتدا عملیات کالیبراسیون را انجام داد و همچنین، در شبیه‌سازی به‌واسطه بهره‌مندی از توزیع‌های آماری و شرایط تصادفی، ممکن است در مواقعی نتایج معقولی حاصل نشود. سپس می‌توان نتایج حاصله را با داده‌های

1. Hold  
3. Spencer

2. Feng, & Fan  
4. Digit Symbol Substitution Task (DSST)

تاریخی با استفاده از آزمون آماری مقایسه کرد (سارجنت، ۲۰۱۱). در اینجا مدل در طول ۶ ماه اجرا شد و از آنجایی که مطابق با داده‌های محیط واقعی، بیشترین زمان دریافت کارت اعتباری ۲۳ روز ثبت شده بود، مدت ۱ ماه برای آمده‌سازی در نظر گرفته شد. متوسط زمان چرخه کاری از اجرای چندباره مدل، معادل ۱۶/۵۷ بددست آمد. به علاوه، تعداد درخواست‌های پردازش شده حاصل از مشاهده تجربی، ۲ درخواست در روز در نظر گرفته شده است. نتایج طول زمان انتظار<sup>۱</sup> که مبین مدت زمان ثبت درخواست مشتری در سیستم تا لحظه دریافت کارت اعتباری است، استخراج شد. از سوی دیگر، میزان همین شاخص در محیط واقعی نیز بددست آمد. برای این کار، داده‌های واقعی از بانک تجمعی شد و با اعمال فیلترهای لازم روی آن و ایجاد شرایط مشابه با حالت سیستمی، میانگین زمان انتظار در سیستم معادل با ۱۵/۰۵ روز بددست آمد.

در واقع، در این بخش، در صدد انجام آزمون فرض برابری میانگین‌ها میان داده‌های حاصل از موقعیت واقعی (۱۱) و داده‌های حاصل از مدل (۱۲) هستیم. این آزمون فرض را می‌توان به شکل زیر نوشت:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$$

آزمون  $t$  دو نمونه‌ای برای مقایسه طول زمان انتظار داده‌های واقعی و نتایج حاصل از مدل استفاده شده است. در جدول ۳، نتایج اعتباردهی برای میانگین مقدار طول زمان انتظار مشتری خلاصه شده است. با توجه به مقدار p-value که برابر با ۰/۰۷۷ و بیشتر از ۰/۰۵ است، فرض صفر را نمی‌توان رد کرد. به این مفهوم که میانگین حاصل از مدل بر میانگین حاصل از دنیای واقعی منطبق است.

جدول ۳. نتایج اعتبارسنجی مدل از طریق مقایسه داده‌های واقعی با خروجی مدل

P-value		داده‌های واقعی	داده‌های مدل	مقدار بحرانی	
۰/۰۷۷	۱/۰۷۷	۱۶/۵۷	۱۵/۰۵	میانگین	طول زمان انتظار
		۶/۶۶	۶/۵	انحراف معیار	

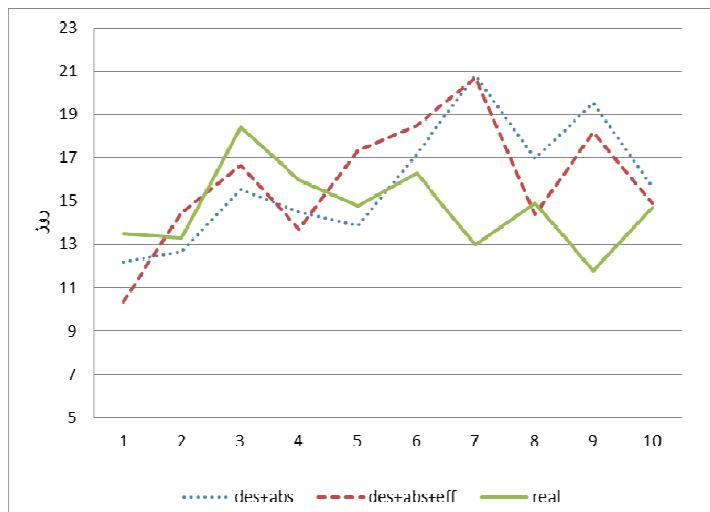
## یافته‌های پژوهش

در این بخش، خروجی‌های مدل ترکیبی بررسی و تحلیل شده است. برای نمایش ویژگی مهم حالت شبیه‌سازی ترکیبی، میزان تطابق خروجی آن با وضعیت موجود مقایسه می‌شود.

## تحلیل اول: تطابق مدل با واقعیت

در تحلیل اول، نتایج مربوط به مدت زمان انتظار وضعیت موجود را که برگرفته از داده‌های واقعی بانک مورد مطالعه بود با خروجی حالت شبیه‌سازی ترکیبی گستته پیشامد و عامل‌بنیان مقایسه کردیم. این داده‌ها مربوط به ۱۰۰ نمونه اعطای وام در هر یک از دو سیستم هستند که به صورت دهک‌بندی روی نمودار در قالب شکل ۱۰ آورده شده است.

1. Length Of Stay (LOS)



شکل ۱۰. نمودار مقایسه‌ای چرخه کاری در اجراهای مختلف

در شکل ۱۰ وضعیت دنیای واقعی با عبارت  $\text{real}$ ، حالت ترکیبی گسسته پیشامد و عامل بنیان با عبارت  $\text{des+abs}$  و حالت ترکیبی شبیه‌سازی با اضافه کردن ضریب تابع دوره رفتار با  $\text{des+abs+eff}$  نشان داده شده‌اند. همان‌طور که مشاهده می‌شود، در کل رفتار مدل‌های شبیه‌سازی ترکیبی با وضعیت واقعی منطبق است.

### تحلیل دوم: میانگین خطای نسبی

با عنایت به اینکه در مدل شبیه‌سازی ترکیبی، مدل کردن رفتار عوامل انسانی، مانند تابع دوره رفتاری امکان‌پذیر است، انتظار می‌رود خروجی‌های حاصل از این روش مدل‌سازی با دنیای واقعی انطباق بیشتری داشته باشد. از این رو حالت شبیه‌سازی گسسته پیشامد با حالت ترکیبی مقایسه و ارزیابی شد. در جدول ۴ مشاهده می‌شود که مدل ترکیبی بیشتر از مدل‌های شبیه‌سازی گسسته پیشامد به رفتار سیستم واقعی تمايل دارد. برای کمی‌سازی این تفاوت، از میانگین خطای نسبی استفاده شده است، به بیانی دیگر، داده‌های میانگین تفاوت بین نتیجه وضعیت واقعی و مدل شبیه‌سازی جمع‌آوری و محاسبات مربوطه انجام شد. برای این کار از رابطه ۲ استفاده شده است.

$$\text{Average Relative Error} = 1 - \frac{r}{s} \quad \text{رابطه ۲}$$

که در آن،  $r$  میانگین داده‌های واقعی و  $s$  میانگین داده‌های شبیه‌سازی است. نتایج در قالب جدول ارائه شده است. در جدول میانگین خطای نسبی مدل ترکیبی کمتر از مدل DES است.

جدول ۴. میانگین خطای نسبی مدل‌های شبیه‌سازی

مدل ترکیبی	مدل گسسته پیشامد	شاخص
$1 - \frac{15/0.5}{16/0.7} = 0.6$	$1 - \frac{15/0.5}{16/5} = 0.88$	میانگین خطای نسبی

در جدول ۴ میانگین داده‌های وضعیت واقعی برابر با  $15/0.5$ ، داده‌های مدل گسسته پیشامد برابر با  $16/5$  و داده‌های مدل ترکیبی برابر با  $16/0.7$  برآورد شده است.

## نتیجه گیری و پیشنهادها

در وضعیت اقتصادی جاری، هر روزه شرکت های بیشتری به مدیریت فرایند کسب و کار روی می آورند. این توجه، به مهارت ها و قابلیت های جدید برای مدیریت اجزای نامحسوس راه حل ها نیاز دارد. به منظور کسب رضایتمندی مشتریان و بهره مندی از عملیات کار، ارزیابی کمی فرایند، اهمیت زیادی دارد. با طراحی دقیق فرایند، می توان از شبیه سازی فرایند کسب و کار، به عنوان ابزاری مفید و مقرر برای پیش بینی تأثیر های محتمل، به واسطه اعمال تعییر روی عملیات جاری بهره برد. از جمله نتایج مطلوب شبیه سازی آن است که مانع می شود سازمان، زمان و هزینه چشمگیری را برای بهبود فرایند هایی صرف کند که در نهایت برای مجموعه، حاصلی جز زیان ندارد. مدل های شبیه سازی، فرصت تجربه تصمیم های مختلف و تحلیل نتایج آنها را در سیستم مقدور می سازند. در وضعیتی که هزینه و ریسک آزمایش های واقعی شایان توجه است، بهره مندی از این ابزار، کاملاً منطقی به نظر می رسد و به مدیران در فرایند اخذ تصمیم های راهبردی و عملیاتی یاری می رساند، از این رو، می تواند ابزاری مهم در تعریف و مدل سازی کسب و کار محسوب شود.

به طور کلی، در این پژوهش، پس از بررسی تمام روش های مدیریت فرایند کسب و کار، روش BPMN2 از میان آنها انتخاب شد. سپس، تمام فرایند های بانکی بررسی شدند و یکی از مهم ترین آنها که سهم زیادی در رضایتمندی مشتریان داشت (کارت اعتباری که زیر مجموعه خدمات اعتباری بانک است) انتخاب شد. در ادامه با مطالعه و بررسی کتاب ها و مقاله های مرتبط به شبیه سازی و نحوه ترکیب روش های مختلف آن به منظور تحلیل فرایند، اقدام لازم صورت پذیرفت و مدلی نوین برای ترکیب مدیریت فرایند کسب و کار با شبیه سازی گستته پیشامد و شبیه سازی عامل بنیان تهیه شد. بر این اساس، دو بار به طور مجزا، فرایند اعطای کارت اعتباری در دو شعبه ترسیم شد. شایان ذکر است که این فرایند با استفاده از اسناد و مدارک بانکی، شامل تمامی اطلاعیه ها و بخش نامه های بانک و همچنین مصاحبه با خبرگان بانکی و حضور در محل شعبه و سپری کردن مراحل اخذ کارت اعتباری به عنوان مشتری ترسیم شد، در نهایت نیز، تمامی خروجی های بدست آمده در نرم افزار آنی لاجیک پیاده سازی شدند و شبیه سازی مدل و مسائل مرتبط با آن صورت پذیرفت.

نتایج تحلیل های به عمل آمده، نشان از مشابه تریت بیشتر حالت ترکیبی با دنیای واقعی دارد، لذا سایر پارامتر های کنترلی یا همان شاخص های کلیدی عملکرد، از اعتبار بیشتری برخوردار خواهد بود. این امر به اخذ تصمیم های بهتر در خصوص فعالیت های کاری و کارکنان منجر خواهد شد. کمک پژوهش حاضر، مطالعه فرایند های کاری از یک سو و از سوی دیگر، تبیین نقش عوامل انسانی در راهه خدمات در سازمان های خدماتی به مشتریان است. با استفاده از مدل حاضر، ضمن امکان بررسی سناریوهای مختلف، به واسطه اعمال تعییر در پارامتر های ورودی و مشاهده نتایج حاصل از آن، ارزیابی هر یک از سناریوها نیز با تعریف عوامل کلیدی موقوفیت، مانند مدت زمان ماندن در سیستم و مطلوبیت هر یک از کارکنان امکان پذیر می شود. علاوه بر این، مدل مزبور را می توان برای سایر فرایند های کاری نیز به کار گرفت. به لحاظ روش شناسی، روش مدل سازی مطرح شده در این مقاله، چارچوبی را برای شبیه سازی ترکیبی فرایند های کسب و کار حاصل از یکپارچه کردن روش های مدیریت فرایند کسب و کار، شبیه سازی گستته پیشامد و شبیه سازی عامل بنیان ارائه کرده است که می توان آن را مجدداً استفاده کرد. در این خصوص پیشنهاد می شود که در تحقیقات بعدی، از تلفیق رویکرد شبیه سازی با تکنیک های تصمیم گیری چند معیاره استفاده شود. همچنین می توان همزمان از روش شبیه سازی پویایی های سیستم برای مدل سازی

عوامل کلان مؤثر بر فرایندهای کاری، مانند برنامه استراتژیک، بهره برد. علاوه بر آنچه بیان شد با توجه به قابلیت‌های روش عامل‌بنیان می‌توان با در نظر گرفتن سایر فاکتورهای انسانی، مانند تابع یادگیری در حین خدمت و تابع یادگیری و فراموشی، سطح عملکرد مدل را ارتقا داد.

از جمله محدودیت‌های موجود در پژوهش حاضر، علاوه بر دشواری تجمعی داده‌ها و اطلاعات، می‌توان به پیچیدگی‌های علم شبیه‌سازی و پیش‌نیازهای آن (علم آمار و کدنویسی نرم‌افزاری) اشاره کرد که صرف وقت کافی برای فراگیری و پیاده‌سازی آنها را می‌طلبد.

## منابع

آذر، عادل؛ سقالرزاده، سمانه؛ رجب‌زاده، علی (۱۳۹۱). شبیه‌سازی فازی در شرایط عدم اطمینان. *مدیریت صنعتی*، ۲(۲)، ۱-۲۰.  
ایمانی‌مهر، مهدی؛ عبدالله‌خانی، مجید (۱۳۹۳). مدیریت فرایندهای کسب‌وکار در نظام بانکی. *چهارمین همایش بانکداری الکترونیک*.

تقوی فرد، محمد تقی؛ دادوند، آربیا؛ آقایی، مجتبی (۱۳۹۶). بهبود فرایند خدمت دهی در بانک با رویکرد شبیه‌سازی و سناپریوسازی (مورد مطالعه: بانک پاسارگاد). دومین کنفرانس بین‌المللی مدیریت صنعتی، بابلسر، دانشگاه مازندران.

رضایی، کامران؛ تدین، سحر؛ استادی، بختیار؛ اقدسی، محمد (۱۳۸۸). عوامل کلیدی موفقیت در پیاده‌سازی مدیریت فرایند و ارائه چهارچوبی برای ارزیابی آمادگی سازمان. *مدیریت صنعتی*، ۱(۳)، ۳۷-۵۲.

سجادی، سید خلیل؛ عظیمی، پرham (۱۳۹۳). بهینه‌سازی تعداد تجهیزات شب بانک به کمک شبیه‌سازی و الگوریتم تبرید. *پژوهش‌های مدیریت در ایران*، ۱۸(۴)، ۶۵-۸۶.

صارمی، محمود؛ افشاری، حمیدرضا (۱۳۸۹). تجزیه و تحلیل شکاف فرایندی برای پروژه‌های بازنده‌سی فرایند کسب و کار؛ مطالعه موردی در شرکت مپنا. *مدیریت صنعتی*، ۵(۲)، ۴۳-۵۸.

صفرازاده، حسین؛ قریشی، معصومه (۱۳۹۰). نقش بکارگیری سیستم مدیریت فرایند کسب و کار در بهبود عملکرد سازمان‌ها. *فصلنامه تخصصی رشد فناوری*، ۷(۲۶)، ۴۷-۵۳.

علینقیان، مهدی؛ ایزدبخش، حمیدرضا؛ زرین بال ماسوله، مرضیه (۱۳۹۳). مقدمه‌ای بر شبیه‌سازی سیستم‌های گستته پیش‌امد. *کرج: مؤسسه انتشاراتی موجک*.

محمدپناه، مریم؛ یوسفی زنوز، رضا؛ حسن‌زاده، اکبر (۱۳۹۵). ارائه نوعی مدل تصمیم‌گیری برای بهره‌وری عملیاتی کارکنان در فرایند گردش کار بانکی دریافت تسهیلات مسکن. *مدیریت صنعتی*، ۸(۱)، ۶۱-۷۴.

نظری شیرکوهی، سلمان؛ یعقوبی، امیر؛ تقی‌زاده بیزدی، محمدرضا (۱۳۹۸). به کارگیری شبیه‌سازی گستته پیشامد و تحلیل پوششی داده‌ها به منظور بهبود عملکرد اورژانس بیمارستان. *مدیریت صنعتی*، ۱۱(۱)، ۶۳-۸۲.

همایون‌فر، مهدی؛ باقرسلیمی، سعید؛ نهادنی، بیژن؛ ایزدی شیجانی، کاوه (۱۳۹۷). شبیه‌سازی مبتنی بر عامل شبکه تأمین شرکت ملی پخش فراورده‌های نفتی در قالب سیستم انطباقی پیچیده به منظور دستیابی به سطح موجودی بهینه. *مدیریت صنعتی*، ۱۰(۴)، ۶۰۷-۶۳۰.

## References

- Abdelghany, M., Eltawil, A.B. & Abdou, S.F. (2016). A Discrete-Event and Agent-Based Hybrid Simulation Approach for Healthcare Systems Modeling and Analysis. *Proceedings of the 2016 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, Kuala Lumpur, Malaysia, 1921-1928.
- Alinaghian, M., Izadbakhsh, H. & Zarinbalmasole, M. (2015). *Introduction to discrete-event systems simulation*. Mojak publications, Karaj. (in Persian)
- Azar, A., Saghalarzadeh, S. & Rajabzadeh, A. (2013). Fuzzy Simulation under Uncertainty. *Industrial Management Journal*, 4(2), 1-20. (in Persian)
- Banks, J. (2001). *Discrete-event system simulation*. (3<sup>rd</sup> Edition). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Bennett, P. G. (1985). On linking approaches to decision-aiding: Issues and prospects. *The Journal of the Operational Research Society*, 36 (8), 659-669.
- Brailsford, S.C., Eldabi, T., Kunc, M., Mustafee, N., & Osorio, F.A. (2018). Hybrid simulation modeling in operational research: a state-of-the-art review. *European Journal of Operational Research*, 3(278), 721-737.
- Dodds, S. (2007). *Three wins: Service improvement using value stream design*. Lulu.com.
- Epstein, J. M. & Axtell, R. (1996). *Growing Artificial Societies: Social Science from the Bottom Up*. vol. 1 (1<sup>th</sup> Edition). The MIT Press.
- Feng, Y. & Fan, W. (2014). A Hybrid Simulation Approach to Dynamic Multi Skilled Workforce Planning Of Production Line. *Proceedings of the 2014 Winter Simulation Conference*, Savannah, GA.1632-1643.
- Ghorbanian, A., Ostadi, B., & Chaharsooghi, K. (2015). Developing a Hybrid Business Process Model Based on Simulation-Knowledge Management, *Management and Administrative Sciences Review*, 4(2), 306-324.
- Hao, T., & Yifei, T. (2011). Study on Queuing System Optimization of Bank Based on BPR. *Procedia Environmental Sciences*, 10, 640-646.
- Hessels, S. (2016). *Process Mining & Simulation*, Business Analytics.
- Homayounfar, M., Bagher-Salimi, S., Nahavandi, B., Izadi Sheijani, K. (2019). Agentbased Simulation of National Oil Products Distribution Company's Supply Network in the Framework of a Complex Adaptive System in Order to Achieve an Optimal Inventory Level. *Industrial Management Journal*, 10(4), 607-630. (in Persian)
- Imanimehr, M., & Abdulakhani, M. (2014). Management of business processes in the banking system. *Fourth Electronic Banking Conference in Iran*. (in Persian)
- Islam, S. & Daud Ahmed, M. (2012). Business process improvement of credit card department: case study of a multinational bank. *Business Process Management Journal*, 18(2), 284-303.
- Jahangirian, M., Eldabi, T., Naseer, A., Stergioulas, L.K. & Young, T. (2010). Simulation in manufacturing and business: A review. *European Journal of Operational Research*, 203 (1), 1-13.

- Kang, P. S., Aboutaleb, A., Silva, C. U., Alexandre Erhart, A., Todeschini, V. & Duffy, A. (2015). Process Control Parameters Evaluation Using Discrete Event Simulation for Business Process Optimization. *Proceedings of the 64th IWCS Conference*, 569-577.
- Keller, P. (2004). *Six Sigma Demystified: A Self-Teaching Guide*. McGraw-Hill Companies, Incorporated.
- Leyer, M. & Hollmann, M. (2014). Introduction of electronic documents: how business process simulation can help. *Business Process Management Journal*, 20(6), 950-970.
- Macal, C.M. (2016). Everything you need to know about agent-based modelling and simulation. *Journal of Simulation*, 10, 144–156.
- Mathew, B. & Mansharamani, R. (2012). Simulating Business Processes – A Review of Tools and Techniques. *International Journal of Modeling and Optimization*, 2(4), 417-421.
- Mohamadpanah, M., Yousefi, Z. R. & Hassan, Z. A. (2017). Providing a Decision-Making Model for Operational Productivity of Employees in the Banking Workflow Process of Receiving Housing Facilities. *Industrial Management Journal*, 8(1), 61-74. (in Persian)
- Nazari-Shirkouhi, S., Yaghoubi, A., & Taghizadeh Yazdi, M.R. (2019). Discrete Event Simulation and Data Envelopment Analysis to Improve the Performance of Hospital Emergency Department. *Industrial Management Journal*, 11(1), 63-82. (in Persian)
- Nikolaïdou, M., & Anagnostopoulos, D., & Tsalgatidou, A. (2009). Business Processes Modelling and Automation in the Banking Sector: A Case Study. *International Journal of Simulation*, 2(2), 65-76.
- Oliveira, M. L. M., Montevechi, J. A. B., Pinho, A. F. & Miranda, R. C. (2017). Using Hybrid Simulaion to Present the Human Factor in Production Systems. *International Journal of Simulation Modeling*, 16(2), 263-274.
- Paisittanand, S., & Olson, D. L. (2006). A simulation study of IT outsourcing in the credit card business. *European Journal of Operational Research*, 175(2), 1248-1261.
- Rezaee, K., Tadayon, S., Ostadi, B. & Aghdasi, M. (2010). Key Success Factors in Process Management Implementation and Providing a Framework for Evaluating Organization Readiness. *Industrial Management Journal*, 1(3), 37-52. (in Persian)
- Russo, D., Passacntando, F., Geppert, L. & Manca, L. (2013). Business Process Modeling and Efficiency Improvement through an Agent-Based Approach. *Systemic, Cybernetics and Informatics*, 11, 1-6.
- Safarzadeh, H. & Qorishi, M. (2010). The role of using the business process management system to improve the performance of organizations. *Journal of Technology Growth*, 7(26), 47-53. (in Persian)
- Sajadi, S., & Azimi, P. (2014). Optimizing the number of bank branch equipment with the help of simulation and refrigeration algorithm. *Management Research in Iran*, 12(18), 65-86. (in Persian)
- Saremi, M., Afshari, H. (2011). Process Gap Analysis for Business Process Reengineering Projects - A Case Study at Mapna Company. *Industrial Management Journal*, 2(5), 43-58. (in Persian)
- Sargent, R. G. (2011). Verification and validation of simulation models. *Proceedings of the Winter Simulation Conference, Phoenix, Arizona*. 183-198.

- Shanthikumar, J. G. & Sargent, R. G. (1983). A unifying view of hybrid simulation/Analytic models and modeling. *Operations Research*, 31 (6), 1030–1052.
- Shin, N., & Jemella, D.F. (2002). Business Process Reengineering and Performance Improvement The case of Chase Manhattan Bank. *Business Process Management Journal*, 8(4), 351-363.
- Siadat, S. H. & Hemati, R. (2014). Improving Business Processes by Best Practices: A Case Study of Bank Commercial Civil Partnership Process. *Management and Administrative Sciences Review*. 3(5), 683-699.
- Spencer, M.B. (1987). The influence of irregularity of rest and activity on performance: a model based on time since sleep and time of day. *Ergonomics*, 30(9), 1275-1286.
- Taqavifard, M., Dadvand, A. & Aghaei M. (2017). Improvement of Banking Service Process with Simulation and Scenario Approach (Case study: Pasargad Bank). *Second International Conference on Industrial Management*, 75-105. (in Persian)
- Van der Aalst, W.M.P. (2010). Business Process Simulation Revisited. In: Barjis J. (eds) *Enterprise and Organizational Modeling and Simulation. EOMAS 2010*. Lecture Notes in Business Information Processing, 63, 1-15.
- Wagner, G., Nicolae, O. & Werner, J. (2009). Extending Discrete Event Simulation by Adding an Activity Concept for Business Process Modeling and Simulation. *Proceedings of the 2009 Winter Simulation Conference*, 2951-2962.
- Waller, A., Clark, M. & Enstone, L. (2006). L-SIM: Simulating BPMN diagrams with a purpose built engine. *Proceedings of the 2006 Winter Simulation Conference*, 591-597.
- Weib, B. (2011). Business Process Modeling and Analysis in Banks. *ERCIS Research Network*, European Research Center for Information Systems.
- West, M. (2004). *Real Process Improvement Using the CMMI*, Boston, MA.
- Yuan, J. & Hui, Ng. S. (2015). Calibration, validation, and prediction in random simulation models: Gaussian process metamodels and a bayesian integrated solution. *ACM Transactions on Modeling and Computer Simulation*, 25(3).