

Simulation of Effective Electronic Banking Factors on Profitability Using a System Dynamics Approach: A Case Study of Maskan Bank

1. Hossein Keshavarzi Nejjhad¹: Department of Accounting, Sha.C, Islamic Azad University, Shahrood, Iran

2. Mohammad Reza Abdoli^{2*}: Department of Accounting, Sha.C, Islamic Azad University, Shahrood, Iran. Email: mr.abdoli@iau.ac.ir (Corresponding Author)

Article history



Received: 23 September 2025

Revised: 16 February 2026

Accepted: 21 February 2026

Initial Publish: 26 February 2026

Final Publish: 22 December 2026

Abstract:

The objective of this study was to dynamically simulate and analyze the factors affecting electronic banking and their impact on the profitability of Maskan Bank using a system dynamics approach and scenario evaluation. This study was developmental in purpose and descriptive–simulation in nature, conducted using a system dynamics modeling approach. Secondary data were collected from Maskan Bank over a five-year period from 2020 to 2025. The research model was developed using Vensim DSS software and incorporated endogenous and exogenous variables including population growth rate, bank interest rate, electronic banking services, social networks, customer base, customer satisfaction, and bank profitability. Model validation was performed using multiple system dynamics validation tests including boundary adequacy, structural assessment, dimensional consistency, behavior reproduction, extreme condition testing, and sensitivity analysis. In addition, various scenarios were simulated to evaluate the impact of changes in electronic banking and social network services on bank profitability. Sensitivity analysis results indicated that increases in population growth rate and bank interest rate significantly enhanced bank profitability. Simulation results further demonstrated that reducing or eliminating electronic banking components and social network services led to a substantial decline in bank profitability. However, increasing electronic banking and social network services beyond certain levels did not produce a proportional increase in profitability. The model also showed that increased use of electronic banking improved customer satisfaction, increased customer acquisition, enhanced deposit levels, and ultimately contributed to improved bank profitability. The findings indicate that electronic banking plays a critical role in sustaining bank profitability, but its expansion alone does not guarantee increased profitability, as its effectiveness depends on complementary factors such as customer behavior, interest rates, and demographic conditions. Furthermore, system dynamics modeling proved to be an effective tool for analyzing complex banking system behavior and predicting the outcomes of electronic banking policies. These results provide valuable insights for bank managers in strategic decision-making and in designing effective electronic banking development policies.

Keywords: Electronic banking, system dynamics, bank profitability, social networks, simulation, Maskan Bank

Citation: Keshavarzi Nejjhad, H., & Abdoli, M. R. (2026). Simulation of Effective Electronic Banking Factors on Profitability Using a System Dynamics Approach: A Case Study of Maskan Bank. *Accounting, Finance and Computational Intelligence*, 4(4), 1-23.



Copyright: © 2026 by the authors. Published under the terms and conditions of Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) License.

Extended Abstract**Introduction**

In recent decades, rapid advances in information and communication technologies have fundamentally transformed the structure, operations, and service delivery mechanisms of the banking industry. Electronic banking (e-banking), as one of the most significant outcomes of digital transformation, has emerged as a strategic tool enabling financial institutions to enhance operational efficiency, improve customer service quality, and strengthen their competitive position in increasingly dynamic financial markets. By enabling customers to conduct financial transactions remotely through digital platforms, e-banking has eliminated traditional constraints of time and location, thereby improving accessibility and convenience while reducing operational costs for banks (Asadzadeh & Kiani, 2015; Elahi et al., 2013). This transformation has shifted banking from a branch-centered operational model to a technology-driven, customer-centric service ecosystem that prioritizes efficiency, flexibility, and responsiveness to customer needs (Carranza et al., 2021; Mukerjee, 2024).

The expansion of e-banking has also significantly influenced the financial performance and profitability of banking institutions. Prior research indicates that e-banking contributes to cost reduction, enhances service delivery efficiency, and facilitates better resource allocation, all of which contribute positively to bank profitability and organizational performance (Apendi et al., 2025; Ihsanfar et al., 2016). Moreover, the integration of digital banking channels has enabled banks to expand their customer base and improve market competitiveness by providing innovative and convenient financial services (Sandhu & Arora, 2020; Traore & Loang, 2023). Electronic banking platforms also enable banks to collect and analyze customer data more effectively, allowing them to offer personalized financial services and improve overall customer experience, which ultimately strengthens financial performance and competitive advantage (Ghasemi et al., 2021; Nasehi Far et al., 2021).

Customer satisfaction plays a crucial mediating role in the relationship between e-banking and financial performance. Research demonstrates that the availability of efficient, secure, and user-friendly electronic banking services enhances customer satisfaction, which in turn improves customer loyalty and long-term profitability (Minhaj & Khan, 2025; Widayanti & Alam, 2024). Additionally, electronic banking facilitates value co-creation between banks and customers by improving interaction quality and enabling customers to access services more efficiently (Carranza et al., 2021). Factors such as perceived usefulness, trust, ease of use, and security significantly influence customers' intention to adopt and use e-banking services, highlighting the importance of technological and behavioral factors in the success of digital banking systems (Al-Ajam & Nor, 2013; Santouridis & Kyritsi, 2014). Furthermore, recent technological developments, including artificial intelligence and digital interaction technologies, have enhanced customer engagement and improved the effectiveness of electronic banking platforms (Keshtgar & Abbaspour, 2022; Mukerjee, 2024).

Despite its numerous advantages, the adoption and effectiveness of electronic banking are influenced by various structural, technological, and behavioral factors. Customer attitudes, trust, digital literacy, and perceived risk significantly affect the extent to which customers use electronic banking services (Kaulu et al., 2024; Liao et al., 2024). In addition, infrastructure limitations, security concerns, and technological barriers may hinder the effective implementation and utilization of digital banking systems (Patel & Patel, 2024). Moreover, demographic and social factors also influence the adoption and effectiveness of electronic banking services, indicating the need for a comprehensive and dynamic analysis of the factors affecting bank profitability through digital transformation (Cui & Xu, 2022; Nirmala & Kumar, 2024). Given the complex and dynamic nature of banking systems, system dynamics modeling provides a valuable methodological framework

for analyzing the interactions between electronic banking factors and financial performance. Therefore, this study aims to simulate the dynamic effects of electronic banking factors on bank profitability using a system dynamics approach.

Methods and Materials

This study employed a developmental and descriptive simulation research design using a system dynamics modeling approach. The objective was to develop and simulate a dynamic model that represents the interactions between electronic banking components and bank profitability over time. The system dynamics approach was selected due to its ability to model nonlinear relationships, feedback loops, and dynamic interactions among multiple system variables. The study focused on Maskan Bank as a case study, and the simulation covered a five-year period from 2020 to 2025.

The model included both endogenous and exogenous variables. Endogenous variables included bank profitability, number of customers, customer satisfaction, electronic banking usage rate, deposit levels, and customer growth rate. Exogenous variables included population growth rate, interest rate, electronic banking infrastructure components (such as mobile banking, internet banking, payment systems, and social networks), and initial customer base. The model structure was developed using causal loop diagrams and stock-and-flow diagrams to represent system behavior and relationships among variables.

Model implementation and simulation were conducted using Vensim DSS software. Several validation tests were performed to ensure the reliability and validity of the model, including boundary adequacy tests, structural validation tests, dimensional consistency tests, behavior reproduction tests, extreme condition tests, and sensitivity analysis. Sensitivity analysis was conducted to examine the impact of changes in key variables such as population growth rate, interest rate, and electronic banking service levels on bank profitability. Scenario analysis was also performed to evaluate different levels of electronic banking development and their impact on profitability.

Findings

The simulation results demonstrated that electronic banking plays a significant role in influencing bank profitability through multiple dynamic pathways. The model showed that an increase in electronic banking usage leads to improved customer satisfaction, which subsequently increases customer acquisition and retention. This growth in customer base contributes to higher deposit levels and improved financial performance. The results indicated a reinforcing feedback loop between electronic banking usage, customer satisfaction, and profitability.

Sensitivity analysis revealed that population growth rate significantly affects bank profitability. Higher population growth increases the number of potential customers, resulting in greater deposit inflows and higher profitability over time. Similarly, increases in interest rates were found to positively influence profitability by attracting more customer deposits and improving the bank's financial position.

Scenario analysis demonstrated that reducing electronic banking infrastructure and social network integration led to a substantial decline in bank profitability. This finding indicates the critical role of electronic banking systems in maintaining financial performance. However, the results also showed that increasing electronic banking infrastructure beyond a certain level did not produce proportional increases in profitability. This suggests diminishing marginal returns and highlights the importance of customer adoption and effective utilization rather than infrastructure expansion alone.

The model successfully reproduced historical customer growth patterns and demonstrated stable behavior under extreme conditions. The validation tests confirmed that the model accurately represents the dynamic relationships between electronic banking variables and profitability.

Discussion and Conclusion

The findings of this study highlight the strategic importance of electronic banking as a critical driver of bank profitability and operational performance. Electronic banking enhances customer accessibility, improves service delivery efficiency, and strengthens customer relationships, which collectively contribute to improved financial outcomes. The simulation results demonstrate that electronic banking influences profitability indirectly through its effects on customer satisfaction, customer growth, and deposit accumulation, rather than through direct linear relationships.

The study also emphasizes the importance of customer adoption and behavioral factors in determining the effectiveness of electronic banking systems. While technological infrastructure is essential, profitability improvements depend on actual usage, customer trust, and satisfaction. This finding underscores the need for banks to focus not only on expanding electronic banking infrastructure but also on enhancing customer experience, improving service quality, and increasing customer awareness and trust in digital banking services.

Furthermore, the results demonstrate the importance of external economic and demographic factors such as population growth and interest rates in influencing bank profitability. These variables affect customer behavior, deposit levels, and financial performance, highlighting the interconnected nature of banking systems.

The system dynamics approach proved to be an effective tool for analyzing the complex and dynamic relationships between electronic banking and financial performance. By capturing feedback loops, nonlinear interactions, and long-term system behavior, the model provides valuable insights for strategic decision-making and policy development.

Overall, this study demonstrates that electronic banking plays a fundamental role in shaping bank profitability, but its effectiveness depends on customer adoption, service quality, and broader economic conditions. The findings provide important implications for bank managers and policymakers seeking to improve financial performance through digital transformation.

Authors' Contributions

Authors equally contributed to this article.

Acknowledgments

Authors thank all participants who participate in this study.

Declaration of Interest

The authors report no conflict of interest.

Funding

According to the authors, this article has no financial support.

Ethical Considerations

All procedures performed in this study were under the ethical standards.

شبیه‌سازی عوامل مؤثر بانکداری الکترونیکی بر سودآوری با رویکرد پویایی‌شناسی سیستم: مطالعه موردی بانک مسکن



تاریخچه مقاله

تاریخ دریافت: ۱ مهر ۱۴۰۴
 تاریخ بازنگری: ۲۷ بهمن ۱۴۰۴
 تاریخ پذیرش: ۲ اسفند ۱۴۰۴
 تاریخ چاپ اولیه: ۷ اسفند ۱۴۰۴
 تاریخ چاپ نهایی: ۱ دی ۱۴۰۵

۱. حسین کشاورزی نژاد^{id}: گروه حسابداری، واحد شاهرود، دانشگاه آزاد اسلامی، شاهرود، ایران

۲. محمدرضا عبدلی^{id}: گروه حسابداری، واحد شاهرود، دانشگاه آزاد اسلامی، شاهرود، ایران. ایمیل: mr.abdoli@iau.ac.ir (نویسنده مسئول)

چکیده

هدف این پژوهش شبیه‌سازی و تحلیل پویای عوامل مؤثر بانکداری الکترونیکی بر سودآوری بانک مسکن با استفاده از رویکرد پویایی‌شناسی سیستم و ارزیابی اثر سناریوهای مختلف توسعه خدمات الکترونیکی بود. این پژوهش از نظر هدف، توسعه‌ای و از نظر ماهیت، توصیفی-شبیه‌سازی است که با استفاده از رویکرد پویایی‌شناسی سیستم انجام شد. داده‌های مورد نیاز از منابع ثانویه بانک مسکن در بازه زمانی پنج‌ساله ۱۳۹۹ تا ۱۴۰۴ استخراج گردید. مدل پژوهش با استفاده از نرم‌افزار Vensim DSS طراحی شد و شامل متغیرهای درون‌زا و برون‌زا مانند نرخ رشد جمعیت، نرخ سود بانکی، خدمات بانکداری الکترونیکی، شبکه‌های اجتماعی، تعداد مشتریان، رضایت مشتری و سودآوری بانک بود. برای اعتبارسنجی مدل از آزمون‌های کفایت مرز، ارزیابی ساختار، ثبات ابعادی، بازتولید رفتار، شرایط حدی و تحلیل حساسیت استفاده شد. همچنین سناریوهای مختلف برای بررسی اثر تغییر سطح خدمات بانکداری الکترونیکی و شبکه‌های اجتماعی بر سودآوری بانک اجرا گردید نتایج تحلیل حساسیت نشان داد افزایش نرخ رشد جمعیت و نرخ سود بانکی تأثیر مثبت و معناداری بر سودآوری بانک دارد. همچنین نتایج شبیه‌سازی نشان داد حذف یا کاهش مؤلفه‌های بانکداری الکترونیکی و شبکه‌های اجتماعی منجر به کاهش قابل توجه سودآوری بانک می‌شود. با این حال، افزایش بیش از حد سطح خدمات بانکداری الکترونیکی و شبکه‌های اجتماعی تأثیر افزایشی قابل توجهی بر سودآوری نشان نداد. علاوه بر این، مدل نشان داد که افزایش نرخ استفاده از خدمات بانکداری الکترونیکی موجب افزایش رضایت مشتری، افزایش تعداد مشتریان، افزایش سپرده‌گذاری و در نهایت افزایش سودآوری بانک می‌شود. نتایج این پژوهش نشان داد بانکداری الکترونیکی به عنوان یک عامل کلیدی در حفظ و پایداری سودآوری بانک نقش مهمی ایفا می‌کند، اما افزایش آن به تنهایی تضمین‌کننده افزایش سودآوری نیست و اثر بخشی آن به عوامل مکملی مانند رفتار مشتری، نرخ سود بانکی، و شرایط جمعیتی وابسته است. همچنین مدل پویایی‌شناسی سیستم ابزار مؤثری برای تحلیل رفتار پیچیده سیستم بانکی و پیش‌بینی پیامدهای سیاست‌های مختلف بانکداری الکترونیکی فراهم می‌کند. این یافته‌ها می‌توانند به مدیران بانکی در اتخاذ تصمیمات راهبردی و طراحی سیاست‌های مؤثر در توسعه خدمات بانکداری الکترونیکی کمک نمایند.

کلیدواژه‌گان: بانکداری الکترونیکی، پویایی‌شناسی سیستم، سودآوری بانک، شبکه‌های اجتماعی، شبیه‌سازی، بانک مسکن

شبهه استناددهی: کشاورزی نژاد، حسین، و عبدلی، محمدرضا. (۱۴۰۵). شبیه‌سازی عوامل مؤثر بانکداری الکترونیکی بر سودآوری با رویکرد پویایی‌شناسی سیستم:

مطالعه موردی بانک مسکن. *حسابداری، امور مالی و هوش محاسباتی*، ۴(۴)، ۲۳-۱.



تحولات گسترده در فناوری اطلاعات و ارتباطات طی دهه‌های اخیر، ساختار و ماهیت صنایع خدماتی، به‌ویژه صنعت بانکداری را به طور بنیادین دگرگون ساخته است. در این میان، بانکداری الکترونیکی به عنوان یکی از مهم‌ترین پیامدهای تحول دیجیتال، نقش کلیدی در بازتعریف فرآیندهای مالی، ارتقای کیفیت خدمات و افزایش کارایی عملیاتی بانک‌ها ایفا کرده است. بانکداری الکترونیکی با فراهم‌سازی امکان انجام تراکنش‌های مالی بدون محدودیت زمانی و مکانی، موجب کاهش هزینه‌های عملیاتی، افزایش سرعت ارائه خدمات، و بهبود تجربه مشتری شده است (Asadzadeh & Kiani, 2015; Elahi et al., 2013). این تحول نه تنها موجب بهبود بهره‌وری عملیاتی بانک‌ها شده، بلکه زمینه‌ساز شکل‌گیری مدل‌های کسب‌وکار نوین در صنعت بانکداری نیز گردیده است (Ghasemi et al., 2021). در واقع، بانکداری الکترونیکی با استفاده از فناوری‌های دیجیتال، فرآیندهای سنتی بانکداری را به فرآیندهای مبتنی بر داده، خودکار و مشتری‌محور تبدیل کرده و به عنوان یکی از ارکان اصلی بانکداری مدرن شناخته می‌شود (Carranza et al., 2021; Mukerjee, 2024).

در شرایط رقابتی امروز، بانک‌ها برای حفظ مزیت رقابتی و افزایش سودآوری ناگزیر به پذیرش و توسعه فناوری‌های بانکداری الکترونیکی هستند. تحقیقات نشان داده‌اند که بانکداری الکترونیکی با کاهش هزینه‌های عملیاتی، افزایش کارایی خدمات و بهبود مدیریت منابع مالی، تأثیر مثبت و معناداری بر عملکرد مالی و سودآوری بانک‌ها دارد (Apendi et al., 2016; Ihsanfar et al., 2016). علاوه بر این، توسعه بانکداری الکترونیکی موجب افزایش تمرکز بازار، بهبود ساختار رقابتی و ارتقای جایگاه بانک‌ها در نظام مالی شده است (Ghasemi et al., 2021). از سوی دیگر، افزایش استفاده از خدمات بانکداری الکترونیکی به بانک‌ها امکان می‌دهد تا خدمات خود را با هزینه کمتر به تعداد بیشتری از مشتریان ارائه دهند و از این طریق درآمدهای خود را افزایش دهند (Sandhu & Arora, 2020; Traore & Loang, 2023). این امر نشان می‌دهد که بانکداری الکترونیکی نه تنها یک ابزار فناورانه، بلکه یک عامل راهبردی در بهبود عملکرد مالی بانک‌ها محسوب می‌شود.

یکی از مهم‌ترین مزایای بانکداری الکترونیکی، افزایش رضایت مشتری و بهبود تجربه کاربری است. بانکداری الکترونیکی با ارائه خدمات سریع، آسان و قابل دسترس، موجب افزایش رضایت مشتریان و تقویت روابط بلندمدت بین بانک و مشتری می‌شود (Fathima & Muthumani, 2016; Mosa, 2022). رضایت مشتری نیز به عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر وفاداری مشتری و افزایش سودآوری بانک‌ها شناخته می‌شود (Minhaj & Khan, 2025; Widayanti & Alam, 2024). علاوه بر این، بانکداری الکترونیکی امکان تعامل بیشتر بانک با مشتریان را فراهم کرده و از طریق ایجاد ارزش مشترک، به بهبود روابط مشتری و افزایش ارزش طول عمر مشتری کمک می‌کند (Carranza et al., 2021). همچنین، کیفیت خدمات بانکداری الکترونیکی تأثیر مستقیمی بر نگرش مشتریان، قصد استفاده از خدمات و سطح رضایت آنان دارد (Tahtamouni, 2023; Traore & Loang, 2023).

پذیرش بانکداری الکترونیکی توسط مشتریان تحت تأثیر عوامل مختلفی از جمله سهولت استفاده، سودمندی ادراک‌شده، اعتماد، امنیت و تأثیرات اجتماعی قرار دارد. مدل پذیرش فناوری نشان می‌دهد که نگرش مشتریان نسبت به فناوری و میزان اعتماد آنان به سیستم‌های الکترونیکی، نقش تعیین‌کننده‌ای در پذیرش بانکداری الکترونیکی دارد (Al-Ajam & Nor, 2013; Santouridis & Kyritsi, 2014). علاوه بر این، ویژگی‌های فردی مشتریان، تأثیرات اجتماعی و سطح آگاهی فناوری نیز بر قصد استفاده از بانکداری الکترونیکی تأثیرگذار هستند (Kaulu et al., 2024; Liao et al., 2024). همچنین، پیشرفت فناوری‌های نوین مانند هوش مصنوعی و واقعیت افزوده، موجب افزایش تعامل مشتریان با خدمات بانکداری الکترونیکی و بهبود تجربه کاربری شده است (Keshtgar & Abbaspour, 2022; Mukerjee, 2024). این عوامل نشان می‌دهند که توسعه بانکداری الکترونیکی نیازمند توجه به ابعاد فناوری، انسانی و اجتماعی است.

با وجود مزایای گسترده بانکداری الکترونیکی، چالش‌ها و موانعی نیز در مسیر توسعه آن وجود دارد. از جمله این چالش‌ها می‌توان به نگرانی‌های امنیتی، فقدان زیرساخت‌های مناسب، مقاومت مشتریان در برابر تغییر، و محدودیت‌های فناوری اشاره کرد (Patel & Patel, 2024). علاوه بر این، برخی از مشتریان، به ویژه افراد مسن، به دلیل عدم آشنایی کافی با فناوری‌های دیجیتال، تمایل کمتری به استفاده از خدمات بانکداری الکترونیکی دارند (Cui & Xu, 2022). همچنین، عوامل فرهنگی، اجتماعی و اقتصادی نیز می‌توانند

بر میزان پذیرش بانکداری الکترونیکی تأثیرگذار باشند (Nirmala & Kumar, 2024). بنابراین، توسعه موفق بانکداری الکترونیکی نیازمند شناسایی و مدیریت این چالش‌ها و طراحی راهبردهای مناسب برای افزایش پذیرش مشتریان است.

از منظر سازمانی، بانکداری الکترونیکی نقش مهمی در بهبود عملکرد عملیاتی و افزایش بهره‌وری بانک‌ها ایفا می‌کند. استفاده از فناوری‌های دیجیتال موجب کاهش هزینه‌های عملیاتی، بهبود کارایی فرآیندها و افزایش سرعت ارائه خدمات می‌شود (Asadzadeh & Kiani, 2015). علاوه بر این، بانکداری الکترونیکی امکان جمع‌آوری و تحلیل داده‌های مشتریان را فراهم کرده و به بانک‌ها کمک می‌کند تا خدمات خود را بر اساس نیازهای مشتریان شخصی‌سازی کنند (Nasehi Far et al., 2021). این امر موجب افزایش رضایت مشتریان و بهبود عملکرد مالی بانک‌ها می‌شود. همچنین، توسعه بانکداری الکترونیکی به بانک‌ها امکان می‌دهد تا خدمات خود را به صورت گسترده‌تری ارائه دهند و از این طریق سهم بازار خود را افزایش دهند (Keimasi & Ramezani, 2016).

با توجه به اهمیت بانکداری الکترونیکی در بهبود عملکرد مالی بانک‌ها، بررسی عوامل مؤثر بر توسعه و اثربخشی این نوع بانکداری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. مطالعات نشان داده‌اند که کیفیت خدمات، رضایت مشتری، اعتماد، امنیت، و سطح استفاده از خدمات بانکداری الکترونیکی از جمله عوامل کلیدی مؤثر بر موفقیت بانکداری الکترونیکی هستند (Minhaj & Khan, 2025; Tahtamouni, 2023). همچنین، توسعه فناوری‌های دیجیتال و افزایش استفاده از خدمات آنلاین، موجب تغییر رفتار مشتریان و افزایش تقاضا برای خدمات بانکداری الکترونیکی شده است (Mukerjee, 2024; Nirmala & Kumar, 2024). این تغییرات نشان می‌دهند که بانکداری الکترونیکی به یکی از اجزای اصلی سیستم بانکی تبدیل شده و نقش مهمی در آینده صنعت بانکداری ایفا خواهد کرد.

با وجود مطالعات متعدد در زمینه بانکداری الکترونیکی، همچنان نیاز به بررسی جامع‌تر تعاملات پویا بین عوامل مختلف مؤثر بر بانکداری الکترونیکی و تأثیر آن‌ها بر سودآوری بانک‌ها وجود دارد. بسیاری از مطالعات پیشین به بررسی روابط خطی بین متغیرها پرداخته‌اند، در حالی که سیستم بانکی یک سیستم پیچیده و پویا است که تعاملات غیرخطی و بازخوردهای متعدد در آن وجود دارد. رویکرد پویایی‌شناسی سیستم به عنوان یکی از روش‌های پیشرفته مدل‌سازی، امکان تحلیل رفتار پویا و بررسی اثرات متقابل عوامل مختلف بر عملکرد سیستم را فراهم می‌کند. این رویکرد می‌تواند به شناسایی عوامل کلیدی مؤثر بر سودآوری بانک‌ها و پیش‌بینی اثرات سیاست‌های مختلف در توسعه بانکداری الکترونیکی کمک کند.

بر این اساس، هدف این پژوهش شبیه‌سازی و تحلیل پویای عوامل مؤثر بانکداری الکترونیکی بر سودآوری بانک با استفاده از رویکرد پویایی‌شناسی سیستم و بررسی اثر سناریوهای مختلف توسعه بانکداری الکترونیکی بر عملکرد مالی بانک است.

روش پژوهش و مواد



این تحقیق با توجه به اینکه به دنبال طراحی مدل می‌باشد، از نظر نتیجه‌ی قابل اکتساب، جزء تحقیقات توسعه‌ای قلمداد می‌گردد زیرا با درک نظرات متخصصان و شناخت عوامل مؤثر بر بانکداری الکترونیک به دنبال طراحی مدل سیستم‌های پویا می‌باشد. از لحاظ هدف انجام، این تحقیق جزء تحقیقات توصیفی است. مدل‌سازی سیستم‌های دینامیکی یکی از ابزارهایی است که بسیاری از محدودیت‌های سیستم‌ها را در اتخاذ تصمیمات از بین برده است. طراحی و آزمون یک مدل شبیه‌سازی شده از سیستم واقعی که ضوابط و اجزای آن به صورت دینامیک تعیین شده و تعاملات بین اجزا در نظر گرفته شده باشد در فرآیند تصمیم‌گیری نقش تسهیل‌گری ایفا می‌کند. با توجه به موضوع پژوهش و الگوی پویایی‌شناسی سیستم، افق زمانی در نظر گرفته شده یک دوره زمانی ۵ ساله از ۱۳۹۹ تا ۱۴۰۴ (با توجه به موجود بودن اطلاعات واقعی) می‌باشد و برای توسعه‌ی سناریوهای تحقیق ۵ سال بعد را مورد بررسی قرار داده است. در این راستا متغیرهای متعددی در الگوی این مطالعه به کار رفته است که به تفکیک متغیرهای درون‌زا و برون‌زا به شرح جدول شماره یک است.

با توجه به روابط بین متغیرهای در این مرحله، ارتباط سیستمی کلیه متغیرهای تعریف شده در قالب روابط علت و معلولی و همچنین وضعیت هر متغیر در شکل پویایی‌های سیستم (شکل ۱) مشخص می‌شود. متغیرهای استفاده شده در این الگو به سه گروه تقسیم شدند:

الف) متغیرهای حالت^۱: این متغیرها نشان دهنده‌ی انباشت در یک دوره‌ی زمانی هستند و در طول زمان بر اساس متغیر نرخ، افزایش و یا کاهش می‌یابند؛ مانند متغیر منابع مالی بانک.

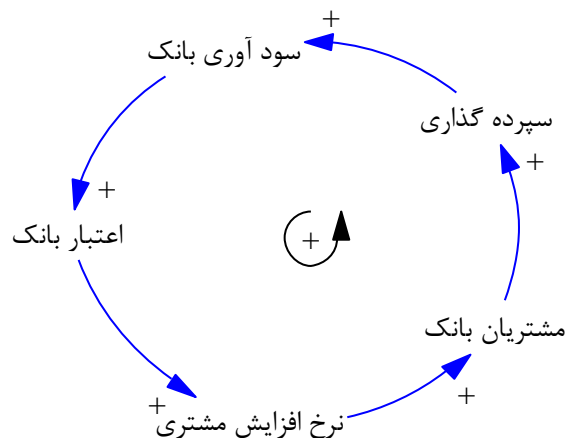
ب) متغیرهای نرخ^۲: این متغیرها تعیین کننده‌ی متغیرهای حالت در سیستم هستند.

ج) متغیرهای کمکی^۳: این متغیرها حاوی متغیرهای دیگر بوده و مقدار آن‌ها از متغیرها در دوره‌های زمانی قبل مستقل است.

هم اکنون لازم است حلقه‌های اصلی الگو به طور جداگانه توضیح داده شود. حلقه‌های با علامت + حلقه‌های مثبت یا حلقه‌های تقویت کننده می‌نامند و  حلقه‌های با علامت - حلقه‌های منفی یا حلقه‌های تعادلی گویند. در این قسمت، تک تک حلقه‌های مثبت و منفی استفاده شده  در پژوهش که در شکل شماره یک هستند، به طور مجزا تشریح و تفسیر می‌شود.

الف) حلقه‌های تقویتی ارتباط مشتریان با سودآوری بانک

این حلقه یک حلقه علی مثبت است و شامل متغیرهای نرخ افزایش مشتری، مشتریان بانک، سپرده گذاری، سودآوری بانک و اعتبار بانک می‌باشد. وقتی نرخ جذب مشتری افزایش یابد، تعداد مشتریان بانک با گذر زمان افزایش می‌یابد و هرچه تعداد مشتریان بیشتر باشد متعاقباً سپرده گذاری و در نتیجه آن سودآوری بانک بیشتر می‌شود. بانکی که سودآوری آن بالا باشد دارای اعتبار بیشتری در بین مردم خواهد بود و لذا مشتریان بیشتری جهت سرمایه گذاری به سمت بانک جذب می‌شوند. پس نهایتاً با گذشت زمان بر تعداد مشتریان بانک افزوده خواهد شد.



شکل ۲. حلقه ارتباط مشتریان با سودآوری بانک

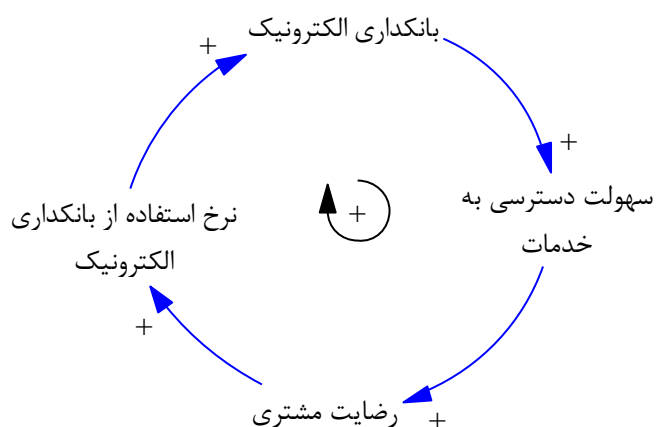
ب) حلقه‌های تقویتی ارتباط بانکداری الکترونیک با رضایت مشتری

این حلقه که شامل متغیرهای نرخ استفاده از بانکداری الکترونیک، بانکداری الکترونیک، سهولت دسترسی به خدمات و رضایت مشتری است، یک حلقه‌ی علی مثبت می‌باشد. در توضیح این حلقه می‌توان گفت که هر قدر نرخ استفاده از بانکداری الکترونیک در میان مشتریان بانک بیشتر باشد بر تعداد مشتریانی که از خدمات بانکداری الکترونیک بهره می‌برند افزوده می‌شود، هر چه بهره‌گیری از خدمات بانکداری الکترونیک افزایش یابد، دسترسی به خدمات بانکی راحتتر خواهد شد که در نتیجه رضایت بیشتر مشتریان را به همراه خواهد داشت که هرچه رضایت مشتریان از استفاده از خدمات بانکداری الکترونیک بیشتر باشد، تمایل بیشتری جهت بهره‌گیری آن را خواهند داشت.

¹ State Variables

² Rate Variables

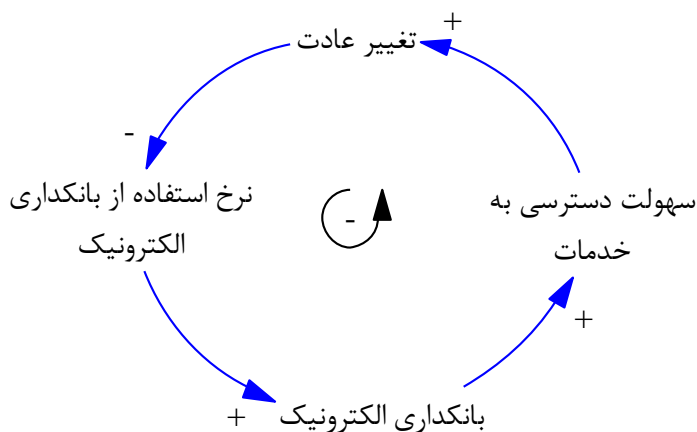
³ Auxiliary Variables



شکل ۳. حلقه ارتباط بانکداری الکترونیک با رضایت مشتری

ج) حلقه‌های تعادلی ارتباط بانکداری الکترونیک با تغییر عادت

این حلقه که شامل متغیرهای نرخ استفاده از بانکداری الکترونیک، بانکداری الکترونیک، سهولت دسترسی به خدمات و تغییر عادت است، یک حلقه‌ی علی منفی با رفتار هدفجو می‌باشد. برای تفسیر و تشریح این حلقه می‌توان چنین بیان نمود که با افزایش نرخ استفاده از بانکداری الکترونیک در میان مشتریان بانک بر تعداد مشتریانی که از خدمات بانکداری الکترونیک بهره می‌برند افزوده می‌گردد، هر چه بهره‌گیری از خدمات بانکداری الکترونیک افزایش یابد، دسترسی به خدمات بانکی نیز با سهولت بیشتری انجام می‌پذیرد و لذا مقاومت افراد در مقابل تغییر عادت خویش را کم می‌کند. هر چه نیاز به تغییر عادت‌ها جهت استفاده از خدمات بانکداری الکترونیک بیشتر باشد، تأثیری منفی بر نرخ استفاده از بانکداری الکترونیک خواهد داشت.



شکل ۴. حلقه ارتباط بانکداری الکترونیک با تغییر عادت

یافته‌ها

پس از تعریف روابط بین متغیرها، اعتبار الگوی طراحی شده ارزیابی شد تا از عملکرد مطلوب آن اطمینان حاصل شود. برای الگو سازی رفتار متغیرهای الگوی پژوهش، داده‌های تحقیق با استفاده از مبانی نظری و تحقیقات گذشته تعیین شد و سپس در قالب روابط ریاضی و منطقی، بین متغیرها ارتباط برقرار شد. برای اطمینان از اعتبار عملکرد الگو و روابط تعریف شده، از آزمون‌های جدول (۲) استفاده گردید.

جدول ۲. آزمون‌های اعتبار سنجی مدل

ردیف	آزمون	هدف از آزمایش
۱	کفایت مرز ^۱	آیا مفاهیم مهم مرتبط با مسئله درون مدل در نظر گرفته شده است؟ آیا رفتار مدل پس از حذف مفروضات مرز تغییر چشمگیری نشان می‌دهد؟ آیا با گسترش مرز مدل پیشنهادات خط مشی تغییر می‌کند؟
۲	ارزیابی ساختار ^۲	آیا ساختار مدل با دانش توصیفی مرتبط با سیستم تطابق دارد؟ آیا سطح تجمیع مناسب است؟ آیا مدل با قوانین فیزیکی مانند قوانین پایستگی (اصل بقا) مطابقت دارد؟ آیا قواعد تصمیم رفتار بازیگران سیستم را در دست دارند؟
۳	ثبات ابعادی ^۳	آیا هر معادله بدون استفاده از پارامترهایی که معنی در دنیای واقعی ندارند از ثبات ابعادی برخوردار است؟
۴	شرایط حدی ^۴	آیا هر معادله به مقادیر حدی حساسیت نشان می‌دهد؟ آیا مدل به سیاست‌ها، شوک‌ها و پارامترهای حدی پاسخ موجهی می‌دهد؟
۵	خطای یکپارچگی ^۵	آیا نتایج به انتخاب بازه‌ی زمانی یا روش ادغام عددی حساس هستند؟
۶	بازتولید رفتار ^۶	آیا مدل رفتار سیستم را بازتولید می‌کند (کیفی و کمی)؟ آیا مدل به طور بیرونی علائمی از مشکل انگیزه مطالعه را تولید می‌کند؟
۷	رفتار خلاف قاعده ^۷	آیا مدل مدهای متفاوتی از رفتار مشاهده شده در سیستم واقعی را تولید می‌کند؟ آیا فراوانی و روابط مراحل میان متغیرها منطبق بر داده‌ها است؟
۸	عضو خانواده ^۸	آیا تغییر یا حذف مفروضات مدل منتج به رفتارهای خلاف قاعده می‌شود؟ آیا مدل می‌تواند رفتار مشاهده شده در مثال‌هایی دیگر از همان سیستم را تولید کند؟
۹	رفتار شگفت‌انگیز ^۹	آیا مدل رفتاری که قبلاً مشاهده نشده یا تشخیص داده نشده است را ایجاد می‌کند؟ آیا مدل رفتار سیستم به شرایط جدید را به طور موفق پیش‌بینی می‌کند؟
۱۰	تحلیل حساسیت ^{۱۰}	حساسیت عددی: آیا مقادیر عددی را به طور چشمگیری تغییر می‌دهد... حساسیت رفتاری: آیا مدل‌های رفتار ایجاد شده به وسیله مدل را به طور چشمگیری تغییر می‌دهد... حساسیت خط مشی: آیا مصادیق سیاست به طور چشمگیری تغییر می‌کند...
۱۱	بهبود سیستم	آیا فرایند مدل‌سازی به تغییر سیستم برای بهتر شدن کمک کرده است؟

به منظور آزمون‌های اعتبار مدل داده‌های تحقیق شامل جدول زیر می‌باشد. داده‌های مورد نیاز برای ورودی‌های مدل، که همان متغیرهای بیرونی معرفی شده، از طریق داده‌های کمی و ثانویه بانک مسکن برای شبیه‌سازی مدل استخراج گردیده است.

جدول (۳) نشان دهنده‌ی داده‌های مورد استفاده برای شبیه‌سازی مدل و نیز برای انجام آزمون شرایط حدی و بررسی سناریوهای مختلف است.

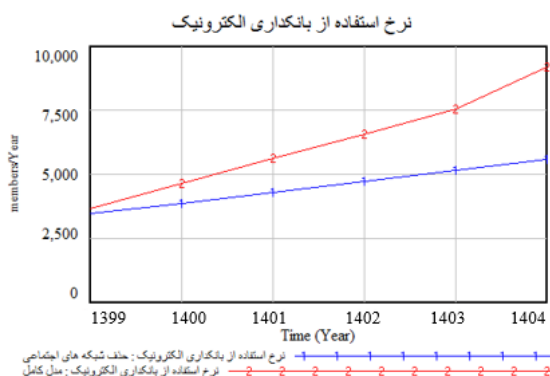
¹ Boundary Adequacy
² Structure Assessment
³ Dimensional Consistency
⁴ Extreme Conditions
⁵ Integration Error
⁶ Behavior Reproduction
⁷ Behavior Anomaly
⁸ Family Member
⁹ Surprise Behavior
¹⁰ Sensitivity Analysis

جدول ۳. جدول داده‌های مدل

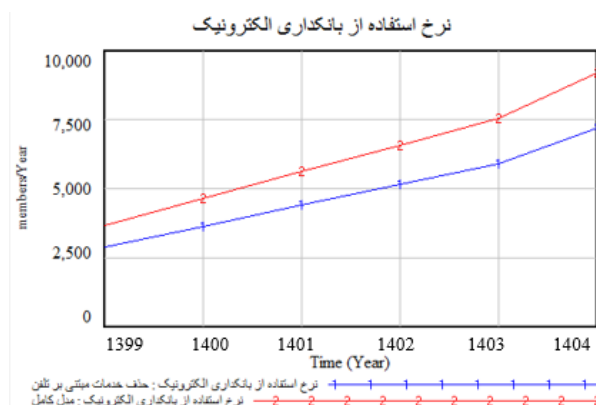
متغیر	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۲	۱۳	۱۴
نرخ رشد جمعیت	۰	۱۰۰۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰
شبکه‌های اجتماعی با پرداخت الکترونیکی	۰/۱۵	۰/۱۵	۰	۱	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰	۱
شبکه‌های اجتماعی ارائه خدمات	۰/۱	۰/۱	۰	۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰	۱
همراه بانک	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۱	۰	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵
پرداخت همراه	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۱	۰	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱
اس‌ام‌اس بانک	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۱	۰	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲
آنی بانک	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۱	۰	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵
من کارت	۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۹۹	۱	۰	۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۹۹
تلفن بانک	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۱	۰	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵
سامانه‌ی پرداخت تلفنی	۰/۴	۰/۴	۰/۴	۱	۰	۰/۴	۰/۴	۰/۴	۰/۴	۰/۴	۰/۴	۰/۴	۰/۴
سخت‌افزارهای پرداخت	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵
درگاه پرداخت اینترنتی	۰/۵۵	۰/۵۵	۰/۵۵	۰/۵۵	۰/۵۵	۰/۵۵	۰/۵۵	۰/۵۵	۰/۵۵	۰/۵۵	۰/۵۵	۰/۵۵	۰/۵۵

آزمون کفایت مرز

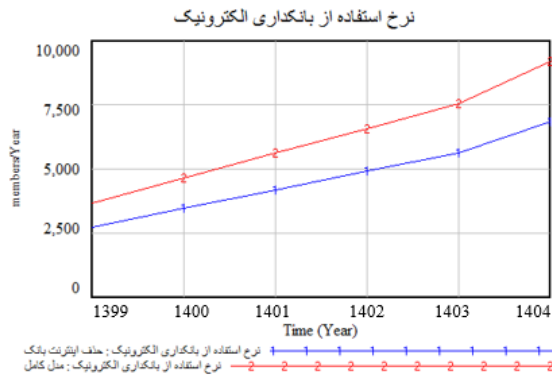
در آزمون کفایت مرز باید به این سؤال پاسخ داده شود که آیا مفاهیم مهم مرتبط با مسأله، درون مدل در نظر گرفته شده است؟ برای بررسی این سؤال که آیا رفتار مدل پس از حذف مفروضات مرز تغییر چشمگیری نشان می‌دهد؟ نتایج حاصل از مدل ارائه شده پس از حذف قسمت‌هایی از مدل و تغییر مرز مدل مورد بررسی قرار گرفت. تأثیر حذف شبکه‌های اجتماعی بر نرخ استفاده از بانکداری الکترونیک در شکل (۵) نشان داده شده است.



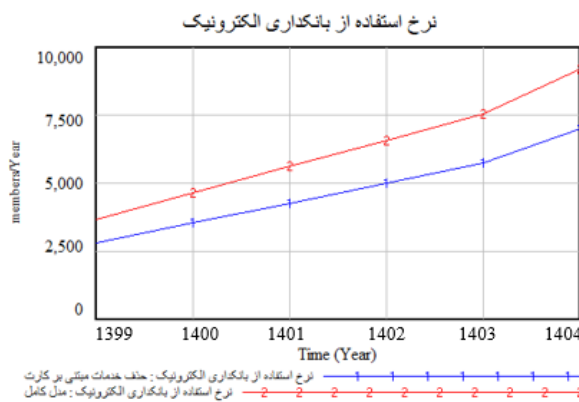
شکل ۵. تأثیر حذف شبکه‌های اجتماعی از مدل



شکل ۶. تأثیر حذف خدمات بانکی مبتنی بر تلفن از مدل



شکل ۷. تأثیر حذف اینترنت بانک از مدل



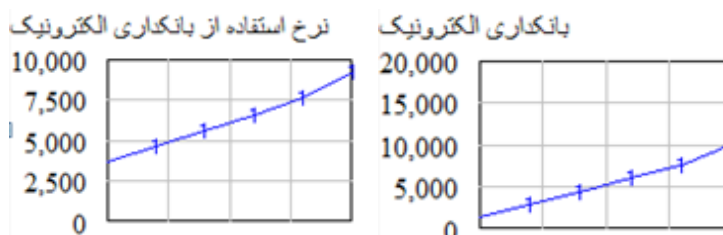
شکل ۸. تأثیر حذف خدمات مبتنی بر کارت از مدل

شکل‌های فوق تمامی آزمون‌های کفایت مرز نشان می‌دهند در صورت حذف شبکه‌های اجتماعی، خدمات بانکی تلفن همراه، اینترنت بانک و خدمات مبتنی بر کارت از مدل همگی تاییدی بر این موضوع هستند که با حذف آنها، مرزهای مدل بانکداری الکترونیک کاهش می‌یابد.

آزمون ارزیابی ساختار

هدف از آزمون ارزیابی ساختار تعیین تطابق ساختار مدل با دانش توصیفی مرتبط با سیستم و بررسی منطقی بودن قواعد تصمیم در شکل دهی رفتار متغیرها و صحیح بودن ساختار معادلات مدل است. به همین منظور بخش‌های مختلف مدل برای تعیین تطابق ساختار مدل با دانش توصیفی موجود مورد آزمون قرار گرفته است که نتایج آن به شرح زیر است.

همانطور که در شکل (۹) مشاهده می‌شود، با افزایش نرخ استفاده از بانکداری الکترونیک و نرخ افزایش مشتریان، میزان استفاده از بانکداری الکترونیک توسط مشتریان بانک افزایش می‌یابد.



شکل ۹. ارزیابی ساختار بانکداری الکترونیک

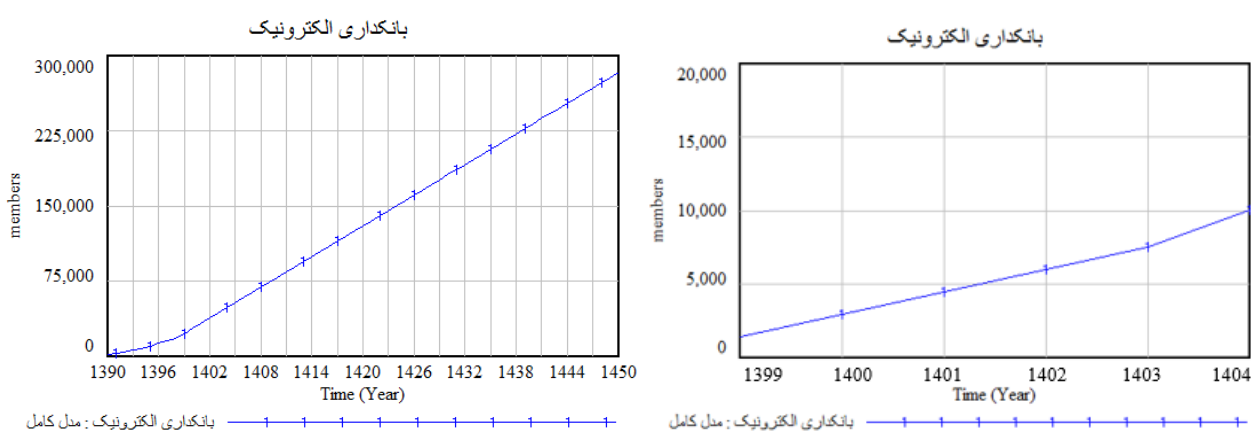
از آنجایی که در این تحقیق معادلات مربوط به مدل در محیط نرم‌افزار ونسیم نوشته شده است، صحیح بودن ساختار معادلات مدل توسط نرم‌افزار تأیید شد.

آزمون ثبات ابعادی

در مدل‌سازی پویایی، یکسان بودن واحدهای اندازه‌گیری در دو طرف معادلات از اهمیت بالایی برخوردار است و آزمون ثبات ابعادی این موضوع را بررسی می‌کند. از آنجایی که در این تحقیق معادلات مربوط به مدل در محیط نرم‌افزار ونسیم نوشته شده است، صحیح بودن واحدهای اندازه‌گیری توسط نرم‌افزار تأیید شد.

آزمون خطای یکپارچگی

این آزمون حساس بودن نتایج مدل به انتخاب بازه‌ی زمانی را نشان می‌دهد که برای انجام این آزمون بازه زمانی ۵ ساله مدل به ۶۰ سال تبدیل شد که همان‌طوری که از مقایسه شکل‌های (۱۰) بر می‌آید با دوازده برابر کردن بازه زمانی مدل، تغییر چشم‌گیری در رفتار مدل مشاهده نشد و هم‌چنان افزایش نرخ استفاده از بانکداری الکترونیک موجب افزایش بانکداری الکترونیک خواهد شد.

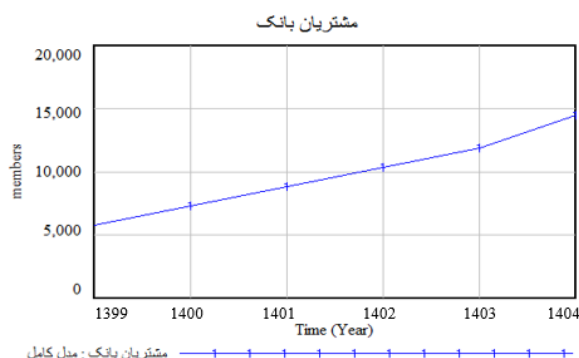


شکل ۱۰. خروجی‌های مدل در بازه‌های ۵ و ۶۰ ساله

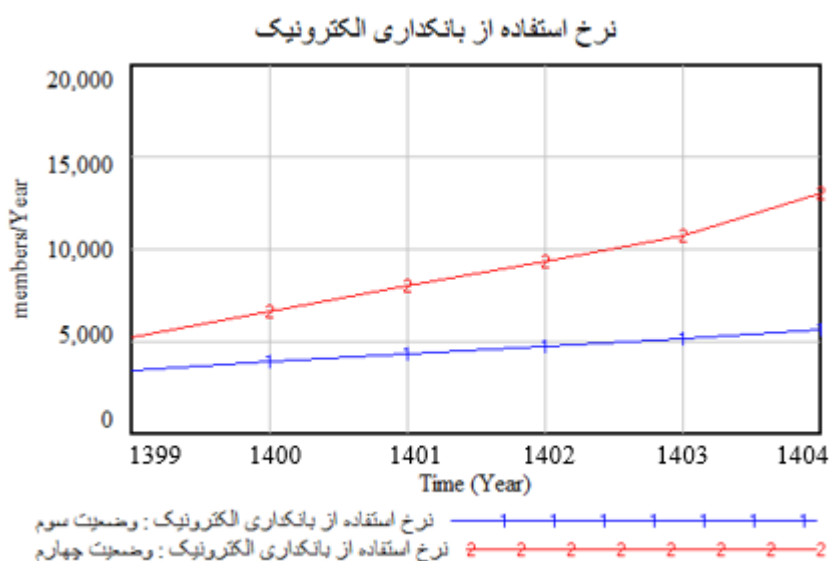
آزمون بازتولید رفتار

این آزمون به این سؤال پاسخ می‌دهد که آیا مدل ساخته شده قادر است رفتار سیستم واقعی را باز تولید نماید؟ با توجه به هدف تحقیق، در مدل این تحقیق قصد داریم تا به بررسی تأثیر بانکداری الکترونیک بر سودآوری بانک را مورد توجه قرار دهیم. برای بررسی این ادعا وضعیت بانک مورد نظر را در بازه‌ی پنج ساله ۱۳۹۹ تا ۱۴۰۴، که اطلاعات در دست می‌باشد را مورد بررسی قرار می‌دهیم.

همان‌طوریکه در شکل (۱۱) مشاهده می‌شود، خروجی مدل نشان‌دهنده‌ی افزایش تعداد مشتریان بانک در سال‌های ۱۳۹۹ تا ۱۴۰۴ می‌باشد، که تعداد مشتریان این بانک از ۵۷۸۸ نفر در سال ۱۳۹۹ به ۱۴۴۵۸ نفر در سال ۱۴۰۴ رسیده است، که شکل تعداد واقعی مشتریان بانک مسکن در طی سال‌های مورد بررسی نیز نتیجه‌ی آن را تأیید می‌کند.

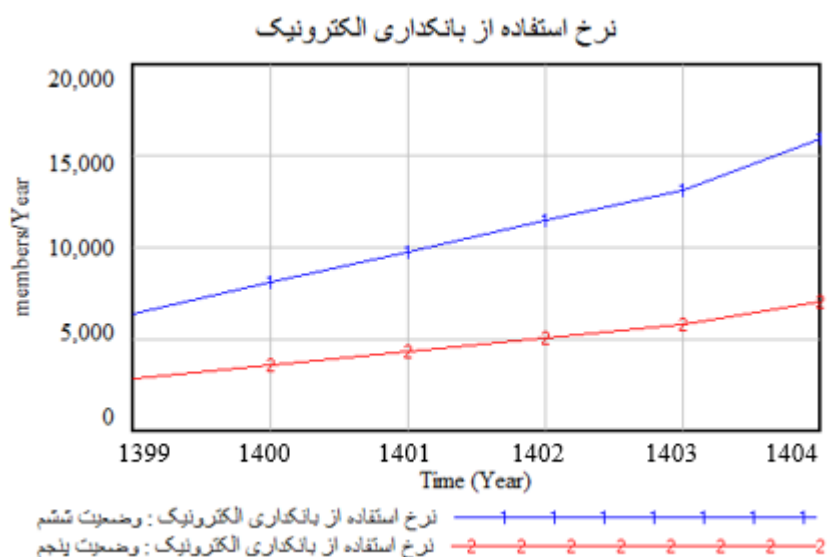


شکل ۱۱. تعداد مشتریان بانک در سال‌های ۱۳۹۹ تا ۱۴۰۴



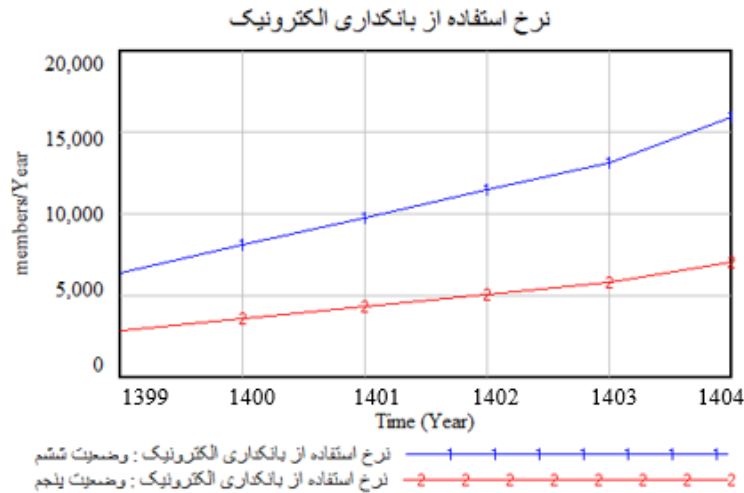
شکل ۱۴. رفتار مدل در حالات حدی متغیرهای شبکه‌های اجتماعی با قابلیت پرداخت الکترونیکی و شبکه‌های اجتماعی ارائه خدمات

- **وضعیت پنجم:** در این وضعیت همراه بانک، پرداخت همراه، اس‌ام‌اس بانک و آئی بانک برابر با صفر در نظر گرفته شده است. داده‌های مربوط به این وضعیت در ستون پنجم جدول (۳) نشان داده شده است.
- **وضعیت ششم:** در این وضعیت همراه بانک، پرداخت همراه، اس‌ام‌اس بانک و آئی بانک برابر با یک در نظر گرفته شده است. داده‌های مربوط به این وضعیت در ستون ششم جدول (۳) نشان داده شده است.



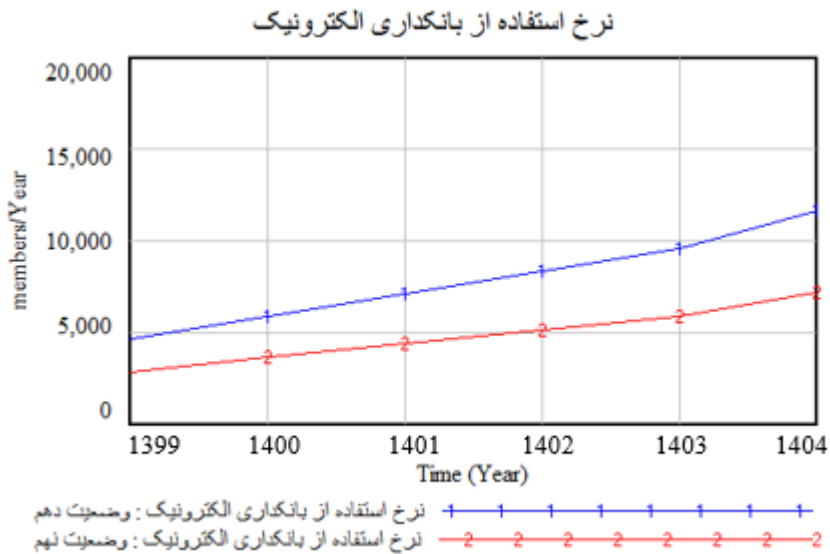
شکل ۱۵. رفتار مدل در حالات حدی متغیرهای همراه بانک، پرداخت همراه، اس‌ام‌اس بانک و آئی بانک

- **وضعیت هفتم:** در این وضعیت متغیر من کارت برابر با صفر در نظر گرفته شده است. داده‌های مربوط به این وضعیت در ستون هفتم جدول (۳) نشان داده شده است.
- **وضعیت هشتم:** در این وضعیت متغیر من کارت برابر با یک در نظر گرفته شده است. داده‌های مربوط به این وضعیت در ستون هشتم جدول (۳) نشان داده شده است.



شکل ۱۶. رفتار مدل در حالات حدی متغیر من کارت

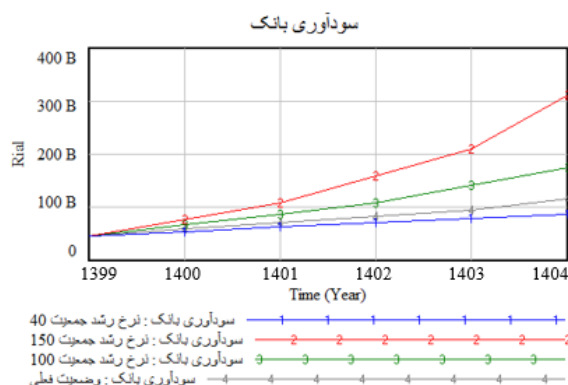
- **وضعیت نهم:** در این وضعیت متغیرهای تلفن بانک و سامانه‌ی پرداخت تلفنی برابر با صفر در نظر گرفته شده است. داده‌های مربوط به این وضعیت در ستون نهم جدول (۳) نشان داده شده است.
- **وضعیت دهم:** در این وضعیت متغیرهای تلفن بانک و سامانه‌ی پرداخت تلفنی برابر با یک در نظر گرفته شده است. داده‌های مربوط به این وضعیت در ستون دهم جدول (۳) نشان داده شده است.



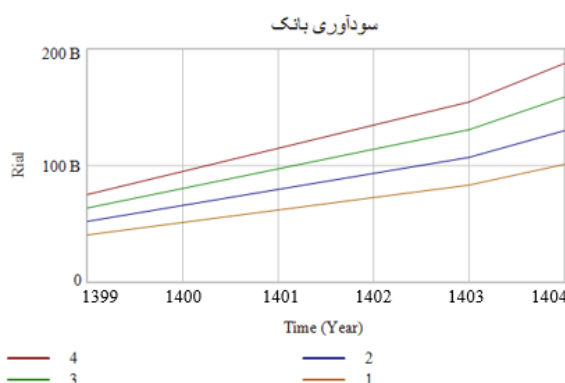
شکل ۱۷. رفتار مدل در حالات حدی متغیرهای تلفن بانک و سامانه‌ی پرداخت تلفنی

آزمون تحلیل حساسیت

پس از شبیه‌سازی و مشاهده رفتار کلیه اجزای مدل در بازه زمانی موردنظر، به تغییر مقادیر متغیرهای نرخ رشد جمعیت و نرخ سود و تحلیل تأثیر آن‌ها بر روی متغیر سودآوری بانک، پرداخته می‌شود. شکل مربوط به این تحلیل حساسیت‌ها در زیر نشان داده شده است.



شکل ۱۸. تحلیل حساسیت سودآوری بانک در ازای مقادیر مختلف نرخ رشد جمعیت



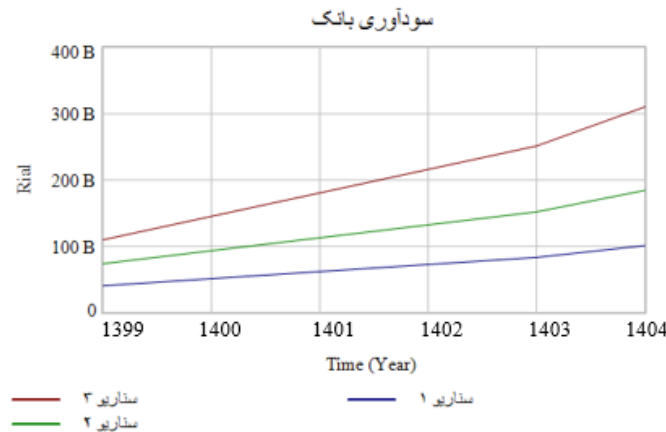
شکل ۱۹. تحلیل حساسیت سودآوری بانک در ازای مقادیر مختلف نرخ سود بانک

با افزایش نرخ رشد جمعیت از ۴۰ نفر در سال به ۱۵۰ نفر در سال، مشاهده می‌شود که میزان سودآوری بانک بیشتر می‌شود. چرا که با افزایش نرخ رشد جمعیت بر تعداد مشتریان احتمالی بانک افزوده می‌گردد و در نتیجه آن سودآوری بانک بیشتر می‌شود. نتایج تحلیل حساسیت سودآوری بانک در ازای مقادیر مختلف نرخ رشد جمعیت در شکل (۱۸) نشان داده شده است. در شرایط فعلی نرخ سود بانک ۰/۸ در نظر گرفته شده است که با تغییر نرخ سود بانک از ۰/۶ تا ۰/۹، مشاهده می‌شود که میزان سودآوری بانک بیشتر می‌شود. دلیل آن نیز کاملاً مشخص است، افزایش نرخ سود بانک مستقیماً بر سودآوری بانک تأثیرگذار است. نتایج تحلیل حساسیت سودآوری بانک در ازای مقادیر مختلف نرخ سود در شکل (۱۹) نشان داده شده است.

سناریوها

پس از بررسی نتایج آنالیز متغیرهای مختلف و تحلیل اثرگذاری آن‌ها بر روی متغیرهای مدل در بازه‌های زمانی مورد نظر، در بخش آزمون تحلیل حساسیت، تأثیر شاخص‌های مربوط به متغیر بانکداری الکترونیکی بر متغیر سودآوری، تحت سه سناریوی مختلف مورد بررسی قرار گرفت که در زیر آمده است.

- در وضعیت فعلی که مقادیر حقیقی و حاصل از استخراج داده‌های آماری بانک می‌باشد، مقدار مربوط به متغیر شبکه‌های اجتماعی با قابلیت پرداخت الکترونیکی برابر ۰.۱۵ و متغیر شبکه‌های اجتماعی ارائه خدمات برابر ۰.۱ در نظر گرفته شده است. داده‌های مربوط به این وضعیت در ستون یازدهم جدول (۳) نشان داده شده است.
- در وضعیت یک، مقدار عددی مربوط به متغیرهای شبکه‌های اجتماعی با قابلیت پرداخت الکترونیکی و شبکه‌های اجتماعی ارائه خدمات برابر صفر در نظر گرفته شده است. داده‌های مربوط به این وضعیت در ستون دوازدهم جدول (۳) نشان داده شده است.
- در وضعیت دو، مقدار عددی مربوط به متغیرهای شبکه‌های اجتماعی با قابلیت پرداخت الکترونیکی و شبکه‌های اجتماعی ارائه خدمات برابر یک در نظر گرفته شده است. داده‌های مربوط به این وضعیت در ستون سیزدهم جدول (۳) نشان داده شده است.



شکل ۲۰. سناریوها

نتایج حاصل از بررسی سناریوها در شکل (۲۰) نشان دهنده آن است که در حالتی که مقادیر مربوط به متغیرهای شبکه‌های اجتماعی با قابلیت پرداخت الکترونیکی و شبکه‌های اجتماعی ارائه خدمات برابر صفر باشد، سودآوری بانک به مقدار زیادی کاهش می‌یابد اما اگر مقادیر مربوط به این دو متغیر بیشتر از صفر باشد سودآوری افزایش خواهد یافت. اما با تغییر مقدار متغیر شبکه‌های اجتماعی با قابلیت پرداخت الکترونیکی از ۰/۱۵ به یک و تغییر متغیر شبکه‌های اجتماعی ارائه خدمات از ۰/۱ به یک در مقدار سودآوری بانک تغییر چشم‌گیری حاصل نشده است که دلیل آن را می‌توان اینگونه بیان نمود که میزان استفاده از شبکه‌های اجتماعی جهت دریافت خدمات بانکی از حد مشخصی بیشتر نخواهد شد، چرا که تنها قشر خاصی از جامعه از این نوع خدمات الکترونیکی بانکی استفاده می‌کنند.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که بانکداری الکترونیکی نقش مهمی در شکل‌گیری سودآوری بانک ایفا می‌کند، اما اثر آن به صورت خطی و مستقیم نبوده و به تعامل پویا میان عوامل مختلفی مانند تعداد مشتریان، نرخ استفاده از خدمات الکترونیکی، رضایت مشتری، نرخ رشد جمعیت و نرخ سود بانکی وابسته است. بر اساس نتایج شبیه‌سازی، افزایش سطح استفاده از خدمات بانکداری الکترونیکی موجب افزایش رضایت مشتریان، افزایش تعداد مشتریان و در نهایت افزایش سپرده‌گذاری و سودآوری بانک می‌شود. این یافته با نتایج مطالعات پیشین همسو است که نشان داده‌اند بانکداری الکترونیکی از طریق بهبود تجربه مشتری و تسهیل دسترسی به خدمات، موجب افزایش رضایت و وفاداری مشتریان و در نتیجه بهبود عملکرد مالی بانک‌ها می‌شود (Minhaj & Khan, 2025; Tahtamouni, 2023). همچنین، تحقیقات نشان داده‌اند که کیفیت خدمات بانکداری الکترونیکی و سهولت استفاده از آن تأثیر مستقیمی بر نگرش مشتریان و میزان استفاده آنان از خدمات بانکی دارد که این امر در نهایت منجر به افزایش سودآوری بانک‌ها می‌شود (Fathima & Muthumani, 2016; Santouridis & Kyritsi, 2014).

از دیگر نتایج مهم این پژوهش، نقش کلیدی بانکداری الکترونیکی در جذب مشتریان جدید و افزایش سهم بازار بانک بود. نتایج مدل نشان داد که افزایش نرخ استفاده از بانکداری الکترونیکی موجب افزایش تعداد مشتریان و در نتیجه افزایش منابع مالی بانک می‌شود. این یافته با نتایج مطالعات پیشین همخوانی دارد که نشان داده‌اند بانکداری الکترونیکی از طریق افزایش دسترسی‌پذیری خدمات، امکان جذب مشتریان جدید و افزایش تعامل با مشتریان را فراهم می‌کند (Carranza et al., 2021; Keshtgar & Abbaspour, 2022). همچنین، تحقیقات نشان داده‌اند که بانکداری الکترونیکی موجب افزایش کارایی عملیاتی و کاهش هزینه‌های ارائه خدمات شده و از این طریق موجب بهبود عملکرد مالی بانک‌ها می‌شود (Asadzadeh & Kiani, 2015; Ihsanfar et al., 2016). علاوه بر این، استفاده از فناوری‌های دیجیتال به بانک‌ها امکان می‌دهد تا خدمات خود را با هزینه کمتر و کیفیت بالاتر ارائه دهند که این امر موجب افزایش رقابت‌پذیری بانک‌ها می‌شود (Apendi et al., 2025; Ghasemi et al., 2021).

نتایج این پژوهش همچنین نشان داد که کاهش سطح خدمات بانکداری الکترونیکی و شبکه‌های اجتماعی تأثیر منفی قابل توجهی بر سودآوری بانک دارد. این یافته نشان می‌دهد که بانکداری الکترونیکی به عنوان یک زیرساخت اساسی در سیستم بانکی، نقش حیاتی در حفظ سطح سودآوری بانک ایفا می‌کند. این نتیجه با یافته‌های مطالعات قبلی

همسو است که نشان داده‌اند توسعه بانکداری الکترونیکی موجب افزایش بهره‌وری، کاهش هزینه‌های عملیاتی و افزایش درآمد بانک‌ها می‌شود (Keimasi & Ramezani, 2020; Sandhu & Arora, 2016). همچنین، تحقیقات نشان داده‌اند که خدمات بانکداری الکترونیکی از طریق بهبود کیفیت خدمات و افزایش سرعت ارائه خدمات، موجب افزایش رضایت مشتریان و در نتیجه افزایش سودآوری بانک‌ها می‌شود (Traore & Loang, 2023; Widayanti & Alam, 2024).

با این حال، نتایج این پژوهش نشان داد که افزایش بیش از حد سطح خدمات بانکداری الکترونیکی و شبکه‌های اجتماعی تأثیر افزایشی قابل توجهی بر سودآوری بانک ندارد. این یافته نشان می‌دهد که رابطه بین بانکداری الکترونیکی و سودآوری بانک یک رابطه غیرخطی است و افزایش خدمات الکترونیکی تنها در صورتی می‌تواند موجب افزایش سودآوری شود که با افزایش استفاده واقعی مشتریان همراه باشد. این نتیجه با نتایج مطالعاتی که بر نقش عوامل رفتاری و اجتماعی در پذیرش بانکداری الکترونیکی تأکید دارند، همسو است (Kaulu et al., 2024; Liao et al., 2024). این مطالعات نشان داده‌اند که عوامل فردی، اجتماعی و روان‌شناختی نقش مهمی در تعیین میزان استفاده مشتریان از خدمات بانکداری الکترونیکی دارند. همچنین، تحقیقات نشان داده‌اند که عدم اعتماد مشتریان به خدمات دیجیتال و نگرانی‌های امنیتی می‌تواند مانع استفاده گسترده از بانکداری الکترونیکی شود (Al-Ajam & Nor, 2013; Patel & Patel, 2024).

یکی دیگر از یافته‌های مهم این پژوهش، نقش متغیرهای جمعیتی و اقتصادی در تعیین سودآوری بانک بود. نتایج تحلیل حساسیت نشان داد که افزایش نرخ رشد جمعیت موجب افزایش تعداد مشتریان بالقوه بانک و در نتیجه افزایش سودآوری می‌شود. این یافته با نتایج مطالعات پیشین که بر نقش عوامل محیطی و جمعیتی در تعیین عملکرد بانک‌ها تأکید دارند، همسو است (Ghasemi et al., 2021). همچنین، نتایج نشان داد که افزایش نرخ سود بانکی موجب افزایش سپرده‌گذاری و در نتیجه افزایش سودآوری بانک می‌شود. این نتیجه با یافته‌های مطالعات قبلی همخوانی دارد که نشان داده‌اند نرخ سود بانکی یکی از عوامل کلیدی در جذب منابع مالی و افزایش عملکرد مالی بانک‌ها است (Asadzadeh & Kiani, 2015).

علاوه بر این، نتایج این پژوهش نشان داد که رضایت مشتری نقش مهمی در تقویت اثر بانکداری الکترونیکی بر سودآوری بانک دارد. افزایش سطح رضایت مشتری موجب افزایش استفاده از خدمات بانکداری الکترونیکی و افزایش وفاداری مشتریان می‌شود. این یافته با نتایج مطالعات قبلی همسو است که نشان داده‌اند رضایت مشتری یکی از مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده موفقیت بانکداری الکترونیکی است (Minhaj & Khan, 2025; Mosa, 2022). همچنین، تحقیقات نشان داده‌اند که مدیریت تجربه مشتری در بانکداری الکترونیکی می‌تواند موجب افزایش وفاداری مشتریان و بهبود عملکرد مالی بانک‌ها شود (Nasehi Far et al., 2021).

از دیگر نتایج مهم این پژوهش، نقش فناوری‌های نوین در توسعه بانکداری الکترونیکی بود. استفاده از فناوری‌های پیشرفته مانند هوش مصنوعی و فناوری‌های دیجیتال موجب بهبود کیفیت خدمات و افزایش کارایی سیستم‌های بانکداری الکترونیکی می‌شود (Keshtgar & Abbaspour, 2022; Mukerjee, 2024). همچنین، تحقیقات نشان داده‌اند که پیشرفت فناوری‌های دیجیتال موجب افزایش تعامل مشتریان با خدمات بانکی و بهبود تجربه کاربری می‌شود (Cui & Xu, 2022). این یافته‌ها نشان می‌دهند که توسعه فناوری‌های دیجیتال می‌تواند نقش مهمی در بهبود عملکرد بانک‌ها ایفا کند.

به طور کلی، نتایج این پژوهش نشان داد که بانکداری الکترونیکی یک عامل کلیدی در بهبود عملکرد مالی بانک‌ها است، اما اثر آن به عوامل مختلفی مانند رفتار مشتری، سطح استفاده از خدمات، شرایط اقتصادی و عوامل جمعیتی وابسته است. این یافته با نتایج مطالعات قبلی همسو است که نشان داده‌اند بانکداری الکترونیکی از طریق بهبود کیفیت خدمات، افزایش رضایت مشتری و کاهش هزینه‌های عملیاتی موجب افزایش سودآوری بانک‌ها می‌شود (Apendi et al., 2025; Carranza et al., 2021). همچنین، نتایج این پژوهش نشان داد که استفاده از رویکرد پویایی‌شناسی سیستم می‌تواند به درک بهتر تعاملات پیچیده میان عوامل مختلف مؤثر بر عملکرد بانک‌ها کمک کند و ابزار مناسبی برای تحلیل رفتار سیستم‌های بانکی فراهم کند.

این پژوهش با محدودیت‌هایی همراه بود که باید در تفسیر نتایج مورد توجه قرار گیرند. یکی از مهم‌ترین محدودیت‌های این پژوهش، استفاده از داده‌های مربوط به یک بانک خاص بود که ممکن است تعمیم نتایج به سایر بانک‌ها را با محدودیت مواجه کند. همچنین، برخی از متغیرهای مهم مانند عوامل فرهنگی، سطح سواد دیجیتال مشتریان و میزان

اعتماد به خدمات الکترونیکی به دلیل محدودیت در دسترسی به داده‌ها در مدل لحاظ نشدند. علاوه بر این، مدل مورد استفاده بر اساس برخی فرضیات ساده‌کننده طراحی شد که ممکن است تمامی پیچیدگی‌های سیستم واقعی بانکداری را منعکس نکند. همچنین، تغییرات سریع فناوری و شرایط اقتصادی می‌تواند بر نتایج مدل تأثیرگذار باشد. پژوهش‌های آینده می‌توانند با استفاده از داده‌های چندین بانک و در بازه زمانی طولانی‌تر، مدل جامع‌تری برای بررسی تأثیر بانکداری الکترونیکی بر عملکرد بانک‌ها ارائه دهند. همچنین، استفاده از روش‌های ترکیبی مانند ترکیب پویایی‌شناسی سیستم با روش‌های یادگیری ماشین می‌تواند به افزایش دقت پیش‌بینی مدل کمک کند. علاوه بر این، بررسی نقش عوامل رفتاری، فرهنگی و اجتماعی در پذیرش بانکداری الکترونیکی می‌تواند به درک بهتر عوامل مؤثر بر موفقیت این نوع بانکداری کمک کند. همچنین، بررسی تأثیر فناوری‌های نوین مانند هوش مصنوعی، بلاکچین و کلان‌داده‌ها بر عملکرد بانک‌ها می‌تواند موضوع مناسبی برای پژوهش‌های آینده باشد. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که مدیران بانک‌ها باید توجه ویژه‌ای به توسعه خدمات بانکداری الکترونیکی و افزایش سطح استفاده مشتریان از این خدمات داشته باشند. همچنین، بانک‌ها باید با بهبود کیفیت خدمات، افزایش امنیت سیستم‌ها و ارائه آموزش‌های لازم به مشتریان، زمینه استفاده گسترده‌تر از خدمات بانکداری الکترونیکی را فراهم کنند. علاوه بر این، سرمایه‌گذاری در فناوری‌های نوین و توسعه زیرساخت‌های دیجیتال می‌تواند به بهبود عملکرد بانک‌ها کمک کند. همچنین، بانک‌ها باید با طراحی استراتژی‌های مناسب، رضایت مشتریان را افزایش داده و از این طریق سودآوری خود را بهبود بخشند.

مشارکت نویسندگان

در نگارش این مقاله تمامی نویسندگان نقش یکسانی ایفا کردند.

تشکر و قدردانی

از تمامی کسانی که در طی مراحل این پژوهش به ما یاری رساندند تشکر و قدردانی می‌گردد.

تعارض منافع

در انجام مطالعه حاضر، هیچ‌گونه تضاد منافی وجود ندارد.

حمایت مالی

این پژوهش حامی مالی نداشته است.

موازین اخلاقی

در انجام این پژوهش تمامی موازین و اصول اخلاقی رعایت گردیده است.

References

- Al-Ajam, A. S., & Nor, K. H. (2013). Internet Banking Adoption: Integrating Technology Acceptance Model and Trust. *European Journal of Business and Management*, 5(3), 207-215.
- Apendi, D. A. O., Li, K., Pea-Assounga, J. B. B., & Bambi, P. D. R. (2025). Investigating the impact of e-banking, employee job security, innovativeness, and productivity on organizational performance: Perspectives from South Africa. *Sustainable Futures*, 9, 100605. <https://doi.org/10.1016/j.sfr.2025.100605>
- Asadzadeh, A., & Kiani, H. (2015). The impact of Information and Communication Technology (ICT) on the profitability of selected Iranian banks. 1st International Conference on Electronic Banking and Payment Systems, Tehran.

- Carranza, R., Díaz, E., Sánchez-Camacho, C., & Martín-Consuegra, D. (2021). e-Banking adoption: an opportunity for customer value co-creation. *Frontiers in psychology*, 11, 621248. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.621248>
- Cui, X., & Xu, J. (2022). Understanding the E-Banking Channel Selection Behavior of Elderly Customers: A Small-World Network Perspective. *Journal of Organizational and End User Computing (JOEUC)*, 34(6), 1-21. <https://doi.org/10.4018/JOEUC.300765>
- Elahi, S., Ghanbari, H., & Shayan, A. (2013). Determining factors affecting the adoption of mobile banking technology by customers. *Commercial Surveys*(63), 27-49.
- Fathima, Y. A., & Muthumani, S. (2016). User acceptance of banking technology with special reference to internet banking. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 73(1), 12-19.
- Ghasemi, Z., Afshar Kermani, M., & Allahviranloo, T. (2021). Exploring the Main Effect of e-Banking on the Banking Industry Concentration Degree on Predicting the Future of the Banking Industry: A Case Study. *Advances in Fuzzy Systems*. <https://doi.org/10.1155/2021/8856990>
- Ihsanfar, M. H., Qomiha, V., & Hasani, M. (2016). An investigation into the impact of electronic banking development on the profitability of selected Iranian banks. *Business Reviews (Barresi-haye Bazargani)*(71), 33-44.
- Kaulu, B., Kaulu, G., & Chilongo, P. (2024). Factors influencing customers' intention to adopt e-banking: a TAM and cybercrime perspective using structural equation modelling. *Journal of Money and Business*, 4(1), 38-53. <https://doi.org/10.1108/JMB-01-2024-0007>
- Keimasi, M., & Ramezani, S. (2016). Presenting a strategic model for the development of electronic banking in Iranian commercial banks. *Journal of Information Technology Management*, 8(1), 177-194.
- Keshthgar, N., & Abbaspour, R. (2022). Investigating AI's impact on improving e-banking performance and customer acquisition. 4th International Conference on Management, Tourism & Technology, <https://en.civilica.com/doc/1461075/>
- Liao, Y. K., Nguyen, H. L. T., Dao, T. C., Nguyen, P. T. T., & Sophea, H. (2024). The antecedents of customers' attitude and behavioral intention of using e-banking: The moderating roles of social influence and customers' traits. *Journal of Financial Services Marketing*, 29(3), 1037-1061. <https://doi.org/10.1057/s41264-023-00254-4>
- Minhaj, S. M., & Khan, M. A. (2025). Dimensions of E-Banking and the Mediating Role of Customer Satisfaction: A Structural Equation Model Approach. *International Journal of Business Innovation and Research*, 36(1), 42-57. <https://doi.org/10.1504/IJBIR.2025.143944>
- Mosa, R. A. (2022). The Influence of E-Customer Relationship Management on Customer Experience in E-Banking Service. *Soc. Sci*, 12, 193-215. <https://doi.org/10.6007/IJARBS/v12-i2/12195>
- Mukerjee, K. (2024). Augmented reality and customer engagement in the context of e-banking. *Journal of Financial Services Marketing*, 29(4), 1559-1571. <https://doi.org/10.1057/s41264-024-00284-6> 10.1057/s41264-024-00290-8
- Nasehi Far, v., Dehdashti Shahrokh, Z., Mohammadian, M., & Allahverdi, M. (2021). The Multilevel Model of Customer Experience Management in E-Banking Services. *New Marketing Research Journal*, 11(2), 1-26. <https://doi.org/10.22108/nmrj.2021.123556.2158>
- Nirmala, M. M., & Kumar, N. S. (2024). A Study on E-Banking Services and Its Growth Among the Educated Teenagers in Bangalore. In *Information and Communication Technology in Technical and Vocational Education and Training for Sustainable and Equal Opportunity: Education, Sustainability and Women Empowerment* (pp. 481-493). Springer Nature Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-99-6909-8_42
- Patel, B. A., & Patel, R. (2024). Hindrance of Digital E-Banking Services: An Analytical Investigation on Cooperative Banking. *Library Progress International*, 44(1s), 292-303. <https://bpasjournals.com/library-science/index.php/journal/article/view/792>
- Sandhu, S., & Arora, S. (2020). Customers' usage behaviour of e-banking services: Interplay of electronic banking and traditional banking. *International Journal of Finance & Economics*. <https://doi.org/10.1002/ijfe.2266>
- Santouridis, I., & Kyritsi, M. (2014). Investigating the Determinants of Internet Banking Adoption in Greece. *Procedia Economics and Finance*, 9, 501-510. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(14\)00051-3](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(14)00051-3)
- Tahtamouni, A. (2023). E-banking services and the satisfaction of customers in the Jordanian banks. *Journal of Science and Technology Policy Management*, 14(6), 1037-1054. <https://doi.org/10.1108/JSTPM-06-2021-0082>
- Traore, K., & Loang, O. K. (2023). The Factors That Influence E-Banking Service Quality In Guinea's Commercial Banks. *International Journal of Accounting*, 8(46), 153-167.
- Widayanti, A., & Alam, I. A. (2024). The Influence of E-Banking and Service Quality on Loyalty in Customers of Bank Bri Unit Bukit Kemuning Lampung Utara. *Formosa Journal of Multidisciplinary Research*, 3(2), 305-316. <https://doi.org/10.55927/fjmr.v3i2.8262>