Ind. Manag. Persp. 2024, 14(4), 223-256; doi: 10.48308/JIMP.14.4.223

Industrial Management Perspective

Journal hompage: https://jimp.sbu.ac.ir/?lang=en

Original Article

Risk Modeling in Banking Services for the Blind Using Fuzzy FMEA and Graph Neural Network (GNN)

Ahmad Jafarnejad Chaghoshi*
Amir Mohammad Khani**
Arman Rezasoltani***

Extended Abstract

Introduction and objectives: In today's world, accessibility and security of banking services for all members of society, particularly vulnerable groups such as the blind, are of utmost importance. With the increasing significance of digital banking, identifying and assessing risks related to accessibility and security of banking services for the blind has become a fundamental priority. This research aims to identify, evaluate, and prioritize the main risks associated with providing banking services to the blind and propose solutions to mitigate these risks. The goal is to improve the infrastructure and technologies used to significantly facilitate access to banking services for the blind. This study employs a combination of two methods: fuzzy Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) and Graph Neural Networks (GNN), to more accurately and comprehensively identify the relationships and interactions among risks.

Methods: This study was conducted in two main stages. In the first stage, the fuzzy FMEA method was used to identify and evaluate risks. Due to its capability to work with fuzzy numbers, this method is particularly suitable for analyzing the criteria of severity, occurrence, and detectability of risks under conditions of uncertainty. After collecting experts' opinions, these criteria were defuzzified into crisp values, and the risks were prioritized. The second stage involved applying the Graph Neural Network (GNN) method to model and analyze the complex dependencies and interrelationships among the risks. GNN, as a powerful machine learning tool, enables the examination of interdependencies among different criteria and nodes. The research data were gathered through surveys conducted with 12 experts in banking and specialized services for the blind. Each expert was presented with a questionnaire containing various pairs of risk criteria and was asked to assign a score between 0 and 4 to each pair. To reduce the impact of individual opinions and achieve a comprehensive assessment, the average scores given by the experts were used as the final weights of the relationships among the criteria in the graph.

Received: Sep. 22, 2023; Revised: Oct. 23, 2024; Accepted: Dec. 04, 2024; Published Online: Dec. 21, 2024.

* Professor, Faculty of Industrial Management and Technology, College of Management, University of Tehran, Tehran, Iran.
Corresponding Author: jafarnjd@ut.ac.ir
** Ph.D. candidate, Faculty of Industrial Management and Technology, College of Management, University of Tehran, Tehran, Iran.
*** Ph.D. candidate, Faculty of Industrial Management and Technology, College of Management, University of Tehran, Tehran, Iran.

Ind. Manag. Persp. 2024, 14(4), 223-256; doi: 10.48308/JIMP.14.4.223

Industrial Management Perspective

Journal hompage: https://jimp.sbu.ac.ir/?lang=en

Original Article

Findings: The results of the fuzzy FMEA analysis revealed that "physical access," "economic inequalities," "digital divide," and "technological barriers" are among the most significant risks to the accessibility of banking services for the blind. The non-fuzzy Risk Priority Number (RPN) results indicated that the risks "physical access" and "economic inequalities" require the highest priority attention and demand special focus. The GNN analysis confirmed that some risks, such as physical access and technological barriers, have complex and mutual effects on other risks and play a crucial role in the network of relationships among criteria. Specifically, the criteria "economic inequalities" and "technological barriers" were identified as key influencing factors within the graph network. Addressing these risks can significantly improve the accessibility and banking experience for the blind. Furthermore, the findings emphasized that focusing solely on economic and technological aspects is insufficient; the interactions among these criteria must also be considered.

Conclusion: Enhancing access to banking services for the blind requires a multifaceted approach that simultaneously focuses on improving physical infrastructure, reducing economic inequalities, raising awareness and providing training on banking technologies, and strengthening information security. The findings of this study demonstrate that integrating fuzzy FMEA and GNN can effectively identify interactions and prioritize risks more accurately, providing a foundation for designing more comprehensive and impactful solutions to improve the accessibility of banking services for the blind. It is recommended that banks and financial institutions utilize these findings to implement inclusive solutions that enhance accessibility and user experience for the blind. Such efforts can ultimately increase customer satisfaction and trust, improving the credibility and social responsibility of banks.

Keywords: Risk analysis, Banking Services, Fuzzy FMEA, Graph Neural Network (GNN), Digital Divide.

How to Cite: Jafarnejad Chaghoshi, Ahmad; Khani, Amir Mohammad; Rezasoltani, Arman (2024). Risk modeling in banking services for the blind using fuzzy FMEA and graph neural network (GNN). *Ind. Manag. Persp.*, 14(4), 223-256 *(In Persian)*.

Copyright: © 2024 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

چشم‌انداز مدیریت صنعتی، ۱۴۰۳، دوره ۱۴، شماره ۴، صص ۲۲۳– ۲۵۶، doi: 10.48308/JIMP.14.4.223

چشم‌انداز مدیریت صنعتی

Journal hompage: https://jimp.sbu.ac.ir/?lang=en

نوع مقاله: پژوهشی

مدل‌سازی ریسک در خدمات بانکی نابینایان با استفاده از FMEA فازی و شبکه عصبی گراف (GNN)

احمد جعفرنژاد چقوشی*

امیرمحمد خانی**

آرمان رضاسلطانی***

چکیده گسترده

مقدمه و اهداف: در دنیای امروز، دسترس‌پذیری و امنیت خدمات بانکی برای تمامی اقشار جامعه، به ویژه گروه‌های آسیب‌پذیر مانند نابینایان، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. با توجه به اهمیت روزافزون بانکداری دیجیتال، شناسایی و ارزیابی ریسک‌های مرتبط با دسترسی و امنیت خدمات بانکی برای نابینایان از اولویت‌های اساسی محسوب می‌شود. هدف این پژوهش، شناسایی، ارزیابی و اولویت‌بندی ریسک‌های اصلی در ارائه خدمات بانکی به نابینایان و ارائه راهکارهایی برای کاهش این ریسک‌ها است، به‌گونه‌ای که با بهبود زیرساخت‌ها و فناوری‌های مورد استفاده، دسترسی نابینایان به خدمات بانکی به‌طور معناداری تسهیل شود. این پژوهش ترکیبی از دو روش تحلیل ریسک FMEA فازی و شبکه عصبی گراف (GNN) را به کار می‌گیرد تا به‌صورت دقیق‌تر و جامع‌تری روابط و تعاملات میان ریسک‌ها شناسایی شود.

روش‌ها: پژوهش حاضر در دو مرحله اصلی صورت پذیرفت. در مرحله اول، از روش FMEA فازی برای شناسایی و ارزیابی ریسک‌ها استفاده شد. این روش به دلیل قابلیت آن در کار با اعداد فازی، به‌طور ویژه‌ای مناسب تحلیل معیارهای شدت، وقوع، و قابلیت کشف هر ریسک در شرایطی با عدم قطعیت است. پس از گردآوری نظرات خبرگان، این معیارها به مقادیر غیرفازی تبدیل شده و اولویت‌بندی ریسک‌ها مشخص گردید. مرحله دوم به کاربرد شبکه عصبی گراف اختصاص داشت که برای مدل‌سازی و تحلیل وابستگی‌های پیچیده و روابط متقابل بین ریسک‌ها به کار گرفته شد. GNN به عنوان یک ابزار قدرتمند یادگیری ماشینی امکان بررسی وابستگی‌های متقابل میان معیارها و نودهای مختلف را فراهم می‌آورد. داده‌های پژوهش از طریق نظرسنجی‌هایی که با ۱۲ نفر از خبرگان بانکداری و خدمات ویژه نابینایان انجام شد، گردآوری شدند. به هر خبره یک پرسشنامه شامل جفت‌های مختلف معیارهای ریسک ارائه شد و آنها به هر جفت نمره‌ای بین صفر تا چهار دادند. سپس، برای کاهش اثر نظرات فردی و کسب یک ارزیابی جامع، میانگین نمرات خبرگان به عنوان وزن نهایی روابط بین معیارها در گراف استفاده گردید.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۷/۰۱، تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۸/۰۲، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۹/۱۴، تاریخ اولین انتشار: ۱۴۰۳/۱۰/۰۱.

* استاد، دانشکده مدیریت صنعتی و فناوری، دانشکدگان مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

نویسنده مسئول: jafarnjd@ut.ac.ir

** دانشجوی دکتری، دانشکده مدیریت صنعتی و فناوری، دانشکدگان مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

*** دانشجوی دکتری، دانشکده مدیریت صنعتی و فناوری، دانشکدگان مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

چشم‌انداز مدیریت صنعتی، ۱۴۰۳، دوره ۱۴، شماره ۴، صص ۲۲۳– ۲۵۶، doi: 10.48308/JIMP.14.4.223

چشم‌انداز مدیریت صنعتی

Journal hompage: https://jimp.sbu.ac.ir/?lang=en

نوع مقاله: پژوهشی

یافته‌ها: نتایج به‌دست‌آمده از تحلیل FMEA فازی نشان داد که «دسترسی فیزیکی»، «نابرابری‌های اقتصادی»، «شکاف دیجیتال» و «موانع فناورانه» از مهم‌ترین ریسک‌ها در دسترسی نابینایان به خدمات بانکی هستند. نتایج RPN (عدد اولویت ریسک) غیرفازی هر ریسک نشان داد که دو ریسک «دسترسی فیزیکی» و «نابرابری‌های اقتصادی» بیشترین اولویت را برای رسیدگی دارند و نیازمند توجه ویژه‌ای هستند. نتایج به دست آمده از GNN نیز تأیید کرد که برخی از این ریسک‌ها، نظیر دسترسی فیزیکی و موانع فناورانه، تأثیرات متقابل و پیچیده‌ای بر سایر ریسک‌ها دارند و نقش اساسی در شبکه روابط میان معیارها ایفا می‌کنند. به طور خاص، معیارهای «نابرابری‌های اقتصادی» و «موانع فناورانه» به عنوان عوامل اصلی تأثیرگذار در شبکه گراف شناسایی شدند که کاهش این ریسک‌ها می‌تواند تأثیر مهمی بر دسترسی و تجربه بانکی نابینایان داشته باشد. این یافته‌ها همچنین نشان داد که در نظر گرفتن جنبه‌های اقتصادی و فناورانه به تنهایی کافی نیست و باید تعاملات میان این معیارها نیز مورد توجه قرار گیرد.

نتیجه‌گیری: بهبود دسترسی نابینایان به خدمات بانکی مستلزم رویکردی چندوجهی است که به‌طور هم‌زمان ارتقای زیرساخت‌های فیزیکی، کاهش نابرابری‌های اقتصادی، آموزش و آگاهی‌بخشی در حوزه فناوری‌های بانکی، و تقویت امنیت اطلاعات را دربرگیرد. یافته‌های این پژوهش حاکی از آن است که ترکیب FMEA فازی و GNN در ارزیابی ریسک‌های خدمات بانکی نابینایان می‌تواند به شناسایی تعاملات و اولویت‌بندی دقیق‌تر ریسک‌ها کمک کند و زمینه‌ساز طراحی راهکارهای جامع‌تر و مؤثرتری برای دسترسی این قشر به خدمات بانکی باشد. این پژوهش پیشنهاد می‌کند که بانک‌ها و مؤسسات مالی، با به‌کارگیری نتایج این تحقیق، راهکارهایی جامع برای ارتقای دسترس‌پذیری و بهبود تجربه کاربری نابینایان در خدمات بانکی ارائه دهند. افزایش رضایت و اطمینان این گروه از مشتریان می‌تواند در نهایت منجر به بهبود اعتبار و مسئولیت‌پذیری اجتماعی بانک‌ها گردد.

کلمات کلیدی: تحلیل ریسک، خدمات بانکی، FMEA فازی، شبکه عصبی گراف (GNN)، شکاف دیجیتال.

استناددهی: جعفرنژاد چقوشی، احمد؛ خانی، امیرمحمد؛ رضاسلطانی، آرمان (۱۴۰۳). مدل‌سازی ریسک در خدمات بانکی نابینایان با استفاده از FMEA فازی و شبکه عصبی گراف (GNN). چشم‌انداز مدیریت صنعتی، ۱۴(۴)، ۲۲۳-۲۵۶.

Copyright: © 2024 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

۱. مقدمه

دسترسی به خدمات بانکی یکی از مهم‌ترین نیازهای افراد در جوامع مدرن است. با گسترش استفاده از فناوری‌های دیجیتال، بسیاری از خدمات بانکی به صورت آنلاین و از طریق دستگاه‌های الکترونیکی ارائه می‌شوند. این تغییرات، اگرچه برای بسیاری از افراد راحتی و دسترسی بیشتر به خدمات مالی را فراهم کرده است، اما برای گروه‌های خاصی مانند نابینایان می‌تواند چالش‌های جدیدی ایجاد کند. افراد نابینا به دلیل محدودیت‌های حسی و مشکلاتی که در تعامل با فناوری‌های تصویری دارند، ممکن است نتوانند به‌راحتی از این خدمات بهره‌مند شوند. با توجه به گسترش روزافزون استفاده از خدمات بانکی دیجیتال و اهمیت آن در زندگی روزمره، فراهم آوردن دسترسی کامل و عادلانه به این خدمات برای تمامی افراد، از جمله افراد نابینا، ضروری است. تحقیقات نشان می‌دهد که سیستم‌های بانکی و مالی، به ویژه در محیط‌های وب‌محور، به طور کافی به نیازهای افراد نابینا پاسخ نمی‌دهند و مشکلاتی مانند عدم‌دسترسی به اطلاعات و خدمات بانکی به طور مستقل و بدون نیاز به کمک دیگران، هنوز وجود دارد [۶۱].

ارائه خدمات بانکی به نابینایان نیازمند رویکردهای خاصی است که نه تنها زیرساخت‌های فنی مناسب را فراهم می‌کند، بلکه تضمین می‌کند که این خدمات برای تمامی افراد، از جمله نابینایان، به طور کامل و عادلانه قابل دسترسی باشند. این مسئله از آنجا اهمیت بیشتری پیدا می‌کند که استفاده از خدمات بانکی آنلاین و موبایلی در حال تبدیل شدن به یک ضرورت برای انجام امور مالی روزمره است. تحقیقات نشان می‌دهد که بسیاری از بانک‌ها هنوز به طور کامل به نیازهای افراد نابینا پاسخ نداده‌اند و مشکلاتی مانند عدم‌دسترسی به اطلاعات، رابط‌های کاربری پیچیده و نبود امکانات کمکی مناسب وجود دارد [۶۱] . مطالعه دیگری که در این زمینه انجام شده است، توسط لوپز[1] و همکارانش (۲۰۲۲) به بررسی دسترسی‌پذیری اپلیکیشن‌های بانکی موبایل در برزیل پرداخته است. این پژوهش نشان داد که بسیاری از اپلیکیشن‌های بانکی موجود در این کشور دارای نقایص جدی در زمینه دسترسی‌پذیری هستند. نتایج این تحقیق نشان داد که اکثر اپلیکیشن‌های بانکی بررسی شده فاقد توضیحات متنی مناسب برای اجزای واسط کاربری بودند، که این امر استفاده از آنها را برای افراد نابینا دشوار می‌کرد. این مطالعه همچنین تأکید کرد که همچنان فاصله زیادی تا دستیابی به دسترسی‌پذیری کامل در اپلیکیشن‌های بانکی وجود دارد و نیاز به اصلاحات گسترده در این زمینه احساس می‌شود [۳۵].

در مطالعه دیگری که توسط مارتینسون و مارتینسون[2](۲۰۱۶) انجام شده است، به موانع دسترسی به خدمات بانکی در آفریقای جنوبی پرداخته شده است. این مطالعه نشان داد که افراد دارای معلولیت‌های حسی از جمله نابینایان، قادر به استفاده مستقل از خدمات بانکی در این کشور نیستند. این پژوهش بر نیاز به ایجاد تغییرات اساسی در زیرساخت‌ها و فرهنگ سازمانی برای تسهیل دسترسی‌پذیری تأکید داشت و نشان داد که حتی تغییرات ساده و کم‌هزینه نیز می‌تواند تأثیر چشمگیری بر تجربه مشتریان نابینا داشته باشد. همچنین این تحقیق به چالش‌های فرهنگی و نگرشی در میان کارکنان بانک‌ها اشاره کرد و بر لزوم آموزش کارکنان برای بهبود تعامل با مشتریان نابینا تأکید داشت [۳۶]. در دهه‌های اخیر، با گسترش فناوری‌های دیجیتال و افزایش پیچیدگی‌های زندگی شهری، دسترسی به خدمات مالی و بانکی به یکی از ضروریات زندگی روزمره تبدیل شده است. از سوی دیگر، توجه به دسترس‌پذیری این خدمات برای تمامی اقشار جامعه، به ویژه افراد دارای ناتوانی‌های جسمی، از جمله نابینایان، به یک موضوع حیاتی در مدیریت ریسک و توسعه فراگیر خدمات تبدیل شده است. افراد نابینا و کم‌بینا به دلیل محدودیت‌های بصری با چالش‌های بی‌شماری در استفاده از خدمات بانکی مواجه‌اند. این چالش‌ها می‌تواند از دسترسی به دستگاه‌های خودپرداز و استفاده از بانکداری اینترنتی و موبایلی تا امنیت سایبری و حفظ حریم‌خصوصی آنها را شامل شود [۲۰]. مطالعات انجام‌شده در این حوزه نشان داده است که نابینایان به دلیل عدم‌دسترسی به زیرساخت‌های مناسب و عدم‌آموزش‌های کافی، با موانع قابل‌توجهی در استفاده از خدمات بانکی مواجه‌اند [۴]. همچنین، نبود یک محیط بدون مانع و فراگیر در بانک‌ها، می‌تواند منجر به نابرابری‌های اقتصادی برای این افراد شود که در نهایت به کاهش دسترسی آنها به فرصت‌های اقتصادی و اجتماعی منجر می‌شود. از سوی دیگر، با حرکت به سمت دیجیتال‌سازی خدمات بانکی، شکاف دیجیتال میان نابینایان و سایر مشتریان بانکی به یک مسئله جدی تبدیل شده است [۵۳].

1. Lopes
2. Martinson and Martinson

در این راستا، ارزیابی ریسک‌های مرتبط با ارائه خدمات بانکی به نابینایان یکی از موضوعات مهم و چالش‌برانگیز در زمینه مدیریت خدمات مالی است. این ارزیابی می‌تواند به شناسایی نقاط ضعف و فرصت‌های بهبود در سیستم‌های بانکی منجر شده و بانک‌ها را قادر سازد تا خدماتی را ارائه دهند که نه تنها نیازهای روزمره مشتریان نابینا را برآورده کند، بلکه رضایت و اعتماد آنها را نیز افزایش دهد. بررسی‌های پیشین نشان می‌دهد که عدم‌توجه کافی به نیازهای خاص نابینایان می‌تواند منجر به نابرابری‌های اقتصادی و اجتماعی بیشتری شود و دسترسی آنها به خدمات مالی را به شدت محدود کند [۵۲، ۲۰]. با توجه به رشد سریع تکنولوژی و دیجیتالیزه شدن خدمات بانکی، دسترس‌پذیری خدمات بانکی برای همه افراد جامعه، از جمله افراد نابینا، اهمیت زیادی پیدا کرده است. بانک رفاه کارگران ایران به عنوان یکی از بانک‌های بزرگ کشور، نقش مهمی در ارائه خدمات مالی به اقشار مختلف جامعه از جمله کارگران و افراد دارای ناتوانی جسمی و حسی دارد. با این حال، بسیاری از افراد نابینا و کم‌بینا با چالش‌های جدی در استفاده از خدمات بانکی دیجیتال و حضوری مواجه هستند. در این تحقیق، ارزیابی پیشرفته ریسک‌های بانکی نابینایان با استفاده از تکنیک‌های FMEA فازی و شبکه عصبی گراف (GNN[1]) در بانک رفاه کارگران ایران از چندین منظر دارای اهمیت است. نخست، دسترسی برابر به خدمات بانکی یکی از حقوق بنیادین همه افراد جامعه است. افراد نابینا در ایران با موانع متعددی در دسترسی به سیستم‌های بانکداری دیجیتال و حضوری مواجه‌اند که ممکن است به محدود شدن دسترسی آنها به خدمات مالی منجر شود. این تحقیق با هدف بهبود این دسترسی انجام می‌شود تا به برابری بیشتر در بهره‌مندی از خدمات بانکی کمک کند. دوم، بهبود امنیت خدمات بانکی برای افراد نابینا نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بسیاری از افراد نابینا نمی‌توانند از ابزارهای امنیتی معمول مانند رمزهای پویا یا سیستم‌های تشخیص چهره به‌خوبی استفاده کنند. این تحقیق با استفاده از تکنیک‌های پیشرفته، به شناسایی و ارزیابی ریسک‌های امنیتی می‌پردازد تا بتوان شرایط ایمن‌تری را برای این قشر از جامعه فراهم کرد. سوم، تقویت رضایت مشتری از طریق بهبود دسترس‌پذیری و امنیت خدمات بانکی یکی از نتایج مثبت این تحقیق خواهد بود. بانک رفاه با ارائه خدمات بهتر به نابینایان می‌تواند رضایت این مشتریان خاص را افزایش داده و به‌طور کلی، تصویر عمومی خود را بهبود بخشد. در نهایت، این تحقیق به تحقق مسئولیت اجتماعی بانک رفاه کمک می‌کند. اجرای چنین پژوهش‌هایی نشان‌دهنده تعهد بانک به حمایت از اقشار آسیب‌پذیر جامعه، از جمله افراد دارای ناتوانی است و باعث می‌شود بانک به‌عنوان نهادی مسئولیت‌پذیر در قبال تمامی مشتریان خود شناخته شود. این تحقیق با هدف شناسایی و تحلیل ریسک‌های موجود در خدمات بانکی برای نابینایان، از تکنیک FMEA فازی برای شناسایی ریسک‌های بالقوه‌ای که افراد نابینا هنگام استفاده از خدمات بانکی، چه به صورت حضوری و چه به صورت دیجیتال، با آنها مواجه می‌شوند، استفاده می‌کند. در ادامه، ارائه مدل بهینه برای کاهش ریسک‌های بانکی نابینایان با استفاده از شبکه عصبی گراف از دیگر اهداف تحقیق است. GNN به تحلیل شبکه‌های پیچیده روابط بین عوامل مختلف کمک کرده و می‌تواند به شناسایی و کاهش ریسک‌های سیستم بانکی کمک کند. این مدل، به دنبال ارائه راه‌حل‌های نوآورانه برای بهبود دسترس‌پذیری و امنیت خدمات بانکی است. ارزیابی کارآیی تکنیک‌های پیشرفته در این تحقیق به بررسی ترکیب FMEA فازی و GNN پرداخته و هدف آن سنجش میزان اثربخشی این روش‌ها در بهبود دسترسی نابینایان به خدمات بانکی در بانک رفاه کارگران ایران است. در نهایت، پیشنهاد راهکارهای اجرایی به بانک رفاه کارگران ایران به عنوان هدف نهایی این تحقیق، شامل ارائه پیشنهادهای کاربردی و قابل اجرا به مدیران بانک است تا از طریق آن بتوانند با بهره‌گیری از این روش‌های نوین، امنیت و دسترسی به خدمات بانکی را برای مشتریان نابینا بهبود بخشند و خدماتی شایسته‌تر ارائه کنند.

۲. مبانی نظری و پیشینه پژوهش

خدمات بانکی برای نابینایان و معلولان: خدمات بانکی به عنوان یکی از اجزای اساسی نظام مالی در هر جامعه، نقش مهمی در تسهیل امور مالی و اقتصادی افراد ایفا می‌کند. با این‌حال، دسترسی به این خدمات برای گروه‌های خاص مانند نابینایان و معلولان همواره با چالش‌هایی همراه بوده است. در این زمینه، چارچوب‌های نظری متعددی ارائه شده‌اند که به بررسی و بهبود دسترسی‌پذیری این خدمات

1. Graph Neural Network

برای افراد نابینا و معلول پرداخته‌اند. یکی از مدل‌های نظریه‌پردازی کلیدی، چارچوب خدمات بانکی نابینایان (BBSF[1]) است که توسط آلنزی[2] (۲۰۲۳) معرفی شد [۴]. هدف اصلی این چارچوب کمک به افراد کم‌بینا و نابینا در استفاده ایمن و مستقل از خدمات بانکداری آنلاین است. مدل BBSF زیرساخت‌های لازم را برای بانک‌ها فراهم می‌کند تا مطمئن شوند که مشتریان نابینا به طور مستقل و ایمن تراکنش‌های خود را انجام می‌دهند. بنابراین چنین مدلی دسترسی را افزایش می‌دهد و همچنین این امکان را برای بانک‌ها فراهم می‌کند که ارائه خدمات خود را با در نظر گرفتن ویژگی‌های مربوط به اختلال بینایی سفارشی کنند.

افزایش پذیرش خدمات بانکداری دیجیتال منجر به افزایش متناظر در اهمیت آنها برای افراد دارای اختلالات حسی، به ویژه افرادی که دارای اختلال بینایی هستند، شده است. به گفته ونتز[3] و همکاران (۲۰۱۸)، این موضوع به این دلیل است که بسیاری از وب‌سایت‌های بانکی در همه زمان‌ها به‌طور کامل در دسترس افراد کم‌بینا نیستند. آنها چالش‌های مواجه شده را مورد بحث قرار داده و توصیه‌هایی ارائه می‌دهند که می‌تواند به کاهش وضعیت موجود کمک کندهمچنین یک طرح افزایش دسترسی دیجیتال را برای موسسات مالی برای همه کاربران از جمله افراد دارای معلولیت توصیه می‌کنند [۶۱]. از این رو، تقویت ساختارهای دیجیتالی یکی از اقدامات اساسی برای تضمین دسترسی برابر شهروندان به خدمات بانکی است. دسترسی به تسهیلات بانکی برای افراد کم‌بینا و معلولان جسمی نیز از دیدگاه‌های مختلف فرهنگی و قانونی بررسی شده است. تعدادی از کشورها قوانین و مقرراتی را وضع کرده‌اند که هدف آنها در دسترس قرار دادن خدمات خود برای همه است. با این‌حال، این قوانین باید از طریق اصلاحات جدی در ساختارها و ادراکات نهادها اعمال شوند. به عنوان مثال، تحقیقی که در آفریقای جنوبی انجام شد، نشان داد که نگرش کارکنان نسبت به افراد ناتوان به طور قابل‌توجهی بر نحوه تجربه خدمات بانکی آنها تأثیر می‌گذارد. از این‌رو، آموزش افراد و همچنین تغییر روش تفکر سازمان به منظور افزایش در دسترس‌بودن و تعامل با مصرف‌کنندگان نابینا مهم است. یافته‌های مشابه در این نظرسنجی نشان داد که در صورت تغییر ذهنیت‌های فرهنگی یا سازمانی، تعدیل‌های ارزان صرف می‌تواند تجربیات مشتریان نابینا را تا حد زیادی بهبود بخشد [۳۶]. در نتیجه، مبانی نظری مرتبط با خدمات بانکی برای نابینایان و معلولان نشان می‌دهد که برای بهبود دسترسی‌پذیری این خدمات، نیاز به رویکردهای چندگانه و جامع است که شامل تغییرات زیرساختی، بهبود فرآیندهای دیجیتال، و همچنین تغییرات فرهنگی و سازمانی می‌شود. نهادهای مالی باید استراتژی‌های جامع و چندبعدی را برای تضمین دسترسی برابر و عادلانه به خدمات بانکی برای تمامی افراد جامعه، از جمله نابینایان و معلولان، توسعه دهند.

ارزیابی ریسک ارائه خدمات بانکی برای نابینایان و معلولان: ارزیابی ریسک، احتمال وقوع ریسک و اینکه چگونه بر عملکرد کلی پروژه تاثیر می‌گذارد را مشخص می‌کند. به طور دقیق‌تر، این اقدام باید احتمال خطر و اثربخشی اقدامات فعلی را مشخص کند. مصاحبه و تجزیه و تحلیل داده‌ها اغلب برای شناسایی چنین مواردی استفاده می‌شود [۵۰]. ارزیابی ریسک ارائه خدمات بانکی به نابینایان و معلولان یکی از موضوعات حیاتی در سیستم بانکی مدرن است که نیازمند توجه ویژه‌ای به منظور تضمین دسترسی برابر و ایمن به این خدمات برای همه افراد جامعه، از جمله افراد با نیازهای خاص، می‌باشد. این ارزیابی ریسک، شامل شناسایی و تحلیل چالش‌های مرتبط با دسترسی‌پذیری و امنیت در استفاده از خدمات بانکی است که برای نابینایان و معلولان اهمیت ویژه‌ای دارد. یکی از مهم‌ترین جنبه‌های ارزیابی ریسک در سیستم‌های بانکی، مدل‌سازی و تحلیل ریسک‌های سایبری است که به‌ویژه برای افراد نابینا و معلول که به استفاده از خدمات دیجیتال وابسته هستند، اهمیت دارد. مطالعه‌ای توسط داودو[4] و همکاران (۲۰۲۳) به بررسی روش‌های مختلف ارزیابی ریسک سایبری در بخش بانکی پرداخته و بر اهمیت تطبیق روش‌های ارزیابی با استانداردهای صنعتی و مقررات تاکید کرده است [۱۴]. این مطالعه نشان می‌دهد که یکی از عوامل کلیدی در موفقیت مدیریت ریسک‌های سایبری، ادغام تکنولوژی‌های پیشرفته مانند هوش‌مصنوعی و یادگیری ماشین در فرآیندهای ارزیابی ریسک است. این ادغام می‌تواند به بانک‌ها در پیش‌بینی و مقابله با تهدیدات سایبری کمک کند و امنیت اطلاعات مشتریان را تضمین نماید.

1. Blind Banking Service Framework
2. Alenezi
3. Wentz
4. Dawodu

علاوه بر این، روش‌های مدرن ارزیابی ریسک در بانکداری، به صورت گسترده‌ای به موضوعات مرتبط با مدیریت ریسک‌های اعتباری و نقدینگی پرداخته‌اند. مطالعه‌ای توسط کولومیتس و کوچوربا[1] (۲۰۲۳) به بررسی روش‌های مدل‌سازی ریسک در فعالیت‌های بانکی و توسعه مدل‌های شبیه‌سازی برای ارزیابی سطح ریسک‌های مختلف در بانک‌ها پرداخته است [۲۸]. این مدل‌ها به بانک‌ها کمک می‌کنند تا تصمیمات مدیریتی بهتری در زمینه اعطای وام‌ها، سرمایه‌گذاری‌ها و دیگر عملیات مالی بگیرند. همچنین، این مدل‌ها امکان اجرای تست‌های فشار را فراهم می‌کنند تا بانک‌ها بتوانند تاثیر شوک‌های مالی بر پایداری خود را پیش‌بینی و مدیریت کنند. در نتیجه، ارزیابی ریسک در ارائه خدمات بانکی به نابینایان و معلولان نیازمند رویکردی جامع و چندبعدی است که شامل شناسایی و تحلیل ریسک‌های فنی، سایبری، اعتباری و نقدینگی، و همچنین مدیریت ریسک‌های سیستماتیک در شبکه‌های بانکی می‌باشد. با استفاده از مدل‌های پیشرفته و ادغام تکنولوژی‌های نوین در فرآیندهای ارزیابی ریسک، بانک‌ها می‌توانند خدمات امن‌تر و قابل‌دسترس‌تری به همه اقشار جامعه ارائه دهند و پایداری مالی خود را در برابر ریسک‌های مختلف تضمین کنند.

به منظور درک بهتر وضعیت کنونی پژوهش در زمینه ارزیابی ریسک‌های بانکی برای نابینایان و تکنیک‌های مرتبط با آن، نگاهی به مطالعات پیشین در این حوزه ضروری است. جدول ۱، خلاصه‌ای از تحقیقات مختلف در زمینه دسترس‌پذیری خدمات بانکی، ارزیابی ریسک‌های مرتبط با نابینایان و استفاده از فناوری‌های هوشمند برای مدیریت این ریسک‌ها را ارائه می‌دهد. در این بررسی، به اهداف، ابزارها و نتایج اصلی هر تحقیق پرداخته شده است تا شکاف‌های موجود و فرصت‌های پیش‌رو برای پژوهش حاضر شناسایی و روشن شود.

جدول ۱. پیشینه پژوهش

نویسندگان	عنوان مقاله	اهداف تحقیق	ابزار	ریسک‌های مورد بررسی	نتایج	حیطه مطالعه
آلنیزی[2] (۲۰۲۳) [۴]	چارچوب پیشنهادی برای کمک به افراد نابینا برای استفاده ایمن از خدمات آنلاین	ارائه یک چارچوب برای کمک به افراد نابینا در استفاده ایمن از خدمات آنلاین، به‌ویژه خدمات بانکی آنلاین.	چارچوب پیشنهادی مبتنی بر فناوری و رویکردهای دسترس‌پذیری برای اطمینان از امنیت استفاده نابینایان از خدمات بانکی آنلاین	ریسک‌های امنیتی و حریم خصوصی	پیشنهاد چارچوبی برای ایمنی بیشتر در استفاده از خدمات بانکی آنلاین برای افراد نابینا	ایمنی بانکداری آنلاین
داوود و[3] همکاران (۲۰۲۳) [۱۴]	ارزیابی ریسک سایبری در بانکداری: روش‌ها و بهترین شیوه‌ها	بررسی و تحلیل روش‌ها و بهترین رویکردها برای ارزیابی ریسک‌های امنیت سایبری در صنعت بانکداری.	ابزارهای تحلیلی مورد استفاده شامل چارچوب‌های ارزیابی ریسک سایبری، تحلیل کیفی و کمی ریسک‌ها، و استفاده از مدل‌های مدیریت ریسک امنیت سایبری است.	تهدیدات سایبری متنوع در بانکداری، حملات فیشینگ، بدافزارها، نقض‌های امنیتی، و دسترسی غیرمجاز به اطلاعات مشتریان	معرفی بهترین روش‌ها و راهبردها برای ارزیابی و مدیریت ریسک‌های امنیت سایبری در بانکداری و ارائه روش‌هایی برای بهبود امنیت اطلاعات و کاهش مخاطرات سایبری	امنیت سایبری در بانکداری
کاماسورا[4] و همکاران (۲۰۲۳) [۲۷]	چگونه افراد دارای ناتوانی بینایی به بانکداری دیجیتال در هند دسترسی پیدا می‌کنند	بررسی چگونگی دستیابی افراد نابینا به خدمات بانکداری دیجیتال در هند از طریق حمایت و پیشبرد حقوق خود و ارزیابی چالش‌ها	استفاده از تحلیل کیفی داده‌های حاصل از مصاحبه‌ها و مطالعات میدانی برای بررسی تجربیات کاربران نابینا در دستیابی به خدمات بانکداری دیجیتال.	نبود ابزارهای مناسب مشکلات مربوط به امنیت و حریم خصوصی و چالش‌های حقوقی و اجتماعی در استفاده از خدمات دیجیتال	افراد نابینا در هند از طریق حمایت‌گری و همکاری با سازمان‌ها توانسته‌اند دسترسی به خدمات بانکداری دیجیتال را بهبود بخشند، اما همچنان نیاز به اقدامات بیشتر وجود دارد	دسترسی افراد نابینا به خدمات بانکداری دیجیتال در هند

1. Kolomiiets and Kochorba
2. Alenezi
3. Dawodu
4. Kameswaran

نویسندگان	عنوان مقاله	اهداف تحقیق	ابزار	ریسک‌های مورد بررسی	نتایج	حیطه مطالعه
حسن[1] و همکاران (۲۰۲۱) [۲۰]	دسترس‌پذیری بانکداری اینترنتی: انزوای اجتماعی و مالی افراد با ناتوانی بینایی	بررسی مشکلات دسترسی به بانکداری اینترنتی و تأثیرات آن بر افراد دارای ناتوانی بینایی از جنبه‌های اجتماعی و مالی.	تحلیل پرسشنامه‌ها و مصاحبه‌ها با افراد دارای ناتوانی بینایی به منظور بررسی تجربیات آنها از استفاده از خدمات بانکداری اینترنتی، به‌همراه استفاده از تکنیک‌های آماری برای تحلیل داده‌ها	دسترسی محدود به خدمات بانکداری اینترنتی، از جمله مشکلات فنی و عدم‌انطباق خدمات با نیازهای افراد نابینا	دسترسی محدود به خدمات بانکداری اینترنتی باعث افزایش محرومیت اجتماعی و مالی در افراد نابینا می‌شود و ضرورت بهبود طراحی این خدمات برای این گروه را مطرح می‌کند	بانکداری اینترنتی
ستیانتی[2] و همکاران (۲۰۲۰) [۵۲]	شرایط اجتماعی و انتظارات مشتریان معلول در مورد سیاست‌ها و ارائه فناوری بانکی قابل دسترس	بررسی شرایط اجتماعی و انتظارات مشتریان دارای ناتوانی از سیاست‌ها و فراهم‌آوری تکنولوژی بانکی دسترس‌پذیر.	استفاده از تحلیل کیفی داده‌های حاصل از مصاحبه‌ها و پرسشنامه‌ها با مشتریان دارای ناتوانی جسمی.	محرومیت اجتماعی، ناتوانی در استفاده از تکنولوژی‌های بانکی و موانع در دسترسی به خدمات مالی.	مشتریان نابینا انتظار دسترسی بهتر و آموزش‌هایی برای استفاده از خودپرداز را دارند.	فناوری بانکی
شو[3] و همکاران (۲۰۲۰) [۶۴]	SmartEye دستگاهی قابل‌پوشیدن که به افراد نابینا در بانکداری حضوری کمک می‌کند	طراحی و توسعه یک دستگاه پوشیدنی به نام "SmartEye" که به افراد نابینا در انجام عملیات بانکی حضوری کمک می‌کند.	توسعه دستگاه SmartEye است که از فناوری‌های حسگر و بینایی کامپیوتری استفاده می‌کند.	عدم توانایی در شناسایی اطلاعات و انجام تراکنش‌های مالی به طور مستقل.	دستگاه SmartEye به بهبود دسترسی افراد نابینا به خدمات بانکی حضوری کمک کرده و می‌تواند ریسک‌های مرتبط با استفاده نادرست یا عدم‌دسترسی به اطلاعات را کاهش دهد.	کمک‌های بانکداری حضوری
حفیعر[4] و همکاران (۲۰۱۹) [۱۹]	اولین گام به سوی استقلال نابینایان در کارآفرینی	بررسی اولین گام‌ها در جهت استقلال افراد نابینا در حوزه کارآفرینی و چالش‌های پیش روی آنان.	روش‌های کیفی و مصاحبه‌های عمقی با افراد نابینا برای بررسی تجربیات و چالش‌های آنان در ورود به کارآفرینی	دسترسی به منابع مالی، فقدان آموزش‌های لازم در زمینه کارآفرینی، چالش‌های اجتماعی و اقتصادی	شناسایی نیازها و موانع دسترسی نابینایان به خدمات بانکی برای کارآفرینی	کارآفرینی و بانکداری
جین و شارما[5] (۲۰۱۸) [۲۵]	راهکارها و حمایت‌های اجتماعی: برای بانکداران نابینا در هند	بررسی نقش راهکارهای موقت و حمایت‌های اجتماعی در کمک به بانکداران نابینا در هند برای غلبه بر چالش‌های مرتبط با فناوری‌ها	مصاحبه‌ها و مطالعات کیفی برای تحلیل تجربیات بانکداران نابینا در محیط‌های کاری و روش‌های تحلیل اجتماعی برای بررسی نقش شبکه‌های حمایت اجتماعی در استفاده از فناوری‌های بانکداری	دسترسی به فناوری‌های بانکداری نامناسب برای افراد نابینا، خطرات انجام وظایف شغلی به دلیل نبود دسترس‌پذیری، و چالش‌های اجتماعی و روانی	استفاده بانکداران نابینا از راهکارهای موقتی و حمایت‌های اجتماعی شامل استفاده از ابزارهای شخص ثالث یا کمک گرفتن از همکاران و اعضای خانواده برای غلبه بر مشکلات دسترسی	بررسی چالش‌های بانکداران نابینا در هند

1. Hassan
2. Setianti
3. Xu
4. Hafiar
5. Jain and Sharma

نویسندگان	عنوان مقاله	اهداف تحقیق	ابزار	ریسک‌های مورد بررسی	نتایج	حیطه مطالعه
یاداو[1] (۲۰۱۸) [۶۵]	مروری بر ماژول ATM برای کمک به نابینایان	بررسی و تحلیل ماژول‌های دستگاه خودپرداز (ATM) طراحی‌شده برای کمک به افراد نابینا و بهبود دسترسی آنها به خدمات بانکی خودکار.	بررسی تکنولوژی‌های مورد استفاده در ماژول‌های ATM ویژه افراد نابینا، شامل سیستم‌های صوتی، صفحه‌کلیدهای بریل، و رابط‌های کاربری قابل دسترس.	خطرات امنیتی ناشی از ناتوانی در مشاهده صفحه نمایش و مشکلات دسترسی به اطلاعات مالی به‌صورت ایمن.	استفاده از ماژول‌های صوتی و بریل در دستگاه‌های ATM می‌تواند دسترسی افراد نابینا به خدمات بانکی را بهبود بخشد، اما چالش‌های امنیتی و فنی همچنان نیاز به بهبود دارند.	تکنولوژی‌های دستگاه خودپرداز (ATM)
ونتز[2] و همکاران (۲۰۱۸) [۶۱]	مستندسازی دسترسی به ۱۰۰ وب‌سایت بانکی و مالی ایالات‌متحده	ارزیابی و مستندسازی دسترس‌پذیری ۱۰۰ وب‌سایت بانکی و مالی در ایالات‌متحده، به‌ویژه از دیدگاه کاربران دارای ناتوانی‌های بینایی.	استفاده از معیارهای دسترس‌پذیری استاندارد (مانند دستورالعمل‌های دسترس‌پذیری محتوای وب WCAG) برای تحلیل وب‌سایت‌ها و شناسایی نقاط ضعف و قوت در طراحی آنها.	عدم‌دسترسی به وب‌سایت‌های بانکی، و ناتوانی در استفاده از خدمات آنلاین، خطرات امنیتی و چالش‌های مرتبط با کاربرپسند بودن رابط‌های کاربری.	بسیاری از وب‌سایت‌های بانکی با استانداردهای دسترس‌پذیری سازگار نیستند. بسیاری از این وب‌سایت‌ها برای افراد نابینا غیرقابل استفاده بوده و مشکلاتی در دسترسی به اطلاعات وجود دارد.	دسترس‌پذیری وب‌سایت‌های بانکی و مالی در ایالات متحده برای کاربران نابینا
گونچاروا[3] و همکاران (۲۰۱۷) [۱۸]	خدمات بانکی از راه دور برای نابینایان در بریتانیا به عنوان ابزاری برای ایجاد محیطی بدون موانع	بررسی خدمات بانکداری از راه دور برای افراد نابینا در بریتانیا و نقش این خدمات در ایجاد یک محیط بدون مانع برای این گروه از افراد.	تحلیل مقایسه‌ای سیستم‌های بانکداری از راه دور موجود برای افراد نابینا، بررسی سیاست‌ها و تکنولوژی‌های مرتبط، و ارزیابی داده‌های آماری برای تحلیل تأثیرات این خدمات بر کاربران نابینا.	مشکلات دسترسی، نقض حریم خصوصی، و مخاطرات امنیتی مرتبط با استفاده از خدمات بانکداری از راه دور توسط افراد نابینا.	خدمات بانکداری از راه دور به طور مؤثر محیط بدون مانعی را برای افراد نابینا ایجاد کرده و دسترسی آنان به خدمات مالی را بهبود ببخشده، هرچند هنوز برخی چالش‌های دسترس‌پذیری و امنیت باقی مانده است.	بانکداری از راه دور
ونتز و همکاران (۲۰۱۷) [۶۲]	بررسی قابلیت دسترسی به سیستم‌های بانکی و مالی برای کاربران نابینا	بررسی دسترس‌پذیری سیستم‌های بانکداری و مالی برای کاربران نابینا و شناسایی چالش‌ها و موانع موجود در استفاده از این سیستم‌ها.	روش تحقیق کیفی شامل مصاحبه‌ها و مطالعات میدانی برای بررسی تجربیات کاربران نابینا در استفاده از سیستم‌های بانکداری و مالی.	ریسک‌های دسترس‌پذیری و امنیتی ناشی از عدم‌توانایی در استفاده ایمن از خدمات آنلاین و نبود آموزش مناسب.	کاربران نابینا با مشکلات قابل توجهی در استفاده از خدمات بانکداری از جمله عدم‌دسترسی کافی به رابط‌های کاربری مناسب و ابزارهای ایمن برای انجام تراکنش‌ها مواجه هستند.	خدمات آنلاین و سیستم‌های خودکار
کومار[4] (۲۰۱۴) [۳۱]	بررسی نگرش مشتریان نابینا به بانکداری موبایلی در هند	بررسی نگرش مشتریان نابینا در هند نسبت به استفاده از کانال‌های بانکداری موبایلی و شناسایی چالش‌ها و فرصت‌های این تکنولوژی برای این گروه.	پرسشنامه‌ها و مصاحبه‌ها برای جمع‌آوری داده‌های کیفی و کمی و همچنین روش‌های آماری برای تحلیل داده‌های جمع‌آوری شده از مشتریان نابینا که از بانکداری موبایلی استفاده می‌کنند.	عدم‌دسترسی کافی به خدمات بانکداری موبایلی، مشکلات رابط کاربری، چالش‌های فنی و امنیتی که ممکن است مشتریان نابینا با آنها مواجه شوند.	افراد نابینا نگرش مثبتی نسبت به بانکداری موبایلی دارند، اما برخی مشکلات همچنان وجود دارند که شامل موانع دسترسی، رابط کاربری پیچیده و مسائل امنیتی می‌شود.	بانکداری موبایلی

1. Yadav
2. Wentz
3. Goncharova
4. Kumar

نویسندگان	عنوان مقاله	اهداف تحقیق	ابزار	ریسک‌های مورد بررسی	نتایج	حیطه مطالعه
بائو[1] (۱۹۹۹) [۹]	ارائه خدمات فرهنگی مناسب به افراد نابینا	بررسی اهمیت ارائه خدماتی که از لحاظ فرهنگی مناسب و متناسب با نیازهای افراد نابینا یا دارای اختلال بینایی باشند، و تحلیل چگونگی بهبود این خدمات در جوامع مختلف.	تحلیل‌های کیفی برای ارزیابی نیازهای فرهنگی و اجتماعی افراد دارای اختلال بینایی و همچنین مصاحبه‌ها و بررسی مطالعات قبلی برای تعیین چارچوبی فرهنگی جهت ارائه خدمات به این افراد	خطر عدم‌دسترسی به خدمات مناسب به دلیل تفاوت‌های فرهنگی، عدم‌شناخت نیازهای خاص افراد نابینا در جوامع مختلف، و فقدان آموزش کافی برای ارائه‌دهندگان خدمات.	تحقیق نشان می‌دهد که خدمات فرهنگی متناسب می‌تواند به بهبود دسترسی و کیفیت خدمات برای افراد نابینا کمک کند و عدم‌ارائه چنین خدماتی منجر به عدم‌حمایت کافی از این گروه می‌شود.	خدمات فرهنگی به نابینایان
ناظم و همکاراد (۱۳۸۸) [۴۱]	جذاب‌سازی شهر الکترونیکی و سیستم‌های بانکداری و پیاده‌سازی الگوی عملی در حفظ حقوق معلولین	بررسی وضعیت فعلی و قابلیت‌های فناوری تشخیص گفتار و استفاده‌های آن در صنایع مختلف و بررسی چالش‌ها و فرصت‌های توسعه این فناوری	مدل‌های تشخیص گفتار مانند "مدل‌های مخفی مارکوف" و "شبکه‌های عصبی" و نرم‌افزارهای مختلفی مانند Dragon NaturallySpeaking	دقت تشخیص، نیاز به پردازش‌های سنگین و تأثیر آن بر حریم‌خصوصی کاربران	معرفی سیستم‌های تشخیص گفتار هوشمند، پیاده‌سازی آنها بر روی سیستم‌های الکترونیکی برای ارتباط چهره به چهره و غیرحضوری	سیستم‌های جامع الکترونیکی و سیستم‌های جدید بانکداری
وفایی و همکارا (۱۴۰۰) [۵۸]	ارائه مدل کارآفرینی معلولین با رویکرد خلاقیت و خودشکوفایی با استفاده از روش نظریه داده‌بنیاد	ارائه مدلی برای کارآفرینی افراد دارای معلولیت جسمی- حرکتی با تأکید بر خلاقیت و خودشکوفایی	روش نظریه داده‌بنیاد و ابزارهایی مانند مصاحبه‌های کیفی و پرسشنامه‌ای	پیچیدگی فرآیندهای کارآفرینی، آمادگی برای تغییر و وجود مقررات و محدودیت‌های ساختاری و فرهنگی	پیشنهاد به برگزاری کارگاه‌های تخصصی جهت اصلاح نگرش مدیران عالی کشور در زمینه توانمندی‌های معلولان و حمایت از اقدامات کارآفرینانه آنان	مدل کارآفرینی معلولین

بیشتر تحقیقات موجود، به بررسی چالش‌های دسترسی افراد نابینا به سیستم‌های بانکداری و مشکلات موجود در زمینه امنیت و حریم خصوصی پرداخته‌اند. با این‌حال، استفاده از ابزارهای پیشرفته‌ای مانند تکنیک‌های FMEA فازی و شبکه عصبی گراف برای تحلیل جامع‌تر و دقیق‌تر ریسک‌های بانکی در مطالعات پیشین کم‌تر مورد توجه قرار گرفته است. به کارگیری این تکنیک‌ها می‌تواند به شناسایی بهتر نقاط ضعف و بهبود استراتژی‌های مدیریتی کمک کند. با وجود رشد تکنولوژی و هوش‌مصنوعی، پژوهش‌هایی که به‌طور خاص از شبکه‌های عصبی گراف و FMEA فازی برای تحلیل و مدیریت ریسک‌های بانکی نابینایان استفاده کنند، بسیار محدود هستند. در این بین، شبکه‌های عصبی گراف می‌توانند به خوبی الگوهای پیچیده و تعاملی بین عوامل مختلف ریسک را شناسایی کنند، که این امر می‌تواند یک رویکرد جدید و ارزشمند برای بهبود دسترس‌پذیری و امنیت در سیستم‌های بانکی باشد. بیشتر تحقیقات موجود بر روی سیستم‌های بانکی جهانی متمرکز بوده‌اند، اما شرایط و نیازهای خاص جامعه نابینایان در برخی کشورها (مانند هند و بریتانیا) به‌طور دقیق بررسی نشده است. استفاده از تکنیک‌های فازی و GNN برای تحلیل داده‌های بومی (کشور ایران) می‌تواند راهکارهای موثرتری را برای کاهش ریسک‌های بانکی در این جوامع ارائه دهد. به منظور پر کردن این شکاف‌های تحقیقاتی، پژوهش حاضر به بررسی و تلفیق FMEA فازی و شبکه عصبی گراف برای ارزیابی پیشرفته ریسک‌های بانکی نابینایان می‌پردازد. این رویکرد با استفاده از مزیت‌های منطق فازی در مدیریت عدم‌قطعیت و توانایی GNN در مدل‌سازی ساختارهای پیچیده، قادر است ریسک‌های متنوع و چندبُعدی مرتبط با دسترسی نابینایان به خدمات بانکی دیجیتال را به صورت دقیق‌تر شناسایی و تحلیل کند. هدف این تحقیق، ارائه مدلی جامع برای ارزیابی ریسک‌های بانکی نابینایان و بهبود

1. Bau

دسترس‌پذیری و امنیت سیستم‌های بانکی دیجیتال برای این گروه از کاربران است. نتایج این پژوهش می‌تواند منجر به ارتقای کیفیت خدمات بانکی برای نابینایان و کاهش مخاطرات احتمالی شود.

۳. روش‌شناسی پژوهش

در بخش روش‌شناسی این پژوهش، یک الگوی اجرای دقیق مطابق با شکل ۱ برای انجام مراحل مختلف تحقیق و تحلیل داده‌ها به ارائه می‌شود.

شکل ۱: الگوی اجرایی پژوهش

داده‌ها: این پژوهش از نظر هدف، کاربردی–توسعه‌ای است و از روش توصیفی برای جمع‌آوری داده‌ها استفاده می‌کند. فرآیند جمع‌آوری داده‌ها شامل طراحی و توزیع پرسشنامه در میان گروهی از خبرگان بانکی و دانشگاهی است. برای این مطالعه، دو پرسشنامه طراحی شده است: یکی برای جمع‌آوری داده‌ها و انجام تحلیل با استفاده از روش FMEA فازی (تجزیه و تحلیل حالات خرابی و آثار آن به صورت فازی) و دیگری برای انجام تحلیل با استفاده از روش شبکه عصبی گراف طراحی شده است. در پرسشنامه مربوط به روش FMEA فازی، از خبرگان خواسته شد تا میزان ریسک مرتبط با هر حالت خرابی را با استفاده از مقیاس‌های فازی و براساس ۳ معیار شدت، وقوع و قابلیت کشف ارزیابی کنند. این داده‌ها سپس برای تعیین اولویت‌بندی ریسک‌ها و شناسایی عوامل بحرانی تحلیل شدند. پس از شناسایی عوامل بحرانی با استفاده از FMEA فازی، از روش شبکه عصبی گراف برای تحلیل روابط پیچیده و تأثیرات متقابل بین عوامل بحرانی شناسایی‌شده استفاده شد. در این مرحله، از شبکه عصبی گراف برای مدل‌سازی ارتباطات بین معیارها بهره گرفته شد تا به درک عمیق‌تری از وابستگی‌ها و میزان تأثیرگذاری هر عامل بر سایرین دست یابیم. داده‌های مربوط به معیارهای شناسایی‌شده به عنوان گره‌ها و روابط بین آنها به عنوان لبه‌ها در گراف وارد شدند و سپس این شبکه با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی Adam و طی ۱۰۰ اپوک آموزش داده شد. در این شبکه،

هر گره نشان‌دهنده یک عامل بحرانی و هر لبه نشان‌دهنده میزان تأثیرگذاری یک عامل بر دیگر عوامل است. نتایج مدل‌سازی با GNN به‌صورت یک گراف جهت‌دار نمایش داده شد که در آن وزن‌های هر لبه میزان تأثیر معیارها را بر یکدیگر نشان می‌دهند. این نتایج به کمک نرم‌افزارهایی مانند NetworkX بصری‌سازی شدند تا تحلیل وابستگی‌ها و تأثیرات متقابل بین عوامل بحرانی در یک نگاه قابل مشاهده باشد. در نهایت، با ترکیب نتایج به‌دست‌آمده از FMEA فازی و GNN، رتبه‌بندی نهایی معیارها انجام شد که به شناسایی اولویت‌های استراتژیک برای بهبود دسترسی‌پذیری و کاهش ریسک در ارائه خدمات بانکی برای نابینایان منجر شد.

برای اطمینان از روایی محتوایی پرسشنامه‌ها، از رویکرد روایی محتوایی استفاده شد. در این راستا، ۷ نفر از کارشناسان با بررسی ساختار پرسشنامه‌ها، تناسب طراحی، وضوح تعاریف و قابل‌فهم بودن سؤالات، نظرات خود را ارائه دادند که این نظرات در نسخه نهایی پرسشنامه‌ها لحاظ شد. در این پژوهش، همبستگی میان پاسخ‌های دو گروه مختلف برای سنجش پایایی پرسشنامه‌ها با استفاده از آزمون همبستگی پیرسون محاسبه شده است. دلیل انتخاب این آزمون، داده‌های کمی و پیوسته حاصل از پرسشنامه‌ها و هدف از تحلیل همبستگی بود که بررسی ارتباط خطی میان پاسخ‌های ارائه شده توسط دو گروه مختلف است. سطح اطمینان آزمون برابر ۹۵٪ در نظر گرفته شد. این بدان معناست که احتمال رد نادرست فرضیه صفر (عدم همبستگی) کمتر از ۵٪ است. نتایج همبستگی نشان داد که مقدار ضریب همبستگی برای تکنیک FMEA فازی برابر با ۰.۸۲محاسبه شد که نشان‌دهنده سطح بالای پایایی برای این ابزار است. مقدار ضریب همبستگی برای تکنیک شبکه عصبی گراف نیز برابر با ۰.۸۹ بود که نشان‌دهنده قابلیت اعتماد بالای ابزارهای مورد استفاده است. هر دو مقدار همبستگی به لحاظ آماری معنادار بودند.($p<0.05$) . این مقادیر، پایایی قابل قبول پرسشنامه‌ها را تأیید می‌کند. جامعه آماری این پژوهش شامل ۱۲ نفر از متخصصان بانکی و دانشگاهی است که در حوزه‌های نوآوری، خدمات مالی و توسعه محصول جدید فعالیت می‌کنند.

احصا و نهایی‌سازی ریسک‌های خدمات بانکی برای نابینایان با رویکرد دلفی فازی: در این مطالعه، شاخص‌های ریسک ارائه خدمات بانکی به نابینایان براساس یک فرآیند دقیق و سیستماتیک شناسایی شده‌اند. این فرآیند شامل مرور ادبیات، نظرسنجی از خبرگان و استفاده از روش دلفی فازی برای جمع‌آوری و تحلیل نظرات آنها بوده است. ابتدا، ادبیات موجود در زمینه خدمات بانکی برای نابینایان و چالش‌های مرتبط با دسترسی‌پذیری بررسی شد. در این مرحله، پژوهش‌های کلیدی به‌عنوان منابع اصلی برای استخراج شاخص‌های اولیه مورد استفاده قرار گرفتند. پس از شناسایی شاخص‌های اولیه، این شاخص‌ها به منظور تأیید و تکمیل به خبرگان و متخصصان حوزه بانکی ارائه شدند. نظرات این خبرگان که براساس تجربیات عملی و دانش تخصصی‌شان ارائه شده بود، به غنای بیشتر شاخص‌ها کمک کرد. همچنین، این شاخص‌ها با مطالعات معتبر تطابق داده شدند تا از همخوانی آنها با استانداردها و شرایط محلی و بین‌المللی اطمینان حاصل شود.

براساس این فرآیند، شاخص‌های ریسک اصلی در ارائه خدمات بانکی به نابینایان مطابق جدول ۲ شناسایی شدند که شامل موارد زیر است: دسترسی فیزیکی، آگاهی و آموزش نابینایان، نیاز به ایجاد محیط بدون مانع، نابرابری‌های اقتصادی، شکاف دیجیتال، موانع فناورانه، تجربه مشتری، چالش‌های امنیتی و حریم‌خصوصی، استانداردسازی، رعایت قوانین و مقررات، کمبود آگاهی و آموزش کارکنان بانک، و دسترسی به اطلاعات. این شاخص‌ها، پس از جمع‌آوری و تحلیل نظرات خبرگان و بررسی مطالعات مرتبط، به‌عنوان مهم‌ترین ریسک‌های مرتبط با ارائه خدمات بانکی به نابینایان شناسایی شدند. در این تحقیق، ۱۷ پرسش‌نامه با روش نمونه‌گیری هدفمند توزیع شد و در نهایت ۱۲ نفر از متخصصان بانکی و دانشگاهی، که با حوزه خدمات بانکی ویژه نابینایان و مدیریت ریسک آشنایی داشتند، پرسش‌نامه‌ها را تکمیل کردند. خبرگان شرکت‌کننده حداقل دارای مدرک کارشناسی و دارای تجربه در زمینه‌هایی مانند بانکداری، مالی، مدیریت ریسک و نوآوری و توسعه محصول بودند. شاخص‌های شناسایی‌شده می‌توانند به طور مؤثری در ارزیابی و بهبود سیستم‌های بانکی برای نابینایان به کار روند و اطمینان حاصل شود که تمام جنبه‌های مهم مرتبط با دسترسی‌پذیری و رضایت مشتریان نابینا مدنظر قرار گرفته‌اند. براساس نتایج جدول، تمامی ۱۲ شاخص ریسک تحت تکنیک دلفی فازی با حد آستانه ۰.۷ تأیید شدند [۱].

جدول ۲. ریسک‌های بانکداری نابینایان

شماره ریسک	عنوان مشکل	توضیح	نحوه شناسایی		
			نظرات خبرگان	نظرات مشتریان	مطالعات انجام شده
۱C	دسترسی فیزیکی	مهمترین چالش محدودیت‌های جسمی خود معلولیت است که می‌تواند دسترسی به تسهیلات بانکی و دستگاه‌های خودپرداز را برای افراد کم‌بینا دشوار کند.	✓	✓	(ستیانتی[1] و همکاران، ۲۰۲۰) [۵۲] (سوباکتی[2] و همکاران، ۲۰۲۱) [۵۴] (سینگنامالا[3] و همکاران، ۲۰۱۹) [۵۳]
۲C	آگاهی و آموزش نابینایان	بسیاری از مشتریان نابینا ممکن است از خدمات موجود یا نحوه استفاده موثر از آنها آگاه نباشند. سواد مالی و آموزش برای توانمندسازی این مشتریان بسیار مهم است	✓	✓	(سرون و کاستنر[4]، ۲۰۰۸) [۵۱] (آندرئو و آنیفانتکی[5] ۲۰۱۹) [۵] (حسن و همکاران، ۲۰۲۱) [۲۰]
۳C	نیاز به ایجاد محیط بدون مانع	ایجاد محیط‌های بدون‌مانع برای نابینایان نیازمند سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها و آموزش مستمر کارکنان است	✓	✓	(گونچاروا[6] و همکاران، ۲۰۱۷) [۱۸] (اوتیفا[7] و همکاران، ۲۰۱۷) [۴۳] (فرانک[8] و همکاران، ۲۰۲۰) [۱۶]
۴C	نابرابری‌های اقتصادی	افراد نابینا اغلب با چالش‌های اقتصادی مانند درآمد کمتر و نرخ بیکاری بالاتر روبه‌رو هستند که می‌تواند دسترسی آنها را به خدمات بانکی محدود کند	✓	✓	(بورلی[9] و همکاران، ۲۰۰۴) [۱۰] (حفیر و همکاران، ۲۰۱۹) [۱۹] (حسن و همکاران، ۲۰۲۱) [۲۰]
۵C	شکاف دیجیتال	با حرکت آنلاین خدمات بانکی، خطر ایجاد شکاف دیجیتالی وجود دارد که در آن افراد نابینا ممکن است درگیرشدن با خدمات فقط دیجیتالی برایشان مشکل باشد.	✓	–	(ساچدوا[10] و همکاران، ۲۰۱۵) [۴۸] (النظی[11]، ۲۰۲۳) [۴] (کامسواران[12] و همکاران، ۲۰۲۳) [۲۷]
۶C	موانع فناورانه	موانع فناورانه در بانکداری نابینایان به چالش‌های فنی و طراحی در سامانه‌های بانکی اشاره دارد که دسترسی نابینایان به خدمات دیجیتال بانکی را محدود می‌کند، از جمله نبود رابطهای کاربری سازگار.	✓	–	(کریون[13]، ۲۰۰۴) [۱۲] (بیلا[14] و همکاران، ۲۰۱۷) [۱۱] (النظی ، ۲۰۲۳) [۴]
۷C	تجربه مشتری	تجربه مشتری در بانکداری نابینایان به میزان رضایت و راحتی مشتریان نابینا در تعامل با خدمات بانکی اشاره دارد که شامل دسترسی‌پذیری دیجیتال، سهولت استفاده و کیفیت پشتیبانی است.	✓	✓	(ستیانتی[15] و همکاران، ۲۰۲۰) [۵۲] (رزا و والنتیم[16]، ۲۰۲۰) [۴۷] (قریشی و وانگ[17]، ۲۰۲۰) [۴۵]
۸C	چالش‌های امنیتی و	اطمینان از ایمن بودن خدمات بانکی و درعین‌حال در دسترس بودن می‌تواند یک موضوع پیچیده باشد، زیرا اقدامات امنیتی	✓	✓	(فوگلرود، ۲۰۱۱۱۸) [۱۷] (احمد و همکاران، ۲۰۱۵) [۲]

1. Setianti
2. Subakti
3. Singanamalla
4. Servon and Kaestner
5. Andreou & Anyfantaki
6. Goncharova
7. Oteifa
8. Frank
9. Beverley
10. Sachdeva
11. Alenezi
12. Kameswaran
13. Craven
14. Billah
15. Setianti
16. Rosa & Valentim
17. Qureshi & Wong
18. Fuglerud

شماره ریسک	عنوان مشکل	توضیح	نحوه شناسایی: نظرات خبرگان	نحوه شناسایی: نظرات مشتریان	نحوه شناسایی: مطالعات انجام شده
	حریم‌خصوصی	نباید مانعی برای کاربران نابینا ایجاد کند.			(النظی, ۲۰۲۳) [۴]
۹C	استانداردسازی	استانداردسازی در بانکداری به فرآیند تعیین و اجرای اصول و معیارهای یکسان برای اطمینان از دسترسی‌پذیری، امنیت و کیفیت خدمات بانکی اشاره دارد. این امر به ویژه در خدمات بانکی برای نابینایان، با هدف فراهم کردن تجربه‌ای منسجم و دسترس‌پذیر در تمامی کانال‌ها و ابزارهای بانکی انجام می‌شود.	✓	✓	نعیم و همکاران (۲۰۲۲) [۴۰] (حسن و همکاران، ۲۰۲۱) [۲۰] (نادلا و یولیانتی[1]، ۲۰۲۲) [۳۹]
۱۰C	رعایت قوانین و مقررات	در برخی موارد، قوانین و مقررات ممکن است به اندازه کافی دسترسی به خدمات بانکداری دیجیتال را الزامی نکنند که منجر به عدم‌انطباق و عدم‌دسترسی می‌شود.	✓	✓	(الاجرمه، ۲۰۲۱) [۳] (کوشالنگر[2]، ۲۰۲۱) [۳۲] (ونتز، ۲۰۱۷) [۶۲]
۱۱C	کمبود آگاهی و آموزش کارکنان بانک	کارکنان بانکی ممکن است آموزش‌های کافی در مورد نیازها و چالش‌های افراد نابینا ندیده باشند. این می‌تواند منجر به خدمات ضعیف و نارضایتی مشتریان نابینا شود.	✓	✓	(جین و شارما[3]، ۲۰۱۸) [۲۶] (حسن و همکاران، ۲۰۲۱) [۲۰] (جبلا و گورگویچ[4]،۲۰۲۲) [۲۳]
۱۲C	دسترسی به اطلاعات	دسترسی به اطلاعات در بانکداری به توانایی مشتریان، به ویژه افراد نابینا، در دستیابی آسان و مستقل به داده‌های مالی و اطلاعات حساب‌هایشان از طریق ابزارها و سامانه‌های دیجیتال اشاره دارد. این دسترسی باید شفاف، امن و سازگار با نیازهای خاص کاربران باشد تا تجربه بانکی یکپارچه‌ای را فراهم کند.	✓	✓	(انیس، ۲۰۱۵) [۶] (سوتریا[5] و همکاران، ۲۰۱۷) [۵۵] (ونتز و همکاران، ۲۰۱۷) [۶۲]

جدول ۳ نمایانگر مقادیر فازی اعداد ۱ تا ۵ است که در قالب سه مولفه فازی پایین (L)، میانه (M)، و بالا (U) ارائه شده‌اند. این مولفه‌ها که به عنوان سه‌تایی‌های فازی (L، M، U) تعریف می‌شوند و ابزار ارزشمندی برای انعکاس عدم‌قطعیت‌ها و تردیدهای ذاتی در ارزیابی و تخصیص اهمیت به یک معیار خاص در تصمیم‌گیری هستند [۲۲]. تفاوت اصلی روش دلفی فازی با روش دلفی سنتی، استفاده از اعداد فازی در سنجش نظرات خبرگان است. اعداد فازی (به‌عنوان مثال، سه‌تایی‌های فازی پایین، میانه، و بالا) امکان ارائه پاسخ‌های کیفی و نامعین را فراهم می‌کنند که باعث می‌شود درجه اطمینان در نظرات منعکس شود [۱۵، ۴۹].

جدول۳. طیف فازی

اعداد فازی	L	M	U
۱	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۲۵
۲	۰.۰۰	۰.۲۵	۰.۵۰
۳	۰.۲۵	۰.۵۰	۰.۷۵
۴	۰.۵۰	۰.۷۵	۱.۰۰
۵	۰.۷۵	۱.۰۰	۱.۰۰

1. Nadela & Yulianti
2. Kushalnagar
3. Jain & Sharma
4. Jaballa and Gorgevic
5. Sutariya

به‌منظور استفاده عملی از نتایج به‌دست‌آمده، نیاز به یک مرحله به نام فازی‌زدایی یا Defuzzification وجود دارد. این فرآیند به تبدیل داده‌های فازی به یک عدد قطعی و قابل تفسیر کمک می‌کند، به‌گونه‌ای که برای تصمیم‌گیری‌ها و کاربردهای عملی آماده شود [۱۵، ۲۴]. روش مرکز ثقل، یکی از رایج‌ترین و پرکاربردترین تکنیک‌ها در فرآیند فازی‌زدایی است که به‌منظور تبدیل مقادیر فازی به یک مقدار قطعی استفاده می‌شود. این روش که گاهی به آن "روش مرکز ثقل سطح زیرمنحنی" نیز گفته می‌شود، مقدار قطعی را با محاسبه مرکز ثقل ناحیه زیرمنحنی فازی به دست می‌آورد [۳۸]. در روش مرکز ثقل، داده‌های فازی به‌صورت توابع عضویت نمایش داده می‌شوند، که اغلب به‌صورت نمودارهای مثلثی یا ذوزنقه‌ای شکل هستند. برای فازی‌زدایی، این روش کل مساحت زیرمنحنی تابع عضویت را در نظر می‌گیرد و سپس مرکز ثقل این ناحیه محاسبه می‌شود. مرکز ثقل در واقع نقطه‌ای است که می‌تواند تعادل وزنی کل شکل را به دست دهد و نمایانگر بهترین برآورد قطعی از داده‌های فازی است [۳۸]. برای محاسبه مرکز ثقل، فرمول زیر به‌کار می‌رود:

$$Z = \frac{\int_a^b \mu(z).z\, dz}{\int_a^b \mu(z) dz}$$ رابطه (۱)

در این فرمول:

- Z مقدار قطعی یا همان مرکز ثقل است.
- $\mu(z)$ درجه عضویت نقطه Z در تابع عضویت فازی است.
- a و b محدوده مقادیر فازی تعریف شده‌اند.
- صورت کسر، مجموع وزنی تمام مقادیر در بازه فازی است، و مخرج کسر کل مساحت زیرمنحنی تابع عضویت را نشان می‌دهد.

جدول ۴. نتایج روش دلفی فازی

شماره ریسک	عنوان مشکل	مقدار فازی L	مقدار فازی M	مقدار فازی U	مقدارقطعی	وضعیت نهایی
۱C	دسترسی فیزیکی	۰.۵۶	۰.۸۱	۰.۹۶	۰.۷۸	**تایید**
۲C	آگاهی و آموزش نابینایان	۰.۵۰	۰.۷۵	۰.۹۲	۰.۷۲	**تایید**
۳C	نیاز به ایجاد محیط بدون مانع	۰.۵۸	۰.۸۳	۰.۹۸	۰.۸۰	**تایید**
۴C	نابرابری‌های اقتصادی	۰.۷۱	۰.۹۶	۱.۰۰	۰.۸۹	**تایید**
۵C	شکاف دیجیتال	۰.۵۶	۰.۸۱	۰.۹۴	۰.۷۷	**تایید**
۶C	موانع فناورانه	۰.۵۷	۰.۷۷	۰.۹۶	۰.۷۵	**تایید**
۷C	تجربه مشتری	۰.۵۸	۰.۸۳	۰.۹۴	۰.۷۸	**تایید**
۸C	چالش‌های امنیتی و حریم‌خصوصی	۰.۷۳	۰.۹۸	۱.۰۰	۰.۹۰	**تایید**
۹C	استانداردسازی	۰.۶۷	۰.۹۲	۰.۹۸	۰.۸۵	**تایید**
۱۰C	رعایت قوانین و مقررات	۰.۶۴	۰.۹۴	۱.۰۰	۰.۸۸	**تایید**
۱۱C	کمبود آگاهی و آموزش کارکنان بانک	۰.۵۴	۰.۷۹	۰.۹۴	۰.۷۶	**تایید**
۱۲C	دسترسی به اطلاعات	۰.۴۶	۰.۷۱	۰.۹۴	۰.۷۰	**تایید**

نتایج جدول ۴، نشان‌دهنده اجماع بالای خبرگان بر سر مهم‌ترین ریسک‌های مرتبط با خدمات بانکی برای نابینایان است. تمامی شاخص‌های مورد بررسی، با مقدار قطعی بالاتر از ۰.۷، تأیید شدند که نشان می‌دهد این مسائل به عنوان چالش‌های اصلی در این حوزه شناخته می‌شوند. در میان ریسک‌های شناسایی‌شده، چالش‌های امنیتی و حریم‌خصوصی (C8) و نابرابری‌های اقتصادی (C4) با مقادیر قطعی ۰.۹۰ و ۰.۸۹ بیشترین اهمیت را دارند. این امر نشان‌دهنده نگرانی بالا در زمینه تضمین امنیت و حفظ حریم‌خصوصی و همچنین رفع نابرابری‌های اقتصادی در دسترسی به خدمات بانکی است.

۴. تحلیل داده‌ها و یافته‌های پژوهش

تکنیک FMEA (تحلیل حالات خرابی و اثرات آن) یک روش سیستماتیک برای شناسایی، تحلیل و اولویت‌بندی مشکلات بالقوه در فرآیندها، محصولات و سیستم‌ها است. این تکنیک به‌طور گسترده‌ای در صنایع مختلف برای بهبود کیفیت و ایمنی استفاده می‌شود [۴۶].

مراحل اجرای FMEA

۱. **شناسایی حالات خرابی**[1]**:** در این مرحله، تیم کاری تمامی حالت‌های ممکن که سیستم، محصول یا فرآیند ممکن است دچار خرابی شود را شناسایی می‌کند. این گام ابتدایی بسیار حیاتی است، زیرا تمامی تحلیل‌های بعدی بر مبنای این شناسایی انجام می‌شود [۲۱].

۲. **تحلیل اثرات**[2]: اثرات هر خرابی بر سیستم یا محصول مورد بررسی قرار می‌گیرد. این تحلیل کمک می‌کند تا تأثیرات هر خرابی بر عملکرد کلی سیستم و همچنین ایمنی شناسایی شود [۱۳].

۳. **اولویت‌بندی خطرات:** براساس شدت اثر، احتمال وقوع و قابلیت تشخیص خرابی، هر خرابی یک امتیاز ریسک RPN[3] دریافت می‌کند. این امتیاز به تیم کمک می‌کند تا روی مشکلات با ریسک بالاتر تمرکز و اقدامات اصلاحی مناسب را اعمال نمایند [۴۴].

٤. **تدوین و اجرای اقدامات اصلاحی:** برای خرابی‌هایی که امتیاز ریسک بالایی دارند، اقدامات اصلاحی پیشنهاد شده و اجرا می‌شود تا احتمال وقوع آنها کاهش یابد. این اقدامات می‌توانند شامل تغییرات در طراحی، فرآیندها یا روش‌های اجرایی باشند [۳۷].

۵. **بازنگری و بهبود:** پس از اجرای اقدامات اصلاحی، فرآیند FMEA بازنگری شده و در صورت نیاز، بهبودهای بیشتری اعمال می‌شود. این مرحله به حفظ و ارتقای مستمر کیفیت و ایمنی کمک می‌کند [۸].

روش FMEA فازی. ابتدا مشکلات و یا ریسک‌ها شناسایی می‌شود سپس براساس طیف جدول ۵، به هر ریسک براساس ۳ معیار شدت اثر[4]، احتمال وقوع[5] و احتمال کشف[6] امتیاز داده می‌شود؛ برای مثال در صورتی‌که ریسک بسیار پرخطر باشد، عدد ۱۰ و درصورتی‌که ریسک فاقد اثر باشد، عدد ۱ اختصاص داده می‌شود.

جدول ۵. نمایش مقیاس درجه‌بندی شدت، احتمال وقوع و احتمال کشف [۴۲]

کد	شدت اثر	احتمال وقوع	احتمال کشف	عدد فازی
۱۰	خطرناک بدون هشدار	خیلی زیاد	مطلقا هیچ	(۹,۱۰,۱۰)
۹	خطرناک با هشدار	غیرقابل اجتناب است	خیلی ناچیز	(۸,۹,۱۰)
۸	خیلی زیاد	زیاد	ناچیز	(۷,۸,۹)
۷	زیاد	مشکلات پی در پی	خیلی کم	(۶,۷,۸)
۶	متوسط	متوسط	کم	(۵,۶,۷)
۵	کم	گاه و بیگاه	متوسط	(۴,۵,۶)
۴	خیلی کم	کم	نسبتا زیاد	(۳,۴,۵)
۳	اثرات جزئی	نسبتا کم	زیاد	(۲,۳,۴)
۲	خیلی جزئی	بعید	خیلی زیاد	(۱,۲,۳)
۱	هیچ	احتمال ندارد	تقریبا حتمی	(۰,۱,۱)

1. Failure Modes
2. Effects Analysis
3. Risk Priority Number
4. Severity
5. Occurrence
6. Detection

بعد از امتیازدهی به ریسک‌ها، عدد RPN بر اساس ضرب هر سه مقدار O، S و D بر اساس رابطه ۱ محاسبه می‌شود.

رابطه (۲) $$RPN = O \times S \times D$$

هرکدام از مقادیر O، S و D یک عدد فازی می‌باشند که از روابط ۲ تا ۴ محاسبه می‌شوند. در این روابط، اندیس i به ریسک i ام و اندیس j به معیار j ام (معیارهای O، S و D). اشاره دارد. همچنین، a حد پایین عدد فازی، b حد میانی عدد فازی و c حد بالای عدد فازی است.

رابطه (۳) $$a_j = \sum \frac{a_{ij}}{n}$$

رابطه (۴) $$b_j = \sum \frac{b_{ij}}{n}$$

رابطه (۵) $$c_j = \sum \frac{c_{ij}}{n}$$

همچنین مقدار دی‌فازی‌شده میانگین عدد فازی از رابطه زیر به دست می‌آید.

رابطه (۶) $$\text{غیرفازی} = \frac{a+b+c}{۳}$$

- **شبکه عصبی گراف** یکی از تکنیک‌های یادگیری ماشین است که برای پردازش داده‌های ساختاریافته در قالب گراف به کار می‌روند. گراف‌ها به دلیل قابلیت‌شان در نمایش اشیاء و روابط میان آنها، در بسیاری از زمینه‌ها از جمله شبکه‌های اجتماعی، زیست‌مولکول‌ها، و داده‌های مالی مورد استفاده قرار می‌گیرند. GNN به‌طور خاص برای یادگیری روی این گراف‌ها طراحی شده است، تا اطلاعات را از ساختار گرافی و همسایگی‌های آن استخراج کند. در ادامه، گام به گام نحوه کار GNN شرح داده شده است [۶۲،۵۷].

مراحل اجرای شبکه عصبی گراف

۱. **تعریف گراف‌ها:** گراف یک ساختار داده است که از دو مجموعه تشکیل شده است [۶۶]:
گره‌ها[1]: که نماینده اشیاء یا نهادها هستند (در بانکداری، گره‌ها می‌توانند نماینده مشتریان، تراکنش‌ها یا حساب‌های بانکی باشند).
یال‌ها[2]: که روابط یا تعاملات بین گره‌ها را تعریف می‌کنند. این یال‌ها ممکن است جهت‌دار یا غیرجهت‌دار باشند و می‌توانند دارای وزن نیز باشند (در سیستم‌های بانکی، یال‌ها ممکن است نمایانگر تراکنش‌های مالی بین مشتریان باشند).

۲. **نمایش ویژگی‌ها:** ورودی به یک GNN شامل یک گراف است که دارای مجموعه‌ای از گره‌ها و یال‌ها است. هر گره دارای ویژگی‌هایی است که به عنوان ورودی به مدل داده می‌شود. این ویژگی‌ها می‌توانند شامل مقادیر عددی یا دسته‌بندی باشند که نشان‌دهنده وضعیت هر گره هستند [۷].

۳. **پیام‌رسانی:** اصلی‌ترین بخش GNN فرآیند پیام‌رسانی است. در هر لایه از GNN، هر گره از همسایگان خود اطلاعات دریافت می‌کند و اطلاعات خود را به آنها ارسال می‌کند. این کار با ترکیب اطلاعات گره‌های همسایه و یال‌های مربوط به آنها انجام می‌شود.

1. Nodes
2. Edges

فرمول اصلی پیام‌رسانی به این شکل است:

$$\sigma\left(\sum_{u\epsilon N(v)} f(h_v^{(k)}, h_u^{(k)}, e_{uv})\right) = h_v^{(k+1)}$$ رابطه (۷)

این فرمول مربوط به بروزرسانی ویژگی‌های گره‌ها در یک شبکه عصبی گرافی است که در آن:

- $N(v)$ همسایگان گره v را نشان می‌دهد.
- $h_u^{(k)}$ و $h_v^{(k)}$ به ترتیب ویژگی‌های گره v و همسایه u در لایه k ام هستند.
- e_{uv} مشخصه لبه بین گره‌های u و v است.
- f تابع تجمیع است که ویژگی‌های گره‌ها و لبه‌ها را ترکیب می‌کند.
- σ تابع فعال‌سازی است.

۴. **به‌روزرسانی ویژگی‌های گره:** پس از انتقال پیام‌ها بین گره‌ها، ویژگی‌های هر گره براساس پیام‌های دریافتی از گره‌های همسایه به‌روزرسانی می‌شود. این به‌روزرسانی معمولا از طریق یک تابع تجمیع صورت می‌گیرد. به عنوان مثال، از توابعی مانند میانگین، جمع یا حداکثر استفاده می‌شود. سپس ویژگی‌های جدید گره به عنوان ورودی برای مرحله بعدی در شبکه استفاده می‌شوند [۶۷].

۵. **تجمع:** در هر لایه از شبکه، اطلاعات از همسایگان گره‌ها جمع‌آوری می‌شود. این کار با استفاده از روش‌های مختلف تجمع[1] انجام می‌شود. برخی از رایج‌ترین روش‌های تجمع عبارتند از [۲۹]:

- ✓ میانگین‌گیری[2]: میانگین ویژگی‌های همسایگان.
- ✓ جمع[3]: جمع ویژگی‌های همسایگان.
- ✓ حداکثرگیری[4]: بیشترین مقدار ویژگی همسایگان.

۶. **پیش‌بینی**: پس از چندین مرحله پیام‌رسانی و به‌روزرسانی ویژگی‌های گره‌ها، شبکه عصبی گراف می‌تواند یک **بردار خروجی** برای هر گره یا برای کل گراف تولید کند. این بردار خروجی می‌تواند برای انجام وظایف مختلف بکار رود [۳۴]:

- ✓ طبقه‌بندی گره‌ها[5]: پیش‌بینی برچسب هر گره.
- ✓ پیش‌بینی لینک‌ها[6]: پیش‌بینی اینکه آیا بین دو گره یال وجود دارد یا خیر.
- ✓ طبقه‌بندی گراف[7]: پیش‌بینی برچسب برای کل گراف.

۷. **آموزش و بهینه‌سازی:** شبکه عصبی گراف مانند سایر شبکه‌های عصبی معمولا با استفاده از روش‌های یادگیری نظارت‌شده[8] آموزش داده می‌شود. **تابع هزینه** محاسبه می‌شود و سپس از طریق الگوریتم‌هایی مانند **پس‌انتشار خطا**[9] و **بهینه‌سازی گرادیان**، وزن‌های شبکه به‌روزرسانی می‌شوند تا عملکرد بهینه شود [۳۴].

نتایج ارزیابی ریسک بار روش FMEA فازی

ارزیابی ریسک ارائه خدمات بانکی به نابینایان با استفاده از رویکرد ترکیبی FMEA فازی، نتایج قابل‌توجهی را در شناسایی و اولویت‌بندی ریسک‌های مختلف ارائه می‌دهد. این روش ابتدا ریسک‌های مربوط به ارائه خدمات بانکی به نابینایان را شناسایی کرده و سپس با استفاده از معیارهای شدت اثر، احتمال وقوع و قابلیت کشف به آنها امتیازدهی می‌کند. سپس این امتیازات با استفاده از روش‌های فازی و محاسبه عدد RPN فازی تجزیه و تحلیل شده و به عددی غیرفازی تبدیل می‌شود تا اولویت ریسک‌ها مشخص گردد. در این بخش، ریسک‌های

1. Aggregation
2. Mean
3. Sum
4. Max
5. Node Classification
6. Link Prediction
7. Graph Classification
8. Supervised Learning
9. Backpropagation

پژوهش براساس ۳ معیار احتمال وقوع، احتمال کشف و شدت اثر براساس طیف ۱ تا ۱۰ جدول ۶ از نظر ۱۲ خبره ارزیابی می‌شوند سپس توسط روش میانگین حسابی ادغام می‌شوند.

جدول۶ مشخصات خبرگان

سمت اجرایی	سابقه فعالیت	سن	تحصیلات	حوزه فعالیت
کارشناس	بین ۱۰ تا ۲۰ سال	بین ۳۰ تا ۴۰ سال	ارشد	بانکداری دیجیتال
مدیرشعبه	بیش از ۲۰ سال	بیش از ۵۰ سال	کارشناسی	خدمات بانکی
عضو هیات‌علمی دانشگاه	بیش از ۲۰ سال	بیش از ۵۰ سال	دکتری	مدیریت مالی
رئیس اداره	کمتر از ۲۰ سال	بین ۳۰ تا ۴۰ سال	ارشد	بازاریابی
کارشناس	کمتر از ۱۰ سال	بین ۳۰ تا ۴۰ سال	ارشد	خدمات بانکی
استاد دانشگاه	کمتر از ۱۰ سال	بین ۳۰ تا ۴۰ سال	دکتری	نوآوری
عضو هیات‌علمی دانشگاه	بین ۱۰ تا ۲۰ سال	بیش از ۵۰ سال	دکتری	مهندسی مالی
مدیر ارشد	بین ۲۰ تا ۳۰ سال	بیش از ۵۰ سال	ارشد	تحلیل کسب‌وکار
کارشناس	کمتر از ۱۰ سال	بین ۲۰ تا ۳۰ سال	کارشناسی	روابط عمومی
استاد دانشگاه	کمتر از ۱۰ سال	بین ۳۰ تا ۴۰ سال	دکتری	کارآفرینی مالی
کارشناس	کمتر از ۱۰ سال	بین ۲۰ تا ۳۰ سال	ارشد	تحلیل داده
عضو هیات‌علمی دانشگاه	بیش از ۲۰ سال	بیش از ۵۰ سال	دکتری	تامین مالی یانکی

سپس براساس رابطه ۱ مقدار RPN فازی هر ریسک محاسبه و سپس توسط رابطه ۵ تبدیل به غیرفازی می‌شود. به عنوان مثال برای ریسک دسترسی فیزیکی داریم:

ریسک دسترسی فیزیکی احتمال وقوع، احتمال کشف و شدت ریسک اعداد فازی آن در زیرآورده شده است.

شدت ریسک= (۵.۹،۶.۹،۷.۹)

قابلیت کشف= (۵.۶،۶.۶،۷.۶)

احتمال وقوع= (۵.۷،۶.۷،۷.۷)

عدد RPN فازی ریسک دسترسی فیزیکی از ضرب اعداد فازی احتمال وقوع، احتمال کشف و شدت ریسک حاصل می‌شود که در زیر آورده شده است.

رابطه (۱۷)

$$RPN_{(۱)}^{\text{فازی}} = (۷.۹\ ،۶.۹) \times (۷.۶\ ،۶.۶\ ،۵.۶) \times (۷.۷\ ،۶.۷\ ،۵.۷) = (۴۶۲.۳۰۸\ ،۳۰۵.۱۱۸\ ،۱۸۸.۳۲۸)$$

رابطه (۱۸)

$$RPN_{(۱)}^{\text{غیرفازی}} = \frac{۴۲۶.۳۰۸ + ۳۰۵.۱۱۸ + ۱۸۸.۳۲۸}{۳} = ۳۱۸.۵۸$$

برای مابقی ریسک‌ها نیز به طریق مشابه محاسبات انجام می‌شود که در جدول ۷ آورده شده است.

جدول ۷. مقدار RPN ریسک‌ها

ریسک فرعی	شدت ریسک	قابلیت کشف	احتمال وقوع	RPN فازی	RPN غیرفازی
دسترسی فیزیکی	(۵.۹،۶.۹،۷.۹)	(۵.۶،۶.۶،۷.۶)	(۵.۷،۶.۷،۷.۷)	(۱۸۸.۳۲۸،۳۰۵.۱۱۸،۴۶۲.۳۰۸)	۳۱۸.۵۸
آگاهی و آموزش نابینایان	(۵.۳،۶.۳،۷.۳)	(۴.۷،۵.۷،۶.۷)	(۵.۴،۶.۴،۷.۴)	(۱۳۴.۵۱۴،۲۲۹.۸۲۴،۳۶۱.۹۳۴)	۲۴۲.۰۹
نیاز به ایجاد محیط بدون مانع	(۵.۴،۶.۴،۷.۴)	(۴.۹،۵.۹،۶.۹)	(۴.۹،۵.۹،۶.۹)	(۱۲۹.۶۵۴،۲۲۲.۷۸۴،۳۵۲.۳۱۴)	۲۳۴.۹۲
نابرابری‌های اقتصادی	(۵.۹،۶.۹،۷.۹)	(۵.۱،۶.۱،۷.۱)	(۶،۷،۸)	(۱۸۰.۵۴،۲۹۴.۶۳،۴۴۸.۷۲)	۳۰۷.۹۶
شکاف دیجیتال	(۵.۳،۶.۳،۷.۳)	(۵.۴،۶.۴،۷.۴)	(۵.۹،۶.۹،۷.۹)	(۱۶۸.۸۵۸،۲۷۸.۲۰۸،۴۲۶.۷۵۸)	۲۹۱.۲۷
موانع فناورانه	(۴.۹،۵.۹،۶.۹)	(۴.۹،۵.۹،۶.۹)	(۵.۶،۶.۶،۷.۶)	(۱۳۴.۴۵۶،۲۲۹.۷۴۶،۳۶۱.۸۳۶)	۲۴۲.۰۱
تجربه مشتری	(۵،۶،۷)	(۴.۹،۵.۹،۶.۹)	(۵،۶،۷)	(۱۲۲.۵،۲۱۲.۴،۳۳۸.۱)	۲۲۴.۳۳
چالش‌های امنیتی و حریم‌خصوصی	(۵.۱،۶.۱،۷.۱)	(۴.۹،۵.۹،۶.۹)	(۵.۳،۶.۳،۷.۳)	(۱۳۲.۴۴۷،۲۲۶.۷۳۷،۳۵۷.۶۲۷)	۲۳۸.۹۴
استانداردسازی	(۴.۳،۵.۳،۶.۳)	(۴.۲،۵.۲،۶.۲)	(۴.۲،۵.۲،۶.۲)	(۷۵.۸۵۲،۱۴۳.۳۱۲،۲۴۲.۱۷۲)	۱۵۳.۷۸
رعایت قوانین و مقررات	(۴.۴،۵.۴،۶.۴)	(۴.۴،۵.۴،۶.۴)	(۴،۵،۶)	(۷۷.۴۴،۱۴۵.۸،۲۴۵.۷۶)	۱۵۶.۳۳
کمبود آگاهی و آموزش کارکنان بانک	(۴.۱،۵.۱،۶.۱)	(۴.۸،۵.۸،۶.۸)	(۴.۱،۵.۱،۶.۱)	(۸۰۶۸۸،۱۵۰.۸۵۸،۲۵۳.۰۲۸)	۱۶۱.۵۲
دسترسی به اطلاعات	(۴.۴،۵.۴،۶.۴)	(۴.۴،۵.۴،۶.۴)	(۴.۳،۵.۳،۶.۳)	(۸۳.۲۴۸،۱۵۴.۵۴۸،۲۵۸.۰۴۸)	۱۶۵.۲۸

جدول ۷ که به مقدار RPN ریسک‌ها در ارائه خدمات بانکی به نابینایان اختصاص دارد، نتایج مهمی را درخصوص شناسایی و اولویت‌بندی ریسک‌ها ارائه می‌دهد. این جدول براساس سه‌معیار اصلی شدت ریسک، قابلیت کشف و احتمال وقوع، ریسک‌ها را ارزیابی کرده و مقدار RPN فازی و غیرفازی هریک را محاسبه کرده است. تحلیل این نتایج به شناسایی نقاط ضعف سیستم و اولویت‌بندی ریسک‌ها براساس اهمیت آنها کمک می‌کند. دسترسی فیزیکی به عنوان پرخطرترین ریسک در این تحلیل با مقدار RPN غیرفازی ۳۱۸.۵۸ شناخته شده است. این مقدار بالا نشان می‌دهد که مشکلات و موانع فیزیکی که نابینایان در دسترسی به خدمات بانکی با آن مواجه می‌شوند، نیازمند توجه ویژه‌ای هستند. بهبود زیرساخت‌های فیزیکی و تسهیل دسترسی برای این گروه از مشتریان باید در اولویت برنامه‌های اصلاحی بانک‌ها قرار گیرد.

نابرابری‌های اقتصادی با مقدار RPN غیرفازی ۳۰۷.۹۶ در رتبه دوم قرار دارد. این ریسک، نشان‌دهنده تأثیرات گسترده نابرابری‌های اقتصادی بر دسترسی و استفاده از خدمات بانکی توسط نابینایان است. بهبود شرایط اقتصادی و فراهم کردن امکانات مالی مناسب برای نابینایان می‌تواند از جمله راهکارهای مؤثر در کاهش این ریسک باشد. شکاف دیجیتال، با مقدار RPN غیرفازی ۲۹۱.۲۷، به عنوان سومین ریسک مهم شناسایی شده است. این ریسک، نشان‌دهنده چالش‌های مرتبط با دسترسی نابینایان به فناوری‌های بانکی است که می‌تواند موجب محدودیت در استفاده از خدمات دیجیتال بانکی شود. تمرکز بر آموزش و توسعه فناوری‌های دسترس‌پذیر می‌تواند به کاهش این ریسک کمک کند.

آگاهی و آموزش نابینایان، با مقدار RPN غیرفازی ۲۴۲.۰۹، یکی دیگر از ریسک‌های مهم است که نیاز به توجه ویژه دارد. آموزش کافی و مناسب به نابینایان می‌تواند تأثیر مستقیمی برکاهش ریسک‌ها و بهبود کیفیت خدمات داشته باشد. همچنین، موانع فناورانه با مقدار RPN غیرفازی ۲۴۲.۰۱ نشان‌دهنده چالش‌های مرتبط با فناوری‌هایی است که برای نابینایان استفاده می‌شود و باید بررسی و بهبود یابد. نیاز به ایجاد محیط بدون مانع با مقدار RPN غیرفازی ۲۳۴.۹۲ اهمیت ایجاد یک محیط فیزیکی و دیجیتالی مناسب و بدون مانع برای نابینایان را نشان می‌دهد. چالش‌های امنیتی و حریم‌خصوصی با مقدار RPN غیرفازی ۲۳۸.۹۴ نیز به عنوان یکی از ریسک‌های مهم مطرح است، زیرا حفظ امنیت و حریم‌خصوصی نابینایان در خدمات بانکی ضروری است. در نهایت، تجربه مشتری با مقدار RPN غیرفازی ۲۴۴.۳۳ نشان می‌دهد که بهبود تجربه کاربری نابینایان در استفاده از خدمات بانکی، تأثیر زیادی بر رضایت و استفاده مؤثر از این خدمات دارد. این تحلیل نشان می‌دهد که توجه به این ریسک‌های کلیدی و پیاده‌سازی راهکارهای مناسب می‌تواند منجر به بهبود کلی سیستم و افزایش رضایت و دسترسی نابینایان به خدمات بانکی شود.

تحلیل حساسیت: در تحلیل حساسیت، با تغییر وزن سه معیار اصلی، تغییرات رتبه ریسک‌ها بررسی می‌شود بر این اساس، سه سناریو ترتیب داده می‌شود که در هر سناریو وزن یک معیار افزایش و وزن دو معیار دیگر ثابت در نظر گرفته می‌شود.

سناریوی اول (S1): وزن معیار شدت ریسک برابر با ۰.۷و وزن دو معیار دیگر برابر با ۰.۱۵ می‌باشد.

سناریوی دوم (S2): وزن معیار قابلیت کشف برابر با ۰.۷ و وزن دو معیار دیگر برابر با ۰.۱۵ می‌باشد.

سناریوی سوم (S3): وزن معیار احتمال وقوع برابر با ۰.۷ و وزن دو معیار دیگر برابر با ۰.۱۵ می‌باشد.

با اعمال هرکدام از سناریوها در FMEA فازی، رتبه ریسک‌ها حاصل می‌شود که در جدول ۸ آورده شده است. این جدول نشان می‌دهد در هر سه سناریو، رتبه ریسک‌ها تغییر نکرده است؛ پس ریسک‌ها نسبت به تغییر وزن معیارها حساس نیستند و پایداری خود را حفظ می‌کنند.

جدول ۸. نتایج تحلیل حساسیت

	S1	S2	S3
دسترسی فیزیکی	۱	۱	۱
آگاهی و آموزش نابینایان	۴	۴	۴
نیاز به ایجاد محیط بدون مانع	۷	۷	۷
نابرابری‌های اقتصادی	۲	۲	۲
شکاف دیجیتال	۳	۳	۳
موانع فناورانه	۵	۵	۵
تجربه مشتری	۸	۸	۸
چالش‌های امنیتی و حریم‌خصوصی	۶	۶	۶
استانداردسازی	۱۲	۱۲	۱۲
رعایت قوانین و مقررات	۱۱	۱۱	۱۱
کمبود آگاهی و آموزش کارکنان بانک	۱۰	۱۰	۱۰
دسترسی به اطلاعات	۹	۹	۹

بعد از تحلیلFMEA فازی، از شبکه عصبی گراف برای مدل‌سازی و تحلیل روابط پیچیده بین معیارها استفاده شد. FMEA فازی به عنوان یک روش اولیه برای شناسایی و ارزیابی خطرات و تأثیرات آنها به کار گرفته شد، اما برای تحلیل دقیق‌تر و شناسایی روابط بین معیارهای مختلف، GNN انتخاب شد. برای این امر، ابتدا از ۱۲ خبره در حوزه بانکداری و خدمات نابینایان خواسته شد که پرسشنامه‌هایی را پر کنند. این پرسشنامه‌ها شامل ارزیابی‌های مختلفی از معیارها و تأثیرات آنها بر یکدیگر بودند. هر خبره به هر جفت معیارها نمره‌ای بین صفر تا ۴ تخصیص داد که نشان‌دهنده میزان تأثیر یکی بر دیگری بود. سپس برای کاهش تأثیر نظرات فردی و استخراج یک نظر جامع، میانگین حسابی نمرات داده‌شده توسط ۱۲ خبره برای هر جفت معیار محاسبه شد. این میانگین‌ها به عنوان وزن‌های نهایی روابط بین معیارها در گراف استفاده شدند.

استفاده از GNN پس ازFMEA فازی به دلایل زیر مزیت دارد:

۱. **مدل‌سازی روابط پیچیده:** FMEA فازی به تنهایی نمی‌تواند به طور کامل روابط پیچیده و متقابل بین معیارها را تحلیل کند. GNN با استفاده از ساختار گراف و انتشار پیام‌ها، به طور موثری وابستگی‌ها و تعاملات پیچیده بین معیارها را مدل‌سازی می‌کند [۶۳].

۲. **یادگیری از داده‌ها:** GNN می‌تواند به طور خودکار از داده‌های موجود یاد بگیرد و ویژگی‌های نودها را به‌روزرسانی کند. این باعث می‌شود که برخلاف FMEA فازی که بیشتر به قضاوت انسانی متکی است، مدل بتواند از داده‌ها برای بهبود خود استفاده کند [۶۳].

۳. **بصری‌سازی و تحلیل گراف:** GNN امکان بصری‌سازی روابط بین معیارها را فراهم می‌کند. با استفاده از گراف، می‌توان به راحتی تأثیرات متقابل و وزن‌های مختلف را مشاهده کرد و روابط غالب را شناسایی نمود. این امر به تحلیل دقیق‌تر و تصمیم‌گیری بهتر کمک می‌کند [۳۰] .

۴. **تعمیم بهتر:** GNN به دلیل استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشینی مانند بهینه‌سازی Adam، قادر است به خوبی تعمیم یابد و روابط بین معیارها را در شرایط مختلف پیش‌بینی کند. این باعث می‌شود که مدل بتواند در مواجهه با داده‌های جدید عملکرد قابل قبولی داشته باشد [۵۶].

برای پیاده‌سازی شبکه عصبی گراف (GNN) مراحل زیر دنبال شد [۳۳،۶۰،۵۹]:

۱. **انتشار پیام (Message Passing):** درGNN، ویژگی‌های نودها از طریق انتشار پیام به‌روزرسانی می‌شوند. هر نود پیام‌هایی از نودهای همسایه خود دریافت می‌کند که با استفاده از ویژگی‌های نودهای مجاور و ویژگی‌های لبه‌ها محاسبه می‌شود. این پیام‌ها نشان‌دهنده تأثیر نودهای همسایه بر نود هدف هستند.

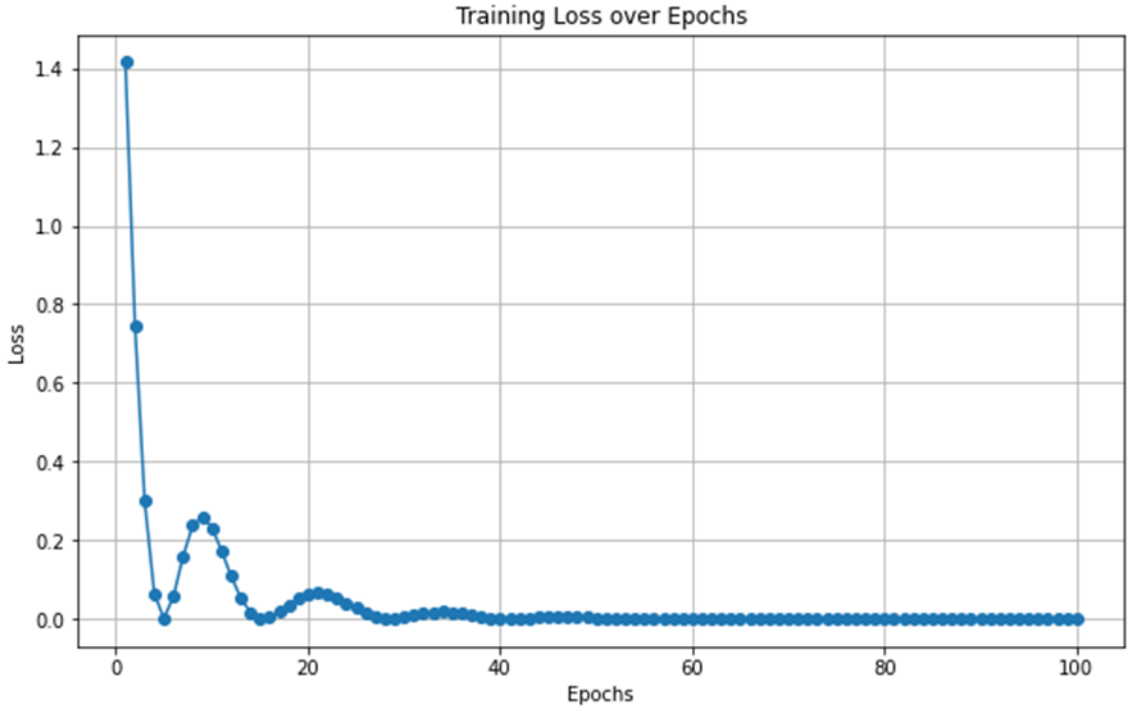
۲. **تجمع پیام‌ها (Message Aggregation):** پس از دریافت پیام‌ها از نودهای همسایه، هر نود این پیام‌ها را به صورت یک مقدار تجمیع می‌کند. این تجمیع می‌تواند به‌صورت مجموع، میانگین یا بیشینه باشد و هدف آن ترکیب اطلاعات دریافتی از همسایگان است.

۳. **به‌روزرسانی ویژگی نود (Node Update):** ویژگی‌های هر نود پس از تجمع پیام‌ها به‌روزرسانی می‌شوند. این به‌روزرسانی به کمک تابعی انجام می‌شود که می‌تواند یک شبکه عصبی با لایه‌های فعال‌سازی باشد. هدف این مرحله بهبود ویژگی‌های نود براساس اطلاعات دریافتی از همسایگان است.

۴. **انتقال به خروجی نهایی:** درلایه نهایی، ویژگی‌های نودها به خروجی نهایی تبدیل می‌شوند. این خروجی‌ها می‌توانند برای اهداف مختلفی مانند طبقه‌بندی یا پیش‌بینی استفاده شوند. تابع خروجی، ویژگی‌های نهایی نودها را به مقدار خروجی تبدیل می‌کند.

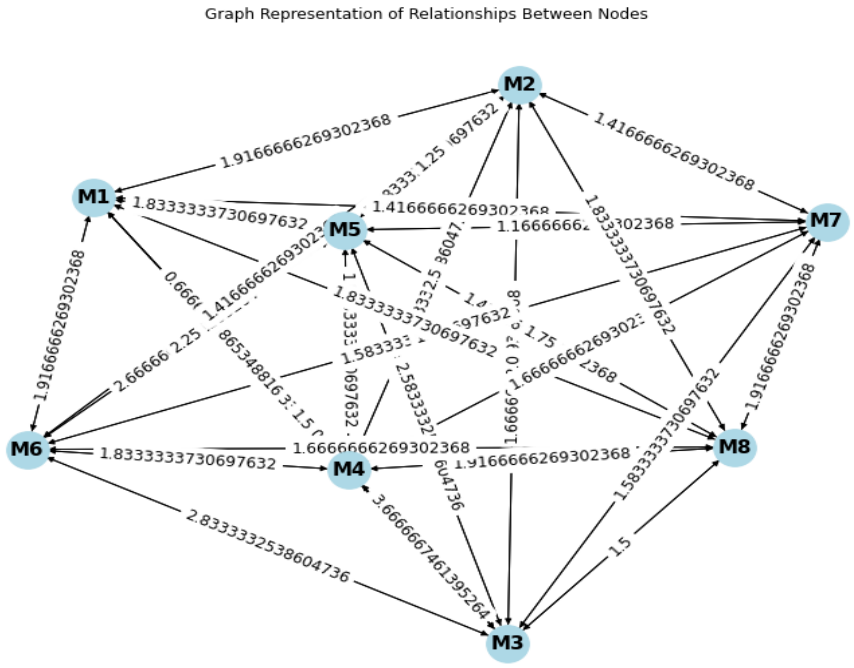
این مراحل نشان می‌دهند که چگونه GNN می‌تواند ویژگی‌های هر نود را براساس اطلاعات نودهای همسایه به‌روزرسانی کند و روابط پیچیده بین نودها را بیاموزد. در این مدل، از الگوریتم بهینه‌سازی Adam برای به‌روزرسانی وزن‌های شبکه استفاده شده است.

برای پیاده‌سازی این تحلیل از شبکه عصبی گراف استفاده شده است. ابتدا ماتریس‌های روابط بین معیارها M1تا M8 استخراج شدند و سپس به عنوان ورودی به مدل GNN داده شدند. GNN با استفاده از این ورودی‌ها به یادگیری روابط پیچیده بین معیارها پرداخت. فرآیند آموزش شامل ۱۰۰ اپوک بود و از الگوریتم بهینه‌سازی Adam استفاده شد. در هر اپوک، خطای آموزش به‌صورت پیوسته کاهش یافت که نشان‌دهنده یادگیری موثر مدل مطابق با شکل ۲ بود.



شکل ۲. همگرایی خطای آموزش در طول ۱۰۰ دوره

برای بصری‌سازی نتایج، از کتابخانه NetworkX در پایتون برای رسم گراف استفاده شد. در این گراف، هر نود یک معیار را نشان می‌دهد و لبه‌های بین نودها تأثیرات متقابل آنها را با وزن‌های مشخص شده به تصویر می‌کشند. این وزن‌ها نشان‌دهنده میزان تأثیر هر معیار بر معیار دیگر است و به تحلیل وابستگی‌ها و روابط غالب کمک می‌کند.



شکل۳. گراف تأثیرگذاری و تأثیرپذیری ریسک‌های خدمات بانکی برای نابینایان

شکل ۳ گراف روابط بین معیارهای مختلف (M1 تا M8) را نشان می‌دهد، که در آن هر نود به یکی از معیارها مربوط است و لبه‌ها نشان‌دهنده تأثیر یک معیار بر معیار دیگر هستند. وزن‌های لبه‌ها میزان تأثیر را نشان می‌دهند. گراف جهت‌دار است، به این معنا که رابطه بین معیارها لزوما متقابل نیست. جدول ۹ روابط بین معیارها و وزن‌های لبه‌های آنها را نشان می‌دهد. هر معیار (M1 تا M8)، به دیگر معیارها متصل است و وزن هر لبه نشان‌دهنده میزان تأثیر یک معیار بر دیگری است. به‌عنوان مثال، معیار M1 تأثیرات مختلفی بر معیارهای دیگر دارد و مقادیر وزنی به‌وضوح نمایش داده شده‌اند که شدت این روابط را نشان می‌دهند.

جدول ۹. وزن‌های لبه‌ها بین معیارها

معیارها	وزن‌های لبه
M1 -> M2, M3, M4, M5, M6, M7, M8	۱.۵۸۳،۱.۸۳۳،۲.۷۵،۲.۱۶۷،۳.۳۳۳،۱.۸۳۳،۲.۲۵
M2 -> M1, M3, M4, M5, M6, M7, M8	۱.۹۱۷،۱.۶۶۷،۳.۵۸۳،۱.۰۸۳،۱.۶۶۷،۱.۹۱۷،۱.۹۱۷
M3 -> M1, M2, M4, M5, M6, M7, M8	۱.۵،۲.۰،۱.۷۵،۱.۳۳۳،۱.۵،۱.۷۵،۱.۵
M4 -> M1, M2, M3, M5, M6, M7, M8	۰.۶۶۷،۲.۵،۳.۶۶۷،۳.۱۶۷،۲.۰،۱.۷۵،۱.۸۳۳
M5 -> M1, M2, M3, M4, M6, M7, M8	۱.۸۳۳،۱.۲۵،۲.۵۸۳،۱.۵۸۳،۲.۶۶۷،۱.۹۱۷،۱.۴۱۷
M6 -> M1, M2, M3, M4, M5, M7, M8	۱.۹۱۷،۱.۴۱۷،۲.۸۳۳،۱.۸۳۳،۲.۲۵،۱.۵۸۳،۱.۴۱۷
M7 -> M1, M2, M3, M4, M5, M6, M8	۱.۴۱۷،۱.۴۱۷،۱.۵۸۳،۱.۶۶۷،۱.۱۶۷،۱.۵،۱.۶۶۷
M8 -> M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7	۱.۸۸۳،۱.۸۸۳،۱.۵،۱.۹۱۷،۱.۷۵،۱.۶۶۷،۱.۹۱۷

در این تحلیل، از شبکه عصبی گراف برای بررسی و مدل‌سازی روابط پیچیده بین ریسک‌های مرتبط با دسترس‌پذیری خدمات بانکی برای نابینایان استفاده شده است. معیارهای کلیدی شامل دسترسی فیزیکی (M1)، آگاهی و آموزش نابینایان (M2)، نیاز به ایجاد محیط بدون مانع (M3)، نابرابری‌های اقتصادی (M4)، شکاف دیجیتال (M5)، موانع فناورانه (M6)، تجربه مشتری (M7) و چالش‌های امنیتی و حریم‌خصوصی (M8) هستند. تحلیل نتایج برای هر نود در جدول ۱۰ ارائه شده است:

جدول۱۰. بررسی روابط تأثیر و تأثیرپذیری معیارهای اصلی در ریسک‌های خدمات بانکی نابینایان

کد	گره	تأثیر بر سایر معیارها	تأثیرپذیری
M1	دسترسی فیزیکی	بیشترین تأثیر M1 بر موانع فناورانه (M6) با وزن ۳.۳۳۳ است، که نشان‌دهنده اهمیت دسترسی فیزیکی بر توانایی استفاده از فناوری‌های جدید توسط نابینایان است. پس از آن، نابرابری‌های اقتصادی (M4) و چالش‌های امنیتی و حریم خصوصی (M8) نیز تحت‌تأثیر این معیار قرار دارند. این نشان می‌دهد که زیرساخت‌های فیزیکی به شدت برتوانایی نابینایان برای دسترسی به خدمات مالی و امنیت اطلاعات آنها تأثیرگذار است.	دسترسی فیزیکی تحت تأثیر آگاهی و آموزش نابینایان (M2) با وزن ۱.۹۱۷ و تجربه مشتری (M7) با وزن ۱.۸۳۳ است. این نشان می‌دهد که آگاهی نابینایان از چگونگی استفاده از زیرساخت‌های بانکی و تجربه کاربری آنها بر دسترسی فیزیکی اثرگذار است.
M2	آگاهی و آموزش نابینایان	آگاهی و آموزش بیشترین تأثیر را بر نابرابری‌های اقتصادی (۴M) با وزن ۳.۵۸۳ دارد، که نشان می‌دهد آموزش‌های مناسب می‌تواند نابرابری‌های اقتصادی را کاهش دهد. همچنین تأثیر متوسطی بر نیاز به ایجاد محیط بدون مانع (M3) و موانع فناورانه (M6) دارد.	آگاهی و آموزش تحت تأثیر معیارهای مختلفی نظیر شکاف دیجیتال (M5) و موانع فناورانه (M6) قرار دارد، که نشان می‌دهد استفاده از فناوری و آگاهی از شکاف دیجیتال اهمیت بالایی در بهبود دسترسی دارد.
M3	نیاز به ایجاد محیط بدون مانع	M3 بیشترین تأثیر را بر تجربه مشتری (M7) و چالش‌های امنیتی و حریم‌خصوصی (M8) با وزن ۱.۷۵دارد، که نشان می‌دهد ایجاد محیط بدون مانع برای نابینایان می‌تواند تجربه مشتریان را بهبود بخشد.	بیشترین تأثیر بر این معیار از سمت نابرابری‌های اقتصادی (M4) با وزن ۳.۶۶۷ است، که نشان‌دهنده این است که مشکلات اقتصادی به شدت بر توانایی ایجاد محیط بدون مانع تأثیر می‌گذارند.
M4	نابرابری‌های اقتصادی	M4 تأثیر زیادی بر نیاز به ایجاد محیط بدون مانع (M3) با وزن ۳.۶۶۷و موانع فناورانه (M6) با وزن ۳.۱۶۷ دارد. این نشان می‌دهد	نابرابری‌های اقتصادی تحت تأثیر معیارهای مختلفی قرار دارد، از جمله آگاهی و آموزش نابینایان (M2) و شکاف

کد	گره	تأثیر بر سایر معیارها	تأثیرپذیری
		که نابرابری‌های اقتصادی بر توانایی نابینایان در دسترسی به فناوری و محیط‌های بدون مانع تأثیرگذار است.	دیجیتال (M5)، که هر دو بر کاهش نابرابری‌ها اثرگذار هستند.
M5	شکاف دیجیتال	بیشترین تأثیر شکاف دیجیتال بر موانع فناورانه (M6) با وزن ۲.۶۶۷ است، که نشان می‌دهد دسترسی نابینایان به فناوری‌ها می‌تواند تحت تأثیر شکاف دیجیتال باشد.	شکاف دیجیتال تحت تأثیر دسترسی فیزیکی (M1) و آگاهی و آموزش نابینایان (M2) قرار دارد، که نشان‌دهنده این است که بهبود دسترسی و آگاهی می‌تواند به کاهش شکاف دیجیتال کمک کند.
M6	موانع فناورانه	M6 تأثیر قابل توجهی بر نیاز به ایجاد محیط بدون مانع (M3) و چالش‌های امنیتی و حریم‌خصوصی (M8) دارد. این نشان می‌دهد که موانع فناورانه مستقیماً بر توانایی نابینایان در استفاده از خدمات بانکی دیجیتال تأثیر می‌گذارند.	این معیار بیشترین تأثیر را از نابرابری‌های اقتصادی (M4) و شکاف دیجیتال (M5) دریافت می‌کند، که نشان می‌دهد موانع فناورانه در بسترهای اقتصادی و دیجیتال تأثیرگذار هستند.
M7	تجربه مشتری	M7 تأثیر زیادی بر چالش‌های امنیتی و حریم‌خصوصی (M8) با وزن ۱.۶۶۷دارد، که نشان‌دهنده اهمیت تجربه مشتری در حفظ امنیت و حریم خصوصی نابینایان است.	این معیار بیشترین تأثیر را از نیاز به ایجاد محیط بدون مانع (M3) و موانع فناورانه (M6) دریافت می‌کند.
M8	چالش‌های امنیتی و حریم‌خصوصی	M8 بیشترین تأثیر را از معیارهای مختلفی مانند دسترسی فیزیکی (M1) و نابرابری‌های اقتصادی (M4) دریافت می‌کند، که نشان می‌دهد امنیت و حریم‌خصوصی نابینایان به عوامل فیزیکی و اقتصادی وابسته است.	M8 تأثیر متوسطی بر معیارهای دیگر، به خصوص تجربه مشتری (M7) و موانع فناورانه (M6) دارد.

این تحلیل نشان می‌دهد که معیارهای مرتبط با دسترسی به خدمات بانکی برای نابینایان به شدت به یکدیگر وابسته‌اند و برخی از آنها تأثیر بیشتری بر سایر معیارها دارند. دسترسی فیزیکی (M1)، نابرابری‌های اقتصادی (M4) و موانع فناورانه (M6) به عنوان معیارهای کلیدی در این شبکه شناسایی شده‌اند. بانک‌ها باید با بهبود دسترسی فیزیکی، کاهش نابرابری‌های اقتصادی و توسعه فناوری‌های کمکی، تجربه مشتریان نابینا را بهبود بخشند و چالش‌های امنیتی و حریم‌خصوصی را برطرف کنند. با استفاده از وزن‌های لبه‌های موجود، می‌توانیم نودها (ریسک‌ها) را براساس مجموع تأثیرات ورودی و خروجی اولویت‌بندی کنیم. برای این کار، مجموع وزن‌های لبه‌های ورودی و مجموع وزن‌های لبه‌های خروجی را برای هر نود محاسبه می‌کنیم.

جدول۱۱. رتبه‌بندی معیارهای تأثیرگذار و تأثیرپذیر ریسک‌های خدمات بانکی نابینایان

کد	گره	وزن ورودی	وزن خروجی	مجموع وزن‌های خروجی و ورودی	رتبه
M1	دسترسی فیزیکی	۱۱.۰۸۳	۱۵.۷۵	۲۶.۸۳۳	۴
M2	آگاهی و آموزش نابینایان	۱۲	۱۳.۷۵	۲۵.۷۵	۶
M3	نیاز به ایجاد محیط بدون مانع	۱۵.۶۶۶	۱۱.۳۳۳	۲۷	۳
M4	نابرابری‌های اقتصادی	۱۵.۰۸۳	۱۵.۵۸۳	۳۰.۶۶	۱
M5	شکاف دیجیتال	۱۲.۹۱۷	۱۳.۲۵	۲۶.۱۶	۵
M6	موانع فناورانه	۱۴.۳۳۳	۱۳.۲۵	۲۷.۵۸	۲
M7	تجربه مشتری	۱۲.۶۶۶	۱۰.۴۱۷	۲۳.۰۸۳	۸
M8	چالش‌های امنیتی و حریم‌خصوصی	۱۲	۱۲.۴۱۷	۲۴.۴۱۶	۷

جدول ۱۱، معیارهای کلیدی دسترسی‌پذیری و تجربه بانکی نابینایان را بر اساس وزن‌های ورودی و خروجی هر معیار و مجموع آنها رتبه‌بندی کرده است. وزن ورودی نشان‌دهنده میزان تأثیرپذیری معیار از سایر معیارها و وزن خروجی بیانگر میزان تأثیرگذاری هر معیار بر دیگر معیارهاست. نابرابری‌های اقتصادی (M4) با مجموع وزن ۳۰.۶۷، بالاترین رتبه را دارد. وزن‌های بالای ورودی و خروجی این معیار نشان‌دهنده تأثیر متقابل و گسترده نابرابری‌های اقتصادی بر سایر عوامل است؛ به طوری که کاهش این نابرابری‌ها نقش کلیدی در بهبود

دسترسی‌پذیری دارد و می‌تواند سایر معیارها را به‌طور گسترده تحت تأثیر قرار دهد. موانع فناورانه (M6) با مجموع وزن ۲۷.۵۸ در رتبه دوم قرار دارد و با وزن ورودی بالا ۱۴.۳۳ و تأثیرگذاری قابل‌توجه بر سایر معیارها نشان می‌دهد که رفع موانع فناورانه و بهبود زیرساخت‌های دیجیتال می‌تواند نقش مهمی در تسهیل دسترسی نابینایان به خدمات بانکی داشته باشد. نیاز به ایجاد محیط بدون مانع (M3) با مجموع وزن ۲۷ و رتبه سوم، اهمیت بهبود زیرساخت‌ها برای رفع موانع فیزیکی و دسترسی‌پذیری محیط‌های فیزیکی و دیجیتال را نشان می‌دهد. این معیار با وزن ورودی بالا (۱۵.۶۷) تأکید می‌کند که دسترسی‌پذیری محیط‌ها نیازمند توجه و بهبود بیشتری است. دسترسی فیزیکی (M1) با مجموع وزن ۲۶.۸۳ در رتبه چهارم قرار دارد و تأثیر زیادی بر سایر معیارها، به‌ویژه موانع فناورانه (M6) و نابرابری‌های اقتصادی (M4)، می‌گذارد. این امر نشان‌دهنده اهمیت زیرساخت‌های مناسب بانکی است که می‌تواند دسترسی نابینایان به خدمات بانکی را تسهیل کند. شکاف دیجیتال (M5) با مجموع وزن ۲۶.۱۷ در رتبه پنجم قرار دارد. این معیار تأثیر مستقیمی بر موانع فناورانه دارد و به دسترسی فیزیکی و آموزش وابسته است، بنابراین نشان می‌دهد که بهبود دسترسی و افزایش آگاهی نابینایان می‌تواند شکاف دیجیتال را کاهش دهد. آگاهی و آموزش نابینایان (M2) با مجموع وزن ۲۵.۷۵ در رتبه ششم قرار دارد و نقش کلیدی در کاهش نابرابری‌های اقتصادی ایفا می‌کند. این معیار وابستگی به شکاف دیجیتال و موانع فناورانه دارد و نشان‌دهنده این است که آموزش مناسب می‌تواند دسترسی و آگاهی نابینایان را افزایش دهد. چالش‌های امنیتی و حریم خصوصی (M8) با مجموع وزن ۲۴.۴۲ در رتبه هفتم قرار دارد و تحت‌تأثیر دسترسی فیزیکی و نابرابری‌های اقتصادی است که بر اهمیت امنیت اطلاعات و حریم‌خصوصی نابینایان تأکید می‌کند. تجربه مشتری (M7) با مجموع وزن ۲۳.۰۸ در رتبه هشتم و آخر قرار دارد، هرچند اهمیت آن در رضایت مشتریان نابینا مشهود است و تأثیر زیادی از محیط بدون مانع و موانع فناورانه می‌پذیرد.

تحلیل حساسیت مدل GNN: در این بخش، به منظور بررسی پایداری مدل شبکه عصبی گرافی ، تحلیل حساسیت با استفاده از تغییرات کوچک بر روی وزن‌های گراف انجام شد. هدف این تحلیل ارزیابی پایداری مدل در برابر تغییرات جزئی در داده‌های ورودی است تا اطمینان حاصل شود که مدل تحت نوسانات کوچک، نتایج قابل قبولی ارائه می‌دهد. برای این منظور، وزن‌های لبه‌های گراف به میزان ۵ درصد افزایش یا کاهش داده شدند و در پنج تکرار مختلف نتایج مدل بررسی شد. این تغییرات به شکل تصادفی اعمال شدند تا بازه‌ای از تغییرات احتمالی در شرایط واقعی را پوشش دهند. پس از هر تکرار، مدل با استفاده از وزن‌های جدید ارزیابی شد و پیش‌بینی‌های جدید ثبت شدند.

پیش‌بینی اولیه مدل بدون اعمال تحلیل حساسیت برابر با ۱.۰۰۴۳ بود. جدول ۱۲ نتایج پیش‌بینی مدل را در هریک از تکرارهای تحلیل حساسیت نشان می‌دهد.

جدول ۱۲. نتایج تحلیل حساسیت پیش‌بینی مدل GNN در برابر تغییرات کوچک وزن‌ها

شماره تکرار	پیش‌بینی مدل (پس از اعمال تغییرات)
۱	۱.۰۰۴۴
۲	۱.۰۰۴۱
۳	۱.۰۰۴۷
۴	۱.۰۰۴۵
۵	۱.۰۰۴۱

نتایج نشان داد که مقدار پیش‌بینی مدل تحت تغییرات کوچک در وزن‌ها تقریبا پایدار باقی‌مانده است. پیش‌بینی‌های به‌دست‌آمده در ۵ تکرار به‌طور متوسط نزدیک به مقدار اصلی بودند و انحراف کمی داشتند که این موضوع نشان‌دهنده پایداری نسبی مدل در برابر نوسانات کوچک در داده‌های ورودی است. این امر می‌تواند اطمینان بیشتری به استفاده از مدل در شرایط واقعی بدهد، چرا که نشان می‌دهد مدل در مقابل تغییرات غیرقابل پیش‌بینی کوچک حساسیت زیادی ندارد.

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

ارزیابی ریسک‌های مرتبط با دسترسی‌پذیری خدمات بانکی برای نابینایان، با استفاده از رویکرد ترکیبی FMEA فازی و شبکه عصبی گراف (GNN)، نتایج مهمی را در شناسایی، اولویت‌بندی و مدل‌سازی روابط بین این ریسک‌ها به همراه داشته است. نتایج FMEA فازی نشان داد که «دسترسی فیزیکی»، «نابرابری‌های اقتصادی» و «شکاف دیجیتال» از مهم‌ترین ریسک‌های مرتبط با دسترسی نابینایان به خدمات بانکی هستند. رتبه‌بندی این ریسک‌ها با استفاده از معیارهای شدت اثر، احتمال وقوع و قابلیت کشف، تصویر جامعی از میزان اهمیت هرکدام از عوامل ریسک فراهم کرد و اولویت‌های کلیدی را برای برنامه‌های بهبود و توسعه سیستم‌های بانکی مشخص نمود. این نتایج با پژوهش‌های پیشین مطابقت دارد. به عنوان مثال، مطالعات آلنیزی (۲۰۲۳) و داوودو و همکاران (۲۰۲۳) بر اهمیت امنیت و دسترسی‌پذیری در بانکداری دیجیتال برای نابینایان و تأثیرات نابرابری اقتصادی بر استفاده از این خدمات تأکید داشتند [۴، ۱۴]. نتایج این پژوهش نیز نشان داد که توجه به نابرابری‌های اقتصادی می‌تواند نقشی اساسی در بهبود تجربه بانکی نابینایان داشته باشد، زیرا دسترسی به خدمات بانکی تا حد زیادی به وضعیت اقتصادی فرد وابسته است. همچنین، شکاف دیجیتال به‌عنوان سومین ریسک اصلی، با مطالعات کاماسورا و همکاران (۲۰۲۳) همخوانی دارد که به چالش‌های مرتبط با دسترسی نابینایان به فناوری‌های دیجیتال بانکی پرداخته است [۲۷]. علاوه بر این، نقش شکاف دیجیتال به‌عنوان یکی از موانع کلیدی، با نتایج کاماسورا و همکاران (۲۰۲۳) و ونتز و همکاران (۲۰۱۸) تطابق دارد[۲۷، ۶۱]. این مطالعات نیز مشکلات مرتبط با دسترسی نابینایان به فناوری‌های بانکی را مورد تأکید قرار داده‌اند. نتایج مطالعه کاماسورا و همکاران (۲۰۲۳) مشخص کرد که نبود آموزش و ابزارهای مناسب، نابینایان را در بهره‌گیری از بانکداری دیجیتال محدود می‌کند، ونتز و همکاران (۲۰۱۸) نشان دادند که بسیاری از وب‌سایت‌های بانکی برای افراد نابینا غیرقابل‌دسترس هستند. یافته‌های این پژوهش نیز بر اهمیت کاهش شکاف دیجیتال و افزایش دسترسی به فناوری‌های بانکی تأکید دارد.در گام دوم، با استفاده از GNN، روابط پیچیده میان این معیارها مدل‌سازی و تحلیل شدند. استفاده از GNN به دلیل قابلیت بالای آن در مدل‌سازی وابستگی‌های متقابل و یادگیری از داده‌ها، به شناسایی تأثیرات متقابل میان معیارها کمک کرد. نتایج نشان داد که «نابرابری‌های اقتصادی» و «موانع فناورانه» به عنوان مهم‌ترین معیارهای تأثیرگذار در شبکه گراف ریسک‌ها شناسایی شدند. این یافته‌ها نشان می‌دهد که کاهش نابرابری‌های اقتصادی و بهبود زیرساخت‌های فناورانه می‌تواند تأثیر عمیقی بر دسترسی و تجربه بانکی نابینایان داشته باشد. این نتایج همچنین با تحقیقات ستیانتی و همکاران (۲۰۲۰) در زمینه نقش فناوری‌های دسترس‌پذیر در بهبود رضایت مشتریان نابینا و ضرورت کاهش موانع فناورانه همخوانی دارد [۵۲].

برخلاف برخی پژوهش‌ها که چالش‌های امنیتی و حریم‌خصوصی را به‌عنوان یک ریسک اولویت‌دار شناسایی کرده‌اند [۱۴]، در این مطالعه این معیار از اولویت کمتری برخوردار بود. دلایل این اختلاف را می‌توان به سه عامل اصلی نسبت داد. نخست، تفاوت در جامعه آماری و محیط تحقیق که در این پژوهش بر جامعه نابینایان و خدمات بانکی در ایران متمرکز بوده است، در حالی که بسیاری از مطالعات قبلی، مانند پژوهش داوودو و همکاران (۲۰۲۳)، در محیط‌های جغرافیایی و فرهنگی متفاوتی انجام شده‌اند. این تفاوت‌ها ممکن است منجر به اولویت‌بندی‌های متفاوتی در نتایج شود. دوم، استفاده از روش‌های تحلیل متفاوت که در این پژوهش از روش ترکیبی FMEA فازی و شبکه عصبی گراف استفاده شده است. این روش‌ها به تحلیل وابستگی‌ها و تأثیرات متقابل میان معیارها می‌پردازند، در حالی که بسیاری از مطالعات پیشین از روش‌های سنتی تحلیل آماری بهره برده‌اند که تعاملات بین معیارها را کمتر در نظر می‌گیرند. سوم، تمرکز بر شرایط خاص اقتصادی و اجتماعی که در این پژوهش نقش نابرابری‌های اقتصادی به‌عنوان یک ریسک اصلی بیشتر برجسته شده است. این تأکید به دلیل ویژگی‌های اقتصادی و اجتماعی جامعه مورد مطالعه بوده که ممکن است در سایر پژوهش‌ها کمتر مورد توجه قرار گرفته باشد. با این حال، برخی اختلافات جزئی نیز مشاهده شده است. به عنوان مثال، پژوهش حاضر نقش موانع فناورانه را به‌عنوان یک معیار تأثیرگذار و مرتبط با سایر ریسک‌ها برجسته کرده است، در حالی که برخی مطالعات پیشین مانند مطالعه آلنیزی (۲۰۲۳) تنها بر جنبه‌های امنیتی خدمات بانکی تمرکز داشته‌اند [۴]. این تفاوت احتمالاً ناشی از استفاده از شبکه عصبی گراف در پژوهش حاضر است که روابط متقابل میان معیارها را مدل‌سازی کرده و اهمیت «موانع فناورانه» را به‌عنوان یک عامل تأثیرگذار در شبکه ریسک‌ها نشان داده است. علاوه بر این،

رویکرد ترکیبی FMEA فازی و GNN در این تحقیق باعث شده تا تحلیل عمیق‌تری از تعاملات بین معیارهای ریسک ارائه شود که ممکن است در مطالعاتی که صرفاً از روش‌های کلاسیک استفاده کرده‌اند، مشاهده نشود. به طور کلی، هم‌راستایی نتایج با تحقیقات پیشین، استحکام مدل پژوهش حاضر را تأیید می‌کند. اختلافات جزئی نیز می‌تواند ناشی از نوآوری در روش تحلیل، جامعه آماری خاص (متخصصان بانکداری و دانشگاهی)، و شرایط محلی (ایران) باشد که در این پژوهش لحاظ شده است.

ترتیب اهمیت معیارها در جدول ۱۱ نشان داد که معیارهایی مانند دسترسی فیزیکی، شکاف دیجیتال و موانع فناورانه، به شدت به یکدیگر وابسته‌اند و تأثیر بسزایی بر سایر معیارها دارند. یافته‌ها نشان می‌دهد که توجه به عوامل فنی و فیزیکی به تنهایی کافی نیست؛ بلکه باید رویکردی جامع بهبود وضعیت اقتصادی و زیرساخت‌های آموزشی نیز لحاظ شود. به عنوان مثال، افزایش آگاهی و آموزش نابینایان از فناوری‌های بانکی می‌تواند شکاف دیجیتال را کاهش دهد و از سوی دیگر، چالش‌های امنیتی و حریم‌خصوصی، در صورتی‌که دسترسی فیزیکی و نابرابری اقتصادی بهبود یابد، تا حد زیادی قابل‌مدیریت خواهد بود. با توجه به محدودیت‌های پژوهش و اهمیت نتایج به‌دست‌آمده، ارائه پیشنهادات پژوهشی و اجرایی برای ارتقای دسترسی و بهبود تجربه بانکی نابینایان ضروری است. در ادامه، به تفکیک، پیشنهادات پژوهشی مبتنی بر محدودیت‌های پژوهش و همچنین پیشنهادات اجرایی با تمرکز بر نتایج تحقیق و شرایط خاص نابینایان در دسترسی به خدمات بانکی ارائه می‌شود.

پیشنهادات پژوهشی مبتنی‌بر محدودیت‌ها

- **پژوهش بیشتر در محیط‌های متفاوت و گروه‌های متنوع نابینایان:** با توجه به اینکه این پژوهش در محیط‌های خاصی انجام شده است، پیشنهاد می‌شود که مطالعات مشابه در بانک‌ها و مؤسسات مالی مختلف و در گروه‌های متنوعی از افراد نابینا با شرایط سنی، اجتماعی و اقتصادی مختلف انجام شود. این امر به‌ویژه برای درک تفاوت‌های نیازمندی‌ها و چالش‌ها در میان گروه‌های مختلف اهمیت دارد.
- **بررسی تأثیرات متقابل عوامل اجتماعی و اقتصادی بر دسترسی‌پذیری خدمات بانکی:** در پژوهش حاضر، معیار نابرابری‌های اقتصادی به عنوان یک ریسک کلیدی شناخته شده است، اما برای درک بهتر تأثیرات اجتماعی و اقتصادی بر دسترسی بانکی افراد نابینا، پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های بیشتری در زمینه تعامل این عوامل و تأثیرات آنها بر اعتماد، امنیت و تجربه کاربری انجام شود.
- **استفاده از تکنولوژی‌های نوین در ارزیابی ریسک‌ها و تحلیل دسترسی‌پذیری:** توصیه می‌شود که تحقیقات بیشتر از فناوری‌های جدید در یادگیری عمیق، پردازش زبان طبیعی برای تجزیه و تحلیل روابط بین معیارها با دقت بیشتر استفاده کنند. علاوه بر این، فناوری‌های جدید ممکن است تحلیل‌های گسترده‌تر و دقیق‌تری از مشکلات و نیازهایی که افراد نابینا در محیط‌های بانکداری دیجیتال با آنها مواجه هستند، ارائه دهد.

پیشنهادات اجرایی مبتنی بر نتایج پژوهش

- **بهبود زیرساخت‌های فیزیکی و دیجیتالی قابل دسترس:** با در نظر گرفتن اینکه دسترسی فیزیکی جنبه بسیار مهمی از خدماتی است که بانک‌ها باید ارائه کنند و نقش کلیدی ایفا می‌کند، بهبود زیرساخت‌های فیزیکی برای مشتریان نابینا کار مهمی است که بانک‌ها می‌توانند انجام دهند. در این راستا اولویت با ایجاد محیط‌های بدون مانع، نصب صفحه‌خوان و صفحه‌کلید بریل در دستگاه‌های خودپرداز و دسترسی آسان نابینایان به شعب است.
- **توسعه فناوری‌های دسترس‌پذیر و برنامه‌های آموزشی:** توسعه فناوری‌های بانکی و اپلیکیشن‌های دسترس‌پذیر، همراه با برنامه‌های آموزشی برای آشنایی نابینایان با این فناوری‌ها، می‌تواند تأثیر قابل‌توجهی در کاهش شکاف دیجیتال داشته باشد. بانک‌ها می‌توانند برنامه‌های آموزشی خاصی برای استفاده بهینه نابینایان از ابزارهای دیجیتال بانکی ارائه دهند.

- **برنامه‌های حمایتی مالی برای کاهش نابرابری‌های اقتصادی**: با توجه به تأثیر نابرابری‌های اقتصادی، بانک‌ها می‌توانند برنامه‌هایی مانند ارائه وام‌ها و تسهیلات خاص برای افراد نابینا فراهم کنند تا بتوانند با دسترسی بهتر به منابع مالی، به بهبود وضعیت اقتصادی خود کمک کنند. این حمایت‌ها می‌تواند به افزایش اعتماد و رضایت این گروه از مشتریان منجر شود.
- **تدوین سیاست‌های حفظ حریم‌خصوصی و امنیتی متناسب با نیازهای نابینایان**: با توجه به اهمیت حریم خصوصی و امنیت برای نابینایان، پیشنهاد می‌شود که بانک‌ها سیاست‌های مشخصی را برای حفظ حریم خصوصی اطلاعات این گروه از مشتریان تدوین کنند. این سیاست‌ها باید متناسب با چالش‌ها و نیازهای خاص نابینایان باشد و در طراحی خدمات بانکی، معیارهای امنیتی قوی‌تری لحاظ شود.
- **هوش‌مصنوعی برای بهبود تجربه مشتری و کاهش خطرات:** هوش مصنوعی با تجزیه و تحلیل داده‌ها می‌تواند توسط بانک‌ها برای ایجاد تجربه بهتر برای مشتریان نابینا استفاده شود. به عنوان مثال، تجزیه و تحلیل الگوی استفاده از کاربران نابینا به بانک‌ها کمک می‌کند تا نیازهای چنین مشتریانی را درک کنند و تجربه را بهبود بخشند. این راه حل همچنین می‌تواند در مدیریت ریسک‌های فنی و امنیتی بسیار موثرتر مفید باشد.

با اجرای این پیشنهادات، بانک‌ها و مؤسسات مالی می‌توانند در جهت کاهش موانع موجود و ایجاد محیطی دسترس‌پذیرتر و امن‌تر برای نابینایان گام بردارند. این اقدامات باعث افزایش رضایت، اعتماد و تجربه مثبت مشتریان نابینا شده و در نتیجه، ارزش اجتماعی و اعتبار بانک را نیز ارتقاء خواهد داد.

تعارض منافع. برای ارائه مطالب و نگارش این مقاله هیچ‌گونه کمک مالی از هیچ فرد، نهاد و سازمانی دریافت نشده است و نتایج و دستاوردهای این مقاله به نفع یا ضرر سازمان یا فردی خاص نخواهد بود. حضور نویسندگان در این پژوهش به عنوان شاهدی بی‌طرف ولی متخصص بوده است و نویسندگان هیچ‌گونه تعارض منافعی ندارند.

منابع

1. Ahmad, M. S., Fei, W., Shoaib, M., Ali, H. (2024). Identification of key drivers for performance measurement in sustainable humanitarian relief logistics: an Integrated fuzzy Delphi-DEMATEL approach. *Sustainability*, *16*(11), 4412. https://doi.org/10.3390/su16114412
2. Ahmed, T., Hoyle, R., Connelly, K., Crandall, D., Kapadia, A. (2015). Privacy Concerns and Behaviors of People with Visual Impairments. *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems.* https://doi.org/10.1145/2702123.2702334
3. Alajarmeh, N. (2021). The extent of mobile accessibility coverage in WCAG 2. 1: sufficiency of success criteria and appropriateness of relevant conformance levels pertaining to accessibility problems encountered by users who are visually impaired. *Universal Access in the Information Society*, *21*(2), 507–532. https://doi.org/10.1007/s10209-020-00785-w
4. Alenezi, A. (2023). A Proposed Framework to Help Blind People by Using Online Service Safely: Focus on Safe Online Banking Service. *2023 International Conference on Control, Automation and Diagnosis (ICCAD)*, 1-4. http://dx.doi.org/10.1109/ICCAD57653.2023.10152454
5. Andreou, P. C., Anyfantaki, S. (2019). Financial literacy and its influence on consumers' internet banking behaviour. *SSRN Electronic Journal. 1-41*. http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3499104
6. Anis, R. (2015). Use of electronic information services in the visually impaired libraries. *Indian Journal of Information Sources and Services, 5(1), 14–19.* https://doi.org/10.51983/ijiss.2015.5.1.421
7. Attari, V., Arroyave, R. (2020). Phase-Field study of thermomigration in 3-D IC micro interconnects. *IEEE Transactions on Components Packaging and Manufacturing Technology*, *10*(9), 1466–1473. https://doi.org/10.1109/tcpmt.2020.2994021
8. Bartolomé, E., Benítez, P. (2021). Failure mode and effect analysis (FMEA) to improve collaborative project-based learning: Case study of a Study and Research Path in mechanical engineering. *International Journal of Mechanical Engineering Education*, *50*(2), 291–325. https://doi.org/10.1177/0306419021999046
9. Bau, A. M. (1999). Providing culturally competent services to visually impaired persons. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, *93*(5), 291–297. https://doi.org/10.1177/0145482x9909300503

10. Beverley, C. A. , Bath, P. A. , Booth, A. (2004). Health information needs of visually impaired people: a systematic review of the literature. *Health & Social Care in the Community*, *12*(1), 1–24. https://doi.org/10.1111/j.1365-2524.2004.00460.x
11. Billah, S. M. , Ashok, V. , Porter, D. E. , Ramakrishnan, I. (2017). Ubiquitous Accessibility for People with Visual Impairments. *Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems.* https://doi. org/10. 1145/3025453. 3025731
12. Craven, J. (2004). Linear searching in a non-linear environment: the information seeking behaviour of visually impaired people on the world wide web. In *Lecture notes in computer science*, 530–537. https://doi. org/10. 1007/978-3-540-27817-7_77
13. Crawley, F. (2020). Failure modes and effects analysis (FMEA) and failure modes, effects and criticality analysis (FMECA). *In Elsevier eBooks*, 103–109. https://doi.org/10.1016/b978-0-12-819543-7.00012-4
14. Dawodu, N.S.O., Omotosho, N.A., Akindote, N.O.J., Adegbite, N.A.O., Ewuga, N.S.K. (2023). Cybersecurity risk assessment in banking: methodologies and best practices. *Computer Science & IT Research Journal*, *4*(3), 220–243. https://doi.org/10.51594/csitrj.v4i3.659
15. De Hierro, A.F.R.L., Sánchez, M., Puente-Fernández, D., Montoya-Juárez, R., Roldán, C. (2021). A Fuzzy Delphi consensus methodology based on a fuzzy ranking. *Mathematics*, *9*(18), 2323. https://doi.org/10.3390/math9182323
16. Frank, H., McLinden, M., Douglas, G. (2020). Accessing the curriculum; university based learning experiences of visually impaired physiotherapy students. *Nurse Education in Practice*, *42*, 102620. https://doi.org/10.1016/j.nepr.2019.102620
17. Fuglerud, K.S. (2011). The Barriers to and Benefits of Use of ICT for People with Visual Impairment. In *Lecture notes in computer science*. 452–462. https://doi.org/10.1007/978-3-642-21672-5_49
18. Goncharova, I. , Pronchev, G. , Monakhov, D. , Vasenina, I. , Zubova, O. (2017). Remote banking services for the visually Impaired in Britain as a tool for creating Barrier-Free environment. *Eurasian Journal of Analytical Chemistry*, *12*(7b), 1405–1414. https://doi.org/10.12973/ejac.2017.00267
19. Hafiar, H., Subekti, P., Setianti, Y., Komariah, K. (2019). The First Step towards the Independence of the Visually Impaired in Entrepreneurship. *International Journal of Entrepreneurship*, *23*.
20. Hassan, A., Aziz, R.A.E., Hamza, M. (2021). Internet Banking Accessibility: The Social and Financial Exclusion of People with Visual Disability. *2021 31st International Conference on Computer Theory and Applications (ICCTA), 59-65*. https://doi.org/10.1109/ICCTA54562.2021.9916623
21. Huang, J., You, J., Liu, H., Song, M. (2020). Failure mode and effect analysis improvement: A systematic literature review and future research agenda. *Reliability Engineering & System Safety*, *199*, 106885. https://doi.org/10.1016/j.ress.2020.106885
22. Huang, Z., Weng, S., Lv, Y., Liu, H. (2023). Ranking method of intuitionistic fuzzy numbers and multiple attribute decision making based on the probabilistic dominance relationship. *Symmetry*, *15*(5), 1001. https://doi.org/10.3390/sym15051001
23. Jaballa, J.A. , Gorgevic, B. (2022). The Relationship between Bank Employee Training and Customers Satisfaction: A Field Study on Commercial Banks Operating in Libya. *International Journal of Scientific and Research Publications*, *12*(2), 475. https://doi.org/10.29322/ijsrp12.02 2022.p12260
24. Jafarnejad, A., Khani, A.M. (2024). Evaluating the Cellophane Production Supply Chain Using Multi-Criteria Decision-Making Approaches. *Research in Production and Operations Management*, *15*(2), 107-130. https://doi.org/10.22108/pom.2024.141101.1551 (In Persian).
25. Jain, A., Sharma, D. (2018). Workarounds and social support: the saviors for visually impaired bankers in India. *Journal of Information Communication and Ethics in Society*, *16*(2), 138–156. https://doi.org/10.1108/jices-05-2017-0031
26. Jiang, X., Zhu, R., Ji, P., Li, S. (2020). Co-embedding of Nodes and Edges with Graph Neural Networks. *arXiv (Cornell University)*. https://doi.org/10.48550/arxiv.2010.13242
27. Kameswaran, V.,Y,V., Marathe, M. (2023). Advocacy as Access Work: How People with Visual Impairments Gain Access to Digital Banking in India. *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, *7*(CSCW1), 1–23. http://dx.doi.org/10.1145/3579596
28. Kolomiiets, Y.Y., Kochorba, V.Y. (2023). Risk modeling of banking activities. *Business Inform*, *8*(547), 138–148. https://doi.org/10.32983/2222-4459-2023-8-138-148
29. Kortvelesy, R., Morad, S., Prorok, A. (2023). Generalised F-Mean aggregation for graph neural networks. *arXiv (Cornell University)*. https://doi.org/10.48550/arxiv.2306.13826
30. Kose, H. T., Nunez-Yanez, J., Piechocki, R., Pope, J. (2024). A survey of Computationally Efficient graph neural networks for reconfigurable systems. *Information, 15(7), 377.* https://doi.org/10.3390/info15070377

31. Kumar, V. (2014). A study on Visually impaired customers perception towards Mobile banking channel in India. *Research Journal of Social Science & Management*, *3*(12) , 1-10.
32. Kushalnagar, R. (2021). Accessible mobile banking in India. In *Oxford University Press eBooks*, *341–356*. https://doi.org/10.1093/oso/9780198846413.003.0018
33. Li, X., Saude, J. (2020). Explain graph neural networks to understand weighted graph features in node classification. *arXiv (Cornell University)*. https://doi.org/10.48550/arxiv.2002.00514
34. Liu, X., Chen, J., Wen, Q. (2023). A Survey on Graph Classification and Link Prediction based on GNN. *arXiv (Cornell University)*. https://doi.org/10.48550/arxiv.2307.00865
35. Lopes, R., Façanha, A.R., Viana, W. (2022). I can't pay! Accessibility analysis of mobile banking apps. *Proceedings of the Brazilian Symposium on Multimedia and the Web*. http://dx.doi.org/10.1145/3539637.3558048
36. Martinson, E., Martinson, J. (2016). Barriers to Banking - towards an inclusive banking environment in South Africa. *PubMed*, *229*, 517–527. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27534346
37. Mascia, A., Cirafici, A.M., Bongiovanni, A., Colotti, G., Lacerra, G., Di Carlo, M., Digilio, F.A., Liguori, G.L., Lanati, A., Kisslinger, A. (2020). A failure mode and effect analysis (FMEA)-based approach for risk assessment of scientific processes in non-regulated research laboratories. *Accreditation and Quality Assurance*, *25*(5–6), 311–321. https://doi.org/10.1007/s00769-020-01441-9
38. Mitsuishi, T. (2022). Definition of centroid method as defuzzification. *Formalized Mathematics*, *30*(2), 125–134. https://doi.org/10.2478/forma-2022-0010
39. Nadela, S.D., Yulianti, L.P. (2022). Inclusive Design of Digital Banking with Voice User Interface: A Study Based on Indonesia's Population. *2022 International Conference on Information Technology Systems and Innovation (ICITSI)*, 394-403. https://doi.org/10.1109/icitsi56531.2022.9970807
40. Naeem, M., Ozuem, W., Ward, P. (2022). Understanding the accessibility of retail mobile banking during the COVID-19 pandemic. *International Journal of Retail & Distribution Management*, *50*(7), 860–879. https://doi.org/10.1108/ijrdm-02-2021-0064
41. Nazim, M.R, Delshad, M., Agassi, S. (2009). Making the electronic city and banking systems attractive and implementing a practical model to protect the rights of the disabled. *Electronic city conference*. https://sid.ir/paper/810736/fa (In Persian).
42. Omidvar, M., Nirumand, F. (2017). Risk assessment using FMEA method and on the basis of MCDM, Fuzzy logic and Grey theory-a case study of overhead cranes. *Journal of Health & Safety at Work*, *7*(1), 63-76. http://jhsw.tums.ac.ir/article-1-5591-en.html (In Persian).
43. Oteifa, S.M. , Sherif, L.A. , Mostafa, Y. M. (2017). Understanding the Experience of the Visually Impaired towards a Multi-Sensorial Architectural Design. *World Academy of Science, Engineering and Technology, International Journal of Civil, Environmental, Structural, Construction and Architectural Engineering*, *11*(7), 946–952. https://doi.org/10.5281/zenodo.1131499
44. Pascu, I., Paraschiv, D., Didu, A. (2020). Research about using the Failure Mode and Effects Analysis method for improving the quality process performance. *IOP Conference Series Materials Science and Engineering*, *898*(1), 012037. https://doi.org/10.1088/1757-899X/898/1/012037
45. Qureshi, H.H. , Wong, D.H. (2020). Usability of User-Centric Mobile Application Design from Visually Impaired People's Perspective. In *Lecture notes in computer science*, 311–322. https://doi.org/10. 1007/978-3-030-49282-3_22
46. Ravanestan, K., Aghajani, H., Safaei Ghdikolaei, A., Yahyazadefar, M. (2017). Determining and Weighting Resilience Strategies in the Iran Khodro Supply Chain. *Journal of Industrial Management Perspective*, *7*(1), 145-172. (In Persian).
47. Rosa, J.R.D.S., Valentim, N.M.C. (2020). An Exploratory Study about Accessibility, Usability and User Experience with the Visually Impaired using Mobile Applications. *Proceedings of the XIX Brazilian Symposium on Software Quality*.2-7. https://doi.org/10.1145/3439961.3439998
48. Sachdeva, N., Tuikka, A., Kimppa, K.K., Suomi, R. (2015). Digital disability divide in information society. *Journal of Information Communication and Ethics in Society*, *13*(3/4), 283–298. https://doi.org/10.1108/JICES-10-2014-0050
49. Sadeghi Zeydanloo, M., Seyed Esfahani, S.H. (2020). Evaluation of Organizational Excellence Model for Development and Empowerment of Human Resources (Case Study: Shams Abad Distributed Power Plant). *Journal of Industrial Management Perspective*, *10*(3), 53-69. https://doi.org/10.52547/jimp.10.3.53 (In Persian).
50. Saghafi, F., Mohaghar, A., Mohammadzadeh, A., Roghani, Y. (2024). A Novel Meta-Symthesis Model to Improve New Product Development Based on Risk Management of Fast-Moving Consumer Goods. *Journal of Industrial Management Perspective, 14(3), 24-55*. https://doi.org/10.48308/jimp.14.3.24 (In Persian).

51. Servon, L.J., Kaestner, R. (2008). Consumer financial literacy and the impact of online banking on the financial behavior of Lower-Income Bank customers. *Journal of Consumer Affairs*, *42*(2), 271–305. http://dx.doi.org/10.1111/j.1745-6606.2008.00108.x
52. Setianti, Y., Hafiar, H., Subekti, P., Priyatna, C. (2020). Social Conditions and Expectations of Customers with Disabilities Regarding Policies and Provision of Accessible Banking Technology. *EAI*, 1-8. http://dx.doi.org/10.4108/eai.11-12-2019.2302150
53. Singanamalla, S., Potluri, V., Scott, C., Medhi-Thies, I. (2019). PocketATM. *Proceedings of the Tenth International Conference on Information and Communication Technologies and Development.* https://doi.org/10.1145/3287098.3287106
54. Subekti, P., Hafiar, H., Setianti, Y. (2021). Technology of Auto Teller Machine Interface: Accessibility for Bank Customer with Visual Impairments. *Journal of Physics Conference Series*, *1783*(1), 012024. http://dx.doi.org/10.1088/1742-6596/1783/1/012024
55. Sutariya, R.D., Singh, H.S., Babariya, S.R., Kadiyar, S.A., Modi, D.H. (2017). Refreshable Braille Display for the Visually Impaired. *2017 14th IEEE India Council International Conference (INDICON)*, 1-5. https://doi.org/10.1109/indicon.2017.8487232
56. Tang, H., Liu, Y. (2023). Towards understanding the generalization of graph neural networks. *arXiv (Cornell University)*. https://doi.org/10.48550/arxiv.2305.08048
57. Tavella, F., Giaretta, A., Dooley-Cullinane, T.M., Conti, M., Coffey, L., Balasubramaniam, S. (2019). DNA Molecular Storage System: Transferring Digitally Encoded Information through Bacterial Nanonetworks. *IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing*, *9*(3), 1566–1580. https://doi.org/10.1109/TETC.2019.2932685
58. Vafaei, A., Cheraghali, M., Hosseini, S.M.R., Mostaghimi, M. (2021). Providing the entrepreneurial model of the disabled people with a creativity and self-employment approach using grounded theory. *Journal of Studies in Entrepreneurship and Sustainable Agricultural Development*, *8*(4), 53-72. https://doi.org/10.22069/jead.2021.19319.1509. (In Persian).
59. Vrahatis, A.G., Lazaros, K., Kotsiantis, S. (2024). Graph Attention Networks: A Comprehensive review of methods and applications. *Future Internet*, *16*(9), 318. https://doi.org/10.3390/fi16090318
60. Wang, B., Jiang, B. (2022). Generalizing aggregation functions in GNNs:High-Capacity GNNs via nonlinear neighborhood aggregators. *arXiv (Cornell University)*. https://doi.org/10.48550/arxiv.2202.09145
61. Wentz, B., Pham, D., Feaser, E., Smith, D., Smith, J., Wilson, A. (2018). Documenting the accessibility of 100 US bank and finance websites. *Universal Access in the Information Society*, *18*(4), *871–880*. https://link.springer.com/article/10.1007/s10209-018-0616-6
62. Wentz, B., Pham, D., Tressler, K. (2017). Exploring the accessibility of banking and finance systems for blind users. *First Monday*, *22*(3). https://doi.org/10.5210/fm.v22i3.7036
63. Wu, Z., Pan, S., Chen, F., Long, G., Zhang, C., Yu, P.S. (2020). A comprehensive survey on graph neural networks. *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*, *32*(1), 4–24. https://doi.org/10.1109/TNNLS.2020.2978386
64. Yu, P.S. (2020). A comprehensive survey on graph neural networks. *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*, *32*(1), 4–24. https://doi.org/10.48550/arXiv.1901.00596
65. Xu, X., Gao, W., Guo, N., Pi, R., Ni, W., Sun, S., Li, G. (2020). SmartEye - a wearable device that help visually impaired people during on-site banking. *Proceedings of the 18th Conference on Embedded Networked Sensor Systems*. https://doi.org/10.1145/3384419.3430438
66. Yadav, M. (2018). A Review on ATM Module to Help Blind People. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, *7*, 462-465. https://doi.org/10.22214/ijraset.2019.1080.
67. Zhang, Z., Cui, P., Zhu, W. (2020). Deep Learning on Graphs: a survey. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, *34*(1), 249–270. https://doi.org/10.1109/TKDE.2020.2981333
68. Zhou, J., Cui, G., Hu, S., Zhang, Z., Yang, C., Liu, Z., Wang, L., Li, C., Sun, M. (2020). Graph neural networks: A review of methods and applications. *AI Open*, *1*, 57–81. https://doi.org/10.1016/j.aiopen.2021.01.001