

## تدوین چارچوب پایدار توسعه مالی بانکها مبتنی بر هوش مصنوعی و تأمین مالی سبز

سید مهدی رضائی زاد<sup>۱</sup>، رویا دارابی<sup>۲\*</sup>، علی باغانی<sup>۳</sup>

۱. گروه مهندسی مالی، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۲. گروه حسابداری، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

\* ایمیل نویسنده مسئول: [rdarabi@azad.ac.ir](mailto:rdarabi@azad.ac.ir)

### چکیده

هدف پژوهش، طراحی چارچوبی پایدار برای توسعه مالی بانکها با استفاده از ظرفیت‌های هوش مصنوعی و تأمین مالی سبز است. این پژوهش به شیوه کیفی و با رویکرد تحلیل مضمون براون و کلارک انجام شد. جامعه آماری شامل ۲۲ نفر از مدیران و خبرگان بانکی بود که به روش نمونه‌گیری هدفمند انتخاب شدند. داده‌ها از طریق مصاحبه نیمه‌ساختاریافته جمع‌آوری و سپس با نرم‌افزار MAXQDA تحلیل گردید. نتایج تحلیل‌ها منجر به استخراج ۹۰ مضمون اولیه، ۱۵ مضمون سطح یک و ۴ مضمون سطح دو شد. این یافته‌ها چارچوبی را نمایان ساختند که در آن استفاده از ابزارهای مالی سبز مانند اوراق قرضه سبز، بهره‌گیری از فناوری‌های نوین مالی همچون هوش مصنوعی و بلاکچین، مدیریت هوشمند ریسک‌های زیست‌محیطی و ارتقای شفافیت گزارشگری به عنوان عناصر اصلی توسعه مالی پایدار بانکها مطرح شدند. چارچوب پیشنهادی می‌تواند مسیر روشنی برای بانکها در جهت ارتقای شفافیت، کاهش ریسک‌های مالی و زیست‌محیطی و حمایت از پروژه‌های سبز فراهم آورد. در نهایت، پیاده‌سازی این مدل نه تنها موجب بهبود عملکرد اقتصادی و اجتماعی بانکها می‌شود، بلکه می‌تواند به تحقق اهداف توسعه پایدار و حفاظت از محیط زیست نیز کمک کند.

**کلیدواژه‌گان:** توسعه مالی پایدار، تأمین مالی بانک، هوش مصنوعی، تأمین مالی سبز

تاریخ ارسال: ۲۰ خرداد ۱۴۰۴

تاریخ بازنگری: ۱۵ شهریور ۱۴۰۴

تاریخ پذیرش: ۲۲ مهر ۱۴۰۴

تاریخ چاپ: ۳ آبان ۱۴۰۴



**How to cite:** Rezaeizad, S. M., Darabi, R., & Baghani, A. (2025). Developing a Sustainable Framework for Bank Financial Development Based on Artificial Intelligence and Green Finance. *Training, Education, and Sustainable Development*, 3(4), 1-17.



© 2025 the authors. This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) License.

# Developing a Sustainable Framework for Bank Financial Development Based on Artificial Intelligence and Green Finance

Seyed Mehdi Rezaeizad<sup>1</sup>, Roya Darabi<sup>2\*</sup>, Ali Baghani<sup>2</sup>

1. Department of Financial Engineering, ST.C., Islamic Azad University, Tehran, Iran.

2. Department of Accounting, ST.C., Islamic Azad University, Tehran, Iran.

\*Corresponding Author's Email: [rdarabi@azad.ac.ir](mailto:rdarabi@azad.ac.ir)

## Abstract

The study aims to design a sustainable framework for bank financial development using artificial intelligence and green finance. This qualitative research applied Braun and Clarke's thematic analysis. The statistical population consisted of 22 purposively selected bank managers and experts. Data were collected through semi-structured interviews and analyzed using MAXQDA software. The analysis identified 90 initial codes, 15 first-level themes, and 4 second-level themes. The results highlighted a framework in which green financial instruments such as green bonds, modern financial technologies like artificial intelligence and blockchain, smart risk management, and enhanced transparency in reporting emerged as the core elements of sustainable bank financial development. The proposed framework provides banks with a clear pathway to enhance transparency, reduce financial and environmental risks, and support green projects. Ultimately, implementing this model can improve banks' economic and social performance while contributing to sustainable development goals and environmental protection.

**Keywords:** *Sustainable financial development, bank financing, artificial intelligence, green financing*

Submit Date: 10 June 2025

Revise Date: 06 September 2025

Accept Date: 23 September 2025

Publish Date: 25 October 2025

در دهه‌های اخیر، اهمیت توسعه مالی پایدار در نظام بانکی بیش از پیش مورد توجه پژوهشگران و سیاست‌گذاران قرار گرفته است. رشد سریع فناوری‌های نوین از جمله هوش مصنوعی در کنار ضرورت‌های زیست‌محیطی، سبب شده تا بانک‌ها و مؤسسات مالی به دنبال چارچوب‌هایی باشند که همزمان سودآوری اقتصادی و حفاظت از محیط زیست را تضمین کنند. در این میان، تأمین مالی سبز به عنوان یکی از مؤلفه‌های اصلی توسعه پایدار در بانکداری جهانی مطرح شده و نقش مهمی در دستیابی به اهداف توسعه پایدار ایفا می‌کند (Lindenberg, 2014). مفهوم تأمین مالی سبز که در ادبیات با عناوینی چون «مالی پایدار» و «مالی اقلیمی» نیز شناخته می‌شود، بر تخصیص منابع مالی به پروژه‌هایی متمرکز دارد که پیامدهای مثبت زیست‌محیطی دارند، مانند انرژی‌های تجدیدپذیر، بهینه‌سازی مصرف انرژی و پروژه‌های کاهش کربن (Yuan & Gallagher, 2018). مطالعات نشان می‌دهد که تأمین مالی سبز در سطح جهانی به سرعت در حال گسترش است و همزمان با ایجاد ارزش اقتصادی، به کاهش اثرات منفی زیست‌محیطی نیز کمک می‌کند (Berensmann et al., 2020). با این حال، اجرای کامل آن با چالش‌های ساختاری و نهادی در بسیاری از کشورها به ویژه اقتصادهای در حال توسعه مواجه است (Dörry & Schulz, 2018). بانکداری سبز به عنوان یک رویکرد نوین، در پی کاهش اثرات اقتصادی غیرمنتظره ناشی از تغییرات اقلیمی، ناپایداری مالی و ریسک‌های اجتماعی است (Ziolo et al., 2019). بانک‌ها در این فرآیند نه تنها نقش یک نهاد مالی بلکه عاملی برای تغییر اجتماعی و زیست‌محیطی ایفا می‌کنند (Aras et al., 2018). پژوهش‌ها نشان داده‌اند که بانک‌هایی که استراتژی‌های سبز را در دستور کار قرار می‌دهند، از مزیت رقابتی پایدار برخوردار می‌شوند و اعتماد بیشتری از سوی سرمایه‌گذاران و مشتریان جلب می‌کنند (Schäfer, 2018). با وجود رشد قابل توجه در پذیرش تأمین مالی سبز، چالش‌هایی مانند کمبود چارچوب‌های ارزیابی شفاف، دشواری در محاسبه اثرات خارجی و مقاومت ساختاری در سیستم بانکی وجود دارد (Urban & Wójcik, 2019). در همین راستا، مطالعاتی پیشنهاد داده‌اند که هماهنگی بهتر میان سیاست‌های مالی، قوانین زیست‌محیطی و ابزارهای فناورانه می‌تواند به تسهیل این روند کمک کند (Sanchez-Roger et al., 2018). از سوی دیگر، هوش مصنوعی به عنوان ابزاری تحول‌آفرین در بانکداری مطرح است. این فناوری از طریق پردازش داده‌های کلان، یادگیری ماشین و الگوریتم‌های پیشرفته، امکان پیش‌بینی ریسک، بهینه‌سازی اعتبارات و افزایش شفافیت مالی را فراهم می‌آورد (Kumar et al., 2022). ورود هوش مصنوعی به صنعت بانکداری، نه تنها کارایی تصمیم‌گیری را بهبود بخشیده، بلکه موجب تقویت مدیریت ریسک و نظارت بر انطباق با مقررات نیز شده است (Saberian Jahromi, 2024). با این وجود، استفاده گسترده از این فناوری نگرانی‌هایی در خصوص امنیت داده‌ها، سوگیری الگوریتم‌ها و حفظ حریم خصوصی نیز به همراه دارد (Mahmoudi Alashti et al., 2024). پژوهش‌ها نشان داده‌اند که ادغام هوش مصنوعی با سازوکارهای تأمین مالی سبز می‌تواند موجب بهبود فرایندهای ارزیابی پروژه‌های زیست‌محیطی، شناسایی فرصت‌های پایدار و کاهش هزینه‌های مالی گردد (Kuang et al., 2024). این همگرایی به بانک‌ها اجازه می‌دهد تا از داده‌های دقیق‌تر و تحلیل‌های پیشرفته‌تری برای هدایت سرمایه‌گذاری‌ها در پروژه‌های سبز استفاده کنند (Ravan Ramzani et al., 2024). همچنین، استفاده از هوش مصنوعی در کنار فناوری‌های نوینی چون بلاک‌چین، شفافیت بیشتری در گزارشگری مالی و ارزیابی تأثیرات زیست‌محیطی فراهم می‌سازد (Feng et al., 2024). در ایران نیز مباحث مربوط به بانکداری سبز و توسعه مالی پایدار در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است. پژوهش‌های داخلی به بررسی موانع و فرصت‌های پیش‌روی بانک‌های دولتی در مسیر توسعه پایدار پرداخته و مدل‌هایی برای استقرار بانکداری سبز ارائه داده‌اند (Jafari Gorji, Najafi Beigi, Faqih, et al., 2023; Jafari Gorji, Najafi Beigi, Faqih, et al., 2023). این مطالعات نشان داده‌اند که عواملی همچون ساختارهای نهادی، فرهنگ سازمانی، و چارچوب‌های حقوقی و سیاسی نقش مهمی در موفقیت بانکداری پایدار ایفا می‌کنند (Najafi Beigi, 2018).

برخی پژوهش‌ها نیز به طراحی الگوهای مالی پایدار برای بانک‌های اجتماعی پرداخته‌اند و اهمیت ابزارهای نوین مالی مبتنی بر دارایی در افزایش جریان نقدینگی و جذابیت سرمایه‌گذاری را برجسته ساخته‌اند (Karimi & Mohammadi, 2022). همچنین، پذیرش فناوری‌های نوین مالی و بانکی همچون فین‌تک، از عوامل کلیدی در ارتقای رقابت‌پذیری و بهره‌وری نظام بانکی به شمار می‌رود (Khazaei et al., 2020; Kordnouri et al., 2022).

در سطح بین‌المللی، پژوهش‌ها به بررسی نقش نهادهای مالی و سیاست‌گذاران در تقویت رشد پایدار از طریق تأمین مالی سبز پرداخته‌اند. یافته‌ها نشان می‌دهد که سیاست‌های بانک‌های مرکزی و تعهدات جهانی مانند توافقات G-20 می‌تواند به تسریع روند توسعه مالی سبز کمک کند (Berensmann et al., 2020; Dikau & Volz, 2021). همزمان، نقش گزارشگری پایداری و شفافیت اطلاعات مالی در ارتقای اعتماد سرمایه‌گذاران بسیار حیاتی است (Amidjaya & Widagdo, 2020).

علاوه بر این، نقش فین‌تک و نوآوری‌های دیجیتال در ترکیب با هوش مصنوعی می‌تواند موجب کاهش پیچیدگی‌های فنی در بازارهای مالی شود و زمینه‌ساز مدل‌های جدید بانکداری هوشمند گردد (Giudici, 2018; Giudici et al., 2020; Riani, 2023). این روند، در کنار توسعه ابزارهایی همچون اوراق قرضه سبز، به ارتقای بهره‌وری انرژی و بهبود کارایی مالی کمک کرده است (Chang & Hersay, 2023; Chang et al., 2023; Zhang et al., 2022).

با توجه به مطالعات اخیر، ادغام راهبردهای مبتنی بر هوش مصنوعی و تأمین مالی سبز نه تنها موجب بهبود کارایی اقتصادی و کاهش ریسک‌های مالی می‌شود، بلکه به توسعه پایدار زیست‌محیطی نیز کمک می‌کند (Mohammed et al., 2024). همچنین، این همگرایی می‌تواند مانع بروز رفتارهای سبزشویی در بازارهای مالی شود و اعتماد عمومی به نهادهای مالی را افزایش دهد (Sheikh et al., 2023). جمع‌بندی ادبیات پژوهشی نشان می‌دهد که توسعه چارچوبی پایدار برای بانک‌ها، نیازمند ترکیب همزمان سه محور کلیدی است: نوآوری مالی سبز، بهره‌گیری از ظرفیت‌های هوش مصنوعی، و انطباق با استانداردهای بین‌المللی پایداری. این ترکیب می‌تواند مسیر جدیدی برای بانک‌ها در جهت تحقق اهداف توسعه پایدار فراهم آورد (Liu et al., 2020; Liu et al., 2019). بنابراین، ضرورت پژوهش حاضر در پاسخ به این پرسش شکل می‌گیرد که چگونه می‌توان چارچوبی جامع و پایدار برای توسعه مالی بانک‌ها مبتنی بر هوش مصنوعی و تأمین مالی سبز طراحی کرد؟

## روش‌شناسی

برای تدوین چارچوب پایدار توسعه مالی بانک‌ها مبتنی بر هوش مصنوعی و تأمین مالی سبز، این مقاله از یک روش‌شناسی کیفی با رویکرد تحلیل مضمون براون و کلارک بهره می‌برد. در این پژوهش، جامعه آماری شامل مدیران و خبرگان بانکی است که با استفاده از روش نمونه‌گیری هدفمند انتخاب شده‌اند. تعداد نمونه‌ها ۲۲ نفر است که به دلیل ویژگی‌های خاص و تجربه‌های عمیق‌ان‌ها در زمینه‌های مربوط به توسعه مالی بانک‌ها، هوش مصنوعی و تأمین مالی سبز، به دقت انتخاب شده‌اند. این گروه از خبرگان شامل افرادی هستند که نقش کلیدی در تصمیم‌گیری‌های استراتژیک بانک‌ها داشته و درک عمیقی از چالش‌ها و فرصت‌های پیش روی بانک‌ها در زمینه‌های مختلف دارند. برای جمع‌آوری داده‌ها از مصاحبه نیمه‌ساختار یافته استفاده شده است که این نوع مصاحبه به پژوهشگر اجازه می‌دهد تا ضمن داشتن سؤالات مشخص، فضای گفتگو را باز گذاشته و از پاسخ‌های مفصل و کیفی استفاده کند. این رویکرد به محقق این امکان را می‌دهد تا تجربه‌ها، دیدگاه‌ها و ایده‌های عمیق و متنوع مصاحبه‌شوندگان را در مورد چارچوب‌های توسعه مالی پایدار بانک‌ها استخراج کند. داده‌های به‌دست آمده از این مصاحبه‌ها، سپس با استفاده از روش تحلیل مضمون براون و کلارک تجزیه و تحلیل می‌شود. این روش، یک رویکرد سیستماتیک برای شناسایی، تحلیل و گزارش الگوهای معنا دار در داده‌های کیفی است و به پژوهشگر امکان می‌دهد تا تم‌ها و مضامین اصلی در مورد توسعه مالی پایدار را شناسایی کرده و چارچوب مورد نظر را تدوین نماید.

برای بررسی روایی و پایایی داده‌ها، از شاخص کاپا استفاده می‌شود که نشان‌دهنده توافق بین کدگذارها و صحت نتایج تحلیل است. این شاخص به‌ویژه در تحلیل‌های کیفی که شامل کدگذاری داده‌های مصاحبه‌ای است، اهمیت زیادی دارد و از دقت بالای تحلیل مضمون اطمینان حاصل می‌کند. با استفاده از این روش، پژوهشگر می‌تواند کیفیت و صحت نتایج به‌دست آمده را بررسی کرده و مطمئن شود که مضامین شناسایی شده، بازتاب دقیقی از دیدگاه‌ها و تجربیات خبرگان است. در مجموع، این روش‌شناسی به‌عنوان یک ابزار قوی برای تدوین چارچوب پایدار توسعه مالی بانک‌ها مبتنی بر هوش مصنوعی و تأمین مالی سبز عمل می‌کند و به‌طور موثر دیدگاه‌های مدیران و خبرگان بانکی را در این حوزه مورد بررسی قرار می‌دهد. برای تحلیل مصاحبه‌ها از نرم افزار MAXQDA استفاده شد. سوالات مصاحبه عبارتند از:

- به نظر شما، توسعه مالی پایدار در بانک‌ها چه ویژگی‌هایی دارد و چگونه می‌توان آن را در فرآیندهای بانکی گنجانند؟
- چگونه مفهوم تأمین مالی سبز می‌تواند در استراتژی‌های مالی بانک‌ها نقش ایفا کند؟
- در نظر شما، چه چالش‌هایی در پیاده‌سازی مفاهیم تأمین مالی سبز در سیستم بانکی وجود دارد؟
- چگونه می‌توان از هوش مصنوعی برای بهبود فرآیندهای مالی در بانک‌ها بهره برد؟
- درک شما از کاربردهای هوش مصنوعی در تسهیل تأمین مالی سبز چیست؟
- به نظر شما، چه فناوری‌های هوش مصنوعی می‌توانند بیشترین تأثیر را در بهبود شفافیت و کارایی مالی بانک‌ها بگذارند؟
- در فرآیند توسعه مالی پایدار مبتنی بر هوش مصنوعی و تأمین مالی سبز، بانک‌ها با چه موانعی روبرو هستند؟
- در نظر شما، کمبود چه منابع یا امکاناتی می‌تواند مانع از پیاده‌سازی این چارچوب‌ها در بانک‌ها شود؟
- چگونه می‌توان مقاومت‌های احتمالی در برابر پذیرش فناوری‌های جدید (همچون هوش مصنوعی) را در بانک‌ها کاهش داد؟
- به نظر شما، چه استراتژی‌هایی می‌توانند به بانک‌ها در ایجاد یک چارچوب پایدار برای توسعه مالی و تأمین مالی سبز کمک کنند؟
- چگونه بانک‌ها می‌توانند ارزیابی دقیق‌تری از پروژه‌های سبز و تأمین مالی پایدار در راستای استفاده از هوش مصنوعی داشته باشند؟
- در پیاده‌سازی این چارچوب‌ها، چه نوع تصمیم‌گیری‌هایی باید در سطوح مختلف مدیریت بانکی اتخاذ شود؟
- چگونه ارزیابی می‌کنید که پیاده‌سازی چارچوب توسعه مالی پایدار مبتنی بر هوش مصنوعی می‌تواند به بانک‌ها در افزایش پایداری و رقابت‌پذیری کمک کند؟
- در نظر شما، آینده تأمین مالی سبز و هوش مصنوعی در سیستم بانکی چگونه خواهد بود؟ چه تغییراتی ممکن است در سال‌های آینده مشاهده کنیم؟
- چگونه بانک‌ها می‌توانند تأثیرات زیست‌محیطی و اجتماعی پروژه‌های مالی سبز خود را ارزیابی و مدیریت کنند؟
- در نظر شما، مسئولیت اجتماعی بانک‌ها در زمینه تأمین مالی سبز و هوش مصنوعی چگونه باید تعریف شود؟

در این تحقیق، نمونه‌گیری از ۲۲ نفر از مدیران و خبرگان بانکی با ویژگی‌های جمعیت‌شناختی متنوع انجام شده است. از این تعداد، ۶۰ درصد (۱۳ نفر) مرد و ۴۰ درصد (۹ نفر) زن هستند. از نظر تحصیلات، ۵۰ درصد (۱۱ نفر) دارای مدرک دکتری و ۵۰ درصد (۱۱ نفر) دارای مدرک کارشناسی ارشد می‌باشند. در مورد سابقه کاری، ۴۰ درصد (۹ نفر) دارای سابقه کاری بین ۱۰ تا ۱۵ سال و ۶۰ درصد (۱۳ نفر) با سابقه کاری بیش از ۱۶ سال هستند. این تنوع در ویژگی‌های جمعیت‌شناختی به پژوهش کمک می‌کند تا دیدگاه‌های مختلف و تجارب متنوعی در زمینه‌های توسعه مالی پایدار و تأمین مالی سبز از جنبه‌های گوناگون مورد تحلیل قرار گیرد. قلمرو زمانی تحقیق جهت مصاحبه‌ها سال ۱۴۰۳ بوده است. قلمرو مکانی تحقیق نیز بانک‌های بورسی و خبرگان بانکی بوده است. در این تحقیق، داده‌های به‌دست آمده از مصاحبه‌های نیمه‌ساختار یافته با ۲۲ نفر از مدیران و خبرگان بانکی با استفاده از روش تحلیل مضمون براون و کلارک تجزیه و تحلیل شده‌اند. این روش تحلیل کیفی، فرآیندی سیستماتیک است که در آن داده‌ها به‌طور عمیق بررسی می‌شوند تا مضامین و الگوهای اصلی که در پاسخ‌های

مصاحبه‌شوندگان مشترک هستند، شناسایی شوند. در ابتدا، مصاحبه‌ها کدگذاری شدند و داده‌ها در دسته‌های مختلف سازمان‌دهی شدند. سپس، مضامین اصلی که منعطف و مرتبط با مفاهیم اصلی تحقیق یعنی توسعه مالی پایدار بانک‌ها مبتنی بر هوش مصنوعی و تأمین مالی سبز بودند، استخراج گردید. این تحلیل شامل شناسایی کدهای اولیه، مقوله‌بندی آن‌ها و سپس شکل‌گیری مضامین کلیدی بود که نمایانگر نقاط قوت، چالش‌ها، فرصت‌ها و استراتژی‌های پیشنهادی در این زمینه‌ها می‌باشد. به‌منظور افزایش روایی و پایایی تحلیل‌ها، از شاخص کاپا برای بررسی توافق میان کدگذارها استفاده شد که به دقت تحلیل مضمون و صحت نتایج اطمینان می‌دهد. مضامین استخراج شده نشان‌دهنده مجموعه‌ای از استراتژی‌ها و چالش‌های مشترک در رابطه با هوش مصنوعی و تأمین مالی سبز در سیستم بانکی بودند که شامل جنبه‌های مختلفی مانند نیاز به بهبود زیرساخت‌های فناوری، ارزیابی دقیق پروژه‌های سبز، و مدیریت ریسک‌های مرتبط با این مدل‌ها بود. این تحلیل به‌طور کلی به تدوین چارچوبی برای توسعه مالی پایدار بانک‌ها کمک کرد که در آن هوش مصنوعی و تأمین مالی سبز به‌عنوان عوامل کلیدی شناخته شدند. براساس تحلیل مصاحبه‌ها در نرم افزار MAXQDA مضامین مدل مشخص شدند.

## یافته‌ها

در جدول ۱ نمونه مصاحبه‌ها براساس نمونه کدها مشخص شده است:

جدول ۱. نمونه کدگذاری مصاحبه

کد شناسایی شده	نمونه متن مصاحبه
توسعه ابزارهای مالی سبز (مثل اوراق قرضه سبز)	یکی از راه‌های حمایت از پروژه‌های محیطی، استفاده از ابزارهای مالی سبز است. برای مثال، اوراق قرضه سبز یک روش عالی برای تأمین منابع مالی برای پروژه‌هایی است که هدفشان حفظ محیط زیست و مقابله با تغییرات اقلیمی است. بانک‌ها می‌توانند از این ابزارها برای جذب سرمایه‌های سبز استفاده کنند. به این معنی که سرمایه‌گذاران پول خود را به پروژه‌های سبز اختصاص می‌دهند و در ازای آن، بانک‌ها به‌عنوان صادرکننده، بهره‌ای مشخص پرداخت می‌کنند. این کار نه تنها باعث تأمین مالی پروژه‌های سبز می‌شود، بلکه سرمایه‌گذاران را به سمت حمایت از توسعه پایدار سوق می‌دهد.
طراحی محصولات مالی نوآورانه برای پایداری	طراحی محصولات مالی نوآورانه یکی از روش‌های جذاب برای پیشبرد اهداف پایداری است. این محصولات می‌توانند شامل وام‌ها یا بیمه‌هایی باشند که مخصوص پروژه‌های سبز طراحی می‌شوند. به‌طور مثال، محصولاتی که برای حمایت از کسب‌وکارهایی که انرژی‌های تجدیدپذیر استفاده می‌کنند یا طرح‌های کاهش کربن دارند، راه‌اندازی شوند. این محصولات به بانک‌ها کمک می‌کند تا در بازارهای مالی به‌طور فعال‌تری در زمینه مسائل زیست‌محیطی نقش ایفا کنند و در عین حال سودآوری خود را حفظ کنند.
به‌کارگیری فناوری‌های نوین مالی	امروزه با پیشرفت فناوری، ابزارهای مالی جدیدی به وجود آمده که به بانک‌ها و سرمایه‌گذاران کمک می‌کند تا در زمینه پایداری بیشتر عمل کنند. فناوری‌هایی مثل بلاک‌چین می‌توانند روندهای مالی را شفاف‌تر و سریع‌تر کنند و باعث شوند که پروژه‌های سبز راحت‌تر تأمین مالی شوند. همچنین، هوش مصنوعی و یادگیری ماشینی می‌توانند به تحلیل داده‌های مربوط به پروژه‌های سبز کمک کنند و بهترین گزینه‌ها را برای سرمایه‌گذاری معرفی کنند.
مدل‌های جدید جذب سرمایه سبز	یکی از چالش‌های بزرگ در حوزه تأمین مالی سبز، جذب سرمایه‌های کافی برای پروژه‌ها است. مدل‌های جدید جذب سرمایه سبز می‌توانند شامل تأسیس صندوق‌های سرمایه‌گذاری سبز، استفاده از پلتفرم‌های آنلاین برای جذب سرمایه‌های خرد و حتی مشارکت‌های بین‌المللی در پروژه‌های زیست‌محیطی باشند. این مدل‌ها کمک می‌کنند تا از منابع مختلف مالی برای تأمین پروژه‌های سبز استفاده شود و تأثیرات زیست‌محیطی به‌طور مؤثرتری کاهش یابد.
کاهش هزینه‌های مالی سبز	یکی از نگرانی‌های اصلی در مورد پروژه‌های سبز، هزینه‌های بالا است. بانک‌ها می‌توانند با کاهش هزینه‌های مالی از طریق نرخ بهره پایین‌تر، یارانه‌های دولتی، یا روش‌های تأمین مالی نوین، پروژه‌های سبز را برای سرمایه‌گذاران جذاب‌تر کنند. این کار می‌تواند انگیزه بیشتری برای سرمایه‌گذاری در پروژه‌های سبز ایجاد کند و باعث شود که این نوع پروژه‌ها به‌صرفه‌تر و قابل دستیابی‌تر شوند.
تشویق سرمایه‌گذاران به مسئولیت‌پذیری زیست‌محیطی	یکی از اهداف مهم در توسعه مالی سبز، تشویق سرمایه‌گذاران به مسئولیت‌پذیری زیست‌محیطی است. این موضوع می‌تواند از طریق اطلاع‌رسانی، ایجاد انگیزه‌های مالی یا حتی تصویب قوانین تشویقی برای سرمایه‌گذاران انجام شود. به‌طور مثال، بانک‌ها می‌توانند نرخ‌های سود پایین‌تری برای سرمایه‌گذارانی که در پروژه‌های سبز سرمایه‌گذاری می‌کنند، ارائه دهند یا پاداش‌هایی برای سرمایه‌گذاری در پروژه‌های دوستدار محیط زیست در نظر بگیرند. این اقدامات باعث می‌شود که سرمایه‌گذاران بیشتر به این نوع پروژه‌ها توجه کنند و به مسئولیت‌پذیری زیست‌محیطی اهمیت بدهند.

<p>برای تأمین مالی پروژه‌های سبز، یکی از پیش‌نیازهای مهم، تأمین منابع اولیه پایدار است. این منابع می‌توانند از بخش دولتی، سازمان‌های بین‌المللی، یا حتی سرمایه‌گذاران خصوصی تأمین شوند. تأمین این منابع به‌طور پایدار و بلندمدت باعث می‌شود که پروژه‌های سبز بتوانند بدون مشکل و وابستگی به منابع ناپایدار مالی پیش بروند و در نتیجه، تأثیرات مثبت و ماندگاری بر محیط زیست داشته باشند.</p>	<p>تأمین منابع اولیه پایدار</p>
<p>یعنی از هوش مصنوعی برای پیش‌بینی مشکلات و ریسک‌ها استفاده کنیم. مثلاً، به کمک الگوریتم‌های هوش مصنوعی، بانک‌ها می‌توانند پیش‌بینی کنند که کدام وام‌گیرنده ممکنه نتونه قسطش رو پرداخت کنه یا کدام پروژه ممکنه شکست بخوره. اینطوری می‌تونن زودتر اقدام کنن و ریسک رو کاهش بدن.</p>	<p>پیش‌بینی ریسک با هوش مصنوعی</p>
<p>داده‌های کلان یعنی حجم زیادی از اطلاعات که از منابع مختلف به‌دست میاد. با تحلیل این داده‌ها می‌تونیم روندهای مختلف ریسک رو شناسایی کنیم. مثلاً، می‌تونیم بفهمیم که شرایط اقتصادی یا تغییرات سیاسی چطور می‌تونه روی بازار تأثیر بذاره و باعث بروز ریسک بشه. این تحلیل‌ها کمک می‌کنن که تصمیمات بهتری برای مدیریت ریسک بگیریم.</p>	<p>تحلیل داده‌های کلان برای ریسک</p>
<p>یعنی برای ریسک‌های مختلف، سناریوهای مختلف طراحی کنیم. مثلاً، تصور کنیم که قیمت نفت به‌طور ناگهانی کاهش پیدا کنه یا یک بحران اقتصادی به وجود بیاد. این سناریوها به ما کمک می‌کنن که برای هر شرایطی آماده باشیم و بتونیم واکنش مناسبی نشون بدیم. با این کار، بانک‌ها می‌تونن ریسک‌ها رو بهتر پیش‌بینی کنن و برای هر کدام راهکارهایی داشته باشن.</p>	<p>طراحی سناریوهای احتمالی ریسک</p>
<p>این یعنی ارزیابی ریسک‌ها در لحظه. مثلاً، وقتی یک تغییر سریع در بازار یا وضعیت اقتصادی پیش میاد، می‌تونیم به‌طور آنی و بلادرنگ بررسی کنیم که چقدر ممکنه این تغییر ریسک ایجاد کنه. با این روش، میشه سریع‌تر واکنش نشون داد و از بروز خسارت‌های بیشتر جلوگیری کرد.</p>	<p>ارزیابی بلادرنگ ریسک‌ها</p>
<p>در شرایط ریسک، رفتار مشتریان تغییر می‌کنه. مثلاً، ممکنه مشتریان در شرایط بحرانی کمتر خرج کنن یا از بانک درخواست وام بیشتری داشته باشن. مدل‌سازی یعنی این رفتارها رو شبیه‌سازی کنیم و پیش‌بینی کنیم که چطور مشتریان ممکنه در شرایط مختلف ریسک واکنش نشون بدن. اینطوری می‌تونیم بهتر تصمیم بگیریم و آماده باشیم.</p>	<p>مدل‌سازی رفتار مشتریان در شرایط ریسک</p>
<p>یادگیری ماشین یعنی به سیستم‌ها آموزش بدیم که از داده‌ها یاد بگیرن و به‌طور خودکار تصمیمات بهتری بگیرن. در مدیریت ریسک هم می‌تونیم از یادگیری ماشین استفاده کنیم تا تصمیمات بهینه‌تری بگیریم. مثلاً، سیستم با توجه به داده‌های گذشته می‌تونه پیش‌بینی کنه که کدام ریسک‌ها بیشتر احتمال داره و بر اساس اون، تصمیمات مناسب‌تری بگیره.</p>	<p>بهینه‌سازی تصمیمات مدیریت ریسک با یادگیری ماشین</p>

برای تحلیل داده‌های به‌دست آمده از مصاحبه‌ها در این تحقیق، از روش تحلیل مضمون براون و کلارک استفاده شده است. این روش شامل شش گام اصلی است که به‌طور دقیق داده‌ها را تجزیه و تحلیل کرده و مضامین کلیدی را استخراج می‌کند. در گام اول، آشنایی با داده‌ها، پژوهشگر تمامی مصاحبه‌ها را با دقت مطالعه می‌کند تا به درک اولیه‌ای از محتوا و موضوعات کلیدی برسد. این مرحله شامل خواندن کامل تمامی مصاحبه‌ها و یادداشت برداری از نکات مهم است تا پژوهشگر دیدگاهی کلی از داده‌ها پیدا کند. در این مرحله، اطلاعات مربوط به توسعه مالی پایدار بانک‌ها و تأمین مالی سبز با دقت بررسی می‌شود تا چالش‌ها، فرصت‌ها و استراتژی‌ها مشخص شوند. سپس، در گام دوم، ایجاد کدگذاری‌های اولیه، پژوهشگر شروع به کدگذاری داده‌ها می‌کند. این کدها نمایانگر بخش‌های خاص و مهم از مصاحبه‌ها هستند که می‌توانند به شناسایی مضامین کلیدی کمک کنند. این مرحله بسیار حساس است زیرا کدگذاری صحیح داده‌ها می‌تواند تأثیر زیادی در کیفیت تحلیل داشته باشد.

در گام سوم، جست‌وجو برای مضامین و دسته‌بندی‌ها، کدهای اولیه به دسته‌های مختلف تقسیم می‌شوند. این دسته‌ها باید نمایانگر موضوعات مشترک در پاسخ‌های مصاحبه‌شوندگان باشند. پژوهشگر با گروه‌بندی کدها و جست‌وجو برای روابط و ارتباطات میان آن‌ها، به شناسایی مضامین اصلی پرداخته و تمامی جنبه‌های مرتبط با موضوع تحقیق را پوشش می‌دهد. این مرحله به‌ویژه برای شناسایی مضامین پیچیده و چندوجهی مانند استفاده از هوش مصنوعی در تأمین مالی سبز در بانک‌ها ضروری است. گام چهارم، بررسی و اصلاح مضامین، در این مرحله، پژوهشگر مضامین شناسایی شده را مورد بررسی دقیق‌تری قرار می‌دهد و آن‌ها را با داده‌ها مقایسه می‌کند تا از دقت و اعتبار آن‌ها اطمینان حاصل کند. ممکن است برخی مضامین نیاز به اصلاح یا تجدیدنظر داشته باشند تا بیشتر با داده‌های اصلی همخوانی داشته باشند. در گام پنجم، تعریف و نام‌گذاری مضامین، مضامین نهایی به‌طور دقیق تعریف می‌شوند و نام‌هایی برای آن‌ها انتخاب می‌شود که هم‌راستا با اهداف تحقیق و پرسش‌های

پژوهش باشد. این نام‌گذاری باید به‌گونه‌ای باشد که خواننده به راحتی بتواند به مفهوم هر مضمون پی ببرد و ارتباط آن را با چارچوب تحقیق درک کند.

در گام ششم، نگارش گزارش و نتیجه‌گیری، پژوهشگر نتایج تحلیل را در قالب یک گزارش مفصل و دقیق ارائه می‌دهد. این گزارش شامل شرح مضامین استخراج‌شده، تحلیل‌های کیفی مرتبط با آن‌ها، و نحوه پیوند آن‌ها به چارچوب نظری تحقیق است. در این مرحله، یافته‌های اصلی در زمینه چالش‌ها و فرصت‌های توسعه مالی پایدار در بانک‌ها مبتنی بر هوش مصنوعی و تأمین مالی سبز خلاصه می‌شوند و به‌طور عملی برای تدوین چارچوب نهایی ارائه می‌شوند. در نهایت، پژوهشگر جدول نهایی تحلیل را شامل مضامین اصلی، کدها، و دسته‌بندی‌ها تهیه می‌کند تا تمامی اطلاعات به‌طور واضح و سازمان‌یافته در دسترس قرار گیرد و نتایج به‌دست‌آمده به‌طور مؤثر در فرآیند تصمیم‌گیری و تدوین استراتژی‌ها استفاده شود.

این شش گام به پژوهشگر این امکان را می‌دهد تا تحلیل کیفی دقیقی از داده‌ها انجام دهد و مضامین کلیدی و استراتژیک برای توسعه مالی پایدار بانک‌ها مبتنی بر هوش مصنوعی و تأمین مالی سبز استخراج کند.

براساس تحلیل‌های انجام شده جدول زیر بیانگر مضامین سازنده سطح یک و دو، مضامین اولیه و در نهایت مضمون فراگیر است.

### جدول ۲. دسته بندی مضامین شناسایی شده

مضمون فراگیر: چارچوب پایدار توسعه مالی بانک‌ها مبتنی بر هوش مصنوعی و تأمین مالی سبز		
مضمون سازنده سطح دو	مضمون سازنده سطح یک	مضمون اولیه
توسعه مالی پایدار و سبز	سرمایه‌گذاری سبز پایدار	ارزیابی زیست‌محیطی پروژه‌ها
		سودآوری بلندمدت پایدار
		مدیریت ریسک زیست‌محیطی
		تنوع‌بخشی به دارایی‌های سبز
		سازگاری با استانداردهای سبز جهانی
		شفافیت مالی و غیرمالی در سرمایه‌گذاری
نوآوری مالی سبز	توسعه ابزارهای مالی سبز (مثل اوراق قرضه سبز)	طراحی محصولات مالی نوآورانه برای پایداری
		به‌کارگیری فناوری‌های نوین مالی
		مدل‌های جدید جذب سرمایه سبز
		کاهش هزینه‌های مالی سبز
		تشویق سرمایه‌گذاران به مسئولیت‌پذیری زیست‌محیطی
زنجیره ارزش سبز	تأمین منابع اولیه پایدار	بهبودسازی مصرف انرژی در زنجیره
		مسئولیت‌پذیری اجتماعی در تأمین‌کنندگان
		طراحی محصولات با چرخه عمر سبز
		کاهش ضایعات و آلودگی در فرآیند تولید
		ارزیابی مستمر عملکرد زیست‌محیطی زنجیره
بهبودسازی سبد اعتباری	اولویت‌بندی اعطای اعتبار به پروژه‌های سبز	تحلیل ریسک اعتباری با معیارهای محیط‌زیستی
		تنوع‌بخشی به پرتفوی اعتباری
		استفاده از الگوریتم‌های هوشمند ارزیابی ریسک
		تعیین شاخص‌های سبز برای ارزیابی اعتبار

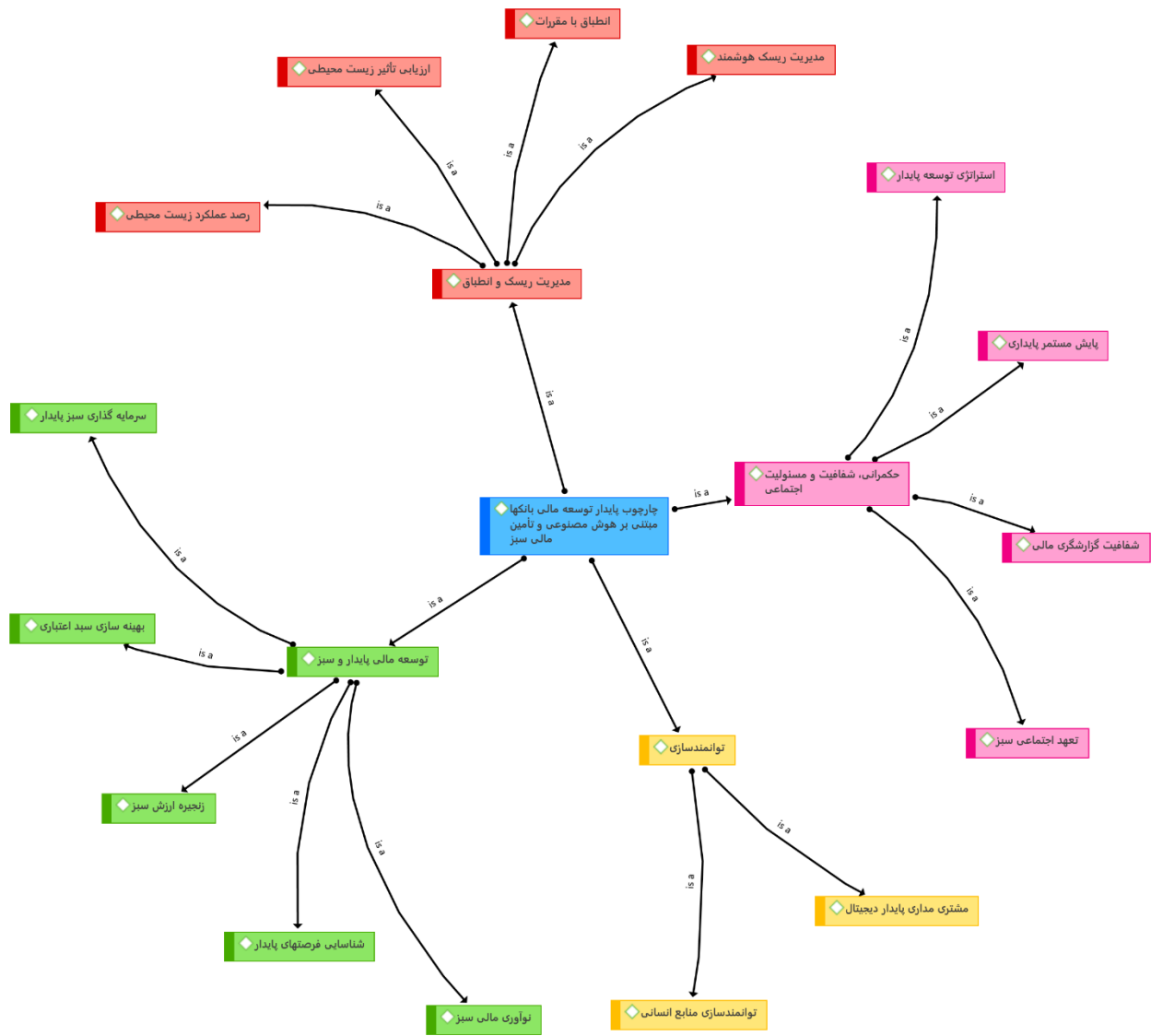


## آموزش، تربیت و توسعه پایدار

پایش مستمر و بهبود کیفیت سبد اعتباری		
تحلیل روندهای جهانی توسعه پایدار	شناسایی فرصت‌های پایدار	
شناسایی فناوری‌های نوظهور سبز		
پایش سیاست‌ها و مقررات زیست‌محیطی		
ایجاد سیستم‌های هشدار فرصت‌های سبز		
ارزیابی مزیت رقابتی پروژه‌های سبز		
توسعه شبکه‌های همکاری برای فرصت‌یابی پایدار		
پیش‌بینی ریسک با هوش مصنوعی	مدیریت ریسک هوشمند	مدیریت ریسک و انطباق
تحلیل داده‌های کلان برای ریسک		
طراحی سناریوهای احتمالی ریسک		
ارزیابی بلادرنگ ریسک‌ها		
مدل‌سازی رفتار مشتریان در شرایط ریسک		
بهبودسازی تصمیمات مدیریت ریسک با یادگیری ماشین		
شناسایی قوانین و مقررات سبز داخلی و بین‌المللی	انطباق با مقررات	
طراحی چارچوب انطباق سیستمی		
پایش مستمر تغییرات حقوقی و قانونی		
پیاده‌سازی فناوری تطبیق مقررات		
آموزش کارکنان در زمینه الزامات انطباق		
مستندسازی فرآیندهای انطباق و گزارشگری		
تحلیل چرخه عمر (LCA) پروژه‌ها	ارزیابی تأثیر زیست‌محیطی	
اندازه‌گیری آلاینده‌ها و ردپای کربن		
شناسایی پیامدهای زیست‌محیطی سرمایه‌گذاری‌ها		
تعیین شاخص‌های کلیدی عملکرد زیست‌محیطی		
استفاده از فناوری‌های سنجش و مانیتورینگ پیشرفته		
توسعه گزارش‌های شفاف ارزیابی محیطی برای ذینفعان		
پایش مداوم شاخص‌های سبز	رصد عملکرد زیست‌محیطی	
استفاده از سامانه‌های مانیتورینگ لحظه‌ای		
ارزیابی کارایی انرژی و مصرف منابع		
تحلیل شکاف عملکرد واقعی و اهداف تعیین شده		
تهیه داشبوردهای مدیریتی زیست‌محیطی		
ارتقاء سیستم بازخورد و بهبود مستمر عملکرد		
مسئولیت‌پذیری در برابر جوامع محلی	حکمرانی، شفافیت و مسئولیت	تعهد اجتماعی سبز
حمایت از پروژه‌های محیط‌زیستی و اجتماعی		اجتماعی
ترویج فرهنگ سبز در سازمان		
توسعه برنامه‌های داوطلبانه سبز کارکنان		
ارزیابی تأثیر اجتماعی فعالیت‌های بانکی		
شفاف‌سازی تعهدات اجتماعی در گزارش‌های رسمی		
افشای اطلاعات مالی سبز	شفافیت گزارشگری مالی	
گزارش‌دهی بر مبنای استانداردهای بین‌المللی		

انتشار گزارش‌های تلفیقی مالی-زیست‌محیطی		
ارائه داده‌های دقیق و به موقع به ذینفعان		
حسابرسی مستقل گزارش‌های مالی سبز		
بهره‌گیری از فناوری بلاکچین برای شفافیت بیشتر		
ارزیابی دوره‌ای شاخص‌های پایداری	پایش مستمر پایداری	
به‌روزرسانی منظم اهداف و سیاست‌های پایداری		
توسعه سامانه‌های پایش داده‌های سبز		
تحلیل روند پیشرفت پروژه‌های پایداری		
دریافت بازخورد ذینفعان درباره عملکرد پایداری		
تطبيق عملکرد با چارچوب‌های جهانی توسعه پایدار		
تدوین برنامه جامع توسعه پایدار	استراتژی توسعه پایدار	
تلفیق اهداف اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی		
شناسایی ریسک‌ها و فرصت‌های پایداری		
تخصیص منابع به پروژه‌های سبز اولویت‌دار		
توسعه سیاست‌های تشویقی برای اقدامات پایدار		
یکپارچه‌سازی توسعه پایدار در فرهنگ سازمانی		
توسعه مهارت‌های سبز و پایداری	توانمندسازی منابع انسانی	توانمندسازی
آموزش فرهنگ مسئولیت‌پذیری اجتماعی و زیست‌محیطی		
ارتقاء روحیه نوآوری در تیم‌ها		
ایجاد فرصت‌های رشد شغلی در پروژه‌های پایدار		
بهبود مشارکت کارکنان در تصمیم‌گیری‌های سبز		
فراهم کردن زیرساخت‌های آموزشی دیجیتال برای کارکنان		
طراحی تجربه کاربری سبز و پایدار در پلتفرم‌ها	مشتری‌مداری پایدار دیجیتال	
ارائه محصولات و خدمات سبز به مشتریان		
استفاده از تحلیل داده‌های دیجیتال برای فهم نیازهای سبز مشتری		
برقراری ارتباط مستمر و شفاف با مشتریان در زمینه پایداری		
توسعه سیستم‌های وفاداری مشتری مبتنی بر اقدامات سبز		
استفاده از فناوری‌های نوین برای ارائه راه‌حل‌های سبز به مشتریان		

براساس تحلیل‌های انجام شده، ۹۰ مضمون اولیه در ۱۵ مضمون سازنده سطح یک و ۴ دسته مضمون سازنده سطح دو مشخص شدند.



شکل ۱. چارچوب پایدار توسعه مالی بانک‌ها مبتنی بر هوش مصنوعی و تأمین مالی سبز

## بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های این پژوهش نشان داد که چارچوب توسعه مالی پایدار بانک‌ها زمانی می‌تواند اثربخش باشد که ترکیبی از ابزارهای نوین مالی سبز، فناوری‌های هوش مصنوعی، و راهبردهای شفافیت و حکمرانی مسئولانه را در بر گیرد. تحلیل‌های کیفی حاصل از مصاحبه با خبرگان بانکی نشان داد که ۹۰ مضمون اولیه در قالب ۱۵ مضمون سطح یک و ۴ مضمون سطح دو قابل دسته‌بندی‌اند که همگی ابعاد مختلف توسعه مالی پایدار را پوشش می‌دهند. این نتایج نشان می‌دهد که بانک‌ها باید علاوه بر تمرکز بر ابزارهای مالی سنتی، به طراحی محصولات نوآورانه مانند اوراق قرضه سبز و وام‌های سبز روی آورند، و این نوآوری‌ها را با فناوری‌های هوش مصنوعی برای مدیریت ریسک و شفافیت بیشتر ترکیب کنند. چنین نتیجه‌ای با مطالعاتی که بر اهمیت ابزارهای مالی نوین در تقویت توسعه پایدار تأکید کرده‌اند همسو است (Berensmann et al., 2020; Lindenberg, 2014; Yuan & Gallagher, 2018).

بر اساس یافته‌های پژوهش، یکی از محورهای کلیدی چارچوب پیشنهادی، مدیریت ریسک هوشمند با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین و تحلیل داده‌های کلان بود. این نتیجه هم‌راستا با مطالعاتی است که نشان داده‌اند هوش مصنوعی می‌تواند در ارزیابی اعتبارات، شبیه‌سازی

سناریوهای ریسک، و کاهش عدم قطعیت‌های زیست‌محیطی بسیار مؤثر باشد (Feng et al., 2024; Kuang et al., 2024; Saberian, 2024). همچنین یافته‌ها بیانگر آن بود که بانک‌ها می‌توانند از هوش مصنوعی برای پیش‌بینی رفتار مشتریان و بهینه‌سازی سبد اعتباری استفاده کنند. پژوهش‌های مشابه نیز تأکید کرده‌اند که ادغام هوش مصنوعی در بانکداری، به ارتقای دقت تصمیم‌گیری و کاهش سوگیری‌های انسانی در فرایندهای مالی کمک می‌کند (Kumar et al., 2022; Riani, 2023).

نتایج نشان داد که زنجیره ارزش سبز در چارچوب پیشنهادی اهمیت ویژه‌ای دارد. تأمین منابع اولیه پایدار، طراحی محصولات با چرخه عمر سبز و کاهش ضایعات در فرآیندهای تولید مالی از مؤلفه‌های اصلی این بخش بودند. این یافته با پژوهش‌هایی که تأکید کرده‌اند بانکداری سبز باید علاوه بر بخش تأمین مالی، کل زنجیره ارزش را مورد توجه قرار دهد همخوانی دارد (Aras et al., 2018; Urban & Wójcik, 2019; Zio et al., 2019). همچنین شواهد موجود در ادبیات نشان می‌دهد که سرمایه‌گذاری در پروژه‌های سبز مانند انرژی‌های تجدیدپذیر می‌تواند علاوه بر سودآوری مالی، مزایای اجتماعی و زیست‌محیطی بلندمدت را نیز تضمین کند (Chang et al., 2023; Zhang et al., 2022).

از سوی دیگر، پژوهش حاضر نشان داد که حکمرانی و شفافیت از عناصر حیاتی در موفقیت چارچوب توسعه پایدار بانک‌ها هستند. بانک‌ها برای ایجاد اعتماد در میان ذی‌نفعان نیازمند گزارش‌دهی شفاف مالی و زیست‌محیطی هستند. این یافته همسو با مطالعاتی است که اهمیت گزارشگری پایداری را در ارتقای اعتماد سرمایه‌گذاران برجسته کرده‌اند (Amidjaya & Widagdo, 2020; Sanchez-Roger et al., 2018; Schäfer, 2018). همچنین پژوهش‌های بین‌المللی بر این موضوع تأکید کرده‌اند که شفافیت و حکمرانی خوب در بانک‌ها نقش مهمی در ارتقای کارایی بازارهای مالی دارد (Dikau & Volz, 2021; Giudici, 2018).

نتایج این تحقیق نشان داد که توانمندسازی منابع انسانی یکی از مؤلفه‌های کلیدی در چارچوب توسعه پایدار است. آموزش کارکنان در حوزه‌های مرتبط با پایداری، مدیریت ریسک سبز و نوآوری‌های مالی، می‌تواند به نهادینه شدن فرهنگ سبز در سازمان کمک کند. این نتیجه با پژوهش‌هایی که اهمیت مهارت‌آموزی و ظرفیت‌سازی منابع انسانی در توسعه مالی پایدار را نشان داده‌اند هم‌راستا است (Jafari Gorji, 2018; Najafi Beigi, Faqih, et al., 2023; Karimi & Mohammadi, 2022; Najafi Beigi, 2018).

همچنین تحلیل‌ها نشان داد که ادغام فناوری‌های نوینی مانند بلاک‌چین در کنار هوش مصنوعی، می‌تواند فرآیندهای تأمین مالی سبز را تسهیل کند و ریسک‌های مرتبط با سرمایه‌گذاری‌های زیست‌محیطی را کاهش دهد. این یافته با پژوهش‌هایی که بر نقش فین‌تک و نوآوری‌های دیجیتال در کاهش پیچیدگی‌های فنی و افزایش شفافیت تأکید داشته‌اند، مطابقت دارد (Giudici et al., 2020; Mohammed et al., 2024; Ravan Ramzani et al., 2024).

به طور کلی، نتایج این پژوهش نشان داد که ترکیب نوآوری مالی سبز، فناوری‌های هوش مصنوعی، حکمرانی شفاف و توانمندسازی منابع انسانی می‌تواند مسیر روشنی برای بانک‌ها در جهت تحقق اهداف توسعه پایدار ترسیم کند. این یافته‌ها با مجموعه گسترده‌ای از مطالعات همسو است که همگی بر ضرورت بازاندیشی در مدل‌های بانکی سنتی و حرکت به سوی بانکداری سبز و هوشمند تأکید دارند (Khazaei et al., 2022; Kordnouri et al., 2020; Sheikh et al., 2023).

یکی از محدودیت‌های اصلی این پژوهش، استفاده از روش کیفی و تمرکز بر دیدگاه‌های ۲۲ نفر از خبرگان بانکی بود که ممکن است نمایانگر تمام ابعاد و تنوع دیدگاه‌های موجود در صنعت بانکداری نباشد. همچنین، پژوهش تنها در بازه زمانی مشخصی انجام شد و تغییرات سریع در حوزه فناوری‌های مالی و مقررات زیست‌محیطی می‌تواند نتایج را در آینده تحت تأثیر قرار دهد. محدودیت دیگر، تمرکز بر بانک‌های ایرانی و شرایط خاص نهادی و اقتصادی کشور بود که تعمیم نتایج به سایر کشورها را با احتیاط همراه می‌کند.

پژوهش‌های آتی می‌تواند با استفاده از روش‌های کمی و مدل‌سازی‌های آماری، روابط میان متغیرهای کلیدی شناسایی شده را مورد آزمون قرار دهند. همچنین مقایسه بین‌المللی میان کشورهای با سطوح متفاوت توسعه مالی سبز می‌تواند به روشن‌تر شدن تأثیر عوامل نهادی و

فرهنگی کمک کند. علاوه بر این، بررسی تأثیر مداخلات سیاستی مانند مشوق‌های مالیاتی یا حمایت‌های دولتی بر پذیرش بانکداری سبز و استفاده از هوش مصنوعی در نظام بانکی می‌تواند مسیرهای جدیدی برای تحقیقات آینده بگشاید. بانک‌ها باید به‌طور جدی وارد توسعه و فروش ابزارهای مالی سبز مانند اوراق قرضه سبز و وام‌های سبز شوند. همچنین لازم است که از فناوری‌های نوین همچون هوش مصنوعی و بلاک‌چین برای پیش‌بینی و مدیریت ریسک‌های مالی و زیست‌محیطی بهره بگیرند. آموزش کارکنان، شفافیت در گزارشگری و همکاری با نهادهای بین‌المللی نیز از اقداماتی است که می‌تواند زمینه‌ساز تحقق چارچوب توسعه پایدار در بانک‌ها باشد. به علاوه، طراحی محصولات مالی نوآورانه و تشویق سرمایه‌گذاران به مسئولیت‌پذیری اجتماعی می‌تواند موجب تسریع حرکت به سوی بانکداری پایدار و هوشمند گردد.

### مشارکت نویسندگان

در نگارش این مقاله تمامی نویسندگان نقش یکسانی ایفا کردند.

### تعارض منافع

در انجام مطالعه حاضر، هیچ‌گونه تضاد منافی وجود ندارد.

### موازین اخلاقی

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

### شفافیت داده‌ها

داده‌ها و مآخذ پژوهش حاضر در صورت درخواست از نویسنده مسئول و ضمن رعایت اصول کپی رایت ارسال خواهد شد.

### حامی مالی

این پژوهش حامی مالی نداشته است.

## Extended Abstract

### Introduction

In recent years, the intersection of sustainability, finance, and artificial intelligence (AI) has become a central theme in global research and policy-making. The urgency to address climate change, environmental degradation, and the social dimensions of sustainable development has positioned green finance as a vital instrument to achieve the United Nations' Sustainable Development Goals (SDGs) by 2030 (Lindenberg, 2014). Green finance is broadly defined as the allocation of financial resources to environmentally friendly projects such as renewable energy, carbon reduction initiatives, and sustainable urban infrastructure (Yuan & Gallagher, 2018). This domain not only creates economic value but also mitigates ecological risks, making it a dual-purpose approach to financial development (Berensmann et al., 2020). Despite its growth, challenges such as institutional inertia, limited transparency, and underdeveloped regulatory mechanisms remain significant obstacles, particularly in emerging economies (Dörry & Schulz, 2018).

Within this context, banks occupy a critical position. As financial intermediaries, they channel capital flows and shape investment decisions, which in turn determine whether economic development pathways align with environmental sustainability. Studies show that green banking practices enhance competitive advantage, improve institutional legitimacy, and strengthen public trust (Aras et al., 2018; Ziolo et al., 2019). Green bonds and sustainability-linked loans, for instance, have been demonstrated to boost both energy efficiency and institutional performance (Chang et al., 2023; Zhang et al., 2022). However, implementing such initiatives requires systemic support, including transparent disclosure practices and robust sustainability governance (Amidjaya & Widagdo, 2020; Schäfer, 2018).

Parallel to these developments, artificial intelligence has emerged as a transformative force in financial services. AI-based tools enable real-time risk prediction, advanced credit scoring, fraud detection, and more personalized banking experiences (Kumar et al., 2022; Riani, 2023). In sustainable finance, AI supports the identification of investment opportunities, evaluation of environmental risks, and monitoring of greenwashing practices (Mohammed et al., 2024; Saberian Jahromi, 2024). Integration of AI with green finance frameworks is particularly promising for improving data quality, predictive accuracy, and decision-making transparency (Feng et al., 2024; Kuang et al., 2024). Comparative research also suggests that AI-enabled financial systems can strengthen renewable energy investments and accelerate the transition to low-carbon economies (Ravan Ramzani et al., 2024).

The Iranian banking system, much like those of other developing nations, faces a unique set of institutional and structural barriers in adopting sustainable financial practices. Local research emphasizes the need for frameworks tailored to institutional culture, governance structures, and national policies (Jafari Gorji, Najafi Beigi, & Faqih, 2023; Najafi Beigi, 2018). Additionally, aligning financial systems with technological innovation has been shown to increase competitiveness and resilience (Khazaei et al., 2022; Kordnouri et al., 2020). Consequently, there is an urgent need to design a holistic framework that combines AI capabilities with sustainable finance mechanisms to address these gaps.

Building on these theoretical and empirical foundations, the present study develops a comprehensive framework for sustainable bank financial development that integrates AI and green finance. By applying Braun and Clarke's content analysis, the research captures expert insights into the drivers, barriers, and opportunities for sustainable transformation in the banking sector.

### Methods and Materials

The study adopted a qualitative approach, employing Braun and Clarke's thematic analysis to examine semi-structured interviews with banking professionals and experts. A purposive sampling method was used to select 22 participants with extensive experience in banking, AI applications, and sustainable finance. Interviews were conducted during 1403 AH, and data were analyzed using MAXQDA software. From the coding process, 90 initial codes were generated, which were grouped into 15 first-level themes and further synthesized into 4 second-level dimensions. These dimensions represented the core elements of the proposed framework, encompassing green financial instruments, AI-driven technologies, governance and transparency mechanisms, and human resource capacity building.

### Findings

The analysis revealed several key findings. First, the adoption of green financial instruments such as green bonds and loans emerged as a cornerstone of sustainable financial development. Banks were advised to allocate resources toward environmentally friendly projects and adopt innovative financing schemes that align with global trends. Second, AI technologies were highlighted as critical enablers for risk management, predictive analytics, and process optimization. Participants emphasized that machine learning models and blockchain technologies could significantly reduce the risks associated with green investments. Third, governance and transparency were identified as essential to build trust among stakeholders, with recommendations for

enhanced sustainability reporting and regulatory compliance. Finally, human resource empowerment was recognized as a vital dimension, stressing the importance of staff training and capacity-building initiatives to internalize sustainability practices.

### Discussion and Conclusion

The findings of this study underscore the necessity of integrating AI-driven technologies with green finance strategies to advance sustainable banking frameworks. The emphasis on green financial instruments aligns with global research indicating that targeted financing mechanisms can accelerate ecological transition and promote both environmental and economic resilience (Chang & Hersay, 2023; Yuan & Gallagher, 2018). Likewise, the role of AI in enhancing predictive analytics and decision-making reflects earlier scholarship on the transformative potential of digital technologies in financial services (Giudici, 2018; Giudici et al., 2020). This study further supports the argument that governance and transparency are indispensable for mitigating risks of greenwashing and ensuring stakeholder confidence (Amidjaya & Widagdo, 2020; Sheikh et al., 2023).

Importantly, the results highlight the contextual specificity of sustainable banking frameworks. While international literature often focuses on advanced economies, the Iranian context illustrates that institutional, cultural, and policy-related factors significantly influence the feasibility of adopting such models (Jafari Gorji, Najafi Beigi, Faqih, et al., 2023; Najafi Beigi, 2018). Nevertheless, the convergence of AI and green finance is a universally applicable strategy, capable of addressing systemic inefficiencies and fostering long-term resilience.

In conclusion, this research contributes to the growing body of knowledge on sustainable financial development by offering a tailored framework that integrates green finance instruments, AI-based technologies, governance mechanisms, and human resource strategies. The model provides practical pathways for banks to reduce environmental and financial risks, enhance transparency, and support broader sustainability goals. This dual emphasis on technological innovation and ecological responsibility situates banks as critical actors in the pursuit of sustainable development.

### References

- Amidjaya, P. G., & Widagdo, A. K. (2020). Sustainability reporting in Indonesian listed banks: Do corporate governance, ownership structure and digital banking matter? *J Appl Account Res*, 21, 231-247. <https://doi.org/10.1108/JAAR-09-2018-0149>
- Aras, G., Tezcan, N., & Furtuna, O. K. (2018). Multidimensional comprehensive corporate sustainability performance evaluation model: Evidence from an emerging market banking sector. *Journal of Cleaner Production*, 185, 600-609. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.01.175>
- Berensmann, K., Volz, U., & Bak, C. (2020). Fostering Sustainable Global Growth Through Green Finance - What Role for The G20? 1-8. [https://collaboration.worldbank.org/content/usergenerated/asi/cloud/attachments/sites/collaboration-for-development/en/groups/green-finance-community-of-practice/documents/jcr:content/content/primary/blog/green\\_finance\\_educat-LVNC/Climate\\_Green-Finance\\_V2.pdf](https://collaboration.worldbank.org/content/usergenerated/asi/cloud/attachments/sites/collaboration-for-development/en/groups/green-finance-community-of-practice/documents/jcr:content/content/primary/blog/green_finance_educat-LVNC/Climate_Green-Finance_V2.pdf)
- Chang, L., & Hersay, F. (2023). Role of artificial intelligence on green economic development: Joint determinates of natural resources and green total factor productivity. *Resources Policy*, 23. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301420723002167>
- Chang, L., Moldir, M., & Zhang, Y. (2023). Asymmetric impact of green bonds on energy efficiency: Fresh evidence from quantile estimation. *Utilities Policy*, 80. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957178722001382>
- Dikau, S., & Volz, U. (2021). Central bank mandates, sustainability objectives and the promotion of green finance. *Ecol Econ*, 184, 107022. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2021.107022>
- Dörry, S., & Schulz, C. (2018). Green financing, interrupted. Potential directions for sustainable finance in Luxembourg. *Local Environ*, 23, 717-733. <https://doi.org/10.1080/13549839.2018.1428792>

- Feng, J., Yu, C., & Xufeng, W. (2024). Untying the nexus between environmental information disclosure, green finance, and green technological innovation: a multi-analytical (SEM-ANN) approach. *Sec. Environmental Economics and Management*, 12. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fenvs.2024.1360901/full>
- Giudici, P. (2018). Fintech Risk Management: A Research Challenge for Artificial Intelligence in Finance. *Frontiers in Artif Intell*, 1, 1. <https://doi.org/10.3389/frai.2018.00001>
- Giudici, P., Hadji-Misheva, B., & Spelta, A. (2020). Network based credit risk models. *Qual Eng*, 32, 199-211. <https://doi.org/10.1080/08982112.2019.1655159>
- Jafari Gorji, M. A., Najafi Beigi, R., & Faqihi, A. (2023). Proposal of a Sustainable Banking Development Model in Iranian State Banks with an Emphasis on Green Banking. *Management and Planning*, 55, 21-45. <https://sanad.iau.ir/fa/Journal/DownloadFile/820616>
- Jafari Gorji, M. A., Najafi Beigi, R., Faqihi, A., & Kamali, M. J. (2023). Pathology and Proposal of a Sustainable Development Model in Iranian State Banks. [https://journals.iau.ir/article\\_707991.html](https://journals.iau.ir/article_707991.html)
- Karimi, H. R., & Mohammadi, P. (2022). Sustainable Financial Model for Social Banks. *Financial Research*, 24(4), 480-504. [https://jfr.ut.ac.ir/article\\_90697.html](https://jfr.ut.ac.ir/article_90697.html)
- Khazaei, H., Faizi Razi, F., & Vaqil al-Raya, Y. (2022). Model for the Adoption of New Financial and Banking Technologies. *Strategic Management Studies Quarterly*, 13(50), 289-306. [https://www.smsjournal.ir/article\\_119512.html](https://www.smsjournal.ir/article_119512.html)
- Kordnouri, A. H., Adalatiyan Shahriari, J., Azizi, M., & Kabaranzadeh Ghadim, M. R. (2020). Designing a Conceptual Business Model in Development Banks with an International Entrepreneurship Approach. *Financial Economics Quarterly*, 14(53), 172-157. [https://journals.iau.ir/article\\_682974.html](https://journals.iau.ir/article_682974.html)
- Kuang, M., Kuang, D., & Rasool, Z. (2024). From bytes to sustainability: Asymmetric nexus between industrial artificial intelligence and green finance in advanced industrial AI nations. *Borsa Istanbul Review*, 5, 886-897. <https://doi.org/10.1016/j.bir.2024.03.010>
- Kumar, A., Srivastava, A., & Gupta, P. K. (2022). Banking 4.0: the era of artificial intelligence-based fintech. *Strat. Change*, 31(6), 591-601. <https://doi.org/10.1002/jsc.2526>
- Lindenberg, N. (2014). Definition of Green Finance. 3. [https://scholar.archive.org/work/tgtjvkykqrfkpek5wcvytlauue/access/wayback/https://www.die-gdi.de/uploads/media/Lindenberg\\_Definition\\_green\\_finance.pdf](https://scholar.archive.org/work/tgtjvkykqrfkpek5wcvytlauue/access/wayback/https://www.die-gdi.de/uploads/media/Lindenberg_Definition_green_finance.pdf)
- Liu, N., Liu, C., & Xia, Y. (2020). Examining the coordination between green finance and green economy aiming for sustainable development: A case study of China. *Sustainability (Switzerland)*, 12. <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/9/3717>
- Liu, R., Wang, D., & Zhang, L. (2019). Can green financial development promote regional ecological efficiency? A case study of China. *Nat Hazards*, 95, 325-341. <https://doi.org/10.1007/s11069-018-3502-x>
- Mahmoudi Alashti, R., Jalali Atashgah, H., & Iyuzi, A. (2024). Application of Artificial Intelligence in Central Banking: Impacts and Results of AI Utilization in Central Banks. Sixth International Conference on Key Research in Management, Accounting, Banking, and Economics, Mashhad. <https://civilica.com/doc/2058788/>
- Mohammed, K., Serret, V., & Jabour, S. (2024). The role of artificial intelligence and fintech in promoting eco-friendly investments and non-greenwashing practices in the US market. *Journal of Environmental Management*, 359. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479724009630>
- Najafi Beigi, R. (2018). *A Perspective on Sustainable Development Management and Development in Iran*. Termeh. <https://agahbookshop.com/>
- Ravan Ramzani, S., Konhaeusner, P., Olaniregun, O. A., Abu-Alkheil, A., & Alsharari, N. (2024). Integrating AI-Driven Green Finance Strategies for Sustainable Development: A Comparative Analysis of Renewable Energy Investments in Germany and Denmark. *European Journal of Business and Management Research*, 9(2), 43-55. <https://doi.org/10.24018/ejbmr.2024.9.2.2277>
- Riani, R. (2023). Artificial Intelligence (AI) in the Financial Sector. *Digital Economics Review*, 1(1). <https://pdfs.semanticscholar.org/0763/eba9a95f5b6bef3105e58526fe44600feeb6.pdf>
- Saberian Jahromi, A. (2024). Investigating the Impact of Artificial Intelligence in the Banking Sector. Ninth International Conference on Management, Economics, and Industry-oriented Accounting Studies, Tehran. <https://civilica.com/doc/2037732/>
- Sanchez-Roger, M., Oliver-Alfonso, M. D., & Sanchís-Pedregosa, C. (2018). Bail-In: A sustainable mechanism for rescuing banks. *Sustainability (Switzerland)*, 10, 3789. <https://doi.org/10.3390/su10103789>
- Schäfer, H. (2018). Germany: The 'greenhorn' in the green finance revolution. *Environment*, 60, 19-27. <https://doi.org/10.1080/00139157.2018.1397472>
- Sheikh, A. A., Saidi, P., Abasi, E., & Nadrian, A. (2023). Presentation and Analysis of a Green Financing Model for Companies through the Banking Industry in Support of Sustainable Environmental Establishment. *Financial Economics*, 1(58), 215-232. <https://sid.ir/paper/958404/fa>
- Urban, M. A., & Wójcik, D. (2019). Dirty banking: Probing the gap in sustainable finance. *Sustainability (Switzerland)*, 11, 1745. <https://doi.org/10.3390/su11061745>



- Yuan, F., & Gallagher, K. P. (2018). Greening Development Lending in the Americas: Trends and Determinants. *Ecol Econ*, 154, 189-200. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.07.009>
- Zhang, X., Wang, Z., Zhong, X., Yang, S., & Siddik, A. (2022). Do Green Banking Activities Improve the Banks' Environmental Performance? The Mediating Effect of Green Financing. *Sustainability*, 14, 989. <https://doi.org/10.3390/su14020989>
- Ziolo, M., Filipiak, B. Z., & Bak, I. (2019). How to design more sustainable financial systems: The roles of environmental, social, and governance factors in the decision-making process. *Sustainability (Switzerland)*, 11, 5604. <https://doi.org/10.3390/su11205604>