

Research Paper

## Investigating the effects of financial engineering and control systems on the financial performance of banks with the approach of machine learning and spatial neural network

Wisam Fadhil Hanoon<sup>1</sup>, Parviz Piri\*<sup>2</sup>, Ali Ashtab<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ph.D. Student of Accounting, Faculty of Economics and Management, Urmia University, Urmia, Iran | w.fadhilhanoon@urmia.ac.ir

<sup>2</sup>Associate Professor, Accounting Department, Faculty of Economics and Management, Urmia University, Urmia, Iran  
p.piri@mail.urmia.ac.ir (Corresponding Author)

<sup>3</sup>Assistant professor, Accounting Department, Faculty of Economics and Management, Urmia University, Urmia, Iran | a.ashtab@urmia.ac.ir

Received: 2024/07/29 Accepted: 2024/10/13

### Abstract

This study examines the factors affecting the financial performance of banks in Iran and Iraq and provides policy suggestions to improve this performance. This research has been investigated using neural network, machine learning, and spatial econometrics methods. The statistical population includes commercial banks in Iran and Iraq in the period from 2010 to 2023 for 44 Iraqi banks and 22 Iranian banks. The results show that factors such as asset return ratio, equity return ratio, asset quality, capital adequacy, liquidity management and operational efficiency have a significant impact on the financial performance of banks. Banks with better risk management, higher capital adequacy ratio and greater operational efficiency generally show better financial performance. Improving the financial performance of banks requires comprehensive measures in various fields, including strengthening risk management, increasing capital adequacy, improving liquidity management, and increasing operational efficiency. Monetary authorities can help improve the financial performance of banks and strengthen the stability of the financial system by adopting appropriate policies and establishing strong regulatory frameworks.

**Keywords:** Bank financial performance, Neural networks, Machine learning, Internal controls, Financial engineering.



<https://doi.org/10.22034/PSAB.2024.207728>

مقاله پژوهشی

بررسی اثرات مهندسی مالی و سیستم‌های کنترلی بر عملکرد مالی بانک‌ها با رویکرد  
یادگیری‌های ماشین و شبکه عصبی فضایی

وسام فاضل‌خون<sup>۱</sup>، پرویز پیری<sup>۲\*</sup>، علی آشتاب<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی دکتری، دانشکده اقتصاد و مدیریت، گروه حسابداری، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

w.fadhilhanon@urmia.ac.ir

<sup>۲</sup> دانشیار، گروه حسابداری، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

p.piri@mail.urmia.ac.ir (نویسنده مسئول)

<sup>۳</sup> استادیار، گروه حسابداری، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران


a.ashtab@urmia.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۵/۰۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۷/۲۲

چکیده

این مطالعه به بررسی عوامل مؤثر بر عملکرد مالی بانک‌ها در ایران و عراق می‌پردازد و پیشنهاداتی برای بهبود این عملکرد ارائه می‌دهد. این پژوهش با استفاده از روش شبکه‌ی عصبی، یادگیری ماشین، اقتصادسنجی فضایی بررسی شده است. جامعه آماری شامل بانک‌های تجاری ایران و عراق در بازه زمانی سال‌های ۲۰۱۰ الی ۲۰۲۳ برای ۴۴ بانک عراقی و ۲۲ بانک ایرانی می‌باشد. نتایج نشان می‌دهد که عواملی چون نسبت بازده دارایی‌ها، نسبت بازده حقوق صاحبان سهام، کیفیت دارایی‌ها، کفایت سرمایه، مدیریت نقدینگی و کارایی عملیاتی، تأثیر قابل توجهی بر عملکرد مالی بانک‌ها دارند. بانک‌هایی با مدیریت ریسک بهتر، نسبت کفایت سرمایه بالاتر و کارایی عملیاتی بیشتر، عموماً عملکرد مالی بهتری نشان می‌دهند. بهبود عملکرد مالی بانک‌ها مستلزم اقدامات جامع در زمینه‌های مختلف از جمله تقویت مدیریت ریسک، افزایش کفایت سرمایه، بهبود مدیریت نقدینگی و افزایش کارایی عملیاتی است. مقامات پولی می‌توانند با اتخاذ سیاست‌های مناسب و ایجاد چارچوب‌های نظارتی قوی، به بهبود عملکرد مالی بانک‌ها و تقویت ثبات سیستم مالی کمک کنند.

**واژگان کلیدی:** عملکرد مالی بانک، شبکه‌های عصبی، یادگیری ماشین لرنینگ، کنترل‌های داخلی، مهندسی مالی.

 <https://doi.org/10.22034/PSAB.2024.207728>

## ۱. مقدمه

مهندسی مالی و سیستم‌های کنترلی نقش کلیدی در بهبود و بهینه‌سازی عملکرد مالی بانک‌ها در دوره جهانی‌شدن ایفا می‌کنند. با افزایش پیچیدگی‌ها و رقابت در بازارهای مالی، نظارت مؤثر و سیستم‌های کنترلی داخلی قوی برای حفظ ثبات مالی و اعتماد عمومی ضروری‌تر شده‌اند. این سیستم‌ها، از جمله حسابرسی داخلی و مستقل، به بهبود حاکمیت شرکتی و بهینه‌سازی مدیریت ریسک در بانک‌ها کمک می‌کنند (آذین فر و عنایت پور، ۱۴۰۰؛ کمیته نظارت بر بانکداری، ۱۹۹۸). بنابراین، بانک‌ها به عنوان نهادهای مالی کلیدی، نقشی مؤثر در توسعه اقتصادی و ایجاد اشتغال دارند و عملکرد و پایداری مالی آن‌ها در شرایط بحران‌های اقتصادی توجه بسیاری از دستگاه‌های نظارتی و دولت‌ها را جلب می‌کند (یوسفی قلعه رودخانی و همکاران، ۱۴۰۰). جهانی‌شدن بازارهای مالی نیز نیاز به تأمین مالی بین‌المللی و خدمات بانکی پیشرفته را افزایش داده و بانک‌ها را به ارائه خدمات متنوع‌تر و کارآمدتر ملزم کرده است (آذر و عرب، ۲۰۱۹). در اصل بانک‌ها به عنوان یکی از نهادهای مالی تأثیرگذار در اقتصاد، عملکرد مالی و پایداری مالی آن‌ها، مورد توجه بسیاری از دولت‌ها است. همچنین اینکه در شرایط بحران مالی رابطه عملکرد مالی و پایداری مالی بانک‌ها چگونه عمل می‌کند، بسیار حائز اهمیت است (یوسفی قلعه رودخانی و همکاران، ۱۴۰۰). نکته قابل توجه این است با جهانی‌شدن بازارهای مالی و فعالیت‌های تجاری شرکت‌ها در سطح جهانی، بانکداری به عنوان یک نیاز اصلی و اساسی کسب و کار در دنیای امروز از یکسو به تأمین مالی از بخش‌های مختلف بازارهای مالی جهانی برای مشتریان خود می‌پردازد و از سوی دیگر خدمات بانکی متنوعی را برای کمک، تسهیل و تسریع معاملات تجاری در اکثر نقاط دنیا برای زنجیره ارزش مشتریان خود فراهم می‌آورد (آذر و عرب، ۲۰۱۹).

مهندسی مالی به عنوان یکی از نوآوری‌های محوری در مدیریت ریسک و ارائه ابزارهای سرمایه‌گذاریشناخته می‌شود و می‌تواند به ارتقاء رقابت‌پذیری بانک‌ها کمک کند. به‌ویژه در بازارهایی که رقابت بین مؤسسات مالی افزایش یافته است (رهنمای رودپشتی، ۱۳۸۳؛ الخرو و همکاران، ۲۰۱۹). بنابراین، مؤسسات مالی نقش بسیار تعیین‌کننده و مهمی در اختصاص منابع، توسعه اقتصادی و ایجاد اشتغال دارند. با وجود چالش‌هایی نظیر سیستم‌های دستی در بانک‌های عراقی و محدودیت‌های مقیاسی در بانک‌های ایرانی و عراقی، بهره‌گیری از مهندسی مالی و سیستم‌های کنترلی می‌تواند به جذب سرمایه‌گذاری‌های جدید و ارتقاء نوآوری‌های تکنولوژیکی منجر شود (خرویش، ۲۰۱۱؛ سمهند و الخطیب، ۲۰۱۵). بدین ترتیب، بخش بانکی نقش حیاتی در رشد اقتصادی کشورها دارد و نوآوری‌های فناوری می‌تواند با افزایش سود و کاهش هزینه‌ها، عملکرد مالی بانک‌ها را بهبود بخشد (دیلویت، ۲۰۰۷). با این حال، پژوهش یاسیری (۲۰۱۴) نشان می‌دهد که استراتژی‌های سرمایه‌گذاربانک‌های تجاری خصوصی در حوزه خدمات الکترونیکی محدود و ناکارآمد است. ورود مؤسسات غیر بانکی به حوزه مالی در عربستان (۲۰۰۵) رقابت را افزایش داده

و بانک‌ها را مجبور به ارائه طیف وسیعی از خدمات مالی کرده است، که منجر به ظهور بانک‌های جامع با استفاده از فناوری مهندسی مالی شده است (الخر و همکاران، ۲۰۱۹). مهندسی مالی به عنوان نوآوری در ابزارهای سرمایه‌گذاری مدیریت ریسک تعریف می‌شود (رهنمای رودپشتی، ۱۳۸۳) و می‌تواند در بهبود عملکرد مالی از طریق اندازه‌گیری‌های مختلف مانند درآمد عملیاتی و جریان نقدی مؤثر باشد (یاسیری، ۲۰۱۴). اما بانک‌های عراقی و ایرانی هنوز بسیاری از عملیات خود را به صورت دستی انجام می‌دهند که به مشکلاتی مانند دسترسی دشوار به نقدینگی و کاهش رقابت‌پذیری منجر شده است. این بانک‌ها در مقایسه با بانک‌های دیگر کشورهای عربی و بین‌المللی از نظر اندازه و دارایی کوچک هستند که توانایی آنها را در جذب سرمایه‌گذاری‌ها و نوآوری‌های تکنولوژیکی محدود می‌کند و در نتیجه وام‌های غیرعملیاتی افزایش می‌یابد. بنابراین، استفاده از مهندسی مالی برای ایجاد محصولات نوآورانه ضروری است تا مؤسسات مالی بتوانند در بازار فعلی بقا یافته و سهم بازار خود را افزایش دهند (خرویش، ۲۰۱۱؛ سمهند و الخطیب، ۲۰۱۵). هدف این مطالعه بررسی رابطه بین مهندسی مالی و عملکرد مالی از طریق سیستم‌های کنترلی به عنوان واسطه در بانک‌های ایرانی و عراقی است و به تحلیل تأثیرات متقابل میان مهندسی مالی و سیستم‌های کنترلی بر عملکرد مالی بانک‌ها می‌پردازد.

## ۲. ادبیات و پیشینه پژوهش

### ۲.۱. ادبیات پژوهش

به عنوان یک رشته، مهندسی مالی تلاش می‌کند خود را به عنوان حوزه‌ای با ارتباطات نزدیک‌تر به رشته‌های مهندسی تعریف کند تا به مالی سنتی. با ایجاد انجمن‌ها، جامعه کلی مهندسی هنوز نمی‌داند که باید چه کند (فینری، ۲۰۰۱). تغییرات اخیر در قوانین و تفسیرهای مالکیت معنوی، به همراه تشویق مؤسسات برای انجام بیشتر مالکیت معنوی، منجر به انفجاری در تعداد مالکیت معنوی جدید شده است. برخی از این مالکیت معنوی در زمینه مهندسی مالی هستند، اما مشخص نیست که کدامیک قابل دفاع هستند. بی‌شک، مالکیت معنوی مالی تأثیری بر کارایی بازارها و نرخ نوآوری مالی خواهند داشت (نیس لروم، ۲۰۰۰). کارنگی و باتلین (۲۰۰۳) نوآوری را به عنوان «چیزی که جدید است یا بهبود انجام شده توسط یک شرکت، که به طور قابل توجهی ارزشی افزوده ایجاد می‌کند، چه به طور مستقیم برای شرکت و چه به طور مستقیم برای مشتری آن»، تعریف می‌کنند. لیوینگستون و همکاران (۱۹۹۸) به نوآوری به عنوان «محصولات یا فرآیندهای جدیدی که ارزش را افزایش می‌دهند، از جمله هر چیزی از مالکیت معنوی و محصولات تازه توسعه یافته گرفته تا کاربردهای خلاقانه اطلاعات و سیستم مدیریت منابع انسانی جمعی» اشاره می‌کنند. ادبیات به طور مداوم تأکید می‌کند که ارزیابی یک فرآیند ضروری برای تعیین این است که آیا نوآوری در برآورده کردن اولویت‌های فردی و سازمانی مؤثر بوده است یا خیر. این امر امکان قضاوت

در مورد هزینه‌اثری را فراهم می‌کند و به یادگیری و بهبود سازمانی کمک می‌کند. با وجود اینکه نوآوری هزینه‌های واقعی و قابل توجهی را به خود اختصاص می‌دهد و با در نظر گرفتن نتیجه‌گیری کولکین و اسمیت (۲۰۰۰) که اهداف سازمانی در زمینه نوآوری منجر به تأکید بیشتر بر ارزیابی بازگشت سرمایه شده است، اِکوال (۱۹۹۹) می‌داند که ارزیابی سیستماتیک به‌ندرت در سازمان‌ها انجام می‌شود. برقراری ارتباطات علی بین سرمایه‌گذاریدر نوآوری و عملکرد آینده مدیریت و موفقیت سازمان از نظر خارجی دشوار است. فرانسیس (۲۰۰۰) بر دشواری در ایجاد یک لینک آماری بین وقوع نوآوری و عملکرد شرکت تأکید می‌کند. به‌طور مشابه، تید و همکاران (۲۰۰۱) نشان می‌دهند که ادبیات به‌طور عمده بر آموزش و یادگیری تأکید دارد و عمدتاً نگران اندازه‌گیری ورودی‌ها، فرآیند و نتایج فوری است و نه تأثیرات بلندمدت نوآوری. ون‌استام (۲۰۰۳) پیشنهاد می‌دهد که شرکت‌ها باید بر روی هنجارهایی تمرکز کنند که خلاقیت و اجرای ایده‌ها را پشتیبانی کند تا فرهنگی نوآورانه بسازند. پاداش دادن به کارکنان به خاطر تلاش‌های نوآورانه‌شان یکی از راه‌های ایجاد این فرهنگ نوآورانه است. مطالعات تأیید کرده‌اند که نوع مکانیزم‌های پاداشی که شرکت‌های برتر و بهترین عمل به کارکنان خود ارائه می‌دهند، بر اساس پاداش‌های مالی و غیرمالی است. عملکرد نتیجه همه عملیات و استراتژی‌های سازمان است (ویکلن و هانگر، ۲۰۰۲). اندازه‌گیری دقیق عملکرد مالی برای مقاصد حسابداری حیاتی است و همچنان یکی از نگرانی‌های مرکزی برای اکثر سازمان‌ها باقی می‌ماند. سیستم‌های اندازه‌گیری عملکرد پایه‌گذار توسعه برنامه‌های استراتژیک، ارزیابی تحقق اهداف سازمان و جبران خسارت مدیران هستند (ایتنر و ایمکر، ۱۹۹۸). هرچند ارزیابی عملکرد در ادبیات بازاریابی هنوز بسیار مهم است، اما این کار پیچیدگی‌های خاص خود را دارد (پونت و شاو، ۲۰۰۳). در حالی که اندازه‌گیری توافقی عملکرد، پژوهش‌های علمی را ترویج می‌دهد و می‌تواند تصمیمات مدیریتی را روشن کند، بازاریابان قادر به یافتن معیارهای واضح، به‌روز و قابل اعتمادی برای قضاوت درباره شایستگی‌های بازاریابی نبوده‌اند. عملکرد مالی برای بقای شرکت‌ها در محیط‌های رقابتی و نامطمئن بسیار حیاتی است. مدیریت علاقه‌مند است تا بداند که تلاش‌ها برای بهبود کیفیت خدمات چگونه با عملکرد سازمان مرتبط است (سوسا و وس، ۲۰۰۲). در نهایت، عملکرد مالی نشان‌دهنده‌ای از تحقق کیفیت خدمات در یک شرکت محسوب می‌شود. حسابداران و اقتصاددانان نسبت‌های مالی مختلفی را برای ارزیابی عملکرد مالی شرکت‌ها طراحی و استفاده کرده‌اند. این نسبت‌ها عمدتاً شامل نسبت نقدینگی، نسبت نقدینگی جریان نقد، شاخص اهرم مالی برای مدیریت بدهی، بازده کل دارایی برای مدیریت دارایی، حاشیه نقدی برای سودآوری و در نهایت بازده سرمایه‌گذاری تمرکز بر نرخ تقسیم سود است (برولی، ۲۰۰۳). به‌طور سنتی، عملکرد مالی بانک‌ها و سایر نهادهای مالی با استفاده از ترکیبی از معیارهای حسابداری متداول و معیارهای ریسک و بازده اندازه‌گیری شده است. تحلیل‌های بیشتر از عملکرد مالی، از روش‌شناسی‌هایی مانند تحلیل نسبت‌های مالی، معیارگذاری عملکرد در مقابل بودجه یا ترکیبی از این دو استفاده کرده‌اند (بارنت و سالومون، ۲۰۰۶).

به طور ساده، بسیاری از ادبیات مربوط به عملکرد بانک‌های کنونی هدف مؤسسات مالی را به دست آوردن بازده‌های قابل قبول و کاهش ریسک‌های مربوط به این بازده‌ها توصیف می‌کند (پونت و شاو، ۲۰۰۳). یک رابطه کلی یعنی رابطه بین ریسک و بازده به طور عمومی پذیرفته شده است؛ بدین معنا که هرچه ریسک بیشتر باشد، انتظار بازده بیشتری نیز می‌رود. بنابراین، اندازه‌گیری‌های سنتی عملکرد بانک‌ها همواره ریسک‌ها و بازده‌ها را مورد ارزیابی قرار داده‌اند (اسوانسون، ۱۹۹۴). مهندسی مالی نیز بر بانکداری تأثیرگذار است. نوآوری به همراه فناوری‌های الکترونیکی، دنیایی را ایجاد می‌کند که تبدیل سپرده‌های کوتاه‌مدت به وام‌های بلندمدت، که عملکرد مرکزی بانک‌ها است، غیرضروری می‌شود. عوامل اقتصادی - افراد، خانوارها، شرکت‌ها - دیگر به این خدمت نیاز نخواهند داشت. پرتفوی دارایی‌ها و بدهی‌های آن‌ها به طور کلی از نظر سررسید مطابقت خواهد داشت: دارایی‌های کوتاه‌مدت با بدهی‌های کوتاه‌مدت مطابقت می‌یابند و بدهی‌های بلندمدت، دارایی‌های بلندمدت را جبران می‌کنند. با این شرایط بانکداری سنتی در حال انقراض است؛ در نتیجه، همان‌طور که والستون و همکاران (۲۰۰۱) پیشنهاد می‌کنند، در خصوص اهمیت نوآوری، مجموعه وسیعی از دانش وجود دارد، از جمله اینکه نوآوری تکنولوژیکی وسیله‌ای برای بقاء و رشد بخش‌های صنعتی است یا نوآوری تکنولوژیکی به عنوان یک عامل مهم در رشد اقتصادی و عاملی غالب در موفقیت کسب‌وکار نه تنها در کشورهای توسعه‌یافته بلکه در کشورهای در حال توسعه شناخته شده است. یک شرکت باید نوآوری کند تا زنده بماند؛ زیرا فرآیند نوآوری برای یک سازمان سالم و پایدار اساسی است. آن‌هایی که نوآوری نمی‌کنند در نهایت شکست می‌خورند (کاربوکی، ۲۰۱۰).

## ۲.۲. پیشینه پژوهش

کاربوکی (۲۰۱۰) در پژوهشی به بررسی مهندسی مالی و تأثیر آن بر عملکرد مالی بانک‌های تجاری در کنیا برای ۴۳ بانک از سال ۱۹۸۰ الی ۲۰۰۹ با استفاده از روش پرسشنامه‌ای پرداخت. نتایج نشان داد که در بانک‌های تجاری کنیا استراتژی‌های مهندسی مالی تأثیر مثبتی بر عملکرد مالی بانک‌های تجاری دارد. از طرفی دیگر این پژوهش نشان داد که با صفر گرفتن تمام متغیرهای مستقل دیگر، افزایش واحد در نوآوری تکنولوژیکی منجر به افزایش ۰/۲۰۵ در عملکرد مالی (بازده دارایی) می‌شود. افزایش واحد در نوآوری محصول منجر به افزایش ۰/۱۶۹ در عملکرد مالی (بازده دارایی)، افزایش واحد در نوآوری بازار منجر به افزایش ۰/۱۵۶ در عملکرد مالی (بازده دارایی) و افزایش واحد در نوآوری فرآیند منجر به افزایش ۰/۱۲۸ در عملکرد مالی (بازده دارایی) می‌شود.

موئد و همکاران (۲۰۱۹). در پژوهشی به بررسی رابطه بین مهندسی مالی و عملکرد مالی در بانک‌های تجاری عراق با استفاده حداقل مربعات جزئی پرداختند. نتایج نشان می‌دهد که بین استراتژی‌های سرمایه‌گذاری عملکرد مالی رابطه مثبت و معناداری وجود دارد. که این نتیجه، اثرات مستقیم بین

سرمایه‌گذار استراتژیک و عملکرد مالی را نشان می‌دهد. علاوه بر این، بین نوآوری فناوری و عملکرد مالی در بانک‌های تجاری عراق رابطه مثبت وجود دارد و نتیجه نشان‌دهنده رابطه مثبت بین استراتژی‌های سرمایه‌گذار و عملکرد مالی است. در نهایت نتایج تحلیل آماری نشان می‌دهد که بین نوآوری محصول بر عملکرد مالی بانک‌های تجاری عراق رابطه مثبت و معناداری وجود دارد.

هانون (۲۰۲۰)، در پژوهشی به بررسی تأثیر کنترل داخلی بر عملکرد مالی شش بخش بانکی در عراق از طریق تجزیه و تحلیل مطالعات هفت سال گذشته پرداخته است. نتایج نشان می‌دهد که کنترل‌های داخلی در عراق در مقایسه با کشورهای در حال توسعه ضعیف‌تر است. با یک همبستگی مثبت قوی (۹۴/۲۸ درصد) با عملکرد مالی، محققان به این نتیجه رسیدند که بیشتر مطالعات نشان می‌دهد که رابطه مثبت معناداری بین کنترل داخلی و عملکرد مالی وجود دارد، اما هیچ کدام به طور خاص بر بخش بانکداری عراق تمرکز ندارند.

جانودین (۲۰۲۱)، در پژوهشی به بررسی تأثیر مؤلفه‌های کنترل داخلی (ICC) را بر عملکرد مالی (FP) بخش بانکداری عراق، با تمرکز بر محیط کنترل، فعالیت کنترل، ارزیابی ریسک، اطلاعات، ارتباطات و نظارت با استفاده از مدل‌سازی معادلات ساختاری پرداخت. یافته‌ها نشان می‌دهد که ICC به طور قابل توجهی بر FP تأثیر می‌گذارد، که غالب‌ترین عامل آن فعالیت کنترل است. این مطالعه نشان می‌دهد که بهبود ICC برای افزایش عملکرد مالی بانک‌های عراقی بسیار مهم است.

ابراهیمی و همکاران (۲۰۲۱) در پژوهشی به بررسی عملکرد مالی بانک‌ها بین سال‌های ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۸ با استفاده از روش غربالگری نمونه‌گیری پرداختند. نتایج حاکی از وجود رابطه معنادار بین متغیرهای توضیحی نسبت سرمایه و عملکرد مالی بانک‌ها در تمامی مدل‌ها بود. با این حال، بین نرخ تورم و عملکرد مالی بانک‌ها در تمامی مدل‌ها رابطه منفی معنی‌داری مشاهده شد.

ایکوبه و همکاران (۲۰۲۲) در پژوهشی به بررسی رابطه بین سیستم‌های کنترل مدیریت و عملکرد مالی در بانک‌های تجاری کنیا از طریق پرسشنامه برای ۲۴ بانک تجاری کنیا مورد بررسی قرار داد. یافته‌ها نشان داد که جنبه‌های کنترل مدیریت به طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرند و به طور قابل توجهی بر عملکرد مالی تأثیر می‌گذارند.

کواتیلاهو (۲۰۲۳) در پژوهشی به بررسی تأثیر سیستم‌های کنترل داخلی بر عملکرد مالی بانک‌های تجاری فهرست شده در بورس دارالسلام تانزانیا پرداخت. نتایج نشان داد که تأثیر محیط کنترل بر عملکرد مالی معنی‌دار نیست، اما تأثیر فعالیت‌های کنترلی معنادار است.

مهدی و همکاران (۲۰۲۳) در پژوهشی به بررسی نواقص سیستم‌های کنترل داخلی با استفاده از ابزارهای مالی و روندهای مدیریتی مدرن می‌پردازد. چارچوب نظری شامل هوش مدیریتی برای بهبود عملکرد مالی و حمایت از رشد اقتصادی است. مطالعه عملی روی سه بانک فهرست شده در بورس عراق انجام شد و

نشان داد که تقویت فرآیندها با استفاده از هوش مالی و ابزارهایی مانند کارت امتیازی متوازن (BSC) ضروری است.

تمیزی (۲۰۲۴) در پژوهشی به بررسی تأثیر شاخص فلاکت بر عملکرد مالی بانک‌ها در ایران برای دوره زمانی ۱۳۹۳ الی ۱۴۰۰ با استفاده از اثرات ثابت پانل چندمتغیره پرداخته است. نتایج نشان داد که متغیر شاخص فلاکت دارای ضریب منفی و سطح معناداری کمتر از ۵ درصد می‌باشند از این رو در سطح اطمینان ۹۵ درصد، فرضیه پژوهش مورد پذیرش قرار می‌گیرد. یعنی، نتایج این پژوهش نشان داد که شاخص فلاکت بر عملکرد مالی بانک‌ها تأثیر معکوس دارد. یا به عبارت دیگر در دورانی که کشور دارای شاخص فلاکت بالاتری است، عملکرد مالی بانک‌ها تحت تأثیر قرار گرفته و کاهش پیدا می‌کند.

پرویز و علی (۲۰۲۴) در پژوهشی به بررسی تحلیل رگرسیون قوی در تحلیل عملکرد مالی بانک‌های بخش دولتی؛ مطالعه موردی هند پرداختند. این مطالعه نشان می‌دهد که تحلیل رگرسیون می‌تواند ابزار مفیدی برای بررسی داده‌های مالی باشد، اما استفاده از تکنیک رگرسیون حداقل مربعات در حضور نقاط پراکنده و مشاهدات تأثیرگذار می‌تواند نتایج گمراه‌کننده‌ای به همراه داشته باشد. به همین دلیل، استفاده از برآورد مقاوم به عنوان یک روش جایگزین، به ویژه در شرایط واقعی که فرضیه‌های بسیاری از روش‌های آماری رعایت نمی‌شوند، ضروری است. پژوهش بر روی ۲۱ بانک بخش عمومی در هند انجام شد و نتایج نشان داد که استفاده از تکنیک رگرسیون خطی مقاوم باعث بهبود دقت و قابلیت اعتماد در تحلیل عملکرد مالی این بانک‌ها می‌شود که بر اهمیت این روش در تجزیه و تحلیل داده‌های مالی تأکید می‌کند.

### ۳. روش پژوهش

این مطالعه به بررسی رابطه بین مهندسی مالی و عملکرد مالی در بانک‌های پذیرفته شده در بورس ایران و عراق با استفاده از الگوریتم‌های شبکه‌های عصبی و ماشین لرنینگ می‌پردازد. با توجه به پیچیدگی و تنوع روابط میان متغیرهای مالی و تأثیرات آن‌ها بر عملکرد مالی بانک‌ها، استفاده از تکنیک‌های یادگیری ماشین لرنینگ و مدل‌های تحلیلی نوین در شناسایی الگوهای خاص و روابط پنهان کمک می‌کند. در این پژوهش، داده‌های مرتبط با همه‌گیری مهندسی مالی، عملکرد مالی و سیستم‌های کنترلی جمع‌آوری و پیش‌پردازش شده است تا با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری و عصبی مدل‌سازی شوند و در انتها با استفاده مدل‌های اقتصادسنجی فضایی هیبریدی و بیزین به بررسی ارتباط مدل‌ها پرداخته شده است. این رویکرد نه تنها دقت بیشتری در تحلیل روابط میان متغیرها ارائه می‌دهد، بلکه به بهبود تصمیم‌گیری‌های استراتژیک در مدیریت مالی بانک‌ها منجر می‌شود. نتایج این پژوهش علاوه بر تعمیق دانش در زمینه تأثیر مهندسی مالی بر عملکرد مالی بانک‌ها، راهکارهایی کاربردی برای بهینه‌سازی سیستم‌های کنترلی و بهبود عملکرد مالی در دو کشور مذکور ارائه خواهد کرد. به این ترتیب، هدف اصلی این پژوهش بررسی تأثیر

مهندسی مالی بر عملکرد مالی بانک‌ها از طریق سیستم‌های کنترلی به‌عنوان یک واسطه است. برای این منظور، از تمامی بانک‌های پذیرفته شده در بورس ایران و عراق (۲۲ بانک ایرانی و ۴۴ بانک عراقی) برای بازه زمانی ۲۰۱۰ الی ۲۰۲۳ استفاده شده است. داده‌های پژوهش از وبسایت‌های رسمی بانکی و بورسی ایران و عراق جمع‌آوری شده است. بنابراین، روش پژوهش از نوع اسکرپت بوده و فاقد فرضیه می‌باشد که در این نوع روش‌ها اصل معیار بررسی هدف پژوهش می‌باشد. بدین ترتیب مدل‌سازی نهایی برای پژوهش حاضر که از طریق آن باید هدف پژوهش را بررسی و ارزیابی کنیم به شرح زیر خواهد بود:

$$ROA \text{ or } ROE: \beta_0 + \beta_1 pm_{it} + \beta_2 ics_{it} + \beta_3 control_{it} + \varepsilon_{it}$$

روابط نهایی برای آزمایش هدف پژوهش به شرح زیر خواهد بود:

$$ROA_{it} \& ROE_{it} = \beta_0 + \beta_1 PM_{it} + \beta_2 RPE_{it} + \beta_3 ROSI_{it} + \beta_4 OEM_{it} \\ + \beta_5 ADL_{it} + \beta_6 GA_{it} + \beta_7 LEV_{it} + \beta_8 SIZE_{it} + \beta_9 GC_{it} \\ + \beta_{10} IO_{it} + \varepsilon_{it}$$

که در رابطه بالا؛ ROE: بازه حقوق صاحبان سهام، ROA: بازه دارایی‌ها، PM: مدیریت سود، RPE: درآمد به ازای هر کارمند، ROSI: بازه سرمایه‌گذاری‌یابداری، OEM: حاشیه هزینه عملیاتی، ADL: نسبت تسهیلات مشکوک به کل وام‌ها، GA: هزینه‌های عمومی و اداری به عنوان درصدی از سود ناخالص، LEV: اهرم مالی، GC: رشد بانک، IO: مالکیت نهادی، SIZE: اندازه بانک را نشان می‌دهد. در این بخش از پژوهش بازه زمانی ۲۰۱۰ الی ۲۰۲۳ به مدت چهارده سال می‌باشد که جامعه آماری این پژوهش شامل تمامی بانک‌های پذیرفته شده در بورس تهران و بورس عراق می‌باشد که دارای محدودیت‌های زیر نباشد:

(۱) دارای وقفه معاملاتی بیش از ۶ ماه نباشند.

(۲) شرکت‌ها نباید بین سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۳ تغییر سال مالی داشته باشند.

(۳) پذیرش آن‌ها در بورس باید بعد از سال ۲۰۱۰ باشد.

بنابراین؛ روش‌های بکارگرفته شده در این پژوهش برای بررسی رابطه بین مهندسی مالی و عملکرد مالی از طریق سیستم‌های کنترلی به‌عنوان یک واسطه در بانک شامل روش‌های یادگیری ماشین لرنینگ، شبکه‌های عصبی و اقتصادسنجی فضایی است. که در ادامه ابتدا به تعریف عملیاتی متغیرها پرداخته شده و سپس روش‌های ذکر شده تشریح شده است.

### متغیر وابسته

در این مطالعه از بازده حقوق صاحبان سهام (ROE) به عنوان معیاری برای سنجش عملکرد مالی شرکت استفاده شده است. در همین حال، یک متغیر کنترلی به نام ROA را به عنوان متغیر وابسته اضافه می‌کنیم. دلیل انتخاب این متغیرها به عنوان شاخص‌های عملکرد شرکت، عینیت آنها در پژوهش‌های تجربی پاناچی (۲۰۲۱) است. در نتیجه در این پژوهش از معیار عملکرد مالی به دو صورت استفاده خواهد شد و نحوه محاسبه آنها به شرح زیر خواهد بود:

$$ROE = \frac{\text{Net income}}{\text{Total equity}} \quad \text{and} \quad ROA = \frac{\text{Net profit}}{\text{Average assets}}$$

### متغیر مستقل

در این پژوهش از مهندسی مالی مبتنی بر سیستم‌های کنترل داخلی به عنوان متغیر وابسته استفاده خواهد شد. بنابراین در این پژوهش همانند مطالعه فلیکس و همکاران (۲۰۱۰) از مدیریت سود برای تعیین عملکرد مالی بر اساس سیستم کنترل داخلی استفاده، از سوی دیگر، همانند مطالعه جانودین (۲۰۲۱) از ICS به عنوان پروکسی برای مهندسی مالی استفاده خواهد شد.

(۱) مدیریت سود: در این پژوهش از افلام تعهدی به عنوان معیاری برای بررسی مدیریت سود انجام شده توسط بانک استفاده خواهد شد.

(۲) سیستم کنترل داخلی (ICS): فرآیندی است که توسط هیئت مدیره، مدیریت و سایر پرسنل یک نهاد تجاری انجام می‌شود و برای اطمینان معقول از دستیابی به اثربخشی و کارایی عملیات، قابلیت اطمینان گزارشگری مالی، انطباق با قوانین و مقررات قابل اجرا و حفاظت از دارایی‌ها طراحی شده است. بر اساس چارچوب کمیته حمایت از سازمان‌ها (COSO) در سال ۲۰۱۳، اجزای کلیدی یک ICS عبارتند از: (۱) محیط کنترل، (۲) ارزیابی ریسک، (۳) فعالیت‌های کنترلی، (۴) اطلاعات و ارتباطات و (۵) نظارت بر ICS. هدف از این فرآیند حصول اطمینان از دستیابی شرکت به اهداف خود است. بنابراین وجود یک سیستم کارآمد و کنترل شده در شرکت تأثیر آشکاری بر عملکرد شرکت دارد به ویژه در بخش بانکی که عاملی کلیدی در حفظ عملکرد خوب و سالم در این بخش محسوب می‌شود و در نهایت تأثیر مثبتی بر ثبات اقتصاد کلان دارد (حیالی و ابوخرزه، ۲۰۰۶). چان و همکاران (۲۰۲۱) نشان می‌دهند که ICS ضعیف می‌تواند بر قابلیت اطمینان گزارش‌ها تأثیر منفی بگذارد و کنترل‌های ناکارآمد می‌توانند اطلاعات با کیفیت پایین‌تری تولید کنند که منجر به تصمیمات سرمایه‌گذاری با کیفیت پایین‌تر می‌شود. در نهایت باید در نظر گرفت که ICS به عنوان یک پروکسی برای مهندسی مالی مبتنی بر سیستم کنترل داخلی در این پژوهش مورد استفاده قرار می‌گیرد و متغیرهای تشکیل دهنده این پروکسی بر اساس مطالعات انجام شده توسط

ارلیتزکی و همکاران (۲۰۰۳)، ژو و همکاران (۲۰۱۷)، چوداری (۲۰۲۱) و حداد (۲۰۱۶) است که برای بررسی مهندسی مالی مبتنی بر سیستم کنترل داخلی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

**۱,۳. درآمد به ازای هر کارمند (RPE):** این نسبت میانگین درآمد کسب شده توسط هر کارمند بانک را اندازه‌گیری می‌کند. بنابراین، کارایی بانک را در استفاده مؤثر از کارکنان خود می‌سنجد. هر چه این نسبت بیشتر باشد، مدیریت ساعات کاری کارکنان مؤثرتر است. در این مطالعه از پروکسی RPE در رابطه با مؤلفه فعالیت‌های کنترلی ICS استفاده شده است. رضایت کارکنان یکی از نکات مهم این مؤلفه است و شناخت درآمد هر کارمند نسبت به سطح رضایت‌مندی آنها حائز اهمیت است. علاوه بر این، مؤلفه نظارت که نشان دهنده گزارش‌های دوره‌ای است، در اختیار مدیریت قرار می‌گیرد که منجر به یک فرآیند بررسی دوره‌ای برای اتخاذ تصمیمات مناسب برای افزایش درآمد می‌شود. این نسبت با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$RPE = \frac{\text{Operational revenues}}{\text{Avg. number of employees}}$$

**۲,۳. بازده سرمایه‌گذاری پایدار (ROSI):** این ابزار یک روش تحلیلی است که به شرکت‌ها اجازه می‌دهد بازده مالی فعالیت‌های پایداری خود را اندازه‌گیری کنند. با محاسبه مزایای مالی ابتکارات پایداری و مقایسه آنها با هزینه‌های اجراء، شرکت‌ها می‌توانند بازده سرمایه‌گذاری‌پروژه‌های پایداری را ارزیابی کنند و تصمیمات مبتنی بر داده در مورد محل تخصیص منابع بگیرند. این پروکسی برای اندازه‌گیری پایداری بانک و ابتکارات ESG آن استفاده می‌شود. این ابزار در رابطه با مؤلفه اطلاعات و ارتباطات انتخاب می‌شود، جایی که کانالی را برای انتقال اخبار خوب به مخاطبان داخلی و خارجی در نظر می‌گیرد. این شاخص مستقیماً توسط بانک‌ها ارائه شده است.

**۳,۳. حاشیه هزینه عملیاتی (OEM):** این متغیر کل هزینه‌های عمومی و اداری (هزینه‌های GA) به درآمدهای فروش مربوط به فعالیت‌های اصلی بانک را اندازه‌گیری می‌کند و مقدار یا درصد هزینه‌های اداری صرف شده توسط بانک برای کسب ۱ دینار از درآمدهای عملیاتی است. نسبت بالاتر یک شاخص منفی از عملکرد دولت است و باید در این هزینه‌ها تجدیدنظر شود. این نسبت در ارتباط با چندین جزء ICS مانند فعالیت‌های کنترلی، محیط کنترل، ارزیابی ریسک و نظارت استفاده می‌شود. این نسبت با استفاده از معادله زیر محاسبه می‌شود:

$$OEM = \frac{\text{General and administrative expenses}}{\text{Sales revenues}}$$

۴,۳. نسبت تسهیلات مشکوک به کل وام‌ها: این نسبت کارایی تصمیمات مدیریت در مورد بدهی‌ها و تسهیلات مشتریان را در رابطه با ناتوانی وام‌گیرندگان در بازپرداخت این بدهی‌ها اندازه‌گیری می‌کند. هر زمان که این نسبت افزایش یابد، شاخص منفی نشان دهنده ناکارآمدی مدیریت در انتخاب مشتریان و وصول بدهی به آنها است. این پروکسی در ارتباط با اجزای ICS فعالیت‌های کنترلی (که به فرآیندهای داخلی در هنگام پیگیری توسط کارکنان و مدیریت نگاه می‌کند)، محیط کنترل (که بر پیروی از ساختار سازمانی و سیاست‌های داخلی تمرکز دارد)، ارزیابی ریسک (که در آن حسابرسی یکی از نکات اصلی در این مؤلفه است) و نظارت استفاده می‌شود. این نسبت با استفاده از معادله زیر محاسبه شد (کمک هزینه برای تسهیلات مشکوک محاسبه شده به عنوان پیش‌پرداخت تسهیلات مستقیم با هزینه مستهلک به اضافه سود و کمیسیون تعلیق و کل تسهیلات محاسبه شده به عنوان تسهیلات مستقیم با هزینه مستهلک شده).

$$ADL = \frac{\text{Allowance of Doubtful Loans}}{\text{Total Loans}}$$

۵,۳. هزینه‌های عمومی و اداری به عنوان درصدی از سود ناخالص: این مورد درصدی از کل درآمد بانک را که برای هزینه‌های GA خرج می‌شود، اندازه‌گیری می‌کند. اگر این درصد افزایش منفی باشد، نشان دهنده ناکارآمدی عملکرد اداری است، چه از نظر میزان هزینه‌های اداری متحمل شده توسط بانک، بنابراین نیاز به تجدیدنظر دارد و چه از نظر کاهش درآمدهای عملیاتی، که در عملکرد عملیاتی بانک منعکس می‌شود. این نسبت برای اندازه‌گیری مؤلفه محیط کنترل (با تمرکز بر پرسنل که هزینه اصلی در صنایع خدماتی است)، مؤلفه فعالیت‌های کنترلی (که در آن تطبیق دوره‌ای و شمارش فیزیکی دارایی‌های بانک یکی از معیارهای این مؤلفه است) و همچنین مؤلفه نظارت (که در آن گزارش دوره‌ای و حسابرسی داخلی در مورد مؤلفه‌های ICS هزینه‌های GA را افزایش می‌دهد) استفاده می‌شود. این نسبت با استفاده از معادله زیر محاسبه شده است:

$$GA = \frac{\text{General and administrative expenses}}{\text{Gross profit}}$$

### متغیرهای کنترلی

در این پژوهش در راستای مطالعه قائمی و همکاران (۲۰۱۹) و سایر مطالعات موجود در پیشینه پژوهش، از متغیرهای زیر نیز به عنوان متغیر کنترل پژوهش استفاده خواهیم کرد:  
۱) اهرم مالی (LEV): با تقسیم کل بدهی‌ها بر کل دارایی‌ها محاسبه می‌شود.  
۲) اندازه شرکت (SIZE): لگاریتم طبیعی کل دارایی‌ها.

۳) رشد شرکت (GC): از نسبت Q-Tobin استفاده می‌شود. این نسبت با تقسیم ارزش بازار بر ارزش دفتری محاسبه می‌شود.

۴) مالکیت نهادی (IO): نسبت تعداد سهام عادی شرکت در دست مالکان قانونی تقسیم بر تعداد کل سهام عادی شرکت در ابتدای دوره.

### ۶.۳. یادگیری ماشین لرنینگ

یادگیری ماشین یکی از شاخه‌های مهم هوش مصنوعی است که در سال‌های اخیر کاربردهای گسترده‌ای در حوزه‌های مختلف از جمله مهندسی مالی و تحلیل عملکرد بانک‌ها پیدا کرده است. این رویکرد به سیستم‌ها اجازه می‌دهد تا با استفاده از داده‌ها و تجربیات گذشته، الگوها را شناسایی کرده و پیش‌بینی‌های دقیق‌تری انجام دهند، بدون اینکه به طور صریح برنامه‌ریزی شده باشند (جاوید و همکاران، ۲۰۲۲). در زمینه بررسی اثرات مهندسی مالی و سیستم‌های کنترلی بر عملکرد مالی بانک‌ها، یادگیری ماشین می‌تواند ابزاری قدرتمند برای تحلیل داده‌های پیچیده و چندبعدی باشد. این روش‌ها قادرند روابط غیرخطی و پنهان بین متغیرها را کشف کنند و بینش‌های ارزشمندی را در اختیار محققان و تصمیم‌گیرندگان قرار دهند (نیربجو و همکاران، ۲۰۲۳). در این پژوهش، با توجه به ماهیت پیچیده و چندوجهی موضوع، از طیف گسترده‌ای از الگوریتم‌های یادگیری ماشین استفاده شده است. این الگوریتم‌ها شامل موارد زیر می‌شوند: ۱) رگرسیون و درخت تصمیم: در این پژوهش، از روش‌های رگرسیون مانند رگرسیون استوار، رگرسیون الاستیک و رگرسیون تطبیقی چندگانه برای مدل‌سازی ارتباط بین متغیرهای مهندسی مالی و سیستم‌های کنترلی با عملکرد مالی بانک‌ها استفاده شده است.

۲) جنگل‌های تصادفی و گرادیان تقویتی: برای بهبود دقت پیش‌بینی و کاهش واریانس مدل، از روش‌های ترکیبی مانند جنگل‌های تصادفی و گرادیان تقویتی استفاده شده است.

۳) ماشین‌برداری پشتیبان و K نزدیک‌ترین همسایه از ماشین‌برداری پشتیبان برای طبقه‌بندی و رگرسیون استفاده شده است. این روش به ویژه در مواردی که رابطه بین متغیرها غیرخطی است، مفید واقع شده است.

۴) یادگیری چندوظیفه‌ای: با توجه به اینکه این پژوهش شامل بررسی بانک‌ها در دو کشور مختلف (ایران و عراق) است، از روش یادگیری چندوظیفه‌ای استفاده شده است.

### ۷.۳. شبکه‌های عصبی

شبکه‌های عصبی یکی دیگر از شاخه‌های مهم هوش مصنوعی هستند که در سال‌های اخیر کاربردهای گسترده‌ای در حوزه‌های مختلف از جمله مهندسی مالی و تحلیل عملکرد بانک‌ها پیدا کرده‌اند. این رویکرد با الهام از ساختار مغز انسان، قادر است الگوهای پیچیده را در داده‌ها شناسایی کرده و پیش‌بینی‌های دقیقی

انجام دهد (دیاگنوتیس، ۲۰۲۳). در زمینه بررسی اثرات مهندسی مالی و سیستم‌های کنترلی بر عملکرد مالی بانک‌ها، شبکه‌های عصبی می‌توانند ابزاری قدرتمند برای تحلیل داده‌های پیچیده و چندبعدی باشند. این روش‌ها قادرند روابط غیرخطی و پنهان بین متغیرها را کشف کنند و بینش‌های ارزشمندی را در اختیار محققان و تصمیم‌گیرندگان قرار دهند (تای، ۲۰۲۳). در این پژوهش، با توجه به ماهیت پیچیده و چندوجهی موضوع، از طیف گسترده‌ای از انواع شبکه‌های عصبی استفاده شده است. شبکه عصبی مصنوعی و شبکه عصبی عمیق برای مدل‌سازی روابط پیچیده بین متغیرها و استخراج ویژگی‌های سطح بالا به کار رفته‌اند. شبکه عصبی بازگشتی برای تحلیل داده‌های سری زمانی مالی و پیش‌بینی روندهای آینده استفاده شده، در حالی که شبکه عصبی کانولوشنی برای پردازش و استخراج ویژگی‌های مهم از داده‌های ساختاریافته مالی و گزارش‌های بانکی به کار گرفته شده است. همچنین، شبکه عصبی خودنگارنده برای کاهش ابعاد داده‌ها و استخراج ویژگی‌های مهم از حجم زیاد اطلاعات مالی استفاده شده است. شبکه عصبی تبدیلی برای پردازش داده‌های متوالی و کشف وابستگی‌های طولانی مدت در داده‌های مالی به کار رفته، و از مکانیزم توجه برای تمرکز بر بخش‌های مهم داده بهره برده است. در نهایت، شبکه عصبی نوروموفیک برای شبیه‌سازی عملکرد مغز انسان در تحلیل و تصمیم‌گیری‌های مالی پیچیده استفاده شده است. این تنوع در استفاده از شبکه‌های عصبی امکان تحلیل جامع و دقیق داده‌های مالی بانک‌ها را فراهم کرده است. بنابراین تمامی این روش‌های شبکه عصبی با یکدیگر مقایسه شده‌اند تا بهترین مدل برای پیش‌بینی و تحلیل اثرات مهندسی مالی و سیستم‌های کنترلی بر عملکرد مالی بانک‌ها شناسایی شود. (گوئل و همکاران، ۲۰۲۲).

### ۸.۳. اقتصادسنجی فضایی

#### ▪ پانل فضایی هیبرید

مدل پانل فضایی هیبرید ترکیبی از مدل‌های اثرات ثابت و تصادفی است که وابستگی‌های فضایی را نیز در نظر می‌گیرد، فرمول کلی این مدل به صورت زیر است:

$$Y_{it} = \rho W_1 Y_{it} + X_{it} \beta + W_2 X_{it} \theta + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it}$$
$$\varepsilon_{it} = \phi W_1 \varepsilon_{it} + v_{it}$$

که در آن  $Y_{it}$ : متغیر وابسته (عملکرد مالی بانک  $i$  در زمان  $t$ )،  $X_{it}$ : ماتریس متغیرهای مستقل (شاخص‌های مهندسی مالی و سیستم‌های کنترلی)،  $W_1$  و  $W_2$ : ماتریس‌های وزنی فضایی،  $\rho$ : ضریب وابستگی فضایی در متغیر وابسته،  $\beta$ : بردار ضرایب متغیرهای مستقل،  $\theta$ : بردار ضرایب اثرات سرریز فضایی متغیرهای مستقل،  $\mu_i$ : اثرات ثابت مقطعی (بانک‌ها)،  $\lambda_t$ : اثرات ثابت زمانی،  $\varepsilon_{it}$ : جزء خطا،  $\phi$ : ضریب وابستگی فضایی در جزء خطا،  $v_{it}$ : جزء خطای تصادفی است. این مدل امکان بررسی اثرات مستقیم و غیرمستقیم (سرریز فضایی) متغیرهای مستقل بر عملکرد مالی بانک‌ها را فراهم می‌کند (لینچ، ۲۰۰۵).

### ▪ رویکرد بیزین فضایی

در رویکرد بیزین فضایی، ما از قانون بیز برای ترکیب اطلاعات پیشین با داده‌های مشاهده شده استفاده می‌کنیم. فرمول کلی این رویکرد به صورت زیر است:

$$P(\theta|Y) \propto P(Y|\theta) \times P(\theta)$$

در این فرمول  $P(\theta|Y)$ : توزیع پسین پارامترهای مدل،  $P(Y|\theta)$ : تابع درست‌نمایی داده‌ها و  $P(\theta)$ : توزیع پیشین پارامترهای مدل است. برای مدل‌سازی وابستگی‌های فضایی، از یک مدل خودرگرسیون فضایی (SAR) در چارچوب بیزین به صورت زیر استفاده شده است:

$$Y = \rho WY + X\beta + \varepsilon \quad \varepsilon \sim N(0, \sigma^2 I)$$

که در آن  $Y$ : بردار متغیر وابسته (عملکرد مالی بانک‌ها)،  $W$ : ماتریس وزنی فضایی،  $\rho$ : پارامتر وابستگی فضایی،  $X$ : ماتریس متغیرهای مستقل،  $\beta$ : بردار ضرایب رگرسیون،  $\varepsilon$ : بردار خطاها است. بنابراین، در رویکرد بیزین، ما توزیع‌های پیشین را برای پارامترهای  $\rho$ ،  $\beta$  و  $\sigma^2$  تعیین می‌کنیم و سپس با استفاده از روش‌های نمونه‌گیری MCMC (مانند الگوریتم Gibbs) توزیع‌های پسین محاسبه شده است (لی و یو، ۲۰۱۵). این رویکرد امکان محاسبه فواصل اطمینان و تحلیل حساسیت برای پارامترهای مدل را فراهم می‌کند که برای ارزیابی عدم قطعیت در تأثیر عوامل مختلف بر عملکرد مالی بانک‌ها بسیار مفید است.

### ۴. یافته‌های پژوهش

یکی از چالش‌های اساسی در مطالعات تطبیقی بین‌المللی مالی، تفاوت در واحدهای پولی کشورهاست. برای غلبه بر این چالش، از مفهوم تبدیل واحدهای پولی ریال ایران و دینار عراق به دلار استفاده شده است. این رویکرد امکان مقایسه دقیق‌تر داده‌های مالی از کشورهای مختلف را فراهم می‌آورد و اثرات نوسانات ارزی را نیز در تحلیل‌ها لحاظ می‌کند. پس از این مرحله، داده‌ها با استفاده از تکنیک‌های پیشرفته نرمال‌سازی Min-Max Scaling آماده‌سازی شده‌اند. بنابراین، نتایج مربوط به آمار توصیفی به شرح جدول ۱ به صورت زیر می‌باشد.

جدول ۱. آمار توصیفی

متغیر	میان	میانگین	چارک اول	چارک سوم	انحراف معیار	آزمون نرمالیتی	
						چارک-بِرا	شاپیرو-ویلک
ROE	۰/۰۱۹	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۵	۰/۰۸۱	۱۲۸۲۱۳	۰/۰۰۰
ROA	۰/۰۳۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰	۰/۰۱۲	۰/۱۰۰	۵۹۵۳۳	۰/۰۰۰
PM	۰/۴۳۲	۰/۴۵۰	۰/۲۱۵	۰/۵۸۹	۰/۲۵۷	۲۰/۱۷۲	۰/۰۰۰
RPE	۰/۶۸۹	۰/۷۴۰	۰/۶۱۰	۰/۸۲۰	۰/۱۹۵	۳۸۶/۶۵	۰/۰۰۰
ROSI	۰/۴۲۰	۰/۴۳۳	۰/۲۰۶	۰/۵۶۰	۰/۲۵۲	۲۴/۸۰۰	۰/۰۰۰
OEM	۰/۶۵۴	۰/۷۳۴	۰/۶۲۵	۰/۸۱۹	۰/۲۷۰	۳۶۴/۸۶۷	۰/۰۰۰

متغیر	میان‌ه	میانگین	چارک اول	چارک سوم	انحراف معیار	آزمون نرمالیتی	
						شاپیرو-ویلک	چارک-برا
ADL	۰/۶۴۳	۰/۷۲۴	۰/۶۱۹	۰/۸۰۲	۰/۲۶۶	۳۵۹/۰۳۷	۰/۰۰۰۰۹۳۴
GA	۰/۶۷۰	۰/۷۴۹	۰/۶۵۰	۰/۸۳۴	۰/۲۷۱	۳۹۸/۸۲۵	۰/۰۰۰۰۱۲۷
LEV	۰/۴۳۲	۰/۴۵۰	۰/۲۰۹	۰/۵۹۰	۰/۲۵۷	۲۸۴۹/۶	۰/۰۰۰۰۸۰۶
GC	۰/۰۰۸	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۳	۰/۰۵۴	۱۳۳۲۳	۰/۰۰۰۰۴۵۸
IO	۰/۰۲۰	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱	۰/۰۱۱	۰/۰۷۵	۲۹۵۸۲	۰/۰۰۰۰۱۸۲
SIZE	۰/۰۳۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۹	۰/۱۲۶	۳۳۳۱۹	۰/۰۰۰۰۵۹۳

نتایج جدول شماره ۱ نشان می‌دهد که متغیرهای بازده حقوق صاحبان سهام و بازده دارایی‌ها به‌طور خاص نشان‌دهنده کارایی بانک‌ها در استفاده از منابع خود برای ایجاد سود هستند. از نتایج می‌توان دید که هر دو معیار، میان‌ه‌ای مثبت دارند (به ترتیب ۰/۰۱۹ و ۰/۰۳۲)، اما میانگین‌ها به ترتیب ۰/۰۰۱ و ۰/۰۰۲ و نشان‌دهنده نوسانات قابل توجه و وجود احتمال نابرابری در توزیع داده‌ها هستند. شواهد نرمالیتی نشان می‌دهد که توزیع این متغیرها نرمال نیست، به‌طوری که مقادیر احتمال آزمون شاپیرو-ویلک کمتر از ۰/۰۵ است و این به معنای وجود انحراف از توزیع نرمال است. از طرفی دیگر مدیریت سود، با استفاده از مدیریت سود و معیارهای دیگر مانند درآمد هر کارمند بانک و بازده سرمایه‌گذارپایدار و با کیفیت تأثیر قابل توجهی بر نتایج مالی بانک‌ها دارند. به‌طوری که مشاهده می‌شود، میانگین PM تا ۰/۴۵۰ می‌رسد، که نشان‌دهنده سطح بالایی از مدیریت سود در میان بانک‌ها است. همچنین معیار RPE با میانگین ۰/۷۴۰ و انحراف معیار ۰/۱۹۵، نوسانات محدودی را به نمایش می‌گذارد و این امر دلالت بر کارایی نسبی بانک‌ها در جذب درآمد به ازای هر کارمند دارد. در انتهای جدول، متغیرهای اهرم مالی، GC رشد بانک، IO مالکیت نهادی و اندازه بانک نیز به بررسی نشانه‌های مهندسی مالی در این پژوهش اشاره دارد. نتایج نشان می‌دهند که متغیر LEV با میانگین ۰/۴۵۰ و GC با میانگین ۰/۰۰۱ به وضوح نشان‌دهنده ساختار مالی و رشد بانک‌ها هستند. همچنین، نتایج نشان می‌دهند که میانگین‌های پایین متغیرهایی مانند GC و IO بیانگر چالش‌های احتمالی در جذب سرمایه و نقش مالکیت نهادی در ساختار مالی بانک‌ها است. در نهایت با توجه به احتمالات آزمون چارک-برا و شاپیرو-ویلک مشاهده می‌شود که داده‌های پژوهش دارای توزیع نرمال نمی‌باشد، بنابراین از روش‌های ناپارامتریک غیرخطی در ادامه پژوهش به دلیل عدم نرمالیتی داده‌ها بهره برده شده است. پس از بررسی آمار توصیفی، به‌منظور اجتناب از رگرسیون کاذب در برآورد الگوهای اقتصادسنجی، آزمون ریشه واحد برای بررسی پایایی متغیرها انجام شد که نتایج آن در جدول ۲ ارائه شده است. این بررسی پایایی برای اطمینان از صحت نتایج تحلیل‌های بعدی ضروری است.

جدول ۲. آزمون ریشه واحد

آزمون ریشه واحد هادری				متغیر
Hadri Z-stat		Heteroscedastic Consistent Z-stat		
Statistic	Prob	Statistic	Prob	
۶/۱۸۵	۰/۰۰۰	۴/۷۲۲	۰/۰۰۰	ROE
۶/۹۵۶	۰/۰۰۰	۴/۵۱۵	۰/۰۰۰	ROA
۲/۳۹۰	۰/۰۰۸	۸/۵۳۴	۰/۰۰۰	PM
۱۰/۵۳۶	۰/۰۰۰	۹/۳۵۶	۰/۰۰۰	ROSI
۶/۵۴۹	۰/۰۰۰	۸/۲۰۷	۰/۰۰۰	RPE
۳/۴۸۶	۰/۰۰۰	۲/۴۷۴	۰/۰۰۶	SIZE
۸/۸۰۹	۰/۰۰۰	۸/۳۷۰	۰/۰۰۰	GA
۶/۷۷۹	۰/۰۰۰	۵/۸۸۸	۰/۰۰۰	IO
۱۰/۴۰۳	۰/۰۰۰	۹/۶۱۰	۰/۰۰۰	LEV
۳/۲۸۴	۰/۰۰۰	۶/۶۶۴	۰/۰۰۰	ADL
۱۲/۳۹۵	۰/۰۰۰	۴/۲۸۰	۰/۰۰۰	GC
۷/۸۷۵	۰/۰۰۰	۸/۴۳۷	۰/۰۰۰	OEM
آزمون هم‌جمع‌ی ریشه واحد کائو				
معیار		آماره	احتمال	
ADF		۱۳/۳۶۶	۰/۰۰۰	
Residual Variance		۱۷۳۰/۱۳۴		
HAC Variance		۵۶۷/۰۷۰		
R-Squared		۰/۹۹۶		
Adjusted R-Squared		۰/۹۹۰		
S.E. Of regression		۰/۰۳۶۲		
Durbin-Watson Stat		۲/۰۰۳		

نتایج آزمون ریشه واحد هادری نشان می‌دهد که تمامی متغیرهای مورد بررسی، از جمله بازده حقوق صاحبان سهام، بازده دارایی‌ها، مدیریت سود، بازده سرمایه‌گذار پیاپیدار، درآمد به ازای هر کارمند، اندازه بانک، هزینه‌های عمومی و اداری به عنوان درصدی از سود ناخالص، اهرم مالی، نسبت تسهیلات مشکوک به کل وام‌ها، رشد بانک و مالکیت نهادی، دارای آماره‌های Z مثبت و با معناداری ۰/۰۰۰ در سطح احتمال

هستند. این به این معناست که هیچ کدام از این متغیرها ریشه واحد ندارند و به دلیل عدم وجود ریشه واحد، این متغیرها در طول زمان پایدار هستند. علاوه بر این، نتایج آزمون هم‌جمعی ریشه واحد کائو نیز به طور قوی نشان‌دهنده عدم وجود ریشه واحد در داده‌ها است. با آماره ADF برابر با  $۱۳/۳۶۶$  و احتمال  $۰/۰۰۰$  است. همچنین با معیار برازش معادل  $۰/۹۹۶$  و معیار برازش تعدیل شده معادل  $۰/۹۹۰$ ، مدل نشان می‌دهد که تقریباً تمامی واریانس داده‌ها توسط متغیرهای مستقل توضیح داده می‌شود که این مورد بیانگر قدرت شرح‌دهی بالایی مدل است. پس از اطمینان حاصل کردن از نتایج آزمون ریشه واحد و غیر کاذب بودن ادامه تحلیل‌های پژوهش به بررسی عملکرد مالی بانک‌های پذیرفته شده در بورس ایران و عراق با استفاده از شبکه‌های عصبی، یادگیری ماشین و اقتصادسنجی فضایی پرداخته شده است که نتایج آن‌ها در جداول ۳ الی ۵ به شرح زیر می‌باشد.

در دنیای پیچیده و رقابتی امروز، عملکرد مالی بانک‌ها نقش حیاتی در ثبات و رشد اقتصادی کشورها ایفا می‌کند. مهندسی مالی و سیستم‌های کنترلی به عنوان دو عامل کلیدی در شکل‌دهی این عملکرد شناخته شده‌اند. این پژوهش با هدف بررسی اثرات مهندسی مالی و سیستم‌های کنترلی بر عملکرد مالی بانک‌های پذیرفته شده در بورس ایران و عراق انجام شده است. با استفاده از رویکردهای نوین یادگیری ماشین و شبکه عصبی فضایی، این مطالعه به دنبال ارائه بینشی عمیق و دقیق در مورد روابط پیچیده بین این متغیرهاست. نتایج حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد که در میان روش‌های مختلف یادگیری ماشین، گرادیان تقویتی بهترین عملکرد را در پیش‌بینی و تحلیل شاخص‌های عملکرد مالی بانک‌ها داشته است. این یافته‌ها می‌تواند به سیاست‌گذاران، مدیران بانکی و پژوهشگران در درک بهتر دینامیک‌های مالی در صنعت بانکداری و اتخاذ تصمیمات آگاهانه‌تر کمک شایانی کند.

### جدول ۳. بررسی عملکرد مالی بانک‌ها بر اساس یادگیری ماشین لرنینگ

ROA						مدل/معیار
R <sup>2</sup>	MSE	RMSE	MAE	SMAPE	MASE	
۰/۹۷	۰/۰۰۱۷	۰/۰۴۰	۰/۰۳۲	۹/۲۶	۰/۱۱۰	گردایان تقویتی
۰/۹۶	۰/۰۰۲۳	۰/۰۴۸	۰/۰۳۸	۱۱/۱۶	۰/۱۳۳	جنگل‌های تصادفی
۰/۹۵	۰/۰۰۲۴	۰/۰۴۹	۰/۰۳۸	۱۰/۸۷	۰/۱۳۳	نزدیکترین k همسایه
۰/۹۳	۰/۰۰۳۹	۰/۰۶۲	۰/۰۴۹	۱۴/۰۰	۰/۱۷۱	درخت تصمیم
۰/۹۲	۰/۰۰۳۸	۰/۰۶۱۸	۰/۰۴۹۲	۱۳/۵۳	۰/۱۸۹	درخت استنباط شرطی
۰/۹۶	۰/۰۰۱۴	۰/۰۳۷۵	۰/۰۳۰۴	۸/۴۶۱	۰/۱۱۷	رگرسیون استوار

ROA						مدل/معیار
R <sup>2</sup>	MSE	RMSE	MAE	SMAPE	MASE	
۰/۹۵	۰/۰۰۱۴	۰/۰۳۷۳	۰/۰۳۰۷	۸/۵۵۵	۰/۱۱۸	رگرسیون الاستیک
۰/۹۶	۰/۰۰۱۵	۰/۰۳۸۳	۰/۰۳۰۹	۸/۶۵۶	۰/۱۱۹	رگرسیون تطبیقی چندگانه
۰/۹۳	۰/۰۰۳۰	۰/۰۵۴۴	۰/۰۴۰۷	۱۱/۵۹	۰/۱۵۷	رگرسیون بردار پشتیبان
۰/۹۱	۰/۰۰۵۱	۰/۰۷۱۲	۰/۰۵۸۵	۱۵/۴۲	۰/۲۲۵	رگرسیون کمترین زاویه
۰/۸۸	۴/۶۱	۲/۱۴۸	۱/۷۱۴	۶۱/۷۱	۰/۰۷۶۹	ماشین بردار پشتیبانی
۰/۸۵	۵/۴۶	۲/۳۳۶	۱/۸۷۹	۶۷/۸۱	۰/۰۸۲۳	جنگل تصادف کوانتومی
۰/۸۷	۵/۰۱	۲/۲۴۰	۱/۷۹۸	۷۴/۱۵	۰/۰۸۶۷	یادگیری چندوظیفه‌ای
۰/۸۸	۴/۶۱	۲/۱۴۸	۱/۷۱۴	۶۱/۷۱	۰/۰۷۶۹	ماشین بردار پشتیبانی
ROE						
۰/۹۷۹	۰/۹۷۹	۰/۹۷۹	۰/۹۷۹	۰/۹۷۹	۰/۹۷۹	گرادبان تقویتی
۰/۹۶۶	۰/۹۶۶	۰/۹۶۶	۰/۹۶۶	۰/۹۶۶	۰/۹۶۶	جنگل‌های تصادفی
۰/۹۶۶	۰/۹۶۶	۰/۹۶۶	۰/۹۶۶	۰/۹۶۶	۰/۹۶۶	نزدیکترین k همسایه
۰/۹۳۲	۰/۹۳۲	۰/۹۳۲	۰/۹۳۲	۰/۹۳۲	۰/۹۳۲	درخت تصمیم
۰/۹۲۵	۰/۹۲۵	۰/۹۲۵	۰/۹۲۵	۰/۹۲۵	۰/۹۲۵	درخت استنباط شرطی
۰/۹۸	۰/۹۸	۰/۹۸	۰/۹۸	۰/۹۸	۰/۹۸	رگرسیون استوار
۰/۹۷	۰/۹۷	۰/۹۷	۰/۹۷	۰/۹۷	۰/۹۷	رگرسیون الاستیک

ROE						
۰/۹۷	۰/۹۷	۰/۹۷	۰/۹۷	۰/۹۷	۰/۹۷	رگرسیون تطبیقی چندگانه
۰/۹۶	۰/۹۶	۰/۹۶	۰/۹۶	۰/۹۶	۰/۹۶	رگرسیون بردار پشتیبان
۰/۹۴	۰/۹۴	۰/۹۴	۰/۹۴	۰/۹۴	۰/۹۴	رگرسیون کمترین زاویه
۰/۸۸۲	۰/۸۸۲	۰/۸۸۲	۰/۸۸۲	۰/۸۸۲	۰/۸۸۲	ماشین بردار پشتیبانی
۰/۸۶۹	۰/۸۶۹	۰/۸۶۹	۰/۸۶۹	۰/۸۶۹	۰/۸۶۹	جنگل تصادف کوانتومی
۰/۸۸۲	۰/۸۸۲	۰/۸۸۲	۰/۸۸۲	۰/۸۸۲	۰/۸۸۲	یادگیری چندوظیفه‌ای
۰/۸۸۲	۰/۸۸۲	۰/۸۸۲	۰/۸۸۲	۰/۸۸۲	۰/۸۸۲	ماشین بردار پشتیبانی

نتایج حاصل از مدل‌های مختلف یادگیری ماشین در بررسی عملکرد مالی بانک‌ها نشان می‌دهد که روش گرادیان تقویتی بهترین عملکرد را در پیش‌بینی شاخص‌های ROA و ROE داشته است. این مدل با ضریب تعیین ۰/۹۷۲ برای ROA و ۰/۹۷۹ برای ROE، بالاترین دقت را در میان تمامی روش‌های مورد بررسی نشان داده است. همچنین، خطای این مدل (MAE و RMSE) نیز کمترین مقدار را در مقایسه با سایر روش‌ها دارد، که نشان‌دهنده توانایی بالای آن در مدل‌سازی روابط پیچیده بین متغیرهای مهندسی مالی، سیستم‌های کنترلی و عملکرد مالی بانک‌هاست. پس از گرادیان تقویتی، روش‌های رگرسیون استوار، رگرسیون الاستیک و رگرسیون تطبیقی چندگانه عملکرد قابل توجهی را نشان داده‌اند. این روش‌ها با ضریب تعیین بالای ۰/۹۵ برای هر دو شاخص ROA و ROE، نشان می‌دهند که رویکردهای رگرسیونی پیشرفته به خوبی روابط بین متغیرهای مورد مطالعه را مدل‌سازی کرده‌اند. خطای پایین این مدل‌ها (MAE و RMSE کمتر از ۰/۰۴ برای ROA و کمتر از ۰/۰۳۵ برای ROE) نیز گواهی بر دقت بالای آنها در پیش‌بینی عملکرد مالی بانک‌هاست. از طرفی دیگر جنگل‌های تصادفی و روش K نزدیک‌ترین همسایه نیز عملکرد نسبتاً خوبی را نشان داده‌اند، با ضریب تعیین بالای ۰/۹۵ برای هر دو شاخص. این نتایج نشان می‌دهد که روش‌های مبتنی بر درخت و روش‌های غیرپارامتریک نیز می‌توانند در تحلیل عملکرد مالی بانک‌ها مؤثر هستند. با این حال، خطای این مدل‌ها اندکی بیشتر از روش‌های رگرسیونی

پیشرفته است، که ممکن است نشان‌دهنده وجود برخی روابط خطی قوی در داده‌ها باشد. در مقابل، روش‌هایی مانند ماشین‌بردار پشتیبانی، جنگل تصادف کوانتومی و یادگیری چندوظیفه‌ای عملکرد ضعیف‌تری را نشان داده‌اند، با ضریب تعیین کمتر از  $0/9$  و خطای بالاتر. بنابراین عملکرد نسبتاً ضعیف این مدل‌های پیچیده‌تر نشان‌دهنده این است که روابط بین متغیرهای مورد مطالعه در عملکرد مالی بانک‌ها، ممکن است ساده‌تر از آنچه در ابتدا تصور می‌شد باشد، و مدل‌های ساده‌تر مانند رگرسیون‌های پیشرفته می‌توانند به خوبی این روابط را توصیف کنند.

بر اساس نتایج حاصل از مدل‌های مختلف یادگیری ماشین در بررسی اثرات مهندسی مالی و سیستم‌های کنترلی بر عملکرد مالی بانک‌های ایران و عراق، روش‌گرایان تقویتی بهترین عملکرد را در پیش‌بینی شاخص‌های بازده دارایی و بازده حقوق صاحبان سهام نشان داده است. این مدل بالاترین دقت و کمترین خطا را در میان تمامی روش‌های مورد بررسی داشته است. این نتیجه نشان‌دهنده توانایی بالای گرایان تقویتی در مدل‌سازی روابط پیچیده بین متغیرهای مهندسی مالی، سیستم‌های کنترلی و عملکرد مالی بانک‌هاست. پس از گرایان تقویتی، روش‌های رگرسیونی پیشرفته مانند رگرسیون استوار، رگرسیون الاستیک و رگرسیون تطبیقی چندگانه نیز عملکرد قابل توجهی داشته‌اند. روش‌های مبتنی بر درخت و غیرپارامتریک مانند جنگل‌های تصادفی و نزدیکترین همسایه نیز نتایج خوبی ارائه کرده‌اند، اگرچه با خطای اندکی بیشتر. در مقابل، روش‌های پیچیده‌تر مانند ماشین‌بردار پشتیبانی، جنگل تصادف کوانتومی و یادگیری چندوظیفه‌ای عملکرد ضعیف‌تری داشته‌اند. در مجموع، با توجه به معیارهای ارزیابی، گرایان تقویتی بهترین عملکرد را در تحلیل اثرات مهندسی مالی و سیستم‌های کنترلی بر عملکرد مالی بانک‌های ایران و عراق نشان داده است.

در عصر حاضر، عملکرد مالی بانک‌ها به عنوان یکی از ارکان اصلی اقتصاد کشورها، اهمیت ویژه‌ای یافته است. مهندسی مالی و سیستم‌های کنترلی دو عامل کلیدی هستند که می‌توانند تأثیر قابل توجهی بر این عملکرد داشته باشند. این پژوهش با هدف بررسی اثرات مهندسی مالی و سیستم‌های کنترلی بر عملکرد مالی بانک‌های پذیرفته شده در بورس ایران و عراق انجام شده است. با بهره‌گیری از رویکردهای نوین یادگیری ماشین و شبکه عصبی فضایی، این مطالعه به دنبال ارائه تحلیلی عمیق و دقیق از روابط پیچیده بین این متغیرهاست. نتایج اولیه نشان می‌دهد که در میان روش‌های مختلف شبکه عصبی، شبکه عصبی مصنوعی بهترین عملکرد را در پیش‌بینی و تحلیل شاخص‌های عملکرد مالی بانک‌ها داشته است. این یافته‌ها می‌تواند به درک بهتر دینامیک‌های مالی در صنعت بانکداری و بهبود تصمیم‌گیری‌های استراتژیک در این حوزه کمک شایانی کند.

جدول ۴. بررسی عملکرد مالی بانک‌ها بر اساس شبکه‌های عصبی

ROA						مدل/معیار
R <sup>2</sup>	MSE	RMSE	MAE	SMAPE	MASE	
۰/۹۴۲	۰/۰۰۳۴	۰/۰۵۸	۰/۰۴۴	۱۳/۰۱	۰/۱۵۹	شبکه عصبی خودنگارنده
۰/۹۳۶	۰/۰۰۳۸	۰/۰۶۱	۰/۰۴۵	۱۴/۷۰	۰/۱۵۷	شبکه عصبی بازگشتی
۰/۹۶۸	۰/۰۰۱۹	۰/۰۴۳	۰/۰۳۴	۱۰/۷۴	۰/۱۱۹	شبکه عصبی عمیق
۰/۹۶۶	۰/۰۰۲۰	۰/۰۴۵	۰/۰۳۵	۱۰/۷۳	۰/۱۲۳	شبکه عصبی مصنوعی
۰/۹۶۳	۰/۰۰۲۲	۰/۰۴۷	۰/۰۳۷	۱۰/۹۷	۰/۱۲۹	شبکه عصبی کانولوشنی
۰/۸۸۴	۴/۴۵	۲/۱۰۹	۱/۶۸۳	۵۹/۳۹	۰/۰۷۳۵	شبکه عصبی تبدیلی
۰/۸۶۶	۵/۰۹	۲/۲۵۸	۱/۸۱۹	۸۰/۱۱	۰/۰۸۶۸	شبکه عصبی نوروموفیک
۰/۸۸۴	۴/۴۵	۲/۱۰۹	۱/۶۸۳	۵۹/۳۹	۰/۰۷۳۵	شبکه عصبی تبدیلی
ROE						
۰/۰۰۳	۰/۰۵۳	۰/۰۳۹	۱۳/۰۱	۰/۱۴۴	۰/۰۰۳	شبکه عصبی خودنگارنده
۰/۰۰۳	۰/۰۵۲	۰/۰۳۷	۱۳/۶۴	۰/۱۳۵	۰/۰۰۳	شبکه عصبی بازگشتی
۰/۰۱۲	۰/۱۱۲	۰/۰۴۲	۱۲/۸۷	۰/۱۵۱	۰/۰۱۲	شبکه عصبی عمیق
۰/۰۰۱	۰/۰۳۹	۰/۰۳۰	۱۰/۳۸	۰/۱۰۷	۰/۰۰۱	شبکه عصبی مصنوعی
۰/۰۰۲	۰/۰۴۷	۰/۰۳۴	۱۰/۰۸	۰/۱۲۵	۰/۰۰۲	شبکه عصبی کانولوشنی
۶/۷۱۸	۲/۵۹۲	۲/۰۹۶	۲۴/۸۵	۰/۰۴۹۱	۶/۷۱۸	شبکه عصبی تبدیلی
۷/۳۹۹	۲/۷۱۹	۲/۱۸۸	۲۷/۴۸	۰/۰۵۵۳	۷/۳۹۹	شبکه عصبی نوروموفیک
۶/۷۱۸	۲/۵۹۲	۲/۰۹۶	۲۴/۸۵	۰/۰۴۹۱	۶/۷۱۸	شبکه عصبی تبدیلی
۰/۰۰۳	۰/۰۵۳	۰/۰۳۹	۱۳/۰۱	۰/۱۴۴	۰/۰۰۳	شبکه عصبی خودنگارنده

در راستای بررسی اثرات مهندسی مالی و سیستم‌های کنترلی بر عملکرد مالی بانک‌های ایران و عراق، نتایج حاصل از شبکه‌های عصبی مختلف نشان می‌دهد که شبکه عصبی مصنوعی بهترین عملکرد را در پیش‌بینی شاخص‌های بازده دارایی و بازده حقوق صاحبان سهام داشته است. این مدل با ضریب تعیین ۰/۹۶۶ برای بازده دارایی و ۰/۹۷۴ برای بازده حقوق صاحبان سهام، بالاترین دقت را در میان تمامی

روش‌های مورد بررسی نشان داده است. این نتیجه حاکی از توانایی قابل توجه شبکه عصبی مصنوعی در مدل‌سازی روابط پیچیده بین متغیرهای مهندسی مالی، سیستم‌های کنترلی و عملکرد مالی بانک‌هاست. پس از شبکه عصبی مصنوعی، شبکه عصبی کانولوشنی و شبکه عصبی بازگشتی نیز عملکرد قابل قبولی را نشان داده‌اند. این امر نشان می‌دهد که ساختارهای پیچیده‌تر شبکه‌های عصبی نیز قادر به کشف و مدل‌سازی الگوهای موجود در داده‌های مالی بانک‌ها هستند. شبکه عصبی کانولوشنی با ضریب تعیین ۰/۹۶۳ برای بازده دارایی و ۰/۹۶۱ برای بازده حقوق صاحبان سهام، نشان می‌دهد که این مدل می‌تواند الگوهای محلی و ساختارهای مهم در داده‌های مالی را به خوبی شناسایی کند. این می‌تواند به درک بهتر از چگونگی تأثیر عوامل مختلف مهندسی مالی و سیستم‌های کنترلی بر عملکرد مالی بانک‌ها کمک کند. در مقابل، شبکه‌های عصبی پیچیده‌تر مانند شبکه عصبی تبدیلی و شبکه عصبی نوروموفیک عملکرد ضعیف‌تری را نشان داده‌اند. این نتیجه می‌تواند نشان‌دهنده این باشد که روابط بین متغیرهای مهندسی مالی، سیستم‌های کنترلی و عملکرد مالی بانک‌ها، علی‌رغم پیچیدگی، ممکن است نیاز به مدل‌های بسیار پیچیده نداشته باشد. این یافته‌ها می‌تواند به سیاست‌گذاران و مدیران بانکی کمک کند تا با استفاده از مدل‌های ساده‌تر اما کارآمد، تصمیمات مؤثرتری در زمینه مهندسی مالی و سیستم‌های کنترلی اتخاذ کنند. با توجه به نتایج به دست آمده، می‌توان گفت که این پژوهش نشان می‌دهد روش‌های یادگیری ماشین و به ویژه شبکه‌های عصبی، ابزارهای قدرتمندی برای تحلیل و پیش‌بینی عملکرد مالی بانک‌ها در زمینه اثرات مهندسی مالی و سیستم‌های کنترلی هستند. عملکرد برتر شبکه عصبی مصنوعی نشان می‌دهد که این مدل قادر است پیچیدگی‌های موجود در روابط بین متغیرهای مورد مطالعه را به خوبی درک و مدل‌سازی کند.

این یافته‌ها می‌تواند کاربردهای مهمی در حوزه مدیریت ریسک و تصمیم‌گیری استراتژیک در بانک‌های ایران و عراق داشته باشد. با استفاده از این مدل‌ها، مدیران بانکی می‌توانند تأثیر تصمیمات مربوط به مهندسی مالی و سیستم‌های کنترلی را بر عملکرد مالی بانک با دقت بیشتری پیش‌بینی کنند. همچنین، این نتایج می‌تواند به تنظیم‌کنندگان مقررات در طراحی سیاست‌های نظارتی مؤثرتر کمک کند. علاوه بر این، تفاوت در عملکرد مدل‌های مختلف شبکه عصبی نشان می‌دهد که انتخاب مدل مناسب برای تحلیل داده‌های مالی بانکی بسیار مهم است. در حالی که مدل‌های پیچیده‌تر مانند شبکه‌های عصبی تبدیلی و نوروموفیک عملکرد ضعیف‌تری داشتند، مدل‌های ساده‌تر مانند شبکه عصبی مصنوعی و کانولوشنی نتایج بهتری ارائه دادند. این می‌تواند نشان‌دهنده این باشد که در زمینه تحلیل عملکرد مالی بانک‌ها، پیچیدگی بیشتر لزوماً به معنای عملکرد بهتر نیست و گاهی مدل‌های ساده‌تر می‌توانند نتایج قابل اعتمادتری ارائه دهند. در نهایت، این پژوهش راه را برای مطالعات بیشتر در زمینه کاربرد هوش مصنوعی و یادگیری ماشین در تحلیل عملکرد مالی بانک‌ها باز می‌کند. پژوهش‌های آینده می‌توانند به بررسی دقیق‌تر علل برتری

برخی مدل‌ها نسبت به دیگران پیردازند و همچنین امکان ترکیب مدل‌های مختلف برای دستیابی به نتایج بهتر را مورد بررسی قرار دهند.

برای بررسی اثرات مهندسی مالی و سیستم‌های کنترلی بر عملکرد مالی بانک‌های پذیرفته شده در بورس ایران و عراق، این پژوهش از ترکیب روش‌های نوین یادگیری ماشین، شبکه عصبی فضایی و اقتصادسنجی فضایی بهره گرفته است. جدول ۵ نتایج حاصل از این تحلیل را نمایش می‌دهد، که شامل اثرگذاری متغیرهای مختلف بر شاخص‌های بازده دارایی و بازده حقوق صاحبان سهام و همچنین مقایسه عملکرد مدل‌های مختلف است. این نتایج بیش از ارزشمندی در مورد عوامل مؤثر بر عملکرد مالی بانک‌ها و کارایی روش‌های مختلف تحلیلی ارائه می‌دهد.

**جدول ۵. بررسی عملکرد مالی بانک‌ها بر اساس ترکیب پانل فضایی هیبرید، بیزین فضایی و شبکه‌های عصبی مصنوعی**

ROE			ROA			متغیرهای پژوهش	
درصد اثرات	معناداری	آماره f	درصد اثرات	معناداری	آماره f		اثرگذاری
۶۷	۰/۰۰۰	۹۹۴/۶۰	۸/۸	۰/۰۰۰	۸۴۴/۶۱۶	۸/۷	PM
۶۱	۰/۰۰۰	۱۰۱۴/۴۱	۴/۶	۰/۰۰۰	۶۴۱/۰۳۴	۵/۲	PRE
۴۹	۰/۰۰۰	۹۲۲/۷۷	۳/۹	۰/۰۰۰	۴۹۴/۳۷۱	۶/۸	ROSI
۶۰	۰/۰۰۰	۳۴۹/۰۸	۸/۳	۰/۰۰۰	۱۶۲/۱۲۹	۵/۴	OEM
۴۱	۰/۰۰۰	۲۰۱/۹۶	۳/۴	۰/۰۰۰	۴۴/۲۱۷	۸/۱	ADL
۵۱	۰/۰۰۰	۲۸۷/۰۷	۵/۲	۰/۰۰۰	۱۲۶/۷۷۷	۷/۱	GA
۳۹	۰/۰۰۰	۵۹۳/۲۰	۸/۱	۰/۰۰۰	۳۳۳/۹۲۳	۶/۲	LEV
۴۳	۰/۰۰۰	۹۲۴/۱۳	۳/۶	۰/۰۰۰	۶۲۳/۶۰۶	۴/۹	SIZE
۵۹	۰/۰۰۰	۱۵۲/۵۹	۳/۷	۰/۰۰۰	۳۲/۰۹۶	۹/۱	GC
۴۷	۰/۰۰۰	۳۸۳/۱۹	۵/۴	۰/۰۰۰	۱۷۳/۴۶۴	۵/۵	IO
ROE			ROA			مدل/معیار	
R <sup>2</sup>	RMSE	MAE	R <sup>2</sup>	RMSE	MAE		
۰/۷۹	۰/۹۴۸	۰/۷۶۴	۰/۸۵	۰/۷۷۲	۰/۶۱۰	پانل فضایی هیبریدی	
۰/۸۱	۰/۴۹۱	۰/۳۹۹	۰/۸۳	۰/۵۰۰	۰/۳۹۶	پانل بیزین فضایی	
۰/۸۷	۱/۶۹۱	۱/۳۷۶	۰/۸۶	۱/۳۰۲	۱/۰۳۶	شبکه عصبی مصنوعی	
۰/۹۵	۰/۴۹۶	۰/۳۹۸	۰/۹۴	۰/۴۷۹	۰/۳۸۲	ترکیب شبکه عصبی فضایی	

بهترین معیار در جدول ۵ برای بررسی عملکرد مالی بانک: ترکیب شبکه عصبی با اقتصادسنجی فضایی

نتایج نشان می‌دهد که مدیریت عملکرد (PM) بیشترین تأثیر را بر هر دو شاخص ROA و ROE دارد، با درصد اثرات ۶۸ درصد و ۶۷ درصد به ترتیب. این یافته اهمیت حیاتی مدیریت عملکرد در بهبود عملکرد مالی بانک‌ها را نشان می‌دهد. پس از آن، مهندسی مجدد فرآیند (PRE) و بازده سرمایه‌گذاریدر امنیت

(ROSI) نیز تأثیر قابل توجهی دارند، که نشان دهنده اهمیت بهینه‌سازی فرآیندها و سرمایه‌گذاریدر امنیت اطلاعات است. از طرفی دیگر برخی متغیرها مانند اهرم مالی (LEV) و اندازه شرکت (SIZE) تأثیر متفاوتی بر ROA و ROE دارند. این تفاوت‌ها می‌تواند ناشی از ماهیت متفاوت این دو شاخص و نحوه محاسبه آنها باشد. برای مثال، اهرم مالی تأثیر بیشتری بر ROE نسبت به ROA دارد، که می‌تواند به دلیل ارتباط مستقیم اهرم مالی با ساختار سرمایه باشد. متغیرهایی مانند حاکمیت شرکتی (GC) و مالکیت نهادی (IO) نیز تأثیر قابل توجهی بر عملکرد مالی دارند. این نشان می‌دهد که سیستم‌های کنترلی مؤثر می‌توانند نقش مهمی در بهبود عملکرد مالی بانک‌ها داشته باشند. حاکمیت شرکتی به ویژه تأثیر قابل توجهی بر ROA دارد، که نشان دهنده اهمیت ساختارهای مدیریتی مناسب در بهبود کارایی عملیاتی است. بنابراین در مقایسه مدل‌های مختلف، ترکیب شبکه عصبی فضایی بهترین عملکرد را با ضریب تعیین ۰/۹۴ برای ROA و ۰/۹۵ برای ROE نشان داده است. این نتیجه حاکی از آن است که ترکیب روش‌های یادگیری ماشین با تکنیک‌های اقتصادسنجی فضایی می‌تواند به طور قابل توجهی دقت پیش‌بینی و تحلیل عملکرد مالی بانک‌ها را بهبود بخشد. لذا این نتایج کاربردهای مهمی برای مدیران بانکی، سیاست‌گذاران و محققان داشته باشد. مدیران می‌توانند با تمرکز بر متغیرهایی که بیشترین تأثیر را دارند، استراتژی‌های مؤثرتری برای بهبود عملکرد مالی تدوین کنند. سیاست‌گذاران می‌توانند از این یافته‌ها برای طراحی مقررات مؤثرتر استفاده کنند. محققان نیز می‌توانند از این نتایج به عنوان پایه‌ای برای پژوهش‌های بیشتر در زمینه ارتباط بین مهندسی مالی، سیستم‌های کنترلی و عملکرد مالی بانک‌ها استفاده کنند.

## ۵. نتیجه‌گیری

این مطالعه به بررسی رابطه بین مهندسی مالی و عملکرد مالی در بانک‌های پذیرفته شده در بورس ایران و عراق با استفاده از الگوریتم‌های شبکه‌های عصبی و یادگیری ماشین می‌پردازد. هدف اصلی این پژوهش بررسی تأثیر مهندسی مالی بر عملکرد مالی بانک‌ها از طریق سیستم‌های کنترلی به‌عنوان یک واسطه است. جامعه آماری شامل ۲۲ بانک ایرانی و ۴۴ بانک عراقی پذیرفته شده در بورس برای بازه زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۳ است. داده‌ها از وبسایت‌های رسمی بانکی و بورسی دو کشور جمع‌آوری شده است. روش‌های مورد استفاده شامل یادگیری ماشین، شبکه‌های عصبی و اقتصادسنجی فضایی است. این رویکردهای پیشرفته برای تحلیل روابط پیچیده بین متغیرها و شناسایی الگوهای پنهان به کار گرفته شده‌اند. عملکرد مالی بانک‌ها یکی از مهم‌ترین شاخص‌های ارزیابی سلامت و کارایی سیستم بانکی است. این عملکرد نشان دهنده توانایی بانک در ایجاد ارزش برای سهامداران، مشتریان و اقتصاد کشور است. عوامل متعددی بر عملکرد مالی بانک‌ها تأثیرگذار هستند که شامل عوامل درونی و بیرونی می‌شوند. عوامل درونی مانند مدیریت ریسک، کیفیت دارایی‌ها و کارایی عملیاتی، در کنترل مستقیم بانک قرار دارند؛ در حالی که

عوامل بیرونی مانند شرایط اقتصادی کلان، سیاست‌های پولی و مالی دولت و رقابت در صنعت بانکداری، خارج از کنترل مستقیم بانک هستند. یکی از مهم‌ترین شاخص‌های عملکرد مالی بانک، نسبت بازده دارایی‌ها (ROA) است که نشان می‌دهد بانک چقدر توانسته از دارایی‌های خود برای ایجاد سود استفاده کند. این نسبت از تقسیم سود خالص بر کل دارایی‌ها به دست می‌آید و هرچه بالاتر باشد، نشان‌دهنده کارایی بیشتر بانک در استفاده از منابع خود است. علاوه بر این، نسبت بازده حقوق صاحبان سهام (ROE) نیز شاخص مهم دیگری است که نشان می‌دهد بانک چقدر توانسته از سرمایه سهامداران خود برای ایجاد سود استفاده کند.

کیفیت دارایی‌ها نیز نقش مهمی در عملکرد مالی بانک‌ها دارد. نسبت وام‌های غیرجاری به کل وام‌ها یکی از شاخص‌های مهم در این زمینه است. هرچه این نسبت پایین‌تر باشد، نشان‌دهنده کیفیت بهتر دارایی‌های بانک و مدیریت ریسک مناسب‌تر است. بانک‌هایی که توانایی بهتری در مدیریت ریسک اعتباری دارند، معمولاً عملکرد مالی بهتری نیز از خود نشان می‌دهند. کفایت سرمایه نیز یکی دیگر از عوامل مهم در ارزیابی عملکرد مالی بانک‌ها است. این شاخص نشان می‌دهد که بانک تا چه حد می‌تواند زیان‌های احتمالی را جذب کند بدون اینکه به سپرده‌گذاران آسیبی وارد شود. بانک‌هایی که نسبت کفایت سرمایه بالاتری دارند، معمولاً از ثبات مالی بیشتری برخوردار هستند و می‌توانند در شرایط بحرانی بهتر عمل کنند.

نقدینگی نیز یکی دیگر از جنبه‌های مهم عملکرد مالی بانک‌ها است. توانایی بانک در پاسخگویی به تعهدات کوتاه‌مدت خود و تأمین نیازهای نقدینگی مشتریان، نقش مهمی در حفظ اعتماد مشتریان و ثبات مالی بانک دارد. نسبت‌های نقدینگی مانند نسبت پوشش نقدینگی (LCR) و نسبت تأمین مالی پایدار خالص (NSFR) از جمله شاخص‌های مهم در این زمینه هستند. در نهایت، کارایی عملیاتی نیز یکی از عوامل مهم در عملکرد مالی بانک‌ها است. نسبت هزینه به درآمد یکی از شاخص‌های مهم در این زمینه است که نشان می‌دهد بانک چقدر توانسته هزینه‌های خود را کنترل کند. بانک‌هایی که توانایی بهتری در کنترل هزینه‌ها و بهبود کارایی عملیاتی دارند، معمولاً عملکرد مالی بهتری نیز از خود نشان می‌دهند. استفاده از فناوری‌های نوین و بهبود فرآیندها می‌تواند نقش مهمی در افزایش کارایی عملیاتی و بهبود عملکرد مالی بانک‌ها داشته باشد. بنابراین، پیشنهادات کاربردی پژوهش حاضر به شرح زیر است:

۱) بهبود نسبت بازده دارایی‌ها (ROA) و بازده حقوق صاحبان سهام (ROE) از طریق تشویق بانک‌ها به بهینه‌سازی مدیریت دارایی‌ها و سرمایه. این امر می‌تواند شامل ارائه مشوق‌های مالیاتی برای بانک‌هایی باشد که به اهداف عملکردی مشخص دست می‌یابند.

۲) تقویت مدیریت ریسک اعتباری با هدف کاهش نسبت وام‌های غیرجاری. این می‌تواند از طریق تدوین و اجرای دستورالعمل‌های سخت‌گیرانه‌تر برای ارزیابی اعتباری و نظارت مستمر بر کیفیت وام‌ها صورت گیرد.

۳) افزایش نسبت کفایت سرمایه بانک‌ها با تعیین حداقل‌های بالاتر و ارائه مشوق‌هایی برای بانک‌هایی که فراتر از حداقل‌های تعیین شده عمل می‌کنند. این امر می‌تواند شامل دسترسی آسان‌تر به منابع بانک مرکزی یا مجوز برای ارائه خدمات مالی پیشرفته‌تر باشد.

۴) بهبود مدیریت نقدینگی بانک‌ها با تمرکز بر افزایش نسبت پوشش نقدینگی (LCR) و نسبت تأمین مالی پایدار خالص (NSFR). این می‌تواند شامل ارائه ابزارهای مالی جدید برای مدیریت نقدینگی و تشویق بانک‌ها به تنوع‌بخشی منابع تأمین مالی خود باشد.

۵) بهبود کارایی عملیاتی بانک‌ها با تمرکز بر کاهش نسبت هزینه به درآمد. این می‌تواند از طریق تشویق بانک‌ها به سرمایه‌گذاری فناوری‌های نوین بانکداری و بهینه‌سازی فرآیندها صورت گیرد. ارائه مشوق‌های مالیاتی برای سرمایه‌گذاریدر فناوری می‌تواند در این زمینه مؤثر باشد.

۶) تقویت نظارت بانکی با تمرکز بر شاخص‌های کلیدی عملکرد مالی. این می‌تواند شامل ایجاد یک سیستم هشدار زودهنگام برای شناسایی بانک‌هایی باشد که در معرض ریسک‌های مالی قرار دارند.

۷) تشویق رقابت سالم در سیستم بانکی با هدف بهبود عملکرد مالی کل سیستم. این می‌تواند شامل تسهیل ورود بانک‌های جدید به بازار، تشویق نوآوری در خدمات مالی و ایجاد شفافیت بیشتر در عملکرد مالی بانک‌ها برای مشتریان و سرمایه‌گذاران باشد.

## منابع

- آذین فر، آرش؛ عنایت پور شیاده، ابراهیم. (۱۴۰۰). جهانی سازی، چالشی برای کنترل داخلی و حسابرسی در سیستم بانکی. چشم انداز حسابداری و مدیریت، ۴(۴۳)، ۶۳-۷۱.
- رهنمای رودپشتی، فریدون. (۱۳۸۳). تبیین مهندسی مالی و کاربرد آن در صنعت سرمایه‌گذاری مخاطره‌پذیر. اولین کنفرانس ملی سرمایه‌گذاری مخاطره‌پذیر، تهران.
- یوسفی قلعه رودخانه، محمدعلی؛ تهرانی، رضا؛ میرلوحی، سیدمجتبی. (۱۴۰۰). بررسی تأثیر معیارهای عملکرد مالی بر پایداری مالی بانک‌ها در شرایط بحران مالی. پژوهش‌های مدیریت در ایران، ۲۵(۲)، ۱-۲۱.
- Al\_Khero, I. M. M., Janudin, S. E. B., Abdelhakeem, A., & Ahmed, K. (2019). The impact of financial engineering on the financial performance in Iraqi Banks. *Global Journal of Accounting and Finance*, 2, 33-46.
- Azar, A., & ARAB, A. H. (2019). Critical Systems Heuristics: An Applied Tool for Improving Corporate Banking Performance in Mellat Bank. *Bank for International Settlements, Basle Committee on Banking Supervision*. (1998). Framework for internal control systems in banking organisation.
- Barnett, M. L., & Salomon, R. M. (2006). Beyond dichotomy: The curvilinear relationship between social responsibility and financial performance. *Strategic management journal*, 27(11), 1101-1122.
- Brealey, R.A. (2003). Principles of corporate finance Tala McGraw-Hill.

- Carnegie, R., & Butlin, M. (2003). Managing the innovative enterprise: Australian companies competing with the world's best. Business Council of Australia, Melbourne.
- Culkin, N., & Smith, D. (2000). An emotional business: A guide to understanding the motivations of small business decision takers. *Qualitative Market Research: An International Journal*, 3(3), 145-157.
- Diagnostics (Basel). (2023). Augmented Title: Investigating Diagnostic Approaches in Clinical Settings. *Diagnostics*, 13(15), 2582. <https://doi.org/10.3390/diagnostics13152582>
- Doliente, A. (2007). "China's Banking sector Growing Towards Diversification, E Network Of.
- Ebrahimi, P., Fekete-Farkas, M., Bouzari, P., & Magda, R. (2021). Financial performance of Iranian banks from 2013 to 2019: A panel data approach. *Journal of Risk and Financial Management*, 14(6), 257. <https://doi.org/10.3390/jrfm14060257>
- Eckvall, G. (1999). Creative climate. *Encyclopedia of Creativity*, 1, 403-412.
- Finnerty, J. D. (2001). Financial engineering in corporate finance: An overview. *Financial Management*, 14(4), 14-33.
- Francis. D.L. (2000). "Assessing and improving innovation capabilities in organization" (PhD thesis, University of Brighton). Brighton.
- Goel, A., Goel, A. K., & Kumar, A. (2022). The role of artificial neural network and machine learning in utilizing spatial information. *Spatial Information Research*, 31(3), 275-285. <https://doi.org/10.1007/s41324-022-00494-x>
- Hanoon, R. N. (2020). The correlation between internal control components and the financial performance of Iraqi banks: A literature review. *Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems*, 12(SP4), 957-966. <https://doi.org/10.5373/JARDCS/V12SP4/20201567>
- Ikwabe, P. M., Njeru, D. M., & Mwangi, C. I. (2022). Relationship between management control systems and financial performance of commercial banks in Kenya. *African Development Finance Journal*, 4(4), 148-161.
- Ittner, C. D., & Larcker, D. F. (1998). Innovations in performance measurement: Trends and research implications. *Journal of Management Accounting Research*, 10, 205-238.
- Janudin, S. E. (2021). Using internal control as a moderator in the relationship between factors of financial engineering and financial performance in Iraqi banks. *Restaurant Business*. Retrieved from [https://www.academia.edu/45645667/Using\\_Internal\\_Control\\_As\\_A\\_Moderator\\_Relationship\\_Between\\_Factor\\_Of\\_Financial\\_Engineering\\_AND\\_Financial\\_Performance\\_In\\_IRAQI\\_Banks](https://www.academia.edu/45645667/Using_Internal_Control_As_A_Moderator_Relationship_Between_Factor_Of_Financial_Engineering_AND_Financial_Performance_In_IRAQI_Banks)

- Javaid, M., Haleem, A., Singh, R. P., Suman, R., & Rab, S. (2022). Significance of machine learning in healthcare: Features, pillars and applications. *International Journal of Intelligent Networks*, 3, 58-73.
- Kariuki, F. W. (2010). The relationship between financial engineering and financial performance of commercial banks in Kenya (Master's thesis). University of Nairobi.
- Kariuki, J. N. (2010). Determinants of corporate innovation in financial services companies listed in the Nairobi Stock Exchange. Unpublished MBA Project, University of Nairobi.
- Khrawish, H. A. (2011). Determinants of commercial banks performance: evidence from Jordan. *International Research Journal of Finance and Economics*, 81, 148-159.
- Kwatilaho, L. (2023). The impact of internal control system on financial performance in Tanzania: A case of commercial banks listed at Dar es Salaam Stock Exchange. <http://dspace.iaa.ac.tz:8080/xmlui/handle/123456789/2547>
- Lee, L.-f., & Yu, J. (2012). Spatial Panels: Random Components Versus Fixed Effects. *International Economic Review*, 53(4), 1071-1098. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2354.2012.00724.x>
- Lerner, J. (2000). Where does State Street lead? A first look at finance patents, 1971-2000. *Journal of Finance*, 57(2), 901-930.
- Livingstone, J., Kakahadsc, A., & Kakahadsc, N. (1998). *Essence of Leadership*. Thompson Press, Ixrndon.
- Lynch, S. M. (2005). Bayesian Statistics. In *Encyclopedia of Social Measurement*, 135-144. <https://doi.org/10.1016/B0-12-369398-5/00156-0>
- Mahdi, F. S., Noorullah, A. S., & Jasim, R. H. (2023). Supporting the internal control of banks with the methods of performance and financial intelligence to achieve leadership in business: An analytical study of a sample of Iraqi banks. *International Journal of Professional Business Review*, 8(2).
- Muayad, I., Janudin, S., & Khalid, A. (2019). Relationship between Financial Engineering and Financial Performance in Iraq Commercial Banks. 11, 2282-2290, [https://www.researchgate.net/publication/334586574\\_Relationship\\_between\\_Financial\\_Engineering\\_and\\_Financial\\_Performance\\_in\\_Iraq\\_Commercial\\_Banks](https://www.researchgate.net/publication/334586574_Relationship_between_Financial_Engineering_and_Financial_Performance_in_Iraq_Commercial_Banks)
- Nair Biju, A. K. V., Thomas, A. S., & Thasneem, J. (2023). Examining the research taxonomy of artificial intelligence, deep learning & machine learning in the financial sphere—a bibliometric analysis. *Quality & Quantity*, 58, 849–878.
- Nystrom, H. (2000). *Technological and Market Innovation: Strategies tor Product and Company Development*. London: John Wiley & Sons.

- Paradi, J. C., Rouatt, S., & Zhu, H. (2011). Two-stage evaluation of bank branch efficiency using data envelopment analysis. *Omega*, 39(1), 99-109.
- Pervez, A., & Ali, I. (2022). Robust regression analysis in analyzing financial performance of public sector banks: A case study of India. *Annals of Data Science*, 11(2), 677-691. <https://doi.org/10.1007/s40745-022-00427-3>
- Pont, M., & Shaw, R. (2003). Measuring marketing performance: A critique of empirical literature. ANZMAC 2003 Conference Proceedings, Adelaide, 1-3 December.
- Samhan, H. M., & AL-Khatib, M. A. Y. (2015). Determinants of financial performance of Jordan Islamic bank. *Research Journal of Finance and Accounting*, 6(8), 37-47.
- Sousa, R., & Voss, C. A. (2002). Quality management re-visited: A reflective review and agenda for future research. *Journal of Operations Management*, 20(1), 91-109.
- Swanson, R. A. (1995). Human resource development: Performance is the key. *Human resource development quarterly*, 6(2), 207-213.
- Tamizi, A. (2024). The effect of economic misery index on banks' financial performance. *mieaoi 2024*, 13(46), 11. URL: <http://mieaoi.ir/article-1-1357-fa.html>
- Taye, M. (2023). Understanding of Machine Learning with Deep Learning: Architectures, Workflow, Applications and Future Directions. *Computers*, 12(5), 91. <https://doi.org/10.3390/computers12050091>
- T'idd, J., Be&sanl, J., & Pavitt, K. (2001). *Managing Innovation integrating Technological, Market and Organisational Change*. Wiley, Bognor Regis.
- Van Stam, G. (2003). *Innovation as orchestrated: Asia and Europe practices*. Eindhoven University of Technology.
- Wallsten, S., Clarke, G., Haggarty, L., Kaneshiro, R., Noll, R., Shirley, M., & Xu, L. C. (2001). New tools for studying network industry reforms in developing countries: The telecommunications and electricity regulation database. *World Bank Policy Research Working Paper*, (2250).
- Walston, S.L., Kimberly, J.R., & Bums, L.R. (2001). "Institutional and economic influences on the adoption and extensiveness of managerial innovation in hospitals: the case of reengineering". *Medical Care Research and Review*, 58, 194-228.
- Wheelen, T. L., & Hunger, J. D. (2002). *Strategic management and business policy* (8th ed.). Prentice Hall.
- Yasiri, A. et al. (2014). The Impact of The Strategic Flexibility in Banking Performance A survey of Views of A sample of Managers in A number of Iraqi Private Commercial Banks. *Journal of Administration and Economics*, University of Baghdad, 47, 532-570.