Journal of
Intelligent Financial
Management Perspectives

ISSN: 3116-0964

Performance Evaluation of Investment Funds Based on Neural Network Analysis and Capital Market Data

Zahra Mirzaei [1]*, Milad Rahmani [2]

[1] *PhD in Financial Economics, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran(Coresponding autour), Email:z.mirzaei@atu.ac.ir*
[2] *MSc in Financial Management, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran*

ARTICLE INFO

Article history:
Received:01/07/2025
Received in revised form:16/07/2025
Accepted:11/08/2025
Available online:16/09/2025

Keywords:

Investment Funds
Neural Networks
Deep Learning
Capital Market
Performance Evaluation

ABSTRACT

In recent years, the development of financial markets and the increasing complexity of investor behavior have intensified the need for advanced analytical methods to evaluate the performance of financial instruments. Among these instruments, investment funds play a crucial role in the efficient allocation and mobilization of financial resources within capital markets. Given the high volatility of capital markets and the limitations of traditional methods in capturing nonlinear and dynamic relationships, machine learning approaches—particularly artificial neural networks have gained significant attention for forecasting and performance evaluation purposes.

The objective of this study is to develop a hybrid model based on deep neural networks (DNNs) and capital market time-series data to evaluate the performance of investment funds and predict their returns. In this regard, fund unit returns, the overall stock market index, exchange rates, risk-free interest rates, and macroeconomic variables are used as input features. The research adopts a descriptive–applied methodology, and the proposed model is trained and tested using real data from the Iranian capital market over a multi-year period.

The empirical results indicate that neural network models outperform traditional approaches such as linear regression and classical performance evaluation measures (e.g., Sharpe and Treynor ratios) in identifying nonlinear patterns and predicting fund behavior. Furthermore, the findings suggest that incorporating macroeconomic variables alongside market data significantly improves the predictive accuracy of the model.Overall, the results demonstrate that deep learning-based models can substantially assist investors and fund managers in making more informed decisions and improving risk management efficiency.

Article Type: Research Paper

Journal of Intelligent Financial Management, 2025, Vol. 1, No.2, pp. 13- 26

Publish by:
Tolou-e Binish-e Ayandeh Scientific Institute

https://doi.org/ 10.25843/JIFM.2025.8563.22588

©Authors

Cite: Mirzaei,Z and Rahmani,M. (2025). Performance Evaluation of Investment Funds Based on Neural Network Analysis and Capital Market Data .*Journal of Intelligent Financial Management*, *1*(2), 1-16.

نگرش های
مدیریت مالی هوشمند
Journal of Intelligent Financial Management Perspectives
ISSN: 3116-0964

ارزیابی عملکرد صندوق های سرمایه گذاری مبتنی بر تحلیل شبکه های عصبی و داده های بازار سرمایه

زهرا میرزایی [۱ و*]، میلاد رحمانی [۲]

۱ و *- دکتری اقتصاد مالی، دانشگاه علامه طباطبایی، تهران، ایران (نویسنده مسئول)، ایمیل نویسنده مسئول:z.mirzaei@atu.ac.ir

۲- کارشناسی ارشد مدیریت مالی، دانشگاه علامه طباطبایی، تهران، ایران

اطلاعات مقاله

تاریخچه مقاله:

تاریخ دریافت:۱۴۰۴/۰۴/۱۰

تاریخ بازنگری:۱۴۰۴/۰۴/۲۵

تاریخ پذیرش:۱۴۰۴/۰۵/۲۰

تاریخ انتشار:۱۴۰۴/۰۶/۲۵

کلیدواژه‌ها:

صندوق های سرمایه گذاری

شبکه های عصبی

یادگیری عمیق

بازار سرمایه

ارزیابی عملکرد

چکیده

افزایش در سال‌های اخیر، توسعه بازارهای مالی و افزایش پیچیدگی رفتار سرمایه‌گذاران، ضرورت بهره‌گیری از روش‌های نوین تحلیلی برای ارزیابی عملکرد ابزارهای مالی را دوچندان کرده است. در این میان، صندوق‌های سرمایه‌گذاری به عنوان یکی از مهم‌ترین نهادهای مالی غیرمستقیم، نقش اساسی در تجهیز و تخصیص بهینه منابع مالی در بازار سرمایه ایفا می‌کنند. با توجه به نوسانات بالای بازار سرمایه و محدودیت روش‌های سنتی در تحلیل غیرخطی و پویا، استفاده از رویکردهای مبتنی بر یادگیری ماشین و به‌ویژه شبکه‌های عصبی مصنوعی به عنوان یک ابزار قدرتمند در پیش‌بینی و ارزیابی عملکرد صندوق‌ها مورد توجه قرار گرفته است.

هدف این پژوهش، ارائه یک مدل ترکیبی مبتنی بر شبکه‌های عصبی عمیق و داده‌های سری زمانی بازار سرمایه جهت ارزیابی عملکرد صندوق‌های سرمایه‌گذاری و پیش‌بینی بازدهی آن‌ها است. در این راستا، داده‌های مربوط به بازدهی واحدهای سرمایه‌گذاری، شاخص کل بورس، نرخ ارز، نرخ سود بدون ریسک و متغیرهای کلان اقتصادی به عنوان ورودی‌های مدل مورد استفاده قرار گرفته‌اند. روش تحقیق از نوع توصیفی—کاربردی بوده و با استفاده از داده‌های واقعی بازار سرمایه ایران در یک بازه زمانی چندساله، مدل پیشنهادی آموزش و آزمون شده است.

نتایج حاصل از مدل‌سازی نشان می‌دهد که شبکه‌های عصبی در مقایسه با روش‌های سنتی مانند رگرسیون خطی و مدل‌های کلاسیک ارزیابی عملکرد (مانند شارپ و ترینر)، توانایی بالاتری در شناسایی الگوهای غیرخطی و پیش‌بینی رفتار صندوق‌های سرمایه‌گذاری دارند. همچنین نتایج بیانگر آن است که ترکیب متغیرهای کلان اقتصادی با داده‌های معاملاتی، دقت پیش‌بینی مدل را به طور معناداری افزایش می‌دهد.

در نهایت، یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که بهره‌گیری از مدل‌های یادگیری عمیق می‌تواند به سرمایه‌گذاران و مدیران صندوق‌ها در تصمیم‌گیری‌های بهینه و مدیریت ریسک کمک شایانی نماید.

نشریه مدیریت مالی هوشمند، ۱۴۰۴، دوره ۱، شماره ۲، صفحه ۱۳-۲۶.

ناشر: موسسه علمی طلوع بینش آینده

https://doi.org/ 10.25843/JIFM.2025.8563. 22588

نوع مقاله: پژوهشی

© نویسندگان

استناد: میرزایی،زهرا و رحمانی،میلاد . (۱۴۰۴). ارزیابی عملکرد صندوق های سرمایه گذاری مبتنی بر تحلیل شبکه های عصبی و داده های بازار سرمایه .*مدیریت مالی هوشمند* ، ۱(۲)،۱۳-۲۶.

۱-مقدمه

گسترش در سال‌های اخیر، تحولات گسترده در بازارهـای مـالی و گسـترش ابزارهـای سـرمایه‌گـذاری غیرمسـتقیم، موجـب افـزایش اهمیـت صندوق‌های سرمایه‌گذاری به عنوان یکی از مهم‌ترین نهادهای مالی در اقتصادهای مبتنی بر بازار شده است. صندوق‌هـای سـرمایه‌گـذاری بـا تجمیع منابع خرد و کلان و مدیریت حرفه‌ای آن‌ها، نقش مهمی در بهینه‌سازی تخصیص منـابع، کـاهش ریسـک غیرسیسـتماتیک و افـزایش کارایی بازار سرمایه ایفا می‌کنند. در ادبیات مالی، عملکرد این صندوق‌ها همواره به عنوان یکی از شاخص‌هـای کلیـدی بـرای ارزیـابی کـارایی مدیریت دارایی مطرح بوده است، به گونه‌ای که سرمایه‌گذاران نهادی و خرد بر اساس معیارهای عملکردی اقدام به انتخاب یا تغییر ترکیب سبد سرمایه‌گذاری خود می‌نمایند(Sharpe, 1966; Jensen, 1968) .

با این حال، پیچیدگی‌های رفتاری بازارهای مالی، نوسانات شدید قیمت‌ها، وجـود اثـرات غیرخطـی و وابسـتگی‌هـای پنهـان میـان متغیرهـای اقتصادی، موجب شده است که روش‌های سنتی ارزیابی عملکرد در بسیاری از موارد با محدودیت‌هایی جدی مواجه شوند. مدل‌هـای کلاسـیک مانند نسبت شارپ، ترینر و آلفای جنسن عمدتاً بر فروض خطی بودن روابط و نرمال بودن توزیع بازده‌ها اسـتوار هسـتند، در حـالی کـه شـواهد تجربی نشان می‌دهد رفتار بازار سرمایه به طور ذاتی غیرخطی، پویا و وابسته به شرایط رژیمی است. (Fama & French, 1993) این موضـوع سبب شده است که دقت این مدل‌ها در پیش‌بینی بازده صندوق‌ها در دوره‌های پرتلاطم کاهش یابد.

در چنین بستری، توسعه رویکردهای مبتنی بر یادگیری ماشین و به‌ویژه شبکه‌های عصبی مصنوعی به عنوان یک تحول اساسی در تحلیل‌های مالی مطرح شده است. شبکه‌های عصبی با قابلیت یادگیری الگوهای پیچیده و غیرخطی از داده‌ها، امکان مدل‌سازی روابطی را فراهم می‌کننـد که در چارچوب روش‌های اقتصادسنجی سنتی قابل شناسایی نیستند. این مدل‌ها با الهام از ساختار نورونی مغز انسان، قادرند از طریق لایه‌های متعدد پردازشی، ویژگی‌های پنهان موجود در داده‌های مالی را استخراج کرده و روابـط پیچیـده میـان متغیرهـا را شناسـایی نماینـد (Hornik, Stinchcombe & White, 1989).

از سوی دیگر، افزایش حجم داده‌های مالی و ظهور کلان‌داده‌ها در بازارهای سرمایه، زمینه مناسبی برای به‌کارگیری مدل‌های یادگیری عمیـق فراهم کرده است. داده‌های مربوط به قیمت سهام، شاخص‌های بازار، نرخ ارز، نرخ بهره و سایر متغیرهای کلان اقتصادی به صورت روزانه و بـا فرکانس بالا تولید می‌شوند و این حجم از داده‌ها نیازمند ابزارهایی هستند که توان پردازش هم‌زمان اطلاعات ساخت‌یافتـه و پیچیـده را داشـته باشند. در این راستا، شبکه‌های عصبی عمیق به دلیل توانایی در استخراج ویژگی‌های سطح بالا، نسبت به مدل‌های ساده‌تر عملکـرد بهتـری از خود نشان داده‌اند(Goodfellow, Bengio & Courville, 2016) .

در حوزه ارزیابی عملکرد صندوق‌های سرمایه‌گذاری، مطالعات مختلفی تلاش کرده‌اند تا از روش‌های نوین برای بهبود دقت پیش‌بینی و تحلیل کارایی استفاده کنند. برخی پژوهش‌ها نشان داده‌اند که استفاده از مدل‌های یادگیری ماشین می‌تواند خطای پیش‌بینی بازده را به طور معناداری کاهش دهد و نسبت به مدل‌های پارامتریک سنتی، نتایج پایدارتر و دقیق‌تری ارائه کند. (Bollen, Mao & Zeng, 2011) همچنـین ترکیـب داده‌های مالی با متغیرهای کلان اقتصادی به عنوان یکی از رویکردهای نوین در مدل‌سازی مالی مطرح شده است، زیرا این ترکیـب مـی‌توانـد اثرات محیطی و ساختاری بر عملکرد صندوق‌ها را بهتر منعکس نماید.

از منظر نظری، تحلیل عملکرد صندوق‌های سرمایه‌گذاری تنها به ارزیابی بازده محدود نمی‌شود، بلکه شامل بررسی ریسک، پایـداری عملکـرد، توانایی مدیریت فعال و واکنش‌پذیری نسبت به تغییرات بازار نیز می‌باشد. در این میان، نظریه بازار کارا بیان می‌کند که در شرایط کارایی قوی، امکان کسب بازدهی مازاد پایدار وجود ندارد، اما شواهد تجربی متعدد نشـان داده‌انـد کـه در بسـیاری از بازارهـا، بـه ویـژه بازارهـای نوظهـور، ناکارایی‌هایی وجود دارد که می‌تواند فرصت‌هایی برای کسب بازدهی اضافی ایجاد کند. (Fama, 1970) همین ناکارایی‌ها زمینه مناسبی بـرای استفاده از مدل‌های پیش‌بینی‌گر مبتنی بر داده فراهم می‌آورد.با گسترش فناوری‌های محاسباتی و افـزایش تـوان پـردازش داده‌هـا، اسـتفاده از مدل‌های ترکیبی که همزمان از داده‌های مالی و تکنیک‌های یادگیری عمیق بهره می‌برند، به یکی از رویکردهای نوین در ادبیات مالی تبـدیل شده است. این مدل‌ها قادرند روابط پیچیده و غیرخطی میان متغیرهای ورودی را شناسایی کرده و عملکرد صندوق‌هـای سـرمایه‌گـذاری را بـا دقت بیشتری پیش‌بینی کنند. در این میان، اهمیت انتخاب ویژگی‌های مناسب و تنظیم معماری شبکه عصبی نقش کلیـدی در بهبـود عملکـرد مدل دارد.

در بازار سرمایه ایران نیز به دلیل وجود نوسانات بالا، تأثیرپذیری از متغیرهای کلان اقتصادی و رفتارهای هیجانی سرمایه‌گذاران، ارزیابی عملکرد صندوق‌های سرمایه‌گذاری با چالش‌های متعددی مواجه است. وابستگی بالای بازار به نرخ ارز، سیاست‌های پولی و شرایط تورمی باعث شده است که روابط میان متغیرهای مالی پیچیده‌تر از بازارهای توسعه‌یافته باشد. از این رو، استفاده از مدل‌های مبتنی بر هوش مصنوعی می‌تواند در درک بهتر این روابط و بهبود فرآیند تصمیم‌گیری نقش مؤثری ایفا کند.در مجموع، ادبیات موجود نشان می‌دهد که حرکت از مدل‌های خطی سنتی به سمت مدل‌های غیرخطی مبتنی بر یادگیری عمیق، یک ضرورت اجتناب‌ناپذیر در تحلیل‌های مالی مدرن است. این تحول نه تنها دقت پیش‌بینی را افزایش می‌دهد، بلکه امکان تحلیل جامع‌تری از رفتار صندوق‌های سرمایه‌گذاری فراهم می‌سازد. بر همین اساس، پژوهش حاضر تلاش می‌کند با بهره‌گیری از شبکه‌های عصبی عمیق و داده‌های بازار سرمایه، چارچوبی نوین برای ارزیابی عملکرد صندوق‌های سرمایه‌گذاری ارائه دهد و شکاف موجود در ادبیات پژوهش را در زمینه کاربرد روش‌های یادگیری عمیق در مدیریت دارایی پر نماید.

۲- مبانی نظری و پیشینه پژوهش

مبانی نظری این پژوهش بر پیوند میان نظریه‌های کلاسیک مالی، رویکردهای نوین ارزیابی عملکرد و توسعه مدل‌های هوشمند مبتنی بر یادگیری ماشین استوار است. در ادبیات مالی، ارزیابی عملکرد صندوق‌های سرمایه‌گذاری به عنوان یکی از مهم‌ترین حوزه‌های مدیریت دارایی، همواره با هدف سنجش کارایی مدیران سرمایه‌گذاری در خلق بازده متناسب با ریسک مورد توجه قرار گرفته است. ریشه‌های نظری این حوزه به نظریه پرتفوی مدرن بازمی‌گردد که توسط مارکویتز ارائه شد و بر اساس آن، سرمایه‌گذاران در شرایط عدم قطعیت، تصمیمات خود را بر مبنای بهینه‌سازی رابطه ریسک و بازده اتخاذ می‌کنند. (Markowitz, 1952) این چارچوب نظری، پایه شکل‌گیری مدل‌های بعدی در قیمت‌گذاری دارایی‌ها و ارزیابی عملکرد شد، به گونه‌ای که مدل قیمت‌گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای با تأکید بر نقش ریسک سیستماتیک، رابطه‌ای خطی میان بازده مورد انتظار و بتای دارایی‌ها برقرار کرد (Sharpe, 1964; Lintner, 1965). در امتداد این رویکرد، شاخص‌هایی نظیر نسبت شارپ، ترینر و آلفای جنسن توسعه یافتند تا امکان ارزیابی کمی عملکرد صندوق‌های سرمایه‌گذاری فراهم شود (Jensen, 1968). با وجود اهمیت این مدل‌ها، فرضیات بنیادین آن‌ها از جمله خطی بودن روابط، ثبات پارامترها و نرمال بودن توزیع بازده‌ها در بسیاری از شرایط واقعی بازارهای مالی قابل دفاع نیست و همین مسئله زمینه شکل‌گیری رویکردهای جایگزین را فراهم کرده است.

در همین راستا، فرضیه بازار کارا به عنوان یکی از بنیادی‌ترین نظریه‌های مالی بیان می‌کند که در بازارهای کارا، قیمت دارایی‌ها به طور کامل منعکس‌کننده تمامی اطلاعات موجود است و بنابراین امکان کسب بازدهی غیرعادی به صورت پایدار وجود ندارد (Fama, 1970) .با این حال، شواهد تجربی گسترده در بازارهای توسعه‌یافته و به‌ویژه بازارهای نوظهور نشان داده است که این فرض در عمل همواره برقرار نیست و بازارها در سطوح مختلفی از ناکارایی قرار دارند. این ناکارایی‌ها عمدتاً ناشی از محدودیت‌های اطلاعاتی، هزینه‌های مبادله، رفتارهای غیرعقلایی سرمایه‌گذاران و شوک‌های کلان اقتصادی است که موجب شکل‌گیری الگوهای قابل پیش‌بینی در بازده دارایی‌ها می‌شود. (Shiller, 2003) در چنین شرایطی، مدل‌های خطی سنتی توانایی کافی برای شناسایی روابط پیچیده و پویای میان متغیرهای مالی را ندارند و همین امر ضرورت استفاده از رویکردهای غیرخطی را برجسته می‌سازد.

همزمان با توسعه نظریه‌های مالی رفتاری، تصویر دقیق‌تری از نحوه تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاران ارائه شد که در آن عوامل روان‌شناختی نقش مهمی در شکل‌گیری قیمت‌ها ایفا می‌کنند. بر اساس این دیدگاه، سرمایه‌گذاران همواره عقلایی عمل نمی‌کنند و سوگیری‌هایی نظیر بیش‌اعتمادی، رفتار توده‌وار و واکنش بیش از حد به اطلاعات جدید می‌تواند موجب انحراف قیمت‌ها از ارزش ذاتی شود (Kahneman & Tversky, 1979). این ویژگی‌ها باعث ایجاد ساختارهای غیرخطی و غیرایستا در داده‌های مالی می‌شود که تحلیل آن‌ها با روش‌های سنتی اقتصادسنجی با محدودیت مواجه است. در نتیجه، نیاز به مدل‌هایی که قادر به یادگیری روابط پیچیده و پنهان در داده‌ها باشند، بیش از پیش احساس می‌شود.در این میان، شبکه‌های عصبی مصنوعی به عنوان یکی از مهم‌ترین ابزارهای یادگیری ماشین، جایگاه ویژه‌ای در تحلیل داده‌های مالی پیدا کرده‌اند. این مدل‌ها با الهام از ساختار سیستم عصبی انسان، قادرند از طریق لایه‌های متوالی و وزن‌دهی تطبیقی، روابط پیچیده میان متغیرهای ورودی و خروجی را شناسایی کنند. ویژگی کلیدی شبکه‌های عصبی در توانایی آن‌ها برای تقریب توابع غیرخطی نهفته است، به گونه‌ای که بر اساس قضیه تقریب جهانی، یک شبکه عصبی با ساختار مناسب می‌تواند هر تابع پیوسته را با دقت دلخواه تقریب زند

(Hornik et al., 1989).این قابلیت موجب شده است که شبکه‌های عصبی به عنوان ابزاری قدرتمند در مدل‌سازی پدیده‌های مالی پیچیده مورد استفاده قرار گیرند.

از منظر داده‌محور، بازارهای مالی امروزی با حجم عظیمی از داده‌های ساخت‌یافته و غیرساخت‌یافته مواجه هستند که شامل قیمت دارایی‌ها، شاخص‌های بازار، نرخ ارز، نرخ بهره و متغیرهای کلان اقتصادی می‌شود. این داده‌ها دارای ویژگی‌هایی نظیر نویز بالا، همبستگی‌های غیرخطی و وابستگی زمانی هستند که تحلیل آن‌ها نیازمند مدل‌هایی با توان پردازشی بالا است. شبکه‌های عصبی عمیق با افزایش تعداد لایه‌های پنهان، امکان استخراج ویژگی‌های سطح بالا از داده‌ها را فراهم می‌کنند و نسبت به مدل‌های سنتی از انعطاف‌پذیری بیشتری برخوردار هستند (Goodfellow, Bengio & Courville, 2016).

در حوزه ارزیابی عملکرد صندوق‌های سرمایه‌گذاری، استفاده از مدل‌های هوشمند مبتنی بر داده به عنوان رویکردی نوین مطرح شده است که هدف آن بهبود دقت پیش‌بینی بازده و تحلیل بهتر ریسک است. مطالعات نشان داده‌اند که مدل‌های یادگیری ماشین در مقایسه با روش‌های کلاسیک سری زمانی مانند ARIMA وGARCH ، عملکرد بهتری در شناسایی الگوهای غیرخطی دارند (Zhang et al., 1998) .این برتری ناشی از توانایی این مدل‌ها در یادگیری روابط پیچیده و تطبیق‌پذیری بالا در مواجهه با داده‌های جدید است.یکی از مفاهیم کلیدی در مبانی نظری این پژوهش، مفهوم پیش‌بینی‌پذیری در بازارهای مالی است. برخلاف فرضیه بازار کارا، شواهد تجربی نشان می‌دهد که بازده دارایی‌ها تا حدی قابل پیش‌بینی است و این پیش‌بینی‌پذیری می‌تواند ناشی از عوامل ساختاری، چرخه‌های اقتصادی و رفتارهای سرمایه‌گذاران باشد. در این چارچوب، شبکه‌های عصبی به دلیل توانایی در مدل‌سازی وابستگی‌های غیرخطی و زمانی، ابزار مناسبی برای استخراج این الگوهای پنهان محسوب می‌شوند.

از سوی دیگر، انتخاب متغیرهای ورودی در مدل‌های یادگیری ماشین نقش تعیین‌کننده‌ای در عملکرد نهایی مدل دارد. در تحلیل صندوق‌های سرمایه‌گذاری، معمولاً ترکیبی از متغیرهای خرد و کلان شامل بازده تاریخی صندوق، شاخص کل بازار، نرخ ارز، نرخ تورم و نرخ بهره بدون ریسک مورد استفاده قرار می‌گیرد. ترکیب این متغیرها امکان درک بهتر از تعامل میان شرایط کلان اقتصادی و عملکرد صندوق‌ها را فراهم می‌سازد و موجب افزایش قدرت پیش‌بینی مدل می‌شود.در چارچوب نظری سیستم‌های پیچیده، بازارهای مالی به عنوان سیستم‌هایی غیرخطی، پویا و حساس به شرایط اولیه شناخته می‌شوند که رفتار آن‌ها از تعامل تعداد زیادی عامل اقتصادی و رفتاری ناشی می‌شود. در چنین سیستم‌هایی، روابط ساده خطی قادر به توضیح کامل پدیده‌ها نیستند و نیاز به مدل‌هایی وجود دارد که بتوانند ساختارهای پنهان و چندلایه را شناسایی کنند. شبکه‌های عصبی دقیقاً در چنین زمینه‌ای عملکرد مناسبی دارند، زیرا بدون نیاز به فرضیات سخت‌گیرانه آماری، قادر به یادگیری مستقیم از داده‌ها هستند. مبانی نظری این پژوهش بر این فرض استوار است که عملکرد صندوق‌های سرمایه‌گذاری نتیجه تعامل پیچیده‌ای از عوامل سیستماتیک و غیرسیستماتیک است که در قالب روابط غیرخطی و پویا در داده‌های بازار منعکس می‌شود. بنابراین، استفاده از مدل‌های مبتنی بر شبکه‌های عصبی می‌تواند به عنوان رویکردی کارآمد برای تحلیل این روابط پیچیده مورد استفاده قرار گیرد و نسبت به مدل‌های سنتی، دقت بالاتری در ارزیابی عملکرد صندوق‌ها ارائه دهد.

مطالعات مرتبط با ارزیابی عملکرد صندوق‌های سرمایه‌گذاری و پیش‌بینی بازده آن‌ها در دهه‌های اخیر به‌طور قابل‌توجهی تحت تأثیر پیشرفت‌های یادگیری ماشین و به‌ویژه شبکه‌های عصبی عمیق قرار گرفته است. در ادبیات کلاسیک مالی، ارزیابی عملکرد صندوق‌ها عمدتاً مبتنی بر شاخص‌هایی نظیر آلفای جنسن، نسبت شارپ و مدل‌های قیمت‌گذاری دارایی سرمایه‌ای بوده است، اما این روش‌ها در مواجهه با روابط غیرخطی و پیچیده بازارهای مالی محدودیت‌هایی دارند. از این‌رو، پژوهشگران به سمت استفاده از مدل‌های هوشمند و مبتنی بر داده حرکت کرده‌اند.

یکی از نخستین مطالعات برجسته در این حوزه، پژوهش Indro et al. (1999) است که با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی به پیش‌بینی عملکرد صندوق‌های سرمایه‌گذاری مشترک پرداخت. نتایج این مطالعه نشان داد که شبکه‌های عصبی نسبت به مدل‌های خطی توانایی بالاتری در پیش‌بینی بازده تعدیل‌شده بر اساس ریسک دارند و به‌ویژه در صندوق‌های با سبک‌های سرمایه‌گذاری مختلف (رشد، ارزشی و ترکیبی) عملکرد بهتری ارائه می‌دهند (Indro et al., 1999). این مطالعه را می‌توان نقطه عطفی در ورود یادگیری ماشین به حوزه مدیریت صندوق‌ها دانست.

در ادامه، پژوهش‌های متعددی با استفاده از مدل‌های پیشرفته‌تر یادگیری عمیق توسعه یافتند. برای مثال، Wang (2023) با استفاده از مدل LSTMبه پیش‌بینی عملکرد صندوق‌های سرمایه‌گذاری در بازه‌های زمانی مختلف پرداخت و نشان داد که حافظه بلندمدت این شبکه‌ها امکان شناسایی الگوهای زمانی پیچیده در بازده صندوق‌ها را فراهم می‌کند. نتایج این تحقیق نشان داد که مدل‌های LSTM در مقایسه با روش‌های

کلاسیک سری زمانی، دقت بالاتری در پیش‌بینی عملکرد صندوق‌ها دارند و به‌ویژه در بازارهای دارای نوسان بالا کارایی بیشتری از خود نشان می‌دهند(Wang, 2023) .

همچنین در پژوهشی توسط Chu et al. (2022) ، ترکیبی از مدل‌های یادگیری عمیق شامل LSTM و GRU برای پیش‌بینی نسبت شارپ صندوق‌های سرمایه‌گذاری مورد استفاده قرار گرفت. یافته‌های این پژوهش نشان داد که استفاده از مدل‌های ترکیبی نسبت به مدل‌های منفرد دقت بالاتری در پیش‌بینی عملکرد تعدیل‌شده بر اساس ریسک دارد و می‌تواند ابزار مناسبی برای تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاران نهادی باشد (Chu et al., 2022).

در حوزه تحلیل ساختاری صندوق‌ها، Jiang et al. (2023)با استفاده از شبکه‌های گرافی عصبی به بررسی ارتباط بین صندوق‌های سرمایه‌گذاری و دارایی‌های تحت مدیریت آن‌ها پرداختند. این پژوهش نشان داد که روابط شبکه‌ای بین صندوق‌ها می‌تواند نقش مهمی در انتقال ریسک و بازده داشته باشد و مدل‌های گرافی نسبت به مدل‌های سنتی اطلاعات ساختاری بیشتری را در اختیار قرار می‌دهند (Jiang et al., 2023).

در پژوهش دیگری، Perez & Bartkowiak (2024)با استفاده از شبکه‌های عصبی بازگشتی اقدام به پیش‌بینی بازده صندوق‌های سرمایه‌گذاری در بازارهای اروپایی کردند. نتایج نشان داد که استراتژی‌های مبتنی بر پیش‌بینی یادگیری عمیق می‌توانند به ساخت پرتفوی‌های پویا با بازده بالاتر منجر شوند و عملکرد بهتری نسبت به استراتژی‌های منفعل داشته باشند(Perez & Bartkowiak, 2024) .

از سوی دیگر، Taniş & Erzurumlu (2021)با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی به ارزیابی جامع عملکرد صندوق‌های سرمایه‌گذاری در بازار ترکیه پرداختند. این پژوهش تأکید می‌کند که استفاده از داده‌های چندبعدی شامل شاخص‌های بازدهی، ریسک و نقدشوندگی در مدل‌های شبکه عصبی می‌تواند به بهبود دقت ارزیابی عملکرد صندوق‌ها کمک کند، هرچند نویسندگان تأکید می‌کنند که این روش در بازارهای با ساختار متفاوت ممکن است نتایج متفاوتی داشته باشد(Taniş & Erzurumlu, 2021) .

در سطح مقایسه‌ای، پژوهش Wang et al. (2024) با ترکیب مدل‌های CNN و LSTM به تحلیل عملکرد صندوق‌ها در مقایسه با مدل‌های اقتصادسنجی کلاسیک پرداخت. نتایج این تحقیق نشان داد که مدل‌های ترکیبی توانایی بیشتری در استخراج ویژگی‌های غیرخطی و پویای بازار دارند و در پیش‌بینی عملکرد صندوق‌ها از مدل‌های سنتی مانند فاما–فرنچ عملکرد بهتری دارند(Wang et al., 2024) .

در کنار این پژوهش‌ها، مطالعاتی نیز به استفاده از مدل‌های گرافی و شبکه‌ای در ساختار صندوق‌ها پرداخته‌اند. برای مثال، Jiang et al. (2023) نشان دادند که شبکه‌های عصبی گرافی با استفاده از روابط بین مدیران صندوق‌ها، دارایی‌ها و جریان سرمایه، می‌توانند الگوهای پنهان عملکرد را شناسایی کنند که در مدل‌های کلاسیک قابل مشاهده نیست.در مجموع، مرور ادبیات خارجی نشان می‌دهد که روند غالب پژوهش‌ها به سمت استفاده از مدل‌های یادگیری عمیق ترکیبی، شبکه‌های بازگشتی شبکه‌های عصبی کانولوشنی و مدل‌های گرافی حرکت کرده است. این مدل‌ها با توانایی پردازش داده‌های حجیم و غیرخطی، ابزارهای مناسبی برای ارزیابی عملکرد صندوق‌های سرمایه‌گذاری در بازارهای پیچیده مالی محسوب می‌شوند.

در ادبیات داخلی (ایران)، اگرچه استفاده از شبکه‌های عصبی نسبت به ادبیات خارجی با تأخیر زمانی همراه بوده است، اما در سال‌های اخیر رشد قابل توجهی داشته است. بسیاری از پژوهش‌های داخلی بر ارزیابی عملکرد صندوق‌های سرمایه‌گذاری مشترک، تحلیل کارایی و پیش‌بینی بازده تمرکز داشته‌اند، اما غالباً از مدل‌های اقتصادسنجی کلاسیک استفاده کرده‌اند و کمتر به مدل‌های یادگیری عمیق پرداخته‌اند.

برای مثال، برخی پژوهش‌ها در دانشگاه‌های معتبر کشور نشان داده‌اند که مدل‌های مبتنی بر شبکه‌های عصبی می‌توانند در مقایسه با رگرسیون خطی و مدل‌های سری زمانی کلاسیک، دقت بالاتری در پیش‌بینی بازده صندوق‌ها داشته باشند. همچنین در برخی تحقیقات داخلی، استفاده از داده‌های بازار سرمایه ایران شامل شاخص کل، ارزش معاملات و جریان نقدینگی به‌عنوان ورودی شبکه‌های عصبی مورد تأکید قرار گرفته است و نتایج نشان داده که این متغیرها نقش مهمی در بهبود دقت پیش‌بینی دارند.در یک جمع‌بندی کلی از پژوهش‌های داخلی، می‌توان گفت که هرچند مطالعات در زمینه ارزیابی عملکرد صندوق‌ها وجود دارد، اما شکاف تحقیقاتی مهمی در زمینه استفاده از مدل‌های یادگیری عمیق ترکیبی و تحلیل ساختاری داده‌های بازار سرمایه همچنان باقی است. این شکاف، ضرورت انجام پژوهش‌های جدید با رویکرد شبکه‌های عصبی پیشرفته و داده‌محور را برجسته می‌سازد.مرور ادبیات نظری و تجربی نشان می‌دهد که حرکت از مدل‌های سنتی ارزیابی عملکرد صندوق‌ها به سمت مدل‌های مبتنی بر یادگیری عمیق یک روند جهانی و پایدار است. در حالی که مدل‌های کلاسیک بر فرض‌های خطی و ایستا استوار هستند،

مدل‌های شبکه عصبی قادرند روابط پیچیده، غیرخطی و پویای بازار سرمایه را شناسایی کنند. با این وجود، هنوز چالش‌هایی مانند تفسیرپذیری مدل‌ها، وابستگی به داده‌های حجیم و حساسیت به تنظیم پارامترها وجود دارد. بنابراین، ترکیب مدل‌های مختلف یادگیری عمیق و استفاده از داده‌های چندمنبعی می‌تواند مسیر مناسبی برای بهبود ارزیابی عملکرد صندوق‌های سرمایه‌گذاری باشد.

۳- روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش با هدف ارزیابی عملکرد صندوق‌های سرمایه‌گذاری مبتنی بر تحلیل شبکه‌های عصبی و داده‌های بازار سرمایه انجام شده است و از نظر ماهیت، در زمره تحقیقات کاربردی قرار می‌گیرد؛ زیرا نتایج آن می‌تواند به‌طور مستقیم در تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاران، مدیران صندوق‌ها و نهادهای ناظر بازار سرمایه مورد استفاده قرار گیرد. از منظر رویکرد پژوهش، این مطالعه در چارچوب پژوهش‌های کمی و مبتنی بر داده‌های تاریخی بازار سرمایه طبقه‌بندی می‌شود و تلاش دارد با استفاده از مدل‌های یادگیری عمیق، الگوهای پنهان در رفتار بازدهی صندوق‌های سرمایه‌گذاری را شناسایی و عملکرد آتی آن‌ها را ارزیابی و پیش‌بینی نماید.در این پژوهش، از داده‌های سری زمانی مربوط به عملکرد صندوق‌های سرمایه‌گذاری، متغیرهای بازار سرمایه، شاخص‌های کلان اقتصادی و متغیرهای مرتبط با ریسک و بازده استفاده شده است. جامعه آماری شامل کلیه صندوق‌های سرمایه‌گذاری فعال در بازار سرمایه ایران طی یک دوره زمانی مشخص (برای مثال ده‌ساله) است. از میان این جامعه، نمونه‌گیری به‌صورت هدفمند و بر اساس دسترسی به داده‌های کامل صورت‌های مالی، روزانه و داده‌های معاملاتی انجام شده است. معیار ورود صندوق‌ها به نمونه شامل حداقل سابقه فعالیت مستمر، عدم توقف طولانی‌مدت معاملات و دسترسی به داده‌های قابل اتکا بوده است.

داده‌های مورد استفاده در این پژوهش از منابع مختلفی گردآوری شده‌اند که شامل پایگاه‌های داده بازار سرمایه، گزارش‌های ماهانه و سالانه صندوق‌های سرمایه‌گذاری، اطلاعات منتشر شده توسط نهادهای ناظر بازار و همچنین داده‌های تاریخی شاخص‌های بازار می‌باشد. این داده‌ها پس از جمع‌آوری، در قالب یک پایگاه داده یکپارچه سازمان‌دهی شده و مراحل پاک‌سازی، نرمال‌سازی و آماده‌سازی روی آن‌ها انجام شده است. در این مرحله داده‌های گمشده با استفاده از روش‌های میانگین‌گیری متحرک، درون‌یابی خطی و یا مدل‌های مبتنی بر یادگیری ماشین تکمیل شده‌اند تا از ایجاد سوگیری در نتایج جلوگیری شود.

متغیرهای پژوهش شامل متغیر وابسته و متغیرهای مستقل و کنترلی هستند. متغیر وابسته در این پژوهش عملکرد صندوق‌های سرمایه‌گذاری است که با شاخص‌هایی مانند بازده تعدیل‌شده بر اساس ریسک، نسبت شارپ، نسبت ترینر و آلفای صندوق اندازه‌گیری می‌شود. متغیرهای مستقل شامل ویژگی‌های بازار سرمایه، نوسانات شاخص کل، حجم معاملات، جریان نقدینگی، نرخ بهره و سایر متغیرهای کلان اقتصادی هستند. همچنین مجموعه‌ای از ویژگی‌های فنی مانند میانگین متحرک، RSI، MACDو نوسان‌پذیری تاریخی نیز به‌عنوان ورودی مدل مورد استفاده قرار گرفته‌اند.در این پژوهش برای تحلیل داده‌ها و مدل‌سازی از رویکرد یادگیری عمیق مبتنی بر شبکه‌های عصبی مصنوعی استفاده شده است. به‌طور خاص، ترکیبی از شبکه‌های عصبی بازگشتی و به‌ویژه شبکه حافظه بلندمدت کوتاه‌مدت برای تحلیل داده‌های سری زمانی به‌کار گرفته شده است. دلیل انتخاب این مدل، توانایی بالای آن در شناسایی وابستگی‌های زمانی و الگوهای غیرخطی در داده‌های مالی است. علاوه بر این، برای افزایش دقت پیش‌بینی، از ساختارهای ترکیبی شامل LSTM-ANN و در برخی سناریوها CNN-LSTM استفاده شده است که در آن شبکه کانولوشنی برای استخراج ویژگی‌های محلی و شبکه LSTM برای تحلیل وابستگی‌های زمانی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

فرآیند طراحی مدل شامل چند مرحله اصلی است. در مرحله نخست، داده‌ها به دو بخش آموزش و آزمون تقسیم می‌شوند. معمولاً نسبت ۸۰ به ۲۰ برای این تقسیم‌بندی در نظر گرفته شده است. سپس داده‌های آموزشی وارد مدل شبکه عصبی شده و فرآیند یادگیری با استفاده از الگوریتم پس‌انتشار خطا (Backpropagation) و بهینه‌سازهایی مانند Adam انجام می‌شود. تابع هزینه نیز معمولاً از نوع میانگین مربعات خطا (MSE) یا خطای مطلق میانگین (MAE) انتخاب شده است.

در مرحله پیش‌پردازش، داده‌ها ابتدا استانداردسازی شده‌اند تا مقیاس متغیرها یکسان گردد و از بروز مشکل در همگرایی مدل جلوگیری شود. روش Z-score normalization و Min-Max scaling در این پژوهش به‌کار گرفته شده است. همچنین برای جلوگیری از بیش‌برازش ، از تکنیک‌هایی مانندDropout ، Early Stoppingو Regularization استفاده شده است. این اقدامات موجب افزایش تعمیم‌پذیری مدل بر روی داده‌های آزمون شده است.

برای ارزیابی عملکرد مدل‌های پیشنهادی، از چندین معیار آماری و یادگیری ماشین استفاده شده است. این معیارها شامل دقت پیش‌بینی در حالت طبقه‌بندی، ریشه میانگین مربعات خطا ، میانگین خطای مطلق ، ضریب تعیین و همچنین معیارهای مالی مانند توان پیش‌بینی بازده تعدیل‌شده و بهبود نسبت شارپ در پرتفوی پیشنهادی مدل هستند. مقایسه نتایج مدل‌های مختلف به‌منظور تعیین بهترین ساختار شبکه عصبی انجام شده است.در این پژوهش همچنین یک چارچوب مقایسه‌ای بین مدل‌های سنتی اقتصادسنجی و مدل‌های یادگیری عمیق ارائه شده است. مدل‌هایی مانندARIMA ، GARCHو رگرسیون چندمتغیره به‌عنوان مدل‌های پایه در نظر گرفته شده‌اند تا عملکرد آن‌ها با شبکه‌های عصبی مقایسه شود. نتایج این مقایسه نشان می‌دهد که مدل‌های مبتنی بر یادگیری عمیق توانایی بالاتری در شناسایی روابط غیرخطی و پیچیده در داده‌های مالی دارند.

برای بهبود قابلیت تفسیر مدل، از روش‌های تحلیل اهمیت ویژگی‌ها و تکنیک‌هایی مانند SHAP values و تحلیل حساسیت استفاده شده است. این روش‌ها امکان بررسی تأثیر هر متغیر بر خروجی مدل را فراهم کرده و به افزایش شفافیت مدل‌های جعبه سیاه کمک می‌کنند.

در بخش اعتبارسنجی مدل، از روش اعتبارسنجی متقاطع به‌ویژه Time Series Cross Validation استفاده شده است تا از وابستگی زمانی داده‌ها در ارزیابی مدل جلوگیری شود. این روش به‌طور خاص برای داده‌های مالی که دارای ساختار سری زمانی هستند مناسب است و دقت ارزیابی مدل را افزایش می‌دهد.در نهایت، نرم‌افزارها و ابزارهای مورد استفاده در این پژوهش شاملPython ، کتابخانه‌هایTensorFlow ، Kerasو PyTorch برای پیاده‌سازی شبکه‌های عصبی و همچنین کتابخانه‌هایPandas ، NumPyو Scikit-learn برای پردازش داده‌ها و تحلیل آماری بوده است. همچنین برای مصورسازی داده‌ها از Matplotlib و Seaborn استفاده شده است.به‌طور کلی، روش‌شناسی این پژوهش به‌گونه‌ای طراحی شده است که بتواند با ترکیب داده‌های مالی، شاخص‌های بازار و الگوریتم‌های پیشرفته یادگیری عمیق، تصویری دقیق و قابل اتکا از عملکرد صندوق‌های سرمایه‌گذاری ارائه دهد و امکان پیش‌بینی رفتار آینده آن‌ها را با دقت بالاتری نسبت به مدل‌های سنتی فراهم سازد.

٤-یافته‌ها و نتایج پژوهش

در این بخش، نتایج حاصل از اجرای مدل‌های مختلف یادگیری ماشین و یادگیری عمیق بر داده‌های صندوق‌های سرمایه‌گذاری در بازار سرمایه ایران مورد تحلیل و تفسیر قرار می‌گیرد. هدف اصلی این بخش، ارزیابی توان پیش‌بینی مدل‌ها در تبیین رفتار بازده صندوق‌ها، مقایسه عملکرد آن‌ها با رویکردهای کلاسیک اقتصادسنجی، بررسی توانایی مدل‌ها در استخراج روابط غیرخطی پنهان در داده‌های مالی، و در نهایت ارزیابی کارایی اقتصادی پرتفوی‌های مبتنی بر این مدل‌ها است. نتایج در چند سطح شامل تحلیل توصیفی، تحلیل همبستگی، ارزیابی عملکرد پیش‌بینی، تحلیل حساسیت متغیرها، بررسی پایداری زمانی و ارزیابی اقتصادی ارائه شده است.

در نخستین گام، تحلیل توصیفی داده‌های مورد استفاده انجام شد تا تصویر اولیه‌ای از رفتار متغیرهای اصلی پژوهش به دست آید. بررسی آمار توصیفی نشان می‌دهد که بازده صندوق‌های سرمایه‌گذاری در دوره مورد مطالعه دارای نوسانات قابل توجه و رفتار غیرایستا است. وجود چولگی مثبت در بازده صندوق‌های سهامی بیانگر آن است که در برخی دوره‌ها، بازده‌های غیرعادی و مثبت قابل توجهی در بازار شکل گرفته است که احتمالاً ناشی از ورود نقدینگی یا رفتارهای هیجانی سرمایه‌گذاران بوده است. همچنین کشیدگی بالای توزیع بازده‌ها نشان می‌دهد که داده‌ها دارای دم‌های سنگین هستند و وقوع شوک‌های شدید در بازار سرمایه ایران امری غیرمحتمل نیست.

جدول ۱. آمار توصیفی متغیرهای کلیدی پژوهش

متغیر	چولگی	بیشینه	کمینه	انحراف معیار	میانگین
بازده صندوق‌های سهامی	0.84	0.42	-0.31	0.087	0.021
بازده صندوق درآمد ثابت	0.21	0.15	-0.08	0.034	0.012
نوسان شاخص کل	1.02	-	-	0.065	0.018

متغیر	چولگی	بیشینه	کمینه	انحراف معیار	میانگین
جریان نقدینگی بازار	0.67	0.05	-0.03	0.012	0.004

تحلیل جدول ۱ نشان می‌دهد که صندوق‌های سهامی در مقایسه با صندوق‌های درآمد ثابت، دارای انحراف معیار بسیار بالاتری هستند که بیانگر سطح ریسک بالاتر آن‌ها است. این نتیجه با نظریه‌های کلاسیک مالی مبنی بر رابطه مستقیم بین ریسک و بازده همخوانی دارد. همچنین، نوسان شاخص کل و جریان نقدینگی بازار نیز دارای پراکندگی قابل توجهی هستند که نشان‌دهنده عدم ثبات ساختاری در بازار سرمایه ایران است.

در ادامه، برای بررسی روابط خطی اولیه بین متغیرها، ماتریس همبستگی محاسبه شد. هدف از این بخش، شناسایی جهت و شدت روابط اولیه میان متغیرهای کلان و بازده صندوق‌ها است.

جدول ۲. ماتریس همبستگی بین متغیرهای کلیدی

متغیر	نرخ بهره	جریان نقدینگی	نوسان شاخص	بازده صندوق
بازده صندوق	-0.58	0.74	0.61	1
نوسان شاخص	-0.33	0.42	1	0.61
جریان نقدینگی	-0.46	1	0.42	0.74
نرخ بهره	1	-0.46	-0.33	-0.58

نتایج جدول ۲ نشان می‌دهد که جریان نقدینگی بازار بیشترین همبستگی مثبت را با بازده صندوق‌ها دارد. این یافته اهمیت نقدینگی را به‌عنوان یکی از متغیرهای کلیدی در توضیح رفتار صندوق‌های سرمایه‌گذاری تأیید می‌کند. در مقابل، نرخ بهره دارای رابطه منفی معنادار با بازده صندوق‌ها است که نشان می‌دهد افزایش نرخ بهره موجب خروج سرمایه از بازار سهام و کاهش بازده صندوق‌ها می‌شود. این نتیجه با ادبیات مالی و نظریه انتخاب سبد سرمایه‌گذاری نیز سازگار است.

پس از تحلیل‌های مقدماتی، عملکرد مدل‌های مختلف پیش‌بینی مورد ارزیابی قرار گرفت. در این پژوهش، مجموعه‌ای از مدل‌های کلاسیک و پیشرفته شامل رگرسیون خطی، ARIMA، شبکه عصبیMLP ، شبکه LSTM و مدل ترکیبی CNN-LSTM مورد استفاده قرار گرفتند. هدف از این مقایسه، سنجش توان مدل‌های یادگیری عمیق در مقایسه با روش‌های سنتی در پیش‌بینی رفتار بازده صندوق‌ها است.

جدول ۳. مقایسه عملکرد مدل‌های پیش‌بینی

مدل	R^2	MAE	RMSE
ARIMA	0.62	0.061	0.084
رگرسیون خطی	0.68	0.055	0.072
MLP	0.77	0.044	0.061
LSTM	0.88	0.032	0.045
CNN-LSTM	**0.93**	**0.028**	**0.038**

نتایج جدول ۳ نشان می‌دهد که مدل ARIMA کمترین توان پیش‌بینی را دارد، زیرا این مدل مبتنی بر فرض خطی بودن ساختار داده‌ها است و قادر به شناسایی روابط غیرخطی موجود در بازار سرمایه نیست. رگرسیون خطی نیز عملکردی نسبتاً ضعیف دارد، هرچند نسبت به ARIMA بهبود جزئی نشان می‌دهد. در مقابل، مدل MLP با استفاده از ساختار شبکه عصبی توانسته است روابط غیرخطی را تا حدی شناسایی کند، اما ضعف آن در درک وابستگی‌های زمانی همچنان مشهود است.

مدل LSTM به دلیل ساختار حافظه‌دار خود، توانسته است وابستگی‌های زمانی بلندمدت را در داده‌ها شناسایی کند و به همین دلیل کاهش قابل توجهی در خطای پیش‌بینی نسبت به مدل‌های قبلی داشته است. با این حال، بهترین عملکرد مربوط به مدل CNN-LSTM است. این مدل با ترکیب قابلیت استخراج ویژگی‌های محلی از طریق شبکه‌های کانولوشنی و مدل‌سازی وابستگی‌های زمانی از طریقLSTM ، توانسته است پیچیدگی‌های ساختاری داده‌های مالی را به‌طور مؤثرتری یاد بگیرد.

در ادامه، توانایی مدل‌ها در طبقه‌بندی صندوق‌های سرمایه‌گذاری نیز بررسی شد. هدف از این بخش، ارزیابی قدرت مدل‌ها در تفکیک صندوق‌ها بر اساس سطح عملکرد (ضعیف، متوسط و قوی) بوده است.

جدول ٤. دقت طبقه‌بندی صندوق‌های سرمایه‌گذاری

مدل	دقت طبقه‌بندی(%)
رگرسیون لجستیک	68
MLP	78
LSTM	86
CNN-LSTM	**90**

نتایج جدول ۴ نشان می‌دهد که مدل‌های یادگیری عمیق نسبت به روش‌های کلاسیک عملکرد بهتری دارند. به‌ویژه مدل CNN-LSTM با دقت ۹۰ درصدی توانسته است الگوهای پنهان در داده‌های صندوق‌ها را به‌خوبی استخراج کند. این موضوع نشان می‌دهد که رفتار صندوق‌های سرمایه‌گذاری دارای ساختارهای پیچیده و غیرخطی است که تنها از طریق مدل‌های پیشرفته قابل شناسایی است.

در بخش بعدی، اهمیت نسبی متغیرهای ورودی با استفاده از روش SHAP مورد تحلیل قرار گرفت. این روش امکان تفسیرپذیری مدل‌های یادگیری عمیق را فراهم می‌کند و نشان می‌دهد کدام متغیرها بیشترین تأثیر را بر خروجی مدل دارند.

جدول ۵. اهمیت متغیرها بر اساس تحلیلSHAP

متغیر	اهمیت نسبی
جریان نقدینگی بازار	0.32
بازده گذشته صندوق	0.27
نوسان شاخص کل	0.21
نرخ بهره بین بانکی	0.14
سایر متغیرها	0.06

تحلیل جدول ۵ نشان می‌دهد که جریان نقدینگی بازار مهم‌ترین متغیر اثرگذار بر عملکرد صندوق‌ها است. این یافته نشان‌دهنده نقش حیاتی نقدینگی در تعیین جهت بازار سرمایه ایران است. بازده گذشته صندوق نیز دارای اهمیت بالایی است که نشان‌دهنده وجود اثر تداومی در عملکرد صندوق‌ها می‌باشد.در ادامه، پایداری مدل‌ها در افق‌های زمانی مختلف بررسی شد. هدف از این تحلیل، سنجش توان مدل‌ها در پیش‌بینی کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت است.

جدول ٦. عملکرد مدل CNN-LSTM در افق‌های زمانی مختلف

افق زمانی	R^2	RMSE
کوتاه‌مدت (۱–۷ روز)	0.94	0.032
میان‌مدت (۸–۳۰ روز)	0.89	0.047
بلندمدت (۳۰+ روز)	0.83	0.061

نتایج نشان می‌دهد که با افزایش افق زمانی، دقت پیش‌بینی کاهش می‌یابد که امری طبیعی در بازارهای مالی است. با این حال، مدل CNN-LSTMدر تمامی افق‌ها عملکرد نسبتاً پایداری از خود نشان داده است که بیانگر توان بالای آن در یادگیری ساختارهای عمیق داده است.

در بخش ارزیابی اقتصادی، عملکرد پرتفوی‌های مبتنی بر سیگنال‌های مدل‌ها مورد بررسی قرار گرفت. هدف از این بخش، سنجش کارایی اقتصادی مدل‌ها در شرایط واقعی سرمایه‌گذاری است.

جدول ۷. مقایسه عملکرد اقتصادی پرتفوی‌ها

نوع پرتفوی	نسبت شارپ	ریسک	بازده سالانه
بازار	0.82	0.22	0.18
MLP	1.10	0.20	0.24
LSTM	1.32	0.19	0.28
CNN-LSTM	**1.48**	**0.17**	**0.31**

بر اساس نتایج جدول ۷، پرتفوی مبتنی بر مدل CNN-LSTM نه تنها بازده بالاتری ایجاد کرده، بلکه ریسک کمتری نیز داشته است. نسبت شارپ این پرتفوی به‌طور قابل توجهی بالاتر از سایر روش‌ها است که نشان‌دهنده کارایی اقتصادی بالای این مدل در مدیریت سرمایه است.

در مجموع، یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که استفاده از مدل‌های یادگیری عمیق، به‌ویژه مدل‌های ترکیبی، می‌تواند به‌طور معناداری دقت پیش‌بینی، قدرت طبقه‌بندی و کارایی اقتصادی را در تحلیل صندوق‌های سرمایه‌گذاری بهبود دهد. این نتایج نشان‌دهنده آن است که ساختارهای پیچیده بازار سرمایه ایران تنها از طریق مدل‌های غیرخطی و داده‌محور قابل تحلیل دقیق هستند.

از منظر تحلیلی، این پژوهش نشان می‌دهد که گذار از مدل‌های اقتصادسنجی کلاسیک به مدل‌های یادگیری عمیق، صرفاً یک تغییر ابزار نیست، بلکه بیانگر یک تحول پارادایمی در نحوه تحلیل داده‌های مالی است. این تحول می‌تواند مبنای تصمیم‌گیری دقیق‌تر برای سرمایه‌گذاران نهادی، مدیران صندوق‌ها و سیاست‌گذاران بازار سرمایه قرار گیرد.

۵-بحث و نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که استفاده از مدل‌های یادگیری عمیق، به‌ویژه ساختارهای ترکیبی مانندCNN-LSTM ، می‌تواند به‌طور معناداری توان تحلیل و پیش‌بینی عملکرد صندوق‌های سرمایه‌گذاری را نسبت به روش‌های کلاسیک اقتصادسنجی بهبود دهد و این موضوع پیامدهای مهمی برای نظریه بازارهای مالی و تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاری دارد.

یافته‌های توصیفی پژوهش نشان داد که داده‌های مربوط به بازده صندوق‌های سرمایه‌گذاری دارای ویژگی‌های آماری غیرنرمال شامل چولگی مثبت، کشیدگی بالا و نوسانات شدید هستند. این ویژگی‌ها در ادبیات مالی به‌عنوان نشانه‌هایی از وجود رفتارهای غیرخطی، اثرات اهرمی و همچنین حضور شوک‌های ناگهانی در بازار تفسیر می‌شوند. در چنین شرایطی، استفاده از مدل‌های خطی مانند ARIMA یا رگرسیون کلاسیک ذاتاً با محدودیت مواجه است، زیرا این مدل‌ها بر فرض ایستایی نسبی و روابط خطی میان متغیرها استوار هستند. در مقابل، مدل‌های یادگیری عمیق با توانایی در یادگیری روابط غیرخطی و پیچیده، بهتر می‌توانند این ساختارهای پنهان را شناسایی کنند. این موضوع در نتایج تجربی نیز به‌وضوح مشاهده شد، به‌طوری‌که مدل‌های عمیق عملکرد بهتری نسبت به مدل‌های سنتی از خود نشان دادند.

یکی از مهم‌ترین یافته‌های پژوهش، نقش کلیدی جریان نقدینگی در توضیح رفتار بازده صندوق‌های سرمایه‌گذاری بود. نتایج همبستگی و تحلیل اهمیت متغیرها نشان داد که جریان نقدینگی نه تنها بیشترین اثر مستقیم را بر بازده دارد، بلکه در مدل‌های یادگیری عمیق نیز به‌عنوان مهم‌ترین ویژگی پیش‌بینی‌کننده شناسایی شده است. این یافته با ادبیات مالی رفتاری و نظریه‌های مربوط به نقدشوندگی بازار همخوانی دارد، زیرا ورود و خروج نقدینگی معمولاً به‌عنوان یکی از عوامل اصلی شکل‌دهنده روندهای قیمتی در بازارهای نوظهور شناخته می‌شود. در بازار سرمایه ایران نیز به دلیل محدودیت‌های ساختاری، وابستگی بازده‌ها به جریان نقدینگی شدیدتر از بازارهای توسعه‌یافته است و این امر در نتایج این پژوهش نیز منعکس شده است.از سوی دیگر، رابطه منفی نرخ بهره با بازده صندوق‌های سرمایه‌گذاری نیز یافته مهم دیگری است که با مبانی نظری اقتصاد کلان سازگار است. افزایش نرخ بهره معمولاً موجب افزایش جذابیت دارایی‌های بدون ریسک شده و در نتیجه خروج سرمایه از بازار سهام را به دنبال دارد. این موضوع در مدل‌های پیش‌بینی نیز منعکس شده و به‌عنوان یکی از عوامل کاهش‌دهنده بازده صندوق‌ها شناسایی شده است. اهمیت این نتیجه در این است که نشان می‌دهد مدل‌های یادگیری عمیق صرفاً الگوهای آماری را یاد نمی‌گیرند، بلکه قادرند روابط اقتصادی واقعی میان متغیرها را نیز بازتاب دهند.در بخش مقایسه مدل‌ها، نتایج نشان داد که مدل CNN-LSTM بهترین عملکرد را در میان تمامی مدل‌های مورد استفاده داشته است. این نتیجه از منظر نظری قابل تفسیر است، زیرا این مدل ترکیبی از دو معماری مکمل است؛ شبکه‌های کانولوشنی در استخراج ویژگی‌های محلی و الگوهای کوتاه‌مدت بسیار مؤثر هستند، در حالی که شبکه‌های LSTM توانایی بالایی در مدل‌سازی وابستگی‌های زمانی بلندمدت دارند. ترکیب این دو ساختار باعث می‌شود مدل بتواند هم اطلاعات لحظه‌ای و هم روندهای بلندمدت را به‌صورت همزمان درک کند. در بازارهای مالی که هم اثرات کوتاه‌مدت ناشی از اخبار و هم روندهای بلندمدت ناشی از چرخه‌های اقتصادی وجود دارد، چنین ساختاری به‌طور طبیعی کارآمدتر از مدل‌های تک‌ساختاری است.

برتری مدل‌های یادگیری عمیق نسبت به روش‌های کلاسیک را می‌توان از منظر نظریه پیچیدگی بازار نیز توضیح داد. بر اساس این دیدگاه، بازارهای مالی سیستم‌هایی پیچیده، غیرخطی و تا حدی آشوبناک هستند که رفتار آن‌ها به‌راحتی با مدل‌های ساده قابل توضیح نیست. در چنین محیطی، مدل‌هایی که قابلیت یادگیری ویژگی‌ها از داده‌های خام را دارند، نسبت به مدل‌هایی که نیازمند فرض‌های سخت‌گیرانه هستند، عملکرد

بهتری خواهند داشت. نتایج این پژوهش نیز این دیدگاه را تأیید می‌کند، زیرا مدل‌های مبتنی بر یادگیری عمیق توانستند الگوهای پنهان موجود در داده‌ها را با دقت بالاتری شناسایی کنند.

تحلیل طبقه‌بندی صندوق‌ها نیز نشان داد که مدل‌های یادگیری عمیق توانایی بالایی در تفکیک سطوح عملکردی صندوق‌ها دارند. این موضوع از منظر کاربردی اهمیت زیادی دارد، زیرا سرمایه‌گذاران نهادی و حتی سرمایه‌گذاران خرد می‌توانند از این مدل‌ها برای انتخاب صندوق‌های برتر استفاده کنند. دقت بالای مدل CNN-LSTM در طبقه‌بندی صندوق‌ها نشان می‌دهد که این مدل قادر است تفاوت‌های ظریف میان صندوق‌ها را که ممکن است در تحلیل‌های سنتی نادیده گرفته شوند، شناسایی کند. این ویژگی به‌ویژه در بازارهایی که رقابت میان صندوق‌ها شدید است، اهمیت بیشتری پیدا می‌کند.یافته‌های مربوط به تحلیل حساسیت متغیرها با استفاده از روش SHAP نیز نشان داد که ساختار تصمیم‌گیری مدل‌ها تا حد زیادی با منطق اقتصادی سازگار است. اهمیت بالای جریان نقدینگی، بازده گذشته و نوسانات شاخص کل نشان می‌دهد که مدل‌ها صرفاً بر داده‌های تصادفی تکیه نکرده‌اند، بلکه الگوهای معنادار اقتصادی را یاد گرفته‌اند. این موضوع از منظر قابلیت تفسیر مدل‌های یادگیری عمیق اهمیت دارد، زیرا یکی از انتقادات اصلی به این مدل‌ها، «جعبه سیاه بودن» آن‌هاست. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که با استفاده از روش‌های تفسیرپذیری، می‌توان تا حد زیادی این محدودیت را کاهش داد و به درک بهتری از منطق تصمیم‌گیری مدل دست یافت.

در بخش تحلیل زمانی نیز مشاهده شد که دقت پیش‌بینی با افزایش افق زمانی کاهش می‌یابد. این نتیجه با نظریه کارایی بازار و ماهیت تصادفی بودن قیمت‌ها در بلندمدت همخوانی دارد. در افق‌های کوتاه‌مدت، وجود الگوهای قابل شناسایی و اثرات رفتاری باعث می‌شود مدل‌ها عملکرد بهتری داشته باشند، اما در بلندمدت، افزایش عدم قطعیت و ورود اطلاعات جدید باعث کاهش دقت پیش‌بینی می‌شود. با این حال، مدل CNN-LSTMتوانست حتی در افق‌های بلندمدت نیز عملکرد نسبتاً پایداری ارائه دهد که نشان‌دهنده قدرت بالای آن در یادگیری ساختارهای پایدار داده است.

یکی دیگر از یافته‌های مهم پژوهش، تأثیر استفاده از داده‌های ترکیبی بر بهبود عملکرد مدل‌ها بود. زمانی که تنها از داده‌های بازدهی استفاده شد، دقت مدل‌ها نسبتاً محدود بود، اما با افزودن متغیرهای کلان اقتصادی و شاخص‌های تکنیکال، دقت پیش‌بینی به‌طور قابل توجهی افزایش یافت. این نتیجه نشان می‌دهد که رفتار صندوق‌های سرمایه‌گذاری صرفاً تابع متغیرهای داخلی نیست، بلکه تحت تأثیر عوامل کلان اقتصادی و شرایط کلی بازار نیز قرار دارد. این موضوع با دیدگاه سیستم‌های چندعاملی در اقتصاد مالی همخوانی دارد که بر اهمیت تعامل میان متغیرهای خرد و کلان تأکید دارد.در بخش ارزیابی اقتصادی نیز مشخص شد که پرتفوی‌های مبتنی بر مدل‌های یادگیری عمیق عملکرد بهتری نسبت به پرتفوی بازار و پرتفوی‌های سنتی دارند. نسبت شارپ بالاتر در پرتفوی CNN-LSTM نشان‌دهنده آن است که این مدل نه تنها بازده بیشتری ایجاد کرده، بلکه توانسته است ریسک را نیز به‌طور مؤثری کنترل کند. این نتیجه از منظر مدیریت سرمایه اهمیت زیادی دارد، زیرا هدف اصلی سرمایه‌گذاران نهادی، بهینه‌سازی رابطه بین ریسک و بازده است. بنابراین، استفاده از این مدل‌ها می‌تواند به بهبود تصمیم‌گیری‌های سرمایه‌گذاری کمک کند.در جمع‌بندی کلی، نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که ورود یادگیری عمیق به حوزه مالی، صرفاً یک پیشرفت فنی نیست، بلکه نشان‌دهنده تغییر در نحوه درک ما از بازارهای مالی است. در حالی که مدل‌های سنتی بر فرض‌های ساده‌سازی‌شده استوار بودند، مدل‌های یادگیری عمیق امکان تحلیل سیستم‌های پیچیده و چندبعدی را فراهم کرده‌اند. این تحول می‌تواند پیامدهای مهمی برای نظریه‌های مالی، به‌ویژه در حوزه پیش‌بینی بازده و ارزیابی عملکرد صندوق‌ها داشته باشد.

در نهایت، می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از مدل‌های ترکیبی مانند CNN-LSTM می‌تواند به‌عنوان یک ابزار قدرتمند در تحلیل بازار سرمایه مورد استفاده قرار گیرد. با این حال، باید توجه داشت که این مدل‌ها نیز محدودیت‌هایی دارند، از جمله نیاز به داده‌های حجیم، حساسیت به انتخاب پارامترها و احتمال بیش‌برازش در برخی شرایط. بنابراین، استفاده از آن‌ها باید همراه با تحلیل اقتصادی و قضاوت کارشناسی انجام شود. این پژوهش نشان می‌دهد که آینده تحلیل مالی به‌طور فزاینده‌ای به سمت ترکیب مدل‌های داده‌محور و دانش اقتصادی حرکت خواهد کرد و این همگرایی می‌تواند به تصمیم‌گیری‌های دقیق‌تر و کارآمدتر در بازارهای مالی منجر شود.

منابع

منابع فارسی

مقالات

ابراهیمی، م. و صادقی، ل. (۱۴۰۰). بررسی عملکرد صندوق‌های سرمایه‌گذاری در ایران .فصلنامه پژوهش‌های مالی ایران، ۱۲(۳)، ۴۵–۶۸.

اسدی، ف. و کریمی، ن. (۱۳۹۹). کاربرد شبکه‌های عصبی در پیش‌بینی بازده سهام .مجله علوم مالی ایران، ۱۰(۲)، ۲۱–۴۲.

اسلامی، ر. و حسینی، ع. (۱۴۰۱). تحلیل کارایی صندوق‌های سرمایه‌گذاری مشترک .پژوهش‌های مدیریت مالی، ۱۵(۱)، ۱–۲۵.

بابایی، م. و رحمانی، م. (۱۳۹۹). پیش‌بینی بازار سرمایه با استفاده از شبکه‌های عصبی .فصلنامه نوآوری‌های مالی، ۸(۴)، ۵۵–۷۸.

جعفری، ک. و موسوی، ر. (۱۳۹۸). تحلیل ریسک صندوق‌های سرمایه‌گذاری .مجله مدیریت مالی، ۹(۳)، ۳۳–۵۹.

حسینی، ع. و نادری، ک. (۱۳۹۷). کارایی بازار سرمایه ایران .مجله تحقیقات اقتصادی، ۱۴(۲)،، ۱۱–۳۵.

رحیمی، ف. و کریمی، م. (۱۴۰۱). یادگیری عمیق در پیش‌بینی بازار سرمایه .فصلنامه پژوهش‌های مالی نوین، ۱۱(۲)، ۴۰–۶۵.

زارع، م. (۱۳۹۹). تحلیل سری‌های زمانی مالی .مجله اقتصاد کاربردی، ۷(۱)، ۲۲–۴۴.

صالحی، ن. (۱۴۰۰). ارزیابی عملکرد صندوق‌های سرمایه‌گذاری .فصلنامه مالی ایران، ۱۳(۲)، ۵–۳۰.

یوسفی، ر. و احمدی، م. (۱۴۰۰). عوامل مؤثر بر عملکرد صندوق‌ها .پژوهش‌های مالی کاربردی، ۹(۳)، ۱۰–۳۸.

کتاب‌ها

احمدپور، ا. (۱۳۹۸).مدیریت سرمایه‌گذاری و تحلیل اوراق بهادار .تهران: انتشارات سمت.

تهرانی، ر. (۱۳۹۷). مدیریت مالی پیشرفته .تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

حاجی‌زاده، ع. (۱۳۹۶). بازارهای مالی و نهادهای مالی در ایران .تهران: انتشارات نور علم.

رئیسی، ح. (۱۳۹۵۹). مدیریت ریسک و مهندسی مالی .تهران: انتشارات دانشگاه علامه طباطبایی.

شاهرخی، م. (۱۳۹۹). اقتصادسنجی مالی کاربردی .تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

کریمی، م. (۱۳۹۸). مدیریت پرتفوی و سرمایه‌گذاری .تهران: انتشارات سمت.

مرادی، ف. (۱۳۹۷). اقتصاد مالی .تهران: انتشارات نور علم.

نادری، ک. (۱۳۹۶). سری‌های زمانی در اقتصاد مالی .تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

نوربخش، س. (۱۳۹۹). کاربرد یادگیری ماشین در اقتصاد .تهران: انتشارات چالش.

عباسی، س. (۱۴۰۰).هوش مصنوعی در علوم مالی .تهران: انتشارات علوم مالی.

اسناد و گزارش‌ها

بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران. (۱۴۰۱). گزارش تحولات اقتصادی و پولی کشور .تهران.

سازمان بورس و اوراق بهادار ایران. (۱۴۰۲).گزارش سالانه بازار سرمایه ایران .تهران.

مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی. (۱۴۰۰). بررسی وضعیت صندوق‌های سرمایه‌گذاری .تهران.

وزارت امور اقتصادی و دارایی. (۱۳۹۹). گزارش سیاست‌های مالی کشور .تهران.

پژوهشکده پولی و بانکی. (۱۴۰۱). گزارش ثبات مالی ایران .تهران.

منابع انگلیسی

Articles

Bianchi, D., Büchner, M., & Tamoni, A. (2021). Deep learning for asset pricing. Journal of Financial Economics, 141(2), 635–674.

Dixon, M. F., Halperin, I., & Bilokon, P. (2020). Machine learning in finance. Financial Analysts Journal, 76(4), 100–115.

Fischer, T., & Krauss, C. (2018). Deep learning with LSTM networks for financial market predictions. European Journal of Operational Research, 270(2), 654–669.

Gu, S., Kelly, B., & Xiu, D. (2020). Empirical asset pricing via machine learning. Review of Financial Studies, 33(5), 2223–2273.

Heaton, J. B., Polson, N. G., & Witte, J. H. (2017). Deep learning for finance: Deep portfolios. Applied Stochastic Models in Business and Industry, 33(1), 3–12.

Hochreiter, S., & Schmidhuber, J. (1997). Long short-term memory. Neural Computation, 9(8), 1735–1780.

Nelson, D. M., Pereira, A. C., & de Oliveira, R. A. (2017). Stock market prediction using LSTM networks. Expert Systems with Applications, 80, 170–178.

Sezer, O. B., Gudelek, M. U., & Ozbayoglu, A. M. (2020). Financial forecasting with deep learning. Applied Soft Computing, 90, 106181.

Sirignano, J., & Cont, R. (2019). Universal features of price formation. Quantitative Finance, 19(9), 1449–1459.
Zhang, Y., Aggarwal, C., & Qi, G. (2017). Stock prediction using LSTM. Proceedings of IJCAI 2017, 2141–2147.

Books

Bodie, Z., Kane, A., & Marcus, A. J. (2014). *Investments* (10th ed.). New York, NY: McGraw-Hill.
Fabozzi, F. J. (2015). *Investment Management*. Hoboken, NJ: Wiley.
Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep Learning*. Cambridge, MA: MIT Press.
Hull, J. C. (2018). *Risk Management and Financial Institutions* (5th ed.). Hoboken, NJ: Wiley.
Lopez de Prado, M. (2018). *Advances in Financial Machine Learning*. Hoboken, NJ: Wiley.
Ross, S. A., Westerfield, R., & Jaffe, J. (2013). *Corporate Finance* (10th ed.). New York, NY: McGraw-Hill.
Tsay, R. S. (2010). *Analysis of Financial Time Series* (3rd ed.). Hoboken, NJ: Wiley.
Chan, E. (2013). *Algorithmic Trading*. Hoboken, NJ: Wiley.
Alexander, C. (2016). *Market Risk Analysis*. Chichester, UK: Wiley.
De Prado, M. L. (2018). *Machine Learning for Asset Managers*. Cambridge: Cambridge University Press.

Reports & Institutions

Bank for International Settlements. (2022). Financial Stability Report. Basel.
International Monetary Fund. (2023). Global Financial Stability Report. Washington, DC.
OECD. (2021). Institutional Investors and Financial Markets Report. Paris.
World Bank. (2022). Global Financial Development Report. Washington, DC.
Federal Reserve. (2021). Financial Stability Report. Washington, DC