System Engineering and Productivity/ 2026/ Vol.6/ No.3/ 79-94

System Engineering and Productivity

DOI: 10.22034/sep.2025.2075221.1411

A Novel Model Based on the ARIMA Model in Predicting Stock Prices of Tehran Stock Exchange Companies

Mansoureh Naderipour [1], [*], Hadis Al-Sadat Hosseini[2], Mohammad-Bagher Jamali[3]

[1] Assistant Professor, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

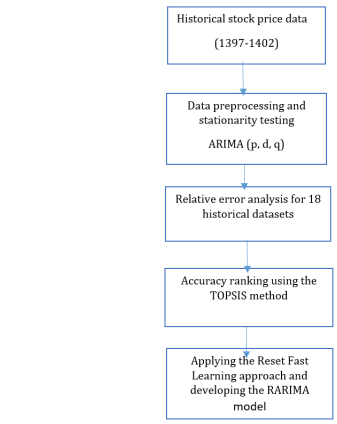
[2] B.Sc., Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

[3] Assistant Professor, Faculty of Industrial Engineering, Shiraz University of Technology, Shiraz, Iran

HIGHLIGHTS

- Proposing a new model named RARIMA, based on the ARIMA framework, for forecasting stock prices in the Tehran Stock Exchange.
- Applying the TOPSIS ranking method to compare forecasting accuracy across short-term and long-term time horizons.
- Introducing the RARIMA model with a Fast-learning Reset approach, which significantly reduces the model's sensitivity to the number of historical data points.
- Achieving up to 75% improvement in forecasting accuracy compared to the traditional ARIMA model.

GRAPHICAL ABSTRACT



Model	*Mean Relative Error (MRE)*	Description
ARIMA	Approximately 2.5%	High dependency on data type and historical length
RARIMA (Proposed)	*Accuracy improvement between 70 and 80%*	Reduced error and sensitivity to the number of data points

ARTICLE INFO

Article history:
Article Type: Research paper
Received: 9 October 2025
Revised: 15 November 2025
Accepted: 6 December 2025
Available online: 6 December 2025
[*]Correspondence:
m.naderipour@uk.ac.ir
How to cite this article:
Naderipour, M., Hosseini, H. A., & Jamali, M. (2026). A novel model based on the ARIMA model in predicting stock prices of Tehran Stock Exchange companies. *System Engineering and Productivity*, 6 (3), 79-94.

Keywords:
Tehran Stock Exchange (TSE)
Stock Price Forecasting
TOPSIS Ranking Method
ARIMA Model
RARIMA Model

ABSTRACT

In recent years, statistical time series models—particularly the ARIMA model—have been widely used as effective tools for stock price forecasting. Despite its acceptable accuracy, the model's sensitivity to the number of historical data points remains a major limitation in practical applications. This study aims to enhance prediction accuracy and stability by proposing a new model called RARIMA (Reset Auto Regressive Integrated Moving Average), developed based on the ARIMA framework. The proposed model employs a Fast-Learning Reset approach to reduce the effect of the selected historical data length. Stock price data from 18 companies across four industries—steel, petrochemical, banking, and automotive—were analyzed over the period April 2018 to January 2024. To evaluate model performance, the Mean Relative Error (MRE) and the TOPSIS ranking method were used to compare short-term and long-term forecasting accuracy. The results indicate that the RARIMA model improves prediction accuracy by up to 75% compared to the traditional ARIMA model, while significantly reducing its sensitivity to the size of historical data. Accordingly, the proposed model can serve as a reliable and efficient tool for financial analysts and decision-makers in the capital market.

2538-2195/© 2026 The Authors. Published by University of Eyvanekey. This is an open-access article under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0) license.

1. Introduction

Stock price forecasting has become a central issue in financial research, particularly in emerging markets where volatility and uncertainty are high. The Tehran Stock Exchange (TSE) is one of the most active financial markets in the Middle East, and accurate prediction of stock prices is essential for investors, analysts, and policymakers. Forecasting models provide valuable insights into future trends, enabling better risk management, portfolio diversification, and strategic investment decisions.

Among the statistical approaches, the Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) model has been widely recognized as a powerful tool for time-series forecasting. ARIMA combines autoregressive and moving average components with differencing to handle non-stationary data, making it suitable for financial applications (Razaghi et al., 2023). However, despite its popularity, ARIMA suffers from a major limitation: its forecasting accuracy depends heavily on the number and type of historical data points used. This sensitivity often leads to inconsistent results across different companies and industries (Shen et al., 2023).

Previous studies have shown that while ARIMA can provide strong short-term forecasts, its performance deteriorates when applied to datasets with varying lengths. This inconsistency creates challenges for analysts who require stable and reliable predictions. To address this issue, the present study proposes a novel model named RARIMA, which integrates a Fast-Learning Reset mechanism into the ARIMA framework (Yousefi et al., 2023).

The innovation aims to reduce sensitivity to historical data length, enhance predictive robustness, and provide a more reliable tool for forecasting stock prices in dynamic financial environments. By applying RARIMA to multiple industries within the TSE, this research contributes to both theoretical development and practical application in financial forecasting.

The novelty of this study lies in integrating a Fast-Learning Reset mechanism into ARIMA, which reduces sensitivity to historical data length and enhances robustness in financial forecasting.

2. Methodology

The methodology of this study is designed to rigorously evaluate the performance of ARIMA and the proposed RARIMA model in forecasting stock prices of Tehran Stock Exchange companies. The dataset consists of daily closing prices from 18 firms across four major industries: steel, petrochemical, banking, and automotive. The time period spans from April 2018 to January 2024, providing a rich set of historical data for analysis.

The ARIMA (p,d,q) model was applied to forecast the next five trading days for each company, with parameters selected based on stationarity testing, autocorrelation analysis, and error minimization. To investigate the effect of historical data length, both short-term (monthly) and long-term (annual) datasets were used. Forecasting accuracy was measured using relative error analysis, which allowed comparison of prediction performance across different datasets. The results were then ranked using the Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS), a multi-criteria decision-making method that provides systematic evaluation of alternatives (Yazdani Hoshyar & Keshvari., 2022).

This ranking method enabled comparison of prediction accuracy across short-term and long-term horizons and highlighted the strengths and weaknesses of each approach. Finally, the RARIMA model was developed by incorporating a Fast-Learning Reset mechanism into ARIMA. This mechanism allows the model to adapt quickly to new data, reduces dependency on dataset length, and enhances robustness. The methodological framework ensures that the evaluation of RARIMA is both rigorous and directly comparable to the conventional ARIMA model, providing a fair basis for assessing its effectiveness in financial forecasting.

3. Results and Discussion

The results of the analysis reveal several important findings regarding the forecasting performance of ARIMA and RARIMA. First, ARIMA demonstrated reasonable accuracy in predicting stock prices, but its performance varied significantly depending on the length of historical data. For some companies, long-term datasets produced more precise forecasts, while for others, short-term datasets yielded better results. This inconsistency highlights the sensitivity of ARIMA to data length, which limits its reliability in diverse financial contexts. The relative error analysis confirmed that ARIMA's accuracy was highly dependent on the dataset used, making it difficult to generalize results across industries. In contrast, the proposed RARIMA model consistently outperformed ARIMA across all industries and datasets. By applying the Fast-Learning Reset mechanism, RARIMA reduced the dependency on historical data length and achieved up to 75% improvement in forecasting accuracy. The TOPSIS ranking confirmed that RARIMA provided superior results in both short-term and long-term horizons, demonstrating its robustness and efficiency. These findings are consistent with previous studies that emphasize the strengths of ARIMA but also highlight its limitations. The discussion further explores the practical implications of using RARIMA for investors and analysts. By providing stable and accurate predictions regardless of dataset length, RARIMA offers a valuable tool for decision-making in volatile financial markets. The results also suggest that RARIMA can be extended to other forecasting contexts, such as commodity prices or macroeconomic indicators, where data sensitivity is a common challenge.

4. Conclusions

In this study, a novel forecasting model named RARIMA was introduced, integrating a Fast-Learning Reset mechanism into the ARIMA framework. The results demonstrated that RARIMA significantly reduces sensitivity to historical data length and achieves up to 75% improvement in prediction accuracy compared to the traditional ARIMA model. By analyzing data from 18 companies across four major industries in the Tehran Stock Exchange, the model proved to be robust and reliable for both short-term and long-term horizons. These findings highlight the practical value of RARIMA for analysts and investors, offering stable predictions in volatile financial markets. Future research may explore hybrid approaches that combine RARIMA with nonlinear models or machine learning techniques to further enhance predictive performance and broaden its applicability.

Funding

This research received no external funding.

Author contributions

All authors had equal roles and contributions to the article.

Conflicts of interest

There are no conflicts of interest associated with this research.

Acknowledgments

We are grateful to all colleagues who provided insights and expertise that greatly assisted this research. We also thank the anonymous reviewers for their valuable suggestions to improve the paper.

References

Razaghi, M., Nikomaram, H., Heidarzadeh Hanzaei, A., Ghaffari, F., & Madanchi Zaj, M. (2023). A comparative study between the effectiveness of ARIMA and ARFIMA models in predicting the interest rate and the treasury exchange rate in Iran. *Journal of Investment Knowledge*, *12*(47), 481–504 (In Persian).

Shen, Q., Zhang, Y., Xiao, J., Dong, X., & Lin, Z. (2023). Research of daily stock closing price prediction for new energy companies in China. *Data Science in Finance and Economics*, *3*, 14–29. https://doi.org/10.3934/DSFE.2023002

Yazdani Hoshyar, A., & Keshvari, A. (2023). Investigating and Formulating Anthropogenic Threats in Refinery Projects with a Combination of AHP-TOPSIS Method: A Case Study of Tehran Oil Refinery. *System Engineering and Productivity*, *2*(4), 94-119 (In Persian). https://doi.org/10.22034/sep.2023.704334

Yousefi, E., Bahrisales, J., Pakmaram, A., & Jabbarzadeh Kangarloui, S. (2023). Prevailing conditions on comprehensive risk management in Iran's capital market, strategies and future consequences. *International Journal of Finance & Managerial Accounting*, *8*(30), 345–359 (In Persian). https://doi.org/10.30495/ijfma.2023.70608.1943

مهندسی سیستم و بهره‌وری/ سال ۱۴۰۵/ دوره ۶/ شماره ۳/ صفحه ۷۹-۹۴

نشریه مهندسی سیستم و بهره‌وری

DOI: 10.22034/sep.2025.2075221.1411

ارائه مدلی جدید بر پایه مدل ARIMA در پیش‌بینی قیمت سهام شرکت‌های بورس اوراق بهادار تهران

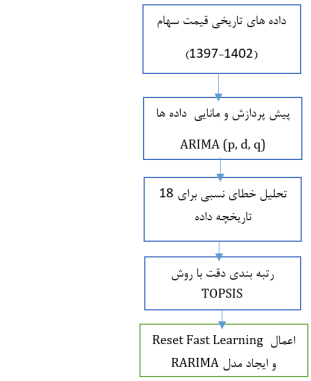
منصوره نادری‌پور[۱]، حدیث‌السادات حسینی[۲]، محمدباقر جمالی[۳]

[۱] استادیار، گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

[۲] کارشناسی، گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

[۳] استادیار، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی شیراز، شیراز، ایران

چکیده گرافیکی



مدل	میانگین خطای نسبی	توضیح
ARIMA	حدود 2.5٪	وابستگی زیاد به نوع داده و طول تاریخچه
RARIMA (proposed)	بهبود دقت بین 70 تا 80٪	کاهش خطا و حساسیت نسبت به تعداد داده‌ها

برجسته‌ها

- ارائه مدلی جدید به نام RARIMA بر پایه‌ی ARIMA برای پیش‌بینی قیمت سهام بورس اوراق بهادار تهران
- استفاده از روش رتبه‌بندی TOPSIS، به‌منظور مقایسه دقت پیش‌بینی در بازه‌های زمانی کوتاه‌مدت و بلندمدت
- کاهش حساسیت مدل به تعداد داده‌های تاریخی توسط مدل RARIMA پیشنهاد داده‌شده با رویکرد Fast-learning Reset
- افزایش دقت پیش‌بینی تا حدود ۷۵٪ نسبت به مدل ARIMA

چکیده

در سال‌های اخیر، مدل‌های آماری سری‌های زمانی به‌ویژه مدل ARIMA به‌عنوان یکی از ابزارهای کارآمد در پیش‌بینی قیمت سهام موردتوجه قرار گرفته‌اند. با وجود دقت قابل‌قبول این مدل، حساسیت آن نسبت به تعداد داده‌های تاریخی یکی از چالش‌های مهم در کاربردهای واقعی محسوب می‌شود. در این پژوهش، با هدف افزایش دقت و پایداری پیش‌بینی، مدلی جدید تحت عنوان RARIM مبتنی بر مدل ARIMA معرفی شده است. در این مدل از رویکرد Fast-learning Reset برای کاهش تأثیر انتخاب طول تاریخچه داده‌ها استفاده شده است. داده‌های قیمتی مربوط به ۱۸ شرکت از چهار صنعت فولاد، پتروشیمی، بانک و خودرو در بازه زمانی فروردین ۱۳۹۷ تا دی ۱۴۰۲ مورد تحلیل قرار گرفتند. برای ارزیابی عملکرد مدل، از شاخص خطای نسبی میانگین و روش رتبه‌بندی TOPSIS جهت مقایسه دقت پیش‌بینی در بازه‌های زمانی کوتاه‌مدت و بلندمدت استفاده شد. نتایج نشان داد مدل RARIMA توانسته است دقت پیش‌بینی را در مقایسه با مدل ARIMA به‌طور میانگین تا ۷۵٪ بهبود دهد و حساسیت مدل نسبت به طول داده‌های تاریخی را به‌طور چشمگیری کاهش دهد. بر اساس نتایج، مدل پیشنهادی می‌تواند به‌عنوان ابزاری کارآمد برای تحلیلگران مالی و تصمیم‌گیرندگان در بازار سرمایه مورداستفاده قرار گیرد.

مشخصات مقاله

تاریخچه مقاله:

نوع مقاله: پژوهشی

دریافت: ۱۴۰۴/۰۷/۱۸

بازنگری: ۱۴۰۴/۰۸/۲۴

پذیرش: ۱۴۰۴/۰۹/۱۵

ارائه برخط: ۱۴۰۴/۰۹/۱۵

*نویسنده مسئول:

m.naderipour@uk.ac.ir

کلیدواژه‌ها:

بورس اوراق بهادار تهران

پیش‌بینی قیمت سهام

روش رتبه‌بندی TOPSIS

مدل ARIMA

مدل RARIMA

©۲۰۲۶ نویسندگان. منتشرشده توسط دانشگاه ایوان‌کی. این یک مقاله با دسترسی آزاد تحت شرایط و ضوابط مجوز Creative Commons Attribution (CC BY 4.0) است.

۱- مقدمه

در اغلب کشورها یکی از روش‌های سرمایه‌گذاری پرطرفدار و در دسترس سرمایه‌گذاری از طریق بورس و بازارهای سهام است. بازارهای بورس محیطی برای خریدوفروش سهام شرکت‌های موجود در آن و محلی برای به دست آوردن سود و یا زیان به‌صورت غیرحضوری است. ازاین‌رو روش‌های پیش‌بینی قیمت سهام برای به دست آوردن سود بیشتر توجه کارگزاران مالی و فعالان این حوزه را به خود جلب کرده است (Ghani et al., 2022).

با وارد شدن هر شرکت به بازار بورس، مالکان آن شرکت، بخشی از مالکیت شرکت را با خریداران سهام آن شرکت شریک شده‌اند. قیمت پایانی هر سهم روزانه متأثر از عملکرد متقاضیان خریدوفروش آن سهم است و پیش‌بینی قیمت سهام بر اساس قیمت پایانی سهم در روزهای گذشته، نقش بسزایی در مدیریت سرمایه و کسب سود بیشتر برای سهام‌داران و تحلیلگران شرکت دارد (Soleimani Sarostani et al., 2022).

ورود علم آمار و ریاضی در پیش‌بینی قیمت سهام به تحلیلگران کمک کرده است که درک بهتری از نوسانات بازار سهام داشته باشند. البته عوامل مختلف مؤثر در تعیین قیمت سهام مانند نوسانات پویا در کوتاه‌مدت و غیرخطی بودن تغییرات قیمت سهام و دیگر موارد در به دست آوردن مدل ریاضی مربوطه، چالشی بحث‌برانگیز برای تحلیلگران به وجود آورده است. پژوهشگران این حوزه همواره به دنبال نوآوری و معرفی مدل‌هایی هستند که دارای بیشترین دقت و کمترین خطای پیش‌بینی باشد (Ariyo et al., 2014). ازجمله مدل‌های پرکاربرد که در آن از روش‌های اندازه‌گیری آماری استفاده شده است می‌توان به مدل خودرگرسیون میانگین متحرک تلفیقی[1] ARIMA اشاره کرد که از آن در پیش‌بینی قیمت سهام استفاده شده است و مقالات زیادی در این زمینه کارایی این روش را برای پیش‌بینی قیمت سهام در نقاط مختلف دنیا نشان داده است (Jalalian, 2022؛ Yousefi et al., 2023).

مدل ARIMA یکی از مدل‌های مشهور آماری است که از ترکیب روش‌های فرایندهای خود رگرسیون (AR) و فرایندهای میانگین متحرک (MA) تشکیل شده است و شامل (p) جمله خودرگرسیون، (q) جمله میانگین متحرک است. همچنین لازمه برازش مناسب یک سری زمانی مانا بودن سری است و ازآنجاکه بیشتر سری‌های زمانی نامانا هستند، لذا حذف کردن منابعی که باعث نامانایی می‌شوند ضروری است. چنانچه سری زمانی مشاهده‌شده نسبت به میانگین نامانا باشد، می‌توان با اعمال عملگر تفاضلی آن سری زمانی را به یک سری مانا تبدیل کرد. حال چنانچه با (d) مرتبه تفاضلی کردن، داده‌ها به یک سری مانا تبدیل شوند، در این صورت یک مدل خودرگرسیون میانگین متحرک تلفیقی از مرتبه (p,d,q) به دست می‌آید که به‌طور مختصر آن را با ARIMA(p,d,q) نشان می‌دهند (Guha & Bandyopadhyay, 2016).

مدل سری زمانی ARIMA ازجمله مدل‌های سری زمانی است که بر اساس تاریخچه و داده‌های پیشینه به پیش‌بینی قیمت سهام پرداخته است. این پژوهش به بررسی تأثیر دقت پیش‌بینی و کارایی این مدل با تغییر تعداد داده در تاریخچه قیمت سهام پرداخته است. همچنین با پیش‌بینی ۵ روز متوالی از هر یک از شرکت‌ها با تاریخچه مشخص‌شده نتایج و خروجی بیشتری به‌دست‌آمده و این مورد در تحلیل نتایج و تصمیم‌گیری برای بهره‌مندی بهتر از این مدل مؤثر است. بررسی این امر با استفاده از تاریخچه شرکت‌های متعدد از صنایع متفاوت، سبب افزایش دقت نتیجه‌گیری و تحلیل‌های مربوطه شده است. بدین سبب ۱۸ شرکت فعال بورس اوراق بهادار تهران در ۴ صنعت متفاوت انتخاب شده است. در بخش نتایج، تاریخچه قیمتی کوتاه‌مدت (ماهانه) و بلندمدت (سالانه) برای هر ۱۸ شرکت، دید بهتری از تغییرات روند قیمت سهام هر یک از ۱۸ شرکت به‌دست‌آمده است. برتری و کارآمدی هر یک از بازه‌های زمانی بر اساس کمتر بودن خطای نسبی آن در پیش‌بینی پنج روز آینده انتخاب شده است؛ بنابراین تاریخچه قیمتی سهام هر شرکت در ۱۸ دسته داده (شامل داده‌های ماهانه، سالانه و مابین آن‌ها) در نظر گرفته شده است. به دلیل زیاد بودن نتایج به‌دست‌آمده برای رتبه‌بندی نتایج خطای نسبی پیش‌بینی پنج روز آینده از روش رتبه‌بندی TOPSIS استفاده شده است که مطلوبیت هر یک از نتایج خطای نسبی داده‌های بلندمدت و کوتاه‌مدت مشخص شود و بدین ترتیب برتری استفاده از داده‌های بلندمدت یا کوتاه‌مدت برای هریک از شرکت‌ها به تفکیک مشخص

[1] Autoregressive Integrated Moving Average

شده است. بررسی داده‌های نمودارهای باقی‌مانده که مابین روند این پیش‌بینی به‌دست‌آمده است نشان‌دهنده کارایی و دقت بالای مدل ARIMA در پیش‌بینی قیمت سهام پنج روز آینده ۱۸ شرکت مذکور از ۴ صنعت متفاوت است.

تمامی روش‌های پیش‌بینی قیمت سهام با حفظ کارایی و اعتبار در عرصه پیش‌بینی، نسبت به یکدیگر متمایز و منحصربه‌فرد هستند و هیچ‌کدام از مدل‌های معرفی‌شده نتوانسته است تمامی شرایط پیش‌بینی را پوشش دهد. ازجمله چالش‌های مدل ARIMA تأثیرپذیری تعداد داده در تاریخچه مورداستفاده در مدل است به‌نحوی‌که انتخاب تعداد داده تاریخچه تأثیر زیاد و مستقیمی با دقت در پیش‌بینی دارد. مدل پیشنهاد داده‌شده RARIMA[1] در این پژوهش، با استفاده از روش Fast-learning بر روی مدل ARIMA سبب ایجاد مقادیر آموزش و تست جدیدی شده است که این امر سبب تأثیر مطلوب و بسزایی در دقت پیش‌بینی مدل با هر انتخاب تعداد داده دلخواه در تاریخچه می‌باشد. در ادامه به ارزیابی و مقایسه دقت پیش‌بینی این مدل پرداخته شده است. دست‌یابی به مدلی با کارایی بهتر و دقیق‌تر به تحلیل و تصمیمات دقیق‌تر و بهتر تحلیلگران منجر شده و سبب سودآوری بیشتر در زمینه پیش‌بینی قیمت سهام و مسائل مشابه شده است.

در ادامه، بخش ۲ به نمونه مطالعات انجام‌شده روی کارایی پیش‌بینی با مدل ARIMA، به‌طور خلاصه پرداخته شده است. همچنین در بخش ۳ شرح مدل‌های ARIMA، RARIMA و TOPSIS ذکر شده است. بخش ۴ یافته‌های پژوهش از عملکرد دو مدل ARIMA و RARIMA مطرح و موردقیاس قرار داده شده است و درنهایت، بخش ۵ به بحث، نتیجه‌گیری و پیشنهادها پرداخته است.

۱-۱- مبانی نظری و توسعه فرضیه‌ها

اهمیت پیش‌بینی در مسائل مالی سبب شده است پژوهش در این موارد با استفاده از مدل‌های مربوطه موردتوجه فعالان و علاقه‌مندان قرار گیرد. ازجمله مدل ARIMA که در چند دهه اخیر مورداستفاده بسیاری از تحلیلگران قرار گرفته است.

رزاقی، برای پیش‌بینی نرخ بهره و نرخ اوراق خزانه در ایران، از دو مدل ARFIMA[2] و ARIMA استفاده نمود. مدل ARFIMA با در نظر گرفتن حافظه بلندمدت و مدل ARIMA بدون در نظر گرفتن حافظه بلندمدت در نظر گرفته شد. ارزیابی دقت پیش‌بینی دو مدل با استفاده از داده‌های نرخ پیشنهادی ماهانه بین‌بانکی ایران و همچنین داده‌های ماهانه نرخ اوراق خزانه‌داری ایران نشان می‌دهد که هم در داده‌های نرخ پیشنهادی بین‌بانکی و هم در داده‌های نرخ اوراق خزانه اسلامی، مدل ARIMA عملکرد بهتری در مقایسه با مدل ARFIMA در پیش‌بینی داده‌ها دارد (Razaghi et al., 2023). ونگ و همکاران از مدل ARIMA برای پیش‌بینی قیمت سهام تسلا استفاده کرده‌اند. آن‌ها ابتدا با بررسی بازده سرمایه‌گذاری روی سهام اپل و تسلا نشان می‌دهند که بازده سرمایه‌گذاری روی سهام تسلا بسیار بیشتر از سهام اپل است. سپس با پیش‌بینی قیمت سهام تسلا به‌وسیله مدل ARIMA نشان می‌دهند این مدل برای پیش‌بینی قیمت سهام تسلا بسیار کارآمد است (Weng et al., 2022). آریو و همکاران نیز به پیش‌بینی قیمت سهام با استفاده از مدل ARIMA پرداختند. داده‌های سهام ذکرشده در پژوهش آن‌ها از بورس نیویورک (NYSE[3]) و بورس اوراق بهادار نیجریه (NSE[4]) است. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که مدل ARIMA پتانسیل قوی برای پیش‌بینی کوتاه‌مدت دارد و توان رقابت با مدل‌های موجود برای پیش‌بینی قیمت سهام را دارا می‌باشد (Ariyo et al., 2014). شن و همکاران در بررسی شرکت‌های انرژی چین، برای پیش‌بینی قیمت پایانی سهام در ماه آینده، ۱۲ شرکت منتخب را با استفاده از مدل‌های آماری تک متغیره موردبررسی قرار دادند و به علاقه‌مندان به سرمایه‌گذاری در شرکت‌های انرژی در چین پیشنهاد کردند که مدل ARIMA برای پیش‌بینی کوتاه‌مدت از دقت مناسبی برخوردار است (Shen et al., 2023). ممبینی و همکاران با استفاده از مدل ARIMA به مدل‌سازی و پیش‌بینی قیمت مسکن پرداختند. نتایج آن‌ها نشان می‌دهد که با ضریب ۹۹/۷٪ به بالا، مدل ARIMA برای مدل‌سازی و پیش‌بینی قیمت

[1] Reset Auto Regressive Integrated Moving Average

[2] Autoregressive Fractionally Integrated Moving Average
[3] New York Stock Exchange
[4] Nigerian Stock Exchange

مسکن در شهر تهران مناسب است (Mombeyni et al., 2015).

پیلای از مدل ARIMA برای پیش‌بینی شاخص قیمت سهام بورس ژوهانسبورگ (JSE[1]) استفاده نمود. بررسی او نشان داد که مدل ARIMA(۴,۱,۴) مناسب‌ترین مدل برای پیش‌بینی شاخص قیمت سهام بورس آفریقای جنوبی برای دو سال آینده است (Pillay, 2020). عفیف و همکاران با استفاده از مدل ARIMA به بررسی داده‌های شرکت توسعه نفت و گاز (OGDCL[2]) جهت پیش‌بینی قیمت سهام آن شرکت پرداختند. قیمت‌های پایانی بررسی‌شده تقریباً به مدت پانزده سال از ۲۰۰۴ تا ۲۰۱۸ با ۳۶۳۲ داده است. نتایج نشان می‌دهد که مدل ARIMA برای پیش‌بینی کوتاه‌مدت بسیار کارآمد عمل می‌کند (Afeef et al., 2018). موندال و همکاران ۵۶ سهم بخش‌های مختلف بورس اوراق بهادار هند را با مدل ARIMA بررسی و قیمت سهام این شرکت‌ها را پیش‌بینی کرده‌اند. همچنین تجزیه‌وتحلیل آن با استفاده از معیار آکائیک انجام شده است (Mondal et al., 2014). مشهدی حسنعلی مدل ARIMA را برای پیش‌بینی قیمت سهام در بورس استانبول بین سال‌های ۲۰۰۹ تا ۲۰۲۱ به کار بردند. این تحقیقات نشان داد مدل ARIMA(۳,۱,۵) بهترین مدل برازش است. نتایج مطالعه می‌تواند نمونه‌ای برای محققان و متخصصان شاغل در بورس باشد (Mashadihasanli, 2022). بندیوپادهیای و همکاران برای پیش‌بینی قیمت طلا با توجه به تاریخچه داده نوامبر ۲۰۰۳ تا ژانویه ۲۰۱۴ از مدل ARIMA برای کاهش ریسک استفاده کرده‌اند. عواملی همچون تغییر سناریوی سیاسی، تورم، توجه مردم برای سرمایه‌گذاری در خریدوفروش طلا و موارد دیگر روش‌های پیش‌بینی طلا را مورد تأثیر قرار داده است (Mashadihasanli, 2022). ماچاریا و همکاران به پژوهشی از مدل‌های ARIMA و GARCH برای تحلیل روند و نوسانات قیمت سهام در بازارهای نوظهور پرداختند. نتایج نشان داد که مدل ARIMA در پیش‌بینی روند قیمتی کوتاه‌مدت عملکرد خوبی دارد و مدل GARCH توانسته است نوسانات و ریسک بازار را با دقت بالایی مدل‌سازی کند. نویسندگان پیشنهاد کردند ترکیب این دو مدل می‌تواند تصویری دقیق‌تر از پویایی بازارهای نوظهور ارائه دهد (Macharia et al., 2025).

شواهد نشان می‌دهند تغییرات قیمت سهام اوراق بهادار وابسته به تاریخچه و قابل‌ردیابی است؛ بنابراین استفاده از مقادیر گذشته و حال در پیش‌بینی آینده توانسته است کارآمد باشد. اگرچه در پیشینه موردمطالعه، نتایج مطلوبی از کاربرد روش ARIMA در مسائل متعدد و متفاوت دیده شده است اما بررسی اینکه برای پیش‌بینی دقیق‌تر قیمت سهام یک شرکت، انتخاب چه تعداد از داده‌های تاریخچه آن سهم، پیش‌بینی دقیق‌تری به همراه دارد نیز قابل‌تأمل است. همچنین در هر صنعت برای هر یک از شرکت‌های وابسته و زیرمجموعه آن به‌کارگیری چه تعداد داده به‌عنوان تاریخچه و استفاده از مدل ARIMA نتیجه دقیق‌تری به همراه دارد. در این مقاله این موضوع برای چند صنعت و شرکت سهامی در بورس اوراق بهادار تهران موردبررسی واقع شده است؛ بنابراین در روند این تحقیق سعی شده است نمونه الگویی برای پیش‌بینی قیمت سهام تمامی صنایع فعال در بورس اوراق بهادار تهران و شرکت‌های زیرمجموعه آن باشد. در این پژوهش به بررسی تعداد داده موردبررسی در تاریخچه هریک از شرکت‌های نام‌برده پرداخته شده است که درواقع قدم اول استفاده از مدل ARIMA است.

به دلیل تفاوت و تغییر روند داده‌های سری زمانی هر یک از شرکت‌ها دقت پیش‌بینی با تاریخچه کوتاه‌مدت و بلندمدت متفاوت است و با بررسی‌های صورت گرفته نشان داده شده است که برای پیش‌بینی هر یک، استفاده از تاریخچه بلندمدت دقت پیش‌بینی بالاتری به همراه دارد یا استفاده از تاریخچه کوتاه‌مدت. بهره‌مندی از روش رتبه‌بندی TOPSIS کمک شایانی در رتبه‌بندی نتایج و تحلیل‌های نهایی این تحقیق به همراه داشته است. از سویی همان‌طور که در بخش مقدمه اشاره شد، یافتن مدلی که تمام جوانب و چالش‌های پیش‌بینی را پوشش دهد معرفی نشده است. دراین‌بین پژوهشگران با معرفی مدل‌های متعدد و گوناگون و همچنین با مقایسه قرار دادن نتایج آن‌ها به ارزیابی و معرفی مدل بهینه پرداخته‌اند. در این پژوهش نیز مدل پیشنهاد داده‌شده RARIMA با افزایش دقت پیش‌بینی مبتنی بر مدل ARIMA گامی برای دستیابی به پیش‌بینی‌های دقیق‌تر قیمت سهام صنایع مختلف معرفی شده است و با مقایسه

[1] Johannesburg Stock Exchange
[2] Oil & Gas Development Company Limited

نتایج متناظر آن با مدل ARIMA کارایی و قابلیت آن ارزیابی‌شده است و به‌عنوان مدل بهتر و کاراتر نسبت به مدل ARIMA معرفی شده است.

۲- تجزیه‌وتحلیل اطلاعات

در این قسمت به چند نمونه از نتایج پیش‌بینی قیمت سهام شرکت‌های متفاوت و محاسبه خطای نسبی آن‌ها با ۱۸ تاریخچه داده متفاوت برای ۵ روز آینده پرداخته شده است. جدول **۱** خطای نسبی قیمت سهام شرکت ارفع برای ۵ روز آینده با ۱۸ تاریخچه را نشان می‌دهد. همچنین جداول **۲** تا **۵** رتبه‌بندی نتایج پیش‌بینی تاریخچه‌ها در چند صنعت را به‌طور نمونه نشان داده است. درنهایت در جدول **۶** به جمع‌بندی بهترین تاریخچه تمام شرکت‌ها همراه با مدل استفاده‌شده پرداخته شده است.

برای دستیابی به تحلیل و نتایج دقیق و مفید به سبب تعدد نتایج بهتر است از روشی جهت رتبه‌بندی نتایج پیش‌بینی قیمت سهام ۵ روز آتی که توسط هریک از تاریخچه‌ها با تعداد داده متفاوت به‌دست‌آمده است استفاده شود. این راهکار سبب ارزیابی و تجزیه‌وتحلیل دقیق اطلاعات برای تصمیم‌گیری است. روش رتبه‌بندی TOPSIS، روشی مرسوم و قابل‌اعتماد جهت رتبه‌بندی داده‌ها است به این صورت که ۱۸ دسته ۵تایی داده (نتایج پیش‌بینی ۵ روز آتی ۱۸ دسته تاریخچه) را ارزیابی، مقایسه و دسته‌بندی کرده و نتایج رتبه‌بندی را نشان داده است. به عبارتی خطای نسبی نتایج با استفاده از روش رتبه‌بندی TOPSIS مورد مقایسه قرار می‌گیرند تا مشخص شود بررسی چه تعداد داده در تاریخچه برای هر یک از شرکت‌ها نتیجه دقیق‌تری همراه دارد. فرمول خطای نسبی در رابطه (۱) داده شده است.

(۱) خطای نسبی = |مقدار پیش‌بینی-مقدار واقعی|/مقدار واقعی

برای تنوع و بالا بردن دقت از ۱۸ دسته داده شامل ۹ دسته داده کوتاه‌مدت (ماهانه) و بلندمدت (سالانه) که هرکدام شامل خطای نسبی ۵ روز آینده هستند استفاده شده است. برای مقایسه ۱۸ دسته مذکور و مشخص شدن تاریخچه‌های مناسب برای پیش‌بینی هر شرکت که نتیجه و پیش‌بینی دقیق‌تری ارائه دهد نیازمند روشی برای رتبه‌بندی هستیم در این پژوهش از روش رتبه‌بندی TOPSIS استفاده شده است.

۳- مدل‌های ARIMA، RARIMA و روش TOPSIS

۳-۱- مدل ARIMA

اساس مدل‌های سری زمانی، کشف ارتباط بین داده‌های سری زمانی است و ازاین‌رو می‌توان به پیش‌بینی داده‌های آینده دست یافت. ازجمله مدل‌های سری زمانی می‌توان به مدل ARIMA به‌عنوان مدلی آماری، روشی رایج و کاربردی برای پژوهشگران در زمینه پیش‌بینی سری‌های زمانی پرداخت. روند قیمت سهام ازجمله مواردی است که داده‌های آن سری زمانی محسوب شده و می‌توان از مدل‌های سری زمانی در پیش‌بینی قیمت سهام در روزهای آینده استفاده نمود (Rahbaripour et al., 2025a؛ Safaie et al., 2025). مدل ARIMA نیز با الگوی اتورگرسیون میانگین متحرک تلفیق‌شده، شامل تلفیقی از مدل سری زمانی اتورگرسیو AR و میانگین متحرک MA است. شکل عمومی این مدل به‌صورت ARIMA(p,d,q) است. پارامتر (p) نشان‌دهنده تعداد جملات اتورگرسیو، پارامتر (d) تعداد دفعات تفاضل‌گیری و پارامتر (q) نشان‌دهنده تعداد جملات میانگین متحرک می‌باشد. برای پیش‌بینی سری زمانی مانا استفاده از مدل ARMA مناسب است و در صورت نامانا بودن سری زمانی مدل ARIMA از تفاضل گیری (d) برای مانا شدن سری زمانی به‌کاربرده شده است. درصورتی‌که Y_t ارزش سری زمانی، α_0 ضریب ثابت، β_1 و α_1 ضرایب و پارامترهای مدل‌های مربوطه در نظر گرفته شود و μ_t فرایند تصادفی میانگین صفر و واریانس σ باشد؛ فرمول مدل اتورگرسیو میانگین متحرک به ترتیب در رابطه‌های (۲) تا (۴) نشان داده شده است.

$$Y_t = \alpha_0 + \beta_1 Y_{t-1} + \dots + \beta_p Y_{t-p} \quad (۲)$$

$$Y_t = \mu_t + \alpha_1 \mu_{t-1} - \dots - \alpha_q \mu_{t-q} \quad (۳)$$

$$Y_t = \alpha_0 + \beta_1 Y_{t-1} + \dots + \beta_p Y_{t-p} + \mu_t + \alpha_1 \mu_{t-1} - \dots - \alpha_q \mu_{t-q} \quad (۴)$$

تعیین مقادیر بهینه پارامترهای (p) و (q) از چالش‌های مهم پیاده‌سازی روش ARIMA در پیش‌بینی سری‌های زمانی است. یکی از روش‌های متداول برای تعیین این

پارامترها استفاده از معیارهای آکائیک[1] (AIC) می‌باشد. در این مقاله برای هر سری زمانی داده‌شده، به ازای مقادیر (p) و (q)های مختلف (q: ۲ و ۱ و ۰، p: ۲ و ۱ و ۰) محاسبه و (p) و (q)هایی که دارای کمترین مقدار آکائیک می‌باشند به‌عنوان پارامترهای مدل ARIMA انتخاب و پیش‌بینی سری زمانی بر اساس آن مدل انجام خواهد گرفت (Alarbi et al,. 2025؛ Wu, 2025؛ Rahbaripour et al., 2025b).

۳-۲- مدل RARIMA

مدل پیشنهاد داده‌شده و مطرح‌شده در این مقاله بر پایه مدل ARIMA داده شده است. در مدل ARIMA با توجه به کارایی بالا و قابلیت مطلوب آن، نتایج پیش‌بینی با تعداد داده تاریخچه‌های متفاوت، نتایج متفاوتی نیز به همراه داشته است. به‌طورمثال، در میانگین خطای نسبی پیش‌بینی ۵ روز آتی قیمت سهام شرکت ارفع با استفاده از مدل ARIMA و به‌کارگیری تاریخچه ۶۲۵ و دقت ۰/۰۰۱ مساوی صفر است این در حالی است که میانگین خطای نسبی ۵ روز برای تاریخچه‌ای با ۲۰ داده مساوی ۰/۱۳۴ است و به نسبت اختلاف زیادی دارند. به‌منظور کم شدن این اختلاف دقت و بهره‌مندی بیشتر از این مدل با به‌کارگیری هر تعداد داده در تاریخچه می‌توان به مدل RARIMA اشاره نمود. مدل RARIMA مبتنی بر مدل ARIMA است. این مدل با توجه به دقت و خطای نسبی پیش‌بینی صورت گرفته توسط مدل ARIMA، خطای نسبی داده بعدی را بدون داشتن مقدار واقعی، پیش‌بینی کرده است این امر سبب شده است که تعداد داده در تاریخچه مورداستفاده مدل، از اهمیت کمتری برخوردار شود همچنین نتایج این مدل از مدل ARIMA به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای دقیق‌تر است. درواقع روی نتایج پیش‌بینی مدل ARIMA، Fast-learning Reset رخ داده و سبب شکل‌گیری مدل پیشنهاد داده‌شده RARIMA شده است.

برای پیش‌بینی قیمت سهام با استفاده از مدل RARIMA، ابتدا پیش‌بینی قیمت سهام تعدادی از روزهای اخیر با استفاده از مدل ARIMA (تعداد روزهای پیش‌بینی، توصیه‌شده است کوتاه‌مدت و بین ۴ تا ۹ روز باشد. تا نتایج دقیق‌تری حاصل گردد.) شروع شده است. در ادامه جهت دریافت نتایج دقیق‌تر، محاسبه خطای نسبی و میانگین خطای نسبی نتایج پیش‌بینی صورت گرفته است. سپس با استفاده از رابطه (۵) به محاسبه مقدار پیش‌بینی جدید که نزدیک به مقدار واقعی است پرداخته شده است. درواقع خطای پیش‌بینی‌های روزهای آتی کاهش یافته است.

$$\text{مقدار پیش‌بینی جدید} = |N - (1 + M)| \quad (۵)$$

M: میانگین خطای نسبی محاسبه‌شده

N: مقدار پیش‌بینی مدل ARIMA

توصیه بر این است که جهت پیش‌بینی دقیق‌تر و نزدیک‌تر به مقدار واقعی، پیش‌بینی‌ها روزانه صورت گیرد. بااین‌حال پیش‌بینی‌ها با هر تعداد روز می‌تواند محاسبه شود.

۳-۳- روش تاپسیس (TOPSIS)

روش‌های رتبه‌بندی اغلب برای مسائلی که معیار و گزینه‌های زیادی دارند کاربرد دارد. برنامه‌ریزی خطی چندمعیاره نیز ازجمله روش‌های رتبه‌بندی است که شامل دو گروه برنامه‌ریزی چندهدفه و برنامه‌ریزی چند شاخصه شده است. روش تاپسیس نیز ازجمله پرکاربردترین و مشهورترین روش‌های رتبه‌بندی است که زیرمجموعه برنامه‌ریزی چند شاخصه محسوب می‌شود. اساس روش تاپسیس به این صورت می‌باشد که جواب مطلوب، کمترین فاصله اقلیدسی را با راه‌حل ایده‌آل مثبت (بهترین حالت) و بیشترین فاصله را با راه‌حل ایده‌آل منفی (بدترین حالت) داشته باشد. به عبارتی در این روش فاصله هر گزینه از ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی در نظر گرفته شده است. ازجمله مزایای استفاده از این روش می‌توان به‌سادگی، سرعت مناسب و کارایی مناسب رتبه‌بندی با تعداد زیاد گزینه و معیارهای متعدد، اشاره نمود (Yazdani Hoshyar & Keshvari, 2022؛ Yousefi et al., 2023). گام‌های روش رتبه‌بندی تاپسیس به‌صورت زیر شرح داده شده است:

- **گام اول:** بی‌مقیاس‌سازی

درصورتی‌که داده‌های موجود با توجه به گزینه‌ها و معیارها به‌صورت ماتریس در نظر گرفته شود (ماتریس تصمیم)، بی‌مقیاس‌سازی این ماتریس گام اول روش تاپسیس است. اگر x_{ij} به‌عنوان داده‌های مسئله که بر اساس گزینه‌ها و

[1] Akaike Information Criterion (AIC)

معیارها تنظیم‌شده‌اند در نظر گرفته شود رابطه (۶) فرمول بی‌مقیاس‌سازی داده‌ها (r_{ij}) را نشان می‌دهد.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} x_{ij}^2}} \quad (۶)$$

- **گام دوم**: تشکیل ماتریس موزون (V)

ماتریس موزون (V) متشکل از حاصل‌ضرب ماتریس بی‌مقیاس‌شده در ماتریس قطری است. ماتریس قطری $W_{n\times n}$ شامل وزن‌هایی است که به هر معیار اختصاص داده شده است. رابطه (۷) فرمول تشکیل ماتریس موزون (V) را نشان می‌دهد. در این رابطه ND نماد ماتریس بی مقیاس شده و $W_{n\times n}$ نشان از ماتریس قطری است.

$$V = ND.W_{n\times n} = \begin{bmatrix} V_{11} & V_{1j} & V_{1n} \\ \dots & \dots & \dots \\ V_{m1} & V_{mj} & V_{mn} \end{bmatrix} \quad (۷)$$

- **گام سوم:** به دست آوردن ایده‌آل مثبت و منفی

ایده‌آل مثبت A^+ و ایده‌آل منفی A^- در رابطه (۸) و (۹) نشان داده شده است.

$$A^+ = \{V_1^+, \dots, V_n^+\} \quad (۸)$$

$$A^- = \{V_1^-, \dots, V_n^-\} \quad (۹)$$

بزرگ‌ترین مقدار معیاری که بار مثبت دارد، ایده‌آل مثبت تلقی شده است. همچنین کوچک‌ترین مقدار معیار مثبت، ایده‌آل منفی در نظر گرفته شده است. بزرگ‌ترین مقدار معیار منفی، ایده‌آل منفی تلقی شده است و کوچک‌ترین مقدار معیار منفی، ایده‌آل مثبت در نظر گرفته شده است.

- **گام چهارم:** فاصله اقلیدسی از ایده‌آل مثبت و منفی

فاصله هر یک از مقادیر v_{ij} در ماتریس موزون از ایده‌آل مثبت و منفی به دست آورده شده است که فرمول مربوطه به‌صورت رابطه (۱۰) و (۱۱) است.

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} \left(v_{ij} - v_j^+\right)^2} \quad (۱۰)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} \left(v_{ij} - v_j^-\right)^2} \quad (۱۱)$$

لازم به ذکر است j و i به ترتیب نشان‌دهنده معیار و گزینه است.

- **گام پنجم:** محاسبه نزدیکی نسبی

در این بخش قیمت پایانی سهم‌های موردنظر از فروردین‌ماه ۱۳۹۷ تا دی‌ماه ۱۴۰۲ در نظر گرفته‌شده و پیش‌بینی‌های صورت گرفته، خطای نسبی و نمودارهای باقی‌مانده با استفاده از نرم‌افزار R تهیه شده است. به‌عنوان نمونه خطای نسبی پیش‌بینی قیمت سهام شرکت فولاد ارفع برای ۵ روز آینده در جدول **۱** نشان داده شده است. لازم به ذکر است تمامی مقادیر خطای نسبی با مقیاس ۰/۰۰۱ نوشته شده است؛ به‌عبارت‌دیگر خطای نسبی روز دوم با تاریخچه ۱۲۵۰ داده آخر ۰/۰۰۲ محاسبه شده است. همچنین تعداد داده‌های تاریخچه مقادیر (۲۰،۴۰،۶۰،۸۰،۱۰۰) ۱ تا ۵ ماه اخیر است و مقادیر (۳۰،۵۰،۷۰،۹۰) داده‌های ما بین هر یک از ۲ ماه متوالی است. به همین ترتیب مقادیر (۲۵۰، ۵۰۰، ۷۵۰، ۱۰۰۰، ۱۲۵۰) ۱ تا ۵ سال اخیر است و مقادیر (۳۷۵، ۶۲۵، ۸۷۵، ۱۱۲۵) داده‌های ما بین هر یک از ۲ سال متوالی است.

۴- یافته‌های پژوهش

در جدول **۱** خطای نسبی پیش‌بینی قیمت سهام شرکت فولاد ارفع با تاریخچه بلندمدت (سالانه) نسبت به خطای نسبی کوتاه‌مدت (ماهانه) کمتر است و رتبه اول مطلوب مربوط به پیش‌بینی با ۶۲۵ داده آخر که بازه بین ۲ الی ۳ سال اخیر است ملاحظه شده است. در ادامه پس از پیش‌بینی قیمت سهام ۵ روز آینده شرکت‌های صنعت فولاد ازجمله خراسان، خوزستان، مبارکه اصفهان، ارفع و کاوه با تعداد داده متفاوت به‌دست‌آمده و نتایج حاصله با روش رتبه‌بندی TOPSIS رتبه‌بندی شده است. در جدول **۲**، رتبه‌بندی انجام‌شده بر اساس دقت پیش‌بینی است و مقادیر نام‌برده شده در جدول **۲**، تعداد داده در تاریخچه است. نتایج جدول **۲** نشان می‌دهد برای پیش‌بینی قیمت سهام شرکت‌های فولاد خراسان (فخاس)، فولاد مبارکه اصفهان (فولاد)، شرکت آهن و فولاد ارفع (ارفع)، فولاد کاوه جنوب کیش (کاوه)، بررسی داده‌های سالانه (بلندمدت) نتیجه دقیق‌تری نسبت به کوتاه‌مدت (ماهانه) دارد همچنین برای شرکت فولاد خوزستان (فخوز) بررسی داده‌های کوتاه‌مدت (ماهانه) نتیجه دقیق‌تری نسبت به سالانه (بلندمدت) دارد. همان‌طور که در جدول **۱** نیز

اشاره شد برای پیش‌بینی شرکت ارفع بررسی داده‌های سالانه (بلندمدت) نتیجه دقیق‌تری به همراه دارد. در ادامه قیمت سهام ۵ روز آینده شرکت‌های پتروشیمی اراک (شاراک)، شپدیس، فارس، مارون و جم پیش‌بینی‌شده و نتایج این پیش‌بینی با تعداد داده مختلف در تاریخچه به‌کاربرده شده مقایسه و رتبه‌بندی شده است و در جدول **۳** ارائه داده شده است.

در بررسی شرکت‌های پتروشیمی شازند (شاراک)، پردیس (شپدیس)، جم (جم)، صنایع پتروشیمی خلیج‌فارس (فارس)، نشان داده شده است که به‌منظور پیش‌بینی قیمت سهام، در نظر گرفتن داده‌ها به‌صورت بلندمدت نتیجه بهتری نسبت به داده‌های کوتاه‌مدت دارد؛ درصورتی‌که برای شرکت پتروشیمی مارون، هر چه داده‌ها در مدت‌زمان کوتاه‌تری (ماهانه) در نظر گرفته شود مدل ARIMA نتیجه دقیق‌تری را ارائه می‌دهد. جدول **۴** به رتبه‌بندی تعداد داده مناسب در تاریخچه با ۴ بانک پرداخته است. همان‌طور که در جدول **۴** ملاحظه شده است، برای پیش‌بینی قیمت پایانی سهام بانک‌های ملت (وملت) و صادرات (وبصادر)، به‌کارگیری داده‌های بلندمدت (سالانه) نتایج دقیق‌تری را با استفاده از مدل ARIMA نشان می‌دهد و در مقابل آن برای بانک تجارت (وتجارت) و پارسیان (وپارس) داده‌های کوتاه‌مدت برای پیش‌بینی مناسب‌تر است. همچنین، در جدول **۵** به بررسی ۴ شرکت خودروسازی پرداخته شده است. در پیش‌بینی شرکت‌های خودروسازی سایپا (خساپا)، ایران‌خودرو (خودرو) و زامیاد (خزامیا) همان‌طور که در جدول **۵** نشان داده شده است، بررسی و به‌کارگیری داده‌های کوتاه‌مدت (ماهانه) در مدل ARIMA نتیجه مطلوب‌تری به همراه دارد و برای گروه بهمن (خبهمن) استفاده از داده‌های بلندمدت (سالانه) نتیجه مطلوب‌تری را به دست آورده است.

جدول ۱. خطای نسبی پیش‌بینی قیمت سهام شرکت فولاد ارفع بر اساس داده‌های ورودی برای پنج روز آینده

Table 1. Relative error of forecasting Arfa Steel Company's stock price based on input data for the next five days

تعداد داده	روز				
	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم
۱۲۵۰	۰	۲	۲	۵	۴
۱۱۲۵	۰	۲	۲	۵	۴
۱۰۰۰	۰	۱	۱	۵	۴
۸۷۵	۰	۰	۰	۴	۳
۷۵۰	۱	۰	۱	۱	۰
۶۲۵	۱	۰	۰	۲	۰
۵۰۰	۱	۱	۲	۰	۱
۳۷۵	۱	۱	۲	۰	۰
۲۵۰	۲	۲	۳	۱	۱
۱۰۰	۱	۱	۱	۰	۲
۹۰	۳	۶	۷	۷	۱۲
۸۰	۱	۱	۴	۴	۸
۷۰	۲	۷	۱۱	۱۲	۱۸
۶۰	۲	۷	۱۰	۱۱	۱۷
۵۰	۲	۵	۹	۱۱	۱۸
۴۰	۲	۹	۱۳	۱۵	۲۲
۳۰	۲	۹	۱۴	۱۶	۲۳
۲۰	۱۲	۴۶	۱۰۴	۱۹۳	۳۱۵

جدول ۲. رتبه‌بندی تعداد داده مناسب در تاریخچه ۵ شرکت فولادی با استفاده از روش رتبه‌بندی TOPSIS

Table 2. Ranking of the number of suitable data in the history of 5 steel companies using the TOPSIS ranking method

شرکت	رتبه					نتیجه
	۱	۲	۳	۴	۵	
خراسان	۱۲۵۰	۶۲۵	۱۰۰	۵۰۰	۳۷۵	بلندمدت
خوزستان	۱۰۰	۵۰	۸۰	۱۱۲۵	۱۲۵۰	کوتاه‌مدت
مبارکه	۹۰	۷۵۰	۱۲۵۰	۵۰۰	۱۱۲۵	بلندمدت
ارفع	۶۲۵	۷۵۰	۸۷۵	۱۰۰	۳۷۵	بلندمدت
کاوه	۵۰۰	۷۵۰	۶۲۵	۵۰	۹۰	بلندمدت

جدول ۳. رتبه‌بندی تعداد داده مناسب تاریخچه شرکت‌های پتروشیمی با استفاده از روش رتبه‌بندی TOPSIS

Table 3. Ranking of suitable data numbers for the history of petrochemical companies using the TOPSIS ranking method

شرکت	رتبه					نتیجه
	۱	۲	۳	۴	۵	
شاراک	۱۲۵۰	۱۰۰۰	۱۱۲۵	۶۲۵	۷۵۰	بلندمدت
شپدیس	۱۰۰	۵۰	۲۵۰	۷۰	۱۲۵۰	بلندمدت
فارس	۷۵۰	۶۲۵	۵۰۰	۱۱۲۵	۸۷۵	بلندمدت
مارون	۶۰	۵۰	۳۰	۸۰	۴۰	کوتاه‌مدت
جم	۶۲۵	۷۵۰	۸۰	۲۵۰	۸۷۵	بلندمدت

جدول ۴. رتبه‌بندی تعداد داده مناسب در تاریخچه ۴ بانک با استفاده از روش رتبه‌بندی TOPSIS

Table 4. Ranking of the number of suitable data in the history of 4 banks using the TOPSIS ranking method

شرکت	رتبه					نتیجه
	۱	۲	۳	۴	۵	
ملت	۷۵۰	۸۷۵	۵۰۰	۳۷۵	۶۲۵	بلندمدت
صادرات	۲۰	۲۵۰	۳۷۵	۵۰۰	۷۵۰	بلندمدت
تجارت	۵۰	۹۰	۷۰	۱۰۰	۳۰	کوتاه‌مدت
پارسیان	۷۰	۸۰	۵۰	۱۰۰	۳۰	کوتاه‌مدت

جدول ۵. رتبه‌بندی تعداد داده مناسب در تاریخچه ۴ شرکت خودروسازی با استفاده از روش رتبه‌بندی TOPSIS

Table 5. Ranking of the number of suitable data in the history of 4 automotive companies using the TOPSIS ranking method

شرکت	رتبه					نتیجه
	۱	۲	۳	۴	۵	
خودرو	۱۰۰	۲۵۰	۳۷۵	۶۰	۵۰	کوتاه‌مدت
بهمن	۱۱۲۵	۲۵۰	۱۰۰۰	۱۲۵۰	۵۰۰	بلندمدت
زامیاد	۵۰	۴۰	۷۰	۲۵۰	۱۰۰	کوتاه‌مدت
خودرو	۱۰۰	۲۵۰	۳۷۵	۶۰	۵۰	کوتاه‌مدت

جدول ۶. جمع‌بندی انتخاب بهترین تعداد داده مناسب در پیش‌بینی سهام هریک از شرکت‌ها با استفاده از روش ARIMA و رتبه‌بندی TOPSIS

Table 6. Summary of selecting the best suitable data set in predicting the stock of each company using the ARIMA method and TOPSIS ranking

نام شرکت	نماد شرکت‌ها	تعداد داده تاریخچه	مدت‌زمان	مدل ARIMA
فولاد خراسان	فخاس	۱۲۵۰	بلندمدت	ARIMA (1,1,1)
فولاد خوزستان	فخوز	۱۰۰	کوتاه‌مدت	ARIMA (2,1,2)
فولاد مبارکه اصفهان	فولاد	۹۰	کوتاه‌مدت	ARIMA (0,1,1)
آهن و فولاد ارفع	ارفع	۶۲۵	بلندمدت	ARIMA (2,0,0)
فولاد کاوه جنوب کیش	کاوه	۵۰۰	بلندمدت	ARIMA (1,0,1)
پتروشیمی شازند	شاراک	۱۲۵۰	بلندمدت	ARIMA (2,0,1)
پتروشیمی پردیس	شپدیس	۱۰۰	کوتاه‌مدت	ARIMA (2,0,2)
صنایع پتروشیمی خلیج‌فارس	فارس	۷۵۰	بلندمدت	ARIMA (1,1,2)
پتروشیمی مارون	مارون	۶۰	کوتاه‌مدت	ARIMA (0,2,1)
پتروشیمی جم	جم	۶۲۵	بلندمدت	ARIMA (2,0,2)
بانک ملت	وبملت	۷۵۰	بلندمدت	ARIMA (0,2,1)
بانک صادرات	وبصادر	۲۰	کوتاه‌مدت	ARIMA (0,4,0)
بانک تجارت	وتجارت	۵۰	کوتاه‌مدت	ARIMA (0,2,1)
بانک پارسیان	وپارس	۷۰	کوتاه‌مدت	ARIMA (2,1,2)
خودروسازی سایپا	خساپا	۸۰	کوتاه‌مدت	ARIMA (0,1,1)
ایران‌خودرو	خودرو	۱۰۰	کوتاه‌مدت	ARIMA (1,1,1)
خودروسازی بهمن	خبهمن	۱۱۲۵	بلندمدت	ARIMA (2,0,2)
خودروسازی زامیاد	زامیا	۵۰	کوتاه‌مدت	ARIMA (2,0,0)

در جدول **۶** به جمع‌بندی رتبه‌بندی‌های صورت گرفته در جداول **۲** تا **۵** پرداخته شده است که شامل نماد شرکت‌ها، تعداد تاریخچه مناسب جهت پیش‌بینی و مدل به‌کاررفته شده می‌باشد. با بررسی تعداد داده‌های متفاوت تاریخچه در پیش‌بینی قیمت سهام هر یک از شرکت‌های نام‌برده، ملاحظه شده است که برای پیش‌بینی قیمت سهام برخی شرکت‌ها تاریخچه داده‌های کوتاه‌مدت پیش‌بینی دقیق‌تری را حاصل می‌نماید و این نشان از غیرثابت بودن روند قیمت آن سهم و بررسی روندهای کوتاه‌مدت این سهم است. همچنین برای پیش‌بینی برخی شرکت‌ها بهتر است از تاریخچه بلندمدت استفاده شود در این صورت پیش‌بینی دقیق‌تری نسبت به بررسی تاریخچه کوتاه‌مدت دارد و این نشان‌دهنده روند نسبتاً ثابت قیمت سهام و بررسی روندهای بلندمدت داده‌ها است.

همان‌طور که در جدول **۷** نشان داده شده است، کارایی و قابلیت مدل RARIMA قابل‌ملاحظه و تأمل است. در مواردی که مدل ARIMA به نسبت خطای قابل‌ملاحظه‌ای دارد مدل RARIMA بسیار دقیق‌تر عمل کرده است و این ویژگی‌های بارز و متمایزکننده این مدل محسوب شده است.

۵- بحث و نتیجه‌گیری

پیش‌بینی قیمت سهام شرکت‌های مختلف ازجمله مسائل حائز اهمیت برای سرمایه‌گذاری تحلیلگران و مدیران مالی است. به همین سبب پیش‌بینی تغییرات قیمت سهام و استفاده از مدل پیش‌بینی کارآمد چالشی برای فعالان این حوزه می‌باشد. در این مقاله به بررسی ۱۸ شرکت سهامی از صنایع فولاد، پتروشیمی، بانک و خودروسازی با استفاده از مدل ARIMA پرداخته شده است. یکی از گام‌های تحقیق، بررسی تعداد داده مناسب جهت پیش‌بینی قیمت پایانی سهام شرکت‌ها بود؛ ازاین‌رو خطای نسبی در پیش‌بینی قیمت سهام با بازه زمانی بلندمدت (سالانه) و کوتاه‌مدت (ماهانه) مقایسه قرار داده شد و برای مقایسه این نتایج از روش رتبه‌بندی TOPSIS استفاده گردید.

جدول ۷. ارزیابی قابلیت مدل RARIMA نسبت به ARIMA

Table 7. Evaluation of the capability of the RARIMA model compared to ARIMA

صنعت	نام شرکت	تعداد داده تاریخچه	خطای نسبی مدل ARIMA	خطای نسبی مدل RARIMA	درصد قابلیت مدل RARIMA نسبت به مدل ARIMA
فولاد	فولاد	۲۰	٪۳۱	٪۸	٪۷۴
		۳۰	٪۲	٪۱	٪۵۰
		۴۰	٪۲	٪۰/۹	٪۵۵
		۶۰	٪۱	٪۰/۷	٪۳۰
		۷۰	٪۱	٪۰/۸	٪۲۰
	فولاد خراسان	۲۰	٪۱	٪۰	٪۱۰
		۵۰	٪۳	٪۰/۶	٪۸۰
		۶۰	٪۲	٪۲	٪۰
		۷۰	٪۲	٪۱	٪۵۰
		۸۷۵	٪۳	٪۱	٪۶۰
پتروشیمی	جم	۹۰	٪۶	٪۵	٪۱۶
		۱۰۰	٪۶	٪۵	٪۱۶
		۱۰۰۰	٪۴	٪۳	٪۲۵
		۱۱۲۵	٪۴	٪۳	٪۲۵
		۱۲۵۰	٪۳	٪۲	٪۳۳
	شاراک	۲۰	٪۳۶	٪۱۰	٪۷۲
		۳۰	٪۱	٪۰/۷	٪۳۰
		۴۰	٪۱	٪۰/۶	٪۴۰
		۵۰	٪۱	٪۰/۷	٪۳۰
		۶۰	٪۲	٪۱	٪۵۰
بانک	ملت	۲۰	٪۳۰	٪۱۴	٪۵۳
		۳۰	٪۱۰	٪۷	٪۳۰
		۴۰	٪۱۰	٪۹	٪۱۰
		۵۰	٪۸	٪۶	٪۲۵
		۶۰	٪۸	٪۶	٪۲۵
	پارسیان	۲۰	٪۹۸	٪۲۰	٪۷۹
		۳۰	٪۴	٪۴	۰
		۴۰	٪۴	٪۲	٪۵۰
		۵۰	٪۵	٪۵	۰
		۶۰	٪۳	٪۳	۰
خودرو	ایران‌خودرو	۲۰	٪۱۰	٪۴	٪۶۰
		۳۰	٪۲۳	٪۱۱	٪۵۲
		۸۰	٪۹	٪۵	٪۴۰
		۹۰	٪۹	٪۵	٪۴۰
		۷۵۰	٪۸	٪۴	٪۵۰
	بهمن	۸۰	٪۶	٪۵	٪۱۶
		۹۰	٪۲۲	٪۲۱	٪۴
		۱۰۰	٪۱۹	٪۱۹	۰
		۷۵۰	٪۵	٪۵	۰

نتایج حاصل نشان‌دهنده این بود که پیش‌بینی قیمت سهام در شرکت‌هایی ازجمله فولاد خراسان (فخاس)، فولاد مبارکه اصفهان (فولاد)، پتروشیمی شازند (شاراک)، صنایع پتروشیمی خلیج‌فارس (فارس)، بانک‌های ملت (وملت) و صادرات (وبصادر)، خودروسازی سایپا (خساپا)، ایران‌خودرو (خودرو) و دیگر شرکت‌های نام‌برده شده که با استفاده از مدل ARIMA صورت گرفت، در صورتی نتیجه دقیق‌تری دارد که با داده‌های بلندمدت (سالانه) انجام شود. همچنین برای شرکت‌هایی ازجمله خوزستان (فخوز)، پتروشیمی مارون، بانک تجارت (وتجارت)، پارسیان (وپارس) و گروه بهمن (خبهمن) در صورتی نتیجه دقیق‌تری داشت که داده‌های کوتاه‌مدت استفاده شود.

نتایج این پژوهش نشان‌دهنده دقت بالای پیش‌بینی مدل ARIMA و کارایی بالای این روش در موضوعات مختلف است. همچنین با تغییر و تحلیل حساسیت برخی پارامترها مانند تعداد داده در تاریخچه مورداستفاده، می‌توان دقت پیش‌بینی را نیز در هر یک از مسائل افزایش داد. بدین منظور برای تصمیم‌گیری بهتر و دریافت نتایج دقیق‌تر، از روش رتبه‌بندی TOPSIS استفاده گردید که سبب بهبود عملکرد مدل و پیش‌بینی دقیق‌تر شد. در ادامه با ارائه مدل RARIMA کارایی این مدل نسب به پیش‌بینی قیمت سهام شرکت‌های مذکور قابل‌ملاحظه است. این مدل نسبت به مدل ARIMA نه‌تنها نتایج دقیق‌تری به همراه دارد بلکه تأثیر تعداد داده در تاریخچه که به‌عنوان چالشی برای استفاده از مدل ARIMA شناخته است را به‌طور چشمگیری کاهش داده است. در این صورت با استفاده از مدل RARIMA و با تعداد داده دلخواه تاریخچه می‌توان از دقت و کارایی بالای مدل بهره‌مند شد. برای پیش‌بینی سری زمانی با توجه به روند این تحقیق پیشنهاد می‌شود علاقه‌مندان و تحلیلگران پیش‌بینی قیمت سهام صنایع و شرکت‌های بررسی‌شده از نتایج فوق استفاده نمایند. همچنین پژوهشگران می‌توانند با تغییر مقادیر پارامترهای مدل دقت پیش‌بینی‌ها را بررسی کنند و بهترین مدل برای پیش‌بینی هریک از شرکت‌ها پیشنهاد شود.

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از مدل حاضر، پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی از روش‌های هوش مصنوعی نظیر شبکه‌های عصبی مصنوعی، ماشین بردار پشتیبان و الگوریتم‌های یادگیری عمیق برای پیش‌بینی متغیرهای مالی استفاده شود و عملکرد آن‌ها با مدل حاضر مورد مقایسه قرار گیرد. این رویکرد می‌تواند دقت پیش‌بینی و توان تبیین رفتار بازار را افزایش داده و چارچوبی جامع‌تر برای تصمیم‌گیری‌های مالی فراهم آورد.

مشارکت‌های نویسندگان

همه نویسندگان در مقاله نقش و سهم یکسان داشتند.

تضاد منافع

نویسندگان اعلام می‌کنند که هیچ‌گونه تضاد منافع مرتبط با تحقیق حاضر ندارند و نتایج به‌صورت بی‌طرفانه و بدون دخالت منافع شخصی یا حرفه‌ای به‌دست‌آمده است.

قدردانی

نویسندگان از عوامل اجرایی نشریه مهندسی سیستم و بهره‌وری و همچنین داوران محترم که کیفیت این مقاله را افزایش دادند، قدردانی می‌نمایند.

مراجع

Afeef, M., Ihsan, A., & Zada, H. (2018). Forecasting stock prices through univariate ARIMA modeling. *NUML International Journal of Business & Management*, *13*(2), 130–143.

Alarbi, A., Khalifa, W., & Alzubi, A. (2025). A Hybrid AI Framework for Enhanced Stock Movement Prediction: Integrating ARIMA, RNN, and LightGBM Models. *Systems*, *13*(3), 162. https://doi.org/10.3390/systems13030162

Ariyo, A. A., Adewumi, A. O., & Ayo, C. K. (2014). Stock price prediction using the ARIMA model. In *2014 UKSim-AMSS 16th International Conference on Computer Modelling and Simulation* (pp. 106–112). IEEE. https://doi.org/10.1109/UKSim.2014.67

Ghani, M., Guo, Q., Ma, F., & Li, T. (2022). Forecasting Pakistan stock market volatility: Evidence from economic variables and the uncertainty index. *International Review of Economics & Finance*, *80*, 1180–1189. https://doi.org/10.1016/j.iref.2022.04.003

Guha, B., & Bandyopadhyay, G. (2016). Gold price forecasting using ARIMA model. *Journal of Advanced Management Science*, *4*(2), 117–121. https://doi.org/10.12720/joams.4.2.117-121

Jalalian, H. R. (2022). Investigating the effects of noise on the portfolio optimization

problem. *System Engineering and Productivity*, *2*(2), 73-84 (In Persian). https://doi.org/10.22034/sep.2022.243411

Macharia, K., Otieno, D., & Njoroge, L. (2025). Modeling stock price trends and volatility in emerging markets using ARIMA and GARCH approaches. *Journal of Financial Econometrics and Data Science*, *11*(2), 112–124. https://doi.org/10.21833/ijaas.2025.07.013

Mashadihasanli, T. (2022). Stock market price forecasting using the ARIMA model: an application to Istanbul, Turkiye. *Journal of Economic Policy Researches*, *9*(2), 439–454. https://doi.org/10.26650/JEPR1056771

Mombeyni, H., Hashempoor, M., & Roshandel, S. (2015). Proposing a novel model based on ARIMA technique for forecasting housing price: A case study of Tehran. *Journal of Investment Knowledge*, *4*(Summer), 15–28.

Mondal, P., Shit, L., & Goswami, S. (2014). Study of effectiveness of time series modeling (ARIMA) in forecasting stock prices. *International Journal of Computer Science, Engineering and Applications*, *4*(2), 13. https://doi.org/10.5121/ijcsea.2014.4202

Pillay, S. (2020). Determining the optimal ARIMA model for forecasting the share price index of the Johannesburg Stock Exchange. *Journal of Management Information and Decision Sciences*, *23*(5), 527–538.

Rahbaripour, K., Pakdelfard, M., Sattari Sarbangholi, H., & Valizadeh, N. (2025a). Construction 4.0 barriers in housing development in Iran. *System Engineering and Productivity*, 1-43 (In Persian). https://doi.org/10.22034/sep.2025.2060254.1320

Rahbaripour, K., Pakdelfard, M., Sattari Sarbangholi, H., & Valizadeh, N. (2025b). Analysis of barriers to achieving Construction 4.0 using the interpretive structural modeling approach. *System Engineering and Productivity*, 1-38 (In Persian). https://doi.org/10.22034/sep.2025.2068090.1374

Razaghi, M., Nikomaram, H., Heidarzadeh Hanzaei, A., Ghaffari, F., & Madanchi Zaj, M. (2023). A comparative study between the effectiveness of ARIMA and ARFIMA models in predicting the interest rate and the treasury exchange rate in Iran. *Journal of Investment Knowledge*, *12*(47), 481–504 (In Persian).

Safaie, N., Heidari Soochelmai, Y., & Mirzaee Ghazani, M. (2025). A data-driven hybrid approach for examining the factors influencing the price of EUA during phase IV of the EUETS. *System Engineering and Productivity*, *5*(1), 113-134 (In Persian). https://doi.org/10.22034/sep.2025.2050780.1253

Shen, Q., Zhang, Y., Xiao, J., Dong, X., & Lin, Z. (2023). Research of daily stock closing price prediction for new energy companies in China. *Data Science in Finance and Economics*, *3*, 14–29. https://doi.org/10.3934/DSFE.2023002

Soleimani Sarostani, S., Davodi, S. M. R., & Khordmand. (2022). The optimal portfolio of daily volatility based on interval forecasting of value with the approach of neural networks. *Financial Management Perspective*, *12*(39), 103–120 (In Persian). https://doi.org/10.52547/JFMP.12.39.103

Weng, Q., Liu, R., & Tao, Z. (2022). Forecasting Tesla's stock price using the ARIMA model. *Proceedings of Business and Economic Studies*, *5*(5), 38–45. https://doi.org/10.26689/pbes.v5i5.4331

Wu, Q. (2025). Comparative analysis of stock price prediction based on ARIMA and LSTM models. *Proceedings of the 2025 3rd International Academic Conference on Management Innovation and Economic Development (MIED 2025)*, 14–22. https://doi.org/10.2991/978-94-6463-835-6_3

Yazdani Hoshyar, A., & Keshvari, A. (2023). Investigating and Formulating Anthropogenic Threats in Refinery Projects with a Combination of AHP-TOPSIS Method: A Case Study of Tehran Oil Refinery. *System Engineering and Productivity*, *2*(4), 94-119 (In Persian). https://doi.org/10.22034/sep.2023.704334

Yousefi, E., Bahrisales, J., Pakmaram, A., & Jabbarzadeh Kangarloui, S. (2023). Prevailing conditions on comprehensive risk management in Iran's capital market, strategies and future consequences. *International Journal of Finance & Managerial Accounting*, *8*(30), 345–359 (In Persian). https://doi.org/10.30495/ijfma.2023.70608.1943