Kharazmi University

Journal of Economic Modeling Research

Print ISSN: 2228 - 6454
Online ISSN: 2538 - 4163

Homepage: https://jemr.khu.ac.ir/

Predicting the Price Index in the Iranian Stock Market with Emphasis on the Monetary Variables: A Machine Learning Approach

Majid Shafiei [1] | Parviz Rostamzadeh [2*] | Mohammad Rastegar [3] | Zahra Dehghan shabani[4]

1. Phd student, Faculty of Economics, Management and social Sciences, Shiraz University, Email: majid.shafiei1992@yahoo.com (0009-0007-5117-3648).
2*. Corresponding Author, Assistant professor, Faculty of Economics, Management and social Sciences, Shiraz University, Email: parvizrostamzadeh@shirazu.ac.ir (0000-0003-2783-1552).
3. Associate Professor, Faculty of Electronics and Computer Engineering, Shiraz University, Email: mohammadrastegar@shirazu.ac.ir (0000-0001-9056-6769).
4. Associate Professor, Faculty of Economics, Management and social Sciences, Shiraz University, Email: zdehghan@shirazu.ac.ir (0000-0002-10194983).

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received:
17 Jun. 2024

Received in revised form:
14 Oct. 2024

Accepted:
14 Oct. 2024

Keywords:
Stock Market Index, Monetary Variables, Machine Learning, Feature Importance

JEL:
G17, C45, E37

ABSTRACT

The stock market, as one of the vital components of the capital market, is an important part of the country's economy that can manage the flow of capital, optimize capital allocation, and thereby contribute to economic growth and development. More accurate prediction of the stock market trend can help investors' decision-making for higher returns by reducing risk. In general, the stock market is constantly changing and many factors influence the trend of this market, so predicting the patterns of movement in the stock exchange requires sufficient information about the past and influencing factors of the market. This article is part of the forecast of the stock market index of Iran, seeking to interpret the model and identify the most influential economic variable on the price index prediction. For this purpose, daily stock market and economic data, during the period 1387-1401 were used. Machine learning models are also used for prediction and the Shapley Additive exPlanations (SHAP) to interpret how to predict and determine the most important variables in the predictive model. Based on results from tree-based ensemble methods, Gradient Boosting (GB), performed best based on predictive error criteria. In the study of the feature importance is also based on the Gradient Boosting model, in order of the liquidity (M2), dollar rate (ER), transaction value (TV) and unemployment rate (UNR), the most important economic variables influencing the forecast model. Also, according to other models used in the research, liquidity is the most effective variable on the stock index trend. Finally, it can be said that the most effective monetary variables on the stock market index in Iran are liquidity and exchange rate variables, so monetary policymakers and stock market investors should be more sensitive to these variables in their decisions.

Cite this article: Shafiei, Majid., Rostamzadeh, Parviz., Rastegar, Mohammad & Dehghan shabani, Zahra. (2023). Predicting the Price Index in the Iranian Stock Market with Emphasis on the Monetary Variables: A Machine Learning Approach. *Journal of Economic Modeling Research*, 14 (53), 75-117. DOI: 0000000000000000000

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.53.3.2]

© The Author(s). Publisher: Kharazmi University
DOI: 00000000000000000000000000
Journal of Economic Modeling Research, Vol, 14, No. 53, 2023, pp. 75-117.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.53.3.2]

Journal of Economic Modeling Research
Print ISSN: 2228 - 6454
Online ISSN: 2538 - 4163
Homepage: https://jemr.khu.ac.ir/

پیش‌بینی شاخص کل بازار سهام ایران با تاکید بر متغیرهای پولی: رویکرد یادگیری ماشین

مجید شفیعی [۱] | پرویز رستم‌زاده [۲*] | محمد رستگار [۳] | زهرا دهقان‌شبانی [۴]

۱. دانشجوی دکتری اقتصاد، دانشکده اقتصاد، مدیریت و علوم اجتماعی، دانشگاه شیراز
رایانامه : majid.shafiei1992@yahoo.com شناسه ارکید (۰۰۰۹-۰۰۰۷-۵۱۱۷-۳۶۴۸)

۲*. نویسنده مسئول، استادیار بخش اقتصاد، دانشکده اقتصاد، مدیریت و علوم اجتماعی، دانشگاه شیراز
رایانامه : parvizrostamzadeh@shirazu.ac.ir شناسه ارکید (۰۰۰۰-۰۰۰۳-۲۷۸۳-۱۵۵۲)

۳. دانشیار بخش مهندسی قدرت و کنترل، دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، دانشگاه شیراز
رایانامه : mohammadrastegar@shirazu.ac.ir شناسه ارکید (۰۰۰۰-۰۰۰۱-۹۰۵۶-۶۷۶۹)

۴. دانشیار بخش اقتصاد، دانشکده اقتصاد، مدیریت و علوم اجتماعی، دانشگاه شیراز
رایانامه : zdehghan@shirazu.ac.ir شناسه ارکید (۰۰۰۰-۰۰۰۲-۱۰۱۹۴۹۸۳)

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت:
۱۴۰۳/۳/۲۸

تاریخ ویرایش:
۱۴۰۳/۷/۲۳

تاریخ پذیرش:
۱۴۰۳/۸/۲۳

واژه‌های کلیدی:
شاخص بازار سهام، متغیرهای پولی، یادگیری ماشین، اهمیت ویژگی

چکیده

بازار سهام به عنوان یکی از اجزای حیاتی بازار سرمایه، بخش مهمی از اقتصاد کشور است که می‌تواند جریان سرمایه را مدیریت و تخصیص سرمایه را بهینه کرده و از این طریق به رشد و توسعه اقتصادی کمک کند. پیش‌بینی هرچه دقیق‌تر روند بازار سهام می‌تواند با کاهش ریسک، به تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاران برای کسب بازده بیشتر کمک کند. به‌طور کلی بازار سهام همواره در حال تغییر است و عوامل زیادی بر روند حرکت این بازار اثر می‌گذارند لذا پیش‌بینی الگوهای حرکتی در بازا سهام نیازمند داشتن اطلاعات کافی از گذشته بازار و عوامل اثرگذار بر آن می‌باشد. این مقاله ضمن پیش‌بینی شاخص کل بازار سهام ایران، به دنبال تفسیر مدل و مشخص کردن اثرگذارترین متغیر اقتصادی بر پیش‌بینی شاخص کل می‌باشد. برای این منظور از داده‌های روزانه بازار سهام و متغیرهای کلان اقتصادی طی دوره ۱۳۸۷-۱۴۰۱ استفاده شده است. همچنین از مدل‌های یادگیری ماشین برای پیش‌بینی و از رویکرد توضیحات افزودنی (SHAP) برای تفسیر چگونگی پیش‌بینی و تعیین بااهمیت‌ترین متغیر اقتصادی در مدل پیش‌بینی استفاده شده است. براساس نتایج بدست آمده برای شاخص کل بازار، از میان شش روش گروهی مبتنی بر درخت، مدل گرادیان تقویتی (GB) بهترین

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.53.3.2]

عملکرد را بر اساس معیارهای خطای پیش‌بینی دارد. درمورد مبحث اهمیت ویژگی نیز بر اساس مدل گرادیان تقویتی، به ترتیب حجم نقدینگی، دلار بازار آزاد، ارزش معاملات و نرخ بیکاری با اهمیت‌ترین متغیرهای اثرگذار بر مدل پیش‌بینی می‌باشند. همچنین براساس سایر مدل‌های استفاده شده در پژوهش، نقدینگی مؤثرترین متغیر بر روند شاخص سهام می‌باشد. در نهایت می‌توان گفت که مؤثرترین متغیرهای پولی بر شاخص بازار سهام در ایران متغیرهای نقدینگی و نرخ ارز می‌باشند لذا سیاست‌گذاران پولی و سرمایه‌گذاران بازار سهام در تصمیم‌گیری‌های خود باید به تغییرات این متغیرها حساسیت بیشتری نشان دهند.

طبقه‌بندی JEL:
G32, C53, C58

استناد: شفیعی، مجید؛ رستم‌زاده، پرویز؛ رستگار، محمد و دهقان‌شبانی، زهرا. (۱۴۰۲). پیش‌بینی شاخص کل بازار سهام ایران با تاکید بر متغیرهای پولی: رویکرد یادگیری ماشین. *تحقیقات مدل‌سازی اقتصادی*، ۱۴ (۵۳)، ۷۵-۱۱۷.

DOI: 00000000000000000000000

CC BY NC

ناشر: دانشگاه خوارزمی.

© نویسندگان.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.53.3.2]

۱. مقدمه

مدل‌سازی و پیش‌بینی متغیرهای بازارهای مالی همواره یکی از موضوعات جذاب و با اهمیت برای اقتصاددانان بوده است که با توجه به توسعه این بازارها در کشور طی سال‌های اخیر، تجزیه و تحلیل بازارهای مالی مورد توجه قرار گرفته است. بازار سهام به عنوان بخش مهمی از بازار سرمایه وظیفه جذب سرمایه، تخصیص بهینه منابع و بهبود وضعیت اقتصادی را دارد به‌گونه‌ای که عملکرد این بازار رابطه نزدیکی با توسعه اقتصادی و اجتماعی دارد (ژو و همکاران[1]، ۲۰۲۴).

در بین بازارهای مالی، بازار سهام به عنوان بستری برای مشارکت سرمایه‌گذاران و افزایش سرمایه شرکت‌ها، نقشی حیاتی در رشد اقتصاد هر کشور ایفا می‌کند و به دلیل اقبال زیاد سرمایه‌گذاران خرد در سال‌های گذشته به آن، اثر اقتصادی قابل توجهی هم در سطح ملی و هم در سطح فردی دارد به‌طوری که سقوط قیمت سهام می‌تواند منجر به اختلالات اقتصادی شود (پتینگر[2]، ۲۰۲۰). با توجه به تحولات اخیر بازار سهام در ایران و افزایش تعداد سرمایه‌گذاران خرد در این بازار، بررسی عوامل مهم و موثر بر نوسانات قیمت، بازده و ریسک‌های پیش‌روی سهام‌داران از اهمیت بالایی برخوردار است. پیش‌بینی قیمت و بازده در بازار سهام یکی از مهم‌ترین مفاهیم در مطالعات تجربی مربوط به بازارهای مالی است که عاملی با اهمیت در تصمیم سرمایه‌گذاران و کارایی بازار است. بررسی وضعیت بازار سهام در ایران به دلیل شرایط خاص اقتصادی در این کشور از اهمیت بالایی برخوردار است. از ویژگی‌های خاص اقتصاد ایران می‌توان به تحریم، تورم بالا، صادرکننده نفت و چند نرخی بودن ارز در این اقتصاد اشاره کرد که هرکدام از این ویژگی‌ها می‌تواند بر صنایع و شرکت‌های فعال در بازار سرمایه اثرگذار باشد. در سال‌های اخیر عوامل بسیاری برای پیش‌بینی قیمت و بازده سهام معرفی شده‌اند که هرکدام به نوعی به پیش‌بینی کمک کرده‌اند. برای توسعه بازار سرمایه و جذب سرمایه‌گذاری باید شرایط مطمئن و کم‌ریسکی در بازار ایجاد کرد که این مهم با بهبود مدل‌های پیش‌بینی قیمت و بازده به منظور پوشش ریسک می‌تواند محقق شود. در واقع

[1] Zhou et al.
[2] Pettinger

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.53.3.2]

سرمایه‌گذاری در بازار سهام مهارتی است که نیازمند دانش مالی و اقتصادی است و وارد شدن مردم عادی به چنین بازاری بدون اطلاعات و دانش کافی می‌تواند بسیار زیان‌آور بوده و فرد ریسک زیادی را تجربه می‌کند. با این حال افراد زیادی علاقه‌مند به سرمایه‌گذاری در سهام هستند و این علاقه‌مندی موجب شده که تحقیقات زیادی پیرامون پیش‌بینی بازار سهام انجام شود. این موضوع را باید در نظر داشت که سرمایه‌گذاری در بازارهای مالی و بازار سهام همواره با ریسک بالایی مواجه بوده و هیچ قطعیتی برای کسب سود حتی برای افراد متخصص در این بازارها وجود ندارد. به همین دلیل سرمایه‌گذاران برای پیش‌بینی روند بازار به مدل‌های قوی نیاز دارند تا بتوانند رفتار نوسانی و پیچیده بازار سهام را درک کنند.

برای پیش‌بینی بازار سهام باید عوامل و متغیرهای مهم و اثرگذار بر بازار در نظر گرفته شود. علاوه بر متغیرهای تکنیکال مربوط به سهام، باید به متغیرهای بنیادی مربوط به بازار و متغیرهای اقتصادی اثرگذار بر بازار نیز توجه شود. سیاست پولی یکی از مهم‌ترین سیاست‌های کلان اقتصادی است که به دقت توسط فعالان بازار سهام دنبال می‌شود. همچنین متغیرهای پولی از مهم‌ترین متغیرهای اقتصادی موثر بر بازار سهام است. در دهه‌های گذشته رابطه بین سیاست‌های پولی و اثرگذاری متغیرهای پولی بر بازار سهام مورد بررسی قرار گرفته است (کنتونیکاس و زکایته[1]، ۲۰۱۸). در ریزش‌ها و رشدهای بازار و همچنین ایجاد حباب همیشه به نقش متغیرهای پولی مهم مانند عرضه پول و نرخ بهره اشاره شده است و نقش این متغیرها را مهم دانسته‌اند. اثرگذاری متغیرهای پولی براساس سیاست‌های پولی بانک‌های مرکزی در مورد کنترل عرضه پول اثرات متفاوتی بر بازارهای مالی و بازار سهام در کشورها و ساختارهای اقتصادی مختلف دارد. سیاست‌های پولی برای اثرگذاری بر اقتصاد کلان طراحی می‌شوند اما این سیاست‌ها به‌طور غیرمستقیم موجب اثرگذاری بر بازار سهام می‌شود که این اثرگذاری در دوره‌های مختلف و براساس شرایط اقتصادی متفاوت است. بر این اساس بررسی اثرگذاری متغیرهای پولی و نقش مهم این متغیرها بر عملکرد بازار از اهمیت بالایی برخوردار است. درک رابطه بین سیاست‌ها و متغیرهای پولی با بازار سهام هم برای سیاست‌گذاران و هم سرمایه‌گذاران در این بازار بسیار مهم است. سرمایه‌گذاران باید بدانند که

[1] Kontonikas & Zekaite

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.53.3.2]

سیاست‌های پولی تا چه اندازه بر سرمایه‌گذاری در بازار سهام اثر می‌گذارد (چاووت و جیانگ[1]، ۲۰۲۳).

بحث دیگری که پس از پیش‌بینی مدل می‌تواند دارای اهمیت بالایی باشد، تفسیرپذیری مدل و تحلیل آن است. توانایی درک و تفسیر نتایج به دست آمده توسط مدل بسیار مهم است و موجب ارائه اطلاعات در مورد چگونگی بهبود مدل و فرآیند مدل‌سازی می‌شود. لذا این مقاله علاوه بر ارائه بهترین مدل پیش‌بینی با کمترین خطا براساس معیارهای خطای خطای میانگین خطای مطلق (MAE[2])، میانگی درصد خطای مطلق (MAPE[3]) و ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE[4])، با استفاده از روش توضیحات افزودنی (SHAP[5]) برای بازار سهام ایران، به دنبال تعیین با اهمیت‌ترین ویژگی‌های اثرگذار بر مدل بوده و از بین ویژگی‌های ورودی، ترتیب اهمیت آن‌ها را مشخص می‌کند.

این مقاله در ادامه به چند قسمت تقسیم می‌شود: قسمت ۲ مبانی نظری، قسمت ۳ پیشینه پژوهش مربوط به کاربرد یادگیری ماشین و یادگیری عمیق در بازارهای مالی را نشان می‌دهد. در قسمت ۴ به داده و روش‌شناسی پژوهش پرداخته می‌شود و در قسمت‌های ۵ و ۶ نیز به‌ترتیب به بررسی نتایج حاصل از مدل و جمع‌بندی کل مقاله پرداخته می‌شود.

۲. مبانی نظری

۲-۱- پیش‌بینی بازار سهام

اهمیت بالای بازار سهام در بسیاری از کشورها برای حرکت به سمت توسعه اقتصادی از طریق مدیریت و تخصیص بهینه منابع می‌تواند محقق شود. بازار بورس در هر کشور یکی از ساز و کارهای

[1] Chauvet & Jiang
[2] Mean Absolute Error
[3] Mean Absolute Percentage Error
[4] Root Mean Squared Error
[5] Shapley Additive exPlanations

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.53.3.2]

مهم برای تخصیص بهینه منابع و جذب پس‌انداز افراد است. نقش اصلی بورس هدایت نقدینگی، ایجاد فرصت پس‌انداز و تامین مالی فعالیت‌های اقتصادی از طریق بهبود بخش خصوصی است.

پیش‌بینی قیمت و بازده دارایی‌ها از جمله سهام یک تلاش جذاب و با سابقه طولانی برای فعالان بازارهای مالی است. از دیدگاه متخصصان امور مالی، سرمایه‌گذاری در یک دارایی نیازمند یک پیش‌بینی از بازده انتظاری آن دارایی است و هرچه عملکرد عوامل پیش‌بینی کننده بهتر و دقیق‌تر باشد تمایل به سرمایه‌گذاری افزایش پیدا می‌کند. بنابراین با توجه به اهمیت بالای پیش‌بینی بازده انتظاری، متخصصان امور مالی تلاش می‌کنند از ابزارها و متغیرهای زیادی در جهت بهبود پیش‌بینی استفاده کنند. در بحث‌های آکادمیک مربوط به امور مالی علاقه زیادی به پیش‌بینی بازده سهام وجود دارد زیرا توانایی پیش‌بینی بازده اهمیت بالایی در مورد کارایی بازار دارد. می‌توان گفت که درک ماهیت پیش‌بینی پذیری بازده سهام به محققان برای بدست آوردن مدل‌های قیمت‌گذاری برای توضیح بهتر داده‌ها کمک زیادی می‌کند. پیش‌بینی بازده سهام یک موضوع چالش‌برانگیز در برخورد با داده‌های مالی است زیرا بازار سهام و داده‌های مربوط به آن ذاتا پویا، پیچیده، تکاملی و غیرخطی است و علاوه بر این حساسیت بازار سهام به عوامل سیاسی، اقتصادی و انتظارات سرمایه‌گذاران بسیار حساس بوده لذا پیش‌بینی در این بازار با وجود جذابیت می‌تواند ناامید کننده نیز باشد. بازده سهام به طور ذاتی شامل یک جزء غیرقابل پیش‌بینی قابل توجه است که باعث می‌شود حتی بهترین مدل‌های پیش‌بینی کننده نیز نتوانند بخش زیادی از بازده سهام را توضیح دهند. یک مدل موفق در پیش‌بینی بازده سهام سریعا توسط معامله‌گران زیادی مورد استفاده قرار می‌گیرد و این باعث می‌شود که قیمت سهام به گونه‌ای حرکت کند که به مرور توانایی پیش‌بینی مدل موفق از بین برود. با این حال، نظریه عقلایی قیمت‌گذاری دارایی بیان می‌کند که پیش‌بینی پذیری بازده سهام می‌تواند ناشی از قرار گرفتن در معرض ریسک کل متغیر با زمان باشد و اگر مدل‌های موفق پیش‌بینی بتوانند به طور مدام بازده انتظاری متغیر با زمان را بدست آورند، احتمال موفقیت این مدل‌ها در طول زمان افزایش پیدا می‌کند (رپاچ و ژوو[1]، ۲۰۱۳).

[1] Rapach & Zhou

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.53.3.2]

به لحاظ نظری، بازده دارایی تابعی از متغیرهای وضعیت اقتصاد واقعی است و اقتصاد واقعی نیز نشان‌دهنده نوسانات چرخه‌های تجاری قابل توجهی است پس می‌توان گفت قابلیت پیش‌بینی بازده ارتباط نزدیکی با نوسانات چرخه تجاری دارد. در صورتی که قیمت و مقدار ریسک کل مرتبط با نوسانات اقتصادی باشد، آن‌گاه بازده انتظاری و پیش‌بینی بازده حتی در یک بازار کارآمد نیز متغیر با زمان می‌باشد. بنابراین متغیرهایی که وضعیت اقتصاد را پیش‌بینی یا اندازه‌گیری می‌کنند می‌توانند در پیش‌بینی بازده دارایی کمک کنند (فاما و فرنچ[1]، 1993؛ کمبل و کوکران[2])

در سال‌های اخیر کاملا مشخص شده است که بازارهای سهام دوره‌های خاصی از نوسانات ناشی از واکنش سرمایه‌گذاران به تغییرات اقتصادی و سیاسی را تجربه می‌کنند. بنابراین باید بررسی و ارزیابی نوسانات در بازار سهام را یک بخش جدایی‌ناپذیر در تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاران در نظر گرفت. با افزایش نوسانات، سرمایه‌گذاری فعال در مقایسه با سرمایه‌گذاری منفعل می‌تواند سودآور باشد اما باید به این نکته توجه داشت که با افزایش نوسانات، ریسک افزایش می‌یابد و افزایش بازده انتظاری به دلیل افزایش ریسک در بازار است. همچنین ابزارهای مرتبط به تحلیل اسناد مربوط به شرکت‌ها برای سرمایه‌گذاران اهمیتی زیادی پیدا کرده است زیرا اطلاعات موجود در اسناد مالی شرکت‌ها ممکن است در تغییرات قیمت سهام در آینده اثرگذار باشد و در مطالعات نشان داده شده که رفتار سرمایه‌گذاران تحت تاثیر انتشار اسناد مالی شرکت‌ها است. (هاجک[3]، ۲۰۱۸؛ استاریتز[4]، ۲۰۱۲). کیفیت گزارش‌های مالی شرکت‌ها موجب کاهش عدم‌تقارن اطلاعات بین سهامداران و مدیران شرکت می‌شود. گزارش‌های مالی می‌تواند بصورت ماهانه، فصلی و سالانه ارائه شود و گزارش‌های مثبت (منفی) با بازده مثبت (منفی) سهم همبستگی دارد (سنگ و یانگ[5]، ۲۰۱۷).

[1] Fama & French
[2] Campbell & Cochrane
[3] Hajek
[4] Staritz
[5] Seng & Yang

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.53.3.2]

۲-۲- روش‌های پیش‌بینی قیمت سهام

در بحث مربوط به پیش‌بینی قیمت و بازده در بازار سهام ابتدا باید به تجزیه و تحلیل داده‌ها و سری‌های زمانی مالی پرداخته شود. برای تحلیل داده‌های مالی روش‌های سنتی مختلفی وجود دارد که دو روش معمول و پرکاربرد وجود دارد، یکی تحلیل تکنیکال و دیگری تحلیل بنیادی. در تحلیل تکنیکال برای پیش‌بینی قیمت به مطالعه و بررسی تاریخچه قیمت و حجم معاملات در بازار پرداخته شده و این تحلیل شامل نمودارها و الگوهایی است که روند بازار و سهم‌های مختلف را برای سرمایه‌گذاران مشخص می‌کند. مزیت تحلیل تکنیکال قابلیت کاربرد آن در انواع بازارها و ابعاد زمانی مختلف است.

شاخص‌های زیادی مانند اصلاح فیبوناچی، میانگین متحرک، شاخص‌های حرکت و ... در تحلیل تکنیکال برای پیش‌بینی قیمت و روند بازار مورد استفاده قرار می‌گیرد. تحلیل بنیادی یک روش تجزیه و تحلیل براساس آمار و اطلاعات مهم و کلیدی مندرج در صورت‌های مالی شرکت‌ها، آمار مربوط به شاخص‌های کلان اقتصادی و عوامل بنیادی اثرگذار بر صنایع مختلف فعال در بازار می‌باشد. این تحلیل براساس محاسبه ارزش ذاتی سهام بوده و با مطالعه موارد موثر بر ارزش سهم، وضعیت صورت‌های مالی، نحوه مدیریت و شرایط اقتصاد کلان به پیش‌بینی روند قیمتی و بازده سهام می‌پردازد. هدف تحلیل بنیادی بدست آوردن ارزش ذاتی و مقایسه آن با ارزش فعلی جهت تصمیم برای سرمایه‌گذاری است.

در سال‌های گذشته در بازارهای مالی روش‌های مربوط به یادگیری ماشین یکی از روش‌های کمی برای پیش‌بینی بازار است که به دلیل دقت بالا در پیش‌بینی توجه بسیاری از محققان و فعالان بازار مالی را به خود جلب کرده است. مدل‌های اقتصاد سنجی سنتی با تجزیه و تحلیل روابط بین متغیرهای اقتصادی و با هدف تبیین رابطه علی بین پدیده‌های اقتصادی ارائه می‌شود در حالی که در یادگیری ماشین محققان می‌توانند بینش‌های منحصر به فردی از داده‌های با ابعاد بالا بدست آورند. علم آمار تا حد زیادی انقلاب یادگیری ماشین را پذیرفته است که از آن به عنوان مدل‌سازی بر پایه

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.53.3.2]

الگوریتم یاد می‌شود و در بسیاری از کتاب‌های آماری روش‌های یادگیری ماشین در کنار روش‌های آماری سنتی مورد بحث قرار می‌گیرد (افرون و هاستی[1]، ۲۰۱۶).

۲-۳- متغیرهای پولی و بازار سهام

بازارهای مالی و به‌طور خاص بازار سهام نسبت به تغییرات اقتصاد به شدت حساس می‌باشند. سیاست پولی یکی از سیاست‌های کلان اقتصادی است که توسط فعالان بازار به دقت دنبال می‌شود. این رابطه در صنعت و دانشگاه بسیار مورد بحث قرار گرفته است و درک آن برای سیاست‌گذار و سرمایه‌گذاران بسیار اهمیت دارد (چاوت و ژیانگ، ۲۰۲۳). سیاست‌های پولی معمولا برای ایجاد ثبات در یک اقتصاد اعمال می‌شوند که این سیاست‌ها با ابزارهای سیاست پولی بانک مرکزی یعنی نرخ بهره و عرضه پول بر بازارهای مالی اثر می‌گذارند. سیاست‌های پولی ضمن اثرگذاری بر رشد اقتصادی و تورم بر وضعیت بازار سهام نیز اثر می‌گذارند (سوهایبو[2] و همکاران، ۲۰۱۷). تغییرات در متغیرهای کلان اقتصادی مانند نرخ بهره، تورم، نقدینگی و نرخ ارز از عوامل مهم ایجاد کننده نوسانات در بازار سهام می‌باشند. سیاست پولی یکی از مهم‌ترین سیاست‌های کلان اقتصادی است که به دقت توسط فعالان بازار سهام دنبال می‌شود. همچنین متغیرهای پولی از مهم‌ترین متغیرهای اقتصادی موثر بر بازار سهام است. براساس مطالعات گذشته نرخ بهره تاثیر مهمی بر بازار سهام دارد که این اثرگذاری از دو کانال نرخ تنزیل و تغییر ارزش آتی سهام و همچنین تغییر در جذابیت اوراق قرضه برای سرمایه‌گذاران انجام می‌شود. نقدینگی عاملی است که عرضه پول و بازار سهام را به هم ارتباط می‌دهد (بهاتاچاری و داس[3]، ۲۰۲۱).

عرضه بیش از حد پول موجب افزایش نقدینگی در اقتصاد می‌شود و از طریق افزایش تقاضا برای سهام موجب افزایش قیمت سهام شده و با اثرگذاری بر قدرت هزینه سرمایه‌گذاران می‌تواند بر تقاضای سهام موثر باشد. تورم از طریق اثرگذاری بر تقاضای مصرف‌کننده و درآمد تولیدکننده می‌تواند بازار سهام را متاثر کند. اثرگذاری نرخ ارز بر بازار سهام نیز برای کشورهای مختلف متفاوت

[1] Efron & Hastie
[2] Suhaibu
[3] Bhattacharjee & Das

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.53.3.2]

است. در یک اقتصاد که وابسته به صادرات است افزایش نرخ ارز و کاهش ارزش پول داخلی می‌تواند سودمند باشد زیرا می‌تواند کالاهای صادراتی را ارزان‌تر در سطح بین‌الملل عرضه کند و این موجب افزایش تولید و رشد اقتصادی می‌شود. برای یک کشور وابسته به واردات افزایش نرخ ارز اثر نامطلوبی بر اقتصاد دارد. در این حالت با افزایش هزینه تامین نهاده‌های خارجی درآمد شرکت‌ها کاهش یافته و رشد اقتصادی کشور متوقف می‌شود (بهاتاچاری و داس، ۲۰۲۳).

۲-۴- الگوریتم‌های یادگیری ماشین

با ظهور هوش مصنوعی، الگوریتم‌های مختلفی با ترکیب علم آمار و روش‌های یادگیری ماشین به منظور پیش‌بینی جهت حرکت بازار سهام و پیش‌بینی قیمت سهام به کار گرفته شده است. ارزش سهام اغلب به عنوان یک سری زمانی دیده می‌شود و تحلیل سری زمانی یکی از مدل‌های محبوب برای پیش‌بینی قیمت سهام است. یکی از روش‌های جدید برای پیش‌بینی قیمت و بازده سهام که به موازات سایر روش‌ها در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است، روش‌های مربوط به حوزه یادگیری ماشین در امور مالی است. این حوزه به مطالعه الگوریتم‌های کامپیوتری می‌پردازد که براساس تجربه می‌آموزد و پیشرفت می‌کند. در سال‌های اخیر تمایل به استفاده از یادگیری ماشین در امور مالی در صنعت و دانشگاه به دلیل انعطاف‌پذیری و قدرت پیش‌بینی بالا به شدت افزایش یافته است.

یادگیری ماشین با مفهوم داده‌بزرگ[1] مرتبط است که این مفهوم شامل تعداد زیادی مشاهده، تعداد زیادی متغیر یا هردو می‌باشد. بطور کلی داده‌های با تعداد مشاهدات بالا دقت پیش‌بینی را در یادگیری ماشین بهبود می‌بخشد. همچنین اگر تعداد متغیرها زیاد باشد یادگیری ماشین از روش‌های سنتی مانند رگرسیون خطی بهتر عمل می‌کند و اگر هم تعداد مشاهدات و هم تعداد متغیرها زیاد باشد، یادگیری ماشین با ترکیب مزیت خود در هر دو حالت می‌تواند دقت پیش‌بینی بالاتری نسبت به روش‌های سنتی داشته باشد (استاک و واتسون[2]، ۲۰۲۰). به طور کلی پیش‌بینی بازار سهام به دلیل سختی در درنظر گرفتن تمام عوامل اثرگذار بر بازار و تحلیل آماری آن‌ها کار پیچیده‌ای می‌باشد

[1] Big Data
[2] Stock & Watson

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.53.3.2]

اما با استفاده دقیق و اصولی از روش‌های یادگیری ماشین می‌توان با مرتبط کردن داده‌های قدیمی و داده‌های فعلی، به ماشین آموزش داد تا بیاموزد و از این طریق مفروضات مناسب را ایجاد کند (عثمانی و همکاران[1]، ۲۰۱۶؛ رازا[2]، ۲۰۱۷). مزیت روش‌های مربوط به یادگیری ماشین این است که می‌توان در آن‌ها از انواع متغیرها برای دوره طولانی و با حجم بالایی از داده استفاده کرد و با تجزیه و تحلیل داده‌ها نتیجه حاصل را ارائه کرد. در واقع در این روش‌ها ماشین الگوهای پیچیده با ابعاد و پراکندگی بالا را یاد می‌گیرد و با کشف روابط بین داده‌ها به بهبود پیش‌بینی کمک می‌کند (دی‌پرادو[3]، ۲۰۲۰).

۳- پیشینه تحقیق

مطالعات مختلفی به پیش‌بینی بازارهای مالی با استفاده از روش‌های یادگیری ماشین و یادگیری عمیق پرداخته‌اند که در زیر به آن اشاره شده است.

لوپز و همکاران[4] (۲۰۲۴) به پیش‌بینی بازار S&P 500[5] با روش‌های برپایه درخت یعنی درخت تصمیم، جنگل تصادفی و گرادیان تقویت شده عمیق پرداخته و اهمیت ویژگی‌های ورودی بر مدل را ارزیابی کرده‌اند. براساس نتایج به دست آمده اهمیت ویژگی در زمان‌های مختلف و با تغییر دوره زمانی مورد بررسی تغییر می‌کند. همچنین از میان روش‌های استفاده شده روش گرادیان تقویت شده عمیق بهترین عملکرد را نسبت به سایر روش‌ها نشان می‌دهد.

در مطالعه دیگر آن و همکاران[6] (۲۰۲۴) به پیش‌بینی شاخص قیمت سهام هشت کشور و شاخص صنعتی داوجونز با روش‌های یادگیری عمیق و داده‌های سری زمانی بازار سهام پرداخته‌اند. برای این منظور از دو روش حافظه بلندمدت – کوتاه‌مدت (LSTM[7]) و واحد بازگشتی دروازه‌ای (GRU[8])

[1] Usmani et al.
[2] Raza
[3] De Prado
[4] Lopez et al.
[5] Standard and Poor's 500
[6] An et al.
[7] Long Short-Term Memory
[8] Gated Recurrent Unit

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.53.3.2]

با یک لایه مخفی و دوجهته، و یک مدل ترکیبی به نام انتخاب ویژگی سلسله‌مراتبی با ترکیب داخلی- LSTM (HFSLSMR[1]-LSTM) استفاده کرده‌اند. براساس نتایج بدست آمده روش ترکیبی بهترین عملکرد را نسبت به سایر روش‌ها نشان داده است.

ابدو و همکاران[۲] (۲۰۲۴) به منظور پیش‌بینی‌پذیری بازار سهام عرستان سعودی، اثرگذاری هشت بازار سهام بین‌المللی را بر بازار سهام عربستان سعودی با استفاده از روش‌های مختلف اقتصاد سنجی، یادگیری ماشین و یادگیری عمیق بررسی کرده‌اند. در این مطالعه با اهمیت‌ترین عامل بر بازار سهام عربستان سعودی مشخص شده است. براساس نتایج این پژوهش، تا قبل از سال ۲۰۰۶ بازار سهام بریتانیا و ژاپن بیشترین اثر را بر بازار سهام عربستان داشته اما پس از سال ۲۰۰۶، نفت و بازار سهام چین موثرترین عامل بر بازار سهام عربستان بوده است.

ژائو و همکاران[۳] (۲۰۲۳) در مطالعه خود به بررسی پیش‌بینی بازار سهام در چین و مشخص کردن مهم‌ترین عامل بر بازده این بازار با استفاده از روش‌های خطی و روش‌های یادگیری عمیق پرداخته‌اند. نتایج بدست آمده بیانگر برتری مدل‌های شبکه عصبی به عنوام یکی از روش‌های مربوط به یادگیری ماشین نسبت به مدل‌های خطی برای پیش‌بینی است و همچنین از میان متغیرهای مالی مربوط به بازار، رشد و سودآوری بااهمیت‌ترین ویژگی برای پیش‌بینی بازده بازار سهام می‌باشد.

ارته و همکاران[۴] (۲۰۲۳) مطالعه‌ای در مورد پیش‌بینی دارایی در بازار کریپتوکارنسی با یکی از روش‌های پرکاربرد یادگیری ماشین یعنی روش جنگل‌های تصادفی انجام داده‌اند. در این مطالعه از داده‌های بیت‌کوین استفاده شده است و نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که از میان شاخص‌های تکنیکال، الگوهای شمعی می‌توانند کارایی نتایج را بهبود ببخشند.

توچایی و معینی[۵] (۲۰۲۳) با استفاده از روش‌های گروهی بر پایه درخت به بررسی عملکرد پیش‌بینی این روش‌ها برای یک گروه از سهام از صنایع مختلف در بازار سهام ایران پرداخته‌اند. این مطالعه به دنبال معرفی بهترین روش برای پیش‌بینی بازده سهام از میان دو گروه دسته‌بندی گروهی و

[1] Hierarchical Feature Selection with Local Shuffling
[2] Abdou et al.
[3] Zhao et al.
[4] Orte et al.
[5] Toochaei & Moeini

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.53.3.2]

تقویت‌شده گروهی بوده و در آخر نیز به معرفی بااهمیت‌ترین ویژگی پرداخته شده است. براساس نتایج، مدل گرادیان تقویت‌شده شدید (XGBoost[1]) از گروه تقویت‌شده و مدل جنگل چرخشی از گروه دسته‌بندی بهترین عملکرد را نشان می‌دهند. همچنین در این مطالعه عوامل کلان اقتصادی اهمیت بیشتری از نسبت‌های مالی برای پیش‌بینی بازده سهام دارند.

در مطالعه باشر و سادورسکی[2] (۲۰۲۲) پیش‌بینی قیمت بیت‌کوین و طلا با مدل‌های لاجیت و جنگل تصادفی بررسی شده و بااهمیت‌ترین ویژگی اثرگذار بر قیمت این دو دارایی مشخص شده است. نتایج نشان می‌دهد که جنگل تصادفی عملکرد بهتری نسبت به مدل‌های لاجیت برای پیش‌بینی طلا و بیت‌کوین داشته است. نتیجه دیگر این پژوهش بیان می‌کند که شاخص‌های تکنیکال برای پیش‌بینی هر دو دارایی اهمیت بیشتر داشته‌اند. همچنین براساس این مطالعه، نوسانات بازار نفت بر روی بیت‌کوین اثرگذاری بیشتری داشته و قیمت طلا نیز نسبت به قیمت بیت‌کوین، از تورم بیشتر متاثر شده است.

لیپولد و همکاران[3] (۲۰۲۲) نیز به پیروی از مقاله گو و همکاران، به کاربرد یادگیری ماشین در بازار سهام چین پرداخته‌اند. در این پژوهش از یازده مدل یادگیری ماشین و دو مدل خطی برای پیش‌بینی استفاده شده و به دنبال مقایسه بین این روش‌ها می‌باشند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که روش‌های یادگیری ماشین عملکرد بهتری نسبت به مدل‌های خطی داشته و از میان این روش‌ها نیر روش شبکه‌های عصبی بهترین عملکرد را نشان می‌دهد.

گو و همکاران[4] (۲۰۲۰) قیمت‌گذاری دارایی با روش‌های یادگیری ماشین را برای چهار بازار سهام در آمریکا بررسی کرده‌اند. برای این منظور از یازده روش یادگیری ماشین و دو روش خطی استفاده شده است. این مطالعه شامل پیش‌بینی، قیمت‌گذاری دارایی و مقایسه بین روش‌های یادگیری ماشین و خطی است. براساس نتایج به دست آمده روش‌های یادگیری ماشین عملکرد بهتری نسبت

[1] Extremely Gradient Boosting
[2] Basher & Sadorsky
[3] Leippold et al.
[4] Gu et al.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.53.3.2]

به روش‌های خطی داشته و می‌توانند به بهبود قیمت‌گذاری دارایی‌ها کمک کنند. همچنین در این مطالعه شبکه‌های عصبی و درختان رگرسیونی بهترین عملکرد را در پیش‌بینی از خود نشان داده‌اند.

در مطالعات داخلی نیز چند مطالعه که از روش‌های یادگیری ماشین و یادگیری عمیق برای بازار سهام استفاده کرده‌اند. شریف‌فر و همکاران (۱۴۰۱) به بررسی قیمت سهام با الگوریتم شبکه عصبی پیچشی (CNN[1]) و مقایسه آن با شبکه عصبی بازگشتی (RNN[2]) پرداخته‌اند. برای این منظور از دو دسته اصلی داده‌های ورودی شامل اطلاعات قیمت روزانه و ده شاخص تکنیکال برای سهام شرکت ذوب‌آهن اصفهان استفاده شده است. نتایج این پژوهش نشان دهنده عملکرد بهتر شبکه عصبی پیچشی در مقایسه با سایر معماری‌ها و الگوریتم شبکه عصبی بازگشتی است.

ترابی‌پور و سیادت (۱۴۰۱) با روش‌های مربوط به یادگیری عمیق به دنبال پیش‌بینی قیمت چهار سهم در بازار سهام ایران بوده‌اند. روش‌های مورد استفاده آن‌ها LSTM و CNN و روش پیشنهادی آن‌ها که ترکیبی از این دو مدل بوده است. نتایج نشان‌دهنده این است که روش پیشنهادی یعنی LSTM-CNN در مجموعه داده‌های بزرگ با تعداد داده‌های زیاد سهام، عملکرد بهتری دارد.

در یک مطالعه دیگر، کپورچالی و همکاران (۱۴۰۱) عوامل موثر بر پیش‌بینی سود شرکت‌های بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از مدل یادگیری ماشین، شبکه عصبی و رگرسیون خطی را بررسی کرده‌اند. در این پژوهش از چهار روش بردار رگرسیون پشتیبان، شبکه عصبی ساده (NN[3])، شبکه عصبی عمیق (DNN[4]) و رگرسیون خطی (LR[5]) برای داده‌های دوره زمانی ۱۳۸۹- ۱۳۹۸ استفاده شده است. نتایج به دست آمده براساس تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان می‌دهد که روش شبکه عصبی عمیق نسبت به سایر روش‌ها عملکرد بهتری با خطای کمتر داشته و رهیافت مناسبی برای پیش‌بینی سود شرکت‌هاست.

نوآوری پژوهش حاضر نسبت به سایر مطالعات انجام شده در ایران، استفاده از روش‌های گروهی مبتنی بر درخت برای پیش‌بینی شاخص کل بازار سهام و معرفی بهترین مدل با کمترین خطا می‌باشد.

[1] Convolutional Neural Network
[2] Recurrent Neural Network
[3] Neural Network
[4] Deep Neural Network
[5] Linear Regression

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.53.3.2]

نوآوری دیگر و مهم در این پژوهش استفاده از یک رویکرد جدید برای تفسیر خروجی مدل‌های یادگیری ماشین و تعیین بااهمیت‌ترین متغیرهای اقتصادی در پیش‌بینی بازار سهام می‌باشد. بنابراین پژوهش حاضر با دو هدف اصلی انجام می‌شود. هدف اول پیش‌بینی شاخص کل بازار سهام ایران با استفاده از روش‌های یادگیری ماشین، به‌طور خاص مدل‌های گروهی برپایه درخت و مشخص کردن بهترین مدل پیش‌بینی بر اساس سه معیار خطا بوده و هدف اصلی و مهم دیگر تعیین بااهمیت‌ترین ویژگی‌های پولی و اقتصادی موثر بر شاخص کل بازار سهام می‌باشد. برای رسیدن به این اهداف از داده‌های کلان اقتصادی، داده‌های مربوط به بازار سهام و نسبت‌های مالی استفاده می‌شود.

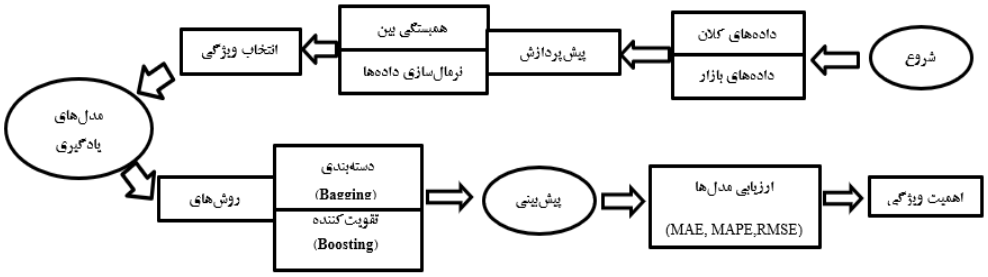
۴. مدل تحقیق و روش برآورد

در این قسمت، ابتدا ضمن نمایش چارچوب تحقیق در شکل ۱، به معرفی مجموعه داده و متغیرهای بررسی شده در مطالعه پرداخته شده و سپس الگوریتم‌های مربوط به یادگیری ماشین توضیح داده می‌شود.

این پژوهش یک چارچوب محاسباتی برای پیش‌بینی شاخص کل بازار سهام با استفاده از روش‌های گروهی برپایه درخت که از مدل‌های معروف در یادگیری ماشین می‌باشند، براساس ویژگی‌های ورودی استفاده شده است. در شکل یک چارچوب پیشنهادی مطالعه به صورت خلاصه بیان شده است. براساس این شکل مراحل انجام کار از وارد کردن ویژگی‌های ورودی و نوع آن‌ها تا نحوه پیش‌پردازش داده‌ها، انتخاب مدل‌های پیش‌بینی، انجام پیش‌بینی و ارزیابی نتایج مربوط به مدل‌های پیش‌بینی کننده مشخص شده است. آخرین مرحله نیز مربوط به معرفی بااهمیت‌ترین ویژگی‌های اثرگذار بر پیش‌بینی می‌باشد.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.53.3.2]



شکل ۱. شماتیک چارچوب پیشنهادی پژوهش

۱-۴- داده و روش شناسی

در این مطالعه از شاخص کل بورس تهران (TSE[1]) به عنوان شاخص بازار سهام در ایران، برای پیش‌بینی مدل استفاده شده است. در فرآیند انتخاب متغیرهای اثرگذار بر شاخص قیمت، به بررسی عوامل با اهمیت در پیش‌بینی حرکت بازار پرداخته شده و نسبت‌های مالی و داده‌های بنیادی مربوط به بازار تعیین شده‌اند. علاوه بر داده‌های مرتبط به بازار، از داده‌های کلان اقتصادی به عنوان عوامل بسیار مهم که بر کل اقتصاد و بازارهای مختلف بخصوص بازار سهام اثرگذارند استفاده می‌شود. برای انجام این تحقیق داده‌های روزانه از ۱۳۹۴- ۱۴۰۱ برای متغیرهای بکار رفته در مدل جمع‌آوری شده است. داده‌های کلان اقتصادی از سایت بانک مرکزی[2]، مرکز آمار ایران[3] و سایت اطلاع‌رسانی طلا، سکه و ارز[4] و داده‌های مربوط به بازار سهام نیز از سایت شرکت مدیریت فناوری بورس تهران[5] جمع‌آوری شده است.

از داده‌های جمع‌آوری شده به‌منظور پیش‌بینی روزانه شاخص کل بورس تهران به عنوان متغیر هدف، براساس داده‌های مربوط به بازار و متغیرهای کلان اقتصادی به عنوان ویژگی‌های ورودی استفاده می‌شود. کل ویژگی‌های مورد مطالعه در جدول ۱ نشان داده شده است. داده‌های مربوط به بازار و نسبت‌های مالی به‌طور پیش فرض روزانه منتشر می‌شوند اما برخی داده‌های کلان اقتصادی برای یکنواخت شدن متغیرها با استفاده از قابلیت نرم‌افزار ایویوز از ماهیانه به روزانه تبدیل شده‌اند.

[1] Tehran Stock Exchange
[2] Cbi.ir
[3] Amar.org.ir
[4] Tgju.org
[5] Tsetmc.com

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.53.3.2]

جدول ۱. لیست ویژگی‌های ورودی مدل شامل متغیرهای کلان اقتصادی و متغیرهای بازار سهام

ویژگی‌ها	دوره زمانی انتشار داده	منبع جمع‌آوری اطلاعات
داده‌های کلان اقتصادی		
نقدینگی (M2)	ماهیانه	سایت بانک مرکزی (Cbi.ir)
شاخص قیمت مصرف‌کننده (CPI)	ماهیانه	سایت مرکز آمار ایران (Amar.org.ir)
قیمت کالا و خدمات جهانی (GC)	روزانه	سایت اطلاع‌رسانی طلا، سکه و ارز (Tgju.org)
تولید ناخالص داخلی (GDP)	فصلی	سایت مرکز آمار ایران (Amar.org.ir)
نرخ بهره بدون ریسک (FRR)	روزانه	سایت بانک مرکزی (Cbi.ir)
نرخ بهره بانکی (BIR)	روزانه	سایت بانک مرکزی (Cbi.ir)
نرخ دلار بازار آزاد (ER)	روزانه	سایت اطلاع‌رسانی طلا، سکه و ارز (Tgju.org)
نرخ بیکاری (UNR)	ماهیانه	سایت مرکز آمار ایران (Amar.org.ir)
انس جهانی طلا (GOLD)	روزانه	Investing.com
قیمت نفت جهانی (OIL)	روزانه	Investing.com
داده‌های بازار سهام		
شاخص کل (index)	روزانه	سایت Tsetmc.com
ارزش معاملات (TV)	روزانه	سایت Tsetmc.com
حجم معاملات (T)	روزانه	سایت Tsetmc.com
ارزش دلاری بازار (MV US (M))	روزانه	سایت Tsetmc.com
ارزش ریالی بازار (MV IRR)	روزانه	سایت Tsetmc.com
درصد پرداخت سود (PP)	روزانه	سایت Tsetmc.com
سهام شناور (FS)	روزانه	سایت Tsetmc.com
نسبت قیمت به ارزش دفتری (P/B)	روزانه	سایت Tsetmc.com
نسبت قیمت به فروش (P/S)	روزانه	سایت Tsetmc.com
نسبت قیمت به درآمد (P/E)	روزانه	سایت Tsetmc.com
نسبت قیمت به پرداخت سود (P/D)	روزانه	سایت Tsetmc.com
نسبت ارزش بازار به سود (V/P)	روزانه	سایت Tsetmc.com
بازده حقوق صاحبان سهام (ROE)	روزانه	سایت Tsetmc.com
بازده دارایی (ROA)	روزانه	سایت Tsetmc.com

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.53.3.2]

۴-۱-۱- داده‌های بازار سهام

داده‌های مربوط به بازار سهام از جمله عوامل اثرگذار بر روند حرکت بازار و شاخص قیمت می‌باشد. در این مطالعه داده‌های بازار را به دو گروه بنیادی و نسبت‌های مالی تقسیم می‌کنیم. داده‌های مربوط به قیمت، ارزش و حجم معاملات، ارزش بازار و سود خالص را به عنوان ویژگی‌های بنیادی بازار و داده‌هایی مانند نسبت‌های P/E، P/S، P/B ویژگی‌های مربوط به نسبت‌هالی مالی درنظر گرفته شده است.

۴-۱-۲- داده‌های کلان اقتصادی

از جمله مهم‌ترین عوامل اثرگذار بر عملکرد بازار سهام، متغیرهای کلان اقتصادی است که اطلاعات زیادی برای پیش‌بینی قیمت سهام به سرمایه‌گذاران می‌دهند. متغیرهای کلان و پولی استفاده شده در این پژوهش شامل نرخ ارز (ER)، نقدینگی (M2)، نرخ بهره بانکی (BIR)، تولید ناخالص داخلی (GDP)، شاخص قیمت مصرف‌کننده (CPI) ، نرخ بیکاری (UNR)، کالا و خدمات جهانی (GC) و قیمت انس جهانی طلا (GOLD) و قیمت نفت (OIL) می‌باشد. به دلیل چندنرخی بودن نرخ ارز در ایران، از دو نرخ بازار آزاد و دلار نیمایی (که شرکت‌ها و صنایع بازار سهام با آن سر و کار دارند) به عنوان ویژگی مربوط به نرخ ارز استفاده شده است.

۴-۱-۳- پیش‌پردازش و نرمال‌سازی داده

داده‌های مربوط به بازار سهام ماهیتی نوسانانی و آشوبناک دارند و باید در صورت لزوم قبل از پیش‌بینی مدل با پیش‌پردازش داده‌ها مشکلات احتمالی را رفع کرد. در این پژوهش داده از دست رفته و پرت وجود ندارد و مشکلی ازین بابت نیست. اما در مورد واحد اندازه‌گیری و ارزش متغیرهای این پژوهش تفاوت‌های زیادی دیده می‌شود. برای مثال مقدار شاخص قیمت به عنوان متغیر هدف در مقیاس هزار تا میلیون واحد گزارش شده است در حالی که واحد اندازه‌گیری ویژگی‌هایی مانند نرخ بهره و نسبت P/E عددی ۱ یا ۲ رقمی دارند. در واقع انحراف معیار بین ویژگی‌های مختلف تفاوت بسیار بالایی دارند که این دامنه عددی بسیار متفاوت بین متغیرهای مورد مطالعه ممکن است بر عملکرد الگوریتم‌های یادگیری ماشین اثر منفی بگذارد. برای حل این مشکل از تکنیک min-

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.53.3.2]

max normalization به منظور مقیاس‌بندی ویژگی‌ها استفاده شده و تمامی متغیرها در بازه ۰ تا ۱۰۰ مقیاس‌بندی شده‌اند. بعد از انجام مقیاس‌بندی جهت استفاده از داده‌ها آن‌ها را به دو قسمت آموزش و آزمون تقسیم می‌کنیم. برای این منظور ۸۰ درصد داده‌ها به عنوان داده آموزشی و ۲۰ درصد برای داده‌های آزمون در نظر گرفته می‌شود. تکنیک min-max normalization توسط معادله زیر نشان داده می‌شود:

$$z = \frac{x - x_{min}}{x_{\max} - x_{min}}$$ رابطه (۱)

که در این معادله z مقدار مقیاس‌شده و x مقدار ورودی اصلی بوده و x_{min} و x_{max} نیز حداقل و حداکثر مقدار ورودی می‌باشند.

۴-۲- روش‌شناسی

در این قسمت به معرفی روش‌های استفاده شده برای ساخت مدل‌های پیش‌بینی پرداخته می‌شود. در این مطالعه از روش‌های مربوط به یادگیری ماشین استفاده شده است. استفاده از روش‌های پیچیده‌تر مانند یادگیری ماشین نسبت به روش‌های آماری خطی مانند رگرسیون خطی، می‌توانند تعاملات بین ویژگی‌ها را بهتر نشان داده و علاوه بر روابط خطی، روابط غیرخطی بین ویژگی‌های مدل را درک کنند. از میان روش‌های یادگیری ماشین، روش‌های گروهی (Ensemble Methods) که بر پایه درخت (Tree-Based) می‌باشند برای ساخت مدل پیش‌بینی و تفسیر آن به‌کار گرفته شده است. دلیل استفاده از تکنیک‌های مبتنی بر درخت، توانایی این روش‌ها در استخراج اهمیت ویژگی و ارائه بینش‌هایی درباره اطلاعات مورد استفاده برای پیش‌بینی می‌باشد (کاپارینی و همکاران[1]، ۲۰۲۴). درخت تصمیم یک الگوریتم پرکاربرد برای مسائل طبقه‌بندی و رگرسیون است. این نوع الگوریتم‌ها با تقسیم بازگشتی داده ها به زیر مجموعه‌ها بر اساس مقادیر متغیرهای ورودی، و ساختن یک ساختار درخت مانند که می‌تواند برای پیش‌بینی استفاده شود، کار می‌کنند. درخت تصمیم از

[1] Caparrini et al.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.53.3.2]

قدیمی‌ترین روش‌های دسته‌بندی بوده و ساده‌ترین روش مبتنی بر درخت است. این درخت شامل گره‌هایی است که درخت را براساس یک مقدار متغیر پیش‌بینی کننده تقسیم می‌کنند.

درخت‌های تصمیم معمولا شامل چندین لایه از گره‌ها هستند و تعامل بین چندین متغیر را در نظر می‌گیرند. هنگامی که درخت به یک گره می‌رسد در واقع درخت یک مقدار پیش‌بینی را نشان می‌دهد. درخت تصمیم در پیش‌بینی داده‌های عددی عملکرد بسیار خوبی دارند. تفسیر پذیری بالا، تحلیل داده‌های زیاد در زمان کم، پیاده‌سازی روابط نامعلوم، ارزیابی مدل با روش‌های آماری و نیاز کم به مراحل آماده‌سازی داده‌ها از مزایای درخت تصمیم است. بنابراین در این مطالعه رویکردی مبتنی بر یادگیری ماشین و روش‌های مبتنی بر درخت برای پیش‌بینی شاخص قیمت بازار سهام ایران براساس ویژگی‌های ورودی و تعیین بااهمیت‌ترین ویژگی‌های اقتصادی معرفی شده است.

۴-۲-۱- الگوریتم‌های یادگیری ماشین

بررسی پیشرفت‌های اخیر برای پیش‌بینی داده‌های مالی و اقتصادی نشان می‌دهد که روش‌های یادگیری ماشین به یک ابزار مهم در تخمین، پیش‌بینی و انتخاب مدل در حوزه‌های کاربردی اقتصاد و امور مالی تبدیل شده‌اند. امروزه کاربرد این روش‌ها با در دسترس بودن مجموعه داده‌های گسترده و داده‌های بزرگ، برای پیش‌بینی‌های دقیق و قابل اعتماد از اهمیت زیادی برخوردارند (ماسینی و همکاران[1]، ۲۰۲۱). روش‌های یادگیری ماشین به چهار گروه یادگیری بانظارت، بدون‌نظارت، نیمه‌نظارتی و تقویتی تقسیم می‌شوند. در امور مالی و در این مطالعه از رویکرد اول یعنی الگوریتم یادگیری نظارت شده و روش‌های مربوط به آن استفاده می‌شود. هدف یادگیری با نظارت پیش‌بینی‌های خارج از نمونه با دقت پیش‌بینی بالاست. برای ارزیابی دقیق عملکرد پیش‌بینی مورد انتظار در مشاهدات دیده نشده، داده‌ها به دو قسمت آموزشی و آزمایشی تقسیم می‌شوند. با اعمال یکی از روش‌های یادگیری با نظارت بر روی داده‌های آموزشی برای ساخت یک مدل پیش‌بینی و سپس اعمال مدل پیش‌بینی بر روی داده‌های آزمون، برآوردی از عملکرد پیش‌بینی خارج از نمونه به دست می‌آید (هوانگ و ویگراتز[2]، ۲۰۲۲). بسیاری از الگوریتم‌های یادگیری با نظارت برای بهبود

[1] Masini et al.
[2] Hoang & Wiegratz

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.53.3.2]

تصمیم‌گیری‌های تجاری توسعه یافته‌اند. در یادگیری با نظارت متغیر وابسته، نشان‌دهنده متغیر هدفی است که باید براساس متغیرهای مستقل پیش‌بینی شود.

یادگیری ماشین در امور مالی با ساخت معیارهای جدید و برتر به گسترش ابزار استاندارد اقتصاد سنجی کمک می‌کند و از این طریق موجب کاهش خطاهای پیش‌بینی می‌شود. الگوریتم‌های یادگیری ماشین با عنوان تابع هدف یادگیرنده توصیف می‌شوند که به بهترین شکل متغیرهای ورودی را به متغیر خروجی ارتباط می‌دهند.

۴-۲-۲- روش‌های گروهی

وقتی پیش‌بینی‌ها با استفاده از ترکیب چند الگوریتم انجام می‌شود، نتیجه بهتر از حالتی است که با هریک از الگوریتم‌ها به تنهایی پیش‌بینی انجام می‌شود. استفاده از دو یا چند الگوریتم برای ساخت یک مدل پیش‌بینی با عنوان یادگیری گروهی شناخته می‌شوند (هال[1]، ۲۰۲۱).

به‌طور کلی مدل‌های یادگیری ماشین با سه نوع خطا رو به رو می‌شوند: بایاس، واریانس و نویز.

۱.سوگیری[2]: خطای مربوط به بایاس به علت فروض غیرواقعی ایجاد می‌شود. زمانی که بایاس زیاد باشد، الگوریتم‌های یادگیری ماشین برای توضیح دادن روابط بین ویژگی‌ها و نتایج با شکست مواجه شده و اصطلاحا گفته می‌شود که الگوریتم دارای کم‌برازش[3] است.

۲.پراکندگی[4]: خطای مرتبط با واریانس به علت حساسیت به تغییرات کوچک در مجموعه آموزش ایجاد می‌شود. زمانی که واریانس زیاد باشد، الگوریتم دچار بیش‌برازش[5] در مجموعه آموزشی شده و این می‌تواند موجب شود که تغییرات کوچک در مجموعه آموزش خطای زیاد در پیش‌بینی‌ها را به دنبال داشته باشد.

[1] Hull
[2] Bias
[3] Underfit
[4] Variance
[5] Overfit

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.53.3.2]

۳. اختلال تصادفی[1]: این خطا به علت واریانس در مقادیر مشاهده شده مانند تغییرات غیرقابل پیش‌بینی یا خطاهای اندازه‌گیری ایجاد می‌شود. این خطا کاهش‌ناپذیر است که هیچ مدلی قادر به توضیح آن نیست.

روش‌های گروهی (Ensemble Methods) روشی می‌باشند که مجموعه‌ای از یادگیرنده‌های ضعیفی که همه از الگوریتم یادگیری یکسانی استفاده می‌کنند را ترکیب کرده تا یک یادگیرنده قوی‌تر ایجاد کند که از هرکدام از یادگیرنده‌ها، عملکرد بهتری داشته باشد. روش‌های گروهی به کاهش بایاس و واریانس کمک می‌کنند (مارکوس‌لوپز دی‌پرادو[2]، ۲۰۱۸). درواقع روش‌های گروهی با ترکیب مدل‌های برپایه درخت، عملکرد مدل را بهبود می‌بخشند. دو نوع از روش‌های گروهی در این مطالعه مورد استفاده قرار گرفته است که با عنوان Boosting و Bagging شناخته می‌شوند.

الگوریتم Bagging یک تکنیک از یادگیری با نظارت است که برای هردو نوع مسئله رگرسیون و دسته‌بندی می‌تواند استفاده شود. این تکنیک واریانس پیش‌بینی را کاهش می‌دهد و شیوه کار به این صورت است که چند درخت تصمیم وجود دارد که هرکدام پیش‌بینی‌های مستقلی انجام داده و سپس برای پیش‌بینی نهایی از آن‌ها میانگین گرفته می‌شود. الگوریتم Boosting بایاس پیش‌بینی را کاهش می‌دهد و با ایجاد یک مجموعه متوالی، مدل‌ها ها به ترتیب اضافه می‌شوند و هر مدل جدید اشتباهات مدل‌های قبل را اصلاح کرده و در نهایت پیش‌بینی نهایی به‌صورت یک میانگین وزنی از مدل‌های پیش‌بینی کننده می‌باشد (برون‌لی[3]، ۲۰۲۱).

در این مطالعه از روش درخت تصمیم (DT)، روش جنگل‌های تصادفی (RF) و ExtraTrees از نوع Bagging و از روش‌های گرادیان تقویتی افزایشی (XGB) ، گرادیان تقویتی (GB) و گرادیان تقویتی مبتنی بر هیستوگرام (HGB) از نوع Boosting استفاده می‌شود.

[1] Noise
[2] Marcos Lopez de prado
[3] Brownlee

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.53.3.2]

۴-۲-۳- روش توضیحات افزودنی Shapley (SHAP)

درک این مورد که چه عواملی بیشترین اهمیت را در مدل پیش‌بینی داشته‌اند به اندازه دقت پیش‌بینی می‌تواند مهم باشد و به تفسیر و تحلیل نتایج پیش‌بینی کمک زیادی می‌کند. توانایی تفسیر صحیح از نتیجه یک مدل بسیار مهم بوده و موجب درک فرآیند مدل‌سازی می‌شود. در گذشته برای برخی کاربردها، مدل‌های ساده و خطی به دلیل تفسیر آسان به مدل‌های پیچیده ترجیح داده می‌شدند اما امروزه به دلیل در دسترس بودن داده‌های بزرگ مزایای استفاده از مدل‌های پیچیده‌تر افزایش یافته و بحث بین دقت و قابلیت تفسیر نتیجه یک مدل پیش‌بینی اهمیت زیادی پیدا کرده است. یک مدل ساده به راحتی قابل درک بوده و با خود مدل می‌توان آن را توضیح داد. زمانی که با مدل‌های پیچیده مانند روش‌های گروهی یا شبکه‌های عمیق سر و کار داشته باشیم دیگر درک مدل، تنها از طریق مدل اصلی آسان نبوده و باید از روش‌هایی که توضیح مدل را ساده و قابلیت تفسیر مدل را افزایش می‌دهند، استفاده شود. برای این منظور الگوریتم SHAP به عنوان یک چارچوب از نظریه بازی‌ها برای توضیح خروجی مدل‌های مربوط به یادگیری ماشین می‌باشد که یک تفسیر از اهمیت ویژگی‌های ورودی مدل پیش‌بینی ارائه می‌دهد. این روش اهمیت یک ویژگی را در نتایج مدل پیش‌بینی نشان می‌دهد. در واقع مقادیر SHAP اثر یک ویژگی را با در نظر گرفتن تعامل آن با سایر ویژگی‌ها اندازه‌گیری می‌کند (لوندبرگ و لی[1]، ۲۰۱۷). از این رویکرد در مدل‌های یادگیری ماشین برای تفسیر خروجی و نتیجه مدل‌ها استفاده می‌شود که علاوه بر دقت پیش‌بینی، قابلیت تفسیر خروجی مدل‌های یادگیری ماشین را امکان‌پذیر می‌کند.

در سال‌های گذشته مدل‌های یادگیری ماشین با وجود ارائه دقت پیش‌بینی بالا به دلیل نداشتن قابلیت تفسیر خروجی مدل، با عنوان مدل‌های جعبه سیاه معرفی شده و مورد انتقاد قرار گرفته‌اند. دلیل این انتقادها این بوده که تحلیل کمی و تفسیرپذیری رابطه‌ی بین متغیرهای ورودی و متغیر هدف در مدل، برای سیاست‌گذاران و تصمیم‌گیران اهمیت زیادی دارد. رویکرد توضیحات افزودنی (SHAP) با تجزیه و تحلیل خروجی مدل‌های یادگیری ماشین، مجموع اثرگذاری هر ویژگی را

[1] Lundberg & Lee

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.53.3.2]

برای درک اهمیت هر ویژگی در خروجی مدل مشخص می‌کند. برای محاسبه این رویکرد از یک مدل توضیح خطی به عنوان تقریبی قابل تفسیر برای مدل‌های یادگیری ماشین استفاده می‌شود:

$$g(z) = \varphi_0 + \sum_{i=1}^{M} \varphi_i \ z_i$$ رابطه (۲)

که در اینجا $z \in \{0,1\}^M$ نشان می‌دهد که یک ویژگی چگونه برای پیش‌بینی متغیر هدف استفاده می‌شود. M تعداد ویژگی‌های ورودی به مدل بوده، φ_i ارزش SHAP هر ویژگی و φ_0 نیز میانگین ارزش مربوط به متغیر خروجی می‌باشد (لیو[1] و همکاران، ۲۰۲۲).

به‌طور کلی، رویکرد SHAP مفید می‌باشد زیرا اهمیت هر ویژگی را در مدل پیش‌بینی نشان داده و به درک مدل‌های پیچیده و چگونگی تاثیر ویژگی‌های ورودی بر مدل‌های پیش‌بینی کمک می‌کند.

۵. نتایج تجربی

در این قسمت با استفاده از داده‌های نرمال شده و انتخاب ویژگی‌های با اهمیت براساس همبستگی بین متغیرها در شکل (۲)، به پیش‌بینی متغیر هدف و تعیین بااهمیت‌ترین متغیرها بر آن براساس ویژگی‌های ورودی پرداخته می‌شود.

۵-۱- استراتژی انتخاب ویژگی

در این پژوهش برای انتخاب ویژگی‌های دارای اهمیت در مدل از همبستگی پیرسن بین متغیرها استفاده شده که نقشه همبستگی در شکل ۲ نشان داده می‌شود. ضریب همبستگی پیرسن ارتباط خطی بین دو ویژگی تصادفی را اندازه‌گیری می‌کند. از نظر ریاضی، ضریب همبستگی پیرسن بین دو ویژگی x و y برابر با کوواریانس بین دو ویژگی تقسیم بر حاصلضرب انحراف معیار آن‌ها می‌باشد که در رابطه (۳) نشان داده شده است.

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - x)\ \sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(x_i - x)^2}\ \sqrt{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{y})^2}}$$ رابطه (۳)

[1] Liu et al.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

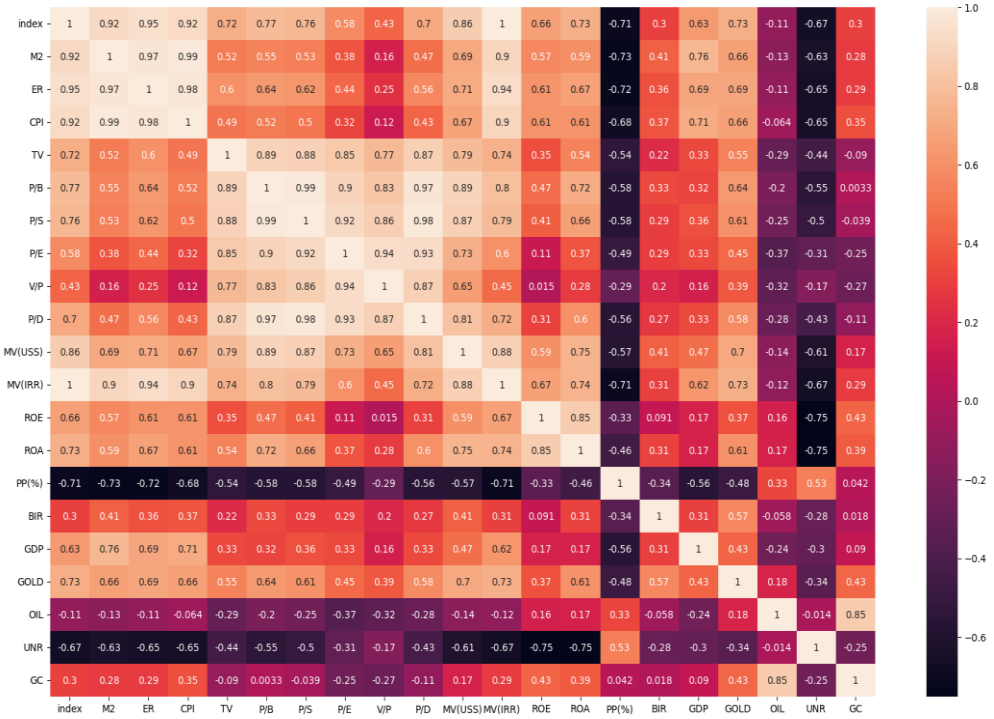
[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.53.3.2]

در این رابطه r_{xy} همبستگی بین x و y را نشان می‌دهد که همواره عددی بین ۱- و ۱ است. مقدار x و $\bar{y}$ نیز به ترتیب میانگین ویژگی‌های x و y است.

انتظار بر این است که تمام متغیرهای معرفی شده در قسمت قبل تا حدی در پیش‌بینی قیمت سهام نقش داشته باشند اما برای انتخاب متغیرهای با اهمیت بیشتر بر قیمت سهام، همبستگی بین متغیر هدف با ویژگی‌های ورودی و ویژگی‌های ورودی با یکدیگر را محاسبه کرده و از این طریق به حذف ویژگی‌هایی که با متغیر هدف همبستگی پایینی دارند اقدام می‌شود. از طرف دیگر ممکن است برخی ویژگی‌ها همبستگی کامل (همبستگی ۱) با متغیر هدف یا با ویژگی‌های دیگر داشته باشند که کمکی به روند پیش‌بینی نمی‌کنند لذا چنین متغیرهایی نیز از ویژگی‌های ورودی کنار گذاشته می‌شود. در این پژوهش ویژگی ارزش ریالی بازار (MV(IRR)) به دلیل همبستگی کامل با متغیر هدف از مدل حذف می‌شود. ویژگی CPI به دلیل همبستگی کامل با نقدینگی و نرخ ارز، از ویژگی‌های ورودی برای پیش‌بینی مدل حذف می‌شود. همچنین متغیر تولید ناخالص داخلی (GDP) را به دلیل داده‌های فصلی مربوط به آن و احتمال افزایش خطا و کاهش اعتبار مدل در صورت روزانه کردن آن، از متغیرهای ورودی کلان اقتصادی در مدل نهایی حذف شده است. نقشه همبستگی اهمیت آماری ویژگی‌های باقیمانده برای پیش‌بینی را تایید می‌کند. با حذف ۳ ویژگی از ویژگی‌های ورودی اولیه، به پیش‌بینی متغیر هدف براساس ۱۹ ویژگی باقیمانده پرداخته می‌شود.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.53.3.2]



شکل ۲. همبستگی بین ویژگی‌های ورودی مدل

پس از بررسی همبستگی بین ویژگی‌های ورودی با یکدیگر و با متغیر هدف، پیش‌بینی مدل براساس مدل‌های گروهی انجام می‌شود. برای این منظور نتایج مربوط به هر الگوریتم را نشان داده و با مقایسه آن‌ها با استفاده از سه معیار خطای MAE، MAPE و RMSE بهترین روش با کمترین خطا برای پیش‌بینی شاخص قیمت مشخص می‌شود. پس از آن به بررسی تفسیرپذیری مدل‌های پیش‌بینی و تعیین بااهمیت‌ترین ویژگی اثرگذار بر هر مدل به تفکیک روش‌های مختلف پرداخته شده و نشان داده می‌شود که چه ویژگی‌هایی بیشترین اثر را بر مدل‌های پیش‌بینی دارند و چگونه مدل را تفسیر می‌کنند. معیارهای خطای پیش‌بینی را به صورت زیر تعریف می‌کنیم:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(y_i - \tilde{y}_i)^2}$$ رابطه (۴)

y_i : مقدار واقعی

$$MAPE = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\left|\frac{y_i - \tilde{y}_i}{y_i}\right|$$ رابطه (۵)

$\tilde{y}_i$: مقدار پیش‌بینی براساس مدل

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.53.3.2]

$$MAE = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}|y_i - \tilde{y}_i| \qquad (۶)$$ رابطه

N: تعداد مشاهدات

در میان این سه معیار عملکرد پیش‌بینی، RMSE جذر میانگین مربعات خطای مقادیر واقعی از مقادیر پیش‌بینی شده را اندازه‌گیری می‌کند و به صورت واحد اصلی متغیر هدف گزارش می‌شود. معیار MAPE اندازه خطا را به صورت میانگین نسبی خطا برآورد و درصد خطای پیش‌بینی را گزارش می‌کند. معیار MAE نیز میانگین مطلق خطای پیش‌بینی را اندازه‌گیری کرده و خطای پیش‌بینی را در واحد اصلی متغیر هدف نشان می‌دهد. هرچه مقدار معیارهای ذکر شده کوچک‌تر باشد به معنای بهتر بودن مدل پیش‌بینی است.

جدول۲. عملکرد مدل‌های یادگیری ماشین برپایه درخت (روش‌های گروهی) براساس معیارهای خطا

معیارهای خطا	مدل‌ها					
	DT[6]	RF[5]	HGB[4]	XGB[3]	**GB**[2]	ExtraTrees[1]
MAPE	0.060	0.69	0.36	0.043	**0.040**	0.768
MAE	0.57	0.449	0.383	0.316	**0.288**	0.628
RMSE	1.39	1.07	0.91	0.86	**0.84**	1.14

منبع: یافته‌های پژوهش

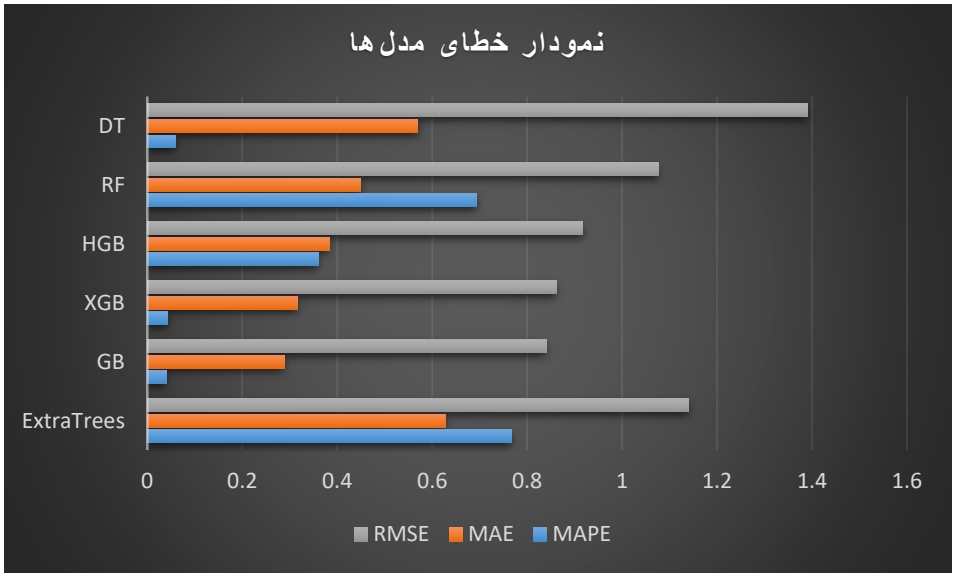
براساس جدول (۲) مدل گرادیان تقویتی (GB) براساس هر سه معیار بهترین پیش‌بینی با کمترین خطا را دارد. در این قسمت با آموزش ماشین براساس ۸۰ درصد داده‌ها، برای ۲۰ درصد باقی مانده به عنوان داده‌های آزمون پیش‌بینی انجام شده که براساس نتایج بدست آمده، معیار خطای MAPE در مدل GB برای داده‌های آزمون دارای خطایی در حدود ۴ درصد می‌باشد که نشان دهنده عملکرد بسیار خوب این مدل می‌باشد. براساس معیارهای MAE و RMSE نیز این مدل به ترتیب ۰.۲۸ و ۰.۸۴ واحد خطا دارد. باید توجه شود که اعداد در بازه ۰ تا ۱۰۰ نرمال‌سازی شده‌اند و خطای پایین

[1] Extremely Randomized Trees
[2] Gradient Boosting
[3] Extremely Gradient Boosting
[4] Hist Gradient Boosting
[5] Random Forest
[6] Decision Tree

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.53.3.2]

به این علت می‌باشد. لازم به ذکر است که براساس داده‌های نرمال شده، میانگین متغیر هدف ۳۰ و انحراف معیار آن ۳۳ می‌باشد و براساس این می‌توان گفت که دقت مدل‌های این مطالعه بالا می‌باشد.

نمودار خطای مربوط به مدل‌ها نیز در شکل (۲) نمایش داده شده است که براساس این شکل مشخص است که مدل GB بر اساس هر سه معیار، کمترین مقدار خطا را دارد.

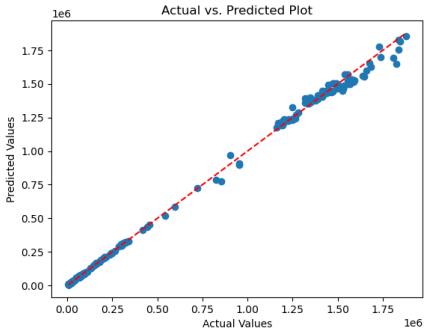


شکل ۳. نمودار خطای مدل‌های مطالعه براساس هر سه معیار خطا

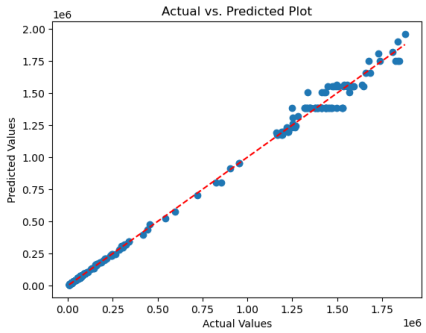
نمودار پراکندگی مقدار واقعی و مقدار پیش‌بینی شده در شکل‌های زیر برای هر شش مدل استفاده شده در این پژوهش نمایش داده شده است. براساس این نمودارها خط‌چین قرمز مقدار واقعی و نقاط آبی رنگ پراکندگی مقادیر پیش‌بینی شده است.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

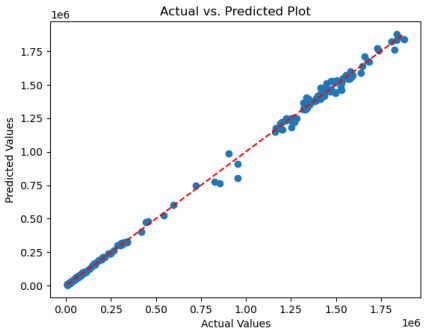
[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.53.3.2]



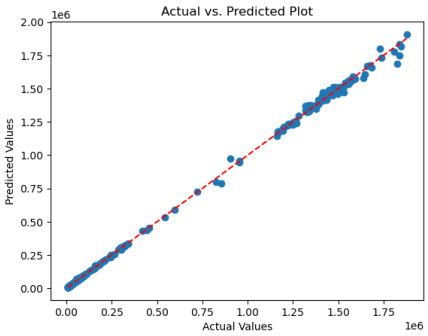
شکل۵. نمودار پراکندگی RF



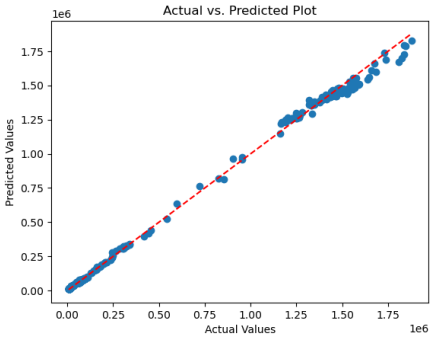
شکل ۴. نمودار پراکندگی DT



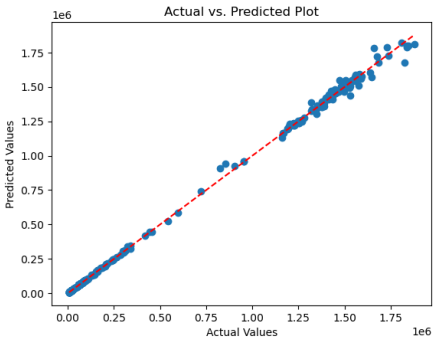
شکل۷. نمودار پراکندگی HGB



شکل ۶. نمودار پراکندگی GB



شکل ۹. نمودار پراکندگی ExtraTrees

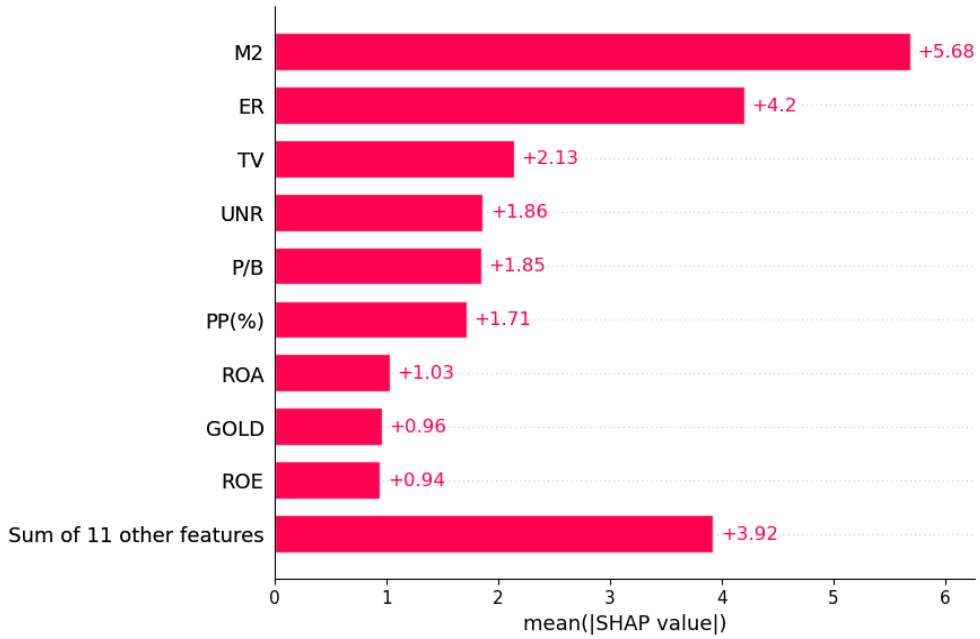


شکل ۸. نمودار پراکندگی XGB

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.53.3.2]

براساس شکل‌های بالا، دقت بالای تمام مدل‌های پیش‌بینی براساس نمودار پراکندگی مشخص شده است. از بین این مدل‌ها نیز شکل (۴-۹) مربوط به مدل پیشنهادی این مطالعه یعنی GB پراکندگی نقاط مربوط به مقادیر پیش‌بینی شده را در نزدیکی مقادیر واقعی به‌خوبی نشان می‌دهد. بعد از گزارش خطای مدل‌های پیش‌بینی در جدول (۲)، به سراغ تفسیر پذیری هر یک از آن‌ها رفته و با استفاده از رویکرد SHAP بااهمیت‌ترین ویژگی‌های اثرگذار بر مدل‌های پیش‌بینی تعیین می‌شود. در این قسمت نمودار اهمیت ویژگی مربوط به بهترین مدل در این مطالعه یعنی GB در شکل (۱۰) نشان داده می‌شود. ترتیب اهمیت ویژگی مربوط به سایر مدل‌ها در جدول (۳) نشان داده شده است که در مجموع ۶ مدل، متغیر مربوط به نقدینگی با اختلاف با اهمیت‌ترین ویژگی اثرگذار بر بازار سهام در ایران می‌باشد. نتایج حاصل از میانگین اهمیت ویژگی تمام مدل‌های مورد مطالعه برای شاخص کل در پیوست (۱) قرار داده شده است.



شکل ۱۰. اهمیت ویژگی متغیرهای ورودی و اثرگذاری این متغیرها بر شاخص کل بازار سهام با مدل GB

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.53.3.2]

در مورد اهمیت ویژگی براساس مدل GB، اثرگذاری چهار متغیر اقتصادی مهم به عنوان با اهمیت‌ترین عوامل بر پیش‌بینی شاخص بازار سهام معرفی می‌شوند و هرکدام از این متغیرها نقش مهمی در روند حرکتی بازار سهام در ایران دارند. براساس نمودار بالا که میانگین مطلق اثرگذاری ویژگی‌ها را نشان می‌دهد، حجم نقدینگی به عنوان با اهمیت‌ترین ویژگی در مدل پیش‌بینی تعیین شده است. نقدینگی که یکی از مهم‌ترین شاخص‌های پولی در اقتصاد است که بر تمام انواع دارایی اثر مهمی دارد. افزایش نقدینگی و عرضه پول در اقتصاد موجب افزایش تقاضا برای کالا و خدمات، بیش از تولید و عرضه کالا و خدمات در کل اقتصاد شده و موجب رشد انواع دارایی در ایران بخصوص بازار سهام می‌شود زیرا همسبتگی مثبت و بسیار بالایی با شاخص قیمت بازار سهام دارد. از آن‌جا که افزایش نقدینگی با وقفه به تورم تبدیل می‌شود لذا اثرگذاری آن بر اقتصاد از طریق تورم و نرخ بهره به سیاست‌های بانک مرکزی و نحوه هدایت آن بستگی دارد. افزایش بیش از حد نقدینگی در بازارهای مالی می‌تواند منجر به ایجاد حباب در این بازارها شود و پیامدهای مخرب زیادی داشته باشد. از ریسک‌های ناشی از افزایش نقدینگی علاوه بر به وجود آمدن حباب می‌توان به ایجاد نوسانات، عدم تخصیص بهینه سرمایه و آغاز رفتار گله‌ای در جامعه اشاره کرد که تمام موارد ذکر شده در تابستان ۹۹ زیان‌های زیادی به مردم عادی و سرمایه‌گذاران خرد وارد کرد. رفتار سرمایه‌گذاری افراد و روند حرکتی شاخص بازار سهام در ایران در سال‌های اخیر را می‌توان با رشد بالای نقدینگی توضیح داد.

نرخ دلار بازار آزاد نیز که در رتبه بعدی در این نمودار قرار دارد در روند حرکتی شاخص بازار سهام از اهمیت زیادی برخوردار بوده تغییرات آن نیز به منشاء نوسانات قیمتی در این نرخ بستگی دارد. به عنوان مثال اگر تغییرات نرخ ارز بازار به دلایل اقتصادی مانند رشد تورم و نقدینگی باشد می‌تواند اثر مستقیم بر شاخص قیمت بازار سهام بگذارد اما گاهی این نوسانات به دلیل نااطمینانی‌های سیاسی و درگیری‌های نظامی بوده که منجر به اثرگذاری منفی بر بازارهای مالی بخصوص بازار سهام در ایران می‌شود. دو متغیر با اهمیت دیگر در این نمودار براساس بهترین مدل پیش‌بینی، نرخ بیکاری و ارزش معاملات بازار سهام است. از آن‌جا که شرکت‌های فعال در بازار سهام نقش مهمی

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.53.3.2]

در تولید و اشتغال در اقتصاد ایران دارند لذا وضعیت آن‌ها در بازار رابطه مستقیمی بر اشتغال در اقتصاد دارد و همان‌طور که در نمودار همبستگی مشاهده شد، رابطه بین شاخص قیمت بازار سهام و نرخ بیکاری نشان‌دهنده یک همبستگی بسیار بالا و منفی است که بیان می‌کند رشد شاخص قیمت بازار سهام و بهبود وضعیت شرکت‌های بورسی می‌تواند به‌طور مستقیم به کاهش بیکاری در اقتصاد کشور کمک کند.

افزایش در ارزش معاملات بازار سهام می‌تواند به معنای افزایش تقاضا و تمایل سرمایه‌گذاران در این بازار بوده و موجب رشد شاخص کل بازار شود. در مقابل کاهش ارزش معاملات نیز می‌تواند به معنای کاهش اعتماد یا ریسک‌پذیری سرمایه‌گذاران بوده و موجب افت شاخص شود. اما نمی‌توان ادعا کرد که این رابطه همیشه به‌صورت خطی و مستقیم است و می‌تواند تحت تاثیر سایر عوامل مانند عوامل اقتصادی و سیاسی باشد.

در مورد اهمیت ویژگی در سایر مدل‌های پیش‌بینی در این مطالعه نتایج بدست آمده در مجموع نشان دهنده اهمیت بالای ویژگی‌های ذکر شده در بالا می‌باشد. در تمام این مدل‌ها مؤثرترین ویژگی بر شاخص کل بازار سهام، نقدینگی است که در قسمت قبل بر اهمیت بالای این متغیر پولی بر بازار سهام ایران تأکید شد. با اینکه وجود نقدینگی برای حرکت اقتصاد مهم است اما اگر تعادل بین رشد نقدینگی و رشد تولید در یک اقتصاد بهم بخورد اثرات مخرب زیادی بر اقتصاد می‌گذارد لذا ایجاد تعادل بین نقدینگی و حفظ یکپارچگی در تخصیص منابع و کنترل نوسانات بازار برای عملکرد پایدار بازار سهام بسیار مهم است. در این جدول براساس تعداد تکرار ویژگی‌ها در تمام مدل‌ها رتبه‌بندی انجام شده است.

جدول۳. رتبه‌بندی بااهمیت‌ترین ویژگی‌های ورودی برای تفسیر مدل‌های پیش‌بینی

رتبه	ویژگی	مخفف	نوع ویژگی
۱	**نقدینگی**	M2	**متغیر کلان اقتصادی**
۲	دلار آزاد	ER (M)	متغیر کلان اقتصادی
۳	ارزش معاملات	TV	متغیر مربوط به بازار
۴	نرخ بیکاری	UNR	متغیر کلان اقتصادی
۵	بازده حقوق صاحبان سهام	ROE	متغیر مربوط به بازار

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.53.3.2]

۶	ارزش دلاری بازار	MV US (M)	متغیر مربوط به بازار
7	بازده دارایی	ROA	متغیر مربوط به بازار
8	انس جهانی طلا	GOLD	متغیر کلان اقتصادی
9	نسبت قیمت به درآمد	P/E	متغیر مربوط به بازار
10	نسبت قیمت به ارزش دفتری	P/B	متغیر مربوط به بازار

منبع: یافته‌های پژوهش

همان‌طور که در جدول (۳) مشاهده می‌شود، علاوه بر متغیرهای کلیدی که در بالا ذکر شد، متغیرهای دیگری از بین ویژگی‌های کلان اقتصادی و ویژگی‌های مربوط به بازار نیز بر روند حرکت بازار سهام مؤثرند. ارزش دلاری بازار، بازده حقوق صاحبان سهام و نسبت P/E برای پیش‌بینی شاخص کل بازار سهام و تصمیم به سرمایه‌گذاری در این بازار اهمیت دارند و باید توسط فعالان بازار مورد توجه قرار گیرد.

۶. جمع‌بندی و پیشنهادها

این پژوهش به دنبال بررسی پیش‌بینی شاخص کل بازار سهام در ایران و عوامل مهم و اثرگذار بر روند حرکت این بازار بوده است. برای این منظور از داده‌های روزانه بازار سهام و متغیرهای کلان اقتصادی در بازه زمانی ۱۳۸۷- ۱۴۰۱ و از مدل‌های یادگیری ماشین استفاده می‌شود. از بین مدل‌های یادگیری ماشین در این مطالعه از روش‌های مبتنی بر درخت به نام روش‌های گروهی استفاده شده است. با بررسی دو نوع از مدل‌های گروهی یعنی دسته‌بندی گروهی و تقویت‌کننده گروهی، مدل گرادیان تقویتی GB نسبت به روش‌های دیگر عملکرد بهتری از خود نشان داد و خطای پیش‌بینی کمتری بر اساس هر سه معیار خطا (MAE, MAPE, RMSE) داشت.

بعد از پیش‌بینی شاخص کل بر اساس مدل‌های مختلف، بحث تفسیرپذیری مدل‌های پیش‌بینی برای مشخص کردن مهم‌ترین عوامل مؤثر بر خروجی مدل از اهمیت بالایی برخوردار است. تفسیرپذیری مدل به کمک یک رویکرد از نظریه بازی‌ها برای تفسیر مدل‌های خروجی در یادگیری ماشین با عنوان توضیحات افزودنی (SHAP) انجام می‌شود. هدف از تفسیر مدل‌ها، بررسی یک

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.53.3.2]

موضوع مهم در یادگیری ماشین با عنوان اهمیت ویژگی (Feature Importance) بوده که در این مطالعه از آن برای مشخص کردن مؤثرترین متغیرهای پولی و اقتصادی بر بازار سهام ایران استفاده شده است.

نتایج مربوط به اهمیت ویژگی که مهم‌ترین هدف این پژوهش است، بیانگر نکات مهم و اثرگذاری بر بازار سهام ایران می‌باشد. براساس نتایج بدست آمده مشخص شد که حجم نقدینگی به عنوان یکی از متغیرهای پولی در اقتصاد ایران است که اثر بسیار زیادی بر دارایی‌های مختلف و شاخص‌های اقتصادی دارد. تقویت انتظارات تورمی و تورم‌های بالا در چند سال اخیر اقتصاد ایران و همچنین رشد بالای بازارهای موازی با بازار سهام در این سال‌ها، همگی با نرخ رشد نقدینگی همبستگی بالا داشته و قابل توضیح است. زمانی که نقدینگی رشد می‌کند تقاضای کل در اقتصاد افزایش یافته و به علت تقویت انتظارات تورمی افراد تمایل دارند برای حفظ ارزش پول خود اقدام به سرمایه‌گذاری در بازاری کنند که بازده انتظاری آن‌ها را محقق کند. در چنین شرایطی سیاست‌های اقتصادی دولت و سیاست‌های پولی بانک مرکزی برای هدایت و تخصیص بهینه نقدینگی به سمت بخش‌های مولد اقتصاد اهمیت بسیار زیادی دارد. افزایش بیش از حد نقدینگی و عدم کنترل آن می‌تواند به رشد بیش از حد بازارها منجر شده و با ایجاد حباب سرمایه افراد را به خطر بیندازد. از اثرات مخرب دیگر افزایش نقدینگی در یک اقتصاد می‌توان به افزایش نوسانات در اقتصاد، عدم تخصیص بهینه سرمایه‌ها و ایجاد رفتار گله‌ای در بین افراد جامعه اشاره کرد. پس از نقدینگی نرخ دلار بازار آزاد یکی دیگر از متغیرهای اثرگذار بر شاخص بوده که نوسانات این نرخ که در بازار آزاد و توسط عرضه و تقاضا تعیین می‌شود براساس سیاست‌های پولی و وضعیت شاخص‌های کلان اقتصادی مشخص می‌شود. نرخ دلار بازار آزاد به سرعت به نااطمینانی‌ها و شرایط سیاسی عکس‌العمل نشان داده و نکته‌ی مهمی که باید در مورد نرخ دلار بازار آزاد به آن توجه کرد این است که زمانی که این نرخ به دلایل اقتصادی و در نتیجه سیاست‌های پولی و شاخص‌های کلان اقتصادی افزایش پیدا کند، بر شاخص بازار سهام اثر مثبت دارد اما اگر نوسانات این نرخ به دلایل سیاسی، درگیری‌های نظامی و نااطمینانی‌های اجتماعی باشد می‌تواند موجب ریزش شاخص بازار سهام شود.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.53.3.2]

افزایش در ارزش معاملات بازار سهام می‌تواند به معنای افزایش تقاضا و تمایل سرمایه‌گذاران در این بازار بوده و موجب رشد شاخص کل بازار شود. در مقابل کاهش ارزش معاملات نیز می‌تواند به معنای کاهش اعتماد یا ریسک‌پذیری سرمایه‌گذاران بوده و موجب افت شاخص شود. اما نمی‌توان ادعا کرد که این رابطه همیشه به‌صورت خطی و مستقیم است و می‌تواند تحت تاثیر سایر عوامل مانند عوامل اقتصادی و سیاسی باشد.

نرخ بیکاری به عنوان یک متغیر کلان اقتصادی، موردی دیگر از عوامل مهم و اثرگذار بر بازار سهام ایران می‌باشد. وجود بیش از ۷۰۰ شرکت در صنایع مختلف در بازار سهام ایران نشان دهنده نقش و اهمیت این بازار بر نرخ بیکاری و اشتغال در اقتصاد کشور است. افزایش بیکاری از طریق کاهش درآمد افراد می‌تواند موجب کاهش سرمایه‌گذاری در بازارهای مالی شود. همچنین افزایش بیکاری می‌تواند به فروش سهام توسط افراد به دلیل کاهش درآمد و نیاز به فروش سهام برای تهیه نیازهای ضروری منجر شود که موارد ذکر شده به ریزش بازار سهام منجر خواهد شد. زمانی که وضعیت بازار سهام بهبود یافته و اعتماد مردم و سرمایه‌گذاران به این بازار تقویت شود، با ورود پول به بازار، شرکت‌ها و صنایع تولیدی به منابع لازم برای افزایش تولید و بهبود بهره‌وری دست پیدا کرده و از این طریق می‌توانند به رشد اقتصادی و کاهش نرخ بیکاری در اقتصاد کشور کمک کنند.

براساس تمام موارد ذکر شده در بالا، اهمیت بسیار زیاد بازار سهام برای رشد تولید و توسعه هر اقتصادی مشخص می‌شود. بنابراین لازم است که تصمیم‌گیران اقتصادی و سیاست‌گذاران پولی با فراهم کردن شرایط رشد بازار سهام به صورت منطقی و هدایت نقدینگی به سمت فعالیت‌های تولیدی و بازار سهام به عنوان بستر اصلی تولید در کشور به بهبود وضعیت اقتصادی کشور و به تبع آن مردم کمک بیشتری کنند. با توجه به نتایجی که در این مقاله بدست آمد، متغیرهای پولی یعنی رشد نقدینگی و نرخ ارز نقش بسیار مهمی در بازار سهام دارند و لازم است تا توجه بیشتری به این متغیرها شود و هنگام تصمیم‌گیری و اتخاذ سیاست‌های مهم، قیمت‌گذاری‌ها و اقداماتی که اثر منفی بر بازار سهام دارند، با توجه به تبعات تصمیمات و سیاست‌ها با احتیاط بیشتر عمل کرد. جلوگیری از افزایش نرخ سود فعالیت‌های بدون ریسک و غیرمولد، کاهش شکاف بین نرخ دلار بازار آزاد و

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.53.3.2]

ارز ترجیحی برای از بین بردن رانت ایجاد شده بر اثر این شکاف، کاهش مداخلات و قیمت‌گذاری دستوری مواردی هستند که می‌توانند به بازار سهام و تولید کشور کمک کرده و از طریق ایجاد اعتماد در جامعه و کاهش نااطمینانی‌ها، موجب ورود سرمایه افراد و سرمایه‌گذاران به این بخش مولد شود.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.53.3.2]

References

Abdou, H. A., Elamer, A. A., Abedin, M. Z., & Ibrahim, B. A. (2024). The impact of oil and global markets on Saudi stock market predictability: A machine learning approach. *Energy Economics*, *132*, 107416.

An, Z., Wu, Y., Hao, F., Chen, Y., & He, X. (2024). A novel hierarchical feature selection with local shuffling and models reweighting for stock price forecasting. *Expert Systems with Applications*, 123482.

Aras, S. (2021). On improving GARCH volatility forecasts for Bitcoin via a meta-learning approach. *Knowledge-Based Systems*, *230*, 107393.

Basher, S. A., & Sadorsky, P. (2022). Forecasting Bitcoin price direction with random forests: How important are interest rates, inflation, and market volatility?. *Machine Learning with Applications*, *9*, 100355.

Bâra, A., & Oprea, S. V. (2024). An ensemble learning method for Bitcoin price prediction based on volatility indicators and trend. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, *133*, 107991.

Bhandari, H. N., Rimal, B., Pokhrel, N. R., Rimal, R., Dahal, K. R., & Khatri, R. K. (2022). Predicting stock market index using LSTM. Machine Learning with Applications, 9, 100320.

Bhattacharjee, A., & Das, J. (2021). Investigating the long-run and the short-run relationship between domestic macroeconomic forces and Indian equity market: Evidence based on ARDL bounds testing approach. *Paradigm*, *25*(1), 61-76.

Bhattacharjee, A., & Das, J. (2023). Assessing the long-run and short-run effect of monetary variables on stock market in the presence of structural breaks: evidence from liberalized India. *IIM Ranchi journal of management studies*, *2*(1), 70-81.

Beniwal, M., Singh, A., & Kumar, N. (2024). Forecasting multistep daily stock prices for long-term investment decisions: A study of deep learning models on global indices. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, *129*, 107617.

Brownlee, J. (2021). *Ensemble learning algorithms with Python: Make better predictions with bagging, boosting, and stacking*. Machine Learning Mastery.

Caparrini, A., Arroyo, J., & Mansilla, J. E. (2024). S&P 500 stock selection using machine learning classifiers: A look into the changing role of factors. *Research in International Business and Finance*, *70*, 102336.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.53.3.2]

Campbell, J. Y., & Cochrane, J. H. (1999). By force of habit: A consumption-based explanation of aggregate stock market behavior. *Journal of political Economy*, *107*(2), 205-251.

Chauvet, M., & Jiang, C. (2023). Nonlinear relationship between monetary policy and stock returns: Evidence from the US. Global Finance Journal, 55, 100796.

De Prado, M. L. (2020). *Machine learning for asset managers*. Cambridge University Press.

De Prado, M. L. (2018). *Advances in financial machine learning*. John Wiley & Sons.

Enke, D., & Thawornwong, S. (2005). The use of data mining and neural networks for forecasting stock market returns. *Expert Systems with applications*, *29*(4), 927-940.

Efron B, Hastie T. 2016. Computer Age Statistical Inference, Vol. 5. Cambridge, UK: Cambridge Univ. Press.

Fama, E. F., & French, K. R. (1993). Common risk factors in the returns on stocks and bonds. *Journal of financial economics*, *33*(1), 3-56.

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

Kaymak, Ö. Ö., & Kaymak, Y. (2022). Prediction of crude oil prices in COVID-19 outbreak using real data. *Chaos, Solitons & Fractals*, *158*, 111990.

Hajek, P. (2018). Combining bag-of-words and sentiment features of annual reports to predict abnormal stock returns. Neural Computing and Applications, 29(7), 343–358.

Hull, J. C. (2021). Machine learning in business: An introduction to the world of data science. *(No Title)*.

Hoang, D., & Wiegratz, K. (2022). Machine learning methods in finance: Recent applications and prospects. *European Financial Management*.

Kara, Y., Boyacioglu, M. A., & Baykan, Ö. K. (2011). Predicting direction of stock price index movement using artificial neural networks and support vector machines: The sample of the Istanbul Stock Exchange. *Expert systems with Applications*, *38*(5), 5311-5319

Kontonikas, A., & Zekaite, Z. (2018). Monetary policy and stock valuation: structural VAR identification and size effects. *Quantitative Finance*, *18*(5), 837-848.

Leippold, M., Wang, Q., & Zhou, W. (2022). Machine learning in the Chinese stock market. *Journal of Financial Economics*, *145*(2), 64-82.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.53.3.2]

Liu, X., Tang, H., Ding, Y., & Yan, D. (2022). Investigating the performance of machine learning models combined with different feature selection methods to estimate the energy consumption of buildings. *Energy and Buildings*, *273*, 112408.

Long, W., Lu, Z., & Cui, L. (2019). Deep learning-based feature engineering for stock price movement prediction. *Knowledge-Based Systems*, *164*, 163-173.

López, A. C., Arroyo, J., & Mansilla, J. E. (2024). S&P 500 stock selection using machine learning classifiers: A look into the changing role of factors. *Research in International Business and Finance*, 102336.

Lu, F., Ma, F., & Guo, Q. (2023). Less is more? New evidence from stock market volatility predictability. *International Review of Financial Analysis*, *89*, 102819.

Lundberg, S. M., & Lee, S. I. (2017). A unified approach to interpreting model predictions. *Advances in neural information processing systems*, *30*.

Masini, R. P., Medeiros, M. C., & Mendes, E. F. (2023). Machine learning advances for time series forecasting. *Journal of economic surveys*, *37*(1), 76-111.

Ma, D., & Tanizaki, H. (2021). Fat-tailed stochastic volatility model and the stock market returns in China. *China Finance Review International*, *11*(2), 170-184.

Mustaffa, Z., & Sulaiman, M. H. (2023). Stock price predictive analysis: An application of hybrid barnacles mating optimizer with artificial neural network. *International Journal of Cognitive Computing in Engineering*, *4*, 109-117.

Orte, F., Mira, J., Sánchez, M. J., & Solana, P. (2023). A random forest-based model for crypto asset forecasts in futures markets with out-of-sample prediction. *Research in International Business and Finance*, *64*, 101829.

Raza, K. (2017). Prediction of Stock Market performance by using machine learning techniques. In *2017 International conference on innovations in electrical engineering and computational technologies (ICIEECT)* (pp. 1-1). IEEE.

Rapach, D., & Zhou, G. (2013). Forecasting stock returns. In *Handbook of economic forecasting* (Vol. 2, pp. 328-383). Elsevier.

Seng, J. L., & Yang, H. F. (2017). The association between stock price volatility and financial news–a sentiment analysis approach. *Kybernetes*, *46*(8), 1341-1365.

Solayman, S., Aumi, S. A., Mery, C. S., Mubassir, M., & Khan, R. (2023). Automatic COVID-19 prediction using explainable machine learning techniques. *International Journal of Cognitive Computing in Engineering*, *4*, 36-46.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.53.3.2]

Shen, Z., Fan, X., Zhang, L., & Yu, H. (2022). Wind speed prediction of unmanned sailboat based on CNN and LSTM hybrid neural network. *Ocean Engineering*, *254*, 111352.

Srivastava, T., Mullick, I., & Bedi, J. (2024). Association mining based deep learning approach for financial time-series forecasting. *Applied Soft Computing*, 111469.

Staritz, C. (2012). Financial markets and the commodity price boom: Causes and implications for developing countries. Working Paper, Austrian Foundation for Development Research.

Stock, J. H., & Watson, M. W. (2020). *Introduction to econometrics*. Pearson.

Suhaibu, I., Harvey, S. K., & Amidu, M. (2017). The impact of monetary policy on stock market performance: Evidence from twelve (12) African countries. *Research in International Business and Finance*, *42*, 1372-1382.

Toochaei, M. R., & Moeini, F. (2023). Evaluating the performance of ensemble classifiers in stock returns prediction using effective features. *Expert Systems with Applications*, *213*, 119186.

Usmani, M., Adil, S. H., Raza, K., & Ali, S. S. A. (2016). Stock market prediction using machine learning techniques. In *2016 3rd international conference on computer and information sciences (ICCOINS)* (pp. 322-327). IEEE.

Vijh, M., Chandola, D., Tikkiwal, V. A., & Kumar, A. (2020). Stock closing price prediction using machine learning techniques. *Procedia computer science*, *167*, 599-606.

Wang, J.-H., Liao, Y.-L., Tsai, T.-M., & Hung, G. (2006). Technology-based financial frauds in Taiwan: issues and approaches. In 2006 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, 1120 – 1124. IEEE.

Yan, Y., Wang, X., Ren, F., Shao, Z., & Tian, C. (2022). Wind speed prediction using a hybrid model of EEMD and LSTM considering seasonal features. *Energy Reports*, *8*, 8965-8980.

Zhao, C., Yuan, X., Long, J., Jin, L., & Guan, B. (2023). Financial indicators analysis using machine learning: Evidence from Chinese stock market. *Finance Research Letters*, *58*, 104590.

Zhu, R., Zhong, G. Y., & Li, J. C. (2024). Forecasting price in a new hybrid neural network model with machine learning. *Expert Systems with Applications*, 123697.

Kapurchali, Zomorodian & minooei (2022). Designing a model to explain the effect of effective factors on predicting the profits of companies listed on the Tehran Stock

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.53.3.2]

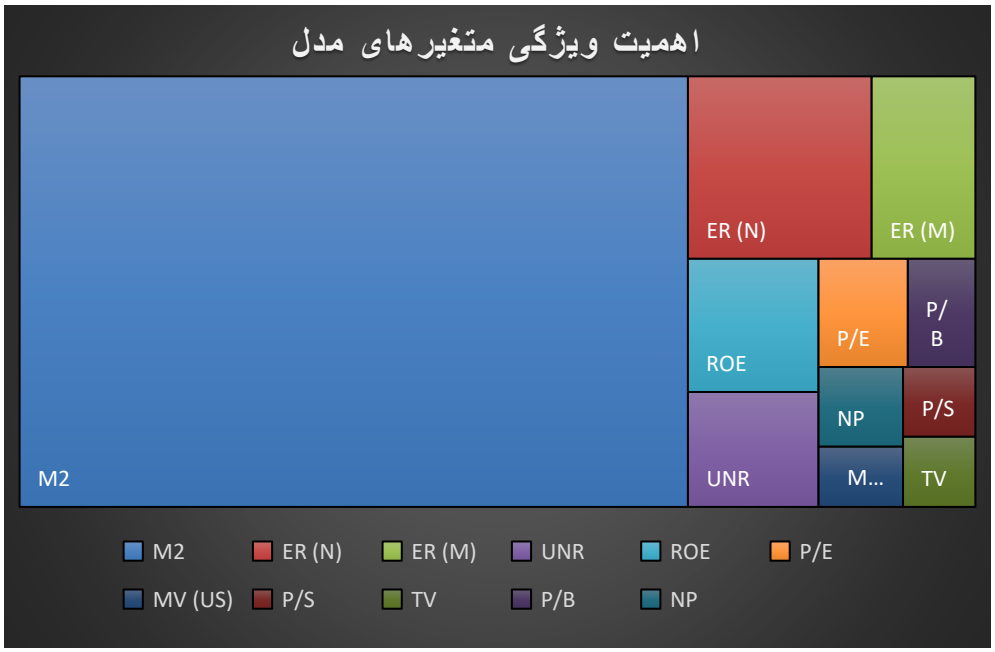
Exchange using machine learning, neural network and linear regression models". Management Accounting and Auditing Knowledge, 13(50), 245-257. [In Persian].

Sharif far, Khalil araghi & Raeisi vanani (2022). Application of deep learning architectures in stock price forecasting (convolutional neural network approach(CNN)). Asset management and financing, 10(3), 1-20. [In Persian].

Torabipur & Siadat (2022). A method for predicting the share price of Tehran stock market based on deep learning. Electronic and cyber defense, 10(4), 91-100. [In Persian].

پیوست۱: نمودار اهمیت ویژگی متغیرهای ورودی براساس هر شش مدل

همانطور که مشاهده می‌شود، متغیر مربوط به نقدینگی بیشترین اهمیت را بر شاخص قیمت بازار سهام دارد و پس از آن دلار نیما و دلار آزاد در رتبه‌های بعدی قرار دارند.



[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1402.14.53.3.2]