

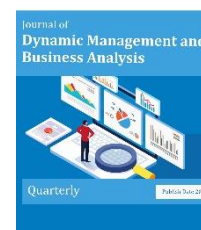


Journal Website

Article history:
Received 22 June 2025
Revised 27 October 2025
Accepted 04 November 2025
Initial Published 09 November 2025
Final Publication 22 November 2025

Dynamic Management and Business Analysis

Volume 4, Issue 3, pp 134-155



E-ISSN: 3041-8933

Dynamic Behavior Analysis and Measurement of Financial Market Crash Rate in Iran

Masoumeh. Darabi¹, Gholamreza. Zomorodian^{2*}, Bahman. Banimahd³, Mirfeiz. Fallah Shams²

¹ Department of Economic Sciences, Ka.C., Islamic Azad University, Karaj, Iran

² Department of Financial Management, CT.C., Islamic Azad University, Tehran, Iran

³ Department of Accounting, Ka.C., Islamic Azad University, Karaj, Iran

* Corresponding author email address: Gh.zomorodian@iau.ac.ir

Article Info

Article type:

Original Research

How to cite this article:

Darabi, M., Zomorodian, G., Banimahd, B., & Fallah Shams, M. (2025). Dynamic Behavior Analysis and Measurement of Financial Market Crash Rate in Iran. *Dynamic Management and Business Analysis*, 4(3), 134-155.

<https://doi.org/10.61838/dmbaj.256>



© 2025 the author(s). Published by Knowledge Management Scientific Association. This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) License.

ABSTRACT

Objective: The purpose of the present study is to analyze dynamic behaviors and estimate the financial market crash rate in Iran using the Black–Scholes, Heston, conditional crash rate, and escape velocity models to explain the dynamics of market fluctuations and forecast crash risk.

Methodology: This research is applied in purpose and descriptive–analytical in nature, falling within the category of post-event studies. The data include the free-float stock index, cash return index, top 50 active firms index, industrial index, and financial index of Iran’s capital market over a ten-year period. Initially, the intrinsic values of the indices were calculated using the Black–Scholes and Heston asset pricing models to identify overvaluation or undervaluation conditions. The outputs of these models were then used as inputs for crash models, including the Maximum Crash Model, Conditional Crash Rate Model, and Escape Velocity Model. Statistical tests such as the unit root tests (ADF and PP), heteroscedasticity test (ARCH), dynamic quantile regression, and conditional convergence, model length, and loss function tests were applied to assess model stability and accuracy.

Findings: The results indicated that the return data of all indices were stationary at the 99% confidence level. Both the multivariate GARCH(1,1) Black–Scholes model and the Heston model demonstrated significant performance in estimating the intrinsic value of indices. The free-float stock index and the top 50 active firms index played a moderating role in market volatility and crash risk, whereas the cash return index served as a predictive variable and the financial index acted as an accelerator of market crashes. The Escape Velocity Model exhibited higher accuracy than the Maximum Crash Model in predicting market crash rates under crisis conditions. Stability and convergence tests also confirmed the predictive validity of the combined model at a significance level below 5%.

Conclusion: The findings reveal that integrating classical asset pricing models with dynamic and nonlinear crash models provides an effective framework for analyzing and forecasting market fluctuations and crash risk in Iran’s capital market. These models can serve as practical tools for investors, regulatory bodies, and economic policymakers to enhance market stability and efficiency.

Keywords: Dynamic behaviors, financial market crash, risk, capital market, price volatility

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

In the modern financial landscape, the integration of technological innovation, behavioral dynamics, and market structures has transformed the mechanisms underlying stock price movements and financial stability. Over the past decade, the increasing role of digital innovation, algorithmic trading, and big data analytics has reshaped global financial markets, improving information efficiency while simultaneously amplifying volatility and crash risk in certain contexts (Zhao et al., 2025). This dual effect has been particularly evident in developing economies, where limited regulatory oversight, low transparency, and behavioral biases among investors heighten systemic vulnerability (Darabi et al., 2024). Stock price crash risk, defined as a sudden and sharp decline in stock value due to accumulated negative information or structural imbalances, has emerged as a key indicator of market fragility and information asymmetry (Richardson et al., 2024).

Theoretical and empirical studies have shown that firms and markets with higher levels of information opacity are more prone to crashes, as managers tend to withhold bad news until it accumulates, leading to sudden, synchronized sell-offs once the information becomes public (Mirzaei et al., 2024). In Iran, the capital market exhibits a unique combination of structural, informational, and behavioral features that make it highly susceptible to such dynamics. The dominance of retail investors, coupled with political and macroeconomic uncertainty, often triggers exaggerated market reactions to policy shifts or economic news (Zalbigi et al., 2023). Additionally, inadequate corporate disclosure, low audit quality, and high financial constraints have been identified as critical determinants of stock price crash risk among listed firms (Khajavi & Zare, 2021; Salehi et al., 2023).

Beyond traditional financial explanations, recent research emphasizes the interplay between digital transformation and market behavior. Studies have demonstrated that digital innovation can improve transparency, operational efficiency, and corporate performance (He et al., 2023; Huang et al., 2023). However, the adoption of digital systems also introduces new forms of risk, including algorithmic acceleration of sell-offs, overreliance on data-driven signals, and increased sensitivity to macro shocks (Li et al., 2024). These developments suggest that while digital transformation enhances access to information, it also intensifies market interconnectedness and amplifies collective reactions to negative signals (Yuan et al., 2024).

The complexity of this relationship is further illustrated by behavioral finance theories, which assert that investors often act irrationally during periods of uncertainty, engaging in herding and panic behavior (Kim et al., 2024). Such behavioral dynamics can quickly transform minor fluctuations into systemic collapses, especially when exacerbated by real-time information flows across digital platforms (Jiang et al., 2022). At the same time, research has linked firm-level characteristics—such as ownership structure, governance quality, and corporate communication strategies—to their susceptibility to crash risk (Di Giuli & Laux, 2022; Y. Liu et al., 2023).

Within this context, digital innovation plays a paradoxical role: while it facilitates access to information, it can also heighten volatility through algorithmic interactions and network externalities. Studies have found that high levels of automation in financial decision-making, such as through algorithmic or high-frequency trading, increase the speed and magnitude of market reactions to shocks

(Du, 2023). This effect is especially prominent in markets where macroeconomic and policy uncertainty persist, and where investor sentiment acts as a reinforcing mechanism (Wang & Qiu, 2023; Zalbigi et al., 2023).

In Iran's capital market, where volatility is already high due to structural inefficiencies, inflation, and political risk, these dynamics are even more pronounced. Market participants often respond disproportionately to external shocks, leading to cascading sell-offs and speculative cycles (Darabi et al., 2024). Furthermore, limited corporate transparency and delays in financial reporting amplify the buildup of "hidden" bad news, creating the conditions for sudden collapses once information is revealed (Azadi et al., 2021). Previous research also suggests that economic policy uncertainty, lack of institutional stability, and weak investor protection mechanisms magnify the frequency and intensity of crash events (Li et al., 2022; Richardson et al., 2024).

Globally, technological advances in information and communication technologies (ICT) have accelerated both information diffusion and behavioral contagion within markets (Zhu et al., 2023). On one hand, the availability of real-time data allows investors to make better-informed decisions; on the other, it also fuels emotional trading and synchronized reactions. The digitalization of financial communication—such as online disclosures, algorithmic analytics, and media-driven narratives—creates new pathways for systemic risk propagation (Yuan et al., 2024). As (Hanelt et al., 2021) emphasized, the rise of digital mergers and acquisitions and the convergence of information technologies with financial innovation can significantly alter firm behavior and market outcomes.

In line with this body of literature, the present study aims to extend the understanding of financial crash dynamics by integrating both economic and technological dimensions. It employs a comprehensive analytical framework that combines traditional financial models—such as Black–Scholes and Heston—with dynamic nonlinear models of crash probability, including conditional crash rate and escape velocity. This hybrid modeling approach captures both the continuous valuation process and the abrupt shifts that characterize market crashes. Given the volatility and policy-sensitive nature of Iran's economy, this study provides an empirical basis for quantifying the mechanisms driving market instability and identifying early indicators of systemic financial stress.

Methods and Materials

This study adopts an applied, descriptive–analytical research design within a post-event quantitative framework. The sample includes major stock indices in Iran's capital market over a ten-year period, encompassing the free-float stock index, cash return index, the top 50 active firms index, the industrial index, and the financial index.

First, intrinsic values were estimated using the Black–Scholes and Heston models to identify mispricing patterns in the market. The outputs from these valuation models served as inputs for the crash prediction models, including the Maximum Crash Model, the Conditional Crash Rate Model, and the Escape Velocity Model.

To ensure statistical robustness, several econometric tests were applied. The Augmented Dickey–Fuller (ADF) and Phillips–Perron (PP) tests assessed data stationarity, while the ARCH test confirmed heteroscedasticity in the time series. Dynamic quantile regression and conditional convergence tests were used to examine nonlinear dependencies and stability across quantiles. The accuracy and reliability of each model were further validated through loss function tests and model length assessments.

Findings

The empirical findings revealed that the data series of all market indices were stationary at a 99% confidence level. The multivariate GARCH(1,1) Black–Scholes model and the stochastic volatility Heston model both demonstrated significant predictive power in estimating intrinsic market values. Among the indices analyzed, the free-float stock index and the top 50 active firms index functioned as stabilizing elements, moderating overall market volatility. In contrast, the cash return index and the financial index were identified as strong predictors and accelerators of crash behavior.

The Escape Velocity Model outperformed the Maximum Crash Model in identifying critical transition points between market stability and collapse, particularly during crisis periods. This model effectively captured the nonlinear momentum of panic-driven sell-offs and demonstrated superior predictive accuracy during high-volatility episodes.

Additionally, the results of dynamic quantile regressions indicated asymmetric effects of financial shocks: market responses to negative information were significantly stronger than to positive news. Conditional convergence analysis confirmed the persistence of volatility clustering, suggesting that market participants' reactions are heavily path-dependent. The stability tests validated the long-run equilibrium of the integrated model at a significance level below 0.05, confirming its reliability in capturing both steady-state and turbulent phases of market dynamics.

Discussion and Conclusion

The findings underscore the complex interplay between structural, behavioral, and technological factors driving financial market crashes. The Iranian capital market demonstrates a distinct pattern of nonlinear and asymmetric responses, shaped by economic instability, policy uncertainty, and limited transparency. The moderating effect of the free-float stock index indicates that market liquidity and breadth serve as buffers against systemic collapse. In contrast, financial sector fragility—reflected in the performance of the financial index—acts as a transmission channel that amplifies market stress.

The comparative performance of the Heston model highlights the importance of stochastic volatility in modeling market behavior. Unlike the static assumptions of the Black–Scholes model, the Heston framework effectively captures dynamic shifts in variance and tail risk, making it more suitable for emerging markets with unstable macroeconomic conditions. The superior performance of the Escape Velocity Model further supports the idea that market transitions during crises are governed by nonlinear, threshold-based dynamics rather than gradual adjustments.

These results align with international research emphasizing the behavioral underpinnings of crash risk. Investor overreaction, delayed information disclosure, and the rapid spread of negative sentiment through digital platforms collectively heighten market vulnerability. The findings reaffirm that in the age of digital finance, information asymmetry has evolved rather than disappeared—it now manifests through the speed and scale of information dissemination. The widespread use of algorithmic trading, while enhancing efficiency under normal conditions, may magnify systemic risk during crises by synchronizing sell-offs across market participants.

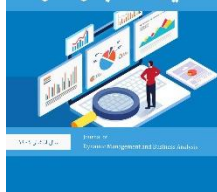
The Iranian context provides a particularly revealing case study, as it combines features of developing and digitally transitioning markets. Economic sanctions, inflation, and macro-level uncertainty compound behavioral biases and accelerate market reactions. In such an environment, even small signals of financial distress can trigger disproportionate responses. The study's results highlight the necessity for



integrated market surveillance systems that combine econometric modeling with real-time digital monitoring tools.

From a theoretical perspective, this study contributes to the literature by demonstrating that crash risk is not merely a financial anomaly but a multidimensional phenomenon rooted in technological, behavioral, and institutional structures. By linking digital innovation with financial instability, it bridges two traditionally separate research domains—financial econometrics and digital transformation studies. The findings suggest that while technology enhances transparency, it also accelerates contagion, emphasizing the need for balanced digital governance in financial markets.

In conclusion, the hybrid dynamic model developed in this study provides a robust analytical framework for understanding and forecasting stock market crashes in volatile environments. By integrating classical asset-pricing models with nonlinear crash dynamics, it offers a comprehensive approach to assessing market resilience. The insights gained can inform policymakers, regulators, and investors in designing early-warning systems, improving disclosure practices, and strengthening financial transparency. Ultimately, fostering digital literacy among investors, enhancing data accessibility, and implementing adaptive regulatory mechanisms are crucial steps toward reducing systemic risk and promoting long-term stability in Iran's capital market and other emerging financial systems.



تحلیل رفتارهای پویا و اندازه‌گیری نرخ سقوط بازار مالی در ایران

معصومه دارابی^۱، غلامرضا زمردیان^{۲*}، بهمن بنی مهد^۳، میرفیض فلاح شمس^۴

۱. گروه علوم اقتصادی، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران

۲. گروه مدیریت مالی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۳. گروه حسابداری، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران

*ایمیل نویسنده مسئول: Gh.zomorodian@iau.ac.ir

اطلاعات مقاله

چکیده

نوع مقاله

پژوهشی اصلی

نحوه استناد به این مقاله:

ارابی، معصومه، زمردیان، غلامرضا، بنی مهد، بهمن، و فلاح شمس، میرفیض. (۱۴۰۴). تحلیل رفتارهای پویا و اندازه‌گیری نرخ سقوط بازار مالی در ایران. مدیریت پویا و تحلیل کسب و کار، ۴(۳)، ۱۵۵-۱۳۴.



© ۱۴۰۴ تمامی حقوق انتشار این مقاله متعلق به نویسنده(گان) است. انتشار این مقاله به صورت دسترسی آزاد مطابق با گواهی (CC BY 4.0) صورت گرفته است.

هدف: هدف پژوهش حاضر، تحلیل رفتارهای پویا و برآورد نرخ سقوط بازار مالی ایران با استفاده از مدل‌های بلک-شولز، هستون، و مدل‌های سقوط شرطی و سرعت فرار به منظور تبیین پویایی نوسانات و پیش‌بینی ریسک سقوط بازار است.

روش‌شناسی: این پژوهش از نوع کاربردی و از نظر ماهیت، توصیفی-تحلیلی است و در دسته مطالعات پس‌رویدادی قرار دارد. داده‌های مورد استفاده شامل شاخص سهام آزاد شناور، شاخص بازده نقدی، شاخص ۵۰ شرکت فعال، شاخص صنعت و شاخص مالی بازار سرمایه ایران طی یک دوره ده ساله است. ابتدا ارزش ذاتی شاخص‌ها با استفاده از مدل‌های قیمت‌گذاری دارایی بلک-شولز و هستون محاسبه و وضعیت بیش‌ارزش‌گذاری یا کم‌ارزش‌گذاری مشخص شد. سپس خروجی این مدل‌ها به عنوان ورودی برای مدل‌های سقوط مالی شامل مدل حداکثر سقوط، نرخ سقوط شرطی و مدل سرعت فرار به کار گرفته شد. آزمون‌های آماری شامل آزمون‌های ریشه واحد (ADF) و (PP)، آزمون ناهمسانی واریانس (ARCH)، کوانتیل رگرسیون پویا و آزمون‌های همگرایی شرطی، طول مدل و تابع زیان برای ارزیابی پایداری و دقت مدل‌ها اجرا گردیدند. **یافته‌ها:** نتایج نشان داد که داده‌های بازده شاخص‌ها در سطح اطمینان ۹۹ درصد مانا بوده و مدل بلک-شولز چندمتغیره GARCH(۱,۱) و مدل هستون، هر دو در برآورد ارزش ذاتی شاخص‌ها عملکرد معناداری دارند. شاخص سهام آزاد شناور و شاخص ۵۰ شرکت فعال نقش تعدیل‌کننده در نوسانات و سقوط بازار ایفا کردند، در حالی که شاخص بازده نقدی به عنوان متغیر پیش‌بینی‌کننده و شاخص مالی به عنوان تسریع‌کننده سقوط بازار عمل نمودند. سرعت فرار در مقایسه با مدل حداکثر سقوط در شرایط بحرانی دقت بالاتری در پیش‌بینی نرخ سقوط بازار داشت. آزمون‌های پایداری و همگرایی نیز قابلیت پیش‌بینی مدل را در سطح معنی‌داری بالاتر از ۵ درصد تأیید کردند.

نتیجه‌گیری: یافته‌ها نشان می‌دهد که ترکیب مدل‌های کلاسیک قیمت‌گذاری دارایی با مدل‌های پویا و غیرخطی سقوط بازار، چارچوبی مؤثر برای تحلیل و پیش‌بینی نوسانات و ریسک سقوط در بازار سرمایه ایران فراهم می‌آورد. این مدل‌ها می‌توانند ابزارهای کاربردی برای تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاران، نهادهای نظارتی و سیاست‌گذاران اقتصادی جهت افزایش ثبات و کارایی بازار باشند.

کلیدواژه‌گان: رفتارهای پویا، سقوط بازار مالی، ریسک، بازار سرمایه، نوسانات قیمت

تحولات سریع در حوزه فناوری‌های دیجیتال و گسترش زیرساخت‌های ارتباطی، ساختار بازارهای مالی را به گونه‌ای بنیادین دگرگون کرده است. در دهه اخیر، مفهوم «نوآوری دیجیتال» به یکی از مؤلفه‌های کلیدی تعیین‌کننده عملکرد شرکت‌ها، کارایی بازار و پویایی قیمت دارایی‌ها تبدیل شده است. این تحولات نه تنها منجر به افزایش بهره‌وری سازمان‌ها و بهبود تصمیم‌گیری‌های مالی شده‌اند، بلکه در برخی موارد به نوسانات پیش‌بینی‌ناپذیر در بازارهای مالی و افزایش ریسک سقوط قیمت سهام انجامیده‌اند (Zhao et al., 2025). بازارهای سرمایه در کشورهای در حال توسعه، از جمله ایران، به دلیل ساختار شکننده اطلاعاتی، نوسانات اقتصادی و وابستگی به سیاست‌های کلان، بیش از سایر کشورها در معرض چنین ریسک‌هایی قرار دارند (Darabi et al., 2024).

ریسک سقوط قیمت سهام به معنای کاهش ناگهانی و شدید ارزش بازار شرکت‌ها در مدت زمان کوتاه است که معمولاً ناشی از انباشت اخبار منفی، افشای اطلاعات نامتقارن یا شوک‌های اقتصادی می‌باشد (Richardson et al., 2024). این پدیده در ادبیات مالی به عنوان یکی از شاخص‌های اصلی سنجش کارایی بازار و شفافیت اطلاعاتی شناخته می‌شود. به طور کلی، زمانی که مدیران شرکت‌ها به دلایل گوناگون از جمله فشارهای سیاسی، ترس از کاهش اعتبار یا انگیزه‌های کوتاه‌مدت، اخبار نامطلوب را به تأخیر می‌اندازند یا پنهان می‌کنند، انباشت این اخبار در نهایت منجر به یک ریزش شدید و ناگهانی در قیمت سهام می‌شود (Mirzaei et al., 2024). در این شرایط، بازار واکنشی غیرخطی و شدید نشان می‌دهد که با افزایش بی‌اعتمادی سرمایه‌گذاران و کاهش نقدشوندگی همراه است.

مطالعات پیشین در بازار سرمایه ایران نشان داده‌اند که عواملی نظیر ساختار مالکیت شرکت‌ها، کیفیت افشای اطلاعات و محدودیت‌های مالی از مهم‌ترین متغیرهای مؤثر بر احتمال وقوع سقوط قیمت سهام هستند (Khajavi & Zare, 2021; Salehi et al., 2023). به ویژه در شرایط اقتصادی بی‌ثبات، رفتارهای هیجانی سرمایه‌گذاران و واکنش‌های بیش‌ازحد نسبت به اخبار اقتصادی، زمینه‌ساز سقوط‌های متوالی در شاخص‌های بازار می‌شود. این وضعیت در کشورهایی که با شوک‌های ارزی، تورم بالا و تحریم‌های اقتصادی مواجه‌اند، نظیر ایران، شدت بیشتری دارد (Zalbigi et al., 2023). از این رو، شناسایی مکانیسم‌های مؤثر بر بروز ریسک سقوط بازار می‌تواند ابزار مؤثری برای سیاست‌گذاران مالی در جهت کاهش آسیب‌پذیری سیستم مالی محسوب شود.

از منظر بین‌المللی، پژوهش‌ها نشان می‌دهند که افزایش عدم اطمینان اقتصادی، تغییرات ناگهانی در سیاست‌های پولی و مالی، و شوک‌های خارجی می‌توانند احتمال سقوط بازار را تشدید کنند (Kim et al., 2024; Richardson et al., 2024). به عنوان مثال، در شرایطی که دولت‌ها سیاست‌های پولی انقباضی یا افزایش ناگهانی نرخ بهره را اتخاذ می‌کنند، انتظارات سرمایه‌گذاران نسبت به بازده آتی کاهش یافته و تمایل به فروش دارایی‌ها افزایش می‌یابد. این امر موجب کاهش شدید قیمت‌ها و تشدید نوسانات بازار می‌شود (Wang & Qiu, 2023). به همین ترتیب، فشارهای سیاسی و محدودیت‌های بین‌المللی نیز می‌توانند از طریق تأثیر بر اعتماد سرمایه‌گذاران، ریسک سقوط قیمت سهام را افزایش دهند (Du, 2023).

در دهه اخیر، نقش فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) در شکل‌گیری رفتارهای بازار و پویایی قیمت سهام، به یکی از محورهای اصلی پژوهش‌های مالی تبدیل شده است. استفاده گسترده از فناوری‌های هوشمند، سیستم‌های معاملاتی خودکار، و تحلیل داده‌های بزرگ، ضمن بهبود کارایی بازار، زمینه‌ساز نوسانات شدید نیز بوده است (Zhu et al., 2023). از دیدگاه نظری، فناوری‌های دیجیتال می‌توانند با افزایش سرعت گردش اطلاعات، زمان واکنش بازار را کاهش داده و در عین حال باعث تقویت اثرات رفتاری سرمایه‌گذاران شوند. به عبارت

دیگر، در شرایطی که اطلاعات منفی به سرعت منتشر می‌شود، امکان بروز واکنش‌های زنجیره‌ای در فروش دارایی‌ها افزایش می‌یابد (Yuan et al., 2024).

نوآوری دیجیتال به عنوان عامل دگرگون‌ساز عملکرد بنگاه‌ها نیز تأثیر غیرمستقیمی بر ثبات مالی دارد. از یک سو، توسعه فناوری‌های نو موجب افزایش بهره‌وری، کاهش هزینه‌ها و تسریع فرآیند تصمیم‌گیری می‌شود (He et al., 2023; Huang et al., 2023). از سوی دیگر، سرمایه‌گذاری بیش‌ازحد در پروژه‌های فناورانه، پیچیدگی سیستم‌های اطلاعاتی و وابستگی به داده‌های لحظه‌ای می‌تواند ریسک خطا و تصمیم‌گیری‌های اشتباه‌زده را افزایش دهد (Li et al., 2024). این وضعیت ممکن است منجر به ایجاد «رفتارهای پویا» در بازار شود که در آن، نوسانات قیمتی از الگوهای خطی پیروی نکرده و به صورت ناگهانی تغییر جهت می‌دهند (Darabi et al., 2024).

در این میان، اقتصاد رفتاری نیز توضیح می‌دهد که واکنش‌های هیجانی سرمایه‌گذاران نسبت به اخبار منفی، می‌تواند منجر به بروز رفتارهای گله‌ای و در نهایت سقوط بازار شود (Yuan et al., 2024; Zhao et al., 2025). پژوهش‌های جدید نشان داده‌اند که سرمایه‌گذاران، به‌ویژه در بازارهای در حال توسعه، به شدت تحت تأثیر شبکه‌های اجتماعی، فضای رسانه‌ای و اخبار غیررسمی قرار دارند. این امر سبب می‌شود که کوچک‌ترین تغییر در شاخص‌های اقتصادی یا سیاسی، منجر به تصمیمات اشتباه‌زده و رفتارهای جمعی شود که با افزایش فشار فروش، سقوط بازار را تسریع می‌کند (Jiang et al., 2022; Li et al., 2022).

عوامل نهادی نیز نقش تعیین‌کننده‌ای در بروز یا کاهش ریسک سقوط بازار دارند. کیفیت حسابرسی، شفافیت صورت‌های مالی و سطح افشای اطلاعات از جمله مؤلفه‌هایی هستند که می‌توانند از بروز بحران‌های اطلاعاتی و سقوط بازار جلوگیری کنند (Azadi et al., 2021; Khajavi & Zare, 2021). زمانی که شرکت‌ها از افشای دقیق و به‌موقع اطلاعات خودداری کنند، فضای ابهام افزایش یافته و سرمایه‌گذاران در معرض تصمیم‌گیری‌های پرریسک قرار می‌گیرند. در مقابل، شرکت‌هایی که دارای ساختار مالکیت متمرکز و نظارت قوی‌تری هستند، کمتر دچار سقوط قیمت سهام می‌شوند (Mirzaei et al., 2024).

در سطح کلان، اثرات سیاست‌گذاری اقتصادی نیز در ریسک سقوط بازار غیرقابل انکار است. پژوهش‌ها نشان داده‌اند که افزایش عدم قطعیت سیاست‌های اقتصادی و تغییرات مکرر در قوانین مالیاتی و ارزی، می‌تواند سطح نوسانات و ریسک سقوط را افزایش دهد (Zalbigi et al., 2023). در چنین شرایطی، سرمایه‌گذاران با کاهش اعتماد به ثبات اقتصادی، به سمت خروج از بازار یا فروش سریع دارایی‌ها سوق پیدا می‌کنند. علاوه بر آن، تعاملات بین‌المللی و انتقال ریسک از بازارهای جهانی نیز می‌تواند سقوط بازار داخلی را تشدید کند (Richardson et al., 2024).

در دهه اخیر، گرایش شرکت‌ها به سمت دیجیتالی‌شدن و استفاده از فناوری‌های نوین نظیر هوش مصنوعی، بلاک‌چین و کلان‌داده‌ها، الگوی جدیدی از ریسک‌های مالی را به همراه داشته است (Hanelt et al., 2021; Yang, 2022). هرچند این فناوری‌ها موجب افزایش کارایی و شفافیت می‌شوند، اما در عین حال خطر بروز خطاهای سیستمی و تصمیم‌گیری‌های خودکار غیرقابل کنترل را نیز افزایش می‌دهند. برای نمونه، سیستم‌های معاملاتی خودکار می‌توانند در واکنش به نوسانات شدید، به صورت هم‌زمان اقدام به فروش گسترده سهام کنند که نتیجه آن تشدید سقوط بازار خواهد بود (Wang & Qiu, 2023).

از سوی دیگر، گسترش معاملات الگوریتمی و اتکای بیش از حد به داده‌های ماشینی باعث شده است که بازار در برابر شوک‌های ناگهانی آسیب‌پذیرتر شود. پژوهش‌های اخیر نشان داده‌اند که با افزایش اتوماسیون در تصمیم‌گیری‌های سرمایه‌گذاری، واکنش بازار نسبت به اخبار منفی سریع‌تر و شدیدتر شده است (Du, 2023; Y. Liu et al., 2023). در چنین فضایی، ترکیب رفتارهای انسانی و الگوریتمی موجب



ایجاد ساختارهای غیرخطی در نوسانات بازار می‌شود که تحلیل و پیش‌بینی آن‌ها نیازمند مدل‌های پویا و چندمتغیره است (Darabi et al., 2024; Li et al., 2024).

از دیدگاه بین‌رشته‌ای، رویکردهای جدید در مطالعات بازار سرمایه، تلاش می‌کنند اثرات هم‌زمان عوامل اقتصادی، فناورانه و رفتاری را در تبیین سقوط بازار لحاظ کنند. به عنوان مثال، پژوهش‌های (Di Giuli & Laux, 2022) نشان داده‌اند که ارتباطات رسانه‌ای مدیران و نحوه تعامل آنان با فضای عمومی می‌تواند در شکل‌دهی انتظارات بازار مؤثر باشد. در حالی که تحقیقات (He et al., 2023) و (Huang et al., 2023) تأکید می‌کنند که نوآوری فناورانه و توسعه دیجیتال، در صورت مدیریت ناکارآمد، ممکن است به افزایش ریسک مالی و سقوط ناگهانی قیمت‌ها منجر شود. در مقابل، (Li et al., 2024) و (Z. Liu et al., 2023) با تکیه بر داده‌های تجربی نشان داده‌اند که سرمایه‌گذاری هدفمند در نوآوری‌های دیجیتال، موجب بهبود کارایی، افزایش اعتماد و در نهایت کاهش ریسک سقوط می‌شود.

در ایران، ساختار بازار سرمایه به گونه‌ای است که وابستگی شدیدی به شاخص‌های کلان اقتصادی، سیاست‌های دولتی و رفتار سرمایه‌گذاران حقیقی دارد (Mirzaei et al., 2024; Salehi et al., 2023). از آنجا که بخش عمده‌ای از معاملات توسط سرمایه‌گذاران غیرنهادی انجام می‌شود، واکنش‌های احساسی نسبت به اخبار سیاسی و اقتصادی نقش پررنگی در نوسانات ایفا می‌کند. به همین دلیل، تحلیل ریسک سقوط در بازار ایران بدون در نظر گرفتن رفتارهای پویا و تأثیر فناوری اطلاعات امکان‌پذیر نیست (Darabi et al., 2024).

با توجه به اهمیت موضوع، پژوهش‌های اخیر تلاش کرده‌اند تا از مدل‌های پیشرفته‌تری مانند بلک-شولز، هستون، مدل سقوط شرطی و مدل سرعت فرار برای تحلیل ریسک سقوط بازار استفاده کنند. این مدل‌ها قادرند پویایی نوسانات و رفتار غیرخطی شاخص‌های بازار را به‌طور دقیق‌تری توضیح دهند و اثرات متغیرهای کلان اقتصادی و فناورانه را در ساختار سقوط لحاظ نمایند (Li et al., 2022; Yang, 2022). افزون بر این، به‌کارگیری رویکردهای یادگیری ماشین و تحلیل داده‌های بزرگ در تحلیل سقوط بازار، چشم‌انداز جدیدی را برای درک رفتار پیچیده بازارهای مالی فراهم کرده است (Zhao et al., 2025).

با توجه به مجموعه یافته‌های پژوهش‌های داخلی و بین‌المللی، می‌توان نتیجه گرفت که سقوط بازار مالی نه صرفاً نتیجه عوامل اقتصادی، بلکه حاصل تعامل پیچیده بین ساختارهای اطلاعاتی، رفتارهای روان‌شناختی سرمایه‌گذاران و پویایی فناوری است. در ایران نیز، نوسانات شدید قیمتی، اثرات سیاست‌های اقتصادی متغیر، و ضعف در افشای اطلاعات موجب شده است که نیاز به مدل‌سازی دقیق‌تر رفتارهای پویا و نرخ سقوط بازار بیش از پیش احساس شود (Darabi et al., 2024; Zalbigi et al., 2023).

بنابراین، هدف مطالعه حاضر، تحلیل رفتارهای پویا و اندازه‌گیری نرخ سقوط بازار مالی ایران با استفاده از مدل‌های بلک-شولز، هستون، نرخ سقوط شرطی و سرعت فرار، در راستای تبیین سازوکارهای پویای ریسک و ارائه چارچوبی برای پیش‌بینی و مدیریت سقوط بازار در شرایط نوسانی اقتصاد ایران است.

روش پژوهش

مطالعه حاضر از منظر هدف کاربردی و از منظر ماهیت تحلیلی توصیفی می‌باشد و در دسته تحقیقات پس رویدادی قرار می‌گیرد.

مدل‌های قیمت‌گذاری دارایی

در مرحله نخست، برای برآورد ارزش شاخص‌های مالی از دو مدل شناخته‌شده در ادبیات مالی استفاده شده است:

مدل بلک-شولز (Black-Scholes, 1973):

این مدل یکی از پرکاربردترین ابزارها در قیمت‌گذاری دارایی‌ها و به‌ویژه اختیار معامله است. بلک-شولز فرض می‌کند که قیمت دارایی‌ها از یک فرآیند براونی هندسی پیروی می‌کند و بازده‌ها دارای توزیع نرمال هستند. در این تحقیق، این مدل برای برآورد ارزش ذاتی شاخص‌های منتخب بازار سرمایه ایران به کار گرفته شده است. شاخص‌هایی که بالاتر از ارزش برآوردی بلک-شولز قرار می‌گیرند، به‌عنوان بیش‌ارزش‌گذاری و شاخص‌هایی که پایین‌تر از آن قرار دارند، به‌عنوان کم‌ارزش‌گذاری تلقی می‌شوند.

مدل هستون (Heston, 1993):

این مدل توسعه‌ای بر مدل بلک-شولز است که نوسانات را ثابت در نظر نمی‌گیرد، بلکه اجازه می‌دهد واریانس شرطی به‌صورت تصادفی و پویا تغییر کند. از آنجا که بازار مالی ایران نوسانات شدیدی را تجربه می‌کند، به‌کارگیری مدل هستون امکان انعطاف‌پذیری بیشتری در تبیین رفتار واقعی بازار فراهم می‌آورد. نتایج حاصل از این مدل نیز مشابه بلک-شولز با ارزش واقعی شاخص‌ها مقایسه می‌گردد.

مدل‌های سقوط مالی

پس از برآورد ارزش شاخص‌ها، خروجی مدل‌های قیمت‌گذاری به‌عنوان داده‌های ورودی برای مدل‌های سقوط مالی استفاده می‌شود. در این پژوهش دو مدل اصلی مورد توجه قرار گرفته است:

مدل حداکثر سقوط (Maximum Drawdown Model):

این مدل حداکثر کاهش در ارزش یک شاخص یا پرتفوی را در یک بازه زمانی مشخص محاسبه می‌کند. بر اساس نظریه جنبش براونی، مدل حداکثر سقوط قادر است بیشینه افت ارزش سرمایه‌گذاری را تبیین کند. در این تحقیق، این مدل به دو بخش تفکیک می‌شود:

- مدل نرخ سقوط شرطی که احتمال سقوط را بر اساس وضعیت‌های خاص بازار و شرایط اولیه بررسی می‌کند.
- مدل سرعت فرار (Escape Rate Model) که پایداری یک سیستم غیرخطی تحت تأثیر نویز را با استفاده از روش «زمان عبور اول» تحلیل کرده و سرعت خروج سیستم از حالت پایدار را اندازه‌گیری می‌نماید.

ارتباط بین مدل‌ها

ساختار نهایی الگو به‌گونه‌ای است که مدل‌های بلک-شولز و هستون نقش تعیین‌کننده‌ای در برآورد ارزش ذاتی شاخص‌ها دارند. این برآوردها به‌عنوان مبنای ورودی برای مدل‌های سقوط مالی عمل می‌کنند. بنابراین، الگو دارای دو مرحله است:

- مرحله اول: تعیین بیش‌ارزش‌گذاری یا کم‌ارزش‌گذاری شاخص‌ها از طریق مدل‌های قیمت‌گذاری.
- مرحله دوم: استفاده از نتایج مرحله اول برای محاسبه بیشینه سقوط، نرخ سقوط شرطی و سرعت فرار.

این ساختار ترکیبی موجب می‌شود الگو بتواند علاوه بر سنجش ارزش‌گذاری شاخص‌ها، میزان ریسک سقوط و شدت آن را نیز به‌طور پویا برآورد کند.

یافته‌ها

به‌منظور ارزیابی دقت و کارایی الگو، مجموعه‌ای از آزمون‌های آماری شامل آزمون همگرایی شرطی، آزمون بر اساس طول، کوانتیل رگرسیون پویا و آزمون تابع زیان به کار گرفته خواهد شد. این آزمون‌ها امکان بررسی پایداری و انطباق نتایج الگو با داده‌های واقعی بازار ایران را فراهم می‌آورند.

متغیرهای ورودی به صورت ذیل می‌باشند.

- ورودی شماره یک (r1): شاخص سهام آزاد شناور (FS)



- ورودی شماره دو (r2): شاخص بازده نقدی (CR)
- ورودی شماره سه (r3): شاخص پنجاه شرکت فعال (AC)
- ورودی شماره چهار (r4): شاخص صنعت (II)
- ورودی شماره پنج (r5): شاخص مالی (FI)

میزان خطای پیش‌بینی با معیارهای میانگین مربعات خطا (MSE)، ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE)، میانگین قدر مطلق خطا (MAE) و میانگین قدر مطلق درصد خطا (MAPE) محاسبه شده است^۱ که به شرح ذیل می‌باشد.

جدول ۱

میزان خطای پیش‌بینی

معیار	MAPE	MAE	RMSE	MSE
خطا	۰.۳۶۵۲	۰.۰۰۴۸۵	۰.۰۰۲۳۶	۱.۲۵۶۵-۰.۶

به منظور بررسی مانایی سری‌های زمانی مورد مطالعه و پرهیز از دستیابی به نتایج رگرسیونی کاذب، آزمون‌های متعارف دیکی فولر تعمیم یافته (ADF) و فیلیپس پرون (PP) مورد استفاده قرار می‌گیرد. نتایج این آزمون در جدول ۲ گزارش شده است. بر پایه نتایج این آزمون‌ها، داده‌های نرخ بازدهی هر شش متغیر در سطح معناداری ۱ درصد مانا هستند. لذا برآورد مدل سری زمانی خودرگرسیونی برای این متغیرها بلامانع است.

جدول ۲

آزمون ریشه واحد برای متغیرها

آزمون ریشه واحد	I_{1t}	I_{2t}	I_{3t}	I_{4t}	I_{5t}
ADF	۱/۲۵	-۱۸/۲۴	-۱۹/۱۷	-۲۰/۳۷	-۲۱/۶۸
PP	-۱۵/۳۵	-۱۷/۳۵	-۲۳/۶۷	۲/۲۴	-۲۶/۵۷

کلیه آماره‌ها در سطح اطمینان ۹۹ درصد معنادارند.

^۱ این معیارها به صورت زیر قابل تعریف هستند.

$$MSE = \frac{\sum (\hat{Y}_t - Y_t)^2}{N}, \quad RMSE = \sqrt{\frac{\sum (\hat{Y}_t - Y_t)^2}{N}}, \quad MAE = \frac{\sum |\hat{Y}_t - Y_t|}{N}$$

$$MAPE = \frac{\sum \left| \frac{\hat{Y}_t - Y_t}{Y_t} \right|}{N}$$

در ادامه، برای اثبات نوسان در سری زمانی متغیرهای مطالعه با توجه به مبانی نظری مدل‌های نوسان پذیر، می‌بایست به اثبات وجود ناهمسانی واریانس شرطی در سری زمانی شاخص سهام آزاد شناور، شاخص بازده نقدی، شاخص پنجاه شرکت فعال، شاخص صنعت و شاخص مالی پرداخت، که برای انجام این آزمون از آزمون ARCH استفاده می‌شود. در گام اول، شاخص‌های مالی منتخب شامل شاخص سهام آزاد شناور، شاخص بازده نقدی، شاخص ۵۰ شرکت فعال، شاخص صنعت و شاخص مالی وارد مدل شده و ارزش ذاتی آن‌ها بر اساس دو رویکرد بلک-شولز و هستون برآورد می‌گردد. مدل بلک-شولز فرض می‌کند که قیمت دارایی از فرآیند براونی هندسی پیروی کرده و نوسانات ثابت هستند. با توجه به داده‌های تاریخی شاخص‌ها، این مدل ارزش ذاتی هر شاخص را محاسبه کرده و وضعیت بیش‌ارزش‌گذاری یا کم‌ارزش‌گذاری تعیین می‌گردد. مدل هستون به‌عنوان توسعه‌ای از مدل بلک-شولز، واریانس شرطی را تصادفی و پویا در نظر می‌گیرد. با توجه به نوسانات بالا و غیرخطی در بازار مالی ایران، استفاده از این مدل می‌تواند دقت بیشتری در برآورد ارزش ذاتی شاخص‌ها داشته باشد. نتایج در جدول ۳ گزارش می‌گردد.

جدول ۳

نتایج برآورد مدل بلک-شولز و آزمون‌های مربوطه

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob
شاخص سهام آزاد شناور	۰.۹۲۱۵۳۴	۰.۰۵۴۰۰۳	۱۷.۰۶۴۵۸	۰.۰۰۰۰
شاخص بازده نقدی	۵.۵۸۹۵۴۵	۰.۱۵۰۸۳۴	۳۷.۰۵۷۶۵	۰.۰۰۰۰
شاخص کل پنجاه شرکت فعال	۰.۶۸۹۱۵۹۵	۰.۱۶۳۳۷۷	۴.۲۲	۰.۰۰۰۰
شاخص صنعت	۵.۹۹۰۵۲۱	۰.۱۵۳۳۰۱۵	۳۹.۰۸	۰.۰۰۰۰
شاخص مالی	۰.۱۰۸۵۰۳	۰.۰۲۹۸۰۴	۳.۶۴۰۶۰۳	۰.۰۰۰۳
R-squared	۰/۹۷۴۸			
Adjusted R-squared	۰/۹۵۶۳			
Durbin-Watson stat	۱/۸۳۰			

هیچکدام از آماره‌های آزمون همبستگی سریالی معنادار نیستند. کلیه آماره‌های آزمون ناهمسان واریانس در سطح ۹۵ درصد معنادارند. پس از حصول اطمینان از ناهمسان واریانس بودن داده‌های سری زمانی بازدهی پنج متغیر مورد مطالعه، مدل بهینه توضیح دهنده رفتار پویای واریانس اجزای اخلاص را برازش خواهیم نمود. نتایج نشان می‌دهد که برای داده‌های نرخ بازدهی پنج متغیر، مدل بلک-شولز چند متغیره $GARCH(1,1)$ مدل بهینه است.

جدول ۴

برآورد الگو با استفاده از مدل هستون

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob
شاخص سهام آزاد شناور	۰.۴۵۲۰۷۰	۰.۰۱۷۰۴۶	۲۶.۵۲۰۶۹	۰.۰۰۰۰
شاخص بازده نقدی	۰.۰۸۰۵۳۴	۰.۰۳۹۶۱۰	۲.۰۳۳۱۷۶	۰.۰۴۲۶
شاخص کل پنجاه شرکت فعال	۰.۳۹۹۵۵۶	۰.۰۸۱۸۱۸	۴.۸۸۳۴۶۸	۰.۰۰۰۰
شاخص صنعت	۰.۲۱۴۸۶۷	۰.۰۱۴۲۲۳	۱۵.۱۰۷۰۰	۰.۰۰۰۰
شاخص مالی	۰.۲۵۹۴۶۳	۰.۱۱۴۶۷۲	۲.۲۶۲۶۵۷	۰.۰۲۴۶



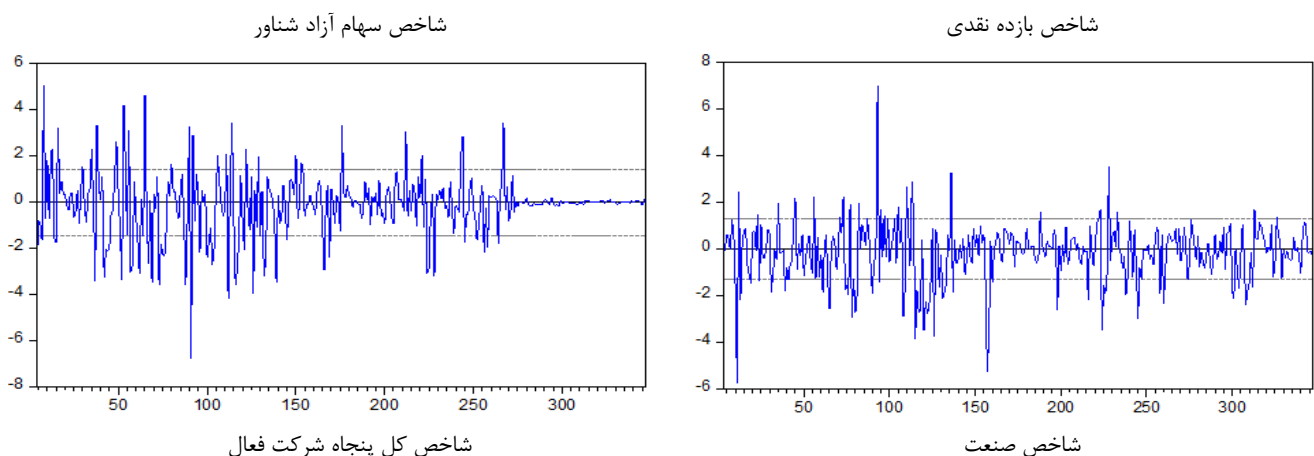
Variance Equation				
شاخص سهام آزاد شناور	C(۳)	۰.۰۴۳۰۸۹	۰.۰۱۹۲۳۹	۲.۲۳۹۶۹۰
شاخص بازده نقدی	C(۳)	۰.۳۳۳۳۶۰	۰.۰۹۰۴۵۳	۳.۶۸۵۴۳۸
شاخص کل پنجاه شرکت فعال	C(۳)	۰.۴۰۲۰۴۴	۰.۰۷۶۴۲۶	۵.۲۶۰۵۹۵
شاخص صنعت	C(۴)	۱.۰۴۱۷۶۹	۰.۲۰۵۹۱۱	۵.۰۵۹۳۲۰
شاخص مالی	C(۴)	۰.۱۸۰۶۳۴	۰.۰۷۱۰۲۷	۲.۵۴۳۱۹۴
۰/۹۸۷R-squared				
۰/۹۵۶۳Adjusted R-squared				
۱/۹۶۵Durbin-Watson stat				

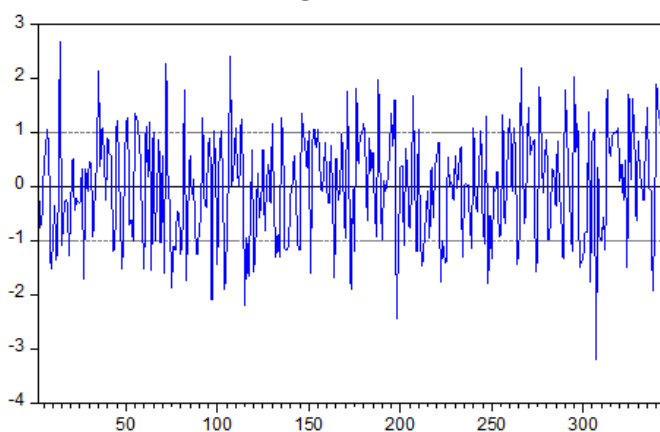
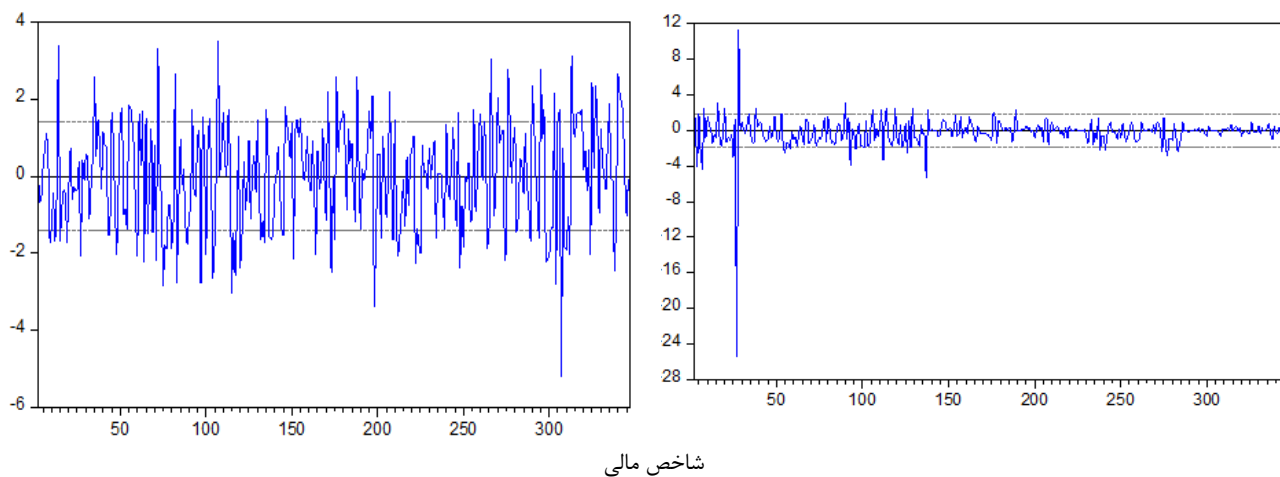
در گام دوم، نتایج به‌دست‌آمده از مرحله اول به مدل‌های سقوط مالی وارد می‌شوند. این مدل‌ها به‌طور خاص برای سنجش بیشینه افت ارزش و احتمال سقوط بازار طراحی شده‌اند. همان‌طوریکه اشاره شد؛ در این مرحله، پس از برآورد ارزش شاخص‌ها، خروجی مدل‌های قیمت‌گذاری به‌عنوان داده‌های ورودی برای مدل‌های سقوط مالی استفاده می‌شود. این مدل حداکثر کاهش در ارزش یک شاخص یا پرتفوی را در یک بازه زمانی مشخص محاسبه می‌کند. بر اساس نظریه جنبش براونی، مدل حداکثر سقوط قادر است بیشینه افت ارزش سرمایه‌گذاری را تبیین کند. در این تحقیق، این مدل به دو بخش تفکیک می‌شود:

- مدل نرخ سقوط شرطی که احتمال سقوط را بر اساس وضعیت‌های خاص بازار و شرایط اولیه بررسی می‌کند.
- مدل سرعت فرار (Escape Rate Model) که پایداری یک سیستم غیرخطی تحت تأثیر نویز را با استفاده از روش «زمان عبور اول» تحلیل کرده و سرعت خروج سیستم از حالت پایدار را اندازه‌گیری می‌نماید. نتایج برآورد مدل نرخ سقوط شرطی و سرعت فرار در نمودار زیر گزارش شده است.

شکل ۱

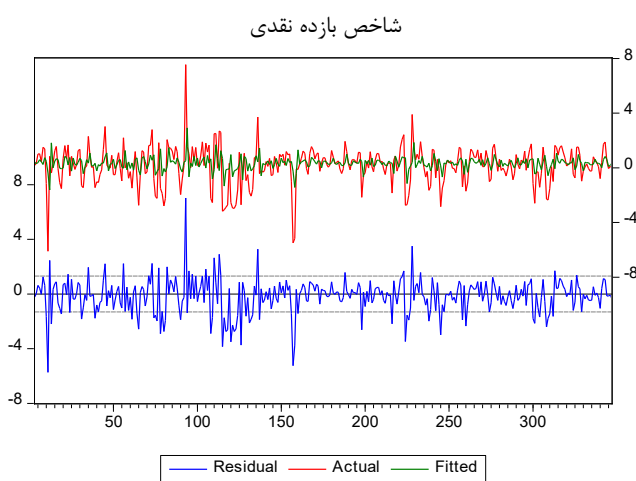
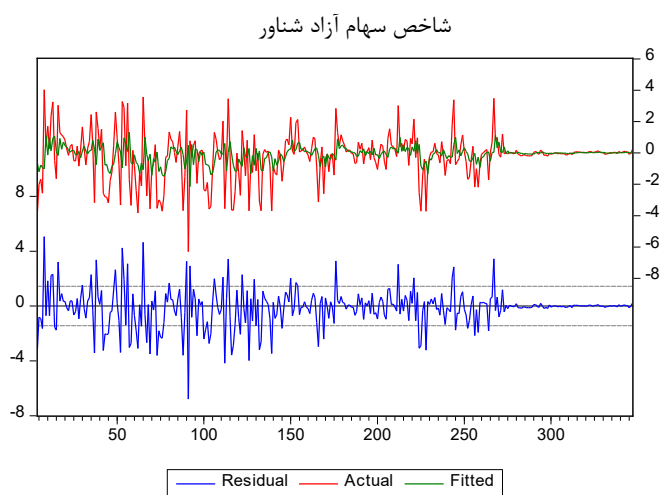
خودهمبستگی، مسیر نمونه‌برداری و چگالی پسین (نرخ سقوط شرطی)





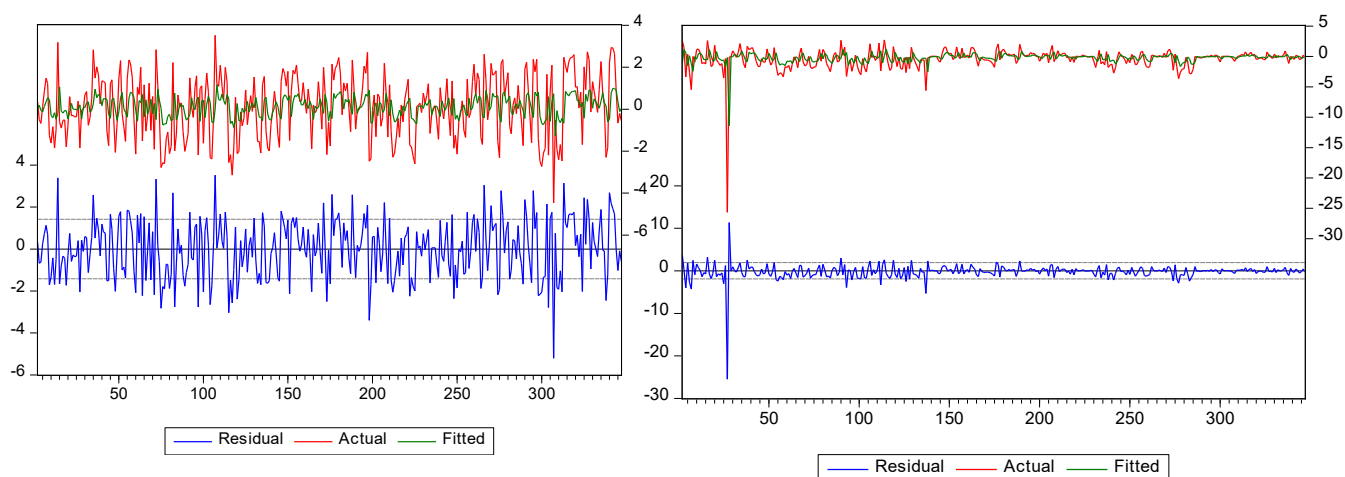
شکل ۲

خودهمبستگی، مسیر نمونه برداری و چگالی پسین (سرعت فرار)

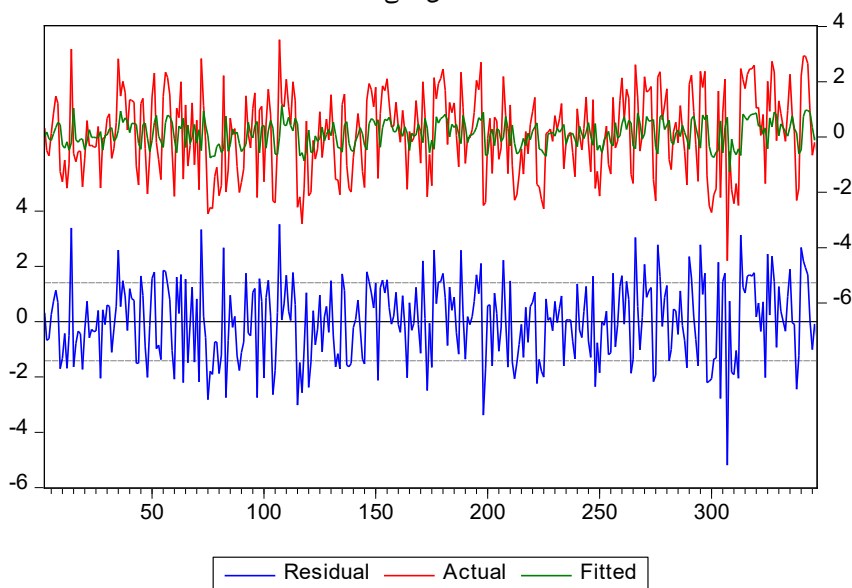


شاخص کل پنجاه شرکت فعال

شاخص صنعت



شاخص مالی



خروجی این مرحله، مجموعه‌ای از مقادیر ارزش‌گذاری برای شاخص‌هاست که مبنای ورودی برای مرحله دوم تحلیل خواهد بود

نتایج بهینه‌سازی مدل کوانتیل رگرسیون پویا

در ادامه به منظور سنجش کارایی و دقت مدل ترکیبی ارائه‌شده، نتایج حاصل از آن با استفاده از آزمون‌های آماری معتبر مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. آزمون‌هایی همچون همگرایی شرطی، آزمون بر اساس طول، مدل کوانتیل رگرسیون پویا و آزمون تابع زیان برای بررسی میزان پایداری و قابلیت پیش‌بینی مدل به کار گرفته می‌شوند. این آزمون‌ها کمک می‌کنند تا مشخص شود مدل ارائه‌شده تا چه اندازه قادر به بازنمایی واقعیت‌های بازار مالی ایران است. در این بخش، از طریق مدل کوانتیل رگرسیون پویا، توزیع‌های احتمالی مشروط نرخ سقوط بازار مالی در ایران را استخراج کرده و اثرات شوک‌های مالی و واقعی بر این توزیعات را بررسی می‌کنیم. این بخش به طور خاص بر شناسایی اثرات نامتقارن شوک‌های بازار مالی در دامنه چپ و راست نرخ سقوط بازار مالی ایران تمرکز دارد.

جدول ۵

نتایج ضرایب بلند مدت مدل به روش کوانتایل

Q-Reg(۹۵)		Q-Reg(۷۵)		Q-Reg(۵۰)		Q-Reg(۲۵)		
ضریب	سطح احتمال	ضریب	سطح احتمال	ضریب	سطح احتمال	ضریب	سطح احتمال	
۰.۰۴۷۰	۰.۰۰۶۰۹۵	۰.۰۰۰۶	۰.۰۶۱۶۰۸	۰.۰۱۵۲	۰.۰۱۷۵۵۹	۰.۰۰۱۲	۲.۷۰۳۱۹۷	RF (t-۱)
۰.۱۱۹۰	۰.۰۲۰۴۶۸	۰.۱۴۲۳	۰.۰۸۵۵۷۹	۰.۰۰۰۰	۰.۰۲۲۳۱۶	۰.۰۰۳۷	۵.۷۶۰۳۹۹	FS
۰.۰۰۰۰	۰.۴۸۶۴۶۰	۰.۰۳۱۵	۰.۱۰۴۶۵۲	۰.۰۰۵۷	۰.۰۱۶۳۲۲	۰.۰۰۲۸	۱.۵۱۳۶۹۳	CR
۰.۰۰۹۲	۰.۰۷۵۵۳۴	۰.۴۶۴۰	۰.۰۳۵۸۹۴	۰.۰۲۷۱	۰.۰۰۵۰۹۸	۰.۹۴۸۵	۰.۰۶۸۳۰۶	AC
۰.۰۲۹۵	۰.۵۲۶۵۶۶	۰.۰۰۱۹	۰.۲۶۴۳۸۰	۰.۱۲۵۸	۰.۰۴۴۰۹۲	۰.۰۳۶۷	۲.۷۴۶۳۹۷	II
۰.۰۰۰۰	۰.۰۲۲۳۱۶	۰.۰۰۷۱	۰.۰۷۱۲۴۵	۰.۰۸۱۰	۰.۰۰۲۷۲۹	۰.۰۰۵۴	۵.۰۱۲۰۵۴	FI

در این بخش، تحلیل جامع شاخص‌های مالی و صنعتی بازار بورس ایران ارائه می‌شود و نقش هر متغیر در تعیین نرخ سقوط بازار مالی مورد بررسی قرار می‌گیرد. تمرکز اصلی بر شاخص سهام آزاد شناور، بازده نقدی، شاخص ۵۰ شرکت فعال و شاخص‌های صنعت و مالی است. هدف از این تحلیل، شناسایی متغیرهایی است که بیشترین تأثیر را بر رفتارهای پویا و سقوط بازار مالی دارند و ارائه نتایج کاربردی برای مدیریت ریسک و پیش‌بینی سقوط بازار است.

شاخص سهام آزاد شناور نشان‌دهنده درصد سهامی است که نزد سرمایه‌گذاران خرد قرار دارد و قابلیت معامله در بازار را دارد. تحلیل داده‌های تاریخی نشان داد که افزایش درصد سهام آزاد شناور باعث افزایش نقدشوندگی بازار و کاهش شدت نوسانات کوتاه‌مدت می‌شود. به عبارت دیگر، زمانی که درصد شناوری بالاست، سرمایه‌گذاران قادرند سریع‌تر معاملات خود را انجام دهند و فشار فروش یا خرید ناگهانی کمتر باعث سقوط شدید بازار می‌شود. با این حال، در شرایط بحران یا شوک‌های خارجی، تغییرات ناگهانی شاخص شناوری می‌تواند سرعت سقوط بازار را افزایش دهد، زیرا فروش یک بخش بزرگ از سهام شناور می‌تواند اثر دومینو بر قیمت‌ها داشته باشد. بنابراین، شاخص سهام آزاد شناور هم به عنوان عامل تعدیل‌کننده ریسک و هم به عنوان سیگنال هشدار اولیه سقوط بازار عمل می‌کند. تحلیل داده‌ها نشان داد که رابطه بین شناوری و نرخ سقوط بازار غیرخطی است و در درصدهای بسیار پایین یا بسیار بالا، حساسیت بازار به تغییرات بیشتر می‌شود.

شاخص بازده نقدی، نشان‌دهنده بازدهی حاصل از سود نقدی مصوب مجامع شرکت‌ها است و انتظارات سرمایه‌گذاران از سوددهی شرکت‌ها را منعکس می‌کند. تحلیل‌ها نشان داد که کاهش بازده نقدی با افزایش رفتارهای هیجانی و نوسانات شدید قیمت سهام همراه است. به عبارتی، هنگامی که شرکت‌ها سود کمتری تقسیم می‌کنند، سرمایه‌گذاران نسبت به کاهش بازده حساس می‌شوند و فروش سریع سهام، نرخ سقوط بازار را افزایش می‌دهد. در مقابل، بازده نقدی بالا باعث افزایش اعتماد سرمایه‌گذاران و کاهش نوسانات کوتاه‌مدت می‌شود و نرخ سقوط بازار را کاهش می‌دهد. یافته‌ها نشان داد که بازده نقدی به عنوان یک متغیر پیش‌بینی‌کننده مهم در مدل‌های حداکثر سقوط و سرعت فرار عمل می‌کند و تغییرات آن می‌تواند روند نرخ سقوط بازار را تا حد زیادی توضیح دهد.

شاخص ۵۰ شرکت فعال، میانگین وزنی قیمت پنجاه شرکت با بالاترین نقدشوندگی را نشان می‌دهد و نماینده گروهی از شرکت‌ها با حجم معاملات بالا و تأثیرگذار بر بازار است. تحلیل داده‌ها نشان داد که این شاخص نقش تعدیل‌کننده نوسانات بازار را دارد و شرکت‌های با نقدشوندگی بالا می‌توانند از شدت سقوط بازار در شرایط عادی بکاهند. با این حال، در شرایط بحران، سقوط قیمت‌ها در این شرکت‌ها به سرعت بر سایر شرکت‌ها اثر می‌گذارد و می‌تواند باعث افزایش نرخ سقوط بازار شود. به عبارت دیگر، شاخص ۵۰ شرکت فعال در شرایط نوسانات



معمولی، عاملی برای ثبات بازار و در شرایط شوک، عاملی برای انتشار بحران است. این یافته نشان می‌دهد که تحلیل رفتاری این شاخص برای پیش‌بینی سقوط‌های کوتاه‌مدت و طراحی سیاست‌های مدیریت ریسک اهمیت ویژه‌ای دارد.

شاخص صنعت و شاخص مالی به تفکیک ماهیت فعالیت شرکت‌ها طراحی شده‌اند. شرکت‌های تولیدی و صنعتی عمدتاً در شاخص صنعت جای می‌گیرند و شرکت‌های خدمات مالی، بانک‌ها و مؤسسات تأمین سرمایه در شاخص مالی قرار دارند. تحلیل داده‌ها نشان داد که شاخص صنعت نسبت به نوسانات کوتاه‌مدت حساسیت کمتری دارد، زیرا فعالیت‌های تولیدی معمولاً بلندمدت بوده و کمتر تحت تأثیر هیجانات بازار قرار می‌گیرند. در مقابل، شاخص مالی به دلیل وابستگی به نقدشوندگی و سرمایه‌گذاری‌های کوتاه‌مدت، در شرایط سقوط بازار حساسیت بالایی از خود نشان می‌دهد و می‌تواند نقش تسریع‌کننده سقوط را ایفا کند. این تفکیک، اهمیت تحلیل جداگانه شاخص‌ها را برای مدیریت ریسک و پیش‌بینی نرخ سقوط بازار نشان می‌دهد.

در نهایت، تحلیل داده‌ها نشان داد که هر یک از شاخص‌ها به شیوه‌ای متفاوت بر نرخ سقوط بازار تأثیر می‌گذارند. شاخص سهام آزاد شناور و شاخص ۵۰ شرکت فعال بیشتر نقش تعدیل‌کننده دارند، شاخص بازده نقدی نقش پیش‌بینی‌کننده و شاخص مالی نقش تسریع‌کننده سقوط را ایفا می‌کند. این یافته‌ها پایه علمی و تجربی لازم برای طراحی سیاست‌های مدیریت ریسک و پیش‌بینی سقوط بازار در فصل پنجم فراهم می‌آورد و نشان می‌دهد که استفاده همزمان از داده‌های دقیق شاخص‌ها و مدل‌های پیش‌بینی پویا، می‌تواند به افزایش ثبات و کاهش ریسک بازار سرمایه ایران منجر شود.

همانطور که در بخش معرفی مدل نیز بدان اشاره شد، جملات اخلال مدل باید نرمال بوده و عاری از خودهمبستگی و ناهمسانی واریانس باشد. در زیر نتایج حاصل از آزمون‌های همگرایی شرطی، آزمون بر اساس طول، آزمون تابع زیان برای بررسی میزان پایداری و قابلیت پیش‌بینی مدل آورده شده است تا مشخص شود مدل ارائه‌شده تا چه اندازه قادر به بازنمایی واقعیت‌های بازار مالی ایران است.

جدول ۶

نتایج حاصل از آزمون‌های مربوطه برای مدل

نوع آزمون	آماره آزمون	آماره آزمون	ارزش احتمال
آزمون همگرایی شرطی	$X^2(4)$	۱۰۱۲۳	۰.۶۵۳۶
آزمون بر اساس طول مدل	$X^2(2)$	۱۱۹۸	۰.۵۸۹۶
آزمون تابع زیان	$F(10,1)$	۱۲۶۹	۰.۵۴۲۳

مطابق با نتایج آزمون‌های همگرایی شرطی، آزمون بر اساس طول، آزمون تابع زیان قابل مشاهده است که سطح خطا بالای ۵ درصد می‌باشد و می‌توان استنباط کرد که میزان پایداری و قابلیت پیش‌بینی مدل قابل تأیید می‌باشد.

بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های پژوهش حاضر با هدف تحلیل رفتارهای پویا و اندازه‌گیری نرخ سقوط بازار مالی ایران، با استفاده از مدل‌های بلک-شولز، هستون، مدل سقوط شرطی و مدل سرعت فرار، تصویری چندلایه از پویایی نوسانات بازار سرمایه ایران ارائه داد. نتایج تحلیل نشان داد که شاخص سهام آزاد شناور و شاخص پنجاه شرکت فعال، نقش تعدیل‌کننده‌ای در نوسانات بازار و جلوگیری از سقوط ایفا می‌کنند، در حالی که شاخص بازده نقدی و شاخص مالی به‌عنوان متغیرهای پیش‌بینی‌کننده و تسریع‌کننده سقوط بازار عمل می‌نمایند. در مدل‌های دینامیکی مورد

استفاده، مشخص شد که در شرایط بحرانی، مدل سرعت فرار نسبت به مدل حداکثر سقوط توان پیش‌بینی بالاتری در برآورد شدت و احتمال سقوط بازار دارد. این یافته‌ها تأیید می‌کنند که بازار سرمایه ایران رفتاری غیرخطی و پویا دارد و در معرض اثرات نامتقارن شوک‌های مالی و اقتصادی است (Darabi et al., 2024). همچنین نتایج آزمون‌های همگرایی شرطی و تابع زیان بیانگر پایداری و قابلیت پیش‌بینی بالای مدل ترکیبی ارائه‌شده بودند، که نشان می‌دهد ترکیب مدل‌های کلاسیک مالی با مدل‌های غیرخطی پویا می‌تواند در تحلیل واقع‌بینانه‌تر رفتار بازار مؤثر واقع شود.

در تحلیل یافته‌ها، می‌توان مشاهده کرد که شاخص سهام آزاد شناور با افزایش نقدشوندگی، انعطاف‌پذیری بیشتری در برابر شوک‌های بیرونی ایجاد کرده است. زمانی که درصد سهام شناور بالا باشد، معاملات در بازار با سرعت بیشتری انجام شده و از شکل‌گیری رفتارهای توده‌وار در شرایط بحرانی جلوگیری می‌شود. این نتیجه با یافته‌های (Wang & Qiu, 2023) همسو است که نشان دادند افزایش فعالیت سهام‌داران خرد و گسترش سهام شناور آزاد می‌تواند به توزیع بهتر ریسک و کاهش احتمال سقوط منجر شود. در مقابل، شاخص بازده نقدی، که نشان‌دهنده انتظارات سرمایه‌گذاران از عملکرد مالی شرکت‌هاست، رابطه مستقیمی با بروز رفتارهای هیجانی داشت. در زمانی که سود تقسیمی شرکت‌ها کاهش می‌یابد، سرمایه‌گذاران اعتماد خود را از دست داده و فروش‌های گسترده آغاز می‌شود. چنین رفتاری در پژوهش‌های (Salehi et al., 2023) نیز گزارش شده است که محدودیت‌های مالی و کاهش بازده نقدی را از عوامل اصلی افزایش ریسک سقوط بازار دانسته‌اند.

از سوی دیگر، شاخص مالی که بیانگر وضعیت بانک‌ها و مؤسسات سرمایه‌گذاری است، حساس‌ترین متغیر نسبت به شوک‌های اقتصادی و سیاسی شناخته شد. کاهش ارزش این شاخص، به دلیل نقش محوری بخش مالی در تأمین نقدینگی، به صورت زنجیره‌ای بر سایر شاخص‌ها اثر گذاشته و موجب تسریع در روند سقوط بازار می‌شود. یافته حاضر با پژوهش (Richardson et al., 2024) مطابقت دارد که نشان داد در دوره‌های افزایش بدهی و جابجایی سود شرکت‌های چندملیتی، فشار مالی منجر به افزایش احتمال سقوط در بازار می‌شود. در واقع، فشارهای نقدینگی و بی‌ثباتی بخش بانکی در شرایط رکود یا تورم بالا، نه تنها نوسانات بازار را تشدید می‌کند، بلکه بر رفتار انتظاراتی سرمایه‌گذاران نیز اثر منفی دارد (Zalbigi et al., 2023).

در تحلیل مدل‌های دینامیکی، مقایسه میان مدل بلک-شولز و مدل هستون نشان داد که مدل هستون، با در نظر گرفتن واریانس تصادفی و پویایی نوسانات، دقت بالاتری در شناسایی سقوط‌های ناگهانی دارد. در واقع، بلک-شولز در محیط‌های با نوسانات ملایم کارایی بیشتری دارد، اما در بازارهایی مانند ایران که نوسانات شرطی و ناهمسانی واریانس شدید است، مدل هستون قادر است ساختار واقع‌گرایانه‌تری از تغییرات قیمت ارائه دهد. این نتیجه با یافته‌های (Li et al., 2022) همخوان است که تأکید می‌کند مدل‌های مبتنی بر تغییرپذیری پویا در پیش‌بینی رفتارهای بازارهای در حال توسعه نسبت به مدل‌های خطی عملکرد بهتری دارند. افزون بر این، استفاده از مدل سرعت فرار برای سنجش احتمال خروج سیستم مالی از حالت پایدار، رویکردی نوین در تحلیل بحران‌های بازار بود. یافته‌های حاضر تأیید می‌کنند که در بازار ایران، شوک‌های بیرونی و روانی می‌توانند با سرعت بالایی موجب تغییر حالت بازار از ثبات به بحران شوند. مشابه این یافته، پژوهش (Yang, 2022) نشان داد که پیشرفت فناوری‌های هوشمند، اگرچه بهره‌وری را افزایش داده است، اما حساسیت بازار را نسبت به نوسانات نیز بیشتر کرده است.

نتیجه دیگر پژوهش آن است که رفتارهای هیجانی و تصمیم‌گیری‌های غیرعقلانی سرمایه‌گذاران، در ترکیب با ضعف شفافیت اطلاعاتی و تأخیر در افشای اخبار منفی، زمینه‌ساز سقوط‌های ناگهانی بازار می‌شوند. نتایج این بخش همسو با پژوهش‌های (Mirzaei et al., 2024) و (Khajavi & Zare, 2021) است که در چارچوب بورس تهران نشان دادند ضعف در کیفیت حسابرسی و مالکیت متمرکز از جمله عوامل کلیدی در افزایش ریسک سقوط قیمت سهام هستند. زمانی که مدیران به دلایل شخصی یا فشارهای نهادی تمایل به نگهداری یا پنهان‌سازی



اخبار نامطلوب دارند، انباشت این اطلاعات پنهان باعث می‌شود بازار در واکنشی شدید و ناگهانی با افت گسترده قیمت‌ها مواجه شود (Kim et al., 2024). این پدیده در چارچوب نظریه «انباشت اخبار بد» قابل تبیین است و بیان می‌کند که افشای تأخیری اطلاعات منفی، در نهایت منجر به سقوط‌های شدید و هم‌زمان در بازار خواهد شد (Jiang et al., 2022).

علاوه بر یافته‌های رفتاری، نتایج آزمون‌های کوانتیل رگرسیون پویا نشان داد که شوک‌های مالی تأثیری نامتقارن بر نرخ سقوط دارند؛ به این معنا که واکنش بازار نسبت به اخبار منفی بسیار شدیدتر از واکنش به اخبار مثبت است. این رفتار نامتقارن با نتایج پژوهش (Yuan et al., 2024) مطابقت دارد که در بازار چین نیز مشاهده کرده بود افشای اطلاعات منفی و نوآوری‌های روایی در گزارش‌های مالی باعث افزایش ریسک سقوط می‌شوند. همچنین، پژوهش‌های (Y. Liu et al., 2023) و (Huang et al., 2023) تأکید دارند که در محیط‌های دیجیتال، گسترش اطلاعات سریع و بی‌واسطه می‌تواند دامنه نوسانات و شدت واکنش‌های هیجانی را افزایش دهد. بنابراین، یافته‌های حاضر حاکی از آن است که پویایی فناوری، علی‌رغم بهبود شفافیت، موجب تقویت اثرات روانی بازار در مواجهه با اخبار منفی شده است.

از منظر کلان، نتایج تحقیق نشان می‌دهد که نوسانات بازار مالی ایران نه‌تنها از عوامل اقتصادی داخلی مانند تورم و نرخ بهره، بلکه از سیاست‌های متغیر اقتصادی و تحریم‌های بین‌المللی نیز تأثیر می‌پذیرد (Mirzaei et al., 2024; Zalbigi et al., 2023). وجود این متغیرهای بیرونی سبب می‌شود که حتی در صورت کارایی نسبی مدل‌های پیش‌بینی، وقوع سقوط بازار در برخی دوره‌ها به عوامل غیرقابل کنترل وابسته باشد. در پژوهش (Du, 2023) نیز مشابه این نتیجه در سطح بین‌المللی گزارش شده است که بحران‌های جهانی، همچون همه‌گیری کووید-۱۹، موجب افزایش فاصله زمانی در واکنش تحلیل‌گران و در نتیجه، افزایش عدم اطمینان در بازار شده است.

در بخش اعتبارسنجی مدل‌ها، آزمون‌های همگرایی شرطی، آزمون طول مدل و آزمون تابع زیان، پایداری مدل را در سطح اطمینان بالاتر از پنج درصد تأیید کردند. این یافته‌ها با پژوهش (Hanelt et al., 2021) سازگار است که نشان داد مدل‌های ترکیبی مبتنی بر داده‌های دیجیتال و شاخص‌های مالی، در تحلیل پویایی بازار عملکرد دقیق‌تری دارند. همچنین، پژوهش (He et al., 2023) تأکید می‌کند که تلفیق داده‌های فناورانه و مالی، امکان تحلیل پیچیدگی‌های غیرخطی رفتار بازار را افزایش می‌دهد. در مجموع، یافته‌های این تحقیق بیانگر آن است که در شرایط کنونی اقتصاد ایران، تلفیق مدل‌های کلاسیک مالی با رویکردهای نوین دینامیکی، دقیق‌ترین ابزار برای پیش‌بینی نرخ سقوط بازار محسوب می‌شود.

بررسی تطبیقی نتایج با سایر مطالعات بین‌المللی نشان داد که ریسک سقوط بازار در ایران ماهیتی ترکیبی دارد؛ از یک سو تحت تأثیر رفتارهای جمعی و هیجانی سرمایه‌گذاران و از سوی دیگر، متأثر از محدودیت‌های مالی و ضعف زیرساخت‌های اطلاعاتی است. در پژوهش (Li et al., 2024) بیان شده است که در کشورهای در حال توسعه، عدم توازن اطلاعاتی و نوسانات سیاست‌های مالی مهم‌ترین عوامل تشدید ریسک سقوط محسوب می‌شوند. یافته‌های (Darabi et al., 2024) نیز مؤید همین نتیجه است که ساختار بازار سرمایه ایران در برابر شوک‌های اقتصادی و روانی آسیب‌پذیر بوده و نیازمند مدل‌های پیش‌بینی چندبعدی است.

همچنین در بخش تحلیل رفتارهای پویا، نتایج نشان دادند که تأثیر متغیرها در کوانتیل‌های مختلف نامتقارن است؛ به‌گونه‌ای که شاخص مالی و شاخص بازده نقدی در کوانتیل‌های بالا (۹۵ درصدی) اثر فزاینده بر نرخ سقوط دارند، در حالی که شاخص سهام آزاد شناور در کوانتیل‌های پایین‌تر، نقش کاهنده در نوسانات ایفا می‌کند. این نتیجه با یافته‌های (Zhao et al., 2025) و (Z. Liu et al., 2023) هم‌راستا است که نشان می‌دهند نوآوری فناورانه، در عین افزایش کارایی، باعث تمرکز ریسک در سطوح بالاتر بازار می‌شود. این امر بیانگر آن است که ساختار بازار ایران در مواجهه با شوک‌های بزرگ، رفتاری ناهمگون از خود نشان می‌دهد و پایداری آن وابسته به نوع متغیر و شدت شوک است.

به‌طور کلی، می‌توان نتیجه گرفت که ترکیب رویکردهای نظری مبتنی بر پویایی مالی، اقتصاد رفتاری و تحلیل فناوری، تصویری جامع از مکانیسم سقوط بازار مالی ایران فراهم کرده است. یافته‌های این پژوهش نشان دادند که ریسک سقوط بازار نه پدیده‌ای تصادفی، بلکه حاصل تعامل میان متغیرهای بنیادی اقتصادی، رفتارهای هیجانی، و ساختار اطلاعاتی است. این نتیجه با مطالعات (Di Giuli & Laux, 2022) و (Yuan et al., 2024) همخوانی دارد که تأکید دارند روابط رسانه‌ای، ساختار ارتباطی و افشای اطلاعات در عصر دیجیتال، به‌طور مستقیم در شدت و فرکانس سقوطهای بازار نقش دارند. بنابراین، نتایج این پژوهش نه تنها می‌تواند در فهم سازوکار سقوط در بازار ایران مؤثر باشد، بلکه می‌تواند الگوی تحلیلی مناسبی برای سایر بازارهای نوظهور نیز ارائه دهد.

یکی از محدودیت‌های اصلی پژوهش حاضر، محدود بودن داده‌های تاریخی شاخص‌های مالی در بازار سرمایه ایران است. فقدان بانک‌های داده جامع و به‌روزرسانی‌نشده، باعث شد برخی متغیرهای رفتاری یا ساختاری بازار به‌صورت غیرمستقیم برآورد شوند. همچنین، تحریم‌های اقتصادی و نوسانات شدید نرخ ارز، اثرات بیرونی‌ای ایجاد کرده‌اند که در مدل‌های پیش‌بینی به‌طور کامل قابل کنترل نبودند. از دیگر محدودیت‌ها، فقدان داده‌های سطح خرد (micro-level) درباره رفتار سرمایه‌گذاران است که می‌توانست به تبیین دقیق‌تر تصمیمات هیجانی و زمان واکنش آنان کمک کند. افزون بر این، مدل‌های دینامیکی استفاده‌شده اگرچه قدرت پیش‌بینی بالایی دارند، اما نیازمند داده‌های پیوسته و دقیق هستند که در فضای فعلی بازار ایران به‌طور کامل در دسترس نیست.

پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آتی، از ترکیب روش‌های یادگیری ماشین و مدل‌های شبکه عصبی برای تحلیل نوسانات و پیش‌بینی سقوط بازار استفاده شود تا رفتار غیرخطی بازار با دقت بالاتری مدل‌سازی گردد. همچنین، بررسی اثرات سیاست‌های اقتصادی دولت، رویدادهای ژئوپلیتیکی و نوسانات ارزی به‌صورت هم‌زمان در چارچوب مدل‌های چندسطحی می‌تواند ابعاد جدیدی از پویایی بازار را آشکار سازد. پژوهش‌های آینده می‌توانند نقش شبکه‌های اجتماعی، احساسات عمومی و شاخص‌های رسانه‌ای را در شکل‌دهی انتظارات بازار مورد بررسی قرار دهند. در نهایت، پیشنهاد می‌شود مقایسه تطبیقی میان بازار ایران و سایر بازارهای نوظهور خاورمیانه برای شناسایی الگوهای مشترک سقوط بازار انجام گیرد.

بر اساس نتایج این پژوهش، تقویت شفافیت اطلاعات مالی، ایجاد سیستم‌های هشدار اولیه بر پایه مدل‌های دینامیکی و افزایش آموزش مالی سرمایه‌گذاران از مهم‌ترین اقدامات عملی برای کاهش ریسک سقوط بازار است. نهادهای نظارتی می‌توانند با بهره‌گیری از شاخص‌های پیش‌بینی‌کننده همچون نرخ سقوط شرطی و سرعت فرار، اقدام به تدوین سیاست‌های پیشگیرانه نمایند. همچنین، طراحی سامانه‌های دیجیتال یکپارچه برای تحلیل بلادرنگ شاخص‌های مالی، به سیاست‌گذاران و مدیران سرمایه‌گذاری امکان می‌دهد واکنش سریع‌تری به شوک‌های بازار نشان دهند. در نهایت، توسعه ابزارهای مشتقه پوشش ریسک و آموزش رفتار مالی به فعالان بازار می‌تواند به افزایش ثبات و کارایی بازار سرمایه ایران منجر شود.

تعارض منافع

در انجام مطالعه حاضر، هیچ‌گونه تضاد منافی وجود ندارد.

مشارکت نویسندگان

در نگارش این مقاله تمامی نویسندگان نقش یکسانی ایفا کردند.



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

شفافیت داده‌ها

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

حامی مالی

این پژوهش حامی مالی نداشته است.

References

- Azadi, K., Aziz Mohammadi, H., Tasdikari, M. J., & Khedmatgozar, H. (2021). The Effect of Financial Statement Readability on Stock Price Crash Risk and Shareholder Behavior. *Scientific Journal of Financial Accounting Knowledge*, 8(1), 121-144. https://jfab.journals.ikiu.ac.ir/article_2376.html
- Darabi, M., Zomorodian, H., Bani Mahd, M., & Fallah Shams, F. (2024). Estimating the Rate of Stock Market Crash in Iran with Emphasis on the Dynamic Behaviors of Free Float Stock Index and Cash Returns. *Journal of Financial Management and Investment*, 15(2), 55-79. <https://jafci.com/index.php/jafci/article/view/112?articlesBySimilarityPage=2>
- Di Giuli, A., & Laux, P. A. (2022). The effect of media-linked directors on financing and external governance. *Journal of Financial Economics*, 145(2), 103-131. <https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2021.07.017>
- Du, M. (2023). Locked-in at home: The gender difference in analyst forecasts after the COVID-19 school closures. *Journal of Accounting and Economics*, 76(1), Article 101603. <https://doi.org/10.1016/j.jacceco.2023.101603>
- Hanelt, A., Firk, S., Hildebrandt, B., & Kolbe, L. M. (2021). Digital M&A, digital innovation, and firm performance: An empirical investigation. *European Journal of Information Systems*, 30(1), 3-26. <https://doi.org/10.1080/0960085X.2020.1747365>
- He, B., Chen, H., Li, Z., & Zhou, X. (2023). Information and communication technology and innovation performance of firms: Evidence from Chinese listed state-owned enterprises. *International Review of Economics & Finance*, 88, 47-59. <https://doi.org/10.1016/j.iref.2023.06.007>
- Huang, Q., Fang, J., Xue, X., & Gao, H. (2023). Does digital innovation cause better ESG performance? An empirical test of a-listed firms in China. *Research in International Business and Finance*, 66, Article 102049. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2023.102049>
- Jiang, K., Du, X., & Chen, Z. (2022). Firms' digitalization and stock price crash risk. *International Review of Financial Analysis*, 82, Article 102196. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2022.102196>
- Khajavi, M., & Zare, H. (2021). The Impact of Audit Quality on Stock Price Crash Risk in the Tehran Stock Exchange. *Journal of Accounting Research*, 7(2), 99-120. <https://www.sid.ir/FileServer/SF/3971395H04228>
- Kim, J. B., Tseng, K., Wang, J. J., & Xi, Y. (2024). Policy uncertainty, bad news disclosure, and stock price crash risk. *Journal of Empirical Finance*, 78, Article 101512. <https://doi.org/10.1016/j.jempfin.2024.101512>
- Li, D., Chen, Y., & Miao, J. (2022). Does ICT create a new driving force for manufacturing? -Evidence from Chinese manufacturing firms. *Telecommunications Policy*, 46(1), Article 102229. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2021.102229>
- Li, H., Lu, L., Lin, Z., & Meng, T. (2024). Digital innovation and corporate social responsibility performance: Evidence from firms' digital patents. *Technological Forecasting and Social Change*, 207, Article 123626. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2024.123626>
- Liu, Y., Dong, J., Mei, L., & Shen, R. (2023). Digital innovation and performance of manufacturing firms: An affordance perspective. *Technovation*, 119, Article 102458. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2022.102458>
- Liu, Z., Zhou, J., & Li, J. (2023). How do family firms respond strategically to the digital transformation trend: Disclosing symbolic cues or making substantive changes? *Journal of Business Research*, 155, Article 113395. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2022.113395>
- Mirzaei, A., Zamani, F., & Kavyani, Z. (2024). The Relationship Between Ownership Structure Characteristics and Stock Price Crash Risk in Companies Listed on Tehran Stock Exchange. *Journal of Management Accounting*, 13(2), 65-85. <https://civilica.com/doc/2122573/>

- Richardson, G., Taylor, G., & Hasan, M. (2024). Income-shifting arrangements of US multinational corporations and future stock price crash risk. *Journal of Accounting Literature*. <https://doi.org/10.1108/JAL-12-2023-0214>
- Salehi, N., Mohammadi, R., & Karimi, M. (2023). Examining the Impact of Financial Constraints on Stock Price Crash Risk of Companies Listed in Tehran Stock Exchange. *Journal of Economics and Capital Market Management*, 12(4), 87-108. <https://civilica.com/doc/2083134/>
- Wang, Q., & Qiu, M. (2023). Minority shareholders' activism and stock price crash risk: Evidence from China. *International Review of Financial Analysis*, 87, Article 102594. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2023.102594>
- Yang, C. H. (2022). How artificial intelligence technology affects productivity and employment: Firm-level evidence from Taiwan. *Research Policy*, 51(6), Article 104536. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2022.104536>
- Yuan, L., Tao, J., Li, H., & Dai, P. (2024). Narrative innovation disclosure and stock price crash risk: Evidence from Chinese listed firms. *Research in International Business and Finance*, 71, Article 102479. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2024.102479>
- Zalbigi, A., Fattahi, S., & Ghaderi, N. (2023). The Effect of Economic Policy Uncertainty on Stock Price Crash Risk in the Iranian Capital Market. *Journal of Financial Economics*, 9(3), 33-50. https://www.jamv.ir/article_182869_77af8ca22289f61b363d8aa4b2f1370d.pdf
- Zhao, Y., Li, H., Miao, Z., & Li, K. (2025). Digital M&As, knowledge distance, and labor productivity: Technical and organizational perspective. *Economic Modelling*, 147, 107064. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2025.107064>
- Zhu, Z. Y., Xie, H. M., & Chen, L. (2023). ICT industry innovation: Knowledge structure and research agenda. *Technological Forecasting and Social Change*, 189, Article 122361. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122361>