



Financial Management Perspective

Journal homepage: <https://jfmp.sbu.ac.ir/>



Original Article

Modeling Systemic Risk Dynamics in Iranian Financial Markets: A Multi-Regime Framework Integrating ARIMA, DCC-GARCH, GMM, and Markov-Switching Models

Mohammad Reza Rostami *

Mohaddese Nasehi Pour**

Abstract:

Purpose: This study develops an advanced hybrid framework to model the dynamics of systemic risk in Iran's financial markets. In structurally fragile economies characterized by acute political and economic volatility—as in Iran—the interdependencies among key assets and the intensity of risk spillovers vary significantly across different market behavior regimes. Consequently, the primary objective of this research is to analyze both the dependency structure and the transmission mechanisms of systemic risk across three major assets—gold, the free-market USD/IRR exchange rate, and the overall index of the Tehran Stock Exchange—within distinct behavioral regimes. To achieve this, we integrate multiple modeling approaches, enabling rigorous identification of latent regimes and precise measurement of systemic risk under varying market conditions.

Method: The proposed framework consists of five sequential stages. First, daily return series for the three assets were filtered through ARIMA models to remove linear trends and autocorrelations, isolating non-linear residuals. Second, GARCH (1,1) was employed on each series to estimate conditional volatilities. Third, DCC-GARCH was applied to capture time-varying conditional correlations between asset pairs. To detect regime shifts and structural breaks in market behavior, two complementary techniques were utilized: The Markov Switching model, which classifies observations into low- and high-volatility regimes based on transition probabilities, and the Gaussian Mixture Model (GMM), which probabilistically clusters observations into three behavioral regimes—tranquil, semi-unstable, and crisis—according to their statistical features. Finally, the Conditional Value-at-Risk (CoVaR) metric was computed for each asset

Received: April. 1, 2025

Accepted: June. 17, 2025

* Associate Professor, Department of Management, Faculty of Social Sciences and Economics, Alzahra University, Tehran, Iran.
E-Mail: m.rostami@alzahra.ac.ir

** Ph.D. Candidate in Finance-Banking, Faculty of Social Sciences and Economics, Alzahra University, Tehran, Iran.
(Corresponding Author) E-Mail: Mohaddese.nasehipour@gmail.com

pair within each identified regime, providing a comprehensive assessment of systemic risk transmission intensity.

Findings: Analysis of daily data from March 21, 2015 to March 20, 2024 reveals that the intensity and structure of systemic risk transmission in Iran's financial markets are highly regime-dependent. In the "tranquil" regime, conditional correlations between gold and the USD/IRR exchange rate, as well as between gold and the Tehran Stock Exchange (TSE) index, fall below 0.30, and average CoVaR values remain under 0.15. As volatility rises into the "semi-unstable" regime, these measures increase to roughly 0.40–0.50. During the "crisis" regime, gold–USD/IRR correlation exceeds 0.80 while gold–TSE correlation surpasses 0.30; CoVaR for the gold⇌USD pair peaks at 0.78 and for gold⇌TSE at 0.30, reflecting flight-to-safety flows into currency and precious metals at times of acute stress. Notably, exchange rate⇌equity and exchange rate⇌gold linkages in intermediate regimes not only serve as early warning indicators but occasionally exhibit higher CoVaR values in ostensibly tranquil periods than in semi-unstable ones—an outcome indicative of latent negative expectations or erratic policy shifts. Overall, integrating DCC-GARCH, Markov Switching, and GMM enabled a more granular regime classification and precise measurement of risk spillovers, underscoring the necessity of accounting for nonlinear, multi-layered contagion effects when analyzing systemic risk in volatile economies.

Conclusion: This study emphasizes that in economies marked by structural fragility and severe political–economic volatility, employing regime-sensitive and dynamic frameworks is essential for systemic risk analysis. This framework not only enables the early identification of high-risk and intermediate-risk periods but also serves as an effective tool for policymakers, regulatory authorities, and professional investors in designing macroprudential policies, optimizing capital allocation, and managing systemic risk.

Keywords: Systemic risk, Dynamic conditional correlation, Markov-switching, Gaussian Mixture Model, Conditional Value at Risk

How to Cite: Rostami, M. R. and Nasehi Pour, M. (2025). *Modeling Systemic Risk Dynamics in Iranian Financial Markets: A Multi Regime Framework Integrating ARIMA, DCC GARCH, GMM, and Markov Switching Models. Financial Management Perspective*, 15(1), 138-160. doi: 10.48308/jfmp.2025.240260.1505 (In Persian).



چشم‌انداز مدیریت مالی
Journal homepage: <https://jfmp.sbu.ac.ir/>



نوع مقاله: پژوهشی

مدل‌سازی پویایی‌های ریسک سیستماتیک در بازارهای مالی ایران: چارچوب یکپارچه چند رژیمی مبتنی بر ARIMA، DCC-GARCH، GMM و مارکوف سوئیچینگ

محمدرضا رستمی *

محدثه ناصحی پور **

چکیده:

هدف: در این پژوهش، طراحی و ارائه یک چارچوب ترکیبی پیشرفته برای مدل‌سازی پویایی‌های ریسک سیستماتیک در بازارهای مالی ایران مدنظر قرار گرفته است. اقتصاد ایران، به دلیل ماهیت ساختاری شکننده، نوسانات شدید سیاسی-اقتصادی و تغییرات ناگهانی در سیاست‌های پولی و ارزی، زمینه‌ای ایده‌آل برای بررسی تأثیر متقابل دارایی‌های مختلف و نحوه انتقال ریسک در رژیم‌های رفتاری گوناگون فراهم می‌کند. در چنین بستری، وابستگی‌ها و شدت انتقال شوک‌های مالی در دوره‌های کم‌نوسان، نیمه‌بی‌ثبات و بحرانی کاملاً متفاوت است؛ بنابراین، هدف اصلی مطالعه حاضر، تحلیل ساختار وابستگی و انتقال ریسک میان سه دارایی کلیدی (طلا، نرخ ارز آزاد (دلار آمریکا) و شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران) در قالب یک چارچوب چندسطحی و چندمدلی است؛ به‌طوری‌که بتوان با دقت بیشتری رژیم‌های رفتاری پنهان را شناسایی و میزان ریسک سیستماتیک را تحت شرایط مختلف بازار اندازه‌گیری کرد.

روش: در گام نخست، سری‌های زمانی بازده روزانه سه دارایی یادشده با استفاده از مدل‌های ARIMA پالایش شدند تا مؤلفه‌های روندی و خودهمبستگی‌های خطی حذف شوند و سری‌های باقیمانده تنها متغیرهای تصادفی و غیرخطی را در خود جای دهند. سپس برای هر سری، از مدل $GARCH(1,1)$ جهت برآورد و پیش‌بینی نوسانات شرطی بهره گرفته شد. در مرحله سوم، به‌منظور استخراج ماتریس همبستگی‌های شرطی پویای میان دارایی‌ها، مدل DCC-GARCH به کار رفت. برای شناسایی تغییرات ساختاری رفتار بازار و جدا کردن دوره‌های کم‌نوسان از پرنوسان، دو روش مکمل استفاده شد: اول، مدل مارکوف سوئیچینگ با قابلیت تقسیم‌بندی زمان به رژیم‌های نوسان پایین و نوسان بالا بر مبنای احتمال‌های انتقال و دوم، مدل ترکیب گاوسی (GMM) که با تحلیل خوشه‌ای داده‌ها، هر مشاهده را به‌صورت احتمالاتی به چند رژیم رفتاری منسوب می‌سازد.

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۳/۲۷

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۱/۱۲

* دانشیار، گروه مدیریت، دانشکده علوم اجتماعی و اقتصاد، دانشگاه الزهراء، تهران.

** دانشجوی دکتری مالی-بانکداری، دانشکده علوم اجتماعی و اقتصاد، دانشگاه الزهراء، تهران. (نویسنده مسئول)

E-Mail: Mohadese.nasehipour@gmail.com

درنهایت، با محاسبه شاخص ارزش در معرض ریسک شرطی (CoVaR) برای هر جفت دارایی در هر رژیم رفتاری، شدت ریسک سیستماتیک و میزان انتقال شوک‌ها به‌شکلی جامع بررسی شد.

یافته‌ها: تحلیل داده‌های روزانه دوره ۱۳۹۴-۱۴۰۳ نشان داد شدت و ساختار انتقال ریسک سیستماتیک در بازارهای مالی ایران کاملاً به رژیم رفتاری بازار بستگی دارد. در رژیم‌های «آرام»، همبستگی‌های شرطی بین طلا و دلار و نیز میان طلا و شاخص بورس به زیر ۰.۳ کاهش یافته و متوسط CoVaR کمتر از ۰.۱۵ است، اما با افزایش نوسانات به سطح «نیمه‌بی‌ثبات»، این مقادیر به حدود ۰.۴ تا ۰.۵ می‌رسند. در «بحران» ساختار چهار رژیم، همبستگی طلا-دلار به بیش از ۰.۸ و طلا-بورس به بیش از ۰.۳ افزایش یافت و CoVaR طلا-دلار تا ۰.۷۸ و طلا-بورس تا ۰.۳۰ بالا رفت که نشانگر پدیده «فرار به ارز» و «فرار به طلا» در اوج تنش‌هاست. همچنین، روابط دلار-بورس و دلار-طلا در رژیم‌های میانی نه‌تنها سیگنال‌های هشدار اولیه از افزایش ریسک می‌دادند، بلکه گاهی در برخی دوره‌های ظاهراً آرام، CoVaR بالاتری نسبت به رژیم‌های نیمه‌بی‌ثبات ثبت می‌شد؛ پدیده‌ای که می‌تواند منعکس‌کننده انتظارات منفی پنهان یا سیاست‌گذاری ناپایدار باشد. به‌طور کلی، ترکیب-DCC GARCH، مارکوف سوئیچینگ و GMM امکان تفکیک دقیق‌تر رژیم‌ها و سنجش توانایی ریسک را فراهم ساخت و نشان داد که رفتار غیرخطی و چندلایه انتقال ریسک باید در تحلیل ریسک سیستماتیک اقتصادهای ناپایدار مدنظر قرار گیرد.

نتیجه‌گیری: این پژوهش تأکید می‌کند که در اقتصادهایی با نوسانات ساختاری و سیاسی-اقتصادی شدید، استفاده از چارچوب‌های رژیم‌محور و پویا برای تحلیل ریسک سیستماتیک الزامی است. این چارچوب نه‌تنها قابلیت شناسایی زود هنگام دوره‌های پرخطر و میان‌بحرانی را دارد، بلکه می‌تواند به‌عنوان ابزاری کارا برای سیاست‌گذاران، نهادهای نظارتی و سرمایه‌گذاران حرفه‌ای در طراحی سیاست‌های کلان، تخصیص بهینه سرمایه و مدیریت ریسک سیستماتیک به‌کار رود.

کلیدواژه‌ها: ریسک سیستماتیک؛ همبستگی شرطی پویا؛ مارکوف سوئیچینگ؛ مدل ترکیب گاوسی؛ ارزش در معرض ریسک شرطی

استناددهی: رستمی، محمدرضا و ناصحی پور، محدثه. (۱۴۰۴). مدل سازی پویایی‌های ریسک سیستماتیک در بازارهای مالی ایران: چارچوب یکپارچه چندرژیمی مبتنی بر GMM، DCC GARCH، ARIMA و مارکوف سوئیچینگ. چشم‌انداز مدیریت مالی، ۱۵(۱)-۱۳۸-۱۶۰.

۱. مقدمه

نخستین مسئله‌ای که افراد هنگام اتخاذ تصمیمات سرمایه‌گذاری با آن مواجه خواهند شد، مسئله محدودیت منابع است؛ پس سرمایه‌گذاران ملزم به تصمیم‌گیری و انتخاب سبد سرمایه‌گذاری خود از بین دارایی‌ها و بازارهای موجود هستند. اتخاذ تصمیم سرمایه‌گذاری با ریسک‌های متعددی همراه است که می‌توان با تنوع‌بخشی بهینه، این ریسک‌ها را به حداقل میزان ممکن تنزیل داد.

ریسک‌ها همواره یکی از ارکان اصلی در بازارهای مالی هستند. برخلاف ریسک‌های فردی یا غیرسیستماتیک که با تنوع‌بخشی قابل مدیریت هستند، ریسک سیستماتیک به‌عنوان ریسکی فراگیر و شبکه‌ای، تهدیدی برای کل سیستم مالی به‌شمار می‌رود. این نوع ریسک زمانی بروز پیدا می‌کند که نوسانات در یک نهاد یا بازار خاص به سایر بخش‌های سیستم مالی اثر بگذارد و ثبات کل سیستم را تحت‌تأثیر قرار دهد. برخلاف ریسک‌های غیرسیستماتیک که تنها یک نهاد یا دارایی خاص را تحت‌تأثیر قرار می‌دهند، ریسک سیستماتیک می‌تواند به‌سرعت و از طریق وابستگی‌های ساختاری و درونی که میان نهادها و بازارها وجود دارد، به بحران‌هایی بزرگ تبدیل شود [۳].

ابزارهای سنتی سنجش ریسک مانند VAR، اغلب به تحلیل ریسک‌های غیرسیستماتیک و تک‌بعدی می‌پردازند و توانایی تحلیل و شبیه‌سازی تعاملات پیچیده و وابستگی‌های متقابل میان نهادها و بازارها را ندارند و قادر به ارزیابی دقیق ریسک‌های سیستماتیک نیستند. از این‌رو، استفاده از مدل‌های پیشرفته‌تر و چندبعدی که امکان شبیه‌سازی

وابستگی‌های زمانی و ساختاری میان نهادها و بازارهای مختلف را فراهم کرده و تحلیل‌های دقیق‌تری از بحران‌ها و شوک‌های مالی در تحلیل ریسک سیستماتیک ارائه می‌دهند، ضروری است.

در این راستا، ابزارهایی مانند شاخص CoVaR، که ریسک یک نهاد یا دارایی را در شرایطی که یک نهاد دیگر در وضعیت بحرانی قرار دارد اندازه‌گیری می‌کند، در تحلیل ریسک سیستماتیک کاربرد گسترده‌ای یافته‌اند. این مدل‌ها قادرند رفتار بازار را در شرایط و دوره‌های زمانی مختلف شبیه‌سازی کرده و نشان دهند که چگونه نوسانات در یک نهاد مالی می‌تواند به سایر نهادها و بازارها سرایت کند. از سوی دیگر، به دلیل پیچیدگی‌های رفتاری و پویایی وابستگی میان بازده دارایی‌ها در بازارهای مالی، روش‌های پارامتریک خطی به‌تنهایی توانایی ارائه تصویری دقیق از تحولات ریسک را ندارند. به همین دلیل، مدل‌هایی مانند مارکوف سوئیچینگ، که امکان تحلیل وابستگی‌های غیرخطی و ناهمسانی در توزیع ریسک را فراهم می‌کنند، به‌ویژه زمانی که با شاخص‌هایی مانند CoVaR ترکیب شوند، موجب افزایش دقت تحلیل ریسک سیستماتیک می‌شوند. همین ویژگی‌ها باعث شده‌اند که این دسته از مدل‌ها در سال‌های اخیر مورد توجه گسترده پژوهشگران مالی قرار گیرند.

در بازار مالی ایران، طلا، دلار و شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران سه دارایی کلیدی هستند که هر کدام رفتارهای بخش خاصی از این بازار را بازتاب می‌دهند. طلا اغلب به‌عنوان یک دارایی امن و سپری در برابر نوسانات بازار و تورم در نظر گرفته می‌شود؛ دلار نشان‌دهنده انتظارات ارزی مرتبط با فضای کلان اقتصادی و سیاست‌های خارجی است؛ و شاخص کل بورس، نمایانگر وضعیت اقتصادی و سطح انتظارات عمومی نسبت به عملکرد بنگاه‌های اقتصادی به‌شمار می‌رود. این سه متغیر هرچند ماهیت‌های متفاوتی دارند؛ ولی نقش مکملی که در ساختار تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاران ایفا می‌کنند، سبب می‌شود تا درک ارتباطات میان آن‌ها از نظر ریسک و انتقال ریسک به یکی از ضرورت‌های تحلیل‌های مالی و سرمایه‌گذاری تبدیل شود.

در این پژوهش، داده‌های بازده روزانه طلا، دلار و شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران طی یک دوره ده‌ساله (از ابتدای سال ۱۳۹۴ تا پایان سال ۱۴۰۳) مورد بررسی قرار گرفته است. برای تحلیل دقیق‌تر ریسک، از ترکیب مدل ARIMA جهت مدل‌سازی روند، مدل GARCH برای بررسی نوسانات، مدل DCC به‌منظور تحلیل همبستگی پویا و مدل CoVaR در بستر مارکوف سوئیچینگ استفاده شده است. همچنین، برای شناسایی بهینه رژیم‌های رفتاری در بازارهای مالی، از الگوریتم خوشه‌بندی GMM بهره گرفته شد. هدف این مدل‌سازی، ارائه تصویری جامع از الگوی انتقال ریسک در اقتصاد ایران است؛ به گونه‌ای که در آن رفتار هر بازار نه تنها به ویژگی‌های درونی خود، بلکه به وضعیت و نوسانات سایر بازارها نیز وابسته در نظر گرفته شده است.

۲. مبانی نظری و پیشینه پژوهش

در این مقاله، با مرور ادبیات مربوط به مدل‌های نوسان در سری‌های زمانی، تحولات کلیدی از مدل ARCH تا مدل‌های پیشرفته چندمتغیره GARCH بررسی شده است. سپس روش‌های تحلیل همبستگی‌های شرطی پویا و مدل DCC-GARCH برای تحلیل وابستگی‌های متغیر در زمان تشریح می‌شود و در ادامه، برای شناسایی ساختارهای رفتاری مختلف بازار، دو مدل مکمل یعنی مارکوف سوئیچینگ (برای تحلیل تغییرات زمانی و نقاط گذار رژیم‌ها) و مدل ترکیب گاوسی GMM (برای طبقه‌بندی آماری نوسانات) به کار گرفته شده‌اند.

با این چارچوب، شاخص CoVaR برای اندازه‌گیری ریسک سیستماتیک مشروط در هر رژیم رفتاری محاسبه شده و تحلیل‌های مربوط به انتقال ریسک بین بازارها در شرایط مختلف رفتاری انجام می‌گیرد. درنهایت، نتایج تجربی در قالب مقایسه میان رژیم‌های رفتاری مختلف ارائه و تفسیر می‌شوند.

انگل (۱۹۸۲) با معرفی مدل ARCH، نقطه‌عطفی در تحول روش‌های سنجش و پیش‌بینی نوسانات سری‌های زمانی مالی ایجاد کرد. این مدل با تمرکز بر ناهمسانی واریانس شرطی، امکان مدل‌سازی نوسانات خوشه‌ای را فراهم

نمود؛ به این معنا که نوسانات کوچک (مثبت یا منفی) تمایل دارند به دنبال یکدیگر و نوسانات بزرگ نیز به صورت متوالی رخ دهند [۱۸]. چهار سال بعد، بولرسلوف (۱۹۸۶) با تعمیم ARCH به مدل GARCH، چارچوبی را ارائه داد که در آن واریانس شرطی به عنوان تابعی از مقادیر گذشته خود و همچنین خطاهای پیشین تعریف می شود [۱۵]. در مدل های اولیه GARCH که به آن ها گارچ تک متغیره گفته می شود، تنها نوسانات یک دارایی مورد بررسی قرار می گرفت؛ اما به مرور روشن شد که نوسانات دارایی های مالی در طول زمان از یکدیگر مستقل نیستند و همین موضوع منجر به توسعه مدل های گارچ چند متغیره شد.

در ادامه این مسیر، کاپی لو و همکاران (۲۰۰۶) با معرفی مدل های پویا نظیر DCC-GARCH، گامی مهم در رفع فرض استقلال و همبستگی ایستا برداشتند. این مدل ها امکان برآورد همبستگی های شرطی متغیر در زمان را فراهم کرده و به تحلیل دقیق تر وابستگی بین دارایی ها در شرایط متغیر بازار کمک می کنند [۱۶].

با پیچیده تر شدن ساختارهای مالی، بیزپاس و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که در دهه های اخیر، با ادغام بازارها و افزایش ارتباط بین ابزارهای مالی، ارزیابی دقیق ریسک اهمیت دوچندانی یافته است. در چنین شرایطی، شوک های وارده به یک نهاد می تواند از طریق مکانیسم هایی مانند وام دهی بین بانکی یا مالکیت متقابل دارایی ها، به سایر نهادها و در نهایت به کل شبکه مالی سرایت کند [۱۳]. این مسئله باعث شد تحلیل ریسک سیستماتیک یکی از محورهای اصلی سیاست گذاری، نظارت مالی و تنظیم مقررات شود. بیلو و همکاران (۲۰۱۲) نیز نشان دادند که وابستگی میان بازده دارایی ها در طول زمان - به ویژه در دوره های بحران - به طور چشمگیری افزایش می یابد؛ از این رو مدل هایی که فرض استقلال یا همبستگی ایستا دارند، در چنین شرایطی کارآمد نیستند [۱۲].

در این راستا، جیراردی و آرگون (۲۰۱۳) برای نخستین بار از مدل DCC-GARCH در قالب شاخص CoVaR استفاده کردند تا شدت انتقال ریسک در هر مقطع زمانی را قابل شناسایی سازند و تفاوت میان دوره های آرام و پرتلاطم بازار را در ساختار وابستگی نهادها به دقت لحاظ کنند [۲۰]. سپس، آدریان و برانرمایر (۲۰۱۶) با معرفی رسمی شاخص CoVaR، آن را به عنوان ابزاری برای سنجش سطح ریسک یک نهاد یا کل سیستم مالی مشروط به وقوع رویدادهای شدید در یک نهاد خاص مطرح نمودند. مزیت اصلی CoVaR آن است که به ساختار وابستگی شرطی بین نمادها توجه می کند؛ به گونه ای که برخلاف شاخص های سنتی مبتنی بر انحراف معیار، اثر وابستگی های شدید در دهمای توزیع (Tail Dependence) را نیز لحاظ می کند [۵].

از سوی دیگر، بازارهای مالی به ندرت رفتارهای یکنواخت از خود نشان می دهند و در دوره های مختلف - مانند رونق، رکود، شوک های برونزا یا اصلاح ساختاری - رفتارهای متفاوتی بروز می دهند. در این چارچوب، هامیلتون (۱۹۸۹) با معرفی مدل مارکوف سوئیچینگ، ابزاری برای تفکیک رژیم های پنهان در داده های سری زمانی فراهم ساخت [۲۱]. مزیت این مدل آن است که به جای تحمیل ساختاری ثابت بر کل دوره، امکان مدل سازی پارامترهای مجزا برای هر رژیم را فراهم می سازد و انتقال میان آن ها را به صورت تصادفی و با استفاده از ماتریس انتقال مارکوف مشخص می کند. به این ترتیب، ویژگی هایی نظیر میانگین، واریانس یا شدت همبستگی می توانند بسته به رژیم بازار تغییر یابند. انگ و بکرت (۲۰۰۲) نیز بر همین نکته تأکید دارند و بیان می کنند که برای تحلیل پویای بازارهای مالی، مدل هایی همچون مارکوف سوئیچینگ ضروری هستند که بتوانند رفتار متغیرها را در قالب رژیم های مختلف بازنمایی کنند [۹]. برناردی و کاتانیا (۲۰۱۷) نشان دادند که ترکیب شاخص CoVaR با مدل های مارکوف سوئیچینگ، دقت تحلیل انتقال ریسک را به طور معناداری در رژیم های مختلف افزایش می دهد. در این مدل، ساختار سرایت شوک از یک نهاد به نهاد دیگر وابسته به وضعیت رژیمی تعیین می شود؛ به گونه ای که در دوره های بحران شدت انتقال افزایش یافته و در دوره های ثبات کاهش می یابد. این رویکرد امکان تحلیل رفتار واکنشی نهادها به شوک های شرطی را فراهم می سازد و قابلیت شناسایی نهادهای حساس در دوره های بحرانی را نیز داراست [۱۰].

در مطالعه‌ای دیگر، برناردی، ماروتی و پترلا (۲۰۱۷) چارچوبی پیشرفته برای سنجش انتقال ریسک سیستماتیک ارائه دادند که به‌طور خاص به کاستی‌های مدل‌های سنتی در شناسایی رفتارهای رژیمی و دنباله‌دار در بازارهای مالی می‌پردازد. این پژوهش با بهره‌گیری از یک مدل چندمتغیره مارکوف-سوئیچینگ با توزیع t -student، دو شاخص جدید یعنی Multiple-CoES و Multiple-CoVaR را معرفی می‌کند. نتایج تجربی مقاله بر اساس داده‌های روزانه چند بانک بزرگ آمریکایی در بازه ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۵ نشان داد که چارچوب پیشنهادی در پیش‌بینی رفتار ریسک در طول دوره‌های بحران، از جمله بحران مالی جهانی ۲۰۰۷-۲۰۰۹، دقت بسیار بالاتری نسبت به مدل‌های استاندارد CoVaR ایستا و مدل‌های GARCH مبتنی بر کاپولا دارد. این مدل قادر بود جهش‌های شدید و هم‌زمان در ریسک سیستماتیک چند بانک را در رژیم بحران ثبت و تحلیل کند؛ پدیده‌ای که اغلب در چارچوب‌های سنتی نادیده گرفته می‌شود [۱۱].

بولر و همکارانش (۲۰۱۹) در مقاله‌ای با عنوان «سرریز ریسک سیستماتیک بین بازارهای کالایی و بازارهای سهام: رویکردی مبتنی بر CoVaR» به بررسی نحوه انتقال ریسک بین بازار نفت خام، طلا و بازارهای سهام ایالات متحده و اروپا در دوره ژانویه ۲۰۰۰ تا دسامبر ۲۰۱۷ پرداختند. در این مطالعه، ابتدا نوسانات شرطی هر یک از دارایی‌ها با مدل $GARCH(1,1)$ تخمین زده شد و سپس با استفاده از مدل DCC-GARCH، همبستگی‌های زمانی متغیر میان بازارهای کالا و سهام استخراج گردید. در گام بعد، معیار CoVaR برای سنجش شدت ریسک سیستماتیک مشروط به بحران در هر یک از بازارها به کار گرفته شد. نتایج نشان دادند که در دوره‌های بحران مالی ۲۰۰۸ و بحران بدهی‌های اروپا (۲۰۱۱-۲۰۱۲)، میزان CoVaR بین بازار طلا و سهام به‌طور قابل‌توجهی افزایش یافته و بازار طلا نقش پناهگاه امن (Safe Haven) را در این دوره‌ها ایفا کرده است. در مقابل، شوک‌های شدید قیمتی در بازار نفت به‌طور معناداری به بازار سهام منتقل شده و $\Delta CoVaR$ مربوط به نفت و سهام در دوره‌های پرنوسان، از جمله در پی کاهش شدید قیمت نفت در سال ۲۰۱۴، به اوج خود رسیده است [۱۴].

جی و همکاران (۲۰۲۱) در مقاله «انتقال ریسک از قیمت نفت خام به بازده بازارهای سهام کشورهای عضو شورای همکاری خلیج فارس: شواهدی از پیوندهای WTI-GCC» با استفاده از داده‌های روزانه نفت خام WTI و شاخص‌های کلی پنج بازار سهام منطقه (عربستان سعودی، امارات متحده عربی، کویت، قطر و عمان) در بازه آوریل ۲۰۱۷ تا مارس ۲۰۲۱ نشان دادند که شوک‌های قیمتی نفت به‌روشنی به بازارهای سهام این کشورها سرریز می‌شود. آن‌ها ابتدا نوسانات شرطی هر سری بازده را با مدل $GARCH(1,1)$ برآورد و سپس با چارچوب DCC-GARCH ماتریس همبستگی پویا بین نفت و بازده سهام را استخراج کردند. برای سنجش سطح ریسک سیستماتیک مشروط، از معیار CoVaR و برای ارزیابی سهم هر بازار از ریسک کلی از MES بهره گرفتند. نتایج آن‌ها حاکی از افزایش قابل‌توجه همبستگی و CoVaR در دوره‌های اوج قیمت نفت و به‌ویژه در دوران پاندمی کووید-۱۹ بود؛ به‌طوری‌که بازارهای عربستان سعودی و امارات متحده عربی بیشترین $\Delta CoVaR$ را تجربه کردند و در اوایل ۲۰۲۰ مقادیر CoVaR برای این بازارها به بیش از ۰٫۷ رسید. تحلیل MES نیز نشان داد سهم بازار عربستان در انتقال ریسک سیستماتیک بیش از سایر اعضا است. این پژوهش با ترکیب مدل‌های GARCH و معیارهای CoVaR/MES، تصویری نوسانی و دقیق از مکانیزم سرریز ریسک نفتی ارائه می‌کند و تأکید می‌کند اقتصادهای وابسته به نفت در برابر شوک‌های قیمتی آسیب‌پذیرترند؛ یافته‌ای که می‌تواند مبنایی برای سیاست‌های پوشش ریسک در بازارهای مالی منطقه فراهم آورد [۲۲].

ابوزاید و همکاران (۲۰۲۱) در مقاله «سرریز ریسک سیستماتیک در بازارهای سهام جهانی و ملی در دوران پاندمی کووید-۱۹» با استفاده از داده‌های روزانه شاخص بورس جهانی (MSCI World) و ۱۴ بازار سهام ملی منتخب در بازه ژانویه تا دسامبر ۲۰۲۰ به بررسی انتقال ریسک سیستماتیک پرداختند. در این پژوهش، ابتدا نوسانات شرطی هر

یک از سری‌های بازده با مدل $GARCH(1,1)$ برآورد شد تا مؤلفه‌های پویا استخراج گردد. سپس با به‌کارگیری چارچوب $DCC-GARCH$ ، ماتریس همبستگی‌های شرطی متغیر میان شاخص جهانی و شاخص‌های ملی محاسبه شد. در مرحله پایانی، معیار $CoVaR$ برای هر بازار ملی مشروط بر وضعیت بحران در بازار جهانی و بالعکس برآورد گردید تا شدت و جهت سرریز ریسک مشخص شود. نتایج نشان داد در طول دوره پاندمی، بازارهای توسعه‌یافته آمریکا و اروپا — به‌ویژه ایالات متحده و آلمان — بالاترین مقادیر $\Delta CoVaR$ را به خود اختصاص دادند و نقش کلیدی در تشدید ریسک جهانی ایفا کردند. همچنین، شاخص‌های بازارهای نوظهور (مانند برزیل و هند) در مقابل شوک‌های جهانی حساسیت کمتری نشان دادند، اما در صورت وقوع شوک‌های داخلی، سرعت انتشار ریسک آن‌ها به بازار جهانی قابل توجه بود [۲].

چن، هانگ و لیانگ (۲۰۲۳) در پژوهشی نوآورانه، چارچوبی پیشرفته برای سنجش ریسک سیستماتیک در نظام مالی ایالات متحده ارائه دادند. آن‌ها با استفاده از داده‌های پنج‌دقیقه‌ای ۹۸ مؤسسه مالی ایالات متحده در بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۲ و بهره‌گیری از چارچوب $GARCH$ چندمتغیره تحقق‌یافته، شاخص $CoVaR$ را بر اساس توزیع t چندمتغیره محاسبه کردند. یافته‌های تجربی نشان داد که به‌کارگیری داده‌های با فرکانس بالا (فاصله زمانی کوتاه‌تر بین مشاهدات) در مدل‌سازی ریسک شرطی، موجب بهبود معنادار دقت برازش درون‌نمونه‌ای و پیش‌بینی ریسک می‌شود. به‌ویژه در دوره‌های بحران، پیش‌بینی‌های مبتنی بر مدل $Realized GARCH-CoVaR$ توانایی بیشتری در شناسایی نوسانات شدید و اندازه‌گیری انتقال ریسک از نهادهای خاص به کل سیستم مالی از خود نشان دادند [۱۷]. امیری، همایونی‌فر، کریم‌زاده و فلاحی (۱۳۹۴) در یکی از نخستین مطالعات جامع در زمینه همبستگی‌های پویا در بازارهای مالی ایران، با استفاده از مدل $DCC-GARCH$ به بررسی روابط میان قیمت نفت، نرخ ارز، قیمت سکه و شاخص کل بورس تهران طی بازه زمانی فروردین ۱۳۷۰ تا اسفند ۱۳۸۹ پرداختند که شامل نوسانات ساختاری مهمی از جمله بحران مالی جهانی ۲۰۰۸ نیز می‌شد. هدف اصلی این مطالعه، تحلیل پویایی وابستگی‌های میان متغیرهای کلیدی اقتصاد ایران و سنجش نحوه تغییر این همبستگی‌ها در گذر زمان، به‌ویژه در دوره‌های بی‌ثباتی و بحران، بود. یافته‌های پژوهش نشان داد که همبستگی شرطی میان جفت‌متغیرهای نفت و ارز، نفت و بورس و ارز و سکه نه تنها پایدار نیست، بلکه در طول زمان نوسانات قابل‌توجهی را تجربه کرده است. همچنین، در دوره بحران مالی ۲۰۰۸، همبستگی میان نفت و ارز به‌طور معناداری افزایش یافته که نشان‌دهنده تشدید وابستگی این دو متغیر در شرایط بحرانی است [۸].

عباسی، هادی‌نژاد و کریمی (۱۳۹۵) به بررسی انتقال شوک‌های بازارهای موازی ارز و طلا به بازده سهام بورس تهران پرداختند. در این مطالعه، ابتدا با استفاده از مدل مارکوف-سوئیچینگ، ساختار سه رژیم رفتاری «کم‌نوسان»، «نیمه‌بی‌ثبات» و «بحران» در بازده هر یک از بازارهای ارز، طلا و سهام شناسایی شد. سپس شدت سرریز نوسانات میان این بازارها در هر رژیم به‌صورت جداگانه اندازه‌گیری گردید. یافته‌ها نشان داد که حساسیت بازده سهام به شوک‌های بازار ارز و طلا در رژیم «بحران» تقریباً دو برابر رژیم «آرام» است و در رژیم «نیمه‌بی‌ثبات» نیز ضریب انتقال ریسک به‌طور معناداری از مقادیر بلندمدت فاصله گرفته است [۱].

طالب‌لو (۱۳۹۶) در پژوهشی با استفاده از مدل $CoVaR$ در چارچوب سوئیچینگ چندرژیمی، میزان آسیب‌پذیری صنایع مختلف بورس تهران در برابر شوک‌های بازار ارز را مورد بررسی قرار داد. در این مطالعه، سه رژیم رفتاری شناسایی و شدت انتقال ریسک در هر رژیم به‌صورت جداگانه اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که حساسیت صنایع به نوسانات نرخ ارز در رژیم‌های ناپایدار به‌طور قابل‌توجهی افزایش یافته و برخی نهادها به‌عنوان منشأ اصلی انتقال ریسک معرفی شدند [۲۷].

رستمی، نقوی پور و مقدس‌بیات (۱۳۹۷) در مطالعه‌ای با هدف تحلیل پویای نوسانات قیمت نفت خام، از چارچوب ترکیبی مدل‌های مارکوف سوئیچینگ و GARCH بهره بردند. این پژوهش که بر بازار نفت خام اوپک و داده‌های روزانه از ۳ اوت ۲۰۱۳ تا ۲۶ دسامبر ۲۰۱۶ تمرکز داشت، تلاش کرد نشان دهد نوسانات قیمت نفت چگونه در قالب رژیم‌های پنهان مختلف مانند دوره‌های با نوسان پایین، متوسط و شدید، به صورت غیرخطی و گسسته تغییر می‌کنند. اگرچه مدل‌های خانواده GARCH به عنوان چارچوب پایه مدل‌سازی انتخاب شدند، اما با توجه به ویژگی‌های ساختاری بازار نفت، که تحت تأثیر عوامل ژئوپلیتیکی و اقتصادی دارای رفتار پرنوسان است، فرض ثبات پارامترها در طول زمان ناکافی تشخیص داده شد. بنابراین، مدل MS-GARCH به کار گرفته شد تا امکان تغییر پارامترهای میانگین و واریانس در هر رژیم پنهان فراهم شود. نتایج تحقیق نشان داد که مدل سه رژیمی شامل دوره‌های با نوسان پایین، متوسط و بالا بهترین برازش را با داده‌ها دارد [۲۶].

راعی و خامی (۱۳۹۸) به منظور تحلیل پویایی‌های غیرخطی نوسان در بازارهای مالی ایران و تفکیک دقیق دوره‌های رفتاری، از مدل MS-EGARCH استفاده کردند. آن‌ها این رویکرد را بر داده‌های بازده روزانه شاخص بورس تهران و شوک‌های قیمتی نفت و طلا به کار بردند و سه رژیم متمایز «آرام»، «نیمه بی‌ثبات» و «بحران» را شناسایی نمودند. در هر رژیم، ماتریس واریانس شرطی با ساختار EGARCH برآورد شد تا تصویری دقیق‌تر از عمق نوسانات ارائه گردد. ادغام این روش با مدل DCC-GARCH در پژوهش حاضر امکان می‌دهد که علاوه بر سنجش همبستگی پویا میان دارایی‌ها، ساختار رفتار نوسان مبتنی بر رژیم‌ها نیز تحلیل شود. به این ترتیب، علاوه بر بررسی کلی همبستگی‌ها، شدت و جهت انتقال شوک‌ها در هر رژیم به صورت مجزا قابل تحلیل و مقایسه با دوره‌های مشابه در سایر بازارها خواهد بود [۲۵].

ناصری و همکاران (۱۴۰۰) در مطالعه‌ای با هدف اندازه‌گیری و تحلیل ریسک سیستماتیک در نظام بانکی ایران، عملکرد پنج بانک بزرگ کشور—ملت، صادرات، تجارت، پارسیان و شهر—را طی بازه زمانی فروردین ۱۳۸۸ تا فروردین ۱۳۹۸ مورد بررسی قرار دادند. در گام نخست، بازده روزانه سهام هر بانک با استفاده از مدل‌های ARIMA تعدیل شد و سپس نوسانات شرطی آن‌ها با مدل $GARCH(1,1)$ برآورد گردید. در مرحله بعد، به کارگیری مدل DCC-GARCH، ساختار همبستگی‌های زمانی متغیر میان بانک‌ها استخراج شد. در نهایت، شاخص $\Delta CoVaR$ برای هر بانک محاسبه شد تا سهم آن‌ها در انتقال ریسک نظام‌مند به کل شبکه بانکی مشخص گردد. نتایج پژوهش نشان داد که بانک‌های پارسیان و تجارت بیشترین نقش را در انتقال شوک‌های سیستماتیک ایفا می‌کنند؛ به گونه‌ای که کاهش قیمت سهام این دو بانک با افزایش معنادار ریسک کل سیستم بانکی همراه بوده است [۲۴].

احمدیان یزدی و رودری (۱۴۰۲) در مطالعه‌ای با هدف بررسی پویایی‌های انتقال شوک میان بازارهای مالی ایران، رابطه میان نرخ ارز، شاخص کل بورس تهران، قیمت مسکن و تورم را با استفاده از مدل TVP-VAR مورد تحلیل قرار دادند. آن‌ها با به کارگیری داده‌های ماهانه و لحاظ کردن شدت تحریم‌های اقتصادی به عنوان یک متغیر مؤثر، نشان دادند که ساختار وابستگی میان بازارهای مورد بررسی در طول زمان تغییر می‌کند و در دوره‌های تنش اقتصادی و افزایش نااطمینانی، شدت انتقال شوک‌ها به طور معناداری تشدید می‌شود [۷].

لعل‌خضری و آشنا (۱۴۰۳) نیز با بهره‌گیری از مدل‌سازی پویای همبستگی‌های شرطی به بررسی روابط میان نوسانات برخی شاخص‌های کلان اقتصادی و بازار ارز ایران پرداختند. آنان با گردآوری داده‌های فصلی از سال ۱۳۷۰ تا ۱۴۰۰، متغیرهایی مانند نرخ تورم، قیمت نفت خام و شاخص نااطمینانی اقتصادی را به عنوان عوامل تأثیرگذار بر فشار بازار ارز شناسایی کردند. در این چارچوب، ابتدا روابط علی میان متغیرها با مدل VAR تحلیل شد و سپس برای ارزیابی همبستگی‌های زمانی متغیر از مدل DCC-GARCH استفاده گردید. یافته‌ها نشان دادند که شوک‌های وارده به نرخ تورم، قیمت نفت و نااطمینانی اقتصادی، به طور معناداری موجب افزایش نوسانات در فشار بازار ارز می‌شوند و این اثرات

در گذر زمان ماهیتی پویا و متغیر دارند. به‌ویژه در دوره‌هایی با بی‌ثباتی اقتصادی بالا، شدت این همبستگی‌ها افزایش یافته و انتقال نوسانات میان متغیرها تقویت شده است [۲۳].

در مطالعه‌ای دیگر، احمدیان یزدی (۲۰۲۵) به بررسی تعامل میان بازار سهام و نرخ ارز در ایران طی دوره‌های سیاست پولی متفاوت، شامل سیاست‌های انبساطی (QE) و انقباضی (QT)، پرداخت. در این پژوهش از مدل-TVP VAR-DY برای سنجش پویایی انتقال نوسانات و وابستگی شرطی استفاده شد. نتایج نشان داد که همبستگی میان بازده بازار سهام و نرخ ارز در دوره‌های سیاست پولی انقباضی (QT) به‌طور چشمگیری افزایش یافته و نوسانات این دو بازار به‌صورت هم‌زمان تشدید شده است [۶].

۳. روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش با هدف مدل‌سازی پویایی‌های ریسک سیستماتیک در بازارهای مالی ایران، از یک چارچوب روش‌شناختی چندمرحله‌ای بهره گرفته است که در قالب یک فرایند تحلیلی گام‌به‌گام پیاده‌سازی شده است. در گام نخست، داده‌های سری زمانی روزانه مربوط به بازدهی سه بازار منتخب (شاخص کل بورس اوراق بهادار، نرخ ارز دلار و قیمت طلای جهانی) طی یک بازه ده‌ساله جمع‌آوری شد. پس از بررسی نمودارهای سری‌های زمانی و تحلیل الگوهای خودهمبستگی و خودهمبستگی جزئی، مشخص شد که داده‌های بازده دارای‌ها در ابتدا ناماناهستند. با انجام یک‌بار تفاضل‌گیری، سری‌ها به وضعیت مانایی رسیدند. سپس، مدل $ARIMA(1,1,1)$ برای هر یک از دارای‌ها شامل طلا، ارز و شاخص کل بورس برآورد شد. در ادامه، پارامترهای مدل از طریق بیشینه‌سازی تابع درست‌نمایی برآورد شده و باقی‌مانده‌ها به‌منظور ورود به مراحل بعدی مدل‌سازی استخراج گردیدند. در گام دوم، برای مدل‌سازی هم‌زمان نوسانات شرطی، از مدل DCC-GARCH استفاده شد که امکان بررسی ساختار همبستگی‌های زمانی متغیر را فراهم می‌آورد و برای شناسایی نحوه انتقال شوک‌ها میان بازارها بسیار مؤثر است. در گام سوم این پژوهش، به‌منظور تفکیک دقیق‌تر رفتارهای مختلف بازار و شناسایی ساختارهای نوسانی در نوسانات شرطی بازارهای مالی، از دو مدل مکمل و درعین حال متمایز استفاده شده است: مدل مارکوف سوئیچینگ و مدل ترکیب گاوسی. هر یک از این مدل‌ها نقش خاصی در تحلیل ایفا می‌کنند و ترکیب آن‌ها امکان شناخت عمیق‌تری از پویایی رفتار بازار را فراهم می‌سازد.

مدل مارکوف سوئیچینگ بر شناسایی تغییرات زمانی و نقاط انتقال بین رژیم‌های رفتاری مختلف تمرکز دارد. این مدل با استفاده از ساختار زنجیره مارکوف، احتمال گذار بازار از یک حالت (مثلاً وضعیت آرام) به حالت دیگر (مثلاً وضعیت بحرانی) را به‌صورت درون‌زا و دینامیک تخمین می‌زند. یکی از خروجی‌های کلیدی این مدل، ماتریس انتقال است که احتمال ماندن در هر رژیم یا انتقال به رژیم‌های دیگر در گام‌های زمانی آینده را نشان می‌دهد. به‌طور دقیق‌تر، سطرهای این ماتریس نمایانگر رژیم فعلی و ستون‌ها نمایانگر رژیم‌های آینده هستند و مقادیر روی قطر ماتریس نیز بیانگر پایداری نسبی هر رژیم هستند. این ساختار، درک عمیق‌تری از چرخه‌های رفتاری بازار و میزان پایداری یا ناپایداری آن‌ها در بازه‌های زمانی مختلف فراهم می‌آورد.

در مقابل، مدل ترکیب آمیخته گاوسی (GMM) بر پایه تحلیل آماری ساختار داده‌ها عمل می‌کند و ترتیب زمانی مشاهدات را در نظر نمی‌گیرد. این مدل، مشاهدات نوسانات شرطی را بر اساس ویژگی‌های آماری مشابه در چند خوشه یا رژیم دسته‌بندی کرده و احتمال تعلق هر مشاهده به هر رژیم را به‌صورت نرم محاسبه می‌کند. به‌بیان دیگر، درحالی‌که مدل مارکوف سوئیچینگ ماهیت زمانی و وابستگی زنجیره‌ای داده‌ها را لحاظ می‌کند، مدل GMM صرفاً بر ساختار آماری و شباهت داده‌ها تمرکز دارد.

ترکیب این دو مدل در پژوهش حاضر، امکان تحلیل هم‌زمان بُعد زمانی (رفتار پویا و انتقال بین رژیم‌ها) و بُعد ساختاری (الگوهای آماری نوسانات و خوشه‌بندی داده‌ها) را فراهم می‌کند و بدین ترتیب می‌تواند به تخمین دقیق‌تر ماتریس کوواریانس بین چند دارایی کمک کند.

برای تعیین تعداد رژیم‌ها، سه ساختار شامل دو، سه و چهار رژیم مورد بررسی قرار گرفته که این انتخاب بر پایه شواهد نظری و تجربی صورت پذیرفته است و به‌صورت دلخواه نبوده است. در ادبیات مالی، تفکیک رفتار بازارها به دو تا چهار وضعیت عمده همچون دوره‌های آرام، نیمه‌بحرانی و بحرانی رایج‌ترین الگو به شمار می‌رود؛ مطالعاتی مانند (Hamilton (1989)، (Ang & Bekaert (2002) و (Bernardi & Catania (2017 نیز به دلیل سادگی، قابلیت تفسیر بالا و پایداری آماری، ساختارهای دو تا چهار رژیمی را به کار گرفته‌اند [۱۰]، [۹]، [۲۱]. همچنین، افزایش تعداد رژیم‌ها به بیش از چهار، معمولاً باعث بروز مشکلاتی مانند ناپایداری تخمین، هم‌پوشانی بین خوشه‌ها و کاهش معناداری بین آن‌ها می‌شود که می‌تواند منجر به پدیده بیش‌برازش (Overfitting) گردد [۱۹].

در گام چهارم، تمرکز پژوهش بر سنجش ریسک سیستمی و انتقال ریسک بین بازارها با استفاده از شاخص CoVaR است. هدف اصلی این مرحله آن است که تعیین شود چگونه یک بازار مالی (مثلاً طلا یا دلار) در شرایط بحرانی بازار دیگر (مثلاً شاخص بورس) با افزایش ریسک مواجه می‌شود. این شاخص، ابتدا با محاسبه مقادیر VaR برای هر دارایی آغاز می‌شود و سپس، با بهره‌گیری از رگرسیون‌های شرطی، مقدار CoVaR برای هر جفت بازار برآورد می‌گردد. روش مورد استفاده در این گام، بر مبنای چارچوب (Adrian & Brunnermeier ۲۰۱۶) طراحی شده است [۵].

۴. تجزیه و تحلیل یافته‌ها

خروجی حاصل از محاسبه‌ی CoVaR در محیط برنامه‌نویسی Python برای هر جفت دارایی و در قالب رژیم‌های نوسانی مختلف، منجر به ترسیم ۱۸ نمودار مجزا گردید. هدف اصلی این نمودارها، نمایش رفتار زمانی و شدت انتقال ریسک سیستماتیک بین دارایی‌ها در شرایط رفتاری متفاوت بازار است. همان‌طور که پیش‌تر نیز بیان شد، به‌منظور تفکیک وضعیت‌های نوسانی بازار و تعیین چارچوب رژیمی تحلیل، از دو رویکرد مکمل بهره گرفته شده است: نخست، مدل مارکوف سوئیچینگ به‌منظور شناسایی درون‌زای نقاط تغییر ساختار در بازه دارایی‌ها و تعیین پویایی انتقال بازار میان رژیم‌های باثبات و ناپایدار؛ و دوم، به‌کارگیری مدل ترکیب گاوسی (GMM) برای طبقه‌بندی آماری نوسانات شرطی و تخصیص هر مشاهده به یکی از رژیم‌های رفتاری مشخص.

در همین راستا و به‌منظور تکمیل تحلیل‌های مبتنی بر شناسایی رژیم، ماتریس انتقال مارکوف سوئیچینگ برای هر تعداد رژیم نیز محاسبه و ارائه شده است. این ماتریس‌ها نشان‌دهنده‌ی احتمال باقی‌ماندن یا تغییر از یک رژیم به رژیمی دیگر در طول زمان هستند و نقش کلیدی در تفسیر پایداری یا ناپایداری ساختار بازار در هر رژیم ایفا می‌کنند. از طریق این ماتریس‌ها می‌توان میزان پایداری نسبی رژیم‌ها، احتمال گذار بین وضعیت‌های نوسانی و دینامیک رفتاری بازار را با دقت بیشتری تحلیل کرد. درج این خروجی، امکان ارزیابی هم‌زمان شدت ریسک (از طریق CoVaR) و پویایی زمانی آن را فراهم می‌سازد که در ترکیب با تحلیل‌های گرافیکی و آماری، تصویری جامع از الگوی انتقال ریسک در بازار ارائه می‌دهد.

در تکمیل تحلیل‌های گرافیکی، جدول میانگین CoVaR برای هر رژیم نوسانی و به تفکیک جفت‌دارایی‌ها نیز ارائه شده است. هدف از این جدول، فراهم‌سازی امکان مقایسه‌ی عددی شدت انتقال ریسک در وضعیت‌های مختلف رفتاری بازار و ایجاد تصویری خلاصه از رفتار ساختاری CoVaR در هر رژیم است.

جدول ۱: ماتریس انتقال مارکوف سوئیچینگ برای رژیم ۲

	رژیم ۱	رژیم ۲
رژیم ۱	۰/۹۴۵	۰/۰۵۵
رژیم ۲	۰/۰۳۸	۰/۹۶۱

جدول ۲: ماتریس انتقال مارکوف سوئیچینگ برای رژیم ۳

	رژیم ۱	رژیم ۲	رژیم ۳
رژیم ۱	۰/۹۳۳	۰/۰۶۷	۰/۰۰۰
رژیم ۲	۰/۰۲۲	۰/۹۶۹	۰/۰۰۹
رژیم ۳	۰/۰۰۱	۰/۰۲۳	۰/۹۷۵

جدول ۳: ماتریس انتقال مارکوف سوئیچینگ برای رژیم ۴

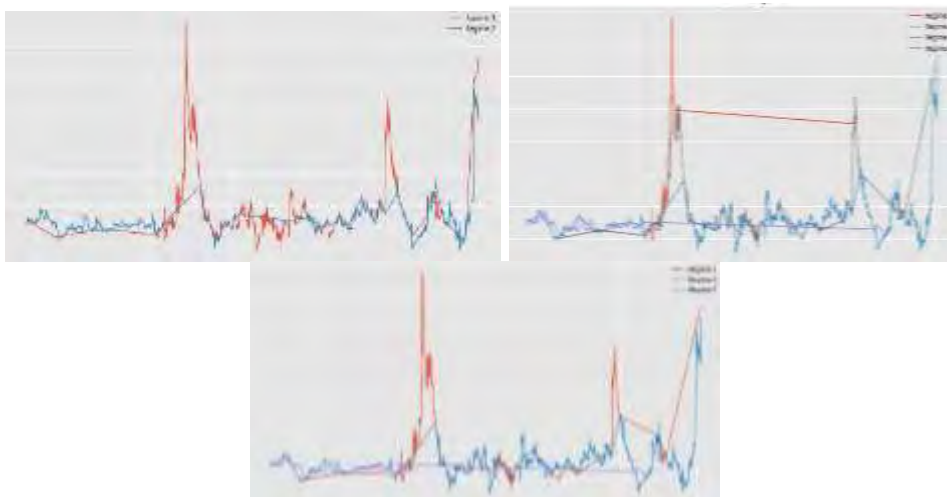
	رژیم ۱	رژیم ۲	رژیم ۳	رژیم ۴
رژیم ۱	۰/۹۳۶	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۶۴
رژیم ۲	۰/۰۰۰	۰/۹۷	۰/۰۱	۰/۰۲
رژیم ۳	۰/۰۰۰	۰/۰۲۳	۰/۹۷۵	۰/۰۰۱
رژیم ۴	۰/۰۱۲	۰/۰۶۷	۰/۰۰۰	۰/۹۲

تحلیل ماتریس‌های انتقال مارکوف سوئیچینگ در مدل‌های با تعداد مختلف رژیم‌ها (۲، ۳ و ۴ رژیم) نشان می‌دهد که ساختار رفتاری بازار دارای پایداری بالا در هر رژیم است. احتمال باقی ماندن در یک رژیم مشخص در تمامی مدل‌ها قابل توجه بوده و اغلب بیش از ۹۰ درصد است که بیانگر ثبات رفتاری سیستم در هر وضعیت خاص است. با افزایش تعداد رژیم‌ها، جزئیات بیشتری از پویایی بازار شناسایی می‌شود؛ به گونه‌ای که در مدل‌های سه و چهار رژیم، مسیرهای انتقال بین برخی رژیم‌ها محدود یا تقریباً صفر است. این موضوع می‌تواند نشان‌دهنده‌ی گسست رفتاری بین برخی وضعیت‌های بازار باشد که به صورت مستقیم به یکدیگر منتقل نمی‌شوند. در مجموع، نتایج حاکی از آن است که بازار در دوره‌ی مورد بررسی، عمدتاً در وضعیت‌های با ثبات قرار داشته و در صورت تغییر رژیم، این تغییرات معمولاً به صورت تدریجی و میان حالت‌های نزدیک به هم رخ داده است.

به منظور بهره‌برداری از ساختار رژیمی استخراج شده و بررسی عمیق‌تر الگوهای رفتاری درون هر وضعیت نوسانی، شاخص CoVaR برای هر جفت‌دارایی در چارچوب همین رژیم‌ها محاسبه و تحلیل شده است. استفاده از مدل‌های چند رژیمی در تحلیل CoVaR، امکان تفکیک شدت و نحوه‌ی انتقال ریسک سیستماتیک در شرایط مختلف بازار را فراهم می‌سازد. به عبارت دیگر، هر رژیم شناسایی شده به عنوان یک وضعیت رفتاری مجزا، مبنایی برای ارزیابی اثرپذیری و اثرگذاری متقابل بازارها قرار گرفته است.

در ادامه، نتایج حاصل از محاسبه‌ی CoVaR برای هر یک از جفت‌دارایی‌های منتخب (طلا/دلار، طلا/بورس، دلار/طلا، دلار/بورس، بورس/طلا و بورس/دلار) در قالب مدل‌های دو، سه و چهار رژیمی ارائه شده و با تمرکز بر شدت و الگوی انتقال ریسک در هر رژیم، تفکیک و تفسیر می‌گردد. این تحلیل‌ها، ضمن روشن ساختن وابستگی‌های رفتاری میان بازارهای مختلف، امکان شناسایی وضعیت‌های بحرانی و اثرگذارترین کانال‌های انتقال ریسک را نیز فراهم می‌سازد.

طلا / دلار



نمودار ۱: کوواریانس طلا-دلار

جدول ۴: کوواریانس طلا-دلار

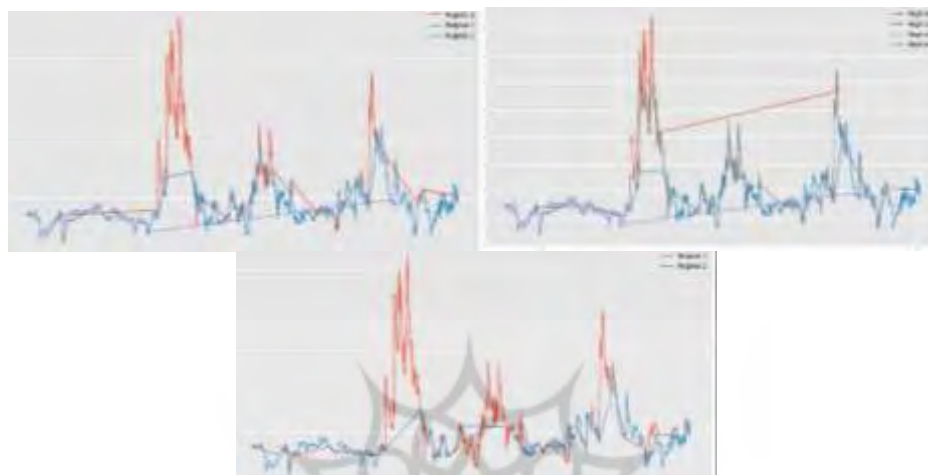
		تعداد رژیم‌ها		
		۲	۳	۴
رژیم	۱	۰ / ۲۸۳۳	۰ / ۴۱۹۳	۰ / ۷۷۹۸
	۲	۰ / ۱۰۵۱	۰ / ۱۴۱۸	۰ / ۱۳۹۳
	۳		۰ / ۰۷۳۳	۰ / ۰۷۳۳
	۴			۰ / ۳۳۶۶

در تحلیل مدل‌های چند رژیمی، نتایج به‌وضوح نشان می‌دهد که شدت وابستگی و میزان انتقال ریسک میان بازار طلا و ارز در شرایط بحرانی به‌طور معنادار و چشم‌گیری افزایش می‌یابد. در مدل پایه‌ی دو رژیمی، میانگین شاخص CoVaR در رژیم بحرانی برابر با ۰/۲۸۸۳ گزارش شده است، درحالی‌که در رژیم کم‌نوسان یا آرام، این شاخص تنها ۰/۱۰۵۱ بوده است. این اختلاف، به معنای افزایشی بیش از ۲/۷ برابر در میزان انتقال ریسک در شرایط تنش‌آلود اقتصادی، سیاسی یا تورمی است. این یافته نشان می‌دهد که در دوره‌های بحرانی، قیمت طلا نقشی فعال‌تر و تعیین‌کننده‌تر در شکل‌دهی به انتظارات بازار ارز ایفا می‌کند. در واقع، نوسانات بازار طلا به‌مثابه‌ی سیگنال‌هایی برای درک شدت یا ورود به فاز بحرانی در بازار ارز عمل می‌کنند.

ارتقای مدل به نسخه‌ی سه رژیمی، امکان تفکیک دقیق‌تری از ساختار وابستگی میان این دو بازار را فراهم کرده است. در این مدل، شدت انتقال ریسک در یکی از رژیم‌های ناپایدار به ۰/۴۱۹۳ افزایش یافته که به‌وضوح بالاتر از مقادیر ثبت‌شده در مدل دو رژیمی است. این سطح از وابستگی معمولاً به دوره‌هایی تعلق دارد که اقتصاد با شوک‌های چندگانه مواجه است؛ از جمله تشدید تورم انتظاری، نوسانات سیاست‌گذاری اقتصادی، یا وقوع تنش‌های ژئوپلیتیکی. در چنین شرایطی، افزایش یا کاهش قیمت طلا می‌تواند به‌سرعت در بازار ارز بازتاب یابد و جهت‌گیری تصمیمات سرمایه‌گذاران را تحت‌تأثیر قرار دهد.

در مدل چهار رژیمی که پیچیدگی و جزئیات رفتاری بیشتری از بازار را لحاظ می‌کند، بالاترین میزان انتقال ریسک از طلا به ارز در یکی از رژیم‌های بحرانی این مدل به $0/7798$ رسیده است. این مقدار قابل توجه، نه تنها بیش از دو برابر مقدار ثبت شده در مدل سه رژیمی است، بلکه از نظر اقتصادی نیز بسیار معنادار است؛ به گونه‌ای که می‌توان آن را نشانه‌ای از ورود بازار به وضعیت «ابر بحران» یا بحران سامان مند چندجانبه تلقی کرد. در این شرایط، نوسانات بازار طلا به سرعت و با شدتی بالا در نرخ ارز بازتاب پیدا می‌کند، به گونه‌ای که کاهش ارزش طلا می‌تواند موجی از بی‌اعتمادی را در بازار ارز ایجاد کرده و موجب هجوم سرمایه‌ها به سوی خرید ارز خارجی گردد.

طلا/ شاخص بورس



نمودار ۲: کوواریانس طلا-شاخص بورس

جدول ۵: کوواریانس طلا-شاخص بورس

		تعداد رژیم‌ها		
		۲	۳	۴
رژیم	۱	$0/1776$	$0/2215$	$0/3030$
	۲	$0/0679$	$0/1043$	$0/1050$
	۳		$0/0405$	$0/0405$
	۴			$0/1941$

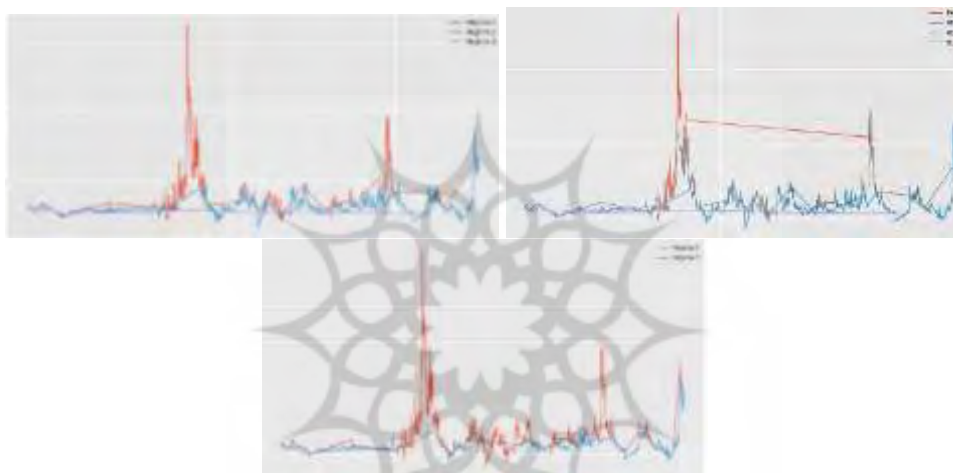
نتایج مدل دو رژیمی نشان می‌دهد که شدت انتقال ریسک از بازار طلا به بازار سهام در دوره‌های بحرانی، حدود $2/6$ برابر بیشتر از دوره‌های آرام است. این تفاوت معنادار، گویای آن است که در شرایط تنش آلود اقتصادی، نوسانات بازار طلا تأثیر قابل توجهی بر رفتار بازار سهام دارد و می‌تواند منجر به نوسانات شدید و گاه بی‌ثباتی در شاخص‌های بورسی شود. به بیان دیگر، طلا در این شرایط از نقش سنتی خود به عنوان دارایی امن فراتر رفته و به یکی از محرک‌های انتقال ریسک سیستماتیک بدل می‌شود.

در مدل سه رژیمی که نمایی دقیق‌تر از وضعیت‌های رفتاری بازار فراهم می‌کند، رژیم بحرانی با مقدار CoVaR معادل $0/2215$ ، رژیم میانی با $0/1043$ و رژیم آرام با $0/0405$ شناسایی شدند. این تفکیک عددی نشان می‌دهد که واکنش بازار سهام به تحولات بازار طلا، وابسته به سطح بی‌ثباتی کلی حاکم بر بازار است؛ به طوری که در سطوح بالاتر از تنش، میزان تأثیرگذاری نوسانات طلا به مراتب افزایش می‌یابد.

در مدل چهار رژیم‌می که تحلیل غنی‌تری از رفتار بازار ارائه می‌دهد، رژیم اول با CoVaR برابر $0/3030$ ، شدیدترین وضعیت بحرانی را بازنمایی می‌کند؛ وضعیتی که معمولاً با جهش شدید قیمت طلا و هم‌زمانی آن با سقوط بازار سهام همراه است. رژیم دوم با مقدار $0/1050$ ، نمایانگر شرایط نوسانی بالا با تمایل بازار به بازگشت به تعادل است. رژیم سوم با $0/1941$ ، منعکس‌کننده بی‌ثباتی متوسط است که معمولاً در دوره‌های پس از بحران‌های مالی رخ می‌دهد. رژیم چهارم با $0/405$ نیز، بیانگر دوره‌ای از ثبات نسبی و آرامش در بازارهاست.

مجموع این نتایج نشان می‌دهد که در بازار مالی ایران، طلا نقش دوگانه‌ای ایفا می‌کند: از یک‌سو در شرایط بحرانی به‌عنوان پناهگاه امن سرمایه تلقی می‌شود، و از سوی دیگر، به‌دلیل نوسانات شدید، می‌تواند منشأ انتقال ریسک به بازار سهام باشد. واکنش سریع و معنادار شاخص بورس به نوسانات بازار طلا، به‌ویژه در دوره‌های پرتلاطم، حاکی از پیوند معکوس و حساسیت بالای بازار سهام به تحولات این فلز گرانبهاست—موضوعی که برای سرمایه‌گذاران، سیاست‌گذاران و نهادهای ناظر، دارای اهمیت راهبردی است.

دلار/طلا



نمودار ۳: کوواریانس دلار-طلا

جدول ۶: کوواریانس دلار-طلا

		تعداد رژیم‌ها		
		۲	۳	۴
رژیم	۱	$0/3446$	$0/3405$	$0/5828$
	۲	$0/1349$	$0/1540$	$0/1528$
	۳		$0/1081$	$0/1081$
	۴			$0/2833$

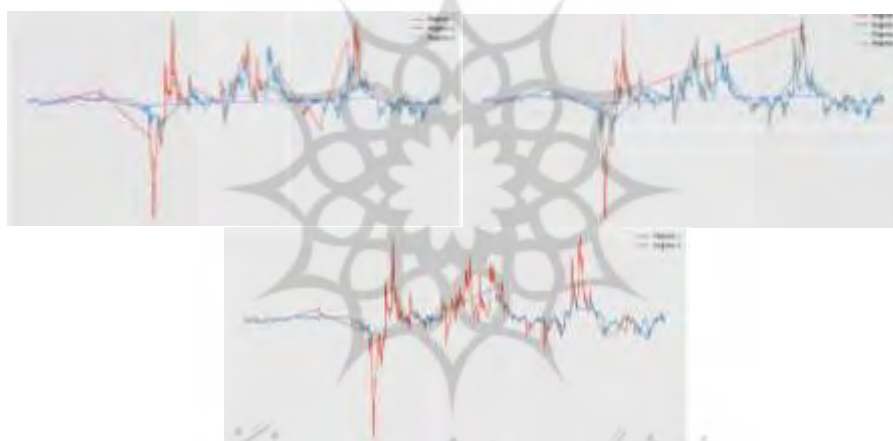
یافته‌ها نشان می‌دهد که در شرایط بحرانی، اثر نوسانات ارزی بر بازار طلا به‌طور چشمگیری افزایش می‌یابد. به‌عنوان مثال، در مدل دو رژیم‌می، مقدار CoVaR در حالت بحرانی برابر با $0/2246$ و در حالت آرام $0/1349$ گزارش شده است که نشان‌دهنده افزایش تقریباً دو برابری تأثیر نوسانات دلار بر بازار طلا در زمان‌های بحران است.

با ارتقاء به مدل سه رژیم، تفکیک دقیق‌تری از سطوح بی‌ثباتی حاصل شده و مشخص گردید که حتی در شرایط نیمه بحرانی نیز نوسانات ارزی تأثیر قابل‌توجهی بر طلا دارند. در این مدل، مقدار CoVaR در رژیم بحرانی به ۰.۳۴۰۵ افزایش یافته و در رژیم میانی و آرام به‌ترتیب ۰.۱۵۴۰ و ۰.۱۰۸۱ ثبت شده است.

مدل چهار رژیم تحلیلی عمیق‌تر ارائه می‌دهد و نشان می‌دهد که در شدیدترین وضعیت بحران، مقدار CoVaR به ۰.۵۸۲۸ می‌رسد که بیش از پنج برابر مقدار آن در شرایط نیمه آرام (۰.۱۰۸۱) است. این امر بیانگر اوج انتقال ریسک از بازار ارز به بازار طلا در زمان‌های نوسان شدید است. در رژیم‌های میانی-بحرانی و نیمه آرام، به‌ترتیب مقادیر ۰.۱۵۲۸ و ۰.۱۰۸۱ مشاهده شده است. همچنین، جالب توجه است که حتی در رژیم آرام نیز مقدار CoVaR به ۰.۲۸۳۳ می‌رسد که بالاتر از مقدار ثبت شده در حالت نیمه آرام است.

این نتایج به‌وضوح نشان می‌دهد که طلا در شرایط ناپایدار اقتصادی، برخلاف تصور سنتی، همواره نقش دارایی امن را ایفا نمی‌کند و خود می‌تواند منبعی از نوسانات باشد. بنابراین، بهره‌گیری از مدل‌های چند رژیم برای درک دقیق‌تر دینامیک بازارها، به‌ویژه در اقتصادهای آسیب‌پذیر و تورم‌زده، برای سیاست‌گذاران و فعالان مالی امری ضروری است.

دلار/شاخص بورس



نمودار ۴: کوواریانس دلار-شاخص بورس

جدول ۷: کوواریانس دلار-شاخص بورس

		تعداد رژیم‌ها		
		۲	۳	۴
رژیم	۱	۰/۱۰۸۹	۰/۰۸۰۳	۰/۰۶۱۵
	۲	۰/۰۰۴۰	۰/۰۴۸۶	۰/۰۴۹۱
	۳		۰/۰۱۳۰	۰/۰۱۳۰
	۴			۰/۰۷۹۶

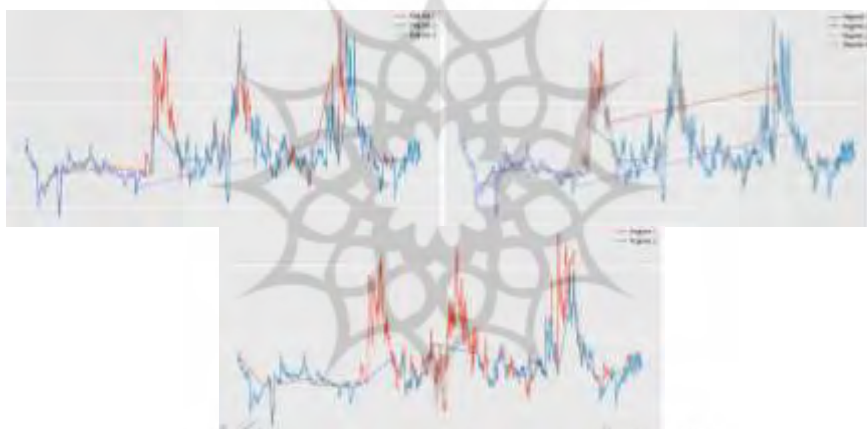
در مدل دو رژیم، میانگین CoVaR در وضعیت بحرانی برابر با ۰.۱۰۸۹ گزارش شده است که به‌طور قابل‌توجهی بالاتر از مقدار ۰.۰۰۴۰ در شرایط آرام است. این موضوع حاکی از آن است که در دوره‌های بی‌ثباتی شدید اقتصادی، مانند جهش ناگهانی نرخ ارز یا تحریم‌های خارجی، انتقال ریسک از بازار ارز به بورس شدت می‌گیرد.

مدل سه رژیم می‌تواند تفکیک دقیق‌تری بین حالات بحران شدید، نیمه بحرانی و آرام فراهم می‌کند. نتایج این مدل نشان می‌دهد که انتقال ریسک حتی در مرحله گذار از ثبات به بی‌ثباتی (رژیم میانی) با مقدار 0.0486 افزایش می‌یابد و در نهایت در شرایط کاملاً آرام به 0.0130 کاهش می‌یابد. این روند بیانگر آن است که واکنش بازار سهام به نوسانات ارزی وابسته به شدت بی‌ثباتی اقتصاد کلان است و حتی در شرایطی که بحران به اوج نرسیده، تأثیر نوسانات ارزی به تدریج در بازار سهام نمایان می‌شود.

در مدل چهار رژیم، انتقال ریسک به شکل پیچیده‌تری است. در اوج بحران ارزی، مقدار CoVaR برابر با 0.0615 است که همچنان انتقال ریسک را تأیید می‌کند، هرچند کمتر از مقدار بحران در مدل دو رژیم است. در شرایط نیمه بحرانی و میانی-آرام، به ترتیب مقادیر 0.0491 و 0.0130 گزارش شده که نشان‌دهنده فشار متغیر بر بازار سهام است. مشاهده مقدار نسبتاً بالای CoVaR (0.0796) در وضعیت کاملاً آرام، نشان می‌دهد که انتقال ریسک از بازار ارز به سهام تنها محدود به اوج بحران نیست، بلکه در دوره‌های گذار و فازهای آرام نیز می‌تواند به شکل قابل توجهی رخ دهد.

بنابراین، استفاده از مدل‌های چند رژیم CoVaR ابزاری کارآمد برای تحلیل و مدیریت ریسک سیستماتیک در اقتصادهای ناپایدار محسوب می‌شود.

شاخص بورس/طلا



نمودار ۵: کوواریانس شاخص بورس-طلا

جدول ۸: کوواریانس شاخص بورس-طلا

		تعداد رژیم‌ها		
		۲	۳	۴
رژیم	۱	0.3306	0.4864	0.9153
	۲	0.1072	0.1489	0.1475
	۳		0.0613	0.0613
	۴			0.3822

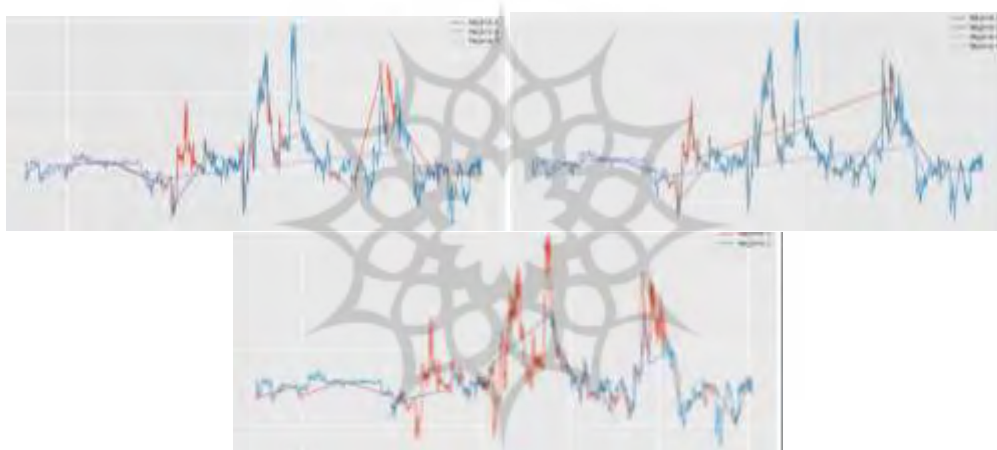
در مدل دو رژیم، میانگین مقدار انتقال ریسک در دوره‌های بحرانی برابر با 0.3306 است که بیش از سه برابر مقدار آن در دوره‌های آرام (0.1072) است. این تفاوت نشان می‌دهد که در زمان بحران‌های مالی، سقوط‌های قیمتی

یا بی ثباتی سیاسی و اقتصادی، ریسک سیستماتیک از بازار سهام به بازار طلا به شدت منتقل می شود و طلا به عنوان پناهگاهی امن برای سرمایه گذاران عمل می کند.

با افزودن یک رژیم میانی در مدل سه رژیمی، مقدار CoVaR در اوج بحران برابر با ۴۸۶۴، در وضعیت میانی ۱۴۸۹ و در دوره آرام ۰۶۱۳ گزارش شده است. این مدل نشان می دهد که وضعیت های بینابینی وجود دارد که نه کاملاً بحرانی و نه کاملاً آرام هستند و انتقال ریسک در آنها با شدت متفاوتی رخ می دهد.

در مدل چهار رژیمی، شدت انتقال ریسک در اوج بحران به طور چشمگیری افزایش یافته و مقدار CoVaR به ۹۱۵۳ رسیده است که تقریباً سه برابر مقدار مدل سه رژیمی و حدود ۹ برابر مقدار انتقال ریسک در دوره آرام همان مدل است. این رقم نشان می دهد که در دوره های سقوط شدید بازار، طلا به مقصد اصلی خروج سرمایه تبدیل می شود. علاوه بر اوج بحران، سه رژیم دیگر نیز با شدت های مختلف انتقال ریسک قابل تفکیک هستند؛ رژیم «میانی-بحرانی» با مقدار ۱۴۷۵ نشان دهنده وضعیت های نزدیک به بحران یا بازیابی اولیه است، رژیم «میانی-آرام» با مقدار ۰۶۱۳ به دوره های ناپایدار ملایم اشاره دارد و مشاهده می شود که در دوره آرام بازار، انتقال ریسک به طلا نسبت به مدل های ساده تر افزایش یافته است.

بورس/دلار



نمودار ۶: کوواریانس شاخص بورس-دلار

جدول ۹: کوواریانس شاخص بورس-دلار

		تعداد رژیم ها		
		۲	۳	۴
رژیم	۱	۰/۱۲۸۸	۰/۱۰۶۰	-۰/۰۷۷۴
	۲	۰/۰۰۰۵	۰/۰۴۹۹	۰/۰۵۰۳
	۳		۰/۰۱۴۵	۰/۰۱۴۵
	۴			۰/۱۳۴۰

تحلیل مسیر انتقال ریسک از شاخص کل بازار سهام به بازار ارز با استفاده از مدل‌های چند رژیم‌ی نشان می‌دهد که در شرایط آرام بازار، تأثیر نوسانات سهام بر نرخ ارز بسیار ناچیز و تقریباً صفر است؛ اما با ورود به وضعیت‌های بحرانی، این تأثیر به‌طور قابل‌توجهی افزایش یافته و ریسک به شکلی محسوس از بازار سهام به بازار ارز منتقل می‌شود. در مدل دو رژیم‌ی، این تغییرات به وضوح مشاهده می‌شود و اختلاف بیش از ۲۵۰ برابری مقدار CoVaR بین وضعیت‌های آرام و بحرانی گواه این موضوع است. با گسترش مدل به سه رژیم‌ی، تصویر دقیق‌تری از نحوه انتقال ریسک ارائه می‌شود؛ در این مدل، بحران‌ها به سطوح مختلفی تقسیم شده و حتی در وضعیت‌های نیمه بحرانی نیز انتقال ریسک قابل توجه باقی می‌ماند. این پیچیدگی بیشتر، امکان تفکیک بهتر شوک‌های مالی و واکنش‌های متفاوت بازار را نسبت به مدل ساده‌تر دو رژیم‌ی فراهم می‌آورد.

با توسعه مدل به چهار رژیم‌ی، رفتار بازار پیچیده‌تر و غیرخطی‌تر می‌شود، به‌طوری‌که در برخی رژیم‌های بحرانی مقدار CoVaR منفی گزارش شده است. این موضوع نشان‌دهنده کاهش ریسک بازار ارز در اثر شوک‌های منفی بازار سهام در شرایط خاص است و بیانگر واکنش‌های متفاوت سرمایه‌گذاران و سیاست‌گذاران نسبت به نوسانات است. همچنین، در این مدل مقدار CoVaR در وضعیت‌های آرام حتی از برخی سطوح میانی نیز بالاتر است که می‌تواند بیانگر پدیده‌هایی مانند پناهگاه‌طلبی و واکنش‌های ضد نوسانی باشد.

این یافته‌ها تأکید می‌کنند که سیاست‌گذاران نباید تنها در دوره‌های بحرانی به اثرات بین بازاری توجه کنند، بلکه باید نقش رژیم‌های گذار و رفتارهای پیچیده بازار در شرایط مختلف را نیز به‌طور ویژه مدنظر قرار دهند.

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

پژوهش حاضر با هدف شناسایی و تحلیل پویایی‌های ریسک سیستماتیک و بررسی نحوه انتقال شوک میان بازارهای طلا، ارز و بورس انجام شد. برای نیل به این هدف، مجموعه‌ای از ابزارهای اقتصادسنجی پیشرفته در چند مرحله به کار گرفته شد که شامل مدل‌های ARIMA و GARCH برای تحلیل نوسانات، مدل مارکوف سوئیچینگ برای شناسایی رژیم‌های رفتاری، مدل DCC-GARCH برای ارزیابی همبستگی پویا و در نهایت شاخص CoVaR مبتنی بر روش GMM برای سنجش انتقال ریسک سیستماتیک میان جفت دارایی‌ها بود.

نتایج مدل مارکوف سوئیچینگ نشان داد که بازارهای مالی ایران ساختاری رژیم‌محور با پایداری رفتاری بالایی دارند؛ احتمال باقی‌ماندن در هر رژیم در اکثر موارد بیش از ۹۰ درصد است که حاکی از تمایل بازار به تثبیت در یک وضعیت نوسانی خاص و مقاومت در برابر تغییرات ناگهانی است. این ویژگی نشان می‌دهد که تغییرات ساختاری در بازار معمولاً به صورت تدریجی و نه ناگهانی رخ می‌دهد.

با افزایش تعداد رژیم‌ها، ساختار گذار میان وضعیت‌ها پیچیده‌تر شد و در برخی موارد مسیرهای انتقال مستقیم میان رژیم‌های بسیار متفاوت، مانند گذار از حالت آرام به بحران شدید، تقریباً مسدود بود. این موضوع بیانگر آن است که ورود به وضعیت‌های بحرانی در بازار ایران اغلب از طریق فازهای میانی و نیمه‌بی‌ثبات انجام می‌شود، نه به شکل پرش ناگهانی. به طور کلی، این یافته‌ها بر اهمیت شناسایی زودهنگام فازهای انتقالی تأکید داشته و نشان می‌دهند که مدل‌های رژیم سوئیچینگ می‌توانند ابزاری مؤثر برای پایش پویایی بازار و طراحی سیاست‌های پیشگیرانه در مواجهه با نوسانات سیستماتیک باشند.

در مرحله بعد، شاخص CoVaR برای جفت دارایی‌های منتخب در چارچوب رژیم‌های شناسایی شده محاسبه شد تا شدت و جهت انتقال ریسک سیستماتیک در شرایط مختلف بازار بررسی شود. نتایج نشان داد که انتقال ریسک نه تنها از نظر شدت، بلکه از نظر جهت، کاملاً وابسته به وضعیت نوسانی بازار است؛ به طوری که هم نوسانی و هم تأثیرپذیری بازارها از یکدیگر در قالب ساختاری غیرخطی و رژیم‌محور تعریف می‌شود.

در رابطه بین طلا و دلار، بالاترین میزان CoVaR مشاهده شد که در رژیم‌های نوسانی به بیش از ۰.۷۷ رسید. این رقم نشان می‌دهد که طلا در دوره‌هایی که نوسانات آن افزایش می‌یابد، می‌تواند منشأ انتقال شوک شدید به بازار ارز باشد. چنین رفتاری به‌ویژه در شرایطی که انتظارات تورمی یا بی‌ثباتی اقتصادی افزایش می‌یابد، تشدید می‌شود. لازم به ذکر است که این نتیجه بی‌ارتباط با رابطه ذاتی قیمتی میان طلا و دلار نیست؛ زیرا در محاسبه ارزش ذاتی طلا، همواره قیمت هر اونس جهانی طلا بر حسب دلار آمریکا سنجیده می‌شود و این پیوند قیمتی می‌تواند عاملی برای انتقال ریسک بین این دو بازار باشد.

در مورد رابطه طلا و بورس، در دوره‌های پرنوسان، وابستگی منفی بین دو بازار افزایش می‌یابد که منعکس‌کننده رفتار سرمایه‌گذاران در جابه‌جایی منابع از بازار سهام به سمت دارایی‌های امن مانند طلا در دوره‌های اضطراب مالی است. با این حال، در برخی رژیم‌ها طلا نه تنها نقش دارایی پوششی را ایفا نمی‌کند، بلکه خود می‌تواند منبع ریسک سیستماتیک برای بازارهای دیگر شود. این نکته، نقش دوگانه طلا را در اقتصاد ایران برجسته می‌سازد.

در رابطه بین بازار ارز و بورس، نتایج حاکی از آن است که همبستگی مثبت میان این دو بازار تنها در رژیم‌های باثبات قابل مشاهده است، اما در رژیم‌های پرنوسان این رابطه تضعیف شده یا حتی منفی می‌شود. این رفتار وابسته به اثرگذاری جهش‌های ارزی بر اعتماد عمومی، ارزش دارایی‌های مالی داخلی و عملکرد شرکت‌های وارداتی و صادرات‌محور است و پیچیدگی رابطه ارز و سهام در اقتصاد ایران را نمایان می‌سازد.

در مجموع، یافته‌ها نشان می‌دهند که بازارهای مالی ایران به شدت تحت تأثیر شرایط نوسانی و رفتار بازارها قرار دارند و ساختار انتقال ریسک میان آن‌ها تابع رژیم‌های رفتاری مختلف است. این امر بر ناکارآمدی مدل‌های خطی و ایستا در تبیین رفتار بازارها تأکید داشته و ضرورت بهره‌گیری از رویکردهای ساختاری و انعطاف‌پذیر را برجسته می‌سازد. از منظر سیاست‌گذاری مالی، این نتایج پیام‌های مهمی به همراه دارد. نخست آنکه بهره‌گیری از مدل‌های چندرژیمی و پویا در ارزیابی ریسک می‌تواند تصویر دقیق‌تری از وضعیت واقعی بازارها ارائه دهد و زمینه طراحی مداخلات سیاستی متناسب با شرایط نوسانی را فراهم آورد. دوم آنکه، نهادهای ناظر مانند بانک مرکزی و سازمان بورس می‌توانند از این تحلیل‌ها برای توسعه ابزارهای هشدار زودهنگام و طراحی سیاست‌های احتیاطی بهره‌مند شوند. همچنین نتایج این پژوهش در حوزه‌هایی همچون مدیریت پرتفوی، تنظیم نسبت کفایت سرمایه در مؤسسات مالی و مهندسی مالی کاربرد مستقیم دارد.

در پایان، پژوهش حاضر با بهره‌گیری از ترکیبی از روش‌های پویا و ساختارهای چندرژیمی، چارچوبی عملیاتی برای تحلیل پیچیدگی‌های رفتاری بازارهای مالی ایران ارائه داد که تفسیر واقع‌بینانه‌تری از رفتار بازارها به دست می‌دهد و می‌تواند مبنایی برای طراحی سیاست‌های مالی و نظارتی هوشمندانه در اقتصادهای با ساختار مالی شکننده و مستعد شوک، همچون ایران، قرار گیرد. این چارچوب قابلیت تعمیم به سایر اقتصادهای نوظهور را نیز دارد و می‌تواند به‌عنوان مدلی مرجع در تحلیل پویایی‌های ریسک در شرایط ناپایدار مورد استفاده قرار گیرد.

محدودیت‌های پژوهش: با وجود بهره‌گیری از چارچوبی تلفیقی و مدل‌های اقتصادسنجی پیشرفته مانند GARCH، DCC، و GMM و مارکوف سوئیچینگ، این پژوهش با محدودیت‌هایی همراه است که می‌تواند بر میزان تعمیم‌پذیری یافته‌ها تأثیرگذار باشد.

نخست، دامنه متغیرهای مورد استفاده تنها به سه بازار مالی اصلی ایران شامل طلا، ارز و شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران محدود شده است. در حالی که سایر بازارهای مهم مانند اوراق بدهی، بازار پول و بازار مسکن که می‌توانند نقش مهمی در ساختار ریسک سیستماتیک کشور ایفا کنند، در این چارچوب لحاظ نشده‌اند.

دوم، در این مطالعه تغییرات رژیمی بر اساس ساختار درونی سری‌های زمانی و به‌صورت درون‌زا مدل شده‌اند و تأثیر مستقیم رویدادهای اقتصادی، سیاسی و ژئوپلیتیکی مانند تحریم‌ها، تغییرات سیاست ارزی یا شوک‌های خارجی

به صورت صریح و برون‌زا در مدل وارد نشده است. همچنین، با توجه به نوسانات و مداخلات ساختاری در سیاست‌گذاری ارزی ایران، در برخی دوره‌ها اعلام نرخ رسمی ارز توسط بانک مرکزی محدود یا متوقف شده است. برای جلوگیری از گسست زمانی در داده‌ها، در این پژوهش از نرخ بازار آزاد دلار آمریکا در برابر ریال استفاده شده که به صورت روزانه در کل بازه مطالعه در دسترس بوده است. این انتخاب هرچند انسجام زمانی داده‌ها را افزایش داده، اما ممکن است تفاوت‌هایی نسبت به نرخ‌های رسمی یا سامانه‌ای ایجاد کرده باشد و یکی از محدودیت‌های تحقیق به شمار آید.

شایان ذکر است که تمرکز این پژوهش صرفاً بر مدل‌سازی ریسک سیستماتیک و انتقال آن میان بازارها بوده و شاخص‌های کارایی پرتفوی، معیارهای عملکرد سرمایه‌گذاری (نظیر نسبت شارپ، $CVaR$ و Var)، تعیین وزن‌های بهینه ایستا یا پویا و محاسبه ضریب بتای دارایی‌ها نسبت به یکدیگر مورد بررسی قرار نگرفته‌اند. این موضوع به عنوان یک انتخاب آگاهانه و هدفمند در طراحی روش‌شناسی تحقیق مدنظر بوده، اما می‌تواند در تحلیل‌های ترکیبی‌تر آینده به عنوان مکمل مورد استفاده قرار گیرد.

پیشنهادهایی برای پژوهش‌های آتی: با توجه به نتایج به دست آمده از تحلیل ریسک سیستماتیک در بازارهای مالی ایران و ساختار چندلایه و رژیم‌محور بازارها، پیشنهادهای زیر برای توسعه و جهت‌گیری تحقیقات آتی ارائه می‌شود:

- گسترش دامنه تحلیل به سایر بازارهای مالی همچون بازار بدهی، بازار بین‌بانکی و بازار مسکن می‌تواند به شناسایی دقیق‌تر منشأهای بالقوه ریسک سیستماتیک کمک کند و تصویری جامع‌تر از ساختار وابستگی‌ها و انتقال ریسک در سطح کلان ارائه دهد.
- با توجه به نقش پررنگ عوامل اقتصاد کلان در ایجاد یا تشدید نوسانات، پیشنهاد می‌شود متغیرهایی نظیر نرخ تورم، نرخ بهره، رشد اقتصادی و شاخص انتظارات اقتصادی نیز در مدل‌سازی‌ها وارد شده و آثار آن‌ها بر شدت و جهت همبستگی شرطی بین بازارها بررسی گردد.
- انجام مطالعات تطبیقی بین‌کشوری با تمرکز بر اقتصادهایی با ویژگی‌های مشابه ایران، نظیر تورم بالا، وابستگی ساختاری به سیاست‌های ارزی یا شکنندگی نهادی، می‌تواند در تبیین ویژگی‌های منحصربه‌فرد ریسک در بازارهای مالی کشور مؤثر باشد.
- همچنین، استفاده از چارچوب‌های ترکیبی برای سنجش هم‌زمان ریسک و بازده، مانند مدل $DCC-GARCH$ و R^2 Decomposed Connectedness، همراه با شاخص‌هایی چون نسبت شارپ، انحراف معیار، Var و $CVaR$ ، می‌تواند رویکردی نوآورانه برای ارزیابی عملکرد پرتفوی‌ها در شرایط نوسانی مختلف ارائه دهد. ترکیب این ابزارها با تحلیل‌های رژیم‌محور و دینامیک، می‌تواند در آینده زمینه‌ساز طراحی سبدهای بهینه، پوشش ریسک مؤثر و تحلیل پویای رفتار سرمایه‌گذار در بازارهای پرریسک و ناپایدار باشد.

تعارض منافع. برای ارائه مطالب و نگارش این مقاله هیچ‌گونه کمک مالی از هیچ فرد، نهاد و سازمانی دریافت نشده است و نتایج و دستاوردهای این مقاله به نفع یا ضرر سازمان یا فردی خاص نخواهد بود. حضور نویسندگان در این پژوهش به عنوان شاهدی بی‌طرف ولی متخصص بوده است و نویسندگان هیچ‌گونه تعارض منافی ندارند.

Reference

1. Abbasi, A. Hadianejad, M. & Karimi, J. (2016). Dynamics of parallel market shocks on stock returns: A Markov-switching approach. *Financial Management Perspectives and Economic Policies*, (79), 123–144. [In Persian]
2. Abuzayed, B. Bouri, E. Al-Fayoumi, N. & Jalkh, N. (2021). Systemic risk spillover across global and country stock markets during the COVID-19 pandemic. *Economic Analysis & Policy*, 71, 180–197. <https://doi.org/10.1016/j.eap.2021.04.010>
3. Acharya, V. V. Pedersen, L. H. Philippon, T. & Richardson, M. (2017). Measuring systemic risk. *Review of Financial Studies*, 30(1), 2–47. <https://doi.org/10.1093/rfs/hhw088>
4. Adrian, T. & Brunnermeier, M. K. (2011). CoVaR (Staff Report No. 348). Federal Reserve Bank of New York. <https://doi.org/10.2139/ssrn.1269446>
5. Adrian, T. & Brunnermeier, M. K. (2016). CoVaR. *American Economic Review*, 106(7), 1705–1741. <https://doi.org/10.1257/aer.20120555>
6. Ahmadian-Yazdi, F. (2025). Dynamics of the relationship between stock markets and exchange rates during quantitative easing and tightening: Evidence from Iran. *Applied Economics Research*, 11(1), 57–78. <https://doi.org/10.1186/s40854-024-00694-4>
7. Ahmadian-Yazdi, F. & Roudari, S. (2023). Investigating the dynamic spillover among exchange rate, stock market index, housing price and inflation in Iran: Does the severity of sanctions matter? *Journal of Monetary and Banking Research*, 16(2), 95–123. [In Persian]
8. Amiri, M. Homayounifar, M. Karimzadeh, N. & Fallahi, S. (2015). Investigating dynamic correlations between oil price, exchange rate, gold coin price, and Tehran stock index using the DCC-GARCH model. *Financial and Economic Research*, 3(12), 81–102. [In Persian]
9. Ang, A. & Bekaert, G. (2002). International asset allocation with regime shifts. *Review of Financial Studies*, 15(4), 1137–1187. <https://doi.org/10.1093/rfs/15.4.1137>
10. Bernardi, M. & Catania, L. (2017). Systemic risk and dependence structures: A comparison of multiple CoVaR approaches. *Journal of Econometrics*, 197(2), 211–225. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2017.01.005>
11. Bernardi, M. Maruotti, A. & Petrella, L. (2017). Multiple risk measures for multivariate dynamic heavy-tailed models. *Journal of Empirical Finance*, 43, 1–32.
12. Billio, M. Getmansky, M. Lo, A. W. & Pelizzon, L. (2012). Econometric measures of connectedness and systemic risk in the finance and insurance sectors. *Journal of Financial Economics*, 104(3), 535–559. <https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2011.12.010>
13. Bisias, D. Flood, M. Lo, A. W. & Valavanis, S. (2012). A survey of systemic risk analytics. *Annual Review of Financial Economics*, 4(1), 255–296. <https://doi.org/10.1146/annurev-financial-110311-101754>
14. Bollerslev, D. Czech, R. & Vogel, N. (2019). Systemic risk spillover between commodity markets and stock markets: A CoVaR perspective. *Energy Economics*, 81, 566–580. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2018.05.011>
15. Bollerslev, T. (1986). Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. *Journal of Econometrics*, 31(3), 307–327. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(86\)90063-1](https://doi.org/10.1016/0304-4076(86)90063-1)
16. Capiello, L. Engle, R. F. & Sheppard, K. (2006). Asymmetric dynamics in the correlations of global equity and bond returns. *Journal of Financial Econometrics*, 4(4), 537–572. <https://doi.org/10.1093/jjfinec/nbl005>
17. Chen, C. Huang, D. & Liang, Y. (2023). High-frequency CoVaR estimation using realized GARCH models: Evidence from U.S. financial institutions. *Journal of Financial Stability*, 65, 101082. <https://doi.org/10.1016/j.jfs.2022.101082>

18. Engle, R. F. (1982). Autoregressive conditional heteroskedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation. *Econometrica*, 50(4), 987–1007. <https://doi.org/10.2307/1912773>
19. Frühwirth-Schnatter, S. (2006). Finite mixture and Markov switching models. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-35768-3>
20. Girardi, G. & Ergün, A. T. (2013). Systemic risk measurement: Multivariate GARCH estimation of CoVaR. *Journal of Banking & Finance*, 37(8), 3169–3180. <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2013.02.027>
21. Hamilton, J. D. (1989). A new approach to the economic analysis of nonstationary time series and the business cycle. *Econometrica*, 57(2), 357–384. <https://doi.org/10.2307/1912559>
22. Ji, Q. Bouri, E. Lau, C. K. M. & Roubaud, D. (2021). Risk spillover from crude oil price to GCC stock market returns: Evidence from WTI–GCC linkages. *Journal of Empirical Finance*, 65, 127–155. <https://doi.org/10.1016/j.jempfin.2021.03.004>
23. Lal-Khezri, S. R. & Ashna, M. (2024). Dynamic conditional correlation analysis of macroeconomic indicators and exchange rate volatility in Iran. *Iranian Journal of Economic Research and Sustainable Growth*, 25(1), 57–80. [In Persian]
24. Naseri, J. Jalal-Abadi, S. & Parbār, B. (2021). Calculation of systemic risk in the Iranian banking system using Δ CoVaR based on a DCC-GARCH model. *Iranian Economic Review*, 25(4), 623–639. [In Persian]
25. Raei, N. & Khami, M. (2019). Regime shifts in returns and volatility of the Tehran Stock Exchange using a Markov-switching Exponential GARCH with t-distribution. *Financial Management Perspectives*, (25), 36–52. [In Persian]
26. Rostami, M. R. Naqvipour, M. & Moghaddas-Bayat, F. (2018). Modeling OPEC crude oil price volatility using Markov switching GARCH. *Iranian Energy Economics Review*, 7(27), 25–54. [In Persian]
27. Taleblou, M. (2017). Measuring the sensitivity of Tehran Stock Exchange industries to exchange rate shocks using regime-switching CoVaR. *Iranian Journal of Financial Studies*, 20(4), 45–70. [In Persian]