



Shahid Bahonar
University of Kerman



Iranian E-Commerce Scientific
Association

Modeling the Dynamics of Gold Price Volatility Over Time

Mahdieh Tavassoli¹ , Mahnaz Rabeei^{2✉} and Kiamars Fathi³

1. Department of Information Technology Management, South Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Email: mahdieh_tavassoli@yahoo.com

2. **Corresponding Author**, Department of Economics, Modeling and Optimization Research Center in Engineering Sciences, Tehran, Iran. Email: mahnaz.rabiei@yahoo.com

3. Department of Industrial Management, South Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Email: fathikiamars@yahoo.com

Article Info

Article Type:

Research Article.

Article History:

Received: 14 August 2024

Received in revised form: 22 January 2025

Accepted: 13 May 2025

Accepted Online: 3 September 2025

Keywords:

Gold Price,
Macroeconomic Factors,
Microeconomic Factors,
Wavelet Coherence,
Bayesian Averaging.

JEL Classification:

C53, E37, E3.

ABSTRACT

Objective: Gold, as a strategic and volatile commodity, requires accurate price forecasting due to its economic importance. This study forecasts gold prices using a combination of approaches, including nonlinear Bayesian models, wavelet coherence, and multivariate models with time-varying parameters.

Method: This applied research uses monthly data from 2010 to 2022. Initially, 35 factors affecting gold price volatility were identified. Then, GARCH and stochastic volatility models were used to extract volatility, while TVPDMA, TVPDMS, and BMA models were employed to identify influential variables. The TVP-Quantile VAR approach was used to analyze causality between variables, and wavelet coherence was applied to examine the relationship between variables and gold price volatility across different time scales.

Results: This applied research uses monthly data from 2010 to 2022. Initially, 35 factors affecting gold price volatility were identified. Then, GARCH and stochastic volatility models were used to extract volatility, while TVPDMA, TVPDMS, and BMA models were employed to identify influential variables. The TVP-Quantile VAR approach was used to analyze causality between variables, and wavelet coherence was applied to examine the relationship between variables and gold price volatility across different time scales.

Conclusion: This applied research uses monthly data from 2010 to 2022. Initially, 35 factors affecting gold price volatility were identified. Then, GARCH and stochastic volatility models were used to extract volatility, while TVPDMA, TVPDMS, and BMA models were employed to identify influential variables. The TVP-Quantile VAR approach was used to analyze causality between variables, and wavelet coherence was applied to examine the relationship between variables and gold price volatility across different time scales.

Cite this article: Tavassoli, M., Rabeei, M., & Fathi, K. (2026). Modeling the dynamics of gold price volatility over time. *Journal of Development and Capital*, 11(1), 177-202. [In Persian].

DOI: <https://doi.org/10.22103/jdc.2025.23835.1495>



Publisher: Shahid Bahonar University of Kerman.

© Rabeei et al.

Introduction

Gold, as one of the most important strategic commodities in global markets, is always influenced by factors such as economic, political, and financial developments. Due to its high sensitivity to changes in these factors, gold prices experience significant fluctuations, making its analysis and prediction a complex challenge in financial analysis. This study aims to design an advanced prediction model for gold prices that employs hybrid approaches, including nonlinear Bayesian models, wavelet coherence, and time-varying parameter models. The main objective of this study is to examine and analyze the volatility of gold prices considering key economic and financial variables and to provide accurate prediction models that can serve as useful tools for investors and analysts in the gold market. Since gold market fluctuations are influenced by a range of internal and external variables, identifying these variables and analyzing the complex relationships among them over time is key to providing more accurate and effective predictions.

Method

This research is of an applied nature and utilizes monthly data from 2010 to 2022. Initially, 35 variables affecting gold price volatility were identified and evaluated. These variables include key economic factors such as global interest rates, exchange rates, unemployment rates, GDP, and gold imports and exports. Additionally, external variables such as the US Dollar Index, oil prices, global stock market returns, and geopolitical risks were also incorporated into the analysis. For modeling gold price volatility, Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity (GARCH) and Stochastic Volatility (SV) models were employed. These models are specifically designed for forecasting and modeling volatility in financial markets and are highly effective in simulating nonlinear and time-dependent features.

To identify the variables impacting gold price volatility, advanced models such as Time-Varying Parameter Dynamic Model Averaging (TVPDMA), Time-Varying Parameter Dynamic Model Selection (TVPDMS), and Bayesian Model Averaging (BMA) were utilized. These models are particularly suitable for simulating complex and nonlinear relationships among variables and analyzing their changes over time. Additionally, the TVP-Quantile VAR model was used to examine causal relationships and the effects among variables under different uncertainty conditions. This model enables the analysis of changes and causal relationships at different levels of uncertainty and under various economic conditions. Finally, for analyzing different time scales of gold price volatility, the wavelet coherence technique was used, which is a powerful tool for analyzing time-series data with different scales and nonlinear signals.

Results

The results of the study indicated that Stochastic Volatility (SV) models provided better accuracy in capturing gold price volatility compared to GARCH models. This was due to the SV models' superior ability to simulate nonlinear and time-dependent features of volatility, which allowed them to better reflect the complex volatility characteristics of the gold market compared to GARCH models. Among the TVPDMA, TVPDMS, and BMA models, the BMA model demonstrated the highest accuracy in identifying and forecasting gold price volatility. This model, by using weighted combinations of models, showed a high capability to simulate the complex and nonlinear relationships among variables.

Based on these models, 12 primary variables were identified as having a significant impact on gold price volatility. These variables include the US Dollar Index, oil prices, gold imports and exports, global interest rates, cryptocurrency indexes, Relative Strength Index (RSI), Moving Average Convergence Divergence (MACD), Fibonacci retracements, Average Directional Index (ADX), Oscillators, Pivot Point DeMark, and Pivot Point Fibonacci. The results indicate that these variables exhibit varying degrees of impact on gold price volatility over time, and analyzing them can help improve the accuracy of gold price forecasts.

Additionally, the TVP-Quantile VAR model revealed that in low uncertainty conditions (5th percentile), the largest transfer of volatility from internal factors to gold price volatility occurs. In these conditions, variables such as global interest rates, GDP, and domestic market changes exert the greatest influence. In moderate uncertainty conditions (50th percentile), in addition to internal factors, changes in external variables such as oil prices and the US Dollar Index also influence gold price volatility. Finally, in high uncertainty conditions (95th percentile), the direction of causality shifted, and gold price volatility was influenced by both internal and external factors. These findings suggest that significant gold price volatility can have substantial impacts on economic and political conditions.

Furthermore, wavelet coherence analysis showed that in shorter time scales, internal factors had the greatest influence on gold price volatility, while in longer time scales, external factors such as oil prices and the US Dollar Index had a greater impact. These differences can assist analysts in providing more accurate assessments of how various variables influence gold price volatility, taking into account different time scales.

Conclusions

The results of this study highlight the importance of analyzing gold market volatility using complex and advanced models. Stochastic Volatility (SV) models and the BMA model demonstrated higher accuracy in simulating and forecasting gold price volatility compared to other models. This research also revealed that the influence of variables on gold price volatility varies under different economic and uncertainty conditions. In low uncertainty conditions, internal factors have the most significant impact, while in high uncertainty conditions, gold price volatility can have significant effects on global economic and political conditions. These results can help investors and market analysts make more informed predictions about gold price fluctuations using advanced models. Finally, considering the influential role of these variables over time, this research offers new opportunities for a more precise analysis of the gold market and forecasting its behavior under various conditions.

Author Contributions

All authors contributed equally to the conceptualization of the article and writing of the original and subsequent drafts.

Data Availability Statement

Data available on request from the authors.

Ethical Considerations

The authors avoided data fabrication, falsification, plagiarism, and misconduct.

Funding

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Conflict of Interest

The authors declare no conflict of interest.



انجمن علمی تجارت الکترونیکی ایران

مجله توسعه و سرمایه

شماره ۲۰۰۸-۲۴۲۸ شماره ۱۱-۲۴۴۵

Homepage: <https://jdc.uk.ac.ir>



دانشگاه شهید باهنر کرمان

الگوسازی بررسی پویایی های نوسانات قیمت طلا در طی زمان

مهديه توسلی^۱، مهناز ربیعی^۲ و کیامرث فتحی^۳

۱. گروه مدیریت فناوری اطلاعات، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. mahdieh_tavassoli@yahoo.com

۲. نویسنده مسئول، گروه اقتصاد، مرکز تحقیقات مدل سازی و بهینه سازی علوم مهندسی، تهران، ایران. mahnaz.rabiei@yahoo.com

۳. گروه مدیریت صنعتی، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. fathikiamars@yahoo.com

چکیده

اطلاعات مقاله

هدف: بازار طلا یکی از بازارهای پرنوسان و پیچیده است که پیش بینی دقیق تغییرات قیمت آن می تواند تأثیرات شگرفی بر فرآیندهای تصمیم گیری اقتصادی و مالی در بازارهای جهانی داشته باشد. پیش بینی صحیح قیمت طلا می تواند به بهینه سازی زمان بندی معاملات و سرمایه گذاری ها کمک کند. در این راستا، هدف مطالعه حاضر، طراحی و پیش بینی قیمت طلا بر اساس رویکردهای ترکیبی شامل الگوهای بیزین های غیرخطی، همدوسی موجک و الگوهای چندکی با پارامتر متغیر در طول زمان است.

نوع مقاله: مقاله پژوهشی.

تاریخ ها:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۵/۱۴

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۱۱/۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۲/۱۳

تاریخ انتشار برخط: ۱۴۰۴/۶/۱۲

روش: مطالعه حاضر کاربردی است و از داده های ماهانه ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۲ میلادی جهت برآورد الگو استفاده شده است. ابتدا ۳۵ عامل مؤثر بر نوسانات قیمت طلا شناسایی و ارزیابی شد. سپس، از الگوهای گارچ و نوسان تصادفی برای استخراج نوسانات قیمت طلا و از الگوهای TVPDMA، TVPDMS و BMA برای شناسایی مهم ترین متغیرهای تأثیرگذار استفاده شد. رویکرد TVP-Quantile VAR برای بررسی علیت بین متغیرها در طول زمان و همچنین، همدوسی موجک برای بررسی ارتباط متغیرها با نوسانات طلا در مقیاس های زمانی مختلف به کار گرفته شد.

واژه های کلیدی:

قیمت طلا،

عوامل کلان،

عوامل خرد،

همدوسی موجک،

میانگین گیری بیزین.

یافته ها: نتایج مطالعه حاکی از آن است که الگوهای نوسان تصادفی (SV) دقت بالاتری نسبت به الگوهای گارچ در استخراج نوسانات قیمت دارند. از بین الگوهای TVPDMA، TVPDMS و BMA، الگوی BMA بالاترین دقت را در پیش بینی نوسانات قیمت طلا ارائه داد. در مجموع، ۱۲ متغیر کلیدی شناسایی شدند که تأثیر قابل توجهی بر نوسانات قیمت طلا داشتند. این متغیرها شامل عوامل داخلی و خارجی بودند، اما عوامل داخلی تأثیر بیشتری نسبت به عوامل خارجی بر نوسانات قیمت طلا داشتند.

نتیجه گیری: نتایج مطالعه بیان گر این است که در شرایط نااطمینانی پایین (صدک پنجم)، بیشترین انتقال نوسان از عوامل داخلی به نوسانات قیمت طلا صورت می گیرد. این ارتباط در شرایط متوسط (صدک پنجاهم) همچنان غالب بود، اما تعاملاتی میان عوامل خارجی و داخلی نیز مشاهده شد. در شرایط نااطمینانی بالا (صدک نود و پنجم)، جهت علیت تغییر کرد و از نوسانات قیمت طلا به عوامل داخلی و خارجی منتقل شد. نتایج همدوسی موجک نیز نشان داد که عوامل داخلی در مقیاس های زمانی کوتاه تر و عوامل خارجی در مقیاس های زمانی بلندتر تأثیرگذار هستند. این یافته ها حاکی از واکنش سریع تر بازار طلا به تغییرات درون زرا و رفتار احساسی آن نسبت به عوامل داخلی است.

طبقه بندی JEL:

C53, E37, E3.

استناد: توسلی، مهديه؛ ربیعی، مهناز و فتحی، کیامرث (۱۴۰۵). الگوسازی بررسی پویایی های نوسانات قیمت طلا در طی زمان. *مجله توسعه و سرمایه*، ۱۱ (۱)، ۱۷۷-۲۰۲. <https://doi.org/10.22103/jdc.2025.23835.1495>



ناشر: دانشگاه شهید باهنر کرمان.

© ربیعی و همکاران.

۱- مقدمه

طلا همواره به‌عنوان یک دارایی استراتژیک و پناهگاه امن در شرایط عدم اطمینان اقتصادی و سیاسی شناخته شده است. این فلز گران‌بها که از جمله ویژگی‌های بنیادی آن مبادله در سطح جهانی است (حیدری اشترینانی و همکاران، ۱۴۰۱)؛ نقش حیاتی در اقتصاد جهانی ایفا کرده و برای سال‌ها به‌عنوان ذخیره ملی کشورها و ابزاری مهم برای سرمایه‌گذاری مورد استفاده قرار گرفته است. از سوی دیگر در سال‌های اخیر شیوع کرونا موجب نوسانات زیادی در قیمت طلا شد (اسکندری سبزی و حاجی آقاجانی، ۱۴۰۲). با این وجود، از منظر سرمایه‌گذاران این فلز گران‌بها نقش حیاتی در اقتصاد جهانی ایفا کرده و برای سال‌ها به‌عنوان ذخیره ملی کشورها و ابزاری مهم برای سرمایه‌گذاری مورد استفاده قرار گرفته است. از منظر سرمایه‌گذاران، طلا به‌دلیل ثبات نسبی در برابر نوسانات بازار و توانایی آن در حفظ ارزش، جایگاه ویژه‌ای در پورتفوی سرمایه‌گذاری دارد. علاوه بر این، نقش کلیدی قیمت طلا در اقتصاد جهانی، ضرورت پیش‌بینی دقیق حرکات قیمتی آن را بیش از پیش آشکار می‌سازد، زیرا این پیش‌بینی‌ها می‌توانند به سیاست‌گذاران در اتخاذ تصمیمات اقتصادی مؤثرتر و به سرمایه‌گذاران در بهینه‌سازی استراتژی‌های مالی کمک کنند (هاشم^۱ و همکاران، ۲۰۲۲؛ دینگ^۲ و همکاران، ۲۰۲۲؛ آدیکویا^۳ و همکاران، ۲۰۲۳؛ ماینال^۴ و همکاران، ۲۰۲۳؛ ون^۵ و همکاران، ۲۰۲۲؛ کیان^۶ و همکاران، ۲۰۱۹؛ ام دی ایزا^۷ و همکاران، ۲۰۲۰ و دالام^۸ و همکاران، ۲۰۱۹).

مطالعات پیشین نشان داده‌اند طیف وسیعی از عوامل، اعم از داخلی و خارجی، بر نوسانات قیمت طلا اثرگذار هستند. برای نمونه، عواملی نظیر قیمت نفت (حسینلی^۹، ۲۰۲۳ و سلواناتان و سلواناتان^{۱۰}، ۲۰۲۲)؛ نرخ بهره (دالام و همکاران، ۲۰۱۹). ذخایر طلا و قیمت انرژی (لیا^{۱۱} و همکاران، ۲۰۲۱ و هاشم، ۲۰۲۲)؛ تورم (آپرگیس^{۱۲} و همکاران، ۲۰۱۹)؛ نرخ ارز (لانگ^{۱۳} و همکاران، ۲۰۲۲)؛ نرخ بیکاری و تولید ناخالص داخلی؛ عدم قطعیت (آپرگیس و همکاران، ۲۰۱۹) به‌عنوان عوامل اثرگذار شناسایی شده‌اند. در این راستا پلاکانداراس^{۱۴} و همکاران (۲۰۲۱) تأکید کرده‌اند برای پیش‌بینی دقیق قیمت طلا، توجه به تعاملات پویا بین عوامل داخلی و خارجی ضروری است. افزون بر این، مطالعات متعدد نشان داده‌اند الگوهای غیرخطی در مقایسه با الگوهای خطی دقت بیشتری در پیش‌بینی قیمت طلا دارند (کیویان^{۱۵} و همکاران، ۲۰۲۲ و کوهن^{۱۶} و همکاران، ۲۰۲۳).

مسئله اول: یکی از مسائل اصلی در مطالعه حاضر، عدم وجود الگوی جامع و مشخص در الگوسازی نوسانات قیمت طلا است. پیش‌بینی نوسانات قیمت طلا به دلیل عدم قطعیت در مورد عوامل تعیین‌کننده آن با چالش‌های قابل توجهی مواجه است. در مطالعات تجربی و نظری، مجموعه‌ای وسیع از الگوها برای پیش‌بینی نوسانات قیمت طلا معرفی شده‌اند که این تنوع در انتخاب متغیرهای توضیحی مؤثر باعث بروز ابهاماتی در میان محققان شده است. بنابراین، مسأله اصلی در این زمینه، انتخاب متغیرهای مؤثر و تعیین‌کننده در الگوی تجربی نوسانات قیمت طلا است. این مشکل به‌عنوان

¹ Hashim² Ding³ Adekoya⁴ Mainal⁵ Wen⁶ Qian⁷ Md Isa⁸ Dalam⁹ Huseynli¹⁰ Selvanathan and Selvanathan¹¹ Liya¹² Apergis¹³ Long¹⁴ Plakandaras¹⁵ Qian¹⁶ Cohen

«نااطمینانی الگو» شناخته می‌شود (دنیز^۱ و همکاران، ۲۰۲۳). عدم توجه به این مسئله می‌تواند منجر به خطا و کاهش دقت در برآورد پارامترها و پیش‌بینی‌های نادرست گردد. به همین دلیل، در مطالعات تجربی لازم است که به‌طور جدی به نااطمینانی الگو توجه شود. یکی از روش‌های مؤثر برای مقابله با این مشکل، استفاده از روش «میانگین‌گیری الگوی بیزی» است (کوپ^۲ و همکاران، ۲۰۲۴). در مطالعه حاضر، به‌منظور مقابله با نااطمینانی در انتخاب متغیرهای مؤثر بر نوسانات قیمت طلا، از اقتصادسنجی بیزی مبتنی بر میانگین‌گیری الگوی بیزی استفاده شده است.

مسئله دوم: در مطالعه حاضر، توجه به بررسی نقش زمان در نحوه اثرگذاری عوامل مؤثر بر نوسانات قیمت طلا به میزان قابل توجهی کم بوده است. الگوهای اقتصادسنجی سری زمانی موجود، به‌دلیل عدم موفقیت در دستیابی به نتایج ثابت و یکپارچه در مطالعات پیشین در خصوص ارتباط بین متغیرها، نتوانسته‌اند تأثیر زمان و نحوه ارتباط میان این متغیرها را در مقیاس‌های مختلف زمانی به‌طور مؤثر مورد بررسی قرار دهند.

از این‌رو، احساس نیاز به بازنگری در تکنیک‌های اقتصادسنجی مورد استفاده برای تحلیل روابط میان متغیرها در مقیاس‌های زمانی مختلف به‌طور جدی مطرح است. ضعف اصلی این الگوهای سری زمانی در این است که تنها در مقیاس‌های زمانی محدود، همچون کوتاه‌مدت و بلندمدت، قادر به پیش‌بینی نتایج می‌باشند. این محدودیت، لزوم استفاده از رویکردهای چندمقیاسی برای بررسی روابط بین متغیرها را به‌طور واضح نشان می‌دهد، زیرا چنین رویکردهایی قادرند به‌طور مؤثری روابط پویا میان این متغیرها را در مقیاس‌های زمانی مختلف تحلیل کنند (یانگ^۳، ۲۰۱۷).

بویژه، رویکرد تحلیل موجک پیوسته این امکان را فراهم می‌آورد که درک عمیق‌تری از نحوه هم‌حرکتی میان متغیرها در طول زمان به‌دست آید. این روش، به‌عنوان یک ابزار چندمقیاسی، فرصتی بی‌نظیر برای تجزیه و تحلیل سری‌های زمانی با فرکانس‌های مختلف ارائه می‌دهد. تحلیل موجک به‌عنوان یک تخمین‌گر قدرتمند، از پردازش سیگنال استفاده کرده و این امکان را فراهم می‌آورد که حرکات مشترک میان سری‌های اقتصادی در بعد زمان-فرکانس مورد بررسی قرار گیرد. این تحلیل می‌تواند بینش‌های جدیدی را در خصوص وابستگی‌های متقابل بالقوه میان متغیرها در مقیاس‌های زمانی مختلف ارائه دهد (فرر^۴ و همکاران، ۲۰۱۶).

در حالی که الگوهای رگرسیون استاندارد مانند OLS، ARDL، علیت گرنجر یا VAR، به‌عنوان روش‌های غالب برای تحلیل روابط بین سری‌های زمانی در مطالعات پیشین به کار رفته‌اند، الگوهای موجک با عملکرد بهتری نسبت به این روش‌ها عمل می‌کنند. این روش‌ها به‌دلیل ویژگی‌های خاص خود، در تحلیل روابط پیچیده میان متغیرها، به‌ویژه در شرایط تغییرات زمانی و پیچیدگی‌های موجود، عملکرد بهتری از خود نشان داده‌اند (داهیر^۵ و همکاران، ۲۰۱۷). از این‌رو، استفاده از تحلیل موجک می‌تواند گامی مؤثر در تکمیل تحلیل‌های موجود در مطالعات پیشین باشد و به‌ویژه در تبیین نحوه تغییرات و نوسانات قیمت طلا در طول زمان، کارآمدتر از الگوهای سنتی عمل کند.

مسئله سوم: سومین مسئله مهم در مطالعه حاضر، بررسی رابطه علیت میان متغیرهای مطالعه در طول زمان است. در مطالعات پیشین، رویکردهای مختلفی برای بررسی ارتباط بین نوسانات قیمت طلا و عوامل مؤثر بر آن ارائه شده است (رگرسیون خودرگرسیونی برداری توسط لئو^۶ و همکاران، ۲۰۲۲؛ الگو رگرسیون مقطعی توسط لو و همکاران، ۲۰۲۲؛

¹ Deniz² Koop³ Yang⁴ Ferrer⁵ Dahir⁶ Liu

تحلیل سیگنال ژانگ و همکاران (۲۰۲۱) الگو شبکه عصبی مصنوعی توسط (لی^۱ و همکاران ۲۰۲۰ و امینی^۲ و همکاران، ۲۰۲۴). در مطالعه حاضر، به منظور تحلیل علیت میان متغیرها در طول زمان، از الگوهای خودرگرسیون برداری چندپارامتری به همراه متغیر زمان استفاده شده است.

مطالعه حاضر با هدف بررسی پویایی‌های نوسانات قیمت طلا در طول زمان انجام شده است. در این مطالعه از روش‌های نوین اقتصادسنجی برای تحلیل و الگوسازی نوسانات قیمت طلا استفاده شده و نتایج آن می‌تواند به عنوان راهنمایی برای تصمیم‌گیری‌های سرمایه‌گذاری و سیاست‌گذاری اقتصادی به‌ویژه در دوران‌های بحران و نوسان‌های اقتصادی به کار رود. در بخش‌های بعدی، پیشینه تحقیق، روش‌شناسی، نتایج الگوسازی و در نهایت بحث و نتیجه‌گیری ارائه خواهد شد.

۲- مبانی نظری و پیشینه تحقیق

قیمت طلا نقش مهمی در سیستم‌های پولی و مالی دارد؛ پیش‌بینی روند آینده قیمت طلا و فلزات با ارزش دیگر برای سرمایه‌گذاران مدیران مالی و بانک‌های مرکزی در سراسر جهان مفید خواهد بود؛ همچنین از خزانه طلا به عنوان ابزاری برای مدیریت تورم و تقویت موقعیت اقتصادی کشورها استفاده می‌شود (دنیز و همکاران، ۲۰۲۳). پیش‌بینی نرخ طلا از اهمیت زیادی در زمینه‌های سیاسی، اقتصادی، تجاری و سرمایه‌گذاری برخوردار است. طلا یکی از پر نوسان‌ترین دارایی‌های مالی محسوب می‌شود (گرگ‌بندی و همکاران، ۱۴۰۲). پیش‌بینی و الگوسازی نوسانات، موضوع مهمی در سیاست‌گذاری، قیمت‌گذاری کالا، تخصیص منابع و مدیریت ریسک، دارد. علاوه بر این، پیش‌بینی نوسانات، امری ضروری در بازارهای اقتصادی است که سال‌ها مورد توجه فرهیختگان و کارگزاران بوده است (فانگ^۳ و همکاران، ۲۰۱۷). طلا کالایی مهم است که برای اهداف مالی به کار گرفته می‌شود و بخشی از ذخایر بین‌المللی در اکثر بانک‌های دولتی است که نقش اساسی آن بانک را در اقتصاد جهانی مشخص می‌کند (لیانگ و همکاران، ۲۰۲۲). در میان تمام فلزات قیمتی، طلا رایج‌ترین انتخاب برای سرمایه‌گذاری است. ظرفیت پیش‌بینی نوسانات قیمت طلا با دقت بالا برای اقتصاد جهانی و بازارهای کالا بسیار مهم است (پانگستو و همکاران، ۲۰۲۲). علاوه بر این پیش‌بینی نوسانات قیمت طلا دغدغه‌ای جدی در صنعت مالی است. بویژه، بهبودهای اندکی در دقت پیش‌بینی می‌تواند منافع عظیمی ایجاد کند (لی و همکاران، ۲۰۲۰). طلا و نفت خام منابع راهبردی هستند که به طور گسترده در فعالیت‌های اقتصادی ملی مختلف و امنیت اجتماعی به کار می‌روند. پیش‌بینی نوسانات آتی این منابع نقش کلیدی در به حداقل رساندن مسائل پیش روی کارگزاران بازارهای سرمایه‌گذاری، مصرفی و تولیدی دارد (هانسون^۴، ۲۰۲۱).

در ادامه اقدام به ارائه پیشینه مطالعات داخلی و خارجی صورت گرفته است.

۲-۱- پیشینه مطالعات خارجی

کیان^۵ و همکاران (۲۰۱۹)، به بررسی عوامل مختلف بر قیمت جهانی طلا پرداختند. در این مطالعه تأثیر شش عامل دلار، نرخ وجوه فدرال، CPI، نرخ ارز، قیمت نفت و S&P500 بر قیمت طلا مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان می‌دهد همه عوامل به جز CPI بر قیمت طلا تأثیر منفی دارند.

¹ Lu

² Amini

³ Fang

⁴ Hunson

⁵ Qian

حاتم‌لو و دلجوان^۱ (۲۰۱۹)، در تحقیقی به پیش‌بینی قیمت طلا در ایران با استفاده از تکنیک داده کاوی و با لحاظ عوامل جدید در بازه زمانی ۲۰۰۹-۲۰۱۳ پرداخته‌اند. نتایج نشان داد از میان تمام عوامل تأثیرگذار بر قیمت طلا، عواملی مانند تورم و انتظارات تورمی مهم‌ترین عوامل مؤثر بر تغییر قیمت طلا هستند. آزمایش‌های انجام شده با استفاده از عوامل جدید نشان دهنده بهبود دقت به میزان ۲ درصد در شبکه عصبی، ۷/۳ درصد در سری زمانی و ۵/۶ درصد در روش رگرسیون خطی است.

یوان، چیئو و لی،^۲ (۲۰۲۰)، در تحقیق خود از الگوریتم ژنتیک مبتنی بر حداقل مربعات بردار پشتیبان GA-LSSVR برای پیش‌بینی قیمت طلا و از معیار میانگین درصد خطا مطلق (MAPE) برای ارزیابی دقت الگوسازی بهره گرفته‌اند. در این تحقیق از داده‌های روزانه برای کاهش تأخیر زمانی شاخص‌های اقتصادی و از قیمت فلزات گران‌بهای چون نقره، پلاتین و پالادیوم، شاخص دلار آمریکا، قیمت نفت خام، شاخص Standard & Poor's 500 به عنوان عوامل مؤثر بر الگوسازی استفاده شد. نتایج نشان داد، بردار نهاده می‌تواند توانایی پیش‌بینی را بهبود بخشد.

دینگ و همکاران (۲۰۲۲)، به بررسی ریسک سیاسی بر قیمت طلا پرداختند. بر اساس نتایج رابطه مثبتی بین ریسک سیاسی و قیمت طلا وجود دارد. بر اساس نتایج نرخ ارز و نرخ بهره بر بازده طلا تأثیر منفی دارد.

ساروایا^۳ و همکاران (۲۰۲۲)؛ به پیش‌بینی قیمت طلا با استفاده از سری زمانی قیمتی آن طی هفت سال با استفاده از الگو ARIMA و LSTM و مقایسه عملکرد دو الگو می‌پردازد که در انتها الگو LSTM پیش‌بینی دقیق‌تری نسبت به الگو کلاسیک ARIMA داشت.

ماینال و همکاران (۲۰۲۳)؛ ارتباط بین قیمت طلا و متغیرهای مختلف را بررسی نمودند و بدین نتیجه دست یافتند متغیرهای تورم، تولید ناخالص داخلی، شاخص‌های بازار سهام، قیمت نفت خام و نرخ ارز خارجی تأثیر معناداری بر قیمت طلا دارند؛ اما متغیر کسری بودجه دولت تأثیر معناداری بر این قیمت این متغیر ندارد.

نیسارگا و ماریستی (۲۰۲۳)؛ به بررسی عوامل مؤثر بر قیمت طلا در هند پرداختند. در این تحقیق الگوهای تقاضای منطقه‌ای، جشنواره، سیاست‌های دولتی و قوانین واردات/صادرات مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج بیانگر تأثیر معنادار مابین متغیرها است. **حسینی (۲۰۲۳)**؛ به بررسی رابطه علی بین قیمت جهانی نفت و قیمت طلا پرداختند. برای این منظور، بازه زمانی مورد تحقیق به دو گروه تقسیم شده و به عنوان پیش از همه‌گیری و پس از همه‌گیری ارزیابی شد. مجموعه داده‌های مورد نیاز برای تحقیق به صورت روزانه در بازه زمانی ژانویه ۲۰۱۱ تا ژوئن ۲۰۲۲ میلادی استخراج شده است. برای تعیین اینکه آیا رابطه بلندمدت بین دو متغیر وجود دارد یا خیر از آزمون انگل گرنجر استفاده شد. سعی شد جهت رابطه با استفاده از آزمون علیت گرنجر مشخص شود. نتایج بیانگر این واقعیت است که رابطه علیت یک طرفه از قیمت طلا به قیمت نفت، قبل از همه‌گیری وجود دارد.

یان و همکاران (۲۰۲۴)؛ اقدام به شناسایی عوامل مؤثر بر قیمت طلا با استفاده از رویکرد شبکه عصبی عمیق نمودند. بر اساس نتایج نرخ بهره جهانی مهم‌ترین عامل مؤثر بر قیمت طلا شناسایی شد. بعد از این متغیر قیمت نفت، رشد اقتصادی و رابطه مبادله‌ای دلار-یورو بالاترین تأثیر را بر نوسانات جهانی قیمت طلا دارد.

۲-۲- پیشینه مطالعات داخلی

بشارت‌نیا و همکاران (۱۳۹۵)؛ اقدام به پیش‌بینی قیمت طلا جهانی با استفاده از عوامل قیمت نفت، تولید ناخالصی ملی، نرخ بهره، نرخ تورم، تولید جهانی فلز طلا و قیمت نقره به عنوان متغیرهای ورودی با استفاده از شبکه عصبی پرداخته‌اند،

¹ Hatamlou & Deljavan

³ Sailaja

² Yuan, Lee & Chiu

همچنین از شبکه عصبی پیشخور چندلایه استفاده شده که در نهایت یک شبکه پیشخور دو لایه ۶-۳۰-۱ N باریشه میانگین مربعات خطای ۰/۱۲۷ به عنوان بهترین الگو پیش‌بینی قیمت طلا انتخاب شده است و نسبت به مقالات قبلی ۱/۸ درصد بهبود در قدرت پیش‌بینی شبکه حاصل شده است. یافته‌های این الگو با سری زمانی از نوع ARIMA و رگرسیون مقایسه شد که بعد از شبکه عصبی، ARIMA در رتبه دوم دقت پیش‌بینی قرار گرفت.

کاظم‌زاده، ابراهیمی و بهنام (۱۳۹۸)، در تحقیق خود به پیش‌بینی قیمت طلا در ایران با استفاده از رگرسیون داده‌ها و با تواتر متفاوت طی دوره ۱۳۷۶-۱۳۹۶ شمسی پرداخته‌اند. برای این منظور از متغیرهای سری زمانی به صورت سالیانه، فصلی، ماهیانه و حتی روزانه و با تجمع آنها در یک رگرسیون، استفاده شد. در این رگرسیون از داده‌های ماهیانه نرخ ارز، شاخص کل بورس و قیمت اونس جهانی و از متغیرهای مجازی مانند نوسانات سیاسی، هیجانات بازار و فصل تابستان به عنوان متغیرهای تأثیرگذار بر سکه طلا بهره‌برداری شده است. اعتبارسنجی الگو حاکی از آن است که الگو پیشنهادی قدرت پیش‌بینی دقیق‌تری در دامنه داده‌های پرتواتر دارد.

حدادی، نادمی و فرهادی (۱۳۹۹)، تحقیق خود را با هدف معرفی یک الگوی ترکیبی از الگوهای کاپولا و گارچ کلاسیک و مقایسه آن با الگوهای خانواده گارچ برای پیش‌بینی روند حرکت قیمت جهانی طلا طی دوره ۲۰۰۰-۲۰۱۸ انجام داده‌اند. یافته‌ها نشان داد در پیش‌بینی کوتاه‌مدت، الگو کاپولای نرمال با توزیع حاشیه‌ای GARCH-t و در پیش‌بینی بلندمدت، الگو کاپولای تی با توزیع حاشیه‌ای GARCH-t عملکرد بهتری نسبت به الگوهای رقیب دارند؛ هم‌چنین، نتایج نشان داد الگو ترکیبی پیشنهادی، توانایی و ظرفیت زیادی برای پیش‌بینی روند حرکت قیمت طلای جهانی دارد.

خانی و همکاران (۱۴۰۰)؛ اقدام به بررسی رهیافت پویایی سیستم برای پیش‌بینی قیمت طلا در کشور ایران، در بازه زمانی ۱۳۸۹-۱۴۰۵ شمسی پرداختند. شبیه‌سازی با نرم‌افزار ونسیم انجام شده است. مقاله مذکور در سناریوهای مختلفی به شبیه‌سازی تغییر حجم نقدینگی، شاخص قیمت مصرف‌کننده و نرخ بهره بانکی بر بازار طلا پرداخته است. نتایج نشان می‌دهد قیمت طلا نه تنها متأثر از قیمت اونس جهانی و ارزش دلار است؛ بلکه کنترل نقدینگی و مهار تورم نقش بسزایی در ثبات بازار طلا خواهد داشت. نتایج مؤید این موضوع است که حجم نقدینگی و شاخص قیمت مصرف‌کننده تأثیر مستقیم و نقش قابل توجهی در افزایش قیمت طلا دارد؛ همچنین، یافته‌ها نشان می‌دهد تغییر نرخ بهره بانکی تأثیری بر تغییر قیمت طلا تأثیر ندارد.

گرگ‌بندی و همکاران (۱۴۰۲)؛ اقدام به پیش‌بینی روند کوتاه مدت قیمت طلا در بازار فارکس با استفاده از شبکه‌های عصبی عمیق نمودند. نتایج بیانگر این است که الگو طراحی شده تا حداقل دقت ۶۰ درصد در پیش‌بینی روند کوتاه مدت قیمت طلا می‌تواند با دقت عمل نماید.

حسینی و همکاران (۱۴۰۲)؛ با استفاده از الگوهای یادگیری عمیق و به طور مشخص تر شبکه حافظه بلند کوتاه مدت (LSTM)، روند حرکت قیمتی طلا را پیش‌بینی نمودند. با توجه به نتایج و مقادیر خطای به‌دست آمده، شبکه LSTM می‌تواند به عنوان ابزاری قدرتمند به منظور پیش‌بینی قیمت طلا مورد استفاده قرار بگیرد.

خونساریان و همکاران (۱۴۰۲)؛ اقدام به پیش‌بینی قیمت، تشکیل سبد سهام بهینه پرداختند. هدف از این تحقیق پیش‌بینی قیمت دارایی‌های مالی نظیر چندین سهام بورس، طلا، سکه و تعدادی از ارزهای دیجیتال با استفاده از الگو شبکه عصبی LSTM و سپس تشکیل سبد سهام بهینه با محاسبه میزان بازده، ریسک و معیار شارپ است. داده‌های استفاده شده از آرشو وب‌سایت بورس و اوراق بهادار تهران، وب‌سایت شبکه اطلاع‌رسانی طلا، سکه و ارز و همچنین وب‌سایت خرید و فروش

ارزهای دیجیتال است. سری زمانی قیمت دارایی‌های مورد بررسی طی سال‌های ۲۰۱۷ تا ۲۰۲۰ میلادی است. همچنین برای ساخت الگو و تحلیل داده‌ها از زبان برنامه‌نویسی پایتون و نرم‌افزار گفی استفاده شده است. در پایان مشخص شد الگو شبکه عصبی LSTM قادر به پیش‌بینی قیمت دارایی‌های مالی با میزان خطای بسیار کم در هر دارایی است.

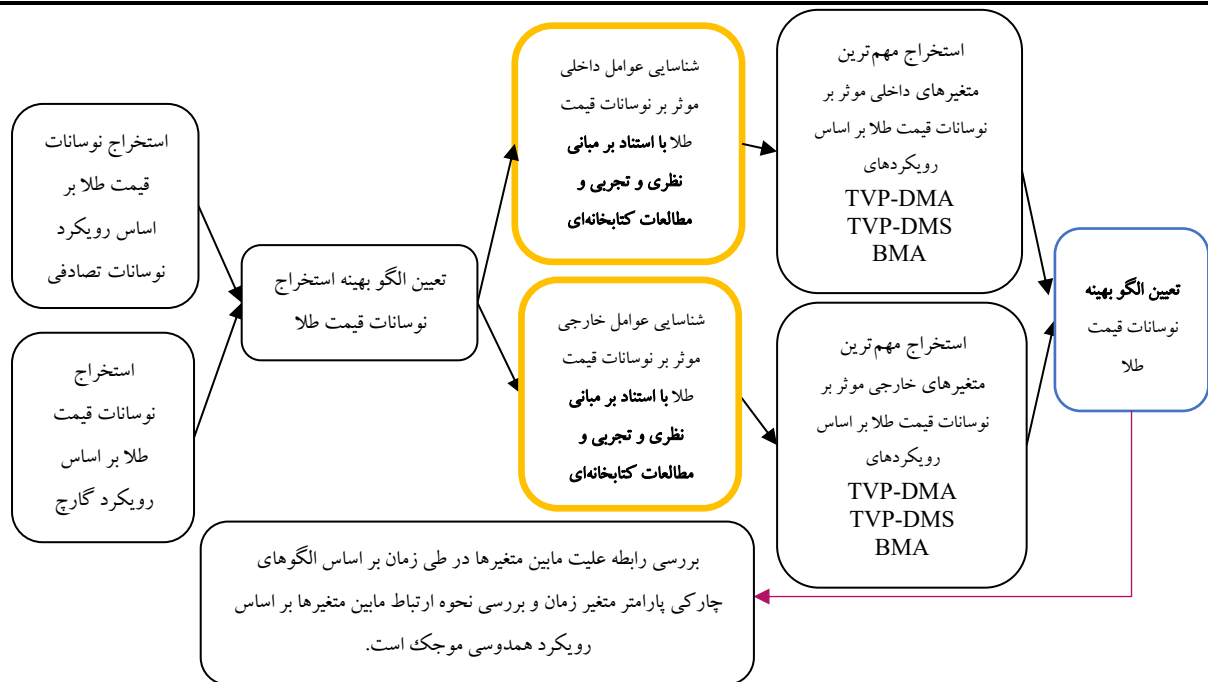
زاهدی و همکاران (۱۴۰۲)؛ اقدام به بررسی تشکیل و سرایت حباب در بازارهای مالی بورس اوراق بهادار، ارز و طلا پرداختند. نتایج تجزیه و تحلیل آزمون ریشه واحد راست دنباله نشان از وجود حباب در هر سه بازار مورد تحقیق دارد؛ و نتایج تجزیه و تحلیل آزمون‌های خود رگرسیون برداری و توابع کاپولا (مفصلی) نشان می‌دهد ساختار وابستگی بین سه بازار مالی کاملاً پویا بوده و این وابستگی زمانی که بازار در رژیم رونق است نسبت به رژیم رکود بیش‌تر است؛ همچنین وابستگی دنباله‌ای بین سکه طلا و نرخ ارز به مراتب قوی‌تر از وابستگی بین بورس و طلا است.

محمد نژادی پاشاگی و همکاران (۱۴۰۲)؛ اقدام به اندازه‌گیری و تحلیل اثرات سرریز بین بازارهای سهام، ارز، سکه طلا، نفت و مسکن پرداختند. بدین منظور داده‌های روزانه مربوط به شاخص سهام، نرخ ارز (دلار)، سکه طلا، نفت و مسکن طی دوره زمانی دوازده ساله شامل ابتدای سال ۱۳۸۸ الی پایان سال ۱۳۹۹ با استفاده از الگو VARMA-BEKK-AGARCH مورد بررسی و سنجش قرار گرفت. نتایج حاصل از برآورد الگو، سرریز بازده از بازار ارز به بازار سهام و از بازار سهام به مسکن و سرریز شوک از بازارهای ارز، سکه طلا و نفت به بازار سهام و سرریز نوسان از بازارهای ارز و سکه طلا به بازار سهام و از بازار سهام به بازار مسکن را نشان می‌دهد. همچنین اثر اهرمی شوک‌ها فقط در مورد شوک‌های وارده از بازار سهام به بازار مسکن مشاهده شد.

در شکاف مطالعاتی داخلی و خارجی کاملاً مشهود است که تحقیقات داخلی و خارجی صرفاً بر اساس شاخص‌های کلان جهانی و بازارهای رقیبی چون نفت، ارز، سهام و ... صورت گرفته و هیچگونه توجهی به شاخص‌های درون بازاری و نوسانات درونی بازار طلا صورت نپذیرفته است، برای اولین بار در تحقیقات داخلی به این نوسانات نیز در الگوسازی قیمت طلا توجه شده است؛ شکاف دوم مطالعه حاضر بیانگر عدم یک الگوی مشخص در پیش‌بینی قیمت طلا است؛ به گونه‌ای که هر محقق به صورت جداگانه اقدام به شناسایی متغیرهای اثرگذار بر پیش‌بینی قیمت طلا نموده است؛ در جمع‌بندی نتایج مطالعه با سایر مطالعات مشابه می‌توان بیان داشت در مطالعه حاضر برخلاف مطالعات پیشین به هر دو بعد عوامل داخل و خارج بازار مؤثر بر نوسانات طلا پرداخته و برای اولین بار در مطالعات داخلی به الگوسازی نوسانات این بازار بر اساس رویکردهای بیزینس غیر خطی، همدوسی موجک و الگوهای چارکی پارامتر متغیر زمان پرداخته شده است.

۳- روش تحقیق

مطالعه حاضر کاربردی است و هدف اصلی آن شناسایی مهم‌ترین متغیرهای مؤثر بر نوسانات قیمت طلا است. دلیل انتخاب این موضوع، وجود خلأ تحقیقاتی در حوزه الگوسازی این فلز گران‌بها است. در بیشتر مطالعات پیشین، متغیرها به صلاح‌دید محققان در الگوسازی لحاظ شده‌اند. در حالی که در این مطالعه، بر اساس الگوهای بیزی غیرخطی پویا، متغیرهای بهینه برای پیش‌بینی قیمت طلا استخراج و محقق از اعمال نظر شخصی در تعیین متغیرها اجتناب ورزیده است. این مطالعه جزو مطالعه‌های اکتشافی محسوب می‌شود، زیرا درصدد الگوسازی پیش‌بینی قیمت طلا با هدف ارتقای دقت الگوسازی است. افق زمانی این مطالعه، یک دوره ۱۲ ساله از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۲ میلادی و داده‌ها با تواتر ماهانه جمع‌آوری شده‌اند. فرآیند انجام مطالعه در (نمودار ۱) ترسیم شده است. این مطالعه با بهره‌گیری از رویکردهای علمی و الگوهای نوین آماری، تلاش می‌کند چارچوبی بهینه برای تحلیل و پیش‌بینی نوسانات قیمت طلا ارائه دهد.



نمودار ۱. فرآیند انجام مطالعه

بر اساس (نمودار ۱)، فرآیند مطالعه به شرح زیر است: ابتدا نوسانات قیمت طلا استخراج شد. برای این منظور از دو رویکرد شامل الگوی گارچ و الگوی نوسان تصادفی استفاده و دقت این دو الگو با یکدیگر مقایسه شد. سپس با تکیه بر مبانی نظری و مطالعات تجربی، متغیرهای مؤثر بر نوسانات قیمت طلا در سطح داخلی و خارجی شناسایی شدند. در ادامه، با استفاده از الگوهای میانگین‌گیری بیزی، میانگین‌گیری پویا و میانگین‌گیری انتخابی، مهم‌ترین متغیرهای غیرشکننده مؤثر بر نوسانات قیمت طلا مشخص و بر پایه نتایج حاصل، الگوی بهینه‌ای برای تحلیل نوسانات قیمت طلا استخراج شد. در نهایت، با استفاده از رویکرد همدوسی موجد، رابطه علیت میان متغیرها در طول زمان بر اساس الگوهای خودرگرسیون برداری پارامتر متغیر زمان مورد بررسی قرار گرفت و نحوه ارتباط بین متغیرها تحلیل شد.

جدول ۱. عوامل مؤثر بر نوسانات قیمت طلا

عوامل	شاخص	محققین
عوامل کلان	شاخص دلار	کیان و همکاران، ۲۰۱۹؛ نیسارگا و ماریستی، ۲۰۲۳؛ سایلاجا ^۱ و همکاران، ۲۰۲۲ و دینگ و همکاران، ۲۰۲۲
	نرخ وجوه فدرال رزرو	کیان و همکاران، ۲۰۱۹؛ نیسارگا و ماریستی، ۲۰۲۳ و سایلاجا و همکاران، ۲۰۲۲
	CPI	کیان و همکاران، ۲۰۱۹؛ نیسارگا و ماریستی، ۲۰۲۳ و سایلاجا و همکاران، ۲۰۲۲
	نرخ ارز	کیان و همکاران، ۲۰۱۹؛ نیسارگا و ماریستی، ۲۰۲۳؛ سایلاجا و همکاران، ۲۰۲۲؛ ژانگ ^۲ و همکاران، ۲۰۲۰ و دینگ و همکاران، ۲۰۲۲
	قیمت نفت	کیان و همکاران، ۲۰۱۹؛ نیسارگا و ماریستی، ۲۰۲۳؛ سایلاجا و همکاران، ۲۰۲۲؛ طنین ^۳ و همکاران، ۲۰۲۲؛ ژانگ و همکاران، ۲۰۲۰ و داگا ^۴ و همکاران، ۲۰۲۰
	بازدهی سهام داو جونز	کیان و همکاران، ۲۰۱۹؛ نیسارگا و ماریستی، ۲۰۲۳؛ سایلاجا و همکاران، ۲۰۲۲ و دینگ و همکاران، ۲۰۲۲
	بازدهی سهام S&P 500	سایلاجا و همکاران، ۲۰۲۲ و دینگ و همکاران، ۲۰۲۲

^۱ Sailaja^۲ Zhang^۳ Tanin^۴ Daga

عوامل	شاخص	محققین
	تولید ناخالص داخلی	سایلاجا و همکاران، ۲۰۲۲
	کسری بودجه	سایلاجا و همکاران، ۲۰۲۲
	واردات و صادرات طلا	پرادپ ^۱ ۲۰۲۲ و والاب ^۲ ، ۲۰۲۲
	ریسک ژئوپلیتیک	چیانگ ^۳ ، ۲۰۲۲
	نااطمینانی اقتصادی	چیانگ، ۲۰۲۲
	بیماری‌های اپیدمی	طنین و همکاران، ۲۰۲۲
	نرخ بهره جهانی	چوداری ^۴ ۲۰۲۱ و دینگ و همکاران، ۲۰۲۲
	ریسک سیاسی	دینگ و همکاران، ۲۰۲۲
	قیمت پلاتین	یوان، چینو و لی، ۲۰۲۰
	قیمت پالادیوم	یوان، چینو و لی، ۲۰۲۰
	قیمت نقره	یوان، چینو و لی، ۲۰۲۰
	شاخص رمز ارزها	یوان، چینو و لی، ۲۰۲۰
	RSI (شاخص قدرت نرخ بهره) ^۵	صادقی ^۶ ، ۲۰۱۹؛ اسحاق ^۷ ، ۲۰۱۹؛ هو، ۲۰۲۱ و ژائو، ۲۰۱۷
	SMA (میانگین متحرک ساده)	صادقی، ۲۰۱۹؛ اسحاق، ۲۰۱۹؛ هو، ۲۰۲۱ و ژائو، ۲۰۱۷
	Bands (نوارهای بولینجر ^۸)	صادقی، ۲۰۱۹؛ اسحاق، ۲۰۱۹؛ هو، ۲۰۲۱ و ژائو، ۲۰۱۷
	MACD (دیفرانسیل ماهیانه درصدهای حرکت متوسط ^۹)	صادقی، ۲۰۱۹؛ اسحاق، ۲۰۱۹؛ هو، ۲۰۲۱ و ژائو، ۲۰۱۷
	Retracement (بازگشت فیبوناچی ^{۱۰})	صادقی، ۲۰۱۹؛ اسحاق، ۲۰۱۹؛ هو، ۲۰۲۱ و ژائو، ۲۰۱۷
	ADX (شاخص جهت در بازار ^{۱۱})	صادقی، ۲۰۱۹؛ اسحاق، ۲۰۱۹؛ هو، ۲۰۲۱ و ژائو، ۲۰۱۷
عوامل خرد	Oscillator (نوسان سهام)	صادقی، ۲۰۱۹؛ اسحاق، ۲۰۱۹؛ هو، ۲۰۲۱ و ژائو، ۲۰۱۷
(درون بازار)	ATR (متوسط دامنه حقیقی ^{۱۲})	صادقی، ۲۰۱۹؛ اسحاق، ۲۰۱۹؛ هو، ۲۰۲۱ و ژائو، ۲۰۱۷
	Ichimoku Cloud ابر	اسحاق، ۲۰۱۹؛ هو، ۲۰۲۱ و ژائو، ۲۰۱۷
	پیوت پوینت	اسحاق، ۲۰۱۹؛ هو، ۲۰۲۱ و ژائو، ۲۰۱۷
	pivot point woodie	اسحاق، ۲۰۱۹؛ هو، ۲۰۲۱ و ژائو، ۲۰۱۷
	Pivot Point DeMark	اسحاق، ۲۰۱۹؛ هو، ۲۰۲۱ و ژائو، ۲۰۱۷
	Pivot Point Camarilla	اسحاق، ۲۰۱۹؛ هو، ۲۰۲۱ و ژائو، ۲۰۱۷
	Pivot Point Floor	اسحاق، ۲۰۱۹؛ هو، ۲۰۲۱ و ژائو، ۲۰۱۷
	Pivot Point Fibonacci	اسحاق، ۲۰۱۹؛ هو، ۲۰۲۱ و ژائو، ۲۰۱۷

در (جدول ۱)، عوامل داخلی و خارجی مؤثر بر نوسانات قیمت طلا به همراه مراجع مرتبط با هر متغیر ارائه شده است، و (جدول ۲) رویکردهای مختلف برآوردی مورد استفاده در این مطالعه را نمایش می‌دهد.

¹ Pradeep² Vallabh³ Chiang⁴ Choudhary⁵ Relative Strength Index⁶ Sadeghi⁷ Eshaq⁸ Hu⁹ Zhao¹⁰ Bollinger Bands¹¹ Moving Average Convergence Divergence¹² Fibonacci¹³ Average Directional Movement¹⁴ Average True Range

جدول ۲. الگوهای استفاده شده در مطالعه

دسته	الگو	علت استفاده
استخراج نوسان	GARCH	جهت استخراج نوسانات قیمت طلا
	SV	جهت استخراج نوسانات قیمت طلا
الگوساز	TVP-DMA	جهت شناسایی مهم‌ترین متغیرهای مؤثر بر نوسانات قیمت طلا
	TVP-DMS	جهت شناسایی مهم‌ترین متغیرهای مؤثر بر نوسانات قیمت طلا
	BMA	جهت شناسایی مهم‌ترین متغیرهای مؤثر بر نوسانات قیمت طلا
مؤلفه‌ساز	PCA	جهت شاخص‌سازی متغیرهای منتخب عوامل داخلی و خارجی مؤثر بر نوسانات قیمت طلا
برآوردگر	CWT	جهت بررسی رابطه مابین متغیرهای مؤثر بر نوسانات قیمت طلا در مقیاس‌های زمانی مختلف
	TVP-Q-VAR	جهت بررسی علیت مابین متغیرهای مؤثر بر نوسانات قیمت طلا در بازه‌های زمانی مختلف

۴- برآورد الگو

۴-۱- استخراج نوسان قیمت طلا

جهت استخراج نوسان قیمت طلا از دو رویکرد گارچ و نوسان تصادفی بهره گرفته می‌شود. نتایج این امر در (جدول ۳)، ارائه شده است.

جدول ۳. مقایسه نتایج گارچ و نوسان تصادفی

الگو	میزان خطا MSFE
نوسان تصادفی	۰/۰۳۷۲
گارچ	۰/۰۹۳۶

بر اساس نتایج جدول ۴، الگوی نوسان تصادفی دقت بالاتری نسبت به الگوی گارچ نشان داده است؛ بنابراین از این الگو برای استخراج عدم اطمینان قیمت طلا استفاده می‌شود. در ادامه، مقایسه‌ای میان کارایی برآورد بر اساس الگوهای TVP و الگوهای سنتی حداقل مربعات معمولی سنتی^۱ OLS انجام شده است، که برای این منظور، مقدار راست‌نمایی LR^۲ دو الگو در (جدول ۴) ارائه شده است.

جدول ۴. تست LR^۳ مقایسه کارایی الگوهای TVP با OLS

LR	lnL
$\chi^2 = 29.82^{***}$	OLS ۱۱۰/۱۲
	TVP ۵۱۹/۴۵

***: در سطح ۱٪ معنادار است.

مأخذ: محاسبات محقق

^۱ Ordinary Least Squares

^۲ آزمون حداکثر راست‌نمایی از جمله آزمون‌های مقایسه‌ای میان رگرسیون‌های مقید و نامقید است. در این تخمین، الگوی TVP به‌عنوان نماینده الگوی نامقید و الگوی OLS به‌عنوان نماینده الگوی مقید در نظر گرفته شده‌اند. اگر قید اعمال‌شده بر تابع نامقید شدید باشد، این امر نشان‌دهنده تفاوت معنادار در دقت الگوهای مقید و نامقید است و استفاده از الگوی TVP توصیه می‌شود. در مقابل، اگر قید اعمال‌شده ضعیف باشد، نتایج دو الگو یکسان خواهد بود و در این حالت، استفاده از الگوی OLS ترجیح داده می‌شود.

^۳ آزمون حداکثر راست‌نمایی از نوع آزمون‌های مقایسه رگرسیون‌های مقید و نامقید است. بر این اساس در تخمین حاضر الگو TVP نماینده الگو نامقید و الگو OLS نماینده الگو مقید است. اگر قید اعمال‌شده بر تابع نامقید شدید باشد؛ بیانگر متفاوت بودن دقت الگوهای مقید و نامقید بوده و در نتیجه بهتر است از الگو TVP استفاده نماییم. در صورتی که قید اعمال‌شده بر تابع نامقید ضعیف باشد بیانگر یکسان بودن نتایج الگوهای مقید و نامقید بوده و بهتر است در این حالت از الگو OLS استفاده نماییم.

نتایج آزمون LR در (جدول ۶) نشان می‌دهد که الگوی TVP دارای نرخ راست‌نمایی بالاتری (۵۱۹.۴۵) در مقابل (۱۱۰.۱۲) نسبت به الگوی حداقل مربعات معمولی (OLS) است؛ بنابراین، برآورد بر اساس رویکردهای TVP (غیرخطی) در مقایسه با الگوهای OLS (خطی)، از کارایی بالاتری برخوردار است.

۲-۴- شناسایی مهم‌ترین متغیرهای مؤثر بر نوسان قیمت طلا

در ادامه، مهم‌ترین متغیرهای مؤثر بر نوسانات قیمت طلا شناسایی شده‌اند. دوره زمانی آموزش پیش‌بینی از ژانویه ۲۰۱۰ تا دسامبر ۲۰۲۰ و دوره ارزیابی عملکرد پیش‌بینی از ژانویه ۲۰۲۱ تا دسامبر ۲۰۲۲ در نظر گرفته شده است.^۱ در این بخش، از پیش‌بینی درون‌نمونه‌ای استفاده شده است، زیرا هدف تعیین الگوی بهینه برای متغیرهایی با بیشترین تأثیر بر نوسانات قیمت طلا است (جدول ۵). برای ارزیابی عملکرد پیش‌بینی، از شاخص Log(PL) استفاده شده است (لی و همکاران، ۲۰۲۲ و کوپ و همکاران، ۲۰۲۴).

جدول ۵. معیارهای عملکرد پیش‌بینی در افق‌های پیش‌بینی مختلف

دوره پیش‌بینی	h=1	h=4	h=8
	Log (PL)	Log (PL)	Log (PL)
$TVP - AR(1) - X \quad DMA(\alpha = \lambda = 0.99)$	۹۷/۰۹۱	۹۱/۹۶۹	۸۶/۶۰۸
$TVP - AR(1) - X \quad DMA(\alpha = \lambda = 0.95)$	۱۰۷/۴۴۰	۱۰۱/۵۹۱	۹۵/۹۳۹
$TVP - AR(1) - X \quad DMA(\alpha = \lambda = 0.90)$	۱۰۹/۸۲۲	۱۰۳/۲۹۸	۹۷/۳۴۲
$TVP - AR(1) - X \quad DMS(\alpha = \lambda = 0.99)$	۹۸/۱۸۹	۹۲/۱۰۱	۸۳/۷۷۶
$TVP - AR(1) - X \quad DMS(\alpha = \lambda = 0.95)$	۱۱۱/۳۱۷	۱۰۵/۷۰۶	۱۰۰/۰۴۲
$TVP - AR(1) - X \quad DMS(\alpha = \lambda = 0.90)$	۱۴۱/۲۱۵	۲۱۹/۵۹۶	۱۲۰/۰۴۰
$TVP - AR(1) - X \quad DMA(\alpha = 0.99, \lambda = 1)$	۷۳/۷۶۹	۸۸/۷۵۳	۸۸/۹۵۱
$TVP - AR(1) - X \quad DMA(\alpha = 0.95, \lambda = 1)$	۱۰۰/۰۲۸	۹۶/۷۴۶	۹۶/۰۱۹
$TVP - AR(1) - X \quad BMA(\alpha = \lambda = 1)$	۱۵۴/۴۵۰	۱۳۱/۳۵۶	۱۰۰/۱۸۰

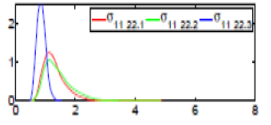
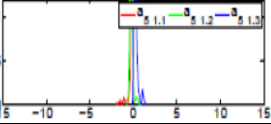
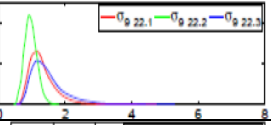
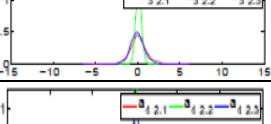
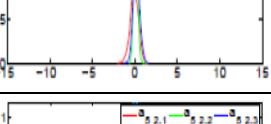
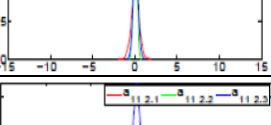
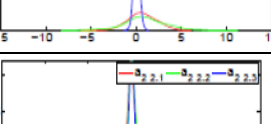
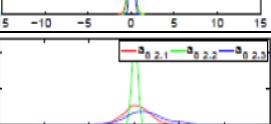
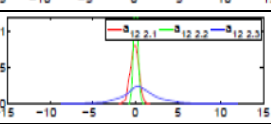
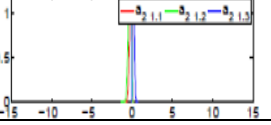
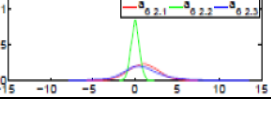
بر اساس نتایج الگو BMA، این الگو در تمامی بازه‌های زمانی $h=1, 4, 8$ عملکرد مطلوب‌تری از خود نشان داده است. بنابراین، در ادامه به بررسی جزئیات نتایج این الگو پرداخته می‌شود. در این مرحله، مطابق با رویکرد کوپ و همکاران (۲۰۲۴)، با استفاده از میزان احتمال توزیع پسین و پیشین، در سه مرحله متوالی از میان ۳۵ متغیر معرفی شده، ۱۲ متغیر انتخاب شدند. متغیرهای غیرشککننده مؤثر در پیش‌بینی نوسانات قیمت طلا، به همراه ضریب اثرگذاری و احتمال حضور در الگوی بهینه پیش‌بینی قیمت طلا، در (جدول ۶) ارائه شده است. ستون آخر جدول نیز اولویت‌بندی اهمیت عوامل مؤثر بر پیش‌بینی قیمت طلا را نشان می‌دهد.

جدول (۶) توزیع پسین، پیشین و مشترک مابین آنها را نمایش می‌دهد؛ بر اساس نتایج مشهود است که متغیرهای ۱۲ گانه فوق از وضعیت مناسبی برخوردارند؛ لازم به ذکر است با افزایش سطح اولویت پراکندگی و سطح توزیع مشترک متغیرهای تحقیق بدتر شده است. با توجه به اینکه از یک تابع بیزین بهره گرفته شده است در کنار ضریب اثرگذاری میزان احتمال اثرگذاری ضریب نیز باید در نظر گرفته شود. بر اساس نتایج برآورد روش بیزین، الگوی ریاضی تحقیق به شرح زیر خواهد بود.

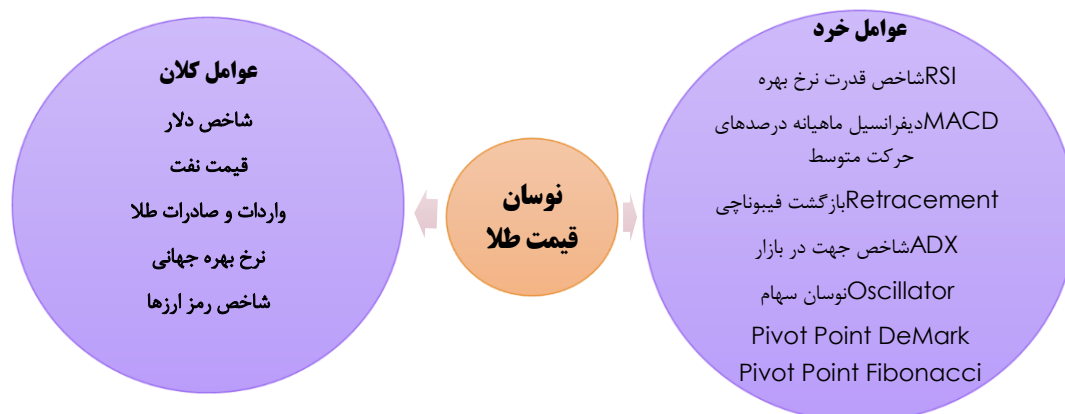
^۱ در این رویکرد از بخشی از داده‌ها جهت آموزش الگو و از بخشی جهت پیش‌بینی و محاسبه میزان دقت الگوها بهره گرفته می‌شود.

$$\begin{aligned}
&= 0.174 \text{Pr}(0.522) Z1 - 0.160 \text{Pr}(0.740) Z2 + 0.183 \text{Pr}(0.553) Z3 \\
&+ 0.373 \text{Pr}(0.691) Z4 + 0.287 \text{Pr}(0.742) Z5 + 0.153 \text{Pr}(0.711) Z6 \\
&+ 0.037 \text{Pr}(0.523) Z7 - 0.155 \text{Pr}(0.703) Z8 - 0.369 \text{Pr}(0.566) Z9 \\
&+ 0.190 \text{Pr}(0.647) Z10 + 0.283 \text{Pr}(0.974) Z11 + 0.247 \text{Pr}(0.624) Z12
\end{aligned}$$

جدول ۶. شناسایی و اولویت‌بندی متغیرهای مؤثر بر نوسان قیمت طلا در الگو بهینه

نماد	متغیر	نمونه شامل ۰/۵ میلیون رگرسیون		نسبت رگرسیون‌ها با $ t \geq 2$	اولویت	توزیع مشترک
		ضریب پسین	احتمال پسین			
Z1	شاخص دلار	۰/۱۷۴	۰/۵۲۲	۰/۵۴۳	۱۲	
Z2	قیمت نفت	-۰/۱۶۰	۰/۷۱۲	۰/۷۴۰	۳	
Z3	واردات و صادرات طلا	۰/۱۸۳	۰/۵۵۳	۰/۵۷۵	۱۰	
Z4	نرخ بهره جهانی	۰/۳۷۳	۰/۶۹۱	۰/۷۱۹	۶	
Z5	شاخص رمز ارزها	۰/۲۸۷	۰/۷۴۲	۰/۷۷۲	۲	
Z6	RSI (شاخص قدرت نرخ بهره)	۰/۱۵۳	۰/۷۱۱	۰/۷۳۹	۴	
Z7	MACD (دیفرانسیل ماهیانه درصدیهای حرکت متوسط)	۰/۰۳۷	۰/۵۲۳	۰/۵۴۴	۱۱	
Z8	Retracement (بازگشت فیبوناچی)	-۰/۱۵۵	۰/۷۰۳	۰/۷۳۱	۵	
Z9	ADX (شاخص جهت در بازار)	-۰/۳۶۹	۰/۵۶۶	۰/۵۸۹	۹	
Z10	Oscillator (نوسان سهام)	۰/۱۹۰	۰/۶۴۷	۰/۶۷۳	۷	
Z11	Pivot Point DeMark	۰/۲۸۳	۰/۹۷۴	۰/۹۱۳	۱	
Z12	Pivot Point Fibonacci	۰/۲۴۷	۰/۶۲۴	۰/۶۴۹	۸	

همان‌طور که تشریح شد، در الگوهای بیزین، برخلاف روش‌های کلاسیک که صرفاً یک الگو برآورد می‌شود، مجموعه‌ای از الگوها برآورد شده و میانگین‌گیری از آنها صورت می‌گیرد. بنابراین، نمی‌توان تنها بر اساس آماره t یک الگو اظهار نظر نمود؛ بلکه باید از نسبت آماره t برای اولویت‌بندی و شناسایی متغیرهای غیرشکسته استفاده کرد. به‌عنوان نمونه، نسبت آماره t برای متغیر شاخص دلار برابر با $۰/۵۴۳$ بوده است. این بدان معناست که با توجه به (جدول ۶)، برای دستیابی به نتایج بهینه، $۰/۵$ میلیون رگرسیون برای تمامی حالت‌ها برآورد شده و متغیر شاخص دلار در ۱۰۰ هزار الگو حضور داشته است. از این تعداد، در ۵۴۳ هزار حالت، آماره t این متغیر بزرگتر از ۲ بوده و معنادار است. در تفسیر ضرایب الگوی میانگین‌گیری، برخلاف الگوهای کلاسیک که صرفاً به میزان اثرگذاری ضرایب پرداخته می‌شود، علاوه بر آن، میزان احتمال وقوع و حضور متغیر غیرشکسته نیز بررسی می‌گردد. به‌عنوان مثال، شاخص دلار با ضریب اثرگذاری ۰.۱۷۴ بر نوسانات قیمت طلا تأثیرگذار بوده و میزان صحت این ضریب برابر با $۰/۵۲۲$ است؛ به عبارتی، احتمال حضور این متغیر در الگوی پیش‌بینی نوسانات قیمت طلا برابر با $۰/۵۲۲$ است. این تحلیل برای سایر متغیرها نیز قابل ارائه است. بر اساس نتایج، الگوی مفهومی مطالعه به‌صورت (نمودار ۲) است.



نمودار ۲. الگو نهایی تحقیق (منبع: محاسبات محقق)

۳-۴- مؤلفه‌سازی عوامل داخلی و خارجی

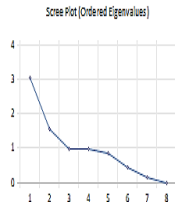
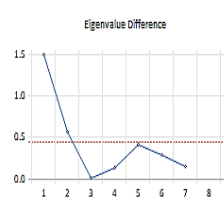
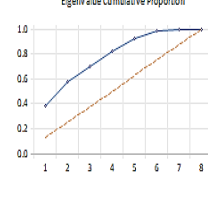
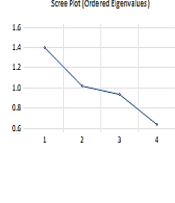
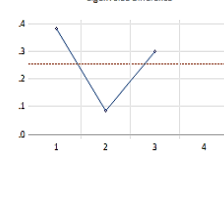
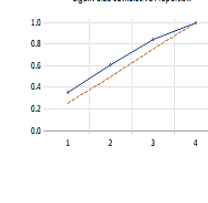
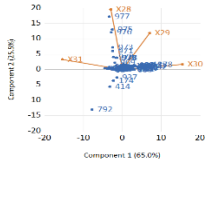
برای شاخص‌سازی متغیرهای ۱۲ گانه مؤثر بر نوسانات قیمت طلا، از روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) استفاده خواهد شد که در نرم‌افزار EViews.12 پیاده‌سازی می‌شود. تعداد مؤلفه‌های استخراج شده در هر الگو برابر با تعداد متغیرهای مورد بررسی است؛ با این حال، معمولاً تنها تعداد خاصی از این مؤلفه‌ها انتخاب می‌شوند. به‌طور معمول، دو یا سه مؤلفه اول مقدار قابل توجهی از پراکندگی داده‌ها را توضیح می‌دهند و بنابراین انتخاب دو یا سه مؤلفه اول برای ادامه تحلیل کافی است. با این حال، در برخی موارد لازم است معیارهای دیگری نیز برای تعیین تعداد مؤلفه‌های لازم در نظر گرفته شود. این معیارها عبارتند از:

الف: آزمون اسکری: (Scree Test) در این آزمون، مقادیر ویژه در برابر مؤلفه‌های اصلی ترسیم می‌شود تا تغییرات در میزان اهمیت مقادیر ویژه برای هر مؤلفه اصلی نشان داده شود. نقطه شکست در نمودار، حداکثر تعداد مؤلفه‌های اصلی که باید در نظر گرفته شوند را مشخص می‌کند. معمولاً تعداد مؤلفه‌ها انتخابی باید کمتر از نقطه شکست باشد. بر این اساس، در جدول (۷)، انتخاب مؤلفه اول یا دو مؤلفه اول پیشنهاد می‌شود.

ب: ارزش ویژه: (Eigenvalue) در این معیار، مؤلفه‌هایی که مقدار ویژه آنها بزرگتر از یک است، برای ادامه تحلیل انتخاب می‌شوند و سایر مؤلفه‌ها کنار گذاشته می‌شوند.

ج: واریانس: مؤلفه‌هایی که درصد بیشتری از پراکندگی داده‌ها را توضیح می‌دهند برای ادامه کار کافی هستند. معمولاً مؤلفه اول بیشترین واریانس را توضیح می‌دهد و انتخاب آن به عنوان مؤلفه اصلی ابتدایی مناسب است.

جدول ۷. نتایج خروجی تحلیل مؤلفه اصلی عامل‌های ۱۲ گانه

نوع آزمون	آزمون اسکری اسکری	ارزش ویژه	واریانس	تجزیه واریانس عامل	نتیجه
عوامل خارجی (۵ عامل)					مؤلفه ۹۷/۵ درصد تغییرات را توضیح می‌دهند.
عوامل داخلی (۷ عامل)					مؤلفه‌ها ۹۰/۵ درصد تغییرات را توضیح می‌دهند.

مأخذ: محاسبات محقق

۴-۴- برآورد الگو نوسان قیمت طلا در سطوح مختلف نااطمینانی

مهم‌ترین مزیت الگوی TVP-Quantile VAR نسبت به رویکردهای مرسوم مانند DCC-GARCH و DCC-FIAPARCH، توانایی تعیین شدت انتقال یا دریافت نوسانات در طی زمان و همچنین در چندک‌های مختلف نااطمینانی است. بر اساس آماره حداکثر مقدار راست‌نمایی، مقایسه الگوهای غیرخطی با الگو خطی نشان می‌دهد ضرایب و فرآیند علیت میان متغیرها تابع زمان بوده و در طول زمان تغییر می‌کنند.

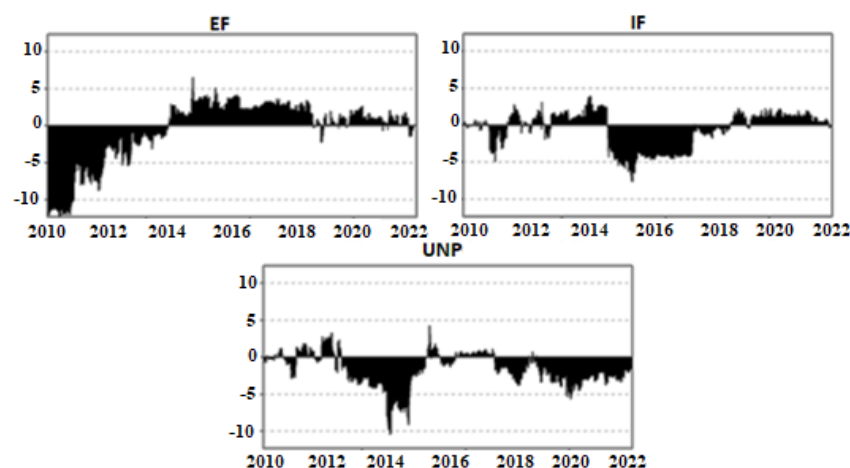
۴-۴-۱- صدک پنجم نااطمینانی قیمت طلا (حد پایین نااطمینانی قیمت طلا)

در جدول (۸)، اطلاعات مربوط به سرریز نوسانات میان متغیرهای مطالعه در صدک پنجم نااطمینانی قیمت طلا ارائه شده است:

متغیر	نااطمینانی قیمت طلا	عوامل داخلی	عوامل خارجی	از:
نااطمینانی قیمت طلا	۳۹/۷۴	۳۶/۷۱	۲۷/۵۵	۶۴/۲۶
عوامل داخلی	۲۴/۳۴	۴۲/۳۹	۳۳/۲۷	۵۷/۶۱
عوامل خارجی	۲۶/۱۹	۳۳/۴۴	۴۰/۳۷	۵۹/۶۳
به:	۵۰/۵۳	۷۰/۱۵	۶۰/۸۲	شاخص مجموع ارتباطات = ۶۰/۵۰
خالص	-۱۳/۷۳	۱۲/۵۴	۱/۱۹	

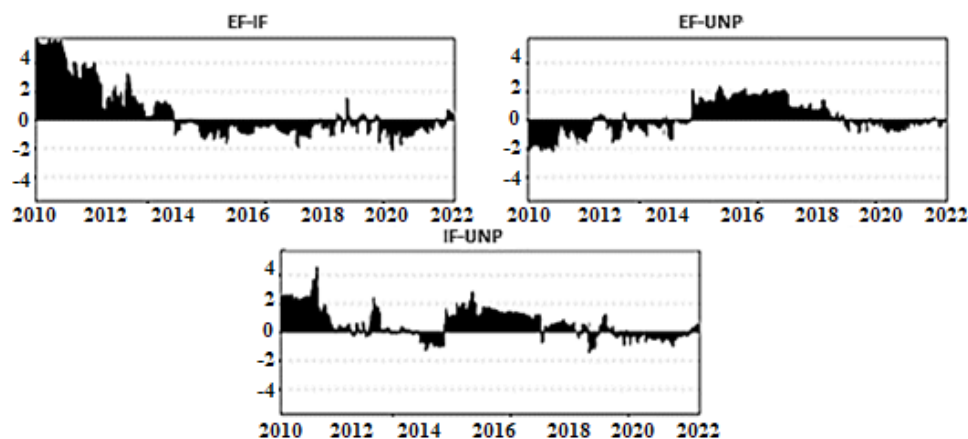
مأخذ: یافته‌های مطالعه

بر اساس نتایج جدول (۸)، عوامل درونی و بیرونی حدود ۵۰/۶۰ درصد از تغییرات در نوسانات قیمت طلا را توضیح می‌دهند. این نتایج حاکی از آن است که اثرات خالص بر نوسان قیمت طلا در سطح نااطمینانی پایین منفی بوده (۱۳/۷۳- درصد)، که نشان‌دهنده اثرپذیری این متغیر است. به عبارت دیگر، در شرایط نااطمینانی پایین، نوسان قیمت طلا به عنوان متغیر وابسته عمل می‌کند. در همین حال، متغیرهای عوامل داخلی و خارجی اثر خالص مثبتی دارند، که بیانگر تأثیرگذار بودن این متغیرها در این شرایط است. به این معنا که در سطح نااطمینانی پایین، این متغیرها به عنوان متغیرهای توضیحی عمل می‌کنند. در ادامه، میزان ارتباط میان نااطمینانی قیمت طلا و عوامل داخلی و خارجی در نمودار زیر نمایش داده شده است. این نمودار میزان خالص اثرگذاری متغیرها را در طول زمان و در صدک پنجم نااطمینانی نشان می‌دهد:



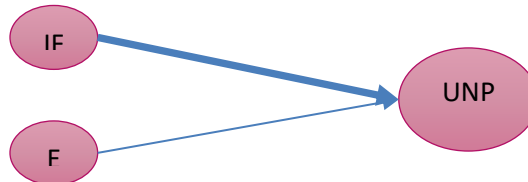
نمودار ۳. میزان اثرگذاری خالص میان عوامل داخلی، خارجی و نااطمینانی قیمت طلا در طی زمان در سطح نااطمینانی پایین (مأخذ: یافته‌های مطالعه)

بر اساس نمودار (۳)، در بیشتر مواقع نااطمینانی قیمت طلا به عنوان گیرنده خالص نوسانات عمل کرده است؛ در حالی که متغیرهای عوامل داخلی و خارجی به عنوان انتقال‌دهنده خالص نوسانات شناخته می‌شوند. این نتایج نشان‌دهنده نقش متفاوت و متغیر عوامل داخلی و خارجی در تأثیرگذاری بر نوسانات قیمت طلا است. همچنین، بر اساس نمودار (۴)، میزان ارتباط دو به دو میان متغیرهای مطالعه حاضر به‌طور دقیق‌تری نمایش داده شده است. این نمودار به وضوح نشان می‌دهد چگونه هر یک از متغیرهای داخلی و خارجی در ارتباط با دیگر متغیرها تأثیرگذار هستند و همچنین نحوه انتقال نوسانات میان آنها در طول زمان تحلیل شده است.



نمودار ۴. بررسی ارتباط دو به دو میان متغیرهای مورد بررسی در طی زمان در سطح نااطمینانی پایین (مأخذ: یافته‌های مطالعه)

در نمودار (۵)، ارتباط علی و ارتباط شبکه‌ای میان متغیرها به‌طور واضح ترسیم شده است. این نمودار نشان می‌دهد چگونه روابط علی میان متغیرها در طول زمان تغییر و همچنین نحوه تعاملات و وابستگی‌های شبکه‌ای بین این متغیرها را به تصویر می‌کشد. این تحلیل به درک بهتری از مسیرهای انتقال اثرات و نوسانات میان عوامل مختلف کمک می‌کند و تأثیرات متقابل آنها را در زمینه نوسانات قیمت طلا مشخص می‌سازد.



نمودار ۵. بررسی ارتباط علی شبکه‌ای میان متغیرهای مورد بررسی در شرایط نااطمینانی پایین قیمت طلا (مأخذ: یافته‌های مطالعه)

تذکر: IF: عوامل داخلی؛ EF: عوامل خارجی؛ UNP: نااطمینانی قیمت طلا

بر اساس نمودار (۵)، در شرایطی که نااطمینانی قیمت طلا پایین باشد (صدک پنجم ریسک)، عامل اصلی ایجاد نااطمینانی در قیمت طلا عوامل داخلی هستند. بیشترین علت انتقال نوسان از عوامل داخلی به نااطمینانی در قیمت طلا (خط پررنگ) مشاهده می‌شود. همچنین، در این وضعیت میان سایر متغیرها هیچ ارتباط علی قابل توجهی مشاهده نشد. این نشان‌دهنده آن است که در شرایط کم‌نااطمینانی، تأثیرات عوامل داخلی بر نوسانات قیمت طلا غالب بوده و سایر عوامل نقش چندانی در ایجاد نوسان ندارند.

۴-۲- صدک پنجم نااطمینانی قیمت طلا (حالت متوسط نااطمینانی در قیمت طلا)

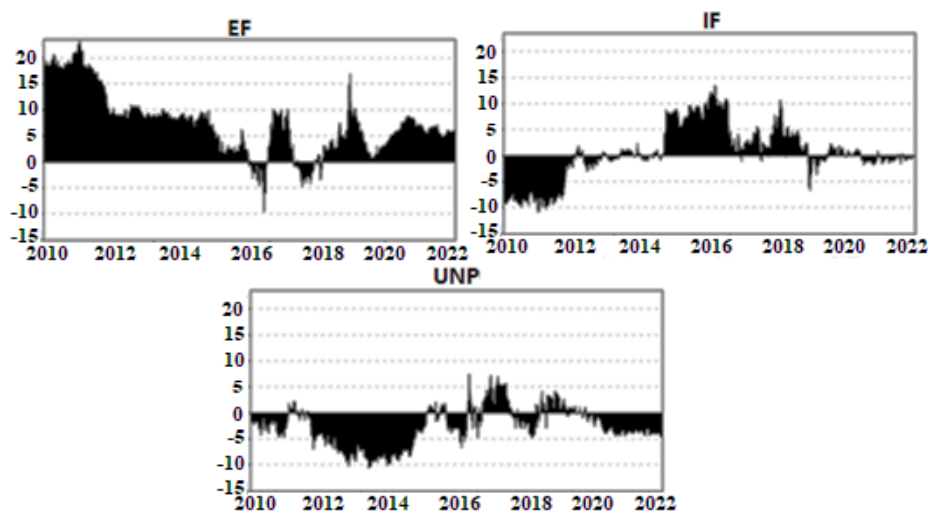
در جدول (۹)، اطلاعات مربوط به سرریز نوسانات میان متغیرهای مطالعه در صدک پنجم نااطمینانی قیمت طلا ارائه شده است:

جدول ۹. برآورد سرریز نوسانات میان ریسک‌های مختلف در صدک پنجم

متغیر	نااطمینانی قیمت طلا	عوامل داخلی	عوامل خارجی	از:
نااطمینانی قیمت طلا	۳۸/۵۵	۳۲/۵۹	۲۸/۸۶	۶۱/۴۵
عوامل داخلی	۲۸/۳۹	۳۶/۳۹	۳۵/۲۲	۶۱/۶۳
عوامل خارجی	۲۷/۵۹	۳۰/۰۷	۴۲/۳۴	۵۷/۶۶
به:	۵۵/۹۸	۶۲/۶۶	۶۴/۰۸	
خالص	-۵/۴۷	-۰/۹۵	۶/۴۲	شاخص مجموع ارتباطات = ۶۰/۹۱

مأخذ: یافته‌های مطالعه

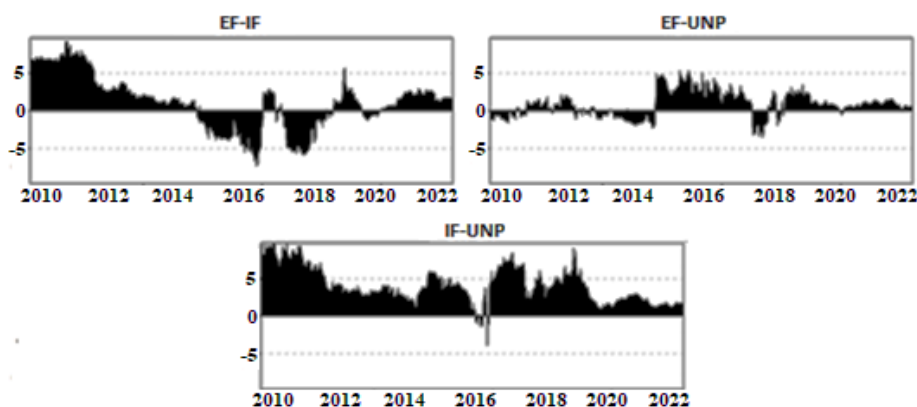
بر اساس نتایج جدول (۹)، عوامل درونی و بیرونی در حدود ۶۰/۹۱ درصد از تغییرات در نااطمینانی قیمت طلا را توضیح می‌دهند. نتایج نشان می‌دهد که اثرات خالص بر متغیر نااطمینانی در سطح متوسط نااطمینانی منفی (۴۷/۵- درصد) بوده و این به معنای اثرپذیری خالص این متغیر است. به عبارت دیگر، در سطح نااطمینانی متوسط، این متغیر به‌عنوان متغیر وابسته عمل می‌کند. برخلاف حالت قبل، در این سطح، متغیر عوامل داخلی نیز اثرپذیر خالص است. در مقابل، عوامل خارجی همانند حالت قبل تأثیر خالص مثبتی دارند که نشان‌دهنده اثرگذاری خالص این متغیر است؛ به این معنا که در سطح نااطمینانی متوسط، این متغیر به‌عنوان متغیر توضیحی عمل می‌کند. میزان ارتباط میان نااطمینانی قیمت طلا، عوامل داخلی و خارجی در نمودار زیر نمایش داده شده است. در این نمودار، میزان خالص اثرگذاری متغیرها در طی زمان و در صدک پنجم نشان داده شده است.



نمودار ۶. میزان اثرگذاری خالص میان عوامل داخلی، خارجی و نااطمینانی قیمت طلا در طی زمان در سطح نااطمینانی متوسط (مأخذ: یافته‌های مطالعه)

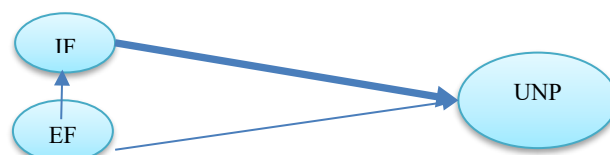
بر اساس نمودار (۶)، در اکثر مواقع نااطمینانی قیمت طلا به عنوان گیرنده خالص نوسانات عمل کرده است، در حالی که متغیرهای عوامل داخلی و خارجی به عنوان انتقال‌دهندگان خالص نوسانات شناخته شده‌اند. این نتایج نشان می‌دهند در شرایط مختلف، نااطمینانی قیمت طلا بیشتر تحت تأثیر نوسانات انتقالی از عوامل داخلی و خارجی قرار دارد.

در ادامه، در نمودار (۷)، میزان ارتباط دو به دو میان متغیرهای مطالعه به طور دقیق تر ترسیم شده است. این نمودار به یژه به تحلیل روابط علی و تأثیرات متقابل میان متغیرها در خلال زمان پرداخته و نقش هر یک از متغیرها را در فرآیند نوسانات قیمت طلا نشان می‌دهد.



نمودار ۷. بررسی ارتباط دو به دو میان متغیرهای مورد بررسی در طی زمان در شرایط متوسط نااطمینانی قیمت طلا (مأخذ: یافته‌های مطالعه)

در نمودار (۸)، ارتباط علی و ارتباط شبکه‌ای میان متغیرهای مطالعه به صورت دقیق ترسیم شده است. این نمودار به یژه روابط علی و همچنین تأثیرات متقابل بین متغیرها را نشان و چگونگی ارتباط آنها را در طول زمان تحلیل می‌کند. این تحلیل شبکه‌ای، نقش و تأثیر هر متغیر را در روند نوسانات قیمت طلا و ارتباط آن با سایر متغیرها به طور جامع و منسجم نمایان می‌سازد.



نمودار ۸. بررسی ارتباط علی شبکه‌ای میان متغیرهای مورد بررسی در شرایط متوسط نااطمینانی قیمت طلا (مأخذ: یافته‌های مطالعه)

تذکر: IF: عوامل داخلی؛ EF: عوامل خارجی؛ UNP: نااطمینانی قیمت طلا

بر اساس نمودار (۸)، در شرایطی که نااطمینانی قیمت طلا در سطح متوسط قرار دارد (صدک پنجاهم نااطمینانی قیمت طلا)، همانند حالت نااطمینانی پایین، عامل اصلی ایجاد نااطمینانی در قیمت طلا، عوامل داخلی هستند. بیشترین علیت انتقال نوسان از عوامل داخلی به نااطمینانی در قیمت طلا (خط پررنگ) مشاهده می‌شود. برخلاف حالت پیشین، در این حالت رابطه‌ای بین عوامل خارجی و عوامل داخلی وجود دارد، به این معنی که افزایش نوسان در عوامل خارجی به‌طور همزمان موجب افزایش نوسان در قیمت طلا و همچنین نوسانات در عوامل داخلی مؤثر بر قیمت طلا می‌شود. در این سطح از نااطمینانی، هیچ‌گونه رابطه علی دیگری بین سایر متغیرها مشاهده نمی‌شود.

۳-۴-۴ صدک نود و پنجم نااطمینانی قیمت طلا (حد بالای نااطمینانی قیمت طلا)

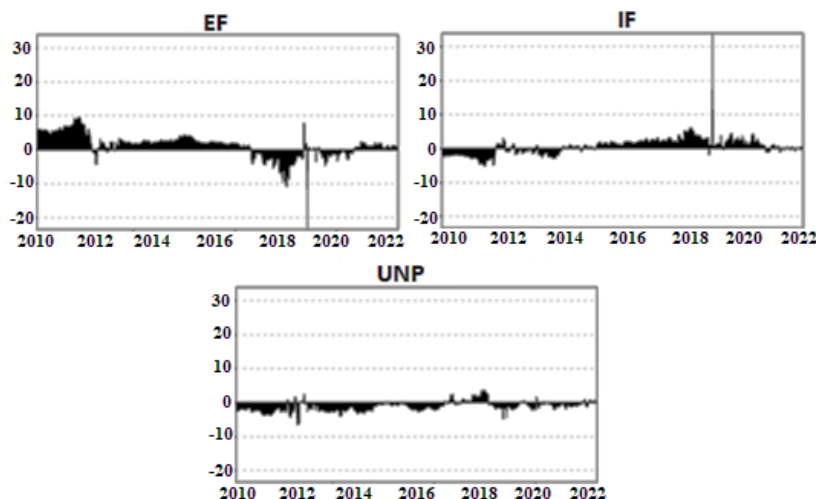
در جدول (۱۰)، اطلاعات مربوط به سرریز نوسانات میان متغیرهای مطالعه در صدک نود و پنجم نااطمینانی قیمت طلا ارائه شده است.

جدول ۱۰. برآورد سرریز نوسانات میان متغیرهای مطالعه در سطح بالای نااطمینانی قیمت طلا

متغیر	نااطمینانی قیمت طلا	عوامل داخلی	عوامل خارجی	از:
نااطمینانی قیمت طلا	۴۴/۵۵	۲۷/۵۹	۲۷/۸۶	۵۵/۴۵
عوامل داخلی	۲۸/۳۹	۳۶/۳۹	۳۵/۲۲	۶۳/۶۱
عوامل خارجی	۳۰/۵۹	۳۴/۰۷	۳۵/۳۴	۶۴/۶۶
به:	۵۸/۹۸	۶۱/۶۶	۶۳/۰۸	
خالص	۳/۵۳	-۱/۹۵	-۱/۵۸	شاخص مجموع ارتباطات = ۶۱/۲۴

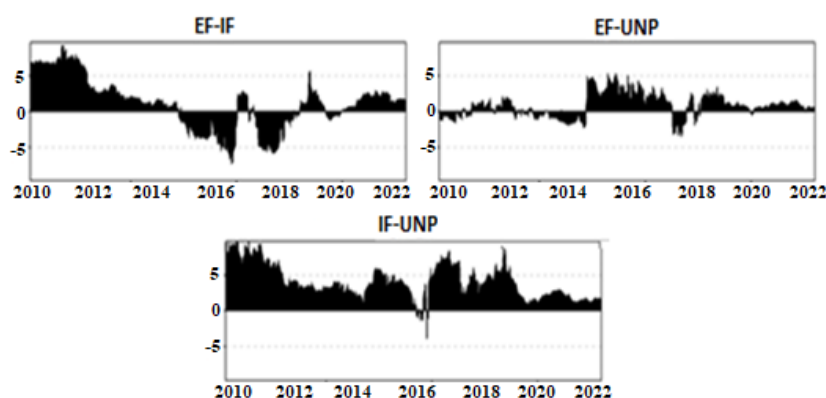
مأخذ: یافته‌های مطالعه

بر اساس نتایج جدول (۱۰)، عوامل درونی و بیرونی در حدود ۶۱/۲۴ درصد از تغییرات در نااطمینانی قیمت طلا را توضیح می‌دهند. نتایج نشان می‌دهند اثرات خالص بر متغیر نااطمینانی در سطح بالای نااطمینانی مثبت (۳/۵۳ درصد) بوده که به معنای اثرگذار بودن خالص این متغیر است. این بدین معناست که در سطح نااطمینانی بالا، این متغیر به‌عنوان متغیر توضیحی عمل می‌کند. در این حالت، متغیرهای عوامل داخلی و خارجی به‌طور خالص اثرپذیر هستند، یعنی هر دو در مجموع به‌عنوان متغیرهای وابسته عمل می‌کنند. میزان ارتباط میان نااطمینانی قیمت طلا، عوامل داخلی و خارجی در نمودار زیر ارائه شده است. در اینجا میزان اثرگذاری خالص اثرگذاری متغیرها در طی زمان در صدک نود و پنجم نشان داده شده است.



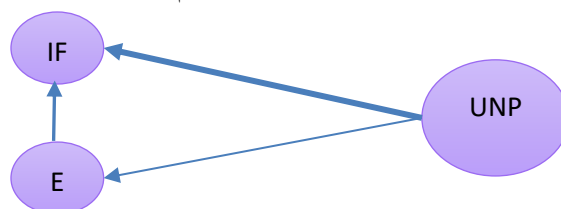
نمودار ۹. میزان اثرگذاری خالص میان عوامل داخلی، خارجی و نااطمینانی بالای قیمت طلا در طی زمان (مأخذ: یافته‌های مطالعه)

بر اساس نمودار (۹)، نااطمینانی قیمت طلا در بیشتر مواقع، گیرنده خالص نوسانات بوده است؛ در حالی که متغیرهای عوامل داخلی و خارجی به عنوان انتقال دهنده های خالص نوسانات عمل کرده اند. در ادامه، بر اساس نمودار (۱۰)، میزان ارتباط دو به دو میان متغیرهای مطالعه ارائه شده است.



نمودار ۱۰. بررسی ارتباط دو به دو میان متغیرهای مورد بررسی در طی زمان در شرایط نااطمینانی بالای قیمت طلا (مأخذ: یافته های مطالعه)

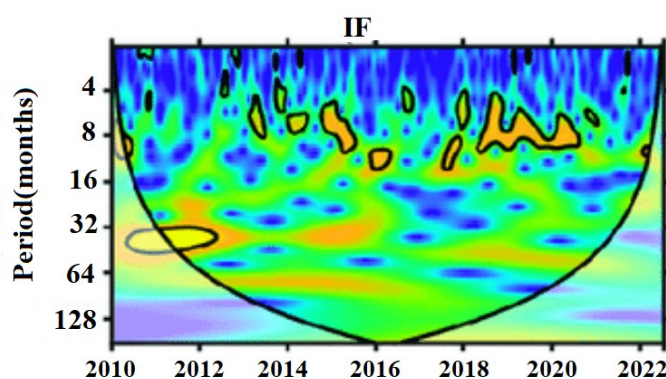
در نمودار (۱۱)، ارتباط علی و ارتباط شبکه ای مابین متغیرها ترسیم شده است.



نمودار ۱۱. بررسی ارتباط علی شبکه ای میان متغیرهای مورد بررسی در شرایط نااطمینانی بالای قیمت طلا

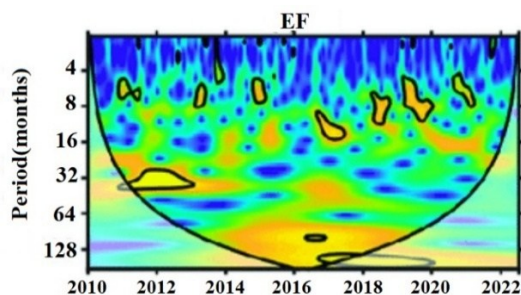
تذکر: IF: عوامل داخلی؛ EF: عوامل خارجی؛ UNP: نااطمینانی قیمت طلا

مأخذ: یافته های مطالعه



نمودار ۱۲. الگو همبستگی متغیر عوامل داخلی (مأخذ: یافته های مطالعه)

متغیر عوامل داخلی در سال های ۲۰۱۵ تا ۲۰۱۶ و ۲۰۱۸ تا ۲۰۲۰ تأثیر قابل توجهی بر نوسان قیمت طلا داشته است. همچنین، عوامل داخلی در مقیاس های زمانی ۴ تا ۸ تأثیر معناداری بر نوسان قیمت طلا دارند. همان طور که مشاهده می شود، عوامل داخلی نسبت به عوامل خارجی در مقیاس های زمانی کوتاه تر تأثیر معناداری بر نوسان قیمت طلا دارند.



نمودار ۱۳. الگو همدوسی متغیر عوامل خارجی (مأخذ: یافته‌های مطالعه)

متغیر عوامل خارجی در سال‌های ۲۰۱۴ تا ۲۰۲۲ تأثیر قوی بر نوسان قیمت طلا داشته است. در مقیاس‌های زمانی نیز در بازه‌های مقیاس ۴ تا ۱۶ و ۶۴ تا ۱۲۸، تأثیر معناداری بر نوسان قیمت طلا مشاهده می‌شود. همان‌طور که مشاهده می‌شود، عوامل خارجی نسبت به عوامل داخلی در مقیاس‌های زمانی بلندتر تأثیر معناداری بر نوسان قیمت طلا دارند. تأثیر کوتاه‌مدت‌تر عوامل داخلی نسبت به عوامل خارجی به ماهیت رفتار احساسی بازار نسبت به تغییرات درون بازار مربوط است.

۵- جمع‌بندی و پیشنهادها مطالعه

در این مطالعه از رویکرد الگوهای گارچ (GARCH) و نوسان تصادفی برای استخراج نوسانات قیمت طلا و از الگوهای TVPDMA، TVPDMS و BMA جهت شناسایی مهم‌ترین متغیرهای مؤثر بر نوسانات قیمت طلا و از رویکرد TVP-Quantile VAR برای بررسی علیت میان متغیرها در طول زمان استفاده شده است. TVPDMA در برگرفته طیف وسیعی از الگوهای رگرسیونی متغیر-زمان است که تمامی ترکیبات احتمالی پیش‌بینی‌کننده‌های در دسترس را شامل می‌شود (حیدری و همکاران، ۱۴۰۲). همچنین، از همدوسی موجک برای بررسی نحوه ارتباط متغیرها با نوسانات قیمت طلا در مقیاس‌های زمانی مختلف بهره‌برداری شده است.

۱-۵ الگوهای گارچ^۱ و نوسان تصادفی در بررسی نوسانات قیمت طلا

الگوهای گارچ و نوسان تصادفی ابزارهای متداول در تحلیل نوسانات بازار هستند. این الگوها به تحلیل و پیش‌بینی نوسانات مالی از جمله نوسانات قیمت طلا پرداخته‌اند. یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های این الگوها توانایی آنها در الگوسازی ساختار نوسانات و تحلیل ارتباطات پیچیده بین متغیرهای مختلف است. در خصوص نوسانات قیمت طلا، این الگوها نشان داده‌اند که نوسانات طلا تحت تأثیر عواملی همچون بازارهای جهانی، بحران‌های اقتصادی، سیاست‌های پولی و تحولات ژئوپلیتیکی قرار دارند (پوکثانثونگ و رول^۲، ۲۰۱۱ و بور و مک‌درموت^۳، ۲۰۱۰).

۲-۵ الگوهای TVPDMA، TVPDMS و BMA در شناسایی متغیرهای مؤثر

در این مطالعه، برای شناسایی مهم‌ترین متغیرهای مؤثر بر نوسانات قیمت طلا از الگوهای TVPDMA^۴، TVPDMS^۵ و BMA^۶ استفاده شده است. این الگوها برای شناسایی و انتخاب بهترین متغیرها از مجموعه‌ای از الگوهای مختلف به کار می‌روند و می‌توانند به طور مؤثری برای تجزیه و تحلیل ارتباطات غیرخطی میان متغیرهای مختلف در طول زمان استفاده شوند (کارلسون و لوئیان^۷، ۲۰۰۶) همچنین، الگو BMA به دلیل استفاده از ترکیب وزن‌دار الگوها، در شناسایی روابط دقیق‌تر میان متغیرها نسبت به سایر الگوها توانمندی بالاتری دارد (هوئینگ و همکاران^۸، ۱۹۹۹).

^۱ Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity

^۲ Pukthuanthong & Roll

^۳ Baur & McDermott

^۴ Time-Varying Parameter Dynamic Model Averaging

^۵ Time-Varying Parameter Dynamic

^۶ Bayesian Model Averaging

^۷ Karlsson & Lothian

^۸ Hoeting et al

۳-۵- رویکرد TVP-Quantile VAR برای بررسی علت میان متغیرها

در این مقاله، از رویکرد TVP-Quantile VAR برای بررسی علت میان متغیرهای مختلف و تأثیر آنها بر نوسانات قیمت طلا استفاده شده است. این رویکرد توانایی الگوسازی روابط غیرخطی میان متغیرها و تغییرات در طول زمان را داراست. مطالعات اخیر نشان داده‌اند الگوهای VAR به دلیل قابلیت تحلیل چند متغیره و بررسی روابط علی در زمان‌های مختلف، ابزار مناسبی برای تحلیل نوسانات بازارهای مالی هستند (سیمس^۱، ۱۹۸۰). TVP-QuantileVAR، با انعطاف‌پذیری بیشتری نسبت به الگوهای ثابت، به تحلیل تغییرات علی در شرایط مختلف اقتصادی و بازار پرداخته است (کوگلی و سارجنت^۲، ۲۰۰۵).

۴-۵- همدوسی موجهک برای تحلیل مقیاس‌های زمانی مختلف

همدوسی موجهک ابزار مهمی برای تحلیل سیگنال‌های غیرخطی و داده‌های زمانی با مقیاس‌های مختلف است. این تکنیک می‌تواند به شناسایی و تجزیه و تحلیل نوسانات در مقیاس‌های زمانی مختلف کمک کند. مطالعات مختلف نشان داده‌اند که نوسانات بازار طلا می‌تواند در مقیاس‌های زمانی کوتاه‌مدت و بلندمدت متفاوت باشد و این ابزار می‌تواند به تحلیل دقیق‌تر این نوسانات کمک کند (تورنس و کومپو^۳، ۱۹۹۸).

۵-۵- نتایج و تحلیل‌های کلیدی

نتایج مطالعه نشان می‌دهد الگوهای SV (Stochastic Volatility) دقت بالاتری در استخراج نوسانات نسبت به الگوهای گارچ دارند. این امر می‌تواند به دلیل قابلیت الگوهای SV در الگوسازی بهتر ویژگی‌های نوسانات غیرخطی و زمان‌وابسته باشد. از میان الگوهای TVPDMS، TVPDMA و BMA، الگو BMA بالاترین دقت را در شناسایی متغیرهای مؤثر بر نوسانات قیمت طلا دارد. این نتایج همچنین نشان می‌دهند در طول زمان، عوامل داخلی بیشترین تأثیر را بر نوسانات قیمت طلا دارند، بویژه در سطوح نااطمینانی پایین. در سطوح نااطمینانی متوسط و بالا، ارتباطات علی از عوامل خارجی به عوامل داخلی نیز مشاهده شد که نشان‌دهنده تغییرات در نحوه تأثیرگذاری متغیرها در شرایط مختلف بازار است.

۶-۵- نتایج مشابه با تحقیقات پیشین

نتایج مطالعه حاضر با نتایج مطالعات پیشین هم‌راستا است. مطالعات قبلی نشان داده‌اند که نوسانات قیمت طلا تحت تأثیر ترکیب عوامل داخلی و خارجی قرار دارد و الگوهای غیرخطی در شناسایی روابط پیچیده میان این متغیرها برتری دارند (پوکشانونگ و رول، ۲۰۱۱ و بور و مکدرموت، ۲۰۱۰). همچنین، مطالعات مختلف بر اهمیت تحلیل ارتباطات علی در نوسانات بازار طلا تأکید کرده‌اند و نشان داده‌اند این ارتباطات در سطوح مختلف نااطمینانی تغییر می‌کند (ژانگ و وی^۴، ۲۰۱۱ و چونگ و لای^۵، ۱۹۹۹).

۷-۵- پیشنهادها برای تحقیقات آینده

با توجه به نتایج مطالعه، پیشنهاد می‌شود که مطالعات آینده بر بهینه‌سازی چارچوب الگوسازی و انطباق آن با پویایی‌های خاص بازار طلا تمرکز کنند. استفاده از الگوهای پویا که قادر به شناسایی تغییرات در روابط میان متغیرها در زمان‌های مختلف باشند، می‌تواند به بهبود پیش‌بینی نوسانات بازار طلا کمک کند. همچنین، با توجه به تأثیر عوامل داخلی و خارجی در سطوح مختلف نااطمینانی، سیاست‌گذاران و سرمایه‌گذاران باید در اتخاذ تصمیمات خود شرایط بازار و سطح نااطمینانی را مدنظر قرار دهند.

¹ Sims

² Cogley & Sargent

³ Torrence & Compo

⁴ Zhang & Wei

⁵ Cheung & Lai

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

نویسندگان اصول اخلاقی را در انجام و انتشار این پژوهش علمی رعایت و این موضوع مورد تأیید همه آنهاست.

مشارکت نویسندگان

جمع‌آوری داده‌ها: مهدیه توسلی؛ تهیه گزارش پژوهش: مهدیه توسلی؛ دکتر مهناز ربیعی و دکتر کیامرث فتحی تحلیل

داده‌ها: مهدیه توسلی؛ دکتر مهناز ربیعی و دکتر کیامرث فتحی

این مقاله برگرفته از رساله مهدیه توسلی در رشته مدیریت فناوری اطلاعات به راهنمایی دکتر مهناز ربیعی در دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب است.

نویسنده اول: تهیه و آماده‌سازی نمونه‌ها، انجام آزمایش و گردآوری داده‌ها، انجام محاسبات، تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها، تحلیل و تفسیر اطلاعات و نتایج، تهیه پیشنویس مقاله.

نویسنده دوم: استاد راهنمای رساله، طراحی پژوهش، نظارت بر مراحل انجام پژوهش، بررسی و کنترل نتایج، اصلاح، بازبینی و نهایی‌سازی مقاله.

نویسنده سوم: استاد مشاور رساله، مشارکت در طراحی پژوهش، نظارت بر پژوهش، مطالعه و بازبینی مقاله.

تعارض منافع

بنا بر اظهار نویسندگان این مقاله تعارض منافع ندارد.

حامی مالی

نویسندگان هیچگونه حمایت مالی برای تحقیق، تألیف و انتشار این مقاله دریافت نکرده‌اند.

تقدیر و تشکر

بدینوسیله از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب به خاطر حمایت معنوی در اجرای این پژوهش تقدیر به عمل می‌آید.

منابع

- اسکندری سبزی، سیما و حاجی آقاجانی؛ اعظم (۱۴۰۲). تأثیر همه‌گیری کووید-۱۹ بر بازار سهام: مطالعه موردی کشورهای منتخب عضو اوپک. *مجله توسعه و سرمایه*، ۸(۱)، ۱۵۱-۱۶۸. DOI: 10.22103/jdc.2022.19657.1259
- بشارت‌نیا، فاطمه و طریقت، میلاد (۱۳۹۵). پیش‌بینی قیمت طلا با استفاده از شبکه‌های عصبی. *دومین کنفرانس ملی علوم و مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات*، آمل. <https://civilica.com/doc/612499>
- حدادی، محمدرضا؛ نادمی، یونس و فرهادی، حامد (۱۳۹۹). پیش‌بینی روند حرکت قیمت جهانی طلا با رویکرد مدل‌سازی توزیع‌های حاشیه‌ای: کاربردی از مدل‌های گارچ کاپولای گوسی و تی. *مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار*، ۱۱(۴۲)، ۶۷-۸۸. <https://sanad.iau.ir/Journal/fej/Article/1077882>
- حسینی، حسن و نمکی، علی (۱۴۰۲). پیش‌بینی قیمت طلا با استفاده از شبکه حافظه بلند کوتاه‌مدت LSTM. *نخستین همایش ملی اقتصاد هوشمند و توسعه مالی*، تهران. <https://civilica.com/doc/1816468>
- حیدری اشترینانی، سروش؛ خوجانی، رامین و خرسندزاک، محمد (۱۴۰۱). بررسی رابطه پویا بین بیت‌کوین با شاخص سهام، طلا و دلار در ایران: کاربردی از رویکرد همدوسی و تحلیل مویک. *مجله توسعه و سرمایه*، ۷(۲)، ۹۱-۱۰۹. DOI: 10.22103/jdc.2022.19251.1224

- حیدری، فریبا؛ ندری، کامران و حاجی، غلامعلی (۱۴۰۲). بررسی عوامل مؤثر بر قیمت مسکن با تأکید بر مطالبات غیرجاری بانکها (رویکرد الگوهای VAR-TVPDMA). *مجله توسعه و سرمایه*، ۸(۲)، ۹۱-۱۱۲. DOI: 10.22103/jdc.2023.21279.1384.
- خانی، فاطمه؛ جعفری صمیمی، احمد؛ طهرانچیان، امیرمنصور و احسانی، محمدعلی (۱۴۰۰). آثار بازار پول بر بازار طلا با رویکرد پویایی شناسی سیستمی. *فصلنامه علمی مدل سازی اقتصادی*، ۱۵(۵۴)، ۱-۱۹. <https://www.sid.ir/paper/1061323>.
- خونساریان، فرانک؛ تیمورپور، بابک و رستگار، محمدعلی (۱۴۰۲). پیش بینی قیمت با شبکه عصبی مصنوعی LSTM و مدل انتخاب سبد سهام دارای های مالی و ارزش های دیجیتال. *مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار*، ۱۴(۵۷)، ۱۱۶-۱۳۴. https://journals.iau.ir/article_703286.html.
- زاهدی، یعقوب؛ رضایی، نادر و نجاری، ودود (۱۴۰۲). سنجش و آزمون انتقال متقابل حباب در بازارهای بورس اوراق بهادار، ارز و طلا (مطالعه موردی: ایران با استفاده از توابع کاپولا). *مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار*، ۱۴(۵۷)، ۱۳۵-۱۵۴. https://journals.iau.ir/article_700570.html.
- کاظم زاده، عماد؛ ابراهیمی سالاری، تقی و بهنام، مهدی (۱۳۹۸). پیش بینی نرخ رشد قیمت سکه طلا در ایران با استفاده از الگوی رگرسیون داده ها با تواتر متفاوت (میداس). *اقتصاد کاربردی*، ۹(۲۸)، ۴۳-۵۳. <https://www.sid.ir/paper/966993>.
- گرگ بندی، ساره و موسوی، سیدمرتضی (۱۴۰۲). پیش بینی روند کوتاه مدت قیمت طلا در بازار فارکس با استفاده از شبکه های عصبی عمیق. *ششمین کنفرانس ملی فناوری های نوین در مهندسی برق و کامپیوتر*، اصفهان. <https://civilica.com/doc/1876625>.
- محمد نژادی پاشاگی، محمدباقر؛ صادقی شریف، سید جلال و اقبال نیا، محمد (۱۴۰۲). بررسی و تحلیل اثرات سرریز بازار سهام در تعامل با بازارهای ارز، سکه طلا، نفت و مسکن: مدل VARMA-BEKK-AGARCH. *مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار*، ۱۴(۵۷)، ۸۸-۱۰۹. https://jfr.ut.ac.ir/article_92804.html.

References

- Adekoya, O.B., Asl, M.G., Oliyide, J.A., & Izadi, P. (2023). Multifractality and cross-correlation between the crude oil and the European and non-European stock markets during the Russia-Ukraine war. *Resources Policy*, 80(C), 103134. <https://ideas.repec.org/a/eee/jrpoli/v80y2023ics0301420722005773.html>.
- Amini, A., & Kalantari, R. (2024). Gold price prediction by a CNN-Bi-LSTM model along with automatic parameter tuning. *PLoS One*, 19(3), e0298426. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0298426>.
- Apergis, N., Cooray, A., Khraief, N., & Apergis, I. (2019). Do gold prices respond to real interest rates? Evidence from the Bayesian Markov Switching VECM model. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 60, 134-148. <https://doi.org/10.1016/j.intfin.2018.12.014>.
- Basharatnia, F., & Taqiqat, M. (2016). Forecasting gold price using neural networks. In *Second National Conference on Computer Science and Information Technology*, Amol. <https://civilica.com/doc/612499> [In Persian].
- Baur, D.G., & McDermott, T.K. (2010). Is gold a safe haven? International evidence. *Journal of Banking & Finance*, 34(8), 1886-1898. <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2009.12.008>.
- Carlson, J.A., & Lothian, J.R. (2006). The dynamic adjustment of expectations to a change in regime: The case of inflation. *American Economic Review*, 96(2), 103-116. <https://ideas.repec.org/a/ijc/ijcjou/y2022q1a5.html>.
- Chiang, T. (2022). Geopolitical risks and gold price volatility. *Journal of Risk and Financial Management*, 15(4), 189-201.
- Chong, T.T., & Lai, M.M. (1999). Efficiency of the Hong Kong stock market. *Applied Financial Economics*, 9(3), 293-304.
- Choudhary, P. (2021). An influence of analysis on the Indian gold price with Sensex and Nifty in India. *Journal of Advances and Scholarly Research in Allied Education*, 16(5), 1414-1419. <https://ignited.in/index.php/-jasrae/article/view/11122/22048>.
- Cogley, T., & Sargent, T. J. (2005). Drifts and volatilities: Monetary policies and outcomes in the post WWII US. *Review of Economic Dynamics*, 8(2), 262-302.
- Cohen, G., & Aiche, A. (2023). Forecasting gold price using machine learning methodologies. *Chaos, Solitons & Fractals*, 175, 2. <https://doi.org/10.1016/j.chaos.2023.114079>.
- Daga, V., & James, L. (2020). Effect of macroeconomic factors on the price of gold in India. 8, 1-13. https://ijcrt.org/papers/IJCRT_192457.pdf.
- Dahir, A.M., Mahat, F., Hisyam, A.B., & Razal, N. (2017). Revisiting the dynamic relationship between exchange rates and stock prices in BRICS countries: A wavelet analysis. *Borsa Istanbul Review*, 1(13), 258-271. DOI: 10.1016/j.bir.2017.10.001.

- Dalam, A.M., Kulub, N., Rashid, A., & Padli, J. (2019). Factors determining gold prices in Malaysia. *Universiti Malaysia Terengganu Journal of Undergraduate Research*, 1(2), 75–82.
- Deniz, P., & Stengos, T. (2023). Revisiting the determinants of consumption: A Bayesian model averaging approach. *JRFM*, 16(3), 1–13. <https://ideas.repec.org/a/gam/jjrfmx/v16y2023i3p190-d1093692.html>.
- Eshaq, A. (2019). An analysis of technical indicators on gold price forecasting using RSI, SMA, Bollinger Bands, MACD, ATR and Ichimoku Cloud. *Journal of Economics and Management*, 15(2), 78–92.
- Eskandari Sabzeh, S., & Haji Aghajani, A. (2023). The impact of the COVID-19 pandemic on the stock market: A case study of selected OPEC member countries. *Journal of Development and Capital*, 8(2), 151–168. DOI: [10.22103/jdc.2022.19657.1259](https://doi.org/10.22103/jdc.2022.19657.1259) [In Persian].
- Fang, L., Chen, B., Yu, H., & Qian, Y. (2017). The importance of global economic policy uncertainty in predicting gold futures market volatility: A GARCH-MIDAS approach. *Journal of Futures Markets*, 38, 413–422. <https://doi.org/10.1002/fut.21897>.
- Ferrer, R., Bolos, V.J., & Benitez, R. (2016). Interest rate changes and stock returns: A European multi-country study with wavelets. *International Review of Economics and Finance*, 44, 1–12. DOI: [10.1016/j.iref.2016.03.001](https://doi.org/10.1016/j.iref.2016.03.001).
- Frankel, J., & Rose, A.K. (2021). Determinants of agricultural and mineral commodity prices. Cambridge: Harvard University, John F. Kennedy School of Government. <https://www.researchgate.net/publication/46396548>.
- Gorgbandi, S., & Mousavi, S.M. (2023). Short-term forecasting of gold prices in the forex market using deep neural networks. In *Sixth National Conference on Novel Technologies in Electrical Engineering and Computer Science*, Isfahan. <https://civilica.com/doc/1876625> [In Persian].
- Haddadi, M.R., Nadimi, Y., & Farahani, H. (2020). Forecasting the trend of global gold prices using marginal distribution modeling: An application of GARCH copula models. *Financial Engineering and Securities Management*, 11(42), 67–88. <https://sanad.iau.ir/Journal/fej/Article/1077882> [In Persian].
- Hansun, S., & Suryadibrata, A. (2021). Gold price prediction in COVID-19 era. *International Journal of Computational Intelligence and Control*, 13, 29–34. <https://www.researchgate.net/publication/35668367>.
- Hashim, S.L. (2022). Analyses of factors influencing the price of gold in Malaysia. *Advanced International Journal of Business, Entrepreneurship and SMEs*, 4(11), 16–22. <https://doi.org/10.35631/aijbes.411002>.
- Hatamlou, A., & Deljavan, M. (2019). Forecasting gold price using data mining techniques by considering new factors. *Journal of AI and Data Mining*, 7(3), 411–420. https://jad.shahroodut.ac.ir/article_1262.html.
- Heidari Eshtrnani, S., Kouchiani, R., & Khorsandzak, M. (2022). Examining the dynamic relationship between Bitcoin and stock indices, gold, and the U.S. dollar in Iran: An application of the co-movement approach and wavelet analysis. *Journal of Development and Capital*, 7(2), 91–109. DOI: [10.22103/jdc.2022.19251.1224](https://doi.org/10.22103/jdc.2022.19251.1224) [In Persian].
- Heidari, F., Nadri, K., & Haji, G.A. (2023). Investigating factors affecting housing prices with an emphasis on non-performing loans from banks (VAR-TVPDMA approach). *Journal of Development and Capital*, 8(2), 91–112. DOI: [10.22103/jdc.2023.21279.1384](https://doi.org/10.22103/jdc.2023.21279.1384). [In Persian].
- Hoeting, J.A., Madigan, D., Raftery, A.E., & Volinsky, C.T. (1999). Bayesian model averaging: A tutorial. *Statistical Science*, 14(4), 382–401. <https://www.stat.colostate.edu/~jah/papers/statsci.pdf>.
- Hosseini, H., & Namaki, A. (2023). Forecasting gold prices using long short-term memory (LSTM) networks. In *First National Conference on Intelligent Economy and Financial Development*, Tehran. <https://civilica.com/doc/1816468> [In Persian].
- Hu, X. (2021). A comprehensive analysis of technical indicators in gold price forecasting: Focusing on RSI, SMA, Bollinger Bands, MACD, ATR, and Ichimoku Cloud. *Journal of Financial Studies*, 18(4), 112–130.
- Huseynli, N. (2023). Analyzing the relationship between oil prices and gold prices before and after COVID-19. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 13(2), 373–378. DOI: [10.32479/ijeeep.13820](https://doi.org/10.32479/ijeeep.13820).
- Kazemzadeh, E., Ebrahimi Salari, T., & Bahnameh, M. (2019). Forecasting the growth rate of gold coin prices in Iran using regression models with different frequencies (MIDAS). *Applied Economics*, 9(28), 43–53. <https://www.sid.ir/paper/966993> [In Persian].
- Khani, F., Jafari Samimi, A., Taheranchian, A.M., & Ehsani, M.A. (2021). The effects of the money market on the gold market using system dynamics approach. *Scientific Economic Modeling Quarterly*, 15(54), 1–19. <https://www.sid.ir/paper/1061323> [In Persian].

- Khonsarian, F., Timourpour, B., & Rastgar, M.A. (2023). Forecasting prices using LSTM artificial neural networks and portfolio selection of financial assets and cryptocurrencies. *Financial Engineering and Securities Management*, 14(57), 116-134. https://journals.iau.ir/article_703286.html [In Persian].
- Koop, G., McIntyre, S., Mitchell, J., Poon, A., & Wu, P. (2024). Incorporating short data into large mixed-frequency vector autoregressions for regional nowcasting. *Journal of the Royal Statistical Society Series A: Statistics in Society*, 187(2), 477–495. <https://doi.org/10.1093/jrssa/qnad130>.
- Lee, S.W., & Kim, H.Y. (2020). Stock market forecasting with super-high dimensional time-series data using ConvLSTM, trend sampling, and specialized data augmentation. *Expert Systems with Applications*, 161, 113704. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.113704>.
- Li, Y., Li, L., Zhao, X., et al. (2020). An attention-based LSTM model for stock price trend prediction using limit order books. *Journal of Physics: Conference Series*, 1575. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1575/1/012124>.
- Liang, Y., Lin, Y., & Lu, Q. (2022). Forecasting gold price using a novel hybrid model with ICEEMDAN and LSTM-CNN-CBAM. *Expert Systems with Applications*, 206, 117847. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.117847>.
- Liu, T., Ma, X., Li, S., Li, X., & Zhang, C. (2022). A stock price prediction method based on meta-learning and variational mode decomposition. *Knowledge-Based Systems*, 252, 109324. <https://doi.org/10.1016/j.knsys.-2022.109324>.
- Liya, A., Qin, Q., Kamran, H.W., Sawangchai, A., Wisetsri, W., & Raza, M. (2021). How macroeconomic indicators influence gold price management. *Business Process Management Journal*, 27(7), 2075-2087. <https://doi.org/10.1108/BPMJ-12-2020-0579>.
- Long, P.D., Hien, B.Q., & Ngoc, P.T.B. (2022). Impacts of inflation on the gold price and exchange rate in Vietnam: Time-varying vs. fixed coefficient cointegrations. *Asian Journal of Economics and Banking*, 6(1), 88–96. <https://doi.org/10.1108/ajeb-07-2021-0083>.
- Lu, W., Qiu, T., Shi, W., & Sun, X. (2022). International gold price forecast based on CEEMDAN and support vector regression with grey wolf algorithm. *Complexity*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/1511479>.
- Mainal, S.A., Mohd Selamat, A.H., Abd Majid, N.D.S., & Noorzee, K.N.I. (2023). Factors influencing the price of gold in Malaysia. *Information Management and Business Review*, 15(3), 195-205. [https://doi.org/10.22610/imbr.v15i3\(I\).3529](https://doi.org/10.22610/imbr.v15i3(I).3529).
- Md Isa, M.A., A Latif, R., Nasrul, F., Zaharum, Z., & Noh, M.K.A. (2020). Relational study between macroeconomic variables and gold price: Latest Malaysian evidence. *Advanced International Journal of Business, Entrepreneurship and SMEs*, 2(6), 01–09. <https://doi.org/10.35631/aijbes.2600>.
- Mohammadinejad Pashaki, M.B., Sadeqi Sharif, S.J., & Iqbalia, M. (2023). Examination and analysis of spillover effects between stock markets and gold, currency, oil, and housing markets: A VARMA-BEKK-AGARCH model. *Financial Engineering and Securities Management*, 14(57), 88-109. https://jfr.ut.ac.ir/article_92804.html [In Persian].
- Nisarga, M. & Marisetty, N. (2023). A study on various factors impacting the gold price in India. *Asian Journal of Economics, Business and Accounting*, 23(20), 254-265. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4587897>.
- Plakandaras, V., Gogas, P., & Papadimitriou, T. (2021). Gold against the machine. *Computational Economics*, 57, 5–28. <https://doi.org/10.1007/s10614-020-10019-z>.
- Pradeep, K.V., & Karunakaran, N. (2022). Gold price dynamics in India: A pre-post-liberalization comparison. *Journal of Management Research and Analysis*, 9(2), 102-107. <https://doi.org/10.18231/j.jmra.2022.020>.
- Pukthuanthong, K., & Roll, R. (2011). Gold and the Dollar (and the Euro, Pound, and Yen). *Journal of Banking & Finance*, 35(8), 2070-2083. <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2011.01.014>.
- Qian, Y., Ding, J., Huang, W., & Zhang, H. (2022). Does political risk matter for gold market fluctuations? A structural VAR analysis. *Research in International Business and Finance*, 60, 101618. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2022.101618>.
- Qian, Y., Ralescu, D., & Zhang, B. (2019). The analysis of factors affecting global gold price. *Resources Policy*, 64, 101478. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2019.101478>.
- Sadeghi, M. (2019). An investigation of technical indicators on gold price volatility: A case study of RSI, SMA, Bollinger Bands, MACD, ATR and Ichimoku Cloud. *Quarterly Journal of Financial Research*, 12(3), 45–60.
- Sailaja, V.N., Kumar, A.K., & Kota, P.V.S. (2022). A study on macro-economic variables and their impact on gold price in India. *International Journal of Development Research*, 26(5), 1-16. <https://www.abacademics.org/articles/-a-study-on-macro-economic-variables-and-their-impact-on-gold-price-in-india-15156.html>.

- Sarvaiya, D., & Ramchandani, D. (2022). Time series analysis and forecasting of gold price using ARIMA and LSTM model. *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology*, 10(9), 168-173. DOI: [10.22214/ijraset.2022.46555](https://doi.org/10.22214/ijraset.2022.46555).
- Selvanathan, S., & Selvanathan, E. A. (2022). The nexus between oil and gold prices during the COVID-19 pandemic. In *Financial Transformations Beyond the COVID-19 Health Crisis* (pp. 447-474). Singapore: World Scientific Publishing Co. https://ideas.repec.org/h/wsi/wschap/9781800610781_0015.html.
- Sims, C.A. (1980). Macroeconomics and reality. *Econometrica*, 48(1), 1-48. <https://www.jstor.org/stable/1912017>.
- Tanin, T.I., Sarker, A., Brooks, R., & Do, H.X. (2022). Does oil impact gold during COVID-19 and three other recent crises? *Energy Economics*, 108, 105938. DOI: [10.1016/j.eneco.2022.105938](https://doi.org/10.1016/j.eneco.2022.105938).
- Torrence, C., & Compo, G.P. (1998). A practical guide to wavelet analysis. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 79(1), 61-78. <https://www.scrip.org/reference/referencespapers?referenceid=2214163>.
- Wen, J., Khalid, S., Mahmood, H., & Yang, X. (2022). Economic policy uncertainty and growth nexus in Pakistan: New evidence using NARDL model. *Economic Change and Restructuring*, 55(3), 1701-1715. <https://doi.org/10.1007/s10644-021-09364-2>.
- Yan, W., & Elbushra, M. (2024). Forecasting Sudan gold prices with a hybrid deep learning approach. In *2024 International Conference on Cloud and Network Computing (ICCNC)*, Jinhua, China (pp. 71-78). <https://doi.org/10.1109/ICCNC63989.2024.00020>.
- Yang, M. (2017). Effects of idiosyncratic shocks on macroeconomic time series. *Empirical Economics*, 53(4), 1441-1461. https://ideas.repec.org/a/spr/empeco/v53y2017i4d10.1007_s00181-016-1184-3.html.
- Yuan, F., Lee, C., & Chiu, C. (2020). Using market sentiment analysis and genetic algorithm-based least squares support vector regression to predict gold prices. *International Journal of Computational Intelligence Systems*, 13(1), 234-246. DOI: [10.2991/ijcis.d.200214.002](https://doi.org/10.2991/ijcis.d.200214.002).
- Zahedi, Y., Rezaei, N., & Najari, V. (2023). Measurement and testing for cross-bubble transmission in stock, currency, and gold markets: A case study of Iran using copula functions. *Financial Engineering and Securities Management*, 14(57). https://journals.iau.ir/article_700570.html [In Persian].
- Zhang, G., Jiang, L., Tian, L., & Fu, M. (2021). Analysis of the gold fixing price fluctuation in different times based on the directed weighted networks. *The North American Journal of Economics and Finance*, 57(3), 101437. DOI: [10.1016/j.najef.2021.101437](https://doi.org/10.1016/j.najef.2021.101437).
- Zhang, P., & Ci, H. (2020). Deep belief network for gold price forecasting. *Revue de la Politique Economique*, 69(3), 1806-1830. DOI: [10.1016/j.resourpol.2020.101806](https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2020.101806).
- Zhang, W., & Wei, Y. (2011). The dynamic relationship between crude oil and gold futures markets: Evidence from spillover effects and time-varying correlations. *Resources Policy*, 35(3), 168-177. DOI: [10.1016/j.resourpol.2010.05.003](https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2010.05.003).
- Zhao, Y. (2017). Evaluating the effectiveness of technical indicators in gold market analysis: Emphasis on RSI, SMA, Bollinger bands, MACD, ATR, and ichimoku cloud. *International Journal of Economics and Finance*, 9(1), 55-70.