

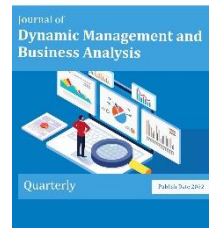


Journal Website

Article history:  
Received 26 July 2025  
Revised 11 December 2025  
Accepted 18 December 2025  
Initial Publication 23 December 2025  
Final Publication 22 June 2026

## Dynamic Management and Business Analysis

Volume 5, Issue 2, pp 1-21



E-ISSN: 3041-8933

# Spillover Effects of Global Crude Oil Price Volatility on Base Metal Exports in Selected Mineral-Rich Countries

Seyed Mohammad. Hassani<sup>1</sup>, Marjan. Damankeshideh<sup>2\*</sup>, Amir Reza. Keyghobadi<sup>3</sup>, Seyed Nematollah. Mousavi<sup>4</sup>

<sup>1</sup> PhD Student, Department of Economics, CT.C., Islamic Azad University, Tehran, Iran

<sup>2</sup> Department of Economics, CT.C., Islamic Azad University, Tehran, Iran

<sup>3</sup> Department of Industrial Management, CT.C., Islamic Azad University, Tehran, Iran

<sup>4</sup> Department of Economics, Marv.C., Islamic Azad University, Fars, Iran

\* Corresponding author email address: m.damankeshideh@iau.ac.ir

### Article Info

#### Article type:

Original Research

#### How to cite this article:

Hassani, S. M., Damankeshideh, M., Keyghobadi, A. R., & Mousavi, S. N. (2026). Spillover Effects of Global Crude Oil Price Volatility on Base Metal Exports in Selected Mineral-Rich Countries. *Dynamic Management and Business Analysis*, 5(2), 1-21.

<https://doi.org/10.61838/dmbaj.294>



© 2026 the author(s). Published by Knowledge Management Scientific Association. This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) License.

### ABSTRACT

**Objective:** This study aims to examine the linear and nonlinear spillover effects of global crude oil price volatility on base metal exports, emphasizing the threshold role of geopolitical risk in selected mineral-rich countries.

**Methodology:** The study employs annual panel data for selected countries endowed with mineral and base metal resources over the period 2005–2024. Oil price volatility is extracted using conditional volatility models, and the Panel Smooth Transition Regression (PSTR) approach is applied to capture both linear and nonlinear dynamics. Geopolitical risk is introduced as the transition variable, while economic complexity, institutional quality, economic policy uncertainty, capital formation, labor, and energy consumption are incorporated as key explanatory variables.

**Findings:** The PSTR estimation results indicate that oil price volatility, geopolitical risk, and economic policy uncertainty exert statistically significant negative effects on base metal exports. Conversely, institutional quality, economic complexity, capital, labor, and energy consumption have significant positive impacts. The results also confirm the existence of a meaningful geopolitical risk threshold, beyond which the adverse effects of oil price volatility and policy uncertainty intensify, while the mitigating role of institutional and structural factors becomes stronger.

**Conclusion:** The findings suggest that sustaining base metal exports in mineral-rich countries critically depends on managing oil price volatility, mitigating geopolitical risks, and reducing policy uncertainty, while strengthening institutional quality and economic complexity enhances resilience against external shocks.

**Keywords:** Oil price volatility, Geopolitical risk, Base metal exports, Economic complexity, Institutional quality, PSTR model

## EXTENDED ABSTRACT

### Introduction

Global commodity markets have become increasingly interconnected over the past two decades, with crude oil prices playing a central role in transmitting shocks to other commodity markets, particularly base metals. Oil is not only a key input in the extraction, processing, and transportation of metals, but also a major source of macroeconomic uncertainty that influences investment decisions, exchange rates, and trade flows. A growing body of literature emphasizes that volatility in oil prices, rather than price levels alone, is a crucial channel through which shocks are propagated across commodity markets (Cunado et al., 2024; Melas, 2024). For countries endowed with mineral and base metal resources, this linkage is especially important, as base metal exports constitute a substantial share of total export revenues and are closely tied to energy costs and global demand conditions.

Empirical studies have documented significant volatility spillovers between oil and metal markets, often intensifying during periods of global uncertainty or financial stress (Marobhe & Zhang, 2023; Tessmann et al., 2024). These spillovers are shown to be time-varying and regime-dependent, suggesting that linear models may fail to capture the true dynamics of commodity interdependence (Alzate-Ortega, 2024; Yildirim et al., 2020). In parallel, recent research highlights the role of geopolitical risk as a major source of global instability, capable of amplifying commodity price volatility and disrupting trade and investment flows. Rising geopolitical tensions, sanctions, and regional conflicts tend to increase uncertainty, raise transaction costs, and weaken export performance in resource-rich economies (Jung, 2022; Özdemir, 2025).

Beyond global shocks, domestic structural factors play a decisive role in shaping how economies absorb and transmit external volatility. Institutional quality has been widely recognized as a key determinant of economic resilience, influencing policy credibility, investor confidence, and the effectiveness of stabilization mechanisms (Azizi et al., 2021; Rezagholizadeh et al., 2025). However, evidence also suggests that resource-rich economies may face structural resistance to institutional improvement, which can exacerbate vulnerability to external shocks (Owjimehr, 2024; Sibanda et al., 2023). Alongside institutions, economic complexity has emerged as a powerful framework for understanding differences in export performance and shock absorption capacity. Economies with higher levels of complexity tend to export more diversified and knowledge-intensive products, reducing reliance on raw materials and increasing resilience to commodity price volatility (Neagu, 2021; Vu, 2019). Empirical studies show that greater economic complexity can mitigate the adverse effects of natural resource dependence and enhance export stability (Awoa & Nkombo, 2024; Chairul et al., 2025).

Despite these advances, several gaps remain in the literature. First, most existing studies focus on price or return spillovers, while relatively little attention has been paid to real trade outcomes such as base metal exports. Second, the joint role of oil price volatility, geopolitical risk, economic policy uncertainty, institutional quality, and economic complexity has rarely been examined within a unified nonlinear framework. Third, evidence for developing and mineral-rich countries remains limited, even though these economies are among the most exposed to commodity-driven shocks (Atakhanova et al., 2025; Li et al., 2024). Addressing these gaps, the present study investigates how global oil price volatility spills over to

base metal exports in selected mineral-rich countries, emphasizing nonlinear dynamics and the threshold role of geopolitical risk.

### **Methods and Materials**

This study employs an annual panel dataset covering a group of selected developing and emerging economies endowed with significant mineral and base metal resources over the period 2005–2024. The dependent variable is base metal exports, measured as the share of base metals and mineral products in total merchandise exports. The key explanatory variable is oil price volatility, extracted using conditional volatility models based on international crude oil price data. Additional covariates include geopolitical risk, economic policy uncertainty, institutional quality, economic complexity, gross fixed capital formation, labor input, and per-capita energy consumption.

To capture potential nonlinearities and regime-dependent relationships, the analysis applies the Panel Smooth Transition Regression (PSTR) model. This approach allows regression coefficients to vary smoothly between regimes defined by a transition variable, rather than assuming abrupt structural breaks. Geopolitical risk is specified as the transition variable, enabling the identification of threshold effects and differential impacts of oil price volatility and other determinants across low-risk and high-risk regimes. Prior to estimation, standard panel unit root tests are conducted to ensure stationarity of the variables. Linearity tests are then used to justify the adoption of the PSTR framework and to determine the appropriate number of regimes and transition functions. Model adequacy is assessed through diagnostic tests for serial correlation, heteroskedasticity, and parameter stability.

### **Findings**

The empirical results strongly reject the null hypothesis of linearity, confirming the presence of nonlinear dynamics in the relationship between oil price volatility and base metal exports. The PSTR estimates indicate that oil price volatility exerts a statistically significant negative effect on base metal exports across the sample countries. This negative impact is relatively moderate in the low-geopolitical-risk regime but becomes substantially stronger once geopolitical risk exceeds the estimated threshold level.

Geopolitical risk itself has a direct and significant negative effect on base metal exports, reflecting the disruptive influence of political instability and international tensions on trade flows. Moreover, geopolitical risk acts as a powerful transition variable: in the high-risk regime, the adverse effects of oil price volatility and economic policy uncertainty are amplified, leading to sharper declines in export performance.

Economic policy uncertainty is found to have a significant negative impact on base metal exports, indicating that unstable and unpredictable policy environments discourage investment and hinder export capacity in mineral-intensive sectors. Similar to oil price volatility, the negative effect of policy uncertainty intensifies in the high-geopolitical-risk regime.

In contrast, institutional quality has a positive and statistically significant effect on base metal exports. Countries with stronger institutions experience higher and more stable export performance, and this positive effect becomes more pronounced under high geopolitical risk conditions, suggesting a buffering role of institutions against external shocks. Economic complexity also shows a robust positive association with base metal exports. Economies with more diversified and knowledge-intensive production structures are better able to sustain export performance, even in adverse global environments.

Control variables behave largely as expected. Capital formation, labor input, and energy consumption all exert positive and significant effects on base metal exports, underscoring the importance of productive capacity, human resources, and energy availability in supporting export activity. Notably, the positive contributions of these real factors are stronger in the high-risk regime, highlighting their role in enhancing resilience when external conditions deteriorate.

### **Discussion and Conclusion**

The findings provide clear evidence that the impact of oil price volatility on base metal exports is both negative and nonlinear, and that geopolitical risk plays a critical threshold role in shaping this relationship. When geopolitical risk is low, oil price volatility exerts a manageable drag on exports, but once risk rises beyond a certain point, volatility spillovers intensify and export performance deteriorates sharply. This underscores the importance of considering regime-dependent dynamics when analyzing commodity-driven economies.

The results also highlight the central role of domestic structural factors in mediating external shocks. Strong institutional quality emerges as a key stabilizing force, capable of mitigating the adverse effects of oil price volatility, policy uncertainty, and geopolitical tensions. Similarly, higher economic complexity enhances export resilience by reducing dependence on raw material exports and enabling greater value addition. These findings suggest that resource abundance alone does not determine export outcomes; rather, the way resources are embedded within institutional and productive structures is decisive.

From a policy perspective, the evidence points to the need for a multidimensional strategy to stabilize and enhance base metal exports in mineral-rich economies. Managing exposure to oil price volatility requires not only macroeconomic stabilization tools, but also efforts to reduce vulnerability through diversification, institutional strengthening, and capacity building. Reducing economic policy uncertainty and improving governance can foster investment and export growth, while promoting economic complexity through industrial upgrading and skills development can increase long-term resilience.

In conclusion, this study contributes to the literature by providing a comprehensive nonlinear analysis of the spillover effects of oil price volatility on base metal exports, incorporating geopolitical risk, institutional quality, and economic complexity within a unified framework. The results demonstrate that export performance in mineral-rich countries is shaped by a complex interaction of global shocks and domestic structures, and that effective policy responses must address both dimensions simultaneously.



## اثر سرریز نوسانات قیمت جهانی نفت خام بر صادرات فلزات اساسی در کشورهای منتخب دارای منابع معدنی

سید محمد حسنی<sup>۱</sup>، مرجان دامن کشیده<sup>۲\*</sup>، امیر رضا کیقبادی<sup>۳</sup>، سید نعمت الله موسوی<sup>۴</sup>

۱. دانشجوی دکتری، گروه اقتصاد، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲. گروه اقتصاد، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۳. گروه مدیریت صنعتی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۴. گروه اقتصاد، واحد مرو دشت، دانشگاه آزاد اسلامی، فارس، ایران

\*ایمیل نویسنده مسئول: m.damankeshideh@iau.ac.ir

### اطلاعات مقاله

### چکیده

#### نوع مقاله

پژوهشی/اصلی

#### نحوه استناد به این مقاله:

حسنی، سید محمد، دامن کشیده، مرجان، کیقبادی، امیر رضا، و موسوی، سید نعمت الله. (۱۴۰۵). اثر سرریز نوسانات قیمت جهانی نفت خام بر صادرات فلزات اساسی در کشورهای منتخب دارای منابع معدنی. مدیریت پویا و تحلیل کسب و کار، ۵(۲)، ۱-۲۱.



© ۱۴۰۵ تمامی حقوق انتشار این مقاله متعلق به نویسنده(گان) است. انتشار این مقاله به صورت دسترسی آزاد مطابق با گواهی (CC BY 4.0) صورت گرفته است.

**هدف:** هدف این مطالعه بررسی اثرات خطی و غیرخطی سرریز نوسانات قیمت جهانی نفت خام بر صادرات فلزات اساسی با تأکید بر نقش آستانه‌ای ریسک ژئوپلیتیک در کشورهای منتخب دارای منابع معدنی است. **روش‌شناسی:** پژوهش حاضر از داده‌های پانلی سالانه کشورهای منتخب دارای منابع معدنی و فلزات اساسی طی دوره ۲۰۰۵ تا ۲۰۲۴ استفاده می‌کند. نوسانات قیمت نفت با بهره‌گیری از مدل‌های نوسان‌پذیری شرطی استخراج شده و برای برآورد روابط خطی و غیرخطی میان متغیرها از مدل رگرسیون انتقال ملایم پانل (PSTR) استفاده شده است. در این چارچوب، ریسک ژئوپلیتیک به عنوان متغیر انتقال در نظر گرفته شده و اثر متغیرهایی نظیر پیچیدگی اقتصادی، کیفیت نهادی، عدم قطعیت سیاست‌های اقتصادی، سرمایه، نیروی کار و مصرف انرژی بر صادرات فلزات اساسی آزمون شده است. **یافته‌ها:** نتایج برآورد مدل PSTR نشان می‌دهد نوسانات قیمت نفت، ریسک ژئوپلیتیک و عدم قطعیت سیاست‌های اقتصادی اثر منفی و معناداری بر صادرات فلزات اساسی دارند. در مقابل، پیچیدگی اقتصادی، کیفیت نهادی، سرمایه، نیروی کار و مصرف انرژی اثر مثبت و معناداری بر صادرات فلزات اساسی نشان می‌دهند. همچنین وجود یک حد آستانه معنادار برای ریسک ژئوپلیتیک تأیید شد؛ به گونه‌ای که با عبور ریسک ژئوپلیتیک از سطح آستانه، شدت اثرگذاری متغیرهای منفی افزایش یافته و نقش متغیرهای نهادی و ساختاری در تعدیل شوک‌ها پررنگ‌تر می‌شود. **نتیجه‌گیری:** یافته‌ها نشان می‌دهد که پایداری صادرات فلزات اساسی در کشورهای دارای منابع معدنی به طور جدی به مدیریت نوسانات نفت، کنترل ریسک ژئوپلیتیک و کاهش عدم قطعیت سیاستی وابسته است و تقویت کیفیت نهادی و پیچیدگی اقتصادی می‌تواند نقش حفاظتی مؤثری در برابر شوک‌های خارجی ایفا کند. **کلیدواژه‌ها:** نوسانات قیمت نفت، ریسک ژئوپلیتیک، صادرات فلزات اساسی، پیچیدگی اقتصادی، کیفیت نهادی، مدل PSTR

در دهه‌های اخیر، بازارهای کالایی به‌ویژه بازار انرژی و فلزات اساسی به یکی از کانون‌های اصلی تحلیل‌های اقتصاد کلان و اقتصاد بین‌الملل تبدیل شده‌اند، زیرا نوسانات این بازارها نقش تعیین‌کننده‌ای در ثبات اقتصادی، درآمدهای صادراتی، سرمایه‌گذاری و رشد کشورهای دارای منابع طبیعی ایفا می‌کند. در این میان، قیمت جهانی نفت خام به‌عنوان مهم‌ترین کالای راهبردی جهان، نه تنها بر اقتصاد کشورهای صادرکننده و واردکننده انرژی اثر مستقیم دارد، بلکه از طریق کانال‌های مختلفی همچون هزینه‌های تولید، انتظارات تورمی، نرخ ارز، سرمایه‌گذاری و جریان‌های مالی، بر سایر بازارهای کالایی از جمله بازار فلزات اساسی نیز سرریز می‌شود. ادبیات اقتصادی نشان می‌دهد که این سرریزها صرفاً محدود به تغییرات سطح قیمت‌ها نیست، بلکه نوسانات قیمت نفت می‌تواند به‌صورت پویا و در قالب شوک‌های نوسانی به بازار فلزات منتقل شود و رفتار این بازارها را در رژیم‌های متفاوت اقتصادی تغییر دهد (Cunado et al., 2024; Melas, 2024).

فلزات اساسی نظیر مس، آلومینیوم، نیکل، روی و سرب، نهاده‌های کلیدی در صنایع مادر، زیرساختی و فناوری‌های نوین به شمار می‌روند و نقش مهمی در زنجیره ارزش جهانی دارند. بسیاری از کشورهای در حال توسعه و نوظهور، به‌ویژه کشورهای دارای منابع معدنی غنی، بخش قابل توجهی از درآمدهای صادراتی خود را از محل استخراج و صادرات این فلزات تأمین می‌کنند. از این‌رو، نوسانات در بازار فلزات اساسی می‌تواند مستقیماً بر تراز تجاری، ثبات ارزی و مسیر رشد اقتصادی این کشورها اثر بگذارد (Atakhanova et al., 2025; Chairul et al., 2025). با توجه به وابستگی بالای فرآیند استخراج و فرآوری فلزات به انرژی، تغییرات و نوسانات قیمت نفت به‌عنوان یکی از اصلی‌ترین نهاده‌های تولید، اهمیت مضاعفی در تحلیل صادرات فلزات اساسی پیدا می‌کند (Musa & Ngozi, 2024; Umar, 2021).

پژوهش‌های تجربی متعددی نشان داده‌اند که شوک‌ها و نوسانات بازار نفت می‌توانند از طریق کانال هزینه‌های تولید و حمل‌ونقل، تغییر در بازدهی سرمایه‌گذاری و افزایش نااطمینانی، بر بازار فلزات اساسی اثرگذار باشند. مطالعات مبتنی بر داده‌های فرکانس بالا و شاخص‌های نوسان تحقق‌یافته نشان می‌دهد که در دوره‌های بی‌ثباتی اقتصادی و مالی، شدت سرریز نوسانات بین بازار نفت و فلزات به‌طور معناداری افزایش می‌یابد (Marobhe & Zhang, 2023; Tessmann et al., 2024). همچنین، شواهد حاکی از آن است که این سرریزها ماهیتی زمان‌متغیر و غیرخطی دارند و در شرایط خاص اقتصادی، مانند بحران‌های مالی، شوک‌های ژئوپلیتیک یا تغییرات شدید سیاستی، تقویت می‌شوند (Alzate-Ortega, 2024; Yildirim et al., 2020).

در کنار نوسانات قیمت نفت، ریسک ژئوپلیتیک به‌عنوان یکی از مهم‌ترین منابع نااطمینانی در اقتصاد جهانی مطرح است. افزایش تنش‌های سیاسی، منازعات منطقه‌ای، تحریم‌ها و ناامنی‌های ژئوپلیتیک می‌تواند زنجیره‌های تأمین جهانی را مختل کرده و هزینه‌های مبادله، بیمه و حمل‌ونقل را افزایش دهد. شواهد تجربی نشان می‌دهد که ریسک ژئوپلیتیک نه تنها به‌طور مستقیم بر قیمت و نوسانات کالاها اثر می‌گذارد، بلکه می‌تواند نقش یک متغیر آستانه‌ای را ایفا کند که شدت سرریز نوسانات نفت به بازار فلزات را در رژیم‌های پرریسک تشدید می‌کند (Jung, 2022; Özdemir, 2025). در چنین شرایطی، کشورهایی که بخش فلزات اساسی آن‌ها در معرض ریسک‌های سیاسی و خارجی بالاتری قرار دارد، معمولاً کاهش محسوس‌تری در صادرات تجربه می‌کنند.

عامل مهم دیگر در این چارچوب، عدم قطعیت سیاست‌های اقتصادی است. تغییرات مکرر و غیرقابل پیش‌بینی در سیاست‌های مالی، پولی و ارزی می‌تواند تصمیم‌گیری بنگاه‌ها و سرمایه‌گذاران را با ابهام مواجه کند و موجب تعویق یا کاهش سرمایه‌گذاری در بخش‌های سرمایه‌بر مانند صنایع معدنی و فلزی شود. مطالعات اخیر نشان می‌دهد که افزایش عدم قطعیت سیاستی، هم به‌طور مستقیم صادرات کالاهای مبتنی بر

منابع طبیعی را کاهش می‌دهد و هم از طریق تقویت کانال نوسان، اثرات سرریز شوک‌های نفتی را تشدید می‌کند (Zhang et al., 2022; Zheng, 2024). این مسئله به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه که چارچوب‌های سیاستی شکننده‌تری دارند، اهمیت بیشتری می‌یابد.

در مقابل این عوامل بی‌ثبات‌کننده، ادبیات جدید اقتصاد توسعه و اقتصاد منابع طبیعی بر نقش متغیرهای ساختاری و نهادی در تعدیل شوک‌ها و افزایش تاب‌آوری اقتصادی تأکید دارد. کیفیت نهادی یکی از مهم‌ترین این متغیرهاست که شامل کارایی دولت، حاکمیت قانون، شفافیت، حقوق مالکیت و کیفیت مقررات می‌شود. نهادهای کارآمد می‌توانند با کاهش هزینه‌های مبادله، افزایش اعتماد سرمایه‌گذاران و اجرای سیاست‌های تثبیتی مؤثر، اثرات منفی نوسانات خارجی را محدود کنند (Azizi et al., 2021; Rezagholizadeh et al., 2025).

شواهد تجربی نشان می‌دهد که در اقتصادهای دارای کیفیت نهادی بالاتر، شدت سرریز نوسانات نفت به بازارهای کلایی و مالی کمتر است و صادرات منابع طبیعی از ثبات بیشتری برخوردار است (Bayat Baghaee et al., 2021; Valiehy et al., 2022).

با این حال، بهبود کیفیت نهادی در اقتصادهای غنی از منابع همواره فرآیندی ساده و خودبه‌خود نیست. برخی مطالعات نشان می‌دهد که وفور منابع طبیعی می‌تواند انگیزه اصلاحات نهادی را تضعیف کند و مقاومت ساختاری در برابر ارتقای نهادها ایجاد نماید (Owjimehr, 2024; Sibanda et al., 2023). در چنین شرایطی، اثرات منفی نوسانات قیمت نفت و ریسک‌های خارجی بر بخش‌هایی مانند فلزات اساسی می‌تواند تشدید شود، مگر آنکه سیاست‌های هدفمند برای تقویت نهادها و حکمرانی اقتصادی اتخاذ گردد.

در کنار کیفیت نهادی، مفهوم پیچیدگی اقتصادی به‌عنوان یکی از شاخص‌های کلیدی ساختار تولیدی و صادراتی کشورها در سال‌های اخیر توجه گسترده‌ای را به خود جلب کرده است. پیچیدگی اقتصادی نشان‌دهنده سطح دانش، مهارت و تنوع قابلیت‌های تولیدی نهفته در اقتصاد یک کشور است و بیان می‌کند که کشور تا چه اندازه قادر به تولید و صادرات کالاهای متنوع و غیرهمگن است (Neagu, 2021; Vu, 2019). پژوهش‌ها نشان می‌دهد کشورهای با پیچیدگی اقتصادی بالاتر، وابستگی کمتری به صادرات مواد خام دارند و در برابر شوک‌های خارجی، از جمله نوسانات قیمت نفت، آسیب‌پذیری کمتری نشان می‌دهند (Awoa & Nkombo, 2024; Li et al., 2024).

در حوزه منابع طبیعی و فلزات اساسی، پیچیدگی اقتصادی می‌تواند نقشی دوگانه ایفا کند. از یک‌سو، ارتقای پیچیدگی اقتصادی از طریق توسعه صنایع پایین‌دستی، فرآوری و تنوع‌بخشی به محصولات فلزی، می‌تواند ارزش افزوده صادرات را افزایش داده و اثرات منفی نوسانات قیمت‌های جهانی را کاهش دهد (Cardoso et al., 2023; Miyajima, 2025). از سوی دیگر، مشارکت عمیق‌تر در زنجیره‌های ارزش جهانی ممکن است اقتصاد را نسبت به شوک‌های جهانی حساس‌تر کند، به‌ویژه اگر این مشارکت بدون پشتوانه نهادی و سیاستی مناسب صورت گیرد (Olaniyi, 2025). از این‌رو، بررسی هم‌زمان نقش پیچیدگی اقتصادی و کیفیت نهادی در تحلیل صادرات فلزات اساسی اهمیت ویژه‌ای دارد.

ادبیات تجربی نشان می‌دهد که ارتباط میان منابع طبیعی، پیچیدگی اقتصادی و عملکرد صادراتی همواره خطی و ساده نیست و اغلب دارای ویژگی‌های نامتقارن و غیرخطی است (Mensi et al., 2020; Yildirim et al., 2020). به‌عنوان مثال، در برخی اقتصادها، افزایش نوسانات نفت تا سطحی مشخص اثر محدودی بر صادرات فلزات دارد، اما پس از عبور از یک آستانه بحرانی، اثرات منفی به‌طور ناگهانی تشدید می‌شود. چنین رفتارهایی ضرورت استفاده از چارچوب‌های اقتصادسنجی غیرخطی را برجسته می‌سازد که بتوانند تغییر رژیم‌ها و نقش متغیرهای آستانه‌ای را به‌درستی شناسایی کنند (Albul-escu et al., 2020; Melas, 2024).

در مطالعات داخلی نیز شواهدی از اثرگذاری نوسانات قیمت نفت بر بخش‌های انرژی‌بر و صنایع فلزی مشاهده شده است. برای نمونه، پژوهش‌هایی که بر بازار سرمایه ایران متمرکز بوده‌اند نشان می‌دهند نوسانات قیمت جهانی نفت می‌تواند بازده و نوسان سهام صنایع فلزات اساسی را تحت تأثیر قرار دهد و این اثر در دوره‌های بی‌ثباتی اقتصادی شدیدتر است (Bordanavishin & Heidari, 2017; Kikha &



(Ghased, 2023). با این حال، بخش عمده این مطالعات یا بر بازارهای مالی تمرکز داشته‌اند یا اثرات میانگین را بررسی کرده‌اند و کمتر به نقش صادرات فلزات اساسی و تعامل هم‌زمان نوسانات نفت، ریسک ژئوپلیتیک، کیفیت نهادی و پیچیدگی اقتصادی پرداخته‌اند. در سطح بین‌المللی نیز اگرچه مطالعات متعددی به بررسی سرریز نوسانات بین بازار نفت و فلزات پرداخته‌اند، اما اغلب آن‌ها تمرکز خود را بر قیمت‌ها یا بازدهی مالی قرار داده و کمتر به متغیرهای واقعی مانند صادرات فلزات اساسی توجه کرده‌اند (Cunado et al., 2024; Umar, 2021). افزون بر این، نقش متغیرهای نهادی و ساختاری در قالب یک چارچوب غیرخطی و رژیم، به‌ویژه برای کشورهای در حال توسعه دارای منابع معدنی، همچنان با خلأ پژوهشی مواجه است (Atakhanova et al., 2025; Zheng, 2024). با توجه به آنچه بیان شد، می‌توان گفت که صادرات فلزات اساسی در کشورهای دارای منابع معدنی، تحت تأثیر مجموعه‌ای پیچیده از عوامل جهانی و داخلی قرار دارد که از یک‌سو شامل نوسانات قیمت نفت، ریسک‌های ژئوپلیتیک و عدم قطعیت سیاستی و از سوی دیگر متأثر از ویژگی‌های ساختاری مانند کیفیت نهادی و پیچیدگی اقتصادی است. درک چگونگی تعامل این عوامل و شناسایی شرایطی که در آن‌ها اثرات منفی تشدید یا تعدیل می‌شود، برای طراحی سیاست‌های صنعتی، تجاری و نهادی کارآمد ضروری است. این امر به‌ویژه در شرایط کنونی اقتصاد جهانی که با شوک‌های هم‌زمان انرژی، ژئوپلیتیک و گذار فناورانه مواجه است، اهمیت دوچندان دارد (Musa & Ngozi, 2024; Tessmann et al., 2024).

بنابراین، این مطالعه با هدف بررسی اثر سرریز نوسانات قیمت جهانی نفت خام بر صادرات فلزات اساسی در کشورهای منتخب دارای منابع معدنی، با تأکید بر نقش غیرخطی و آستانه‌ای ریسک ژئوپلیتیک و همچنین نقش تعدیل‌کننده کیفیت نهادی و پیچیدگی اقتصادی انجام می‌شود.

## روش پژوهش

هدف این مطالعه با پیروی از مطالعات هایللمرام<sup>۱</sup> (۲۰۲۵)، چانگ<sup>۲</sup> (۲۰۲۵)، اکادیری و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۲۵)، شهباز و همکاران<sup>۴</sup> (۲۰۲۴) بررسی اثر سرریز نوسانات قیمت جهانی نفت خام بر بازار فلزات اساسی است. شکل عمومی مدل پانل استار، به‌صورت زیر است:

(۱)

$$EXMET_{it} = \alpha_0 + \beta_1 OILSH_{it} + \beta_2 ENRGY_{it} + \beta_3 IQ_{it} + \beta_4 K_{it} + \beta_5 L_{it} + \beta_6 GE_{it} + \beta_7 COMP_{it} + \beta_8 EPU_{it}(\theta_1 OILSH_{it} + \theta_2 ENRGY_{it} + \theta_3 IQ_{it} + \theta_4 K_{it} + \theta_5 L_{it} + \theta_6 GE_{it} + \theta_7 COMP_{it} + \theta_8 EPU_{it})F(S_{it}, \gamma, c) + u_{it}$$

که در آن تابع گذار  $F$  برابر است با:

$$F(S_{it}, \gamma, c) = (1 + \exp\{-\gamma(s_{it} - c)\})^{-1}, \quad \gamma > 0 \quad (2)$$

به منظور بررسی ویژگی‌های مدل PSTR با تابع انتقال لاجستیک بر اساس مدل ون‌دیک<sup>۵</sup> (۱۹۹۹)، فرض می‌شود متغیر وابسته‌ی

Metal تنها تابعی از مقادیر وقفه‌دار خودش باشد. در این صورت با فرض یک تابع انتقال دو رژیمی رابطه زیر به دست می‌آید:

1. Heilmaram  
2. Chang  
3. Ekadiri et al  
4. Shahbaz et al  
5. Van Dijk

$$Metal_t = (\theta_0 + \theta_1 Metal_{t-1} + \dots + \theta_p Metal_{t-p}) + (\phi_0 + \phi_1 Metal_{t-1} + \dots + \phi_p Metal_{t-p}) G(Metal_t, \gamma, c) + u_t \quad (3)$$
$$G(Metal_t, \gamma, c) = \frac{1}{1 + \exp\{-\gamma(OILSH_{t-c})\}}$$

نتایج این مدل یک مدل PSTR دو رژیم می‌شود که پارامتر مکان  $c$  نقطه‌ای از انتقال بین دو رژیم حدی  $G(GE_t, \gamma, c)$  و  $G(GE_t, \gamma, c) = 1$  را نشان می‌دهد که  $G(GE_t, \gamma, c) = 0.5$  است.  $\gamma$  نشانگر سرعت انتقال بین رژیم‌ها بوده و مقادیر بیشتر  $\gamma$  بیانگر تغییر سریع‌تر رژیم است.

#### متغیر وابسته

EXMET: صادرات سنگ معدن و فلزات اساسی (درصد از صادرات کالا)<sup>۱</sup>.

#### متغیرهای مستقل:

OILSH: بیانگر نوسان قیمت نفت خام که با استفاده از مدل‌های آرچ و گارچ محاسبه می‌شود،  $GE$  = ریسک ژئوپلیتیک که از متغیرهای ثبات سیاسی و فقدان خشونت در منطق استفاده می‌شود. این شاخص ما بین ۰ تا ۱۰۰ می‌باشد که هر چقدر رتبه کشور به سمت ۱۰۰ نزدیک‌تر شود، نشان از بهبود شاخص ثبات سیاسی و فقدان خشونت در منطقه می‌باشد. COMP: پیچیدگی اقتصادی: شاخص پیچیدگی اقتصادی مفهومی است که برای سنجش میزان دانش، مهارت و ظرفیت تولیدی نهفته در ساختار اقتصادی یک کشور به کار می‌رود. این شاخص نشان می‌دهد اقتصاد یک کشور تا چه اندازه متنوع، پیشرفته و مبتنی بر دانش است. به عبارت دیگر، پیچیدگی اقتصادی بیانگر آن است که یک کشور چه کالاهایی را تولید و صادر می‌کند و اینکه این کالاها تا چه اندازه در سایر کشورها نیز قابل تولید هستند. اگر کشوری کالاهای زیادی صادر کند و این کالاها در تعداد کمی از کشورهای دیگر نیز تولید شوند، گفته می‌شود اقتصاد آن کشور پیچیده‌تر است. بنابراین، پیچیدگی اقتصادی در اصل بازتابی از تعداد و تنوع قابلیت‌های تولیدی (capabilities) موجود در کشور است؛ یعنی مجموعه دانش‌ها، مهارت‌ها، فناوری‌ها، و نهادهایی که امکان تولید کالاهای مختلف را فراهم می‌کنند. هرچه این قابلیت‌ها متنوع‌تر و پیشرفته‌تر باشند، اقتصاد کشور پیچیده‌تر است.

از دید مفهومی، شاخص پیچیدگی اقتصادی ترکیبی از دو ویژگی اصلی است:

۱. تنوع (Diversity): تعداد و گستره کالاهایی که یک کشور قادر به تولید و صادرات آن‌هاست.
۲. فراگیری (Ubiquity): میزان عمومی یا انحصاری بودن این کالاها در سطح جهانی، یعنی تعداد کشورهایی که همان کالاها را تولید می‌کنند.

اقتصاد پیچیده اقتصادی است که کالاهای متنوعی تولید می‌کند (تنوع بالا) و در عین حال، این کالاها در کشورهای کمی قابل تولید هستند (فراگیری پایین). در سطح عملیاتی، شاخص پیچیدگی اقتصادی بر اساس داده‌های صادراتی کشورها محاسبه می‌شود. برای این منظور، ابتدا ماتریسی از کشورها و کالاها ساخته می‌شود که در آن مشخص است هر کشور چه کالاهایی را با مزیت نسبی آشکار (RCA) صادر می‌کند. سپس بر پایه این ماتریس، دو شاخص «تنوع کشورها» و «فراگیری کالاها» محاسبه شده و از روابط شبکه‌ای بین کشور و کالا، میزان پیچیدگی هر کشور به دست می‌آید. در فرآیند محاسبه، با استفاده از روش‌های ریاضی و تحلیل شبکه‌ای (از جمله تجزیه به بردارهای ویژه)، شاخص ECI به عنوان بردار ویژه دوم ماتریس هم‌وابستگی کشور-کالا استخراج می‌شود. در نهایت، مقادیر به دست آمده استانداردسازی شده و به صورت عددی

<sup>1</sup>. Ores and Base metals exports (% of merchandise exports)

بیان می‌شوند؛ به‌طوری که کشورهایی با ارزش بالاتر شاخص، دارای اقتصاد متنوع‌تر و دانش‌محورتر هستند. از منظر تفسیری، مقدار بالاتر ECI نشان‌دهنده اقتصاد پیشرفته، صنعتی و دارای ظرفیت نوآوری است، در حالی که مقدار پایین‌تر آن معمولاً به کشورهایی تعلق دارد که اقتصادشان وابسته به صادرات مواد خام یا کالاهای ساده است. برای نمونه، کشورهایی مانند ژاپن، آلمان و کره جنوبی دارای شاخص پیچیدگی اقتصادی بالا هستند، در حالی که کشورهایی نظیر عربستان سعودی یا نیجریه، به دلیل وابستگی به صادرات نفت خام، شاخص پایینی دارند. به‌طور خلاصه، شاخص پیچیدگی اقتصادی ابزاری تحلیلی برای درک «عمق دانش و توانایی‌های تولیدی» در اقتصاد کشورهاست و یکی از مهم‌ترین معیارها برای پیش‌بینی رشد اقتصادی بلندمدت و جهت‌گیری صنعتی آینده کشورها به‌شمار می‌آید.

EMPU = عدم قطعیت سیاست اقتصادی: با توجه به شرایط اقتصادی حاکم در ایران که همواره به دلیل نیازهای بودجه‌ای دولت شاهد تغییرات نرخ ارز، رشد عرضه پول، عدم رشد اقتصادی نامناسب و همچنین وابسته‌شدن اقتصاد ایران به درآمدهای نفتی که منجر به عدم توجه به درآمد مالیاتی در کشور شده است؛ لازم است تا شاخصی مختص به اقتصاد ایران معرفی شود که عدم اطمینان سیاستی برای اقتصاد ایران را پوشش دهد. در این راستا با پیروی از مطالعات لونی و همکاران<sup>۱</sup> (۱۴۰۰) برای اقتصاد ایران ابتدا نوسانات سه شاخص، سیاستهای مالی، پولی و ارزی با استفاده از روش فیلتر هودریک پرسکات محاسبه گردیده و در ادامه شاخص ترکیبی از نوسانات متغیرهای ذکر شده برآورد شده و به‌عنوان شاخص عدم اطمینان اقتصادی معرفی خواهد شد.

شیوه کار برای اندازه‌گیری شاخص عدم اطمینان بدین صورت است که ابتدا نوسانات متغیرهای سیاست پولی (پایه پولی)، سیاست مالی (کسری بودجه و مالیات) و سیاست ارزی (نرخ ارز) همچنین نوسانات متغیرهای تورم و رشد اقتصادی با استفاده از فیلتر هودریک - پرسکات محاسبه شده و سپس با استفاده از تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) شاخص عدم اطمینان اقتصادی ایجاد می‌شود. روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی، ابعاد کلیه مشاهدات را بر اساس شاخص ترکیبی و دسته‌بندی مشاهدات مشابه کاهش می‌دهد. در این روش، متغیرهای موجود در فضای چند حالت هم بسته، به مجموعه‌ای از مؤلفه‌های غیر هم‌بسته خلاصه می‌شود که هر یک ترکیب خطی از متغیرهای اصلی است. مؤلفه‌های غیر هم بسته به دست آمده، مؤلفه‌های اساسی (PC) هستند که از بردارهای ویژه ماتریس کوواریانس یا ماتریس همبستگی متغیرهای اصلی به دست می‌آیند. کاهش تعداد متغیرها و یافتن ساختار ارتباطی بین متغیرها، از مهم‌ترین کاربردهای روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی است. مزیت اصلی کاربرد این روش در اقتصادسنجی، از بین بردن هم‌خطی در مدل‌ها به واسطه تعداد زیاد متغیرهای مؤثر در مدل است.

## جدول ۱

شاخص عدم قطعیت سیاست اقتصادی

| سیاست                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | علائم اختصاری | تعریف عملیاتی                                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| سیاست پولی <sup>۲</sup> : مجموعه عوامل و مکانیسم‌هایی که سبب می‌شود تا بانک مرکزی بتواند میزان پول در اقتصاد را به منظور دستیابی به ثبات قیمتی و رشد اقتصادی پایدار تنظیم نماید، سیاست پولی است. ابزارهای سیاست پولی معمولاً عملیات بازار باز، تغییرات نرخ ذخیره قانونی بانک‌ها و تغییر در نرخ تنزیل مجدد است. | IR            | نرخ بهره: نرخ بهره عبارت است از هزینه استقراض پول که وام‌گیرنده باید آن را پرداخت نماید. به عبارت دیگر هزینه‌ای که وام‌دهنده می‌توانست به با به‌کارگیری پول خود سود به‌دست آورد ولی با قرض‌دادن از آن امتناع ورزیده است، گفته می‌شود. |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | M             | پایه پولی <sup>۳</sup> : به مقدار کل پول ایجادشده توسط بانک مرکزی که قابلیت نقدشوندگی بالا دارد گفته می‌شود که به طور دقیق‌تر شامل موارد زیر است. کل پول نقد، شامل اسکناس و سکه که در دست                                             |

1. Loni

2 monetary policy

3 monetary base

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>مردم و در گردش عمومی است به علاوه مقداری از کل پول مردم که در بانکها سپرده گذاری شده اند و کل پول هایی که توسط بانک های تجاری در بانک مرکزی ذخیره شده است.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <p>کسری بودجه: کسری بودجه عبارت است از فزونی هزینه های دولت نسبت به درآمدهای دولت و معمولاً زمانی که اقتصاد در رکود قرار دارد از این سیاست استفاده می شود.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <p>سیاست مالی<sup>۱</sup>: سیاست مالی به مجموع سیاست هایی که منجر به تغییرات هزینه یا درآمد دولت شده و از این طریق تولید را تحت تاثیر قرار می دهد. سیاست مالی برای اولین بار توسط کینز مطرح شده و ابزارهای این سیاست هزینه های دولت و نرخ مالیات است.</p>                                                                                                           |
| <p>مالیات: مالیات در واقع انتقال بخشی از <b>درآمدهای جامعه به دولت</b> یا بخشی از سود فعالیت های اقتصادی است که نصیب دولت می شود. درآمدهای مالیاتی معمولاً از دو طریق حاصل می شود که اولین مورد استفاده از تغییرات نرخ مالیات است که در دوران رکود اقتصادی از طرف دولت میزان این نرخ کاهش یافته و در دوران رونق اقتصادی افزایش می یابد و دومین مورد پایه مالیاتی است که عبارت است از اعمال مالیات بر کالاهایی و واحدهای اقتصادی که قبلاً مالیات شامل نمی شده است.</p> | <p>TAX</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <p>نرخ ارز: نرخ ارز عبارت از واحدی است که در آن ارزش پول داخلی با پول خارجی ارزش گذاری شده و مبادله صورت می گیرد. به عبارت دیگر نرخ ارز عبارت است از مقداری از واحد پولی ملی که برای بدست آوردن واحد پول کشور دیگر باید پرداخت شود.</p>                                                                                                                                                                                                                               | <p>ER</p> <p>سیاست ارزی: به مکانیسمی که سبب می شود تا نرخ ارز در یک اقتصاد تعیین شود؛ سیستم ارزی یا سیاست ارزی گفته می شود و در حالت کلی دو مورد از سیاست های ارزی غالب، سیستم ارزی ثابتی است که بانک مرکزی در جهت حمایت از نرخ ارز تصویبی در بازار دخالت می کند و در سیستم ارزی شناور نرخ ارز تصویبی مطرح نبوده و مکانیسم بازار میزان نرخ ارز را تعیین می کند.</p> |
| <p>در محاسبه تورم ابتدا شاخص قیمت ۳۸۶ کالا در ایران محاسبه شده و متوسط رشد شاخص قیمتی تحت عنوان تورم شناخته می - شود. در مفاهیم شاخص قیمتی معمولاً دو شاخص قیمتی تولید کننده و مصرف کننده مطرح است.</p>                                                                                                                                                                                                                                                               | <p>INF</p> <p>نرخ تورم: تورم عبارت است از متوسط افزایش سطح عمومی قیمت ها بصورت مکرر. در این تعریف مشخص است که اگر افزایش قیمت موقتی باشد تورم محسوب نمی شود.</p>                                                                                                                                                                                                    |
| <p>تولید ناخالص داخلی: کل ارزش ریالی محصولات نهایی تولید شده توسط واحدهای اقتصادی مقیم یک کشور در دوره زمانی معین (سالانه یا فصلی) تعریف می شود. در واقع، تولید ناخالص داخلی یک متغیر روانه است که عدد آن برای اقتصاد نشان دهنده مقدار ریالی جریان کالا و خدمات، در یک دوره زمانی مشخص (عموماً یک سال) است.</p>                                                                                                                                                       | <p>GDP</p> <p>رشد اقتصادی: به رشد تولید ناخالص داخلی یک کشور در بازه زمانی خاص رشد اقتصادی گفته می شود.</p>                                                                                                                                                                                                                                                         |

L: حاصل ورودی های معمول برای تولید مانند نیروی کار، K: تشکیل سرمایه ثابت ناخالص سرانه بر حسب دلار (درصدی از نرخ رشد)<sup>۲</sup>، ENRGY: مصرف سرانه انرژی بر حسب کیلوگرم معادل نفت خام<sup>۳</sup>، کیفیت نهادی (IQ): میانگین شاخص کیفیت نهادی: برای سنجش کیفیت نهادها، پنج گروه یا فرعی مختلف با هم ترکیب می شوند: (۱) اندازه دولت (۲) سیستم قانونی و حقوق مالکیت (۳) پاسخگویی و شفافیت (۴) تجارت آزاد بین المللی (۵) مقررات اعتبار، کار و کسب و کار. مولفه های اصلی در این پنج حوزه وجود دارد و این اجزا شامل مولفه های فرعی هستند که منجر به شاخص کلی متغیرهای مستقل می شود. موسسه فریزر از مقیاسی برای هر دسته استفاده می کند که میانگین این پنج شاخص را محاسبه می کند تا شاخص کاملی برای هر کشور بدست آید. در این شاخص، صفر نشان دهنده کوچک ترین ارزش نهادی و پنج نماینده بالاترین کیفیت نهادی است. جامعه آماری مطالعه شامل کشورهای منتخب دارنده منابع معدنی و فلزات اساسی؛ ایران، غنا، پرو،

<sup>1</sup> Fiscal Policy

<sup>2</sup> Gross capital formation (% of GDP)

<sup>3</sup> Energy use (kg of oil equivalent per capita)



آرژانتین، برزیل، هند، مکزیک، شیلی، مالزی، فیلیپین، روسیه، قزاقستان، ترکیه، مصر، اندونزی طی بازه زمانی ۲۰۰۵ تا ۲۰۲۴ و با استفاده از مدل رگرسیون انتقال ملایم پانل (PSTR) می‌باشد.

## یافته‌ها

در جدول زیر نتایج این آزمون برای متغیرهای مورد استفاده در این مقاله ارائه شده است. مطابق با نتایج حاصله متغیرها در سطح مانا می‌باشند و قدرمطلق آماره لوین لین و چو از قدرمطلق مقادیر بحرانی این آماره در سطح احتمال ۰/۱، ۵٪ و حتی ۱۰٪ کوچکتر است. در نتیجه تمامی متغیرها انباشته از درجه صفر  $I(0)$  می‌باشند.

## جدول ۲

نتایج آزمون ریشه واحد

| متغیر                         | مقدار آماره LLC |               | درجه انباشتگی |
|-------------------------------|-----------------|---------------|---------------|
|                               | ضرایب           | سطح معنی داری |               |
| صادرات سنگ معدن و فلزات اساسی | EXMET           | -۷.۲۴۱        | ۰.۰۰۰۰        |
| نوسانات قیمت نفت              | OILSH           | -۳.۹۸۴        | ۰.۰۰۱۱        |
| پیشگیری اقتصادی               | COMP            | -۸.۳۵۴        | ۰.۰۰۰۰        |
| عدم قطعیت سیاست اقتصادی       | EMPU            | -۴.۲۸۷        | ۰.۰۰۰۰        |
| ریسک ژئوپلیتیک                | GE              | -۷.۳۸۱        | ۰.۰۰۲۱        |
| کیفیت نهادی                   | IQ              | -۹.۳۹۴        | ۰.۰۰۰۰        |
| نیروی کار                     | L               | -۸.۲۶۷        | ۰.۰۰۳۷        |
| سرمایه                        | K               | -۵۴.۲۶۱       | ۰.۰۰۰۰        |
| مصرف سرانه انرژی              | ENRGY           | -۲۵.۳۶۷       | ۰.۰۰۰۰        |

برای بررسی وجود رابطه خطی یا غیرخطی بین متغیرهای مدل باید بررسی شود که آیا ( $m$  تعداد پارامترهای رژیم) یک است یا خیر. لازم به ذکر است که در آزمون‌های ذیل فرض بر آن است که مدل خطی است و فرض مقابل نیز مدل PSTR لجستیک ( $m=1$ ) یا مدل PSTRنمایی ( $m=2$ ) خواهد بود. نتایج آزمون تشخیص در جدول (۲) نشان می‌دهد که خطی بودن مدل (فرض صفر) رد می‌شود؛ بنابراین رابطه غیرخطی مابین سرریز نوسانات قیمت جهانی نفت خام و بازار فلزات اساسی با وجود اثرات آستانه‌ای ریسک ژئوپلیتیک مورد بررسی وجود دارد و قاعدتاً برای برآورد پارامترهای مدل لازم است از روش PSTR استفاده شود.

## جدول ۳

نتایج آزمون فرضیه خطی بودن مدل (آزمون BBC)

| کشورهای منتخب دارنده منابع معدنی و فلزات اساسی | فرض صفر | آماره F | سطح معنی داری |
|------------------------------------------------|---------|---------|---------------|
| آزمون والد                                     | ۳/۸۹۶   | ۰/۰۰۰   |               |
| آزمون فیشر                                     | ۲/۸۶۲   | ۰/۰۱۲   |               |
| آزمون LRT                                      | ۲/۷۵۲   | ۰/۰۳۵   |               |

همان گونه که در نتیجه آزمون انجام شده در جدول فوق نیز مشهود است فرضیه خطی بودن رابطه بین متغیرها مردود است، بنابراین احتمال وجود رابطه خطی بین متغیرها نفی می‌گردد. همچنین لازم به ذکر است که مدل (PSTR) پیشنهادی توسط متغیر انتقال انتخاب شده به عنوان مدل بهینه جهت برآورد مدل در کشورهای منتخب دارنده منابع معدنی و فلزات اساسی انتخاب می‌شود. برای این منظور به پیروی از گونزالز و همکاران (۲۰۰۵) و کولیتاز و هارولین (۲۰۰۶) فرضیه صفر وجود الگوی PSTR با یک تابع انتقال در مقابل فرضیه وجود الگوی PSTR با حداقل دو تابع انتقال مورد آزمون قرار گرفته که نتایج آن در جدول (۳) ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد که فرضیه صفر مبنی بر کفایت لحاظ نمودن یک تابع انتقال در هر دو حالت وجود یک و دو حد آستانه‌ای رد نشده است؛ بنابراین یک تابع انتقال قادر به تصریح رفتار غیرخطی میان سرریز نوسانات قیمت جهانی نفت خام و بازار فلزات اساسی است.

#### جدول ۴

آزمون وجود رابطه غیرخطی باقیمانده

| حالت وجود دو حد آستانه                         |                 |                 | حالت وجود یک حد آستانه |                 |                 |
|------------------------------------------------|-----------------|-----------------|------------------------|-----------------|-----------------|
| M=۲                                            |                 |                 | M=۱                    |                 |                 |
| کشورهای منتخب دارنده منابع معدنی و فلزات اساسی |                 |                 |                        |                 |                 |
| LR                                             | LM <sub>f</sub> | LM <sub>w</sub> | LR                     | LM <sub>f</sub> | LM <sub>w</sub> |
| ۰/۵۴۱                                          | ۰/۶۸۹           | ۰/۷۸۵           | ۰/۶۹۸                  | ۰/۵۱۲           | ۰/۴۲۵           |
| (۰/۶۲۳)                                        | (۰/۶۵۲)         | (۰/۵۸۶)         | (۰/۶۱۲)                | (۰/۶۵۳)         | (۰/۷۸۵)         |
| H.: r=۱, H <sub>۱</sub> : r=۲                  |                 |                 |                        |                 |                 |

با تأیید وجود رابطه غیرخطی میان متغیرها و کفایت نمودن یک تابع انتقال برای تصریح رفتار غیرخطی در ادامه باید حالت بهینه میان تابع انتقال با یک یا دو حد آستانه‌ای انتخاب گردد. برای این منظور مدل PSTR متناظر با هر یک از این حالت‌ها برآورد خواهد شد و از میان آنها بر اساس معیارهای مجموع مجذور باقی‌مانده‌ها، شوارتز و آکائیک مدل PSTR با لحاظ یک حد آستانه‌ای مدل بهینه است؛ لذا یک مدل PSTR با یک تابع انتقال و یک حد آستانه‌ای برای بررسی رفتار غیرخطی میان متغیرهای مورد مطالعه انتخاب می‌گردد.

نتایج مدل پانل نشان می‌دهد که در کشورهای منتخب در حال توسعه دارای منابع فلزات اساسی، اثر متغیرها بر صادرات فلزات اساسی متفاوت است و برخی متغیرها اثر مثبت و برخی اثر منفی دارند. نوسانات قیمت نفت اثر منفی معناداری بر صادرات فلزات اساسی دارد، زیرا افزایش نوسانات هزینه‌های تولید را بالا برده و سرمایه‌گذاری در صنایع استخراج فلزات را محدود می‌کند و کشورهایی با نوسانات بالا به دلیل وابستگی به منابع طبیعی و محدودیت سرمایه، کاهش قابل توجهی در صادرات تجربه می‌کنند و با ورود به بخش غیرخطی و افزایش سطح ریسک ژئوپلیتیک، شدت اثر منفی نوسانات نفت بیشتر شده و کاهش صادرات تشدید می‌شود. کشورهایی با تنوع منابع بیشتر توانسته‌اند بخشی از اثر منفی نوسانات نفت را مدیریت کنند، اما کشورهایی با تنوع کمتر و وابستگی بالاتر به نفت آسیب بیشتری می‌بینند و این نشان‌دهنده اهمیت مدیریت ریسک و انعطاف‌پذیری در صنایع فلزات اساسی است. ریسک ژئوپلیتیک نیز اثر منفی قابل توجهی بر صادرات دارد و افزایش آن جریان سرمایه‌گذاری و فعالیت‌های تجاری را محدود می‌کند، به طوری که کشورهای با ریسک بالا، کاهش صادرات محسوس داشته‌اند و با ورود به بخش غیرخطی، اثر منفی ریسک ژئوپلیتیک تشدید می‌شود و کاهش صادرات به شکل محسوس‌تری بروز می‌کند. علاوه

بر اثر مستقیم، ریسک ژئوپلیتیک اثر غیرمستقیم بر سرمایه‌گذاری، بهره‌وری نیروی کار و مدیریت منابع دارد که مجموعاً کاهش صادرات را تقویت می‌کند و کشورهایی با نهادهای کارآمد و ساختار نهادی نسبی قوی‌تر توانسته‌اند اثر منفی ریسک ژئوپلیتیک را تا حدی تعدیل کنند، اما کشورهایی با ساختار نهادی ضعیف‌تر آسیب بیشتری می‌بینند. عدم قطعیت سیاست‌های اقتصادی نیز اثر منفی معناداری بر صادرات فلزات اساسی دارد و تغییرات مکرر در سیاست‌های مالی، پولی و ارزی موجب ابهام در تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاران و محدود شدن فعالیت‌های صادراتی می‌شود. در بخش خطی، کشورهای ایران، برزیل، اندونزی و روسیه کاهش صادرات قابل توجهی دارند و با ورود به بخش غیرخطی و افزایش سطح ریسک ژئوپلیتیک، شدت اثر منفی این متغیر بیشتر شده و کاهش صادرات تشدید می‌شود. کشورهایی که توانسته‌اند چارچوب سیاستی نسبتاً پایدار ایجاد کنند، اثرات عدم قطعیت را بهتر مدیریت کرده و توانایی حفظ صادرات را دارند، در حالی که کشورهایی با سیاست‌های اقتصادی نامتعادل آسیب بیشتری می‌بینند. کیفیت نهادی اثر مثبت و معناداری بر صادرات فلزات اساسی دارد و نهادهای کارآمد و شفاف فرآیند سرمایه‌گذاری و صادرات را تسهیل کرده و موانع اداری و قانونی را کاهش می‌دهند. در بخش غیرخطی و شرایط ریسک ژئوپلیتیک بالا، اثر مثبت کیفیت نهادی تقویت می‌شود و توانسته‌اند کاهش صادرات خود را محدود کنند، در حالی که کشورهایی با کیفیت نهادی ضعیف‌تر، کاهش بیشتری را تجربه می‌کنند و کیفیت نهادی نقش کلیدی در ثبات صادرات و تعدیل اثرات منفی سایر متغیرها دارد. پیچیدگی اقتصادی اثر مثبت بر صادرات فلزات اساسی دارد و کشورهایی که اقتصاد متنوع و دانش‌محور دارند، منابع خود را بهتر مدیریت کرده و آسیب‌پذیری در برابر شوک‌های خارجی کاهش می‌یابد و در بخش غیرخطی و سطح بالاتر ریسک ژئوپلیتیک، اثر مثبت پیچیدگی اقتصادی تقویت می‌شود. کشورهایی با اقتصاد پیچیده‌تر توانایی حفظ صادرات حتی در شرایط افزایش ریسک را دارند، در حالی که کشورهایی با پیچیدگی اقتصادی پایین‌تر کاهش صادرات بیشتری تجربه می‌کنند. مصرف انرژی نیز اثر مثبت و معناداری بر صادرات فلزات اساسی دارد، زیرا دسترسی کافی به انرژی موجب افزایش بهره‌وری تولید و کاهش هزینه‌های عملیاتی می‌شود و در بخش غیرخطی، اثر مثبت مصرف انرژی تقویت شده و کشورهای با زیرساخت‌های انرژی مناسب می‌توانند حتی در شرایط ناپایداری بازار، صادرات خود را پایدار نگه دارند، اما کشورهایی با دسترسی محدودتر به انرژی، اثر مثبت مصرف انرژی محدودتر بوده و کاهش صادرات محتمل‌تر است. نیروی کار ماهر اثر مثبت و معناداری بر صادرات دارد و بهره‌وری بالای نیروی انسانی موجب افزایش کیفیت محصولات و توانایی رقابت در بازار جهانی می‌شود و در بخش غیرخطی و حضور ریسک ژئوپلیتیک بالا، اثر مثبت نیروی کار تقویت می‌شود و کشورهایی با نیروی کار ماهر می‌توانند کاهش صادرات را حتی در شرایط ناپایداری بازار محدود کنند، در حالی که کشورهایی با نیروی کار کمتر ماهر آسیب‌پذیری بیشتری دارند. سرمایه‌گذاری نیز اثر مثبت و کلیدی بر صادرات فلزات اساسی دارد و توسعه ظرفیت تولید و ارتقای کیفیت محصول وابسته به سرمایه‌گذاری است و در بخش غیرخطی و سطح بالاتر ریسک ژئوپلیتیک، اثر مثبت سرمایه‌گذاری تقویت می‌شود و کشورهایی که سرمایه‌گذاری هماهنگ با ساختار نهادی و پیچیدگی اقتصادی دارند، توانایی حفظ صادرات را دارند. کشورهایی با سرمایه‌گذاری مناسب و مدیریت منابع مؤثر صادرات پایدار دارند، در حالی که کشورهایی با سرمایه‌گذاری محدود کاهش بیشتری در صادرات تجربه کرده و نیاز به تقویت زیرساخت‌ها و سرمایه‌گذاری بلندمدت دارند.

## جدول ۵

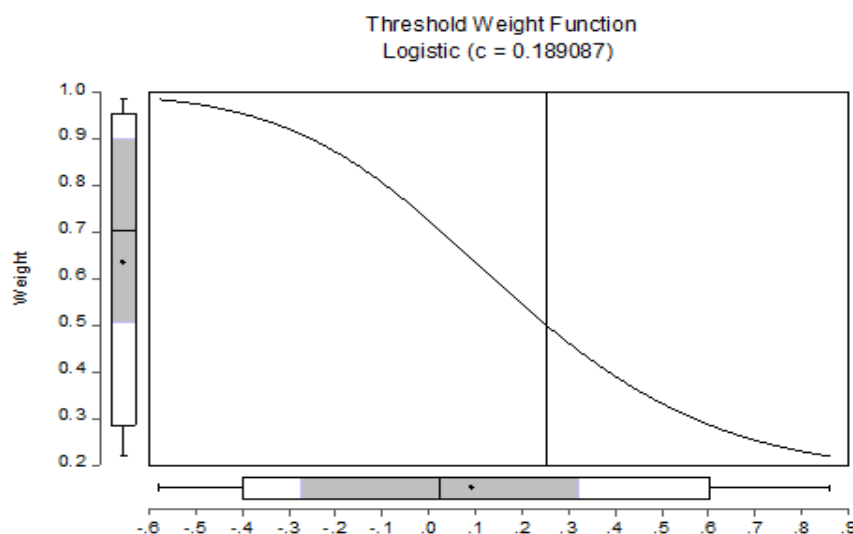
برآورد الگو به وسیله مدل PSTR

| برآورد قسمت خطی مدل    |           |              |           |
|------------------------|-----------|--------------|-----------|
| متغیر                  | ضریب      | انحراف معیار | آماره t   |
| CONSTANT               | ۵۰.۷۵۴۹۶  | ۲۰.۰۲۰۴۳     | ۲.۵۳۵۱۵۸  |
| OILSH                  | -۰.۰۳۴۶۴۵ | ۰.۰۰۴۸۰۴     | -۷.۲۱۱۱۰۳ |
| COMP                   | -۰.۰۱۸۸۳۳ | ۰.۰۰۹۲۱۸     | -۲.۰۴۳۰۱۳ |
| EMPU                   | -۰.۲۱۸۹۸۶ | ۰.۰۸۹۱۹۴     | -۲.۴۵۵۱۷۶ |
| GE                     | -۰.۱۲۵۴۳۳ | ۰.۰۱۵۹۷۲     | -۷.۸۵۳۱۶۶ |
| IQ                     | ۰.۱۱۴۹۶۰  | ۰.۰۵۲۴۲۷     | ۲.۱۹۲۷۵۶  |
| L                      | ۰.۵۳۰۵۱۶  | ۰.۱۹۶۹۴۰     | ۲.۶۹۳۷۹۸  |
| K                      | ۰.۰۷۵۶۶۷  | ۰.۰۰۳۳۴۲     | ۲۲.۶۴۰۱۶  |
| ENRGY                  | ۰.۰۱۵۵۴۹  | ۰.۰۰۳۹۴۰     | ۳.۹۴۶۵۲۲  |
| برآورد قسمت غیرخطی مدل |           |              |           |
| CONSTANT               | ۶.۴۲۶۹۵۴  | ۱.۶۰۵۶۵۵     | ۴.۰۰۲۶۹۹  |
| OILSH                  | -۰.۱۱۰۲۱۴ | ۰.۰۱۹۷۰۲     | -۵.۵۹۴۰۳۱ |
| COMP                   | -۰.۱۲۵۴۳۳ | ۰.۰۱۵۹۷۲     | -۷.۸۵۳۱۶۶ |
| EMPU                   | -۰.۶۱۱۳۶۳ | ۰.۱۴۷۱۸۹     | -۴.۱۵۳۶۰۱ |
| GE                     | -۰.۱۲۲۲۴۳ | ۰.۰۵۹۶۱۴     | -۲.۰۵۰۵۸۲ |
| IQ                     | ۰.۱۹۲۸۹۴  | ۰.۰۰۴۴۱۴     | ۴۳.۷۰۲۱۱  |
| L                      | ۰.۸۶۹۶۰۵  | ۰.۰۶۵۶۵۷     | ۱۳.۲۴۴۷۴  |
| K                      | ۰.۱۱۶۰۵۶  | ۰.۰۲۳۷۸۱     | ۴.۸۸۰۲۱۱  |
| ENRGY                  | ۰.۰۵۷۸۸۴  | ۰.۰۱۳۷۹۹     | ۴.۱۹۴۷۶۱  |
| (C) حد آستانه‌ای       | ۰.۱۸۹۰۸۷  | ۰.۰۵۳۸۷۱     | ۲.۵۰۹۹۹۶  |
| (۷) پارامتر شیب        | ۴.۸۶۵۹۶۳  | ۰.۶۷۴۷۸۸     | ۷.۲۱۱۱۰۳  |

مقدار حد آستانه متغیر انتقال در مدل برابر با ۱۸ درصد برآورد شده است. در مدل رگرسیون انتقال ملایم پانل (PSTR)، اثر متغیرها بر صادرات فلزات اساسی در دو رژیم مجزا قابل بررسی است و سطح ریسک ژئوپلیتیک به عنوان متغیر انتقال تعیین کننده رژیم حاکم است. بر اساس تخمین ها، مقدار حد آستانه ریسک ژئوپلیتیک برای کشورهای منتخب حدود ۰.۱۸ برآورد شده است. این بدان معناست که وقتی ریسک ژئوپلیتیک پایین تر از آستانه است، الگو در رژیم خطی قرار دارد و واکنش شاخص صادرات فلزات اساسی به تغییرات ریسک ژئوپلیتیک محدود است؛ اما با عبور ریسک ژئوپلیتیک از حد آستانه (۱۸ درصد) و ورود به رژیم غیرخطی، اثر ریسک ژئوپلیتیک بر صادرات فلزات اساسی به شدت افزایش می یابد. این یافته نشان می دهد که در شرایطی که ریسک ژئوپلیتیک بالا می رود، کشورهای منتخب و سیاست گذاران به شکل فعال تری تلاش می کنند تا از طریق مدیریت ریسک ژئوپلیتیک و اتخاذ سیاست های مقابله ای، ثبات بازار را حفظ کنند. به عبارت دیگر، با افزایش ریسک ژئوپلیتیک، مکانیسم های مدیریت صادرات فلزات اساسی و ابزارهای کنترل نوسانات به صورت تقویت شده عمل می کنند و شاخص صادرات فلزات اساسی واکنش شدیدتری به تغییرات ریسک ژئوپلیتیک نشان می دهند. این نتایج تأکید می کند که مدیریت ریسک ژئوپلیتیک نقش کلیدی و غیرخطی در حفظ پایداری صادرات فلزات اساسی دارد و اهمیت آن در شرایط ریسک بالا برجسته تر است.

شکل ۱

ارتباط بین تابع انتقال و متغیر انتقال ریسک ژئوپلیتیک



در مطالعه حاضر از آزمون دوربین واتسون برای بررسی خودهمبستگی استفاده می‌شود.

جدول ۶

نتایج آزمون خودهمبستگی

| دوربین واتسون | Prob | آماره F |
|---------------|------|---------|
| ۲/۱۴۷         | ۰/۵۲ | ۱/۶۵۸   |

کشورهای منتخب دارنده منابع معدنی و فلزات اساسی

همان‌طور که در جدول فوق مشهود است، نتایج آزمون خودهمبستگی دوربین واتسون نشان می‌دهد، بین اجزای اخلاص همبستگی وجود ندارد، بنابراین فرض سوم استاندارد کلاسیک مبنی بر عدم خودهمبستگی بین جملات خطا نقض نمی‌گردد. از این رو تخمین‌زنده‌ها از ویژگی‌های لازم (حداقل واریانس و کارایی) برخوردارند. یکی دیگر از فروض استاندارد کلاسیک فرض واریانس همسانی است، در مطالعه حاضر از آزمون بروش - پاگان - گادفری استفاده می‌شود.

جدول ۷

نتایج آزمون ناهمسانی واریانس

| بروش - پاگان - گادفری | Prob   | آماره F |
|-----------------------|--------|---------|
| ۱/۳۱۵                 | ۰/۲۸۶۵ | ۱/۳۲۵   |

کشورهای منتخب دارنده منابع معدنی و فلزات اساسی

همان‌طور که در جدول مشاهده می‌گردد، نتایج آزمون حکایت از عدم وجود ناهمسانی واریانس دارند.

از دیگر سنجه‌های مناسب برای ارزیابی کیفیت مدل تخمین زده شده، بررسی تغییرات ضرایب بین دو رژیم است. در صورتی که مدل برآورد شده تخمین مناسبی باشد، انتظار می‌رود ضرایب با تغییر رژیم ثابت و بدون تغییر باقی بمانند.

## جدول ۸

نتایج آزمون ثبات پارامتر انتقال هموار

| Prob  | Fماره | فرض صفر             | کشورهای منتخب دارنده منابع معدنی و فلزات اساسی |
|-------|-------|---------------------|------------------------------------------------|
| ۰/۸۱۲ | ۰/۵۷۴ | $b_1=b_2=b_3=b_4=0$ |                                                |
| ۰/۷۱۹ | ۰/۶۶۳ | $b_1=b_2=b_3=0$     |                                                |
| ۰/۶۸۲ | ۰/۷۱۴ | $b_1=b_2=0$         |                                                |
| ۰/۵۵۷ | ۰/۷۴۱ | $b_1=0$             |                                                |

همان‌طور که در جدول نیز مشهود است، آزمون ثابت ماندن ضرایب بین دو رژیم نشان می‌دهد ضرایب در اثر تغییر رژیم تغییر نمی‌کنند.

## بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های این پژوهش نشان داد که نوسانات قیمت جهانی نفت خام اثر منفی و معناداری بر صادرات فلزات اساسی کشورهای منتخب دارای منابع معدنی دارد. این نتیجه با بخش مهمی از ادبیات تجربی همخوانی دارد که بر نقش بازار نفت به‌عنوان «فرستنده شوک» در نظام کالاهای جهانی تأکید می‌کند. مطالعات متعددی نشان داده‌اند که افزایش نوسانات نفت از طریق افزایش هزینه‌های انرژی، حمل‌ونقل و بیمه، و نیز از مسیر افزایش نااطمینانی سرمایه‌گذاری، به تضعیف عملکرد بخش‌های انرژی بر از جمله فلزات اساسی منجر می‌شود (Cunado et al., 2021; Musa & Ngozi, 2024; Umar, 2021). همچنین، مرور جامع سرریز نوسانات در بازارهای کالایی نشان می‌دهد که فلزات اساسی به دلیل وابستگی شدید به نهاده انرژی، بیش از بسیاری از کالاهای دیگر در معرض شوک‌های نفتی قرار دارند (Melas, 2024). بنابراین، نتیجه منفی بودن اثر نوسانات نفت بر صادرات فلزات اساسی را می‌توان بازتابی از افزایش هزینه‌های تولید و کاهش رقابت‌پذیری صادراتی این کشورها دانست.

یکی دیگر از یافته‌های کلیدی مطالعه، اثر منفی و معنادار ریسک ژئوپلیتیک بر صادرات فلزات اساسی است. این نتیجه با مطالعاتی همسو است که نشان می‌دهند تنش‌های ژئوپلیتیکی، از طریق اختلال در زنجیره‌های تأمین، افزایش هزینه‌های مبادله و کاهش جریان سرمایه‌گذاری خارجی، عملکرد بخش معدن و فلزات را تضعیف می‌کنند (Jung, 2022; Özdemir, 2025). افزون بر این، پژوهش حاضر نشان داد که ریسک ژئوپلیتیک نقش یک متغیر آستانه‌ای را ایفا می‌کند؛ به این معنا که با عبور ریسک ژئوپلیتیک از سطح مشخصی، شدت اثرگذاری نوسانات نفت و سایر متغیرهای منفی بر صادرات فلزات اساسی افزایش می‌یابد. این نتیجه با شواهد مبتنی بر رفتار رژیمی بازارها سازگار است که نشان می‌دهد در دوره‌های بحران و تنش، سرریز نوسانات بین بازار نفت و فلزات تشدید می‌شود (Alzate-Ortega, 2024; Tessmann et al., 2024). از این منظر، می‌توان گفت که ریسک ژئوپلیتیک نه تنها یک عامل مستقل تضعیف‌کننده صادرات است، بلکه به‌عنوان کاتالیزوری عمل می‌کند که اثر شوک‌های نفتی را تقویت می‌نماید.

نتایج همچنین حاکی از آن است که عدم قطعیت سیاست‌های اقتصادی اثر منفی و معناداری بر صادرات فلزات اساسی دارد. این یافته با ادبیات رو به گسترش عدم قطعیت سیاستی همخوان است که تأکید می‌کند ناپایداری در سیاست‌های مالی، پولی و ارزی موجب تعویق سرمایه‌گذاری، کاهش ظرفیت تولید و تضعیف صادرات در اقتصادهای متکی بر منابع طبیعی می‌شود (Zhang et al., 2022; Zheng, 2024). در شرایط عدم قطعیت بالا، بنگاه‌های فعال در بخش فلزات اساسی با افزایش ریسک مواجه شده و تمایل کمتری به توسعه صادرات یا ورود به قراردادهای بلندمدت نشان می‌دهند. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که اثر منفی عدم قطعیت سیاستی در رژیم‌های با ریسک ژئوپلیتیک بالا تشدید می‌شود، که این موضوع با دیدگاه‌هایی همخوان است که بر هم‌افزایی شوک‌های سیاسی و سیاستی در تضعیف عملکرد صادراتی تأکید دارند (Musa & Ngozi, 2024; Özdemir, 2025).

در مقابل عوامل بی‌ثبات‌کننده یادشده، نتایج پژوهش نشان داد که کیفیت نهادی اثر مثبت و معناداری بر صادرات فلزات اساسی دارد. این نتیجه مؤید این دیدگاه است که نهادهای کارآمد می‌توانند نقش حفاظتی در برابر شوک‌های خارجی ایفا کنند. مطالعات متعدد نشان داده‌اند که کیفیت نهادی بالا از طریق بهبود محیط کسب‌وکار، کاهش فساد، تقویت حقوق مالکیت و افزایش پیش‌بینی‌پذیری سیاست‌ها، به تقویت صادرات و کاهش آسیب‌پذیری در برابر نوسانات جهانی کمک می‌کند (Azizi et al., 2021; Rezagholizadeh et al., 2025). یافته‌های پژوهش حاضر با نتایج مطالعاتی که بر اقتصادهای غنی از منابع تمرکز دارند نیز همسو است و نشان می‌دهد در کشورهایی با کیفیت نهادی بالاتر، اثرات منفی نوسانات نفت و ریسک ژئوپلیتیک بر بخش فلزات اساسی تا حدی خنثی می‌شود (Bayat Baghaee et al., 2021; Valiehy et al., 2022). این امر بیانگر آن است که کیفیت نهادی می‌تواند نقش یک متغیر تعدیل‌کننده کلیدی را در چارچوب غیرخطی صادرات فلزات ایفا کند.

پیچیدگی اقتصادی نیز در این مطالعه اثر مثبت و معناداری بر صادرات فلزات اساسی نشان داد. این نتیجه با ادبیات نظری و تجربی پیچیدگی اقتصادی همخوانی دارد که بر نقش تنوع تولیدی و عمق دانش نهفته در اقتصادها در کاهش وابستگی به صادرات مواد خام تأکید می‌کند (Neagu, 2021; Vu, 2019). پژوهش‌های اخیر نشان داده‌اند کشورهایی که از سطح بالاتری از پیچیدگی اقتصادی برخوردارند، توانایی بیشتری در توسعه صنایع پایین‌دستی فلزات، افزایش ارزش افزوده صادرات و مدیریت شوک‌های قیمتی دارند (Cardoso et al., 2023; Miyajima, 2025). یافته‌های این پژوهش با نتایج مطالعاتی همسو است که پیچیدگی اقتصادی را عاملی کلیدی در تبدیل وفور منابع از «نفرین» به «فرصت» می‌دانند (Awoa & Nkombo, 2024; Chairul et al., 2025). همچنین، همخوان با شواهدی است که نشان می‌دهد در اقتصادهای با پیچیدگی بالاتر، اثرات منفی نوسانات نفت بر بخش‌های صادراتی تضعیف می‌شود (Li et al., 2024; Olaniyi, 2025).

افزون بر این، نتایج پژوهش نشان داد که سرمایه‌گذاری، نیروی کار و مصرف انرژی اثر مثبت و معناداری بر صادرات فلزات اساسی دارند. این یافته‌ها نشان می‌دهد که ظرفیت تولیدی و بهره‌وری عوامل تولید همچنان نقش اساسی در تعیین عملکرد صادراتی بخش فلزات ایفا می‌کنند. مطالعات مرتبط با ظرفیت‌های تولیدی و صادرات مواد معدنی نشان داده‌اند که سرمایه‌گذاری هدفمند در زیرساخت‌ها، فناوری و نیروی انسانی می‌تواند توان رقابتی صادرات فلزات را افزایش دهد (Atakhanova et al., 2025; Cardoso et al., 2023). از سوی دیگر، مصرف انرژی به‌عنوان نهاده کلیدی در صنایع فلزی، رابطه مستقیمی با حجم و پایداری صادرات دارد، به‌ویژه در کشورهایی که دسترسی پایدار و مقرون‌به‌صرفه به انرژی دارند (Mensi et al., 2020; Umar, 2021). نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که در رژیم‌های با ریسک ژئوپلیتیک بالا، نقش این متغیرهای واقعی حتی پررنگ‌تر می‌شود، زیرا کشورهایی که از زیرساخت‌های تولیدی و انرژی قوی‌تری برخوردارند، توان بیشتری برای حفظ صادرات خود دارند.

در مجموع، نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که صادرات فلزات اساسی در کشورهای دارای منابع معدنی، تحت تأثیر مجموعه‌ای از عوامل جهانی و داخلی با رفتار غیرخطی قرار دارد. نوسانات قیمت نفت، ریسک ژئوپلیتیک و عدم قطعیت سیاستی به عنوان عوامل تضعیف کننده صادرات عمل می‌کنند، در حالی که کیفیت نهادی و پیچیدگی اقتصادی نقش تعدیل کننده و تقویت کننده تاب‌آوری صادرات را بر عهده دارند. این یافته‌ها با ادبیات گسترده سرریز نوسانات کالاها و اقتصاد منابع طبیعی همخوانی دارد و نشان می‌دهد که تحلیل صادرات فلزات اساسی بدون توجه به ساختار نهادی و پیچیدگی اقتصادی تصویر ناقصی از واقعیت ارائه می‌دهد (Cunado et al., 2024; Melas, 2024).

نخست، این مطالعه بر مجموعه‌ای از کشورهای منتخب دارای منابع معدنی تمرکز دارد و نتایج آن لزوماً قابل تعمیم به همه کشورها یا به‌ویژه اقتصادهای توسعه‌یافته نیست. دوم، استفاده از داده‌های سالانه ممکن است بخشی از پویایی‌های کوتاه‌مدت و شوک‌های فرکانس بالا در بازار نفت و فلزات را پوشش ندهد. سوم، شاخص‌های به‌کاررفته برای کیفیت نهادی، ریسک ژئوپلیتیک و عدم قطعیت سیاستی ماهیتی ترکیبی دارند و ممکن است همه ابعاد نهادی و سیاسی مؤثر بر صادرات فلزات اساسی را به‌طور کامل منعکس نکنند. چهارم، تمرکز مطالعه بر صادرات فلزات اساسی به‌صورت تجمیعی، امکان تحلیل تفکیکی برای هر فلز خاص را محدود کرده است.

پژوهش‌های آتی می‌توانند با استفاده از داده‌های با فرکانس بالاتر، مانند داده‌های فصلی یا ماهانه، پویایی‌های کوتاه‌مدت سرریز نوسانات را دقیق‌تر بررسی کنند. همچنین، تفکیک صادرات فلزات اساسی به فلزات مختلف و بررسی رفتار هر یک در مواجهه با نوسانات نفت و ریسک ژئوپلیتیک می‌تواند بینش‌های دقیق‌تری ارائه دهد. گسترش چارچوب تحلیلی به سایر متغیرهای نهادی، مانند کیفیت حکمرانی زیست‌محیطی یا ثبات مالی، نیز می‌تواند مفید باشد. علاوه بر این، مقایسه نتایج کشورهای در حال توسعه با اقتصادهای پیشرفته یا اقتصادهای کم‌منبع می‌تواند به درک بهتر نقش ساختار اقتصادی در سرریز نوسانات کمک کند.

نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که سیاست‌گذاران باید رویکردی چندبعدی برای پایداری صادرات فلزات اساسی اتخاذ کنند. کاهش وابستگی به شوک‌های نفتی از طریق تنوع‌بخشی ساختار تولید و صادرات، تقویت صنایع پایین‌دستی فلزات و ارتقای پیچیدگی اقتصادی اهمیت زیادی دارد. ایجاد ثبات و پیش‌بینی‌پذیری در سیاست‌های اقتصادی، به‌ویژه سیاست‌های ارزی و تجاری، می‌تواند عدم قطعیت را کاهش داده و سرمایه‌گذاری در بخش فلزات را تقویت کند. همچنین، بهبود کیفیت نهادی، شفافیت، کارایی مقررات و حمایت از حقوق مالکیت نقش کلیدی در افزایش تاب‌آوری صادرات دارد. در نهایت، سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های انرژی، نیروی انسانی و فناوری می‌تواند توان رقابتی کشورهای دارای منابع معدنی را در بازار جهانی فلزات اساسی به‌طور پایداری افزایش دهد.

## تعارض منافع

در انجام مطالعه حاضر، هیچ‌گونه تضاد منافی وجود ندارد.

## مشارکت نویسندگان

در نگارش این مقاله تمامی نویسندگان نقش یکسانی ایفا کردند.

## موازین اخلاقی

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



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

## حامی مالی

این پژوهش حامی مالی نداشته است.

## References

- Albul-escu, C., Tiwari, A., & Ji, Q. (2020). Copula-based local dependence between energy, agriculture and metal commodity markets. *Applied Economics Letters*, 27(8), 664-670. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3530758>
- Alzate-Ortega, A. (2024). Volatility spillovers in emerging markets: Oil shocks and financial connectedness. *Energies*, 17(2), 378. <https://doi.org/10.3390/en17020378>
- Atakhanova, Z., Howie, P., Madani, N., & Azhibay, S. (2025). Productive capacities and exports of critical minerals. *Resources Policy*. <https://doi.org/10.1007/s13563-025-00521-x>
- Awoa, P. A., & Nkombo, W. (2024). Natural resources and income inequality: Economic complexity is the key. *Environment and Development Economics*, 29(3), 561-586. <https://doi.org/10.1017/S1355770X2300013X>
- Azizi, Z., Barari, A., & Ahmadpour Kachoo, A. (2021). The Impact of Institutional Quality on Financial Development (Case Study: Developing Countries in the Eurasia Region). *Economic Studies & Policies*, 8(1(15)). [https://economic.mofidu.ac.ir/article\\_246275.html](https://economic.mofidu.ac.ir/article_246275.html)
- Bayat Baghaee, F., Seifipour, R., Mohammadi, T., & Mehrabian, A. (2021). Investigating the Role of Institutional Quality in the Relationship Between Natural Resource Abundance and Economic Growth in Iran: A Kalman Filter Approach. *Econometric Modeling*, 6(3), 123-149. [https://jem.semnan.ac.ir/article\\_5794.html?lang=en](https://jem.semnan.ac.ir/article_5794.html?lang=en)
- Bordanavishin, N., & Heidari, E. (2017). The Effect of Global Oil Price Fluctuations on the Stock Returns of Energy-Intensive Industries in Iran. *Economic Modeling Research*, 8(27), 177-205. <https://doi.org/10.29252/jemr.7.27.177>
- Cardoso, B. H. F., da Silva, E. Y., Viegas, G., Pinheiro, F. L., & Hartmann, D. (2023). Export complexity, industrial complexity and regional economic growth in Brazil. *Regional Studies*, 57(12), 2418-2435. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0313945>
- Chairul, R. P., Falianty, T. A., Triaswati, N., & Revindo, M. D. (2025). Resource curse or blessing? The role of economic complexity in industrialization of LMICs. *Journal of Economic Structures*, 14, Article 7. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/23322039.2025.2492200>
- Cunado, J., Gabauer, D., & Gupta, R. (2024). Realized volatility spillovers between energy and metal markets: A time-varying connectedness approach. *Financial Innovation*, 10, Article 12. <https://doi.org/10.1186/s40854-023-00554-7>
- Jung, J. (2022). The nexus between institutional quality and global market structure: Regime changes and multinational firm behaviour. *Mathematics*, 10(24), Article 4629. <https://doi.org/10.3390/math10244629>
- Kikha, R., & Ghased, S. (2023). *Institutional Quality, Natural Resource Curse, and Economic Growth (Case Study: Iran from 1991 to 2013)* The First International Conference on Management, Industrial Engineering, Accounting, and Economics Capabilities, Babol. <https://en.civilica.com/doc/1691437/>
- Li, Z., Doğan, B., Ghosh, S., Chen, W. M., & Lorente, D. B. (2024). Findings in the context of resource deployment challenges: Economic complexity and natural resources. *Resources Policy*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301420723012151>
- Marobhe, M. I., & Zhang, X. (2023). High-frequency volatility spillover between oil and non-energy commodities: Evidence from base metals and precious metals. *Resources Policy*, 83, 103115. <https://doi.org/10.1007/s43546-023-00463-y>
- Melas, K. D. (2024). Volatility spillovers among the major commodities: A review. *Journal of Commodity Markets*, 17, 365. <https://doi.org/10.3390/jrfm17080365> 10.2139/ssrn.4813830 10.20944/preprints202405.0311.v1
- Mensi, W., Hammoudeh, S., Yoon, S. M., & Vo, X. V. (2020). Spillovers and co-movements between precious metals and energy across different regimes. *Resources Policy*, 68, 101783. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2020.101836>
- Miyajima, K. (2025). *Based economy to boost growth: The role of export diversification and economic complexity* (IMF Staff Paper, Issue).
- Musa, D., & Ngozi, G. (2024). Dynamic volatility spillover in energy and metals market. SSRN. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4833625>

- Neagu, O. (2021). Economic complexity: A new challenge for the environment. *Sustainability*, 13(4), 63. <https://doi.org/10.3390/earth2040063>
- Olaniyi, C. O. (2025). Modelling asymmetric and nonlinear features in the natural resource-economic complexity nexus: Evidence from Nigeria. *Resources Policy*. <https://doi.org/10.1007/s13563-024-00470-x>
- Owjimehr, S. (2024). Why do natural resource-rich economies resist improving institutional quality? *Resources Policy*. <https://doi.org/10.1016/j.rspp.2024.100017>
- Özdemir, L. (2025). Volatility modeling of the impact of geopolitical risk on commodity futures returns: Evidence for industrial and precious metals. *Economies*, 13(4), 88. <https://doi.org/10.3390/economies13040088>
- Rezagholizadeh, M., Jafari, H., & Kafi, N. (2025). The Role of Technological Progress, Financial Market Risk, and Institutional Quality in the Impact of Natural Resource Revenues on Financial Development. *Iranian Economic Research*, 30(102), 166-208. [https://ijer.atu.ac.ir/article\\_19000.html?lang=en](https://ijer.atu.ac.ir/article_19000.html?lang=en)
- Sibanda, K., Garidzirai, R., Mushonga, F., & Gonese, D. (2023). Natural resource rents, institutional quality, and environmental degradation in resource-rich Sub-Saharan African countries. *Sustainability*, 15(2), 1141. <https://doi.org/10.3390/su15021141>
- Tessmann, M., Carrasco-Gutierrez, C., Khodr, O., Magalhães, L. A., & Passos, M. (2024). Volatility transmission and market connectivity of metals and energy commodities: Insights from the spillover index. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 14(3), 609-618. <https://doi.org/10.32479/ijeep.15152>
- Umar, Z. (2021). Oil price shocks and the return and volatility spillover in industrial metals: Evidence from aluminium, copper, lead, nickel, tin and zinc. *Energy Economics*, 97, 105150. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105291>
- Valiehy, A., Nematollah, M. S., & Amini Fard, A. (2022). Oil Dependency, Institutional Quality, and Economic Growth: A Panel Vector Autoregression Approach. *Energy Economics Studies Quarterly*, 18(72), 59-87. [https://iiesj.ir/browse.php?a\\_id=1446&sid=1&slc\\_lang=en](https://iiesj.ir/browse.php?a_id=1446&sid=1&slc_lang=en)
- Vu, T. V. (2019). Does institutional quality foster economic complexity? *Department of Economics, University of Otago Working Paper*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3509939>
- Yıldırım, D. Ç., Cevik, E. I., & Esen, Ö. (2020). Time-varying volatility spillovers between oil prices and precious metal prices. *Resources Policy*, 68, 101783. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2020.101783>
- Zhang, Y., Wang, Q., Tian, T., & Yang, Y. (2022). Volatility in natural resources, economic performance, and public administration quality. *Resources Policy*, 76, 102535. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.102584>
- Zheng, X. (2024). Exploring the link between economic policy uncertainty, natural resource rent and institutional quality. *PLoS One*, 19(4), e0307014. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0307014>