The Journal of Economic Policy
Biquarterly Journal of Economic Research
Yazd University
Original Research Article/ Vol. 17, No. 33, Spring and Summer 2025, P: 248-285

The effect of the triple dimensions of globalization on the decoupling of economic growth from energy consumption and pollution

Saeed Rasekhi*[1], Sara Ghanbartabar[2]

Received: 25-06-2024 Accepted: 02-12-2024

Extended Abstract

Purpose: Economic development is closely related to the consumption of natural resources. In particular, fossil energy is a vital resource for urbanization and industrialization and the main driving force for the development of a modern society. What is the way to decouple economy from energy or at least coordinate between the two? Globalization is like a modern evolution. By removing barriers among countries and expanding business and investment and sharing technology, it causes economic growth and accelerates it. In this regard, the aim of this research is to test the hypothesis that globalization (economic, social and political) improves the decoupling of economic growth from energy consumption and pollution.

Methodology: The main goal of this research is to investigate the effect of economic, social and political globalization on the decoupling of economic growth from energy consumption and carbon dioxide emissions in 94 selected countries based on the maximum available data during the period of 2000-2021. For this purpose, based on the literature in the field, a model was chosen and specified in the form of Equations 1 to 6. In these equations, the production coefficients (α1 and β1) are estimates of Tapio's decoupling index. The independent variables in the equations include economic globalization (models 1 and 2), social globalization (models 3 and 4), political globalization (models 5 and 6), economic structure (industry share), energy price, technology, and urbanization. They were entered multiplicatively with production in Equations 1 to 6 in order to estimate their effects on decoupling and identify the change of the decoupling interval:

$$\log E_{it} = \alpha_0 log E_{it-1} + \alpha_1 \log Y_{it} + \alpha_2 \log Y_{it} . logIND_{it} +$$

[1]. Corresponding Author, Professor of Economics, Department of Energy Economics, University of Mazandaran, Babolsar, Iran. Email: srasekhi@umz.ac.ir

[2] . MA in Energy Economics, University of Mazandaran, Babolsar, Iran. Email: sara95ghanbartabar@gmail.com

The Journal of Economic Policy
Biquarterly Journal of Economic Research
Yazd University
Original Research Article/ Vol. 17, No. 33, Spring and Summer 2025, P: 248-285

$$\alpha_3 \log Y_{it} . logKOFECGI_{it} + \alpha_4 \log Y_{it} . logPE_{it} + \alpha_5 \log Y_{it} . log\ URB_{it} + \alpha_6 \log Y_{it} . log\ TEC_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

$$\log CO_{2\,it} = \beta_0 logCO_{2\,it-1} + \beta_1 \log Y_{it} + \beta_2 \log Y_{it} . logIND_{it} + \beta_3 \log Y_{it} . logKOFECGI_{it} + \beta_4 \log Y_{it} . logPE_{it} + \beta_5 \log Y_{it} . log\ URB_{it} + \beta_6 \log Y_{it} . log\ TEC_{it} + u_{it} \quad (2)$$

$$\log E_{it} = \alpha_0 logE_{it-1} + \alpha_1 \log Y_{it} + \alpha_2 \log Y_{it} . logIND_{it} + \alpha_3 \log Y_{it} . logKOFSOGI_{it} + \alpha_4 \log Y_{it} . logPE_{it} + \alpha_5 \log Y_{it} . log\ URB_{it} + \alpha_6 \log Y_{it} . log\ TEC_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

$$\log CO_{2\,it} = \beta_0 logCO_{2\,it-1} + \beta_1 \log Y_{it} + \beta_2 \log Y_{it} . logIND_{it} + \beta_3 \log Y_{it} . logKOFSOGI_{it} + \beta_4 \log Y_{it} . logPE_{it} + \beta_5 \log Y_{it} . log\ URB_{it} + \beta_6 \log Y_{it} . log\ TEC_{it} + u_{it} \quad (4)$$

$$\log E_{it} = \alpha_0 logE_{it-1} + \alpha_1 \log Y_{it} + \alpha_2 \log Y_{it} . logIND_{it} + \alpha_3 \log Y_{it} . logKOFPOGI_{it} + \alpha_4 \log Y_{it} . logPE_{it} + \alpha_5 \log Y_{it} . log\ URB_{it} + \alpha_6 \log Y_{it} . log\ TEC_{it} + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

$$\log CO_{2\,it} = \beta_0 logCO_{2\,it-1} + \beta_1 \log Y_{it} + \beta_2 \log Y_{it} . logIND_{it} + \beta_3 \log Y_{it} . logKOFPOGI_{it} + \beta_4 \log Y_{it} . logPE_{it} + \beta_5 \log Y_{it} . log\ URB_{it} + \beta_6 \log Y_{it} . log\ TEC_{it} + u_{it} \quad (6)$$

In these equations, E_{it} is energy consumption, $CO_{2\,it}$ is carbon dioxide emission, Y_{it} is economic growth, IND_{it} is economic structure, $KOFECGI_{it}$ is economic globalization index, $KOFSOGI_{it}$ is social globalization index, $KOFPOGI_{it}$ is political globalization index, PE_{it} is energy price, URB_{it} is urbanization share, and TEC_{it} is technology. They are all for country i in year t. These equations were calculated using the generalized method of moments (GMM). In addition to its dynamics and ability to solve the problems of autocorrelation and heteroscedasticity, this method poses no problem of endogeneity of explanatory variables.

Findings and discussion: According to the results, the decoupling of economic growth from energy consumption was placed in the first region of the Tapio coordinates, and its value shows a weak decoupling. Specifically, the $\log Y_{it}$ coefficients of the selected models (1, 3 and 5) were found to be 0.339911, 0.309906 and 0.312093, respectively. The positive effect of economic growth on energy consumption was expected because every economic activity and its development requires energy. The coefficients of the multiplicative variables of economic, social and political dimensions of globalization were -0.06765, -0.003012 and -0.00991939, respectively. Based on these results, if economic growth is accompanied by the three dimensions of globalization, the decoupling of economic growth from energy consumption will be improved. The findings showed that, with these variables, there was no significant change in the decoupling interval. Also, according to the results,

Yazd University
The Journal of Economic Policy
Biquarterly Journal of Economic Research
Original Research Article/ Vol. 17, No. 33, Spring and Summer 2025, P: 248-285

despite the worsening effect of economic structure (industry share) on the decoupling of economic growth from energy consumption, the decoupling interval would not change substantially. Of course, this finding was expected because the increase in the share of industry increases both economic growth and energy consumption. The results of this research further showed that the price of energy has worsened the decoupling. On the other hand, technology has expectedly improved the decoupling. Finally, it was shown that urbanization improves the decoupling. Despite these results, the individual and simultaneous effects of these variables do not change the decoupling interval.

Regarding the decoupling of economic growth from pollution (carbon dioxide), the $\log Y_{it}$ coefficients of the selected models (2, 4 and 6) were 0.318560, 0.109514 and 0.213233, respectively, which indicate a weak decoupling. The coefficients of the multiplicative variables of economic globalization and political globalization were -0.046588 and -0.022803, respectively. Based on these estimates, economic and political dimensions of globalization have improved the decoupling of economic growth from pollution. On the other hand, the coefficient of the multiplicative variable of social globalization was 0.003401, based on which, social globalization has led to the worsening of the decoupling of economic growth from pollution. Also, the coefficients of the multiplicative variable of economic structure (industry share) in the selected models showed that industrialization has worsened the decoupling. Moreover, the multiplicative variable coefficients of energy price in the selected models showed that the increase in the energy price has worsened the decoupling. The coefficients of the multiplicative variable of technology in the selected models, however, suggested that technology improves the decoupling of economic growth from pollution. Finally, according to the results, urbanization has worsened the decoupling of economic growth from pollution. In general, the individual and simultaneous effects of the variables have not caused a serious change in the final interval of decoupling of economic growth from pollution. Wald test was used to check whether the coefficients of the globalization dimensions were significantly different. The results of this test indicated a statistical difference between the coefficients of globalization dimensions and the effect of globalization dimensions on decoupling.

Conclusions and policy implications: The results of the present research show that the economic, social and political dimensions of globalization improve the decoupling of economic growth from energy consumption. According to the results, economic globalization has a greater impact than the other two components of globalization. This can be due to the greater importance of economic fundamentals than social and political variables. Moreover, the economic and political dimensions of globalization improve the decoupling of economic growth from carbon dioxide emissions, but social globalization worsens this decoupling. It is shown that, compared to political

Yazd University
The Journal of Economic Policy
Biquarterly Journal of Economic Research
Original Research Article/ Vol. 17, No. 33, Spring and Summer 2025, P: 248-285

globalization, economic globalization has a greater impact on the decoupling of economic growth and pollution, which is due to the dominance of the economic process in globalization. As another finding, technology improves the decoupling of economic growth from energy consumption and pollution. Also, urbanization improves the decoupling of economic growth from energy consumption, but it worsens the decoupling of economic growth from pollution. The main recommendation of the current research is that countries should pay attention to both internal border issues and international interactions in order to control energy consumption, preserve the environment, and reduce pollution.

Keywords: Decoupling, Growth, Energy and Pollution, Globalization, Selected countries, Generalized Method of Moments.

JEL Classification: O13, Q43, F02, F63

سیاست‌گذاری اقتصادی

مقاله پژوهشی/ سال هفدهم، شماره سی و سوم، بهار و تابستان ۱٤۰٤، ص: ۲٤۸-۲۸۵

اثر ابعاد سه گانه جهانی‌شدن بر جداسازی رشد اقتصادی از مصرف انرژی و آلودگی

سعید راسخی*[۱]، سارا قنبرتبار[۲]

دریافت: ۰٤-۰٤-۱٤۰۳ پذیرش: ۱۲-۰۹-۱٤۰۳

چکیده

نگرانی درباره سه‌گانه انرژی (امنیت انرژی، توسعه پایدار و رقابت‌پذیری) موجب اهمیت یافتن جداسازی رشد اقتصادی از مصرف انرژی و آلودگی شده است. با توجه به روند رو به گسترش جهانی‌شدن در حوزه‌های مختلف سیاسی، اقتصادی و اجتماعی، سئوال پژوهش حاضر این است که آیا جهانی‌شدن در ابعاد مختلف آن می‌تواند به جداسازی رشد اقتصادی، مصرف انرژی و آلودگی منجر شود؟ برای پاسخ به این سئوال، از روش گشتاورهای تعمیم‌یافته برای ۹۴ کشور منتخب بر اساس حداکثر داده‌های قابل دسترس طی دوره زمانی ۲۰۲۱-۲۰۰۰ استفاده شده و در مرحله نخست، با استفاده از رویکرد تاپیو، بازه جداسازی برای کشورهای منتخب مشخص شده و سپس، اثرمولفه‌های جهانی‌شدن (اقتصادی، اجتماعی و سیاسی) بر بازه جداسازی مورد آزمون قرار گرفته است. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که جهانی‌شدن در هر سه بعد اقتصادی، اجتماعی و سیاسی موجب بهبود جداسازی رشد اقتصادی از مصرف انرژی می‌شود. در مقابل، جهانی‌شدن اجتماعی نتوانسته است موجب جداسازی رشد اقتصادی از انتشار کربن‌دی‌اکسید شود. این یافته می‌تواند ناشی از تسلط روحیه مصرف‌گرایی، الگوی مصرفی انرژی‌بر و عدم درک و عدم توجه کامل به چالش‌های جهانی در خصوص محیط‌زیست باشد. توصیه اصلی این پژوهش به سیاستگذاران، توجه ویژه به ابعاد مختلف جهانی‌شدن با محوریت بعد اقتصادی، اصلاحات در حوزه اجتماعی و نیز ارتقای فناوری برای حصول به جداسازی نسبی رشد اقتصادی از مصرف انرژی و آلودگی است.

واژگان کلیدی: جداسازی رشد اقتصادی، انرژی و آلودگی، جهانی‌شدن، کشورهای منتخب، گشتاورهای تعمیم‌یافته.

طبقه‌بندی JEL: O13، Q43، F02، F63

[۱]. نویسنده مسئول. استاد اقتصاد، گروه اقتصاد انرژی، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران srasekhi@umz.ac.ir

[۲]. کارشناس ارشد اقتصاد انرژی، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران sara95ghanbartabar@gmail.com

۱- مقدمه

سه‌گانه انرژی (امنیت انرژی، توسعه پایدار و رقابت پذیری) نشان‌دهنده عدم سازگاری ارکان سیاستگذاری انرژی است به گونه‌ای که توجه افراطی به رقابت‌پذیری یا امنیت انرژی موجب تخریب محیط‌زیست می‌شود. اجماع آشکاری نیز درباره اثرات مخرب محیط‌زیستی مصرف بیش از حد انرژی فسیلی وجود دارد (زو و همکاران[1]، ۲۰۲۱ الف و ب، شارما و همکاران[2]، ۲۰۲۱) و بسیاری از کشورها برای رشد و توسعه اقتصادی، محیط‌زیست را قربانی کرده و زیان‌های محیط‌زیستی را نادیده می‌گیرند (احمد و همکاران[3]، ۲۰۱۶ : ۱۳۱ و شاه و همکاران[4]، ۲۰۱۶: ۲۳۷). این در حالی است که کاهش وابستگی توسعه اقتصادی به منابع انرژی دشوار به نظر می‌رسد چون توسعه اقتصادی رابطه نزدیکی با منابع طبیعی دارد (سونگ و همکاران[5]، ۲۰۱۹: ۶۸۸) به ویژه اینکه، انرژی فسیلی به عنوان یک منبع حیاتی برای شهرنشینی و صنعتی شدن و نیروی محرکه اصلی برای توسعه جامعه مدرن است (کاکس[6]، ۲۰۱۸: ۲۲۸۷؛ ژانگ و همکاران[7]، ۲۰۱۸: ۳۱۴؛ ژو و همکاران[8]، ۲۰۱۹). حال راه کار برای تفکیک یا جداسازی اقتصاد و انرژی یا حداقل هماهنگی میان این دو چیست؟

لازم به ذکر است که جداسازی رشد اقتصادی و مصرف انرژی به دو دسته مطلق و نسبی طبقه‌بندی می‌شود. جداسازی مطلق به نبود رابطه میان رشد اقتصادی و مصرف منابع انرژی یا ارتباط منفی میان آن‌ها اشاره دارد (وانگ و همکاران[9]، ۲۰۱۳: ۶۱۸؛ یو و همکاران[10]، ۲۰۱۳: ۱۷۷). همچنین، جداسازی نسبی به وضعیتی گفته می‌شود که در آن، نرخ رشد مصرف منابع یا اثرات مخرب آن (آلودگی) کمتر از نرخ رشد اقتصادی باشد. فناوری از عوامل موثر و اصلی در جداسازی رشد اقتصادی و مصرف انرژی است و انتظار می‌رود با ارتقای فنآورانه، جداسازی

1. Xu et al. (2021)
2. Sharma et al. (2021)
3. Ahmad et al. (2016)
4. Shah et al. (2016)
5. Song et al. (2019)
6. Cox (2018)
7. Zhang et al. (2018)
8. Zhu et al. (2019)
9. Wang et al. (2013)
10. Yu et al. (2013)

بهبود یابد. همچنین بهره‌وری و کارایی تولید می‌تواند موجب کاهش وابستگی اقتصاد به انرژی شود. سیاست‌های مبتنی بر کارایی و بهره‌وری به عنوان سیاست‌های نرم (نرم افزاری) در نظر گرفته می‌شود در حالی که سیاست‌های سخت (سخت افزاری) مرتبط با فناوری است. جهانی‌شدن می‌تواند به هر دو شکل سخت افزاری و نرم افزاری بر جداسازی رشد اقتصادی و مصرف انرژی (آلودگی) موثر باشد. جهانی‌شدن بسان یک تکامل مدرن، با رفع موانع میان کشورها و گسترش کسب و کار و سرمایه‌گذاری و به اشتراک‌گذاری فناوری موجب رشد اقتصادی و تسریع آن می‌شود. همچنین، جهانی‌شدن از طریق نوآوری و انتقال دانش، به افزایش بهره‌وری انرژی، بهبود ساختار مصرف انرژی و کنترل انتشار آلودگی کمک می‌کند (دانیش و همکاران[1]، ۲۰۱۸: ۱۸۶۵۱؛ هوانگ و همکاران[2]، ۲۰۱۹). به میزانی که انتقال فناوری و کارایی توسط بنگاه‌های چندملیتی صورت می‌گیرد و به وسعتی آنها به مسئولیت‌های اجتماعی و جهانی خود عمل می‌کنند، انتظار می‌رود که جداسازی نسبی رشد اقتصاد و مصرف انرژی و آلودگی صورت گیرد. در مقابل، عدم پیشرفت فناوری‌های مناسب با محیط‌زیست و ضعف در اجرای قوانین و مقررات محیط‌زیستی تاثیر منفی بر مصرف انرژی و کیفیت محیط‌زیست دارد (زو و همکاران، ۲۰۱۸؛ خان و همکاران[3]، ۲۰۱۹: ۴۲۴). همچنین ادغام اجتماعی در سطح جهانی می‌تواند به مشابهت الگوی مصرف کالاها و خدمات از جمله انرژی منجر شده و در این راستا، جهانی‌شدن اجتماعی می‌تواند به سرایت الگوهای رفتاری سازگار با محیط‌زیست و کاهش مصرف انرژی منجر شود. به عنوان نمونه، جنبش‌های بین‌المللی طرفداران محیط‌زیست و توسعه اینگونه کمپین‌ها و نهادهای مردم نهاد می‌تواند در این راستا ارزیابی شود. در مقابل، سیاست‌گذاران بر این باور هستند که اجرای فوری سیاست‌های کاهش آلودگی موجب بدتر شدن رشد و توسعه می‌شود (ناین و همکاران[4]، ۲۰۱۷: ۸۰۷). عدم هماهنگی سیاستمداران (دولت‌ها) در عرصه محیط‌زیست جهانی و چانه‌زنی‌ها درباره بهره‌گیری از منابع عمومی جهانی در راستای رشد اقتصادی کشورشان در این راستا قابل ارزیابی است. این در حالی است که ظرفیت‌های قابل توجهی برای همکاری‌ها و تعاملات بین‌المللی برای کاهش مشکلات مشترک جهانی وجود دارد.

1. Danish et al. (2018)
2. Huang et al. (2019)
3. Khan et al. (2019)
4. Nain et al. (2017)

بر اساس بررسی‌های انجام شده، مطالعه‌ای درباره تأثیر جهانی‌شدن بر جداسازی رشد اقتصادی از مصرف انرژی و آلودگی انجام نشده است. هدف اصلی پژوهش حاضر، بررسی اثر جهانی‌شدن (به تفکیک اقتصادی، سیاسی و اجتماعی) بر جداسازی رشد اقتصادی از مصرف انرژی و آلودگی است. سوال‌های اصلی پژوهش حاضر عبارتند از:

۱- بازه جداسازی رشد اقتصادی از مصرف انرژی و آلودگی چگونه است؟

۲- یا جهانی‌شدن (اقتصادی، اجتماعی و سیاسی) موجب بهبود بازه جداسازی می‌شود؟

در این راستا، با استفاده از داده‌های تابلویی ۹۴ کشور منتخب طی دوره زمانی ۲۰۲۱-۲۰۰۰، در مرحله نخست، بازه‌های جداسازی بر اساس رویکرد تاپیو[1] شناسایی و سپس با بکارگیری روش گشتاورهای تعمیم‌یافته[2] (GMM) ، اثر جهانی‌شدن اقتصادی، اجتماعی و سیاسی بر جداسازی رشد اقتصادی از مصرف انرژی و آلودگی (کربن‌دی‌اکسید) بررسی شده است.

مقاله حاضر در پنج بخش ارائه شده‌است. پس از مقدمه که در بخش اول آمده، بخش دوم، به ادبیات پژوهش و بخش سوم به روش‌شناسی پژوهش اختصاص دارد. برآورد مدل و تحلیل نتایج در بخش چهارم ارائه‌شده است. بخش پنجم به نتیجه‌گیری و توصیه‌های سیاستی اختصاص دارد.

۲- ادبیات پژوهش

جهانی‌شدن به معنی یکپارچگی و وابستگی میان بازارها، دولت‌ها و مردم در سطح جهانی است (افرموف و ولادیمیروا[3]، ۲۰۱۹: ۲۷). از این رو، جهانی‌شدن می‌تواند آثار معنی‌داری بر اقتصاد داخلی داشته باشد چون همه مولفه‌های اقتصادی، سیاسی و اجتماعی را درگیر می‌کند (میشکین[4]، ۲۰۰۹: ۱۶۴؛ شهباز و همکاران[5]، ۲۰۱۵: ۳۷۹). بدین‌ترتیب، جهانی‌شدن یک پدیده چندوجهی است

[1]. Tapio
[2]. Generalized Method of Moments (GMM)
[3]. Efremov & Vladimirova (2019)
[4]. Mishkin (2009)
[5]. Shahbaz et al. (2015)

و نه تنها به وابستگی متقابل کشورها منجر می‌شود بلکه مردم دور دست را به همدیگر متصل کرده و فاصله‌های اجتماعی را کم رنگ می‌کند. نتیجه این پدیده، مشابهت بیشتر سلایق و ترجیحات مصرف‌کنندگان و شکل‌گیری الگوهای مصرفی مشابه، انتقال بیشتر منابع و عوامل تولید، توسعه ارتباطات و فناوری و تعامل و مسئولیت‌پذیری بیشتر دولت‌ها در داخل و در سطح بین المللی است. بدین ترتیب، جهانی‌شدن بسته به ابعاد آن و همچنین موضوع مورد بحث، اثرات متفاوتی دارد.

جهانی‌شدن اقتصادی می‌تواند از طریق رشد و توسعه اقتصادی (دونو-آدونسو و لیم[1]، ۲۰۱۸: ۶۳)، توسعه زیرساخت‌ها (مگبوون و همکاران[2]، ۲۰۱۹) و کمک‌های خارجی (ایزاکسون و کوتسادام[3]، ۲۰۱۸: ۱۴۶)، تقاضای عوامل تولید و انتقال فناوری (کول[4]، ۲۰۰۶: ۱۰۸؛ شهباز و همکاران، ۲۰۱۶: ۵۲؛ مارکز و همکاران[5]، ۲۰۱۷: ۹۷؛ سادورسکی[6]، ۲۰۱۱: ۷۳۹ و ۲۰۱۲: ۴۷۶) بر مصرف انرژی موثر باشد. همچنین، جهانی‌شدن اقتصادی، استانداردهای سازگار با محیط‌زیست را تقویت می‌کند و نوآوری و فناوری را توسعه می‌دهد (دوانمو و همکاران[7]، ۲۰۱۸: ۳۰۰۶) و بر این اساس،کارایی و بهره‌وری عوامل تولید (شامل انرژی) را افزایش می‌دهد. اثر مثبت جهانی‌شدن اقتصادی بر افزایش کارایی عوامل تولید از جمله انرژی از طریق تجارت بین‌الملل و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی نیز امکان پذیر است (آلوارادو و همکاران[8]، ۲۰۱۷: ۱۷۶؛ انوار و نگوین[9]، ۲۰۱۰: ۱۸۳). همچنین، جهانی‌شدن اقتصادی موجب صرفه‌های ناشی از مقیاس (هکشر[10]، ۱۹۱۹؛ اوهلین[11]، ۱۹۳۳) شده و از این طریق، موجب شکل‌گیری تولید انبوه و تخصیص بهتر منابع اقتصادی از جمله

1. Donou-Adonsou & Lim (2018)
2. Megbowon et al. (2019)
3. Isaksson & Kotsadam (2018)
4. Cole (2006)
5. Marques et al. (2017)
6. Sadorsky (2011 & 2012)
7. Duanmu et al. (2018)
8. Alvarado et al. (2017)
9. Anwar & Nguyen (2010)
10. Heckscher (1919)
11. Ohlin (1933)

انرژی می‌شود. همچنین، ادغام بازارهای انرژی در بهبود بهره‌وری انرژی موثر است (ژانگ و همکاران، ۲۰۱۵: ۲۹۹؛ باتالا-بجرانو و همکاران[1]، ۲۰۱۹: ۵۳؛ کلاوزن و رودولف[2]، ۲۰۲۰).

جهانی‌شدن اجتماعی با وجود حفظ قلمروهای جغرافیایی، موجب پایان یافتن قلمروگرایی می‌شود. جهانی‌شدن اجتماعی همگون آفرین است و موجب یکپارچگی فرهنگی-اجتماعی و کم رنگ شدن فاصله‌ها و مرزهای اجتماعی می‌شود. جهانی‌شدن از یک سو، ارتباطات اجتماعی در مناطق دوردست به نزدیکی و مشابهت هنجارهای اجتماعی، ترجیحات و سلایق می‌انجامد و از این نظر می‌تواند به همگرایی مصرف انرژی منجر شود. از سوی دیگر، انتقال تجارب مصرف‌کنندگان در اصلاح و بهینه‌سازی مصرف موجب یادگیری و عقلانیت اجتماعی شده و می‌تواند به بهبود الگوی مصرف انرژی کمک کند.

با جهانی‌شدن سیاسی، نقش دولت محلی کم رنگ شده و حد و مرزهای سیاسی بیش از پیش تضعیف می‌شود و پدیده‌های جهان شمول اهمیت بیشتری می‌یابد. به عنوان نمونه، کشورها با مسئولیت‌پذیری بیشتری و از طریق پیمان‌های محیط‌زیستی، امنیتی، و نظایر اینها دغدغه‌های مشترک را حل و فصل می‌کنند. بر این اساس، جهانی‌شدن سیاسی از طریق عقلانیت جمعی و نوسازی جهانی تلاش می‌کنند جهانی قابل زیست را فراهم کنند. بدیهی است مصرف انرژی اگرچه یک موضوع داخلی محسوب می‌شود ولی به دلیل پیامدهای محیط‌زیستی و امنیتی آن، یک کالای عمومی جهانی و دارای اثرات خارجی جهانی است. با توجه به حساسیت کشورها به امنیت انرژی و همچنین محیط‌زیست، اثر مثبت جهانی‌شدن سیاسی بر مصرف و بهره‌وری انرژی قابل انتظار است.

تبیین نظری اثر جهانی‌شدن بر جداسازی رشد اقتصای و آلودگی شبیه رشد اقتصادی و مصرف انرژی است چون روند این دو جداسازی شباهت زیادی به یکدیگر دارد (راسخی و قنبرتبار[3]، ۱۴۰۲: ۶). در عین حال، بررسی نظری جهانی‌شدن بر جداسازی رشد اقتصادی و تخریب محیط‌زیست (آلودگی) به اشکال مختلف امکان پذیر است. از آنجا که مهمترین اثر جهانی‌شدن اقتصادی و

1. Batalla-Bejerano et al. (2019)
2. Clausen & Rudolph (2020)
3. Rasekhi & Ghanbartabar (2023)

همگرایی اقتصادی، اثر تجارت[1] است، می‌توان اثر جهانی‌شدن بر محیط‌زیست را از طریق اثر توسعه تجارت بر محیط‌زیست نیز بررسی کرد. بر اساس ادبیات موجود، سه مکانیسم درباره اثر تجارت بر کیفیت محیط‌زیست وجود دارد: اثرات مقیاس، فنی و ترکیبی (احمد و همکاران، ۲۰۱۷: ۵۳۰؛ شهباز و همکاران، ۲۰۱۷: ۲۲۱). اثر مقیاس به افزایش آلودگی ناشی از توسعه فعالیت‌های اقتصادی و مصرف انرژی اشاره دارد (گروسمن و کروگر، ۱۹۹۵: ۳۵۳). بر اساس اثر تکنیکی، کیفیت فعالیت‌های اقتصادی و کیفیت صادرات و واردات می‌تواند به فناوری سازگار با محیط‌زیست و بهبود کیفیت محیط‌زیست منجر شود (علم و همکاران[2]، ۲۰۱۷: ۶۳۵؛ احمد و همکاران، ۲۰۱۷: ۵۳۰؛ شهباز و همکاران، ۲۰۱۷: ۲۲۱). اثر ترکیبی نیز منعکس کننده چگونگی تغییر سهم فعالیت‌های اقتصادی و اثرگذاری آن بر محیط‌زیست است. این اثر به میزان تعاملات بین‌المللی، مزیت نسبی کشور، سهم نسبی کار و سرمایه و مقررات محیط‌زیستی بستگی دارد (شهباز و همکاران، ۲۰۱۳: ۱۶۵؛ ۲۰۱۵: ۲۷۵ و ۲۰۱۷: ۲۲۱ ؛ ارطغرول و همکاران[3]، ۲۰۱۶: ۵۴۳؛ احمد و همکاران، ۲۰۱۷: ۵۳۰؛ زی و همکاران[4]، ۲۰۲۰). همچنین، فرضیه پناهگاه آلودگی (کوپلند و تیلور[5]، ۲۰۰۳)، باز بودن تجارت می‌تواند به تخصیص مجدد سرمایه خارجی برای کنترل آلودگی در کشور مهمان منجر شود. همچنین از آنجا که کشورهای مختلف استانداردهای محیط‌زیستی متفاوتی دارند، شرکت‌های آلاینده، تولید را در کشورهایی با استانداردهای نسبتاً پایین مستقر می‌کنند (بیلدیریکی و گکمنوگلو[6]، ۲۰۲۰؛ لی و همکاران[7]، ۲۰۲۱). علیو[8](۲۰۰۵) بر اساس فرضیه پناهگاه آلودگی، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی معمولاً با کاهش منابع طبیعی و تولید آلاینده در کشورهای

1. Trade Effect
2. Alam et al. (2017)
3. Ertugrul et al. (2016)
4. Xie et al. (2020)
5. Copeland & Taylor (2003)
6. Bildirici & Gokmenoglu (2020)
7. Li et al. (2021)
8. Aliyu (2005)

درحال‌توسعه همراه است. مطالعات تجربی مانند گروسمن و کروگر[1] (۱۹۹۵)، فرانکل[2] (۲۰۰۸)، لان و همکاران[3] (۲۰۱۲)، لیو و همکاران[4] (۲۰۱۷)، شهباز و همکاران (۲۰۱۷) و نصیر و همکاران (۲۰۱۹) از فرضیه پناهگاه آلودگی حمایت می‌کند (وانگ و فنگ[5]، ۲۰۱۹: ۱۱۷۳). در مقابل، بر اساس فرضیه هاله آلودگی[6]، سرمایه‌گذاری و تجارت بین‌الملل موجب تسهیل انتقال فناوری‌های پاک و روش‌های کارا از کشورهای پیشرفته به کشورهای درحال‌توسعه می‌شود و در نتیجه آلودگی و خطرات محیط‌زیستی را در کشورهای کمترتوسعه‌یافته کاهش می‌دهد (ژو و همکاران، ۲۰۱۶: ۲۳۷). بر این اساس، به عنوان مثال، حضور چین در بریکس باید به کاهش ردپای محیط‌زیستی انرژی در این منطقه بینجامد.

در مجموع، اثر جهانی‌شدن بر جداسازی رشد اقتصادی و مصرف انرژی (آلودگی) می‌تواند مبهم و متناقض باشد. جهانی‌شدن از یک سو ظرفیت‌های مثبتی برای کاهش شدت مصرف انرژی فراهم می‌کند و از این نظر می‌تواند به کاهش وابستگی به مصرف انرژی و بنابراین، بهبود جداسازی رشد اقتصادی و مصرف انرژی (آلودگی) منجر شود (شهباز و همکاران، ۲۰۱۸: ۱۴۷۹؛ خان و همکاران، ۲۰۱۹: ۴۲۴)، و از سوی دیگر، جهانی‌شدن از طریق تخصیص منابع اقتصادی در تقسیم ناعادلانه کار، همگرایی ویژگی‌های فرهنگی و فرهنگ مصرف‌زدگی و تقلید و چشم همچشمی، پایان دادن به قلمروگرایی می‌تواند به افزایش مصرف انرژی منجر شود (هوانگ و همکاران، ۲۰۲۰). اینکه جهانی‌شدن موجب بهبود جداسازی رشد اقتصادی و مصرف انرژی (آلودگی) می‌شود یا آن را بدتر می‌کند نیازمند یک مطالعه تجربی است که در این مقاله انجام شده است.

همان گونه که مطرح شد مطالعه‌ای درباره اثر جهانی‌شدن بر جداسازی رشد اقتصادی و مصرف انرژی و آلودگی انجام نشده است. ولی برخی مطالعات مرتبط در ادامه ارائه می‌شود.

---

1. Grossman & Krueger (1995)
2. Frankel (2008)
3. Lan et al. (2012)
4. Liu et al. (2017)
5. Wang & Feng (2019)
6. Pollution halo

۳-پیشینه پژوهش

شهباز و همکاران (۲۰۱۶)، با استفاده از روش خودتوضیحی با وقفه‌های توزیعی[1] برای هند طی دوره زمانی ۲۰۱۲-۱۹۷۱ نشان دادند که شتاب جهانی‌شدن (در سه بعد اقتصادی، اجتماعی و کلی) منجر به کاهش تقاضای انرژی در هند شده است.

احمد و همکاران (۲۰۱۷) برای هشت اقتصاد منطقه آ سه آن و با روش داده‌های تابلویی طی دوره ۲۰۱۵-۱۹۸۵ به این نتیجه دست یافتند که مصرف انرژی، رشد اقتصادی و باز بودن تجارت بطور قابل توجهی به انتشار کربن‌دی‌اکسید کمک می‌کند.

مارکز و همکاران (۲۰۱۷)، با استفاده از روش خودتوضیحی با وقفه‌های توزیعی برای ۴۳ کشور طی دوره زمانی ۲۰۱۳-۱۹۷۱ نشان دادند که جهانی‌شدن اقتصادی، سیاسی و اجتماعی به‌طور قابل‌توجهی بر مصرف انرژی بلندمدت تأثیر می‌گذارد.

دانیش و همکاران (۲۰۱۸)، با استفاده از روش داده‌های تابلویی برای ۱۱ -N کشور طی دوره زمانی ۲۰۱۴-۱۹۹۰ نشان داده‌اند که در مجموع، جهانی‌شدن باعث افزایش مصرف انرژی می‌شود. شهباز و همکاران (۲۰۱۹)، با استفاده از یک رویکرد مبتنی بر همبستگی متقابل برای ۸۶ کشور با درآمد بالا، متوسط و کم طی دوره زمانی ۲۰۱۵-۱۹۷۰ نشان داده‌اند فرضیه کوزنتس(رابطه جهانی‌شدن و تقاضای انرژی) برای ۶۴ کشور(تقریباً ۷۴٪ از نمونه) برقرار است.

هوانگ و همکاران (۲۰۱۹)، با استفاده از مدل رگرسیون انتقال ملایم تابلویی[2] برای کشورهای کمربند و جاده[3] طی دوره زمانی ۲۰۱۶-۱۹۹۲ نشان دادند که یک اثر آستانه‌ای جهانی‌شدن بر همگرایی شدت انرژی وجود دارد به این معنی که وقتی سطح جهانی‌شدن بالاتر از این سطح آستانه باشد، همگرایی سریع‌تر صورت می‌گیرد. عواد[4] (۲۰۱۹) با بکارگیری داده‌های تابلویی ۴۶ کشور

1. Autoregressive Distributed Lag (ARDL)
2. Panel Smooth Transition Regression
3. Belt and Road countries
4. Awad (2019)

آفریقایی طی دوره ۲۰۱۷-۱۹۹۰ با روش‌های حداقل مربعات معمولی پویا[1] (DOLS) و حداقل مربعات معمولی کاملاً اصلاح‌شده[2] (FMOLS) نشان دادند که ارتباط متقابلی میان تجارت درون منطقه‌ای و کیفیت محیط‌زیست در آفریقا وجود دارد.

هوانگ و همکاران (۲۰۲۰)، با استفاده از یک مدل تصحیح خطای تابلویی با وابستگی مقطعی[3] برای ۹۸ کشور منتخب طی دوره زمانی ۲۰۱۶-۱۹۸۰ نشان داده‌اند که رابطه U معکوس بلندمدت میان جهانی‌شدن و مصرف انرژی برقرار است. ها و همکاران[4] (۲۰۲۰) تأثیر یکپارچگی مالی و مصرف انرژی بر رشد اقتصادی ویتنام را طی دوره ۲۰۱۷-۱۹۸۶ استفاده کرده و با استفاده از رویکرد خود رگرسیون با وقفه توزیعی[5] (ARDL) نشان دادند که افزایش یکپارچگی مالی منجر به افزایش رشد اقتصادی در بلندمدت می‌شود و مصرف انرژی اثر مثبت بر رشد اقتصادی در کوتاه‌مدت و بلندمدت دارد.

سو و لیانگ[6] (۲۰۲۱) اثر یکپارچگی بازار بر بهره‌وری انرژی کل عوامل محیطی[7] (ETFED) ۲۹ استان چین طی دوره ۲۰۱۷-۱۹۹۹ بررسی کرده و بر بهبود این بهره‌وری از طریق تسریع یکپارچگی بازار تاکید کردند.

خوبای و همکاران[8] (۲۰۲۱) با استفاده از روش داده‌های تابلویی برای کشورهای بریکس طی دوره ۲۰۱۸-۱۹۹۰ نشان دادند که رابطه بلندمدت میان رشد اقتصادی، مصرف انرژی و بازبودن تجارت وجود دارد.

---

1. Dynamic Ordinary Least Squares
2. Fully Modified Ordinary Least Squares
3. Panel error correction model with cross-sectional dependence
4. Ha et al. (2020)
5. Autoregressive distributed lag
6. Su & Liang (2021)
7. Environmental Total Factor Energy Productivity
8. Khobai et al. (2021)

رحمان و همکاران[1] (۲۰۲۱) با استفاده از داده‌های سالانه طی دوره ۲۰۱۹-۱۹۹۸ و رویکرد هم‌جمعی تابلویی[2] برای منطقه بریکس و حداقل مربعات معمولی کاملاً اصلاح شده و حداقل مربعات معمولی پویا به ارتباط بلندمدت میان مصرف انرژی، جهانی‌شدن، رشد اقتصادی و انتشار CO_2 دست یافتند.

آدامز و کافوفوتیو[3] (۲۰۲۴) اثر یکپارچگی اقتصادی بر محیط‌زیست را برای ۳۶ کشور آفریقایی از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۸ بررسی کرده و نشان دادند که یکپارچگی اقتصادی اثر مثبت خالص بر انتشار کربن‌دی‌اکسید دارد.

از مطالعات مرتبط داخلی می‌توان به درویشی و همکاران[4] (۱۴۰۰) اشاره کرد که با استفاده از حداقل مربعات معمولی کاملاً اصلاح شده طی دوره زمانی ۱۳۹۵-۱۳۵۷ نشان دادند که در اثر جهانی‌شدن، چه رشد اقتصادی افزایش یابد یا کاهش، تخریب محیط‌زیست افزایش می‌یابد. همچنین، منصورآبادی و همکاران[5] (۱۴۰۱)، با رویکرد رگرسیون پانل کوانتایل[6] برای کشورهای درحال‌توسعه از جمله ایران طی دوره زمانی، ۲۰۱۸-۲۰۰۰ نشان داده‌اند که در کوانتایل‌های پایین مصرف انرژی، تأثیر جهانی‌شدن بر مصرف انرژی مثبت و معنی‌دار بوده است ولی در مقادیر بالای مصرف انرژی، تأثیر جهانی‌شدن بر مصرف انرژی به تدریج کاهش می‌یابد.

نادمی و دالوندی[7] (۱۴۰۲)، با استفاده از روش گشتاورهای تعمیم‌یافته در ۳۹ کشور درحال‌توسعه طی دوره زمانی ۱۹۸۰-۲۰۲۱ نشان دادند که جهانی‌شدن اقتصادی و اجتماعی و سیاسی تأثیر منفی و معنی‌داری بر مصرف انرژی دارد و با مدل غیرخطی نشان دادند که یک رابطه U شکل

1. Rahman et al. (2021)
2. Panel cointegration
3. Adams & Kaffo Fotio (2024)
4. Darvishi, et al. (2021)
5. Mansoorabadi, et al. (2022)
6. Quantile panel
7. Nademi & Dalvandi (2023)

معکوس بین جهانی‌شدن اقتصادی و اجتماعی با مصرف انرژی وجود دارد و جهانی‌شدن سیاسی و مجذور آن اثر منفی بر مصرف انرژی دارد.

مطالعه حاضر، به بررسی ابعاد سه گانه (اقتصادی، اجتماعی و سیاسی) جهانی‌شدن بر جداسازی رشد اقتصادی از مصرف انرژی و آلودگی می‌پردازد و تغییرات آن‌ها را بر روند جداسازی و نیز بازه جداسازی مشخص می‌کند.

٤- روش شناسی پژوهش

هدف اصلی پژوهش حاضر، بررسی اثر جهانی‌شدن اقتصادی، اجتماعی و سیاسی بر جداسازی رشد اقتصادی از مصرف انرژی و انتشار کربن‌دی‌اکسید در ۹۴ کشور منتخب بر اساس حداکثر داده‌های قابل دسترس طی دوره زمانی ۲۰۲۱-۲۰۰۰ است. در این راستا، بر اساس ادبیات موضوع پژوهش، الگوی پژوهش به صورت معادله‌های (۱ تا ۶) تصریح شده است. در این معادله‌ها، ضرایب تولید (α_1 و β_1)، برآوردی از شاخص جداسازی تاپیو هستند (راسخی و قنبرتبار، ۱۴۰۳). متغیرهای مستقل در این معادله‌ها شامل جهانی‌شدن اقتصادی (مدل ۱ و ۲)، جهانی‌شدن اجتماعی (مدل ۳ و ۴)، جهانی‌شدن سیاسی (مدل ۵ و ۶)، ساختار اقتصادی (سهم صنعت)، قیمت انرژی، فناوری، سهم شهرنشینی به صورت تعاملی با تولید در معادله‌های (۱ تا ۶) وارد شده تا ضمن برآورد اثرات آنها بر جداسازی، تغییر بازه جداسازی نیز شناسایی شود. مشخصات متغیرهای الگوهای پژوهش در جدول (۱) ارائه شده است.

$$\log E_{it} = \alpha_0 logE_{it-1} + \alpha_1 \log Y_{it} + \alpha_2 \log Y_{it} . logIND_{it} + \alpha_3 \log Y_{it} . logKOFECGI_{it} + \alpha_4 \log Y_{it} . logPE_{it} + \alpha_5 \log Y_{it} . log\ URB_{it} + \alpha_6 \log Y_{it} . log\ TEC_{it} + \varepsilon_{it} \quad (۱)$$

$$\log CO_{2\,it} = \beta_0 logCO_{2\,it-1} + \beta_1 \log Y_{it} + \beta_2 \log Y_{it} . logIND_{it} + \beta_3 \log Y_{it} . logKOFECGI_{it} + \beta_4 \log Y_{it} . logPE_{it} + \beta_5 \log Y_{it} . log\ URB_{it} + \beta_6 \log Y_{it} . log\ TEC_{it} + u_{it} \quad (۲)$$

$$\log \mathrm{E_{it}} = \alpha_0 \log \mathrm{E_{it-1}} + \alpha_1 \log \mathrm{Y_{it}} + \alpha_2 \log \mathrm{Y_{it}} . \log \mathrm{IND_{it}} + \alpha_3 \log \mathrm{Y_{it}} . \log \mathrm{KOFSOGI_{it}} + \alpha_4 \log \mathrm{Y_{it}} . \log \mathrm{PE_{it}} + \alpha_5 \log \mathrm{Y_{it}} . \log \mathrm{URB_{it}} + \alpha_6 \log \mathrm{Y_{it}} . \log \mathrm{TEC_{it}} + \varepsilon_{it} \quad (۳)$$

$$\log CO_{2\,it} = \beta_0 logCO_{2\,it-1} + \beta_1 \log Y_{it} + \beta_2 \log Y_{it} . logIND_{it} + \beta_3 \log Y_{it} . logKOFSOGI_{it} + \beta_4 \log Y_{it} . logPE_{it} + \beta_5 \log Y_{it} . log\ URB_{it} + \beta_6 \log Y_{it} . log\ TEC_{it} + u_{it} \quad (۴)$$

$$\log E_{it} = \alpha_0 logE_{it-1} + \alpha_1 \log Y_{it} + \alpha_2 \log Y_{it} . logIND_{it} + \alpha_3 \log Y_{it} . logKOFPOGI_{it} + \alpha_4 \log Y_{it} . logPE_{it} + \alpha_5 \log Y_{it} . log\ URB_{it} + \alpha_6 \log Y_{it} . log\ TEC_{it} + \varepsilon_{it} \quad (۵)$$

$$\log CO_{2\,it} = \beta_0 logCO_{2\,it-1} + \beta_1 \log Y_{it} + \beta_2 \log Y_{it} . logIND_{it} + \beta_3 \log Y_{it} . logKOFPOGI_{it} + \beta_4 \log Y_{it} . logPE_{it} + \beta_5 \log Y_{it} . log\ URB_{it} + \beta_6 \log Y_{it} . log\ TEC_{it} + u_{it} \quad (۶)$$

در این معادله‌ها، E_{it} مصرف انرژی، $CO_{2\,it}$ انتشار کربن‌دی‌اکسید، Y_{it} رشد اقتصادی، IND_{it} ساختار اقتصادی، $KOFECGI_{it}$ شاخص جهانی‌شدن اقتصادی، $KOFSOGI_{it}$ شاخص جهانی‌شدن اجتماعی، $KOFPOGI_{it}$ شاخص جهانی‌شدن سیاسی، PE_{it} قیمت انرژی، URB_{it} سهم شهرنشینی، TEC_{it} فناوری همگی برای کشور i در سال t هستند.

جدول ۱: معرفی متغیرهای الگوی پژوهش حاضر

متغیر	نحوه اندازه‌گیری	منبع	آدرس
مصرف انرژی[1] (E)	مصرف نهایی انرژی‌های تجدیدناپذیر و تجدیدپذیر برحسب کوادریلیون بی تی یو[2] (quad Btu)	سازمان اطلاعات انرژی[3]	https://www.eia.gov/
انتشار کربن‌دی‌اکسید	کل انتشار کربن‌دی‌اکسید در سال	دیده بان جهانی اقلیم[4]	https://www.climatewatchdata.org
رشد اقتصادی[5] (Y)	تولید ناخالص داخلی (ثابت دلار ۲۰۱۵ آمریکا)	بانک جهانی[6]	https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators

1. Energy consumption
2. British Thermal Unit (BTU)
3. Energy Information Administration (EIA)
4. Climate Watch
5. Economic growth
6. World Bank

متغیر	نحوه اندازه‌گیری	منبع	آدرس
جهانی‌شدن اقتصادی[1] (KOFECGI)	بر اساس روش شناسی موسسه پژوهش‌های ادوار اقتصادی[2]	مرکز پژوهش‌های اقتصادی ادوار اقتصادی[3]	/https://kof.ethz.ch
جهانی‌شدن اجتماعی[4] (KOFSOGI)	بر اساس روش شناسی موسسه پژوهشات ادوار اقتصادی	مرکز پژوهش‌های اقتصادی	/https://kof.ethz.ch
جهانی‌شدن سیاسی[5] (KOFPOGI)	بر اساس روش شناسی موسسه پژوهشات ادوار اقتصادی	مرکز پژوهش‌های اقتصادی	/https://kof.ethz.ch
فناوری[6] (TEC)	سهم فناوری متوسط و بالا در ارزش افزوده صنعتی	سازمان توسعه صنعتی ملل متحد[7]	/https://www.unido.org
ساختار اقتصادی[8] (IND)	ارزش افزوده صنعت (شامل ساخت و ساز)، بر حسب (ثابت دلار ۲۰۱۵ آمریکا) بر تولید ناخالص داخلی بر حسب (ثابت دلار ۲۰۱۵ آمریکا)	بانک جهانی	https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators
سهم شهرنشینی[9] (URB)	جمعیت شهری بر جمعیت کل	بانک جهانی	https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators
قیمت انرژی[10] (PE)	قیمت نقدی نفت برنت (دلار در هر بشکه)	سازمان اطلاعات انرژی	http://www.eia.gov/dnav/pet/pet_pri_spt_s1_a.htm

1. Economic globalization
2. Konjunkturforschungsstelle (KOF)
3. Economic cycle research institute
4. Social globalization
5. Political globalization
6. Technology
7. UNIDO
8. Economy structure
9. Share of urbanization
10. Energy price

شناسایی بازه‌های جداسازی در این پژوهش بر اساس روش تاپیو[۱] صورت گرفته است. در حالی که تشخیص تغییر این بازه‌ها و همچنین آزمون فرضیه‌های پژوهش، به تبعیت از مطالعه محمود و خان[۲] (۲۰۲۱) با استفاده از روش گشتاورهای تعمیم‌یافته (GMM) انجام‌شده است. این روش علاوه بر پویایی و رفع مشکلات خودهمبستگی و ناهمگنی، مشکلات درون‌زایی متغیرهای توضیحی را ندارد (گرین[۳]، ۲۰۱۲).

همان‌گونه که در معرفی معادله‌ها، به اختصار عنوان شد، روش کار در مطالعه حاضر به این صورت است که بر اساس ضریب تولید ناخالص داخلی در مدل برآورد شده، ابتدا بازه جداسازی (طبق رویکرد تاپیو) مشخص می‌شود، بدین‌صورت که در معادله‌های (۱ تا ۶)، مشتق لگاریتم مصرف انرژی و انتشار کربن‌دی‌اکسید نسبت به لگاریتم تولید ناخالص داخلی معادل شاخص تاپیو (شاخص جداسازی مصرف انرژی و انتشار کربن‌دی‌اکسید از تولید ناخالص داخلی) هستند، ضریب متغیر تعاملی تولید ناخالص داخلی و هر یک از متغیرهای پژوهش نشان‌دهنده اثر متغیر مورد نظر بر شاخص تاپیو است. سپس به بررسی این مسئله پرداخته می‌شود که با ورود متغیر(های) جدید، چه تغییری در مقدار و بازه شاخص جداسازی اتفاق می‌افتد. در صورتی که با ورود متغیر(های) مورد نظر، بازه اولیه جداسازی حفظ شده باشد، تغییر اساسی در جداسازی رخ نداده و متغیر(های) مورد بررسی موجب تغییر اساسی در جداسازی نخواهد شد. بر اساس روش تاپیو، هشت وضعیت جداسازی قابل تشخیص است (نمودار ۱).[۴]

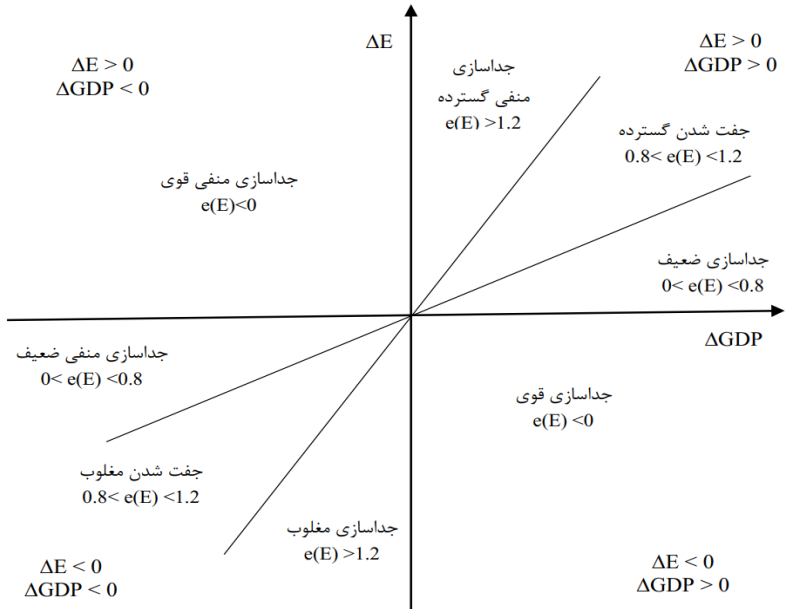
---

۱. بر اساس تاپیو (۲۰۰۵)، ضریب کشش جداسازی با استفاده از معادله $e(E)=\frac{\Delta E_t/E_{t-1}}{\Delta G_t/G_{t-1}}$ محاسبه می‌شود. که در آن $e(E)$ ضریب کشش جداسازی میان رشد اقتصادی و مصرف انرژی، ΔE نشان‌دهنده تغییرات مصرف انرژی طی دوره مورد برر سی، E_{t-1} نشان‌دهنده مصرف انرژی در سال پایه، ΔG تغییر تولید ناخالص داخلی طی دوره مورد برر سی و G_{t-1} نشانگر تولید ناخالص داخلی در سال پایه است.

2. Muhammad & Khan (2021)

3. Greene (2012)

۴. رویکرد تاپیو در تمام مواردی که نیاز به جدا سازی وجود دارد، قابل ا ستفاده ا ست. از این موارد می‌توان به جداسازی انواع آلودگی و رشد اقتصادی، جداسازی تولید و زمین کشاورزی، جداسازی توسعه اقتصادی



نمودار ۱: حالت‌های جداسازی تاپیو (۲۰۰۵)

۵- برآورد مدل و تحلیل نتایج

توصیف متغیرهای پژوهش در جدول (۲) ارائه شده است. بر اساس این جدول، در ۹۴ کشور مورد مطالعه، شاخص‌های جهانی‌شدن در بازه ۲۰۲۱-۲۰۰۰ قرار گرفته است که با توجه به انحراف معیار نشان‌دهنده پراکندگی جهانی‌شدن در این کشورهاست. همین الگو برای سایر متغیرها به ویژه رشد اقتصادی، مصرف انرژی و آلودگی نیز مشاهده می‌شود که می‌تواند در راستای فرضیه پژوهش و سه گانه انرژی باشد.

و منابع طبیعی، جداسازی نابرابری و توسعه اقتصادی، جداسازی رشد اقتصادی و تقاضای آب و جداسازی تولید مواد اولیه و رشد اقتصادی اشاره کرد.

جدول ۲: توصیف آماری متغیرهای پژوهش

متغیر	واحد	حداقل	حداکثر	میانه	میانگین	انحراف معیار
CO_2	بدون واحد	۳۹۲۰۴۸	۶۱۳۷۶۰۳۶۰۰	۴۵۴۷۴۳۲۱	۲۲۸۶۲۵۳۵۷	۶۴۱۷۹۹۵۸۰
E	quad Btu	۰/۰۱	۱۰۱/۲۴	۰/۹۵	۴	۱۱/۰۱
GDP	ثابت میلیارد دلار ۲۰۱۵ آمریکا	۱/۳۶	۲۰۵۲۹/۴۶	۱۱۲/۴۰	۵۸۰/۲۳	۱۸۵۴/۴۷
IND	بدون واحد	۰/۰۷	۰/۶۹	۰/۲۶	۰/۲۷	۰/۰۸
URB	بدون واحد	۰/۱۵	۱	۰/۶۶	۰/۶۲	۰/۲۱
PE	دلار در هر بشکه	۲۴/۶۴	۱۱۱/۶۳	۶۳/۰۲	۶۳/۸۵	۲۷/۵۳
KOFECGI	بدون واحد	۲۰/۷۲	۹۴/۵۸	۶۰/۳۰	۶۰/۲۶	۱۵/۹۲
KOFSOGI	بدون واحد	۱۵/۲۱	۹۱/۶۶	۶۵/۳۳	۶۳/۹۴	۱۷/۷۵
KOFPOGI	بدون واحد	۲۲/۶۳	۹۸/۰۶	۷۷/۰۳	۷۴/۵۵	۱۶/۷۰
TEC	بدون واحد	۰/۰۰۳	۰/۸۴	۰/۲۴	۰/۲۷	۰/۱۷

منبع: یافته‌های پژوهش حاضر

قبل از برآورد معادله‌های (۱) تا (۶)، لازم است آزمون‌های تشخیص انجام شود. در این رابطه، عدم وجود هم‌خطی شدید میان متغیرهای توضیحی از فروض کلاسیک رگرسیون است. در این پژوهش از معیار عامل تورم واریانس[1] (VIF) برای بررسی همخطی چندگانه استفاده شده است. در صورتی که این آماره بزرگتر از ۱۰ باشد همخطی مشکل جدی تلقی می‌شود (براون و همکاران[2]، ۲۰۲۰). در این حالت، همبستگی میان متغیرها به حدی بالاست که موجب متورم شدن خطای استاندارد رگرسیون شده و به غیرقابل اعتماد شدن ضرایب برآورد شده منجر می‌شود. نتایج این آزمون در جدول (۳) ارایه شده است که نشان‌دهنده عدم وجود مشکل جدی در رابطه با همخطی چندگانه در تمام مدل‌های منتخب است.

جدول ۳: نتایج آزمون همخطی چندگانه (VIF)

مدل‌ها / متغیرها	(۱)	(۲)	(۳)	(٤)	(٥)	(٦)
LE(-1)	۱/۱۶	-	۱/۱۵	-	۱/۱۵	-

1. Variance Inflation Factor (VIF)
2. Brown et al. (2020)

مدل‌ها / متغیرها	(۱)	(۲)	(۳)	(٤)	(٥)	(٦)
$LCO_2(-1)$	-	۱/۱۶	-	۱/۱۵	-	۱/۱۵
LY	۲/۰۰	۲/۰۰	۲/۰۳	۲/۰۳	۲/۶۹	۲/۶۹
LYLIND	۱/۶۶	۱/۶۶	۱/۷۸	۱/۷۸	۱/۶۸	۱/۶۸
LYLKOFECGI	۳/۸۵	۳/۸۵	-	-	-	-
LYLKOFSOGI	-	-	۵/۵۲	۵/۵۲	-	-
LYLKOFPOGI	-	-	-	-	۶/۰۰	۶/۰۰
LYLPE	۲/۷۷	۲/۷۷	۳/۲۳	۳/۲۳	۲/۷۶	۲/۷۶
LYLURB	۱/۹۷	۱/۹۷	۲/۱۴	۲/۱۴	۲/۰۴	۲/۰۴
LYLTEC	۱/۶۴	۱/۶۴	۱/۶۴	۱/۶۴	۱/۶۴	۱/۶۴
میانگین	۲/۱۵	۲/۱۵	۲/۵۰	۲/۵۰	۲/۵۷	۲/۵۷

منبع: یافته‌های پژوهش حاضر با استفاده از نرم افزار STATA 18

در ادامه، پایایی[1] متغیرها از طریق آزمون‌های ریشه واحد[2] در داده‌های تابلویی شامل آزمون لوین، لین و چو[3]، ایم، پسران و شین[4]، دیکی فولر تعمیم یافته[5] (فیشر-ADF) و فیلیپس پرون[6] (فیشر-PP) برای متغیرهای هر ۶ مدل (معادله‌های ۱ تا ۶) آزمون شده است.

جدول ٤: نتایج بررسی وجود همجمعی میان متغیرهای مدل

مدل	آماره	مقدار احتمال
۱	-۱/۷۸۱۳۶۷	۰/۰۳۷۴
۲	۲/۴۳۱۰۹۰	۰/۰۰۷۵
۳	-۱/۸۵۰۴۵۳	۰/۰۳۲۱
۴	۲/۰۲۶۱۰۵	۰/۰۲۱۴
۵	-۱/۷۶۴۲۴۲	۰/۰۳۸۸
۶	۲/۰۵۷۳۵۷	۰/۰۱۹۸

منبع: یافته‌های پژوهش حاضر

1. Stationary
2. Unit Root Test
3. Levin, Lin & Chut
4. Im, Pesaran & Shin
5. Augmented Dicy Fuller (ADF)
6. Philips-Perron

با توجه به اینکه همه متغیرها با مرتبه یکسانی پایا نیستند، برای بررسی رابطه تعادلی بلندمدت بین متغیرهای الگوها و اطمینان از کاذب نبودن رگرسیون، از آزمون هم‌انباشتگی کائو[1] در داده‌های تابلویی استفاده شده و نتایج حاصل از این آزمون در جدول (۴) ارائه شده است. نتایج آزمون کائو در این جدول نشان‌دهنده رد فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود هم‌انباشتگی است و بر این اساس، رابطه تعادلی بلندمدت بین متغیرهای مورد نظر تایید می‌شود.

در ادامه، آزمون‌های تشخیص و نتایج برآورد الگوهای پژوهش (معادله‌های ۱ تا ۶) با روش گشتاورهای تعمیم‌یافته در جدول (۵) ارائه شده است. آزمون‌های اعتبار سنجی مدل‌های منتخب پژوهش و نتایج برآورد آنها با روش GMMدر جدول (۵) ارائه شده است. همان‌گونه که با توجه به جدول مشخص است، بر اساس احتمال آماره سارگان، فرضیه صفر مبنی بر معتبر بودن ابزارها در الگوهای مربوطه تایید می‌شود. آزمون خودهمبستگی آرلانو–باند نشان می‌دهد که آیا مشکل خودهمبستگی در مدل تابلویی پویا رفع شده است یا خیر. فرضیه صفر این آزمون بیانگر عدم وجود خودهمبستگی است. در این راستا باید ضریب خودهمبستگی مرتبه اول AR(1) معنی‌دار بوده ولی ضریب خود رگرسیونی مرتبه دوم AR(2) معنی‌دار نباشد. با توجه به نتایج آزمون‌های آرلانو–باند AR(1) و AR(2) فرضیه صفر مبنی بر نبود خودهمبستگی سریالی در هر ۶ مدل تایید می‌شود. سرانجام، با توجه به سطح احتمال آزمون والد، فرضیه صفر بودن تمام متغیرها در سطح خطای یک درصد رد می‌شود و بر این اساس، اعتبار هر ۶ مدل پژوهش تایید می‌شود.

با توجه به نتایج برآورد مدل مصرف انرژی (مدل‌های ۱، ۳ و ۵) به روش گشتاورهای تعمیم‌یافته (GMM) برای کشورهای منتخب، ضریب متغیر لگاریتم مصرف انرژی دوره قبل مثبت و معنی‌دار برآورد شده است که نشان‌دهنده وابستگی مصرف انرژی دوره جاری به الگوی مصرف دوره گذشته است. نتیجه مشابهی برای انتشار کربن‌دی‌اکسید بدست آمده است (مدل‌های ۲، ۴ و ۶). این نتایج نشان‌دهنده وابستگی به مسیر در مصرف انرژی و ایجاد آلودگی است.

[1]. Kao Test

جدول ۵: نتایج آزمون و برآورد الگوهای پژوهش به روش گشتاورهای تعمیم‌یافته (GMM)

مدل‌ها / متغیرها	(۱)	(۲)	(۳)	(۴)	(۵)	(۶)
LE(-1)	۰/۷۶۲۶۹۶ (۰/۰۰۰۰)	–	۰/۷۶۱۷۵۲ (۰/۰۰۰۰)	–	۰/۷۳۰۲۸۹ (۰/۰۰۰۰)	–
LCO_2(-1)	–	۰/۷۴۶۲۹۹ (۰/۰۰۰۰)	–	۰/۸۱۹۸۸۷ (۰/۰۰۰۰)	–	۰/۸۲۵۵۱۵ (۰/۰۰۰۰)
LY	۰/۳۳۹۹۱۱ (۰/۰۰۰۰)	۰/۳۱۸۵۶۰ (۰/۰۰۰۰)	۰/۳۰۹۹۰۶ (۰/۰۰۰۰)	۰/۱۰۹۵۱۴ (۰/۰۰۰۰)	۰/۳۱۲۰۹۳ (۰/۰۰۰۰)	۰/۲۱۳۲۳۳ (۰/۰۰۰۰)
LYLIND	۰/۰۱۴۱۶۰ (۰/۰۰۰۰)	۰/۰۴۲۹۹۱ (۰/۰۰۰۰)	۰/۰۱۱۶۲۴ (۰/۰۰۰۰)	۰/۰۴۳۱۳۴ (۰/۰۰۰۰)	۰/۰۱۶۱۴۹ (۰/۰۰۰۰)	۰/۰۴۰۵۲۵ (۰/۰۰۰۰)
LYLKOFECGI	-۰/۰۰۶۷۶۵ (۰/۰۰۰۰)	-۰/۰۴۶۵۸۸ (۰/۰۰۰۰)	–	–	–	–
LYLKOFSOGI	–	–	-۰/۰۰۳۰۱۲ (۰/۰۰۰۰)	۰/۰۰۳۴۰۱ (۰/۰۴۳۰)	–	–
LYLKOFPOGI	–	–	–	–	-۰/۰۰۱۹۳۹ (۰/۰۴۱۲)	-۰/۰۲۲۸۰۳ (۰/۰۰۰۰)
LYLPE	۰/۰۰۲۹۶۶ (۰/۰۰۰۰)	۰/۰۰۱۹۴۴ (۰/۰۰۰۰)	۰/۰۰۲۸۸۶ (۰/۰۰۰۰)	۰/۰۰۰۷۰۶ (۰/۰۰۰۰)	۰/۰۰۲۵۹۲ (۰/۰۰۰۰)	۰/۰۰۱۲۱۵ (۰/۰۰۰۰)
LYLURB	-۰/۰۵۱۳۲۷ (۰/۰۰۰۰)	۰/۰۱۷۱۸۷ (۰/۰۰۰۰)	-۰/۰۴۰۴۰۰ (۰/۰۰۰۰)	۰/۰۲۶۸۴۰ (۰/۰۰۰۰)	-۰/۰۳۱۵۴۰ (۰/۰۰۰۰)	۰/۰۲۵۷۰۱ (۰/۰۰۰۰)
LYLTEC	-۰/۰۰۰۶۸۸ (۰/۰۰۰۰)	-۰/۰۰۵۰۲۶ (۰/۰۰۰۰)	-۰/۰۰۱۲۳۴ (۰/۰۰۰۰)	-۰/۰۰۳۶۸۰ (۰/۰۰۰۰)	-۰/۰۰۰۹۳۰ (۰/۰۰۰۰)	-۰/۰۰۳۳۸۳ (۰/۰۰۰۰)
تعداد مشاهدات	۲۰۶۸					
آزمون سارگان	۰/۳۳۸۵۱۶	۰/۳۳۸۳۹۰	۰/۳۵۴۴۲۱	۰/۳۱۷۶۲۹	۰/۳۲۵۱۸۰	۰/۳۳۲۲۰۶
AR(1)	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۱
AR(2)	۰/۹۱۷۳	۰/۶۲۴۲	۰/۹۸۳۰	۰/۶۴۴۲	۰/۹۸۵۹	۰/۶۳۶۲
آزمون والد	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰

منبع: یافته‌های پژوهش حاضر

بر اساس نتایج برآورد مدل (۱) مندرج در جدول (۵)، با یک درصد افزایش در تولید ناخالص داخلی، مصرف انرژی ۰/۳۳۹۹۱۱ درصد افزایش می‌یابد. همچنین، نتایج برآورد مدل‌های (۳) و (۵)، نیز نشان می‌دهد که با یک درصد افزایش در تولید ناخالص داخلی، مصرف انرژی به ترتیب ۰/۳۰۹۹۰۶ و ۰/۳۱۲۰۹۳ درصد افزایش

می‌یابد. با توجه به این نتایج، جداسازی تولید و مصرف انرژی در ناحیه اول مختصات تاپیو (نمودار ۱) قرار می گیرد و مقدار آن، جداسازی ضعیف را نشان می‌دهد[۱]. اثر مثبت رشد اقتصادی بر مصرف انرژی قابل انتظار است چون هر فعالیت اقتصادی و توسعه آن، نیاز به انرژی دارد. یافته اخیر در خصوص اثر مثبت رشد اقتصادی بر مصرف انرژی با سایر مطالعات تجربی سازگار است (دستک[۲]، ۲۰۱۸: ۳۳۶۰۱؛ آچامپونگ و همکاران[۳]، ۲۰۲۱). بر اساس جدول (۵)، ضریب متغیر تعاملی جهانی‌شدن اقتصادی ۰/۰۰۶۷۶۵- برآورد شده است و بر این اساس، در صورتی که رشد اقتصادی با جهانی‌شدن اقتصادی همراه شود، ۰/۰۰۶۷۶۵ از میزان جداسازی ضعیف کاسته می‌شود (بهبود روند جداسازی). در توجیه این یافته می‌توان استدلال کرد که اگرچه جهانی‌شدن اقتصادی موجب افزایش رشد اقتصادی می‌شود (مارکز و همکاران، ۲۰۱۷؛ سانتیاگو و همکاران[۴]، ۲۰۲۰) ولی با گسترش جریان آزاد فناوری و تخصیص بهینه منابع می‌تواند بهره وری و کارایی انرژی را افزایش دهد. نتیجه مشابهی برای جهانی‌شدن اجتماعی بدست آمده است.

مشخصاً بر اساس جدول (۵)، ضریب متغیر تعاملی جهانی‌شدن اجتماعی معادل ۰/۰۰۳۰۱۲- برآورد شده است و با توجه به این یافته، همراه شدن رشد اقتصادی با جهانی‌شدن اجتماعی موجب بهبود جداسازی ضعیف می‌شود. این بهبود می‌تواند ناشی از جریان آزاد اطلاعات و ارتباطات و سرریزهای فناوری باشد. سرانجام، همچنان که با توجه به جدول (۵) مشخص است، جهانی‌شدن سیاسی نیز موجب بهبود جداسازی رشد اقتصادی به میزان ۰/۰۰۱۹۳۹ شده است. همچنین، جهانی‌شدن سیاسی موجب بهبود جداسازی رشد اقتصادی از آلودگی به میزان ۰/۰۲۲۸۰۳ شده است. این یافته می‌تواند نشان‌دهنده نقش توافقات بین‌المللی و همسویی کشورها در کاهش آلودگی محیط‌زیست باشد. یافته‌های اخیر با مطالعه شهباز و همکاران (۲۰۱۶) که به اثر منفی جهانی‌شدن بر مصرف انرژی دست یافته‌اند، سازگاری دارد. هر چند جهانی‌شدن اقتصادی، جهانی‌شدن اجتماعی و جهانی‌شدن سیاسی به ترتیب اهمیت اثرگذاری[۵]، به بهبود جداسازی کمک کرده‌اند ولی با ورود این متغیرها، تغییر اساسی در

---

۱. همان‌گونه که در حالات جداسازی (نمودار ۱) توضیح داده شد، بازه صفر تا ۰/۸ نشانگر جداسازی ضعیف است.

2. Destek (2018)

3. Acheampong et al. (2021)

4. Santiago et al. (2020)

۵. آزمون والد (Wald) نشان‌دهنده معنی‌داری تفاوت ضرایب ابعاد سه‌گانه جهانی شدن در اثرگذاری بر جداسازی

بازه جداسازی صورت نگرفته و همچنان بازه جداسازی در ناحیه اول مختصات تاپیو قرار دارد[1]. به نظر می‌رسد وابستگی اقتصاد به انرژی‌های فسیلی هنوز به قدری زیاد است که تعاملات اقتصادی و اجتماعی در سطح بین‌الملل نتوانسته است موجب تغییر بنیادی در این وابستگی شود.

بر اساس سایر نتایج برآورد مندرج در جدول (۵)، ضرایب متغیر تعاملی ساختار اقتصادی (سهم صنعت) در مدل‌های منتخب به ترتیب ۰/۰۱۴۱۶۰ (مدل ۱)، ۰/۰۱۱۶۲۴ (مدل ۳) و ۰/۰۱۶۱۴۹ (مدل ۵) برآورد شده است. با وجود اثر مثبت ساختار اقتصادی (سهم صنعت) بر مصرف انرژی، بازه جداسازی در ناحیه اول مختصات تاپیو حفظ‌شده است. این یافته دور از انتظار نیست چون افزایش سهم صنعت اگر چه موجب افزایش رشد اقتصادی می‌شود ولی مصرف انرژی را نیز افزایش می‌دهد. همچنین، نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد قیمت انرژی موجب بدتر شدن شرایط جداسازی شده است.

مشخصاً بر اساس جدول (۵)، ضرایب متغیر تعاملی قیمت انرژی به ترتیب ۰/۰۰۲۹۶۶ (مدل ۱)، ۰/۰۰۲۸۸۶ (مدل ۳) و ۰/۰۰۲۵۹۲ (مدل ۵) برآوردشده است. با توجه به نقش مسلط سوخت‌های فسیلی و سهم پایین انرژی‌های تجدیدپذیر در سبد انرژی جهانی، این یافته قابل توجیه است. یافته اخیر با نتایج مطالعات ارشد و همکاران[2] (۲۰۱۶) و راسخی و قنبرتبار(۱۴۰۳) سازگار است. همچنین، بر اساس جدول (۵)، ضرایب برآورد شده برای متغیر تعاملی فناوری در مدل‌های (۱)، (۳) و (۵) به ترتیب ۰/۰۰۰۶۸۸- ، ۰/۰۰۱۲۳۴- و ۰/۰۰۰۹۳۰- برآوردشده است. بر این اساس، فناوری موجب کاهش مقدار شاخص جداسازی (بهبود روند جداسازی) شده است. این یافته با مطالعه پاراماتی و همکاران[3] (۲۰۲۲) مطابقت دارد. سرانجام، ضرایب متغیر تعاملی شهرنشینی در مدل‌های منتخب (۱،

رشد اقتصادی از مصرف انرژی است. به‌گونه‌ای که اثرگذاری جهانی‌شدن اقتصادی بر جداسازی بیشتر از جهانی‌شدن اجتماعی، و این نیز بیشتر از جهانی شدن سیاسی است. این یافته می‌تواند ناشی از اهمیت بیشتر بنیان‌های اقتصادی در مقایسه با متغیرهای اجتماعی و سیاسی باشد.

[1]. توجه شود که با کم کردن ضرایب برآورد شده متغیرهای تعاملی از ۰/۳۳۹۹۱۱ (مدل ۱)، ۰/۳۰۹۹۰۶ (مدل ۳) و ۳۱۲۰۹۳ / ۰ (مدل ۵) بازه جداسازی در همان محدوده صفر تا ۰/۸ حفظ شده است.

2. Arshad et al. (2016)

3. Paramati et al. (2022)

۳ و ۵) به ترتیب با ۰/۰۵۱۳۲۷-، ۰/۰۴۰۴۰۰- و ۰/۰۳۱۵۴۰- برآورد شده است که نشان‌دهنده کاهش شاخص جداسازی ضعیف و بهبود جداسازی است. در مجموع، اگرچه حضور متغیرهای تعاملی مورد مطالعه در مدل‌های منتخب (۱، ۳ و ۵) موجب بهبود جداسازی رشد اقتصادی از مصرف انرژی شده است ولی اثر انفرادی و همزمان این متغیرها، تغییری در بازه جداسازی ایجاد نکرده و جداسازی در حالت ضعیف حفظ‌شده است.

در رابطه با جداسازی رشد اقتصادی و آلودگی(کربن‌دی‌اکسید)، همچنان که نتایج برآورد مدل‌های منتخب (۲، ۴ و ۶) مندرج در جدول (۵) نشان می‌دهد بازه جداسازی رشد اقتصادی از انتشار کربن‌دی‌اکسید در ناحیه اول مختصات تاپیو (نمودار ۱) قرار گرفته است. مشخصاً ضریب متغیر لگاریتم تولید ناخالص داخلی($\log Y_{it}$) مدل‌های منتخب (۲، ۴ و ۶) به ترتیب ۰/۳۱۸۵۶۰، ۰/۱۰۹۵۱۴ و ۰/۲۱۳۲۳۳ برآورد شده است که جداسازی ضعیف را نشان می‌دهد[۱]. انتشار آلودگی ناشی از تولید ملی با مطالعه شیا و همکاران[۲] (۲۰۲۲) سازگار است. بر اساس جدول مذکور، ضرایب متغیرهای تعاملی جهانی‌شدن اقتصادی و جهانی‌شدن سیاسی به ترتیب به ۰/۰۴۶۵۸۸- و ۰/۰۲۲۸۰۳- بدست آمده است و بر این اساس، جهانی‌شدن اقتصادی و سیاسی موجب بهبود جداسازی رشد اقتصادی از آلودگی شده است[۳].

در توجیه این یافته می‌توان به ابعاد مختلف جهانی‌شدن همچون توسعه سرمایه خارجی، ادغام بازارهای مختلف، مفاهمه بین‌المللی در رابطه با ابعاد جهانی محیط‌زیست، و تسهیل انتقال فناوری و اثرات آنها در کاهش آلودگی اشاره کرد. یافته اخیر با نتایج مطالعات ابراهیم و حنفی[۴](۲۰۲۱) و دستک (۲۰۲۰) سازگار است. با توجه به اینکه جداسازی نهایی در ناحیه اول تاپیو قرار گرفته است،

---

۱. بر اساس رویکرد تاپیو، جداسازی ضعیف در بازه صفر تا ۰/۸ تعریف می‌شود.

۲. Xia et al. (2022)

۳. آزمون والد (Wald) نشان می‌دهد اثرگذاری ابعاد سه گانه جهانی شدن بر جداسازی رشد اقتصادی از آلودگی به لحاظ آماری متفاوت است. به گونه‌ای که اثرگذاری جهانی شدن اقتصادی بر جداسازی بیشتر از جهانی شدن سیاسی است که ناشی از غلبه فرایند اقتصادی در اثرگذاری جهانی‌شدن است.

4. Ibrahiem & Hanafy (2021)

نتیجه نهایی همچنان نشان‌دهنده جداسازی ضعیف است[1]. در مقابل، ضریب متغیر تعاملی جهانی‌شدن اجتماعی معادل ۰/۰۰۳۴۰۱ برآورد شده که بر این اساس، جهانی‌شدن اجتماعی به بدتر شدن جداسازی رشد اقتصادی از آلودگی منجر شده است. با توجه به این نتیجه، به نظر می‌رسد جهانی‌شدن اجتماعی موجب همسو شدن بیشتر رفتارهای مصرفی جوامع و ایجاد آلودگی شده است. این یافته با نتایج حاصل از مطالعه دستک (۲۰۲۰) تطابق دارد.

همچنین بر اساس جدول (۵)، ضرایب متغیر تعاملی ساختار اقتصادی(سهم صنعت) در مدل‌های منتخب ۲، ۴ و ۶ به ترتیب ۰/۰۴۲۹۹۱، ۰/۰۴۳۱۳۴ و ۰/۰۴۰۵۲۵ برآورد شده است که نشان می‌دهد صنعتی شدن موجب بدتر شدن جداسازی رشد اقتصادی از آلودگی شده است. این یافته دور از انتظار نیست چون افزایش سهم صنعت اگرچه موجب افزایش رشد اقتصادی می‌شود ولی از طریق افزایش مصرف انرژی، انتشار کربن‌دی‌اکسید را به همراه دارد. همچنین، ضرایب متغیر تعاملی قیمت انرژی در مدل‌های منتخب ۲، ۴ و ۶ به ترتیب ۰/۰۰۱۹۴۴، ۰/۰۰۰۷۰۶ و ۰/۰۰۱۲۱۵ برآورد شده است و بر این اساس، افزایش قیمت انرژی موجب بدتر شدن جداسازی در ناحیه اول تاپیو شده است. این یافته، با توجه به نقش مسلط سوخت‌های فسیلی و سهم پایین انرژی‌های تجدیدپذیر در سبد انرژی جهانی قابل توجیه است. همچنین، بر اساس جدول (۵)، ضرایب متغیر تعاملی فناوری در مدل‌های منتخب ۲، ۴ و ۶ به ترتیب ۰/۰۰۵۰۲۶-، ۰/۰۰۳۶۸۰- و ۰/۰۰۳۳۸۳- برآورد شده است. با توجه به این نتیجه، توسعه فناوری موجب بهبود جداسازی رشد اقتصادی از آلودگی می‌شود. این یافته با مطالعه لوینسون[2] (۲۰۰۹) مطابقت دارد. سرانجام، بر اساس نتایج پژوهش حاضر، ضرایب متغیر تعاملی سهم جمعیت شهرنشین در مدل‌های منتخب ۲، ۴ و ۶ به ترتیب ۰/۰۱۷۱۸۷، ۰/۰۲۶۸۴۰ و ۰/۰۲۵۷۰۱ بدست آمده است. بدین‌ترتیب، توسعه شهرنشینی موجب بدتر شدن جداسازی رشد اقتصادی از آلودگی شده است. این یافته با مطالعه وانگ و همکاران (۲۰۲۰) سازگاری دارد. در

[1]. با وجود کاهش ضریب برآورد شده لگاریتم تولید ناخالص داخلی، بازه صفر تا ۰/۸ (جداسازی ضعیف) حفظ شده است.

[2]. Levinson (2009)

مجموع، حضور هر یک از متغیرهای مورد مطالعه و همچنین حضور توام آنها تغییر جدی در بازه نهایی جداسازی رشد اقتصادی از آلودگی ایجاد نکرده است.

برای بررسی اینکه آیا ضرایب ابعاد جهانی‌شدن تفاوت معنی‌داری با هم دارند یا خیر می‌توان از آزمون والد استفاده کرد. نتایج آزمون والد که در جدول (۶) گزارش شده است حاکی از آن است که بین ضرایب ابعاد جهانی‌شدن تفاوت وجود دارد. بر اساس نتایج جدول (۶) می‌توان توضیح داد که، آثار ابعاد جهانی‌شدن بر جداسازی یکسان نیست. به عبارتی اثرگذاری ابعاد جهانی‌شدن بر بهبود جداسازی (به جز جهانی‌شدن اجتماعی بر آلودگی که منفی برآورد شده) متفاوت است.

جدول ٦: نتایج آزمون والد برای بررسی ضرایب ابعاد جهانی‌شدن

α_3	X^2	مدل ۱	مدل ۳	مدل ۵	β_3	X^2	مدل ۲	مدل ۴	مدل ۶
α_3	مدل ۱	–	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	β_3	مدل ۲	–	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰
	مدل۳	۰/۰۰۰۰	–	۰/۰۰۰۰		مدل ۴	۰/۰۰۰۰	–	۰/۰۰۰۰
	مدل ۵	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	–		مدل ۶	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	–

منبع: یافته‌های پژوهش حاضر

٦- نتیجه‌گیری و توصیه‌های سیاستی

هدف اصلی پژوهش حاضر، آزمون این فرضیه است که جهانی‌شدن (اقتصادی، اجتماعی و سیاسی) موجب بهبود جداسازی رشد اقتصادی از مصرف انرژی و آلودگی می‌شود. برای این منظور ابتدا برای ۹۴ کشور منتخب (با توجه به حداکثر داده‌های قابل دسترس) طی دوره زمانی ۲۰۲۱-۲۰۰۰، بازه‌های جداسازی بر اساس رویکرد تاپیو شناسایی شد و در ادامه و برای آزمون فرضیه‌های پژوهش، از روش گشتاورهای تعمیم‌یافته استفاده شده است.

نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد ابعاد سه گانه جهانی‌شدن اقتصادی، اجتماعی و سیاسی موجب بهبود جداسازی رشد اقتصادی از مصرف انرژی شده است. اهمیت اثرگذاری این سه مولفه بر جداسازی متفاوت بدست آمده است به‌گونه‌ای که جهانی‌شدن اقتصادی اثرگذاری بیشتری در مقایسه با دو مولفه دیگر جهانی‌شدن دارد. این یافته می‌تواند ناشی از اهمیت بیشتر بنیان‌های اقتصادی

در مقایسه با متغیرهای اجتماعی و سیاسی باشد. همچنین، یافته‌های پژوهش حاضر نشان می‌دهد، جهانی‌شدن اقتصادی و سیاسی موجب بهبود جداسازی رشد اقتصادی از انتشار کربن‌دی‌اکسید شده ولی جهانی‌شدن اجتماعی موجب بدتر شدن شرایط جداسازی شده است. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد، در مقایسه با جهانی‌شدن سیاسی، جهانی‌شدن اقتصادی اثرگذاری بیشتری بر جداسازی رشد اقتصادی و آلودگی دارد که ناشی از غلبه فرایند اقتصادی در اثرگذاری جهانی‌شدن است. یافته‌های دیگر مطالعه حاضر نشان می‌دهد فناوری موجب بهبود جداسازی رشد اقتصادی از مصرف انرژی و آلودگی شده است. همچنین، سهم شهرنشینی موجب بهبود جداسازی رشد اقتصادی از مصرف انرژی شده ولی موجب بدتر شدن شرایط جداسازی رشد اقتصادی از آلودگی شده است.

بر اساس یافته‌های این مطالعه، دولت‌ها در درون مرزها می‌توانند با ارتقای فناوری موجب بهبود جداسازی شوند. بی‌شک، بهینه عمل کردن حکمران‌های خوب و مسئول می‌تواند اثرات خارجی مثبت در سطح جهانی نیز داشته باشد. در مقابل بر اساس نتایج این مطالعه، ساختار اقتصادی و قیمت انرژی روند جداسازی را بدتر کرده است. بر این اساس، حکمرانان می‌توانند ضمن کنترل مصرف‌گرایی و دوری از ساختارهای انرژی‌بر موجب کاهش وابستگی به مصرف انرژی و بهبود جداسازی شوند.

توصیه اصلی پژوهش حاضر این است که کشورها برای کنترل مصرف انرژی و حفظ محیط‌زیست، و کاهش آلودگی هم به مسائل درون مرزی توجه کنند و هم در سطح بین‌المللی تعامل بیشتری داشته باشند. در درون مرزها، هر کشور می‌تواند تمام ابعاد تاثیرگذار همچون نوآوری، فناوری و اصلاحات ساختاری را در جهت محافظت از منابع و بهبود محیط‌زیست و بطور خلاصه توسعه پایدار به خدمت بگیرد. در سطح بین‌المللی نیز کشورها ضمن عمل کردن به مسئولیت‌های اجتماعی، می‌توانند جهانی‌شدن را به نحو موثر و در راستای توسعه پایدار پیگیری کنند.

References

Acheampong, A. O., Boateng, E., Amponsah, M., & Dzator, J. (2021). Revisiting the economic growth–energy consumption nexus: does globalization matter?. *Energy Economics*, **102**, 105472.

Adams, S., & Kaffo Fotio, H. (2024). Economic integration and environmental quality: accounting for the roles of financial development, industrialization, urbanization and renewable energy. *Journal of Environmental Planning and Management*, **67**(3), 688-713.

Ahmed, K., Bhattacharya, M., Shaikh, Z., Ramzan, M., & Ozturk, I. (2017). Emission intensive growth and trade in the era of the Association of Southeast Asian Nations (ASEAN) integration: An empirical investigation from ASEAN-8. *Journal of Cleaner Production*, **154**, 530-540.

Ahmad, A., Zhao, Y., Shahbaz, M., Bano, S., Zhang, Z., Wang, S., & Liu, Y. (2016). Carbon emissions, energy consumption and economic growth: An aggregate and disaggregate analysis of the Indian economy. *Energy policy*, **96**, 131-143.

Alam, M. S., Paramati, S. R., Shahbaz, M., & Bhattacharya, M. (2017). Natural gas, trade and sustainable growth: empirical evidence from the top gas consumers of the developing world. *Applied Economics*, **49**(7), 635-649.

Aliyu, M. A. (2005). Foreign Direct Investment and the Environment: Pollution Haven Hypothesis Revisited. *8th Annual Conference on Global Economic Analysis*, Purdue University, Germany, 1-41.

Alvarado, R., Iñiguez, M., & Ponce, P. (2017). Foreign direct investment and economic growth in Latin America. *Economic Analysis and Policy*, **56**, 176-187.

Anwar, S., & Nguyen, L. P. (2010). Foreign direct investment and economic growth in Vietnam. *Asia Pacific Business Review*, **16**(1-2), 183-202.

Arshad, A., Zakaria, M., & Junyang, X. (2016). Energy prices and economic growth in Pakistan: A macro-econometric analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **55**, 25-33.

Awad, A. (2019). Does economic integration damage or benefit the environment? Africa's experience. *Energy Policy*, **132**, 991-999.

Batalla-Bejerano, J., Paniagua, J., & Trujillo-Baute, E. (2019). Energy market integration and electricity trade. *Economics of Energy & Environmental Policy*, **8**(2), 53-68.

Bildirici, M., & Gokmenoglu, S. M. (2020). The impact of terrorism and FDI on environmental pollution: evidence from Afghanistan, Iraq, Nigeria,

Pakistan, Philippines, Syria, Somalia, Thailand and Yemen. *Environmental Impact Assessment Review*, **81**, 106340.

Brown, S., Tauler, R., & Walczak, B. (Eds.). (2020). *Comprehensive chemometrics: chemical and biochemical data analysis*. Elsevier.

Clausen, L. T., & Rudolph, D. (2020). Renewable energy for sustainable rural development: Synergies and mismatches. *Energy Policy*, **138**, 111289.

Cole, M. A. (2006). Does trade liberalization increase national energy use?. *Economics Letters*, **92**(1), 108-112.

Copeland, B. R., & Taylor, M. S. (2003). *Trade and the environment: Theory and evidence*. Princeton University press.

Cox, E. (2018). Assessing long-term energy security: The case of electricity in the United Kingdom. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **82**, 2287-2299.

Danish, Saud, S., Baloch, M. A., & Lodhi, R. N. (2018). The nexus between energy consumption and financial development: estimating the role of globalization in Next-11 countries. *Environmental Science and Pollution Research*, **25**, 18651-18661.

Darvishi, B., Moridian, A., Motalebi, M., & Havasbeigi, F. (2021). Globalization, Energy Consumption and Environmental Degradation in Iran: Empirical Evidence from the Maki Cointegration Test. *The Economic Research (Sustainable Growth and Development)*, **21**(2), 59-82 (In Persian)

Destek, M. A. (2018). Financial development and energy consumption nexus in emerging economies. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, **13**(1), 76-81.

Destek, M. A. (2020). Investigation on the role of economic, social, and political globalization on environment: evidence from CEECs. *Environmental Science and Pollution Research*, **27**(27), 33601-33614.

Donou-Adonsou, F., & Lim, S. (2018). On the importance of Chinese investment in Africa. *Review of Development Finance*, **8**(1), 63-73.

Duanmu, J. L., Bu, M., & Pittman, R. (2018). Does market competition dampen environmental performance? Evidence from China. *Strategic Management Journal*, **39**(11), 3006-3030.

Efremov, V. S., & Vladimirova, I. G. (2019). Globalization of the world economy: features of the current stage. *Economic and Social Development: Book of Proceedings*, 27-36.

Ertugrul, H. M., Cetin, M., Seker, F., & Dogan, E. (2016). The impact of trade openness on global carbon dioxide emissions: Evidence from the top ten emitters among developing countries. *Ecological Indicators*, **67**, 543-555.

Frankel, J. A. (2008). Global environmental policy and global trade policy. *HKS Working Paper*. Harvard University.

Greene, W.H. (2012). *Econometric Analysis*. Seventh edition. New Jersey: Pearson Hall.

Grossman, G. M., & Krueger, A. B. (1995). Economic growth and the environment. *Quarterly Journal of Economics*, **110**(2), 353-377.

Ha, N. M., Ngoc, B. H., & Mcaleer, M. (2020). Financial integration, energy consumption and economic growth in Vietnam. *Annals of Financial Economics*, **15**(03), 2050010.

Heckscher, E. F. (1919). *The Effect of Foreign Trade on the Distribution of Income*. In Readings in the Theory of International Trade (PP. 272-300). Blakiston.

Huang, Z., Zhang, H., & Duan, H. (2019). Nonlinear globalization threshold effect of energy intensity convergence in Belt and Road countries. *Journal of Cleaner Production*, **237**, 117750.

Huang, Z., Zhang, H., & Duan, H. (2020). How will globalization contribute to reduce energy consumption?. *Energy*, **213**, 118825.

Ibrahiem, D. M., & Hanafy, S. A. (2020). Dynamic linkages amongst ecological footprints, fossil fuel energy consumption and globalization: an empirical analysis. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, **31**(6), 1549-1568.

Isaksson, A. S., & Kotsadam, A. (2018). Chinese aid and local corruption. *Journal of Public Economics*, **159**, 146-159.

khan, M. K., Teng, J. Z., khan, M. I., & Khan, M. O. (2019). Impact of globalization, economic factors and energy consumption on CO2 emissions in pakistan. *Science of the Total Environment*, **688**, 424-436.

Khobai, H., Abel, S., & Le Roux, P. (2021). A review of the nexus between energy consumption and economic growth in the Brics countries. *International Journal of Energy Economics and Policy*, **11**(3), 424-431.

Lan, J., Kakinaka, M., & Huang, X. (2012). Foreign direct investment, human capital and environmental pollution in China. *Environmental and Resource Economics*, **51**, 255-275.

Levinson, A. (2009). Technology, international trade, and pollution from US manufacturing. *American Economic Review*, **99**(5), 2177-2192.

Li, M., Du, W., & Tang, S. (2021). Assessing the impact of environmental regulation and environmental co-governance on pollution transfer: Micro-evidence from China. *Environmental Impact Assessment Review*, **86**, 106467.

Liu, Y., Hao, Y., & Gao, Y. (2017). The environmental consequences of domestic and foreign investment: Evidence from China. *Energy Policy*, **108**, 271-280.

Mansoorabadi S., khodaparast shirazi J., Zare H., & Ebrahimi M. (2022). The effect of globalization on energy consumption in developing country: Accurate quantitative regression. *Quarterly Energy Economics Review*, **18** (75):145-172. (In Persian)

Marques, L. M., Fuinhas, J. A., & Marques, A. C. (2017). Augmented energy-growth nexus: Economic, political and social globalization impacts. *Energy Procedia*, **136**, 97-101.

Megbowon, E., Mlambo, C., & Adekunle, B. (2019). Impact of china's outward fdi on sub-saharan africa's industrialization: Evidence from 26 countries. *Cogent Economics & Finance*, **7**(1), 1681054.

Mishkin, F. S. (2009). Globalization and financial development. *Journal of Development Economics*, **89**(2), 164-169.

Muhammad, B., & Khan, M. K. (2021). Foreign direct investment inflow, economic growth, energy consumption, globalization, and carbon dioxide emission around the world. *Environmental Science and Pollution Research*, **28**(39), 55643-55654.

Nademi, Y., & Dalvandi, M. (2023). The role of globalization in the relationship between energy consumption and economic growth. *Green Development Management Studies*, ***2***(1), 20-35. doi: 10.22077/jgmd.2023.6191.1025. (In Persian)

Nain, M. Z., Ahmad, W., & Kamaiah, B. (2017). Economic growth, energy consumption and CO2 emissions in India: a disaggregated causal analysis. *International Journal of Sustainable Energy*, **36**(8), 807-824.

Ohlin, B. G. (1933). *Interregional and international trade*. Harvard University Press.

Paramati, S. R., Shahzad, U., & Doğan, B. (2022). The role of environmental technology for energy demand and energy efficiency: Evidence from

OECD countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **153**, 111735.

Rahman, H. U., Zaman, U., & Górecki, J. (2021). The role of energy consumption, economic growth and globalization in environmental degradation: Empirical evidence from the brics region. *Sustainability*, **13**(4), 1924.

Rasekhi, S., & Ghanbartabar, S. (2023). Decoupling Dynamism of Energy Consumption, Economic Growth, and Pollution in Iran: New Evidence from Factor Analysis at Triple Levels of Energy. *Iranian Journal of Economic Research*, **28**(97), 6-43. doi: 10.22054/ijer.2024.76778.1233. (In Persian)

Rasekhi, S., & Ghanbartabar, S. (2024). Energy security and the hypothesis of decoupling: A case study of Russia-Ukraine war. *Journal of Countries Studies*, **2**(1), 91-115. doi: 10.22059/jcountst.2023.367548.1073. (In Persian)

Rasekhi, S., Ghanbartabar Ahmadi, S., Mehnatfar, Y. (2023) Threshold effect of renewable and non-renewable energy consumption on economic welfare in selected countries with different energy intensities. *Quarterly Journal of Fiscal and Economic Policies*, **11** (42): 55-89. (In Persian)

Sadorsky, P. (2011). Trade and energy consumption in the Middle East. *Energy Economics*, **33**(5), 739-749.

Sadorsky, P. (2012). Energy consumption, output and trade in South America. *Energy Economics*, **34**(2), 476-488.

Santiago, R., Fuinhas, J. A., & Marques, A. C. (2020). The impact of globalization and economic freedom on economic growth: the case of the Latin America and Caribbean countries. *Economic Change and Restructuring*, **53**(1), 61-85.

Shah, K. U., Arjoon, S., & Rambocas, M. (2016). Aligning corporate social responsibility with green economy development pathways in developing countries. *Sustainable Development*, **24**(4), 237-253. https://doi.org/10.1002/sd.1625

Shahbaz, M., Haouas, I., & Van Hoang, T. H. (2019). Economic growth and environmental degradation in Vietnam: is the environmental Kuznets curve a complete picture?. *Emerging Markets Review*, **38**, 197-218.

Shahbaz, M., Mallick, H., Mahalik, M. K., & Sadorsky, P. (2016). The role of globalization on the recent evolution of energy demand in India:

Implications for sustainable development. *Energy Economics*, **55**, 52-68.

Shahbaz, M., Mallick, H., Mahalik, M. K., & Loganathan, N. (2015). Does globalization impede environmental quality in India?. *Ecological Indicators*, **52**, 379-393.

Shahbaz, M., Mutascu, M., & Azim, P. (2013). Environmental Kuznets curve in Romania and the role of energy consumption. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **18**, 165-173.

Shahbaz, M., Nasreen, S., Abbas, F., & Anis, O. (2015). Does foreign direct investment impede environmental quality in high-, middle-, and low-income countries?. *Energy Economics*, **51**, 275-287.

Shahbaz, M., Nasreen, S., Ahmed, K., & Hammoudeh, S. (2017). Trade openness–carbon emissions nexus: the importance of turning points of trade openness for country panels. *Energy Economics*, **61**, 221-232.

Shahbaz, M., Shahzad, S. J. H., Mahalik, M. K., & Sadorsky, P. (2018). How strong is the causal relationship between globalization and energy consumption in developed economies? A country-specific time-series and panel analysis. *Applied Economics*, **50**(13), 1479-1494.

Sharma, G. D., Tiwari, A. K., Erkut, B., & Mundi, H. S. (2021). Exploring the nexus between non-renewable and renewable energy consumptions and economic development: Evidence from panel estimations. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **146**(C).

Song, W., Huang, J., Zhong, M., & Wen, F. (2019). The impacts of nonferrous metal price shocks on the macro-economy in China from the perspective of resource security. *Journal of Cleaner Production*, **213**, 688-699.

Su, H., & Liang, B. (2021). The impact of regional market integration and economic opening up on environmental total factor energy productivity in Chinese provinces. *Energy Policy*, **148,** 111943.

Wang, M., & Feng, C. (2019). Decoupling economic growth from carbon dioxide emissions in China's metal industrial sectors: A technological and efficiency perspective. *Science of the Total Environment*, **691**, 1173-1181.

Wang, S., Gao, S., Li, S., & Feng, K. (2020). Strategizing the relation between urbanization and air pollution: Empirical evidence from global countries. *Journal of Cleaner Production*, **243**, 118615.

Wang, H., Hashimoto, S., Yue, Q., Moriguchi, Y., & Lu, Z. (2013). Decoupling analysis of four selected countries: China, Russia, Japan,

and the United States during 2000–2007. *Journal of Industrial Ecology*, **17**(4), 618-629.

Xie, Q., Wang, X., & Cong, X. (2020). How does foreign direct investment affect CO2 emissions in emerging countries? New findings from a nonlinear panel analysis. *Journal of Cleaner Production*, **249**, 119422.

Xu, Z., Baloch, M. A., Danish, Meng, F., Zhang, J., & Mahmood, Z. (2018). Nexus between financial development and CO 2 emissions in Saudi Arabia: analyzing the role of globalization. *Environmental Science and Pollution Research*, **25**, 28378-28390.

Xu, H., Pan, X., Guo, S., & Lu, Y. (2021b). Forecasting Chinese CO2 emission using a non-linear multi-agent intertemporal optimization model and scenario analysis. *Energy*, **228**, 120514.

Xu, H., Pan, X., Lu, Y., & Pu, C. (2021a). Evaluation of consumption preference in China under environmental regulation policies: Scenario analysis based on a DECGE model. *Computers & Industrial Engineering*, **158**, 107441.

Xia, W., Apergis, N., Bashir, M. F., Ghosh, S., Doğan, B., & Shahzad, U. (2022). Investigating the role of globalization, and energy consumption for environmental externalities: empirical evidence from developed and developing economies. *Renewable Energy*, **183**, 219-228.

Yu, Y., Chen, D., Zhu, B., & Hu, S. (2013). Eco-efficiency trends in China, 1978–2010: Decoupling environmental pressure from economic growth. *Ecological Indicators*, **24**, 177-184.

Zhang, Y., Nie, R., Shi, R., & Zhang, M. (2018). Measuring the capacity utilization of the coal sector and its decoupling with economic growth in China's supply-side reform. *Resources, Conservation and Recycling*, **129**, 314-325.

Zhang, D., Shi, X., & Sheng, Y. (2015). Comprehensive measurement of energy market integration in East Asia: An application of dynamic principal component analysis. *Energy Economics*, **52**, 299-305.

Zhu, B. Z., Jiang, M. X., Zhang, S. F., & Jin, L. (2019). *Resource and Environment Economic Complex System: Models and Applications*. Science Press: Beijing, China.

پیوست ۱: اسامی کشورهای مورد مطالعه

جمهوری اسلواکی	مراکش	هندوراس	شیلی	آلبانی
اسلوونی	نامیبیا	هنگ کنگ	کلمبیا	الجزایر
آفریقای جنوبی	هلند	ایسلند	کاستاریکا	آرژانتین
اسپانیا	نیوزلند	هند	کرواسی	ارمنستان
سوئد	نیکاراگوئه	اندونزی	قبرس	استرالیا
سوئیس	نیجر	ایران	چک	اتریش
تاجیکستان	نروژ	ایرلند	دانمارک	باهاما
تانزانیا	عمان	ایتالیا	اکوادور	بنگلادش
تایلند	پاکستان	ژاپن	مصر	بلاروس
ترکیه	پاراگوئه	قزاقستان	السالوادور	بلژیک
اوگاندا	پرو	کنیا	استونی	بلیز
اوکراین	فیلیپین	کره	اسواتینی	بولیوی
انگلستان	لهستان	لتونی	فنلاند	بوسنی و هرزگوین
ایالات متحده	پرتغال	لیتوانی	فرانسه	بوتسوانا
اروگوئه	فدراسیون روسیه	ماداگاسکار	گابن	برزیل
ازبکستان	رواندا	مالزی	آلمان	بلغارستان
ویتنام	عربستان سعودی	موریس	یونان	کامبوج
زیمبابوه	سنگال	مکزیک	گواتمالا	کامرون
	سنگاپور	مولداوی	هائیتی	کانادا

منبع: کشورهای منتخب مطالعه حاضر