Decoupling Economic Growth from Energy and Carbon Dioxide in BRICS: Evidence from the Economic Integration Effect

Saeed Rasekhi[1]*
Corresponding Author: Professor of Economics, Department of Energy Economics, University of Mazandaran, srasekhi@umz.ac.ir
Sara Ghanbartabar Ahmadi
MA in Energy Economics, University of Mazandaran, sara95ghanbartabar@gmail.com

Abstract

The shortages of exhaustible energy resources and the need to achieve sustainable development has been the main factor decoupling economic growth from energy consumption and pollution, and in this regard, the movement of countries towards integration into the global economy has caused changes in the ratio of economy and energy. In this research, as a case study, the decoupling of economic growth from energy consumption, energy supply and pollution (carbon dioxide) in the BRICS region during the period of 2000-2021 has been investigated. For this purpose, the method of Tapio (2005) has been used and the results of the calculations of decoupling intervals during two periods before the formation of BRICS and after its formation have been compared. The results show that although the economic integration of BRICS has improved the situation of regional decoupling, there has been no fundamental change in the decoupling interval. It seems that the decoupling of energy from the economy has not been the main priority of this integration, and on this basis, it is recommended that the member countries, with a strategic view of energy decoupling and economic growth, promote advanced energy-saving technologies and help each other in fundamentally changing the decoupling intervals.

Keywords: Tapio Decoupling, Economic Growth, Environment,, Economic Integration, BRICS
JEL Classification: Q43, O47

1. Introduction

In the last few decades, the world has experienced significant economic growth due to industrialization and urbanization (Dong et al., 2018), and in this regard, energy has played a significant and decisive role. A group of studies pointed out the importance of fossil energy consumption on economic growth (Chang et al., 2017; Sasana & Ghozali, 2017; Wang et al., 2022). However, in addition to facing limited resources and becoming a global challenge in the future, (fossil) energy has become a critical issue and a threat to sustainable development.

BRICS is important from two aspects. On the one hand, 20% of the world's natural resources are at Russia's disposal (Danish et al., 2019) and on the other hand, energy consumption in this economic integration is significant, so that China, one of the BRICS members and the largest energy consumer is the one of the source of energy in the world (Wang & Li, 2016). This convergence is so important that it is referred to as one of the developing blocs of the world, which will be responsible for an important part of global trade and economy in the future (Singh et al., 2022). The BRICS region includes the most developed countries among the emerging economies. This region has witnessed a significant growth in the rate of GDP due to rapid industrialization (Dong et al., 2017) and the whole world is now looking at the BRICS countries because of their high potential to become global leaders (Danish & Wang, 2018). In general, BRICS is characterized by rapid economic growth, high energy consumption and high pollution emissions (Khan et al., 2020).

[1] Corresponding Author: srasekhi@umz.ac.ir

2. Methods

To calculate the decoupling of economic growth, energy consumption, energy supply, and carbon dioxide emission, based on Tapio (2005), first, the decoupling elasticity coefficient is calculated as follows:

$$e(E) = \frac{\Delta E_t / E_{t-1}}{\Delta G_t / G_{t-1}} \quad (1)$$

$$e(S) = \frac{\Delta S_t / S_{t-1}}{\Delta G_t / G_{t-1}} \quad (2)$$

$$e(CO_2) = \frac{\Delta CO_{2t} / CO_{2t-1}}{\Delta G_t / G_{t-1}} \quad (3)$$

In equation (1), $e(E)$ is the coefficient of decoupling between economic growth and energy consumption, ΔE represents changes in energy consumption during the period under review, E_{t-1} represents energy consumption in the base year, ΔG The change of GDP per capita during the investigated period and G_{t-1} indicates the GDP per capita in the base year. In equation (2), $e(S)$ is the elasticity coefficient of decoupling between economic growth and energy supply, ΔS indicates changes in energy supply during the period under review, S_{t-1} indicates energy supply in the base year, ΔG changes GDP per capita during the study period and G_{t-1} indicates the GDP per capita in the base year. In equation (3), $e(CO_2)$ is the elasticity coefficient of decoupling between economic growth and carbon dioxide emissions, ΔCO_2 indicates changes in carbon dioxide emissions during the period under review, CO_{2t-1} represents carbon dioxide emissions in the base year, ΔG is the change in GDP per capita during the period under review, and G_{t-1} represents the GDP per capita in the base year. Tapio's method is based on changes in the same or opposite direction of economic growth with the investigated variables (energy consumption, energy supply and carbon dioxide emission), which can be divided into eight cases: Expansive negative decoupling, Expansive coupling, Weak decoupling, Strong decoupling, Recessive decoupling, Recessive coupling, Weak negative decoupling, Strong negative decoupling.

3. Results

The decoupling of economic growth and energy consumption, energy supply and carbon dioxide emission was calculated during 3 including three periods (entire period, pre-BRICS period and post-BRICS period) and the results are presented in figure (1). According to this figure, in the period after the formation of BRICS compared to the period before this integration, the decoupling has been improved, so that the decoupling of economic growth and carbon dioxide emissions, decoupling of economic growth and energy consumption and supply have strong negative decoupling in the previous period. Since the formation of BRICS, the decoupling has shifted to extensive negative one. The entire period under review is also affected by the decoupling process in the period after the formation of BRICS. It seems that after the formation, the inefficiencies related to energy consumption and supply and emission of pollutants have been reduced, which has led to the improvement of decoupling. The improvement of decoupling in the entire BRICS region can be related to the presence of countries with higher technology such as China and Russia (Lacasa et al., 2019; Rasekhi & Ghanbartabar, 2024). Overall, the final decoupling intervals show no significant decoupling and thus the bloc has a long way to decouple from energy as well as pollution.

Figure 1: Decoupling status of all BRICS members during 3 different time periods

Decoupling economic growth-energy consumption	Decoupling economic growth-energy supply	Decoupling economic growth-carbon dioxide emissions	BRICS
			Total period 2001-2021
			The pre-BRICS period 2001-2008
			The post-period of BRICS 2009-2021

Source: Research calculations based on World Bank and Energy Information Administration data

4. Conclusion

The main purpose of this research is to investigate and analyze the decoupling of economic growth from energy consumption, energy supply and pollution for BRICS members including (Brazil, Russia, India, China, South Africa, Argentina, Ethiopia, United Arab Emirates, Iran, Saudi Arabia and Egypt) during the time period of 2000-2021. The results of the present research generally indicate the improvement of the decoupling situation of BRICS members in the period after the formation of BRICS compared to the period before its formation. The results of the present research show that although the BRICS formation has improved the situation of regional decoupling, there has been no fundamental change in the decoupling interval. Thus, although in general, after the formation of BRICS, the decoupling of economic growth and energy and pollution has improved, the economic dependence of BRICS on energy consumption is still at a significant level. The recommendation of the present research is that BRICS member countries, with a strategic view of energy decoupling and economic growth, transfer advanced energy saving technologies and help each other in fundamentally changing the decoupling interval.

• *Funding*: There is no funding support.
• *Conflict of interest*: Authors declared no conflict of interest.
• *Authors' contributions*: Authors contributed to the conceptualization and writing of the article.

(In Press) Just Accepted

جداسازی رشد اقتصادی از انرژی و دی اکسید کربن در منطقه بریکس: شواهدی از اثر ادغام اقتصادی

سعید راسخی [1]*

استاد اقتصاد، گروه اقتصاد انرژی، دانشگاه مازندران (نویسنده مسئول)، srasekhi@umz.ac.ir

سارا قنبرتبار

کارشناس ارشد اقتصاد انرژی، دانشگاه مازندران، sara95ghanbartabar@gmail.com

چکیده

کمبود منابع انرژی تهی‌شدنی و لزوم نیل به توسعه پایدار عامل اصلی جداسازی رشد اقتصادی از مصرف انرژی و آلودگی بوده است و در این راستا، حرکت کشورها به سمت ادغام در اقتصاد جهانی موجب تغییراتی در نسبت اقتصاد و انرژی شده است. در این پژوهش، به عنوان یک مطالعه موردی، جداسازی رشد اقتصادی از مصرف انرژی، عرضه انرژی و آلودگی (دی اکسید کربن) منطقه بریکس طی دوره زمانی ۲۰۲۱-۲۰۰۰ بررسی شده است. برای این منظور، از روش تاپیو (۲۰۰۵) استفاده شده و نتایج محاسبات بازه‌های جداسازی طی دو دوره قبل از تشکیل بریکس و بعد از تشکیل آن با هم مقایسه شده است. نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد که اگرچه ادغام اقتصادی بریکس وضعیت جداسازی منطقه‌ای را بهبود بخشیده است، ولی هیچ تغییر اساسی در بازه های جداسازی ایجاد نشده است. به نظر می‌رسد جداسازی انرژی از اقتصاد اولویت اصلی این ادغام نبوده است و بر این اساس توصیه می شود کشورهای عضو با نگاه راهبردی به جداسازی انرژی و رشد اقتصادی، فناوری های پیشرفته انرژی اندوز را ترویج و ارتقاء کنند و در تغییر اساسی بازه جداسازی به یکدیگر کمک کنند.

کلیدواژه‌ها: جداسازی تاپیو، رشد اقتصادی، محیط زیست، ادغام اقتصادی، بریکس

طبقه‌بندی JEL: Q43, O47

۱. مقدمه

جهان در چند دهه اخیر به دلیل صنعتی شدن و شهرنشینی، رشد اقتصادی قابل توجهی را تجربه کرده است (دونگ و همکاران [2]، ۲۰۱۸) و در این رابطه، انرژی نقش قابل توجه و تعیین کننده‌ای بر عهده داشته است. گروهی از مطالعات به اهمیت مصرف انرژی فسیلی بر رشد اقتصادی اشاره کردند (چانگ و همکاران [3]، ۲۰۱۷؛ ساسانا و غزالی [4]، ۲۰۱۷؛ وانگ و همکاران [5]، ۲۰۲۲). با این حال، انرژی (فسیلی) علاوه بر اینکه با محدودیت منابع روبرو است و در آینده قابل تبدیل به یک چالش جهانی است، به موضوعی حیاتی و تهدیدی برای توسعه پایدار تبدیل شده است.

بریکس از دو جنبه حائز اهمیت است. از یک سو، ۲۰ درصد از منابع طبیعی جهان در اختیار روسیه است (دانیش و همکاران [6]، ۲۰۱۹) و از سوی دیگر، مصرف انرژی در این ادغام اقتصادی قابل توجه است به گونه‌ای که چین یکی از اعضای بریکس، بزرگترین مصرف‌کننده انرژی در جهان است (وانگ و لی [7]، ۲۰۱۶). این ادغام به قدری مهم است که از آن به عنوان یکی از بلوک‌های در حال توسعه جهان یاد می‌شود که بخش مهمی از تجارت و اقتصاد جهانی در آینده را به عهده خواهد داشت (سینگ و همکاران [8]، ۲۰۲۲). منطقه بریکس شامل توسعه یافته‌ترین کشورها در میان اقتصادهای نوظهور می‌باشد. این منطقه شاهد رشد چشمگیری در نرخ تولید ناخالص داخلی به دلیل صنعتی شدن سریع (دونگ و همکاران، ۲۰۱۷) بوده و کل جهان اکنون به کشورهای بریکس به دلیل پتانسیل بالا آن‌ها برای تبدیل شدن به رهبران جهانی چشم دوخته است (دانیش و

---

[1] نویسنده مسئول: srasekhi@umz.ac.ir

[2] Dong et al.
[3] Chang et al.
[4] Sasana & Ghozali
[5] Wang et al.
[6] Danish et al.
[7] Wang & Li
[8] Singh et al.

وانگ[1]، ۲۰۱۸). در مجموع، بریکس دارای ویژگی رشد سریع اقتصادی و مصرف انرژی بالا و انتشار آلودگی بالا می‌باشد (خان و همکاران[2]، ۲۰۲۰).

جدول (۱) وضعیت عمومی بریکس قبل و بعد از تشکیل آن را نشان می‌دهد. همان گونه که این جدول نشان می‌دهد بریکس طی دوره زمانی ۲۰۲۱-۲۰۰۰ بطور متوسط ۴۷ درصد از جمعیت جهان را به خود اختصاص داده است. همچنین تولید ناخالص داخلی این ادغام طی دوره زمانی مورد مطالعه (دوره بعد از تشکیل بریکس) حدود ۰/۲۶ درصد از تولید جهانی می‌باشد. سهم جمعیت و تولید بریکس در اقتصاد جهانی از یک سو نشانگر ظرفیت‌های قابل توجه اقتصادی این منطقه است و از سوی دیگر، نشان دهنده پتانسیل آلایندگی منطقه می‌باشد. مقایسه نرخ رشد اقتصادی منطقه با نرخ رشد مصرف انرژی و نرخ رشد دی اکسید کربن نشان می‌دهد منطقه بریکس همچنان وابستگی زیادی به مصرف انرژی دارد و بر این اساس، جداسازی رشد اقتصادی از مصرف انرژی و آلودگی در سطح پایینی قرار دارد. با این حال، با مقایسه تولید ناخالص داخلی سرانه قبل و بعد از تشکیل بریکس مشخص می‌شود که بعد از تشکیل بریکس، رشد تولید ناخالص داخلی سرانه بیشتر از رشد انتشار دی اکسید کربن و مصرف انرژی افزایش یافته است. همچنین، نرخ رشد مصرف انرژی و انتشار دی اکسید کربن بعد از تشکیل بریکس نسبت به دوره قبل از تشکیل آن رشد کمتری دارد. علیرغم این مطلب، بر اساس جدول (۱)، سهم بریکس در انتشار دی اکسید کربن بطور متوسط ۴۷ درصد می‌باشد. بر اساس مطالعات انجام شده نیز تقریباً نیمی از انتشار گازهای گلخانه‌ای جهانی از اعضای بریکس بوده است (جان کرتون[3]، مدیر گروه تحقیقاتی بریکس). اگرچه منطقه بریکس همچون مناطق دیگر متعهد به مقابله با تغییرات اقلیمی و آلودگی است، برای حفظ و افزایش رشد اقتصادی همچنان به مصرف انرژی (فسیلی) وابسته است. علیرغم این مطلب ممکن است به دلیل ادغام اقتصادی، ظرفیت‌هایی برای جداسازی رشد اقتصادی، مصرف انرژی و آلودگی در منطقه وجود داشته باشد.

جدول ۱: وضعیت عمومی بریکس قبل و بعد از تشکیل (۲۰۲۱-۲۰۰۰)

متغیرها		تولید ناخالص داخلی	تولید ناخالص داخلی سرانه	جمعیت	انتشار دی اکسید کربن	مصرف انرژی	عرضه انرژی
واحد		میلیارد دلار به قیمت‌های ثابت ۲۰۱۵	میلیارد دلار به قیمت‌های ثابت ۲۰۱۵	میلیارد نفر	میلیارد تن	کواد بی تی یو[4] یو[4]	میلیارد تن معادل نفت خام[5]
قبل از تشکیل بریکس	آخرین سال دوره	۱۲۷۵۳/۰۵	۳۹۴۳/۹۳	۳/۲۳	۱۳/۰۲	۱۸۵/۰۲۶۳	۲۲۵۲۳۸۵/۳۰
	میانگین دوره	۹۵۱۳/۴۴	۳۰۵۷/۲۵	۳/۱۰	۱۰/۱۲	۱۴۵/۰۲۶۸	۱۷۹۸۷۲۷/۹۹
	نرخ رشد دوره	۰/۰۷۵	۰/۰۶۳	۰/۰۱۱	۰/۰۶۵	۰/۰۶۶	۰/۰۶۰
	سهم جهانی	۰/۱۷	۰/۳۶	۰/۴۸	۰/۳۵	۰/۳۲	۰/۲۳
بعد از تشکیل بریکس	آخرین سال دوره	۲۴۹۹۱/۷۳	۶۸۵۳/۸۷	۳/۶۵	۱۸/۹۴	۲۸۲/۴۲۱	۳۵۰۶۱۴۸/۶۶
	میانگین دوره	۱۹۱۶۷/۹۷	۵۴۹۷/۶۰	۳/۴۷	۱۶/۵۹	۲۴۵/۸۲۷۱	۲۹۳۵۸۸۴/۸۲
	نرخ رشد دوره	۰/۰۵۴	۰/۰۴۴	۰/۰۰۹	۰/۰۲۹	۰/۰۳۲	۰/۰۳۴
	سهم جهانی	۰/۲۶	۰/۵۴	۰/۴۷	۰/۴۷	۰/۴۳	۰/۳۲
کل دوره	نرخ رشد	۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۴

منبع: پژوهش حاضر

هدف اصلی پژوهش حاضر، بررسی وضعیت جداسازی رشد اقتصادی از مصرف انرژی و انتشار دی اکسید کربن در منطقه بریکس[6] می‌باشد. برای این منظور، از روش جداسازی تاپیو[7] طی دوره زمانی ۲۰۲۱-۲۰۰۰ استفاده شده و بازه‌های جداسازی

[1] Danish & Wang
[2] Khan et al.
[3] John Kirton
[4] quad Btu
[5] Tonnes of oil equivalent (toe)
[6] این همگرایی شامل برزیل، روسیه، هند، چین، آفریقای جنوبی، آرژانتین، اتیوپی، امارات متحده عربی، ایران، عربستان سعودی و مصر است.
[7] Tapio

برای دوره‌های قبل و بعد از تشکیل بریکس شناسایی شده است. سئوال تحقیق حاضر این است که اولاً جداسازی در منطقه بریکس طی دوره زمانی مورد مطالعه چگونه تغییر کرده است؟ ثانیاً آیا شکل‌گیری بریکس موجب بهبود جداسازی شده است؟

مقاله حاضر در پنج بخش ارائه شده‌است. پس از مقدمه که در بخش اول آمده، در بخش دوم، ادبیات تحقیق ارایه شده است. بخش سوم به روش شناسی تحقیق اختصاص دارد. اندازه‌گیری و تحلیل جداسازی رشد اقتصادی از مصرف انرژی، عرضه انرژی، انتشار دی اکسید کربن منطقه بریکس در بخش چهارم ارایه شده است. بخش پنجم به نتیجه‌گیری و توصیه‌های سیاستی اختصاص دارد. در بخش انتهایی، منابع و مآخذ تحقیق آمده است.

۲. ادبیات تحقیق

سولو[۱] (۱۹۵۶) رشد اقتصادی را با دو نهاده اساسی، کار و سرمایه اندازه‌گیری کرد. با گذر زمان و توسعه اقتصادی، نقش انرژی به عنوان عامل تولید مهم در نظریه‌های جدید رشد مورد توجه قرار گرفت. در این رابطه می‌توان به مطالعه برنت و وود[۲] (۱۹۷۹) اشاره کرد. همچنین، در الگوی بیوفیزیکی رشد که توسط آیرس و نایر[۳] (۱۹۸۴) ارایه شده است، انرژی مهمترین عامل رشد است و کار و سرمایه در تولید به انرژی نیاز دارند. در مقابل، گروهی از اقتصاددانان نئوکلاسیک مانند برنت و دنیسون[۴] بر این باورند که انرژی نقش کوچکی در تولید اقتصادی داشته و عوامل تولید تنها شامل کار و زمین می‌باشد (استرن[۵]، ۱۹۹۳). بر اساس، مطالعاتی مانند آپرگیس و پین[۶] (۲۰۱۱)، دوگان[۷] (۲۰۱۵)، آرمئانو و همکاران[۸] (۲۰۱۷) و متی[۹] متی[۹] (۲۰۱۷)، استفاده از انرژی (تجدیدناپذیر) اثر مثبت و قابل توجه در تولید داخلی دارد. همچنین، آکان و همکاران[۱۰] (۲۰۱۴) چیما و جاوید[۱۱] (۲۰۱۵)، آرمئانو و همکاران (۲۰۱۷)، سوآوا و همکاران[۱۲] (۲۰۱۸) و اسمولوی و همکاران[۱۳] (۲۰۲۰) نشان داده اند که مصرف انرژی (تجدیدپذیر) به طور قابل توجهی تولید را در سطح داخلی افزایش می‌دهد. بدین ترتیب، مصرف انرژی ارتباط نزدیکی با رشد اقتصادی دارد (اوزکان و همکاران[۱۴]، ۲۰۲۰). از سوی دیگر، مصرف انرژی عامل اصلی در تخریب محیط زیست (چن و لی[۱۵]، ۲۰۱۸) و انتشار گازهای گلخانه‌ای بوده است (بارتو[۱۶]، ۲۰۱۸؛ شهباز و همکاران[۱۷]، ۲۰۱۹).

بسیاری از کشورهای در حال توسعه برای حفظ انرژی و کاهش آلودگی، سیاست‌ها و اقدامات متعددی اتخاذ کرده اند (لیو و همکاران[۱۸]، ۲۰۱۷؛ لیو و لو[۱۹]، ۲۰۱۵؛ لی و هو[۲۰]، ۲۰۱۸؛ وو و همکاران[۲۱]، ۲۰۱۹). با این حال، به دلیل افزایش تقاضای انرژی در کشورهای در حال توسعه، وابستگی آن‌ها به سوخت‌های فسیلی را نمی‌توان در مدت کوتاهی از بین برد (کایگوسوز[۲۲]، ۲۰۱۲؛ شوکلا و همکاران[۲۳]، ۲۰۰۶). با این حال، یکپارچه سازی بازارهای منطقه‌ای می‌تواند عامل کلیدی در بهبود بهره‌وری

---

[1] Solow
[2] Berndt & Wood
[3] Ayres & Nair
[4] Berndt & Denison
[5] Stern
[6] Apergis & Payne
[7] Dogan
[8] Armeanu et al.
[9] Matei
[10] Ucan et al.
[11] Cheema & Javid
[12] Soava et al.
[13] Smolović et al.
[14] Ozcan et al.
[15] Chen & Lei
[16] Barreto
[17] Shahbaz et al.
[18] Liu et al.
[19] Liu & Lu
[20] Li & Hu
[21] Wu et al.
[22] Kaygusuz
[23] Shukla et al.

انرژی باشد (سو و لیانگ[1]، ۲۰۲۱). همچنین، ادغام اقتصادی از طریق توسعه اقتصادی (دونو-آدونسو و لیم[2]، ۲۰۱۸)، توسعه زیر ساخت‌ها (مگبوون و همکاران[3]، ۲۰۱۹) و کمک‌های خارجی (ایزاکسون و کوتسادام[4]، ۲۰۱۸) بر کاهش مصرف انرژی موثر موثر است. انتقال بین‌المللی دانش و فناوری نیز می‌تواند به نوآوری فناوری و رشد سریع اقتصادی بینجامد (فیگوئرادو و دی ماتوس فریرا[5]، ۲۰۱۹). در مجموع، تقویت همکاری‌های تجاری و بهبود کارایی مصرف انرژی می‌تواند تضاد میان مصرف انرژی، توسعه پایدار (دوبی و همکاران[6]، ۲۰۱۹) و سلامت (فنگ و همکاران[7]، ۲۰۲۰ الف و ب؛ اویدله[8]، ۲۰۲۲) را کاهش دهد.

برخی مطالعات مرتبط با اثر ادغام اقتصادی بر جداسازی رشد اقتصادی و مصرف انرژی و آلودگی در ادامه ارایه شده است. بر خلاف فرضیه جداسازی، محمدی و همکاران (۱۳۹۸)، با استفاده از الگوی معادلات همزمان داده‌های تابلویی مبتنی بر روش گشتاورهای تعمیم یافته[9] برای ۱۲ کشور منتخب منطقه منا طی دوره زمانی ۲۰۱۵-۱۹۹۷، نشان داده اند که رابطه معناداری میان رشد اقتصادی و مصرف انرژی وجود دارد. همچنین، پیام‌فر و همکاران (۱۴۰۰) با استفاده از مدل اثرات ثابت برای۲۰ کشور در حال توسعه طی دوره زمانی ۲۰۱۸-۱۹۹۰، دریافتند که رابطه دو طرفه بین مصرف انرژی و انتشار آلودگی وجود دارد. راسخی و همکاران (۱۴۰۲)، با بکارگیری روش حداقل مربعات تعمیم یافته ممکن[10] برای داده‌های تابلویی ۱۱۷ کشور (۷۷ کشور با شدت انرژی پایین و ۴۰ کشور با شدت انرژی بالا) طی دوره زمانی ۲۰۱۹-۲۰۰۷، وجود رابطه U وارون میان مصرف انرژی و رفاه اقتصادی را تایید کردند. راسخی و قنبرتبار (۱۴۰۳ الف)، با استفاده از روش گشتاورهای تعمیم یافته برای ۶۴ کشور منتخب طی دوره زمانی ۲۰۲۱-۲۰۰۲، نشان دادند توسعه مالی، آزادی اقتصادی و توسعه انسانی موجب بهبود جداسازی رشد اقتصادی از مصرف انرژی می‌شوند. دوگان و دگر[11] (۲۰۱۶) نیز با استفاده داده‌های کشورهای بریکس (برزیل، روسیه، هند و چین) طی دوره زمانی ۲۰۱۲-۲۰۰۰ نشان دادند که علیت یکطرفه از مصرف کل انرژی به رشد اقتصادی و همبستگی علیت یکطرفه از جهانی شدن به رشد اقتصادی وجود دارد. احمد و همکاران[12] (۲۰۱۷) نیز برای هشت اقتصاد منطقه آ سه آن[13] 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 دی اکسید کربن کمک می‌کند. ییلدیریم و همکاران[14] (۲۰۱۹)؛ برای کشورهای برزیل، روسیه، چین، هند، آفریقای جنوبی و ترکیه طی دوره زمانی ۱۹۹۰-۲۰۱۴ با استفاده از روش FMOLS به یک رابطه علیت دوطرفه بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی دست یافتند. ها و همکاران[15] (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 (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. خوبای و همکاران[16] (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. رحمان و همکاران[17] (۲۰۲۱) با استفاده از داده‌های سالانه طی دوره ۲۰۱۹-۱۹۹۸ و رویکرد هم‌جمعی تابلویی نیز در منطقه بریکس (برزیل، روسیه، هند، چین و آفریقای جنوبی) و حداقل مربعات معمولی پویا به ارتباط بلندمدت

[1] Su & Liang
[2] Donou-Adonsou & Lim
[3] Megbowon et al.
[4] Isaksson & Kotsadam
[5] Figueiredo & de Matos Ferreira
[6] Dubey et al.
[7] Feng et al.
[8] Oyedele
[9] Generalized Method of Moments (GMM)
[10] Feasible generalized least squares (FGLS)
[11] Dogan & Deger
[12] Ahmed et al.
[13] ASEAN
[14] Yıldırım et al.
[15] Ha et al.
[16] Khobai et al.
[17] Rahman et al.

In Press

میان مصرف انرژی، جهانی شدن، رشد اقتصادی و انتشار CO_2 دست یافتند. آدامز و کافوفوتیو[1] (۲۰۲۴) اثر یکپارچگی اقتصادی بر محیط زیست را برای ۳۶ کشور آفریقایی از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۸ بررسی کرده و نشان دادند که یکپارچگی اقتصادی اثر مثبت خالص بر انتشار دی اکسید کربن دارد.

۳. روش شناسی پژوهش

برای محاسبه جداسازی رشد اقتصادی_مصرف انرژی_عرضه انرژی_انتشار دی اکسید کربن، بر اساس تاپیو (۲۰۰۵)، ابتدا ضریب کشش جداسازی به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$e(E) = \frac{\Delta E_t / E_{t-1}}{\Delta G_t / G_{t-1}} \quad (۱)$$

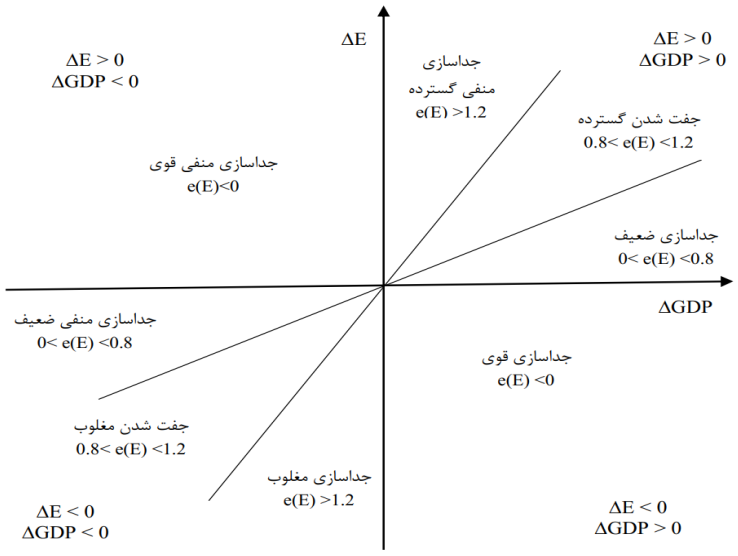
$$e(S) = \frac{\Delta S_t / S_{t-1}}{\Delta G_t / G_{t-1}} \quad (۲)$$

$$e(CO_2) = \frac{\Delta CO_{2t} / CO_{2t-1}}{\Delta G_t / G_{t-1}} \quad (۳)$$

که در معادله (۱)، $e(E)$ ضریب کشش جداسازی میان رشد اقتصادی و مصرف انرژی، ΔE نشان دهنده تغییرات مصرف انرژی طی دوره مورد بررسی، E_{t-1} نشان دهنده مصرف انرژی در سال پایه، ΔG تغییر تولید ناخالص داخلی سرانه طی دوره مورد بررسی و G_{t-1} نشانگر تولید ناخالص داخلی سرانه در سال پایه می‌باشد. در معادله (۲)، $e(S)$ ضریب کشش جداسازی میان رشد اقتصادی و عرضه انرژی، ΔS نشان دهنده تغییرات عرضه انرژی طی دوره مورد بررسی، S_{t-1} نشان دهنده عرضه انرژی در سال پایه، ΔG تغییر تولید ناخالص داخلی سرانه طی دوره مورد بررسی و G_{t-1} نشانگر تولید ناخالص داخلی سرانه در سال پایه می‌باشد. در معادله (۳)، $e(CO_2)$ ضریب کشش جداسازی میان رشد اقتصادی و انتشار دی اکسید کربن، ΔCO_2 نشان دهنده تغییرات انتشار دی اکسید کربن طی دوره مورد بررسی، CO_{2t-1} نشان دهنده انتشار دی اکسید کربن در سال پایه، ΔG تغییر تولید ناخالص داخلی سرانه طی دوره مورد بررسی و G_{t-1} نشانگر تولید ناخالص داخلی سرانه در سال پایه می‌باشد. روش تاپیو مبتنی بر تغییرات همسو یا خلاف جهت تغییرات رشد اقتصادی با متغیرهای مورد بررسی (مصرف انرژی، عرضه انرژی و انتشار دی اکسید کربن) است که می‌توان به هشت مورد تقسیم کرد. به عنوان مثال، در شرایطی که مصرف انرژی، عرضه انرژی و دی اکسید کربن کاهش و تولید افزایش می‌یابد تفکیک قوی میان رشد اقتصادی و مصرف انرژی وجود دارد در حالی که جداپذیری منفی به شرایطی اشاره دارد که مصرف انرژی، عرضه انرژی و دی اکسید کربن افزایش و تولید کاهش می‌یابد. در ناحیه اول مختصات تاپیو که با افزایش رشد اقتصادی، مصرف انرژی، عرضه انرژی و انتشار دی اکسید کربن نیز افزایش می‌یابد، بسته به مقدار کشش آن، به ترتیب (جداسازی ضعیف، جفت شدن گسترده و جداسازی منفی گسترده) طبقه بندی می‌شوند. یا در ناحیه سوم مختصات تاپیو که با کاهش رشد اقتصادی، مصرف انرژی، عرضه انرژی و انتشار دی اکسید کربن نیز کاهش می‌یابد و به ترتیب به حالات (جداسازی منفی ضعیف، جفت شدن مغلوب، جداسازی مغلوب) نامگذاری می‌شوند. در مجموع، بر اساس روش تاپیو، هشت وضعیت جداسازی قابل تشخیص می‌باشد (نمودار ۱).

[1] Adams & Kaffo Fotio

در حال انتشار (In Press)



نمودار۱: حالات جداسازی تاپیو (۲۰۰۵)

منبع: راسخی و قنبرتبار (۱۴۰۳الف)

مدل جداسازی تاپیو به طور گسترده مورد استفاده قرار گرفته است به عنوان نمونه در مطالعات یانگ و همکاران[1] (۲۰۱۸)، ، چن و همکاران[2] (۲۰۱۸)، وانگ و همکاران[3] (۲۰۱۹) و رازا و لین[4] (۲۰۲۰) به کار رفته است که نشان دهنده بلوغ و سازگاری این مدل است.

برای محاسبه روابط (۱) تا (۳)، داده‌های تولید ناخالص داخلی (بر حسب دلار به قیمت‌های ثابت ۲۰۱۵) و داده‌های انتشار دی اکسید کربن (بر حسب تن انتشار سالانه) از پایگاه داده‌های آماری بانک جهانی، مصرف انرژی بر حسب کواد بی تی یو[5] و عرضه انرژی (تن معادل نفت خام در هزار دلار تولید ناخالص داخلی) از سایت آژانس بین‌المللی انرژی[6] جمع آوری و پردازش شده است.

۴. اندازه گیری و تحلیل جداسازی رشد اقتصادی-مصرف انرژی-دی اکسید کربن-عرضه انرژی بریکس

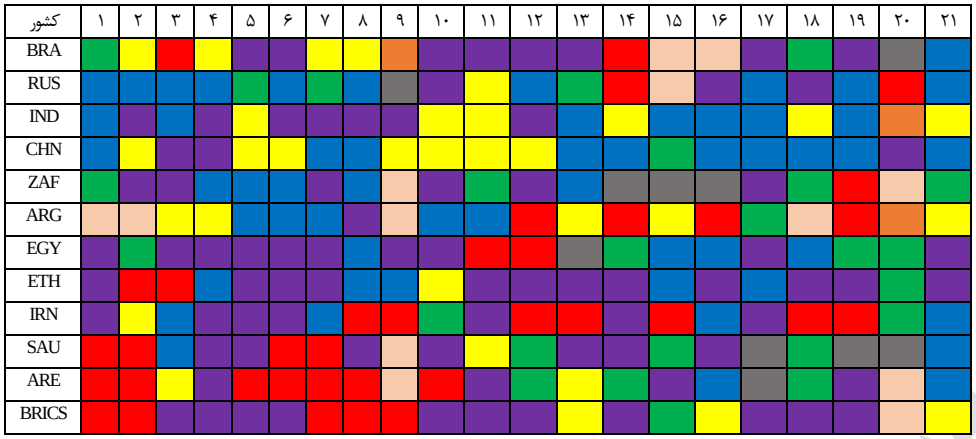
نمودارهای (۲)، (۳) و (۴) جداسازی رشد اقتصادی از مصرف انرژی، عرضه انرژی و انتشار دی‌اکسیدکربن را برای اعضای بریکس طی دوره زمانی ۲۰۲۱-۲۰۰۰ ارایه می‌کنند. براساس این نمودارها، در مجموع، روند جداسازی رشد اقتصادی و دی‌اکسیدکربن منطقه بریکس مشابه با و متأثر از روند جداسازی رشد اقتصادی و مصرف انرژی و همچنین، جداسازی رشد اقتصادی و عرضه انرژی این منطقه بوده است. بر اساس این نمودارها، جداسازی منفی میان رشد اقتصادی و مصرف و عرضه انرژی و همچنین، میان رشد اقتصادی و انتشار دی اکسید کربن قابل مشاهده است که می‌تواند ناشی از ماهیت آلایندگی سوخت‌ها مصرفی غالباً فسیلی باشد. همان گونه که این نمودارهای ۲ تا ۴ نشان می‌دهند، وضعیت جداسازی بعد از تشکیل بریکس (۲۰۲۱-۲۰۰۹) نسبت به دوره قبل از تشکیل آن (۲۰۰۸-۲۰۰۰) بهبود یافته است. این یافته بر اساس نمودار ۳ برای جداسازی رشد اقتصادی-عرضه انرژی نیز در اغلب دوره‌های مورد بررسی برقرار است. بر اساس این نتایج به نظر می‌رسد ادغام اقتصادی بریکس توانسته است جداسازی رشد اقتصادی و انرژی را بهبود دهد. البته روند نوسانی در رابطه با جداسازی در منطقه بریکس مشاهده می‌شود که می‌تواند ناشی از نبود برنامه و راهبرد مشخص درباره جداسازی رشد اقتصادی از مصرف و عرضه انرژی باشد (راسخی و قنبرتبار، ۱۴۰۲).

---

[1] Yang et al.
[2] Chen et al.
[3] Wang et al.
[4] Raza & Lin
[5] quad Btu
[6]. International Energy Agency (IEA)

در حال انتشار (In Press)

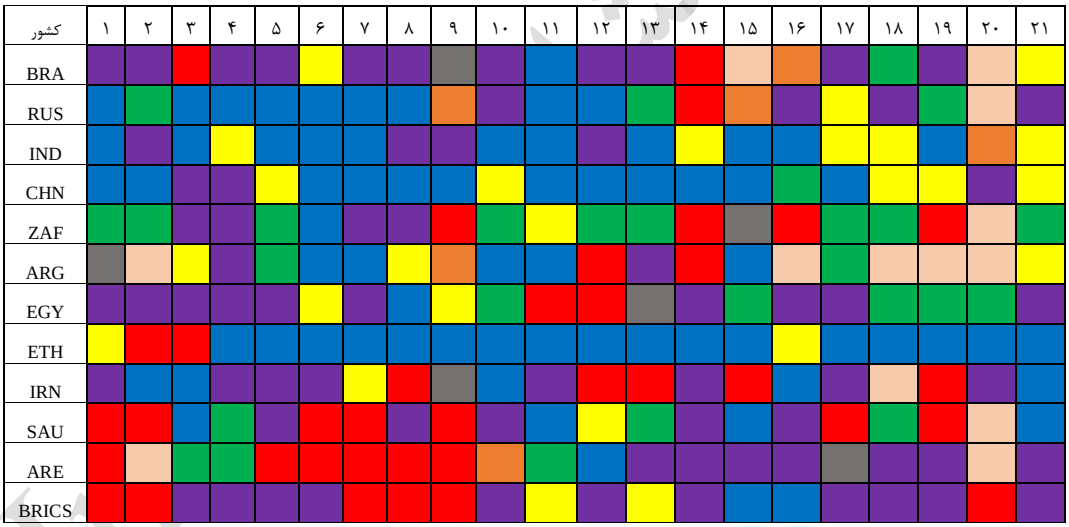
نمودار ۲: وضعیت جداسازی رشد اقتصادی-مصرف انرژی اعضای بریکس طی دوره زمانی ۲۰۲۱-۲۰۰۱



توضیح: اعداد ۱ تا ۲۱ به ترتیب نشان دهنده دوره‌های ۲۰۰۱-۲۰۰۰ تا ۲۰۲۱-۲۰۲۰ است.

منبع: محاسبات پژوهش بر اساس داده‌های بانک جهانی و سازمان اطلاعات انرژی

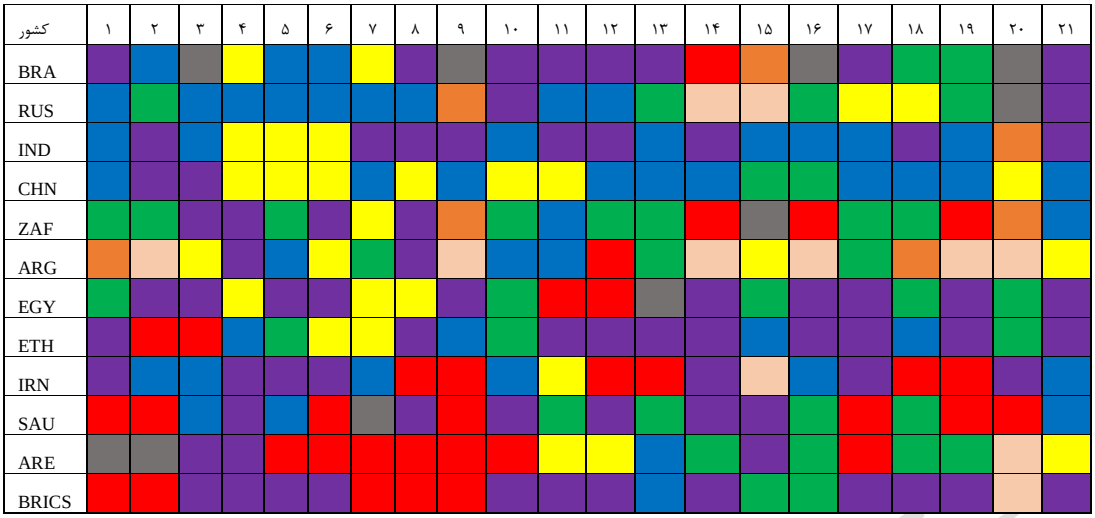
نمودار ۳: وضعیت جداسازی رشد اقتصادی-عرضه انرژی اعضای بریکس طی دوره زمانی ۲۰۲۱-۲۰۰۱



توضیح: اعداد ۱ تا ۲۱ به ترتیب نشان دهنده دوره‌های ۲۰۰۱-۲۰۰۰ تا ۲۰۲۱-۲۰۲۰ است.

منبع: محاسبات پژوهش بر اساس داده‌های بانک جهانی و سازمان اطلاعات انرژی

نمودار ۴: وضعیت جداسازی رشد اقتصادی-انتشار دی اکسید کربن اعضای بریکس طی دوره زمانی ۲۰۲۱-۲۰۰۱



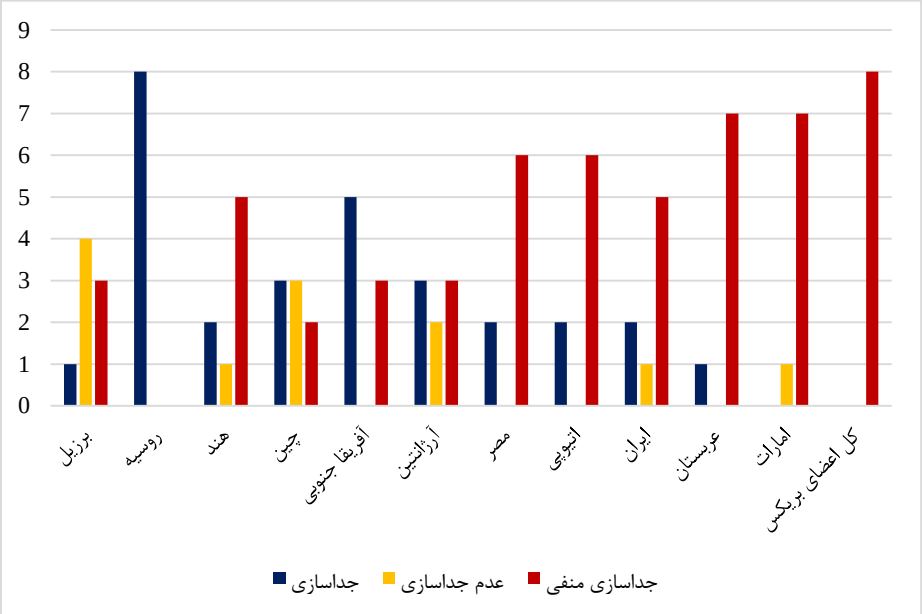
توضیح: اعداد ۱ تا ۲۱ به ترتیب نشان دهنده دوره‌های ۲۰۰۱-۲۰۰۰ تا ۲۰۲۱-۲۰۲۰ است.

منبع: محاسبات پژوهش بر اساس داده‌های بانک جهانی

نگاه دقیق‌تر به نمودار (۲) مشخص می‌کند که در میان اعضای بریکس، روسیه و آفریقای جنوبی قبل از تشکیل بریکس وضعیت جداسازی مناسبی نسبت به سایر اعضا داشته‌اند. بدتر شدن وضعیت جداسازی رشد اقتصادی و مصرف انرژی در روسیه می‌تواند متأثر از تنش‌های میان روسیه و اوکراین باشد. در مقابل، برای سایر اعضای بریکس در این دوره، حالت‌هایی از جداسازی منفی و عدم جداسازی برقرار می‌باشد. بعد از تشکیل بریکس، تغییرات مثبتی در خصوص جداسازی کشورهای چین، آفریقای جنوبی، مصر، عربستان و امارات مشاهده می‌شود. در رابطه با جداسازی رشد اقتصادی و عرضه انرژی (نمودار ۳)، در دوره قبل تشکیل بریکس، با وجود غالب بودن اثر جداسازی منفی، بعضی از کشورها با جداسازی مواجه بوده‌اند. بعد از تشکیل بریکس، روند جداسازی بهبود یافته و جداسازی رشد اقتصادی و عرضه انرژی در برخی کشورها قابل مشاهده است ولی اغلب کشورها در این دوره با جداسازی منفی مواجه شده اند که در این میان جداسازی منفی قوی نیز مشاهده می‌شود. در مقابل، برای کشورهای (هند، چین، آفریقا و اتیوپی)، جداسازی غالب بوده است. تغییرات روند جداسازی در روسیه در جهت بدتر شدن وضعیت جداسازی رشد اقتصادی و عرضه انرژی، همزمان با شروع جنگ روسیه و اکراین می‌باشد که وابستگی و ناپایداری در روند جداسازی رشد اقتصادی و عرضه انرژی این کشور شدت گرفته است (راسخی و قنبرتبار، ۱۴۰۳ ب).

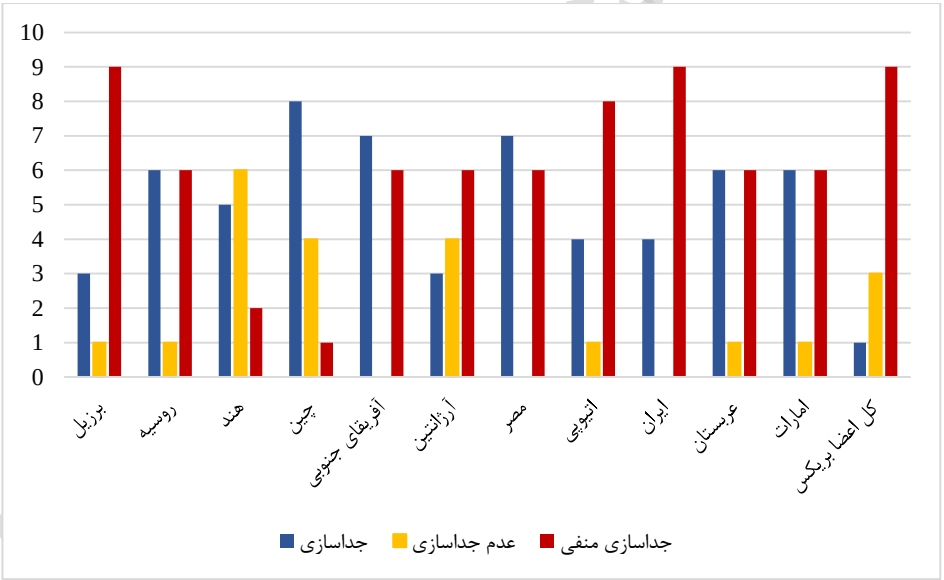
نمودارهای (۵) و (۶)، وضعیت جداسازی اعضای بریکس را طی دو دوره قبل و بعد از تشکیل بریکس نشان می‌دهند. بر اساس این نمودارها، قبل از تشکیل بریکس، جداسازی رشد اقتصادی-مصرف انرژی، از نوع منفی (جداسازی منفی قوی-جداسازی منفی گسترده) بوده در حالی که بعد از تشکیل بریکس، این جداسازی بین حالت‌های جداسازی منفی (جداسازی منفی قوی-جداسازی منفی گسترده)، عدم جداسازی (جفت شدن گسترده) و جداسازی (جداسازی قوی-جداسازی ضعیف) در نوسان بوده است.

نمودار ۵: وضعیت جداسازی رشد اقتصادی-مصرف انرژی اعضای بریکس در دوره قبل از تشکیل بریکس



منبع: محاسبات پژوهش حاضر

نمودار ۶: وضعیت جداسازی رشد اقتصادی-مصرف انرژی اعضای بریکس در دوره بعد از تشکیل بریکس



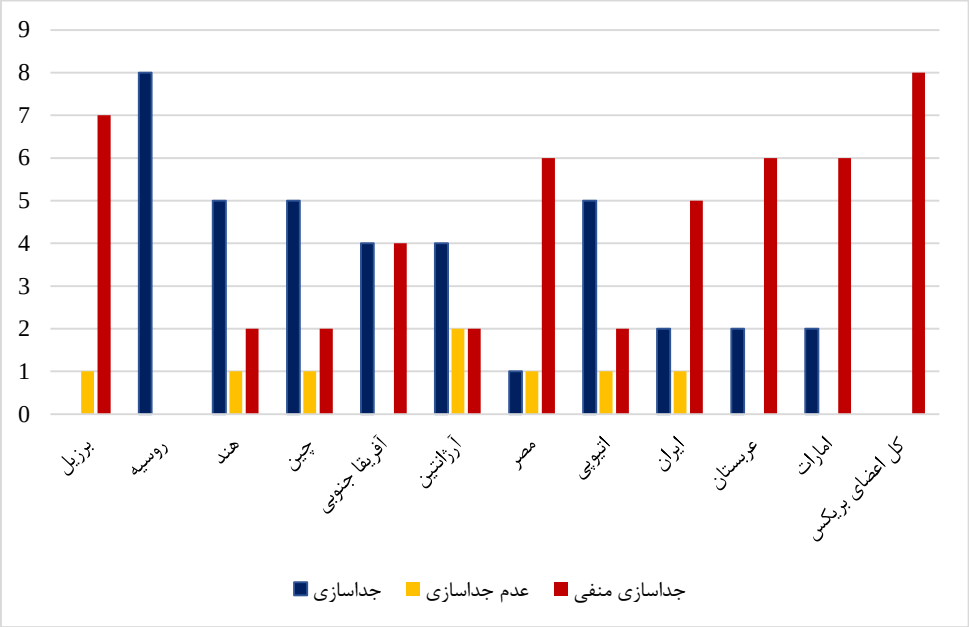
منبع: محاسبات پژوهش حاضر

وضعیت جداسازی رشد اقتصادی و انتشار دی اکسید کربن برزیل و روسیه در مقایسه با سایر اعضای بریکس وضعیت بهتری را قبل بریکس تجربه کرده اند هر چند برای برزیل، روند جداسازی طی این دوره نوسانی بوده است (نمودارهای ۵ و۶). در اغلب دوره‌های قبل از تشکیل بریکس، آفریقای جنوبی، مصر، اتیوپی، ایران، عربستان و امارات با جداسازی های منفی مواجه بوده اند. همچنین، در چین عدم جداسازی و برای آرژانتین نیز جداسازی منفی و عدم جداسازی غالب بوده است. بعد از تشکیل بریکس، وضعیت جداسازی در چین و آفریقای جنوبی عمدتاً به شکل عدم جداسازی و جداسازی منفی بوده است. این موضوع برای سایر کشورها هر چند به شکل نوسانی برقرار می‌باشد. مشابهت جداسازی رشد اقتصادی و مصرف انرژی و جداسازی رشد اقتصادی و انتشار دی اکسید کربن نشانگر سهم بالای انرژی فسیلی و ناسازگاری تکنولوژی با محیط زیست می‌باشد.

جداسازی منفی رشد اقتصادی و عرضه انرژی در بریکس می‌تواند نشانگر اتکای اقتصاد این منطقه به عرضه انرژی و درآمدهای ارزی ناشی از صادرات آن باشد. همان گونه که نمودار (۷) و (۸) نشان می‌دهد، در دوره قبل تشکیل بریکس،

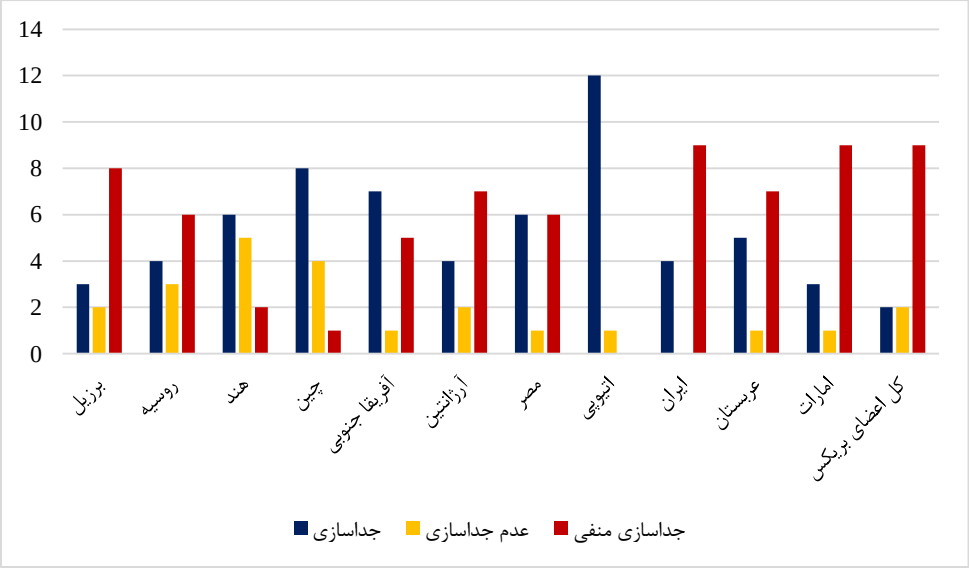
جداسازی منفی رشد اقتصادی و عرضه انرژی برای کل اعضای بریکس رخ داده است. در حالی که بعد از تشکیل بریکس، با غالب بودن اثر جداسازی منفی، عدم جداسازی و جداسازی ضعیف نیز قابل مشاهده است.

نمودار ۷: وضعیت جداسازی رشد اقتصادی-عرضه انرژی اعضای بریکس در دوره قبل از تشکیل بریکس



منبع: محاسبات پژوهش حاضر

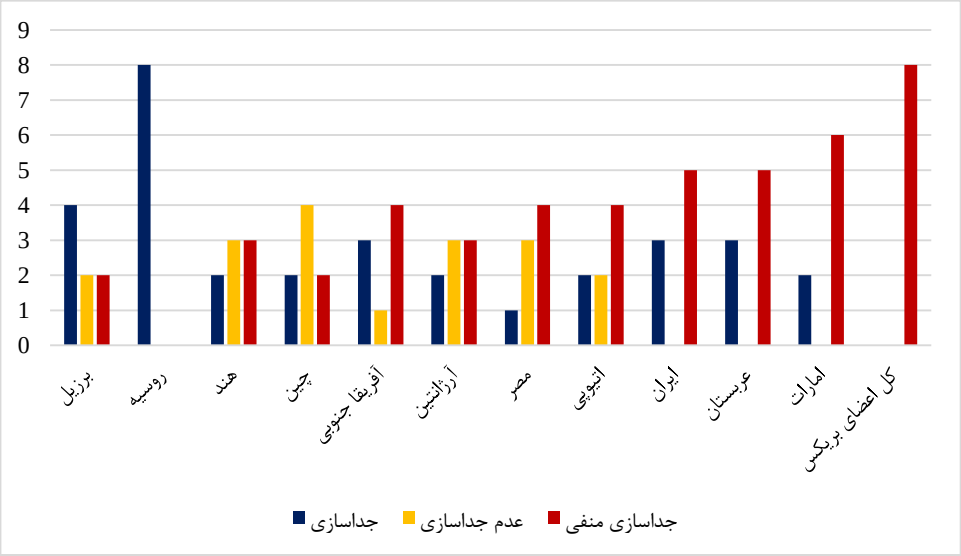
نمودار ۸: وضعیت جداسازی رشد اقتصادی- عرضه انرژی اعضای بریکس در دوره بعد از تشکیل بریکس



منبع: محاسبات پژوهش حاضر

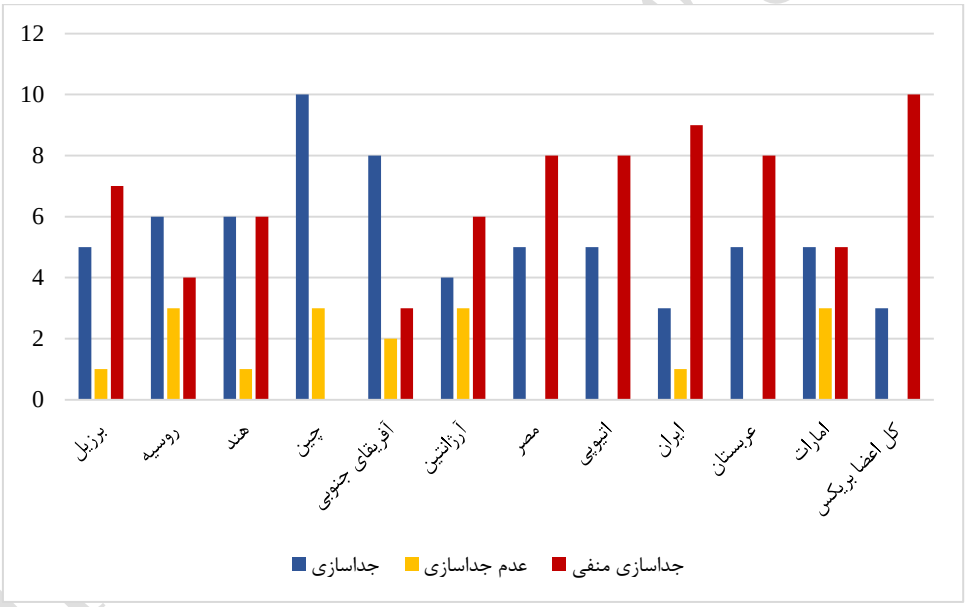
نمودارهای (۹) و (۱۰) وضعیت جداسازی رشد اقتصادی و انتشار دی اکسید کربن اعضای بریکس را طی دو دوره قبل و بعد از تشکیل بریکس نشان می‌دهد. بر اساس این نمودارها، قبل از بریکس، جداسازی‌های منفی(جداسازی منفی قوی-جداسازی منفی گسترده) رخ داده است. بعد از تشکیل بریکس، جداسازی بین حالت‌های جداسازی منفی(جداسازی منفی قوی-جداسازی منفی گسترده-جداسازی منفی ضعیف) و جداسازی(جداسازی قوی-جداسازی ضعیف) نوسانی است.

نمودار ۹: وضعیت جداسازی رشد اقتصادی-انتشار دی اکسید کربن اعضای بریکس در دوره قبل از تشکیل بریکس



منبع: محاسبات پژوهش حاضر

نمودار ۱۰: وضعیت جداسازی رشد اقتصادی-انتشار دی اکسید کربن اعضای بریکس در دوره بعد از تشکیل بریکس



منبع: محاسبات پژوهش حاضر

جداسازی رشد اقتصادی و مصرف انرژی، عرضه انرژی و انتشار دی اکسید کربن، طی ۳ دوره شامل (کل دوره، دوره قبل بریکس و دوره بعد بریکس) محاسبه شده و نتایج در نمودار (۱۱) ارایه شده است. بر اساس این نمودار، در دوره بعد از تشکیل بریکس نسبت به دوره قبل تشکیل بریکس، جداسازی‌ها بهبود یافته است به گونه ای که، جداسازی رشد اقتصادی و انتشار دی اکسید کربن، جداسازی رشد اقتصادی و مصرف انرژی و جداسازی رشد اقتصادی و عرضه انرژی از نوع جداسازی منفی قوی در دوره قبل از تشکیل بریکس به جداسازی منفی گسترده تغییر کرده است. کل دوره مورد بررسی نیز متأثر از روند جداسازی در دوره بعد از تشکیل بریکس بوده است. به نظر می‌رسد بعد از تشکیل بریکس، ناکارآمدی‌های مرتبط با مصرف و عرضه انرژی و انتشار آلاینده‌ها کاهش یافته است که به بهبود جداسازی منجر شده است. بهبود جداسازی در کل منطقه بریکس می‌تواند به حضور کشورها

دارای تکنولوژی بالاتر نظیر چین و روسیه مرتبط باشد (لاکاسا و همکاران[1]، ۲۰۱۹؛ راسخی و قنبرتبار، ۱۴۰۳ ب). کشورهای عضو بریکس می‌توانند از طریق جذب تکنولوژی به ویژه در رابطه با انرژی‌های تجدیدپذیر و بهره‌گیری از ظرفیت‌های ادغام اقتصادی به ویژه توسعه تجارت خارجی و جایگزینی محصولات آلاینده ساخت داخل با واردات کالاهای مشابه به سمت جداسازی رشد اقتصادی و مصرف انرژی و بنابراین جداسازی رشد اقتصادی و آلودگی گام بردارند (هسو و همکاران[2]، ۲۰۲۱؛ استرلتسوو[3]، ۲۰۲۱؛ ساچان و همکاران[4]، ۲۰۲۳). همچنین کشورهای عضو با کاهش وابستگی به عرضه انرژی از طریق ظرفیت‌های توسعه بازار محصولات، سرمایه‌گذاری‌های مشترک، تحرک عوامل تولید میان کشورها عضو، تقویت زیرساخت‌ها و انتقال تکنولوژی، جداسازی رشد اقتصادی و عرضه انرژی را بهبود دهند (سان و همکاران[5]، ۲۰۲۲؛ اعجاز[6]، سان و همکاران[7]، همکاران[7]، ۲۰۲۲).

نمودار ۱۱: وضعیت جداسازی کل اعضای بریکس طی ۳دوره زمانی مختلف

BRICS	جداسازی رشد اقتصادی-انتشار دی اکسید کربن	جداسازی رشد اقتصادی-عرضه انرژی	جداسازی رشد اقتصادی-مصرف انرژی
کل دوره ۲۰۰۱-۲۰۲۱			
دوره قبل بریکس ۲۰۰۱-۲۰۰۸			
دوره بعد بریکس ۲۰۰۹-۲۰۲۱			

منبع: محاسبات پژوهش بر اساس داده‌های بانک جهانی و سازمان اطلاعات انرژی

۵. نتیجه‌گیری و توصیه‌های سیاستی

هدف اصلی پژوهش حاضر، بررسی و تجزیه و تحلیل جداسازی رشد اقتصادی از مصرف انرژی، عرضه انرژی و آلودگی برای اعضای بریکس شامل (برزیل، روسیه، هند، چین، آفریقای جنوبی، آرژانتین، اتیوپی، امارات متحده عربی، ایران، عربستان سعودی و مصر) طی دوره زمانی ۲۰۲۱-۲۰۰۰ می‌باشد. نتایج تحقیق حاضر به‌طور کلی نشانگر بهبود وضعیت جداسازی اعضای بریکس در دوره بعد از تشکیل بریکس نسبت به دوره قبل از تشکیل آن می‌باشد. بر این اساس، به نظر می‌رسد جداسازی رشد اقتصادی از انرژی و آلودگی تحت تاثیر یکپارچگی اقتصادی بوده است. این نتیجه می‌تواند قابل انتظار باشد چون ادغام اقتصادی موجب تحرک بیشتر عوامل تولید میان کشورها و همچنین ارتقای زیرساخت‌های فنی و اقتصادی و انتقال تکنولوژی شود. همچنین نتایج تحقیق حاضر نشان می دهد، در دوره بعد از تشکیل بریکس، جداسازی رشد اقتصادی از مصرف انرژی و همچنین عرضه انرژی در مقایسه با جداسازی رشد اقتصادی از انتشار دی اکسید کربن کمتر می‌باشد. این یافته می تواند نشانگر وابستگی منطقه بریکس به صادرات انرژی فسیلی باشد.

اگرچه در مجموع، بعد از تشکیل بریکس، جداسازی رشد اقتصادی و انرژی و آلودگی بهبود یافته است ولی نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد، وابستگی اقتصادی بریکس به انرژی همچنان در سطح قابل توجهی است. این نتیجه که بر اساس مشاهدات جداسازی منفی رشد اقتصادی و عرضه انرژی بدست آمده است، می‌تواند جداسازی رشد اقتصادی از مصرف انرژی و آلودگی را نیز تحت تاثیر منفی قرار دهد. بر این اساس، نخست ضروری است میزان وابستگی کشورها به عرضه انرژی کاهش یابد. در کنار این موضوع، ارتقای کارایی مصرف انرژی بریکس حائز اهمیت است. توصیه می‌شود برای بهبود جداسازی، سرمایه-گذاری در فناوری‌های نوین و سازگار با محیط زیست و همچنین سرمایه‌گذاری در خصوص انرژی‌های تجدیدپذیر در اولویت

[1] Lacasa et al.
[2] Hsu et al.
[3] Streltsov et al.
[4] Sachan et al.
[5] Sun et al.
[6] Ajaz
[7] Sun et al.

سیاست‌های توسعه پایدار اعضای بریکس قرار گیرد. اعضای بریکس می‌توانند با بررسی ظرفیت‌های انرژی‌های نو و عملی کردن آنها، از مزایای ادغام اقتصادی استفاده کرده و تولیدات انرژی‌های تجدیدپذیر را با یکدیگر به اشتراک بگذارند. رویکرد توسعه پایدار در حوزه بریکس می‌تواند به بهبود جداسازی رشد اقتصادی و انرژی و بنابراین آلودگی بینجامد.

- **تامین مالی**: نویسندگان اعلام کردند که هیچ حمایت مالی برای این پژوهش وجود ندارد.
- **تضاد منافع**: نویسندگان اعلام کردند که هیچگونه تضاد منافع برای این پژوهش وجود ندارد.
- **مشارکت نویسندگان**: نویسندگان در مفهوم سازی و نگارش مقاله مشارکت داشتند. همه نویسندگان محتوای مقاله را تایید کردند و در مورد تمام جنبه‌های کار توافق داشتند.

منابع و مآخذ

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. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.04.008.

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. https://doi.org/10.1080/09640568.2022.2131510.

Apergis, N., & Payne, J. E. (2011). Renewable and non-renewable electricity consumption–growth nexus: evidence from emerging market economies. *Applied energy*, 88(12), 5226-5230. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2011.06.041.

Armeanu, D. Ş., Vintilă, G., & Gherghina, Ş. C. (2017). Does renewable energy drive sustainable economic growth? multivariate panel data evidence for EU-28 countries. *Energies*, 10(3), 381. https://doi.org/10.3390/en10030381.

Barreto, R. A. (2018). Fossil fuels, alternative energy and economic growth. *Economic Modelling*, 75, 196-220. https://doi.org/10.1016/j.econmod.2018.06.019.

Chang, T., Deale, D., Gupta, R., Hefer, R., Inglesi-Lotz, R., & Simo-Kengne, B. (2017). The causal relationship between coal consumption and economic growth in the BRICS countries: Evidence from panel-Granger causality tests. Energy Sources, Part B: Economics, *Planning, and Policy*, 12(2), 138-146. https://doi.org/10.1080/15567249.2014.912696.

Cheema, A. R., & Javid, A. Y. (2015). The relationship between disaggregate energy Consumption, economic growth and environment for Asian Developing Economies. PIDE-Working Papers 2015:115, Pakistan Institute of Development Economics. https://ideas.repec.org/p/pid/wpaper/2015115.html.

Chen, J., Wang, P., Cui, L., Huang, S., & Song, M. (2018). Decomposition and decoupling analysis of CO2 emissions in OECD. *Applied energy*, 231, 937-950. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.09.179.

Chen, W., & Lei, Y. (2018). The impacts of renewable energy and technological innovation on environment-energy-growth nexus: New evidence from a panel quantile regression. *Renewable energy*, 123, 1-14. https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.02.026.

Danish Hassan, S. T., Baloch, M. A., Mahmood, N., Zhang, J. W., Mehmood, N., & Zhang, J. W. (2019). Linking economic growth and ecological footprint through human capital and biocapacity. *Sustainable Cities and Society*.47, 101516. https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101516.

Danish, & Wang, Z. (2018). Dynamic relationship between tourism, economic growth, and environmental quality. *Journal of Sustainable Tourism*, 26(11), 1928-1943. https://doi.org/10.1080/09669582.2018.1526293.

Dogan, B., & Deger, O. (2016). How globalization and economic growth affect energy consumption: Panel data analysis in the sample of BRIC countries. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 6(4), 806-813. https://dergipark.org.tr/en/pub/ijeeep/issue/31919/351143.

Dogan, E. (2015). The relationship between economic growth and electricity consumption from renewable and non-renewable sources: A study of Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 52, 534-546. https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.07.130.

Dong, K., Hochman, G., Zhang, Y., Sun, R., Li, H., & Liao, H. (2018). CO2 emissions, economic and population growth, and renewable energy: empirical evidence across regions. *Energy Economics*, 75, 180-192. https://doi.org/10.1016/j.eneco.2018.08.017.

Dong, K., Sun, R., & Hochman, G. (2017). Do natural gas and renewable energy consumption lead to less CO2 emission? Empirical evidence from a panel of BRICS countries. *Energy*, 141, 1466-1478. https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.11.092.

Donou-Adonsou, F., & Lim, S. (2018). On the importance of Chinese investment in Africa. *Review of development finance*, *8*(1), 63-73. https://hdl.handle.net/10520/EJC-fa43e8fbe.

Dubey, R., Gunasekaran, A., Childe, S. J., Papadopoulos, T., Luo, Z., Wamba, S. F., & Roubaud, D. (2019). Can big data and predictive analytics improve social and environmental sustainability?. *Technological forecasting and social change*, 144, 534-545. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.06.020.

Feng, Y., Liu, R., Chiu, Y. H., & Chang, T. H. (2020b). Dynamic Linkages Among Energy Consumption, Environment and Health Sustainability: Evidence from the Different Income Level Countries. *INQUIRY: The Journal of Health Care Organization, Provision, and Financing*, 57, 0046958020975220. https://doi.org/10.1177/0046958020975220.

Feng, Y., Yu, X., Chiu, Y. H., & Lin, T. Y. (2020a). Energy efficiency and health efficiency of old and new EU Member States. *Frontiers in Public Health*, 8, 168. https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.00168.

Figueiredo, R., & de Matos Ferreira, J. J. (2020). Spinner model: prediction of propensity to innovate based on knowledge-intensive business services. *Journal of the Knowledge Economy*, 11(4), 1316-1335. https://doi.org/10.1007/s13132-019-00607-2.

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. https://doi.org/10.1142/S2010495220500104.

Hsu, C. C., Chien, F., Ngo, Q. T., Nguyen, T. D., MINH VU, H. I. E. U., & Hugo, C. (2021). Nexus between energy efficiency, energy security and economic development: empirical evidence from BRICS economies. *The Singapore Economic Review*, 1-25. https://doi.org/10.1142/S0217590821500363.

Isaksson, A. S., & Kotsadam, A. (2018). Chinese aid and local corruption. *Journal of Public Economics*, 159, 146-159. https://doi.org/10.1016/j.jpubeco.2018.01.002.

Kaygusuz, K. (2012). Energy for sustainable development: A case of developing countries. *Renewable and sustainable energy reviews*, 16(2), 1116-1126. https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.11.013.

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. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.06.065.

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. http://dx.doi.org/10.32479/ijeep.6373.

Lacasa, I. D., Jindra, B., Radosevic, S., & Shubbak, M. (2019). Paths of technology upgrading in the BRICS economies. *Research Policy*, 48(1), 262-280. https://doi.org/10.1016/j.respol.2018.08.016.

Li, Z., & Hu, B. (2018). Perceived health risk, environmental knowledge, and contingent valuation for improving air quality: New evidence from the Jinchuan mining area in China. *Economics & Human Biology*, 31, 54-68. https://doi.org/10.1016/j.ehb.2018.07.007.

Liu, Y., & Lu, Y. (2015). The economic impact of different carbon tax revenue recycling schemes in China: A model-based scenario analysis. *Applied Energy*, 141, 96-105. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2014.12.032.

Liu, Y., Tan, X. J., Yu, Y., & Qi, S. Z. (2017). Assessment of impacts of Hubei Pilot emission trading schemes in China–A CGE-analysis using TermCO2 model. *Applied Energy*, 189, 762-769. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.05.085.

Matei, I. (2017). Is there a link between renewable energy consumption and economic growth? A dynamic panel investigation for the OECD countries. *Revue d'economie politique*, (6), 985-1012. https://doi.org/10.3917/redp.276.0985.

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. https://doi.org/10.1080/23322039.2019.1681054.

Mohamadi, V., Mozafari shamsi, H., & Asadi, F. (2019). Investigating the Relationship between Economic Growth, Energy Consumption and Human Development in Selected MENA Countries. *Iranian Energy Economics*, *8*(30), 153-184. doi: 10.22054/jiee.2019.10490 (In Persian).

Oyedele, O. (2022). Carbon dioxide emission and health outcomes: is there really a nexus for the Nigerian case?. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(37), 56309-56322. https://doi.org/10.1007/s11356-022-19365-x.

Ozcan, B., Tzeremes, P. G., & Tzeremes, N. G. (2020). Energy consumption, economic growth and environmental degradation in OECD countries. *Economic Modelling*, 84, 203-213. https://doi.org/10.1016/j.econmod.2019.04.010.

Payamfar; m., seyed shokri, k., shojaei, m., mohammadzadeh asl, n. (2022). investigating the impact of renewable energy consumption on sustainable economic welfare index in developing countries (1990-2018). *Journal of*

Novel Researches on Smart Power Systems, 10(4), 61-77 . url: http://jeps.dezful.iau.ir/article-1-387-fa.html (In Persian).

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. https://doi.org/10.3390/su13041924.

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 a). The Effect of Financial Development on the Decoupling of Energy Consumption and Economic Growth. *Financial Management Strategy*, *12*(2), 1-26. doi: 10.22051/jfm.2024.46119.2894 (In Persian).

Rasekhi, S., & Ghanbartabar, S. (2024 b). 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. *Qjfep*, 11 (42) :55-89. URL: http://qjfep.ir/article-1-1453-en.html (In Persian).

Raza, M. Y., & Lin, B. (2020). Decoupling and mitigation potential analysis of CO2 emissions from Pakistan's transport sector. *Science of the Total Environment*, 730, 139000. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139000.

Sachan, A., Sahu, U. K., Pradhan, A. K., & Thomas, R. (2023). Examining the drivers of renewable energy consumption: Evidence from BRICS nations. *Renewable Energy*, 202, 1402-1411. https://doi.org/10.1016/j.renene.2022.11.080.

Sasana, H., & Ghozali, I. (2017). The impact of fossil and renewable energy consumption on the economic growth in Brazil, Russia, India, China and South Africa. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 7(3), 194-200. https://dergipark.org.tr/en/pub/ijeeep/issue/31922/351239.

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. https://doi.org/10.1016/j.ememar.2018.12.006.

Shukla, P. R., Rana, A., Garg, A., Kapshe, M., & Nair, R. (2006). Global climate change stabilization regimes and Indian emission scenarios: lessons for modeling of developing country transitions. *Environmental Economics and Policy Studies*, 7, 205-231. https://doi.org/10.1007/BF03354000.

Singh, A. K., Shrivastav, R. K., & Mohapatra, A. K. (2022). Dynamic linkages and integration among five emerging BRICS markets: Pre-and Post-BRICS period analysis. *Annals of Financial Economics*, 17(03), 2250018. https://doi.org/10.1142/S201049522250018X.

Smolović, J. C., Muhadinović, M., Radonjić, M., & Đurašković, J. (2020). How does renewable energy consumption affect economic growth in the traditional and new member states of the European Union?. *Energy Reports*, 6, 505-513. https://doi.org/10.1016/j.egyr.2020.09.028.

Soava, G., Mehedintu, A., Sterpu, M., & Raduteanu, M. (2018). Impact of renewable energy consumption on economic growth: Evidence from European Union countries. *Technological and Economic Development of Economy*, 24(3), 914-932. https://doi.org/10.3846/tede.2018.1426.

Stern, D. I. (1993). Energy and economic growth in the USA: a multivariate approach. *Energy economics*, 15(2), 137-150. https://doi.org/10.1016/0140-9883(93)90033-N.

Streltsov, E. S., Rozhin, A. A., Vosiev, S. S., & Kosnikov, S. N. (2021). The economic potential of the brics countries as a challenge to modern world realities. *Propósitos y representaciones*, 9(2), 14. https://doi.org/10.20511/pyr2021.v9nSPE3.1143.

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. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111943.

Sun, Y., Ajaz, T., & Razzaq, A. (2022). How infrastructure development and technical efficiency change caused resources consumption in BRICS countries: Analysis based on energy, transport, ICT, and financial infrastructure indices. *Resources Policy*, *79*, 102942. https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.102942.

Sun, Y., Ajaz, T., & Razzaq, A. (2022). How infrastructure development and technical efficiency change caused resources consumption in BRICS countries: Analysis based on energy, transport, ICT, and financial infrastructure indices. *Resources Policy*, 79, 102942. https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.102942

Ucan, O., Arıcıoglu, E., & Yucel, F. (2014). Energy consumption and economic growth nexus: Evidence from developed countries in Europe. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 4(3), 411-419. https://dergipark.org.tr/en/pub/ijeeep/issue/31910/350819.

Wang, Q., & Li, R. (2016). Drivers for energy consumption: A comparative analysis of China and India. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 62, 954-962. https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.04.048.

Wang, Q., Jiang, R., & Zhan, L. (2019). Is decoupling economic growth from fuel consumption possible in developing countries?–A comparison of China and India. *Journal of cleaner production*, 229, 806-817. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.403.

Wang, Q., Wang, X., & Li, R. (2022). Does urbanization redefine the environmental Kuznets curve? An empirical analysis of 134 Countries. *sustainable cities and society*, 76, 103382. https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103382.

Wu, Y., Wang, P., Liu, X., Chen, J., & Song, M. (2020). Analysis of regional carbon allocation and carbon trading based on net primary productivity in China. *China Economic Review*, 60, 101401. https://doi.org/10.1016/j.chieco.2019.101401.

Yang, L., Yang, Y., Zhang, X., & Tang, K. (2018). Whether China's industrial sectors make efforts to reduce CO2 emissions from production?-A decomposed decoupling analysis. *Energy*, 160, 796-809. https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.06.186.

Yıldırım, D. Ç., Yıldırım, S., & Demirtas, I. (2019). Investigating energy consumption and economic growth for BRICS-T countries. *World Journal of Science, Technology and Sustainable Development*, 16(4), 184-195. https://doi.org/10.1108/WJSTSD-12-2018-0063.

(In Press) در حال انتشار