

## The N-Shaped Environmental Kuznets Curve in N11 Economies: The Roles of Globalization and Resource Rents

Ali Hasanvand 

Assistant Professor of Economics,  
Department of Economics, Faculty of  
Management and Economics, Lorestan  
University, Khorramabad, Iran

Bahar Salarvand\* 

Ph.D. in Economics, Department of  
Economics, Faculty of Management and  
Economics, Lorestan University,  
Khorramabad, Iran

### Abstract

This study examines the determinants of the ecological footprint in the N11 countries—Bangladesh, Egypt, Indonesia, Iran, South Korea, Mexico, Nigeria, Pakistan, the Philippines, Turkey, and Vietnam—over the period 2000–2022. The main objective of the study is to test the N-shaped Environmental Kuznets Curve (EKC) hypothesis and to analyze the role of natural resource rents and economic globalization, with particular emphasis on the heterogeneity of effects across different levels of environmental pollution. To achieve this objective, the Method of Moments Quantile Regression (MMQR) is employed for the 10th, 25th, 50th, 75th, and 90th percentiles, and to assess the robustness of the results, panel regression with Driscoll–Kraay standard errors is applied. The empirical findings provide strong evidence in favor of an N-shaped relationship between economic

\* Corresponding Author: [bahar.salarvand@gmail.com](mailto:bahar.salarvand@gmail.com)

**How to Cite:** Hasanvand, A. and Salarvand, B. (2025). The N-Shaped Environmental Kuznets Curve in N11 Economies: The Roles of Globalization and Resource Rents. *Journal of Economic Research*, 25 (96), 227- 280.

Accepted: 1/2/2026

Revise: 25/11/2025

Received: 28/ 7/2025

ISSN: 1735-210x

eISSN: 2476-6453

growth and the ecological footprint. Specifically, in the early stages of development, GDP growth leads to increased environmental degradation; after passing the first turning point, a temporary reduction in pollution occurs; and ultimately, beyond the second turning point, further economic growth once again increases the ecological footprint. The results also reveal substantial heterogeneity in the impact of natural resource rents: this variable has a positive and statistically significant effect on the ecological footprint at lower pollution quantiles, but its magnitude diminishes as pollution levels rise and becomes insignificant at higher quantiles. In contrast, economic globalization exerts a negative and statistically significant effect on the ecological footprint across all quantiles, supporting the pollution halo hypothesis and rejecting the pollution haven hypothesis. The results from the Driscoll–Kraay model further confirm the robustness of these findings. Accordingly, the study recommends the adoption of environmental policies tailored to countries' pollution levels, alongside energy transition, structural reforms, and the targeted use of economic globalization.

### **Introduction**

Natural resources play a fundamental role in the economic sectors of every country. Proper utilization of these resources can significantly contribute to national economic development. The N11 countries, which are developing nations rich in natural resources, are expected to emerge as economic leaders in the near future (Shahbaz, 2019). These nations have maintained high levels of economic growth and industrialization, which in turn have increased energy demand, primarily supplied from non-renewable sources (Khan et al., 2022). Consequently, non-renewable resources, while boosting GDP, simultaneously degrade environmental quality (Shehzad et al., 2022). Multiple studies have documented that natural resources are crucial for increasing GDP (Epo & Faha, 2020). Financial advancement facilitates infrastructure development, reduces poverty, and

maximizes employment opportunities; however, rapid economic growth can have adverse effects on environmental quality (Zhou et al., 2024). Several countries have exploited natural resources excessively, leading to environmental degradation and climate deterioration (Danish et al., 2020). Research by Muhammad et al. (2021) confirmed that natural resource exploitation harms the environment in BRICS countries, while Shittu et al. (2021) found that natural resources and GDP growth contribute to an increasing ecological footprint in 45 countries. Similarly, Nathaniel et al. (2021) showed that resource dependence elevates greenhouse gas emissions.

Therefore, reliance on natural resources in N11 countries can be an obstacle to sustainable development. Nonetheless, studies by Shehzad et al. (2020, 2021) indicated that GDP growth can coexist with environmental sustainability, supporting the Environmental Kuznets Curve (EKC) hypothesis. Conversely, Narayan et al. (2016) found that EKC is valid only in a limited number of economies, suggesting no general consensus. Thus, highlighting the impact of natural resources on the environment, considering GDP growth in the N11 countries, is essential.

Alongside economic growth, globalization also plays a significant role in environmental degradation. Globalization intensifies trade and production, increasing energy consumption and environmental pressure. N11 countries are consuming large amounts of oil, coal, and gas, further contributing to climate deterioration (Zhou et al., 2024). The N11 countries—Egypt, Bangladesh, Indonesia, Mexico, Iran, Nigeria, the Philippines, Pakistan, South Korea, Vietnam, and Turkey—form a coalition with coordinated financial policies recognized by the IMF. While they are expected to lead global economic development, these nations currently face severe environmental challenges and rank among the most polluted countries. The Ecological Footprint (EF) index has generally increased in these countries over the study period (2000–2022), indicating that economic growth and development often come at the

cost of environmental sustainability. For instance, South Korea's EF rose from 4.39 to 4.53 global hectares per capita, reflecting high consumption and production patterns, followed by Iran and Turkey, with EF increases from 2.53 to 3.3 and from 2.54 to 2.95, respectively. Vietnam experienced a particularly sharp increase from 0.82 to 2.08. Conversely, Mexico reduced its EF from 2.52 to 2.01, while Pakistan and the Philippines maintained relatively low and stable EF levels (0.78 and 0.94, respectively).

This research emphasizes the importance of sustainable economic development in N11 countries, highlighting the environmental consequences of resource extraction. The study aims to identify the role of natural resources in environmental degradation, assess the contribution of globalization, and examine the N-shaped EKC hypothesis in these countries.

### **Questions**

The main research questions are: (1) Does natural resource rent deteriorate environmental quality in N11 countries? (2) Can globalization improve environmental quality? (3) Does the N-shaped EKC hold in these countries?

### **Methods and Material**

This study investigates the relationship between natural resource rent, globalization, GDP, and ecological footprint in N11 countries. Annual data for 2000–2022 were collected, excluding Nigeria due to data unavailability. GDP and natural resource rent data were obtained from the World Bank, while globalization and EF data were sourced from the KOF Institute and Global Footprint Network, respectively. Table 1 presents detailed variables and sources.

GDP represents per capita economic output, NAT captures income from natural resource exploitation, EG measures globalization through investment, trade, and technology interdependence, and EF evaluates environmental impact by quantifying required biological resources to support consumption and waste. All variables are

logarithmically transformed for regression analysis. The model is defined as

$$\text{LnEF}_t = F(\text{EG}_{it}, \text{GDP}_{it}, \text{GDPs}_{it}, \text{GDPq}_{it}, \text{NAT}_{it}) \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \text{LnEF}_{it} = & \beta_0 + \beta_1 \text{LnEG}_{it} + \beta_2 \text{LnGDP}_{it} + \beta_3 \text{LnGDPs}_{it} \\ & + \beta_4 \text{LnGDPq}_{it} + \beta_5 \text{LnNAT}_{it} + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad (2)$$

Where  $i=1, \dots, N$  denotes countries and  $t=1, \dots, T$  denotes years. MMQR (Machado & Silva, 2019) was applied to estimate conditional quantiles at 10th, 25th, 50th, 75th, and 90th percentiles, allowing a detailed assessment of heterogeneous effects. Driscoll-Kraay panel regression was also employed to validate results under potential cross-sectional dependence and heteroskedasticity.

### Results and Discussion

The MMQR results reveal an inverted N-shaped relationship between GDP and EF, confirming the N-shaped EKC hypothesis for N11 countries. The coefficients of  $\text{LnGDP}$ ,  $\text{LnGDP}^2$ , and  $\text{LnGDP}^3$  were positive, negative, and positive, respectively, across all quantiles and in the Driscoll-Kraay panel model ( $\beta = 0.58, -1.91, 0.07$ ). This indicates that environmental degradation initially rises with economic growth (scale effect), temporarily decreases with technological and efficiency improvements (composition and technique effects), but may increase again at very high income levels.

Globalization consistently exhibits a negative and significant effect on EF across all quantiles, with stronger reductions observed at higher EF levels (from -0.94 at the 10th percentile to -1.07 at the 90th percentile), suggesting that global integration promotes cleaner technology adoption and environmental standards.

Natural resource rents positively affect EF, especially in lower and middle quantiles. The highest effect occurs at the 10th percentile ( $\beta = 0.10$ ) and diminishes toward the 90th percentile ( $\beta = 0.02$ , not significant), indicating that resource dependence drives environmental pressure mainly in early and intermediate development stages. The Driscoll-Kraay panel confirms a positive and significant mean effect ( $\beta = 0.06$ ).

Policy implications include: (1) managing economic growth with stringent environmental regulations, (2) diversifying away from natural resource dependence through investment in sustainable infrastructure and renewable technology, (3) leveraging globalization to promote green investment and international environmental standards, and (4) tailoring policies according to pollution levels, recognizing heterogeneous impacts across quantiles.

### **Conclusion**

This study demonstrates that N11 countries face significant environmental challenges despite rapid economic growth. The N-shaped EKC confirms that high-income growth may again increase ecological pressure. Resource dependence exacerbates environmental degradation, while globalization offers a pathway to mitigate such effects. Sustainable development in N11 countries requires coordinated policies balancing economic growth with environmental stewardship, strategic investment in technology, and intelligent use of global integration to achieve long-term ecological sustainability.

**Keywords:** ecological footprint, resource curse, economic globalization, N-Shaped Environmental Kuznets Curve

**JEL Classification:** Q01, Q56, F18, O44



## ردپای اکولوژیک: آزمون فرضیه N شکل کوزنتس در کشورهای N11


 علی حسونند

استادیار، گروه اقتصاد، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران


 بهار سالاروند\*

دکتری اقتصاد، گروه اقتصاد، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران

### چکیده

در این پژوهش، عوامل تعیین کننده ردپای اکولوژیک در کشورهای N11 شامل بنگلادش، مصر، اندونزی، ایران، کره جنوبی، مکزیک، نیجریه، پاکستان، فیلیپین، ترکیه و ویتنام طی دوره زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۲ مورد بررسی قرار می گیرد. هدف اصلی مطالعه، آزمون فرضیه N-شکل منحنی زیست محیطی کوزنتس و تحلیل نقش رانت منابع طبیعی و جهانی شدن اقتصادی با تأکید بر ناهمگنی اثرات در سطوح مختلف آلودگی محیط زیست است. به منظور دستیابی به این هدف، از روش رگرسیون چندگانه گشتاوری برای چندک های ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۹۰ استفاده شده و به منظور بررسی استحکام نتایج، رگرسیون پانلی با خطاهای استاندارد دریسکول-کری به کار گرفته شده است. یافته های تجربی به طور قاطع وجود رابطه N-شکل بین رشد اقتصادی و ردپای اکولوژیک را تأیید می کنند؛ به طوری که در مراحل اولیه توسعه، رشد تولید ناخالص داخلی منجر به افزایش تخریب محیط زیست می شود، پس از عبور از نقطه عطف اول کاهش موقتی در آلودگی رخ می دهد و در نهایت، پس از نقطه عطف دوم، رشد اقتصادی مجدداً موجب افزایش ردپای اکولوژیک می گردد. نتایج همچنین نشان دهنده ناهمگنی قابل توجه اثر رانت منابع طبیعی است؛ به گونه ای که این متغیر در چندک های پایین آلودگی اثر مثبت و معناداری بر ردپای اکولوژیک دارد، اما با افزایش سطح آلودگی، شدت اثر آن کاهش یافته و در چندک های بالاتر غیر معنادار می شود. در مقابل، جهانی شدن اقتصادی در تمامی چندک ها اثر کاهنده و معناداری بر ردپای اکولوژیک دارد که تأیید کننده فرضیه هالوی آلودگی و ردکننده فرضیه پناهگاه آلودگی است. نتایج مدل دریسکول-کری نیز استحکام کامل یافته ها را تأیید می کند. بر این اساس، اتخاذ سیاست های زیست محیطی متناسب با سطح آلودگی کشورها، گذار انرژی، اصلاحات ساختاری و بهره گیری هدفمند از جهانی شدن توصیه می شود.

**کلیدواژه ها:** ردپای اکولوژیک، نفرین منابع، جهانی شدن اقتصادی، منحنی زیست محیطی کوزنتس N شکل.

طبقه بندی JEL: Q01, Q56, F18, O44

\* نویسنده مسئول: bahar.salarvand@gmail.com

## ۱. مقدمه

منابع طبیعی نقشی بنیادین در ساختار و توسعه اقتصادی هر کشور ایفا می‌کنند. بهره‌برداری صحیح و پایدار از این منابع می‌تواند محرک اصلی رشد اقتصادی و بهبود رفاه جامعه باشد. کشورهای یازده گانه N11 (مصر، بنگلادش، اندونزی، مکزیک، ایران، نیجریه، فیلیپین، پاکستان، کره جنوبی، ویتنام و ترکیه) به عنوان اقتصادهای نوظهور با برخورداری از منابع طبیعی فراوان، پتانسیل بالایی برای تبدیل شدن به پیشگامان توسعه اقتصادی در آینده نزدیک دارند. این گروه از کشورها که توسط گلدمن ساکس<sup>۱</sup> شناسایی شده‌اند با جمعیتی بیش از یک میلیارد نفر و تولید ناخالص داخلی حدود شش تریلیون دلار در حال تجربه سطوح بالایی از رشد اقتصادی و صنعتی شدن هستند. این روند توسعه، تقاضای روزافزون برای انرژی را به دنبال داشته که بیشتر از طریق سوخت‌های فسیلی و منابع تجدیدناپذیر تامین می‌شود (Shabaz, 2019 and Khan, et al., 2022).

با این حال، این مسیر توسعه با چالش‌های جدی زیست‌محیطی همراه است. منابع طبیعی تجدیدناپذیر، ضمن نقش‌آفرینی در افزایش تولید ناخالص داخلی به آلودگی و تخریب کیفیت محیط زیست نیز منجر می‌شوند (Shahzad, et al., 2022). مطالعات متعددی این دوگانگی را مستند ساخته‌اند؛ از یک سو، منابع طبیعی عنصری ضروری برای افزایش تولید ناخالص داخلی محسوب می‌شوند (Epo & Faha, 2020)، چرا که پیشرفت اقتصادی می‌تواند به بهبود زیرساخت‌ها، کاهش فقر و ایجاد فرصت‌های شغلی منجر شود. از سوی دیگر، این توسعه اقتصادی می‌تواند پیامدهای نامطلوبی بر کیفیت محیط زیست به جا بگذارد (Zhu, et al., 2024). برای نمونه، محمد و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۲۱) تایید کردند که منابع طبیعی در کشورهای عضو بریکس، محیط زیست را تخریب می‌کنند. شیتو و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۲۱) نیز مستند ساختند که منابع طبیعی و تولید ناخالص داخلی، ردپای

---

1 Goldman Sachs

2 Muhammad, B., et al.

3 Shittu, W. O., et al.

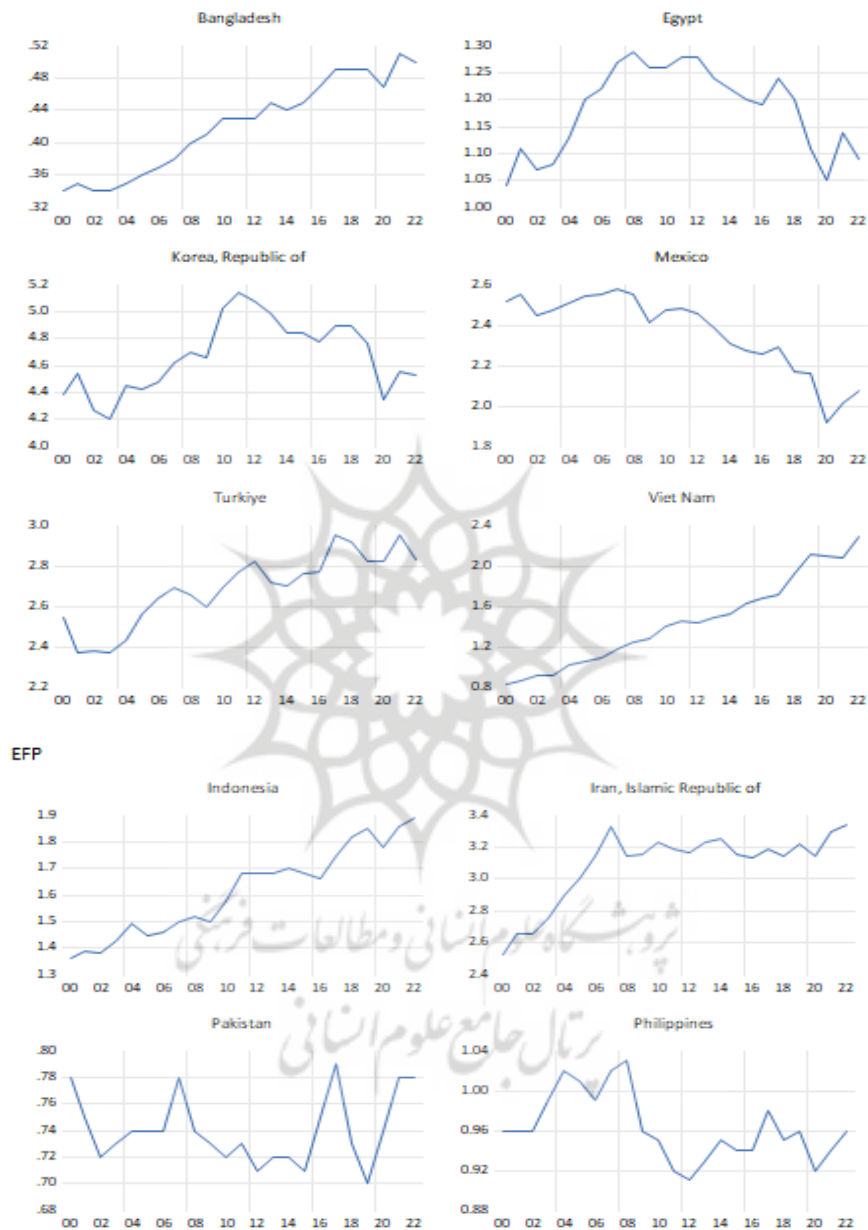


اكولوژيك را در ۴۵ كشور افزايش مي دهند. همچنين ناتانيل و همكاران<sup>۱</sup> (۲۰۲۱) نشان دادند كه منابع طبيعي به افزايش گازهاي گلخانه اي منجر مي شوند. شواهد تجريبي از كشورهاي N11 نيز اين دوگانگي توسعه اقتصادي و تخريب زيست محيطي را به خوبي نمايان مي سازند. بر اساس مجموعه نمودارهاي (۱)، شاخص ردپاي اكولوژيك<sup>۲</sup> كه تقاضاي يك جمعيت براي منابع زيستي و خدمات اكوسيستي را اندازه گيري مي كند در اكثر كشورهاي مورد مطالعه طي دوره ۲۰۲۲-۲۰۰۰ روندی صعودی داشته است. اين روند نشان مي دهد كه رشد اقتصادي و توسعه، اغلب به قيمت افزايش فشار بر محيط زيست حاصل شده است. كره جنوبي با ثبت ردپاي اكولوژيك ۴/۳۹ هكتار جهاني سرانه در سال ۲۰۰۰ كه به ۴/۵۳ در سال ۲۰۲۲ رسيد، داراي بالاترين ردپاي اكولوژيك در اين گروه است كه منعكس كننده الگوي مصرف و توليد يك كشور صنعتي پيشرفته است. پس از آن، ايران با افزايش از ۲/۵۳ به ۳/۳ و تركيه با رشد از ۲/۵۴ به ۲/۹۵ در جايگاه هاي بعدي قرار مي گيرند. اين ارقام بار زيست محيطي سنگين و چالش هاي جدي پايداري در اين كشورها را نشان مي دهند. به ويژه رشد سريع ردپاي اكولوژيك در ويتنام كه از ۰/۸۲ به ۲/۰۸ جهش كرده، قابل توجه است و پيامد مستقيم رشد اقتصادي سريع اين كشور بوده و زنگ خطر ي براي سياست گذاران جهت ادغام ملاحظات زيست محيطي در برنامه هاي توسعه محسوب مي شود. ساير كشورها همچون اندونزي (از ۱/۳۶ به ۱/۸۶)، مصر (از ۱/۰۴ به ۱/۱۴) و بنگلادش (از ۰/۳۴ به ۰/۵۱) نيز افزايش هايي را تجربه كرده اند. در اين ميان، تعداد محدودی از كشورها روندی متمایز نشان داده اند؛ مكزيك با كاهش ردپاي اكولوژيك از ۲/۵۲ به ۲/۰۱ يك دستاورد مثبت و نادر را به ثبت رسانده كه مي تواند ناشی از بهبود بهره وري منابع و اجراي سياست هاي زيست محيطي موثر باشد. پاكستان و فيليپين نيز با حفظ مقادير تقريباً ثابت و به نسبت پايين (به ترتيب حدود ۰/۷۸ و ۰/۹۴) فشار كمتری بر اكوسيستم جهاني وارد مي كنند.

1 Nathaniel, S. P., et al.

2 Ecological Footprint Index

### نمودار ۱. ردپای اکولوژیکی در کشورهای N11

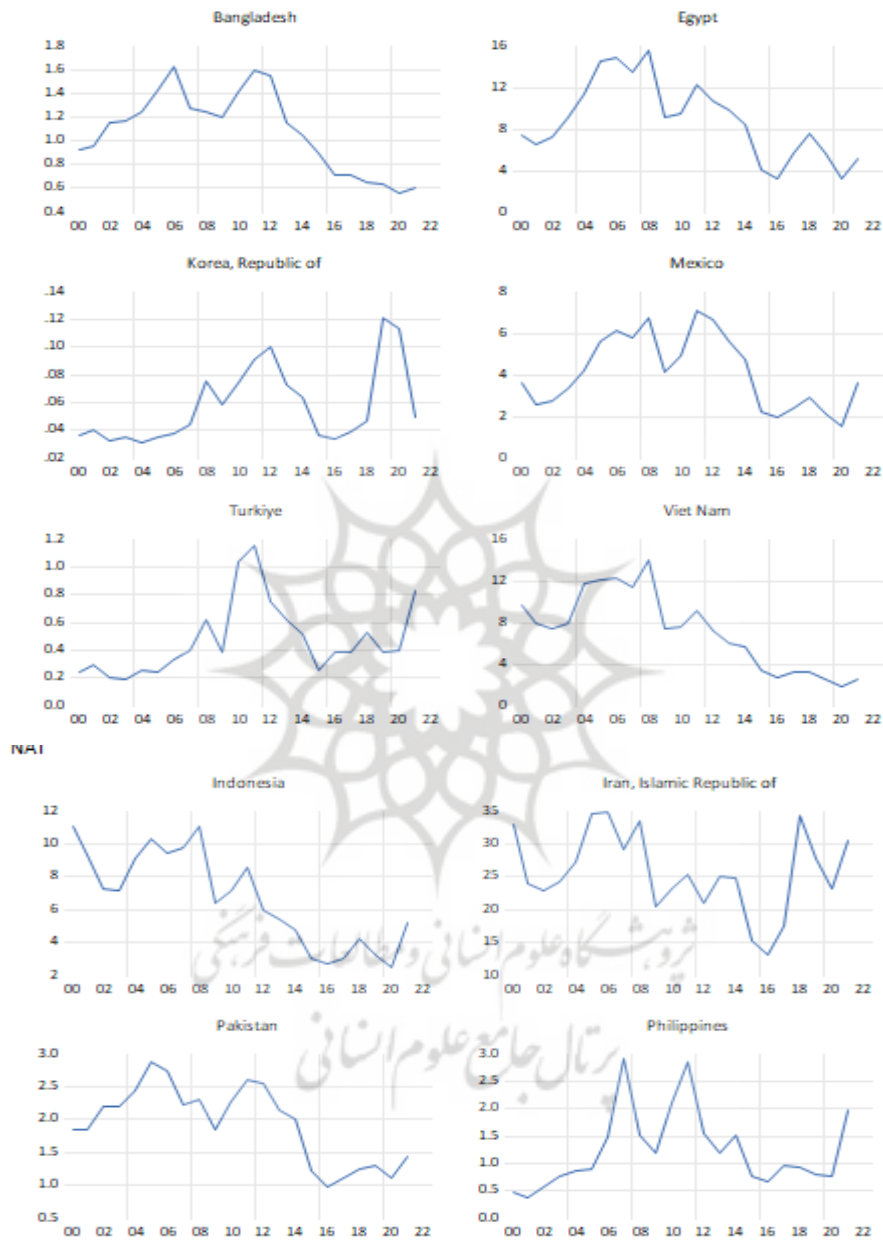


منبع: Global footprint Network, 2023

در مقابل، مجموعه نمودارهای (۲) روند شاخص رانت منابع طبیعی را نشان می‌دهد که بیانگر سهم درآمدهای حاصل از بهره‌برداری منابع طبیعی در اقتصاد ملی است. این شاخص در اکثر کشورهای مورد بررسی طی دو دهه گذشته روندی نزولی را تجربه کرده است. این کاهش می‌تواند نشان‌دهنده تنوع‌بخشی اقتصادی، کاهش ذخایر منابع یا نوسانات قیمت جهانی باشد. ایران با وجود کاهش قابل توجه از ۳۳/۰۸ درصد در سال ۲۰۰۰ به ۲۳/۲۳ درصد در سال ۲۰۲۰ همچنان بالاترین سطح وابستگی اقتصادی به منابع طبیعی را در این گروه حفظ کرده که نشان‌دهنده نقش محوری بخش نفت و گاز در اقتصاد این کشور است. کاهش‌های شدید دیگری نیز مشاهده می‌شود؛ این شاخص در اندونزی از ۱۱/۱۲ به ۲/۴۳ و در ویتنام از ۹/۶۹ به ۱/۸۱ درصد سقوط کرده است. این تحول در ویتنام می‌تواند نمادی از یک گذار ساختاری موفق به سمت اقتصاد صنعتی و خدماتی باشد. در سایر کشورها نیز این روند کاهشی مشهود است؛ مصر شاهد کاهش از ۷/۴۱ به ۳/۲۵، مکزیک از ۳/۵۷ به ۱/۵۵، بنگلادش از ۰/۹۲ به ۰/۵۶ و پاکستان از ۱/۸۳ به ۱/۴۳ درصد بوده‌اند. در مقابل، کره جنوبی به عنوان یک اقتصاد پیشرفته و صنعتی، با مقادیر ناچیز و تقریباً ثابت (حدود ۰/۰۴ درصد) وابستگی اقتصادی به رانت منابع طبیعی نشان نمی‌دهد. تنها استثنای این روند عمومی، فیلیپین و ترکیه هستند که افزایش جزئی در این شاخص را تجربه کرده‌اند.

تحلیل این دو شاخص یک الگوی متناقض و پیچیده را آشکار می‌سازد؛ از یک سو وابستگی اقتصادی به استخراج منابع طبیعی در حال کاهش است که نشانه‌ای مثبت از تنوع‌بخشی اقتصادی محسوب می‌شود، اما از سوی دیگر، ردپای اکولوژیک و فشار مصرف بر محیط زیست در حال افزایش است. این دوگانگی بر پیچیدگی رابطه میان رشد اقتصادی، منابع طبیعی و محیط زیست تاکید می‌کند و ضرورت اتخاذ رویکردهای توسعه پایدار را برجسته می‌سازد.

### نمودار ۲. رانت منابع طبیعی در کشورهای N11



منبع: World Bank, 2023

مطالعات متعددی به بررسی رابطه میان رشد اقتصادی و تخریب محیط زیست پرداخته‌اند. برخی از این مطالعات نشان داده‌اند که تولید ناخالص داخلی با محیط زیست به نسبت سازگار است و منحنی زیست‌محیطی کوزنتس (EKC)<sup>۱</sup> وجود دارد (Shahzad, et al., 2021 and Kahuthu, 2006). با این حال، نارایان و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۱۶) نشان دادند که تولید ناخالص داخلی در ۱۸۱ اقتصاد در حال تخریب محیط زیست است و فرضیه EKC تنها در ۲۱ کشور معتبر است. بنابراین، اجماع کلی در رابطه با فرضیه EKC وجود ندارد و این امر برجسته ساختن تاثیر منابع طبیعی بر محیط زیست با در نظر گرفتن تولید ناخالص داخلی را برای کشورهای N11 حائز اهمیت می‌سازد.

علاوه بر این، نقش جهانی شدن در تخریب محیط زیست نیز قابل انکار نیست. جهانی شدن، فرآیند تجارت و تولید را تقویت کرده و مصرف انرژی را افزایش می‌دهد که به نوبه خود کیفیت محیط زیست را تحت تاثیر قرار می‌دهد. کشورهای N11 در حال مصرف بیش از حد سوخت‌های فسیلی مانند نفت، زغال‌سنگ و گاز هستند. جهانی شدن اقتصادی به افزایش تولید ناخالص داخلی کمک می‌کند و این رشد به نوبه خود به تاسیس واحدهای صنعتی بیشتر یاری می‌رساند که بیش از پیش کیفیت محیط زیست را تخریب می‌کنند (Zhu, et al., 2024). بنابراین، بررسی نقش جهانی شدن در کنار منابع طبیعی و رشد اقتصادی برای درک جامع وضعیت زیست‌محیطی این کشورها ضروری است.

در این پژوهش از شاخص ردپای اکولوژیک به عنوان شاخص نشان‌دهنده کیفیت محیط زیست استفاده می‌شود. این شاخص، معیاری جامع از تخریب منابع طبیعی توسط فعالیت‌های انسانی ارائه می‌دهد و آماری درباره ظرفیت زیستی موجود و تخریب آن توسط بشر را نشان می‌دهد (Sun, et al., 2023 and Zhu, et al., 2024). بنابراین، ردپای اکولوژیک معیاری دقیق‌تر و جامع‌تر از تخریب محیط زیست نسبت به شاخص‌های سنتی مانند انتشار دی‌اکسید کربن فراهم می‌آورد. با توجه به اهمیت این موضوع، پژوهش حاضر بر ضرورت توسعه اقتصادی پایدار در کشورهای N11 تاکید می‌کند و پیامدهای

1 Environmental Kuznets Curve

2 Narayan, P. K., et al.

زیست محیطی نامطلوب استخراج منابع طبیعی را برجسته می سازد. این موضوع با چندین هدف از اهداف توسعه پایدار سازمان ملل متحد به ویژه پیشبرد تولید و مصرف پایدار (هدف ۱۲) و اقدام اقلیمی (هدف ۱۳) همسو است. هدف اصلی این تحقیق، یافتن جایگاه واقعی منابع طبیعی در ایجاد معضلات زیست محیطی در کشورهای N11 و همچنین ارزیابی نقش جهانی شدن در این رابطه است.

علاوه بر این، این پژوهش به آزمون فرضیه منحنی زیست محیطی کوزنتس به شکل N با وجود منابع طبیعی و جهانی شدن می پردازد. فرضیه N شکل که توسط توراس و بایس<sup>۱</sup> (۱۹۹۸) مطرح شد، بیان می کند که رابطه U شکل معکوس سستی میان درآمد و آلودگی در بلندمدت به همین صورت باقی نمی ماند و پس از مدتی، افزایش تولید ناخالص داخلی مجدد شروع به آلوده کردن کیفیت محیط زیست می کند. این فرضیه در سال های اخیر توجه فزاینده ای را به خود جلب کرده، اما شواهد تجربی متناقضی در مورد آن وجود دارد. با در نظر گرفتن این پیشینه، پژوهش حاضر به پرسش های زیر برای کشورهای N11 پاسخ می دهد:

- ۱- آیا رانت منابع طبیعی کیفیت محیط زیست را در کشورهای N11 تخریب می کند؟
  - ۲- آیا جهانی شدن می تواند به بهبود کیفیت محیط زیست کمک کند یا آن را تخریب می کند؟
  - ۳- آیا فرضیه N شکل EKC در کشورهای N11 وجود دارد؟
  - ۴- آیا تاثیرات این متغیرها در سطوح مختلف تخریب محیط زیست (چندک های مختلف رد پای اکولوژیک) متفاوت است؟
- برای این منظور، پژوهش حاضر با به کارگیری رویکرد رگرسیون چندکی مبتنی بر گشتاور (MMQR)<sup>۲</sup> و روش استحکام بخش Driscoll-Kraay به تحلیل ناهمگنی تاثیرات در سطوح مختلف فشار زیست محیطی می پردازد و به این ترتیب، سهم نوآورانه ای را به ادبیات موجود اضافه می کند.

1 Torras, M. & Boyce, J. K.

2 Method of Moments Quantile Regression approach

ساختار مقاله در ادامه به این صورت است که در بخش دوم و سوم چارچوب نظری و پیشینه پژوهش ارائه می‌شود. بخش چهارم روش‌شناسی تحقیق را تشریح می‌کند. بخش پنجم به یافته‌ها و تحلیل آنها اختصاص دارد، بخش ششم نتایج مدل را بررسی می‌کند و بخش هفتم، نتیجه‌گیری و پیامدهای سیاستی را مورد بحث قرار می‌دهد.

## ۲. چارچوب نظری

رابطه میان رشد اقتصادی، بهره‌برداری از منابع طبیعی، جهانی شدن و تخریب محیط زیست بر سه پایه نظری استوار است که هر یک از زوایای متفاوتی به تبیین این پیوندها می‌پردازند. فرضیه منحنی زیست‌محیطی کوزنتس که توسط گروسمن و کروگر<sup>۱</sup> (۱۹۹۱) بر اساس مشاهدات تجربی معرفی شد، رابطه U شکل معکوس میان سطح درآمد سرانه و شاخص‌های آلودگی محیط زیست را بیان می‌کند. بر اساس این فرضیه، در مراحل اولیه توسعه اقتصادی، رشد درآمد به افزایش آلودگی محیط زیست منجر می‌شود؛ زیرا اقتصاد بیشتر بر بخش‌های کشاورزی و صنعتی سنگین متکی است که مصرف انرژی بالا و فناوری‌های آلاینده دارند. با این حال، پس از عبور از یک نقطه آستانه درآمدی، رشد بیشتر درآمد از طریق سه مکانیسم اصلی به بهبود کیفیت محیط زیست کمک می‌کند. در اینجا، اثر مقیاس<sup>۲</sup> بیانگر افزایش فعالیت اقتصادی و تولید است که به طور بالقوه آلودگی را افزایش می‌دهد. اثر ترکیب<sup>۳</sup> تغییر ساختار اقتصادی از صنایع سنگین و آلاینده به سمت بخش خدمات و صنایع با فناوری پیشرفته‌تر را نشان می‌دهد که معمولاً آلودگی کمتری تولید می‌کنند. اثر فناوری<sup>۴</sup> بیانگر دسترسی به فناوری‌های پاک‌تر و کارآمدتر است که در سطوح بالاتر درآمد امکان‌پذیر می‌شود. علاوه بر این، با افزایش درآمد، تقاضای عمومی برای کیفیت محیط زیست افزایش یافته و فشار بر دولت‌ها برای تشدید مقررات زیست‌محیطی بیشتر می‌شود (Grossman & Krueger, 1995). با این حال، فرضیه سنتی EKC با چالش‌هایی مواجه شده است.

1 Grossman, G. M. & Krueger, A. B.

2 Scale Effect

3 Composition Effect

4 Technique Effect



توراس و بایس (۱۹۹۸) فرضیه N شکل<sup>۱</sup> را مطرح کردند که بیان می‌کند رابطه U شکل معکوس در بلندمدت به همین صورت باقی نمی‌ماند. بر اساس این فرضیه در مراحل بسیار بالای توسعه، افزایش بیشتر رفاه و گسترش الگوهای مصرف‌گرایانه (پارادوکس رفاه) مجدداً به افزایش آلودگی منجر می‌شود؛ زمانی که اثر مقیاس بر اثر فناوری و ترکیب غالب شود. این وضعیت ممکن است به دلیل استفاده ناکارآمد از فناوری‌های بهینه، افزایش مصرف انرژی برای حفظ سطح بالای رفاه یا کمبود منابع برای تخصیص به بهبود بیشتر ساختار صنعتی رخ دهد (Alvarez-Herranz & Balsalbre-Lorente, 2015 and Du, et al., 2018).

نظریه نفرین منابع<sup>۲</sup> دومین پایه نظری این پژوهش را تشکیل می‌دهد. این نظریه که توسط ساکس و وارنر<sup>۳</sup> (۱۹۹۵، ۲۰۰۱) تدوین شد، بیان می‌کند کشورهای غنی از منابع طبیعی، برخلاف انتظارات، رشد اقتصادی کندتری نسبت به کشورهای فاقد منابع دارند. این پارادوکس از طریق چندین کانال رخ می‌دهد: ۱- بیماری هلندی<sup>۴</sup> که با افزایش ارزش پول ملی در نتیجه صادرات منابع، سایر بخش‌های صادراتی را تضعیف می‌کند. ۲- ضعف نهادی و فساد که وفور منابع منجر به رانت‌جویی و تضعیف کیفیت نهادها می‌شود و ۳- تاخیر در تنوع‌بخشی اقتصادی که اتکای بیش از حد به درآمدهای منابع، انگیزه برای سرمایه‌گذاری در سایر بخش‌ها را کاهش می‌دهد. در بُعد زیست‌محیطی، کشورهای غنی از منابع به جای سرمایه‌گذاری در فناوری‌های پاک و توسعه پایدار بر استخراج سریع منابع تمرکز می‌کنند که موجب تخریب محیط زیست، فرسایش خاک، آلودگی آب‌های زیرزمینی و کاهش تنوع زیستی می‌شود (Wang & Dong, 2019 and Baz, et al., 2020). مطالعات اخیر کاگلار و همکاران<sup>۵</sup> (۲۰۲۴a, ۲۰۲۴b, ۲۰۲۴c) بر بُعد رانت منابع طبیعی تأکید کرده‌اند که بُعد نهادی و سیاسی-اقتصادی استخراج منابع را در بر می‌گیرد.

---

1 N-shaped EKC

2 Resource Curse Theory

3 Sachs, J. D. & Warner, A.M.

4 Dutch Disease

5 Caglar, A. E., et al.

و نشان می‌دهند حتی در کشورهای توسعه‌یافته، مدیریت ضعیف رانت منابع به نتایج زیست‌محیطی نامطلوب منجر می‌شود.

فرضیه‌های جهانی شدن و محیط زیست سومین پایه نظری را تشکیل می‌دهند که دو دیدگاه متضاد را ارائه می‌کنند. جهانی شدن به معنای افزایش وابستگی متقابل اقتصادها از طریق تجارت، سرمایه‌گذاری و انتقال فناوری است که می‌تواند از دو طریق بر کیفیت محیط زیست تاثیر بگذارد.

فرضیه پناهگاه آلودگی<sup>۱</sup> که توسط کوپلند و تیلور<sup>۲</sup> (۲۰۰۴) تدوین شد، بیان می‌کند آزادسازی تجاری و جهانی شدن منجر به انتقال صنایع آلاینده از کشورهای پیشرفته با مقررات سختگیرانه زیست‌محیطی به کشورهای در حال توسعه با مقررات سهل‌گیرانه‌تر می‌شود. این جابه‌جایی مکانی فعالیت‌های آلاینده به افزایش آلودگی در کشورهای میزبان منجر می‌شود و شواهد تجربی متعددی این الگو را برای تجارت و سرمایه‌گذاری خارجی تایید کرده‌اند (Cole, 2004). در مقابل، فرضیه هالوی آلودگی<sup>۳</sup> استدلال می‌کند که جهانی شدن از طریق چندین مکانیسم می‌تواند به بهبود کیفیت محیط‌زیست کمک کند؛ ۱- انتقال فناوری‌های پاک و کارآمد از کشورهای توسعه‌یافته به اقتصادهای در حال توسعه، ۲- فشار تجاری برای رعایت استانداردهای زیست‌محیطی بین‌المللی به منظور حفظ دسترسی به بازارهای جهانی، ۳- دسترسی به منابع مالی و سرمایه‌گذاری‌های سبز ۴- و اشاعه دانش و بهترین شیوه‌های مدیریت محیط‌زیست (Ahmed, et al., 2021 and Shahbaz, et al., 2015). بنابراین، تاثیر نهایی جهانی شدن بر محیط‌زیست به ساختار اقتصادی، کیفیت نهادها و نوع جهانی شدن (اقتصادی، اجتماعی یا سیاسی) در هر کشور بستگی دارد و می‌تواند در مواردی به صورت پناهگاه آلودگی و در موارد دیگر به شکل هالوی آلودگی ظاهر شود.

1 Pollution Haven Hypothesis

2 Copeland, B. A. & Taylor, M. S.

3 Pollution Halo Hypothesis

### ۳. پیشینه پژوهش

ادبیات تجربی رابطه میان رشد اقتصادی، منابع طبیعی، جهانی شدن و تخریب محیط زیست را به صورت گسترده مورد بررسی قرار داده‌اند. با این حال، نتایج متناقضی در مورد اعتبار فرضیه‌های مختلف، به ویژه فرضیه N شکل EKC، وجود دارد. در این بخش، مطالعات موجود در دو دسته خارجی و داخلی مرور می‌شوند.

#### ۳-۱. پیشینه خارجی

ژو و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۲۴) در پژوهشی به بررسی تأثیرات جهانی شدن اقتصاد و منابع طبیعی بر ردپای اکولوژیک در ۱۱ اقتصاد نوظهور (کشورهای N11) پرداختند. هدف اصلی آن‌ها آزمون فرضیه منحنی زیست‌محیطی کوزنتس به شکل N برای این کشورها بود. آن‌ها در این مطالعه از داده‌های سالیانه طی دوره زمانی ۱۹۷۱ تا ۲۰۲۲ استفاده کرده و برای تحلیل‌های اقتصادسنجی خود در کوتاه‌مدت و بلندمدت از مدل پیشرفته خودرگرسیون با وقفه‌های گسترده مقطعی (CS-ARDL)<sup>۲</sup> بهره گرفتند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که اتکا به درآمدهای حاصل از منابع طبیعی، اثر مخربی بر کیفیت محیط زیست داشته و ردپای اکولوژیک را به میزان ۰/۰۳ درصد افزایش می‌دهد. در مقابل، یافته‌ها حاکی از آن بود که جهانی شدن اقتصاد و رشد تولید ناخالص داخلی در بلندمدت به پایداری زیست‌محیطی کمک کرده و به ترتیب موجب کاهش ردپای اکولوژیک به میزان (۰/۰۳ و ۳/۱۲- درصد) می‌شوند. با این حال، این مطالعه شواهدی دال بر تایید فرضیه منحنی کوزنتس N شکل برای این گروه از کشورها پیدا نکرد.

ناتانیل<sup>۳</sup> (۲۰۲۱) در مطالعه‌ای به بررسی پیوند میان ردپای اکولوژیک و بهزیستی انسان در گروه کشورهای Next-11 پرداخت. او با اشاره به اینکه دستیابی همزمان به پایداری زیست‌محیطی و بهبود رفاه انسانی برای این کشورها چالش‌برانگیز بوده است به تحلیل این رابطه پرداخت. در این پژوهش، او با به کارگیری تکنیک‌های تخمین پیشرفته‌ای که قادر

1 Zhu, Z., et al.

2 Cross-Sectionally Augmented Autoregressive Distributed Lag model

3 Nathaniel, S. P.

به کنترل مشکلاتی نظیر ناهمگنی، درون‌زایی و وابستگی مقطعی میان کشورها هستند به تحلیل این رابطه پرداخت. یافته‌های کلیدی این مطالعه یک رابطه دوسویه و بده-بستان قوی میان این دو شاخص را آشکار ساخت؛ به طوری که بهبود بهزیستی انسان (که با شاخص توسعه انسانی سنجیده شده) به قیمت افزایش ردپای اکولوژیک تمام می‌شود و به طور متقابل، افزایش ردپای اکولوژیک نیز با بهبود موقتی بهزیستی همراه است. علاوه بر این، نتایج نشان داد که توسعه مالی و ظرفیت زیستی موجب افزایش ردپای اکولوژیک می‌شوند؛ در حالی که منابع طبیعی و جهانی شدن به کاهش آن کمک می‌کنند. این پژوهش همچنین یک استثنای قابل توجه را برجسته کرد: بجز کشور مصر در سایر کشورهای این گروه، بهبود بهزیستی انسان به تشدید فشار بر محیط زیست منجر می‌شود. پاپاداس<sup>۱</sup> (۲۰۲۴) در پژوهشی به کاوش در پیوند میان رشد اقتصادی، ترکیب انرژی، بخش خدمات، باز بودن تجاری و کیفیت محیط زیست در گروه کشورهای Next-11 پرداخت. او با اشاره به وجود یک شکاف پژوهشی مهم، بیان کرد که مطالعات پیشین کمتر به تاثیرات متفاوت این عوامل در سطوح مختلف مصرف منابع پرداخته‌اند. برای پر کردن این شکاف، پاپاداس در این مطالعه از تحلیل رگرسیون پانل کوانتایل بهره گرفت؛ روشی که به او اجازه داد تا تاثیر متغیرها را نه تنها به صورت میانگین، بلکه در چندک‌های مختلف توزیع متغیر وابسته (کیفیت محیط زیست) نیز بررسی کند. نتایج او نشان داد که رشد اقتصادی به ویژه در چندک‌های بالاتر مصرف منابع (یعنی در کشورها یا دوره‌هایی با سطح مصرف بالا)، تاثیر منفی و معناداری بر پایداری زیست‌محیطی دارد. در مقابل، مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر اثر مثبتی بر پایداری داشته است؛ در حالی که اتکا به انرژی‌های تجدیدناپذیر و همچنین باز بودن تجاری، پیامدهای نامطلوبی برای محیط زیست به همراه دارند.

ناتانیل و همکاران (۲۰۲۱) در یکی از مطالعات پیشگامانه در این زمینه به بررسی نقش یک متغیر کلیدی، یعنی مقررات زیست‌محیطی، بر ردپای اکولوژیک در کشورهای Next-11 طی دوره ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۶ پرداختند. آنها با استفاده از تحلیل‌های اقتصادسنجی

1 Papadas, D.

پانل دیتا که وابستگی مقطعی بین کشورها را کنترل می‌کردند به این نتیجه دست یافتند که مقررات زیست‌محیطی موجود در کشورهای Next-11 در کاهش ردپای اکولوژیک بی‌تاثیر بوده‌اند. علاوه بر این، نتایج نشان داد که مصرف بیشتر انرژی و باز بودن تجاری بین‌المللی به افزایش ردپای اکولوژیک منجر می‌شوند. همچنین فرضیه منحنی زیست‌محیطی کوزنتس (EKC) برای این گروه از کشورها تایید شد که نشان می‌دهد در مراحل اولیه، رشد اقتصادی به تخریب محیط زیست می‌انجامد، اما پس از عبور از یک سطح آستانه، می‌تواند به بهبود آن کمک کند. یافته‌های خاص هر کشور نیز حاکی از آن بود که تاثیر مصرف انرژی در تخریب محیط زیست در تمام ۱۱ کشور یکسان و منفی است، اما اثرات مقررات زیست‌محیطی، رشد اقتصادی و تجارت بین‌الملل از کشوری به کشور دیگر متفاوت (ناهمگون) است.

ارغا و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۲۳) در مطالعه‌ای به بررسی تاثیر مقررات زیست‌محیطی بر ردپای اکولوژیک در کشورهای Next-11 پرداختند. آنها با تاکید بر عدم قطعیت در یافته‌های پیشین در مورد کارایی مقررات زیست‌محیطی در اقتصادهای نوظهور به دنبال ارائه شواهد تجربی مستحکم در این زمینه بودند. برای اطمینان از اعتبار نتایج، آنها از مجموعه‌ای از تکنیک‌های پیشرفته اقتصادسنجی پانل شامل (CS-ARDL، AMG، CCEMG)<sup>۲</sup> طی بازه زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۷ بهره گرفتند. یافته‌های این پژوهش نشان داد که مقررات زیست‌محیطی در کاهش تخریب محیط زیست در این کشورها کارآمد نیستند. علاوه بر این، نتایج تایید کرد که رشد اقتصادی، تجارت و مصرف انرژی به تشدید ردپای اکولوژیک دامن می‌زنند. یافته‌های مختص به هر کشور نیز تایید کرد که مصرف انرژی و رشد اقتصادی به طور یکسان در تمام ۱۱ کشور موجب تخریب محیط زیست می‌شوند و این نتیجه در هر سه مدل به کار رفته، پایدار و سازگار بود.

1 Eregba, P. B., et al.

2 Augmented Mean Group estimator

3 Common Correlated Effects Mean Group estimator

عثمان و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۲۲) در تحقیقی به بررسی عوامل تعیین کننده رشد اقتصادی و کیفیت محیط زیست در هشت کشور منطقه قطب شمال طی دوره ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۷ پرداختند. آن‌ها با استفاده از روش‌های اقتصادسنجی پیشرفته پانل دیتا نسل دوم که وابستگی مقطعی میان کشورها را در نظر می‌گیرد، تاثیر متغیرهای توسعه مالی، منابع طبیعی، جهانی شدن و مصرف انرژی (تفکیک شده به تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر) را بر انتشار گازهای گلخانه‌ای و رشد اقتصادی تحلیل کردند. نتایج مدل زیست محیطی آن‌ها نشان داد که توسعه مالی و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر به طور معناداری به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و بهبود کیفیت محیط زیست منجر می‌شوند. در مقابل، بهره‌برداری از منابع طبیعی، رشد اقتصادی، مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر و جهانی شدن از عوامل تشدید کننده تخریب محیط زیست در این منطقه بوده‌اند. از منظر رشد اقتصادی، یافته‌های پژوهش حاکی از آن بود که تمامی متغیرهای توضیحی شامل توسعه مالی، منابع طبیعی، جهانی شدن و هر دو نوع مصرف انرژی، نقشی مثبت و معنادار در تقویت رشد اقتصادی کشورهای قطب شمال ایفا کرده‌اند. این مطالعه بر نقش دوگانه و پیچیده متغیرهایی مانند منابع طبیعی و جهانی شدن تاکید دارد که از یک سو به رشد اقتصادی کمک کرده و از سوی دیگر، می‌توانند فشار بر محیط زیست را افزایش دهند.

جهانگیر و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۲۳) به بررسی فرضیه منحنی زیست محیطی کوزنتس (EKC) در کشورهای برتر تولیدکننده انرژی هسته‌ای برای دوره زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۸ پرداختند. آن‌ها با هدف بررسی وجود یک منحنی EKC به شکل N از رویکرد نوین و پویای اثرات مشترک همبسته<sup>۳</sup> استفاده کردند تا رابطه بین رشد اقتصادی و ردپای اکولوژیک (به عنوان شاخص تخریب محیط زیست) را تحلیل کنند. نتایج کلیدی پژوهش آن‌ها، وجود فرضیه منحنی EKC به شکل N را در این گروه از کشورها تایید کرد. این یافته نشان می‌دهد که با وجود توسعه انرژی هسته‌ای، رشد اقتصادی در این کشورها در مراحل بالاتر مجدد به افزایش تخریب محیط زیست منجر می‌شود که بیانگر وابستگی مستمر بخش انرژی آن‌ها

---

1 Usman, M., et al.

2 Jahanger, A., et al.

3 Dynamic Common Correlated Effects

به سوخت‌های فسیلی است. علاوه بر این، نتایج تجربی نشان داد که تولید انرژی هسته‌ای، مخارج نظامی و سرمایه انسانی دارای اثر منفی و معنادار بر ردپای اکولوژیک هستند و به بهبود کیفیت محیط زیست کمک می‌کنند. این مطالعه پیشنهاد می‌کند که برای جلوگیری از شکل‌گیری مجدد رابطه مثبت بین رشد و آلودگی (مرحله سوم منحنی N)، این کشورها باید سبد انرژی خود را به نفع منابع پاک‌تر مانند انرژی هسته‌ای و تجدیدپذیر متنوع‌تر سازند.

کوستاکیس و آرازو-کارود<sup>۱</sup> (۲۰۲۳) به منظور آزمون فرضیه منحنی زیست‌محیطی کوزنتس (EKC) در کشورهای گروه G7 طی دوره ۱۹۸۰ تا ۲۰۱۸ از یک رویکرد نوآورانه بهره بردند. آن‌ها به جای استفاده از شاخص‌های کلی آلودگی مانند انتشار CO<sub>2</sub>، از ردپای اکولوژیک کلی و اجزای تفکیک‌شده آن (شامل ردپای کربن، زمین‌های ساخته‌شده، زمین‌های زراعی، مناطق ماهیگیری، زمین‌های جنگلی و مراتع) به عنوان شاخص تخریب محیط زیست استفاده کردند. نتایج تحلیل داده‌های پانل آن‌ها نشان داد که فرضیه EKC برای ردپای اکولوژیک کلی تأیید می‌شود، اما تأثیر رشد تولید ناخالص داخلی بر هر یک از اجزای آن نابرابر و متفاوت است. بر اساس کشش‌های بلندمدت، تولید انرژی تجدیدپذیر به طور قابل توجهی به بهبود پایداری محیط زیست و کاهش ردپای اکولوژیک کمک می‌کند. همچنین جهانی شدن نیز به عنوان عاملی در جهت کاهش شاخص‌های آلودگی شناسایی شد؛ در حالی که پیچیدگی اقتصادی به تخریب بیشتر محیط زیست در این کشورها دامن می‌زند.

### ۲-۳. پیشینه داخلی

مریدیان و همکاران (۱۴۰۰) در مطالعه‌ای به آزمون اعتبار فرضیه منحنی زیست‌محیطی کوزنتس (EKC) برای اقتصاد ایران با تمرکز بر نقش پیچیدگی اقتصادی پرداختند. آن‌ها با استفاده از داده‌های سری زمانی و به کارگیری روش خودرگرسیون با وقفه‌های گسترده

1 Kostakis, I. & Arauzo-Carod, J. M.



فوریه<sup>۱</sup> و آزمون علیت متغیر با زمان<sup>۲</sup>، روابط کوتاه‌مدت و بلندمدت میان رشد اقتصادی، پیچیدگی اقتصادی، مصرف انرژی و ردپای بوم‌شناختی را بررسی کردند. نتایج تحقیق وجود یک رابطه هم‌انباشتگی بلندمدت میان متغیرها را تایید کرد. برآوردهای مدل نشان داد که مصرف انرژی و رشد اقتصادی در هر دو افق زمانی کوتاه‌مدت و بلندمدت، تاثیری مثبت و معنادار بر افزایش ردپای بوم‌شناختی ایران دارند. علاوه بر این، یافته‌ها حاکی از آن بود که فرضیه EKC برای ایران معتبر نیست، زیرا رشد اقتصادی به تنهایی نتوانسته است منجر به کاهش تخریب محیط زیست در بلندمدت شود. نکته قابل توجه در این پژوهش، تاثیر منفی و معنادار پیچیدگی اقتصادی بر ردپای بوم‌شناختی بود که نشان می‌دهد توسعه تولیدات و صادرات با فناوری پیچیده‌تر می‌تواند به کاهش فشار بر محیط زیست در ایران کمک کند.

حری و همکاران (۱۳۹۲) در پژوهشی با تمرکز بر اقتصاد ایران به بررسی نقش توسعه مالی و مصرف انرژی بر تخریب محیط زیست در چارچوب فرضیه EKC پرداختند. آن‌ها با استفاده از داده‌های سری زمانی برای دوره ۱۹۷۱-۲۰۰۷ و بهره‌گیری از روش خودرگرسیون با وقفه‌های گسترده، تاثیر این متغیرها را بر میزان انتشار دی‌اکسید کربن به عنوان نماینده آلودگی هوا تحلیل کردند. نتایج برآورد مدل بلندمدت نشان داد که توسعه مالی در ایران تاثیری منفی و معنادار بر انتشار CO<sub>2</sub> داشته و به کاهش آلودگی کمک می‌کند. در مقابل، مصرف انرژی به عنوان یک عامل اصلی، منجر به افزایش انتشار CO<sub>2</sub> می‌شود. یکی از یافته‌های کلیدی این پژوهش، مشابه با مطالعات دیگر در این حوزه، رد فرضیه منحنی زیست‌محیطی کوزنتس در بلندمدت برای ایران بود؛ به این معنی که افزایش درآمد به خودی خود نتوانسته است کیفیت محیط زیست را بهبود بخشد.

موسوی و همکاران (۱۳۹۶) به بررسی عوامل موثر بر آلودگی محیط زیست در ایران برای دوره ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۵ پرداختند. آن‌ها در این مطالعه، تاثیر رشد اقتصادی، مصرف فرآورده‌های نفتی (به عنوان نماینده مصرف انرژی)، توسعه مالی و درجه باز بودن اقتصاد

1 Fourier-augmented Autoregressive Distributed Lag

2 Time-varying causality test

را بر شاخص آلودگی آزمون کردند و از روش‌های هم‌انباشتگی جوهانسن-جوسیلیوس<sup>۱</sup> و الگوی خودرگرسیون با وقفه‌های گسترده<sup>۲</sup> بهره بردند. نتایج تحقیق نشان داد که میان درآمد سرانه و آلودگی محیط زیست رابطه‌ای مثبت و میان مربع درآمد سرانه و آلودگی رابطه‌ای منفی و معنادار وجود دارد. بر این اساس، نویسندگان نتیجه‌گیری کردند که فرضیه منحنی زیست محیطی کوزنتس (EKC) برای ایران صادق است، هر چند اقتصاد کشور همچنان در بخش صعودی این منحنی قرار دارد. همچنین همانطور که انتظار می‌رفت، مصرف فرآورده‌های نفتی تاثیر مثبت و معناداری بر تشدید آلودگی دارد. با این حال، در این پژوهش رابطه معناداری میان متغیرهای توسعه مالی و باز بودن اقتصاد با آلودگی محیط زیست یافت نشد.

اعظمی و همکاران (۱۴۰۲) در مطالعه‌ای تطبیقی، رابطه میان رشد اقتصادی و انتشار دی‌اکسید کربن را با تفکیک کشورهای به دو گروه ۲۶ کشور توسعه‌یافته و ۴۱ کشور در حال توسعه طی دوره ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۱ بررسی کردند. آن‌ها با استفاده از آزمون‌های هم‌انباشتگی وسترلاند و کائو<sup>۳</sup> و برآوردگرهای FGLS<sup>۴</sup> و PCSE<sup>۵</sup>، به نتایج قابل توجهی دست یافتند. یافته‌ها نشان داد مصرف انرژی تجدیدپذیر در هر دو گروه کشورهای مثبت و معنادار بر بهبود کیفیت محیط زیست دارد، اما قدرت این تاثیر در کشورهای توسعه‌یافته بیشتر است. در مقابل، مصرف انرژی‌های فسیلی در هر دو گروه موجب تخریب محیط زیست می‌شود. مهم‌ترین یافته این پژوهش، تایید رابطه N شکل میان رشد و آلودگی برای هر دو گروه کشور بود. این نتیجه، فرضیه سنتی EKC را به چالش می‌کشد و نشان می‌دهد که نمی‌توان فقط به رشد اقتصادی به عنوان راه‌حلی نهایی برای مشکلات زیست محیطی در بلندمدت اتکا کرد، زیرا ممکن است پس از یک دوره بهبود، تخریب زیست محیطی مجدداً افزایش یابد.

1 Johansen-Juselius cointegration test

2 Autoregressive Distributed Lag model

3 Westerlund and Kao cointegration tests

4 Feasible Generalized Least Squares

5 Panel-Corrected Standard Errors

شکوهی فرد و همکاران (۱۴۰۳) در مطالعه‌ای که می‌توان آن را امتداد و به‌روزرسانی پژوهش‌های پیشین دانست، مجدد به بررسی عوامل تعیین‌کننده آلودگی محیط زیست در ایران برای دوره زمانی جدیدتر ۱۳۷۲ تا ۱۴۰۱ پرداختند. آن‌ها با استفاده از روش‌های هم‌انباشتگی جوهانسن-جوسیلیوس و الگوی ARDL<sup>۱</sup>، اثرات رشد اقتصادی، مصرف فرآورده‌های نفتی، توسعه مالی و باز بودن اقتصاد را تحلیل کردند. نتایج این پژوهش، یافته‌های مطالعه موسوی و همکاران (۱۳۹۶) را با داده‌های جدید تایید کرد. بر این اساس، یک رابطه مثبت میان درآمد سرانه و یک رابطه منفی میان مربع درآمد سرانه با آلودگی محیط زیست مشاهده شد که نشان‌دهنده اعتبار فرضیه منحنی زیست‌محیطی کوزنتس (EKC) برای ایران است. همچنین، مصرف فرآورده‌های نفتی به عنوان یک عامل کلیدی در تشدید آلودگی شناسایی شد. مشابه با مطالعه قبلی، در این پژوهش نیز رابطه آماری معناداری میان توسعه مالی و باز بودن اقتصاد با سطح آلودگی در ایران یافت نشد.

عسگری و همکاران (۱۴۰۱) با رویکردی متفاوت، اعتبار فرضیه EKC را در ایران با تاکید بر نقش متغیرهای توسعه‌ای همچون سرمایه انسانی و جهانی شدن آزمودند. آن‌ها برای تحلیل داده‌های سری زمانی دوره ۱۳۵۸ تا ۱۳۹۶ از رویکرد ARDL تعمیم‌یافته استفاده کردند که قابلیت لحاظ کردن شکست ساختاری در مدل را داراست. نتایج این پژوهش به طور مشخص فرضیه سنتی EKC را برای ایران رد کرد. در عوض، یک رابطه U شکل میان سطح درآمد و آلودگی (هم برای انتشار CO<sub>2</sub> و هم برای ردپای اکولوژیک) شناسایی شد؛ به این معنا که با افزایش درآمد، ابتدا آلودگی کاهش یافته و سپس مجدد روندی صعودی به خود می‌گیرد. یافته‌های دیگر نشان داد که جهانی شدن، باز بودن تجارت و درآمد به تشدید آلودگی منجر می‌شوند؛ در حالی که سرمایه انسانی به عنوان یک عامل کلیدی در کاهش بلندمدت ردپای اکولوژیک عمل می‌کند. نکته قابل توجه دیگر آن بود که مصرف انرژی تجدیدپذیر به کاهش ردپای اکولوژیک کمک می‌کند، اما تاثیر معناداری بر کاهش انتشار دی‌اکسید کربن نداشته است که این امر به ناکافی بودن مقیاس استفاده از این انرژی‌ها در ایران اشاره دارد.

---

1 Autoregressive Distributed Lag model

مرور جامع ادبیات موجود، چندین شکاف پژوهشی مهم را در حوزه رابطه میان رشد اقتصادی، منابع طبیعی، جهانی شدن و تخریب محیط زیست آشکار می‌سازد که این مطالعه در پی رفع آن‌ها و ارائه سهم‌های علمی در این زمینه است. پژوهش‌های متعددی به بررسی فرضیه منحنی زیست‌محیطی کوزنتس پرداخته‌اند، اما در مورد شکل دقیق این رابطه -به ویژه در کشورهای N11- اجماع روشنی وجود ندارد. در حالی که برخی مطالعات مانند جهانگیر و همکاران (۲۰۲۳) شواهدی از وجود رابطه N شکل میان رشد اقتصادی و تخریب محیط زیست ارائه کرده‌اند، مطالعات دیگری همچون ژو و همکاران (۲۰۲۴) نتوانسته‌اند چنین رابطه‌ای را برای این گروه از کشورها تایید کنند. این تناقض نشان می‌دهد که هنوز نیاز به تحقیقات بیشتر با استفاده از روش‌های پیشرفته‌تر و داده‌های به‌روزتر وجود دارد تا بتوان به درک دقیق‌تری از ماهیت پویای این رابطه دست یافت.

علاوه بر این، یکی از محدودیت‌های اساسی ادبیات موجود، توجه ناکافی به نقش رانت منابع طبیعی به عنوان یک متغیر مستقل و تاثیرگذار است. اکثر مطالعات پیشین تمرکز خود را بر مصرف انرژی یا بهره‌برداری صرف از منابع طبیعی قرار داده‌اند. این در حالی است که بُعد نهادی و سیاسی-اقتصادی رانت منابع که می‌تواند تاثیرات کاملاً متفاوتی بر محیط زیست داشته باشد، نادیده گرفته شده است. رانت منابع طبیعی نه تنها بیانگر حجم استخراج منابع است، بلکه نحوه مدیریت، تخصیص و به‌کارگیری درآمدهای حاصل از آن را نیز منعکس می‌کند. همان‌طور که مطالعات اخیر نشان داده‌اند، مدیریت ضعیف رانت منابع می‌تواند منجر به تشدید فشار بر محیط زیست، تضعیف نهادها و حتی ظهور پدیده نفرین منابع شود. بنابراین، لحاظ کردن این متغیر در مدل‌های تجربی می‌تواند دریچه‌ای نوین برای درک عمیق‌تر پیوند میان وفور منابع طبیعی و پیامدهای زیست‌محیطی در اقتصادهای نوظهور فراهم آورد.

اکثر پژوهش‌های انجام شده در این حوزه، از روش‌های اقتصادسنجی مبتنی بر میانگین استفاده کرده‌اند که تنها تصویری کلی و میانگین از رابطه میان متغیرها ارائه می‌دهند. این رویکرد قادر به آشکارسازی ناهمگنی‌های بالقوه در تاثیرات متغیرها در سطوح مختلف تخریب محیط زیست نیست. به عبارت دیگر، ممکن است تاثیر رشد اقتصادی، رانت منابع

یا جهانی شدن بر ردپای اکولوژیک در کشورهایی که آلودگی پایین دارند، کاملاً متفاوت از کشورهایی باشد که با سطح بالایی از تخریب محیط زیست مواجه هستند. این مسئله از آن جهت حائز اهمیت است که می‌تواند به سیاست‌گذاران کمک کند تا سیاست‌های زیست‌محیطی متناسب با موقعیت خاص کشور خود طراحی کنند. با وجود اهمیت این موضوع، مطالعات محدودی به بررسی این ناهمگنی‌ها پرداخته‌اند و این یک شکاف مهم در ادبیات موجود محسوب می‌شود. علاوه بر این، مطالعات پیشین در مورد کشورهای N11 یا از داده‌های قدیمی‌تر استفاده کرده‌اند که تحولات اخیر در اقتصاد جهانی را در بر نمی‌گیرند یا تمامی ابعاد مهم (منابع طبیعی، جهانی شدن و فرضیه N شکل) را به صورت همزمان و جامع بررسی نکرده‌اند. همچنین برخی از مطالعات به جای استفاده از شاخص‌های جامع تخریب محیط زیست مانند ردپای اکولوژیک، تنها بر انتشار دی‌اکسید کربن تمرکز کرده‌اند که نمی‌تواند تصویری کامل از فشار انسان بر اکوسیستم‌ها ارائه دهد. در راستای رفع این شکاف‌های پژوهشی، سهم اصلی این مطالعه در پنج بُعد کلیدی خلاصه می‌شود؛ ۱- این پژوهش برای نخستین بار به صورت جامع و همزمان، فرضیه N شکل منحنی زیست‌محیطی کوزنتس، نقش رانت منابع طبیعی و تاثیر جهانی شدن اقتصادی را برای کشورهای N11 آزمون می‌کند و به این ترتیب، تصویری کامل‌تر و یکپارچه از عوامل تعیین‌کننده ردپای اکولوژیک در این گروه از اقتصادهای نوظهور ارائه می‌دهد. ۲- این مطالعه از روش پیشرفته رگرسیون چندکی مبتنی بر گشتاور (MMQR) بهره می‌برد که امکان تحلیل ناهمگنی تاثیرات در چندک‌های مختلف توزیع ردپای اکولوژیک را فراهم می‌آورد و بینش‌های دقیق‌تری نسبت به روش‌های سنتی مبتنی بر میانگین ارائه می‌دهد. این رویکرد به پژوهشگر اجازه می‌دهد تا بفهمد که چگونه تاثیر متغیرهای مستقل در کشورهای با سطح پایین آلودگی متفاوت از کشورهای با آلودگی بالا عمل می‌کند. ۳- این پژوهش از داده‌های به‌روز تا سال ۲۰۲۲ استفاده می‌کند که امکان لحاظ کردن تحولات اخیر اقتصادی و زیست‌محیطی را فراهم می‌آورد و اعتبار نتایج را در شرایط کنونی افزایش می‌دهد. ۴- تمرکز این مطالعه بر ردپای اکولوژیک به عنوان معیاری جامع‌تر از تخریب محیط زیست، برتری آن را نسبت به مطالعاتی که تنها بر انتشار کربن

تمرکز دارند، نمایان می‌سازد، چرا که ردپای اکولوژیک نه تنها انتشار گازهای گلخانه‌ای، بلکه تمامی ابعاد فشار بر منابع طبیعی و اکوسیستم‌ها را در بر می‌گیرد. ۵- برای تامین استحکام و پایایی نتایج، این مطالعه از روش Driscoll-Kraay به عنوان آزمون استحکام استفاده می‌کند که قادر به مدیریت مشکلات همبستگی مقطعی و ناهمسانی واریانس در داده‌های پانل است. در مجموع، این سهم‌ها مطالعه حاضر را به یک افزوده ارزشمند به ادبیات موجود تبدیل می‌کند و انتظار می‌رود که بینش‌های سیاستی مهمی برای کشورهای N11 در مسیر دستیابی به توسعه پایدار، مدیریت بهینه منابع طبیعی و تعامل سازنده با فرآیند جهانی شدن ارائه دهد. نتایج این پژوهش می‌تواند به سیاست‌گذاران کمک کند تا سیاست‌های متمایز و مبتنی بر شواهد علمی را برای کاهش ردپای اکولوژیک و حفاظت از محیط زیست در چارچوب اهداف توسعه اقتصادی طراحی و اجرا کنند.

#### ۴. روش

هدف پژوهش حاضر بررسی ارتباط بین رانت منابع طبیعی، جهانی شدن، تولید ناخالص داخلی با ردپای اکولوژیک در کشورهای N11 هست. این پژوهش به منظور بررسی تجربی، داده‌های سالانه را برای سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۲ و برای کشورهای N11 بجز نیجریه به دلیل عدم دسترسی به داده‌ها در نظر گرفته است. داده‌های رانت منابع طبیعی و تولید ناخالص داخلی از بانک جهانی و داده‌های جهانی شدن و ردپای اکولوژیک به ترتیب از موسسه KOF و شبکه ردپای جهانی به دست آمده است. جدول (۱) جزئیات و منبع متغیرها را نشان می‌دهد.

در اینجا، GDP نشان‌دهنده افزایش تولید ناخالص داخلی یک کشور تقسیم بر کل جمعیت آن است که میانگین تولید ناخالص داخلی تولید شده به ازای هر فرد را نشان می‌دهد. NAT نشان‌دهنده درآمد حاصل از استخراج و استفاده از منابع طبیعی است که می‌تواند عمیقی بر توسعه اقتصادی تاثیر بگذارد و در عین حال به طور بالقوه باعث تخریب محیط زیست شود. EG بیانگر جهانی شدن است که وابستگی متقابل رو به رشد اقتصادها از طریق سرمایه‌گذاری، تجارت و فناوری را بر روند رشد و تخصیص منابع بین کشورها

نشان می دهد. EF اثر زیست محیطی یک جمعیت را با تعیین کمیت منابع طبیعی و خدمات اکوسیستمی لازم برای پشتیبانی از مصرف و ضایعات آنها ارزیابی می کند و از این رو، پایداری بلندمدت فعالیت اقتصادی آنها را نشان می دهد.

جدول ۱. معرفی متغیرها

| متغیرها                       | نماد  | واحد                | منبع                           |
|-------------------------------|-------|---------------------|--------------------------------|
| ردپای اکولوژیکی               | EF    | Gha per person      | Global footprint Network (GFN) |
| رانت منابع طبیعی              | NAT   | Of GDP%             | World data indicators (WDI)    |
| تولید ناخالص داخلی سرانه      | GDP   | constant US dollars | WDI                            |
| مربع تولید ناخالص داخلی سرانه | GDP S | constant US dollars | WDI                            |
| مکعب تولید ناخالص داخلی سرانه | GDP Q | constant US dollars | WDI                            |
| جهانی شدن                     | EG    | index ۱۰۰-۰         | KOF                            |

در پژوهش حاضر با توجه به مطالعات پیشین، مدل ارائه شده در رابطه (۱) و (۲) تجزیه و تحلیل می شود.

$$\ln EF_t = F(EG_{it}, GDP_{it}, GDPs_{it}, GDPq_{it}, NAT_{it}) \quad (1)$$

$$\ln EF_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln EG_{it} + \beta_2 \ln GDP_{it} + \beta_3 \ln GDPs_{it} + \beta_4 \ln GDPq_{it} + \beta_5 \ln NAT_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

در دو رابطه (۱) و (۲)،  $GDP_{it}$  تولید ناخالص داخلی سرانه کشور  $i$  در سال  $t$  (دلار ثابت ۲۰۱۵، لگاریتم طبیعی) است که داده های آن از بانک جهانی اخذ شده است.  $GDPs_{it}$  و  $GDPq_{it}$  توان دوم و سوم تولید ناخالص داخلی سرانه هست.  $EG_{it}$  شاخص جهانی شدن است که داده های این متغیر از موسسه KOF استخراج شده است.  $NAT_{it}$  نشان دهنده رانت منابع طبیعی است که داده های این متغیر نیز از بانک جهانی گرفته شده اند.



در الگوی فوق،  $i = 1, \dots, N$  نمایانگر کشورها،  $t = 1, \dots, T$  نشان دهنده سال‌ها،  $\beta_0$  عرض از مبدأ،  $\varepsilon_{it}$  جمله خطا و  $\beta_1$  تا  $\beta_5$  ضرایب متغیرهای مستقل می‌باشند. لازم به ذکر است که همه متغیرها به صورت لگاریتمی در رگرسیون به کار رفته است.

#### ۴-۱. رگرسیون کوانتایل مبتنی بر گشتاور

روش اصلی برآورد در این مطالعه، رگرسیون چندکی گشتاورها (MMQR) است. این روش که توسط ماچادو و سیلوا (۲۰۱۹) معرفی شده و به دلیل مقاومت در برابر نقاط پرت، بهترین تکنیک برآورد محسوب می‌شود (Adebayo, et al., 2022). MMQR دارای مزایای متعددی نسبت به روش‌های سنتی است؛ برخلاف رگرسیون خطی سنتی که تنها بر میانگین تمرکز دارد، MMQR کل توزیع داده‌ها را در نظر می‌گیرد و می‌تواند مقادیر غیرمقاطع برای صدک‌های مختلف را برآورد کند (Houssam, et al., 2024). همچنین MMQR اجازه می‌دهد تا اثرات پراکندگی شرطی ناهمگن متغیرها بر کل توزیع بررسی شود و برای مدیریت غیرخطی بودن، روابط نامتقارن، ناهمگنی و درونزایی مناسب است (Razzaq, et al., 2022).

چندک شرطی  $(Q_\pi(\pi|\tilde{X}))$  برای مدل مقیاس-مکانی در MMQR به صورت رابطه (۳) تعریف می‌شود.

$$Y_{it} = \beta_i + \tilde{X}_{it}\theta + (\alpha_i + Z_{it}\gamma)\varepsilon_{it} \quad (3)$$

رابطه (۳) احتمال  $P(\alpha_i + \tilde{Z}_{it}\gamma > 0) = 1$  را نشان می‌دهد که در آن  $\theta, \alpha, \beta, \gamma$  پارامترهای مورد نیاز برای برآورد هستند. همچنین در  $i = 1, \dots, n$  اثر ثابت ویژه و  $Z$  بردار  $K$ -بعدی از مولفه‌های  $X$  است که با مولفه  $l$  زیر تبدیل شده‌اند:

$$\hat{Z}_j = \hat{Z}_j(\hat{X}), \quad j = 1, 2, \dots, k \quad (4)$$

در رابطه (۴)،  $\varepsilon_{it}$  نشان‌دهنده متعامد بودن با  $\tilde{X}_{it}$  است و با دستیابی به شرایط گشتاوری که ناهمگنی شدید ندارند، سازگار است؛ بنابراین، چندک شرطی  $Y$  در رابطه (۳) به صورت رابطه (۵) فرموله می‌شود.

$$Q_{\pi}(\pi | \tilde{X}_{it}) = (\beta_i + \alpha_i q(\pi)) + \tilde{X}_{it}\theta + \widehat{Z}_{it}\gamma q(\pi) \quad (5)$$

که در آن،  $Q_{\pi}(\pi | \tilde{X}_{it})$  نشان‌دهنده توزیع چندکی  $Y_{it}$  است. بنابراین،  $Q_{\pi}$  به صورت رابطه (۶) تعریف می‌شود.

$$\min_q \sum_i \sum_t \rho_{\pi}(R_{it} - (\alpha_i + \widehat{Z}_{it}\gamma)q) \quad (6)$$

که در آن  $\rho_{\pi}(R = (\pi - 1)AI\{A \leq 0\} + TAI\{A > 0\})$  تابع زیان چندکی استاندارد است (Houssam, et al., 2024).

## ۵. یافته‌ها

### ۵-۱. آمار توصیفی متغیرها

جدول (۲)، آمار توصیفی متغیرهای کلیدی پژوهش را برای کل نمونه نمایش می‌دهد. این آمار شامل میانگین، انحراف معیار و مقادیر حداقل و حداکثر برای هر متغیر است و دیدگاه اولیه‌ای را در مورد توزیع و پراکندگی داده‌ها فراهم می‌آورد. تمامی متغیرها به صورت لگاریتمی وارد مدل شده‌اند تا مشکلات مربوط به ناهمسانی واریانس کاهش یافته و ضرایب به صورت کشش قابل تفسیر باشند. مطابق با نتایج، متغیر لگاریتم ردپای اکولوژیکی به طور میانگین دارای مقدار ۰/۴۲ است. دامنه تغییرات این متغیر بین ۱/۰۷- و ۱/۶۳ قرار دارد که نشان‌دهنده تفاوت قابل توجه در سطح تخریب محیط زیست در میان کشورها و در طول زمان است. همچنین میانگین متغیر رانت منابع طبیعی ۰/۷۰ است، اما انحراف معیار آن بسیار بالا و برابر با ۱/۷۲ است. این مقدار انحراف معیار که بیش از دو برابر میانگین است، حاکی از ناهمگونی شدید در میزان برخورداری از منابع طبیعی در میان

کشورهای مورد مطالعه است. به این معنا که در نمونه، هم کشورهایی با وفور منابع طبیعی و هم کشورهایی با کمبود شدید منابع وجود دارند. این پراکندگی بالا اهمیت بررسی اثرات ناهمگن این متغیر بر ردپای اکولوژیک را دوچندان می‌کند. همچنین میانگین درآمد سرانه در کشورهای نمونه ۸/۲۴ (در مقیاس لگاریتمی) است. انحراف معیار ۰/۹۶ و دامنه مقادیر از ۶/۴۳ تا ۱۰/۴۲ نشان‌دهنده وجود تنوع در سطح توسعه اقتصادی کشورهاست. این تنوع برای آزمون فرضیه منحنی محیطی کوزنتس (EKC) که رابطه غیرخطی بین درآمد و آلودگی را فرض می‌کند، یک ویژگی مطلوب به شمار می‌آید. به طور مشابه، متغیر لگاریتم جهانی شدن دارای میانگین ۴/۰۸ و انحراف معیار معادل ۰/۱۵ است. همچنین دامنه تغییرات آن از ۳/۶۳ تا ۴/۳۷ به نسبت محدود است. این آمار نشان می‌دهد که سطح جهانی شدن در میان کشورهای نمونه و در طول دوره زمانی مورد بررسی، به نسبت همگن بوده و تفاوت‌های چشمگیری با یکدیگر ندارند. این همگونی نسبی می‌تواند به این معنا باشد که اثرات جهانی شدن بر ردپای اکولوژیک -در صورت وجود- ممکن است در سراسر نمونه از ثبات بیشتری برخوردار باشد.

به طور خلاصه، آمار توصیفی حاکی از وجود ناهمگونی قابل توجه در متغیرهای ردپای اکولوژیک، منابع طبیعی و سطح درآمد است؛ در حالی که متغیر جهانی شدن از همگنی بیشتری برخوردار است. این ویژگی‌ها، استفاده از مدل‌های پانل دیتای چندکی که قادر به کنترل و تحلیل این ناهمگونی‌ها هستند را ضروری می‌سازد.

جدول ۲. آمار توصیفی متغیرها

| متغیرها | آمار توصیفی |         |              |              |               |
|---------|-------------|---------|--------------|--------------|---------------|
|         | مشاهدات     | میانگین | انحراف معیار | کمترین مقدار | بیشترین مقدار |
| lnEF    | ۲۳۰         | ۰/۴۲    | ۰/۷۰         | -۱/۰۷        | ۱/۶۳          |
| lnEG    | ۲۳۰         | ۴/۰۸    | ۰/۱۵         | ۳/۶۳         | ۴/۳۷          |
| lnNAT   | ۲۲۰         | ۰/۷۰    | ۱/۷۲         | -۳/۴۶        | ۳/۵۴          |
| lnGDP   | ۲۳۰         | ۸/۲۴    | ۰/۹۶         | ۶/۴۳         | ۱۰/۴۲         |

منبع: یافته‌های پژوهش

## ۲-۵. آزمون‌های قبل از برآورد

با توجه به ماهیت متغیرهای مورد مطالعه و ارتباطات اقتصادی و سیاسی بین کشورها، وجود وابستگی مقطعی در بین اعضای پانل محتمل است. این پدیده به این معناست که شوک‌ها یا تغییرات در یک کشور می‌تواند به سایر کشورها نیز سرایت کند. برای بررسی این موضوع از آزمون پسران<sup>۱</sup> استفاده شد. فرضیه صفر این آزمون، وجود وابستگی مقطعی ضعیف (یا عدم وجود وابستگی قوی) است. همانطور که نتایج جدول (۳) نشان می‌دهد، آماره CD برای تمامی متغیرهای مدل از نظر آماری در سطح ۱ درصد معنادار است و تمامی مقادیر p-value برابر ۰/۰۰ هستند. بنابر نتایج، رد فرضیه صفر به شدت بیانگر وجود وابستگی مقطعی قوی در بین داده‌ها است. این یافته تایید می‌کند که استفاده از روش‌های تخمین نسل اول پانل دیتا (که فرض استقلال مقاطع را دارند) منجر به نتایج اریب و نامعتبر خواهد شد و لزوم استفاده از روش‌های نسل دوم، که نسبت به این پدیده مقاوم هستند را ضروری می‌سازد.

جدول ۳. آزمون وابستگی مقطعی

| متغیرها | آمار توصیفی |         |      |           |
|---------|-------------|---------|------|-----------|
|         | CD-test     | p-value | corr | abs(corr) |
| lnEF    | ۵/۸۹        | ۰/۰۰    | ۰/۱۸ | ۰/۴۷      |
| lnEG    | ۲۵/۸۱       | ۰/۰۰    | ۰/۸۰ | ۰/۸۰      |
| lnNAT   | ۱۴/۱۶       | ۰/۰۰    | ۰/۴۵ | ۰/۴۸      |
| lnGDP   | ۲۸/۱۴       | ۰/۰۰    | ۰/۸۷ | ۰/۸۷      |

منبع: یافته‌های پژوهش

یکی از پیش‌شرط‌های بنیادین در تحلیل سری‌های زمانی و داده‌های پانل، بررسی ویژگی مانایی یا مرتبه انباشتگی متغیرها است. این بررسی برای جلوگیری از نتایج رگرسیون کاذب و همچنین انتخاب مدل تخمینی مناسب، حیاتی است. با توجه به اینکه نتایج آزمون‌های مقدماتی وجود وابستگی مقطعی قوی را در بین کشورهای مورد مطالعه

---

1 Pesaran test

تایید کرد، استفاده از آزمون‌های ریشه واحد نسل اول که بر فرض استقلال مقاطع استوارند، می‌تواند به نتایج اریب و نامعتبر منجر شود. از این رو، در این پژوهش برای ارزیابی مانایی متغیرها از آزمون ریشه واحد دیکی-فولر تعمیم‌یافته مقطعی<sup>۱</sup> که توسط پسران<sup>۲</sup> (۲۰۰۷) توسعه یافته است، بهره گرفته شد. این آزمون با لحاظ کردن میانگین‌های مقطعی در معادله آزمون، وابستگی مقطعی را به طور موثری کنترل کرده و آماره‌های معتبری برای قضاوت در مورد وجود ریشه واحد ارائه می‌دهد. فرضیه صفر در آزمون CADF بیانگر وجود ریشه واحد (نامانا بودن متغیر) و فرضیه جایگزین نشان‌دهنده عدم وجود ریشه واحد (مانا بودن متغیر) است. نتایج این آزمون که برای تمامی متغیرهای مدل هم در سطح و هم پس از یک بار تفاضل‌گیری انجام شد، نشان‌دهنده ترکیبی از مرتبه‌های انباشتگی در میان متغیرهاست. نتایج مربوط به آزمون‌های ریشه واحد نسل دوم در جدول (۴) گزارش شده است.

جدول ۴. آزمون ریشه واحد نسل دوم

| متغیرها | CADF test       |                 |
|---------|-----------------|-----------------|
|         | تفاضل مرتبه اول | در سطح          |
| lnEF    | -۴/۱۹<br>(۰/۰۰) | -۱/۹۸<br>(۰/۲۳) |
| lnEG    | -               | -۲/۲۹<br>(۰/۰۴) |
| lnNAT   | -۳/۹۰<br>(۰/۰۰) | -۱/۵۷<br>(۰/۷۳) |
| lnGDP   | -               | -۲/۴۲<br>(۰/۰۱) |

منبع: یافته‌های پژوهش

نتایج حاصل از آزمون‌های ریشه واحد نسل دوم که در جدول (۴) گزارش شده وضعیت مانایی متغیرها در سطح را به این شرحی که در ادامه ارائه شده است، بیان می‌کند.

1 Cross-sectionally Augmented Dickey-Fuller unit root test

2 Pesaran, M. H.

تحلیل نتایج به تفکیک نشان می‌دهد که متغیر وابسته، رد پای اکولوژیک لگاریتمی با آماره  $t$ -bar برابر با  $-۱/۹۸$  و مقدار ارزش احتمال  $۰/۲۳$  و همچنین متغیر منابع طبیعی لگاریتمی با آماره  $t$ -bar برابر با  $-۱/۵۷$  و مقدار ارزش احتمال  $۰/۷۳$  در سطح نامانا هستند، زیرا مقادیر احتمال آنها از سطوح معناداری مرسوم ( $۱$ ،  $۵$  و  $۱۰$  درصد) بزرگ‌تر است و بنابراین فرضیه صفر مبنی بر وجود ریشه واحد رد نمی‌شود. با این حال، پس از یک بار تفاضل‌گیری، هر دوی این متغیرها به شدت مانا می‌شوند؛ به طوری که آماره  $t$ -bar برای لگاریتم رد پای اکولوژیک و لگاریتم رانت منابع طبیعی به ترتیب به  $-۴/۱۹$  و  $-۳/۹۰$  با ارزش احتمال برابر با  $۰/۰۰$  می‌رسد. این یافته تایید می‌کند که متغیرهای لگاریتم رد پای اکولوژیک و لگاریتم رانت منابع طبیعی از مرتبه انباشتگی یک یا به اختصار  $I(۱)$  هستند. در مقابل، نتایج برای سایر متغیرهای مستقل متفاوت است. متغیر لگاریتم شاخص جهانی شدن با آماره  $t$ -bar برابر با  $-۲/۲۹$  و ارزش احتمال  $۰/۰۴$  و متغیر تولید ناخالص داخلی سرانه لگاریتمی با آماره  $t$ -bar برابر با  $-۲/۴۲$  و ارزش احتمال  $۰/۰۱$  هر دو در سطح معناداری  $۵$  درصد فرضیه صفر ریشه واحد را رد می‌کنند. این به معنای آن است که این دو متغیر در سطح، مانا بوده و از مرتبه انباشتگی صفر یا  $I(۰)$  برخوردارند. به طور خلاصه، نتایج آزمون ریشه واحد پانلی CADF مشخص کرد که داده‌های این پژوهش ترکیبی از متغیرهای  $I(۱)$  و  $I(۰)$  هستند. این یافته به بررسی آزمون هم‌انباشتگی نسل دوم صحنه می‌گذارد. با توجه به اینکه هدف پژوهش حاضر بررسی روابط بلندمدت هست و تفاضل‌گیری از متغیرهای نامانا منجر به از دست دادن مشاهدات می‌شود؛ از این رو، بررسی وجود یک رابطه تعادلی بلندمدت بین متغیرها از طریق آزمون هم‌انباشتگی ضروری است. در این پژوهش از آزمون هم‌انباشتگی نسل دوم وسترلوند<sup>۱</sup> (۲۰۰۵) استفاده شد که نسبت به وابستگی مقطعی مقاوم است. فرضیه صفر در این آزمون عدم وجود هم‌انباشتگی است. نتایج آزمون در جدول (۵) نشان می‌دهد که آماره نسبت واریانس برابر با  $-۱/۹۱$  با مقدار ارزش احتمال  $۰/۰۲$  است. از آنجایی که این مقدار  $p$ -value کمتر از سطح  $۵$  درصد است، فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود هم‌انباشتگی رد می‌شود. این یافته به طور مستدل

1 Second-generation Westerlund cointegration test

نشان می‌دهد که یک رابطه تعادلی و پایدار بلندمدت بین ردپای اکولوژیک و متغیرهای توضیحی مدل شامل تولید ناخالص داخلی سرانه (و توان‌های آن)، شاخص جهانی شدن و منابع طبیعی وجود دارد. تایید هم‌انباشتگی، اعتبار مدل رگرسیونی تخمین زده شده را به عنوان یک رابطه بلندمدت معتبر، تقویت می‌کند.

جدول ۵. آزمون همجمعی پانل

| Westerlund Co-integration test |                 |
|--------------------------------|-----------------|
| Variance ratio                 | -۱/۹۱<br>(۰/۰۲) |

منبع: یافته‌های پژوهش

آزمون مهم دیگر، بررسی همگونی یا ناهمگونی ضرایب شیب در بین کشورهای مختلف پانل است. فرضیه صفر در آزمون دلتای تعدیل شده پسران و یاماگاتا<sup>۱</sup> (۲۰۰۸) بر همگون بودن ضرایب دلالت دارد. نتایج آزمون در جدول (۶) نشان می‌دهد که آماره دلتا ۸/۸۰ و آماره دلتای تعدیل شده ۱۰/۶۶ هر دو در سطح معناداری ۱ درصد قرار دارند. این نتیجه قاطع، فرضیه صفر مبنی بر همگونی ضرایب را رد کرده و وجود ناهمگونی قابل توجه در شیب‌ها را تایید می‌کند. به عبارت دیگر، تاثیر متغیرهای مستقلی مانند رشد اقتصادی، جهانی شدن و منابع طبیعی بر ردپای اکولوژیک در بین کشورهای مورد مطالعه یکسان نیست و از کشوری به کشور دیگر تفاوت دارد. این یافته، انتخاب مدل رگرسیون کوانتایل را بیش از پیش توجیه می‌کند، زیرا این روش به ذات خود قادر است تفاوت در ضرایب را نه تنها بین کشورها، بلکه در سطوح مختلف توزیع متغیر وابسته نیز به تصویر بکشد.

جدول ۶. آزمون همگنی شیب پسران

| آزمون | آماره | ارزش احتمال |
|-------|-------|-------------|
| Delta | ۸/۸۰  | (۰/۰۰)      |
| .adj  | ۱۰/۶۶ | (۰/۰۰)      |

منبع: یافته‌های پژوهش

---

1 Pesaran and Yamagata adjusted delta test



## ۶. نتایج مدل

در این پژوهش به منظور بررسی جامع عوامل موثر بر ردپای اکولوژیک در کشورهای N11 از دو رویکرد مکمل اقتصادسنجی استفاده شد. ابتدا برای تحلیل ناهمگن تاثیر متغیرهای مستقل در سراسر توزیع شرطی متغیر وابسته از مدل رگرسیون چندک گشتاوری برای چندک‌های ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۹۰ بهره گرفته شد. این روش برتری قابل توجهی نسبت به رگرسیون خطی سنتی دارد، زیرا اجازه می‌دهد اثرات متغیرها در نقاط مختلف توزیع ردپای اکولوژیک به طور جداگانه بررسی شوند و امکان شناسایی الگوهایی را فراهم می‌کند که در تحلیل میانگین پنهان می‌مانند. سپس به منظور تایید استحکام نتایج و بررسی اثرات میانگین با در نظر گرفتن همبستگی سریالی، ناهمسانی واریانس و همبستگی متقاطع در داده‌های پانلی از مدل دریسکول و کری استفاده گردید. نتایج هر دو مدل در جدول (۷) ارائه شده است.

جدول ۷. نتایج مدل

| Location         | مدل MMQR         |                  |                  |                  |                  | استحکام<br>نتایج | متغیر            |
|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|                  | 10 <sup>th</sup> | 25 <sup>th</sup> | 50 <sup>th</sup> | 75 <sup>th</sup> | 90 <sup>th</sup> | Driscoll-Kraay   |                  |
| ۱۷/۵۸<br>(۰/۰۰)  | ۱۴/۱۹<br>(۰/۰۰)  | ۱۵/۶۰<br>(۰/۰۰)  | ۱۸/۰۴<br>(۰/۰۰)  | ۱۹/۴۴<br>(۰/۰۰)  | ۲۰/۴۴<br>(۰/۰۰)  | ۱۷/۵۸<br>(۰/۰۰)  | LnGDP            |
| -۱/۹۱<br>(۰/۰۰)  | -۱/۶۰<br>(۰/۰۰)  | -۱/۷۳<br>(۰/۰۰)  | -۱/۹۶<br>(۰/۰۰)  | -۲/۰۹<br>(۰/۰۰)  | -۲/۱۸<br>(۰/۰۰)  | -۱/۹۱<br>(۰/۰۰)  | LnGDP2           |
| ۰/۰۷<br>(۰/۰۰)   | ۰/۰۶<br>(۰/۰۰)   | ۰/۰۶<br>(۰/۰۰)   | ۰/۰۷<br>(۰/۰۰)   | ۰/۰۷<br>(۰/۰۰)   | ۰/۰۷<br>(۰/۰۰)   | ۰/۰۷<br>(۰/۰۰)   | LnGDP3           |
| -۱/۰۱<br>(۰/۰۰)  | -۰/۹۴<br>(۰/۰۰)  | -۰/۹۷<br>(۰/۰۰)  | -۱/۰۲<br>(۰/۰۰)  | -۱/۰۵<br>(۰/۰۰)  | -۱/۰۷<br>(۰/۰۰)  | -۱/۰۱<br>(۰/۰۰)  | LnEG             |
| ۰/۰۶<br>(۰/۰۰)   | ۰/۱۰<br>(۰/۰۰)   | ۰/۰۸<br>(۰/۰۰)   | ۰/۰۵<br>(۰/۰۰)   | ۰/۰۳<br>(۰/۰۰)   | ۰/۰۲<br>(۰/۱۲)   | ۰/۰۶<br>(۰/۰۰)   | LnNAT            |
| -۵۰/۵۴<br>(۰/۰۰) | -۳۹/۸۶<br>(۰/۰۰) | -۴۴/۳۱<br>(۰/۰۰) | -۵۱/۹۹<br>(۰/۰۰) | -۵۶/۴۰<br>(۰/۰۰) | -۵۹/۵۸<br>(۰/۰۰) | -۵۰/۵۴<br>(۰/۰۰) | عرض از مبدا      |
| ۲۲۰              | ۲۲۰              | ۲۲۰              | ۲۲۰              | ۲۲۰              | ۲۲۰              | ۲۲۰              | تعداد<br>مشاهدات |

منبع: یافته‌های پژوهش

## ۶-۱. رابطه N شکل بین رشد اقتصادی و ردپای اکولوژیک

نتایج برآوردی به وضوح حاکی از وجود یک رابطه غیرخطی پیچیده بین رشد اقتصادی و ردپای اکولوژیک در کشورهای N11 است. الگوی علامت‌های ضرایب متغیرهای درآمدی در تمامی چندک‌های مورد بررسی و مدل میانگین به صورت مثبت، منفی و مجدد مثبت بوده که نشانگر تایید فرضیه N شکل منحنی زیست‌محیطی کوزنتس است. ضریب متغیر لگاریتم تولید ناخالص داخلی سرانه در تمامی چندک‌ها مثبت و معنادار در سطح ۱ درصد است. مقدار این ضریب از ۱۴/۱۹ در چندک ۱۰ به ۲۰/۴۴ در چندک ۹۰ افزایش می‌یابد. این افزایش یکنواخت نشان می‌دهد که حساسیت ردپای اکولوژیک به رشد اقتصادی در کشورها یا دوره‌هایی که از قبل سطوح بالاتری از آلودگی را تجربه می‌کنند، قوی‌تر است. به عبارت دیگر، در سطوح بالای ردپای اکولوژیک، هر واحد افزایش در درآمد سرانه، فشار بیشتری بر محیط زیست وارد می‌کند. در مدل دریسکول-کری نیز این ضریب برابر ۱۷/۵۸ و معنادار است که اثر میانگین مثبت را تایید می‌نماید. ضریب توان دوم متغیر درآمد در تمامی چندک‌ها منفی و معنادار در سطح ۱ درصد است. مقدار مطلق این ضریب از ۱/۶۰ در چندک ۱۰ به ۲/۱۸ در چندک ۹۰ افزایش می‌یابد. این الگو بیانگر آن است که پس از رسیدن به یک آستانه درآمدی مشخص، افزایش بیشتر درآمد به کاهش ردپای اکولوژیک منجر می‌شود و این اثر کاهنده در کشورهای با آلودگی بالاتر (چندک‌های بالا) قوی‌تر است. نتایج مدل دریسکول-کری با ضریب ۱/۹۱- این یافته را تایید می‌کند. با این حال، یافته کلیدی و حائز اهمیت این پژوهش، ضریب مثبت و معنادار توان سوم متغیر درآمد است که در تمامی چندک‌ها حدود ۰/۰۷ و در سطح ۱ درصد معنادار است. این ضریب نشان می‌دهد که پس از عبور از یک آستانه درآمدی بسیار بالا، رشد اقتصادی مجدد به افزایش ردپای اکولوژیک منجر می‌شود. ثبات این ضریب در سراسر چندک‌ها حاکی از آن است که این اثر بازگشتی یک ویژگی ساختاری در فرآیند توسعه است و وابسته به سطح اولیه آلودگی نیست. ترکیب این سه ضریب، مسیر توسعه را به سه مرحله تقسیم می‌کند؛ مرحله اول که با افزایش سریع آلودگی

همراه است، مرحله دوم که با کاهش موقت آلودگی مشخص می‌شود و مرحله سوم که در آن آلودگی مجدد روند صعودی می‌گیرد. این الگوی N شکل نشان‌دهنده پیچیدگی رابطه رشد- محیط زیست است و اینکه فقط افزایش درآمد نمی‌تواند تضمین‌کننده پایداری بلندمدت باشد.

## ۶-۲. اثر متغیر رانت منابع طبیعی

تحلیل اثرات رانت منابع طبیعی بر ردپای اکولوژیک، الگوی ناهمگن و قابل توجهی را آشکار می‌سازد. ضریب این متغیر در چندک‌های مختلف به صورت یکنواخت کاهشی است و از نظر معناداری نیز تغییر می‌کند. در چندک ۱۰ (کشورها یا دوره‌هایی با پایین‌ترین سطح ردپای اکولوژیک)، ضریب رانت منابع طبیعی برابر ۰/۱۰ و در سطح ۱ درصد معنادار است. این به معنای آن است که در این سطح، هر ۱ درصد افزایش در رانت منابع طبیعی منجر به ۰/۱۰ درصد افزایش در ردپای اکولوژیک می‌شود. این قوی‌ترین اثر مشاهده‌شده در میان تمام چندک‌هاست.

با حرکت به سمت چندک‌های بالاتر، اندازه و معناداری این اثر کاهش می‌یابد. در چندک ۲۵، ضریب به ۰/۰۸ کاهش می‌یابد، در چندک ۵۰ به ۰/۰۵ و در چندک ۷۵ به ۰/۰۳ می‌رسد که همگی همچنان در سطح ۱ درصد معنادار هستند. در چندک ۹۰ (کشورها یا دوره‌هایی با بالاترین سطح ردپای اکولوژیک)، ضریب به ۰/۰۲ کاهش می‌یابد و از نظر آماری معنادار نیست. این الگوی کاهشی نشان می‌دهد که تاثیر رانت منابع طبیعی بر تخریب محیط زیست به سطح آلودگی موجود بستگی دارد. در مراحل اولیه که ردپای اکولوژیک پایین است، وابستگی به رانت منابع به شدت با افزایش تخریب محیط زیست همراه است، اما در کشورها یا دوره‌هایی که به سطوح بحرانی آلودگی رسیده‌اند، رانت منابع دیگر یک عامل تعیین‌کننده نیست و عوامل دیگری نقش غالب را ایفا می‌کنند. مدل دریسکول-کری با ارائه یک ضریب میانگین برابر ۰/۰۶ و معنادار در سطح ۱ درصد، تایید می‌کند که در مجموع، رانت منابع طبیعی اثر مثبت معناداری بر افزایش ردپای اکولوژیک

دارد، اما تحلیل چندک نشان می‌دهد که این اثر میانگین، ناهمگنی قابل توجهی را در خود پنهان کرده است.

### ۳-۶. اثر متغیر جهانی شدن اقتصادی

برخلاف انتظارات مبتنی بر فرضیه پناهگاه آلودگی، نتایج نشان می‌دهند که جهانی شدن اقتصادی در تمامی چندک‌ها اثر کاهنده معناداری بر ردپای اکولوژیک دارد. ضریب این متغیر در همه سطوح منفی و در سطح ۱ درصد معنادار است. در چندک ۱۰، ضریب جهانی شدن اقتصادی برابر ۰/۹۴- است که نشان می‌دهد افزایش ۱ درصدی در شاخص جهانی شدن، منجر به کاهش ۰/۹۴ درصدی در ردپای اکولوژیک می‌شود. این اثر کاهنده با حرکت به سمت چندک‌های بالاتر تقویت می‌شود؛ به طوری که ۰/۹۷- در چندک ۲۵، ۱/۰۲- در چندک ۵۰، ۱/۰۵- در چندک ۷۵ و ۱/۰۷- در چندک ۹۰. این الگوی افزایشی در اندازه اثر کاهنده جهانی شدن نشان می‌دهد که کشورها یا دوره‌هایی که با سطوح بالاتری از آلودگی مواجه هستند، بیشتر از یکپارچگی با اقتصاد جهانی بهره می‌برند. به عبارت دیگر، در شرایطی که فشار زیست‌محیطی بالاست، جهانی شدن می‌تواند نقش موثرتری در کاهش تخریب محیط زیست ایفا کند. نتایج مدل دریسکول-کری با ضریب ۱/۰۱- و معنادار در سطح ۱ درصد، اثر میانگین منفی جهانی شدن را تایید می‌کند. یکنواختی جهت اثر (منفی) در تمامی چندک‌ها و مدل میانگین، شواهد قوی علیه فرضیه پناهگاه آلودگی و به نفع فرضیه هالوی آلودگی فراهم می‌کند.

### ۴-۶. استحکام نتایج

مقایسه نتایج حاصل از روش MMQR و مدل دریسکول-کری نشان می‌دهد که یافته‌ها از استحکام بالایی برخوردار هستند. تمامی ضرایب در مدل دریسکول-کری از نظر علامت، اندازه نسبی و معناداری با نتایج میانه (چندک ۵۰) و میانگین موقعیت (Location) در MMQR سازگار هستند. این سازگاری نشان می‌دهد که نتایج وابسته به انتخاب روش خاص نیستند و در برابر مشکلات رایج داده‌های پانل (همبستگی سریالی،

ناهمسانی واریانس و همبستگی متقاطع) مقاوم هستند. همچنین معناداری آماری بالای تمام ضرایب در سطح ۱ درصد (بجز ضریب رانت منابع در چندک ۹۰)، اطمینان بالایی نسبت به یافته‌ها ایجاد می‌کند. تعداد مشاهدات (۲۲۰ مشاهده از ۱۰ کشور طی ۲۲ سال) نیز برای برآورد پارامترها کافی است.

## ۷. بحث و نتیجه‌گیری

این مطالعه با هدف پر کردن شکاف‌های مهم در ادبیات اقتصاد محیط زیست به بررسی عوامل تعیین‌کننده تخریب محیط زیست با تمرکز بر نقش رشد اقتصادی، جهانی شدن اقتصادی و رانت منابع طبیعی در ۱۰ کشور عضو گروه N11 پرداخت. این کشورها به دلیل جمعیت کلان، سهم قابل توجه در تولید جهانی و تنوع در ساختار اقتصادی، نمایندگان مناسبی از اقتصادهای نوظهور هستند که در مسیر گذار به توسعه پایدار با چالش‌های پیچیده زیست‌محیطی مواجه‌اند. استفاده از روش رگرسیون چندکی گشتاوری و رگرسیون پانلی در یسکول-کری، امکان شناسایی ناهمگنی اثرات و تایید استحکام نتایج را فراهم کرد. یافته‌های این پژوهش درک عمیق‌تری از پویایی‌های پیچیده میان توسعه اقتصادی، بهره‌برداری از منابع طبیعی، یکپارچگی جهانی و پیامدهای زیست‌محیطی ارائه می‌دهد و تلویحات مهمی برای سیاست‌گذاری پایدار در اقتصادهای نوظهور به همراه دارد. یافته اصلی این پژوهش، تایید قاطع فرضیه N شکل منحنی زیست‌محیطی کوزنتس در کشورهای N11 است.

نتایج رگرسیون چندکی گشتاوری نشان داد که رابطه میان رشد اقتصادی و ردپای اکولوژیک در تمام چندک‌های توزیع آلودگی، الگوی N شکل را دنبال می‌کند؛ به این معنا که در مراحل اولیه توسعه، افزایش درآمد سرانه با تشدید تخریب محیط زیست همراه است، سپس در سطوح درآمدی متوسط کاهش موقت آلودگی مشاهده می‌شود، اما در نهایت در سطوح درآمدی بسیار بالا، آلودگی مجدداً افزایش می‌یابد. این یافته با مطالعات جهانگیر و همکاران (۲۰۲۳) که N شکل را در کشورهای توسعه‌یافته طی دوره ۲۰۱۶-۱۹۹۲ تایید کردند، سان و همکاران (۲۰۲۳) که در ۳۵ کشور OECD طی ۲۰۲۰-۱۹۹۰

به نتایج مشابهی دست یافتند و اعظمی و همکاران (۱۴۰۳) که در اقتصادهای منتخب نفتی و غیرنفتی فرضیه  $N$  شکل را تایید نمودند، همسو است. این سازگاری نشان می‌دهد که رابطه  $N$  شکل یک پدیده جهانی است که در کشورهای با سطوح مختلف توسعه قابل مشاهده است و نمی‌توان آن را فقط به یک گروه خاص از اقتصادها محدود کرد.

با این حال، یافته‌های ما با ژو و همکاران (۲۰۲۴) که فرضیه  $N$  شکل را در همین گروه کشورها رد و تنها شکل  $U$  معکوس را تایید کردند، متناقض است. این تفاوت می‌تواند به دلایل روش‌شناختی توجیه شود؛ آن‌ها از روش CS-ARDL استفاده کردند که اثرات میانگین را برآورد می‌کند و ناهمگنی موجود در توزیع ردپای اکولوژیک را نادیده می‌گیرد، در حالی که روش MMQR به کار رفته در این مطالعه نشان داد که رابطه  $N$  شکل در تمام چندک‌های توزیع ردپای اکولوژیک به صورت یکنواخت وجود دارد. این امر تاکید می‌کند که انتخاب روش اقتصادسنجی می‌تواند تاثیر قابل توجهی بر نتایج داشته باشد و استفاده از روش‌های ناهمگن برای آشکارسازی پویایی‌های پنهان در داده‌ها ضروری است. تایید فرضیه  $N$  شکل تلویحات مهمی برای پایداری بلندمدت دارد؛ وجود نقطه عطف سوم نشان می‌دهد که کشورهای  $N11$  نمی‌توانند فقط بر رشد اقتصادی تکیه کنند و امیدوار باشند که به طور خودکار به محیط زیست پاک‌تری دست یابند. مسیر توسعه این کشورها مملو از خطرات زیست‌محیطی است؛ حتی اگر در مرحله دوم موفق به کاهش موقت آلودگی شوند، ریسک بازگشت مجدد به آلودگی بالا در سطوح درآمدی بسیار بالا وجود دارد. دلایل بازگشت آلودگی در مرحله سوم را می‌توان به مصرف‌گرایی افراطی، پارادوکس جونز، برون‌سپاری آلودگی، و اشباع نشدن تقاضا برای انرژی نسبت داد، که این امر ضرورت مداخلات سیاستی پیوسته و تهاجمی را در تمام مراحل توسعه برجسته می‌کند.

یافته کلیدی دوم این پژوهش، ناهمگنی اثر رانت منابع طبیعی است که پژوهش حاضر آن را نفرین منابع مرحله‌ای نامگذاری کرده است. نتایج نشان داد که تاثیر مخرب رانت منابع بر محیط زیست به مرحله توسعه و سطح آلودگی موجود بستگی دارد؛ اثر رانت منابع در چندک‌های پایین توزیع ردپای اکولوژیک به طور معناداری مثبت و قوی است، اما در

چندک‌های بالاتر این اثر کاهش می‌یابد و حتی در برخی موارد ناچیز می‌شود. مطالعات گذشته عموماً بر اثرات میانگین تمرکز داشته‌اند. برای نمونه، هی و همکاران (۲۰۲۴) رابطه میان رانت مواد معدنی، تخریب منابع طبیعی و ردپای اکولوژیک را در کشورهای با آلایندگی بالا بررسی کرده‌اند، یافته‌های آنان نشان می‌دهد نوع منابع و کارایی استخراج می‌تواند اثر متفاوتی بر محیط‌زیست داشته باشد. همچنین توآنی و بن-سلها (۲۰۲۴) با تمرکز بر کشورهای غنی از منابع در منطقه MENA نشان داده‌اند که بهره‌برداری ناپایدار از منابع طبیعی در بلندمدت اثر منفی قابل توجهی بر شاخص‌های زیست‌محیطی دارد.

پژوهش حاضر با تلفیق شواهد موجود نشان می‌دهد که اثر رانت منابع در مراحل مختلف توسعه اقتصادی یکنواخت نیست. در مراحل اولیه، کشورها فاقد زیرساخت نهادی و فناوری پاک هستند و رانت منابع معمولاً موجب تمرکز اقتصاد بر صنایع انرژی‌بر، کندی در تنوع‌بخشی و گسترش فساد می‌شود. اما در مراحل بالاتر، با رشد فناوری و بهبود حکمرانی، استخراج منابع و استفاده از انرژی کارآمدتر می‌گردد و اثر تخریبی آن کاهش می‌یابد. در نتیجه، سیاست‌های مدیریت منابع باید متناسب با سطح توسعه کشورها طراحی شوند؛ نسخه‌ی واحدی برای همه‌ی اقتصادهای غنی از منابع وجود ندارد.

همچنین مطالعات پیشین از جمله اوکان و همکاران (۲۰۲۴) نشان داده‌اند که جهانی شدن در برخی کشورهای BRICS به‌ویژه برزیل، اثر کاهنده‌ای بر ردپای اکولوژیک دارد. همچنین احمد و همکاران (۲۰۲۲) با بررسی کشورهای G7 دریافتند که جهانی شدن تجاری و سرمایه‌گذاری در فناوری سبز، عرضه‌ی انرژی پاک را تقویت کرده و پایداری زیست‌محیطی را ارتقا می‌دهد.

نتایج این پژوهش با این شواهد هم‌سو است: جهانی شدن از طریق انتقال فناوری‌های پاک، فشار نهادی برای رعایت استانداردهای زیست‌محیطی، سرمایه‌گذاری‌های سبز و انتشار دانش زیست‌محیطی، موجب کاهش فشار اکولوژیک می‌شود. شدت بیشتر اثر در چندک‌های بالاتر بیانگر این نکته است که کشورهایی با سطح آلودگی بالاتر، انگیزه و ظرفیت بیشتری برای جذب فناوری‌های پاک و استفاده از فرصت‌های جهانی شدن دارند.

بدین سان جهانی شدن در صورت همراهی با سیاست‌های توانمندساز داخلی، می‌تواند نقش کلیدی در گذار به توسعه‌ی سبز ایفا کند.

بر اساس یافته‌های این پژوهش، توصیه‌های سیاستی متمایز برای کشورهای N11 در مراحل مختلف توسعه ارائه می‌شود. برای کشورهای با سطح آلودگی پایین که در مرحله اول N شکل قرار دارند، مدیریت پیشگیرانه رانت منابع از طریق تاسیس صندوق‌های ثروت ملی برای سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر، تقویت حکمرانی زیست‌محیطی با ایجاد نهادهای شفاف برای نظارت بر استخراج منابع و تنوع‌بخشی زود هنگام اقتصادی برای کاهش وابستگی به منابع طبیعی ضروری است. این اقدامات می‌تواند از بروز نفرین منابع در مراحل اولیه توسعه جلوگیری کند. برای کشورهای در حال گذار که در مرحله دوم N شکل هستند، تسریع گذار انرژی از طریق جایگزینی تدریجی سوخت‌های فسیلی با انرژی‌های تجدیدپذیر، ارتقای کارایی انرژی در صنایع و حمل‌ونقل و ساختمان‌ها و مدیریت شهرنشینی پایدار با توسعه حمل‌ونقل عمومی و برنامه‌ریزی شهری کم‌کربن توصیه می‌شود تا از کاهش موقت آلودگی بهره‌برند و از ورود به مرحله سوم جلوگیری کنند.

برای کشورهای با سطح آلودگی بالا که نزدیک به مرحله سوم N شکل هستند، اصلاحات ساختاری تهاجمی برای بازطراحی الگوهای تولید و مصرف، اعمال مالیات کربن و تعرفه‌های زیست‌محیطی برای افزایش هزینه فعالیت‌های آلاینده و فرهنگ‌سازی برای مصرف پایدار به منظور کاهش مصرف گرایی افراطی ضروری است تا از بازگشت مجدد آلودگی جلوگیری شود. سیاست‌های کلی برای همه کشورها شامل تسهیل سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی سبز با ایجاد مشوق‌های سرمایه‌گذاری برای شرکت‌های خارجی دارای فناوری پاک، پیوستن به توافق‌نامه‌های تجاری سبز برای انتقال فناوری و دسترسی به بازارهای جهانی و ایجاد اتحادهای منطقه‌ای برای همکاری در زمینه انرژی تجدیدپذیر و مدیریت منابع است.



## تعارض منافع

تعارض منافع وجود ندارد.

## سپاسگزاری

نویسندگان این مطالعه بر خود واجب می‌دانند مراتب قدردانی صمیمانه خود را از پیشنهادات شایسته داوران و هیأت تحریریه محترم نشریه وزین پژوهشنامه اقتصادی به عمل بیاورند.

## ORCID

Ali Hasanvand



<http://orcid.org/0000-0002-9209-9233>

Bahar Salarvand



<http://orcid.org/0009-0004-7579-5175>

## منابع

- اعظمی، سمیه، رحمانی، حمید، دل انگیزان، سهراب. (۱۴۰۳). منحنی زیست محیطی کوزنتس N شکل: شواهدی از کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته. فصلنامه پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی، ۱۴(۵۵)، ۹۳-۱۰۹. <https://doi.org/10.30473/egdr.2024.70318.6811>
- حری، حمیدرضا، جلائی، سید عبدالمجید، جعفری، سعید. (۱۳۹۲). بررسی تاثیر توسعه مالی و مصرف انرژی بر تخریب زیست محیطی در ایران در چارچوب فرضیه منحنی زیست محیطی کوزنتس (EKC). فصلنامه پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران، ۲(۶)، ۲۷-۴۸.
- شکوهی فرد، سیامک، سلیمانپور زنوز، علی، حاضری نیری، هاتف. (۱۴۰۳). اثرات مصرف انرژی و بخش مالی بر آلودگی محیط زیست مطالعه موردی: ایران. فصلنامه جغرافیا و روابط انسانی، ۷(۳)، ۱۸۸-۱۷۲. <https://doi.org/10.22034/gahr.2024.435341.2032>
- عسگری، حشمت اله، هواس بیگی، فاطمه، مریدیان، علی. (۱۴۰۱). آزمون فرضیه منحنی زیست محیطی کوزنتس در اقتصاد ایران با تاکید بر نقش متغیرهای توسعه ای: رویکرد ARDL تعمیم یافته با شکست ساختاری. فصلنامه تحلیل‌های اقتصادی توسعه ایران، ۸(۱)، ۲۳۴-۱۹۹. <https://doi.org/10.22051/ieda.2021.37228.1292>

مریدیان، علی، یارمحمدیان، ناصر، مطلبی، معصومه، شادمهر، افسانه. (۱۴۰۰). نقش پیچیدگی اقتصادی در ردپای بوم شناختی: بررسی فرضیه منحنی زیست محیطی کوزنتس (EKC) برای ایران. فصلنامه پژوهشنامه اقتصاد و برنامه ریزی، ۲۶(۲)، ۱۷۹-۱۵۳.  
<https://doi.org/10.52547/jpbud.26.2.153>  
موسوی، سید کاظم، سلمانپور زنوز، علی، شکوهی فرد، سیامک. (۱۳۹۶). اثر رشد اقتصادی، مصرف انرژی و توسعه مالی بر آلودگی محیط زیست در ایران طی دوره ۱۳۹۵-۱۳۶۵. فصلنامه مطالعات علوم محیط زیست، ۲(۳)، ۴۵۴-۴۶۳.

## References

- Adebayo, T. S., Akadiri, S. S., Adedapo, A. T., & Usman, N. (2022). Does interaction between technological innovation and natural resource rent impact environmental degradation in newly industrialized countries? New evidence from method of moments quantile regression. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(2), 3162-3169. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-17631-y>
- Ahmed, Z., Wang, Z., Mahmood, F., Hafeez, M., & Ali, N. (2019). Does globalization increase the ecological footprint? Empirical evidence from Malaysia. *Environmental Science and Pollution Research*, 26 (18), 18565-18582. <https://doi.org/10.1007/S11356-019-05224-9>
- Ahmed, Z., Zhang, B., & Cary, M. (2021). Globalization, economic growth, and ecological footprint: Evidence from symmetric and asymmetric ARDL. *Ecological Indicators*, 121, 107060. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.107060>
- Alvarez-Herranz, A., & Balsalobre-Lorente, D. (2015). Energy regulation in the EKC model with a dampening effect. *Journal of Environmental Analytical Chemistry*, 2 (3), 1000137. <https://doi.org/10.4172/2380-2391.1000137>
- Asgari, H., Havasbeigi, F., & Moridian, A. (2022). Testing the Environmental Kuznets Curve hypothesis in Iran's economy with emphasis on the role of development variables: A generalized ARDL approach with structural breaks. *Iranian Economic Development*

- Analysis*, 8(1), 199-234. doi: 10.22051/ieda.2021.37228.1292. [In Persian].
- Azami, S., Rahmani, H., & Delangizaan, S. (2024). N-shaped Environmental Kuznets Curve: Evidence from developing and developed countries. *Journal of Economic Growth and Development Research*, 14(55), 93-109. doi: 10.30473/egdr.2024.70318.6811. [In Persian].
- Baz, K., Xu, D., Ali, H., Ali, I., Khan, I., & Akram, R. (2020). Asymmetric impact of energy consumption and economic growth on ecological footprint: Using asymmetric and nonlinear approach. *Science of The Total Environment*, 718, 137364. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137364>
- Bilgili, F., Ulucak, R., Koçak, E., & İlkay, S. Ç. (2020). Does globalization matter for environmental sustainability? Empirical investigation for Turkey by Markov Regime switching models. *Environmental Science and Pollution Research*, 27 (1), 1087–1100. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-06830-5>
- Caglar, A. E., Avci, S. B., Ahmed, Z., & Gökçe, N. (2024b). Assessing the role of green investments and green innovation in ecological sustainability: from a climate action perspective on European countries. *Science of The Total Environment*, 928, 172527. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.172527>
- Caglar, A. E., Avci, S. B., Daştan, M., & Destek, M. A. (2024f). Investigation of the effect of natural resource dependence on environmental sustainability under the novel load capacity curve hypothesis. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 31 (4), 431–446. <https://doi.org/10.1080/13504509.2023.2296495>
- Caglar, A. E., Avci, S. B., Gökçe, N., & Destek, M. A. (2024e). A sustainable study of competitive industrial performance amidst environmental quality: New insight from novel Fourier perspective. *Journal of Environmental Management*, 366, 121843. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.121843>

- Caglar, A. E., Daştan, M., & Avci, S. B. (2024a). Persistence of disaggregate energy RD&D expenditures in top-five economies: Evidence from artificial neural network approach. *Applied Energy*, 365, 123216. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2024.123216>
- Caglar, A. E., Daştan, M., Avci, S. B., Ahmed, Z., & Gönenç, S. (2024d). Modeling the influence of mineral rents and low-carbon energy on environmental quality: New insights from a sustainability perspective. *Natural Resources Forum*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1111/1477-8947.12472>
- Caglar, A. E., Gökçe, N., & Şahin, F. (2024g). Sustaining environment through municipal solid waste: evidence from European Union economies. *Environmental Science and Pollution Research*, 31 (5), 6040–6053. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-31494-5>
- Caglar, A. E., Gönenç, S., & Destek, M. A. (2024c). The influence of nuclear energy research and development investments on environmental sustainability: evidence from the United States and France. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 31 (7), 861–872. <https://doi.org/10.1080/13504509.2024.2341797>
- Danish, & Ulucak, R. (2020). How do environmental technologies affect green growth? Evidence from BRICS economies. *Science of The Total Environment*, 712, 136504. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.136504>
- Danish, Ulucak, R., & Khan, S. U. D. (2020). Determinants of the ecological footprint: Role of renewable energy, natural resources, and urbanization. *Sustainable Cities and Society*, 54, 101996. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101996>
- Du, G., Liu, S., Lei, N., & Huang, Y. (2018). A test of environmental Kuznets curve for haze pollution in China: Evidence from the panel data of 27 capital cities. *Journal of Cleaner Production*, 205, 843–851. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.08.330>
- Dunlap, R. E., & Jorgenson, A. K. (2012). *Environmental problems*. In G. Ritzer (Ed.), *The Wiley-Blackwell encyclopedia of globalization*. Wiley-Blackwell. <https://doi.org/10.1002/9780470670590.wbeog174>

- Epo, B. N., & Faha, D. R. N. (2020). Natural resources, institutional quality and economic growth: An African tale. *The European Journal of Development Research*, 32 (4), 1184–1209. <https://doi.org/10.1057/s41287-019-00222-6>
- Eregha, P. B., Nathaniel, S. P., & Vo, X. V. (2023). Economic growth, environmental regulations, energy use, and ecological footprint linkage in the Next-11 countries: Implications for environmental sustainability. *Energy & Environment*, 34(5), 1327-1347.
- Grossman, G. M., & Krueger, A. B. (1991). Environmental impacts of a North American Free Trade Agreement (Working Paper No. 3914). National Bureau of Economic Research. <https://www.nber.org/papers/w3914>
- Hari, H. R., Jalaee, S. A. M., & Jafari, S. (2013). Examining the effect of financial development and energy consumption on environmental degradation in Iran within the framework of the Environmental Kuznets Curve (EKC) hypothesis. *Iranian Energy Economics Research Journal*, 2(6), 27-48. [In Persian]
- Houssam, N., Ibrahim, D. M., & El-Aasar, K. M. (2024). Insights from the N11 economies on drivers of the clean energy transition. *Utilities Policy*, 90, 101818.
- Jahanger, A., Hossain, M. R., Onwe, J. C., Ogwu, S. O., Awan, A., & Balsalobre-Lorente, D. (2023). Analyzing the N-shaped EKC among top nuclear energy generating nations: A novel dynamic common correlated effects approach. *Gondwana Research*, 116, 73-88. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.gr.2022.12.012>
- Kahuthu, A. (2006). Economic growth and environmental degradation in a global context. *Environment, Development and Sustainability*, 8 (1), 55–68. <https://doi.org/10.1007/s10668-005-0785-3>
- Khan, S., Murshed, M., Ozturk, I., & Khudoykulov, K. (2022). The roles of energy efficiency improvement, renewable electricity production, and financial inclusion in stimulating environmental sustainability in the Next Eleven countries. *Renewable Energy*, 193, 1164–1176. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2022.05.065>

- Kirikkaleli, D., Adebayo, T. S., Khan, Z., & Ali, S. (2021). Does globalization matter for ecological footprint in Turkey? Evidence from dual adjustment approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 28 (11), 14009–14017. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-11654-7>
- Kostakis, I., & Arauzo-Carod, J.-M. (2023). The key roles of renewable energy and economic growth in disaggregated environmental degradation: Evidence from highly developed, heterogeneous and cross-correlated countries. *Renewable Energy*, 206, 1315-1325. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.renene.2023.02.106>
- Lacheheb, M., Abd. Rahim, A. S., & Sirag, A. (2015). Economic growth and carbon dioxide emissions: Investigating the environmental Kuznets curve hypothesis in Algeria. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 5 (4), 1133-1140.
- Layachi, O. B. (2019). Effects of energy prices on environmental pollution: Testing environmental Kuznets curve for Algeria. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 9 (6), 332–338. <https://doi.org/10.32479/ijeep.8312>
- Le, T. H., Chang, Y., & Park, D. (2016). Openness and environmental quality: International evidence. *Energy Policy*, 92, 45–55. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.01.030>
- Machado, J. A., & Silva, J. S. (2019). Quantiles via moments. *Journal of Econometrics*, 213(1), 145-173.
- Moridian, A., Yarmohammadian, N., Matlabi, M., & Shadmehr, A. (n.d.). The role of economic complexity in ecological footprint: Examining the Environmental Kuznets Curve (EKC) hypothesis for Iran. *Quarterly Journal of Economics and Planning*, 26(2), 153-179. [In Persian].
- Mousavi, S. K., Salmanpour Zonouz, A., & Shokoohifard, S. (2017). The effect of economic growth, energy consumption, and financial development on environmental pollution in Iran during 1986–2016. *Environmental Science Studies*, 2(3), 454-463. [In Persian].
- Muhammad, B., Khan, M. K., Khan, M. I., & Khan, S. (2021). Impact of foreign direct investment, natural resources, renewable energy



- consumption, and economic growth on environmental degradation: Evidence from BRICS, developing, developed and global countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 28 (17), 21789–21798. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-12084-1>
- Narayan, P. K., Saboori, B., & Soleymani, A. (2016). Economic growth and carbon emissions. *Economic Modelling*, 53, 388–397. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2015.10.027>
- Nathaniel, S. P. (2021). Ecological footprint and human well-being nexus: accounting for broad-based financial development, globalization, and natural resources in the Next-11 countries. *Future Business Journal*, 7(1), 24.
- Nathaniel, S. P., Murshed, M., & Bassim, M. (2021). The nexus between economic growth, energy use, international trade and ecological footprints: the role of environmental regulations in N11 countries. *Energy, Ecology and Environment*, 6(6), 496-512.
- Nathaniel, S. P., Nwulu, N. I., & Bekun, F. V. (2021). Natural resource, globalization, urbanization, human capital, and environmental degradation in Latin American and Caribbean countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 28 (5), 6207–6221. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-10850-9>
- Papadas, D. (2024). Exploring the nexus of economic growth, energy mix, services, trade openness, and environmental quality: Evidence from N11 countries. *Development and Sustainability in Economics and Finance*, 2, 100028.
- Pesaran, M. H. (2007). A simple panel unit root test in the presence of cross-section dependence. *Journal of Applied Econometrics*, 22(2), 265–312.
- Pesaran, M. H., & Yamagata, T. (2008). Testing slope homogeneity in large panels. *Journal of Econometrics*, 142(1), 50–93. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2007.05.010>
- Razzaq, A., Sharif, A., An, H., & Aloui, C. (2022). Testing the directional predictability between carbon trading and sectoral stocks in China: New insights using cross-quantilogram and rolling window causality approaches. *Technological Forecasting and Social Change*, 182, 121846.

- Sabir, S., & Gorus, M. S. (2019). The impact of globalization on ecological footprint: Empirical evidence from the South Asian countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 26 (32), 33387–33398. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-06458-3>
- Shahbaz, M. (2019). Globalization-emissions nexus: Testing the EKC hypothesis in Next-11 countries (MPRA Paper No. 93959). University Library of Munich, Germany. <https://mpa.ub.uni-muenchen.de/93959/>
- Shehzad, K., Xiaoxing, L., & Sarfraz, M. (2021). Envisaging the asymmetrical association among FDI, ICT, and climate change: A case from developing country. *Environmental and Climate Technologies*, 25 (1), 123–137. <https://doi.org/10.2478/rtuect-2021-0009>
- Shehzad, K., Xiaoxing, L., Sarfraz, M., & Zulfiqar, M. (2020). Signifying the imperative nexus between climate change and information and communication technology development: A case from Pakistan. *Environmental Science and Pollution Research*, 27 (24), 30502–30517. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-09128-x>
- Shehzad, K., Zeraibi, A., & Zaman, U. (2022). Testing the N-shaped environmental Kuznets curve in Algeria: An imperious role of natural resources and economic globalization. *Resources Policy*, 77, 102700. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.102700>
- Shittu, W. O., Adedoyin, F. F., Shah, M. I., & Musibau, H. O. (2021). An investigation of the nexus between natural resources, environmental performance, energy security and environmental degradation: Evidence from Asia. *Resources Policy*, 73, 102227. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2021.102227>
- Shokoohifard, S., Salmanpour Zonouz, A., & Hazeriniari, H. (2024). Effects of energy consumption and the financial sector on environmental pollution: The case of Iran. *Geography and Human Relations*, 7(3), 172-188. [In Persian]
- Sun, Y., Tian, W., Mehmood, U., Zhang, X., & Tariq, S. (2023). How do natural resources, urbanization, and institutional quality meet with ecological footprints in the presence of income inequality and human



- capital in the Next Eleven countries? *Resources Policy*, 85, 104007. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.104007>
- Torras, M., & Boyce, J. K. (1998). Income, inequality, and pollution: a reassessment of the environmental Kuznets curve. *Ecological Economics*, 25 (2), 147–160. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(97\)00177-8](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(97)00177-8)
- Usman, M., Jahanger, A., Makhdom, M. S. A., Balsalobre-Lorente, D., & Bashir, A. (2022). How do financial development, energy consumption, natural resources, and globalization affect Arctic countries' economic growth and environmental quality? An advanced panel data simulation. *Energy*, 241, 122515. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.122515>
- Wang, J., & Dong, K. (2019). What drives environmental degradation? Evidence from 14 Sub-Saharan African countries. *Science of The Total Environment*, 656, 165–173. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.11.354>
- Westerlund, J. (2005). New simple tests for panel cointegration. *Econometric Reviews*, 24(3), 297-316.
- Yavuz, E., Kilic, E., & Caglar, A. E. (2024). A new hypothesis for the unemployment-environment dilemma: is the environmental Phillips curve valid in the framework of load capacity factor in Turkiye? *Environment, Development and Sustainability*, 26(11), 29475-29492.
- Yilanci, V., & Gorus, M. S. (2020). Does economic globalization have predictive power for ecological footprint in MENA counties? A panel causality test with a Fourier function. *Environmental Science and Pollution Research*, 27 (32), 40552–40562. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-10092-9>
- Zafar, M. W., Saud, S., & Hou, F. (2019). The impact of globalization and financial development on environmental quality: evidence from selected countries in the Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). *Environmental Science and Pollution Research*, 26 (13), 13246–13262. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-04761-7>

Zhu, Z., Jia, Q., Xie, S., Song, K., Zhang, T., Cai, R., & Wang, H. (2024). Estimating the impacts of economic globalization and natural resources on ecological footprints within the N-shaped EKC in the Next 11 economies. *Scientific Reports*, 14(1), 27465.



**استناد به این مقاله:** حسوند، علی، سالاروند، بهار. (۱۴۰۴). تحلیل ناهمگن تاثیر رانت منابع طبیعی و جهانی شدن اقتصادی بر ردپای اکولوژیک: آزمون فرضیه N شکل کوزنتس در کشورهای N11، پژوهشنامه اقتصادی، ۲۵ (۹۶)، ۲۲۷-۲۸۰.



*Journal of Economic Research* is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License