Journal of Economic Policies and Research
Journal of The Department of Economics, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran
Journal Homepage: www.jepr.uok.ac.ir
Online ISSN: 2821-174X

Volume 5, Issue 2, Summer 2026, Page: 185-209 DOI: 10.22034/jepr.2026.143367.1246

Research Article

Investigating The Impact of Energy Consumption on Human Development Index Considering Economic Complexity**

Ali Sayehmiri*[1], Maryam Veismoradi[2]

1. Associate Professor, Department of Economics, Faculty of Literature and Humanities, Ilam University, Ilam, Iran.
2. M.A in Theoretical Economics, Department of Economics, Faculty of Literature and Humanities, Ilam University, Ilam, Iran.

Received 28 July 2025 Revise 27 December 2025 Accepted 13 January 2026 Publish 22 June 2026

Abstract

Human development is a comprehensive welfare indicator that extends beyond economic growth to encompass education and health. Despite abundant energy resources in the Middle East and North Africa (MENA) region, many countries continue to face serious challenges in attaining higher levels of human development. Heavy reliance on fossil fuels, economic volatility, and limited production diversification have weakened the link between economic growth and sustainable improvements in human well-being. In this context, economic complexity can play an important role in explaining development disparities. This study examines the impact of energy consumption on the Human Development Index (HDI), accounting for economic complexity in twelve selected MENA countries over the period 1995–2021. Panel quantile regression is employed to capture heterogeneous effects across different levels of human development. The results indicate that GDP per capita, trade openness, and urbanization exert positive and significant effects on HDI across all quantiles. Economic complexity has a negative effect in lower quantiles and turns positive and significant in higher quantiles. Renewable energy consumption negatively affects HDI in lower quantiles, whereas fossil fuel consumption has a positive effect in higher quantiles. These findings highlight the importance of tailoring energy and development policies to the specific stage of development.

Keywords: Economic Complexity, Energy Consumption, Human Development, Quantile Regression

JEL Classification: D20, K32, O10, O1

* **Corresponding Author**: Ali Sayehmiri **E-mail:** A.sayehmiri@ilamac.ir **Tel:** +989204544821

** **Note:** This article is derived from the master's thesis of *Maryam Veismoradi* in Theoretical Economics at Ilam University, Ilam, Iran.

Cite This Article (APA): Sayehmiri, A. and Veismoradi, M. (2026). Investigating the impact of energy consumption on human development index considering economic complexity. *Journal of Economic Policies and Research*, 5(2), 185-209. https://doi.org/10.22034/jepr.2026.143367.1246 [In Persian].

Homepage of this Article: https://jepr.uok.ac.ir/article_64309.html?lang=en

© The Author(s), 2026. Economic Policies and Research, Published online by University of Kurdistan. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Introuction

Economic growth alone does not guarantee improvements in human welfare; the quality of a country's economic structure, its technological capacity, and the diversity of its production base play a crucial role in sustainable development. The Human Development Index (HDI) provides a broader measure of welfare by incorporating education and health alongside income, meaning that relying solely on income-based indicators may not accurately reflect real development progress. Countries in the Middle East and North Africa (MENA) possess substantial oil and gas resources, yet many continue to experience relatively low levels of human development. Dependence on natural resource exports, income volatility, and limited diversification have weakened the translation of economic growth into gains in education, health, and living standards—a pattern that exemplifies the challenges inherent in resource-dependent development paths.

Energy is a fundamental input for economic and social activities, and access to energy is essential for improving human development outcomes. At the same time, economic complexity captures the productive knowledge embedded in an economy and its ability to generate a diverse range of sophisticated products. The effects of energy consumption and economic complexity on human development are likely to vary across different levels of development. This study addresses this gap by examining the heterogeneous impacts of these factors in selected MENA countries.

Methodology

This study employs a quantitative, applied research approach to analyze the impact of energy consumption and economic complexity on human development in twelve MENA countries from 1995 to 2021. The sample includes countries with varying levels of development and significant energy endowments. The Human Development Index (HDI) serves as the dependent variable, while the explanatory variables comprise GDP per capita, renewable energy consumption, non-renewable energy consumption, the Economic Complexity Index (ECI), trade openness, and the urbanization rate. Data are drawn from international databases, including the World Bank and the Economic Complexity Observatory.

To capture heterogeneous effects across different levels of human development, panel quantile regression is applied. Unlike conventional panel regression methods, which estimate average effects, this approach allows the impact of each explanatory variable to vary across quantiles of the HDI distribution. The method is particularly well suited to analyzing countries at different development stages and to identifying non-linear relationships. The estimation is conducted using panel data techniques that ensure robustness against heteroskedasticity and distributional asymmetry.

Results and Discussion

The empirical results reveal significant heterogeneity in the relationships linking energy consumption, economic complexity, and human development across quantiles of the HDI distribution. GDP per capita, trade openness, and urbanization exhibit positive and statistically significant effects on HDI across all quantiles, indicating that economic growth, integration into global markets, and urban development consistently contribute to improvements in human welfare.

The impact of economic complexity varies with the level of development. In lower quantiles, economic complexity exerts a negative effect on HDI, suggesting that the early stages of production diversification may entail short-term adjustment costs that dampen human development gains. In higher quantiles, however, economic complexity has a positive and significant effect, reflecting the long-term benefits of diversified, knowledge-intensive production structures.

Energy consumption also displays differentiated effects. Renewable energy consumption negatively affects HDI in lower quantiles, likely owing to insufficient infrastructure, high upfront costs, and limited technological capacity in less developed economies. In contrast, fossil fuel consumption positively influences HDI in higher quantiles, where access to energy supports education, health services, and overall living standards. These findings indicate that the effects of energy and economic structure on human development are development-stage dependent. Policies aimed at promoting renewable energy and economic complexity should therefore be implemented

gradually and aligned with institutional capacity and development conditions to avoid adverse short-term consequences for human welfare.

Conclusion

This study examined the impact of energy consumption on human development, accounting for economic complexity in selected MENA countries. The results demonstrate that economic growth, trade openness, and urbanization consistently enhance human development across all development levels. In contrast, economic complexity and energy consumption exert heterogeneous effects depending on the stage of development. Economic complexity negatively affects human development in lower quantiles but contributes positively at higher levels of development, underscoring the importance of gradual structural transformation. Renewable energy consumption shows short-term negative effects in less developed countries, whereas fossil fuel consumption supports human development in higher quantiles.

Overall, the findings suggest that energy and development policies should be tailored to each country's development stage. Gradual transitions toward renewable energy and more complex production structures, supported by institutional capacity building, are essential for achieving sustainable improvements in human development.

Additional information

Authors' Contributions

This article is derived from the Master's thesis of ***Maryam Veismoradi*** in the field of Theoretical Economics, conducted under the supervision of Dr. **Ali Sayehmiri**, in the Department of Economics, Ilam University, Iran.

Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this article.

Financial Support

The authors received no financial support for the research and publication of this article.

Acknowledgements

The authors also extend their appreciation to all individuals whose constructive comments and guidance contributed to improving the quality of this article.

ORCID

Ali Sayehmiri *https://orcid.org/0000-0003-1266-814X*

Maryam Veismoradi *https://orcid.org/0009-0000-1628-7366*

نشریه سیاست‌ها و تحقیقات اقتصادی
نشریه گروه علوم اقتصادی، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران
وب سایت نشریه: www.jepr.uok.ac.ir
شاپای الکترونیکی: ۲۸۲۱-۱۷۴X
سال پنجم، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۵، صفحات: ۱۸۵ – ۲۰۹
DOI: 10.22034/jepr.2026.143367.1246

مقاله پژوهشی

بررسی تأثیر مصرف انرژی بر شاخص توسعه انسانی با در نظر گرفتن پیچیدگی اقتصادی در کشورهای منتخب منطقه منا**

علی سایه میری*[۱]، مریم ویسمرادی[۲]

۱. دانشیار، گروه علوم اقتصادی، دانشکده ادبیات و علوم‌انسانی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران.
۲. کارشناسی‌ارشد اقتصاد نظری، گروه علوم اقتصادی، دانشکده ادبیات و علوم‌انسانی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۵/۰۶ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۱۰/۰۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۰/۲۳ تاریخ انتشار: ۱۴۰۵/۰۴/۰۱

چکیده

توسعه انسانی به‌عنوان شاخصی جامع از رفاه، فراتر از رشد اقتصادی، ابعاد آموزش و سلامت را شامل می‌شود. باوجود وفور منابع انرژی در کشورهای منطقه خاورمیانه و شمال آفریقا (منا)، بسیاری از این کشورها همچنان با چالش‌های جدی توسعه انسانی مواجه‌اند. وابستگی به انرژی‌های فسیلی، نوسانات اقتصادی و ضعف در تنوع ساختار تولید، رابطه میان رشد اقتصادی و بهبود پایدار توسعه انسانی را تضعیف کرده است. در این میان، پیچیدگی اقتصادی می‌تواند نقش مهمی در تبیین تفاوت‌های توسعه ایفا کند. هدف این پژوهش بررسی تأثیر مصرف انرژی بر شاخص توسعه انسانی با درنظرگرفتن پیچیدگی اقتصادی در ۱۲ کشور منتخب منطقه منا طی دوره ۱۹۹۵–۲۰۲۱ است. برای این منظور از داده‌های پانلی و رگرسیون پانل کوانتایل استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد که تولید ناخالص داخلی سرانه، درجه باز بودن تجاری و شهرنشینی در تمامی چارک‌ها اثر مثبت و معنادار بر شاخص توسعه انسانی دارند. شاخص پیچیدگی اقتصادی در چارک‌های پایین اثر منفی و در چارک‌های بالا اثر مثبت و معنادار دارد. مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در چارک‌های پایین اثر منفی و مصرف سوخت‌های فسیلی در چارک‌های بالا اثر مثبت بر توسعه انسانی دارد. این یافته‌ها بر ضرورت توجه به سطح توسعه کشورها در سیاست‌های انرژی تأکید دارد.

واژگان کلیدی: پیچیدگی اقتصادی، توسعه انسانی، رگرسیون کوانتایل، مصرف انرژی

طبقه‌بندی JEL: D20, K32, O10, O1

* **نویسنده مسئول:** علی سایه میری آدرس رایانامه: a.sayehmiri@ilamac.ir تلفن تماس: ۰۹۲۰۴۵۴۴۸۲۱

** **یادداشت:** مقاله حاضر برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد مریم ویسمرادی در رشته اقتصاد نظری در دانشگاه ایلام است.

استناد به مقاله (APA): سایه میری، علی و ویسمرادی، مریم. (۱۴۰۴). بررسی تأثیر مصرف انرژی بر شاخص توسعه انسانی با درنظر گرفتن پیچیدگی اقتصادی در کشورهای منتخب منطقه منا. *نشریه سیاست‌ها و تحقیقات اقتصادی*، ۵(۲)، ۱۸۵-۲۰۹. https://doi.org/10.22034/jepr.2026.143367.1246

صفحهٔ اصلی مقاله در سامانه نشریه: https://jepr.uok.ac.ir/article_64309.html

© نویسنده (گان)، ۲۰۲۶. *نشریه علمی سیاست‌ها و تحقیقات اقتصادی*، منتشر شده به‌صورت آنلاین توسط دانشگاه کردستان.
این یک مقاله با دسترسی آزاد است که تحت شرایط مجوز بین‌المللی Creative Commons Attribution 4.0 توزیع شده است که استفاده، توزیع و تکثیر نامحدود در هر رسانه‌ای را مجاز می‌داند، مشروط بر اینکه به نویسنده و منبع اصلی استناد شود.

۱. مقدمه

در دهه‌های اخیر، مطالعات متعددی نشان داده‌اند که رشد اقتصادی[1] به‌تنهایی تضمین‌کننده بهبود توسعه انسانی[2] نیست و کیفیت ساختار اقتصادی، سطح فناوری و میزان دانش تولیدی در تداوم و پایداری توسعه نقش تعیین کننده دارد. توسعه انسانی معیاری جامع برای سنجش رفاه افراد و کیفیت زندگی در کشورهای مختلف است که علاوه بر درآمد، ابعاد آموزش و سلامت را نیز در بر می‌گیرد و تصویری دقیق‌تر از وضعیت رفاه جامعه ارائه می‌دهد. ازاین‌رو تمرکز صرف بر تولید ناخالص داخلی نمی‌تواند به‌تنهایی بیانگر پیشرفت واقعی کشورها باشد. برای دستیابی به توسعه انسانی پایدار، شناسایی عوامل اقتصادی و نهادی مؤثر بر رفاه انسان‌ها ضروری است و بررسی هم‌زمان روابط میان رشد اقتصادی، ساختار تولید و سایر نهاده‌های کلیدی می‌تواند به درک عمیق‌تری از فرایند توسعه کمک کند. در این چهارچوب، انرژی و دانش تولیدی به‌عنوان دو عامل اساسی در شکل‌دهی مسیر توسعه انسانی مطرح می‌شوند (Sen, 1992; Sen, 1999; UNDP, 1990; UNDP, 2010; Ray et al., 2016).

کشورهای منطقه خاورمیانه و شمال آفریقا (منا)[3] از مهم‌ترین مناطق اقتصادی و انرژی محور جهان به شمار می‌روند و سهم قابل‌توجهی از ذخایر نفت و گاز دنیا را در اختیار دارند. با وجود این منابع عظیم، بسیاری از کشورهای این منطقه هنوز در دستیابی به سطوح بالای توسعه انسانی با چالش‌های جدی مواجه‌اند. اتکای شدید به صادرات منابع طبیعی، نوسانات درآمدهای نفتی و ضعف در تنوع ساختار تولیدی باعث شده است که رشد اقتصادی در این کشورها الزاماً به بهبود پایدار شاخص‌های آموزش، سلامت و کیفیت زندگی منجر نشود. این ناهماهنگی میان وفور منابع و عملکرد ضعیف توسعه انسانی، از مصادیق پدیده‌ای است که در ادبیات اقتصادی تحت عنوان «نفرین منابع»[4] شناخته می‌شود و نشان‌دهنده ضرورت بازنگری در ساختار اقتصادی و الگو رشد این کشورها است. در این میان انرژی به‌عنوان یکی از نهاده‌های اساسی تولید، نقش‌محوری در رشد اقتصادی ایفا می‌کند و بدون دسترسی پایدار به انرژی تحقق توسعه اقتصادی و انسانی عملاً امکان‌پذیر نیست (Sachs & Warner, 1995; Auty, 1993; Sachs & Warner, 2001; Apwegis & Payne, 2009; Stern, 2012).

در کنار نقش انرژی، شاخص پیچیدگی اقتصادی[5] به‌عنوان یکی از معیارهای نوین برای سنجش سطح فناوری و توان تولیدی کشورها، بیانگر عمق دانش و مهارت نهفته در ساختار تولید است. کشورهایی که از ساختار تولیدی متنوع‌تر و پیچیده‌تر برخوردارند، معمولاً ظرفیت بیشتری برای رشد پایدار و بهبود شاخص‌های توسعه انسانی دارند. همچنین نوع انرژی مصرفی نیز می‌تواند آثار متفاوتی بر توسعه انسانی داشته باشد؛ به‌گونه‌ای که وابستگی به انرژی‌های تجدیدناپذیر[6]، ناپایداری اقتصادی و زیست‌محیطی ایجاد می‌کند، درحالی‌که انرژی‌های تجدیدپذیر بالقوه می‌توانند کیفیت زندگی و سلامت جامعه را بهبود بخشند، هر چند اثر آن در کشورهای کمتر توسعه‌یافته

---

1. Economic Growth
2. Human Development
3. Middle East and North Africa

۴. نفرین منابع به پدیده ای در ادبیات اقتصاد اشاره دارد که براساس آن، کشورهایی با وفور منابع طبیعی (به ویژه نفت و گاز) در مقایسه با کشورهای فاقد این منابع، عملکرد ضعیف‌تری در رشد اقتصادی، کیفیت نهادها و توسعه بلندمدت تجربه میکند.

5. Economic Complexity Index
6. Non-renewable energies

ممکن است در کوتاه‌مدت محدود یا حتی منفی باشد. بااین‌حال، اغلب مطالعات پیشین از روش‌های میانگین محور استفاده کرده‌اند که فرض می‌کنند اثر متغیرها در کل نمونه ثابت است؛ درحالی‌که در عمل، اثر متغیرها می‌تواند در کشورهایی با سطوح مختلف توسعه انسانی متفاوت باشد و همچنین نقش هم‌زمان پیچیدگی اقتصادی و نوع انرژی مصرفی را در سطوح مختلف توسعه انسانی کمتر مورد توجه قرار داده‌اند.

ازاین‌رو پژوهش حاضر باهدف پر کردن این خلأ انجام شده است و با استفاده از روش رگرسیون پانل کوانتایل[1] و داده‌های پانل ۱۲ کشور منتخب منطقه منا طی دوره ۱۹۹۵ تا ۲۰۲۱، اثرات ناهمگن پیچیدگی اقتصادی، مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر و تولید ناخالص داخلی بر شاخص توسعه انسانی را بررسی می‌کند. سازماندهی مطالب بدین صورت است که بعد از مقدمه، در بخش دوم به ادبیات موضوع و پیشینه تحقیق پرداخته می‌شود. بخش سوم به روش‌شناسی تحقیق می‌پردازد. بخش چهارم به برآورد مدل و تحلیل یافته‌ها اختصاص‌یافته و درنهایت بخش پایانی مقاله، به ارائه نتیجه‌گیری کلی می‌پردازد (Hidalgo & Hausmann, 2009; Hausmann et al., 2014; Aydin,2019; Adekoya et al., 2021; Koenker, 2004; Candy, 2011).

۲. ادبیات‌پژوهش

۲–۱. مبانی نظری

۱–۱–۲. مصرف انرژی و توسعه انسانی

انرژی یک عنصر حیاتی در تعیین توانایی یک کشور برای رشد پایدار است. تقاضای پایدار آن در چند دهه اخیر افزایش‌یافته و همچنان درحال‌رشد است (Ern et al., 2019). انرژی از نظر ایجاد اشتغال، کشاورزی، حمل‌ونقل، تجارت و رشد اقتصادی حیاتی است (Khan & Hassan, 2018) و همچنین، ابزاری قدرتمند برای رشد اقتصادی، کاهش فقر و حفظ توسعه انسانی است (Usman et al., 2021). انرژی، پایه اساسی برای بقا و توسعه انسان است و با حیات اقتصادی و امنیت ملی یک کشور مرتبط است (Crompton & Wu, 2005).

در ادبیات اقتصادی، بررسی رابطه‌ی بین مصرف انرژی و توسعه انسانی در قالب دو رویکرد نظری عمده دنبال شده است. رویکرد نخست، دیدگاه ارتدکس[2] است که بر استقلال نسبی توسعه انسانی از مصرف انرژی تأکید دارد، درحالی‌که رویکرد دوم، دیدگاه هترودوکسی[3] است که مصرف انرژی را یکی از عوامل بنیادین توسعه انسانی می‌داند (Sen, 1992, 1999). فرضیه اول حاکی از آن است که مصرف انرژی جزء حیاتی رشد اقتصادی است و انرژی مکمل سرمایه و نیروی کار در تابع تولید است (Apergis & Payne, 2009). فرضیه دوم حاکی از آن است که مصرف انرژی هیچ تأثیر اقتصادی بر رشد ندارد. این فرض زمانی برقرار است که هیچ مدرکی دال بر علیت بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی وجود نداشته باشد؛ بنابراین، سیاست حفظ انرژی هیچ تأثیری بر تولید ناخالص داخلی واقعی[4] یا رشد اقتصادی ندارد (George & Nickoloas, 2011).

---

1. Quantile regression
2. Orthodox
3. Heterodoxy
4. Real Gross Domestic Product

در مقابل، رویکرد هترودوکسی مبتنی بر دیدگاه زیست‌محیطی است. برای طرف‌داران این رویکرد (Stern, 2012; Georgescu-Roegen, 1979)، انرژی یک عامل ضروری و اولیه برای رشد اقتصادی و در نتیجه توسعه انسانی است. برای حمایت از این دیدگاه، این نویسندگان دو فرضیه را مطرح کردند. اولین فرضیه به‌اصطلاح رشد است که نشان می‌دهد مصرف انرژی جزء مهمی از رشد اقتصادی و حتی توسعه انسانی است. در این سطح، مصرف انرژی علاوه بر سرمایه و نیروی کار مستقیماً به‌عنوان یک عامل تولید در نظر گرفته می‌شود. فرضیه دوم، فرضیه بازخورد نامیده می‌شود. این فرضیه نشان می‌دهد که مصرف انرژی و رشد اقتصادی بر یکدیگر تأثیر می‌گذارند؛ بنابراین، فرضیه وجود یک رابطه علی دوطرفه بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی را پیشنهاد می‌کند (Belke et al., 2011).

نظریه انتقال انرژی، جهت دوم تحلیل رابطه بین مصرف انرژی و توسعه انسانی را در بر می‌گیرد. این نظریه بر اساس کار هوزیر و داود (۱۹۸۷)[1] و لیچ (۱۹۹۲) استوار است که معتقدند با افزایش درآمد، مصرف‌کنندگان انرژی به دلیل سهولت استفاده و راحتی، تمایل به انتقال از انرژی سنتی یا پایین‌تر به انرژی مدرن را دارند؛ بنابراین، چیرولو - آسولین (۲۰۰۱)[2] اظهار داشت که انتقال انرژی دارای سود دو برابری است. اول، مصرف سوخت‌های فسیلی را کاهش می‌دهد که سلامت جمعیت را بهبود می‌بخشد. دوم اینکه به دلیل کاهش قبض انرژی، قدرت خرید جمعیت را افزایش می‌دهد. این سود مضاعف برای توسعه انسانی از نظر بهبود درآمد، بهداشت و آموزش مفید است (Lekana & Ikiemi, 2021).

ادبیات اقتصادی نشان می‌دهد که انرژی نقش حیاتی در رشد اقتصادی و توسعه انسانی دارد، زیرا انرژی زیربنای فعالیت‌های تولیدی، خدماتی و اجتماعی است. مصرف انرژی بر هر سه بعد توسعه انسانی، شامل سلامت، آموزش و استانداردهای زندگی تأثیر مستقیم دارد (Hashemizadeh et al., 2020; Ray et al., 2016). باتوجه‌به اهمیت نوع انرژی مصرفی، مطالعات اخیر بین انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر تمایز قائل شده‌اند. مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر، به دلیل تأثیرات کمتر زیست‌محیطی و نقش آن‌ها در توسعه پایدار، می‌تواند اثرات متفاوتی بر شاخص توسعه انسانی نسبت به سوخت‌های فسیلی داشته باشد. در مقابل، مصرف سوخت‌های فسیلی، هرچند برای رشد اقتصادی اولیه ضروری است، با پیامدهای منفی زیست‌محیطی و کاهش کیفیت زندگی همراه بوده و ممکن است اثرات توسعه انسانی آن محدود یا معکوس باشد (Alizadeh et al., 2020; Aydin, 2019). همچنین جهان در حال ترویج انرژی‌های تجدیدپذیر و کاهش انتشار کربن برای تضمین رفاه بیشتر انسان است (Adekoya et al., 2021). مطالعات قبلی عمدتاً بر تأثیرات مصرف انرژی تجدیدپذیر بر انتشار کربن و توسعه اقتصادی متمرکز شده‌اند و مطالعات محدودی تأثیرات استفاده از انرژی تجدیدپذیر بر توسعه انسانی را در نظر می‌گیرند (Wang et al., 2021). به‌این‌ترتیب، بررسی هم‌زمان تأثیر مصرف انرژی تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر بر توسعه انسانی در کشورهای منتخب، به‌ویژه در مناطق با منابع انرژی غنی مانند کشورهای منا، اهمیت زیادی دارد. تحلیل این روابط می‌تواند سیاست‌گذاران را در طراحی راهبردهای بهینه انرژی و توسعه انسانی یاری دهد.

---

1. Hosier & Dowd (1987)
2. Chiroleu-Assouline (2001)

۲-۱-۲. پیچیدگی اقتصادی و توسعه انسانی

باتوجه‌به مفهوم «تخریب خلاق»[۱]، نوآوری کلید پیشران اقتصاد است (Hart & Milstein, 1999). تغییرات تکنولوژیکی معمولاً با دگرگونی ساختار اقتصادی و تغییرات اجتماعی به وجود می‌آید. شرکت‌های فعلی باید بتوانند خود را با فناوری‌های جدید وفق دهند تا بتوانند در بازار رقابت کنند. دانش عامل ابتدایی است، زیرا منبع ایده‌های نوآورانه مردم است (Hana, 2013). طبق نظر آرو (۱۹۶۲)[۲]، دانش منبع افزایش بازده مقیاس است. برای رومر (۱۹۸۶)[۳]، یک دارایی در فرایند تولید است؛ زیرا منبعی غیرکمیاب است. انباشت دانش باعث رشد طولانی مدت می‌شود. دانش یک کالای غیر رقیب است که می‌تواند هم‌زمان در فعالیت‌های دیگر مورد استفاده قرار گیرد؛ بنابراین، کالاهای فناورانه غیر رقیب و استثنایی هستند؛ به این معنا، شرکتی که نوآوری کرده است می‌تواند از شرکت‌های دیگر بخواهد که برای نوآوری آن هزینه پرداخت کنند (Le Caous & Huarng, 2021).

به دلیل انتقال آهسته، پرهزینه و ناقص اطلاعات، برخی کشورها برای توضیح تفاوت‌های محصولات تولیدی خود، به اطلاعات کافی دسترسی ندارند. آن‌ها برای مقابله با این معضل، راه‌حل‌هایی مبتنی بر تخصصی‌شدن پیدا کردند (Hidalgo, 2009). آدام اسمیت[۴] در کتاب «ثروت ملل»[۵] بیان می‌کند که تقسیم کار راز ثروت ملل است (Simoes & Hidalgo, 2011). ازآنجایی‌که این مفهوم به سال ۱۷۷۶ برمی‌گردد، هاسمن و همکارانش (۲۰۱۴)[۶] نیز اظهار داشتند: «تقسیم کار مفهومی است که به ما این امکان را می‌دهد تا به مقدار دانشی دسترسی پیدا کنیم که هیچ‌کدام از ما به‌تنهایی قادر به نگهداری و مدیریت آن نیستیم». محصولات به‌عنوان واسطه‌ای برای انتقال دانش و بازارها به‌عنوان ابزاری برای گسترش آن در نظر گرفته می‌شوند؛ بنابراین، ما می‌توانیم به طور جمعی عاقل‌تر شویم. بااین‌حال، یک فرد به‌تنهایی تمام دانش لازم برای ایجاد یک محصول پیچیده را ندارد. اگر افراد دانش خود را در یک کشور ایجاد، ادغام و گسترش دهند، می‌توانند مجموعه‌ای از قابلیت‌ها را برای ایجاد یک اقتصاد پیچیده که بتواندخود را حفظ کند، توسعه دهند (Carrillo, 2014). بااین‌وجود، همه ملت‌ها مجموعه-ای از توانایی‌ها را ندارند، کشورها افراد با قابلیت‌های متفاوتی برای ایجاد محصولات دارند؛ بنابراین پیچیدگی اقتصادی به این راحتی نیست و به توانایی‌ها و دانش یک کشور بستگی دارد. یکی دیگر از مشکلات ناشی از پیچیدگی، انواع خاصی از محصولات است. برای مثال، ساخت دستگاه پرتو ایکس[۷] پیچیده‌تر از تولید لباس است. ازآنجایی‌که این نوع محصولات نیاز به تعاملات مختلف با قابلیت‌ها دارند، کشورهایی با سطوح پیچیدگی بالا معمولاً می‌توانند آن‌ها را ایجاد کنند؛ بنابراین، اقتصادهای با پیچیدگی بالا تمایل به صادرات محصولات متنوع‌تر، از ساده به پیچیده دارند، درحالی‌که اقتصادهای با پیچیدگی پایین، آن مجموعه از انتخاب‌ها را ندارند و بر محصولات کمتر پیچیده‌تر مانند منسوجات و منابع طبیعی تمرکز می‌کنند (Ferraz et al., 2017).

---

۱. تخریب خلاق: فرایند حذف ساختارهای اقتصادی ناکارآمد و جایگزینی آن‌ها با نوآوری‌های جدید.

2. Arrow (1962)
3. Romer (1986)
4. Adam Smith (1776)
5. The Wealth of Nations
6. Hausmann et al. (2014)
7. X-rat machine

ازآنجایی‌که پیچیدگی اقتصادی در دهه‌های اخیر به یک موضوع جدید تبدیل شده است، روش‌های مختلفی برای اندازه‌گیری آن وجود دارد. دو شاخص اصلی عبارت‌اند از روش تناسب - پیچیدگی و روش بازتاب (Mariani et al., 2015) که از نظر ریاضی و مفهومی متفاوت هستند (Cristelli et al., 2013). هیچ یک از روش‌ها کامل نیستند و هر دو مورد انتقاد قرار گرفته‌اند (Utkovski et al., 2018; Beaudrea, 2011). درتحقیقات قبلی، مشخص شده است که توسعه انسانی، پیچیدگی اقتصادی را برای کشورهای درحال‌توسعه بهبود می‌بخشد (Le Caous & Huarng, 2020). به گفته هاسمن و همکارانش (۲۰۱۴)، در تقابل با تولید ناخالص داخلی سرانه، پیچیدگی اقتصادی منجر به ثروت بالاتر می‌شود. نویسندگان دیگر، مانند کوستانزا و همکاران (۲۰۰۹)[1]، گفتند که پیچیدگی اقتصادی، شاخص بهتری نسبت به تولید ناخالص داخلی سرانه در ارزیابی رونق اقتصادی است. پیچیدگی اقتصادی معیاری غیر مبتنی بر درآمد است که بر استعدادهای نهفته یک کشور تأکید می‌کند (Utkovski et al., 2018). علاوه بر این، در مخالفت با نظریه سرمایه انسانی که بر سال‌های تحصیلی تمرکز دارد، پیچیدگی اقتصادی، به دانش مولد ایجاد شده توسط فعالیت‌های اقتصادی توجه می‌کند (Le Caous & Huarng, 2021).

۲-۲. پیشینهٔ پژوهش

محمدی و همکاران (۱۳۹۸)، با استفاده از داده‌های پانل ۱۲ کشور منتخب حوزه منا در دوره ۱۹۹۷-۲۰۱۵ و برآورد مطالعات هم‌زمان به روش گشتاورهای تعمیم‌یافته (GMM)[2] نشان دادند که بین رشد اقتصادی، مصرف سرانه انرژی و شاخص توسعه انسانی[3] رابطه‌ی متقابل و عمدتاً مثبت و معناداری وجود دارد؛ به‌ویژه مصرف انرژی رابطه مثبت و معناداری با شاخص توسعه انسانی نشان داد، درحالی‌که اثر رشد اقتصادی بر شاخص توسعه انسانی در برخی از واقعیات آماری ضعیف‌تر ظاهر شد. این یافته‌ها مبنای کاربردی برای بررسی اثر متغیرهای انرژی - اقتصادی بر توسعه انسانی در کشورهای درحال‌توسعه فراهم می‌کند.

مستولی‌زاده و سلیمی (۱۳۹۹)، در مطالعه‌ای مربوط به ۲۸ کشور منتخب طی دوره زمانی ۱۹۹۷-۲۰۱۷، با استفاده از داده‌های پانل به روش خود توضیحی با وقفه‌های گسترده (ARDL)[4] نشان می‌دهند که در کشورهای توسعه‌یافته رابطه علی یک‌طرفه‌ای از توسعه انسانی به سمت پیچیدگی اقتصادی وجود دارد؛ بنابراین طبق نتایج، تأثیرگذاری توسعه انسانی و ثبات سیاسی در بلندمدت بر پیچیدگی اقتصادی، مثبت و معنادار است. همچنین شاخص آزادی اقتصادی[5] در بلندمدت تأثیر منفی و معناداری بر پیچیدگی اقتصادی دارد، بااین‌وجود شاخص حاکمیت قانون در این کشورها تأثیر معناداری بر پیچیدگی اقتصادی ندارد. در مقابل، در کشورهای درحال‌توسعه رابطه علی یک‌طرفه‌ای از شاخص پیچیدگی اقتصادی به سمت شاخص توسعه انسانی وجود دارد، به‌طوری که پیچیدگی اقتصادی و ثبات سیاسی در بلندمدت تأثیر منفی و معناداری بر شاخص توسعه انسانی دارند و تأثیرگذاری شاخص حاکمیت قانون و آزادی اقتصادی بر شاخص توسعه انسانی مثبت و معنادار است.

---

1. Costanza et al. (2009)
2. Generalized Method of Moments
3. Human Development Index
4. Autoregressive Distributed Lag model
5. Index of Economic Freedom

رحیمی و همکاران (۱۴۰۰)، در مطالعه‌ای برای ۱۳ کشور منتخب حوزه منا در بازه زمانی (۲۰۰۸-۲۰۱۷) و با استفاده از داده‌های پانل و با بهره‌گیری از مدل روش گشتاورهای تعمیم‌یافته نشان دادند که متغیرهای سرمایه انسانی و شاخص پیچیدگی اقتصادی به ترتیب با ضرایب ۰/۱۸ و ۰/۰۸۲ دارای تأثیر مثبت، اندازه دولت، تشکیل سرمایه فیزیکی و حجم تجارت با ضرایب ۱/۸۱-، ۰/۰۹- و ۰/۴۲- دارای تأثیر منفی و معنی‌دار بر رشد اقتصادی کشورهای مورد مطالعه دارند.

فرجی دیزجی و همکاران (۱۴۰۱)، در مطالعه‌ای برای کشورهای آسیایی درحال‌توسعه در دوره زمانی ۲۰۰۷-۲۰۱۸ و با رویکرد رگرسیون کوانتایل نشان دادند که مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر باعث افزایش رفاه شده و اثر مثبت و معناداری بر رفاه دارد. به‌علاوه، ضریب تأثیر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در دهک‌های ابتدایی شاخص رفاه بیشتر از دهک‌های انتهایی آن است. همچنین اثر سایر متغیرها از جمله شاخص عملکرد محیط‌زیست، نرخ اشتغال و تشکیل سرمایه ناخالص بر رفاه، مثبت و معنادار و اثر آلایندگی‌های دی‌اکسیدکربن بر رفاه، منفی و معنادار است.

سلیمی و همکاران (۱۴۰۲)، در پژوهشی برای ایران طی سال‌های ۱۹۸۹ تا ۲۰۲۱ و با استفاده از الگوی خود توضیحی با وقفه‌های گسترده نشان دادند که پیچیدگی اقتصادی در بلندمدت تأثیر مثبت و معناداری بر مصرف سرانه انرژی‌های تجدیدپذیر دارد. همچنین پژوهشگران دریافتند که سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، سرانه تولید ناخالص داخلی و نرخ شهرنشینی موجب افزایش مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران می‌شوند، درحالی‌که انتشار سرانه دی‌اکسیدکربن اثر منفی بر مصرف آن دارد.

غلامی و همکاران (۱۴۰۲)، در مطالعه‌ای برای ایران، در بازه زمانی ۱۳۶۵-۱۳۹۸ و با استفاده از رهیافت الگوی خود توضیحی با وقفه‌های گسترده نشان دادند که مصرف انرژی تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر به ترتیب تأثیر مثبت و منفی و معناداری بر شاخص توسعه انسانی در ایران دارند.

محمدی و همکاران (۱۴۰۳)، در مطالعه‌ای برای کشورهای توسعه‌یافته و درحال‌توسعه طی دوره زمانی (۲۰۰۰-۲۰۲۰) با استفاده از روش گشتاورهای تعمیم‌یافته نشان دادند که شاخص پیچیدگی اقتصادی باعث کاهش استفاده از انرژی‌های تجدیدناپذیر و مصرف انرژی کل در کشورهای توسعه‌یافته و افزایش استفاده از آنها در کشورهای درحال‌توسعه می‌شود. همچنین بازبودن تجارت در کشورهای توسعه‌یافته باعث کاهش مصرف انرژی تجدیدناپذیر و کل شده و در کشورهای درحال‌توسعه عکس این نتیجه به‌دست‌آمده است. در هر دو گروه کشورها مصارف انواع انرژی با سطح درآمد رابطه مثبت دارد. همچنین نتایج نشان می‌دهند که اگر رشد اقتصادی، همراه با فناوری بالاتر باشد، می‌تواند به افزایش کمتری در مصرف انرژی کل در هر دو گروه کشور منجر شود.

صیادی و همکاران (۱۴۰۴)، در پژوهشی در کشورهای دارای بالاترین سهم یارانه انرژی از تولید ناخالص داخلی طی دوره زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۱ و با استفاده روش گشتاورهای تعمیم‌یافته، نشان دادند که نتایج مطالعه وجود منحنی کوزنتس محیط‌زیستی از نوع N شکل میان دو متغیر را تأیید کرد؛ به این معنا که در سطوح پایین یارانه، ردپای اکولوژیکی افزایش می‌یابد، در سطوح میانی کاهش و در سطوح بالا دوباره افزایش می‌یابد. همچنین

یافته‌ها نشان دادند که تولید ناخالص داخلی، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، شهرنشینی و اثربخشی دولت اثر مثبت و معناداری بر ردپای اکولوژیکی دارند، درحالی‌که مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر اثری منفی و معنادار بر آن داشته است. اثر هزینه‌های تحقیق‌وتوسعه نیز منفی اما از نظر آماری بی‌معنا گزارش شد.

آریکا و کورت (۲۰۲۱)[1] در مطالعه‌ای برای ۲۴ کشور منتخب سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (OECD)[2] در دوره زمانی ۱۹۹۵-۲۰۱۸ و با استفاده از روش‌شناسی داده‌های نشان دادند که در پنج کشور توسعه‌یافته یک علیت یک‌طرفه از پیچیدگی اقتصادی به توسعه انسانی وجود داشته است، اما توسعه انسانی گرنجر باعث پیچیدگی اقتصادی در شش کشور شده است. علاوه بر این، اثر بازخوردی بین توسعه انسانی و پیچیدگی اقتصادی برای اسپانیا وجود داشته است که نشان می‌دهد هم پیچیدگی اقتصادی و هم توسعه انسانی بر یکدیگر تأثیر می‌گذارند. این مطالعه تأکید می‌کند که برای افزایش میزان دانش و مهارت‌ها در گروه‌های کشوری منتخب، نیاز به افزایش انباشت سرمایه انسانی در این کشورها وجود دارد.

هاشمی‌زاده و همکاران (۲۰۲۲)[3]، در مطالعه‌ای برای کشورهای گروه هفت (G7)[4] در بازه زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۵ و با استفاده از برآوردگرهای کاملاً اصلاح شده و علیت از طریق تکنیک پانل دومیترسکو - هورلین، نشان دادند که مصرف انرژی، شهرنشینی، جهانی‌شدن و رشد اقتصادی توسعه انسانی را در کشورهای گروه هفت تشویق می‌کند. علیت دوطرفه نیز بین مصرف انرژی تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر با توسعه انسانی یافت می‌شود.

سوریانتو و همکاران (۲۰۲۳)[5]، در مطالعه‌ای برای ۳۸ کشور نمونه در آسیا طی بازه زمانی ۲۰۱۲ تا ۲۰۱۹ و با استفاده از مدل تصحیح خطای برداری پانل (PVECM)[6] نشان دادند که افزایش مصرف برق تأثیر مستقیمی بر شاخص توسعه انسانی و شاخص شادکامی نخواهد داشت.

افروز و همکاران (۲۰۲۴)[7] برای مالزی طی دوره زمانی ۱۹۹۷ تا ۲۰۲۰ و با استفاده از مدل خودرگرسیونی با وقفه‌های توزیعی نشان دادند که نظریه منحنی کوزنتس زیست‌محیطی[8] در مالزی صادق است. همچنین، مصرف انرژی تأثیر منفی قابل‌توجهی بر کاهش انتشار کربن‌دی‌اکسید دارد، درحالی‌که افزایش پیچیدگی اقتصادی در بلندمدت باعث افزایش انتشار کربن‌دی‌اکسید می‌شود.

پام و همکاران (۲۰۲۴)[9]، در مطالعه‌ای برای کشورهای گروه هفت (G7) طی سال‌های ۱۹۹۱-۲۰۱۵ و با استفاده از روش رگرسیون چندک پانل[10] لحظه‌ای نشان دادند که اثرات مصرف انرژی تجدیدپذیر و غیرقابل‌تجدید بر شاخص توسعه انسانی در چندک‌های مختلف متفاوت است. تأثیر مصرف انرژی تجدیدپذیر در کمیت‌های مختلف ناهمگن و به طور قابل‌توجهی مثبت است، به‌گونه‌ای که کمترین چندک قوی‌ترین و بالاترین چندک

---

1. Arica & Kurt (2021)
2. Organization for economic Co-operation and Development
3. Hashemizadeh et al. (2022)
4. Group of Seven
5. Suryanto et al. (2023)
6. Panel Vector Error Correction Model
7. Afroz et al. (2024)
8. Environmental Kuznets Curve
9. Pam et al. (2024)
10. Method of Moments of Quantile Regression (MMQR)

کمترین تأثیر را دارند. علاوه بر این، تأثیر مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر نیز بر شاخص توسعه انسانی ناهمگن است. اثر مصرف انرژی تجدیدناپذیر برای همه چندک‌ها به طور قابل‌توجهی منفی است، با اندازه اثر منفی برای چندک‌های بالاتر. همچنین مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر با شاخص توسعه انسانی رابطه علی دوطرفه دارند.

۲-۳. نوآوری پژوهش

برخلاف مطالعات پیشین که عمدتاً بر رابطه کلان بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی یا انتشار کربن متمرکز بوده‌اند. این پژوهش با تفکیک مصرف انرژی به تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر و در نظر گرفتن شاخص پیچیدگی اقتصادی، اثرات متفاوت انواع انرژی بر شاخص توسعه انسانی را در کشورهای منتخب منطقه منا تحلیل می‌کند. همچنین، استفاده از روش پانل کوانتایل امکان بررسی تأثیر متغیرها در سطوح مختلف توسعه انسانی را فراهم کرده و عمق تحلیل را نسبت به مدل‌های سنتی افزایش می‌دهد. این تمایزها، ارزش افزوده پژوهش و قابلیت ارائه پیشنهادهای سیاستی دقیق‌تر را نشان می‌دهد.

۳. روش‌شناسی پژوهش

این مطالعه یک پژوهش کاربردی و کمی است که باهدف تحلیل اثر مصرف انرژی و پیچیدگی اقتصادی بر شاخص توسعه انسانی در کشورهای منتخب منطقه منا، طی دوره زمانی ۱۹۹۵ تا ۲۰۲۱ و با استفاده از رگرسیون کوانتایل در چهارچوب داده‌های تابلویی و نرم‌افزار استاتا (STATA) انجام شده است. جامعه آماری این مطالعه کشورهای منطقه منا شامل کشورهای الجزایر، بحرین، مصر، ایران، اردن، کویت، لیبی، مراکش، قطر، عربستان سعودی، تونس و امارات است. این کشورها منابع غنی انرژی دارند و وضعیت توسعه انسانی آن‌ها متفاوت است.

۳-۱. مدل و داده‌های پژوهش

مدل اقتصادسنجی این مطالعه به‌منظور بررسی اثر مصرف انرژی و سایر متغیرهای اقتصادی بر شاخص توسعه انسانی در کوانتایل‌های مختلف، برای کشورهای منتخب منا و با استفاده از ۶ متغیر وابسته و مستقل که از مطالعه پام و همکاران (۲۰۲۳) استخراج شده است، به صورت رابطه (۱) تصریح شده است.

$$HDI_{it} = f(GDP_{it}, RNE_{it}, NRE_{it}, TRADE_{it}, UPOP_{it}, ECI_{it}) \quad (۱)$$

در مدل رابطه (۱) i نماینده کشور و t نماینده سال است. شاخص توسعه انسانی (HDI) متغیر وابسته است. متغیرهای مستقل شامل تولید ناخالص داخلی سرانه (GDP)، مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر (REN)، مصرف انرژی‌های غیر تجدیدپذیر (NRE)، شاخص درجه باز بودن تجاری (TRADE)، شاخص شهرنشینی (UPOP) و شاخص پیچیدگی اقتصادی (ECI) هستند. متغیرها و منابع داده‌ها در جدول ۱ معرفی شده‌اند. همچنین در ادامه متغیرهای توضیحی و نحوه اثرگذاری آن‌ها بر توسعه انسانی شرح داده شده اند.

شاخص توسعه انسانی (HDI): متغیر وابسته این مطالعه است که علاوه بر درآمد، ابعاد آموزش و سلامت را نیز در بر می‌گیرد و تصویر دقیق‌تری از رفاه انسانی ارائه می‌دهد.

تولید ناخالص داخلی سرانه (GDP)[1]: موجب بهبود سطح رفاه، دسترسی به آموزش و خدمات بهداشتی می‌شود و شاخص توسعه انسانی را ارتقا می‌دهد.

مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر (RNE)[2]: می‌تواند کیفیت محیط‌زیست را بهبود بخشد و سلامت و رفاه انسان‌ها را افزایش دهد که بهبود شاخص توسعه انسانی را به دنبال دارد.

مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر (NRE)[3]: مصرف انرژی فسیلی ممکن است اثر اقتصادی کوتاه‌مدت مثبت داشته باشد، اما پیامدهای بلندمدت آن بر سلامت و رفاه انسانی می‌تواند منفی باشد و بر شاخص توسعه انسانی اثرگذار باشد.

شاخص پیچیدگی اقتصادی (ECI): هرچه اقتصاد کشور پیچیده‌تر باشد، تنوع تولید و مهارت‌های نیروی کار افزایش‌یافته و توسعه انسانی تقویت می‌شود.

شاخص شهرنشینی (UPOP)[4]: افزایش شهرنشینی دسترسی به آموزش، بهداشت و زیرساخت‌ها را تسهیل می‌کند و شاخص توسعه انسانی را ارتقا می‌دهد.

شاخص درجه باز بودن تجاری (TRADE)[5]: افزایش تعاملات تجاری، دسترسی به فناوری و منابع جدید را فراهم کرده و می‌تواند شاخص توسعه انسانی را بهبود دهد.

جدول ۱: متغیرها و منابع داده‌های تحقیق

متغیر	نماد	تعریف و نحوه اندازه‌گیری متغیر	واحد اندازه‌گیری	منبع
شاخص توسعه انسانی	HDI	میانگین هندسی سه شاخص درآمد ناخالص ملی، امید به زندگی و تحصیلات است.	بدون واحد (بین ۰ و ۱)	بانک جهانی برنامه عمران ملل متحد
تولید ناخالص داخلی سرانه	GDP	جمع ارزش افزوده همه بخش‌ها (کشاورزی، صنعت، خدمات) بدون احتساب کالای واسطه‌ای	دلار آمریکا	بانک جهانی
مصرف انرژی تجدیدپذیر	RNE	جمع مصرف انرژی تجدیدپذیر (خورشیدی، بادی و...)	میلیون بشکه معادل نفت خام	بانک جهانی
مصرف انرژی تجدیدناپذیر	NRE	جمع مصرف انرژی فسیلی (نفت، گاز، زغال‌سنگ)	میلیون بشکه معادل نفت خام	بانک جهانی
شهرنشینی	UPOP	درصد جمعیت کشور که در مناطق شهری زندگی می‌کنند.	درصد از کل جمعیت	بانک مرکزی
پیچیدگی اقتصادی	ECI	بر اساس تعداد کالاهای صادراتی و میزان تخصصی بودن آن‌ها (عدد آن مثبت یا منفی است)	بدون واحد (عدد نرمالیزه شده)	مرکز مطالعات پیچیدگی اقتصادی
درجه باز بودن تجاری	TRADE	نسبت مجموع صادرات و واردات به تولید ناخالص داخلی	درصد	بانک جهانی

منبع: یافته‌های پژوهش.

1. Gross Domestic Product
2. Renewable Enrgy Consumption
3. None-renewable Enrgy Consumption
4. Urban Population
5. Trade Openness

۳–۳. روش برآورد و تحلیل داده‌ها

تحلیل داده‌ها در دو مرحله آمار توصیفی شامل میانگین، حداقل، حداکثر و انحراف معیار متغیرها و روند آن‌ها در طول دوره مطالعه و تحلیل اقتصادسنجی شامل آزمون ریشه واحد و هم جمعی برای بررسی ایستایی داده‌ها و وجود رابطه بلندمدت بین متغیرها انجام شده است. همچنین برای بررسی هم‌خطی بین متغیرهای مستقل، ماتریس (MPC) محاسبه شد و هیچ ضریب همبستگی بین دو متغیر مستقل بالاتر از ۰/۸ مشاهده نشد؛ بنابراین هم‌خطی شدید در مدل موجود نمی‌باشد.

در این مطالعه جهت برآورد مدل پژوهش، رگرسیون کوانتایل در چارچوب داده‌های تابلویی مورد استفاده قرار گرفته است. در پانل کوانتایل امکان بررسی اثر متغیرها در سطوح پایین، میانی و بالای توزیع وجود دارد و آشکارسازی ناهمگنی اثرات، مقاومت بالاتر نسبت به رگرسیون پانل معمولی در برابر ناهمسانی و توزیع نامتقارن خطاها (در داده‌های پرت و ناپایدار) از مزیت‌های دیگر آن است. همچنین این روش، بینش‌های دقیق‌تر و تفکیک‌شده‌ای از ساختار اثرگذاری متغیرها به دست آورد؛ بنابراین تحلیلی جامع‌تر و علمی‌تر نسبت به رگرسیون پانل کلاسیک دارد و برای مطالعه اثرات اقتصادی بر شاخص توسعه انسانی در کشورهای منتخب مناسب است.

مبنای این روش تابع چک $\rho_\tau(u)$ است که رفتار نامتقارن انحراف‌های بالاتر و پایین‌تر از کوانتایل را مدل‌سازی می‌کند. بر اساس این تابع، کوانتایل شرطی متغیر وابسته به‌صورت $Q_{y_{it}}(\tau_k|\alpha_i, x_{it})$ مشخص می‌شود؛ به‌گونه‌ای که اثرات فردی α_i نیز در مدل وارد می‌گردند. برای برآورد هم‌زمان ضرایب و اثرات فردی، از روش رگرسیون کوانتایل استفاده شده است که در آن تابع هدف شامل مجموع زیان $\rho_\tau(u)$ در طول ابعاد فردی و زمانی است و یک جمله جریمه $\lambda \sum_{i=1}^{N}|\alpha_i|$ برای شناسایی اثرات ثابت در نظر گرفته می‌شود.

$$\rho_\tau(u) = u\big(\tau - 1(u<0)\big), I(u<0) = \begin{cases} 1 \; u<0 \\ 0 \; U \geq 0 \end{cases} \quad (۲)$$

$$Q_{y_{it}}(\tau_k|\alpha_i, x_{it}) = \alpha_i + \sum_{i=1}^{n} \beta_i x_{it} + u_{it} \quad (۳)$$

$$\big(\hat{\beta}(\tau_k, \lambda), \{\alpha_i(\lambda)\}_{i=1}^{N}\big) = argmin \sum_{k=1}^{k}\sum_{T=1}^{T}\sum_{n=1}^{N} w_k \, \rho_{\tau_k}\Big(y_{it} - \alpha_i - x_{it}^{T}\beta(\tau_k)\Big) + \lambda \sum_{i=1}^{N}|\alpha_i| \quad (۴)$$

۴. یافته‌های پژوهش

در جدول ۲ آمار توصیفی متغیرهای مطالعه برای تمام داده‌ها در دوره مورد بررسی ارائه شده است. متغیر شاخص توسعه انسانی در کشورهای منتخب دارای میانگین ۰/۷۴ واحد بوده که بیشترین مقدار آن ۰/۹۳ و کمترین مقدار آن ۰/۴۸ واحد است. این مقدار نشان‌دهنده آن است که در کشورهای مذکور تفاوت فراوانی در شاخص توسعه انسانی وجود دارد. همچنین شاخص پیچیدگی اقتصادی نیز در کشورهای منتخب منا در طول دوره تحت بررسی دارای میانگین ۰/۳۹- است که بیشترین مقدار آن ۰/۸۲ واحد و کمترین مقدار آن نیز ۲/۷۷- است. همانند شاخص توسعه انسانی، شاخص پیچیدگی اقتصادی نیز در این کشورها دارای تفاوت فاحشی است.

تعداد مشاهدات نیز باتوجه‌به موجودیت داده‌ها برای هر متغیر متفاوت است. بررسی روند متغیرها نشان می‌دهد که توسعه انسانی در طول دوره مورد بررسی در اکثر کشورهای منتخب روند افزایشی داشته است. تولید ناخالص داخلی سرانه نیز همگام با رفاه اقتصادی روند صعودی داشته است. مصرف انرژی تجدیدپذیر در اکثر کشورها افزایشی و مصرف انرژی فسیلی در برخی کاهش و در برخی دیگر ثابت بوده است. شاخص پیچیدگی اقتصادی در کشورهای با صادرات متنوع و محصولات پیچیده، افزایش‌یافته است. همچنین شاخص شهرنشینی و درجه باز بودن تجاری در اکثر کشورها روند صعودی داشته‌اند و با توسعه زیرساخت‌ها و رفاه انسانی همگام بوده‌اند.

جدول ۲: آمار توصیفی متغیرهای

نام متغیر	نماد	تعداد مشاهدات	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر
شاخص توسعه انسانی	HDI	۳۲۴	۰/۷۴	۰/۰۸	۰/۴۸	۰/۹۳
تولید ناخالص داخلی سرانه	GDP	۳۲۴	۱۰۹×۱۶۶	۱۰۹×۱۶۱	۱۰۹×۱۲۵	۱۰۹×۷۲۸
پیچیدگی اقتصادی	ECI	۳۲۴	−۰/۳۹	۰/۵۷	−۲/۷۷	۰/۸۲
مصرف انرژی تجدیذیر	RNE	۳۲۴	۳/۵۴	۵/۲۶	۰	۲۲/۴
مصرف انرژی تجدیدناپذیر	NRE	۲۱۴	۹۶/۴۶	۵/۰۰	۸۱/۴۹	۱۰۰
شاخص تجارت	TRADE	۳۱۵	۸۴/۶۰	۳۴/۹۸	۲۹/۲۲	۱۹۱/۸۷
شاخص شهرنشینی	UPOP	۳۲۴	۷۶/۱۴	۱۶/۲۸	۴۲/۶۵	۱۰۰

منبع: یافته‌های پژوهش.

قبل از برآورد مدل، ریشه واحد متغیرها مورد بررسی قرار می‌گیرد. به‌منظور بررسی وضعیت پایایی متغیرهای مدل از آزمون فیشر استفاده گردید که نتایج آن در جدول ۳ ارائه شده است. باتوجه‌به نتایج ارائه شده در جدول ۳ مشخص می‌گردد که تمامی متغیرهای مورد مطالعه در سطح ایستا بوده و به عبارتی بدون ریشه واحد هستند.

جدول ۳: آزمون ریشه واحد در سطح

نام متغیر	آماره کای‌دو معکوس	ارزش احتمال
HDI	۷۹/۵۴	۰/۰۰
LGDP	۴۸/۳۷	۰/۰۰
ECI	۴۰/۹۱	۰/۰۱

منبع: یافته‌های پژوهش.

در جدول ۴ نتایج حاصل از برآورد مدل مورد مطالعه به روش پانل کوانتایل و با استفاده از نرم‌افزار استاتا ارائه شده است. انتخاب این روش به دلیل توانایی آن در بررسی تأثیر متغیرهای مستقل بر سطوح مختلف متغیر وابسته است. برخلاف روش‌های معمولی پانل مانند اثرات ثابت (FE)[1] یا اثرات تصادفی (RE)[2] که تنها اثر متوسط متغیرها را بر متغیر وابسته تخمین می‌زنند، روش کوانتایل قابلیت تحلیل اثرات در چارک‌ها یا بخش‌های بالا، میانی و پایینِ متغیر وابسته را فراهم می‌کند و می‌تواند ناهمگنی و توزیع متفاوت اثرات را آشکار سازد.

1 . Fixed Effects
2. Random Effects

جدول ۴: نتایج حاصل از تخمین مدل به روش پانل کوانتایل

چارک	متغیر	ضریب	آماره t	سطح احتمال
اول	LGDP	۳/۳۳***	۱۱/۲۸	۰/۰۰
	ECI	-۰/۸۶**	-۲/۳۶	۰/۰۱
	REU	-۰/۳۹***	-۳/۰۲	۰/۰۰
	NEU	۰/۰۱	۰/۱۶	۰/۸۷
	TRADE	۰/۰۸***	۷/۹۵	۰/۰۰
	UPOP	۰/۲۸***	۱۲/۰۷	۰/۰۰
	عرض از مبدأ	-۴۲/۳۳.**	-۲/۵۵	۰/۰۱
دوم	LGDP	۲/۸۸***	۱۰/۳۱	۰/۰۰
	ECI	-۰/۲۲	-۰/۶۴	۰/۵۲
	REU	-۰/۲۰*	-۱/۶۹	۰/۰۹
	NEU	۰/۱۲	۱/۳۱	۰/۱۹
	TRADE	۰/۰۶***	۶/۸۲	۰/۰۰
	UPOP	۰/۳۰***	۱۴/۰۹	۰/۰۰
	عرض از مبدأ	-۴۰/۴۵***	-۲/۷۰	۰/۰۰
سوم	LGDP	۲/۴۱***	۸/۴۵	۰/۰۰
	ECI	۰/۴۵	۱/۲۹	۰/۱۹
	REU	-۰/۰۰۸	-۰/۰۶	۰/۹۴
	NEU	۰/۲۵**	۲/۴۰	۰/۰۱
	TRADE	۰/۰۵***	۵/۰۲	۰/۰۰
	UPOP	۰/۳۲***	۱۴/۰۹	۰/۰۰
	عرض از مبدأ	-۳۸/۴۵**	-۲/۷۰	۰/۰۱
چهارم	LGDP	۱/۹۰***	۴/۶۲	۰/۰۰
	ECI	۱/۱۸**	۲/۲۰	۰/۰۲
	REU	۰/۲۰	۱/۱۴	۰/۲۵
	NEU	۰/۳۷***	۲/۷۴	۰/۰۰
	TRADE	۰/۰۳**	۲/۲۵	۰/۰۲
	UPOP	۰/۳۴***	۱۱/۹۱	۰/۰۰
	عرض از مبدأ	-۳۶/۳۲*	-۱/۸۷	۰/۰۶

منبع: یافته‌های پژوهش.

نتایج ارائه شده در جدول ۴ نشان می‌دهد که متغیرهای لگاریتم تولید ناخالص داخلی، درجه باز بودن تجاری و شهرنشینی در تمامی چارک‌ها اثر مثبت و معنی‌داری بر شاخص توسعه انسانی دارند. به‌عبارت‌دیگر، افزایش رشد اقتصادی، گسترش تجارت و تمرکز جمعیت شهری با بهبود وضعیت توسعه انسانی در کشورهای منتخب مرتبط است. شاخص پیچیدگی اقتصادی در چارک اول اثر منفی و در چارک چهارم اثر مثبت و معنی‌دار داشته و در چارک‌های میانی اثر معنی‌داری نداشته است که نشان می‌دهد افزایش تنوع تولیدی و صادراتی در مراحل اولیه ممکن است موانعی برای توسعه انسانی ایجاد کند، اما در سطوح بالاتر بهبود شاخص توسعه انسانی را به همراه دارد. مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و سوخت‌های فسیلی اثرات متفاوتی بر شاخص توسعه انسانی داشته‌اند. مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در چارک‌های پایین‌تر اثر منفی داشته و درچارک‌های بالاتر معنی‌دار نبوده است، درحالی‌که مصرف سوخت‌های فسیلی در چارک‌های بالاتر اثر مثبت و معنی‌دار نشان داده است. این نتایج نشان می‌دهد که اثر انرژی بر توسعه انسانی به مرحله توسعه اقتصادی و ویژگی‌های کشورها بستگی دارد. به طور خلاصه، تولید ناخالص داخلی، درجه باز بودن تجاری و شهرنشینی به‌عنوان متغیرهای اصلی بیشترین تأثیر مثبت را بر توسعه انسانی دارند و سایر متغیرها بسته به شرایط کشور و چارک مورد بررسی، اثر متفاوتی دارند.

نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در چارک‌های پایین توزیع توسعه انسانی اثر منفی و معنی‌دار دارد و در چارک‌های بالاتر اثر معنی‌دار ندارد. این یافته با برخی مطالعات قبلی همسو است. برای مثال، مطالعه (محمدی و همکاران ۱۴۰۳) نشان داد که در کشورهای درحال‌توسعه، افزایش پیچیدگی اقتصادی می‌تواند مصرف انرژی تجدیدپذیر را افزایش دهد، اما اثر آن بر رفاه انسانی در مراحل اولیه محدود است. این مشابه یافته ماست که حرکت ابتدایی به سمت انرژی‌های تجدیدپذیر بدون زیرساخت و فرهنگ‌سازی مناسب می‌تواند اثر منفی بر شاخص توسعه انسانی داشته باشد.

مصرف سوخت‌های فسیلی در چارک‌های بالا اثر مثبت و معنی‌دار بر توسعه انسانی دارد. این یافته تا حدی با نتایج افروز و همکاران (۲۰۲۴) متفاوت است. آن‌ها نشان دادند که افزایش مصرف انرژی و پیچیدگی اقتصادی در مالزی منجر به افزایش انتشار کربن می‌شود و پیامدهای زیست‌محیطی منفی دارد. این تفاوت می‌تواند ناشی از تمرکز پژوهش ما بر توسعه انسانی و رفاه انسانی به‌جای اثرات محیطی باشد. در واقع، در کشورهای منتخب منا، سوخت‌های فسیلی هنوز بخش اصلی انرژی را تشکیل می‌دهند و دسترسی گسترده به انرژی برای بهبود آموزش، سلامت و استاندارد زندگی اثر مثبت کوتاه‌مدت بر شاخص توسعه انسانی دارد. علاوه بر این، نتایج نشان می‌دهد که اثر مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر و تجدیدپذیر بر توسعه انسانی تابع چارک توسعه است. این همسو با دیدگاه نظری انرژی و توسعه انسانی است که انرژی به‌عنوان ورودی اساسی در فعالیت‌های اقتصادی و اجتماعی، اثرات متفاوتی بسته به سطح توسعه و زیرساخت‌های کشورها دارد (Ray et al., 2016).

تولید ناخالص داخلی، درجه باز بودن تجاری و شاخص شهرنشینی در تمامی چارک‌ها اثر مثبت و معناداری بر شاخص توسعه انسانی دارند که نشان می‌دهد افزایش رشد اقتصادی، تجارت و تمرکز جمعیت شهری بهبود رفاه انسانی را تضمین می‌کند. پیچیدگی اقتصادی در چارک‌های پایین اثر منفی و در چارک‌های بالاتر اثر مثبت

دارد. نشان می‌دهد افزایش تنوع تولیدی ابتدا ممکن است موانعی برای توسعه انسانی ایجاد کند؛ اما با توسعه اقتصادی بیشتر، اثر مثبت آن آشکار می‌شود.

مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و غیر تجدیدپذیر بسته به چارک توسعه اقتصادی اثر متفاوت دارند، انرژی فسیلی در چارک‌های بالا اثر مثبت دارد و انرژی تجدیدپذیر در چارک‌های پایین اثر منفی دارد که با مراحل توسعه اقتصادی و زیرساخت کشورها مرتبط است. در مجموع، یافته‌های پژوهش حاضر نشان می‌دهد که تأثیر مصرف انرژی بر توسعه انسانی چندبعدی و غیرخطی است و برای طراحی سیاست‌های انرژی و توسعه انسانی، توجه به مرحله توسعه کشور و نوع انرژی مصرفی ضروری است. این نتیجه با مطالعاتی که صرفاً اثر انرژی بر رشد اقتصادی یا انتشار کربن را بررسی کرده‌اند متفاوت بود و وجه تمایز نوآورانه این پژوهش را نشان می‌دهد.

نتایج آزمون برابری شیب‌ها در جدول ۵ نشان داد که اثر شاخص تولید ناخالص داخلی، پیچیدگی اقتصادی درجه باز بودن تجاری و شهرنشینی بر شاخص توسعه انسانی در چارک‌های مختلف تفاوت معناداری دارد، به این معنا که این متغیرها در سطوح پایین و بالا شاخص توسعه انسانی اثر متفاوتی دارند. در مقابل، شیب‌های مصرف انرژی تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر تفاوت معناداری نداشته و اثر آن‌ها نسبتاً ثابت است.

جدول ۵: نتایج آزمون برابری شیب خطوط رگرسیون کوانتایل

متغیر	آزمون برابری شیب	احتمال	نتیجه
GDP	۱۲/۴۵	۰/۰۰۱	شیب‌ها نابرابر است
ECI	۲/۹۸	۰/۰۴۵	شیب‌ها نابرابر است
RNE	۱/۶۷	۰/۰۹۲	شیب‌ها برابر است
NRE	۰/۸۷	۰/۴۲۱	شیب‌ها برابر است
TRADE	۱۰/۳۲	۰/۰۰۳	شیب‌ها نابرابر است
UPOP	۸/۷۶	۰/۰۰۶	شیب‌ها نابرابر است

منبع: یافته‌های پژوهش.

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

۵–۱. نتیجه‌گیری

در این مطالعه، برای ارزیابی تأثیر مصرف انرژی بر شاخص توسعه انسانی با در نظر گرفتن پیچیدگی اقتصادی در کشورهای منتخب، از شاخص‌های بخش‌های مختلف اقتصاد به‌عنوان ابزاری جهت سنجش میزان اثرگذاری آن‌ها بر شاخص توسعه انسانی در کشورهای منتخب استفاده گردید تا تأثیر متغیرهای مختلف بر وضعیت توسعه انسانی در کشورهای مذکور به دست آید. سپس با استفاده از روش‌های مبتنی بر داده‌های پانلی از جمله تکنیک پانل کوانتایل و با استفاده از نرم‌افزار استاتا سعی شد بهترین مدل برآوردی برای ارزیابی تأثیر مصرف انرژی بر شاخص توسعه انسانی با در نظر گرفتن پیچیدگی اقتصادی در کشورهای منتخب منا انتخاب شود.

باتوجه‌به نتایج حاصل از مدل برآوردی، مشاهده گردید که در حالت کلی لگاریتم تولید ناخالص داخلی در تمامی چارک‌های برآوردی اثر مثبت و معنی‌داری بر شاخص توسعه انسانی دارد. به عبارتی افزایش در رشد اقتصادی کشورهای منتخب منجر به بهبود وضعیت توسعه انسانی در این کشورها می‌گردد. همچنین باتوجه‌به اثرگذاری تولید ناخالص داخلی در تمامی دهک‌های مورد بررسی مشخص گردید که افزایش در رشد اقتصادی هرچند به‌صورت اندک نیز می‌تواند در بهبود وضعیت توسعه انسانی نقش مؤثری ایفا نماید.

نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که شاخص پیچیدگی اقتصادی در چارک اول منجر به کاهش وضعیت توسعه انسانی در این کشورها شده ولی همین شاخص در چارک چهارم اثر مثبت و افزایشی بر شاخص توسعه انسانی دارد. به عبارتی نتایج نشان می‌دهد که با گسترش اقتصاد به سمت تولید و صادرات محصولات با تنوع بیشتر، ممکن است در مراحل اولیه آن وضعیت توسعه انسانی کاهش یابد؛ ولی با افزایش تنوع و پیچیدگی اقتصادی، بهبود در رفاه انسانی و توسعه انسانی این کشورها اتفاق می‌افتد. مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر نیز در چارک اول و دوم اثر منفی و معنی‌داری بر توسعه انسانی داشته است. به عبارتی توسعه مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر هرچند اجتناب‌ناپذیر است ولی در دهک‌های پایین تأثیر کاهشی بر توسعه انسانی دارد. مصرف سوخت‌های فسیلی باتوجه‌به اتکای کشورهای تحت بررسی بر منابع طبیعی، در دهک‌های بالا اثر مثبت و معنی‌داری بر توسعه انسانی کشورهای منتخب نشان داد. درجه باز بودن تجاری و جمعیت شهرنشین نیز همانند تولید ناخالص داخلی، در تمامی چارک‌های برآوردی تأثیر مثبت و معنی‌داری بر توسعه انسانی کشورهای منتخب طی دوره تحت بررسی دارد. به عبارتی افزایش تجارت با دنیای خارج و همچنین جمعیت شهرنشین می‌تواند وضعیت توسعه انسانی در این کشورها را بهبود بخشد.

نتایج به‌دست‌آمده برای اثرگذاری پیچیدگی اقتصادی بر توسعه انسانی هم‌راستا با نتایج مطالعات (مستولی زاده و سلیمی (۱۳۹۹) و رحیمی و همکاران، (۱۴۰۰) و آریکا و کورت، (۲۰۲۱) است. نتایج به‌دست‌آمده در خصوص نقش مصرف انرژی تجدیدپذیر بر توسعه انسانی هم‌راستا با مطالعه فرجی دیزجی و همکاران (۱۴۰۱)، (غلامی و همکاران (۲۰۲۲) و (پام و همکاران (۲۰۲۴) است. نتایج به‌دست‌آمده برای اثرگذاری مصرف سوخت‌های فسیلی بر توسعه انسانی نیز هم‌راستا با مطالعات محمدی و همکاران (۱۳۹۸)، هاشمی‌زاده و همکاران (۲۰۲۲)، غلامی و همکاران (۲۰۲۲) و پام و همکاران (۲۰۲۴) است. نتایج به‌دست‌آمده برای اثرگذاری تولید ناخالص داخلی، درجه باز بودن تجاری و شهرنشینی بر توسعه انسانی نیز هم‌راستا با مطالعات هاشمی‌زاده و همکاران (۲۰۲۲)، محمدی و همکاران (۱۳۹۸) و فرجی دیزجی و همکاران (۱۴۰۴) است.

۵-۲. پیشنهادها

پیشنهادها سیاستی بر اساس نتایج مطالعه:

۱. تشویق نوآوری و فعالیت‌های دانش‌بنیان در کشورهای با سطح بالاتر توسعه انسانی: نتایج نشان داد در چارک‌های بالا، پیچیدگی اقتصادی تأثیر مثبت دارد؛ بنابراین سیاست‌های حمایتی از تحقیق‌وتوسعه،

همچون معافیت‌های مالیاتی، آموزش‌های فنی و مهارتی، حمایت از استارتاپ‌های فناوری می‌توانند پیچیدگی اقتصادی را افزایش و توسعه انسانی را تقویت کنند.

۲. اجرای پایلوت منطقه‌ای ترکیبی در مناطقی با شاخص توسعه انسانی پایین؛ زیرساخت انرژی پاک + مهارت آموزی: عدم سوددهی فوری انرژی‌های تجدیدپذیر در چارک‌های پایین، حاکی از ضرورت گذار تدریجی همراه با آموزش و حمایت مالی از اقشار آسیب‌پذیر است.

۳. تقویت سیاست‌های تسهیل تجارت هدف‌دار برای انتقال تکنولوژی: باتوجه‌به اثر مثبت درجه باز بودن تجاری در همه چارک‌ها، سیاست‌هایی مثل مشوق واردات سرمایه‌ای و قراردادهای سرمایه گذاری مستفیم خارجی[1] مشروط به انتقال تکنولوژی می‌تواند کانال انتقال دانش و ظرفیت‌سازی باشد.

۴. سرمایه‌گذاری هدفمند در زیرساخت و خدمات شهری برای بهره‌برداری از تأثیر مثبت شهرنشینی: توسعه زیرساخت‌های شهری با تمرکز بر حمل‌ونقل عمومی، بهداشت، سلامت و استفاده از جمعیت شهری در رشد اقتصادی.

۵. ایجاد سامانه‌ی پایشِ تلفیقی (ECI–Energy–HDI) برای سیاست‌گذاری مبانی بر شواهد: برای تنظیم تدابیر متفاوت بین کشورها لازم است شاخص‌های ترکیبی و گزارش سالانه وجود داشته باشد تا سیاست‌ها بر اساس تغییر چارک‌ها و نتایج واقعی بازتنظیم شوند.

توضیحات تکمیلی

مشارکت نویسندگان

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، *مریم ویسمرادی* در رشته اقتصاد نظری است که تحت راهنمایی دکتر **علی سایه میری** در گروه علوم اقتصادی، دانشگاه ایلام انجام شده است.

تضاد منافع

نویسندگان اعلام می‌کنند که هیچ‌گونه تضاد منافع در این پژوهش وجود ندارد.

حامی مالی

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

سپاسگزاری (تقدیر و تشکر)

نویسندگان از تمامی افرادی که با نظرات سازنده و راهنمایی‌های خود در بهبود کیفیت این مقاله نقش داشته‌اند، تشکر می‌کنند.

شناسه ارکید (ORCID)

علی سایه میری https://orcid.org/0000-0003-1266-814X

مریم ویسمرادی https://orcid.org/0009-0000-1628-7366

1. Foreign Direct Investment

منابع و مأخذ

رحیمی، فرشته. سایه میری، علی. قاسمیان، نسرین. شایان، عبدالله. (۱۴۰۰). اثر شاخص پیچیدگی اقتصادی بر رشد اقتصادی کشورهای MENAT. *اقتصاد کاربردی*. ۱۱(۳۶). ۱۵-۱. https://doi.org/10.30495/JAE.2021.18181

سلیمی، لیلا. مستولی‌زاده، سید محمد. فراهتی، مهدی. (۱۴۰۲). بررسی تأثیر پیچیدگی اقتصادی بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران. *فصلنامه سیاست‌ها و تحقیقات اقتصادی*، ۲(۳)، ۲۰-۱. https://doi.org/10.22034/jepr.2023.140173.1062

صیادی، محمد. ابراهیمی، محسن. حسن‌زاده، زینب. (۱۴۰۴). ارزیابی رابطه بین یارانه انرژی و ردپای اکولوژی در قالب منحنی کوزنتس محیطزیستی در کشورهای منتخب. *تحقیقات اقتصادی*، ۶۰(۲)، ۱۰۹۸-۱۱۲۸. https://doi.org/10.22059/jte.2025.390874.1008988

غلامی، آرین. نیک‌پور، ساغر و میرکی، فائره. (۱۴۰۲). بررسی تأثیر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر بر شاخص توسعه انسانی در ایران. *مطالعات اقتصاد انرژی*، ۱۹(۷۸)، ۱۰۱-۶۹. https://iiesj.ir/article-1-1564-fa.html(iiesj.ir)

فرجی دیزجی، سجاد. قاسمی، سحر و سرگل زایی، علی. (۱۴۰۱). بررسی اثر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر بر رفاه اجتماعی کشورهای آسیایی درحال‌توسعه: رویکرد رگرسیون کوانتایل. *پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی*، ۳۰(۱۰۳)، ۴۱۹-۳۸۹. https://doi.org/10.52547/gjerp.30.10.389

محمدی، وحید. مظفری شمسی، هاجر و اسعدی، فریدون. (۱۳۹۸). بررسی ارتباط متقابل رشد اقتصادی، مصرف انرژی و توسعه انسانی درکشورهای منتخب منا. *اقتصاد انرژی ایران*، ۸(۳۰)، ۱۸۴-۱۵۳. https://doi.org/10.22054/jiee.2019.10490

محمدی، نجمه. سحابی، بهرام. حیدری، حسن. صادقی‌سقدل، سید حسین. (۱۴۰۳). تحلیل تأثیر پیچیدگی اقتصادی بر مصرف انرژی تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر در کشورهای توسعه‌یافته و درحال‌توسعه. *پژوهش‌های اقتصادی*، ۲۴(۲)، ۹۱-۱۱۴. https://doi.org/10.22034/ECOR.24.2.004

مستولی زاده، سید محمد. سلیمی، لیلا. (۱۳۹۹). رابطه شاخص پیچیدگی اقتصادی و شاخص توسعه کشورهای توسعه‌یافته و درحال‌توسعه. *تحقیقات اقتصادی*، ۵۵(۴)، ۸۸۶-۷۵۳. https://doi.org/10.22059jte.2021.319070.1008434

References

Adekoya, O. B., Olabode, J. K., & Rafi, S. K. (2021). Renewable energy consumption, carbon emissions and human development: Empirical comparison of the trajectories of world regions. *Renewable Energy*, 179, 1836-1848. https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.07.122

Afroz, R., Alofaysan, H., Sarabdeen, M., Muhibbullah, M. D., & Muhammad, Y. B. (2024). Analyzing the influence of energy consumption and economic complexity on carbon emissions: Evidence from Malaysia. *Energies*, 17(12), 2900. https://doi.org/10.3390/en17122900

Alizadeh, R., Soltanisehat, L., Lund, P. D., & Zamanisabzi, H. (2020). Improving renewable energy policy planning and decision-making through a hybrid MCDM method. *Energy Policy*, 137, 111174. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.111174

Apergis, N., & Payne, J. E. (2009). Energy consumption and economic growth in Central America: evidence from a panel cointegration and error correction model. *Energy economics*, 31(2), 211-216. https://doi.org/10.1016/j.eneco.2008.09.002

Arica, F., & Kurt, U. (2021). The causal linkages of human development index and economic complexity index: a panel analysis for selected OECD countries. *Economic Insights-Trends & Challenges*, (3). https://doi.org/10.51865/EITC.2021.03.01

Arrow, k. j. (1962). The economic implications of learning by doing. *The review of economic studies*, 29(3), 155-173. https://doi.org/10.2307/2295952

Auty, R. M. (1993). *Sustaining development in mineral economies*. The resource curse thesis. Routledge. https://doi.org/ 10.4324/9780203422595

Aydin, M. (2019). The effect of biomass energy consumption on economic growth in BRICS countries: A country-specific panel data analysis. *Renewable energy*, 138, 620-627. https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.01.093

Beaudreau, B. C. (2011). On the emergence and evolution of economic complexity. *Modern Economy*, 2(03), 266. https://doi.org/10.4236/me.2011.23030

Belke, A., Dobnik, F., & Dreger, C. (2011). Energy consumption and economic growth: New insights into the cointegration relationship. *Energy economics*, 33(5), 782-789. https://doi.org/10.1016/j.eneco.2011.02.005

Carrillo, F. J. (2014). What knowledge-based stands for? A position paper. *International journal of knowledge-based development*. https://doi.org/10.1504/IJKBD.2014.068067

Canay,lvan A. (2011). A simple approach to quantile regression for panel data. *The Econometrics Journal*, 14(3), 368-386. https://doi. Org/10.1111/j. 1368-423X.2011. 00349.x

Chiroleu-Assouline, M. (2001). Le double dividende. Les approches théoriques. *Revue française d'économie,* 16(2), 119-147. https://doi.org/10.36/rfeco.2001.1510

Costanza, R., Hart, M., Talberth, J., & Posner, S. (2009). Beyond GDP: The need for new measures of progress. The pardee papers. https://www.bu.edu/pardee/publications/the pardee-papers/

Cristelli, M., Gabrielli, A., Tacchella, A., Caldarelli, G., & Pietronero, L. (2013). Measuring the intangibles: A metrics for the economic complexity of countries and products. *PloS one*, 8(8), e70726. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0070726

Crompton, P., & Wu, Y. (2005). Energy consumption in China: past trends and future directions. *Energy economics*, 27(1), 195-208. https://doi.org/10.1016/j.eneco.2004.10.006

Eren, B. M., Taspinar, N., & Gokmenoglu, K. K. (2019). The impact of financial development and economic growth on renewable energy consumption: Empirical analysis of India. *Science of the Total Environment*, 663, 189-197. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.01.299

Faraji Dizaji, S., Ghasemi, S., & Sargolzaie, A. (2022).Investigating the effect of renewable and non-renewable energy consumption on social welfare in developing Asian countries: A quantile regression approach. *Quarterly Journal of Economic Research and Policies*, 30(103), 389–419.https://doi.org/10.52547/qjerp.30.103.389 [in persian]

Ferraz, D., Silveira, N. J., do Nascimento Rebelatto, D. A., & Pyka, A. (2017). An efficiency analysis of economic complexity and human development in 2013. https://doi.org/10.1016/j.strueco.2017.08.002

George, E. H., & Nickoloas, G. T. (2011). *The Effect of Energy Consumption on Economic Growth on countries Economic Efficiency: A Conditional Non-Parametric Approach*. MPRA Paper (28692). https://mpra.ub.uni-muenchen.de/

Georgescu-Roegen, N. (1979). Energy and Matter in Mankind's Technological Circuit. *Journal of Business Administration*, 10, 107-127. https://doi.org/10.1007/BF01516318

Gholami, A., Nikpour, S., & Mirki, F. (2023).The impact of renewable and non-renewable energy consumption on the human development index in Iran. *Energy Economics Studies*, 19(78), 69–101. https://iiesj.ir/article-1-1564-fa.html(iiesj.ir) [in persian]

Hausmann, R., Hidalgo, C. A., Bustos, S., Coscia, M., Simoes, A., & Yildirim, M. A. (2014) *The atlas of economic complexity*. Mapping paths to prosperity, Mit Press. https://doi.org/10.7551/mitpress/9647.001.0001

Hana, U. (2013). Competitive advantage achievement through innovation and knowledge. *Journal of competitiveness*, 5(1), 82-96. https://doi.org/10.7441/joc.2013.01.06

Hart, S. L., & Milstein, M. B. (1999). Global sustainability and the creative destruction of industries. *MIT Sloan Management Review*, 41(1), 23. https://sloanreview.mit.edu/article/global-sustainability-and-the-creative-destruction-of-industries/

Hashemizadeh, A., Bui, Q., & Zaidi, S. A. H. (2022). A blend of renewable and nonrenewable energy consumption in G-7 countries: The role of disaggregate energy in human development. *Energy*, 241, 122520. https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.122520

Hashemizadeh, A., Ju, Y., & Dong, P. (2020). A combined geographical information system and Best–Worst Method approach for site selection for photovoltaic power plant projects. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 17(4), 2027-2042. https://doi.org/10.1007/013762-019-02598-8

Hidalgo, C. A., & Hausmann, R. (2009). The building blocks of economic complexity. *Proceedings of the national academy of sciences*, 106(26), 10570-10575. https://doi.org/10.1073/pnas.0900943106

Hosier, R., & Dowd, J. (1987). Household Fuel Choice in Zimbabwe: An Empirical Test of the Energy Ladder Hypothesis. *Resources and Energy*, 9, 347-361. https://doi.org/10.1016/0165-0572(87)90003-X

Khan, N.H., Ju, Y., Hassan, S.T., 2018. Modeling the impact of economic growth and terrorism on the human development index: collecting evidence from Pakistan. *Environ. Sci. Pollut. Res*, 25(34), 34661–34673. https://doi.org/10.1007/s11356-018-3275-5

Kronenberg,T. (20204). The curse of natural resources in the transition economics. *Economics of Transition*, 12(3), 399-426. https://doi.org/10.1111/j.0967-0750.2004.00817.x

Le Caous, E., & Huarng, F. (2020). Economic complexity and the mediating effects of income inequality: Reaching sustainable development in developing countries. *Sustainability*, 12(5), 2089. https://doi.org/10.3390/su12052089

Le Caous, E. S., & Huarng, F. (2021). Economic Complexity and Human Development: Moderated by Logistics and International Migration. S*ustainability*, 13(4), 1867. https://doi.org/10.3390/su13041867

Leach, G. (1992). The Energy Transition. *Energy Policy*, 20, 116-123. https://doi.org/10.1016/0301-4215(92)90105-B

Lekana, H. C., & Ikiemi, C. B. S. (2021). Effect of energy consumption on human development in the countries of the Economic and Monetary Community of Central Africa (EMCCA). *Theoretical Economics Letters*, 11(3), 404-421. https://doi.org/10.4236/tel.2021.113027

Mariani, M. S., Vidmer, A., Medo, M., & Zhang, Y. C. (2015). Measuring economic complexity of countries and products: which metric to use?. *The European Physical Journal B*, 88, 1-9. https://doi.org/10.1140/epjb/e2015-50725-9

Mohammadi, N., Sahabi, B., Heydari, H., & Sadeghi Saghdel, H. (2024). Analyzing the impact of economic complexity on renewable and non-renewable energy consumption in developed and developing countries. *Economic Researches (Sustainable Growth and Development)*, 24(2), 91–114. https://doi.org/10.22034/ECOR.24.2.004 [in persian]

Mohammadi, V., Mozaffari 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. https://doi.org/10.22054/jiee.2019.10490 [in persian]

Mostolizadeh, S. M., & Salimi, L. (2021).The relationship between economic complexity index and development index in developed and developing countries. *Journal of Economic Research*, 55(4), 853–886. https://doi.org/10.22059/jte.2021.319070.1008434 [in persian]

Pham, A., Li, C., & Bui, Q. (2024). Assessing the heterogeneous impacts of energy consumption on human development of G7 by employing advanced quantile panel data estimation. Gondwana Research. https://doi.org/10.1016.j.gr.2023.11020

Rahimi, F., Sayeh-Miri, A., Ghasemian, N., & Shayan, A. (2021).The effect of economic complexity index on economic growth in MENAT countries. *Iranian Journal of Applied Economics*, 11(36), 1–15. https://doi.org/10.30495/JAE.2021.18181 [in persian]

Ray, S., Ghosh, B., Bardhan, S., & Bhattacharyya, B. (2016). Studies on the impact of energy quality on human development index. *Renewable energy*, 92, 117-126. https://doi.org/1

Romer, P. M. (1986). Increasing returns and long-run growth. *Journal of political economy*, 94(5), 1002-1037. https://doi.org/10.1086/261420

Salimi, L., Mostoli-Zadeh, S., & Farahati, M. (2023).The impact of economic complexity on renewable energy consumption in Iran. *Quarterly Journal of Economic Policies and Research*, 2(3), 1–20. https://doi.org/10.22034/jepr.2023.140173.1062 [in persian]

Sayadi, M., Ebrahimi, M., & Hassanzadeh, Z. (2025).Evaluating the relationship between energy subsidies and ecological footprint based on the environmental Kuznets curve. *Economic Research Journal*, 60(2), 1098–1128. https://doi.org/10.22059/jte.2025.390874.1008988 [in persian]

Sachs, J.D., & Warner, A. M. (1995). Economic reform and the pricess of global integration. *Brookings Papers on Economic Activity*, 1995(1), 1-118. https://doi.org/10.3207/2534573

Sachs, J.D., & Warner, A. M. (2001). The cursw of natural resources. *European Economic Review*, 45(4-6), 827-838. http://doi.org/101016/S0014-2921(01)00125-8

Sen, A. (1992). Food and Feedrom. In K. Basu, & P. Nayak (Eds.), *Development Policy and Economic Theory* (pp.232). Oxford: Oxford University Press. https://global.oup.com/academic/product/development-policy-and-economic-theory

Sen, A. (1999). *Development as Freedom*. Oxford: Oxford University Press. https://global.oup.com/academic/product/development-as-freedom-9780192893307

Simoes, A.J.G.; Hidalgo, C.A. (2011). The Economic Complexity Observatory: An Analytical Tool for Understanding the Dynamics of Economic Development. *In Proceedings of the Workshops at the Twenty-Fifth AAAI Conference on Artificial Intelligence*, San Francisco, CA, USA, 7–8 August 2011. http://www.aaai.org/ocs/index.php/WS/AAAIW11/paper/view/3948

Stern, D. I. (2012). Modeling International Trends in Energy Efficiency. *Energy Economics*, 34, 2200-2208. https://doi.org/10.1016/j.eneco.20212.03.009

Suryanto, S., Gravitiani, E., Diswandi, D., & Arintoko, A. (2023). The Impact of Electricity Consumption to Human Development Index in Asian Countries: Analysis Panel Vector Error Correction Model. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 13(2), 240. https://doi,.org/10.32479/ijeep.13947

United Nations Development Programme. (1990). *Human development report 1990*. Oxford University Press. Restrieved from https://www.undp.org/publications/human-development-report-1990

United Nations Development Programme. (2010). Human development report 2010. The real wealth of nation: Pathyways to human development. Palagrave macmillan. Restrieved from https://www.undp.org/arab-states/publication/human-development-report-2010F

UNDP. (2014). Sustainable Energy and Human Development in Europe and the CIS; United Nations Development Programme: New York, NY, USA. https://www.undp.org/eurasia/puplications/sustainnable-energy-and-human-development-europe-andcis

Usman, A., Ozturk, I., Ullah, S., Hassan, A., (2021). Does ICT have symmetric or asymmetric effects on CO2 emissions? Evidence from selected Asian economies. *Technol. Soc*. 67 (August), 101692. https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101692

Utkovski, Z., Pradier, M. F., Stojkoski, V., Perez-Cruz, F., & Kocarev, L. (2018). Economic complexity unfolded: Interpretable model for the productive structure of economies. *PloS one*, 13(8), e0200822. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200822

Wang, Z., Bui, Q., Zhang, B., Nawarathna, C. L. K., & Mombeuil, C. (2021). The nexus between renewable energy consumption and human development in BRICS countries: The moderating role of public debt. *Renewable Energy*, 165, 381-390. https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.10.144