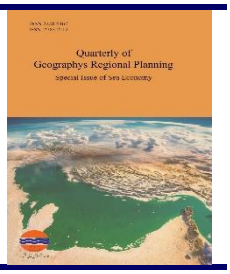
Iranian Association of Geopolitical

Geography (Regional Planning)
Spring 2025. Vol 15. Issue 58
ISSN (Print): 2228-6462 - ISSN (Online): 2783-2112
Journal Homepage: https://www.jgeoqeshm.ir/



Research Paper

Analyzing the impact of renewable resources infrastructure investment, human capital, and environmental sustainability on renewable energy consumption in oil-rich countries of the Persian Gulf

Anas Dheyab Salim[1], Sara Ghobadi[*2], Abdulrazzaq Hamad Hussein[3], Saeed Daei Karimzadeh[4]

1. PhD student, Department of Economics, Isfahan Branch (Khorasgan), Islamic Azad University, Isfahan, Iran.
2. Assistant Professor, Economics Department, Isfahan Branch (Khorasgan), Islamic Azad University, Isfahan, Iran.
3. Professor, Economics Department, University of Tikrit, Salahuddin, Iraq.
4. Associate Professor, Economics Department, Isfahan Branch (Khorasgan), Islamic Azad University, Isfahan, Iran.

ARTICLEINFO

PP: 504-521

Use your device to scan and read the article online

Keywords: *Renewable energy, human capital, environmental sustainability, climate change*

Abstract

The aim of the study was to investigate the impact of investment in renewable energy infrastructure, human capital development and environmental sustainability on renewable energy consumption in the Gulf countries. In this study, investment in renewable energy infrastructure is considered as a key factor in sustainable economic and environmental development. The results show that increasing investment in renewable energy infrastructure directly and significantly increases the consumption of renewable energy. This indicates the importance of strengthening technical infrastructure and equipment that can increase the efficiency of renewable energy. Improving human capital, through training and developing workforce skills, plays an important role in increasing the consumption of renewable energy. The results show that paying attention to environmental policies and reducing the use of fossil fuels has a positive effect on the consumption of renewable energy. These policies include encouraging the use of clean energy, reducing greenhouse gas emissions, and enforcing strict environmental regulations that can increase the use of renewable energy, and implementing supportive policies can help boost the use of renewable energy and achieve sustainable development goals. Advanced technologies can increase the efficiency of renewable energy and reduce production costs, while supportive policies such as subsidies and financial incentives can expand the use of these energies. Therefore, Gulf countries can achieve economic and environmental sustainability by upgrading renewable energy infrastructure and human capital and reduce their dependence on fossil fuels.

Citation: Dheyab Salim, A., Ghobadi, S., Hamad Hussein, A. and Daei Karimzadeh, S. (2025). **Analyzing the impact of renewable resources infrastructure investment, human capital, and environmental sustainability on renewable energy consumption in oil-rich countries of the Persian Gulf**. Geography (Regional Planning), 15(58), 504-521
DOI: 10.22034/jgeoq.2025.242690.2673

[*] **Corresponding Author:** Sara Ghobadi, **Email:** sghobadi@khuisf.ac.ir
Copyright © 2024 The Authors. Published by Qeshm Institute. This is an open access article under the CC BY license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Extended Abstract

Introduction

In recent decades, global attention to environmental issues and climate change has made the need to use renewable energy sources more urgent than ever. The Persian Gulf countries, as one of the largest producers and consumers of fossil fuels, face special challenges in this regard. On the one hand, due to their high dependence on oil revenues and on the other hand, due to the specific climatic conditions of the region, these countries have an urgent need to diversify their energy sources and improve their environmental sustainability. The present study examines the impact of investment in renewable energy infrastructure, human capital development, and environmental sustainability on renewable energy consumption in the Persian Gulf countries during the period 2010 to 2023. The use of the panel smooth transition method allows the complex relationship between these factors to be assessed more accurately. This method is particularly applicable to economic and social analyses in which gradual and discontinuous changes are considered. Previous studies have shown that investing in renewable energy infrastructure can directly and indirectly increase the consumption of this type of energy.

Methodology

Since the aim of the study is to analyze the threshold effect of the ratio of investment in renewable energy infrastructure to total investment in infrastructure, the panel smooth transition regression (PSTR) model, which is a method for determining the threshold limit, is used. For this purpose, the studies of Gonzalez et al. (2017) and Colitas and Harulin (2006) are followed.

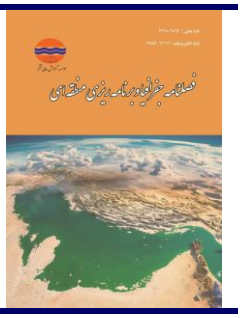
Results and Conclusion

Investing in human capital and its infrastructure is essential for renewable energy development to build a sustainable future. This includes providing educational opportunities to acquire the skills and knowledge needed to work in the renewable energy industry. This not only creates job opportunities but also provides a skilled workforce to stimulate innovation and advancement in renewable energy technologies. Investing in human capital also has the potential to address social and economic challenges in the region and can increase jobs and economic growth as the renewable energy sector grows. Focusing on the impacts of financial development, climate change, and renewable energy investment in the oil-producing countries of the Persian Gulf, this article shows that renewable energy consumption and human capital development can act as key factors in reducing oil dependence and improving environmental quality. Based on the results of this study, the following policy recommendations are made to enhance the use of renewable energy and achieve sustainable development goals in the Gulf countries. Accordingly, developing and improving renewable energy infrastructure: Governments should invest more in renewable energy infrastructure. This will not only increase renewable energy production but also help reduce dependence on fossil fuels. Increasing education and human capital development: Governments should strengthen education and training programs for a skilled workforce in renewable energy. This will help increase efficiency and productivity in the use of renewable energy resources. Implementing stricter environmental policies In order to reduce negative environmental impacts, stricter environmental policies should be implemented. These policies could include taxes on greenhouse gas emissions, incentives for the use of renewable energy, and environmental standards. Supporting research and development of new technologies: Governments should support research and development of new technologies in the field of renewable energy. This can lead to improved efficiency and reduced costs of renewable energy production. Encouraging international cooperation: Gulf countries can share experiences and new technologies through international cooperation with other countries and international organizations, thereby helping to improve and develop the renewable energy sector.

References

1. Abid, M., Ashfaq, M., & Khan, A. Q. (2021). The impact of financial development, renewable energy consumption, and economic growth on environmental quality: Empirical evidence from South Asian countries. Journal of Cleaner Production, 279, 123896. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123896
2. Alam, M. M., Murad, M. W., & Noman, A. H. M. (2018). Economic growth, energy consumption, financial development, international trade, and CO2 emissions nexus in Indonesia: A new evidence from ARDL bounds test. Journal of Cleaner Production, 197(Part 1), 183-195. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.06.084
3. Bilgili, M., Bilirgen, H., Ozbek, A., Ekinci, F., & Demirdelen, T. (2015). The role of hydropower installations for sustainable energy development in Turkey and the world. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 51, 11-12. https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.06.016
4. Guo, Y. (2021). Financial Development and Carbon Emissions: Analyzing the Role of Financial Risk, Renewable Energy Electricity, and Human Capital for China. Discrete Dynamics in Nature and Society. https://doi.org/10.1155/2021/1025669
5. Hu, Y., & Wang, S. (2020). Renewable energy consumption, financial development, and economic growth in China: New evidence from a dynamic panel threshold model. Energy Economics, 86, 104595. https://doi.org/10.1016/j.eneco.2019.104595
6. Jammazi, R., & Aloui, C. (2015). On the interplay between energy consumption, economic growth, and CO2 emission nexus in the GCC countries: A comparative analysis through wavelet approaches. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 51, 1737-1751. https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.07.138
7. Ponce, P., Álvarez-García, J., Medina, J., & del Río-Rama, M. C. (2021). Financial Development, Clean Energy, and Human Capital: Roadmap towards Sustainable Growth in América Latina. Energies, 14(13), 3763. https://doi.org/10.3390/en14133763
8. Popp, D., Hascic, I., & Medhi, N. (2011). Technology and the diffusion of renewable energy. Energy Economics, 33(4), 648-662. https://doi.org/10.1016/j.eneco.2010.08.007
9. Purnomo, S. D., Wani, N., Suharno, S., Arintoko, A., Sambodo, H., & Badriah, L. S. (2023). The Effect of Energy Consumption and Renewable Energy on Economic Growth in Indonesia. International Journal of Energy Economics and Policy, 13(1), 234-243. https://doi.org/10.32479/ijeep.13684
10. Ritu, R. K., & Kaur, A. (2023). Towards environmental sustainability: Nexus of ecological footprint, human capital, economic growth and energy consumption in India. Management of Environmental Quality: An International Journal. https://doi.org/10.1108/meq-06-2023-0172
11. Sadorsky, P. (2009). Renewable energy consumption, CO2 emissions and oil prices in the G7 countries. Energy Economics, 31(3), 456-462. https://doi.org/10.1016/j.eneco.2009.01.007
12. Tagwi, M. A., Fathi, A., & Isiksal, A. Z. (2023). Evaluating Natural Resources, Renewable Energy, Financial Development, and Ecological Footprint in G20 Countries. 2023 International Conference on Sustainable Islamic Business and Finance (SIBF). IEEE. https://doi.org/10.1109/sibf60067.2023.10379928

13. Zhang, C., & Lin, Y. (2012). Panel estimation for urbanization, energy consumption and CO2 emissions: A regional analysis in China. Energy Policy, 49, 488-498. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.06.048
14. Zhang, M., Adebayo, T. S., Awosusi, A. A., Ramzan, M., Otrakçı, C., & Kirikkaleli, D. (2022). Toward sustainable environment in Italy: The role of trade globalization, human capital, and renewable energy consumption. Energy & Environment. https://doi.org/10.1177/0958305x221146941
15. Wang, Z., & Han, L. (2020). The effect of renewable energy consumption on.15 economic growth: Evidence from the US states. Energy Reports, 6, 1960-1970. https://doi.org/10.1016/j.egyr.2020.07.008
16. Yu, S., Zhang, Y., & Zhang, L. (2021). The impact of renewable energy on.16 economic growth: A case study of China. Journal of Cleaner Production, 310, 127451. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127451



فصلنامه جغرافیا (برنامه ریزی منطقه ای)

دوره ۱۵، شماره ۵۸، بهار ۱۴۰۴

شاپا چاپی: ۶۴۶۲- ۲۲۲۸ شاپا الکترونیکی: ۲۱۱۲ -۲۷۸۳

Journal Homepage: https://www.jgeoqeshm.ir/

انجمن ژئوپلیتیک ایران

مقاله پژوهشی

تحلیل تأثیر سرمایه‌گذاری زیر ساخت منابع تجدید پذیر، سرمایه انسانی و پایداری محیط زیست بر مصرف انرژی های تجدید پذیردر کشورهای نفت خیز حوزه خلیج فارس

انس ذیاب سالم[۱]، سارا قبادی*[۲]، عبد الرزاق محمد حسین[۳]، سعید دائی کریم زاده [۴]

۱. دانشجوی دکتری، گروه اقتصاد، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران.

۲. استادیار، گروه اقتصاد، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران.

۳. استاد، گروه اقتصاد، دانشگاه تکریت، صلاح الدین، العراق.

۴. دانشیار، گروه اقتصاد، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران.

اطلاعات مقاله

شماره صفحات: ۵۲۱-۵۰۴

از دستگاه خود برای اسکن و خواندن مقاله به صورت آنلاین استفاده کنید

واژه‌های کلیدی:

انرژی تجدیدپذیر سرمایه انسانی پایداری زیست‌محیطی تغییرات آب و هوایی

چکیده

هدف تحقیق بررسی تأثیر سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های انرژی تجدیدپذیر، توسعه سرمایه انسانی و پایداری زیست‌محیطی بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر درکشورهای حوزه خلیج فارس بود. در این تحقیق، سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های انرژی تجدیدپذیر به‌عنوان یک عامل کلیدی در توسعه پایدار اقتصادی و زیست‌محیطی مورد توجه قرار گرفته است. نتایج نشان می‌دهد که افزایش سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های انرژی تجدیدپذیر به‌طور مستقیم و قابل توجهی موجب افزایش مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر می‌شود. این امر نشان‌دهنده اهمیت تقویت زیرساخت‌های فنی و تجهیزاتی است که می‌توانند بهره‌وری انرژی‌های تجدیدپذیر را افزایش دهند. بهبود سرمایه انسانی، از طریق آموزش و توسعه مهارت‌های نیروی کار، نقش مهمی در افزایش مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر دارد. نتایج نشان می‌دهد که توجه به سیاست‌های زیست‌محیطی و کاهش استفاده از سوخت‌های فسیلی تأثیر مثبتی بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر دارد. این سیاست‌ها شامل تشویق به استفاده از انرژی‌های پاک، کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و اعمال مقررات سخت‌گیرانه زیست‌محیطی است که می‌توانند به افزایش مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و اعمال سیاست‌های حمایتی می‌تواند به تقویت مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و دستیابی به اهداف توسعه پایدار کمک کند. فناوری‌های پیشرفته می‌توانند بهره‌وری انرژی‌های تجدیدپذیر را افزایش دهند و هزینه‌های تولید را کاهش دهند، در حالی که سیاست‌های حمایتی نظیر یارانه‌ها و مشوق‌های مالی می‌توانند موجب گسترش استفاده از این انرژی‌ها شوند. بنابراین کشورهای حوزه خلیج فارس می‌توانند با ارتقای زیرساخت‌های انرژی تجدیدپذیر و سرمایه انسانی به پایداری اقتصادی و زیست‌محیطی دست یابند و وابستگی خود به سوخت‌های فسیلی را کاهش دهند.

استناد: ذیاب سالم، انس، قبادی، سارا، محمد حسین، عبد الرزاق و دائی کریم زاده، سعید . (۱۴۰۴). **تحلیل تأثیر سرمایه‌گذاری زیر ساخت منابع تجدید پذیر، سرمایه انسانی و پایداری محیط زیست بر مصرف انرژی های تجدید پذیردر کشورهای نفت خیز حوزه خلیج فارس**. فصلنامه جغرافیا (برنامه ریزی منطقه ای)، ۱۵(۵۸)، ۵۰۴-۵۲۱

DOI: 10.22034/jgeoq.2025.242690.2673

* **نویسنده مسئول:** سارا قبادی **ایمیل:** sghobadi@khuisf.ac.ir

مقدمه

در دهه‌های اخیر، توجه جهانی به مسائل زیست‌محیطی و تغییرات آب و هوایی، نیاز به استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر را بیش از پیش ضروری ساخته است. کشورهای حوزه خلیج فارس، به عنوان یکی از بزرگ‌ترین تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان انرژی‌های فسیلی، با چالش‌های ویژه‌ای در این زمینه روبرو هستند. این کشورها از یک سو به دلیل وابستگی زیاد به درآمدهای نفتی و از سوی دیگر به خاطر شرایط اقلیمی خاص منطقه، نیاز مبرمی به تنوع‌بخشی به منابع انرژی و بهبود پایداری زیست‌محیطی خود دارند. تحقیق حاضر به بررسی تأثیر سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های انرژی تجدیدپذیر، توسعه سرمایه انسانی و پایداری زیست‌محیطی بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای حوزه خلیج فارس طی دوره زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۳ می‌پردازد. استفاده از روش انتقال ملایم پانلی[1] این امکان را می‌دهد تا رابطه پیچیده بین این عوامل را با دقت بیشتری مورد ارزیابی قرار گیرد. این روش به‌ویژه برای تحلیل‌های اقتصادی و اجتماعی که در آن‌ها تغییرات تدریجی و ناپیوسته مدنظر است، کاربرد دارد. مطالعات پیشین نشان داده‌اند که سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های انرژی تجدیدپذیر می‌تواند به طور مستقیم و غیرمستقیم مصرف این نوع انرژی‌ها را افزایش دهد. توسعه فناوری‌های تجدیدپذیر و بهبود زیرساخت‌ها نقش مهمی در افزایش مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر دارد (الابان و همکاران[2]، ۲۰۱٤). در پژوهشی دیگر بر تأثیر مثبت انتشار فناوری‌های نوین بر افزایش استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر اشاره کرده‌اند (پروپ و همکاران[3]، ۲۰۱۱). علاوه بر این، توسعه سرمایه انسانی نیز به عنوان یکی از عوامل کلیدی در بهبود مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر شناخته شده‌است. بهبود سطح آموزش و مهارت‌های مرتبط با فناوری‌های تجدیدپذیر می‌تواند منجر به بهره‌وری بیشتر و استفاده کارآمدتر از این منابع شود و افزایش دانش و تخصص فنی تأثیر مثبتی بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر داشته است (ژانگ و همکاران[4]،۲۰۱۲). همچنین سیاست‌های زیست‌محیطی و تغییرات آب و هوایی که نقش بسزایی در مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر دارند نشان داده‌اندکه سیاست‌های کاهش انتشار $CO2$ و توجه به مسائل زیست‌محیطی می‌تواند مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر را در کشورهای گروه G7 افزایش دهد (سدورسکی[5]، ۲۰۰۹).

نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد که افزایش سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های انرژی تجدیدپذیر و بهبود سرمایه انسانی تأثیر قابل توجهی بر افزایش مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای حوزهٔ خلیج فارس داشته است. علاوه بر این، تمرکز بر سیاست‌های مبتنی بر کاهش مصرف انرژی‌های تجدید ناپذیر و توسعه فناوری‌های نوین، نقش مهمی در تقویت استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و دستیابی به اهداف توسعه پایدار ایفا می‌کند. این تحقیق به سیاست‌گذاران و پژوهشگران در زمینه انرژی و توسعه پایدار در منطقه خلیج فارس و سایر مناطق مشابه کمک می‌کند تا نه تنها به پایداری اقتصادی و زیست‌محیطی دست یابند، بلکه وابستگی خود به سوخت‌های فسیلی را نیز کاهش دهند.

مبانی نظری

تأثیر سرمایهٔ انسانی و توسعه‌ی مالی بر مصرف انرژی تجدیدپذیر و موضوعی است که در مطالعات اخیر مورد توجه قرار گرفته است. پنسه و همکاران[6] (۲۰۲۱) مطالعه‌ای درباره‌ی رابطه‌ی بلندمدت بین رشد اقتصادی، توسعه‌ی مالی، انرژی غیرتجدیدپذیر، انرژی تجدیدپذیر و سرمایه‌ی انسانی در ۱٦ کشور لاتین آمریکایی انجام دادند. نتایج تحلیل داده‌های پانل از سال ۱۹۸۸ تا ۲۰۱۸ نشان داد که مصرف انرژی تجدیدپذیر تأثیر مثبت بر رشد اقتصادی دارد. این مطالعه همچنین بر اهمیت در نظر گرفتن انرژی سبز و سرمایه‌ی انسانی در تدابیر سیاستی برای اطمینان از رشد اقتصادی پایدار تأکید کرد (پنسه و همکاران، ۲۰۲۱). گوئو[7] (۲۰۲۱) نقش شاخص خطر مالی، خروجی برق انرژی تجدیدپذیر، توسعه‌ی مالی و سرمایه‌ی انسانی را به عنوان عوامل تعیین‌کننده‌ی

---

1. Panel Smooth Transition Regression
2. Ellabban et al.
3. Propp *et al. (2011)*
4. Zhang *et al. (2012)*
5. Sadorsky *et al. (2009)*
6. Ponce *et al. (2021)*
7. Guo. *(2021)*

گازهای گلخانه‌ای در چین مورد بررسی قرار داد. با استفاده از تکنیک‌های اقتصادسنجی و تحلیل داده‌ها از سال ۱۹۸۸ تا ۲۰۱۸، این مطالعه نشان داد که بهبود شاخص سرمایه‌ی انسانی و افزایش سهم انرژی تجدیدپذیر در تولید برق تأثیر مثبت در محدود کردن انتشار گازهای گلخانه‌ای دارد. همچنین، این مطالعه رابطهٔ منفی بین توسعهٔ مالی و انتشار گازهای گلخانه‌ای را نشان داد که ایدهٔ حمایت از توسعه‌ی مالی برای ترویج محیط زیست پایدار را تقویت می‌کند (گوئو، ۲۰۲۱). در یک مطالعه متمرکز بر کشورهای گروه بیست(G20) ، تاگویی و همکاران[1] (۲۰۲۳) رابطهٔ بین منابع طبیعی، انرژی تجدیدپذیر، توسعهٔ مالی، رشد اقتصادی و ردپای اکولوژیک را از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۸ بررسی کردند. نتایج نشان دادند که منابع طبیعی و تولید ناخالص ملی ارتباط مثبت و معناداری با ردپای اکولوژیک در بازه زمانی کوتاه مدت و بلندمدت دارند. از طرف دیگر، توسعهٔ مالی و انرژی تجدیدپذیر با بهبود کیفیت محیط زیست ارتباط داشتند. این مطالعه همچنین اهمیت سرمایهٔ انسانی را در رابطه با ردپای اکولوژیک در کوتاه مدت بیان کرد. یافته‌ها نشان دادند که افزایش پشتیبانی مالی و توسعه‌ی فناوری می‌تواند به کشورهای G20 در دستیابی به اهداف توسعه‌ی پایدار کمک کرده و انتشار گازهای گلخانه‌ای را کاهش دهد.

توسعه مالی و مصرف انرژی تجدیدپذیر

نسبت سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های انرژی تجدیدپذیر به کل سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها نشان‌دهنده تعهد کشورها به سمت یک اقتصاد پایدار و سبز است. افزایش این نسبت به معنای توجه بیشتر به توسعه زیرساخت‌های تولید و توزیع انرژی‌های تجدیدپذیر می‌باشد. سرمایه‌گذاری در این زمینه‌ها شامل ساخت نیروگاه‌های بادی، خورشیدی و سایر منابع تجدیدپذیر، توسعه شبکه‌های توزیع هوشمند، و سیستم‌های ذخیره‌سازی انرژی می‌شود که این اقدامات به تسهیل دسترسی و افزایش کارایی استفاده از این منابع کمک می‌کنند. با توجه به اینکه هزینه‌های اولیه سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر معمولاً بالاست، افزایش سهم این نوع سرمایه‌گذاری در بودجه‌های کلان زیرساختی کشورها می‌تواند نشان‌دهنده اراده سیاسی و اقتصادی برای حمایت از انرژی‌های پاک باشد. توسعه فناوری‌های مبتنی بر انرژی‌های تجدیدپذیر نقش حیاتی در افزایش مصرف این نوع انرژی‌ها ایفا می‌کنند. فناوری‌های نوین باعث افزایش کارایی و کاهش هزینه‌های تولید انرژی‌های تجدیدپذیر شده‌اند. به عنوان مثال، پنل‌های خورشیدی با بازدهی بالاتر و هزینه کمتر، توربین‌های بادی پیشرفته‌تر با توان تولیدی بیشتر و سیستم‌های ذخیره‌سازی انرژی مانند باتری‌های لیتیوم-یونی با ظرفیت و عمر طولانی‌تر، امکان بهره‌برداری گسترده‌تر و مقرون به‌صرفه‌تر از انرژی‌های تجدیدپذیر را فراهم کرده‌اند. توسعه فناوری‌های هوشمند مانند شبکه‌های هوشمند و اینترنت اشیا[2]نیز به مدیریت بهینه تولید و توزیع انرژی‌های تجدیدپذیر کمک کرده است، به طوری که این سیستم‌ها می‌توانند در زمان‌های اوج تقاضا، انرژی اضافی را از منابع تجدیدپذیر تامین کنند و تعادل شبکه را حفظ کنند. به عبارتی توسعه فناوری در این زمینه به به فرایندی اشاره دارد که در آن فناوری‌های نوین به وجود می‌آیند، توسعه می‌یابند و به صورت گسترده در جوامع و اقتصادها به کار می‌روند. این فرایند شامل ابتکارات و کشف‌های فنی، ایجاد و بهره‌برداری از فناوری‌های پیشرفته، و ارتقاء روش‌ها و فرآیندهای تولید و خدمات است. توسعه فناوری می‌تواند در بسیاری از زمینه‌ها اتفاق بیافتد، فناوری‌های مرتبط با انرژی و محیط‌زیست و فناوری‌های مرتبط با ارتباطات و اطلاعات را شامل می شود.

به طور کلی، مرور ادبیات تحقیقاتی از طریق مطالعات پنسه و همکاران (۲۰۲۱)، گوئو (۲۰۲۱) و تاگویی و همکاران (۲۰۲۳) نتایج ارزشمندی را درباره‌ی تأثیر مصرف انرژی تجدیدپذیر و سرمایه‌ی انسانی بر توسعه‌ی مالی فراهم می‌کند. این مطالعات بر اهمیت در نظر گرفتن منابع انرژی سبز، توسعهٔ سرمایه‌ی انسانی و ابزارهای مالی در ترویج رشد اقتصادی پایدار و کاهش تخریب محیط زیست تأکید می‌کنند. یافته‌ها نشان می‌دهند که سیاست‌های متمرکز بر مصرف انرژی تجدیدپذیر، تقویت سرمایهٔ انسانی و توسعهٔ مالی سبز می‌تواند نقش مهمی در دستیابی به پایداری اقتصادی و محیط‌زیستی بلندمدت داشته باشد.

---

[1]. *Tagwi. (2023)*

[2]. Internet of Things

ترویج مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و توسعه سرمایه انسانی

ترویج مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و توسعه سرمایه انسانی به ایجاد یک سیستم مالی با ثبات و انعطاف‌پذیر در کشورهای خلیج فارس کمک خواهد کرد. استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر می‌تواند تأثیرات زیست‌محیطی را کاهش دهد و اقتصاد سبز را در این کشورها ترویج دهد. سرمایه‌گذاری در سرمایه انسانی برای بخش انرژی‌های تجدیدپذیر می‌تواند نوآوری را ارتقاء دهد و فرصت‌های شغلی جدیدی را در منطقه ایجاد کند. این سرمایه‌گذاری همچنین می‌تواند در جذب سرمایه‌گذاری خارجی برای ارتقاء فناوری‌های نوین مؤثر باشد و به توسعه اقتصادی بیشتر در کشورهای خلیج فارس منجر شود.تغییرات آب و هوایی به عنوان یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های جهانی در قرن بیست و یکم، نقش مهمی در تشویق کشورها به استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر ایفا می‌کند. با افزایش دمای جهانی، ذوب یخ‌های قطبی، بالا آمدن سطح دریاها و تشدید حوادث جوی نامطلوب، نیاز به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و حرکت به سمت منابع انرژی پاک‌تر به یک ضرورت تبدیل شده است. این تغییرات باعث افزایش آگاهی عمومی و فشار بر سیاست‌گذاران برای اتخاذ سیاست‌های حمایتی و تشویقی در زمینه توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر شده است. علاوه بر این، دولت‌ها و سازمان‌های بین‌المللی با وضع قوانین و مقررات سخت‌گیرانه‌تر در جهت کاهش انتشار کربن، به ترویج استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر پرداخته‌اند.در نهایت، مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر با کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی و بهبود کیفیت هوا و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای همراه است. استفاده گسترده‌تر از انرژی‌های تجدیدپذیر نه تنها به حفظ محیط زیست کمک می‌کند، بلکه می‌تواند بهبود بهره‌وری انرژی و کاهش هزینه‌های انرژی در بلندمدت را نیز به همراه داشته باشد. به علاوه، افزایش مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر می‌تواند به ایجاد فرصت‌های شغلی جدید در بخش‌های مختلف اقتصادی منجر شود و اقتصادهای محلی و ملی را تقویت کند. بنابراین، تغییرات آب و هوایی و نسبت سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های انرژی تجدیدپذیر به کل سرمایه‌گذاری‌ها به‌عنوان عوامل محرک اصلی در افزایش مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر نقش مهمی ایفا می‌کنند و می‌توانند به دستیابی به اهداف توسعه پایدار کمک کنند.علاوه بر فناوری‌های پیشرفته، سیاست‌های انرژی دولت‌ها نیز به شدت در ترویج مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر موثر هستند. سیاست‌های حمایتی شامل یارانه‌ها، مشوق‌های مالیاتی و تعرفه‌های ترجیحی برای خرید برق تولید شده از منابع تجدیدپذیر می‌توانند سرمایه‌گذاری در پروژه‌های انرژی تجدیدپذیر را جذاب‌تر کنند. این سیاست‌ها باعث کاهش ریسک‌های مالی و اقتصادی پروژه‌ها و افزایش بازده سرمایه‌گذاری‌ها می‌شوند. به عنوان مثال، سیاست‌های مالیاتی که هزینه‌های تولید انرژی‌های تجدیدپذیر را کاهش می‌دهند، می‌توانند توسعه این پروژه‌ها را تسریع کنند. همچنین، قوانین و مقررات سخت‌گیرانه‌تر برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، صنایع و شرکت‌ها را به سمت استفاده از منابع انرژی پاک‌تر هدایت می‌کنند.این ترکیب از توسعه فناوری و سیاست‌های انرژی باعث شده است که انرژی‌های تجدیدپذیر به طور فزاینده‌ای در تامین انرژی جهانی نقش داشته باشند. افزایش مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر نه تنها به کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی و کاهش انتشار کربن کمک می‌کند، بلکه می‌تواند فرصت‌های شغلی جدیدی ایجاد کند و رشد اقتصادی را تحریک نماید. به عنوان مثال، صنایع مربوط به تولید و نصب تجهیزات انرژی‌های تجدیدپذیر، فرصت‌های شغلی متعددی ایجاد می‌کنند که می‌توانند به توسعه اقتصادی منطقه‌ای و ملی کمک کنند. همچنین، استفاده گسترده‌تر از انرژی‌های تجدیدپذیر می‌تواند امنیت انرژی را بهبود بخشد، زیرا منابع انرژی تجدیدپذیر معمولاً محلی هستند و وابستگی به واردات سوخت‌های فسیلی را کاهش می‌دهند.

به طور کلی، توسعه فناوری‌های مبتنی بر انرژی‌های تجدیدپذیر و سیاست‌های انرژی موثر دو عامل کلیدی در افزایش مصرف این نوع انرژی‌ها و حرکت به سوی یک آینده پایدار و سبز هستند. این دو عامل نه تنها به حفظ محیط زیست کمک می‌کنند، بلکه باعث تقویت اقتصادی، ایجاد فرصت‌های شغلی و بهبود امنیت انرژی می‌شوند. بنابراین، کشورها باید به طور همزمان به توسعه فناوری‌های نوین و اجرای سیاست‌های حمایتی در حوزه انرژی‌های تجدیدپذیر توجه ویژه‌ای داشته باشند تا بتوانند به اهداف توسعه پایدار دست یابند.

مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای خلیج فارس:

به طور کلی می‌توان گفت مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر می‌تواند به‌عنوان عاملی کلیدی در کاهش وابستگی به نفت در کشورهای حوزه خلیج فارس و بهبود کیفیت محیط زیست عمل کند. توسعه سرمایه انسانی در بخش انرژی‌های تجدیدپذیر برای پایداری بلندمدت و توسعه مالی در این منطقه بسیار حیاتی است. انتقال به منابع انرژی‌های تجدیدپذیر برای استقرار و رشد پایدار اقتصادی ضروری است. سرمایه‌گذاری دولت و تقویت برنامه‌های آموزشی برای بکارگیری انرژی‌های تجدیدپذیر لازم است. این انتقال، منجر به ایجاد اقتصادی تاب‌آور می‌شود که آسیب‌پذیری در مقابل شوک‌های اقتصادی ناشی از نوسانات قیمت نفت را کاهش می‌دهد. آینده انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای خلیج فارس با توجه به افزایش تقاضای جهانی برای انرژی‌های تجدیدپذیر، کشورهای خلیج فارس فرصتی برای تبدیل شدن به رهبران در صنعت انرژی‌های تجدیدپذیر دارند. این نه تنها به توسعه مالی آنها کمک می‌کند بلکه اعتبار بین‌المللی آنها را نیز افزایش می‌دهد و آنها را به عنوان رهبران اقتصادی آینده‌نگر و طرفداران محیط زیست معرفی می‌کند. سرمایه‌گذاری در مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و توسعه سرمایه انسانی برای کشورهای خلیج فارس بسیار حیاتی است تا پایداری مالی درازمدت و رشد اقتصادی پایدار را تضمین کند.

پیشینه پژوهش

تأثیر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و سرمایه انسانی بر توسعه مالی موضوعی است که در پژوهش‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است. پنسه و همکاران (۲۰۲۱) مطالعه‌ای را با تمرکز بر رابطه بلندمدت بین رشد اقتصادی و توسعه مالی، انرژی‌های تجدیدپذیر و غیرتجدیدپذیر و سرمایه انسانی در ۱۶ کشور آمریکای لاتین انجام دادند. نتایج تحلیل داده‌های پانلی آن‌ها از سال ۱۹۸۸ تا ۲۰۱۸ نشان داد که رابطه مثبتی بین مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و رشد اقتصادی وجود دارد. به‌طور خاص، افزایش یک درصدی در مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر با افزایش یک درصدی در رشد اقتصادی همراه بود که نشان می‌دهد مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر رشد اقتصادی را تحت‌الشعاع قرار نمی‌دهد. این مطالعه همچنین بر اهمیت توجه به انرژی سبز و سرمایه انسانی در سیاست‌گذاری‌ها به منظور تضمین رشد اقتصادی پایدار تأکید داشت.

گوئو (۲۰۲۱)، نقش شاخص ریسک مالی، تولید برق از انرژی تجدیدپذیر، توسعه مالی و سرمایه انسانی به عنوان عوامل تعیین‌کننده انتشار کربن در چین را بررسی کرد. با استفاده از تکنیک‌های نوین اقتصادسنجی و تحلیل داده‌ها از سال ۱۹۸۸ تا ۲۰۱۸، این مطالعه نشان داد که بهبود شاخص سرمایه انسانی و افزایش سهم انرژی تجدیدپذیر در تولید برق در محدود کردن انتشار کربن مؤثر بوده است. همچنین، مطالعه نشان داد که توسعه مالی با انتشار کربن رابطه منفی دارد و از این رو، توسعه مالی می‌تواند به محیط زیست پایدار کمک کند. یافته‌ها حاکی از آن است که ارتقاء سرمایه انسانی با کیفیت، توسعه مالی سبز و افزایش سهم انرژی تجدیدپذیر در تولید برق می‌تواند به چین در دستیابی به اهداف اقلیمی ۲۰۳۰ کمک کند (گوئو، ۲۰۲۱). در یک مطالعه که بر کشورهای G20 متمرکز بود، تاگویی و همکاران (۲۰۲۳) رابطه بین منابع طبیعی، انرژی تجدیدپذیر، توسعه مالی، رشد اقتصادی و ردپای اکولوژیک از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۸ را بررسی کردند. با استفاده از روشPMG-ARDL ، نتایج نشان داد که منابع طبیعی و تولید ناخالص داخلی رابطه مثبت و معناداری با ردپای اکولوژیک در کوتاه‌مدت و بلندمدت دارند. از سوی دیگر، توسعه مالی و انرژی تجدیدپذیر با ردپای زیست‌محیطی رابطه منفی داشتند. مطالعه همچنین بر اهمیت سرمایه انسانی در رابطه با ردپای اکولوژیک در کوتاه‌مدت تأکید کرد. یافته‌ها نشان داد که افزایش حمایت مالی و توسعه فناوری می‌تواند به کشورهای G20 در دستیابی به اهداف توسعه پایدار و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای کمک کند (تاگویی و همکاران، ۲۰۲۳).

ریتو و کار[1]، (۲۰۲۳) مطالعه‌ای در مورد ردپای اکولوژیک هند و رابطه آن با تولید ناخالص داخلی، مصرف انرژی، سرمایه انسانی و باز بودن تجاری انجام دادند. یافته‌های این مطالعه نشان داد که در بلندمدت بین این متغیرها رابطه وجود دارد و رشد اقتصادی ناشی از سوخت‌های فسیلی به ناپایداری زیست‌محیطی منجر می‌شود. از سوی دیگر، سرمایه انسانی و باز بودن تجاری رابطه معکوسی با ردپای اکولوژیک داشتند که نشان می‌دهد آموزش و رفتارهای محیط‌زیستی می‌تواند به پایداری زیست‌محیطی منجر

[1]. Ritu & Kaur

شود. این مطالعه بر نیاز به سیاست‌های توسعه پایدار در هند برای ایجاد تعادل بین رشد اقتصادی و حفظ محیط زیست تأکید دارد (ریتو و کار، ۲۰۲۳).

ژانگ و همکاران[1] (۲۰۲۲) تأثیر توسعه مالی، رشد اقتصادی، جهانی شدن تجاری، مصرف انرژی تجدیدپذیر و سرمایه انسانی بر ردپای اکولوژیک در ایتالیا را بررسی کردند. با استفاده از تکنیک‌های پیشرفته اقتصادسنجی نظیر ARDL وDOLS ، مطالعه نشان داد که رشد اقتصادی با افزایش ردپای اکولوژیک رابطه مثبت دارد، در حالی که مصرف انرژی تجدیدپذیر، جهانی شدن تجاری و سرمایه انسانی با ردپای اکولوژیک رابطه منفی دارند. تأثیر ترکیبی سرمایه انسانی و جهانی شدن تجاری کاهش ردپای اکولوژیک در ایتالیا را نشان داد. این مطالعه بر اهمیت اجرای یک چارچوب سیاستی مبتنی بر اهداف توسعه پایدار تأکید دارد. پرنومو و همکاران[2] (۲۰۲۳) رابطه بین مصرف انرژی، زیرساخت‌های جاده‌ای، امید به زندگی، طول متوسط آموزش و رشد اقتصادی در اندونزی را بررسی کردند. مطالعه نشان داد که مصرف نفت، گاز و سوخت زیست‌توده و همچنین طول متوسط آموزش تأثیر مثبت و معناداری بر رشد اقتصادی دارند. با این حال، زیرساخت‌های جاده‌ای و امید به زندگی تأثیر معناداری بر رشد اقتصادی در اندونزی نداشتند. مطالعه توصیه کرد که بهبود ذخایر انرژی از طریق تنوع‌بخشی به منابع انرژی و توسعه زیرساخت‌ها برای حمایت از عرضه انرژی، و همچنین بهبود کیفیت آموزش از طریق بورسیه‌ها و بهبود زیرساخت‌ها انجام شود.

٤. روش شناسی پژوهش

هدف این تحقیق تحلیل اثرات تغییرات آب و هوایی، نسبت سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های انرژی تجدیدپذیر، سرمایه انسانی و سیاست‌های انرژی بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای حوزه خلیج فارسدر دوره زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۳ است.

$$(۱)\ \mathrm{RE_{it}} = f(\mathrm{Cch_{it}}, \mathrm{RIR_{it}}, TSE_{\mathrm{it}}, \mathrm{EP}) \qquad \mathrm{t} = 1, \ldots\ldots, \mathrm{T\ i} = 1, \ldots, \mathrm{N}$$

در مدل(۱)متغیر وابسته بیانگرمیزان مصرف انرژی‌های تجدیدپذیرRenewable Energy Consumption :(RE) شامل میزان استفاده از منابع انرژی مانند باد، خورشید، هیدروپاور، بیوانرژی و انرژی‌های دریایی است که به صورت مداوم و قابل تجدید هستند (سازمان بین‌المللی انرژی تجدیدپذیر (IRENA)).

تغییرات آب و هوایی[3](Cch): تغییرات آب و هوایی به تغییرات در الگوهای طولانی مدت اقلیم زمین اشاره دارد که ناشی از فعالیت‌های انسانی مانند انتشار گازهای گلخانه‌ای است. این تغییرات شامل افزایش دما، تغییرات در الگوی بارش، ذوب یخچال‌ها و سایر اثرات جانبی است. این موضوع به طور گسترده توسط سازمان‌های بین‌المللی مانند سازمان ملل متحد و دانشگاه‌ها مورد بررسی قرار گرفته است.

نسبت سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های انرژی تجدیدپذیر به کل سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها[4] (RIR) : این نسبت میزان سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های انرژی تجدیدپذیر را نسبت به کل سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های مختلف شامل حمل و نقل، ارتباطات، انرژی سنتی، و زیرساخت‌های فن‌آوری ارزیابی می‌کند.

سرمایه انسانی:$\mathrm{TSE_{it}}$ سرمایه انسانی است که درصد ثبت‌نام ناخالص در مقطع متوسطه به عنوان پراکسی برای آن در نظر گرفته می‌شود. مقیاس این متغیر درصد است و داده‌های مربوط به این متغیر از سایت بانک جهانی (WDI) استخراج می‌شود

سیاست‌های انرژیEnergy Policies :(EP) به مجموعه‌ای از تصمیمات، استراتژی‌ها، و برنامه‌هایی اشاره دارد که توسط دولت‌ها یا سازمان‌های مرتبط با انرژی تدوین می‌شوند تا به مدیریت مصرف انرژی، تولید انرژی، توزیع، و استفاده بهینه از منابع انرژی بپردازند. که در این تحقیق کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای: این شاخص می‌تواند میزان کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای مختلف مانند دی‌اکسید کربن (CO_2)، متان (CH_4)، و اکسید نیتروژن (NO_x) را نشان دهد

---

1. Zhang *et al. (2022)*
2. Purnomo *et al. (2023)*
3. Climate Change
4. Renewable Infrastructure Investment Ratio

داده‌های مربوط به متغیرهای مذکور برای کشورهای اوپک طی دوره زمانی ۲۰۱۰-۲۰۲۱ از سایت بانک جهانی (WDI) استخراج می‌شود.

از آنجا که هدف مطالعه تحلیل اثر آستانه نسبت سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های انرژی تجدیدپذیر به کل سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها می باشداز الگوی رگرسیون انتقال ملایم تابلویی (PSTR) که روشی برای تعیین حد آستانه است، استفاده می‌شود. بدین منظور از مطالعات گونزالز و همکاران[1] (۲۰۱۷) و کولیتاز و هارولین[2] (۲۰۰۶) پیروی می شود که بر اساس الگویی دارای دو حد آستانه و یک تابع انتقال و به صورت زیر تصریح می‌شود:

$$RE_{it}= \pi_i + \alpha_1 Cch_{it} + \alpha_2 TSE_{it} + \alpha_3 EP_{it} + \lambda_0 IQ_{it} F(SLR_{it};\gamma,c) + \mu_{it} \quad (۲)$$

در معادله (۱) π_i اثرات ثابت مقاطع، α_iها ضرایب برآوردی، λ_0 ضریب تابع انتقال t بیانگر زمان، i نشان‌دهنده مقاطع (کشورها) و μ_{it} نیز جز خطا است. تابع $F(IQ_{it}, GI_{it};\gamma,c)$ بیانگر تابع انتقالی است که پیوسته و کراندار بوده و بین صفر و یک قرار می‌گیرد. در این الگو متغیر انتقال از بین متغیرهای توضیحی یا وقفه متغیر وابسته و یا متغیر دیگری که خارج از الگو است ولی از لحاظ مبانی نظری با الگو مورد مطالعه مرتبط است و عامل ایجاد رابطه غیرخطی می‌باشد، قابل انتخاب است. در این مقاله سرمایه گزاری در زیر ساخت ها به عنوان متغیر انتقال و دارای اثرات آستانه‌ای در نظر گرفته می‌شود. تابع انتقال به پیروی از گونزالز و همکاران (۲۰۰۵)، به صورت لاجستیکی به صورت زیر تصریح می‌گردد:

$$F(SLR_{it};\gamma,c) = [1+\exp(-\gamma\pi(SLR_{it}-c_i)]^{-1}, \gamma>0, c_1 \le c_1 \le \cdots \le c_m. \quad (۳)$$

در معادله (۲) c_j برداری m بعدی از مقدار حدهای آستانه‌ای است. γ نیز پارامتر شیب است که سرعت انتقال از یک رژیم به رژیم دیگر را نشان می‌دهد. در الگوی PSTR ضرایب تخمینی با توجه به مشاهدات متغیر انتقال و پارامتر شیب به صورت پیوسته میان دو حالت حدی F=1 و F=0 تغییر می‌یابد که این دو حالت حدی به صورت زیر تصریح می‌گردند:

$$Y=\begin{cases}\mu_i + \hat{\beta}_0 X_{it} + u_{iu} & F=0\\ \mu_i + (\hat{\beta}_0+\hat{\beta}_1)X_{it} + u_{it} & F=1\end{cases} \quad (٤)$$

از آنجایی‌که پارامترهای انتقال، با پارامتر شیب در تابع انتقال متناسب هستند، می‌توان آزمون خطی بودن را انجام داد. مبنای کار در این آزمون، آماره‌های ضریب لاگرانژ والد (LM_W)، ضریب لاگرانژ فیشر (LM_F) و نسبت درست نمایی (LR) است که توسط کولیتاز و هارولین (۲۰۰۶) ارائه شده‌اند. گام بعدی پس از تأیید وجود رابطه غیرخطی میان متغیرها، اطمینان از نبود رابطه غیرخطی در باقیمانده‌ها است. پس از اطمینان از غیرخطی بودن رابطه بین متغیرها، عدم وجود رابطه غیرخطی بین باقیمانده‌ها و انتخاب یک تابع انتقال، لازم است به تعیین انتخاب تعداد حدهای آستانه‌ای برای مدل نهایی پرداخته شود. گونزالز و همکاران (۲۰۱۷)، برای تبیین تغییرپذیری پارامترها، لحاظ کردن یک یا دو مقدار آستانه‌ای (m=1 یا m=2) را کافی دانسته و بیان می‌کنند که برای m=1 ، مدل PSTR با توجه به مقادیر کمتر و بیشتر متغیر انتقال (q_{it}) در مقایسه با مقدار حد آستانه‌ای (C_1) و با یک تابع انتقال یکنواخت ، دو رژیم حدی وجود خواهد داشت. چنانچه پارامتر شیب به سمت بی نهایت میل کند، مدل PSTR به مدل دو رژیمی آستانه‌ای تابلویی PTR تبدیل می‌شود. در واقع، تابع انتقال زمانی که $q_{it} > C_1$ باشد، مقدار یک و در غیر اینصورت مقدار صفر را اختیار می‌کند. در حالت m=2 ، نقطه حداقل تابع انتقال در $\frac{(C_1+C_2)}{2}$ رخ می‌دهد و مقدار یک را برای مقادیر کمتر و بیشتر متغیر انتقال (IQ_{it}) لحاظ می‌کند و در صورتیکه پارامتر شیب به سمت بی‌نهایت میل کند، مدل PSTR تبدیل به یک مدل آستانه‌ای سه رژیمی می‌شود. اگر پارامتر شیب به سمت صفر میل کند، با هر تعداد حد آستانه‌ای، مدل PSTR ، یک مدل رگرسیونی خطی یا همگن با اثرات ثابت خواهد بود (گونزالز و همکاران، ۲۰۱۷).

جدول ۱: متغیرها

نام متغیر		متغیر
میـــزان مصـــرف انرژی‌هـــای		RE_{it}

1. González *et al. (2017)*
2. Colletaz & Hurlin. *(2006)*

تجدیدپذیر		
تغییرات اب و هوایی		Cch_{it}
نسبت سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های انرژی تجدیدپذیر به کل سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها		RIR_{it}
سرمایه انسانی		TSE_{it}
سیاست های انرژی		EP_{it}

نتایج:

در مدل‌هایی که با استفاده از داده‌های پانلی برآورد می‌شوند، قبل از برآورد مدل باید به انجام آزمون‌های وابستگی مقطعی و مانایی اقدام نمود. برای بررسی مانایی داده‌های پانل می‌توان از آزمون‌های ریشه واحد لوین، لین و چو، دیکی فولر تعمیم‌یافته فیشر، فیلیپس- پرون- فیشر، ایم- پسران- شین و بریتانگ و هادری و پسران (۲۰۰۳) استفاده کرد، که البته انتخاب آزمون مناسب از بین این آزمون‌ها در گام اول نیازمند بررسی وجود وابستگی مقطعی است، به طوری‌که در صورت وجود وابستگی مقطعی لازم است از آزمون پسران (۲۰۰۳) استفاده شود و در غیر این‌صورت می‌توان از سایر آزمون‌ها استفاده نمود.

نتایج آزمون وابستگی مقطعی پسران برای متغیرهای مدل در جدول (۱) ارائه شده است. فرضیه صفر در این آزمون عدم وجود وابستگی مقطعی در متغیرهای مورد آزمون است و فرضیه مخالف از وجود وابستگی مقطعی حکایت دارد.

جدول ۲: نتیجه آزمون استقلال مقطعی پسران برای مدل (۱)

آماره CD	احتمال آماره
۱/٤٥	۰/۱۵۳۲

منبع: یافته‌های پژوهش

نتایج به دست آمده در جدول (۱) نشان می‌دهد که احتمال آماره آزمون CD از ۰/۰۵ بزرگتر است، بدین ترتیب فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود وابستگی مقطعی در مدل پژوهش رد نمی‌شود. لذا بین متغیرهای مورد بررسی وابستگی مقطعی وجود ندارد. به عبارتی مقاطع از هم مستقل هستند.

مانایی متغیرهای پژوهش

با توجه به عدم وجود وابستگی مقطعی بین متغیرها، برای بررسی مانایی داده‌ها می‌توان از آزمون‌های معمول مانایی برای داده‌های پانلی شامل واحد لوین، لین و چو، دیکی فولر تعمیم یافته فیشر و فیلیپس- پرون- فیشر، ایم- پسران- شین و بریتانگ و هادری استفاده کرد. در این پژوهش به منظور بررسی مانایی متغیرها از آزمون های لین، لوین و چاو (LLC) و آزمون ایم، پسران و شین (IPS) استفاده می‌شود.

بر اساس استدلال لوین، لین و چاو در داده‌های پانلی، استفاده از آزمون ریشه واحد برای ترکیب داده‌ها نسبت به استفاده از آزمون ریشه واحد برای هر مقطع به صورت جداگانه از قدرت بیشتری برخوردار است. این آزمون با فرض مشترک بودن ضریب همبستگی برای تمامی واحدهای مقطعی انجام می‌شود.

فرضیه صفر در آزمون مانایی لین، لوین و چاو بیانگر این است که داده‌ها دارای ریشه واحد بوده و به عبارتی نامانا هستند و فرضیه مخالف عدم وجود ریشه واحد یا مانایی داده‌ها را نشان می‌دهد. بنابراین، چنان‌چه احتمال مقدار آماره محاسبه شده کمتر از ۰/۰۵ باشد، فرضیه صفر مبنی بر وجود ریشه واحد رد می‌شود، که این امر نشان دهنده مانا بودن متغیرها خواهد بود.

جدول (۳) نتایج آزمون ریشه واحد داده‌های پانلی را به روش لین، لوین و چو در سطح متغیرها نمایش می‌دهد.

جدول ۳: نتایج آزمون مانایی متغیرهای پژوهش به روش LLC

فرضیه صفر: ریشه واحد وجود دارد فرضیه مخالف: ریشه واحد وجود ندارد				
نام متغیر	نماد متغیر	آماره t	احتمال آماره	نتیجه آزمون
میزان مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر	RE_{it}	-۵/۶۷۳	۰/۰۰۰۰	مانا در سطح
تغییرات اب و هوایی	Cch_{it}	-۱/۷۹۰	۰/۰۴۰۹	مانا در سطح
نسبت سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های انرژی تجدیدپذیر به کل سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها	RIR_{it}	-۵/۶۶۳	۰/۰۰۰۰	مانا در سطح
سرمایه انسانی	TSE_{it}	-۶/۵۴۷	۰/۰۰۰۰	مانا در سطح
سیاست‌های انرژی	EP_{it}	-3/738	۰/۰۰۰۰	مانا در سطح

منبع: یافته‌های پژوهش

مطابق با نتایج جدول (۳) آزمون مانایی لین، لوین و چاو عدم وجود ریشه واحد را برای تمام متغیرهای موجود در مدل پژوهش تایید می‌کند. به عبارتی بر اساس آزمون لین، لوین و چاو تمامی متغیرهای موجود در مدل مانا یا از درجه I(۰) هستند.

فرضیه صفر در آزمون مانایی ایم، پسران و شین نیز مبنی بر وجود ریشه واحد در داده‌هاست. فرضیه مخالف از عدم وجود ریشه واحد یا مانایی داده‌ها حکایت دارد. بدین ترتیب در صورتیکه احتمال مقدار آماره محاسبه شده کمتر از ۰/۰۵ باشد، فرضیه صفر مبنی بر وجود ریشه واحد رد می‌شود و متغیر مانا خواهد بود.

جدول (٤) نتایج آزمون ریشه واحد داده‌های پانلی را به روش ایم، پسران و شین در سطح متغیرها نمایش می‌دهد.

جدول ٤: نتایج آزمون مانایی متغیرهای پژوهش به روش IPS

فرضیه صفر: .ریشه واحد وجود دارد فرضیه مخالف: ریشه واحد وجود ندارد				
نام متغیر	نماد متغیر	آماره t	احتمال آماره	نتیجه آزمون
میزان مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر	RE_{it}	-۲/۹۸۲	۰/۰۰۱٤	مانا در سطح
تغییرات اب و هوایی	Cch_{it}	۰/۱۲۷	۰/۵۵۰۵	نامانا در سطح
نسبت سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های انرژی تجدیدپذیر به کل سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها	RIR_{it}	-۸/۹۳۲	۰/۰۰۰۰	مانا در سطح
سرمایه انسانی	TSE_{it}	-۱۳/۰۰۰	۰/۰۰۰۰	مانا در سطح
سیاست های انرژی	EP_{it}	-۵٦/۰۰۰	۰/۰۰۰۰	مانا در تفاضل مرتبه اول

منبع: یافته‌های پژوهش

مطابق با جدول (٤) نتایج آزمون مانایی ایم، پسران و شین نشان می‌دهد که آماره آزمون میزان مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و نسبت سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های انرژی تجدیدپذیر به کل سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها همچنین سرمایه انسانی از ۰/۰۵ کوچکتر است. بدین ترتیب وجود ریشه واحد برای متغیرهای مذکور رد می‌شود. این در حالی است که آماره آزمون برای متغیرتغییرات اب و هوایی ۰/۰۵ بزرگتر است و در نتیجه متغیرهای مذکور در سطح نامانا هستند. در این شرایط لازم است که از متغیرهای نامانا در سطح، تفاضل مرتبه اول گرفت و آزمون مانایی را برای تفاضل متغیرها انجام داد. مطابق با نتایج جدول (٤) احتمال آماره آزمون IPS برای تفاضل مرتبه

اول متغیرهای سیاست های انرژی و تغییرات اب و هواییاز ۰/۰۵ کوچکتر است و در نتیجه متغیرهای مذکور در تفاضل مرتبه اول مانا و یا به عبارتی از درجه مانایی (۱) هستند. بدین ترتیب بر اساس آزمون مانایی ایم، پسران و شین برخی از متغیرها در سطح مانا هستند و برخی با یک بار تفاضل‌گیری مانا شده‌اند.

ملاحظه می‌شود که کلیه متغیرها بر اساس آزمون مانایی LLC مانا در سطح هستند، ولی آزمون مانایی IPS حاکی از وجود متغیرهای مانا و نامانا در سطح می‌باشد. از تفاضل مرتبه اول متغیرهای نامانا در مدل است که باعث از بین رفتن اطلاعات مرتبط با سطح متغیرها می‌شود. به دلیل اینکه هدف این پژوهش بررسی رابطه غیرخطی میان متغیرهاست، لازم است از متغیرها در سطح استفاده شود. بدین ترتیب از راه حل دوم به پیروی از کادیلی و مارکوف (۲۰۱۱) مبنی بر انجام آزمون مانایی برای پسماندهای بخش خطی و غیرخطی مدل PSTR استفاده می‌شود. بر این اساس پسماندهای بخش خطی و غیرخطی حاصل از مدل PSTR استخراج شده و مانایی آن‌ها به وسیله هر دو نوع آزمون مانایی لین، لوین و چو و ایم، پسران و شین بررسی می‌شود. چنانچه پسماندهای بخش خطی و غیرخطی مدل مانا در سطح باشند می‌توان بدون نگرانی از بروز رگرسیون کاذب به برآورد مدل اقدام نمود.جدول (۵) نتایج آزمون مانایی برای پسماندهای بخش خطی و غیرخطی مدل را نشان می‌دهد.

جدول ۵: نتایج آزمون مانایی پسماندهای بخش خطی و غیرخطی مدل به روش LLC و IPS

فرضیه صفر: .ریشه واحد وجود دارد فرضیه مخالف: ریشه واحد وجود ندارد				
نام متغیر	نوع آزمون	آماره t	احتمال آماره	نتیجه آزمون
پسماند بخش خطی	LLC	-۲٤/٤۷۵	۰/۰۰۰۰	مانا در سطح
	IPS	-۳/۱۲۰	۰/۰۰۰۹	مانا در سطح
پسماند بخش غیرخطی	LLC	-۱۹/۱۳۱	۰/۰۰۰۰	مانا در سطح
	IPS	-۲/۲۲۱	۰/۰۱۳۲	مانا در سطح

منبع: یافته‌های پژوهش

نتایج جدول (۵) بیانگر آن است که احتمال آماره آزمون مانایی به هر دو روش لین، لوین و چو و ایم، پسران و شین برای پسماندهای بخش خطی و غیرخطی مدل برآوردی به روش PSTR از ۰/۰۵ کوچکتر است. بدین ترتیب فرضیه صفر مبنی بر وجود ریشه واحد (نامانا بودن) پسماندهای بخش خطی و غیرخطی مدل رد می‌شود و نگرانی از بروز رگرسیون کاذب وجود ندارد.

آزمون خطی بودن مدل

شرط استفاده از روش PSTR اطمینان از غیرخطی بودن مدل است. بدین ترتیب آزمون تشخیص خطی یا غیرخطی بودن مدل با فرضیه صفر خطی بودن مدل و فرضیه مخالف غیرخطی بودن مدل انجام می‌شود. در صورتی که احتمال آماره از ۰/۰۵ کوچکتر باشد، فرضیه خطی بودن رد می‌شود و غیرخطی بودن مدل نتیجه گرفته می‌شود.

نتایج مربوط به آزمون تشخیصی خطی بودن مدل در جدول (٦) ارائه شده است.

جدول ٦: نتیجه آزمون خطی بودن مدل

فرضیه صفر: مدل خطی است فرضیه مخالف: مدل غیرخطی است	
آماره LR	احتمال آماره
۱۳/۳٤	۰/۰۰۰۰

منبع: یافته‌های پژوهش

مطابق با نتایج جدول (٦)، آماره LR برای تشخیص خطی بودن مدل در سطح معنی‌داری ۹۵ درصد از وجود رابطه غیرخطی میان متغیرهای مدل حکایت دارد.

تعیین تعداد مکان‌ها آستانه‌ای

اکنون که از غیرخطی بودن مدل و عدم وجود رابطه غیرخطی بین باقیمانده‌های مدل اطمینان حاصل شد، اقدام به تعیین تعداد مکان‌ها آستانه‌ای می‌شود. مطابق با آنچه در فصل سوم بیان شد، بر اساس پیشنهاد کولیتاز و هارولین (۲۰۰٦) و جوید (۲۰۱۰) مدل در دو حالت وجود یک حد آستانه و وجود دو حد آستانه تخمین زده می‌شود. سپس در هر یک از این حالات مقادیر مجموع مجذور باقیمانده‌ها با استفاده از معیارهای آکائیک و شوارتز بیزین با یکدیگر مقایسه می‌شود و مدلی که دارای مقدار آماره کوچکتری است پذیرفته می‌شود. در صورتیکه نتایج معیارهای آکائیک و شوارتز با هم یکسان نباشد، بهتر است معیار شوارتز بیزین ملاک انتخاب قرار بگیرد.

جدول ۷: نتیجه آزمون تعیین تعداد حدهای آستانه‌ای

تعداد حد آستانه	مجموع مجذور باقیمانده‌ها	معیار آکائیک	معیار شوارتز بیزین
۱	۲۳۳/۳۹۷	٤۲۷/۰۸	٤٤٦/٤۲
۲	۲۵۷/۷۷۹	٤۳٦/٤۵	٤۵۳/۰۳

منبع: یافته‌های پژوهش

نتایج جدول ۷ نشان می‌دهد که مدل با وجود یک حد آستانه از معیار آکائیک و شوارتز- بیزین کوچکتری نسبت به مدل دارای دو حد آستانه برخوردار است. بنابراین مدل با وجود یک حدآستانه کارایی بیشتری دارد.

نتایج برآورد مدل رگرسیون انتقال ملایم پانلی (PSTR)

با توجه به اینکه مدل دارای یک حدآستانه از کارایی بیشتری برخوردار است، نتایج حاصل از برآورد مدل در جدول (۸) ارائه شده است.

جدول۸: نتایج برآورد مدل به روش PSTR با یک حد آستانه‌ای

متغیر وابسته: میزان مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر متغیر انتقال: نسبت سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های انرژی تجدیدپذیر به کل سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها				
نام متغیر	نماد متغیر	ضریب	آماره t	احتمال آماره
سیاست های انرژی	EP_{it}	۰/۰۱٤	۲/۰۲	۰/۰٤٦
سرمایه انسانی	TSE_{it}	۰/۱۷۳	۳/۱۵	۰/۰۰۲
تغییرات اب و هوایی	Cch_{it}	۰/٦٤۵	٤/۹۳	۰/۰۰۰
عرض از مبدأ	C	۸/٦۱٤	۱/٤۵	۰/۱۵۰
حد آستانه متغیر انتقال SLR_{it} = ۵/۲۳ ، شیب تابع انتقال = ۰/۹۷۳				
نسبت سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های انرژی تجدیدپذیر به کل سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها	SLR_{it}	-۰/۰۵٤	-۰/۲۱	۰/۸۳۷
نسبت سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های انرژی تجدیدپذیر به کل سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها	SLR_{it}	۰/۳۱۷	۲/۲۲	۰/۰۰۰
R^2 = ۰/٤۸				

منبع: یافته‌های پژوهش

مطابق با نتایج جدول (۸) مقدار حدآستانه متغیر نسبت سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های انرژی تجدیدپذیر به کل سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها برابر با ۵/۲۳ درصد حاصل شده است. شیب تابع انتقال که سرعت انتقال نسبت سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های انرژی تجدیدپذیر به کل سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها از یک رژیم به رژیم دیگر را نشان می‌دهد نیز ۰/۹۷۳ می‌باشد.

ضرایب متغیرهای موجود در مدل بیانگر اثر منفی سیاست های انرژی وسرمایه انسانی و ۰/۰۱٤ و ۰/۱۷۳ می‌باشد که هر دو در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنادار هستند. به عبارتی یک درصد بهبود در سیاست های انرژی و افزایش سرمایه انسانی به ترتیب منجر به ۰/۰۱٤ و ۰/۱۷۳ درصد افزایش در میزان مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای حوزه خلیج فارس طی دوره زمانی ۲۰۲۳-۲۰۱۰ شده است.

از طرفی تغییرات اب و هوایی دارای ضریبی مثبت و برابر با ۰/٦٤٥ است که در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنادار است. بدین ترتیب با تغییرات اب و هوایی، نسبت سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های انرژی تجدیدپذیر به کل سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها در کشورهای حوزه خلیج فارس طی دوره مورد بررسی به میزان ۰/٦٤٥ درصد افزایش یافته است.

ضریب برآوردی نسبت سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های انرژی تجدیدپذیر به کل سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها قبل از رسیدن این متغیر به حدآستانه خود (۵/۲۳ درصد) منفی است ولی از نظر آماری بی‌معناست. این در حالی است که با رسیدن این شاخص به حدآستانه خود، اثر شاخص مذکور در سطح ۹۵ درصد معنادار شده است.

ضریب برآوردی نسبت سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های انرژی تجدیدپذیر به کل سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها بعد از حد آستانه برابر با ۰/۳۱۷ است. بدین ترتیب تا قبل از اینکه نسبت سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های انرژی تجدیدپذیر به کل سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها در کشورهای خوزه خلیج فارس طی دوره زمانی ۲۰۲۳-۲۰۱۰ به ۵/۲۳ درصد برسد، افزایش یک درصدی در این شاخص اثر معنی‌داری مصرف انرژی های تجدید پذیرا نداشته است. اما با افزایش شاخص مذکور و ارتقاء آن به ۵/۲۳ درصد، منجر به افزایش مصرف انرژی های تجدید پذیر شده است. به طوریکه بعد از حد آستانه، یک درصد بهبود در نسبت سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های انرژی تجدیدپذیر به کل سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها موجب ۰/۳۱۷ درصد افزایش میزان مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای حوزه خلیج فارس طی دوره مورد بررسی شده است.

نتیجه‌گیری

سرمایه‌گذاری در سرمایه‌ی انسانی و زیرساخت‌های آن برای توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر جهت ساخت آینده‌ای پایدار ضروری است. این شامل ارائه فرصت‌های آموزشی برای کسب مهارت‌ها و دانش‌های لازم برای کار در صنعت انرژی‌های تجدیدپذیر است. این نه تنها فرصت‌های شغلی ایجاد می‌کند بلکه نیروی کاری ماهر برای تحریک نوآوری و پیشرفت در فناوری‌های انرژی‌های تجدیدپذیر فراهم می‌نماید. سرمایه‌گذاری در سرمایهٔ انسانی همچنین قابلیت برطرف‌سازی چالش‌های اجتماعی و اقتصادی در منطقه را دارد و می‌تواند با رشد بخش انرژی‌های تجدیدپذیر، شغل‌ها و رشد اقتصادی را افزایش دهد. این مقاله با تمرکز بر تأثیرات توسعه مالی، تغییرات آب و هوایی، و سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای نفت‌تولیدکننده خلیج فارس، نشان می‌دهد که مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و توسعه سرمایه انسانی می‌تواند به‌عنوان عوامل کلیدی در کاهش وابستگی به نفت و بهبود کیفیت محیط زیست عمل کند. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق، پیشنهادات سیاستی زیر به‌منظور تقویت مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و دستیابی به اهداف توسعه پایدار در کشورهای حوزه خلیج فارس ارائه می‌شود. بر این اساسئتوسعه و بهبود زیرساخت‌های انرژی تجدیدپذیر: به طوریکه دولت‌ها سرمایه‌گذاری‌های بیشتری در حوزه زیرساخت‌های انرژی تجدیدپذیر انجام دهند. این اقدام نه‌تنها به افزایش تولید انرژی‌های تجدیدپذیر منجر می‌شود، بلکه به کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی نیز کمک می‌کند. افزایش آموزش و توسعه سرمایه انسانی: به طوریکه دولت‌ها باید برنامه‌های آموزشی و تربیت نیروی کار متخصص در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر را تقویت کنند. این اقدام به افزایش کارایی و بهره‌وری در استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر کمک می‌کند.داجرای سیاست‌های زیست‌محیطی سختگیرانه‌تر به‌منظور کاهش اثرات زیست‌محیطی منفی، باید سیاست‌های زیست‌محیطی سختگیرانه‌تری اعمال شود. این سیاست‌ها می‌توانند شامل مالیات بر انتشار گازهای گلخانه‌ای، تشویق به استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و اعمال استانداردهای زیست‌محیطی باشند. حمایت از تحقیقات و توسعه

فناوری‌های نوین: دولت‌ها باید تحقیقات و توسعه فناوری‌های جدید در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر را حمایت کنند. این امر می‌تواند به بهبود کارایی و کاهش هزینه‌های تولید انرژی‌های تجدیدپذیر منجر شود. تشویق به همکاری‌های بین‌المللی: کشورهای حوزه خلیج فارس می‌توانند از طریق همکاری‌های بین‌المللی با سایر کشورها و سازمان‌های بین‌المللی، تجربیات و فناوری‌های نوین را به‌اشتراک بگذارند و از این طریق به بهبود و توسعه بخش انرژی‌های تجدیدپذیر کمک کنند.

تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافعی در این پژوهش وجود ندارد

مشارکت نویسندگان

نویسندگان در تمام مراحل انجام پژوهش و نگارش مقاله مشارکت داشته‌اند.

سپاسگزاری‌ها

از کلیهٔ افرادی که در انجام این پژوهش با محققین همکاری داشته‌اند، تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

منابع

Abid, M., Ashfaq, M., & Khan, A. Q. (2021). The impact of financial development, renewable energy consumption, and economic growth on environmental quality: Empirical evidence from South Asian countries. Journal of Cleaner Production, 279, 123896. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123896

Alam, M. M., Murad, M. W., & Noman, A. H. M. (2018). Economic growth, energy consumption, financial development, international trade, and CO2 emissions nexus in Indonesia: A new evidence from ARDL bounds test. Journal of Cleaner Production, 197(Part 1), 183-195. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.06.084

Bilgili, M., Bilirgen, H., Ozbek, A., Ekinci, F., & Demirdelen, T. (2015). The role of hydropower installations for sustainable energy development in Turkey and the world. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 51, 11-12. https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.06.016

Guo, Y. (2021). Financial Development and Carbon Emissions: Analyzing the Role of Financial Risk, Renewable Energy Electricity, and Human Capital for China. Discrete Dynamics in Nature and Society. https://doi.org/10.1155/2021/1025669

Hu, Y., & Wang, S. (2020). Renewable energy consumption, financial development, and economic growth in China: New evidence from a dynamic panel threshold model. Energy Economics, 86, 104595. https://doi.org/10.1016/j.eneco.2019.104595

Jammazi, R., & Aloui, C. (2015). On the interplay between energy consumption, economic growth, and CO2 emission nexus in the GCC countries: A comparative analysis through wavelet approaches. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 51, 1737-1751. https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.07.138

Ponce, P., Álvarez-García, J., Medina, J., & del Río-Rama, M. C. (2021). Financial Development, Clean Energy, and Human Capital: Roadmap towards Sustainable Growth in América Latina. Energies, 14(13), 3763. https://doi.org/10.3390/en14133763

Popp, D., Hascic, I., & Medhi, N. (2011). Technology and the diffusion of renewable energy. Energy Economics, 33(4), 648-662. https://doi.org/10.1016/j.eneco.2010.08.007

Purnomo, S. D., Wani, N., Suharno, S., Arintoko, A., Sambodo, H., & Badriah, L. S. (2023). The Effect of Energy Consumption and Renewable Energy on Economic Growth in Indonesia. International Journal of Energy Economics and Policy, 13(1), 234-243. https://doi.org/10.32479/ijeep.13684

Ritu, R. K., & Kaur, A. (2023). Towards environmental sustainability: Nexus of ecological footprint, human capital, economic growth and energy consumption in India. Management of Environmental Quality: An International Journal. https://doi.org/10.1108/meq-06-2023-0172

Sadorsky, P. (2009). Renewable energy consumption, CO2 emissions and oil prices in the G7 countries. Energy Economics, 31(3), 456-462. https://doi.org/10.1016/j.eneco.2009.01.007

Tagwi, M. A., Fathi, A., & Isiksal, A. Z. (2023). Evaluating Natural Resources, Renewable Energy, Financial Development, and Ecological Footprint in G20 Countries. 2023 International Conference on Sustainable Islamic Business and Finance (SIBF). IEEE. https://doi.org/10.1109/sibf60067.2023.10379928

Zhang, C., & Lin, Y. (2012). Panel estimation for urbanization, energy consumption and CO2 emissions: A regional analysis in China. Energy Policy, 49, 488-498. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.06.048

Zhang, M., Adebayo, T. S., Awosusi, A. A., Ramzan, M., Otrakçı, C., & Kirikkaleli, D. (2022). Toward sustainable environment in Italy: The role of trade globalization, human capital, and renewable energy consumption. Energy & Environment. https://doi.org/10.1177/0958305x221146941

Wang, Z., & Han, L. (2020). The effect of renewable energy consumption on.15 economic growth: Evidence from the US states. Energy Reports, 6, 1960-1970. https://doi.org/10.1016/j.egyr.2020.07.008

Yu, S., Zhang, Y., & Zhang, L. (2021). The impact of renewable energy on.16 economic growth: A case study of China. Journal of Cleaner Production, 310, 127451. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127451