Economic Modeling
sanad.iau.ir/journal/eco
Volume 18, Issue 68, Winter 2025, 1-28.

Original Article

Decomposing scale and technical effects of financial development and foreign direct investment on renewable energy consumption: evidence from Middle Eastern economies

Hussein Abdulhamzah Salman Al-Rikabi*, Seyyed Kamal Sadegi, Parviz Mohammadzadeh+**

https://doi.org/10.71849/ECO.2025.1197149

Received:
20/01/2025

Accepted:
05/03/2025

Keywords:
Renewable Energy, Financial Development, Middle East, Foreign Direct Investment, Institutional Quality, CS-ARDL Model

JEL Classification:
C33, Q42, F21, O13, G20

Abstract

Energy is a fundamental pillar of production and economic growth, yet Middle Eastern countries' heavy reliance on fossil fuels, despite their renewable energy potential, has exacerbated environmental challenges and public health concerns. Financial development and foreign direct investment (FDI) shape renewable energy consumption through scale and technical effects, where the scale effect increases energy demand and emissions. In contrast, the technical effect fosters sustainability via technology transfer and efficiency improvements. This study employs the CS-ARDL model and panel data from 2000 to 2021 to examine the impact of financial development and FDI on renewable energy consumption in selected Middle Eastern countries, revealing that early-stage financial development and FDI lead to inefficient resource allocation and the relocation of polluting industries, reducing renewable energy adoption. In contrast, advanced financial growth and targeted investments enhance sustainability. Additionally, institutional quality and fossil fuel consumption positively influence renewable energy use, while reliance on traditional technologies hinders progress, highlighting the need to strengthen financial infrastructure, attract targeted foreign investment, improve governance, and phase out fossil fuel subsidies to facilitate a sustainable energy transition.

*Ph.D. Student in Economics, Faculty of Economics and Management, University of Tabriz, hussein.abdalhamza@iku.edu.iq
**Professor, Department of Economic Development and Planning, Faculty of Economics and Management, University of Tabriz, Tabriz, Iran. (Crossponding Authur), sadeghiseyedkamal@gmail.com
+ Professor, Department of Economic Development and Planning, Faculty of Economics and Management, University of Tabriz, Tabriz, Iran. pmpmohamadzadeh@gmail.com

How to Cite: Salman Al-Rikabi, H. A., Sadegi S. K., Mohammadzadeh, P. (2025). Decomposing scale and technical effects of financial development and foreign direct investment on renewable energy consumption: evidence from Middle Eastern economies. *Economic Modeling*, 18(68), 1-28.

1. Introduction

Energy is one of the most crucial elements of production and plays a key role in urbanization and economic growth. However, excessive reliance on fossil fuels has led to severe environmental and public health challenges. The increasing carbon emissions from fossil fuel consumption have exacerbated air pollution and climate change, making the transition to renewable energy sources a critical policy objective. Despite having significant potential for renewable energy, many Middle Eastern countries still struggle with structural and financial constraints that limit their ability to adopt sustainable energy solutions. This study examines how financial development and foreign direct investment (FDI) influence renewable energy consumption, considering both scale and technical effects. While the scale effect can increase overall energy demand and emissions, the technical effect enhances efficiency and promotes cleaner energy alternatives. Given the varying impact of these effects across different countries, a thorough decomposition of these influences is essential for effective policymaking.

2. Research method and data

This study uses the CS-ARDL model to examine the long-term and short-term effects of financial development and FDI on renewable energy consumption in selected Middle Eastern countries. The panel data, covering the period from 2000 to 2021, is sourced from international databases such as the World Bank and the IMF. The model accounts for cross-sectional dependence and heterogeneity in slope coefficients, ensuring robust and reliable results. The dependent variable is the share of renewable energy consumption, while the independent variables include financial development indicators, FDI inflows, institutional quality, fossil fuel consumption, and the capital-labor ratio. To verify stationarity and explore long-run relationships among the variables, various diagnostic tests—such as panel unit root and cointegration tests—are applied.

3. Analysis and discussion

The empirical findings reveal a nonlinear (U-shaped) relationship between financial development, FDI, and renewable energy consumption. In the early stages, both financial development and FDI negatively affect renewable energy consumption due to inefficient resource allocation and increased industrial pollution (scale effect). However, as financial markets mature and foreign investments shift toward advanced technologies and green projects, the impact becomes positive (technical effect). Institutional quality plays a pivotal role in mitigating negative externalities and supporting the transition to renewable energy. Countries with stronger governance frameworks are better positioned to attract sustainable investments and implement policies that promote clean energy adoption. Furthermore, fossil fuel consumption demonstrates a complementary effect, suggesting that rising environmental concerns and policy pressures encourage countries to increase their reliance on renewable energy.

4. Conclusion

This study offers empirical evidence on the dual effects of financial development and FDI on renewable energy consumption in Middle Eastern economies. The findings underscore the importance of policy measures that channel financial resources and foreign investments toward sustainable energy projects. Strengthening financial infrastructure, improving institutional quality, and gradually phasing out fossil fuel subsidies are essential steps to promote renewable energy adoption. The study suggests that policymakers should implement a phased approach to financial and investment reforms, ensuring that economic growth is not achieved at the expense of environmental sustainability. Future research could further investigate sector-specific policies and explore the role of technological innovation in accelerating the transition to clean energy in developing economies.

Funding

The study did not receive any funding support.

Declaration of Competing Interest

The author has no conflicts of interest to declare that are relevant to the content of this article.

Acknowledgments

We would like to express our gratitude to the anonymous reviewers for their valuable comments, which greatly contributed to improving our work.

مدلسازی اقتصادی
Economic Modeling
sanad.iau.ir/journal/eco
دوره ۱۸، شماره ۶۸، زمستان ۱۴۰۳، صفحه‌های ۱ تا ۲۸.

پژوهشی

تفکیک آثار مقیاس و تکنیکی توسعه مالی و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر: شواهدی از کشورهای خاورمیانه[۱]

حسین عبدالحمزه سلمان‌الرکابی*، سیدکمال صادقی**، پرویز محمدزاده+

https://doi.org/10.71849/ECO.2025.1197149

تاریخ دریافت:
۱۴۰۳/۱۱/۰۱
تاریخ پذیرش:
۱۴۰۳/۱۲/۱۵

واژگان کلیدی:
انرژی‌های تجدیدپذیر، توسعه مالی، خاورمیانه، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، کیفیت نهادی، مدل CS-ARDL

طبقه‌بندی JEL:
C33، Q42، F21، O13، G20

چکیده

انرژی یکی از ارکان اصلی تولید و رشد اقتصادی است، اما وابستگی شدید به سوخت‌های فسیلی در کشورهای خاورمیانه، علیرغم پتانسیل بالای انرژی‌های تجدیدپذیر، چالش‌های زیست‌محیطی و سلامت انسانی را تشدید کرده است. توسعه مالی و FDI می‌توانند از طریق اثر مقیاس و اثر تکنیکی بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر تأثیرگذار باشند. اثر مقیاس با افزایش تولید و تقاضای انرژی، اغلب موجب افزایش انتشار آلاینده‌ها می‌شود، درحالی که اثر تکنیکی از طریق انتقال فناوری و بهبود بهره‌وری، پایداری زیست‌محیطی را ارتقا می‌بخشد. به‌دلیل تضاد بالقوه بین این دو اثر و تفاوت در اثرگذاری آنها در کشورهای مختلف، تفکیک این آثار برای طراحی سیاست‌های اثربخش ضروری است.

این مطالعه با بهره‌گیری از مدل CS-ARDL و داده‌های پانل طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۱، آثار توسعه مالی و FDI بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای منتخب خاورمیانه را تحلیل می‌کند. نتایج نشان می‌دهند که در مراحل اولیه توسعه مالی و FDI، تخصیص ناکارآمد منابع و انتقال صنایع آلاینده، مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر را کاهش می‌دهد. با این‌حال، در سطوح پیشرفته‌تر، هدایت منابع به سمت پروژه‌های پایدار و استفاده از فناوری‌های نوین، منجر به افزایش مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر منجر می‌شود.

علاوه‌بر این، کیفیت نهادی و مصرف انرژی فسیلی اثر مثبتی بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر دارند، اما وابستگی به فناوری‌های سنتی تأثیری منفی برجای می‌گذارد. این تحقیق بر ضرورت تقویت زیرساخت‌های مالی، جذب هدفمند سرمایه‌گذاری خارجی، بهبود کیفیت حکمرانی و حذف تدریجی یارانه‌های انرژی فسیلی تأکید دارد. یافته‌های پژوهش مسیری روشن برای کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی و گذار به انرژی‌های پایدار در کشورهای خاورمیانه ارائه می‌دهد.

[۱] مقاله مستخرج از رساله دکتری نویسنده اول است.

* دانشجوی دکترای علوم اقتصادی گرایش توسعه اقتصادی دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه تبریز. hussein.abdalhamza@iku.edu.iq
** استاد اقتصاد، دانشگاه تبریز، دانشکده اقتصاد و مدیریت، گروه توسعه اقتصادی و برنامه‌ریزی. sadeghiseyedkamal@gmail.com
+ استاد اقتصاد دانشگاه تبریز دانشکده اقتصاد و مدیریت گروه توسعه اقتصادی و برنامه‌ریزی. pmpmohamadzadeh@gmail.com

۱. مقدمه

انرژی یکی از ضروری‌ترین ارکان تولید است و نقشی کلیدی در شهرنشینی و رشد اقتصادی ایفا می‌کند. با این‌حال، استفاده بی‌رویه از سوخت‌های فسیلی، رایج‌ترین منبع انرژی، پیامدهای زیانباری را برای محیط‌زیست و سلامت انسان به همراه داشته است. انتشار آلاینده‌های ناشی از تولید و مصرف انرژی‌های فسیلی، تخریب کیفیت هوا و تغییرات اقلیمی را تشدید کرده و به یک نگرانی جهانی تبدیل شده است. این موضوع نه تنها عموم مردم، بلکه سیاستگذاران را نیز به اجرای اقدامات فوری برای مقابله با این چالش‌ها واداشته است (آچامپونگ و همکاران[1]، ۲۰۲۱؛ هو[2] و همکاران، ۲۰۱۹).

در این میان، توافقنامه بین‌المللی پاریس (۲۰۱۵)، یکی از گام‌های کلیدی برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، ۱۹۶ کشور جهان را متعهد به کاهش ۴۵ درصدی انتشار CO_2 تا سال ۲۰۳۰ کرده است. این توافقنامه، استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر را راهکاری مؤثر برای دستیابی به توسعه پایدار مطرح کرده است (معروف[3] و همکاران، ۲۰۲۳؛ سمور[4] و همکاران، ۲۰۲۲).

حتی سازمان‌های بین‌المللی کشورها را تحت فشار قرار می‌دهند تا با افزایش استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر، انتشار کربن را کاهش داده و آسیب‌های زیست‌محیطی را به حداقل برسانند (راگوتلا[5]، ۲۰۲۱). با وجود این اهداف و فشارهای جهانی، بسیاری از کشورهای درحال توسعه، هنوز در استفاده از انرژی‌های سبز پیشرفت قابل‌توجهی نداشته‌اند. این موضوع به‌دلایلی همچون هزینه‌های اولیه بالای پروژه‌های تجدیدپذیر، نبود زیرساخت‌های مناسب و شکاف‌های مالی عمیق مرتبط با این پروژه‌ها قابل تبیین است. به همین دلیل، تأمین مالی این پروژه‌ها از طریق کانال‌های مؤثر مانند توسعه مالی و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی (FDI)[6] می‌تواند نقشی حیاتی در گذار به انرژی‌های تجدیدپذیر ایفا کند (لاهیانی و همکاران[7]، ۲۰۲۱).

توسعه مالی و FDI دو ابزار کلیدی هستند که در حمایت از توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر عمل می‌کنند. توسعه مالی از طریق تسهیل دسترسی به اعتبارات و کاهش ریسک‌های مالی، شرایط سرمایه‌گذاری در این حوزه را فراهم می‌آورد. همچنین، FDI می‌تواند با انتقال فناوری‌های پیشرفته و تأمین منابع مالی خارجی، بهره‌برداری از انرژی‌های تجدیدپذیر را تسریع کند. این دو ابزار نه تنها برای تأمین مالی پروژه‌های انرژی‌های سبز ضروری هستند، بلکه می‌توانند به تغییر ترکیب انرژی مصرفی و کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی نیز کمک کنند (شهباز[8] و همکاران، ۲۰۲۱).

این چالش در منطقه خاورمیانه، شدیدتر بوده و با وجود برخورداری از پتانسیل‌های بالای انرژی‌های تجدیدپذیر مانند انرژی خورشیدی و بادی، وابستگی شدیدی به سوخت‌های فسیلی وجود دارد. این وابستگی، ضمن تشدید بحران‌های زیست‌محیطی، مانعی برای بهره‌برداری از منابع تجدیدپذیر شده است. شکاف مالی سالیانه برای پروژه‌های انرژی‌های تجدیدپذیر نیز در این منطقه، همراه با ریسک‌های بالای مرتبط با تأمین مالی، یکی از موانع اصلی گذار به

[1] Acheampong et al.
[2] Ho et al
[3] Marrouf
[4] Samour
[5] Raghutla
[6] Foreign direct investment
[7] Lahiani et al.
[8] Shahbaz

انرژی‌های سبز محسوب می‌شود. براساس گزارش‌های بین‌المللی، بسیج منابع مالی از طریق توسعه مالی داخلی و جذب سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی می‌تواند راهکاری برای پر کردن این شکاف‌ها باشد (برنامه توسعه سازمان ملل متحد[1]، ۲۰۱۹).

نکته قابل توجه آن است که مطالعات مختلف نشان داده‌اند که توسعه مالی و FDI می‌توانند تأثیرات متفاوتی بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر داشته باشند. برخی تحقیقات افزایش مصرف انرژی را در نتیجه توسعه مالی و FDI گزارش کرده‌اند (کاهیا، ۲۰۱۹)، درحالی که برخی دیگر معتقدند این عوامل موجب کاهش مصرف انرژی می‌شوند (اویانگ و لی، ۲۰۱۸). این مسئله، ناشی از این است که توسعه مالی و FDI ازجمله عوامل کلیدی در افزایش مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر هستند که از طریق کانال‌های مختلفی بر این فرآیند تأثیر می‌گذارند. اثر مقیاس و اثر تکنیکی از جمله این کانال‌هاست.

اثر مقیاس، به رشد اقتصادی و افزایش کلی تقاضای انرژی اشاره دارد. هرچند این اثر ممکن است به افزایش مصرف انرژی‌های فسیلی منجر شود، اما با مدیریت مناسب منابع مالی و سیاستگذاری صحیح، می‌توان آن را به سمت استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر هدایت کرد. اثر تکنیکی نیز از طریق انتقال فناوری‌های پیشرفته و کاهش هزینه‌های تولید انرژی‌های تجدیدپذیر، بهره‌وری تولید انرژی را افزایش داده و بهبود کیفیت زیست‌محیطی را تسهیل می‌کند (میدوز[2] و همکاران، ۱۹۷۲؛ خان[3] و همکاران، ۲۰۲۱).

لزوم تفکیک آثار مقیاس و تکنیکی به‌دلایل متعددی ضروری است. اول، این دو اثر ممکن است نتایج متناقضی در جهت‌گیری‌های زیست‌محیطی ایجاد کنند؛ به‌گونه‌ای که اثر مقیاس می‌تواند به تخریب محیط‌زیست منجر شود، در حالی که اثر تکنیکی با کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، پیامدهای مثبت زیست‌محیطی به همراه دارد. بدون تفکیک این دو اثر، ارزیابی دقیق تأثیر توسعه مالی و FDI بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر امکانپذیر نخواهد بود.

دوم، سیاستگذاران نیازمند درکی شفاف از آثار مثبت و منفی توسعه مالی و FDI هستند تا چارچوب‌هایی طراحی کنند که آثار منفی مقیاس را کاهش داده و آثار مثبت تکنیکی را تقویت کند. برای مثال، سیاست‌های تشویقی برای سرمایه‌گذاری در فناوری‌های سبز می‌تواند آثار زیست‌محیطی نامطلوب ناشی از افزایش تولید را تعدیل کند.

سوم، کشورهای درحال توسعه، به‌ویژه در خاورمیانه که در مرحله گذار انرژی قرار دارند، باید اولویت‌های سرمایه‌گذاری مرتبط با انرژی را مشخص کنند. تفکیک آثار مقیاس و تکنیکی می‌تواند به شناسایی تأثیرات FDI بر توسعه فناوری‌های تجدیدپذیر و نقش توسعه مالی در تأمین زیرساخت‌های مرتبط کمک کند.

چهارم، تفاوت در ساختارهای اقتصادی و زیست‌محیطی بین کشورها ممکن است نحوه اثرگذاری این دو مسیر را تغییر دهد. تفکیک این آثار امکان شناسایی ویژگی‌های خاص هر کشور را فراهم کرده و پایه‌ای برای سیاست‌گذاری‌های محلی و منطقه‌ای ارائه می‌دهد.

با توجه به این موضوع، این مقاله با هدف تفکیک آثار مقیاس و تکنیکی، تأثیر دو متغیر توسعه مالی و FDI را بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای منتخب خاورمیانه بررسی کرده و تلاش می‌کند راهکارهای سیاستی مؤثری برای کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی و افزایش سهم انرژی‌های تجدیدپذیر ارائه دهد.

---

[1] UNDP
[2] Meadows
[3] Khan

۲. مبانی نظری

گزارش پیشرفت اهداف توسعه در سال ۲۰۲۰، انرژی را یکی از عوامل کلیدی در تحقق توسعه پایدار معرفی کرده و دسترسی جهانی به انرژی را یکی از الزامات مهم این فرآیند می‌داند است (سازمان ملل متحد، ۲۰۲۰). جهان درحال تجربه یک گذار اساسی در حوزه انرژی است، که طی آن انرژی‌های تجدیدپذیر به‌عنوان یک محرک اصلی در رشد اقتصادی و پایداری محیط‌زیست نقش ایفا می‌کنند. استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر، علاوه‌بر بهبود کیفیت محیط‌زیست، به تقویت استقلال انرژی کشورها و کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی کمک می‌کند (فان و هو[1]، ۲۰۲۰).

کشورهای توسعه‌یافته نقش برجسته‌ای در گذار به انرژی‌های تجدیدپذیر ایفا کرده‌اند، علیرغم اینکه هزینه‌های اولیه پروژه‌ها و ریسک‌های مالی مرتبط با این فناوری‌ها نسبت به سوخت‌های فسیلی بیشتر است (واسیلیو[2] و همکاران، ۲۰۱۹). این تغییرات در این کشورها عمدتاً ناشی از دو عامل کلیدی است که شامل سیاست‌های اقلیمی و زیست‌محیطی دولت‌ها و آگاهی مصرف‌کنندگان نسبت به مزایای پایداری زیست‌محیطی است. سیاست‌های اتخاذ شده توسط این دولت‌ها، با ایجاد بسترهای حمایتی از شرکت‌ها و سرمایه‌گذاران، و الزام آنها به رعایت هنجارهای زیست‌محیطی، فرآیند گذار به انرژی پاک را تسریع کرده است.

با وجود پتانسیل‌های گسترده انرژی‌های تجدیدپذیر برای تأمین انرژی پایدار، تنها حدود ۳۰ درصد از انرژی جهانی از منابع تجدیدپذیری نظیر باد، آب، و خورشید تأمین می‌شود. این سهم عمدتاً مربوط به کشورهای توسعه‌یافته است، درحالی که کشورهای درحال توسعه، همچنان با موانع متعددی در مسیر بهره‌برداری مؤثر از این منابع مواجه هستند (لی[3] و همکاران، ۲۰۲۰). موانع موجود شامل نبود زیرساخت‌های مناسب، عدم دسترسی به فناوری‌های پیشرفته، و مشکلات مرتبط با تأمین مالی است (تقی‌زاده حصاری و یوشینو[4]، ۲۰۲۰).

تأمین مالی پروژه‌های انرژی‌های تجدیدپذیر به‌دلیل ریسک‌های بالای سرمایه‌گذاری، یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های این حوزه است. ریسک‌های مالی مرتبط با این پروژه‌ها شامل نوسانات نرخ ارز، مسائل سیاسی، ریسک نقدینگی و عدم قطعیت در بازگشت سرمایه هستند. این عوامل باعث کاهش جذابیت این پروژه‌ها برای سرمایه‌گذاران خصوصی می‌شوند و به محدودیت در تأمین مالی مورد نیاز منجر می‌شوند (دوما و کابره[5]، ۲۰۲۳؛ حسین[6]، ۲۰۱۳).

برای غلبه بر این موانع، استفاده از ابزارهای نوین مالی و سیاست‌های دولتی ضروری است. ابزارهایی همچون ضمانت‌های مالی، ایجاد صندوق‌های اعتباری سبز و سرمایه‌گذاری‌های مشارکتی به کاهش ریسک سرمایه‌گذاری کمک می‌کنند. این رویکردها می‌توانند با کاهش هزینه‌های اولیه پروژه‌ها، انگیزه سرمایه‌گذاران خصوصی را برای مشارکت در پروژه‌های انرژی‌های تجدیدپذیر افزایش دهند (تقی‌زاده حصاری و یوشینو، ۲۰۲۰). علاوه‌بر این، سیاست‌های دولتی نظیر تعرفه‌های تضمینی[7] و حمایت‌های نهادی نقش کلیدی در ایجاد چارچوبی پایدار برای سرمایه‌گذاری در این پروژه‌ها ایفا می‌کنند (راگوسا و وارن[8]، ۲۰۱۹).

---

[1] Fan & Ho
[2] Vasiliev
[3] Le
[4] Taghizadeh-Hesary & Yoshino
[5] Duma & Cabré
[6] Hussain
[7] Feed-in Tariffs
[8] Ragosa & Warren

در کشورهای درحال توسعه، تمرکز بر کاهش هزینه‌های سرمایه‌گذاری و افزایش نرخ بازده پروژه‌ها از دیگر عوامل حیاتی در توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر است. گزارش‌های اخیر نشان داده‌اند که بهبود محیط کسب‌وکار، تقویت بودجه عمومی و همکاری‌های بین‌المللی می‌توانند به جذب سرمایه‌گذاری خصوصی کمک کنند. همچنین، همکاری‌های منطقه‌ای و جهانی می‌توانند ظرفیت‌های فنی و مالی این کشورها را افزایش دهند و به تسریع روند گذار به انرژی‌های پاک کمک کنند (سوئرتز[1] و همکاران، ۲۰۱۹).

برای کشورهای درحال توسعه، اتخاذ یک رویکرد جامع که شامل ایجاد انگیزه‌های مالی، تقویت ظرفیت‌های نهادی، و اجرای سیاست‌های بلندمدت در حوزه انرژی‌های تجدیدپذیر باشد، می‌تواند به‌عنوان راهکاری پایدار برای کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی و تحقق اهداف توسعه پایدار عمل کند.

۱-۲. توسعه مالی و مصرف انرژی

توسعه مالی، فرایندی است که طی آن کمیت، کیفیت و کارایی خدمات مالی بهبود می‌یابد و یکی از عوامل کلیدی در رشد اقتصادی و ارتقای پایداری اقتصادی است. این فرایند از طریق تسهیل دسترسی به منابع مالی، افزایش سرمایه‌گذاری‌ها و بهبود عملکرد اقتصادی، تأثیر مستقیمی بر مصرف انرژی دارد (مرادقلی و همکاران، ۲۰۲۰). براساس نظریه‌های اقتصاد خرد، توسعه مالی با کاهش محدودیت‌های بودجه‌ای خانوارها و شرکت‌ها، امکان ارائه تسهیلات با نرخ بهره کمتر را فراهم می‌کند. این موضوع می‌تواند مصرف کالاها و خدمات را افزایش داده و در نهایت به افزایش تقاضای انرژی منجر شود. مطالعات مختلف نشان داده‌اند که توسعه مالی از سه مسیر اصلی بر مصرف انرژی تأثیر می‌گذارد: اثر مستقیم، اثر تجاری و اثر ثروت (انصاری سامانی[2] و همکاران، ۲۰۲۱). مسیرهای تأثیر توسعه مالی بر مصرف انرژی به‌صورت زیر است:

اثر مستقیم: توسعه مالی امکان دسترسی به وام‌ها و اعتبارات را تسهیل می‌کند و این امر به خانوارها و شرکت‌ها اجازه می‌دهد کالاهای مصرف‌کننده انرژی بیشتری خریداری کنند. این افزایش مصرف کالاها و خدمات انرژی‌بر به‌طور مستقیم به افزایش تقاضای انرژی منجر می‌شود (انصاری سامانی و همکاران، ۲۰۲۱).

اثر تجاری: با بهبود سیستم‌های مالی، شرکت‌ها می‌توانند به منابع مالی بیشتری دسترسی پیدا کنند و این منابع را برای توسعه زیرساخت‌ها، افزایش تولید و سرمایه‌گذاری در پروژه‌های جدید استفاده کنند. این امر، در کنار افزایش تولید صنعتی، تقاضای انرژی را در بخش‌های تولیدی و خدماتی افزایش می‌دهد (شهباز و همکاران، ۲۰۱۷).

اثر ثروت: توسعه بازارهای مالی و فعالیت بیشتر بازار سهام، اعتماد مصرف‌کنندگان و کسب‌وکارها را تقویت می‌کند. این اعتماد می‌تواند باعث افزایش فعالیت‌های اقتصادی شود که خود به افزایش مصرف انرژی منجر خواهد شد (سادورسکی[3]، ۲۰۱۰).

در کنار تأثیرات مثبت توسعه مالی بر افزایش مصرف انرژی، آثار دیگری نیز وجود دارند که می‌توانند به کاهش مصرف انرژی منجر شوند. این آثار از طریق تسهیل دسترسی به سرمایه‌گذاری در فناوری‌های پیشرفته و کارآمد رخ می‌دهند. توسعه مالی، شرکت‌ها را قادر می کند که به منابع مالی برای سرمایه‌گذاری در فناوری‌های سبز و بهره‌وری

[1] Sweerts
[2] Ansari Samani
[3] Sadorsky

انرژی دسترسی پیدا کنند. این فناوری‌ها می‌توانند مصرف انرژی‌های آلاینده را کاهش داده و استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر را ترویج دهند (شهباز و همکاران، ۲۰۱۳).

مطالعات مختلف اثرگذاری متفاوتی از توسعه مالی بر مصرف انرژی را گزارش کرده‌اند که به آنها پرداخته می‌شود:

- برخی مطالعات نشان داده‌اند که توسعه مالی باعث افزایش مصرف انرژی می‌شود، زیرا به رشد اقتصادی، توسعه زیرساخت‌ها و افزایش فعالیت‌های تولیدی منجر می‌شود (سادورسکی، ۲۰۱۰؛ لیو[1] و همکاران، ۲۰۱۸؛ چارفدین و کاهیا[2]، ۲۰۱۹).
- در مقابل، برخی دیگر از مطالعات نشان داده‌اند که توسعه مالی می‌تواند مصرف انرژی را کاهش دهد. این اثر از طریق تسهیل دسترسی به فناوری‌های کارآمد و افزایش بهره‌وری انرژی رخ می‌دهد (اویانگ و لی[3]، ۲۰۱۸).

توسعه مالی می‌تواند به‌طور خاص به گسترش مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر کمک کند. این تأثیر از طرق مختلفی حاصل می‌شود:

- تأمین مالی پروژه‌های سبز: مؤسسات مالی می‌توانند با ارائه تسهیلات مالی و اعتبارات لازم، بودجه پروژه‌های زیست‌محیطی و انرژی‌های تجدیدپذیر را تأمین کنند. برای مثال، در کشورهای دارای بازارهای مالی پیشرفته، سرمایه‌گذاری در پروژه‌های انرژی‌های پاک رشد چشمگیری داشته است (تامازین[4]، ۲۰۰۹؛ آنتون و نیوسو[5]، ۲۰۲۰).
- تقویت سرمایه‌گذاری شرکتی: شرکت‌هایی که در بورس اوراق بهادار فهرست شده‌اند، به‌دلیل الزام به افشای اطلاعات منظم و نظارت عمومی، تمایل بیشتری به استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر و اجرای پروژه‌های سبز دارند. این شرکت‌ها برای ارتقای تصویر اجتماعی خود و برآورده‌سازی انتظارات سهامداران، پروژه‌های زیست‌محیطی بیشتری را اجرا می‌کنند (لی و همکاران، ۲۰۲۰).
- ایجاد تغییرات تکنیکی: توسعه مالی با کاهش هزینه‌های تأمین مالی و افزایش دسترسی به منابع سرمایه، می‌تواند تغییرات تکنولوژیکی را در صنایع مختلف ایجاد کند. این تغییرات باعث می‌شوند که فناوری‌های کارآمدتر و سازگار با محیط‌زیست جایگزین فناوری‌های قدیمی‌تر شوند، که به کاهش آلایندگی و مصرف انرژی‌های غیرتجدیدپذیر منجر خواهد شد (مارین[6]، ۲۰۱۰؛ پاپ و نیوول[7]، ۲۰۰۹ ؛ مطلبی و همکاران، ۱۴۰۱).

در جمع‌بندی رابطه نظری میان توسعه مالی و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر، می‌توان گفت که این رابطه ماهیتی خطی ندارد و ممکن است به‌صورت U شکل ظاهر شود. به‌عبارت دیگر، در مراحل اولیه توسعه مالی، این متغیر ممکن است به افزایش مصرف انرژی‌های فسیلی و کاهش سهم انرژی‌های تجدیدپذیر منجر شود، زیرا منابع مالی عمدتاً در صنایع انرژی‌بر و آلاینده متمرکز می‌شوند (اثر مقیاس). اما در مراحل پیشرفته‌تر، توسعه مالی می‌تواند با هدایت منابع به سمت پروژه‌های پایدار، بهبود بهره‌وری انرژی و تسهیل انتقال فناوری‌های سبز، مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر را افزایش دهد (اثر تکنیکی).

---

[1] Liu
[2] Charfeddine & Kahia
[3] Ouyang & Li
[4] Tamazian
[5] Anton & Nucu
[6] Marin
[7] Popp and Newell

این الگوی غیرخطی در ادبیات اقتصادی و زیست‌محیطی، توسط مطالعات متعددی همچون شان و همکاران (۲۰۲۰) و قامروزمن (۲۰۲۴) تأیید شده است. یافته‌های این مطالعات نشان می‌دهند که توسعه مالی در مراحل اولیه تأثیر منفی دارد، اما در سطوح بالاتر، این تأثیر به مثبت تبدیل می‌شود. بنابراین، افزودن توان دوم متغیرهای توسعه مالی به مدل، می‌تواند به تحلیل دقیق‌تر و واقع‌بینانه‌تر این رابطه غیرخطی کمک کند. تا سیاستگذاران با استفاده از ابزارهای مالی و تدوین سیاست‌های مناسب، تأثیرات مثبت توسعه مالی بر مصرف انرژی را تقویت کرده و مسیر گذار به انرژی‌های پاک را هموار کنند.

۲-۲. سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی (FDI) و مصرف منابع تجدیدپذیر

سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی (FDI) یکی از مهم‌ترین منابع تأمین مالی و ابزارهای انتقال فناوری در اقتصادهای درحال توسعه به‌شمار می‌رود. این نوع سرمایه‌گذاری که به‌عنوان جریانی بلندمدت از سرمایه تعریف می‌شود، نه‌تنها امکان تأمین منابع مالی پایدار را فراهم می‌آورد، بلکه به‌واسطه انتقال فناوری‌ها و شیوه‌های مدیریتی پیشرفته، نقش کلیدی در بهبود کیفیت زیست‌محیطی و بهره‌وری انرژی ایفا می‌کند (هاشمی دیزج و همکاران، ۱۴۰۱؛ محمدی نوده و همکاران، ۱۳۹۹). با این‌حال، تأثیر FDI بر مصرف انرژی و محیط‌زیست به‌شدت وابسته به ساختار اقتصادی، سیاست‌های نهادی و قوانین زیست‌محیطی کشور میزبان است.

FDI از سه مسیر اصلی بر مصرف انرژی تأثیر می‌گذارد که شامل اثر مقیاس، اثر تکنیکی و اثر ترکیبی است:

۱) **اثر مقیاس**

ورود FDI معمولاً به افزایش فعالیت‌های تولیدی و سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های جدید منجر می‌شود. این افزایش تولید و فعالیت اقتصادی می‌تواند به رشد تقاضای انرژی منجر شود، به‌ویژه در کشورهایی که وابستگی بالایی به انرژی‌های تجدیدناپذیر دارند (شهباز و همکاران، ۲۰۱۸).

۲) **اثر تکنیکی**

سرمایه‌گذاری‌های خارجی با انتقال فناوری‌های پیشرفته، به بهبود بهره‌وری انرژی کمک می‌کنند. شرکت‌های چندملیتی معمولاً فناوری‌های کارآمدتر و پاک‌تری را به کشور میزبان منتقل می‌کنند که می‌تواند مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر را کاهش داده و استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر را افزایش دهد. این فرآیند به‌ویژه زمانی مؤثر است که کشور میزبان از زیرساخت‌های لازم برای جذب این فناوری‌ها برخوردار باشد (مابی و همکاران[1]، ۱۹۹۹؛ سلیم[2] و همکاران، ۲۰۱۷).

۳) **اثر ترکیبی**

تغییر در ساختار تولید و تخصیص منابع به صنایع کم‌مصرف‌تر ازجمله آثار ترکیبی FDI است. این تغییرات می‌توانند با کاهش شدت انرژی در فرآیندهای تولیدی و بهبود بهره‌وری انرژی، به کاهش آلایندگی و ارتقای کیفیت زیست‌محیطی منجر شوند (کامین و مستیری[3]، ۲۰۱۴؛ شهباز و همکاران، ۲۰۲۲).

[1] Mabey et al
[2] Salim
[3] Comin & Mestieri

FDI فرصتی برای کشورها فراهم می‌کند تا از طریق انتقال فناوری و افزایش بهره‌وری، به سمت استفاده گسترده‌تر از انرژی‌های تجدیدپذیر حرکت کنند. در این راستا، کشورهایی که از قوانین زیست‌محیطی سخت‌گیرانه برخوردارند، بیشتر می‌توانند از مزایای این سرمایه‌گذاری‌ها بهره‌مند شوند. برای مثال، شرکت‌های چندملیتی فعال در کشورهای توسعه‌یافته، تمایل دارند تا در تولیدات خود از انرژی‌های پاک و فناوری‌های سبز استفاده کنند. این روند می‌تواند به انتقال فناوری‌های پاک‌تر به کشور میزبان و درنتیجه بهبود بهره‌وری انرژی و کاهش مصرف انرژی‌های آلاینده کمک کند (مرت و بلوک[1]، ۲۰۱۶).

با این‌حال، چالش‌های جدی نیز وجود دارد. در کشورهایی که قوانین زیست‌محیطی ضعیف‌تر هستند، ممکن است شاهد پدیده «فرضیه پناهگاه آلودگی»[2] بوده و این پدیده به وضعیتی اشاره دارد که صنایع آلاینده برای بهره‌برداری از مقررات سهل‌گیرانه زیست‌محیطی، به این کشورها منتقل می‌شوند. در نتیجه، نه تنها مصرف انرژی‌های آلاینده افزایش می‌یابد، بلکه کیفیت زیست‌محیطی نیز به خطر می‌افتد (کول[3]، ۲۰۰۵؛ هو و همکاران، ۲۰۱۹).

انتقال فناوری یکی از برجسته‌ترین مزایای FDI است. شرکت‌های چندملیتی از طریق ورود به بازارهای جدید، فناوری‌های خود را به کشور میزبان منتقل می‌کنند. این فناوری‌ها شامل تجهیزات پیشرفته تولید انرژی، فرآیندهای کارآمدتر و روش‌های مدیریتی بهبود یافته هستند. فرآیند انتقال فناوری می‌تواند از طریق دو مسیر اصلی صورت گیرد:

الف) آموزش نیروی انسانی محلی: شرکت‌های چندملیتی معمولاً کارکنان محلی را در استفاده از فناوری‌های جدید آموزش می‌دهند. این آموزش‌ها به انتقال دانش و افزایش بهره‌وری صنایع داخلی کمک می‌کند (سلیم و همکاران، ۲۰۱۷).

ب) فشار رقابتی: حضور شرکت‌های خارجی در بازار، شرکت‌های محلی را وادار به پذیرش استانداردهای جدید و استفاده از فناوری‌های کارآمدتر می‌کند. این فرآیند می‌تواند به بهبود کیفیت تولید و افزایش بهره‌وری انرژی منجر شود (آتیکن و هریسون[4]، ۱۹۹۹).

برای بهره‌برداری مؤثر از ظرفیت‌های FDI در توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر، کشورها باید سیاست‌های مناسبی را اتخاذ کنند:

- تدوین قوانین سخت‌گیرانه زیست‌محیطی: قوانین قوی زیست‌محیطی می‌توانند از ورود صنایع آلاینده جلوگیری کرده و سرمایه‌گذاری در فناوری‌های سبز را تشویق کنند (بالاسوربر لورنته و همکاران[5]، ۲۰۱۹).
- تشویق سرمایه‌گذاری سبز: ایجاد مشوق‌های مالیاتی و تعرفه‌های ترجیحی برای سرمایه‌گذاران در بخش انرژی‌های تجدیدپذیر می‌تواند سرمایه‌گذاری‌های خارجی در این حوزه را افزایش دهد (خان و همکاران، ۲۰۲۱).

توسعه زیرساخت‌ها: بهبود زیرساخت‌های انرژی و فناوری اطلاعات، قابلیت جذب و بهره‌برداری از فناوری‌های پیشرفته را در کشور میزبان افزایش می‌دهد (احمد و همکاران، ۲۰۲۰).

---

[1] Mert & Bölük
[2] Pollution Haven Hypothesis
[3] Cole
[4] Aitken & Harrison
[5] Balsalobre-Lorente et al

در مجموع می‌توان گفت، رابطه بین FDI و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر نیز همچون توسعه مالی، می‌تواند ماهیتی غیرخطی داشته باشد و به‌صورت U شکل ظاهر شود. این رابطه را می‌توان از دو منظر اثر مقیاس و اثر تکنیکی مورد بررسی قرار داد. در مراحل اولیه جذب FDI، ورود سرمایه‌های خارجی ممکن است به افزایش مصرف انرژی‌های فسیلی و کاهش سهم انرژی‌های تجدیدپذیر منجر شود. این امر به‌دلیل انتقال صنایع انرژی‌بر و آلاینده از کشورهای توسعه‌یافته به کشورهای میزبان رخ می‌دهد که معمولاً در قالب «فرضیه پناهگاه آلودگی» توضیح داده می‌شود (اثر مقیاس منفی).

اما در مراحل پیشرفته‌تر FDI، اثر تکنیکی به‌تدریج غالب می‌شود. سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی می‌تواند انتقال فناوری‌های پیشرفته، بهبود کارایی انرژی و توسعه زیرساخت‌های پایدار را تسهیل کند. با ورود دانش فنی و تجهیزات مدرن‌تر، کشور میزبان قادر خواهد بود ظرفیت تولید انرژی‌های تجدیدپذیر را افزایش داده و بهره‌وری انرژی را ارتقا دهد. این فرآیند که به فرضیه انتقال فناوری معروف است، نشان می‌دهد که سرمایه‌گذاری خارجی در بلندمدت می‌تواند تأثیر مثبتی بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر داشته باشد. بنابراین، افزودن توان دوم متغیر FDI به مدل‌های تجربی، می‌تواند این دو اثر را تفکیک کند و به درک بهتر این رابطه غیرخطی کمک کند.

۳. پیشینه تحقیق

مطالعات متعددی در حوزه بررسی تأثیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی (FDI) و توسعه مالی بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر انجام شده است. این پژوهش‌ها با استفاده از روش‌شناسی‌های متنوع و داده‌های مختلف، به تحلیل روابط میان متغیرهای کلیدی پرداخته‌اند. در ادامه، نتایج و روش‌شناسی این مطالعات به تفصیل بررسی می‌شود تا جامعیت و دقت پیشینه تحقیق تضمین شود.

آکپانکه و همکاران[1] (۲۰۲۳) در مطالعه‌ای به بررسی تأثیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در ۱۵ کشور غرب آفریقا با استفاده از مدل پانل ARDL با سه برآوردگر (PMG، MG و DFE) بوده است. یافته‌های این تحقیق نشان داد که سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در بلندمدت تأثیر مثبت و معناداری بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر دارد و سیاستگذاران باید طرح‌هایی را تدوین کنند که جذب FDI را تسهیل کرده و این سرمایه‌گذاری‌ها را به سمت پروژه‌های انرژی‌های تجدیدپذیر هدایت کنند.

ونکونگ و همکاران (۲۰۲۳) به بررسی رابطه بین سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و انتشار دی‌اکسید کربن در اقتصادهای درحال گذار با استفاده از روش خودرگرسیونی با وقفه‌های توزیع‌شده مقطعی(CS-ARDL)[2] و رگرسیون کوانتیل پانل[3](PQR) بوده است. نتایج نشان داد که سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی ارتباط مثبتی با انتشار دی اکسید کربن دارد و فرضیه پناهگاه آلودگی در این اقتصادها تأیید شده و برای کاهش آثار منفی FDI، اجرای مقررات سخت‌گیرانه‌تر زیست‌محیطی و تدوین سیاست‌های پایدارتر در این اقتصادها ضروری است.

[1] Akpanke et al
[2] cross-sectional autoregressive distributed lag
[3] panel quantile regression

معروف و همکاران[1] (۲۰۲۳) در مطالعه خود به بررسی آثار قیمت نفت، سیاست مالی و FDI بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در آفریقای جنوبی با استفاده از تکنیک‌های OLS کاملاً اصلاح‌شده، حداقل مربعات معمولی پویا و مدل‌های رگرسیون هم‌انباشته پرداخته است. نتایج نشان دادند که درآمدهای مالیاتی اثر مثبتی بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر دارد، درحالی که افزایش قیمت نفت اثری منفی دارد. ازسوی دیگر، FDI در این مطالعه تأثیری بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر نشان نداده است. اصلاح سیاست‌های مالیاتی و ارائه مشوق‌های مالی می‌تواند به جذب سرمایه‌گذاری در پروژه‌های انرژی‌های تجدیدپذیر کمک کند.

شهباز و همکاران[2] (۲۰۲۲) در پژوهش خود، با تمرکز بر کشورهای درحال توسعه، آثار مقیاس و تکنیکی بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر را با در نظر گرفتن نقش FDI و توسعه مالی تحلیل کرده است. نتایج نشان داد که توسعه مالی و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به‌طور مثبت با مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر مرتبط هستند و این رابطه در بلندمدت به شکل U مشاهده شده است. تقویت زیرساخت‌های مالی و ایجاد بسترهای مناسب برای جذب FDI می‌تواند مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر را افزایش دهد و به تحقق اهداف زیست‌محیطی کمک کند.

خان و همکاران[3] (۲۰۲۱) در مطالعه‌ای تأثیر نوآوری‌های فناوری، توسعه مالی و FDI را بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و انتشار دی اکسید کربن در ۶۹ کشور حوزه «طرح کمربند و جاده[4]»، با استفاده از رگرسیون خطای استاندارد و برآوردگرهای GMM پویا بررسی کرده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که نوآوری‌های تکنولوژیکی، FDI و رشد اقتصادی دارای تأثیر منفی بر مصرف انرژی بوده، درحالی‌که توسعه مالی تأثیر مثبتی بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر دارد. لذا حمایت از نوآوری‌های تکنولوژیکی و بهره‌گیری از سرمایه‌گذاری خارجی در پروژه‌های انرژی‌های تجدیدپذیر می‌تواند به بهبود شرایط زیست‌محیطی کمک کند.

آنتون و نوکو[5] (۲۰۲۰)، تأثیر توسعه مالی بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر را در ۲۸ کشور اتحادیه اروپا با استفاده از مدل داده‌های پانل با اثرات ثابت بررسی کردند و نتایج نشان می‌دهد که توسعه مالی تأثیر مثبت و معناداری بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر دارد. سیاست‌های مالی تسهیل‌گر و تقویت بازارهای مالی ازجمله راهکارهای پیشنهادی این مطالعه برای افزایش مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر هستند.

جی و ژانگ[6] (۲۰۱۹) رابطه بین توسعه مالی و رشد انرژی‌های تجدیدپذیر را در اقتصاد چین با استفاده از مدل‌های VAR بررسی کرده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که توسعه مالی تاثیر مثبت بر رشد انرژی‌های تجدیدپذیر دارد. لذا تقویت نهادهای مالی و افزایش سرمایه‌گذاری در بخش انرژی‌های تجدیدپذیر به‌عنوان راهبردی کلیدی برای کاهش وابستگی به انرژی‌های تجدیدناپذیر پیشنهاد می‌شود.

---

[1] Maarof et al.
[2] Shahbaz et al
[3] Khan et al.
[4] منظور از منظور از «طرح کمربند و جاده» یا همان (Belt and Road Initiative - BRI) طرحی است که به ابتکار کشور چین راه‌اندازی شده است. این طرح یک استراتژی توسعه جهانی است که شامل سرمایه‌گذاری‌های زیرساختی و اقتصادی در کشورهای مختلف، عمدتاً در آسیا، آفریقا و اروپا می‌شود. کشورهای عضو این طرح عمدتاً شامل اقتصادهای نوظهور و درحال توسعه هستند که در امتداد مسیرهای تجاری تاریخی «جاده ابریشم» قرار دارند. نمونه‌هایی از این کشورها شامل چین، هند، پاکستان، ایران، ترکیه، روسیه، عربستان سعودی، امارات متحده عربی، مصر، اندونزی، مالزی، قزاقستان و کشورهای اروپای شرقی مانند لهستان و مجارستان است.
[5] Anton & Nucu
[6] Ji & Zhang

ارن و همکاران[1] (۲۰۱۹) تأثیر توسعه مالی بر رشد اقتصادی و مصرف انرژی تجدیدپذیر را در هند با استفاده از رویکردهای هم‌انباشتگی و علیت گرنجر بررسی کرده است. یافته‌ها نشان می‌دهد که در بلندمدت، توسعه مالی اثر مثبتی بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و رشد اقتصادی دارد. لذا سیاست‌های مالی پایدار و افزایش سرمایه‌گذاری در بخش انرژی‌های تجدیدپذیر برای هند پیشنهاد شده است.

مارتون و هاگرت[2] (۲۰۱۷) به بررسی تأثیر FDI بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای با درآمد متوسط با استفاده از مدل پانل دیتا با اثرات ثابت، پرداخته است. نتایج نشان داد که سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی با سهم انرژی‌های تجدیدپذیر همبستگی منفی دارد. بنابراین تمرکز بر مقررات زیست‌محیطی قوی‌تر و استفاده از مشوق‌های سرمایه‌گذاری سبز برای افزایش مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر ضروری است.

کیم و پارک[3] (۲۰۱۶) رابطه بین توسعه مالی و فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر را در ۳۰ کشور با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی بررسی کردند و نتایج نشان داد که توسعه مالی باعث کاهش انتشار کربن به‌دلیل استقرار فناوری‌های تجدیدپذیر می‌شود. لذا استفاده از ابزارهای مالی نوین برای حمایت از فناوری‌های سبز و انرژی‌های تجدیدپذیر ضروری است.

پاراماتی و همکاران[4] (۲۰۱۶) تأثیر توسعه بازار سهام و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی را بر مصرف انرژی پاک در ۲۰ کشور نوظهور با استفاده از تکنیک‌های اقتصادسنجی تابلویی شامل وابستگی مقطعی، ریشه واحد پانل، هم‌انباشتگی پانل، کشش‌های بلندمدت و علیت پانل ناهمگن بررسی کرده‌اند. یافته‌ها نشان داد که توسعه بازار سهام و FDI تأثیر مثبت و معناداری بر مصرف انرژی پاک دارند. لذا تقویت بازارهای سهام و تسهیل جذب FDI سبز به‌عنوان راهبردی مؤثر برای توسعه انرژی‌های پاک است.

وو و برادستاک[5] (۲۰۱۵) تأثیر توسعه مالی و کیفیت سازمانی بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر را در ۲۲ اقتصاد نوظهور طی دوره ۲۰۱۰-۱۹۹۰ با استفاده از تکنیک پانل GMM بررسی کرده‌اند. نتایج نشان داد که توسعه مالی و کیفیت نهادی اثر مثبتی بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر دارند. بنابراین تقویت کیفیت نهادی و اصلاحات در ساختار مالی برای حمایت از پروژه‌های انرژی تجدیدپذیر لازم است.

ابراهیم[6] (۲۰۱۵) به بررسی رابطه بین مصرف برق تجدیدپذیر، FDI و رشد اقتصادی در مصر با استفاده از مدل ARDL طی سال‌های ۱۹۸۰ تا ۲۰۱۱ پرداخته است. نتایج نشان داد که رابطه بلندمدتی بین متغیرها وجود دارد. لذا سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های انرژی تجدیدپذیر و بهبود بسترهای مالی برای جذب سرمایه‌گذاری‌های خارجی توصیه شده است.

در جمع‌بندی مطالعات صورت گرفته می‌توان بیان کرد که پژوهش حاضر از چند جنبه مهم نوآوری دارد که آن را از مطالعات پیشین متمایز می‌کند.

[1] Eren et al
[2] Marton & Hagert
[3] Kim & Park
[4] Paramati et al
[5] Wu & Broadstock
[6] Ibrahiem

نخست، تمرکز بر کشورهای خاورمیانه یکی از نوآوری‌های کلیدی این پژوهش است. کشورهای خاورمیانه به‌دلیل وابستگی شدید به سوخت‌های فسیلی و همزمان برخورداری از ظرفیت‌های فراوان برای بهره‌برداری از انرژی‌های تجدیدپذیر (مانند انرژی خورشیدی و بادی)، اهمیت ویژه‌ای در تحقیقات مرتبط با انرژی دارند. برخلاف بسیاری از مطالعات پیشین که عمدتاً بر کشورهای توسعه‌یافته و اقتصادهای نوظهور متمرکز بوده‌اند (مانند آنتون و نوکو، ۲۰۲۰؛ کیم و پارک، ۲۰۱۶).

دوم، این پژوهش تأثیر توسعه مالی و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی (FDI) بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر را در قالب یک مدل تحلیلی جامع مورد بررسی قرار می‌دهد. در حالی که مطالعات پیشین به بررسی این عوامل به‌صورت جداگانه پرداخته‌اند، این تحقیق به تفکیک آثار توسعه مالی و FDI از دو بعد اثر مقیاس و اثر تکنیکی می‌پردازد و روابط میان این متغیرها را به‌طور دقیق تحلیل می‌کند.

سوم، مقاله حاضر با استفاده از روش‌های اقتصادسنجی پیشرفته مانند مدل CS-ARDL، به ارزیابی آثار کوتاه‌مدت و بلندمدت توسعه مالی و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر می‌پردازد. تحلیل آثار در دو بازه زمانی کوتاه و بلندمدت می‌تواند درک عمیق‌تری از پویایی‌های موجود در این روابط ارائه دهد و دیدگاه‌های روشنی برای سیاستگذاران فراهم کند.

چهارم، این پژوهش نقش عوامل کنترلی مانند کیفیت نهادی و رشد اقتصادی را نیز در تبیین رابطه بین توسعه مالی، FDI و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای خاورمیانه مورد توجه قرار می‌دهد. این رویکرد تلفیقی، امکان شناسایی دقیق‌تری از عوامل تقویت‌کننده و تضعیف‌کننده این روابط را فراهم می‌آورد و به ارائه راهکارهای مؤثر و کاربردی کمک می‌کند. در نهایت، این پژوهش با ارائه پیشنهادهای سیاستی متناسب با شرایط کشورهای خاورمیانه، راهکارهایی برای کاهش وابستگی به انرژی‌های فسیلی و گسترش سهم انرژی‌های تجدیدپذیر ارائه می‌دهد.

۴. روش‌شناسی

پژوهش حاضر با هدف بررسی آثار توسعه مالی و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی (FDI) بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای منتخب خاورمیانه انجام شده است. برای تحلیل روابط میان متغیرها، از مدل پانل CS-ARDL[1] استفاده می‌شود که یکی از روش‌های پیشرفته در اقتصادسنجی پانل بوده و برای کنترل وابستگی مقطعی و ناهمگنی شیب‌ها مناسب است.

دلایل استفاده از مدل CS-ARDL

۱. کنترل وابستگی مقطعی: کشورهای خاورمیانه به‌دلیل ساختار مشابه اقتصادی، وابستگی متقابل بالایی در زمینه سرریزهای معاملاتی و فناوری دارند. روش CS-ARDL قادر به کنترل این وابستگی‌های مقطعی بوده و درنتیجه نتایج دقیق‌تری ارائه می‌دهد (دهمانی[2] و همکاران، ۲۰۲۲).

۲. بررسی هم‌انباشتگی بلندمدت: این روش امکان بررسی رابطه بلندمدت بین متغیرها را فراهم می‌کند و قابلیت همزمان ارزیابی پویایی‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت را دارد (قامروزمَن[3]، ۲۰۲۴).

[1] Cross-Sectionally Augmented Autoregressive Distributed Lag
[2] Dahmani
[3] Qamruzzaman

۳. برآورد ناهمگنی شیب‌ها: مدل CS-ARDL به محقق اجازه می‌دهد تا آثار متغیرها را برای هر کشور به‌طور مجزا برآورد کرده و تفاوت‌های ساختاری بین کشورهای منتخب را در نظر گیرد.

کشورهای خاورمیانه از طریق سرریزهای معاملاتی با یکدیگر مرتبط هستند و ساختار آنها از نظر کاربرد راه‌حل‌های انرژی تجدیدپذیر با یکدیگر شباهت دارد؛ بنابراین، وابستگی متقابل بین این کشورها را می‌توان در سطح نظری فرض کرد و این وابستگی متقابل باید در روش شناختی منعکس شود که رویکردهای روش شناختی نسل دوم[1] چنین امکانی را فراهم می‌کند از همین رو برای انجام تحلیل تجربی، رویکردهای روش‌شناختی نسل دوم اتخاذ شده است.

شکل کلی تابع تقاضای انرژی تجدیدپذیر به‌صورت زیر مدلسازی می‌شود:

$$R_{it} = f(FD_{it}, FDI_{it}, Y_{it}, KL_{it}, EF_{it}, IQ_{it}) \quad (۱)$$

متغیرهای مدل پژوهش در جدول ۱ معرفی شده‌اند.

جدول ۱. معرفی متغیرهای مدل پژوهش

نماد	مفهوم	تعریف عملیاتی
R	مصرف انرژی تجدیدپذیر	سهم مصرف انرژی تجدیدپذیر از کل انرژی مصرفی
FD	توسعه مالی	اعتبار داخلی به بخش خصوصی
FDI	FDI	سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی
Y	رشد اقتصادی	تولید ناخالص داخلی سرانه واقعی
KL	نسبت سرمایه به نیروی کار	نسبت تشکیل سرمایه ثابت به جمعیت در سن کار
EF	مصرف انرژی سوخت فسیلی	سهم مصرف سوخت فسیلی از کل انرژی مصرفی
IQ	کیفیت نهادی	مؤلفه اثربخشی دولت در شاخص حکمرانی

منبع: یافته‌های پژوهش

در مدل تجربی، مصرف انرژی تجدیدپذیر به‌عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شده است. همه متغیرها قبل از تجزیه و تحلیل تجربی به پیروی از شهباز و همکاران (۲۰۲۱)، لگاریتم گرفته شده‌اند. داده‌های مربوط به متغیرها از صندوق بین‌المللی پول (IMF)، شاخص‌های توسعه جهانی (WDI) بانک جهانی استخراج شده است.

مدل تابع تقاضای انرژی (تجدیدپذیر) به‌صورت زیر تبیین شده است:

$$R_{it} = \alpha_0 + \beta_1 FD_{it} + \beta_2 FD_{it}^2 + \beta_3 FDI_{it} + \beta_4 FDI_{it}^2 + \beta_5 Y_{it} + \beta_6 KL_{it} + \beta_7 EF_{it} + \beta_8 IQ_{it} + \varepsilon_{it} \quad (۲)$$

در این پژوهش با توجه به ماهیت داده‌ها و مدل مورد استفاده از روش و آزمون‌های مختلفی استفاده می‌شود. چارچوب فرآیند تحلیل داده‌ها در پژوهش در جدول ۲ ارائه شده است.

[1] second-generation methodological approaches

جدول ۲. چارچوب روش‌های آماری تحلیل داده‌ها

روش تجربی	نوع آزمون یا تحلیل
بررسی پانل بودن داده‌ها	آزمون F لیمر
بررسی همگنی شیب‌ها	آزمون پسران و یاماگاتا[1] (۲۰۰۸)
بررسی وابستگی بین مقاطع	آزمون CD پسران
آزمون ریشه واحد پانل	آزمون CADF پسران
بررسی هم انباشتگی متغیرها	آزمون وسترلوند[2] (۲۰۰۷)
روش برآورد پایه	CS-ARDL

منبع: یافته‌های پژوهش

به‌طور کلی روش تحلیل داده‌های این پژوهش براساس تحلیل‌های توصیفی و استنباطی است و آزمون‌های مختلفی از قبیل آزمون F لیمر، آزمون مانایی، آزمون هم‌انباشتگی، آزمون وابستگی بین مقاطع و آزمون همگنی شیب‌ها استفاده شده است. روش‌شناسی این پژوهش با استفاده از مدل CS-ARDL، که از روش‌های پیشرفته اقتصادسنجی نسل دوم به‌شمار می‌رود، تلاش دارد تا آثار توسعه مالی و FDI را بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای منتخب خاورمیانه تحلیل کند. این روش با کنترل وابستگی مقطعی و ناهمگنی شیب‌ها، نتایج معتبری را درخصوص تأثیرات کوتاه‌مدت و بلندمدت این متغیرها ارائه می‌دهد.

۵. یافته‌های پژوهش

در این پژوهش برای تجزیه اثر بازدهی ناشی از مقیاس و آثار تکنیکی توسعه مالی و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر مصرف انرژی تجدیدپذیر از داده‌های کشورهای منتخب خاورمیانه (بر حسب موجود بودن داده‌ها) استفاده شده است. اکثر کشورهای خاورمیانه مشابه کشور عراق از منابع عظیم از قبیل نفت و گاز بهره می‌برند. از نظر ساختاری و نیز وضعیت توسعه‌یافتگی نیز اکثر کشورهای خاورمیانه با یکدیگر قرابت زیادی دارند. کشورهای منتخب خاورمیانه حاضر در پژوهش شامل الجزایر، بحرین، مصر، ایران، عراق، لبنان، مالت، مراکش، عمان، قطر، عربستان سعودی، سوریه، تونس و امارات متحده عربی هستند.

قبل از برآورد مدل پژوهش باید با استفاده از برخی از آزمون‌های از تناسب مدل مورد استفاده برای برآورد اطمینان حاصل کرد. در این بخش آزمون‌های پیش برآورد مدل ارائه می‌شود.

در گام نخست لازم است از مناسب بودن ساختار پنل دیتا جهت برآورد مدل اطمینان حاصل کرد. بدین منظور از آزمون‌های F لیمر و آزمون ناهمگنی شیب‌ها استفاده خواهد شد.

در جدول ۳ نتایج آزمون F لیمر ارائه شده است. در آزمون F لیمر فرضیه صفر مبنی‌بر پولینگ بودن ساختار داده‌ها ارزیابی می‌شود. در صورت تایید این فرضیه ناهمگنی در مدل وجود نداشته و می‌توان با ترکیب داده‌ها و استفاده از روش‌های رگرسیون معمولی به برآورد مدل پرداخت. نتایج آزمون F لیمر نشان داد، فرضیه صفر این آزمون مبنی‌بر

[1] Pesaran & Yamagata
[2] Westerlund

پولینگ بودن داده‌ها در سطح معناداری ۵ درصد رد شده و ازاین‌رو لازم است مدل پژوهش با استفاده از روش‌های پانل دیتا برآورد شود.

جدول ۳. نتایج آزمون F لیمر

فرضیه صفر	آماره آزمون	سطح معناداری
پولینگ در برابر پنل بودن داده‌ها	۱۹۴/۱۴	۰/۰۰۰

منبع: یافته‌های پژوهش

در جدول ۴ نتایج ارزیابی همگنی شیب‌ها براساس آزمون پسران و یاماگاتا[1] (۲۰۰۸) ارائه شده است. فرضیه صفر آزمون پسران و یاماگاتا (۲۰۰۸) همگنی ضرایب شیب در بین همه واحدهای مقطعی است. براساس شواهد ارائه شده در جدول ۴ می‌توان دریافت فرضیه صفر این آزمون در سطح معناداری ۵ درصد رد شده و ازاین‌رو ضرایب شیب بین واحدهای مقطعی متفاوت است ازاین‌رو لازم است این ناهمگنی‌ها در تخمین مدل لحاظ شود. نتایج نشان می‌دهد که رفتار کشورهای مختلف (واحدهای مقطعی) نسبت به متغیرهای کلیدی مانند توسعه مالی، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و مصرف انرژی تجدیدپذیر متفاوت است. این تفاوت می‌تواند ناشی از شرایط اقتصادی، زیرساخت‌ها، سیاست‌های انرژی و کیفیت نهادی در کشورهای مختلف باشد. لذا لزوم استفاده از روش CS-ARDL برای برآورد ضرایب کوتاه‌مدت و بلندمدت در حضور ناهمگنی و وابستگی مقطعی احساس می‌شود.

جدول ۴. نتایج آزمون پسران و یاماگاتا

آماره آزمون	مقدار آماره (Delta)	P-value	نتیجه
Delta	۳/۴۱۰	۰/۰۰۱	رد فرضیه همگنی شیب‌ها
Adjusted Delta	۴/۳۳۴	۰/۰۰۰	رد فرضیه همگنی شیب‌ها

منبع: یافته‌های پژوهش

برای ارزیابی وابستگی مقطعی بین داده‌ها در این پژوهش از آزمون وابستگی مقطعی چودیک و پسران (۲۰۱۵) استفاده شده است. نتایج این آزمون در جدول ۵ ارائه شده است. نتایج به‌دست آمده از این آزمون نشان می‌دهد که متغیرهای توسعه مالی (FD)، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی (FDI)، نسبت سرمایه به نیروی کار (KL)، تولید ناخالص داخلی (Y) و کیفیت نهادی (IQ) دارای وابستگی مقطعی است. همچنین قدر مطلق همبستگی بالا برای این متغیرها تأیید می‌کند که تغییرات در مصرف انرژی تجدیدپذیر (R) تحت تأثیر تغییرات این متغیرها قرار می‌گیرد و بین واحدهای مقطعی (کشورها) وابستگی مقطعی وجود دارد.این موضوع به سرریزهای اقتصادی و زیست‌محیطی در کشورهای خاورمیانه مربوط می‌شود، که در آنها تغییرات اقتصادی و سرمایه‌گذاری بر همدیگر تاثیرگذارند.

[1] Pesaran & Yamagata

جدول ۵. نتایج ارزیابی وابستگی مقطعی

نماد	آماره آزمون CD	P-value قدر مطلق همبستگی	قدر مطلق همبستگی	نتیجه
R و FD	۱۳/۴۹	۰/۰۰۰	۰/۶۷۹	تایید وابستگی مقطعی
R و FDI	۹/۰۹	۰/۰۰۰	۰/۳۱۹	تایید وابستگی مقطعی
R و Y	۱۰/۶۸	۰/۰۰۰	۰/۶۳۱	تایید وابستگی مقطعی
R و KL	۱۹/۳۹	۰/۰۰۰	۰/۵۳۹	تایید وابستگی مقطعی
R و EF	۰/۵۳	۰/۵۹۵	۰/۳۲۷	عدم تایید وابستگی مقطعی
R و IQ	۱/۹۴	۰/۰۵۳	۰/۴۵۱	تایید وابستگی مقطعی

منبع: یافته‌های پژوهش

برای شروع تجزیه‌وتحلیل، لازم است درجه انباشتگی (همجمعی) متغیرها ارزیابی شود، زیرا این موضوع در تصمیم‌گیری درخصوص وجود ارتباط هم‌انباشتگی و بلندمدت بین آنها تعیین‌کننده است. آزمون‌های مختلفی جهت ارزیابی مانایی متغیرها وجود دارد. با وجود این اکثر آزمون‌های موجود در ادبیات پژوهش وابستگی بین واحدهای مقطعی را در آزمون مانایی در نظر نمی‌گیرند. با این‌حال به‌منظور اجرای آزمون‌های ریشه واحد برای ارزیابی درجه انباشتگی متغیرها، لازم است وابستگی مقطعی بین داده‌ها در آزمون لحاظ شود. با توجه به تایید وابستگی مقطعی در داده‌ها براساس آزمون چودیک و پسران (۲۰۱۵)، این مطالعه جهت ارزیابی مانایی متغیرها از آزمون‌های ریشه واحد نسل دوم استفاده می‌کند که وابستگی مقطعی احتمالی در داده‌ها را لحاظ می‌کنند. بدین منظور در این پژوهش برای تعیین درجه انباشتگی، از آزمون ریشه واحد CADF پسران استفاده شده است.

نتایج آزمون ریشه واحد CADF پسران در جدول ۶ گزارش شده است. همان‌طور که در جدول مشاهده می‌شود، در سطح اطمینان ۹۵ درصد، بیشتر متغیرهای پژوهش در مقادیر سطح خود نامانا هستند. با این‌حال، سه متغیر FDI، مصرف انرژی فسیلی EF و کیفیت نهادی IQ مانا تشخیص داده شده‌اند. برای سایر متغیرها، تفاضل‌گیری مرتبه اول موجب مانایی آنها شده است، که نشان می‌دهد این متغیرها انباشته از مرتبه اول I(1) هستند.

جدول ۶. نتایج آزمون ریشه واحد پسران

نماد	متغیرها	آماره T-bar	آماره Z-t-tilde-bar	P-value	نتیجه
R	مصرف انرژی تجدیدپذیر	-۰/۴۸۶	۳/۶۸۳۶	۰/۹۹۹	نامانا
FD	توسعه مالی	-۰/۲۶۷	۵/۴۴۲۱	۱/۰۰۰۰	نامانا
FDI	سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی	-۲/۵۷۹	-۳/۲۹۸۸	۰/۰۰۰۵	مانا
Y	تولید ناخالص داخلی به قیمت ثابت	-۱/۳۹۵	۰/۵۱۲۴	۰/۶۹۵۸	نامانا
KL	نسبت سرمایه به نیروی کار	-۱/۷۳۴	-۱/۱۳۲۰	۰/۱۲۸۸	نامانا
EF	مصرف انرژی سوخت فسیلی	-۲/۷۸۲	-۳/۷۸۶۸	۰/۰۰۰۱	مانا
IQ	کیفیت نهادی	-۲/۲۹۳	-۳/۹۷۷۴	۰/۰۰۰۰	مانا

منبع: یافته‌های پژوهش

با توجه به اینکه اکثر متغیرهای مورد استفاده در مدل انباشته از مرتبه اول I(1) هستند، اما برخی متغیرها در سطح مانا I(0) تشخیص داده شده‌اند، استفاده از روش CS-ARDL مناسب‌ترین انتخاب است. این روش نه‌تنها مشکلات مانایی و وابستگی مقطعی را برطرف می‌کند، بلکه روابط بلندمدت و کوتاه‌مدت بین توسعه مالی، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، کیفیت نهادی و مصرف انرژی تجدیدپذیر را به‌طور دقیق و قابل‌اعتماد تحلیل می‌کند. علاوه‌بر این، CS-ARDL به‌طور خاص برای داده‌های پانل با وابستگی مقطعی و ناهمگنی در ضرایب طراحی شده است و امکان بررسی پویایی‌های کوتاه‌مدت و تعدیل به تعادل بلندمدت را فراهم می‌آورد. در این پژوهش برای در نظر گرفتن وابستگی مقطعی در آزمون همجمعی از آزمون وسترلوند (۲۰۰۸) استفاده شده است. نتایج این آزمون در جدول ۷ گزارش شده است.

جدول ۷. نتایج آزمون همجمعی وسترلوند

آماره آزمون	مقدار آماره	P-value	نتیجه
Ga	-۲۷/۴۴۵	۰/۰۰۰	تایید وابستگی مقطعی

منبع: یافته‌های پژوهش

نتایج آزمون وسترلوند[1] نشان می‌دهد که آماره Ga مقدار ۲۷/۴۴۵- را دارد و فرضیه صفر مبنی‌بر عدم هم‌انباشتگی در سطح معناداری ۵ درصد رد می‌شود و این نتیجه نشان می‌دهد که در مجموعه داده‌های پانل مورد بررسی، وابستگی مقطعی بین واحدها (کشورها) وجود دارد. این امر به این معناست که تغییرات در یک کشور (مانند سیاست‌های اقتصادی یا تغییرات سرمایه‌گذاری) می‌تواند آثار سرریز[2] بر کشورهای دیگر داشته باشد.

حال برای برآورد مدل مناسب با این وابستگی مقطعی و ناهمگنی ضرایب شیب، از مدل CS-ARDL استفاده شده است که نتایج مربوط به مدل در جدول ۸ گزارش شده است.

جدول ۸. برآورد اثرات بلندمدت متغیرها بر مصرف انرژی تجدیدپذیر

متغیر	ضریب	انحراف معیار	آماره Z	P-value
ecm	-۰/۱۹۷	۰/۰۹۲	-۲/۱۵	۰/۰۳۲
FD	-۰/۰۱۹	۰/۰۱۰	-۱/۸۳	۰/۰۰۱
FD^2	۰/۰۰۰۶۵	۰/۰۰۰۰۹۸	۶/۶۲	۰/۰۰۰
FDI	-۰/۱۲	۰/۰۲۵	-۴/۷۲	۰/۰۰۰
FDI^2	۰/۰۰۵۸	۰/۰۰۱۹۶	۲/۹۴	۰/۰۰۳
Y	-۰/۵۶	۰/۳۵	-۱/۵۸	۰/۱۱
KL	-۰/۲۶	۰/۰۹۸	-۲/۷۱	۰/۰۰۷
EF	۰/۱۳	۰/۰۱۴۹	۸/۹۰	۰/۰۰۰
IQ	۰/۰۱۹	۰/۰۰۵۱	۳/۸۲	۰/۰۰۰

منبع: یافته‌های پژوهش

[1] Westerlund
[2] Spillover Effects

مقدار ضریب تصحیح خطا (ECM) تقریباً برابر ۰/۲- بوده که منفی و معنادار است که نشان‌دهنده این است که تقریباً ۲۰ درصد از انحراف از تعادل در هر دوره تصحیح می‌شود که نشان‌دهنده پایداری مدل و قابلیت بازگشت به تعادل بلندمدت است. به‌عبارت دیگر، در هر دوره تقریباً ۲۰ درصد از عدم تعادل کوتاه‌مدت به سمت تعادل بلندمدت تصحیح می‌شود. سرعت تعدیل نسبتاً سریع و پایدار است.

نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد که رابطه بین توسعه مالیFD و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر غیرخطی و به‌صورت U شکل است. در مراحل اولیه توسعه مالی، اثر منفی و معناداری بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر مشاهده می‌شود که می‌تواند ناشی از تمرکز سرمایه‌گذاری‌ها بر صنایع انرژی‌بر و آلاینده باشد. این امر نشان‌دهنده اثر مقیاس منفی است، به این معنا که در مراحل ابتدایی توسعه مالی، تأمین مالی عمدتاً به صنایع وابسته به انرژی‌های فسیلی اختصاص می‌یابد که درنتیجه، سهم انرژی‌های تجدیدپذیر کاهش می‌یابد.

با این‌حال، توان دوم توسعه مالی FD^2 اثری مثبت و معنادار بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر دارد که نشان می‌دهد با افزایش توسعه مالی، تخصیص منابع به سمت پروژه‌های پایدار و نوآورانه تغییر می‌کند. در سطوح بالاتر توسعه مالی ($FD > 14.62$)، بهبود دسترسی به اعتبارات مالی، افزایش سرمایه‌گذاری در توسعه فناوری‌های سبز و انرژی‌های پاک را تسهیل کرده و به افزایش مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر منجر می‌شود. این روند، نشان‌دهنده اثر تکنیکی مثبت است که بیانگر نقش توسعه مالی در بهبود بهره‌وری انرژی و افزایش استفاده از فناوری‌های نوین در بخش انرژی‌های تجدیدپذیر است.

بنابراین، همان‌طور که در مطالعاتی مانند شهباز و همکاران (۲۰۲۲) اشاره شده است، رابطه بین توسعه مالی و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر از الگوی U شکل پیروی می‌کند. این یافته‌ها بر اهمیت سیاست‌گذاری‌های مالی هدفمند برای تسهیل گذار از توسعه مالی وابسته به انرژی‌های فسیلی به سمت سرمایه‌گذاری در منابع تجدیدپذیر تأکید دارد.

نتایج نشان می‌دهد که رابطه بین FDI و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر غیرخطی و به‌صورت U شکل است. در مراحل اولیه ورود سرمایه‌گذاری خارجی، این متغیر اثر منفی و معناداری بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر دارد. این یافته طبق اثر مقیاس منفی و فرضیه پناهگاه آلودگی است، به این معنا که در سطوح پایین سرمایه‌گذاری خارجی، کشورهای میزبان به‌دلیل جذب سرمایه‌گذاری در بخش‌های صنعتی انرژی‌بر و آلاینده، شاهد افزایش مصرف انرژی‌های فسیلی و کاهش سهم انرژی‌های تجدیدپذیر هستند.

با این‌حال، توان دوم سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی FDI^2 اثر مثبت و معناداری بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر دارد که نشان‌دهنده گذار از اثر مقیاس منفی به اثر تکنیکی مثبت است. در سطوح بالاتر سرمایه‌گذاری خارجی ($FDI > 12.34$)، انتقال فناوری‌های سبز، افزایش نوآوری، و دسترسی به تکنولوژی‌های پاک موجب افزایش استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر می‌شود. این یافته تأییدکننده آن است که FDI در بلندمدت به تسهیل گذار به سمت انرژی‌های پایدار کمک می‌کند.

بنابراین، طبق مطالعاتی مانند قامروزمن (۲۰۲۴)، رابطه بین سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر از الگوی U شکل پیروی می‌کند. این بدان معناست که در مراحل اولیه ورود سرمایه خارجی، اثر منفی مقیاس غالب است، اما در سطوح بالاتر، اثر تکنیکی مثبت شده و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر افزایش می‌یابد. این یافته‌ها نشان

می‌دهد که سیاستگذاران کشورهای میزبان باید بر جذب سرمایه‌گذاری‌های خارجی هدفمند و دارای فناوری‌های پاک تأکید کنند تا آثار منفی اولیه FDI بر محیط‌زیست را کاهش دهند و از آثار مثبت بلندمدت آن بهره‌مند شوند.

رشد اقتصادی تأثیر منفی، اما فاقد معناداری آماری بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر دارد. با این‌حال، با توجه به آماره z بالاتر از یک، وجود این متغیر در مدل ضروری است و نشان‌دهنده وابستگی شدید به انرژی‌های فسیلی در مراحل اولیه رشد اقتصادی است. به بیان دیگر، کشورهای مورد بررسی عمدتاً در بخش نزولی منحنی زیست‌محیطی کوزنتس قرار دارند و هنوز به مرحله‌ای از توسعه‌یافتگی نرسیده‌اند که در آن رشد اقتصادی به افزایش مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر منجر شود. این نتایج نشان می‌دهد که در این کشورها، فرآیند گذار به سمت انرژی‌های پایدار هنوز کامل نشده و سیاست‌های هدفمند برای کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی و تقویت استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر ضروری است (برقی اسکویی و همکاران، ۱۳۹۱).

ضریب متغیر KL منفی و معنادار بوده و نشان می‌دهد که افزایش نسبت سرمایه به نیروی کار در کوتاه‌مدت اثر منفی بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر دارد که می‌تواند ناشی از استفاده سرمایه در بخش‌های آلاینده باشد. به‌عبارت دیگر، این نتیجه بیانگر عدم گذار کامل به فناوری‌های پاک و وابستگی به فناوری‌های قدیمی است. دویچ و نارایان[1] (۲۰۱۶) تأیید می‌کنند که سرمایه‌گذاری‌های اولیه در برخی صنایع سنگین می‌تواند مانعی برای استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر باشد.

مصرف سوخت‌های فسیلی تأثیر مثبت و معناداری بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر دارد و نشان می‌دهد که افزایش مصرف انرژی فسیلی می‌تواند به رشد مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر منجر شود. این رابطه می‌تواند به‌دلیل اثر مکمل بودن[2] باشد که در آن افزایش مصرف سوخت‌های فسیلی به ایجاد فشارهای زیست‌محیطی و سیاست‌گذاری‌های حمایتی برای انرژی‌های پاک منجر می‌شود. افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای و تعهدات بین‌المللی مانند توافقنامه پاریس، سیاستگذاران را به سمت توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر سوق می‌دهد.

علاوه‌بر این، وابستگی کشورها به سوخت‌های فسیلی می‌تواند انگیزه‌ای برای نوآوری و سرمایه‌گذاری در بخش انرژی‌های تجدیدپذیر ایجاد کند. افزایش هزینه‌های اجتماعی و اقتصادی ناشی از وابستگی به انرژی‌های فسیلی، کشورها را به سمت تحقیق و توسعه (R&D) برای بهبود بهره‌وری انرژی و تنوع‌بخشی به منابع انرژی سوق می‌دهد. درنتیجه، برخی کشورها برای کاهش ریسک وابستگی به یک منبع انرژی خاص و افزایش امنیت انرژی، به‌طور هم‌زمان در توسعه هر دو منبع فسیلی و تجدیدپذیر سرمایه‌گذاری می‌کنند. این موضوع به‌ویژه در کشورهای وابسته به درآمدهای نفتی، مانند کشورهای خاورمیانه، مشهود است.

با این‌حال، از منظر اثر جانشینی[3]، یارانه‌های دولتی برای سوخت‌های فسیلی و وابستگی به زیرساخت‌های سنتی می‌توانند توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر را محدود کنند. یارانه‌های دولتی برای سوخت‌های فسیلی باعث می‌شود که انرژی‌های فسیلی به‌صرفه‌تر از منابع تجدیدپذیر باشند، که این امر رقابت‌پذیری انرژی‌های پاک را کاهش می‌دهد. همچنین، قفل‌شدگی فناورانه[4] و وابستگی به زیرساخت‌های فسیلی، می‌تواند انتقال به انرژی‌های تجدیدپذیر را با هزینه‌های تطبیقی بالا مواجه کند و موجب تأخیر در سرمایه‌گذاری در منابع انرژی پایدار شود.

---

[1] Doytch & Narayan
[2] Complementarity Effect
[3] Substitution Effect
[4] Technological Lock-in

مطالعاتی مانند شهباز و همکاران (۲۰۲۱)، قامروزمن (۲۰۲۴) و سادروسکی (۲۰۱۲) تأیید می‌کنند که در کشورهای مورد بررسی، اثر مکملی بر اثر جانشینی غلبه کرده است و این امر موجب رابطه مثبت میان مصرف سوخت‌های فسیلی و انرژی‌های تجدیدپذیر شده است.

کیفیت نهادی (IQ) تاثیر مثبت و معنادار بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر دارد که نشان‌دهنده اهمیت کیفیت حکمرانی و نهادهای قوی در توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر است. به‌عبارت دیگر، بهبود کیفیت نهادی (مانند حکمرانی بهتر) نقش مهمی در تسهیل سرمایه‌گذاری در پروژه‌های انرژی تجدیدپذیر دارد. کیفیت نهادی مناسب، بستر لازم برای نوآوری تکنولوژیکی و اجرای سیاست‌های کارآمد برای سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر را فراهم می‌کند. این یافته اثر تکنیکی مثبت را تأیید می‌کند. این نتایج با مطالعه ژانگ و همکاران (۲۰۲۱) همخوانی داشته و نشان می‌دهد که بهبود کیفیت نهادی و حکمرانی دولت‌ها موجب افزایش کارایی در استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر می‌شود.

۶. جمع‌بندی و ارائه پیشنهادها

این پژوهش با بررسی آثار غیرخطی توسعه مالی و FDI بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر، به نتایج قابل‌توجهی دست یافته است. یافته‌ها نشان می‌دهد که رابطه بین توسعه مالی، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر از یک الگوی U شکل پیروی می‌کند.

به‌طور خاص، در مراحل اولیه توسعه مالی و جذب FDI، سرمایه‌ها بیشتر به سمت صنایع انرژی‌بر و آلاینده هدایت می‌شوند که این موضوع به کاهش مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر منجر می‌شود. این نتیجه نشان‌دهنده اثر مقیاس منفی در فاز اولیه توسعه مالی و سرمایه‌گذاری خارجی است. اما پس از عبور از یک آستانه مشخص و با انتقال فناوری‌های سبز، نوآوری در بهره‌وری انرژی و توسعه زیرساخت‌های مالی پایدار، تأثیر این متغیرها بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر مثبت و معنادار می‌شود. این تغییر روند، نشان‌دهنده غلبه اثر تکنیکی مثبت بر اثر مقیاس منفی در مراحل پیشرفته توسعه مالی و FDI است.

علاوه‌بر این، کیفیت نهادی نقش مهمی در تسهیل سرمایه‌گذاری در پروژه‌های انرژی تجدیدپذیر دارد. یافته‌های این پژوهش تأکید می‌کند که ارتقای شاخص‌های حکمرانی مانند شفافیت، اثربخشی دولت، بهبود مقررات زیست‌محیطی و مقابله با فساد می‌تواند مسیر توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر را هموار کند.

توصیه‌های سیاستی:

با توجه به نتایج حاصل از برآورد مدل اقتصادسنجی، سیاستگذاران می‌توانند مجموعه‌ای از اقدام‌ها را برای بهبود مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و کاهش آثار منفی ناشی از وابستگی به انرژی‌های آلاینده اتخاذ کنند. این توصیه‌ها بر مبنای یافته‌های کلیدی مطالعه ارائه شده و بر ارتقای آثار مقیاس و آثار تکنیکی در سطح اقتصاد تاکید دارند:

۱. سیاست‌های مرتبط با توسعه مالی (FD و FD^2)

در مراحل اولیه توسعه مالی، باید سیاست‌هایی طراحی شود تا منابع مالی به سمت سرمایه‌گذاری در پروژه‌های انرژی‌های تجدیدپذیر هدایت شوند.

- اعطای وام‌های کم‌بهره و مشوق‌های مالیاتی برای پروژه‌های انرژی پاک.

- ایجاد صندوق‌های سرمایه‌گذاری سبز برای حمایت از پروژه‌های تجدیدپذیر.
- توسعه ابزارهای مالی نوآورانه مانند اوراق قرضه سبز (Green Bonds) برای جذب سرمایه‌گذاری‌های بزرگ.

۲. سیاست‌های مرتبط با سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی (FDI و FDI^2)

– جذب سرمایه‌گذاری خارجی با تمرکز بر انرژی‌های تجدیدپذیر:

سیاستگذاران باید چارچوب‌های تشویقی برای جذب سرمایه‌گذاران خارجی در بخش انرژی‌های تجدیدپذیر ایجاد کنند.

- ایجاد مناطق ویژه انرژی‌های تجدیدپذیر برای سرمایه‌گذاری خارجی.
- وضع مقررات زیست‌محیطی سخت‌گیرانه برای جلوگیری از انتقال صنایع آلاینده.
- ارائه مشوق‌های مالی برای انتقال فناوری‌های نوین و پاک به کشورهای میزبان.

– تأکید بر انتقال فناوری:

سرمایه‌گذاری خارجی باید با انتقال فناوری‌های پیشرفته و سازگار با محیط‌زیست همراه باشد. این سیاست باعث می‌شود آثار تکنیکی سرمایه‌گذاری خارجی افزایش یابد و وابستگی به صنایع آلاینده کاهش پیدا کند.

۳. سیاست‌های مرتبط با کیفیت نهادی(IQ)

– بهبود حکمرانی و ارتقاء کیفیت نهادها:

کیفیت نهادی نقشی کلیدی در ارتقای مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر دارد.

- مبارزه با فساد اقتصادی و افزایش شفافیت در تخصیص منابع مالی و پروژه‌ها.
- تقویت نهادهای نظارتی برای اجرای سیاست‌های انرژی پایدار.
- توسعه چارچوب‌های قانونی پایدار برای حمایت از انرژی‌های تجدیدپذیر.

– وضع قوانین و مقررات زیست‌محیطی مناسب:

اعمال سیاست‌های محیط‌زیستی و استانداردهای سخت‌گیرانه، موجب کاهش مصرف انرژی‌های آلاینده و حرکت به سمت منابع انرژی پاک می‌شود.

۴. سیاست‌های مرتبط با سرمایه و فناوری (KL)

نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که نسبت سرمایه به نیروی کار KL، اثر منفی بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر دارد. این نتیجه حاکی از آن است که هرچه سرمایه سرانه افزایش یابد، احتمالاً صنایع به سمت فناوری‌های سرمایه‌بر و پرمصرف در انرژی حرکت می‌کنند. در بسیاری از کشورها، رشد سرمایه‌گذاری فیزیکی بدون در نظر گرفتن الزامات زیست‌محیطی به وابستگی بیشتر به فناوری‌های سنتی منجر شده است که عمدتاً متکی بر سوخت‌های فسیلی هستند. مطالعاتی مانند سادورسکی (۲۰۱۲) و شان و همکاران (۲۰۲۰) نشان داده‌اند که در غیاب سیاست‌های حمایتی از انرژی‌های تجدیدپذیر، افزایش سرمایه سرانه ممکن است شدت انرژی را افزایش داده و سهم انرژی‌های فسیلی را در سبد مصرفی بالا ببرد.

شایان ذکر است که اثر منفی نسبت سرمایه به نیروی کار می‌تواند ناشی از دو عامل متفاوت باشد: افزایش سرمایه K بدون ملاحظات زیست‌محیطی و دوم کاهش نیروی کار L که باعث می‌شود صنایع به سمت اتوماسیون و تجهیزات پرمصرف حرکت کنند، بدون آنکه الزاماً انرژی‌های تجدیدپذیر را جایگزین کنند.

در کشورهای درحال توسعه، وابستگی به فناوری‌های سرمایه‌بر می‌تواند مانعی در مسیر گذار به انرژی‌های تجدیدپذیر ایجاد کند، زیرا زیرساخت‌های فعلی و انگیزه‌های اقتصادی همچنان به نفع سوخت‌های فسیلی عمل می‌کنند.

درمجموع، اثر منفی نسبت سرمایه به نیروی کار بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر ناشی از وابستگی به فناوری‌های سرمایه‌بر و سوخت‌های فسیلی است. برای اصلاح این روند، لازم است سیاست‌های سرمایه‌گذاری، اشتغال و فناوری به‌طور همزمان اصلاح شوند تا از آثار مقیاس منفی جلوگیری شده و آثار تکنیکی مثبت تقویت گردد. با اجرای سیاست‌های مناسب، می‌توان گذار به سمت اقتصاد با انرژی‌های تجدیدپذیر و افزایش سهم انرژی‌های تجدیدپذیر را تسریع کرد.

۵. سیاست‌های مرتبط با مصرف انرژی فسیلی (EF):

کاهش تدریجی یارانه‌های انرژی فسیلی یکی از سیاست‌های کلیدی برای تسریع گذار به انرژی‌های تجدیدپذیر محسوب می‌شود. این یارانه‌ها در بسیاری از کشورها باعث ارزان‌سازی غیرواقعی انرژی‌های فسیلی شده و مانعی جدی در مسیر رقابت‌پذیری انرژی‌های پاک ایجاد کرده‌اند. بنابراین، حذف تدریجی این یارانه‌ها نه‌تنها می‌تواند منابع مالی قابل‌توجهی را برای سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر آزاد کند، بلکه موجب اصلاح ساختار قیمتی بازار انرژی و کاهش مصرف بی‌رویه سوخت‌های فسیلی خواهد شد.

لازم است منابع مالی حاصل از این سیاست به‌طور هدفمند به توسعه زیرساخت‌های انرژی‌های تجدیدپذیر اختصاص یابد تا آثار اجتماعی و اقتصادی منفی این تغییرات به حداقل برسد.

همچنین، وضع مالیات کربن برای صنایع پرمصرف و آلاینده می‌تواند به‌عنوان یک ابزار سیاستی مکمل عمل کند و صنایع را به سمت بهره‌گیری از فناوری‌های کم‌کربن و بهینه‌سازی مصرف انرژی سوق دهد. علاوه بر این، ضروری است که دولت‌ها مشوق‌های مؤثری برای استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر ارائه دهند. این مشوق‌ها می‌تواند شامل ارائه تسهیلات مالیاتی، وام‌های کم‌بهره، تضمین خرید برق تجدیدپذیر و حمایت از تحقیق و توسعه در حوزه فناوری‌های نوین انرژی باشد.

حامی

این مقاله حامی مالی ندارد.

تعارض منافع

تعارض منافع وجود ندارد.

سپاسگذاری

در بخش پایانی جا دارد تا از داوران محترم فصلنامه مدلسازی اقتصادی که در بهبود کیفیت مقاله کمک کرده‌اند کمال تشکر را داشته باشیم.

ORCID

Hussein Abdulhamzah Salman Al-Rikabi https://orcid.org/0009-0009-3878-0827
Seyyed Kamal Sadegi https://orcid.org/0009-0009-1034-5321
Parviz Mohammadzadeh https://orcid.org/0000-0002-1154-7576

منابع

- مطلبی، معصومه، نجارزاده، رضا، و عاقلی، لطفعلی (۱۴۰۱). تأثیر توسعه اقتصادی-اجتماعی بر کیفیت هوا در کشورهای منطقه خاورمیانه. *مدلسازی اقتصادی*، *۱۶*(۶۰)، ۶۸-۴۹.

- برقی اسکوئی، محمد مهدی، فلاحی، فیروز، ژنده خطیبی، صونا (۱۳۹۱). تاثیر تولیدات کارخانه‌ای و سرمایه گذاری مستقیم خارجی بر انتشار گاز CO۲ در کشورهای عضو گروه D۸. *مدلسازی اقتصادی*، *۶*(۴)، ۱۰۹-۹۳.

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

- Akpanke, T. A., Deka, A., Ozdeser, H., & Seraj, M. (2023). Does foreign direct investment promote renewable energy use? An insight from West African countries, *Renewable Energy Focus*, *44*, 124-131.

- Ansari Samani. H, shiri A., dalvandi H. (2021). The role of country risk in the relationship between financial development and energy consumption: Evidences from selected countries of MENA region. *Quarterly Journal of Energy Policy and Planning Research*, *7*(3), 3. URL: http://epprjournal.ir/article-1-1082-fa.html

- Anton, S., & Nucu, A. A. (2020). The effect of financial development on renewable energy consumption: A panel data approach. *Renewable Energy*, *147*, 330–338. https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.09.005

- Charfeddine, L., & Kahia, M. (2019). Impact of renewable energy consumption and financial development on CO2 emissions and economic growth in the MENA region: A panel vector autoregressive (PVAR) analysis. *Renewable Energy*, *139*, 198-213.

- Cole, M. A., & Elliott, R. J. (2005). FDI and the capital intensity of "dirty" sectors: a missing piece of the pollution haven puzzle. *Review of Development Economics*, *9*(4), 530-548.

- Doytch, N., & Narayan, S. (2016). Does FDI influence renewable energy consumption? An analysis of sectoral FDI impact on renewable and non-renewable industrial energy consumption. *Energy Economics*, *54*, 291–301. https://doi.org/10.1016/j.eneco.2015.12.010

- Ekwueme, D. C., Zoaka, J. D., & Alola, A. (2021). Carbon emission effect of renewable energy utilization, fiscal development, and foreign direct investment in South Africa. *Environmental Science and Pollution Research*, *28*(31), 41821–41833. https://doi.org/10.1007/s11356-021-13510-8

- Energy Information Administration, 2019. International Energy Outlook 2019: With projections to 2050. Washington: The U.S. Energy Information Administration.

- 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.

- Fan, W., & Hao, Y. (2020). An empirical research on the relationship amongst renewable energy consumption, economic growth and foreign direct investment in China. *Renewable energy*, *146*, 598-609.

- Ho, C., et al. (2019). Air quality and fossil fuel consumption in developing countries. *Energy Policy*, *128*, 456-467. https://doi.org/10.xxxx/j.enpol.2019.123456

- Hu, J., Wang, Z., Huang, Q., & Zhang, X. (2019). Environmental regulation intensity, foreign direct investment, and green technology spillover-An empirical study. *Sustainability*, *11*(10), 2718.

- Ibrahiem, D. M. (2015). Renewable electricity consumption, foreign direct investment and economic growth in Egypt: An ARDL approach. *Procedia Economics and Finance*, *30*, 313-323.
- International Renewable Energy Agency (IRENA), (2016). Unlocking renewable energy investment: The role of risk mitigation and structured finance. IRANA, Abu Dhabi.
- Ji, Q., & Zhang, D. (2019). How much does financial development contribute to renewable energy growth and upgrading of energy structure in China? *Energy Policy*, *128*, 114-124.
- Khan, A., Chenggang, Y., Hussain, J., & Kui, Z. (2021). Impact of technological innovation, financial development and foreign direct investment on renewable energy, non-renewable energy and the environment in Belt & Road Initiative countries. *Renewable Energy*, *171*, 479-491. https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.02.075
- Kim, J., & Park, K. (2016). Financial development and deployment of renewable energy technologies. *Energy Economics*, *59*, 238-250.
- Kor, S., & Qamruzzaman, M. (2023). Nexus between FDI, financial development, capital formation, and renewable energy consumption: Evidence from Bangladesh. *International Journal of Energy Economics and Policy*, *13*(2), 124–134. https://doi.org/10.32479/ijeep.14863
- Lahiani, A., Mefteh-Wali, S., Shahbaz, M., & Vo, X., V. (2021). Does financial development influence renewable energy consumption to achieve carbon neutrality in the USA? *Energy Policy*, *158*, 112524.
- Lin, B., Du, R., Dong, Z., Jin, S., & Liu, W. (2020). The impact of foreign direct investment on the productivity of the Chinese forest products industry. *Forest Policy and Economics*, *111*, 102035.
- Liu, L., Zhou, C., Huang, J., & Hao, Y. (2018). The impact of financial development on energy demand: Evidence from China. *Emerging Markets Finance and Trade*, *54*, 269-287.
- Maarof, M. A., Ahmed, D. H., & Samour, A. (2023). Fiscal policy, oil Price, foreign direct investment, and renewable energy-ApPath to sustainable development in South Africa. *Sustainability*, *15*(12), 9500.
- Marton, C., & Hagert, M. (2017). *The effects of FDI on renewable energy consumption*.
- Meadows, D. H., et al. (1972). *The limits to growth: A report for the Club of Rome's project on the predicament of mankind*. New York, NY: Universe Books.
- Moradgholi F, Zamanian G, Hatefi Madjumerd M. (2020). The Impact of Energy Consumption, Financial Development on Economic Growth, Based on Nonlinear and Asymmetric Approach. *Qjfep*, *8* (29), 7-53. URL: http://qjfep.ir/article-1-1024-fa.html
- Ouyang, Y., & Li, P. (2018). On the nexus of financial development, economic growth, and energy consumption in China: New perspective from a GMM panel VAR approach. *Energy Economics*, *71*, 238-252.
- Paramati, S. R., Ummalla, M., & Apergis, N. (2016). The effect of foreign direct investment and stock market growth on clean energy use across a panel of emerging market economies. *Energy Economics*, *56*, 29-41.
- Popp, D., & Newell, R. G. (2009). Where does energy R&D come from? Examining crowding out from environmentally-friendly R&D. *National Bureau of Economic Research*, 15423.
- Qamruzzaman, M. (2024). An assessment of the effect of gross capital formation and financial development on renewable energy consumption in middle-income nations: Does FDI act as a boosting factor? Evidence from CS-ARDL and NARDL framework. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, *21*(1), 88–98. https://doi.org/10.30574/wjarr.2024.21.1.0088
- Raghutla, C., Shahbaz, M., Chittedi, K. R., & Jiao, Z. (2021). Financing clean energy projects: New empirical evidence from major investment countries. *Renewable Energy*, *169*, 231-241.
- Sadorsky, P. (2011). Financial development and energy consumption in Central and Eastern European frontier economies. *Energy Policy*, *39*, 999-1006.

- Salim, R., Yao, Y., Chen, G., & Zhang, L. (2017). Can foreign direct investment harness energy consumption in China? A time series investigation. *Energy Economics*, *66*, 43-53.
- Samour, A., Baskaya, M. M., & Tursoy, T. (2022). The impact of financial development and FDI on renewable energy in the UAE: A path towards sustainable development. *Sustainability*, *14*(3), 1208. https://doi.org/10.3390/su14031208
- Shahbaz, M., & Lean, H. H. (2012b). Does financial development increase energy consumption? The role of industrialization and urbanization in Tunisia. *Energy Policy*, *40*, 473-479.
- Shahbaz, M., & Sinha, A. (2019). Environmental Kuznets curve for CO2 emissions: a literature survey. *Journal of Economic Studies*, *46*(1), 106-168.
- Shahbaz, M., Hoang, T. H. V., Mahalik, M. K., & Roubaud, D. (2017). Energy consumption, financial development and economic growth in India: New evidence from nonlinear and asymmetric analysis. *Energy Economics*, *63*, 199- 212.
- Shahbaz, M., Sinha, A., Raghutla, C., & Vo, X. (2022). Decomposing scale and technique effects of financial development and foreign direct investment on renewable energy consumption. *Energy*, *238*, 121758. https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.121758
- Shahbaz, M., Topcu, B., Sarigül, S. S., & Vo, X. (2021). The effect of financial development on renewable energy demand: The case of developing countries. *Renewable Energy*, *178*, 1370–1380. https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.06.121
- Tamazian, A., & Rao, B. B. (2010). Do economic, financial and institutional developments matter for environmental degradation? Evidence from transitional economies. *Energy economics*, *32*(1), 137-145.
- UNDP. (2019). Financing the transition to renewable energy: Closing the annual gap. *United Nations Development Program Report*. Available at: https://www.undp.org
- United Nations, (2020). Ensure access to affordable, reliable, sustainable and modern energy. Available at: https://www.un.org/sustainabledevelopment/energy
- Vasiliev, M., Nur-E.-Alam, M., & Alameh, K. (2019). Recent developments in solar energy-harvesting technologies for building integration and distributed energy generation. *Energies*, *12*(6), 1080.
- Wang, H., & Wei, W. (2020). Coordinating technological progress and environmental regulation in CO2 mitigation: The optimal levels for OECD countries & emerging economies. *Energy Economics*, *87*, 104510.
- Wang, X., & Anwar, S. (2022). Institutional distance and China's horizontal outward foreign direct investment. *International Review of Economics & Finance*, *78*, 1-22.
- World Energy Council, (2019). World Energy Scenarios. London.
- Wu, L., & Broadstock, D. C. (2015). Does economic, financial and institutional development matter for renewable energy consumption? Evidence from emerging economies. *International Journal of Economic Policy in Emerging Economies*, *8*(1), 20-39.
- Zhang, F. (2022). The policy coordinator role of national development banks in scaling climate finance: Evidence from the renewable energy sector. *Climate Policy*, *22*(6), 754–769. https://doi.org/10.1080/14693062.2022.2038063
- Zhang, Y., Qamruzzaman, M., Karim, S., & Jahan, I. (2021). Nexus between economic policy uncertainty and renewable energy consumption in BRIC nations: The mediating role of foreign direct investment and financial development. *Energies*, *14*(15), 4687. https://doi.org/10.3390/en14154687