

The Interaction Effect of Green Finance and Health Expenditure on Environmental sustainability in D8 Group Countries: A Panel Cointegration Approach with Cross-Sectional Dependence

Mohammad Alizadeh*, Abolghasem Golkhandan**

Original Article	Receive Date: 2025 Jun 30	Accept Date: 2025 Aug 02	Page: 489-522
------------------	---------------------------	--------------------------	---------------

Abstract

Green finance encompasses various financial instruments, activities, and services designed to support projects that minimize negative environmental impacts and promote environmental sustainability. On the other hand, green financing indirectly replaces old and obsolete technologies with cost-effective and environmentally friendly technologies, leading to reduced health expenditure and, consequently, increased environmental quality. Accordingly, the primary objective of this study is to examine the impact of green finance, health expenditure, and the interaction between these two variables on the Environmental Load Capacity Factor (LCF) in D8 group countries from 2000 to 2022. To achieve this purpose, cointegration analyses with cross-sectional dependence and two estimators, Continuously Updated and Fully Modified (CupFM) and Continuously Updated and Bias-Corrected (CupBC) have been used. The robustness of the results was also examined using the quantile panel method. The results show that the long-term impact of green finance and health expenditure on LCF is positive (and significant) and negative (and significant), respectively. In the long run, a one percent increase in the green finance index and per capita health expenditure will increase the LCF by an average of about 0.03 percent and decrease it by 0.19 percent, respectively. The interaction effect of green finance and health expenditure on LCF is also positive and significant, indicating that green finance leads to the weakening of the adverse effect of health expenditure on environmental quality. Accordingly, it can be said that green finance is a crucial step in reducing health expenditure and environmental pressure in the countries studied.

Keywords: Cross-Sectional, D8 Group Countries, Green Finance, Health Expenditure, Interaction Effect, Load Capacity Factor

JEL Classification: C21, I18, O13, F30.

* Associate Professor, Department of Economics, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Lorestan University, Khoram Abad, Iran
alizadeh.m@lu.ac.ir

** Ph.D. in Public Sector Economics, Department of Economics, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Lorestan University, Khoram Abad, Iran (Corresponding author)
golkhandan@gmail.com

اثر تعاملی مالیه سبز و مخارج سلامت بر پایداری محیط زیست در

کشورهای گروه D8:

رویکرد هم‌انباشتگی پانلی با وابستگی مقطعی

محمد علیزاده*، ابوالقاسم گل خندان**

نوع مقاله: پژوهشی	تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۴/۰۹	تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۵/۱۱	شماره صفحه: ۴۸۹-۵۲۲
-------------------	--------------------------	-------------------------	---------------------

چکیده

مالیه سبز شامل ابزارها، فعالیت‌ها و خدمات مالی مختلف با هدف حمایت از پروژه‌هایی است که اثرات منفی زیست‌محیطی را به حداقل می‌رساند و منجر به پایداری زیست‌محیطی می‌شود. از طرفی، مالیه سبز به‌طور غیرمستقیم، فناوری‌های قدیمی و منسوخ را با فناوری‌های مقرون به‌صرفه و سازگار با محیط زیست جایگزین می‌کند و منجر به کاهش هزینه‌های سلامت و در نتیجه افزایش کیفیت محیط زیست می‌شود. بر این اساس، هدف اصلی پژوهش حاضر بررسی اثر مالیه سبز، مخارج سلامت و اثر تعاملی این دو متغیر بر ضریب ظرفیت بار (LCF) زیست‌محیطی در کشورهای گروه D8 طی سال‌های ۲۰۰۰-۲۰۲۲ است. به‌منظور دستیابی به این هدف از تحلیل‌های هم‌انباشتگی با وابستگی مقطعی و دو برآوردگر به‌روزرسانی مکرر و کاملاً اصلاح‌شده (CupFM) و به‌روزرسانی مکرر و تصحیح اریب (CupBC) استفاده شده است. بررسی استحکام نتایج نیز با استفاده از روش پانل کوانتایل انجام شده است. نتایج نشان می‌دهد که تأثیر بلندمدت مالیه سبز و مخارج سلامت بر LCF، به ترتیب مثبت (و معنی‌دار) و منفی (و معنی‌دار) است. در بلندمدت یک درصد افزایش در شاخص مالیه سبز و سرانه مخارج سلامت میزان LCF را به‌طور متوسط به ترتیب حدود ۰/۳ درصد، افزایش و ۰/۱۹ درصد، کاهش خواهد داد. اثر تعاملی (ضربدری) مالیه سبز و مخارج سلامت بر LCF نیز، مثبت و معنی‌دار است که نشان می‌دهد مالیه سبز منجر به تضعیف اثر نامطلوب مخارج سلامت بر کیفیت محیط زیست می‌شود. بر این اساس می‌توان گفت که مالیه سبز گام مهمی در کاهش سطح مخارج سلامت و فشار بر محیط زیست در کشورهای مورد مطالعه است.

واژه‌های کلیدی: اثر تعاملی، ضریب ظرفیت بار، کشورهای گروه D8، مالیه سبز، مخارج سلامت، وابستگی مقطعی

طبقه‌بندی JEL: C21, I18, O13, F30.

alizadeh.m@lu.ac.ir

golxandana@gmail.ir

* دانشیار گروه اقتصاد دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

** دانش‌آموخته دکترای اقتصاد بخش عمومی دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران (نویسنده مسئول)

فصلنامه مجلس و اقتصاد، سال سوم، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۴

DOI: 10.22034/mec.2025.18159.1131

۱- مقدمه

«مالیه سبز»^۱ یا «تأمین مالی سبز» (GF) یک ابزار مالی نوظهور و نوین با تأکید بر دو مفهوم «سبز» و «تأمین مالی» است که به طور گسترده به عنوان ابزاری حیاتی برای تشویق توسعه پایدار^۲ (SD) و حمایت از محیط زیست شناخته می شود. GF به طور مؤثر وجوه مالی را برای ترویج پروژه های سازگار با محیط زیست، کم کربن و SD اختصاص می دهد. GF می تواند از طریق ارائه حمایت های مالی و سیاست های ترجیحی، شرکت ها و مؤسسات را برای سرمایه گذاری و اجرای پروژه های حفاظت از محیط زیست پایدار تشویق کند. این موضوع نه تنها پیشرفت و اجرای فناوری سبز را تسهیل می کند، بلکه به یک نتیجه متقابل سودمند هم برای اقتصاد و هم برای حفظ محیط زیست منجر می شود (حسین و همکاران^۳، ۲۰۲۴).

مفهوم مالیه سبز هنوز مشخص نیست و محققان تاکنون در مورد تعریف آن به اجماع نرسیده اند (ژانگ و همکاران^۴، ۲۰۱۹). کلاین^۵ (۲۰۱۹) مالیه سبز را به عنوان «تأمین مالی سرمایه گذاری هایی که مزایای زیست محیطی را فراهم می کند»، تعریف می کند. گروه مطالعات مالی سبز G20^۶ (۲۰۱۶) مالیه سبز را این گونه تعریف می کند: «تأمین مالی سرمایه گذاری هایی که مزایای زیست محیطی را در چارچوب وسیع تر توسعه پایدار زیست محیطی فراهم می کنند. این مزایای زیست محیطی شامل کاهش آلودگی هوا، آب و زمین، کاهش انتشار گازهای گلخانه ای^۷ (GHG)، بهبود بهره وری انرژی در حین استفاده از منابع طبیعی و همچنین کاهش و انطباق با تغییرات آب و هوایی و منافع مشترک آن ها است». برای دستیابی به اهداف توسعه پایدار، بایستی پروژه های سبز از طریق اوراق مالی سبز، بانک های سبز، ابزارهای بازار کربن، سایر ابزارهای مالی جدید و سیاست های جدید، سیاست های مالی، بانک مرکزی سبز، فین تک، صندوق های سبز اجتماع محور و گسترش تأمین مالی سرمایه گذاری هایی که مزایای زیست محیطی را ارائه می کنند، آغاز شود که این اقدامات در مجموع به عنوان مالیه سبز شناخته می شود (ساکس و همکاران^۸، ۲۰۱۹). حمایت مالی برای سرمایه گذاری در انرژی های تجدید پذیر و حفاظت از منابع طبیعی به منظور بهبود کیفیت محیط زیست ضروری است. مفهوم GF از سال ۲۰۱۰ در جهان به رسمیت شناخته شده و در این راستا صندوق آب و هوای سبز^۹ (GCF) مسئول مدیریت توزیع کمک های مالی به کشورهای در حال توسعه به منظور کاهش و تثبیت تغییرات اقلیمی است. علاوه بر این، صندوق آب و هوای سبز برای تأمین مالی طرح های زیست محیطی نهادی بسیار مهم تلقی می شود و به سرعت در حال تبدیل شدن به یکی از ارجح ترین اشکال تأمین مالی در سرتاسر جهان است (تریکی و همکاران^{۱۰}، ۲۰۲۳).

1. Green Finance (GF)

2. Sustainable Development (SD)

3. Hossain et al.

4. Zhang et al.

5. Klein

6. The G20 Green Finance Study Group

7. Green House Gases (GHG)

8. Sachs et al.

9. Green Climate Fund (GFC)

10. Triki et al.

مطالعات تجربی اخیر گزارش می‌دهند که مالیه سبز می‌تواند کیفیت محیط‌زیست را با پذیرش مقررات مرتبط با محیط‌زیست و به حداقل رساندن انتشار دی‌اکسید کربن (CO_2) افزایش دهد (مانند برندی و همکاران^۱، ۲۰۲۰؛ لی و همکاران^۲، ۲۰۱۹؛ نویرا و همکاران^۳، ۲۰۱۶). همچنین، مالیه سبز می‌تواند مصرف سوخت‌های فسیلی را تا حدود ۲۶ درصد کاهش دهد که این موضوع می‌تواند به کاهش ۱۲/۴ درصدی در سطح انتشار CO_2 منجر شود (IEA، ۲۰۱۷). مالیه سبز به طور مستقیم و غیرمستقیم با اهداف مختلف توسعه پایدار مرتبط است که با القای مشارکت خصوصی در مالیه سبز و سرمایه‌گذاری می‌توان به آن دست یافت (تقی‌زاده-حصاری و یوشینو، ۲۰۱۹).

از طرفی، تأثیر GF بر کیفیت محیط‌زیست به آثار مستقیم آن ختم نمی‌شود و مالیه سبز می‌تواند به طور غیرمستقیم، فناوری‌های قدیمی و منسوخ را با فناوری‌های مقرون به صرفه و سازگار با محیط‌زیست جایگزین کند و منجر به کاهش هزینه‌های سلامت شود. کاهش مخارج سلامت در نتیجه کاهش مصرف انرژی منجر به افزایش میزان بودجه در دسترس برای آموزش و مسائل زیست‌محیطی و در نتیجه افزایش کیفیت محیط‌زیست می‌شود (علی و همکاران^۴، ۲۰۲۵).

با توجه به توضیحات فوق، تشویق مالیه سبز و گسترش فرصت‌های تأمین مالی برای پروژه‌هایی که شیوه‌ها و فناوری‌های زیست‌محیطی پایدار را ترویج می‌کنند، گام‌های مهمی در کاهش فشار بر منابع طبیعی، حفاظت از محیط‌زیست و توسعه پایدار هستند. علاوه بر این، مالیه سبز می‌تواند به طور غیرمستقیم و از کانال کاهش مخارج سلامت نیز به افزایش پایداری محیط‌زیست منجر شود. بر این اساس، بررسی تجربی اثرگذاری مالیه سبز و همچنین اثرگذاری غیرمستقیم آن از کانال مخارج سلامت، به ویژه در کشورهای که با معضلات مربوط به تخریب محیط‌زیست مواجه هستند، مهم جلوه می‌کند. کشورهای در حال توسعه گروه D8 نمونه‌ای از این کشورها هستند. این کشورها به دلیل رشد اقتصادی و صنعتی، با معضلاتی همچون آلودگی هوا و آب، تخریب جنگل‌ها و فرسایش خاک مواجه هستند. داده‌های شبکه ردپای جهانی^۶ (GFN) این موضوع را تأیید می‌کند و نشان می‌دهد که در سمت تقاضا برای دارایی‌های اکولوژیکی، متوسط سرانه «ردپای اکولوژیکی»^۷ (EF) روندی افزایشی در این کشورها داشته و از مقدار ۱/۸۲ در سال ۲۰۰۰ به مقدار ۲/۰۳ هکتار جهانی در سال ۲۰۲۲ رسیده است. این در حالی است که در سمت عرضه طبیعت، متوسط سرانه «ظرفیت زیستی»^۸ این کشورها که در سال ۲۰۰۰، ۱/۰۷ هکتار جهانی بوده، به ۰/۸۶ هکتار جهانی در سال ۲۰۲۲ کاهش یافته است. افزایش بیش از ۵۰ درصدی «کسری اکولوژیکی»^۹ در کشورهای گروه D8، شدت فشار اکولوژیکی و تخریب محیط‌زیست را برجسته می‌کند. بر این اساس، هدف اصلی پژوهش حاضر بررسی اثر مالیه سبز، مخارج سلامت و اثر تعاملی این دو متغیر بر «ضریب ظرفیت بار»^{۱۰} (LCF) زیست‌محیطی در کشورهای گروه D8 طی سال‌های ۲۰۰۰-۲۰۲۲

1. Brandi et al.

2. Li et al.

3. Nouira et al.

4. Taghizadeh-Hesary & Yoshino

5. Ali et al.

6. Global Footprint Network (GFN)

7. Ecological Footprint (EF)

8. Biocapacity

9. Ecological Deficit

10. Load Capacity Factor (LCF)

است. LCF به عنوان یک شاخص مناسب و جدید برای بررسی کیفیت محیط زیست، هر دو طرف عرضه و تقاضای اکوسیستم را در نظر می گیرد و به نتایج دقیق تری منجر می گردد (گل خندان، ۱۴۰۴).

بر این اساس، مقاله حاضر در پنج بخش تنظیم شده است. پس از مقدمه، بخش دوم مقاله به ادبیات تحقیق شامل مبانی نظری و پیشینه پژوهش می پردازد. بخش سوم به روش تحقیق و معرفی متغیرها و توصیف داده ها اختصاص دارد. در بخش چهارم به برآورد مدل و تحلیل نتایج پرداخته شده و در بخش پایانی نیز جمع بندی و نتیجه گیری ارائه شده است.

۲- ادبیات تحقیق

۱-۱-۲- مبانی نظری پژوهش

۲-۱-۱- مالیه سبز (GF) و محیط زیست

مالیه سبز از مفهوم «اقتصاد سبز»^۱ سرچشمه می گیرد که نخستین بار در دهه ۱۹۸۰ در گزارش «طرحی برای اقتصاد سبز»^۲ معرفی و توسط پیرس و همکاران^۳ (۲۰۱۳) منتشر شد. مفهوم اقتصاد سبز به عنوان پاسخی به صنعتی شدن سریع، کاهش منابع طبیعی و تخریب محیط زیست سرچشمه گرفت (پلتفرم^۴، ۲۰۱۳). GF به عنوان تأمین مالی پایدار، تأمین مالی آب و هوا (اقلیم) و تأمین مالی زیست محیطی نیز شناخته می شود. GF شامل ابزارها، فعالیت ها و خدمات مالی مختلف با هدف حمایت از پروژه هایی است که اثرات منفی زیست محیطی را به حداقل می رساند و منجر به پایداری زیست محیطی می شود (فرید و همکاران^۵، ۲۰۱۵). علاوه بر این، GF به عنوان سیاستی تعریف می شود که هدف از آن اختصاص سرمایه خصوصی به بخش های پایدار با ارائه خدمات مالی شامل «سهام سبز»^۶، اوراق قرضه، سهام، بیمه و اعطای وام در جهت ترویج انرژی های پاک است. به علاوه، در مالیه سبز، مؤسسات بانکی و غیربانکی در هنگام تصمیم گیری، اثرات زیست محیطی فعالان بازار را در نظر می گیرند (علی و همکاران، ۲۰۲۵).

طبق «تئوری تأمین مالی اکولوژیکی» لاگوارد-سگوت و مارتینز^۷ (۲۰۲۱)، سیستم مالی متعارف، پایدار نیست و بر رشد مستمر منابع نسبت به اکتشاف استوار است. مفهوم اصلی این تئوری شامل بازنگری اقتصاد مالی با ادغام اصول اکولوژیکی در امور مالی به عنوان واکنشی به بحران های زیست محیطی است. این تئوری، پارادایم های مالی نئوکلاسیک متعارف مبتنی بر کارایی بازارها، حداکثر کردن سود و فردگرایی را مورد انتقاد قرار می دهد؛ بنابراین، مدلی را معرفی می کند که سامانه های مالی را با محدودیت های بیوفیزیکی و اجتماعی زمین ارائه می دهد. این نظریه از مفاهیمی همچون انعطاف پذیری، تنوع، شفافیت اکولوژیکی و افکار خودتنظیمی که از زیست شناسی به وجود آمده اند، پشتیبانی می کند.

1. Green Economy
2. Blueprint for a Green Economy
3. Pearce et al.
4. Platform
5. Friede et al.
6. Green Equity
7. Lagoarde-Segot & Martínez

این نشان‌دهنده اهمیت تأمین مالی شیوه‌های پایدار با درنظر گرفتن محدودیت‌های زیست‌کره، با استفاده از استعاره‌های بیولوژیکی از جمله انعطاف‌پذیری، تنوع و کاربرد شفافیت برای ارزیابی اثرات اکولوژیکی است. مدل‌سازی مالی در این تئوری بر اساس انعطاف‌پذیری، تنوع مداوم و پایداری زیست‌محیطی بلندمدت است؛ بنابراین، ضروری است که سیستم مالی، بازسازی و با محدودیت‌های زیست‌محیطی هم‌سو شود تا هزینه‌های سلامت و مصرف انرژی و در نتیجه ردپای اکولوژیکی کاهش یابد. تئوری تأمین مالی اکولوژیکی از ایجاد ارزش بلندمدت، با حفظ محیط زیست پایدار حمایت می‌کند. به این معنا که کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی موجب ارتقاء به صنایع پاک و کاهش بیماری‌های تنفسی ناشی از آلودگی می‌شود. درواقع از طریق کانال تأمین مالی پایدار، آلودگی هوا کاهش و محیط زیست بهبود می‌یابد و هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی با کاهش شیوع بیماری‌های مزمن، کاهش می‌دهد (علی و همکاران، ۲۰۲۵). علاوه بر این، با مالیه سبز مقدار بیشتری از سرمایه به پروژه‌های دوستدار محیط زیست اختصاص می‌یابد که امکان تخصیص سرمایه به سرمایه‌گذاری‌های سبز را فراهم می‌کند (هوانگ و همکاران^۱، ۲۰۲۲). تأمین مالی پایدار می‌تواند با تخصیص منطقی سرمایه به پروژه‌های سبز از جریان سرمایه به شرکت‌های دارای انتشار کربن بالا جلوگیری کند و از اهرم مالی می‌توان برای دستیابی به اهداف اقلیمی استفاده کرد که ابزاری کارآمد برای کاهش انتشار کربن و ترویج پایداری محیط زیست است (لو و همکاران^۲، ۲۰۲۲)؛ بنابراین، نرخ‌های وام‌دهی سیاست‌های مالی سبز برای شرکت‌های با آلاینده‌ی زیاد، بالا و مبالغ اعتباری برای آن‌ها، محدود است. این سیاست‌ها شرکت‌ها را تشویق می‌کند تا به سمت پروژه‌ها و بخش‌هایی که میزان انتشار GHG را کاهش می‌دهند، حرکت کنند. در مقابل، شرکت‌هایی که در بخش انرژی‌های پاک فعالیت می‌کنند، می‌توانند وام‌هایی با نرخ بهره پایین‌تر دریافت کنند و فرصت‌های بیشتری برای دریافت اعتبار توسط آن‌ها فراهم می‌شود که سطح انتشار و تخریب محیط زیست را کاهش می‌دهد (میرزا و همکاران^۳، ۲۰۲۳).

برای تضمین رشد اقتصادی سبز، کشورهای سرتاسر جهان، سرمایه‌ای را به طرح‌های سبز برای معرفی، نوآوری و استفاده از فناوری‌های سازگار با محیط زیست در جهت حفاظت از محیط زیست و بهینه‌سازی عملکرد زیست‌محیطی تزریق کرده‌اند. دانش سبز به عنوان دانش پیچیده‌ای شناخته می‌شود که به شایستگی‌ها و منابع سازمانی مختلفی مانند مالیه سبز نیاز دارد (زیپینی و همکاران^۴، ۲۰۱۱). مالیه سبز نه تنها محدودیت‌های انرژی را کاهش می‌دهد، بلکه تأثیر مثبتی بر توسعه اقتصادی و همچنین کاهش انتشار CO₂ دارد (شن و همکاران^۵، ۲۰۲۰). اثر مالیه سبز به روش‌های مختلفی قابل‌ارائه است. اول، مالیه سبز حمایت مالی برای سازمان‌های نوآور سبز، خرید تجهیزات سبز، معرفی فن‌آوری‌های جدید کارآمد از نظر زیست‌محیطی و آموزش کارکنان آن‌ها را فراهم می‌کند. دوم، مالیه سبز توسط پروژه‌های مختلف می‌تواند به ذینفعان (سازمان‌ها/ دولت‌ها/ قانون‌گذاران) کمک کند تا تحقیق و توسعه را در موضوعات مرتبط با محیط زیست هزینه کنند و ریسک مربوط به سیاست‌های سبز را کاهش دهد. درنهایت، سیاست‌های سبز هزینه‌های

1. Huang et al.
2. Lu et al.
3. Mirza et al.
4. Zeppini et al.
5. Shen et al.

بالاتری نسبت به شیوه‌های سنتی دارند و مالیه سبز می‌تواند به سازمان کمک کند تا این هزینه را بدون مواجهه با موانع مالی عمده تأمین کند؛ بنابراین، رشد اقتصادی حاصل از مالیه سبز تا حد زیادی سیاست‌های سبز را تقویت کرده و آلودگی محیط‌زیست را با کاهش انتشار CO_2 و زباله‌های خطرناک و حفظ منابع طبیعی کاهش می‌دهد (خان و همکاران^۱، ۲۰۲۲). به گفته پورتر و همکاران^۲ (۱۹۹۵)، آلودگی ناشی از فعالیت‌های تجاری نتیجه یک فرآیند تولید ناکارآمد است و هر سرمایه‌گذاری که فرآیند تولید را بهبود بخشد، می‌تواند به عنوان مالیه سبز در نظر گرفته شود. مالیه سبز به انرژی‌های تجدید پذیر و کارایی محدود نمی‌شود، بلکه شامل طیف وسیع‌تری از فعالیت‌ها، از جمله آب پاک، بازیافت، حفاظت از تنوع زیستی، کنترل آلودگی سازمانی و حفاظت از محیط‌زیست و فعالیت‌های پیشگیرانه نیز می‌شود (کروشلنیتسکا^۳، ۲۰۱۹).

۲-۱-۲- مخارج سلامت و محیط‌زیست

رابطه بین هزینه‌های بهداشتی و آلودگی محیطی یک موضوع مهم در تحقیقات جاری است. آلودگی هوا منجر به آسیب‌های زیست‌محیطی می‌شود، بر سلامت انسان تأثیر منفی می‌گذارد و در نتیجه بهره‌وری نیروی کار را کاهش می‌دهد. اثرات بهداشتی آلودگی هوا باعث ایجاد هزینه‌های اقتصادی در قالب درمان بیماری و کاهش کارایی می‌شود. افزایش آلودگی محیط‌زیست باعث بروز بیماری‌های مختلفی مانند آسم، سکته مغزی، بیماری ایسکمیک قلبی و سرطان ریه می‌شود. طبق نتایج بسیاری از مطالعات، تخریب محیط‌زیست بر سلامت انسان تأثیر نامطلوب می‌گذارد و در نتیجه باعث افزایش هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی می‌شود (پاتا و همکاران، ۲۰۲۱). در مقابل، هزینه‌های بهداشتی نیز می‌تواند بر کیفیت محیطی تأثیر بگذارد. در این راستا دو فرضیه اساسی مطرح می‌شود. بر اساس فرضیه نخست، افزایش مخارج دولت برای سلامت می‌تواند تقاضا برای کیفیت محیطی را از طریق بهبود توزیع درآمد و نقل و انتقالات باز توزیعی افزایش دهد (چابانی و سعید^۴، ۲۰۱۶). در واقع، مخارج سلامت با بهبود وضعیت سلامت فردی، سطوح بهره‌وری نیروی کار و درآمد را افزایش می‌دهد و منجر به افزایش تقاضای زیست‌محیطی می‌شود (در صورتی که افراد آن را به عنوان یک کالای لوکس ببینند) (خان و همکاران^۵، ۲۰۲۰). بر اساس فرضیه دوم، شرایط محیطی با افزایش هزینه‌های بهداشتی به دلیل افزایش مصرف انرژی، بدتر می‌شود. با افزایش استانداردهای زندگی و امید به زندگی، جوامع، انرژی بیشتری مصرف می‌کنند که از سوخت‌های فسیلی مضر برای محیط‌زیست به دست می‌آید و منجر به تخریب محیط‌زیست می‌شود (آپرگیس و همکاران^۶، ۲۰۲۰). همچنین، افزایش هزینه‌های بهداشتی، میزان بودجه در دسترس برای آموزش و مسائل زیست‌محیطی را کاهش می‌دهد و ممکن است از طریق اثر ازدحام، تخریب محیطی را افزایش دهد (نارایان و نارایان^۷، ۲۰۰۸).

1. Khan et al.

2. Porter et al.

3. Krushelnytska

4. Chaabouni & Saidi

5. Khan et al.

6. Apergis et al.

7. Narayan & Narayan

۳-۱-۲- اثر تعاملی مالیه سبز و مخارج سلامت بر محیط زیست

مالیه سبز، انتشار گازهای گلخانه‌ای را کاهش می‌دهد؛ از انرژی‌های تجدید پذیر حمایت می‌کند و کیفیت محیطی را بهبود می‌بخشد که منجر به کاهش بیماری‌های مرتبط با محیط زیست می‌شود. علاوه بر این، مالیه سبز به حفظ امنیت آب و غذا و تشویق پروژه‌های سبز مانند ساختمان‌ها و حمل و نقل پایدار منجر می‌شود. علاوه بر این، مالیه سبز پایدار، اقدامات زیست محیطی مانند حفاظت از جنگل‌ها، تنوع زیستی و احیای اکولوژی را تشویق می‌کند؛ بنابراین، این اقدامات مزایایی برای سلامتی به همراه خواهد داشت؛ زیرا ساکنان می‌توانند آب پاک‌تری مصرف کنند؛ تخریب محیط زیست کاهش می‌یابد و قطع جنگل‌ها به حداقل می‌رسد و در نهایت منجر به جلوگیری از بلایا می‌شود. این اقدامات به طور مثبت بر جمعیت و شهرها تأثیر می‌گذارد و در عین حال سلامت ساکنان را تقویت می‌کند. علاوه بر این، اثر تعدیل کننده مالیه سبز از طریق کانال هزینه‌های سلامت، تأثیر قوی‌تری بر ردپای اکولوژیکی خواهد داشت. در حضور مالیه سبز، سرمایه‌ها به سمت فناوری‌های پایدار با هدف بهبود سلامت، سرازیر می‌شوند و استفاده از این فناوری‌های پیشرفته منجر به کاهش ردپای اکولوژیکی می‌شود. این افزایش کیفیت محیطی ناشی از جایگزینی تجهیزات منسوخ شده مراقبت‌های بهداشتی است که از مقادیر قابل توجهی انرژی استفاده می‌کنند؛ بنابراین، پیوند تعدیل کننده تأمین مالی پایدار توسط سرمایه‌هایی که دارای فن‌آوری‌های قوی‌تر و انواع تجهیزات کارآمد انرژی هستند، افزایش می‌یابد. این موضوع منجر به کاهش مسائل بهداشتی و خطرات بهداشتی و در نتیجه باعث کاهش ردپای اکولوژیکی می‌شود (علی و همکاران، ۲۰۲۵).

بر اساس توضیحات فوق می‌توان گفت که مالیه سبز علاوه بر آثار مستقیم مثبت بر کیفیت محیط زیست، دارای اثر میانجی و تعدیل کننده مثبت از طریق سایر متغیرها مانند مخارج سلامت است. در نتیجه اثر همزمان دو متغیر مالیه سبز و مخارج سلامت در کنار یکدیگر باعث افزایش کیفیت محیط زیست خواهد شد. این نشان می‌دهد که سطوح بالاتر مالیه سبز تأثیر منفی (مثبت) مخارج سلامت بر کیفیت محیط زیست را کاهش (افزایش) می‌دهد. به عبارت دیگر، گسترش مالیه سبز در خدمت تضعیف (تقویت) اثر نامطلوب (مطلوب) مخارج سلامت بر کیفیت زیست محیطی است. بر این اساس، این امکان وجود دارد که مالیه سبز تأثیر مخارج سلامت بر شاخص کیفیت محیط زیست را تقویت و یا تضعیف کند؛ بنابراین بایستی در مدل سازی تجربی اثر تعدیل کننده (ضربدری) بالقوه مالیه سبز بر رابطه بین مخارج سلامت و کیفیت محیط زیست در نظر گرفته شود.

۲-۲- پیشینه پژوهش

۲-۲-۱- مطالعات خارجی

علی و همکاران (۲۰۲۵) در مطالعه‌ای به بررسی مالیه سبز و مخارج سلامت و همچنین اثر تعاملی این دو متغیر بر ردپای اکولوژیکی در کشور پاکستان با استفاده از فنون جدید تقریب فوری و داده‌های فصلی دوره زمانی ۲۰۲۰-۲۰۰۰ پرداخته‌اند. در این مطالعه از جریان‌های مالی بین‌المللی به کشورهای در حال توسعه برای حمایت از تحقیق و توسعه انرژی پاک و تولید انرژی‌های تجدید پذیر، از جمله در سامانه‌های هیبریدی به عنوان شاخص تأمین مالی استفاده شده

است. نتایج تجربی این مطالعه با به کارگیری برآوردگرهای هم انباشتگی ARDL و حداقل مربعات افزوده باقیمانده^۱ (RALS) حاکی از تأثیر منفی و معنادار شاخص مالیه سبز و تأثیر مثبت و معنادار مخارج سلامت بر ردپای اکولوژیکی است. علاوه بر این، مالیه سبز و مخارج سلامت اثر تعاملی منفی بر ردپای اکولوژیکی دارد. همچنین، نتایج آزمون علیت فوریه-فرکانس تودا و یاماموتو (F-TY) نشان دهنده رابطه علی از مالیه سبز به کیفیت محیط زیست است.

کویلینسکی و همکاران^۲ (۲۰۲۵) به ارزیابی تأثیر مالیه سبز بر بعد زیست محیطی شاخص عملکرد ESG^۳ در کشورهای اتحادیه اروپا^۴ (EU) طی سال های ۲۰۰۸ تا ۲۰۲۰ پرداخته اند. این مطالعه از روش های زیر استفاده می کند: (۱) مدل دوربین فضایی برای بررسی رابطه بین مالیه سبز و عملکرد زیست محیطی در اتحادیه اروپا و (۲) روش های آنترپی برای ارزیابی بعد زیست محیطی عملکرد ESG. یافته ها نشان می دهد که طرح های مالی سبز نقش مهمی در ایجاد نتایج مثبت زیست محیطی در عملکرد ESG یک کشور دارند. الطاف و همکاران^۵ (۲۰۲۵) به ارزیابی تأثیر انرژی های تجدید پذیر، مالیه سبز و کیفیت نهادی بر انتشار دی اکسید کربن (CO₂) در کشورهای عضو «سازمان همکاری اقتصادی و توسعه»^۶ (OECD) از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۲ پرداخته اند. نتایج این مطالعه با به کارگیری روش خود رگرسیون با وقفه های توزیعی^۷ (ARDL) کوانتایل (چندکی) در داده های پانلی نشان می دهد که چارچوب های نهادی قوی، انرژی های تجدید پذیر و شیوه های تأمین مالی پایدار موجب کاهش سطح انتشار CO₂ می شوند. اگوو و همکاران^۸ (۲۰۲۵) با استفاده از برآوردگر ARDL کوانتایل در داده های تابلویی نشان داده اند که مالیه سبز، میزان ردپای کربن را در دو گروه از کشورهای MINT^۹ و BRICS^{۱۰} طی سال های ۲۰۲۲-۱۹۹۰ کاهش داده است. یاکور و همکاران^{۱۱} (۲۰۲۴) در بررسی رابطه بین مخارج سلامت و انتشار CO₂ در کشورهای شمال آفریقا طی سال های ۲۰۱۹-۱۹۹۰ و با استفاده از روش های حداقل مربعات معمولی^{۱۲} (OLS) تلفیقی، اثرات ثابت^{۱۳} (FE)، اثرات تصادفی^{۱۴} (RE)، OLS کاملاً اصلاح شده^{۱۵} (FMOLS) و OLS پویا^{۱۶} (DOLS)، نشان داده اند که مخارج سلامت یک اثر غیرخطی و U شکل بر انتشار CO₂ داشته است؛ به این معنا که مخارج سلامت در سطوح پایین، انتشار CO₂ را کاهش و در سطوح بالا، انتشار CO₂ را افزایش می دهد.

1. Residual Augmented Least Squares (RALS)
2. Kwilinski et al.
3. Environmental, Social, and Governance (ESG) performance
4. European Union (EU)
5. Altaf et al.
6. Organization for Economic Co-operation and Development (OECD)
7. Autoregressive Distributed Lag (ARDL)
8. Ogwu et al.
9. Mexico, Indonesia, Nigeria, Turkey
10. Brazil, Russia, India, China, South Africa
11. Yacour et al.
12. Ordinary Last Squares (OLS)
13. Fixed-Effects (FE)
14. Random-Effects (FE)
15. Fully Modified Ordinary Least Square (FMOLS)
16. Dynamic Ordinary Least Square (DOLS)

چین و همکاران^۱ (۲۰۲۴) با استفاده از یک مدل STIRPAT^۲ و داده‌های بازه زمانی ۱۹۹۵ تا ۲۰۲۰، نشان داده‌اند که مالیه سبز منجر به کاهش ردپای اکولوژیکی در اندونزی شده است. در این مطالعه از سرمایه‌گذاری در محصولات برای ایمنی محیط زیست به عنوان نماینده‌ای برای مالیه سبز و از برآوردگر ARDL کوانتایل استفاده شده است. یافته‌ها حاکی از تأثیر مثبت مالیه سبز بر پایداری زیست محیطی در طیف وسیعی از چندک‌ها (۰/۹۰-۰/۰۵) در هر دو افق زمانی کوتاه مدت و بلندمدت است. حسین و همکاران (۲۰۲۴) در مطالعه خود با استفاده از رویکرد ARDL تعمیم یافته^۳ (AARDL) نشان داده‌اند که مالیه سبز تأثیر مثبتی بر شاخص پایداری محیط زیست کشور چین در طول دوره ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۱ داشته است. در این مطالعه مالیه سبز به وام یا سرمایه‌گذاری اطلاق می‌شود که به طور خاص فعالیت‌های دوستدار محیط زیست، مانند خرید یا ساخت کالاها و خدمات یا زیرساخت‌های دوستدار محیط زیست را تشویق و ترویج می‌کند. حبیب و همکاران^۴ (۲۰۲۴) با استفاده از داده‌های پانل ۱۰ اقتصاد برتر توسعه یافته طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۸ و روش گشتاورهای تعمیم یافته^۵ (GMM) منظومه‌ای نشان داده‌اند که مالیه سبز (اندازه‌گیری شده توسط میزان تأمین مالی کاهش اقلیم)، ردپای اکولوژیکی و انتشار کربن را کاهش می‌دهد. هان و همکاران^۶ (۲۰۲۴) با استفاده از روش «رگرسیون چندک گشتاوری»^۷ (MMQR) نشان داده‌اند که منابع مالی سبز و انرژی پایدار منجر به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در کشورهای BICST طی دوره ۲۰۰۰-۲۰۲۱ شده است. المولالی و همکاران^۸ (۲۰۲۴) در مطالعه‌ای به بررسی اثر مالیه سبز و انرژی پایدار بر تخریب محیط زیست در کشورهای E7 طی بازه زمانی ۱۹۹۶-۲۰۱۹ با استفاده از یک مدل STIRPAT و فنون تخمین مختلف از جمله میانگین گروهی^۹ (MG)، میانگین گروهی تلفیقی^{۱۰} (PMG) و اثرات ثابت پویا^{۱۱} (DFE) پرداختند. در این مطالعه از ردپای اکولوژیکی و انتشار کربن برای نشان دادن تخریب محیط زیست و از فناوری‌های تعدیل تغییرات آب و هوایی به عنوان نماینده‌ای برای مالیه سبز استفاده شد. نتایج این مطالعه نشان داد که انرژی پایدار و مالیه سبز به طور معناداری تخریب محیط زیست را در کشورهای مورد مطالعه کاهش می‌دهد. در مطالعه‌ای دیگر، ژائو و لی^{۱۲} (۲۰۲۴) با به کارگیری روش‌های اقتصادسنجی مانند خطای استاندارد Driscoll-Kraay و سایر مدل‌های آزمون استحکام شاخص نشان داده‌اند که مالیه سبز، ردپای اکولوژیکی در چین را طی دوره ۲۰۰۴-۲۰۲۱ کاهش داده است.

1. Chien et al.

2. Stochastic Impact of Regression on Population, Affluence, and Technology

این مدل، نسخه به روز مدل IPAT می‌باشد که در بررسی تأثیر فعالیت‌های انسانی بر سطح کیفیت محیط زیست ارائه شده است. مدل IPAT یک معادله حسابداری استاندارد است که در بررسی اثرات زیست محیطی (I) از طریق سه عامل متمایز به نام‌های جمعیت (P)، ثروت (A) و فناوری (T) استفاده می‌شود (گل خندان، ۱۴۰۳ الف).

3. Augmented ARDL (AARDL)

4. Habib et al.

5. Generalized Method of Moments (GMM)

6. Han et al.

7. Method of Moments Quantile Regression (MMQR)

8. Al-Mulali et al.

9. Mean Group (MG),

10. Pooled Mean Group (PMG)

11. Dynamic Fixed Effects (DFE)

12. Zhao & Li

زوئچنگ و یانگ^۱ (۲۰۲۳) با استفاده از رویکرد ARDL مبتنی بر بوت استرپ^۲ (BARDL) برای دوره ۱۹۹۰-۲۰۲۰، تأثیر مالیه سبز را بر انتشار دی اکسید کربن در ایالات متحده و چین بررسی کرده‌اند. نتایج این مطالعه نشان‌گر تأثیر منفی مالیه سبز بر انتشار CO₂ در هر دو کشور است. در مقابل، تریکی و همکاران (۲۰۲۳) با به کارگیری فنون ARDL و ARDL غیرخطی^۳ (NARDL) نشان داده‌اند که تأثیر کوتاه مدت مالیه سبز بر ردپای اکولوژیکی در کشور عربستان طی سال‌های ۱۹۸۰-۲۰۲۰ مثبت و معنادار است. در این مطالعه، شاخص مالیه سبز از جمع اعتبار سبز با وزن ۸۵٪ و هزینه‌های دولت در حفاظت از محیط زیست و انرژی با وزن ۱۵٪ محاسبه شده است. چانگ و همکاران (۲۰۲۲) با استفاده از رویکرد «کوانتایل بر کوانتایل»^۴، ارتباط بین مالیه سبز و تخریب محیط زیست را برای ده کشور با بالاترین سطح مالیه سبز طی سال‌های ۲۰۰۵-۲۰۱۹ مورد بررسی قرار داده‌اند. در این مطالعه اوراق قرضه سبز به عنوان نماینده‌ای برای مالیه سبز و از ردپای اکولوژیکی برای نشان دادن تخریب محیط زیست استفاده شد. نتایج نشان داد که در ۸ کشور، تخریب محیط زیست با تأثیر مالیه سبز مهار شده است. خان و همکاران^۵ (۲۰۲۲) تأثیر مالیه سبز را بر ردپای اکولوژیکی در ۲۶ اقتصاد منطقه آسیا طی سال‌های ۲۰۱۹-۲۰۱۱ بررسی کرده‌اند. یافته‌ها با استفاده از مدل پایه OLS و برآوردگر FE نشان می‌دهد مالیه سبز که با «تأمین مالی کاهش اقلیم»^۶ سنجیده می‌شود، ردپای اکولوژیکی را کاهش می‌دهد. ظاهر و همکاران^۷ (۲۰۲۲) با استفاده از فنون FMOLS، DOLS و رگرسیون چندگانه حداقل مربعات قوی^۸ دریافتند که سرمایه‌گذاری‌های انرژی پاک، تأثیر منفی بر ردپای اکولوژیکی و CO₂ در چین طی دوره ۱۹۷۰ تا ۲۰۱۶ داشته است. شانگ و همکاران^۹ (۲۰۲۲) نقش مخارج سلامت را در بهبود ضریب ظرفیت بار (LCF) در کشورهای آسیا طی سال‌های ۲۰۱۸-۱۹۸۰ بررسی کرده‌اند. نتایج این مطالعه با به کارگیری روش ARDL تعمیم یافته با وابستگی مقطعی^{۱۰} (CS-ARDL) نشان می‌دهد که مخارج سلامت نقش مهمی در بهبود LCF در کشورهای آسیا ایفا می‌کند. گاندا^{۱۱} (۲۰۲۱) اثرات مخارج بهداشتی را بر انتشار کربن در کشورهای BRICS (یعنی برزیل، روسیه، هند، چین و آفریقای جنوبی) از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۷ و با به کارگیری فنون FMOLS، علیت گرنجری مبتنی بر مدل تصحیح خطای برداری^{۱۲} (VECM) و آزمون دومیترسکو-هارلین^{۱۳} تجزیه و تحلیل کرده است. بر اساس نتایج پژوهش، مجموع مخارج سلامت و مخارج سلامت خصوصی به طور منفی و معنی داری با انتشار کربن مرتبط است. در مقابل، مخارج سلامت عمومی داخلی و مخارج

1. Xuecheng & Yang
2. Bootstrap ARDL (BARDL)
3. Non-linear ARDL (NARDL)
4. Quantile-on-Quantile
5. Khan et al.
6. Climate Mitigation Finance
7. Zahoor et al.
8. Robust Least Square Multiple Regressions
9. Shang et al.
10. Cross Sectional ARDL (CS-ARDL)
11. Ganda
12. Vector Error Correction Model (VECM)
13. Dumitrescu-Hurlin

سلامت خارجی تأثیر مثبت و معنی داری بر انتشار کربن داشته است. آزمون های علیت، علیت دوطرفه را بین سطح مخارج سلامت کل، مخارج بهداشت خصوصی و مخارج سلامت عمومی داخلی و انتشار کربن تأیید می کنند. بیلگلی و همکاران^۱ (۲۰۲۱) با استفاده از فنون رگرسیون کوانتایل، FMOLS و GMM نشان داده اند که هزینه های بهداشت عمومی و خصوصی تأثیر منفی بر انتشار CO₂ در ۳۶ کشور آسیایی طی سال های ۱۹۹۱-۲۰۱۷ داشته است. نتایج رگرسیون کوانتایل نیز نشان می دهد که هزینه های بهداشت عمومی و خصوصی می تواند انتشار CO₂ را کاهش دهد. با این حال، این نتایج برای سطوح مختلف CO₂ متفاوت است. یافته های رگرسیون کوانتایل تأثیر معنی دار مخارج بهداشتی عمومی و خصوصی را در کاهش CO₂ در چندک های ۵۰ و ۷۵ نشان می دهد؛ اما نتایج برای چندک ۲۵ از معنی داری لازم برخوردار نیست. پاتا و همکاران (۲۰۲۱) با استفاده از داده های آماری سال های ۲۰۱۶-۱۹۸۲ و روش AARDL نشان داده اند که مخارج سلامت تأثیر مثبت و معنی داری بر LCF به عنوان شاخص کیفیت محیطی در دو کشور ژاپن و آمریکا داشته است. استحکام نتایج این پژوهش با استفاده از سه برآوردگر DOLS، FMOLS و CCR نیز تأیید شده است. خان و همکاران (۲۰۲۰) در بررسی اثر متغیرهای منتخب بر آلودگی محیط زیست (انتشار CO₂) در یک پانل از کشورهای حاضر در پروژه ابتکار کمربند و جاده^۲ (B&RI) طی بازه زمانی ۱۹۹۵ تا ۲۰۱۶، با استفاده از آزمون ریشه واحد نسل دوم، هم انباشتگی پانلی، GMM دومرحله ای، FMOLS، علیت های متقارن و نامتقارن نشان داده اند که هزینه های سلامت، انتشار CO₂ را تسریع می کند که منجر به تخریب محیط زیست می شود. مورجانی و همکاران^۳ (۲۰۲۰) با استفاده از تجزیه و تحلیل های هم انباشتگی و برآوردگر FMOLS نشان داده اند که افزایش بیمارستان ها و بودجه بهداشتی، رد پای اکولوژیکی و در نتیجه تخریب محیط زیست را در کشورهای منطقه آسه آن طی سال های ۲۰۱۷-۱۹۹۰ افزایش داده است.

۲-۲-۲- مطالعات داخلی

علی رغم آن که مطالعات داخلی بالنسبه گسترده ای در زمینه تأثیر مالی سازی و توسعه مالی بر کیفیت محیط زیست انجام شده است، اما تاکنون این موضوع از بعد مالیه سبز مورد بررسی تجربی قرار نگرفته است. همچنین، علی رغم آن که مطالعات داخلی بالنسبه گسترده ای در زمینه تأثیر تخریب محیط زیست و آلودگی هوا بر مخارج سلامت انجام شده است، تاکنون این اثرگذاری در جهت عکس مورد بررسی تجربی قرار نگرفته است. در ادامه منتخبی از این مطالعات به طور خلاصه بررسی می شوند. گل خندان (۱۴۰۳) تأثیر علی جهانی شدن مالی، جهانی شدن مالی عملیاتی و جهانی شدن مالی قانونی را بر شاخص ضریب ظرفیت بار (LCF) با به کارگیری رویکرد نوین علیت گرنجری فوری بوت استرپ در کوانتایل^۴ (BFGC-Q) طی سال های ۲۰۲۲-۱۹۷۸ بررسی کرده است. نتایج نشان می دهد که جهانی شدن مالی، جهانی شدن مالی عملیاتی و جهانی شدن مالی قانونی در تمام کوانتایل ها (10th-90th) رابطه علی معناداری با LCF ندارد. بهرام بیگی و همکاران (۱۴۰۲) به بررسی تأثیر توسعه مالی بر انتشار دی اکسید کربن در ایران، تحت شرایط رژیم و

1. Bilgili et al.

2. Belt and Road Initiative (B&RI)

3. Murjani et al.

4. Bootstrap Fourier Granger Causality in Quantile (BFGC-Q)

با استفاده از روش مارکوف- سوئیچینگ خودرگرسیون تصحیح خطای برداری طی سال های ۱۹۹۵ تا ۲۰۱۹ پرداخته اند. نتایج تجربی نشان داد که توسعه مالی تحت شرایط دو رژیمی، انتشار CO_2 را تحت تأثیر قرار می دهد. به این معنی که در رژیم صفر، تأثیر مثبت و معنی دار و در رژیم یک، تأثیر منفی و معنی دار بر انتشار CO_2 دارد. محمدیان منصور (۱۴۰۲) با استفاده از داده های سری زمانی سال های ۱۳۶۸-۱۳۹۹ و روش NARDL نشان داده است که در کوتاه مدت و بلندمدت، اثر شوک های مثبت شاخص آلودگی هوا بر افزایش سرانه هزینه های بهداشتی، بیشتر از اثر شوک های منفی آن بر کاهش سرانه هزینه های بهداشتی است (تأیید اثرگذاری نامتقارن).

معبودی و دره نظری (۱۴۰۱) در مقاله ای به بررسی نحوه اثرگذاری شاخص مالی سازی (نسبت ارزش افزوده بخش مالی، بیمه و املاک و مستغلات به GDP) بر انتشار CO_2 در ایران طی دوره زمانی ۱۳۹۸-۱۳۵۲ و با استفاده از رویکرد سیستم معادلات همزمان پرداخته اند. نتایج نشان می دهد مالی سازی تأثیر مثبت و معنی داری بر آلودگی محیط زیست دارد. بهرامی و همکاران (۱۳۹۸) با استفاده از روش رگرسیون فازی به این نتیجه رسیده اند که توسعه مالی تأثیر مثبتی بر انتشار مهم ترین گاز گلخانه ای، یعنی گاز CO_2 در ایران طی سال های ۱۳۹۲-۱۳۵۷ داشته است. گل خندان (۱۳۹۶) با استفاده از داده های سری زمانی سال های ۱۳۵۸-۱۳۹۲ و آزمون همگرایی کرانه ها و مدل ARDL نشان داده است که انتشار گاز مونوکسید کربن و ذرات معلق PM_{10} ، سرانه هزینه های بخش سلامت را در کوتاه مدت و بلندمدت افزایش می دهد. مهدی زاده راینی و همکاران (۱۴۰۰) با بهره گیری از داده های بانک جهانی در طول دوره ۲۰۱۹-۲۰۰۰ و انتخاب جامعه آماری منتخبی از کشورهای عضو اوپک در قالب داده های تابلویی و با استفاده از الگوی پانل ARDL نشان می دهند که طی دوره مورد بررسی، تأثیر انتشار PM_{10} و دی اکسید کربن به عنوان شاخص های آلودگی هوا و تخریب محیط زیست بر مخارج مراقبت های بهداشتی، مثبت و از نظر آماری معنی دار است.

مرور پیشینه پژوهش نشان می دهد علی رغم مطالعات خارجی نسبتاً گسترده ای که تأثیر مالیه سبز یا مخارج سلامت را بر کیفیت محیطی بررسی کرده اند، مطالعه داخلی خاصی در این زمینه انجام نشده است. در این مطالعات از شاخص های مختلفی برای اندازه گیری مالیه سبز و کیفیت محیط زیست استفاده شده است. با این حال، نقش مخارج سلامت در عملکرد مالیه سبز، به ویژه نقش تعاملی مالیه سبز و مخارج سلامت برای اطمینان از محیطی پاک و سبز تنها در مطالعه علی و همکاران (۲۰۲۵) برای کشور پاکستان بررسی شده است. این موضوع بر اهمیت انجام مطالعات بیشتر در برجسته کردن نقش مالیه سبز از نظر اینکه آیا از کانال مخارج سلامت، کیفیت محیط زیست را افزایش می دهد، تأکید می کند. علاوه بر این، برای پرداختن به تغییرات آب و هوایی، دستیابی به اهداف توسعه پایدار انرژی سبز و حفظ محیط سبز برای نسل های آینده، نیاز به بررسی موضوع فوق در سطوح منطقه ای و اقتصادهای مشابه با استفاده از آزمون ها و برآوردهای نوین اقتصادسنجی و همچنین شاخص های جامع تری از تخریب محیط زیست مانند LCF است که می تواند برای تجزیه و تحلیل عمیق تر، مفیدتر باشد. بر این اساس در این پژوهش تلاش می شود تا اثر مالیه سبز، مخارج سلامت و اثر تعاملی این دو متغیر بر ضریب ظرفیت بار (LCF) زیست محیطی در ۸ کشور اسلامی در حال توسعه گروه D8 طی سال های ۲۰۲۲-۲۰۰۰ و با استفاده از تحلیل های هم انباشتگی نسل دوم که مسئله وابستگی مقطعی را در نظر می گیرند، بررسی شود.

۳- روش‌شناسی پژوهش

در این بخش به ترتیب نحوه مدل‌سازی و مراحل انجام برآوردهای تجربی موردبررسی قرار می‌گیرد.

۳-۱- مدل تحقیق

با تکیه بر مدل «تأثیر تصادفی رگرسیون بر جمعیت، ثروت و فناوری» (STIRPAT) و مطالعه تجربی علی و همکاران (۲۰۲۵)، مدل این پژوهش با توجه به اهداف آن برای کشورهای D8^۱ و طی دوره زمانی ۲۰۲۲-۲۰۰۰ به صورت زیر تدوین شده است:

$$\ln LCF_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln GF_{it} + \beta_2 \ln HE_{it} + \beta_3 (\ln GF_{it} \times \ln HE_{it}) + \beta_4 \ln GDP_{it} + \beta_5 \ln REC_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

$$\beta_1 > 0, \beta_2 < 0, \beta_3 > 0, \beta_4 < 0, \beta_5 > 0$$

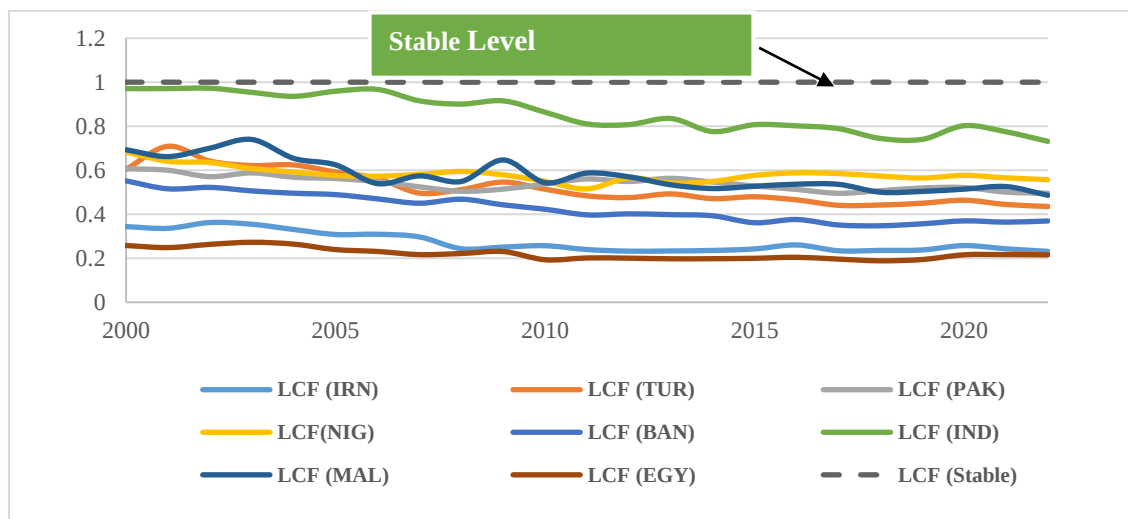
در رابطه (۱) متغیرها به صورت زیر تعریف شده‌اند:

ln: لگاریتم طبیعی؛

متغیر وابسته:

LCF: ضریب ظرفیت بار به عنوان شاخص اندازه‌گیری پایداری محیط‌زیست؛ این شاخص به صورت نسبت ظرفیت زیستی (برحسب سرانه هکتار جهانی) به ردپای اکولوژیکی (برحسب سرانه هکتار جهانی) محاسبه می‌شود. LCF به عنوان یک شاخص جامع و جدید برای بررسی کیفیت و پایداری محیط‌زیست، هر دو طرف عرضه و تقاضای اکوسیستم را در نظر می‌گیرد و به نتایج دقیق‌تری منجر می‌گردد. اگر مقدار LCF بزرگ‌تر از عدد ۱ باشد، مازاد اکولوژیکی وجود دارد و شرایط محیطی و منابع طبیعی موجود برای رفع نیازهای انسان کافی است؛ اما اگر LCF کوچک‌تر از عدد ۱ باشد، نشان‌گر کسری اکولوژیکی است و عادات مصرفی جامعه به محیط‌زیست آسیب می‌رساند. بدیهی است که اگر ظرفیت زیست محیطی با ردپای اکولوژیکی برابر باشد، عرضه و تقاضای اکوسیستم، مساوی و تعادل اکولوژیکی وجود دارد. این حالت نشان‌دهنده حد (سطح) پایداری است و در آن مقدار LCF مساوی عدد ۱ است (پاتا و ارطغرل^۲، ۲۰۲۳؛ گل‌خندان، ۱۴۰۳ ب). در نمودار (۱)، روند حرکتی LCF طی دوره موردبررسی ۲۰۲۲-۲۰۰۰ به تفکیک کشورهای D8 ارائه شده است. بر این اساس، به‌طور کلی میزان پایداری محیط‌زیست با توجه به این شاخص در تمام کشورهای مورد مطالعه یک روند نزولی داشته و از سطح پایداری آستانه (عدد یک) فاصله قابل توجهی پیدا کرده است.

۱. این کشورها عبارتند از: ایران، ترکیه، پاکستان، نیجریه، بنگلادش، اندونزی، مالزی و مصر.

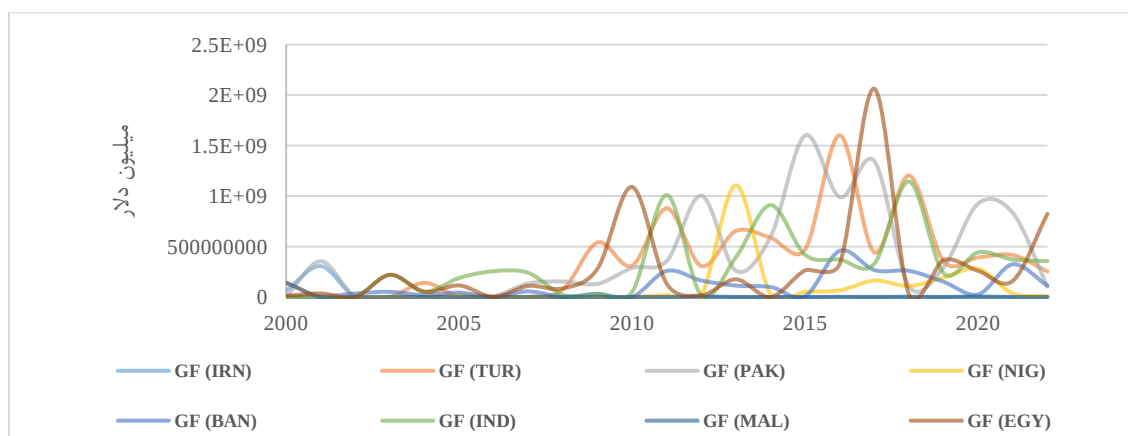


نمودار ۱. روند ضریب ظرفیت بار (LCF) در کشورهای D8 (۲۰۰۰-۲۰۲۲)

مأخذ: یافته‌های پژوهش

متغیرهای مستقل:

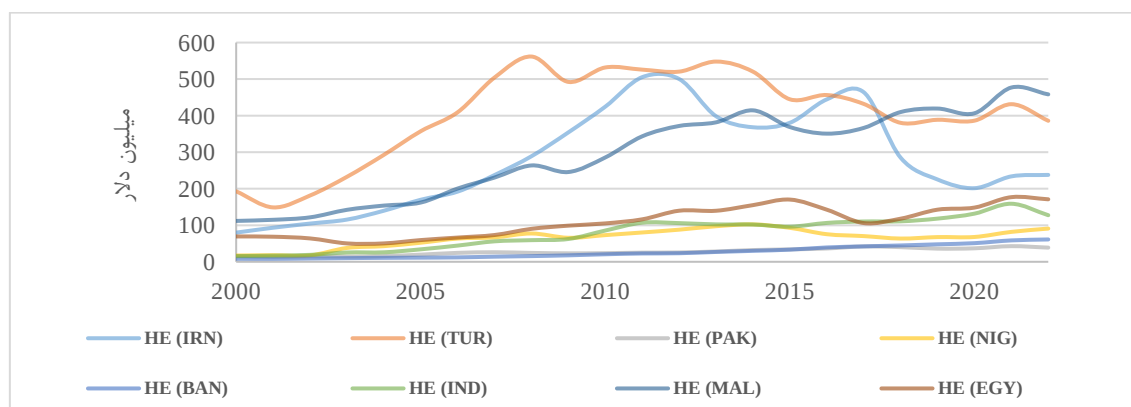
GF: شاخص مالیه سبز؛ در این مطالعه به پیروی از مطالعات تجربی اگوو و همکاران (۲۰۲۵) و علی و همکاران (۲۰۲۵) از میزان جریان‌های مالی بین‌المللی به کشورهای در حال توسعه در جهت حمایت از تحقیق و توسعه انرژی پاک و تولید انرژی‌های تجدیدپذیر، از جمله در سامانه‌های هیبریدی (برحسب میلیون دلار آمریکا و به قیمت‌های ثابت سال ۲۰۲۱) به عنوان شاخص مالیه سبز استفاده شده است. در نمودار (۲)، روند حرکتی GF طی دوره مورد بررسی ۲۰۰۰-۲۰۲۲ به تفکیک کشورهای D8 ارائه شده که نشان می‌دهد شاخص مالیه سبز در این کشورها از نوسان زیادی برخوردار بوده است.



نمودار ۲. روند شاخص مالیه سبز در کشورهای D8 (۲۰۰۰-۲۰۲۲)

مأخذ: یافته‌های پژوهش

HE: سرانه مخارج سلامت جاری (برحسب دلار آمریکا و به قیمت‌های جاری)؛ در نمودار (۳)، روند حرکتی HE طی دوره مورد بررسی ۲۰۰۰-۲۰۲۲ به تفکیک کشورهای D8 ارائه شده است. بر این اساس می‌توان گفت که سرانه مخارج سلامت در کشورهای ترکیه، ایران و مالزی در سطح بالاتری نسبت به سایر کشورهای مورد مطالعه بوده است.



نمودار ۳. روند سرانه مخارج سلامت در کشورهای D8 (۲۰۰۰-۲۰۲۲)

مأخذ: یافته‌های پژوهش

اثر تعاملی (ضربدری) شاخص مالیه سبز و مخارج سلامت؛ این متغیر با توجه به نقش تعدیل‌کننده GF در رابطه بین HE و LCF وارد مدل شده است و در صورت ضریب برآوردی مثبت و معنی‌دار ($\beta_3 > 0$) و با فرض اثرگذاری منفی HE بر LCF ($\beta_2 < 0$)، این موضوع را نشان می‌دهد که سطوح بالاتر GF، تأثیر منفی HE بر LCF را که به عبارت دیگر، مالیه سبز در خدمت تضعیف اثر نامطلوب مخارج سلامت بر کیفیت زیست‌محیطی است. در این حالت اثر نهایی HE بر LCF به سطح GF وابسته است و به صورت رابطه غیرخطی زیر است:

$$\frac{\partial \ln LCF_t}{\partial \ln HE_t} = \beta_2 + \beta_3 \ln GF_t \quad (2)$$

با توجه به رابطه (۲)، اثرات نهایی (خالص) ماکزیمم، متوسط و مینیمم سرانه مخارج سلامت بر ضریب ظرفیت بار زیست‌محیطی کشورهای گروه D8 به ترتیب از طریق روابط زیر محاسبه می‌کردند (محمدیان منصور و گل خندان، ۱۴۰۲):

$$ME^{\max} = \beta_2 + \beta_3 \ln GF_t^{\max} \quad (3)$$

$$ME^{\text{ave}} = \beta_2 + \beta_3 \ln GF^{\text{ave}} \quad (4)$$

$$ME^{\min} = \beta_2 + \beta_3 \ln GF_t^{\min} \quad (5)$$

متغیرهای کنترل:

GDP: تولید ناخالص داخلی حقیقی سرانه (برحسب دلار و به قیمت‌های ثابت سال ۲۰۱۵) به عنوان شاخص اندازه‌گیری درآمد سرانه و رشد اقتصادی؛

REC: مصرف انرژی تجدید پذیر که به صورت سهم مصرف انرژی تجدید پذیر از کل مصرف انرژی نهایی (برحسب درصد) محاسبه می‌شود.

همچنین، i نشان دهنده ۸ کشور اسلامی در حال توسعه گروه D8 ($i=1,2,\dots,8$)، t نشان دهنده بازه زمانی پژوهش ۲۰۲۲-۲۰۰۰ و ε_{it} جزء خطای معادله رگرسیونی است. دلیل انتخاب این بازه زمانی آن است که داده‌های آماری GF از سال ۲۰۰۰ در دسترس است. در جدول (۲) به طور خلاصه، متغیرها، نماد، شاخص و نحوه اندازه‌گیری آن‌ها و نمونه مطالعاتی که از این متغیرها استفاده کرده‌اند، به همراه منبع جمع‌آوری داده‌های هر متغیر و علامت انتظاری آن نشان داده شده است.

جدول ۱. متغیرها و منابع داده‌ها

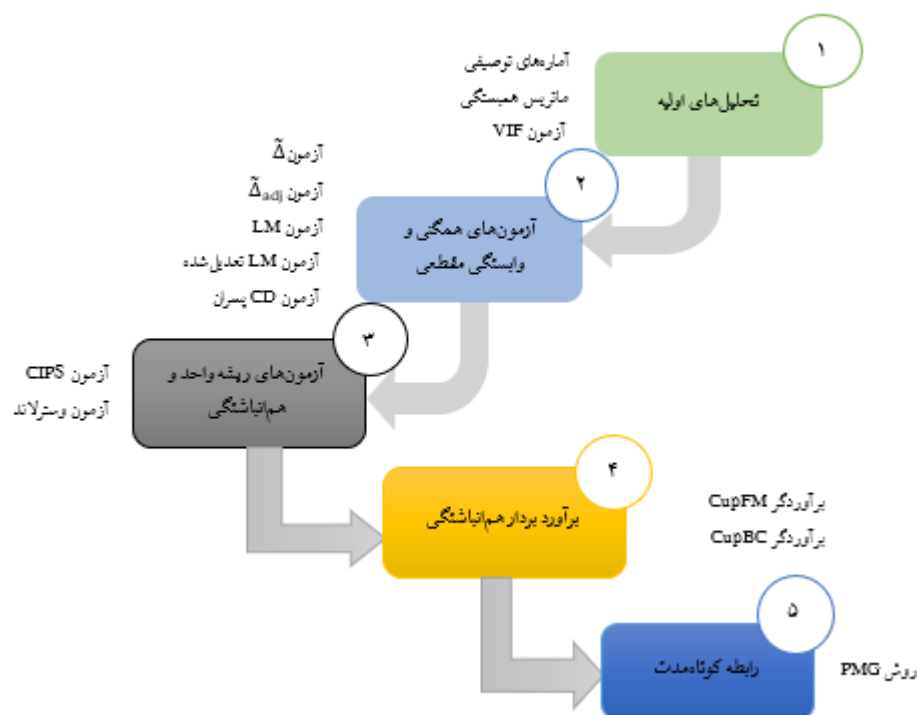
متغیر	نماد	شاخص و نحوه اندازه‌گیری	نمونه مطالعاتی که از این متغیرها استفاده کردند.	منبع	علامت انتظاری
ضریب ظرفیت بار	LCF	نسبت ظرفیت زیستی (برحسب سرانه هکتار جهانی) به ردپای اکولوژیکی (برحسب سرانه هکتار جهانی)	سنتورک و همکاران ^۱ (۲۰۲۵)؛ سمور و همکاران ^۲ (۲۰۲۴)	GFN	متغیر وابسته
مالیه سبز	GF	میزان جریان‌های مالی بین‌المللی به کشورهای در حال توسعه برای حمایت از تحقیق و توسعه انرژی پاک و تولید انرژی‌های تجدید پذیر، از جمله در سامانه‌های هیبریدی سرانه (برحسب میلیون دلار آمریکا و به قیمت‌های ثابت سال ۲۰۲۱)	اگوو و همکاران (۲۰۲۵)؛ علی و همکاران (۲۰۲۵)	OWID	مثبت
مخارج سلامت	HE	سرانه مخارج سلامت (برحسب دلار و به قیمت‌های جاری)	پاتا و همکاران (۲۰۲۱)؛ شانگ و همکاران (۲۰۲۲)	WDI	مثبت/منفی
مصرف انرژی تجدید پذیر	REC	سهم مصرف انرژی تجدید پذیر از کل مصرف انرژی نهایی (برحسب درصد)	هان و همکاران (۲۰۲۴)؛ الطاف و همکاران (۲۰۲۵)	WDI	مثبت
رشد اقتصادی	GDP	تولید ناخالص داخلی حقیقی سرانه (برحسب دلار و به قیمت‌های ثابت سال ۲۰۱۵)	پاتا و همکاران (۲۰۲۱)؛ علی و همکاران (۲۰۲۵)	WDI	مثبت/منفی

یادداشت‌ها: GFN: شبکه ردپای جهانی^۳؛ OWID: جهان ما در داده‌ها^۴؛ WDI: شاخص‌های توسعه جهانی^۵

1. Senturk et al.
2. Samour et al.
3. Global Footprint Network (GFN)
4. Our World in Data (OWID)
5. World Development Indicators (WDI)

۳-۲- مراحل انجام برآوردهای تجربی

در شکل (۱) به طور خلاصه مراحل انجام برآوردهای تجربی تحقیق نشان داده است که در ادامه مورد بررسی قرار می‌گیرد.



شکل ۱. مراحل انجام برآوردهای تجربی

مأخذ: یافته‌های پژوهش

• **تحلیل‌های اولیه:** در گام نخست، آماره‌های توصیفی متغیرها، ماتریس ضریب همبستگی و مسئله هم خطی چندگانه بررسی می‌شود.

• **آزمون‌های همبستگی و وابستگی مقطعی:** گام دوم در داده‌های پانل، بحث ناهمبستگی (عدم تجانس) و وابستگی مقطعی است. در نظر گرفتن فرض همبستگی برای اعضای پانل در تحلیل رابطه بین متغیرها ممکن است منجر به نتایج گمراه‌کننده‌ای شود. بررسی ناهمبستگی در داده‌های پانلی با استفاده از آزمون‌های پسران و یاماگاتا^۱ (۲۰۰۸) انجام می‌شود. فرضیه صفر در این آزمون‌ها که به آزمون‌های دلتا ($\tilde{\Delta}$) و دلتای تعدیل شده ($\tilde{\Delta}_{adj}$) نیز شهرت دارد، عبارت است از یکسان بودن (همگن بودن) شیب برای تمام اعضای پانل و فرضیه مقابل آن به عدم تجانس و یکسان نبودن شیب اشاره دارد (گل‌خندان و محمدیان‌منصور، ۱۴۰۲). در این گام، انجام آزمون «وابستگی مقطعی»^۲ (CD) بسیار مهم است؛ چراکه در

1. Pesaran & Yamagata

2. Cross-Sectional Dependence (CD)

صورت تأیید وابستگی مقطعی بین متغیرها، استفاده از آزمون‌های معمول (نسل اول) ریشه واحد و هم‌انباشتگی پانلی ممکن است منجر به نتایج کاذب شود (پسران^۱، ۲۰۰۴). به این منظور، از آزمون‌های ضریب لاگرانژ^۲ (LM) بروش و پاگان^۳ (۱۹۸۰)، CD پسران (۲۰۰۴) و LM تعدیل شده (LM_{adj}) پسران و همکاران استفاده شده است. فرضیه صفر در این سه آزمون نشان‌دهنده عدم وجود وابستگی مقطعی بین اعضای پانل است.

• **آزمون‌های ریشه واحد و هم‌انباشتگی پانلی نسل دوم:** گام بعدی در برآورد داده‌های پانل، بررسی مانایی متغیرها با استفاده از آزمون‌های ریشه واحد پانلی است. هرگاه وابستگی مقطعی در داده‌های پانل تأیید شد، استفاده از روش‌های مرسوم ریشه واحد پانلی (آزمون‌های ریشه واحد نسل اول)، احتمال وقوع نتایج ریشه واحد کاذب را افزایش خواهد داد. برای رفع این مشکل آزمون‌های ریشه واحد پانلی متعددی با وجود وابستگی مقطعی پیشنهاد شده (آزمون‌های ریشه واحد نسل دوم) که یکی از مشهورترین این آزمون‌ها، آزمون ریشه واحد تعمیم‌یافته مقطعی ایم، پسران و شین^۴ (CIPS) است که توسط پسران ارائه شده است. وی برای فرموله کردن این آزمون، با در نظر گرفتن وابستگی بین مقاطع، از رگرسیون دیکی- فولر تعمیم‌یافته^۵ مقطعی (CADF) استفاده کرده است که با کاربرد روش حداقل مربعات معمولی برای آزمون مقطع برآورد می‌شود. آماره این آزمون بر اساس میانگین آماره‌های ADF مقطعی فردی به صورت زیر است:

$$CIPS(N, T) = N^{-1} \sum_{i=1}^N \tau_i(N, T) = N^{-1} \sum_{i=1}^N CADF_i \quad (۶)$$

که در رابطه (۶)، آماره آلفای ADF مقطعی برای هر مقطع انفرادی در پانل است. فرضیه صفر این آزمون به نامانایی متغیر مورد بررسی اشاره دارد (گل‌خندان و جهانگیری، ۱۴۰۴). در صورت وجود متغیرهای نامانا در مدل، بایستی مسئله ارزیابی شود که آیا بین متغیرهای تحت بررسی، هم‌انباشتگی (رابطه بلندمدت) وجود دارد یا خیر؟ به این منظور در این مطالعه از آزمون هم‌انباشتگی نسل دوم پیشنهادی وسترلاند^۶ (۲۰۰۷) استفاده شده است. دلیل استفاده از این آزمون آن است که می‌تواند بر مشکل وابستگی مقطعی غلبه کند و بنابراین نتایج دقیق‌تر و سازگارتری نسبت به آزمون‌های هم‌انباشتگی معمول ارائه می‌دهد. چراکه این رویکرد بر اساس پویایی ساختاری است تا رویکردهای مبتنی بر باقیمانده. روش هم‌انباشتگی وسترلاند (۲۰۰۷) را می‌توان در معادله ارائه کرد. این آزمون بر این اساس طراحی شده است که فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود هم‌انباشتگی را با توجه به این که جزء تصحیح خطا در مدل تصحیح خطای شرطی برابر صفر است یا مورد بررسی و آزمون قرار می‌دهد؛ بنابراین رد فرضیه صفر مبنی بر عدم تصحیح خطا می‌تواند بیان‌گر رد فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود هم‌انباشتگی باشد (گل‌خندان و همکاران، ۱۳۹۶). وسترلاند (۲۰۰۷) چهار آماره

1. Pesaran

2. Lagrange Multiplier (LM)

3. Breusch & Pagan

4. Cross-sectional Im, Pesaran, Shin (CIPS)

5. Augmented Dicky Fuller (ADF)

6. Westerlund

مختلف را به منظور بررسی هم‌انباشتگی پانلی به شرح زیر پیشنهاد داده است. آماره‌های پانل P_a و P_τ که به آزمون فرضیه عدم وجود هم‌انباشتگی در مقابل فرضیه وجود هم‌انباشتگی می‌پردازند و آماره‌های میانگین گروه G_α و G_τ که فرضیه عدم وجود هم‌انباشتگی در مقابل فرضیه وجود حداقل یک بردار هم‌انباشتگی را آزمون می‌کنند.

$$G_\tau = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{\hat{\Psi}_i}{SE(\hat{\Psi}_i)} \quad (7)$$

$$G_\alpha = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{T\hat{\Psi}_i}{\hat{\Psi}_i(1)} \quad (8)$$

$$P_\tau = \frac{\hat{\Psi}}{SE(\hat{\Psi})} \quad (9)$$

$$P_\alpha = T\hat{\Psi} \quad (10)$$

در روابط (۷) تا (۱۰)، $\hat{\Psi}$ سرعت تعدیل از تعادل کوتاه مدت به بلندمدت را نشان می‌دهد. در این آزمون هم‌انباشتگی از روشی تحت عنوان بوت‌استرپ برای حذف اثرات وابستگی مقطعی در متغیرها استفاده می‌شود که در این مطالعه تعداد بوت‌استرپ‌ها عدد ۵۰۰ در نظر گرفته شده است. همچنین طول وقفه بهینه با به کارگیری معیار آکائیک (AIC) و بر اساس جایگذاری در تعیین طول پنجره بارتلت-کرنل به صورت $4(T/100)^{2/9}$ تعیین می‌شود (وسترلوند، ۲۰۰۷: ۷۲۵).

• **برآورد بردار هم‌انباشتگی:** بعد از بررسی و اثبات وجود رابطه هم‌انباشتگی، پارامترهای بلندمدت مدل برآورد می‌شوند. به این منظور، از دو برآوردگر به نام‌های به روزرسانی مکرر و کاملاً اصلاح شده^۱ (CupFM) و به روزرسانی مکرر و تصحیح اریب^۲ (CupBC) که توسط بای و کائو^۳ (۲۰۰۶) و بای و همکاران (۲۰۰۹) ارائه شده‌اند، استفاده شده است. این دو برآوردگر، نسبت به سایر برآوردگرهای بردارهای هم‌انباشتگی پانلی از مزیت‌های ویژه‌ای برخوردارند که منجر به ارائه نتایج مستحکم و قوی می‌شود. این مزیت‌ها عبارت‌اند از:

الف. در نظر گرفتن مسئله وابستگی مقطعی ب. کنترل مشکل غیرخطی بودن پنهان (غیرقابل مشاهده) و ج. قابلیت کاربرد برای مدل‌های ناهمگن و متشکل از متغیرهای $I(0)$ و $I(1)$ (زیدی و همکاران^۴، ۲۰۱۹). برآوردگرهای CupFM و CupBC مبتنی بر رویکرد حداقل مربعات معمولی کاملاً اصلاح شده^۵ (FMOLS) می‌باشند و بر اساس معادله زیر ساخته می‌شوند:

1. Continuously Updated and Fully Modified (CupFM)
2. Continuously Updated and Bias-Corrected (CupBC)
3. Bai & Kao
4. Zaidi et al.
5. Fully Modified OLS (FMOLS)

$$\hat{\beta}_{FMOLS} = \left(\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (x_{it} - \bar{x}_i)(x_{it} - \bar{x}_t)' \right)^{-1} \left(\sum_{i=1}^N \left(\sum_{t=1}^T (x_{it} - \bar{x}_i) \hat{y}_{it}^+ - T \hat{\Delta}_{\varepsilon u}^+ \right) \right) \quad (11)$$

در رابطه (۱۱)، x و y اشاره به متغیرهای توضیحی و وابسته مدل، با مقطع i و بعد زمانی t دارند. $\Delta_{\varepsilon u}$ اصطلاح کوواریانس است که امکان غلبه بر همبستگی سریالی را فراهم می‌کند و $\hat{\Delta}_{\varepsilon u}$ مقدار برآوردی آن از طریق رویه کرنل است. بای و همکاران (۲۰۰۹) این روش را با در نظر گرفتن همبستگی مقطعی بین اعضای پانل از طریق تفکیک عوامل مشترک عبارت خطا توسعه دادند. در این نسخه توسعه یافته عبارت $T \hat{\Delta}_{\varepsilon u}$ در معادله (۱۱) به عبارت $T(\hat{\Delta}_{\varepsilon u} + \hat{\Delta}_{\varepsilon F}^+ \hat{\lambda}_i)$ تبدیل و کل روش برآورد در قالب ماتریسی توسط بای و همکاران (۲۰۰۹) به صورت معادله (۱۲) معرفی می‌شود:

$$\begin{aligned} y_{it} &= c_i + \beta x_{it} + \lambda_i F_t + u_{it} \\ x_{it} &= x_{i,t-1} + \varepsilon_{it}, \quad F_t = F_{t-1} + \eta_t \end{aligned} \quad (12)$$

همان‌طور که در معادله (۱۲) نشان داده شده است عبارت خطا به دو قسمت تقسیم می‌شود: بارهای عاملی (λ_i) و عوامل مشاهده نشده (F_t). از آنجا که رویه برآورد تا زمانی که هم‌گرایی برای برآورد قوی اتفاق بیفتد، تکرار می‌شود (به‌طور مداوم به‌روزرسانی می‌شود)، این روش به‌روزرسانی مکرر و کاملاً اصلاح شده نامیده می‌شود. از سوی دیگر، سوگیری (اریب) مجانبی نیز در این روش، برآورد و تصحیح می‌شود و بر این اساس می‌توان تخمین زن به‌روزرسانی مکرر و تصحیح اریب (CupBC) را نیز تولید کرد. معادله زیر برای برآوردگرهای CupBC و CupFM استفاده می‌شود (وانگ و همکاران، ۲۰۲۰: ۶):

$$\begin{aligned} (\hat{\beta}_{CUP}, \hat{F}_{CUP}) &= \operatorname{argmin}_{\beta, F} \frac{1}{nT^2} \sum_{i=1}^n (y_i - x_i \beta)' M_F (y_i - x_i \beta) \\ M_F &= I_T - T^{-2} F F' \end{aligned} \quad (13)$$

در معادله (۱۳)، I_T ماتریس یکه T بعدی و F بردار عوامل مشترک غیرقابل مشاهده را نشان می‌دهد. برآوردگرهای CupFM و CupBC در نتیجه حل تکراری برای دو مجهول (β, F) به دست می‌آیند و اصلاح درون‌زایی و همبستگی سریالی در طول هر تکرار انجام می‌شود (قمرزمان و کریم، ۲۰۲۴).

رابطه کوتاه‌مدت: پس از برآورد رابطه بلندمدت بین متغیرها، در گام آخر به بررسی رابطه کوتاه‌مدت بین متغیرها با استفاده از رویکرد میانگین گروهی تلفیقی^۲ (PMG) ارائه شده توسط پسران و همکاران^۳ (۱۹۹۹) و آزمون‌های فروض کلاسیک پرداخته می‌شود.

1. Qamruzzaman & Karim
2. Pooled Mean Group (PMG)
3. Pesaran et al.

۴- نتایج و تحلیل یافته‌های تحقیق

۴-۱- تحلیل‌های اولیه

در جدول (۲) خلاصه‌ای از شاخص‌های آماری داده‌های خام متغیرها ارائه شده است. بر این اساس، بیشترین میزان پراکندگی بین داده‌ها متعلق به شاخص مالیه سبز (GF) و درآمد سرانه (GDP) است (که البته چون این متغیرها به صورت لگاریتمی وارد مدل می‌شود، این پراکندگی به میزان قابل توجهی کاهش می‌یابد) و کمترین مقدار آن به ضریب ظرفیت بار (LCF) اختصاص دارد. میانگین LCF عددی معادل ۰/۴۹۹ است؛ که گویای این موضوع است که به طور کلی وضعیت کیفیت محیط زیست طی دوره مورد بررسی در بین کشورهای مورد مطالعه از سطح پایداری آن (یعنی عدد یک) فاصله قابل توجهی داشته است. همچنین، بر اساس مقدار آماره جاک-برا و سطح احتمال آن می‌توان گفت که هیچ یک از متغیرهای پژوهش از توزیع نرمال برخوردار نیستند؛ چرا که سطح احتمال آن‌ها کم‌تر از ۰/۰۵ برآورد شده است.

جدول ۲. آمار توصیفی پژوهش‌های انجام شده

متغیر	LCF	GF	HE	GDP	REC
میانگین	۰/۴۹۹	$2/01 \times 10^{-8}$	۱۶۱/۲۹۱	۴۲۰۶/۷۵۱	۲۸/۴۸۴
میانه	۰/۵۱۵	$3/48 \times 10^{-7}$	۱۰۰/۴۵۴	۳۰۹۵/۱۷۰	۱۸/۹۶۰
ماکسیمم	۰/۹۷۳	$2/06 \times 10^{-9}$	۵۶۱/۷۳۵	۱۴۰۵۵/۱۱۲	۸۸/۱۰۰
مینیمم	۰/۱۸۸	۰/۰۰۰	۸/۱۰۰	۶۲۰/۵۶۱	۰/۴۴۰
انحراف معیار	۰/۱۹۶	$3/45 \times 10^{-8}$	۱۵۷/۱۹۳	۳۲۲۰/۰۰۱	۲۶/۹۳۸
چولگی	۰/۳۵۵	۲/۶۰۳	۷۰۵۴	۷۰۸۰	۰/۸۲۸
کشیدگی	۲/۷۹۶	۱۰/۵۴۱	۲/۷۶۳	۳/۲۰۵	۲/۵۵۹
جاک-برا	۷/۴۰۲	۶۴۳/۷۳۹	۳۴/۴۷۵	۳۶/۱۰۶	۲۲/۵۱۸
احتمال	۰/۰۲۵	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
تعداد مشاهدات	۱۸۴	۱۸۴	۱۸۴	۱۸۴	۱۸۴

مأخذ: یافته‌های پژوهش

در قسمت الف جدول (۳) ماتریس ضریب همبستگی بین متغیرهای پژوهش ارائه شده است که بر این اساس ضریب همبستگی لگاریتم طبیعی مالیه سبز ($\ln FG$)، لگاریتم مخارج سلامت ($\ln HE$)، لگاریتم طبیعی تولید ناخالص داخلی سرانه ($\ln GDP$) و لگاریتم طبیعی مصرف انرژی تجدید پذیر ($\ln REC$)، با متغیر وابسته مدل یعنی لگاریتم طبیعی ضریب ظرفیت بار ($\ln LCF$)، به ترتیب برابر با ۰/۰۸۲، ۰/۲۵۷، ۰/۱۰۱ و ۰/۵۸۱ است. در قسمت ب جدول (۳) نیز نتایج آزمون عامل تورم واریانس^۱ (VIF) به منظور بررسی مسئله هم خطی چندگانه در داده‌های پژوهش نشان داده شده است. اگر مقدار شاخص VIF برابر با عدد ۱ باشد، نشان دهنده هیچ ارتباطی نیست. اگر مقدار آن بین دو عدد ۱ و ۵ باشد، نشان دهنده همبستگی متوسط است و اگر بزرگ‌تر از عدد ۵ باشد، همبستگی بالایی را نشان می‌دهد. توجه به این نکته مهم است که با افزایش VIF ، قابلیت اطمینان نتایج تخمین

1. Variance Inflation Factor (VIF)

کاهش می‌یابد. یافته‌های تجربی حاکی از آن است که مقدار VIF برای همه متغیرها کمتر از عدد ۵ است. از این رو، می‌توان گفت که در داده‌ها مسئله هم خطی چندگانه وجود ندارد.

جدول ۳. ضریب همبستگی و هم خطی چندگانه

قسمت الف. ماتریس ضریب همبستگی	قسمت ب: آزمون هم خطی چندگانه					
متغیر	LnLCF	LnGF	LnHE	LnGDP	LnREC	VIF
LnLCF	۱					-
LnGF	۰/۰۸۲	۱				۷/۲۸۵
LnHE	-۰/۲۵۷	-۰/۱۶۲	۱			۲/۷۰۱
LnGDP	-۰/۱۰۱	-۰/۱۸۸	۰/۹۴۸	۱		۲/۹۵۶
LnREC	۰/۵۸۱	۰/۳۹۶	-۰/۶۵۷	-۰/۶۳۴	۱	۷/۲۲۷

مأخذ: یافته‌های پژوهش

۴-۲- آزمون‌های همگنی و وابستگی مقطعی

در گام بعدی، آزمون‌های وابستگی مقطعی شامل آزمون‌های LM، CD پسران و LM تعدیل شده و همچنین آزمون‌های همگنی شیب $\tilde{D}$ و $\tilde{D}_{adj}$ ، انجام و نتایج این آزمون‌ها در ارائه شده است. با توجه به مقدار آماره هر یک از این آزمون‌ها و سطوح احتمال محاسبه شده (p-value)، فرضیه صفر استقلال مقطعی و همگنی در سطح اطمینان بالایی، رد و وجود وابستگی مقطعی بین متغیرها و عدم تجانس (همگنی) بین اعضای نمونه نتیجه‌گیری و تأیید می‌شود.

جدول ۴. نتایج آزمون‌های وابستگی مقطعی و تجانس (همگنی) بین اعضای پانل

الف. آزمون‌های وابستگی مقطعی						
متغیر	آزمون LM		آزمون LM تعدیل شده		آزمون CD پسران	
	آماره	p-value	آماره	p-value	آماره	p-value
LnLCF	۴۰۳/۳۴۸***	۰/۰۰۰	۴۹/۹۷۶***	۰/۰۰۰	۱۹/۸۵۸***	۰/۰۰۰
LnGF	۸۲/۱۶۹***	۰/۰۰۱	۷/۰۵۷***	۰/۰۰۱	۶/۶۶۹***	۰/۰۰۰
LnHE	۴۳۶/۸۱۹***	۰/۰۰۰	۵۴/۴۴۹***	۰/۰۰۰	۲۰/۶۷۲***	۰/۰۰۰
LnGDP	۵۳۲/۴۲۹***	۰/۰۰۰	۶۷/۲۲۵***	۰/۰۰۰	۲۲/۹۶۷***	۰/۰۰۰
LnREC	۲۳۶/۸۱۵***	۰/۰۰۰	۲۷/۷۲۲***	۰/۰۰۰	۴/۳۶۵***	۰/۰۰۰
ب. آزمون‌های همگنی شیب						
نام آزمون	آماره	p-value	نتیجه آزمون			
$\tilde{D}$	۱۲/۵۸۸***	۰/۰۰۰	تأیید			
$\tilde{D}_{adj}$	۱۴/۱۵۵***	۰/۰۰۰	تأیید			

مأخذ: یافته‌های پژوهش (علامت *** بیان‌گر معناداری در سطح ۱ درصد است)

حال با توجه به اثبات وابستگی مقطعی بین متغیرهای مدل، از آماره CIPS برای بررسی وجود یا فقدان ریشه واحد استفاده شده است. نتایج این آزمون برای تمام متغیرها، یک بار با وجود عرض از مبدأ (C) و یک بار با وجود عرض از مبدأ و روند زمانی (C+T) در دو حالت سطح و با یک بار تفاضل گیری در قسمت بالای جدول (۵) آمده است. بر اساس این نتایج و مقادیر بحرانی ارائه شده آن در قسمت پایین جدول (۵)، نتیجه گرفته می شود که در سطح اطمینان ۹۵ درصد، به جز متغیر شاخص مالیه سبز (lnGF)، سایر متغیرهای مدل در سطح، نامانا هستند. این متغیرهای نامانا با یک بار عمل تفاضل گیری به صورت مانا درآمده اند و بنابراین از درجه مانایی واحد یعنی I(1) برخوردار هستند.

جدول ۵. نتایج آزمون ریشه واحد CIPS

متغیر	آماره CIPS			
	در سطح		با یک تفاضل	
	C	C+T	C	C+T
lnLCF	-۰/۳۲۱	۰/۲۸۸	-۷/۰۰۹***	-۵/۹۰۴***
lnGF	-۲/۶۸۸***	-۳/۲۶۵***	-	-
lnHE	-۲/۲۹۱*	۰/۵۵۳	-۲/۶۶۹***	-۴/۱۳۹***
lnGF×lnHE	-۰/۷۱۹	-۰/۲۷۴	-۸/۳۶۲***	-۷/۲۷۹***
lnGDP	۱/۰۴۳	-۱/۶۷۲	-۴/۵۴۳***	-۳/۲۴۸***
lnREC	۰/۵۰۲	-۰/۳۷۹	-۶/۲۲۱***	-۵/۵۵۴***
مقادیر بحرانی آزمون ریشه واحد CIPS در سطوح اطمینان مختلف				
حالت	۱٪	۱٪	۵٪	۱۰٪
C	-۲/۶۰	-۲/۶۰	-۲/۳۴	-۲/۲۱
C+T	-۳/۱۵	-۳/۱۵	-۲/۸۸	-۲/۷۴

مأخذ: مقادیر بحرانی از جدول ارائه شده توسط پسران (۲۰۰۷: ۲۸۱-۲۸۰) و سایر نتایج بر اساس یافته های پژوهش (علامت های **، * و به ترتیب معناداری در سطوح ۱، ۵ و ۱۰ درصد است)

با توجه به وجود متغیرهای نامانا در مدل، در گام بعدی بایستی وجود رابطه بلندمدت بین متغیرهای مدل با استفاده از آزمون هم انباشتگی پانلی وسترلاند (۲۰۰۷) بررسی شود. نتایج این آزمون در جدول (۶) ارائه شده است. با توجه به نتایج این جدول (مقدار آماره و احتمال محاسبه شده) می توان گفت که فرضیه صفر مبنی بر عدم رابطه بلندمدت هم انباشتگی بین متغیرهای مدل، بر اساس دو آماره میانگین گروه G_T و G_α و دو آماره پانل P_T و P_α رد می شود. ستون سوم جدول (۶) مقادیر احتمال قوی آزمون وسترلاند (۲۰۰۷) را که به وسیله روش بوت استرپ برای حذف اثر وابستگی مقطعی بین متغیرها به دست آمده است را نشان می دهد. با توجه به این مقادیر نیز فرضیه صفر مبنی بر عدم هم انباشتگی بین متغیرهای مدل، بر اساس هر ۴ آماره رد و وجود رابطه تعادلی بلندمدت بین متغیرهای مدل تأیید می شود.

جدول ۶. نتایج آزمون هم‌انباشتگی پانلی وسترلاند (۲۰۰۷)

آماره	مقدار آماره	احتمال	احتمال قوی
G_T	$-1/525^{***}$	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰
G_α	$-4/956^{**}$	۰/۰۲۹	۰/۰۰۴
P_T	$-8/819^{***}$	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
P_α	$-2/912^{***}$	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰

یادداشت‌ها: طول وقفه بهینه با استفاده از معیار آکائیک (AIC) و بر اساس جایگذاری در تعیین طول پنجره Bartlett-kernel به صورت $3 \approx 4(T/100)^{2/9}$ تعیین شده است. تعداد بوت‌استرپ‌ها نیز که باعث حذف اثرات مقطعی در داده‌های پانل می‌شوند، ۵۰۰ در نظر گرفته شده است.

مأخذ: یافته‌های پژوهش (علائم *، ** و *** به ترتیب بیان‌گر معناداری در سطح ۱ و ۵ درصد است)

در ادامه مدل تحقیق با استفاده از دو برآوردگر CupBC و CupFM برآورد و نتایج آن در جدول (۷) ارائه شده است.

جدول ۷. نتایج برآورد رابطه بلندمدت بین متغیرها

متغیر	نوع برآوردگر مدل					
	CupBC			CupFM		
	p-value	آماره t	ضریب	p-value	آماره t	ضریب
LnGF	۰/۰۴۴	۲/۰۸۸	۰/۰۲۶**	۰/۰۰۸	۲/۷۹۳	۰/۰۳۹***
LnHE	۰/۰۰۰	-۶/۷۳۱	-۰/۱۶۵***	۰/۰۰۰	-۷/۰۰۱	-۰/۲۰۸***
LnGF*LnHE	۰/۰۲۸	۲/۱۵۹	۰/۰۰۵**	۰/۰۱۳	۲/۶۰۵	۰/۰۰۷**
LnGDP	۰/۰۰۰	-۷/۵۱۸	-۰/۳۴۶***	۰/۰۰۰	-۶/۸۸۸	-۰/۴۱۴***
lnREC	۰/۰۴۷	۲/۰۵۵	۰/۰۷۶**	۰/۰۴۵	۲/۰۷۲	۰/۱۰۳**
R^2		۰/۹۵۹			۰/۹۶۶	

مأخذ: یافته‌های پژوهش (علائم *، ** و *** به ترتیب بیان‌گر سطح معنی‌داری ۱۰، ۵ و ۱ درصد است)

با توجه به نتایج جدول (۷)، تأثیر شاخص مالیه سبز (GF) بر شاخص زیست‌محیطی ضریب ظرفیت بار (LCF) به عنوان متغیر وابسته مدل، بر اساس هر دو برآوردگر، مثبت و معنی‌دار است. بر اساس برآوردگر CupFM، در بلندمدت یک درصد افزایش در GF میزان LCF را ۰/۰۳۹ درصد افزایش می‌دهد. بر اساس برآوردگر CupBC نیز، در بلندمدت یک درصد افزایش در GF منجر به افزایش ۰/۰۲۶ درصدی در میزان LCF می‌شود. این نتیجه مؤید استدلال خان و همکاران (۲۰۲۲) مبنی بر تقویت سیاست‌های سبز و کاهش تخریب محیط‌زیست با کاهش انتشار CO_2 و زباله‌های خطرناک و حفظ منابع طبیعی در اثر مالیه سبز است و هم‌سو با نتایج تجربی مطالعات هان و همکاران (۲۰۲۴)، حبیب و همکاران (۲۰۲۴)، کویلینسکی و همکاران (۲۰۲۵) و اگوو و همکاران (۲۰۲۵) است. بر اساس انتظارات تئوریک، افزایش

مالیه سبز، مقدار بیشتری از سرمایه را به پروژه‌های دوستدار محیط‌زیست اختصاص می‌دهد، از انرژی‌های تجدید پذیر حمایت می‌کند و مصرف سوخت‌های فسیلی را کاهش می‌دهد که این موارد به کاهش تخریب محیط‌زیست می‌انجامد.

بر اساس هر دو برآوردگر، اثرگذاری مستقیم سرانه مخارج سلامت (HE) بر ضریب ظرفیت بار (LCF)، منفی و معنی‌دار است. در بلندمدت یک درصد افزایش در HE، میزان LCF را بر اساس برآوردگر CupFM، ۰/۲۰۸ و بر اساس برآوردگر CupBC، ۰/۱۶۵ درصد کاهش می‌دهد. به نظر می‌رسد که با افزایش هزینه‌های بهداشتی و بالطبع افزایش استانداردهای زندگی و امید به زندگی، کشورهای D8 انرژی بیشتری مصرف می‌کنند که منجر به تخریب محیط‌زیست می‌شود. همچنین، افزایش مخارج سلامت ممکن است از طریق اثر ازدحام، بودجه در دسترس برای مسائل زیست‌محیطی را کاهش و تخریب محیط‌زیست را افزایش دهد. نتیجه به دست آمده مبنی بر تأثیر منفی مخارج سلامت بر کیفیت محیط‌زیست هم‌سو با نتایج مطالعات خان و همکاران (۲۰۲۰) و مورجانی و همکاران (۲۰۲۰) و مغایر با نتایج مطالعات پاتا و همکاران (۲۰۲۱) و شانگ و همکاران (۲۰۲۲) است.

اثر تعاملی شاخص مالیه سبز و سرانه مخارج سلامت ($\ln GF \times \ln HE$) با استفاده از هر دو برآوردگر CupFM (با ضریب ۰/۰۰۷ و CupBC (با ضریب ۰/۰۰۵) بر سطح LCF، مثبت و در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنی‌دار است که نشان می‌دهد اثرات زیست‌محیطی منفی مخارج سلامت در کشورهای مورد مطالعه در حضور مالیه سبز، کاهش می‌یابد. درواقع، مالیه سبز، فناوری قدیمی و منسوخ را با فناوری مقرون به صرفه و سازگار با محیط‌زیست جایگزین می‌کند و از این طریق منجر به کاهش هزینه‌های سلامت و افزایش کیفیت محیط‌زیست می‌شود. این نتیجه هم‌سو با نتایج مطالعه تجربی علی و همکاران (۲۰۲۵) برای کشور پاکستان است. بر این اساس و طبق روابط (۵-۳)، اثرات نهایی (خالص) ماکزیمم، متوسط و مینیمم سرانه مخارج سلامت بر ضریب ظرفیت بار با توجه به برآوردگر CupFM، به ترتیب حدود ۰/۰۵۸-، ۰/۰۷۴- و ۰/۲۰۸- و با توجه به برآوردگر CupBC، به ترتیب حدود ۰/۰۵۸-، ۰/۰۶۹- و ۰/۱۶۵- است.

بر اساس هر دو برآوردگر، اثرگذاری تولید ناخالص داخلی سرانه (GDP) بر ضریب ظرفیت بار (LCF)، منفی و معنی‌دار است. در بلندمدت یک درصد افزایش در GDP، میزان LCF را بر اساس برآوردگر CupFM، ۰/۴۱۴ و بر اساس برآوردگر CupBC، ۰/۳۴۶ درصد کاهش می‌دهد. ادبیات نظری پیرامون رابطه رشد اقتصادی و LCF بر فرضیه «منحنی ظرفیت بار»^۱ (LCC) متمرکز است که توسط دوگان و پاتا^۲ (۲۰۲۲) ارائه شده و به نوعی بسط «منحنی زیست‌محیطی کوزنتس»^۳ (EKC) است. فرضیه EKC بیان می‌کند که با افزایش درآمد سرانه، درجه تخریب محیط‌زیست در مرحله اولیه توسعه اقتصادی افزایش می‌یابد؛ اما تخریب محیط‌زیست پس از یک نقطه آستانه (ماکزیمم) شروع به کاهش می‌کند. به عبارت دیگر، طبق EKC کلاسیک، رابطه بین رشد اقتصادی و تخریب محیط‌زیست به شکل U معکوس است. در مقابل، LCC، یک رابطه U شکل بین درآمد سرانه و ضریب ظرفیت بار (شاخص مستقیم کیفیت و پایداری

1. Load Capacity Curve (LCC)

2. Dogan & Pata

3. Environmental Kuznets Curve (EKC)

محیطی) را نشان می‌دهد. بر این اساس، تولید و رشد اقتصادی جوامعی که در مراحل نخست هیچ توجهی به کیفیت محیط زیست ندارند می‌تواند منجر به کاهش کیفیت اکولوژیکی و در نتیجه کاهش LCF شود؛ اما وقتی درآمد کشورها از سطح معینی فراتر می‌رود، رشد اقتصادی می‌تواند کیفیت زیست محیطی و LCF را در نتیجه سرمایه‌گذاری در فناوری‌های تولید پاک‌تر و سبز، استفاده از منابع انرژی تجدید پذیر و محصولات دوستدار محیط زیست و آگاهی بیشتر از محیط زیست افزایش دهد (سان و همکاران^۱، ۲۰۲۳؛ گل خندان، ۱۴۰۳). از آنجا که کشورهای D8 جزء کشورهای در حال توسعه می‌باشند؛ انتظار می‌رود که این کشورها در قسمت نزولی منحنی LCC قرار داشته باشند و در شرایط کنونی با افزایش رشد اقتصادی، کیفیت محیط زیست کاهش یابد.

اثر مصرف انرژی تجدید پذیر (REC) بر ضریب ظرفیت بار (LCF)، منفی و در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنادار است. یک درصد افزایش در سهم مصرف انرژی تجدید پذیر از کل مصرف انرژی، میزان LCF را بر اساس برآوردگر CupFM، ۰/۱۰۳ و بر اساس برآوردگر CupBC، ۰/۰۷۶ درصد افزایش می‌دهد. نتیجه به دست آمده هم‌سو با نتایج مطالعات الطاف و همکاران (۲۰۲۵) برای کشورهای OECD، هان و همکاران (۲۰۲۴) برای کشورهای BICST و گل خندان و جهانگیری (۱۴۰۴) برای کشورهای صادرکننده نفت و مطابق انتظار تئوریک است؛ زیرا استفاده و بهره‌برداری از انرژی‌های تجدید پذیر مزایایی مانند نامحدود بودن، پاک و تمیز بودن، کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی، مقرون به صرفه بودن و در نهایت کاهش تخریب محیط زیست را به همراه دارد.

نتایج برآورد ضرایب کوتاه مدت متغیرهای مدل به روش PMG در جدول (۸) ارائه شده است. بر اساس این نتایج، ضرایب کوتاه مدت مالیه سبز و اثر تعاملی آن با مخارج سلامت از معناداری آماری لازم برخوردار نیستند. در مقابل، مخارج سلامت، رشد اقتصادی و مصرف انرژی تجدید پذیر در کوتاه مدت، مشابه با دوره زمانی بلندمدت، به ترتیب اثر منفی، منفی و مثبت بر متغیر وابسته ضریب ظرفیت بار زیست محیطی در کشورهای مورد مطالعه داشته‌اند. همچنین، جزء تصحیح خطای مدل^۲ (ECM) برابر با ۰/۵۹۱- به دست آمده و در سطح ۹۹ درصد معنادار است؛ که گویای سرعت متوسط تعدیل به سمت تعادل بلندمدت است. این ضریب نشان می‌دهد که پایداری محیط زیست در کشورهای D8 می‌تواند در هر دوره حدود ۵۹ درصد از عدم تعادل‌های موجود در سیستم جهت رسیدن به تعادل بلندمدت را برطرف کند.

1. Sun et al.

2. Error Correction Model (ECM)

جدول ۸. نتایج برآورد مدل تصحیح خطا (ECM) به روش PMG

متغیر	ضریب	p-value
ΔLnGF	۰/۰۲۱	۰/۳۲۹
ΔLnHE	-۰/۱۳۲**	۰/۰۲۹
$\Delta \text{LnGF} * \Delta \text{LnHE}$	۰/۰۰۲	۰/۱۹۹
ΔLnGDP	-۰/۴۵۱***	۰/۰۰۰
ΔLnREC	۰/۰۶۹***	۰/۰۰۶
ECM	-۰/۵۹۱***	۰/۰۰۰

مأخذ: یافته‌های پژوهش (علائم ** و *** به ترتیب بیان‌گر سطح معنی‌داری ۵ و ۱ درصد است)

بر اساس آزمون‌های فروض کلاسیک (تشخیصی) که در جدول (۹) ارائه شده است، باقیمانده‌های مدل برآوردشده از توزیع نرمال برخوردارند و مدل برآوردشده فاقد مشکلات ناهمسانی واریانس، خودهمبستگی و خطای تصریح در فرم تبعی است.

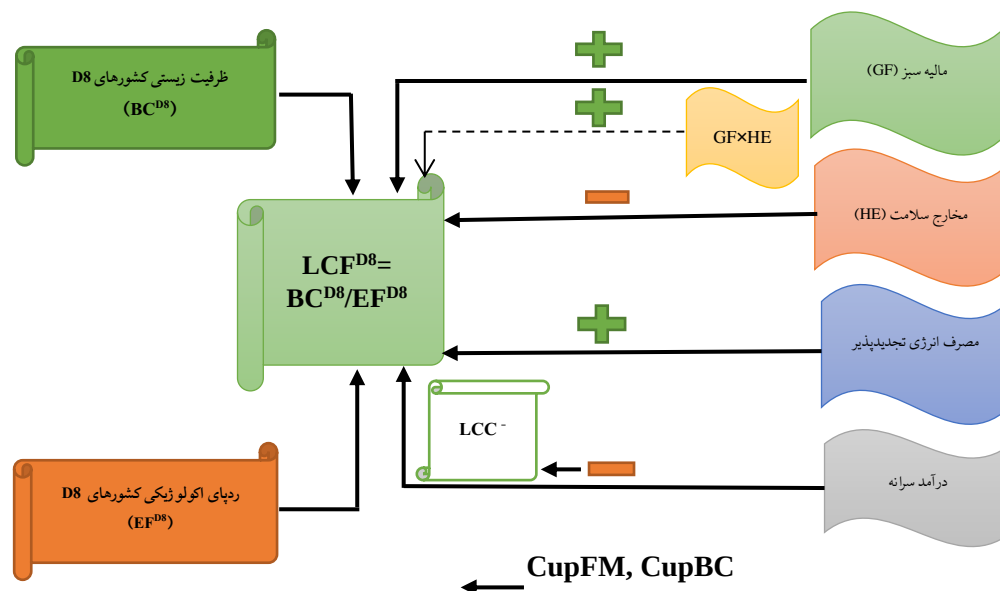
جدول ۹. نتایج حاصل از آزمون‌های فروض کلاسیک مدل برآوردشده

نام آزمون	آماره آزمون	p-value	نتیجه
نرمالیتی	جاک-برا	۰/۷۲۶	تأیید فرضیه صفر مبنی بر توزیع نرمال باقیمانده‌ها
واریانس همسانی	بروش-پاگان	۰/۶۸۸	تأیید فرضیه صفر مبنی بر همسانی واریانس
همبستگی سریالی	بروش-گادفری	۰/۳۵۹	تأیید فرضیه صفر مبنی بر عدم خودهمبستگی
فرم تبعی	رمزی	۰/۶۰۹	تأیید فرضیه صفر مبنی بر تصریح صحیح مدل

مأخذ: یافته‌های پژوهش

۵- نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادهای سیاستی

هدف اصلی این پژوهش بررسی اثر مالیه سبز، مخارج سلامت و اثر تعاملی این دو متغیر بر ضریب ظرفیت بار (LCF) زیست‌محیطی در کشورهای گروه D8 طی سال‌های ۲۰۲۲-۲۰۰۰ بوده است. به‌منظور دستیابی به این هدف از تحلیل‌های ریشه واحد و هم‌انباشتگی نسل دوم که مسئله وابستگی مقطعی را در نظر می‌گیرد و دو برآوردگر به‌روزرسانی مکرر و کاملاً اصلاح‌شده (CupFM) و به‌روزرسانی مکرر و تصحیح اریب (CupBC) استفاده شده است. بررسی استحکام نتایج تجربی نیز با استفاده از روش پانل کوانتایل انجام شده است. نتایج نشان می‌دهد که تأثیر بلندمدت مالیه سبز و مخارج سلامت بر LCF، به ترتیب مثبت (و معنی‌دار) و منفی (و معنی‌دار) است. اثر تعاملی مالیه سبز و مخارج سلامت بر LCF نیز، مثبت و معنی‌دار است که نشان می‌دهد مالیه سبز منجر به تضعیف اثر نامطلوب مخارج سلامت بر کیفیت محیط زیست می‌شود. بر این اساس سایر نتایج، رشد اقتصادی به کاهش و مصرف انرژی تجدیدپذیر به افزایش پایداری زیست‌محیطی در کشورهای مورد مطالعه می‌انجامد. خلاصه اهم نتایج تجربی این پژوهش در شکل (۲) نشان داده شده است.



شکل ۲. خلاصه اهم نتایج تحقیق

مأخذ: یافته‌های پژوهش

با توجه به نقش مثبت مالیه سبز در افزایش LCF، تشویق مالیه سبز و گسترش فرصت‌های تأمین مالی برای پروژه‌هایی که شیوه‌ها و فناوری‌های زیست‌محیطی پایدار را ترویج می‌کنند، گام‌های مهمی در کاهش فشار بر منابع زیست‌محیطی و همچنین کاهش مخارج سلامت^۱ در کشورهای مورد مطالعه هستند. در این راستا، دولت و سیاست‌گذاران این کشورها باید سیاست‌هایی را طراحی، توسعه و اجرا کنند که با یارانه دادن به پروژه‌های انرژی تجدید پذیر و سایر ابتکارات مانند چارچوب‌های نظارتی حمایتی و مشوق‌های مالیاتی برای فناوری‌های سازگار با محیط‌زیست، سرمایه‌گذاری در امور مالی سبز را جذب و تشویق و نوآوری‌ها در فناوری سبز را تقویت کنند. در آخر، هر تحقیقی محدودیت‌هایی دارد و این مطالعه نیز از این قاعده مستثنا نیست. یکی از محدودیت‌های این مطالعه، عدم دسترسی به داده‌های بلندمدت در مورد متغیرهای خاصی مانند مالیه سبز است که تجزیه و تحلیل در سطح کشوری را محدود می‌کند. علاوه بر این، انتخاب شاخص‌ها و مدل‌سازی‌های مختلف ممکن است جنبه‌های دیگری نیز پوشش دهد که در مطالعه حاضر بررسی نشده است و می‌تواند موضوعاتی برای تحقیقات آتی باشد. همچنین، استفاده از روش‌های

۱. نکته مهم در این زمینه که باید به آن توجه کرد این است که افزایش هزینه‌های سلامت در جامعه به خودی خود، مطلوب یا نامطلوب نیست. بلکه قضاوت در این خصوص، به منبع افزایش هزینه‌های سلامت مربوط می‌شود. اگر منبع افزایش هزینه‌های سلامت باعث اتلاف منابع مالی جامعه و کاستن از هزینه‌کرد سایر بخش‌های جامعه که می‌توانست در جهت ارتقای توسعه کشور واقع شود، باشد، این منبع افزایش هزینه‌ها نامطلوب است؛ اما اگر منبع افزایش هزینه‌های سلامت در جهت ارتقای سلامت عمومی و در نتیجه افراد سالم برای نیل به توسعه کشور باشد، این منبع، افزایش هزینه‌ها مطلوب است (علیزاده و گل خندان، ۱۳۹۵).

جایگزین مانند رویکردهای نامتقارن غیرخطی، مدل‌های تغییر رژیم و یا تحلیل‌های هم‌انباشتگی آستانه در تحقیقات آتی برای بررسی اعتبار یافته‌های تجربی این مقاله، توصیه شود.

منابع

منابع داخلی

- بهرام بیگی، فاطمه؛ فطرس، محمدحسن؛ حاجی، غلامعلی و ترکمنی، اسماعیل. (۱۴۰۲). تأثیر رژیم‌های توسعه مالی بر انتشار CO2 در ایران: رهیافت مارکوف سوئیچینگ. تحقیقات اقتصاد کشاورزی، ۱۵(۲)، ۱-۱۲. doi: 10.30495/jae.2023.30067.2325
- بهرامی، الهام؛ بهبودی، داود؛ سلمانی بیشک؛ محمدرضا و شکری، مصطفی. (۱۳۹۸). نقش توسعه مالی و آزادسازی تجاری بر انتشار گاز دی‌اکسید کربن در ایران. سیاست‌های راهبردی و کلان، ۷(۲۵)، ۱۲۴-۱۴۱. doi: 10.32598/JMSP.7.1.124
- علیزاده، محمد و گل‌خندان، ابوالقاسم (۱۳۹۵). تعیین‌کنندگان قوی هزینه‌های بخش سلامت در ایران: رویکرد متوسط‌گیری مدل بیزی. مدیریت بهداشت و درمان، ۲(۷)، ۴۷-۶۱.
- گل‌خندان، ابوالقاسم و جهانگیری، لیلا. (۱۴۰۴). اثر تعاملی ریسک ژئوپلیتیک و رانت نفت بر انتشار کربن در کشورهای صادرکننده نفت. مطالعات اقتصاد بخش عمومی، ۴(۱)، ۵۱-۹۰. doi: 10.22126/pse.2024.10509.1118
- گل‌خندان، ابوالقاسم و محمدیان‌منصور، صاحبه. (۱۴۰۲). نظامی‌سازی، علت جهانی‌شدن یا معلول آن؟ (مطالعه کشورهای خاورمیانه با رویکرد علیت گرنجری مبتنی بر مبتنی بر بوت استراپ). اقتصاد و توسعه منطقه‌ای، ۳۰(۲۶)، ۲۹۹-۳۳۴. doi: 10.22067/erd.2024.84724.1204
- گل‌خندان، ابوالقاسم. (۱۳۹۶). سنجش تأثیر آلودگی هوا بر هزینه‌های بخش سلامت در ایران. پژوهش سلامت، ۳(۷)، ۱۵۷-۱۶۶.
- گل‌خندان، ابوالقاسم. (۱۴۰۳ الف). تأثیر نامتقارن بیکاری بر ضریب ظرفیت بار (LCF) در کشورهای منتخب منطقه MENA: آزمون فرضیه منحنی زیست‌محیطی فیلیپس (EPC). اقتصاد و تجارت نوین، ۱۹(۶۴)، ۱۳۳-۱۷۳. doi: 10.30465/jnet.2025.49103.2145
- گل‌خندان، ابوالقاسم. (۱۴۰۳ ب). جهانی‌شدن مالی و پایداری زیست‌محیطی در ایران: رویکرد BFGC-Q. مجلس و اقتصاد، ۲(۴)، ۶۵۷-۶۹۷. doi: 10.22034/mec.2025.17742.1102
- گل‌خندان، ابوالقاسم. (۱۴۰۴). تأثیر نامتقارن تکانه‌های مقیاس‌بندی شده قیمت نفت بر ضریب ظرفیت بار (LCF) زیست‌محیطی در ایران به کمک رویکرد NARDL چندآستانه‌ای نامتقارن (MATNARDL). پژوهشهای اقتصادی (رشد و توسعه پایدار)، ۲۵(۲)، ۱۰۲-۶۷.
- گل‌خندان، ابوالقاسم، بابائی آغ اسمعیلی مجید و محسنی‌نیا، رقیه. (۱۳۹۶). سنجش تأثیر غیرخطی تمرکززدایی مالی بر اندازه دولت در استان‌های ایران (رهیافت Cup-FM). پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی، ۲۵(۸۲)، ۱۱۱-۱۳۷.
- محمدیان‌منصور، صاحبه و گل‌خندان، ابوالقاسم. (۱۴۰۲). اثر تعاملی حکمرانی خوب و رانت نفت بر امید به زندگی در ایران. راهبردهای مدیریت در نظام سلامت، ۸(۲)، ۱۴۴-۱۵۹.
- محمدیان‌منصور، صاحبه. (۱۴۰۲). تحلیل اثرگذاری نامتقارن آلودگی هوا بر سرانه هزینه‌های بهداشتی در ایران. مدیریت بهداشت و درمان، ۴(۱۴)، ۶۵-۷۷.

معبودی، رضا و دره نظری، زینب. (۱۴۰۱). تأثیر مالی سازی بر آلودگی محیط زیست در ایران. اقتصاد و تجارت نوین، ۱۷(۲)، ۱۵۳-۱۷۹.
doi: 10.30465/jnet.2022.41844.1913

مهدی زاده رایینی، محمدجواد، ضیایی، سامان و احمدپور برازجانی، محمود. (۱۴۰۰). تأثیر آلودگی هوا و رشد اقتصادی بر مخارج مراقبت های بهداشتی در گروه کشورهای منتخب عضو اوپک با تأکید بر ایران (رهیافت PANEL ARDL). مطالعات علوم محیط زیست، ۶(۱)، ۳۳۲-۳۳۹.

منابع خارجی

- Ali, A., Faisal, F., Isiksal, A.Z. & Maktoumi, I.S.A.A. (2025). Do green finance and health expenditures lessen the ecological footprint to ensure sustainable development? *Innovation and Green Development*, 4(2). <https://doi.org/10.1016/j.igd.2025.100223>
- Al-Mulali, U., Raboshuk, A., Ibrahim, R. L., & Saboori, B. (2024). Evaluating the asymmetric effect of patents driven environmental technologies on environmental degradation in the E7 countries: An extended model of STIRPAT. *Natural Resources Forum*, 1-22. <https://doi.org/10.1111/1477-8947.12439>
- Altaf, A., Anwar, M.A., Shahzad, U. & Bilan, Y. (2025). Exploring the nexus among green finance, renewable energy and environmental sustainability: Evidence from OECD economies. *Renewable Energy*, 244. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2025.122589>
- Apergis, N., Bhattacharya, M., Hadhri, W. (2020). Health care expenditure and environmental pollution: a cross-country comparison across different income groups. *Environ. Sci. Pollut. Res*, 27(8), 8142-8156. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-07457-0>
- Bai, J. & Kao, C. (2006). *On the Estimation and Inference of a Panel Cointegration Model with Cross-Sectional Dependence*. In B. H. Baltagi (Ed.), *Contributions to economic analysis* (Vol. 274). New York, NY: Elsevier. Retrieved from [https://doi.org/10.1016/S05738555\(06\)74001-9](https://doi.org/10.1016/S05738555(06)74001-9)
- Bai, J., Kao, C., & Ng, S. (2009). Panel Cointegration with Global Stochastic Trends. *Journal of Econometrics*, 149(1), 82-99. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2008.10.012>
- Bilgili, F., Kuşkaya, S., Khan, M., Awan, A. & Türker, O. (2021). The roles of economic growth and health expenditure on CO2 emissions in selected Asian countries: a quantile regression model approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 44949-44972.
- Brandi, C., Schwab, J., Berger, A., & Morin, J.-F. (2020). Do environmental provisions in trade agreements make exports from developing countries greener? *World Development*, 129, 104899. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2020.104899>
- Breusch, T. & Pagan, A. (1980). The LM test and its application to model specification in econometrics, *Review of Economic Studies*, 47(1), 239-253. <https://doi.org/10.2307/2297111>
- Chaabouni, S. & Saidi, K. (2017). The dynamic links between carbon dioxide (CO2) emissions, health spending and GDP growth: a case study for 51 countries. *Environ. Res*, 158, 137-144. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.05.041>
- Chang, L., Taghizadeh-Hesary, F., Chen, H., & Mohsin, M. (2022). Do green bonds have environmental benefits? *Energy Economics*, 115. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2022.106356>
- Chien, F.S., Hsu, C.C., Moslehpour, M., Sadiq, M., Tufail, B. & Ngo, T.Q. (2024). A step toward sustainable development: The nexus of environmental sustainability, technological advancement and green finance: Evidence from Indonesia. *Environment, Development and Sustainability*, 26(5), 11581-11602. <https://doi.org/10.1007/s10668-023-03424-5>
- Dogan, A. & Pata, U. K. (2022). The role of ICT, R&D spending and renewable energy consumption on environmental quality: Testing the LCC hypothesis for G7 countries. *Journal of Cleaner Production*, 380, 13503.
- Friede, G., Busch, T., & Bassen, A. (2015). ESG and financial performance: Aggregated evidence from more than 2000 empirical studies. *Journal of Sustainable Finance & Investment*, 5(4), 210-233. <https://doi.org/10.1080/20430795.2015.1118917>
- Ganda, F. (2021). The impact of health expenditure on environmental quality: the case of BRICS. *Development Studies Research*, 8(1), 199-217. <https://doi.org/10.1080/21665095.2021.1955720>
- Group, G. F. S. (2016). *G20 green finance synthesis report*.
- Habib, R. Aksar, M. & Nadeem, A. (2024). Investigating the nexus of control of corruption, green finance, and environmental upgradation in developed economies. *Sage Open*, 14(1). <https://doi.org/10.1177/21582440241234248>

- Han, J., Shah, N., & Baloch, M. A. (2024). Modelling the effects of green finance and renewable energy on environmental sustainability: Fresh insights for BICST economies. *Geological Journal*, 1-13. <https://doi.org/10.1002/gj.5032>
- Hossain, M.E., Ullah, E., Rehman, M.Z., Haseeb, M. & Esquivias, M.A. (2024). Going sustainable or going extinct: The consequences of clean technologies, green finance, and natural resources on the environment. *Sustainability*, 16(14), 5836. <https://doi.org/10.3390/su16145836>
- Huang, Y., Chen, C., Lei, L. & Zhang, Y. (2022). Impacts of green finance on green innovation: A spatial and nonlinear perspective. *Journal of Cleaner Production*, 365, 132548. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132548>
- IEA. (2017). *Data and statistics*. Retrieved from <https://www.iea.org/>.
- Khan, A., Hussain, J., Bano, S. & Chenggang, Y. (2020). The repercussions of foreign direct investment, renewable energy and health expenditure on environmental decay? An econometric analysis of BandRI countries. *J Environ Plan Manag*, 63(11), 1965-1986. <https://doi.org/10.1080/09640568.2019.1692796>
- Khan, M.A., Riaz, H., Ahmed, M. & Saeed, A. (2022). Does green finance really deliver what is expected? An empirical perspective. *Borsa Istanbul Review*, 22(3), 586-593. <https://doi.org/10.1016/j.bir.2021.07.006>
- Klein, A.W., Vikram, Bergedieck, L., Maheshwari, A., Ugaz, A. & Francisco. (2019). *Full Report (English)*. Green finance: A bottom-up approach to track existing flows (Vol. 2). The World Bank.
- Kwilinski, A., Lyulyov, O. & Pimonenko, T. (2025). The role of green finance in attaining environmental sustainability within a country's ESG performance. *Journal of Innovation & Knowledge*, 10(2). <https://doi.org/10.1016/j.jik.2025.100674>
- Lagoarde-Segot, T. & Martínez, E.A. (2021). Ecological finance theory: New foundations. *International Review of Financial Analysis*, 75, 101741. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2021.101741>
- Li, L., Liu, D., Hou, J., Xu, D. & Chao, W. (2019). The study of the impact of carbon finance effect on carbon emissions in Beijing-Tianjin-hebei region based on logarithmic mean division index decomposition analysis. *Sustainability*, 11(5), 1465.
- Lu, Q., Farooq, M. U., Ma, X. & Iram, R. (2022). Assessing the combining role of public-private investment as a green finance and renewable energy in carbon neutrality target. *Renewable Energy*, 196, 1357-1365.
- Mirza, N., Umar, M., Afzal, A., & Firdousi, S. F. (2023). The role of fintech in promoting green finance, and profitability: Evidence from the banking sector in the euro zone. *Economic Analysis and Policy*, 78, 33-40. <https://doi.org/10.1016/j.eap.2023.02.001>
- Murjani, A., Afida, A. M., Erlani, S., Hidayat, T., Basid, A. & Dalle, J. (2020). Health oriented spending and its impact on sustainable ecological footprint of ASEAN countries: Taking No. of hospitals, budget allocation for health and R&D as drivers. *Contemporary Economics*, 477-489.
- Narayan, P.K. & Narayan, S.: Does environmental quality influence health expenditures? Empirical evidence from a panel of selected OECD countries. *Ecol. Econ*, 65(2), 367-374 (2008). <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.07.005>
- Nouira, I., Hammami, R., Frein, Y. & Temponi, C. (2016). Design of forward supply chains: Impact of a carbon emissions-sensitive demand. *International Journal of Production Economics*, 173, 80e98. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2015.11.002>
- Ogwu, S.O., Okolo, C.V. & Agan, B. (2025). *The Role of Debt Burden, Green Financing, and Energy Efficiency in Reducing Carbon Footprints in MINT & BRICS Economies: New Evidence from Panel QARDL Method*. Sustainable Futures.
- Pata, U.K. & Ertugrul, H.M. (2023). Do the Kyoto Protocol, geopolitical risks, human capital and natural resources affect the sustainability limit? A new environmental approach based on the LCC hypothesis. *Resources Policy*, 80. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.103352>
- Pata, U.K. (2021). Do renewable energy and health expenditures improve load capacity factor in the USA and Japan? A new approach to environmental issues. *The European Journal of Health Economics*, 22(9), 1427-1439. <https://doi.org/10.1007/s10198-021-01321-0>
- Pearce, D., Markandya, A. & Barbier, E. (2013). *Blueprint 1: For a green economy (1st ed.)*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315070223>
- Pesaran, M. H. & Yamagata, T. (2008) Testing slope homogeneity in large panels. *Journal of Econometrics*, 142(1), 50-93. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2007.05.010>
- Pesaran, M. H., Shin, Y. & R. Smith (1999). Pooled mean group estimation and dynamic heterogeneous panels. *Journal of the American Statistical Association*, 94, 621-634. <https://doi.org/10.2307/2670182>
- Pesaran, M. H., Ullah, A. & Yamagata, T. (2008). A bias-adjusted LM test of error cross-section independence. *The Econometrics Journal*, 11, 105-127. <https://doi.org/10.1111/j.1368423X.2007.00227.x>

- Pesaran, M.H. (2004). *General diagnostic tests for cross section dependence in panels*, Cambridge Working Papers in Economics, No. 0435.
- Pesaran, M.H. (2007). A simple panel unit root test in the presence of cross-section dependence. *Journal of Applied Econometrics*, 22(2), 265-312. <https://doi.org/10.1002/jae.951>
- Platform, G. P. (2013). *Moving towards a common approach on green growth indicators*. Green Growth Knowledge Platform Scoping Paper. <https://www.greenpolicyplatform.org/research/moving-towards-common-approach-green-growth-indicators>.
- Qamruzzaman, M. & Karim, S. (2024). Green energy, green innovation, and political stability led to green growth in OECD nations. *Energy Strategy Reviews*, 55. DOI: 10.1016/j.esr.2024.101519
- Sachs, J., Woo, W. T., Yoshino, N. & Taghizadeh-Hesary, F. (2019). *Importance of green finance for achieving sustainable development goals and energy security*. Handbook of Green Finance: Energy Security and Sustainable Development, 3-12.
- Samour, A., Radmehr, R., Ali, E.B., Shayanmehr, S., Ofori, E.K., Porhajašová, J.I., Babošová, M., Kačániová, M. & Dimnwobi, S.K. (2024). The role of financial inclusion and technological innovation in stimulating environmental sustainability in the European countries: A new perspective based on load capacity factor. *Heliyon*, 10(22). DOI: 10.1016/j.heliyon.2024.e39970
- Senturk, N.K., Bayraktar, Y., Recepoglu, M., Ozyilmaz, A. & Balsalobre-Lorente, D. (2025). The effects of sub-components of economic freedom on load capacity factor: Empirical analysis for MENA countries. *Journal of Environmental Management*, 380(9). DOI: 10.1016/j.jenvman.2025.124956
- Shang, Y., Razzaq, A., Chupradit, S., An, N.B. & Abdul-Samad, Z. (2022). The role of renewable energy consumption and health expenditures in improving load capacity factor in ASEAN countries: Exploring new paradigm using advance panel models. *Renewable Energy*, 191, 715-722. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2022.04.013>
- Shen, Y., Su, Z.-W., Malik, M. Y., Umar, M., Khan, Z., & Khan, M. (2020). Does green investment, financial development and natural resources rent limit carbon emissions? A provincial panel analysis of China. *The Science of the Total Environment*, 755, 142538. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142538>
- Sun, A., Bao, K., Aslam, M., Gu, X., Khan, Z. & Uktamofv, K.F. (2023). Testing load capacity and environmental Kuznets curve hypothesis for China: Evidence from novel dynamic autoregressive distributed lags model. *Gondwana Research*. <https://doi.org/10.1016/j.gr.2023.07.018>
- Taghizadeh-Hesary, F. & Yoshino, N. (2019). The way to induce private participation in green finance and investment. *Finance Research Letters*, 31, 98e103. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2019.04.016>
- Triki, R., Kahouli, B., Tissaoui, K., & Tlili, H. (2023). Assessing the link between environmental quality, green finance, health expenditure, renewable energy, and technology innovation. *Sustainability*, 15(5), 4286. <https://doi.org/10.3390/su15054286>
- Wang, Z. & Bui, Q. & Zhang, B. (2020). The relationship between biomass energy consumption and human development: Empirical evidence from BRICS countries. *Energy*, 194(C). <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.116906>
- Westerlund, J. (2007). Testing for error correction in panel data. *Oxf. Bull. Econ. Stat*, 69(6), 709-748. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0084.2007.00477.x>
- Xuecheng, W. & Yang, B. (2023). *The role of green financing and natural resources towards sustainable environment: A comparative study of US-China*. Resources Policy, Elsevier, vol. 85(PA).
- Yacour, S., Soumbara, S.A. & El Ghini, A. (2024). Environmental quality, economic growth, and healthcare expenditure nexus for North Africa: A panel cointegration analysis. *Environmental Modeling & Assessment*, 29(2), 307-321.
- Zahoor, Z., Khan, I. & Hou, F. (2022). Clean energy investment and financial development as determinants of environment and sustainable economic growth: Evidence from China. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(11), 16006-16016. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-16832-9>
- Zaidi, S.A.H., Wei, Z., Gedikli, A., Zafar, M.W., Hou, F. & Iftikhar, Y. (2019). The Impact of Globalization, Natural Resources Abundance, and Human Capital on Financial Development: Evidence from thirty-one OECD Countries. *Resource Policy*, 64. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2019.101476>
- Zeppini, P. & van den Bergh, J.C.J.M. (2011). Competing recombinant technologies for environmental innovation: Extending Arthur's model of lock-in. *Industry & Innovation*, 18(3), 317e334. <https://doi.org/10.1080/13662716.2011.561031>
- Zhang, D., Zhang, Z. & Managi, S. (2019). A bibliometric analysis on green finance: Current status, development, and future directions. *Finance Research Letters*, 29, 425e430. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2019.02.003>

Zhao, X. & Li, X. (2024). The role of green finance in mitigating climate change risks: A quantitative analysis of sustainable investments. *Environmental Science and Pollution Research*, 31(5), 7569-7585. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-31705-z>