



Financial Development and Environmental Quality: Emphasizing the Role of Population, Resource Abundance, and Technology (A Case Study of OPEC Member Countries)

Mohammad Asadi¹, Elnaz Entezar^{2✉}, Seyedhossien Sajadifar³, Tahereh Akhoondzadeh⁴

1. PhD student, Department of Economics, Urmia Branch, Islamic Azad University, Urmia, Iran. Mohammadasadi411256@yahoo.com
2. Corresponding Author, Assistant Professor, Department of Economics, Urmia Branch, Islamic Azad University, Urmia, Iran. Entezar_elnaz@yahoo.com
3. Assistant Professor, Department of Management, Science and Technology of Amirkabir University of Technology, Tehran, Iran. h.sajadifar@gmail.com
4. Assistant Professor, Department of Economics, Urmia Branch, Islamic Azad University, Urmia, Iran. tahereh.akhoondzadeh@gmail.com

Article Info	ABSTRACT
Article type: Research Article	A healthy environment is a fundamental pillar of sustainable development, playing a decisive role in both quality of life and economic growth. In this context, financial development can provide opportunities to enhance environmental quality by supporting clean technologies and efficient resource use, while simultaneously posing a threat by increasing energy consumption and pollutant emissions. This study examines the relationship between financial development and environmental quality, with a particular emphasis on the roles of technology, population, and resource abundance. In this research, environmental quality is measured using two indicators: carbon dioxide emissions and the ecological footprint, while energy intensity is considered a proxy for technological advancements. Data from 11 OPEC member countries, spanning the period 1990–2018, are analyzed using the Augmented Mean Group (AMG) method and the STIRPAT model. The findings indicate that financial development increases carbon dioxide emissions and the ecological footprint by coefficients of 0.106 and 0.093, respectively, thereby weakening environmental quality. Additionally, the results show that higher energy intensity, as a proxy for technology, reduces environmental quality, and increases in population and resource abundance similarly exert adverse effects. Causality tests confirm a bidirectional relationship between financial development and environmental quality. Based on these results, investing in clean technologies and reducing energy intensity can help improve environmental conditions in OPEC member countries.
Article history: Received: January 2025 Accepted: September 2025	
JEL: C23, Q16, Q57, Q56, G10.	
Keywords: Financial development, Environmental quality, Augmented Mean Group (AMG) model, Technology, Carbon dioxide emissions, Ecological footprint.	

Cite this article: Asadi, M., Entezar, E., Sajadifar, S. H., & Akhoondzadeh, T. (2026). Financial Development and Environmental Quality in OPEC countries, Emphasizing the Role of Population, Affluence and Technology. *Applied Theories of Economic*, 13(1), 31-60.
<https://doi.org/10.22034/eoj.2025.64788.3375>



Introduction

Undoubtedly, human activities (such as burning fossil fuels, deforestation, livestock farming, etc.) are harmful to the environment due to greenhouse gas emissions (GGEs). The discussion on greenhouse gas emissions has intensified over the past few decades due to their role in global climate change (Ritchi & Roser, 2019). Furthermore, Nunez (2019) argues that global warming, migration, rising ocean levels, disruptions in agricultural growth, surface water pollution, cardiovascular and respiratory disorders, cancer, and premature death are potential consequences of greenhouse gas emissions.

One of the factors that significantly affects environmental quality is financial development. Financial development, by influencing optimal resource allocation, accelerates productivity growth and ultimately deepens capital in the economy. Financial market development, by attracting foreign direct investment, reducing borrowing costs, increasing energy sector efficiency, providing broader access to the latest efficient technologies, replacing energy-intensive technologies with environmentally aligned advanced technologies, and enhancing government capacity to implement environmental projects, reduces the emission of environmental pollutants (Nasir et al., 2021).

Although financial development has numerous economic benefits, it can play a critical role in both creating and addressing environmental problems. In this regard, financial development can provide opportunities to improve environmental quality by supporting clean technologies and resource efficiency, while also posing a threat by increasing energy consumption and pollutant emissions. From the above discussion, it is evident that there is a reasonable relationship between financial development and environmental status. Experiences in developing countries show that pursuing economic and financial development goals often brings significant ecological challenges. OPEC countries, most of which are developing nations, possess abundant natural resources, and fossil fuels play a key role in their production and consumption sectors.

Therefore, these countries can use oil revenues as an additional source to promote financial sector development. If these revenues are used purposefully and aimed at raising firms' technological levels, they can significantly reduce pollutant emissions in these countries. Despite existing studies, there remains limited information on modeling environmental quality, the influencing factors, and the causal relationship between environmental quality and financial development in OPEC countries. Hence, this study examines the relationship between environmental quality and financial development in OPEC member countries.

Methodology

The eleven selected OPEC member countries are detailed in the table below. Model variables include environmental quality, financial development index, population, abundance, and technology (energy intensity). Following standard practice in previous studies, two variables—carbon dioxide emissions and the ecological footprint index—are used as alternative (inverse) proxies for environmental quality in these countries. The model examined in this paper is specified as a panel (composite) equation. It analyzes OPEC member country data from 1990 to 2018 using the Augmented Mean Group (AMG) estimator and the STIRPAT model

Results and Discussion

The findings indicate: (1) Financial development has a positive relationship with carbon dioxide emissions and the ecological footprint index, thereby harming the environment in OPEC member countries. In other words, increasing the depth, efficiency, and access of the financial sector worsens environmental conditions. (2) The effect of energy intensity on environmental quality is harmful. This means that technological advancements associated with financial development damage the environment. (3) Population and abundance also have a positive relationship with carbon dioxide emissions and the ecological footprint, leading to reduced environmental quality. Overall, environmental quality in OPEC member countries declines with higher population, greater abundance of resources, advanced

technology, and higher financial development. (4) Finally, the bidirectional causality indicates that financial development and environmental quality mutually influence each other.

Given the negative impact of both energy intensity and financial development on environmental quality, it is crucial to ensure that corporate financial sectors allocate more budget for financing research and development in clean energy and invest in projects with low energy consumption and high efficiency. Therefore, strengthening environmental regulations for firms is essential to ensure that technological advancements do not compromise the potential benefits of financial development on environmental quality.



توسعه مالی و کیفیت محیط‌زیست: با تأکید بر نقش جمعیت، فراوانی و فناوری (مطالعه موردی کشورهای عضو اوپک)^۱

محمد اسدی^۱، الناز انتظار^۲✉، سید حسین سجادی فر^۳، طاهره آخوندزاده^۴

۱. دانشجوی دکتری، گروه اقتصاد، واحد ارومیه، دانشگاه آزاد اسلامی، ارومیه، ایران. رایانامه: Mohammadasadi411256@yahoo.com
۲. نویسنده مسئول، استادیار، گروه اقتصاد، واحد ارومیه، دانشگاه آزاد اسلامی، ارومیه، ایران. رایانامه: Entezar_elnaz@yahoo.com
۳. استادیار، گروه اقتصاد، دانشکده مدیریت، علم و فناوری، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران. رایانامه: h.sajadifar@gmail.com
۴. استادیار، گروه اقتصاد، واحد ارومیه، دانشگاه آزاد اسلامی، ارومیه، ایران. رایانامه: tahereh.akhoondzadeh@gmail.com

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی	محیط‌زیست سالم یکی از ارکان اصلی توسعه پایدار است و نقش تعیین‌کننده‌ای در کیفیت زندگی و رشد اقتصادی ایفا می‌کند. در این راستا، توسعه مالی می‌تواند هم فرصتی برای ارتقای کیفیت محیط‌زیست از طریق حمایت از فناوری‌های پاک و بهره‌وری منابع فراهم آورد و هم با افزایش مصرف انرژی و انتشار آلاینده‌ها، تهدیدی برای آن باشد. این مطالعه رابطه میان توسعه مالی و کیفیت محیط‌زیست را، با تأکید بر متغیرهای فناوری، جمعیت و فراوانی منابع، مورد بررسی قرار می‌دهد. در این پژوهش، کیفیت محیط‌زیست با دو شاخص انتشار دی‌اکسیدکربن و ردپای اکولوژیکی سنجیده شده و شدت مصرف انرژی به‌عنوان جانشین فناوری در نظر گرفته شده است. داده‌های ۱۱ کشور عضو اوپک طی دوره ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۸ با بهره‌گیری از روش میانگین گروهی تعمیم‌یافته (AMG) و مدل STRIPAT تحلیل شده است. یافته‌ها نشان می‌دهد توسعه مالی انتشار دی‌اکسیدکربن و ردپای اکولوژیکی را به ترتیب با ضرایب ۰.۱۰۶ و ۰.۰۹۳ افزایش داده و کیفیت محیط‌زیست را تضعیف می‌کند. همچنین نتایج بیانگر آن است که با افزایش شدت مصرف انرژی، به‌عنوان جانشین فناوری، کیفیت محیط‌زیست کاهش می‌یابد و افزایش جمعیت و فراوانی منابع نیز تأثیر منفی مشابهی بر کیفیت محیط‌زیست دارند. نتایج آزمون علیت، وجود رابطه دوسویه میان توسعه مالی و کیفیت محیط‌زیست را تأیید می‌کند. بر این اساس، سرمایه‌گذاری در فناوری‌های پاک و کاهش شدت مصرف انرژی می‌تواند مسیر بهبود وضعیت محیط‌زیست کشورهای عضو اوپک را هموار سازد.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۶/۲۹	
واژه‌های کلیدی: توسعه مالی، کیفیت محیطی زیست، مدل میانگین گروهی تعمیم‌یافته (AMG)، فناوری، انتشار دی‌اکسیدکربن، ردپای اکولوژیکی.	
JEL: C23, Q16, Q57, G10.	

استناد: اسدی، محمد، انتظار، الناز، سجادی فر، سیدحسین و آخوندزاده، طاهره (۱۴۰۵). توسعه مالی و کیفیت محیط‌زیست: با تأکید بر نقش جمعیت، فراوانی و فناوری (مطالعه موردی کشورهای عضو اوپک). *نظریه‌های کاربردی اقتصاد*، ۱۱(۱)، ۶۰-۳۱.

DOI: 10.22034/eoj.2025.64788.3375

حق مؤلف © نویسندگان.

ناشر: دانشگاه تبریز



۱- مقدمه

بدون شک فعالیت‌های انسانی (مانند سوزاندن سوخت‌های فسیلی، جنگل‌زدایی، دامداری و...) به دلیل انتشار گازهای گلخانه‌ای برای محیط‌زیست زیان‌آور است. بحث در مورد انتشار گازهای گلخانه‌ای^۱ در دهه‌های گذشته به دلیل نقش آنها در تغییرات آب‌وهوای جهانی افزایش یافته است (ریچی و روزر^۲، ۲۰۱۹). علاوه بر این نونز^۳ (۲۰۱۹) معتقد است که گرمایش زمین، مهاجرت، بالا آمدن آب اقیانوس‌ها، اختلال در رشد محصولات کشاورزی، آلودگی آب‌های سطحی، اختلالات قلبی و تنفسی، سرطان و مرگ زودرس، از پیامدهای احتمالی انتشار گازهای گلخانه‌ای هستند. درخواست‌های متعدد کشورها برای مبارزه با تغییرات آب‌وهوایی جهانی، منجر به ایجاد توافق‌نامه‌های بین‌المللی متعدد، مانند توافق‌نامه کیوتو و پاریس شده است. این توافق‌نامه‌ها عمدتاً باهدف کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای اجرا می‌شود که در این میان دی‌اکسید کربن به‌عنوان مهم‌ترین عامل تغییرات آب‌وهوا شناخته می‌شود. انتشار دی‌اکسید کربن بیشترین آسیب را بر محیط‌زیست و رفاه اجتماعی وارد می‌کند (IPCC, 2019)^۴. به گزارش سازمان حفاظت محیط‌زیست آمریکا^۵ (۲۰۱۹)، انتشار دی‌اکسید کربن به تنهایی بیش از ۶۰ درصد انتشار گازهای گلخانه‌ای را در سطح جهان تشکیل می‌دهد.

یکی از عواملی که تأثیر بسیاری بر کیفیت محیط‌زیست دارد، توسعه مالی است. توسعه مالی از طریق اثرگذاری بر تخصیص بهینه منابع، رشد بهره‌وری را تسریع نموده و در نهایت منجر به تعمیق سرمایه در اقتصاد می‌گردد (قیرات و ویل^۶، ۲۰۱۵). تامازیان و راثو^۷ (۲۰۱۰) بیان کردند در فرایند توسعه مالی امکان دسترسی گسترده به تجهیز منابع مالی جهت تخصیص به پروژه‌های محیط‌زیستی، می‌تواند مورد توجه دولت‌ها قرار گیرد. همچنین بردسال و ویلر^۸ (۱۹۹۳) نیز بیان کردند که توسعه مالی برای کشورهای در حال توسعه فرصت‌هایی را برای استفاده از فناوری‌های نو فراهم می‌کند. این امر امکانات بهره‌گیری از فناوری‌های سازگار با محیط‌زیست و ایجاد صنایع کمتر آلوده‌کننده را فراهم می‌آورد.

توسعه بازارهای مالی با جذب سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، کاهش هزینه‌های استقراض، افزایش کارایی بخش انرژی، فراهم کردن دسترسی بیشتر به آخرین تولیدات کارا، جایگزینی فناوری‌های پیشرفته هم سو با محیط‌زیست به‌جای فناوری‌هایی انرژی بر و افزایش توانایی دولت‌ها در انجام پروژه‌های محیط‌زیستی، موجب کاهش انتشار گازهای آلاینده محیط‌زیست می‌شود (نصیر و همکاران^۹، ۲۰۲۱) همچنین توسعه مالی موجب کاهش هزینه‌ها در فرایند برخورداری از سرمایه و افزایش قدرت تأمین مالی هم برای بخش دولتی، و هم بنگاه‌های خصوصی می‌شود که نتیجه این فرایند سرمایه‌گذاری در محیط‌زیست توسط دولت و به کارگیری این سرمایه‌ها در فعالیت‌های هم سو با محیط‌زیست به وسیله بنگاه‌های خصوصی است (احمد و همکاران^{۱۰}، ۲۰۲۳).

¹ Greenhouse Gas Emissions (GGEs)

² Ritchi & roser

³ Nunez

⁴ Intergovernmental Panel on Climate Change

⁵ United States Environmental Protection Agency (EPA)

⁶ Gheeraet & Weill

⁷ Tamazian & Rao

⁸ Birdsall & Wheeler

⁹ Nasir et al.

¹⁰ Ahmad et al.

بخش مالی سالم و توسعه یافته نقش مهمی در رشد اقتصادی کشورها ایفا می کند و کارایی اقتصادی سیستم مالی را بهبود می بخشد. علی رغم اینکه توسعه مالی دارای مزایای اقتصادی فراوانی است، می تواند هم در ایجاد و هم در حل مشکلات محیط زیستی نقش بسیار مهمی داشته باشد. از یک سو، توسعه مالی با ایجاد اعتبار، افزایش سرمایه گذاری و رشد اقتصادی، منجر به افزایش مصرف انرژی و در نتیجه تخریب محیط زیست می شود (ژانگ^۱، ۲۰۱۱ و ریحان^۲، ۲۰۲۴) و از سوی دیگر با تهیه بودجه کافی برای خرید ماشین آلات و تجهیزات دارای مصرف انرژی مناسب و سرمایه گذاری در انرژی های پاک، اثرات مخرب محیط زیستی را بهبود می بخشد (هوگارت و همکاران^۳، ۲۰۱۵؛ شرف الدین و کهیا^۴، ۲۰۱۹؛ شهباز و همکاران^۵، ۲۰۲۱). توسعه مالی همچنین می تواند با بهبود حاکمیت شرکتی، کیفیت محیط زیست را افزایش دهد (کلیسنس و فیجین^۶، ۲۰۰۹). شرکت هایی که دارای حاکمیت شرکتی مناسبی هستند، به احتمال زیاد از شیوه های مدیریت محیط زیستی بهتری پیروی می کنند. توسعه مالی همچنین کشورها را قادر می سازد تا از فناوری های پیشرفته برای تولید سازگار با محیط زیست و پاک استفاده کنند که به نوبه خود پایداری محیط زیستی منطقه ای و جهانی را بهبود می بخشد (احمد و همکاران، ۲۰۲۳). همچنین فرانکل و رومر^۷ (۱۹۹۹) در مقاله خود بیان می کنند که توسعه مالی می تواند با تسهیل ورود سرمایه گذاران و شرکت های چندملیتی که اغلب با فعالیت های تحقیق و توسعه گسترده مرتبط هستند، منجر به شرایط بهتر محیط زیستی شود.

از مباحث بالا مشخص می شود بین توسعه مالی و وضعیت محیط زیستی ارتباط معقولی وجود دارد. مطالعات متعددی علل تخریب محیط زیست را با استفاده از انتشار دی اکسید کربن بررسی کرده اند (عثمان و همکاران^۸، ۲۰۲۳؛ ژانگ و سان^۹، ۲۰۲۳). باین حال انتشار دی اکسید کربن فقط اطلاعات جزئی در مورد تخریب محیط زیست را نشان می دهد. شاخص های مختلفی از جمله آلودگی آب، جنگل زدایی، حفظ تنوع زیستی و رد پای اکولوژیکی، می توانند به عنوان شاخص تخریب محیط زیست در نظر گرفته شوند. اخیراً، دانشمندان تمرکز خود بر استفاده از شاخص رد پای اکولوژیکی^{۱۰}، به دلیل جامعیت آن را افزایش داده اند (دوقان و همکاران^{۱۱}، ۲۰۲۰). رد پای اکولوژیکی نرخ مصرف منابع و تولید ضایعات توسط انسان را با نرخ بازتولید منابع و دفع ضایعات توسط محیط زیست مقایسه می کند که این بر اساس مقدار زمین مورد نیاز برای حفظ این چرخه تعریف می شود. در واقع این شاخص نشان می دهد که چه مقدار باید آب و زمین های حاصلخیز استفاده شود تا منابع مصرفی مورد نیاز انسان ها تولید و همچنین ضایعات حاصل از آن دفع شود. بدین منظور، رد پای اکولوژیکی در جست و جوی برقراری ارتباط بین منابع طبیعی و تقاضای انسان ها از آن، برای تأمین کالا، اراضی و خدمات است. اساس شاخص رد پای اکولوژیکی شامل چندین کاربرد ویژه در نواحی تولید زیستی،

¹ Zhang

² Raihan

³ Hogarth et al.

⁴ Charfeddine & Kahia

⁵ Shahbaz et al.

⁶ Claessens & Feijen

⁷ Frankel & Romer

⁸ Usman et al.

⁹ Xiong & Sun

¹⁰ Ecological footprint

¹¹ Dogan et al.

مانند زمین‌های کشاورزی، جنگل، مرتع، زمین ساخته شده و پهنه‌های آبی است. استفاده از این شاخص پس از مطالعات اخیر المولالی و آرتورک^۱ (۲۰۱۵) گسترش یافته است که معتقدند این شاخص یک معیار جامع و کافی برای درک اثرات اکولوژیکی انسان است. در این مطالعه نیز علاوه بر انتشار دی‌اکسیدکربن از شاخص ردپای اکولوژیکی به‌عنوان نماینده کیفیت محیط‌زیست استفاده شده است.

مراحل مختلف اکتشاف، استخراج و فراوری نفت و فعالیت پالایشگاه‌ها به دلیل انتشار گازهای گلخانه‌ای بر کیفیت خاک، هوا، آب‌های سطحی و زیرزمینی، موجودات، گیاهان، درختان و حتی زندگی انسان‌ها اثر منفی دارد و کیفیت محیط‌زیست را تحت تأثیر قرار می‌دهد (وانگ^۲، ۲۰۲۴؛ مرتضائی کیا و همکاران^۳، ۲۰۲۳). یکی از مراکز تولید نفت در دنیا، کشورهای عضو اوپک هستند. تولید و صادرات نفت نقش مهمی در اقتصاد کشورهای صادرکننده ایفا می‌کند. بر اساس داده‌های سالانه بولتن اوپک^۴ عربستان طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۶ به طور متوسط با تولید حدود نه میلیون بشکه در روز، بزرگترین تولیدکننده نفت خام بین کشورهای عضو اوپک بوده است. پس از آن، ونزوئلا، ایران، عراق، کویت و امارات، نسبت به کشورهای لیبی، نیجریه، قطر، الجزایر، آنگولا و اکوادور از ذخایر نفتی غنی تری برخوردار هستند. ایران با تولید متوسط روزانه حدود سه میلیون و شصت هزار بشکه طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۶ در روز، یکی سه از کشور مهم در بازار جهانی نفت به شمار می‌آید.

تجربه کشورهای در حال توسعه نشان می‌دهد که پیگیری اهداف توسعه اقتصادی و مالی، مشکلات محیط‌زیستی بسیاری به همراه خواهد داشت. کشورهای اوپک که اغلب از کشورهای در حال توسعه هستند، منابع طبیعی فراوانی داشته و سوخت‌های فسیلی در بخش تولید و مصرف این کشورها، نقش کلیدی دارند. بر اساس آخرین آمار بانک جهانی (۲۰۱۹) سهم سوخت‌های فسیلی از کل مصرف انرژی در این کشورها، از جمله ایران، عربستان، امارات، الجزایر، ونزوئلا و نیجریه بیش از ۹۰ درصد بوده است. بر اساس آخرین آمار بانک جهانی (۲۰۱۹)، میزان سرانه انتشار دی‌اکسیدکربن در ایران ۱/۴ کیلوگرم به‌ازای هر واحد GDP بوده، در حالی که متوسط انتشار سرانه دی‌اکسیدکربن در کشورهای با درآمد متوسط ۰/۹، کشورهای منطقه منا ۰/۸ و کل جهان برابر ۰/۵ بوده است. در مورد سایر کشورهای عضو اوپک نیز این مورد مشاهده می‌شود. این کشورها از یک‌طرف به دلیل وابستگی اقتصادشان به نفت، منابع فسیلی و معدنی خود را برای مصارف داخلی و نیز صادرات استخراج می‌کنند و از طرف دیگر برای رشد و توسعه بالاتر، سعی در گسترش بخش صنعت دارند که برای این کار بعضاً به صنایعی که بسیار آلاینده هستند، روی آورده‌اند؛ بنابراین انتظار بر این است که در این کشورها نیز انتشار گازهای گلخانه‌ای و تخریب محیط‌زیست افزایش یافته و منجر به گسترش مشکلات محیط‌زیستی گردد. افزایش مصرف انرژی در این کشورها، به دلیل استفاده از فن‌آوری‌های ناسازگار با محیط‌زیست (کثیف)، کیفیت محیط‌زیست را کاهش می‌دهد. با در نظر گرفتن ساختار مالی کشورهای عضو اوپک که اغلب از کشورهای در حال توسعه یا کمتر توسعه‌یافته هستند، معمولاً فن‌آوری‌های دوستدار محیط‌زیست (پاک) که عمدتاً تحت تأثیر فعالیت‌های تحقیق و توسعه (R&D) انجام می‌شود، از پشتیبانی ضعیفی برخوردارند.

¹ Al-mulali et al.

² Wang

³ Mortezaeikia et al. (2023)

⁴ Annual Statistical OPEC Bulletin

از این رو این کشورها می‌توانند از درآمدهای نفتی به‌عنوان یک منبع اضافی برای توسعه‌بخش مالی استفاده نمایند. اگر این درآمدها به‌صورت هدفمند و در راستای بالابردن سطح فناوری بنگاه‌ها استفاده شوند، می‌تواند به طرز قابل توجهی انتشار آلاینده‌ها را در این کشورها کاهش دهد. همچنین توسعه و گسترش بخش مالی می‌تواند از طریق افزایش نوآوری‌های فناوری در بخش‌های انرژی به طور چشمگیری از تخریب محیط‌زیست جلوگیری نماید (شهباز^۱، ۲۰۱۸). علاوه بر این آزادسازی مالی می‌تواند با جذب سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در بخش R&D، کیفیت محیط‌زیست را هرچه بیشتر بهبود بخشد. در مقابل، سوق دادن این منابع به سمت صنایع آلاینده می‌تواند خسارات جبران‌ناپذیری بر محیط‌زیست این کشورها وارد کند (پنگ و همکاران^۲، ۲۰۲۳؛ اولاگنجو و همکاران^۳، ۲۰۲۲) بنابراین بخش مالی این کشورها هم از جمله عوامل مهمی هست که بر کیفیت محیط‌زیست تأثیر می‌گذارد و باید در تحلیل‌ها مورد توجه قرار گیرد.

عوامل مؤثر بر کیفیت محیط‌زیست در سال‌های اخیر علاقه تجربی قابل توجهی در بین محققان ایجاد کرده است. به‌عنوان مثال، وانگ و دونگ^۴ (۲۰۱۹) دریافتند که رشد اقتصادی، شهرنشینی و مصرف انرژی تجدیدناپذیر کیفیت محیط‌زیست را کاهش می‌دهد، درحالی‌که مصرف انرژی تجدیدپذیر کیفیت آن را ارتقا می‌بخشد. همچنین آدامز و آچامپونگ^۵ (۲۰۱۹) نشان دادند، درحالی‌که سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، باز بودن تجارت، رشد جمعیت و رشد اقتصادی، کیفیت محیط‌زیست را تضعیف می‌کنند، دموکراسی و انرژی‌های تجدیدپذیر کیفیت آن را بهبود می‌بخشند. رشید و همکاران^۶ (۲۰۲۵) مطالعه یک تعامل پویا بین توسعه مالی، کیفیت نهادی و شرایط محیط زیستی پرداختند. جعفری صمیمی و همکاران^۷ (۱۴۰۳) نیز در مطالعه خود نشان دادند که یارانه برای انرژی‌های تجدیدناپذیر اثری منفی و برای انرژی‌های تجدیدپذیر اثری مثبت بر محیط‌زیست دارد. سالاری و شهرکی^۸ (۱۴۰۳) به بررسی نقش سرمایه انسانی و کیفیت نهادی بر کیفیت محیط‌زیست پرداختند.

با وجود مطالعات انجام‌گرفته، هنوز هم اطلاعات زیادی در مورد مدل‌سازی کیفیت محیط‌زیست، عوامل تأثیرگذار بر آن و رابطه علیت میان کیفیت محیط‌زیست و توسعه مالی در کشورهای اوپک در دسترس نیست. برای همین منظور در این مطالعه به بررسی رابطه میان کیفیت محیط‌زیست و توسعه مالی در کشورهای اوپک پرداخته شده است.

برای کمک به شواهد جدید در ادبیات موجود، علاوه بر انتشار دی‌کسید کربن که اطلاعات جزئی در مورد تخریب محیط‌زیست را ارائه می‌دهد، از شاخص ردپای اکولوژیکی نیز به‌عنوان متغیر جانشین برای کیفیت محیط‌زیست استفاده می‌شود. همچنین از شاخص توسعه مالی ترکیبی جدید ارائه شده توسط سویریزنکا^۹ (۲۰۱۶) که در مطالعات قبلی برای کشورهای اوپک استفاده نشده است، بهره می‌بریم. این شاخص از زمان معرفی به دلیل جامع بودن، در تحقیقات تجربی مورد توجه قرار گرفته است. نوآوری این شاخص چندبعدی بودن آن است که با اقدامات تک‌بعدی و تک‌واحدی

¹ Shahbaz

² Peng et al.

³ Olagunju et al.

⁴ Wang & Dong

⁵ Adams & Acheampong

⁶ Rachid et al.

⁷ Jafari Samimi et al. (2024)

⁸ Salari & Shahraki

⁹ Sviryzdenka

(مانند اعتباربخش خصوصی، بدهی‌های نقدی و سپرده‌های بانکی و...) تا حد زیادی نادیده گرفته می‌شود. این شاخص، شاخص‌های مختلف توسعه مالی (مؤسسات مالی و بازارها) را در یک شاخص جمع می‌کند، بنابراین اندازه‌گیری معتبری از شاخص توسعه مالی را ارائه می‌دهد. علاوه بر این در این مطالعه ضمن تأکید بر نقش حیاتی فناوری در شکل‌دهی به نتایج زیست‌محیطی، به بررسی تأثیر شدت مصرف انرژی به‌عنوان یک عامل کلیدی فناوری بر کیفیت زیست‌محیطی پرداخته می‌شود. توسعه مالی ممکن است، از طریق فناوری بر محیط‌زیست تأثیر داشته باشد، زیرا پیشرفت‌های فناوری اغلب توسط منابع مالی تأمین شده توسط بخش مالی تسهیل می‌شود. از یک طرف، این پیشرفت‌ها ممکن است دسترسی به فن‌آوری‌های دوستدار محیط‌زیست جدید و بهبود یافته را افزایش دهد (فرانکل و رز، ۲۰۰۲) و از سوی دیگر منجر به افزایش تقاضای انرژی و کاهش کیفیت محیط‌زیست شود (یوژیانگ و چن، ۲۰۱۱). علاوه بر این، برای ارزیابی دقیق مدل پیشنهادی از روش میانگین گروهی تعمیم‌یافته (AMG) استفاده می‌کنیم. این روش از نظر عدم ارائه رگرسیون کاذب و خطای برآورد به‌صورت رضایت‌بخشی عمل می‌کند و در صورت وجود وابستگی بین مقطعی، تخمین دقیقی را ارائه می‌دهد که این بر تعهد این مطالعه بر تولید نتایج قابل‌اعتماد و معتبر دلالت دارد.

در نتیجه، این مطالعه با معرفی شاخص‌های نوآورانه، اتخاذ دیدگاهی چندبعدی در مورد توسعه مالی، بررسی نقش فن‌آوری و استفاده از یک روش تخمین قوی، کمک و نوآوری قابل‌توجهی را به ادبیات موضوع ارائه می‌کند. یافته‌های ما نه‌تنها فهم و درک نظری و تئوری را تقویت می‌کند، بلکه مفاهیم و پیام‌های مهمی برای سیاست‌گذارانی که به دنبال ایجاد تعادل و هماهنگی بین رشد و توسعه مالی و پایداری زیست‌محیطی در کشورهای عضو اوپک هستند، دارد. هدف اصلی مطالعه حاضر پاسخ به این سؤالات اساسی است: ۱- توسعه مالی چه تاثیری بر انتشار دی‌اکسید کربن و ردپای اکولوژیکی دارد؟ ۲- شدت انرژی به‌عنوان نماینده فناوری چه تاثیری بر کیفیت محیط زیست می‌گذرد؟ ۳- تاثیر فراوانی و جمعیت بر کیفیت محیط زیست چگونه است؟ ۴- چه رابطه علیتی بین توسعه مالی و متغیر کیفیت محیط زیست وجود دارد؟

چارچوب کلی پژوهش حاضر، پس از مقدمه عبارت است از بخش دوم، ادبیات تحقیق، بخش سوم روش‌شناسی، بخش چهارم، نتایج تجربی و بحث و بخش پنجم نتیجه‌گیری.

۲- ادبیات موضوع

بهبود کیفیت محیط‌زیست یکی از اهداف کلیدی برای توسعه پایدار (SDGs)^۲ است که توسط سازمان ملل متحد (۲۰۱۵) ارائه شده است. با پیروی از این دستور کار، تقریباً تمام کشورها تلاش خود را برای تقویت کیفیت محیط‌زیست تشدید کرده‌اند. محققان در مطالعات جدیدی که انجام گرفته، به این نتیجه رسیده‌اند که نقش توسعه مالی به‌عنوان نیروی محرکه کیفیت محیط‌زیست بسیار برجسته است. اولین بار کوزنتس^۴ (۱۹۹۵) و گروسمن و کروگر^۵ (۱۹۹۱) به بررسی رابطه درآمد و کیفیت محیط‌زیست پرداختند که منجر به تدوین نظریه منحنی زیست‌محیطی کوزنتس^۶ (EKC) شد.

¹ Frankel & Rose

² Yuxiang & Chen

³ Sustainable Development Goals

⁴ Kuznets

⁵ Grossman & Krueger

⁶ Environmental Kuznets Curve

گردید. این نظریه بیان می‌کند که رابطه کیفیت محیط‌زیست و درآمد به شکل یک U وارونه است. مطالعات بسیاری بر روی عوامل تأثیرگذار بر کیفیت محیط‌زیست انجام گرفته است. در واقع، موضوع پیوند توسعه مالی و کیفیت محیط‌زیست، طی دهه‌های گذشته اهمیت قابل توجهی یافته است لحاظ نظری، توسعه مالی ممکن است کیفیت محیط‌زیست را از طریق کانال عوامل تجاری، ثروت و خانگی تحت تأثیر قرار دهد (اچمپونگ^۱، ۲۰۱۹) در کانال تأثیرات خانگی، توسعه مالی با افزایش درآمد خانوارها باعث می‌شود که خرید لوازم برقی پرمصرف (مانند لباسشویی و کولر و یخچال و...) توسط آنها افزایش یافته و در نتیجه تأثیر منفی بر کیفیت محیط‌زیست می‌گذارد (ساردوسکی^۲، ۲۰۱۰ و ۲۰۱۱). تأثیر توسعه مالی بر کیفیت محیط‌زیست از طریق کانال تجاری متفاوت است یک سو توسعه مالی می‌تواند با تسهیل دسترسی شرکت‌ها به وجوه موردنیاز برای فعالیتهای تحقیق و توسعه که منجر به فن آوری‌های دوستدار محیط‌زیست می‌شود، باعث بهبود کیفیت محیط‌زیست شود و از سوی دیگر می‌تواند با تسهیل دسترسی آنها به سرمایه ارزان‌قیمت برای تأمین بودجه و توسعه کسب‌وکار و تأسیس کارخانه‌های جدید که منجر به افزایش مصرف انرژی می‌شود، تأثیر منفی بر کیفیت محیط‌زیست (ساردوسکی، ۲۰۱۰ و ۲۰۱۱). کانال ثروت نیز نشان می‌دهد که توسعه مالی با تأثیر مثبت بر رشد اقتصادی، سبب افزایش مصرف انرژی و کاهش کیفیت محیط‌زیست می‌شود (اچمپونگ، ۲۰۱۹؛ ساردوسکی، ۲۰۱۰ و ۲۰۱۱).

از زمان اولین مطالعات انجام گرفته در مورد رابطه بین توسعه مالی و کیفیت محیط‌زیست (تامازیان و همکاران^۳، ۲۰۰۹ و تامازیان و باسکارو رائو^۴، ۲۰۱۰) که استدلال می‌کنند توسعه مالی و آزادسازی مالی اقدامات مهمی برای ارتقای کیفیت محیط‌زیست هستند، بحث در مورد تأثیر توسعه مالی بر کیفیت محیط‌زیست با مجادله همراه بوده است. درحالی‌که برخی مطالعات استدلال می‌کنند که توسعه مالی به ارتقای کیفیت محیط‌زیست کمک می‌کند (المولالی و همکاران^۵، ۲۰۱۵ و نصیر و همکاران، ۲۰۱۹)، برخی دیگر معتقدند که توسعه مالی تأثیر منفی بر کیفیت محیط‌زیست دارد (عبید^۶، ۲۰۱۷ و بلوچ و همکاران^۷، ۲۰۱۹). تعداد زیادی از مطالعات نیز ادعا می‌کنند که توسعه مالی تأثیری بر کیفیت محیط‌زیست ندارد (آزترک و آکاراچی^۸، ۲۰۱۳ و عمری و همکاران^۹، ۲۰۱۵).

جلیل و فریدون^{۱۰} (۲۰۱۱)، در مطالعه‌ای اثر توسعه مالی، رشد اقتصادی و مصرف انرژی را بر آلودگی محیط‌زیست در کشور چین با استفاده از روش خودرگرسیون با وقفه‌های توزیعی طی دوره ۱۹۵۳-۲۰۰۶ م بررسی کردند که نتایج بیانگر تأثیر منفی توسعه مالی بر انتشار گاز CO₂ است؛ یعنی توسعه مالی به بهبود کیفیت محیط‌زیست کمک می‌کند.

¹ Acheampong

² Sadorsky

³ Tamazian et al.

⁴ Tamazian & Bhaskara Rao

⁵ Al-mulali et al.

⁶ Abid

⁷ Baloch et al.

⁸ Ozturk & Acaravci

⁹ Omri et al.

¹⁰ Jalil & Feridun

شهباز و همکاران^۱ (۲۰۱۳)، در مقاله‌ای تحت عنوان (رشد اقتصادی، مصرف انرژی، توسعه مالی و انتشار دی‌اکسیدکربن) به بررسی رابطه بین عوامل ذکر شده با استفاده از یک مدل الگوی خود توضیح برداری با وقفه‌های گسترده (ARDL)، در کشور اندونزی طی بازه زمانی ۱۹۷۵-۲۰۱۱ م پرداختند. نتایج مطالعه نشان داد که توسعه مالی با افزایش اعطای اعتبار به بخش خصوصی باعث افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن می‌شود.

المولالی و همکاران^۲ (۲۰۱۵) در مطالعه خود که با استفاده از پانلی از ۱۲۹ کشور (۲۵ کشور با درآمد پایین، ۳۳ کشور با درآمد متوسط به پایین، ۳۲ کشور با درآمد متوسط به بالا و ۳۹ کشور با درآمد بالا) و با استفاده مدل‌های حداقل مربعات معمولی پویا (DOLS) و آزمون علیت گرنجر و برای دوره زمانی ۱۹۸۰-۲۰۱۱ م انجام دادند، دریافتند که توسعه مالی کیفیت محیط زیستی بالاتری برای کشورهای با درآمد بالاتر به ارمغان می‌آورد.

ابید (۲۰۱۷)، در مقاله خود با بررسی رابطه بین توسعه مالی و اقتصادی باکیفیت محیط زیست با استفاده از مدل گشتاور تعمیم‌یافته (GMM)، برای دوره زمانی ۱۹۹۰-۲۰۱۱ م در ۴۱ کشور عضو اتحادیه اروپا و ۵۸ کشور آسیایی و آفریقایی، به این نتیجه رسیدند که توسعه مالی باعث کاهش کیفیت محیط زیست می‌شود.

بلوچ و همکاران^۳ (۲۰۱۹)، در پژوهش خود تحت عنوان «تأثیر توسعه مالی بر ردپای اکولوژیکی» در نمونه‌ای از ۹ کشور و برای دوره زمانی ۱۹۹۰-۲۰۱۶ و با استفاده از رگرسیون پانل، به این نتیجه رسیدند که توسعه مالی باعث افزایش شاخص ردپای اکولوژیکی و افت کیفیت محیط زیست می‌شود.

ژیانگ و همکاران^۴ (۲۰۲۳)، در مطالعه خود اثر توسعه مالی بر انتشار دی‌اکسیدکربن را بر اساس داده‌های پانلی ۳۰ استان چین از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۷ بررسی کردند. نتایج تحقیق نشان داد که تأثیر توسعه مالی به شکل U معکوس است. همچنین یافته‌های آنها نشان از تأثیر منفی نوآوری تکنولوژی و ساختار صنعتی ناشی از توسعه مالی بر انتشار دی‌اکسیدکربن دارد. اما این تأثیرات در مناطق با وابستگی به انرژی فسیلی بالا قدرتمندتر از مناطق با وابستگی کم به انرژی فسیلی است.

اسلم و همکاران^۵ (۲۰۲۳)، تأثیر توسعه مالی بر ردپای اکولوژیکی را در مجموعه‌ای از داده‌های منتخب طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰، شامل ۴۳ کشور با درآمد متوسط و ۴۵ کشور با درآمد بالا را مطالعه کردند. نتایج نشان داد که توسعه مالی در کشورهای با درآمد بالا (و تنها چین از گروه کشورهای با درآمد متوسط)، باعث کاهش ردپای اکولوژیکی و در گروه کشورهای با درآمد متوسط باعث افزایش ردپای اکولوژیکی شده است.

رشید و همکاران^۶ (۲۰۲۵)، با بررسی تأثیر توسعه مالی و کیفیت نهادی بر انتشار دی‌اکسیدکربن طی سال‌های ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۸ با استفاده از مدل ARDL، برای دو گروه از کشورهای نفتی و غیر نفتی نشان دادند در حالی که توسعه مالی باعث تخریب محیط زیست در کشورهای غیر نفتی می‌شود، به بهبود کیفیت آن در کشورهای نفتی کمک می‌کند. همچنین ضریب کیفیت نهادی فقط در مورد کشورهای نفتی معنی دار بود.

¹ Shahbaz et al.

² Al-mulali et al.

³ Baloch et al.

⁴ Xiong et al.

⁵ Aslam et al.

⁶ Rachid et al.

بهبودی و همکاران^۱ (۱۳۹۳)، در مطالعه‌ای برای کشورهای منتخب عضو اوپک با رویکرد هم‌انباشتنی و حداقل مربعات پویا آبر پایه داده‌های تابلویی دوره ۱۹۸۰-۲۰۰۸ م آثار توسعه مالی و اقتصادی بر کیفیت محیط زیست این کشورها را بررسی کردند. شاخص مورد استفاده در این پژوهش انتشار دی‌اکسید کربن است. نتایج نشان می‌دهد که رابطه میان توسعه مالی و آلودگی محیط زیست به شکل U وارون بوده، در حالی که رابطه میان توسعه مالی و آلودگی محیط زیست به صورت یکنواخت مثبت است.

مهدوی و امیربابایی^۲ (۱۳۹۴)، در تحقیقی، با به‌کارگیری یک مدل رگرسیون با وقفه‌های توزیعی^۴؛ اثر توسعه مالی بر کیفیت محیط زیست ایران برای دوره زمانی ۱۹۷۳-۲۰۰۷ را بررسی کردند. بر اساس نتایج، ضریب شاخص توسعه مالی با علامت منفی ظاهر شد؛ یعنی در سطوح بالای توسعه مالی، می‌توان انتظار کاهش انتشار دی‌اکسید کربن را داشت. تقی نژاد و کریمی فیروزجایی^۵ (۱۳۹۷)، در مطالعه خود به بررسی رابطه توسعه مالی و عملکرد زیست محیطی برای دو گروه کشورهای گروه دی ۸ و گروه جی ۷ برای دوره زمانی ۱۹۹۳-۲۰۱۳ پرداختند. نتایج تحقیق، برای کشورهای گروه جی ۷، رابطه خطی منفی و برای کشورهای دی ۸ که ایران جزء آنهاست، رابطه درجه دوم یعنی U وارونه تأیید گردید؛ یعنی در جی ۷ رابطه معکوس میان توسعه مالی و تخریب محیط زیست وجود دارد، در حالی که در دی ۸ در سطوح پایین توسعه مالی، تسهیلات اعطایی بانک‌ها به افزایش میزان آلودگی می‌انجامد؛ ولی در اندازه ۳۹ درصد برای شاخص توسعه مالی این روند معکوس می‌گردد.

شعبانی و همکاران^۶ (۱۴۰۱)، در پژوهش خود نشان دادند، وضع مالیات سبز باعث کاهش انتشار آلودگی هوا در ایران برای دوره (۱۳۴۵-۱۳۹۷) شده است. به طور همزمان کاهش انتشار آلاینده‌ها نیز موجب افزایش شاخص سلامت (امید به زندگی) شده است.

سالاری و شهرکی (۱۴۰۲)، به بررسی اثر توسعه مالی، سرمایه انسانی و کیفیت نهادی بر تخریب محیط زیست با استفاده از روش هم‌جمعی پانلی برای دوره (۲۰۰۰-۲۰۲۰) پرداختند. نتایج نشان توسعه مالی و تولید ناخالص داخلی باعث افزایش، سرمایه انسانی و کیفیت نهادی باعث کاهش تخریب محیط زیست می‌شوند. همچنین توسعه مالی تخریب محیط زیست را از طریق کانال سرمایه انسانی و کیفیت نهادی کاهش می‌دهد؛ بنابراین پیشنهاد می‌شود دولت‌ها ضمن گسترش ظرفیت حکمرانی خوب، قوانین ناظر بر توسعه مالی کشورها را به نفع صنایع دوستدار طبیعت سوق دهند و سرمایه انسانی را به‌عنوان عامل مهم در کیفیت محیط زیست افزایش دهند.

فاخر^۷ (۱۴۰۲)، تاثیر تولید ناخالص داخلی، توسعه مالی و مصرف انرژی بر شش شاخص محیط زیستی با استفاده از داده‌های ۳۰ کشور منتخب سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (OECD) طی دوره (۲۰۰۰-۲۰۱۹) را بررسی کرد. نتایج نشان داد داد که توام با اثرگذاری رشد اقتصادی بر هر یک از شاخص‌های ردپای اکولوژی، پس انداز خالص تعدیل شده، فشار بر طبیعت و عملکرد محیط زیست، توسعه مالی این اثر را تضعیف می‌کند. این در حالی است که در مورد

¹ Behboodi et al. (2014)

² Dynamic OLS

³ Mahdavi & Amirbabayi (2015)

⁴ Autoregressive Distributed Lag

⁵ Taghinezhad & Karimi frouzjayi (2018)

⁶ Shabani et al. (2022)

⁷ Fakher (2023)

شاخص‌های پایداری و آسیب‌پذیری محیط زیست رابطه معنی‌داری مشاهده نشده است. به عبارتی دیگر، تأثیر منفی رشد اقتصادی بر کیفیت محیط زیست، مستقل از توسعه مالی نیست؛ به طوری که به تدریج با بهبود توسعه مالی، رشد اقتصادی اثر منفی کمتری بر کیفیت محیط زیست خواهد داشت. علاوه بر این، نتایج نشان داد که بر مبنای هر شش شاخص محیط زیستی، مصرف انرژی منجر به تخریب محیط زیست می‌شود. در حالی که بازبودن تجاری و توسعه مالی دارای اثر مثبت بر کیفیت محیط زیست می‌باشند. با توجه به نقش مهم و کلیدی توسعه مالی در تعدیل اثر منفی رشد اقتصادی بر کیفیت محیط زیست، پیشنهاد می‌شود که دولت‌ها در سیاست‌های کلان خود، تقویت بخش توسعه مالی را مد نظر قرار دهند.

در زمینه کشورهای عضو اوپک نیز، بحث در مورد رابطه توسعه مالی و کیفیت محیط زیست هنوز هم اندک و با مجادلات بسیاری همراه است. این مطالعه باتکیه بر شاخص چندبعدی توسعه مالی ارائه شده توسط سوپریزنکا (۲۰۱۶)، به بررسی رابطه توسعه مالی و کیفیت محیط زیست برای کشورهای عضو اوپک خواهد پرداخت. همچنین تأثیر شدت انرژی به‌عنوان نماینده فناوری بر کیفیت محیط زیست و جهت‌علیت بین توسعه مالی و کیفیت محیط زیست را بررسی خواهد شد.

۳- روش‌شناسی تحقیق

۳-۱- مدل تحقیق

باتوجه به مبانی نظری تحقیق، توسعه مالی برای اقتصاد کشورها ضروری است، زیرا می‌تواند کارایی اقتصادی ساختار مالی یک کشور را افزایش دهد. به‌عنوان مثال توسعه مالی باعث افزایش سطح فعالیت شرکت‌ها می‌شود؛ توسعه مالی سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی را افزایش می‌دهد (کاتیرچی اوغلی^۱، ۲۰۱۸). همچنین توسعه مالی، ریسک مالی و هزینه سرمایه را کاهش می‌دهد. همچنین توسعه مالی فرصت‌های بیشتری برای سرمایه‌گذاری فراهم می‌کند و شفافیت بین اعتباردهندگان و وام‌گیرندگان را افزایش می‌دهد. علاوه بر این توسعه مالی دامنه سرمایه‌گذاری بین‌المللی را گسترش می‌دهد و فرصت بیشتری برای دسترسی به جدیدترین محصولات دارای مصرف انرژی کارآمد و فن‌آوری‌های پیشرفته را فراهم می‌کند؛ بنابراین توسعه مالی می‌تواند با افزایش فعالیت‌های اقتصادی بر کیفیت محیط زیست تأثیر بگذارد. توسعه مالی هم می‌تواند باعث افزایش تقاضا برای منابع طبیعی شده و به کیفیت محیط زیست آسیب وارد کند و هم می‌تواند با سوق دادن منابع مالی به سمت تکنولوژی‌های سبز (پاک) باعث بهبود کیفیت محیط زیست شود. از سوی دیگر مطابق مطالعات انجام‌گرفته که در ادبیات تحقیق به آن اشاره شد عوامل متعددی بر کیفیت محیط زیست مؤثر هستند.

یک مدل استاندارد که در مطالعات تجربی برای درک تأثیرات فاکتورهای اثرگذار (فراوانی، جمعیت و تکنولوژی) بر کیفیت محیط زیست استفاده می‌شود، مدل تأثیرات تصادفی ناشی از رگرسیون بر روی جمعیت، فراوانی و فناوری (STIRPAT^۲) است. ارلیچ و هولدرن^۳ (۱۹۷۱) برای اولین بار مدل اثرات جمعیت، فراوانی و فن‌آوری (IPAT)^۴ را برای

^۱ Katircioglu

^۲ Stochastic Impact by Regression on Population, Affluence and Technology

^۳ Ehrlich & Holdren

^۴ Impacts of Population, Affluence and Technology

محیط‌زیست ارائه نمودند. این مدل یک مدل ساده ریاضی است که در آن به طور جامع اثرات زیست‌محیطی را بر زندگی افراد در نظر نمی‌گیرد و نمی‌تواند به صورت تکی تعیین کند که کدام یک از عوامل بر محیط‌زیست اثر می‌گذارند و آزمون فرضیه را غیرممکن می‌سازد؛ لذا با توجه به این محدودیت، دایتز و روزا^۱ (۱۹۹۷)، حالت تصادفی IPAT به نام STIRPAT را طراحی نمودند که همان طور که از نام آن پیداست، یک مدل تصادفی برای درک بهتر تأثیرات زیست‌محیطی جمعیت، فراوانی و فن آوری است. در ادامه، مطالعات بعدی (لی و لین، ۲۰۱۵؛ غزالی و علی^۲، ۲۰۱۹؛ اووم و همکاران^۳، ۲۰۱۹ و زاتور و آپمپونگ، ۲۰۲۰) نیز مدل STIRPAT برای شناخت بهتر سایر عوامل تأثیرگذار بر کیفیت محیط‌زیست به صورت زیر توسعه دادند:

$$I_{it} = \alpha P_{it}^{\alpha} A_{it}^{\beta} T_{it}^{\gamma} \varepsilon_{it} \quad (۱)$$

که I اشاره به اثرات زیست‌محیطی و P، A و T به ترتیب مربوط به عوامل جمعیت، فراوانی و فن آوری و ε خطای تصادفی هستند. به منظور خطی‌سازی، مدل به شکل لگاریتمی تبدیل و به صورت زیر ارائه می‌گردد:

$$\ln I_{it} = \ln \alpha + \alpha \ln P_{it} + \beta \ln A_{it} + \gamma \ln T_{it} + \varepsilon_{it} \quad (۲)$$

که \ln بیانگر لگاریتم و α و β و γ به ترتیب کشش‌های جمعیت، فراوانی و فن آوری هستند. محققان مختلف، مدل STIRPAT را با اضافه و حذف کردن برخی از متغیرها برای تجزیه و تحلیل عامل‌های مختلف اثرگذار و به‌ویژه توسعه مالی بر تخریب محیط‌زیست گسترش داده‌اند (لواسر و همکاران^۴، ۲۰۲۵ و لی و همکاران^۵، ۲۰۲۳). در این مطالعه نیز با توجه به مبانی نظری و هدف تحقیق که بررسی و درک تأثیر توسعه مالی بر کیفیت محیط‌زیست است، و بر اساس مطالعات عثمان و هامر^۶ (۲۰۲۱)؛ لی و همکاران (۲۰۲۳)؛ شوها و همکاران^۷ (۲۰۲۴)؛ لیو^۸ (۲۰۲۴) و لواسر و همکاران (۲۰۲۵)، ما مدل STIRPAT نهایی را با اضافه کردن متغیر توسعه مالی به عنوان متغیر مستقل جدید مطابق شکل (۱)، به صورت معادلات ۳ و ۴ ارائه می‌کنیم (دو متغیر انتشار CO₂ و ردپای اکولوژیکی نماینده کیفیت محیط‌زیست هستند):

$$\ln CO_{2it} = \ln \alpha + \alpha \ln P_{it} + \beta \ln A_{it} + \gamma \ln T_{it} + \delta \ln FD_{it} + \varepsilon_{it} \quad (۳)$$

$$\ln EF_{it} = \ln \alpha + \alpha \ln P_{it} + \beta \ln A_{it} + \gamma \ln T_{it} + \delta \ln FD_{it} + \varepsilon_{it} \quad (۴)$$

¹ Dietz & Rosa

² Ghazali & Ali

³ Avom et al.

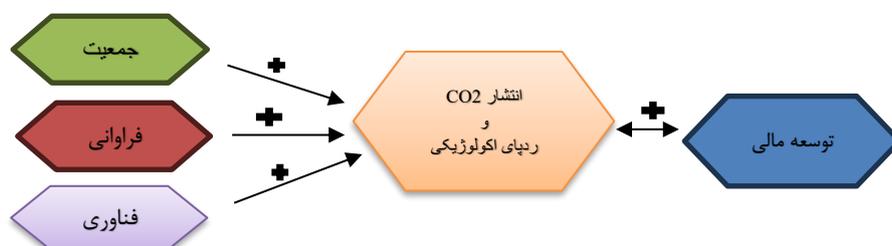
⁴ Lohwasser et al.

⁵ Li et al.

⁶ Usman and hammar

⁷ Shoha et al.

⁸ Liu



شکل (۱): مدل STIRPAT

منبع: یافته‌های تحقیق

فرضیات تحقیق عبارت‌اند از:

- ۱- رابطه معنی‌داری بین توسعه مالی و کیفیت محیط‌زیست وجود دارد.
- ۲- تأثیر جمعیت، فراوانی و فناوری بر کیفیت محیط‌زیست معنادار است.
- ۳- بین توسعه مالی و کیفیت محیط‌زیست علت یک‌طرفه یا دوطرفه برقرار است.

در این تحقیق به منظور بررسی فرضیات تحقیق از مدل تأثیرات تصادفی ناشی از رگرسیون بر روی جمعیت، فراوانی و تکنولوژی (STIRPAT^۱) استفاده شده است

۳-۲- روش تحقیق

دردسترس بودن داده‌ها ملاک انتخاب کشورها و تعیین دوره نمونه بوده است. در جدول (۱) اسامی ۱۱ کشور منتخب عضو اوپک و در جدول (۲) متغیرها و داده‌های تحقیق توصیف شده‌اند. متغیرهای مدل شامل کیفیت محیط‌زیست، شاخص توسعه مالی، جمعیت، فراوانی و فناوری است. بر پایه شیوه معمول در مطالعات پیشین، دو متغیر انتشار گاز دی‌اکسیدکربن و شاخص ردپای اکولوژیکی، به‌عنوان متغیر جانشین^۲ (پارامتر معکوس) برای کیفیت محیط‌زیست کشورها مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این تحقیق، سازگار با مطالعات مشابه قبلی از جمله نصیر و همکاران (۲۰۱۷)، ابید (۲۰۱۹) و پاراماتی و همکاران (۲۰۱۷)، از انتشار گاز دی‌اکسیدکربن به‌عنوان معیاری از وضعیت محیط‌زیست استفاده شده است. با این حال انتشار CO₂ فقط اطلاعات جزئی در مورد تخریب محیط‌زیست را نشان می‌دهد. از این رو در این تحقیق علاوه بر انتشار CO₂، از شاخص ردپای اکولوژیکی نیز به‌عنوان معیار تخریب محیط‌زیست استفاده می‌کنیم. این شاخص ابزاری کلیدی برای سنجش پایداری محیط زیست است، که با نسبت مصرف انسان از منابع به مقدار زمین (کشاورزی، مراتع، جنگل‌ها، دریاها، مناطق مسکونی و زمین‌های منابع فسیلی) مورد نیاز برای باز تولید منابع محاسبه می‌شود (الکوباتی و همکاران^۳، ۲۰۲۲؛ دادا و همکاران^۴، ۲۰۲۲؛ جنگیز و همکاران^۵، ۲۰۲۴ و خوزا و بیاسه^۶، ۲۰۲۴). در مورد فراوانی، از سرانه تولید ناخالص داخلی به دلار آمریکا، و جمعیت، توسط جمعیت پایان سال

¹ Stochastic Impact by Regression on Population, Affluence and Technology

² Proxy variable

³ Al-Kubati et al.

⁴ Dada et al.

⁵ Cengiz et al.

⁶ Khoza & Biyase

آن کشور نشان داده می‌شود. از نظر فناوری، هیچ اجماعی در مورد اندازه و شاخص ایده‌آل برای آن وجود ندارد. در ادبیات اقتصاد انرژی و محیط زیست از متغیرهای باز بودن تجارت خارجی، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، تشکیل سرمایه ثابت ناخالص، سهم بخش خدمات در تولید ناخالص داخلی، سهم بخش صنعت در تولید ناخالص داخلی و شدت انرژی به‌عنوان مقیاس فناوری و معیار تحقیق و توسعه استفاده شده است. در این تحقیق نیز همسو با مطالعات غزالی و علی (۲۰۱۹)، یانگ و همکاران (۲۰۱۸) و لین و همکاران (۲۰۱۷)، از متغیر شدت انرژی که به‌عنوان معیاری از ناکارآمدی اقتصادی بوده و بیانگر قیمت یا هزینه بالای تبدیل انرژی به تولید ناخالص داخلی است به‌عنوان متغیر جانشین پیشرفت‌های تکنولوژی استفاده شده است. هرچه شدت انرژی بیشتر باشد، بازده و کارایی مصرف انرژی کشور کمتر و فناوری پایین‌تر است. با توجه به استفاده از معیارهای تک‌بعدی توسعه مالی در بسیاری از مطالعات، این تحقیق بر استفاده از شاخص چندبعدی توسعه مالی ارائه شده توسط سوپریزنکا (۲۰۱۶) تمرکز دارد. در این روش شاخص توسعه مالی در دو گروه موسسات مالی و بازارهای مالی و برای هر سه معیار عمق، کارایی و دسترسی محاسبه می‌شوند و سپس ترکیب شده و شاخص توسعه مالی سوپریزنکا را تشکیل می‌دهد. مزیت این شاخص بهره‌بردن از هر سه معیار عمق، کارایی و دسترسی در محاسبه آن است که مقدار آن عددی بین صفر و یک است و هرچه این شاخص به یک نزدیک‌تر باشد، نشان‌دهنده بخش مالی توسعه‌یافته‌تر است. شاخص توسعه مالی از پایگاه داده صندوق بین‌المللی پول (IMF) و بقیه داده‌ها از پایگاه داده شاخص‌های توسعه جهانی (WDI) استخراج شده است.

جدول (۱): لیست کشورها

ونزوئلا	اکوادور	نیجریه	آنگولا	الجزایر	لیبی	کویت	امارت	قطر	عربستان	ایران
---------	---------	--------	--------	---------	------	------	-------	-----	---------	-------

جدول (۲): متغیرها و داده‌های تحقیق

منبع	تعریف	نماد	متغیر
WDI	انتشار دی‌اکسید کربن برحسب کیلو تن	CO2	انتشار CO2
Global Footprint Network	شاخص ردپای اکولوژیکی برحسب هکتار زمین	EF	ردپای اکولوژیکی
WDI	جمعیت کشور	P	جمعیت
WDI	GDP سرانه	A	فراوانی
WDI و BP Statistics	شدت انرژی (MJ/\$2017 PPP GDP)	EI	فن آوری
IMF	شاخص توسعه مالی ترکیبی Svirydzenka	FD	توسعه مالی

منبع: یافته‌های تحقیق

۳-۲-۱- آزمون وابستگی مقطعی

الگوی موردنظر در این مقاله به صورت یک معادله پانل (ترکیبی) است. در اقتصادسنجی داده‌های پانل، در حالت کلی فرض بر این است که داده‌های مورد استفاده، استقلال مقطعی^۱ دارند. در حالی که وابستگی بین مقاطع می‌تواند در اثر عواملی همچون پیامدهای خارجی، ارتباط‌های منطقه‌ای و شوک‌های متداول غیرقابل مشاهده در سطح مقطع ایجاد شود (دهویز و سارافادیس^۲، ۲۰۰۶). وجود وابستگی مقطعی در داده‌های پانل ممکن است منجر به استنباط‌های آماری

^۱ Cross-Sectional Independence

^۲ De Hoyos & Sarafidis

گمراه‌کننده و برآوردهای جانب‌دارانه شود (پسران^۱، ۲۰۰۷). براین اساس منطقی است که قبل از برآورد مدل، آزمون وابستگی انجام شود. به این منظور آزمون‌های متعددی ارائه شده‌اند که در این مقاله از آزمون CD پسران^۲ (۲۰۰۴) و پسران و همکاران^۳ (۲۰۰۸) استفاده شده است. این آزمون برای داده‌های پانل متوازن و نامتوازن قابل اجرا بوده و در نمونه‌های کوچک دارای خصوصیات مطلوبی است. همچنین، برخلاف سایر آزمون‌ها، برای ابعاد مقطعی بزرگ و ابعاد زمانی کوچک نیز نتایج قابل‌اعتمادی ارائه می‌کند و نسبت به وقوع یک یا چند شکست ساختاری در ضرایب شیب رگرسیون فردی مقاوم است (پسران، ۲۰۰۴). آزمون وابستگی مقطعی CD به صورت ارائه می‌شود:

$$CD_{LM} = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N (T\hat{\rho}_{ij}^2 - 1)} \rightarrow N(0,1) \quad (5)$$

$$LM_{adj} = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \frac{(T-k)\hat{\rho}_{ij}^2 - \mu T_{ij}}{\nu T_{ij}}} \rightarrow N(0,1) \quad (6)$$

که در آن T دوره زمانی و N تعداد مقاطع و $\hat{\rho}_{ij}^2$ ضریب همبستگی جفتی بین مقاطع است. فرضیه صفر این آزمون‌ها وجود استقلال مقطعی در باقیمانده‌های مدل است. یعنی هرگاه آماره محاسبه شده در یک سطح معنا داری معین از مقدار بحرانی توزیع نرمال استاندارد بیشتر باشد، فرضیه صفر رد و وابستگی مقطعی نتیجه‌گیری خواهد شد.

۳-۲-۲- آزمون ریشه واحد پانلی

هرگاه وجود وابستگی مقطعی در داده‌های پانل تأیید شد، استفاده از روش‌های مرسوم ریشه واحد پانل نسل اول مانند آزمون‌های لوین و همکاران^۴ (LLC) (۲۰۰۲) و ایم و همکاران^۵ (IPS) (۲۰۰۳)، احتمال وقوع نتایج ریشه واحد کاذب را افزایش خواهد داد. برای رفع این مشکل آزمون‌های ریشه واحد پانل نسل دوم باوجود وابستگی مقطعی پیشنهاد شده است که یکی از مشهورترین آنها، آزمون ریشه واحد تعمیم‌یافته (CIPS) است که توسط پسران (۲۰۰۷) ارائه شده است. پسران با در نظر گرفتن وابستگی بین مقطعی، از رگرسیون دیکری فولر تعمیم‌یافته (ADF) مقطعی که با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی برای i امین مقطع برآورد می‌شود، استفاده کرده و مدل CADF را به صورت زیر ارائه می‌کند:

$$\Delta y_{it} = \mu_i + \alpha_i y_{it-1} + \gamma_i \bar{\alpha}_{t-1} + \sum_{j=0}^k \gamma_{ij} \Delta \bar{y}_{it-j} + \sum_{j=0}^k \Delta y_{it-j} + \varepsilon_{it} \quad (7)$$

که در آن:

$$\Delta \bar{y}_t = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y_{it} \quad \text{و} \quad \bar{y}_{t-1} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y_{it-1}$$

آماره این آزمون بر اساس میانگین آماره‌های ADF مقطعی فردی به صورت زیر است.

$$CIPS = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N t_i(N, T) \quad (8)$$

که در آن $t_i(N, T)$ آماره مدل CADF برای هر مقطع انفرادی در پانل است (پسران، ۲۰۰۷). مقدار آماره فوق با مقادیر بحرانی محاسبه شده توسط پسران مقایسه و در صورت بزرگتر بودن این آماره از مقادیر بحرانی، فرضیه صفر (نامانا بودن) متغیر رد و مانایی مورد پذیرش قرار خواهد گرفت.

¹ Pesaran

² Pesaran Cross-Sectional Dependence

³ Pesaran et al.

⁴ Levin et al.

⁵ Im et al.

۳-۲-۳ روش تخمین مدل پانل (مدل اقتصادسنجی)

در این پژوهش تخمین ضرایب و کشش‌ها در چارچوب داده‌های پانلی مورد بررسی قرار می‌گیرد. اما به‌خاطر ویژگی‌های خاص هر مقطع (کشور)، شدت تأثیرگذاری متغیرهای توضیحی بر متغیر وابسته در هر گروه (کشور) موجود در پانل یکسان نیست. در این راستا، تخمین‌زن‌های پانلی با ضرایب شیب ناهمگن جایگاه مناسبی در مطالعات تجربی پیدا کرده است؛ چراکه با واقعیت‌های اقتصادی، بیشتر سازگار هستند (ابرهاردت و تیل^۱، ۲۰۱۱؛ کوکلی و همکاران^۲، ۲۰۰۶). اگر فرضیه ضرایب شیب ناهمگن که نشان‌دهنده وجود عوامل غیرقابل مشاهده و متغیر در طی زمان و بین مقاطع و تأثیرگذار بر متغیر وابسته هستند، پذیرفته شود، دیگر این مدل‌ها را نمی‌توان با تکنیک‌های پانلی مرسوم (مانند رگرسیون تجمیعی (POOL)، اثرات ثابت و تصادفی (FE, RE)، حداقل مربعات پویا (DOLS) و گشتاورهای تعمیم‌یافته^۳ (GMM) سیستمی و تفاضلی تخمین زد و باید توسط تخمین‌زننده‌های میانگین گروهی^۴ (MG) پسران و اسمیس (۱۹۹۵)، تخمین‌زن میانگین گروهی با اثرات همبسته مشترک^۵ (CCEMG) پسران (۲۰۰۶) و تخمین‌زن میانگین گروهی تعمیم‌یافته^۶ (AMG) برآورد کرد. از طرف دیگر وابستگی مقطعی نیز یک مشکل رایج در مدل‌های پانل، به‌ویژه مدل‌های کشور - مقطع هستند. چراکه در نتیجه شوک‌های مشترک متغیر^۷ غیرقابل مشاهده هستند که هر مقطع را جداگانه تحت تأثیر قرار می‌دهند. در صورت وجود وابستگی مقطعی نیز روش‌های استاندارد برآورد پانل، برآوردهای متناقضی ارائه می‌دهند (کاپتانوس و همکاران^۸، ۲۰۱۱)؛ بنابراین، مدل STIRPAT ارائه شده در این مطالعه به‌وسیله تخمین‌گر میانگین گروهی تعمیم‌یافته (AMG) که توسط ابرهاردت و باند^۹ (۲۰۰۹) و ابرهاردت و تیل (۲۰۱۰) ارائه شده است، برآورد می‌شود. تخمین‌زن‌های میانگین گروهی از دو قاعده کلی به شرح مقابل تبعیت می‌کند: الف) برای هر گروه موجود در پانل تخمین منحصر به فردی را برآورد می‌کند. ب) از ضرایب هر گروه به‌منظور دستیابی به ضریب کل پانل، میانگین‌گیری می‌کند. تخمین‌زن AMG با محاسبه فرایندهای پویای مشترک برای عوامل مشترک غیرقابل مشاهده در رگرسیون هر مقطع، وابستگی مقطعی و ناهمگونی ضرایب شیب را مدل‌سازی و در تخمین ضرایب لحاظ می‌کند (ابرهاردت و باند، ۲۰۰۹). علاوه بر این از نظر رگرسیون کاذب و خطای (RMSE) به‌صورت رضایت‌بخشی عمل کرده و وجود متغیرهای نا ایستا و وابستگی مقطعی مشکلی برای مدل ایجاد نمی‌کند (ابرهاردت و باند، ۲۰۰۹). محدودیت‌های روش میانگین گروهی تعمیم‌یافته نیز در این است که این روش برای تخمین به تعداد واحدهای مقطعی زیادی نیاز دارد و در نمونه‌های کوچک عملکرد ضعیفی دارد. همچنین در صورت وجود وابستگی مقطعی قوی، ممکن است روابط به‌خوبی نشان داده نشوند و باید از روش دیگری برآورد انجام شود (ابرهاردت و تیل، ۲۰۱۰)

تخمین‌زن AMG یک فرایند دومرحله‌ای را به شکل زیر دنبال می‌کند:

$$\text{Stage 1 : } \Delta Y_{it} = \beta' \Delta X_{it} + \sum_{t=2}^T c_t \Delta D_t + \varepsilon_{it} \rightarrow \hat{c}_t = \hat{\mu}_t \quad (9)$$

¹ Eberhardt & Teal

² Coakleys et al.

³ Generalized Method of Moments

⁴ Mean Group Estimator (MG)

⁵ Common Correlated Effects Mean Group

⁶ Augmented Mean Group estimator (AMG)

⁷ Time-Variant

⁸ Kapetanios & Yates

⁹ Eberhardt & Bond

$$\text{Stage 2 : } Y_{it} = \sigma_i \beta' X_{it} + d_i \hat{\mu}_t^* + \varepsilon_{it}, \hat{\beta}_{AMG} = N^{-1} \sum_i \hat{\beta}_i \quad (10)$$

که در آن Δ تفاضل مرتبه اول، D_t متغیر مجازی زمانی است که برای یک سال مشخص ۱ و برای بقیه سال‌ها صفر می‌گیرد، σ_i عرض از مبدا، ε_{it} جزء خطا و $\hat{\beta}_{AMG}$ برآورد AMG است که از میانگین‌گیری از رگرسیون‌های مقطعی به دست می‌آید.

۳-۲-۴- آزمون علیت پانلی

برای بررسی جهت علیت بین توسعه مالی و کیفیت محیط‌زیست، از آزمون علیت دومیترسکو و هورلین^۱ (۲۰۱۲) استفاده می‌شود. این رویکرد، یک آزمون علیت گرنجری است که در صورت وجود وابستگی بین مقطعی نتایج قابل‌اعتمادتری به دست می‌آورد. مدل آزمون علیت دومیترسکو و هورلین (۲۰۱۲) را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$\ln CO_{2it} = \delta_{1i} + \sum_{k=1}^k \alpha_{1i}^{(k)} \ln CO_{2it-k} + \sum_{k=1}^k \beta_{1i}^{(k)} \ln FD_{it-k} + \varepsilon_{1it} \quad (11)$$

$$\ln FD_{it} = \delta_{2i} + \sum_{k=1}^k \alpha_{2i}^{(k)} \ln FD_{it-k} + \sum_{k=1}^k \beta_{2i}^{(k)} \ln CO_{2it-k} + \varepsilon_{2it} \quad (12)$$

که در آن $\ln CO_{2it}$ و $\ln FD_{it}$ متغیرهای الگو برای N مقطع و T دوره، δ_{1i} و δ_{2i} عرض از مبدا، $\alpha_{1i}^{(k)}$ و $\alpha_{2i}^{(k)}$ ضرایب بردار خودرگرسیون و $\beta_{1i}^{(k)}$ و $\beta_{2i}^{(k)}$ ضرایب رگرسیون هستند که فرض بر این است که در سطح مقاطع متفاوتند. دومیترسکو و هورلین با گسترش آماره والد، فرضیه صفر این آزمون که مثلاً یک متغیر (A)، علیت یک متغیر دیگر (B) نیست را بررسی را آزمودند و آماره والد $W_{N,T}^{HNC}$ را به صورت زیر ارائه نمودند:

$$W_{N,T}^{HNC} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N W_{i,T} \quad (13)$$

۴- یافته‌های تحقیق

۴-۱- نتایج آزمون وابستگی مقطعی و آزمون ریشه واحد

نتایج آزمون CD در جدول (۳) نشان داده شده است. در هر دو آزمون، فرضیه صفر که نشان‌دهنده استقلال مقطعی است رد می‌شود. این نتایج تأیید می‌کند که مشکل وابستگی مقطعی در مدل‌های پانل وجود دارد و نیاز به استفاده از روشی است که بر این مشکل غلبه کند؛ بنابراین تصمیم ما بر استفاده از آزمون ریشه واحد نسل دوم CIPS پسران (۲۰۰۷) و همچنین روش تخمین AMG موجه است.

جدول (۳): نتایج آزمون وابستگی مقطعی

آزمون	STIRPAT (CO2)		STIRPAT (EF)	
	Statistic	p-value	Statistic	p-value
LM	۱۳۰/۹***	۰/۰۰۰	۱۰۹/۶***	۰/۰۰۰
Pesaran LM adj*	۱۷/۵۹***	۰/۰۰۰	۱۲/۲۹***	۰/۰۰۰
Pesaran LM CD*	۱/۶۳۷*	۰/۱۰۱	۲/۲۱۲**	۰/۰۲۶

منبع: یافته‌های تحقیق

*** و ** و * نشانگر معنی‌داری در سطح یک، پنج و ده درصد است.

¹ Dumitrescu & Hurlin

نتایج آزمون ریشه واحد CIPS در جدول (۴)، فرضیه صفر آزمون مبنی بر وجود ریشه واحد در داده‌ها را رد می‌کند و نشان می‌دهد که همه متغیرها، ایستا $I(0)$ هستند. ذکر این نکته ضروری است که دلیل انجام تست ریشه واحد پانل، تأیید عدم وجود متغیر $I(2)$ که منجر به برآوردهای گمراه‌کننده و کاذب می‌شود، است.

جدول (۴): نتایج آزمون ریشه واحد CIPS

متغیر	Intercept only	Intercept and trend	remark
lnA	-۲/۷۴۹***	-۳/۳۰۹***	stationary
lnP	-۲/۳۳۰**	-۲/۸۴۹**	stationary
LnCO2	-۲/۵۱۶***	-۲/۷۸۶**	stationary
lnEF	-۲/۳۷۱**	-۲/۸۳۹**	stationary
dlnEF	-۲/۲۷*	-۳/۱۰۶***	stationary
lnEI	-۲/۶۸۲***	-۳/۱۰۸***	stationary
LnFD	-۲/۷۴۹***	-۳/۳۰۹***	stationary

منبع: یافته‌های تحقیق

*** و ** و * نشانگر معنی‌داری در سطح یک، پنج و ده درصد است.

۴-۲- نتایج تخمین مدل

جدول (۵) نتایج تخمین مدل اقتصادسنجی پژوهش را توسط تخمین‌زن میانگین گروهی تعمیم‌یافته (AMG) نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود علامت کلیه ضرایب میانگین‌گیری شده سازگار با مبانی نظری بوده و از لحاظ آماری نیز معنا دار است. برای بررسی معنی‌داری رگرسیون از آماره والد استفاده می‌شود. بدین صورت که ابتدا مدل برآورد شده و ضرایب و خطای استاندارد آن محاسبه می‌شود و سپس آماره والد محاسبه شده و معنی‌داری آن را با آماره χ^2 مقایسه می‌کنیم. نتایج نشان می‌دهد، آماره χ^2 آزمون والد در سطح یک درصد معنی‌دار بوده و نشان از معنی‌داری کل رگرسیون دارد. همچنین در برآوردها، باقیمانده‌ها (خطاها)، جمعی از درجه صفر $I(0)$ هستند که ایستایی آن‌ها را نشان می‌دهد. علاوه بر این باقیمانده‌ها نشان‌دهنده وابستگی مقطعی هستند، که این باعث استنباط آماری نادرست و رگرسیون کاذب نمی‌شود. پسران (۲۰۱۵) استدلال می‌کند که فرض استقلال مقطعی در باقیمانده‌ها می‌تواند برای پانل‌های با N بزرگ بسیار محدود کننده باشد. بنابراین، ایده آل است که فرض کنیم وابستگی مقطع در باقیمانده‌ها ضعیف است.

بر طبق نتایج و با شروع از جمعیت متوجه می‌شویم که ضریب آن مثبت و از لحاظ آماری معنی‌دار است. یعنی با افزایش یک درصد در جمعیت کشورها، میزان انتشار دی‌اکسیدکربن و ردپای اکولوژیکی آن‌ها به طور متوسط به اندازه ۱.۱۲۷ و ۰.۷۲۳ درصد افزایش خواهد یافت؛ بنابراین افزایش جمعیت، با افزایش مصرف انرژی همراه بوده و باعث بدتر شدن کیفیت محیط زیست می‌شود که با مطالعات مارتینز زارزوسو و همکاران^۱ (۲۰۰۷) و مارتینز زارزوسو و ماوروتی^۲ (۲۰۱۱) سازگار است. همچنین نشان‌دهنده این است که کشورهای دارای جمعیت بیشتر از کیفیت زیست‌محیطی پایین‌تری برخوردار هستند.

¹ Martínez-Zarzoso et al.

² Martínez-Zarzoso & Maruotti

در مورد فراوانی که با سرانه تولید ناخالص داخلی محاسبه شده است، کشش (ضریب) آن مثبت و از لحاظ آماری معنی‌دار است. یعنی با افزایش یک درصد در میزان فراوانی، میزان انتشار CO₂ و ردپای اکولوژیکی کشورها به طور متوسط به اندازه ۰.۱۶۵ و ۰.۱۶۱ درصد افزایش خواهد یافت. این یافته‌ها نشان می‌دهد که افزایش فراوانی باعث کاهش کیفیت زیست‌محیطی شده که با مطالعات زیدی و همکاران^۱ (۲۰۱۹) و نصیر و همکاران (۲۰۱۹) سازگار است. همچنین اثر نامطلوب فراوانی به این معنی است که تولید کالا و خدمات، مصرف انرژی را افزایش داده و این باعث تخریب بیشتر محیط‌زیست در کشورهای عضو اوپک شده است و دلیل آن وجود فن آوری‌ها و فرایندهای تولیدی ناکارا در این کشورها که اغلب از کشورهای کمتر توسعه‌یافته هستند است (آدامز و کلوبودو^۲، ۲۰۱۸).

ضریب شدت انرژی در کشورهای عضو اوپک مثبت و از نظر آماری معنادار است. یعنی افزایش یک درصد در شدت انرژی منجر به افزایش ۰.۶۱ درصد در انتشار دی‌اکسیدکربن و افزایش ۰.۳۵۶ درصد در ردپای اکولوژیکی می‌شود. این یافته‌ها نشان می‌دهند که افزایش شدت انرژی باعث آسیب‌های زیست‌محیطی می‌شود لین و همکاران^۳، ۲۰۱۷ فرانکل و رز (۲۰۰۲) استدلال می‌کنند که پیشرفت تکنولوژی، دسترسی به فناوری‌های جدید، بهبود یافته و سازگار با محیط‌زیست را افزایش می‌دهد. این باعث کاهش شدت انرژی در نتیجه بهبود کیفیت زیست‌محیطی می‌شود.

نتایج نشان می‌دهد که ضریب توسعه مالی مثبت و از نظر آماری معنی‌دار است، یعنی افزایش یک درصدی شاخص توسعه مالی، میزان انتشار دی‌اکسیدکربن و شاخص ردپای اکولوژیکی را به میزان ۰.۱۰۶ و ۰.۰۹۳ درصد افزایش داده و کیفیت محیط‌زیست در کشورهای عضو اوپک را بدتر می‌کند. این گونه می‌توان استنباط کرد که توسعه مالی منجر به بهبود فن آوری می‌شود و این ممکن است تقاضا برای منابع طبیعی و مصرف انرژی را افزایش داده و به محیط‌زیست کشورهای اوپک آسیب وارد کند (یوشیانگ و چن، ۲۰۱۱). همچنین در باب تأثیر نامطلوب توسعه مالی بر محیط‌زیست ساردوسکی (۲۰۱۰، ۲۰۱۱) استدلال می‌کند که توسعه مالی با فراهم کردن دسترسی بیشتر بنگاه‌ها به سرمایه‌های کم‌هزینه برای تأمین مالی گسترش تجارت خود مانند خرید ماشین‌آلات و تجهیزات بیشتر، استخدام نیروی کار و تأسیس کارخانه‌های جدید، منجر به افزایش تقاضا و مصرف انرژی شده و کیفیت محیط‌زیست را کاهش می‌دهد.

بنابراین نتایج این تحقیق که به تأثیر منفی توسعه مالی بر کیفیت محیط‌زیست اشاره دارد، مطابق با مطالعات آچمپونگ (۲۰۱۹)، آچمپونگ و همکاران^۴ (۲۰۱۹) و آووم و همکاران (۲۰۲۰) و در تضاد با مطالعات جلیل و فریدون (۲۰۱۱) برای چین، شهباز و همکاران (۲۰۱۳) برای اندونزی، ظفر و همکاران^۵ (۲۰۱۹) برای کشورهای OECD و زیدی و همکاران (۲۰۱۹) برای کشورهای APEC است که شاید بتوان تفاوت در نوع شاخص توسعه مالی، نمونه مورد بررسی و مدل برآورد را دلیل این اختلاف نتایج دانست.

در مجموع، این نتایج از یک سو باتجربه جهانی و نظریات اقتصاد محیط‌زیست مطابقت دارد و نشان می‌دهد برای ارتقای وضعیت محیط زیستی، کشورها باید علاوه بر رشد اقتصادی و پیشرفت فناوری، سیاست‌های جمعیتی و مالی خود را با اصول توسعه پایدار هماهنگ کنند. همچنین، تأکید بر توسعه فناوری‌های پاک و هدف‌گذاری مالی به نفع پروژه‌های

¹ Zaidi et al.

² Adams et al.

³ Lin et al.

⁴ Acheampong et al.

⁵ Zafar et al.

محیط زیستی می‌تواند ضمن کنترل جمعیت و افزایش رفاه اقتصادی، به بهبود قابل توجه کارایی زیست محیطی منجر شود.

جدول (۵): نتایج تخمین مدل AMG

متغیر وابسته	LNCO2			LNEF		
	Coefficient	z	(p-value)	Coefficient	z	(p-value)
Ln p	۱/۱۲۷	۴/۸۵	۰/۰۰۰***	۰/۷۲۳	۳/۴۵	۰/۰۰۱***
Ln A	۰/۱۶۵	۵/۱۴	۰/۰۰۰***	۰/۱۶۱	۹/۰۴	۰/۰۰۰***
Ln EI	۰/۳۶۱	۲/۹۴	۰/۰۰۳***	۰/۳۵۶	۷/۰۰	۰/۰۰۰***
Ln FD	۰/۱۰۶	۲/۳۹	۰/۰۱۷***	۰/۰۹۳	۱/۹۸	۰/۰۴۸***
Constant	-۱۰/۵۷۴	-۲/۳۵	۰/۰۱۹***	۳/۴۷۹	۰/۹۷	۰/۰۰۰***
Wald x2 (p-value)	۶۴.۲۱	-	۰/۰۰۰***	۱۴۴/۰۲		۰/۰۰۰***
Residual order of integration	I(0)		۰/۰۰۰***	I(0)		۰/۰۰۰***
Root mean squared error	۰/۰۵۱			۰/۰۶۸		
Number of countries	۱۱			۱۱		

منبع: یافته‌های تحقیق

*** و ** و * نشانگر معنی‌داری در سطح یک، پنج و ده درصد است.

۴-۳ نتایج آزمون علیت

نتایج برآورد و آزمون‌های قبلی روابطی را که بین متغیرها وجود دارد را به تصویر می‌کشد. اما پیشنهادی برای جهت و مسیر علی این روابط ارائه نمی‌کند. دانستن جهت‌های این روابط برای توصیه سیاست‌های صحیح ضروری است. با توجه به وجود وابستگی مقطعی در بین متغیرها، می‌توان از آزمون علیت دومیتریسکو و هورلین (۲۰۱۲) برای تعیین جهت و رابطه علی استفاده کرد. برخلاف سایر آزمون‌های علیت پانل، این آزمون ناهمگنی را در داده‌های پانل در نظر می‌گیرد و رگرسیون‌های جداگانه‌ای را برای هر مجموعه داده مقطعی برای یافتن علیت اجرا می‌کند. علاوه بر این از دو آماره برای بررسی رابطه علیت استفاده می‌کند: آماره \bar{W} که از آماره میانگین برای آزمون استفاده می‌کند و \bar{Z} که توزیع نرمال استاندارد را نشان می‌دهد. در نهایت، جهت علیت بین توسعه مالی و کیفیت محیط زیست (انتشار دی‌اکسید کربن و ردپای اکولوژیکی) با استفاده از آزمون علیت دومیتریسکو و هورلین (۲۰۱۲) بررسی شده است. نتایج بررسی در جدول (۶) نشان می‌دهد که یک رابطه علی دوطرفه بین توسعه مالی و انتشار دی‌اکسید کربن و همچنین توسعه مالی و ردپای اکولوژیکی وجود دارد، یعنی به طور یکنواخت باعث یکدیگر می‌شوند. این گونه می‌توان استدلال کرد که توسعه مالی در کشورهای عضو اوپک با روانه کردن منابع به سمت صنایع با مصرف انرژی بالا، باعث افزایش انتشار دی‌اکسید کربن و شاخص ردپای اکولوژیکی شده و به محیط زیست این کشورها آسیب وارد می‌کند. همچنین رابطه علی از کیفیت محیط زیست به سمت توسعه مالی نیز وجود دارد. نتایج مربوط به وجود علیت دوطرفه در این تحقیق همسو با مطالعات الموالی و همکاران (۲۰۱۵) برای کشورهای با درآمد پایین، متوسط و بالا و همچنین زیدی و همکاران (۲۰۱۹) برای کشورهای APEC است.

جدول (۶): نتایج آزمون علیت دومیتراکو و هورلین

Null hypothesis	W-bar	Z-bar	Z-bar tilde
LFD does not Granger-cause LCO2.	۲/۲۲۵۹	۲/۸۷۵۱*** (۰/۰۰۴۰)	۲/۲۹۸۷** (۰/۰۲۱۵)
LCO2 does not Granger-cause LFD.	۲/۸۸۰۹	***۴.۴۱۱۱ (۰/۰۰۰۰)	۳/۶۲۰۷*** (۰/۰۰۰۳)
LFD does not Granger-cause LEF.	۲/۱۹۱۱	۲/۷۹۳۴*** (۰/۰۰۵۲)	۲/۲۲۸۵*** (۰/۰۲۵۹)
LEF does not Granger-cause LFD.	۲/۲۳۱۷	۲/۸۸۸۷*** (۰/۰۰۳۹)	۲/۳۱۰۵** (۰/۰۲۰۹)

منبع: یافته‌های تحقیق

*** و ** و * نشانگر معنی‌داری در سطح یک، پنج و ده درصد است.

۵- نتیجه‌گیری و پیشنهادها

بهبود کیفیت محیط‌زیست یکی از مسائل کلیدی برای توسعه پایدار است که توسط سازمان ملل متحد (۲۰۱۵) ارائه شده است. با پیروی از این دستور کار، تقریباً تمامی کشورها تلاش خود را برای بهبود کیفیت محیط‌زیست تشدید کرده‌اند. در مطالعات تجربی بسیاری نقش توسعه مالی به‌عنوان یکی از عوامل مؤثر بر کیفیت محیط‌زیست، مورد بررسی قرار گرفته است. اما بحث در زمینه کشورهای عضو اوپک و همچنین استفاده از شاخص‌های دیگری غیر از انتشار CO₂، برای وضعیت زیست‌محیطی، بسیار اندک و با مجادلات بسیار همراه است این رو در این مطالعه به بررسی رابطه توسعه مالی و کیفیت محیط‌زیست برای ۱۱ کشور عضو اوپک و دوره زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۸ با استفاده از دو متغیر انتشار دی‌اکسید کربن و شاخص ردپای اکولوژیکی به‌عنوان نماینده کیفیت محیط‌زیست و تکیه بر شاخص چندبعدی توسعه مالی، پرداخته شده است. همچنین تأثیر فناوری بر توسعه مالی و رابطه علیت بین توسعه مالی و کیفیت محیط‌زیست تعیین شده است.

یافته‌های این تحقیق نشان می‌دهد: ۱- توسعه مالی با انتشار دی‌اکسید کربن و شاخص ردپای اکولوژیکی رابطه مثبت داشته و باعث تخریب محیط‌زیست کشورهای عضو اوپک می‌شود. یعنی با افزایش عمق، کارایی و دسترسی بخش مالی، وضعیت زیست‌محیطی بدتر می‌شود. ۲- تأثیر شدت انرژی بر کیفیت محیط‌زیست منفی و زیان‌آور است. یعنی پیشرفت‌های فناوری مرتبط با توسعه مالی به محیط‌زیست آسیب وارد می‌کند. ۳- جمعیت و فراوانی نیز ارتباط مثبت با انتشار دی‌اکسید کربن و ردپای اکولوژیکی داشته و منجر به کاهش کیفیت محیط‌زیست می‌شوند. به‌طور کلی کیفیت محیط‌زیست در کشورهای عضو اوپک، با جمعیت بیشتر، فراوانی بیشتر، فن آوری و توسعه مالی بالاتر، کاهش می‌یابد. ۴- و در نهایت جهت علیت دوطرفه نشان می‌دهد که توسعه مالی و کیفیت محیط‌زیست به طور یکنواخت باعث ایجاد یکدیگر می‌شوند

باتوجه به تأثیر منفی هر دو متغیر شدت انرژی و توسعه مالی بر کیفیت محیط‌زیست، اطمینان از اینکه بخش مالی شرکت‌ها بودجه بیشتری جهت تأمین مالی فعالیت‌های تحقیق و توسعه در زمینه انرژی‌های پاک و سرمایه‌گذاری در پروژه‌های با مصرف انرژی پایین و بهره‌وری بالا اختصاص دهد، بسیار حیاتی است؛ لذا تقویت مقررات زیست‌محیطی

برای شرکت‌ها، به‌منظور اطمینان از اینکه پیشرفت‌های فن آوری، مزایای بالقوه توسعه مالی بر کیفیت محیط زیست را به خطر نمی‌اندازد، بسیار مهم است.

اگرچه این مطالعه نتایج ارزشمندی ارائه می‌دهد، اما محدودیت‌های متعددی وجود دارد که باید برای شناسایی زمینه‌های تحقیقاتی آتی برطرف شوند. از جمله:

- در درجه اول محدودیت در دسترس بودن داده‌ها، این مطالعه را به دوره ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۸ محدود کرد. استفاده از داده‌های سال‌های اخیر می‌تواند مطالعه را کاربردی‌تر کند.
- شاخص توسعه مالی در این مطالعه بین بازارهای مالی و نهادهای مالی تفکیک قائل نشده است. واکاوی مستقل هر کدام می‌تواند بینش کاربردی‌تری ارائه دهد.
- علاوه بر این در متغیر توسعه مالی، شاخص‌های مربوط به بازارهای بیمه و بدهی در نظر گرفته نشده‌اند؛ استفاده از شاخص‌های مختلف توسعه مالی می‌تواند فرصت‌هایی را برای تحقیقات آتی فراهم کند.
- دامنه متغیرهای محیط زیستی محدود بوده و تنها بر انتشار CO₂ و ردپای اکولوژیکی تمرکز شده است؛ ورود سایر آلاینده‌ها حاصل از فعالیت‌های انرژی‌بر، می‌تواند به تحلیل عمیق‌تری بینجامد.
- تفاوت‌های ساختاری و جمعیتی کشورهای اوپک کمتر در مدل لحاظ شد و طبقه‌بندی جمعیتی می‌تواند دقت نتایج را افزایش دهد.

از منظر سیاسی، کشورهای عضو اوپک نیاز به اصلاحاتی در فرایند توسعه مالی باهدف توسعه نهادهای مالی و بازارهای خود دارند که این می‌تواند به کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن و شاخص ردپای اکولوژیکی یا افزایش کیفیت محیط زیست کمک کند. سایر توصیه‌های سیاست‌گذاری را می‌توان به‌صورت زیر ارائه کرد:

- اصلاح ساختار مالی و توسعه رویکردهای سبز: اصلاح نظام مالیاتی، تخصیص اعتبارات و منابع مالی باید مبتنی بر حمایت از پروژه‌های فناوری پاک، گسترش انرژی‌های تجدیدپذیر و تشویق صنایع کم‌مصرف باشد.
- تقویت مقررات زیست‌محیطی: تنظیم قوانین و استانداردهای سخت‌گیرانه برای صنایع انرژی‌بر، صنعت و نهادهای مالی ضروری است تا از اثرات منفی توسعه مالی بر محیط زیست جلوگیری شود.
- سرمایه‌گذاری هدفمند در فناوری: فراهم کردن مشوق‌های مالی برای تحقق تحقیق و توسعه فناوری‌های سبز و ارتقای بهره‌وری انرژی در بخش تولید.
- گسترش همکاری‌های منطقه‌ای و بین‌المللی: بسیاری از مشکلات مشترک زیست‌محیطی اوپک تنها با رویکرد جمعی، ایجاد اعتماد متقابل و تبادل فناوری و دانش قابل حل خواهد بود.
- توجه به سیاست‌های جمعیتی و توسعه پایدار: کنترل رشد جمعیت و تعریف استراتژی‌های رشد اقتصادی در کنار ارتقای فناوری، مسیر رسیدن به اکولوژی کارا را تسهیل می‌کند.
- شفاف‌سازی تعامل مالی-زیست‌محیطی: این مطالعه تفاوتی بین توسعه بازارهای مالی و نهادهای مالی که تشکیل‌دهنده شاخص توسعه مالی هستند، تمایزی قائل نشده است؛ لذا تفکیک اثر بازارهای مالی و نهادهای مالی جهت شکل‌دهی سیاست‌های هدفمندتر و درک اینکه چگونه توسعه بازارهای مالی و نهادهای مالی بر کیفیت محیط زیست کشورهای اوپک تأثیر می‌گذارد بسیار جالب و پیشنهادی برای تحقیقات آتی می‌تواند باشد.

- همچنین، تحقیقات آینده می‌تواند مطالعه ما را با مقایسه رابطه بین توسعه مالی و کیفیت محیط‌زیست در کشورهای با سطح توسعه‌یافتگی و درآمد متفاوت و همچنین روش‌های برآورد مختلف گسترش دهد.

تقدیر و تشکر

در پایان نویسندگان بر خود لازم می‌دانند که از اساتید گروه اقتصاد دانشگاه آزاد ارومیه برای بهبود و رونق بخشیدن به متن مقاله قدردانی نمایند.

تضاد منافع

نویسندگان نبود تضاد منافع را اعلام می‌دارند.

فهرست منابع

1. Abid, M. (2017). Does economic, financial and institutional developments matter for environmental quality? A comparative analysis of EU and MEA countries. *Journal of environmental management*, 188, 183-194.
2. Acheampong, A. O. (2019). Modelling for insight: does financial development improve environmental quality?. *Energy Economics*, 83, 156-179.
3. Acheampong, A. O., Adams, S., & Boateng, E. (2019). Do globalization and renewable energy contribute to carbon emissions mitigation in Sub-Saharan Africa?. *Science of the Total Environment*, 677, 436-446.
4. Adams, S., & Acheampong, A. O. (2019). Reducing carbon emissions: the role of renewable energy and democracy. *Journal of Cleaner Production*, 240, 118245.
5. Adams, S., Klobodu, E. K. M., & Apio, A. (2018). Renewable and non-renewable energy, regime type and economic growth. *Renewable Energy*, 125, 755-767.
6. Ahmad, M., Ahmed, Z., Yang, X., Hussain, N., & Sinha, A. (2022). Financial development and environmental degradation: do human capital and institutional quality make a difference?. *Gondwana Research*, 105, 299-310.
7. Al-Kubati, N. A. A., Karim, Z. A., Khalid, N., & Hassan, M. K. (2022). The Impact of Sub-Sector of Economic Activity and Financial Development on Environmental Degradation: New Evidence Using Dynamic Heterogeneous Panel. *Mathematics*, 10(23), 4481.
8. Al-Mulali, U., Tang, C. F., & Ozturk, I. (2015). Does financial development reduce environmental degradation? Evidence from a panel study of 129 countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 22(19), 14891-14900.
9. Aslam, B., Zhang, G., Amjad, M. A., Guo, S., & Ji, M. (2023). Does the impact of financial development reinforce sustainability ecological footprint? Fresh evidence from middle and high-income economies. *Journal of Cleaner Production*, 429, 139573.
10. Avom, D., Nkengfack, H., Fotio, H. K., & Totouom, A. (2020). ICT and environmental quality in Sub-Saharan Africa: Effects and transmission channels. *Technological Forecasting and Social Change*, 155, 120028.
11. Baloch, M. A., Zhang, J., Iqbal, K., & Iqbal, Z. (2019). The effect of financial development on ecological footprint in BRI countries: evidence from panel data estimation. *Environmental science and pollution research*, 26(6), 6199-6208.
12. Behboudi, D., Asgharpur, H., Fallahi, F., & Mohammadi Khaneghahi, R. (2014). Impacts of financial and economic developments on greenhouse gas emission in selected OPEC countries: A panel cointegration and dynamic ordinary least squares approach. *Economic Research*, 49(2), 315-335 (in Persian).
13. Birdsall, N., & Wheeler, D. (1993). Trade policy and industrial pollution in Latin America: where are the pollution havens?. *The Journal of Environment & Development*, 2(1), 137-149.
14. Aytun, C., Erdogan, S., Pata, U. K., & Cengiz, O. (2024). Associating environmental quality, human capital, financial development and technological innovation in 19 middle-income countries: A disaggregated ecological footprint approach. *Technology in Society*, 76, 102445.
15. Claessens, S., & Feijen, E. (2007). *Financial sector development and the millennium development goals* (No. 89). World Bank Publications.
16. Coakley, J., Fuertes, A. M., & Smith, R. (2006). Unobserved heterogeneity in panel time series models. *Computational Statistics & Data Analysis*, 50(9), 2361-2380.
17. Dada, J. T., Adeiza, A., Ismail, N. A., & Arnaut, M. (2022). Financial development–ecological footprint nexus in Malaysia: the role of institutions. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 33(4), 913-937.

18. De Hoyos, R. E., & Sarafidis, V. (2006). Testing for cross-sectional dependence in panel-data models. *The stata journal*, 6(4), 482-496.
19. Dietz, T., & Rosa, E. A. (1994). Rethinking the environmental impacts of population, affluence and technology. *Human ecology review*, 1(2), 277-300.
20. Dogan, E., Ulucak, R., Kocak, E., & Isik, C. (2020). The use of ecological footprint in estimating the environmental Kuznets curve hypothesis for BRICST by considering cross-section dependence and heterogeneity. *Science of the total environment*, 723, 138063.
21. Dumitrescu, E. I., & Hurlin, C. (2012). Testing for Granger non-causality in heterogeneous panels. *Economic modelling*, 29(4), 1450-1460.
22. Dzator, J., & Acheampong, A. O. (2020). The impact of energy innovation on carbon emission mitigation: An empirical evidence from OECD countries. In *Handbook of environmental materials management* (pp. 1-19). Springer, Cham.
23. Eberhardt, M., & Bond, S. (2009). Cross-section dependence in nonstationary panel models: a novel estimator.
24. Eberhardt, M., & Teal, F. (2010). Productivity Analysis in Global Manufacturing Production.
25. Ehrlich, P. R., & Holdren, J. P. (1971). Impact of population growth. *Science*, 171(3977), 1212-1217.
26. EPA, A. (2019). Inventory of US greenhouse gas emissions and sinks: 1990-2009. *US Environmental Protection Agency, Washington, DC*.
27. Fakher, H. (2023). The impact of gross domestic product, financial development, energy consumption on environmental quality: with emphasis on six environmental indicators. *Journal of Natural Environment*, 76(2), 345-363 (in Persian).
28. Frankel, J. A., & Romer, D. (2017). Does trade cause growth?. In *Global trade* (pp. 255-276). Routledge.
29. Frankel, J., & Rose, A. (2002). An estimate of the effect of common currencies on trade and income. *The quarterly journal of economics*, 117(2), 437-466.
30. Ghazali, A., & Ali, G. (2019). Investigation of key contributors of CO2 emissions in extended STIRPAT model for newly industrialized countries: a dynamic common correlated estimator (DCCE) approach. *Energy Reports*, 5, 242-252.
31. Gheeraert, L., & Weill, L. (2015). Does Islamic banking development favor macroeconomic efficiency? Evidence on the Islamic finance-growth nexus. *Economic modelling*, 47, 32-39.
32. Grossman, G. M., & Krueger, A. B. (1991). Environmental impacts of a North American free trade agreement.
33. Hogarth, J. R., Haywood, C., & Whitley, S. (2015). Low-Carbon Development in Sub-Saharan Africa: Cross-Sector Transitions.
34. Ipc, I. P. C. C. (2006). Guidelines for national greenhouse gas inventories. *Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. Eggleston HS, Buendia L, Miwa K, Ngara T, Tanabe K, editors. Published: IGES, Japan*.
35. Jafari Samimi, A., Zaroki, S., & Amiri Largani, M. (2024). The Effect of Total Energy Subsidy, Renewable and Non-Renewable Energy Subsidy on the Environment in Selected Countries of the World. *Applied Theories of Economics*, 11(1), 149-174 (in Persian).
36. Jalil, A., & Feridun, M. (2011). The impact of growth, energy and financial development on the environment in China: a cointegration analysis. *Energy economics*, 33(2), 284-291.
37. Katircioğlu, S., & Katircioğlu, S. (2018). Testing the role of urban development in the conventional environmental Kuznets curve: evidence from Turkey. *Applied Economics Letters*, 25(11), 741-746.
38. Kapetanios, G., & Yates, A. (2011). Evolving UK and US macroeconomic dynamics through the lens of a model of deterministic structural change.

39. Khoza, S., & Biyase, M. (2024). The symmetric and asymmetric effect of financial development on ecological footprint in South Africa: ARDL and NARDL approach. *Frontiers in Environmental Science*, 12, 1347977.
40. Kuznets, S. (2019). Economic growth and income inequality. In *The gap between rich and poor* (pp. 25-37). Routledge.
41. Levin, A., Lin, C. F., & Chu, C. S. J. (2002). Unit root tests in panel data: asymptotic and finite-sample properties. *Journal of econometrics*, 108(1), 1-24.
42. Li, K., & Lin, B. (2015). Impacts of urbanization and industrialization on energy consumption/CO2 emissions: does the level of development matter?. *Renewable and sustainable energy reviews*, 52, 1107-1122.
43. Li, X., Li, S., Li, C., Shi, J., & Wang, N. (2023). The impact of high-quality development on ecological footprint: An empirical research based on STIRPAT model. *Ecological Indicators*, 154, 110881.
44. Lin, S., Wang, S., Marinova, D., Zhao, D., & Hong, J. (2017). Impacts of urbanization and real economic development on CO2 emissions in non-high income countries: Empirical research based on the extended STIRPAT model. *Journal of cleaner production*, 166, 952-966.
45. Liu, X. (2024). Analysis on the Effect of Financial Development on Urban Low-Carbon Transition Based on STIRPAT Model. *Polish Journal of Environmental Studies*, 33(4).
46. Lohwasser, J., Bolognesi, T., & Schaffer, A. (2025). Impacts of population, affluence and urbanization on local air pollution and land transformation—a regional STIRPAT analysis for German districts. *Ecological Economics*, 227, 108416.
47. Martínez-Zarzoso, I., & Maruotti, A. (2011). The impact of urbanization on CO2 emissions: evidence from developing countries. *Ecological economics*, 70(7), 1344-1353.
48. Mahdavi, A., & Amir Babaei, S. (2015). Examining the effect of financial development on environmental quality in Iran. *Quarterly Journal of The Economic Research (Sustainable Growth and Development)*, 15(4), 1-23 (in Persian).
49. Mortezaeikia, V., Dehghani-Soufi, M., & Mohebi, S. (2023). Environmental concerns of wastes released from oil, gas, and petrochemical units. In *Crises in Oil, Gas and Petrochemical Industries* (pp. 283-305). Elsevier.
50. Nasir, M. A., Huynh, T. L. D., & Tram, H. T. X. (2019). Role of financial development, economic growth & foreign direct investment in driving climate change: A case of emerging ASEAN. *Journal of environmental management*, 242, 131-141.
51. Nasir, M. A., Canh, N. P., & Le, T. N. L. (2021). Environmental degradation & role of financialisation, economic development, industrialisation and trade liberalisation. *Journal of environmental management*, 277, 111471.
52. Nunez, C. (2019). Carbon dioxide levels are at a record high. Here's what you need to know. *National geographic*, 13.
53. Olagunju, O. O., Ajasa, O., & Laguda, F. K. (2022, August). Impact of Sustainable Finance on Implementation of Environmental Sustainability Goals in Nigeria's Oil and Gas Sector. In *SPE Nigeria Annual International Conference and Exhibition* (p. D031S016R003). SPE.
54. Omri, A., Daly, S., Rault, C., & Chaibi, A. (2015). Financial development, environmental quality, trade and economic growth: What causes what in MENA countries. *Energy economics*, 48, 242-252.
55. Ozturk, I., & Acaravci, A. (2013). The long-run and causal analysis of energy, growth, openness and financial development on carbon emissions in Turkey. *Energy economics*, 36, 262-267.
56. Paramati, S. R., Mo, D., & Gupta, R. (2017). The effects of stock market growth and renewable energy use on CO2 emissions: evidence from G20 countries. *Energy economics*, 66, 360-371.
57. Pesaran, M. H. (2004). General diagnostic tests for cross section dependence in panels. Cambridge Working Papers. *Economics*, 1240(1), 1.

58. S. 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.
59. Pesaran, M. H., Ullah, A., & Yamagata, T. (2008). A bias-adjusted LM test of error cross-section independence. *The econometrics journal*, 11(1), 105-127.
60. Pesaran, M. H. (2015). Testing weak cross-sectional dependence in large panels. *Econometric reviews*, 34(6-10), 1089-1117.
61. Peng, J., Fu, S., Gao, D., & Tian, J. (2023). Greening China's growth: assessing the synergistic impact of financial development and technological innovation on environmental pollution reduction—a spatial STIRPAT analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(6), 5120.
62. Raihan, A. (2024). Energy, economy, financial development, and ecological footprint in Singapore. *Energy Economics Letters*, 11(1), 29-40.
63. Rachid, S., Nasr, M., & Boukhatem, J. (2025). Dynamic interaction between financial development, institutional quality and environmental conditions: New insights from MENA region. *Development and Sustainability in Economics and Finance*, 6, 100050.
64. Ritchie, H., Rosado, P., & Roser, M. (2023). CO₂ and greenhouse gas emissions. *Our world in data*.
65. Sadorsky, P. (2010). The impact of financial development on energy consumption in emerging economies. *Energy policy*, 38(5), 2528-2535.
66. Sadorsky, P. (2011). Financial development and energy consumption in Central and Eastern European frontier economies. *Energy policy*, 39(2), 999-1006.
67. Salari, Z., & Shahraki, M. (2024). The Interaction Effects of Financial Development with Human Capital and Institutional Quality on Environmental Degradation: Panel Cointegration Approach. *Journal of Iranian Economic Development Analyses*, 10(1), 207-226 (in Persian).
68. Shabani, E., Gilak Hakimabadi, M. T., & Taghineghad Omran, V. (2023). Investigation of the effects of green taxes on pollutant emissions and human development index in Iran: a model of simultaneous equations. *Quarterly Journal of Applied Theories of Economics*, 9(4), 193-222.
69. Shoha, S., Al Shiam, S. A., Abir, S. I., Saha, D., Bala, S., Dolon, M. S. A., ... & Bibi, R. Towards Carbon Neutrality: The Impact of Private AI Investment and Financial Development in the United States—An Empirical Study Using the STIRPAT Model.
70. Shahbaz, M., Topcu, B. A., Sarigül, S. S., & Vo, X. V. (2021). The effect of financial development on renewable energy demand: The case of developing countries. *Renewable Energy*, 178, 1370-1380.
71. Shahbaz, M., Nasir, M. A., & Roubaud, D. (2018). Environmental degradation in France: the effects of FDI, financial development, and energy innovations. *Energy economics*, 74, 843-857.
72. Shahbaz, M., Hye, Q. M. A., Tiwari, A. K., & Leitão, N. C. (2013). Economic growth, energy consumption, financial development, international trade and CO₂ emissions in Indonesia. *Renewable and sustainable energy reviews*, 25, 109-121.
73. Svirydenka, K. (2016). *Introducing a new broad-based index of financial development*. International Monetary Fund.
74. Taghinejad Omran, V., & Karimi Firouzjayi, H. (2018). Financial development and environmental performance, evidence from G8 and G7 countries based on a data approach. *Journal Studies Public Policy*, 8(29), 181-204 (in Persian).
75. 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.
76. Tamazian, A., Chousa, J. P., & Vadlamannati, K. C. (2009). Does higher economic and financial development lead to environmental degradation: evidence from BRIC countries. *Energy policy*, 37(1), 246-253.

77. Usman, M., & Hammar, N. (2021). Dynamic relationship between technological innovations, financial development, renewable energy, and ecological footprint: fresh insights based on the STIRPAT model for Asia Pacific Economic Cooperation countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(12), 15519-15536.
78. Wang, M. (2024). Migration rules of petroleum pollutants in water and soil: a review. *Petroleum Science and Technology*, 42(25), 4281-4296.
79. Wang, J., & Dong, K. (2019). What drives environmental degradation? Evidence from 14 Sub-Saharan African countries. *Science of the Total Environment*, 656, 165-173.
80. Xiong, F., Zhang, R., & Mo, H. (2023). The mediating effect of financial development on CO2 emissions: An empirical study based on provincial panel data in China. *Science of The Total Environment*, 896, 165220.
81. Xiong, Q., & Sun, D. (2023). RETRACTED ARTICLE: Influence analysis of green finance development impact on carbon emissions: an exploratory study based on fsQCA. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(22), 61369-61380.
82. Yuxiang, K., & Chen, Z. (2011). Financial development and environmental performance: evidence from China. *Environment and Development Economics*, 16(1), 93-111.
83. Zafar, M. W., Zaidi, S. A. H., Sinha, A., Gedikli, A., & Hou, F. (2019). The role of stock market and banking sector development, and renewable energy consumption in carbon emissions: Insights from G-7 and N-11 countries. *Resources Policy*, 62, 427-436.
84. Zaidi, S. A. H., Zafar, M. W., Shahbaz, M., & Hou, F. (2019). Dynamic linkages between globalization, financial development and carbon emissions: evidence from Asia Pacific Economic Cooperation countries. *Journal of cleaner production*, 228, 533-543.
85. Zhang, Y. J. (2011). The impact of financial development on carbon emissions: An empirical analysis in China. *Energy policy*, 39(4), 2197-2203.