


Financial Development and CO2 Emissions in Iran: Emphasis on Different Role of Banking Sector and Stock Market Development in environmental quality

Somayeh Azami * 

Associate Professor, Department of Economics, Razi University,
Kermanshah, Iran

Alireza Nookani 

M.A. in Economics, Department of Economics, Razi University,
Kermanshah, Iran

Abstract:

Financial development plays an important role in economic development and growth. But the question is what effect does financial development have on environmental quality. The aim of this study is to investigate the effect of institution-based and market-based indicators of financial development on Iran's carbon dioxide emissions. Considering the different aspects of market-based and institution-based indicators, a market-based composite financial development index and an institution-based composite financial development index are constructed using principal component analysis (PCA). The estimation of the nonlinear ARDL models show that renewable energy significantly leads to emission reduction and improvement of environmental quality. The Environmental Kuznets Curve in Iran is confirmed and short-run GDP dynamics is significant. Positive shocks to the market-based composite index do not lead to a significant increase in carbon dioxide emissions but positive shocks to the institution-based composite index lead to a significant increase in carbon dioxide emissions. Negative shocks to the market-based composite index significantly lead to a reduction in carbon dioxide emissions, but negative shocks to the institution-based composite index do not significantly lead to a reduction in carbon dioxide emissions. Therefore, the quality of the environment in Iran shows a different and asymmetric response to shocks to financial development indicators. Financial development, especially in the banking sector, requires complementary policies, including strengthening the use of renewable energies, to control its negative environmental effects. The development of the stock market can be a way for the sustainable development of Iran. The development of financial markets is expected to play an important role in the transition to a low-carbon economy and achieving sustainable development, while the development of financial institutions without considering the expansion of the use of renewable energy and complementary policies makes it difficult to achieve sustainable development.

Introduction

In recent decades, environmental degradation has become one of the most important global challenges. The increase in greenhouse gas emissions, especially carbon dioxide, has caused global warming and widespread climate change, which has devastating effects on natural ecosystems, water resources, and biodiversity. In the meantime, financial development, as one of the main drivers of economic activities, plays a dual and controversial role in environmental quality. The main issue is that the mechanisms of financial development's impact on the environment are accompanied by a kind of theoretical and empirical ambiguity. Iran has been among the ten largest emitters of carbon dioxide in the world in recent years. Given the dual role of financial development in carbon dioxide emissions and environmental quality, the fundamental question that can be raised is what effect financial development has on carbon dioxide emissions in this country. Is financial development a driving factor or a restraining factor in carbon dioxide emissions? The aim of this study is to investigate the impact of different financial development indicators on Iran's carbon dioxide emissions in the period 1981-2021.

Methods and Materials

Given that different and sometimes contradictory results are seen in the literature regarding the impact of financial development on CO2 emissions, an attempt was made to use both groups

* Corresponding Author: s.azami@razi.ac.ir

How to Cite: Azami, S., & Nookani, A. (2026). Financial development and CO2 emissions in Iran: Emphasis on different role of banking sector and stock market development in environmental quality.

of institution-based and market-based financial development indicators. The Global Financial Development Database reports two groups of market-based and institution-based financial development indicators. Previous studies have often used unidimensional indicators to measure financial development that are unable to separate the effects of "financial institutions" from "financial markets". Then, considering the diversity of institution-based and market-based indicators, a composite institution-based and a composite market-based financial development index are constructed using the principal component analysis method. Finally, the impact of positive and negative financial development shocks on carbon dioxide emissions is examined separately using the NARDL model. Also, this model examines the possibility of analyzing the short-term and long-term effects of financial development on environmental quality to provide a more accurate picture of the dynamics of this relationship over time.

Results and Discussion

The estimation of the nonlinear ARDL model shows that renewable energies significantly lead to emission reduction and environmental quality improvement, and the environmental Kuznets curve is confirmed in Iran. Positive shocks to the market-based composite financial development index do not lead to a significant increase in carbon dioxide emissions, but negative shocks to the market-based composite financial development index significantly lead to a decrease in carbon dioxide emissions. Positive shocks to the institution-based composite financial development index lead to a significant increase in carbon dioxide emissions, but negative shocks to the institution-based composite financial development index do not significantly lead to a decrease in carbon dioxide emissions. These results indicate that the impact of financial development on environmental pollution in Iran is asymmetric and different.

Conclusion

It is predicted that stock market development will not have a significant impact on carbon increase and therefore provides a platform for moving towards sustainable development and a low-carbon economy. Banking sector development as one of the main pillars of the financial system leads to a significant increase in carbon. Therefore, financial development, especially in the banking sector, requires complementary policies, including strengthening the use of renewable energies, in order to control its negative environmental effects. The development of financial institutions without paying attention to the expansion of the use of renewable energies makes it difficult to achieve sustainable development. In addition to expanding banking activities, policymakers need to prioritize investing in renewable energies, improving energy efficiency, and making bank facilities conditional on compliance with environmental standards. On the contrary, financial market development is expected to play a prominent role in achieving sustainable development in Iran and be a tool for transitioning to a low-carbon economy. Strengthening the role of the capital market in financing low-carbon projects, issuing green bonds, and creating tax incentives for green companies can contribute to sustainable development.

KeyWords: Carbon dioxide emissions, institution-based financial development indicator, market-based financial development indicator, nonlinear ARDL.

JEL Classification: E44, D53

توسعه مالی و انتشار دی اکسید کربن در ایران: تاکید بر نقش متفاوت توسعه بخش بانکی و بازار سهام در کیفیت محیط زیست¹

دانشیار، گروه اقتصاد، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

سمیه اعظمی * ID

کارشناس ارشد، گروه اقتصاد، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

علیرضا نوکانی ID

چکیده:

توسعه مالی نقش مهمی در توسعه و رشد اقتصادی دارد. اما این سوال مطرح است که توسعه مالی چه تأثیری بر کیفیت محیط زیست دارد. هدف این مطالعه بررسی تأثیر شاخص های نهاد-محور و بازار-محور توسعه مالی بر انتشار دی اکسید کربن ایران است. با توجه به لحاظ شاخص های متفاوت بازار-محور و نهاد-محور با استفاده از تحلیل مؤلفه های اصلی (PCA)، شاخص ترکیبی توسعه مالی بازار-محور و شاخص ترکیبی توسعه مالی نهاد-محور ساخته می شود. برآورد مدل غیر خطی ARDL نشان می دهد انرژی های تجدیدپذیر به طور معنی داری منجر به کاهش انتشار و بهبود کیفیت محیط زیست می شود. منحنی زیست محیطی کوزنتس در ایران مورد تایید است و پویایی های کوتاه مدت تولید معنی دار است. افزایش یک درصدی شاخص ترکیبی نهاد-محور منجر به افزایش ۳/۱۵ درصدی لگاریتم انتشار دی اکسید کربن می شود، ولی افزایش یک درصدی شاخص ترکیبی بازار-محور منجر به کاهش ۳/۸۶ درصدی لگاریتم انتشار دی اکسید کربن می شود، ولی کاهش یک درصدی شاخص ترکیبی نهاد-محور به طور معنی داری منجر به کاهش انتشار دی اکسید کربن نمی شود. لذا کیفیت محیط زیست در ایران واکنش متفاوت و نامتقارنی به شوک های شاخص های توسعه مالی نشان می دهد. توسعه مالی به ویژه در بخش بانکی، نیازمند سیاست گذاری های مکمل از جمله تقویت مصرف انرژی های تجدیدپذیر است تا آثار منفی زیست محیطی آن کنترل شود. توسعه بازار سهام میتواند راهی برای توسعه پایدار باشد. انتظار می رود توسعه بازارهای مالی نقش مهمی در گذار به اقتصاد کم کربن و حصول توسعه پایدار داشته باشد در حالی که توسعه نهادهای مالی بدون توجه به گسترش استفاده از انرژی های تجدیدپذیر و سیاستگذاری های مکمل دستیابی به توسعه پایدار را با مشکل مواجه می سازد.

کلیدواژه ها: انتشار دی اکسید کربن، شاخص نهاد-محور توسعه مالی، شاخص بازار-محور توسعه مالی،

ARDL غیر خطی

طبقه بندی JEL: E44, D53

۱. یک بخش محدود از این مقاله مأخوذ از پایان نامه کارشناسی ارشد علیرضا نوکانی با راهنمایی دکتر سمیه اعظمی است.

* نویسنده مسئول: s.azami@razi.ac.ir

طی دهه‌های اخیر، تخریب محیط زیست به یکی از مهم‌ترین چالش‌های جهانی تبدیل شده است. افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای، به‌ویژه دی‌اکسید کربن، موجب گرمایش جهانی و تغییرات اقلیمی گسترده شده است که تأثیرات مخربی بر اکوسیستم‌های طبیعی، منابع آب، و تنوع زیستی دارد. در مواجهه با این بحران، سیاست‌گذاران و نهادهای بین‌المللی تلاش کرده‌اند تا محدودیت‌هایی بر مصرف سوخت‌های فسیلی و انتشار گازهای گلخانه‌ای اعمال کنند. هدف توافقات جهانی همچون پروتکل کیوتو (۱۹۹۷) و توافق پاریس (۲۰۱۵) محدود کردن افزایش دما به کمتر از ۲ درجه سانتی‌گراد نسبت به دوران پیش‌صنعتی است تا از پیامدهای زیست‌محیطی شدیدتر جلوگیری شود. در حالی که معاهدات بین‌المللی بر ضرورت محدودسازی گرمایش زمین تأکید دارند، کشورهای در حال توسعه با پارادوکس «رشد اقتصادی یا حفظ محیط زیست» مواجه‌اند. در این میان، توسعه مالی به‌عنوان یکی از محرک‌های اصلی فعالیت‌های اقتصادی، نقشی دوگانه و بحث‌انگیز در کیفیت محیط زیست ایفا می‌کند. مسئله اصلی این است که سازوکارهای تأثیرگذاری توسعه مالی بر محیط زیست با نوعی ابهام نظری و تجربی همراه است. سیستم‌های مالی می‌توانند با هدایت سرمایه‌گذاری‌ها به سمت پروژه‌های انرژی تجدیدپذیر و فناوری‌های پاک، گذار به اقتصاد کم‌کربن را تسهیل کنند. این بازارها قادرند با ایجاد انگیزه‌های مالی و اعتباری برای بنگاه‌های اقتصادی، زمینه را برای به‌کارگیری فناوری‌های سازگار با محیط زیست فراهم کنند. این امر نه تنها باعث افزایش رقابت‌پذیری و ارزش سهام شرکت‌ها می‌شود، بلکه از طریق تخصیص بهینه منابع، به عنوان محرکی برای رشد اقتصادی عمل کرده و در بلندمدت با افزایش سطح درآمدها، منجر به کاهش تخریب محیط زیست می‌گردد. اما در مقابل، تمرکز صرف بر سودآوری کوتاه‌مدت ممکن است موجب افزایش سرمایه‌گذاری در صنایع وابسته به سوخت‌های فسیلی و انرژی‌های آلاینده شود. همچنین، توسعه مالی با تشویق فعالیت‌های صنعتی بیشتر، می‌تواند به افزایش آلودگی و تخریب محیط زیست منجر شود. نظریه واسطه‌گری مالی^۱ نشان می‌دهد که نحوه جریان سرمایه از طریق بازارهای مالی بر تخصیص منابع تأثیرگذار است و اگر سرمایه‌گذاری‌ها بر سودهای کوتاه‌مدت تمرکز کنند و پایداری بلندمدت را نادیده بگیرند، ممکن است منجر به آلودگی محیط‌زیست شوند (لوین^۲، ۲۰۰۵).

کشور ایران طی سال‌های اخیر جزء ده منتشرکننده بزرگ دی‌اکسید کربن در جهان به شمار می‌آید. با توجه به نقش دوگانه توسعه مالی در انتشار دی‌اکسید کربن و کیفیت محیط زیست، این سوال اساسی قابل طرح است که توسعه مالی چه تأثیری بر انتشار دی‌اکسید کربن در این کشور دارد. آیا توسعه مالی یک عامل محرک و یا یک عامل بازدارنده در انتشار دی‌اکسید کربن است. هدف این پژوهش بررسی تأثیر شاخص‌های متفاوت توسعه مالی بر انتشار دی‌اکسید کربن ایران در بازه زمانی ۱۳۶۰ تا ۱۴۰۰ است. این مطالعه از چند جنبه قابل توجه و اهمیت است. اولاً، با توجه به اینکه نتایج متفاوت و بعضاً متناقضی در ادبیات در خصوص تأثیر توسعه مالی بر انتشار CO₂ دیده می‌شود تلاش شد که از هر دو گروه شاخص‌های نهاد-محور و بازار-محور توسعه مالی استفاده شود. پایگاه داده جهانی توسعه مالی دو گروه شاخص‌های توسعه مالی بازار-محور و نهاد-محور را گزارش می‌دهد. مطالعات پیشین اغلب از شاخص‌های تک‌بعدی برای سنجش توسعه مالی استفاده کرده‌اند که قادر به تفکیک اثرات «نهادهای مالی» از «بازارهای مالی» نیستند. ثانیاً، با توجه به تنوع شاخص‌های نهاد محور و بازار محور با استفاده از روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی یک شاخص ترکیبی نهاد-محور و یک شاخص ترکیبی بازار-محور توسعه مالی ساخته می‌شود. ثالثاً، با استفاده از مدل NARDL تأثیر شوک‌های مثبت و منفی توسعه مالی بر انتشار دی‌اکسید کربن جداگانه بررسی می‌شود. اکثر پژوهش‌ها بر فرضیه تقارن در روابط متغیرها استوارند؛ در حالی که واکنش‌های زیست‌محیطی به تکان‌های مثبت و منفی مالی معمولاً نامتقارن است. در پایان، این مطالعه به طور ویژه بر کشور ایران متمرکز است و از تکنیک سری زمانی استفاده می‌کند. شناسایی دقیق کانال‌های

¹ The theory of financial intermediation

² Levine

مالی اثرگذار بر آلودگی به سیاست‌گذار کمک می‌کند تا بتواند بین بخش‌های بانکی و بازار سرمایه اولویت‌بندی صحیحی انجام دهد.

در ادامه مروری بر مفهوم و شاخص‌های اندازه‌گیری توسعه مالی و دیدگاه‌های متفاوت و متناقض در زمینه تأثیر توسعه مالی بر کیفیت محیط‌زیست می‌شود و در پایان نتایج مطالعات انجام شده گزارش می‌شود. روش‌شناسی پژوهش موضوع بخش سوم است که به توضیح مدل NARDL، تجزیه تغییرات انتشار دی‌اکسید کربن به شوک‌های مثبت و منفی و روش تحلیل مؤلفه اصلی جهت ساخت شاخص ترکیبی توسعه مالی اختصاص دارد. یافته‌های تجربی و بحث موضوع بخش چهارم و نتیجه‌گیری و توصیه سیاستی موضوع بخش پنجم است.

۲- ادبیات موضوع

در این بخش ابتدا به مفهوم توسعه مالی و شاخص‌های اندازه‌گیری آن پرداخته می‌شود سپس به تأثیر مثبت، منفی یا خنثی توسعه مالی بر کیفیت محیط‌زیست پرداخته می‌شود. در ادامه، مطالعات و پژوهش‌های پیشین مورد بررسی قرار خواهند گرفت تا روشن شود که این تحقیقات چه نتایجی را درباره ارتباط بین توسعه مالی و کیفیت محیط‌زیست در ایران ارائه داده‌اند.

۲-۱- توسعه مالی: مفاهیم و شاخص‌ها

بانک‌ها و بازار سرمایه دو رکن اصلی نظام مالی محسوب می‌شوند. جوزف استیگلیتز^۱ (۱۹۹۴) معتقد است بازارهای مالی، مغز متفکر سیستم اقتصادی و کانون اصلی تصمیم‌گیری‌های مالی هستند. به گونه‌ای که هرگونه اختلال یا ناکارآمدی در این بازارها می‌تواند عملکرد کلی اقتصاد را تحت تأثیر قرار دهد. بنابراین، توسعه بازارهای مالی یکی از عوامل کلیدی در دستیابی به رشد اقتصادی پایدار به‌شمار می‌رود. بازار سهام به دلیل فراهم آوردن امکان دسترسی به منابع مالی خارج از سیستم بانکی، همواره به عنوان گزینه‌ای جذاب برای بنگاه‌های اقتصادی مطرح بوده است. گسترش این بازار سبب افزایش منابع مالی در دسترس برای اجرای طرح‌های سرمایه‌گذاری مختلف می‌شود. تأثیرات مثبت بازارهای مالی بر توسعه اقتصادی بسیار گسترده است، از جمله افزایش انگیزه سرمایه‌گذاری از طریق کاهش ریسک، قیمت‌گذاری مناسب ریسک، بهبود نقدشوندگی و تجهیز منابع مالی. این تأثیرات به‌حدی چشمگیر است که برخی صاحب‌نظران معتقدند تفاوت اصلی بین اقتصادهای توسعه‌یافته و درحال توسعه، نه در سطح فناوری، بلکه در وجود بازارهای مالی یکپارچه، پویا و گسترده است.

برای نشان دادن توسعه مالی مجموعه‌ای از معیارها به کار می‌رود (اکبریان و حیدری پور، ۱۳۸۸). پایگاه داده جهانی توسعه مالی مجموعه داده گسترده‌ای از ویژگی‌های سیستم مالی برای ۲۱۴ اقتصاد است. این شامل داده‌های سالانه است که از سال ۱۹۶۰ شروع می‌شود و آخرین بار در سپتامبر ۲۰۲۲ به‌روزرسانی شده است و شامل داده‌هایی تا سال ۲۰۲۱ برای ۱۰۸ شاخص است که جنبه‌های مختلف مؤسسات مالی و بازارها را در بر می‌گیرد. پایگاه داده توسعه مالی جهانی بر اساس "چارچوب ۴*۲" است. عدد ۴ بیانگر معیار و شامل عمق^۲، دسترسی^۳، کارایی^۴ و ثبات^۵ سیستم مالی است. عدد ۲ بیانگر بازار محور^۶ (بازار سهام و بازار اوراق قرضه) و نهاد محور^۷ (بانک‌ها و شرکت‌های بیمه) است. هر یک از این

¹ Stiglitz

² Depth

³ Access

⁴ Efficiency

⁵ Stability

⁶ Market based

⁷ Bank based

معیارها هم مؤسسات مالی (به عنوان مثال بانک‌ها و شرکت‌های بیمه) و هم بازارهای مالی (مانند بازارهای سهام و بازارهای اوراق قرضه) را در بر می‌گیرد. برخی از شاخص‌های بازار محور عبارتند از: ارزش کل بازار سهام به تولید ناخالص داخلی، تعداد شرکت‌های پذیرفته شده در بورس به ازای یک میلیون نفر، نسبت گردش سهام بازار، ارزش بازار بدون احتساب ۱۰ شرکت برتر نسبت به کل ارزش بازار. سپرده‌داری‌های بانک‌ها به تولید ناخالص داخلی، حاشیه سود خالص بانک (%) و وام‌های معوق بانک به وام‌های ناخالص (%). برخی از شاخص‌های مبتنی بر مؤسسات مالی هستند (اعظمی و نوکانی، ۱۴۰۳).

۲-۲- توسعه مالی و کیفیت محیط زیست

بررسی تأثیر توسعه مالی بر کیفیت محیط زیست نشان می‌دهد که هر یک از شاخص‌های مالی می‌توانند در شرایطی خاص، آثار مثبت، منفی یا خنثی بر محیط زیست داشته باشند. در ادامه به این تأثیرات متفاوت و دلایل آن‌ها اشاره می‌شود.

۲-۲-۱- تأثیر مثبت توسعه مالی بر کیفیت محیط زیست

توسعه بازارهای مالی می‌تواند زمینه‌ساز ایجاد نوآوری‌های مالی برای سرمایه‌گذاران، مانند اوراق قرضه سبز، شاخص‌های سبز، و صندوق‌های قابل معامله سبز شود، به تنوع بخشیدن به سبدهای سرمایه‌گذاری آن‌ها کمک کند و از پایداری محیط زیستی نیز حمایت کند. توسعه زیرساخت‌های مالی در صورتی که منابع را به سمت فناوری‌های نوین، صنایع سبز و انرژی‌های تجدیدپذیر هدایت کند، منجر به کاهش انتشار آلاینده‌ها و ارتقاء پایداری زیست‌محیطی خواهد شد. ابزارهایی نظیر اوراق قرضه سبز، شاخص‌های سرمایه‌گذاری پایدار و صندوق‌های سبز می‌توانند با جذب سرمایه‌گذاران آگاه، نقش مؤثری در این مسیر ایفا کنند. بازارهای مالی می‌توانند با هدایت سرمایه به سمت فناوری‌های پاک و انرژی‌های تجدیدپذیر، گذار به اقتصاد کم‌کربن را تسریع کنند (سادورسکی^۱، ۲۰۱۰). نوآوری‌های فناورانه در بهینه‌سازی مصرف انرژی و کاهش آلاینده‌گی، همراه با سیاست‌های مالی مناسب، می‌توانند بازار سهام را به ابزاری برای حمایت از توسعه پایدار تبدیل کنند. بنابراین، طراحی سیاست‌های مالی که مشوق سرمایه‌گذاری در فناوری‌های سبز و انرژی‌های تجدیدپذیر باشند، می‌تواند نقش بازار سهام را از یک عامل افزایش انتشار کربن به یک نیروی محرک در کاهش آن تغییر دهد. افزایش سرمایه‌گذاری در بازار سهام می‌تواند موجب نوآوری‌های تکنولوژیکی شود که به تحقق توسعه پایدار بدون افزایش انتشار آلاینده‌ها کمک کند (شوباند و آسونگو^۲، ۲۰۲۲). انتشار اوراق قرضه سبز به عنوان یک ابزار تأمین مالی پایدار، می‌تواند از چند مکانیسم کلیدی بر کاهش انتشار کربن تأثیر بگذارد. نخست، این اوراق با هدایت منابع مالی به پروژه‌های کم‌کربن، مانند سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر و بهینه‌سازی مصرف انرژی، موجب کاهش شدت انتشار کربن شرکت‌ها می‌شود (تانگ و ژانگ^۳، ۲۰۲۰؛ فلامر^۴، ۲۰۲۱). همچنین، پس از توافق پاریس (۲۰۱۵)، شرکت‌های منتشرکننده اوراق سبز تعهدات زیست‌محیطی بیشتری نشان داده‌اند که باعث کاهش ماندگارتر انتشار کربن شده است (روسو و همکاران^۵، ۲۰۲۱). تأثیر انتشار اوراق سبز بر واکنش مثبت بازار سهام نیز قابل توجه است، زیرا شرکت‌هایی که این اوراق را منتشر می‌کنند، موفق به جذب سرمایه‌گذاران با دیدگاه بلندمدت و پایدار می‌شوند، که موجب تقویت سرمایه‌گذاری در پروژه‌های کم‌کربن می‌شود (تانگ و ژانگ، ۲۰۲۰؛ فاتیکا و پانزیکا^۶، ۲۰۲۱).

¹ Sadorsky

² Shobande and Asongu

³ Tang and zhang

⁴ Flammer

⁵ Russo

⁶ Fatica et al.

اشرف و همکاران^۱ (۲۰۲۲) بیان کردند که توسعه بازارهای مالی، از بعد عمق، دسترسی و کارایی، ارتباطات متنوعی با کیفیت محیط زیست در اقتصادهای جهانی دارد و تمامی ابعاد توسعه مالی تاثیرات مثبتی بر کیفیت محیط زیست دارند. شوبانندی و اوگیفون^۲ (۲۰۲۲) نشان دادند که اعتماد سرمایه‌گذاران بازار سهام می‌تواند نقش کلیدی در کاهش انتشار آلاینده‌ها ایفا کند. همچنین، توسعه مالی تأثیر مثبتی بر کاهش انتشار دارد، زیرا با تأمین منابع مالی و واسطه‌گری مؤثر، امکان کاهش انتشار کربن فراهم می‌شود. با این حال، افزایش قیمت سهام معمولاً منجر به افزایش انتشار آلاینده‌ها می‌شود. پژوهش پیشنهاد می‌کند که برای بهبود سیاست‌های زیست‌محیطی، باید ارتباط بین سرمایه‌گذاران، قیمت سهام و انتشار آلاینده‌ها بهتر مدیریت شود.

اوفوری ساسو و همکاران^۳ (۲۰۲۳) با استفاده از روش گشتاورهای تعمیم‌یافته و داده‌های مربوط به ۱۳۸ کشور در حال توسعه طی دوره‌ی ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰ نشان دادند که بازارهای سرمایه تأثیر مثبتی بر کاهش انتشار کربن دارند. یافته‌ها حاکی از آن است که سازوکارهای بازارمحور می‌توانند منابع مالی را به سمت فعالیت‌های کم‌کربن هدایت کرده و زمینه‌ساز توسعه فناوری‌های پاک‌تر شوند.

پروین و همکاران^۴ (۲۰۲۳) با به‌کارگیری مدل STIRPAT و داده‌های مربوط به کشورهای تازه صنعتی‌شده طی دوره‌ی ۱۹۸۰ تا ۲۰۱۹ دریافتند که گسترش زیرساخت‌ها و خدمات مالی می‌تواند سرمایه‌گذاری را به سمت فناوری‌های پاک و فعالیت‌های سازگار با محیط زیست سوق دهد و فشارهای زیست‌محیطی را کاهش دهد.

عالمگیر و همکاران^۵ (۲۰۲۳) در پژوهشی جهانی در حوزه بازارهای مالی طی ۲۰۰۷ تا ۲۰۲۱ دریافتند که اوراق قرضه سبز^۶ رابطه منفی با انتشار کربن و رابطه مثبت با تولید انرژی تجدیدپذیر دارند. یافته‌ها نشان می‌دهند که پیش از سال ۲۰۱۵، این اوراق تأثیر معناداری بر کاهش انتشار کربن و افزایش انرژی تجدیدپذیر نداشتند، اما پس از ۲۰۱۵، این تأثیر به‌طور چشم‌گیری افزایش یافته است.

تروتا^۷ (۲۰۲۴) با تمرکز بر دوره ۲۰۱۶ تا ۲۰۲۳ و تجربه‌ی کشورهای که اوراق قرضه با اثرات زیست‌محیطی منتشر کرده‌اند، نشان می‌دهد انتشار این اوراق، منابع مالی را به سمت پروژه‌های پایدار و کم‌کربن هدایت کرده و زیرساخت توسعه فناوری‌های سازگار با محیط زیست را تقویت می‌کند.

هورکی و مارتین^۸ (۲۰۲۴) در پژوهشی با تمرکز بر اتحادیه اروپا و با رویکرد بازارمحور به تحلیل نقش بازارهای سرمایه در تسریع گذار به انرژی‌های تجدیدپذیر پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهد که بازارهای سرمایه برای تأمین مالی پروژه‌های بزرگ انرژی بادی کارآمدتر عمل می‌کنند، در حالی که پروژه‌های کوچک‌مقیاس انرژی خورشیدی بیشتر متکی بر حمایت‌ها و یارانه‌های دولتی هستند.

بوز و همکاران^۹ (۲۰۲۴) با استفاده از مدل ARDL و داده‌های مربوط به هند طی دوره‌ی ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۹، نشان دادند که مؤسسات مالی، چه در چارچوب نهادمحور و چه بازارمحور، تأثیر مثبت و معناداری بر رشد سبز دارند. یافته‌ها بیانگر آن است که تقویت این نهادها می‌تواند محرک سرمایه‌گذاری در بخش‌های پایدار بوده و گذار به اقتصاد کم‌کربن را تسریع کند.

¹ Ashraf et al.

² Shobande and Ogbeifun

³ Ofori-Sasu et al.

⁴ Parveen et al.

⁵ Alamgir et al.

⁶ Green Bonds

⁷ Trotta

⁸ Horky and Martin

⁹ Bose et al.

شکیب و همکاران^۱ (۲۰۲۵) عنوان می‌کنند بازارهای سرمایه در کشورهای BRICS نقشی دوگانه در فرآیند کاهش انتشار کربن ایفا می‌کنند. از یک سو، این بازارها ظرفیت بالایی برای تأمین مالی گذار به انرژی‌های تجدیدپذیر دارند و می‌توانند با هدایت سرمایه‌گذاری‌ها به سمت پروژه‌های سبز به کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی کمک کنند. از سوی دیگر، چالش‌های ساختاری و رفتاری مانع از استفاده کامل این ظرفیت می‌شوند، زیرا همچنان بخش قابل توجهی از منابع مالی به صنایع پر کربن و وابسته به سوخت‌های فسیلی اختصاص می‌یابد.

۲-۲-۲- تاثیر منفی توسعه مالی بر کیفیت محیط زیست

در صورتی که منابع مالی در اختیار صنایع آلاینده یا پروژه‌های مبتنی بر مصرف بالای انرژی قرار گیرد، رشد اقتصادی حاصل از توسعه بازارهای مالی ممکن است به تخریب بیشتر محیط زیست منجر شود. این چالش به‌ویژه زمانی پررنگ‌تر می‌شود که انگیزه‌های سودآوری کوتاه‌مدت بر پایداری بلندمدت غلبه پیدا کنند. افزایش سرمایه‌گذاری‌ها و جریان‌های مالی موجب رشد اقتصادی و توسعه زیرساخت‌های صنعتی می‌شود، که اغلب با افزایش مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای همراه است (جاوید و شریف^۲، ۲۰۱۶؛ فرانکل و رومر^۳، ۱۹۹۹). توسعه بازار سهام موجب افزایش دسترسی شرکت‌ها به سرمایه‌گذاری‌های کلان در بخش‌های تولیدی، انرژی، تحقیق و توسعه و انرژی‌های تجدیدپذیر می‌شود، که می‌تواند مصرف انرژی و انتشار کربن را تحت تأثیر قرار دهد. همچنین، بازار سهام به‌عنوان شاخص کلیدی اقتصادی عمل می‌کند، به گونه‌ای که رشد آن معمولاً نشانه‌ای از رونق اقتصادی است و اعتماد مصرف‌کنندگان و کسب‌وکارها را افزایش می‌دهد، که این امر ممکن است به بالا رفتن تقاضای انرژی منجر شود (منکیو و اسکارث^۴، ۲۰۰۸). پژوهش‌ها نشان داده‌اند که توسعه مالی موجب افزایش تقاضای مصرف‌کنندگان برای کالاهای پرمصرف می‌شود و شدت مصرف انرژی را افزایش می‌دهد (سادورسکی، ۲۰۱۰؛ جلیل و فریدون^۵، ۲۰۱۱). رشد بازار سهام موجب افزایش توان مالی مصرف‌کنندگان می‌شود، که به دنبال آن تقاضا برای خرید خودرو، خانه، و لوازم الکتریکی افزایش می‌یابد همه این موارد مصرف انرژی و انتشار کربن را افزایش می‌دهند (سادورسکی، ۲۰۱۰).

هارت و زینگالز^۶ (۲۰۱۷) پیش‌بینی کرده‌اند که به دلیل ساختار پراکنده مالکیت در شرکت‌های بورسی، سطح مسئولیت‌پذیری فردی پایین‌تر است، که ممکن است باعث دور شدن این شرکت‌ها از تصمیمات اجتماعی مسئولانه شود. ظفر و همکاران^۷ (۲۰۱۹) تأثیر بازار سهام، توسعه بخش بانکی، و انرژی‌های تجدیدپذیر بر انتشار آلاینده‌ها را در کشورهای G-7 و N-11^۸ با استفاده از تکنیک هم‌انباشتگی بوت‌استرپ پنبلی بررسی کردند. نتایج نشان داد که شاخص توسعه بازار سهام در کشورهای گروه G-7 تأثیر منفی و در کشورهای گروه N-11 تأثیر مثبت بر کیفیت محیط‌زیست دارد.

افزایش سرمایه‌گذاری ممکن است باعث افزایش بهره‌وری شود که این امر مصرف انرژی و انتشار آلاینده‌ها را بیشتر می‌کند (آلسی و همکاران^۹، ۲۰۲۱؛ سافی و همکاران^{۱۰}، ۲۰۲۱؛ شوبانده^{۱۱}، ۲۰۲۱).

¹ Shakib et al.

² Javid and Sharif

³ Frankel and Romer

⁴ Mankiw and Scarth

⁵ Jalil and Fereidoun

⁶ Hart and Zingales

⁷ Zafar et al.

⁸ بنگلادش، مصر، اندونزی، ایران، مکزیک، نیجریه، پاکستان، فیلیپین، کره جنوبی، ترکیه و ویتنام.

⁹ Alessi et al.

¹⁰ Safi et al.

¹¹ Shobande

لی و همکاران^۱ (۲۰۲۱) نشان دادند گسترش بازارهای مالی در اقتصادهای BRICS تاثیر منفی بر کیفیت محیط زیست دارد. با این حال، در تخمین‌های غیرخطی، شوک‌های مثبت در توسعه بازارهای مالی باعث افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌شوند، در حالی که شوک‌های منفی در توسعه بازارهای مالی انتشار گازها را کاهش می‌دهند اما با نرخ متفاوتی از شوک‌های مثبت.

هوربت و همکاران^۲ (۲۰۲۲) با استفاده از مدل Panel VAR و داده‌های مربوط به اتحادیه اروپا طی دوره‌ی ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۸، نشان دادند که توسعه مؤسسات مالی نسبت به توسعه بازارهای مالی نقش پررنگ‌تری در تشدید تخریب محیط‌زیست ایفا می‌کند. یافته‌ها حاکی از آن است که گسترش نهادهای مالی، در نبود چارچوب‌های سخت‌گیرانه زیست‌محیطی، می‌تواند فشار بر منابع طبیعی و آلاینده‌گی را بیش از رشد بازارهای مالی افزایش دهد.

یو و همکاران (۲۰۲۲) در پژوهشی مربوط به نیجریه طی ۱۹۸۱ تا ۲۰۱۹ دریافتند که رشد اقتصادی، توسعه مالی و عملکرد بازار سهام به‌طور قابل توجهی مسئول افزایش انتشار کربن در این کشور هستند و توسعه بازار سهام و افزایش اعتبار بخش خصوصی هر دو تأثیر مستقیمی بر افزایش انتشار کربن دارند.

بالی و همکاران^۳ (۲۰۲۴) در پژوهشی طی بازه زمانی ۱۹۸۵ تا ۲۰۲۰ به این نتیجه رسیدند که توسعه مالی تأثیر مثبت و معنی‌داری بر انتشار کربن دارد. یافته‌های این مطالعه که بر کشورهای APEC^۴ متمرکز است، نشان می‌دهد که این تأثیر در چندک‌های بالاتر افزایش می‌یابد، به این معنا که در جوامعی با سطح بالاتر توسعه مالی، میزان انتشار دی‌اکسید کربن نیز بیشتر تحت تأثیر قرار می‌گیرد.

مجید و حسین^۵ (۲۰۲۴) در پژوهشی که در حوزه نهادهای مالی و بازارهای مالی انجام شده و مربوط به ۱۶۵ کشور طی ۱۹۸۰ تا ۲۰۱۹ است، به این نتیجه رسیده‌اند که توسعه بخش مالی (شامل نهادهای مالی و بازارهای مالی) در ابتدا باعث کاهش مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر می‌شود، اما پس از عبور از سطوح آستانه‌ای مشخص (۰.۱۹۱ برای توسعه کلی، ۰.۱۹۶ برای نهادهای مالی، و ۰.۰۰۸ برای بازارهای مالی)، این روند معکوس شده و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر افزایش می‌یابد.

کواکوا و همکاران^۶ (۲۰۲۴) در پژوهشی که در حوزه بازارهای مالی انجام شده و مربوط به کشور غنا طی ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۸ است، به این نتیجه رسیده‌اند که بازده حقوق صاحبان سهام (ROE) مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر را کاهش داده و انتشار CO₂ را افزایش می‌دهد. از سوی دیگر، مدیریت اعتبار و کیفیت دارایی‌ها موجب افزایش مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و کاهش انتشار CO₂ می‌شوند.

سنا و موکسوتو^۷ (۲۰۲۵) در پژوهشی که در حوزه بازارهای مالی انجام شده و مربوط به ۷۳ شرکت در برزیل طی ۲۰۲۱ است، به این نتیجه رسیده‌اند که بین انتشار CO₂ و معیارهای مالی مانند سود هر سهم (EPS)، بازده حقوق صاحبان سهام (ROE) و بازده دارایی‌ها (ROA) رابطه مثبت وجود دارد.

۲-۲-۳- نقش بی‌طرفانه توسعه بازارهای مالی در کیفیت محیط زیست

کومار و همکاران (۲۰۱۲) با استفاده از تحلیل VAR، تأثیر قیمت سهام شرکت‌های انرژی پاک، بازار نفت و کربن را بررسی کردند و نشان دادند که قیمت سهام تأثیر معنی‌داری بر قیمت کربن شرکت‌ها ندارد.

¹ Li et al..

² Horbet et al.

³ Balli et al.

⁴ Asia-Pacific Economic Cooperation

⁵ Majeed and husain

⁶ Kwakwa et al.

⁷ Senna and Moxot'o

برخی پژوهش‌ها بیان کرده‌اند که بازار سرمایه در کاهش انتشار کربن در کشورهای منطقه مناسبتاً تأثیری ندارد (ژو و همکاران^۲، ۲۰۲۱). با این حال، نتایج این مطالعات متفاوت است زیرا اندازه‌گیری توسعه مالی معمولاً به طور مستقل اثر بازار سرمایه (یعنی بازار سهام و اوراق قرضه) را در نظر نمی‌گیرد. بحث‌های انجام‌شده نشان می‌دهند که یک بازار سرمایه قوی می‌تواند زمینه‌های سرمایه‌گذاری مناسب برای مؤسسات، سرمایه‌گذاران و دولت‌ها را فراهم کند تا بتوانند ارتباط بین انرژی و انتشار کربن را تعدیل کنند، اما هنوز مشخص نیست که بازار سرمایه تا چه حد می‌تواند به این ارتباط کمک کند. هوروبت و همکاران^۳ (۲۰۲۲) شواهد تجربی ارائه دادند که نقش بی‌طرفانه توسعه بازارهای مالی در تعیین کیفیت محیط زیست در اقتصادهای اتحادیه اروپا را تایید می‌کند. یافته‌های آن‌ها با نتایج آچم‌پونگ و همکاران^۴ (۲۰۲۰) در مورد اقتصادهای مستقل همخوانی دارد. در این مطالعه، توسعه بازارهای مالی با استفاده از شاخص صندوق بین‌المللی پول (IMF) اندازه‌گیری شده که شامل دسترسی، عمق و کارایی بازار مالی است.

۲-۳- توسعه مالی و کیفیت محیط زیست در ایران

در ایران نیز مطالعاتی در زمینه تأثیر توسعه مالی بر کیفیت محیط زیست انجام شده است. نتایج این مطالعات را می‌توان در چهار گروه دسته‌بندی کرد. صادقی و ابراهیمی (۱۳۹۲) با مدل ARDL در بازه زمانی ۱۳۸۷-۱۳۵۰ نشان می‌دهند توسعه مالی در کوتاه‌مدت و بلندمدت تأثیر مثبتی بر انتشار دی‌اکسید کربن ایران دارد. لطفعلی پور و همکاران (۱۳۹۲) طی بازه زمانی ۱۳۴۹-۱۳۹۰ و با مدل ARDL نشان می‌دهند که توسعه مالی منجر به تخریب محیط زیست می‌شود. حسن زاده و همکاران (۱۳۹۵) نشان می‌دهند توسعه مالی در کشورهای منتخب اسلامی باعث افزایش انتشار دی‌اکسید کربن می‌شود و رابطه مثبت و معنی‌داری بین توسعه مالی و انتشار دی‌اکسید کربن وجود دارد. سالاری و شهرکی (۱۴۰۳) نشان می‌دهند که توسعه مالی با تأثیر مثبتی که بر افزایش ردپای اکولوژیک دارد به تخریب محیط‌زیست منجر می‌شود و کیفیت محیط‌زیست را به طور قابل توجهی تحت تأثیر قرار می‌دهد.

حری و همکاران (۱۳۹۲) با مدل ARDL در طی بازه زمانی ۲۰۰۷-۱۹۷۱ نشان می‌دهند توسعه مالی در ایران باعث کاهش انتشار دی‌اکسید کربن می‌شود. مهدوی و امیربابایی (۱۳۹۴) طی بازه زمانی ۲۰۰۷-۱۹۷۳ با روش ARDL نشان می‌دهند توسعه مالی در ایران با کاهش انتشار دی‌اکسید کربن باعث بهبود کیفیت محیط زیست و جلوگیری از تخریب آن می‌شود. خانی و هوشمند (۱۳۹۷) اذعان می‌کنند که در بازه زمانی ۱۹۹۶-۲۰۱۴ توسعه مالی کشورهای منتخب صادرکننده نفت منجر به کاهش آلودگی زیست‌محیطی شده است.

اوصیا و همکاران (۱۳۹۳) نشان می‌دهند در بازه زمانی ۱۳۸۹-۱۳۵۰ رابطه بین توسعه مالی و کیفیت محیط زیست در ایران U شکل است. رضا قلی‌زاده و همکاران (۱۴۰۲) نشان می‌دهند توسعه مالی در ایران ابتدا منجر به افزایش انتشار دی‌اکسید کربن می‌شود. اما با گذشت زمان و استفاده بیشتر از منابع انرژی تجدیدپذیر و اجرای سیاست‌های کنترل آلودگی، میزان انتشار دی‌اکسید کربن کاهش می‌یابد. عطایی کوچئی و همکاران (۱۳۹۹) نشان می‌دهند افزایش عمق بیمه منجر به بیشتر شدن انتشار دی‌اکسید کربن می‌شود، در حالی که نرخ مالی و تراکم بیمه به کاهش انتشار دی‌اکسید کربن می‌انجامد. این نتایج بر تأثیرات متنوع توسعه مالی بر کیفیت محیط زیست دلالت دارد که وابسته به نوع فعالیت‌های مالی، می‌تواند مثبت یا منفی باشد. حیدری و صادق پور (۱۳۹۲) در بازه زمانی ۲۰۱۰-۱۹۸۰ و با روش GMM نشان می‌دهند توسعه مالی در کشورهای با درآمد سرانه کم، باعث افزایش انتشار دی‌اکسید کربن و در کشورهای با درآمد سرانه بالا باعث کاهش انتشار دی‌اکسید کربن می‌شود. توسعه مالی در کشورهای با درآمد متوسط تأثیر معنی‌داری بر انتشار

¹ MENA

² Xu et al.

³ Horobet et al.

⁴ Acheampong et al.

دی اکسید کربن ندارد. کشور ایران هم به عنوان کشوری با درآمد سرانه متوسط به دلیل وجود درآمدهای نفتی باعث بی معنی شدن تأثیر توسعه مالی بر انتشار دی اکسید کربن می شود.

پژوهش حاضر از چند جنبه قابل توجه است. نخست آنکه، در این مطالعه شاخص های توسعه مالی به تفکیک نهاد-محور و بازار-محور مورد استفاده قرار گرفته اند. این رویکرد امکان تحلیل دقیق تری از اثرات هر یک از ساختارهای مالی بر کیفیت محیط زیست فراهم می سازد. ثانیاً، با بهره گیری از مدل NARDL امکان تحلیل اثرات شوک های مثبت و منفی هر یک از شاخص های توسعه مالی فراهم می شود که به شناسایی اثرات نامتقارن بر کیفیت محیط زیست کمک می نماید. همچنین، این مدل امکان تحلیل اثرات کوتاه مدت و بلندمدت توسعه مالی بر کیفیت محیط زیست را مورد بررسی قرار می دهد تا تصویر دقیق تری از پویایی این رابطه در گذر زمان ارائه شود.

۳- روش شناسی پژوهش

الگوی کلی این پژوهش در رابطه (۱) خلاصه می شود.

(۱)

$$CO_{2,t} = \varphi_0 + \varphi_1 GDP_t + \varphi_2 GDP_t^y + \varphi_3 Renew + \varphi_4 MI(or II)_t + \varepsilon_t$$

CO₂ انتشار دی اکسید کربن سرانه، GDP تولید ناخالص داخلی سرانه، Renew انرژی تجدیدپذیر و MI شاخص بازار-محور توسعه مالی و II شاخص نهاد-محور توسعه مالی است. ε جمله اختلال و t زمان است.

۳-۱- مدل ARDL غیر خطی

در این تحقیق از الگوی خود رگرسیون با وقفه های توزیعی خطی و غیر خطی (NARDL) استفاده شده است. مدل ARDL غیر خطی یک تکنیک جدید برای تشخیص روابط غیر خطی و نامتقارن بین متغیرهای اقتصادی در بلندمدت و کوتاه مدت است که توسط شین و همکاران^۱ (۲۰۱۴) ارائه شده است و در واقع گسترش یافته مدل ARDL خطی است. در این روش معرفی مجموع مؤلفه های مثبت و منفی متغیرها این امکان را فراهم می کند که تأثیر نامتقارن متغیرهای توضیحی در کوتاه مدت و بلندمدت شناسایی شوند. شکل کلی مدل ARDL خطی در رابطه (۲) خلاصه می شود:

$$Y_t = \sum_{j=1}^p \lambda_j Y_{t-j} + \sum_{j=0}^q \delta_j X_{t-j} + \varepsilon_t \quad (2)$$

Y_{it} متغیر وابسته، X_t بردار $(k \times 1)$ متغیرهای توضیحی، λ_j ضریب متغیر وابسته تاخیری، δ_j بردار $(k \times 1)$ ضریب متغیرهای مستقل، ε_t جمله خطا و t زمان است. مدل بالا را می توان به عنوان یک مدل تصحیح خطای برداری بازنویسی کرد:

$$\Delta Y_t = \theta_i ECT_t + \sum_{j=1}^{p-1} \lambda_j \Delta Y_{t-j} + \sum_{j=0}^{q-1} \delta_j \Delta X_{t-j} + \varepsilon_t \quad (3)$$

$$ECT_t = \phi_i Y_{t-1} - \beta_i X_t \quad (4)$$

ECT جمله تصحیح خطا و پارامتر θ_i سرعت تعدیل را نشان می دهد. ETC نرخ تعدیل متغیر را به سمت تعادل بلند مدت نشان می دهد، در حالی که علامت منفی همگرایی را در کوتاه مدت فراهم می کند. شکل کلی مدل پژوهش در قالب یک مدل ARDL خطی در رابطه (۵) خلاصه می شود.

$$\Delta CO_{2,t} = \alpha + \sum_{i=1}^n \theta_i \Delta CO_{2,t-i} + \sum_{i=1}^{n_1} \psi_i \Delta GDP_{t-i} + \sum_{i=1}^{n_2} \pi_i \Delta GDP_{t-i}^y + \sum_{i=1}^{n_3} \lambda_i \Delta Renew_{t-i} + \sum_{i=1}^{n_4} \omega_i \Delta MI(or II)_{t-i}$$

¹ Shin et al.

$$\begin{aligned}
& +\eta_{\gamma}CO_{\gamma,t-1} + \eta_{\kappa}GDP_{t-1} + \eta_{\kappa'}GDP_{t-1}^{\kappa} + \eta_{\kappa}Renew_{t-1} + \eta_{\delta}MI(orII)_{t-1} \\
& + \varphi ECM_{t-1} + \varepsilon_t
\end{aligned} \tag{5}$$

شین و همکاران (۲۰۱۴) از روش گرنجر و یون^۱ (۲۰۰۲) و شردت^۲ (۲۰۰۳) برای تجزیه یک متغیر ثابت به تغییرات مثبت و منفی پیروی کردند. بنابراین برای متغیر X دو جزء که مجموع جزئی متغیرها هستند عبارتند از:

$$X^+ = \sum_{j=1}^t \Delta X_j^+ = \sum_{j=1}^t \max(\Delta X_j, 0) \tag{6}$$

$$X^- = \sum_{j=1}^t \Delta X_j^- = \sum_{j=1}^t \min(\Delta X_j, 0) \tag{7}$$

ارتباط بلندمدت بین X و Y در یک چارچوب غیرخطی به صورت رابطه (۸) نمایش داده می‌شود:

$$Y_t = \beta^+ X_t^+ + \beta^- X_t^- + \mu_t \tag{8}$$

$$X_t = X_0 + X_t^+ + X_t^- \tag{9}$$

β^+ و β^- پارامترهای بلندمدت هستند و X^+ و X^- اسکالرهایی حاصل از تجزیه مجموع جزئی هستند شکل کلی مدل پژوهش در قالب یک ARDL غیرخطی (NARDL) در رابطه (۱۰) خلاصه می‌شود.

$$\begin{aligned}
\Delta CO_{\gamma,t} = & \alpha + \sum_{i=1}^{n_1} \theta_i \Delta CO_{\gamma,t-i} + \sum_{i=1}^{n_2} \psi_i \Delta GDP_{t-i} + \sum_{i=1}^{n_3} \pi_i \Delta GDP_{t-i}^{\kappa} + \sum_{i=1}^{n_4} \lambda_i \Delta Renew_{t-i} + \sum_{i=1}^{n_5} \rho_i \Delta MI(orII)_{t-i}^- + \sum_{i=1}^{n_6} \omega_i \Delta MI(orII)_{t-i}^+ \\
& + \eta_{\gamma}CO_{\gamma,t-1} + \eta_{\kappa}GDP_{t-1} + \eta_{\kappa'}GDP_{t-1}^{\kappa} + \eta_{\kappa}Renew_{t-1} + \eta_{\delta}MI(orII)_{t-1}^+ + \eta_{\epsilon}MI(orII)_{t-1}^- \\
& + \varphi ECM_{t-1} + \varepsilon_t
\end{aligned} \tag{10}$$

که

$$\begin{aligned}
MI(orII)_t^+ & = \sum_{n=1}^t \Delta MI(orII)_t^+ = \sum_{n=1}^t \max(\Delta MI(orII)_t^+, 0) \\
MI(orII)_t^- & = \sum_{n=1}^t \Delta MI(orII)_t^- = \sum_{n=1}^t \min(\Delta MI(orII)_t^-, 0)
\end{aligned} \tag{11}$$

۳-۲- روش تحلیل مؤلفه اصلی (PCA^۳)

با استفاده از رویکرد تحلیل مؤلفه‌های اصلی می‌توان با کاهش ابعاد متغیرها یک شاخص ترکیبی برای توسعه مالی ارایه نمود. تحلیل مؤلفه‌های اصلی تبدیلی در فضای برداری است، که بیشتر برای کاهش ابعاد مجموعه داده‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. تحلیل مؤلفه‌های اصلی توسط پیرسون^۴ (۱۹۰۱) ارائه شد. این روش در بسیاری از زمینه‌های علوم شامل بیولوژی، کشاورزی، اقتصاد، گرافیک، شیمی، علوم اجتماعی و رفتاری و غیره جهت تشخیص الگو، دسته‌بندی و طبقه‌بندی، مدل‌سازی نرم و ... کاربرد گسترده‌ای دارد. اولین قدم، یافتن بزرگترین جهت واریانس در ماتریس داده‌هاست که به آن مؤلفه اصلی اول یا به اختصار PC1 گویند. مؤلفه اصلی دوم یا PC2 به نحوی تعریف می‌شود که حداکثر واریانس موجود در داده‌ها را که توسط PC1 محاسبه نشده‌اند، را نشان دهد اما بر PC1 عمود باشد. مؤلفه‌های اصلی

¹ Granger and Yoon

² Schorderet

³ Principal Component Analysis

⁴ Pearson

دیگر نیز به همین نحو انتخاب می شوند که حداکثر واریانس موجود در داده ها را نشان دهند اما بر مولفه های اصلی دیگر عمود باشند. عمود بودن PC ها یا مولفه های اصلی برهم یعنی اینکه مولفه های اصلی هیچ هم بستگی با هم ندارند و هم بستگی بین آنها صفر است (اعظمی و همکاران، ۱۴۰۲).

۳-۳- آزمون علیت گرنجری نامتقارن

وجود ارتباط بلندمدت میان متغیرها بدان مفهوم است که علیت باید حداقل در یک جهت وجود داشته باشد. به منظور جستجوی رابطه علی میان توسعه مالی و انتشار دی اکسید کربن، آزمون علیت گرنجری با تخمین مدل VAR زیر در این تحقیق انجام می شود.

$$y_t = a_0 + a_1 y_{t-1} + \dots + a_p y_{t-p} + b_1 x_{t-1} + \dots + b_p x_{t-p} + u_t \quad (12)$$

$$x_t = c_0 + c_1 x_{t-1} + \dots + c_p x_{t-p} + d_1 y_{t-1} + \dots + d_p y_{t-p} + v_t$$

آزمون $H_0: b_1 = b_2 = \dots = b_p = 0$ در مقابل $H_A: \text{not } H_0$ آزمون x_t علیت گرنجری y_t نیست است. همچنین، آزمون $H_0: d_1 = d_2 = \dots = d_p = 0$ در مقابل $H_A: \text{not } H_0$ آزمون y_t علیت گرنجری x_t نیست است. در هر مورد رد فرضیه صفر بیانگر علیت گرنجری میان متغیرها است. همه نتایج ممکن تجزیه و تحلیل عبارتند از: علیت گرنجری یک طرفه از متغیر y_t به x_t ، علیت گرنجری یک طرفه از متغیر x_t به y_t ، علیت گرنجری دو طرفه و عدم وجود رابطه علی. در آزمون علیت نامتقارن داریم:

$$y_t = a_0 + a_1 y_{t-1} + \dots + a_p y_{t-p} + b_1 x_{t-1}^+ + \dots + b_p x_{t-p}^+ + u_t \quad (13)$$

$$x_t^+ = c_0 + c_1 x_{t-1}^+ + \dots + c_p x_{t-p}^+ + d_1 y_{t-1} + \dots + d_p y_{t-p} + v_{it}$$

$$y_t = a_0 + a_1 y_{t-1} + \dots + a_p y_{t-p} + b_1 x_{t-1}^- + \dots + b_p x_{t-p}^- + u_t \quad (14)$$

$$x_t^- = c_0 + c_1 x_{t-1}^- + \dots + c_p x_{t-p}^- + d_1 y_{t-1} + \dots + d_p y_{t-p} + v_t$$

۳-۴- داده

در این پژوهش، کشور ایران در دوره زمانی ۲۰۲۲-۱۹۶۰ مطالعه می گردد. جدول (۲) گزارشی از متغیرهای الگو و منبع گردآوری اطلاعات هر متغیر ارائه می دهد. لازم به ذکر است تمامی جداول مطالعه حاضر به استثنای جدول ۱ و نمودارها در پیوست بعد از فهرست منابع گزارش شده است. شاخص های توسعه مالی از پایگاه داده جهانی توسعه مالی جمع آوری شده است. همه این شاخص ها نهاد محور هستند. جدول (۲) گزارشی از توصیف آماری متغیرهای الگو ارائه می دهد.

جدول (۲). متغیرها و منبع داده ها

منبع	واحد	متغیر	شاخص های بازار محور توسعه مالی
https://data.worldbank.org	درصدی از تولید ناخالص داخلی	ارزش بازار سهام به تولید ناخالص داخلی (MI1)	
https://data.worldbank.org	نسبت گردش مالی بازار سهام (%)	نسبت گردش مالی بازار سهام (MI2)	

https://data.worldbank.org	-	تعداد شرکت‌های فهرست‌شده به ازای هر ۱,۰۰۰,۰۰۰ نفر (MI3)	شاخص‌های نهاد محور توسعه مالی
https://data.worldbank.org	درصدی از تولید ناخالص داخلی	بدهی‌های نقدی به تولید ناخالص داخلی (II1)	
https://data.worldbank.org	درصدی از تولید ناخالص داخلی	دارایی‌های بانک مرکزی به تولید ناخالص داخلی (II2)	
https://data.worldbank.org	درصدی از تولید ناخالص داخلی	سپرده‌های سیستم مالی به تولید ناخالص داخلی (II3)	
https://data.worldbank.org	درصدی از تولید ناخالص داخلی	اعتبار خصوصی از طریق سپرده‌های بانکی و سایر موسسات مالی به تولید ناخالص داخلی (II4)	
https://data.worldbank.org	درصدی از تولید ناخالص داخلی	اعتبار داخلی به بخش خصوصی (II5)	
https://data.worldbank.org	درصدی از تولید ناخالص داخلی	اعتبار بانکی به سپرده‌های بانکی (II6)	
https://data.worldbank.org	درصدی از تولید ناخالص داخلی	سپرده‌های بانکی به تولید ناخالص داخلی (II7)	
https://data.worldbank.org	سرنانه ثابت دلار آمریکا در سال ۲۰۱۵	تولید ناخالص داخلی (GDP)	
https://ourworldindata.org	تن به ازای هر نفر	انتشار دی اکسید کربن (CO2)	
https://data.worldbank.org	درصد از کل مصرف نهایی انرژی	مصرف انرژی تجدیدپذیر (Renew)	

مأخذ: یافته‌های پژوهش

جدول (۳) گزارشی از توصیف آماری متغیرهای الگو آرایه می دهد.

جدول (۳). خلاصه آماری داده ها

متغیر	مشاهده	بیشترین	کمترین	انحراف معیار	میانگین
MI1	۳۲	۶/۲۶۵۶	۰/۷۰۳۰	۳۴/۱۴۰۵	۲/۷۳۱۱
MI2	۳۲	۳/۶۳۶۵	۱/۶۶۷۷	۷/۷۶۱۷	۲/۶۳۸۴
MI3	۳۲	۱/۷۶۸۱	۰/۵۰۰۷	۴/۴۳۵۸	۱/۲۹۳۷
II1	۵۵	۸۸/۱۵	۱۶/۳۷	۱۵/۲۸۰۸۵	۴۳/۳۲۸۹
II2	۵۴	۴۶/۳۷	۱/۵۹	۱۲/۲۷۵۵	۱۳/۱۷۶۳
II3	۵۵	۸۵/۲۶	۳/۰۸	۱۴/۹۹۴۳	۳۶/۲۵۴۳
II4	۵۵	۶۴/۳۷	۱۴/۲۲	۱۱/۰۷۵۲	۳۲/۱۸۷۴
II5	۵۶	۶۰/۳۰	۱۲/۹۴	۱۲/۶۶۹۷۴	۲۶/۸۱۵۷
II6	۵۴	۱۲۴/۸۵	۴۳/۱۶	۲۱/۰۴۴۴	۷۹/۵۶۷۷
II7	۵۴	۸۵/۲۶	۱۱/۳۹	۱۴/۶۱۳۳	۳۵/۴۶۰۹
GDP	۶۳	۷۶۲۲/۳۴۵	۲۳۴۸/۴۳۰	۱۱۸۷/۹۹۲	۴۵۱۲/۴۲۶
CO2	۶۳	۸/۲۹۵۲	۱/۶۵۵۷	۲/۰۱۸۶	۴/۸۳۶۶
Renew	۳۱	۱/۵۳	۰/۴۴	۰/۲۶۶۳	۰/۹۷۸۳

۴. یافته‌های تجربی و بحث

با توجه به روش‌شناسی پژوهش، (۱۰) به منظور بررسی واکنش انتشار دی اکسید کربن به توسعه مالی در ایران در نظر گرفته می‌شود. قبل از برآورد مدل، باید آزمون ریشه واحد متغیرهای مدل را انجام داد. لازم به ذکر است همه آزمون‌ها و برآورد الگو در نرم افزار Eviews انجام شده است.

۴-۱- آزمون ریشه واحد با شکست ساختاری: آزمون زیوت- اندروز

یکی از انواع مهم داده‌های مورد استفاده در تجزیه و تحلیل‌های تجربی، داده‌های سری زمانی می‌باشد. در اقتصادسنجی سری زمانی بایستی پایایی متغیرهای سری زمانی قبل از هر برآوردی مورد بررسی قرار گیرد. مطالعات نشان داده است که در صورت عدم تحقق فرض ایستایی، استفاده از آماره‌های t و F گمراه کننده است و احتمال اینکه نتایج بدست آمده تنها یک رگرسیون جعلی بوده و هیچ گونه رابطه اقتصادی واقعی تعادلی نداشته باشد، افزایش می‌یابد. یکی از عوامل مؤثر در نتایج پایایی متغیرهای مدل شکست ساختاری است. در صورت وجود شکست ساختاری در متغیرها ممکن است آزمون‌های ریشه واحد معمولی (مانند دیکی-فولر) متغیر مانا را ناماننا نشان دهند. در ادامه، با در نظر گرفتن شکست ساختاری مانایی متغیرها پژوهش بررسی می‌شود. بدین منظور، از آزمون ریشه واحد زیوت-اندروز^۱ (۱۹۹۲) استفاده می‌شود. نتایج این آزمون در جدول (۴) گزارش می‌شود. L در کنار اسامی متغیرها اشاره به لگاریتم دارد.

جدول ۴. آزمون ریشه واحد زیوت- اندروز

متغیر	آماره	احتمال	سال شکست ساختاری	نتیجه
LMI1	-۵/۹۴۴۰	۰/۰۱	۲۰۱۹	I(1)
LMI2	-۴/۸۴۲۹	۰/۰۱۵۶	۱۹۹۹	I(۰)
LMI3	-۴/۴۴۳۶	۰/۰۱	۲۰۰۵	I(۰)
LII1	-۳/۴۴۳۹	۰/۰۳۲۷	۱۹۹۹	I(۰)
LII2	-۵/۱۷۹۶	۰/۰۰۰۰	۱۹۷۹	I(۰)
LII3	-۵/۲۰۸۹	۰/۰۲۶۷	۱۹۹۶	I(۰)
LII4	-۲/۲۷۴۵	۰/۰۴۴۰	۲۰۰۵	I(۰)
LII5	-۳/۰۸۷۳	۰/۰۰۰۱	۲۰۰۰	I(۰)
LII6	-۴/۴۹۷۲	۰/۰۰۱۱	۲۰۰۱	I(۰)
LII7	-۳/۱۵۳۷	۰/۰۰۶۰	۱۹۹۵	I(۰)
LGDP	-۴/۲۱۳۸	۰/۰۰۰۰	۱۹۷۸	I(۰)
LGDP ²	-۴/۲۲۱۹	۰/۰۰۰۰	۱۹۷۸	I(۰)
LCO2	-۴/۰۹۵۵	۰/۰۰۰۰	۱۹۸۰	I(۰)
LRenew	-۶/۱۵۲۹	۰/۰۱۱۱	۲۰۰۴	I(1)

مأخذ: یافته‌های پژوهش

مطابق با نتایج آزمون ریشه واحد، همه متغیرها یا در سطح و یا در تفاضل مرتبه اول مانا می‌شوند. لذا، می‌توان از الگوی ARDL برای برآورد ارتباط بلندمدت و پویایی‌های کوتاه مدت میان متغیرهای مدل استفاده کرد.

¹ Zivot-Andrews Unit Root Test

۴-۲- شاخص ترکیبی توسعه مالی بازار-محور و نهاد-محور

برای دستیابی به یک شاخص کلی از معیار توسعه مالی از رویکرد PCA استفاده می شود. می توان با استفاده از رویکرد تحلیل مؤلفه های اصلی با کاهش ابعاد متغیرها یک شاخص ترکیبی برای توسعه مالی ارائه نمود. شاخص ترکیبی نهاد-محور توسعه مالی و نهاد-محور توسعه مالی در نرم افزار استاتا ساخته می شود. جدول (۵) نتایج بررسی روش تحلیل مؤلفه اصلی را برای شاخص ترکیبی نهاد-محور توسعه مالی ارائه می دهد. مطابق با جدول (۵) مقدار ویژه اولین مؤلفه بزرگتر از یک می باشد و تقریباً ۶۶/۱۰ درصد پراکندگی مجموعه داده ها توسط این مؤلفه قابل بیان است. به عبارت دیگر همه معیارها نشان دهنده این است که انتخاب مؤلفه اول کافی است. بدین ترتیب سهم هر یک از متغیرها در این تحقیق از طریق واریانس تبیین شده به وسیله هر عامل جهت شاخص ترکیبی محاسبه شده است. در جدول (۵) مشخص شده است که هر متغیر چگونه روی هر جزء و یا مؤلفه بارگذاری شده است. بیشترین نقش در ساخت مؤلفه اصلی را شاخص MI3 یعنی تعداد شرکت های فهرست شده به ازای هر ۱,۰۰۰,۰۰۰ نفر دارد.

جدول ۵. نتایج بررسی روش تحلیل مؤلفه اصلی شاخص ترکیبی توسعه مالی بازار-محور (PCA-MI)

مؤلفه	مقدار ویژه	نسبت	نسبت تجمعی	سهم هر شاخص در شاخص ترکیبی توسعه مالی بازار-محور		
				MI3	MI2	MI1
اول	۱/۹۸۲۹	۰/۶۶۱۰	۰/۶۶۱۰	۰/۶۰۱۱	۰/۵۵۴۸	۰/۵۷۵۱
دوم	۰/۵۷۸۱	۰/۱۹۲۷	۰/۸۵۳۷	-۰/۱۴۹۵	۰/۸۷۵۱	-۰/۶۰۰۹
سوم	۰/۴۳۸۹	۰/۱۴۶۳	۱/۰۰۰۰	-۰/۷۸۵۰	۰/۲۷۵۲	۰/۵۵۴۹

مأخذ: یافته های پژوهش

جدول (۶) نتایج بررسی روش تحلیل مؤلفه اصلی را برای شاخص ترکیبی نهاد-محور توسعه مالی ارائه می دهد. مطابق با جدول (۶) مقدار ویژه اولین مؤلفه بزرگتر از یک می باشد و تقریباً ۶۴/۵۸ درصد پراکندگی مجموعه داده ها توسط این مؤلفه قابل بیان است. به عبارت دیگر همه معیارها نشان دهنده این است که انتخاب مؤلفه اول کافی است. بدین ترتیب سهم هر یک از متغیرها در این تحقیق از طریق واریانس تبیین شده به وسیله هر عامل جهت شاخص ترکیبی محاسبه شده است. در جدول (۶) مشخص شده است که هر متغیر چگونه روی هر جزء و یا مؤلفه بارگذاری شده است. بیشترین نقش در ساخت مؤلفه اصلی را شاخص II7 یعنی شاخص درصد سپرده بانکی به GDP دارد.

جدول ۶. نتایج بررسی روش تحلیل مؤلفه اصلی شاخص ترکیبی توسعه مالی نهاد-محور (PCA-II)

مؤلفه	مقدار ویژه	نسبت	نسبت تجمعی	سهم هر شاخص در شاخص ترکیبی توسعه مالی نهاد-محور							
				II7	II6	II5	II4	II3	II2	II1	
اول	۴/۵۲۰۹	۰/۶۴۵۸	۰/۶۴۵۸	۰/۴۶۳۱	-۰/۱۰۷۱	۰/۴۰۴۱	۰/۴۴۴۴	۰/۴۶۰۲	-۰/۰۶۸۵	۰/۴۴۳۶	۰/۴۴۳۶
دوم	۲/۱۹۹۴	۰/۳۱۴۲	۰/۹۶۰۰	-۰/۰۹۱۳	۰/۶۳۶۳	۰/۳۲۹۷	۰/۱۸۴۳	-۰/۱۲۴۷	-۰/۶۲۲۵	-۰/۲۰۲۸	۰/۹۶۰۰
سوم	۰/۲۱۷۴	۰/۰۳۱۱	۰/۹۹۱۱	-۰/۱۲۳۵	۰/۵۱۲۲	۰/۲۳۴۵	۰/۳۶۲۴	-۰/۱۴۸۴	۰/۷۵۷۸	۰/۰۴۷۲	۰/۹۹۱۱
چهارم	۰/۰۵۱۴	۰/۰۰۷۴	۰/۹۹۸۵	۰/۴۰۵۹	۰/۰۱۳۷	۰/۴۵۲۱	-۰/۰۵۰۸۴	۰/۲۳۲۱	۰/۱۷۲۰	-۰/۵۳۷۳	۰/۹۹۸۵
پنجم	۰/۰۱۰۰	۰/۰۰۱۴	۰/۹۹۹۹	۰/۰۵۴۹	۰/۲۴۶۳	۰/۱۴۶۲	-۰/۶۴۲۲	-۰/۱۷۴۵	-۰/۰۵۷۲	۰/۶۸۴۷	۰/۹۹۹۹
ششم	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۱	۱/۰۰۰۰	-۰/۰۳۹۳	۰/۴۶۰۲	-۰/۵۰۲۹	-۰/۱۳۴۳	۰/۷۱۷۷	۰/۰۲۴۹	۰/۰۰۴۰	۱/۰۰۰۰
هفتم	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰	۱/۰۰۰۰	۰/۷۶۹۸	۰/۲۲۰۸	-۰/۴۴۰۹	۰/۱۰۳۶	-۰/۳۸۸۸	۰/۰۰۳۷	-۰/۰۴۸۶	۱/۰۰۰۰

مأخذ: یافته های پژوهش

۴-۳- برآورد مدل

به منظور بررسی تأثیر شاخص‌های توسعه مالی بر کیفیت محیط زیست از الگوی رگرسیونی (۱۰) استفاده می‌شود. همانطور که پیشتر اشاره شد شاخص‌های توسعه مالی به دو گروه نهاد-محور و بازار-محور تقسیم می‌شود. ۷ شاخص توسعه مالی نهاد-محور در این پژوهش در نظر گرفته شده است که با استفاده از روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی یک شاخص ترکیبی توسعه مالی نهاد-محور ساخته شده می‌شود. همچنین، ۳ شاخص توسعه مالی بازار-محور در این پژوهش در نظر گرفته شده است که با استفاده از روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی یک شاخص ترکیبی توسعه مالی بازار-محور ساخته شده می‌شود. الگوی رگرسیونی (۱۰) یکبار با شاخص ترکیبی توسعه مالی نهاد-محور و بار دیگر با شاخص ترکیبی توسعه مالی بازار-محور برآورد می‌شود. نتایج این برآورد در جداول (۷) گزارش می‌شود. مطابق با معیار اطلاعاتی آکائیک (AIC)، تعداد وقفه‌های بهینه مدل NARDL تعیین می‌گردد که در جدول مشخص شده اند. LPCA-MI_POS شاخص شوک مثبت شاخص ترکیبی توسعه مالی بازار-محور، LPCA-II_POS شاخص شوک مثبت شاخص ترکیبی توسعه مالی نهاد-محور، LPCA-MI_NEG شاخص شوک منفی شاخص ترکیبی توسعه مالی بازار-محور، LPCA-II_NEG شاخص شوک منفی شاخص ترکیبی توسعه مالی نهاد-محور است.

مطابق با جدول (۷)، منحنی زیست محیطی کوزنتس مورد تأیید است و انرژی تجدیدپذیر به طور مثبت و معنی داری انتشار دی اکسید کربن را کاهش می‌دهد. پویایی‌های کوتاه مدت تولید نیز معنی دار است. شاخص ترکیبی توسعه مالی نهاد-محور تأثیر بلندمدت بر انتشار دی اکسید کربن دارد. نتایج غیرخطی حاکی از آن است که تأثیر شوک‌های مثبت و منفی این شاخص بر انتشار دی اکسید کربن متفاوت است. شوک‌های مثبت به طور معنی داری انتشار CO₂ را افزایش می‌دهند ولی شوک‌های منفی تأثیر معنی داری بر کاهش انتشار دی اکسید کربن ندارند. شاخص ترکیبی توسعه مالی بازار-محور تأثیر بلندمدت بر انتشار دی اکسید کربن دارد. نتایج غیرخطی حاکی از آن است که تأثیر شوک‌های مثبت و منفی این شاخص بر انتشار دی اکسید کربن متفاوت است. شوک‌های مثبت به طور معنی داری انتشار CO₂ را افزایش نمی‌دهند ولی شوک‌های منفی تأثیر معنی داری بر کاهش انتشار دی اکسید کربن دارند.

جدول ۷. برآورد بلندمدت و پویایی‌های کوتاه‌مدت مدل NARDL

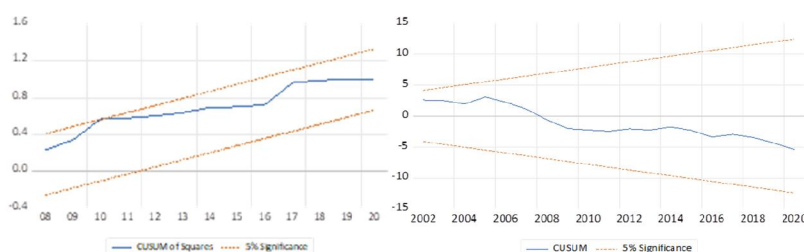
متغیرها	تعریف متغیرها	برآورد با شاخص ترکیبی توسعه مالی	
		بازار-محور	بازار-محور
		ضریب	مقدار احتمال
LPCA-MI_POS	شوک مثبت شاخص ترکیبی بازار-محور	۰/۰۰۴۲	۰/۷۹۱۲
LPCA-II_POS	شوک مثبت شاخص ترکیبی نهاد-محور	-	-
LPCA-MI_NEG	شوک منفی شاخص ترکیبی بازار-محور	-۰/۰۳۸۶	۰/۰۹۵۰
LPCA-II_NEG	شوک منفی شاخص ترکیبی نهاد-محور	-	-
LGDP	لگاریتم تولید ناخالص داخلی	۲۹/۹۲۴۱	۰/۰۴۸۹
LGDP ²	مربع لگاریتم تولید ناخالص داخلی	-۱/۷۲۸۱	۰/۰۵۵۵
LRENEW	لگاریتم مصرف انرژی تجدیدپذیر	-۰/۱۰۳۷	۰/۰۲۰۴

۰/۰۰۲۵	۳۴/۹۷۵۵	۰/۰۰۹۸	۳۲/۲۰۷۵	تفاضل مرتبه اول لگاریتم تولید	D(LGDP)
۰/۰۰۳۲	-۳۲/۰۰۷۹	۰/۰۲۲۸	-۲۳/۶۸۶۸	تفاضل مرتبه اول لگاریتم تولید با وقفه	D(LGDP(-1))
۰/۰۰۲۸	-۲/۰۴۷۶	۰/۰۱۰۸	-۱/۸۷۶۱	تفاضل مرتبه اول لگاریتم تولید	D(LGDP2)
۰/۰۰۳۴	۱/۸۷۵۱	۰/۰۲۵۰	۱/۳۷۹۰	تفاضل مرتبه اول لگاریتم تولید با وقفه	D(LGDP2(-1))
۰/۰۰۰۰	-۰/۷۰۹۹	۰/۰۰۰۱	-۰/۸۸۴۹	جمله تصحیح خطا با وقفه	ECM(-1)
(۱، ۰، ۰، ۲، ۲، ۰)		(۲، ۰، ۰، ۰، ۲، ۲)		وقفه بهینه	

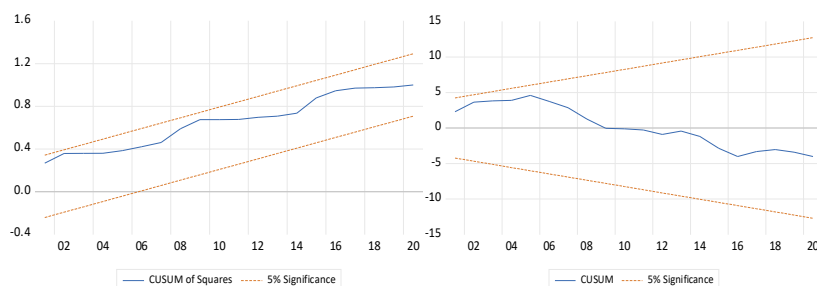
مأخذ: یافته‌های پژوهش

ضریب $ECT(-1)$ در هر دو برآورد منفی و معنی‌دار است. این ضریب سرعت تعدیل به سمت تعادل را نشان می‌دهد. ضریب جمله تصحیح خطا در شاخص ترکیبی توسعه مالی بازار-محور $-۰/۸۸۴۹$ است که نشان می‌دهد در هر دوره $۸۸/۴۹$ درصد از عدم تعادل یک دوره در انتشار دی‌اکسید کربن در دوره بعد تعدیل می‌شود. ضریب جمله تصحیح خطا در شاخص ترکیبی توسعه مالی نهاد-محور $-۰/۷۰۹۹$ درصد است که نشان می‌دهد در هر دوره $۷۰/۹۹$ درصد از عدم تعادل یک دوره در انتشار دی‌اکسید کربن در دوره بعد تعدیل می‌شود.

برای بررسی ثبات ساختاری و پایداری ضرایب مدل بلندمدت برآورد شده از آماره پسماند تجمعی (CUSUM) و مجذور پسماند تجمعی (CUSUMQ) استفاده می‌شود. این دو آزمون به صورت گرافیکی می‌باشد و تحلیل نتایج یکسانی دارد و تفاوت آن‌ها در استفاده از مجموع پسماند برگشتی در CUSUM و مجموع انباشت مربعات پسماندهای برگشتی در CUSUMQ است. آزمون‌های CUSUM و CUSUMQ از یک نمودار برای نمایش و یک دسته خطوط مستقیم استفاده می‌کند، که معمولاً این خطوط برای سطح معنی‌داری ۵ درصد رسم می‌شوند. نتیجه آزمون‌های مذکور برای برآورد مدل با شاخص ترکیبی بازار-محور (PCA-MI) و نهاد-محور (PCA-II) به ترتیب در نمودار (۱) و (۲) گزارش شده است. هر دو آزمون، پایداری ضرایب مدل را نشان می‌دهند، چرا که مدل تخمین زده شده در خط معنی‌داری ۵٪ برای هر دو آزمون قرار دارد.



نمودار ۱. آزمون‌های پایداری CUSUM و CUSUM Square در برآورد با PCA-MI



نمودار ۲. آزمون های پایداری CUSUM و CUSUM Square در برآورد با LPCA-II

مأخذ: یافته‌های پژوهش

وجود ارتباط بلندمدت میان متغیرها بدان مفهوم است که علیت باید حداقل در یک جهت وجود داشته باشد. به منظور جستجوی رابطه علی میان توسعه مالی و انتشار دی اکسید کربن، آزمون علیت گرنجری با تخمین مدل VAR انجام می شود. نتایج آزمون علیت نامتقارن با شاخص های ترکیبی توسعه مالی در جدول (۸) گزارش شده است. مطابق تحلیل نامتقارن و غیر خطی علیت گرنجری، یک ارتباط علی دو طرفه میان شوک های مثبت توسعه مالی و انتشار دی اکسید کربن در هر دو شاخص ترکیبی توسعه مالی وجود دارد. ارتباط علی یکطرفه از شوک های منفی شاخص ترکیبی توسعه مالی نهاد-محور به انتشار دی اکسید کربن و یک ارتباط علی دو طرفه میان شوک های منفی شاخص ترکیبی توسعه مالی بازار-محور و انتشار دی اکسید کربن وجود دارد. بنابراین، شوک های توسعه مالی مستقل از انتشار دی اکسید کربن نیستند.

جدول ۸. نتایج آزمون علیت گرنجری نامتقارن*

مقدار احتمال	آماره	رابطه علیت
۰/۰۸۰	۵/۰۴۱۲	LPCA – MI_POS → LCO2
۰/۱۰	۴/۴۹۲	LPCA – II_POS → LCO2
۰/۰۴۲	۶/۳۴۲۹	LCO2 → LPCA – MI_POS
۰/۰۰۷	۹/۸۸۵۵	LCO2 → LPCA – II_POS
۰/۰۰۰	۴۴/۶۹۴	LPCA – MI_NEG → LCO2
۰/۰۷۸	۵/۱۰۳۸	LPCA – II_NEG → LCO2
۰/۰۰۰	۸۲/۹۷۲	LCO2 → LPCA – MI_NEG
۰/۹۳۴	۰/۱۳۶۷	LCO2 → LPCA – II_NEG

*: اعداد جدول مقدار احتمال (P-Value) هستند
مأخذ: یافته‌های پژوهش

۴-۴- بحث

در این مطالعه، مدل غیرخطی ARDL نشان می دهد شوک های مثبت شاخص ترکیبی توسعه مالی بازار-محور منجر به افزایش معنی دار انتشار دی اکسید کربن نمی شود ولی شوک های منفی شاخص ترکیبی توسعه مالی بازار-محور به طور معنی داری منجر به کاهش انتشار دی اکسید کربن می شود. شوک های مثبت شاخص ترکیبی توسعه مالی نهاد-محور منجر به افزایش معنی دار انتشار دی اکسید کربن می شود ولی شوک های منفی شاخص ترکیبی توسعه مالی نهاد-محور

به طور معنی داری منجر به کاهش انتشار دی اکسید کربن نمی شود. این نتایج نشان می دهند که تأثیر توسعه مالی بر آلودگی زیست محیطی در ایران نامتقارن و متفاوت است. توسعه بازار سهام تأثیر معنی داری بر افزایش کربن ندارد ولی توسعه بخش بانکی منجر به افزایش معنی دار کربن می شود.

نتایج مذکور با یافته های ظفر و همکاران (۲۰۱۹) قابل مقایسه است. در کشورهای N-11 شاخص توسعه بانکی با افزایش انتشار دی اکسید کربن و توسعه بازار بورس با کاهش انتشار دی اکسید کربن همراه بوده است. مطالعه حاضر نشان داده است که در ایران، توسعه مالی به ویژه در بعد بانکی، نیازمند سیاست گذاری های مکمل از جمله تقویت مصرف انرژی های تجدیدپذیر است تا آثار منفی زیست محیطی آن کنترل شود. این رویکرد با پیشنهاد های ظفر و همکاران (۲۰۱۹) نیز هم راستا است که بر نقش انرژی های پاک و اصلاحات نهادی در کاهش انتشار گازهای گلخانه ای تأکید دارند. توپکو و همکاران^۱ (۲۰۲۰) با استفاده از داده های ۶۰ کشور در حال توسعه بین سال های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۴ دریافتند که رشد بازار سهام باعث کاهش تخریب محیط زیست در این کشورها شده است. همچنین هوربت و همکاران (۲۰۲۲) نیز نشان داده اند که توسعه مالی به ویژه در کوتاه مدت منجر به افزایش انتشار دی اکسید کربن شده است. در این میان، نقش توسعه نهادهای مالی در ایجاد آلودگی زیست محیطی از توسعه بازارهای مالی پررنگ تر بوده است. بهدیرچا و همکاران^۲ (۲۰۲۳) تأثیر ابعاد مختلف توسعه مالی بر کیفیت محیط زیست در کشور رومانی را مورد بررسی قرار می دهد. در بخش نهادمحور، شاخص های «دسترسی» و «عمق» نهادهای مالی منجر به بدتر شدن کیفیت محیط زیست شده اند، در حالی که شاخص «کارایی» در این بخش تأثیر مثبت و معنی داری بر بهتر شدن کیفیت محیط زیست داشته است. در بخش بازارمحور، شاخص «دسترسی» بازارهای مالی موجب بدتر شدن کیفیت محیط زیست شده، در حالی که شاخص های «کارایی» و «عمق» بازار مالی نقش مؤثری در بهبود کیفیت محیط زیست ایفا نموده اند.

مکانیزم هایی در ادبیات برای این تأثیرات اشاره شده است. دهاس و پوپوف (۲۰۱۹) نشان می دهند که در اقتصادهایی که تأمین مالی مبتنی بر سهام نقش پررنگ تری نسبت به اعطای تسهیلات بانکی دارد، انتشار سرانه CO₂ به طور قابل توجهی کمتر است. این تأثیر از دو کانال اساسی ناشی می شود: نخست، بازارهای سهام با تغییر تخصیص سرمایه، منابع مالی را به سوی صنایع کم کربن هدایت می کنند؛ دوم، این بازارها شرایط لازم برای پذیرش فناوری های سبز در صنایع آلاینده را فراهم می آورند، که منجر به کاهش انتشار کربن به ازای هر واحد ارزش افزوده می شود. علاوه بر این، شواهد نشان می دهد که افزایش عمق بازارهای سهام با رشد نوآوری های سبز و ثبت اختراعات مرتبط در صنایع کربن بر همبستگی دارد. گزارش بانک مرکزی اروپا (ECB) نشان می دهد که در اقتصادهای بازارمحور، تخصیص سرمایه به سمت صنایع با بازدهی بالای زیست محیطی سریع تر صورت می گیرد. همچنین، مطالعه آژانس بین المللی انرژی (IEA) در سال ۲۰۲۳ تأیید می کند که بیش از ۸۰ درصد تأمین مالی تکنولوژی های نوظهور کم کربن (مانند هیدروژن سبز) از طریق بازارهای سهام و سرمایه گذاری های جسورانه انجام شده است. این نمونه ها نشان می دهند که بازار سهام نه تنها در تئوری، بلکه در عمل محرک اصلی 'تخریب خلاق' در جهت سبز شدن صنعت است.

از سوی دیگر، نهادهای مالی از طریق تأمین مالی خرید دارایی های آلاینده و سرمایه گذاری در صنایع مخرب، نقش مستقیم تری در تشدید تخریب زیست محیطی ایفا کرده اند (هوربت و همکاران، ۲۰۲۲). مطالعه آژانس بین المللی انرژی (IEA) در سال ۲۰۲۳ تأیید می کند بانک ها به دلیل ماهیت محافظه کارانه و محدودیت های نظارتی، تمایل کمتری به پذیرش ریسک بالای این پروژه ها در مراحل اولیه دارند. گزارش Banking on Climate Chaos (2023) تأیید می کند که بانک های بزرگ جهان از سال ۲۰۱۶ تاکنون بیش از ۵.۵ تریلیون دلار صرف تأمین مالی صنایع فسیلی کرده اند. دلیل این امر در دنیای واقعی، ترجیح بانک ها به پرداخت وام به صنایع دارای وثیقه فیزیکی (مانند صنایع سنگین) و همچنین

¹ Topcu et al.

² Badırcea et al.

تسهیل خرید کالاهاى مصرفى انرژى بر توسط خانوارها است که طبق گزارش‌هاى صندوق بین‌المللى پول (۲۰۲۲)، منجر به اثر مقياس و افزايش کل انتشار در کوتاه‌مدت مى‌شود. به جهت تداوم فعاليت صنايع ناکارآمد، انتظار مى‌رود شوک‌هاى منفى شاخص ترکیبى توسعه مالی نهاد-محور به طور معنی‌دارى منجر به کاهش انتشار دی‌اکسید کربن نشود (مکانیسم صلبیت نهادی^۱). نهادهاى دولتی در زمان رکود هم به دلیل ملاحظات سیاسى و اشتغال، اجازه تعطیلی یا کاهش فعاليت صنايع بزرگ آلاینده را نمى‌دهند. به همین دلیل، حتى با وجود شوک منفى نهادی، کارخانه‌ها با همان تکنولوژی قدیمی و مصرف انرژى بالا به کار خود ادامه مى‌دهند. شوک منفى در ساختار نهادی لزوماً به معنای اصلاح قيمت انرژى یا حذف یارانه‌ها نیست؛ بنابراین محرک‌هاى آلودگی همچنان پابرجا مى‌مانند (ماندگارى یارانه‌ها).

۵- نتیجه‌گیری و توصیه‌سیاستی

توسعه مالی نقش مهمی در توسعه و رشد اقتصادى دارد. اما این سوال مطرح است که توسعه مالی چه تأثیری بر کیفیت محیط‌زیست دارد. هدف این پژوهش بررسی نقش توسعه مالی در انتشار دی‌اکسید کربن ایران است. این بررسی در قالب مدل ARDL غیر خطی انجام شد. این مطالعه از چند جنبه قابل توجه و اهمیت است. اولاً، با توجه به اینکه نتایج متفاوت و بعضاً متناقضی در ادبیات در خصوص تأثیر توسعه مالی بر انتشار CO₂ دیده مى‌شود تلاش شد که از هر دو گروه شاخص‌هاى نهاد-محور و بازار-محور توسعه مالی استفاده شود. ثانیاً، با استفاده از روش تحلیل مؤلفه‌هاى اصلی یک شاخص ترکیبى توسعه مالی نهاد-محور و یک شاخص ترکیبى توسعه مالی بازار-محور ساخته شد. ثالثاً، به منظور بررسی دقیق تأثیر شاخص‌هاى توسعه مالی بر انتشار دی‌اکسید کربن از مدل ARDL غیر خطی استفاده شد که ضمن لحاظ اثرات بلندمدت و پویایی‌هاى کوتاه‌مدت امکان بررسی تأثیر شوک‌هاى مثبت و منفى توسعه مالی بر انتشار دی‌اکسید کربن فراهم شود.

مطابق با نتایج آزمون ریشه واحد، همه متغیرهاى پژوهش یا در سطح و یا در تفاضل مرتبه اول مانا شدند. لذا، مى‌توان از الگوی ARDL برای برآورد ارتباط بلندمدت و پویایی‌هاى کوتاه مدت میان متغیرهاى الگو استفاده کرد. مطابق با تحلیل مؤلفه اصلی، بیشترین نقش در ساخت مؤلفه اصلی شاخص ترکیبى توسعه مالی بازار-محور را تعداد شرکت‌هاى فهرست‌شده به ازای هر ۱,۰۰۰,۰۰۰ نفر و بیشترین نقش در ساخت مؤلفه اصلی شاخص ترکیبى توسعه مالی نهاد-محور را شاخص درصد سپرده بانکی به GDP داشت.

برآورد مدل غیر خطی ARDL نشان داد انرژى‌هاى تجدیدپذیر به طور معنی‌دارى منجر به کاهش انتشار و بهبود کیفیت محیط‌زیست مى‌شود و منحنى زیست محیطی کوزنتس در ایران مورد تایید است. شوک‌هاى مثبت شاخص ترکیبى توسعه مالی بازار-محور منجر به افزايش معنی‌دار انتشار دی‌اکسید کربن نمى‌شود ولی شوک‌هاى منفى شاخص ترکیبى توسعه مالی بازار-محور به طور معنی‌دارى منجر به کاهش انتشار دی‌اکسید کربن مى‌شود. شوک‌هاى مثبت شاخص ترکیبى توسعه مالی نهاد-محور منجر به افزايش معنی‌دار انتشار دی‌اکسید کربن مى‌شود ولی شوک‌هاى منفى شاخص ترکیبى توسعه مالی نهاد-محور به طور معنی‌دارى منجر به کاهش انتشار دی‌اکسید کربن نمى‌شود. پیش‌بینی مى‌شود توسعه بازار سهام تأثیر معنی‌دارى بر افزايش کربن نداشته باشد و لذا بستری برای حرکت به سمت توسعه پایدار و اقتصاد کم‌کربن فراهم کند.

توسعه بخش بانکی به عنوان یکی از ارکان اصلی نظام مالی منجر به افزايش معنی‌دار کربن مى‌شود. لذا، توسعه مالی به‌ویژه در بخش بانکی، نیازمند سیاست‌گذاری‌هاى مکمل از جمله تقویت مصرف انرژى‌هاى تجدیدپذیر است تا آثار منفى زیست محیطی آن کنترل شود. توسعه نهادهاى مالی بدون توجه به گسترش استفاده از انرژى‌هاى تجدیدپذیر دستیابی به توسعه پایدار را با مشکل مواجه مى‌سازد. لازم است سیاست‌گذار در کنار گسترش فعاليت‌هاى بانکی، سرمایه‌گذاری

¹ Institutional Rigidity

در انرژی‌های تجدیدپذیر، ارتقای بهره‌وری انرژی و مشروط‌سازی تسهیلات بانکی به رعایت استانداردهای زیست‌محیطی را در اولویت قرار دهد. در مقابل، انتظار می‌رود توسعه بازارهای مالی نقش پررنگی در حصول توسعه پایدار ایران داشته باشد و ابزاری برای گذار به اقتصاد کم‌کربن باشد. تقویت نقش بازار سرمایه در تأمین مالی پروژه‌های کم‌کربن، انتشار اوراق سبز و ایجاد مشوق‌های مالیاتی برای شرکت‌های سبز می‌تواند به توسعه پایدار کمک کند.

تعارض منافع

تعارض منافع وجود ندارد.

سپاسگزاری

نویسندگان بر خود لازم می‌دانند، مراتب تشکر صمیمانه خود را از همکاری سردبیر، اعضای هیئت تحریریه و داوران محترم به عمل آورند.

ORCID

Somayeh Azami

 <https://orcid.org/0000-0002-7576-5820>

Alireza Nookani

 <https://orcid.org/0000-0003-4168-7163>

فهرست منابع

ابراهیمیان کفشائی، آذر، و سلاطین، پروانه. (۱۴۰۰). تاثیر بازارهای مالی بر کیفیت محیط زیست. پایداری، توسعه و محیط زیست، ۱۲(۱)، ۸۵-۹۷.

اکبری‌ان، رضا و حیدری‌پور، سید محسن. (۱۳۸۸). بررسی تأثیر توسعه بازار مالی بر رشد اقتصادی در ایران طی سالهای ۱۳۸۶-۱۳۴۵. پژوهشنامه اقتصادی، ۹(۳۴)، صص ۶۳-۴۳.

اعظمی، سمیه، نوکانی، علیرضا. (۱۴۰۳). بررسی تأثیر نامتقارن شاخص‌های نهاد محور توسعه مالی بر کیفیت محیط زیست ایران: تأکیدی بر نقش انرژی‌های تجدیدپذیر. پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی

اعظمی، سمیه؛ محمودوند، میلاد و سهیلی، کیومرث. (۱۴۰۲). بررسی تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر کیفیت محیط‌زیست در آلوده‌کننده‌های بزرگ آسیایی. "تحلیل‌های اقتصادی توسعه ایران، دوره ۹، شماره ۲، ۴۵-۷۲.

اوصیاء، ندا السادات. (۱۳۹۳). "اثر توسعه مالی و اقتصادی بر کیفیت محیط زیست در ایران با تأکید بر مصرف انرژی و تجارت خارجی." استاد راهنما: علیرضا ناصری. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، تهران: دانشگاه تربیت مدرس.

حری، حمیدرضا؛ سید عبدالمجید جلائی و سعید جعفری. (۱۳۹۲). "بررسی تأثیر توسعه مالی و مصرف انرژی بر تخریب زیست‌محیطی در ایران در چارچوب فرضیه منحنی زیست‌محیطی کوزنتس (EKC)." پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران، ۴۸-۲۷.

حسن زاده، مرضیه. (۱۳۹۵). "بررسی تأثیر مصرف انرژی، توسعه مالی، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و درآمد سرانه بر کیفیت محیط زیست در کشورهای منتخب اسلامی." استاد راهنما: فاطمه موسوی بایگی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، بوشهر: دانشگاه خلیج فارس.

حیدری، حسن و غسل صادق پور. (۱۳۹۲). "تأثیر متغیرهای اقتصادی در آلودگی محیط زیست با تأکید بر شاخص توسعه مالی: کاربرد روش گشتاورهای تعمیم یافته." محیط‌شناسی، دوره ۳۹، شماره ۴ (پیاپی ۶۸)، ۲۹-۴۴.

خانی، فاطمه و محمود هوشمند. (۱۳۹۷). "بررسی تأثیر توسعه مالی بر آلودگی محیط زیست کشورهای برگزیده صادرکننده نفت با تأکید بر حکمرانی خوب." اقتصاد پولی، مالی (دانش و توسعه)، دوره ۲۵، شماره ۱۵ (دوره جدید)، ۱۳۳-۱۵۸.

رضاقلی زاده، مهدیه؛ عیسی زاده، یوسف؛ و شاهبدینی، پریسا. (۱۴۰۲). "آیا توسعه مالی در ایران سبز است؟ شواهدی جدید از استان‌های ایران." محیط زیست و توسعه فرابخشی، دوره ۸، شماره ۸۲، ۱۷-۳۴.

سالاری، زینب و مهدی شهرکی. (۱۴۰۳). "اثرات متقابل توسعه مالی با سرمایه انسانی و کیفیت نهادی بر تخریب محیط‌زیست: روش هم‌جمعی پانلی." تحلیل‌های اقتصادی توسعه ایران، دوره ۱۰، شماره ۱، ۲۰۷-۲۲۶.

صادقی، سیدکمال، ابراهیمی، سعید. (۱۳۹۲). "تأثیر توسعه مالی، تولید ناخالص داخلی و مصرف انرژی بر آلودگی محیط‌زیست در ایران (رهیافت ARDL)." پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران، دوره ۲، شماره ۷، ۴۳-۷۳.

عطایی کچوئی، الهام؛ آذینفر، کاوه؛ و داداشی، ایمان؛ شفیع‌ی کاخکی، مریم. (۱۳۹۹). "واکاوی نقش توسعه مالی در کاهش کربن ایران؛ کاربردی از مدل رگرسیون فضایی." فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، شماره ۴۳، تابستان ۱۳۹۹.

لطفعلی‌پور، محمدرضا، فلاحی، محمدعلی و اسماعیل‌پورمقدم، هادی. (۱۳۹۳). اثر رشد اقتصادی، تجارت و توسعه مالی بر کیفیت محیط زیست در ایران (براساس شاخص ترکیبی). پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی، ۷۶-۶۱(۱۵).

مهدوی، ابولقاسم و سونای امیربابایی. (۱۳۹۴). "بررسی اثر توسعه مالی بر کیفیت محیط زیست در ایران." فصلنامه‌ی پژوهش‌های اقتصادی (رشد و توسعه پایدار)، دوره ۱۵، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۴، ۴۴-۲۹.

- Acheampong, A.O., Amponsah, M., Boateng, E., (2020). Does financial development mitigate carbon emissions? Evidence from heterogeneous financial economies. *Energy Economics*, 88, 104768.
- Akbarian, R. and Heydaripour, S. M. (2009). The Effect of Financial Market Development on Economic Growth in Iran: 1966-2007. *Economics Research*, 9(34), 43-63. [In Persian]
- Alamgir, M., & Cheng, M.-C. (2023). Do Green Bonds Play a Role in Achieving Sustainability? *Sustainability*, 15(13), 10177. <https://doi.org/10.3390/su151310177>
- Alessi, L., Ossola, E., & Panzica, R. (2021). What greenium matters in the stock market? The role of greenhouse gas emissions and environmental disclosures. *Journal of Financial Stability*, 54, 100869. <https://doi.org/10.1016/j.jfs.2021.100869>
- Ashraf, A., Nguyen, C. P., & Doytch, N. (2022). The impact of financial development on ecological footprints of nations. *Journal of environmental management*, 322, 116062. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.116062>
- Ataei Kachuei, E., Azinfar, K., Dadashi, I., & Shafiei Kakhki, M. (2020). Analysis of the role of financial development in reducing Iran's carbon; An application of spatial regression model. *Financial Engineering and Portfolio Management*, 11(43), 183-204. [In Persian]
- Azami, S., Mahmoodvand, M. and Sohaili, K. (2023). Investigating the Impact of Information and Communication Technology on Environmental Quality in Major Asian Emitters. *Iranian Economic Development Analyses*, 9(2), 45-72. doi: 10.22051/ieda.2024.45399.1380 [In Persian]
- Azami, S. and Nokani, A. (2025). Investigating the Asymmetric Effect of Financial Development Institution- Based Indicators on the Quality of Iran's Environment: an Emphasis on the Role of Renewable Energies. *Economic Growth and Development Research*, doi: 10.30473/egdr.2025.73211.6935 [In Persian]
- Bădîrcea, R. M., Doran, N. M., Manta, A. G., Puiu, S., Meghisan-Toma, G. M., & Doran, M. D. (2022). Linking financial development to environmental performance index—the case of Romania. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 36(2). <https://doi.org/10.1080/1331677X.2022.2142635>
- Balli, E., Çatik, A. N., Uğur, M. S., & Sigeze, C. (2024). *The effects of financial development, trade and energy consumption on environmental degradation: Evidence from APEC countries. Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 19(1).
- Bose, P., Mahapatra, B., & Mishra, S. K. (2024). Does development in financial markets and institutions affect green growth? Empirical evidence from India. *Clean Energy*, 8(6), 50–62. <https://doi.org/10.1093/ce/zkae073>
- Fatica, S., Panzica, R., & Rancan, M. (2021). The pricing of green bonds :Are financial institutions special? *Journal of Financial Stability*. Forthcoming
- Flammer, C. (2021). Corporate green bonds. *Journal of Financial Economics*. <https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2021.01.010>
- Frankel, J. A., & Romer, D. H. (1999). Does trade cause growth?. *American economic review*, 89(3), 379-399.
- Hart, O., & Zingales, L. (2017). Companies should maximize shareholder welfare not market value. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3004794>

- Hassanzadeh, Marzieh. (2016). "Investigating the Impact of Energy Consumption, Financial Development, Foreign Direct Investment, and Per Capita Income on Environmental Quality in Selected Islamic Countries." Supervisor: Fatemeh Mousavi Bayegi. Master's Thesis, Bushehr: Persian Gulf University. [In Persian]
- Heidari, H. and Sadeghpour, A. (2014). The Impact of Economic Variables on Environmental Pollution with Emphasis on Financial Development Index: Application of Generalized Method of Moments. *Journal of Environmental Studies*, 39(4), 29-44. doi: 10.22059/jes.2014.36460 [In Persian]
- Horee, H. R. , galali, S. A. and gafare, S. (2013). Examining the Impact of Financial Development and Energy Consumption on the Environmental Degradation in Iran in the Framework of the Environmental Kuznets Curve Hypothesis (EKC). *Iranian Energy Economics*, 2(6), 27-48. [In Persian]
- Horky, F., & Martin, R. (2024). *Capital markets and renewable energy in the EU* (SUERF Policy Brief No. 1030). National Bank of Slovakia. https://www.suerf.org/wp-content/uploads/2024/11/SUERF-Policy-Brief-1030_Horky-and-Martin-1.pdf
- Horobet, A., Mnohohitnei, I., Dumitrescu, D.G., Curea, C.S., Belaşcu, L., 2022. An empirical assessment of the financial development – environmental quality nexus in the European union. *Amfiteatru Economic* 24 (61), 613–629.
- International Energy Agency (IEA) 2017. World Energy Outlook. Accessed from <https://www.iea.org/Textbase/npsum/weo2017SUM.pdf>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2010.10.003>
- Javid, M., & Sharif, F. (2016). Environmental Kuznets curve and financial development in Pakistan. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 54, 406-414.
- Khani, F. and hoshmand, M. (2018). Evaluation of the Financial Development Effect on Environmental Pollution of the selected Petroleum Exporting Countries with the Emphasis on Good Governance. *Monetary & Financial Economics*, 25(16), 133-158. doi: 10.22067/pm.v25i15.41432 [In Persian]
- Kumar, S., Managi, S., & Matsuda, A. (2012). Stock prices of clean energy firms, oil and carbon markets: A vector autoregressive analysis. *Energy Economics*, 34(1), 215–226. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2011.03.002>
- Kwakwa, P. A., Aboagye, S., Acheampong, V., & Achaamah, A. (2024). Renewable energy consumption and carbon dioxide emissions in Ghana: The effect of financial strength of listed financial institutions. *International Journal of Energy Sector Management*, 18(1), 162–182. <https://doi.org/10.1108/IJESM-02-2022-0001>
- Levine, R. (2005). Finance and growth: theory and evidence. In P. Aghion & S. Durlauf (Eds.), *Handbook of economic growth* (Vol. 1, pp. 865–934). Elsevier
- Li, X., Ozturk, I., Majeed, M. T., Hafeez, M., & Ullah, S. (2021). Considering the asymmetric effect of financial deepening on environmental quality in BRICS economies: Policy options for the green economy. *Journal of Cleaner Production*, 331, 129909. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129909>
- Lotfalipour, M. R., Fallahi, M. A., & Esmaeilpourmoghadam, H. (2014). The effect of economic growth, trade and financial development on environmental quality in Iran (based on composite index). *Journal of Economic Growth and Development Research*, 4(15), 61-76. [In Persian]
- Mahdavi, A. and Amirbabaei, S. (2016). The Effects of Financial Development on the Quality of Environment in Iran (1973 - 2007). *Economic Research and Perspectives*, 15(4), 1-23. [In Persian]
- Majeed, M. T., & Hussain, Z. (2024). Financial sector development and renewable energy consumption nexus: Evidence from global dynamic panel threshold analysis. *Review of Development Economics*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1111/1477-8947.12469>
- Mankiw, N. G., & Scarth, W. (2008). *Macroeconomics* (3rd Canadian ed.). Worth Publishers.
- Ofori-Sasu, D., Abor, J. Y., Donkor, G. N. A., & Otchere, I. (2023). Renewable energy consumption and carbon emissions in developing countries: The role of capital markets. *Journal of Natural Resources Policy Research*, 14(4), 1407-1429. <https://doi.org/10.1080/14786451.2023.2268857>
- Owsia, Neda Sadat. (2014). "The Effect of Financial and Economic Development on Environmental Quality in Iran with Emphasis on Energy Consumption and Foreign Trade." Supervisor: Alireza Nasserli. Master's Thesis, Tehran: Tarbiat Modares University. [In Persian]
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2017.06.025>

- Parveen, S., Khan, S., Kamal, M. A., Abbas, M. A., Aijaz Syed, A., & Grima, S. (2023). The Influence of Industrial Output, Financial Development, and Renewable and Non-Renewable Energy on Environmental Degradation in Newly Industrialized Countries. *Sustainability*, 15(6), 4742. <https://doi.org/10.3390/su15064742>
- Pearson, K. (1901). "On lines and planes of closest fit to systems of points in space." *Philosophical Magazine*. 6(2), 559–572.
- Rezagholizadeh, M., Eisazadeh roshan, Y. and Shahbedini, P. (2024). Is Financial Development Green in Iran? New Evidence from Iran Provinces. *Environment and Interdisciplinary Development*, 8(82), 17-34. doi: 10.22034/envj.2024.416386.1314 [In Persian]
- Russo, A., Mariani, M., & Caragnano, A. (2021). Exploring the determinants of green bond issuance: Going beyond the long-lasting debate on performance consequences. *Business Strategy and the Environment*, 30 (1), 38–59.
- Sadegi, S. K. and Ebrahimi, S. (2013). Impact of Coal Consumption on Carbon Dioxide Emissions in Iran. *Iranian Energy Economics*, 2(7), 43-73. [In Persian]
- Sadorsky, P. (2010). The impact of financial development on energy consumption in emerging economies. *Energy Policy*, 38, 2528-2535.
- Safi, A., Chen, Y., Wahab, S., Ali, S., Yi, X., & Imran, M. (2021). Financial instability and consumption-based carbon emission in E-7 countries: The role of trade and economic growth. *Sustainable Production and Consumption*, 27, 383–391. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.01.019>
- Salari, Z. and Shahraki, M. (2024). The Interaction Effects of Financial Development with Human Capital and Institutional Quality on Environmental Degradation: Panel Cointegration Approach. *Iranian Economic Development Analyses*, 10(1), 207-226. doi: 10.22051/ieda.2024.45430.1381 [In Persian]
- salatin, parvaneh, ebrahimi kashay, Azar. "The effect of financial markets on environmental quality." *Sustainability, Development & Environment*, vol. 2, no. 1, 2021, pp. 85-97. [In Persian]
- Senna, A. L. de, & Moxotó, A. C. de A. (2025). Carbon emissions and financial performance in the Brazilian stock market. *Journal of Environmental Management*, 377, 124698. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2025.124698>
- Shakib, M., Ullah, M., Nawaz, F., Kayani, U., Sohag, K., & Mariev, O. (2025). Energy Transition, Decarbonization, and Capital Markets Nexus: Insights from BRICS Economies. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 15(2), 495–509. <https://doi.org/10.32479/ijcep.18276>
- Shin, Y., Yu, B., & Greenwood-Nimmo, M. J. (2014). "Modelling asymmetric cointegration and dynamic multipliers in a nonlinear ARDL framework." *Festschrift in Honor of Peter Schmidt*. 281-314.
- Shobande, O. A., & Asongu, S. A. (2022). The critical role of education and ICT in promoting environmental sustainability in Eastern and Southern Africa: A panel VAR approach. *AGDI Working Paper*
- Shobande, O. A., & Ogbeifun, L. (2022). Has information and communication technology improved environmental quality in the OECD? —A dynamic panel analysis. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 29(1), 39–49. <https://doi.org/10.1080/13504509.2021.1909172>
- Shobande, O.A. & Shodipe, O.T. (2021). Monetary Policy Interdependency in Fisher Effect: A Comparative Evidence. *Journal of Central Banking Theory and Practice*, 10(1), 2021. 203-226. <https://doi.org/10.2478/jcbtp-2021-0010>
- Stiglitz, J. E. (1994). *The role of the state in financial markets*. Washington, D.C.: The World Bank. Retrieved from World Bank Document
- 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.
- Tang, D. Y., & Zhang, Y. (2020). Do shareholders benefit from green bonds? *Journal of Corporate Finance*, 61, 101427. <https://doi.org/10.1016/j.jcorpfin.2018.12.001>
- Topcu, M., Tugcu, C. T., & Ocal, O. (2020). How does environmental degradation react to stock market development in developing countries? In *Econometrics of green energy handbook* (pp. 291–301). Springer
- Trotta, A. (2024). *Environmental impact bonds: Review, challenges, and perspectives*. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 66, 101396. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2023.101396>
- Xu, Y., Zhang, H., Yang, F., Tong, L., Yan, D., Yang, Y., Wang, Y., & Wu, Y. (2021). Experimental investigation of pneumatic motor for transport application. *Renewable Energy*, 179, 517–527. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.07.072>

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(C), 427–436. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2019.05.003>