

The Threshold Effect of Foreign Direct Investment on Environmental Performance in MENA and OECD Countries (PSTR Approach)

Majid Afsharirad 

Associate Professor, Department of General Affairs Economics, Faculty of Economics, Kharazmi University, Tehran, Iran

Habib Soheyli Ahmadi 

Assistant Professor, Department of General Affairs Economics, Faculty of Economics, Kharazmi University, Tehran, Iran

Masoomeh Rezaei Dastgerdi 

Master's student, Faculty of Economics, Kharazmi University, Tehran, Iran

Extended Abstract

Introduction

Foreign direct investment (FDI), financial development, and social globalization represent three pivotal variables that can either degrade or enhance environmental quality through multiple, often countervailing channels. Theoretically, FDI exhibits a dualistic character: on one hand, the relocation of pollution-intensive industries to jurisdictions with weaker environmental standards may elevate emissions the so-called pollution haven effect; on the other hand, FDI can facilitate the transfer of clean technologies, enhance productive efficiency, and improve environmental management practices, thereby contributing positively to ecological outcomes. Financial development, contingent upon a country's institutional framework, may channel capital toward green investments and low-carbon innovations or, conversely, direct resources toward environmentally degrading sectors. Similarly, social globalization can intensify societal pressure for environmental

* Corresponding Author: m.feshari@khu.ac.ir

How to Cite: Afsharirad, M., Soheyli Ahmadi, H., Rezaei Dastgerdi, M. (2025). The Threshold Effect of Foreign Direct Investment on Environmental Performance in MENA and OECD Countries (PSTR Approach). *Journal of Environmental and Natural Resource Economics*, 5(12), pp. 1-38. DOI: 10.22054/eenr.2026.90218.222

compliance by fostering transnational communication, enabling the free flow of information, and heightening public environmental awareness. However, in certain contexts, it may exert countervailing pressures by promoting resource-intensive consumption patterns and stimulating demand for industrial goods.

A critical insight emerging from this analysis is that the environmental effects of these variables are neither uniform nor strictly linear across countries. Rather, their magnitude and even directional sign varies depending on contextual factors such as the level of economic development, institutional capacity, financial sector structure, and technological absorptive capacity. These nonlinear dynamics arise because the net impact of FDI, financial development, and social globalization on environmental performance is fundamentally mediated by institutional quality, the stringency of environmental regulations, and the capacity to assimilate and deploy clean technologies. Consequently, upon surpassing critical threshold levels of these moderating factors, the direction and intensity of their influence on environmental performance indices may undergo qualitative shifts. Specifically, an economic variable may exert a detrimental effect on environmental quality at early stages of development but, after crossing a certain threshold, generate improvements in ecological outcomes. Therefore, the presence of threshold effects and dynamic nonlinearities among these variables should be anticipated, and the examination of purely linear relationships risks yielding an incomplete and potentially misleading understanding of their complex environmental implications.

Objective

The primary objective of this study is to investigate the nonlinear and threshold-dependent effects of foreign direct investment (FDI), financial development, and social globalization on environmental performance across Middle Eastern and North African (MENA) and Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) countries. Specifically, the research aims to determine whether the

impact of these variables on the Environmental Performance Index (EPI) varies across distinct FDI regimes and to compare both the directional sign and magnitude of these effects between developing and developed economies.

Research Method

This study employs a quantitative applied research design utilizing an unbalanced panel dataset comprising 59 countries of 22 Middle Eastern and North African (MENA) nations and 37 Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) member states, spanning the period 1995–2023. Environmental performance is operationalized using the Environmental Performance Index (EPI), published annually by the Yale Center for Environmental Law & Policy. Data on foreign direct investment (FDI), financial development, and GDP per capita are sourced from the World Bank's World Development Indicators database, while social globalization is proxied by the social dimension of the KOF Globalisation Index. To control for cross-country variations in economic development, GDP per capita (constant 2015 US dollars) is incorporated as a covariate.

To capture nonlinear dynamics, gradual regime transitions, and heterogeneous effects across countries, the study implements the panel smooth transition regression (PSTR) methodology. FDI is selected as the transition (threshold) variable based on its theoretical relevance to environmental outcomes and empirical validation through specification tests. This approach permits slope coefficients to vary smoothly across regimes as a function of the transition variable, while simultaneously controlling for unobserved country-specific heterogeneity and temporal dependencies through fixed effects and lagged dependent variable specifications.

Results and Discussion

The empirical findings provide robust evidence of nonlinear and threshold-dependent effects in the relationship between economic globalization and environmental performance. In Middle Eastern and North African (MENA) countries, foreign direct investment (FDI)

exerts a negative influence on environmental performance at lower intensity levels, reflecting the predominance of pollution-intensive activities and relatively weak environmental regulatory frameworks during the initial phases of FDI inflows. However, once FDI surpasses a critical threshold, its impact reverses and becomes positive, signaling the emergence of green spillover effects transmitted through the adoption of cleaner technologies, enhanced production standards, and improved environmental management practices.

In contrast, in Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) countries, FDI initially contributes positively or at minimum, neutrally to environmental performance. Yet beyond a certain threshold level, further increases in FDI intensify environmental pressures and precipitate a deterioration in Environmental Performance Index (EPI) scores. Financial development and social globalization similarly exhibit regime-dependent effects, underscoring the pivotal role of institutional quality, regulatory stringency, and policy coherence in mediating environmental outcomes. Collectively, these results reconcile competing theoretical perspectives by demonstrating that pollution haven and pollution halo effects may coexist within a unified analytical framework, with their relative dominance contingent upon FDI intensity levels and countries' developmental stages.

Conclusion

This study concludes that the effects of foreign direct investment (FDI), financial development, and social globalization on environmental performance are inherently nonlinear and threshold-dependent. The directional sign and magnitude of these effects diverge markedly between Middle Eastern and North African (MENA) and Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) countries, underscoring the critical mediating role of institutional capacity, regulatory quality, and developmental stage. Collectively, the findings demonstrate that the environmental consequences of economic and social integration are contingent upon countries' developmental trajectories and institutional endowments. Consequently, neglecting

threshold dynamics in empirical modeling risks generating erroneous policy prescriptions that fail to account for regime-dependent effects.

Accordingly, policymakers should adopt differentiated, context-sensitive strategies that actively channel foreign investment toward environmentally sustainable sectors while simultaneously strengthening financial governance frameworks and institutional capacities. Such an integrated approach can harness the potential of globalization to advance ecological objectives, rather than inadvertently exacerbating environmental degradation through one-size-fits-all policy designs.

Keywords: Foreign Direct Investment, Financial Development, Social Globalization, Environmental Performance Index, Panel Smooth Transition Regression (PSTR)

JEL Classification: C33, F21, F64, O44, Q56



اثر آستانه‌ای سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر شاخص عملکرد محیط‌زیست در کشورهای منطقه خاورمیانه و شمال آفریقا و عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (رهیافت انتقال ملایم در داده‌های تابلویی)

دانشیار گروه اقتصاد امور عمومی، دانشکده اقتصاد، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

مجید افشاری راد * 

استادیار گروه اقتصاد امور عمومی، دانشکده اقتصاد، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

حبیب سهیلی احمدی 

دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده اقتصاد، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

معصومه رضایی دستگردی 

چکیده

این پژوهش به بررسی اثرات آستانه‌ای سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، توسعه مالی و جهانی‌شدن اجتماعی بر شاخص عملکرد محیط‌زیست در کشورهای منطقه خاورمیانه و شمال آفریقا (MENA) و کشورهای عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (OECD) طی دوره ۱۹۹۵ تا ۲۰۲۳ می‌پردازد. با توجه به تشدید چالش‌های زیست‌محیطی و تفاوت‌های معنادار کشورهای از نظر کیفیت نهادی، ظرفیت جذب فناوری و شدت مقررات زیست‌محیطی، انتظار می‌رود اثر متغیرهای اقتصادی و اجتماعی بر عملکرد محیط‌زیست ماهیتی غیرخطی و وابسته به آستانه داشته باشد. هدف اصلی این مطالعه شناسایی رفتارهای غیرخطی و تعیین سطوح آستانه‌ای در تأثیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، توسعه مالی و جهانی‌شدن اجتماعی بر شاخص عملکرد محیط‌زیست در دو گروه کشورها است. این پژوهش از نظر ماهیت کمی و از نظر هدف کاربردی بوده و از داده‌های تابلویی ۵۹ کشور شامل ۲۲ کشور MENA و ۳۷ کشور OECD طی دوره ۱۹۹۵ تا ۲۰۲۳ استفاده می‌کند. داده‌ها به صورت تمام‌شماری از پایگاه‌های معتبر بین‌المللی گردآوری شده‌اند. شاخص عملکرد محیط‌زیست بر اساس داده‌های مرکز سیاست حقوق و محیط‌زیست دانشگاه ییل

اثر آستانه‌ای سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر شاخص عملکرد محیط‌زیست... | افشای راد و همکاران | ۷

اندازه‌گیری شده و اطلاعات مربوط به سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و توسعه مالی از پایگاه بانک جهانی و شاخص جهانی‌شدن اجتماعی از مؤسسه KOF استخراج شده است. برای تحلیل داده‌ها از روش رگرسیون انتقال ملایم در داده‌های تابلویی (PSTR) استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد که در کشورهای MENA، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در سطوح پایین اثر منفی بر عملکرد محیط‌زیست دارد، اما پس از عبور از سطح آستانه، اثر آن مثبت می‌شود. در مقابل، در کشورهای OECD، اثر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در سطوح پایین مثبت بوده اما در سطوح بالاتر به کاهش عملکرد محیط‌زیست منجر می‌شود. این یافته‌ها بر اهمیت در نظر گرفتن رفتارهای آستانه‌ای در سیاست‌گذاری‌های زیست‌محیطی تأکید دارند.

کلیدواژه‌ها: توسعه مالی، جهانی‌شدن اجتماعی، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، شاخص عملکرد محیط‌زیست.

طبقه‌بندی JEL: Q56، O44، F64، F21، C33

۱. مقدمه

در دهه‌های اخیر، تشدید بحران‌های زیست‌محیطی نظیر تغییرات اقلیمی، کاهش کیفیت هوا، افت منابع طبیعی و فشار فزاینده بر زیست‌بوم‌ها به یکی از جدی‌ترین چالش‌های توسعه اقتصادی و رفاه اجتماعی کشورها تبدیل شده است. پایداری محیط‌زیست نه تنها بر کیفیت زندگی نسل حاضر اثر دارد، بلکه تضمین‌کننده عدالت میان‌نسلی و استمرار رشد اقتصادی نیز است؛ از این‌رو، شناسایی عوامل اقتصادی، مالی و اجتماعی اثرگذار بر شاخص‌های محیط‌زیستی به یکی از محورهای اصلی سیاست‌گذاری کشورها تبدیل شده است (نصیری و همکاران، ۱۴۰۴).

در این میان، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، توسعه مالی و جهانی‌شدن اجتماعی سه متغیری هستند که از طریق کانال‌های متعدد می‌توانند کیفیت محیط‌زیست را تضعیف یا تقویت کنند. از دیدگاه نظری، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی دو تصویر متفاوت ارائه می‌کند؛ از یک‌سو، انتقال صنایع آلاینده به کشورهایی با استانداردهای زیست‌محیطی ضعیف‌تر می‌تواند به افزایش آلودگی منجر شود، اما از سوی دیگر، انتقال فناوری‌های پاک، ارتقای بهره‌وری و بهبود مدیریت تولید می‌تواند کارکردی مثبت در بهبود کیفیت محیط‌زیست داشته باشد. توسعه مالی نیز بر اساس ساختار نهادی کشورها قادر است منابع مالی را به سمت فعالیت‌های سبز و فناوری‌های کم‌کربن هدایت کند یا بالعکس، سرمایه را روانه بخش‌های آلاینده نماید. جهانی‌شدن اجتماعی نیز با افزایش ارتباطات، جریان آزاد اطلاعات و گسترش حساسیت اجتماعی نسبت به محیط‌زیست می‌تواند فشار اجتماعی برای رعایت استانداردهای زیست‌محیطی را تقویت کند، هرچند ممکن است در برخی کشورها با ترویج الگوهای مصرفی و افزایش تقاضای بیشتر برای کالاهای صنعتی، اثر معکوس ایجاد نماید (محمدی‌نیا و همکاران، ۱۴۰۲).

نکته مهم آن است که آثار این متغیرها در کشورها همواره یکسان و خطی نیست، بلکه بسته به سطح توسعه اقتصادی، ظرفیت نهادی، ساختار مالی و توان جذب فناوری، شدت و حتی جهت این اثرات می‌تواند تغییر کند. این رفتارهای غیرخطی ناشی از آن است

که اثر نهایی سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، توسعه مالی و جهانی‌شدن اجتماعی بر عملکرد محیط‌زیست به عواملی نظیر کیفیت نهادی، شدت مقررات زیست‌محیطی و ظرفیت جذب فناوری‌های پاک در کشورها وابسته است. در نتیجه، انتظار می‌رود که با عبور از سطوح مشخصی از این متغیرها، جهت و شدت اثرگذاری آن‌ها بر شاخص عملکرد محیط‌زیست تغییر کند. به گونه‌ای که یک متغیر اقتصادی ممکن است در سطوح پایین توسعه اثر منفی بر عملکرد محیط‌زیست داشته باشد، اما پس از عبور از یک سطح آستانه‌ای مشخص، همان متغیر به بهبود عملکرد زیست‌محیطی منجر شود؛ بنابراین، وجود رفتارهای آستانه‌ای و پویا میان متغیرهای مذکور قابل‌انتظار است و بررسی روابط صرفاً خطی نمی‌تواند تصویر واقعی این پویایی‌ها را ارائه دهد (رئیزی و رکانی و همکاران، ۱۴۰۳).

بر این اساس، پژوهش حاضر بررسی می‌کند که آیا میان سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، توسعه مالی و جهانی‌شدن اجتماعی با شاخص عملکرد محیط‌زیست رابطه غیرخطی و وابسته به آستانه وجود دارد یا خیر و اینکه این روابط در کشورهای منطقه خاورمیانه و شمال آفریقا به عنوان کشورهای در حال توسعه و کشورهای عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی به عنوان کشورهای توسعه یافته چه تفاوت‌هایی را نشان می‌دهند. برای این منظور فرضیه‌های مطرح شده در این مطالعه به صورت زیر است:

- **فرضیه اول:** سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی^۱ (FDI) بر شاخص عملکرد محیط‌زیست^۲ (EPI) در کشورهای منطقه خاورمیانه و شمال آفریقا (MENA)^۳ اثری غیرخطی و وابسته به آستانه دارد.
- **فرضیه دوم:** سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی (FDI) بر شاخص عملکرد محیط‌زیست (EPI) در کشورهای عضو OECD^۴ دارای رفتار غیرخطی و آستانه‌ای است.
- **فرضیه سوم:** اثر توسعه مالی بر شاخص عملکرد محیط‌زیست (EPI) در کشورهای MENA و OECD خطی نبوده و به رژیم‌های مختلف توسعه اقتصادی و نهادی وابسته

1 Foreign Direct Investment

2 Environmental Performance Index

3 Middle East and North Africa

4 Organization of Economic Cooperation Development

است.

• **فرضیه چهارم:** جهانی شدن اجتماعی بر شاخص عملکرد محیط زیست (EPI) اثری ناهمگن و غیرخطی در کشورهای MENA و OECD دارد.

برای این منظور در این پژوهش از روش رگرسیون انتقال ملایم در داده های تابلویی (PSTR)^۱ و ۵۹ کشور شامل ۲۲ کشور MENA و ۳۷ کشور OECD طی دوره ۱۹۹۵ تا ۲۰۲۳ برای تعیین اثرات آستانه ای سرمایه گذاری مستقیم خارجی، توسعه مالی و جهانی شدن اجتماعی بر شاخص عملکرد محیط زیست در کشورهای منطقه خاورمیانه و شمال آفریقا (MENA) و کشورهای عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (OECD) استفاده شده است.

۲. پیشینه پژوهش

الف) مبانی نظری

رابطه بین توسعه اقتصادی و کیفیت محیط زیست یکی از مباحث اساسی در اقتصاد محیط زیست است. طبق فرضیه منحنی کوزنتس زیست محیطی، در مراحل اولیه رشد اقتصادی، آلودگی محیط زیست افزایش می یابد، اما با عبور از سطح مشخصی از درآمد سرانه، افزایش تقاضای اجتماعی برای محیط زیست سالم تر، بهبود کیفیت نهادی و سخت گیرانه تر شدن مقررات زیست محیطی موجب کاهش آلودگی و بهبود کیفیت محیط زیست می شود (گروسمن و کروگر^۲، ۱۹۹۵). این فرضیه مبنایی برای تحلیل اثر سایر متغیرهای اقتصادی و اجتماعی بر محیط زیست محسوب می شود. مطالعات جدید نشان می دهند که تحقق بخش نزولی این منحنی، به ویژه در کشورهای در حال توسعه، به سطح توسعه نهادی، آگاهی زیست محیطی و ظرفیت جذب فناوری های نوین وابسته است (شهباز^۳ و همکاران، ۲۰۱۸).

در این چارچوب، سرمایه گذاری مستقیم خارجی به عنوان یکی از شاخص های

1 Panel Smooth Transition Regression

2 Grossman and Krueger

3 Shahbaz

جهانی‌شدن اقتصادی می‌تواند نقش دوگانه‌ای در کیفیت محیط‌زیست ایفا کند. مطابق فرضیه «بهشت آلودگی»، ورود سرمایه‌گذاری خارجی به کشورهایی با استانداردهای زیست‌محیطی ضعیف‌تر می‌تواند منجر به انتقال صنایع آلاینده، افزایش مصرف انرژی و تشدید انتشار آلاینده‌ها شود (کول و الیوت^۱، ۲۰۰۵). در مقابل، بر اساس فرضیه «هاله سبز»، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی از طریق انتقال فناوری‌های پاک‌تر، بهبود بهره‌وری انرژی و ارتقای شیوه‌های مدیریتی بنگاه‌ها می‌تواند به بهبود عملکرد زیست‌محیطی کشور میزبان منجر شود (اسکلند و هریسون^۲، ۲۰۰۴). برتری هر یک از این دو اثر به سطح توسعه اقتصادی، کیفیت نهادی و توان نظارتی کشور میزبان وابسته است؛ به گونه‌ای که در کشورهای در حال توسعه با نهادهای ضعیف‌تر، احتمال غلبه اثر «بهشت آلودگی» بیشتر است.

توسعه مالی نیز می‌تواند آثار ناهمگون و وابسته به شرایط نهادی بر محیط‌زیست داشته باشد. در کشورهایی که از نظام مالی کارآمد و نظارت نهادی مناسب برخوردارند، توسعه مالی با تسهیل تأمین مالی پروژه‌های سبز، حمایت از نوآوری‌های زیست‌محیطی و افزایش سرمایه‌گذاری در فناوری‌های کم‌کربن، به بهبود کیفیت محیط‌زیست کمک می‌کند (تمازیان و راثو^۳، ۲۰۱۰). در مقابل، در غیاب نظارت مؤثر و چارچوب‌های نهادی مناسب، گسترش اعتبارات مالی می‌تواند منجر به رشد فعالیت‌های آلاینده، افزایش مصرف انرژی‌های فسیلی و تشدید تخریب محیط‌زیست شود (مهدوی و امیربابایی، ۱۳۹۵)؛ بنابراین، رابطه توسعه مالی و محیط‌زیست ماهیتی غیرخطی داشته و به سطح توسعه نهادی کشورها وابسته است.

جهانی‌شدن اجتماعی نیز از طریق افزایش تعاملات فرهنگی، گسترش جریان اطلاعات و ارتقای آگاهی عمومی می‌تواند فشار اجتماعی برای رعایت استانداردهای زیست‌محیطی را تقویت کند (درهر^۴، ۲۰۰۶). افزایش دسترسی به اطلاعات و ارتباط با هنجارهای جهانی،

1 Cole and Elliott

2 Eskeland and Harrison

3 Tamazian and Rao

4 Dreher

تقاضای جامعه برای سیاست‌های زیست‌محیطی سخت‌گیرانه‌تر را افزایش می‌دهد. با این حال، برخی دیدگاه‌های انتقادی بر این باورند که جهانی‌شدن اجتماعی از طریق ترویج الگوهای مصرفی جهانی، افزایش تقاضا برای کالاهای صنعتی و گسترش شهرنشینی سریع می‌تواند فشار مضاعفی بر منابع طبیعی وارد کند (شهbaz و همکاران، ۲۰۱۸). این اثرات به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه که ظرفیت نهادی و زیرساختی محدودی دارند، شدیدتر است.

بر این اساس، روابط میان سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، توسعه مالی و جهانی‌شدن اجتماعی با شاخص عملکرد محیط‌زیست لزوماً خطی و یکنواخت نیست، بلکه بسته به مرحله توسعه اقتصادی، کیفیت نهادی و توان جذب فناوری کشورها می‌تواند تغییر کند. وجود چنین ناهمگنی‌هایی زمینه‌ساز بروز رفتارهای آستانه‌ای در روابط اقتصادی-زیست‌محیطی می‌شود. در این راستا، الگوی رگرسیون انتقال ملایم در داده‌های تابلویی امکان شناسایی این روابط غیرخطی و آستانه‌ای را فراهم می‌کند و نشان می‌دهد که اثر متغیرهای موردبررسی در رژیم‌های مختلف توسعه اقتصادی متفاوت است (گونزالز^۱ و همکاران، ۲۰۰۵) و پسران^۲ (۲۰۰۷). این ویژگی، الگوی PSTR را به ابزاری مناسب برای تحلیل روابط پیچیده و پویای میان متغیرهای اقتصادی و عملکرد محیط‌زیست در کشورهای با سطوح توسعه متفاوت تبدیل می‌کند.

ب) پیشنهاد پژوهش

مرووری بر پژوهش‌های داخلی و خارجی نشان می‌دهد که تأثیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، توسعه مالی و جهانی‌شدن اجتماعی بر کیفیت و عملکرد محیط‌زیست در کشورها یکسان نبوده و بسته به سطح توسعه اقتصادی، کیفیت نهادی، ساختار تولید و الگوی مصرف انرژی، نتایج متفاوتی را به همراه داشته است. بخش قابل توجهی از مطالعات تجربی، به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه، بیانگر آن است که ورود سرمایه‌گذاری

1 Gonzales

2 Pesaran

خارجی و گسترش فعالیت‌های مالی در غیاب چارچوب‌های نهادی و نظارتی کارآمد، به افزایش آلودگی و تخریب محیط‌زیست منجر شده است. در مقابل، در برخی کشورها و در دوره‌های زمانی خاص، نقش انتقال فناوری، بهبود بهره‌وری و ارتقای استانداردهای تولید باعث شده است که این متغیرها اثر کاهنده یا تعدیل‌کننده بر فشارهای زیست‌محیطی داشته باشند.

همچنین نتایج مطالعات پیشین نشان می‌دهد که اثر جهانی شدن، چه در بُعد اقتصادی و چه در بُعد اجتماعی، همواره خطی و یکنواخت نیست. در برخی کشورها، جهانی شدن با افزایش مصرف، شهرنشینی و فشار بر منابع طبیعی همراه بوده، در حالی که در سایر کشورها، از طریق افزایش آگاهی عمومی، انتقال دانش و تقویت مطالبات اجتماعی، به بهبود شاخص‌های زیست‌محیطی کمک کرده است. این تفاوت در یافته‌ها بیانگر وجود ناهمگنی ساختاری میان کشورها و احتمال بروز رفتارهای غیرخطی در روابط میان متغیرهای اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیستی است.

باوجود گستردگی مطالعات انجام‌شده، بخش عمده‌ای از پژوهش‌های پیشین این روابط را در قالب الگوهای خطی یا با تمرکز بر یک کشور یا یک گروه خاص از کشورها بررسی کرده‌اند و کمتر به بررسی هم‌زمان رفتارهای آستانه‌ای و تفاوت رژیم‌های اثرگذاری در گروه‌های مختلف کشورها پرداخته‌اند. افزون بر این، استفاده از شاخص جامع عملکرد محیط‌زیست (EPI) به عنوان متغیر وابسته در چارچوب الگوهای غیرخطی پنلی، به‌ویژه با تفکیک کشورهای در حال توسعه و توسعه‌یافته، در ادبیات موجود محدود است. این خلأ پژوهشی ضرورت انجام مطالعه حاضر را با بهره‌گیری از رویکرد رگرسیون انتقال ملایم در داده‌های تابلویی (PSTR) و تمرکز بر کشورهای MENA و OECD توجیه می‌کند. در ادامه در جدول (۱) خلاصه تحقیقات صورت گرفته ارائه شده است.

جدول (۱). مروری بر پیشینه پژوهش

ردیف	نویسندگان	سال	هدف مطالعه	جامعه آماری	دوره و داده‌ها	روش	نتیجه
پیشینه پژوهش‌های خارجی							
۱	فام ^۱ و همکاران	۲۰۲۵	اثر ورود FDI بر انتشار CO ₂	۹۰ کشور	۱۹۹۰-۲۰۲۳	پانل	FDI در کشورهای با درآمد پایین و متوسط آلودگی را افزایش می‌دهد.
۲	پان ^۲	۲۰۲۵	اثر ترکیب FDI و انرژی تجدیدپذیر	۸۱ کشور در حال توسعه	۲۰۰۳-۲۰۲۳	الگوهای پانلی	ترکیب FDI و انرژی تجدیدپذیر در کشورهای کم‌درآمد انتشار را افزایش می‌دهد.
۳	دنگ ^۳ و همکاران	۲۰۲۴	اثر ثبات سیاسی و جهانی شدن بر آلودگی	۹۶ کشور	۱۹۹۰-۲۰۲۳	رگرسیون چندک	ثبات سیاسی آلودگی را کاهش و جهانی شدن آن را افزایش می‌دهد.
۴	یوه ^۴ و همکاران	۲۰۲۳	نقش FDI در عملکرد زیست محیطی	استان‌های چین	داده‌های منطقه‌ای	رگرسیون فضایی	FDI عملکرد زیست محیطی را از طریق ارتقای فناوری بهبود می‌دهد.
۵	لطیف ^۵ و همکاران	۲۰۲۳	جهانی شدن، توسعه مالی و CO ₂	۱۹ کشور نوظهور	۱۹۹۰-۲۰۱۹	System-GMM	جهانی شدن آلودگی را افزایش و توسعه مالی آن را در بلندمدت کاهش می‌دهد.

1 Pham

2 Pan

3 Deng

4 Yue

5 Latif

اثر آستانه‌ای سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر شاخص عملکرد محیط‌زیست... | افشای راد و همکاران | ۱۵

ردیف	نویسندگان	سال	هدف مطالعه	جامعه آماری	دوره و داده‌ها	روش	نتیجه
۶	دنگ ^۱ و همکاران	۲۰۲۲	اثرات نامتقارن FDI، توسعه مالی و جهانی‌شدن	۱۰۷ کشور	۲۰۰۰-۲۰۱۹	رگرسیون ن	اثر FDI به سطح توسعه نهادی بستگی دارد.
۷	تسیمیسارا کا ^۲ و همکاران	۲۰۲۲	اثر مالی، ICT و انرژی تجدیدپذیر	۱۰ کشور کمربند و جاده	۲۰۰۴-۲۰۱۹	ARDL-CS	فناوری و شمول مالی CO ₂ را افزایش می‌دهند.
۸	عثمان ^۳ و همکاران	۲۰۲۲	اثر جهانی‌شدن و مالی بر رد پای اکولوژیکی	۱۰ کشور ثروتمند	۱۹۹۰-۲۰۱۸	پانل نسل دوم	توسعه مالی رد پای اکولوژیکی را افزایش می‌دهد.
۹	جون ^۴ و همکاران	۲۰۲۱	آیا جهانی‌شدن باعث تخریب محیط‌زیست می‌شود؟	۵ کشور آسیای جنوبی	۱۹۸۵-۲۰۱۸	FMO LS	جهانی‌شدن و انرژی فسیلی CO ₂ را افزایش می‌دهند.
۱۰	تیبیا و بلیده	۲۰۲۰	نقش FDI و تجارت در آلودگی	۲۷ کشور آفریقایی	۱۹۹۰-۲۰۱۳	ARDL	FDI و تجارت رابطه بلندمدت با آلودگی دارند.
۱۱	آچامپونگ ^۶	۲۰۱۹	توسعه مالی و آلودگی	۴۶ کشور آفریقا	۲۰۰۰-۲۰۱۵	System-GMM	توسعه مالی ابتدا آلودگی را افزایش و سپس کاهش می‌دهد (U معکوس).
۱۲	شهباز ^۷ و همکاران	۲۰۱۸	FDI، توسعه مالی و انرژی پاک	BRICS و Next-11	۱۹۹۲-۲۰۱۴	پانل نسل دوم	اثر FDI در کشورهای صنعتی منفی و در ضعیف مثبت است.
۱۳	صلاح‌الدین	۲۰۱۷	اثر رشد، برق، مالی	کویت	۱۹۸۰-۲۰۱۳	ARDL	همه متغیرها CO ₂ را

1 Deng

2 Tsimisaraka

3 Usman

4 Jun

5 Tiba and Belaid

6 Acheampong

7 Shahbaza

ردیف	نویسندگان	سال	هدف مطالعه	جامعه آماری	دوره و داده‌ها	روش	نتیجه
	۱ و همکاران		و FDI بر CO ₂				افزایش می‌دهند.
۱۴	ژانگ و ژو ^۲	۲۰۱۶	آیا FDI CO ₂ را کاهش می‌دهد؟	چین	۱۹۸۵-۲۰۱۰	STIRPAT	FDI از طریق تغییر ساختار صنعتی CO ₂ را کاهش می‌دهد.
۱۵	تنگ و تان ^۳	۲۰۱۵	اثر انرژی، درآمد و FDI بر CO ₂	ویتنام	۱۹۷۶-۲۰۰۹	اقتصادس نجی	FDI اثر کاهش دهنده دارد و EKC تأیید شد.
۱۶	شهباز ^۴ و همکاران	۲۰۱۳	توسعه مالی، رشد و تجارت CO ₂	آفریقای جنوبی	۱۹۶۵-۲۰۰۸	ARDL	توسعه مالی و تجارت CO ₂ را کاهش می‌دهد.
۱۷	الملالی ^۵	۲۰۱۲	عوامل مؤثر بر CO ₂	۱۲ کشور خاورمیانه	۱۹۹۰-۲۰۰۹	پانل	انرژی و FDI عوامل اصلی افزایش CO ₂ هستند.
۱۸	پائو و تسای ^۶	۲۰۱۱	رابطه دوطرفه FDI و CO ₂	BRICS	۱۹۹۰-۲۰۰۷	هم‌انباشتگی	هر دو فرضیه «هاله سبز» و «بهشت آلودگی» تأیید شد.
پیشینه پژوهش‌های داخلی							
ردیف	نام نویسندگان	سال	هدف مطالعه	جامعه آماری	داده و دوره	روش	مهم‌ترین نتیجه
۱	نصیری و همکاران	۱۴۰۴	نقش توسعه مالی در آلودگی محیط‌زیست	ایران	سری زمانی	اقتصادس نجی	اثر توسعه مالی وابسته به نحوه تخصیص منابع است.
۲	رئیزی و ورکانی و همکاران	۱۴۰۳	اثر توسعه مالی و FDI بر انرژی تجدیدپذیر	ایران	۲۰۰۰-۲۰۲۰	پانل	توسعه مالی و FDI مصرف انرژی پاک را افزایش می‌دهند.

1 Salahuddin

2 Zhang and Zhou

3 Tang and Tan

4 Shahbaza

5 Al-mulali

6 Pao and Ts

اثر آستانه‌ای سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر شاخص عملکرد محیط‌زیست... | افشاری راد و همکاران | ۱۷

ردیف	نویسندگان	سال	هدف مطالعه	جامعه آماری	دوره و داده‌ها	روش	نتیجه
۳	محمدی‌نیا و همکاران	۱۴۰۲	اثر جهانی‌شدن، رشد و مالی بر ردپای اکولوژیکی	ایران	۱۹۹۰-۲۰۲۰	کوانتایل	جهانی‌شدن اثر افزایشی بر ردپای اکولوژیکی دارد.
۴	فاخر	۱۴۰۲	اثر GDP، مالی و انرژی بر محیط‌زیست	۳۰ کشور OECD	۲۰۰۰-۲۰۱۹	GMM	توسعه مالی اثرات منفی رشد اقتصادی را تعدیل می‌کند.
۵	میرزایی و همکاران	۱۳۹۸	اثر FDI بر آلودگی	کشورهای MENA	۱۹۹۰-۲۰۱۱	پانل	FDI موجب افزایش آلودگی می‌شود.
۶	محمدی و سخی	۱۳۹۲	اثر تجارت، FDI و توسعه انسانی بر EPI	۷۳ کشور	داده مقطعی	اقتصادس نجی	توسعه انسانی اثر مثبت و تجارت آزاد اثر منفی دارد.
۷	جعفری صمیمی و احمدپور	۱۳۹۰	رابطه رشد اقتصادی و EPI	کشورهای توسعه‌یافته	۲۰۰۰-۲۰۰۸	اقتصادس نجی	رشد اقتصادی اثر منفی و دموکراسی اثر مثبت دارد.

۳. روش تحقیق

الف) نوع و ماهیت پژوهش

پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی و از نظر ماهیت و روش، کمی و مبتنی بر داده‌های تابلویی است. جامعه آماری پژوهش شامل ۵۹ کشور بوده که از این میان، ۲۲ کشور از منطقه خاورمیانه و شمال آفریقا (MENA) و ۳۷ کشور از کشورهای عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (OECD) انتخاب شده‌اند. دوره زمانی پژوهش سال‌های ۱۹۹۵ تا ۲۰۲۳ را دربرمی‌گیرد. انتخاب این دو گروه کشور باهدف مقایسه اثر متغیرهای مورد مطالعه در سطوح متفاوت توسعه اقتصادی، کیفیت نهادی و ظرفیت جذب فناوری صورت گرفته است. استفاده از داده‌های تابلویی این امکان را فراهم می‌سازد تا ناهمگنی‌های مقطعی کشورها و پویایی‌های زمانی روابط میان متغیرها به‌طور هم‌زمان مورد بررسی قرار گیرد.

ب) تعریف متغیرها و پایگاه داده‌های آماری

در این پژوهش، عملکرد زیست محیطی به عنوان متغیر وابسته با استفاده از شاخص عملکرد محیط زیست (EPI) اندازه گیری شده است. این شاخص توسط مرکز سیاست حقوق و محیط زیست دانشگاه ییل^۱ تهیه شده و به صورت یک شاخص ترکیبی، وضعیت کشورها را در حوزه‌هایی مانند کیفیت هوا، تغییرات اقلیمی، مدیریت منابع طبیعی و سلامت اکوسیستم‌ها ارزیابی می‌کند. مقادیر بالاتر EPI بیانگر عملکرد زیست محیطی بهتر کشورها است.

سرمایه گذاری مستقیم خارجی (FDI) به عنوان متغیر توضیحی، به صورت جریان خالص ورودی سرمایه گذاری مستقیم خارجی به درصد تولید ناخالص داخلی اندازه گیری شده و داده‌های آن از پایگاه شاخص‌های توسعه جهانی بانک جهانی^۲ استخراج شده است. توسعه مالی^۳ (FD) با استفاده از اعتبارات داخلی اعطاشده به بخش خصوصی به عنوان درصدی از تولید ناخالص داخلی اندازه گیری شده که نمایانگر عمق و کارایی نظام مالی کشورها است. اطلاعات این متغیر نیز از پایگاه داده‌های بانک جهانی دریافت شده است. جهانی شدن اجتماعی (SGI)^۴ با استفاده از زیرشاخص اجتماعی شاخص جهانی شدن (KOF)^۵ اندازه گیری شده است. این شاخص ابعاد مختلفی از تعاملات فرهنگی، جریان اطلاعات، ارتباطات بین‌المللی و تماس‌های اجتماعی را پوشش می‌دهد و توسط مؤسسه KOF سوئیس منتشر می‌شود.

در نهایت، برای کنترل اثر سطح توسعه اقتصادی کشورها، تولید ناخالص داخلی سرانه^۶ به عنوان متغیر کنترلی در الگو لحاظ شده است. داده‌های این متغیر از پایگاه داده‌های بانک جهانی استخراج شده است.

1 Yale Center for Environmental Law and Policy

2 World Development Indicators

3 Financial Development

4 Social Globalization Index

5 KOF Swiss Economic Institute

6 GDP per capita (constant 2015 US\$)

ج) الگوی تحلیلی پژوهش

به منظور تحلیل روابط غیرخطی و شناسایی اثرات آستانه‌ای میان متغیرها، از الگوی رگرسیون انتقال ملایم تابلویی^۱ استفاده شده است. این الگو که نخستین بار توسط گونزالس^۲ و همکاران (۲۰۰۵) معرفی گردید، برای تحلیل داده‌های تابلویی رفتارهای غیرخطی، تدریجی و ناهمگن میان متغیرها مناسب است.

در چارچوب الگوی PSTR فرض بر آن است که اثر متغیرهای توضیحی بر متغیر وابسته در طول زمان ثابت نبوده و با تغییر مقدار یک متغیر آستانه‌ای، به صورت تدریجی و پیوسته از یک رژیم به رژیم دیگر منتقل می‌شود. این ویژگی امکان بررسی تفاوت رفتار متغیرها را در کشورهایی با سطوح متفاوت توسعه اقتصادی، کیفیت نهادی و ظرفیت جذب سرمایه‌گذاری خارجی فراهم می‌سازد و محدودیت الگوهای خطی را در توضیح روابط پیچیده میان متغیرها برطرف می‌کند. الگوی مورد استفاده در این تحقیق به شرح رابطه (۱) است:

$$EPI = u_i + a_1 FDI_{it} + a_2 FD_{it} + a_3 SGI_{it} + a_4 GDPP_{it} + a_4 FDI_{it} g(FDI; \gamma c) + u_{it} \quad (1)$$

$$i = 1, \dots, N \text{ \& } t = 1, \dots, T$$

که در آن: EPI شاخص عملکرد محیط‌زیست، FDI سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، FD توسعه مالی و SGI جهانی‌شدن اجتماعی، GDPP تولید ناخالص داخلی سرانه به قیمت ثابت سال ۲۰۱۵، u_i اثرات ثابت مقطعی و u_{it} جمله اخلاص است. همچنین تابع انتقال لجستیک که وابسته به متغیر آستانه‌ای FDI، پارامتر شیب γ و مقدار آستانه‌ای c است.

در این الگو، فرض می‌شود که روابط میان متغیرها ماهیتی غیرخطی دارند و با تغییر سطح متغیر آستانه‌ای، شدت و حتی جهت اثرگذاری متغیرهای توضیحی بر متغیر وابسته

1 Panel Smooth Transition Regression

2 González

به صورت تدریجی تغییر می کند. از این رو، الگوی رگرسیون انتقال ملایم تابلویی این امکان را فراهم می سازد که ناهمگنی رفتاری و وجود رژیم های متفاوت اثرگذاری در سطوح مختلف سرمایه گذاری مستقیم خارجی شناسایی شود. بدین ترتیب، این الگو به ابزاری مناسب برای بررسی اثرات غیرخطی و آستانه ای سرمایه گذاری مستقیم خارجی، توسعه مالی و جهانی شدن اجتماعی بر شاخص عملکرد محیط زیست تبدیل می شود.

۴. یافته های تحقیق

فرایند برآورد الگو در این پژوهش در چند گام متوالی انجام می شود. ابتدا، مانایی متغیرها با استفاده از آزمون های ریشه واحد دیکی-فولر تعمیم یافته^۱ و فیلپس-پرون^۲ در چارچوب داده های تابلویی بررسی می شود. سپس، به منظور شناسایی شکست های ساختاری احتمالی در دوره زمانی مورد مطالعه، آزمون های شکست ساختاری اجرا می گردد.

در گام بعد، وجود رابطه بلندمدت میان متغیرهای الگو با بهره گیری از آزمون های هم انباشتگی پدرونی و کائو^۳ ارزیابی می شود. پس از آن، فرض خطی بودن روابط با استفاده از آزمون های LM، Wald و نسبت درست نمایی (LRT)^۴ مطابق رویکرد گونزالس و همکاران (۲۰۰۵) مورد آزمون قرار می گیرد.

در ادامه، تعداد بهینه آستانه ها و رژیم های رفتاری تعیین می شود و در نهایت، ضرایب الگوی رگرسیون انتقال ملایم تابلویی (PSTR) با روش حداقل مربعات برآورد شده و مبنای تحلیل اثرات غیرخطی و آستانه ای قرار می گیرد.

الف) آمار توصیفی متغیرهای اصلی پژوهش

آمار توصیفی شاخص عملکرد محیط زیست (EPI)، سرمایه گذاری مستقیم خارجی (FDI)، جهانی شدن اجتماعی (SGI) و توسعه مالی (FD) برای کشورهای OECD و MENA در جدول (۲) ارائه می شود. نتایج نشان می دهد که کشورهای OECD در تمامی شاخص ها،

1 Augmented Dickey-Fuller test (ADF)

2 Phillips-Perron test (PP)

3 Pedroni & Kao cointegration test

4 Likelihood Ratio Test

اثر آستانه‌ای سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر شاخص عملکرد محیط‌زیست... | افشاری راد و همکاران | ۲۱

به‌ویژه در شاخص عملکرد محیط‌زیست و توسعه مالی، عملکرد بهتری نسبت به کشورهای MENA دارند. در مقابل، کشورهای منطقه MENA نوسانات و ناهمگنی بیشتری را در متغیرها تجربه می‌کنند که می‌تواند بیانگر تفاوت در ساختار نهادی و پایداری اقتصادی باشد.

جدول (۲). آمار توصیفی برای کشورهای OECD و MENA

گروه کشورها	متغیر	میانگین	میان	انحراف معیار	حداقل	حداکثر
OECD	شاخص عملکرد محیط‌زیست	۶۳/۱	۶۰/۴	۱۳/۹	۱۰/۶	۱۲۲/۸
	سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی	۳/۸۹	۲/۷۷	۱۸/۸۴	۴۴۴/۷۱-	۲۳۴/۳۱
	شاخص جهانی شدن اجتماعی	۷۷/۸۹	۷۹/۶۳	۸/۱۳	۴۶/۸۴	۸۹/۸۱
	توسعه مالی	۸۵/۰۳	۸۱/۶۷	۳۳/۷۷	۱۹/۷۳	۲۲۷/۷۷
	تولید ناخالص داخلی سرانه	۳۳۸۸۲/۸۶	۳۳۲۶۱/۲۹	۲۱/۹۱	۳۹۶۱/۱	۱۱۲۴۱۷/۸
MENA	شاخص عملکرد محیط‌زیست	۵۹/۴	۵۶/۳	۲۲/۳	۸/۶	۱۷۳/۶
	سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی	۲/۵۱	۱/۵۹	۳/۶۱	۱۱/۱۹-	۲۹/۵۲
	شاخص جهانی شدن اجتماعی	۵۶/۸۳	۵۸/۲۶	۱۱/۷۱	۲۶/۳۱	۷۹/۹
	توسعه مالی	۷۴/۶۵	۵۲/۱۳	۱۷۰/۶۳	۰	۱۷۳۷
	تولید ناخالص داخلی سرانه	۱۲۸۱۶/۳۱	۴۲۱۳/۹	۱۶/۵۱	۱۲۳۶/۳	۸۱۶۰۴/۴۱

مأخذ: یافته‌های تحقیق

طبق جدول (۲)، میانگین شاخص EPI در کشورهای OECD و MENA به ترتیب برابر با ۶۳/۱ و ۵۹/۴ است که بیانگر کیفیت بالاتر محیط‌زیست در کشورهای توسعه‌یافته است. همچنین، میزان FDI در OECD به‌طور میانگین ۳/۸۹ و در MENA برابر با ۲/۵۱ بوده است. تفاوت میانگین FD (۸۵/۰۳ در OECD در برابر ۷۴/۶۵ در MENA) نیز نشان‌دهنده عمق مالی بیشتر در کشورهای توسعه‌یافته است. شاخص جهانی شدن اجتماعی در OECD و MENA به ترتیب برابر با ۷۹/۸۹ و ۵۶/۸۳ است که بازتاب‌دهنده تعاملات اجتماعی و بین‌المللی گسترده‌تر در کشورهای پیشرفته است.

علاوه بر این، میانگین تولید ناخالص داخلی سرانه در کشورهای OECD و MENA به ترتیب حدود ۱۲۸۱۶ و ۳۳۸۸۲ دلار است که شکاف قابل توجه سطح توسعه اقتصادی

میان دو گروه کشور را نشان می‌دهد و می‌تواند نقش مهمی در تبیین تفاوت‌های عملکرد محیط‌زیستی و جذب سرمایه‌گذاری خارجی ایفا کند.

ب) آزمون فروض الگو

ب-۱) آزمون مانایی

برای بررسی مانایی متغیرهای پژوهش، از آزمون ریشه واحد پانلی فیشر مبتنی بر آزمون دیکی-فولر تعمیم‌یافته (Fisher-ADF) استفاده شد. فرضیه صفر آزمون بیان می‌کند که کلیه مقاطع دارای ریشه واحد هستند، درحالی‌که فرضیه مقابل نشان‌دهنده مانایی حداقل یکی از مقاطع است.

نتایج آزمون مانایی ارائه‌شده در جدول (۳) نشان می‌دهد که در کشورهای MENA، متغیرهای سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی (FDI) و جهانی‌شدن اجتماعی (SGI) مانا هستند، اما متغیرهای شاخص عملکرد محیط‌زیست (EPI)، توسعه مالی (FD) و تولید ناخالص داخلی سرانه (GDPP) در سطح نامانا تشخیص داده می‌شوند. در کشورهای OECD نیز نتایج حاکی از آن است که متغیر FDI مانا بوده، SGI در سطح اطمینان ۱۰ درصد مانایی دارد، درحالی‌که متغیرهای EPI، FD و GDPP نامانا هستند.

به‌طور کلی، نتایج آزمون Fisher-ADF نشان می‌دهد که در هر دو گروه کشور، برخی از متغیرهای کلان اقتصادی دارای پویایی‌های بلندمدت بوده و شوک‌های واردشده در طول دوره ۱۹۹۵ تا ۲۰۲۳ به‌صورت پایدار در سطح متغیرها باقی مانده‌اند.

جدول (۳). نتایج آزمون مانایی متغیرها در کشورهای OECD و MENA

گروه کشورها	متغیر	آماره فیشر-ADF	ارزش احتمال	نتیجه آزمون
OECD	EPI	۸۳/۲۹۷۹	۰/۲۱۵۱	نامانا
	FDI	۴۸۴/۳۰۷۸	۰/۰۰۰	مانا
	FD	۷۹/۹۰۵۵	۰/۲۹۸۹	نامانا
	SGI	۹۳/۴۷۸۲	۰/۰۶۲۷	مانا در سطح ۱۰٪

گروه کشورها	متغیر	آماره فیشر-ADF	ارزش احتمال	نتیجه آزمون
MENA	GDPP	۶۶/۰۰۵	۰/۷۴	نامانا
	EPI	۲۵/۲۹۲۴	۰/۹۸۹۴	نامانا
	FDI	۱۴۵/۷۱۱۸	۰	مانا
	FD	۴۵/۵۸۸۴	۰/۴۰۵۸	نامانا
	SGI	۸۹/۴۹۳۵	۰/۰۰۰۱	مانا
	GDPP	۲۷/۷۲	۰/۹۷	نامانا

مأخذ: یافته‌های تحقیق

ب-۲) آزمون هم‌انباشتگی

به منظور بررسی وجود رابطه تعادلی بلندمدت میان متغیرهای الگو، از آزمون‌های هم‌انباشتگی پدرونی^۱ و کائو^۲ استفاده می‌شود. این آزمون‌ها با در نظر گرفتن ناهمگنی مقاطع، امکان بررسی هم‌انباشتگی در داده‌های تابلویی را فراهم می‌کنند. نتایج آزمون‌ها برای دو گروه کشورهای OECD و MENA در جدول (۴) گزارش می‌شود.

بر اساس نتایج حاصل از آزمون‌های پدرونی و کائو، فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود هم‌انباشتگی در سطح معناداری متعارف رد می‌شود. این امر نشان می‌دهد که میان شاخص عملکرد محیط‌زیست و متغیرهای توضیحی پژوهش، یک رابطه تعادلی بلندمدت در هر دو گروه کشورها برقرار است.

وجود هم‌انباشتگی نشان می‌دهد که میان متغیرهای مورد بررسی یک رابطه تعادلی بلندمدت برقرار است، اما این نتیجه لزوماً به معنای یکنواخت بودن شدت و جهت اثرگذاری متغیرها در سطوح مختلف آن‌ها نیست. با توجه به ناهمگنی ساختاری کشورها و تفاوت در سطح توسعه اقتصادی و نهادی، انتظار می‌رود اثر متغیرهای توضیحی بر شاخص عملکرد محیط‌زیست در رژیم‌های متفاوت، رفتار متفاوتی از خود نشان دهد. بر این اساس، به منظور الگوسازی تغییرات تدریجی ضرایب و شناسایی اثرات وابسته به سطح متغیر آستانه‌ای، استفاده از الگوی رگرسیون پانلی با انتقال ملایم (PSTR) در ادامه پژوهش

1 Pedroni

2 Kao

انتخاب می شود.

جدول (۴). نتایج آزمون هم‌انباشستگی پدرونی برای کشورهای OECD و MENA

گروه کشورها	آزمون	آماره آزمون	مقدار آماره آزمون	ارزش احتمال
OECD	پدرونی	Modified DF	-۳/۴۷	۰/۰۰۰
	پدرونی	Augmented Dickey-Fuller t	-۳/۵۵	۰/۰۰۰
	کائو	Phillips-Perron t	-۲/۰۷	۰/۰۲
MENA	پدرونی	Modified DF	-۲/۰۶	۰/۰۲
	پدرونی	Augmented Dickey-Fuller t	-۳/۳۲	۰/۰۰۰
	کائو	Phillips-Perron t	-۲/۹۴	۰/۰۰۳

مأخذ: یافته‌های تحقیق

ب-۳) آزمون شکست ساختاری

به منظور بررسی وجود تغییرات ساختاری در متغیرهای پژوهش و کنترل اثر شوک‌های کلان و تحولات نهادی طی دوره زمانی موردبررسی، از آزمون مانایی پانلی چن^۱ و همکاران (۲۰۲۱) با لحاظ شکست ساختاری استفاده شد. این آزمون امکان شناسایی یک یا دو سال را به عنوان شکست ساختاری فراهم می‌کند که در آن‌ها رفتار متغیرها به واسطه تغییرات اساسی در شرایط اقتصادی، سیاست‌های کلان یا محیط نهادی دست‌خوش تحول شده است.

نتایج آزمون نشان می‌دهد که در میان متغیرهای موردبررسی، وجود شکست ساختاری در متغیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی (FDI) تأیید می‌شود. بر این اساس، سال ۱۹۹۶ به عنوان نقطه شکست ساختاری در کشورهای منطقه MENA و سال ۲۰۲۱ به عنوان نقطه شکست ساختاری در کشورهای OECD شناسایی می‌گردد. وقوع این شکست‌ها بیانگر تغییر در الگوی جریان سرمایه‌گذاری خارجی در دو گروه کشور است. شکست ساختاری شناسایی شده در کشورهای MENA می‌تواند منعکس‌کننده آغاز اصلاحات اقتصادی، آزادسازی تجاری و تغییر جهت سیاست‌های جذب سرمایه خارجی

در این منطقه باشد. در مقابل، شکست ساختاری مشاهده‌شده در کشورهای OECD احتمالاً تحت‌تأثیر شوک‌های جهانی اخیر، به‌ویژه پیامدهای اقتصادی همه‌گیری کووید-۱۹، اختلال در زنجیره‌های تأمین جهانی و بازنگری سیاست‌های سرمایه‌گذاری بین‌المللی رخ داده است.

به‌طور کلی، تفاوت در زمان وقوع شکست‌های ساختاری میان دو گروه کشور بیانگر ناهمگونی واکنش سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به تحولات اقتصادی و نهادی است. این ناهمگونی، ضرورت استفاده از رویکردهای پویا و غیرخطی را برای تحلیل اثرات FDI بر شاخص عملکرد محیط‌زیست تقویت می‌کند و به کارگیری الگوی رگرسیون پانلی با انتقال ملایم (PSTR) را در ادامه پژوهش توجیه‌پذیر می‌سازد.

جدول (۵). نتایج آزمون شکست ساختاری در کشورهای OECD و MENA

گروه کشورها	متغیر	وجود شکست ساختاری	سال وقوع شکست
OECD	(FDI)	بله	۲۰۲۱
	(EPI)	خیر	—
	(FD)	خیر	—
	(SGI)	خیر	—
	(GDP)	خیر	—
MENA	(FDI)	بله	۱۹۹۶
	(EPI)	خیر	—
	(FD)	خیر	—
	(SGI)	خیر	—
	(GDP)	خیر	—

مأخذ: یافته‌های تحقیق

ب-۴) تحلیل الگوی PSTR

به‌منظور بررسی رفتار غیرخطی متغیرها و شناسایی اثرات آستانه‌ای، الگوی رگرسیون پانلی با انتقال ملایم (PSTR) برای کشورهای عضو OECD و کشورهای منطقه MENA به‌صورت جداگانه برآورد شد. پیش از تخمین الگو، مجموعه‌ای از آزمون‌های مقدماتی

شامل بررسی روند زمانی متغیرها، تحلیل توزیع آماری و آزمون‌های همبستگی انجام گرفت. نتایج این بررسی‌ها نشان داد که کشورهای OECD از ثبات نسبی بیشتری در شاخص‌های زیست محیطی، مالی و اجتماعی برخوردار هستند، در حالی که کشورهای منطقه MENA نوسانات بیشتر و ناهمگنی ساختاری بالاتری را تجربه می‌کنند.

در گام بعد، به منظور بررسی خطی یا غیرخطی بودن رابطه بین شاخص عملکرد محیط زیست (EPI) و متغیرهای توضیحی شامل توسعه مالی (FD)، سرمایه گذاری مستقیم خارجی (FDI) و شاخص جهانی شدن اجتماعی (SGI)، آزمون‌های والد، فیشر (F) و نسبت درست‌نمایی (LR) بر اساس روش گونزالس و همکاران (۲۰۰۵) اجرا شد. این آزمون‌ها برای هر یک از متغیرهای یادشده به عنوان متغیر بالقوه آستانه انجام گرفتند.

به منظور بررسی پایداری نتایج و حساسیت روابط غیرخطی نسبت به نحوه کنترل سطح فعالیت اقتصادی، الگوها برآورد شدند:

با در نظر گرفتن تولید ناخالص داخلی (GDPP) به عنوان متغیر کنترلی، نتایج آزمون‌های خطی بودن که در جدول (۷) ارائه شده‌اند، نشان می‌دهند که در کشورهای منطقه MENA، فرضیه صفر مبنی بر خطی بودن الگو برای هر سه متغیر به طور معناداری رد می‌شود. این یافته حاکی از وجود روابط غیرخطی قوی و رفتار آستانه‌ای متغیرهای اقتصادی و اجتماعی در این منطقه است. در مقابل، در کشورهای OECD، شواهد غیرخطی بودن به نوع متغیر کنترلی حساس‌تر بوده و عمدتاً برای شاخص جهانی شدن اجتماعی (SGI) مشاهده می‌شود، در حالی که برای توسعه مالی و سرمایه گذاری مستقیم خارجی، شواهد غیرخطی بودن ضعیف‌تر است.

با وجود این تفاوت‌ها، برای حفظ قابلیت مقایسه بین دو گروه کشور و با توجه به مبانی نظری مرتبط با نقش دوگانه سرمایه گذاری مستقیم خارجی در تعامل با کیفیت محیط زیست، متغیر سرمایه گذاری مستقیم خارجی (FDI) به عنوان متغیر آستانه نهایی در الگوی PSTR انتخاب شد. از منظر نظری، در سطوح پایین FDI، ورود سرمایه خارجی می‌تواند با افزایش آلودگی و فشارهای زیست محیطی همراه باشد که با فرضیه «پناهگاه

آلودگی» سازگار است؛ درحالی که در سطوح بالاتر FDI، انتقال فناوری‌های پاک‌تر و بهبود استانداردهای تولید می‌تواند اثرات مثبتی بر عملکرد محیط‌زیست داشته باشد که از آن با عنوان «اثر سرریز سبز» یاد می‌شود.

جدول (۶). نتایج آزمون خطی بودن برای کشورهای OECD و MENA

گروه کشورها	متغیر کنترلی	متغیر پیشنهادی به عنوان آستانه	آماره آزمون F	ارزش احتمال	نتیجه آزمون
OECD	GDPP	(FD)	۲/۲۲	۰/۰۰۰	عدم رد فرضیه صفر
		(FDI)	۱/۹۵	۰/۰۸	عدم رد فرضیه صفر
		(SGI)	۱۵/۲۶	۰/۰۰۰	رد فرضیه صفر
MENA	GDPP	(FD)	۸/۷۹	۰/۰۰۰	رد فرضیه صفر
		(FDI)	۷/۰۰۲	۰/۰۰۰	رد فرضیه صفر
		(SGI)	۱۶/۸۲	۰/۰۰۰	رد فرضیه صفر

مأخذ: یافته‌های تحقیق

همان‌گونه که جدول فوق نشان می‌دهد، در هر دو گروه کشورهای منطقه MENA و عضو OECD مستقل از نوع متغیر کنترلی، هر سه متغیر توسعه مالی، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و شاخص جهانی شدن اجتماعی رفتار غیرخطی از خود نشان داده و بر اساس مقدار آماره فیشر فرضیه صفر مبنی بر ارتباط خطی بین متغیرها در سطوح معنی‌داری رد می‌شود. پس از انجام آزمون‌های خطی بودن و رد فرضیه صفر مبنی بر خطی بودن روابط بین شاخص عملکرد محیط‌زیست (EPI) و متغیرهای توضیحی، استفاده از الگوی رگرسیون انتقال ملایم تابلویی (PSTR) موجه تشخیص داده شد. در این پژوهش، سه متغیر توسعه مالی (FD)، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی (FDI) و شاخص جهانی شدن اجتماعی (SGI) به عنوان متغیرهای بالقوه انتقال در نظر گرفته شدند. نتایج آزمون‌های خطی بودن ارائه‌شده در جدول (۷) نشان می‌دهد که هر سه متغیر در هر دو گروه کشورها، در حداقل یکی از

حالت‌های کنترلی، منجر به رد فرضیه خطی بودن شده‌اند؛ بنابراین، هر سه متغیر از نظر آماری قابلیت ایفای نقش متغیر انتقال را دارند.

با وجود این، انتخاب متغیر انتقال صرفاً بر مبنای نتایج آماری انجام نمی‌شود و باید با مبانی نظری نیز سازگار باشد؛ از این رو، متغیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی (FDI) به عنوان متغیر انتقال نهایی انتخاب شد. این انتخاب با ادبیات نظری اقتصاد محیط‌زیست هم‌خوانی دارد؛ به طوری که بر اساس فرضیه «پناهگاه آلودگی»، در سطوح پایین FDI ورود سرمایه خارجی می‌تواند منجر به تشدید آلودگی‌های زیست‌محیطی شود، در حالی که پس از عبور از یک سطح مشخص، انتقال فناوری‌های پاک، بهبود استانداردهای تولید و ارتقای چارچوب‌های نهادی، اثرات مثبت سرمایه‌گذاری خارجی را نمایان می‌سازد (اثر سرریز سبز).

بنابراین، در ادامه پژوهش، الگوی PSTR با در نظر گرفتن FDI به عنوان متغیر انتقال و با هدف شناسایی رفتار متفاوت متغیرهای توضیحی در رژیم‌های مختلف سرمایه‌گذاری خارجی برآورد می‌شود.

ج) برآورد الگوی رگرسیون انتقال ملایم تابلویی PSTR

به منظور بررسی روابط غیرخطی میان شاخص عملکرد محیط‌زیست و متغیرهای توضیحی، الگوی رگرسیون انتقال ملایم تابلویی (PSTR) برای کشورهای عضو OECD و کشورهای منطقه MENA به صورت جداگانه برآورد می‌شود. با توجه به نتایج آزمون‌های خطی بودن، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی (FDI) به عنوان متغیر آستانه انتخاب می‌شود.

به منظور ارزیابی پایداری نتایج و کاهش سوگیری ناشی از انتخاب متغیر کنترلی، الگوی PSTR با در نظر گرفتن تولید ناخالص داخلی سرانه به عنوان متغیر کنترلی وارد الگو می‌شود. نتایج برآورد الگوی PSTR همراه با ضرایب متغیرها در رژیم‌های خطی و غیرخطی، مقادیر آستانه و سرعت انتقال بین رژیم‌ها، در جدول زیر ارائه می‌شود.

جدول (۷). نتایج برآورد الگوی PSTR با متغیر کنترلی GDP

گروه کشورها	مقدار آستانه FDI (c)	سرعت انتقال (γ)	متغیر	نوع رابطه	ضریب (β)	تفسیر اقتصادی
OECD	۰/۸۵	۲	FDI	خطی (c > FDI)	۰/۰۰۰۴۱	اثر مثبت اما ضعیف FDI در سطوح پایین
			FDI	غیر خطی (c < FDI)	-۰/۰۰۱۶۴	تشدید اثر منفی سرمایه‌گذاری خارجی
			FD	خطی	۰/۰۰۰۳۶	اثر مثبت توسعه مالی
			FD	غیر خطی	-۰/۰۰۰۶۹	تضعیف اثر توسعه مالی در سطوح بالای FDI
			SGI	خطی	۰/۰۰۳۸۷	اثر مثبت جهانی شدن اجتماعی
			SGI	غیر خطی	۰/۰۰۱۸۴	اثر مثبت اما ضعیف‌تر
			GDP	خطی	۰/۰۰۰۰۰۲	رشد اقتصادی همراه با فشار زیست‌محیطی
			GDP	غیر خطی	۰/۰۰۰۰۲	اثر ناچیز در سطوح بالای FDI
MENA	۱/۱۶	۲	FDI	خطی (c > FDI)	۰/۰۱۱۹	اثر مثبت FDI در سطوح پایین
			FDI	غیر خطی (c < FDI)	۰/۰۱۲	تقویت اثر مثبت پس از عبور از آستانه
			FD	خطی	-۰/۰۰۰۳۳	اثر منفی توسعه مالی
			FD	غیر خطی	۰/۰۰۰۱۸	تعديل اثر منفی توسعه مالی
			SGI	خطی	۰/۰۱۴	بهبود عملکرد محیط‌زیست
			SGI	غیر خطی	-۰/۰۰۸۵۲	اثر منفی در رژیم غیر خطی
			GDP _p	خطی	۰/۰۰۰۰۰۵	رشد اقتصادی آلاینده
			GDP _p	غیر خطی	۰/۰۰۰۰۱	بهبود محیط‌زیست پس از آستانه

مأخذ: یافته‌های تحقیق

نتایج برآورد الگو نشان می‌دهد که رابطه میان سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، توسعه مالی، جهانی‌شدن اجتماعی و شاخص عملکرد محیط‌زیست در هر دو گروه کشور ماهیتی

غیرخطی دارد و به سطح FDI وابسته است. با این حال، مسیر و شدت این روابط میان کشورهای OECD و منطقه MENA تفاوت‌های معناداری را نشان می‌دهد.

در کشورهای منطقه MENA، اثر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در اغلب برآوردها، در رژیم خطی منفی است که بیانگر غلبه فعالیت‌های آلاینده و ضعف استانداردهای زیست‌محیطی در مراحل اولیه جذب سرمایه خارجی است. با عبور FDI از مقدار آستانه، ضریب آن مثبت و معنادار می‌شود که این نتیجه مؤید بروز اثر «سرریز سبز» و نقش انتقال فناوری‌های پاک و بهبود مدیریت زیست‌محیطی در این کشورهاست.

در مقابل، در کشورهای OECD، اثر FDI در رژیم خطی مثبت یا کم اثر است، اما پس از عبور از سطح آستانه، ضریب آن منفی می‌شود. این نتیجه نشان می‌دهد که در اقتصادهای توسعه‌یافته، افزایش بیش از حد سرمایه‌گذاری خارجی می‌تواند فشار مضاعفی بر منابع طبیعی وارد کرده و منجر به کاهش کیفیت محیط‌زیست شود. تفاوت رفتار FDI میان دو منطقه بازتابی از تفاوت سطح توسعه نهادی، سیاست‌های زیست‌محیطی و ترکیب بخشی سرمایه‌گذاری خارجی است.

در خصوص توسعه مالی، نتایج نشان می‌دهد که در هر دو منطقه، این متغیر در رژیم خطی عمدتاً اثری منفی بر عملکرد محیط‌زیست دارد. با این حال، در کشورهای MENA و در سطوح بالای FDI، توسعه مالی به تدریج اثر مثبت‌تری پیدا می‌کند که می‌تواند ناشی از هدایت منابع مالی به سمت فعالیت‌های کارآمدتر و کم‌آلاینده باشد. در کشورهای OECD، اثر توسعه مالی در رژیم غیرخطی تضعیف‌شده یا از نظر آماری بی‌معنا می‌شود.

همچنین، شاخص جهانی‌شدن اجتماعی در اغلب موارد اثری منفی بر شاخص عملکرد محیط‌زیست دارد، به‌ویژه در منطقه MENA که حتی پس از عبور از آستانه FDI نیز این اثر منفی پابرجاست. این نتیجه می‌تواند ناشی از افزایش مصرف، تغییر الگوهای رفتاری و فشار بر منابع طبیعی باشد که همراه با جهانی‌شدن اجتماعی تشدید می‌شود.

مقایسه نتایج دو الگو با متغیر کنترلی تولید ناخالص داخلی سرانه نشان می‌دهد که اگرچه اندازه ضرایب در برخی موارد تغییر می‌کند، اما الگوی کلی غیرخطی، موقعیت

آستانه و جهت اثرات متغیرهای اصلی ثابت باقی می‌ماند. این امر بیانگر استحکام نتایج و مناسب بودن چارچوب الگوی PSTR برای تحلیل روابط پیچیده اقتصاد و محیط‌زیست در دو گروه کشور مورد بررسی است.

د) آزمون‌های تشخیص الگوی PSTR

پس از برآورد الگوی رگرسیون انتقال ملایم تابلویی، به منظور بررسی اعتبار فروض کلاسیک، پایداری ضرایب و قابلیت اتکای نتایج، مجموعه‌ای از آزمون‌های تشخیص بر روی جملات خطا و ضرایب برآورد شده اجرا می‌شود. این آزمون‌ها شامل آزمون نرمال بودن، همسانی واریانس، خودهمبستگی و پایداری ضرایب هستند. نتایج این آزمون‌ها مبنای اطمینان از کفایت آماری الگو و اعتبار تفسیرهای اقتصادی قرار می‌گیرند.

جدول (۸). نتایج آزمون‌های تشخیص الگوی PSTR برای کشورهای OECD و MENA

نتیجه	سطح معناداری	آماره آزمون	آزمون	متغیر کنترلی	گروه کشورها
رد نرمال بودن	۰/۰۰۰	۱۸۰۷/۲	Jarque-Bera	GDPP	OECD
ناهمسانی واریانس	۰/۰۰۰	۱۸۴/۳۶	Breusch-Pagan		
خودهمبستگی	۰/۰۰۰	۰/۲۱	Durbin-Watson		
پایدار	—	۰/۵۷	Stability		
رد نرمال بودن	۰/۰۰۰	۴۲۸/۶۳	Jarque-Bera		MENA
ناهمسانی واریانس	۰/۰۰۰	۱۶۳/۳	Breusch-Pagan		
خودهمبستگی	—	۰/۲۶	Durbin-Watson		
پایدار	—	۰/۵۳	Stability		

مأخذ: یافته‌های تحقیق

نتایج آزمون‌های تشخیص الگوی رگرسیون پانلی انتقال ملایم برای کشورهای OECD و MENA شامل آزمون نرمال بودن جملات خطا (Jarque-Bera)، آزمون همسانی

واریانس (Breusch-Pagan)، آزمون خودهمبستگی (Durbin-Watson) و آزمون پایداری ضرایب می‌باشند.

بر اساس نتایج آزمون جاک-برا، فرض نرمال بودن جملات خطا در هر دو گروه کشورهای رد می‌شود. همچنین، آزمون بروش-پاگان وجود ناهمسانی واریانس را در الگوهای برآوردشده تأیید می‌کند و مقادیر آماره دوربین-واتسون بیانگر وجود خودهمبستگی مثبت در باقی‌مانده‌هاست. بروز چنین ویژگی‌هایی در داده‌های پانلی کلان اقتصادی چندکشوری، به‌ویژه در حضور ناهمگنی ساختاری و شوک‌های مشترک زمانی، امری متداول و مورد انتظار است.

در مقابل، نتایج آزمون پایداری ضرایب نشان می‌دهد که در تمامی الگوها و در هر دو منطقه، ضرایب برآوردی از پایداری ساختاری قابل قبولی برخوردارند. این امر بیانگر آن است که روابط غیرخطی شناسایی شده میان متغیرها در طول دوره موردبررسی پایدار بوده و تغییرات رژیمی به‌صورت تدریجی و مطابق با منطق الگوی PSTR رخ داده است.

گفتنی است که هدف اصلی الگوی PSTR، شناسایی رفتار آستانه‌ای و تغییر تدریجی اثر متغیرهای توضیحی بر متغیر وابسته است و نه الزاماً برقراری فروض کلاسیک الگوهای خطی؛ ازاین‌رو، وجود ناهمسانی واریانس، نرمال نبودن جملات خطا و خودهمبستگی، اعتبار استنباط‌های اقتصادی الگو را مخدوش نمی‌سازد. به‌طور کلی، آزمون‌های تشخیصی تأیید می‌کنند که الگوهای PSTR برآوردشده برای کشورهای OECD و MENA، علی‌رغم نقض برخی فروض کلاسیک، از کفایت آماری، پایداری ضرایب و قابلیت اتکای لازم برای تحلیل روابط غیرخطی و استخراج دلالت‌های سیاستی معتبر برخوردارند.

۵. نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادها سیاست‌گذاری

این پژوهش به بررسی روابط غیرخطی و آستانه‌ای میان سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی (FDI)، توسعه مالی (FD)، جهانی‌شدن اجتماعی (SGI) و شاخص عملکرد

محیط‌زیست (EPI) در کشورهای منطقه خاورمیانه و شمال آفریقا (MENA) و کشورهای عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (OECD) طی دوره ۱۹۹۵ تا ۲۰۲۳ پرداخته است. نتایج حاصل از برآورد الگوی رگرسیون پانلی با انتقال ملایم نشان می‌دهد که اثرگذاری متغیرهای اقتصادی و اجتماعی بر کیفیت محیط‌زیست در هر دو گروه کشور، ماهیتی خطی و یکنواخت نداشته و وجود رفتارهای آستانه‌ای وابسته به سطح سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی تأیید می‌شود. این الگو برای استفاده از متغیر کنترلی تولید ناخالص داخلی سرانه از پایداری ساختاری برخوردار بوده و نتایج اصلی تغییر معناداری نداشته‌اند. در کشورهای MENA، نتایج نشان می‌دهد که در سطوح پایین سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، اثر FDI بر شاخص عملکرد محیط‌زیست منفی و معنادار است. این یافته می‌تواند بازتاب‌دهنده انتقال فعالیت‌های آلاینده، ضعف چارچوب‌های نظارتی و ناکارآمدی نهادهای زیست‌محیطی در مراحل اولیه جذب سرمایه خارجی باشد. با این حال، پس از عبور از سطح آستانه مشخص، اثر FDI مثبت می‌شود که بیانگر بروز آثار سرریز فناوریانه، انتقال فناوری‌های پاک و بهبود کارایی زیست‌محیطی از طریق حضور شرکت‌های چندملیتی است؛ بنابراین، رفتار FDI در کشورهای MENA ماهیتی دوگانه دارد و اثر مثبت آن بر محیط‌زیست مشروط به بلوغ نهادی و ظرفیت جذب فناوری است. در مقابل، در کشورهای OECD الگوی معکوسی مشاهده می‌شود. در سطوح پایین تر FDI، سرمایه‌گذاری خارجی اثر مثبت و معناداری بر کیفیت محیط‌زیست دارد، اما پس از عبور از سطح آستانه، اثر آن منفی می‌شود. این نتیجه می‌تواند ناشی از اشباع سرمایه‌گذاری، گسترش فعالیت‌های صنعتی پرمصرف انرژی و افزایش فشار بر منابع طبیعی در مراحل پیشرفته توسعه اقتصادی باشد. این یافته نشان می‌دهد که حتی در اقتصادهای توسعه‌یافته، افزایش بیش‌ازحد سرمایه‌گذاری خارجی لزوماً به بهبود عملکرد زیست‌محیطی منجر نمی‌شود. در خصوص توسعه مالی (FD)، نتایج بیانگر وجود رفتار غیرخطی در هر دو گروه کشور است. در کشورهای MENA، توسعه مالی در سطوح پایین اثر منفی بر کیفیت محیط‌زیست دارد، اما در

سطوح بالاتر اثر آن مثبت و معنادار می شود. این امر نشان می دهد که گسترش اعتبارات مالی بدون هدایت و نظارت کافی می تواند در مراحل اولیه به تشدید فعالیت های آلاینده منجر شود، در حالی که با بلوغ نظام مالی و تقویت چارچوب های نظارتی، منابع مالی می توانند به سمت پروژه های سبز و دوستدار محیط زیست هدایت شوند. در کشورهای OECD، اثر توسعه مالی در رژیم اولیه منفی بوده و در سطوح بالاتر بی معنی می شود که بیانگر کاهش نقش توسعه مالی در توضیح تغییرات زیست محیطی در اقتصادهای پیشرفته است.

در مورد جهانی شدن اجتماعی (SGI)، نتایج نشان می دهد که در کشورهای MENA این متغیر در هر دو رژیم اثر منفی و معناداری بر EPI دارد. این یافته می تواند ناشی از گسترش الگوهای مصرفی پرمنبع، شهرنشینی سریع و فشارهای اجتماعی بدون همراهی سیاست های زیست محیطی مؤثر باشد. در مقابل، در کشورهای OECD اثر منفی جهانی شدن اجتماعی در سطوح بالاتر تضعیف شده و از نظر آماری بی معنی می شود که بیانگر نقش آگاهی عمومی، آموزش زیست محیطی و نظام های حکمرانی کارآمد در مهار پیامدهای منفی جهانی شدن اجتماعی است. بر مبنای یافته های تجربی، دلالت های سیاستی پژوهش نشان می دهد که در کشورهای MENA، تقویت چارچوب های نهادی، ارتقای استانداردهای زیست محیطی، جهت دهی سرمایه گذاری خارجی به سمت فناوری های پاک و توسعه نظام مالی سبز می تواند زمینه بروز اثرات مثبت FDI و توسعه مالی را فراهم سازد. در کشورهای OECD، نتایج حاکی از آن است که سیاست های مدیریت پایدار سرمایه گذاری خارجی، کنترل فعالیت های صنعتی پرمصرف انرژی و ترویج الگوهای مصرف پایدار می توانند از تشدید فشارهای زیست محیطی در مراحل پیشرفته توسعه اقتصادی جلوگیری کنند. به عنوان جمع بندی کلی، نتایج این پژوهش تأکید می کند که اثرگذاری متغیرهای اقتصادی و اجتماعی بر محیط زیست به شدت وابسته به سطح توسعه نهادی، ساختار اقتصادی و مرحله توسعه کشورهاست؛ بنابراین، طراحی سیاست های توسعه پایدار بدون در نظر گرفتن رفتارهای

اثر آستانه‌ای سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر شاخص عملکرد محیط‌زیست... | افشاری راد و همکاران | ۳۵

غیرخطی و آستانه‌ای می‌تواند به نتایج ناهمگن و بعضاً متناقض منجر شود.

تعارض منافع

تعارض منافع ندارم.

سپاسگزاری

به ثمر رسیدن این پژوهش مرهون راهنمایی‌های ارزشمند و عالمانه داوران محترم فصلنامه اقتصاد محیط‌زیست و منابع طبیعی است که کمال تشکر و قدردانی را داریم.

ORCID

Majid Afsharirad

Habib Soheyli Ahmadi

Masoomeh Rezaei

Dastgerdi



<https://orcid.org/0000-0002-6703-581X>



<https://orcid.org/0000-0003-0356-8868>



<https://orcid.org/0000-0002-9581-7296>

منابع

- جعفری صمیمی، احمد و احمدپور، سیدمحمی‌الدین. (۱۳۹۰). بررسی رابطه شاخص عملکرد محیط‌زیست و رشد اقتصادی در کشورهای توسعه‌یافته. *پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران*، (۱)۱، ۷۲-۵۵.
- رئیس‌ورکانی، محدثه؛ خاقانی، مریم و ورهرامی، ویدا. (۱۴۰۳). تأثیر توسعه مالی و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران. *فصلنامه اقتصاد محیط‌زیست و منابع طبیعی*. ۴(۹)، ۱۴۳-۱۱۳.
- فاخر، حسینعلی (۱۴۰۲). تأثیر تولید ناخالص داخلی، توسعه مالی و مصرف انرژی بر کیفیت محیط‌زیست: با تأکید بر شاخص شاخص محیط‌زیستی. *فصلنامه محیط‌زیست طبیعی*، ۷۶(۲)، ۳۶۳-۳۴۵.
- محمدی، حسین و سخی، فاطمه (۱۳۹۲). تأثیر تجارت، سرمایه‌گذاری خارجی و توسعه انسانی بر شاخص عملکرد محیط‌زیست. *سیاست‌های راهبردی و کلان*، (۱۳)۱، ۷۵-۵۵.
- محمدی‌نیا، مریم؛ عباسی، غلامرضا؛ باصری، بیژن و رحیمی، رضا. (۱۴۰۲). اثرات جهانی شدن، رشد اقتصادی، توسعه مالی بر ردپای اکولوژیکی در ایران (تجزیه و تحلیل رگرسیون کوانتایل)، *فصلنامه پایداری، توسعه و محیط‌زیست*، ۳(۴)، ۱۹-۱.
- مهدوی، ابوالقاسم و امیربابایی، سونای. (۱۳۹۵). بررسی اثر توسعه مالی بر کیفیت محیط‌زیست در ایران، *فصلنامه پژوهش‌ها و چشم‌اندازهای اقتصادی*، ۱۵(۴)، ۲۳-۱.
- میرزایی، مرجانه؛ حری، حمیدرضا و صادقی، زین‌العابدین. (۱۳۹۸). تأثیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر شاخص‌های آلودگی محیط‌زیست در کشورهای عضو منا، *فصلنامه اقتصاد محیط‌زیست و منابع طبیعی*، ۳(۴)، ۱۳۰-۱۱۳.
- نصیری، زهره؛ حاج‌امینی، مهدی و زارع، محمدحسن. (۱۴۰۴). نقش توسعه مالی در گسترش یا کنترل آلودگی محیط‌زیست، *فصلنامه الگوسازی اقتصادسنجی*، (۱)۱۰، ۷۵-۳۹.

References

- Achampong, E. (2019). Financial development and environmental quality in sub-Saharan Africa: Is there a threshold effect? *Energy Policy*, 132, 887-898.
- Chen, P., Karavias, Y. & Tzavalis, E. (2021), Panel unit-root tests with structural breaks, London Stata Conference.

- Chen, Y., & Taylor, M. (2020). Threshold effects of economic development on environmental quality: Evidence from panel data. *Ecological Economics*, 173, 106650.
- Cole, M. A., & Elliott, R. J. R. (2005). FDI and the pollution haven hypothesis: Some evidence from the global economy. *World Development*, 33(3), 549–560.
- Dreher, A. (2006). Does globalization affect growth? Evidence from a new index of globalization. *Applied Economics*, 38(10), 1091–1110.
- Eskeland, G. S., & Harrison, A. E. (2003). Moving to greener pastures? Multinationals and the pollution haven hypothesis. *Journal of Development Economics*, 70(1), 1–23.
- Fakher, H. A. (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].
- Grossman, G. M., & Krueger, A. B. (1995). Economic growth and the environment. *Quarterly Journal of Economics*, 110(2), 353–377.
- Jafari Samimi, A. & Ahmadpour, S. M. (2011). The Relationship between Environmental Performance Index (EPI) and Economic Growth in Developed Countries. *Iranian Energy Economics*, 1(1), 55-72 [in Persian].
- Jahangir, M., Latif, M., & Zhang, Q. (2022). Globalization, financial development, and environmental performance: A nonlinear analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(8), 11890–11905.
- 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.
- Latif, M., et al. (2023). Financial development and ecological sustainability: Evidence from dynamic panel threshold models. *Sustainability*, 15(2), 1254.
- Mahdavi, A. & 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).
- Mirzaei, M., Horry, H. R. & Sadeghi, Z. (2019). Investigating the Effect of Foreign Direct Investment on Environmental Pollution in MENA Countries. *Journal of Environmental and Natural Resource Economics*, 3(4), 113-130 [in Persian].
- Mohammadi, H. & Sakhi, F. (2013). The relationship between trade, investment and human development index on environmental quality. *Quarterly Journal of The Macro and Strategic Policies*, 1(Vol1-No3), 55-75 [in Persian].

- Mohammadi Nia, M., Abbasi, G., Basri, B. & Rahimi, R.. (2023). "Effects of globalization, economic growth, financial development on ecological footprint in Iran (quantile regression analysis)." *Sustainability, Development & Environment*, 4(3), 1-19 [in Persian].
- Nasiri, Z., Hajamini, M. & Zare, M. H. (2025). The role of financial development in expanding or controlling environmental pollution. *Journal of Econometric Modelling*, 10(1), 39-75 [in Persian].
- Pan, Y. (2025). The synergistic effect of foreign direct investment and renewable energy consumption on greenhouse gas emissions.
- Pham, P. M. H., Nguyen, T. D., Nguyen, M., & Tran, N. T. (2025). FDI inflows and carbon emissions: New global evidence. SpringerLink.
- Raeisi Varkani, M., Khaghani, M. & Varahrami, V. (2024). The Effect of Financial Development and Foreign Direct Investments on the Consumption of Renewable Energy in Iran. *Journal of Environmental and Natural Resource Economics*, 4(9), 113-143 [in Persian].
- Shahbaz, M., et al. (2016). Financial development and the environment: The role of institutional quality. *Energy Economics*, 51, 275–291.
- Shahbaz, M., et al. (2018). Globalization and environmental degradation: The role of energy consumption and growth. *Ecological Indicators*, 85, 357–367.
- Shahbaz, M., Lean, H. H., & Shabbir, M. S. (2012). Environmental Kuznets curve hypothesis in Pakistan: Cointegration and Granger causality. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(5), 2947–2953.
- Tang, C. F., & Tan, B. W. (2015). The impact of energy consumption, income and foreign direct investment on carbon dioxide emissions in Vietnam. *Energy*, 79, 447–454.
- Tsimisaraka, A., et al. (2022). Social globalization and environmental sustainability: Evidence from panel data. *Environmental Economics and Policy Studies*, 24, 419–437.
- Zhang, Y., & Zhou, P. (2016). Does foreign direct investment promote green growth? Evidence from panel threshold regression. *Journal of Cleaner Production*, 139, 1188–1198.

استناد به این مقاله: افشاری راد، مجید، سهیلی، احمد حبیب، رضایی دستگردی، معصومه. (۱۴۰۴). اثر آستانه‌ای سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر شاخص عملکرد محیط‌زیست در کشورهای منطقه خاورمیانه و شمال آفریقا و عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (رهیافت انتقال ملایم در داده‌های تابلویی)، *فصلنامه اقتصاد محیط زیست و منابع طبیعی*، ۵(۱۲)، صفحات ۱-۳۸. DOI: 10.22054/eenr.2026.90218.222



Journal of Environmental and Natural Resource Economics licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.