

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

**Majid Afsharirad**  \*

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

**Habib Soheyli Ahmadi** 

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

**Masoomeh Rezaei Dastgerdi**, 

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

### **Abstract**

#### **Introduction**

Foreign direct investment, financial development, and social globalization are three variables that can weaken or strengthen environmental quality through multiple channels. From a theoretical perspective, foreign direct investment presents two different pictures; on the one hand, the transfer of polluting industries to countries with weaker environmental standards can lead to increased pollution, but on the other hand, the transfer of clean technologies, increased productivity, and improved production management can have a positive function in improving environmental quality. Financial development, based on the institutional structure of countries, can also direct financial resources towards green activities and low-carbon technologies or, conversely, direct capital to polluting sectors. Social globalization can also strengthen social pressure to comply with environmental standards by increasing communication, the free flow of information, and expanding social sensitivity to the environment, although it may have

\* Corresponding Author: Email Address

**How to Cite:** xxxxxxxx

the opposite effect in some countries by promoting consumption patterns and increasing demand for industrial goods.

The major point is that the effects of these variables in countries are not always the same and linear, but depending on the level of economic development, institutional capacity, financial structure and technology absorption capacity, the intensity and even the direction of these effects can change. These nonlinear behaviors are due to the fact that the final effect of foreign direct investment, financial development and social globalization on environmental performance depends on factors such as institutional quality, the severity of environmental regulations and the capacity to absorb clean technologies in countries. As a result, it is expected that by crossing certain levels of these variables, the direction and intensity of their impact on the environmental performance index will change. In such a way that an economic variable may have a negative effect on environmental performance at low levels of development, but after crossing a certain threshold level, the same variable will lead to an improvement in environmental performance. Therefore, the existence of threshold and dynamic behaviors between the aforementioned variables can be expected and examining purely linear relationships cannot provide a true picture of these dynamics.

### **Objective**

The main objective of this study is to examine the nonlinear and threshold-dependent effects of foreign direct investment, financial development, and social globalization on environmental performance in MENA and OECD countries. Specifically, the study seeks to determine whether the impact of these variables on the Environmental Performance Index (EPI) varies across different FDI regimes and to compare the direction and magnitude of these effects between developing and developed economies.

### **Research Method**

This study adopts a quantitative and applied research design and utilizes panel data for 59 countries, including 22 MENA countries and 37 OECD member states, covering the period 1995–2023. Environmental performance is measured using the Environmental Performance Index (EPI) published by the Yale Center for Environmental Law and Policy. Data on foreign direct investment, financial development, and GDP per capita are obtained from the World Bank, while social globalization is proxied by the social dimension of the KOF Globalisation Index. To account for differences in countries' levels of economic development, GDP per capita (constant 2015 US dollars) is incorporated as a control variable. To capture nonlinear dynamics, gradual regime shifts, and heterogeneous effects across countries, the Panel Smooth

Transition Regression (PSTR) methodology is employed, with FDI selected as the transition (threshold) variable based on theoretical relevance and empirical validation. This approach allows slope coefficients to vary smoothly across regimes while controlling for unobserved country-specific heterogeneity.

## Results and Discussion

The empirical findings provide robust evidence of nonlinear and threshold effects in the relationship between economic globalization and environmental performance. In MENA countries, foreign direct investment exerts a negative effect on environmental performance at lower levels, reflecting the prevalence of pollution-intensive activities and relatively weak environmental regulatory frameworks in the early stages of FDI inflows. However, once FDI surpasses a critical threshold, its impact turns positive, indicating the emergence of green spillover effects through cleaner technologies, improved production standards, and enhanced environmental management practices. In contrast, in OECD countries, FDI initially contributes positively or neutrally to environmental performance; yet beyond the threshold level, further increases in FDI intensify environmental pressures and lead to a deterioration in EPI scores. Financial development and social globalization also exhibit regime-dependent effects, underscoring the pivotal role of institutional quality and policy frameworks in shaping environmental outcomes. Overall, the results reconcile competing theoretical arguments by demonstrating that pollution haven and green halo effects may coexist, depending on the level of FDI and countries' stages of development.

## Conclusion

This study concludes that the effects of foreign direct investment, financial development, and social globalization on environmental performance are fundamentally nonlinear and threshold-dependent. The direction and intensity of these effects differ substantially between MENA and OECD countries, highlighting the importance of institutional capacity, regulatory quality, and economic development. Overall, the findings highlight that the effects of economic and social factors on environmental performance depend on countries' levels of development and institutional capacity, and that ignoring threshold behavior may lead to misleading policy implications. Accordingly, policymakers should adopt differentiated and context-specific strategies that promote environmentally sustainable foreign investment while strengthening financial and institutional frameworks to enhance environmental performance.

**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)

مجید افشاری راد \* ID دانشیار گروه اقتصاد امور عمومی، دانشکده اقتصاد، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

حبیب سهیلی احمد ID استادیار گروه اقتصاد امور عمومی، دانشکده اقتصاد، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

معصومه رضایی دستگردی ID دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده اقتصاد، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

### 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 کشورها 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 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.

\* نویسنده مسئول: Emali Address (ترجیحا سازمانی) (قلم بی‌زر، ساینز ۱۰)

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: C33، F21، F64، O44، Q56

## 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 می‌باشد. از این رو، 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 یک سو، 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 قابل انتظار است و بررسی روابط صرفاً خطی نمی‌تواند تصویر واقعی این پویایی‌ها را ارائه دهد (رئیزی 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 درحال توسعه و کشورهای عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی به عنوان کشورهای توسعه‌یافته چه تفاوت‌هایی را نشان می‌دهند. برای این منظور فرضیه‌های مطرح شده در این مطالعه به صورت زیر است:

فرضیه اول:

سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی (FDI) بر شاخص عملکرد محیط‌زیست (EPI) در کشورهای منطقه خاورمیانه و شمال آفریقا (MENA) اثری غیرخطی و وابسته به آستانه دارد.

فرضیه دوم:

سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی (FDI) بر شاخص عملکرد محیط‌زیست (EPI) در کشورهای عضو OECD 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 است.

فرضیه چهارم:

جهانی‌شدن اجتماعی بر شاخص عملکرد محیط‌زیست (EPI) اثری ناهمگن و غیرخطی در کشورهای MENA و OECD دارد.

برای این منظور در این پژوهش از روش رگرسیون انتقال ملایم در داده‌های تابلویی<sup>۱</sup> (PSTR) و ۵۹ کشور شامل ۲۲ کشور MENA و ۳۷ کشور OECD طی دوره ۱۹۹۵ تا ۲۰۲۳ برای تعیین اثرات آستانه‌ای سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، توسعه مالی و جهانی‌شدن اجتماعی بر شاخص عملکرد محیط‌زیست در کشورهای منطقه خاورمیانه و شمال آفریقا (MENA)<sup>۲</sup> و کشورهای عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (OECD)<sup>۳</sup> استفاده شده است.

## ۲. مروری بر ادبیات تحقیق

### ۲-۱. مبانی نظری

رابطه بین توسعه اقتصادی و کیفیت محیط‌زیست یکی از مباحث اساسی در اقتصاد محیط‌زیست است. طبق فرضیه منحنی کوزنتس زیست‌محیطی، در مراحل اولیه رشد اقتصادی، آلودگی محیط‌زیست افزایش می‌یابد، اما با عبور از سطح مشخصی از درآمد سرانه، افزایش تقاضای اجتماعی برای محیط‌زیست سالم‌تر، بهبود کیفیت نهادی و سخت‌گیرانه‌تر شدن مقررات زیست‌محیطی موجب کاهش آلودگی و بهبود کیفیت محیط‌زیست می‌شود (گروسمن و کروگر<sup>۴</sup>، ۱۹۹۵). این فرضیه مبنایی برای تحلیل اثر سایر متغیرهای اقتصادی و اجتماعی بر محیط‌زیست محسوب می‌شود. مطالعات جدید نشان می‌دهند که تحقق بخش نزولی این منحنی، به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه، به سطح توسعه نهادی، آگاهی زیست‌محیطی و ظرفیت جذب فناوری‌های نوین وابسته است (شهباز و همکاران<sup>۵</sup>، ۲۰۱۸).

در این چارچوب، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به‌عنوان یکی از شاخص‌های 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<sup>۶</sup>، ۲۰۰۵). در مقابل، براساس فرضیه «هاله سبز»، سرمایه‌گذاری

<sup>۱</sup> . Panel Smooth Transition Regression (PSTR)

<sup>۲</sup> . Middle East and North Africa (MENA)

<sup>۳</sup> . Organization of Economic Cooperation Development (OECD)

<sup>۴</sup> . Grossman & Krueger

<sup>۵</sup> . Shahbaz et al

<sup>۶</sup> . Cole & Elliott

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<sup>۱</sup>، 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 رائو<sup>۲</sup>، 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 امیربائی، 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<sup>۳</sup>، ۲۰۰۶). افزایش دسترسی به اطلاعات و ارتباط با هنجارهای جهانی، 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 (شهباز 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

<sup>۱</sup>. Eskeland & Harrison

<sup>۲</sup>. Tamazian & Rao

<sup>۳</sup>. Dreher

چنین ناهمگنی‌هایی زمینه‌ساز بروز رفتارهای آستانه‌ای در روابط اقتصادی-زیست‌محیطی می‌شود. در این راستا، مدل رگرسیون انتقال ملایم در داده‌های تابلویی امکان شناسایی این روابط غیرخطی و آستانه‌ای را فراهم می‌کند و نشان می‌دهد که اثر متغیرهای مورد بررسی در رژیم‌های مختلف توسعه اقتصادی متفاوت است (گونزالز و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۰۵) و پسران<sup>۲</sup> (۲۰۰۷). این ویژگی، مدل 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.

## ۲-۲. پیشینه پژوهش

مروری 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 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 جهانی‌شدن، چه در بُعد اقتصادی و چه در بُعد اجتماعی، همواره خطی و یکنواخت نیست. در برخی کشورها، جهانی‌شدن 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.

<sup>۱</sup>. Gonzales et al

<sup>۲</sup>. Pesaran

با وجود گستردگی مطالعات انجام شده، بخش عمده‌ای از پژوهش‌های پیشین این روابط را در قالب مدل‌های 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) به‌عنوان متغیر وابسته در چارچوب مدل‌های 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

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

<sup>1</sup> Pham et al

<sup>2</sup> Pan

<sup>3</sup> Deng et al

<sup>4</sup> Yue et al

<sup>5</sup> Latif et al

نام خانوادگی نویسنده اول و دوم (بیش از دو نویسنده نام خانوادگی نویسنده اول و همکاران | ۱۳

|    |                                   |      |                                             |                        |           |                   |                                                                |
|----|-----------------------------------|------|---------------------------------------------|------------------------|-----------|-------------------|----------------------------------------------------------------|
| ۶  | دنگ و همکاران <sup>۱</sup>        | ۲۰۲۲ | اثرات نامتقارن FDI، توسعه مالی و جهانی شدن  | ۱۰۷ کشور               | ۲۰۰۰-۲۰۱۹ | رگرسیون آستانه‌ای | اثر FDI به سطح توسعه نهادی بستگی دارد.                         |
| ۷  | تسیمساراکا و همکاران <sup>۲</sup> | ۲۰۲۲ | اثر مالی، ICT و انرژی تجددپذیر              | ۱۰ کشور کمر بند و جاده | ۲۰۰۴-۲۰۱۹ | ARDL-CS           | تکنولوژی و شمول مالی CO <sub>2</sub> را افزایش می‌دهند.        |
| ۸  | عثمان و همکاران <sup>۳</sup>      | ۲۰۲۲ | اثر جهانی شدن و مالی بر رد پای اکولوژیکی    | ۱۰ کشور ثروتمند        | ۱۹۹۰-۲۰۱۸ | پانل نسل دوم      | توسعه مالی رد پای اکولوژیکی را افزایش می‌دهد.                  |
| ۹  | جون و همکاران <sup>۴</sup>        | ۲۰۲۱ | آیا جهانی شدن باعث تخریب محیط زیست می‌شود؟  | ۵ کشور آسیای جنوبی     | ۱۹۸۵-۲۰۱۸ | FMOLS             | جهانی شدن و انرژی فسیلی CO <sub>2</sub> را افزایش می‌دهند.     |
| ۱۰ | تیب و بلید <sup>۵</sup>           | ۲۰۲۰ | نقش FDI و تجارت در آلودگی                   | ۲۷ کشور آفریقایی       | ۱۹۹۰-۲۰۱۳ | ARDL              | FDI و تجارت رابطه بلندمدت با آلودگی دارند.                     |
| ۱۱ | آچامپونگ <sup>۶</sup>             | 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 و همکاران <sup>۷</sup>      | 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 و همکاران <sup>۸</sup> | ۲۰۱۷ | اثر رشد، برق، مالی و FDI بر CO <sub>2</sub> | کویت                   | ۱۹۸۰-۲۰۱۳ | ARDL              | همه متغیرها CO <sub>2</sub> را افزایش می‌دهند.                 |
| ۱۴ | ژانگ و ژو <sup>۹</sup>            | ۲۰۱۶ | آیا CO <sub>2</sub> FDI را کاهش می‌دهد؟     | چین                    | ۱۹۸۵-۲۰۱۰ | STIRPAT           | FDI از طریق تغییر ساختار صنعتی CO <sub>2</sub> را کاهش می‌دهد. |
| ۱۵ | تنگ و تان <sup>۱۰</sup>           | ۲۰۱۵ | اثر انرژی، درآمد و FDI بر CO <sub>2</sub>   | ویتنام                 | ۱۹۷۶-۲۰۰۹ | اقتصادسنجی        | FDI اثر کاهش‌دهنده دارد و EKC تأیید شد.                        |
| ۱۶ | شهباز و همکاران <sup>۱۱</sup>     | ۲۰۱۳ | توسعه مالی، رشد و تجارت و CO <sub>2</sub>   | آفریقای جنوبی          | ۱۹۶۵-۲۰۰۸ | ARDL              | توسعه مالی و تجارت CO <sub>2</sub> را کاهش می‌دهد.             |
| ۱۷ | الملالی <sup>۱۲</sup>             | ۲۰۱۲ | عوامل مؤثر بر CO <sub>2</sub>               | ۱۲ کشور خاورمیانه      | ۱۹۹۰-۲۰۰۹ | پانل              | انرژی و FDI عوامل اصلی افزایش CO <sub>2</sub> هستند.           |
| ۱۸ | پانو و تسای <sup>۱۳</sup>         | ۲۰۱۱ | رابطه دوطرفه FDI و CO <sub>2</sub>          | BRICS                  | ۱۹۹۰-۲۰۰۷ | هم‌انباشتگی       | هر دو فرضیه «هاله سبز» و «بهشت آلودگی» تأیید شد.               |

<sup>1</sup> Deng et al

<sup>2</sup> Tsimisarakas et al

<sup>3</sup> Usman et al

<sup>4</sup> Jun et al

<sup>5</sup> Tiba and Belaid

<sup>6</sup> Acheampong

<sup>7</sup> Shahbaza et al

<sup>8</sup> Salahuddin et al

<sup>9</sup> Zhang and Zhou

<sup>10</sup> Tang and Tan

<sup>11</sup> Shahbaza et al

<sup>12</sup> Al-mulali

<sup>13</sup> Pao and Ts

| یشینه 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   | اقتصادسنجی | اثر توسعه مالی وابسته به نحوه تخصیص منابع است.     |
| ۲                     | رئسی 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. |
| ۳                     | محمدی‌نیا و همکاران   | ۱۴۰۲ | اثر جهانی‌شدن، رشد و مالی بر ردپای اکولوژیکی | ایران               | ۱۹۹۰-۲۰۲۰   | کواتایل    | 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  | اقتصادسنجی | 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   | اقتصادسنجی | رشد اقتصادی اثر منفی و دموکراسی اثر مثبت دارد.     |

### ۳. روش تحقیق

#### ۳-۱. 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 دربر می‌گیرد. انتخاب این دو گروه کشور با هدف 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.

## ۲-۳. تعریف متغیرها و پایگاه داده‌های آماری

در این پژوهش، عملکرد زیست‌محیطی به‌عنوان متغیر وابسته با استفاده از شاخص عملکرد محیط‌زیست (EPI)<sup>۱</sup> اندازه‌گیری شده است. این شاخص توسط مرکز سیاست حقوق و محیط‌زیست دانشگاه ییل<sup>۲</sup> تهیه شده و به‌صورت 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 زیست‌محیطی بهتر کشورها است.

سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی (FDI)<sup>۳</sup> به‌عنوان متغیر توضیحی، به‌صورت جریان خالص ورودی سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به درصد تولید ناخالص داخلی اندازه‌گیری شده و داده‌های آن از پایگاه شاخص‌های توسعه جهانی بانک جهانی<sup>۴</sup> استخراج شده است.

توسعه مالی (FD)<sup>۵</sup> با استفاده از اعتبارات داخلی اعطاشده به بخش خصوصی به‌عنوان درصدی از تولید ناخالص داخلی اندازه‌گیری شده که نمایانگر عمق و کارایی نظام مالی کشورها است. اطلاعات این متغیر نیز از پایگاه داده‌های بانک جهانی دریافت شده است.

جهانی‌شدن اجتماعی (SGI)<sup>۶</sup> با استفاده از زیرشاخص اجتماعی شاخص جهانی‌شدن KOF<sup>۷</sup> اندازه‌گیری 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 به‌صورت GDP per capita (constant 2015 US\$) به‌عنوان متغیر کنترلی در مدل لحاظ شده است. داده‌های این متغیر از پایگاه داده‌های بانک جهانی استخراج شده است.

<sup>۱</sup> Environmental Performance Index

<sup>۲</sup> Yale Center for Environmental Law and Policy  
Foreign Direct Investment

<sup>۴</sup> World Development Indicators

<sup>۵</sup> Financial Development

<sup>۶</sup> Social Globalization Index

<sup>۷</sup> KOF Swiss Economic Institute

## ۳-۳. مدل تحلیلی پژوهش

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

در چارچوب مدل 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 مدل‌های خطی را در توضیح روابط پیچیده میان متغیرها برطرف می‌کند. مدل مورد استفاده در این تحقیق به شرح رابطه (۱) است:

$$EPI_{it} = \alpha_1 FDI_{it} + \alpha_2 FD_{it} + \alpha_3 SGI_{it} + \alpha_4 GDPP_{it} + \alpha_4 FDI_{it} g(FDI; \gamma c) + u_{it}$$

$$i=1, \dots, N \quad \& \quad t=1, \dots, T$$

(۱)

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 اخلال

است. همچنین  $g(FDI; \gamma c)$  تابع انتقال لجستیک که وابسته به متغیر آستانه‌ای

FDI، پارامتر شیب  $\gamma$  و مقدار آستانه‌ای  $c$  است.

<sup>1</sup>Panel Smooth Transition Regression

<sup>2</sup> González et al

در این مدل، 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 به صورت تدریجی تغییر می‌کند. از این رو، مدل رگرسیون انتقال ملایم تابلویی این امکان را فراهم می‌سازد که ناهمگنی رفتاری و وجود رژیم‌های متفاوت اثرگذاری در سطوح مختلف سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی شناسایی شود. بدین ترتیب، این مدل به ابزاری مناسب برای بررسی اثرات غیرخطی و آستانه‌ای سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، توسعه مالی و جهانی‌شدن اجتماعی بر شاخص عملکرد محیط‌زیست تبدیل می‌شود.

#### ۴. برآورد مدل و تحلیل یافته‌های تحقیق

فرآیند برآورد مدل در این پژوهش در چند گام متوالی انجام می‌شود. ابتدا، مانایی متغیرها با استفاده از آزمون‌های ریشه واحد دیکی-فولر<sup>۱</sup>، تعمیم‌یافته و فیلیپس-پرون<sup>۲</sup> در چارچوب داده‌های تابلویی بررسی می‌شود. سپس، به منظور شناسایی شکست‌های ساختاری احتمالی در دوره زمانی مورد مطالعه، آزمون‌های شکست ساختاری اجرا می‌گردد.

در گام بعد، وجود رابطه بلندمدت میان متغیرهای مدل با بهره‌گیری از آزمون‌های هم‌انباشتگی پدرونی و کائو<sup>۳</sup> ارزیابی می‌شود. پس از آن، فرض خطی بودن روابط با استفاده از آزمون‌های LM، Wald و نسبت درست‌نمایی (LRT)<sup>۴</sup> مطابق رویکرد گونزالس و همکاران<sup>۵</sup> (۲۰۰۵) مورد آزمون قرار می‌گیرد.

در ادامه، تعداد بهینه آستانه‌ها و رژیم‌های رفتاری تعیین می‌شود و در نهایت، ضرایب مدل رگرسیون انتقال ملایم تابلویی (PSTR) با روش حداقل مربعات برآورد شده و مبنای تحلیل اثرات غیرخطی و آستانه‌ای قرار می‌گیرد.

#### ۴-۱. آمار توصیفی متغیرهای اصلی پژوهش

آمار توصیفی شاخص عملکرد محیط‌زیست (EPI)، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی (FDI)، جهانی‌شدن اجتماعی (SGI) و توسعه مالی (FD) برای کشورهای OECD و MENA در جدول (۲) ارائه می‌شود. نتایج نشان می‌دهد که کشورهای OECD در تمامی شاخص‌ها،

<sup>۱</sup> Augmented Dickey-Fuller test (ADF)

<sup>۲</sup> Phillips-Perron test (PP)

<sup>۳</sup> Pedroni & Kao cointegration test

<sup>۴</sup> Likelihood Ratio Test

<sup>۵</sup> González et al.

به ویژه در شاخص عملکرد محیط زیست و توسعه مالی، عملکرد بهتری نسبت به کشورهای MENA دارند. در مقابل، کشورهای منطقه MENA نوسانات و ناهمگنی بیشتری را در متغیرها تجربه می کنند که می تواند 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 محیط زیست     | ۶۳/۱     | ۶۰/۴     | ۱۳/۹         | ۱۰/۶    | ۱۲۲/۸    |
|             | سرمایه گذاری 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 محیط زیست     | ۵۹/۴     | ۵۶/۳     | ۲۲/۳         | ۸/۶     | ۱۷۳/۶    |
|             | سرمایه گذاری 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: یافته های محقق

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 محیط زیست در کشورهای توسعه یافته است. همچنین، میزان FDI در OECD به طور 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 نشان دهنده عمق مالی بیشتر در کشورهای توسعه یافته است. شاخص جهانی شدن اجتماعی در OECD و MENA به ترتیب برابر با ۷۹/۸۹ و ۵۶/۸۳ است، که بازتاب دهنده تعاملات اجتماعی و بین المللی گسترده تر در کشورهای پیشرفته می باشد.

علاوه بر این، میانگین تولید ناخالص داخلی سرانه در کشورهای OECD و MENA به ترتیب حدود ۱۲۸۱۶۳۳۸۸۲ دلار است که شکاف قابل توجه سطح توسعه اقتصادی میان دو گروه کشور را نشان می دهد و می تواند نقش مهمی در تبیین تفاوت های عملکرد محیط زیستی و جذب سرمایه گذاری خارجی ایفا کند.

#### ۴-۲. آزمون فروض مدل

##### ۴-۲-۱ آزمون مانایی

برای بررسی مانایی متغیرهای پژوهش، از آزمون ریشه واحد پانلی فیشر مبتنی بر آزمون دیکی-فولر تعمیم یافته (Fisher-ADF) استفاده شد. فرضیه صفر آزمون بیان می کند که کلیه مقاطع دارای ریشه واحد هستند، در حالی که فرضیه مقابل نشان دهنده مانایی حداقل یکی از مقاطع می باشد.

نتایج آزمون مانایی ارائه شده در جدول (۳) نشان می دهد که در کشورهای MENA، متغیرهای سرمایه گذاری مستقیم خارجی (FDI) و جهانی شدن اجتماعی (SGI) مانا هستند، اما متغیرهای شاخص عملکرد محیط زیست (EPI)، توسعه مالی (FD) و تولید ناخالص داخلی سرانه (GDPP) در سطح نامانا تشخیص داده می شوند.

در کشورهای OECD نیز نتایج حاکی از آن است که متغیر FDI مانا بوده، SGI در سطح اطمینان ۱۰ درصد مانایی دارد، در حالی که متغیرهای EPI، FD و GDPP نامانا هستند. به طور کلی، نتایج آزمون Fisher-ADF نشان می دهد که در هر دو گروه کشور، برخی از متغیرهای کلان اقتصادی دارای پویایی های بلندمدت بوده و شوک های وارد شده در طول دوره ۱۹۹۵ تا ۲۰۲۳ به صورت پایدار در سطح متغیرها باقی مانده اند.

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

| گروه<br>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٪ |
|                | GDPP  | ۶۶/۰۰۵         | ۰/۷۴        | نامانا          |
| MENA           | 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

## ۲-۲-۲. آزمون هم‌انباشتگی

به‌منظور بررسی وجود رابطه تعادلی بلندمدت میان متغیرهای مدل، از آزمون‌های هم‌انباشتگی پدرونی<sup>۱</sup> و کائو<sup>۲</sup> 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.

<sup>۱</sup> Pedroni

<sup>۲</sup> Kao

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، به‌منظور مدل‌سازی تغییرات تدریجی ضرایب و شناسایی اثرات وابسته به سطح متغیر آستانه‌ای، استفاده از مدل رگرسیون پانلی با انتقال ملایم (PSTR) در ادامه پژوهش انتخاب می‌شود.

جدول (۴). نتایج آزمون هم‌انباشتگی 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

## ۳-۲-۴. آزمون شکست ساختاری

به منظور بررسی وجود تغییرات ساختاری در متغیرهای پژوهش و کنترل اثر شوک‌های کلان و تحولات نهادی طی دوره زمانی مورد بررسی، از آزمون مانایی پانلی چن و همکاران<sup>۱</sup> (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 مورد بررسی، 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 مشاهده شده در کشورهای OECD احتمالاً تحت تأثیر شوک‌های جهانی اخیر، به ویژه پیامدهای اقتصادی همه‌گیری کووید-۱۹، اختلال در زنجیره‌های تأمین جهانی و بازنگری سیاست‌های سرمایه‌گذاری بین‌المللی رخ داده است. به طور 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 مدل رگرسیون پانلی با انتقال ملایم (PSTR) را در ادامه پژوهش توجیه‌پذیر می‌سازد.

---

<sup>۱</sup> . Chen et al

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               | —             |
|             | (FDI) | بله               | ۱۹۹۶          |
| MENA        | (EPI) | خیر               | —             |
|             | (FD)  | خیر               | —             |
|             | (SGI) | خیر               | —             |
|             | (GDP) | خیر               | —             |

مأخذ: یافته‌های تحقیق

#### ۴-۲-۴. تحلیل مدل PSTR

به منظور بررسی رفتار غیرخطی متغیرها و شناسایی اثرات آستانه‌ای، مدل رگرسیون پانلی با انتقال ملایم (PSTR) برای کشورهای عضو OECD و کشورهای منطقه MENA به صورت جداگانه برآورد شد. پیش از تخمین مدل، 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، مدل‌ها 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 مدل برای هر سه متغیر به‌طور 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 جهانی‌شدن اجتماعی (SGI) مشاهده می‌شود، در حالی که برای توسعه مالی و سرمایه‌گذاری 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 دو گانه سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در تعامل با کیفیت محیط‌زیست، متغیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی (FDI) به‌عنوان متغیر آستانه نهایی در مدل PSTR انتخاب شد. از منظر نظری، در سطوح پایین FDI، ورود سرمایه خارجی می‌تواند با افزایش آلودگی و فشارهای زیست‌محیطی همراه باشد که با فرضیه «پناهگاه آلودگی» سازگار است؛ در حالی 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<br>کشورها | متغیر<br>کنترلی | متغیر پیشنهادی<br>به عنوان آستانه | آماره آزمون F | ارزش احتمال | نتیجه آزمون         |
|----------------|-----------------|-----------------------------------|---------------|-------------|---------------------|
| OECD           | GDPP            | (FD)                              | ۲/۲۲          | ۰/۰۰۰       | عدم رد<br>فرضیه صفر |
|                |                 | (FDI)                             | ۱/۹۵          | ۰/۰۸        | عدم رد<br>فرضیه صفر |
|                |                 | (SGI)                             | ۱۵/۲۶         | ۰/۰۰۰       | رد فرضیه<br>صفر     |
| MENA           | GDPP            | (FD)                              | ۸/۷۹          | ۰/۰۰۰       | رد فرضیه<br>صفر     |
|                |                 | (FDI)                             | ۷/۰۰۲         | ۰/۰۰۰       | رد فرضیه<br>صفر     |
|                |                 | (SGI)                             | ۱۶/۸۲         | ۰/۰۰۰       | رد فرضیه<br>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 مدل 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 ارائه شده 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، مدل 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.

### ۳-۴. برآورد مدل رگرسیون انتقال ملایم تابلویی PSTR

به منظور بررسی روابط غیرخطی میان شاخص عملکرد محیط‌زیست و متغیرهای توضیحی، مدل 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، مدل PSTR با در نظر گرفتن تولید ناخالص داخلی سرانه به عنوان متغیر کنترلی وارد مدل می‌شود. نتایج برآورد مدل 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 مدل 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 (FDI > c)     | ۰/۰۰۰۴۱    | اثر مثبت اما ضعیف FDI در سطوح پایین    |
|             |                      |                 | FDI   | غیر خطی (FDI < c) | -۰/۰۰۱۶۴   | تشدید اثر منفی سرمایه گذاری 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 ضعیف تر                   |
|             |                      |                 | GDP   | خطی               | ۰/۰۰۰۰۰۰۲  | رشد اقتصادی همراه با فشار زیست محیطی   |
|             |                      |                 | GDP   | غیر خطی           | ۰/۰۰۰۰۲    | اثر ناچیز در سطوح بالای FDI            |
| MENA        | ۱/۱۶                 | ۲               | FDI   | خطی (FDI > c)     | ۰/۰۱۱۹     | اثر مثبت FDI در سطوح پایین             |
|             |                      |                 | FDI   | غیر خطی (FDI < c) | ۰/۰۱۲      | تقویت اثر مثبت پس از عبور از آستانه    |
|             |                      |                 | FD    | خطی               | -۰/۰۰۰۳۳   | اثر منفی توسعه مالی                    |
|             |                      |                 | FD    | غیر خطی           | ۰/۰۰۰۱۸    | تعدیل اثر منفی توسعه مالی              |
|             |                      |                 | SGI   | خطی               | ۰/۰۱۴      | بهبود عملکرد محیط زیست                 |
|             |                      |                 | SGI   | غیر خطی           | -۰/۰۰۰۸۵۲  | اثر منفی در رژیم غیر خطی               |
|             |                      |                 | GDPP  | خطی               | -۰/۰۰۰۰۰۰۵ | رشد اقتصادی آلاینده                    |
|             |                      |                 | GDPP  | غیر خطی           | ۰/۰۰۰۰۱    | بهبود محیط زیست پس از آستانه           |

مأخذ: یافته های تحقیق

نتایج برآورد مدل 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 کم‌اثر 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 تضعیف شده 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 مدل 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 مدل PSTR برای تحلیل روابط پیچیده اقتصاد و محیط زیست در دو گروه کشور مورد بررسی است

#### ۴-۴. آزمون‌های تشخیص مدل PSTR

پس از برآورد مدل 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 مدل و اعتبار تفسیرهای اقتصادی قرار می‌گیرند.

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

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

مأخذ: یافته‌های تحقیق

نتایج آزمون‌های تشخیص مدل 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 جارک-برا، فرض نرمال بودن جملات خطا در هر دو گروه کشورها رد می‌شود. همچنین، آزمون بروش-پاگان وجود ناهمسانی واریانس را در مدل‌های

برآوردشده تأیید می‌کند و مقادیر آماره دوربین-واتسون بیانگر وجود خودهمبستگی مثبت در باقی‌مانده‌هاست. بروز چنین ویژگی‌هایی در داده‌های پانلی کلان‌اقتصادی 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 مدل‌ها و در هر دو منطقه، ضرایب برآوردی از پایداری ساختاری قابل قبولی برخوردارند. این امر بیانگر آن است که روابط غیرخطی شناسایی‌شده میان متغیرها در طول دوره مورد بررسی پایدار بوده و تغییرات رژیمی به‌صورت تدریجی و مطابق با منطق مدل PSTR رخ داده است.

شایان ذکر است که هدف اصلی مدل PSTR، شناسایی رفتار آستانه‌ای و تغییر تدریجی اثر متغیرهای توضیحی بر متغیر وابسته است و نه الزاماً برقراری فروض کلاسیک مدل‌های خطی. از این رو، وجود ناهمسانی واریانس، نرمال نبودن جملات خطا و خودهمبستگی، اعتبار استنباط‌های اقتصادی مدل را مخدوش نمی‌سازد.

به‌طور کلی، آزمون‌های تشخیصی تأیید می‌کنند که مدل‌های 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 مدل 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 بیش از حد 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 می‌شود. این امر نشان می‌دهد که گسترش اعتبارات مالی بدون هدایت و نظارت کافی می‌تواند در مراحل اولیه به تشدید فعالیت‌های آلاینده منجر شود، در حالی که با بلوغ نظام مالی و تقویت چارچوب‌های نظارتی، منابع مالی می‌توانند به سمت پروژه‌های سبز و دوستدار محیط‌زیست هدایت شوند. در کشورهای OECD، اثر توسعه مالی در رژیم اولیه منفی بوده و در سطوح بالاتر بی‌معنی می‌شود که بیانگر کاهش نقش توسعه مالی در توضیح تغییرات زیست‌محیطی در اقتصادهای پیشرفته است. در مورد جهانی‌شدن اجتماعی (SGI)، نتایج نشان می‌دهد که در کشورهای MENA این متغیر در هر دو رژیم اثر منفی و معناداری بر EPI دارد. این یافته می‌تواند ناشی از گسترش الگوهای مصرفی پرممنع، شهرنشینی سریع و فشارهای اجتماعی بدون همراهی سیاست‌های زیست‌محیطی مؤثر باشد. در مقابل، در کشورهای OECD اثر منفی جهانی‌شدن اجتماعی در سطوح بالاتر تضعیف شده و از نظر آماری بی‌معنی می‌شود که بیانگر نقش

آگاهی عمومی، آموزش زیست محیطی و نظام‌های حکمرانی کارآمد در مهار پیامدهای منفی جهانی‌شدن اجتماعی است. بر مبنای یافته‌های تجربی، دلالت‌های سیاستی پژوهش نشان می‌دهد که در کشورهای MENA، تقویت چارچوب‌های نهادی، ارتقای استانداردهای زیست محیطی، جهت‌دهی سرمایه‌گذاری خارجی به سمت فناوری‌های پاک و توسعه نظام مالی سبز می‌تواند زمینه بروز اثرات مثبت FDI و توسعه مالی را فراهم سازد. در کشورهای OECD، نتایج حاکی از آن است که سیاست‌های مدیریت پایدار سرمایه‌گذاری خارجی، کنترل فعالیت‌های صنعتی پرمصرف انرژی و ترویج الگوهای مصرف پایدار می‌توانند از تشدید فشارهای زیست محیطی در مراحل پیشرفته توسعه اقتصادی جلوگیری کنند. به عنوان جمع‌بندی کلی، نتایج این پژوهش تأکید می‌کند که اثرگذاری متغیرهای اقتصادی و اجتماعی بر محیط‌زیست به شدت وابسته به سطح توسعه نهادی، ساختار اقتصادی و مرحله توسعه کشورهاست. بنابراین، طراحی سیاست‌های توسعه پایدار بدون در نظر گرفتن رفتارهای 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 محیط زیست و منابع طبیعی است که کمال تشکر و قدردانی را داریم.

## منابع

- جعفری صمیمی، احمد و احمدپور، سیدمحی‌الدین (۱۳۹۰). بررسی رابطه شاخص عملکرد محیط زیست و رشد اقتصادی در کشورهای توسعه یافته. *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*. ۹(۴)، ۱۴۳-۱۱۳.
- فاخر، حسینعلی (۱۴۰۲). تأثیر تولید ناخالص داخلی، توسعه مالی و مصرف انرژی بر کیفیت محیط زیست: با تأکید بر شاخص محیط زیستی. *فصلنامه محیط زیست طبیعی*، ۲(۲)، ۳۶۳-۳۴۵.
- محمدی، حسین و سخی، فاطمه (۱۳۹۲). تأثیر تجارت، سرمایه‌گذاری خارجی و توسعه انسانی بر شاخص عملکرد محیط زیست. *سیاست‌های راهبردی و کلان*، ۱(۱۳)، 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 محیط زیست*، ۳(۴)، ۱۹-۱.
- مهدوی، ابوالقاسم، و امیربابایی، سونای. (۱۳۹۵). بررسی اثر توسعه مالی بر کیفیت محیط زیست 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 محیط زیست 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 مدل‌سازی اقتصادسنجی*، ۱۰(۱)، 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.
- Tsimisarakas, 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.