

## تحلیل تأثیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و آزادسازی تجاری در کیفیت محیط زیست و استفاده از انرژی‌های پاک: مطالعه کشورهای منتخب در حال توسعه

کریم آذربایجانی\*

علی سرخوش سرا\*\*، ساناز یونس پور\*\*\*

### چکیده

سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و افزایش حجم تجارت به علت مزیت‌هایی مانند انتقال فناوری، ارتباط با بازارهای بین‌المللی، انتقال مهارت‌های مدیریتی، و ... به‌منزله منبعی مناسب برای انباشت سرمایه و ارتقای رشد اقتصادی در کشورهای در حال توسعه شناخته شده است. از طرفی، این امکان نیز وجود دارد که با افزایش رشد اقتصادی و مقیاس تولید و در نتیجه مصرف انرژی تخریب محیط زیست در این کشورها بیش تر نمایان شود. به همین علت، این پژوهش تأثیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و آزادسازی تجاری در میزان انتشار دی‌اکسید کربن (به‌مثابه شاخصی برای کیفیت محیط زیست) و استفاده از انرژی‌های پاک را در کشورهای منتخب در حال توسعه طی دوره ۱۹۷۱ تا ۲۰۱۴ با استفاده از ریه‌یافت پنل ARDL بررسی می‌کند. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که با وجود تأثیر مثبت و معنی‌دار سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در استفاده از انرژی‌های پاک و رشد اقتصادی این متغیر تأثیر معنی‌داری در تخریب محیط زیست کشورهای مورد مطالعه نداشته است. از طرفی، نتایج نشان داد که آزادسازی تجاری رابطه مثبت و معنی‌داری با انتشار دی‌اکسید کربن دارد، در حالی که این متغیر اثر منفی و معنی‌داری بر مصرف انرژی‌های

\* استاد گروه اقتصاد، دانشگاه اصفهان، azarbaiejani@yahoo.co.in

\*\* دانشجوی دکتری اقتصاد، دانشگاه اصفهان (نویسنده مسئول)، alisarkhosh1988@gmail.com

\*\*\* دانشجوی دکتری اقتصاد، دانشگاه اصفهان، s.younespour@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۵/۱۵، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۸/۲۳

پاک دارد. در نهایت، نتایج مطالعه بیانگر آن است که سرعت تعدیل به سمت تعادل بلندمدت در این الگو نسبتاً به‌کندی صورت می‌گیرد.

**کلیدواژه‌ها:** سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، آزادسازی تجاری، کیفیت محیط زیست، انرژی پاک، رشد اقتصادی.

طبقه‌بندی JEL: Q2, Q24, C33.

## ۱. مقدمه

از زمان برگزاری مذاکرات پروتکل کیوتو در سال ۱۹۹۷، که طی آن کشورهای صنعتی به کاهش گازهای گل‌خانه‌ای پای‌بند شدند، اهمیت و ضرورت پژوهش در زمینه زیست محیطی بیش‌تر شده است. از سوی دیگر، با گسترش مباحث جهانی شدن مالی و تجاری و ارتباط متقابل کشورها، کشورهای در حال توسعه ناگزیر به جذب سرمایه‌های خارجی و رقابت در تجارت بین‌الملل هستند. در این زمینه، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و تجارت بین‌الملل از کانال‌های تأمین مالی و انتقال تکنولوژی و منابع در سطح بین‌المللی است که علاوه بر اثرگذاری بر رشد اقتصادی می‌توانند به‌طور مستقیم و غیرمستقیم در کیفیت محیط زیست و استفاده از انرژی تأثیرگذار باشند.

سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به‌علت مزیت‌هایی مانند انتقال تکنولوژی، ارتباط با بازارهای بین‌المللی، انتقال مهارت‌های مدیریتی، و... منبعی مناسب برای انباشت سرمایه و به‌دنبال آن ارتقای رشد اقتصادی است، اما به‌دنبال رشد اقتصادی و افزایش مقیاس تولید و در نتیجه، افزایش مصرف انرژی آلودگی‌های زیست محیطی و تخریب محیط زیست نیز بیش‌تر نمایان می‌شود. از طرف دیگر، مهم‌ترین آثار سرمایه‌گذاری خارجی در مقایسه با سرمایه‌گذاری داخلی تأثیر آن در انتقال فناوری‌های روز و دانش فنی پیشرفته در کشور میزبان است که این امر به تدریج به بالابردن قابلیت‌های تکنولوژیکی در کشور میزبان کمک می‌کند و دسترسی کشور میزبان را به تکنولوژی‌های پاک و دوست‌دار محیط زیست آسان می‌کند. با وجود این که بهبود عامل سرمایه به افزایش فعالیت‌های اقتصادی و نهایتاً رشد اقتصادی منجر می‌شود، از جنبه زیست محیطی تغییر و افزایش این عامل را نباید از نظر دور داشت. از سوی دیگر، براساس تمامی نظریات رشد اقتصادی، انرژی عاملی مؤثر در رشد اقتصادی است، که افزایش تولید و مصرف آن رابطه‌ای مستقیم با انواع سرمایه‌گذاری، خصوصاً سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی دارد؛ اما با توجه به آثار سوء

زیست محیطی ناشی از مصرف انرژی، توجه نظریه‌های اقتصادی به ارتباط رشد اقتصادی و تخریب محیط زیست معطوف شده است. برخی نظریه‌های رشد اقتصادی مصرف انرژی را موجب تخریب محیط زیست دانسته‌اند و برخی دیگر حرکت به سمت رشد اقتصادی را موجب بهبود کیفیت محیط زیست می‌دانند، اما از دهه ۱۹۶۰ به بعد آگاهی‌ها در مورد کاهش کیفیت محیط زیست و اثرات مخرب آن بر تغییرات آب‌وهوایی در اقتصاددانان و سیاست‌گذاران افزایش یافت (Shahbaz et al. 2013).

در سال‌های اخیر، کشورهای در حال توسعه بخش مهمی از سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی جهان را جذب کرده‌اند؛ به همین علت در کنار جذب سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، کشورهایی مانند هند، چین، و حتی پاکستان توانسته‌اند رشد اقتصادی بالایی را تجربه کنند (World Bank 2006). با این حال، کشورهای در حال توسعه هم‌راه با رشد اقتصادی بالا با چالش‌های زیادی در زمینه محیط زیست مواجه شده‌اند که نگرانی‌های زیادی را در این کشورها به دنبال داشته است. بسیاری از کارشناسان این حجم از آلودگی را به حضور و سرمایه‌گذاری شرکت‌های خارجی در این کشورها ربط می‌دهند. به عقیده این افراد، «رقابت برای جذب سرمایه‌گذاری باعث فشار برای قوانین زیست‌محیطی کم‌تر می‌شود» و بنابراین این کشورها با حداقل قوانین محدودکننده، حرکتی نزولی را در زمینه محیط زیست تجربه خواهند کرد (Gallagher and Birch 2006). در مقابل، برخی از افراد دیگر استدلال می‌کنند که بهترین راه برای اطمینان از بهبود یافتن وضعیت محیط زیست کشورهای در حال توسعه استفاده از ابزارهای لازم مانند سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی برای تبدیل به یک کشور مرفه است که در نهایت مشکل آلودگی‌های محیط زیست آن‌ها نیز برطرف می‌شود.

با این توضیحات حال این سؤال مطرح می‌شود که سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و آزادسازی تجاری چه اثری بر رشد اقتصادی، کیفیت محیط زیست، و استفاده از انرژی‌های پاک در کشورهای در حال توسعه دارد؟

در ادامه این تحقیق بعد از مبانی نظری و پیشینه تحقیق در بخش چهارم الگوی پژوهش معرفی شده است. بخش پنجم به معرفی داده‌ها و اطلاعات اختصاص داده شده است و در بخش ششم روش‌شناسی اقتصادسنجی بیان گردیده است. در بخش هفتم مطالعه نتایج و یافته‌های حاصل از الگو تحلیل شده است و در نهایت، بخش آخر مطالعه نتیجه‌گیری و پیش‌نهادهای سیاستی است.

## ۲. مبانی نظری

### ۱.۲ سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و کیفیت محیط زیست

در حالی که حجم زیادی از ادبیات موضوع مربوط به ارتباط رشد اقتصادی و تقاضای انرژی و در نتیجه آلودگی اختصاص پیدا کرده است، در این میان، تأثیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در تقاضا برای انرژی و آلودگی محیط زیست موضوعی است که توجه کم‌تری را به خود جلب کرده است. در یک نمونه از بیست کشور در حال توسعه رابطه‌ای مثبت بین FDI و شدت انرژی، که در نهایت به آلودگی بیش‌تر محیط زیست منجر می‌شود، پیدا شده است (Mielnik and Goldemberg 2002)؛ نیز یک رابطه مثبت و معنی‌دار آماری بین FDI و مصرف انرژی در نمونه‌ای از ۲۲ اقتصاد در حال توسعه یافت شده است (Sadorsky 2010). آن‌ها استدلال می‌کنند که FDI به کسب‌وکار ارزان‌تر یا دسترسی آسان به سرمایه مالی منجر می‌شود که می‌تواند برای گسترش عملیات موجود یا ساخت کارخانه‌های جدید استفاده شود و در نتیجه، تقاضا برای انرژی را افزایش می‌دهد و در نهایت به آلودگی بیش‌تر منجر می‌شود. به همین علت، کشورهایی که سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی را برای تسریع رشد اقتصادی خود جذب می‌کنند ممکن است باعث افزایش انتشار گازهای گل‌خانه‌ای شوند. شواهد زیادی مبنی بر تأثیر قابل توجه FDI در انتشار CO<sub>2</sub> وجود دارد. هم‌چنین، نشان داده شده است که FDI نقش مهمی در افزایش انتشار CO<sub>2</sub> در چین دارد (Zhang 2011). در گزارشی رابطه‌ای مثبت بین FDI و انتشار آلاینده‌ها در کشورهای میزبان وجود دارد (Xing and Kolstad 2002). هم‌چنین، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی می‌تواند به‌طور غیرمستقیم از طریق رشد اقتصادی بر محیط زیست اثرگذار باشد، گرچه بیش‌تر مطالعات انجام‌شده در این زمینه حاکی از این است که بین رشد اقتصادی با سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و مصرف انرژی رابطه‌ای مثبت وجود دارد و در نتیجه، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی از طریق افزایش رشد اقتصادی باعث مصرف بیش‌تر انرژی و در نهایت، افزایش آلودگی می‌شود، برخی نتایج متناقض نیز وجود دارد؛ مثلاً برخی استدلال می‌کنند که با وجود ارتباط سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی با رشد اقتصادی، رابطه رشد اقتصادی و مصرف انرژی بسته به شکل عملکرد کشورهایی است که مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته‌اند، در نتیجه امکان دارد سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی با وجود افزایش رشد اقتصادی باعث آلودگی بیش‌تر نشود (Huang et al. 2008; Costantini and Martini 2010). از این رو، بعضی از مطالعات نشان می‌دهد که ارتباط رشد اقتصادی، مصرف انرژی، و انتشار CO<sub>2</sub> با توجه به مراحل مختلف رشد اقتصادی می‌تواند متفاوت باشد (Soytas

(and Sari 2009). از سوی دیگر، ادبیات جدید در زمینه این موضوع نشان می‌دهد که تأثیر سرمایه‌گذاری در محیط زیست به این بستگی دارد که آیا اثرات مثبت تکنیکی<sup>۱</sup> به اندازه کافی برای غلبه بر اثرات منفی افزایش مقیاس<sup>۲</sup> و ترکیبی<sup>۳</sup>، بزرگ هستند یا خیر. در پژوهش دیگری پژوهش‌گران نشان می‌دهند که این موضوع در کشورهای توسعه‌یافته حداقل برای انتشار CO<sub>2</sub> درست است (Copeland and Taylor 2013)، در حالی که در پژوهش دیگری استدلال شده است که این نتایج برای اقتصادهای در حال توسعه تأیید نمی‌شود؛ بدین معنی که اثرات مثبت تکنیکی قادر به از بین بردن اثرات منفی افزایش مقیاس و آلودگی ناشی از آن در این کشورها نیست (Managi 2006).

## ۲.۲ سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و استفاده از انرژی پاک

در سال‌های اخیر تلاش به منظور استفاده بهینه از انرژی در همه کشورهای مدنظر قرار گرفته است؛ با وجود این، در کشورهای در حال توسعه به علت رشد بالای جمعیت، افزایش فعالیت‌های اقتصادی، و افزایش بهره‌برداری بی‌رویه از منابع انرژی تخریب و آلودگی محیط زیست مشکلی اساسی محسوب می‌شود. این موضوع بیش‌تر ناشی از استفاده از سوخت‌های فسیلی و استفاده نکردن از انرژی‌های پاک یا جای‌گزین در این کشورهاست. از این رو، در سال‌های اخیر استفاده از انرژی‌های پاک یا جای‌گزین در اولویت بسیاری از کشورها قرار گرفته است (Popp et al. 2010).

با وجود این که سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و رشد بخش‌های خاص کسب‌وکار مانند تولید و زیرساخت ممکن است فشار زیادی بر منابع انرژی و محیط زیست در کشور ایجاد کند، محققان بیان می‌کنند که جریان سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به افزایش بهره‌وری انرژی کشورهای میزبان، استفاده از انرژی‌های جای‌گزین، و در نتیجه کاهش انتشار CO<sub>2</sub> کمک می‌کند (List and Co 2000). در گزارش دیگری نیز آمده است که سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی (FDI) به شرکت‌ها کمک می‌کند تا نوآوری‌های تکنولوژی را ارتقا دهند و تکنولوژی‌های جدید را به کار بندند و بدین صورت باعث افزایش کارایی انرژی و پیشرفت اقتصاد کم‌کربن خواهند شد (Tamazian et al. 2009). با این حال، این که سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی فناوری انرژی‌های پاک را برای کشورهای در حال توسعه به ارمغان می‌آورد مسئله مهمی است که باید بیش‌تر مورد مطالعه قرار گیرد. به همین علت، موارد متعدد در سراسر جهان نشان می‌دهد که سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به صورت خودکار فناوری و استفاده از انرژی‌های پاک را به دنبال ندارد (Araya 2002).

از طرف دیگر، مهم‌ترین آثار سرمایه‌گذاری خارجی در مقایسه با سرمایه‌گذاری داخلی تأثیر آن در انتقال فناوری‌های به‌روز و دانش فنی پیشرفته در کشور میزبان است، که این امر به تدریج به بالابردن قابلیت‌های تکنولوژیکی در کشور میزبان کمک می‌کند. در این باره، برخی نظریه‌های اقتصادی بیان می‌کنند که ورود سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی (FDI) به کشور میزبان باعث کاهش آلودگی و بهبود کیفیت محیط زیست از طریق استفاده بیشتر از انرژی‌های پاک می‌شود؛ زیرا براساس نظریه پورتر (Porter hypothesis) ورود سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به‌مثابه یک عامل تولید باعث تسریع رشد اقتصادی کشور میزبان می‌شود و همچنین، دسترسی کشور میزبان را به تکنولوژی کارا و پاک در حفاظت از محیط زیست فراهم می‌کند. این موضوع به این علت است که شرکت‌های خارجی به فناوری‌های برتر دسترسی دارند و قادرند در کشورهایی با مقررات سخت‌گیرانه‌تر نیز تولید انجام دهند. بنابراین، آن‌ها با استفاده از انرژی‌های جای‌گزین مسیر استفاده از فرایندهای استاندارد کارا را برای تولید محصولات استاندارد کشف می‌کنند و باتوجه‌به پای‌بندی آن‌ها به توافق‌نامه‌های بین‌المللی استفاده از انرژی‌های پاک و جای‌گزین را بیش‌تر دنبال می‌کنند (Strazicich and List 2003).

### ۳.۲ آزادسازی تجاری و کیفیت محیط زیست

از جمله موضوع‌های مهم در سیاست اقتصادی در سال‌های اخیر ظهور آزادسازی تجاری و پی‌آمدهای آن بر مسائل زیست‌محیطی است. این موضوع از دهه ۱۹۷۰ در حیطه تجارت بین‌الملل نمود پیدا کرد. آزادسازی تجاری شامل سیاست‌های بازشدن درهای اقتصاد و کاهش موانع تجاری و تعرفه‌هاست. اگرچه تجارت ممکن است باعث رشد شود، می‌تواند از طریق انتقال و مکان‌یابی صنایع آلاینده از کشورها با قوانین زیست‌محیطی شدید یا افزایش تولیدات آلاینده به افزایش آلودگی منجر شود (Aralas 2010). با تصور مزیت‌های بالقوه آزادسازی تجاری بررسی این موضوع مهم است که آیا چنین سیاست‌های تجاری‌ای در ستیز با محیط زیست است یا خیر و نیز نتیجه آزادسازی تجارت بین‌الملل در مباحث زیست‌محیطی چه مواردی است.

براساس گزارش بانک جهانی (World Bank Statistics 2006)، میزان تجارت، به‌منزله درصدی از تولید ناخالص داخلی جهان، از ۲۴ درصد در سال ۱۹۶۰ به ۳۸ درصد در سال ۱۹۸۵ و ۵۲ درصد در سال ۲۰۰۵ افزایش یافته است و در طول این دوره محیط زیست نیز

تغییرات عمیقی نشان داده است (Gallagher 2008). براساس همین گزارش، در سال‌های ۱۹۹۲ تا ۲۰۰۲ میزان انتشار آلاینده‌ها به ترتیب ۳۳ درصد و ۵۷ درصد افزایش را نشان داده‌اند. جهانی‌سازی از طریق افزایش فعالیت‌های اقتصادی آلاینده به منظور دست‌یافتن به درآمدهای بالاتر به ایجاد آلودگی‌های زیست‌محیطی منجر شده است (Frankel and Rose 2005). از طرف دیگر، درحالی‌که تجارت بین‌الملل رفاه مصرفی را افزایش می‌دهد، تولیدات آلاینده به هزینه‌هایی بر تجارت منجر می‌شود (Copeland and Taylor 2013).

با وجود این‌که آزادسازی تجاری باعث عملکرد مؤثرتر بخش‌های عمومی و خصوصی شده است و شدت رقابت آن‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد، می‌تواند از جهات دیگر تأثیرات منفی متعددی در محیط زیست و کیفیت زندگی داشته باشد. در پژوهشی نشان داده شده است که افزایش بازده تجاری به تخریب محیط زیست برای نمونه جهانی منجر شده است (Le et al. 2016). با این حال، نتایج با توجه به درآمد کشورها متفاوت است؛ بازبودن تجاری در کشورهای با درآمد بالا اثر مثبت و در کشورهای با درآمد متوسط و کم اثر منفی بر محیط زیست دارد. در مطالعه‌ای با تأکید بر اثرات مقیاس ترکیبی و تکنیکی ناشی از رابطه تجارت و محیط زیست نشان داده شده است که مزیت نسبی ایران در تجارت محصولات آلوده بوده است (Tayebi and Younespour 2012). پژوهشی دیگر در ۵۵ کشور با درآمد متوسط نشان می‌دهد که بازبودن تجارت در کوتاه‌مدت تأثیر مثبت و در بلندمدت تأثیر منفی در محیط زیست دارد (Lv and Xu 2018). در مطالعه‌ای در شصت کشور در حال توسعه و توسعه‌یافته ثابت شده است که بازبودن تجاری شاخص عملکرد محیطی (EPI) را بهبود می‌بخشد، هرچند که باعث افزایش انتشار  $CO_2$  می‌شود (Bernard and Mandal 2016).

## ۴.۲ آزادسازی تجاری و استفاده از انرژی‌های پاک

از لحاظ تئوری دلایل متعددی در خصوص تأثیر تجارت در مصرف انواع انرژی از جمله انرژی‌های پاک وجود دارد. یکی از مباحث مهم در خصوص تجارت و مدیریت انرژی ارتباط آن با شبکه حمل و نقل است. تقریباً سی درصد از کل تقاضای انرژی در سطح جهان صرف بخش حمل و نقل می‌شود. از طرف دیگر، تجارت بین‌الملل نیازمند شبکه حمل و نقل گسترده‌ای است و جابه‌جایی کالاها با استفاده از حمل و نقل هوایی، ریلی، جاده‌ای، و آبی مصرف انرژی را به دنبال دارد. مثلاً به منظور افزایش صادرات و واردات باید ماشین‌آلات و تجهیزات برای بارگیری و انتقال کالاهای صادراتی از بندر، فرودگاه‌ها، یا ایستگاه‌های

دیگری که کالاها برای سفرهای خارجی بارگیری می‌شود، مورد استفاده قرار گیرد. برای راه‌اندازی ماشین‌آلات و تجهیزاتی که در جریان تولید و انتقال کالاها برای صادرات استفاده می‌شود، انرژی مصرف می‌شود. بنابراین، افزایش در حجم تجارت نیازمند افزایش در فعالیت‌های اقتصادی است که این نیز تقاضا را برای انرژی افزایش می‌دهد. در این باره در مطالعه‌ای این نتیجه به دست آمد که رابطه بلندمدت مثبتی بین تجارت و مصرف انرژی در کشورهای آسیا و اقیانوسیه، اروپای شرقی، آمریکا، خاورمیانه، شمال آفریقا، جنوب صحرای آفریقا، و اروپای غربی وجود دارد (Al-Mulali and Low Shea 2014). در پژوهشی نشان داده شده است که رابطه‌ای دوطرفه بین تجارت و مصرف منابع غیر تجدیدپذیر انرژی، رابطه‌ای یک‌طرفه از منابع انرژی تجدیدپذیر به تجارت، و نیز رابطه‌ای بلندمدت بین منابع تجدیدپذیر انرژی و تجارت وجود دارد (Ben Jebli and Ben Youssef 2015). از سوی دیگر، در کشورهای در حال توسعه کالاهای وارداتی بادوام، مانند خودرو، سیستم تهویه هوا، یخچال، و ... بزرگ‌ترین مصرف‌کنندگان انرژی هستند و افزایش در حجم واردات این نوع کالاها تقاضا را برای انرژی افزایش می‌دهند. در بلندمدت افزایش یک درصد در صادرات و واردات در ژاپن باعث افزایش مصرف انرژی الکتریسیته به ترتیب به میزان ۰/۲۴ و ۰/۲۲ در بلندمدت، و ۰/۲۲ و ۰/۲۰ در کوتاه‌مدت می‌شود (Rafindadi and Ozturk 2015). به همین علت، در سال‌های اخیر تمایل به استفاده از انرژی‌های پاک در این محصولات افزایش یافته است. هم‌چنین، در صورت مصرف بالای کالاهای جان‌شین واردات، آزادسازی تجاری، و در نتیجه افزایش واردات کالاهایی با کارایی بیش‌تر در مصرف انرژی میزان مصرف انرژی کاهش می‌یابد. از طرف دیگر، با انتقال تکنولوژی از طریق واردات امکان دسترسی و استفاده از انرژی‌های پاک بیش‌تر می‌شود. با وجود این، در مطالعه‌ای نشان داده شده است که در کشورهای آفریقایی، هیچ رابطه‌ای بین تجارت و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کوتاه‌مدت وجود ندارد (Ben Aïssa et al. 2014). در حالی که نتایج حاکی از آن است که رابطه بلندمدتی بین مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و تجارت در این کشورها برقرار است.

### ۳. پیشینه تحقیق

#### ۱.۳ مطالعات داخلی

صادقی و همکاران در مطالعه‌ای تأثیر افزایش مصرف انرژی تجدیدپذیر را در تولید ناخالص داخلی و انتشار گاز دی‌اکسید کربن با استفاده از الگوی خودرگرسیون ساختاری



(SVAR) طی دوره ۱۹۸۰ تا ۲۰۱۲ در ایران بررسی کرده‌اند (صادقی و دیگران ۱۳۹۶). نتایج این مطالعه نشان داد که بروز شوک مثبت در مصرف انرژی تجدیدپذیر به افزایش رشد اقتصادی و انتشار دی‌اکسیدکربن منجر می‌شود. غفاری و همکاران در مقاله‌ای تأثیر مصرف انرژی بادی را در رشد اقتصادی و انتشار  $CO_2$  در چهارده کشور منتخب آسیایی با استفاده از داده‌های پانلی طی دوره ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۳ بررسی کردند (غفاری و دیگران ۱۳۹۵). نتایج مطالعه حاکی از آن است که انرژی بادی اثر مثبت طولانی‌مدت بر رشد اقتصادی دارد، درحالی‌که هیچ اثری بر انتشار  $CO_2$  ندارد. صادقی و موسویان در مطالعه‌ای با استفاده از روش بوت‌آسترپ حداکثر آنتروپی و در چهارچوب الگوی دومتغیره نتیجه گرفتند که رابطه علیت یک‌طرفه بین تولید ناخالص داخلی با انتشار کربن وجود دارد، اما در چهارچوب الگوی چندمتغیره، نبود رابطه علیت بین انتشار کربن و تولید ناخالص داخلی رد نمی‌شود (صادقی و موسویان ۱۳۹۳). اسدپور و اسکروچی در مطالعه‌ای برای ایران طی سال‌های ۱۳۵۵ تا ۱۳۹۱ و با استفاده از روش خودتوضیح‌برداری با وقفه گسترده نتیجه گرفتند که رابطه مستقیمی بین سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، آزادسازی تجاری، انتشار مونوکسیدکربن، و رشد اقتصادی با تقاضای انرژی وجود دارد (اسدپور و اسکروچی ۱۳۹۲).

### ۲.۳ مطالعات خارجی

در مطالعه‌ای با استفاده از روش داده‌های تابلویی و برآوردکننده پانل بلانددل - باند (Blundell-Bond) نتیجه گرفته شد که سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به‌طور گسترده‌ای به کاهش مصرف انرژی در منابع تجدیدناپذیر و افزایش مصرف انرژی در انرژی‌های تجدیدپذیر منجر می‌شود (Doytch and Narayan 2016). در مطالعه دیگری با استفاده از تکنیک داده‌های پانلی طی دوره ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۰ و برای کشورهای OECD نشان داده شد که مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر یا افزایش سهم آن در ترکیب کل انرژی تأثیر مثبت و معنی‌داری در رشد اقتصادی خواهد داشت (Inglesi-Lotz 2016). در مقاله‌ای با استفاده از رهیافت داده‌های تابلویی و حداقل مربعات معمولی اصلاح‌شده (FMOLS) این نتیجه به‌دست آمد که سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی تخریب محیط زیست را افزایش داده است و فرضیه پناه‌گاه آلودگی (pollution haven hypothesis) تأیید می‌شود (Shahbaz et al. 2015). علاوه‌براین، آن‌ها رابطه علیت دوطرفه بین انتشار گازهای گل‌خانه‌ای و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی را در سطح جهانی تأیید می‌کنند، هرچند یافته‌ها نشان داد تأثیر

سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در محیط زیست به سطوح مختلف درآمدی کشورها و وضعیت منطقه‌ای حساس است. در مقاله دیگری با استفاده از داده‌های تابلویی برای ۸۵ کشور وجود یک رابطه علی دوطرفه بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی، یک رابطه علیت دوطرفه بین مصرف انرژی و انتشار گازهای گل‌خانه‌ای، و نیز یک علیت یک‌طرفه از تولید گازهای گل‌خانه‌ای به رشد اقتصادی تأیید می‌شود (Saidi and Hammami 2016).

#### ۴. الگوی پژوهش

در بخش‌های قبلی مطالعات متعددی ارائه شد که در آن نویسندگان تأثیر متغیرهای مختلف را از جمله رشد اقتصادی و مصرف انرژی در تخریب محیط زیست و استفاده از انرژی‌های پاک بررسی کرده‌اند. نتایج مطالعات قبلی نشان داد که روابط بین انرژی، محیط زیست، رشد اقتصادی، تجارت، و FDI متفاوت و در بعضی موارد متناقض است. در مطالعه‌ای این‌گونه آمده است که چنین نتیجه‌ای می‌تواند ناشی از «تفاوت در رویکردهای اقتصادسنجی، ویژگی‌های نهادی در کشورهای خاص، تصریح مدل، انتخاب متغیر، و دوره زمانی» باشد (Smyth and Narayan 2015). در مطالعه دیگری نیز بیان شده است که تعیین‌کننده‌های مصرف انرژی «به ناسازگاری‌های مدل بسیار حساس هستند و آزمایش دقیق مشخصات موردنیاز است» (Coers and Sanders 2013). برای مقابله با این نگرانی‌ها پژوهش‌گران مدل‌هایی را در چهارچوب الگوهای اقتصادسنجی معرفی می‌کنند که در آن از متغیرهای توضیحی مختلف، مانند توسعه مالی، بازبودن تجاری، شهرنشینی، سرمایه، جمعیت، و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی استفاده می‌شود. اکثر این مطالعات علیت مثبت را بین این متغیرها تأیید می‌کنند و استدلال می‌کنند که تخریب محیط زیست به‌طور قابل ملاحظه‌ای با رشد اقتصادی و مصرف انرژی شتاب می‌یابد (Lee 2013; Omri et al. 2015; Magazzino 2012; Saboori et al. 2016). با الهام گرفتن از این یافته‌ها و با بهره‌گیری از الگوهایی در این مطالعه تلاش می‌شود در چهارچوب الگوی اقتصادسنجی پنل (ARDL) فرضیه‌های تحقیق موردآزمون قرار گیرد (Saidi and Hammami 2017; Lee 2013; Shahbaz et al. 2015).

بنابراین، مدل اولیه به این صورت بیان می‌شود:

(۱)

$$GDP = f(FDI, CO_2, Energy, Clean energy, Trade)$$

در این مطالعه نیز مطابق مطالعات (Beak and Koo 2009) و (Pao and Tsai 2011) انتشار دی‌اکسیدکربن برای اندازه‌گیری کیفیت محیط زیست به‌کار می‌رود. برای

اندازه‌گیری سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی مطابق مطالعات (Shahbaz et al. 2015) و (Saidi and Hammami 2017) از خالص سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی خالص سرانه برحسب دلار استفاده شده است. سطح رشد اقتصادی کشورها مطابق بانک جهانی و سازمان ملل توسط تولید ناخالص داخلی سرانه اندازه‌گیری شده است. برای بیان میزان مصرف انرژی کشورها همانند مطالعات (Linh and Lin 2012) و (Khan et al. 2014) از متغیر سرانه مصرف انرژی معادل میزان نفت مصرفی سرانه استفاده می‌شود. انرژی‌های پاک انرژی‌های غیرکربوهیدراتی هستند که دی‌اکسیدکربن تولید نمی‌کنند. این انرژی‌ها شامل انرژی آبی، هسته‌ای، زمین‌گرمایی، انرژی خورشیدی، و ... هستند. بنابراین، همانند مطالعه‌ی برای نشان‌دادن مصرف انرژی پاک، از نسبت انرژی‌های جای‌گزین و هسته‌ای از کل انرژی مصرفی استفاده شده است (Lee 2013). درنهایت، مطابق مطالعات (Sbia et al. 2014) و (Saidi and Hammami 2016) از نسبت مجموع صادرات و واردات به تولید ناخالص داخلی به‌منزله شاخصی برای آزادسازی تجاری استفاده می‌شود. با توضیحات یادشده به‌منظور بررسی ارتباط متغیرهای مذکور، معادلات اولیه به این صورت نوشته می‌شوند:

$$(۲) \quad \ln \text{GDP}_{c,t} = \beta_0 + \beta_1 \ln \text{FDI}_{c,t} + \beta_2 \ln \text{TRADE}_{c,t} + \beta_3 \ln \text{CO}_2_{c,t} + \beta_4 \ln \text{ENERGY}_{c,t} + \beta_5 \ln \text{CENERGY}_{c,t} + u_{c,t}$$

$$(۳) \quad \ln \text{CO}_2_{c,t} = \beta_0 + \beta_1 \ln \text{FDI}_{c,t} + \beta_2 \ln \text{TRADE}_{c,t} + \beta_3 \ln \text{GDP}_{c,t} + \beta_4 \ln \text{ENERGY}_{c,t} + \beta_5 \ln \text{CENERGY}_{c,t} + u_{c,t}$$

$$(۴) \quad \ln \text{CENERGY}_{c,t} = \beta_0 + \beta_1 \ln \text{FDI}_{c,t} + \beta_2 \ln \text{TRADE}_{c,t} + \beta_3 \ln \text{CO}_2_{c,t} + \beta_4 \ln \text{ENERGY}_{c,t} + \beta_5 \ln \text{GDP}_{c,t} + u_{c,t}$$

که در آن‌ها  $\ln$  نشان‌دهنده لگاریتم طبیعی است:

$\text{GDP}_{c,t}$ : درآمد سرانه واقعی به دلار به قیمت ثابت سال ۲۰۱۰ در کشور  $c$  در سال  $t$   
 $\text{FDI}_{c,t}$ : جریان خالص سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی سرانه به دلار در کشور  $c$  و در سال  $t$   
 $\text{TRADE}_{c,t}$ : نسبت مجموع صادرات و واردات به تولید ناخالص داخلی در کشور  $c$  و در سال  $t$

$CO_2_{c,t}$ : میزان انتشار دی‌اکسیدکربن سرانه براساس متریک تن در کشور c و در سال  $t^y$   
 $ENERGY_{c,t}$ : میزان مصرف انرژی سرانه معادل کیلوگرم نفت سرانه در کشور c و در سال  $t^a$   
 $CENERGY_{c,t}$ : میزان مصرف انرژی پاک به‌منزله درصدی از کل انرژی مصرفی در کشور c و در سال  $t^9$   
 $u_{c,t}$ : اجزای اخلاص.

## ۵. داده‌ها و اطلاعات

با در نظر گرفتن محدودیت در دسترسی به داده‌ها و اطلاعات، قلمرو مکانی این تحقیق ۲۶ کشور منتخب در حال توسعه شامل ایران، آرژانتین، برزیل، چین، کلمبیا، کاستاریکا، الجزایر، مصر، هندوراس، اندونزی، هند، سریلانکا، مراکش، مکزیک، مالزی، نیجریه، پاکستان، پاناما، فیلیپین، تونس، ونزوئلا، ترکیه، آفریقای جنوبی، تایلند، عراق، و بنگلادش است. هم‌چنین، دوره زمانی مورد بررسی در این پژوهش سال‌های ۱۹۷۱ تا ۲۰۱۴ میلادی است و داده‌های این تحقیق از سایت بانک جهانی<sup>۱۱</sup> و آژانس بین‌المللی انرژی<sup>۱۲</sup> گردآوری شده است. همان‌طور که در جدول ۱ نشان داده شده است، در فاصله زمانی ۱۹۷۱ تا ۲۰۱۴ تمامی متغیرها روند صعودی داشته‌اند. در مجموع، می‌توان گفت که روند صعودی متغیرها در جدول ۱ و هم‌چنین مبانی نظری بیان‌شده در قسمت ادبیات موضوع نشان‌دهنده ارتباط بالایی متغیرهای مورد استفاده در تحقیق است. در جدول ۲ نیز میانگین متغیرها در کشورهای مورد بررسی در دوره ۱۹۷۱ تا ۲۰۱۴ نشان داده شده است.

جدول ۱. روند متغیرها در زمان ۱۹۷۱-۲۰۱۴

سال	GDP	FDI	ENERGY	CO <sub>2</sub>	TRADE	CENERGY
۱۹۷۵-۱۹۷۱	۳۶۱۳/۱۷	۴/۱۱۴۶۷	۶۹۲/۸۸۲	۲/۰۳۸۴۰	۴۸/۲۳۴۰	۱/۶۵۹۴۰
۱۹۸۰-۱۹۷۶	۳۷۳۲/۱۳	۷/۶۱۷۶۱	۷۲۶/۶۹۴	۱/۹۷۵۳۷	۵۲/۳۰۳۶	۲/۸۴۷۸۳
۱۹۸۵-۱۹۸۱	۳۴۷۳/۷۷	۱۲/۵۸۴۰	۷۷/۷۹۸۵	۱/۹۵۳۹۴	۴۸/۴۴۰۴	۴/۰۴۵۶۲
۱۹۹۰-۱۹۸۶	۳۴۸۱/۶۸	۷/۶۱۶۴۵	۸۲۶/۴۸۵	۲/۱۱۶۸۷	۴۷/۳۴۰۳	۴/۹۲۸۶۰
۱۹۹۵-۱۹۹۱	۳۷۴۹/۰۸	۳۳/۳۰۸۹	۹۱۴/۱۴۹	۲/۲۸۳۱۳	۵۵/۴۴۴۳	۵/۳۳۷۹۸
۲۰۰۰-۱۹۹۶	۴۱۲۴/۹۳	۶۹/۶۵۹۱	۹۸۷/۱۲۱	۲/۵۲۵۲۲	۶۵/۶۱۳۷	۵/۸۰۰۶۰
۲۰۰۵-۲۰۰۱	۴۳۶۳/۸۳	۶۵/۷۸۴۲	۱۰۵۱/۸۲	۲/۸۳۹۴۹	۷۱/۲۸۶۳	۶/۱۷۳۵۱
۲۰۱۰-۲۰۰۶	۵۲۶۵/۸۰	۱۳۷/۱۸۱	۱۱۹۷/۷۱	۳/۱۰۳۸۸	۷۰/۳۶۴۷	۶/۲۰۴۳۳
۲۰۱۴-۲۰۱۱	۵۸۹۶/۳۷	۱۸۹/۵۶۱	۱۲۹۳/۰۷	۳/۳۸۱۹۲	۶۶/۳۴۲۴	۶/۳۲۱۸۵

منبع: محاسبات تحقیق براساس داده‌های بانک جهانی

تحلیل تأثیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و آزادسازی تجاری در کیفیت محیط زیست ... ۱۳

جدول ۲. میانگین متغیرها در کشورهای مورد بررسی (۱۹۷۱-۲۰۱۴)

CENERGY	TRADE	CO <sub>2</sub>	ENERGY	FDI	GDP	کشور
۰/۸۹۱۹۵۲	۴۳/۲۳۹۲۹	۵/۰۸۱۷۴۳	۱۶۲۷/۲۴۹	۱۴/۱۸۳۴۱	۵۱۴۴/۲۵۴	ایران
۵/۸۲۲۸۶۸	۲۲/۴۰۶۶۶۹	۳/۸۵۶۲۷۹	۱۵۷۷/۶۵۷	۱۰۷/۳۵۷۹	۷۹۹۹/۹۷۴	آرژانتین
۱۲/۱۲۷۰۱	۲۰/۲۴۹۳۰	۱/۶۴۲۸۸۳	۱۰۲۶/۷۶۰	۱۱۱/۹۲۲۲	۸۵۰۶/۷۶۸	برزیل
۱/۹۶۰۴۲۴	۳۲/۳۱۸۶۷	۳/۰۱۵۱۵۲	۹۸۶/۲۵۸	۵۹/۲۳۲۵۱	۱۶۷۵/۰۸۰	چین
۹/۳۰۵۱۶۱	۳۲/۹۱۰۷۷	۱/۵۵۹۹۶۷	۶۶۰/۱۷۱۸	۷۷/۸۰۵۰۸	۴۵۸۶/۴۹۹	کلمبیا
۲۴/۲۱۷۶۹	۷۴/۲۵۸۱۱	۱/۲۶۱۵۵۹	۶۷۴/۱۴۴۲	۱۷۴/۱۶۱۸	۵۷۹۵/۸۹۴	کاستاریکا
۰/۲۱۳۶۵۸	۵۷/۶۰۲۵۰	۲/۹۱۶۰۲۴	۸۰۱/۶۳۸۰	۱۸۷۷۹۸۷	۳۶۹۱/۱۲۴	الجزایر
۳/۳۲۸۷۷۲	۵۲/۷۲۳۶۲	۱/۵۸۸۸۸۳	۵۷۰/۹۲۸۴	۲۹/۹۲۵۲۷	۱۷۰۱/۵۱۱	مصر
۴/۷۵۳۲۱۲	۸۷/۶۷۲۹۰	۰/۸۳۳۰۹۳	۵۳۱/۶۰۷۰	۳۸/۲۷۰۷۶	۱۷۰۱/۹۱۳	هندوراس
۳/۴۶۱۹۷۸	۵۲/۷۴۹۸۱	۱/۰۸۳۹۹۲	۵۷۸/۲۷۱۶	۱۹/۳۴۲۳۲	۱۹۴۳/۳۱۳	اندونزی
۲/۴۲۱۹۸۹	۲۵/۰۹۰۷۷	۰/۸۲۷۳۲۶	۳۸۵/۴۶۷۱	۶/۶۸۴۳۲۴	۷۱۰/۱۱۸۲	هند
۳/۶۵۹۱۷۸	۶۶/۳۶۴۳۶	۰/۴۰۹۹۹۰	۳۷۶/۸۱۶۰	۱۱/۶۴۹۷۷	۱۵۸۶/۸۹۸	سريلانكا
۱/۴۸۶۶۲۶	۵۸/۲۰۱۸۴	۱/۰۹۲۷۴۰	۳۵۴/۸۳۶۷	۲۲/۲۷۳۸۸	۱۸۷۰/۲۲۸	مراکش
۴/۸۵۹۲۰۷	۳۹/۹۹۹۸۱	۳/۶۱۸۸۸۹	۱۳۷۴/۷۰۴	۱۰۷/۹۰۰۴	۷۶۵۱/۸۹۸	مکزیک
۱/۲۴۸۴۳۴	۱۴۴/۵۹۳۱	۴/۳۰۰۷۱۱	۱۶۰۰/۱۰۴	۱۴۹/۷۱۶۱	۵۵۸۹/۲۶۸	مالزی
۰/۵۲۴۶۹۱	۴۹/۷۱۱۶۴	۰/۶۵۱۴۶۳	۶۹۱/۱۴۲۲	۱۵/۵۰۶۶۸	۱۶۷۲/۱۲۶	نیجریه
۳/۵۲۸۴۰۰	۳۵/۱۲۵۲۲	۰/۶۴۳۱۲۱	۴۰۵/۹۲۹۳	۵/۴۸۷۴۸۲	۷۶۵/۴۵۱۶	پاکستان
۸/۲۱۹۵۳۸	۱۲۷/۸۳۶۲	۱/۸۰۴۹۵۳	۸۶۱/۹۸۲۰	۲۴۸/۶۸۹۲	۵۳۴۲/۶۹۰	پاناما
۵/۶۶۸۰۷۶	۶۸/۲۴۱۸۰	۰/۷۹۹۷۶۰	۴۵۶/۵۵۷۷	۱۲/۹۲۰۴۱	۱۶۷۱/۱۳۹	فیلیپین
۰/۹۳۵۴۰۱	۸۵/۶۸۳۲۷	۲/۲۱۷۹۱۳	۹۶۰/۷۲۴۶	۵۸/۸۱۶۳۴	۲۹۱۱/۴۵۴	تایلند
۰/۱۸۴۴۱۲	۸۲/۸۰۶۱۶	۱/۷۶۹۸۷۲	۶۴۶/۴۵۵۵	۶۲/۱۱۰۵	۲۶۵۰/۵۱۱	تونس
۴/۵۶۰۷۲۳	۳۵/۱۲۶۶۳	۲/۸۰۸۷۰۶	۱۰۲۳/۳۹۳	۵۶/۳۴۲۴۵	۷۰۵۰/۹۴۳	ترکیه
۷/۶۳۹۴۹۷	۴۹/۴۰۹۶۶	۵/۸۹۸۸۸۲	۲۰۷۲/۸۰۷	۵۰/۴۲۴۵۱	۱۳۱۳۱/۶۰	ونزوئلا
۰/۶۳۸۵۵۷	۷۳/۶۹۹۶۹	۳/۳۹۸۵۶۴	۱۰۲۲/۸۸۲	۱۶/۹۰۳۱۶	۳۱۴۶/۶۶۷	عراق
۰/۴۱۵۱۰۱	۲۶/۳۱۳۰۸	۰/۱۹۴۱۷۱	۱۳۳/۸۲۱۷	۲/۳۲۸۹۳۱	۴۸۸/۱۴۸۸	بنگلادش
۱/۹۰۴۸۹۰	۵۲/۹۸۹۵۲	۸/۶۳۸۰۶۴	۲۴۷۸/۴۶۵	۳۶/۹۱۴۹۵	۶۴۱۲/۴۹۸	آفریقای جنوبی
۴/۸۱۲۲۷۸	۵۷/۶۴۰۹۳	۲/۳۷۸۱۹۲	۹۱۷/۹۰۳۴	۵۸/۱۷۸۹	۴۰۵۱/۲۹۴	میانگین کشورها

منبع: محاسبات پژوهش براساس داده‌های بانک جهانی

## ۶. روش‌شناسی اقتصادسنجی

### ۱.۶ الگوی خود توضیح برداری با وقفه‌های گسترده (ARDL)

با معرفی و تبیین فرم تابعی الگوی پژوهش در روابط ۲ تا ۴، ارتباط کوتاه‌مدت و بلندمدت بین متغیرها در قالب الگوی خود توضیح برداری با وقفه‌های گسترده (ARDL) و در چهارچوب پنل مورد بررسی قرار می‌گیرد. استفاده از روش‌های سستی اقتصادسنجی در مطالعات تجربی، مبتنی بر فرض مانایی (ایستایی) متغیرهاست. انتخاب روش ARDL در مطالعه حاضر بر این مبنا صورت گرفته است، زیرا در الگوی ARDL متغیرهای موجود در الگو می‌توانند  $I(0)$  یا  $I(1)$  باشند، ولی نمی‌توانند  $I(2)$  باشند، بنابراین، این مسئله باید با انجام دادن آزمون‌های ایستایی مورد بررسی قرار گیرد.

الگوی ARDL را در ابتدا Pesaran and Pesaran ارائه کردند و سپس بسط داده شد (Pesaran and Pesaran 1997; Pesaran and Smith 1998; Pesaran et al. 2001). به علت وجود محدودیت‌های استفاده از روش‌های انگل – گرنجر، یوهانسون – جوسیولوس، و مدل‌های تصحیح خطا (ECM) این افراد در مطالعات خود تلاش کرده‌اند تا با غلبه بر نواقص روش‌های یاد شده درصدد دستیابی بهتر برای تحلیل روابط بلندمدت و کوتاه‌مدت بین متغیرها برآیند (Siddiki 2000). مزیت به کارگیری روش ARDL بر دیگر روش‌ها این است که صرف نظر از این که مانایی متغیرهای موجود در مدل از نوع  $I(0)$  یا  $I(1)$  باشد، می‌توان رابطه هم‌گرایی بین متغیرها را نیز بررسی کرد (Pesaran and Pesaran 1997)؛ بنابراین، برآوردهای روش ARDL به علت پرهیز از مشکلاتی هم‌چون درون‌زایی و خودهم‌بستگی نااریب و کارا هستند. هم‌چنین، این روش روابط بلندمدت و کوتاه‌مدت بین متغیر وابسته و دیگر متغیرهای توضیحی الگو را به‌طور هم‌زمان تخمین می‌زند (Siddiki 2000). بر این اساس، الگوی ARDL مبتنی بر پانل برای روابط ۲ تا ۴ می‌تواند به این صورت ساخته شود:

(۵)

$$\Delta GDP_{it} = \alpha_{1j} + \sum_{k=1}^q \beta_{1ik} \Delta GDP_{it-k} + \sum_{k=1}^q \delta_{1ik} \Delta FDI_{it-k} + \sum_{k=1}^q \lambda_{1ik} \Delta TRADE_{it-k} + \sum_{k=1}^q \phi_{1ik} \Delta CO_2_{it-k} + \sum_{k=1}^q \varphi_{1ik} \Delta ENERGY_{it-k} + \sum_{k=1}^q u_{1ik} \Delta CENERGY_{it-k} + \sum_{k=1}^q \omega_{1ik} \Delta Y_{it-k} + \pi_{1i} ECT_{i,t-1} + \varepsilon_{it}$$

(۶)

$$\begin{aligned} \Delta CO_{2it} = & \alpha_{2j} + \sum_{k=1}^q \beta_{2ik} \Delta GDP_{it-k} + \sum_{k=1}^q \delta_{2ik} \Delta FDI_{it-k} + \\ & \sum_{k=1}^q \lambda_{2ik} \Delta TRADE_{2t-k} + \sum_{k=1}^q \phi_{2ik} \Delta CO_{2it-k} + \sum_{k=1}^q \varphi_{2ik} \Delta ENERGY_{it-k} + \\ & \sum_{k=1}^q u_{2ik} \Delta CENERGY_{it-k} + \sum_{k=1}^q \omega_{2ik} \Delta Y_{it-k} + \pi_2 iECT_{it-1} + \varepsilon_{2it} \end{aligned}$$

(۷)

$$\begin{aligned} \Delta CENERGY = & \alpha_{1j} + \sum_{k=1}^q \beta_{1ik} \Delta GDP_{it-k} + \sum_{k=1}^q \delta_{1ik} \Delta FDI_{it-k} + \\ & \sum_{k=1}^q \lambda_{1ik} \Delta TRADE_{it-k} + \sum_{k=1}^q \phi_{1ik} \Delta CO_{2it-k} + \sum_{k=1}^q \varphi_{1ik} \Delta ENERGY_{it-k} + \\ & \sum_{k=1}^q u_{1ik} \Delta CENERGY_{it-k} + \sum_{k=1}^q \omega_{1ik} \Delta Y_{it-k} + \pi_3 iECT_{it-1} + \varepsilon_{3it} \end{aligned}$$

که در آن  $\Delta$  عمل‌گر وقفه و  $ECT_{it}$  جمله تصحیح خطای به‌دست‌آمده از بردارهای هم‌انباشته است. همچنین،  $\varepsilon_{it}$  خطای تصادفی ثابت با میانگین صفر و علامت  $k$  طول وقفه است. در این مطالعه، براساس معیار شوارتز (SCB) تعداد وقفه بهینه یک به‌دست‌آمده است.

## ۲.۶ آزمون مانایی متغیرهای تحقیق

پیش از برآورد الگو لازم است مانایی تمامی متغیرهای مورد استفاده در تخمین‌ها مورد آزمون قرار گیرد؛ زیرا نامانایی متغیرها چه در مورد داده‌های سری زمانی و چه در مورد داده‌های تابلویی باعث بروز مشکل رگرسیون کاذب می‌شود. برای بررسی مانایی در داده‌های تابلویی از آزمون‌های لوین، لین، و چو (Levin, Lin, and Chu)، ایم، پسران، و شین (Im, Pesaran, and Shin)، برتونگ (Breitung)، فیشر (Fisher)، و هادری (Hadri) استفاده می‌شود (Baltagi 2013). در این آزمون‌ها فرضیه صفر مبتنی بر نبود مانایی و فرضیه مخالف مبتنی بر مانایی متغیرهاست. مانایی متغیرهای تحقیق در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳. نتایج آزمون مانایی متغیرها

متغیر/روش	آزمون	لوین، لین، و چو	برتونگ	ایم، پسران، و شین
lnGDP	در سطح:	۳/۴۵۱۴۸	۲/۴۳۴۴۵	۷/۲۲۵۷۴
	تفاضل مرتبه ۱:	-۱۱/۰۲۶۹***	-۱۱/۱۲۱۳***	-۱۴/۶۹۹۵**
lnFDI	در سطح:	-۱/۲۹۶۳*	-۳/۹۰۸***	۱/۱۰۷۰۶
	تفاضل مرتبه ۱:	-۲۱/۸۸۳***	-۱۵/۳۸۴***	-۲۴/۱۴۳***
lnCO <sub>2</sub>	در سطح:	-۱/۵۳۴۵۴*	-۱/۲۱۱۳۲	۰/۷۱۶۹۵
	تفاضل مرتبه ۱:	-۱۶/۸۶۸***	-۱۱/۱۱۱***	-۱۸/۹۶۷***

۱/۸۵۷۰۳	۲/۳۷۲۳۵	-۱/۰۱۱۹۵	در سطح:	lnENERGY
-۱۶/۶۰۳۳***	-۱۱/۰۱۹۱***	-۱۴/۳۶۴***	تفاضل مرتبه ۱:	
-۲/۹۱۶۲***	۲/۸۸۴۵۸	-۴/۵۸۲۱***	در سطح:	lnCENERGY
-۱۸/۸۴۵***	-۱۳/۰۷۲***	-۱۶/۹۷۰***	تفاضل مرتبه ۱:	
-۳/۴۷۸۷***	-۳/۸۴۲۶***	-۲/۶۳۴***	در سطح:	lnTRADE
-۲۹/۵۴۹***	-۹/۷۷۴۷***	-۳۲/۵۱۴***	تفاضل مرتبه ۱:	

علائم \*\*، \*، و \* به ترتیب رد فرضیه صفر در سطح معنی داری یک، پنج، و ده درصد را نشان می دهند. (منبع: محاسبات پژوهش)

همان طور که نتایج جدول ۳ نشان می دهد، بیش تر متغیرهای تحقیق مانا در سطح نیستند و این متغیرها هم انباشته از درجه یک هستند و با یک بار تفاضل گیری مانا می شوند. با توجه به این که اکثر متغیرهای مطالعه هم انباشته از درجه اول هستند، این امکان فراهم می شود که از الگوی پنل ARDL در مطالعه استفاده شود (Asongu et al. 2016). هم چنین، به منظور اطمینان از جعلی نبودن رگرسیون و قابلیت اطمینان به برآوردهای به دست آمده از پارامترها لازم است آزمون هم انباشتگی برای معادلات انجام گیرد.

### ۳.۶ آزمون هم انباشتگی (cointegration)

هم انباشتگی به معنی وجود رابطه بلندمدت تعادلی بین دو یا تعداد بیش تری متغیر است. تعبیر اقتصادی هم انباشتگی این است که اگر دو یا چند متغیر به هم راه هم رابطه تعادلی بلندمدتی تشکیل دهند، حتی اگر هر یک از متغیرها به تنهایی در کوتاه مدت از آن تعادل منحرف شود، در تعادل بلندمدت مجموعه متغیرها در یک ارتباط نزدیک به هم حرکت خواهند کرد. به سخن دیگر، در صورت صحیح بودن یک نظریه اقتصادی و ارتباط مجموعه ای از این متغیرها انتظار داریم که ترکیبی از این متغیرها در بلندمدت ایستا و بدون روند باشند (Baltagi 2013). روش های مختلفی برای انجام دادن آزمون هم انباشتگی وجود دارد (Maddala and Wu 1999; Kao 1999; Pedroni 2004). در این مطالعه به علت مقبولیت بیش تر آزمون پدرونی این آزمون مورد استفاده قرار گرفته است و نتایج آن در جدول ۴ ارائه شده است.

جدول ۴. نتایج آزمون هم انباشتگی پدرونی

نوع آماره	آماره	احتمال آماره
آماره $v$ - تلفیقی (Panel $v$ -Statistic)	-۲/۱۶۴۲۳۵	۰/۹۸۴۸
آماره $\rho$ - تلفیقی (Panel $\rho$ -Statistic)	۰-/۶۲۲۵۳۸	۰/۲۶۶۸



آماره- PP تلفیقی (Panel PP-Statistic)	۳-۷۴۷۹۴۰	۰/۰۰۰۱
آماره- ADF تلفیقی (Panel ADF-Statistic)	-۱/۵۱۰۸۲۸	۰/۰۶۵۴
آماره- rho گروهی (Group rho-Statistic)	۰/۹۷۶۰۸۴	۰/۸۳۵۵
آماره- PP گروهی (Group PP-Statistic)	-۳/۳۸۸۱۲۹	۰/۰۰۰۴
آماره- ADF گروهی (Group ADF-Statistic)	-۰/۳۲۳۷۲۱	۰/۳۷۳۱

منبع: یافته‌های پژوهش

فرضیه صفر آزمون پدرونی نشان‌دهنده نبود هم‌انباشتگی بین متغیرها و فرضیه مقابل نشان‌دهنده وجود هم‌انباشتگی بین متغیرها در تمامی مقطع‌هاست. براساس نتایج، فرضیه صفر مبنی بر نبود هم‌انباشتگی در سطح یک درصد و در سطح ده درصد با آماره پنتل PP و پنتل ADF رد شده است، درحالی‌که آماره PP گروهی فرض صفر را در سطح یک درصد رد می‌کند. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که رابطه‌ای طولانی‌مدت بین متغیرهای مطالعه وجود دارد. از طرف دیگر، برای آزمون معادلات هم‌انباشتگی در مطالعه‌ای پیش‌نهاد شد که آزمون هم‌انباشتگی پانل نوع Fisher-type Johansen در مقایسه با استفاده از روش آزمون انگل گرنجر کارا تر است، زیرا روش حداکثر احتمال (maximum likelihood) معنی‌داری بیش‌تری دارد و خواص نمونه محدود است (Maddala and Wu 1999). روش فیشر-یوهانسن از دو آزمون نسبت، یکی آزمون اثر و یکی آزمون حداکثر مقادیر ویژه برای آزمون تعداد روابط هم‌انباشتگی استفاده می‌کند. جدول ۵ نتایج آزمون هم‌انباشتگی پانلی فیشر-یوهانسن را نشان می‌دهد. براساس نتایج، فرضیه صفر مبنی بر نبود هم‌انباشتگی در سطح ۰/۰۱ رد می‌شود. علاوه‌براین، آماره اثر نشان می‌دهد که حداقل سه بردار هم‌جمعی در سطح ۰/۰۱ و آماره حداکثر مقدار ویژه نشان می‌دهد که حداقل سه بردار هم‌جمعی در سطح ۰/۰۵ وجود دارد. معادلات هم‌انباشتگی حاکی از وجود رابطه بلندمدت بین متغیرهاست. نتایج آزمون فیشر-یوهانسن از نتایج به‌دست‌آمده از آزمون پدرونی حمایت می‌کند.

جدول ۵. نتایج آزمون هم‌انباشتگی فیشر-یوهانسن

تعداد بردار هم‌جمعی	آماره اثر	احتمال	آماره حداکثر مقادیر ویژه	احتمال
None	۳۶۰/۳	۰/۰۰۰۰	۲۱۷/۶	۰/۰۰۰۰
At most 1	۱۸۱/۸	۰/۰۰۰۰	۹۲/۸۲	۰/۰۰۰۴
At most 2	۱۱۲/۴	۰/۰۰۰۰	۶۸/۹۷	۰/۰۵۷۷

۰/۷۴۳۶	۴۴/۹۹	۰/۰۳۹۸	۷۱/۱۸	At most 3
۰/۶۲۵۱	۴۸/۱۸	۰/۲۸۸۳	۵۷/۱۹	At most 4
۰/۱۵۰۴	۶۹/۷۸	۰/۱۵۰۴	۶۹/۷۸	At most 5

منبع: یافته‌های پژوهش

## ۷. برآورد الگو و تحلیل نتایج

### ۱.۷ نتایج برآورد رابطه بلندمدت

نتایج حاصل از تخمین‌های بلندمدت الگوی پنل ARDL در جدول ۶ ارائه شده است. نتایج تصریح ۱ در جدول ۶ نشان می‌دهد که سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی تأثیری مثبت در رشد اقتصادی داشته است و از نظر آماری، در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار است. این نتیجه یافته‌های بسیاری از مطالعات قبلی را، مانند چانگ و لی، تأیید می‌کند (Chang and Lee 2009). هرچند در مقابل یافته‌های دیگری است که ادعا کرده بودند سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی تأثیری در رشد اقتصادی ندارد (Gorg and Greenaway 2004).

جدول ۶. نتایج برآورد رابطه بلندمدت

متغیر / تصریح	تصریح ۱ (متغیر وابسته GDP)	تصریح ۲ (متغیر وابسته CO <sub>2</sub> )	تصریح ۳ (متغیر وابسته CENERGY)
lnGDP	۰/۱۱۱۹۸۸ (۹/۸۲۶۳۳۹)***	-۰/۱۸۳۷۴۴ (-۲/۰۹۰۳)***	۰/۳۹۱۴۱۶ (۴/۱۹۹۴۷)***
lnFDI	۰/۱۱۱۹۸۸ (۹/۸۲۶۳۳۹)***	-۰/۰۳۳۲۳ (-۰/۹۱۲۲۷۸)	۰/۱۴۹۶۷۱ (۴/۴۵۹۰۱)***
lnCO <sub>2</sub>	۰/۱۱۷۵۴۷ (۳/۵۱۹۵۰)***		-۰/۰۲۴۲۲ (-۰/۰۴۷۹۷۰)
lnENERGY	۰/۵۱۵۶۴۸ (۷/۵۰۹۳۸)***	۱/۰۳۹۳۹۰ (۱۸/۶۲۷۹۰)***	-۰/۰۴۱۷۴۶ (-۰/۳۷۰۶۷۰)
lnCENERGY	۰/۰۹۱۱۷۶ (۲/۷۸۶۳۳)***	-۰/۰۴۸۹۰۵ (-۳/۱۷۲۴۷)***	
lnTRADE	۰/۰۸۰۶۹۶ (۴/۲۰۷۳۰)***	۰/۰۷۲۰۱۴ (۳/۸۶۹۰۶۵)***	-۰/۵۳۹۰۲۰ (-۵/۲۶۰۹۰۳)***

اعداد داخل پرانتز آماره t-Statistic و دیگر اعداد ضرایب را نشان می‌دهند.

علائم \*\*، \* و \* به ترتیب رد فرضیه صفر در سطح معنی‌داری یک، پنج، و ده درصد را نشان می‌دهند.

منبع: یافته‌های پژوهش

مطابق نتایج به دست آمده در جدول ۶ سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی ارتباط معنی‌داری با انتشار  $CO_2$  ندارد. با وجود این که انتظار می‌رود زمانی که سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و در نتیجه آن رشد اقتصادی و مصرف انرژی افزایش می‌یابد، رابطه‌ای مثبت با انتشار  $CO_2$  وجود داشته باشد، یافته‌های این مطالعه نشان داد که افزایش در خالص سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی لزوماً با افزایش در انتشار گاز  $CO_2$  در کشورهای منتخب همراه نیست. این نتیجه تأییدکننده یافته‌های دیگری است (Tamazian et al. 2009; Lee 2013)، هرچند در تضاد با نتایجی است که بیان می‌کنند سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی انتشار دی‌اکسیدکربن را افزایش می‌دهد (Xing and Kolstad 2002; Beak and Koo 2009). این نتیجه نشان می‌دهد که ممکن است سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی اثرات جانبی بسیاری مانند اثرات سرریز گسترده در بهبود کارایی انرژی و ترویج و توسعه انرژی پاک داشته باشد و در نتیجه، به افزایش انتشار  $CO_2$  منجر نشود؛ به همین علت، نتایج تصریح سوم در جدول ۶ نشان می‌دهد که سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی رابطه مثبت و معنی‌داری با مصرف انرژی پاک دارد. این نتیجه نشان می‌دهد که هنگامی که حجم سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی افزایش می‌یابد، استفاده از انرژی پاک نیز افزایش می‌یابد. شواهد قانع‌کننده‌ای از اثرات سرریز سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در گسترش مصرف انرژی پاک وجود دارد. این نتیجه در جهت مطالعات دیگری است که نشان دادند سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در نهایت به استفاده بیشتر از انرژی‌های پاک و جای‌گزین منجر می‌شود (List and Co 2000; Strazicich and List 2003). هرچند تاحدودی ادعایی را که بیان می‌کند سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به صورت خودکار فناوری و استفاده از انرژی‌های پاک را به دنبال ندارد، رد می‌کند (Araya 2002).

نتایج جدول ۶ نشان می‌دهد که آزادسازی تجاری رابطه مثبت و معنی‌داری با رشد اقتصادی و انتشار دی‌اکسیدکربن دارد، در حالی که اثر آن بر مصرف انرژی پاک منفی است. با توجه به رابطه مثبت تجارت و رشد اقتصادی بر اساس نظریه‌های پایه اقتصاد بین‌الملل نتیجه اول قابل انتظار است. از طرف دیگر، افزایش آزادسازی تجاری از طریق افزایش رشد اقتصادی باعث افزایش تقاضا برای انواع مختلف انرژی شده است، بنابراین، باعث افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن می‌شود. اثرگذاری آزادسازی تجاری بر  $CO_2$  علاوه بر افزایش تولید، می‌تواند به علت استفاده از انرژی‌های ارزان و یارانه‌های پرداختی انرژی به منظور پایین آوردن هزینه تمام‌شده کالاها و خدمات برای رقابت در عرصه بین‌المللی نیز باشد. این نتایج تاحدود زیادی با یافته‌های سعیدی و حمامی در مورد اثرگذاری آزادسازی تجاری در

رشد اقتصادی و انتشار دی‌اکسیدکربن هم‌سوست (Saidi and Hammami 2017). هم‌چنین، می‌توان استدلال کرد که افزایش آزادسازی تجاری و رقابت کشورها در سطح بین‌المللی باعث استفادهٔ بیش‌تر کشورها از انرژی‌های فسیلی و ارزان به‌منظور حفظ مزیت رقابتی شده است و در نتیجه، می‌تواند میزان استفادهٔ کشورها را از انرژی‌های پاک (که معمولاً هزینهٔ تمام‌شدهٔ بالاتری دارند) کاهش دهد. به همین علت، اثر این متغیر بر مصرف انرژی‌های پاک منفی به‌دست آمده است.

مطابق نتایج جدول ۶ استفاده از انرژی پاک به رشد اقتصادی منجر می‌شود و ارتباط این دو متغیر مثبت و معنی‌دار است؛ درحالی‌که استفاده از انرژی پاک مطابق انتظار ارتباط منفی و معنی‌داری با انتشار گاز CO<sub>2</sub> دارد. همان‌طور که بررسی داده‌ها در جدول ۱ نشان داد، استفاده از انرژی پاک تاحدی در این کشورها در حال افزایش است، زیرا پیشرفت فناوریانه هم‌راه با FDI به بهبود سریع استفاده از انرژی پاک و توسعهٔ منابع انرژی پاک کمک می‌کند، که در نهایت باعث کاهش انتشار CO<sub>2</sub> می‌شود. مثلاً، در مقایسه با بسیاری از کشورهای توسعه‌یافته که در آن رشد تولید انرژی هسته‌ای در سال‌های اخیر محدود یا متوقف شده است، تعدادی از کشورهای در حال توسعه مانند چین، هند، اندونزی، و ترکیه ساخت نیروگاه‌های هسته‌ای جدید را برای پاسخ‌گویی به تقاضای روزافزون انرژی برنامه‌ریزی کرده‌اند (Lee 2013). در نهایت، نتایج جدول ۶ نشان می‌دهد که رشد اقتصادی باعث کاهش میزان انتشار CO<sub>2</sub> می‌شود، درحالی‌که اثر این متغیر بر مصرف انرژی پاک مثبت و معنی‌دار است. اثر منفی رشد اقتصادی بر انتشار CO<sub>2</sub> قبلاً نیز در مطالعه‌ای برای کشور چین تأیید شده است (Wang et al. 2011). هم‌چنین، نتایج تصریح دوم نشان می‌دهد که مصرف انرژی مطابق انتظار رابطهٔ مثبت و معنی‌داری با انتشار CO<sub>2</sub> و نیز رشد اقتصادی دارد.

## ۲.۷ نتایج برآورد رابطهٔ کوتاه‌مدت

در این بخش نتایج تخمین‌های روابط کوتاه‌مدت ارائه می‌شود و مدل تصحیح خطای مربوط به روابط هم‌انباشتگی یا تعادل‌های بلندمدت توصیف می‌شود. درحالی‌که در تعادل ضریب جملهٔ تصحیح خطا (ECT) صفر است، ECT غیر صفر به معنی انحراف جفت پیوندها از تعادل بلندمدت است. از این رو، ECT به تعدیل و بازبازی جزئی روابط هم‌انباشتگی کمک می‌کند. بازبازی اصولی تعادل نیاز به آن دارد ECT هم علامت موردانتظار داشته باشد و هم در داخل فاصلهٔ مناسب قرار گیرد. بر این اساس، ECT منفی و بین صفر و

یک برای سازگاری تصحیح خطای ثابت و بازیابی تعادل پس از شوک خارجی ضروری است، درحالی‌که ECT مثبت نشان‌دهنده انحراف از تعادل است (Asongu 2014). همچنین، در تعیین سرعتی که با آن تعادل بازیابی می‌شود، عدد صفر نشان‌دهنده نبود تعدیل است، درحالی‌که عدد یک تنظیم کامل را بعد از یک دوره نشان می‌دهد.

جدول ۷. نتایج برآورد رابطه کوتاه‌مدت

متغیر / تصریح	تصریح ۱ (متغیر وابسته GDP)	تصریح ۲ (متغیر وابسته CO <sub>2</sub> )	تصریح ۳ (متغیر وابسته CENERGY)
عرض از مبدأ	۰/۲۹۱۹۵۳ (۲/۸۶۳۰۱۶)***	-۱/۸۲۳۶۶۹ (-۷/۱۶۹۴۷۶)***	-۱/۶۴۳۶۶۹ (-۴/۱۶۳۲۷۶)**
Δ (lnGDP)		۰/۴۱۷۵۲۱ (۴/۳۰۸۴۶۳)***	۰/۵۷۸۲۴۷ (۳/۲۱۵۵۰۸)***
Δ (lnFDI)	۰/-۰۰۰۳۷۴ (-۰/۰۷۱۸۸۱)	۰/۰۰۶۷۲۰ (۱/۵۳۱۴۴۶)	-۰/۰۰۹۱۴۵ (-۱/۳۷۲۶۸۰)
Δ (lnCO <sub>2</sub> )	۰/۰۹۶۲۱۱ (۲/۸۱۶۵۱)***		-۰/۳۵۴۸۶۳ (-۲/۵۲۳۶۹۵)**
Δ (lnENERGY)	۰/۲۷۷۱۷۶ (۴/۱۲۶۶۰۲)***	۰/۳۵۲۷۲۷ (۲/۸۳۱۴۶۸)***	-۰/۵۷۵۵۱۳ (-۳/۴۸۳۹۰۵)***
Δ (lnCENERGY)	۰/۰۸۲۳۷۷ (۳/۸۸۸۳۷۰)***	-۰/۰۶۵۶۵۷ (-۱/۶۰۰۴۱۰)	
Δ (lnTRADE)	-۰/۰۰۶۳۲۱ (-۰/۵۶۰۶۲۷)	-۰/۰۳۴۸۴۳ (-۲/۴۲۱۳۱۸)**	۰/۰۲۹۵۵۳ (۰/۴۶۷۶۷۶)
ECT(-1)	-۰/۰۷۳۷۷۶ (-۲/۶۸۹۵)***	-۰/۳۳۰۴۰۷ (-۷/۲۵۶۰۵۲)***	-۰/۰۴۱۶۱۲ (-۲/۹۰۲۲۹۴)***

اعداد داخل پرانتز آماره t-Statistic و دیگر اعداد ضرایب را نشان می‌دهند.

علائم \*\*، \*، و \* به ترتیب رد فرضیه صفر در سطح معنی‌داری یک، پنج، و ده درصد را نشان می‌دهند.

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول ۷ ضرایب بازخورد برای بردارهای هم‌انباشتگی را نشان می‌دهد. مطابق نتایج ECT هر سه تصریح از نظر علامت و فاصله با تئوری سازگار است و در هر سه مورد ECT در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار است. این بدان معنی است که در حضور شوک هر سه متغیر GDP، CO<sub>2</sub> و CENERGY می‌توانند به‌طور معنی‌داری به تعادل بلندمدت خود بازگردند. مقدار

این ضریب برای تصریح اول، دوم، و سوم به ترتیب برابر  $0/07$ ،  $0/33$ ، و  $0/04$  است که نشان‌دهنده آن است که حدود  $0/07$  درصد عدم تعادل GDP،  $0/33$  عدم تعادل  $CO_2$ ، و  $0/04$  درصد عدم تعادل CENERGY از مقادیر بلندمدت آن پس از گذشت یک دوره از بین می‌رود. بر این اساس و باتوجه به نتایج به دست آمده مشخص است که سرعت تعدیل به سمت تعادل بلندمدت در هر سه تصریح نسبتاً به‌کندی صورت می‌گیرد.

## ۸. نتیجه‌گیری

در این مقاله ارتباطات سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، آزادسازی تجاری، رشد اقتصادی، تولید گازهای گل‌خانه‌ای ( $CO_2$ )، و استفاده از انرژی پاک بر اساس الگوی پنل (ARDL) برای کشورهای منتخب در حال توسعه بررسی شد. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به‌طور مستقیم بر رشد اقتصادی و استفاده از انرژی پاک اثر مثبت دارد، در حالی که رابطه مستقیم و معناداری با انتشار  $CO_2$  ندارد. هم‌چنین، مطابق نتایج به دست آمده، آزادسازی تجاری ارتباط مثبت و معنی‌داری با رشد اقتصادی و تخریب محیط زیست دارد، در حالی که اثر آن بر استفاده از انرژی‌های پاک منفی و معنی‌دار است. باتوجه به رابطه معکوس استفاده از انرژی‌های پاک و تخریب محیط زیست در مجموع، می‌توان نتیجه گرفت که در مقایسه با آزادسازی تجاری، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی اثرگذاری بهتری بر محیط زیست و استفاده از انرژی‌های پاک دارد.

اگرچه به‌طور کلی این توافق وجود دارد که سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی باعث افزایش انتشار کربن می‌شود، نتایج نشان داد که ممکن است در کشورهای مورد مطالعه در زمینه سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی راه‌کارهایی از نظر قانونی و تکنولوژیکی به‌کار گرفته شده باشد که باعث افزایش انتشار دی‌اکسید کربن نشده است. این نشان می‌دهد که سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی نقش مهمی در رشد اقتصادی و دستیابی به کاهش انتشار آلاینده‌ها از طریق تغییر سیاست‌ها در عمل بازی می‌کند. علاوه بر سهم مستقیم در افزایش رشد تولید، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی ممکن است مزایایی مانند سرریز فناوری یا تقویت بازده را در اقتصاد به دنبال داشته باشد. پیشرفت فناوری نیز باعث پیشرفت و نوآوری در مصرف انرژی و تولید کالاها و خدمات سازگار با محیط زیست می‌شود.

باتوجه به نتایج به دست آمده از این مطالعه پیش‌نهاد می‌شود کشورهای در حال توسعه جذب سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی را به‌منزله عاملی برای رشد اقتصادی و کاهش

تخریب محیط زیست مدنظر داشته باشند، سرمایه‌گذاری در زمینه انرژی‌های پاک بیش‌تر شود، و فناوری‌های جدید کم‌کربن مورد استفاده قرار گیرد. علاوه بر این، دولت‌ها باید به حذف هرگونه موانع اقدام کنند و به بهبود قوانین و مقررات در این زمینه کمک کنند.

### پی‌نوشت‌ها

۱. این اثر مربوط به زمانی است که تجارت خارجی تکنولوژی‌های تمیزتر را به وجود می‌آورد و این اثر باعث کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی می‌شود.
۲. از آن‌جا که تجارت اندازه و ظرفیت اقتصاد را افزایش می‌دهد که در آن میزان تولید محصول افزایش می‌یابد و باعث افزایش آلودگی خواهد شد.
۳. این اثر توضیح می‌دهد چگونه میزان انتشار آلودگی تحت تأثیر ترکیب محصول (ساختار صنایع) قرار می‌گیرد که بستگی به مزیت نسبی کشور و فراوانی منابع و شدت سیاست‌های زیست‌محیطی در هر کشور دارد.

4. GDP per Capita (Constant 2010 US\$)
5. Foreign Direct Investment, Net Inflows per Capita (Current US\$)
6. Trade (% of GDP)
7. CO<sub>2</sub> Emissions (Metric Tons per Capita)
8. Energy Use (Kg of Oil Equivalent per Capita)
9. Alternative and Nuclear Energy (% of Total Energy Use)
10. World Bank
11. International Energy Agency

### کتاب‌نامه

- اسدپور، احمدعلی و الناسکروچی (۱۳۹۲)، «بررسی رابطه سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، انرژی پاک، آزادسازی تجاری، رشد اقتصادی با تقاضای انرژی در ایران»، فصل‌نامه رسالت مدیریت دولتی، س ۴، ش ۹ و ۱۰.
- صادقی، سیدکمال و سیدمهدی موسویان (۱۳۹۳)، «تحلیل رابطه علیت بین انتشار کربن، مصرف انرژی و تولید سرانه در ایران: با استفاده از روش بوت‌استرپ حداکثر انتروپی»، پژوهش‌نامه اقتصاد انرژی ایران، س ۳، ش ۱۱.

صادقی، سیدکمال، سکینه سجودی، و فهیمه احمدزاده دلجوان (۱۳۹۶)، «تأثیر انرژی‌های تجدیدپذیر بر رشد اقتصادی و کیفیت محیط زیست در ایران»، فصل‌نامه پژوهش‌های سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی انرژی، س ۳، ش ۶.

غفاری، هادی، محمدعلی مولایی، و سوسن محمد (۱۳۹۵)، «تأثیر مصرف انرژی بادی بر رشد اقتصادی و انتشار CO<sub>2</sub>»، فصل‌نامه پژوهش‌های سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی انرژی، س ۲، ش ۳.

Al-Mulali, U. and T. Low Sheau (2014), "Econometric Analysis of Trade, Exports, Imports, Energy Consumption, and CO<sub>2</sub> Emission in Six Regions", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 33.

Aralas, S. B. (2010), *Essays in Trade and Environment: The Environmental Effects of Intraindustry Trade*, Michigan State University.

Araya, Monica (2002), "Environmental Benefits of Foreign Direct Investment: A Literature Review", *OECD Working Paper*, vol. 10.

Asongu, S., G. El Montasser, and H. Toumi (2016), "Testing the Relationships between Energy Consumption, CO<sub>2</sub> Emissions, and Economic Growth in 24 African Countries: A Panel ARDL Approach", *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 23, no 7.

Asongu, S. A. (2014), "Does Money Matter in Africa? New Empirics on Long- and Short-Run Effects of Monetary Policy on Output and Prices", *Indian Growth and Development Review*, vol. 7, no. 2.

Baltagi, B. H. (2013), *Econometric Analysis of Panel Data*, 5th edition, John Wiley & Sons Ltd.

Beak, J. and W. W. Koo (2009), "A Dynamic Approach to the FDI-Environment Nexus: The Case of China and India", *Journal of International Economic Studies*, vol. 13, no. 2.

Ben Aissa, M. S., M. Ben Jebli, and S. Ben Youssef (2014), "Output, Renewable Energy Consumption and Trade in Africa", *Energy Policy*, vol. 66.

Ben Jebli, M. and S. Ben Youssef (2015), "Output, Renewable and Non-Renewable Energy Consumption and International Trade: Evidence from a Panel of 69 Countries", *Renewable Energy*, vol. 83.

Bernard, J., and S. K. Mandal (2016), "The Impact of Trade Openness on Environmental Quality: An Empirical Analysis of Emerging and Developing Economies", *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, vol. 203.

Chi, J. (2016), "Exchange Rate and Transport Cost Sensitivities of Bilateral Freight Flows between the US and China", *Transp. Res. Part A*, vol. 89.

Coers, R., and M. Sanders (2013), "The Energy-GDP Nexus: Addressing an Old Question with New Methods", *Energy Economics*, vol. 36.

Copeland, B. R. and M. S. Taylor (2013), *Trade and the Environment: Theory and Evidence*, Princeton University Press.

Costantini, V. and C. Martini (2010), "The Causality between Energy Consumption and Economic Growth: A Multi-Sectoral Analysis Using Non-Stationary Cointegrated Panel Data", *Energy Economics*, vol. 32, no. 3.



- Doytch, N. and S. Narayan (2016), "Does FDI Influence Renewable Energy Consumption? An Analysis of Sectoral FDI Impact on Renewable and Non-Renewable Industrial Energy Consumption", *Energy Economics*, vol. 54.
- Frankel, J. A., and A. K. Rose (2005), "Is Trade Good or Bad for the Environment? Sorting out the Causality", *Review of Economics and Statistics*, vol. 87, no. 1.
- Gallagher, K. (2008), *Handbook on Trade and the Environment*, Edward Elgar Publishing.
- Gallagher, K. P. and M. B. Birch (2006), "Do Investment Agreements Attract Investment-Evidence from Latin America", *J. World Investment & Trade*, vol. 7.
- Gorg, H. and D. Greenaway (2004), "Much Ado about Nothing? Do Domestic Firms Really Benefit from Foreign Direct Investment", *The World Bank Research Observer*, vol. 19, no. 2.
- Huang, B. N., M. J. Hwang, and C. W. Yang (2008), "Causal Relationship between Energy Consumption and GDP Growth Revisited: A Dynamic Panel Data Approach", *Ecological Economics*, vol. 67, no. 1.
- Ingles-Lotz, R. (2016), "The Impact of Renewable Energy Consumption to Economic Growth: A Panel Data Application", *Energy Economics*, vol. 53.
- Kao, C. (1999), "Spurious Regression and Residual-Based Tests for Cointegration in Panel Data", *Journal of Econometrics*, 90(1).
- Khan, M. A., M. Z. Khan, K. Zaman, and M. Arif (2014), "Global Estimates of Energy-Growth Nexus: Application of Seemingly Unrelated Regressions", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 29.
- Kyoto Protocol (1997), <[http://unfccc.int/kyoto\\_protocol/items/2830.Php](http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.Php)>, (Accessed on 1 January 2014).
- Le, T. H., Y. Chang, and D. Park (2016), "Trade Openness and Environmental Quality: International Evidence", *Energy Policy*, vol. 92.
- Lee, J. W. (2013), "The Contribution of Foreign Direct Investment to Clean Energy Use, Carbon Emissions and Economic Growth", *Energy Policy*, vol. 55.
- Lee, M. K., and S. H. Yoo (2016), "The Role of Transportation Sectors in the Korean National Economy: An Input-Output Analysis", *Transportation Research, Part A*, vol. 93.
- Lee, C. C. and C. P. Chang (2009), "FDI, Financial Development, and Economic Growth: International Evidence", *Journal of Applied Economics*, vol. 12, no. 2.
- List, J. A. and C. Y. Co (2000), "The Effects of Environmental Regulations on Foreign Direct Investment", *Journal of Environmental Economics and Management*, vol. 40, no. 1.
- Lv, Z., and T. Xu (2018), "Trade Openness, Urbanization and CO<sub>2</sub> Emissions: Dynamic Panel Data Analysis of Middle-Income Countries", *The Journal of International Trade & Economic Development*.
- Maddala, G. S. and S. Wu (1999), "A Comparative Study of Unit Root Tests with Panel Data and a New Simple Test", *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 61(S1).
- Magazzino, C. (2016), "The Relationship between Real GDP, CO<sub>2</sub> Emissions and Energy Use in the GCC Countries: A Time-Series Approach", *Cogent Econ. Finance*, vol. 4.

- Managi, S. (2006), "International Trade, Economic Growth and the Environment in High-and Low-Income Countries", *International Journal of Global Environmental Issues*, vol. 6, no. 4.
- Mielnik, O. and J. Goldemberg (2002), "Foreign Direct Investment and Decoupling Between Energy and Gross Domestic Product in Developing Countries", *Energy Policy*, vol. 30, no. 2.
- Omri, A., S. Daly, C. H. Rault, and A. Chaibi (2015), "Financial Development, Environmental Quality, Trade and Economic Growth: What Causes What in MENA Countries", *Energy Econ*, vol. 48.
- Pao, H. T. and C. M. Tsai (2011), "Multivariate Granger Causality between CO<sub>2</sub> Emissions, Energy Consumption, FDI and GDP: Evidence from a Panel of BRIC Countries", *Energy*, vol. 36, no. 1.
- Pedroni, P. (2004), "Panel Cointegration; Asymptotic and Finite Sample Properties of Pooled Time Series Tests with an Application to the Purchasing Power Parity Hypothesis", *Econometric Theory*, vol. 20.
- Pesaran, M. H., Y. Shin, and R. J. Smith (2001), "Bounds Testing Approaches to the Analysis of Level Relationships", *Journal of Applied Econometrics*, vol. 16, no. 3.
- Pesaran, M. H., Y. Shin, and R. J. Smith (2001), "Bounds Testing Approaches to the Analysis of Level Relationships", *Journal of Applied Econometrics*, vol. 16.
- Pesaran, H. M. and B. Pesaran (1997), "Working with Microfit 4.0: An Introduction to Econometrics", London: Oxford University Press.
- Pesaran, M. H. and R. P. Smith (1998), "Structural Analysis of Cointegrating VARs", *Journal of Economic Surveys*, vol. 12, no. 5.
- Popp, D., R. G. Newell, and A. B. Jaffe (2010), "Energy, the Environment, and Technological Change", *Handbook of the Economics of Innovation*, vol. 2.
- Rafindadi, A. A. R. and I. Ozturk (2015), "Effects of Financial Development, Economic Growth and Trade on Electricity Consumption: Evidence from Post-Fukushima Japan", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 54.
- Saboori, B., J. Sulaiman, S. Mohd (2012), "Economic Growth and CO<sub>2</sub> Emissions in Malaysia: A Cointegration Analysis of the Environmental Kuznets Curve", *Energy Policy*, vol. 51.
- Sadorsky, P. (2010), "The Impact of Financial Development on Energy Consumption in Emerging Economies", *Energy Policy*, vol. 38, no. 5.
- Saidi, K. and S. Hammami (2016), "Economic Growth, Energy Consumption and Carbon Dioxide Emissions: Recent Evidence from Panel Data Analysis for 58 Countries", *Quality & Quantity*, vol. 50, no. 1.
- Saidi, S. and S. Hammami (2017), "Modeling the Causal Linkages between Transport, Economic Growth and Environmental Degradation for 75 Countries", *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, vol. 53.
- Sbia, R., M. Shahbaz, and H. Hamdi (2014), "A Contribution of Foreign Direct Investment, Clean Energy, Trade Openness, Carbon Emissions, and Economic Growth to Energy Demand in UAE", *Economic Modelling*, vol. 36.

- Shahbaz, M., Q. M. A. Hye, A. K. Tiwari, and N. C. Leitão (2013), "Economic Growth, Energy Consumption, Financial Development, International Trade and CO<sub>2</sub> Emissions in Indonesia", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 25.
- Shahbaz, M., S. Nasreen, F. Abbas, and O. Anis (2015), "Does Foreign Direct Investment Impede Environmental Quality in High-Middle, and Low-Income Countries", *Energy Economics*, vol. 51.
- Smyth, R., and P. K. Narayan (2015), "Applied Econometrics and Implications for Energy Economics Research", *Energy Economics*, vol. 50.
- Soytas, U. and R. Sari (2009), "Energy Consumption, Economic Growth, and Carbon Emissions: Challenges Faced by an EU Candidate Member", *Ecological Economics*, vol. 68, no. 6.
- Strazicich, M. C., and J. A. List (2003), "Are CO<sub>2</sub> Emission Levels Converging Among Industrial Countries", *Environmental and Resource Economics*, vol. 24, no. 3.
- Tamazian, A., J. P. Chousa, and K. C. Vadlamannati (2009), "Does Higher Economic and Financial Development Lead to Environmental Degradation: Evidence from BRIC Countries", *Energy Policy*, vol. 37, no. 1.
- Tayebi, S. K., and S. Younespour (2012), "The Effect of Trade Openness on Environmental Quality: Evidence from Iran's Trade Relations with the Selected Countries of the Different Blocks", *Iranian Economic Review*, vol. 16, no. 32.
- Siddiki, J. U. (2000), "Demand for Money in Bangladesh: A Cointegration Analysis", *Applied Economics*, vol. 32.
- Wang, S. S., D. Q. Zhou, P. Zhou, and Q. W. Wang (2011), "CO<sub>2</sub> Emissions, Energy Consumption and Economic Growth in China: A Panel Data Analysis", *Energy Policy*, vol. 39, no. 9.
- Xing, Y. and C. D. Kolstad (2002), "Do Lax Environmental Regulations Attract Foreign Investment", *Environmental and Resource Economics*, vol. 21, no. 1.
- Zhang, Y. J. (2011), "The Impact of Financial Development on Carbon Emissions: An Empirical Analysis in China", *Energy Policy*, vol. 39, no. 4.