

مقایسه تاثیر توسعه پایدار بر انتشار دی اکسید کربن در کشورهای بر خوردار از رانت منابع طبیعی و کشورهای صنعتی

مینا سادات دلبری^۱

خشایار سیدشکری^{۲*}

ksshokri@yahoo.com

مرجان دامن کشیده^۳

شهریار نصایان^۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۴/۱۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۲/۲۳

چکیده

زمینه و هدف: عمق یا توسعه مالی یکی از پیش شرطهای رشد و توسعه اقتصادی کشورها به شمار می رود. هدف مقاله حاضر بررسی مقایسه تاثیر توسعه پایدار بر انتشار دی اکسید کربن در کشورهای بر خوردار از رانت منابع طبیعی و کشورهای صنعتی است.

روش بررسی: برای این تحقیق، از مدل با رویکرد آستانه‌ای پانل (PSTR) بر اساس داده‌های سالانه کشورهای صنعتی (G8) شامل؛ فرانسه، آلمان، بریتانیا، ایتالیا، ژاپن، ایالات متحده آمریکا و کانادا و کشورهای (OPEC) شامل؛ الجزایر، ایران، کویت، لیبی، قطر، عربستان سعودی، امارات متحده عربی، اکوادور، آنگولا و ونزوئلا طی بازه ۲۰۰۰-۲۰۲۳ استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج برآورد قسمت غیرخطی مدل (رژیم دوم) برای کشورهای صنعتی نشان می‌دهد. به ازای یک واحد افزایش در توسعه پایدار، توسعه مالی، حجم تجارت، حجم نقدینگی، نیروی کار و سرمایه ثابت ناخالص به ترتیب؛ ۰/۱۹، ۰/۱۳، ۰/۰۲، ۰/۲۷ و ۰/۰۷ واحد انتشار گاز گلخانه‌ای کاهش می‌یابد. برای کشورهای اوپک نیز به ازای یک واحد افزایش در توسعه پایدار، توسعه مالی، حجم تجارت، رانت منابع، حجم نقدینگی، نیروی کار و سرمایه ثابت ناخالص به ترتیب؛ ۰/۰۸، ۰/۰۷، ۰/۰۵، ۰/۱۸، ۰/۲۶ و ۰/۰۵ واحد انتشار گاز گلخانه‌ای افزایش می‌یابد. منفی شدن متغیرهای مطالعه در بخش غیرخطی در کشورهای صنعتی نشان از تأیید فرضیه منحنی کوزنتس در مدل می‌باشد.

بحث و نتیجه گیری: طبق نتایج این مطالعه، توسعه پایدار، توسعه مالی، حجم تجارت، سرمایه ثابت ناخالص در مراحل اولیه توسعه باعث تخریب محیط زیست می‌شود و پس از رسیدن به حداکثر خود در ادامه نزولی می‌شود، به طوری که توسعه پایدار باعث بهبود محیط زیست می‌شود، درحالی که این اثر برای کشورهای نفتی، عکس می‌باشد. بنابراین کشورهای منتخب نفتی مانند کشورهایی پیشرفته بخشی از درآمد خود را صرف حفظ هرچه بیشتر محیط زیست نموده و یا در مسیر رشد خود از روش‌هایی استفاده کنند که آلودگی و تخریب کمتری به محیط زیست وارد نمایند. همچنین در این گروه کشورها به دلیل وفور منابع طبیعی و انرژی، قیمت انرژی پایین است که همین موضوع منجر به استفاده بیش از حد و نادرست از انرژی شده است.

واژه‌های کلیدی: توسعه پایدار، انتشار دی اکسید کربن، رانت منابع طبیعی، مدل رویکرد آستانه‌ای پانل.

^۱ دانشجوی دکتری اقتصاد نفت و گاز، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

^۲ دانشیار گروه اقتصاد، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران * (مسئول مکاتبات)

^۳ دانشیار گروه اقتصاد، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

^۴ دانشیار گروه اقتصاد، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

Comparing the Impact of Sustainable Development on Carbon Dioxide Emissions in Countries with Natural Resource Rents and Industrialized Countries

Mina Sadat Delbari¹

Khashayar Seyed Shokri^{2*}

ksshokri@yahoo.com

Marjan Damankashideh³

Shahryar Nesabian⁴

Accepted Date: July 2, 2025

Date Received: May 13, 2025

Abstract

Background and Objective: Financial depth or development is one of the prerequisites for economic growth and development of countries. The aim of this article is to compare the impact of sustainable development on carbon dioxide emissions in countries with natural resource rents and industrialized countries.

Methods: For this study, a model with a panel threshold approach (PSTR) was used based on annual data from industrialized countries (G8) including; France, Germany, Great Britain, Italy, Japan, the United States of America and Canada and (OPEC) countries including; Algeria, Iran, Kuwait, Libya, Qatar, Saudi Arabia, the United Arab Emirates, Ecuador, Angola and Venezuela during the period 2000-2023.

Findings: The results of the estimation of the nonlinear part of the model (second regime) for industrialized countries show that for every one unit increase in sustainable development, financial development, trade volume, liquidity volume, labor force, and gross fixed capital, respectively; 0.19, 0.19, 0.13, 0.02, 0.27, and 0.07 units of greenhouse gas emissions decrease. For OPEC countries, for every one unit increase in sustainable development, financial development, trade volume, resource rent, liquidity volume, labor force, and gross fixed capital, respectively; 0.08, 0.07, 0.05, 0.18, 0.26, 0.05, and 0.03 units of greenhouse gas emissions increase. The negativity of the study variables in the nonlinear part in industrialized countries indicates the confirmation of the Kuznets curve hypothesis in the model.

Discussion and Conclusion: According to the results of this study, sustainable development, financial development, trade volume, gross fixed capital in the early stages of development cause environmental degradation and then continue to decline after reaching its maximum, so that sustainable development improves the environment, while this effect is the opposite for oil countries. Therefore, selected oil countries, like advanced countries, should spend part of their income on preserving the environment as much as possible or use methods in their growth path that cause less pollution and destruction to the environment. Also, in this group of countries, due to the abundance of natural resources and energy, energy prices are low, which has led to excessive and improper use of energy.

Keywords: Sustainable development, carbon dioxide emissions, natural resource rents, panel threshold approach model.

¹ PhD student in Oil and Gas Economics, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

² Associate Professor, Department of Economics, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran * (*Corresponding Author*)

³ Associate Professor, Department of Economics, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

⁴ Associate Professor, Department of Economics, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

زمینه و هدف:

محیط‌زیست به‌عنوان یکی از مولفه‌های اصلی توسعه، سیاست‌های جهانی و بسیاری از مولفه‌های دیگر از قبیل قدرت سیاسی، اقتصادی و نظامی را تحت تاثیر قرار می‌دهد. از طرفی فعالیت‌های علم اقتصاد در راستای برطرف کردن نیازهای بشر با توجه به مفهوم کمیابی نسبی در تخصیص منابع، علم اقتصاد در راستای تولید خدمات برای برطرف کردن نیاز بشر و ایجاد رضایت عمل می‌کند که این سیاست‌ها شامل وظایف، مقررات و طراحی بازار در حمایت از استقرار و نیز سیاست‌های صنعتی و ایجاد و تقویت ایجاد ارزش‌های داخلی است. در ادامه روند توسعه اقتصادی، تحولات مالی دنباله‌روی تقاضا برای آن می‌شود و تقاضا برای انواع جدیدتر ابزارها و خدمات مالی عامل تعیین کننده می‌شود و منجر به توسعه پایدار کشورها می‌گردد (۱). بنابراین، عمق یا توسعه مالی یکی از پیش شرط‌های رشد و توسعه اقتصادی کشورها به شمار می‌رود. بررسی‌ها نشان می‌دهند کشورهایی که بخش مالی آنها از عمق کم‌تری برخوردار است، منابع مالی در آنها به‌صورت کارا بین نیازها تخصیص نمی‌یابد، یا در مواقعی این کشورها با مشکل در دسترس نبودن ابزارهای تامین مالی مناسب مواجه می‌شوند که در این صورت منابع کافی جمع‌آوری نمی‌شوند. در این شرایط ملحق شدن به بازارهای جهانی می‌تواند از طریق توسعه بازارهای مالی بر مصرف انرژی کشورها منجر شود. عبارتی توسعه‌ی بازارهای مالی و تجارت منجر به کانالیزه کردن وجوهای می‌شود؛ زیرا آزادسازی مالی موجب کاهش درجه‌ی سرکوب مالی در بازارهای مالی مختلف و افزایش نرخ بهره‌ی واقعی و رسیدن آن به نرخ تعادلی در بازار رقابتی می‌شود (۲). همچنین، حذف نظارت‌ها بر جریان سرمایه به سرمایه‌گذاران داخلی و خارجی این امکان را می‌دهد که از طریق کاهش هزینه‌ی سرمایه و افزایش دسترسی به جریان‌های وجوه، تنوع بیشتری را در سبدهای مالی خویش ارائه کنند. کشورهای کمتر توسعه‌یافته در تلاش برای کسب سود، نفوذ و برتری بیشتر اقتصادی، به دورترین مناطق جهان راه‌یافته و به توسعه فعالیت‌های تجاری، اقتصادی، صنعتی و تولیدی پرداخته‌اند، این فعالیت در عصر استعمار رشد بیشتری پیدا کرد و در سال‌های اخیر متأثر از پیشرفت‌های مربوط به فناوری و به‌ویژه سیاست‌های آزادسازی تجاری و اقتصادی در سراسر جهان به رشد چشمگیری دست یافته است (۳). از طرفی در طول سه دهه‌ی اخیر، خطرات و آسیب‌های محیط‌زیست بیشتر نمایان شده است. این آسیب‌ها، ناشی از ترکیب عواملی همچون رشد جمعیت، رشد اقتصادی، مصرف انرژی و فعالیت‌های صنعتی است. از آنجا که فعالیت هر سیستمی ممکن است اثرات

نامطلوبی بر سایر سیستم‌ها داشته باشد، استفاده از انرژی نیز بر محیط‌زیست تاثیر نامطلوبی خواهد داشت؛ از اینرو استفاده بهینه از انرژی و بهبود مستمر محیط‌زیست از پیش نیازهای رسیدن به یک رشد پایدار است. به بیان دیگر، کمبود انرژی و تخریب محیط‌زیست عواملی هستند که توسعه پایدار را تهدید می‌کند. بنابراین توسعه بازارهای مالی و تجاری در جهت استفاده از انرژی‌های نو به موقعیت جغرافیایی کشورها بستگی دارد؛ تغییر در تولید و نصب مجدد تجهیزات انرژی استراتژی‌های شرکت، صنعت و اصلاحات در این زمینه عوامل مهمی هستند که بخش‌هایی از زنجیره تامین جهانی شدن می‌شوند و از لحاظ جغرافیایی متفاوت است (۴). از طرفی وجود نفت و وفور منابع طبیعی در سالهای اخیر، موضوع بحث‌های گسترده و مهمی بوده است. از یکسو دید غالب این است که نفت منابع مالی چشمگیری را برای مصرف و سرمایه‌گذاری برای کشورهای نفتی به ارمغان آورده و در مقایسه با آنچه که بدون نفت احتمالاً برای مسیر توسعه، اتفاق می‌افتاد، امکان رشد سریع تری را هم برای در آمد ملی و هم برای مصرف فراهم کرده است. از سوی دیگر، برخی معتقدند که وجود ضعف ساختاری و نهادینه جامعه و نفرین منابع طبیعی، موانعی برای استفاده مناسب از پتانسیل درآمدهای نفتی ایجاد و بعضاً رانت‌های نفتی آن ضعف‌ها را تشدید کرده است. در نتیجه در حالی که درآمد نفت از بعضی جهات به مصرف و تولید در کشورهای نفتی کمک کرده، از جهات دیگر باعث عقب ماندگی اقتصادی و سیاسی شده است (۵). در حالت کلی؛ رشد اقتصادی کندتر کشورهای با وفور منابع طبیعی در مقایسه با کشورهای فقیر از نظر منابع طبیعی و وجود رابطه منفی بین وفور منابع طبیعی و رشد اقتصادی در دهه‌های اخیر، یک معمای اقتصادی تلقی می‌شود. وفور منابع طبیعی که در صادرات منابع طبیعی نمود می‌یابد، می‌تواند عامل افزایش صادرات و درآمدهای ارزی در اقتصادهای بهره‌مند از منابع طبیعی شود. بنابراین انتظار می‌رود، این کشورها از رشد اقتصادی بالایی برخوردار باشند، ولی در واقع چنین نیست. درباره تبیین این پدیده مطالعات مختلفی انجام شده است، ولی در این مورد یک نظریه با پذیرش همگانی وجود ندارد. از طرفی کشورهای توسعه یافته به دلیل گسترده بودن نهادها و مؤسسات مالی، استفاده از ابزارهای مختلف مالی و وجود قوانین مالی مناسب و همچنین ثبات سیاست‌های مالی، از بخش مالی کارآمدتری برخوردار هستند. (۶)

باتوجه به همین مباحث در مطالعه حاضر به مقایسه تاثیر توسعه پایدار بر انتشار دی اکسید کربن در کشورهای برخوردار از رانت منابع طبیعی و کشورهای صنعتی پرداخته می‌شود.

همچنین در ادامه ساختار مقاله به اینصورت تنظیم شده است که در بخش دوم مبانی نظری شامل تئوری‌های مطرح و نتایج مطالعات تجربی صورت گرفته در ارتباط با موضوع ارائه شده است. در بخش سوم مدل، روش تحقیق و آزمون‌های مورد استفاده بیان شده است. بخش چهارم نیز به نتایج آزمون‌ها و تخمین مدل اختصاص یافته است. در بخش پنجم خلاصه و نتیجه‌گیری ارائه می‌گردد.

ادبیات موضوع:

افزایش هشدارهای جهانی و تغییرات آب و هوایی طی دو دهه اخیر، به یکی از نگرانی‌های عمده تبدیل شده است. بعد از جنگ جهانی دوم توجه بسیاری از کشورهای در حال توسعه کنونی عمدتاً به فرآیند صنعتی شدن معطوف بوده و توجهی به مسائل زیست محیطی و مدیریت محیط زیست و منابع طبیعی نشده است. در حقیقت کشورهای در حال توسعه در ایفای نقش خود به عنوان تأمین‌کننده کالاهای عمومی ناتوان بوده و در جبران شکست‌های بازار به خصوص در زمینه توجه به حفاظت از محیط‌زیست و جلوگیری از تخریب و آلودگی آن با ناکامی روبرو بوده‌اند. تأثیر هشدارهای جهانی بر اقتصاد کشورهای مختلف و اقتصاد جهانی مورد توجه بسیاری از محققان از دهه ۱۹۹۰ واقع شده و سازمان‌های جهانی بسیاری در سطح جهانی با هدف کاهش اثرات زیان‌بار ناشی از هشدارهای جهانی از طریق موافقت‌نامه‌های درون دولتی و یا ایجاد محدودیت و اجبار، تشکیل شده است. توافق‌نامه‌ی کیوتو یکی از این قبیل توافقات است که در سال ۱۹۹۷ بعد از یک‌سری مذاکرات گسترده و همه جانبه امضاء شده است. هدف اصلی این توافق‌نامه کاهش میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای است که سبب تغییرات آب و هوایی می‌شوند. این توافق‌نامه محدودیت‌هایی را برای دولت‌های آلوده‌کننده تعیین می‌نماید و برای این منظور به جدول زمان‌بندی شده‌ای برای درک میزان آلودگی کاهش یافته برای کشورهای توسعه یافته نیاز دارد (۷). بهبود متغیرهای کلان اقتصادی به واسطه رشد مصرف انرژی، سبب گسترش آلودگی می‌گردد. پیوند بین شاخص‌های بخش انرژی، بخش مالی و کلان اقتصادی با آلودگی محیطی همانند ارتباط بین این متغیرها با وفور منابع است. در ادامه به بررسی رویکردهای مربوط به توسعه پایدار بر انتشار دی اکسید کربن پرداخته خواهد شد.

بررسی نظریات در خصوص روابط مابین درآمد نفتی، وفور منابع و توسعه پایدار اقتصادی:

اوزترک (۸) در خصوص رابطه بین درآمد نفتی و توسعه چهار فرضیه ممکن را بیان می‌کند (۹): طبق فرضیه اول هیچ رابطه علی بین این متغیرها وجود ندارد که از آن تحت عنوان "فرضیه خنثایی"^۱ نام برده می‌شود. به عبارت دیگر، درآمد نفتی در توسعه اقتصادی یک عامل خنثی در نظر گرفته می‌شود. در صورتی که چنین نباشد، سیاست‌های انقباضی یا انبساطی درآمد نفتی می‌تواند توسعه اقتصادی را بطور معکوس تحت تأثیر قرار دهند. طرفداران این دیدگاه بر نقش جانشینی و پیشرفت فنی تأکید می‌کنند. به عقیده بلومی (۱۰) دلیل عمده خنثی بودن اثر درآمد نفتی بر توسعه اقتصادی این است که هزینه انرژی قابل اغماض بوده و به نظر نمی‌رسد که تأثیر معناداری بر روی توسعه اقتصادی داشته باشد. همچنین، استدلال شده است که اثر احتمالی درآمد نفتی بر روی توسعه اقتصادی به ساختار اقتصاد و سطح توسعه کشور مورد نظر بستگی دارد. هنگامی که اقتصاد رشد می‌یابد، ساختار تولید آن به بخش‌های خدمات متمایل می‌شود که به درآمد نفتی وابستگی زیادی ندارند. علیت یک طرفه از توسعه اقتصادی به سمت درآمد نفتی "فرضیه بقای انرژی" را حمایت می‌کند. این مطلب بیانگر این است که کشور بایستی سیاست تحدید درآمد نفتی را به کار بگیرد بدون اینکه بر توسعه تأثیر منفی داشته باشد. علیت یک‌طرفه از درآمد نفتی به توسعه اقتصادی به طور معمول تحت عنوان "فرضیه انرژی منتهی به رشد" در نظر گرفته می‌شود. در این حالت، سیاست‌گذاران بایستی در استفاده از سیاست تحدید درآمد نفتی احتیاط کنند؛ زیرا این عمل می‌تواند توسعه اقتصادی را کاهش دهد. طرفداران این نظریه معتقدند که انرژی یک نهاده مهم تولید بوده و نقش مکمل نهاده‌های زمین، کار و سرمایه را ایفا می‌کند. در این حالت، درآمد نفتی یک عامل محدود کننده توسعه اقتصادی در نظر گرفته می‌شود. علیت دوطرفه بین درآمد نفتی و توسعه اقتصادی تحت عنوان "فرضیه بازخورد"^۲ شناخته شده است. براساس این دیدگاه درآمد نفتی و توسعه اقتصادی همدیگر را تحت تأثیر قرار می‌دهند (۱۱).

همچنین اثر قیمت نفت بر اقتصاد کشورهای نفتی در قالب ادبیات نفرین منابع هم مورد بررسی قرار می‌گیرد. پدیده نفرین منابع، در اصطلاح به اثر چندجانبه مخربی که از محل افزایش قیمت نفت و سایر منابع طبیعی بر حیات اقتصادی، اجتماعی و سیاسی جوامع صادرکننده اعمال می‌شود، اطلاق می‌شود. اقتصاددانان مسأله بیماری هلندی را در این خصوص مطرح کردند. براساس پدیده بیماری هلندی، چنانچه اقتصاد با افزایش

¹ Neutrality Hypothesis

² Feedback Hypothesis

$$\frac{\partial H}{\partial C} = C^{-\sigma} - q = 0 \quad (۴)$$

$$\frac{\partial H}{\partial z} = q \cdot \frac{Y}{z} + \lambda \cdot \gamma^Y z^{\gamma-2} = 0 \quad (۵)$$

$$\frac{\partial H}{\partial u} = q(1-\alpha) \frac{Y}{u} + \lambda(1-\alpha) \frac{Yz^{\gamma-1}}{u} - v\mu H = 0 \quad (۶)$$

$$q^0 = pq - q \cdot \alpha \frac{Y}{K} + q\delta - \lambda \cdot \alpha \frac{Yz^{\gamma-1}}{k} \quad (۷)$$

$$\lambda^0 = p^\lambda + \phi p^\theta + \eta^\lambda \quad (۸)$$

$$v^0 = \rho v - q(1-\alpha) \frac{Y}{H} - \lambda(1-\alpha) \frac{Yz^{\gamma-1}}{H} - v\mu(1-u) \quad (۹)$$

و بنابراین نرخ رشد K و C و Y و نرخ تغییر در شدت آلودگی و موجودی آلودگی نیز به صورت زیر خواهد بود.

$$g_Y = g_C = g_K = \frac{(1+\theta)(\gamma-1)(1-\alpha)(\mu-\rho)}{(1+\theta)(\gamma-1)(1-\alpha)\sigma + \theta + \sigma} \quad (۱۰)$$

$$g_z = (1-\alpha)(\sigma g_Y - (\mu-\rho)) = -\frac{\theta + \sigma}{(1+\theta)(\gamma-1)} g_Y < 0 \quad (۱۱)$$

$$g_p = \frac{1-\sigma}{1+\theta} g_Y \quad (۱۲)$$

$$g_H = (1 + \frac{\theta + \sigma}{(1+\theta)(\gamma-1)(1-\alpha)}) g_Y \quad (۱۳)$$

لازمه رشد اقتصادی اینست که $g_Y > 0$ ، در حالی که رشد پایدار نیازمند کاهش آلودگی به عبارت دیگر $g_p < 0$ است. بنابراین در مدل درونزا در مسیر رشد پایدار بایستی $\mu > \rho$ و $\sigma > 1$ برقرار باشد (۱۳). شرط $\mu > \rho$ نشان می دهد که نرخ رشد سرمایه انسانی بایستی بزرگتر از نرخ ترجیح زمانی باشد. به عبارت دیگر برای دست یابی به نرخ رشد مثبت، نرخ رشد سرمایه انسانی بایستی به قدر کافی بزرگ باشد تا علاوه بر جبران بازده نزولی سرمایه های فیزیکی، اثر منفی انتشار آلودگی را نیز جبران نماید. شرط دوم $\sigma > 1$ تضمین می نماید که در طول مسیر رشد تعادلی کیفیت محیط زیست ارتقاء می یابد و به عبارتی مسیر رشد تعادلی یک مسیر پایدار می باشد. لازمه این امر استفاده از تکنولوژی تولید پاک تر همراه با افزایش درآمد ملی می باشد. رابطه ۸ نیز نشان می دهد که شدت آلودگی در طول مسیر رشد پایدار کاهش می یابد. کاهش

ناگهانی در قیمت صادراتی کالاهای اولیه همانند نفت خام روبه رو شود، این امر به افزایش درآمد و به دنبال آن افزایش تقاضای داخلی منجر می شود. واکنش اصلی اقتصاد در برابر این تکانه، افزایش تقاضای نیروی کار و به دنبال آن افزایش دستمزدها است (۵). با توجه به این که قیمت محصولات در بخش قابل تجارت برونزا فرض می شود، تنها قیمت محصولات در بخش غیر قابل تجارت افزایش می یابد، لذا افزایش دستمزدها سودبخش های صادراتی را کاهش می دهد و در نهایت تأثیر ناشی از تکانه ناگهانی قیمت نفت، به کاهش نرخ ارز واقعی منجر می شود. این امر کاهش رقابت پذیری کشور در عرصه بین الملل را به دنبال می آورد و در نهایت سبب کاهش تولیدات در بخش های اقتصادی قابل تجارت شده و ارزش افزوده در این بخش ها را کاهش می دهد. در مجموع، از لحاظ نظری درآمدهای نفتی بر توسعه اقتصادی کشورهای در حال توسعه اثرات متفاوت و در خلاف جهت یکدیگر دارد و اثر کل بستگی به برآیند این اثرها دارد. همچنین نااطمینانی در درآمدهای نفتی باعث افزایش ریسک در محیط اقتصادی شده که باعث افزایش نرخ بهره و کاهش سرمایه گذاری و در نتیجه اثر منفی بر تولید دارد (۱۲). به علاوه افزایش نااطمینانی در درآمدهای نفتی، باعث افزایش ریسک در تجارت بین المللی می شود و هزینه تجارت را افزایش می دهد که باعث کاهش تجارت و در نهایت کاهش در تولید می شود.

بررسی نظریه اوزاو-لوکاس^۱ در خصوص محیط زیست و توسعه پایدار:

در این مدل فرض می شود نرخ رشد سرمایه انسانی درونزا می باشد، مطابق با ایده اوزاو-لوکاس در این حالت سرمایه انسانی به دو بخش قابل تقسیم می باشد. (U) درصد آن وارد فرایند تولید شده و در آن مصرف می شود و $1-u$ درصد درجهت انباشت سرمایه انسانی به کار گرفته می شود. بنابراین تابع تولید و معادله انباشت سرمایه انسانی به شکل زیر نوشته می شود (۴).

$$y = AK^\alpha (uH)^{1-\alpha} z \quad (۱)$$

$$H^0 = \mu(1-u)H \quad (۲)$$

بنابراین مساله حداکثر سازی به شکل زیر خواهد بود:

$$H = \frac{C^{1-\sigma}-1}{1-\sigma} - \phi \frac{p^{1+\theta}-1}{1+\theta} + q(Y-C) + \lambda(Yz^{\gamma-1} - \eta^p) + v \cdot \mu(1-u)H \quad (۳)$$

و شرایط مرتبه اول و معادله اولر به صورت زیر خواهد بود:

¹ Uzawa and Lucas

منفی صنعتی شدن و شهرنشینی بر ردپای اکولوژیکی وجود دارد. این نابرابری‌ها بر نیاز به استراتژی‌های زیست محیطی متناسب بر اساس وضعیت اقتصادی و توسعه ای یک کشور تاکید می‌کند. نتایج بر اهمیت سرمایه گذاری در بخش انرژی‌های تجدیدپذیر و اجرای سیاست‌های زیست محیطی سختگیرانه برای کاهش اثرات زیست محیطی فعالیت‌های انسانی تاکید می‌کند. این شواهد فوریت کشورها را، صرف نظر از وضعیت OECD، برای اتخاذ اقدامات پیشگیرانه برای محافظت از سیاره در برابر خطرات زیست محیطی بیشتر تقویت می‌کند (۱۲).

ژائو و همکاران (۲۰۲۳) در مقاله‌ای بررسی کردند که آیا توسعه پایدار در شهرهای مبتنی بر منابع به طور موثر انتشار کربن را کاهش می‌دهد؟ یک مطالعه تجربی بر اساس داده‌های پانل سالانه متشکل از ۵۹ شهر در سطح استان چین برای دوره بین سال‌های ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۹ با تجزیه و تحلیل روش DID پرداختند. یافته‌ها نشان می‌دهد که این طرح به طور موثر انتشار کربن شهری را کاهش می‌دهد، با اثرات آن در استان‌ها و طبقات شهرهای مبتنی بر منابع متفاوت است. به طور مشخص، استان هنان بیشترین تاثیر را در کاهش انتشار کربن نسبت به سه استان دیگر نشان می‌دهد. این طرح در شهرهای مبتنی بر منابع احیاکننده و رکودی نسبت به شهرهای بالغ موفق‌تر است. علاوه بر این، با کاهش وابستگی شهرها به منابع، بهبود کیفیت زندگی شهروندان و محدود کردن سرعت توسعه صنعتی، انتشار کربن را کاهش می‌دهد. این مقاله پیامدهای سیاستی مهمی را برای ترویج توسعه پایدار شهرهای مبتنی بر منابع چین و دستیابی به اهداف کاهش انتشار کربن در میان زمینه‌های اوج کربن و بی‌طرفی کربن ارائه می‌کند (۱۵).

یوآو همکاران (۲۰۲۳) در مطالعه‌ای به بررسی سبز کردن آینده: بسیج منابع مالی محیط‌زیست برای پایداری توسعه محیط‌زیست در کشورهای در حال توسعه پرداختند. این مطالعه همچنین چالش‌ها و فرصت‌های مرتبط با بسیج منابع مالی زیست محیطی در کشورهای در حال توسعه را برجسته می‌کند و بر نیاز به مکانیسم‌های مالی نوآورانه، ظرفیت‌سازی و همکاری بین‌المللی تاکید می‌کند (۱۶).

ژو و همکاران (۲۰۲۳) در مطالعه خود به بررسی مصرف انرژی، رشد اقتصادی و پایداری محیطی: شواهدی از چین پرداختند. این مطالعه نشان می‌دهد که یک رابطه واحد بلندمدت مثبت بین مصرف نفت و اقتصاد وجود دارد. تولید ناخالص داخلی واقعی بر شدت CO_2 در کوتاه‌مدت تاثیر مثبت داشت، اما اثر بلندمدت منفی بود (۱۷).

شدت آلودگی تا حدودی سنگینی بار سرمایه انسانی را در جبران بازده نزولی سرمایه فیزیکی و آلودگی کم می‌نماید. بنابراین $\sigma > 1$ تضمینی است برای این که با حرکت در مسیر رشد پایدار نرخ رشد K و C به نرخ رشد سرمایه انسانی همگرا شود.

جورجسکو و همکاران (۲۰۲۴) در مطالعه‌ای به بررسی اثرات FDI، تولید ناخالص داخلی و مصرف انرژی بر ردپای اکولوژیکی در فنلاند: یک رویکرد ARDL پرداختند. هر اقتصاد با چالش افزایش انتشار کربن مواجه است، عاملی که منجر به تخریب محیط زیست می‌شود. این مطالعه تاثیر تولید ناخالص داخلی سرانه، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و مصرف انرژی را بر ردپای اکولوژیکی در فنلاند طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۱ با استفاده از مدل ARDL بررسی می‌کند و وجود منحنی کوزنتس زیست محیطی را بررسی می‌کند. سه فرضیه مطرح و به صورت تجربی مورد آزمون قرار گرفت. پویایی بلندمدت ARDL نشان می‌دهد که: (الف) تولید ناخالص داخلی تاثیر منفی بر ردپای اکولوژیکی دارد. (ب) سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر ردپای اکولوژیکی تاثیر منفی می‌گذارد. (iii) استفاده از انرژی بر ردپای اکولوژیکی تاثیر مثبت می‌گذارد. یکی دیگر از نتایج این مقاله وجود یک منحنی U شکل محیطی کوزنتس بین تولید ناخالص داخلی و ردپای اکولوژیکی است. یافته‌ها همراه با پیامدهای سیاست و راه‌های پیشنهادی برای تحقیقات آینده مورد بررسی قرار می‌گیرند (۱۴).

سرور و همکاران (۲۰۲۴) در مطالعه‌ای به بررسی تاثیر شهرنشینی و توسعه انسانی بر ردپای اکولوژیکی در کشورهای OECD و غیر OECD پرداختند. ردپای اکولوژیکی نقش مهمی در ارزیابی چگونگی تاثیر فعالیت‌های انسانی بر محیط دارد و به عنوان شاخص‌های کلیدی عمل می‌کند. این مطالعه تاثیر شهرنشینی و توسعه انسانی را که تولید ناخالص داخلی و صنعتی شدن را کنترل می‌کند بر روی ردپای اکولوژیکی بررسی می‌کند، با تمرکز بر کشورهای OECD و غیر OECD طی دوره ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۸. این تحقیق از یک چارچوب راه‌حل دسترسی باز استفاده می‌کند و از روش تعمیم‌یافته استفاده می‌کند. رویکرد گشتاور تعمیم یافته برای تحلیل این یافته‌ها الگوهای متمایز بین کشورهای OECD و غیر OECD را برجسته می‌کند. در کشورهای OECD، ردپای اکولوژیکی با شهرنشینی و رشد تولید ناخالص داخلی در حال افزایش است در حالی که نشان دهنده تاثیر منفی شاخص توسعه انسانی (HDI) و صنعتی شدن بر ردپای اکولوژیکی است. برعکس، کشورهای غیر OECD تاثیر مثبت تولید ناخالص داخلی و HDI را بر ردپای اکولوژیکی نشان می‌دهند، در حالی که تاثیر

عبدالملکی و همکاران (۱۴۰۲)، در مطالعه خود به بررسی شاخص‌های پایداری توسعه محیط زیست با تاکید بر معادن پرداختند. نتایج آنها نشان داد در جهت دست یابی به زمینه‌ای مناسب از توسعه به خصوص توسعه پایدار منطقه‌ای، بهره‌گیری از امکانات و قابلیت‌های هر بخش از منطقه نیاز به برنامه ریزی دارد (۱۸).

اصفهانی و همکاران (۱۴۰۱) در مطالعه‌ای به تحلیل رابطه بین رشد اقتصادی، مصرف انرژی و ردپای اکولوژیکی در منتخبی از کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه طی دوره زمانی ۲۰۱۸-۱۹۹۰ با استفاده از روش گشتاورهای تعمیم‌یافته سیستمی (Sys-GMM) پرداختند. نتایج، حاکی از آن بود که در هر دو دسته از کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه، رشد اقتصادی با مصرف انرژی و شاخص ردپای اکولوژیکی، ارتباط متقابل داشته‌اند. مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر، نرخ شهرنشینی، نرخ باروری و نرخ مرگ‌ومیر در هر دو گروه از کشورهای مورد بررسی، اثر مثبت و متغیرهای انرژی‌های تجدیدپذیر، نرخ رشد فناوری و سرمایه انسانی، اثر منفی بر ردپای اکولوژیکی داشته‌اند. رشد اقتصادی بر ردپای اکولوژیکی کشورهای توسعه‌یافته، اثر منفی و بر ردپای اکولوژیکی کشورهای در حال توسعه، اثر مثبت داشته است که حاکی از اتکای بیشتر کشورهای توسعه‌یافته، به مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر است. از طرفی، ردپای اکولوژیکی، اثر منفی و متغیرهای رشد اقتصادی، نرخ شهرنشینی و توسعه مالی، اثر مثبت بر مصرف انرژی هر دو گروه کشورهای مورد بررسی داشته‌اند. ردپای اکولوژیکی بر رشد اقتصادی کشورهای توسعه‌یافته، اثر منفی و بر رشد اقتصادی کشورهای در حال توسعه، اثر مثبت داشته است. انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر، توسعه مالی، درجه باز بودن تجارتی، سرمایه فیزیکی، نیروی کار و جهانی‌سازی اقتصادی، اثر مثبت و متغیرهای بی‌ثباتی سیاسی و نرخ مرگ‌ومیر، اثر منفی بر رشد اقتصادی هر دو گروه کشورهای مورد بررسی داشته‌اند (۱۹).

حسینی و همکاران (۱۴۰۱) در مطالعه‌ای به ارزیابی نقش مصرف انرژی تجدیدپذیر و خط مشی تجاری در ردپای اکولوژیکی به‌عنوان شاخص تخریب محیط‌زیست با استفاده از رویکرد حسابداری نوآورانه در ایران در بازه زمانی ۱۹۸۶ تا ۲۰۲۱ و مدل ARDL پرداختند. نتایج نشان می‌دهد که در بلندمدت بین متغیر ظرفیت زیستی، با ردپای اکولوژیکی رابطه مثبت وجود دارد اما به لحاظ آماری معنی داری نیست، اما بین متغیرهای خط مشی تجاری و تولید ناخالص داخلی با ردپای اکولوژیکی رابطه مثبت و معنی داری وجود دارد. از طرفی، بین متغیر مصرف انرژی تجدیدپذیر با ردپای اکولوژیکی رابطه منفی

و معنی داری وجود دارد. ضریب تصحیح خطای به‌دست‌آمده در این مدل نشان می‌دهد در هر دوره ۴۷ درصد از عدم تعادل حاصل از بروز تکانه و منحرف شدن مدل کوتاه‌مدت از روند بلندمدت تعدیل‌شده و به سمت روند بلندمدت خود باز می‌گردد. یک رابطه علی دوسویه بین خط-مشی تجاری و ردپای اکولوژیکی برقرار می‌باشد. همچنین، علیت یک‌سویه از خط-مشی تجاری به تولید ناخالص داخلی تایید می‌شود. نتایج حاصل از تجزیه چولسکی نشان می‌دهد که شوک‌های نوآورانه ایجاد شده در متغیرها برای ۱۰ دوره آتی، بدین‌صورت بر ردپای اکولوژیکی تاثیر می‌گذارند که در دوره دوم بیشترین سهم تاثیر در مقایسه با بقیه متغیرها مربوط به انرژی تجدیدپذیر به میزان ۵/۳ درصد است اما با گذشت زمان و در پایان دوره دهم بیشترین سهم تاثیر به ترتیب مربوط به تولید ناخالص داخلی ۶۰/۱۹ درصد، خط-مشی تجاری ۵۴/۹ درصد، مصرف انرژی تجدیدپذیر ۷۶/۷ درصد و ظرفیت زیستی ۲۸/۱ درصد می‌باشد. از این‌رو، خط-مشی‌های انرژی که باعث افزایش سهم انرژی تجدیدپذیر در سبد انرژی شود، توصیه می‌گردد (۲۰).

امینی و همکاران (۱۴۰۰)، در مطالعه‌ای به بررسی الویت‌بندی روابط متقابل سهم منابع انرژی تجدیدپذیر در توسعه پایدار پرداختند. نتایج حاکی از آن است که تاثیر ایجاد تکانه مثبت در سهم انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر بر توسعه پایدار در ایران مثبت است (۲۱).

با نگاهی به مطالعات انجام شده در داخل کشور، قابل مشاهده است که تحقیقات گوناگونی در خصوص عوامل اثرگذار بر توسعه اقتصادی صورت گرفته است که بدان‌ها اشاره گردید، ولی نوآوری مطالعه حاضر، مقایسه تاثیر توسعه پایدار بر انتشار دی اکسید کربن در کشورهای برخوردار از رانت منابع طبیعی و کشورهای صنعتی است، که با توجه به شرایط اقتصادی کشورهای صنعتی G8 و کشورهای (OPEC)، بررسی موضوع حاضر می‌تواند شکاف مطالعات قبلی در این حوزه را به خوبی نشان دهد.

روش بررسی:

هدف این مطالعه با پیروی از مطالعات جورجسکو و همکاران (۱۴)، سرور و همکاران (۱۲)، ژائو و همکاران (۱۵)، ییوآو همکاران (۱۶)؛ مقایسه تاثیر توسعه پایدار بر انتشار دی اکسید کربن در کشورهای برخوردار از رانت منابع طبیعی و کشورهای صنعتی است. شکل عمومی مدل PSTR، با توجه به این که متغیر وابسته انتشار دی اکسید کربن و متغیرهای توضیحی؛ توسعه پایدار، فراوانی منابع طبیعی، جهانی شدن اقتصادی و توسعه مالی است، به صورت زیر می‌باشد:

مدل PSTR با تابع انتقال لاجستیک بر اساس مدل ون دیک (۲۳)، فرض می‌شود، متغیر وابسته‌ی CO₂ تنها تابعی از مقادیر وقفه‌دار خودش باشد. در این صورت با فرض یک تابع انتقال دو رژیم‌ی رابطه زیر به دست می‌آید:

$$CO2_t = (\theta_0 + \theta_1 CO2_{t-1} + \dots + \theta_p CO2_{t-p}) + (\phi_0 + \phi_1 CO2_{t-1} + \dots + \phi_p CO2_{t-p}) G(INST_t, \gamma, c) + u_t$$

$$G(CO2_t, \gamma, c) = \frac{1}{1 + \exp\{-\gamma(FD_t - c)\}}$$

نتایج این مدل یک مدل PSTR دو رژیم‌ی نامیده می‌شود که پارامتر مکان c نقطه‌ای از انتقال بین دو رژیم حدی $G(FD_t, \gamma, c) = 1$ و $G(FD_t, \gamma, c) = 0$ را نشان می‌دهد که $G(FD_t, \gamma, c) = 0.5$ است. γ نشانگر سرعت انتقال بین رژیم‌ها بوده و مقادیر بیشتر γ بیانگر تغییر سریع‌تر رژیم است. جامعه آماری مطالعه حاضر کشورهای صنعتی (G8) شامل؛ فرانسه، آلمان، بریتانیا، ایتالیا، ژاپن، ایالات متحده آمریکا و کانادا و کشورهای (OPEC) شامل؛ الجزایر، ایران، کویت، لیبی، قطر، عربستان سعودی، امارات متحده عربی، اکوادور، آنگولا و ونزوئلا طی بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۳ و با استفاده از مدل رگرسیون انتقال ملایم پانل (PSTR) می‌باشد.

یافته‌ها:

آزمون‌های پایایی (ریشه واحد):

از موارد مهمی که باید قبل از برآورد مدل مورد بررسی قرار گیرد، بررسی ایستایی متغیرها می‌باشد. لذا ابتدا با استفاده از آزمون ایم، پسران و شین (IPS) ایستایی متغیرها آزمون شده است. نتایج آزمون ایستایی حاکی از آن است که بعضی از متغیرها در سطح ایستا نیستند. لذا وجود ریشه واحد در میان متغیرها رد نمی‌شود. در نتیجه به بررسی ایستایی متغیرها پس از یک بار تفاضل‌گیری پرداخته و نتایج نشان از پایایی متغیرها با یکبار تفاضل‌گیری می‌باشد.

آزمون خطی بودن، انتخاب متغیر انتقال و نوع مدل:

برای بررسی وجود رابطه خطی یا غیر خطی بین متغیرهای مدل باید بررسی شود که آیا (m تعداد پارامترهای رژیم) یک است یا خیر. لازم به ذکر است که در آزمون‌های ذیل فرض بر آن است که مدل خطی است و فرض مقابل نیز مدل PSTR لجستیک ($m=1$) یا مدل PSTR نمایی ($m=2$) خواهد بود. نتایج آزمون تشخیص در جدول (۲) نشان می‌دهد که خطی

$$CO2_t = \beta_1 + \beta_2 M_t + \beta_3 SD_t + \beta_4 RENT_t + \beta_5 FD_t + \beta_6 Trade_t + \beta_7 K_t + \beta_8 L_t (\theta_1 M_t + \theta_2 SD_t + \theta_3 RENT_t + \theta_4 FD_t + \theta_5 TRADE_t + \theta_6 K_t + \theta_7 L_t) F(S_t, \gamma, c) + u_t \quad (1)$$

که در آن تابع گذار F برابر است با:

$$F(\gamma, s_t, c) = (1 + FD\{-\gamma(s_t - c)\})^{-1}, \quad \gamma > 0 \quad (3)$$

$CO2_{i,t}$: کیفیت محیط زیست (شاخص انتشار گاز گلخانه‌ای CO₂) کشور i در سال t (در این پژوهش بر اساس مقاله یامگو و همکاران (۲) از متغیر CO₂ جهت شاخص انتشار گاز گلخانه‌ای استفاده شده است)

SD_t : بیانگر توسعه پایدار اقتصادی کشورها در دوره t، در مطالعات مختلف از شاخص‌های گوناگون برای نشان دادن سطح توسعه پایدار کشورها استفاده می‌شود. در این مطالعه از شاخص توسعه پایدار که توسط بانک جهانی ارائه می‌شود و ارائه‌دهنده جدیدترین و جامع‌ترین اطلاعات مربوط به توسعه جهانی است استفاده می‌شود. این شاخص میانگین موفقیت‌های بدست آمده در یک کشور در ابعاد فقر، سلامت، گرسنگی، گرمایش زمین، نابرابری جنسیتی، کمبود آب، انرژی، تخریبات محیط زیستی، اندازه‌گیری می‌کند و از صفر تا ۱ رتبه بندی می‌شود، بدین ترتیب امتیاز بالاتر نشان دهنده کشورها با میزان توسعه پایدار بالا و امتیاز پایین‌تر نشان دهنده کشورها با توسعه پایدار کمتر می‌باشد. (منبع داده: بانک جهانی، ۲۰۲۰).

FD: تسهیلات اعطایی بانک‌ها به بخش خصوصی بعنوان شاخص توسعه مالی^۱، K: تشکیل سرمایه ثابت ناخالص سرانه بر حسب دلار (درصدی از نرخ رشد)^۲، L: نرخ مشارکت نیروی کار بصورت درصدی از کل جمعیت^۳، $RENT_t$ = برای بررسی نقش کیفیت نهادی در رابطه وفور منابع طبیعی از ضریب متغیر تقاطعی وفور منابع طبیعی و کیفیت نهادی α_6 استفاده می‌شود. برای فراوانی منابع طبیعی؛ مطابق مقاله بیس ردmond و همکاران (۲۲) از جمع مصرف زغال سنگ بعلاوه نفت خام بعلاوه گاز تقسیم بر جمعیت استفاده می‌شود و برای کیفیت نهادی از کیفیت حکمرانی نرمالایزه شده بین صفر و ۲.۵ استفاده می‌شود.

$$RENT_t = \frac{\alpha_1 * Coal + \alpha_2 * oil + \alpha_3 * Gas}{Population}$$

TRADE: جهانی شدن اقتصادی (برحسب درصدی از GDP)، (M): حجم نقدینگی می‌باشد. به منظور بررسی ویژگی‌های

¹ Domestic general government health expenditure (% of GDP)

² Gross capital formation (% of GDP)

³ Labor force participation rate, total (% of total population ages 15+)

⁴ Unit root Test

ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد که فرضیه صفر مبنی بر کفایت لحاظ نمودن یک تابع انتقال در هر دو حالت وجود یک و دو حد آستانه‌ای رد نشده است. بنابراین یک تابع انتقال قادر به تصریح رفتار غیر خطی توسعه پایدار بر انتشار دی اکسید کربن در کشورهای برخوردار از رانت منابع طبیعی و کشورهای صنعتی می‌باشد.

با تأیید وجود رابطه غیر خطی میان متغیرها و کفایت نمودن یک تابع انتقال برای تصریح رفتار غیرخطی در ادامه باید حالت بهینه میان تابع انتقال با یک یا دو حد آستانه‌ای انتخاب گردد. برای این منظور مدل *PSTR* متناظر با هر یک از این حالت‌ها برآورد خواهد شد و از میان آنها بر اساس معیارهای مجموع مجذور باقی مانده‌ها، شوارتز و آکائیک مدل *PSTR* با لحاظ یک حد آستانه‌ای مدل بهینه است. لذا یک مدل *PSTR* با یک تابع انتقال و یک حد آستانه‌ای برای بررسی رفتار غیر خطی میان متغیرهای مورد مطالعه انتخاب می‌گردد.

بودن مدل (فرض صفر) رد می‌شود؛ بنابراین رابطه غیر خطی تاثیر توسعه پایدار بر انتشار دی اکسید کربن در کشورهای برخوردار از رانت منابع طبیعی و کشورهای صنعتی وجود دارد و قاعداً برای برآورد پارامترهای مدل لازم است از روش *PSTR* استفاده شود.

همان‌گونه که در نتیجه آزمون انجام شده در جدول (۲) نیز مشهود است فرضیه خطی بودن رابطه بین متغیرها مردود است، بنابراین احتمال وجود رابطه خطی بین متغیرها نفی می‌گردد. همچنین لازم به ذکر است که مدل (*PSTR*) پیشنهادی توسط متغیر انتقال انتخاب شده به عنوان مدل بهینه جهت برآورد مدل در کشورهای منتخب انتخاب می‌شود. برای این منظور به پیروی از ون دیک و همکاران (۲۳) و کولیتاز و هارولین (۲۴) فرضیه صفر وجود الگوی *PSTR* با یک تابع انتقال در مقابل فرضیه وجود الگوی *PSTR* با حداقل دو تابع انتقال مورد آزمون قرار گرفته که نتایج آن در جدول (۳)

جدول (۱): آزمون ریشه واحد برای متغیرها

Table (1): Unit root test for variables

کشورهای صنعتی (G_8)			کشورهای (OPEC)				
آماره محاسبه شده	سطح احتمال	سطح پایداری	آماره محاسبه شده	سطح احتمال	سطح پایداری		
انتشار گاز دی اکسید کربن	CO2	-۱۰,۲۳۶۵	۰,۰۰۰۰	I(0)	-۱,۹۶۵۲	۰,۰۴۵۲	I(0)
توسعه پایدار	SD	-۷,۵۴۱۲	۰,۰۰۰۰	I(0)	-۲,۹۶۵۲	۰,۰۰۱۷	I(0)
توسعه مالی	FD	-۴,۷۴۱۲	۰,۰۰۰۰	I(1)	-۲,۱۴۸۷	۰,۰۰۵۸	I(0)
جهانی شدن اقتصادی	Trade	-۷,۳۹۷۴	۰,۰۰۰۰	I(1)	-۲,۶۵۸۹	۰,۰۰۴۹	I(0)
وفور منابع طبیعی	RENT	-۲,۱۲۳۶	۰,۰۰۲۳	I(0)	-۵,۷۴۸۵	۰,۰۰۰۰	I(0)
حجم نقدینگی	M	-۷,۷۴۸۵	۰,۰۰۰۰	I(1)	-۳,۶۹۸۵	۰,۰۰۰۰	I(0)
نیروی کار	L	-۳,۳۲۱۴	۰,۰۰۰۰	I(1)	-۲,۴۸۹۸	۰,۰۰۲۳	I(1)
سرمایه	K	-۲,۷۵۱۴	۰,۰۰۲۰	I(0)	-۵,۹۸۴۷	۰,۰۰۰۰	I(1)

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول (۲): نتایج آزمون فرضیه خطی بودن مدل (آزمون BBC)

Table (2): Results of the linearity hypothesis test of the model (BBC test)

کشورهای صنعتی	فرض صفر	آماره F	سطح معنی‌داری
	آزمون والد	۳/۹۸۵	۰/۰۰۰
	آزمون فیشر	۲/۷۸۹	۰/۰۳
کشورهای اوپک	آزمون LRT	۲/۸۶۵	۰/۰۱
	آزمون والد	۴/۶۵۲	۰/۰۰۰
	آزمون فیشر	۳/۶۵۴	۰/۰۰۰
	آزمون LRT	۳/۸۱۴	۰/۰۰۰

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول (۳): آزمون وجود رابطه غیرخطی باقیمانده

Table (3): Test for the existence of a residual nonlinear relationship

حالت وجود یک حد آستانه M=1			حالت وجود دو حد آستانه M=2		
کشورهای صنعتی					
LMw	LM _f	LR	LMw	LM _f	LR
۱/۳۶۹ (۰/۷۴۵)	۱/۴۷۸ (۰/۶۳۲)	۱/۴۳۹ (۰/۶۵۲)	۱/۴۲۳ (۰/۶۷۸)	۱/۳۶۷ (۰/۷۵۶)	۱/۲۹۸ (۰/۸۱۲۳)
کشورهای اوپک					
LMw	LM _f	LR	LMw	LM _f	LR
۱/۴۸۹ (۰/۶۱۲)	۱/۵۲۳ (۰/۵۸۹)	۱/۳۲۱ (۰/۷۹۶)	۱/۱۲۳ (۰/۸۲۳)	۱/۳۶۹ (۰/۷۵۱)	۱/۴۹۷ (۰/۶۱۲)
H ₀ : r=1, H ₁ : r=2					

 $H_0: r=1, H_1: r=2$

منبع: یافته‌های تحقیق

نتایج تخمین مدل:

با استفاده از یک مدل PSTR که در آن متغیر انتقال توسعه مالی (FD) است، تابع تحلیل توسعه پایدار بر انتشار دی اکسید کربن در کشورهای برخوردار از رانت منابع طبیعی و کشورهای صنعتی مدل‌سازی می‌شود. نتایج برآورد قسمت خطی مدل (رژیم اول) برای کشورهای صنعتی نشان می‌دهد که متغیرهای توسعه پایدار (SD)، توسعه مالی (FD)، حجم تجارت (TRADE) و سرمایه ثابت ناخالص (K) رابطه مثبت با انتشار دی اکسید کربن (CO₂) و در کشورهای اوپک؛ متغیرهای توسعه مالی (FD)، حجم تجارت (TRADE)، رانت منابع (RENT) و حجم نقدینگی (M) رابطه مثبت با انتشار دی اکسید کربن (CO₂) دارند. همچنین نتایج برآورد قسمت غیرخطی مدل (رژیم دوم) برای کشورهای صنعتی نشان از وجود رابطه منفی متغیرهای توسعه پایدار (SD)، توسعه مالی (FD)، حجم تجارت (TRADE)، حجم نقدینگی (M)، نیروی کار (L) و سرمایه ثابت ناخالص (K) با شاخص انتشار دی اکسید کربن (CO₂) را نشان می‌دهد. بطوریکه به ازای یک واحد افزایش در توسعه پایدار، توسعه مالی، حجم تجارت، حجم نقدینگی، نیروی کار و سرمایه ثابت ناخالص به ترتیب؛ ۰/۱۹، ۰/۱۳، ۰/۰۲، ۰/۲۷ و ۰/۰۷ واحد انتشار گاز گلخانه‌ای کاهش می‌یابد. منفی شدن متغیرهای مطالعه در بخش غیرخطی در کشورهای صنعتی نشان از تأیید فرضیه منحنی کوزنتس در مدل می‌باشد. از مشهورترین مطالعات بررسی رابطه آلودگی و توسعه پایدار، فرضیه‌ی منحنی زیست‌محیطی کوزنتس است. طبق نتایج این مطالعه، توسعه پایدار، توسعه مالی، حجم تجارت، سرمایه ثابت ناخالص در مراحل اولیه توسعه باعث تخریب محیط‌زیست می‌شود و پس از رسیدن به حداکثر خود در ادامه نزولی می‌شود، به طوری که توسعه پایدار

باعث بهبود محیط‌زیست می‌شود. بنابراین وجود رابطه مثبت مابین توسعه پایدار و آلودگی محیط‌زیست، قابل توجیه می‌باشد، بطوریکه آلودگی محیط‌زیست با افزایش توسعه پایدار در مراحل اولیه توسعه افزایش می‌یابد و بعد از رسیدن به نقطه اوج، رفته‌رفته آلودگی محیط‌زیست کاهش می‌یابد. برای کشورهای اوپک نیز به ازای یک واحد افزایش در توسعه مالی، حجم تجارت، رانت منابع، حجم نقدینگی، نیروی کار و سرمایه ثابت ناخالص به ترتیب؛ ۰/۰۷، ۰/۰۵، ۰/۱۸، ۰/۲۶، ۰/۰۵ و ۰/۰۳ واحد انتشار گاز گلخانه‌ای افزایش می‌یابد. در طول فرآیند رشد تجارت و تولید به دلیل استفاده از سوخت‌های فسیلی، شاهد آلودگی هوا و به دنبال آن انتشار گازهای گلخانه‌ای علی‌الخصوص CO₂ هستیم که منجر به تخریب محیط زیست می‌گردد. محیط زیست و منابع طبیعی تامین کننده‌ی بسیاری از نهاده‌های تولیدی هستند و فرآیند تولید همان طور که دارای خروجی‌های مطلوب (کالاهای مصرفی) است، خروجی‌های غیر مطلوب (آلاینده‌های محیط زیست و گرمایش جهانی) را هم به همراه دارد. صدمات وارد شده به محیط زیست ممکن است دارای هزینه‌های جبران ناپذیری باشد اگر میزان این خروجی‌ها کنترل نشود و این امر با هزینه‌های سنگینی که ایجاد می‌کند باعث می‌شود تا ضرر حاصل از خروجی‌های نامطلوب بیشتر از منافع تولیدات مطلوب خواهد بیشتر شود و در نتیجه توسعه پایدار را با خطرات جدی مواجه می‌سازد، بنابراین ضرورت توجه به مصرف محیط زیست بیش از پیش نمایان می‌شود. هرچند که ترکیب کشورهای نفتی در این تحقیق را کشورهایی تشکیل می‌دهند که بیشترشان در مسیر توسعه یافتگی قرار دارند، اما توجه به مسئله ثبات توسعه و همچنین توسعه مالی در این کشورها باید جزء مسائلی قرار گیرد که بیشتر از هر موضوع دیگری مورد

توجه مسئولان و مقامات دولتی باشد.

کشورهای منتخب نفتی مانند کشورهای پیشرفته بخشی از درآمد خود را صرف حفظ هرچه بیشتر محیط زیست نموده و یا در مسیر رشد خود از روش‌هایی استفاده کنند که آلودگی و تخریب کمتری به محیط زیست وارد نمایند. همچنین در این گروه کشورها به دلیل وفور منابع طبیعی و انرژی، قیمت انرژی پایین است که همین موضوع منجر به استفاده بیش از حد و نادرست از انرژی شده است. بنابراین پیشنهاد می‌گردد در بلندمدت جهت کاهش مصرف انرژی با تقویت، تولید، توسعه بازارهای تجاری، قیمت انرژی را بشکل پلکانی برای بخش‌های پرمصرف افزایش داد و از این طریق در کشورهای منتخب نفتی

باعث کاهش آلودگی زیست محیطی شد. همچنین برای تضمین پایداری توسعه اقتصادی و جلوگیری از تخریب محیط‌زیست، بایستی درآمدهای حاصل از استخراج و بهره‌برداری منابع طبیعی در ساخت زیربناها و سرمایه‌گذاری در آموزش، بهداشت و توسعه فناوری‌های دوستدار محیط‌زیست صرف شود و بخشی از این درآمدها برای جبران استهلاك منابع طبیعی تخصیص یابد، همچنین لازم است در چارچوب الگوهای تجاری دوجانبه و چندجانبه نسبت به صادرات و واردات اقلام کالایی پاک اولویت‌گذاری شود. با توجه به این نتایج، مقاله حاضر با مطالعه ییو و همکاران (۱۶)، ژائو و همکاران (۱۵)، ژو و همکاران (۱۷)، وین دیک و همکاران (۲۳)، همسو است.

جدول (۴): برآورد الگو به وسیله مدل PSTR
Table (4): Model estimation using PSTR model

کشورهای صنعتی		کشورهای اوپک		
برآورد قسمت خطی مدل				
متغیر	ضریب	احتمال	ضریب	احتمال
CONSTANT	۰,۳۶۷۵۷۲	۰,۰۰۰۰	۰,۴۳۱۲۶۶	۰,۰۰۰۰
SD	-۰,۰۶۲۹۵۲	۰,۰۰۰۲	-۰,۰۳۹۱۳۷	۰,۱۶۳۴
FD	-۰,۰۸۳۸۳۶	۰,۰۰۰۰	۰,۰۲۷۹۷۳	۰,۰۰۰۳۹
Trade	-۰,۰۷۵۵۳۴	۰,۰۰۰۹۲	۰,۰۱۸۵۱۳	۰,۰۰۸۱۴
RENT	۰,۰۰۱۸۷۵	۰,۱۰۵۲	۰,۰۳۵۱۶۰	۰,۰۰۰۰۰
M	-۰,۰۳۴۵۷۷	۰,۲۷۹۳	۰,۰۲۰۶۸۵	۰,۰۰۰۰۷
L	-۰,۱۱۷۹۱۹	۰,۰۰۰۰	۰,۱۸۳۵۴۴	۰,۵۲۵۹
K	-۰,۰۰۶۵۷۹	۰,۰۴۳۶	۰,۰۱۱۶۱۸	۰,۴۲۷۵
برآورد قسمت غیر خطی مدل				
CONSTANT	۰,۶۴۲۹۹۰	۰,۰۰۰۰	۰,۳۷۲۰۱۹	۰,۰۱۲۶
SD	-۰,۱۹۷۸۸۵	۰,۰۲۰۱	-۰,۰۸۱۸۰۱	۰,۰۰۰۴۵
FD	-۰,۱۹۰۵۴۱	۰,۰۰۰۰	۰,۰۷۷۹۰۶	۰,۰۰۴۲۶
Trade	-۰,۱۳۷۸۰۴	۰,۰۰۰۰	۰,۰۵۷۶۶۳	۰,۰۰۰۰۰
RENT	۰,۳۷۷۱۴۲	۰,۲۹۵۵	۰,۱۸۶۵۶۰	۰,۰۰۰۰۹
M	-۰,۰۲۷۲۳۵	۰,۰۰۰۰	۰,۰۶۱۴۸	۰,۰۰۰۰۰
L	-۰,۲۷۲۱۸۶	۰,۰۲۵۹	۰,۰۵۰۱۳	۰,۰۰۰۰۰
K	-۰,۰۷۲۳۶۸	۰,۰۰۰۰	۰,۰۳۱۰۴۹	۰,۰۰۰۰۰
(C) حد آستانه‌ای	۱,۸۹۰۸۷	۰,۰۰۰۰	۰,۱۳۹۰۹۸	۰,۰۰۰۰۰
(γ) پارامتر شیب	۰,۵۴۷۰۶۹	۰,۰۰۰۰	۰,۷۲۳۴۳۰	۰,۰۰۰۰۰
ضریب تعدیل شده $(\hat{R})=۰,۸۵$		ضریب تعدیل شده $(\hat{R})=۰,۸۳$		

منبع: یافته‌های تحقیق

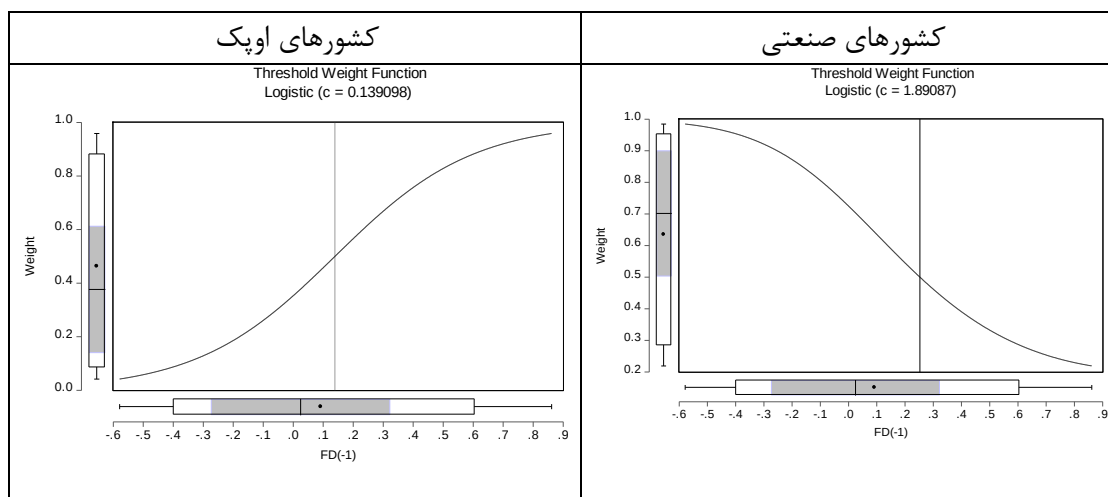
مقایسه ضرایب در دو رژیم مختلف بر اساس متغیر انتقال و مقادیر آن صورت می‌پذیرد و مقدار متغیر انتقال می‌تواند تابع انتقال و در نتیجه رژیم حاکم را تعیین نماید. در تخمین فوق متغیر انتقال توسعه مالی (FD) می‌باشد که مقدار حد آستانه برآورد شده برای این متغیر در کشورهای صنعتی برابر با ۱/۸۹ و کشورهای نفتی ۰/۱۳ درصد بوده است. بر اساس فاصله

توسعه مالی از این مقدار آستانه الگو از دو رژیم حدی مختلف تبعیت می‌نماید. با مقایسه ضرایب الگو در دو رژیم مختلف ملاحظه می‌گردد که با عبور توسعه مالی از حد آستانه (۱/۸۹) و (۰/۱۳) (انتقال از بخش خطی به غیرخطی) واکنش شاخص‌های زیست محیطی به تغییرات این متغیر افزایش یافته، بدین ترتیب که هر چه توسعه مالی بیشتر شده است،

مطالعه، کاملاً واضح است که به مسئله تجارت در این کشورها توجه زیادی می‌شود، اما نباید از این مسئله غافل شد که، افزایش در بروز انواع بی‌ثباتی‌ها در بازارهای تجاری باعث به وجود آمدن نااطمینانی می‌شود که نااطمینانی بوجود آمده در اقتصاد کشورها، می‌تواند اثر منفی بر کیفیت محیط‌زیست داشته باشد.

سیاست‌گذاران تلاش کرده‌اند که با عکس‌العمل بیشتر به آن، رشد آلودگی زیست محیطی را کنترل نموده و از افزایش آن جلوگیری کنند.

همچنین براساس نتایج تخمین مدل؛ وجود تاثیر متغیر تجارت بر آلودگی زیست محیطی در بلندمدت مورد تأیید قرار گرفت. در بین شاخص‌های مطالعه و همچنین ترکیب کشورهای مورد



نمودار (۱): ارتباط بین تابع انتقال و متغیر انتقال.

Diagram (1): Relationship between transfer function and transfer variable.

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول (۶): نتایج آزمون ناهمسانی واریانس

Table (6): Results of the heteroscedasticity test

بروش - پاگان - گادفری	Prob	آماره F	
۱/۲۷۴	۰/۵۱۷	۱/۱۲۷	کشورهای صنعتی
۱/۳۲۷	۰/۴۱۵	۱/۲۶۸	کشورهای اوپک

منبع: یافته‌های تحقیق

همان‌طور که در جدول مشاهده می‌گردد، نتایج آزمون حکایت از عدم وجود ناهمسانی واریانس دارند.

آزمون ثابت ماندن ضرایب بین دو رژیم:

از دیگر سنجش‌های مناسب برای ارزیابی کیفیت مدل تخمین زده شده، بررسی تغییرات ضرایب بین دو رژیم است. در صورتی که مدل برآورد شده تخمین مناسبی باشد، انتظار می‌رود ضرایب با تغییر رژیم ثابت و بدون تغییر باقی بمانند.

همان‌طور که در جدول نیز مشهود است، آزمون ثابت ماندن ضرایب بین دو رژیم نشان می‌دهد ضرایب در اثر تغییر رژیم تغییر نمی‌کنند.

آزمون‌های تشخیصی:

در مطالعه حاضر از آزمون دوربین واتسون برای بررسی خودهمبستگی استفاده می‌شود.

جدول (۵): نتایج آزمون خودهمبستگی

Table (5): Results of the autocorrelation test

دوربین واتسون	Prob	آماره F	
۲/۱۳۶	۰/۶۲۳	۱/۱۱۲	کشورهای صنعتی
۲/۱۷۴	۰/۷۹۴	۱/۱۵۸	کشورهای اوپک

منبع: یافته‌های تحقیق

همان‌طور که در جدول فوق مشهود است، نتایج آزمون خودهمبستگی دوربین واتسون نشان می‌دهد، بین اجزای اخلاص همبستگی وجود ندارد، بنابراین فرض سوم استاندارد کلاسیک مبنی بر عدم خودهمبستگی بین جملات خطا نقض نمی‌گردد. از این رو تخمین‌زنده‌ها از ویژگی‌های لازم (حداقل واریانس و کارایی) برخوردارند.

یکی دیگر از فروض استاندارد کلاسیک فرض واریانس همسانی می‌باشد، در مطالعه حاضر از آزمون بروش - پاگان - گادفری استفاده می‌شود.

حجم تجارت، رانت منابع، حجم نقدینگی، نیروی کار و سرمایه ثابت ناخالص به ترتیب: ۰/۰۷، ۰/۰۵، ۰/۱۸، ۰/۲۶، ۰/۰۵ و ۰/۰۳ واحد انتشار گاز گلخانه‌ای افزایش می‌یابد. نتایج تخمین نشان از تأیید تاثیر توسعه مالی، حجم تجارت بر کیفیت محیط‌زیست در کشورهای منتخب می‌باشد. برای تضمین پایداری توسعه اقتصادی و جلوگیری از تخریب محیط زیست، لازم است در چارچوب الگوهای تجاری دوجانبه و چندجانبه نسبت به صادرات و واردات اقلام کالایی پاک اولویت‌گذاری شود. همچنین درآمدهای حاصل از استخراج و بهره‌برداری منابع طبیعی در ساخت زیربنایها و سرمایه‌گذاری در آموزش، بهداشت و توسعه فناوری‌های دوستدار محیط زیست صرف شود و بخشی از این درآمدها برای جبران استهلاک منابع طبیعی تخصیص یابد. همچنین مطابق با روند انتشار CO₂ در این گروه کشورها می‌توان اذعان نمود که در منطقه نفتی، با افزایش سطح تولید سرانه کشورها، میزان آلودگی نیز افزایش می‌یابد. این روند بیان گر این هشدار است که در این کشورها، تلاش زیادی برای حفظ بیشتر محیط زیست با رسیدن به سطح بالایی از درآمد صورت نمی‌گیرد و لازم است کشورهای منطقه مانند کشورهایی پیشرفته بخشی از درآمد خود را صرف حفظ هرچه بیشتر محیط زیست نموده و یا در مسیر رشد خود از روش‌هایی استفاده کنند که آلودگی و تخریب کمتری به محیط زیست وارد نمایند. همچنین در این گروه کشورها به دلیل وفور منابع طبیعی و انرژی، قیمت انرژی پایین است که همین موضوع منجر به استفاده بیش از حد و نادرست از انرژی شده است. بنابراین پیشنهاد می‌گردد در بلندمدت جهت کاهش مصرف انرژی با تقویت، تولید، توسعه بازارهای تجاری، قیمت انرژی را بشکل پلکانی برای بخش‌های پرمصرف افزایش داد و از این طریق در کشورهای نفتی باعث کاهش گرمایش جهانی شد. همچنین کشورهای نفتی باید در ورود سرمایه‌های خارجی به کشورشان به میزان آلودگی تولیدی صنایع تولیدی توجه ویژه داشته باشند؛ زیرا تخریب زیست‌محیطی و زبانی که از نظر سلامت به ساکنان این کشورها و از طریق صنایع آلوده وارد می‌شود، بسیار بالا است؛ بنابراین پیشنهاد می‌شود که سیاست‌های زیست‌محیطی به‌منظور کنترل آلودگی‌ها در بخش صنعتی در این کشورها با تاکید بیشتری دنبال شود. به‌عبارت‌دیگر حرکت به سمت فناوری‌های دوستدار محیط‌زیست و اعمال سیاست‌های کنترلی بر بخش صنعت توصیه می‌شود.

جدول (۷): نتایج آزمون ثبات پارامتر انتقال هموار

Table (7): Results of the smooth transition parameter stability test

Prob	F آماره	فرض صفر	
۰/۷۹۶	۰/۶۲۵	b1=b2=b3=b4=0	کشورهای صنعتی
۰/۵۸۹	۰/۷۴۱	b1=b2=b3=0	
۰/۷۹۱	۰/۶۲۷	b1=b2=0	
۰/۵۱۲	۰/۸۹۶	b1=0	
۰/۸۵۲	۰/۵۹۸	b1=b2=b3=b4=0	کشورهای اوپک
۰/۶۸۹	۰/۶۷۸	b1=b2=b3=0	
۰/۶۵۸	۰/۶۹۷	b1=b2=0	
۰/۵۵۲	۰/۷۵۲	b1=0	

منبع: یافته‌های پژوهش

بحث و نتیجه‌گیری:

در میان عوامل نهادی بسیاری که ممکن است آلودگی زیست محیطی کشورها را تحت تأثیر قرار دهد، به نظر می‌رسد شاخص‌های تجارت، توسعه مالی، رانت منابع نفتی نقش برجسته‌ای در فرایند محیط زیست کشورها ایفا کنند. توسعه تجارت با توجه به ارتباط خود با تمامی انواع فعالیت‌های انسانی، نقش مهمی را در توسعه بشریت داشته‌اند. در حال حاضر انسان‌ها به توسعه، بسیار وابسته هستند، به طوریکه زندگی بدون توسعه همه جانبه غیرقابل تصور است. از سوی دیگر، توسعه تجارت در دو مسیر متفاوت و مهم می‌تواند در نظر گرفته شود: یکی انتشار گازهای گلخانه‌ای که بر طبیعت و به طور مداوم، افزایش هزینه‌های بهره‌برداری، تولید و پردازش و دمای هوا تأثیر می‌گذارد و دیگری پایان استفاده از این منابع. واقعیت شناخته شده آن است که توسعه تجارت در سراسر جهان به طور مداوم و به طور عمده توسط رشد تولید در حال افزایش است. منبع اصلی انتشار گازهای آلاینده، گسترش رشد در بخش صنعتی و توسعه تجارت است که متأسفانه در حال حاضر ابزار اصلی تولید انرژی در نظام‌های اقتصادی صنعتی است. بر همین اساس جوامع به دنبال راهکارهایی هستند تا توسعه تجارت را بدون آسیب زدن به روند رشدشان کاهش دهند. در مطالعه حاضر به مقایسه تاثیر توسعه پایدار بر انتشار دی اکسید کربن در کشورهای برخوردار از رانت منابع طبیعی و کشورهای صنعتی طی بازه زمانی ۲۰۲۳-۲۰۰۰ پرداخته شد. نتایج برآورد قسمت غیرخطی مدل (رژیم دوم) برای کشورهای صنعتی نشان می‌دهد. به ازای یک واحد افزایش در توسعه پایدار، توسعه مالی، حجم تجارت، حجم نقدینگی، نیروی کار و سرمایه ثابت ناخالص به ترتیب: ۰/۱۹، ۰/۱۹، ۰/۱۳، ۰/۰۲، ۰/۲۷ و ۰/۰۷ واحد انتشار گاز گلخانه‌ای کاهش می‌یابد. برای کشورهای اوپک نیز به ازای یک واحد افزایش در توسعه مالی،

- Policy, 168, 1165–1176.
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2022.112123>
- [12] Sarwar, N., Junaid, A., & Alvi, S. (2024). Impact of urbanization and human development on ecological footprints in OECD and non-OECD countries. *Heliyon*, 10(19).
- [13] Deng, B., & Huang, C. (2009). An Endogenous Growth Model Based on Pollution Control. *Applied Mechanics and Materials*, 644–650, 5224–5226.
- [14] Georgescu, I. A., Oprea, S. V., & Bâra, A. (2024). Investigating the relationship between macroeconomic indicators, renewables and pollution across diverse regions in the globalization era. *Applied Energy*, 363, 123077.
- [15] Zhao, C., Chen, G., Wang, P., Ding, T., & Wang, X. (2023). Does sustainable development in resource-based cities effectively reduce carbon emissions? An empirical study based on annual panel data from 59 prefecture-level cities in China. *Sustainability*, 15(10), 8078.
<https://doi.org/10.3390/su15108078MDPI>
- [16] Yeboah, A.; derim, M. (2023), “The Impact of Growth, Energy and Financial Development on the Environment in China: A Cointegration Analysis”, *Energy Economics*, 33:284-291.
- [17] Zou, G., & Chau, K. W. (2023). Energy consumption, economic growth and environmental sustainability: Evidence from China. *Energy Reports*, 9, 106–116
- [18] Abdul-Malaki, A., et al. (2023). Investigating the sustainability indicators of environmental development with emphasis on mines. *Sustainability, Development and Environment*, 4(15), 1–12.
- [19] Isfahani, A. Ghobadi, S. Azarbaijani, K. (1401). Analysis of the relationship between economic growth, energy consumption and ecological footprint in a selection of developed and developing countries, *Journal of Economic Research (Sustainable Growth and Development)*, Volume 22, Issue 4
- [20] Hosseini, S. R., Hajianejad, A., & Razavi, M. (2022). Investigating the role of renewable energy consumption and trade policy in ecological footprint as an indicator of environmental degradation using an innovative accounting approach in Iran. *Economic Geography Research*, 3(10), 84–103.
- [21] Amini, M., & Amozadeh Khalili, H. (2021). Prioritizing the Interrelationships of the Share of Renewable Energy Resources in Sustainable Development. *Iranian Journal of Energy Economics*, 10(38), 65–95
- منابع
- [1] Zhang, S., Luo, S., & Afshan, S. (2022). Role of climate technologies, financial development, and renewable energy in the facilitation of social, economic, and environmental goals. *Renewable Energy*, 199, 169-178
- [2] Yameogo, C. E., Omojolaibi, J. A., & Dauda, R. O. (2021). Economic globalisation, institutions and environmental quality in Sub-Saharan Africa. *Research in Globalization*, 3, 100035.
- [3] Nasir, M. A., Canh, N. P., & Le, T. N. L. (2021). Environmental degradation & role of financialisation, economic development, industrialisation and trade liberalisation. *Journal of Environmental Management*, 277, 111471.
- [4] Usman, M., Khalid, K., & Mehdi, M. A. (2021). What determines environmental deficit in Asia? Embossing the role of renewable and non-renewable energy utilization. *Renewable Energy*, 168, 1165–1176.
- [5] Georgescu, I. A., Oprea, S. V., & Bâra, A. (2024). Investigating the relationship between macroeconomic indicators, renewables and pollution across diverse regions in the globalization era. *Applied Energy*, 363, 123077.
- [6] Jonathan Mukiza Peter Kansheba, & Mutaju Isack Marobhe. (2022). Institutional quality and resource-based economic sustainability: the mediation effects of resource governance. *SN Business & Economics*, 2(1), 1-15.
<https://doi.org/10.1007/s43546-021-00195->
- [7] Ibrahim, R. L., Al-mulali, U., Ozturk, I., Bello, A. K., & Raimi, L. (2022). On the criticality of renewable energy to sustainable development: do green financial development, technological innovation, and economic complexity matter for China?. *Renewable Energy*, 199, 262-277.
- [8] Ibrahim, R. L., Al-mulali, U., Ozturk, I., Bello, A. K., & Raimi, L. (2022). On the criticality of renewable energy to sustainable development: do green financial development, technological innovation, and economic complexity matter for China?. *Renewable Energy*, 199, 262-277.
- [9] Fagbemi, F. (2022). Assessing the economic importance of innovation in Nigeria: An empirical approach. *American Journal of Theoretical and Applied Business*, 8(2), 30–37.
- [10] Belloumi, M. (2009). The relationship between oil revenues and economic growth in Tunisia. *Energy Policy*, 37(7), 2711–2716.
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.02.043>
- [11] Salari, E., et al. (2022). Oil revenues and economic growth in oil-producing countries: The role of domestic financial markets. *Energy*

- [22] Redmond, T., Nasir, M. A., & Ahmed, K. (2020). Natural resource endowment, institutional quality and China's regional economic growth. *Resources Policy*, 66, 101644
- [23] González, A., Teräsvirta, T., & Dijk, D. van. (2005). Panel Smooth Transition Regression Models. *Journal of Econometrics*, 120(1), 45-71.
- [24] Colletaz, D., & Hurlin, C. (2006). A threshold approach to sustainable development: Nonlinear relationship between renewable energy consumption, natural resource rent, and ecological footprint. *Ecological Economics*, 58(3), 585-600