



Investigating energy consumption, economic growth, environmental degradation and financial development in global warming process

Samaneh Abedi¹ | Afsaneh Naeimifar² | Mohsen Abdi²

1. Corresponding Author, Department of Energy, Agriculture and Environmental Economics, Faculty of Economics, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran. E-mail: s.abedi@atu.ac.ir
2. Department of Agricultural Economics, Shahr-e -Qods Branch, Islamic Azad University, Tehran. Iran. E-mail: afnaeimifar@gmail.com
3. Department of Energy, Agriculture and Environmental Economics, Faculty of Economics, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran. E-mail: mohsen.abdi95@gmail.com

Article Info

Article type:

Research Article

Article history:

Received 17 November 2021

Received in revised form 5

March 2022

Accepted 10 May 2022

Published online 23 September
2023

Keywords:

Economic development,
Financial development,
Fossil fuels,
Global warming,
Generalized Method of
Moments.

ABSTRACT

Today, with the emergence of important environmental issues in the field of global warming due to greenhouse gas emissions, the issue of sustainable use of natural resources and reducing the negative effects of economic growth and development has become more important. In recent decades, the role of financial development in achieving higher economic development has been highlighted. Therefore, in the present study, while examining the effects of financial development, economic growth, energy consumption and carbon dioxide emissions on each other, it is tried to answer the question whether there is a relationship between economic growth and financial development index. Achieved financial development and environmental degradation? For this purpose, using the data of 1996 to 2017 selected countries of the Organization for Economic Cooperation and Development and using the method of estimating generalized moments and Kuznets environmental curve, the research question has been investigated. According to Kuznets's model, the results show that there is a correlation between economic growth index and environmental degradation. Therefore, the Kuznets curve theory is true in the studied countries, considering the role of financial development in achieving higher economic growth. Finally, the results show that in the studied countries, a one percent increase in the financial development index leads to a 0.82 percent increase in energy consumption and a decrease in carbon dioxide emissions. In addition, a one percent increase in carbon dioxide emissions led to a 0.70 percent increase in energy consumption and, conversely, a one percent increase in energy consumption in the study countries led to a 0.89 percent increase in carbon dioxide emissions. It is noteworthy that in addition to the two-way relationship between financial development index and economic growth, the U-shaped relationship between GDP per capita and financial development has also been confirmed in the study countries. The overall result of the present study also indicates the positive impact of financial development, economic growth, energy consumption and carbon emissions on each other except for financial development which reduces carbon dioxide emissions.

Cite this article: Abedi, S., Naeimifar, A., & Abdi, M. (2023). Investigating energy consumption, economic growth, environmental degradation and financial development in global warming process. *Journal of Natural Environment*, 76 (3), 479-492. DOI: <http://doi.org/10.22059/jne.2022.330919.2298>





انتشارات دانشگاه
تهران

محیط زیست طبیعی

شماره الکترونیکی: ۷۸۱۷-۲۴۲۳

Homepage: <https://jne.ut.ac.ir/>

بررسی ارتباط مصرف انرژی، رشد اقتصادی، تخریب محیط زیست و توسعه مالی در فرآیند گرمایش جهانی

سمانه عابدی^۱ | افسانه نعیمی فر^۲ | محسن عبدی^۳

۱. نویسنده مسئول، گروه اقتصاد انرژی، کشاورزی و محیط زیست، دانشکده اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران. رایانامه: s.abedi@atu.ac.ir

۲. گروه اقتصاد کشاورزی، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. رایانامه: afnaeimifar@gmail.com

۳. گروه اقتصاد انرژی، کشاورزی و محیط زیست، دانشکده اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران. mohsen.abdi95@gmail.com

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی	امروزه با برجسته تر شدن مسائل مهم محیط زیستی در زمینه گرمایش جهانی ناشی از انتشار گازهای گلخانه‌ای، موضوع بهره‌برداری پایدار از منابع طبیعی و کاهش آثار منفی ناشی از رشد و توسعه اقتصادی بیش از پیش اهمیت یافته است. طی دهه‌های اخیر نقش توسعه مالی در امر دستیابی به توسعه اقتصادی بالاتر پررنگ شده است. بنابراین در مطالعه حاضر ضمن بررسی اثرات توسعه مالی، رشد اقتصادی، مصرف انرژی و انتشار دی‌اکسید کربن روی یکدیگر، سعی بر آن است تا با توجه به همبستگی میان رشد اقتصادی و شاخص توسعه مالی به این پرسش پاسخ داد که آیا می‌توان به رابطه‌ای میان توسعه مالی و تخریب محیط زیست دست یافت؟ بدین منظور با استفاده از اطلاعات سال‌های ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۷ کشورهای منتخب سازمان همکاری و توسعه اقتصادی و بهره‌گیری از روش برآورد گشتاورهای تعمیم یافته و منحنی محیط زیستی کوزنتس به بررسی سوال تحقیق پرداخته شده است. طبق الگوی کوزنتس نتایج حاکی از آن است که میان شاخص رشد اقتصادی و تخریب محیط زیست، همبستگی وجود دارد. بنابراین نظریه منحنی کوزنتس در کشورهای مورد مطالعه، با در نظر گرفتن نقش توسعه مالی در دستیابی به رشد بالاتر اقتصادی صادق است. در نهایت نتایج حاکی از آن است که در کشورهای مورد مطالعه، یک درصد افزایش در شاخص توسعه مالی منجر به افزایش ۰/۸۲ درصدی مصرف انرژی و کاهش انتشار دی‌اکسید کربن می‌شود. علاوه بر آن افزایش یک درصدی انتشار آلاینده دی‌اکسید کربن، منجر به رشد ۰/۷۰ درصدی مصرف انرژی و در مقابل، افزایش یک درصدی مصرف انرژی در کشورهای مورد مطالعه به رشد ۰/۸۹ درصدی انتشار دی‌اکسید کربن منجر شده است. قابل ذکر است ضمن وجود رابطه دوسویه میان شاخص توسعه مالی و رشد اقتصادی، رابطه U شکل نیز میان تولید ناخالص داخلی سرانه و توسعه مالی نیز در کشورهای مورد مطالعه، تأیید شده است. نتیجه کلی مطالعه حاضر نیز بیانگر تأثیر مثبت توسعه مالی، رشد اقتصادی، مصرف انرژی و انتشار کربن بر یکدیگر به جز توسعه مالی که انتشار دی‌اکسید کربن را کاهش می‌دهد.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۸/۲۶	
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۱۲/۱۴	
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۲/۲۰	
تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۷/۰۱	
کلیدواژه‌ها: برآوردگرهای گشتاور تعمیم یافته، توسعه اقتصادی، توسعه مالی، سوخت‌های فسیلی، گرمایش جهانی.	

استناد: عابدی، سمانه؛ نعیمی فر، افسانه؛ و عبدی، محسن (۱۴۰۲). بررسی ارتباط مصرف انرژی، رشد اقتصادی، تخریب محیط زیست و توسعه مالی در فرآیند

گرمایش جهانی. محیط زیست طبیعی، ۷۶ (۳)، ۴۴۱-۴۲۹.

DOI: <http://doi.org/10.22059/jne.2022.330919.2298>



© نویسندگان.

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

مقدمه

توسعه اقتصادی از دیرباز برای سیاست‌گذاران همواره یکی از مسائل کلیدی و از جمله اهداف اصلی بوده است. با توجه به کمیابی عوامل تولید، نقش مدیریت این عوامل در دستیابی به توسعه پایدار از اهمیت بالایی برخوردار است. در مطالعات آغازین اقتصادی، نیروی کار و سرمایه به‌عنوان اصلی‌ترین عوامل تولید در نظر گرفته می‌شدند؛ اما پس از انقلاب صنعتی با اهمیت نقش انرژی به‌عنوان یکی از عوامل تولید کلیدی و پیدایش سوخت‌های فسیلی خصوصاً نفت، توابع تولید به گونه‌ای تکوین یافتند که توضیح‌دهنده نقش این عامل نیز باشند (Stern and Kander, 2012). با توجه به این که یکی از ملزومات افزایش تولید کالاها و خدمات در جهان امروز مصرف انرژی است، پیگیری هدف توسعه اقتصادی منجر به افزایش آلاینده‌های محیط‌زیستی خواهد شد. مطالعات نشان می‌دهد در کشورهایی که مسیر توسعه را با سرعت بیشتری طی کرده و بسترهای مالی آنان رشد روزافزونی تجربه می‌کنند، انتشار این آلاینده‌ها روند فزاینده‌ای به خود گرفته است. یکی از انواع این آلاینده‌ها، انتشار گازهای گلخانه‌ای^۱ (GHG) در اثر فعالیت‌های بشری است که امروزه بیش از پیش مورد توجه پژوهشگران در زمینه محیط‌زیست قرار دارد. گازهای گلخانه‌ای شامل دی‌اکسید کربن، دی‌اکسید نیتروژن، متان، بخار آب و ازن می‌باشند که به‌صورت طبیعی در جو زمین وجود دارند (Collins et al., 2013). چنانچه مقدار گازهای گلخانه‌ای در جو از حد طبیعی آن بالاتر رود، انرژی کمتری به فضا برگشته، در نتیجه جو زمین گرم‌تر شده و در پی آن دمای کره زمین بالا می‌رود. بر همین اساس، امروزه بیشتر هیدرولوژیست‌ها در این زمینه هم‌رأی هستند که در صورت دو برابر شدن انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از فعالیت‌های بشری می‌توان انتظار داشت در صد سال آینده دمای زمین به‌طور میانگین ۲ تا ۵ درجه سانتی‌گراد افزایش یابد (Collins et al., 2013). از اثرات منفی این پدیده می‌توان به تغییر در منابع آبی و بالا آمدن سطح آب در مقیاس جهانی و همچنین نداشتن ثبات و غیر قابل پیش‌بینی بودن سرعت تغییر اقلیم اشاره کرد. نزدیک به ۶۰ درصد از آثار گلخانه‌ای ناشی از فعالیت‌های بشری و به‌علت انتشار گاز CO₂ در اثر سوزاندن سوخت‌های فسیلی است. البته، افزایش غلظت این گاز معلول فعالیت‌های دیگر بشر مانند قطع درختان نیز بوده و پس از سوخت‌های فسیلی دومین عامل انسانی اصلی در انتشار گازهای آلاینده به جو زمین است (Van der Werf et al., 2009). مطابق یافته‌ها این آلودگی‌های محیط‌زیستی بر رفاه انسان تأثیر گذاشته و ادامه چرخش روندی علاوه بر کاهش میزان رفاه افراد جامعه، موجب ایجاد مخاطرات جدی در بقای نسل آینده و فرآیند توسعه یافتگی کشورها خواهد شد (Azam et al., 2015). به‌طوری که در مطالعات مختلفی در ایران و جهان بر این مخاطرات تأکید شده است که می‌توان به پژوهش Baydoun و Aga (۲۰۲۱) اشاره نمود که به بررسی تأثیر مصرف انرژی، رشد اقتصادی، توسعه مالی و جهانی شدن را بر انتشار دی‌اکسید کربن در کشورهای شورای همکاری خلیج فارس پرداختند. یافته‌ها حاکی از آن است که رشد اقتصادی و مصرف انرژی باعث کاهش پایداری محیطی می‌شود. در این مطالعه فرضیه منحنی کوزنتس محیط‌زیستی برای اقتصادهای شورای همکاری خلیج فارس تأیید شد. علاوه بر این، نتایج آزمون علیت بیانگر یک ارتباط علیت بازخوردی بین رشد اقتصادی و انتشار دی‌اکسید کربن و همچنین بین توسعه مالی و انتشار دی‌اکسید کربن می‌باشد. نتایج مطالعه Khan و همکاران (۲۰۲۱) براساس داده‌های پانل روی ۱۵ اقتصاد نوظهور و پیشرو در رشد، نشان می‌دهد که توسعه مالی به‌طور قابل توجهی کیفیت محیطی را در کشورهای مورد بررسی کاهش می‌دهد. بنابراین بر اساس این یافته‌ها، توسعه مالی با اهداف توسعه پایدار در کشورهای با اقتصاد نوظهور و پیشرو در رشد، سازگار نیست. در این مطالعه تأکید شده است که در آینده، محققان باید اثرات توسعه مالی را از منظر جهانی بررسی کنند تا به نتیجه قابل تعمیم بیشتری برسند. علاوه بر این، تحقیقات آینده باید تأثیرات متغیرهای کلان دیگری را نیز بر پیامدهای محیط‌زیستی توسعه مالی مورد بررسی قرار دهند. Kohansal و Bahraminasab (۲۰۲۰) نیز با بهره‌گیری از الگوی خودبازگشت‌برداری به بررسی ارتباط متقابل بین رشد اقتصادی، مصرف انرژی و انتشار دی‌اکسید کربن، پرداختند. نتایج نشان داد ورود سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به کشور می‌تواند باعث کاهش مصرف انرژی و انتشار کربن در بلندمدت شود. ضمن اینکه افزایش صادرات به افزایش بلندمدت رشد اقتصادی، مصرف انرژی و انتشار کربن منجر خواهد شد. همچنین نتایج حاصل از تجزیه واریانس حاکی از آن است که در بلندمدت از بین متغیرهای مورد بررسی، رشد اقتصادی و صادرات بیشترین اثرگذاری بر میزان انتشار دی‌اکسید کربن را خواهند داشت.

^۱Greenhouse Gas

Arefian و همکاران (۲۰۲۰) نیز تأثیر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و انرژی‌های تجدیدناپذیر، رشد اقتصادی، آزادی تجارت و توسعه مالی را بر انتشار دی‌اکسید کربن با بهره‌گیری از روش پنل‌ور را برای کشورهای سازمان همکاری و توسعه اقتصادی مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد رابطه مثبت و معنی‌داری میان افزایش انتشار دی‌اکسید کربن و مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر وجود دارد. این در حالی است که رشد اقتصادی، مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر، آزادی تجارت و توسعه مالی موجب کاهش انتشار گاز دی‌اکسید کربن و بهبود شرایط محیط‌زیستی می‌شود. همچنین Khan و همکاران (۲۰۱۹) با استفاده از رگرسیون به ظاهر نامربوط و رگرسیون حداقل مربعات سه مرحله به بررسی مصرف انرژی، تخریب محیط‌زیست، رشد اقتصادی و توسعه مالی در فرآیند گرمایش جهانی پرداختند. نتایج حاکی از تأیید منحنی محیط‌زیست کوزنتس برای تمامی کشورهای مورد بررسی بود. همچنین نتایج بیانگر اثر متقابل توسعه مالی، رشد اقتصادی و مصرف انرژی، همراه با آلودگی زیاد بر یکدیگر است. Baseri و همکاران (۲۰۱۹)، در مطالعه‌ای به بررسی اثرات مالی گسترش انرژی‌های تجدیدپذیر بر رشد اقتصادی در ایران براساس روش الگوهای خودرگرسیونی با وقفه‌های تأخیری، پرداختند. بر این اساس، ضریب انرژی برق آبی به‌عنوان شاخصی از انرژی‌های تجدیدپذیر معنی‌دار و مثبت بوده است. با توجه به شدت انرژی برق آبی، طبق نتایج میزان اثرگذاری این نوع انرژی بر تولید در حدود ۱۰ درصد است. Qaed و همکاران (۲۰۱۹)، نیز تأثیر انواع انرژی‌های تجدیدپذیر بر رشد اقتصادی ایران با استفاده از روش جوهانسون-جوسیلیوس^۲ و روش تصحیح خطا، مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد که از بین انواع منابع انرژی‌های تجدیدپذیر، اثر انرژی بادی بر رشد در مقایسه با سایر انرژی‌ها بیشتر بوده است بنابراین لازم است سرمایه‌گذاری در انرژی بادی در اولویت برنامه‌ریزی منطقی، مورد مطالعه قرار گیرد.

دیدگاه‌های مختلف این تحقیقات نشان می‌دهد که جهانی شدن، مصرف انرژی، گسترش اقتصادی و توسعه مالی و سایر متغیرهای کلان، اثرات متفاوتی بر زوال محیط‌زیست در مناطق مورد بررسی دارند. علاوه بر آن، نه تنها در مطالعات معدودی بررسی همزمان متغیرهای اثرگذار بر انتشار دی‌اکسید کربن و بالعکس انجام شده و در آن‌ها کمتر به نقش توسعه مالی بر انتشار گازهای آلاینده توجه شده است. بنابراین در مطالعه حاضر به این مهم پرداخته می‌شود. بر این اساس در مطالعه حاضر سوال این است که با توجه به همبستگی میان رشد اقتصادی و شاخص توسعه مالی، با افزایش رشد اقتصادی و اثرات مثبت و معنی‌دار آن بر انتشار آلاینده‌های محیط‌زیستی، آیا می‌توان این رابطه را میان شاخص توسعه مالی و آلودگی محیط‌زیستی تعمیم داد؟ علاوه بر آن در این پژوهش به بررسی اثرات توسعه مالی، رشد اقتصادی، مصرف انرژی و انتشار کربن بر روی یکدیگر در کشورهای منتخب OECD تولید کننده نفت طی دوره ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۷ با استفاده از داده‌های سالیانه و روش گشتاورهای تعمیم‌یافته نیز پرداخته می‌شود.

روش‌شناسی پژوهش

برآوردگرهای گشتاور تعمیم یافته^۳ (GMM) به‌عنوان یکی از ابزارهای اصلی تخمین مدل‌های اقتصادی برای تعیین رفتار مطلوب عوامل اقتصادی می‌باشد (Salimi et al., 2013). مدل گشتاوری تعمیم‌یافته برای اولین بار توسط Hansen (۱۹۸۲) ارائه و به‌دنبال آن توسط Chamberlain (۱۹۸۷)، Newey (۱۹۸۷) بسط داده شده که این مدل قابل استفاده برای داده‌های مقطعی، سری زمانی و داده‌های تابلویی می‌باشد (Vakili Zarch, 2021). در این زمینه، لازم به ذکر است با توجه به مشکلاتی که در معادلات داده‌های ترکیبی پویا وجود داشت و باعث خود همبستگی اثرات مشاهده نشده هر مقطع (کشور) و اثرات ویژه فردی با متغیرهای توضیحی مدل می‌شد، مدل 2SLS پیشنهاد گردید. ولی نتایج مطالعه Matyas و Sevestre (۱۹۹۱) در رابطه با برآورد 2SLS حاکی از آن است که این مدل ممکن است به دلیل ضعفی که در انتخاب ابزارها داشته باشد، واریانس‌های بزرگتر را برای ضرایب نشان داده و منجر به عدم معنی‌دار برآوردها از لحاظ آماری شود. بنابراین روش GMM در داده‌های پنل توسط Arrelano و Bond (۱۹۹۵) و Bond و Blondel (۱۹۹۸) برای حل این مشکل پیشنهاد شده است (Gohari et al., 2018). همچنین سازگاری برآوردگرهای GMM بستگی به اعتبار فرض عدم همبستگی پیاپی اجزاء خطا و اعتبار ابزارهای بکار رفته دارد. بنابراین

²Johanson & Joselius

³Generalized Method of Moments

جهت بررسی این موضوع از آزمون‌های پیشنهاد شده توسط Arrelano و (۱۹۹۵) و Blondel و Bond (۱۹۹۸) بهره گرفته می‌شود (Asadi and Yavari, 2022). بر این اساس در پژوهش حاضر، برای بررسی اعتبار محدودیت‌های گشتاوری و ابزارهای مورد استفاده در معادلات تخمین زده شده، از آزمون سارگان^۴ که اعتبار کل ابزارهای بکار رفته را می‌سنجد، استفاده می‌شود. همچنین برای بررسی رابطه متقابل بین مصرف انرژی، تخریب محیط زیست، رشد اقتصادی و توسعه مالی در فرآیند گرمایش جهانی از مدل مبتنی بر برآوردگرهای پویا براساس روش گشتاورهای تعمیم یافته سیستمی^۵ (SGMM) استفاده می‌گردد. چرا که این روش، درون‌زا بودن محتمل متغیرهای توضیحی و اثر ویژه کشوری در مدل‌های پویا و دارای متغیر وابسته وقفه‌دار همانند مدل‌های رشد را کنترل می‌کند (Armian, 2016). مدل رگرسیون در حالت کلی به صورت رابطه ۱ ارائه می‌شود:

$$y_{it} = \alpha y_{i,t-1} + x'_{it}\beta + \eta_i + v_{it} \quad \text{رابطه ۱}$$

که در آن y : متغیر وابسته، x : شامل متغیرهای توضیحی، η : اثرات ویژه فردی مستقل از زمان، ε : جمله خطا و i, t : نشان دهنده زمان و مقطع می‌باشد. باتوجه به مباحث نظری موضوع و با در نظر گرفتن مطالعات تجربی مطرح شده در خصوص بررسی رابطه متقابل بین مصرف انرژی، تخریب محیط زیست، رشد اقتصادی و توسعه مالی در فرآیند گرمایش جهانی، الگوی تجربی تحقیق بر مبتنی بر الگوی Khan و همکاران (۲۰۲۰)، Khan و همکاران (۲۰۱۹)، Jian و همکاران (۲۰۱۹) و Ehigiamusoe و همکاران (۲۰۱۹) به صورت رابطه‌های ۲ تا ۵ معرفی می‌گردد:

$$GDP_t = f(GDP_{t-1}, EC, CO, FD, CAP, LF) \quad \text{رابطه ۲}$$

$$CO_t = f(CO_{t-1}, GDP, EC, FD, TO) \quad \text{رابطه ۳}$$

$$EC_t = f(EC_{t-1}, GDP, CO, FD, POP) \quad \text{رابطه ۴}$$

$$FD_t = f(FD_{t-1}, GDP, EC, CAP, LF) \quad \text{رابطه ۵}$$

که در آن GDP: تولید ناخالص داخلی سرانه واقعی بر حسب قیمت ثابت سال پایه ۲۰۱۰، CAP: موجودی سرمایه، TO: درجه باز بودن تجارت بر حسب نسبت مجموع صادرات و واردات بر تولید ناخالص داخلی (Ahdavi adeli and Nazari, 2014)، EC: مصرف انرژی بر حسب معادل کیلوگرم نفت مصرفی سرانه، CO₂: دی‌اکسید کربن منتشر شده بر حسب متریک تن سرانه، LF: نیروی کار، POP: جمعیت و FD: توسعه مالی به عنوان نسبت اعتبارات تخصیصی بخش خصوصی به تولید ناخالص داخلی^۶ (Abbasian et al., 2019; Falihi and Bukhara, 2017) تعریف شده است.

در مطالعه حاضر با توجه به رابطه ۳، فرضیه کوزنتس (رابطه U شکل وارون میان رشد اقتصادی و آلودگی محیط زیستی) نیز مورد بررسی قرار می‌گیرد (Khan et al., 2019). لازم به ذکر است با توجه به اینکه پیرامون ارتباط میان توسعه مالی و رشد اقتصادی، اقتصاددانان نظریه‌های مختلفی ارائه کرده‌اند (Dejpsand and Bukharae, 2016). بنابراین جهت آزمون رابطه میان توسعه مالی و رشد اقتصادی (فرضیه ارتباط دوسویه) و همچنین بررسی رابطه غیرخطی (U شکل یا معکوس آن) میان متغیرهای مذکور (فراتر از مطالعاتی که رابطه خطی میان رشد و توسعه مالی را نشان می‌دهند) با ورود متغیر توان دوم تولید ناخالص داخلی سرانه به رابطه ۵، از یک الگوی درجه دوم برای بررسی تأثیر تولید ناخالص داخلی بالاتر بر توسعه مالی استفاده شده که از جمله نوآوری‌های مطالعه حاضر می‌باشد.

در این مطالعه از داده‌های لگاریتمی دوره زمانی ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۷ منتخبی از کشورهای OECD (نروژ، استرالیا، مکزیک، دانمارک، هلند، آلمان، یونان، آمریکا، کانادا، نیوزلند و انگلیس) که اطلاعات مرتبط با متغیرهای فوق‌الذکر آنان در دسترس قرار دارد، بهره گرفته شده است. کلیه داده‌های مطالعه از طریق پایگاه شاخص‌های توسعه جهانی (WDI)^۷ جمع‌آوری و مورد استفاده قرار گرفته است. همچنین جهت جلوگیری از بروز مشکل رگرسیون جعلی در متغیرها، پیش از انجام آزمون هم‌انباشستگی پنبلی برای مشخص

^۴Sargan

^۵Generalized Method of Moments System

^۶Ratio of private credit to GDP

^۷World Development Indicator (WDI)

جدول ۱. آمار توصیفی متغیرها

نام متغیر	نماد	میانگین (Mean)	انحراف معیار (St-Dev)	ضریب تغییرات (CV)
تولید ناخالص داخلی سرانه	GDP	۱/۴۲۳	۲/۱۳۴	۱/۵۰۰
موجودی سرمایه	CAP	۲۱/۸۵۸	۳/۳۸۳	۰/۱۵۵
آزادی تجارت	TO	۶۵/۸۵۵	۲۷/۱۶۴	۰/۴۱۲
مصرف انرژی	EC	۱۱۹/۴۷۳۷	۳۷/۶۴۹	۰/۳۱۵
جمعیت	POP	۰/۷۶۶	۰/۵۴۸	۰/۷۱۵
توسعه مالی	FD	۸۸/۸۰۶	۳۷/۶۴۶	۰/۴۲۳
انتشار دی‌اکسید کربن	CO ₂	۰/۲۸۴	۰/۰۹۵	۰/۳۳۳
نیروی کار	LF	۲۲/۳۱۵	۳/۶۰۳	۰/۱۶۱

منبع: یافته‌های پژوهش

نمودن رابطه بلندمدت بین متغیرهای اصلی مطالعه، آزمون ریشه واحد انجام شد. پس از آن با استفاده از آزمون کائو، رابطه هم‌انباشتگی بین دو متغیر بررسی شد. براساس نتایج این آزمون، در صورت وجود هم‌انباشتگی میان متغیرها، می‌توان تخمین مناسبی از کارایی الگویی ایجاد شده داشت و حتی با وجود سری‌های زمانی ناپایا، در مورد صحت رگرسیون و ایجاد تعادل بلند مدت در الگو می‌توان اطمینان داشت (Ardikhani, 2018).

یافته‌های پژوهش

آمار توصیفی متغیرها و نتایج آزمون‌ها: جدول ۱ میانگین، انحراف معیار و مقدار ضریب تغییرات متغیرهای مورد بررسی در کشورهای منتخب را نشان می‌دهد. مقادیر بیانگر آن است که تولید ناخالص داخلی سرانه با ضریب تغییر ۱/۵ دارای بیشترین نوسان و موجودی سرمایه با ضریب تغییر ۰/۱۵۵ کمترین ضریب تغییرات را به خود اختصاص می‌دهد. با توجه به مقدار ضریب تغییرات (CV)، متغیر توسعه مالی نسبت به انتشار دی‌اکسید کربن، مصرف انرژی و آزادی تجاری بی‌ثبات‌تر است. پیش از برآورد الگو، جهت جلوگیری از بروز مشکل رگرسیون جعلی در متغیرها، آزمون ریشه واحد^۸ انجام شده است. نوشتارهای اقتصادسنجی و ریشه واحد بیانگر آن است که آزمون ریشه واحد مبتنی بر داده‌های پنل نسبت به آزمون ریشه واحد سری زمانی دارای قدرت و صحت بیشتری است (Ranjpour et al., 2019; Goharrostami, 2018). بنابراین در این مطالعه از آزمون ریشه واحد IPS^۹ برای بررسی پایایی متغیرها استفاده شد زیرا آزمون IPS امکان وجود ناهمگونی در بین اثرات فردی را فراهم می‌کند (Ranjpour et al., 2019; Omid Asl, 2018; A'laee, 2014). نتایج آزمون ریشه واحد در جدول ۲ ارائه شده است. نتایج جدول ۱ و ارزیابی آماره‌های محاسبه شده و احتمال پذیرش آن‌ها بیانگر پایا بودن تمام متغیرهای تحقیق به غیر از نیروی کار و نرخ رشد جمعیت است که با یک بار تفاضل‌گیری در گروه کشورهای منتخب پایا شدند. همان‌طور که در روش تحقیق اشاره شد، از آزمون کائو برای بررسی رابطه هم‌انباشتگی میان متغیرها استفاده شده که نتایج آن در جدول ۳ ارائه گردیده است. طبق یافته‌ها، برای کشورهای منتخب OECD و با توجه به پایین بودن سطح معنی‌داری از ۰/۰۵، فرض صفر مبنی بر نبودن رابطه هم‌انباشتگی میان متغیرها رد می‌شود و آزمون دلالت بر وجود همگرایی متغیرها دارد. بنابراین نتایج آزمون هم‌انباشتگی بیانگر وجود رابطه بلند مدت بین متغیرها و هم‌انباشتگی بودن آن‌ها است.

برآورد الگوها: با توجه به هدف اصلی مطالعه حاضر که بررسی روابط حاکم میان متغیرهای مصرف انرژی، توسعه مالی، انتشار دی‌اکسید کربن و رشد اقتصادی بر یکدیگر می‌باشد، در ادامه با استفاده روش برآورد گشتاورهای تعمیم‌یافته الگوهای ۲، ۳، ۴ و ۵ مورد برآورد قرار گرفت.

در جدول ۴، نتایج بررسی تأثیر متغیرهای توسعه مالی، مصرف انرژی و انتشار دی‌اکسید کربن بر تولید ناخالص داخلی سرانه کشورهای منتخب ارائه شده است. نتایج حاصل از تخمین الگوی ۲ برای این کشورها، نشان می‌دهد ضرایب متغیرهای سرمایه، مصرف انرژی و نیروی کار در سطح اطمینان ۹۹ درصد معنی‌دار بوده و علائم آن‌ها مورد انتظار و مطابق با مبانی نظری موضوع

^۸Unit root test^۹Im, Pesaran and Shin

جدول ۲. آزمون ریشه واحد برای متغیرها کشورهای منتخب OECD

نام متغیر	آماره محاسبه شده	سطح احتمال	سطح پایایی
تولید ناخالص داخلی سرانه	-۲/۷۲۰	۰/۰۰۳	I(0)
انتشار دی‌اکسید کربن	-۳/۷۷۸	۰/۰۰۰	I(0)
مصرف انرژی	-۲/۶۱۳	۰/۰۰۵	I(0)
آزادی تجارت	-۵/۱۳۸	۰/۰۰۰	I(0)
نیروی کار	-۷/۷۳۷	۰/۰۰۰	I(1)
موجودی سرمایه	-۳/۲۲۹	۰/۰۰۱	I(0)
جمعیت	-۳/۶۵۳	۰/۰۰۰	I(1)
توسعه مالی	-۴/۲۴۶	۰/۰۰۰	I(0)

جدول ۳. نتایج آزمون هم‌انباشتگی پانلی پدرونی کشورهای منتخب

الگو	آزمون کاتو	سطح معنی‌داری
الگو ۱	آزمون آماره مقدار	۰/۰۰۰
		-۴/۰۲۰
الگو ۲		۰/۰۰۱
		-۳/۰۸۷
الگو ۳		۰/۰۰۰
		-۶/۷۶۳
الگو ۴		۰/۰۰۰
		-۴/۹۸۷

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول ۴. نتایج حاصل از تخمین الگوی ۲ به روش SGMM

تولید ناخالص داخلی سرانه به‌عنوان متغیر وابسته (کشورهای منتخب OECD)				متغیرها
ضرایب	خطای استاندارد	آماره Z	$ P> z$	
۰/۱۶۴	۰/۰۶۶	۲/۴۷۹	۰/۰۱۴	وقفه تولید ناخالص داخلی سرانه
۰/۴۳۶	۰/۰۰۷	۶۲/۲۶۸	۰/۰۰۰	نیروی کار
۰/۴۸۵	۰/۰۶۳۶	۷/۶۲۳	۰/۰۰۰	موجودی سرمایه
۰/۰۶۵	۰/۰۲۱	۳/۱۵۳	۰/۰۰۲	مصرف انرژی
۰/۰۸۶	۰/۰۲۸	۳/۰۶۳	۰/۰۰۳	توسعه مالی
۰/۱۳۶	۰/۰۶۱	۰/۸۷۶	۰/۳۸۲	انتشار دی‌اکسید کربن
Sargan-Test = ۰/۳۹۰		J-Statistic = ۴/۱۲۰		Instrument Rank = ۱۱

منبع: یافته‌های پژوهش

می‌باشد. نتایج جدول ۴، بیانگر وجود رابطه مثبت میان متغیرهای مصرف انرژی، نیروی کار و موجودی سرمایه با تولید ناخالص داخلی سرانه است. به طوری که به‌ازای یک درصد افزایش در مصرف انرژی، موجودی سرمایه و نیروی کار، به ترتیب ۰/۰۶، ۰/۴۸ و ۰/۴۴ درصد تولید ناخالص داخلی افزایش می‌یابد که این امر با یافته‌های Khan و همکاران (۲۰۱۹) و Bhattacharya و همکاران (۲۰۱۷) هم‌خوانی دارد. به عبارت دیگر برای افزایش قابل ملاحظه نرخ رشد اقتصادی، فشار فزاینده‌ای بر منابع وارد می‌گردد. بنابراین، تقاضا برای نیروی انسانی متخصص، مصرف مواد خام و انرژی و سرمایه افزایش خواهد داشت و در صورت عدم امکان بهره‌برداری و دستیابی بیش‌تر به هر یک از این منابع، تولید با تنگنا مواجه خواهد شد (Azami et al., 2018). علاوه بر آن، براساس نتایج، اگر چه متغیر انتشار گاز آلاینده دی‌اکسید کربن از لحاظ آماری معنی‌دار نمی‌باشد اما میان آن و رشد اقتصادی رابطه‌ای مثبت برقرار است. این نتیجه با یافته‌های Saidi و Hammami (۲۰۱۵) و Muhammad (۲۰۱۹) منطبق است. مطابق نتایج با افزایش یک درصدی در انتشار گاز آلاینده دی‌اکسید کربن می‌توان انتظار رشد اقتصادی ۰/۱۳ درصدی داشت. از این‌رو، به‌همراه افزایش در رشد اقتصادی، افزایش مصرف انرژی و آلودگی محیط‌زیستی نیز دور از ذهن نمی‌باشد. چرا که بشر ابتدا با بهره‌گیری از منابع انرژی در مسیر رشد اقتصادی گام برداشت و به تدریج با شناسایی و استفاده از انرژی‌های تجدیدناپذیر به‌ویژه

جدول ۵. نتایج حاصل از تخمین الگوی ۳ به روش SGMM

انتشار آلاینده محیط‌زیستی دی‌اکسید کربن به‌عنوان متغیر وابسته (کشورهای منتخب OECD)				متغیرها
ضرایب	خطای استاندارد	آماره Z	ضرایب	
۰/۰۰۰	۵/۸۶۵	۰/۲۹۷	۱/۰۸۶	وقفه انتشار دی‌اکسید کربن
۰/۰۳۵	۲/۲۵۷	۰/۱۰۵	۰/۸۹۳	مصرف انرژی
۰/۳۰۱	۱/۰۳۶	۰/۲۶۲	۰/۲۵۸	تولید ناخالص داخلی واقعی سرانه
۰/۰۰۱	-۳/۲۵۳	۰/۰۰۲	-۰/۰۰۰۳	توسعه مالی
۰/۰۰۱	-۳/۵۱۲	۰/۰۴۷	-۰/۰۰۱	مربع تولید ناخالص داخلی سرانه
۰/۰۱۵	۲/۵۹۸	۰/۰۶۰	۰/۳۰۸	باز بودن تجاری
Instrument Rank = ۱۱		J-Statistic = ۸/۳۱۰		Sargan-Test = ۰/۲۱۶

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول ۶. نتایج حاصل از تخمین الگوی ۴ به روش SGMM

مصرف انرژی به‌عنوان متغیر وابسته (کشورهای منتخب OECD)				متغیرها
ضرایب	خطای استاندارد	آماره Z	ضرایب	
۰/۰۰۲	۳/۰۶۶	۰/۰۲۴	۰/۸۰۰	وقفه مصرف انرژی
۰/۰۰۰	۴/۲۳۱	۰/۰۰۵	۰/۴۲۵	جمعیت
۰/۰۰۰	۳/۲۵۹	۰/۲۵۲	۰/۸۲۱	توسعه مالی
۰/۰۰۰	۳/۴۹۴	۰/۰۷۱	۰/۲۴۷	تولید ناخالص داخلی سرانه
۰/۰۰۰	۲۲/۰۹۰	۰/۰۳۲	۰/۷۰۰	انتشار دی‌اکسید کربن
Instrument Rank = ۱۱		J-Statistic = ۴/۰۶۴		Sargan-Test = ۰/۵۴۰

منبع: یافته‌های پژوهش

انرژی‌های فسیلی مسیر خود را ادامه داده است؛ سپس با ایجاد مشکلات آلودگی و پایان‌پذیری این نوع از انرژی، انرژی‌های تجدیدپذیر کانون توجه را به‌خود اختصاص داده (Ebrahimi and Rahimi Mogoei, 2011)، بنابراین وجود چنین رابطه‌ای در کشورهای منتخب OECD قابل انتظار است. در نهایت مشاهده می‌شود رابطه مثبتی میان توسعه مالی و رشد اقتصادی برقرار است. به‌طوری که افزایش ۱ درصدی در شاخص توسعه مالی منجر به رشد ۰/۰۸ درصدی در تولید ناخالص داخلی سرانه خواهد شد. ریشه این امر را می‌توان در کارکردهایی از نظام مالی از قبیل سهولت جذب سرمایه برای افزایش تولید و همچنین تحریک و تشویق روش‌های نوآورانه‌ی تولید دانست.

براساس نتایج جدول ۵، بررسی برآورد الگوی ۳ برای کشورهای منتخب OECD با استفاده از مدل گشتاور تعمیم‌یافته، نشان می‌دهد که ضرایب کلیه متغیرها به‌جز متغیر تولید ناخالص داخلی واقعی سرانه، معنی‌دار بوده و علائم آن‌ها مورد انتظار و مطابق با مبانی نظری موضوع می‌باشد. یافته‌ها حاکی از آن است که مطابق نتایج Mirhashemi Dehnavi (۲۰۲۰)، Khan و همکاران (۲۰۱۹)، Muhammad (۲۰۱۹) و Khan و همکاران (۲۰۲۰)، مصرف انرژی تأثیر مستقیم بر میزان انتشار دی‌اکسید کربن داشته و یک درصد افزایش مصرف انرژی در کشورهای مورد مطالعه به رشد ۰/۸۹ درصدی انتشار دی‌اکسید کربن منجر شده است. بنابراین براساس نتایج افزایش مصرف انرژی اولیه منجر به کاهش کیفیت محیطی می‌شود. که علت آن می‌تواند ناشی از وابستگی کشورهای مورد مطالعه به منابع انرژی فسیلی و استفاده از فناوری‌های مخرب محیط‌زیست باشد که در نتیجه آن مقادیر زیادی از انرژی مصرف شده و باعث افزایش انتشار دی‌اکسید کربن می‌شوند.

همچنین رابطه مثبتی میان تولید ناخالص داخلی سرانه و انتشار دی‌اکسید کربن برقرار بوده و با یک درصد افزایش تولید ناخالص داخلی سرانه می‌توان انتظار داشت میزان این آلاینده حدود ۰/۲۵ درصد افزایش یابد. نتایج مذکور بدین معنی است که افزایش تولید منجر به افزایش انتشار کربن در کشورهای مورد بررسی می‌شود که با یافته‌های Muhammad (۲۰۱۹)، Khan و همکاران (۲۰۲۰)، Fan و همکاران (۲۰۱۰) و Acheampong (۲۰۱۸) سازگار است. به‌طوری که مطابق نتایج آن‌ها در سطح

جدول ۷. نتایج حاصل از تخمین الگوی ۵ به روش SGMM

OECD توسعه مالی به عنوان متغیر وابسته (کشورهای منتخب)				متغیرها
ضرایب	خطای استاندارد	Z آماره	ضرایب	
۰/۰۴۰	۱/۳۸۷	۰/۰۳۶	۰/۰۵۰	وقفه توسعه مالی
۰/۰۰۰	۵/۶۱۶	۰/۱۳۸	۰/۷۷۶	مربع تولید ناخالص داخلی سرانه
۰/۰۰۰	۴/۴۵۱	۰/۰۲۴	۰/۱۰۸	سرانه تولید ناخالص داخلی
۰/۳۰۲	۱/۰۳۳	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	انتشار دی اکسید کربن
۰/۰۰۰	۵/۷۱۳	۰/۰۲۱	۰/۱۱۸	مصرف انرژی
۰/۱۴۸	۱/۴۴۷	۰/۰۸۲	۰/۱۱۹	موجودی سرمایه
۰/۰۰۰	-۷/۸۱۷	۰/۰۲۷	-۰/۲۱۰	نیروی کار
۱۱ = Instrument Rank		۵/۳۲۵ = J-Statistic	۰/۴۴۳ = Sargan-Test	

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول ۸. نتایج آزمون سارگان آرانو-باند برای مدل SGMM (کشورهای منتخب OECD)

Sargan-Test	J-Statistic	Instrument Rank	مدل
۰/۳۹۰	۴/۱۲۰	۱۱	مدل ۲
۰/۲۱۶	۸/۳۱۰	۱۱	مدل ۳
۰/۵۴۰	۴/۰۶۴	۱۱	مدل ۴
۰/۴۴۳	۵/۳۲۵	۱۱	مدل ۵

منبع: یافته‌های پژوهش

فناوری‌های در دسترس فعلی نمی‌توان انتظار داشت بدون کاهش تولید ناخالص داخلی کشورها، کاهش انتشار گازهای آلاینده امکان پذیر باشد. همان‌طور که در روش تحقیق نیز اشاره شد، در این مطالعه با ورود مربع متغیر تولید ناخالص داخلی سرانه به الگو، به آزمون فرضیه کوزنتس نیز پرداخته شده است. نتایج بیانگر رابطه منفی میان مربع تولید ناخالص سرانه داخلی و انتشار گاز دی اکسید کربن است که این امر موید تأیید فرضیه کوزنتس در کشورهای مورد مطالعه بوده و می‌توان آن را ناشی از اعمال سیاست‌های این کشورها در حفاظت از محیط زیست دانست. به عبارت دیگر، یافته‌های حاکی از وجود رابطه U وارون بین آلودگی و تولید ناخالص سرانه داخلی در کشورهای مورد بررسی است. بنابراین مطابق با نتایج Khan و همکاران (۲۰۱۹) و Khan و همکاران (۲۰۲۰) کشورهای مذکور در مراحل اولیه توسعه اقتصادی، با سطوح بالاتری از آلودگی‌های محیط زیستی، مواجه هستند که پس از دستیابی به سطح مشخصی از توسعه، تخریب محیط زیست روند کاهشی را طی می‌کند. همچنین یافته‌های پژوهش نشان داد که توسعه مالی منجر به کاهش انتشار دی اکسید کربن می‌شود. به طوری که با افزایش یک درصدی شاخص توسعه مالی، از حجم این گاز حدود ۰/۰۰۰۳ درصد کاسته می‌شود که با نتایج مطالعه Khan و همکاران (۲۰۱۹) با مقدار ضریب -۰/۰۰۶ مطابقت دارد. زیرا اکثر کشورهای نمونه ممکن است به دلیل جهانی شدن از فناوری‌های نوین که توسط نهادهای مالی قوی پشتیبانی می‌شود، استفاده نموده که در نهایت کاهش انتشار کربن را به همراه دارد. Khan و همکاران (۲۰۲۰)، Shahbaz و همکاران (۲۰۱۹) و Saidi and Mbarek (۲۰۱۷) نیز به نتایج مشابهی دست یافتند. نتایج Saidi و Mbarek (۲۰۱۷) و Khan و همکاران (۲۰۱۸) نیز نشان دادند که توسعه مالی می‌تواند به کاهش آلودگی هوا کمک نماید. زیرا بهبود واسطه‌گری مالی هزینه‌های تأمین مالی را کاهش می‌دهد و می‌تواند منابع مالی بیشتری را به پروژه‌های سازگار با محیط زیست هدایت کند. همچنین توسعه مالی فعالیت‌های تجارت کربن را ارتقا داده و منجر به کنترل انتشار آلاینده‌های مخرب هوا می‌شود.

مطابق یافته‌های Ang (۲۰۰۹)، Bahrami و همکاران (۲۰۱۹)، Khan و همکاران (۲۰۲۰) و Khan و همکاران (۲۰۱۹) باز بودن تجارت نیز در کشورهای مورد بررسی دارای اثر مثبت و معنی داری در سطح ۵ درصد بر انتشار آلاینده‌های محیط زیستی دی اکسید کربن دارد. بنابراین آزادسازی تجارت به دلیل انتقال فناوری به این کشورها، باعث افزایش انتشار دی اکسید کربن می‌شود. در این زمینه گسترش تجارت بین الملل کالاها و خدمات و بازبودن درهای اقتصاد به سمت بازارهای جهانی سبب ورود قسمتی از

نیازهای داخلی یک کشور از بازار جهانی می‌شود. بنابراین باز بودن تجارت منجر به ورود کالاها و فناوری‌هایی می‌شود که می‌توان باعث افزایش انتشار آلاینده‌ی اکسید کربن باشد.

نتایج حاصل از تخمین مدل ۴ برای کشورهای منتخب توسعه‌یافته (جدول ۶)، نشان می‌دهد ضریب متغیر وقفه مصرف انرژی، نشان‌دهنده این است که مصرف انرژی هر سال نسبت به سال پیشین حدود ۸۰ درصد اصلاح می‌شود. همچنین مطابق نتایج تولید ناخالص داخلی، سرانه تأثیر مثبتی بر مصرف انرژی دارد به طوری که هر یک درصد افزایش در تولید ناخالص داخلی سرانه، منجر به افزایش ۰/۲۴ درصدی مصرف انرژی در کشورهای مورد مطالعه می‌شود. رابطه مثبت میان مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی سرانه با نتایج به دست آمده در مطالعات Muhammad (۲۰۱۹) و Saidi و Hammami (۲۰۱۵) مطابقت دارد. علاوه بر آن افزایش یک درصدی انتشار آلاینده‌ی اکسید کربن، منجر به رشد ۰/۷۰ درصدی مصرف انرژی خواهد شد که با یافته‌های Khan و همکاران (۲۰۲۰)، Khan و همکاران (۲۰۱۹) و Muhammad (۲۰۱۹) مطابقت دارد. بنابراین از آنجا که انتشار بیشتر دی‌اکسید کربن با مصرف انرژی بیشتر مرتبط است، نتایج نشان می‌دهد که کشورهای منتخب باید با استفاده از فناوری پیشرفته و همچنین مصرف انرژی تجدیدپذیر، انتشار گازهای گلخانه‌ای را کاهش دهند. علاوه بر آن مطابق نتایج Khan و همکاران (۲۰۲۰)، Bui (۲۰۲۰) و Khan و همکاران (۲۰۱۹)، مصرف انرژی کشورهای مورد مطالعه به‌زای یک درصد رشد در شاخص توسعه مالی، حدود ۰/۸۲ درصد افزایش خواهد یافت. نتایج حاکی از آن است که تأمین مالی بیشتر در این کشورها، منجر به مصرف انرژی اولیه بیشتر و در نتیجه کاهش کیفیت محیط‌زیست می‌شود. به طوری که توسعه مالی به‌طور مستقیم بر تقاضای انرژی با ارائه اعتبارات به مصرف‌کنندگان برای خرید اقلام بادوام مانند ماشین‌ها، خانه‌ها و سایر لوازم خانگی تأثیر بگذارد. علاوه بر آن بنگاه‌ها نیز می‌توانند با توسعه مالی از اعتبارات بیشتری برای تأمین مالی ماشین‌آلات و تجهیزات خود بهره‌مند شوند. که در مجموع تقاضای انرژی این اقلام منجر به افزایش کل تقاضای انرژی خواهد شد. از این‌رو، توسعه مالی با افزایش فعالیت‌های بازار سهام، بهبود کارایی فعالیت‌های اقتصادی و جذب سرمایه‌گذاران، مصرف انرژی را افزایش می‌دهد. بنابراین توسعه مالی می‌تواند از طریق کانال افزایش تقاضای انرژی یک اثر غیر مستقیم بر کیفیت محیط‌زیست و انتشار گازهای آلاینده داشته باشد. همچنین مطابق یافته‌های Shaari و همکاران (۲۰۱۳) و Bui (۲۰۲۰) جمعیت نیز در کشورهای مورد بررسی دارای اثر مثبت و معنی‌داری بر مصرف انرژی دارد. زیرا رشد سریع جمعیت سبب گسترش فعالیت‌های اقتصادی و افزایش روند روزافزون مصرف منابع محدود و انرژی می‌شود. طبق الگوی ۵ توسعه مالی به‌عنوان متغیری وابسته در نظر گرفته شده که نتایج آن در جدول ۷ ارائه شده است. بر این اساس با افزایش یک درصدی در سرانه تولید ناخالص داخلی و مربع آن، به ترتیب ۰/۱ و ۰/۷۷ درصدی شاخص توسعه مالی رشد خواهد کرد. به عبارت دیگر نتایج حاکی از وجود یک رابطه U شکل میان تولید ناخالص داخلی سرانه و توسعه مالی می‌باشد. به طوری که با افزایش سطح تولید ناخالص داخلی سرانه، سطح توسعه مالی نیز بهبود می‌یابد که با یافته‌های مطالعه Ehigiamusoe و همکاران (۲۰۱۹) همخوانی دارد. بنابراین طبق نظریه Patrick (۱۹۶۶) در مراحل اولیه رشد اقتصادی، بخش مالی از طریق گسترش بازارهای مالی و ایجاد مؤسسه‌های مالی و عرضه‌داری‌های مالی، نقش مهمی در رشد اقتصادی ایفا می‌کند (دیدگاه طرف عرضه^{۱۰}) که براساس نتایج الگوی ۱، نخست حاصل شد؛ اما با افزایش رشد اقتصادی و در سطوح بالاتر، گسترش بخش مالی، تحت تأثیر رشد اقتصادی قرار می‌گیرد (دیدگاه طرف تقاضا^{۱۱}). بنابراین مطابق نتایج مطالعه حاضر در کشورهای مورد مطالعه طی سال‌های ۱۹۹۶ الی ۲۰۱۷، رابطه میان متغیرهای ذکر شده دوطرفه است که با یافته‌های مطالعات یافته‌های Khan و همکاران (۲۰۱۹)، Ekanayake و Thaver (۲۰۲۱) مطابقت است. ب‌علاوه بر این، نتایج جدول ۷ نشان‌دهنده رابطه مثبت معنی‌دار میان مصرف انرژی و موجودی سرمایه به‌عنوان نهاده‌های تولید و توسعه مالی است. روشن است که با افزایش این نهاده‌ها و دستیابی به رشد اقتصادی طبق شواهد فوق رشد توسعه مالی نیز محقق خواهد شد. در نهایت مطابق با یافته‌ها، انتشار گاز آلاینده‌ی اکسید کربن دارای اثر مثبت بر توسعه مالی است اما از لحاظ آماری معنی‌دار نمی‌باشد. بر اساس نتایج افزایش یک درصدی در مصرف انرژی و دی‌اکسید کربن موجب افزایش به ترتیب ۰/۱۱ و ۰/۰۰۲ درصدی در توسعه مالی می‌شود. رابطه مثبت مصرف انرژی و انتشار دی‌اکسید کربن بر توسعه مالی به ترتیب با یافته‌های Khan و همکاران (۲۰۲۰) و Khan و همکاران (۲۰۱۹) هم‌خوانی دارد. در

^{۱۰} رابطه علت و معلولی از توسعه مالی به رشد

^{۱۱} رابطه علت و معلولی از رشد به توسعه مالی

این زمینه انتشار دی اکسید کربن از طریق کانال مصرف انرژی منجر به افزایش توسعه مالی می شود. بنابراین از آنجا که ممکن است کشورهای مورد بررسی از منابع انرژی که همراه با انتشار میزان زیادی از آلاینده ها باشد، استفاده نمایند بنابراین منجر به کاهش کیفیت محیط زیستی می شود که این مسأله بیشتر توسط توسعه مالی تحریک می شود. علاوه بر آن براساس مطالعه Khan و همکاران (۲۰۱۹)، نیروی کار اثر معکوسی بر توسعه مالی دارد. به طوری که با افزایش یک درصد این متغیر، توسعه مالی ۰/۲۱ درصد کاهش می یابد. همان طور که در روش تحقیق اشاره شد، جهت بررسی اعتبار ماتریس ابزارها از آزمون سارگان استفاده شد که در این آزمون، فرضیه صفر حاکی از عدم همبستگی متغیرهای ابزاری با اجزاء اخلاص می باشد. با توجه به نتایج به دست آمده از این آزمون، کای دو محاسباتی کوچکتر از کای دو جدول (با درجه آزادی رتبه متغیرهای ابزاری^{۱۲} منهای تعداد متغیرهای تخمین زده شده در الگو^{۱۳}) می باشد. همچنین سطح معنی داری در این آزمون بیشتر از ۰/۰۵ است که در الگوی اول تا چهارم به ترتیب برابر با (۰/۳۹)، (۰/۲۱)، (۰/۵۴) و (۰/۴۴) برای کشورهای OECD منتخب می باشد. بنابراین فرضیه صفر پذیرفته شده و همبستگی میان متغیرهای ابزاری و اجزاء اخلاص وجود ندارد.

بحث و نتیجه گیری

قطعاً هر فعالیت اقتصادی دارای آلودگی های محیط زیستی است. اما باید به این نکته توجه داشت که دستیابی به رشد و توسعه اقتصادی برای افزایش درآمد ملی و سطح رفاه ضروری می باشد. کشورهای توسعه یافته برای رشد و توسعه، وابستگی زیادی به منابع تجدیدناپذیر دارند اما می توانند با استفاده از فناوری های نوین در جهت دستیابی به رشد بدون آلودگی محیط زیستی گام بردارند. بر این اساس هدف پژوهش حاضر بررسی ارتباط مصرف انرژی، رشد اقتصادی، تخریب محیط زیست و توسعه مالی در فرآیند گرمایش جهانی در کشورهای منتخب OECD با استفاده از روش گشتاورهای تعمیم یافته طی دوره ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۷ است. یافته های مطالعه حاضر نشان داد که میان شاخص توسعه مالی و رشد اقتصادی کشورهای مورد مطالعه رابطه ای دوسویه برقرار بوده و رشد هر یک به رشد دیگری کمک می کند. همچنین نتایج حاکی از وجود یک رابطه U شکل میان تولید ناخالص داخلی سرانه و توسعه مالی می باشد. به طوری که با افزایش رشد اقتصادی و در سطوح بالاتر، سطح توسعه مالی نیز بهبود می یابد. علاوه بر آن، میان انتشار دی اکسید کربن و تولید ناخالص داخلی سرانه، یک رابطه U شکل وارون است و فرضیه محیط زیستی کوزنتس در کشورهای منتخب تأیید شده است. به عبارت دیگر در این کشورها، همزمان با رشد اقتصادی، تخریب محیط زیست افزایش یافته و سپس با پیشرفت تکنولوژی رشد اقتصادی منجر به کاهش تخریب محیط زیست شده است. چرا که روابط علی بین تولید ناخالص داخلی و کیفیت محیط زیست بر وابستگی متقابل مسیر رشد اقتصادی کشورها و ماهیت آن ها تأکید دارد. از یک سو، رشد اقتصادی ممکن است با استفاده بیش از حد از منابع طبیعی محدود به منظور تولید بیشتر، آسیب های محیط زیستی را تشدید کند. از سوی دیگر، رشد اقتصادی می تواند آسیب های محیط زیستی را با ارائه فناوری های نوین و خدمات سازگار با محیط زیست، بهبود بخشد. علاوه بر آن، یافته ها حاکی از رابطه ای دوسویه میان مصرف انرژی و انتشار آلاینده دی اکسید کربن می باشد. این نتیجه بدان معنا است که مصرف انرژی به خصوص سوخت های فسیلی برای دستیابی به رشد اقتصادی بیشتر و همچنین ضعف کارایی در مصرف آن باعث آلودگی محیط زیست و انتشار گاز دی اکسید کربن شده است. بنابراین از آنجا که افزایش انتشار دی اکسید کربن با مصرف انرژی مرتبط است، بنابراین نتایج حاکی از آن است که بخش اعظم انرژی تولیدی کشورهای مورد مطالعه از روش های مخرب محیط زیست حاصل شده است. ضمن اینکه نتایج نشان داد رشد شاخص توسعه مالی نیز در این کشورها اثر کاهنده ای بر میزان انتشار آلاینده دی اکسید کربن داشته است. که این یافته ممکن است ناشی از آن باشد که کشورهای مورد مطالعه، با توسعه مالی از طریق بازتوزیع منابع به صنایع پاک و تشویق بنگاه ها به استفاده از تکنولوژی های نوین برای افزایش تولید همراه با آلودگی کمتر، به حفاظت از محیط زیست می پردازند. علاوه بر آن جذب سرمایه گذاری مستقیم و افزایش هزینه های تحقیق و توسعه از طریق توسعه مالی در آن ها نه تنها بر رشد اقتصادی بلکه بهبودی کیفیت محیط زیست نیز اثرگذار است. بنابراین نتیجه کلی مطالعه

¹²Instrument Rank

¹³The number of estimated coefficients

حاضر بیانگر تأثیر مثبت توسعه مالی، رشد اقتصادی، مصرف انرژی و انتشار کربن بر یکدیگر است (در این میان فقط متغیر توسعه مالی منجر به کاهش انتشار دی‌اکسید کربن می‌شود). بنابراین در ادامه براساس یافته‌های تحقیق به ارائه توصیه‌های سیاستی پرداخته می‌شود. با توجه به اینکه رشد اقتصادی و مصرف انرژی باعث افزایش انتشار کربن شده بنابراین پیشنهاد می‌شود که اکثر کشورهای در حال توسعه به ارائه و اتخاذ سازوکارها و سیاست انرژی کارآمد و همچنین اجرای آن‌ها به‌منظور کاهش انتشار کربن بپردازند. در این زمینه برگزاری اجلاس‌هایی مانند اجلاس آب و هوایی سازمان ملل می‌تواند با تصویب دستورالعمل‌هایی برای کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای، کاهش آلاینده‌های ناشی از مصرف زغال سنگ، استفاده از روش‌های نوین و سازگار با محیط‌زیست در تولید انرژی و ایجاد اقتصاد سبز راهگشا باشد. علاوه بر این کشورهای مورد بررسی باید از منابع جایگزین انرژی مانند انرژی‌های تجدیدپذیر استفاده کنند و استفاده از سوخت‌های فسیلی را کاهش دهند. در این زمینه بسترسازی برای شکل‌گیری مشوق‌ها، مالیات‌های سبز و سازوکارهای جذب سرمایه در حوزه انرژی‌های نو (به‌عنوان نمونه ایجاد صندوق‌های سرمایه‌گذاری با اثر مثبت محیط‌زیستی) می‌تواند مؤثر باشد. همچنین بهبود بهره‌وری انرژی از طریق صرفه‌جویی در انرژی و سیاست‌های مربوطه نیز می‌تواند منجر به کاهش انتشار گازهای آلاینده شود. در این زمینه برنامه کاربردی مانند تولید هوشمند، انرژی هوشمند و ساختمان‌های هوشمند پیشنهاد می‌شود. چرا که با استفاده از فناوری‌های هوشمند در بخش‌های مختلف مانند انرژی، تولید، ساختمان و کشاورزی می‌تواند بهره‌وری انرژی را بهبود بخشد. همچنین با توجه به نتایج پیشنهاد می‌شود در راستای کاهش انتشار دی‌اکسید کربن و رشد اقتصادی، توسعه مالی اصلاح و جریان‌های مالی به سمت روش‌های تولید و فناوری‌های نوین سازگار با محیط‌زیست هدایت شود. چرا که اصلاح سیستم مالی (با بهبود عملکرد موسسات مالی و واسطه‌ها و بهبود فضای سرمایه‌گذاری)، باعث تحریک سرمایه‌گذاری در بخش عرضه انرژی‌های تجدیدپذیر که کاهش آلودگی را به‌همراه دارد، می‌شود. بنابراین تعمیق مالی که زمینه لازم برای تخصیص کارای منابع و افزایش کارایی سرمایه‌گذاری را فراهم می‌کند، باید مورد توجه سیاست‌گذاران کشورهای مورد بررسی قرار گیرد. در این زمینه گسترش پایه‌های مالی، به‌ویژه از نظر مشارکت عمومی-خصوصی در استفاده از انرژی پاک و تجدیدپذیر برای حفاظت از محیط‌زیست پیشنهاد می‌شود. همچنین لازم است سیاست‌ها و برنامه‌هایی تدوین شود که بتواند تولید ناخالص داخلی را با هدف تقویت توسعه بخش مالی تسریع بخشد. این امر ضروری است زیرا با حرکت کشورها به سمت درآمد بالاتر، اثرات سودمند تولید ناخالص داخلی بر توسعه مالی افزایش می‌یابد. در مجموع، گرمایش جهانی که به دلیل انتشار شدید گازهای گلخانه‌ای رخ داده است، بر پایدار اقتصادی بسیاری از کشورهای منتخب تأثیر می‌گذارد. از این‌رو، کاهش انتشار گاز دی‌اکسید کربن که بیشترین سهم را در انتشار گازهای گلخانه‌ای دارد، مستلزم مشارکت فعال کلیه کشورها در جهان است. در این زمینه مسیر توسعه پایدار را می‌توان به‌عنوان ابزار سیاست بهینه کشورها با تأکید بر همزیستی به جای مبادله بین رشد اقتصادی و محیط زیست پیشنهاد کرد. هدف اصلی سیاست‌های مرتبط با مسیر رشد پایدار، ایجاد چارچوب کاری یکپارچه میان توسعه اقتصادی و محیط‌زیست است.

References

- Abbasian, M., Sardar Shahraki, A., Hashemi Tabar, M., 2019. The Relationship Between Fi-Acheampong, A.O., 2018. Economic growth, CO2 emissions and energy consumption: What causes what and where?. *Energy Economics* 74, 677692.
- A'laee, M., 2014. Review the factors affecting financial development on OIC countries. *Journal of the Macro and Strategic Policies* 2(6), 25-37. (in Persian)
- Ang, J.B., 2009. CO2 emissions, research and technology transfer in China. *Ecological Economics* 68(10), 2658-65.
- Ardikhani, M., 2018. A Study of the Position and Complementary Role of Operating Cash Flow in Return on Stocks of Selected Banks. Master Thesis, Islamic Azad University, Safadasht Branch, Iran, 127 p. (in Persian)
- Arefian, M., Faraji Dizaji, S., Ghasemi, S., 2020. Investigating the Role of Renewable and Non-Renewable Energy and Economic Growth on Carbon Emission in OECD Countries. *New Economy and Trade* 15(3), 109-137. (in Persian).
- Armian, N., 2016. Analysis and Study of Open Economy on Innovation and Financial Development in Developing Countries. M.Sc Thesis, Islamic Azad University, Marvdasht Branch, Faculty of

- Literature and Humanities, Iran, 52 p. (in Persian)
- Asadi, Z., Yavari, K., 2022. The effect of sanctions on financial instability of Iranian banks. *Journal of Quantitative Economics* 18(4), 1-35. (in Persian)
- Azam, M., Khan, A.Q., Bin Abdullah, H., Qureshi, M.E., 2015. The impact of CO2 emissions on economic growth: evidence from selected higher CO2 emissions economies. *Environmental Science and Pollution Research* 23(7), 6376-89. (in Persian)
- Azami S., Almasi, Z., Aliniyae, Z., 2018. The Relationship between Natural Gas Consumption And Economic Growth Given Structural Breaks In Countries Exporting Natural Gas: An Approach Using Dumitrescu-Hurlin. *Energy Economics Review* 14(57), 39-64. (in Persian)
- Bahrami, E., Behbudi, D., Salmani Bishak, M.R., Shokri, M., 2019. The Impact of Financial Development and Trade Liberalization on CO2 Emission in Iran. *Quarterly Journal of the Macro and Strategic Policies* 7(25), 124-141.
- Baseri, B., Abbasi, E. and kiani, GH. 2019. Financial Effects of Renewable Energy Development on Economic Growth in Iran. *Journal of Financial Economics* 13(46), 161-182. (in Persian)
- Baydoun, H., Aga, M., 2021. The Effect of Energy Consumption and Economic Growth on Environmental Sustainability in the GCC Countries: Does Financial Development Matter?. *Energies* 14, 5897.
- Bhattacharya, M., Awaworyi Churchill, S., Paramati, S.R., 2017. The dynamic impact of renewable energy and institutions on economic output and CO2 emissions across regions, *Renewable Energy*, Elsevier, 111(C), 157-167.
- Bui, D.T., 2020. Transmission channels between financial development and CO2 emissions: A global perspective. *Heliyon* 6(11), e05509.
- Collins, M., Knutti, R., Arblaster, J., Dufresne, J.L, Fichet, T., Friedlingstein, P., Gao, X., Gutowski, W.J., Johns, T., Krinner, G., Shongwe, M., Tebaldi, C., Weaver A.J., Wehner, M., 2013. Long-term Climate Change: Projections, Commitments and Irreversibility. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, M., Allen, S.K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V., Midgley, P.M. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Dejpsand, F., Bukharaee, R., 2016. Investigating the relationship between financial development and economic growth in Iran based on the post-Keynesian macroeconomic model. *Financial Economics* 10 (34), 59-92. (In Persian).
- Ebrahimi, M., Rahimi Mogoei, F., 2011. The Threshold Effect of Economic Growth Rate on the Development of Renewable Energy due to Changing Energy Prices: A Study of Group 8D Countries. *Rah Andisheh Economic Research Journal* 1, 119-140. (In Persian)
- Ehigiamusoe, K. U., Guptan, V., Narayanan, S., 2019. The effects of income and inflation on financial development: Evidence from heterogeneous panels (Economics Discussion Papers No. 2019-11). Kiel Institute for the World Economy.
- Ekanayake, E.M., Thaver, R., 2021. The Nexus between Financial Development and Economic Growth: Panel Data Evidence from Developing Countries. *Journal of Risk and Financial Management* 14: 489.
- Falihi, N., Bukhara, R., 2017. Investigating the effect of financial depth on economic growth in Iran. *Financial Economics* 11 (38), 63-80. (in Persian)
- Fan, Y., Zhang, X. and Zhu, L., 2010. Estimating the macroeconomic costs of CO2 emissions reduction in China based on multi-objective programming. *Advances in Climate Change Research* 1(1), 27-33.
- Gohari, L., Karimi Moughari, Z., Zaroki, S., 2018. An Interactive Effect of Institutional Quality and Banking Development on Economic Growth: The Applied of Financial Combined Indicator. *Journal of Applied Theories of Economics* 5(1), 183-212.
- Goharostami, M., 2018. The effect of oil revenues on the profitability of Iranian banks (with emphasis on macroeconomic indicators). Master Thesis, Allameh Tabatabai University, Faculty of Economics, Iran, 96 P. (In Persian).
- Hansen, L. P., 2001. Generalized Method of Moments Estimation: A Time Series Perspective” Working Paper, University of Chicago, 15 p.
- Jian, J., Fan, X., He, P., Xiong, H., Shen, H., 2019. The Effects of Energy Consumption, Economic Growth and Financial Development on CO2 Emissions in China: A VECM Approach. *Sustainability* 11, 4850.
- Journal of the Macro and Strategic Policies* 7(1), 124-141. (in Persian)

- Khan, A.Q., Saleem, N., Fatima, S.T., 2018. Financial development, income inequality, and CO2 emissions in Asian countries using STIRPAT model. *Environmental Science and Pollution Research* 25 (7), 6308–6319.
- Khan, M.A., Khan, M.A., Ahmed M., Khane, K., 2021. Environmental consequences of financial development in emerging and growth-leading economies: A multidimensional assessment, *Borsa Istanbul Review*, available online <https://doi.org/10.1016/j.bir.2021.10.003>.
- Khan, S., Peng, Z., Li, Y., 2019. Energy consumption, environmental degradation, economic growth and financial development in globe: Dynamic simultaneous equations panel analysis. *Energy Reports* 5, 1089–1102.
- kohansal, M., Bahraminasab, M., 2020. Evaluating the relationship between energy consumption and pollution with economic growth in line with overall environmental policies. *Journal of The Macro and Strategic Policies* 7(28), 500-525. (in Persian)
- Mahdavi adeli, M. H., Nazari, R., 2014. Economic Growth, Energy and Environmental: The Analysis of E3 Model in Iran. *Quantitative Economics* 11(1), 19-40. (in Persian)
- Mirhashemi Dehnavi, S., 2020. Examination of Environmental Kuznets Curve with Emphasis on the Role of Financial and Institutional Development. *Agricultural Economics Research* 12(46), 133-154.
- Muhammad, B., 2019. Energy consumption, CO2 emissions and economic growth in developed, emerging and Middle East and North Africa countries. *Energy* 179: 232-245
- Muhammad, B., 2019. Energy consumption, CO2 emissions and economic growth in developed, emerging and Middle East and North Africa countries. *Energy* 179(C), 232-245.
- Financial Development and International Trade in Countries Selected for Outlook 1404 . *Journal of the Macro and Strategic Policies* 7(3), 396-409. (In Persian).
- of Financial Development and Trade Liberalization on CO2 Emission in Iran.
- Omidi Asl, M., 2018. The study of the relationship between earnings management, financial distress and the calculation of unforeseen earnings in companies listed on the Tehran Stock Exchange. Master Thesis, Islamic Azad University, Shahriar Arshad Branch, Iran, 8 p. (in Persian)
- Patrick, H., 1966. Financial Development and Economic Growth in underdeveloped countries, *Economic Development and Cultural Change* 12(2), 174-89.
- Qaed, I., Dehghani, A., Fattahi, M., 2019. Study of the impact of renewable energy on Iran's economic growth. *Journal of Economic Growth and Development Research* 9(35), 137-148. (In Persian)
- Ranjpour, R., Salmani, M. R., Karimi Tekanloo, Z., Mokhtarzadeh Khaneghahi, N., 2019. The Effects of Uncertainty in Real Effective Exchange Rate on the Value-Added of Economic Sectors in East Azerbaijan Province. *Economic Research* 19 (1), 1-28. (In Persian)
- Saidi, K., Hammami, S., 2015. The impact of energy consumption and CO2 emissions on economic growth: Fresh evidence from dynamic simultaneous-equations models. *Sustainable Cities Soc* 14, 178-186. (Un Persian)
- Saidi, K., Mbarek, M.B., 2017. The impact of income, trade, urbanization, and financial development on CO2 emissions in 19 emerging economies. *Environmental Science and Pollution Research* 24(14), 12748-12757.
- Salimi, F., Akhundzadeh, T., Samei, Q., 2013. Generalized moment model for panel data and Sargan test. the first international conference on political epic (with the approach of Middle East developments) and economic epic (with the approach of management and management) accounting), Rudehe. pp.1-13.
- Shaari, M., Abdul Rahim, H., Rashid, I., 2013. Relationship among population, energy consumption and economic growth in malaysia. *The international Jornal of Social Sciences* 13, 39-45
- Shahbaz, M., Balsalobre-Lorente, D., Sinha, A., 2019. Foreign direct Investment–CO2 emissions nexus in Middle East and North African countries: importance of biomass energy consumption. *J Clean Prod* 217, 603-614.
- Stern, D. I. and Kander, A., 2012. The Role of Energy in the Industrial Revolution and Modern Economic Growth. *The Energy Journal By International Association for Energy Economics* 33(3), 125-152.
- Vakili Zarch, M., Alavi Rad, A., Totonchi, J., DehghanTafti, M., 2021. Banking Development, Social, Economic Structure and Income Inequality (Case Study of Iranian Provinces). *Journal of Applied Theories of Economics* 7(4), 139-166. (in Persian)
- Van der Werf, G.R., Morton, D.C., DeFries, R.S., Olivier, J.G.J., Kasibhatla, P.S., Jackson, R.B., Collatz, G.J. and . Randerson, J.T., 2009. CO2 emissions from forest loss. *Nature Geoscience* 2, 737-738.