

بررسی تأثیر عوامل اقتصادی بر تخریب محیط زیست با استفاده از رویکرد پانل 3SLS (منتخب کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته)

شیما پارسا^۱

محمد رضا زارع مهر جردی^{*۲}

zare@uk.ac.ir

مریم ضیاء آبادی^۳

حسین مهرابی بشر آبادی^۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۴/۷

تاریخ دریافت: ۹۸/۱۱/۲۰

چکیده

زمینه و هدف: به دنبال افزایش آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از رشد اقتصادی، چالش‌های زیست محیطی به یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های سیاست‌گذاران تبدیل شده است. زیرا آلودگی محیط زیست منجر به اثرات نامطلوب زیست محیطی از جمله تغییرات آب و هوایی و گرم شدن کره زمین شده و در نهایت سبب تهدید حیات بشر و تخریب اکوسیستم می‌شود. از این رو هدف این مطالعه بررسی تأثیر عوامل موثر بر تخریب محیط زیست است.

روش بررسی: این پژوهش در سال ۱۳۹۸ با استفاده از داده‌های سری زمانی ۲۶ کشور منتخب در حال توسعه و ۱۷ کشور منتخب توسعه یافته، تأثیر عوامل اقتصادی موثر بر تخریب محیط زیست، طی دوره ۲۰۱۵-۱۹۹۵ مورد بررسی قرار گرفته است. از این رو برای بررسی وجود منحنی زیست محیطی کوزنتس در کشورهای مورد مطالعه اقدام به برآورد ضرایب متغیرها در سه معادله، رد پای اکولوژیکی، مصرف انرژی و رشد اقتصادی با روش سیستم معادلات همزمان با داده‌های تابلویی (panel 3sls) شده است زیرا در این روش به علت برآزش همزمان معادلات، ضرایب برآورد شده از دقت بالاتری برخوردارند.

یافته‌ها: نتایج برآورد ضرایب مدل با استفاده از تکنیک حداقل مربعات سه مرحله‌ای با داده‌های تابلویی بیانگر آن است که وجود فرضیه زیست محیطی کوزنتس در کشورهای توسعه یافته قابل تأیید نمی‌باشد، زیرا ضرایب مربوط به تولید ناخالص داخلی و مجذور آن به ترتیب

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی دانشگاه شهیدباهنر کرمان، کرمان، ایران.

۲- دانشیار اقتصاد کشاورزی دانشگاه شهیدباهنر کرمان، کرمان، ایران. * (مسوول مکاتبات)

۳- استادیار دانشکده گردشگری مجتمع آموزش عالی بم، بم، ایران.

۴- استاد اقتصاد کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.

منفی و مثبت می‌باشند، اما در کشورهای در حال توسعه ضرایب متغیرهای تولید ناخالص داخلی و مجذور آن به ترتیب مثبت و منفی بوده که تأیید کننده وجود فرضیه زیست محیطی کوزنتس در این کشورها است.

بحث و نتیجه گیری: با توجه به نتایج به دست آمده، متغیر مصرف انرژی در هر دو دسته کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه تأثیر مثبت و معنادار بر تخریب محیط زیست داشته است، در حالی که متغیر باز بودن تجاری در کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته تأثیر منفی و معنادار بر انتشار آلودگی و رد پای اکولوژیکی دارد. بنابراین پیشنهاد می‌شود با توجه به اهمیت بالای محیط زیست، همزمان با برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری برای رشد اقتصادی بالاتر، وضع قوانین زیست محیطی و به کارگیری تکنولوژی‌های دوستدار محیط زیست مورد توجه قرار گیرند.

واژه‌های کلیدی: رد پای اکولوژیکی، رشد اقتصادی، مصرف انرژی، منحنی زیست محیطی کوزنتس.

Investigating the effect of economic factors on environmental degradation using the 3SLS panel approach (Selection of Developing and Developed Countries)

Shima Parsa¹

Mohammad Reza Zare Mehrjardi^{2*}

zare@uk.ac.ir

Maryam Ziaabadi³

Hossein Mehrabi Besharabadi⁴

Admission Date: June 28, 2021

Date Received: February 9, 2020

Abstract

Background and Objective: Following the increase in environmental pollution caused by economic growth, environmental challenges have become one of the most important concerns of policy makers. Because environmental pollution leads to adverse environmental effects such as climate change and global warming, and ultimately threatens human life and ecosystem destruction. Therefore, studying the impact of factors affecting environmental degradation is of particular importance.

Material and Methodology: This study intends to analyze the impact of economic factors affecting environmental degradation during the period 1995-1995, using time series data from 26 selected developing countries and 17 selected developed countries. Therefore, in order to investigate the existence of the Kuznets environmental curve in the studied countries, the coefficients of the variables in the three equations of ecological footprint, energy consumption and economic growth have been estimated by the system of equations simultaneously with panel data (panel 3sls). Because in this method, due to the simultaneous estimation of the equations, the estimated coefficients have a higher accuracy.

Finding: The results of estimating the coefficients of the model using the three-stage least squares technique with panel data indicate that the existence of the Kuznets environmental hypothesis in developed countries cannot be confirmed because the coefficients of GDP and squares are negative and positive, respectively. But, in developing countries, the coefficients of GDP and squared variables have been positive and negative, respectively, which confirms the existence of the Kuznets environmental hypothesis in these countries.

Discussion and Conclusion: According to the results, the variable of energy consumption in both developed and developing countries has a positive and significant effect on environmental degradation, while the variable of trade openness in developing and developed countries has a negative

1- M.Sc. Agricultural Economics, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

2- Associate Professor, Department of Agricultural Economics, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran. * (Corresponding Author)

3- Assistant Professor of Tourism, Bam Higher Education Complex, Bam, Iran

4- Professor of Agricultural Economics, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

and significant effect on pollution and ecological footprint. Therefore, it is suggested that due to the high importance of the environment, along with planning and policy-making for higher economic growth, the enactment of environmental laws and the use of environmentally friendly technologies should be considered.

Keywords: Ecological footprint, Economic growth, Energy consumption, Environmental Kuznets Curve.

مقدمه

محیط‌زیست مجموعه‌ای از عوامل فیزیکی، بیولوژیکی، اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی و زیباشناختی است که بر افراد و جوامع تأثیر می‌گذارد و از آن تأثیر می‌پذیرد. امروزه خطر بزرگی که بشر از ناحیه تخریب‌های زیست محیطی احساس می‌کند نه تنها آرامش و امنیت زندگی او را بر هم زده است، بلکه موجودیت او را هم در معرض تهدید و خطر قرار داده است. البته تأثیر انسان بر محیط زیست قدمتی طولانی دارد، اما بعد از انقلاب صنعتی، تخریب و نابودی آن شدت یافته است (۱). به دنبال توجه به بحث توسعه‌ی پایدار در دهه‌های اخیر، در کنار تلاش برای دستیابی به رشد اقتصادی بالاتر، مخاطرات زیست محیطی ناشی از فرآیندهای تولیدی و اقتصادی، به موضوعی بسیار مهم تبدیل شده‌است، زیرا اغلب میان اهداف اقتصادی و وضعیت زیست محیطی تعارض ایجاد می‌شود (۳ و ۲). رابطه میان اقتصاد و محیط زیست دو طرفه است به طوری که بنگاه‌های اقتصادی، با استفاده از مواد اولیه، سرمایه و انرژی اقدام به تولید کالاها و خدمات نموده و در جریان تولید، پسماندهای تولیدی و ضایعات را به محیط زیست وارد می‌کنند که این آلودگی‌ها سبب تحمیل هزینه‌های زیادی به جامعه می‌شوند (۴). در دهه ۱۹۹۰ با مشاهده شواهدی مبنی بر وجود رابطه میان شاخص‌های مختلف آلودگی زیست محیطی و رشد اقتصادی منحنی کوزنتس در مطالعات مربوط به محیط زیست وارد و رابطه مذکور به صورت U معکوس به منحنی زیست محیطی کوزنتس معروف شد. بر مبنای این فرضیه یک رابطه U شکل معکوس میان رشد اقتصادی و آلودگی محیط زیست وجود دارد به طوری که آلودگی با افزایش درآمد افزایش می‌یابد، به اوج می‌رسد و سپس کاهش می‌یابد (۵).

امروزه حد استفاده انسان‌ها از منابع طبیعی و محیط زیست جهت برآورده ساختن نیازها از ظرفیت بیولوژیکی زمین فراتر رفته است، به طوری که خواسته‌های انسانی باعث ایجاد فشارهای زیادی بر محیط زیست شده و اکوسیستم را تغییر داده است که سرانجام سبب تغییرات اقلیمی، تخریب زمین، آلودگی و از بین رفتن تنوع زیستی، فقر و آسیب شده است و

جامعه بشری بیش از حد از منابع و ظرفیت بیولوژیکی استفاده کرده است. به همین دلیل بسیاری محققان در صدد بررسی عوامل موثر بر تخریب محیط زیست با استفاده از شاخص رد پای اکولوژیکی، برآمدند. شاخص رد پای اکولوژیکی، نشانگر کیفیت استفاده انسان‌ها برای مصارف مختلف از محیط زیست پیرامون خود است. این شاخص نرخ مصرف منابع و تولید ضایعات توسط انسان را با نرخ بازتولید منابع و دفع ضایعات توسط زیست کره مقایسه می‌کند (۶،۷). شاخص‌های زیادی برای اندازه‌گیری رد پای اکولوژیکی وجود دارد از جمله آلودگی هوا، آلودگی آب و جنگل زدایی، اما از آنجایی که بیش از ۸۰ درصد گازهای گلخانه‌ای را گاز دی‌اکسید کربن تشکیل می‌دهد اغلب مطالعات از CO_2 به عنوان شاخص رد پای اکولوژیکی استفاده کرده‌اند. بدین ترتیب توجه به رشد اقتصادی و محیط زیست به صورت همزمان در بستر توسعه پایدار موجب تعادل اکولوژیکی می‌شود. به عبارت دیگر در بستر توسعه‌ی پایدار، توسعه و رشد اقتصادی و محیط زیست مکمل یکدیگرند و توأمان با یکدیگر مورد توجه قرار می‌گیرند تا رفاه جامعه حداکثر گردد. بنابراین با توجه به مطالب یاد شده، هدف این مطالعه، بررسی تأثیر عوامل اقتصادی بر رد پای اکولوژیکی در منتخبی از کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته با استفاده از روش اقتصادسنجی معادلات همزمان در داده‌های تابلویی (پانل $3SLS$) می‌باشد.

در این راستا دستک و سرکودای^۲ (۲۰۱۹) به بررسی وجود یا عدم وجود منحنی زیست محیطی کوزنتس، با استفاده از روش پانل همزمان طی دوره ۲۰۱۳-۱۹۷۷ در ۱۱ کشور صنعتی پرداختند. نتایج مطالعه آن‌ها بیانگر وجود رابطه U شکل معکوس بین رشد اقتصادی و اثرات زیست محیطی (تأیید منحنی زیست محیطی کوزنتس) و تأثیر مثبت متغیر مصرف انرژی و تأثیر منفی شاخص توسعه مالی بر آلودگی محیط زیست بود (۸). زانگ و زائو^۳ (۲۰۱۹) در مطالعه‌ای به شناسایی

1- Three-Stages Least Squares

2- Destek & Sarkodie

3- Zhang & Zhao

عضو اوپک در دوره زمانی ۲۰۱۳-۱۹۹۲ مورد بررسی قرار دادند. نتایج آن‌ها فرضیه‌ی منحنی محیط‌زیستی کوزنتس را تأیید نکرد، همچنین نتایج نشان دهنده تأثیر مثبت و معنادار متغیرهای شهرنشینی، مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی بر انتشار دی اکسید کربن است (۱۴). فاخر و همکاران (۲۰۱۷) رابطه باز بودن تجاری با ردپای اکولوژیکی با استفاده از الگوی سیستم معادلات همزمان مبتنی بر داده‌های تابلویی در کشورهای منتخب درحال توسعه را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که متغیر بازبودن تجاری اثر مثبت و معنادار بر ردپای اکولوژیکی دارد (۱۵). ده‌بیدی و اسماعیلی کارگر (۲۰۱۶) عوامل اقتصادی مؤثر بر آلودگی زیست محیطی در ایران در سال‌های ۱۳۹۲-۱۳۵۰ را مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که متغیر مصرف انرژی اثر مثبت و متغیر آزادسازی تجاری اثر منفی بر انتشار آلودگی دارد (۱۶). کاظمی و همکاران (۲۰۱۶) به بررسی اثر رشد جمعیت بر آلودگی محیط‌زیست با استفاده از روش داده‌های تابلویی برای مقایسه دو گروه کشورهای درحال توسعه (D8) و صنعتی (G7) پرداختند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان می‌دهد که نرخ رشد جمعیت بر آلودگی در کشورهای صنعتی اثر معناداری نداشته - است، اما اثرگذاری مستقیم و معنادار بر آلودگی در کشورهای درحال توسعه داشته‌است (۴).

روش بررسی

شاخص ردپای اکولوژیکی نرخ مصرف منابع و تولید ضایعات توسط انسان را با نرخ بازتولید منابع و دفع ضایعات توسط زیست کره، که بر اساس مقدار زمین مورد نیاز برای نگه داشتن این چرخه تعریف می‌شود، مقایسه می‌کند (۱۵). برای شاخص ردپای اکولوژیکی می‌توان از شاخص‌های مختلفی نظیر آلودگی هوا، آلودگی آب، جنگل‌زدایی و دی اکسیدکربن استفاده نمود اما با توجه به سهم بالای دی اکسیدکربن در آلودگی‌های زیست محیطی در اغلب مطالعات، میزان انتشار این گاز به عنوان شاخص ردپای اکولوژیکی استفاده می‌شود که در این مطالعه نیز از مقدار انتشار CO2 به عنوان شاخص ردپای اکولوژیکی و تخریب محیط زیست استفاده شده‌است (۱۲).

عوامل مؤثر بر میزان انتشار گاز دی اکسید کربن طی دوره ۲۰۱۵-۱۹۹۶ در چین اقدام کردند. نتایج مطالعه آن‌ها تأثیر مثبت رشد اقتصادی و انرژی بر آلودگی محیط زیست و وجود منحنی زیست محیطی کوزنتس را تأیید کرده‌است (۹). محمود^۱ (۲۰۱۹) به بررسی رابطه مصرف انرژی، انتشار دی اکسید کربن و رشد اقتصادی با استفاده از داده‌های پنل طی بازه زمانی ۲۰۱۷-۲۰۰۱ در کشورهای توسعه‌یافته، درحال ظهور، کشورهای خاورمیانه و شمال آفریقا پرداخته‌است. نتایج مطالعه وی نشان‌دهنده آن است که رشد اقتصادی با افزایش مصرف انرژی در کشورهای در حال توسعه و در حال ظهور افزایش می‌یابد اما، با افزایش مصرف انرژی در کشورهای مناه کاهش می‌یابد و همچنین با افزایش مصرف انرژی در هر دو گروه کشورها آلودگی افزایش می‌یابد (۱۰). یوزر و ایباگلو^۲ (۲۰۱۹) در مطالعه‌ای به بررسی تأثیر متغیرهای مختلف بر انتشار دی اکسیدکربن با استفاده از مدل خود توضیح با وقفه-های توزیعی طی سال‌های ۱۹۹۴-۱۹۸۴ در ترکیه پرداختند. نتایج مطالعه آن‌ها اعتبار منحنی کوزنتس محیطی را تأیید کرد و همچنین نتایج نشان داد که متغیرهای شهرنشینی و توسعه مالی بر میزان انتشار دی اکسیدکربن اثر مثبت و متغیر باز بودن تجارت اثر منفی دارند (۱۱). رسولی زاده و ضیایی (۲۰۱۹) به بررسی عوامل مؤثر بر انتشار دی اکسید کربن در کشورهای منتخب OECD با استفاده از الگوی پانل دیتا طی دوره زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۴ پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد که میزان مصرف انرژی تأثیر مثبت و معنادار و جمعیت روستایی تأثیر منفی و معنی داری بر میزان انتشار دی اکسید کربن در این کشورها دارد (۱۲). افضلی و مجیدی (۲۰۱۷) به بررسی تأثیر متغیرهای کلان اقتصادی بر کیفیت محیط‌زیست در منطقه منا برای دوره زمانی ۲۰۱۱-۱۹۹۰ پرداختند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که متغیرهای تولیدناخالص داخلی و جمعیت تأثیر مثبت و معنادار بر انتشار دی اکسیدکربن دارند (۱۳). انواری و همکاران (۲۰۱۷) در مطالعه‌ای فرضیه‌ی زیست محیطی کوزنتس را با روش گشتاور تعمیم‌یافته برای کشورهای

1- Muhammad

2- Uzar & Eyuboglu

انسانی)، K/L نسبت سرمایه به نیروی کار (سرمایه سرانه)، $R\&D$ هزینه‌های تحقیق و توسعه (به صورت درصدی از تولید ناخالص داخلی).

رویکرد اقتصادسنجی 3SLS همه معادلات را به صورت همزمان در سیستم معادلات برآورد می‌کند که از نظر مجانبی کارا تر می‌باشد و این‌که با این روش می‌توان تمامی ضرایب فرم ساختاری معادله‌های مطالعه را یک‌باره و همزمان محاسبه کرد (۱۷). در صورت وجود معادلات همزمان، قبل از تخمین مدل، ابتدا باید شرط رتبه‌ای و درجه‌ای جهت شناسایی مدل مورد بررسی قرار گیرد. شرط لازم تشخیص مدل (شرط درجه‌ای) این است که معادله کاملاً مشخص باشد. به عبارت دیگر، نباید تعداد متغیرهای برون‌زایی که در معادله وجود دارند، کمتر از تعداد متغیرهای درون‌زایی موجود در معادله منهای یک باشد. بنابراین، باید، $K - n \geq m - 1$ باشد که در آن K تعداد متغیرهای برون‌زایی مدل، n تعداد متغیرهای از پیش تعیین شده در هر کدام از معادلات و m نیز تعداد متغیرهای درون‌زایی هر معادله است (۱۸). زیرا ممکن است اجزای اخلاص در سیستم معادلات همزمان به‌طور همزمان با هم وابسته باشند و عواملی که اجزای خطا را در یک معادله تحت تأثیر قرار می‌دهند، اجزای خطا در دیگر معادلات سیستم را نیز تحت تأثیر قرار دهند. به همین دلیل در نظر نگرفتن این همبستگی همزمانی و برآورد کردن هریک از معادلات به صورت جداگانه^۱ (2SLS) منجر به برآوردهای ناکارای ضرایب خواهد شد (۱۹). حال با توجه به این‌که داده‌های جمع‌آوری شده مربوط به کشورهای درحال توسعه و توسعه یافته بوده و به‌صورت پانل (داده‌های تابلویی) می‌باشند، برای برآورد سیستم معادلات بعد از آزمون ارتباط بین جملات خطا، از روش پانل 3SLS برای برآورد معادلات استفاده شده است.

نمونه آماری مطالعه حاضر، ۲۶ کشور منتخب درحال توسعه شامل: ایران، هند، ترکیه، بلغارستان، شیلی، کلمبیا، جمهوری چک، اکوادور، مجارستان، مالزی، اسلواکی، لهستان، پرتغال، فیلیپین، آفریقای جنوبی، کره جنوبی، آرژانتین، بولیوی، مصر، کاستاریکا، برزیل، تونس، پرو، تایلند، پاکستان، فیلیپین و سریلانکا و ۱۷ کشور توسعه‌یافته شامل: کانادا، استرالیا، اتریش، هلند، بلژیک، دانمارک، آلمان، انگلستان، ایرلند، ایتالیا، ژاپن، نیوزلند، ایالات متحده، سوئد، نروژ، فنلاند و اسپانیا، بر اساس درآمد سرانه آن‌ها، طبق گزارش سالانه بانک جهانی می‌باشند که در دوره زمانی ۱۹۹۵ تا ۲۰۱۵ در سال ۱۳۹۸ مورد بررسی قرار گرفته‌اند. با توجه به این‌که بسیاری از کشورها فاقد اطلاعات آماری مناسب جهت تحلیل می‌باشند، بنابراین در این مطالعه سعی شده است کشورهای که از منابع آماری کامل-تری در مقایسه با سایر کشورها برخوردارند، انتخاب شوند. همچنین آمار و اطلاعات متغیرهای مورد استفاده در مطالعه، از بانک جهانی جمع‌آوری شده است.

بنابراین بر اساس مروری بر مطالعات پیشین معادلات مربوط به ردپای اکولوژیکی، رشد اقتصادی و مصرف انرژی به صورت زیر پایه‌ریزی می‌شوند (۱۰، ۱۱):

$$CO_2 = f(GDP, GDP^2, E, TRADE, FIN, GEE) \quad (۱)$$

$$E = f\left(GDP, UR, PE, \frac{K}{L}\right) \quad (۲)$$

$$GDP = f(E, TRADE, FIN, R\&D, GEE) \quad (۳)$$

که متغیرهای مورد استفاده در روابط (۱) تا (۳) عبارتند از:

CO_2 شاخص ردپای اکولوژیکی (سرانه انتشار دی اکسید کربن)، GDP تولید ناخالص داخلی سرانه، GDP^2 مجذور تولید ناخالص داخلی سرانه، E سرانه مصرف انرژی، PE قیمت نفت خام اوپک، برنت و تگزاس برای کشورهای مختلف مصرف کننده، $TRADE$ شاخص باز بودن تجاری (نسبت مجموع صادرات و واردات به تولید ناخالص داخلی)، FIN توسعه مالی (نسبت اعتبارات پرداخت شده به بخش خصوصی توسط بانکها و مؤسسات اعتباری به تولید ناخالص داخلی)، UR درصد جمعیت شهرنشین، GEE مخارج عمومی دولت برای آموزش (درصدی از تولید ناخالص داخلی به عنوان شاخص سرمایه

یافته‌ها

قبل از برآورد سیستم معادلات همزمان، ایستایی متغیرهای مورد بررسی قرار گرفته که نتایج آن در جدول ۱ ارائه شده مورد استفاده در روابط (۱) تا (۳) با استفاده از آزمون LLC است.

جدول ۱- آزمون ریشه واحد لوین- لین و چو متغیرهای استفاده شده در معادلات

Table 1. Levin-Lin and Chow unit root test of variables used in the Equations

آزمون LLC برای کشورهای توسعه یافته			آزمون LLC برای کشورهای در حال توسعه		
مقدار آماره	احتمال پذیرش صفر (<i>prob</i>)	نام متغیر	مقدار آماره	احتمال پذیرش صفر (<i>prob</i>)	نام متغیر
-۲/۴۳۳۶***	۰/۰۰۷۵	LnCO2	-۳/۲۰۷۱***	۰/۰۰۰۷	LnCO2
-۴/۵۷۶۰***	۰/۰۰۰۰	LnGDP	-۴/۱۷۲۱***	۰/۰۰۰۰	LnGDP
-۴/۵۲۱۹***	۰/۰۰۰۰	LnGDP2	-۴/۲۰۲۷***	۰/۰۰۰۰	LnGDP2
-۱/۸۴۳۲**	۰/۰۳۲۷	LnE	-۲/۸۲۴۶***	۰/۰۰۲۴	LnE
-۵/۸۷۰۸***	۰/۰۰۰۰	LnUR	-۳/۰۹۸۶***	۰/۰۰۱۰	LnUR
-۳/۹۷۸۸***	۰/۰۰۰۰	LnTRADE	-۲/۴۳۰۶***	۰/۰۰۷۵	LnTRADE
-۲/۶۶۰۳***	۰/۰۰۳۹	LnFIN	-۲/۶۹۵۰***	۰/۰۰۳۵	LnFIN
۳/۰۴۳۲***	۰/۰۰۱۲	LnGEE	-۳/۰۳۶۶***	۰/۰۰۱۲	LnGEE
-۳/۲۵۴۱***	۰/۰۰۰۸	LnPE	-۳/۳۱۶۱***	۰/۰۰۰۵	LnPE
-۴/۴۲۹۵***	۰/۰۰۰۰	LnK/L	-۱۰/۶۴۲۸***	۰/۰۰۰۰	LnK/L
-۲/۹۰۰۸***	۰/۰۰۱۹	LnR&D	-۲/۰۴۶۵**	۰/۰۲۰۴	LnR&D

***، **، * به ترتیب سطح معناداری ۱۰٪، ۵٪ و ۱٪

مأخذ: یافته‌های تحقیق

I(1). بنابراین از بروز مشکل رگرسیون کاذب جلوگیری شده است.

در گام بعد باید تعیین شود که کدام روش (اثرات ثابت یا اثرات تصادفی) برای تخمین مدل داده‌های تابلویی در معادلات مناسب است. برای انجام این کار از آزمون هاسمن استفاده می‌شود که نتایج آن در جدول ۲ گزارش شده است.

اگر متغیرهای مدل نامانا (نا ایستا) باشند رگرسیون‌های برآوردی کاذب و ساختگی خواهند بود و از قابلیت اطمینان کافی برخوردار نیستند، اما اگر داده‌ها مانا (ایستا) باشند مشکلی در فرایند برآورد مدل پیش نخواهد آمد و ضرایب برآورد شده متغیرها قابل اطمینان خواهند بود. نتایج جدول ۱ بیانگر آن است که متغیرهای مورد استفاده در سیستم معادلات همزمان در سطح ایستا نبوده و با یکبار تفاضل گیری ایستا شده‌اند

جدول ۲- نتایج آزمون هاسمن

Table2. Hausman test results

کشورهای توسعه یافته			کشورهای در حال توسعه		
احتمال	مقدار آماره آزمون	مدل	احتمال	مقدار آماره آزمون	مدل
۰/۴۹۸۹	۵/۳۶	معادله ۱	۰/۱۲۰۴	۱۰/۱۰	معادله ۱
۰/۵۵۳۳	۳/۰۳	معادله ۲	۰/۱۵۴۳	۹/۲۹	معادله ۲
۰/۶۰۴۳	۱۰/۴۱	معادله ۳	۰/۳۸۴۸	۵/۲۶	معادله ۳

مأخذ: یافته‌های تحقیق

در نهایت معادلات به صورت جداگانه برآزش شدند و ارتباط میان جملات اخلاص آن‌ها مورد بررسی قرار گرفت. از آنجایی که جملات اخلاص (پسماندهای معادلات) با یکدیگر ارتباط معنادار داشتند از روش معادلات همزمان با داده‌های تابلویی (Panel 3SLS) استفاده شده که نتایج آن در جدول ۳ گزارش شده است.

در آزمون هاسمن فرضیه صفر به معنای این است که بین جزء اخلاص معادله و متغیرهای توضیحی هیچ ارتباطی وجود ندارد و در واقع مستقل از یکدیگرند. با توجه به نتایج جدول ۲، مقدار احتمال آماره آزمون هاسمن (عدم معناداری ضرایب و رد فرض صفر) در کشورهای در حال توسعه و کشورهای توسعه یافته در معادلات اول تا سوم، نشان دهنده آن است که روش برآورد اثرات ثابت رد می‌شود و مدل باید به صورت اثرات تصادفی برآورد گردد.

جدول ۳- نتایج حاصل از برآورد مدل به روش پانل 3SLS

Table 3. Results of Model Estimation by 3SLS Panel Method

کشورهای توسعه یافته			کشورهای در حال توسعه			
آماره t	ضریب	متغیر	آماره t	ضریب	متغیر	
-۴/۷۸	-۰/۲۲۰۵۰۹	تولید ناخالص داخلی سرانه (GDP)	۷/۳۷	۳/۷۱۵۶	تولید ناخالص داخلی سرانه (GDP)	معادله اول
۴/۸۴	۱/۰۳۵۸	مجذور تولید ناخالص داخلی سرانه (GDP2)	-۸/۲۷	-۰/۲۵۹۶	مجذور تولید ناخالص داخلی سرانه (GDP2)	
۵/۵۴	۰/۵۵۲۰	مصرف انرژی (E)	۳۵/۳۶	۲/۰۰۶۴	مصرف انرژی (E)	
-۳/۶۴	-۰/۱۰۹۶	شاخص بازبودن تجاری (TRADE)	-۷/۹۰	-۰/۲۲۵۲	شاخص بازبودن تجاری (TRADE)	
-۰/۴۱	-۰/۰۲۱۹	توسعه مالی (FIN)	۳/۳۴	۰/۰۷۳۴	توسعه مالی (FIN)	
-۵/۶۶	-۰/۳۸۱۰	مخارج دولت روی آموزش (GEE)	۱/۰۱	۰/۰۳۶۴	مخارج دولت روی آموزش (GEE)	
۱۶/۴۸	۰/۸۴۷۸	تولید ناخالص داخلی سرانه (GDP)	۳۶/۸۱	۰/۷۵۹۵	تولید ناخالص داخلی سرانه (GDP)	
۵/۲۴	۰/۵۱۸۱	شهرنشینی (UR)	-۰/۵۸	-۰/۰۲۳۹	شهرنشینی (UR)	

معادله دوم	قیمت انرژی (PE)	-۰/۰۰۲۵	-۰/۱۶	قیمت انرژی (PE)	-۰/۰۷۰۷	-۳/۹۱
	نسبت سرمایه به نیروی کار (K/L)	۰/۰۱۶۵	۶/۸۸	نسبت سرمایه به نیروی کار (K/L)	-۰/۰۰۴۳	-۰/۹۳
معادله سوم	مصرف انرژی (E)	۱/۲۹۰۱	۲۱/۷۶	مصرف انرژی (E)	۰/۷۳۱۶	۹/۰۵
	شاخص بازبودن تجاری (TRADE)	۰/۳۶۰۱	۶/۲۹	شاخص بازبودن تجاری (TRADE)	۰/۰۷۶۶	۳/۶۹
	توسعه مالی (FIN)	۰/۰۴۴۵	۰/۸۱	توسعه مالی (FIN)	۰/۰۸۴۳	۲/۰۹
	هزینه های تحقیق و توسعه (R&D)	۰/۶۰۳۰	۱۶/۶۰	هزینه های تحقیق و توسعه (R&D)	۰/۰۵۰۹	۱/۴۸
	مخارج دولت (GEE)	۰/۰۴۴۸	۰/۴۶	مخارج دولت (GEE)	۰/۱۲۱۷	۲/۵۴

مأخذ: یافته‌های تحقیق

نتایج حاصل از خروجی نرم افزار stata (جدول ۳) نشان می‌دهد که ضریب متغیر تولید ناخالص داخلی در کشورهای در حال توسعه مثبت و ضریب مجذور آن در این دسته از کشورها منفی و به لحاظ آماری معنادار است. بنابراین با این نتایج می‌توان رابطه بین رشد اقتصادی و آلودگی محیط زیست (رد پای اکولوژیکی) را به شکل U معکوس فرض کرد. به عبارت دیگر در کشورهای در حال توسعه وجود فرضیه زیست محیطی کوزنتس پذیرفته می‌شود. همچنین نتایج بیانگر آن است که ضریب متغیر تولید ناخالص داخلی و مجذور آن برای کشورهای توسعه یافته به ترتیب منفی و مثبت بوده و به لحاظ آماری معنادار نیز می‌باشند بنابراین رابطه میان رشد اقتصادی و رد پای اکولوژیکی در این کشورها U شکل است، بنابراین وجود فرضیه زیست محیطی کوزنتس (U معکوس) پذیرفته نمی‌شود. شایان ذکر است با توجه به نتایج حاصل شده، متغیر مصرف انرژی در هر دو دسته کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته دارای تاثیر مثبت و معناداری به ترتیب به اندازه ۲/۰۰۶۴ و ۰/۵۵۲۰ بر رد پای اکولوژیکی (انتشار CO₂) داشته است. به عبارت دیگر با افزایش یک درصد مصرف انرژی، انتشار CO₂ به میزان ۲/۰۰۶۴ درصد در کشورهای در حال توسعه و ۰/۵۵۲۰ درصد در کشورهای توسعه یافته افزایش خواهد یافت. شاخص باز بودن تجاری نیز در کشورهای در حال توسعه دارای تاثیر

منفی و معنادار به اندازه -۰/۲۲۵۲- و در کشورهای توسعه یافته نیز دارای تاثیر منفی و معنادار به اندازه -۰/۱۰۹۶- بر رد پای اکولوژیکی بوده است. ضریب متغیر توسعه مالی در معادله رد پای اکولوژیکی (معادله اول) در کشورهای در حال توسعه نشان‌دهنده تاثیر مثبت و معنادار این متغیر بر انتشار آلودگی در این کشورها است در صورتی که در کشورهای توسعه یافته دارای تاثیر منفی و بی معنا بوده است. همچنین ضریب متغیر مخارج دولت روی آموزش در کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته به ترتیب مثبت و منفی می‌باشد. نتایج برآورد معادله دوم (تابع مصرف انرژی) در کشورهای توسعه یافته بیانگر آن است که افزایش تولید باعث افزایش مصرف انرژی شده است، زیرا برای افزایش تولید نیاز به استفاده از نهاده‌های بیشتری است که یکی از مهم‌ترین این نهاده‌ها انرژی می‌باشد. شهرنشینی نیز در این دسته از کشورها بر مصرف انرژی دارای تأثیر مثبت و معنادار بوده و سبب افزایش مصرف انرژی شده است. شهرنشینی سبب تغییر الگوی مصرفی مردم شده و تقاضای آن‌ها را برای کالا و خدمات افزایش می‌دهد که نهایتاً افزایش تقاضا منجر به افزایش تولید و در نتیجه افزایش مصرف انرژی شده است. متغیر قیمت انرژی در کشورهای توسعه یافته دارای تأثیر منفی و معنادار بر مصرف انرژی بوده زیرا افزایش قیمت انرژی منجر به کاهش مصرف

قابل قبولی برخوردار نبوده است و به عبارت دیگر هزینه‌های آموزشی انجام شده نتوانسته است بر افزایش رشد اقتصادی و تولید ناخالص داخلی تأثیر معناداری داشته باشد.

بحث و نتیجه‌گیری

در دهه‌های اخیر، به دنبال اهداف رشد اقتصادی و به همراه افزایش جمعیت و مصرف انرژی، تخریب محیط زیست افزایش یافته‌است. به گونه‌ای که بررسی خطرات و آسیب‌های محیط زیست بیش از پیش حائز اهمیت شده‌اند. در این مطالعه به بررسی تأثیر عوامل اقتصادی بر ردپای اکولوژیکی به عنوان شاخص تخریب محیط زیست پرداخته شده‌است. نتایج حاصل از به‌کارگیری مدل پانل 3SLS نشان دهنده‌ی آن است که فرضیه زیست محیطی کوزنتس در کشورهای درحال توسعه تأیید شده است و رابطه میان رشد اقتصادی و آلودگی محیط زیست به شکل U معکوس می‌باشد. از این رو در این کشورها، در مراحل ابتدایی رشد اقتصادی، ابتدا میزان آلودگی محیط زیست افزایش یافته و بعد از یک نرخ رشد معین و رشد اقتصادی بالاتر انتشار آلودگی (CO₂) کاهش می‌یابد (۲۲، ۲۱، ۲۰، ۶، ۳). با توجه به ضریب متغیر تولید ناخالص داخلی و مجذور آن در کشورهای توسعه یافته، فرضیه زیست محیطی کوزنتس قابل تأیید نبوده و رابطه میان رشد اقتصادی و رد پای اکولوژیکی U شکل بوده است (۲۳، ۱۴، ۸). ضریب مثبت متغیر مصرف انرژی در کشورهای توسعه یافته اثر مثبت و معناداری بر انتشار آلودگی محیط زیست داشته‌است و با افزایش مقدار مصرف انرژی، آلودگی افزایش یافته‌است و شاخص آزادسازی تجاری نیز دارای تأثیر منفی بر آلودگی محیط زیست در این‌گونه کشورها بوده است. زیرا باز بودن تجاری و استفاده از اصل مزیت نسبی در تجارت منجر به کاهش آلودگی شده‌است (۲۵، ۲۴). ضریب شاخص توسعه مالی در کشورهای توسعه یافته منفی است که نشان‌دهنده‌ی آن است که با افزایش توسعه مالی در این کشورها انتشار دی‌اکسیدکربن کاهش یافته زیرا در این دسته از کشورها با توسعه مالی بنگاه‌های اقتصادی، توانایی مالی آن‌ها برای استفاده از تکنولوژی‌های کمتر آلاینده افزایش یافته و منجر به کاهش آلودگی شده‌است

انرژی و توجه به استفاده بهینه و کارای انرژی شده و سرانجام باعث کاهش مصرف انرژی شده است. در کشورهای توسعه یافته، افزایش نسبت سرمایه به نیروی کار باعث توجه بیش‌تر به محیط زیست و به‌کارگیری تکنولوژی‌های کمتر آلاینده بوده و همچنین از تکنولوژی‌هایی استفاده شده که در مصرف انرژی صرفه‌جو بوده‌اند و مصرف انرژی به دلیل افزایش کارایی و بهره‌وری، کاهش یافته‌است.

در کشورهای درحال توسعه نیز افزایش تولید باعث افزایش مصرف انرژی شده‌است. در این کشورها افزایش سرمایه سرانه دارای تأثیر مثبت بر مصرف انرژی است. در کشورهای در حال توسعه، افزایش سرمایه سرانه باعث افزایش کالاهای سرمایه‌ای و تکنولوژی شده و از آن‌جایی که در این کشورها مباحث زیست محیطی کمتر مورد توجه واقع شده‌اند، این تکنولوژی‌ها انرژی‌بر بوده و منجر به افزایش مصرف انرژی شده‌اند.

نتایج معادله سوم در هر دو گروه کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته بیانگر آن است که مصرف انرژی باعث افزایش رشد اقتصادی در این کشورها شده‌است. در کشورهای توسعه یافته ضریب شاخص توسعه مالی بر رشد اقتصادی مثبت است زیرا افزایش اعتبارات و تسهیلات بانکی، به معنای امکان سرمایه‌گذاری بیشتر بوده و بر تولید تأثیر مثبت داشته‌است. هرچه بازار مالی در کشوری توسعه یافته‌تر باشد به رشد اقتصادی بیش‌تر منجر خواهد شد. باز بودن تجارت در هر دو گروه کشورها نیز منجر به افزایش تولید و رشد اقتصادی شده‌است. تأثیر هزینه‌های تحقیق و توسعه بر تولید ناخالص داخلی در هر دو دسته کشورها مثبت است زیرا افزایش هزینه‌های تحقیق و توسعه به معنای علمی بودن تولید و رشد اقتصادی است و با کاهش هزینه‌های تولید و افزایش بهره‌وری، رشد را تحت تأثیر قرار داده است. تأثیر سرمایه انسانی (مخارج دولت بر آموزش) نیز بر رشد اقتصادی در کشورهای توسعه یافته و درحال توسعه مثبت است. زیرا عامل انسانی مهم‌ترین عامل رشد و توسعه اقتصادی است و افزایش دانش و مهارت سبب بهبود رشد اقتصادی شده‌است اما در کشورهای در حال توسعه ضریب متغیر مخارج آموزشی دولت بر رشد اقتصادی از سطح معناداری

References

1. Agheli, L., Sadeghi, H., Oswar, A., 2015. The Impact of Democracy on Environmental Pollution: Evidence from Oil Exporting Countries. *Quantitative Economics Quarterly (Former Economic Reviews)*, Vol. 11(2), pp. 21-40. (In Persian)
 2. Pejouyan, J., Morad Hassel, n., 2007. Investigation of the Impact of Economic Growth on Air Pollution. *Journal of Economic Research*, Seventh Year, Vol. 4, pp. 160-141. (In Persian)
 3. Nahidi Amirkhiz, M.R., Rahimzadeh, F., and shokouhifard, S., 2020. Investigating the Relationship between Economic Growth, Energy Consumption and Greenhouse Gas Emissions (Case Study: Selected Countries of the Organization of Islamic Cooperation. *Environmental Science and Technology*, Vol. 22 (3), pp. 14-26. (In Persian)
 4. Kazemi, A., Jafarzadeh, B., Farhadi Sertangi, D., 2016. The Impact of Population Growth on Environmental Pollution: A Comparison of Two Developing Countries (D8) and Industrial (G7). *Strategic and Macroeconomic Policies*, Vol. 15, pp. 125-141. (In Persian)
 5. Pajouyan, J., and Tabrizian, B., 2010. Investigating the relationship between economic growth and environmental pollution using a dynamic simulation model, *Economic Research*, Vol.10 (38), pp.175-203.
 6. Charfeddine, L., 2017. The impact of energy consumption and economic development on Ecological Footprint and CO2 emissions: Evidence from a Markov Switching Equilibrium (۶). ضریب مخارج دولت در آموزش و سرمایه انسانی نشان- دهنده تأثیر منفی این متغیر بر انتشار آلودگی و تخریب محیط زیست است. به عبارت دیگر، با افزایش سرمایه انسانی و بهبود آموزش، آگاهی‌های زیست محیطی افزایش یافته و تخریب محیط زیست کاهش یافته است به طوری که افراد برای حفاظت محیط زیست اهمیت بیش‌تری قائل شده‌اند.
- در مقابل در کشورهای درحال توسعه عمدتاً تکنولوژی پایین درحال استفاده است و به علت مشکلات مالی این کشورها و وجود موانع اقتصادی، واردات تکنولوژی‌های کم‌آلاینده، پایین بوده و افزایش تولید سبب افزایش انتشار آلودگی شده‌است. در این کشورها نیز مانند کشورهای توسعه‌یافته افزایش مصرف انرژی منجر به افزایش آلودگی شده‌است. در کشورهای درحال توسعه نیز آزادسازی تجارت و صادرات بر اساس اصل مزیت نسبی سبب کاهش انتشار آلودگی محیط زیست شده‌است. در این کشورها افزایش توسعه مالی تأثیر مثبت بر تخریب محیط زیست و باعث افزایش آلودگی شده‌است، زیرا تسهیلات داده- شده به بخش خصوصی در راستای افزایش تولید استفاده شده و به مباحث زیست محیطی توجهی نشده‌است و هدف بنگاه‌های تولیدی افزایش سود و تولید بوده و توسعه پایدار مورد توجه قرار نگرفته‌است (۲۶، ۲۵).
- لذا با توجه به اثرات مختلف متغیرهای مدل بر انتشار CO₂، مصرف انرژی و رشد اقتصادی پیشنهاد می‌شود، در کنار اهداف رشد و توسعه اقتصادی، مباحث توسعه پایدار بیش از پیش مورد توجه قرار گیرند. همچنین در راستای تولید بیش‌تر با هدف دستیابی به رشد اقتصادی بالاتر، از انرژی‌های نو، تجزیه- شونده و پاک استفاده شود تا ضمن تامین هدف یاد شده به محیط زیست نیز آسیب کمتری وارد شود. علاوه بر آن در راستای افزایش تولید، از تکنولوژی‌های کم‌آلاینده و دوستدار محیط زیست استفاده شود و همزمان با توسعه مالی، آزادسازی تجاری و رشد اقتصادی وضع قوانین زیست محیطی مناسب نیز مورد توجه قرار گیرد.

- Variables on Environmental Quality in the Mena Region: Average Diary Logarithmic Approaches and Panel Saturation. *Environmental Science Quarterly*, Vol. 15(1), pp. 45-60. (In Persian)
14. Anvari, A., Bagheri, S., Salahmanesh, A., 2017. Kuznets Environmental Testing in Iran and OPEC Member States: An application of generalized approaches. *Journal of Environmental Studies*, Vol. 43, (2), pp. 317-327. (In Persian)
 15. Fakher, H., Abedi, Z., Shaygani, B., 2017. Investigating the Relationship between Business Openness and Finance with Ecological Footprint. *Journal of Economic Modeling*. Eleventh Year, Vol. 4, pp. 67-49. (in Persian)
 16. Dehbidi, N., Esmaeli Kargar, A., 2016. Evaluation of Economic Factors Affecting Environmental Pollution in Iran. *Agricultural Economics Research*, Volume 9, Number 4, pp. 108-85. (In Persian)
 17. Shiravand, F., Mazhari, R., Mohammadi Khiare, M., Tomaj, A. A., 1398. Investigating the Impact of Formal and Informal Institutional Factors (Emphasizing Fear of Failure, Rule of Law, Corruption Control, Understanding Entrepreneurial Capacity) on Entrepreneurship and its Consequence on Economic Growth: Evidence from Mina (2008-2008). *Economic Research*, Vol. 54 (1), pp. 209-232. (In Persian)
 18. Cheratian, A., Ghorbani, S., 2014. Analyzing the Impact of Monetary and Fiscal Policies on Entrepreneurship (with Emphasis on the Women's Sector). *Entrepreneurship Correction Model*. *Energy Economics*, Vol. 65, pp.355-374.
 7. Sadeghi H., Islami Andargoli M., 2012. Economic Growth and Environmental Pollution in Countries Adhering to the Kyoto Protocol, *Quarterly Energy Economics Review*, Vol. 8(30), pp. 1-32. (In Persian)
 8. Destek, M. A., Sarkodie, S. A., 2019. Investigation of environmental Kuznets curve for ecological footprint: the role of energy and financial development. *Science of the Total Environment*, Vol. 650, pp. 2483-2489.
 9. Zhang, S., Zhao, T., 2019. Identifying major influencing factors of CO2 emissions in China: Regional disparities analysis based on STIRPAT model from 1996 to 2015. *Atmospheric Environment*, Vol. 207, pp. 136-147.
 10. Muhammad, B., 2019. Energy consumption, CO2 emissions and economic growth in developed, emerging and Middle East and North Africa countries. *Energy*, Vol. 179, pp.232-245.
 11. Uzar, U., Eyuboglu, K., 2019. The nexus between income inequality and CO2 emissions in Turkey. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 227, pp. 49-157.
 12. Rasoolizadeh, M., Ziaie, S., 2019. Investigation of Factors Affecting Carbon Dioxide Emission in Selected OECD Countries Using Panel Data Model. *Journal of Natural Environment*, Vol. 72 (3), pp. 339-352. (In Persian)
 13. Afzali, A., Majedi, v., 2017. Evaluating the Impact of Large

23. Mrabet, Z. and Alsamara, M., 2017. Testing the Kuznets Curve hypothesis for Qatar: A comparison between carbon dioxide and ecological footprint. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 70, pp.1366-1375.
24. Shahbaz, M., Sbia, R., Hamdi, H. and Ozturk, I., 2014. Economic growth, electricity consumption, urbanization and environmental degradation relationship in United Arab Emirates. *Ecological Indicators*, Vol. 45, pp.622-631.
25. Charfeddine, L. and Khediri, K.B., 2016. Financial development and environmental quality in UAE: Cointegration with structural breaks. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 55, pp.1322-1335.
26. Omri, A., Daly, S., Rault, C. and Chaibi, A., 2015. Financial development, environmental quality, trade and economic growth: What causes what in MENA countries. *Energy Economics*, Vol. 48, pp.242-252.
- Development, Vol. 7(4), pp.793-773. (In Persian)
19. Aghaei, M., Gholizadeh, M., 2017. Experimental Evidence of the Relationship between Energy Consumption and Poverty in Iran. *Journal of Macroeconomics*, Vol. 22, pp. 134-158. (In Persian)
20. Lotfalipour, M.R., and Bastam, M., 2017. Quasi-parametric study of economic growth and urbanization in CO2 emissions. *Economic growth and development research*, Vol. 7 (27), pp. 29-44.
21. Rafindadi, A.A., 2016. Revisiting the concept of environmental Kuznets curve in period of energy disaster and deteriorating income: Empirical evidence from Japan. *Energy Policy*, Vol. 94, pp.274-284.
22. Charfeddine, L. and Mrabet, Z., 2017. The impact of economic development and social-political factors on ecological footprint: A panel data analysis for 15 MENA countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 76, pp.138-154.