

Impact of Economic Growth, Non-Renewable Consumption and Urbanization on Carbon Dioxide Emissions in OPEC Member Countries

Aram Amirnia *

M.A. in Energy Economics, Faculty of Economics, Khorramshahr University of Marine Science and Technology, Khuzestan, Iran

Abstract

The current study deals with the effect of GDP, urban population and non-renewable energy consumption on carbon dioxide emissions in OPEC member countries. To show the details of his findings, in this study, using the panel data method, the effect of GDP, increase in urban population and non-renewable energy consumption on carbon dioxide emissions for 13 OPEC member countries in the period of time, 1990 to 2019, was reviewed. The results show that GDP, urban population increase, and consumption of non-renewable fuels have a positive and significant effect on carbon dioxide emissions. The general findings indicate that following the increase in gross domestic production and the industrialization of countries, we will also witness the growth of the urban population. Environmental pollution is mainly aggravated by rapid urbanization and industrialization, as well as economic growth and non-renewable energies in OPEC member countries, which are mainly developing countries, and have destructive effects on the environment. This study recommends that sustainable urbanization and economic growth should be promoted using green finance and clean energy sources. Also, the need to change energy consumption patterns from fossil fuels and move towards renewable energy sources should be supported among OPEC member countries.

Keywords: economic growth, urbanization, non-renewable energy, Panel data, CO₂ emission


JEL Classification: C19 , Q52 , Q53 , R1

* Corresponding Author: aramamirnia@yahoo.com

How to Cite: Amirnia, A. (2023). Impact of economic growth, non-renewable consumption and urbanization on carbon dioxide emissions in OPEC member countries. Iranian Energy Economics, 48 (12), 11-30.



تأثیر رشد اقتصادی، مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر و شهرنشینی بر انتشار دی‌اکسید کربن در کشورهای عضو اوپک

آرام امیرنیا*  کارشناسی ارشد رشته اقتصاد انرژی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، خوزستان، ایران

چکیده

مطالعه حاضر به تأثیر تولید ناخالص داخلی، جمعیت شهری و مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر بر انتشار دی‌اکسید کربن در کشورهای عضو اوپک می‌پردازد. برای نشان دادن جزئیات یافته‌های خود، در این مطالعه از روش داده‌های تابلویی (پانل دیتا) تأثیر تولید ناخالص داخلی، افزایش جمعیت شهری و مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر بر انتشار دی‌اکسید کربن را برای ۱۳ کشور عضو اوپک در بازه زمانی، ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۹، بررسی شده است. نتایج نشان می‌دهد که تولید ناخالص داخلی، افزایش جمعیت شهری و مصرف سوخت‌های تجدیدناپذیر تأثیر مثبت و معناداری بر انتشار دی‌اکسید کربن دارد. یافته‌های کلی حاکی از آن است که به دنبال افزایش تولید ناخالص داخلی و صنعتی شدن کشورها، شاهد رشد جمعیت شهری نیز خواهیم بود. آلودگی محیط زیست عمدتاً با شهرنشینی سریع و صنعتی شدن تشدید می‌شود، همچنین رشد اقتصادی و انرژی‌های تجدیدناپذیر در کشورهای عضو اوپک که عمدتاً کشورهای در حال توسعه هستند اثرات مخربی بر محیط زیست دارند. این مطالعه توصیه می‌کند که شهرنشینی و رشد اقتصادی پایدار باید با استفاده از منابع مالی سبز و منابع انرژی پاک ترویج شود، همچنین ضرورت تغییر الگوهای مصرف انرژی از سوخت‌های فسیلی و رفتن به سمت منابع انرژی تجدیدپذیر باید در میان کشورهای عضو اوپک مورد حمایت قرار گیرد.

کلیدواژه‌ها: رشد اقتصادی، شهرنشینی، انرژی‌های تجدیدناپذیر، داده‌های تابلویی، انتشار دی‌اکسید کربن.

طبقه‌بندی JEL: R1 , Q53 , Q52 , C19

۱. مقدمه

اجماع جهانی در مورد این واقعیت حاصل شده است که انتشار دی‌اکسید کربن ناشی از احتراق سوخت‌های فسیلی بزرگترین عامل شناخته شده در تغییرات آب و هوایی انسانی است. در سال ۲۰۱۹، استفاده از سوخت‌های فسیلی در رابطه با فعالیت‌های انسانی مرتبط با توسعه اقتصادی منجر به ایجاد ۳۴/۳ میلیارد تن انتشار دی‌اکسید کربن در سراسر جهان شد. یک فرآیند مستمر شهرنشینی به طور همزمان شاهد حرکت تعداد زیادی از مردم از مناطق روستایی به مناطق شهری در سراسر جهان بوده است. در طول سه دهه گذشته، افزایش جمعیت شهرنشین در جهان به سرعت شتاب گرفته، به طوری که سطح شهرنشینی جهانی از ۴۳ درصد در سال ۱۹۹۰ به ۵۶ درصد در سال ۲۰۱۹ افزایش یافته است (بانک جهانی داده‌ها، ۲۰۲۲). با اینکه، به طور کلی پذیرفته شده است که شهرنشینی می‌تواند به توسعه اقتصادی و بهبود کیفیت زندگی کمک کند، اما با افزایش میزان تقاضا و مصرف انرژی، چالش‌هایی را به دنبال خواهد داشت، که می‌توان گفت شهرنشینی ممکن است باعث افزایش سرسام‌آور این میزان انتشار دی‌اکسید کربن در سه دهه گذشته باشد. از آنجایی که انتشار دی‌اکسید کربن ارتباط نزدیکی با فعالیت‌های انسانی دارد، رابطه بین شهرنشینی، رشد اقتصادی، مصرف انرژی و انتشار دی‌اکسید کربن توجه بسیاری از محققان که در زمینه محیط زیست کار می‌کنند را به خود جلب کرده است (وانگ و همکاران^۱، ۲۰۱۶).

هیثم الغیس دبیر کل سازمان کشورهای صادرکننده نفت (اوپک^۲) در کنفرانس تغییرات آب و هوایی سازمان ملل، این‌گونه بیان کرد که سازمان اوپک باید از اصول برابر و مسئولیت‌های مشترک اما متمایز نسبت به هر کشور و قابلیت‌های مربوط به آن پیروی کنیم، همچنین کشورهای توسعه‌یافته برای مقابله با تغییرات اقلیمی باید پیشقدم شوند و به تعهدات خود برای حمایت از کشورهای در حال توسعه عمل کنند. رویکرد سازمان کشورهای صادرکننده نفت باید براساس اعتماد و جامعیت هدایت شود، شرایط و اولویت‌های خاص کشورهای در حال توسعه را در نظر بگیرد و آینده‌ای با انتشار کم گازهای گلخانه‌ای را تضمین کند که در آن همه افراد به انرژی دسترسی داشته باشند. کشورهای صادرکننده انرژی نقشی کلیدی در تضمین ثبات بازارهای انرژی جهانی ایفا

1. world bank data.

2. Wang et al.

3. Organization of the Petroleum Exporting Countries (OPEC).

می‌کنند. چالش‌های پیچیده و درهم تنیده مقرون به صرفه بودن انرژی، دسترسی به انرژی، امنیت و پایداری انرژی باید از طریق این فرآیند چندجانبه با به رسمیت شناختن حاکمیت همه کشورها و حق توسعه حمایت شوند. تغییر در نوع مصرف انرژی به معنای رها کردن یک منبع انرژی (انرژی‌های تجدیدناپذیر) برای منبع دیگر (انرژی‌های تجدیدپذیر) نیست. کلید تضمین یک فضای مناسب برای سرمایه‌گذاری بلندمدت در زمینه انرژی، وجود منابع مالی کافی در دسترس و شرایطی است که برای تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه مطمئن و قابل دوام باشد. در زمینه سرمایه‌گذاری صنعت نفت، شاهد نیازهای سرمایه‌گذاری جهانی به ۱۲/۱ تریلیون دلار از هم‌اکنون تا سال ۲۰۴۵ هستیم، صنعت نفت بخشی از راه‌حل است که منابع و تخصص آن را می‌توان برای کمک به توسعه راه‌حل‌های فناوری کارآمد، مانند فناوری جذب، استفاده و ذخیره‌سازی کربن^۱، چارچوب اقتصاد کربن دایره‌ای^۲ و سوخت هیدروژنی، مواردی که می‌توانند به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای که به عنوان راه‌حلی به کاهش آلاینده‌گی محیط زیست در آینده است، کمک کنند. در حال حاضر فناوری‌هایی در کشورهای عضو اوپک وجود دارد که می‌توانند به کاهش قابل توجه انتشار کمک کنند که برنامه‌ریزی شده است که نفت تا سال ۲۰۴۵ حداقل ۲۹ درصد از ترکیب انرژی جهان را تشکیل دهد. اتکای صرف به انرژی‌های تجدیدپذیر، انرژی مورد نیاز جهان را تأمین نخواهد کرد و تمرکز سرمایه‌گذاران باید روی تمام انرژی‌ها باشد. مطالعات به ما نشان می‌دهد که هیچ راه‌حلی برای حل همه مشکلات محیط‌زیستی وجود ندارد و فناوری‌هایی مانند مواردی که به‌طور بیان شد برای دستیابی به اهداف توافق پاریس مورد نیاز هستند. این موضوع در گزارش‌های هیئت بین‌المللی تغییرات آب و هوایی^۳ نیز مشهود است. این بیانات حقایقی هستند که اگر آنها را به‌درستی انجام ندهیم، باعث افزایش بحران‌های انرژی در آینده خواهند شد. ما باید بر رویکرد «همه مردم، همه سوخت و تمام فناوری‌ها» تمرکز کنیم، این امر برای یافتن راهکاری پایدار که هیچ‌کس نادیده گرفته نشود، بسیار مهم و اساسی خواهد بود (اوپک،^۴ ۲۰۲۲).

این مطالعه بررسی میزان تأثیر رشد اقتصادی، مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر و افزایش شهرنشینی بر انتشار دی‌اکسید کربن را بررسی می‌کند. براساس مطالعات و بررسی‌های

-
1. Carbon Capture, Usage and Storage. (CCUS)
 2. Circular Carbon Economy. (CCE)
 3. Intergovernmental Panel on Climate Change. (IPCC)
 4. Organization of the Petroleum Exporting Countries. (OPEC)

انجام شده در زمینه انتشار دی‌اکسید کربن و گازهای گلخانه‌ای و همچنین آلودگی محیط زیست ناشی از افزایش عوامل مختلف اقتصادی و اجتماعی از جمله مصرف انرژی، جمعیت شهری و رشد اقتصادی مطالعات وسیعی برای کشورهای مختلف صورت گرفته است ولی در هیچ‌یک از مطالعات انجام شده برای ۱۳ کشور عضو سازمان اوپک به بررسی تأثیر رشد اقتصادی، مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر و شهرنشینی بر انتشار پرداخته نشده است. در این مطالعه سعی بر این داریم که به وسیله تجزیه و تحلیل اقتصادسنجی علاوه بر بررسی تأثیر رشد اقتصادی و افزایش جمعیت شهری کشورهای مورد مطالعه، میزان آلاینده‌های انرژی‌های تجدیدناپذیر و تأثیر آن بر آلودگی محیط زیست را مورد بررسی قرار داده‌ایم. در این مطالعه توصیه‌هایی در زمینه تغییر در نوع مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر و سرمایه‌گذاری هرچه بیشتر در انرژی‌های پاک داشته‌ایم.

ادامه این مقاله در ۵ بخش دیگر تنظیم شده است: بخش دوم به پیشینه تحقیق پرداخته است. بخش سوم شامل مبانی نظری انتشار دی‌اکسید کربن است. بخش چهارم روش تحقیق شامل اقتصادسنجی داده‌های تابلویی است. بخش پنجم یافته‌های تحقیق را توضیح می‌دهد. در بخش پایانی نتیجه‌گیری و پیشنهادات را شامل می‌شود.

۲. مبانی نظری

مفهوم منحنی زیست‌محیطی کوزنتس^۱ توسط سیمون کوزنتس^۲ (۱۹۵۵) آغاز شد و نشان داد که رشد اقتصادی می‌تواند باعث تخریب محیط زیست شود (گیل و همکاران^۳، ۲۰۱۸). گروسمن و کروگر^۴ (۱۹۹۱، ۱۹۹۵) خاطرنشان کردند که ارتباط بین رشد اقتصادی و تخریب محیط زیست یک شکل U معکوس را تشکیل می‌دهد.

فرضیه منحنی زیست‌محیطی کوزنتس نشان می‌دهد که در مرحله مقدماتی (بخش کشاورزی) افزایش درآمد سرانه اقتصاد یک کشور، منجر به افزایش تخریب محیط‌زیست می‌شود. با این حال، با پیشرفت بخش خدمات و افزایش درآمد سرانه اقتصاد، منجر به کاهش تخریب محیط زیست می‌شود.

1. Ecological Kuznets Curve (EKC)
2. Simon Kuznets.
3. Gill et al.
4. Grossman & Krueger.

بر اساس فرضیه منحنی زیست محیطی کوزنتس، توسعه اقتصادی در ابتدا منجر به تخریب محیط زیست می‌شود، اما پس از یک سطح معین از رشد اقتصادی، جامعه شروع به بهبود رابطه خود با محیط زیست می‌کند و سطوح تخریب محیط زیست کاهش می‌یابد. بر اساس طبقه‌بندی گروسمن و کروگر (۱۹۹۱)، فرضیه منحنی زیست محیطی کوزنتس دارای سه اثر اصلی مانند مقیاس، ترکیب و تکنیک است. در درجه اول، با اشاره به اثر مقیاس، رشد اقتصادی تأثیر منفی بر محیط زیست دارد. بر اساس اثر ترکیب، رشد اقتصادی نقش مثبتی برای محیط زیست دارد. سومین اثر، تکنیکی است که نشان می‌دهد رشد اقتصادی بالاتر در کشورهایی که فناوری‌های جدید را جایگزین فناوری‌های قدیمی می‌کنند نقش مثبتی برای محیط زیست داشته و باعث فراهم شدن محیط زیست پاک می‌شود. در نتیجه، مرحله رشد اقتصادی بر شدت انتشار گازهای گلخانه‌ای بسیار تأثیرگذار است. (استرن^۱، ۲۰۰۴).

رابطه بین انتشار دی‌اکسید کربن و رشد اقتصادی در فرضیه منحنی زیست محیطی کوزنتس ممکن است به شکل U معکوس وجود داشته باشد، به این معنی که در مراحل ابتدایی، با افزایش رشد اقتصادی، میزان انتشار دی‌اکسید کربن در جو نیز افزایش می‌یابد. پس از تقویت اقتصاد، این روند رو به رشد انتشار دی‌اکسید کربن قطعاً به دلیل توسعه فناوری‌های زیست محیطی کاهش یافته است (شارما^۲، ۲۰۱۱).

در مقابل، شکست فرضیه منحنی زیست محیطی کوزنتس ممکن است به دلیل حذف بسیاری از عوامل مهم رخ دهد و فقدان متغیرهای مهم یک مدل آماری در نهایت نتیجه مبهم را به همراه دارد. این نشان می‌دهد که آلودگی محیط زیست نه تنها به رشد اقتصادی بلکه به سایر عوامل تعیین کننده نیز بستگی دارد (آنتوناکاکیس و همکاران^۳، ۲۰۱۷؛ ای و ادوجا^۴، ۲۰۱۷؛ سراگ و همکاران^۵، ۲۰۱۸).

عامل مهم دیگر مصرف انرژی است که تأثیر شگرفی بر تخریب محیط زیست دارد مصرف انرژی یکی دیگر از عوامل تعیین کننده کیفیت زیست محیطی است. مصرف انرژی باعث بدتر شدن کیفیت محیط زیست می‌شود زیرا منابع انرژی تجدیدناپذیر گازهای

1. Stern.
2. Sharma.
3. Antonakakis et al.
4. Aye and Edoja.
5. Sirag et al.

گلخانه‌ای را در جو منتشر می‌کنند. با این حال، اگر سهم عمده‌ای از مصرف انرژی شامل انرژی‌های تجدیدپذیر باشد، کیفیت محیط زیست بهبود می‌یابد (مجید و لونی^۱، ۲۰۱۹). در طول مرحله گذار شهری، در ابتدا بسیاری از مردم از مناطق روستایی به مناطق شهری نقل مکان کرده‌اند، زیرا مناطق شهری دارای امکانات زندگی و فرصت‌های شغلی بیشتری هستند. بنابراین، رشد اقتصادی و شهرنشینی در کشورهای عضو اوپک هر دو به صورت موازی باعث ارتقاء یکدیگر خواهند شد. (شفیه و همکاران^۲، ۲۰۱۱). متأسفانه، کشورهای عضو اوپک به نقطه عطفی برای استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر که می‌تواند برای تولید برق و سایر عملیات تولید استفاده شود، نرسیده‌اند. در نتیجه، استفاده مداوم از انرژی‌های تجدیدناپذیر به طور مداوم باعث افزایش انتشار دی‌اکسید کربن می‌شود.

۳. پیشینه پژوهش

در زمینه عوامل اقتصادی و اجتماعی مؤثر بر انتشار بر آلودگی محیط زیست در داخل و خارج از کشور مطالعات مختلفی انجام شده است که در جدول زیر برخی از این مطالعات بررسی شده است.

جدول ۱. مروری بر پیشینه تحقیق تأثیر رشد اقتصادی، مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر و

شهرنشینی بر انتشار دی‌اکسید کربن

نام محققان	قلمرو مکانی و دوره زمانی	روش مورد استفاده	نتیجه‌گیری مطالعات
دانائی‌فر (۱۳۹۸)	کشورهای آسیایی ۱۹۹۰-۲۰۱۵	داده‌های تابلویی	سرانه تولید ناخالص داخلی، رشد سالانه جمعیت شهری و مصرف انرژی سوخت‌های فسیلی تأثیر مثبت و معناداری بر انتشار سرانه دی‌اکسید کربن دارند که به ترتیب با افزایش یک درصدی هریک از متغیرها شاهد افزایش ۰/۰۰۳۵۵، ۰/۰۱۸۵۴۶ و ۰/۰۲۳۵۲۲ در انتشار سرانه دی‌اکسید کربن خواهیم بود.
ناهدی امیرخیز و همکارانش (۱۳۹۹)	کشورهای منتخب سازمان‌های همکاری اسلامی ۱۹۹۵-۲۰۱۵	داده‌های تابلویی	افزایش یک درصدی رشد اقتصادی باعث افزایش ۰/۰۱۷ درصدی انتشار دی‌اکسید کربن خواهد شد که پس از رشد اقتصادی معین و بالاتر، انتشار دی‌اکسید کربن کاهش می‌یابد.

1. Majeed & Luni.

2. Shafie et al.

نام محققان	قلمرو مکانی و دوره زمانی	روش مورد استفاده	نتیجه‌گیری مطالعات
محمد و همکارانش ^۱ (۲۰۱۵)	کشورهای شورای همکاری خلیج فارس ۱۹۸۰-۲۰۱۱	داده‌های تابلویی	شهرنشینی، مصرف انرژی و رشد اقتصادی تأثیر مثبتی بر انتشار دی‌اکسیدکربن دارد. رشد اقتصادی تأثیر مثبتی بر انتشار دی‌اکسیدکربن دارد و تأثیر منفی بر مصرف انرژی دارد. انتشار دی‌اکسیدکربن تأثیر مثبتی بر مصرف انرژی و رشد اقتصادی دارد.
شائوجیان ^۲ و همکارانش (۲۰۱۷)	۱۷۰ کشور، ۱۹۸۰-۲۰۱۱	داده‌های تابلویی	ارتباط مثبت و معنادار بین متغیرهای شهرنشینی، رشد اقتصادی، مصرف انرژی و انتشار دی‌اکسیدکربن در بلندمدت وجود دارد.
ژو و همکارانش ^۳ (۲۰۱۸)	پنج شهر بزرگ در حال توسعه چین ۲۰۰۰-۲۰۱۲	داده‌های تابلویی	یک ارتباط منفی بین تکه تکه شدن مناطق شهری و تعداد روزهای مداوم آلودگی هوا شناسایی شد، که نشان می‌دهد برای کوتاه شدن فرآیندهای آلودگی مداوم، باید ساختار شهری را به صورت متمرکز در چند مرکز را تصویب کرد.
بورکو ^۴ و همکارانش (۲۰۱۹)	۳۵ کشور عضو OECD ۲۰۰۰-۲۰۱۴	داده‌های تابلویی	رشد اقتصادی و الگوهای مصرف انرژی به افزایش سطح عملکرد زیست محیطی کشورها کمک می‌کند. مسیر توسعه اقتصادی کشورها و الگوهای مصرف انرژی آنها، همراه و هم‌جهت با سیاست‌های زیست‌محیطی آنها است.
مجید ^۵ و توقیر (۲۰۲۰)	۱۵۶ کشور ۱۹۹۰-۲۰۱۴	تخمین‌زن گشتاور تعمیم یافته (GMM ^۶)	آلودگی محیط‌زیست عمدتاً با شهرنشینی سریع و صنعتی شدن تشدید می‌شود در حالی که رشد اقتصادی، توسعه مالی و مصرف انرژی بسته به مرحله توسعه کشورها اثرات ناهمگونی دارند.
اروم و شازی ^۷ (۲۰۲۲)	چین، هند، اندونزی، پاکستان و بنگلادش ۲۰۰۱-۲۰۱۴	تحلیل رابطه خاکستری ^۸ (GRA)	هند سهم عمده‌ای در انتشار دی‌اکسیدکربن ناشی از رشد جمعیت و توسعه اقتصادی دارد، در حالی که مصرف انرژی و شهرنشینی به ترتیب برای چین و پاکستان عوامل اصلی انتشار دی‌اکسیدکربن هستند.

1. Mohammad et al.
2. Shaojian et al.
3. Zhou et al.
4. Burcu et al.
5. Majeed, M & Tauqir, A.
6. The generalized method of moments.
7. Erum, R & Shazia, R.
8. Grey Relational Analysis.

نام محققان	قلمرو مکانی و دوره زمانی	روش مورد استفاده	نتیجه‌گیری مطالعات
منتصر ^۱ (۲۰۲۲)	برزیل، هند، اندونزی، مکزیک، ترکیه، روسیه و چین ۲۰۰۷-۲۰۱۸	داده‌های تابلویی	افزایش سطح بهره‌وری مصرف انرژی به میزان ۱ درصد به کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن تا حدود ۰/۳ درصد در بلندمدت کمک می‌کند، افزایش بهره‌وری انرژی نمی‌تواند تأثیر بازدارنده بر انتشار دی‌اکسیدکربن مرتبط با رشد اقتصادی داشته باشد.

۴. روش تحقیق

داده‌های متغیرهای رشد اقتصادی، مصرف انرژی، شهرنشینی و انتشار دی‌اکسیدکربن برای ۱۳ کشور عضو سازمان اوپک یعنی الجزایر، آنگولا، کنگو، گینه استوایی، گابن، ایران، عراق، کویت، لیبی، نیجریه، عربستان سعودی، امارات متحده عربی و ونزوئلا برای دوره ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۹ جمع‌آوری شده است. بازه زمانی محدود به در دسترس بودن همه مشاهدات برای همه کشورهای منتخب است. داده‌های تمامی متغیرها از گزارش بانک جهانی (۲۰۲۲) استخراج شده است. انتشار دی‌اکسیدکربن متغیر وابسته و برحسب کیلوتن است و متغیر رشد اقتصادی که برحسب دلار آمریکا و به قیمت ثابت سال ۲۰۱۵، مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر برحسب مصرف سوخت‌های فسیلی (درصدی از مصرف انرژی کل) و شهرنشینی (جمعیت شهری) برحسب میلیون نفر به‌عنوان متغیرهای مستقل در نظر گرفته شده است.

از آنجایی که داده‌های مطالعه به‌صورت ترکیبی از داده‌های مقطعی^۲ و سری زمانی^۳ هستند، لذا از روش داده‌های تابلویی استفاده شده و با توجه به وجود داده‌های سری زمانی، در ابتدا آزمون‌های ایستایی و هم‌انباشتگی به منظور بررسی وجود یا عدم وجود رابطه بلندمدت بین متغیرهای الگو انجام شده است. همچنین با توجه به وجود مدل‌های مختلف برای برآورد داده‌های تابلویی (مدل اثر ثابت^۴ و مدل اثر تصادفی^۵) برای تعیین مدل مناسب از آزمون تشخیصی چاو و هاسمن استفاده گردیده است.

-
1. Muntasir, M.
 2. Cross section
 3. Time Series
 4. Fixed Effect Model
 5. Random Effect Model

همان گونه که اشاره شد، هدف این تحقیق تأثیر رشد اقتصادی، مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر و تجدیدپذیر و شهرنشینی بر انتشار دی‌اکسیدکربن در کشورهای عضو می‌باشد. در این بخش تخمین مدل تأثیر رشد اقتصادی، مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر و تجدیدپذیر و شهرنشینی بر انتشار دی‌اکسیدکربن براساس مبانی نظری بیان شده که برای سادگی آماری و به دست آوردن برخی خواص آماری مطلوب، تبدیل لگاریتمی متغیرها انجام شده است:

$$\ln CO_{2it} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln GDP_{it} + \alpha_2 \ln UP_{it} + \alpha_3 \ln E_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

که در آن، متغیرهای به کار رفته به شرح زیر می‌باشند:

CO₂: انتشار دی‌اکسیدکربن برحسب کیلوتن

GDP: تولید ناخالص داخلی برحسب دلار آمریکا و به قیمت ثابت سال ۲۰۱۵

UP: جمعیت شهری برحسب میلیون نفر

E: مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر برحسب مصرف سوخت‌های فسیلی (درصدی از

مصرف انرژی کل)

ε جمله اختلال تصادفی است.

آزمون ریشه واحد داده‌های تابلویی^۱

قبل از انجام تجزیه و تحلیل داده‌های تابلویی از آزمون‌های ریشه واحد برای نشان دادن ایستا بودن متغیرهای مدل بررسی می‌گردد، زیرا آزمون ریشه واحد مبتنی بر داده‌های تابلویی نسبت به آزمون ریشه واحد سری زمانی دارای قدرت و صحت بیشتری می‌باشد. متغیری که ایستا از مرتبه صفر است I(0) و متغیری که پس از یک بار تفاضل‌گیری ایستا می‌شود I(1) می‌گویند. آزمون ریشه واحد به طور گسترده برای بررسی ایستا بودن متغیرها استفاده می‌شود. مادالا و وو^۲ (۱۹۹۹) و چوی^۳ (۲۰۰۱) آزمون ریشه واحد را با ادغام مقادیر احتمال^۴ از آزمون‌های ریشه واحد گسترش دادند. آزمون ریشه واحد پانل اهمیت بالاتری نسبت به آزمون ریشه واحد دارد. بنابراین، دو نوع آزمایش ریشه واحد پانل در این

1. Panel unit root test.
2. Maddala and Wu.
3. Choi.
4. p-values.

مطالعه مورد استفاده قرار گرفت: آزمون دیکی فولر^۱ (ADF) و آزمون ریشه واحد PP، که براساس آزمون‌های فیشر^۲ هستند (۲۰۱۲، ۲۰۱۳). براساس فرضیه صفر آزمون ریشه واحد، هر آزمون ریشه واحد یک توزیع I را تشکیل می‌دهد. فرمول را می‌توان به صورت زیر بیان کرد:

$$I = -2 \sum_{i=1}^N \log(p_i) \rightarrow \chi_{2N}^2 \quad (۲)$$

چوی^۳ (۲۰۰۱) نیز نشان داد که:

$$Z = \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{i=1}^N \phi^{-1}(p_i) \rightarrow N(0,1) \quad (۳)$$

که در آن ϕ^{-1} معکوس تابع توزیع تجمعی نرمال استاندارد را نشان می‌دهد.

تجزیه و تحلیل داده‌های تابلویی^۴

به طور کلی، فرمول‌های مدل‌های داده‌های تابلویی را می‌توان به سه نوع دسته‌بندی کرد: مدل ضرایب ثابت و عرض از مبدأ، مدل ضرایب ثابت و عرض از مبدأ متغیر، و مدل ضرایب متغیر و عرض از مبدأ متغیر. مدل ضرایب و عرض از مبدأ ثابت دارای شیب‌ها و عرض از مبدأ ثابتی است که می‌توان آن را به صورت رابطه (۴) بیان کرد. همان‌طور که در رابطه (۵) نشان داده شده است، مدل ضرایب ثابت و عرض از مبدأ متغیر دارای شیب ثابت و عرض از مبدأ متغیر است. معادله (۶) مدل ضرایب متغیر و عرض از مبدأ متغیر را نشان می‌دهد که دارای شیب‌ها و عرض از مبدأهای متغیر است که براساس زمان و یا مقاطع متفاوت است (بالتاگی^۵، ۲۰۰۵).

$$y_{it} = \alpha + \beta x_{it} + \varepsilon_{it}, \quad (۴)$$

$$y_{it} = \alpha_i + \beta x_{it} + \varepsilon_{it}, \quad (۵)$$

$$y_{it} = \alpha_i + \beta_i x_{it} + \varepsilon_{it}, \quad (۶)$$

جایی که i تعداد مشاهدات در طول زمان است؛ t نشان دهنده زمان است؛ α_i عرض از مبدأ برای تشخیص اثرات ثابت یا اثرات تصادفی است؛ و ε_{it} عبارت خطا است.

1. Adjusted Dickey-Fuller.
2. Fisher.
3. Choi.
4. Panel Data Analysis.
5. Baltagi, H.

یک آزمون F براساس دو فرضیه اصلی (H_1 و H_2)، معمولاً در انتخاب شکل خاص مدل داده‌های تابلویی استفاده می‌شود که مجموع مجذورات باقی‌مانده (RSS^1) معادلات (۴) - (۶) را مقایسه می‌کند. با توجه به سطح اطمینان، اگر F_2 بزرگتر از مقدار بحرانی باشد، فرضیه H_2 پذیرفته شده و معادله (۴) انتخاب می‌شود؛ در غیر این صورت، فرضیه H_1 باید آزمایش شود. اگر F_1 بزرگتر از مقدار بحرانی باشد، فرضیه H_1 پذیرفته می‌شود و معادله (۵) انتخاب می‌شود؛ در غیر این صورت معادله (۶) انتخاب می‌شود.

$$H_1: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_N$$

$$F_1 = \frac{(S_2 - S_1) / [(N-1)k]}{S_1 / (NT - N(k+1))} \sim F[(N-1)k, N(T-k-1)] \quad (7)$$

$$H_2: \alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_N \quad \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_N$$

$$F_2 = \frac{(S_3 - S_1) / [(N-1)(k+1)]}{S_1 / (NT - N(k+1))} \sim F[(N-1)(K+1), N(T-K-1)] \quad (8)$$

که در آن F_1 آماری تحت فرضیه‌های H_1 است که در آن عرض از مبدأها و شیب‌ها در طول زمان ثابت هستند؛ F_2 آماری تحت فرضیه‌های H_2 است که در آن عرض از مبدأها متغیر و شیب‌ها در طول زمان ثابت هستند؛ S_1 ، S_2 و S_3 به ترتیب برای معادلات (۴)-(۶) هستند؛ و N و T و k به ترتیب تعداد مشاهدات در طول زمان، تعداد سال‌ها و تعداد متغیرهای مستقل را نشان می‌دهند.

پس از تعیین شکل خاص مدل داده‌های تابلویی، باید تصمیم‌گیری شود که آیا برآوردگر اثرات ثابت یا برآوردگر اثرات تصادفی باید مورد استفاده قرار گیرد. از دیدگاه روش شناختی، با درج متغیرهای ساختگی، برآوردگر اثرات ثابت می‌تواند پارامترها را برای مدلل‌های تابلویی که دارای عرض از مبدأ مختلف برای سری‌های زمانی یا بخش‌های مختلف هستند، تخمین بزند. برآوردگر اثرات تصادفی در صورتی باید استفاده شود که عبارت عرض از مبدأ در برآوردگر اثرات ثابت حاوی اثرات میانگین عبارت خطای تصادفی سری زمانی و عبارت خطای تصادفی مقطعی باشد. به طور کلی، از آزمون هاسمن برای انتخاب نوع مناسب برآوردگر استفاده می‌شود (بالتاگی^۲، ۱۹۹۶).

1. Residual Sum of Squares
2. Baltagi, H.

۵. یافته‌های تحقیق

۵-۱. آزمون ریشه واحد

نتایج آزمون ریشه واحد نشان داد که متغیرهای لگاریتم انتشار دی‌اکسیدکربن، لگاریتم تولید ناخالص داخلی، لگاریتم مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر و لگاریتم جمعیت شهری دارای عرض از مبدأ بوده و پس از یک بار تفاضل‌گیری یعنی $I(1)$ ایستا شده‌اند. برای این کار، از آزمون دیکی فولر و آزمون ریشه واحد PP تعمیم‌یافته فیشر^۱ استفاده شده و نتایج آزمون ریشه واحد برای تمامی متغیرهای لحاظ شده در مدل در جدول (۲) گزارش شده است.

جدول ۲. نتایج آزمون ریشه واحد در بررسی آزمون دیکی فولر و آزمون ریشه واحد PP

تعمیم‌یافته فیشر

آزمون PP		آزمون دیکی فولر		متغیر
ارزش احتمال	آماره	ارزش احتمال	آماره	
۰/۰۰۰***	۲۴۷/۸۷	۰/۰۰۰***	۱۴۹/۵۴	لگاریتم انتشار دی‌اکسیدکربن
۰/۰۰۰***	۱۹۹/۱۹	۰/۰۰۰***	۹۶/۳۵	لگاریتم تولید ناخالص داخلی
۰/۰۰۰***	۲۷۱/۵۵	۰/۰۰۰***	۱۱۷/۸۶	لگاریتم مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر
۰/۰۰۰***	۳۶/۴۹	۰/۰۰۰***	۹۴/۴۷	لگاریتم جمعیت شهری

*** معناداری در سطح یک درصد، ** معناداری در سطح پنج درصد، * معناداری در سطح ده درصد

منبع: یافته‌های تحقیق

۵-۲. آزمون‌های تشخیصی

برای انتخاب نوع مدل داده‌های تابلویی از دو آزمون چاو یا F لیمر، آزمون هاسمن استفاده شده است. آزمون چاو برای انتخاب بین مدل داده‌های ترکیبی و داده‌های تابلویی (مدل اثرات ثابت) استفاده شده است، آزمون هاسمن برای انتخاب بین مدل اثرات ثابت و اثرات تصادفی کاربرد دارد.

۵-۳. نتایج آزمون چاو

ابتدا برآورد مدل به روش داده‌های ترکیبی برای کشورهای عضو اوپک صورت می‌گیرد. در بخش داده‌های ترکیبی مطرح شده ابتدا باید مشخص شود که عرض از مبدأها و

1. Fisher-ADF test Statistic.

ضرایب متغیرها یکسان هستند یا تفاوتی وجود دارد و برای این تخمین می‌بایست داده‌های آماری را روی هم انباشته کرد و به روش حداقل مربعات معمولی^۱ (داده‌های ترکیبی) برآورد را انجام داد یا روش داده‌های تابلویی مناسب است، برای آزمون چاو^۲ پس از برآورد مدل با اثرات ثابت باید آماره F لیمر محاسبه شود تا بتوان بین روش اثرات ثابت و حداقل مربعات معمولی قضاوت کرد. با استفاده از F لیمر می‌توان وجود عرض از مبدأها و ضرایب متغیرهای متفاوت را در بین مقاطع مشخص کرد. فرضیه صفر آماره F لیمر مبتنی بر یکسان بودن عرض از مبدأها و ضرایب متغیرهای مقاطع (داده‌های ترکیبی) است. چنانچه فرضیه صفر رد شود، فرضیه مقابل آن مبتنی بر وجود داده‌های تابلویی بودن پذیرفته می‌شود. نتایج آزمون F لیمر در جدول (۳) نشان داده شده است. نتایج جدول بیانگر رد شدن فرضیه صفر در سطح یک درصد می‌باشد و درواقع بیانگر مناسب بودن روش داده‌های تابلویی برای برآورد مدل می‌باشد.

جدول ۳. نتایج آماره F لیمر

ارزش احتمال	آماره	نوع آزمون
۰/۰۰۰***	۳۹/۷۲	آزمون F

*** معناداری در سطح یک درصد، ** معناداری در سطح پنج درصد، * معناداری در سطح ده درصد

منبع: یافته‌های تحقیق

۴-۵. نتایج آزمون هاسمن

بعد از اینکه مشخص شد تفاوت در عرض از مبدأها و ضرایب متغیرها در مقاطع وجود دارد و روش داده‌های تابلویی برای برآورد مناسب است، باید مشخص شود که خطای تخمین، ناشی از تغییر در مقاطع است یا اینکه در طی زمان رخ داده است. در نحوه در نظر گرفتن چنین خطاهایی با دو اثر ثابت و اثر تصادفی مواجه هستیم. از آزمون هاسمن، فرضیه صفر آن مبتنی بر تصادفی بودن خطاهای برآوردی است که نتایج آن در جدول (۴) انعکاس یافته است. نتایج آزمون هاسمن بیانگر رد فرضیه H_0 است. به عبارتی نتایج بیانگر تأیید اثرات ثابت در برابر اثرات تصادفی است. بنابراین مدل این تحقیق باید به صورت اثرات ثابت تخمین زده شود.

1. OLS
2. Chow Statistic

جدول ۴. نتایج آزمون هاسمن

ارزش احتمال	آماره	نوع آزمون
۰/۰۰۰***	۷۷/۰۰	χ^2

*** معناداری در سطح یک درصد، ** معناداری در سطح پنج درصد، * معناداری در سطح ده درصد
منبع: یافته‌های تحقیق

۵-۵. تخمین مدل و تفسیر نتایج

پس از مشخص شدن روش مناسب، نتایج حاصل از برآورد مدل برای هر یک از متغیرها بررسی می‌شود. براساس آزمون هاسمن، از روش اثرات ثابت برای برآورد مدل استفاده شده است. نتایج در جدول (۵) ارائه شده است. براساس نتایج به دست آمده از برآورد مدل، همه متغیرها معنی دار بوده و همه ضرایب دارای علامت و میزان قابل قبول هستند. به این ترتیب نتایج به دست آمده برای متغیرها قابل اعتماد است. با توجه به اینکه ضریب همبستگی تعدیل شده که بسیار نزدیک به ضریب همبستگی است می‌توان به درستی تصریح مدل اطمینان بیشتری کرد.

جدول ۵. نتایج داده‌های تابلویی (مدل اثرات ثابت)

ارزش احتمال	آماره t	ضرایب	متغیر
۰/۰۰۰***	۲۰/۶۸	۰/۶۰۰	لگاریتم تولید ناخالص داخلی
۰/۰۰۰***	۷/۵۵	۰/۴۴۹	لگاریتم مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر
۰/۰۰۷***	۲/۷۱	۰/۰۴۹	لگاریتم جمعیت شهری
۰/۰۰۰***	-۱۰/۰۰	-۶/۲۱۲	عرض از مبدأ
$R^2=۰/۹۴۲۷$		$R^2=۰/۹۴۲۳$ تعدیل شده	

*** معناداری در سطح یک درصد، ** معناداری در سطح پنج درصد، * معناداری در سطح ده درصد
منبع: یافته‌های تحقیق

نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که رشد اقتصادی، مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر و شهرنشینی تأثیر مثبتی بر انتشار دی‌اکسید کربن در کشورهای عضو اوپک دارد. رشد اقتصادی تأثیر مثبت و معنادار بر انتشار دی‌اکسید کربن دارد و با افزایش یک درصدی در رشد اقتصادی باعث افزایش ۰/۶۰۰ درصدی در انتشار دی‌اکسید کربن می‌شود. علاوه بر این، نتایج نشان می‌دهد افزایش یک درصدی در رشد جمعیت شهری و مصرف انرژی‌های

تجدیدناپذیر به ترتیب منجر به افزایش ۰/۰۴۹ درصدی و ۰/۴۴۹ درصدی انتشار دی‌اکسیدکربن می‌شود. این میزان تأثیر بر افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن ممکن است به دلیل استفاده از منابع انرژی سنتی در کشورهای در حال توسعه باشد. بسیاری از اقتصادهای کشورهای عضو اوپک که غالباً کشورهای در حال توسعه هستند، برای تأمین انرژی بخش‌های صنعتی و شهری از انرژی‌های تجدیدناپذیر استفاده می‌کنند که در نهایت به منبع انتشار دی‌اکسیدکربن تبدیل می‌شوند. علاوه بر این، انتشار دی‌اکسیدکربن توسط این کشورها به دلیل مصرف بالای انرژی ایجاد می‌شود. پیشنهاد می‌شود که منابع سنتی مصرف انرژی با منابع انرژی تجدیدپذیر جایگزین شوند و در نتیجه ادامه این رویکردها برای استفاده از انرژی باعث کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن می‌شود. علاوه بر این، تکنیک‌های مدرنی مانند فناوری جذب، استفاده و ذخیره‌سازی کربن^۱، چارچوب اقتصاد کربن دایره‌ای^۲ و سوخت هیدروژنی، باید معرفی شوند. این رویکرد مدرن در مصرف انرژی نه تنها انتشار دی‌اکسیدکربن را کاهش می‌دهد، بلکه سطح بهره‌وری مصرف انرژی را بهبود می‌بخشد. بنابراین، برای حفاظت از محیط زیست برای جلوگیری از تخریب بیشتر، رویکردها مدرن «فناوری جذب، استفاده و ذخیره‌سازی کربن»، چارچوب «اقتصاد کربن دایره‌ای»، سوخت هیدروژنی و انرژی‌های تجدیدپذیر می‌تواند یک رویکرد مناسب برای کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن و آلودگی محیط زیست باشد.

براساس نتایج به دست آمده که نشان می‌دهد با افزایش یک درصدی در رشد اقتصادی، جمعیت شهری و مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر به ترتیب شاهد افزایش ۰/۰۶، ۰/۰۴۹ و ۰/۴۴۹ درصدی در انتشار دی‌اکسیدکربن خواهیم بود، این گونه استدلال شد که افزایش رشد اقتصادی و رشد جمعیت شهری باعث افزایش میزان مصرف سوخت‌های فسیلی به دلیل استفاده از فناوری‌های سنتی در کشورهای عضو سازمان اوپک شده و باعث می‌شود که انتشار دی‌اکسیدکربن و آسیب به محیط زیست افزایش یابد. در نتیجه با یک تغییر روند در نوع مصرف انرژی و ایجاد تعادل میان مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر و تجدیدپذیر، شاهد کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن و جلوگیری از تخریب محیط زیست در کشورهای عضو اوپک خواهد بود.

1. Carbon Capture, Usage and Storage. (CCUS)
2. Circular Carbon Economy (CCE).

۶. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این مطالعه از داده‌های تابلویی انتشار دی‌اکسید کربن، مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر، شهرنشینی و رشد اقتصادی ۱۳ کشور عضو اوپک استفاده شده است. این مطالعه تأثیر مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر، شهرنشینی و رشد اقتصادی بر انتشار دی‌اکسید کربن برای داده‌های تابلویی در کشورهای عضو اوپک طی دوره ۱۹۹۰-۲۰۱۹ نشان می‌دهد. شهرنشینی، رشد اقتصادی و مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر تأثیر مثبت و معنی‌داری بر انتشار دی‌اکسید کربن برای این کشورها دارد. از آنجایی که واقعیت این است که افزایش شهرنشینی و رشد واقعی اقتصادی مستلزم مصرف بیشتر انرژی است که منجر به تولید بالای انتشار دی‌اکسید کربن و اثر گلخانه‌ای می‌شود. در مورد کشورهای عضو اوپک، عامل مهمی مانند رشد اقتصادی و شهرنشینی باعث انتشار دی‌اکسید کربن می‌شود که نشان‌دهنده نیاز فوری به اقدامات سیاسی در زمینه تغییر در رویه نوع مصرف انرژی و استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر وجود دارد. نتایج نشان می‌دهد بالاترین عامل انتشار دی‌اکسید کربن، رشد تولید ناخالص داخلی و شهرنشینی و به دنبال آن مصرف بالای انرژی‌های تجدیدناپذیر است.

از منظر سیاسی، سیاست انرژی باید با در نظر گرفتن رشد اقتصادی، محیط زیست کشورها و استفاده از منابع انرژی در کشورهای عضو اوپک طراحی شود. علاوه بر این، ترویج انرژی‌های تجدیدپذیر نه تنها فوایدی برای محیط زیست دارد، بلکه شرایط اقتصادی کشور را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد. بنابراین، برای رشد اقتصادی تولید منابع لازم برای تحقیق و توسعه فناوری‌های مبتنی بر منابع انرژی تجدیدپذیر و زیرساخت‌های مرتبط با آن، در راستای استفاده از انرژی‌های تجدیدناپذیر ضروری است. به طور مشابه، سیاست‌گذاران باید مکانیسم‌های تشویقی مناسبی را برای توسعه و دسترسی به انرژی‌های تجدیدپذیر به بازارها ایجاد کنند. همچنین ایجاد مشارکت بین بخش دولتی و خصوصی انتقال فناوری برای ساخت پروژه‌های انرژی تجدیدپذیر در بازار را تسهیل می‌کند. از دیدگاه عملی، مطالعه ما از این ایده پشتیبانی می‌کند که انرژی‌های تجدیدپذیر با فواید بسیاری، از جمله کاهش انتشار دی‌اکسید کربن و تمیز کردن هوا که دارا هستند نباید باعث حذف کامل مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر در کشورهای عضو اوپک شوند.

۷. تعارض منافع

تعارض منافع ندارم.

۸. سپاسگزاری

نویسنده مقاله از داوران محترم که با نظرات ارزشمندشان باعث بهبود کیفیت مقاله شده‌اند، سپاسگزار است.

ORCID

Aram Amirnia  <https://orcid.org/0000-0001-5426-1853>

۹. منابع

دانائی‌فر، ایمان. (۱۳۹۸). بررسی رابطه آلودگی هوا با رشد اقتصادی بر مبنای فرضیه منحنی زیست محیطی کوزنتس (مطالعه موردی: کشورهای آسیایی). *فصلنامه انسان و محیط زیست*، شماره ۵۱، صفحات ۷-۱۱.

ناهیدی امیرخیز، محمدرضا و رحیم‌زاده، فرزاد و شکوهی‌فرد، سیامک. (۱۳۹۹). بررسی رابطه رشد اقتصادی، مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای (مطالعه موردی: کشورهای منتخب سازمان همکاری اسلامی). *علوم و تکنولوژی محیط زیست*، دوره بیست و دوم، شماره سه، صفحات ۲۶-۱۳.

References

- Antonakakis, N & Chatziantoniou, I & Filis, G. (2017). Energy consumption CO2 emissions, and economic growth: an ethical dilemma. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 68(1), pp. 808-824.
- Al-mulali, U & Sab, CBCN & Fereidouni, HS. (2012). Exploring the bi-directional long run relationship between urbanization, energy consumption, and carbon dioxide emission. *Energy*, 136(1), pp. 738-749.
- Al-mulali, U & Fereidouni, HG & Lee, JYM & Che, Sab CN. (2013). Exploring the relationship between urbanization energy, consumption, and CO2 emission in MENA countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 23(1), pp. 107-112.
- Aye, GC & Edoja, PE. (2017). Effect of economic growth on CO2 emission in developing countries: evidence from a dynamic panel threshold model. *Cogent Economics & Finance*, 5(1), pp. 13-20.
- Baltagi, H. (2005). *Econometric Analysis of Panel Data*. Wiley: Chichester, UK, 3rd ed.

- Baltagi, H. (1996). Testing for random individual and time effects using a Gauss–Newton regression. *Economics Letters*, 50(2), pp. 189-192.
- Burcu, Ozcan & Panayiotis, Tzeremes & Nickolaos, Tzeremes. (2019). Energy Consumption, Economic Growth and Environmental Degradation in OECD countries. *Economic Modelling*, 84(1), pp. 203-213.
- Choi, I. (2001). Unit root tests for panel data. *J Int Money Finan. Journal of International Money and Finance*, 20(2), pp. 249-272.
- Erum, Rehman & Shazia, Rehman. (2022). Modeling the nexus between carbon emissions, urbanization, population growth, energy consumption, and economic development in Asia: Evidence from grey relational analysis. *Energy Reports*, 8(12), pp. 5430-5442.
- Grossman, G.M., Krueger, A.B, (1991), Environmental impacts of a North American Free Trade Agreement. *NATIONAL BUREAU OF ECONOMIC RESEARCH*, 3914, pp.26-36.
- Grossman, GM & Krueger, AB. (1995). *Economic growth and the environment. The Quarterly Journal of Economics*, 110(2), pp. 353–377.
- Kuznets, Simon. (1955). *Economic growth and income inequality. Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 45(1), pp. 1-28.
- Maddala, GS & Wu, SW. (1999). A comparative study of unit root tests with panel data and a new simple test. *Oxford Bull Econ Stat. The American Economic Review*, 61(1), pp. 631-652.
- Majeed, Muhammad Tariq & Tauqir, Aish(2020). Effects of urbanization, industrialization, economic growth, energy consumption, financial development on carbon emissions: An extended STIRPAT model for heterogeneous income groups. *Pakistan Journal of Commerce and Social*, 4(3), pp.42-67
- Majeed, Muhammad Tariq & Luni, Tania. (2019). Renewable energy, water, and environmental degradation: A global panel data approach. *Pakistan Journal of Commerce and Social Sciences*, 4 (1), pp. 1-28.
- Mohammad, Asif & Raj Bahadur, Sharma & Anass, Hamad Elneel Adow. (2015). An Empirical Investigation of the Relationship between Economic Growth, Urbanization, Energy Consumption, and CO2 Emission in GCC Countries: A Panel Data Analysis. *Asian Social Scienc*, 11(1), pp. 270-283.
- Muntasir Murshed & Nicholas, Apergis & Md Shabbir, Alam & Uzma, Khan & Sakib, Mahmud. (2022). The impacts of renewable energy, financial inclusivity, globalization, economic growth, and urbanization on carbon productivity: Evidence from net moderation and mediation effects of energy efficiency gains. *Renewable Energy*, 196(2), pp. 824-838.
- Shafie, SM & Mahlia, TMI & Masjuki, HH & Andriyana, A. (2011). Current energy usage and sustainable energy in Malaysia: a review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(9), pp. 4370-4377.

- Shaojian, Wanga & Guangdong, Lib & Chuanglin, Fangb. (2017). Urbanization, economic growth, energy consumption, and CO2 emissions: Empirical evidence from countries with different income levels. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 45(1), pp. 2144-2159.
- Sharma, SS. (2011). Determinants of carbon dioxide emissions: empirical evidence from 69 countries. *Applied Energy*, 88(1), pp. 376-382.
- Sirag, A & Matemilola, B, T & Law, S. H & Bany-Arifin, A, N. (2018). Does environmental kuznets curve hypothesis exist? Evidence from dynamic panel threshold. *Journal of Environmental Economics and Policy*, 7(2), pp. 145-165.
- Stern, DI. (2004). The rise and fall of the environmental Kuznets curve. *World Development*, 32(8), pp. 1419-1439.
- Wang, Shaojian & Fang, Chuanglin & Wang, Yang. (2016). Spatiotemporal variations of energy-related CO2 emissions in China and its influencing factors: an empirical analysis based on provincial panel data. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 55(1), pp. 505-515.
- Zhou, Chunshan & Li, Shijie & Wang, Shaojian. (2018). Examining the Impacts of Urban Form on Air Pollution in Developing Countries: A Case Study of China's Megacities. *Environmental Research and Public Health*, 15(8), pp. 1-15.

In Persian

- Danaeifar, I. (2019). Evaluating the Relationship between Air Pollution and Economic Growth Based on Kuznets Environmental Curve Hypothesis (Case Study: Asian Countries). *Human and Environment*, 51(4), pp. 6-11, [In Persian]
- Nahidi Amirkhiz, M., Rahimzadeh, F., ShokouhiFard, S. (2020). Study of the Relation among Economic Growth, Energy Using and Greenhouse Gas Emissions (Case study: Selected Countries of the OIC). *J. Env. Sci. Tech*, 22 (3), pp. 16-26, [In Persian]

استناد به این مقاله: امیرنیا، آرام. (۱۴۰۲). تأثیر رشد اقتصادی، مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر و شهرنشینی بر انتشار دی‌اکسید کربن در کشورهای عضو اوپک، پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران، ۴۸ (۱۲)، ۱۱-۳۰.



Iranian Energy Economics is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.