فصل‌نامه مطالعات اقتصاد انرژی/ سال بیستم‌ویکم/ شماره ۸۶/ پاییز ۱۴۰۴/ صفحات ۱۷۳-۱۴۵

تأثیر هزینه‌های تحقیق و توسعه بر انتشار گاز دی‌اکسیدکربن (Co_2) در کشورهای عضو منا

علی جبار هاتو الساعدی[۱]
دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه توسعه اقتصادی و برنامه‌ریزی، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه تبریز، ایران/ استادیار، گروه اقتصاد، دانشگاه امام جعفر الصادق، میسان، عراق،
(ali_jabbar@ijsu.edu.iq)

سیدکمال صادقی
استاد، گروه توسعه اقتصادی و برنامه‌ریزی، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه تبریز، ایران،
(sadeghiseyedkamal@gmail.com)

محسن پورعبادالهان
دانشیار، گروه توسعه اقتصادی و برنامه‌ریزی، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه تبریز، ایران،
(m.pourebadollahan@tabrizu.ac.ir)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۲/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۲/۱۳

چکیده

امروزه مسائل مربوط به محیط‌زیست به یکی از دغدغه‌های اساسی جهان تبدیل شده و کشورها در تلاشند علاوه بر ایجاد رشد و توسعه اقتصادی، کیفیت محیط‌زیست برای نسل‌های آتی را حفظ نمایند. عوامل زیادی بر کیفیت محیط‌زیست اثر گذارند که یکی از آن‌ها تحقیق و توسعه به منظور ایجاد نوآوری در فناوری‌های پاک و دوست‌دار محیط‌زیست می‌باشد. در همین راستا تحقیق حاضر به بررسی اثر سرمایه‌گذاری در بخش تحقیق و توسعه بر انتشار گازهای گلخانه‌ای (دی‌اکسیدکربن) می‌پردازد. با توجه به اینکه کشورهای نفت‌خیز مستعد انتشار بیشتر کربن در فرایند استخراج و عرضه سوخت‌های فسیلی هستند، کشورهای حوزه منا با توجه به میزان دسترسی به اطلاعات در بازه زمانی ۲۰۲۰-۲۰۰۰ با استفاده از روش داده‌های ترکیبی مورد مطالعه قرار گرفتند. نتایج تحقیق نشان داد تحقیق و توسعه بر انتشار کربن اثر مثبت می‌گذارد. این نتیجه نشان می‌دهد هر نوع سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه منجر به بهبود کیفیت محیط‌زیست نمی‌شود بلکه فعالیت‌های تحقیق و توسعه باید هدایت شده و در راستای دستیابی بر رشد و توسعه پایدار باشد تا بتواند انتشار آلاینده‌ها را کاهش دهد. سایر متغیرهای استفاده شده در مدل شامل تولید ناخالص داخلی، شهرنشینی، مصرف انرژی و تجارت خارجی همگی اثر مثبت بر انتشار کربن داشته اند. بنابراین با توجه به نتایج به دست آمده پیشنهاد می‌گردد برنامه‌های تحقیق و توسعه مستقیما بر کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن و به کارگیری آن‌ها متمرکز باشند.

طبقه‌بندی JEL: C23، O30، Q53.
کلیدواژه‌ها: انتشار دی اکسید کربن، تحقیق و توسعه، داده‌های تابلویی، کشورهای منطقه منا، مصرف انرژی.

---

۱. نویسنده مسئول

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-10-05]

۱- مقدمه

طی دهه‌های اخیر دستیابی به توسعه پایدار همراه با حفظ و افزایش کیفیت محیط‌زیست به منظور حفظ منابع برای نسل‌های آتی به مهمترین هدف کشورها تبدیل شده و توجه بسیاری از محققان و سیاست‌گذاران را به خود جلب کرده است. در این میان، یکی از عمده‌ترین مسائل زیست‌محیطی، انتشار گازهای گلخانه‌ای، (به ویژه گاز دی اکسید کربن) و در نتیجه گرم شدن کره‌زمین است که بخش عمده‌ای از آن ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی می‌باشد. در این راستا، با توجه به تهدید فزاینده پدیده تغییر اقلیم و گرم شدن زمین، پیمان کیوتو[1] کشورها را متعهد به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و به‌ویژه گاز CO2 کرده است (ازتورک و آجاراوچی[2]، ۲۰۱۰). به طور کلی، معضل رشد فزاینده گازهای گلخانه‌ای همه کشورهای جهان و به طور خاص، کشورهای نفت‌خیز از جمله کشورهای منا[3] (MENA) را با چالش زیست‌محیطی جدی مواجه کرده است. علت اهمیت ویژه مسائل زیست‌محیطی در کشورهای عضو منا آن است که از یک سو این کشورها دارای منابع طبیعی از جمله سوخت‌های فسیلی می‌باشند بنابراین بیشتر از سایر کشورها در معرض انتشار گازهای گلخانه‌ای و آسیب به محیط‌زیست هستند. از سوی دیگر، اکثر کشورهای منا درآمد سرانه متوسط و پایینی دارند و تلاش برای دستیابی به رشد اقتصادی فزاینده، می‌تواند آثار مخربی بر کیفیت محیط‌زیست این کشورها به جای بگذارد. از آنجایی‌که انتشار فزاینده گاز دی‌اکسیدکربن عمدتا ناشی از فعالیت‌های اقتصادی و اجتماعی جوامع بشری و به ویژه استفاده از سوخت‌های فسیلی است، به طور کلی کاهش انتشار گاز CO2 از دو طریق امکان‌پذیر است. اول، کنترل فعالیت‌های اقتصادی از جمله کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی و دوم کاهش مصرف انرژی کل، یا کاهش شدت انرژی که یک روش مقرون‌به‌صرفه است و تحت تأثیر پیشرفت تکنولوژی یا نوآوری‌های فنی و ساختار صنعتی و تولیدی می‌باشد (رنجبری وهمکاران، ۱۳۹۹). استفاده از تکنولوژی‌های کارآمد و دوست‌دار محیط‌زیست، به نحوی که سطح تولید مورد نظر و مصرف انرژی

1. Kyoto
2. Ozturk and Acaravci
3. Middle East and North Africa

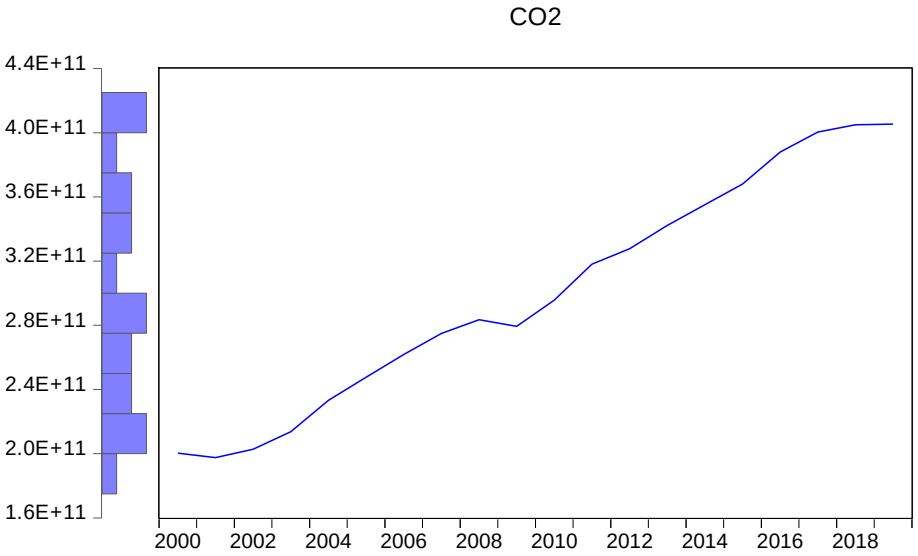
[Downloaded from iiesj.ir on 2025-10-05]

مورد نیاز حاصل شود، به‌طور معکوس بر انتشار گاز CO_2 اثر می‌گذارد. در واقع پیشرفت تکنولوژی تأثیر دوگانه بر انتشار کربن می‌گذارد. از یک سو پیشرفت دانش و تکنولوژی منجر به افزایش مصرف انرژی، افزایش رشد فعالیت‌های اقتصادی و در نتیجه افزایش انتشار کربن می‌شود. از سوی دیگر پیشرفت فناوری منجر به گسترش استفاده از فناوری‌های پاک شده، شدت انرژی را کاهش داده، ساختار انرژی را تنظیم نموده و فناوری سبز را توسعه می‌دهد (دل‌گرم و همکاران، ۱۴۰۲). در این میان، بکارگیری راه‌حل دوم منطقی‌تر و معقول‌تر به نظر می‌رسد، چرا که هم‌راستا با توسعه پایدار بوده و در آن انتظار بهبود کیفیت محیط‌زیست هم‌زمان با تداوم اهداف کلان اقتصادی از جمله افزایش رشد اقتصادی کشورها مقدور خواهد بود. یکی از پیش‌شرط‌های اقدامات مناسب برای کاهش انتشار گاز دی‌اکسیدکربن، (به عنوان مهم‌ترین گاز گلخانه‌ای) شناسایی عوامل مؤثر بر آن است که دارای ادبیاتی غنی در رابطه با علل و عوامل مؤثر بر انتشار گاز CO_2 است. بسیاری از پژوهشگران نوآوری در فناوری‌های دوست‌دار محیط‌زیست را به عنوان یک راه حل موثر در کاهش انتشار کربن می‌دانند. این مهم باعث شده هزینه‌های زیادی در کشورها به تحقیق و توسعه به منظور ایجاد فناوری‌های پاک و نیز ارتقای فناوری‌های موجود اختصاص یابد. براساس اثر فناوری نظریه منحنی کورنتس، نوآوری و پیشرفت در فناوری به طور مثبت بر کیفیت محیط‌زیست اثر می‌گذارد. در واقع سطح درآمدی بالاتر، با فناوری‌های پاک و کارایی در تولید همراه است و رشد اقتصادی از طریق بهبود توانایی‌های نوآوری فنی، باعث افزایش بهره‌وری در استفاده از منابع و کاهش آلایندگی می‌شود (فطرس و همکاران، ۱۴۰۱). به عبارتی با افزایش رشد اقتصادی و افزایش سرمایه‌گذاری در بخش تحقیق و توسعه، پیشرفت تکنولوژی دو اثر از خود بر جای می‌گذارد: اول، پیشرفت فناوری باعث کارایی در استفاده از منابع شده، نسبت داده به ستاده را کاهش داده و آثار مضر زیست‌محیطی را کم می‌کند. دوم، تکنولوژی‌های آلاینده با تکنولوژی‌های پاک جایگزین شده و اقتصاد چرخشی امکان بازیافت زباله را فراهم نموده و کاهش انتشار CO_2 به ازای هر واحد ستاده را به همراه می‌آورد (چانگ[1] و همکاران، ۲۰۲۳).

1. Chang

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-10-05]

همانطور که ذکر شد، انتشار فزاینده دی‌اکسیدکربن در کشورهای خاورمیانه و آفریقای شمالی نگرانی‌های زیست‌محیطی بسیاری را در سطح منطقه و جهان ایجاد کرده است، به‌طوری که میزان انتشار CO2 در منطقه منا در سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۹ از ۸۶۰۰۵۷ کیلوتن به ۲۵۰۸۶۱۵ کیلوتن رسیده و حدود ۱۹۲ درصد افزایش داشته است (نمودار ۱). علاوه بر این، منطقه منا از لحاظ کربن‌زا بودن فعالیت‌های انسانی، یکی از آلاینده‌ترین مناطق به شمار می‌رود (لینارد[1]، ۲۰۲۲). بنابراین براساس آنچه ذکر شد می‌توان گفت اهمیت شناسایی عوامل مؤثر بر انتشار گازهای گلخانه‌ای و هزینه‌های مربوط به بخش تحقیق و توسعه بر انتشار آلاینده‌ها غیرقابل انکار است.



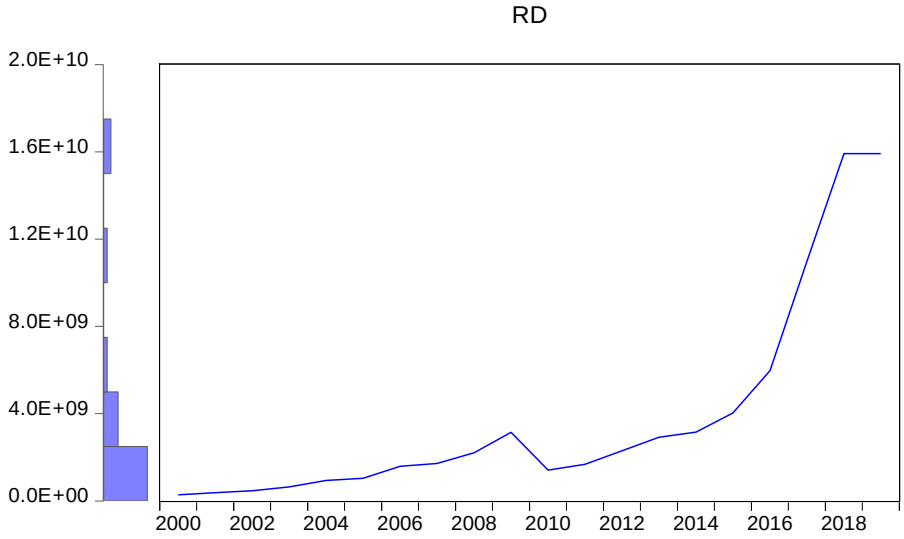
نمودار ۱. روند افزایش انتشار کربن دی اکسید در منتخی کشورهای منطقه منا

منبع: یافته‌های تحقیق (براساس داده‌های بدست آمده از بانک جهانی,IEA).

بر اساس آمار یونسکو[2] و سازمان بین‌المللی انرژی[3]، هزینه‌های صرف شده در بخش تحقیق و توسعه علیرغم داشتن نوسان طی سال‌های گذشته روند صعودی را تجربه کرده‌اند (نمودار ۲). هرچند با وجود روند فزاینده، وجود نوسانات، نشان دهنده عدم درک جایگاه تحقیق و توسعه در اقتصاد کشورهای منطقه منا است.

1. Lienard
2. UNESCO
3. Internationa Energy Agency

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-10-05]



نمودار۲. روند هزینه‌های تحقیق و توسعه در کشورهای منطقه منا.

منبع: یافته‌های تحقیق (براساس داده‌های برگرفته از یونسکو و IEA).

با توجه به اهمیت محیط‌زیست، مطالعات بسیاری در خصوص بررسی اثر توسعه مالی، رشد اقتصادی، افزایش جمعیت و ... بر کیفیت محیط‌زیست صورت گرفته، اما تحقیقات مرتبط با تحقیق و توسعه و انتشار آلاینده‌ها بسیار محدودتر می‌باشد. این موضوع برای کشورهای دارای منابع طبیعی که اقدام به استخراج این منابع می‌کنند اهمیت بیشتری می‌یابد. به همین دلیل تحقیق حاضر اثر سرمایه‌گذاری در بخش تحقیق و توسعه بر انتشار کربن در کشورهای منطقه منا را مورد بررسی قرار داده است. تفاوت عمده این تحقیق با سایر مطالعات در نظر گرفتن کشورهای نفت‌خیز به عنوان جامعه آماری می‌باشد که آلایندگی بسیاری در مراحل مختلف استخراج، پالایش و حمل و نقل سوخت‌های فسیلی ایجاد می‌کنند. با توجه به میزان دسترسی به داده‌ها، کشورها دوره زمانی۲۰۲۰-۲۰۰۰ با بکارگیری روش اقتصادسنجی داده‌های تابلویی با اثرات ثابت بررسی می‌شوند.

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-10-05]

۲- پیشینه پژوهش

مطالعات خارجی

تانگ دابو[1] و همکاران (۲۰۲۳) با استفاده از آمار ۳۰ استان چین در سال‌های ۲۰۱۹-۲۰۰۴ و با بکارگیری مدل دوربین فضایی تأثیر تحقیق و توسعه و مقررات زیست‌محیطی بر انتشار کربن بررسی و دریافته‌اند که انتشار کربن همبستگی فضایی در هر دو بعد زمانی و مکانی دارد. علاوه بر این، اثر ترکیبی شدت تحقیق و توسعه، مقررات زیست‌محیطی و مصرف انرژی به افزایش انتشار کربن کمک می‌کند. همچنین بر اساس نتایج این مطالعه، تحقیق و توسعه و مقررات زیست‌محیطی سخت‌گیرانه، ارتباط بین مصرف انرژی و انتشار کربن را تعدیل می‌کند.

چانگ[2] و همکاران (۲۰۲۳) به بررسی ارتباط شدت تحقیق و توسعه و انتشار CO2 در کشور آمریکا در بازه زمانی ۲۰۲۰-۱۸۷۰ با استفاده از علیت گرنجر پرداختند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد رابطه علیت دوطرفه بین شدت تحقیق و توسعه و انتشار سرانه کربن و نیز بین تولید ناخالص داخلی سرانه و انتشار سرانه کربن وجود دارد. هرچند اثر تحقیق و توسعه بر انتشار کربن از سال ۱۹۷۵ و اثر تولید ناخالص داخلی بر انتشار کربن از سال ۱۹۷۸ به شدت افزایش یافتند.

شهزادی[3] و همکاران (۲۰۲۲) به بررسی رابطه بین تحقیق و توسعه، انرژی تجدیدپذیر و کیفیت محیط‌زیست در کشورهای توسعه‌یافته و درحال توسعه در سال‌های ۲۰۱۸-۱۹۹۵ پرداخته و با بکارگیری روش عدم علیت DH[4] دریافتند که علیت دو طرفه بین انتشار گازهای گلخانه‌ای و ثبت اختراع درکشورهای توسعه‌یافته وجود دارد. همچنین علیت یک طرفه از انتشار گازهای گلخانه‌ای به انرژی‌های تجدیدپذیر و هزینه‌های تحقیق و توسعه و از سمت هزینه‌های تحقیق و توسعه به انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای توسعه‌یافته وجود دارد. به علاوه ارتباط یک طرفه از توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر به سمت هزینه‌های تحقیق و توسعه و انتشار گازهای گلخانه‌ای، همچنین انتشار گازهای گلخانه‌ای به تعداد ثبت اختراعات وجود دارد.

1. Tang Dabuo
2. Chang
3. Shahzadi
4. Dumitrescu and Hurlin

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-10-05]

کیهومبو[1] و همکاران (۲۰۲۱) به بررسی روابط علیت و بلندمدت بین توسعه مالی، هزینه‌های تحقیق و توسعه و انتشار CO2 در کشورهای غرب آسیا و خاورمیانه با استفاده از روش تخمین پانلی و روش علیت DH پرداخته و دریافتند که هزینه‌های تحقیق و توسعه به طور معنی‌داری انتشار CO2 را کاهش می‌دهند، توسعه مالی به تخریب محیط‌زیست کمک می‌کند و فرضیه کوزنتس[2] تأیید می‌شود. همچنین یافته‌ها، ارتباطات علیت دو طرفه بین توسعه مالی و انتشار CO2 و بین تحقیق و توسعه و انتشار CO2 را نشان می‌دهد.

هوانگ[3] و همکاران (۲۰۱۹) با استفاده از مدل پانل پویا به بررسی تأثیر تحقیق و توسعه بر انتشار CO2 در استان‌های چین برای دوره زمانی ۲۰۱۶-۲۰۰۰ پرداخته و دریافتند که فعالیت‌های تحقیق و توسعه انرژی نقش مهمی در کاهش شدت انرژی ایفا می‌کند. با این حال، فعالیت‌های تحقیق و توسعه با اهداف و عملکردهای متفاوت اثرات متفاوتی بر شدت انرژی نشان می‌دهند. علاوه بر این، از منظر بین منطقه‌ای، فعالیت‌های تحقیق و توسعه صرفه‌جویی در انرژی اثرات متفاوتی در مناطق شرقی، مرکزی و غربی چین دارد.

شهباز[4] و همکاران (۲۰۱۹)، با بکارگیری رویکرد داده‌های تابلویی پویای GMM به بررسی عوامل مؤثر بر انتشار CO2 در سال‌های ۲۰۱۶-۱۹۹۵ در فرانسه پرداخته و دریافتند که سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و مصرف انرژی تأثیر مثبت؛ و نوآوری در تحقیقات و توسعه مالی انرژی تأثیر منفی بر انتشار CO2 دارد. همچنین، بر اساس نتایج مطالعه مذکور، رابطه بین رشد اقتصادی و انتشار CO2 به شکل U معکوس است.

چورچیل[5] و همکاران (۲۰۱۹)، به بررسی رابطه شدت تحقیق و توسعه و انتشار گاز CO2 برای کشورهای گروه G7 در دوره زمانی ۱۸۷۰ تا ۲۰۱۴ با استفاده از مدل داده‌های تابلویی پرداخته‌اند. بر اساس نتایج آن‌ها در سه دوره، تحقیق و توسعه تأثیر منفی بر انتشار CO2، اما برای یک دوره ۳۵ ساله تأثیر مثبتی داشته است.

1. Kihombo
2. Kuznets
3. Huang
4. Shabaz
5. Churchill

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-10-05]

پتروویچ و لبانوف[1] (۲۰۱۹) تأثیر مخارج تحقیق و توسعه بر انتشار CO2 را در ۱۶ کشور OECD در سال‌های ۲۰۱۴-۱۹۸۱ با استفاده از روش داده‌های ترکیبی، بررسی کردند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد در بلندمدت تحقیق و توسعه بر انتشار کربن اثر منفی می‌گذارد، هر چند بررسی جداگانه هر کشور نشان داد این اثر ممکن است منفی یا مثبت باشد. در کوتاه مدت نیز اثر تحقیق و توسعه بر انتشار کربن می‌تواند مثبت، منفی یا حتی خنثی باشد.

مطالعات داخلی

غزنوی و رفیعی (۱۴۰۲) با بکارگیری روش ARDL به بررسی اثر تحقیق و توسعه بر کیفیت محیط‌زیست در ایران در دوره زمانی ۲۰۱۹-۲۰۰۱ پرداخته و به این نتیجه رسیدند که نظریه کوزنتس تأیید می‌شود و تحقیق و توسعه در بلندمدت ارتباط منفی و معنی‌داری با میزان انتشار CO2 دارد.

فطرس و همکاران (۱۴۰۱) با استفاده از رویکرد ارزش شیپلی-اون[2] به شناسایی و رتبه بندی عوامل موثر بر انتشار آلودگی در ایران پرداختند. نتایج تحقیق آن‌ها بیانگر اثر قابل ملاحظه مصرف انرژی‌بر آلودگی است که به ترتیب در بخش حمل و نقل دارای بیشترین تأثیر و در بخش کشاورزی کمترین تأثیر را بر انتشار آلاینده‌ها دارد.

بهرامی و همکاران (۱۳۹۹) به بررسی نقش توسعه مالی و آزادسازی تجاری بر انتشار CO2 در ایران در دوره زمانی ۱۳۹۲-۱۳۵۷ با بکارگیری روش رگرسیون فازی پرداخته و اعلام کردند که GDP، درجه باز بودن تجاری و توسعه تأثیر مثبت بر انتشار CO2 دارد.

ناهیدی امیرخیز و همکاران (۱۳۹۹) به بررسی رابطه رشد اقتصادی، مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای برای کشورهای منتخب سازمان همکاری اسلامی طی سال‌های ۱۹۹۵ تا ۲۰۱۵ با تکنیک داده‌های تابلویی پرداختند و دریافتند که فرضیه کوزنتس، صادق بوده، و مصرف انرژی تأثیر مثبت بر انتشار گاز CO2 دارد.

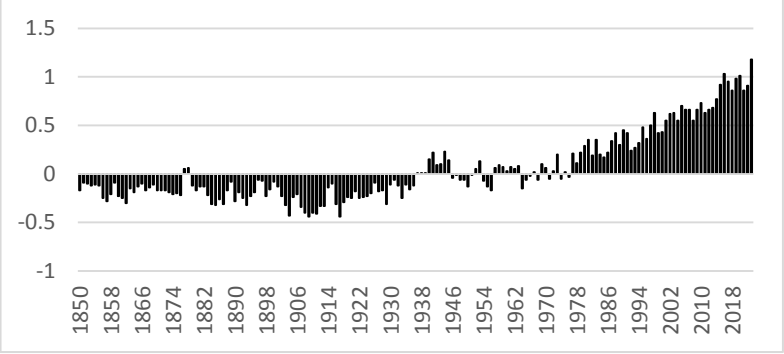
1. Petrovic, and Lobanov
2. Shapely-Owen Value

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-10-05]

بهبودی و همکاران (۱۳۹۹) با استفاده از روش خود رگرسیون‌برداری بیزینی به بررسی رابطه متقابل بین انرژی تجدیدپذیر، توسعه پایدار، و انتشار CO2 در ایران در سال‌های ۲۰۱۳-۱۹۸۰ پرداختند. نتایج این مطالعه حاکی از آن است که تأثیر ایجاد تکانه مثبت در مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر بر توسعه پایدار مثبت است. همچنین، شوک مثبت وارده به مصرف انرژی تجدیدپذیر و تجدید ناپذیر موجب افزایش انتشار CO2 به میزان متفاوت می‌شود. به علاوه، اثر رشد شاخص توسعه پایدار بر مصرف انرژی تجدیدپذیر مثبت و بر مصرف انرژی تجدیدناپذیر منفی است.

۳- مبانی نظری

در طول تاریخ، همراه با توسعه فعالیت‌های صنعتی بشر و نیز افزایش رشد جمعیت، آب و هوای کره زمین در حال تغییر بوده است و شواهد موجود از استمرار این روند در آینده حکایت دارد. با توجه به این واقعیت که این تغییرات پیامدهای جبران‌ناپذیری بر منافع جوامع بشری دارد، گرم شدن کره زمین و عوارض ناشی از آن به یکی از دغدغه‌های اساسی دانشمندان و برنامه‌ریزان حوزه محیط‌زیست تبدیل شده است. نمودار (۳) روند تغییرات میزان تغییرات دمای کره زمین را از سال ۱۸۵۰ تا ۲۰۲۳ را به صورت سالانه نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود، طی دهه‌های اخیر، دمای زمین به صورت مستمر در حال افزایش بوده است.



نمودار ۳. میانگین سالانه دمای کره زمین در دوره زمانی ۲۰۲۳-۱۸۵۰

منبع: مراکز ملی اطلاعات زیست‌محیطی[1] (NCEI)

1. National Centers for Environmental Information

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-10-05]

امروزه فعالیت‌های تحقیق و توسعه یکی از عوامل اساسی هدایت کشورها به سمت اقتصاد دانش‌بنیان می‌باشد. نگرش علمی به مسائل اقتصادی، سیاسی، و اجتماعی می‌تواند بسیاری از مشکلات و معضلات موجود در جوامع را حل کند و کشورها را به سمت توسعه پایدار سوق دهد. بنابراین می‌توان انتظار داشت که یکی از عوامل مؤثر بر بهبود ابعاد سه‌گانه توسعه پایدار (اقتصاد، اجتماع و محیط‌زیست) میزان اهمیت به تحقیق و توسعه باشد (غزنوی و رفیعی، ۱۴۰۱). توسعه فناوری و نوآوری جایگاه مهمی در مقابله با گرمایش جهانی و تغییرات آب و هوایی و حمایت از توسعه پایدار دارد (فرناندز[1] و همکاران ۲۰۱۸). تأثیر توسعه فناوری و نوآوری بر کیفیت محیط‌زیست در سال‌های اخیر به‌طور قابل‌توجهی مورد بررسی قرار گرفته است. از دیدگاه نظری، توسعه و نوآوری فنی در بخش انرژی نه تنها کارایی منابع انرژی موجود را افزایش می‌دهد، بلکه هزینه‌های تولید انرژی‌های تجدیدپذیر را نیز کاهش می‌دهد (گارون و گریلی[2]، ۲۰۱۴). فناوری همچنین می‌تواند توسعه فرآیندهای تولید پاک و کم‌کربن را برای توسعه پایدار امکان‌پذیر سازد. به عنوان مثال، هال و باین[3] (۲۰۰۸) اظهار می‌دارند که پیشرفت در سیستم‌های ذخیره‌سازی انرژی، دسترسی آسان به برق را فراهم می‌کنند و تولید منابع تجدیدپذیر مانند انرژی خورشیدی و بادی را تسهیل می‌نماید. بنابراین می‌توان بیان نمود که تحقیق و توسعه به عنوان شاخصی برای بهبود فناوری، می‌تواند نقش برجسته‌ای در کاهش آلودگی محیط‌زیست و انتشار $CO2$ ایفا نماید. این موضوع در بسیاری از مطالعات تجربی از جمله پتروویچ و لبانوف (۲۰۱۹)، شائو[4] و همکاران (۲۰۲۱)، ژیانگ[5] و همکاران (۲۰۲۲)، ژائو[6] و همکاران (۲۰۲۳) تایید شده است.

با این حال، همانطور که کوچاک و شنتورک اولوجاک[7] (۲۰۱۹) اشاره کرده‌اند، کشورهای مختلف، اجرای سیاست‌ها، اولویت‌ها و زیرساخت‌های فناوری متفاوتی دارند. به همین دلیل، توسعه فناوری و نوآوری ممکن است اثرات غیرمنتظره و یا ناچیزی بر محیط‌زیست داشته باشد. دراین رابطه فرضیه بی‌طرفی بیان می‌دارد که هیچ رابطه‌ای

1. Fernández
2. Garrone and Grilli
3. Hall and Bain
4. Shao
5. Jiang
6. Zhao
7. Koçak and Şentürk Ulucak

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-10-05]

بین پیشرفت فناوری یا تحقیق و توسعه و آلودگی محیطی یا انتشار CO_2 وجود ندارد. به عنوان مثال مطالعات تجربی از قبیل چنگ[۱] و همکاران (۲۰۱۷)، و امری[۲] (۲۰۱۸) عدم وجود رابطه بین تحقیق و توسعه و انتشار CO_2 را بیان کرده‌اند.

در مقابل، گروه سومی وجود دارند که با تکیه بر مفهوم اثر بازگشتی[۳] ویلیام استنلی جونز[۴]، اظهار داشته‌اند که پیشرفت‌های تکنولوژیکی اثر فزاینده‌ای بر انتشار CO_2 دارند. جونز (۱۸۶۵) در مطالعه خود روابط بین بازده انرژی، قیمت انرژی و مصرف انرژی را بررسی کرده است. بر اساس اظهارات او، موتورهای بخار که به دلیل پیشرفت‌های فنی کارآمدتر هستند، منجر به کاهش مصرف زغال‌سنگ و در نتیجه کاهش قیمت آن می‌شوند. بنابراین، افراد بیشتری به زغال‌سنگ ارزان‌تر دسترسی پیدا می‌کنند. در نتیجه، می‌توان بیان نمود که پیشرفت‌های فنی باعث افزایش مصرف زغال‌سنگ می‌گردد. اثر بازگشتی که پارادوکس جوونز نیز نامیده می‌شود، نشان می‌دهد که پیشرفت تکنولوژی با وجود این که باعث افزایش کارایی و کاهش مصرف انرژی می‌شود، می‌تواند تأثیر غیرمنتظره‌ای نیز از طریق کاهش قیمت و افزایش مصرف انرژی و در نتیجه افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای داشته باشد (سورل[۵] و همکاران، ۲۰۰۹). مطالعاتی از قبیل دانیش[۶] و همکاران (۲۰۱۸)، ژی[۷] و همکاران (۲۰۲۱) و شن[۸] و همکاران (۲۰۲۴) در تأیید این دیدگاه، دریافته‌اند که رابطه مثبتی بین تحقیق و توسعه و پیشرفت تکنولوژی با انتشار گاز CO_2 وجود دارد.

علاوه بر آنچه ذکر شد، نظریه‌های دیگری نیز در رابطه با تأثیر سایر عوامل بر انتشار گازهای گلخانه‌ای و در حالت کلی تخریب محیط‌زیست وجود دارد. به عنوان مثال گراسمن و کروگر[۹] (۱۹۹۱) منحنی زیست‌محیطی کوزنتس[۱۰] (EKC) را برای تبیین رابطه بین رشد اقتصادی و تخریب محیط‌زیست پیشنهاد کرده‌اند. بر اساس این

1. Cheng
2. Amri
3. Rebound Effect
4. William Stanley Jevons
5. Sorrell
6. Danish
7. Xie
8. Shen
9. Grossman and Krueger
10. Environmental Kuznets Curve

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-10-05]

فرضیه، یک رابطه U شکل معکوس بین رشد اقتصادی و تخریب محیط‌زیست وجود دارد. به این صورت که در مراحل اول، با افزایش رشد اقتصادی، آلودگی محیط‌زیست افزایش می‌یابد، تا زمانی که رشد اقتصادی به یک حد آستانه‌ای برسد. سپس، با عبور از یک سطح درآمد معین، افزایش رشد اقتصادی منجر به بهبود کیفیت محیط‌زیست می‌شود. شایان ذکر است که مطالعات تجربی زیادی در رابطه با فرضیه کوزنتس وجود دارد که به نتایج متناقضی رسیده‌اند. این نتایج بسته به منطقه و نمونه انتخابی، متفاوت است. برخی مطالعات همچون وو[1] (۲۰۱۸) و عمری[2] (۲۰۱۸) فرضیه منحنی زیست‌محیطی کوزنتس را تأیید نموده‌اند. اما برخی دیگر از مطالعات از قبیل سید[3] (۲۰۲۰) هی و ریچارد[4] (۲۰۱۰)، و اوزتورک و آجاراوجی[5] (۲۰۱۳) بی‌اعتباری فرضیه EKC را گزارش کردند. بنابراین، مطالعات مختلف نشان می‌دهند که فرضیه U شکل معکوس EKC قطعی نبوده و شکل دقیق آن نامشخص باقی مانده است. بنابراین همچنان فضای خالی برای مطالعات آینده در این زمینه وجود دارد.

توسعه مالی نیز با توجه به مطالعات نظری و تجربی گذشته می‌تواند تأثیر حائز اهمیتی بر کیفیت محیط‌زیست داشته باشد. به علاوه بر اساس بیلگیلی[6] و همکاران (۲۰۲۵) توسعه مالی می‌تواند از طریق ارتقای فناوری منجر و افزایش سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و ایجاد منابع مالی با هزینه پایین به اجرای برنامه‌های دوستدار محیط‌زیست کمک نموده و منجر به کاهش آلودگی محیط‌زیست گردد. از سوی دیگر، برخی از نظریه‌پردازان و محققان بر تأثیرات مخرب توسعه مالی تأکید دارند. به عنوان مثال شریف[7] و همکاران (۲۰۱۹) بیان می‌کنند که توسعه مالی ممکن است باعث تشویق سرمایه‌گذاری در پروژه‌های صنعتی، ورود تازه واردان در برخی صنایع سنگین، افزایش مصرف انرژی و در نتیجه افزایش آلودگی محیط‌زیست گردد.

1. Wu
2. Omri
3. Sayed
4. He and Richard
5. Ozturk and Acaravci
6. Bilgili
7. Sharif

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-10-05]

باز بودن تجارت نیز به دلیل نقش کلیدی آن در رشد و توسعه پایدار، به طور قابل‌توجهی بر عملکرد زیست‌محیطی تأثیر می‌گذارد. بر اساس دیدگاه غالب، آزادسازی تجارت از طریق انتقال تکنولوژی، افزایش کارایی منابع و همچنین غلبه بر فقر و بهبود کیفیت زندگی از طریق تولید ثروت بیشتر، می‌تواند به بهبود کیفیت محیط‌زیست کمک کند (خالد[1] و همکاران، ۲۰۲۰). همچنین باز بودن تجارت باعث افزایش سطح گردشگری منطقه، افزایش حمل و نقل و مصرف انرژی می‌شود که به نوبه خود ممکن است سطح تخریب محیط‌زیست را افزایش دهد.

رشد جمعیت شهرنشینی نیز عامل دیگری است که می‌تواند کیفیت محیط‌زیست را تحت تأثیر قرار دهد. بر اساس اظهارات فاخر[2] (۲۰۱۹) دو دیدگاه متفاوت در این زمینه وجود دارد. بر اساس دیدگاه اول، افزایش شهرنشینی یکی از عوامل اصلی آلودگی محیط‌زیست است. به عنوان مثال، پانایوتو[3] (۱۹۹۳) معتقد است که با افزایش شهرنشینی و تغییر ساختار اقتصاد از کشاورزی به صنعتی، روند تخریب محیط‌زیست افزایش خواهد یافت. همچنین بر اساس مطالعه سادورسکی[4] (۲۰۱۰)، افزایش شهرنشینی با فعالیت اقتصادی بالاتر و در نتیجه تولید ثروت بیشتری همراه است. بنابراین با توجه به این که افراد ثروتمندتر اغلب محصولات انرژی‌بر بیشتری را طلب می‌کنند، رشد نرخ شهرنشینی می‌تواند به تخریب محیط‌زیست کمک کند. دیدگاه دوم که با مطالعاتی همچون چارفدین و امرابت[5] (۲۰۱۷) تأیید می‌شود، استدلال می‌کند که شهرنشینی با قدرت خرید بالاتر ساکنان شهری مرتبط است که ممکن است تقاضا برای فناوری‌های پاک و استفاده کارآمدتر از منابع طبیعی را ایجاد کند. علاوه بر این، خانوارهای شهری از زیرساخت‌ها، حمل و نقل و انرژی کارآمدتر استفاده می‌کنند و گسترش صرفه‌جویی در مقیاس باعث کاهش مصرف سرانه انرژی و در نتیجه کاهش انتشار سرانه مرتبط با انرژی مصرفی می‌شود (فطرس و همکاران، ۱۳۹۳).

1. Khalid
2. Fakher
3. Panayotou
4. Sadorsky
5. Charfeddine and Mrabe

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-10-05]

مصرف انرژی نیز عامل دیگری است که تأثیر مستقیم بر آلودگی محیط‌زیست دارد. مایرز و کنت[1] (۲۰۰۱) بیان می‌کنند که با وجود افزایش بهره‌وری عوامل تولید ناشی از پیشرفت‌های صنعتی، افزایش استفاده از سوخت‌های فسیلی تأثیرات آلوده‌کننده‌ای بر محیط‌زیست دارند. بنابراین بخش انرژی به دلیل تولید گازهای آلاینده، مهم‌ترین نقش را در افزایش آلودگی محیط‌زیست ایفا می‌کند.

۴- روش شناسی پژوهش

این پژوهش به بررسی تأثیر هزینه‌های تحقیق و توسعه در انرژی تجدیدپذیر بر انتشار گاز CO2 در کشورهای حوزه منا می‌پردازد که دارای منابع سرشار از سوخت‌های فسیلی هستند. بازه زمانی مورد مطالعه با توجه به اطلاعات موجود سال‌های ۲۰۰۰-۲۰۲۰ است. مدل مورد بررسی که به مطالعه اثرگذاری عوامل مختلف بر انتشار CO2 به خصوص هزینه‌های تحقیق و توسعه می‌پردازد، به صورت زیر نشان داده می‌شود:

معادله (۱)

بطوری که

CO2: سرانه انتشار کربن دی اکسید به تن برای کشور،

R&D: نسبت هزینه‌های تحقیق و توسعه در انرژی‌های تجدیدپذیر به تولید ناخالص داخلی،

GDP: تولید ناخالص داخلی سرانه بر قیمت‌های ثابت ۲۰۱۵ (به دلار)،

BO: نسبت نقدینگی (جمع پول و شبه پول) به تولید ناخالص داخلی به عنوان معیاری از توسعه مالی،

POP: نسبت جمعیت شهری به جمعیت کل،

TR: نسبت حجم تجارت خارجی (جمع واردات و صادرات) به تولید ناخالص داخلی،

UE: مصرف انرژی سرانه بر حسب اگزاژول[2] (EJ)

GDP1: مجذور تولید ناخالص داخلی سرانه است.

1. Myers and Kent
2. Exajoule

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-10-05]

به منظور جلوگیری از همخطی تمام داده‌های مورد استفاده به لگاریتم تبدیل شده‌اند. اطلاعات مربوط به GDP، BO، POP و TR از بانک جهانی[1]، UE از آژانس بین‌المللی انرژی و R&D[2] یونسکو جمع‌آوری شده‌اند.

برآورد مدل در مطالعه حاضر، با استفاده از روش اقتصادسنجی داده‌های تابلویی انجام می‌گیرد. داده‌های تابلویی شامل مشاهداتی است که به وسیله تعداد زیادی داده از متغیرهای مقطعی در طول یک دوره زمانی بررسی می‌شوند. از آنجایی که داده‌های تابلویی هر دو جنبه داده‌های مقطعی و سری زمانی را در برمی‌گیرند و مدل‌های آن‌ها نسبت به دو نوع داده دیگر پیچیدگی‌های بیشتری دارد، بنابراین مزایای بیشتری نسبت به آنها دارد، از جمله:

۱- از آن جایی که داده‌های تابلویی به افراد، بنگاه‌ها، مفاطع، کشورها و از این قبیل داده‌ها در طی زمان ارتباط دارند، وجود ناهمسانی واریانس در آن‌ها محدود می‌شود.

۲- با توجه به تعداد زیاد مشاهدات در داده‌های تابلویی، تغییرپذیری بیشتر و هم‌خطی کمتر میان آن‌ها وجود داشته و بنابراین درجه آزادی بیشتر می‌شود که کارایی بیشتری نسبت به داده‌های مقطعی و سری‌های زمانی دارد.

۳- با توجه به تعداد زیاد مشاهدات، داده‌های تابلویی که می‌توانند تورشی را که در نتیجه لحاظ افراد یا بنگاه‌ها حاصل می‌شود، حداقل نماید.

۴- امکان مطالعه مدل‌های پیچیده‌تر با استفاده داده‌های تابلویی میسر است.

۵- داده‌های تابلویی تاثیری را که نمی‌توان به سهولت در داده‌های مقطعی و سری زمانی مشاهده کرد، بهتر تعیین می‌نماید.

الگوی اصلی مدل‌های مربوط به داده‌های تابلویی به صورت معادله (۲) می‌باشد.

معادله (۲)

در این معادله، i نشان‌دهنده واحدهای مقطعی و t نشان‌دهنده زمان است. شایان ذکر است که اگر ضرایب () برای همه مقاطع ثابت باشد، روش OLS برآورد کارا و

1. worldbank
2. IEA – International Energy Agency

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-10-05]

سازگاری ارائه می‌دهد و می‌توان از طریق تلفیق داده‌ها و مدل تجمیعی[1] از روش OLS استفاده نمود. اما در صورتی که این ضرایب ثابت نباشند، باید از روش‌هایی همچون تخمین مدل با اثرات ثابت و یا اثرات تصادفی استفاده نمود (نونژاد و کشتکاران، ۱۳۸۹). مدل اثرات ثابت در صورتی مورد استفاده قرار می‌گیرد که ضرایب رگرسیون در هر مقطع ثابت بوده و عرض از مبدا رگرسیون از مقطعی به مقطع دیگر متفاوت باشد. اما اگر عرض از مبدأها در هر یک از مقاطع مقادیر ثابتی نبوده و تصادفی و مستقل از متغیرهای توضیحی باشند، آنگاه مدل با اثرات تصادفی خواهد بود.

در مطالعه حاضر، بعد از بررسی ایستایی متغیرها، ابتدا آزمون F لیمر برای بررسی همگنی متغیرها انجام می‌گیرد، سپس از آزمون هاسمن برای انتخاب بین تخمین با اثرات ثابت یا تخمین با اثرات تصادفی استفاده می‌گردد. همچنین آزمون ناهمسانی واریانس و خودهمبستگی نیز مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۵- نتایج

قبل از برآورد مدل و به منظور جلوگیری از رگرسیون کاذب باید ایستایی داده‌ها مورد آزمون قرار بگیرد. برای بررسی ایستایی در داده‌های ترکیبی معمولاً از آزمون‌های لوین، لی و چو[2] (LLC) و ایم، پسران و شین[3] (IPS) استفاده می‌شود. در پژوهش حاضر، برای این کار، از آزمون LLC و IPS استفاده شده و نتایج آن در جدول (۱) گزارش شده‌است. مشاهده می‌شود که همه متغیرها به جز دو متغیر هزینه تحقیق و توسعه و توسعه مالی در سطح معنی‌داری ۵ درصد ایستا می‌باشند. دو متغیر مذکور نیز با یک بار تفاضل‌گیری مانا می‌شود.

1. Pooled
2. Levine, Lin and Chu
3. Im, Pesaran and Shin

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-10-05]

جدول ۱. آزمون ایستایی متغیرها

متغیر	LLC		IPS		نتیجه	مرتبه ایستایی
	آماره	سطح احتمال	آماره	سطح احتمال		
LCO2	-۳/۶۲۱	۰/۰۰۰۱	-۳/۱۰۲	۰/۰۰۰۱	ایستا	I(0)
	-۲/۲۴۱	۰/۰۱۲۵	-۳/۰۶۸	۰/۰۰۷۸	ایستا	I(0)
LR&D	-۱/۵۱۹۴	۰/۰۶۴۳	-۱/۲۴۵	۰/۰۸۷۵	ناایستا	I(1)
LPOP	۲/۸۱۹۴	۰/۰۰۲۴	-۲/۲۳۹	۰/۰۰۴۰	ایستا	I(0)
	-۲/۱۶۴۴	۰/۰۱۵۲	-۳/۴۳۱	۰/۰۰۳۱	ایستا	I(0)
	-۲/۱۰۰	۰/۰۱۷۹	-۲/۳۵۲	۰/۰۱۱۲	ایستا	I(0)
	-۲/۱۶۷	۰/۰۱۵۱	-۲/۶۵۶	۰/۰۰۵۵	ایستا	I(0)
LBO	۱/۲۸۲۹	۰/۹۰۰۲	۰/۸۹۵	۱/۰۰۰۰	ناایستا	I(1)

منبع: یافته‌های تحقیق

بعد از بررسی ایستایی و تفاضل‌گیری از متغیرهای نامانا و قبل از ورود به تخمین اصلی، آزمون F لیمر برای بررسی همگن بودن مقاطع انجام می‌گیرد. بر اساس نتیجه این آزمون که در جدول (۲) نشان داده شده است، فرضیه صفر مبنی بر همگن بودن مقاطع رد می‌شود و بنابراین نمی‌توان از روش OLS تجمیعی برای برآورد استفاده نمود.

جدول ۲. نتایج آزمون معنی‌داری اثرات گروه

مقدار آماره	مدل
آماره آزمون F	۳۸/۸۰
سطح احتمال	۰/۰۰۰

منبع: یافته‌های تحقیق.

با توجه به آنچه گفته شد، از روش داده‌های تابلویی استفاده می‌شود. حال برای انتخاب نوع تخمین (اثرات ثابت یا تصادفی) از آزمون هاسمن استفاده می‌گردد. نتیجه مربوط به این آزمون در جدول (۳) گزارش شده است. نتیجه آزمون هاسمن بیانگر رد فرضیه صفر و بنابراین، لزوم استفاده از برآورد به روش اثرات ثابت می‌باشد.

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-10-05]

جدول ۳. نتایج آزمون هاسمن

آماره	مقدار
آزمون	۵۷/۹۱
درجه آزادی	۷
ارزش احتمال (PV)	۰/۰۰۰۰

منبع: یافته‌های تحقیق

شایان ذکر است که قبل از برآورد مدل، آزمون هم‌خطی، ناهمسانی واریانس با استفاده از حداکثر درست‌نمایی[1] (LR) و خودهمبستگی با استفاده از آزمون بروش-پاگان[2] (BP) نیز انجام گرفته است و نتایج آن در جدول (۴) و (۵) گزارش شده است.

جدول ۴. نتایج آزمون همسانی واریانس خودهمبستگی

آزمون	آماره	سطح اطمینان
همسانی واریانس	۱۲۳/۶۵	۰/۰۰۰۰
خودهمبستگی	۴۰/۴۴۸	۰/۰۰۰۴

منبع: یافته‌های تحقیق

بر اساس نتایج این آزمون‌ها، مشاهده می‌شود که فرضیه صفر مبنی بر همسانی واریانس و همچنین عدم وجود خودهمبستگی، رد می‌گردد. بنابراین باید این دو مشکل رفع گردد.

بر اساس نتایج این آزمون‌ها، مشاهده می‌شود که فرضیه صفر مبنی بر همسانی واریانس و همچنین عدم وجود خودهمبستگی، رد می‌گردد. بنابراین باید این دو مشکل رفع گردد.

حال، بعد از رفع مشکل ناهمسانی واریانس و خودهمبستگی از طریق وزنی دهی GLS که هر دو مورد را می‌تواند رفع کند (منجذب و نصرتی، ۱۳۹۷)، برآورد نهایی انجام شده و نتایج حاصل از تخمین مدل، در جدول (۵) گزارش شده است.

1. Likelihhod Ration
2. Breusch-Pagan

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-10-05]

جدول ۵. نتایج تخمین مدل نهایی بعد از رفع مشکل همسانی واریانس و خودهمبستگی

عرض از مبدأ و متغیرهای توضیحی	ضریب	آماره z
عرض از مبدأ	-۲۶/۶۷۴	-۴/۶۸ ***
	۴/۷۴۴	۴/۶۲ ***
LPOP	۰/۱۳۲	۱/۵۶ **
	۰/۰۷۶	۸/۰۸ ***
diff-LBO	-۰/۱۰۵	-۲/۳۱ ***
diff-LR&D	۰/۰۶۵	۱/۴۴ **
	-۰/۲۲۱	-۴/۸۸
	۰/۲۷۹	۴/۳۴

منبع: یافته‌های تحقیق. (***معنی‌داری در سطح ۱٪ ، **معنی‌داری در سطح ۵٪، * معنی‌داری در سطح ۱۰٪)

با توجه به نتایج تخمین، می‌توان مشاهده کرد ضریب توسعه مالی برابر با ۰/۱۰۵- است، بدین معنی که متغیر توسعه مالی تأثیر منفی بر انتشار CO2 دارد. به عبارت دیگر هر یک درصد افزایش نسبت پول گسترده به GDP، شدت انتشار گاز CO2 ۰/۱۰۵ درصد کاهش می‌یابد، چراکه توسعه مالی، باعث تسریع پیشرفت تکنولوژی می‌گردد و این امر منجر به استفاده از فناوری‌های جدید و افزایش کارایی در تولید اقتصادی می‌شود.

ضریب مجذور تولید ناخالص داخلی با توجه به عدم معنی‌داری مجذور این متغیر، فرضیه کوزنتس تأیید نمی‌شود. با این حال، وجود رابطه خطی بین GDP و انتشار گاز CO2 تأیید می‌گردد. ضریب تولید ناخالص داخلی برابر با ۴/۷۴۴ است، به این صورت که با افزایش در تولید ناخالص داخلی، انتشار CO2 افزایش می‌یابد. با توجه به این که کشورهای منطقه منا دارای منابع طبیعی می‌باشند و بنابراین قیمت منابع تجدیدناپذیر در آن‌ها پایین است، این نتیجه را می‌توان به تداوم و گسترش فعالیت برخی از صنایع انرژی‌بر و آلاینده و عدم بهره‌گیری آن‌ها از تکنولوژی‌های جدید با آلایندگی کمتر در تولید کالا و خدمات نسبت داد.

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-10-05]

ضریب متغیر شهرنشینی یا نسبت جمعیت شهر به جمعیت روستایی برابر با ۰/۱۳۲ است که بیان می‌کند هر یک درصد افزایش در جمعیت شهرنشین، انتشار CO2 را ۰/۱۳۲ درصد افزایش می‌دهد. به عبارت دیگر با افزایش جمعیت شهری، آلودگی محیط‌زیست افزایش می‌یابد. این نتیجه با دیدگاه اول بیان شده در ادبیات موضوع سازگار است و بر اساس آن، شهرنشینی یکی از عوامل آلودگی محیط‌زیست می‌باشد. رشد سریع جمعیت شهرنشین سبب گسترش فعالیت‌های اقتصادی، افزایش روند روزافزون مصرف منابع و انرژی و تغییر ساختار اقتصاد از کشاورزی به صنعتی می‌شود.

ضریب متغیر درجه باز بودن تجاری برابر با ۰/۰۷۶ است و بیان می‌کند هر یک درصد افزایش در درجه باز بودن تجاری، باعث افزایش انتشار CO2 به میزان ۰/۰۷۶ درصد می‌شود. به این صورت که با افزایش آزادسازی تجاری، انتشار CO2 افزایش می‌یابد. این نتیجه ممکن است به این دلیل باشد که با توجه به فناوری پایین تولید، افزایش تجارت در کشورهای منطقه منا باعث آلودگی محیط‌زیست می‌شود. علاوه براین آزادسازی تجاری از طریق تأثیر بر گردشگری، حمل و نقل و مصرف انرژی منجر به افزایش انتشار CO2 می‌شود.

ضریب مصرف سرانه انرژی برابر با ۰/۲۷۹ است که حاکی از افزایش ۰/۲۷۹ درصدی در انتشار CO2 در صورت هر یک درصد افزایش در مصرف انرژی سرانه است. میزان انرژی مصرفی عامل دیگری است که تأثیر مثبت و معنی‌داری بر انتشار CO2 دارد. پایین بودن تکنولوژی وسایل انرژی‌بر و مصرف بی‌رویه و ناکارای انرژی به دلیل وجود منابع تجدیدناپذیر ارزان در کشورهای منطقه منا منجر به افزایش آلودگی محیط‌زیست می‌شود.

آخرین و مهم‌ترین متغیر پژوهش حاضر، هزینه‌های تحقیق و توسعه با ضریب مثبت و معنادار ۰/۰۶۵ است و نشان می‌دهد هر یک درصد افزایش در هزینه‌های تحقیق و توسعه، ۰/۰۶۵ درصد انتشار CO2 را افزایش می‌دهد. همانطور که در بخش مبانی نظری نیز بیان شد اثر این متغیر در پژوهش‌های مختلف نتایج متفاوتی داشته است. تأثیر منفی تحقیق و توسعه بر کیفیت محیط‌زیست می‌تواند به این دلیل باشدکه تحقیق و توسعه از طریق تأثیر مقیاس تولید بزرگتر، همراه با رشد اقتصادی بالاتر و باز

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-10-05]

بودن تجارت، ممکن است بر کیفیت محیط‌زیست تأثیر منفی بگذارد و موجب افزایش انتشار CO2 شود.

به طور کلی مدل نهایی را تحقیق را پس از برآورد می‌توان به صورت زیر نوشت:

معادله (۳)

۶- بحث و نتیجه‌گیری

طی دهه‌های اخیر، گرم شدن کره زمین که عمدتا به دلیل انتشار فزاینده گازهای گلخانه‌ای از جمله دی‌اکسید کربن است، به یکی از مسائل مهم حوزه حفاظت از محیط‌زیست تبدیل شده‌است. در این میان، رفع معضل انتشار گازهای گلخانه‌ای در کشورهای عضو منا اهمیت بیشتری دارد زیرا از یک سو، به دلیل وجود منابع طبیعی سوخت‌های فسیلی، این کشورها بیشتر از سایر کشورها در معرض آسیب‌های محیط‌زیستی هستند و از سوی دیگر، با توجه به درآمد پایین و متوسط اکثر کشورهای منا، رشد اقتصادی فزاینده اولویت اصلی این کشورها است که می‌تواند تخریب بیشتر محیط‌زیست را سرعت بخشد. یکی از عواملی که می‌تواند در بهبود کیفیت محیط‌زیست نقش برجسته‌ای داشته باشد، نوآوری و پیشرفت فناوری است که جز با سرمایه‌گذاری در بخش‌های تحقیق و توسعه امکان‌پذیر نخواهد بود. براین‌اساس، با توجه به اهمیت بهبود کیفیت محیط‌زیست در کشورهای منا و نیاز به شناسایی عوامل مؤثر بر تخریب محیط‌زیست از یک سو و اهمیت نوآوری فناورانه به عنوان عامل مؤثر بر کیفیت محیط‌زیست از سوی دیگر، هدف اساسی مطالعه حاضر، ارزیابی تأثیر هزینه‌های تحقیق و توسعه و سایر عوامل بر انتشار گاز CO2 در کشورهای منطقه منا در دوره زمانی ۲۰۲۰-۲۰۰۰ با استفاده از رویکرد اقتصادسنجی داده‌های تابلویی با اثرات ثابت می‌باشد. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که توسعه مالی تأثیر منفی بر انتشار CO2 دارد. مطابق با مبانی نظری، توسعه مالی از طریق تسهیل تجهیز سرمایه‌گذاری، زمینه استفاده از فناوری‌های پاک را فراهم می‌کند و باعث کاهش انتشار آلاینده‌ها می‌گردد. این نتیجه منطبق بر مطالعاتی همچون تامازیان و رائو (۲۰۱۰)، شریف و همکاران (۲۰۱۹) و شهباز و همکاران (۲۰۱۹) است. تولید ناخالص داخلی نیز یک رابطه خطی مثبت با انتشار گاز CO2 دارد. بر اساس نظریه منحنی کوزنتس در مراحل اولیه رشد و

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-10-05]

توسعه اقتصادی و با افزایش درآمد، سرعت تخریب محیط‌زیست و انتشار آلاینده‌ها افزایش می‌یابد که از آن به عنوان اثر مقیاس یاد می‌شود. با توجه به اینکه بیشتر کشورهای حوزه منا در مراحل اولیه رشد هستند نتیجه به دست آمده مطابق با مبانی نظری است و با نتایج پژوهش‌های سیمبی[۱] و همکاران (۲۰۲۵)، هانسن[۲] (۲۰۲۲) و عبدالهی آرانی و همکاران (۱۴۰۱) همراستا می‌باشد. شهرنشینی رابطه مثبتی با انتشار CO2 دارد و همگام با نتایج لقمان[۳] و همکاران (۲۰۲۳) و عبدالهی آرانی و همکاران (۱۴۰۱) و مطابق با مبانی نظری است. با افزایش جمعیت شهری تقاضا برای زیرساخت‌ها، حمل و نقل و ... افزایش و درنتیجه انتشار کربن دی اکسید زیاد می‌شود. درجه باز بودن تجاری، متغیر دیگری است که تأثیر فزاینده‌ای بر انتشار گاز CO2 داشته است. با افزایش تجارت خارجی، فعالیت‌های اقتصادی افزایش می‌یابد که نتیجه آن افزایش تقاضا برای انرژی و تولیدات صنعتی است که هر دوی آن‌ها بر انتشار کربن اثر می‌گذارند (سیمبی و همکاران، ۲۰۲۵). این نتیجه نیز با مطالعاتی همچون اسلم[۴] و همکاران (۲۰۲۱) و بهرامی و همکاران (۱۳۹۹) سازگار است. همانطور که با توجه به مطالعاتی مثل کهنسال و بهرامی نسب (۱۳۹۸) و لی[۵] و همکاران (۲۰۲۳) انتظار می‌رفت، مصرف سرانه انرژی نیز تأثیر مثبتی بر انتشار CO2 دارد. در رابطه با تحقیق و توسعه نیز، مشاهده شده که هزینه‌های تحقیق و توسعه منجر به افزایش انتشار CO2 می‌شود. بر اساس مبانی نظری و نیز مطالعات چانگ و همکاران (۲۰۲۳)، پتروویچ و لبانوو (۲۰۱۹) و مینیتی و ونتورنی[۶] (۲۰۱۷) تحقیق و توسعه از طریق اثرات مقیاس تولید بزرگتر همراه با رشد بالاتر و مصرف انرژی و منابع بیشتر برای تولید، بر کیفیت محیط‌زیست تأثیر منفی می‌گذارد.

با توجه به نتایج حاصل از این مطالعه، پیشنهادات سیاستی زیر ارائه می‌گردد:

- با در نظر گرفتن اثر مثبت تحقیق و توسعه بر انتشار دی اکسید کربن، پیشنهاد می‌گردد هزینه‌های صرف شده بابت سرمایه‌گذاری در بخش تحقیق و توسعه به

1. Simbi
2. Hannesson
3. Luqman
4. Aslam
5. Li
6. Minniti & Venturini

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-10-05]

نوآوری و تحقیق در تولیدات کالاهای دوست‌دار محیط‌زیست و فناوری‌های پاک اختصاص یابد تا علاوه بر نوآوری‌های حاصل شده از تحقیق و توسعه، فناوری‌های پاک و کالاهای پاک تولید شده، آلودگی کاهش یافته و زمینه رشد و توسعه پایدار فراهم گردد.

- از آن جایی که افزایش مصرف انرژی اثر مخرب بر محیط‌زیست می‌گذارد، پیشنهاد می‌گردد بخشی از تحقیق و توسعه به گسترش و نوآوری در تولید و عرضه انرژی‌های تجدیدپذیر اختصاص یابد تا انتشار دی اکسید کربن ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی کاهش یابد.
- از آنجایی که فرایند تجارت خارجی از تولید کالا تا حمل و نقل آن باعث انتشار آلودگی می‌شود، پیشنهاد می‌گردد در تمامی فرایندها و مراحل تجارت خارجی از فناوری‌های پاک و سبز استفاده شده و در نهایت از مالیات بر کربن در صادرات و واردات جهت حداقل کردن انتشار کربن استفاده گردد.
- فراهم نمودن امکانات رفاهی مناسب در روستاها در راستای بهبود کیفیت زندگی روستاییان و جلوگیری از مهاجرت بی‌رویه به شهرها یکی دیگر از پیشنهادات این تحقیق است.

همچنین برای مطالعات آتی پیشنهاد می‌گردد، اثر نوآوری در فرایندهای تولیدی و اثر مالیات بر کربن بر انتشار CO_2 مورد بررسی قرار گیرد. به علاوه اثر تحقیق و توسعه بر انتشار کربن به تفکیک هر کشور و با استفاده از مدل‌های اقتصادسنجی پویا می‌تواند نتایج دقیق‌تری را ارایه دهد.

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-10-05]

منابع

- بهبودی، داوود، محمدزاده، پرویز، و موسوی، سها. (۱۳۹۹). بررسی روابط متقابل بین انرژی تجدیدپذیر–توسعه پایدار–انتشار دی‌اکسید کربن در ایران: رویکرد خودرگرسیون برداری بیزین. علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، دوره ۲۲. شماره ۲. صص ۴۰۷-۳۹۵.
- بهرامی، الهام، بهبودی، داوود، سلمانی بی شک، محمدرضا، و شکری، مصطفی. (۱۳۹۸). نقش توسعه مالی و آزاد سازی تجاری بر انتشار گاز دی‌اکسید کربن در ایران. سیاست‌های راهبردی و کلان. دوره ۷. شماره ۱. صص ۱۴۰-۱۲۵.
- دل گرم، عاطفه، پهلوانی، مصیب، و رادنیا، مرجان. (۱۴۰۲). تأثیر پیشرفت فناوری بر انتشار گاز دی اکسیدکربن (منتخبی از کشورهای پیمان شانگهای). فصلنامه مطالعات اقتتصاد انرژی. سال نوزدهم. شماره ۷۷. صص ۱۶۳-۱۹۱.
- رنجبری، فروغ؛ حیدری، ابراهیم، و پارسا، حجت. (۱۳۹۹). اندازه‌گیری و تجزیه و تحلیل شاخص‌های اقتصاد انرژی سبز در ایران (سنجش میزان و کشش انتشار دی اکسید کربن). فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی. سال شانزدهم. شماره ۶۴. صص ۲۱۷-۲۵۱.
- عارفیان، محمدرضا، فرجی دیزجی، سجاد، و قاسمی، سحر. (۱۳۹۹). بررسی نقش انرژی تجدیدپذیر، انرژی تجدیدناپذیر و رشد اقتصادی بر انتشار کربن در کشورهای OECD. اقتصاد و تجارت نوین، دوره ۱۵، شماره ۳، صص ۱۳۷-۱۰۹.
- عبدالهی آرانی، مصعب، منصوری، نسرین، جانی، سیاوش، و آقایی، نوشین. (۱۴۰۱) انتشار دی اکسید کربن و رشد اقتصادی: تحلیلی فضایی در میان استان‌های ایران. پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی، دوره ۱۳، شماره ۴۹، صص ۵۴-۳۳.
- غزنوی، شیوا، و رفیعی، حامد. (۱۴۰۲). بررسی اثر تحقیق و توسعه بر کیفیت محیط‌زیست با تأکید بر ساختار منحنی کوزنتس. اقتصاد و بازار کشاورزی، سال اول، شماره ۱، صص. ۹۳-۸۶.

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-10-05]

- فطرس، محمدحسن، صحرایی، راضیه، و یاوری، معصومه. (۱۳۹۳). برآورد تابع تقاضای انرژی در بخش حمل و نقل جاده‌ای ایران، ۱۳۹۲-۱۳۵۷. سیاست‌های راهبردی و کلان، دوره ۲، شماره ۷، صص ۴۲-۲۳.
- فطرس، محمدحسن، معبودی، رضا، و دره نظری، زینب. (۱۴۰۱). تجزیه سهم عوامل موثر بر آلودگی محیط‌زیست در ایران با استفاده از رویکرد ارزش شیپلی-اون. فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، سال هجدهم، شماره ۷۳، صص ۱۲۸-۹۷.
- کهنسال، محمدرضا، و بهرامی نسب، مهسا. (۱۳۹۸). ارزیابی رابطه مصرف انرژی و آلودگی با رشد اقتصادی در راستای سیاست‌های کلی محیط‌زیست. سیاست‌های راهبردی و کلان، دوره ۷، شماره ۲۸، صص ۵۲۵-۵۰۰.
- منجذب، محمدرضا، و نصرتی، رضا .(۱۳۹۷). مدل‌های اقتصاد سنجی پیشرفته. موسسه کتاب مهربان نشر، چاپ اول.
- ناهیدی امیرخیز، محمدرضا، رحیم زاده، فرزاد، و شکوهی فرد، سیامک. (۱۳۹۹). بررسی رابطه رشد اقتصادی، مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای. علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، دوره ۲۳، شماره ۳، صص ۲۶-۱۴.
- نونژاد، مسعود، و کشتکاران، سارا. (۱۳۸۹). مطالعه عوامل موثر بر صادرات سه کشور مهم عضو سازمان تجاری اکو (ایران، ترکیه، پاکستان). مطالعات اقتصادی، شماره ۱ (۱)، صص ۱۲۵-۱۰۷.
- Amri, F. (2018). Carbon Dioxide Emissions, Total Factor Productivity, ICT, Trade, Financial Development, and Energy Consumption: Testing Environmental Kuznets Curve Hypothesis for Tunisia. Environmental Science and Pollution Research, Vol. 25, pp. 33691–33701.
- Aslam, B, Hu J., Shahab, S., Ahmad, A. et al. (2025). The nexus of industrialization, GDP per capita and CO2 emission in China. Environmental Technology & Innovation, Vol. 23 (101674.(
- Bilgili, F., Muğaloğlu, E., Kuşkaya, S. et al. (2025). The nexus between the financial development and CO2 emissions: fresh evidence through time–frequency analyses. Finanialc Innovation, Vol. 11 (58.(
- Charfeddine, L., and Mrabet, Z. (2017). The Impact of Economic Development and Social-Political Factors on Ecological Foot-Print: A

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-10-05]

Panel Data Analysis for 15 MENA Countries. Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol (76), pp. 138-154.

- Cheng, Z., Li, L., and Liu, J. (2017). The Emissions Reduction Effect and Technical Progress Effect of Environmental Regulation Policy Tools. Journal of Clean Prod., Vol. 149, pp. 191–205.
- Churchill, S. A., Inekwe, J., Smyth, R., and Zhang, X. (2019). R&D intensity and carbon emissions in the G7: 1870–2014. Energy Economics, Vol. 80, pp. 30-37.
- Danish, K. N., Baloch, M. A., Saud, S., and Fatima, T. (2018). The Effect of ICT on CO2 Emissions in Emerging Economies: Does the Level of Income Matters? Environ. Sci. Pollut. Res., Vol. 25, pp. 22850–22860.
- Fakher, H. A. (2019). Investigating the Determinant Factors of Environmental Quality (Based on Ecological Carbon Footprint Index). Environmental Science and Pollution Research, https://doi.org/10.1007/s11356-019-04452-3
- Fernández F. Y., López, F. M. A., and Blanco O. B. (2018). Innovation for Sustainability: The Impact of R&D Spending on CO2 Emissions. Journal of Clean Production, Vol. 172, pp. 3459–3467.
- Frankel, J., and Rose, A. (2002). An Estimate of the Effect of Common Currencies on Trade and Income. Quarterly of Economics, Vol. 7 (2), pp. 437-466.
- Grossman, G. M., and Krueger, A. B. (1991). Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement (NBER Working Papers No. w3914). National Bureau of Ec.onomic Research, Inc
- Hall, P. J., Bain, E. J. (2008). Energy-Storage Technologies and Electricity Generation. Energy Policy, Vol. 36, pp. 4352–4355.
- Hannesson, A. (2022). Is There a Kuznets Curve for CO2 Emission? Biophysical Economics and Sustainability, Vol. 4 (7.(
- Huang, J., Lai, Y., Wang, Y., and Hao, Y. (2019). Energy-Saving Research and Development Activities and Energy Intensity in China: A Regional Comparison Perspective. Energy, Vol. 213, 118758.
- International Energy Agency. (2024). World Energy Outlook 2023. https://www.iea.org

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-10-05]

- Jevons, W. S. (1865). On the Variation of Prices and the Value of the Currency since 1782. Journal of Stat. Soc. London, Vol. 28 (2), pp. 294-320.
- Kihombo, S., Saud, S., Ahmed, Z., and Chen, S. (2021). The Effects of Research and Development and Financial Development on CO2 Emissions: Evidence from Selected WAME Economies. Environmental Science and Pollution Research, Vol. 28, pp. 51149–51159.
- Khalid, K., Usman, M., and Mehdi, M. A. (2020). The Determinants of Environmental Quality in the SAARC Region: A Spatial Heterogeneous Panel Data Approach. Environmental Science and Pollution Research, https://doi.org/10.1007/s11356-020-10896-9
- Koçak, E., and Şentürk Ulucak, Z. (2019). The Effect of Energy R&D Expenditures on CO2 Emission Reduction: Estimation of the STIRPAT Model for OECD Countries. Environmental Science and Pollution Research, Vol. 26 (14), pp. 14328-14338.
- Li, J., Irfan, M., Samad, S. et al. (2023). The Relationship between Energy Consumption, CO2 Emissions, Economic Growth, and Health Indicators. International Journal of Environmental Research and Public Health, Vol. 20(3), 2325
- Lienard, C. (2022). Mitigating Climate Change in the MENA: Shifting to a New Paradigm. Brussels Inernational Center, March 2022.Li, R., and Jiang, R. (2020). Investigating Effect of R&D Investment on Decoupling Environmental Pressure from Economic Growth in the Global Top Six Carbon Dioxide Emitters. Science of The Total Environment, Vol. 740, 140053.
- Luqman, M., Rayner, P.J. & Gurney, K.R. (2023). On the impact of urbanisation on CO2 emissions. Urban Sustain, Vol. 3 (6 .(
- Myers, N., and Kent, J. (2001). Perverse Subsidies: How Tax Dollars Can Undercut the Environment and the Economy. Island Press, Washington.
- Omri, A. (2018). Entrepreneurship, Sectoral Outputs and Environmental Improvement: International Evidence. Technol. Forecast. Soc. Chang., Vol. 128, pp. 45–56.
- Ozturk, I., and Acaravci, A. (2013). The Long-Run and Causal Analysis of Energy, Growth, Openness and Financial Development on Carbon Emissions in Turkey. Energy Econ., Vol. 36 (C), pp. 262–267.

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-10-05]

- Ozturk, I., and Acaravci, A. (2010). CO2 Emissions, Energy Consumption and Economic Growth in Turkey. Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol. 14 (9), pp. 3220-3225.
- Panayotou, T. (1993). Empirical Tests and Policy Analysis of Environmental Degradation at Different Stages of Economic Development, No. 292778, World Employment Programmed Research Working Paper, International Labour Organization. RePEc:iloilops:992927783402676.
- Petrovic, P., Lobanov, M.M. (2019). The impact of R&D expenditureon CO2 emissions: Evidence from sixteen OECD countries, Journal of Cleaner Production. Vol. 248 (119187.(
- Sadorsky, P. (2010). The Impact of Financial Development on Energy Consumption in Emerging Economies. Energ Policy, Vol. 38, pp. 2528–2535.
- Sayed, A. (2020). Is there a Kuznets Curve in the Arab Region? An Empirical Investigation. Review of Middle East Economics and Finance, De Gruyter, vol. 16(2), pages 1-17.
- Shahbaz, M., Balsalobre-Lorente, D., and Sinha, A. (2019). Foreign Direct Investment–CO2 Emissions Nexus in Middle East and North African Countries: Importance of Biomass Energy Consumption. Journal of Cleaner Production, Vol. 217, pp. 603-614.
- Shahzadi, M., Yaseen, R., Iqbal Khan, M. T., Amjad Makhdum, M. S., and Ali, Q. (2022). The Nexus between Research and Development, Renewable Energy and Environmental Quality: Evidence from Developed and Developing Countries. Renewable Energy, Vol. 190, pp. 1089-1099.
- Shao, X., Zhong, Y., Li, Y., Altuntas¸ M. (2021). Does Environmental and Renewable Energy R&D Help to Achieve Carbon Neutrality Target? A Case of the US Economy, Journal of Environmental Management. 296 (2021) 1–10.
- Sharif, A., Afshan, S., and Qureshi, M. A. (2019). Idolization and Ramification between Globalization and Ecological Footprints: Evidence from Quantile-on-Quantile Approach. Environmental Science and Pollution Research, Vol. 26, pp. 11191–11211.

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-10-05]

- Shen, Y., Wang, G., Wu, X. et al. (2024). Digital economy, technological progress, and carbon emissions in Chinese provinces. Scentifici Reports, Vol. 14, (23001(
- Sorrell, S, Dimitropoulos, J., and Sommerville, M. (2009). Empirical Estimates of the Direct Rebound Effect: A Review. Energy Policy, Vol. 37, pp. 1356–1371.
- Tang Dabuo, F., Du, J., Madzikanda, B., and Coulibaly, P. T. (2023). Influence of Research and Development, Environmental Regulation, and Consumption of Energy on CO2 Emissions in China-Novel Spatial Durbin Model Perspective. Environmental Science and Pollution Research, Vol. 30, pp. 29065-29085.
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). (2024). Global Education Monitoring Report. Retrieved from https://en.unesco.org
- World Bank. (2024). World Development Indicators. https://data.worldbank.org.
- Wu, H. (2018). Is There a Kuznets Curve for Intra-City Earnings Inequality? Working Papers, 2018-09, The George Washington University, Institute for International Economic Policy.
- Xie, Z., Wu, R., Wang, S. (2023) How technological progress affects the carbon emission efficiency? Evidence from national panel quantile regression. Journal of Vleaner Production, Vol. 307 (127133.(
- Zhao, Y., Sun, H., Xia, X., Ma, D. (2023). Can R&D Intensity Reduce Carbon Emissions Intensity? Evidence from China. Sustainability, Vol. 15, (1619).

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-10-05]

The Impact of Research and Development Costs on Carbon Dioxide (CO2) Emissions in MENA Countries

Ali Jabbar Hato Al-Saedi [1]
MA Graduate, Department of Economic Development and Planning, Faculty of Economics and Management, University of Tabriz, Iran/ Assistant Professor, Department of Economics, Imam Ja'afar Al-Sadiq University, Maysan, Iraq, (ali_jabbar@ijsu.edu.iq)

Seyed Kamal Sadeghi
Professor, Department of Economic Development and Planning, Faculty of Economics and Management, University of Tabriz, Iran, (sadeghiseyedkamal@gmail.com)

Mohsen Poor Ebadollahan
Associate Professor, Department of Economic Development and Planning, Faculty of Economics and Management, University of Tabriz, Iran, (m.pourebadollahan@tabrizu.ac.ir)

Received: 2024/05/18 Accepted: 2025/05/03

Abstract

Nowadays, environmental issues have become one of the main concerns for countries. Nations are striving to achieve economic growth and development while preserving environmental quality for future generations. Many factors influence environmental quality, one of which is research and development (R&D) aimed at creating innovations in clean and environmentally friendly technologies. In this context, the present study examines the impact of investment in R&D on greenhouse gas emissions (carbon dioxide). Given that oil-rich countries are prone to higher carbon emissions during the extraction and supply of fossil fuels, MENA (Middle East and North Africa) countries were studied using panel data methods for the period 2000-2020 based on available information. The research results show that R&D has a positive effect on carbon emissions. This finding suggests that not all R&D investments lead to improved environmental quality. Instead, R&D activities should be directed towards achieving sustainable growth and development to reduce pollutant emissions. Other variables used in the model, including GDP, urbanization, energy consumption, and foreign trade, all had a positive effect on carbon emissions. Therefore, based on the results obtained, it is recommended that R&D programs focus directly on reducing carbon dioxide emissions and implementing them.

JEL Classification: C23, O30, Q53.
Keywords: Carbon Dioxide Emissions, MENA countries, Panel Data, Research and Development, Energy Consumption.

1. Corresponding Author

[Downloaded from iiesj.ir on 2025-10-05]