فصل‌نامه مطالعات اقتصاد انرژی/ سال نوزدهم / شماره ۷۷/ تابستان ۱۴۰۲ / صفحات ۱۹۱-۱۶۳

تأثیر پیشرفت فناوری بر انتشار گاز دی‌اکسید کربن (منتخبی از کشورهای پیمان شانگهای)

عاطفه دل‌گرم[۱]
کارشناس ارشد علوم اقتصادی، دانشکده ادبیات، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران،
a.delgarm73@gmail.com
مصیب پهلوانی
دانشیار گروه اقتصاد، دانشکده ادبیات، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران،
pahlavani@eco.usb.ac.ir
مرجان رادنیا
استادیار گروه اقتصاد، دانشکده ادبیات، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران،
radnaia-marjan@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۰۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۲/۲۵

چکیده

مسائل زیست محیطی که عمدتاً از انتشار گازها ی گلخانه‌ای ناشی می‌شود، در دوران معاصر ما در اقتصادهای در حال توسعه و توسعه یافته به دلیل زوال زیست محیطی بحث های پیشرو را به خود اختصاص داده است. مصرف انرژی مستقیم ترین منبع انتشار کربن می‌باشد، پیشرفت فناوری انرژی میتواند مستقیماً بر انتشار دی‌اکسیدکربن تأثیر بگذارد. به عبارتی پیشرفت تکنولوژی می‌تواند سبب کاهش مصرف انرژی شود و به تعقیب آن انتشار دی‌اکسیدکربن را کاهش دهد. هدف این مطالعه تأثیر پیشرفت فناوری بر کاهش انتشار گاز دی‌اکسیدکربن در بازه زمانی ۲۰۰۰ الی ۲۰۲۱ برای منتخبی از کشورهای عضو پیمان شانگهای با استفاده از الگوی پانل و روش گشتاورهای تعمیم‌یافته (GMM) بود. نتایج این تحقیق و ضرایب متغیرهای موردبررسی حاکی از تأثیر منفی و معنادار متغیرهای تحقیق و توسعه و سرمایه انسانی بر انتشار CO_2 بود؛ و برای متغیرهای صنعت، باز بودن تجارت و مصرف انرژی‌های اولیه نشان‌دهنده تأثیر مثبت و معنادار بر انتشار CO_2 داشته است. همچنین اثر متغیرهای نرخ رشد جمعیت و نرخ رشد واقعی اقتصادی بر انتشار CO_2 بی‌معنا بوده است. با توجه به نتایج پیشنهاد می‌گردد که کشورهای عضو پیمان شانگهای با ایجاد پیمان‌های همکاری در زمینه انتقال فناوری پاک در جهت کاهش انتشار گاز دی‌اکسیدکربن اقدام نمایند.

طبقه‌بندی JEL: P28, Q55, C33.

کلیدواژه‌ها: پیشرفت فناوری، انتشار دی‌اکسید کربن CO_2، رشد اقتصادی ، گشتاورهای تعمیم یافتهGMM.

---

۱. نویسنده مسئول

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-08]

۱- مقدمه

طی چند دهه گذشته، کشورهای توسعه‌یافته و درحال‌توسعه به‌منظور دستیابی به هدف رشد اقتصادی، به استفاده انبوه از انرژی‌های فسیلی در تمامی بخش‌های اقتصادی چون صنعت، گردشگری، حمل‌ونقل و کشاورزی پرداخته‌اند. نتیجه این فعالیت‌ها، پدیده انتشار گازهای گلخانه‌ای در نواحی مختلف جهان را در پی داشته است (بن جبلی و بن یوسف[1] ،۲۰۱۷). به گفته بسیاری از سازمان‌های بین‌المللی ازجمله IPCC[2] (۲۰۰۰) ، UNFCCC[3] (۲۰۱۶) و IEA[4] (۲۰۱۰)؛ اقتصاد جهانی از زمان انقلاب صنعتی به‌سرعت در حال رشد بوده که این امر منجر به بهبود قابل‌توجهی در کیفیت زندگی و افزایش درآمد خانوارها و متوسط تولید ناخالص داخلی سرانه شده است (پایگاه داده پروژه مدیسون[5]، نسخه ۲۰۱۸). اکنون باید اقدامات مؤثری توسط بشریت برای محافظت از زمین در برابر بلایای آب‌وهوایی ناشی از استفاده انبوه از انرژی‌های فسیلی انجام شود. انتقال از انرژی سوخت‌های فسیلی (نفت، زغال‌سنگ، گاز و غیره) به انرژی‌های تجدید پذیر (خورشیدی، آبی، بادی و غیره) و بهبود بهره‌وری انرژی به‌عنوان دو راه‌حل اصلی برای مبارزه با گرمایش جهانی در نظر گرفته می‌شود (لی و لین[6]، ۲۰۱۶).هزینه اولیه اجرا و تولید انرژی‌های تجدیدپذیر به‌ویژه برای کشورهای فقیر هنوز بالاست. دولت‌ها انتظار کاهش این هزینه‌های اولیه رادارند و یکی از کانال‌های اصلی که می‌توان از طریق آن به این امر دست‌یافت، پیشرفت فناوری است (بلمرت و رولا[7]، ۲۰۲۱). رابطه بین تغییرات تکنولوژیکی و انتشار دی‌اکسید کربن پیچیده است؛ مطالعات متعدد نشان می‌دهد که پیشرفت تکنولوژی تأثیر دوگانه‌ای بر انتشار جهانی CO_2 دارد. ازیک‌طرف، فناوری موجب کاهش شدت انرژی، تنظیم ساختار انرژی و تقویت گسترش فناوری سبز در صنایع و کشورها شده و انتشار کلی CO_2 را کاهش می‌دهد. از سوی دیگر، فناوری با افزایش مصرف انرژی و رشد اقتصادی، انتشار CO_2 را افزایش می‌دهد. یک واقعیت واضح این است که انتشار CO_2 به‌طور چشمگیری از زمان انقلاب صنعتی، به دنبال

1. Ben Jebli & Ben Youssef
2. Intergovernment al Panel on Climate Change
3. United Nations Framework Convention on Climate Change
4. International Energy Agency
5. Maddison Project Database, version 2018
6. Li & Lin
7. Belmert & Roula

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-08]

تکامل مشابه پیشرفت تکنولوژی افزایش‌یافته است. هر پیشرفت عظیم در فناوری نه‌تنها باعث بهبود در محیط‌زیست و تأمین انرژی می‌شود، بلکه به‌شدت توسعه اقتصادی و مصرف انرژی را در مقیاس بزرگ تحریک می‌کند (بلمرت و رولا، ۲۰۲۱). ازآنجایی‌که کنترل رشد جمعیت و انباشت ثروت همیشه یک چالش است، نیاز به سرمایه‌گذاری در فناوری‌هایی وجود دارد که ردپای کربن کمتری دارند (کاتوندا و همکاران[1]، ۲۰۱۹). در سال‌های اخیر، پیشرفت فناوری در خط مقدم چهارمین انقلاب صنعتی قرار داشته که زندگی ما را مانند قبل متحول کرده است. اگرچه این انقلاب به‌طور متفاوتی عمل می‌کند، اما بر محیط‌زیست و کل سیاره تأثیر می‌گذارد؛ چه در یک کشور ثروتمند باشید یا یک کشور فقیر، فناوری به‌عنوان یکی از ارکان توسعه اقتصادی پایدار در نظر گرفته می‌شود و نقش مهم و مثبتی در بهبود بهره‌وری، زیرساخت‌ها و افزایش کیفیت کالاها و خدمات تولیدی در توسعه اقتصادی یک کشور ایفا می‌کند. بااین‌حال، تأثیر پیشرفت فناوری بر محیط‌زیست و آب‌وهوا هنوز نامشخص است. (آسونگو، لو روکس و بیک‌په[2]، ۲۰۱۷؛ چنگ و همکاران[3]، ۲۰۱۹؛ چرچیل و همکاران[4]، ۲۰۱۹). نقش نوآوری فناوری انرژی در کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای به‌طور فزاینده‌ای در گذار به انرژی پایدارتر و کربن کمتر شناخته می‌شود. سیاست‌های اقلیمی، سرمایه‌گذاری‌ها و تأمین مالی باید با تفکر دقیق دربارهٔ نقشی که نوآوری فناوری انرژی می‌تواند در کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای ایفا کند، هماهنگ شود (جردان[5] و همکاران، ۲۰۱۷). درحالی‌که عوامل مخدوش‌کنندهٔ زیادی وجود دارد که بر انتشار کلی گازهای گلخانه‌ای تأثیرگذار است این مطالعه پیشرفت فناوری و ارتباط آن با کاهش انتشار دی‌اکسید کربن که یک عامل مهم در تغییرات آب‌وهوایی در جهان است، برای کشورهای منتخب عضو پیمان همکاری شانگهای طی دوره زمانی ۲۰۲۱-۲۰۰۰ را بررسی می‌کند.

1. Katundu et al
2. Asongu, Le Roux and Biekpe
3. Cheng et al
4. Churchil et al
5. Jordan et al

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-08]

۲- مبانی نظری

رشد اقتصادی در مراحل اولیه توسعه برای محیط‌زیست مضر است. پس‌ازآن، فراتر از یک آستانه معین از درآمد سرانه، رشد اقتصادی منجر به بهبود کیفیت محیط‌زیست می‌شود. این فرضیه به‌عنوان منحنی کوزنتس زیست‌محیطی شناخته می‌شود؛ بنابراین طبق این فرضیه، تأثیر رشد اقتصادی بر انتشار کربن به مرحله توسعه یک کشور بستگی دارد (سلدان و سونگ[1]، ۱۹۹۴). زمینه نظری تغییر فناوری را می‌توان به فلسفه‌های جوزف شومپیتر[2] (۱۹۴۲)، به نقل از فیلدز[3] (۲۰۰۴) ارتباط داد که بر اساس آن یک فناوری جدید و برتر در سه مرحله یعنی اختراع، نوآوری و انتشار وارد بازار می‌شود. وی استدلال کرد که روند تحقیق و توسعه برای انجام فرآیند اختراع و نوآوری فناوری استفاده می‌شود. سرانجام فرآیند انتشار وقتی انجام می‌شود که یک نوآوری موفق توسط افراد و نهادها برای استفاده مربوط به آن اتخاذشده باشد و به‌طور گسترده‌ای در برنامه‌های مربوطه در دسترس باشد. تأثیر جمعی هر سه، اقتصادی یا زیست‌محیطی به‌عنوان فرآیند تغییر فناوری شناخته می‌شود. تئوری رشد جدید به دلیل داخلی سازی فناوری به‌عنوان متغیر در مدل نحوه عملکرد بازار، اغلب به‌عنوان تئوری رشد درون‌زا شناخته می‌شود. همچنین تغییر فنی در توصیف موضوعات کلیدی زیست‌محیطی، عمدتاً مشکلات زیست‌محیطی طولانی‌مدت و بزرگ ازجمله اقلیم را در پی خواهد داشت (ویتزمن[4]، ۱۹۹۷). به‌عنوان یک عامل اصلی که بر انتشار دی‌اکسید کربن تأثیر می‌گذارد، پیشرفت فنی بیشتر موردتوجه قرارگرفته است. بااین‌حال، بیشتر محققان در گذشته نگران پیشرفت فناوری اجتماعی بوده‌اند و نه تأثیر پیشرفت تکنولوژی بر انتشار دی‌اکسید کربن در یک بخش خاص. تردیدی نیست که مصرف انرژی مستقیم‌ترین منبع انتشار کربن است، بنابراین، پیشرفت فناوری در بخش انرژی می‌تواند تأثیر مستقیم‌تری بر انتشار دی‌اکسید کربن بگذارد (لی و همکاران[5]،۲۰۱۷). تأثیر فناوری بر انتشار کربن پیچیده است. این تأثیر به ویژگی محیطی فناوری مورداستفاده بستگی دارد. اگر فناوری مورداستفاده سازگاربامحیط‌زیست باشد، مانند فناوری‌های انرژی‌های

1. Selden & Song
2. Joseph Schumpeter
3. fields
4. Weitzman
5. Lie at al (2017)

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-08]

تجدید پذیر و وسایل نقلیه الکتریکی؛ در این صورت می‌توان انتظار کاهش انتشار کربن را داشت. بااین‌حال، اگر فناوری توسعه‌یافته سازگاربامحیط‌زیست نباشد یا برای تسهیل و افزایش تولید سوخت‌های فسیلی ایجادشده باشد، فناوری می‌تواند انتشار کربن را افزایش دهد (دنیای ما در داده‌ها[1]، ۲۰۱۹). چندین عامل اقتصادی- اجتماعی (ازجمله مصرف‌کنندگان) در بهبود کیفیت محیط‌زیست نقش دارند. بااین‌حال، کیفیت محیط نیز با پیشرفت تکنولوژی بهبود می‌یابد. لوشل[2] (۲۰۰۲) نکاتی پیرامون نحوه تأثیرگذاری تغییرات تکنولوژیکی در مدل‌های اقتصادی سیاست‌های زیست‌محیطی ارائه می‌دهد. ارزیابی سیاست‌های کاهش تغییرات آب‌وهوایی از طریق مدل‌سازی اقتصادی، اساساً به فرضیاتی بستگی دارد که تغییرات تکنولوژیکی در آن مدل گنجانده‌شده است. در اولین مدل‌سازی اقتصاد به‌شدت متکی بر فرض تغییر فناوری برون‌زا بوده که این مدل تابعی از زمان است. اگرچه بسیاری از مشکلات مرتبط با مدل‌سازی تغییرات فناوری برون‌زا برطرف شده است، سؤالات بی‌شماری هنوز بی‌پاسخ مانده‌اند. تعداد کمی از مدل‌های انرژی_ اقتصاد_ محیط‌زیست، تغییر فناوری را درون‌زا تلقی کرده و به متغیرهای اقتصادی_ اجتماعی پاسخ می‌دهند. لوشل (۲۰۰۲) به سه عنصر اصلی در مدل‌های نوآوری فناوری اشاره می‌کند: (۱) سرمایه‌گذاری در تحقیق، (۲) سرریز تحقیق و توسعه و (۳) یادگیری فناوری یا یادگیری از طریق انجام دادن. تغییر فناوری پدیده‌ای نامشخص است. این عدم قطعیت‌ها باید با دقت بیشتری در مدل‌های با مقیاس بزرگ گنجانده شوند. مدل‌های اقتصاد انرژی می‌توانند با در نظر گرفتن یادگیری هم‌زمان با انجام دادن کار، تأخیر زمانی، پیش‌فرض‌های مربوط به میزان انتشار نوآوری‌ها و تغییر فناوری هدایت‌شده چنین اثراتی را به‌حساب آورند (دیندا[3]، ۲۰۱۸). مصرف انرژی یکی دیگر از محرک‌های شناخته‌شده است. سرعت اخیر رشد اقتصادی بالاتر پس‌از انقلاب صنعتی به معنای مصرف انرژی سوخت فسیلی بالاتر (مانند نفت، زغال‌سنگ و گاز طبیعی) است که به‌نوبه خود منجر به تخریب محیط‌زیست شده است. تأثیر مصرف انرژی بر انتشار کربن به نوع انرژی مصرفی در یک کشور بستگی دارد. اگر بیشترین بخش مصرف انرژی از سوخت‌های فسیلی تأمین شود -که معمولاً چنین است- می‌توان

1. Our world in data
2. Loschel
3. Dinda

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-08]

انتظار داشت که افزایش مصرف انرژی باعث افزایش انتشار کربن نیز شود (چنگ و همکاران[1]، ۲۰۱۹). سازمان همکاری شانگهای سازمانی میان‌دولتی است که به منظور همکاری‌های چندجانبه امنیتی، اقتصادی و فرهنگی تشکیل شده است (نجاتی و بلاغی اینالو، ۱۴۰۱). با توجه به اینکه برای تحقق اهداف پیش بینی شده انرژی در سازمان همکاری شانگهای که به ابتکار چین در سال ۱۹۹۶ و با هدف حل مشکلات مرزی پنج کشور همسایه تشکیل شد، ایجاد یک باشگاه انرژی به تصویب رسیده است؛ هدف این باشگاه، گسترش گفت و گوها در میان اعضای این سازمان برای تأمین امینت انرژی و به روزرسانی وبگاه‌های مربوط به بخش انرژی و افزایش همکاری در زمینه‌ی انرژی است، این سازمان با در اختیار داشتن حجم بزرگی از ذخایر نفتی و گازی جهان، قابلیت آنرا دارد که در آینده، به یکی از بزرگترین قطب‌های بین‌المللی اقتصادی، تجاری، سرمایه‌گذاری خارجی، انرژی و نظامی در جهان تبدیل شود. به نظر می‌رسد کشورهای عضو سازمان شانگهای بزرگترین تولید کننده و مصرف کننده انرژی در جهان هستند، و در صورت بکارگیری سیاست‌های هماهنگ می‌توانند در موقعیتی قرار بگیرند که مدیریت و کنترل قسمت بزرگی از انرژی مورد نیاز جهان را در اختیار داشته باشند. به همین دلیل در کنار مسائل نظامی و سیاسی، امنیت انرژی که یکی از عوامل اصلی سیاست امنیتی شناخته می‌شود، در این سازمان مورد توجه قرار گرفته است (عطایی و زنگنه، ۱۳۹۹). در حال حاضر، شامل ۹ عضو دائم روسیه، قزاقستان، چین، قرقیزستان، ازبکستان، هند، تاجیکستان، ایران و پاکستان و ۳ عضو ناظر مغولستان، افغانستان و بلاروس است(نجاتی و بلاغی اینالو، ۱۴۰۱). در این تحقیق با بررسی پیشرفت فناوری بر انتشار دی اکسیدکربن، میزان اهمیت پیشرفت فناوری در مصرف انرژی‌های اولیه و آلودگی هوا در اقتصاد سازمان شانگهای به طور تجربی آزمون میشود. همچنین از نتایج حاصله تحقیق حاضر، محققان و سیاست گذاران اقتصادی گرایش محیط زیست میتوانند تصمیمات مناسب تری جهت جلوگیری از انتشار فزاینده‌ی دی اکسیدکربن و حفاظت از محیط زیست اتخاذ کنند. از طرفی تاکنون توجه خاصی به نوع و میزان ارتباط بین پیشرفت فناوری با انتشار دی اکسیدکربن در کشورهای عضو شانگهای نشده است.

1. Cheng et al

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-08]

۳- پیشینه تحقیق

۳-۱- مطالعات داخلی

نیکواقبال و همکاران (۱۳۹۱)، به بررسی رابطه‌ی علّی پویا بین متغیرهای رشد مصرف انرژی، رشد اقتصادی و رشد انتشار دی‌اکسید کربن با استفاده از رویکرد داده‌های تلفیقی و تکنیک GMM_SYS در بلندمدت و برای سه گروه درآمدی متفاوت؛ پایین‌تر از متوسط (ML)، بالاتر از متوسط (MH) و درآمد بالا (H) پرداختند. نتایج رابطه‌ی علی از رشد اقتصادی به رشد انتشار دی‌اکسید کربن نشان می‌دهد که در گروه (ML) این رابطه به‌صورت مثبت برقرار است، درحالی‌که در گروه‌های (MH) و (H) این رابطه منفی می‌باشد.

فلاحی و حکمتی فرید (۱۳۹۲)، به شناسایی عوامل اقتصادی و اجتماعی تأثیرگذار بر آلودگی محیط‌زیست در استان‌های کشور پرداختند. با استفاده از داده‌های تابلویی، طی سال‌های ۸۶- ۱۳۸۲ به بررسی عوامل مؤثر بر انتشار گاز دی‌اکسید کربن در استان‌های کشور پرداخته‌اند. نتایج تحقیق نشان می‌دهد شدت انرژی، درآمد سرانه واقعی، میزان جمعیت و نرخ شهرنشینی به‌عنوان مهم‌ترین عوامل اقتصادی و اجتماعی تأثیرگذار بر آلودگی محیط‌زیست می‌باشند.

در مطالعهٔ علیشیری و همکاران (۱۳۹۴)، مقیاس فعالیت اقتصادی، تغییرات ساختاری، ضریب انتشار و شدت انرژی بر انتشار دی‌اکسید کربن موردبررسی قرار گرفت. در این مطالعه با توجه به تفاوت میزان اثرگذاری‌ها در هر یک از بخش‌ها، اقتصاد ایران به چهار بخش خانگی و تجاری، صنعت، حمل‌ونقل و کشاورزی تقسیم شدند و در دوره زمانی ۱۳۹۱- ۱۳۸۰ موردبررسی قرار گرفتند. روش بررسی این مطالعه شیوه «تحلیل تجزیه لاسپیرز اصلاح‌شده» است. نتایج حاکی از آن است که در تمامی بخش‌های موردبررسی اثر ساختار بیشترین نقش را در انتشار CO_2 داشته است.

موسوی و همکاران (۱۳۹۶)، تأثیر سرریز فناوری بر سهم انرژی‌های تجدید پذیر از کل انرژی تولیدشده در مورد کشورهای منتخب توسعه‌یافته و درحال‌توسعه طی دوره‌ی ۲۰۱۳-۱۹۹۶مورد سنجش قرار دادند. بدین منظور با استفاده از روش GMM[1] برای

1. generalized method of moments

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-08]

داده‌های پانل پویا، اثر سرریز فناوری ناشی از سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و واردات کالاهای واسطه‌ای و سرمایه‌بر سهم انرژی‌های تجدید پذیر از کل انرژی تولیدشده را مورد آزمون قراردادند. نتایج حاکی از تأثیر مثبت و معنادار متغیر سرریز فناوری از کانال سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و واردات کالاهای واسطه‌ای و سرمایه‌ای در هر دو گروه کشورهای درحال‌توسعه و توسعه‌یافته موردمطالعه است.

صادقی و همکاران (۱۳۹۶)، به بررسی تأثیر افزایش مصرف انرژی تجدید پذیر (RES)، بر تولید ناخالص داخلی (GDP) و انتشار گاز دی‌اکسید کربن (CO_2) پرداختند. بر این اساس با استفاده از داده‌های سری زمانی ایران ۲۰۱۲-۱۹۸۰) و بر مبنای الگوی خود رگرسیون ساختاری (SVAR) رابطه پویا میان سه متغیر انرژی تجدید پذیر، رشد اقتصادی و انتشار دی‌اکسید کربن مورد ارزیابی قرارگرفته است. نتایج نشان‌دهندۀ بروز شوکی مثبت در مصرف انرژی تجدید پذیر است که این منجر به افزایش رشد اقتصادی و انتشار دی‌اکسید کربن می‌شود

کسرائی و حاجی حیدری (۱۳۹۷)، با استفاده از تحلیل هزینه_ فایده و به‌کارگیری نرم‌افزار کامفار، استفاده از فناوری تبدیل گاز به فرآورده‌های مایع برای گازهای سوزانده در پالایشگاه‌های فازهای به بهره‌برداری رسیده میدان پارس جنوبی را مورد ارزیابی فنی، اقتصادی و زیست‌محیطی قراردادند. نتایج حاصل از این پژوهش نشان‌دهنده توجیه اقتصادی کاربرد این فناوری در ایران باارزش حال خالص و نرخ بازدهی داخلی قابل‌ملاحظه به‌منظور کاهش گازهای سوزانده شده است.

جهانگیر پور و زیبایی (۱۳۹۸)، مطالعه‌ای باهدف بررسی رابطه بین مصرف انرژی‌های تجدید پذیر، ارزش‌افزوده کشاورزی و تولید ناخالص داخلی سرانه با انتشار گاز دی‌اکسید کربن در کشورهای منتخب منطقه MENA انجام دادند. برای این منظور با استفاده از داده‌های پانل کشورهای منتخب در دوره زمانی ۲۰۱۴_۱۹۹۰ از رویکرد همجمعی پانلی استفاده شد. نتایج تخمین رابطه بلندمدت نشان داد که مصرف انرژی‌های تجدید پذیر و ارزش‌افزوده کشاورزی اثر منفی و معنادار بر انتشار دی‌اکسید کربن داشته و اثر تولید ناخالص سرانه اثر معناداری بر انتشار ندارد.

رنجبری و همکاران (۱۳۹۸) به سنجش میزان انتشار دی‌اکسید کربن برای محاسبه و تجزیه‌وتحلیل ضرایب و کشش‌های مرتبط با انتشار دی‌اکسید کربن در اقتصاد ایران

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-08]

در چارچوب روابط متقابل میان بخش‌های اقتصادی با استفاده از الگوی داده_ ستانده زیست‌محیطی پرداخته‌اند. برای استخراج این الگو از جدول داده_ ستانده ۵۲ بخشی کشور در سال ۱۳۸۹ و ادغام بخش‌ها و تقلیل آن به ۲۴ فعالیت استفاده کرده‌اند. نتایج محاسبات مدل داده_ ستانده زیست‌محیطی نشان می‌دهد که در بخش‌های حمل‌ونقل، صنایع کانی‌های غیرفلزی و صنایع فلزات اساسی به ترتیب بیشترین اثرگذاری را به‌طور مستقیم و غیرمستقیم در انتشار دی‌اکسید کربن داشته‌اند.

کهنسال و بهرامی نسب (۱۳۹۸)، به ارزیابی رابطه مصرف انرژی و آلودگی با رشد اقتصادی در راستای سیاست‌های کلی محیط‌زیست طی دوره زمانی ۱۹۷۰ تا ۲۰۱۵ پرداخته‌اند. نتایج حاصل از توابع عکس‌العمل تحریک حاکی از وجود رابطه دوطرفه میان هر یک از متغیرهای مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی و انتشار دی‌اکسید کربن بود.

عطایی کچویی و همکاران (۱۳۹۹)، جریان دی‌اکسید کربن طی دوره ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۴، برای نیروگاه‌های حرارتی کشور با استفاده از روش داده‌های پانل را موردمطالعه قراردادند. بر اساس یافته‌های پژوهش افزایش تولید ناخالص داخلی منجر به افزایش انتشار گاز دی‌اکسید کربن هر استان بر خود و استان‌های مجاور شده و افزایش بهره‌وری انرژی الکتریکی، ساختار انرژی الکتریکی و افزایش سهم بخش خانگی منجر به کاهش انتشار گاز دی‌اکسید کربن بر خود و استان‌های مجاور شده است.

جعفری و همکاران (۱۳۹۹)، نقش سرمایه انسانی در رشد اقتصادی، مصرف انرژی و آلودگی زیست‌محیطی در راستای توسعه پایدار در ایران را با استفاده از روش گشتاورهای تعمیم‌یافته (GMM) طی دوره زمانی ۲۰۱۴-۱۹۷۱ مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج نشان‌دهنده‌ی آن بود که افزایش رانت‌های نفتی در ایران در مقادیر پایین، سبب کاهش رشد اقتصادی شده است درحالی‌که در مقادیر بالا، افزایش رشد را به همراه داشته است؛ بنابراین علائمی از بروز پدیده «نفرین نفت» در ایران حداقل در مقادیر کم رانت‌های نفتی وجود دارد.

مسعودی و همکاران (۱۳۹۹)، به بررسی تأثیر انرژی‌های تجدید پذیر و نوآوری‌های فنی و رشد اقتصادی بر انتشار دی‌اکسید کربن در کشورهای منتخب آژانس بین‌المللی انرژی‌های تجدید پذیر (IRENA) با استفاده از روش رویکرد ایستا، پویا و ضرایب بلندمدت داده‌های ترکیبی طی دوره زمانی ۲۰۱۶-۱۹۹۰ پرداخته‌اند. نتایج این مطالعه

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-08]

نشان داد که نوآوری‌های فنی و انرژی‌های تجدید ناپذیر و تأثیر مثبتی بر انتشار گاز دی‌اکسید کربن داشته است اما اثر انرژی‌های تجدید پذیر بر انتشار دی‌اکسید کربن منفی و معنی‌دار بوده است. تأثیر رشد اقتصادی نیز بر انتشار گاز دی‌اکسید کربن مثبت و معنی‌دار می‌باشد.

۳-۲- مطالعات خارجی

لین و همکاران[1] (۲۰۰۹) با بهره‌گیری از مجموعه داده‌های پانل مشتمل بر بنگاه‌های دارای مقیاس بالاتر از متوسط طی دوره ۲۰۰۵-۱۹۹۸ به بررسی اثرات سرریز فناوری در گروه کشورهای HMT پرداخته و بیان می‌دارند سرریز فناوری در این گروه کشورها تأثیر منفی دارد، اما اثرات سرریز فناوری در کشور چین که بیشتر از ناحیه‌ی کشورهای OECD بوده است نتایج مثبتی به همراه داشته است.

کارلوس لیتائو[2] (۲۰۱۴) به بررسی همبستگی بین رشد اقتصادی، انتشار دی‌اکسید کربن، انرژی‌های تجدید پذیر و جهانی‌شدن برای دوره ۲۰۱۰-۱۹۷۰ با استفاده از سری‌های زمانیOLS ، GMM، آزمون ریشه واحد، مدل VEC و علیت گرنجر به اقتصاد پرتغال می‌پردازد. تخمین‌گر OLS و مدل GMM نشان می‌دهند که انتشار دی‌اکسید کربن و انرژی‌های تجدید پذیر با رشد اقتصادی همبستگی مثبت دارند. مدل‌های اقتصادسنجی نیز نشان می‌دهند که شاخص کلی جهانی‌شدن تأثیر مثبتی بر رشد دارد. علیت گرنجر یک علیت یک‌طرفه بین انرژی‌های تجدید پذیر و رشد اقتصادی را گزارش می‌دهد.

در مطالعهٔ یان و ژاو[3] (۲۰۱۵)، با استفاده از تحلیل داده_ستانده و با ارزیابی شاخص TCE (کشش ضرایب فنی[4]) برای شناسایی معاملات بین بخش‌های اقتصادی که منجر به تأثیرات زیادی در انتشار گاز دی‌اکسید کربن می‌شود موردبررسی قرارگرفته است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که ضرایب فنی باارزش بالاتر TCE با الزامات مستقیم توسط صنایع مصرف‌کننده انرژی بالا مطابقت دارند. همچنین صنایع مختلف که ارزش TCE ساختاری بالایی دارند، درنهایت تأثیر خود را بر انتشار دی‌اکسید کربن در صنایع

1. Lin et al
2. Nuno Carlos Leitão
3. Yuan, R., & Zhao, T
4. Elasticity of technical coefficients

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-08]

مصرف‌کننده با انرژی بالا مربوط به یک سطح بالایی از تقاضا بر محصولات مربوطه می‌گذارد.

وی و همکاران[1] (۲۰۱۶)، به بررسی انتشار گاز دی‌اکسید کربن مرتبط با انرژی تولیدشده توسط صنایع پکن طی دوره زمانی ۲۰۱۰-۲۰۰۰ با استفاده از روش تجزیه‌وتحلیل داده- ستانده می‌پردازند. نتایج نشان می‌دهد که نرخ رشد انتشار دی‌اکسید کربن بخشی در پکن در طی این بازه زمانی با کاهش متوسط طی سال‌های ۲۰۱۰-۲۰۰۷ به‌شدت افزایش‌یافته است. به‌علاوه تغییر ساختار اقتصادی و رشد سریع اقتصادی منجر به افزایش قابل‌توجهی در رشد انتشار دی‌اکسید کربن بوده است.

ایراندوست[2] (۲۰۱۶)، ضمن بررسی رابطه‌ی بین تولید انرژی‌های تجدید پذیر، نوآوری در فناوری، رشد اقتصادی و انتشار گاز CO_2 در چهار کشور شمال اروپا طی دوره ۲۰۱۰-۱۹۷۵ با استفاده از مدل VAR، نشان می‌دهد علیت یک‌طرفه از انرژی‌های تجدید پذیر به سمت انتشار گاز CO_2 برای دانمارک و فنلاند و علیت دوطرفه بین این متغیرها برای سوئد و نروژ وجود دارد. همچنین یافته‌ها نشان می‌دهند علیت یک‌طرفه از نوآوری در فناوری به تولید انرژی‌های تجدید پذیر و از سمت رشد اقتصادی (GDP)، به تولید انرژی‌های تجدید پذیر در هر چهار کشور وجود دارد اما هیچ‌گونه علیتی از سمت انرژی‌های تجدید پذیر به رشد اقتصادی نشان داده نشده است.

مارکاندیا و همکاران[3] (۲۰۱۶)، در مطالعه‌ای تحت عنوان «بررسی اثرات اشتغال در فناوری‌های کم‌کربن در اتحادیه اروپا» به بررسی این موضوع می‌پردازند که تحت شرایطی، با استفاده از جدول داده ستانده در سوئیس آیا برنامه‌های بهره‌وری انرژی می‌تواند اثرات مثبت اقتصادی و اجتماعی داشته باشد یا خیر؟ نتایج نشان می‌دهد که برنامه‌های بهره‌وری انرژی می‌تواند اثرات مثبت بر تولید ناخالص داخلی و اشتغال داشته باشد.

همیلتون و کلی[4] (۲۰۱۷)، به بررسی سناریوهای کم‌کربن برای کشورهای جنوب صحرای آفریقا با استفاده از یک مدل داده - ستانده چند منطقه‌ای باهدف پیامدهای انتشار گازهای گلخانه‌ای و انرژی تجدید پذیر در خاورمیانه در سال ۲۰۳۰ به بررسی پنج سناریو برای آفریقا می‌پردازند. با توجه به سناریوهای این مطالعه، تمام پنج کشور

1. Wei et al
2. Irandoust
3. Markandya et al
4. Hamilton, T. G. A., & Kelly, S

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-08]

مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفتند و به این نتیجه رسیدند که تا سال ۲۰۳۰ نمی‌توانند عدد انتشار CO_2 را در مقیاس سال ۲۰۱۲ کاهش دهند.

لی و همکاران[1] (۲۰۱۷)، به بررسی رابطه بین پیشرفت تکنولوژی در بخش انرژی و انتشار دی‌اکسید کربن با استفاده از منحنی زیست‌محیطی کوزنتس[2] (EKC) طی دوره ۲۰۱۲- ۱۹۹۵ پرداختند. نتایج نشان داد که پیشرفت فناوری در بخش انرژی به کاهش انتشار دی‌اکسید کربن کمک می‌کند. علاوه بر این، نتایج نشان داد که بهبود بهره‌وری انرژی نیز در کاهش انتشار کربن مفید است.

دیندا[3] (۲۰۱۸)، با استفاده از مدل تصریح خطای برداری، به بررسی رابطه پویایی بلندمدت و کوتاه‌مدت بین انتشار دی‌اکسید کربن، پیشرفت تکنولوژی و رشد اقتصادی را در ایالات‌متحده طی سال‌های ۲۰۱۰- ۱۹۶۳ پرداخت. نتایج مطالعه حاکی از این است که افزایش درآمد به کاهش انتشار دی‌اکسید کربن کمک می‌کند و همچنین پیشرفت فناوری مهم‌ترین عامل رشد درآمد و کاهش انتشار دی‌اکسید کربن بوده است. همچنین استفاده از فناوری جدید و بروز سبب ایجاد توسعه پایدار شده است.

سو و همکاران[4] (۲۰۲۱)، به ارزیابی نقش نوآوری و پذیرش فناوری در انتشار دی‌اکسید کربن با استفاده از مدل پانل Driscoll-Kraay و برای دوره زمانی ۲۰۱۸- ۱۹۹۰ پرداختند. نتایج نشان می‌دهد که دو ابزار از سه ابزار نوآوری فناوری، تلفن ثابت و اشتراک‌های پهنای باند انتشار CO_2 را افزایش می‌دهند. به‌طور همزمان، اشتراک‌های تلفن همراه اثر کاهشی بر انتشار CO_2 در BRICS دارد. شاخص‌های پذیرش فناوری، صادرات فناوری پیشرفته و مصرف برق نیز باعث افزایش انتشار CO_2 می‌شود. علاوه بر این، باز بودن تجارت نیز سطح انتشار CO_2 را در مناطق BRICS غنی می‌کند.

بلمرت و رولا[5] (۲۰۲۱)، در مطالعه خود تحت عنوان «تأثیر پیشرفت فناوری بر انتشار کربن در گروه‌های درآمدی مختلف کشور» به بررسی رابطه پیچیده بین انتشار دی‌اکسید کربن و پیشرفت فناوری در ۶۰ کشور و بر اساس درآمد سرانه آن‌ها برای یک دوره ۳۰ ساله ۲۰۱۸-۱۹۸۹ پرداخته‌اند. پس از اعمال روش اثر ثابت با خطاهای استاندارد

1. Lie at al
2. Environmental Kuznets Curve
3. Dinda
4 . Su et al
5 . Belmert & Roula

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-08]

Driscoll وKraay برای نمونه کامل، نتایج نشان می‌دهد که متغیرهای ICT ابزار خوبی برای کاهش دی‌اکسید کربن هستند، درحالی‌که هزینه‌های تحقیق و توسعه و ثبت اختراع تأثیر واضحی بر انتشار کربن ندارند. عامل کل بهره‌وری TFP انتشار کربن را افزایش می‌دهد و انتشارات علم و فناوری ارتباط منفی با انتشار دی‌اکسید کربن دارند.

۴- معرفی مدل اقتصادسنجی و متغیرهای تحقیق

مدل مورداستفاده در این پژوهش بر مبنای مطالعه بلمرت و رولا (۲۰۲۱) تحت عنوان تأثیر بخش‌های فناوری بر انتشار دی‌اکسید کربن در کشورهای با درآمدهای مختلف می‌باشد. بنابراین، این تحقیق بر اساس مدل نظری زیر مورد برآورد قرار می‌گیرد:

(۱)

$$CO_2 emision_{it} = \mathrm{f}\,(R\&D_{it}, Ind_{it}, Hum_{it}, E_{it}, GDPg_{it}, Trade_{it}, Popg_{it})$$

و همچنین متغیرهای این تحقیق با توجه به اهداف و فرضیات تحقیق، از مطالعات بلمرت و رولا (۲۰۲۱)، مسعودی و همکاران (۱۳۹۹)، نونو کارلوس لیتائو[1] (۲۰۱۴)، اسفندیاری و همکاران (۱۳۹۹)، وانگ و همکاران[2] (۲۰۱۸) انتخاب‌شده است. در معادله (۱) $CO_{2_{it}}$ انتشار گاز دی‌اکسید کربن در زمان t برای کشور i، $R\&D_{it}$ مخارج تحقیق و توسعه در زمان t برای کشور i، Hum_{it} شاخص سرمایه انسانی برای کشور i در زمان t، Ind_{it} ارزش‌افزوده بخش صنایع با درصدی از GDP برای کشور i در زمان t، E_{it} مصرف اثر اولیه بر گیگاژول سرانه در زمان t برای کشور i، $GDPg_{it}$ نرخ واقعی رشد اقتصادی، $Trade_{it}$ باز بودن تجارت مجموعه واردات و صادرات با درصد از GDP برای کشور i در زمان t و $Popg_{it}$ نرخ رشد نفوس برای کشور در زمان t است.

با توجه به معرفی متغیرها، مدل کلی این تحقیق که از مطالعه بلمرت و رولا (۲۰۲۱) اقتباس‌شده، به شرح ذیل است:

(۲)

$$CO_{2_{it}} = \beta_0 + \beta_1 R\&D_{it} + +\beta_2 Indu_{it} + +\beta_3 Hum_{it} + +\beta_4 E_{it} + \\ +\beta_5 Trade_{it} + +\beta_6 GDP_{it} + +\beta_7 POG_{it} + \varepsilon_{it}$$

1. Nuno Carlos Leitão
2. Wang et al

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-08]

در معادله (۲) انتشار دی‌اکسید کربن به‌عنوان متغیر وابسته؛ تحقیق و توسعه متغیر مستقل و متغیرهای صنعت، نرخ رشد واقعی، باز بودن تجارت، نرخ رشد جمعیت، سرمایه انسانی و مصرف انرژی به‌عنوان متغیرهای کنترلی در مدل با استفاده از روش گشتاورهای تعمیم یافته موردبررسی قرار می‌گیرند. با توجه به فقدان داده‌های استانی در ایران برای متغیرهای موردبررسی و عدم موجودیت داده‌های سری زمانی برای یک دوره طولانی‌مدت در این تحقیق از مدل پانل برای کشورهای عضو پیمان شانگهای بنابر دلایلی مشابه که در ابتدا توضیح داده شده، استفاده گردیده است. که بازه زمانی در این مطالعه از سال ۲۰۲۱- ۲۰۰۰ می‌باشد و کشورهای تاجیکستان و قرقیزستان که عضو پیمان شانگهای هستند به دلیل فقدان داده‌های موردنیاز برای متغیرهای موردبررسی در بازه زمانی از جامعه آماری حذف گردیدند.

جدول ۱. معرفی متغیرهای تحقیق

نماد متغیر	متغیر	تعریف متغیر	منبع
CO_2	دی‌اکسید کربن	سرانه انتشار CO_2 (متریک تن)	WDI (2023)
R&D	تحقیق و توسعه	مخارج تحقیق و توسعه درصدی از تولید ناخالص داخلی	WDI (2023)
IND	صنعت	ارزش‌افزوده صنعت (شامل ساخت‌وساز)، درصد تولید ناخالص داخلی	WDI (2023)
GDPG	نرخ رشد واقعی اقتصادی	رشد واقعی تولید ناخالص داخلی (درصد تغییر سالانه)	IMF (2023)
Trade	باز بودن تجارت	مجموع صادرات و واردات به‌عنوان سهمی از تولید ناخالص داخلی اندازه‌گیری می‌شود.	WDI (2021)
Hum	سرمایه انسانی	شاخص توسعه انسانی	HDI (2023)
E	مصرف انرژی	سرانه مصرف انرژی اولیه (گیگاژول سرانه)	BP-statistical review (2023)
Popg	نرخ رشد جمعیت	رشد جمعیت (سالانه ٪)	WDI (2023)

منبع: محاسبات محقق

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-08]

۴-۱- علامت مورد انتظار متغیرهای تحقیق

جدول۲. علائم انتظاری

نماد متغیر	متغیرها	علائم مورد انتظار
R&D	پیشرفت فناوری (تحقیق و توسعه)	(-) منفی
IND	فعالیت‌های صنعتی	(+) مثبت
GDPG	رشد اقتصادی	(+) مثبت
Trade	باز بودن تجارت	(+/-) مثبت/ منفی
Hum	سرمایه انسانی	(-) منفی
E	مصرف انرژی	(+) مثبت
Popg	جمعیت	(+) مثبت

منبع: محاسبات محقق

۴-۲- آمار توصیفی

آمار توصیفی شامل روش‌ها برای جمع آوری، تلخیص، طبقه بندی و معرفی حقایق عددی به‌کار رفته می‌باشد. آمار توصیفی در واقع توصیف کننده داده‌های مورد بررسی و مبین اطلاعاتی در مورد پارامترهای مرکزی و پراگندگی داده‌ها است. برای ارائه یک نمای کلی از خصوصیات مهم متغیرهای محاسبه شده، در جدول(۳) برخی از مفاهیم آمار توصیفی این متغیرها، شامل میانگین، میانه، انحراف معیار، حداقل و حداکثر و توزیع متغیرها برای کشورهای عضو پیمان شانگهای؛ در بازه زمانی ۲۰۲۱-۲۰۰۰ با استفاده از نرم افزار Eviews11 ارائه شده است:

جدول۳. آماره توصیفی متغیرها

متغیرها		منبع اصلی داده‌ها	مشاهدات	انحراف معیار	حداقل	حداکثر	میانه	میانگین
دی‌اکسید کربن	Co_2	WDI (۲۰۲۳)	۱۵۴	۴/۲۳۰۱۰۵	۰/۶۲۶۷۸۱	۱۵/۳۴۰۷۵	۵/۴۶۴۳۵۱	۶/۰۱۱۸۲۸
پیشرفت فناوری	R&D	WDI (۲۰۲۳)	۱۵۴	۷/۶۵۰۳۳۴	۰/۱۱۳۷۷	۴۳/۶۵۲۹۵	۰/۷۰۴۰۰۵	۳/۰۶۶۸۱
صنعت	Indu	WDI (۲۰۲۳)	۱۵۴	۸/۸۹۹۰۹۴	۱۷/۵۴۸۴۶	۴۹/۶۳۷۲۵	۳۱/۱۷۹۳۵	۳۱/۹۴۰۲۳
سرمایه انسانی	Hum	HDI	۱۵۴	۰/۱۰۶۴۵۱	۰/۴۴۱	۰/۸۴۵	۰/۷۰۲۵	۰/۶۷۹۵۸۴

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-08]

متغیرها		منبع اصلی داده‌ها	مشاهدات	انحراف معیار	حداقل	حداکثر	میانه	میانگین
		(۲۰۲۳)						
مصرف انرژی	E	BP-statistical review (۲۰۲۳)	۱۵۴	۶۲/۴۱۱۲۴	۱۲/۲۱۱۰۲	۲۱۴/۵۲۶۴	۸۳/۳۳۰۹	۸۹/۳۷۵۲۶
بازبودن‌تجارت	Trade	WDI (۲۰۲۳)	۱۵۴	۱۶/۹۵۰۱۹	۲۴/۷۰۱۵۸	۱۰۵/۶۹۹۷	۴۷/۹۱۸۳۷	۵۰/۳۷۱۵۵
نرخ‌رشدواقعی	rgdp	IMF (۲۰۲۳)	۱۵۴	۳/۶۷۰۳۴	-۷/۸	۱۴/۲	۵/۷۵	۵/۴۵۳۲۴۷
نرخ‌رشدجمعیت	Popg	WDI (۲۰۲۳)	۱۵۴	۰/۷۶۹۲۵۵	-۰/۴۶۰۰۲۵	۳/۰۹۲۰۷۹	۱/۲۹۸۰۹۲	۱/۱۳۳۱۹۸

منبع: محاسبات محقق

۴-۳- آزمون‌های ریشه واحد تحقیق

از آزمون‌های ریشه واحد پانل نظیر آزمون لوین، لین و چو (LLC)، آزمون ایم، پسران و شین (IPS) و آزمون فیشر_دیکی فولر (ADF) برای پایایی متغیرهای تحقیق استفاده می‌کنند. بنابراین در پژوهش حاضر از سه آزمون ریشه واحد فوق استفاده می‌گردد و نتایج حاصل از این آزمون‌ها، متغیرهای استفاده‌شده در این تحقیق را تبیین می‌نماید.

جدول ۴. آزمون‌های ریشه واحد پانل

نام متغیر		آزمون‌های ریشه واحد پانل	آماره (سطح معنی‌داری)	
			مقدار آماره	احتمال آماره
انتشار دی‌اکسید کربن CO_2	CO_2	آزمون لوین، لین و چو (LLC)	-۳/۱۷۲۷۰	۰/۰۰۰۸
	$D(CO_2)$	آزمون ایم، پسران و شین (IPS)	-۶/۵۴۸۷۰	۰/۰۰۰۰
	$D(CO_2)$	آزمون فیشر- دیکی فولر (ADF)	۶۶/۱۰۵۹	۰/۰۰۰۰
تحقیق‌وتوسعه R&D	R&D	آزمون لوین، لین و چو (LLC)	-۲/۷۸۲۰۵	۰/۰۰۲۷
	R&D	آزمون ایم، پسران و شین (IPS)	-۵/۷۱۲۸۲	۰/۰۰۰۰
	R&D	آزمون فیشر- دیکی فولر (ADF)	۷۱/۱۴۳۶	۰/۰۰۰۰

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-08]

نام متغیر		آزمون‌های ریشه واحد پانل	آماره (سطح معنی‌داری)	
			مقدار آماره	احتمال آماره
صنعت Ind	D(Ind)	آزمون لوین، لین و چو (LLC)	-۷/۷۷۶۹۳	۰/۰۰۰۰
	D(Ind)	آزمون ایم، پسران و شین (IPS)	-۷/۱۰۲۶۸	۰/۰۰۰۰
	D(Ind)	آزمون فیشر- دیکی فولر (ADF)	۷۰/۶۶۹۳	۰/۰۰۰۶۰
سرمایه انسانی Hum	Hum	آزمون لوین، لین و چو (LLC)	-۸/۸۸۸۶۳	۰/۰۰۰۰
	Hum	آزمون ایم، پسران و شین (IPS)	-۵/۳۴۳۸۳	۰/۰۰۰۰
	Hum	آزمون فیشر- دیکی فولر (ADF)	۵۴/۷۷۴۴	۰/۰۰۰۰
مصرف انرژی اولیه E	E	آزمون لوین، لین و چو (LLC)	-۲/۶۵۷۵۱	۰/۰۰۳۹
	D(E)	آزمون ایم، پسران و شین (IPS)	-۸/۲۷۱۴۲	۰/۰۰۰۰
	D(E)	آزمون فیشر- دیکی فولر (ADF)	۸۳/۳۰۶۰	۰/۰۰۰۰
باز بودن تجارت Trade	Trade	آزمون لوین، لین و چو (LLC)	-۱/۹۰۱۰۱	۰/۰۲۸۷
	D(Trade)	آزمون ایم، پسران و شین (IPS)	-۸/۱۰۹۲۱	۰/۰۰۰۰
	D(Trade)	آزمون فیشر- دیکی فولر (ADF)	۸۰/۹۷۶۱	۰/۰۰۰۰
نرخ رشد واقعی GDP	D(GDP)	آزمون لوین، لین و چو (LLC)	-۵/۴۸۲۷۲	۰/۰۰۰۰
	D(GDP)	آزمون ایم، پسران و شینا (IPS)	-۴/۱۵۶۹۶	۰/۰۰۰۰
	D(GDP)	آزمون فیشر- دیکی فولر (ADF)	۴۲/۰۵۴۲	۰/۰۰۰۱
نرخ رشد جمعیت Popg	D(Popg)	آزمون لوین، لین و چو (LLC)	-۲/۷۷۶۸۱	۰/۰۰۲۷
	D(Popg)	آزمون ایم، پسران و شین (IPS)	-۲/۳۸۴۲۱	۰/۰۰۸۶
	D(Popg)	آزمون فیشر- دیکی فولر (ADF)	۳۲/۶۵۲۸	۰/۰۰۳۲

منبع: محاسبات محقق

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-08]

جدول۵. نتایج آزمون هم انباشتگی کائو

نام آزمون	Prob	t-statistic
آزمون هم انباشتگی کائو	۰/۰۰۰۰	۶/۶۶۳۰۰۷

منبع: محاسبات محقق

همان‌گونه که در جدول (۴) مشخص است؛ بر اساس آزمون‌های صورت گرفته برای متغیرهای کشورهای موردمطالعه، تمامی متغیرها در سطح و سطح اول مانا شده‌اند. به‌گونه‌ای که فرضیه صفر مبنی بر وجود ریشه واحد در تمام متغیرهای پژوهش در سطح و سطح اول رد می‌شود. ازاین‌رو می‌توان نتیجه گرفت که همه متغیرهای تحقیق بر اساس آزمون‌های ریشه واحد در سطح مانا هستند. برای بررسی همانباشتگی داده های پنل چندین آزمون ازجمله :آزمون کائو ، آزمون پدرونی و آزمون فیشر وجود دارد. در پژوهش حاضر از آزمون کائو استفاده شده است؛ آزمون پدرونی به دلیل زیاد بودن تعداد متغیرهای مدل و آزمون فیشر به علت ناکافی بودن دادهها امکانپذیر نمیباشد .با توجه به نتایج جدول (۵) در این آزمون، فرضیه صفر عدم وجود همانباشتگی است رد می‌شود و نشان دهنده‌ی وجود رابطه بلند مدت میان متغیر وابسته و متغیرهای مستقل است. بنابراین، این تخمین فاقد رگرسیون کاذب می‌باشد.

برای آزمون معنی دار بودن روش داده‌های پنل از آماره آزمونF لیمر استفاده میشود . فرضیه که مورد آزمون میباشد به صورت زیر است. فرضیه H0 در این آزمون قابلیت تخمین مدل بصورت داده های تلفیقی می باشد و فرضیه مقابل یعنی H_1 قابلیت تخمین مدل به صورت دادههای پنل است.

جدول۶. آزمون F Limer

F Limer	P-Value	f-statistic
	۰/۰۰۰۰	۶۰/۶۱

منبع: محاسبات محقق

آزمون F لیمر برای تشخیص داده های پانل و پولد انجام گردید که نتایج آن ما را به داده های پانل نزدیک نمود.

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-08]

۴-۵- برآورد مدل تحقیق

نتایج حاصل از برآورد رابطه‌ی (۲) که تأثیر پیشرفت فناوری را بر روی کاهش انتشار دی‌اکسید کربن بررسی می‌کند در جدول (۷) با استفاده از روش گشتاورهای تعمیم‌یافته (GMM) تخمین زده شده است؛ مورد تجزیه‌وتحلیل قرار می‌دهیم. و همچنین در این جدول مقدار آماره و سطح معنی‌داری متغیرهای موردبررسی بیان‌شده است:

جدول ۷. نتایج برآورد مدل با روش GMM

متغیرهای تحقیق	نماد متغیرها	مقدار آماره و سطح معنی‌داری	
		مقدار آماره	سطح معنی‌داری
انتشار دی‌اکسید کربن با وقفه	Co_2	۰/۶۶۲۶۵۱۴	۰/۰۰۰
تحقیق‌وتوسعه	R&D	-۰/۰۱۵۰۰۶۷	۰/۰۵۹
صنعت	Indu	-۰/۰۰۳۴۰۹۹	۰/۱۲۷
سرمایه انسانی	Hum	-۳/۲۵۶۴۵	۰/۰۰۰
مصرف انرژی	E	۰/۰۱۴۱۰۳۶	۰/۰۰۰
باز بودن تجاری	Trade	۰/۰۰۹۶۸۳۴	۰/۰۰۰
نرخ رشد اقتصادی	gdp	-۰/۰۰۰۴۸۲۹	۰/۰۵۵
نرخ رشد جمعیت	Popg	-۰/۰۶۷۵۲۳۲	۰/۲۶۸

منبع: محاسبات محقق

همان‌طور که جدول فوق نشان می‌دهد، متغیر انتشار دی‌اکسید کربن با یک وقفه، متغیر تحقیق و توسعه، متغیر صنعت، متغیر سرمایه انسانی، متغیر مصرف انرژی و متغیر باز بودن تجارت اثر معنی‌داری بر انتشار دی‌اکسید کربن داشته‌اند که از این جمله متغیرهای تحقیق و توسعه و سرمایه انسانی اثر منفی را بر متغیر وابسته نشان می‌دهد و متغیرهای نرخ رشد جمعیت و نرخ رشد اقتصادی اثر منفی و بی‌معنی را بر انتشار دی‌اکسید کربن نشان می‌دهد که به تفسیر آن‌ها پرداخته می‌شود. متغیر انتشار دی‌اکسید کربن CO_2 با یک وقفه اثر مثبت و معنی‌داری بر انتشار دی‌اکسید کربن داشته که این متغیر در سطح ۹۹٪ معنی‌دار بوده و یک درصد تغییر در آن باعث انتشار ۰/۶۶۲۶۵۱۴ متریک تن دی‌اکسید کربن می‌شود. متغیر تحقیق و توسعه R&D اثر منفی و معنی‌داری بر انتشار دی‌اکسید کربن داشته که نشان‌دهنده آن است که این

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-08]

متغیر در سطح ۹۵٪ معنی‌دار بوده و یک درصد تغییر در آن باعث کاهش انتشار دی‌اکسید کربن به میزان ۰/۰۱۵۰۰۶۷- متریک تن می‌شود. تأثیر فناوری بر انتشار کربن به ویژگی محیطی فناوری مورداستفاده بستگی دارد. اگر فناوری مورداستفاده سازگار با محیط‌زیست باشد، نظیر فناوری انرژی‌های تجدید پذیر و وسایل نقلیه الکتریکی؛ در این صورت می‌توان انتظار کاهش انتشار کربن را داشت. بااین‌حال، اگر فناوری توسعه‌یافته سازگار با محیط‌زیست نباشد یا برای تسهیل و افزایش تولید سوخت‌های فسیلی ایجادشده باشد، فناوری می‌تواند انتشار کربن را افزایش دهد؛ میتوان گفت که در کشورهای مورد مطالعه فناوری سازگار با محیط زیست بوده است. متغیر صنعت INDU اثر منفی و بی معنا بر انتشار دی‌اکسید کربن داشته که نشان‌دهنده آن است اثر فعالیت‌های صنعتی بر انتشار دی‌اکسیدکربن در این کشورها معنادار نبوده است. متغیر سرمایه انسانی Hum اثر منفی و معنی‌داری بر انتشار دی‌اکسید کربن داشته است. به هراندازه که کشورها از سرمایه انسانی بالاتری برخوردار باشند، زمینه را برای اختراع و نوآوری به وجود آورده و استفاده از فناوری‌های پیشرفته را در تولیدات ممکن می‌سازد (بلمرت و رولا، ۲۰۲۱) نتایج نشان داد که این متغیر در سطح بیشتر از ۹۵٪ معنی‌دار بوده و یک درصد تغییر در آن باعث کاهش انتشار دی‌اکسید کربن به میزان ۳/۲۵۶۴۵- شده است. متغیر مصرف انرژی E اثر مثبت و معنی‌داری بر انتشار دی‌اکسید کربن داشته که نشان‌دهنده آن است که این متغیر در سطح بیش از ۹۵٪ معنی‌دار بوده و یک درصد تغییر در آن باعث انتشار ۰/۰۱۴۱۰۳۶ دی‌اکسید کربن می‌شود. تأثیر مصرف انرژی بر انتشار کربن به نوع انرژی مصرفی در یک کشور بستگی دارد. اگر بیشترین بخش مصرف انرژی از سوخت‌های فسیلی تأمین شود که معمولاً چنین است، افزایش مصرف انرژی باعث افزایش انتشار کربن نیز شود. متغیر باز بودن تجاری Trade اثر مثبت و معنی‌داری بر انتشار دی‌اکسید کربن داشته که نشان‌دهنده آن است که این متغیر در سطح بیش از ۹۵٪ معنی‌دار بوده و یک گیگاژول تغییر در آن باعث انتشار ۰/۰۰۹۶۸۳۴ متریک تن دی‌اکسید کربن می‌شود. پس‌از انقلاب صنعتی، جهان روزبه‌روز بیشتر به هم متصل شده و به روی تجارت باز شده. تأثیر صادرات و واردات بر انتشار کربن عمدتاً به این بستگی دارد که آیا کالاهای صادراتی و وارداتی توسط یک کشور سازگار با محیط‌زیست هستند یا خیر. می‌توان

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-08]

انتظار داشت که کشورهای صادرکننده نفت و زغال‌سنگ، انتشار کربن بیشتری را تجربه کنند، زیرا این کالاها کربن فشرده هستند. درحالی‌که، از سوی دیگر، کشورهایی که انرژی پاک‌تر یا محصولات سازگاربامحیط‌زیست بیشتری صادر می‌کنند، انتشار کربن کمتری را تجربه خواهند کرد (بلمرت و رولا، ۲۰۲۱). متغیر نرخ رشد اقتصادی rgdp اثر منفی و معناداری را در انتشار دی‌اکسید کربن دارد به این معنی که یک درصد افزایش در رشد اقتصادی سبب کاهش ۰/۰۰۰۴۸۲۹- انتشار دی‌اکسید کربن در این کشورها شده است. متغیر رشد اقتصادی بسیاری از مطالعات نشان می‌دهد که در مراحل اولیه توسعه، رشد اقتصادی با افزایش انتشار کربن همراه می‌باشد. رشد اقتصادی بیشتر منجر به مصرف انرژی بیشتر برای پاسخگویی به تقاضاهای رو به رشد شرکت‌ها، صنایع و خانوارها شده. رشد اقتصادی در مراحل اولیه توسعه برای محیط‌زیست مضر بوده و پس‌ازآن، فراتر از یک آستانه معین از درآمد سرانه رشد اقتصادی منجر به بهبود کیفیت محیط‌زیست می‌شود. تأثیر رشد اقتصادی بر انتشار کربن به مرحله توسعه یک کشور بستگی دارد (چنگ و همکاران[1]، ۲۰۱۹). و متغیر رشد جمعیت Popg اثر منفی ولی بی‌معنی بر انتشار دی‌اکسید کربن دارد؛ می‌توان این‌چنین بیان کرد؛ با توجه به اینکه جمعیت این کشورها از سطح توسعه‌یافتگی نسبتاً بالای برخوردارند ولی در کاهش انتشار دی‌اکسید کربن اثری نداشته است.

آزمون سارگان یکی از آزمون‌های روش GMM یا گشتاورهای تعمیم‌یافته است. آزمون سارگان بعد از تخمین مدل موردبررسی قرار می‌گیرد و این آزمون مناسب بودن و عدم مناسب بودن متغیرهای ابزاری در مدل را نشان می‌دهد. درصورتی‌که احتمال آماره سارگان بیشتر از سطح اطمینان باشد فرضیه صفر مبنی بر مناسب بودن ابزارهای استفاده‌شده در مدل موردپذیرش قرار می‌گیرد در غیر آن موردپذیرش نیست. نتایج این آزمون در جدول (۸) زیر بیان‌شده است که از بررسی آن به تحلیل پرداخته می‌شود.

جدول ۸. نتایج آزمون سارگان

نوع آزمون	مقدار آماره	سطح احتمال
آزمون سارگان	۱۹۶/۱۰۲۹	۰/۰۸۳۱

منبع: محاسبات محقق

1. Chang et al

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-08]

نتایج جدول (۸) آماره سارگان را برای روش GMM نشان می‌دهد؛ برای مدل تخمین که در فوق مورد رگرسیون قرار گرفت مقدار آماره سارگان در مدل فوق ۱۹۶/۱۰۲۹ و سطح احتمالی این آزمون ۰/۰۸۳۱ می‌باشد، نتایج این آزمون نشان می‌دهد که فرضیه صفر مبتنی بر مناسب بودن ابزارها مورد تأیید و فرضیه مقابل مربوط به عدم مناسب بودن فرضیه‌های تحقیق رد شده است. بنابراین ابزارهای استفاده‌شده در مدل این تحقیق از مناسب بودن برخوردار می‌باشند.

۵- نتایج آزمون‌های فروض کلاسیک

۵-۱- آزمون عدم ناهمسانی واریانس

جهت بررسی همسانی واریانس در این تحقیق از آزمون والد تعدیل‌شده استفاده‌شده است. با توجه به آماره کای‌دو فرض صفر مبنی بر همسانی واریانس و فرضیه مقابل مبنی بر ناهمسانی واریانس مورد آزمون قرار می‌گیرد. نتایج جدول (۹) برای این تحقیق نشان می‌دهد که مقدار کای‌دو برابر است با ۴۰۵/۷۳ و ارزش احتمالی آن برابر است با ۰/۰۰۰۰ که کمتر از ۵٪ می‌باشد. و نشان می‌دهد که فرضیه صفر H0 مبنی بر همسانی واریانس در این تحقیق مورد تأیید و فرضیه مقابل H1 رد شده است.

جدول ۹. نتایج آزمون ناهمسانی واریانس

ناهمسانی واریانس	مقدار آماره	مقدار احتمال
آزمون والد تعدیل‌شده	۴۰۵/۷۳	۰/۰۰۰۰

منبع: محاسبات محقق

۵-۲- آزمون عدم خودهمبستگی

برای بررسی وجود همبستگی در این مدل از آزمون والدریج استفاده‌شده است؛ در این آزمون فرضیه H0 مبنی بر عدم وجود خودهمبستگی و فرضیه H1 مبنی بر وجود خودهمبستگی می‌باشد. نتایج موردبررسی ما در این تحقیق نشان می‌دهد که مقدار آماره والدریج ۱۰۱/۰۸۴ و ارزش احتمالی آن ۰/۰۰۰۱ می‌باشد، بنابراین فرضیه H0 در این مدل آزمون مورد تأیید و فرضیه مقابل رد شده است و نشان‌دهنده عدم وجود خودهمبستگی در متغیرهای مدل می‌باشد. بنابراین فرض عدم خودهمبستگی نقض شده است.

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-08]

جدول ۱۰. نتایج آزمون عدم خودهمبستگی

خودهمبستگی	مقدار آماره	مقدار احتمال
آزمون ولدریج	۱۰۱/۰۸۴	۰/۰۰۰۱

منبع: محاسبات محقق

۶- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

با توجه به محدودیت دستیابی به اطلاعات داده‌ها برای دوره زمانی طولانی‌مدت برای کشورهای منتخب عضو پیمان شانگهای، امکان استفاده از داده‌های سری زمانی وجود نداشت، به همین دلیل برای انجام این پژوهش از داده‌های پانل برای بازه زمانی ۲۰۲۱ الی ۲۰۰۰ استفاده‌شده است. به منظور آزمون متغیرهای این پژوهش از روش مبتنی بر داده‌های پانل دیتای پویا استفاده‌شده و بررسی پایایی متغیرها از طریق آزمون‌های ریشه واحد پانلی لوین، لین و چو، آزمون فیشر_دیکی فولر و آزمون ایم، پسران و شین به‌وسیله نرم‌افزار (Eviews11) انجام‌شده است و درنهایت برای تخمین معادله و فروض کلاسیک از روش گشتاورهای تعمیم‌یافته GMM به‌وسیله نرم‌افزار Stata15 انجام گردیده است.

- در ابتدا آزمون F لیمر برای تشخیص داده‌های پانل و پولد انجام گردید که نتایج آن ما را به داده‌های پانل نزدیک نمود، به تعقیب آن برای اثبات مدل با اثرات ثابت و تصادفی از آزمون هاسمن استفاده شد که نتایج این آزمون حاکی از مدل با اثرات ثابت بود. بنابراین مدل مربوط به داده‌های پانل را تصریح و آزمون‌های مانایی (ریشه واحد) موردبررسی قرار گرفت که نتایج حاصل از این آزمون‌ها برای کشورهای موردتحقیق همان‌طور که در جدول۲ بیان‌شده است برای تمام متغیرهای موردبررسی در این تحقیق در سطح و تفاضل معنادار شده‌اند و نشان‌دهنده عدم وجود رگرسیون کاذب است.
- در مرحله بعدی با استفاده از روش گشتاورهای تعمیم‌یافته GMMمدل انتخابی برای این تحقیق را که بررسی تأثیر پیشرفت فناوری بر انتشار دی‌اکسید کربن می باشد، مورد آزمون قرارداده شد؛ همان‌طور که در جدول ۷ بیان گردید، متغیرهای موردبررسی اثرات مختلفی را بر متغیر وابسته (CO_2) نشان می‌دهند.

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-08]

- متغیر پیشرفت فناوری ارتباط منفی و معنادار با انتشار گاز دی‌اکسیدکربن دارد که بیان میدارد این کشورها هزینه‌های تحقیق و توسعه را به کاهش انتشار دی‌اکسید کربن اختصاص داده‌اند. نتایج حاصل با مطالعه مسعودی و همکاران (۱۳۹۹) و بلمرت و رولا (۲۰۲۱) مطابقت ندارد. و با مطالعات دیندا (۲۰۱۸) و لی و همکاران (۲۰۱۷) هم راستا است.
- متغیر سرمایه انسانی ارتباطی منفی و معنادار با متغیر انتشار دی‌اکسیدکربن دارد به عبارتی سرمایه انسانی در این کشورها سبب کاهش انتشار گاز دی اکسید کربن شده است. این نتایج با مطالعه جعفری و همکاران (۱۳۹۹) مطابقت دارد.
- نتایج حاکی از وجود ارتباط مثبت و معنادار بین دو متغیر مصرف انرژی و انتشار گاز دی‌اکسیدکربن است. که در راستا با مبانی نظری است.
- نتایج بیان میدارد که ارتباط منفی ولی بی‌معنا بین متغیر صنعت و انتشار گاز دی اکسید کربن وجود دارد.
- متغیر باز بودن تجاری دارای اثر مثبت و معنادار بر متغیر انتشار گاز دی اکسید کربن را نشان می‌دهد.
- متغیر نرخ رشد اقتصادی ارتباط منفی و معنادار بر انتشار دی‌اکسید کربن داشته است، که با مطالعه جهانگیرپور و زیبایی (۱۳۹۸) مطابقت ندارد و با مطالعات مسعودی و همکاران (۱۳۹۹)، عطایی کچویی و همکاران (۱۳۹۹)، کهنسال و بهرامی نسب (۱۳۹۸)، دیندا (۲۰۱۸) ، وی و همکاران (۲۰۲۶) و کارلوس لیتائو (۲۰۱۴) هم راستا است.
- جمعیت اثر منفی و بی‌معنا بر انتشار دی‌اکسید کربن داشته است. فلاحتی و حکمتی فرید (۱۳۹۲) مطابقت ندارد.
- با توجه به‌مرور مبانی نظری و دریافت یافته‌های مهم در این پژوهش و اهمیت پیشرفت فناوری در کاهش انتشار دی‌اکسید کربن به این نتایج دست‌یافت که سرمایه‌گذاری در مخارج تحقیق و توسعه و تغییرات تکنولوژی انتشار CO_2 را کاهش داده است. لذا توصیه می‌گردد:
- با توجه به اینکه پیشرفت فناوری در این کشورها انتشار دی اکسید کربن را کاهش داده است، و از طرفی هم گسترش صنایع اثری بر انتشار دی‌اکسیدکربن نداشته،

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-08]

لذا توصیه می‌شود که دولت‌ها باید موسسات تحقیق و توسعه را گسترش دهند. هزینه های تحقیق و توسعه را بیشتر به سمت پروژه هایی هدایت نمایند که منجر به فناوریهای جدید در حفاظت از محیط زیست شوند. در این خصوص لازم است که ارزیابی پروژه‌های زیست محیطی یا استفاده از فناوری‌های نوین تولید، در راستا با ارزیابی زیست محیطی این فناوری‌های نوین باشد تا از آثار منفی زیست محیطی آن بکاهد.

- ترویج انتشار علم و فناوری و تکنولوژی‌های تولید و توزیع انرژی در این کشورها ارتقا یابد، زیرا دستیابی به توسعه سبز و پایدار را تقویت می‌کند.
- ایجاد پیمان‌های همکاری عضو گروه شانگهای در زمینه انتقال فناوری پاک در جهت کاهش انتشار CO_2 صورت گیرد.

اگر مقررات زیست محیطی قوی و تعهد روشنی از سوی دولت ها برای کاهش تدریجی استفاده از انرژی سنتی و افزایش سطح انرژی های تجدیدپذیر وجود نداشته باشد، ممکن است این توصیه های سیاستی موفق نباشند.

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-08]

منابع

- جعفری، سعید، اسفندیاری، مرضیه و پهلوانی، مصیب (۱۳۹۹). نقش سرمایه انسانی در رشد اقتصادی، مصرف انرژی و آلودگی زیست‌محیطی در راستای توسعه پایدار در ایران، فصلنامه علمی مطالعات اقتصادی کاربردی ایران، سال نهم، شماره۳۴، ص ۷۷-۱۰۷.
- جهانگیرپور، درنا و زیبایی، منصور (۱۳۹۹)، "نقش کشاورزی و انرژی‌های تجدید پذیر در تأمین اهداف توافقنامه پاریس؛ مطالعه موردی: کشورهای منتخب منطقه MENA"، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، سال دهم، شماره ۶۵، صفحات ۸۱-۱۰۱.
- رنجبری، فروغ، حیدری، ابراهیم و پارسا، حجت (۱۳۹۹)، "اندازه‌گیری و تجزیه‌وتحلیل شاخص‌های اقتصاد انرژی سبز در ایران (سنجش میزان و کشش انتشار دی‌اکسید کربن)"، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، سال شانزدهم، شماره ۶۴، صفحات ۲۵۱-۲۱۷.
- صادقی، سیدکمال، سجودی، سکینه و احمدزاده دلجوان، فهیمه (۱۳۹۶). تأثیر انرژی‌های تجدید پذیر بر رشد اقتصادی و کیفیت محیط‌زیست در ایران، فصلنامه پژوهش‌های سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی انرژی، سال سوم، شماره۶، ص ۱۷۱-۲۰۲.
- علیشیری، هدیه، محمد خانلی، شهرزاد و محمدباقری، اعظم (۱۳۹۶)، "مطالعه عوامل مؤثر بر انتشار دی‌اکسید کربن در کشور (با رویکرد تحلیل تجزیه لاسپیرز اصلاح‌شده)"، علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، دوره هجدهم، شماره۲.
- عطایی کچویی، الهام، آذین فر، کاوه، شفیعی کاخکی، مریم و داداشی، ایمان (۱۳۹۹). "بررسی نحوه‌ی انتشار گازهای گلخانه‌ای؛ کاربردی از مدل دوربین فضایی"، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، سال شانزدهم، شماره ۶۵، صفحات ۱۹۷-۲۱۹.
- عطایی، فرهاد و زنگنه، سمیه. (۱۳۹۹). تحول اولویت‌ها در سازمان همکاری شانگهای از زمان تأسیس تا سال ۲۰۱۹. مطالعه اوراسیای مرکزی، دوره‌ی ۱۳، شماره ۱، صص ۱۶۰-۱۴۳.
- فلاحی، فیروز و حکمتی فرید، صمد (۱۳۹۲)، "بررسی عوامل مؤثر بر میزان انتشار گاز دی‌اکسید کربن در استان‌های کشور (رهیافت داده‌های تابلویی)"، اقتصاد انرژی ایران (اقتصاد محیط‌زیست و انرژی)، دوره دوم، شماره۶، صفحات ۱۲۹-۱۵۰.

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-08]

- کهنسال، محمدرضا و بهرامی نسب، مهسا (۱۳۹۸). ارزیابی رابطه مصرف انرژی و آلودگی با رشد اقتصادی در راستای سیاست‌های کلی محیط‌زیست. فصلنامه سیاست‌های راهبردی و کلان، دوره۷، شماره۴.
- کسرائی، زینب و حاجی حیدری، آمنه (۱۳۹۷)، "به‌کارگیری فناوری‌های نوین در کاهش گازهای سوزانده شده در ایران تحلیل هزینه_فایده با لحاظ عوامل زیست‌محیطی". علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، دوره بیستم، شماره ۴.
- مسعودی، نسیم، دهمرده قلعه‌نو، نظر و اسفندیاری، مرضیه (۱۳۹۹)، بررسی تأثیر انرژی‌های تجدید پذیر و نوآوری‌های فنی و رشد اقتصادی بر انتشار دی‌اکسید کربن، فصلنامه علمی پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی، شماره چهل، ص ۳۵-۵۴.
- موسوی، میرحسین، شاه‌آبادی، ابوالفضل و شایگان مهر، سیما (۱۳۹۶). تأثیر سرریز فناوری از کانال سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و واردات کالا بر سهم تولید انرژی‌های تجدید پذیر از کل انرژی. فصلنامه مدیریت توسعه فناوری، دوره پنجم شماره۱.
- نجاتی، مهدی و بلاغی اینالو، یاسر (۱۴۰۱). تحلیل منافع عضویت ایران در سازمان همکاری شانگهای؛ رویکرد تعادل عمومی قابل محاسبه. فصلنامه پژوهشهای اقتصادی(رشد و توسعه پایدار)، سال بیست و دوم، شماره سوم، ص ۱۱۷-۸۹.
- نیکواقبال، علی‌اکبر، اختری، آزاده، امینی اسفیدواجانی، محبوبه و عطارکاشانی، مریم (۱۳۹۱)؛ فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، سال نهم، شماره ۳۳، صفحات ۱۶۹-۱۹۷.
- Asongu, S., Le Roux, S., & Biekpe, N. (2017). Environmental Degradation, ICT and Inclusive Development in Sub-Saharan Africa. Energy Policy, 111, 353-361.
- Ben Jebli, M.& Ben Youssef, S. (2017). The role of renewable energy and agriculture in reducing CO2 emission: Evidence for North Africa countries. Ecological Indicators, 74: 295-301.
- Cheng, C., Ren, X., Wang, Z., & Yan, C. (2019). Heterogeneous impacts of renewable energy and environmental patents on Co2 emission-Evidence from the BRICS. Science of the Total Environment, 668, 1328-1338.
- Chi-Wei Su, Yannong Xie, Sadaf Shahab, Ch. Muhammad Nadeem Faisal, Muhammad Hafeez and Ghulam Muhammad Qamri. (2021). Towards Achieving Sustainable Development: Role of Technology

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-08]

Innovaation, Technology Adoption and CO2 Emission for BRICS. International Journal of Environmental Research and Public Health, 18, 277.

- Churchill, Awaworyi, S., & et al. (2019). R&D intensity and carbon emissions in the G7: 1870-2014. Energy Economics, 80, 30-37.
- Chris, Belmert, milindi. And Roula, Inglesi-Lotz. (2021). Impact of Technological Progress on Carbon Emissions in Different Country Income Groups. University of Pretoria, 23.
- Hamilton, T. G. A., & Kelly, S. (2017). Low carbon energy scenarios for sub-Saharan Africa: An input-output analysis on the effects of universal energy access and economic growth. Energy Po Tarancon, M. A., & Del Río, P. (2012). Assessing energy-related CO2 emissions with sensitivity analysis and input-output techniques. Energy, 37(1), 170-161. licy, 105, 303- 319.
- IEA, 2010. Energy technology perspectives 2010: scenarios and strategies to 2050. IEA; OECD, Paris France.
- Irandoust, M. (2016), "The renewable energy-growth nexus with carbon emissions and technological innovation: Evidence from the Nordic countries", Ecological Indicators, 69;118-125.
- Katunda Imasiku, Valerie Thomas and Etienne Ntagwirumugara. (2019). Unraveling Green Information Technology Systems as a Global Greenhouse Gas Emission Game-Changer. administrative Sciences, 9, 43; 1-29.
- Li, A. J., Zhang, A. Z., Zhou, Y. X., Yao, X(2017), Decomposition analysis of factors affecting carbon dioxide emissions across provinces in china. J. Clean. Prod, 141: 1428-1444.
- Li, J. and Lin, B. (2016). Inter-factor/inter-fuel Substitution, Carbon Intensity, and Energy-Related Co2 Reduction: Empirical Evidence from China. Energy Econ. 56, 483_494. Doi:10.1016/j.eneco.2016.04.001
- Lin, P., Liu, Zh. and zhang, Y. (2009), "Do Chinese demestic firms benefit from FDI in flow? Evidence of horizontal and vertical spillovers", China Economic Review, 20(4); 677-691.
- Maddison Project Database, version 2018. (n.d.). Rebasing ‘Maddison’: new income comparisons and the shape of long-run economic development. Maddison Project Database working paper 10.

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-08]

- Markandya, A., Arto, I., Gonza`lez-Eguino, M., & Roma`n, M. V. (2018). Towards a green energy economy? Tracking the employment effects of low-carbon technologies in the European Union. Applied Energy. 179, 1342-1350.
- Nuno Carlos Leitão (2014), Economic Growth, Carbon Dioxide Wmissions, Renewable Energy and Globalization, International Journal of Energy Economics and Policy, Vol. 4, No. 3, pp. 391-399.
- Rebecca Jordan, Ary A. Hoffmann, Shannon K. Dillon, Suzanne M. Prober. (2017). Evidence of genomic adaptation to climate in Eucalyptus microcarpa : Implications for adaptive potential to projected climate change. Molecular Ecology/ Volume 26, Issue 21/ p.6002_6020. https://doi.org/10.1111/mec.14341
- Selden, T., & Song, D. (1994). Environmental quality and development: Is there a Kuznets Curvw for air pollution emissions? Journal of Environmental Economics and Management, 147-162.
- Soumyananda Dinda. (2018), Production technology and carbon emission: long-run relation with short-run dynamics, Journal of Applied Economics, 21:1, 106-121.
- Wei, J., Huang, K., Yang, S., Li, Y., Hu, T., & Zhang, Y. (2016). Driving forces analysis of energy-related carbon dioxide (CO2) emissions in Beijing: an input–output structural decomposition analysis. Journal of Cleaner Production.
- Weitzman, M.L. (1997), Sustainability and technical progress. The Scandinavian Journal of Economics, 99(1), 1-13.
- World Bank. (2019, November). Word Development Indicators. Retrieved from Word Development Indicators: https//data.worldbank.org/indicator.
- Yuan, R., & Zhao, T. (2015). A combined input-output and sensitivity analysis of CO2 emissions in the high energy-consuming industries: A case study of China. Atmospheric Pollution Research, 7(2), 315-325.

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-08]

The Effect of Technological Progress on the Emission of Carbon Dioxide Gas (A case study of some member countries of the Shanghai Treaty)

Atefeh Delgarm[1]
M.Sc. of Economic Sciences, Faculty of Literature, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran, a.delgarm73@gmail.com
Mosayeb Pahlavani
Associate Prof., Faculty of Literature, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran, pahlavani@eco.usb.ac.ir
Marjan Radnia
Assistant Prof., Faculty of Literature, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran, radnaia-marjan@yahoo.com

Received: 2022/12/23 Accepted: 2023/05/15

Abstract

Environmental issues that are mainly derived from the emission of greenhouse gases, in our contemporary era in the developing and developed economies, due to the deterioration of environmental biology have devoted the leading debates. Energy consumption is the most important resource that emits the carbon directly. Energy technologies progress can directly influence carbon dioxide emissions .In other words , technological progress can reduce energy consumption and reduce the pursuit of carbon dioxide emissions .The aim of this study is to investigate the effect of technology on co_2 emissions reduction in the period 2000 - 2021 for selected countries of the shanghai pact through generalized method of moments (gmm). According to the results, r&d and human capital have negative and significant effect; trade openness and energy consumption have positive and significant effect on co_2 emissions .Also the effect of population growth rate and real economic growth rate on co_2 emissions was meaningless .According to the results , it is suggested that member of the shanghai treaty reduce co2 emissions through cooperative alliances in the field of transmission of green technology.

JEL Classification: P28, Q55, C33.
Keywords: technological progress, CO_2 emissions, economic growth, Generalized method of moments.

1. Corresponding Author

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-08]