-- Iranian Energy Economics------
Summer 2020, 36(9), 103-125
Jiee.atu.ac.ir
DOI: http://dx.doi.org/10.22054/jiee.2022.60321.1839

Original Reserch
Received: 19/Apr/2021
Accepted: 13/Dec/2021
ISSN: 2423-5954
eISSN: 2476-6437

Studying the EKC, HHP and REH Hypothesizes in D8 Countries: FMLOS Approach

Seyed Mohammad Fahimifard *

Assistant Professor of Agricultural Economics, Agricultural Planning, Economics and Rural Development Research Institute (APERDRI), Tehran, Iran

Abstract

According to apposite and ambiguous opinions about the effects of foreign direct investment and innovation on environmental performance in developing countries, in this research despite the environmental Kuznets curve (EKC) hypothesis, pollution haven hypothesis (PHH), and rebound effects hypothesis (REH) in D8 countries (Iran, Turkey, Malaysia, Indonesia, Egypt, Pakistan, Bangladesh, and Nigeria) were studied. For this purpose, the required data was gathered from World Bank during the years 2000-2018. Also, the fully modified ordinary least squares (FMLOS) model and STATA software were applied for analyzing data. Results of variables description indicated that during the studied period, Iran has the lowest average amount of FDI to GDP, the lowest average amount of per capita GDP growth, the highest average of the proportion of fossil energies to total energy consumption, and the highest average of the proportion of per capita CO_2 emission. In addition, the results of the specification of the econometrics model showed that there is a U inverse relationship between GDP and CO_2 in D8 countries. Therefore, the EKC hypothesis is approved for studied countries. Also, foreign direct investment has a positive significant effect (in 10%) on CO_2 emission. Hence, the PHH hypothesis is approved for studied countries. Finally, innovation has a negative significant effect (in 5%) on CO_2 emission. Hence, the REH hypothesis didn't approve for studied countries.

Keywords: EKC hypothesis, PHH hypothesis, REH hypothesis, D8 countries, FMOLS model.

JEL Classification: C23, O32, Q43, Q51

* Corresponding Author: m.fahimifard@agri-peri.ac.ir
How to Cite: Fahimifard, S M. (2020). Studying the EKC, HHP and REH Hypothesizes in D8 Countries: FMLOS Approach. Iranian Energy Economics, 36 (9), 103 -125.

-- پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران ---------
دوره ۹، شماره ۳۶، پاییز ۱۳۹۹، ۱۰۳-۱۲۵
Jiee.atu.ac.ir
DOI: http://dx.doi.org/10.22054/jiee. 2022.60321.1839

مقاله پژوهشی
تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۱/۳۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۹/۲۲
ISSN: ۲۴۲۳-۵۹۵۴
eISSN: ۲۴۷۶-۶۴۳۷

بررسی فرضیه‌های زیست‌محیطی کوزنتس (EKC)، پناهگاه آلودگی (PHH) و اثرات بازگشتی نوآوری (REH) در کشورهای گروه D8؛ رهیافت مدل FMOLS

سیدمحمد فهیمی‌فرد * استادیار اقتصاد کشاورزی - مؤسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی، اقتصاد کشاورزی و توسعه روستایی - تهران - ایران

چکیده

با توجه به دیدگاه‌های متفاوت و مبهم درخصوص اثرات سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و نوآوری بر عملکرد زیست‌محیطی در کشورهای در حال توسعه، در این مطالعه ضمن آزمون فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس، به بررسی فرضیه‌های پناهگاه آلودگی و اثرات بازگشتی نوآوری بر انتشار آلاینده‌ها در کشورهای گروه D8 (ایران، ترکیه، مالزی، اندونزی، مصر، پاکستان، بنگلادش و نیجریه) پرداخته شد. برای این منظور، داده‌های مورد نیاز طی دوره ۲۰۱۸-۲۰۰۰ از بانک جهانی گردآوری شد. همچنین، جهت تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از مدل حداقل مربعات کاملاً اصلاح شده استفاده شد. نتایج توصیف آماری متغیرهای تحقیق نشان داد که طی دوره مورد بررسی، ایران از کمترین میانگین نسبت سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به محصول ناخالص داخلی، کمترین میانگین رشد سرانه محصول ناخالص داخلی، بیشترین میانگین سهم انرژی‌های فسیلی از کل مصرف انرژی و بیشترین میانگین سرانه انتشار دی‌اکسیدکربن برخوردار می‌باشد. همچنین، نتایج برآورد مدل‌های اقتصادسنجی تحقیق نشان داد که در کشورهای D8، بین محصول ناخالص داخلی و انتشار دی‌اکسیدکربن رابطه U معکوس وجود دارد. لذا، فرضیه زیست محیطی کوزنتس برای کشورهای مورد بررسی تأیید شد. همچنین، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی تأثیر معنادار مثبتی (در سطح ۱۰درصد) بر انتشار دی‌اکسیدکربن دارد. لذا فرضیه پناهگاه آلودگی نیز برای کشورهای مورد بررسی تأیید شد. در نهایت، نوآوری از تأثیر معنادار منفی (در سطح ۵ درصد) بر انتشار دی‌اکسیدکربن برخوردار است. لذا فرضیه اثرات بازگشتی نوآوری برای کشورهای مورد بررسی تأیید نشد.

کلیدواژه‌ها: فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس، فرضیه پناهگاه آلودگی، فرضیه اثرات بازگشتی نوآوری، کشورهای D8، مدل حداقل مربعات کاملاً اصلاح شده

طبقه‌بندی JEL: Q51 , Q43 , O32 , C23

* نویسنده مسئول: m.fahimifard@agri-peri.ac.ir

۱. مقدمه

طی ۲۰۰ سال گذشته و به‌ویژه در ۵۰ سال اخیر، آلودگی هوا به شدت افزایش یافته که بر این اساس بررسی دقیق‌تر موضوع آلودگی و به‌خصوص انتشار دی‌اکسیدکربن در سطح کرهٔ زمین، به عنوان تهدید جدیدی برای بشر، امری ضروری به نظر می‌رسد. نیاز بشر به انرژی و مصرف بیشتر انواع سوخت‌های فسیلی مانند زغال‌سنگ، نفت و گاز طبیعی، افزایش جمعیت کره زمین، توسعهٔ صنعتی و رشد اقتصادی در دهه‌های گذشته دگرگونی‌هایی را در شرایط آب‌وهوایی و جو زمین به وجود آورده است که افزایش گازهای گلخانه‌ای در جو، از مصادیق بارز آن است (احمد و همکاران[1]، ۲۰۲۰). مهمترین گاز گلخانه‌ای دی‌اکسیدکربن است که منبع اصلی آن احتراق سوخت‌های فسیلی است. این سوخت‌ها در حال‌حاضر ابزار اصلی تولید انرژی در نظام‌های اقتصادی صنعتی هستند. علاوه بر این، آلودگی هوا هزینه‌هایی را بر زندگی مردم تحمیل می‌کند که از جملهٔ آن به کاهش سلامتی و طول عمر افراد، کاهش بهره‌وری، افزایش هزینه‌های بهداشتی، عدم استفادهٔ کامل از منابع و امکانات اقتصادی ایجاد شده، افزایش هزینه‌های دولت جهت کنترل آلودگی می‌توان اشاره کرد. از این منظر، افزایش آلودگی به عنوان مانعی در مسیر توسعهٔ اقتصادی کشورها به شمار می‌رود (اخباری و آماده، ۱۳۹۶). ازاین‌رو، شناسایی محرک‌های اثرگذار بر بهبود کیفیت محیط‌زیست یکی از گام‌های بسیار مؤثر در جهت دستیابی به رشد و توسعه اقتصادی سازگار با محیط زیست است (داربیدی و همکاران، ۱۳۹۹).

بر اساس تئوری‌های موجود و مطالعات تجربی انجام گرفته یکی از مهمترین عوامل اثرگذار بر منحنی زیست‌محیطی کوزنتس، نوآوری می‌باشد. با ظهور چالش‌های منابع و محیط‌زیست تمرکز تحقیقات به تدریج به چگونگی دستیابی به توسعه اقتصادی به شیوه‌ای سازگار با محیط‌زیست متمایل گردیده و نوآوری‌ها باید هماهنگی و تناسب اقتصاد، منابع و محیط زیست را در نظر بگیرند. از لحاظ اثرات نوآوری بر رشد سازگار با محیط‌زیست و در نهایت توسعه پایدار در ادبیات موجود دو دیدگاه مخالف وجود دارد. طرفداران دیدگاه نخست بر این باورند که نوآوری‌ها، به ویژه نوآوری‌های سبز منجر به ارتقاء توسعه سبز می‌گردند زیرا باعث کاهش انتشار آلاینده‌ها و زباله‌های تولید می‌شوند. با توسعه تکنولوژی‌های با صرفه و کارآمد و سازگار با محیط زیست بخش‌های مصرف‌کننده انرژی

[1]. Ahmad et al.

می‌توانند در مصرف انرژی صرفه‌جویی کرده و انتشار آلاینده‌های محیطی ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی را به منظور تولیدات پاک کاهش دهند (ژانگ و همکاران[1]، ۲۰۱۸). طرفداران دیدگاه دوم بر این عقیده‌اند که نوآوری‌ها ممکن است منجر به ایجاد موانعی در جهت رشد سبز گردند. آن‌ها معتقدند که نوآوری‌ها ممکن است باعث به وجود آمدن اثرات بازگشتی[2] و درنتیجه افزایش مصرف انرژی و انتشار آلودگی در فرایند تولید محصولات گردند. زیرا بخش‌های تولیدی غالباً به سودآوری فعالیت‌های خود توجه کرده و به ملاحظات زیست محیطی توجه خاصی ندارند (سانگ و همکاران[3]، ۲۰۱۹).

از طرف دیگر، نحوه اثرگذاری سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر کیفیت زیست محیطی به ویژه در کشورهای در حال توسعه متفاوت و مبهم است. برخی از محققان مانند استرن[4] (۲۰۰۰) معتقدند که سرمایه‌گذاری مسستقیم خارجی به علت اثرگذاری بر رشد اقتصادی می‌تواند بر کیفیت زیست محیطی اثر بگذارد. آن‌ها با تأکید بر فرضیه زیست محیطی کوزنتس که بیانگر رابطه U معکوس بین رشد اقتصادی و کیفیت زیست‌محیطی است، استدلال می‌کنند کشورهای در حال توسعه که هنوز در نیمه چپ این منحنی قرار دارند، با افزایش میزان سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی که به رشد اقتصادی آن‌ها کمک می‌کند، وضعیت زیست‌محیطی خود را بدتر می‌نمایند. برخی دیگر از محققان نیز با بیان فرضیه پناهگاه آلودگی[5] نتیجه می‌گیرند که ورود سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به کشورهای در حال توسعه منجر به افزایش آلودگی و تخریب محیط زیست می‌شود. این فرضیه اشاره به این وضعیت دارد که کشورهای توسعه‌یافته، به ویژه آن‌ها که در صنایع آلاینده فعالیت دارند، عمدتاً تمایل دارند صنایع آلاینده خود را به کشورهایی گسیل دارند که استانداردهای زیست محیطی ضعیف‌تری دارند. این مسئله غالباً در قالب تجارت و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی انجام می‌شود که نتیجه ورود سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی برای کشور میزبان با سطح استانداردهای زیست محیطی پایین که اغلب درآمد پایینی نیز دارند، افزایش آلودگی است. در چنین فرایندی، با انتقال صنایع آلاینده به سوی کشورهای در حال توسعه این کشورها به واردکنندگان صنایع آلاینده و در مقابل کشورهای

1. Zhang et al.
2. Rebound Effects
3. Song et al.
4. Stern, D. I.
5. Pollution Haven Hypothesis (PHH)

توسعه‌یافته، به واردکنندگان محصولات این صنایع تبدیل می‌شوند (دو و هان[1]، ۲۰۱۹). از سوی دیگر برخی از محققان با قبول نظریه پورتر نتیجه می‌گیرند که ورود سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به کاهش آلودگی و بهبود کیفیت محیط‌زیست کشورهای میزبان کمک می‌کند. چرا که بر اساس نظریه پورتر و کلس واندر[2] (۱۹۹۹) ورود سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به عنوان یک عامل تولید، باعث تسریع رشد اقتصادی کشور میزبان شده و همچنین دسترسی کشور میزبان به تکنولوژی کارا در حفاظت از محیط‌زیست را فراهم می‌کند که دسترسی به تکنولوژی‌های پاک و دوست‌دار محیط زیست به بهبود کیفیت محیط‌زیست کمک می‌کند (برنیر و پلوفی[3]، ۲۰۱۹).

لذا با توجه به دیدگاه‌های متفاوت درخصوص تأثیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و نوآوری بر عملکرد زیست‌محیطی و رشد اقتصادی کشورهای در حال توسعه، در این مطالعه ضمن آزمون فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس[4]، به بررسی فرضیه‌های پناهگاه آلودگی و اثرات بازگشتی نوآوری بر انتشار آلاینده‌ها[5] در کشورهای گروه D8[6] با استفاده از مدل حداقل مربعات کاملاً اصلاح شده[7] پرداخته می‌شود. برای این منظور در بخش دوم مطالعه، ادبیات موضوع و پیشینه تحقیقات مرتبط با موضوع تحقیق ارائه می‌گردد. در بخش سوم روش‌شناسی تحقیق تشریح می‌شود. در بخش چهارم به ارائه نتایج حاصل از برآورد مدل اقتصادسنجی اشاره شده و نهایتاً در بخش پنجم به جمع‌بندی و ارائه پیشنهادات پرداخته می‌شود.

۲. ادبیات موضوع و پیشینه تحقیق

به طور کلی دیدگاه‌های متفاوتی درخصوص نحوه اثرگذاری سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و نوآوری بر محیط‌زیست ارائه شده است که برخی از مهمترین آن‌ها عبارتنداز:

---

1. Dou, J. Han, X.
2. Porter, M. E. & Claas van der, L.
3. Bernier, M. & Plouffe, M.
4. Environmental Kuznets Curve (EKC)
5. Rebound Effects Hypothesis (REH)
۶. گروه هشت کشور اسلامی در حال توسعه با نام اختصاری D8 متشکل از ۸ کشور؛ ایران، ترکیه، مالزی، اندونزی، مصر، پاکستان، بنگلادش و نیجریه است. این گروه در سال ۱۹۹۷ به پیشنهاد نخست وزیر وقت ترکیه با هدف تقویت همکاری‌های اقتصادی تشکیل شد که علاوه بر ویژگی‌های مشترکی چون اسلامی و در حال توسعه بودن، از همگنی بالایی نیز به لحاظ جمعیت و تولیدناخالص داخلی برخوردار می‌باشند.
7. Full Modified-Ordinary Least Square (FMOLS)

الف) تأثیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر عملکرد زیست‌محیطی از کانال رشد اقتصادی (فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس): از آنجا که سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی یکی از عوامل رشد اقتصادی محسوب شده و رشد اقتصادی نیز بر اساس فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس بر محیط زیست اثرگذار است، لذا سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی نیز بر محیط زیست اثرگذار می‌باشد. بر اساس این فرضیه رابطه میان رشد اقتصادی و کیفیت زیست محیطی در یک دوره زمانی بلندمدت می‌تواند به صورت مستقیم، معکوس و یا ترکیبی از هر دو حالت باشد (دو و هان، ۲۰۱۹).

ب) تأثیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر عملکرد زیست‌محیطی بر اساس فرضیه لنگرگاه آلودگی: براساس فرضیه لنگرگاه آلودگی، کشورهای در حال توسعه به دلیل قوانین زیست‌محیطی ضعیف، مزیت نسبی در تولید کالاهای آلاینده دارند. بنابراین ورود سرمایه‌های خارجی به این کشورها که بیشتر در بخش‌های آلاینده صورت می‌گیرد، باعث افزایش آلودگی می‌شود (ارمینن و منگاکی[1]، ۲۰۱۹).

ج) تأثیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر عملکرد زیست‌محیطی بر اساس فرضیه عوامل اولیه تولید: براساس این فرضیه اگر ورود سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی باعث افزایش تولید کالاهای کاربر شود، بر اساس تئوری ریکسنیزبی[2] که بیان می‌کند در تجارت بین‌الملل تجمع سرمایه انسانی باعث رشد صنایع پاک می‌شود، منجر به کاهش آلودگی می‌شود. لیکن اگر ورود سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی منجر به تولید کالاهای سرمایه‌ای شده و سرمایه انسانی کاهش یابد، به رشد صنایع پاک منجر نشده و باعث افزایش آلودگی می‌شود (هاگ و اوکال[3]، ۲۰۱۹).

د) تأثیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر عملکرد زیست‌محیطی بر اساس فرضیه رقابت به طرف پایین: براساس این فرضیه، رقابت در مسائل تجاری باعث می‌شود که کشورها استانداردهای متفاوتی را از جهت زیست محیطی اتخاذ نمایند و کشورهای با درآمد پایین با نادیده گرفتن ملاحظات زیست‌محیطی و کاهش استانداردهای خود، جریان بیشتری از سرمایه‌گذاری را به سوی خود جلب کنند که از این پدیده به رقابت به طرف پایین یاد می‌شود (الوارز و همکاران[4]، ۲۰۱۷).

1. Arminen, H. Menegaki, A. N.
2. Riksnizcby
3. Haug, A. A. Ucal, M.
4. Álvarez et al.

ه) تأثیر نوآوری بر عملکرد زیست‌محیطی بر اساس فرضیه نوآوری (نظریه پورتر): براساس این فرضیه، قوانین سخت زیست‌محیطی، محرک و مشوق کشف و ابداع تکنولوژی‌های پاک است که با بهبود وضع محیط زیست، تولیدات و مراحل تولید را با کیفیت‌تر و کاراتر می‌نماید. براساس این قوانین سخت، بنگاههای اقتصادی مطمئن می‌شوند که گریزی جهت عدم پرداخت جریمه‌های سنگین زیست‌محیطی وجود ندارد. بر این اساس بنگاه‌ها دو راه‌حل دارند: اول اینکه به روش فعلی تولید خود ادامه داده و جریمه‌های سنگین زیست‌محیطی را پرداخت کنند. دوم اینکه با استفاده از هزینه‌های تحقیق و توسعه[1]، به ابداع و نوآوری درخصوص روش‌های تولید با آلودگی کمتر بپزدازند (برنیر و پلوفی، ۲۰۱۹).

و) تأثیر نوآوری بر عملکرد زیست‌محیطی براساس نظریه پورتر و کلس (۱۹۹۵) (اثر تکنولوژیکی): موفقیت در کنترل میزان آلودگی باید مبتنی بر نوآوری باشد. مطابق با این دیدگاه بنگاهها به منظور کسب سود و موفقیت‌های مالی با یکدیگر به رقابت می‌پردازند، نتیجه این رقابت به نوآوری و خلاقیت منجر می‌شود و در نهایت کاهش آثار خارجی منفی مانند آلودگی را در پی دارد. درواقع اثر تکنولوژی تغییر در تکنولوژی و شیوه تولید به سمت فناوری‌های پاک است که این امر منجر به کاهش میزان انتشار آلودگی می‌گردد (بلوک و مرت[2]، ۲۰۱۴).

ه) تأثیر مثبت نوآوری بر رشد سازگار با محیط‌زیست براساس فرضیه نوآوری‌های سبز: نوآوری‌ها به‌ویژه نوآوری‌های سبز منجر به ارتقا توسعه سبز می‌گردند زیرا باعث کاهش انتشار آلاینده‌ها و زباله‌های تولید می‌شوند. با توسعه تکنولوژی‌های با صرفه، کارآمد و سازگار با محیط‌زیست بخش‌های مصرف‌کننده انرژی می‌توانند در مصرف انرژی صرفه‌جویی کرده و انتشار آلاینده‌های محیطی ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی را به منظور تولیدات پاک کاهش دهند (ژانگ، ۲۰۱۸).

ز) تأثیر منفی نوآوری بر رشد سازگار با محیط‌زیست براساس فرضیه اثرات بازگشتی: نوآوری‌ها ممکن است منجر به ایجاد موانعی در جهت رشد سبز گردند. زیرا نوآوری‌ها ممکن است باعث به وجود آمدن اثرات بازگشتی و درنتیجه افزایش مصرف انرژی و انتشار آلودگی در فرآیند تولید محصولات گردند. چرا که بخش‌های تولیدی غالباً به سودآوری فعالیت‌های خود توجه کرده و به ملاحظات زیست‌محیطی توجه خاصی ندارند (داربیدی و همکاران، ۱۳۹۹).

1. Research and Development (R&D)
2. Bölük, G. & Mert, M.

همچنین، تاکنون مطالعات مختلفی به بررسی رابطه میان سرمایه‌گذاری، نوآوری، رشد اقتصادی و محیط‌زیست پرداخته‌اند. به عنوان مثال، تول و همکاران[1] (۲۰۰۹) به بررسی رابطه بلندمدت بین مصرف انرژی و انتشار دی‌اکسیدکربن در آمریکا طی سال‌های ۲۰۰۲-۱۸۵۰ پرداختند. نتایج نشان داد که شدت انتشار دی‌اکسیدکربن با افزایش سوخت‌های فسیلی افزایش یافته و رشد جمعیت، رشد اقتصادی و رشد مصرف برق نیز عوامل تأثیرگذار بر انتشار دی‌اکسیدکربن می‌باشند. هسیائو و چانگ مینگ[2] (۲۰۱۰) به بررسی تأثیر رشد اقتصادی و توسعه مالی بر تخریب محیط زیست در کشورهای بریکس پرداختند. نتایج نشان داد در تعادل بلندمدت انتشار دی‌اکسیدکربن به مصرف انرژی حساس می‌باشد، ولی در بلندمدت به سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی حساس نمی‌باشد. جلیل و فریدون[3] (۲۰۱۱) اثر توسعه مالی، رشد اقتصادی و مصرف انرژی را بر آلودگی زیست‌محیطی در چین با استفاده از روش خودرگرسیون با وقفه‌های توزیعی[4] بررسی کردند. نتایج بیانگر عدم شرکت توسعه مالی در مخارج آلودگی زیست‌محیطی بوده و توسعه مالی منجر به کاهش آلودگی زیست‌محیطی شده است. همچنین درآمد، مصرف انرژی و آزادسازی تجاری عوامل اصلی انتشار دی‌اکسیدکربن در بلندمدت می‌باشند. علاوه بر این، نتایج حاکی از وجود منحنی زیست‌محیطی کوزنتس در مورد چین است. احمد و همکاران (۲۰۲۰) به بررسی تأثیر نوآوری و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر رابطه بین انرژی، آلودگی و رشد اقتصادی در کشورهای OECD[5] با استفاده از رهیافت معادلات هم‌زمان طی دوره ۲۰۱۴-۱۹۹۳ پرداختند. نتایج بیانگر عدم تأیید منحنی زیست‌محیطی کوزنتس برای کشورهای مورد بررسی بود. همچنین، رابطه علیت دو طرفه بین سرانه تولید ناخالص داخلی و سرانه مصرف انرژی وجود داشته که بیانگر این واقعیت است که آلودگی به حد آستانه خود نرسیده است.

لشکری‌زاده و تاجداران (۱۳۸۹) به بررسی رابطه بین سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی با میزان آلاینده دی‌اکسیدکربن به عنوان شاخص زیست‌محیطی پرداختند. نتایج نشان داد که در شش کشور مورد بررسی بین درآمد ناخالص ملی و شاخص زیست‌محیطی رابطه مثبت وجود دارد. ضریب سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی نیز در تمامی کشورهای مورد بررسی

1. Tol et al.
2. Hsiao, T. P. & Chung-Ming, T.
3. Jalil, A. & Feridun, M.
4. Auto-Regressive Distributed Lag (ARDL)
5. Organization for Economic Co-operation and Development

جز سنگاپور مثبت است. عابدی و همکاران (۱۳۹۴) با استفاده از الگوی خودتوضیح بُرداری[1] و سری زمانی سال‌های ۱۳۷۱ تا ۱۳۹۱، رابطه میان انتشار دی‌اکسیدکربن، انرژی‌های تجدیدپذیر، فسیلی و رشد اقتصادی در ایران را بررسی کردند. نتایج نشان داد بین متغیرهای نرخ رشد انتشار دی‌اکسیدکربن، نرخ رشد مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و نرخ رشد تولید ناخالص داخلی ارتباط یک‌طرفه جود دارد. شهنازی و همکاران (۱۳۹۶) وجود رابطه علیت بین مصرف حامل‌های مختلف انرژی با رشد اقتصادی و انتشار گاز دی‌اکسیدکربن در بخش‌های مختلف اقتصادی ایران را در دوره ۱۳۹۱-۱۳۷۶ با روش علیت تودا و یاماموتو[2] بررسی کردند. نتایج نشان داد در بخش کشاورزی رابطه علیت یک طرفه از مصرف حامل‌های انرژی به رشد اقتصادی وجود دارد. در بخش‌های حمل‌ونقل و خانگی، عمومی و تجاری نیز وجود رابطه علیت دوطرفه از متغیر رشد اقتصادی و انتشار گاز دی‌اکسیدکربن به حامل‌های انرژی تأیید شد. مسعودی و همکاران (۱۳۹۸) به بررسی تأثیر انرژی‌های تجدیدپذیر و نوآوری‌های فنی و رشد اقتصادی بر انتشار دی‌اکسیدکربن در کشورهای منتخب آژانس بین‌المللی انرژی‌های تجدیدپذیر[3] با استفاده از رویکرد ایستا، پویا و ضرایب بلندمدت داده‌های ترکیبی طی دوره زمانی ۲۰۱۶-۱۹۹۰ پرداختند. نتایج نشان داد که نوآوری فنی و انرژی‌های تجدید ناپذیر تأثیر مثبتی بر انتشار دی‌اکسیدکربن داشته است، اما اثر انرژی‌های تجدیدپذیر بر انتشار دی‌اکسیدکربن منفی و معنی‌دار بوده است. داربیدی و همکاران (۱۳۹۹) به بررسی تأثیر نوآوری بر انتشار آلودگی استان‌های ایران در چارچوب منحنی زیست‌محیطی کوزنتس طی دوره ۱۳۹۵-۱۳۸۶ با رویکرد اقتصادسنجی فضایی پرداختند. نتایج نشان داد که تحقیق و توسعه و سرمایه انسانی تأثیر منفی و معناداری بر انتشار آلودگی هوا در استان‌های ایران دارند.

۳. روش تحقیق

۳-۱. روش حداقل مربعات کاملاً اصلاح‌شده (FMOLS)

از آنجا که به‌کارگیری تخمین‌زننده حداقل مربعات معمولی[4] در نمونه‌های کوچک، نتایج تورش‌دار و غیر قابل اعتمادی را به همراه دارد، محققان اقتصادسنجی از روش حداقل

1. Vector Auto-Regressive (VAR)
2. Toda-Yamamoto
3. International Renewable Energy Agency (IRENA)
4. Ordinary Least Square (OLS)

مربعات کاملاً اصلاح‌شده استفاده می‌کنند. در روش داده‌های تابلویی، با در نظر گرفتن حالت اثرات ثابت خواهیم داشت (بیشام، ۲۰۰۵)[1]:

$$y_{it} = \alpha_i + x'_{it}\beta + u_{it} \qquad i = 1,2,...,N \qquad t = l,2,...,T \qquad (۱)$$

با فرض اینکه بردار متغیرهای توضیحی (x_{it}) به ازای تمام افراد (iها) انباشته از مرتبه یک (I(1)) باشد، خواهیم داشت:

$$x_{it} = x_{it-1} + \varepsilon_{it} \qquad (۲)$$

همچنین، تخمین‌زن‌های حداقل مربعات معمولی، از رابطه ۳ استخراج می‌شوند:

$$\hat{\beta}_{OLS} = \left[\sum_{i=1}^{N}\sum_{t=1}^{T}(x_{it}-\bar{x}_i)(x_{it}-\bar{x}_i)'\right]^{-1}\left[\sum_{i=1}^{N}\sum_{t=1}^{T}(x_{it}-\bar{x}_i)(y_{it}-\bar{y}_i)'\right] \qquad (۳)$$

علاوه بر این، از فروض اساسی روش حداقل مربعات معمولی، عدم «درون‌زایی» متغیرهای توضیحی و عدم وجود «همبستگی سریالی» میان اجزای اخلال است. در صورتی که این دو فرض، نقض شوند، تخمین‌زننده‌های حداقل مربعات معمولی تورش‌دار خواهند بود (وودریج[2]، ۲۰۱۳). کاأ و چن[3] (۱۹۹۵) نشان دادند که در صورت نقض این دو فرض، تخمین‌زننده‌های حداقل مربعات معمولی اصلاح‌شده از رابطه زیر برآورد می‌شوند:

$$\hat{\beta}^{*}_{OLS} = \hat{\beta}_{OLS} - \frac{\hat{\delta}_{NT}}{T} \quad , \quad \sqrt{NT}\,(\hat{\beta}_{OLS} - \beta) \square\ (0, 6\Omega_{\varepsilon}^{-1}\Omega_{u,\varepsilon}) \qquad (۴ \text{ و } ۵)$$

به طوری که، $\hat{\delta}_{NT} = 3\hat{\Omega}_{\varepsilon}^{-1}\hat{\Omega}_{u,\varepsilon} + 6\hat{\Omega}_{\varepsilon}^{-1}\hat{\Delta}_{u,\varepsilon}$ ماتریس کوواریانس مجانبی و $6\Omega_{\varepsilon}^{-1}\Omega_{u,\varepsilon}$ می‌باشد که $\hat{\Delta}_{u,\varepsilon}$ به دلیل همبستگی سریالی لحاظ شده است. همچنین، چن و همکاران[4] (۱۹۹۹) نشان دادند که برآوردگرهای حداقل مربعات معمولی اصلاح‌شده نتایج بهتری از برآوردگرهای حداقل مربعات معمولی ارائه نمی‌دهند. بنابراین، روش حداقل مربعات کاملاً اصلاح شده را پیشنهاد دادند که با به‌کارگیری آن در روش داده‌های تابلویی هم‌انباشته تخمین‌زننده‌هایی بدون تورش حاصل می‌شود. روش حداقل مربعات کاملاً اصلاح شده

1. Bispham, F. D.
2. Wooldridge, J. M.
3. Kao, C. & Chen, B.
4. Chen et al.

برای حذف پارامترهای نامطلوب، از یک اصلاح نیمه پارامتریک استفاده می‌کند که براساس تخمین‌زننده‌های مجانبی بدون تورش همراه با مجانب‌های نرمال کاملاً کارا می‌باشد. مزیت کلیدی روش حداقل مربعات کاملاً اصلاح شده در ساخت ماتریس کوواریانس بلندمدت تخمین‌زننده‌ها است. به‌طوری‌که، با فرض اینکه تمامی رگرسورها دارای ریشه واحد بوده و ε_{it} نوفه سفید است، تخمین‌زننده‌های حداقل مربعات کاملاً اصلاح شده به‌صورت زیر حاصل می‌شوند:

$$\hat{\beta}_{FMLOS} = \left[\sum_{i=1}^{N}\sum_{t=1}^{T}(x_{it}-\bar{x}_i)(x_{it}-\bar{x}_i)'\right]^{-1}\left[\sum_{i=1}^{N}\sum_{t=1}^{T}(x_{it}-\bar{x}_i)(y_{it}-\bar{y}_i)'-T\,\hat{\Delta}_{u,\varepsilon}\right] \quad (۶)$$

و معادله داده‌های تابلویی در فرم حداقل مربعات کاملاً اصلاح شده به صورت زیر خواهد بود (بیشام، ۲۰۰۵):

$$y_{it} = \alpha_i + x'_{it}\beta + \sum_{j=-q}^{q}\varsigma_{ij}\Delta x_{it} + \upsilon_{it} \quad (۷)$$

۲-۳. سؤالات تحقیق

به طور کلی، مطالعه حاضر به دنبال پاسخگویی به سؤالات ذیل می‌باشد:

- آیا فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس در کشورهای گروه D8 تأیید می‌شود (بین رشد اقتصادی و انتشار دی‌اکسیدکربن در کشورهای گروه D8 رابطه U معکوس وجود دارد؟)

- آیا فرضیه پناهگاه آلودگی در کشورهای گروه D8 تأیید می‌شود (سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی از تأثیر معنادار مثبتی بر انتشار دی‌اکسیدکربن در کشورهای گروه D8 برخوردار می‌باشد؟)

- آیا فرضیه اثرات بازگشتی نوآوری بر انتشار آلودگی در کشورهای گروه D8 تأیید می‌شود (شاخص نوآوری از تأثیر معنادار مثبتی بر انتشار دی‌اکسیدکربن در کشورهای گروه D8 برخوردار می‌باشد؟)

۳-۳. متغیرهای تحقیق و روش گردآوری آن‌ها

متغیرهایی که در این پژوهش جهت بررسی فرضیه‌های زیست‌محیطی کوزنتس، پناهگاه آلودگی و اثرات بازگشتی نوآوری بر انتشار آلودگی در کشورهای گروه D8 مورد بررسی قرار می‌گیرند، عبارتند از: FEC: مصرف انرژی‌های فسیلی (میلیون بشکه نفت

خام)، GDP: تولید ناخالص داخلی (میلیارد دلار به قیمت ثابت ۲۰۱۰) و مجذور آن، FDI: سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی (میلیارد دلار به قیمت ثابت ۲۰۱۰)، INOV: شاخص نوآوری ((هزینه‌های R&D (میلیارد دلار به قیمت ثابت ۲۰۱۰))، دی‌اکسیدکربن: انتشار دی‌اکسیدکربن (میلیون متر مکعب). همچنین، جهت پاسخ به سؤالات تحقیق، معادله زیر با روش رگرسیون داده‌های تابلویی در فرم حداقل مربعات کاملاً اصلاح شده برآورد شد (احمد و همکاران، ۲۰۲۰):

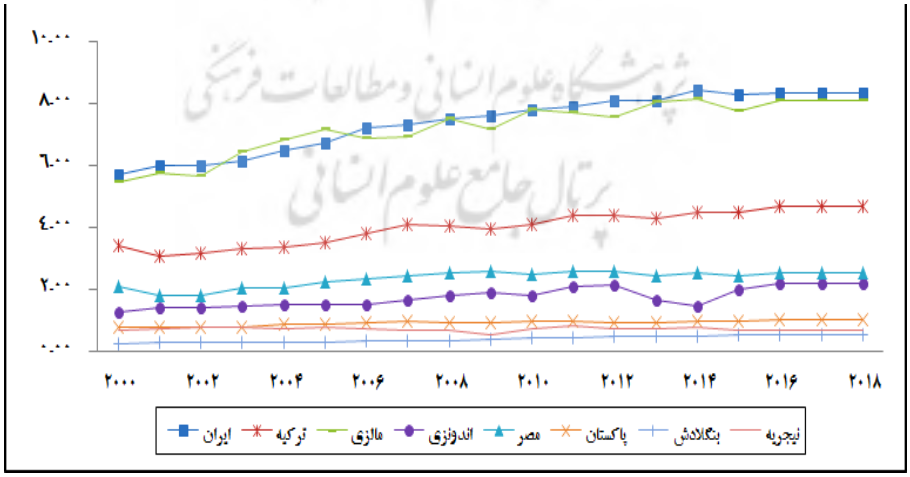
$$Ln(CO2)_{it} = \beta_0 + \beta_1 Ln(FEC)_{it} + \beta_2 Ln(GDP)_{it} + \beta_3 Ln(GDP)^2_{it} + \beta_4 Ln(FDI)_{it} + \beta_5 Ln(INOV)_{it} + U_{it} \quad (۸)$$

در نهایت، داده‌های مورد نیاز طی دوره ۲۰۱۸-۲۰۰۰ برای کشورهای گروه D8 از بانک جهانی گردآوری شده و جهت تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از نرم‌افزار STATA استفاده شد.

٤-۳. نتایج و بحث

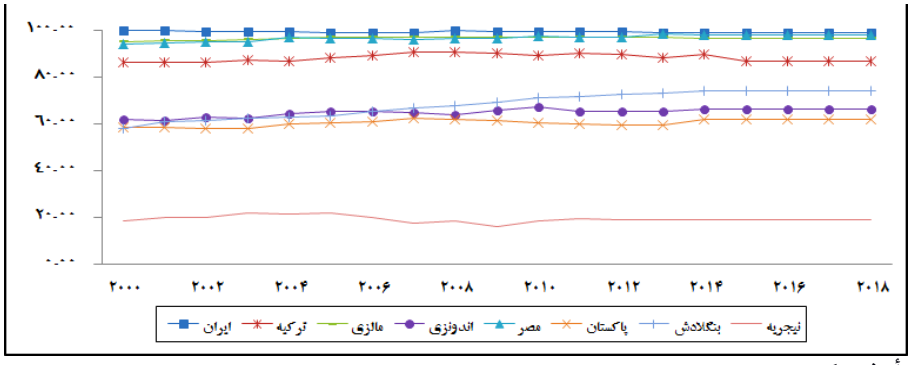
در این بخش ابتدا به بررسی مقایسه‌ای وضعیت متغیرهای تحقیق در کشورهای گروه D8 پرداخته شد (به‌منظور درک بهتر، متغیرها به صورت سرانه یا نسبت به محصول ناخالص داخلی ارائه شده است). سپس نتایج حاصل از برآورد مدل اقتصادسنجی تحقیق ارائه شده است.

نمودار ۱: روند سرانه انتشار دی‌اکسیدکربن در کشورهای گروه D8 (مترمکعب)



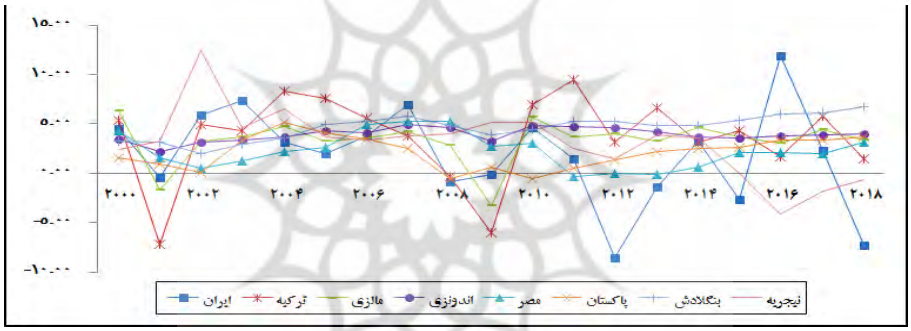
مأخذ: بانک جهانی

نمودار ۲: روند سهم انرژی‌های فسیلی از کل مصرف انرژی در کشورهای D8 (درصد)



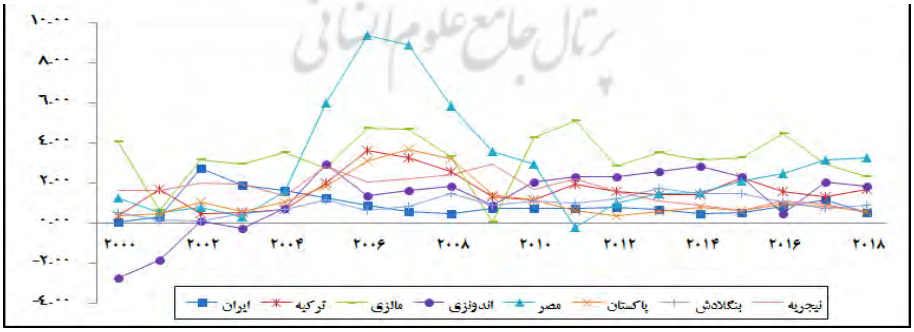
مأخذ: بانک جهانی

نمودار ۳: روند رشد سرانه محصول ناخالص داخلی در کشورهای D8 (درصد)



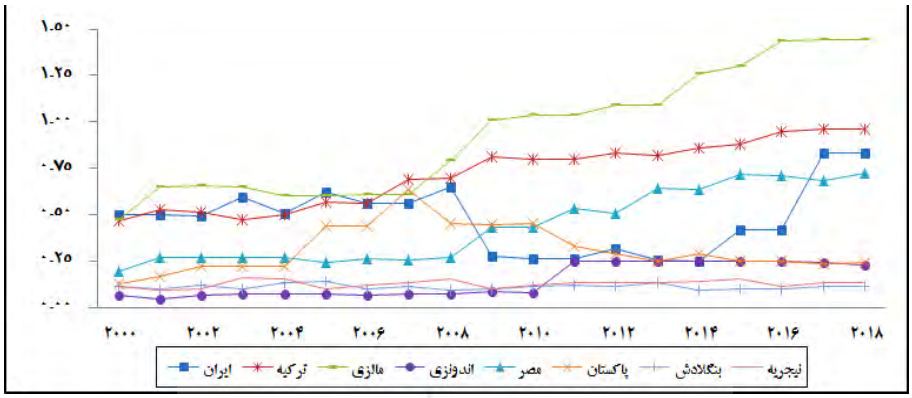
مأخذ: بانک جهانی

نمودار ٤: روند نسبت سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به محصول ناخالص داخلی در کشورهای D8 (درصد)



مأخذ: بانک جهانی

نمودار ۵: روند نسبت هزینه‌های تحقیق و توسعه به محصول ناخالص داخلی در کشورهای D8 (درصد)



مأخذ: بانک جهانی

جدول ۱ نیز، بررسی مقایسه‌ای متوسط انتشار دی‌اکسیدکربن، مصرف انرژی‌های فسیلی، رشد اقتصادی، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و نوآوری (هزینه‌های تحقیق و توسعه) را در کشورهای مورد مطالعه طی دوره سال‌های ۲۰۱۸-۲۰۰۰ نشان می‌دهد:

جدول ۱: میانگین وضعیت متغیرهای تحقیق در کشورهای گروه D8 طی دوره ۲۰۱۸-۲۰۰۰

متغیر / کشور	سرانه انتشار دی‌اکسیدکربن (مترمکعب)	سهم مصرف انرژی‌های فسیلی از کل مصرف انرژی (درصد)	رشد سرانه GDP (درصد)	نسبت FDI به GDP (درصد)	نسبت هزینه‌های R&D به GDP (درصد)
ایران	۷/۳۷	۹۹/۲۲	۱/۸۹	۰/۸۹	۰/٤۸
ترکیه	۳/۹۹	۸۸/۰۹	۳/٦۲	۱/٦۱	۰/۷۲
مالزی	۷/۲۰	۹٦/٤۳	۳/۲۹	۳/۲٤	۰/۹٤
اندونزی	۱/۷۳	٦٤/۷٥	۳/۹۰	۱/۲۲	۰/۱٤
مصر	۲/۳۳	۹٦/٥۷	۲/۲۸	۲/۹۳	۰/٤٤
پاکستان	۰/۸۹	٦۰/۲٦	۲/۱۱	۱/۲۲	۰/۳۱
بنگلادش	۰/۳۸	٦۸/۰۷	٤/٦٥	۰/۹۲	۰/۱۱
نیجریه	۰/٦۹	۱۹/۱۱	۳/۱۲	۱/٦٦	۰/۱۳
رتبه ایران	۱	۱	۸	۸	۳

مأخذ: بانک جهانی (۲۰۱۹)

یافته‌های جدول ۱ نشان می‌دهد که در میان کشورهای گروه D8، طی دوره ۲۰۱۸-۲۰۰۰، کشورهای بنگلادش و ایران به ترتیب از کمترین و بیشترین میانگین سرانه انتشار دی‌اکسیدکربن، نیجریه و ایران به ترتیب از کمترین و بیشترین میانگین سهم انرژی‌های فسیلی از کل مصرف انرژی، ایران و بنگلادش به ترتیب از کمترین و بیشترین میانگین رشد سرانه محصول ناخالص داخلی، ایران و مالزی به ترتیب از کمترین و بیشترین میانگین درصد سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به محصول ناخالص داخلی و درنهایت، کشورهای بنگلادش و مالزی به ترتیب از کمترین و بیشترین میانگین نسبت هزینه‌های تحقیق و توسعه به محصول ناخالص داخلی برخوردار می‌باشند.

پس از بررسی وضعیت متغیرهای تحقیق به تصریح مدل اقتصادسنجی مطالعه پرداخته شد. در این راستا، از آنجا که در صورت وجود وابستگی مقطعی بین متغیرها، نتایج آزمون‌های ریشه واحد نسل اول مانند IPS[1] و LLC[2] ممکن است از اعتبار لازم برخوردار نباشند، پیش از آزمون ایستایی متغیرها می‌بایست وابستگی مقطعی متغیرها بررسی شود. نتایج آزمون وابستگی مقطعی (CD)[3] پسران[4] (۲۰۰۴) در جدول ۲ ارائه شده است:

جدول ۲: نتایج آزمون CD

متغیر	آماره	معناداری
Ln (CO_2)	٤/١٦٨	۰/۰۰۰
Ln(FEC)	۳/۲۱۷	۰/۰۰۲
Ln(GDP)	٥/١٣٤	۰/۰۰۰
Ln(FDI)	٤/۰۷۲	۰/۰۰۰
Ln(INOV)	١/٤٥١	۰/۲۱۷

مأخذ: یافته‌های پژوهش

یافته‌های جدول ۲ نشان می‌دهد که در تمامی متغیرها به استثنای شاخص نوآوری (INOV) وابستگی مقطعی وجود دارد. لذا جهت بررسی ایستایی متغیرها از آزمون ریشه واحد به صورت مقطعی (CADF) که تأیید می‌کند تمامی متغیرها با یک وقفه دارای

1. Im, Pesaran and Shin
2. Levin, Lin and Chu
3. *Cross-section dependence*
4. Pesaran, M. H.

ریشه واحد می‌باشند، استفاده شد. جدول ۳ نتایج آزمون ریشه واحد (CADF) پسران را نشان می‌دهد:

جدول ۳: نتایج آزمون CADF

متغیر	آماره	معناداری	درجه ایستایی
Ln (CO_2)	-۱/۳۱٦	۰/۱۵۵	I(1)
Ln(FEC)	-۱/۱۵۸	۰/۲۰۱	I(1)
Ln(GDP)	-۱/۳۱۹	۰/۱۵۱	I(1)
Ln(FDI)	-۱/۲٦۷	۰/۱۷٦	I(1)
Ln(INOV)	-۱/٤۰۹	۰/۱٤۳	I(1)

مأخذ: یافته‌های پژوهش

یافته‌های جدول ۳ نشان می‌دهد که تمامی متغیرهای تحقیق با یک وقفه دارای ریشه واحد می‌باشند. سپس جهت پی بردن به وجود یا عدم وجود رابطه بلندمدت بین متغیرهای تحقیق، از آزمون پدرونی[1] (۱۹۹۹) استفاده شد که نتایج آن در جدول ۴ ارائه شده است:

جدول ٤: نتایج آزمون هم‌انباشتگی پانل پدرونی

متغیر	آماره	معناداری
Panelv_statistic	-٦/۱٤۹	۰/۰۰۰
Panelrho_statistic	-۵/۳۳۷	۰/۰۰۰
Groupv_statistic	-٦/٦۰٤	۰/۰۰۰
Grouprho_statistic	-٤/۸۱۳	۰/۰۰۰

مأخذ: یافته‌های پژوهش

یافته‌های جدول ۴ نشان می‌دهد که براساس آماره‌های پانل میان گروهی و بین گروهی رابطه هم انباشتگی پانل بین متغیرهای مورد بررسی در تحقیق تأیید می‌گردد. پس از اثبات وجود رابطه بلندمدت بین متغیرهای تحقیق، ضرایب بلندمدت متغیرهای تحقیق با روش حداقل مربعات کاملاً اصلاح شده برآورد شد که نتایج آن در جدول ۵ ارائه شده است:

1. Pedroni Residual Co-integration Test

جدول ۵: تصریح مدل اقتصادسنجی تحقیق با روش حداقل مربعات کاملاً اصلاح شده - متغیر وابسته ($Ln\ co_2$)

متغیر	ضریب	آماره t	P-Value
Ln(FEC)	۰/۷۸۹	(۳/۲۲۱)***	۰/۰۰۰
Ln(GDP)	۰/۲۶۶	(۲/۲۱۷)**	۰/۰۲۶
$Ln(GDP^2)$	-۰/۴۱۶	-(۲/۱۰۳)**	۰/۰۳۶
Ln(FDI)	۰/۲۰۱	(۱/۷۳۶)*	۰/۰۸۲
Ln(INOV)	-۰/۳۷۶	-(۲/۵۴۱)**	۰/۰۱۱
Intercept	۳/۴۵۸	(۳/۹۷۶)***	۰/۰۰۰
R^2	۰/۸۷۲		
F	۲۱/۰۳۸***		
.D.W	۱/۸۶۶		

مأخذ: یافته‌های پژوهش

یافته‌های جدول ۵ نشان می‌دهد که بر اساس آماره F، مدل‌های برآورد شده به طور کلی معنادار بوده، ضریب نیکویی برازش (R^2) آن‌ها در سطح قابل قبولی بوده و براساس مقادیر آماره دوربین واتسون (D.W.) فاقد خودهمبستگی سریالی می‌باشند. همچنین، نتایج برآورد مدل‌های تحقیق حاکی از آن است که:

- ضریب متغیر مصرف انرژی‌های فسیلی Ln(FEC) دارای علامت مثبت بوده و از نظر آماری در سطح قوی (۱ درصد) معنادار می‌باشد. بدین مفهوم که در کشورهای D8، با افزایش مصرف انرژی‌های فسیلی، میزان انتشار دی‌اکسیدکربن نیز افزایش می‌یابد.

ضریب متغیر تولید ناخالص داخلی Ln(GDP) دارای علامت مثبت بوده و از نظر آماری در سطح متوسط (۵ درصد) معنادار می‌باشد. بدین مفهوم که در کشورهای D8، با افزایش رشد اقتصادی، انتشار دی‌اکسیدکربن نیز افزایش می‌یابد. زیرا معمولاً رشد اقتصادی با افزایش مصرف انرژی‌های فسیلی و به ویژه در کشورهای در حال توسعه، رشد اقتصادی با افزایش انتشار آلاینده‌ها همراه می‌باشد. همچنین، ضریب متغیر مجذور تولید ناخالص داخلی $Ln(GDP^2)$ دارای علامت منفی بوده و از نظر آماری در سطح متوسط (۵ درصد) معنادار می‌باشد. لذا می‌توان دریافت که رابطه بین رشد اقتصادی و انتشار دی‌اکسیدکربن در کشورهای D8، به صورت U معکوس می‌باشد. بر این اساس، فرضیه زیست محیطی کوزنتس برای کشورهای مورد بررسی تأیید می‌شود.

– ضریب متغیر Ln(FDI) دارای علامت مثبت بوده و از نظر آماری در سطح ضعیف (۱۰ درصد) معنادار می‌باشد. بدین مفهوم که در کشورهای D8، افزایش سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، تأثیر مثبت ضعیفی بر میزان انتشار دی‌اکسیدکربن دارد. زیرا در این کشورها سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به صنایع آلاینده‌تر تخصیص یافته و یا به دلیل عدم توسعه مالی مناسب، افزایش سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی – که به طور ضعیف به رشد اقتصادی آن‌ها کمک می‌کند – منجر به بدتر شدن وضعیت زیست‌محیطی می‌شود. لذا فرضیه پناهگاه آلودگی برای کشورهای یاد شده تأیید می‌شود.

– ضریب متغیر Ln(INOV)، دارای علامت منفی بوده و از نظر آماری در سطح متوسط (۵ درصد) معنادار می‌باشد. بدین مفهوم که در کشورهای D8، با افزایش هزینه‌های تحقیق و توسعه، میزان انتشار دی‌اکسیدکربن کاهش می‌یابد که می‌تواند ناشی از به‌کارگیری تکنولوژی‌های کمتر آلاینده یا افزایش بهره‌وری مصرف انرژی‌های فسیلی باشد. لذا فرضیه اثرات بازگشتی نوآوری بر انتشار آلاینده‌ها برای کشورهای یادشده تأیید نمی‌شود.

۵. جمع‌بندی و پیشنهادات

با توجه به دیدگاههای متفاوت و مبهم درخصوص تأثیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و نوآوری بر عملکرد زیست‌محیطی در کشورهای در حال توسعه، در این مطالعه به بررسی فرضیه‌های زیست‌محیطی کوزنتس، پناهگاه آلودگی و اثرات بازگشتی نوآوری بر انتشار آلاینده‌ها در کشورهای گروه D8 (ایران، ترکیه، مالزی، اندونزی، مصر، پاکستان، بنگلادش و نیجریه) پرداخته شد. برای این منظور، داده‌های مورد نیاز طی دوره ۲۰۱۸–۲۰۰۰ از بانک جهانی گردآوری شد. همچنین، جهت تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از مدل حداقل مربعات کاملاً اصلاح شده و نرم‌افزار STATA استفاده شد. نتایج توصیف آماری متغیرهای تحقیق نشان داد که طی دوره مورد بررسی، کشورهای بنگلادش و ایران به ترتیب از کمترین و بیشترین میانگین سرانه انتشار دی‌اکسیدکربن، نیجریه و ایران به ترتیب از کمترین و بیشترین میانگین سهم انرژی‌های فسیلی از کل مصرف انرژی، ایران و بنگلادش به ترتیب از کمترین و بیشترین میانگین رشد سرانه محصول ناخالص داخلی، ایران و مالزی به ترتیب از کمترین و بیشترین میانگین درصد سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به محصول ناخالص داخلی و در نهایت، کشورهای بنگلادش و مالزی به ترتیب از کمترین و بیشترین میانگین نسبت هزینه‌های تحقیق و توسعه به محصول ناخالص داخلی برخوردار می‌باشند. نتایج

برآورد مدل‌های اقتصادسنجی تحقیق نشان داد که در کشورهای D8، با افزایش رشد اقتصادی، انتشار دی‌اکسیدکربن نیز افزایش می‌یابد. زیرا معمولاً رشد اقتصادی با افزایش مصرف انرژی‌های فسیلی و به ویژه در کشورهای در حال توسعه، رشد اقتصادی با افزایش انتشار آلاینده‌ها همراه می‌باشد. همچنین، ضریب متغیر مجذور تولیدناخالص داخلی دارای علامت منفی بوده و می‌توان دریافت که رابطه بین رشد اقتصادی و انتشار دی‌اکسیدکربن در کشورهای D8، به صورت U معکوس می‌باشد. بر این اساس، فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس برای کشورهای مورد بررسی تأیید شد. همچنین، افزایش سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، تأثیر مثبت ضعیفی بر میزان انتشار دی‌اکسیدکربن دارد. زیرا در این کشورها به دلیل تخصیص سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به صنایع آلاینده‌تر و عدم توسعه مالی مناسب، افزایش سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی منجر به بدتر شدن وضعیت زیست‌محیطی می‌شود. لذا فرضیه پناهگاه آلودگی برای کشورهای یادشده تأیید شد. علاوه بر این، با افزایش هزینه‌های تحقیق و توسعه، میزان انتشار دی‌اکسیدکربن کاهش می‌یابد که می‌تواند ناشی از به‌کارگیری تکنولوژی‌های کمتر آلاینده یا افزایش بهره‌وری مصرف انرژی‌های فسیلی باشد. لذا فرضیه اثرات بازگشتی نوآوری بر انتشار آلاینده‌ها برای کشورهای یاد شده تأیید نشد. در نهایت، براساس یافته‌های تحقیق حاضر، پیشنهادات ذیل قابل ارائه می‌باشد:

– از آنجاکه یافته‌ها نشان داد که فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس در کشورهای D8 تأیید شده و همچنین، از آنجاکه ایران در بین کشورهای D8 از بیشترین سرانه انتشار دی‌اکسیدکربن و نسبت انرژی‌های فسیلی به کل مصرف انرژی برخوردار می‌باشد، به مسئولان کشورهای مورد بررسی به ویژه ایران پیشنهاد می‌شود میزان سازگاری سیاست‌های رشد اقتصادی خود را با محیط زیست افزایش دهند.

– از آنجاکه نتایج نشان داد که در کشورهای مورد بررسی، افزایش سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی- به دلیل تخصیص سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به صنایع آلاینده – منجر به افزایش مصرف انرژی‌های فسیلی و وخیم‌تر شدن وضعیت زیست‌محیطی آن‌ها می‌شود، به کشورهای مورد بررسی به ویژه مجلس شورای اسلامی ایران پیشنهاد می‌شود، با وضع قوانینی سرمایه‌گذاری‌های خارجی را به سمت صنایع پاک هدایت کرده و تولیدکنندگان را مجبور به استفاده از فناوری‌هایی نمایند که آلودگی کمتری ایجاد می‌کنند.

– از آنجاکه یافته‌ها نشان داد که افزایش نوآوری (هزینه‌های تحقیق و توسعه)، می‌تواند از انتشار دی‌اکسیدکربن در کشورهای D8 بکاهد، به مسئولان کشورهای مورد بررسی به ویژه سازمان برنامه‌وبودجه ایران پیشنهاد می‌شود، بودجه حوزه‌های مختلف تحقیقاتی و به ویژه حوزه محیط‌زیست و انرژی کشور را به منظور ترویج استفاده از تکنوروژی‌های دوست‌دار محیط‌زیست، افزایش بهره‌وری انرژی‌های فسیلی، ترویج استفاده از انرژی‌های نوین و ... افزایش دهند.

٦. تعارض منافع

تعارض منافع وجود ندارد.

ORCID

Seyed Mohammad Fahimifard https://orcid.org/0000-0002-9552-846X

۷. منابع

اخباری، رضا و آماده، حمید (۱۳۹۶).کاربردی از فرضیه پناهگاه آلودگی در شناسایی صنایع آلاینده: شواهدی از رابطه تجاری ایران – چین. *علوم و تکنولوژی محیط زیست*، ۱۹(۲)، صفحات ۳۲-۱۵.

داربیدی، مریم. دل‌انگیزان، سهراب. فتاحی، شهرام و شریف کریمی، محمد (۱۳۹۹). تأثیر نوآوری بر انتشار آلودگی استان‌های ایران در چارچوب منحنی زیست محیطی کوزنتس (رهیافت اقتصادسنجی فضایی). *نظریه‌های کاربردی اقتصاد*، ۷(۳)، صفحات ۹۸-۷۱.

شهنازی، روح ا... . هادیان، ابراهیم و جرگانی، لطف اله(۱۳۹۶). بررسی رابطه علیت میان مصرف حامل‌های انرژی، رشد اقتصادی و دی‌اکسیدکربن در بخش‌های اقتصاد ایران. *پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی*، ۷(۲۸)،صفحات ۷۰-۵۱.

عابدی، مهسا. رحمانی دیزگاه، مهسا و زاهدیان، رقیه (۱۳۹۴). ارتباط میان انتشار گاز CO۲، انرژی‌های تجدیدپذیر، انرژی فسیلی و رشد اقتصادی در ایران. سومین همایش سراسری محیط زیست، انرژی و پدافند زیستی، مؤسسه آموزش عالی مهر اروند، گروه ترویجی دوستداران محیط زیست، تهران، ایران.

لشکری‌زاده، مریم و تاجداران، سیده نونا (۱۳۸۹). تجزیه و تحلیل تئوریکی منحنی زیست‌محیطی کوزنتس. *مدلسازی اقتصادی*، ۲(۶)،صفحات ۱۴۹-۱۳۱.

مسعودی، نسیم. دهمرده، نظر و اسفندیاری، مرضیه (۱۳۹۸). بررسی تأثیر انرژی‌های تجدیدپذیر و نوآوری‌های فنی و رشد اقتصادی بر انتشار دی‌اکسیدکربن. *پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی*، ۱۰(۴۰)، صفحات ۵۴-۳۵.

References

Abedi, M., Rahmani Dizgah, M., & Zahedian, R. (2015). Relationship between CO_2 emission, renewable energies, fossil energy and economic growth in Iran. 3rd national conference in environment, energy and bio defence, Mehr Arvand high education institute, environmental friend promoting group, Tehran, Iran. [In Persian]

Ahmad, M., Khattak, S. I., Khan, A., & Rhamn, Z. U. (2020). Innovation, foreign direct investment (FDI), and the energy–pollution–growth nexus in OECD region: a simultaneous equation modeling approach. *Environmental and Ecological Statistics*, 27, 203–232.

Akhbari, R., & Amadeh, H. (2017). Application of Pollution Haven Hypothesis in identifying dirty industries Evidence of Iran-china commercial relationship. *Journal of Environmental Science and Technology*, 19(2), 15-32. [In Persian]

Álvarez-Herránz, A., Balsalobre, D., Cantos, J. M., & Shahbaz, M. (2017). Energy innovations-GHG emissions nexus: fresh empirical evidence from OECD countries. *Energy Policy*, Vol. 101, pp. 90-100. https://doi.org/ 10.1016/ J.ENPOL.2016.11.030.

Arminen, H., & Menegaki, A. N. (2019). Corruption, climate and the energy-environment-growth nexus. *Energy Economics*, Vol.80, pp. 621-634.

Bernier, M., & Plouffe, M. (2019). Financial innovation, economic growth, and the consequences of macro prudential policies. *Research in Economics,Vol.* 73(2), pp.162-173. https://doi.org/10.1016/j.rie.2019. 04.003.

Bispham, F. D. (2005). Panel Data Cointegration Regression Estimator, A Cross Country Consumption Study. University of Hull.

Bölük, G., & Mert, M. (2014). Fossil and Renewable Energy Consumption, GHGs (Greenhouse Gases) and Economic Growth: Evidence from a Panel of EU (European Union) Countries. *Energy*, Vol. 74, pp. 439-446.

Chen, B., McCoskey, S., & Kao, C. (1999). Estimation and Inference of a Cointegrated Regression in Panel Data: A Monte Carlo Study. *American Journal of Mathematical and Management Sciences*, Vol.10, pp.75-114.

Darbidi, M., Delangizan, S., Fatahi, S., & Sharif Karimi, M. (2020). Impact of Innovation on Pollution Emission of Iranian Provinces in the Framework of Environmental Kuznets Curve (Spatial Econometric Approach). *Applied Theories of Economics*, Vol. 7(3), pp. 71-98. [In Persian]

Dou, J., & Han, X. (2019). How does the industry mobility affect pollution industry transfer in China: empirical test on pollution haven hypothesis

and porter hypothesis?. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 217, pp. 105-115.

Haug, A. A., & Ucal, M. (2019). The role of trade and FDI for CO_2 emissions in Turkey: nonlinear relationships. *Energy Economics*, Vol. 81(C), pp. 297-307. https://doi.org/10.1016/J.ENECO.2019.04.006.

Hsiao, T. P., & Chung-Ming, T. (2010). CO_2 emissions, energy consumption and economic growth in BRIC countries. *Energy Policy*, Vol. 38(12), pp. 7850-7860.

Im, K. S., Pesaran, M. H., & Shin, Y. (2003). Testing for unit roots in heterogeneous panels. J*ournal of econometrics*, Vol. 115, pp. 53-74.

Jalil, A., & Feridun, M. (2011). The Impact of Growth, Energy and Financial Development on the Environment in China: A Cointegration Analysis. *Energy Economics*,Vol. 33(2), pp. 284-291. doi:10.1016/j.eneco. 2010.10.003.

Kao, C., & Chen, B. (1995). On the Estimation and Inference for Cointegration in Panel Data When the Cross-Section and Time-Series Dimensions Are Comparable, Manuscript, New York: Center for Policy Research, Syracuse University.

Lashkarizadeh, M., & Tajdaran, S. N. (2009). Theoretical Analysis of Environmental Kuznets Curve (EKC). *Economical Modeling*, Vol. 2(6), pp. 131-149. [In Persian]

Levin, A., Lin, C. F., & Chu, C. J. (2002). Unit root tests in panel data: asymptotic finite-sample properties. *Journal of econometrics*, Vol.108, pp. 1-24.

Masoudi, N., Dahmardeh, N., & Esfaniyari, M. (2020). Impact of Renewable Energies, Technical Innovations and Economic Growth on Carbon Dioxide Emissions. Economic Growth and Development Research, Vol.10(40), pp. 35-54. [In Persian]

Pedroni, P. (1999). Critical Values for Cointegration Tests in Heterogeneous Panels with Multiple Regressors. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, Special Issue, pp. 653-670.

Pesaran, M. H. (2004). General Diagnostic Tests for Cross Section Dependence in Panels' IZA, Discussion Paper No 1240.

Porter, M. E., & Claas van der, L. (1995). Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship. *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 9 (4), pp. 97-118.

Shahnazi, R., Hadian, E., & Jargani, L. (2017). An Investigation of Energy Consumption, Economic Growth and CO_2 Emission in the Iranian Economic Sectors. *Economic Growth and Development Research*, Vol. 7(28), pp. 51-70. [In Persian]

Song, X., Zhou, Y., & Jia, W. (2019). How do Economic Openness and R&D Investment Affect Green Economic Growth? Evidence from China. *Resources, Conservation and Recycling*, Vol. 146, pp. 405-415.

Stern, D. I. (2000). A multivariate co-integration analysis of the role of energy in the US macro economy. *Energy Economics*, Vol. 22, pp. 267-283.

Tol, R. S., Pacala, S. W., & Socolow, R. H. (2009). Understanding Long-Term Energy Use and Carbon Dioxide Emissions in the USA. *Journal of Policy Modeling*, Vol. 31(3), pp. 425-445.

Wooldridge, J. M. (2013). Introductory Econometrics: A Modern Approach (Upper Level Economics Titles), 5th Edition, Michigan State University.

World Bank. (2019). World Development Indicators, https://databank.worldbank.org.

Zhang, J., Chang, Y., Zhang, L., & Li, D. (2018). Do technological innovations promote urban green development? A spatial econometric analysis of 105 cities in China. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 182, pp. 395-40.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

استناد به این مقاله: فهیمی‌فرد، سید محمد. (۱۳۹۹). بررسی فرضیه‌های زیست‌محیطی کوزنتس (EKC)، پناهگاه آلودگی (PHH) و اثرات بازگشتی نوآوری (REH) در کشورهای گروه D8؛ رهیافت مدل FMOLS، پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران، ۳۶ (۹)، ۱۰۳-۱۲۵.

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