دانشگاه شهید بهشتی، فصلنامهٔ اقتصاد و الگوسازی، دوره ۱۲، شماره ٤، زمستان ۱٤۰۰، ۲۱۵-۱۸۱، مقاله پژوهشی
Shahid Beheshti University, Quarterly Journal of Economics and Modelling Vol. 12, No. 4, Winter 2022, 181-215, Research Article

بررسی تأثیر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر، رشد اقتصادی و کیفیت حکمرانی بر انتشار CO2 در کشورهای آسیایی

مجید محمودی* و نظر دهمرده قلعه‌نو**

تاریخ دریافت ۱۴۰۰/۰۹/۲۰ تاریخ پذیرش ۱۴۰۱/۰۲/۰۷

چکیده:

مطالعهٔ حاضر به بررسی رابطهٔ بین انرژی‌های تجدیدپذیر، انرژی‌های تجدیدناپذیر، رشد اقتصادی، کیفیت حکمرانی و انتشار CO2 به عنوان شاخصی از کیفیت محیط زیست در کشورهای توسعه یافته و کشورهای درحال توسعه آسیایی بین سال‌های ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۹ پرداخته است. آزمون علیت داده‌های تابلوئی در کوتاه‌مدت نشان‌دهندهٔ رابطهٔ علیت یک‌طرفه از سمت رشد اقتصادی به انرژی تجدیدناپذیر و تأیید فرضیه حفاظت در هر دو گروه است. همچنین رابطه علیت یک طرفه از سمت تولید ناخالص داخلی به سمت انتشار CO2 و کیفیت حکمرانی در هر گروه ار کشورها مشاهده می‌شود. نتایج حاصل از برآوردگر حداقل مربعات معمولی پویا در هر دو گروه حاکی از تأثیر مثبت رشد اقتصادی و انرژی تجدیدناپذیر بر انتشار CO2 است. همچنین ضرایب به‌دست آمده بیانگر این است که افزایش مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و بهبود شاخص کیفیت حکمرانی موجب کاهش انتشار CO2 و بهبود کیفیت محیط زیست می‌شود. با توجه به نتایج فوق پیشنهاد جایگزینی منابع انرژی تجدیدناپذیر با منابع انرژی تجدیدپذیر از طریق دنبال‌کردن سیاست‌های محدودکنندهٔ انرژی تجدیدناپذیر و سیاست‌های تشویق‌کننده انرژی تجدیدپذیر ارائه می‌شود. همچنین برنامه‌ریزی و هدف‌گذاری در توجه به شاخص‌های حکمرانی و حرکت به سوی حکمرانی خوب توسط حکومت، نهادهای دولتی و بخش خصوصی که می‌تواند موجب حرکت در مسیر توسعهٔ پایدار نیز شود.

کلید واژه‌ها: *انتشار CO2، انرژی تجدیدپذیر، انرژی تجدیدناپذیر، رشد اقتصادی، کیفیت حکمرانی.*
طبقه‌بندی JEL: *C33، O40، Q53.*

---

* دانشجوی دکتری گروه اقتصاد دانشکده مدیریت و اقتصاد دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران، و عضو هیات علمی دانشکده علوم مدیریت دانشگاه ولایت ایرانشهر m.mahmoodi@velayat.ac.ir
** استاد گروه اقتصاد دانشکده مدیریت و اقتصاد دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران (نویسنده مسئول)، nazar@hamoon.usb.ac.ir

۱. مقدمه

رشد و توسعهٔ اقتصادی همواره یکی از موضوعات مورد توجه پژوهشگران بوده است. از زمان انقلاب صنعتی مصرف انرژی به میزان زیادی افزایش یافته و انرژی به عنوان یکی از عوامل مهم رشد و توسعه اقتصادی اهمیت قابل توجهی پیدا کرده است، به‌طوری که از آن به‌عنوان موتور محرکه رشد اقتصادی یاد شده است. با این وجود نگرانی‌های اقتصادی و زیست‌محیطی مرتبط با انرژی به تدریج گسترش یافته و استفاده از منابع سنتی انرژی و سوخت‌های فسیلی به دلایل مختلف از جمله انتشار گازهای گلخآن‌های، گرمایش زمین و نیز محدود و اتمام‌پذیر بودنشان با تردیدهایی همراه شده است و آنچه که در حال حاضر مورد توجه اندیشمندان علوم مختلف قرار گرفته رشد و توسعه اقتصادی پایدار است. گزارش کمیسیون جهانی محیط زیست و توسعه[1]WCED در ۱۹۸۷ تحت عنوان "آینده مشترک ما" موسوم به گزارش برانتلند توسعه پایدار را توسعه‌ای می‌داند که نیازهای زمان حال را بدون به خطر انداختن توانایی نسل‌های آینده برای تامین نیازهای خود برآورده می‌کند (WCED، ۱۹۸۷).

در کنفرانس ۲۰۱۲ سازمان ملل متحد در مورد توسعه پایدار، کشورهای عضو برای تعیین اهداف توسعه پایدار[2] SDGs توافق کردند و ۱۷ هدف در سال ۲۰۱۵ توسط مجمع عمومی سازمان ملل برای تحقق تا سال ۲۰۳۰ تنظیم شد. همچنین در دسامبر ۲۰۱۵ و در۲۱امین نشست سالانه اعضا پس از کنفرانس ۱۹۹۲ سازمان ملل متحد در زمینه محیط زیست و توسعه[3] (UNCED) توافق‌نامه پاریس[4] تصویب شد. این توافق‌نامه نقطه عطفی برای تغییرات آب و هوایی به شمار می‌رود. طبق این توافق‌نامه اعضا متعهد شدند تا تلاش برای کاهش گرمایش جهانی تا رسیدن به سطح ۲ درجه و ترجیحا ۱/۵ درجه بالاتر نسبت به سطح قبل از صنعتی شدن را در دستور کار قرار دهند. در سال۲۰۲۱ و در ۲۶امین

1. World Commission on Environment and Development
2. Sustainable Development Goals
3. United Nations Conference on Environment and Development
4. Paris Agreement

نشست سالانه، اعضا پیمان آب و هوایی گلاسکو[1] را تصویب کردند که طبق آن موارد متعددی توافق شد از جمله برای تقویت تلاشها جهت ایجاد انعطاف پذیری در برابر تغییرات آب و هوایی، محدود کردن انتشار گازهای گلخآن‌های و همچنین تعهد برای تامین سالانه ۱۰۰ میلیارد دلار از کشورهای توسعه یافته به کشورهای درحال توسعه. همچنین از کشورها خواسته شده که یارانه‌های ناکارآمد ارائه شده در مورد سوختهای فسیلی را کاهش دهند.

توجه به منابع انرژی تجدیدپذیر از عوامل مهم کمک به کاهش انتشار CO2 و سایر گازهای گلخآن‌های و حفاظت از کیفیت محیط زیست و نیز دستیابی به منابع انرژی پایدار یا نسبتا پایدار و در نتیجه حرکت در مسیر توسعه پایدار است. هفتمین هدف برنامه ۲۰۳۰ برای توسعه پایدار دسترسی به انرژی مقرون به صرفه، قابل اعتماد، پایدار و مدرن برای همه است. همچنین یکی از برنامه‌های تعریف شده در هشتمین هدف از اهداف توسعه پایدار، بهبود تدریجی بهره‌وری در تولید و مصرف منابع و تلاش جهت تحقق رشد اقتصادی بدون تخریب محیط زیست است (سازمان ملل، ۲۰۱۵).

هر چند مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در سال‌های اخیر گسترش یافته، اما بر اساس گزارش سال ۲۰۲۰ شورای اقتصادی و اجتماعی سازمان ملل، سهم انرژی‌های تجدیدپذیر از کل مصرف نهایی انرژی از ۱۶/۳ درصد در سال ۲۰۱۰ به ۱۷/۳ درصد در سال ۲۰۱۷ رسیده، روشن است که دستیابی به اهداف بلندمدت اقلیمی قطعا نیازمند افزایش بیشتری است (سازمان ملل، ۲۰۲۰).

رابطه بین مصرف انرژی، رشد اقتصادی و آلودگی محیط زیست به دلیل اهمیتی که دارد در چند دهه اخیر مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته و مطالعات متعددی در این زمینه انجام شده است. با این حال، بین این مطالعات اتفاق نظری وجود ندارد که ممکن است به دلیل استفاده از متغیرهای مختلف، روش‌های مختلف اقتصادسنجی، مجموعه

1. Glasgow Climate Pact

داده‌های متفاوت و دوره زمانی متفاوت باشد. همچنین در بسیاری از مطالعات پیشین تفکیک و بررسی هم‌زمان اثرات انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر کمتر مورد توجه قرار گرفته است. بنابراین کار در این زمینه همچنان می‌تواند مورد توجه باشد. مطالعه حاضر رابطه بین انرژی‌های تجدیدپذیر، انرژی‌های تجدیدناپذیر، رشد اقتصادی و کیفیت حکمرانی با انتشار CO2 را در دو گروه از کشورهای توسعه یافته آسیایی و کشورهای درحال توسعه آسیایی طی سال‌های ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۹ بررسی می‌کند. برای این منظور از آزمون علیت الگوی تصحیح خطای برداری[1] (VECM) و برآوردگر حداقل مربعات معمولی پویا[2] (DOLS) استفاده شده است.

به طور کلی می‌توان گفت مطالعه حاضر از جنبه‌های مختلف به ادبیات موجود کمک می‌کند: ۱) همان‌طور که گفته شد یکی از کمبودها و شکاف‌های ادبیات مرتبط نبود اتفاق نظر در یافته‌های پیشین است و به این ترتیب پژوهش در این موضوع همچنان قابل توجه است.۲) تا جایی که نگارندگان آگاهند، تنها تعداد بسیار کمی از مطالعات موجود در ادبیات موضوع، تأثیر کیفیت حکمرانی[3] را در بررسی روابط بین مصرف انرژی، رشد اقتصادی، و کیفیت محیط‌زیست مد نظر قرار داده‌اند. بنابراین با توجه به اهمیت نقش کیفیت حکمرانی در کیفیت محیط‌زیست که در بخش‌های بعدی به آن پرداخته می‌شود، مطالعه حاضر تأثیر این متغیر را در نظر گرفته است. ۳) شکاف مورد قبل به‌ویژه برای کشورهای بررسی شده در مطالعه حاضر که شامل دو گروه ازکشورهای آسیایی است کاملا احساس می‌شود و این کشورها در مطالعات پیشین بررسی نشده‌اند. ۴) استفاده از برآوردگر پویای DOLS برای برآورد ضرایب رابطه بلندمدت. ۵) استفاده از داده‌های روزآمدتر.

ادامه مطالعه به شرح زیر سازماندهی شده: در بخش دوم ادبیات نظری و پیشینه بحث شده است، در بخش سوم الگو و داده‌ها معرفی شده، بخش چهارم روش‌شناسی تحقیق

1. Panel Vector Error Correction Model Causality
2. Panel Dynamic Ordinary Least Square Estimator
3. Governance Quality

بررسی شده، در بخش پنجم برآورد الگو و نتایج تجربی گزارش شده و در نهایت نتیجه‌گیری در بخش ششم انجام شده است.

۲. ادبیات نظری و پیشینه پژوهش

۲-۱. مبانی نظری

مطالعات متعددی به بررسی ماهیت رابطه بین مصرف انرژی، رشد اقتصادی و کیفیت محیط زیست پرداخته‌اند که در یک تقسیم‌بندی کلی می‌توان این مطالعات را در سه گروه تفکیک نمود. گروه اول به دنبال مطالعه پیشگام کرافت و کرافت[1] (۱۹۷۸) رابطه علیت بین این متغیرها را تجزیه و تحلیل می‌کنند (برای نمونه صادقی و موسویان، ۱۳۹۳؛ آقایی و همکاران، ۱۳۹۱؛ آپرگیس و همکارن[2]، ۲۰۱۰؛ عالم و همکارن[3]، ۲۰۱۱؛ باندی و آنجا[4]، ۲۰۱۰). در مبانی نظری بررسی رابطه بین متغیرهای مورد بحث با استفاده از تحلیل علیت، در مورد دو متغیر انرژی و رشد اقتصادی چهار نوع فرضیه تبیین می‌شود: فرضیه رشد[5] که طبق آن رابطه علیت یک‌طرفه از مصرف انرژی به رشد اقتصادی وجود دارد و در این حالت افزایش در مصرف انرژی می‌تواند موجب تحریک رشد اقتصاد شود و لذا سیاست‌های محدودکننده مصرف انرژی می‌تواند اثر منفی بر رشد اقتصاد داشته باشد. فرضیه حفاظت[6] زمانی که رابطه علیت یک‌طرفه از رشد اقتصادی به مصرف انرژی وجود دارد و در چنین شرایطی می‌توان سیاست‌های محدودکننده انرژی را بدون نگرانی در مورد تأثیر نامطلوب و منفی بر رشد اقتصاد دنبال کرد. فرضیه بازخوردی[7] که طبق آن رابطه علیت دو طرفه بین رشد اقتصادی و مصرف

1. Kraft and Kraft
2. Apergis et al.
3. Alam et al.
4. Banday and Aneja
5. Growth Hypothesis
6. Conservation Hypothesis
7. Feedback Hypothesis

انرژی وجود دارد، و فرضیه خنثایی[1] که در این حالت شواهدی از وجود رابطه علیت بین دو متغیر وجود ندارد (تیونا و تیونا[2]، ۲۰۱۹).

گروه دوم مطالعات، فرضیه منحنی زیست محیطی کوزنتس[3] EKC را بررسی می‌کنند که اولین بار توسط گروسمن و کروگر[4](۱۹۹۱) مطرح شد. (برای نمونه برقی اسکویی، ۱۳۸۷؛ خانی و هوشمند، ۱۳۹۷ ؛ مولالی و همکاران[5]، ۲۰۱۵؛ دستک و سینها[6]، ۲۰۲۰). فرضیه منحنی زیست محیطی کوزنتس وجود یک رابطه U معکوس را بین رشد اقتصادی و آلودگی محیط زیست بررسی می‌کند. طبق این نظریه در مراحل ابتدایی رشد همگام با افزایش رشد اقتصادی شاهد افزایش تخریب محیط زیست هستیم. اما با ادامه روند رشد اقتصادی و عبور از یک سطح معین از درآمد سرانه به دلایل مختلف از جمله افزایش آگاهی محیط زیستی و تنظیم و اجرای قوانین حفاظت از محیط زیست، همراه با رشد اقتصاد کیفیت محیط زیست نیز افزایش می‌یابد و یا میزان تخریب محیط زیست کاهش می‌یابد (برقی اسکویی، ۱۳۸۷). در نهایت گروه سوم مطالعات، رابطه بلندمدت بین این متغیرها را با تخمین توسط برآوردگرهای مختلف بررسی می‌کنند (برای نمونه عارفیان و همکاران، ۱۳۹۹؛ صیفوری و همکاران، ۱۳۹۹؛ سادورسکی[7]، ۲۰۰۹؛ گونی[8]، ۲۰۱۹).

مطالعه حاضر هم‌زمان از دو شیوه تحلیل علیت و برآورد رابطه بلندمدت برای بررسی رابطه بین متغیرهای مورد بحث استفاده کرده است. به‌علاوه همان‌طور که قبلا گفته شد از آنجایی که در مطالعات قبلی تنها تعداد بسیار اندکی از پژوهش‌ها تأثیر کیفیت حکمرانی را در بررسی خود وارد کردند، در این مطالعه جهت پوشش این کمبود ما کیفیت حکمرانی را وارد الگو کردیم.

1. Neutrality Nypothesis
2. Tuna and Tuna
3. Environmental Kuznets Curve
4. Grossman and Krueger
5. Al-mulali et al.
6. Destek and Sinha
7. Sadorsky
8. Güney

بانک جهانی با کمک کافمن[1] و همکارن (۱۹۹۹ و ۲۰۱۰) حکمرانی را بر اساس شش شاخص تعریف می‌کند که هر کدام یک بعد از حکمرانی را اندازه گیری می‌کنند. ۱) حق اظهار نظر و پاسخگویی[2]: این شاخص به دنبال سنجش مفاهیمی مانند حقوق سیاسی و مدنی، آزادی بیان، و آزادی و استقلال رسانه‌ها است. ۲) ثبات سیاسی و نبود خشونت و تروریسم[3]: این شاخص احتمال بی‌ثبات شدن دولت یا سرنگونی حکومت از روش‌های غیرقانونی یا روش‌های خشونت‌آمیز را بررسی می‌کند. ۳) اثربخشی حکومت[4]: سنجش کیفیت خدمات عمومی توسط دولت و میزان استقلال آن‌ها از فشارهای سیاسی و نیز کیفیت تدوین و اجرای سیاست‌ها. ۴) کیفیت مقررات[5]: این شاخص بیانگر توانایی حکومت جهت تدوین و اجرای سیاست‌ها و مقررات صحیح در جهت گسترش بخش خصوصی و سنجش میزان سیاست‌هایی که با مکانیسم بازار متناقض است. ۵) حاکمیت قانون[6]: سنجش میزان اعتماد و پایبندی به اجرای قوانین توسط مردم و مسئولان، کیفیت اجرای قراردادها، سیاست‌ها، دادگاه‌ها، حقوق مالکیت و نیز احتمال وقوع جرم و جنایت. ۶) کنترل فساد[7]: سنجش میزان استفاده از قدرت و امکانات عمومی جهت کسب منافع شخصی و گروهی. در تعریف بانک جهانی هر اندازه شاخص‌های گفته‌شده بزرگتر باشند کیفیت حکمرانی در آن جامعه بهتر بوده و به حکمرانی خوب نزدیکتر می‌شود.

هر بعد از حکمرانی به شکل مستقیم یا غیرمستقیم می‌تواند بر روی کیفیت محیط زیست تأثیر داشته باشد. در جوامعی که شاخص حق اظهار نظر و پاسخگویی و به عبارتی وضعیت دموکراسی خوب باشد، می‌تواند از طریق افزایش آموزش و تقویت سرمایه انسانی موجب تقویت رویکردهای حفاظت محیط زیستی در بین مردم و مسئولین شود. همچنین

1. Kaufmann
2. Voice and Accountability
3. Political Stability and Absence of Violence/Terrorism
4. Government Effectiveness
5. Regulatory Quality
6. Rule of Law
7. Control of Corruption

در یک جامعه با درجه دموکراسی قوی از یک طرف فرصت مطرح شدن ایده‌های متفاوت و ایجاد احزاب و گروه‌ها با دیدگاه‌های مختلف از جمله احزاب با سیاست‌های دوستدار محیط زیست فراهم می‌شود و از طرف دیگر دوست‌داران محیط زیست تخلف‌های زیست محیطی افراد و بنگاه‌ها را پیگیری و منتشر می‌کنند. در مقابل گروهی بر این باورند که افزایش درجه دموکراسی می‌تواند موجب کاهش کیفیت محیط زیست شود. برای نمونه زمانی که اولویت اصلی رای‌دهندگان نیازهای اقتصادی باشد دولت و احزاب در قدرت بیشتر بر محور نیازهای اقتصادی متمرکز می‌شوند تا در نظر گرفتن کیفیت محیط زیست، یا ممکن است افراد و گروه‌های سودجو با تکیه بر آزادی‌های سیاسی و اقتصادی به دنبال استفاده بیشتر از منابع محیط زیست باشند و موجب تخریب آن شوند (ماجد و صفری اصل، ۱۳۹۸؛ تروردی[1]، ۲۰۱۸). البته در پاسخ به گروه اخیر می‌توان گفت فرضیه آن‌ها تنها زمانی می‌تواند درست باشد که سایر شاخص‌های حکمرانی از جمله حاکمیت قانون، کیفیت مقررات و یا کنترل فساد در وضعیت خوبی نباشند.

فردریسکون و سونسون[2] (۲۰۰۳) با ارائه یک الگوی نظری نحوه تأثیر متقابل دو شاخص ثبات سیاسی و کنترل فساد را بر روی مقررات و سیاست‌های محیط زیستی نشان داده و مدعی نوعی تعامل بین این دو شاخص هستند. با افزایش فساد میزان سختگیری در تنظیم و اجرای مقررات محیط زیستی در مقابل دریافت رشوه از گروه‌های سودجو کمتر می‌شود، کاهش ثبات سیاسی نیز به تنهایی می‌تواند موجب کاهش سختگیری در مقررات محیط زیستی شود. اما زمانی که بی‌ثباتی سیاسی افزایش می‌یابد جذابیت پرداخت رشوه برای گروه‌های سودجو کمتر می‌شود زیرا معلوم نیست دولت فعلی تا چه زمان قدرت خواهد داشت. به این ترتیب بی‌ثباتی سیاسی در حالتی که سطح فساد پایین باشد تأثیر منفی بر مقررات محیط زیستی و در نتیجه کیفیت محیط زیست دارد، اما در زمانی که سطح فساد بالا باشد تأثیر مثبت دارد زیرا موجب کاهش اثر منفی فساد می‌شود.

1. Tarverdi
2. Fredriksson and Svensson

کاهش درجه اثربخشی حکومت نیز می‌تواند تأثیر منفی بر کیفیت محیط زیست داشته باشد. زیرا موجب ناکارآمدی سیستم اداری، عدم توانایی در تدوین سیاست‌های محیط زیستی و همچنین عدم تعهد حکومت به اجرای سیاست‌های محیط زیستی می‌شود. بدیهی است که شاخص کیفیت مقررات هم می‌تواند بر کیفیت محیط زیست تأثیر داشته باشد. در کشورهایی که این شاخص وضعیت خوبی ندارد توانایی حکومت در تدوین مقررات صحیح در بخش‌های مختلف و از جمله مقررات حفاظت از محیط زیست پایین است ولی در کشورهایی که مقررات مشخص، ساده و واضحی دارند افراد، شرکت‌ها و بنگاه‌ها در چارچوب این مقررات به تولید و مدیریت ضایعات حاصل از تولید عمل کرده و اثرات منفی کمتری بر محیط زیست وارد می‌کنند (احمدی نیاز و همکاران، ۱۳۹۵).

در مورد حاکمیت قانون نیز در کشورهایی که قانون به‌درستی اجرا می‌شود و جرایم بازدارنده قوی برای الزام به اجرای قانون توسط افراد، شرکت‌ها و مقامات دولتی وجود دارد، قوانین مرتبط با حفاظت از محیط زیست نیز به خوبی اجرا و پذیرفته می‌شوند. در مورد شاخص کنترل فساد نیز همانطور که اشاره شد افزایش فساد می‌تواند موجب کاهش اجرای مقررات محیط زیستی به دلیل دریافت رشوه و یا روابط بین گروه‌های سودجو و مجریان قانون شود. همچنین در جوامع فاسد امکان انحراف بودجه‌های تخصیص یافته برای طرح‌های حفاظت از محیط زیست توسط افراد سودجو بسیار بالا است.

۱-۱-۲ . الگوی نظری

برای درک بهتر، یک تحلیل از هزینه‌ها و منافع مرتبط با محیط زیست بهتر را بررسی می‌کنیم. فرض می‌شود اقتصاد کاملا رقابتی است، این الگو به دنبال بهینه اجتماعی است. فرض کنید یک فرد یا بنگاه به دنبال حداکثرسازی منافع خالص است، طوری‌که منافع حاصل از بهبود محیط‌زیست و نیز هزینه‌های دستیابی و رسیدن به چنین بهبودی در محیط‌زیست، هر دو وابسته به وضعیت محیط‌زیست و درآمد است. می‌توان

چنین نوشت:

$$Max\ NB = B(E,Y) - C(E,Y) \qquad (۱)$$

در معادله فوق NB بیانگر منافع خالص است، B منافع و C هزینه‌ها که تابعی از تخریب محیط‌زیست E و درآمد Y هستند. در هر سطح مشخصی از درآمدسرانه، فرد به دنبال حداکثرسازی منافع خالص است که در آنجا منافع نهایی با هزینه‌های نهایی برابر است. در واقع شرط مرتبه اول عبارت است از:

$$MB - MC = 0 \quad , \quad MB = \frac{\partial B}{\partial E} \qquad MC = \frac{\partial C}{\partial E} \qquad (۲)$$

اکنون تغییرات کوچک ناشی از تغییر درآمد، در این نقطه تعادلی (E^*) عبارت است از:

$$(MB_Y - MC_Y)dY + (MB_E - MC_E)dE = 0 \qquad (۳)$$

به طوری که $MB_i = \partial MB/\partial i$ و $MC_i = \partial MC/\partial i$ برای $i = Y, E$ است.

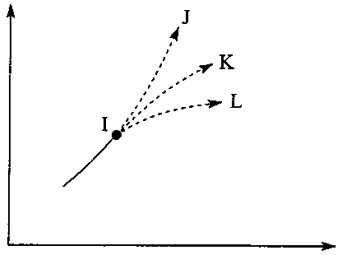
بر این اساس می‌توان چنین نوشت:

$$dE = a\ dY \qquad (۴)$$

به طوری‌که:

$$a = [dE/dY]_{E=E^*} = (MB_Y - MC_Y)/(MC_E - MB_E) \qquad (۵)$$

معادله فوق بیانگر این است که اگر $a > 0$ باشد، با افزایش درآمد سرانه، تخریب محیط‌زیست افزایش می یابد.



شکل (۱). مسیرهای توسعه مختلف

منبع: موناسینگ[1] (۱۹۹۹)

1. Munasinghe

در شکل (۱) اگر اقتصاد در نقطه I باشد، یک مقدار مثبت بزرگ از a نشان می‌دهد که تخریب محیط‌زیست با افزایش درآمد به شدت افزایش می‌یابد (مسیر IJ). سیاستگذاران به دنبال اتخاذ سیاستهایی هستند که a را کاهش داده و اقتصاد را به مسیر توسعه IK و یا IL هدایت کند. برخی از شرایطی که در آن چنین نتیجه‌ای امکان پذیر می‌شود را به صورت زیر می‌توان بیان کرد.

منطقی است که تمایل به پرداخت WTP[1] برای بهبود کیفیت محیط‌زیست را با یک منحنی با شیب صعودی نشان دهیم، یعنی $MB_E > 0$، زیرا هر کاهش پیاپی در E کمتر از مقدار قبلی ارزش‌گذاری می‌شود. همچنین می‌توان فرض کرد که منحنی هزینه نهایی کاهش تخریب محیط‌زیست دارای شیب نزولی است، یعنی $MC_E < 0$، زیرا رسیدن به هر کاهش در تخریب محیط‌زیست پرهزینه‌تر از کاهش قبلی است. بنابراین مخرج معادله (۵) همیشه منفی است و به این ترتیب علامت ضریب a همیشه مخالف علامت صورت کسر یعنی $(MB_Y - MC_Y)$ است. دلایل قابل قبولی وجود دارد که می‌توان انتظار داشت علامت صورت کسر منفی باشد (یعنی تخریب محیط‌زیست با افزایش درآمد بیشتر گردد) به‌ویژه زمانی که بازار درست عمل نکند و شکست بخورد و اقتصاد ناقص باشد.

اگر رابطه بین $\mathrm{d}E$ و $\mathrm{d}Y$ از یک تعادل رقابتی و شرایط بهینه پارتو حاصل شود در چنین حالتی سطح تخریب محیط زیست در هر نقطه از مسیر توسعه بهینه است و به این ترتیب نقشی برای سیاست‌گذاری نمی‌توان قائل شد. اما در حقیت می‌توان شرایطی را نشان داد که در آن نقص و شکست در اقتصاد موجب ناکارآمدی و نتایج غیربهینه می‌شود. به طور مثال عدم آگاهی در مورد عواقب آسیب‌های زیست‌میحطی می‌تواند موجب کاهش WTP مصرف‌کنندگان شود و بنابراین حرکت رو به بیرون منحنی MB کاهش می‌یابد و موجب می‌شود که تخریب محیط‌زیست بیش از سطح بهینه آن باشد.

1. Willingness to Pay

یا به‌طور مثال برخی از افراد و بنگاه‌ها ممکن است هزینه‌های زیست‌محیطی خود را بر دیگران تحمیل کنند (از طریق اثرات خارجی منفی آلودگی، یا استفاده بیش از حد از منابع طبیعی ارزان قیمت) که در نتیجه تمایل به پرداخت خصوصی برای منابع زیست‌محیطی بسیار کمتر از منافع نهایی اجتماعی است. یا در سمت عرضه نبود دانش در مورد فناوریهای پیشرفته با کارایی بیشتر و ایجاد آلودگی کمتر، منابع انسانی ناکافی، سیگنال‌های قیمتی نادرست، همگی می‌تواند موجب بیشتر شدن MC_Y و در نتیجه تحریب بیش از حد محیط‌زیست شوند.

معادله (۲) را می‌توان به این صورت بازنویسی کرد:

$$MB(E,Y,S) = MC(E,Y,T) \qquad (۶)$$

در این معادله S بیانگر آگاهی عمومی در مورد محیط‌زیست است و T دانش فناوری‌های محیط‌زیستی است. بنابراین معادله (۵) را به صورت زیر می‌توان نوشت:

$$dE = \frac{[(MB_Y - MC_Y)dY]}{(MC_E - MB_E)} + \frac{[MB_S ds - MC_T dT]}{(MC_E - MB_E)} \qquad (۷)$$

از آنجایی که تمایل به پرداخت برای کیفیت محیط‌زیست با بیشتر شدن آگاهی‌ها افزایش می‌یابد انتظار داریم که $MB_S > 0$ باشد، همچنین $MC_T < 0$ باشد زیرا هزینه‌های کاهش آلودگی با بهبود فناوری کاهش می‌یابد. به‌طور خلاصه $(MB_Y - MC_Y)$ در معادله (۵) ممکن است در ابتدا به دلیل نقص در اقتصاد به شدت منفی باشد، اما با اتخاذ سیاست‌های مناسب که کارایی اقتصادی را افزایش می‌دهد بر حرکت منحنی‌های MB و MC اثر می‌گذارد و مقدار a کمتر خواهد شد و در نتیجه آسیب‌های زیست‌محیطی ناشی از افزایش درآمد کاهش می‌یابد (موناسینگ، ۱۹۹۹).

۲-۲. مطالعات پیشین

۲-۲-۱. مطالعات داخلی

عارفیان و همکاران (۱۳۹۹) به بررسی تأثیر انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر، رشد

اقتصادی، آزادی تجارت و توسعه مالی بر انتشار CO2 در کشورهای عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (OECD) بین سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۴ پرداختند. نتایج این پژوهش حاکی از افزایش انتشار CO2 در اثر افزایش مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر است و در مقابل رشد اقتصادی، مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر، آزادی تجارت و توسعه مالی تأثیر منفی بر انتشار CO2 دارند.

مطالعه صیفوری و همکاران (۱۳۹۹) به بررسی کشورهای عضو گروه D8 در بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۷ پرداخته است. صیفوری و همکاران نتیجه گرفتند که افزایش مصرف انرژی‌های فسیلی و رشد اقتصادی موجب افزایش آلودگی هوا و انتشار CO2 در کشورهای مورد بررسی می‌شود. همچنین مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر، درجه صنعتی شدن و کیفیت نهادی که از شش شاخص حکمرانی بانک جهانی تشکیل شده تأثیر منفی بر انتشار دی اکسید کربن دارند. در مطالعه‌ای دیگر خانی و هوشمند (۱۳۹۷) به بررسی تأثیر شاخص حکمرانی، رشد اقتصادی، مصرف سرانه انرژی و توسعه مالی بر روی انتشار دی‌اکسید کربن در ۱۶ کشور منتخب صادرکننده نفت طی سال‌های ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۴ پرداختند. یافته‌های آن‌ها نشان می‌دهد توسعه مالی و بهبود شاخص حکمرانی منجر به افزایش کیفیت محیط زیست می‌شود، در حالی که مصرف سرانه انرژی و رشد اقتصادی موجب افزایش انتشار CO2 و کاهش کیفیت محیط زیست می‌شود.

فرازمند و اسکندری (۱۳۹۶) منتخبی از کشورها را طی سال‌های ۱۹۸۰ تا ۲۰۱۳ بررسی کردند. نتایج آزمون علیت بیانگر رابطه علیت دوطرفه بین متغیرهای رشد اقتصادی، مصرف انرژی هسته‌ای، و مصرف کل انرژی با انتشار CO2 و علیت یک طرفه از انرژی تجدیدپذیر به انتشار CO2 است. همچنین نتایج برآوردگر حداقل مربعات معمولی کاملا تعدیل شده[1] (FMOLS) بیانگر تأثیر مثبت مصرف کل انرژی و رشد اقتصادی بر انتشار CO2 و تأثیر منفی انرژی تجدیدپذیر و انرژی هسته‌ای بر انتشار CO2 است.

1. Fully Modified Ordinary Least Square

۲-۲-۲. مطالعات خارجی

دنیش و همکاران[1] (۲۰۱۹) رابطه بین شاخص حکمرانی، رشد اقتصادی و انتشار CO2 را برای ۵ کشور BRICS شامل برزیل، روسیه، هندوستان، چین و آفریقای جنوبی طی سال‌های ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۷ بررسی کردند. نتایج آن‌ها نشان می‌دهد با بهبود کیفیت حکمرانی میزان انتشار دی‌اکسید کربن کاهش می‌یابد. آزمون علیت هم بیانگر رابطه علیت دو طرفه بین رشد اقتصادی و انتشار CO2 و بین رشد اقتصادی و شاخص حکمرانی است. سیمیونسکو و همکاران[2] (۲۰۲۱) ده کشور اروپای مرکزی و شرقی را طی سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۹ مورد بررسی قرار دادند. نتایج این مطالعه نشان‌دهنده این است که بهبود شاخص اثرگذاری حکومت موجب کاهش آلودگی محیط زیستی هم در کوتاه مدت و هم در بلندمدت می‌شود، در حالی که کنترل فساد و حاکمیت قانون تنها در بلندمدت تأثیر مثبت در حفاظت از محیط زیست دارند.

خان و همکاران[3] (۲۰۲۲) به بررسی رابطه بین صادرات، واردات، انرژی تجدیدپذیر، کیفیت نهادی و حکمرانی، رشد اقتصادی و انتشار کربن در کشورهای عضو G-7 طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۸ پرداختند. آن‌ها نتیجه گرفتند که GDP و واردات موجب افزایش آلودگی می‌شوند، در حالی که کیفیت نهادی، صادرات و انرژی تجدیدپذیر موجب کاهش انتشار کربن می‌گردد. مطالعه جهانگیر و همکاران[4] (۲۰۲۱) به بررسی رابطه بین دموکراسی، دیکتاتوری[5]، جهانی شدن و انتشار کربن در یک گروه از ۷۴ کشور توسعه یافته طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۶ پرداخته است. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که رشد اقتصادی، مصرف انرژی، جهانی شدن سیاسی[6] و دیکتاتوری تأثیر مثبت بر انتشار کربن دارد. در حالی که جهانی شدن اقتصادی و اجتماعی، و دموکراسی موجب کاهش انتشار کربن در

1. Danish et al.
2. Simionescu et al.
3. Khan et al.
4. Jahanger et al.
5. Autocracy
6. Political Globalization

گروه کشورهای مورد مطالعه بوده است. حسن و همکاران[1] (۲۰۲۰) تأثیر کیفیت نهادی را بر انتشار کربن در پاکستان طی سال‌های ۱۹۸۴ تا ۲۰۱۶ بررسی کردند و نتیجه گرفتند که در پاکستان کیفیت نهادی موجب افزایش انتشار کربن می‌شود. آن‌ها معتقدند این نتیجه به دلیل نقش و ساختار ضعیف نهاد در پاکستان است. همچنین نتیجه این پژوهش وجود منحنی زیست‌محیطی کوزنتس در پاکستان را تأیید کرده است.

نتیجه مطالعه بکون و همکاران[2] (۲۰۱۹) در یک گروه از ۱۶ کشور اروپایی طی سال‌های ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۴ بیانگر تأثیر مثبت رشد اقتصادی، انرژی تجدید ناپذیر، و رانت منابع طبیعی بر روی انتشار CO2 بوده در حالی که افزایش مصرف انرژی تجدیدپذیر موجب کاهش انتشار CO2 می‌شود. همچنین نتایج بیانگر رابطه علیت دو طرفه بین انرژی تجدیدپذیر، انرژی تجدیدناپذیر، و انتشار CO2 با رشد اقتصادی می باشد. اینال و همکاران[3] (۲۰۲۲) برای کشورهای تولیدکننده نفت آفریقایی طی دوره ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۴ نتیجه گرفتند که انرژی تجدیدپذیر تأثیر معنی‌داری بر رشد اقتصادی ندارد. همچنین رابطه مثبت از انتشار کربن به GDP تنها در کشورهای الجزایر، غنا و مصر وجود دارد.

گونی (۲۰۱۹) تأثیر انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر را بر روی توسعه پایدار در دو گروه شامل ۴۰ کشور توسعه یافته و ۷۳ کشور در حال توسعه طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۴ مطالعه کرد. نتایج وی حاکی از تأثیر مثبت و معنی‌دار مصرف انرژی تجدیدپذیر بر روی توسعه پایدار در هر دو گروه بود. همچنین اندازه ضریب تأثیر مثبت انرژی تجدیدپذیر بر توسعه پایدار بزرگتر از ضریب به‌دست آمده برای انرژی تجدیدناپذیر است. در مطالعه‌ای دیگر، فرهانی و شهباز[4] (۲۰۱۴) برای یک نمونه شامل ۱۰ کشور خاورمیانه و آفریقای شمالی طی سال‌های ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۹ علاوه‌بر تأیید فرضیه منحنی زیست محیطی کوزنتس، نتیجه گرفتند که افزایش مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر موجب افزایش در انتشار

1. Hassan et al.
2. Bekun et al.
3. İnal et al.
4. Farhani and Shahbaz

CO2 می‌شود. آزمون علیت نیز بیانگر رابطه علیت یک طرفه کوتاه مدت از سمت رشد اقتصادی، انرژی‌های تجدیدپذیر و انرژی‌های تجدیدناپذیر به سمت انتشار دی‌اکسید کربن است.

همان‌طور که قبلا گفته شد، تنها تعداد بسیار کمی از مطالعات پیشین به بررسی تأثیر کیفیت حکمرانی بر کیفیت محیط زیست پرداخته‌اند. در حالی که نحوه حکمرانی و شاخصهای مختلف حکمرانی از طریق کانالهای مختلف بر روی کیفیت محیط‌زیست اثر دارند. به این ترتیب با توجه به اهمیت موضوع یک شکاف و کمبود مهم در ادبیات مرتبط احساس می‌شود. بویژه این شکاف مطالعاتی برای کشورهای آسیایی بیشتر مشهود است، زیرا تمرکز مطالعات قبلی از جمله دنیش و همکاران (۲۰۱۹)، سیمیونسکو و همکاران (۲۰۲۱)، خان و همکاران (۲۰۲۲)، خانی و هوشمند (۱۳۹۷)، و صیفوری و همکاران (۱۳۹۹) بر روی کشورهای آسیایی نبوده است. البته مطالعه صیفوری و همکاران (۱۳۹۹) هشت کشور مسلمان عضو D8 را بررسی کرده که بجز مصر و نیجریه شش کشور دیگر آسیایی هستند. بنابرین مطالعه حاضر با هدف بررسی تأثیر کیفیت حکمرانی، رشد اقتصادی، انرژی‌های تجدیدناپذیر و تجدیدپذیر بر روی کیفیت محیط‌زیست در دو گروه از کشورهای آسیایی به دنبال پر کردن شکاف تحقیقاتی موجود است.

۳. الگو و داده‌ها

جهت مطالعه رابطه بین رشد اقتصادی، انرژی‌های تجدیدپذیر، انرژی‌های تجدیدناپذیر، کیفیت حکمرانی و انتشار CO2 با پیروی از سایر مطالعاتی که در بخش مروری بر ادبیات موضوع اشاره کردیم انتشار دی اکسید کربن را به صورت تابعی از سایر متغیرهای مورد بررسی در نظر گرفته و الگو به‌صورت زیر تصریح شده است:

$$CO2_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 Y_{it} + \alpha_2 NRE_{it} + \alpha_3 RE_{it} + \alpha_4 GI_{it} + u_{it} \qquad (۸)$$

در رابطه فوق $CO2$ میزان کل انتشار دی‌اکسید کربن حاصل از سوخت‌های فسیلی،

Y تولید ناخالص داخلی واقعی که به قیمت ثابت دلار ۲۰۱۰ آمریکا محاسبه شده، NRE و RE به ترتیب انرژی الکتریسیته تجدیدناپذیر و تجدیدپذیر بر حسب میلیارد کیلووات ساعت[1] که به عنوان نماینده‌ای[2] از انرژی تجدیدناپذیر و انرژی تجدیدپذیر هستند، GI شاخص کیفیت حکمرانی، و U_{it} جمله اخلال یا خطا است. همچنین اندیس i نشان‌دهنده مقاطع یا کشورها و اندیس t نشان‌دهنده زمان است.

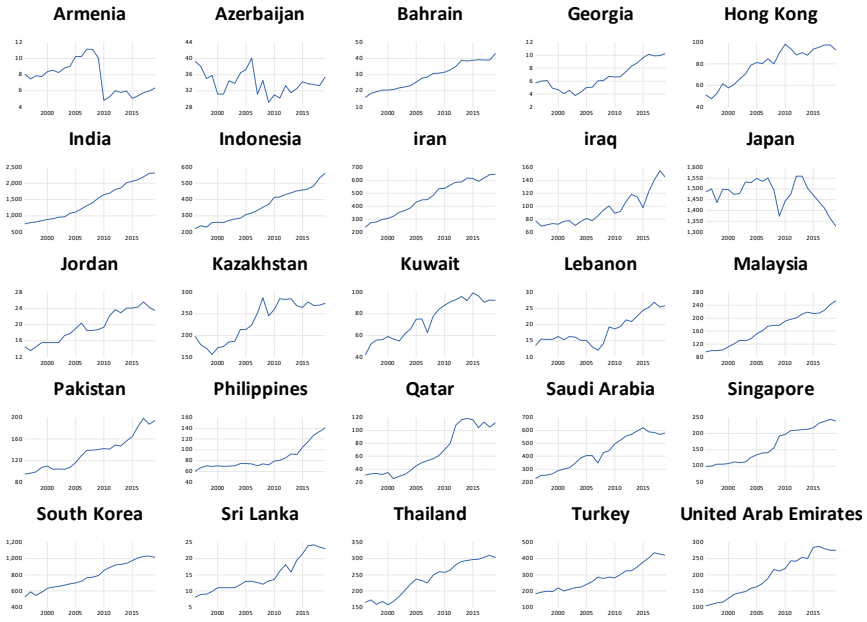
داده‌های سه متغیر CO2، NRE، و RE از اداره اطلاعات انرژی آمریکا[3] EIA و داده‌های مربوط به تولید ناخالص ملی واقعی از بانک اطلاعاتی WDI[4] بانک جهانی استخراج شده است. همچنین شاخص کیفیت حکمرانی را از شش شاخص حکمرانی معرفی شده توسط بانک جهانی در گزارش شاخص‌های جهانی حکمرانی[5] WGI به‌دست آوردیم. به‌جز شاخص کیفیت حکمرانی سایر متغیرها به صورت لگاریتمی تبدیل شده‌اند.

جهت به‌دست آوردن یک شاخص ترکیبی از شش شاخص حکمرانی معرفی شده توسط بانک جهانی، از روش تحلیل مولفه‌های اصلی[6] PCA استفاده می‌شود. روش تحلیل مولفه‌های اصلی یک روش آماری برای کاهش ابعاد مجموعه داده‌ها یا کاهش تعداد متغیرها در زمانی است که با تعداد زیادی متغیر مواجه هستیم. این روش تعداد زیادی از متغیرهای همبسته را به تعداد کمی از متغیر یا متغیرهای جدید کاهش می‌دهد به نحوی که قابلیت تفسیر بهتر و آسان‌تر داده‌های بزرگ و متغیرهای زیاد را بدون از دست دادن اطلاعات متغیرهای اولیه فراهم می‌کند (کاسی و دینگ[7]، ۲۰۲۰). این روش در مطالعات حوزه‌های مختلف اقتصادی جهت کاهش تعداد متغیرها مورد استفاده قرار گرفته است.

در این مطالعه داده‌های متغیرهای نامبرده را در دو گروه از کشورهای آسیایی شامل ۴

1. Billion Kilowatt-hours
2. Proxy
3. U.S. Energy Information Administration
4. World Development Indicators
5. Worldwide Governance Indicators
6. Principal Component Analysis
7. Kassi and Ding

کشور توسعه یافته (ژاپن، سنگاپور، کره جنوبی، هنگ کنگ) و ۲۱ کشور درحال توسعه و نوظهور (اردن، ارمنستان، امارات، اندونزی، آذربایجان، بحرین، پاکستان، تایلند، ترکیه، جمهوری اسلامی ایران، سریلانکا، عراق، عربستان سعودی، فیلیپین، قزاقستان، قطر، کویت، گرجستان، لبنان، مالزی، هندوستان) طی دوره زمانی ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۹ مورد بررسی و تحلیل قرار دادیم. کشورها بر اساس طبقه‌بندی گزارش WEO از صندوق بین المللی پول (IMF) در دو گروه کشورهای پیشرفته و توسعه یافته، و کشورهای نوظهور و درحال توسعه بررسی شده‌اند. از طرف دیگر با توجه به این که آغاز گزارش شاخص حکمرانی بانک جهانی سال ۱۹۹۶ است، شروع دوره زمانی مطالعه ما نیز همین سال است. در ادامه روند تغییرات انتشار CO2، انرژی تجدیدناپذیر و انرژی تجدیدپذیر در کشورهای مورد مطالعه نشان داده شده است.



شکل (۲). نمودار روند تغییرات انتشار *CO2*

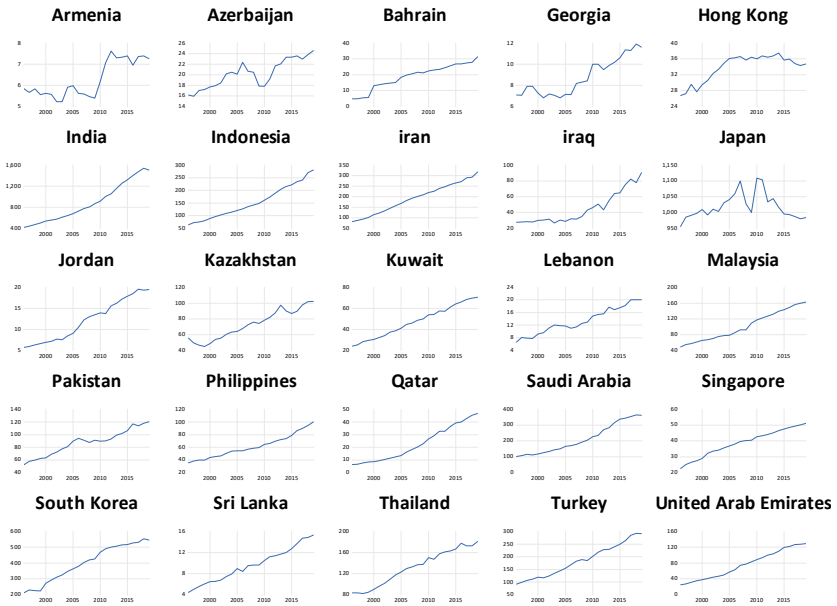
منبع: داده‌های EIA

همان‌طور که مشاهده می‌گردد در اکثر کشورها انتشار کربن به صورت فزاینده‌ای طی دوره زمانی مورد بررسی افزایش یافته است. به ویژه تا سال حدود ۲۰۱۳ نرخ و شدت این رشد بیشتر بوده و پس از آن در تعداد زیادی از کشورها نرخ رشد انتشار کربن کاهش پیدا کرده است. از سال ۲۰۱۷ به بعد نیز در برخی از کشورها میزان انتشار کربن نسبت به گذشته کاهش یافته است و در تعدادی از کشورها از جمله اردن، امارات متحده عربی، ترکیه، ژاپن، سریلانکا، عراق، عربستان سعودی، کویت، و کره جنوبی این روند کاهشی ملموس تر است. این تغییر در روند انتشار کربن به دلیل توجه بیشتر کشورها و مجامع بین المللی طی دهه اخیر به مساله حفاظت از میحطزیست و تلاش برای کاهش آثار منفی فعالیت‌های بشری بر محیط‌زیست بوده است. هر چند روند افزایشی به شدت کمتر شده اما این تغییر کافی نبوده و با توجه به نگرانی‌های زیست‌محیطی موجود روند انتشار کربن باید کاملا کاهشی شود. تنها در کشور ژاپن روند انتشار کربن از ۲۰۱۳ به بعد به شدت کاهشی شده است.

همچنین همان‌طور که مشاهده می‌گردد روند انرژی تجدیدناپذیر در اکثر کشورها روندی به شدت افزایشی داشته است و این روند افزایشی همچنان ادامه دارد، بجز در تعداد کمی از کشورها که این روند کاهشی شده است. در کشورهایی از جمله ارمنستان امارات، ترکیه، سنگاپور، عربستان سعودی، کره جنوبی، و گرجستان در سه سال آخر روند افزایشی کاهش محسوسی داشته است، حتی در برخی از کشورها روند کاهشی شده است. در ارمنستان نیز پس از جهش ۲۰۱۰ روند همراه با نوسان کاهشی بوده. در انرژی‌های تجدیدناپذیر نیز کشور ژاپن طی ده سال اخیر به شدت روند کاهشی تجربه کرده است. با مقایسه نمودار انتشار کربن و انرژی تجدیدناپذیر در این کشور شباهت روند آن‌ها کاملا روشن است. تأثیر کاهش ناگهانی انرژی تجدیدناپذیر از ۲۰۰۷ تا ۲۰۰۹ در ژاپن، در نمودار انتشار کربن این کشور دیده شده و از ۲۰۰۷ تا ۲۰۰۹ به شدت کاهش یافته و مجدد با افزایش انرژی تجدیدناپذیر تا ۲۰۱۱ انتشار کربن نیز به شدت

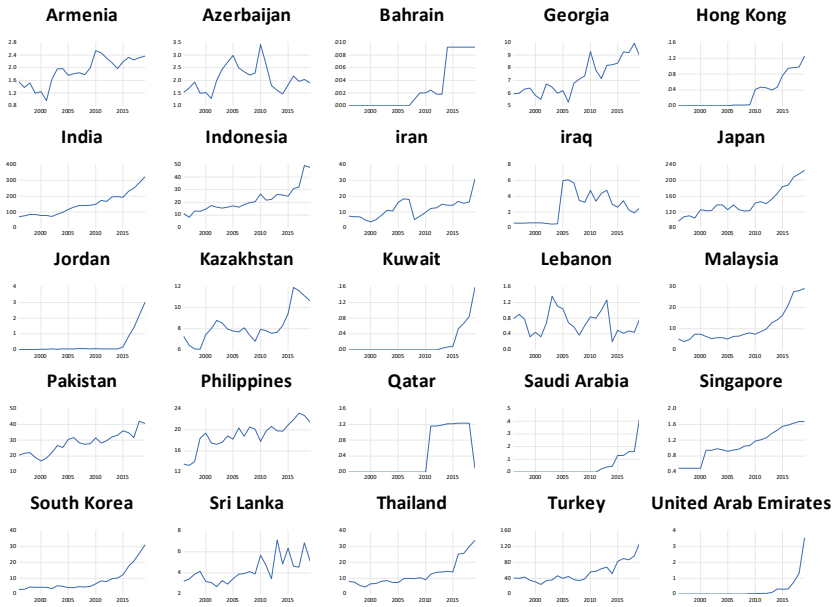
افزایش یافته است. پس از آن با آغاز یک روند کاهشی پایدار در انرژی تجدیدناپذیر از یک طرف، و از طرف دیگر با آغاز روند افزایشی کاملا محسوس و با نرخ بالا از سال ۲۰۱۳ به بعد در انرژی تجدیدپذیر، شاهد کاهشی شدن روند انتشار کربن در این کشور هستیم. انرژی تجدیدناپذیر در هنگ کنک هم روند کاهشی نسبتا قابل قبولی را از ۲۰۱۴ به بعد تجربه کرده است. با مقایسه روند این سه متغیر مشاهده می‌شود که در کشورهایی که روند NRE کاهشی و روند RE افزایشی شده، به دنبال آن روند انتشار کربن شروع به کاهش کرده است.

روند تغییرات انرژی تجدیدپذیر هم در اکثر کشورها بویژه بعد از سال‌های حدود ۲۰۱۰ به بعد افزایشی بوده است. اما این روند در کشورهای آذربایجان، عراق و لبنان در مجموع با نوسان‌هایی کاهشی بوده است. ارمنستان هم تغییر چندانی در طی یک دهه اخیر تجربه نکرده است.



شکل (۳). نمودار روند تغییرات انرژی تجدیدناپذیر

منبع: داده‌های EIA



شکل (۴). نمودار روند تغییرات انرژی تجدیدپذیر

منبع: داده‌های EIA

۴. روش‌شناسی تحقیق

برای تحلیل رابطه بین متغیرهای مورد مطالعه مراحل زیر را انجام می‌دهیم:

- آزمون ریشه واحد داده‌های تابلوئی[1] برای بررسی وضعیت مانایی[2] متغیرها
- آزمون هم‌انباشتگی داده‌های تابلوئی[3] برای بررسی وجود رابطه بلندمدت بین متغیرها
- انجام آزمون علیت داده‌های تابلوئی برای تعیین جهت رابطه علیت بین متغیرها
- برآورد رابطه بلندمدت با استفاده از برآوردگر حداقل مربعات معمولی پویا (Panel DOLS)

1. Panel Unit Root Test
2. Stationary
3. Panel Cointegration Test

۴-۱. آزمون ریشه واحد داده‌های تابلوئی

در مطالعات اقتصادی ضرروی است تا ابتدا نسبت به وضعیت مانایی متغیرها اطلاعات کسب نماییم زیرا در صورتی که متغیرها نامانا باشند این احتمال وجود دارد که رگرسیون به‌دست آمده جعلی و کاذب باشد. آزمون‌های متعددی جهت بررسی وضعیت مانایی داده‌های داده‌های تابلوئی معرفی شده است. در این مطالعه جهت آزمون فرضیه صفر مبنی بر وجود ریشه واحد از آزمون ریشه واحد داده‌های تابلوئی لوین، لین و چو[1] LLC و آزمون ایم، پسران و شین[2] IPS استفاده شده است. لوین، لین و چو یک بسط از از فرضیه صفری که طبق آن هر سری زمانی منفرد[3] در داده‌های تابلوئی دارای ریشه واحد است را در مقابل این فرضیه که تمام سری‌های منفرد مانا هستند در نظر گرفتند. همچنین ایم، پسران و شین میانگینی از آزمون ADF زمانی که u_{it} دارای خود همبستگی سریالی با ویژگی‌های متفاوت در میان مقاطع باشد، را پیشنهاد می‌کنند (بالتاجی[4] ۲۰۲۱، ص‌ص: ۳۴۰-۳۴۵).

۴-۲. آزمون هم‌انباشتگی داده‌های تابلوئی

در آزمون هم‌انباشتگی وجود رابطه بلندمدت اقتصادی بین متغیرها بررسی می‌شود. طبق گفته گرنجر[5] (۱۹۸۱) اگر تعدادی از متغیرها انباشته از درجه یک[6] باشند اما یک ترکیب خطی از آن‌ها بدون تفاضل گرفتن مانا باشد، اصطلاحا این متغیرها هم‌انباشته خوانده می‌شوند که به معنی وجود رابطه بلندمدت بین متغیرها است. در مطالعه حاضر از آزمون هم‌انباشتگی داده‌های تابلوئی پدرونی[7] و کائو[8] استفاده شده است. پدرونی

1. Levin, Lin and Chu
2. Im, Pesaran and Shin
3. Individual time series
4. Baltagi
5. Granger
6. Integrated of order one
7. Pedroni
8. Kao

هفت آزمون متفاوت را برای بررسی فرضیه صفر نبود هم‌انباشتگی پیشنهاد می‌کند. چهار آزمون درون-ابعادی[1] که آماره هم‌انباشتگی داده‌های تابلوئی گفته می‌شوند و سه آزمون بین-ابعادی[2] که آماره هم‌انباشتگی داده‌های تابلوئی میانگین گروهی گفته می‌شوند.کائو نیز چهار نوع آماره آزمون DF و یک نوع آماره آزمون ADF برای آزمون فرضیه صفر عدم وجود هم‌انباشتگی ارائه داد (بالتاجی ۲۰۲۱، ص‌ص: ۳۵۷-۳۶۱).

۴.۳ آزمون علیت داده‌های تابلوئی

انگل و گرنجر[3] (۱۹۸۷) نشان دادند که اگر تعدادی از متغیرهای نامانا هم‌انباشته باشند، آنگاه الگوی خود رگرسیون برداری[4] (VAR) در تفاضل اول می‌تواند گمراه کننده باشد زیرا با تفاضل‌گیری اطلاعات بلندمدت حذف شده است. با این حال، یک الگوی تصحیح خطای برداری (VECM) می‌تواند جهت رفع این مشکل کمک‌کننده باشد. همچنین، بر خلاف آزمون علیت گرنجر معمولی، روش VECM می‌تواند منبع علیت را شناسایی و نیز بین علیت کوتاه‌مدت و بلندمدت تمایز ایجاد کند. در این مطالعه جهت تحلیل رابطه علیت بین متغیرها چارچوب علیت VECM به صورت زیر تصریح می‌شود:

$$\Delta CO2_{it} = c_{1i} + \sum_{i=1}^{k} \alpha_{1ik} \Delta Co2_{it-k} + \sum_{i=1}^{k} \beta_{1ik} \Delta Y_{it-k} + \sum_{i=1}^{k} \gamma_{1ik} \Delta NRE_{it-k} + \sum_{i=1}^{k} \delta_{1ik} \Delta RE_{it-k} + \sum_{i=1}^{k} \lambda_{1ik} \Delta GI_{it-k} + \varphi_{1i} ECT_{t-1} + \varepsilon_{it} \quad (۹)$$

1. Within-dimension
2. Between-dimension
3. Engle and Granger
4. Vector Autoregression

$$\Delta Y_{it} = c_{2i} + \sum_{i=1}^{k} \alpha_{2ik} \Delta Co2_{it-k} + \sum_{i=1}^{k} \beta_{2ik} \Delta Y_{it-k} + \sum_{i=1}^{k} \gamma_{2ik} \Delta NRE_{it-k} + \sum_{i=1}^{k} \delta_{2ik} \Delta RE_{it-k} + \sum_{i=1}^{k} \lambda_{2ik} \Delta GI_{it-k} + \varphi_{2i} ECT_{t-1} + \upsilon_{it} \quad (۱۰)$$

$$\Delta NRE_{it} = c_{3i} + \sum_{i=1}^{k} \alpha_{3ik} \Delta Co2_{it-k} + \sum_{i=1}^{k} \beta_{3ik} \Delta Y_{it-k} + \sum_{i=1}^{k} \gamma_{3ik} \Delta NRE_{it-k} + \sum_{i=1}^{k} \delta_{3ik} \Delta RE_{it-k} + \sum_{i=1}^{k} \lambda_{3ik} \Delta GI_{it-k} + \varphi_{3i} ECT_{t-1} + \epsilon_{it} \quad (۱۱)$$

$$\Delta RE_{it} = c_{4i} + \sum_{i=1}^{k} \alpha_{4ik} \Delta Co2_{it-} + \sum_{i=1}^{k} \beta_{4ik} \Delta Y_{it-k} + \sum_{i=1}^{k} \gamma_{4ik} \Delta NRE_{it-k} + \sum_{i=1}^{k} \delta_{4ik} \Delta RE_{it-k} + \sum_{i=1}^{k} \lambda_{4ik} \Delta GI_{it-k} + \varphi_{4i} ECT_{t-1} + \eta_{it} \quad (۱۲)$$

$$\Delta GI_{it} = c_{5i} + \sum_{i=1}^{k} \alpha_{5ik} \Delta Co2_{it-k} + \sum_{i=1}^{k} \beta_{5ik} \Delta Y_{it-k} + \sum_{i=1}^{k} \gamma_{5ik} \Delta NRE_{it-k} + \sum_{i=1}^{k} \delta_{5ik} \Delta RE_{it-k} + \sum_{i=1}^{k} \lambda_{5ik} \Delta GI_{it-k} + \varphi_{5i} ECT_{t-1} + u_{it} \quad (۱۳)$$

در عبارات فوق Δ بیانگر تفاضل مرتبه اول، k بیانگر طول وقفه بهینه است، ECT_{t-1} عبارت تصحیح خطا همراه با یک وقفه است (ECT از جملات اخلال برآورد معادلات هم‌انباشته به‌دست می‌آید). ε_{it} ، υ_{it} ، ϵ_{it} ، η_{it} ، و u_{it} نیز جملات اخلال یا خطای بدون همبستگی سریالی[1] هستند.

1. Serially Uncorrelated Error Term

برای تعیین جهت رابطه علیت، با استفاده از آزمون والد معنی‌داری ضرایب متغیرهای وابسته در هر یک از معادلات فوق بررسی می‌شود. برای نمونه فرضیه $H_0: \beta_{1ik} = 0 \ \forall i,k$ در معادله (۹) برای $H_0: \lambda_{1i} = 0 \ \forall i,k$ و $H_0: \delta_{1i} = 0 \ \forall i,k$؛ $H_0: \gamma_{1ik} = 0 \ \forall i,k$؛ تعیین علیت کوتاه‌مدت به ترتیب از GDP، انرژی تجدیدناپذیر، انرژی تجدیدپذیر، و شاخص کیفیت حکمرانی به سمت انتشار CO2 با آزمون والد بررسی می‌شود. برای سایر معادلات هم به صورت مشابه عمل می‌شود و در نهایت برای تعیین علیت در بلندمدت فرضیه $H_0: \varphi_i = 0 \ \forall i,k$ در هر کدام از معادلات فوق آزمون می‌شود (توجه: فرضیه صفر دلالت بر عدم وجود علیت دارد.)

۴-۴. برآوردگر حداقل مربعات معمولی پویا

جهت برآورد رابطه بلندمدت در معادله (۸)، از DOLS معرفی شده توسط کائو و شیانگ[1] استفاده می‌شود. نتایج حاصل از شبیه‌سازی مونت کارلویی کائو و شیانگ نشان داد که تورش برآوردگر OLS در نمونه‌های محدود غیر قابل اغماض و چشم‌پوشی است و برآوردگر DOLS نسبت به هر دو برآوردگر OLS و FMOLS برای برآورد رگرسیون‌های هم‌انباشته داده‌های تابلوئی بهتر است (بالتاجی ۲۰۲۱، ص: ۳۶۵).

۵. برآورد الگو و نتایج تجربی

برای انجام آزمون‌ها و برآورد الگو از نرم افزار Eviews و نرم افزار GAUSS به همراه بسته NPT استفاده شده که در ادامه نتایج حاصل بررسی شده است.

۵-۱. نتیجه آزمون ریشه واحد داده‌های تابلوئی

نتیجه آزمون ریشه واحد داده‌های تابلوئی LLC و IPS در جدول (۱) گزارش شده است. همانطور که مشاهده می‌شود در هر دو گروه کشورهای توسعه یافته و کشورهای درحال

1. Kao and Chiang

توسعه تمام متغیرها در سطح دارای ریشه واحد بوده یا نامانا هستند. در تفاضل مرتبه اول همه متغیرها مانا شدند که دلالت بر این دارد که متغیرها انباشته از مرتبه یک *I(1)* هستند.

جدول (۱). نتایج آزمون ریشه واحد داده‌های تابلوئی LLC و IPS

متغیر	سطح		تفاضل اول	
	LLC	IPS	LLC	IPS
کشورهای توسعه یافته				
CO2	-۰/۰۰۷	۰/۷۳۹	-۶/۵۹۷***	-۶/۰۳۰***
Y	-۰/۰۶۳	۳/۱۳۴	-۶/۰۸۷***	-۴/۹۱۲***
NRE	-۰/۶۸۹	۲/۱۰۷	-۳/۰۸۳***	-۶/۰۶۷***
RE	۰/۵۵۱	۱/۶۲۱	-۵/۲۲۸***	-۳/۷۵۵***
GI	۱/۶۸۶	۰/۳۷۴	-۷/۱۰۳***	-۶/۸۲۶***
کشورهای درحال توسعه				
CO2	۱/۹۱۷	۱/۷۴۰	-۴/۴۳۳***	-۶/۷۴۴***
Y	۲/۸۵۱	۰/۸۵۶	-۹/۵۶۶***	-۷/۷۳۴***
NRE	۰/۶۷۸	-۰/۴۹۶	-۹/۱۵۰***	-۱۰/۷۸۶***
RE	-۱/۲۶۰	-۰/۱۰۳	-۶/۸۸۹***	-۴/۰۰۹***
GI	-۰/۰۲۵	-۰/۷۳۶	-۶/۱۸۱***	-۷/۱۶۵***

توجه: *** بیانگر معناداری آماری در سطح ۱٪ است.

منبع: یافته‌های پژوهش

۲-۵. نتیجه آزمون هم‌انباشتگی

نتایج مربوط به آزمون هم‌انباشتگی پدرونی در جدول (۲) گزارش شده و هفت آزمون پدرونی تأییدکننده وجود هم‌انباشتگی بین متغیرها در هر دو گروه است. نتایج آزمون کائو که در جدول (۳) گزارش شده نیز در مجموع تأییدکننده هم‌انباشتگی بین متغیرها است. به این ترتیب نتایج دلالت بر وجود رابطه بلندمدت بین متغیرها دارد.

جدول (۲). نتایج آزمون هم‌انباشتگی داده‌های تابلوئی پدرونی

نوع آماره	کشورهای توسعه یافته	کشورهای درحال توسعه
Panel v-statistic	۵/۱۷۴***	۱۵/۶۲۲***
Panel ρ-statistic	-۵/۶۲۹***	-۲۴/۱۸۱***
Panel non-parametric (PP) t-statistic	-۲/۳۸۱***	-۸/۱۶۹***
Panel parametric (ADF) t-statistic	-۸۳/۴۶۴***	-۱۷۵/۹۱۶***
Group ρ-statistic	-۷/۱۹۴***	-۳۱/۸۳۳***
Group non-parametric t-statistic	-۲/۷۵۸***	-۹/۱۳۶***
Group parametric t-statistic	-۳/۲۵۸***	-۹/۰۴۲***

توجه: *** بیانگر معناداری آماری در سطح ۱٪ است.

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول (۳). نتایج آزمون هم‌انباشتگی داده‌های تابلوئی کائو

نوع آماره	کشورهای توسعه یافته	کشورهای درحال توسعه
DF_ρ	-۰/۱۸۶	-۲/۸۶۱***
DF_t	-۰/۱۷۰	-۲/۱۷۱**
DF_ρ^*	-۲/۶۰۷***	-۱۰/۰۶۱***
DF_t^*	-۰/۹۵۴*	-۳/۳۵۵***
ADF	-۱/۴۶۱*	-۳/۲۷۰***

توجه: ***، ** و * به ترتیب بیانگر معناداری آماری در سطح ۱٪، ۵٪ و ۱۰٪ است.

منبع: یافته‌های پژوهش

۳-۵. نتیجه آزمون علیت

جهت تعیین رابطه علیت بین متغیرها از آزمون علیت VECM استفاده شده است. طول وقفه بهینه مطابق معیار شوارتز[1] و حنان-کوئین[2] در هر دو گروه یک تعیین شده است. نتایج آزمون علیت برای کشورهای توسعه یافته در جدول (۴) و برای کشورهای درحال توسعه در جدول (۵) گزارش شده است. نتایج کوتاه مدت به‌دست آمده در گروه کشورهای توسعه یافته نشان‌دهنده رابطه علیت یک‌طرفه از GDP به سمت انتشار

1. Schwarz
2. Hannan-Quinn

CO2، انرژی تجدیدناپذیر و کیفیت حکمرانی و علیت یک‌طرفه از کیفیت حکمرانی به سمت انرژی تجدیدپذیر است. همچنین برای کشورهای توسعه یافته شواهد کوتاه مدت بیانگر رابطه علیت یک طرفه از GDP به سمت انتشار کربن، انرژی‌های تجدیدناپذیر و تجدیدپذیر، و کیفیت حکمرانی است. همچنین شاهد علیت یک طرفه از انرژی تجدیدناپذیر به سمت انتشار کربن، انرژی تجدیدپذیر، و کیفیت حکمرانی هستیم. به‌علاوه در کشورهای در حال توسعه علیت یک طرفه از سمت انتشار CO2 به سمت انرژی تجدیدپذیر مشاهده می‌شود.

در بلندمدت نیز با توجه به نتیجه مربوط به ECT، در گروه کشورهای توسعه یافته شاهد رابطه علیت دو طرفه بین متغیرهای انتشار CO2، رشد اقتصادی، و انرژی تجدیدپذیر هستیم، به‌علاوه علیت یک‌طرفه از سمت کیفیت حکمرانی و انرژی تجدیدناپذیر به سمت سایر متغیرها وجود دارد. برای کشورهای درحال توسعه نیز علیت دو طرفه بین انتشار CO2، انرژی تجدیدناپذیر، انرژی تجدیدپذیر، و کیفیت حکمرانی وجود دارد. نهایتا در این گروه علیت یک طرفه بلند مدت از سمت رشد اقتصادی به سمت سایر متغیرها نتیجه گرفته شده است.

جدول (۴). نتایج آزمون علیت VECM – کشورهای توسعه یافته

متغیر وابسته	کوتاه مدت					بلندمدت
	ΔCO2	ΔY	ΔNRE	ΔRE	ΔGI	ECT
ΔCO2	—	۲/۴۸۲**	-۰/۶۲۶	-۱/۰۸۱	۰/۹۷۵	-۱/۶۸۷*
ΔY	۱/۱۶۹	—	۰/۰۴۴	-۰/۵۳۳	۰/۰۳۹	-۲/۳۰۶**
ΔNRE	-۰/۰۴۹	۳/۸۸۵***	—	۰/۴۰۲	۱/۵۲۶	-۰/۵۴۲
ΔRE	۱/۲۰۷	-۰/۸۶۸	-۰/۱۶۶	—	-۱/۷۹۴*	-۱/۸۴۶*
ΔGI	-۱/۳۸۳	۱/۷۲۳*	۰/۱۵۲	-۰/۵۵۷	—	۰/۷۷۷

توجه: ***، ** و * به ترتیب بیانگر معناداری آماری در سطح ۱٪، ۵٪ و ۱۰٪ است.

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول (۵). نتایج آزمون علیت VECM – کشورهای درحال توسعه

متغیر وابسته	کوتاه مدت						بلندمدت
	ΔCO2	ΔY	ΔNRE	ΔRE	ΔGI		ECT
ΔCO2	—	۱/۷۴۰*	۱/۶۸۰*	-۱/۴۰۸	۰/۳۶۳		-۲/۰۰۰**
ΔY	۰/۷۷۹	—	-۰/۳۳۶	-۰/۳۴۱	۱/۲۴۹		-۰/۹۱۵
ΔNRE	۱/۳۵۷	-۲/۳۹۰**	—	۱/۵۵۲	-۱/۲۰۲		-۳/۳۶۸***
ΔRE	۱/۹۶۳**	۱/۷۷۴*	-۲/۱۶۰**	—	-۰/۶۶۵		-۴/۷۸۸***
ΔGI	۰/۹۰۳	۲/۶۹۲***	۱/۷۴۹*	۱/۰۴۹	—		-۱/۸۲۷*

توجه: ***، ** و * به ترتیب بیانگر معناداری آماری در سطح ۱٪، ۵٪ و ۱۰٪ است.

منبع: یافته‌های پژوهش

۴-۵. نتیجه برآورد DOLS

با توجه به تأیید وجود رابطه بلندمدت بین متغیرها در آزمون‌های هم‌انباشتگی پدرونی و کائو، در این مرحله معادله رگرسیونی (۸) با استفاده از برآوردگر داده‌های تابلوئی DOLS برآورد می‌شود. نتیجه برآورد در جدول (۶) گزارش شده است. ضریب برآورد شده متغیر GDP نشان‌دهنده تأثیر مثبت و معنی‌دار رشد اقتصادی بر میزان انتشار CO2 در کشورهای مورد مطالعه است، طوری‌که یک درصد افزایش در GDP میزان انتشار دی‌اکسید کربن را در کشورهای توسعه یافته و کشورهای درحال توسعه به ترتیب به اندازه ۰/۴۵۸ درصد و ۰/۴۷۶ درصد افزایش می‌دهد. همچنین افزایش یک درصدی در مصرف انرژی تجدیدناپذیر موجب افزایش ۰/۲۸۷ درصدی و ۰/۱۱۲ درصدی در انتشار CO2 به ترتیب در کشورهای توسعه یافته و کشورهای در حال توسعه آسایی می شود.

از طرف دیگر نتایج نشان‌دهنده تأثیر منفی انرژی تجدیدپذیر و کیفیت حکمرانی بر روی انتشار کربن است، طوری که افزایش یک درصدی انرژی تجدیدپذیر و کیفیت حکمرانی به ترتیب موجب کاهش ۰/۰۴۱ درصدی و ۰/۳۶۵ درصدی در انتشار CO2 در گروه کشورهای توسعه یافته و همچنین کاهش ۰/۰۱۹ درصدی و ۰/۰۸۰ درصدی انتشار کربن در کشورهای درحال توسعه می‌گردد. به این ترتیب نتایج تأیید کننده اثر مثبت انرژی تجدیدپذیر و شاخص کیفیت حکمرانی بر بهبود کیفیت محیط‌زیست است. این

نتیجه با یافته‌های پژوهشگران دیگر در گروه‌های متفاوت از سایر کشورها مطابقت دارد، از جمله با مطالعه دنیش و همکاران (۲۰۱۹)، خان و همکاران (۲۰۲۲)، صیفوری و همکاران (۱۳۹۹) و خانی و هوشمند (۱۳۹۷). البته برخی از مطالعات نتایج متفاوتی بدست آوردند از جمله آلولا و همکاران[1] (۲۰۱۹) در یک گروه از ۱۶ کشور اروپایی شواهدی از تأثیر منفی انرژی تجدیدپذیر بر کیفیت محیط‌زیست پیدا کردند. همچنین حسن و همکاران (۲۰۲۰) تأثیر مثبت کیفیت نهادی را بر افزایش انتشار کربن در پاکستان نتیجه گرفتند.

جدول (۶). نتیجه برآورد داده‌های تابلوئی DOLS (CO2 متغیر وابسته)

متغیر	کشورهای توسعه یافته	کشورهای درحال توسعه
Y	۰/۴۵۸***	۰/۴۷۶***
NRE	۰/۲۸۷***	۰/۱۱۲**
RE	-۰/۰۴۱**	-۰/۰۱۹**
GI	-۰/۳۶۵***	-۰/۰۸۰***

توجه: *** و ** به ترتیب بیانگر معناداری آماری در سطح ۱٪ و ۵٪ هستند.

منبع: یافته‌های پژوهش

۶. نتیجه‌گیری

هدف مطالعه حاضر بررسی رابطه بین رشد اقتصادی، انرژی‌های تجدیدپذیر، انرژی‌های تجدیدناپذیر و کیفیت حکمرانی با انتشار CO2 و کیفیت محیط زیست در دو گروه از کشورهای آسیایی توسعه یافته و کشورهای آسیایی درحال توسعه بین سال‌های ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۹ و با استفاده از آزمون علیت VECM و برآوردگر DOLS است. نتایج برآوردگر DOLS در هر دو گروه نشان‌دهنده تأثیر مثبت انرژی تجدیدناپذیر بر افزایش انتشار CO2 است، و در مقابل انرژی تجدیدپذیر تأثیر منفی بر انتشار CO2 دارد و موجب بهبود کیفیت محیط‌زیست می شود. با توجه به این نتیجه، جایگزینی منابع انرژی تجدیدناپذیر با منابع انرژی تجدیدپذیر پیشنهاد سیاستی است که جهت کاهش انتشار

1. Alola et al.

دی‌اکسید کربن و بهبود کیفیت محیط زیست در کشورهای مورد مطالعه می‌توان ارائه داد تا به این ترتیب در جهت دستیابی به توسعه پایدار و اهداف SDGs حرکت کنیم. به‌ویژه آنکه وجود رابطه علیت کوتاه و بلند مدت یک‌طرفه از سمت رشد اقتصادی به سمت انرژی تجدیدناپذیر بیانگر تأیید فرضیه حفاظت کوتاه و بلند مدت در کشورهای درحال توسعه است، همچنین وجود رابطه علیت کوتاه مدت یک طرفه از سمت رشد اقتصادی به سمت انرژی تجدیدناپذیر در گروه کشورهای توسعه یافته فرضیه حفاظت کوتاه مدت برای این گروه را تأیید می‌کند. به این ترتیب می‌توان بدون داشتن نگرانی از اثرات منفی کوتاه‌مدت کاهش انرژی تجدیدناپذیر بر رشد اقتصادی اقدام به اتخاذ سیاست‌های محدودکننده مصرف انرژی تجدیدناپذیر کرد. همچنین جهت رفع نگرانی ناشی از اثرات منفی بلندمدت سیاست‌های محدودکننده انرژی تجدیدناپذیر بر رشد اقتصادی به ویژه در گروه کشورهای پیشرفته که فرضیه حفاظت در بلندمدت وجود ندارد، می‌بایست به صورت هم‌زمان سیاست‌های توسعه‌دهنده انرژی‌های تجدیدپذیر اتخاذ شود.

دولت‌ها می‌توانند سیاست‌های مختلفی را جهت تشویق و گسترش انرژی‌های تجدیدپذیر و کاهش انرژی‌های تجدیدناپذیر اتخاذ کنند. به طور مثال، ۱. مالیات سبز و مالیات کربن. ۲. مشوق‌های مالی برای سرمایه‌گذاری در تولید انرژی‌های تجدیدپذیر که می‌تواند شامل وام‌های کم بهره، کمک‌های بلاعوض، تخفیف‌های مالیاتی و موارد مشابه باشد. ۳. حمایت مالی و فنی از تحقیق و توسعه در مورد فناوری‌های تولید انرژی از منابع تجدیدپذیر و همچنین فناوری‌های دوستدار محیط زیست. ۴. در نظر گرفتن جرایم برای افراد و واحدهای آلوده‌کننده و تخریب‌کننده محیط زیست به دلیل مصرف نامناسب انرژی تجدیدناپذیر. ۵. برنامه‌ریزی در جهت گسترش استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر در بخش حمل و نقل و کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی در این بخش. علاوه‌بر موارد فوق یکی از سیاست‌هایی که باید در نظر داشت افزایش آگاهی‌های

عمومی نسبت به لزوم حفاظت از محیط زیست و فرهنگ‌سازی در این زمینه است، برای نمونه فرهنگ‌سازی اصلاح الگوی مصرف انرژی در بخش خانگی و موارد مشابه.

همچنین ضریب برآوردی شاخص کیفیت حکمرانی نشان‌دهنده تأثیر مثبت و معنی‌دار بهبود کیفیت حکمرانی بر کنترل انتشار CO2 و حفظ کیفیت محیط زیست در هر دو گروه است. مقایسه ضریب برآوردی نشان می‌دهد شدت این تأثیر در کشورهای توسعه یافته به مراتب بیشتر از کشورهای درحال توسعه است. در هر صورت، نتیجه به‌دست آمده دلالت بر اهمیت توجه به شاخص‌های حکمرانی و برنامه‌ریزی و هدف‌گذاری جهت حرکت به سوی حکمرانی خوب توسط حکومت، نهادهای دولتی و همچنین نهادهای خصوصی دارد.

منابع:

Aghaei, M., Ghanbari, A., Agheli, L., & Sadeghi, H. (2012). Investigating the Relationship between Energy Consumption and Economic Growth in Iran's Provinces Using Cointegration and Multivariate Panel Error Correction Model. *Journal of Economics and Modeling*, 3(9), 148–185 (In Persian).

- Ahmadi Niyaz, S., Zeinalzadeh, R., & Raeispour Rajabali, A. (2018). Study of Good Governance Effect on Environment Quality Index in Selected Developing Countries. *Journal of Environmental Science and Technology*, 20(4), 165–177 (In Persian).

- Alam, M. J., Begum, I. A., Buysse, J., Rahman, S., & Van Huylenbroeck, G. (2011). Dynamic modeling of causal relationship between energy consumption, CO2 emissions and economic growth in India. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(6), 3243–3251.

- Al-mulali, U., Tang, C. F., & Ozturk, I. (2015). Estimating the Environment Kuznets Curve hypothesis: Evidence from Latin America and the Caribbean countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 50, 918–924.

- Alola, A.A., Bekun, F. V., & Sarkodie, S. A. (2019). Dynamic impact of trade policy, economic growth, fertility rate, renewable and non-renewable energy consumption on ecological footprint in Europe. *Science of The Total Environment*, 685, 702–709.

- Apergis, N., Payne, J. E., Menyah, K., & Wolde-Rufael, Y. (2010). On the causal dynamics between emissions, nuclear energy, renewable energy, and economic growth. *Ecological Economics*, 69(11), 2255–2260.
- Arefian, M., Faraji Dizaji, S., & Ghasemi, S. (2020). Investigating the Role of Renewable and Non-Renewable Energy and Economic Growth on Carbon Emission in OECD Countries. *New Economy and Trad*, 15(3), 109–137 (In Persian).
- Baltagi, B.H. (2021). *Econometric Analysis of Panel Data* (6th ed. 2021 edition). Springer.
- Banday, U. J., & Aneja, R. (2020). Renewable and non-renewable energy consumption, economic growth and carbon emission in BRICS: Evidence from bootstrap panel causality. *International Journal of Energy Sector Management*, 14(1), 248–260.
- Barghi Oskooee, M. M. (2008). The Impact of Trade Liberalization on the Greenhouse Gases (CO2Emission) in EKC. *Journal of Economic Research (Tahghighat- E- Eghtesadi)*, 43(1), 1-21 (In Persian).
- Bekun, F. V., Alola, A. A., & Sarkodie, S. A. (2019). Toward a sustainable environment: Nexus between CO2 emissions, resource rent, renewable and nonrenewable energy in 16-EU countries. *Science of The Total Environment*, 657, 1023–1029.
- Danish, Baloch, M. A., & Wang, B. (2019). Analyzing the role of governance in CO2 emissions mitigation: The BRICS experience. *Structural Change and Economic Dynamics*, 51, 119–125.
- Destek, M. A., & Sinha, A. (2020). Renewable, non-renewable energy consumption, economic growth, trade openness and ecological footprint: Evidence from organisation for economic Co-operation and development countries. *Journal of Cleaner Production*, 242, 118537.
- Engle, R. F., & Granger, C. W. J. (1987). Co-Integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing. *Econometrica*, 55(2), 251–276.
- Farazmand, H., & Eskandary, H. (2017). Investigation the Relationship between Nuclear Energy, Renewable Energy and Environmental Improvement: In Selecting Countries Including Iran. *Quarterly Energy Economics Review*, 13(54), 173–196 (In Persian).
- Farhani, S., & Shahbaz, M. (2014). What role of renewable and non-renewable electricity consumption and output is needed to initially mitigate CO2 emissions in MENA region? *Renewable and Sustainable Energy*

Reviews, 40, 80–90.
- Fredriksson, P. G., & Svensson, J. (2003). Political instability, corruption and policy formation: The case of environmental policy. *Journal of Public Economics*, 87(7), 1383–1405.
- Granger, C. W. J. (1981). Some properties of time series data and their use in econometric model specification. *Journal of Econometrics*, 16(1), 121–130.
- Grossman, G., & Krueger, A. (1991). *Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement* (NBER Working Paper No. 3914). National Bureau of Economic Research, Inc.
- Güney, T. (2019). Renewable energy, non-renewable energy and sustainable development. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 26(5), 389–397.
- Hassan, S. T., Danish, Khan, S. U.-D., Xia, E., & Fatima, H. (2020). Role of institutions in correcting environmental pollution: An empirical investigation. *Sustainable Cities and Society*, 53, 101901.
- İnal, V., Addi, H. M., Çakmak, E. E., Torusdağ, M., & Çalışkan, M. (2022). The nexus between renewable energy, CO2 emissions, and economic growth: Empirical evidence from African oil-producing countries. *Energy Reports*, 8, 1634–1643.
- Jahanger, A., Usman, M., & Balsalobre-Lorente, D. (2021). Autocracy, democracy, globalization, and environmental pollution in developing world: Fresh evidence from STIRPAT model. *Journal of Public Affairs*, n/a(n/a), e2753.
- Kassi, D. F., Sun, G., & Ding, N. (2020). Does governance quality moderate the finance-renewable energy-growth nexus? Evidence from five major regions in the world. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(11), 12152–12180.
- Kaufmann, D., Kraay, A., & Mastruzzi, M. (2010). The Worldwide Governance Indicators: Methodology and Analytical Issues. World Bank, Policy Research working paper; No. WPS 5430.
- Kaufmann, D., Kraay, A., & Zoido, P. (1999). Governance Matters. Social Science Research Network. World Bank, Policy Research working paper; No. WPS 2196.
- Khani, F., & Hoshmand, M. (2018). Evaluation of the Financial Development Effect on Environmental Pollution of the selected Petroleum Exporting Countries with the Emphasis on Good Governance. *Monetary & Financial Economics*, 25(16), 133–158 (In Persian).

- Kraft, J., & Kraft, A. (1978). On the Relationship Between Energy and GNP. *The Journal of Energy and Development*, 3(2), 401–403.
- Majed, V., & Asl, S. S. (2019). Impact of Productivity and Institutional Quality on Environmental Quality (Evidences from Developing Economies). *Journal of Economic Research and Policies*, 27(89), 139–162 (In Persian).
- Munasinghe, M. (1999). Is environmental degradation an inevitable consequence of economic growth: Tunneling through the environmental Kuznets curve. *Ecological Economics*, 29(1), 89–109.
- Sadeghi, S. K., & Mousavian, S. M. (2014). Carbon Emissions, Energy Consumption and GDP per Capita Nexus in Iran: Causality Analysis Using Maximum Entropy Bootstrap. *Iranian Energy Economics*, 3(12), 91–116 (In Persian).
- Sadorsky, P. (2009). Renewable energy consumption, CO2 emissions and oil prices in the G7 countries. *Energy Economics*, 31(3), 456–462.
- Seifoori, J., Khanzadi, A., & Karimi, M. sharif. (2021). Assessing the Effects of Green Tax Policy on CO2 Emission with Emphasis on Renewable Energy Development (Case study of D8 Countries). *Quarterly Energy Economics Review*, 16(67), 165–190. (In Persian)
- Simionescu, M., Szeles, M. R., Gavurova, B., & Mentel, U. (2021). The Impact of Quality of Governance, Renewable Energy and Foreign Direct Investment on Sustainable Development in Cee Countries. *Frontiers in Environmental Science*, 9, 1-15.
- Tarverdi, Y. (2018). Aspects of Governance and CO2 Emissions: A Non-linear Panel Data Analysis. *Environmental and Resource Economics*, 69(1), 167–194.
- Tuna, G., & Tuna, V. E. (2019). The asymmetric causal relationship between renewable and NON-RENEWABLE energy consumption and economic growth in the ASEAN-5 countries. *Resources Policy*, 62, 114–124.
- United Nations. (2015). *Transforming our world: The 2030 Agenda for sustainable development*. UN, General Assembly, A/RES/70/1.
- United Nations. (2020). *Progress towards the Sustainable Development Goals: Report of the Secretary-General*. UN, Economic and Social Council, E/2020/57.
- WCED. (1987). *Our Common Future (The Brundtland Report)*. Oxford University Press.

Exploring the Impact of Renewable and Non-Renewable Energy Consumption, Economic Growth and Governance Quality on CO2 Emissions in Asian Countries

Majid Mahmoodi⁎
Nazar Dahmardeh Ghaleno (Ph.D)⁎⁎

Received: 11/12/2021
Accepted: 27/04/2022

Abstract:
This study examines the relationship between renewable and non-renewable energy, economic growth, governance quality, and CO2 emissions as an indicator of environmental quality in Asian developed and developing countries during 1996-2019. The short-run panel causality test results reveal unidirectional causality from GDP to non-renewable energy consumption and validate the conservation hypothesis in all two panels. Moreover, there is evidence of a short-run unidirectional causality from GDP to CO2 emissions and governance quality. The results of panel DOLS indicate a positive impact of GDP and non-renewable energy on CO2 emissions. Also, we find that an increase in renewable energy and improving the quality of governance lead to reductions in CO2 emissions. According to these results, we can suggest replacing non-renewable energy resources with renewable energy resources through restrictive policies for non-renewable energy and incentive policies for renewable energy. Furthermore, planning and goal setting in terms of governance indicators and moving towards good governance by all government, institutions, and private sectors can lead to moving towards sustainable development.

Keywords: *CO2 Emissions, Economic Growth, Governance Quality, Non-renewable energy, Renewable Energy*.
JEL Classifications: *C33, O40, Q53.*

⁎ Ph.D Candidate in Economics, Faculty of Management and Economics, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran,
and Faculty Member in Faculty of Management Sciences, Velayat University, Iranshahr
Email: m.mahmoodi@velayat.ac.ir
⁎⁎ Professor of Economics, Faculty of Management and Economics, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran (Corresponding Author),
Email: nazar@hamoon.usb.ac.ir