مجله محیط زیست و توسعه فرابخشی
Journal homepage: https://www.envjournal.ir

بررسی نمودار غیرچرخه‌ای جهت‌دار بین مصرف انرژی، انتشار گازکربنیک و رشد اقتصادی: مطالعه موردی ایران

سمانه باقری*[۱]

۱- گروه علوم اقتصادی، دانشکده اقتصاد، مدیریت و حسابداری، دانشگاه یزد، یزد، ایران*

نوع مقاله:
پژوهشی

تاریخچه مقاله:
دریافت: ۱۴۰۱/۰۱/۳۰
پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۱۲

کلمات کلیدی:
نمودار غیرچرخه‌ای جهت‌دار،
انتشار گاز کربنیک،
مصرف انرژی،
رشد اقتصادی

چکیده

مقدمه: مصرف سوخت فسیلی همراه با انتشار گازهای گلخانه‌ای، سبب افزایش دمای کره زمین شده است. تغییرات غیرعادی آب و هوا، بالا آمدن سطح دریاها، ذوب شدن یخچال‌ها و دیگر پدیده‌های آب و هوایی توجه جهانی را برانگیخته است. انتشار گازهای گلخانه‌ای به عنوان عامل اصلی تغییرات آب و هوا و گرمایش زمین در نظر گرفته شده است. گاز دی‌اکسیدکربن، بیش‌ترین درصد گازهای گلخانه‌ای را شامل می‌شود. انتشار آلودگی، از مهم‌ترین مشکلات کشورها است و از مشکلات قرن حاضر است. ایران در رده ده کشور با بیش‌ترین انتشار گاز کربنیک در جهان است که برای کاهش انتشار گاز کربنیک در این کشور برنامه‌ریزی‌هایی انجام شده است که سبب کاهش انتشار گاز کربنیک در این کشور نشده است.

مواد و روش‌ها: هدف این پژوهش بررسی مصرف انرژی، انتشار گاز کربنیک و رشد اقتصادی با استفاده از رویکرد نمودار غیرچرخه‌ای جهت‌دار برای دوره زمانی ۲۰۱۸-۱۹۹۰ میلادی برای کشور ایران است. داده‌های سالانه از بانک جهانی به‌دست آمده است. آزمون همبستگی پیرسون و آزمون علیت گرنجر برای متغیرهای رشد اقتصادی، سرمایه، تجارت آزاد، انتشار گاز کربنیک و مصرف انرژی بررسی شدند. این پژوهش برای نخستین بار به بررسی رابطه علیت مصرف انرژی، انتشار گاز کربنیک و رشد اقتصادی با رویکرد نمودار غیرچرخه‌ای جهت‌دار می‌پردازد.

نتایج: مطابق نتایج این پژوهش، همبستگی معنادار بین متغیرهای انتشار گاز کربنیک، تجارت آزاد، مصرف انرژی، تشکیل سرمایه و تولید ناخالص داخلی وجود دارد. بیش‌ترین ضریب همبستگی متعلق به تولید ناخالص داخلی و انتشار گاز کربنیک است و کم‌ترین ضریب همبستگی مربوط به تولید ناخالص داخلی و تجارت آزاد است. مطابق نتایج آزمون علیت گرنجر، علیت از GDP به انتشار گاز کربنیک، علیت از انتشار گاز کربنیک به مصرف انرژی، علیت از GDP به مصرف انرژی، علیت از سرمایه به مصرف انرژی، علیت از سرمایه به GDP، علیت از انتشار گاز کربنیک به تجارت آزاد، علیت از مصرف انرژی به تجارت آزاد، علیت از سرمایه به تجارت آزاد و علیت از GDP به تجارت آزاد وجود دارد.

بحث: کشور ایران به دلیل دارا بودن منابع عظیم نفت و گاز، دارای مزیت نسبی در مصرف سوخت‌های فسیلی است که این مزیت، سبب انتشار آلاینده‌ها توسط تولید ناخالص داخلی شده است. مطابق نتایج، علیت از تولید ناخالص داخلی به مصرف انرژی و انتشار گاز کربنیک وجود دارد که نشان می‌دهد، برای کاهش انتشار گاز کربنیک، نیازی به کاهش رشد اقتصادی نیست و بیان‌گر این موضوع است که مصرف انرژی و انتشار گاز کربنیک در کشور ایران، به رشد اقتصادی منجر نخواهند شد و این کشور می‌تواند

* پست الکترونیکی نویسنده مسؤول: samabagheri90@yahoo.com

سیاست محافظه‌کارانه مصرف انرژی و سیاست کاهش انتشار کربن را در درازمدت بدون ایجاد مانع و کاهش در رشد اقتصادی دنبال کند. رشد اقتصادی منجر به انتشار آلودگی شده است و می‌توان با استفاده از سیاست‌های توسعه پایدار، رشد اقتصادی بدون انتشار آلودگی را دنبال کرد. علیت از رشد اقتصادی به مصرف انرژی، تجارت و سرمایه وجود دارد. مطابق نمودار غیرچرخه‌ای جهت‌دار (DAG)، آزمون علیت گرنجر در متغیرهای رشد اقتصادی، تجارت آزاد، سرمایه، انتشار گاز کربنیک و مصرف انرژی بررسی شد و مطابق نتایج این پژوهش، علیت گرنجر از رشد اقتصادی به دیگر متغیرها آغاز شده است.

مقدمه

محیط زیست همواره با تهدید گرمایش جهانی و تغییرات اقلیمی در دو دهه گذشته همراه بوده است. تخریب محیط زیست در نتیجه انتشار بی‌رویه CO_2، از چالش‌هایی است که بسیاری از کشورهای در حال توسعه با آن مواجه هستند. در بین آلاینده‌های محیط‌زیستی که باعث تغییرات آب و هوایی می‌شود، دی‌اکسیدکربن ۵۸/۸ درصد گازهای گلخانه‌ای را تشکیل می‌دهد (Pao & Tsa, 2010). انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌تواند سبب گرمایش جهانی و تغییر آب و هوایی شود. نیروگاه‌های سوخت فسیلی حدود ۳۳ تا ۴۰ درصد از کل انتشار CO_2 در سطح جهان را شامل می‌شوند (Yoro & Daramola, 2020). استراتژی توسعه به این بستگی دارد که آیا رشد اقتصادی پایدار، سبب تخریب محیط زیست می‌شود؟. آیا چنین رشدی برای جبران هزینه‌های محیط‌زیستی تولید یا فرآیند توسعه کافی است؟ منابع طبیعی، عامل ورودی در فرآیند تولید یا توسعه، عمل می‌کند. اگر نتوان از رابطه کارکردی بین منابع طبیعی و فرآیندهای توسعه مدرن اجتناب کرد، آسیب به محیط زیست اجتناب‌ناپذیر است. انتشار گاز کربنیک در کشور ایران، روند صعودی داشته است و علی رغم تمهیداتی که برای کاهش انتشار گاز کربنیک انجام شده است، هم‌چنان روند افزایشی داشته است. ایران به دلیل داشتن منابع انرژی فسیلی، در مصرف انرژی فسیلی دارای مزیت نسبی است و استفاده از انرژی فسیلی می‌تواند به انتشار آلودگی منجر شود. با توجه به اهمیت موضوع، پژوهشی که به بررسی نمودار غیرچرخه‌ای جهت‌دار در کشور ایران برای رشد اقتصادی، مصرف انرژی و گاز کربنیک بپردازد، انجام نشده است، این پژوهش به بررسی نمودار غیرچرخه‌ای جهت‌دار در متغیرهای رشد اقتصادی، مصرف انرژی، تشکیل سرمایه، تجارت آزاد و انتشار گاز کربنیک می‌پردازد. این پژوهش سعی دارد تا به سوالات زیر پاسخ دهد.

آیا علیت از رشد اقتصادی به مصرف انرژی است؟ آیا نمودار غیرچرخه‌ای جهت‌دار در کشور ایران تأیید می‌شود؟ آیا رشد اقتصادی منجر به انتشار آلودگی در کشور ایران می‌شود؟ آیا علیت از مصرف انرژی به انتشار گاز کربنیک وجود دارد؟ از پژوهش‌هایی که به بررسی تخریب محیط زیست پرداخته‌اند، می‌توان به موارد زیر اشاره کرد.

Chontanawat (۲۰۲۰) به بررسی مصرف انرژی، انتشار گاز کربنیک و رشد اقتصادی در کشورهای ASEAN برای دوره ۲۰۱۵-۱۹۷۱ میلادی با روش علیت پرداختند. یک رابطه بلندمدت و علیت بین متغیرها وجود دارد که نشان می‌دهد مصرف انرژی با انتشار CO_2 مرتبط است. سیاست‌های کاهش یا صرفه جویی در مصرف انرژی می‌تواند اجرا شود زیرا به کاهش سطح انتشار CO_2 کمک می‌کنند، بدون این‌که تأثیر زیادی بر رشد اقتصادی داشته باشد.

Ruijven (۲۰۱۶) به ارائه یک مدل شبیه‌سازی جهانی برای صنایع فولاد و سیمان ارائه پرداختند. این مدل شامل زنجیره مدل‌سازی از فعالیت اقتصادی، تجارت، فناوری، ظرفیت تولید، مصرف انرژی و انتشار CO_2 است. بدون سیاست‌های اقلیمی، پیش‌بینی بر اساس سناریوی SSP2، افزایش مصرف فولاد و سیمان طی دهه آینده را نشان می‌دهد و پس از آن پیش‌بینی می‌شود سطح تقاضا به ثبات برسد. انتشار CO_2 در دهه‌های بعدی به اوج خود می‌رسد و در نهایت در سال ۲۰۵۰ به زیر سطح انتشار CO_2 در سال ۲۰۱۰ کاهش یابد.

Roser و Pretis (۲۰۱۷) به بررسی سناریوهای تغییر دمای پیش‌بینی شده در پیش‌بینی‌های آب‌وهوایی پرداختند و به این نتیجه رسیدند که تغییر دمای پیش‌بینی شده در پیش‌بینی آب و هوایی، از عدم اطمینان در مدل‌های آب و هوایی ناشی می‌شود. طیف گسترده‌ای از سناریوهای مختلف اقتصادی- اجتماعی جهانی و تولید انرژی است که منجر به عدم اطمینان در مورد تغییرات آب‌وهوایی در

آینده می‌شود. سناریوهای اقتصادی اجتماعی در سال‌های ۱۹۹۲ و ۲۰۰۰ برای بررسی ارتباط رشد اقتصادی و انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از سوخت فسیلی، مقایسه شدند. در اوایل قرن بیست و یکم، شدت انتشار CO_2 جهانی ناشی از سوخت فسیلی علی‌رغم پیش‌بینی کاهش انتشار گاز کربنیک افزایش یافته است. رشد شدت انتشار گاز کربنیک در دهه ۲۰۰۰ میلادی مربوط به تغییرات محلی پیش‌بینی نشده در مقیاس جهانی است.

Mercan و Karakaya (۲۰۱۵) رابطه بین رشد اقتصادی، مصرف انرژی و انتشار CO_2 برای یازده کشور منتخب OECD برای دوره ۱۹۷۰-۲۰۱۱ بررسی کردند. آزمون وابستگی با استفاده از آزمون CDLM (ضریب وابستگی لاگرانژ) که توسط Pesaran (۲۰۰۴) تهیه شده است، مورد بررسی قرار گرفت و هم‌چنین رابطه هم‌انباشتگی بین سری‌ها با استفاده از آزمون هم‌انباشتگی پانل با گسست‌های ساختاری متعدد که توسط Basher و Westerlund (۲۰۰۹) ایجاد شده بود، بررسی شد و مطابق نتایج، هم انباشتگی بین سری‌ها به‌دست آمد.

Pao و Tsai (۲۰۱۱) به مدل‌سازی و پیش‌بینی انتشار CO_2، مصرف انرژی و رشد اقتصادی در برزیل برای دوره ۱۹۸۰-۲۰۰۷ میلادی با روش پیش‌بینی خاکستری برای سال‌های ۲۰۱۳-۲۰۰۸ میلادی پرداختند و به این نتیجه رسیدند که انرژی نقش مهم‌تری در انتشار گاز کربنیک دارد. یک علیت دو طرفه بین درآمد، مصرف انرژی و انتشار وجود دارد. به منظور کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و جلوگیری از تأثیر منفی بر رشد اقتصادی، برزیل باید استراتژی دوگانه افزایش سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های انرژی و افزایش سیاست‌های صرفه جویی انرژی را برای افزایش بهره‌وری انرژی و کاهش هدر رفت انرژی اتخاذ کند.

از پژوهش‌هایی که از روش نمودار غیرچرخه‌ای جهت‌دار بهره برده‌اند، می‌توان پژوهش Guo *et al* (۲۰۲۱) که به بررسی سرایت در بیت‌کوین در بازارهای مالی، قبل و بعد از COVID-19 مقایسه می‌شود، نام برد. از نمودار غیرچرخه‌ای جهت‌دار، شاخص سرریز و توپولوژی شبکه برای ارائه شواهد قوی در مورد پیامدهای سرایت جهت بیت کوین و سایر دارایی‌ها استفاده می‌شود. نتایج نشان می‌دهد اثر سرایت بیت کوین و بازارهای توسعه یافته در دوره بحران COVID-19 شدیدتر می‌شود و بازار اروپا نقش غالبی دارد. بدون در نظر گرفتن شوک‌های بیت کوین، بازارهای ایالات متحده و اروپا منابع اصلی سرایت در بیت‌کوین هستند. طلا، دلار آمریکا و بازار اوراق قرضه، گیرنده‌های سرایت بیت‌کوین در اثر شوک ناشی از COVID-19 هستند. تنوع‌بخشی بیت‌کوین در پرتفولیو در زمان اقتصاد پایدار، ثابت شد و تنوع‌بخشی بیت‌کوین در طول دوره آشفتگی بازار، ضعیف شده است.

Zhao و Yang (۲۰۱۴) به بررسی مصرف انرژی، انتشار کربنیک و رشد اقتصادی با رویکرد نمودار غیرچرخه‌ای جهت‌دار در کشور هند طی دوره ۲۰۰۸-۱۹۷۰ میلادی با استفاده از روش علیت گرنجر و نمودارهای غیرچرخه‌ای جهت‌دار (DAG) می‌پردازد. با الگوهای علی هم‌زمان بین فعالیت‌های اقتصادی و آلاینده‌های محیطی می‌توان الگوی پویایی را بهبود بخشد. نتایج نشان می‌دهد، مصرف انرژی به صورت علیت گرنجر یک طرفه باعث انتشار گاز کربنیک و رشد اقتصادی می‌شود در حالی‌که بین انتشار کربنیک و رشد اقتصادی یک علیت دو طرفه وجود دارد. تجارت آزاد از عوامل مهم تعیین‌کننده مصرف انرژی و انتشار گاز کربنیک است.

بررسی مطالعات نشان می‌دهد، پژوهشی که به بررسی نمودار غیر چرخه‌ای جهت‌دار بین مصرف انرژی، انتشار گاز کربنیک و رشد اقتصادی در کشور ایران بپردازد، انجام نشده است، این پژوهش برای نخستین بار به بررسی نمودار غیرچرخه‌ای جهت‌دار بین مصرف انرژی، انتشار گاز کربنیک و رشد اقتصادی برای کشور ایران می‌پردازد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

این پژوهش به بررسی متغیرهای مصرف انرژی، انتشار گاز کربنیک و رشد اقتصادی با استفاده از رویکرد نمودار غیرچرخه‌ای جهت‌دار برای دوره زمانی ۲۰۱۸-۱۹۹۰ میلادی برای کشور ایران می‌پردازد. داده های این پژوهش شامل تولید ناخالص داخلی واقعی (GDP) و تشکیل سرمایه ثابت ناخالص (K) هر دو برحسب دلار آمریکا بر اساس سال ۲۰۰۰ میلادی، مصرف انرژی (E) و انتشار CO_2 برحسب کیلوتن و باز بودن تجارت (T) (درصد صادرات و واردات تولید ناخالص داخلی) است و متغیرها به صورت

لگاریتمی هستند. مطابق پژوهش Soytas و Sari (۲۰۰۹)، Soytas و همکاران (۲۰۰۹) و Zhang و Cheng (۲۰۰۹) تشکیل سرمایه ثابت ناخالص به دلیل در دسترس نبودن موجودی سرمایه به عنوان یک نماینده قابل اعتماد است. داده‌های این پژوهش از بانک جهانی به‌دست آمده‌اند. در این پژوهش ابتدا با استفاده از علیت گرنجر به بررسی رابطه بین متغیرها پرداخته می‌شود و سپس با استفاده از رویکرد DAG انتشار آلودگی بررسی می‌شود.

علیت گرنجر-هشیائو: آزمون علیت گرنجر-هشیائو (Hsiao Granger Causality) در دو مرحله انجام می‌شود. در مرحله اول مجموعه‌ای از رگرسیون‌های خودرگرسیو روی متغیر وابسته تخمین زده می‌شود. در معادله رگرسیون اول، متغیر وابسته یک وقفه خواهد داشت و در رگرسیون‌های بعدی به ترتیب یک وقفه اضافه خواهد شد. m رگرسیونی که تخمین زده شده می‌شود به صورت معادله (۱) است.

$$y_t = \propto + \sum_{i=1}^{m} \beta_i Y_{t-1} + \epsilon_{1t} \qquad (۱)$$

در مرحله بعد، تعداد وقفه مناسب بر اساس آماره‌های آکائیک و شوارتز تعیین شده است و برای هر معادله رگرسیون معیار خطای نهایی پیش‌بینی (FPE) به صورت معادله (۲) محاسبه می‌شود.

$$FPE(m) = \frac{T+m+1}{T-m-1} * \frac{ESS(m)}{T} \qquad (۲)$$

در معادله (۲) T حجم نمونه و ESS مجموعه مربعات پسماند است. طول وقفه بهینه (m^*) طول وقفه‌ای خواهد بود که حداقل معیار نهایی پیش‌بینی را ایجاد کند. در مرحله دوم، هنگامی‌که (m^*) تخمین زده شد. معادلات رگرسیونی به صورت معادله (۳) با وقفه‌هایی که بر متغیر دیگر اعمال می‌شود، تخمین زده می‌شود.

$$y_t = \propto + \sum_{i=1}^{m} \beta_i Y_{t-i} + \gamma_j X_{t-j} + \epsilon_{2t} \qquad (۳)$$

معیار خطای پیش‌بینی برای هر معادله رگرسیون به صورت معادله (۴) محاسبه می‌شود.

$$FPE(m^*, n) = \frac{T+m^*+n+1}{T-m^*n-1} * \frac{ESS(m^*, n)}{T} \qquad (۴)$$

طول وقفه بهینه X طول وقفه‌ای است که حداقل معیار نهایی پیش‌بینی را ایجاد کند. حال به منظور انجام علیت گرنجر FPE (m^*) را با FPE (m^*, n^*) مقایسه می‌کنیم. اگر FPE (m^*, n^*) < FPE (m^*) باشد، در نتیجه X علیت گرنجری Y نیست، ولی اگر FPE (m^*, n^*) > FPE (m^*) باشد، آن‌گاه در این روش لازم است که همه متغیرها پایا باشند و سپس تفاضل پایا برای انجام آزمون استفاده می‌شود (Dehghani, 2015).

آزمون همبستگی پیرسون: ضریب همبستگی پیرسون (r) نسبت به داده‌های پرت حساس است. در این آزمون فرض می‌شود که داده‌ها بین ۱ و ۱-، متغیر هستند. معنی‌داری همبستگی، از آزمون فرضیه به‌دست می‌آید. روش اندازه‌گیری همبستگی پیرسون، ضریب r است که از رابطه (۵) به دست می‌آید.

$$r = \frac{1}{n-1} \sum_{i-1}^{n} \left(\frac{X_i - \bar{x}}{s_x}\right)\left(\frac{y_i - \bar{y}}{s_y}\right) \qquad (۵)$$

در تابع (۵) n تابع داده‌ها، S تعداد داده‌ها، S انحراف معیار داده‌ها برای آزمون معنی‌داری r است. از رابطه t_r (۶) به‌دست می‌آید.

$$t_r = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} \qquad (۶)$$

در معادله (۶) اگر t_r از از جدول t با درجه آزادی بزرگ‌تر از n-2، بزرگ‌تر باشد، فرضیه صفر رد می‌شود.

نمودار غیرچرخه‌ای جهت‌دار (DAG): رویکرد DAG توسط Spirtes و همکاران (۲۰۰۰) معرفی شده است که ترکیبی از علم کامپیوتر و نظریه هوش مصنوعی است و یک روش داده محور است که برای تعیین رابطه علی هم‌زمان مجموعه‌ای از متغیرها با استفاده از ضریب همبستگی بدون قید و شرط و ضریب همبستگی جزئی استفاده می‌شود. ماتریس واریانس کوواریانس باقیمانده یا ماتریس ضریب همبستگی باقیمانده متغیرهای مختلف را می‌توان از نتیجه خودرگرسیون بردار تعمیم‌یافته (VAR) به دست آورد. چهار رابطه متفاوت بین متغیرها وجود دارد: ۱) بدون یال (XY)، ۲) یال بدون جهت (X–Y) که به این معنی است که جهت رابطه علی ناشناخته است. ۳) یال جهت‌دار (X→Y) که به این معنی است که X باعث Y به طور هم‌زمان می‌شود و ۴) یال دو طرفه (X↔Y) یک رابطه

علیت دو طرفه را نشان می‌دهد. در تعیین نتیجه نهایی دو مرحله وجود دارد. اگر همبستگی بدون قید و شرط بین دو متغیر با صفر در سطح معناداری از پیش تعیین شده تفاوت معناداری نداشته باشد، یال بین دو متغیر حذف خواهد شد. متغیرهای باقیمانده بررسی می‌شود که آیا همبستگی جزئی مرتبه اول آن‌ها با صفر متفاوت است یا خیر. اگر تفاوت قابل توجهی با صفر داشته باشد، اتصال حذف می‌شود. برای N متغیر، این فرآیند تا زمانی که همبستگی شرطی N-2 را بررسی می‌کند، تکرار می‌شود. در مرحله دوم، جهت یال‌ها تعیین می‌شود. متغیر شرطی در یال‌های حذف شده به عنوان مجموعه جداگانه‌ای از متغیرهای زوجی که یال آن‌ها حذف شده است تعریف می‌شود. یال‌های باقی‌مانده را می‌توان به‌وسیله یک مجموعه جداگانه هدایت کرد (Bessler & Yang, 2003).

به عنوان مثال سه متغیر X، Y، Z زمانی که X مجاور Y است، Y در مجاور Z است و X مجاور Z نیست یعنی اگر X-Y-Z مشخص شود که Y به مجموعه مجزای X و Z تعلق ندارد، رابطه علی هم‌زمان بین سه متغیر X→Y←Z وجود دارد (Yang & Zhao, 2014).

نتایج

در این بخش ابتدا به بررسی رابطه علیت گرنجری و سپس به آزمون همبستگی پیرسون و نمودار غیرچرخه‌ای جهت‌دار پرداخته می‌شود.

نتایج آزمون علیت گرنجر: در این بخش به بررسی آزمون علیت گرنجر در متغیرهای تحقیق در نرم افزار ایویوز پرداخته می‌شود.

جدول ۱- نتایج برآورد مدل با روش علیت گرنجر

Test statistics	E→C	Y→C	K→C	O→C
F-statistic	0.02 (0.87)	1/82 (0.19)*	1.24 (0.32)	0.73 (0.59)
Test statistics	**C→E**	**Y→E**	**K→E**	**O→E**
F-statistic	3.91 (0.06)*	4.38 (0.05)*	2.37 (0.16)*	0.19 (0.93)
Test statistics	**C→Y**	**E→Y**	**K→Y**	**T→ Y**
F-statistic	1.32 (0.26)	1.61 (0.22)	5.92 (0.02)*	1 (0.47)
Test statistics	**C→T**	**E→T**	**K→T**	**Y→ T**
F-statistic	5.33 (0.03)*	4.21 (0.05)*	2.46 (0.13)*	4.33 (0.05)*

مأخذ: نتایج تحقیق

Spirtes و همکاران (۲۰۰۰) معتقدند که سطح معنی‌داری، باید زمانی افزایش یابد که حجم نمونه کوچک باشد یا به اندازه کافی بزرگ نباشد. سطح معنی‌داری ۰/۲ را برای نمونه‌های زیر ۱۰۰ و سطح معنی‌داری ۰/۱ را برای ۲۰۰-۳۰۰ نمونه پیشنهاد می‌کنند. مطابق نتایج جدول ۱ بر اساس علیت گرنجر بر اساس پژوهش Yang و Zhao (۲۰۰۴) انجام شد و مطابق نتایج به دست آمده در این پژوهش، علیت از GDP به انتشار گاز کربنیک و علیت از انتشار گاز کربنیک به مصرف انرژی و علیت از GDP به مصرف انرژی و علیت از سرمایه به مصرف انرژی، علیت از سرمایه به GDP، علیت از انتشار گاز کربنیک به تجارت آزاد، علیت از مصرف انرژی به تجارت آزاد، علیت از سرمایه به تجارت آزاد و علیت از GDP به تجارت وجود دارد. رشد اقتصادی منجر به مصرف انرژی و انتشار گاز کربنیک در ایران شده است.

نتایج آزمون همبستگی پیرسون: در این بخش به بررسی آزمون همبستگی پیرسون در نرم افزار spss در متغیرهای تحقیق در جدول ۲ پرداخته می‌شود.

جدول ۲- نتایج آزمون همبستگی پیرسون

	CO	E	T	K	GDP
CO	1	0.90**	0.55**	0.93**	0.98**
		0.00	0.00	0.00	0.00
	0.90**	1	0.41*	0.74**	0.83**
E	0.00		0.03	0.00	0.00
	0.55**	0.41*	1	0.60**	0.58**
T	0.00	0.03		0.00	0.00
	0.93**	0.74**	0.60**	1	0.96**
K	0.00	0.00	0.00		0.00
	0.98**	0.83**	0.58**	0.96**	1
GDP	0.00	0.00	0.00	0.00	

** همبستگی در سطح ۰/۰۱ درصد معنی‌دار است.

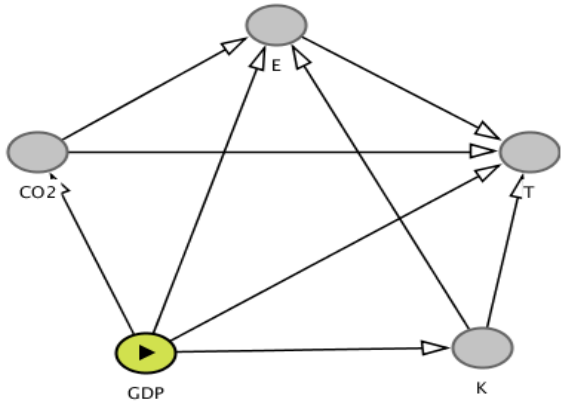
* همبستگی در سطح ۰/۰۵ درصد معنی‌دار است.

مأخذ: نتایج تحقیق

مطابق جدول ۲ همبستگی بین متغیرهای تحقیق وجود دارد. متغیرهای تجارت، مصرف انرژی، تشکیل سرمایه، انتشار گاز کربنیک و تولید ناخالص‌داخلی همبستگی دارند. مطابق نتایج، همبستگی معنادار در متغیرهای تحقیق وجود دارد. بیش‌ترین همبستگی متغیرها در GDP و CO است و کم‌ترین همبستگی در متغیرهای GDP و T است.

نتایج روش نمودار غیر چرخه‌ای جهت‌دار

در این بخش با استفاده از نرم افزار dagity جهت علیت در متغیرهای این پژوهش نشان داده می‌شود.



شکل ۱- نمودار غیرچرخه‌ای جهت‌دار

مأخذ: نتایج تحقیق

با استفاده از نمودار جهت‌دار در شکل ۱ جهت علیت نشان داده شده است. در شکل ۱ نشان داده شده است، علیت از GDP شروع می‌شود و به سایر متغیرها اثر می‌کند. مطابق این شکل، علیت از GDP آغاز می‌شود.

بحث

فعالیت‌های صنعتی منجر به افزایش انتشار کربن شده است. تغییرات آب و هوایی به دلیل بارندگی کم، تغییرات فصول و افزایش دمای کره زمین منجر به کاهش تولیدات کشاورزی می‌شود. بسیاری از نقاط جهان، خشکسالی را

تجربه می‌کنند. بسیاری از مناطق، به دلیل تغییرات آب و هوایی دیگر برای کشاورزی تجاری مناسب نیستند. تغییرات دما و بارش منجر به تخریب خاک و آب می شود. انرژی، حیاتی‌ترین ابزار توسعه اقتصادی اجتماعی است و یکی از مهم‌ترین کالاهای استراتژیک شناخته می‌شود. بسیاری از نقاط جهان به دلیل تغییر اقلیم، خشکسالی را تجربه می‌کنند و دیگر برای کشاورزی مناسب نیستند. تغییرات مداوم دما و بارش، منجر به افزایش تخریب خاک و آب می‌شود. رفتار تطبیقی پتانسیل کاهش این اثرات را دارد، زیرا کاربری و مدیریت زمین به عنوان تأثیر بیش‌تری بر شرایط خاک نسبت به تأثیرغیرمستقیم تغییرات آب و هوایی گزارش شده است. اگر همه انتشار ناشی از فعالیت‌های انسانی به طور ناگهانی متوقف شود. شرایط آب و هوایی به تغییر ادامه خواهد داد. سطح فعلی آلودگی انسانی و انتشار بی‌رویه گازهای گلخانه‌ای به جو می‌تواند گرمایش جهانی، اسیدی شدن اقیانوس‌ها، بیابان‌زایی و تغییر شرایط آب و هوایی را تشدید کند. بالا آمدن سطح آب دریاها و طوفان‌های شدید که مناطق ساحلی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. مشکلات بهداشتی، مهاجرت و افزایش آسیب‌های اقتصادی تنها برخی از پیامدهای تغییرات آب و هوایی هستند. نیروگاه‌های سوخت فسیلی، حدود ۳۳ تا ۴۰ درصد از کل انتشار CO_2 در سطح جهان را شامل می‌شوند که نیروگاه‌های زغال‌سنگ عامل اصلی آن هستند (Yoro & Daramola, 2020).

در این پژوهش به بررسی آزمون‌های علیت گرنجر و همبستگی پیرسون بین متغیرهای مصرف انرژی، تولید ناخالص داخلی، تجارت آزاد، تشکیل سرمایه و انتشار گاز کربنیک در کشور ایران پرداخته شد و سپس با استفاده از نمودار غیرچرخه‌ای جهت‌دار، جهت علیت نشان داده می‌شود. همبستگی در متغیرهای انتشار گاز کربنیک، تجارت آزاد، مصرف انرژی، تشکیل سرمایه و تولید ناخالص داخلی وجود دارد. بیش‌ترین همبستگی متعلق به تولید ناخالص داخلی و انتشار گاز کربنیک است. علیت از GDP به انتشار گاز کربنیک وجود دارد که با یافته‌های پژوهش Sadeghi و Mousavian (۲۰۱۴)؛ Nahidi Amirkhiz و همکاران (۲۰۲۰)؛ Lotfalipour و همکاران (۲۰۱۱) و Yang و Zhao (۲۰۰۴) سازگاری دارد، علیت از انتشار گازکربنیک به مصرف انرژی با نتایج پژوهش Soytas و Sari (۲۰۰۹)، Soytas و همکاران (۲۰۰۹) مطابقت دارد و به این معنی است که ایران برای کاهش انتشار گاز کربنیک، نیازی به کاهش رشد اقتصادی خود ندارد، علیت از GDP به مصرف انرژی با نتایج مطالعات Sadeghi و همکاران (۲۰۱۲) و Zhang و Cheng (۲۰۰۹) هم‌خوانی دارد و بیان‌گر این موضوع است که مصرف انرژی و انتشار گاز کربنیک در ایران به رشد اقتصادی منجر نخواهند شد و ایران می‌تواند سیاست محافظه کارانه انرژی و سیاست کاهش انتشار کربن را در درازمدت بدون ایجاد مانع در رشد اقتصادی دنبال کند. گروهی از اقتصاددانان معتقدند که مصرف انرژی باعث تحریک رشد اقتصادی می‌شود و یک رابطه یک طرفه وجود دارد. گروه دیگر، استدلال می‌کنند که مصرف انرژی در نتیجه رشد اقتصادی افزایش می‌یابد. عقیده گروهی دیگر بر این است که رابطه علیت دو طرفه است. گروهی از اقتصاددانان معتقدند که رابطه علیت بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی وجود ندارد. تغییرات محیطی و توسعه پایدار از چالش‌های حیاتی برای کشورها هستند (Chowdhury, 2012). مطابق نتایج این پژوهش، علیت از سرمایه به مصرف انرژی، علیت از GDP به سرمایه، علیت از انتشار گاز کربنیک به تجارت آزاد، علیت از مصرف انرژی به تجارت آزاد، علیت از سرمایه به تجارت آزاد و علیت از GDP به تجارت آزاد وجود دارند که با نتایج Yang و Zhao (۲۰۰۴) سازگاری ندارند. مطابق نمودار غیرچرخه‌ای جهت‌دار (DAG) علیت در متغیرهای GDP، K، CO_2، Tو E، وجود دارد و علیت از GDP آغاز شده است و سبب تغییر در دیگر متغیرها می‌شود.

کشور ایران به دلیل منابع عظیم نفت و گاز، در مصرف انرژی دارای مزیت نسبی است و این امر موجب می‌شود که تولید ناخالص داخلی به انتشار آلودگی بیانجامد، رشد اقتصادی در این کشور به انتشار آلودگی و مصرف انرژی منجر شده است. بر اساس نظریه پورتر بنگاه‌ها در نزاع برای موفقیت و افزایش کارایی، در مقابل هم‌دیگر قرار دارند و گاهی مجبور می‌شوند تا از تجهیزات و تکنولوژی‌های بالاتر استفاده نمایند. این رقابت خلاق، منجر به نوآوری به عنوان عامل برتری در سایر بنگاه‌ها می‌شود و موجب پیشگامی یک صنعت از نظر سود و بازدهی خواهد شد. به این ترتیب با افزایش کارایی از طریق رقابت قوی، مسائل و

مشکلاتی مانند آلودگی می‌تواند حذف و یا کاهش یابد (Falahi & Hekmati Farid, 2013). مطابق نتایج این پژوهش، تولید ناخالص داخلی منجر به مصرف انرژی و انتشار گاز کربنیک در ایران شده است. مصرف انرژی، انتشار گاز کربنیک، رشد اقتصادی و تشکیل سرمایه، سبب تجارت آزاد شده است. رشد اقتصادی به انتشار آلودگی، منجر شده است و می‌توان با استفاده از سیاست‌های توسعه پایدار، رشد اقتصادی بدون انتشار آلودگی را دنبال کرد. از پیشنهاداتی که می‌توان ارائه داد، استفاده از تکنولوژی‌های جدید در تولید، سرمایه‌گذاری در انرژی‌های پاک، استفاده از دستگاه‌های کاهش دهنده آلودگی در پالایشگاه‌ها و اتخاذ سیاست مالیات بر آلودگی است.

منابع

1. **Ara Begum, R., Sohag, K., Syed Abdullah, S.M. and Jaafar, M., 2015.** CO_2 emissions, energy consumption, economic and population growth in Malaysia. Renewable and Sustainable Energy Reviews 41 (2015) 594–601.
2. **Anvari, E., Bagheri, S. And Salahmanesh, A., 2017.** Effect of Crude Oil Consume on CO_2 Emissions in The OPEC Member Countries with Emphasis on Environmental Protection: A Generalized Method of Moment Approach.
3. **Anvari, E. and Bagheri, S., 2017.** Environmental Kuznets curve test in the OPEC. *Journal of Environmental Studies*, *43*(2), pp.317-327.
4. **Anvari, E., Bagheri, S. and Salahmanesh, A., 2019.** Review and Forecast of Carbon Dioxide Gas in the Emission Sectors: The Case of Iran. *Environmental Researches*, *10*(19), pp.147-155.
5. **Basher, S.A. and Westerlund, J., 2009.** Panel cointegration and the monetary exchange rate model, *Economic Modelling*, 26, 506-513.
6. **Bagheri, S., 2021.** Effect Financial Development on the Environmental Pollution and Energy Consumption in the OPEC Countries. *Environment and Interdisciplinary Development*, *6*(72), pp.63-78.
7. **Bagheri, S., 2022.** Analysing the CO2 Emission Function in Iran. *Environment and Interdisciplinary Development*, *7*(76), pp.61-73.
8. **Bagheri, S., 2023.** Carbon Dioxide Emission Spillover in the OPEC Member Countries. *Environment and Interdisciplinary Development*, *8*(79), pp.14-25.
9. **Bessler, D.A. and Yang, J., 2000.** The structure of interdependence in international stock markets. J. Int. Money Financ. 22, 261–287.
10. **Chontanawat, J., 2020.** Relationship between energy consumption, CO_2 emission and economic growth in ASEAN: Cointegration and causality model. *Energy Reports*, *6*, pp.660-665.
11. **Dehghani, A., 2015.** Causality Relationship between Research and Development Intensity and Market Structure in Iraninan Textiles industries (A Hsiao-Granger Causality in the Panel Data).
12. **Mercan, Karakaya., 2015.** Energy Consumption, Economic Growth and Carbon Emission: Dynamic Panel Cointegration Analysis for Selected OECD Countries. Procedia Economics and Finance 23: 587 – 592.
13. **Soytas, U. and Sari, R., 2009.** Energy consumption, economic growth, and carbon emissions: challenges faced by an EU candidate member. Ecol. Econ. 68, 1667–1675.
14. **Soytas, U., Sari, R. and Ewing, B.T., 2007.** Energy consumption, income, and carbon emissions in the United States. Ecol. Econ. 62, 482–489.
15. **Sadeghi, S.K., MotafakkerAzad, M.A., Pou ebadollahan Covich, M. and Shahbazzadeh Khiyavi, A., 2012.** A Survey of Causality Relationship between CO_2 Emissions, FDI, Per Capita Energy Consumption and GDP in Iran: Application of Toda-Yamamoto Test. *Iranian Energy Economics*, *1*(4), 101-116.
16. **Sadeghi, S.K. and Mousavian, S.M., 2014.** Carbon Emissions, Energy Consumption and GDP per Capita Nexus in Iran: Causality Analysis Using Maximum Entropy Bootstrap.
17. **Falahi, F. and Hekmati Farid, S., 2013.** Determinants of CO_2 emissions in the Iranian provinces (panel data approach). *Iranian Energy Economics*, *2*(6), 129-150.
18. **Fatai, K., Oxley, L. and Scrimgeour, F.G., 2004.** Modelling the causal relationship between energy consumption and GDP in New Zealand, Australia, India, Indonesia, The Philippines and Thailand. *Mathematics and Computers in Simulation*, *64*(3-4), pp.431-445.

19. **Guo, X., Lu, F. and Wei, Y., 2021.** Capture the contagion network of bitcoin – Evidence from pre and mid COVID-19. Research in International Business and Finance 58: 101484.
20. **Lotfalipour, M.R., Falahi, M.A. and Ashena, M., 2011.** The Study of Carbon Dioxide Emissions in Relation to Economic Growth, Energy Consumption and Trade in Ira. *Journal of Economic Research (Tahghighat-E-Eghtesadi)*, *46*(1), 151-173.
21. **Mercan, M. and Karakaya, E., 2015.** Energy Consumption, Economic Growth and Carbon Emission: Dynamic Panel Cointegration Analysis for Selected OECD Countries. Procedia Economics and Finance 23:587 – 592.
22. **Nahidi Amirkhiz, M., Rahimzadeh, F. and Shokouhifard, S., 2020.** Study of the Relation among Economic Growth, Energy Using and Greenhouse Gas Emissions (Case study: Selected Countries of the OIC). *Journal of Environmental Science and Technology*, *22*(3), 13-26.
23. **Pao, H.G. and Tsai, C.M., 2010.** CO_2 emissions, energy consumption and economic growth in BRIC countries. Energy Policy 38 ,7850–7860.
24. **Pesaran, M.H., 2004.** General Diagnostic Tests for Cross Section Dependence in Panels, *Cambridge Working Papers in Economics*, 435.
25. **Pretis, F. and Roser, M., 2017.** Carbon dioxide Emission-Intensity in Climate Projections: Comparing The observational record to socio-economic scenarios, 1-11.
26. **Pao, H.T. and Tsai, C.M., 2011.** Modeling and forecasting the CO_2 Emissions, Energy Consumption, and Economic Growth in Brazil. Energy. 36: 2450-2458.
27. **Ruijven, B., Vuuen, D., Neelis, M., Saygin, D. and Patel, M., 2016.** Long-term model-based projections of energy use and CO_2 emissions from the global steel and cement industries. Resources, Conservation and Recycling, 112:15-36.
28. **Chowdhury, R.R., 2012.** Revisiting the environmental Kuznets curve: an introduction to the special issue. *Applied Geography*, *1*(32), pp.1-2.
29. **Spirtes, P., Glymour, C.N., Scheines, R. and Heckerman, D., 2000.** Causation, Prediction, and Search. MIT press.
30. **Yoro, O.Y. and Daramola, O.M., 2020.** CO_2 emission sources, greenhouse gases, and the global warming effect. Advances in Carbon Capture. 3-28.
31. **Yang, Z. and Zhao, Y., 2014.** Energy consumption, carbon emissions and economic growth in India: Evidence from directed acyclic graphs. Economic Modelling 38:533–540.
32. **Zhang, X. and Cheng, X., 2009.** Energy consumption, carbon emissions, and economic growth in China. Ecol. Econ. 68, 2706–271

2023, The Author(s). Research Center for Environment and Sustainable Development (RCESD). This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0).

Environment & Interdisciplinary Development
Journal homepage: https://www.envjournal.ir

Investigating a Non-Cyclical Diagram Between Energy Consumption, Carbon Dioxide Emissions and Economic Growth: a Case Study IRAN

Samaneh Bagheri [1*]

1*- Department of Economics, Faculty of Economics, Managment and Accounting, Yazd University, Yazd, Iran

Original Article

Received: 2022.04.19

Accepted: 2023.09.03

Keywords: Directional Non-Bicycle Diagram, Carbon Dioxide Emission, Energy Consumption, Economic Growth

Abstract

Introduction: Fossil fuel consumption has warmed the earth by releasing greenhouse gases. Abnormal climate changes, rising sea levels, melting glaciers and other climate phenomena have attracted global attention. Greenhouse gas emissions are considered as the main cause of climate change and global warming. The largest percentage of greenhouse gases is carbon dioxide gas. The spread of pollution is one of the most important problems of countries It is one of the problems of the present century. Iran is among the ten countries with the highest carbon dioxide emissions in the world, and measures have been taken to reduce carbon dioxide emissions in this country, which have not led to a reduction in carbon dioxide emissions in this country.

Materials and Methods: The purpose of this research is to investigate energy consumption, carbon dioxide emissions and economic growth using the directional non-cyclical graph approach for the period of 1990-2018 for the country of Iran. The data was obtained annually from the World Bank. Pearson's correlation test and Granger's causality test were investigated for variables of economic growth, capital, open trade, carbon dioxide emissions and energy consumption. For the first time, this research examines the causal relationship between energy consumption, carbon dioxide emissions and economic growth with the approach of a directed non-cyclic diagram.

Results: According to the results of this research, there is a significant correlation in the variables of carbon dioxide emission, open trade, energy consumption, capital formation and GDP. The highest correlation coefficient belongs to GDP and carbon dioxide emissions and the lowest correlation coefficient is related to gross domestic production and open trade. According to the results of the Granger causality test, causality from GDP to carbon dioxide emissions, causality from carbon dioxide emissions to energy consumption, causality from GDP to energy consumption, Causality from capital to energy consumption, causality from capital to GDP, The cause of carbon dioxide emissions to open trade. Causality from energy consumption to open trade, causality from capital to open trade and so on There is

* Corresponding Author's email: samabagheri90@yahoo.com

causality from GDP to open trade. Iran has a relative advantage in energy consumption due to its huge resources of oil and gas, which has caused the emission of pollutants by the gross domestic product.

Discussion: According to the results in Iran, there is causality from gross domestic product to energy consumption and carbon dioxide emissions, which shows that Iran does not need to reduce its economic growth in order to reduce carbon dioxide emissions. It indicates that energy consumption and carbon dioxide emissions in Iran will not lead to economic growth. Iran can follow a conservative energy policy and a policy to reduce carbon emissions in the long term without creating obstacles and reducing economic growth. Economic growth has led to the emission of pollution and it is possible to pursue economic growth without the emission of pollution by using sustainable development policies. The causality is from economic growth to energy consumption, trade and capital. According to the directed acyclic diagram (DAG), the Granger causality test was investigated in the variables of economic growth, open trade, capital, carbon dioxide emissions and energy consumption. According to the results of this research, Granger causality has started from economic growth to other variables.