

# تحلیل اثر رونق و رکود اقتصادی بر آلاینده‌های محیط‌زیست در ایران: با تمرکز بر بخش‌های اقتصادی

شهریار زرورکی | استادیار گروه اقتصاد دانشگاه مازندران، ایران  
(نویسنده مسئول).  
sh.zaroki@umz.ac.ir

مانی مومنی | استادیار گروه اقتصاد دانشگاه مازندران، ایران.  
m.motameni@umz.ac.ir

اکرم مقدسی سدهی | دانشجوی کارشناسی ارشد اقتصاد انرژی دانشگاه مازندران، ایران.  
amoghadas779@gmail.com

دریافت: ۱۳۹۷/۱۱/۱۷ | پذیرش: ۱۳۹۸/۰۶/۱۱

**چکیده:** در پژوهش حاضر تلاش می‌شود که اثر رونق و رکود اقتصادی بر آلاینده‌های محیط‌زیست در ایران با رهیافت نامتقارن بررسی شود. به همین منظور، از رهیافت خودتوضیحی با وقفه‌های توزیعی غیرخطی و داده‌های سالانه ۱۳۹۶-۱۳۵۰، برای تبیین و تشریح نامتقارنی استفاده می‌شود، و بر مبنای آن، یک الگوی پایه (کل اقتصاد) و سه الگوی بخشی (بخش‌های خانگی، تجاری، و عمومی؛ صنعت؛ و حمل‌ونقل) برآورد می‌شوند. نتایج نشان می‌دهد که رونق و رکود اقتصادی اثر مستقیمی بر انتشار گاز دی‌اکسیدکربن در کوتاه‌مدت و بلندمدت دارند. از یک سو، هنگامی که تولید ناخالص داخلی (رونق اقتصاد) از راه گسترش فعالیت‌های بخش‌های خانگی، تجاری، و عمومی؛ صنعت؛ و حمل‌ونقل، و استفاده بیش‌تر از منابع افزایش می‌یابد، انتشار آلاینده‌ها نیز بالا می‌رود. از سوی دیگر، با ورود به دوران رکود اقتصادی که با کاهش فعالیت‌های بخش‌هایی مانند صنعت (به عنوان یکی از مهم‌ترین بخش‌های اقتصادی در میزان مصرف انرژی در ایران) همراه است؛ انتشار آلاینده‌ها کاهش می‌یابد. همچنین، در این بازه، نامتقارنی اثرگذار تولید بر انتشار آلاینده زیست‌محیطی تایید شد؛ به نحوی که، در بلندمدت، کل اقتصاد و در بخش‌های سه‌گانه مورد بررسی، کاهش انتشار آلاینده نسبت به تولید، در دوران رونق اقتصادی بزرگ‌تر از واحد، و در دوران رکود اقتصادی کوچک‌تر از واحد است. همچنین، در راستای نتایج به‌دست‌آمده، پیشنهادهای اجرایی ارائه می‌شود.

**کلیدواژه‌ها:** رونق و رکود اقتصادی، محیط‌زیست، دی‌اکسیدکربن، بخش‌های اقتصادی،

ایران

طبقه‌بندی JEL: C22، Q50، E32.

www.SID.ir

با وجود این که ایران کشوری در حال توسعه و برخوردار از منابع غنی و گسترده انرژی است و یکی از مصدق‌الگوی رشد با فشار بر منابع طبیعی محسوب می‌شود، بررسی اثرهای زیست‌محیطی ناشی از رشد اقتصادی با توجه به اتخاذ رویکرد رشد اقتصادی بالا با حفاظت از محیط‌زیست، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

صنعتی شدن جوامع امروزی، به بهره‌برداری بیش‌تر و فشرده‌تر از سوخت‌های فسیلی مانند زغال سنگ، نفت، و گاز منجر می‌شود که در تولید کالاها و خدمات مختلف استفاده می‌شوند. گزارش مجمع بین‌المللی تغییرهای آب‌وهوایی (۲۰۱۳) نشان می‌دهد که رشد اقتصادی عامل مهمی در افزایش انتشار گاز دی‌اکسیدکربن است و سهم رشد اقتصادی از این رخداد در ده سال گذشته افزایش یافته است (Stocker *et al.*, 2013). افزایش غلظت گاز دی‌اکسیدکربن به عنوان یکی از عوامل مهم در تغییر وضعیت آب‌وهوایی جهان مطرح است. حال آن که یک تغییر کوچک در وضعیت آب‌وهوایی در بسیاری از موارد می‌تواند منشا تغییرهای بزرگ در شدت و میزان وقوع رخدادهای اقلیمی، بلایای طبیعی، و آسیب‌های اقتصادی باشد. چنانچه به عقیده بسیاری از کارشناسان محیط‌زیست، در دهه‌های نه‌چندان دور، بر اساس روند فعلی انتشار گازهای گلخانه‌ای در جهان، کره زمین با بحران‌های شدید زیست‌محیطی و آب‌وهوایی روبه‌رو خواهد شد (برقی اسگویی، ۱۳۸۷).

فرایند تولید، علاوه بر خروجی‌های مطلوب (مانند کالاهای مصرفی)، خروجی‌های نامطلوبی مانند آلاینده‌های زیست‌محیطی نیز به همراه دارد. به نحوی که اگر تغییرهایی در فنون و فرایند تولید صورت نگیرد، در آن صورت، زیان ناشی از خروجی‌های نامطلوب، بیش‌تر از منافع تولید مطلوب خواهد بود. این مسئله در بُعد کلان اهمیت بیش‌تری دارد. اگر تولید بدون توجه به آثار منفی زیست‌محیطی صورت گیرد، قطعاً آثار و پیامدهای جبران‌ناپذیری به وجود می‌آورد (صادقی و سعادت، ۱۳۸۳). بخش حمل‌ونقل، حلقه اتصال بخش‌های مختلف اقتصاد کشور است و بر فعالیت‌های دیگر بخش‌های اقتصادی نیز اثرگذار است و امکان بهره‌وری مناسب‌تری از منابع و استعدادهای اقتصادی فراهم می‌کند. وابستگی شدید این بخش به سوخت‌های فسیلی تجدیدنپذیر باعث ایجاد آلاینده‌های زیست‌محیطی می‌گردد. از سوی دیگر، پیشروی کشورهای در حال توسعه به سمت صنایع تولیدی به این معناست که پیامدهای زیست‌محیطی نیز افزایش خواهد یافت. در نتیجه، همواره ارتباط مستقیمی بین انرژی مصرفی در صنعت و آلاینده‌های زیست‌محیطی وجود دارد (بزازان و خسروانی، ۱۳۹۵). سطح پایین فناوری تولید و کارا نبودن بخش‌های صنعتی به انتشار بیش‌تر آلاینده‌ها از این بخش منجر می‌شود.

یکی از پیامدهای زندگی مدرن، انتشار آلاینده‌ها از بخش خانگی است. بخش خانگی یکی از اصلی‌ترین

بخش‌های متقاضی انرژی و یکی از بخش‌های موثر در میزان انتشار گاز دی‌اکسیدکربن به‌شمار می‌رود. این بخش با مصرف سوخت‌های فسیلی، و همچنین، با مصرف کالا و خدمات به بروز آلاینده‌گی در محیط زیست منجر می‌شود.

از نگاهی دیگر، افزایش تولید ناخالص داخلی، یا به عبارتی دیگر، رونق اقتصادی موجب استفاده بیش‌تر از منابع انرژی می‌شود و با ایجاد آلودگی‌های زیست‌محیطی، انتشار گاز دی‌اکسیدکربن را افزایش می‌دهد. از آن‌جا که افزایش انتشار گاز دی‌اکسیدکربن به‌طور عمده ناشی از رشد فعالیت‌های اقتصادی است، پس تلاش برای کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن، به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه، به کاهش تولید (رکود) و رشد اقتصادی پایین منجر می‌شود. بر این مبنا و با توجه به اهمیت تولید در انتشار آلاینده‌های زیست‌محیطی، پژوهش حاضر از اساس به دنبال تبیین و تحلیل اثر رونق اقتصادی (افزایش‌ها در تولید) و رکود اقتصادی (کاهش‌ها در تولید) بر انتشار گاز دی‌اکسیدکربن در ایران است. همچنین، بررسی و تبیین این مسئله در سه سطح بخش خانگی، تجاری و عمومی؛ صنعت؛ و حمل‌ونقل، هدف دیگر این پژوهش است. هدف دیگر نیز پاسخ به این پرسش است که آیا در اقتصاد ایران، به‌طور کلی و در بخش‌های یادشده، به‌طور جزئی (یا در قالب یک بخش) تفاوت معناداری در اندازه اثرگذاری رونق و رکود اقتصادی بر انتشار آلاینده‌گی زیست‌محیطی وجود دارد؟ به عبارتی دیگر، آیا اثر تولید بر انتشار آلاینده‌های زیست‌محیطی در ایران، اثری نامتقارن است؟ به همین منظور، از روش غیرخطی در پردازش داده‌ها استفاده می‌شود. بیش‌تر الگوهای موجود در اقتصادسنجی، الگوی خطی هستند که در آن، اندازه مطلق اثرگذاری متغیر توضیحی در روند افزایشی با روند کاهشی آن متفاوت نیست. به این معنا که در یک برآورد خطی از تحلیل اثر تولید بر انتشار آلاینده‌های زیست‌محیطی چنین تفسیری مرسوم است که اگر با افزایش تولید ناخالص داخلی، انتشار آلاینده به اندازه  $\theta$  واحد افزایش یابد، آن‌گاه به صورت هم‌زمان با کاهش تولید ناخالص داخلی، انتشار آلاینده به میزان  $\theta$  واحد کاهش خواهد یافت. ولی آنچه که در واقعیت رخ می‌دهد، ممکن است که این‌گونه نباشد و اثر افزایش تولید بر انتشار آلاینده، متفاوت با اثر کاهش آن باشد. این موضوع ما را بر آن داشت تا با توجه به پژوهش‌های پیشین، ضمن بررسی اثر نامتقارن تولید ناخالص داخلی بر انتشار آلاینده‌های زیست‌محیطی در ایران، به آزمون نامتقارنی اثر تولید ناخالص داخلی بر انتشار آلاینده‌های زیست‌محیطی در بخش‌های خانگی، صنعت، و حمل‌ونقل بپردازیم. برای دستیابی به چنین پردازشی لازم است که از الگوی نامتقارن استفاده شود.

ادامه پژوهش به این صورت سازماندهی شده است که در بخش دوم، ادبیات با تاکید بر جنبه نظری و تجربی ارائه می‌شود. بخش سوم، به تصریح الگوی پژوهش در قالب الگوی خودتوضیحی با وقفه‌های توزیعی غیرخطی و معرفی متغیرهای مورد استفاده در پژوهش اختصاص یافته است. نتایج به‌دست‌آمده از برآورد

نامتقارن الگوی پژوهش در دو قالب الگوی پایه و الگوهای بخشی، در بخش چهارم ارائه و تفسیر می‌شود. جمع‌بندی و ارائه پیشنهادها نیز در بخش پنجم صورت می‌گیرد.

### مبانی نظری و پیشینه پژوهش

رشد و توسعه اقتصادی منجر به افزایش روزافزون انتشار گازهای آلاینده مانند دی‌اکسیدکربن به عنوان شاخصی برای میزان کلی تخریب محیط‌زیست خواهد شد. وقوع این پدیده در کشورهای مختلف متفاوت است؛ به‌گونه‌ای که در برخی کشورها، در بازه زمانی طولانی مدت، حتی رشد اقتصادی می‌تواند باعث کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن شود (وائقی و اسماعیلی، ۱۳۸۸). طرفداران نظریه ضدرشد معتقد هستند که رشد اقتصادی، به‌طور حتم به تخریب محیط‌زیست منجر می‌شود. زیرا رشد اقتصادی به معنای تزریق هرچه بیشتر مواد خام و انرژی به نظام اقتصادی است که در پی آن، با تولید هرچه بیشتر ضایعات همراه است. آن‌ها باور دارند که برای بهبود وضعیت موجود باید روند رشد اقتصادی کند شود. این در حالی است که طرفداران رشد اقتصادی استدلال می‌کنند که رشد اقتصادی می‌تواند همزمان با کاهش آلاینده‌ها و بهبود محیط‌زیست باشد. وجود چنین اثری با استفاده از منحنی زیست‌محیطی کوزنتس<sup>۱</sup> مورد بحث قرار گرفته است (لطفعلی‌پور و بستام، ۱۳۹۶).

طرفداران فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس معتقدند که در سطوح بالای رشد اقتصادی، آگاهی در مورد محیط‌زیست بالا می‌رود؛ قوانین زیست‌محیطی مفیدتری وضع و اجرا می‌شود؛ و هزینه‌های صرف‌شده برای حفظ و ارتقای محیط‌زیست افزایش می‌یابد (بهبودی و برقی گل‌عزانی، ۱۳۸۷). در واقع، تخریب محیط‌زیست در شروع مرحله رشد اقتصادی، امری اجتناب‌ناپذیر است و کشوری که در مرحله اولیه رشد و توسعه قرار دارد، ناگزیر به تخریب محیط‌زیست (انتشار گازهای آلاینده) برای دستیابی به توسعه است. پس از رسیدن به سطح کافی از رشد و توسعه اقتصادی، رشد پایدار و مسائل زیست‌محیطی اهمیت پیدا می‌کنند و با تلاش برای جلوگیری از تخریب محیط‌زیست، افزایش تولید و رشد اقتصادی همراه با آلاینده‌گی کمتر محقق می‌شود. از این‌رو، بیان می‌شود که یک رابطه U شکل معکوس، بین رشد اقتصادی و تخریب محیط‌زیست وجود دارد، که به منحنی زیست‌محیطی کوزنتس معروف است (محمدباقری، ۱۳۸۹). اگر فرضیه کوزنتس تایید شود، در این صورت با توجه به ویژگی منحنی کوزنتس، رشد اقتصادی به‌جای این‌که تهدیدی برای محیط‌زیست باشد؛ می‌تواند به ابزاری برای بهبود کیفیت محیط‌زیست تبدیل شود (مبارک و محمدلو، ۱۳۸۸). بکرمن<sup>۲</sup> (۱۹۹۲) با ارائه استدلالی

1. Kuznets  
2. Beckerman

باعث شهرت و گسترش هرچه بیش‌تر فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس شد. از نظر وی، شواهد روشنی وجود دارد که رشد اقتصادی در مراحل اولیه خود به تخریب محیط‌زیست منجر می‌شود. ولی در نهایت، بهترین و شاید تنها راه برای حفظ و ارتقای سطح کیفی محیط‌زیست در کشورهای جهان، ثروتمند شدن (رشد اقتصادی) باشد (Beckerman, 1992). تجربه بسیاری از کشورهای پیشرفته موفق در زمینه کنترل میزان انتشار آلاینده‌ها ثابت می‌کند که چنانچه مسیر رشد اقتصادی به‌درستی پیموده شود و سیاست‌ها و رویه‌های مناسبی در این راستا اتخاذ گردند؛ رشد اقتصادی می‌تواند باعث بهبود وضعیت زیست‌محیطی شود (مهدوی عادل و قنبری، ۱۳۹۲). در این راستا، می‌توان استدلال نمود که فراز و فرود آلاینده‌گی محیط‌زیست متأثر از چرخه‌های تجاری، یا به تعبیر دقیق‌تر، متأثر از رونق و رکود اقتصادی است. یعنی انتظار می‌رود که در دوران رونق اقتصادی، ورود سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به عنوان یکی از عوامل اثرگذار در رشد اقتصادی، به گسترش سطح تولید، و به تبع آن، تخریب بیش‌تر محیط‌زیست و افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن منجر شود. از سوی دیگر، ورود سرمایه‌های خارجی که با رشد اقتصادی و درآمدهای بالاتر همراه هستند، موجب می‌شوند که در دوران رونق اقتصادی، کیفیت محیط‌زیست به عنوان کالایی طبیعی در ترجیح مصرف‌کننده لحاظ شود و تقاضا برای آن افزایش یابد. همچنین، با افزایش سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی که با افزایش کارایی تولید و تغییر ترکیب تولید از کالاهای آلاینده به سمت کالاهای پاک همراه است؛ می‌تواند ضمن کاهش آلودگی، کیفیت محیط‌زیست را بهبود دهد. با این حال، چنین مجرای اثرگذاری نمی‌تواند برای کشورهای در حال توسعه برقرار باشد. زیرا به‌طور معمول، کشورهای در حال توسعه در تولید کالاهای آلاینده مزیت نسبی دارند و با ورود اقتصاد به دوران رونق، انتظار می‌رود که کیفیت محیط‌زیست در این کشورها کاهش یابد. بر اساس این، هنگام رونق بیش‌تر در کشورهای توسعه‌یافته، بهبود محیط‌زیست مورد انتظار است. در مقابل، انتظار می‌رود که در پی رکود اقتصادی که با کاهش فعالیت‌های اقتصادی، به‌ویژه کاهش در تولیدهای صنعتی همراه است، وضعیت زیست‌محیطی بهبود و میزان انتشار دی‌اکسیدکربن کاهش یابد (Bowen & Stern, 2010). یورک (۲۰۱۲) بیان می‌کند که رابطه بین افزایش و کاهش در تولید ناخالص داخلی و انتشار دی‌اکسیدکربن نامتقارن است. وی نامتقارن بودن موجود در اندازه اثرگذاری رونق و رکود بر میزان انتشار دی‌اکسیدکربن را این‌گونه بیان می‌نماید که تولید کالاهای بادوام مانند خودروها، کارخانه‌ها، و نیروگاه‌ها، گسترش زیرساخت‌ها و شبکه حمل‌ونقل که با ورود اقتصاد به دوران رونق اقتصادی بروز می‌یابند، و به افزایش بیش‌تر میزان انتشار دی‌اکسیدکربن منجر می‌شود، با ورود به دوران رکود اقتصادی حذف نمی‌شوند و همچنان به انتشار دی‌اکسیدکربن حتی پس از کاهش رشد اقتصادی نیز کمک می‌کنند.

در نتیجه، کاهش محسوس در میزان انتشار این گاز در این دوران مشاهده نمی‌شود (York, 2012). کشورهای در حال توسعه، برای رسیدن به رشد اقتصادی با محدودیت‌هایی مواجه هستند. بیش‌تر فعالیت‌های اقتصادی در این کشورها وابسته به استفاده از منابع طبیعی است و کم‌تر فعالیتی را می‌توان یافت که در نهایت منجر به ایجاد ضایعات زیست‌محیطی نگردد. به‌طوری که در کشورهای در حال توسعه، تولید و انتشار دی‌اکسیدکربن بیش‌تر از حد ظرفیت جذب محیط‌زیست است (Stem, 2003). در پاسخ به این که چرا در کشورهای در حال توسعه شدت آلاینده‌گی بالاست و قوانین زیست‌محیطی ضعیف است، این دلایل مطرح هستند. نخست این که با افزایش درآمد، تقاضا برای کیفیت محیط‌زیست افزایش می‌یابد. در نتیجه، کشورهای توسعه‌یافته که درآمد بالاتری در مقایسه با کشورهای در حال توسعه دارند؛ تقاضا برای داشتن محیط‌زیست پاک در آن‌ها بیش‌تر صورت می‌گیرد. آن‌ها از وضع و اجرای قوانین زیست‌محیطی به‌خوبی حمایت می‌کنند که این امر در کشورهای در حال توسعه برعکس است. دوم این که رشد اقتصادی کشورهای در حال توسعه مرتبط با تغییرهایی در ساختار آن‌ها از کشاورزی به صنعتی است؛ به این صورت که فعالیت بخش صنعتی افزایش می‌یابد و به انتشار بیش‌تر آلاینده‌ها منجر می‌شود و به علت ضعف یا اجرایی نشدن قوانین زیست‌محیطی، به بدتر شدن وضعیت زیست‌محیطی بدل می‌شود (لشکری‌زاده، ۱۳۹۷).

از منظر دیگر، امروزه خانوارها، یا به‌طور دقیق‌تر، بخش خانگی به عنوان بزرگ‌ترین مصرف‌کنندگان انرژی شناخته می‌شوند. خانوارها از دو راه مستقیم و غیرمستقیم با استفاده از کالاها و خدمات باعث انتشار گاز دی‌اکسیدکربن می‌شوند. افزایش جمعیت و مدیریت نادرست نیز این امر را تشدید می‌کند. منظور از مصرف انرژی مستقیم توسط خانوارها همان میزان انرژی (برق، گاز طبیعی، و بنزین) است که خانوارها به مصرف نهایی می‌رسانند و در فرایند مصرف، دی‌اکسیدکربن ایجاد می‌کنند. مصرف انرژی غیرمستقیم عبارت است از انرژی مورد نیاز برای تولید کالاهایی که توسط بخش‌های اقتصادی تولید می‌شود و توسط خانوارها به مصرف می‌رسد. در واقع، خانوارها با مصرف کالاها و خدماتی که در فرایند تولید آن از فرآورده‌های نفتی استفاده شده است؛ به‌طور غیرمستقیم در ایجاد دی‌اکسیدکربن نقش دارند. بخش صنعت و فعالیت‌های صنعتی نیز یکی از عمده مصرف‌کنندگان سوخت‌های فسیلی است و در ایجاد گازهای آلاینده، به‌ویژه دی‌اکسیدکربن، نقش مهمی برعهده دارند. از آن‌جا که رشد اقتصادی در گرو فعالیت بیش‌تر صنایع در جوامع است؛ با گسترش هرچه بیش‌تر بخش‌های صنعتی، میزان انتشار آلاینده‌ها نیز رو به افزایش می‌گذارد (بزازان و خسروانی، ۱۳۹۵). بخش حمل‌ونقل نیز از دیگر صنایع مصرف‌کننده انرژی و سوخت‌های فسیلی است. فعالیت‌های اقتصادی و رشد جمعیت از جمله عوامل

موثر بر انتشار دی‌اکسیدکربن منتشرشده از این بخش است. بنابر پژوهش آژانس بین‌المللی انرژی، بخش حمل‌ونقل تا سال ۲۰۲۰ بزرگ‌ترین مصرف‌کننده انرژی خواهد بود (فطرس و براتی، ۱۳۹۲).

پژوهش‌های بسیاری در زمینه اثرگذاری رشد اقتصادی و مصرف انرژی بر انتشار آلودگی زیست‌محیطی (به‌ویژه انتشار دی‌اکسیدکربن) در کشورهای مختلف انجام شده است. چن و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۱۹) به تشریح رابطه بین انتشار دی‌اکسیدکربن سرانه، تولید ناخالص داخلی، تولید انرژی تجدیدپذیر و تجدیدنپذیر، و تجارت خارجی در چین پرداختند. نتایج آن‌ها نشان می‌دهد که در بلندمدت، افزایش انرژی‌های تجدیدنپذیر و تولید ناخالص داخلی به افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن منجر می‌شوند؛ در حالی که انرژی‌های تجدیدپذیر و تجارت خارجی تاثیر منفی بر انتشار دی‌اکسیدکربن دارند. همچنین، در کوتاه‌مدت آزمون علیت گرنجری<sup>۲</sup> نشان می‌دهد که یک علیت دوطرفه از تجارت خارجی، انتشار دی‌اکسیدکربن و انرژی تجدیدنپذیر به انرژی تجدیدپذیر وجود دارد. دونگ و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۱۸) ارتباط پویا را میان انتشار دی‌اکسیدکربن، تولید ناخالص داخلی، مصرف سوخت‌های فسیلی، مصرف انرژی هسته‌ای، و مصرف انرژی تجدیدپذیر در چارچوب منحنی زیست‌محیطی کوزنتس در چین مورد بررسی قرار دادند. نتایج‌شان نشان می‌دهد که در هر دو بازه زمانی کوتاه‌مدت و بلندمدت، انرژی هسته‌ای و انرژی تجدیدپذیر نقش مهمی در کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن دارند، در حالی که مصرف سوخت‌های فسیلی، محرک غالب افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن است. علاوه بر این، تاثیر مصرف انرژی هسته‌ای به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای، کم‌تر از مصرف انرژی تجدیدپذیر است. شلدون<sup>۴</sup> (۲۰۱۷) اثر نامتقارن چرخه تجاری را بر انتشار دی‌اکسیدکربن در ایالات متحده آمریکا آزمون نمود. نتایج او نشان می‌دهد که انتشار دی‌اکسیدکربن به‌طور کسش‌ناپذیر از تغییرهای مثبت در تولید (رونق) و به‌طور کسش‌پذیر از تغییرهای منفی در تولید (رکود) اثر می‌پذیرد. عباسی و ریاض<sup>۵</sup> (۲۰۱۶) به تحلیل تاثیر توسعه مالی و اقتصادی بر انتشار دی‌اکسیدکربن پرداختند. نتایج آن‌ها نشان می‌دهد که متغیرهای مالی نقش مهمی در کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن دارند. البته، اندازه نسبی کاهش انتشار مربوط به متغیرهای مالی در مقایسه با افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن ناشی از افزایش درآمد سرانه بسیار کوچک‌تر است و تنها تولید ناخالص داخلی تاثیر قابل‌توجهی بر انتشار دی‌اکسیدکربن دارد و باعث افزایش انتشار آن می‌شود. بگوم و

1. Chen *et al*
2. Granger Causality
3. Dong *et al*
4. Sheldon
5. Abbasi & Riaz

همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۱۵) ارتباط میان انتشار دی‌اکسیدکربن را با مصرف انرژی، رشد اقتصادی، و رشد جمعیت مورد بررسی قرار دادند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که در بازه زمانی ۱۹۸۰-۱۹۷۰ با افزایش تولید ناخالص داخلی انتشار دی‌اکسیدکربن کاهش می‌یابد، ولی در بازه زمانی ۲۰۰۹-۱۹۸۰ با افزایش تولید ناخالص داخلی انتشار دی‌اکسیدکربن افزایش می‌یابد. همچنین، مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی یک اثر بلندمدت بر انتشار دی‌اکسیدکربن دارد، اما نرخ رشد جمعیت، تاثیری بر انتشار دی‌اکسیدکربن ندارد. یورک (۲۰۱۲) به بررسی اثرهای چرخه تجاری بر انتشار دی‌اکسیدکربن با استفاده از داده‌های تابلویی انتشار کربن بیش از ۱۵۰ کشور پرداخت. وی دریافت که با افزایش تولید ناخالص داخلی به هر میزان، انتشار دی‌اکسیدکربن به میزان بیش‌تری افزایش می‌یابد، و با کاهش تولید ناخالص داخلی به هر میزان، انتشار به میزان کم‌تری کاهش می‌یابد. رفیعی و همکاران (۱۳۹۶)، به تبیین ارتباط میان انتشار سرانه دی‌اکسیدکربن به عنوان شاخصی از آلودگی محیط‌زیستی با نسبت ارزش‌افزوده بخش کشاورزی به صنعت و نسبت ارزش‌افزوده بخش خدمات به صنعت، با تاکید بر تراکم جمعیت شهری و مصرف انرژی در ایران و آثار بیانیه ۲۱ ریو پرداختند. نتایج آن‌ها نشان می‌دهد که با افزایش یک واحد مصرف انرژی در کوتاه‌مدت و در بلندمدت، انتشار دی‌اکسیدکربن ۰/۰۰۲ واحد افزایش می‌یابد. همچنین، با توجه به معنادار شدن متغیر مجازی کنفرانس ریو و علامت مثبت این متغیر در الگوی بلندمدت، نتیجه می‌شود که ایران پس از برگزاری این کنفرانس، در راستای حفظ محیط‌زیست گام برداشته است. مهدوی عادل‌ی و قنبری (۱۳۹۲) به بررسی رابطه میان مصرف انرژی، تولید ناخالص داخلی، و انتشار گاز دی‌اکسیدکربن در ایران پرداختند. آن‌ها بر اساس پیش‌فرض‌های فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس، مدلی برآورد کردند. نتایج آزمون هم‌جمعی بیانگر وجود دست‌کم یک رابطه هم‌جمعی میان انتشار دی‌اکسیدکربن، تولید ناخالص داخلی، و مصرف انرژی است که با آزمون رابطه علی بین آن‌ها مشخص گردید، که در کوتاه‌مدت یک رابطه علی دوسویه بین انتشار دی‌اکسیدکربن و مصرف انرژی، و در بلندمدت دو رابطه علی یک‌سویه یکی از انتشار دی‌اکسیدکربن به تولید ناخالص داخلی، و دیگری از مصرف انرژی به تولید ناخالص داخلی برقرار است. پس در کوتاه‌مدت، مصرف انرژی عامل انتشار دی‌اکسیدکربن است، ولی رابطه‌ای مبنی بر تاثیر تولید ناخالص داخلی بر انتشار دی‌اکسیدکربن وجود ندارد، در حالی که در بلندمدت، تاثیر هیچ‌کدام از این دو متغیر بر انتشار دی‌اکسیدکربن تایید نشد. لطفعلی‌پور و همکاران (۱۳۹۱) انتشار گازهای آلاینده، پیامدهای ناشی از آن، و شکل تبعی منحنی زیست‌محیطی ایران را مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها نخست، رابطه بلندمدت بین رشد اقتصادی و انتشار دی‌اکسیدکربن و دیگر متغیرهای موثر

1. Begum et al



را بررسی می‌کنند، سپس انتشار دی‌اکسیدکربن را برای دوره زمانی ۲۰۲۰-۲۰۱۰ پیش‌بینی می‌کنند. نتایج آن‌ها نشان می‌دهد که برخلاف ارتباط بلندمدت متغیرهای پژوهش با انتشار دی‌اکسیدکربن، منحنی زیست‌محیطی کوزنتس برای ایران صادق نیست و میزان انتشار دی‌اکسیدکربن در سال ۲۰۲۰ رشد ۶۶ درصدی را نسبت به سال ۲۰۱۰ نشان می‌دهد. برقی اسگوی (۱۳۸۷) به ارزیابی تاثیر آزادسازی تجاری بر انتشار دی‌اکسیدکربن و نیز بررسی ارتباط منحنی زیست‌محیطی کوزنتس با فرضیه پناهگاه آلودگی، در قالب چهار گروه کشوری، شامل کشورهایی با درآمد سرانه بالا، کشورهایی با درآمد سرانه متوسط، کشورهایی با درآمد سرانه متوسط پایین، و کشورهایی با درآمد سرانه پایین می‌پردازد. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که افزایش آزادسازی تجاری و درآمد سرانه در کشورهایی با درآمد سرانه بالا و کشورهایی با درآمد سرانه متوسط بالا به کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن، و در کشورهایی با درآمد سرانه متوسط پایین و کشورهایی با درآمد سرانه پایین، به افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن منجر می‌شود. آماده و همکاران (۱۳۸۸) به تحلیل رابطه انتشار دی‌اکسیدکربن و تولید ناخالص داخلی سرانه پرداختند. نتایج این پژوهش حاکی از آن است که اقتصاد ایران به نقطه بازگشت منحنی زیست‌محیطی نرسیده است و مانند بیش‌تر کشورهای درحال توسعه در بخش صعودی منحنی کوزنتس قرار دارد. با توجه به این واقعیت که نرخ رشد انتشار دی‌اکسیدکربن در ایران بیش‌تر از نرخ رشد تولید ناخالص داخلی سرانه است، اقتصاد ایران بر بخش صعودی منحنی زیست‌محیطی کوزنتس قرار دارد. به عبارت دیگر، موقعیت اقتصادی-اجتماعی کشور ایران و شرایط رشد اقتصادی آن هنوز در شرایطی نیست که رشد اقتصادی و افزایش تولید، باعث کاهش انتشار آلاینده‌های زیست‌محیطی به‌ویژه دی‌اکسیدکربن شود.

### روش پژوهش

هدف اصلی پژوهش حاضر، تحلیل و بررسی نامتقارنی اثر رونق و رکود اقتصادی بر انتشار دی‌اکسیدکربن در سطح کشور و در سطح بخش‌های خانگی، تجاری، و عمومی؛ صنعت؛ و حمل‌ونقل است. از این‌رو، تمرکز در تصریح الگوی پژوهش بر آن است تا اثر افزایش‌ها در تولید ناخالص داخلی به قیمت ثابت (رونق) از اثر کاهش‌ها در آن (رکود) تفکیک شود. در تصریح الگو، از پژوهش شین و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۱۴) استفاده شده است. در آن پژوهش، بحث نامتقارن بودن ضریب یک عامل اثرگذار بر متغیر وابسته در شرایط رونق و رکود مطرح شده است. آن‌ها با استفاده از پژوهش پسران و همکاران<sup>۲</sup>

1. Shin et al
2. Pesaran et al

(۲۰۰۱) الگوی جدیدی معرفی می‌کنند که الگوی خودتوضیحی با وقفه‌های توزیعی غیرخطی<sup>۱</sup> (NARDL) نامیده می‌شود.

### ارائه الگوی پژوهش

در این بخش، الگوی پژوهش بر مبنای رهیافت خودتوضیحی با وقفه‌های توزیعی غیرخطی تبیین شده است. متغیرهای الگو عبارت است از انتشار دی‌اکسیدکربن ( $CO_2E$ ) و تولید ناخالص داخلی به قیمت ثابت سال ۲۰۱۰ ( $RGDP$ ). مبنای الگوی خودتوضیحی با وقفه‌های توزیعی غیرخطی (NARDL)، رگرسیون نامتقارن در معادله (۱) است که در آن  $CO_2E$  و  $RGDP$  متغیرهایی با درجه انباشت یک هستند. متغیر  $RGDP$  به شکل  $RGDP = RGDP_0 + RGDP^+ + RGDP^-$  تجزیه شده است، به نحوی که انباشت جزئی در تغییر  $RGDP$  به شکل رابطه (۲) است.

$$CO_2E_t = \theta^+ RGDP_t^+ + \theta^- RGDP_t^- + u_t \quad (1)$$

$$\begin{cases} RGDP_t^+ = \sum_{j=1}^t \Delta RGDP_j^+ = \sum_{j=1}^t \text{Max}(\Delta RGDP_j, 0) \\ RGDP_t^- = \sum_{j=1}^t \Delta RGDP_j^- = \sum_{j=1}^t \text{Min}(\Delta RGDP_j, 0) \end{cases} \quad (2)$$

بر اساس روابط بالا، الگوی نامتقارن  $ARDL(p, q, r)$  به شکل رابطه (۳) طراحی می‌شود که در آن  $p, q$  و  $r$  به ترتیب بیش‌ترین تعداد وقفه برای متغیر وابسته ( $CO_2E$ )، افزایش‌ها در تولید ناخالص داخلی ( $RGDP^+$ )، و کاهش‌ها در تولید ناخالص داخلی ( $RGDP^-$ ) است. همچنین، در این رابطه  $\rho$  ضریب خودرگرسیون و  $\theta$  ضریب نامتقارن وقفه‌های تولید ناخالص داخلی است.

$$CO_2E_t = \sum_{j=1}^p \rho_j CO_2E_{t-j} + \sum_{j=0}^q \theta_j^+ RGDP_{t-j}^+ + \sum_{j=0}^r \theta_j^- RGDP_{t-j}^- + \varepsilon_t \quad (3)$$

در ادامه، مطابق با شین و همکاران (۲۰۱۴) رابطه ایستای (۳) به رابطه پویای (۴) تعمیم داده می‌شود. در رابطه (۴) یک الگوی تصحیح خطا در وضعیت تقارن اثر  $RGDP$  بر  $CO_2E$  تصریح می‌شود:

$$\Delta CO_2E_t = \rho CO_2E_{t-1} + \theta RGDP_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \rho_i \Delta CO_2E_{t-i} + \sum_{i=0}^{q-1} \theta_i \Delta RGDP_{t-i} + e_t \quad (4)$$

که با لحاظ کردن اثر نامتقارن تولید بر انتشار دی‌اکسیدکربن، مانند روشی که در معادله (۲) تکرار شده است، رابطه (۵) تصریح می‌شود:

$$\Delta CO_2 E_t = \rho CO_2 E_{t-1} + \theta^+ RGDP_{t-1}^+ + \theta^- RGDP_{t-1}^- + \sum_{i=1}^{p-1} \gamma_i \Delta CO_2 E_{t-i} + \sum_{i=0}^{q-1} \theta_i^+ \Delta RGDP_{t-i}^+ + e_t \quad (5)$$

که در آن به نامتقارن بودن بلندمدت توجه شده است. نامتقارن بودن بلندمدت به معنای  $\theta^+ \neq \theta^-$  است. همچنین، می‌توان رابطه (۵) را با فرض وجود نامتقارن بودن کوتاه‌مدت (یعنی  $\theta_i^+ \neq \theta_i^-$ )، به شکل رابطه (۶) تغییر داد:

$$\Delta CO_2 E_t = \rho CO_2 E_{t-1} + \theta^+ RGDP_{t-1}^+ + \theta^- RGDP_{t-1}^- + \sum_{i=1}^{p-1} \gamma_i \Delta CO_2 E_{t-i} + \sum_{i=0}^{q-1} \theta_i^+ \Delta RGDP_{t-i}^+ + \sum_{i=0}^{r-1} \theta_i^- \Delta RGDP_{t-i}^- + e_t \quad (6)$$

بر اساس الگوی (۶) می‌توان اثر نامتقارن تولید ناخالص داخلی را به قیمت ثابت بر انتشار دی‌اکسیدکربن در اقتصاد ایران در وضعیت کوتاه‌مدت و بلندمدت آزمون کرد. با توجه به آن که در پژوهش حاضر، اثر رونق و رکود بر انتشار آلاینده در سه بخش خانگی، تجاری، و عمومی ( $H, C, P$ )؛ صنعتی ( $I$ )؛ و حمل‌ونقل ( $T$ ) مدنظر است، از این‌رو، با توجه به این فرایند، الگوی نامتقارن بخشی به صورت زیر تصریح می‌شود:

الگوی نامتقارن در بخش خانگی، تجاری، و عمومی:

$$\Delta CO_2 E_t^{H,C,P} = \rho CO_2 E_{t-1}^{H,C,P} + \theta^+ RGDP_{t-1}^+ + \theta^- RGDP_{t-1}^- + \sum_{i=1}^{p-1} \gamma_i \Delta CO_2 E_{t-i}^{H,C,P} + \sum_{i=0}^{q-1} \theta_i^+ \Delta RGDP_{t-i}^+ + \sum_{i=0}^{r-1} \theta_i^- \Delta RGDP_{t-i}^- + e_t \quad (7)$$

الگوی نامتقارن در بخش صنعت:

$$\Delta CO_2 E_t^I = \rho CO_2 E_{t-1}^I + \theta^+ RGDP_{t-1}^+ + \theta^- RGDP_{t-1}^- + \sum_{i=1}^{p-1} \gamma_i \Delta CO_2 E_{t-i}^I + \sum_{i=0}^{q-1} \theta_i^+ \Delta RGDP_{t-i}^+ + \sum_{i=0}^{r-1} \theta_i^- \Delta RGDP_{t-i}^- + e_t \quad (8)$$

الگوی نامتقارن در بخش حمل‌ونقل:

$$\Delta CO_2 E_t^T = \rho CO_2 E_{t-1}^T + \theta^+ RGDP_{t-1}^+ + \theta^- RGDP_{t-1}^- + \sum_{i=1}^{p-1} \gamma_i \Delta CO_2 E_{t-i}^T + \sum_{i=0}^{q-1} \theta_i^+ \Delta RGDP_{t-i}^+ + \sum_{i=0}^{r-1} \theta_i^- \Delta RGDP_{t-i}^- + e_t \quad (9)$$

نیاز به اشاره است که متغیرها در مقیاس لگاریتمی در الگوها لحاظ شده‌اند. کلیه متغیرهای پژوهش در قالب سالانه و در دوره زمانی ۱۳۹۶-۱۳۵۰ هستند که از درگاه اینترنتی بانک جهانی استخراج و پردازش شده‌اند.

جدول ۱: معرفی متغیرهای پژوهش

منبع	علامت اختصاری	متغیر
سایت بانک جهانی <sup>۱</sup>	$CO_2E$	لگاریتم انتشار دی‌اکسیدکربن (کیلوتن)
سایت بانک جهانی	$CO_2E^{H.C.P}$	لگاریتم انتشار دی‌اکسیدکربن بخش خانگی، تجاری، و عمومی (کیلوتن)
سایت بانک جهانی	$CO_2E^I$	لگاریتم انتشار دی‌اکسیدکربن بخش صنعت (کیلوتن)
سایت بانک جهانی	$CO_2E^T$	لگاریتم انتشار دی‌اکسیدکربن بخش حمل‌ونقل (کیلوتن)
سایت بانک جهانی	$RGDP$	لگاریتم تولید ناخالص داخلی (به قیمت ثابت دلار ۲۰۱۰)
محاسبه بر حسب داده دریافتی از سایت بانک جهانی	$RGDP^+$	رونق اقتصادی (افزایش‌ها در لگاریتم تولید ناخالص داخلی به قیمت ثابت دلار ۲۰۱۰)
محاسبه بر حسب داده دریافتی از سایت بانک جهانی	$RGDP^-$	رکود اقتصادی (کاهش‌ها در لگاریتم تولید ناخالص داخلی به قیمت ثابت دلار ۲۰۱۰)

### برآورد الگوی پژوهش در حالت غیرخطی

در این بخش، پس از بررسی وضعیت ایستایی متغیرها، ابتدا مطابق با روش مرسوم در تبیین اثر تولید بر انتشار دی‌اکسیدکربن، الگوی خودتوضیحی با وقفه‌های توزیعی خطی (الگوی متقارن) برآورد می‌شود. سپس برای تحلیل نامتقارنی اثر تولید بر انتشار دی‌اکسیدکربن، الگوی خودتوضیحی با وقفه‌های توزیعی غیرخطی (الگوی نامتقارن) برآورد خواهد شد. به منظور بررسی ایستایی متغیرها از آزمون‌های ریشه واحد دیکی-فولر تعمیم‌یافته و فیلیپس-پرون استفاده شده است. خلاصه نتایج آزمون ریشه واحد متغیرها بر اساس آزمون ریشه واحد دیکی-فولر تعمیم‌یافته (گزارش شده در جدول ۲) نشان می‌دهد که متغیرهای الگو در سطح نایستا هستند و با یک‌بار تفاضل‌گیری ایستا می‌شود. از این‌رو، متغیرهای الگو دارای یک ریشه واحد هستند. نتایج آزمون ریشه واحد فیلیپس-پرون نیز در راستای نتایج آزمون ریشه واحد دیکی-فولر تعمیم‌یافته‌اند که البته وجود تغییرهای ساختاری را تایید نمی‌کنند.

1. www.Worldbank.org

جدول ۲: نتایج آزمون ریشه واحد دیکی- فولر تعمیم یافته و فیلیپس- پرون

آزمون فیلیپس-برون		آزمون دیکی-فولر تعمیم یافته				متغیر		
در تفاضل		در تفاضل		در سطح				
مرتبه اول	سطح	مرتبه اول	سطح	مرتبه اول	سطح			
اماره	اماره	اماره	اماره	اماره	اماره			
آزمون	آزمون	آزمون	آزمون	آزمون	آزمون			
احتمال	احتمال	احتمال	احتمال	احتمال	احتمال			
۰/۰۰۰	-۶/۴۱	۰/۵۹۷	-۱/۹۸	۰/۰۰۰	-۶/۴۱	۰/۵۹۷	-۱/۹۸	$CO_2E$
۰/۰۰۰	-۷/۵۳	۰/۵۹۷	-۱/۹۷	۰/۰۰۰	-۷/۵۰	۰/۵۹۷	-۱/۹۷	$CO_2E^{H,C,P}$
۰/۰۰۰	-۷/۳۰	۰/۳۴۶	-۲/۴۵	۰/۰۰۰	-۷/۰۲	۰/۳۴۴	-۲/۴۶	$CO_2E^I$
۰/۰۰۰	-۶/۳۹	۰/۳۸۲	-۲/۳۸	۰/۰۰۰	-۵/۳۶	۰/۳۸۲	-۲/۳۸	$CO_2E^T$
۰/۰۰۰	-۵/۸۸	۰/۲۶۶	-۲/۶۴	۰/۰۰۰	-۵/۸۷	۰/۲۴۷	-۲/۶۸	$RGDP^+$
۰/۰۰۱	-۴/۹۹	۰/۹۱۱	-۱/۱۵	۰/۰۰۱	-۵/۰۸	۰/۹۱۷	-۱/۱۱	$RGDP^-$

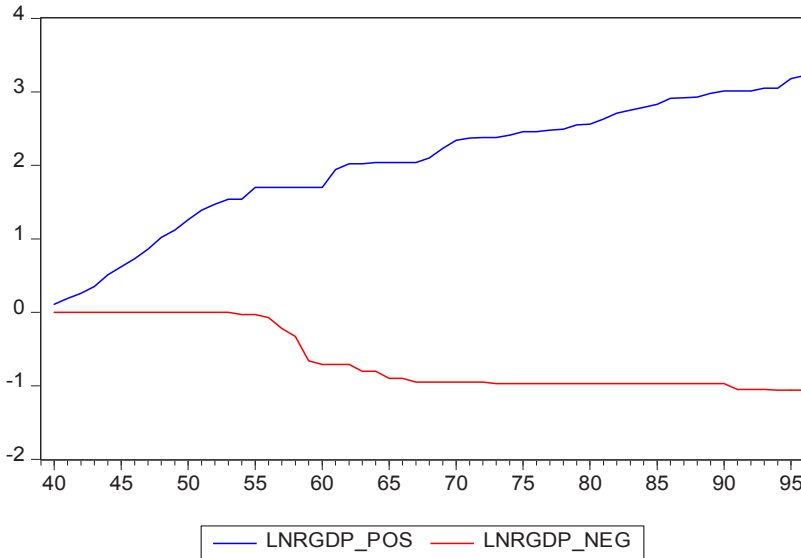
تعریف علامت‌ها:  $CO_2E$  لگاریتم انتشار دی اکسید کربن،  $CO_2E^{H,C,P}$  لگاریتم انتشار دی اکسید کربن در بخش خانگی، تجاری، و عمومی،  $CO_2E^I$  لگاریتم انتشار دی اکسید کربن در بخش صنعت،  $CO_2E^T$  لگاریتم انتشار دی اکسید کربن در بخش حمل و نقل،  $RGDP^+$  تجزیه مثبت لگاریتم تولید ناخالص داخلی به قیمت ثابت ۲۰۱۰ و  $RGDP^-$  تجزیه منفی لگاریتم تولید ناخالص داخلی به قیمت ثابت ۲۰۱۰ است.

منبع: یافته‌های پژوهش

با توجه به نتیجه به دست آمده از آزمون ریشه واحد می‌توان از رهیافت خودتوضیحی با وقفه‌های توزیعی غیرخطی در برآورد الگو استفاده کرد.

### نتایج برآورد الگوی پایه

برای تحلیل اثر نامتقارن تولید ناخالص داخلی بر انتشار دی اکسید کربن، تولید ناخالص داخلی به دو سری  $RGDP^+$  (رونق اقتصادی) و  $RGDP^-$  (رکود اقتصادی) تجزیه می‌شود. این دو، مانند معادله (۲) حاصل انباشت تغییرهای مثبت و منفی تولید ناخالص داخلی هستند که در یک فرایند شرطی محاسبه می‌شوند. با توجه به این که تولید ناخالص داخلی به مقیاس لگاریتمی تبدیل شده بود، مقادیر تجزیه شده نیز لگاریتمی هستند. نتیجه این تجزیه در نمودار (۱) نمایش داده می‌شود.



نمودار ۱: تجزیه سری زمانی تولید ناخالص داخلی حقیقی

منبع: یافته‌های پژوهش

در ادامه، از آن جا که برآورد الگوی پویای کوتاه‌مدت نیازمند تعیین وقفه بهینه است، با توجه به تعداد مشاهده‌ها از معیار شوارتز-بیزین برای تعیین وقفه استفاده می‌شود. با توجه به کمینه آماره شوارتز-بیزین وقفه بهینه برابر با یک، و الگوی انتخابی  $ARDL(1, 0, 1)$  است. پس از تعیین وقفه بهینه، الگوی  $NARDL$  برآورد می‌شود و نتایج اثر نامتقارن تولید ناخالص داخلی و انتشار دی‌اکسید کربن در جدول (۳) گزارش می‌شود. مطابق با جدول (۳)، ضرایب برآوردی الگوی غیرخطی در کوتاه‌مدت نشان می‌دهد که افزایش‌ها در تولید ناخالص داخلی (رونق اقتصادی) اثر مستقیم (با ضریب ۰/۱۳) بر انتشار دی‌اکسید کربن دارد. این در حالی است که کاهش‌ها در تولید ناخالص داخلی (رکود اقتصادی) در دوره جاری اثری مستقیم (۱/۰۶) و با وقفه‌ای یک‌ساله اثری معکوس (۰/۹۸-) بر انتشار دارد. آزمون والد در بررسی برآورد اثر رکود بر انتشار نشان می‌دهد که در مجموع، کاهش‌ها در تولید به کاهش در انتشار آلاینده (با ضریب ۰/۰۷) منجر می‌شود. بر اساس این، در کوتاه‌مدت رونق و رکود اقتصادی اثر مستقیمی بر انتشار دی‌اکسید کربن دارند. به عبارتی دیگر، در کوتاه‌مدت با رونق اقتصادی انتشار آلاینده افزایش و با رکود اقتصادی انتشار آن کاهش می‌یابد.

در بررسی این‌که آیا از نظر آماری تفاوت معناداری در اندازه اثرگذاری رونق و رکود اقتصادی بر انتشار آلاینده وجود دارد یا خیر، دوباره از آزمون والد استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد که در کوتاه‌مدت، نامتقارنی در اثرگذاری تولید بر انتشار آلاینده زیست‌محیطی تایید نمی‌شود و این اثر متقارن است. یعنی افزایش‌ها و کاهش‌ها در تولید ناخالص داخلی با اثری یکسان بر انتشار آلاینده همراه هستند. همچنین، ضریب جمله تصحیح خطا منفی و معنادار است. ضریب این متغیر بیانگر آن است که با حرکت از دوره  $t$  به دوره بعدی ۱۳ درصد انحراف انتشار دی‌اکسیدکربن از مسیر بلندمدتش توسط رونق و رکود اقتصادی تصحیح می‌شود. در بلندمدت، نتایج مشابه کوتاه‌مدت است و نشان می‌دهد که رونق و رکود اقتصادی اثر مستقیمی بر انتشار آلاینده دارد؛ به نحوی که افزایش‌ها در تولید، انتشار آلاینده را با ضریبی برابر با  $۱/۰۳$  و کاهش‌ها در تولید، انتشار آن را با ضریبی برابر با  $۰/۵۵$  متاثر می‌سازد. بر اساس این، با افزایش یک‌درصدی در تولید ناخالص داخلی، انتشار دی‌اکسیدکربن به میزان  $۱/۰۳$  درصد افزایش می‌یابد و با کاهش یک‌درصدی آن، انتشار دی‌اکسیدکربن به میزان  $۰/۵۵$  درصد کاهش می‌یابد. آزمون والد نشان می‌دهد که این دو ضریب تفاوت معناداری از یکدیگر دارند، به نحوی که رونق اقتصادی اثری تقریباً دو برابری نسبت به رکود اقتصادی در انتشار آلاینده زیست‌محیطی در ایران دارد. نتیجه آن‌که در بلندمدت نیز اثر نامتقارن تولید بر انتشار آلاینده تایید می‌شود. نتایج آزمون‌های خودهمبستگی، ناهمسانی واریانس، و نرمال بودن جمله‌های پسماند حاکی از پذیرش فرضیه صفر مبنی بر نبود خودهمبستگی، همسانی واریانس، و نرمال بودن در جمله‌های اخلاص است. مشابه با زیربخش پیشین، در این‌جا نیز برای دستیابی به اطمینان از وجود رابطه بلندمدت، لازم است که از آزمون کرانه‌ها استفاده شود. نتیجه این آزمون در جدول (۳) گزارش شده است. مقدار آماره آزمون  $۲۴/۹$  است که از همه کرانه‌های فهرست‌شده در سطح یک، دو، و سه بزرگ‌تر است. از این‌رو، امکان برقراری رابطه بلندمدت بین رونق و رکود اقتصادی با انتشار دی‌اکسیدکربن وجود دارد و نتایج گزارش‌شده در بلندمدت مورد تایید است.

جدول ۳: نتایج برآورد الگوی خود توضیحی با وقفه‌های توزیعی غیر خطی (برآورد نامتقارن)

		متغیرهای توضیحی	ضریب	آماره t	سطح احتمال	آزمون والد
ARDL		$CO_2E_{(-1)}$	۰/۸۶	۱۶/۰۳	۰/۰۰۰	
		$RGDP^+$	۰/۱۳	۲/۰۴	۰/۰۴۶	آماره F: ۱/۸۲
		$RGDP^-$	۱/۰۶	۷/۴۷	۰/۰۰۰	سطح احتمال: آماره F: ۲/۷۹ (برایند اثر: ۰/۱۸۳)
		$RGDP^-_{(-1)}$	-۰/۹۸	-۶/۹۷	۰/۰۰۰	(اختلاف ضریب: ۰/۰۶) سطح احتمال: ۰/۱۰۰
Long-run		$\lambda$	-۰/۱۳	-۱۰/۲۶	۰/۰۰۰	
		$L_{RGDP^+}$	۱/۰۳	۶/۲۸	۰/۰۰۰	
		$L_{RGDP^-}$	۰/۵۵	۱/۹۰	۰/۰۶۲	
		$R^2 = ۰/۹۹$	$\bar{R}^2 = ۰/۹۹$	$\chi^2_{Sc} = -۲/۷۱$		$\chi^2_{Ac} = -۲/۸۹$
آزمون خودهمبستگی سریال		مقدار آماره			۱/۵۱۹	
		سطح احتمال			۰/۲۲۹	
آزمون نرمال بودن		مقدار آماره			۲/۸۵۸	
		سطح احتمال			۰/۲۳۹	
آزمون ناهمسانی واریانس		مقدار آماره			۰/۴۸۶	
		سطح احتمال			۰/۷۴۵	
آزمون کرانه‌ها						
		سطح خطا	کرانه یک	کرانه دو	آماره آزمون	
		۱ درصد	۴/۵۶	۵/۵۹		
		۵ درصد	۳/۲۹	۴/۰۷	۲۴/۹	
		۱۰ درصد	۲/۷۴	۳/۴۶		

توضیح: کلیه متغیرها در مقیاس لگاریتمی هستند.  $\lambda$  ضریب تصحیح خطا در الگوی هم‌انباشتی،  $L_{RGDP^+}$  و  $L_{RGDP^-}$  به ترتیب نماینده اثر رونق و رکود اقتصادی بر انتشار دی‌اکسید کربن است.

منبع: یافته‌های پژوهش

### نتایج برآورد الگوی پژوهش در بخش خانگی، تجاری، و عمومی

در این بخش، با هدف بررسی اثری نامتقارن از تولید ناخالص داخلی بر انتشار دی‌اکسید کربن در بخش خانگی، تجاری، و عمومی برآورد الگو صورت گرفته است. با توجه به کمینه آماره شوارتز-



بیزین مبنی بر انتخاب وقفه بهینه برابر با یک و الگوی انتخابی  $ARDL(1, 0, 1)$ ، نتایج برآورد اثر نامتقارن تولید ناخالص داخلی و انتشار دی‌اکسیدکربن در بخش خانگی، تجاری، و عمومی در جدول (۳) گزارش شده است. مطابق با جدول (۴)، ضرایب برآوردی الگوی غیرخطی نشان می‌دهند که در کوتاه‌مدت رونق اقتصادی، (با ضریب ۰/۲۲) اثر مستقیم بر انتشار دارد. همچنین رکود اقتصادی در دوره جاری (با ضریب ۰/۸۶) اثر مستقیم و با یک وقفه (با ضریب -۰/۷۴) اثری معکوس بر میزان انتشار دارد. نتایج آزمون والد در بررسی برآورد اثر رکود بر انتشار (با ضریب ۰/۱۱) نشان می‌دهد که رونق و رکود اقتصادی در کوتاه‌مدت اثر مستقیم بر انتشار دی‌اکسیدکربن دارد. در بررسی این‌که آیا از نظر آماری تفاوت معناداری در میزان اثرگذاری رونق (۰/۲۲) و رکود اقتصادی (۰/۱۱) بر انتشار آلاینده در بخش خانگی، تجاری، و عمومی وجود دارد یا خیر، آزمون والد نشان می‌دهد که تفاوت معنادار نیست. بدین مفهوم که اندازه اثرگذاری رونق و رکود اقتصادی بر انتشار دی‌اکسیدکربن در بخش خانگی، تجاری، و عمومی متقارن است. بنابراین، در کوتاه‌مدت رونق و رکود اقتصادی بر انتشار دی‌اکسیدکربن در بخش خانگی، تجاری، و عمومی اثر یکسانی دارند. در بلندمدت نیز مانند کوتاه‌مدت رونق و رکود اقتصادی اثر مستقیمی بر انتشار آلاینده در بخش خانگی، تجاری، و عمومی دارد. به طوری که رونق اقتصادی (با ضریب ۱/۱۷) و رکود اقتصادی (با ضریب ۰/۵۸) بر انتشار اثر می‌گذارد. از این‌رو، اثر تولید بر انتشار در بخش خانگی، تجاری، و عمومی در بلندمدت نامتقارن است. بر اساس این، با افزایش یک‌درصدی در تولید ناخالص داخلی، انتشار دی‌اکسیدکربن به میزان ۱/۱۷ درصد افزایش، و با کاهش یک‌درصدی در آن، انتشار به میزان ۰/۵۸ درصد کاهش می‌یابد.

مطابق با جدول (۴) نتایج آزمون‌های آزمون‌های خودهمبستگی، ناهمسانی واریانس، و نرمال بودن جمله‌های پسماند حاکی از پذیرش فرضیه صفر مبنی بر نبود خودهمبستگی، همسانی واریانس، و نرمال بودن در جمله‌های اخلاص است. مطابق با آزمون کرانه‌ها نیز مقدار آماره آزمون ۸/۶۶ است که از همه کرانه‌های فهرست‌شده در سطح یک، دو، و سه بزرگ‌تر است. پس امکان برقراری رابطه بلندمدت بین رونق و رکود اقتصادی با انتشار دی‌اکسیدکربن در بخش خانگی، تجاری، و عمومی وجود دارد و نتایج به‌دست‌آمده در بلندمدت مورد تایید است.

جدول ۴: نتایج برآورد الگوی خود توضیحی با وقفه‌های توزیعی غیر خطی (برآورد نامتقارن) در بخش خانگی، تجاری، و عمومی

		متغیرهای توضیحی	ضریب	آماره t	سطح احتمال	آزمون والد
ARDL		$CO_2E_{(-1)}^{H,C,P}$	۰/۸۰	۹/۹۱	۰/۰۰۰	
		$RGDP^+$	۰/۲۲	۱/۹۵	۰/۰۵۸	آماره F:
		$RGDP^-$	۰/۸۶	۴/۶۹	۰/۰۰۰	۱/۸۲
		$RGDP_{(-1)}^-$	-۰/۷۴	-۳/۸۷	۰/۰۰۰	آماره F: ۳/۲۲ سطح احتمال: ۰/۰۸۰ ۰/۱۸۴
	$\lambda$	-۰/۱۹	-۶/۱۰	۰/۰۰۰		
Long-run		$L_{RGDP^+}$	۱/۱۷	۵/۸۸	۰/۰۰۰	
		$L_{RGDP^-}$	۰/۵۸	۲/۱۰	۰/۰۴۱	
		$R^2 = ۰/۹۸$	$\bar{R}^2 = ۰/۹۸$		$\chi^2_{Sc} = -۲/۱۳$	$\chi^2_{Ac} = -۲/۳۳$
آزمون خودهمبستگی سریال		مقدار آماره			۱/۰۳۶	
		سطح احتمال			۰/۳۶۴	
آزمون نرمال بودن		مقدار آماره			۰/۴۰۴	
		سطح احتمال			۰/۸۱۶	
آزمون ناهمسانی واریانس		مقدار آماره			۱/۳۲۰	
		سطح احتمال			۰/۲۷۹	
آزمون کرانه‌ها						
		سطح خطا	کرانه یک	کرانه دو	آماره آزمون	
		۱ درصد	۴/۸	۵/۷۲	۸/۶۶	
		۵ درصد	۳/۳۶	۴/۲۰		
		۱۰ درصد	۲/۷۸	۳/۵۴		

توضیح: کلیه متغیرها در مقیاس لگاریتمی هستند.  $\lambda$  ضریب تصحیح خطا در الگوی هم‌انباشتگی،  $L_{RGDP^+}$  و  $L_{RGDP^-}$  به ترتیب نماینده اثر رونق و رکود اقتصادی بر انتشار دی‌اکسید کربن در بخش خانگی، تجاری، و عمومی است.  
منبع: یافته‌های پژوهش

### نتایج برآورد الگوی پژوهش در بخش صنعت

با هدف بررسی اثری نامتقارن تولید ناخالص داخلی بر انتشار دی‌اکسید کربن در بخش صنعت،

برآورد الگو برای بخش صنعت صورت گرفته است. با توجه به کمینه آماره شوارتز-بیزین وقفه بهینه برابر با یک و الگوی انتخابی  $ARDL(1, 0, 1)$  است. در جدول (۵)، نتایج برآورد الگوی نامتقارن برای بخش صنعت گزارش شده است.

جدول ۵: نتایج برآورد الگوی خودتوضیحی با وقفه‌های توزیعی غیرخطی (برآورد نامتقارن) در بخش صنعت

		متغیرهای توضیحی	ضریب	آماره t	سطح احتمال	آزمون والد
ARDL		$CO_2E_{(-1)}^I$	۰/۵۹	۵/۴۳	۰/۰۰۰	آماره F: ۱۰/۴۹ سطح احتمال: ۰/۰۰۲
		$RGDP^+$	۰/۵۲	۳/۸۰	۰/۰۰۰	
		$RGDP^-$	۰/۲۵	۳/۷۸	۰/۰۰۰	
		$\lambda$	-۰/۴۰	-۴/۶۵	۰/۰۰۰	
Long-run		$L_{RGDP^+}$	۱/۲۷	۱۱/۵۷	۰/۰۰۰	
		$L_{RGDP^-}$	۰/۶۱	۳/۶۵	۰/۰۰۰	
			$R^2 = ۰/۹۶$	$\bar{R}^2 = ۰/۹۶$	$\chi^2_{Sc} = -۱/۶۱$	$\chi^2_{Ac} = -۱/۷۷$
آزمون خودهمبستگی سریال		مقدار آماره	۰/۱۳			
		سطح احتمال	۰/۸۷۰			
آزمون نرمال بودن		مقدار آماره	۲/۲۲			
		سطح احتمال	۰/۳۲۹			
آزمون ناهمسانی واریانس		مقدار آماره	۰/۸۷			
		سطح احتمال	۰/۴۶۰			
آزمون کرانه‌ها						
		سطح خطا	کرانه یک	کرانه دو	آماره آزمون	
		۱ درصد	۴/۶۹	۵/۷۵	۵/۰۴۵	
		۵ درصد	۳/۳۶	۴/۱۷		
		۱۰ درصد	۲/۷۸	۳/۵۱		

توضیح: کلیه متغیرها در مقیاس لگاریتمی هستند.  $\lambda$  ضریب تصحیح خطا در الگوی هم‌انباشتگی،  $L_{RGDP^+}$  و  $L_{RGDP^-}$  به ترتیب نماینده اثر رونق و رکود اقتصادی بر انتشار دی‌اکسید کربن در بخش صنعت است.

منبع: یافته‌های پژوهش

مطابق با جدول (۵)، ضرایب برآوردی الگوی غیرخطی نشان می‌دهند که در کوتاه‌مدت، رونق اقتصادی (با ضریب ۰/۵۲) و رکود اقتصادی (با ضریب ۰/۲۵) اثر مستقیم بر انتشار دی‌اکسید کربن در بخش صنعت دارند. آزمون والد نشان می‌دهد که نخست، اندازه اثر دو عامل از نظر آماری متفاوت هستند و دوم، اندازه اثر گذاری رونق اقتصادی بر انتشار دی‌اکسید کربن به میزان ۰/۲۷ درصد بیش تر

از اندازه اثر رکود اقتصادی است. به این ترتیب، نامتقارنی در میزان اثرگذاری رونق و رکود اقتصادی بر انتشار آلاینده در کوتاه‌مدت تایید می‌شود. در بلندمدت نیز مانند بازه کوتاه‌مدت، رونق (با ضریب ۱/۲۷) و رکود اقتصادی (با ضریب ۰/۶۱) اثر مستقیم و نامتقارن بر انتشار آلاینده‌گی در بخش صنعت دارند. از این‌رو، اثر تولید بر انتشار در بخش صنعت در بلندمدت نیز نامتقارن است. بر اساس این، در بلندمدت با افزایش یک‌درصدی در تولید انتشار دی‌اکسیدکربن در بخش صنعت به میزان ۱/۲۷ درصد افزایش، و با کاهش در آن، انتشار به میزان ۰/۶۱ درصد کاهش می‌یابد. نتایج آزمون‌های آزمون‌های خودهمبستگی، ناهمسانی واریانس، و نرمال بودن جمله‌های پسماند حاکی از پذیرش فرضیه صفر مبنی بر نبود خودهمبستگی، همسانی واریانس، و نرمال بودن در جمله‌های اخلاص است. مطابق با آزمون کرانه‌ها، مقدار آماره آزمون  $5/04$  است که از همه کرانه‌های فهرست‌شده در سطح اطمینان ۹۰ درصد و ۹۵ درصد بزرگ‌تر است. پس رابطه بلندمدت بین رونق و رکود اقتصادی با انتشار دی‌اکسیدکربن در بخش صنعت وجود دارد و نتایج به‌دست‌آمده در بلندمدت مورد تایید است.

### نتایج برآورد الگوی پژوهش در بخش حمل‌ونقل

با هدف بررسی اثری نامتقارن از تولید ناخالص داخلی بر انتشار دی‌اکسیدکربن در بخش حمل‌ونقل، برآورد الگو برای بخش حمل‌ونقل صورت گرفته است. با توجه به کمینه آماره شوارتز-بیزین وقفه بهینه برابر با یک و الگوی انتخابی  $ARDL(1, 0, 1)$  است. نتایج برآورد نامتقارن از اثر تولید ناخالص داخلی بر انتشار دی‌اکسیدکربن در بخش حمل‌ونقل در جدول (۶) گزارش شده است. نتایج در کوتاه‌مدت نشان می‌دهد که رونق اقتصادی (با ضریب ۰/۳۷) اثر مستقیم بر انتشار آلاینده و رکود اقتصادی در دوره جاری (با ضریب ۰/۸۶) اثر مستقیم و با یک وقفه (با ضریب ۰/۶۷-) اثری معکوس بر انتشار آلاینده‌گی زیست‌محیطی دارد. آزمون والد نشان می‌دهد که در رکود اقتصادی با ضریب ۰/۱۹ بر انتشار آلاینده اثر مستقیم دارد. بر اساس این، افزایش‌ها و کاهش‌ها در تولید در کوتاه‌مدت، اثر مستقیم بر انتشار دی‌اکسیدکربن در بخش حمل‌ونقل دارد. آزمون والد در بررسی وجود تفاوت معناداری در اندازه اثرگذاری رونق اقتصادی (۰/۳۷) و رکود اقتصادی (۰/۱۹) بر انتشار آلاینده نشان می‌دهد که تفاوت در اثرها معنادار هستند و اندازه اثر رونق اقتصادی بر انتشار دی‌اکسیدکربن در بخش حمل‌ونقل به میزان ۰/۱۸ درصد بیش‌تر از اندازه اثر رکود اقتصادی است. بنابراین، در کوتاه‌مدت رونق و رکود اقتصادی اثری برابر بر میزان انتشار آلاینده‌گی در بخش حمل‌ونقل ندارند و این اثر نامتقارن است.

جدول ۶: نتایج برآورد الگوی خودتوضیحی با وقفه‌های توزیعی غیرخطی (برآورد نامتقارن) در بخش حمل و نقل

		متغیرهای توضیحی	ضریب	آماره t	سطح احتمال	آزمون والد
ARDL		$CO_2E_{(-1)}^T$	۰/۷۴	۸/۸۲	۰/۰۰۰	
		$RGDP^+$	۰/۳۷	۲/۷۲	۰/۰۰۹	آماره F:
		$RGDP^-$	۰/۸۶	۴/۸۴	۰/۰۰۰	آماره F: ۸/۸
		$RGDP_{(-1)}^-$	-۰/۶۷	-۳/۴۵	۰/۰۰۱	سطح احتمال: ۰/۰۰۵ سطح احتمال: ۰/۰۰۷
Long-run		$\lambda$	-۰/۲۵	-۷/۶۹	۰/۰۰۰	
		$L_{RGDP}^+$	۱/۴۸	۱۰/۹۵	۰/۰۰۰	
		$L_{RGDP}^-$	۰/۷۵	۳/۵۳	۰/۰۰۱	
		$R^2 = ۰/۹۸$	$\bar{R}^2 = ۰/۹۸$	$\chi_{Sc}^2 = -۲/۲۴$		$\chi_{Ac}^2 = -۲/۴۴$
آزمون خودهمبستگی سریال		مقدار آماره	۱/۲۲			
		سطح احتمال	۰/۳۰			
آزمون نرمال بودن		مقدار آماره	۰/۱۵			
		سطح احتمال	۳/۷۸			
آزمون ناهمسانی واریانس		مقدار آماره	۰/۸۲			
		سطح احتمال	۰/۵۱			
آزمون کرانه‌ها						
		سطح خطا	کرانه یک	کرانه دو	آماره آزمون	
		۱ درصد	۴/۱۳	۵	۱۳/۷۶	
		۵ درصد	۳/۱	۳/۸۷		
		۱۰ درصد	۲/۶۳	۳/۳۵		

توضیح: کلیه متغیرها در مقیاس لگاریتمی هستند.  $\lambda$  ضریب تصحیح خطا در الگوی هم‌انباشتی،  $L_{RGDP}^+$  و  $L_{RGDP}^-$  به ترتیب نماینده اثر رونق و رکود اقتصادی بر انتشار دی‌اکسید کربن در بخش حمل و نقل است.

منبع: یافته‌های پژوهش

در بلندمدت نیز مشابه با کوتاه‌مدت، اثر رونق اقتصادی (با ضریب ۱/۴۸) و رکود اقتصادی (با ضریب ۰/۷۵) بر انتشار آلاینده مستقیم هستند؛ به طوری که اندازه اثر رونق اقتصادی تقریباً دو برابر اندازه اثر رکود اقتصادی است. پس در بلندمدت نیز تولید بر انتشار دی‌اکسید کربن در بخش حمل و نقل نامتقارن است. مطابق با آزمون کرانه‌ها نیز مقدار آماره آزمون ۱۳/۷۶ است که از همه

کرانه‌های فهرست‌شده در سطح یک، دو، و سه بزرگ‌تر است. از این‌رو، رابطه بلندمدت بین رونق و رکود اقتصادی با انتشار دی‌اکسیدکربن در بخش حمل‌ونقل وجود دارد و نتایج به‌دست‌آمده در بلندمدت مورد تایید است.

### بحث و نتیجه‌گیری

هدف از پژوهش حاضر، بررسی اثر رونق و رکود اقتصادی بر آلاینده‌گی محیط‌زیست در ایران با رهیافت نامتقارن است. به همین منظور، از رهیافت خودتوضیحی با وقفه‌های توزیعی غیرخطی و داده‌های سالانه ۱۳۹۶-۱۳۵۰ برای تبیین و تشریح نامتقارنی استفاده شدند و بر مبنای آن، یک الگوی پایه (کل اقتصاد) و سه الگوی بخشی (بخش‌های خانگی، تجاری، و عمومی؛ صنعت؛ و حمل‌ونقل) برآورد شدند. نتایج به‌دست‌آمده از برآورد الگوی پایه و الگوهای بخشی نشان می‌دهد که در کوتاه‌مدت و بلندمدت، رونق و رکود اقتصادی اثر مستقیمی بر انتشار دی‌اکسیدکربن دارند. به عبارتی دیگر، در دوران افزایش تولید ناخالص داخلی (رونق اقتصاد) از راه گسترش فعالیت‌ها در بخش‌های خانگی، تجاری، و عمومی؛ صنعت؛ و حمل‌ونقل، و به تبع آن، استفاده بیش‌تر از منابع، انتشار آلاینده‌گی افزایش می‌یابد. از سوی دیگر، با ورود به دوران رکود اقتصادی که با کاهش فعالیت‌ها در بخش‌هایی مانند صنعت (به عنوان یکی از مهم‌ترین بخش‌های اقتصادی در میزان مصرف انرژی ایران) همراه است؛ انتشار آلاینده‌گی کاهش می‌یابد. همچنین، در این بازه نامتقارنی در اثرگذاری تولید بر انتشار آلاینده زیست‌محیطی نیز تایید شد. به نحوی که در بلندمدت، هم در کل اقتصاد و هم در بخش‌های سه‌گانه مورد بررسی، کسش انتشار آلاینده نسبت به تولید، در زمان رونق اقتصادی بزرگ‌تر از واحد، و در دوران رکود اقتصادی، کم‌تر از واحد است. در پاسخ به این‌که چرا میزان اثرگذاری تولید بر انتشار آلاینده‌گی در کشور ایران نامتقارن است و چرا در دوران رونق اقتصادی با افزایش در تولید میزان انتشار دی‌اکسیدکربن به مقدار بیش‌تری افزایش می‌یابد و در دوران رکود اقتصادی با کاهش تولید میزان انتشار دی‌اکسیدکربن به مقدار کم‌تری کاهش می‌یابد؛ می‌توان بیان نمود که با ورود به دوران رونق اقتصاد که با افزایش تولید همراه است، این افزایش در تولید از راه فرایندهای انرژی‌بر صورت می‌پذیرد. دلیل این امر آن است که نخست، قیمت حامل‌های انرژی در ایران ارزان است و دوم، سهم انرژی‌های فسیلی در کشور به نسبت بیش‌تر از سوخت‌های پاک است. با توجه به این دو عامل، می‌توان بیان کرد که افزایش تولید متکی بر افزایش سوخت‌های فسیلی در فرایند تولید است. در این راستا، می‌توان به بهره‌وری پایین انرژی و استفاده نکردن از فناوری‌های نو در فرایند تولید اشاره داشت که به

دنبال آن، افزایش تولید به نسبت با مصرف بیش تر از منابع انرژی همراه است. در نتیجه، در این دوران حساسیت انتشار دی اکسید کربن به افزایش تولید بالاست. از سویی دیگر، با رکود اقتصادی و کاهش تولید، به دلیل وابستگی بالایی که در فرایند تولید به سوخت های فسیلی (در دوران رونق اقتصادی) ایجاد شده است؛ استفاده از سوخت های فسیلی، کاهش را تجربه نمی کنند و در نتیجه، کاهش چشمگیری در میزان انتشار آلاینده های دیده نمی شود. در واقع، این رفتار ناکارا و نابهینه از این جهت است که استفاده از سوخت های فسیلی، هنگام افزایش تولید، در زمان کاهش تولید، تعدیل نمی شود و بر اساس این، نامتقارنی در اثرگذاری آلاینده های زیست محیطی، هنگام افزایش و کاهش تولید، منطقی به نظر می رسد. بر این مبنا پیشنهاد می شود که قانونگذاران و سیاستگذاران اقتصادی به اصلاح قیمت حامل های انرژی برای استفاده بهینه تر و کاراتر از انرژی در ایران توجه ویژه ای داشته باشند. همچنین، استفاده از فناوری های نو و پیشرفته با میزان آلودگی کم تر در سیستم تولیدی، می تواند به کاهش میزان مصرف انرژی در بخش های مختلف اقتصادی ایران منجر شود.

## منابع

### الف) فارسی

- آماده، حمید؛ حق دوست، احسان، و اعظمی، آرش (۱۳۸۸). بررسی رابطه حجم گازهای گلخانه ای و تولید ناخالص داخلی سرانه در ایران (مطالعه موردی دی اکسید کربن)، *پژوهشنامه اقتصادی*، ۹(۴) پیاپی ۳۵: ۲۳۷-۲۰۹.
- برقی اسگویی، محمد مهدی (۱۳۸۷). آثار آزادسازی تجاری بر انتشار گازهای گلخانه ای دی اکسید کربن در منحنی زیست محیطی کوزنتس، *مجله تحقیقات اقتصادی*، ۴۳(۱): ۲۱-۱.
- بزازان، فاطمه، و خسروانی، ندا (۱۳۹۵). سنجش میزان انتشار دی اکسید کربن توسط بخش های مختلف تولیدی و خانوارها ناشی از مصرف انرژی در ایران (رویکرد داده-ستانده زیست محیطی)، *فصلنامه اقتصاد محیط زیست و منابع طبیعی*، ۱۱(۱): ۲۵-۱.
- بهبودی، داود، و برقی گلعدانی، اسماعیل (۱۳۸۷). اثرات زیست محیطی مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران، *فصلنامه اقتصاد مقداری (بررسی اقتصادی سابق)*، ۵(۴): ۵۳-۳۵.
- رفیعی، حامد؛ غزنوی، شیوا، و صالح، ایرج (۱۳۹۶). بررسی عوامل موثر بر انتشار دی اکسید کربن در ایران، با تاکید بر آثار بیانیه ۲۱ ريو، *پژوهش های محیط زیست*، ۸(۱۵): ۱۶۴-۱۵۳.

- صادقی، حسین، و سعادت، رحمان (۱۳۸۳). رشد جمعیت، رشد اقتصادی و اثرات زیست محیطی در ایران (یک تحلیل علی)، *مجله تحقیقات اقتصادی*، ۶۴(۱): ۱۸۰-۱۶۳.
- فطرس، محمدحسن، و براتی، جواد (۱۳۹۲). تجزیه انتشار دی اکسید کربن منتشر شده بخش حمل و نقل به زیربخش ها و انواع سوخت های مصرفی، *مطالعات اقتصادی کاربردی ایران*، ۲(۶): ۸۳-۶۴.
- لشکری زاده، مریم (۱۳۹۷). تاثیر دوران رونق و رکود اقتصادی در اثرگذاری سرمایه گذاری مستقیم خارجی در محیط زیست (رهیافت مدل های مارکوف-سوئیچینگ)، *اقتصاد و تجارت نوین*، ۱۳(۲): ۱۶۶-۱۴۳.
- لطفعلی پور، محمدرضا، و بستام، مرتضی (۱۳۹۶). بررسی شبه پارامتریک رشد اقتصادی و شهرنشینی در انتشار گاز CO2 (مطالعه موردی: کشورهای آسیایی)، *پژوهش های رشد و توسعه اقتصادی*، ۷(۲۷): ۴۴-۲۹.
- لطفعلی پور، محمدرضا؛ فلاحی، محمدعلی، و بستام، مرتضی (۱۳۹۱). بررسی مسائل زیست محیطی و پیش بینی انتشار دی اکسید کربن در اقتصاد ایران، *مطالعات اقتصادی کاربردی در ایران*، ۱(۳): ۱۰۹-۸۱.
- مبارک، اصغر، و محمدلو، نویده (۱۳۸۸). بررسی اثر آزادسازی تجاری بر انتشار گازهای گلخانه ای (فرضیه های پناهگاه های آلودگی و منحنی زیست محیطی کوزنتس)، *برنامه ریزی و بودجه*، ۱۴(۱۰۸): ۵۸-۳۱.
- محمدباقری، اعظم (۱۳۸۹). بررسی روابط کوتاه مدت و بلندمدت بین تولید ناخالص داخلی، مصرف انرژی و انتشار دی اکسید کربن در ایران، *مطالعات اقتصاد انرژی*، ۷(۲۷): ۱۲۹-۱۰۱.
- مهدوی عادل، محمدحسین، و قنبری، علیرضا (۱۳۹۲). تجزیه و تحلیل رابطه هم جمعی و علیت میان انتشار دی اکسید کربن، تولید ناخالص داخلی و مصرف انرژی در ایران، *فصلنامه اقتصاد انرژی ایران*، ۳(۹): ۲۳۷-۲۱۹.
- وائقی، الهه، و اسماعیلی، عبدالکریم (۱۳۸۸). بررسی عوامل تعیین کننده انتشار گاز CO2 در ایران (کاربرد نظریه زیست محیطی کوزنتس)، *محیط شناسی*، ۳۵(۵۲): ۱۱۰-۹۹.

(ب) انگلیسی

Abbasi, F., & Riaz, K. (2016). CO2 Emissions and Financial Development in an Emerging



- Economy: An Augmented VAR Approach. *Energy Policy*, 90(1), 102- 114.
- Beckerman, W. (1992). Economic Growth and The Environment: Whose Growth? Whose Environment? *World Development*, 20(4): 481- 496.
- Begum, R. A.; Sohag, K.; Abdullah, S. M. S., & Jaafar, M. (2015). CO2 Emissions, Energy Consumption, Economic and Population Growth in Malaysia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 41(1), 594- 601.
- Bowen, A., & Stern, N. (2010). Environmental Policy and the Economic Downturn. *Oxford Review of Economic Policy*, 26(2), 137- 163.
- Chen, Y.; Wang, Z., & Zhong, Z. (2019). CO2 Emissions, Economic Growth, Renewable and Non-Renewable Energy Production and Foreign Trade in China. *Renewable energy*, 131(1), 208- 216.
- Dong, K.; Sun, R.; Jiang, H., & Zeng, X. (2018). CO2 Emissions, Economic Growth, and the Environmental Kuznets Curve in China: What Roles can Nuclear Energy and Renewable Energy Play? *Journal of Cleaner Production*, 196(1), 51- 63.
- Pesaran, M. H.; Shin, Y., & Smith, R. J. (2001). Bounds Testing Approaches to the Analysis of Level Relationships. *Journal of Applied Econometrics*, 16(3), 289- 326.
- Sheldon, T. L. (2017). Asymmetric Effects of the Business Cycle on Carbon Dioxide Emissions. *Energy Economics*, 61(1), 289- 297.
- Shin, Y.; Yu, B., & Greenwood-Nimmo, M. (2014). Modelling Asymmetric Cointegration and Dynamic Multipliers in a Nonlinear ARDL Framework *Festschrift in Honor of Peter Schmidt* (pp. 281- 314): Springer.
- Stern, D. (2003). The Environmental Kuznets Curve, Department Economic, Rensselaer Polytechnic Institute.
- Stocker, T. F.; Qin, D.; Plattner, G.-K.; Tignor, M.; Allen, S. K.; Boschung, J.; . . . Midgley, P. M. (2013). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*: Cambridge University Press Cambridge.
- York, R. (2012). Asymmetric Effects of Economic Growth and Decline on CO 2 Emissions. *Nature Climate Change*, 2(11), 762- 764.

## The Effect of Economic Boom & Recession on Environmental Pollution in Iran: Focusing on Economic Sectors

Shahryar Zaroki<sup>1</sup>

| sh.zaroki@umz.ac.ir

Mani Motameni<sup>2</sup>

| m.motameni@umz.ac.ir

Akram Moghadasi Sedehi<sup>3</sup>

| amoghadasi779@gmail.com

**Abstract** In this research, we attempt to investigate the effect of economic boom and recession on environmental pollution in Iran through an asymmetric approach. To this end, an autoregressive approach with nonlinear distributive pause was used with the data for the period (1971-2017) to explain and describe the asymmetry; Accordingly, a basic model (for the entire economy) and three partial patterns (for household, commercial and public sector, industrial sector, as well as transportation sector) have been estimated. The results indicate that in the short run and the long run, the economic boom and recession have a direct impact on carbon dioxide emissions. That is to say, as GDP increases (the economic boom), with the expansion of activities in all aforementioned economic sectors, increased usage of resources leads to the surge of pollution emissions. On the other hand, during the economic recession, which is accompanied by reduction in activities in sectors such as the industrial sector (as one of the most energy-consuming sectors in the economy of Iran), the emission of pollutants is reduced. In addition, the presence of asymmetry in the effects of the production on environmental pollutant emissions are also confirmed. As a result, in the long-run, both in the overall economy as well as in the three sectors examined, the elasticity of pollutant emissions to production, is larger than the one during the economic boom, whereas it is less than the one during the economic recession. Therefore, the results suggest that legislators and economic policymakers pay special attention to improving the price of energy carriers in order to make energy usage more efficient.

**Keywords:** Economic Boom and Recession, Environment, Carbon Dioxide, Economic Sectors, Iran.

**JEL Classification:** C22, Q50, E32.

1. Assistant Professor, Department of Economics, University of Mazandaran, Iran (Corresponding Author).

2. Assistant Professor, Department of Economics, University of Mazandaran, Iran.

3. M.A. Student of Science in Energy Economics, University of Mazandaran, Iran.