

## اندازه‌گیری و تجزیه و تحلیل شاخص‌های اقتصاد انرژی سبز در ایران (سنجش میزان و کشش انتشار دی‌اکسیدکربن)

فروغ رنجبری

کارشناسی ارشد اقتصاد انرژی دانشگاه خلیج فارس بوشهر، [Franjbari@hotmail.com](mailto:Franjbari@hotmail.com)

ابراهیم حیدری<sup>۱</sup>

دانشیار گروه اقتصاد دانشگاه خلیج فارس بوشهر، [eb\\_heidari@hotmail.com](mailto:eb_heidari@hotmail.com)

حجت پارسا

استادیار گروه اقتصاد دانشگاه خلیج فارس بوشهر، [hparsa@pgu.ac.ir](mailto:hparsa@pgu.ac.ir)

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۴/۰۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۲/۱۱

### چکیده

دستیابی به رشد اقتصادی پایدار مهم‌ترین هدف برنامه‌ها و سیاست‌های اقتصادی کشورها در عصر حاضر می‌باشد. همراه با رشد اقتصادی، مصرف انواع حامل‌های انرژی نیز افزایش می‌یابد و از آنجا که سوخت‌های فسیلی سهم عمده‌ای در سبد مصرف حامل‌های انرژی در دنیا را دارند، ادامه این روند به تشدید انتشار آلاینده‌ها و گازهای گلخانه‌ای به‌ویژه دی‌اکسیدکربن و لذا آلودگی بیشتر محیط‌زیست منجر می‌شود. هدف اصلی این مطالعه سنجش میزان انتشار دی‌اکسیدکربن برای محاسبه و تجزیه و تحلیل ضرایب و کشش‌های مرتبط با انتشار دی‌اکسیدکربن در اقتصاد ایران در چارچوب روابط متقابل میان بخش‌های اقتصادی با استفاده از الگوی داده-ستانده زیست‌محیطی می‌باشد. برای استخراج این الگو از جدول داده-ستانده ۵۲ بخشی کشور در سال ۱۳۸۹ و ادغام بخش‌ها و تقلیل آن به ۲۴ فعالیت استفاده کرده‌ایم. نتایج محاسبات مدل داده‌ستانده زیست‌محیطی نشان می‌دهد که بخش‌های حمل و نقل، صنایع کانی‌های غیرفلزی و صنایع فلزات اساسی به ترتیب بیشترین اثرگذاری را به‌طور مستقیم و غیرمستقیم در انتشار دی‌اکسیدکربن داشته‌اند.

طبقه‌بندی JEL : Q20, Q40, Q49, Q51, Q53, C67, D57

کلیدواژه‌ها: انتشار دی‌اکسیدکربن، اقتصاد انرژی سبز، الگوی داده-ستانده

زیست‌محیطی

## ۱- مقدمه

در عصر حاضر محیط زیست به عنوان یکی از مؤلفه های اصلی زندگی اقتصادی و اجتماعی بشر، سیاست های جهانی و بسیاری از مناسبات دیگر از قبیل قدرت سیاسی، اقتصادی و نظامی را تحت تأثیر قرار می دهد. محدودیت و در عین حال عدم مرغوبیت انرژی های فسیلی و پیامدها و مشکلات زیست محیطی ناشی از بهره برداری از این منابع از یک طرف و افزایش جمعیت کره زمین و نیازهای بشر به استفاده از حامل های انرژی از طرف دیگر، سبب می شود که انرژی های فسیلی در آینده جوابگوی نیاز انرژی جهان برای بقا، تکامل و توسعه پایدار نخواهد بود. بنابراین، توجه و تأکید بر ضرورت محافظت از منابع طبیعی و محیط زیست بشری در راستای الزامات توسعه پایدار اقتضاء می نماید که استفاده بهینه از انرژی و بهره برداری از منابع انرژی پاک و کم کربن در دستور کار اصلی سیاست گذاران بخش انرژی و دولت ها قرار گیرد. برای تحقق این امر می بایست سیستم های انرژی موجود دستخوش تغییرات ساختاری و بنیادی لازم واقع گردند.

امروزه در تمامی کشورها، با توجه به محدودیت ذخایر و فناپذیر بودن منابع فسیلی، مشکلات و مسائل زیست محیطی ناشی از استخراج و احتراق این منابع و...، تلاش می شود از انرژی های جایگزین که تجدیدپذیر، پاک، سهل الوصول، فناپذیر و مقرون به صرفه می باشند، استفاده گردد. در سال های اخیر سهم این منابع در سبد انرژی جهانی با توجه به بحران های کنونی انرژی، تنوع بخشی در بخش انرژی، توسعه پایدار، ایجاد امنیت انرژی و... افزایش یافته و موجب شده است تا کشورها در این بخش سرمایه گذاری نموده و ضمن جایگزین کردن منابع کنونی انرژی خود، فرصت های شغلی زیادی را نیز فراهم آورند (ترازنامه انرژی، ۱۳۸۹).

بحران مالی جهانی ۲۰۰۸-۲۰۰۹ توجه کشورها را برای حرکت به سوی یک اقتصاد انرژی سبز جلب نمود. در سال ۲۰۰۸ و در میانه بحران مالی جهانی، دفتر برنامه ریزی سازمان ملل پروژه اقتصاد سبز را با هدف احیای اقتصادها و پاسخگویی به چالش های محیط زیستی راه اندازی کرد. مانداکا و مارکاندیا (۲۰۱۵)<sup>۱</sup> معتقدند با وجود طیف گسترده ای از تفاسیر مفهومی، استدلال شده که بحران مالی یک فرصت منحصر به فرد برای حرکت به سوی یک اقتصاد انرژی سبز و در نتیجه ایجاد مشاغل سبز، بهبود

1. Mundaca &amp; Markandya

بهره‌وری منابع، تشویق فن‌آوری‌های انرژی کم‌کربن، کاهش گازهای گلخانه‌ای، کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی و افزایش سرمایه‌گذاری در حفظ سرمایه‌های طبیعی و کاهش نابرابری‌های اقتصادی می‌باشد. بدینسان شناخت و بررسی عوامل مؤثر بر انتشار دی‌اکسید کربن و میزان انتشار آن باید در رأس سیاست‌ها، برنامه‌های انرژی، سرمایه‌گذاری دولت‌ها و ساختار اقتصادها قرار گیرد تا بتوان در سال‌های آتی این روند رو به افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای و مصرف انرژی را تعدیل نمود. پرداختن به این مهم از جمله موضوعات محوری حوزه مطالعات اقتصاد انرژی با تأکید بر ملاحظات زیست‌محیطی یا حرکت به سمت اقتصادی‌عاری از آلاینده‌های زیست‌محیطی است که آن را به اختصار اقتصاد سبز می‌نامیم.

کشورها به منظور حرکت به سمت یک اقتصاد انرژی سبز مؤثر و قدرتمند و ایجاد وضعیت مناسبی از شاخص‌های آن، لازم است انتشار دی‌اکسید کربن و سایر آلاینده‌های زیست‌محیطی را در تمام بخش‌های تولیدی، صنعتی، کشاورزی و... به حداقل برسانند. در این راستا ضرورت دارد با تدوین و اعمال بسته‌های سیاستی مناسب و همچنین حمایت مؤثر از فعالیت‌های فناورانه و کارآفرینی، زمینه لازم را برای خلق و به کارگیری تکنولوژی‌هایی با کمترین میزان انتشار دی‌اکسید کربن در فرآیند کسب و کارهای اقتصادی در لایه‌های مختلف تولید، توزیع و مصرف فراهم نمایند. فناوری‌های جدید مورد نظر و تأکید در این مقوله در دو زمینه مطرح است: یکی بهره‌برداری مبتنی بر حفاظت از منابع محدود موجود از طریق ارتقای مستمر بهره‌وری و دیگری ایجاد سهولت و کاهش هزینه‌ها در فرآیند بهره‌برداری از منابع انرژی‌های نو و مسئله جایگزینی منابع در راستای هدف استمرار رشد اقتصادی.

در حالی که اکثر کشورهای پیشرفته برای جایگزین کردن سوخت‌های فسیلی با فن‌آورهای جدید به سوی تولید و استفاده از انرژی‌های نو یا به عبارتی انرژی سبز یا دوستدار محیط زیست از سال‌ها قبل روی آورده‌اند، اما ایران با تکیه بر منابع نفتی و گازی توجه چندانی برای تغییر در الگوی تأمین نیازهای انرژی از خود نشان نداده است. هدف اصلی این مقاله، بررسی و شناسایی عوامل مؤثر بر شکل‌گیری اقتصاد انرژی سبز با تأکید بر روابط متقابل میان بخش‌های اقتصادی و لذا مبادلات میان‌بخشی در اقتصاد ایران است. برای این منظور در چارچوب یک الگوی داده - ستانده زیست‌محیطی در

ابتدا با اندازه‌گیری میزان انتشار دی‌اکسیدکربن در بخش‌های مختلف اقتصادی، ضرایب مستقیم و غیرمستقیم داده‌ستانده و همچنین ضرایب کشش‌های مرتبط با انتشار دی‌اکسیدکربن در بخش‌های مختلف اقتصاد ایران را استخراج نموده و سپس بر پایه این محاسبات به تجزیه و تحلیل و ارزیابی میزان پیشرفت هر بخش به سوی اقتصاد انرژی سبز یا چگونگی بهره‌برداری از انرژی‌های کم‌کربن می‌پردازیم. نوآوری این پژوهش محاسبه کشش انتشار دی‌اکسیدکربن بر پایه روابط متقابل میان بخش‌های اقتصادی و در چارچوب یک الگوی داده‌ستانده زیست محیطی در اقتصاد ایران می‌باشد. این مقاله در هفت بخش تنظیم شده است که بخش اول مقدمه بود. بخش دوم به مبانی نظری و بخش سوم به مطالعات پیشین اختصاص دارد. در بخش چهارم روش‌شناسی تحقیق و در بخش پنجم شیوه جمع‌آوری داده‌ها معرفی می‌شود. در بخش‌های ششم و هفتم نیز به ترتیب محاسبات الگو و نتیجه‌گیری و پیشنهادها ارائه می‌گردد.

## ۲- مبانی نظری

محیط زیست شامل فضا و تمامی عناصر تشکیل‌دهنده آنست که در اطراف ما قرار دارد و به محیط زیست انسان ساخت و طبیعی تقسیم می‌شود. حفاظت<sup>۱</sup> از محیط زیست را می‌توان به هرگونه اقدام که در جهت نگهداری محیط زیست یا جلوگیری از تخریب آن به منظور حفظ سلامتی محیط و انسان‌ها انجام پذیرد اتلاق نمود. تحولات زیست محیطی زاینده فعالیت‌های بشری است. اثرات انسان بر محیط زیست به اندازه‌ای است که دارای اهمیت جهانی شده و با سرعت بالایی رو به افزایش است. به گفته محققان، بقای بشر بستگی به حفاظت از محیط زیست دارد. در واقع، سلامت محیط زیست هر جامعه‌ای، ضامن سلامت کامل آن جامعه می‌باشد. امروزه جهان به طور فزاینده‌ای با دو رویکرد جدی "برنامه‌ریزی" و "محیط زیست" در راستای تحقق توسعه پایدار روبرو می‌باشد. در دهه‌های اخیر، با توسعه فعالیت‌های صنعتی و نیز افزایش رشد جمعیت و نیاز به بهره‌برداری بیشتر از منابع محدود طبیعی، به خصوص در کشورهای در حال توسعه که از تکنولوژی بالایی جهت کاهش آلودگی برخوردار نیستند، نگرانی بشر در رابطه با خطرات تخریب محیط زیست افزایش یافته است. در این میان آلودگی هوا

به‌عنوان یکی از اساسی‌ترین معضلات زیست‌محیطی مورد توجه مطالعات تجربی بوده است (تمیزی، ۱۳۹۴).

### اقتصاد انرژی سبز و شاخص‌های آن

اقتصاد انرژی سبز به اقتصادی اطلاق می‌گردد که منابع انرژی بدون کربن یا کم کربن در سبد مصرف نهایی انرژی بخش‌های تولیدی و خدماتی آن دارای سهم غالب و پیش‌رونده باشد. اقتصاد انرژی سبز در هر جامعه‌ای می‌تواند کیفیت بالاتری از زندگی را در چارچوب محدودیت‌های استفاده از منابع سوخت‌های فسیلی در اختیار همگان قرار دهد. چنین اقتصادی می‌تواند رفاه، سلامتی و برابری اجتماعی را در جامعه انسانی افزایش و خطرات زیست‌محیطی و کمبودهای اکولوژیکی را کاهش دهد. منابع انرژی بدون کربن عبارتند از: منابع انرژی خورشیدی، انرژی بادی، زمین‌گرمایی، انرژی آبی، امواج و جزر و مد و همچنین انرژی کربن خنثی مانند انرژی بیوماس. فرآیند بهره‌برداری از این منابع آلودگی‌های زیست‌محیطی ایجاد نمی‌کند و از این لحاظ با ملاحظات محیط‌زیست هماهنگ می‌باشند. منابع انرژی فوق از آن جهت که همچون گیاهان دی‌اکسیدکربن تولید نمی‌کنند موسوم به منابع انرژی سبز هستند.

دی‌اکسیدکربن کربن یا گاز کربنیک از ترکیب کربن با اکسیژن به‌دست می‌آید. یا به عبارتی در اثر احتراق زغال و مواد عالی در مجاورت اکسیژن، تخمیر مایعات، تنفس حیوانات، گیاهان و ... به دست می‌آید. گاز دی‌اکسیدکربن عمدتاً ناشی از تولید و مصرف انرژی در محیط زیست انتشار می‌یابد. انتشار دی‌اکسیدکربن ناشی از مصرف حامل‌های انرژی به عوامل اقتصادی، اجتماعی، رفتاری، فرهنگی و فناوری متعددی ارتباط دارد و مهار یا کاهش آن در دهه‌های اخیر همواره به عنوان یک هدف سیاستی مهم برای اکثر کشورهای جهان مطرح بوده است. میزان انتشار دی‌اکسیدکربن توسط بخش‌های اقتصادی و همچنین شدت انتشار آن از جمله مهم‌ترین شاخص‌سنجش بهره‌برداری از منابع انرژی سبز و همچنین ارزیابی میزان و چگونگی حرکت به‌سوی اقتصاد انرژی سبز می‌باشد. شدت انتشار دی‌اکسیدکربن به میزان انتشار به ازای هر واحد مصرف انرژی اشاره دارد. این شاخص‌ها با متغیرهای اساسی یک اقتصاد از جمله تولید و رشد اقتصادی و همچنین متغیرهای حوزه اقتصاد انرژی مانند متغیرهای

مصرف و شدت انرژی در ارتباط هستند. بدینسان به دلیل ماهیت و شدت و وسعت آلاینده‌گی و همچنین ارتباط تنگاتنگ آن با متغیرهای اقتصادی و مقیاس فعالیت‌های اقتصادی، شاخص‌های مربوط به انتشار دی‌اکسید کربن متواند سایر آلاینده‌های زیست‌محیطی را نیز نمایندگی کند.

### انتشار دی‌اکسید کربن و رشد اقتصادی

فعالیت‌های اقتصادی به‌طور مستقیم و غیرمستقیم با مصرف انرژی و انتشار آلاینده‌ها از جمله دی‌اکسید کربن همراه هستند. انتشار دی‌اکسید کربن بر کیفیت محیط‌زیست اثر می‌گذارد. در سال‌های اخیر آسیب‌های محیط‌زیست به دلیل ترکیب عواملی مانند رشد اقتصادی، مصرف انرژی و فعالیت‌های صنعتی، آسیب‌های زیست‌محیطی به طرز نگران‌کننده‌ای افزایش یافته است. بنا بر گزارش سازمان توسعه جهانی که در سال ۱۶۶۲ منتشر شد، در صورتی که تکنولوژی، سلايق و سرمایه‌گذاری در محیط‌زیست ثابت در نظر گرفته شود، افزایش گسترده‌ی فعالیت‌های اقتصادی بدون تردید منجر به تخریب محیط‌زیست خواهد شد. همچنین، با افزایش درآمد سرانه، تقاضا برای افزایش سطح کیفی محیط‌زیست و سرمایه‌گذاری در محیط‌زیست افزایش می‌یابد (حیدری و دریانی، ۱۳۹۴).

مطالعات متعددی رابطه مستقیم مصرف انرژی و رشد اقتصادی را نشان می‌دهد. با وجود این رابطه مستقیم، مصرف سوخت‌های فسیلی و استفاده بی‌رویه از انرژی سبب افزایش آلاینده‌ها خصوصاً دی‌اکسید کربن می‌شود که سهم عمده‌ای از گازهای گلخانه‌ای جهان را به خود اختصاص داده است. بنابراین به نظر می‌رسد که دو هدف اثر اقتصادی و حفظ محیط‌زیست در تعارض با یکدیگر قرار دارند. برای حل این تعارض، فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس (EKC)<sup>۱</sup> در سال ۱۹۹۱ مطرح گردید (فلاحی و حکمتی فرید، ۱۳۹۲). برای نخستین بار کوزنتس ارتباطی معکوس یا U شکل را بین رشد درآمد و نابرابری درآمد ارائه داد که به عنوان منحنی کوزنتس شناخته می‌شود. وی نشان داد که به ازای افزایش درآمد سرانه، نابرابری درآمد نیز افزایش می‌یابد و پس از نقطه‌ای به نام نقطه چرخش در واقع نابرابری درآمد شروع به کاهش می‌کند

1. Environmental Kuznets Curve

(کوزنتس<sup>۱</sup>، ۱۹۹۵). منحنی زیست‌محیطی کوزنتس (EKC) رابطه هندسی میان شاخص‌های محیط‌زیست و درآمد سرانه را بر پایه فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس نشان می‌دهد. این فرضیه بیان می‌دارد که با افزایش درآمد سرانه، آثار منفی زیست‌محیطی ناشی از فعالیت اقتصادی در ابتدا افزایش یافته و به حداکثر می‌رسد و پس از آن دوباره کاهش می‌یابد که نشان‌دهنده منحنی به شکل U معکوس در فضای متغیرهای کیفیت محیط‌زیست و رشد اقتصادی است.

### *انتشار دی‌اکسید کربن و متغیر شدت انرژی*

برای بررسی کارایی مصرف انرژی می‌توان از شاخص‌های متعددی استفاده نمود. شدت انرژی از جمله شاخص‌های معتبر در بررسی کارایی مصرف انرژی است. به‌طور کلی، شدت انرژی به عنوان مقدار انرژی مورد نیاز به ازای هر واحد تولید یا فعالیت اندازه‌گیری می‌شود. در سطح کلان شدت انرژی از تقسیم میزان مصرف انرژی به تولید ناخالص داخلی حاصل می‌شود. کاهش شدت انرژی به معنی استفاده از انرژی کمتر برای تولید یک واحد محصول، از جمله اهداف مهم سیاست‌گذاران بخش انرژی در راستای بهبود کارایی انرژی به حساب می‌آید. شدت انرژی در ایران تا سال ۲۰۰۰ روندی صعودی داشته و پس از آن سیری نزولی یافته است. لازم به ذکر است کاهش شدت انرژی در سال‌های اخیر ناشی از افزایش قیمت نفت و تأثیر مثبت آن بر تولید ناخالص داخلی بوده است (بانک مرکزی، ۱۳۸۹). سیاست کاهش شدت انرژی به‌طور کلی به عنوان یک راه حل مهم برای کاهش انتشار دی‌اکسید کربن مربوط به انرژی و صرفه‌جویی در منابع پایان‌پذیر مانند زغال سنگ، سوخت فسیلی، نفت و گاز طبیعی به رسمیت شناخته شده است (کروز و دیاز<sup>۲</sup>، ۲۰۱۶). از این رو می‌توان ادعان نمود که بین شدت مصرف انرژی و انتشار دی‌اکسید کربن رابطه وجود دارد. نظر به جایگاه مهم انرژی در فرآیند رشد اقتصادی، در دهه‌های اخیر مصرف انرژی در جهان به سرعت افزایش یافته است. به‌علاوه مصرف بیش‌از حد انرژی‌های فسیلی نیز سبب ایجاد مشکلات جدی زیست‌محیطی شده است. بدینسان به منظور کاهش مصرف انرژی کل، کاهش

1. Kuznets  
2. Cruz & Dias

شدت انرژی یک روش مقرون به صرفه می باشد. شدت انرژی معمولاً تحت تأثیر دو عامل اصلی نوآوری فنی و ساختار صنعتی قرار می گیرد (لان یو و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۱۷).

### انتشار دی اکسید کربن و متغیر شدت انتشار دی اکسید کربن

شدت انتشار دی اکسید کربن عبارت است از میزان انتشار به ازای هر واحد انرژی مصرفی. این شاخص برای ارزیابی کیفیت سوخت ها، جانمایی سوخت ها و به کارگیری فناوری کاهش آلودگی مورد استفاده قرار می گیرد (ناجی میدانی و داوودی، ۱۳۹۴). براساس آمارهای آژانس بین المللی انرژی در سال ۲۰۱۱، ایران معادل ۵۲۰ میلیون تن کربن دی اکسید تولید نموده که در این زمینه جزء ۱۰ کشور آلاینده دنیا قرار دارد. سرانه تولید کربن دی اکسید به ازای هر نفر ۷ تن و شدت انتشار کربن نیز معادل با ۱/۲ کیلوگرم به ازای هر دلار تولید (به قیمت سال ۲۰۰۵) بوده است که رقم بسیار قابل توجهی است (صادقی و همکاران، ۱۳۹۳). این شاخص بیانگر سطح فناوری مورد استفاده در یک کشور به لحاظ کنترل آلاینده های زیست محیطی است و لذا بررسی روند این شاخص به منظور ارزیابی فناوری های جدید و کارآمد در مهار انتشار دی اکسید کربن در حد لازم، از اهمیت فراوانی برخوردار است.

### ۳- پیشینه تحقیق

نظری و بخشی زاده (۱۳۹۰)، در مطالعه ای تحت عنوان "تجزیه عوامل مؤثر بر انتشار دی اکسید کربن در صنعت ایران"، به بررسی عوامل مؤثر بر انتشار دی اکسید کربن (اثر تولیدی ساختاری، شدت انرژی و ترکیب سوخت و اثر باقیمانده) به تفکیک چند دوره از ۱۳۶۱ تا ۱۳۸۵ پرداخته اند. محاسبات این مطالعه نشان می دهد که طی ۲۵ سال گذشته، اثر تولیدی و اثر شدت انرژی، مهم ترین عوامل انتشار دی اکسید کربن در ایران بوده است به طوری که بیش از ۶۸ درصد انتشار دی اکسید کربن ناشی از این دو اثر بوده و البته نتایج به تفکیک دوره های زمانی مختلف، متفاوت است.

نصراللهی و همکاران (۱۳۹۱)، در مطالعه ای تحت عنوان "اندازه گیری آثار زیست محیطی فعالیت های اقتصادی در ایران"، به بررسی و اندازه گیری انتشار گازهای

1. Lan-yue et al



گلخانه‌ای ناشی از فعالیت‌های بشر با استفاده از جدول داده- ستانده زیست‌محیطی سال ۱۳۸۴ می‌پردازند. براساس محاسبات انجام شده در مورد بیشتر آلاینده‌ها بخش‌های حمل و نقل هوایی، جاده‌ای و ریلی بزرگ‌ترین منتشرکنندگان گازهای آلاینده می‌باشند.

فلاحی و حکمتی فرید (۱۳۹۲)، عوامل مؤثر بر میزان انتشار گاز دی‌اکسیدکربن در استان‌های کشور را با استفاده از داده‌های تابلویی طی سال‌های ۱۳۸۶-۱۳۸۲ بررسی نمودند. نتایج تخمین نشان می‌دهد، شدت انرژی، درآمد سرانه واقعی، میزان جمعیت و نرخ شهرنشینی به‌عنوان مهم‌ترین عوامل اقتصادی و اجتماعی تأثیرگذار بر آلودگی محیط‌زیست می‌باشند، به‌طوری‌که کشش انتشار سرانه دی‌اکسید کربن نسبت به درآمد سرانه واقعی و شدت انرژی به ترتیب معدل ۰.۷۱ و ۰.۹۵ به دست آمده است. همچنین افزایش میزان جمعیت و نرخ شهرنشینی به میزان یک درصد، انتشار دی‌اکسید کربن به میزان بیش از یک درصد افزایش می‌یابد.

فطرس و همکاران (۱۳۹۳)، در پژوهشی با عنوان «تحلیل تجزیه ساختاری انتشار دی‌اکسیدکربن صنعتی ایران با رویکرد داده- ستانده» تغییرات در انتشار CO<sub>2</sub> را با استفاده از جداول داده- ستانده سال‌های ۱۳۷۰، ۱۳۷۵ و ۱۳۸۰ برای بخش‌های مختلف صنعتی طی دوره‌های ۱۳۷۵-۱۳۷۰ و ۱۳۸۰-۱۳۷۵ بررسی و عوامل اصلی تغییرات انتشار را با روش تجزیه عوامل مورد بررسی قرار داده اند. نتایج نشان می‌دهد در هر دوره تقاضای نهایی انرژی مهم‌ترین عامل مؤثر بر افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن بوده است، به اضافه بهبود در کارایی انرژی نیز از مهم‌ترین عوامل کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن در فعالیت‌های «حمل و نقل»، «تصفیه و تولید فرآورده‌های نفتی»، «تولید سایر محصولات کانی غیرفلزی» بوده است.

نصراللهی و همکاران (۱۳۹۳)، در پژوهشی با عنوان "ارزیابی زیست‌محیطی فعالیت‌های اقتصادی با استفاده از جدول داده - ستانده (یزد)". با استفاده از میزان مصرف انرژی و ضرایب انتشار، میزان انتشار آلاینده‌های محیط‌زیستی توسط هر بخش اقتصادی را با استفاده از جدول داده - ستانده برای سال ۱۳۸۵ در استان یزد برآورد کرده‌اند. نتایج محاسبات نشان می‌دهد طی سال ۱۳۸۵ میزان انتشار گاز دی‌اکسیدکربن توسط بخش‌های اقتصادی فعال در استان یزد ۲۶۹۸۴۱۳۳ تن بوده

است. بررسی ضرایب مستقیم و غیرمستقیم در پژوهش مزبور نیز نشان می‌دهد که بخش حمل و نقل- انبارداری و ارتباطات با ۲.۹۷ تن برای هر میلیون ریال تقاضا بالاترین میزان انتشار را به خود اختصاص داده است. ناجی میدانی و داوودی (۱۳۹۴) در پژوهشی با عنوان «تحلیل تجزیه‌ای شاخص انتشار ترکیبات کربن (دی اکسید کربن و منواکسید کربن) در بخش‌های حمل و نقل و زیر بخش‌های آن در ایران طی سال‌های ۱۳۷۸-۱۳۹۰» نشان می‌دهند که در کل بخش حمل و نقل مقیاس و رشد اقتصادی بیشترین تأثیر را بر افزایش انتشار ترکیبات کربن داشته است. در مقابل شدت انرژی و تا حدی تغییر ساختار در بخش حمل و نقل تا حدی اثر کاهنده‌ای بر میزان انتشار داشته است.

موران و همکارانش<sup>۱</sup> (۲۰۰۷)، در مطالعه‌ای با عنوان "یک رویکرد ترکیبی تجزیه و تحلیل داده- ستانده و حساسیت برای تجزیه و تحلیل پیوندهای بخشی و انتشار CO<sub>2</sub>"، با استفاده از ترکیب دو روش تجزیه و تحلیل حساسیت و روش داده- ستانده روابط متقابل بین بخشی در اسپانیا را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان می‌دهد که انتشار گازهای گلخانه‌ای مربوط به روابط تولیدی داده - ستانده در یک اقتصاد، به شدت میزان انتشار دی اکسید کربن در بخش‌ها و ساختار تقاضای نهایی بخش‌های مختلف مربوط است.

یان و ژاو<sup>۲</sup> (۲۰۱۵)، در پژوهشی با عنوان «ترکیب داده- ستانده و تحلیل حساسیت از انتشار گاز دی اکسید کربن در صنایع مصرف‌کننده انرژی بالا: مطالعه موردی چین» با استفاده از شاخص<sup>۳</sup> TCE (کشش ضرایب فنی) برای شناسایی معاملات بین بخش‌های اقتصادی که منجر به تأثیرات زیادی در انتشار گاز دی اکسید کربن می‌شود را مورد بررسی قرار می‌دهند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که ضرایب فنی با ارزش بالاتر TCE با الزامات مستقیم توسط صنایع مصرف‌کننده انرژی بالا مطابقت دارند. همچنین صنایع مختلف که ارزش TCE ساختاری بالایی دارند، در نتیجه تأثیر خود را بر انتشار دی اکسید کربن در صنایع مصرف‌کننده با انرژی بالا مربوط به یک سطح بالایی از تقاضا بر محصولات مربوطه می‌گذارد.

1. Moran et al
2. Yuan & Zhao
3. Technical Coefficient Elasticity

مارکاندیا و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۱۶)، در مطالعه‌ای تحت عنوان "بررسی اثرات اشتغال در فن‌آوری‌های کم کربن در اتحادیه اروپا" به بررسی این موضوع می‌پردازند که تحت شرایطی، با استفاده از جدول داده ستانده در سوئیس آیا برنامه‌های بهره‌وری انرژی می‌تواند اثرات مثبت اقتصادی و اجتماعی داشته باشد؟ نتایج نشان می‌دهد که برنامه‌های بهره‌وری انرژی می‌تواند اثرات مثبت بر تولید ناخالص داخلی و اشتغال داشته باشد.

وی و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۱۶)، در پژوهشی با عنوان "تجزیه و تحلیل نیروهای محرکه انتشار دی اکسید کربن (CO<sub>2</sub>) مربوط به انرژی در پکن: تجزیه و تحلیل تجزیه ساختاری داده-ستانده"، به بررسی انتشار گاز دی اکسید کربن مرتبط با انرژی تولید شده توسط صنایع پکن طی دوره زمانی ۲۰۱۰-۲۰۰۰ با استفاده از روش تجزیه و تحلیل داده - ستانده می‌پردازند. همچنین تجزیه و تحلیل SDA به‌منظور بررسی عوامل مؤثر از منظر تکنولوژی، اتصال بخشی، ساختار اقتصادی و مقیاس اقتصادی انجام شد. نتایج نشان می‌دهد که نرخ رشد انتشار دی اکسید کربن بخشی در پکن در طی این بازه زمانی با کاهش متوسط طی سال‌های ۲۰۱۰-۲۰۰۷ به شدت افزایش یافته است. به‌علاوه تغییر ساختار اقتصادی و رشد سریع اقتصادی منجر به افزایش قابل توجهی در رشد انتشار گاز دی اکسید کربن بوده است.

همیلتون و کلی<sup>۳</sup> (۲۰۱۷)، در مطالعه‌ای تحت عنوان "سناریوهای کم کربن برای کشورهای جنوب صحرائی آفریقا با استفاده از یک مدل داده-ستانده چند منطقه‌ای" با هدف پیامدهای انتشار گازهای گلخانه‌ای و انرژی تجدیدپذیر در خاورمیانه در سال ۲۰۳۰ به بررسی پنج سناریو برای آفریقا می‌پردازند. در این مطالعه در دسترس بودن منابع انرژی، تجارت بین‌المللی و توسعه تولید توزیع شده برای مکان‌های دور در نظر گرفته شده است. با توجه به سناریوهای این مطالعه، تمام پنج کشور مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و به این نتیجه رسیدند که تا سال ۲۰۳۰ نمی‌توانند عدد انتشار CO<sub>2</sub> را در مقیاس سال ۲۰۱۲ کاهش دهند.

1. Markandya et al
2. Wei et al
3. Hamilton & Kelly

## ۴- روش شناسی

## الگوی داده - ستانده زیست محیطی

الگوی تحلیلی مورد استفاده در این مطالعه الگوی داده - ستانده زیست محیطی است. روش تحلیل داده ستانده بر پایه ارتباط متقابل بخش‌ها و فعالیت‌های اقتصادی موجود در یک اقتصاد به محاسبه و تجزیه تحلیل ضرایب و کشش‌های برآمده از مبادلات میان بخش‌ها و پیش‌بینی تولید محصولات و حجم مبادلات بخش‌ها در سال‌های یک دوره برنامه ریزی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این الگو کاربرد بالایی در برنامه‌ریزی اقتصادی در سطوح منطقه‌ای و ملی دارد. مجموع ستانده بخش  $i$  ام یا  $X_i$  در یک اقتصاد به دو شکل تقاضای واسطه و تقاضای نهایی مورد استفاده قرار می‌گیرد، براین اساس معادله ستانده یا تراز تولیدی به شکل زیر تعریف می‌شود:

$$X_i = \sum_j X_{ij} + Y_i \quad (1)$$

در اینجا:

$X_{ij}$  نهاد‌های است که از بخش  $i$  بخش  $j$  واگذار می‌گردد و  $Y_i$  کل تقاضای نهایی برای محصول بخش  $i$  را نشان می‌دهد که شامل تولید برای مصرف خانوارها و دولت، اهداف سرمایه که شامل تشکیل سرمایه ثابت و تغییرات دارایی و صادرات می‌باشد. ضرایب فنی تولید را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$a_{ij} = \frac{X_{ij}}{X_j} \quad (2)$$

$a_{ij}$  ضریب مستقیم داده-ستانده است و نشان‌دهنده میزان نیاز به نهاد تولیدی بخش  $i$  - ام برای تولید یک واحد ستانده توسط بخش  $j$  - ام می‌باشد. در اینجا  $X_j$  کل تولید محصول  $j$  ام است. با فرض وجود تابع تولید خطی با ضرایب معین می‌توان نوشت:

$$X_{ij} = a_{ij} X_j \quad (3)$$

با جایگذاری رابطه (۳) در معادله (۱) خواهیم داشت:

$$X_i = \sum_j a_{ij} X_j + Y_i \quad (4)$$

تساوی (۴) که معرف معادله توازن است. با فرض وجود  $n$  فعالیت اقتصادی و ثابت بودن شرایط فنی در اقتصاد مورد بررسی شکل ماتریسی الگوی داده-ستانده برای پیش‌بینی تولیدات بخش‌های اقتصادی در سال  $t$  - ام به صورت زیر است:

$$X_t = A_0 X_t + Y_t \quad (5)$$

در اینجا  $X_t$  بردار  $(n \times 1)$  تولید ناخالص کالاها در اقتصاد در سال  $t$  -ام،  $A_0$  ماتریس  $(n \times n)$  ضرایب فنی داده-ستانده در اقتصاد که بر پایه جدول داده-ستانده سال پایه (0) محاسبه می‌گردد، عنصر  $ij$  -ام ماتریس  $A_0$  برابر است با آن مقدار (ارزش) محصول یا خدمت بخش  $i$  -ام که برای تولید یک واحد محصول در بخش  $j$  -ام به‌عنوان نهاده (کالای واسطه‌ای) مورد استفاده قرار می‌گیرد،  $Y_t$  نیز بردار  $(n \times 1)$  تقاضای نهایی برای محصولات در سال  $t$  -ام است. از این پس برای سادگی اندیس‌های 0 و  $t$  را از فرم ماتریسی الگو حذف می‌کنیم. بدین ترتیب اگر ماتریس  $(I - A)$  غیرمنفرد باشد، خواهیم داشت:

$$X = (I - A)^{-1}Y \quad (6)$$

$(I - A)^{-1}$  ماتریس معکوس لئونتیف نامیده می‌شود. معادله (۱) را بر حسب ضرایب ماتریس معکوس لئونتیف به صورت زیر می‌توان نوشت:

$$X_i = \sum_{j=1}^n b_{ij}Y_j \quad (7)$$

که در آن  $b_{ij}$ ، عنصر  $ij$  -ام ماتریس معکوس لئونتیف می‌باشد. عناصر این ماتریس را ضرایب مستقیم و غیرمستقیم داده-ستانده می‌نامیم.

به‌منظور بررسی اثر فعالیت‌های اقتصادی بر محیط‌زیست از جمله انتشار  $CO_2$ ، ابتدا به چارچوبی نیاز داریم که بر آن اساس بتوان ارتباط میان آلاینده‌های زیست‌محیطی و فعالیت‌های اقتصادی را مدل‌سازی کنیم. الگوی داده-ستانده یکی از ابزارهای مناسب تحلیل آثار زیست‌محیطی فعالیت‌های اقتصادی است. در این راستا فرض کنید، مقدار کل انتشار دی‌اکسیدکربن تولید شده از بخش  $i$  -ام یا  $e_i$  را به صورت زیر تعریف می‌کنیم:

$$e_i = C_i X_i \quad (8)$$

که در اینجا  $C_i$  نشان‌دهنده ضریب فنی انتشار دی‌اکسیدکربن به ازای هر واحد ستانده و  $X_i$  مقدار ستانده تولید شده توسط بخش  $i$  -ام یا ضریب شدت انتشار دی‌اکسید کربن می‌باشد. با جایگذاری رابطه ۴ در رابطه ۸ خواهیم داشت:

$$e_i = C_i [\sum_{j=1}^n a_{ij}X_j + Y_i] \quad (9)$$

رابطه بالا پیوند تقاضای نهایی تولید و انتشار CO2 را بر حسب ضرایب مستقیم داده-ستانده نشان می‌دهد. از سوی دیگر با جایگذاری رابطه (۷) در معادله (۸) خواهیم داشت:

$$e_i = C_i \times \left( \sum_{j=1}^n b_{ij} \times Y_j \right) \quad (10)$$

رابطه ۱۰ پیوند تقاضای نهایی تولید و انتشار CO2 را بر حسب ضرایب ماتریس معکوس لئونتیف یا ضرایب مستقیم و غیرمستقیم داده-ستانده نشان می‌دهد. مطابق این روابط، ساختار تأثیرگذاری تولید و تقاضای نهایی بر میزان انتشار CO2 هر بخش به نوع تکنولوژی مورد استفاده در آن بخش (سمت عرضه،  $C_i$ ) و ساختار روابط متقابل بخش‌ها در اقتصاد بستگی دارد. مطابق روابط ۹ و ۱۰ سیستم معادلات الگوی داده-ستانده زیست‌محیطی عبارت است از:

$$E = C(I - A)^{-1}Y \quad (11)$$

در اینجا،  $E$  بردار  $(n \times 1)$  نشان‌دهنده مقادیر انتشار دی‌اکسیدکربن و  $C$  ماتریس قطری  $(n \times n)$  که عناصر قطری آن ضرایب فنی یا شدت انتشار دی‌اکسیدکربن می‌باشد. ماتریس  $(n \times n): C(I - A)^{-1}$  که حاصل ضرب ماتریس معکوس لئونتیف در ماتریس قطری می‌باشد را ماتریس ضرایب مستقیم و غیرمستقیم انتشار دی‌اکسیدکربن می‌نامیم. با توجه به سیستم معادلات شماره ۶ و ۱۱ برای استخراج بردار انتشار دی‌اکسیدکربن تنها به جدول داده-ستانده اقتصادی و بردار ضرایب انتشار دی‌اکسیدکربن نیاز داریم. در این الگو میزان انتشار دی‌اکسیدکربن بر حسب واحد فیزیکی (تن) می‌باشد. به اضافه فرض می‌شود که ضریب آلاینده‌گی فعالیت‌های تولیدی ثابت است. سایر فرض مدل داده ستانده از جمله فرض همگنی، خطی بودن تابع تولید، عملکرد اقتصاد در ظرفیت کامل و عرضه نامحدود منابع طبیعی برقرار است (قزلباش و اسفندیاری، ۱۳۸۹).

### ضریب کشش انتشار دی‌اکسیدکربن

از آنجا که ضرایب الگوی داده-ستانده در یک اقتصاد شاخص‌های کمی روابط متقابل فعالیت‌های اقتصادی به لحاظ تکنولوژیکی محسوب می‌گردند، میزان و نرخ انتشار گازهای گلخانه‌ای ارتباط نزدیکی با این ضرایب در یک اقتصاد دارند و لذا مطالعه

موضوع انتشار آلاینده‌های زیست‌محیطی ناشی از فعالیت‌های اقتصادی در چارچوب روابط تکنیکی میان بخش‌های اقتصادی حائز اهمیت فراوان خواهد بود. تجزیه و تحلیل کشش (حساسیت) انتشار دی‌اکسیدکربن نسبت به تغییر در ضرایب فنی ما را قادر می‌سازد تا بتوانیم به این مهم پردازیم. قدر یقین ضرایب حساسیت مورد نظر، به چگونگی تغییرات جریان تقاضا برای انرژی و لذا انتشار گازهای گلخانه‌ای و همچنین تغییرات ضرایب فنی داده-ستانده و ضرایب انتشار دی‌اکسیدکربن بین دو دوره زمانی بستگی دارند.

رویکرد تجزیه و تحلیل حساسیت مبتنی بر محاسبه‌ی تأثیر تغییرات در ضرایب فنی در معادله (۱۰) بر سطح انتشار دی‌اکسیدکربن در بخش‌های مختلف اقتصادی می‌باشد. هدف این رویکرد، سنجش حساسیت تغییرات در مقدار تولید گازهای گلخانه‌ای ناشی از تغییرات کوچک در ضرایب فنی می‌باشد (آنجل تارانکو و دل‌ریو، ۲۰۱۳). ضریب کشش انتشار دی‌اکسیدکربن نسبت به تغییرات ضرایب فنی به صورت زیر قابل بیان است:

$$\varepsilon_{e_{iaj}} = \frac{\frac{\Delta e_i}{e_i}}{\frac{\Delta a_{ij}}{a_{ij}}} \quad (12)$$

که در آن،  $\varepsilon_{e_{iaj}}$  کشش انتشار دی‌اکسیدکربن در بخش  $i$  - ام نسبت به ضریب فنی داده-ستانده  $a_{ij}$ ،  $\Delta e_i$  و  $\Delta a_{ij}$  نیز به ترتیب تغییرات انتشار دی‌اکسیدکربن بخش و  $\Delta a_{ij}$  نیز تغییر در ضریب فنی داده - ستانده می‌باشد. این کشش نشان می‌دهد که همراه با تغییر ضریب فنی  $a_{ij}$  در فرآیند مبادله بخش‌های  $i$  و  $j$  میزان انتشار دی‌اکسیدکربن در بخش  $i$  - ام (بخش دهنده) چگونه و با چه نسبت تأثیر تأثیر قرار می‌گیرد.

## ۵- آمار و اطلاعات

در این مطالعه برای استخراج ضرایب فنی داده-ستانده از جدول منتشر شده داده - ستانده ۵۲ بخشی سال ۱۳۸۹ اقتصاد ایران استفاده شده است. به دلیل فقدان آمارهای تفکیکی آلاینده‌های زیست‌محیطی برای ۵۲ بخش، با ادغام برخی از بخش‌ها به تناسب ماهیت فعالیت و نوع محصول، فعالیت‌های اقتصادی را به سه گروه و به تفکیک ۲۴ بخش طبقه‌بندی کرده‌ایم، به شرح ذیل:

- گروه صنایع (صنعت، معدن، انرژی و ساختمان) مشتمل بر ۱۲ بخش
- گروه فعالیتهای کشاورزی مشتمل بر ۲ بخش
- گروه فعالیتهای خدماتی (تجاری، عمومی و اجتماعی، حمل و نقل، فعالیتهای مالی) شامل ۱۰ بخش<sup>۱</sup>.

دو متغیر اصلی تحقیق شامل ارزش ستاندهها و میزان انتشار دی اکسید کربن در سه گروه فعالیتی مزبور به تناسب کیفیت و چگونگی دسترسی به گزارشات رسمی آمار فعالیتهای محاسبه شدهاند.

برای گروه صنایع در شاخه فعالیتهای صنعتی، آمار انتشار دی اکسید کربن برای ۱۲ بخش مربوطه به تفکیک در دسترس نمی باشد، اما آمار تجمعی آن هر ساله در ترازنامه انرژی کشور گزارش می شود. به اضافه، آمار مصرف حامل های سوختی به تفکیک فعالیتهای و مطابق طبقه بندی ISIC هر ساله از طریق آمارنامه نتایج آمارگیری کارگاه های صنعتی ده نفر کارکن و بیشتر منتشر می گردد. از این رو، به منظور محاسبه ضرایب انتشار دی اکسید کربن هر سوخت به تفکیک فعالیتهای صنعتی به ترتیب زیر عمل کرده ایم:

۱- ابتدا ضرایب شدت انتشار دی اکسید کربن هر حامل سوختی برای کل گروه را محاسبه کرده ایم. برای این منظور از آمار مجموع مصرف هر حامل سوختی و انتشار دی اکسید کربن حاصل از مصرف آن منتشر شده در ترازنامه انرژی سال ۱۳۸۹ استفاده شده است.

۲- سپس با استفاده از داده های تفکیکی مصرف سوخت بخش ها و ضرایب شدت انتشار دی اکسید کربن هر سوخت (که در گام اول محاسبه شده است) میزان انتشار دی اکسید کربن هر حامل سوختی را به تفکیک ۱۲ بخش صنعتی محاسبه کرده ایم. داده های تفکیکی مصرف سوخت بخش ها از آمارنامه نتایج آمارگیری کارگاه های صنعتی ده نفر کارکن و بیشتر سال ۱۳۸۹ استخراج شده است.

شایان ذکر است در مورد بخش معدن، انرژی و ساختمان نیز با توجه به اینکه در ترازنامه انرژی آمار مربوط به انتشار آلاینده های این بخش ها به طور جداگانه ملحوظ نشده است، لذا میزان انتشار دی اکسید کربن براساس وزن ستانده هر کدام از این بخش ها از

۱. جدول پیوست ۱ شیوه ادغام ۵۲ بخش جدول داده - ستانده و تبدیل آن به ۲۴ بخش را نشان می دهد.



کل ستانده گروه صنایع محاسبه می‌گردد. به اضافه آلاینده‌زایی یا میزان انتشار دی‌اکسیدکربن بخش خدمات با استفاده از آمار ترازنامه انرژی و آلاینده زایی تفکیکی بخش‌های عمومی و تجاری نیز از توزیع موزون مجموع آلاینده‌های این بخش‌ها برپایه وزن ارزش ستانده هر کدام از بخش‌ها محاسبه شده است. به اضافه، میزان انتشار دی‌اکسیدکربن زیر بخش‌های حمل و نقل از ترازنامه انرژی سال ۱۳۸۹ به صورت مجزا استخراج شده است. به اضافه، میزان انتشار دی‌اکسیدکربن بخش کشاورزی براساس وزن ستانده زراعت و باغداری و سایر کشاورزی از کل ستانده کشاورزی توزیع شده است. آمار تفکیکی میزان انتشار دی‌اکسید کربن در پیوست ۲ آمده است.

#### ۶- نتایج محاسبات الگو

همان‌گونه که گفته شد در این مطالعه ۲۴ فعالیت اقتصادی در نظر گرفته شده است، لذا بردار  $E$  در سیستم معادلات ۱۱ یا بردار مقادیر انتشار دی‌اکسیدکربن  $(1 \times 24)$  می‌باشد که مطابق قاعده مورد اشاره در قسمت ۵ محاسبه می‌شود. با تقسیم متناظر عناصر بردار  $E$  بر عناصر بردار ستانده یا  $X$ ، عناصر قطر اصلی ماتریس قطری  $(24 \times 24)$ :  $C$  یا ضرایب مستقیم انتشار دی‌اکسیدکربن به دست می‌آید. این ضرایب نشان‌دهنده مقدار انتشار  $CO_2$  ایجاد شده بر حسب واحد (تن به میلیارد ریال) برای تولید یک واحد پول کالای هر بخش اقتصادی در سال ۱۳۸۹ می‌باشد. با ضرب نمودن ماتریس قطری در ماتریس معکوس لئونتیف، ضرایب مستقیم و غیرمستقیم انتشار دی‌اکسیدکربن یا  $(24 \times 24): C(I - A)^{-1}$  به دست می‌آید. با این محاسبات مدل داده-ستانده پایه تحقیق مشخص شده و آنگاه می‌توانیم مسیر اصلی تحقیق به منظور ارزیابی آثار زیست‌محیطی روابط متقابل بخش‌های اقتصادی دنبال نماییم.

جدول (۱) نتایج محاسبه ضرایب انتشار دی‌اکسیدکربن به تفکیک بخش‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهد. مطابق نتایج به دست آمده بالاترین ضرایب مستقیم انتشار  $CO_2$  به ترتیب مربوط به بخش حمل و نقل جاده‌ای، حمل و نقل آبی، حمل و نقل هوایی، صنایع کانی‌های غیرفلزی، صنایع فلزات اساسی و در مقابل صنایع چوب و محصولات چوبی، صنایع ماشین‌آلات، تجهیزات و ابزار فلزی و برق، آب و گاز پایین‌ترین

ضرایب انتشار را در میان سایر بخش‌ها دارند. ستون سوم جدول ۱ رتبه‌بندی بخش‌ها براساس میزان ضرایب مستقیم انتشار CO2 نشان می‌دهد.

ضرایب مستقیم و غیرمستقیم نشان می‌دهد که با افزایش یک میلیارد ریال تقاضای نهایی برای هر یک از بخش‌ها، انتشار دی‌اکسیدکربن به چه میزان به‌طور مستقیم و غیرمستقیم در بخش تأمین‌کننده محصول نهایی افزایش می‌یابد. مقایسه رتبه‌بندی بخش‌ها بر اساس ضرایب مستقیم و ضرایب کل (ضرایب مستقیم و غیرمستقیم) در فرآیند تعیین اولویت‌ها در رویکردها و اقدامات سیاستی در زمینه کاهش آلاینده‌ها به ما کمک می‌کند. محاسبات نشان می‌دهد که بالاترین ضرایب کل (مستقیم و غیرمستقیم) به ترتیب مربوط به بخش‌های حمل و نقل جاده‌ای، حمل و نقل هوایی، حمل و نقل آبی، صنایع فلزات اساسی، صنایع کانی‌های غیرفلزی و حمل و نقل ریلی بوده است. به‌اضافه تفاوت بالای رتبه هر بخش در دو نوع رتبه‌بندی معیار اولویت‌بندی و تمرکز سیاست‌گذار بر مسائل داخلی بخش یا بخش‌های مرتبط در راستای مهار آلاینده‌گی زیست‌محیطی است. از این منظر، بالا بودن ضریب مستقیم انتشار نسبت به ضریب کل (مستقیم و غیرمستقیم) در یک بخش مبین این امر است که این بخش دارای ارتباطات پیشین قابل ملاحظه‌ای با دیگر بخش‌ها نیست و لذا تأکید بر اصلاحات فنی و مدیریتی به‌منظور کاهش شدت انتشار آلاینده‌ها در فرآیند تولید این بخش بر تعدیل شدت انتشار آلاینده‌گی سایر بخش‌ها تأثیر چندانی ندارد. مطابق نتایج از جمله بخش‌هایی که چنین وضعیتی را دارند عبارت‌اند از: صنایع کاغذ، مقوا، چاپ و تکثیر - بخش‌های خدماتی و بازرگانی، زراعت و باغداری، معدن. به‌عنوان مثال بخش کاشت محصولات (زراعت و باغداری) از نظر ضرایب مستقیم رتبه ۱۴ در انتشار CO2 را به خود اختصاص می‌دهد، اما از نظر ضرایب مستقیم و غیرمستقیم در رتبه ۲۳ قرار دارد و لذا تلاش‌های سیاست‌گذاری به‌منظور بازسازی این فعالیت به لحاظ آلاینده‌گی بر سایر بخش‌ها به‌طور نسبی اثر کمتری دارد.

به‌طور عکس بالا بودن ضریب کل انتشار نسبت به ضریب مستقیم (یا نزدیک بودن این دو ضریب) در یک بخش گویای این است که این بخش دارای ارتباطات پیشین نسبتاً قوی با دیگر بخش‌هاست و لذا تأکید بر اصلاحات فنی و مدیریتی به‌منظور کاهش شدت انتشار آلاینده‌ها در فرآیند تولید این بخش بر تعدیل شدت انتشار آلاینده‌گی در

سایر بخش‌ها در قیاس خود بخش تأثیر بالا (یا یکسانی) خواهد داشت. مطابق نتایج از جمله برخی بخش‌هایی که چنین وضعیتی را دارند عبارتند از سایر محصولات کشاورزی، صنایع چوب و محصولات چوبی، ساختمان، صنایع شیمیایی، صنایع کانی‌های غیرفلزی، صنایع ماشین‌آلات، تجهیزات و ابزار فلزی، صنایع کاغذ، مقوا، چاپ و تکثیر ..

جدول ۲ نتایج تفصیلی محاسبات کثرت انتشار دی‌اکسیدکربن نسبت به تغییر در ضرایب فنی داده-ستانده را برای بخش‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد. همان‌گونه که ملاحظه می‌گردد، بیشترین کثرت انتشار دی‌اکسیدکربن مربوط به بخش صنایع چوب و محصولات چوبی نسبت به تغییر ضریب فنی بخش ساختمان می‌باشد. به عبارتی فروش محصول بخش صنایع چوب و محصولات چوبی به بخش ساختمان بالاترین حساسیت نسبت به انتشار دی‌اکسیدکربن دارد. بعد از بخش صنایع چوب و محصولات چوبی، بالاترین حساسیت مربوط به انتشار CO<sub>2</sub> بخش صنایع کانی‌های غیرفلزی حدود ۰.۶۴ است که با تغییر ۰.۰۵ در ضریب فنی بخش ساختمان به دست آمده است. جدول کامل داده - ستانده ۲۴ بخشی مربوط به کثرت‌های انتشار دی‌اکسیدکربن میان بخش‌های مورد مطالعه در پیوست ۳ آمده است.

جدول ۱. ضرایب مستقیم و ضرایب مستقیم، غیرمستقیم انتشار دی‌اکسیدکربن در ۲۴ بخش تحت مطالعه

بخش‌های اقتصادی	ضرایب مستقیم انتشار CO <sub>2</sub>	رتبه‌بندی طبق ضرایب مستقیم	ضرایب کل (مستقیم و غیرمستقیم)	رتبه‌بندی طبق ضرایب مستقیم و غیرمستقیم
کاشت محصولات (زراعت و باغداری)	۰/۰۲۶	۱۴	۰/۰۵۵	۲۳
سایر کشاورزی	۰/۰۲۶	۱۵	۰/۰۹۱	۹
صنایع مواد غذایی، آشامیدنی و دخانیات	۰/۰۱۶	۱۸	۰/۰۸۴	۱۳
صنایع نساجی، پوشاک و چرم	۰/۰۰۷	۲۰	۰/۰۶۸	۱۶
صنایع چوب و محصولات چوبی	۰/۰۰۳	۲۳	۰/۰۶۱	۲۰
صنایع کاغذ، مقوا، چاپ و تکثیر	۰/۰۱۹	۱۷	۰/۰۸۲	۱۰
صنایع شیمیایی	۰/۰۴۲	۱۲	۰/۰۸۶	۱۱
صنایع کانی‌های غیرفلزی	۰/۰۷۳	۴	۰/۱۲۴	۵

رتبه بندی طبق ضرایب مستقیم و غیرمستقیم	ضرایب کل (مستقیم و غیرمستقیم)	رتبه بندی طبق ضرایب مستقیم	ضرایب مستقیم انتشار CO2	بخش های اقتصادی
۴	۰/۱۳۶	۵	۰/۰۶۵	صنایع فلزات اساسی
۱۲	۰/۰۸۵	۲۲	۰/۰۰۵	صنایع ماشین آلات، تجهیزات و ابزار فلزی
۸	۰/۰۹۱	۲۴	۰/۰۰۳	صنایع متفرقه (مصنوعات طبقه بندی نشده)
۲۴	۰/۰۲۶	۱۶	۰/۰۲۳	معادن
۱۹	۰/۰۶۸	۲۱	۰/۰۰۷	برق، آب و گاز
۷	۰/۰۹۳	۱۹	۰/۰۰۸	ساختمان
۶	۰/۱۱۲	۷	۰/۰۵۲	حمل و نقل ریلی
۱	۰/۲۶۵	۱	۰/۲۳۲	حمل و نقل جاده ای
۳	۰/۱۷۳	۳	۰/۰۹۳	حمل و نقل آبی
۲	۰/۲۰۸	۲	۰/۱۶۰	حمل و نقل هوایی
۱۵	۰/۰۷۰	۹	۰/۰۴۶	بازرگانی، رستوران و هتلداری
۱۴	۰/۰۷۳	۱۳	۰/۰۳۳	انبارداری و ارتباطات
۲۱	۰/۰۶۲	۸	۰/۰۴۸	خدمات مؤسسات پولی و مالی
۲۲	۰/۰۶۰	۶	۰/۰۵۶	خدمات مستغلات و خدمات حرفه ای و تخصصی
۱۸	۰/۰۶۷	۱۰	۰/۰۴۴	خدمات عمومی
۱۷	۰/۰۶۸۱	۱۰	۰/۰۴۳	خدمات اجتماعی، شخصی، خانگی

منبع: یافته های تحقیق

جدول ۲. کشف انتشار دی اکسید کربن نسبت به تغییر ضرایب فنی

کشش	بخش های مرتبط با تأثیرگذاری بالا	نوع فعالیت
۰/۱۳۵	صنایع مواد غذایی، آشامیدنی و دخانیات	کاشت محصولات (زراعت و باغداری)
۰/۰۴۴	کاشت محصولات (زراعت و باغداری)	
۰/۰۴۲	سایر کشاورزی	
۰/۰۳۷	صنایع نساجی، پوشاک و چرم	سایر کشاورزی
۰/۲۷۳	صنایع مواد غذایی، آشامیدنی و دخانیات	

کد	بخش‌های مرتبط با تأثیرگذاری بالا	نوع فعالیت
۰/۲	سایر کشاورزی	
۰/۰۷۹	خدمات عمومی	
۰/۰۳	سایر کشاورزی	صنایع مواد غذایی، آشامیدنی و دخانیات
۰/۰۲۲	صنایع مواد غذایی، آشامیدنی و دخانیات	
۰/۰۹۳	صنایع نساجی، پوشاک و چرم	صنایع نساجی، پوشاک و چرم
۰/۰۳۴	صنایع متفرقه (مصنوعات طبقه‌بندی نشده)	
۰/۰۲۵	خدمات عمومی	
۰/۸۶۷	ساختمان	صنایع چوب و محصولات چوبی
۰/۱۴۱	صنایع چوب و محصولات چوبی	
۰/۰۹	بازرگانی، رستوران و هتلداری	
۰/۳۰۹	صنایع کاغذ، مقوا، چاپ و تکثیر	صنایع کاغذ، مقوا، چاپ و تکثیر
۰/۱۲۶	صنایع کانی‌های غیرفلزی	
۰/۱۲۱	خدمات عمومی	
۰/۱۱۵	صنایع ماشین‌آلات، تجهیزات و ابزار فلزی	
۰/۰۹۷	صنایع شیمیایی	صنایع شیمیایی
۰/۰۹۱	حمل و نقل جاده‌ای	
۰/۰۱۶	صنایع متفرقه (مصنوعات طبقه‌بندی نشده)	
۰/۶۴۵	ساختمان	صنایع کانی‌های غیرفلزی
۰/۰۳۹	صنایع کانی‌های غیرفلزی	
۰/۰۱۵	کاشت محصولات (زراعت و باغداری)	
۰/۳۲۵	صنایع متفرقه (مصنوعات طبقه‌بندی نشده)	صنایع فلزات اساسی
۰/۲۳۲	صنایع ماشین‌آلات، تجهیزات و ابزار فلزی	
۰/۲۲	ساختمان	
۰/۱۷۷	صنایع فلزات اساسی	
۰/۲۳۸	ساختمان	صنایع ماشین‌آلات، تجهیزات و ابزار فلزی
۰/۱۴۲	صنایع متفرقه (مصنوعات طبقه‌بندی نشده)	
۰/۰۸۹	خدمات عمومی	

کشش	بخش‌های مرتبط با تأثیرگذاری بالا	نوع فعالیت
۰/۰۸۷	برق، آب و گاز	
۰/۰۶۹	بازرگانی، رستوران و هتلداری	
۰/۰۰۱	کاشت محصولات (زراعت و باغداری)	صنایع متفرقه (مصنوعات طبقه‌بندی نشده)
۰/۰۰۱	سایر کشاورزی	
۰/۰۰۹	صنایع مواد غذایی، آشامیدنی و دخانیات	
۰/۲۱۹	صنایع شیمیایی	معادن
۰/۰۲۸	صنایع فلزات اساسی	
۰/۰۱۲	برق، آب و گاز	
۰/۱۲۳	صنایع فلزات اساسی	برق، آب و گاز
۰/۰۹۳	صنایع شیمیایی	
۰/۰۶۶	برق، آب و گاز	
۰/۰۶۶	صنایع کانی‌های غیرفلزی	
۰/۰۱	ساختمان	ساختمان
۰/۰۰۴	بازرگانی، رستوران و هتلداری	
۰/۰۰۲	انبارداری و ارتباطات	
۰/۲۰۸	ساختمان	حمل و نقل ریلی
۰/۰۷۲	انبارداری و ارتباطات	
۰/۰۶۳	صنایع شیمیایی	
۰/۲۳۷	ساختمان	حمل و نقل جاده‌ای
۰/۰۷۷	صنایع شیمیایی	
۰/۰۷۴	صنایع متفرقه (مصنوعات طبقه‌بندی نشده)	
۰/۰۶۱	بازرگانی، رستوران و هتلداری	
۰/۱۸۹	ساختمان	حمل و نقل آبی
۰/۰۶۷	صنایع شیمیایی	
۰/۰۶۵	صنایع متفرقه (مصنوعات طبقه‌بندی نشده)	
۰/۵۹۴	ساختمان	حمل و نقل هوایی
۰/۱۸۹	صنایع شیمیایی	

کشش	بخش‌های مرتبط با تأثیرگذاری بالا	نوع فعالیت
۰/۱۸۴	صنایع متفرقه (مصنوعات طبقه‌بندی نشده)	بازرگانی، رستوران و هتلداری
۰/۱۲۷	حمل و نقل جاده‌ای	
۰/۱۰۵	ساختمان	
۰/۰۷۹	خدمات عمومی	
۰/۱۵۷	بازرگانی، رستوران و هتلداری	انبارداری و ارتباطات
۰/۰۷۳	انبارداری و ارتباطات	
۰/۰۶۸	برق، آب و گاز	
۰/۱۵۶	ساختمان	خدمات مؤسسات پولی و مالی
۰/۰۹۵	بازرگانی، رستوران و هتلداری	
۰/۰۸۳	خدمات مؤسسات پولی و مالی	
۰/۰۷۸	خدمات عمومی	
۰/۰۱۵	صنایع شیمیایی	خدمات مستغلات و خدمات حرفه‌ای و تخصصی
۰/۰۱۳	صنایع فلزات اساسی	
۰/۰۱	انبارداری و ارتباطات	
۰/۰۰۸	خدمات عمومی	خدمات عمومی
۰/۰۰۶	برق، آب و گاز	
۰/۰۰۳	انبارداری و ارتباطات	
۰/۰۱۷	کاشت محصولات (زراعت و باغداری)	خدمات اجتماعی، شخصی، خانگی
۰/۰۰۶	بازرگانی، رستوران و هتلداری	

منبع: یافته‌های تحقیق

## ۷- نتیجه‌گیری و پیشنهادها

بهره‌برداری مطلوب از منابع انرژی و کاهش خطرات زیست‌محیطی ناشی از مصرف حامل‌های انرژی از جمله عوامل مهم پیشرفت اقتصادی و ارتقای جایگاه کشور در منطقه می‌باشد. به دلیل محدودیت منابع فسیلی و رشد و شدت بالای مصرف انرژی در ایران و لذا افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای از جمله دی‌اکسیدکربن، برنامه‌ریزی مناسب در راستای ضرورت‌های حفاظت از محیط‌زیست و توسعه پایدار اجتناب‌ناپذیر

خواهد بود. برای تحقق این مهم اقدامات فراگیر و سیاست های اصلاحی در جهت ارتقای بهره‌وری انرژی و بهبود الگوی مصرف انرژی در بخش‌های مولد اقتصاد با فراهم‌آوری شرایط آسان به‌منظور استفاده از تکنولوژی‌های نو و کم کربن در فعالیت‌های تولیدی، صنعتی و خدماتی کشور ضروری می‌باشد.

در مطالعه حاضر به‌منظور سنجش و بررسی تأثیر هر یک از بخش‌های اقتصادی بر انتشار دی‌اکسیدکربن در فرآیند فعالیت‌های اقتصادی، میزان دی‌اکسیدکربن منتشر شده توسط هر یک از بخش‌ها را با استفاده از جدول داده-ستانده سال ۱۳۸۹ محاسبه و سپس با تدوین یک الگوی داده-ستانده زیست‌محیطی ۲۴ بخشی به محاسبه ضرایب مستقیم و ضرایب مستقیم و غیرمستقیم انتشار دی‌اکسیدکربن بخش‌ها پرداختیم. نتایج حاصله نشان می‌دهد که بخش حمل و نقل به خصوص زیر بخش حمل و نقل جاده‌ای از نظر ضرایب مستقیم و ضرایب مستقیم و غیرمستقیم داده-ستانده بالاترین میزان دی‌اکسیدکربن را در نتیجه افزایش تقاضای نهایی بخش منتشر می‌کند، بنابراین می‌بایست در راستای مهار میزان دی‌اکسیدکربن ناشی از مصرف انرژی بیشترین تأکید بر اصلاح برنامه‌ها و سیاست‌های بهبود راندمان مصرف انرژی از جمله ارائه آموزش‌های لازم و بهبود تکنولوژی در این بخش و بخش‌هایی که از خدمات آن استفاده می‌کنند، صورت گیرد. با توجه به اینکه بخش حمل و نقل مهم‌ترین بخش مصرف‌کننده انرژی و انتشار دی‌اکسیدکربن است، هر گونه اقدام و فعالیتی در جهت کاهش انتشار CO<sub>2</sub> باید با محوریت این بخش صورت پذیرد. سیاست‌گذاران می‌توانند با حرکت از سیستم حمل و نقل جاده‌ای سنتی به راه‌آهن یا حمل و نقل کوتاه دریایی و همچنین جایگزینی کامیون‌های گازسوز، توسعه آموزش به رانندگان در زمینه ایمنی و بهره‌وری زیست‌محیطی، استفاده از سوخت‌های جایگزین، الزام خودروسازها در جهت کاهش مصرف انرژی خودروها و استفاده از تجارت الکترونیک، امکان کاهش اثرات زیست‌محیطی در حمل و نقل را ایجاد نمایند.

محاسبات نشان می‌دهد در بخش صنعت زیر بخش‌های صنایع کانی‌های غیرفلزی و صنایع فلزات اساسی دارای بیشترین ضرایب مستقیم و ضرایب مستقیم و غیرمستقیم داده-ستانده در انتشار دی‌اکسیدکربن هستند. مطالعات پورعبدالهان کویچ و همکاران (۱۳۹۴) نیز تأکید دارد صنایع محصولات کانی‌های غیرفلزی بیشترین سهم را در انتشار



آلودگی دی اکسیدکربن صنایع ده نفر کارکن و بیشتر داشته است. با توجه به بالا بودن میزان انتشار دی اکسیدکربن و ضرایب مستقیم و غیرمستقیم صنایع کانی‌های غیرفلزی توصیه می‌شود با بهره‌گیری از تکنولوژی‌های جدید با آلاینده‌گی کمتر، کاهش سهم تولیدات و فعالیت‌های انرژی بر و استفاده از انرژی‌های کم کربن و پاک همچون گاز طبیعی و ارتقاء کیفیت سوخت‌ها در این بخش، میزان انتشار و آلاینده‌گی دی‌اکسیدکربن را کاهش داد.

براساس نتایج حاصله ضریب کشش انتشار دی‌اکسیدکربن در تمامی ۲۴ فعالیت کمتر از یک بوده است. این نتیجه با مطالعات انجام شده توسط آنجل تارانکو و دل ریو، ۲۰۱۳ همسو می‌باشد. کشش کمتر از یک به این معنی است که اگر ضریب فنی داده-ستانده میان بخش i (داده) و بخش j (ستانده) یک درصد افزایش یابد انتشار دی‌اکسیدکربن در فعالیت بخش i یا بخش داده کمتر از یک درصد افزایش می‌یابد. نتایج تفصیلی محاسبات کشش انتشار دی اکسیدکربن در بخش‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد که بیشترین کشش انتشار دی اکسیدکربن مربوط به بخش صنایع چوب و محصولات چوبی نسبت به تغییر ضریب فنی داده-ستانده میان این بخش و بخش ساختمان می‌باشد. به عبارتی فروش بخش صنایع چوب و محصولات چوبی به بخش ساختمان حساسیت بیشتری برای تغییر در انتشار دی اکسیدکربن دارد. بعد از بخش صنایع چوب و محصولات چوبی، بالاترین حساسیت مربوط به انتشار دی اکسیدکربن برای بخش صنایع کانی‌های غیرفلزی (داده) و بخش ساختمان (ستانده) به دست داده است. با تغییر در ساختار و شرایط فنی داده-ستانده اقتصاد از طریق سرمایه‌گذاری روی ماشین‌آلات و تجهیزات پیشرفته با غنای فناوری بالا و اصلاح فضای کسب و کار می‌توان میزان تولید آلاینده‌گی در بخش‌هایی که حساسیت بیشتری نسبت به تغییر دی اکسیدکربن دارند را کشور کنترل کرد. با توجه به نتایج حاصله، اهم توصیه‌های سیاستی این پژوهش به‌طور اخص عبارتند از:

۱- صیانت از منابع انرژی و محیط زیست طبیعی و انسانی و لذا تحقق الزامات اقتصاد سبز مستلزم برنامه‌ریزی همه‌جانبه در جهت ارتقای بهره‌وری با استفاده از تکنولوژی‌های نو و کم کربن در کلیه فعالیت‌های تولیدی، صنعتی و خدماتی کشور و

همچنین افزایش بهره‌وری انرژی و تغییر ساختار مصرف انرژی در راستای تقویت بخش‌های مولد اقتصاد است.

۲- با توجه به سهم بالای بخش حمل و نقل در انتشار دی‌اکسیدکربن در سطح کلان و همچنین بالا بودن ضرایب مستقیم و ضرایب مستقیم و غیرمستقیم داده-ستانده این بخش، اعمال سیاست‌های کنترل و کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن از طریق فراهم‌سازی شرایط فنی و مالی لازم به منظور استفاده از سوخت‌های پاک، انرژی‌های نو و بالا بردن کارایی انرژی برای تجهیزات مصرف‌کننده انرژی در بخش مزبور ضروری می‌باشد.

۳- سیاست‌گذاران بخش انرژی می‌توانند کاهش آلاینده‌های زیست‌محیطی و حرکت به سمت اقتصاد سبز را در بخش حمل و نقل را از طریق مکانیزم‌های از جمله: (حرکت از سیستم حمل و نقل جاده‌ای سنتی به راه‌آهن و حمل و نقل کوتاه دریایی، نوسازی ناوگان حمل و نقل جاده‌ای با جایگزینی کامیون‌های گازسوز به‌جای دیزلی، آموزش فراگیر و الزام آور به رانندگان در زمینه ایمنی و بهره‌وری زیست‌محیطی، استفاده از سوخت‌های جایگزین، الزام خودروسازها در جهت کاهش مصرف انرژی خودروها) پیگیری نمایند.

۴- با توجه به سهم بالای صنایع انرژی بر جمله صنایع کانی‌های غیرفلزی و صنایع فلزات اساسی در انتشار آلاینده‌های زیست‌محیطی به دلیل دارا بودن بیشترین ضرایب داده-ستانده، توصیه می‌شود در برنامه‌های بلندمدت توسعه بخش صنعت اقداماتی نظیر بهره‌گیری از تکنولوژی‌های جدید و خارج نمودن تجهیزات فرسوده و قدیمی، سرمایه‌گذاری در استفاده از حامل‌های کم کربن مانند گاز طبیعی و تعریف مشوق‌هایی در این زمینه و همچنین تغییر در ساختار بخش صنعت به نفع صنایع با انرژی‌بری کمتر، مورد توجه خاص واقع شود.

۵- آگاهی بخشی دولت از طریق نهادهای آموزشی، رسانه‌ها و همچنین آموزش عمومی در زمینه تبیین اهمیت صیانت از محیط زیست و تغییر الگوی مصرف و تشویق سرمایه‌گذاران به کارگیری تکنولوژی‌های کم کربن با در نظر گرفتن تمهیداتی در این خصوص، به درونی شدن الزامات شکل‌گیری اقتصاد سبز و قوام آن کمک شایان توجهی خواهد کرد.

## منابع

- پورعبادالهیان کویچ، محسن، پناهی، حسین، شهبازی هومونلو، شهریار و صالحی ابر، خدیجه (۱۳۹۴). "تجزیه عوامل مؤثر بر تغییرات مصرف انرژی در زیر بخش‌های صنعتی ایران مقایسه روش‌های لاسپیرز و دیویژیا". فصلنامه علمی پژوهشی نظریه‌های کاربردی اقتصاد، سال دوم، شماره ۴، ۷۰-۴۹
- ترابی، تقی و وارثی، محسن (۱۳۸۸). "بررسی آلاینده‌های زیست‌محیطی صنایع کشور با استفاده از رویکرد داده-ستانده (مورد خاص دی‌اکسیدکربن)". علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، دوره دهم، شماره ۳، ۹۲-۷۸
- فلاحی، فیروز و حکمتی فرید، صمد (۱۳۹۲). "بررسی عوامل مؤثر بر میزان انتشار گاز دی‌اکسیدکربن در استان‌های کشور (رهیافت داده‌های تابلویی)". اقتصاد انرژی ایران (اقتصاد محیط‌زیست و انرژی) دوره دوم، شماره ۶، ۱۲۹-۱۵۰
- فطرس، محمد حسین، براتی، جواد و رسول‌زاده، مریم (۱۳۹۳). "تحلیل تجزیه ساختاری انتشار دی‌اکسیدکربن (CO<sub>2</sub>) صنعتی ایران با رویکرد داده-ستانده". فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، سال دهم، شماره ۴۱، ۱۵۲-۱۳۱
- قزلباش، منا و اسفندیاری، علی اصغر (۱۳۸۹). "بررسی ضرایب مستقیم و غیرمستقیم ایجاد انواع آلاینده‌های زیست‌محیطی برای بخش‌های مختلف اقتصادی" سال اول، شماره ۲، ۱۱۴-۹۸
- ناجی‌میدانی، علی اکبر و داوودی، آزاده (۱۳۹۴). "تحلیل تجزیه‌ای شاخص انتشار ترکیبات کربن (دی‌اکسیدکربن و منوکسیدکربن) در بخش‌های حمل و نقل و زیر بخش‌های آن در ایران طی سال‌های ۱۳۹۰-۱۳۷۸". فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی، سال بیست و سوم، شماره ۷۴، ۱۵۰-۱۱۷
- نصراللهی، زهرا، وصفی اسفستانی، شهرام و نوری‌زاده، سمیه (۱۳۹۳). "ارزیابی زیست‌محیطی فعالیت‌های اقتصادی با استفاده از جدول داده-ستانده (یزد)". فصلنامه علمی-پژوهشی مدل‌سازی اقتصادی، سال هشتم، شماره ۲، ۸۹-۷۵

نصرالهی، زهرا، احمدی، زهره و عشرتی، سمانه (۱۳۹۱). "اندازه‌گیری آثار زیست‌محیطی فعالیت‌های اقتصادی در ایران". فصلنامه مدل‌سازی اقتصادی، سال ششم، شماره ۱، ۴۴-۴۵.

نظری، روح‌ا... و مهدوی عادل، محمد حسین (۱۳۹۳). "رشد اقتصادی، انرژی و محیط‌زیست: بررسی مدل E3 در ایران". اقتصاد مقداری دوره اول، شماره ۱۱، ۱۹-۴۰.

نظری، محسن، بخشی‌زاده، محمد (۱۳۹۰). "تجزیه عوامل مؤثر بر انتشار CO2 در صنعت ایران"، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی، سال یازدهم، شماره ۴، ۱۷-۱.

Hamilton, T. G. A., & Kelly, S. (2017). Low carbon energy scenarios for sub-Saharan Africa: An input-output analysis on the effects of universal energy access and economic growth. *Energy Po Tarancon, M. A., & Del Río, P. (2012). Assessing energy-related CO2 emissions with sensitivity analysis and input-output techniques. Energy, 37(1), 170-161. licy, 105, 303-319.*

Markandya, A., Arto, I., González-Eguino, M., & Román, M. V. (2016). Towards a green energy economy? Tracking the employment effects of low-carbon technologies in the European Union. *Applied Energy, 179, 1342-1350.*

Morán, M. A. T., & del Río González, P. (2007). A combined input-output and sensitivity analysis approach to analyse sector linkages and CO2 emissions. *Energy Economics, 29(33), 597-578*

Mundaca, L., & Markandya, A. (2016). Assessing regional progress towards a 'Green Energy Economy'. *Applied Energy, 179, 1372-1394.*

Yuan, R., & Zhao, T. (2015). A combined input-output and sensitivity analysis of CO 2 emissions in the high energy-consuming industries: A case study of China. *Atmospheric Pollution Research, 7(2), 315-325.*

Wei, J., Huang, K., Yang, S., Li, Y., Hu, T., & Zhang, Y. (2016). Driving forces analysis of energy-related carbon dioxide (CO2) emissions in Beijing: an input-output structural decomposition analysis. *Journal of Cleaner Production.*

پیوست ۱: ادغام جدول مقارن داده - ستانده ۱۳۸۹ (۵۲ فعالیت اقتصادی به ۲۴ فعالیت)

ردیف	بخش‌های ادغام شده ۲۴ گانه	۵۲ فعالیت جدول داده ستانده ۱۳۸۹
۱	کاشت محصولات (زراعت و باغداری)	کاشت محصولات (زراعت و باغداری)
۲	سایر کشاورزی	پرورش حیوانات
		جنگلداری و قطع اشجار
		ماهگیری
۳	صنایع مواد غذایی، آشامیدنی و دخانیات	تولید محصولات غذایی و آشامیدنی
		تولید محصولات از توتون و تنباکو
۴	صنایع نساجی، پوشاک و چرم	تولید منسوجات
		تولید پوشاک
		تولید چرم و محصولات چرمی
۵	صنایع چوب و محصولات چوبی	تولید چوب و محصولات چوب
۶	صنایع کاغذ، مقوا، چاپ و تکثیر	تولید کاغذ و محصولات کاغذی، انتشار، چاپ و تکثیر
۷	صنایع شیمیایی	تولید فرآورده‌های نفتی (پالایشگاه‌ها)
		تولید سایر فرآورده‌های حاصل از تصفیه نفت
		تولید مواد و محصولات شیمیایی
		تولید محصولات از لاستیک و پلاستیک
۸	صنایع کانی‌های غیرفلزی	تولید سایر محصولات کانی غیرفلزی
۹	صنایع فلزات اساسی	تولید فلزات اساسی
۱۰	صنایع ماشین‌آلات، تجهیزات و ابزار فلزی	تولید محصولات فلزی فابریکی
		تولید ماشین‌آلات و تجهیزات
۱۱	صنایع متفرقه (مصنوعات طبقه‌بندی نشده)	تولید سایر ماشین‌آلات و دستگاه‌های برقی
		تولید رادیو، تلویزیون و وسایل ارتباطی
		تولید ابزار پزشکی، اپتیکی و ابزار دقیق
		تولید وسایل نقلیه موتوری
		تولید سایر تجهیزات حمل و نقل
		تولید مبلمان و سایر مصنوعات
۱۲	معادن	استخراج سایر معادن

استخراج سایر معادن		
تولید، انتقال و توزیع برق	برق و آب و گاز	۱۳
تصفیه و توزیع گاز		
جمع‌آوری، تصفیه و توزیع آب		
ساختمان خصوصی	ساختمان	۱۴
ساختمان دولتی		
حمل و نقل ریلی	حمل و نقل ریلی	۱۵
حمل و نقل جاده‌ای	حمل و نقل جاده‌ای	۱۶
حمل و نقل آبی	حمل و نقل آبی	۱۷
حمل و نقل هوایی	حمل و نقل هوایی	۱۸
بازرگانی و انواع خدمات تعمیراتی	بازرگانی، رستوران و هتلداری	۱۹
هتل و رستوران		
فعالیت‌های پشتیبانی حمل و نقل	انبارداری و ارتباطات	۲۰
فعالیت‌های پستی		
مخابرات		
فعالیت‌های مربوط به واسطه‌گری مالی	خدمات مؤسسات پولی و مالی	۲۱
تأمین وجوه بیمه و بازنشستگی		
خدمات مستغلات	خدمات مستغلات و خدمات حرفه‌ای و تخصصی	۲۲
سایر فعالیت‌های کسب و کار		
خدمات امور عمومی	خدمات عمومی	۲۳
خدمات دفاعی، انتظامی و امنیت عمومی		
تأمین اجتماعی اجباری		
آموزش		
بهداشت و مددکاری اجتماعی		
فعالیت‌های تفریحی، فرهنگی و ورزشی	خدمات اجتماعی، شخصی، خانگی	۲۴
سایر فعالیت‌های خدماتی		

منبع: یافته‌های تحقیق

## پیوست ۲: میزان انتشار دی‌اکسیدکربن در بخش‌های اقتصادی (تن)

انتشار دی‌اکسیدکربن (تن)	نوع فعالیت
۱۱۷۴۷۰۰۹۳	حمل و نقل جاده‌ای
۳۹۵۳۴۴۵۳.۴۹	خدمات مستغلات و خدمات حرفه‌ای و تخصصی
۳۹۱۹۴۶۴۸.۶	بازرگانی، رستوران و هتلداری
۳۴۹۳۳۸۲۴.۸	خدمات عمومی
۲۶۶۶۷۴۷۰.۶۹	صنایع شیمیایی
۱۹۹۴۲۱۶۷.۴۷	معادن
۱۵۸۲۰۹۸۳.۹۶	صنایع فلزات اساسی
۱۰۹۲۳۵۸۲.۵۱	خدمات مؤسسات پولی و مالی
۹۶۹۲۵۰۷.۲۱۶	صنایع کانی‌های غیرفلزی
۷۷۹۰۷۷۱.۵۷۵	کاشت محصولات (زراعت و باغداری)
۷۴۰۸۷۰۸.۶۷۸	ساختمان
۶۳۰۳۴۱۶.۵۶۴	انبارداری و ارتباطات
۵۹۲۷۲۹۱.۴۲۵	سایر کشاورزی
۳۹۱۶۷۹۷	حمل و نقل هوایی
۳۸۲۹۴۶۲.۸۰۵	صنایع مواد غذایی، آشامیدنی و دخانیات
۲۴۶۷۶۷۱.۰۳۶	خدمات اجتماعی، شخصی، خانگی
۲۳۲۹۵۸۵	حمل و نقل آبی
۱۴۵۳۷۳۲.۱۱۹	صنایع ماشین‌آلات، تجهیزات و ابزار فلزی
۱۰۸۶۶۱۷.۴۲۸	صنایع متفرقه (مصنوعات طبقه‌بندی نشده)
۱۰۲۷۳۱۱.۸۸۴	برق، آب و گاز
۹۶۵۰۱۵	حمل و نقل ریلی
۸۳۹۳۸۱.۸۳۵۴	صنایع نساجی، پوشاک و چرم
۶۸۸۵۳۵.۷۷۵۱	صنایع کاغذ، مقوا، چاپ و تکثیر
۹۴۰۲۸.۷۰۹۷۸	صنایع چوب و محصولات چوبی

منبع: یافته‌های تحقیق

پیوست ۳: محاسبه کشت انتشار دی اکسید کربن نسبت به تغییر در ضریب فنی

کشش انتشار CO2 بخش‌های اقتصادی	کاشت محصولات (زراعت و باغداری)	سایر کشاورزی	صنایع مواد غذایی، آشامیدنی و دخانبات	صنایع نساجی، پوشاک و چرم	صنایع چوب و محصولات چوبی	صنایع کاغذ، مقوا، چاپ و تکتیر
۱	۰.۰۴۳۹۳	۰	۰.۰۰۰۰۰۳	۰.۰۰۰۰۱۳	۰.۰۲۷۴۵	۰.۰۸۵۱۶
۲	۰.۰۴۱۷۷	۰.۲۰۰۴	۰.۰۲۹۷۹	۰.۰۰۲۵۹	۰.۰۰۱۰۹	۰.۰۰۵۹
۳	۰.۱۳۴۶۲	۰.۲۷۲۷۷	۰.۰۲۲۳۵	۰.۰۰۰۲۸	۰.۰۰۰۱۲	۰.۰۱۷۹۴
۴	۰.۰۳۶۸۹	۰.۰۰۱۳۲	۰.۰۰۰۰۰۳	۰.۰۹۳۲۶	۰.۰۰۰۰۰۸	۰.۰۱۲۹۶
۵	۰.۰۰۰۰۱۹	۰.۰۰۰۳۵۷	۰.۰۰۰۰۰۱	۰.۰۰۰۰۲۶	۰.۱۴۰۹۲	۰.۰۲۱۹۸
۶	۰.۰۰۰۰۴۶	۰	۰.۰۰۰۰۱۹	۰.۰۰۰۰۰۳	۰.۰۰۰۰۰۲	۰.۳۰۹۴۹
۷	۰.۰۰۰۳۸۱	۰.۰۰۰۱۳۸	۰.۰۰۰۰۵۵	۰.۰۰۰۵۸۹	۰.۰۰۰۱۵۳	۰.۰۱۳۴۳
۸	۰.۰۰۰۱۸	۰.۰۰۰۰۰۳	۰.۰۰۰۰۳۵	۰.۰۰۰۱۳۸	۰.۰۰۰۱۵۶	۰.۱۳۶۲۵
۹	۰.۰۰۰۱۶۹	۰.۰۰۰۰۰۳	۰.۰۰۰۰۳۹	۰.۰۰۰۱۶۴	۰.۰۰۰۱۴۵	۰.۰۰۰۸۵
۱۰	۰.۰۰۰۲۱۵	۰	۰.۰۰۰۰۰۱	۰.۰۰۰۰۰۴	۰.۰۰۰۰۲۱	۰.۱۱۴۷۳
۱۱	۰.۰۰۰۰۹۴	۰.۰۰۰۰۰۶۴	۰.۰۰۰۰۰۱۱	۰.۰۰۳۴۲۱	۰.۰۰۰۸۵۹	۰.۰۳۴۳۸
۱۲	۰.۰۰۰۰۴۹	۰.۰۰۰۰۲۴۴	۰.۰۰۰۰۰۱۳	۰.۰۰۰۰۰۲۱	۰.۰۰۰۰۰۰۶	۰.۰۰۰۰۴۱
۱۳	۰.۰۰۰۰۵۲	۰.۰۰۰۰۱۴۶	۰.۰۰۰۰۰۳۵	۰.۰۰۰۰۳۸۱	۰.۰۰۰۸۶۶	۰.۰۱۲۳۴
۱۴	۰.۰۰۰۵۴۲	۰	۰.۰۰۰۰۰۱۶	۰.۰۰۱۸۱	۰.۸۶۶۸	۰.۰۲۴۸۱
۱۵	۰.۰۰۰۰۰۱	۰.۰۰۰۰۰۵۷	۰.۰۰۰۰۰۰۶	۰.۰۰۰۰۰۰۱	۰.۰۰۰۰۰۰۱	۰.۰۰۰۱۴۸
۱۶	۰.۰۰۰۰۰۴۳	۰	۰.۰۰۰۰۰۱۶	۰.۰۰۰۰۰۲۸	۰.۰۰۰۰۰۲۱	۰.۰۰۱۸۹
۱۷	۰.۰۰۰۰۰۰۶	۰.۰۰۰۰۰۲۹	۰.۰۰۰۰۰۲۳	۰.۰۰۰۰۰۱۳	۰.۰۰۰۰۱۳۴	۰.۰۰۵۹۰۷
۱۸	۰.۰۰۰۰۰۳۶	۰.۰۰۰۰۲۱۱	۰.۰۰۰۰۰۲۴	۰.۰۰۰۰۰۰۴	۰.۰۰۱۷۷۶	۰.۰۳۳۴۲
۱۹	۰.۰۰۰۴۷۳	۰.۰۰۲۰۸۶	۰.۰۰۰۰۱۶۷	۰.۰۰۰۰۷۳۸	۰.۰۰۹۰۱۷	۰.۰۹۴۳۵
۲۰	۰.۰۰۰۰۰۶۵	۰.۰۰۰۰۰۲۲	۰.۰۰۰۰۰۴۷	۰.۰۰۰۰۲۲۵	۰.۰۰۰۲۲۲	۰.۰۱۸۷۱
۲۱	۰.۰۰۰۰۰۵۴	۰	۰.۰۰۰۰۰۱۹	۰.۰۰۰۰۰۰۶۳	۰.۰۰۰۰۰۰۱	۰.۰۴۷۷۸
۲۲	۰.۰۰۰۰۰۰۹	۰	۰.۰۰۰۰۰۱۸	۰.۰۰۰۰۰۰۴	۰.۰۰۲۰۳۱	۰.۰۲۲۰۳
۲۳	۰.۰۰۰۸۵۶	۰.۰۰۷۹۱۹	۰.۰۰۰۰۷۰۲	۰.۰۰۲۵۲	۰.۰۰۰۴۸۵	۰.۱۲۰۵۹
۲۴	۰.۰۰۰۰۰۵۴	۰.۰۰۰۰۰۰۳	۰.۰۰۰۰۰۳۳	۰.۰۰۰۰۱۲۶	۰.۰۰۰۱۲۸	۰.۰۰۰۴۸۳



معادن	صنایع متفرقه (مصنوعات طبقه‌بندی نشده)	صنایع ماشین‌آلات، تجهیزات و ابزار فلزی	صنایع فلزات اساسی	صنایع کانی‌های غیرفلزی	صنایع شیمیایی	کشش انتشار CO2 بخش‌های اقتصادی
۰.۰۰۱۰۹	۰.۰۰۰۵۴	۰.۰۰۹۳۱	۰.۰۰۶۰۹	۰.۰۱۴۹	۰.۰۱۲۳۵	۱
۰.۰۰۰۰۴	۰.۰۰۱	۰.۰۰۴۰۴	۰.۰۰۰۶۸	۰.۰۰۰۹۸	۰.۰۰۴۲۴	۲
۰.۰۰۰۲۴	۰.۰۰۸۶۸	۰.۰۲۴۰۲	۰.۰۰۰۰۱	۰.۰۰۱۸۱	۰.۰۰۳۵۱	۳
۰	۰.۰۰۳۳۶	۰.۰۱۳۸۷	۰	۰.۰۰۰۰۲	۰.۰۱۴۶۹	۴
۰	۰.۰۰۰۱۸	۰.۰۰۳۷۱	۰.۰۰۰۳۷	۰	۰.۰۰۱۱۴	۵
۰.۰۰۰۰۳	۰.۰۰۰۹۱	۰.۰۰۳۳۲	۰	۰.۰۰۰۰۱	۰.۰۰۰۷۹	۶
۰.۲۱۹۲۸	۰.۰۰۰۹۸	۰.۰۵۱۲۷	۰.۰۰۰۳۴	۰.۰۰۱۷۹	۰.۰۹۶۶۸	۷
۰.۰۰۸۱۵	۰.۰۰۵۷۵	۰.۰۴۳۹۵	۰.۰۰۰۸۹	۰.۰۳۸۸۷	۰.۰۰۸۷۴	۸
۰.۰۲۸۴۵	۰.۰۰۹۱۸	۰.۰۵۹۷۴	۰.۱۷۶۸	۰.۰۱۱۲۳	۰.۰۰۳۸۲	۹
۰.۰۰۲۰۵	۰.۰۰۸۹۳	۰.۰۴۷۸۶	۰.۲۳۲۳۹	۰.۰۰۲۳۵	۰.۰۰۶۷۲	۱۰
۰.۰۰۰۰۲	۰.۰۰۸۱۴	۰.۱۴۲۰۷	۰.۳۲۴۷۵	۰.۰۰۱۱	۰.۰۱۶۱۴	۱۱
۰.۰۰۰۱۷	۰.۰۰۰۸۷	۰.۰۰۰۵۶	۰.۰۰۱۰۷	۰.۰۰۱۱۲	۰.۰۰۰۸۹	۱۲
۰.۰۱۲۲	۰.۰۰۷۰۶	۰.۰۸۷۱۱	۰.۰۰۸۶۳	۰.۰۰۰۷۵۱	۰.۰۰۳۶۹	۱۳
۰.۰۰۵۴۶	۰.۰۰۱۷۲	۰.۲۳۷۹۳	۰.۲۱۹۸۲	۰.۶۴۵۰۸	۰.۰۱۰۲۱	۱۴
۰.۰۰۰۰۱	۰.۰۰۷۱۱	۰.۰۰۰۰۴	۰.۰۰۰۰۲	۰.۰۰۰۰۵	۰.۰۰۰۲۸	۱۵
۰	۰.۰۱۵۴۴	۰.۰۰۰۲۷	۰.۰۰۰۰۵	۰.۰۰۰۰۷	۰.۰۰۹۰۷۸	۱۶
۰.۰۰۰۰۲	۰.۰۰۰۶	۰.۰۰۱۰۷	۰.۰۰۰۰۱	۰.۰۰۰۰۲۵	۰.۰۰۰۰۵	۱۷
۰.۰۰۰۰۱	۰.۰۰۵۸۸	۰.۰۰۰۲۱	۰.۰۰۰۰۳	۰.۰۰۰۰۸	۰.۰۰۰۰۲	۱۸
۰.۰۰۰۳۸	۰.۰۶۴۱۶	۰.۰۶۹۱۸	۰.۰۰۲۰۲	۰.۰۰۵۱۱	۰.۰۱۰۱۶	۱۹
۰.۰۰۰۱۱	۰.۰۳۴۶۶	۰.۰۱۱۲۱	۰.۰۰۰۴۹	۰.۰۰۱۲	۰.۰۰۱۰۳	۲۰
۰.۰۰۰۰۱	۰.۰۰۲۳۸	۰.۰۰۲۸	۰	۰	۰.۰۰۰۰۴	۲۱
۰.۰۰۰۰۸	۰.۰۰۱۵	۰.۰۱۰۰۵	۰.۰۰۴۵۱	۰.۰۱۱۰۴	۰.۰۰۰۲۴	۲۲
۰.۰۰۰۱۴	۰.۰۰۶۰۳	۰.۰۸۸۷۳	۰.۰۰۱۲۸	۰.۰۰۳۵۸	۰.۰۱۴۲	۲۳
۰.۰۰۰۰۵	۰.۰۰۲۸۵	۰.۰۱۲۰۳	۰.۰۰۰۲۹	۰.۰۰۰۰۶۹	۰.۰۰۱۲۶	۲۴

کاهش انتشار CO2 بخش‌های اقتصادی	برق، آب و گاز	ساختمان	حمل و نقل ریلی	حمل و نقل جاده‌ای	حمل و نقل آبی	حمل و نقل هوایی
۱	۰.۰۰۸۶۶	۰.۰۰۱۳۸	۰.۰۲۱۸۵	۰.۰۲۴۵۹	۰.۰۲۱۶۴	۰.۰۶۰۵۹
۲	۰.۰۰۴۳۸	۰.۰۰۰۰۱	۰.۰۲۶۸	۰.۰۴۴۴۱	۰.۰۳۷۴۸	۰.۱۰۸۷۵
۳	۰.۰۰۷۰۸	۰.۰۰۰۱۲	۰.۰۲۰۲	۰.۰۳۰۸۶	۰.۰۲۶۳۳	۰.۰۷۵۹۶
۴	۰.۰۱۳۹۸	۰.۰۰۰۳۴	۰.۰۱۲۰۳	۰.۰۱۴۴	۰.۰۱۲۳۵	۰.۰۳۴۳۳
۵	۰.۰۰۵۴۸	۰.۰۰۰۰۷	۰.۰۰۲۸۶	۰.۰۰۴۶۴	۰.۰۰۳۹۴	۰.۰۱۱۴۵
۶	۰.۰۰۶۸۷	۰.۰۰۰۰۳	۰.۰۰۸۶۶	۰.۰۰۵۴	۰.۰۰۵۴۵	۰.۰۱۳۶۶
۷	۰.۰۹۲۶۹	۰.۰۰۰۸۴	۰.۰۶۲۵۲	۰.۰۷۶۷۸	۰.۰۶۷۱۳	۰.۱۸۸۵۷
۸	۰.۰۶۵۸۶	۰.۰۰۰۷۱	۰.۰۱۳۶	۰.۰۲۰۷۲	۰.۰۱۷۱۸	۰.۰۴۹۳۱
۹	۰.۱۲۲۶۹	۰.۰۰۰۴۵	۰.۰۲۲۲۷	۰.۰۳۴۹	۰.۰۲۹۱۶	۰.۰۸۴۴۴
۱۰	۰.۰۲۳۵۹	۰.۰۰۰۲۷	۰.۰۴۶۰۵	۰.۰۳۸۷۷	۰.۰۳۶۴۹	۰.۰۹۷۲۸
۱۱	۰.۰۱۸۶۷	۰.۰۰۰۰۱	۰.۰۵۵۶۹	۰.۰۷۴۲۸	۰.۰۶۴۷۳	۰.۱۸۴۱۸
۱۲	۰.۰۱۱۲۵	۰.۰۰۰۲۵	۰.۰۴۴۹۲	۰.۰۰۶۰۱	۰.۰۰۶۳۳	۰.۰۱۴۱۱
۱۳	۰.۰۶۶۴۳	۰.۰۰۱۳۱	۰.۰۳۸۴۶	۰.۰۱۴۴۷	۰.۰۱۴۲	۰.۰۳۷۵۹
۱۴	۰.۰۴۴۶۸	۰.۰۰۹۹۸	۰.۲۰۷۶۱	۰.۲۳۷۱۴	۰.۱۸۹۱۷	۰.۵۹۳۹۱
۱۵	۰.۰۰۲۶۸	۰.۰۰۰۲۹	۰.۰۰۰۷۳	۰.۰۰۳۶۱	۰.۰۰۰۶۱	۰.۰۰۱۵۹
۱۶	۰.۰۱۴۰۲	۰.۰۰۰۰۹	۰.۰۰۸۷۳	۰.۰۱۴۳۱	۰.۰۱۱۲۳	۰.۰۳۴۸۱
۱۷	۰.۰۰۰۵۴	۰.۰۰۰۰۴	۰.۰۰۷۹۸	۰.۰۰۴۹۱	۰.۰۲۳۱۵	۰.۰۰۴۴۴
۱۸	۰.۰۰۰۷۷	۰.۰۰۰۰۶	۰.۰۰۳۰۳	۰.۰۰۲۱۷	۰.۰۰۱۵۵	۰.۰۰۳۴۹
۱۹	۰.۰۳۸۸۶	۰.۰۰۳۸	۰.۰۲۷۰۲	۰.۰۶۱۱۸	۰.۰۲۷۷۵	۰.۰۸۸۸۱
۲۰	۰.۰۳۰۹۵	۰.۰۰۱۹۶	۰.۰۷۲۴۱	۰.۰۱۲۴۱	۰.۰۰۶۹۳	۰.۰۴۵۳۱
۲۱	۰.۰۱۱۳۱	۰.۰۰۰۰۹	۰.۰۳۲۰۸	۰.۰۰۲۸	۰.۰۰۱۸	۰.۰۳۹۱۳
۲۲	۰.۰۰۲۴۸	۰.۰۰۱۳۵	۰.۰۰۳۶۵	۰.۰۰۵۰۳	۰.۰۰۴۲۶	۰.۰۱۲۳۸
۲۳	۰.۰۴۳۴۵	۰.۰۰۱۵۶	۰.۰۲۱۳	۰.۰۳۴۹۶	۰.۰۲۴	۰.۰۷۵۶۹
۲۴	۰.۰۰۹۹۹	۰.۰۰۰۴۵	۰.۰۰۱۵۲	۰.۰۰۲۴۵	۰.۰۰۱۵۳	۰.۰۰۴۱۹

خدمات اجتماعی، شخصی، خانگی	خدمات عمومی	خدمات مستغلات و خدمات حرفه‌ای و تخصصی	خدمات مؤسسات پولی و مالی	انبارداری و ارتباطات	بازرگانی، رستوران و هتلداری	کشش انتشار CO2 بخش‌های اقتصادی
۰.۰۱۷۱۸	۰.۰۰۰۰۲۸	۰.۰۰۱۸۱	۰.۰۲۸۰۹	۰.۰۵۸۸۵	۰.۰۱۱۲۵	۱
۰.۰۰۱۱۸	۰.۰۰۰۰۹۱	۰.۰۰۰۰۱	۰.۰۱۹۲۵	۰.۰۱۰۴۲	۰.۰۰۲۱۶	۲
۰.۰۰۱۲۸	۰.۰۰۰۰۰۷	۰.۰۰۳۶۲	۰.۰۱۶۶۵	۰.۰۰۹۰۷	۰.۰۰۲۵۰۱	۳
۰.۰۰۰۰۴۸	۰.۰۰۰۰۰۷	۰.۰۰۲۴۲	۰.۰۲۲۶۵	۰.۰۱۵۲۵	۰.۰۰۱۵۶	۴
۰.۰۰۰۰۰۳	۰.۰۰۰۰۰۵	۰.۰۰۰۰۸۴	۰.۰۱۲۴۴	۰.۰۰۰۰۸۹	۰.۰۰۳۵۱	۵
۰.۰۰۰۰۰۸	۰.۰۰۰۰۰۶	۰.۰۰۰۰۷۲	۰.۰۰۰۲۸۵	۰.۰۰۰۶۶۱	۰.۰۰۰۲۹۵	۶
۰.۰۰۰۵۵۷	۰.۰۰۰۱۵۴	۰.۰۰۱۵۱۶	۰.۰۰۶۸۱۲	۰.۰۰۳۶۲۸	۰.۰۰۴۶۶۶	۷
۰.۰۰۰۵۰۹	۰.۰۰۰۱۵۸	۰.۰۰۰۵۳۷	۰.۰۰۲۱۲۶	۰.۰۰۱۰۶۲	۰.۰۰۱۲۲۲	۸
۰.۰۰۰۵۶۶	۰.۰۰۰۱۴۳	۰.۰۰۱۲۹۸	۰.۰۰۳۷۷۵	۰.۰۰۱۳۳۳	۰.۰۰۰۳۶	۹
۰.۰۰۰۱۱۲	۰.۰۰۰۰۳۷	۰.۰۰۰۸۷۸	۰.۰۰۳۱۳۹	۰.۰۰۳۰۶۵	۰.۰۰۳۶۲۵	۱۰
۰.۰۰۰۱۰۲	۰.۰۰۰۰۳۱	۰.۰۰۰۸۸۷	۰.۰۰۳۹۵۷	۰.۰۰۲۴۴۹	۰.۰۰۵۹۷۲	۱۱
۰.۰۰۰۰۰۳	۰.۰۰۰۰۵۴	۰.۰۰۰۲۰۳	۰.۰۰۶۹۱۹	۰.۰۰۰۴۹۷	۰.۰۰۰۱۸۹	۱۲
۰.۰۰۰۰۷۴	۰.۰۰۰۵۵۵	۰.۰۰۰۳۱۲	۰.۰۰۱۶۱۴	۰.۰۰۶۸۳۴	۰.۰۰۱۸۲۸	۱۳
۰.۰۰۰۰۴۹	۰.۰۰۰۰۲۴	۰.۰۰۰۳۹۶	۰.۱۵۶۳۳	۰.۰۰۴۱۹	۰.۰۰۱۵۰۴	۱۴
۰.۰۰۰۰۱۵	۰.۰۰۰۰۰۲	۰.۰۰۰۱۰۹	۰.۰۰۰۲۴	۰.۰۰۰۶۸۴	۰.۰۰۰۱۹۶	۱۵
۰.۰۰۰۰۳۸	۰.۰۰۰۰۰۵	۰.۰۰۰۰۳۶	۰.۰۰۴۹۷۷	۰.۰۰۱۵۰۹	۰.۰۰۱۲۷۲۲	۱۶
۰.۰۰۰۰۳۴	۰.۰۰۰۰۵۷	۰.۰۰۰۰۲۱	۰.۰۰۰۴۲۱	۰.۰۰۳۷۷	۰.۰۰۰۱۹۷	۱۷
۰.۰۰۰۰۰۴	۰.۰۰۰۰۷۴	۰.۰۰۰۰۱۷	۰.۰۰۰۲۰۳	۰.۰۰۱۷۴۵	۰.۰۰۰۱۹۸	۱۸
۰.۰۰۰۰۶۱۹	۰.۰۰۰۱۳۸	۰.۰۰۰۰۶۹۳	۰.۰۰۹۵۰۹	۰.۱۵۶۹۱	۰.۰۰۳۳۳	۱۹
۰.۰۰۰۱۲۴	۰.۰۰۰۲۵۴	۰.۰۰۱۰۰۸	۰.۰۰۳۶۵۹	۰.۰۰۷۲۹۲	۰.۰۰۲۰۶۸	۲۰
۰.۰۰۰۲۰۸	۰.۰۰۰۰۹۵	۰.۰۰۰۲۷۵	۰.۰۰۸۳۲	۰.۰۰۱۳۰۹	۰.۰۰۰۸۴۳	۲۱
۰.۰۰۰۰۰۶	۰.۰۰۰۰۱۲	۰.۰۰۰۰۷۵	۰.۰۰۶۱۰۱	۰.۰۰۰۵۶	۰.۰۰۰۳۲۳	۲۲
۰.۰۰۰۱۰۸	۰.۰۰۰۸۴۱	۰.۰۰۰۷۰۶	۰.۰۰۷۸۲۳	۰.۰۰۴۲۲۹	۰.۰۰۷۹۰۱	۲۳
۰.۰۰۰۰۴۶۵	۰.۰۰۰۱۳۱	۰.۰۰۰۱۸۸	۰.۰۰۰۸۶	۰.۰۰۰۶۲۱	۰.۰۰۰۱۴	۲۴

منبع: یافته‌های تحقیق

## Measurement and Analysis of Green Energy Economy Indicators in Iran (Measurement of Carbon Dioxide Emission and its Elasticity)

**Forogh Ranjbari**

MSc in Energy Economics, Persian Gulf University, ranjbarif@yahoo.com

**Ebraheim Heidarie<sup>1</sup>**

Associate Professor of Economics, Persian Gulf University,  
eb\_heidari@hotmail.com

**Hojat Parsa**

Assistant Professor of Economics, Persian Gulf University, hparsa@pgu.ac.ir

Received: 2019/06/08      Accepted: 2020/02/09

### Abstract

Achieving sustainable economic growth is one of the most important goals of countries' economic programs and policies in the current era. Along with economic growth, consumption of energy rises. Since fossil fuels provide a major share of the world's energy, increased fuel consumption is an inevitable feature of economic growth. Continuation of this trend increases greenhouse gas emissions, notably carbon dioxide, and further degrades the environment. The main objective of this study is to measure carbon dioxide emissions and analyze factors that determine carbon dioxide emissions and the relationship between carbon dioxide emissions and the Iranian economy within the framework of the environmental input-output model. In order to extract the environmental input-output model, we use the 52-sectors national input-output table for 2010 and its integration into 24 activities. The results show that transport sectors, non-metallic minerals and basic metals industries have had the most direct and indirect effects on carbon dioxide emission.

**JEL Classification:** Q20, Q40 , Q49 , Q51, Q53, C67 , D57

**Keywords:** carbon dioxide emissions, green energy economy, environmental input-output model.

---

1. Corresponding Author