



## بررسی سیاست‌های کاهش کربن و رشد اقتصادی

### در ایران: تحلیل داده - ستانده


کارشناس ارشد اقتصاد انرژی دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه باهنر  
کرمان، کرمان، ایران

سارا حجت 

دانشیار دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه باهنر کرمان، کرمان، ایران

زین العابدین صادقی \*

استادیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه باهنر کرمان، کرمان، ایران

حمیدرضا میرزایی 

#### چکیده

در این پژوهش به بررسی سیاست‌های کاهش کربن و رشد اقتصادی در ایران با رویکرد تحلیل داده-ستانده پرداخته می‌شود. به این منظور ابتدا جدول داده ستانده برای سال ۱۳۹۴ برورسانی گردیده سپس با استفاده از اطلاعات موجود در ترازنامه انرژی و آمارنامه کارگاه‌های صنعتی میزان مصرف و انتشار دی‌اکسید کربن محاسبه و در نتیجه به بررسی سیاست‌های کاهش کربن و رشد اقتصادی در ایران پرداخته شده است. مشاهدات نشان داده است که محصولات غذایی آشامیدنی، فلزات اساسی و ساختمان‌های مسکونی به ترتیب اولین تا سومین عامل افزایش مصرف انرژی و انتشار دی‌اکسید کربن در جهت افزایش رشد اقتصادی هستند. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که برای افزایش رشد اقتصادی به میزان ۱۰ درصد، مصرف انرژی در بخش‌های خدمات حمل و نقل آبی، عمده و خرده‌فروشی و خدمات عمومی باید کاهش یابد. نتایج حاکی از آن است که با افزایش رشد اقتصادی، مصرف سوخت و انتشار دی‌اکسید کربن افزایش می‌یابد که با به کارگیری انرژی‌های جایگزین می‌توان میزان آلودگی را کاهش داد.

واژگان کلیدی: رشد اقتصادی، مصرف انرژی، انتشار دی‌اکسید کربن، تحلیل داده - ستانده.

طبقه‌بندی JEL: O۱۳، Q۴۹، Q۵۳.

## ۱. مقدمه

اقتصاد ارتباط نزدیکی با منابع طبیعی و محیط زیست دارد. محیط زیست و منابع طبیعی، تأمین کننده بسیاری از نهاده‌های تولید هستند. فعالیت‌های اقتصادی که منجر به تولید و عرضه کالاها و خدمات مختلف به مصرف کنندگان می‌شوند، بدون بهره‌برداری، استخراج و تخلیه منابع طبیعی تقریباً امکان پذیر نیست. آنچه از نظر اقتصاددانان در فعالیت‌های اقتصادی حائز اهمیت است، استفاده صحیح، کارآمد و بهینه از منابع طبیعی با حفظ محیط زیست است. از آنجا که انجام هر فعالیت اقتصادی مستلزم مصرف انرژی است. از این رو از یک طرف انرژی به منزله عامل محرک توسعه اقتصادی، اجتماعی و بهبود کیفیت زندگی انسانی تلقی می‌شود و از سوی دیگر، موجب تولید آلاینده‌های محیط‌زیستی می‌شود. بخش انرژی یکی از زیربناهای توسعه هر کشور به شمار می‌آید. این بخش نقش بنیادی روی سایر بخش‌های اقتصادی نظیر صنعت و کشاورزی دارد.<sup>۱</sup>

توافق تغییر اقلیم پاریس پیمانی در چارچوب تفاهم نامه سازمان ملل در تغییر اقلیم (UNFCCC)<sup>۲</sup> است که در ۱۲ دسامبر ۲۰۱۵ مورد اجماع نمایندگان ۱۹۵ کشور جهان قرار گرفت. پیمان پاریس با ضمانت دبیر کل سازمان ملل متحد و در ۲۲ آوریل ۲۰۱۶ (روز زمین) مورد تصویب قرار گرفت.<sup>۳</sup>

ویژگی منابع محور بودن اقتصاد ایران و ساختار تولید مبتنی بر مصرف انرژی موجب شده است که میزان مصرف انواع انرژی‌های فسیلی و غیر فسیلی در سطح بالایی قرار گرفته و روند رو به رشدی داشته باشد. از سوی دیگر ارتباط تنگاتنگ بین مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای، به ویژه  $CO_2$  گویای آن است که آثار زیانبار مصرف انرژی، به ویژه انرژی‌های فسیلی در صورت عدم توجه به این بخش، بالا خواهد بود.

همچنین امار و اطلاعات جدیدتر نشان می‌دهد که طی سال‌های ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۸ مصرف سرانه انرژی اولیه ۱/۲ درصد افزایش داشته است. بر اساس آمار و اطلاعات موجود نیز میزان انتشار آلودگی طی سال‌های ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۸ حدود ۲/۵ درصد افزایش یافته است.<sup>۴</sup>

۱. شریفی و دهقان پور وحید (۱۳۹۵)

2. United Nations Framework Convention on Climate Change

۳. بانک جهانی (۲۰۱۶)

4. BP (2020)

به طور کلی هر چند رشد و توسعه اقتصادی کشور، نیازمند استفاده از انرژی به عنوان یکی از مهم ترین نهاده های تولید است، اما در تعیین الگوهای تولید و مصرف انرژی، ملاحظات فنی، اقتصادی و محیط زیستی را نیز باید لحاظ کرد. به بیان دیگر، موضوع های مرتبط با انرژی، اقتصاد و محیط زیست، حلقه های به هم تنیده در عرصه جهانی هستند و الگوهای تولید و استفاده از انرژی نیز اگرچه به بهبود رشد اقتصادی می انجامد، در عین حال تهدیدی برای ثبات و پایداری محیط زیست، بهداشت و رفاه نسل های فعلی و آینده به شمار می روند. از این رو فعالیت های تولیدی و صنعتی باید با بهره گیری از فناوری های سازگار با محیط زیست، افزون بر دستیابی به کارایی بالاتر، هزینه های تخریب محیط زیست را به حداقل برسانند. بنابراین توجه به آثار محیط زیستی در فعالیت های اقتصادی یک ضرورت است.<sup>۱</sup>

هدف این تحقیق بررسی پیامدهای رشد تولید ناخالص داخلی و توسعه تأمین انرژی بر انتشار  $CO_2$  است. دو سناریوی برای رشد تولید ناخالص داخلی در نظر گرفته شده است رشد اقتصادی براساس صنعت و خدمات. این دو مسیر ساختاری اقتصاد به دو سناریوی توسعه انرژی یعنی رشد سوخت های فسیلی و رشد انرژی های تجدیدپذیر تقسیم می شوند. برای رسیدن به این هدف از تحلیل حساسیت صورت گرفته است. بدین شکل مدل با استفاده از سناریوی انرژی فسیلی حل شده است و سپس تحلیل حساسیت بر اساس سناریوهای انرژی تجدیدپذیر انجام شده است.

این مقاله از پنج بخش تشکیل شده است ابتدا مقدمه، سپس ادبیات موضوع و مبانی نظری و تصریح مدل، بخش چهارم به برآورد مدل اختصاص یافته است و در نهایت نتیجه گیری و پیشنهادات آمده است.

## ۲. مروری بر مطالعات تجربی

امروزه بزرگ ترین مسئله محیط زیستی که ایران با آن مواجه است، آلودگی هوا و تولید گازهای گلخانه ای کربن است، به طوری که طی ۳۰ سال گذشته، انتشار کربن ناشی از انرژی در ایران حدود ۵۰۰ درصد افزایش داشته است. قیمت های پایین نفت و گاز و استفاده از فناوری های قدیمی در بخش های مختلف از جمله تولید برق، صنایع، حمل و نقل،

1. Hamilton (2017)

کشاورزی منجر به استفاده ناکارآمد از انرژی و افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای شده است. در این رابطه، اقتصاد کم کربن یک استراتژی مهم برای کاهش تغییرات آب و هوا است. اقتصاد کم کربن یک الگوی رشد اقتصادی به منظور کاهش مصرف انرژی کربن و کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای، از طریق نوآوری‌های فنی، نوآوری سیستم، تحول صنعتی و توسعه انرژی‌های جدید و غیره می‌باشد.<sup>۱</sup>

انتشار گاز دی‌اکسید کربن از عوامل اصلی تغییر اقلیم محسوب می‌شود، بررسی عوامل مؤثر بر انتشار آن از اهمیت بالایی برخوردار است. با تمرکز بر روی رابطه بین انتشار گاز دی‌اکسید کربن و تولید ناخالص داخلی، رشد جمعیت، باز بودن اقتصاد و مصرف انرژی، طیف وسیع تری از عوامل مؤثر بر روی انتشار گاز دی‌اکسید کربن را مورد بررسی قرار می‌گیرد. که همه متغیرها به جز باز بودن اقتصاد، تأثیر مثبتی بر روی انتشار گاز دی‌اکسید کربن دارند، در حالی که باز بودن اقتصاد تأثیری منفی بر روی انتشار گاز دی‌اکسید کربن داشته است.<sup>۲</sup>

اکولوژی و محیط زیست نه تنها برای خود و انسان که برای سیستم اقتصادی نیز اهمیت فراوان دارد و در بسیاری از تولیدات کالایی و خدماتی عامل ایجاد ارزش افزوده است. از این رو شناخت عوامل مخرب آن در جهت پیشگیری و حفاظت از محیط زیست بسیار مهم است. در این میان اصلی‌ترین عامل مخرب محیط زیست، تولید و مصرف سوخت‌های فسیلی است. در نتیجه با گسترش تولید انرژی‌های پاک می‌توان از بخش اعظمی از تخریب محیط زیست به دلیل مزایای این نوع انرژی‌ها کاست.<sup>۳</sup>

شاخص پیوند پسمین و پیشین هیرشمن - راسموسن<sup>۴</sup> نشان می‌دهد رتبه بخش برق از جهت نیاز به ستانده سایر بخش‌ها و تأمین نهاده مورد نیاز دیگر بخش‌ها در بین ۶۴ بخش مورد مطالعه به ترتیب ۲۷ و ۱۷ می‌باشد. بخش برق از منظر روابط پیشین در میان سایر زیربخش‌های انرژی در جایگاه اول ایستاده است و از منظر روابط پسمین پس از بخش‌های زغال‌سنگ، بنزین و گازوئیل بالاترین اهمیت را در تأمین نیاز بخش‌های اقتصادی به انرژی

۱. تاج‌نیا و حسن‌زاده (۱۳۹۵)

۲. سلمانی، شکری و عابدزاده (۱۳۹۴)

۳. همان

داراست. صنایع آلومینیوم، ساخت کانی‌های فلزی، سیمان، گچ و آهک، ساخت محصولات آهنی و فولادی و بخش آب از نظر اثرپذیری از رشد ارزش افزوده بخش برق در رتبه‌های اول تا پنجم قرار دارند و در مقابل حمل و نقل جاده‌ای بار، خدمات مالی، بیمه و بانک، راه آهن، جنگلداری و خدمات آموزش عمومی کمترین تأثیر را از افزایش ارزش افزوده بخش برق می‌پذیرند. افزایش ارزش افزوده بخش برق بالاترین تأثیر را بر ستانده بخش صنعت بر جای می‌گذارد. بخش برق در میان سایر زیربخش‌های انرژی دارای بالاترین ضریب تکاثر تولید می‌باشد به گونه‌ای که هر یک ریال افزایش در تقاضای نهایی این حامل انرژی، تولید همه زیربخش‌های اقتصادی را نزدیک به ۲ ریال افزایش می‌دهد. پس از بخش برق بخش‌های گازوئیل، نفت سفید و بنزین از ضرایب تکاثر بالاتری برخوردارند ولی در مجموع مقدار ضرایب تکاثر زیربخش‌های مختلف انرژی تفاوت قابل ملاحظه‌ای با یکدیگر ندارد.<sup>۱</sup>

اگلیهتی و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۱۱) در مطالعه‌ای به تحلیل تجزیه انتشار گازهای گلخانه‌ای ایتالیا، طی دوره ۱۳ ساله از ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۸ پرداخته‌اند. آنها با استفاده از تکنیک تجزیه ساختاری، کل انتشار گاز گلخانه‌ای را به سه عامل اصلی (اثر تکنولوژی، اثر ترکیب تقاضای نهایی و اثر سطح تقاضای نهایی) تجزیه کرده‌اند. نتایج به دست آمده از تحلیل تجزیه ساختاری نشان داده است که پیوند ناچیزی بین رشد اقتصادی و انتشار گاز گلخانه‌ای در این کشور وجود دارد و کاهش شدت انتشار نیز این پیوند ناچیز را تأیید می‌کند. نتایج همچنین نشان داده است که تغییر در ضرایب فنی به صورتی پایدارتر و نسبتاً مستحکم‌تر بر کاهش سطح انتشار کل طی دوره مورد بررسی مؤثر بوده است.

همیلتون و کلی<sup>۳</sup> (۲۰۱۷) به بررسی سناریوهای انرژی کم کربن در کشورهای جنوب صحرای افریقا پرداختند. نتایج نشان داد که برای پنج کشور مورد بررسی در سال ۲۰۳۰ قادر به کاهش انتشار  $CO_2$  در مقیاس سال ۲۰۱۲ نیستیم. در حالی که همزمان به پیش‌بینی رشد تولید ناخالص داخلی و دسترسی جهانی به خدمات انرژی مدرن دست پیدا می‌کنیم. ناکانو و همکاران<sup>۴</sup> (۲۰۱۷) به توسعه و کاربرد یک جدول داده - ستانده بین منطقه‌ای

۱. منظور و شوال پور آرانی (۱۳۹۰)

2. Aglihti

3. Hamiltona and Kelly

4. Nakano

برای تجزیه و تحلیل یک سیستم انرژی آتی پرداختند. ملاحظات بین منطقه‌ای و بین بخش‌ها برای استفاده مؤثر از انرژی‌های تجدیدپذیر مهم هستند. نتایج نشان داده است به نظر می‌رسد که استفاده مؤثر از انرژی خورشیدی مسکونی در مناطق شهری و استفاده مؤثر از انرژی‌های تجدیدپذیر اختصاصی در مناطق روستایی برای کاهش  $CO_2$  مؤثر است.

گیو<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۸) بخش‌های کلیدی برای کاهش مصرف انرژی و انتشار کربن در چین را مورد بررسی قرار دادند. برای این بررسی از روش داده - ستانده در این تحقیق استفاده شده است. این روش ما را قادر می‌سازد تا رابطه مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای با فعالیت‌های اقتصادی بخش‌های مختلف را تجزیه و تحلیل کنیم و نشان دهیم که کدام بخش‌ها مستلزم توجه بیشتری هستند چرا دولت چین سیاست‌های مناسب برای حفظ انرژی و کاهش انتشار کربن را ایجاد می‌کند. نتایج نشان می‌دهد که بخش‌های کلیدی در نظام اقتصادی چین نه تنها باعث صرفه‌جویی در مصرف انرژی و انتشار  $CO_2$  در بخش‌های دیگر می‌شوند، بلکه همچنین انرژی‌های فسیلی قابل توجهی را مصرف می‌کنند و  $CO_2$  را افزایش می‌دهند که از تقاضای بخش‌های دیگر تحریک می‌شود.

وانگ و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۱۹) به رابطه بین انرژی و آب تحت سناریوهای مختلف انرژی با استفاده از تحلیل داده ستانده و تجزیه و تحلیل شبکه‌های محیط‌زیستی پرداختند. این مطالعه با تجزیه و تحلیل توافق‌های بین انرژی، آب و انتشار کربن در پنج سناریو انجام می‌شود. نتایج نشان داد سناریوی کم کربن توسعه کمترین تأثیر ناسازگاری را نشان می‌دهد و به دنبال آن سناریو کم کربن با کمترین میزان فشار را در سیستم آب ایجاد می‌کند.

ژانگ و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۱۹) اثرات مالیات بر کربن را در چین مورد بررسی قرار دادند. این تجزیه و تحلیل بر مبنای مدل تولید انرژی در واحدهای هیبریدی می‌باشد. برای این منظور از یک مدل قیمت که بر اساس جدول داده - ستانده بوده است استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد که مالیات بر کربن تأثیر منفی بر تولید ناخالص داخلی دارد. با این حال، کاهش قابل توجهی در میزان انتشار وجود دارد.

لیپو<sup>۴</sup> در سال ۲۰۲۰ در مقاله‌ای تحت عنوان هزینه‌های واردات انرژی مدل قیمت داده

- 
1. Guo
  2. Wang, *et al*
  3. Zhang, *et al*
  4. Lipo

ستانده منعطف را مورد استفاده قرار داد. در این مطالعه هم از ساختارهای قیمتی متفاوت استفاده شده و هم از ساختار جانشینی بین حامل های انرژی متفاوت و هم سایر نهادها. نتایج نشان می دهد، هزینه های متفاوت تغییرات مقداری قیمت متفاوتی را نشان می دهد. همانطور که ملاحظه می شود رشد سریع فعالیت های صنعتی و شهرنشینی، مصرف انواع مختلف انرژی بر اهمیت مطالعه در زمینه اثر گذاری کربن بر محیط زیست محلی و تغییر آب و هوای جهانی می افزاید.

امروزه در سراسر جهان، هم در مجامع علمی و هم در محافل عملی، روش داده ستانده اگر نه به عنوان مهم ترین، دست کم به عنوان یکی از مهم ترین ابزارهای گردآوری و تحلیل داده ها، پیش بینی و برنامه ریزی پذیرفته شده است. استقبال از این روش به حدی بوده است که برخی از صاحب نظران استفاده از الگوهای اقتصادسنجی، یعنی روش دیگر تحلیل داده ها و پیش بینی را تا دستیابی به پیشرفت های نظری فراتر و گردآوری اطلاعات آماری بیشتر، عملی ندانسته، الگوی داده - ستانده را سودمندترین ابزار پیش بینی و برنامه ریزی قلمداد کرده اند.

### ۳. روش پژوهش

این پژوهش از لحاظ روش و ماهیت از نوع همبستگی است. انجام پژوهش در قالب استدلالات قیاسی - استقرایی است و از نظر هدف پژوهش فوق کاربردی است. جامعه آماری اقتصاد ایران و نمونه آماری اطلاعات ایران در سال ۱۳۹۴ است. در جهت گردآوری اطلاعات در خصوص تبیین ادبیات پژوهش، از روش کتابخانه ای و مطالعات اسنادی استفاده می گردد و برای دستیابی به اطلاعات مورد نظر برای پردازش فرضیات پژوهش، از اطلاعات موجود در بخش نظری تحقیق از روش کتابخانه ای و در بخش عملی تحقیق از جدول داده ستانده ۱۳۹۰ مرکز آمار ایران داده های ترازنامه هیدروکربنی، بانک مرکزی و اطلاعات BP استفاده می شود.

جدول داده - ستانده بر روابط متقابل میان رشته فعالیت های یک اقتصاد از حیث تولید و مصارف محصولات آنها و محصولات وارد شده از خارج تمرکز دارد. هر ستون جدول داده - ستانده جزئیات کاملی از خریدهای یک رشته فعالیت از کالاها و خدمات و نیز مقادیر (پول) پرداختی به ازای بهره مندی از نیروی کار (به صورت حقوق و دستمزد)، سرمایه (به صورت سود، سود سهام و بهره)، زمین (به صورت اجاره)

و انواع مالیات غیر مستقیم را نمایش می دهد. در واقع، جمع این اقلام با هم، ارزش افزوده هر بخش را نشان می دهد. در چارچوب داده - ستانده، کل ارزش ستانده فروخته شده به تمامی مصرف کنندگان واسطه ای و نهایی باید دقیقاً برابر با ارزش کل پرداخت های صورت گرفته به تمامی عوامل تولید و تولید کنندگان واسطه باشد.

متغیرهای موجود در مدل را می توان به صورت زیر تعریف کرد:

$Z$  = تقاضای واسطه ای که نشان دهنده کل فروش بین صنایع است.

$f$  = کل تقاضای نهایی شامل تقاضای نهایی خانوار، سرمایه گذاری، مخارج دولت و فروش صادراتی

$x$  = مجموع تولید ناخالص در سراسر اقتصاد در تمام بخش ها

$Q$  = انتشار مستقیم آلودگی در هر بخش واسطه ای

$Q_y$  = انتشار مستقیم دی اکسید کربن مصرف کننده از مصرف تقاضای نهایی.

$i$  = نشان دهنده یک بخش در درون اقتصاد

$j$  = نشان دهنده سایر بخش های درون اقتصاد که با بخش  $i$  ارتباط دارند

$Q_{tot}$  = مجموع انتشار مستقیم آلودگی در هر بخش واسطه ای و انتشار مستقیم

دی اکسید کربن مصرف کننده از مصرف تقاضای نهایی برای هر بخش اقتصاد

$GDP$  = تولید ناخالص داخلی تولید ناخالص داخلی (GDP) ناشی از کل کالاها و خدمات تولید شده

$A$  = ماتریس ضرایب فنی با توجه به نیاز داده و ستانده هر بخش

$L$  = معکوس لئونتیف در فرمول داده و ستانده

$p$  = نشان دهنده سال جاری در افق زمان پیش بینی در چارچوب داده و ستانده

$p + t$  = نشان دهنده سال آتی در افق زمان پیش بینی در چارچوب داده و ستانده

= ماتریس ضرایب آلودگی محصول برای هر بخش در اقتصاد

$k$  = نوع آلودگی در یک اقتصاد

$i^*$  = نشان دهنده یک صنعت در اقتصاد

$r_{ki}^*$  = نشان دهنده هر نوع آلودگی که در صنعت  $i^*$

$q$  = مقدار هر نوع آلودگی

$x$  = کل خروجی تولید شده توسط صنعت ( $I^*$ )



$X^p =$  بردار کل آلودگی مبتنی بر مصرف هر بخش در ارتباط با کل تولید اقتصادی بخش  
مشابه در اقتصاد

$BAU =$  سناریوی توسعه منطقه‌ای کسب و کار به طور معمول

$ID - FF =$  سناریو توسعه صنعتی توسعه پایدار و وابسته به سوخت‌های فسیلی

$ID - RE =$  سناریو توسعه منطقه‌ای رشد وابسته به صنعت

$SD - FF =$  سناریوی رشد اقتصادی وابسته به خدمات و وابسته به سوخت فسیلی

$SD - RE =$  سناریوی توسعه رشد وابسته به خدمات

اقتصاد را می‌توان به بخش‌های  $n$  تایی طبقه‌بندی کرد که هر بخش، نهاده‌ای از بخش دیگر را دریافت و ستاده‌ای را تولید می‌کند. اگر ما مجموع ستاده‌ها (تولید) بخش  $i$  را با  $X$  و  $f$  را کل تقاضای نهایی برای محصول بخش  $i$  نشان دهیم، می‌توانیم با یک معادله ساده حسابداری نحوه توزیع محصول بخش  $i$  در بین سایر بخش‌ها و تقاضای نهایی نشان دهیم که به صورت زیر است:

$$X_i = z_{i1} + \dots + z_{ij} + f_i = \sum_{j=1}^n z_{ij} + f_i \quad (1)$$

در این رابطه عبارت  $z_{ij}$  بیانگر فروش توسط بخش  $i$  به تمام بخش‌های  $j$  شناخته شده می‌شود (از جمله بخش خودش، زمانی که  $j=i$ ). در حالت  $n$  بخشی می‌توان این روابط بین بخشی را به صورت ماتریسی نوشت:

$$X = \begin{bmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix}, \quad Z = \begin{bmatrix} z_{11} & \dots & z_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ z_{n1} & \dots & z_{nn} \end{bmatrix} \text{ and } f = \begin{bmatrix} f_1 \\ \vdots \\ f_n \end{bmatrix} \quad (2)$$

که در اینجا  $x$  و  $f$  بردار (ستون) هستند که برای بیان به صورت ماتریسی با حروف کوچک و ضخیم نوشته می‌شوند و  $Z$  یک ماتریس از روابط بین بخشی است، که با حرف بزرگ نوشته شده است. بنابراین برای نمایش ماتریسی و خلاصه به صورت زیر می‌توان نوشت:

$$X = Zx + f \quad (3)$$

در کار داده - ستانده، یک فرض اساسی این است که جریان بین بخشی از  $i$  به  $j$  است، و به طور کامل بر ستاده کل بخش  $j$  برای همان دوره زمانی بستگی دارد. برای بیان دقیق تری از مبادلات بین بخشی به جای ماتریس  $Z$  از ماتریس دیگری به نام ماتریس ضرایب فنی ( $A$ )

استفاده می شود. بدین منظور برای بیان ارتباط بین بخش  $i$  و  $j$  از نسبت  $Z_{ij}/x_i$  (با واحد ریال/ریال) استفاده و آن را با  $ij$  مشخص می کنند:

$$ij = \frac{Z_{ij}}{x_i} \quad (4)$$

در واقع در این رابطه عبارت  $ij$  نشان دهنده این است که بخش  $j$  برای تولید یک ریال از محصول خود، چند ریال به محصول بخش  $i$  نیاز دارد. یا به عبارت دیگر بخش  $j$  چه نسبتی از نیازهای خود را از بخش  $i$  تأمین می کند. با در نظر گرفتن ضریب فنی می توان محصول کل در رابطه ۵ را به صورت زیر بازنویسی نمود:

$$\begin{aligned} x_1 &= a_{11}x_1 + \dots + a_{1j}x_j + \dots + a_{1n}x_n + f_1 \\ &\vdots \\ x_i &= a_{i1}x_1 + \dots + a_{ij}x_j + \dots + a_{in}x_n + f_i \\ &\vdots \\ x_n &= a_{n1}x_1 + \dots + a_{nj}x_j + \dots + a_{nn}x_n + f_n \end{aligned} \quad (5)$$

با توجه به ماتریس ضرایب فنی می توان ماتریس معکوس لئونتیف را ایجاد نمود که به صورت زیر است:

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

که در آن  $I$  یک ماتریس همانی است که عناصر قطر اصلی آن یک و بقیه عناصر صفر است. ماتریس  $(I - A)^{-1}$  به ماتریس نیازهای کل (مستقیم و غیر مستقیم) نیز معروف است. اگر عناصر این ماتریس را با  $s_{ij}$  نشان دهیم، هر کدام از عناصر نشان می دهد که اگر بخش  $j$  بخواهد یک ریال کالا تحویل تقاضای نهایی دهد، چه مقدار باید از بخش  $i$  خریداری نماید. دلیل اینکه  $s_{ij}$  را نیازهای کل بخش  $i$  می گوئیم این است که اگر تقاضای برای محصول بخش  $i$  افزایش یابد، تولید بخش  $i$  نیز افزایش خواهد یافت، زیرا وقتی که بخش  $i$  می خواهد تقاضای نهایی را تأمین کند باید تولید خود را افزایش دهد، اما برای افزایش تولید نیاز به این دارد که نهاده های بیشتری را خریداری کند که یکی از آنها، محصول بخش  $i$  است. بنابراین می توان ارتباط بین بخشی و جریان محصول در رابطه ۳-۷ را با توجه ماتریس معکوس لئونتیف به صورت زیر نوشت:<sup>۱</sup>

$$x = (I - A)^{-1} f = LF \quad (7)$$

1. Miller and Blair (2019)

مجموع تولیدات بر مبنای تولید بر هر واحد تولید برای هر بخش اقتصادی « $r$ » می تواند به شرح زیر باشد:

$$= [e_{ki}^r] = \left[ \left( \frac{q}{x} \right) r_{ki}^* \right] \quad (9)$$

که:

: ماتریس ضریب تولید آلودگی برای هر بخش

$e_{ki}^r$ : مقدار آلودگی  $k$  در هر دلار برای ارزش محصول صنعت

$Q$ : مقدار آلودگی  $k$  در صنعت  $J$

$X$  مجموع کل محصول تولید شده در صنعت  $i^*$

بنابراین می توانیم رابطه بین میزان شدت انتشار هر بخش و محصول اقتصادی آن را به میزان کلی مصرف بر اساس آلودگی را به صورت زیر بنویسیم،  $Xp$ :

$$X^p = [I]f \quad (10)$$

مبانی نظری محاسبه انتشار کربن:

میزان انتشار  $CO_2$  حاصل از مصرف سوخت های فسیلی، از حاصل ضرب مقدار مصرف هر نوع سوخت مصرفی در ارزش حرارتی و ضریب انتشار آن سوخت و مطابق معادله زیر محاسبه می شود:

$$E_{C,i} = Q_i \times LHV_i \times EF_i \quad (11)$$

به طوری که در این رابطه  $E_{C,i}$  میزان انتشار سالانه  $CO_2$  حاصل از مصرف سوخت  $i$  بر حسب تن،  $Q_i$  مقدار کل مصرف سالانه سوخت  $i$  بر حسب استاندارد متر مکعب ( $Sm^3$ ) برای نوع سوخت گاز و لیتر ( $L$ ) برای سوخت مایع،  $LHV_i$  ارزش حرارتی سوخت  $i$  بر حسب گیگا ژول به ازای هر استاندارد متر مکعب ( $GJ/Sm^3$ ) برای سوخت گازی و گیگا ژول به ازای هر لیتر ( $GJ/L$ ) برای سوخت مایع،  $EF_i$  ضریب انتشار  $CO_2$  برای سوخت  $i$  بر حسب تن به ازای هر گیگا ژول ( $Ton/GJ$ ) و  $i$  نوع سوخت اعم از گاز و نفت است.<sup>۱</sup>

#### ۴. توصیف داده‌ها

در صورت موجود بودن جدول داده - ستانده برای سال مشخصی در گذشته و در اختیار داشتن اطلاعات تکمیلی برای سال جدید، با استفاده از روش *R.A.S.*، تهیه جداول داده - ستانده برای سال مورد نظر امکانپذیر می‌باشد. ابزارهایی که در دسترس خواهد بود عبارتند از جدول خالص داده - ستانده‌ای که بر اساس ارقام کامل در یکی از سال‌های گذشته تهیه شده است. جدول ضرایب فنی سال پایه که از جدول فوق قابل محاسبه است، بردار ستانده‌ها برای سال مورد نظر، بردار جمع ستون‌های جدول خالص سال مورد نظر و بردار جمع سطرهای جدول خالص برای سال مورد نظر، ضروری است.

اصول و مبانی روش *R.A.S.* در جدول داده - ستانده عبارت است از محاسبه دو سری ضرایب فزاینده یکی جهت تعدیل سطرها و دیگری جهت تعدیل ستون‌های ماتریس مورد نظر، به طوری که جمع ستون‌ها و سطرهای ماتریس تعدیل شده با جمع ستون‌ها و سطرهای سال مورد نظر برابر باشد. هر عنصر  $a_{ij}$  از ماتریس ضرایب فنی (ماتریس  $A$ ) تحت تأثیر دو عامل قرار دارد:

الف) اثر جانشینی<sup>۱</sup> که بر اساس میزان جانشینی از کالای  $i$  توسط سایر کالاها و یا میزان جانشینی سایر کالاها توسط کالای  $i$  در تولید بخش‌های مختلف تعیین می‌گردد.

ب) اثر ساختی<sup>۲</sup> که نسبت به داده‌های واسطه‌ای به کل داده‌های جذب شده در تولید کالای  $i$  را مشخص می‌کند. به عبارت دیگر تغییر در رابطه داده‌های اولیه و واسطه به کار رفته در تولید کالای  $i$  را مشخص می‌کند.

به عنوان مثال، هرگاه در رشته فعالیت اتومبیل سازی (فعالیت  $j$ ) ماده اولیه پلاستیک (کالای  $i$ ) جایگزین فلزات غیر آهنی شده باشد و از طرف دیگر به طور همزمان به دلیل پیچیده تر شدن فرآیند تولید این فعالیت، کار یا سرمایه بیشتری مورد نیاز باشد، ضریب فنی  $a_{ij}$  که میزان مصرف پلاستیک در فعالیت اتومبیل سازی را در سال پایه نشان می‌دهد، تحت تأثیر اثر فزاینده جانشینی و اثر کاهنده ساختی قرار می‌گیرد و در نهایت برآیند دو اثر است که ضریب فنی  $a_{ij}$  را برای سال مورد نظر تعیین خواهد کرد.

علاوه بر این فرض می‌شود که هر یک از دو اثر فوق، در کلیه بخش‌های یکسان عمل

1. The effect of substitution

2. The effect of fabrication

می‌کند، بدین معنی که کالا  $i$  به عنوان داده واسطه کلیه رشته فعالیت‌ها با نرخ یکسانی افزایش یا کاهش می‌یابد و هرگونه تغییری در نسبت داده‌های واسطه به کل داده‌های به کار رفته در تولید کالای  $i$  اثر یکسانی در کلیه داده‌های واسطه بکار رفته در تولید آن کالا دارد، بدین ترتیب فرض می‌شود هر یک از عوامل جانشینی و ساختی به طور یکنواخت عمل می‌کند یعنی اثر جانشینی در مورد کلیه رشته فعالیت‌ها از کالای  $i$  یکسان بوده و اثر تغییرات ساختی رشته فعالیت  $i$  در مورد کلیه داده‌های جذب شده توسط فعالیت  $i$  مشابه می‌باشد، بنابراین هر یک از ضرایب  $a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{in}$ ، بین سال پایه و سال مورد نظر که به کالای  $i$  جذب شده مربوط می‌باشد با ضریب فزاینده جانشینی مشابهی ( $r_i$ ) و هر یک از ضرایب  $a_{j1}, a_{j2}, \dots, a_{nj}$ ، که به داده‌های واسطه جذب شده در تولید کالای  $j$  مربوط می‌باشد که با ضریب فزاینده ساختی مشابهی ( $s_j$ ) اصلاح گردیده است. بنابراین فزاینده‌های جانشینی که با بردار  $r$  نشان داده‌اند، در امتداد سطرها و فزاینده‌های ساختی که با بردار  $s$  نشان داده شده‌اند، در امتداد ستون‌ها عمل می‌کنند. کلیه ارقام خانه‌های ماتریس ضرایب فنی سال پایه یا سال صفر ( $A_0$ ) تحت تأثیر این دو ضریب فزاینده خواهد بود.

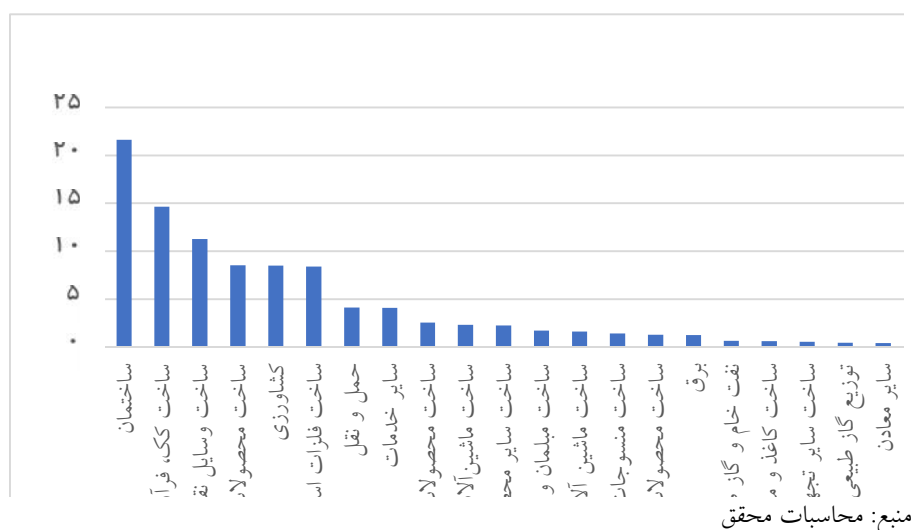
روشی که بسیار متداول بوده و استفاده از آن به سهولت انجام می‌گیرد، روش روال تکراری<sup>۱</sup> است. به طور کلی فرایند محاسبه  $X_1$  از  $X_0$  عبارت از این است که ماتریس پایه متناوباً در امتداد سطرها و ستون‌ها تا رسیدن به جواب مطلوب تعدیل می‌شود<sup>۲</sup>. برای به روز کردن جدول از نتایج آمارگیری کارگاه‌های صنعتی ایران برای سال ۱۳۹۴ بر اساس روش بالا استفاده شده است.

ترکیب انرژی	
رشد اقتصادی	سیاست انرژی فسیلی
	خدمات
	صنعت
	خدمات
سیاست انرژی تجدیدپذیر	

شکل ۱. ماتریس سناریوهای مطالعه

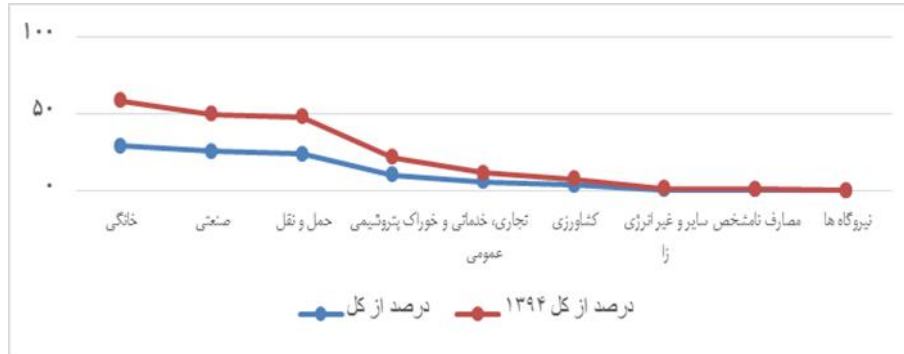
در ماتریس بالا سطر نشان دهنده سناریوی رشد و ستون نشان دهنده ترکیب انرژی می باشد. نتایج جدول زیر نشان می دهد که بیشترین میزان ارزش افزوده فعالیت های کشور به ساختمان، ساخت کک، فرآورده های حاصل از تصفیه نفت و سوخت های هسته ای و محصولات شیمیایی، ساخت وسایل نقلیه موتوری، تریلر و نیم تریلر اختصاص دارد.<sup>۱</sup>

شکل ۱. سهم تولید بخش های اقتصادی از تولید کل (درصد)



در ترازنامه هیدروکربوری میزان مصرف انرژی صنعت به صورت رقمی کلی ارائه شده و مشخص نیست دقیقاً شامل چه بخش هایی است. همانطور که مشاهده می شود بیشترین مصرف در بخش خانگی، صنعتی و حمل و نقل می باشد. همچنین مشاهدات نشان می دهد که متوسط نرخ رشد سالانه انرژی در سال ۱۳۹۴ نسبت به سال ۱۳۹۰ به طور میانگین به میزان ۰/۷ درصد افزایش یافته است. بیشترین میزان به مصرف نیروگاه ها، خوراک پتروشیمی، کشاورزی و بخش تجاری، خدماتی و عمومی بوده است.

۱. برای بهنگام سازی ماتریس ضرایب مستقیم داده - ستانده جدول سال ۱۳۹۰ از روش RAS استفاده شده است.



شکل ۲: سهم بخش‌های مختلف در مصرف انرژی در سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۴ (درصد)

منبع: محاسبات محقق



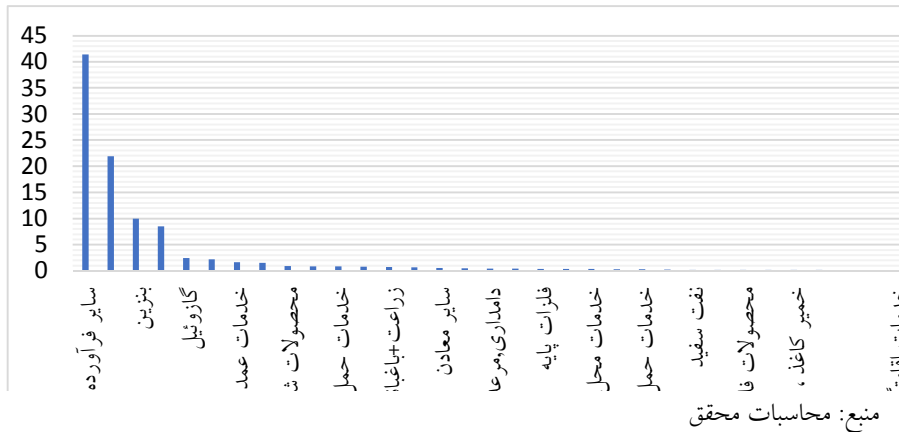
شکل ۳: نرخ رشد بخش‌های مختلف در مصرف انرژی در سال‌های ۱۳۹۴ به نسبت سال ۱۳۹۰ (درصد)<sup>۱</sup>

منبع: محاسبات محقق

در فرایند محاسبات ابتدا مصارف انرژی هر بخش از حامل‌های مختلف انرژی به یک واحد همگن تبدیل شده است. شکل ۴ سهم مصرف انرژی در بخش‌های مختلف را به تصویر کشانده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود بیشترین مصرف انرژی به سایر فرآورده‌های نفتی به میزان ۴۱ درصد، برق و خدمات مربوط ۲۱/۹ درصد، توزیع گاز طبیعی ۵/۸ درصد و حمل و نقل زمینی ۲/۲ درصد می‌باشد.

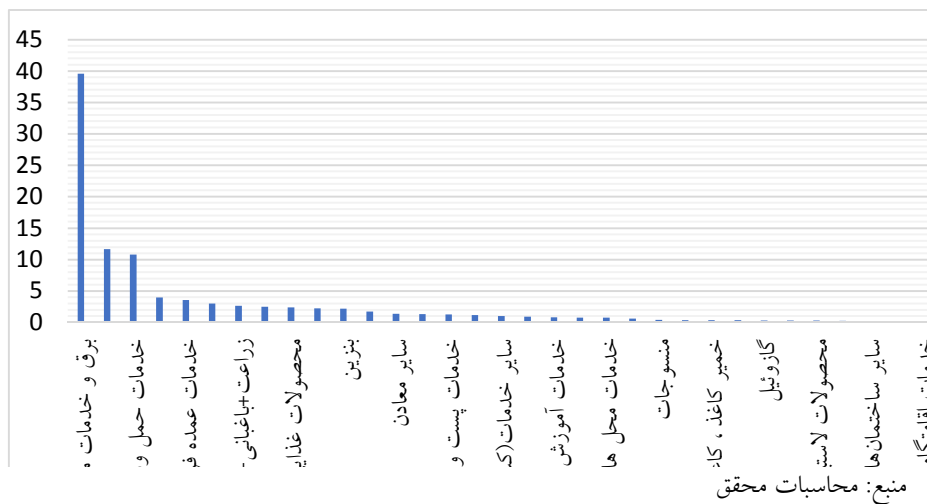
۱. در سناریوی سازی رشد اقتصادی این گام‌ها برداشت شده است. برای این منظور ابتدا ستانده همه بخش‌های مورد بررسی در این پژوهش به جز سوخت‌ها، کشاورزی و دامداری در ۱۰ درصد مقدار رشد اقتصادی ضرب می‌کنیم و این اعداد به دست آمده را ضرب در معکوس لئونتیف می‌کنیم.

شکل ۴. مصرف انرژی (درصد)



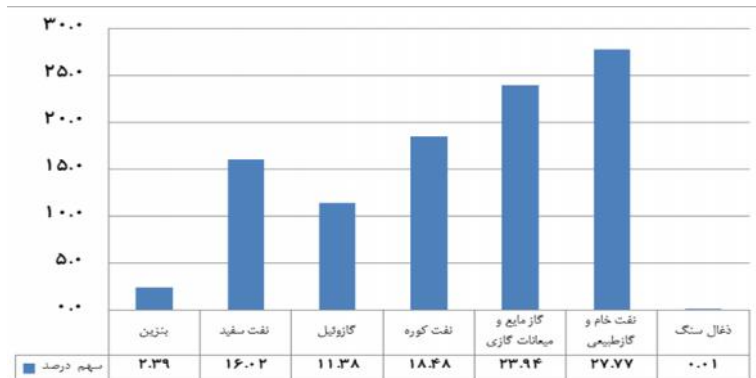
برای انتشار دی اکسید کربن نیز در گام نخست مطابق با ترازنامه انرژی بر اساس مصرف انرژی میزان انتشار دی اکسید کربن در بخش‌های مختلف شناسایی گردید سپس مطابق با مراحل که برای مصرف سوخت به کار برده شد برای این منظور نیز استفاده شد. نتایج نشان می‌دهد که بیشترین انتشار کربن مربوط به برق و خدمات مربوط به میزان ۳۹/۶ درصد، توزیع گاز طبیعی ۱۱/۶ درصد و خدمات حمل و نقل زمینی ۱۰/۸ درصد بوده است.

شکل ۵. انتشار دی اکسید کربن (درصد)





شکل ۶. سهم حامل‌های انرژی از مجموع سبد مصرف انرژی



منبع: محاسبات محقق

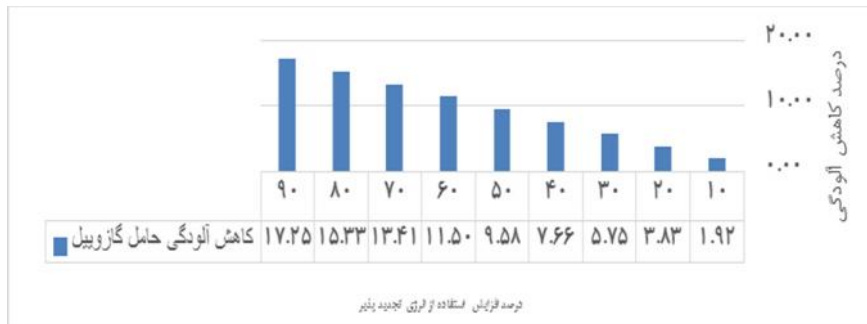
بهینه‌سازی، فرایند تجزیه و تحلیل و ارائه راه‌حل برای مسائلی است که در آن‌ها یک انتخاب از میان دامنه‌ای از انتخاب‌ها صورت می‌گیرد. انتخاب‌های امکان‌پذیر به عنوان عناصر مجموعه‌ای که به آن مجموعه امکان‌پذیر گفته می‌شود در نظر گرفته شده و هدف یافتن بهترین انتخاب (که لزوماً منحصر به فرد نمی‌باشد) و یا حداقل انتخاب یک گزینه بهتر نسبت به سایر گزینه‌ها است. انتخاب‌ها با استفاده از تخصیص یک تابع که تابع هدف نامیده می‌شود، با یکدیگر مقایسه می‌گردند. بهینه‌سازی می‌تواند به صورت گسسته و پیوسته صورت پذیرد که در حالت گسسته تعداد زیادی از گزینه‌ها با یکدیگر مقایسه شده اما این تعداد محدود است.

## ۵. تحلیل حساسیت

تحلیل حساسیت به این معناست که برآورد شود رفتار پیش‌بینی شده برای سیستم (خروجی آن سیستم) تا چه حد به مقادیر متغیرهای مستقل (ورودی آن سیستم) حساس است. برای این منظور فرض می‌شود انرژی‌های نو آلودگی صفر دارند از این رو با استفاده از آنالیز حساسیت سناریو ساخته می‌شود. سناریویی نظیر «افزایش استفاده از انرژی‌های نو و در نتیجه جانشین شدن انرژی‌های نو به جای حامل‌های انرژی‌های فسیلی که دارای آلودگی هستند، چه مقدار آلودگی را کاهش می‌دهد». نتایج حاصل به صورت نمودار ارائه شده است. تحلیل نموداری انرژی مورد نیاز برای رشد اقتصادی از طریق انرژی‌های نو بر انتشار

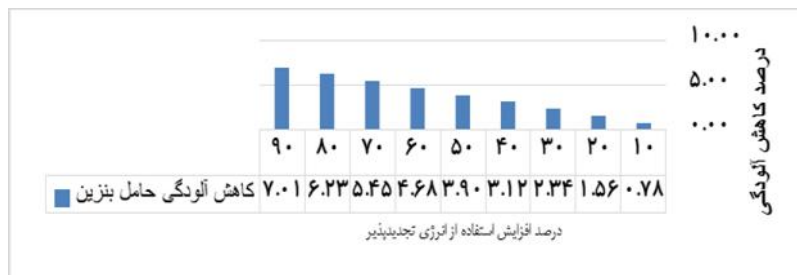
دی‌اکسید کربن در ایران به شکل ذیل است.

شکل ۷: کاهش آلودگی سوخت گازوئیل از طریق انرژی‌های جایگزین



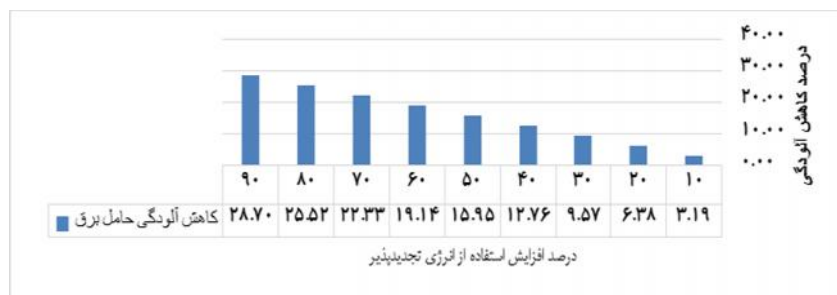
منبع: محاسبات محقق

شکل ۸: کاهش آلودگی حامل بنزین از طریق انرژی‌های جایگزین



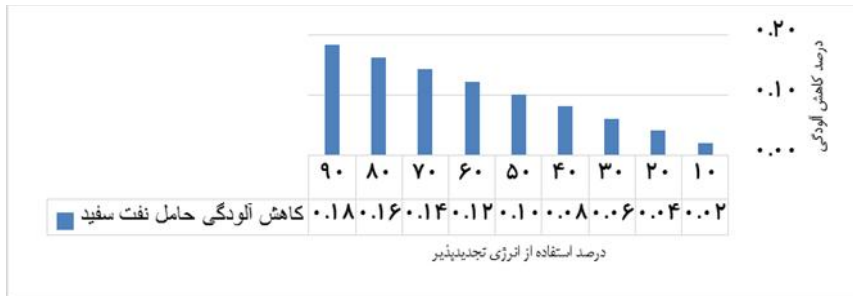
منبع: محاسبات محقق

شکل ۹: کاهش آلودگی حامل برق از طریق انرژی‌های جایگزین



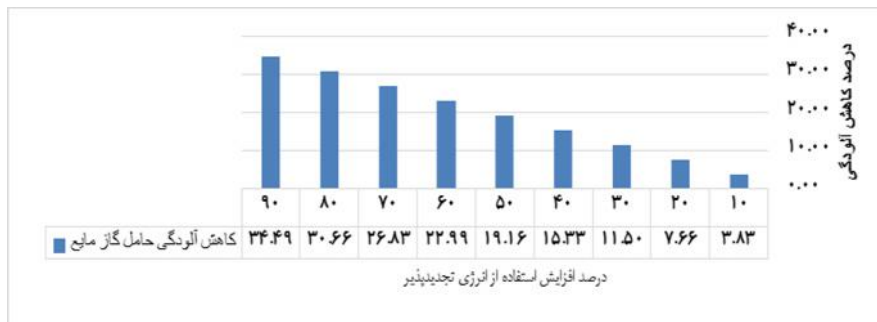
منبع: محاسبات محقق

شکل ۱۰. کاهش آلودگی سوخت حامل نفت سفید از طریق انرژی‌های جایگزین



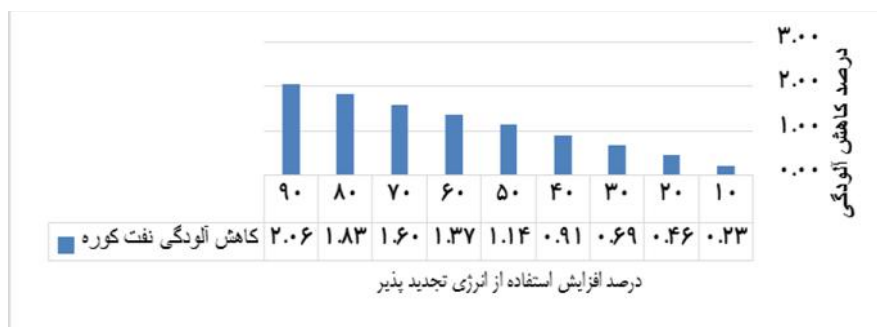
منبع: محاسبات محقق

شکل ۱۱. کاهش آلودگی حامل گاز مایع از طریق انرژی‌های جایگزین



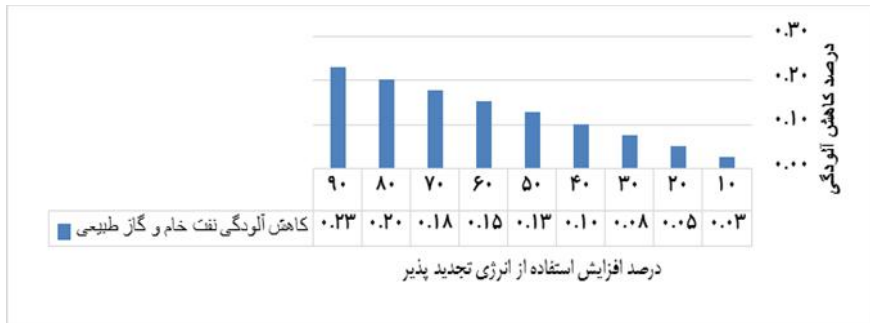
منبع: محاسبات محقق

شکل ۱۲. کاهش آلودگی نفت کوره از طریق انرژی‌های جایگزین



منبع: محاسبات محقق

شکل ۱۳. کاهش آلودگی نفت خام و گاز طبیعی از طریق انرژی‌های جایگزین



منبع: محاسبات محقق

## ۶. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که به منظور افزایش ۱۰ درصدی در رشد اقتصادی، محصولات غذایی و انواع آشامیدنی دارای بیشترین مصرف انرژی و انتشار دی‌اکسید کربن بوده‌اند. فلزات اساسی دومین بخشی است که با افزایش رشد اقتصادی انتشار آلودگی را افزایش می‌دهند. ساختمان مسکونی با سهم ۱۰ درصدی در رشد اقتصادی سومین بخش در انتشار آلودگی به علت افزایش مصرف انرژی بوده است. همچنین مشاهدات نشان می‌دهد که با افزایش در رشد اقتصادی شاهد کاهش میزان مصرف انرژی و در نتیجه آلودگی در بخش‌های سایر فراورده‌های نفتی، خدمات حمل و نقل آبی، خدمات عمده‌فروشی و خرده‌فروشی، خدمات عمومی، خدمات اقامتگاه‌های عمومی، خدمات حمل و نقل زمینی، خدمات آموزش و حمل و نقل ریلی و حمل و نقل خطوط لوله هستیم.

نتایج نشان داده است که به کارگیری انرژی‌های جایگزین و انرژی‌های نو سبب کاهش آلودگی از طریق کاهش استفاده از سوخت‌های فسیلی خواهد شد. استفاده ۹۰ درصدی از انرژی‌های نو و جایگزینی با سوخت فسیلی گازوئیل، بنزین، انرژی برق، نفت سفید، گاز، نفت کوره، نفت خام و گاز طبیعی به ترتیب سبب کاهش ۱۶ درصد، ۷ درصد، ۲۸ درصد، ۱۸ درصد، ۳۵ درصد، ۲ درصد و ۰/۲ درصد در آلودگی خواهد شد. در واقع موارد فوق نشان می‌دهند که استفاده از درصد مشخصی از انرژی‌های نو و جانشینی آن با انرژی‌های فسیلی سبب تغییر چند درصدی در آلودگی خواهد شد.

نتایج مطالعه نشان داده است که افزایش رشد اقتصادی از طریق افزایش انتشار کربن

امکان پذیر است، از طرفی بر طبق نتایج تحقیق استفاده از انرژی های نو می تواند رشد اقتصادی را بدون آلودگی ایجاد کرد. بنابراین پیشنهاد می شود از فرصت های توافق پاریس برای افزایش سهم انرژی های نو استفاده شود. از جمله ارتقا و همکاری در جهت توسعه و اجرای اقداماتی که به کاهش یا جلوگیری از انتشار گازهای گلخانه ای از طریق فعالیت های انسانی منجر می شود، ارتقای مدیریت پایدار و همکاری در زمینه حفاظت از چاهک های گازهای گلخانه ای و همکاری برای آماده شدن برای مقابله با اثرات تغییرات آب و هوایی. یکی از راهکارهای مطرح شده برای بهینه سازی و ارتقاء بهره وری، افزایش قیمت حامل های انرژی است، اما باید تبعات منفی آن را برای اقشار آسیب پذیر جامعه در نظر گرفت. به این منظور توجه به عوامل نهادی، ساختاری، فنی و تکنولوژی ضروری است.

## منابع

- تاج نیا، آیلین و حسن زاده، مرضیه (۱۳۹۵)، «بررسی توسعه اقتصاد کم کربن در کشور: مفاهیم، چالش ها و راهکارها»، کنفرانس بین المللی منابع طبیعی، مهندسی کشاورزی، محیط زیست و توسعه روستایی.
- دین محمدی، مصطفی (۱۳۸۳)، «تعیین الویت های سرمایه گذاری در استان زنجان با استخراج جدول داده و ستانده منطقه ای»، ناشر سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان زنجان.
- سلمانی، محمدرضا و شکری، مصطفی و عابدزاده، کاظم (۱۳۹۴)، «بررسی عوامل اقتصادی مؤثر بر انتشار گاز دی اکسید کربن در ایران، نشریه انرژی ایران، شماره ۱۲.
- شریفی، نورالدین و دهقانپور وحید، سمیه (۱۳۹۵)، «اثرات زیست محیطی مصارف خانوارها با توجه به توسعه گازرسانی: یک تحلیل داده - ستانده»، فصلنامه اقتصاد محیط زیست و منبع طبیعی، سال اول، شماره ۱، صفحات ۶۳-۴۷.
- صادقی، حسین و نوری شیرازی، مهسا و بیابانی خامنه، کاظم (۱۳۹۳)، «نقش تولید برق از منابع تجدیدپذیر در کاهش گازهای گلخانه ای: یک رویکرد اقتصادسنجی»، نشریه انرژی ایران، شماره (۵۱) ۳.

منظور، داود و شوال پور آرانی، سعید (۱۳۹۰)، «روابط بخش برق با سایر بخش های اقتصادی: تحلیل داده - ستاده»، نشریه انرژی ایران.  
وزارت نفت (۱۳۹۷)، «راهنمای محاسبه و گزارش دهی میزان انتشار گازهای گلخانه ای»، تهران: اداره کل بهداشت، ایمنی، محیط زیست و پدافند غیر عامل، صفحات ۲۴-۶۶

## References

- Guo, J. and Zhang, Y. J. and Zhang, K. B. (2018), "The key sectors for energy conservation and carbon emissions reduction in China: evidence from the input-output method", *Journal of Cleaner Production*, no.179, pp.180-190.
- Hamilton, T. G. A. and 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 Policy*, no.105, pp.303-319.
- Llop, M. (2020), "Energy import costs in a flexible input-output price model", *Resource and Energy Economics*, no.59, pp.101-130.
- Miller, R. E. and Blair, P. D. (2009), "Input-Output Analysis: Foundations and Extensions" Second Edition, Cambridge University Press.
- Moran, M.A.T. and Gonzalez, P. (2006), "A combined input-output and sensitivity analysis approach to analysis sector linkages and CO<sub>2</sub> emissions", *Energy Economics*, vol.29, pp. 578-597.
- Mudakkar, S. R. and Zaman, K. and Khan, M.M. and Ahmad, M. (2013), "Energy for Economic Growth, Industrialization, Environment and Natural Resources: Living with Just Enough", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, no.25, pp. 580-595.
- Nakano, S. and Arai, S. and Washizu, A. (2018), "Development and application of an inter-regional input-output table for analysis of a next generation energy system", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, no.82, pp.2834-2842.
- Wang, S. and Fath, B. and Chen, B. (2019), "Energy-water nexus under energy mix scenarios using input-output and ecological network analyses", *Applied Energy*, no.233, pp.827-839.
- www.bp.com
- Zhanga, H. and Hewingsb, G and Zheng, X. (2019), "The effects of carbon taxation in China: An analysis based on energy inputoutput model in hybrid units", *Energy Policy*, no.128 (2019), pp. 223-234.

## Investigating Carbon Reduction and Growth Policies in Iran by Input -Output Analysis Approach

**Sara Hojjat**

M.Sc. Energy Economics, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

**Zeinolabedin Sadeghi**\*

Associate Professor, Faculty of Economics and Management, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

**Hamid Reza Mirzaei Khalilabad**

Assistant Professor, Department Agricultural Economics, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

### Abstract

This paper investigates carbon mitigation policies and economic growth in Iran using the input-output analysis approach. The input-output table was first updated for 2015. Using the data in the Iranian Energy Balance Sheet and the Iranian Statistics of Industrial workshops, the CO<sub>2</sub> consumption and its emission were calculated. We have then examined the policies for carbon reduction and economic growth in Iran. The results show that food products, base metals and residential buildings are ranked, respectively, as the first, second and third contributors in energy consumption increase as well as the increase in CO<sub>2</sub> emission towards enhancing the rate of economic growth. The results also indicate that in the sectors of marine transport services, wholesale and retail services, and public services energy consumption should be reduced for the 10% increase in economic growth. It is concluded that alongside economic growth the fuel consumption and carbon dioxide emissions will increase, hence necessitating the use of alternative substitutable energies in order to reduce the pollution.

**Keywords:** Economic Growth, Energy Consumption, Carbon Dioxide Emissions, Input-Output Analysis.

**JEL Classification:** O13, Q49, Q53.

---

\* Corresponding Author: z\_sadeghi@uk.ac.ir