۶

بررسی اثر تکنولوژی و ساختار تقاضای نهایی بر انتشار دی‌اکسیدکربن

سمیه اعظمی *
کیومرث سهیلی **
پریسا جیحونی‌پور ***

تاریخ دریافت: ۹۷/۲/۱ تاریخ پذیرش: ۹۷/۵/۲

چکیده

مطابق با تحلیل داده-ستانده زیست محیطی (EEIO) و در راستای کاهش انتشار گاز دی‌اکسیدکربن (CO_2) این پرسش مطرح است که تکنولوژی و ساختار تقاضای نهایی چه تأثیری بر انتشار CO_2 در ایران دارد؟ به منظور پاسخ به این سؤال این مطالعه دو روش را دنبال می گیرد: ابتدا CO_2 برای ۲۹ بخش اقتصادی محاسبه می شود و سپس با استفاده از تحلیل تجزیه ساختاری (SDA) عوامل مؤثر بر رشد انتشار CO_2 در فاصله زمانی ۹۰-۱۳۷۸ بررسی می‌شود. نتایج نشان می‌دهد بخش نیروگاهی بزرگترین منتشرکننده CO_2 در ایران است. مطابق با تحلیل تجزیه ساختاری تقاضای نهایی با سهم ۱/۸۷ درصدی و تکنولوژی با سهم ۰/۸۷- درصد در تغییرات انتشار CO_2 به ترتیب منجر به افزایش و کاهش انتشار CO_2 در این فاصله زمانی در ایران شده‌اند. همچنین نتایج حاکی از آن است که مخارج مصرفی خصوصی (مخارج خانوار) در میان اجزاء تقاضای نهایی بیشترین سهم را در انتشار CO_2 دارد. افزایش راندمان سیستم‌های احتراق در نیروگاه‌ها، پیشرفت تکنولوژی‌های پاک و ارزان، سیاست‌های افزایش کارایی مصرف انرژی در بخش خانگی و توسعه آموزش عمومی و آگاه‌سازی جهت بهینه‌سازی مصرف انرژی پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: انتشار CO_2، تکنیک گسترش‌یافته داده-ستانده زیست‌محیطی(EEIO)، تحلیل تجزیه ساختاری(SDA)، ایران.

طبقه‌بندی JEL: Q_{50}, Q_{54},Q_{56}

---

* استادیار دانشگاه رازی، دانشکده علوم اجتماعی و تربیتی، گروه اقتصاد (نویسنده مسئول)
Sazami_econ@yahoo.com

** دانشیار دانشگاه رازی، دانشکده علوم اجتماعی و تربیتی، گروه اقتصاد
qsoheily@yahoo.com

*** کارشناسی ارشد اقتصاد دانشگاه رازی pjeyhon@yahoo.com

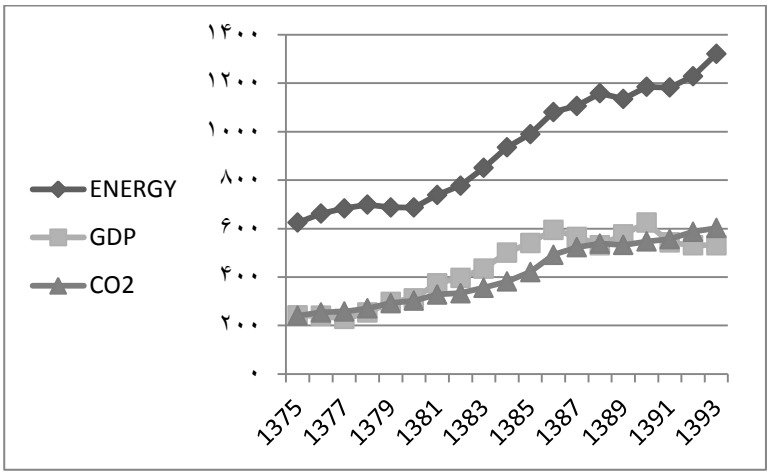
مقدمه

محیط‌زیست دامنه وسیعی از کارکردها و خدمات ارزشمند اقتصادی مانند تأمین منابع تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر، ارائه کالاهای طبیعی مانند چشم‌اندازهای طبیعی و امکانات رفاهی و جذب ضایعات زیست‌محیطی ناشی از فعالیت‌های اقتصادی برای انسان دارد (هراتی و همکاران، ۱۳۹۱). آلودگی ازجمله عوامل مؤثر بر کیفیت محیط‌زیست است که عمدتاً ناشی از مصرف انرژی‌های فسیلی (گازوئیل، نفت کوره و بنزین) است: بر اساس پیمان کیوتو (۱۹۹۷) کشورهای جهان برای حفاظت محیط‌زیست به‌عنوان یک کالای عمومی مشترک اقدامات اجرایی مناسب انجام داده‌اند و مجازات‌هایی برای کشورهای بزرگ آلاینده جهان در نظر گرفته شده است. اما در سال‌های اخیر جهان شاهد تغییرات زیست‌محیطی بزرگ و نامطلوبی مانند افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ایی و انتشار CO_2 شده است. کشور ایران نیز از این امر مستثنی نیست و در سال ۲۰۱۷ در ردیف یازدهمین منتشرکننده بزرگ CO_2 در جهان قرار دارد.[۱] در سال‌های اخیر در ایران نیز موضوعات زیست‌محیطی بیش از گذشته مورد توجه سیاست‌گذاران و مردم قرار گرفته است. مطابق با نمودار (۱) که مسیر زمانی GDP، مصرف انرژی و دی‌اکسیدکربن را از سال ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۳ نشان می‌دهد، انتشار دی‌اکسیدکربن همراه با رشد GDP و مصرف انرژی در حرکت هستند.[۲]

۱. چین، آمریکا و اتحادیه اروپا (۲۸ کشور)، هند، روسیه، ژاپن، برزیل، اندونزی، کانادا و مکزیک به ترتیب در رتبه‌های اول تا دهم جهان قرار دارند.

۲. واحد انرژی میلیون بشکه معادل نفت خام، واحد GDP، ده هزار میلیارد ریال و واحد انتشار دی‌اکسیدکربن، میلیون تن است.

نمودار (۱)- مسیر زمانی GDP، مصرف انرژی و انتشار CO2 در ایران



با توجه به اهمیت به‌سزایی که بحث آلاینده‌ها در رشد و توسعه هر کشوری دارد، لزوم بررسی عوامل مؤثر بر این امر ضروری است. تحلیل داده- ستانده یکی از روش‌های کارا برای تحلیل آثار زیست‌محیطی فعالیت‌های اقتصادی و خانوارها است. مطابق با این تحلیل، تقاضای نهایی و تکنولوژی دو عامل مؤثر بر تغییر ساختار اقتصادی و انتشار دی‌اکسیدکربن ناشی از فعالیت‌های اقتصادی و خانوارها است. حال این پرسش مطرح است که هرکدام از عوامل ذکرشده چه تأثیری بر انتشار دی‌اکسیدکربن در ایران دارند. همچنین در میان اجزای تقاضای نهایی کدام جزء بیشترین تأثیر را بر انتشار دی‌اکسیدکربن دارد (بررسی ساختار تقاضای نهایی[1]). شناسایی تأثیر اجزای تقاضای نهایی و تکنولوژی در انتشار CO2 می‌تواند در کاهش انتشار CO2 و توسعه جهت‌گیری‌های سیاست‌های زیست‌محیطی در کشور مؤثر باشد. تاکنون در ایران درخصوص شناسایی اثر تقاضای نهایی در انتشار CO2 مطالعات زیادی انجام شده است، اما در زمینه اثر تکنولوژی در انتشار CO2 مطالعه‌ای انجام نشده است.

ساختار مقاله حاضر در پنج بخش تنظیم شده است. در ادامه و در بخش دوم

1. Final Demand Structure

ادبیات موضوع مطرح می‌شود. روش‌شناسی تحقیق و یافته‌های تحقیق به ترتیب موضوع بخش سوم و چهارم است. در پایان نتیجه‌گیری تحقیق بیان می‌شود.

۱- ادبیات موضوع

اگرچه در ادبیات اقتصادی تحلیل داده- ستانده همواره با نام واسیلی لئونتیف،[1] اقتصاددان روسی‌تبار آمریکایی همراه بوده است، با این‌وجود ریشه‌های آن را باید در چند دهه پیش از آن، یعنی در نظریه تعادل عمومی والراس جستجو کرد. بی‌شک نظریه تعادل عمومی نظریه قوی و بنیادین در دانش اقتصاد محسوب می‌شود، اما تا آن زمان ارتباط روشنی بین این نظریه و مباحث کاربردی و تجربی وجود نداشت. درواقع هنر اصلی لئونتیف را می‌توان تلفیق نظام‌مند نظریه تعادل عمومی با میراث فرانسوا کنه[2] و سنت معطوف به تجربه کینزی دانست. نگاره داده ـ ستانده که تحلیل داده- ستانده بر اساس آن پی‌ریزی شده است، برای نخستین‌بار توسط لئونتیف برای اقتصاد آمریکا ارائه شد. از آنجا که در این نگاره، روابط بین بخشی در اقتصاد به تفصیلی‌ترین صورت ممکن نشان داده شده بود، برای نخستین‌بار مطالعه ویژگی ساختاری اجزای تشکیل‌دهنده یک نظام اقتصادی ممکن شد. درواقع، ویژگی‌هایی مانند ارائه تصویر چندوجهی از اقتصاد و کاربردهای متنوع آن در تجزیه‌وتحلیل و برنامه‌ریزی اقتصادی را باید ازجمله دلایل اقبال گسترده نسبت به این تکنیک محسوب کرد، به‌نحوی‌که اندک زمانی پس از معرفی آن، بسیاری از کشورها تهیه و تدوین این نگاره‌ها را در دستور کار قرار دادند. نظام حساب‌های ملی که عهده‌دار تدوین و ارائه استانداردها و قواعد حسابداری کلان اقتصادی است را نیز باید از وام‌داران تحلیل داده- ستانده محسوب کرد. ویژگی سطح تفصیل اطلاعات و قابلیت استخراج ترازهای اساسی اقتصاد در سطح ملی و در سطوح بخشی و درنتیجه اثرات غیرقابل‌انکار آن بر میزان دقت محاسبات ملی، موجب شده است که این نگاره‌ها به‌عنوان جزء جدایی‌ناپذیر نظام حساب‌های ملی مطرح شود، به‌نحوی‌که در نظام حساب‌های ملی، در چارچوب

1. Leontief
2. Quesnay

مرکزی گنجانیده شده است. وجود برخی نوآوری‌ها در شکل و اندازه نگاره داده- ستانده و نیز بسط آن به نگاره‌های عمومی‌تر، مانند ماتریس حسابداری اجتماعی (SAM)[1]، استفاده از تکنیک داده- ستانده را به میزان قابل‌توجهی در عرصه تحلیل و سیاستگذاری اقتصادی بسط و گسترش داده است. درواقع ماتریس حسابداری اجتماعی که باید آن را اساس بسیاری از مدل‌های تعادل عمومی قابل‌محاسبه دانست، بر پایه تکنیک داده- ستانده بنا شده است. به‌عبارت‌دیگر، علاوه‌بر آنکه بخش مهمی از ماتریس حسابداری اجتماعی را نگاره‌های عرضه- مصرف یا داده- ستانده اقتصادی تشکیل می‌دهد، چارچوب محاسباتی و تکنیکی این ماتریس نیز الهام گرفته از تکنیک داده- ستانده است، با این تفاوت که ماتریس حسابداری اجتماعی، تعادل عمومی را در سطوح بسیار وسیع از اقتصاد شامل مبادلات مالی و روابط بین نهادی در قالبی کمی منعکس می‌سازد. الگوهای داده- ستانده به‌طور کاملاً وسیعی در اقتصاد محیط‌زیست به‌ویژه در مطالعات مربوط به انرژی، آلودگی به کار می‌روند و مبنای الگوهای پیچیده‌تر (نیازمند به اطلاعات بیشتر) نظیر الگوهای برنامه‌ریزی خطی[2] (CGE) است.

تحلیل تجزیه ساختاری[3] (SDA) به‌طور وسیعی برای بررسی عواملی که منجر به تغییرات انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌شوند، به کار برده می‌شود. از سال ۱۹۷۰، تغییرات آب و هوایی یکی از معنادارترین حوزه‌ها در مطالعات SDA بوده است. در مقایسه با تحلیل تجزیه شاخص[4] (IDA) که روش دیگر تجزیه است، SDA نه‌تنها تغییرات ساختار اقتصادی را به اثرات تکنولوژیکی و اثرات تقاضای نهایی با جزئیات بیشتری تجزیه می‌کند، بلکه همچنین این توانایی و قابلیت را دارد که اثرات مستقیم را علاوه‌بر اثرات غیرمستقیمی که از طریق تقاضای نهایی ایجاد می‌شود، اندازه‌گیری کند (هوکسترا و وندنبرگ،[5] ۲۰۰۳).

---

1. Social Accounting Matrix
2. Computable General Equilibrium
3. Structural Decomposition Analysis
4. Index Decomposition Structural
5. Hoekstra and Vanden Bergh

دانشمندان زیادی از اوایل دهه ۱۹۹۰ در کشورهای مختلف مطالعات مختلفی در زمینه ارتباط اقتصاد و محیط‌زیست با استفاده از تحلیل داده- ستانده انجام دادند. لنزن[1] (۱۹۹۸) به‌منظور بررسی نیازهای مستقیم و غیرمستقیم به انرژی اولیه و انتشار گازهای گلخانه‌ای متناظر در کشور استرالیا مطالعه‌ای با استفاده از تحلیل داده- ستانده انجام داد و به توصیف مستقیم و غیرمستقیم انرژی اولیه و انتشار گازهای گلخانه‌ایی برای یک مجموعه معین از مصارف نهایی استرالیا پرداخت. همین ابزار را برای ارزیابی آثار زیست‌محیطی احداث فرودگاه دوم سیدنی به‌کار برد.

ویلتینگ[2] و همکاران (۲۰۰۴) با استفاده از یک مدل پویای داده- ستانده موسوم به DIMITRI،[3] روابط میان مصرف، تولید و میزان انتشار آلاینده‌های هوا را در سطح بخشی در کشور هلند بررسی کرده‌اند.

کروز[4] (۲۰۰۴) در مطالعه‌ای با عنوان «اثرات انتشار گاز CO2 در کشور پرتغال» با استفاده از رویکرد داده- ستانده نشان می‌دهد شدت زغال‌سنگ به ترتیب در صنایع استخراج صنعت محصولات زغالی، تولید برق از سوخت‌های فسیلی و توزیع برق بالاتر از دیگر بخش‌ها است. شدت نفت نیز در بخش‌های استخراج نفت خام و صنعت تصفیه و بازیافت محصولات نفتی، تولید برق از سوخت‌های فسیلی و توزیع برق از دیگر بخش‌ها بالاتر بوده است. شدت انتشار CO2 نیز در بخش‌های استخراج صنعت محصولات زغالی، استخراج نفت خام و صنعت تصفیه و بازیافت محصولات نفتی و استخراج گاز طبیعی و صنعت تصفیه و بازیافت محصولات گازی بالاتر از دیگر بخش‌ها است.

پائول و باتاچارای[5] (۲۰۰۴) با استفاده از تحلیل تجزیه، عوامل مؤثر بر

1. Lenzen
2. Wilting et al.
3. Dynamic Input-output Model to study the Impacts of Technology Related Innovations
4. Cruz
5 . Paul and Bhattacharya

تغییرات در انتشار CO2 مرتبط با مصرف انرژی کشور هند را برحسب چهار عامل مورد بررسی قرار دادند: ضریب آلودگی، شدت انرژی، تغییرات ساختاری و فعالیت اقتصادی. دوره مورد بررسی این مطالعه، سال‌های ۹۶-۱۹۸۰ است. نتایج نشان می‌دهد رشد اقتصادی، بیش‌ترین تأثیر مثبت را بر تغییرات انتشار CO2 در تمامی بخش‌های اصلی اقتصاد هند داشته است. انتشار CO2 از بخش‌های صنعتی و حمل‌ونقل روند کاهشی داشته است که به علت بهبود در کارایی انرژی و جایگزینی سوخت است. اثر کاهشی ضریب آلودگی و شدت انرژی بر انتشار CO2 در بخش کشاورزی تقریباً صفر بوده است. شدت انرژی در گستره وسیعی تغییر کرده است و اثری به‌مراتب بزرگ‌تر از ضریب آلودگی بر انتشار CO2 داشته است.

یابه[1] (۲۰۰۴) در مطالعه‌ای عوامل مؤثر بر انتشار CO2 در صنایع ژاپن را در سال‌های ۹۵-۱۹۸۵ با استفاده از نگاره‌های داده- ستانده مورد بررسی قرار داده است. نتایج به دست آمده حاکی از آن است که هر دو نوع تغییرات فنی زیست‌محیطی و فنی تولید، در کاهش انتشار CO2 طی دوره اقتصاد حبابی اواخر دهه ۱۹۸۰ ژاپن (اما نه در دوره رکود اوایل دهه ۱۹۹۰) سهیم بوده‌اند.

ایپک تونک و همکاران[2] (۲۰۰۶) با استفاده از رویکرد داده- ستانده گسترش‌یافته زیست‌محیطی باهدف برآورد کردن مقدار انتشار دی‌اکسیدکربن و شناسایی منبع انتشار در اقتصاد ترکیه در سال ۱۹۹۶ در مورد سهم بخش‌ها در کل این انتشار بحث کردند. افزون‌بر این، به‌صورت جداگانه میزان محتوای CO2 واردات به ترکیه، موسوم به «مسئولیت CO2»[3] را نیز برآورد کرده‌اند و این دو مفهوم کلی (انتشار CO2 و مسئولیت CO2) به حجم تجارت خارجی ربط داده می‌شوند. نتیجه عمده مطالعه آن بود که بخش ساخت‌وساز، بیشترین سهم را در هر دو رتبه‌بندی انتشار دی‌اکسیدکربن و مسئولیت دی‌اکسیدکربن احراز کرده است؛ درحالی‌که بخش‌های کشاورزی و دامداری کمترین سهم را دارند.

1. Yabe
2. Ipek Tunc
3. CO2 responsibility

موران و *گونسالس*[1] (۲۰۰۶) روشی را مبتنی بر چارچوب داده- ستانده در ترکیب با تحلیل حساسیت و برنامه‌ریزی خطی ارائه کردند و با اعمال آن روی نگاره داده- ستانده سال ۱۹۹۵ کشور اسپانیا و دیگر آمارهای رسمی این سال به شناسایی پیوندهای پسین و پیشین عمده بین رشته فعالیت‌های منجر شده به انتشار CO2 پرداخته‌اند.

ری و *چانگ*[2] (۲۰۰۶) عوامل کلیدی مؤثر بر افزایش انتشار CO2 اقتصاد کره‌جنوبی را در ۲۱ صنعت مختلف در فاصله سال‌های ۹۵-۱۹۹۰ تجزیه‌وتحلیل کردند. نتایج نشان داد افزایش در تقاضای نهایی خانوار کره بر روی افزایش انتشار CO2 تأثیر می‌گذارند، درحالی‌که کاهش در شدت انتشار مستقیم و تغییرات در تکنولوژی به کاهش در انتشار CO2 کمک می‌کند.

پارک و *هئو*[3] (۲۰۰۷) در فاصله سال‌های ۲۰۰۰-۱۹۸۰ با استفاده از SDA نشان دادند افزایش در مصرف خانگی حدود ۱۲۵٪ به انتشار CO2 کمک می‌کند. این در حالی است که تغییرات در ساختار مصرف خانوار به سمت شدت انرژی کمتری در محصولات و خدمات حرکت می‌کند و افزایش در بهره‌وری انرژی منجر به کاهش انتشار CO2 می‌شود.

چانگ و *همکاران*[4] (۲۰۰۸) با استفاده از تحلیل تجزیه ساختاری، تغییر در انتشار دی‌اکسیدکربن را طی دوره ۲۰۰۴-۱۹۸۹ برای سه دوره پنج‌ساله (۹۴-۱۹۸۹، ۱۹۹۹-۱۹۹۴ و ۲۰۰۴-۱۹۹۹) برای کشور تایوان مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج نشان داد برای دوره پنج‌ساله ۲۰۰۴-۱۹۹۹ بیشترین افزایش انتشار CO2 مربوط به افزایش سریع مصرف برق بوده است. از میان ۹ عامل مورد بررسی، ضریب انرژی صنعتی و ضرایب انتشار CO2 مهم‌ترین عوامل مربوط به افزایش انتشار CO2 در تایوان بوده‌اند. از سال ۱۹۸۹ تا ۲۰۰۴ صادرات و تقاضای نهایی داخلی بیشترین سهم را در افزایش کل تغییر CO2 در تایوان داشته‌اند. این مطالعه

1. Moran & Gonzalez
2. Rhee and Chung
3. Park and Heo
4. Chang

نشان داده است که شدت انـرژی (و CO_2) در صـنایع بسـیار بـالا اسـت، بنـابراین تلاش زیادی برای بهبود شدت انرژی و ترکیب سوختی، در جهت حرکت به‌سوی منابع کربن‌اندوز مورد نیاز است تا انتشار CO_2 به‌ویژه در بخش‌های بـرق و تولیـد نیرو کاهش یابد.

کروز و باراتا[1] (۲۰۰۸) در مقاله‌ای با عنوان «مسئولیت اقتصـادی بـرای انتشـار CO_2» با استفاده از مدل داده- ستانده زیست‌محیطی گسترش‌یافته در کشور پرتغـال به مطالعه اثر متقابل بین انرژی، محیط‌زیست و فعالیت‌های اقتصـادی پرداختـه‌انـد. هدف این مقاله حمایت از راهبردی است که رابطه یک مدیریت متوازن و پویا بین عرضه انرژی، حفاظت از محیط‌زیست و رشد اقتصادی را ترویج کند.

لیم و همکاران[2] (۲۰۰۹) به تحلیل ارتباط میان مصـرف انـرژی و انتشـار CO_2 ناشی از بخش‌های صنعتی کشور کره‌جنوبی با استفاده از تحلیل تجزیـه سـاختاری پرداخته‌اند. منابع تغییر در انتشار دی‌اکسیدکربن برای دوره ۲۰۰۳-۱۹۹۰ برحسـب هشت عامل کلی مورد بررسی قرار گرفته است: تغییر در ضرایب انتشار (بـه دلیـل تغییـر در شـدت انـرژی و شـدت کـربن)، تغییـر در رشـد اقتصـادی و تغییـرات ساختاری (برحسب تغییر در تقاضای نهـایی داخلـی؛ صـادرات، واردات کالاهـای واسطه‌ای و نهایی و تکنولوژی تولید). نتایج مطالعه نشان می‌دهد نرخ رشد انتشـار CO_2 صنعتی از سال ۱۹۹۸، سال بحران مالی کشور کـره، بـه‌شـدت کـاهش یافتـه است، که این به دلیل تغییر در شدت انرژی و تقاضای نهایی داخلـی در دوره دوم (۲۰۰۰-۱۹۹۵) بوده است. اثر صادرات در دوره سوم (۲۰۰۳-۲۰۰۰) به‌سرعت رو به افزایش گذاشته است. از میان تمام عوامل رشد اقتصادی بیش‌تـرین تـأثیر را بـر افزایش انتشار CO_2 داشته است.

اسکلتون[3] و *همکاران* (۲۰۱۱) عنوان می‌کننـد تحلیـل داده- سـتانده گسـترش یافته زیست‌محیطی ما را در تخمین انتشار گازهای گلخانه‌ای که از طریـق چرخـه

1. Cruz and Baratta
2. Lim
3. Skeleton

زندگی خدمات و محصولات مشخص در مواجه با تقاضای نهایی به وجود آمده‌اند، کمک می‌کند. بنابراین EEIO[1] ابزار مؤثری است که اجازه می‌دهد ساختار تقاضای نهایی مرتبط با علت پخش گازهای گلخانه‌ای بررسی و میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای برای محصولات و خدمات ارزیابی شود.

آگلیه‌تی[2] و *همکاران* (۲۰۱۱) در مطالعه‌ای به تحلیل عوامل مؤثر بر انتشار گازهای گلخانه‌ای ایتالیا طی سال‌های ۲۰۰۸-۱۹۹۵ 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 نشان می‌دهد 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 مؤثر بوده است.

کیم[3] و همکاران (۲۰۱۵) با استفاده از تحلیل تجزیه ساختاری (SDA) نشان می‌دهند طی سال‌های ۲۰۱۱-۲۰۰۳ صادرات نقش مهمی در افزایش انتشار CO2 در کشور کره‌جنوبی بازی می‌کند.

تعداد دیگری از مطالعات SDA در زمینه انرژی یا بخش گازهای گلخانه‌ای انجام شده است که بیشتر به‌عنوان مطالعات موردی برای یک کشور می‌باشند؛ *هونگ و وو*[4] (۲۰۱۳) در تایوان، *داس و پائول*[5] (۲۰۱۴) در هند، *سلورا و همکاران*[6] (۲۰۱۲) در ایتالیا، *ادنس*[7] و *همکاران* (۲۰۱۱) در هلند، *بوتنار و لیوپ*[8] (۲۰۱۱) در اسپانیا و *لنزن و همکاران* (۲۰۱۳). در زمینه بررسی رابطهٔ متقابل اقتصاد- انرژی-

1. Environmentally Extensive Input-Output
2 .Aglietti
3. Kim
4. Huang and Wu
5. Das and Paul
6. Cellura
7. Edens
8. Buthnar and Livap

محیط‌زیست با استفاده از رویکرد داده- ستانده تحقیقات محدودی در ایران انجام گرفته است، در ادامه به تعدادی از آنها اشاره می‌شود. *اخباری* (۱۳۸۱) با ارائه مدل داده- ستانده‌ای که انتشار آلاینده‌های هوا را دربر می‌گیرد به بررسی آلاینده زایی بخش‌های مختلف اقتصاد کشور با استفاده از تحلیل داده- ستانده و با هدف محاسبه ضرایب فزاینده ماتریس‌های مبادله آلودگی- تولید، آلودگی- اشتغال و آلودگی- درآمد پرداخت و با محاسبه آنها میزان تولید آلایندگی بخش‌های مختلف کشور را به ازای ایجاد یک نفر شغل، یک واحد افزایش درآمد نیروی کار و یک واحد تولید درنتیجه افزایش مقدار مشخصی از تقاضای نهایی در این بخش‌ها محاسبه کرد. بر این اساس بخش‌های حمل‌ونقل، برق و معدن در سال ۱۳۷۸ بخش‌هایی با بیشترین ضرایب فزاینده بودند.

اسفستانی (۱۳۸۵) میزان انتشار آلاینده دی‌اکسید کربن که توسط خانوارها در کنار دیگر بخش‌های اقتصادی ایجاد می‌شوند، مورد سنجش قرار داده است. همچنین سنجش انتشار آلاینده دی‌اکسیدکربن پس از تفکیک واردات از نگاره داده – ستانده متعارف صورت گرفته است.

ترابی و وارثی (۱۳۸۸) با استفاده از رویکرد داده- ستانده (مورد خاصِ دی‌اکسیدکربن) باهدف شناسایی روابط متقابل میان سطح فعالیت‌های تولیدی بخش‌های صنعتی کشور ایران در مقطع زمانی سال ۱۳۸۰، موفق به طراحی مدلی شدند که ضمن محاسبه بردارهای شدت انرژی و شدت دی‌اکسیدکربنِ رشته فعالیت‌های صنعتی اقتصاد، این امکان را فراهم آوردند تا بتوان آلایندگی رشته فعالیت‌ها را بر اساس عوامل ذکر شده تحلیل کرد. نتایج نشان داد در چه بخش‌هایی می‌توان با استفاده از قیمت‌گذاری، مالیات ستانی و دیگر سیاست‌های مناسب، تقاضای نهایی و از این رهگذر آلودگی هوا توسط دی‌اکسیدکربن را کنترل کرد.

نصراللهی و همکاران (۱۳۹۱)، به بررسی و اندازه‌گیری انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از فعالیت‌های بشر با استفاده از نگاره داده- ستانده سال ۱۳۸۵ پرداخته‌اند. در این مطالعه بالاترین ضرایب مستقیم مربوط به مصرف انرژی‌های

مختلف (شش حامل انرژی از قبیل: بنزین، نفت سفید، نفت کوره، نفت گاز، گاز مایع و گاز طبیعی) به تفکیک مطرح شده است. به‌عنوان‌مثال، بالاترین ضرایب مربوط به مصرف بنزین در بخش‌های حمل‌ونقل هوایی و جاده‌ای و استخراج دیگر معادن است. مطابق با محاسبات انجام‌شده مشخص گردید که در مورد اغلب آلاینده‌ها، بخش‌های حمل‌ونقل هوایی، جاده‌ای و ریلی بزرگ‌ترین منتشرکنندگان گازهای آلاینده‌زا هستند.

فطرس و *همکاران* (۱۳۹۳) با رویکرد تجزیه ساختاری، تغییرات در انتشار CO2 را با استفاده از نگاره‌های داده- ستانده ۱۳۷۰، ۱۳۷۵ و ۱۳۸۰ برای بخش‌های مختلف صنعتی، طی دوره‌های ۷۵-۱۳۷۰ و ۸۰-۱۳۷۵ بررسی و عوامل اصلی تغییرات انتشار را تجزیه‌وتحلیل کردند. مطابق با نتایج در هر دو دوره سطح تقاضای نهایی مهم‌ترین عامل مؤثر بر افزایش انتشار CO2 بوده است. روند تحولات ساختاری صادرات بهبود یافته، به‌طوری‌که اثری کاهنده بر انتشار داشته است. توسعه فناوری صنایع، اگرچه تأثیری اندک بر کاهش انتشار داشته، با این وجود بهبود در سطح صادرات به‌عنوان عاملی در جهت کاهش انتشار طی دوره ۸۰-۱۳۷۵ بوده است. بهبود در کارایی انرژی از مهم‌ترین عوامل کاهش انتشار CO2 در فعالیت‌های «حمل‌ونقل»، «تصفیه و تولید فرآورده‌های نفتی»، «تولید دیگر محصولات کانی غیرفلزی» و تولید فلزات اساسی» بوده است.

نصراللهی و *همکاران* (۱۳۹۳) به بررسی اثرات زیست‌محیطی انتشار CO2 که ناشی از مصرف فرآورده‌های نفتی توسط بخش‌های اقتصادی است در استان یزد پرداخته است. در این مقاله نگاره داده- ستانده به ۲۰ بخش تقلیل یافته و نتایج محاسبات نشان می‌دهد در استان یزد در سال ۱۳۸۵، ۲۷ میلیون تن دی‌اکسیدکربن توسط بخش‌های اقتصادی انتشار یافته است که بخش ساخت فلزات اساسی، ساخت محصولات فابریکی به‌جز ماشین‌آلات و تجهیزات با نزدیک به ۴۰ درصد بیشترین سهم از میزان انتشار آلایندگی را داشته‌اند.

بزازان و *خسروانی* (۱۳۹۵) به سنجش میزان انتشار دی‌اکسیدکربن ناشی از مصرف انواع حامل‌های انرژی توسط خانوارها در چارچوب مدل داده- ستانده

بسط یافته زیست‌محیطی با تفکیک واردات در سال ۱۳۹۰ پرداختند. نتایج نشان می‌دهد سهم خانوارها از انتشار CO2 به‌طور مستقیم ۴۱ درصد و به‌صورت غیرمستقیم ۲۹ درصد است. همچنین سهم فعالیت‌های اقتصادی در انتشار CO2 به‌طور مستقیم ۵۹ درصد و به‌صورت غیرمستقیم ۷۱ درصد است.

شریفی و *دهقان‌پور* (۱۳۹۵) در مطالعه‌ای با عنوان «اثرات زیست‌محیطی مصارف خانوارها با توجه به توسعه گازرسانی: یک تحلیل داده- ستانده» تغییرات در انتشار انواع آلاینده‌های حاصل از مصرف انرژی و دیگر مصارف خانوارهای کشور در دو سال ۱۳۸۰ و ۱۳۹۱ را با استفاده از تحلیل داده- ستانده مورد بررسی قرار دادند. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که مصرف مستقیم و غیرمستقیم انواع حامل‌های انرژی در سال ۱۳۹۱ در مقایسه با سال ۱۳۸۰ افزایش یافته و سبب افزایش انتشار انواع آلاینده‌های حاصل از مصرف مستقیم و غیرمستقیم انرژی توسط خانوار در سال ۱۳۹۱ نسبت به سال ۱۳۸۰ شده است.

در پژوهش حاضر با استفاده تکنیک گسترش یافته داده- ستانده زیست‌محیطی (EEIO) و تحلیل تجزیه ساختاری(SDA) به بررسی تأثیر تکنولوژی و تقاضای نهایی بر انتشار دی‌اکسیدکربن در ایران پرداخته می‌شود. لازم به ذکر است تا کنون در ایران در زمینه تأثیر تکنولوژی بر انتشار دی‌اکسید کربن مطالعه‌ای انجام نشده است.

۲- روش‌شناسی پژوهش

همان‌طور که اشاره شد تحلیل داده- ستانده یکی از روش‌های کارا برای تحلیل آثار زیست‌محیطی فعالیت‌های اقتصادی و خانوارها است. نگاره‌های داده- ستانده علاوه‌بر بعد تحلیلی و کاربردی آن، یک چارچوب آماری قوی و منسجم هم از نظر هماهنگی آماری و هم از جهت هماهنگ‌سازی تعاریف و مفاهیم به شمار می‌رود. تحلیل داده- ستانده زیست‌محیطی یک روش تجزیه‌وتحلیل رابطه متقابل بین محیط‌زیست و اقتصاد است که توسط اصل تعادل مواد بیان شده است (ارباب،۱۳۸۲). مطابق با تکنیک گسترش یافته داده- ستانده زیست‌محیطی (EEIO) و تحلیل تجزیه ساختاری(SDA) دو فاکتور اصلی انتشار CO2 ساختار تقاضای

نهایی و تکنولوژی است. EEIO ابزار مفیدی است که امکان تحلیل ساختار تقاضای نهایی مرتبط با دلایل انتشار گازهای گلخانه‌ای را فراهم می‌کند و میزان ایجاد شده انتشار گازهای گلخانه‌ای برای محصولات و خدمات از نگاه مصرف محور را ارزیابی می‌کند. تجزیه‌وتحلیل اینکه چه نوع رفتار مصرف‌گرایی باعث گسترش گازهای گلخانه‌ای می‌شود می‌تواند در جهت کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای مفید است. تحلیل تجزیه ساختاری به‌طور وسیعی به‌منظور بررسی عوامل که سبب تغییراتی در انتشار گاز گلخانه‌ای می‌شود، به کار می‌رود.

مطابق با مطالعه *کیم و همکاران* (۲۰۱۵) بر پایه تکنیک داده- ستانده زیست‌محیطی گسترش یافته (EEIO)، انتشار CO2 تجلی یافته[1] در تقاضای نهایی به‌شدت انتشار CO2 مستقیم[2]، ماتریس معکوس لئون تیف و تقاضای نهایی تجزیه می‌شود. ماتریس انتشار CO2 تجلی یافته G به‌صورت زیر بیان می‌شود:

$$G = \hat{f}(I - A^d)^{-1} y^d \qquad (1)$$

f شدت انتشار CO2 مستقیم، $(I - A^d)^{-1}$ ماتریس معکوس لئون تیف و y^d تقاضای نهایی داخلی است. علامت ^ بیانگر قطری بودن ماتریس است. عنصر موجود در سطر i ام و ستون j ام ماتریس G مقدار CO2 انتشار یافته در بخش i که تحت تأثیر تقاضای نهایی برای بخش j هست را نشان می‌دهد. بنابراین، انتشار CO2 تجلی یافته در تقاضای نهایی بخش j با جمع ستون‌های ماتریس G محاسبه می‌شود.[3]

علاوه‌بر انتشار صنعتی، می‌توان انتشارهای خانگی مستقیم ناشی از احتراق انرژی j را در نظر گرفت و آن را با $\bar{g}_j$ نشان می‌دهیم. در این مورد،gij عنصر واقع

---

1. Embodied CO2 Emission

2. Direct CO2 Emission

۳. توجه داریم که مجموع ردیف i- ام در ماتریس G مساوی است با انتشار CO2 مستقیم در بخش i. انتشارات مستقیم در یک صنعت ویژه به معنای انتشارات ایجاد شده توسط انرژی در فرایند تولیدی محصولات و خدمات آن صنعت است، در حالی که انتشارات تجلی یافته به مفهوم انتشارات ایجاد شده توسط در کل فرایند زنجیره تولیدی تقاضای نهایی برای محصولات و خدمات آن صنعت است.

در ستون j و ردیف i در ماتریس G در معادله (۱) است. مطابق با این، انتشار CO2 تجلی یافته در بخش j (e_j) به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$e_j = \sum_i g_{ij} + \bar{g}_j \qquad (۲)$$

شدت انتشار CO2 تجلی یافته در بخش j با تقسیم e_j بر مصرف بخش j محاسبه می‌شود. از معادله (۲) انتشار CO2 تجلی یافته (e_j) در یک صنعت خاص به‌صورت زیر نوشته می‌شود:

$$e_j = \sum_i (f_i l_{ij}) y_j^d + \bar{f}_j . \bar{y}_{j,hc} \qquad (۳)$$

fi شدت انتشار CO2 مستقیم صنعت i و Lij درایه واقع در سطر iام و ستون jام ماتریس معکوس لئونتیف است ($L = (I - A^d)^{-1}$). دومین جمله در سمت راست معادله (۳) بیانگر انتشارهای خانگی مستقیم است. $\bar{f}_i$ ضریب انتشار سوخت فسیلی j است.

برخلاف تکنیک‌های معمول SDA، کیم و همکاران (۲۰۱۵) عامل تکنولوژی را به اثر تغییرات در شدت انتشار مستقیم و اثر تغییرات در ماتریس معکوس لئون تیف تجزیه نمی‌کنند. آنها عنوان می‌کنند اگر تغییر f از A تفکیک شود، اثر f (یعنی شدت انتشار مستقیم) به انتشار مستقیم هر بخش نسبت داده می‌شود و نه به انتشارهای تجلی یافته. طبیعی است که برای تجزیه انتشارات تجلی یافته بخشی، اثر شدت انتشار تجلی یافته (fL) به‌جای شدت انتشار مستقیم (f) بررسی شود. بر پایه معادله (۳) افزایش در انتشارهای تجلی یافته صنعت j در طول یک دوره ویژه (Δe_j) می‌تواند به‌صورت زیر تجزیه شود[۱]:

$$\Delta e_j = \Delta\left\{\sum_i (f_i . l_{ij})\right\} y_{j۱}^d + \sum_i (f_{i۲} . l_{ij۲}) . \Delta y_j^d + \bar{f}_{j۲} . \Delta \bar{y}_{j,hc} \qquad (۴)$$

اندیس ۱ اشاره به سال پایه و اندیس ۲ اشاره به سال جاری دارد. شکل

۱. این همان روش تجزیه کامل دیتزنباچر و لوس (۱۹۹۸) در SDA است. این روش یکی از چهار روش تجزیه ایده‌آل است.

تجزیه رابطه (۴) می‌تواند به‌صورت رابطه (۵) نوشته شود:

$$\Delta e_j = \Delta\left\{\sum_i (f_i . l_{ij})\right\} y^d_{j,2} + \sum_i (f_{i,1} . l_{ij,1}) . \Delta y^d_j + \bar{f}_{j,1} . \Delta \bar{y}_{j,hc} \qquad (۵)$$

$\Delta\left\{\sum_i (f_i . l_{ij})\right\} y^d_{j,1}$ اثرات تغییر در شدت انتشار تجلی یافته است که می‌تواند به‌عنوان عامل تکنولوژی یک صنعت خاص در نظر گرفته شود (شدت انتشار تجلی یافته انتشار گازهای گلخانه‌ای ایجاد شده در کل فرایند تولیدی برای تأمین یک واحد تقاضای نهایی برای یک صنعت ویژه است). $\sum_i (f_{i2} . l_{ij2}) . \Delta y^d_j$ و $\vec{f}_{j1} . \Delta \tilde{y}_{i,hc}$ فاکتور تقاضای نهایی هستند که بیانگر اثر تغییرات تقاضای نهایی داخلی برای یک صنعت خاص است. تغییرات در تقاضای نهایی برای محصولات داخلی با افزایش یا کاهش در تقاضای داخلی و همین‌طور تقاضای واردات تحت تأثیر قرار می‌گیرد. اثر جانشینی واردات برای کالاهای نهایی اثر کاهشی انتشار است که با جایگزینی محصولات داخلی با واردات ایجاد می‌شود. اثر تغییرات در تقاضای نهایی داخلی به پنج دسته تقاضای نهایی تجزیه می‌شود که عبارتند از مخارج مصرفی خصوصی، مخارج مصرفی دولتی، تشکیل سرمایه ثابت، تغییر در موجودی انبار و صادرات. بنابراین، تغییرات در تقاضای نهایی داخلی به‌صورت رابطه (۶) تجزیه می‌شود.

$$\begin{aligned}\Delta y^d_j &= \Delta(1-m_{j,hc}) . y_{j,hc,1} + \Delta(1-m_{j,gc}) . y_{j,gc,1} + \Delta(1-m_{j,pk}) y_{j,fc,1} \\ &+ \Delta(1-m_{j,inv}) . y_{j,inv,1} + (1-m_{j,hc})_{,2} . \Delta y_{j,hc} + (1-m_{j,gc})_{,2} \Delta y_{j,gc} \\ &+ (1-m_{j,gk})_{,2} \Delta y_{j,fc} + (1-m_{j,inv})_{,2} . \Delta y_{j,inv} + \Delta y_{j,ex}\end{aligned} \qquad (۶)$$

که m سهم واردات، hc مصرف خانوار، gc مخارج دولت، fc تشکیل سرمایه ثابت،inv موجودی انبار و ex صادرات است. شکل پایه‌ای مدل تجزیه با استفاده از معادلات (۴) و (۶) در نگاره (۱) نشان داده شده است.

نگاره شماره (۱)-تجزیه عوامل مؤثر بر تغییرات انتشار CO2

عامل	منبع تغییرات	فاکتور تجزیه	فرمول
عامل تکنولوژی	(A) اثر تغییرات در شدت انتشار تجلی یافته	(A-۱) اثر تغییرات در شدت انتشار تجلی‌یافته	$\Delta\{\sum_i (f_i l_{ij})\} y^d_{j,۱}$
عوامل تقاضای نهایی	(B) اثر جانشینی واردات کالاهای نهایی		$\sum_i (f_{i,۲} l_{ij,۲}).\begin{cases}\Delta(۱-m_{j,hc}).y_{j,hc,۱}\\ +\Delta(۱-m_{j,gc}).y_{j,gc,۱}\\ +\Delta(۱-m_{j,fc}).y_{j,fc,۱}\\ +\Delta(۱-m_{j,inv}).y_{j,inv,۱}\end{cases}$
	(C) اثر تغییرات در تقاضای نهایی	(C-۱) اثر بسط مخارج مصرفی خانوار	$(f_{i,۲}.l_{ij,۲})(۱-m_{j,hc,۲})\Delta y_{j,hc} + \bar{f}_{j,۲}.\Delta\bar{y}_{j,hc}$
		(C-۲) اثر بسط مخارج مصرفی دولت	$\sum_i (f_{i,۲}.l_{ij,۲})(۱-m_{j,gc,۲})\Delta y_{j,gc}$
		(C-۳) اثر بسط تشکیل سرمایه ثابت	$\sum_i (f_{i,۲}.l_{ij,۲})(۱-m_{j,fc,۲})\Delta y_{j,fc}$
		(C-۴) اثر افزایش در موجودی انبار	$\sum_i (f_{i,۲}.l_{ij,۲})(۱-m_{j,inv,۲})\Delta y_{j,inv}$
		(C-۵) اثر بسط صادرات	$\sum_i (f_{i,۲}.l_{ij,۲})\Delta y_{j,ex}$

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

۲-۱- داده

در این مطالعه به‌منظور بررسی تأثیر ساختار تقاضای نهایی و تکنولوژی بر انتشار CO2 در ایران باهدف کاهش انتشار CO2 و توسعه جهت‌گیری‌های سیاست‌های زیست‌محیطی از مدل داده- ستانده زیست‌محیطی گسترش یافته (EEIO) استفاده می‌شود. به دلیل عدم دسترسی به داده‌های مربوط به انتشار دی‌اکسیدکربن بخش‌های مختلف اقتصادی ابتدا CO2 برای ۲۹ بخش اقتصادی محاسبه می‌شود و

سپس با استفاده از تحلیل تجزیه ساختاری (SDA) عوامل مؤثر (تقاضای نهایی و تکنولوژی) بر رشد انتشار CO2 در فاصله زمانی ۹۰-۱۳۷۸ بررسی می‌شود. محاسبه CO2 هر بخش اقتصادی بر اساس مصرف انرژی هر بخش و ضرایب انتشار بوده است.

میزان انتشار آلاینده = سطح فعالیت × ضریب انتشار (۷)

(Emission= Activity Data ×Emission Factor)

اطلاعات مصرف انرژی از ترازنامه‌های انرژی استخراج می‌شود. وزارت نیرو در ایران اطلاعات مربوط به انرژی را منتشر می‌کند. ضرایب انتشار متناظر با دستورالعمل IPCC 1996[1] در محاسبه انتشار گازهای گلخانه‌ای منتشر شده از بخش انرژی است.

مرکز آمار ایران و بانک مرکزی هرچند سال یک‌بار نگاره‌های داده- ستانده را برای ایران منتشر می‌کنند. در این مطالعه نگاره‌های داده- ستانده سال‌های ۱۳۷۸، ۱۳۸۳ و ۱۳۹۰ استفاده شده است. نگاره‌های داده- ستانده سال ۱۳۷۸ و ۱۳۸۳ توسط بانک مرکزی و سال ۱۳۹۰ توسط مرکز آمار ایران تهیه شده است. به‌منظور ارزیابی سهم عوامل مؤثر بر انتشار CO2 باید اثر تورم از جداول حذف شود. بنابراین همه نگاره‌های داده-ستانده با قیمت سال ۱۳۸۳ تبدیل می‌شود. با توجه به اختلاف میان طبقه‌بندی بخش‌ها در نگاره‌های داده- ستانده سال‌های مختلف، برخی بخش‌های صنعتی ادغام[2] شده‌اند و درنهایت ۲۹ بخش که شامل رشته فعالیت‌های اقتصادی است در نظر گرفته شده است. موضوع همسان و همگون‌سازی جداول داده- ستانده و ایجاد امکان برای انجام مقایسات و محاسبات تطبیقی این نگاره‌های با یکدیگر، این ضرورت را ایجاب می‌کند که در نگاره‌ها، بخش‌ها با توجه به وجوه تشابه و نیز بر اساس روش‌های علمی موجود برای طبقه‌بندی بخش‌ها، با یکدیگر ادغام شود. اسامی ۲۹ رشته فعالیت اقتصادی در نگاره (۲) گزارش شده است.

1. Intergovenmental Panel on Climate Change (IPCC)
2. Aggregation

نگاره شماره (۲)- طبقه‌بندی فعالیت‌های اقتصادی

شماره بخش	عنوان بخش
۱	کاشت محصولات (زراعت و باغداری)، پرورش حیوانات، جنگلداری و قطع اشجار و ماهیگیری
۲	استخراج نفت خام و گاز طبیعی
۳	استخراج سایر معادن
۴	تولید محصولات غذایی و آشامیدنی، تولید محصولات از توتون و تنباکو
۵	تولید منسوجات، تولید پوشاک و تولید چرم و محصولات چرمی
۶	تولید چوب و محصولات چوبی
۷	تولید کاغذ و محصولات کاغذی، انتشار، چاپ و تکثیر
۸	تولید فراورده‌های نفتی (پالایشگاه‌ها) و تولید سایر فرآورده‌های حاصل از تصفیه نفت
۹	تولید مواد و محصولات شیمیایی
۱۰	تولید محصولات از لاستیک و پلاستیک
۱۱	تولید سایر محصولات کانی غیرفلزی
۱۲	تولید فلزات اساسی و تولید محصولات فلزی فابریکی
۱۳	تولید ماشین‌آلات و تجهیزات، تولید سایر ماشین‌آلات و دستگاه‌های برقی، تولید رادیو، تلویزیون و وسایل ارتباطی
۱۴	تولید ابزار پزشکی، اپتیکی و ابزار دقیق
۱۵	تولید وسایل نقلیه موتوری
۱۶	تولید سایر تجهیزات حمل‌ونقل
۱۷	تولید مبلمان و سایر مصنوعات
۱۸	تولید، انتقال و توزیع برق، تصفیه و توزیع گاز و جمع‌آوری، تصفیه و توزیع آب
۱۹	ساختمان خصوصی و ساختمان دولتی
۲۰	بازرگانی و انواع خدمات تعمیراتی
۲۱	هتل و رستوران
۲۲	حمل‌ونقل ریلی، حمل‌ونقل جاده‌ای، حمل‌ونقل آبی، حمل‌ونقل هوائی و فعالیت‌های پشتیبانی حمل‌ونقل
۲۳	فعالیت‌های پستی و مخابرات
۲۴	فعالیت‌های مربوط به‌واسطه گری مالی و تأمین وجوه بیمه و بازنشستگی
۲۵	خدمات مستغلات و سایر فعالیت‌های کسب‌وکار
۲۶	خدمات امور عمومی، خدمات دفاعی، انتظامی و امنیت عمومی و تأمین اجتماعی اجباری
۲۷	آموزش، بهداشت و مددکاری اجتماعی
۲۸	فعالیت‌های تفریحی، فرهنگی و ورزشی
۲۹	سایر فعالیت‌های خدماتی

(مأخذ: مرکز آمار ایران)

۳- نتایج و بحث

۳-۱- تحلیل داده- ستانده زیست‌محیطی گسترش یافته (EEIO)

به‌منظور محاسبه CO2 هر بخش مطابق با رابطه (۷)، اطلاعات مصرف انرژی هر بخش مورد نیاز است. مطابق با مطالعه کیم و همکاران (۲۰۱۵) به‌منظور دسترسی به اطلاعات مصرف انرژی هر بخش ابتدا مطابق با نگاره‌های داده- ستانده سهم هر بخش در کل تولیدات (کل تولیدات صنعتی و مصرف بخش خصوصی) محاسبه می‌شود (مطابق با نگاره‌های داده-ستانده مصرف انرژی به بخش‌های صنعتی و خانگی اختصاص می‌یابد). سهم بخش صنعتی به‌صورت نسبت میان تولید بخش مورد نظر به‌کل تولید بخش‌های صنعتی و خانگی (منظور از بخش خانگی در جداول داده- ستانده مصرف خصوصی در این نگاره‌ها است) به دست می‌آید. در ادامه، با ضرب سهم هر بخش در مصرف هر نوع انرژی (مصرف کل هر انرژی منظور است که اطلاعات آن از ترازنامه انرژی قابل دستیابی است) مصرف انرژی i ام بخش مورد نظر به دست می‌آید. هشت نوع سوخت شامل نفت سفید، گازوئیل، گاز مایع، گاز طبیعی، بنزین، نفت کوره (مازوت)، زغال‌سنگ و زغال چوب برای دوره مورد مطالعه در بخش‌ها استفاده شده است. از حاصل‌ضرب مصرف انرژی iام هر بخش در ضریب انتشار در دستورالعمل IPCC 1996 مقدار انتشار CO2 ناشی از مصرف انرژی iام هر بخش به دست می‌آید. این ضرایب برحسب واحدهای مختلف در نگاره (۳) گزارش شده‌اند. مطابق با نگاره (۳)، ضرایب ستون دوم و سوم به ترتیب بدان مفهوم است که «هر گیگاژول (GJ) انرژی چند کیلوگرم (kg) CO2 و هر لیتر (L) از یک نوع سوخت، چند گرم g (CO2) تولید خواهد کرد.

نگاره شماره (۳)- ضرایب انتشار CO_2 ناشی از احتراق سوخت

نوع سوخت	CO_2 (Kg/Gj=Gg/Pj=Kton/Pj)	CO_2 (gr/Liter)*
گاز طبیعی	۵۵/۸۲۰	۱۸۹۷/۹
گاز مایع	۶۲/۴۳۶	۱۶۲۴/۶
بنزین	۶۸/۶۰۷	۲۲۸۹/۸
نفت سفید	۷۱/۱۴۸	۲۶۱۰/۸
گازوییل	۷۳/۳۲۶	۲۶۸۴/۷
نفت کوره	۷۶/۵۹۳	۳۰۰۱/۳
زغال‌سنگ	۹۲/۵۰۰	

IPCC 1996 Revised Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories

*ضریب انتشار گاز طبیعی برحسب گرم بر مترمکعب است.

مجموع CO2های انتشار یافته ناشی از انواع انرژی برای هر بخش، انتشار CO2 آن بخش را به دست می‌دهد. انتشار CO2 محاسبه‌شده هر بخش بر اساس روش ذکر شده در نگاره (۴) گزارش شده است. مطابق با نگاره (۴) بخش ۱۸ یعنی نیروگاه‌ها بزرگ‌ترین انتشاردهنده CO2 در کشور ایران هستند.

نگاره شماره (٤)- انتشار CO2 برای هر بخش (هزار تن)

بخش	سال	
	۱۳۷۸	۱۳۹۰
۱	۳۷۹۶۳/۹	۳۶۷۴۱/۸
۲	۵۰۲/۱	۲۶۰۸/۴
۳	۵۶۱/۵	۱۱۶۷/۳
۴	۲۶۴۲۳/۴۰	۵۰۶۳۰/۹
۵	۲۰۵۰۰/۶	۱۱۷۲۳/۴
۶	۵۶۰/۶	۷۱۶
۷	۱۳۳۷/۳	۱۹۴۳/۹
۸	۶۰۳۴/۷	۱۳۹۸۷/۴۵
۹	۵۰۲۵/۷	۲۳۴۸۹/۵
۱۰	۲۵۷۷/۷	۳۶۹۶/۹
۱۱	۳۴۶۸/۶	۶۱۷۵/۳
۱۲	۸۶۹۴/۹	۲۰۶۲۴/۱
۱۳	۶۹۳۰/۶	۹۷۵۰/۱
۱۴	۴۰۰/۹	۱۰۵۶/۷
۱۵	۸۰۲۱/۶	۲۰۸۰۰/۴
۱۶	۷۲۱/۶	۱۰۲۱/۸
۱۷	۷۲۱/۲	۴۵۵۹/۷
۱۸	۶۰۷۲۴/۵	۱۵۴۲۷۳/۴
۱۹	۲۰۲۳۶/۷	۳۱۴۲۴/۷

۲۰	۲۰۶۸۲/۸	۴۷۵۵۹/۳
۲۱	۲۵۹۰/۸	۷۳۶۰/۲
۲۲	۱۸۴۳۴/۳	۳۲۳۰۰/۷
۲۳	۲۰۰۵/۷	۱۰۲۹۱/۷
۲۴	۱۴۱۰	۷۶۳۹/۲
۲۵	۲۹۰۷۹/۴	۴۹۷۰۱/۲
۲۶	۴۷۹۵/۲	۶۱۱۵
۲۷	۹۹۳۷/۵	۱۹۶۶۴/۳
۲۸	۳۹۸/۴	۳۶۹۷/۷
۲۹	۱۸۱۷/۶	۲۳۸۹/۹
جمع	۳۰۲۵۵۹/۸	۵۸۳۱۱۹/۹۵

(مأخذ: یافته‌های تحقیق)

تقاضای نهایی داخلی در فاصله زمانی ۹۰-۱۳۷۸ از ۸۹۱۰۲۵۲۸۲/۲ میلیون ریال در سال ۱۳۷۸ به ۲۲۴۵۹۰۹۰۰۰ میلیون ریال در سال ۱۳۹۰ افزایش یافته است. مصرف انرژی در همان سال از ۵۸۴ میلیون بشکه معادل نفت خام در سال ۱۳۷۸ به ۱۰۶۸/۴ میلیون بشکه معادل نفت خام در سال ۱۳۹۰ افزایش یافته است. انواع سوخت‌های فسیلی عبارتند از: بنزین، گازوییل، گاز مصرفی، نفت سفید، نفت کوره، گاز مایع، زغال‌سنگ و زغال چوب است. انتشار CO2 از ۳۰۲۵۵۹/۸ هزار تن در سال ۱۳۷۸ به ۵۸۳۱۱۹/۹۵ هزار تن در سال ۱۳۹۰ افزایش یافته است. لازم به ذکر است مقادیر انتشار CO2 در ترازنامه انرژی در سال‌های ۱۳۷۸ و ۱۳۹۰ به ترتیب ۲۷۰۸۵۲/۷۰۹ و ۵۴۷۰۱۴/۵۷۱ هزار تن است. نگاره (۳) روند انتشار CO2 مرتبط با مصرف انرژی، تقاضای نهایی و شدت انتشار CO2 را نشان می‌دهد.

نگاره شماره (۵)- روند انتشار CO2 و شدت انتشار

	۱۳۷۸	۱۳۹۰
انتشار CO2 (هزار تن)	۳۰۲۵۵۹/۸	۵۸۳۱۱۹/۹۵
تقاضای نهایی داخلی (میلیون ریال)	۸۹۱۰۲۵۲۸۲/۲	۲۲۴۵۹۰۹۰۰۰
شدت انتشار (تن CO2 به میلیون ریال)	۰/۳۴	۰/۲۶

(مأخذ: یافته‌های تحقیق)

۳-۲- تحلیل تجزیه ساختاری (SDA)

انتشار CO2 مربوط به انرژی در ایران در فاصله زمانی ۹۰-۱۳۷۸ به میزان ۲۸۰۵۶۰/۱۵ هزار تن افزایش یافته است، از ۳۰۲۵۵۹/۸ هزار تن در سال ۱۳۷۸ به

۵۸۳۱۱۹/۹۵ هزار تن در سال ۱۳۹۰. این افـزایش تحـت تـأثیر دو عامـل بسـط و گسترش تقاضای نهایی و تغییرات تکنولوژیکی است. به‌منظور تعیین سهم هر یک از این دو عامل از روابط موجود در نگاره (۱) اسـتفاده و سـهم تقاضـای نهـایی و سهم تکنولوژی تعیین می‌شود. بدین منظور ابتـدا سـهم اجـزای تقاضـای نهـایی و سهم تکنولوژی برای هر بخش در سال ۱۳۹۰(در مقایسه با سال ۱۳۷۸) محاسـبه و سپس با جمع آنها برای ۲۹ بخش سهم عامل تقاضای نهایی و تکنولـوژی در سـال ۱۳۹۰ در مقایسه با سال ۱۳۷۸ تعیین می‌شود. نگاره (۶) سـهم هـر دسـته‌بنـدی و عامل را در افزایش CO2 در کل دوره ۹۰-۱۳۷۸ نشان می‌دهد. لازم به ذکـر اسـت به‌منظور بررسی دقیق‌تر، بعد از محاسبه میزان تغییرات CO2 منسوب به هر یـک از عوامل نگاره (۱) آن مقدار بر کل تغییـرات (۲۸۰۵۶۰/۱۵) تقسـیم شـده اسـت تـا مقدار سهم هر عامل از کل تغییرات به دست آید.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

نگاره شماره (٦)- سهم هر دسته‌بندی و عامل در افزایش CO2

شماره بخش	عامل تکنولوژی	عامل تقاضای نهایی						جمع
	A-۱	B-۱	C-۱	C-۲	C-۳	C-۴	C-۵	
۱	-۰/۱۲۸۱۶	-۰/۰۰۰۱	-۰/۰۵۹۰۲	۰/۰۰۳۱۶۸	۰/۰۱۱۰۵۴	۰/۱۷۵۸۸۳	-۰/۰۰۷۱۸	-۰/۰۰۴۳۶
۲	-۰/۰۱۰۰۵	-۰/۰۰۲۹۱	۰	۰	۰	-۰/۰۰۱۲۴	۰/۰۲۱۷۰۹	۰/۰۰۷۵۰۸
۳	-۰/۰۰۶۷۲	۰/۰۰۲۶۵۹	۰/۰۰۰۴۳۶	۰	۰/۰۰۰۱۱۴	۰/۰۱۳۳۴۴	-۰/۰۰۷۶۸	۰/۰۰۲۱۵۹
۴	-۰/۰۸۳۴۹	-۰/۰۰۶۶۵	۰/۱۹۴۵۵۱	-۰/۰۰۰۰۰۰۰۸۹	-۰/۰۰۱۲۷	-۰/۰۳۲۲۴	۰/۰۱۵۳۸	۰/۰۸۶۲۸۳
۵	۰/۰۹۳۳۸	۰/۰۴۵۶۵۴	۰/۰۲۹۴۲۹	-۰/۰۰۰۰۰۰۲۷	-۰/۰۰۳۰۹	-۰/۱۶۵۴۹	-۰/۰۳۱۱۷	-۰/۰۳۱۲۸
۶	-۰/۰۰۵۴	۰/۰۰۰۷۴۵	۰/۰۰۰۶۰۱	۰	۰/۰۰۰۲۸۳	۰/۰۰۴۲۴	۰/۰۰۰۰۸۹۱	۰/۰۰۰۵۵۴
۷	-۰/۰۱۸۱	۰/۰۰۲۵۲۷	-۰/۰۱۰۵۱	۰	۰/۰۰۰۳۹۷	۰/۰۲۸۷۲۸	-۰/۰۰۰۸۹	۰/۰۰۲۱۶۲
۸	۰/۰۴۵۱	-۰/۱۷۳۷۸	۰/۰۳۰۱۸۵	۰	-۰/۰۰۰۱۱	۰/۰۸۸۱۱۷	۰/۰۳۸۹۱۶	۰/۰۲۸۴۲۸
۹	۰/۰۰۲۱۴۶	-۰/۱۸۱۶۳	۰/۰۷۴۰۰۳	-۰/۰۰۰۰۰۰۰۱	-۰/۰۰۱۶	۰/۰۲۷۷۴۹	۰/۱۴۵۱۴۷	۰/۰۶۵۸۱۱
۱۰	-۰/۰۶۸۰۲	۰/۰۱۱۲۸۳	-۰/۰۱۶۸۸	۰/۰۰۰۰۰۲۴۱	۰/۰۰۳۷۶۷	۰/۰۹۹۵۰۸	-۰/۰۲۲۵۸	۰/۰۰۳۹۸۹
۱۱	-۰/۰۷۱۱۱	-۰/۰۰۶۴۹	۰/۰۰۲۵۳۲	۰	-۰/۰۰۱۴۶	۰/۰۱۲۱۱۷	۰/۰۱۳۱۲۶	۰/۰۰۹۶۴۷
۱۲	-۰/۰۱۰۱۸	-۰/۰۲۱۶۳	۰/۰۰۰۰۸۶۵	۰	-۰/۰۵۳۸۵	۰/۰۹۱۷۵۹	۰/۰۲۷۷۸۴	۰/۰۴۲۵۱۹
۱۳	-۰/۰۰۱۶۳	-۰/۰۳۷۰۵	۰/۰۱۲۶۳۳	-۰/۰۰۰۰۰۲۹	-۰/۰۰۲۵۹	۰/۰۴۹۱۹۳	۰/۰۰۹۱۷۳	۰/۰۰۱۰۰۵
۱۴	-۰/۰۰۳۱۳	-۰/۰۰۱۵۲	۰/۰۰۳۲۴۲	۰	-۰/۰۰۰۶۵	۰/۰۰۴۲۰۴	۰/۰۰۰۱۸۳	۰/۰۰۲۳۳۷
۱۵	۰/۰۱۸۰۳۵	-۰/۱۳۳۴۲	۰/۰۰۶۱۹۴	۰	۰/۲۲۴۸۶۴	-۰/۰۶۷۹۳	-۰/۰۰۲۲	۰/۰۴۵۵۴۷
۱۶	۰/۰۰۱۶۰۴	-۰/۰۱۰۵۶	-۰/۰۰۰۵۶	۰	۰/۰۱۵۵۴۴	-۰/۰۰۴۸۷	-۰/۰۰۰۰۹	۰/۰۰۱۰۷۲
۱۷	-۰/۰۰۸۲۹	۰/۰۳۲۱۵۹	-۰/۰۰۲۶۳	۰	-۰/۰۰۰۰۴۹	-۰/۰۰۶۰۷	-۰/۰۰۱۴۳	۰/۰۱۳۶۸۱
۱۸	-۰/۱۸۶۷۸	-۰/۰۳۲۳۹	۰/۴۰۱۷۸	-۰/۰۰۰۰۰۵۴	-۰/۰۰۲۹۵	-۰/۰۲۹۹۵	۰/۱۸۳۷۲۸	۰/۳۳۳۴۳۶
۱۹	-۰/۲۰۱۶۲	-۰/۰۰۲۷۵	۰/۰۰۰۸۹۶	۰/۰۰۳۱۷۶	۰/۳۲۲۳۹	-۰/۰۸۲۲۱	۰	۰/۰۳۹۸۷۷
۲۰	-۰/۰۷۵۴۸	-۰/۰۸۹۲۹	۰/۱۱۱۷۹۴	۰	-۰/۰۰۲۶۹	۰/۱۲۹۰۹۷	۰/۰۲۲۳۶۶	۰/۰۹۵۷۹۶
۲۱	-۰/۰۰۷۲۱	-۰/۰۲۱۴	۰/۰۳۲۹۱	۰	-۰/۰۰۰۰۲۸	۰/۰۰۷۵۶۴	۰/۰۰۵۱۶۳	۰/۰۱۶۹۹۹
۲۲	-۰/۰۸۲۸۸	۰/۰۶۸۶۱۱	۰/۰۷۸۸۲۷	۰/۰۰۰۷۵	-۰/۰۱۳۳۵	-۰/۰۱۸۱۳	۰/۰۱۵۵۹۵	۰/۰۴۹۴۲۴
۲۳	-۰/۰۰۹۶۱	-۰/۰۲۴۲۳	۰/۰۵۰۴۵۶	۰	-۰/۰۰۰۱۸	۰/۰۱۳۰۳۷	۰/۰۰۰۰۵۵۶	۰/۰۲۹۵۳۴
۲۴	-۰/۰۰۵۵۸	-۰/۰۱۴۴۲	۰/۰۱۷۷۰۸	۰/۰۰۰۱۲	۰/۰۰۰۰۰۰۰۶۳ -	۰/۰۲۴۳۹۸	-۰/۰۰۰۰۲	۰/۰۲۲۲۰۳
۲۵	-۰/۰۲۷۸۳	-۰/۰۳۹۹۵	۰/۱۱۰۴۸۲	۰/۰۰۶۱۸۶	۰/۰۱۴۱۳۸	۰/۰۰۹۷۰۸	۰/۰۰۰۷۶۸	۰/۰۷۳۵۰۳
۲۶	-۰/۰۳۹۹۴	۰/۰۲۳۵۸۲	۰/۰۰۰۰۲۶۶	۰/۰۰۶۱۱۳	۰	۰/۰۱۴۸۷۲	۰/۰۰۰۰۵۰۶	۰/۰۰۴۷۰۴
۲۷	-۰/۰۲۹۷۷	-۰/۰۳۸۶۶	۰/۰۴۱۰۳۴	۰/۰۵۷۴۵۱	-۰/۰۰۰۰۵۶	۰/۰۰۴۷۴۶	-۰/۰۰۰۰۷	۰/۰۳۴۶۶۹
۲۸	-۰/۰۰۱۸۳	-۰/۰۲۳۵۶	۰/۰۰۶۶۳۸	۰/۰۱۶۵۵۱	۰/۰۰۰۹۱۶	۰/۰۱۲۶۰۲	۰/۰۰۰۴۳۸	۰/۰۱۱۷۶
۲۹	-۰/۰۰۲۳	-۰/۰۰۰۵۴	۰/۰۰۸۱۱۹	۰	۰	-۰/۰۰۳۲۳	۰	-۰/۰۰۲۰۴
جمع	-۰/۰۸۷۸۱	-۰/۰۶۷۵۷	۱/۱۲۴۹۷۵	۰/۰۹۳۵۰	۰/۵۰۹۵۳۲	۰/۳۹۹۵	۰/۴۲۶۳	۱

(مأخذ: یافته‌های تحقیق)

مطابق با نگاره (۱)، A-۱ میزان تغییرات انتشار CO2 در فاصله زمانی ۹۰-۱۳۷۸ است که درنتیجه تغییرات تکنولوژی ایجاد شده است که موسوم به فاکتور تکنولوژی است و بر اساس رابطه $\Delta\{\sum_i(f_i l_{ij})\}y_j^q$ 1 محاسبه می‌شود. fi شدت انتشار CO2 مستقیم صنعت i و lij درایه واقع در سطر iام و ستون jام ماتریس

معکوس لئونتیف است ($L=(I-A^d)^{-1}$). y^a_{j1} تقاضای نهایی داخلی بخش j ام است. برای هر بخش اختلاف $\sum_i(f_i l_{ij})$ میان دو سال ۱۳۷۸ و ۱۳۹۰ محاسبه و در y^d_{j1} تقاضای نهایی داخلی ضرب می‌شود. برای هر بخش میزان تغییر انتشار CO2 از سال ۱۳۷۸ تا ۱۳۹۰ بر اساس فرمول مذکور بر میزان تغییر کل انتشار CO2 (از سال ۱۳۷۸ تا ۱۳۹۰) یعنی ۲۸۰۵۶۰/۱۵ تقسیم می‌شود تا سهم هر بخش به دست آید. مجموع سهم همه بخش‌ها در تغییرات انتشار CO2 از کانال تکنولوژی ۸۷/۸۱٪ – است. سهم ۸۷/۸۱٪ تکنولوژی در کاهش CO2 بر اساس سازوکار تغییر حاصل‌ضرب شدت انتشار و ماتریس معکوس لئونتیف است.

B–۱ میزان تغییرات انتشار CO2 درنتیجه جانشینی واردات، C–۱ میزان تغییرات انتشار CO2 درنتیجه تغییرات مخارج مصرفی خانوار، C–۲ میزان تغییرات انتشار CO2 درنتیجه تغییرات مخارج مصرفی دولت،C–۳ میزان تغییرات انتشار CO2 درنتیجه تغییرات تشکیل سرمایه ثابت،C–۴ میزان تغییرات انتشار CO2 درنتیجه افزایش در موجودی انبار و C–۵ میزان تغییرات انتشار CO2 درنتیجه تغییرات صادرات است. جمع ستون‌های A–۱، B–۱، C–۱، C–۲، C–۳، C–۴ و C–۵ در نگاره (۶) برابر ۱ است. جمع ستون‌های B– ۱، C–۱، C–۲، C–۳، C–۴ و C–۵ سهم تقاضای نهایی در تغییرات انتشار CO2 در فاصله زمانی ۱۳۷۸ تا ۱۳۹۰ است. شیوه محاسبه هرکدام از اجزاء تقاضای نهایی در نگاره (۱) مشخص شده است.

مطابق با نگاره (۶) مخارج مصرفی خانوار با میزان ۱/۱۲۴۹ بالاترین سهم را در افزایش انتشار CO2 دارد. نگاره (۷) میزان سهم تقاضای نهایی و تکنولوژی در افزایش انتشارCO2 در ایران در فاصله زمانی ۹۰–۱۳۷۸ را نشان می‌دهد که از نگاره (۶) قابل استخراج است.

نگاره شماره (۷)- سهم تقاضای نهایی و تکنولوژی در انتشار CO2 در فاصله زمانی ۹۰–۱۳۷۸

تقاضای نهایی	تکنولوژی
۱/۸۷۸۱	-۰/۸۷۸۱

(مأخذ: یافته‌های تحقیق)

در فاصله زمانی ۹۰–۱۳۷۸ انتشار CO2 از ۳۰۲۵۵۹/۸ هزار تن به

۵۸۳۱۱۹/۹۵ هـزار تـن و انتشـار CO2 بـه میـزان ۲۸۰۵۶۰/۱۵ (۳۰۲۵۵۹/۸ – ۵۸۳۱۱۹/۹۵) هزار تن افزایش یافته است. میـزان تغییـرات انتشـار CO2 از کانـال اجـزای تقاضـای نهـایی در ایـن فاصـله زمـانی ۵۲۶۹۲۰/۰۱۷ ((۲۸۰۵۶۰/۱۵)× ۱/۸۷۸۱) هـزار تـن اسـت کـه از ایـن میـزان ۲۴۶۳۵۹/۸۶۷۱ ((۲۸۰۵۶۰/۱۵)× ۰/۸۷۸۱–) هزار تن درنتیجه پیشرفت تکنولوژی کاهش یافتـه اسـت و درمجمـوع انتشار CO2 به میزان ۲۸۰۵۶۰/۱۵ هزار تن افزایش یافته است.

نتیجه‌گیری

مطابق با تحلیل داده– ستانده زیست‌محیطی (EEIO) و با هدف کاهش انتشـار CO2 این پرسش مطرح است که تکنولوژی و سـاختار تقاضـای نهـایی چـه تـأثیری بـر انتشار CO2 در ایران دارد؟ در راستای پاسخگویی به این پرسش بر پایه مدل داده– ستانده زیست‌محیطی گسترش یافته (EEIO)، این مطالعـه دو روش را دنبـال کـرد: نخست CO2 برای ۲۹ بخش اقتصادی محاسبه می‌شود و سپس با استفاده از تحلیل تجزیه ساختاری (SDA) عوامل مؤثر بـر رشـد انتشـار CO2 در فاصـله زمـانی ۹۰– ۱۳۷۸ بررسی شد. یافته‌های این مطالعه بیان می‌کند بخش نیروگـاهی بـزرگ‌تـرین منتشرکننده CO2 در ایران است. مطابق با تحلیل تجزیه ساختاری دو عامل مهـم در رشد انتشار CO2 تغییرات تکنولوژی و رشد تقاضای نهایی اسـت. تقاضـای نهـایی با سهم ۱/۸۷ درصدی و تکنولوژی با سـهم ۰/۸۷– درصـدی در تغییـرات انتشـار CO2 به ترتیب منجر به افزایش و کاهش انتشار CO2 در این فاصله زمانی در ایـران شده اند. بدین ترتیب، در فاصله زمانی ۹۰–۱۳۷۸ انتشار CO2 از ۳۰۲۵۵۹/۸ هـزار تن به ۵۸۳۱۱۹/۹۵ هزار تن افزایش یافتـه اسـت؛ افـزایش انتشـار CO2 بـه میـزان ۲۸۰۵۶۰/۱۵ (۳۰۲۵۵۹/۸ –۵۸۳۱۱۹/۹۵) هزار تن. میـزان تغییـرات انتشـار CO2 از کانال اجزای تقاضای نهایی در این فاصـله زمـانی ۵۲۶۹۲۰/۰۱۷ ((۲۸۰۵۶۰/۱۵)× ۱/۸۷۸۱) هـزار تـن اسـت کـه از ایـن میـزان ۲۴۶۳۵۹/۸۶۷۱ ((۲۸۰۵۶۰/۱۵)× ۰/۸۷۸۱–) هزار تن درنتیجه پیشرفت تکنولوژی کاهش یافتـه اسـت و درمجمـوع انتشار CO2 به میزان ۲۸۰۵۶۰/۱۵ هزار تـن افـزایش یافتـه اسـت. همچنـین نتـایج حاکی از آن است که مخارج مصرفی خصوصی (مخارج خـانوار) در میـان اجـزاء

تقاضای نهایی با میزان ۱/۱۲۴۹ درصد بیشترین نقش را در انتشار CO2 دارد.

با توجه به این مهم که احتراق سوخت‌های فسیلی منبع اصلی تأمین انرژی فعالیت‌های اقتصادی در کشور است و همچنین این اصل که این نوع سوخت‌ها سهم عمده‌ای در انتشار آلاینده‌ها دارند اتخاذ سیاست‌هایی که هدف آن کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی و تقلیل انتشار گازهای گلخانه‌ای است در درجه نخست اهمیت قرار دارد. افزایش راندمان سیستم‌های احتراق در نیروگاه‌ها، پیشرفت تکنولوژی‌های پاک و ارزان، سیاست‌های افزایش کارایی مصرف انرژی در بخش خانگی و توسعه آموزش عمومی و آگاه‌سازی جهت بهینه‌سازی مصرف انرژی پیشنهاد می‌شود.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع

الف) فارسی

اخباری، محمد (۱۳۸۱)، «آلاینده زایی مصارف خانوارها با استفاده از تحلیل نگاره داده ستاندهٔ زیست‌محیطی سال ۱۳۷۸»، ***مجموعه مقاله‌های دومین همایش کاربرد تکنیک‌های داده- ستانده در برنامه‌ریزی اقتصادی و اجتماعی*** (اسفند ۱۳۸۱)، تهران: مرکز تحقیقات اقتصاد ایران: ۱۶۹-۱۲۹.

بانک مرکزی ایران. «نگاره داده- ستانده ۱۳۷۸ کشور».

بانک مرکزی ایران. «نگاره داده- ستانده ۱۳۸۳ کشور».

بزازان، فاطمه و ندا خسروانی (۱۳۹۵). «سنجش میزان انتشار دی‌اکسیدکربن توسط بخش‌های مختلف تولیدی و خانوارها ناشی از مصرف انرژی در ایران (رویکرد داده-ستانده زیست‌محیطی)»، ***اقتصاد محیط‌زیست و منابع طبیعی***، سال اول، شماره ۱: ۲۵-۱.

ترابی، تقی، وارثی، محسن (۱۳۸۸). «بررسی آلایندگی زیست‌محیطی صنایع کشور با استفاده از رویکرد داده- ستانده (موردِ خاصِ دی‌اکسیدکربن)»، ***علوم و تکنولوژی محیط‌زیست***، سال دهم، شماره ۳: ۹۲-۷۷.

ذاکری، زهرا (۱۳۹۳)، ***ضرورت توجه به محیط‌زیست در قانون هدفمندی یارانه‌ها: بررسی میزان انتشار مستقیم و غیرمستقیم آلایندگی*** CO_2، معاونت پژوهش‌های اقتصادی مرکز پژوهش‌های مجلس.

راجر پرمن، یوما و جیمز مک‌گیل‌ری (۱۳۸۲)، ***اقتصاد محیط‌زیست و منابع طبیعی***، ترجمه حمیدرضا ارباب، تهران: نی.

شریفی، نورالدین و سمیه دهقان پور وحید (۱۳۹۵)، «اثرات زیست‌محیطی مصارف خانوارها با توجه به توسعه گازرسانی: یک تحلیل داده-ستانده»، ***اقتصاد محیط‌زیست و منابع طبیعی***، سال اول، شماره ۱: ۶۳-۴۷.

فطرس، محمدحسن، جواد براتی و مریم رسول‌زاده (۱۳۹۳)، «تحلیل تجزیه ساختاری انتشاردی‌اکسیدکربن (CO_2) صنعتی ایران با رویکرد داده-ستانده»، ***مطالعات اقتصاد و انرژی***، سال دهم، شماره ۴۱: ۱۵۲-۱۳۱.

مرکز آمار ایران. «نگاره داده- ستانده ۱۳۹۰ کشور».

نصراللهی، زهرا، زهره احمدی و سمانه عشرتی (۱۳۹۱)، «اندازه‌گیری آثار زیست‌محیطی فعالیت‌های اقتصادی در ایران با رویکرد نگاره داده- ستانده»، ***مدل‌سازی اقتصادی***، سال ششم، شماره ۹: ۶۴-۴۵.

نصرالهی، زهرا، شهرام وصفی اسفستانی و سمیه نوری‌زاده (۱۳۹۳)، «ارزیابی زیست‌محیطی فعالیت‌های اقتصادی با استفاده از نگاره داده- ستانده (یزد)»، ***مدل‌سازی اقتصادی***، سال هشتم، شماره ۲۶: ۸۹-۷۵.

وزارت نیرو، دفتر برنامه‌ریزی کلان برق و انرژی. ۱۳۷۸. «ترازنامه انرژی سال ۱۳۷۸».

وزارت نیرو، دفتر برنامه‌ریزی کلان برق و انرژی. ۱۳۹۰. «ترازنامه انرژی سال ۱۳۹۰».

وصفی اسفستانی، شـهرام (۱۳۸۵)، ***بررسـی کمـی پیونـد پـین فعالیـت‌هـای اقتصـادی، محیط‌زیست و انرژی در قالب الگوی داده- ستانده بسط یافته با تأکید بر انتشار دی‌اکسیدکربن (CO2) در ایران***، دانشگاه علامه طباطبایی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته توسعه اقتصادی و برنامه‌ریزی.

هراتی، جواد، کریم سلاملوئیان و محمدعلی قطمیری (۱۳۹۱)، «تعیـین مالیـات زیسـت‌محیطـی بهینه در الگوی رشد تعمیم یافته باوجود انتقال تکنولوژی پاک و کیفیـت محـیط‌زیسـت: نمونه اقتصاد ایران»، ***تحقیقات مدل‌سازی اقتصادی***، شماره ۷۰: ۱۲۶-۹۷.

ب) لاتین

Aglietti, C. Zoppoli, P. Infantion, G. (2011), "Decomposition Analysis of Italy's Greenhouse Gas Emissions: an I/O approach based on NAMEA data", ***18th Annual Conference of European Association of Environmental and Resource Economists***, 29 June - 2 July 2011, Rome.

Butnar, I. & Llop, M. (2011), "Structural decomposition analysis and input–output subsystems: Changes in CO2 emissions of Spanish service sectors (2000–2005)", ***Ecological Economics***, Vol.70, No.11:2012-2019.

Cellura, M. Longo, S. & Mistretta, M. (2012), "Application of the structural decomposition analysis to assess the indirect energy consumption and air emission changes related to Italian households consumption", ***Renewable and Sustainable Energy Reviews***, Vol.16, No.2: 1135-1145.

Chang, Y. F. Lewis, C. & Lin, S. J. (2008), "Comprehensive evaluation of industrial CO2 emission (1989–2004) in Taiwan by input–output structural decomposition", ***Energy Policy***,Vol.36, No.7: 2471-2480.

Cruz, L. M. G. (2004), "Energy Use and CO2 Emissions in Portugal". Paper for the Conference on Input-Output and General Equilibrium- 'Data, ***Modeling and Policy Analysis'***, Sep. 2-4, 2004, Brussels.

Cruz, Luis. Barata, Eduardo. (2008), "Economic Responsibility for CO2 Emissions: An Input-output Approach", International Input-Output Meeting on 27, ***Managing the Environment***, July 9-11 (2008), SEVILLE (SPAIN).

Das, A. & Paul, S. K. (2014), "CO2 emissions from household consumption in India between 1993–94 and 2006–07: a decomposition analysis", ***Energy Economics***, Vol.41: 90-105.

Dietzenbacher, E., & Los, B. (1998), "Structural decomposition techniques: sense and sensitivity", ***Economic Systems Research***, Vol.10, No.4: 307-324.

Edens, B. Delahaye, R. van Rossum, M. & Schenau, S. (2011), Analysis of changes in

Dutch emission trade balance (s) between 1996 and 2007", ***Ecological Economics***, Vol.70, No.12: 2334-2340.

Hassett, K. A. & Metcalf, G. E. (1993), "Energy conservation investment: Do consumers discount the future correctly?", ***Energy Policy***, Vol.21, No.6:710-716.

Hoekstra, R., & Van den Bergh, J. C. (2003), "Comparing structural decomposition analysis and index", ***Energy economics***, Vol.25, No.1:39-64.

Huang, Y. H. & Wu, J. H. (2013), "Analyzing the driving forces behind CO2 emissions and reduction strategies for energy-intensive sectors in Taiwan, 1996–2006", ***Energy,*** Vol.57: 402-411.

IPCC (1996), ***Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories***, Emission Factor from Fuel Combustion.

Kim, Y. G. Yoo, J. & Oh, W. (2015), "Driving forces of rapid CO2 emissions growth: A case of Korea", ***Energy Policy***, Vol.82: 144-155.

Lenzen, M. (1998), "Primary energy and greenhouse gases embodied in Australian final consumption: an input–output analysis", ***Energy policy***, Vol.26, No.6: 495-506.

Lenzen, M. Schaeffer, R. Karstensen, J. & Peters, G. P. (2013), "Drivers of change in Brazil's carbon dioxide emissions", ***Climatic change***, Vol.121, No.4: 815-824.

Leontief, W.(1970), "Environmental Repercussions and the Economic Structure: an Input-Output Approach", ***The Review of Economics and Statistics***, 262-271.

Lim, H. J. Yoo, S. H. & Kwak, S. J. (2009), "Industrial CO2 emissions from energy use in Korea: a structural decomposition analysis", ***Energy Policy***, Vol.37, No.2: 686-698.

Miller, R. E. & Blair, P. D. (2009), ***Input-output analysis: foundations and extensions***, Cambridge university press.

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***, Vol.29, No.3: 578-597.

Park, H. C. & Heo, E. (2007), "The direct and indirect household energy requirements in the Republic of Korea from 1980 to 2000-An input–output analysis", ***Energy Policy***, Vol.35, No. 5: 2839-2851.

Paul, S. & Bhattacharya, R. N. (2004), "CO2 emission from energy use in India: a decomposition analysis", ***Energy Policy***, Vol.32, No.5: 585-593.

Rhee, H. C. & Chung, H. S. (2006), "Change in CO2 emission and its transmissions between Korea and Japan using international input–output analysis", ***Ecological Economics***, Vol.58, No.4: 788-800.

Skelton, A. Guan, D. Peters, G. P. & Crawford-Brown, D. (2011), "Mapping flows of embodied emissions in the global production system", ***Environmental Science & Technology***, Vol.45, No.24: 10516-10523.

Tunc, G. I. Türüt-Aşık, S. & Akbostancı, E. (2007), "CO2 emissions vs. CO2 responsibility: an input–output approach for the Turkish economy", ***Energy Policy***, Vol.35, No.2:855-868.

Wiedmann, T. (2009), "A review of recent multi-region input–output models used for consumption-based emission and resource accounting", ***Ecological Economics***, Vol.69, No.2: 211-222.

Wilting, H. C. Faber, A. & Idenburg, A. M. (2004), "Exploring Technology Scenarios with an Input-Output Model", In***International Conference on "Input-Output and General Equilibrium: Data, Modelling and Policy Analysis***, Sep. 2-4, 2004, Brussels.

Yabe, N. (2004), "An analysis of CO2 emissions of Japanese industries during the period between 1985 and 1995", ***Energy Policy***, Vol.32, No.5: 595-610.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی