

بررسی آلاینده‌گی زیست محیطی صنایع کشور با استفاده از رویکرد داده- ستانده (مورد خاص دی اکسید کربن)

تقی ترابی^۱

محسن وارثی^۲

mvarresi51@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۸۶/۱۰/۲۵

تاریخ دریافت: ۵ / ۸۶/۷/۱

چکیده

الگوهای کنونی تولید و مصرف انرژی به شدت بر سوزاندن سوخت های فسیلی متکی است. تمامی کالاها و خدمات تولید شده در یک اقتصاد، به طور مستقیم و غیرمستقیم با مصرف انرژی و نیز انتشار آلاینده‌هایی همچون دی اکسید کربن (که عامل اصلی اثر گلخانه‌ای و تغییرات اقلیمی شناخته شده است) مربوط می‌باشند. به طور کلی میزان انتشار CO_2 به عواملی از قبیل شدت CO_2 ، شدت انرژی پیوند تولید- فن‌آوری، روابط متقابل میان بخش های اقتصاد، و ساختار و سطح تقاضای نهایی برای کالاهای بخش های مختلف، وابسته است. هدف کلی این تحقیق عبارت است از شناسایی روابط متقابل میان سطح فعالیت های تولیدی بخش های صنعتی کشور در یک مقطع زمانی مشخص (سال ۱۳۸۰)، مصرف و شدت مصرف انرژی توسط این فعالیت ها و آثار زیست-محیطی مترتب بر آن که به طور مشخص در میزان انتشار گاز کربنیک (CO_2) منتشر شده توسط هر رشته فعالیت مشخص دنبال می‌شود.

به همین منظور با استفاده از رهیافت داده - ستانده، که به دلیل ویژگی های روش‌شناختی خود ابزاری مفید برای تحلیل روابط مستقیم و غیر مستقیم میان رشته فعالیت های اقتصادی در مقیاس کلان به شمار می‌رود، مبادرت به طراحی مدلی شده است که ضمن محاسبه بردارهای شدت انرژی و شدت دی اکسید کربن رشته فعالیت های صنعتی اقتصاد، این امکان را فراهم می‌آورد تا بتوان آلاینده‌گی رشته فعالیت ها را بر اساس عوامل یاد شده تحلیل کرد و نتایج به دست آمده را در سیاست گذاری های صنایع کشور از حیث انتخاب فن تولید مناسب، جایگزینی یا اصلاح فن‌آوری های فرسوده و کهنه تبدیل انرژی و همین طور در خود بخش انرژی مورد استفاده قرار داد. افزون بر این، نتایج حاصل مشخص می‌کند که در چه بخش هایی می‌توان با استفاده از قیمت گذاری، مالیات ستانی و دیگر سیاست های مناسب، تقاضای نهایی و از این رهگذر آلودگی هوا توسط دی اکسید کربن را کنترل کرد.

واژه های کلیدی: تحلیل داده- ستانده، شدت دی اکسید کربن، نیاز مستقیم و غیر مستقیم انرژی، رشته فعالیت های صنعتی^۳

۱- استادیار دانشکده اقتصاد و مدیریت واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی

۲- کارشناس ارشد، دانشکده اقتصاد و مدیریت واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی* (مسئول مکاتبات)

مقدمه

زیست-محیطی می‌باشند. براساس پیش بینی مدل های جوی، دمای کره زمین تا سال ۲۱۰۰، ۱ تا ۳/۵ درجه سانتی‌گراد افزایش خواهد یافت که این مقدار بیش از تغییرات دمائی ۱۰ هزار سال گذشته است. طبق گزارش «هیأت بین‌الدول تغییرات آب و هوایی سازمان ملل متحد»^۲، از اواسط قرن نوزدهم میلادی به این سو میانگین غلظت CO₂، یکی از گازهای گلخانه‌ای شاخص که نقش اساسی در گرم شدن کره زمین دارد، در فضای اطراف زمین از حدود ۲۸۰ ذره در میلیون^۳ به حدود ۳۷۰ ppm افزایش یافته و پیش‌بینی می‌شود چنانچه هیچ اقدام پیشگیرانه‌ای در این مورد انجام نگیرد غلظت آن تا سال ۲۰۵۰ به حدود ۵۵۰-۴۵۰ ppm افزایش یابد (۲ و ۳).

مروری بر پیشینه موضوع و مطالعات انجام گرفته

ظاهراً نخستین کسی که به طور نظام‌مند به تحلیل اقتصادی مسئله آلودگی و آثار جانبی فعالیت های اقتصادی پرداخته پیگو (Pigou) بوده است. در سال های بعد از دهه ۱۹۵۰ با گسترش کاربرد اصول و مبانی فیزیک و زیست شناسی در توسعه دانش بوم شناسی (اکولوژی) و نظام نوین علوم زیست-محیطی، مسئله پایداری اکوسیستم‌ها در کانون توجهات قرار گرفت. نخستین کاربردهای این اصول در علم اقتصاد برای تجزیه و تحلیل آلودگی محیط زیست و دفع فضولات تولید، توسط افرادی چون دلی (Daly)، بولدینگ (Boulding)، آیرس (Ayres) و نیز (Kneese) صورت پذیرفت. در دهه ۱۹۵۰ نظریه «آثار جانبی تولید» گسترش یافت و در دهه ۱۹۶۰ توجه زیادی به اقتصاد آلودگی شد (۴).

افزون بر این، تعداد و وسعت موضوع تفاهم‌نامه‌ها و کنوانسیون‌های محیط زیست در خلال ۳۰ سال گذشته، از جمله کنفرانس استکهلم (۱۹۷۲)، کنفرانس توسعه و محیط

محیط زیست، افزون بر فراهم کردن کالاهای عمومی از قبیل هوا (برای تنفس) و منابعی به صورت نهاده تولیدی به منظور فعالیت های تولیدی؛ برای محصولات مشترک^۱ فعالیت های تولیدی و مصرف، مانند دی اکسید کربن و دی اکسید گوگرد حاصل از احتراق سوخت های فسیلی و مونواکسید کربن و اکسیدهای نیتروژن خروجی آگروز اتومبیل ها، که محصولات فرعی نامطلوب هستند و معمولاً فایده دیگری ندارند، مانند یک ظرف عمل می‌کند. واسطه‌های زیست-محیطی مختلفی مانند جو زمین، زمین و آب، این آلاینده‌های منتشر شده را جذب می‌کنند. سپس این آلاینده‌ها انباشته می‌شوند، به مناطق دیگری منتقل می‌گردند، تغییر شکل می‌دهند و بخشی از آن‌ها نیز تجزیه می‌شوند. مواد منتشر شده حاصل از فرآیندهای تولیدی، در اثر تجزیه یا فرایندهای تبدیل در محیط زیست به آلاینده‌های فراگیر در محیط بدل می‌شوند و آلاینده‌های فراگیر به کیفیت محیط زیست لطمه می‌زنند. از اواخر دهه ۱۹۶۰ و اوایل دهه ۱۹۷۰ میلادی به طور روزافزونی بر نگرانی جهانیان در مورد تخریب محیط زیست افزوده شده است. در دهه ۱۹۹۰ دانشمندان علوم طبیعی متوجه افزایش و تمرکز دی‌اکسید کربن در جو شدند و مسئله گرم شدن زمین و تخریب لایه اوزون مطرح گردید. از طرفی، آزمایش های متعدد و داده‌های اپیدمیولوژیک حاکی از آن است که بین آلودگی هوا و آب و انواعی از بیماری‌ها رابطه وجود دارد. به این موارد باید تغییرات آب و هوایی و خطر انقراض گونه‌های مختلف گیاهی و جانوری ناشی از آن را نیز افزود (۱). مصرف گسترده سوخت های فسیلی، با وجود فراهم کردن زمینه مناسب برای رشد سریع اقتصادی جوامع مدرن صنعتی، با نشر آلاینده‌های حاصل از احتراق این سوخت‌ها در هوا و افزایش غلظت گازهای معروف به گازهای گلخانه‌ای در جو، زمین را با تغییرات تهدیدآمیز و بعضاً جبران‌ناپذیری همچون افزایش دمای کره زمین، تغییرات آب و هوایی، بالا آمدن سطح آب دریاها و ... مواجه ساخته است که این تغییرات، خود مسبب بروز آسیب‌های جدی انسانی و

2- UN Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)

3- particle per million(ppm)

1-joint products

تفاوت این منافع و هزینه‌ها را نشانگر فشار وارد بر محیط زیست در اثر فعالیت‌های اقتصادی قلمداد کرد که می‌توان از آن برای فرموله کردن اهداف توسعه منطقه‌ای استفاده کرد (۹). چارچوب معروف دیگر این دوران از آن خود لئونتیف (Leontief) و کار مشترک وی و فورد (Ford) می‌باشد که در آن سطرهایی شامل داده‌های مربوط به آلاینده‌های منتشره در محیط زیست و ستون‌هایی شامل بخش‌های کاهنده این آلاینده‌ها به مدل استاندارد داده-ستانده افزودند (۱۰ و ۱۱). این چارچوب‌های نخستین، سال‌هاست که الهام بخش تلاش‌های متعدد در زمینه طراحی جداول داده-ستانده بسط یافته، جداول داده-ستانده فیزیکی، جداول داده-ستانده مختلط و مطالعات مختلف در حیطه بررسی روابط اقتصاد و محیط زیست، به ویژه اندازه‌گیری میزان انتشار و دفع آلاینده‌ها و فضولات در طبیعت بوده‌اند (۱۲). یکی از افرادی که با الهام گرفتن از کارهای پیشین، پس از مدتی وقفه، به مطالعه در این زمینه روی آورد پروپس (Proops) است که با همکاری‌اش در مطالعاتی که برای کشورهای آلمان و انگلستان انجام دادند آلاینده‌گی فعالیت‌های اقتصادی این کشورها را در دهه ۱۹۸۰ از نظر انتشار CO_2 بررسی کردند (۱۳).

پس از پروپس، دانشمندان زیادی از اوایل دهه ۱۹۹۰ در کشورهای مختلف با همین رویکرد مطالعات مختلفی انجام دادند از جمله لِنَزِن (Lenzen) که در کشور استرالیا برای بررسی نیازهای مستقیم و غیرمستقیم به انرژی اولیه و انتشار گازهای گلخانه‌ای متناظر مطالعه‌ای با استفاده از تحلیل داده - ستانده انجام داد (۱۴) و با همین ابزار برای ارزیابی آثار زیست محیطی احداث فرودگاه دوم سیدنی نیز تحقیقی انجام داده است (۱۵). ویلتینگ (Wilting) و همکاری‌اش با استفاده از یک مدل پویای داده - ستانده موسوم به DIMITRI، روابط میان مصرف، تولید و میزان انتشار آلاینده‌های هوا در سطح بخشی در کشور هلند را بررسی کرده‌اند (۱۶). کروز (Cruz) با استفاده از تحلیل داده - ستانده الگویی برای مطالعه رابطه تعاملی «انرژی - اقتصاد - محیط زیست» پیشنهاد کرده و با اجرای آن

زیست ملل متحد در ریو^۱ (۱۹۹۲) و تفاهم‌نامه کیوتو (۱۹۹۷) مؤید این مطلب است که آسیب‌های زیست-محیطی بسیار بیش از پیش مورد توجه مجامع بین‌المللی قرار گرفته و تقریباً همه کشورهای درگیر با موضوع عزم خود را جزم کرده‌اند تا میزان آسیب‌ها و تغییر و تحولات ایجاد شده را نه تنها کنترل کنند بلکه به میزان مقتضی کاهش دهند (۵ و ۶).

کشور ایران نیز که در زمره کشورهای رو به توسعه به شمار می‌رود دیر یا زود به مرحله‌ای خواهد رسید که صرف نظر از اقدامات پیشگیرانه‌ای که باید در قبال مردم خویش به انجام برساند، با الزامات بین‌المللی برای کنترل یا کاهش میزان آلاینده‌های هوایی روبرو خواهد شد. از این رو، انجام مطالعه‌ای که بتواند تا حدودی سهم و نقش کالاها یا فعالیت‌های مختلف تولیدی را در میزان انتشار دی‌اکسید کربن (CO_2) مشخص کند می‌تواند برای مقاصد سیاست‌گذاری چه در زمینه انتخاب تکنولوژی تولید چه در زمینه وضع مقررات زیست-محیطی و موارد دیگر بسیار مفید واقع گردد. یافته‌های این مطالعه کمک شایانی به این قضیه می‌کند.

در زمینه بررسی رابطه متقابل اقتصاد - انرژی - محیط زیست، با استفاده از رویکرد داده - ستانده تحقیقات بسیار اندکی در کشور انجام گرفته است. اخباری با استفاده از یک جدول داده - ستانده ۲۵ بخشی برای سال ۱۳۷۸، و وصفی اسفستانی با استفاده از الگوی داده - ستانده تعمیم یافته مصرف انرژی و ایجاد آلاینده‌گی، بر مبنای جدول داده - ستانده ۱۳۷۸ بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، به بررسی میزان مصرف انرژی و انتشار آلاینده‌های هوایی نظیر CO_2 در ایران پرداخته‌اند (۷ و ۸).

اما در خارج از ایران، مطالعه روابط بین اقتصاد و محیط زیست در چارچوب حسابداری داده-ستانده به اواخر دهه ۱۹۶۰ و اوایل دهه ۱۹۷۰ میلادی بر می‌گردد؛ زمانی که کامبرلند (Cumberland) یک جدول داده-ستانده منطقه‌ای طرح کرد که مشتمل بود بر منافع زیست‌محیطی و هزینه‌های رشته فعالیت‌ها و طبقات مختلف تقاضای نهایی. وی

1- Rio- UN Conference on Environment and Development

روش شناسی تحقیق

روش تحلیل داده - ستانده با طبقه بندی و جمع بندی^۳ تعداد معاملات بی شمار در یک اقتصاد به گروه‌ها، ظرفیت احاطه نظریه اقتصادی را بر واقعیاتی که در هر وضعیت حقیقی با آن سروکار دارد بهبود می بخشد. در تحلیل داده - ستانده فرض می‌شود که داده‌ها (نهادها)ی مورد استفاده در تولید یک محصول در یک رشته فعالیت به توسط یک تابع تولید خطی با ضرایب ثابت (دست‌کم در کوتاه مدت) با ستانده‌های بخش‌های دیگر از آن رشته فعالیت مرتبطند. تحت این فرض، روابط داده - ستانده به روابط فنی تبدیل می‌شود، بدین ترتیب که هر ستون در جدول ضرایب داده - ستانده نشانگر یک «فن تولید» می‌باشد (۲۳).

جدول داده - ستانده بر روابط متقابل میان رشته فعالیت‌های 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 بهره‌مندی 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 می‌دهد. در واقع، جمع این ارقام با هم، ارزش افزوده هر بخش را نشان می‌دهد. در چارچوب داده - ستانده، کل ارزش ستانده فروخته شده به تمامی مصرف‌کنندگان واسطه‌ای و نهایی باید دقیقاً برابر با ارزش کل پرداخت‌های صورت گرفته به تمامی عوامل تولید و تولیدکنندگان واسطه باشد. به عبارت دیگر، کل هزینه‌های تولید باید به کل ارزش کالاهای فروخته شده نسبت داده شود. از این رو، جمع سطر و جمع ستون متناظر با آن سطر در جدول، مادامی که تمامی مبادلات درست ثبت شده باشند، برابر خواهد بود. با توجه به مطالب پیش گفته می‌توان رابطه میان اجزای جدول داده - ستانده را به صورت معادله زیر نشان داد:

$$AX + Y = X \quad (1)$$

روی جداول داده - ستانده و دیگر منابع آماری این کشور در سال ۱۹۹۲ به تحلیل و نتیجه‌گیری پرداخته است (۱۷). مانگلی (Mongelli) و همکارانش براساس «فرضیه پناهگاه آلودگی»^۱ و کاربرد داده - ستانده، تغییر الگوی تجارت خارجی کشور ایتالیا با سایر کشورها را مطالعه کرده‌اند (۱۸). اپیک تونک (Ipek Tunc) و همکارانش با رویکرد داده - ستانده بسط یافته، میزان انتشار CO₂ در اقتصاد ترکیه را تخمین زده‌اند و منابع انتشار آن را شناسایی کرده‌اند. افزون بر این، به صورت جداگانه میزان محتوای CO₂ ی واردات به ترکیه، موسوم به «مسئولیت CO₂»^۲ را نیز برآورد کرده‌اند (۱۹). مورن (Moran) و گونسالس (Gonzalez) روشی را مبتنی بر چارچوب داده - ستانده در ترکیب با تحلیل حساسیت و برنامه‌ریزی خطی ارائه کرده و با اعمال آن روی جدول داده - ستانده سال ۱۹۹۵ کشور اسپانیا و سایر آمارهای رسمی این سال به شناسایی پیوندهای پسین و پیشین عمده بین رشته فعالیت‌های منتهی به انتشار CO₂ پرداخته‌اند (۲۰).

وضعیت انتشار CO₂ در ایران

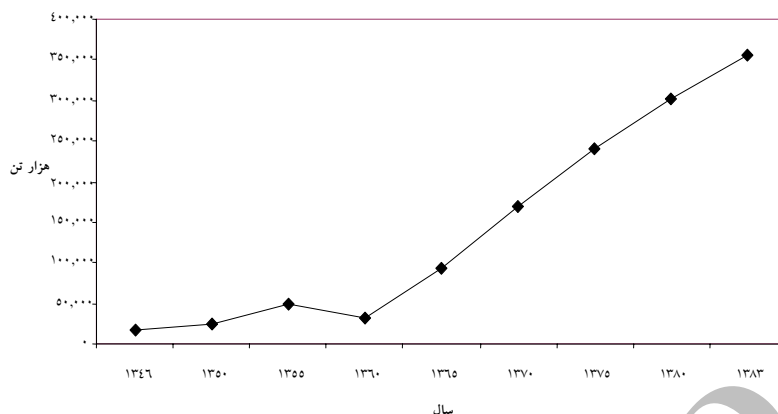
در سال ۱۳۸۰ بیش از ۳۰۲ میلیون تن دی اکسید کربن توسط بخش‌های مختلف مصرف‌کننده سوخت در هوا پراکنده شده است. نمودار ۱ روند تغییرات انتشار دی اکسید کربن را در طی سال‌های ۱۳۴۶ تا ۱۳۸۳ در مقاطع ۵ ساله نشان می‌دهد. همان‌طور که پیداست روند رشد دی اکسید کربن، از سال ۱۳۶۰ به این سو بسیار شتابان است. میزان برآورد شده انتشار گازهای گلخانه‌ای و آلاینده (حدود ۳۶۸ میلیون تن) در سال ۱۳۸۳، علی‌رغم اقدامات انجام گرفته در زمینه بهینه‌سازی مصرف انرژی، حکایت از افزایش انتشار این گازها دارد. از طرفی، طبق آمارهای رسمی، گاز CO₂ تقریباً ۹۷ درصد گازهای گلخانه‌ای منتشر شده در ایران را تشکیل می‌دهد. نمودار ۲ نشانگر این مطلب است (۲۱ و ۲۲).

3- Aggregation

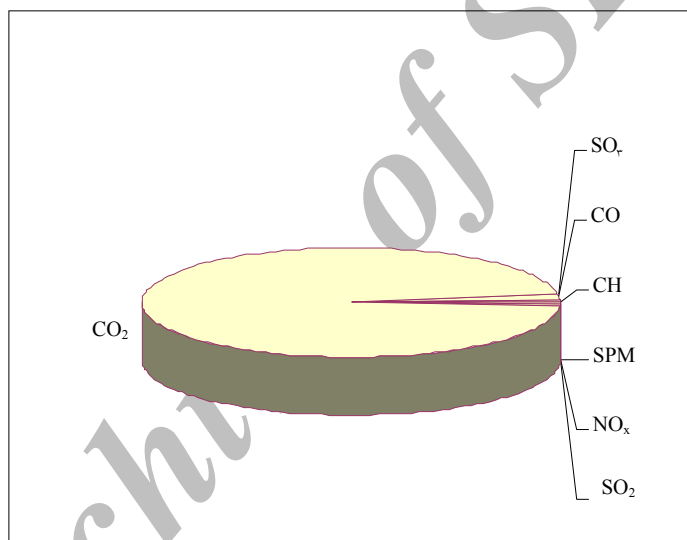
4 -production technique

1- Pollution Haven Hypothesis

2- CO₂ responsibility



نمودار ۱- روند انتشار دی‌اکسید کربن توسط بخش‌های مصرف‌کننده سوخت از سال ۱۳۴۶ تا ۱۳۸۳



نمودار ۲- ترکیب گازهای آلاینده و گلخانه‌ای در سال ۱۳۸۰

رابطه (۱) به سیستم اساسی داده - ستانده معروف است. ماتریس A را، ماتریس ضرایب داده - ستانده، بردار X را بردار ستانده و بردار Y را بردار تقاضای نهایی ناخالص می‌نامند. به صورت ریاضی، می‌توان بردار ستانده X در سیستم معادلات (۱) را به صورت زیر حل کرد:

$$X = (I-A)^{-1} Y \quad (2)$$

که در آن I ماتریس واحد و $(I-A)^{-1}$ ماتریس معکوس لئونتیف^۱ است که محاسبه آن دشوار می‌باشد.

رابطه (۱) به سیستم اساسی داده - ستانده معروف است. ماتریس A را، ماتریس ضرایب داده - ستانده، بردار X را بردار ستانده و بردار Y را بردار تقاضای نهایی ناخالص می‌نامند. به صورت ریاضی، می‌توان بردار ستانده X در سیستم معادلات (۱) را به صورت زیر حل کرد:

$$X = (I-A)^{-1} Y \quad (2)$$

که در آن I ماتریس واحد و $(I-A)^{-1}$ ماتریس معکوس لئونتیف^۱ است که محاسبه آن دشوار می‌باشد.

1- The Leontief Inverse Matrix

متعاقباً چگونگی تغییر اندازه ستانده برای تأمین تغییرات تقاضای نهایی خالص را محاسبه کرد (۲۴ و ۲۵).

معرفی مدل

در این بخش براساس مدل پایه داده - ستانده، الگویی را جهت بررسی و تحلیل آلودگی گاز گلخانه‌ای دی اکسید کربن (CO_2) ایجاد شده در اثر مصرف انرژی‌های فسیلی رشته فعالیت‌های صنعتی کشور در سال ۱۳۸۰، معرفی و با استفاده از داده‌های پیش‌گفته (شامل جداول داده - ستانده ۱۳۸۰ کشور و آمار مصرف سوخت‌های فسیلی مختلف) اجرا می‌شود.

شدت کربن^۱ را معمولاً به دو گونه تعریف می‌کنند:

الف- مقدار دی اکسید کربن (CO_2) متصاعد شده به ازای

یک واحد انرژی مصرفی

ب- مقدار CO_2 متصاعد شده به ازای یک واحد پولی تولید

ناخالص داخلی (GDP)

معمولاً در هر کشوری عوامل عمده زیر مقدار کل

CO_2 منتشر شده را تعیین می‌کنند:

۱. شدت دی اکسیدکربن،

۲. سطح GDP،

۳. شدت انرژی، که مقدار انرژی مصرف شده به ازای یک

واحد تولید (GDP) است،

۴. اندازه جمعیت (مقدار تقاضا)،

۵. الگوهای مصرفی مصرف‌کنندگان (ترکیب تقاضا)،

۶. ظرف‌های طبیعی و انسان‌ساز کربن از قبیل

جنگل‌ها، اقیانوس‌ها، خاک و محصولات کشاورزی، و

۷. پیوند فن‌آوری - تولید؛ که برای تعیین میزان دقیق

CO_2 لازم است تمامی این موارد بررسی شود.

خود «شدت کربن» نیز تحت تأثیر دست کم دو عامل

عمده قرار دارد:

۱. نسبت ترکیب سوخت‌های فسیلی مانند اهمیت نسبی مثلاً نفت، گاز طبیعی یا زغال سنگ در یک اقتصاد.

۲. کارایی فن‌آوری‌هایی که سوخت‌های فسیلی دارای کربن فشرده را به انرژی مصرفی تبدیل می‌کنند (۲۶).

مدل حاضر امکان بررسی این نکته را که کدام یک از رشته فعالیت‌های صنعتی کشورمان در سال ۱۳۸۰ به طور مستقیم و غیرمستقیم، انرژی فسیلی بیشتری مصرف کرده و از این رو، در تولید دی اکسید کربن در کشور نقش بیشتری داشته فراهم می‌سازد تا از این رهگذر بتوان سیاست‌های مناسبی جهت کنترل این آلودگی‌ها تدوین کرد. یکی از راه‌های انجام این کار بسط الگوی پایه داده - ستانده به صورتی است که در زیر می‌آید.

تحلیل داده - ستانده عمدتاً محاسبه مقادیر مستقیم و غیرمستقیم تولید کل در هر بخش تولیدی به منظور تأمین سطح معینی از تقاضای نهایی را امکان‌پذیر می‌سازد. در الگوی داده - ستانده می‌توان روابط تقاضا و عرضه کل را به زبان ماتریس توسط معادله زیر نشان داد:

$$X = AX + D + E - M \quad (۳)$$

که در آن X ، D ، E و M به ترتیب ماتریس‌های ستانده (تولید) ناخالص بخشی، تقاضای نهایی داخلی، صادرات و واردات هستند که از این پس مجموع تقاضای نهایی $(E + D)$ را با y نشان خواهیم داد. A نیز همان ماتریس معروف ضرایب فنی لئونتیف است که نسبت ثابت میان داده‌ها و ستانده‌ها را نشان می‌دهد. برای تجزیه اجزای داخلی معادله (۳) فرض می‌شود که نسبت واردات [کالاهای] واسطه‌ای به کل تقاضای واسطه‌ای و نسبت واردات تقاضای نهایی^۲ به کل تقاضای نهایی ثابت است. این کار به این دلیل انجام می‌گیرد که بتوان فقط « شدت انرژی » رشته فعالیت‌های اقتصاد داخلی کشور را سنجید. به این ترتیب، بردار واردات را می‌توان به صورت معادله (۴) نوشت:

1- Carbon intensity

2-Final Demand Imports

سپس به موازات مصرف کل سوخت برای فعالیت‌های تولیدی، می‌توان منبع انتشار کل CO₂ در اثر انجام فعالیت‌های اقتصادی را نیز با همان فرض برقراری رابطه خطی تعیین کرد. بدین منظور برداری را تعریف می‌کنیم به نام C که عناصر آن نشان‌دهنده میزان انتشار CO₂ به ازای سوختن هر واحد از سوخت‌های مختلف است (۲۷). لازم به ذکر است که برای یکنواخت کردن واحد سنجش سوخت‌های مختلف با استفاده از ضرایب تبدیل واحدهای متعارف به یکدیگر، میزان مصرف همه سوخت‌ها به واحد اندازه‌گیری ارزش حرارتی آن‌ها در مقیاس 10^{12} ، یعنی تراژول (TJ) سنجیده شد. در نهایت مدل قابل اجرا به صورت زیر درمی‌آید:

$$C = c'f(I - A_0)^{-1}Y \quad (۸)$$

که C مقدار کل انتشار CO₂ و C' بردار ترانسپوزۀ شدت کربن به ازای مصرف یک واحد انرژی است.

مبنای اصلی داده‌های مورد استفاده در این تحقیق عبارت است از مجموعه جداول داده - ستانده اقتصاد ایران که مرکز آمار ایران با روش آماری برای سال ۱۳۸۰ تهیه کرده است (۲۸). از این مجموعه عمدتاً برای تحلیل جریان انرژی و محاسبه نیاز مستقیم و غیر مستقیم انرژی در اقتصاد کشور به ترتیب از جداول عرضه و مصرف^۲ و جدول متقارن^۳ (خالص) ۹۱ در ۹۱ کالایی و ماتریس ضرایب مستقیم و غیرمستقیم محاسبه شده براساس جدول متقارن، استفاده شده است. با ملاحظه دقیق طبقه‌بندی CPC و ISIC، اعمال شده در جداول داده - ستانده^{۱۳۸۰}، تعدیلات لازم جهت هماهنگ سازی ابعاد جداول اصلی، تحلیلی و استخراجی محققان صورت گرفت و ماتریس‌های مورد نیاز از جمله A_0 ، Y و $(I - A_0)^{-1}$ به دست آمد (۲۹). تمامی عملیات جبری روی ماتریس‌ها با استفاده از برنامه الحاقی *Big Matrix.xla* که روی نرم افزار MS Excel سوار می‌شود انجام گرفته است (۳۰). بدین ترتیب مدل یاد شده، برای محاسبه مقدار کل دی اکسید کربن به صورت زیر در می‌آید:

$$M = \hat{m}^w AX + \hat{m}^f y \quad (۴)$$

در معادله (۴) \hat{m}^w و \hat{m}^f به ترتیب ماتریس‌های قطری نسبت کالاهای واسطه‌ای وارد شده به کل تقاضای واسطه‌ای و کالاهای تقاضای نهایی وارد شده به کل تقاضای نهایی می‌باشند. از این رو، معادله (۳) را می‌توان به صورت زیر بازنویسی کرد:

$$X = (I - \hat{m}^w)AX + (I - \hat{m}^f)y \quad (۵)$$

در نهایت، پس از انجام تعدیلات لازم، معادله تولید کل خواهد بود:

$$X = (I - A_0)^{-1}Y \quad (۶)$$

مدل معادله (۶) را برای بررسی ساختار تولیدات صرفاً داخلی به دست آورده‌ایم. در واقع، ماتریس A_0 ماتریس ضرایب فنی تولیدات داخلی است که پس از کسر آن از ماتریس واحد، ماتریس ضرایب مستقیم و غیر مستقیم (لئونتیف) تولیدات داخل به دست می‌آید. اکنون همین مدل را برای بررسی روابط میان فعالیت‌های اقتصادی، مصرف سوخت و انتشار دی اکسید کربن گسترش می‌دهیم.

در راستای فرض اساسی تحلیل داده - ستانده، این‌جا نیز فرض می‌شود که بین تولید ناخالص بخش‌ها (رشته فعالیت‌ها) و مصرف سوخت در طول فرایند تولید یک رابطه خطی برقرار است. ما در این تحقیق فقط نیاز به انرژی به منظور تولید را بررسی می‌کنیم.

براساس مدل رابطه (۶) کل تقاضای سوخت (انرژی) در یک اقتصاد به منظور فعالیت‌های تولیدی عبارت است از:

$$F = f(I - A_0)^{-1}Y \quad (۷)$$

که در آن، f ماتریس نشان‌دهنده مقادیر سوخت‌های مختلف مورد نیاز یک رشته فعالیت برای تولید یک میلیون ریال تولید محصول این رشته فعالیت است. در واقع f ماتریس شدت انرژی است که برحسب سوخت‌های مختلف (شامل زغال سنگ، گاز طبیعی، بنزین، نفت سفید، گازوئیل، نفت کوره و گاز مایع) و برای رشته فعالیت‌های مختلف به دست می‌آید.

۱- علامت « $\hat{\cdot}$ » را برای نشان دادن ماتریس‌های قطری و علامت « \wedge » را برای نشان دادن ترانسپوزۀ یک ماتریس به کار می‌بریم.

2- Supply and Use Tables (SUT)
3- Symmetric Input-Output Table (SIOT)

نشان می دهد؛ و چهارم، Y ، که بیانگر ساختار و سطح تقاضای نهایی برای کالاهای بخش های مختلف است. هر یک از سه عامل اخیر می تواند به طور مستقل در طول زمان تغییر کند و باعث ایجاد یک تغییر کلی در C شود. البته بررسی تغییرات این عوامل و اندازه گیری تأثیر هر کدام روی تغییرات کل مصرف انرژی به منظور تولید در چهارچوب داده-ستانده، نیازمند استفاده از فن «تحلیل تفکیک ساختاری» است که مطالعه جامع دیگری می طلبد.

۴- در واقع، از توانایی های قابل توجه مدل حاضر همین است که امکان بررسی انتشار دی اکسید کربن یا هر آلاینده دیگری را از سه دریچه فراهم می کند. بردار شدت انرژی مستقیم هر بخش، مصرف انرژی آن را بر اساس ساختار فنی و ماهیت یک فعالیت تولیدی از حیث مصرف انرژی نشان می دهد. چون برخی رشته فعالیت ها ماهیتاً انرژی بری بالائی دارند و انرژی اصلی ترین نهاده تولید آن ها به شمار می رود (مثل صنعت آلومینیوم سازی)، برخی دیگر نیز ممکن است در اثر فرسودگی ماشین آلات و کهنگی فن آوری مورد استفاده شان شدت انرژی و در نتیجه شدت کربن بالایی داشته باشند، با کاربرد این مدل، این گونه رشته فعالیت ها به خوبی مشخص می شوند. بالا بودن مصرف انرژی مولد و در نتیجه آلایندهی بالا را می توان ناشی از افزایش یا شدت وابستگی بین رشته فعالیت ها دانست که در مدل حاضر در $(I-A_0)^{-1}$ نمود پیدا می کند. اگر بخش های مختلف اقتصادی در الگوی مبادلاتی خود بیشتر و بیشتر با یکدیگر در ارتباط و درگیر باشند انتشار دی اکسید کربن در اثر مصرف انرژی به صورت غیر مستقیم نیز افزایش خواهد یافت که مدل حاضر این توانایی را دارد که شدت دی اکسید کربن متناظر با تقاضای غیر مستقیم و از آن رو تقاضای کل تولید را نیز محاسبه کند. بدین ترتیب می توان رشته فعالیت ها را بر این اساس رتبه بندی کرد. البته میزان وابستگی و پیچیدگی روابط میان

$$C_{1 \times 91} = c'_{1 \times 7} f_{7 \times 91} (I - A_0)^{-1}_{91 \times 91} \hat{Y}_{91 \times 91}$$

بحث و نتیجه گیری

- ۱- چارچوب داده-ستانده امکان می دهد روابط متقابل بین بخش های مختلف تولیدی یک اقتصاد به تفصیل مورد بررسی قرار گیرد. در این روش به دلیل استفاده از ماتریس معکوس لئونتیف، افزون بر روابط مستقیم، روابط غیر مستقیم بخش ها با یکدیگر نیز مد نظر قرار می گیرد. در این مطالعه با استفاده از همین ویژگی و بر پایه مطالعات تجربی انجام گرفته مبادرت به طراحی مدلی برای اندازه گیری شدت و میزان تولید دی اکسید کربن بخش های مولد اقتصاد کشور شده است.
- ۲- با استفاده از مدل استفاده شده، می توان بردار نیاز مستقیم به انرژی مولد برای تولید یک واحد پولی کالا توسط هر بخش، بردار نیاز مستقیم به اضافه غیر مستقیم به انرژی برای تولید یک واحد پولی کالا توسط هر بخش به منظور تحویل به تقاضای نهایی و بردار شدت انرژی منتسب به تقاضای غیر مستقیم تولید را به دست آورد و با انجام تبدیلات خاص روی آن ها بردارهای شدت مستقیم، غیر مستقیم و کل دی اکسید کربن را نیز استخراج کرد. اگر بتوان به ازای وضعیت مشخص فن تولید که نماینده آن در چهارچوب داده-ستانده ماتریس A می باشد، تقاضای نهایی برای محصولات هر بخش را برآورد کرد، می توان از این برآورد به همراه بردارهای بالا برای توصیف تفکیکی^۱ تقاضای انرژی مولد به منظور تأمین تقاضای نهایی پیش بینی شده، استفاده کرد.
- ۳- بر اساس مدل معادله (۸) میزان دی اکسید کربن منتشر شده (C) به چهار عامل وابسته است: نخست، C بردار شدت کربن که نشان دهنده محتوای کربن سوخت های مختلف است؛ دوم، f بردار شدت انرژی مستقیم که در واقع نشانگر فن آوری درون هر بخش است؛ سوم، $(I-A_0)^{-1}$ که روابط متقابل بین بخش های اقتصاد را

1 - disaggregated

است و نه آنچه که آن‌ها به صورت مستقیم منتشر می‌کنند. در واقع، نمایش این واقعیت ویژگی تحلیل داده - ستانده است که ما را در سیاست‌گذاری‌ها و تدابیری که برای برنامه‌ریزی انرژی و کنترل آلودگی‌ها می‌اندیشیم یاری می‌رساند.

۷- همان‌گونه که پیداست رشته فعالیت‌های «پالایش و توزیع گاز طبیعی»، «ساخت محصولات کانی غیرفلزی» و «جمع‌آوری، تصفیه و توزیع آب» به ترتیب رتبه‌های یکم تا سوم شدت دی اکسید کربن را به خود اختصاص داده‌اند. این در حالی است که رتبه آن‌ها از لحاظ میزان کل تولید CO₂ به ترتیب، ۲، ۱۲ و ۵ می‌باشد. رشته فعالیت «پالایش و توزیع گاز طبیعی» از کل CO₂ تولید شده توسط بخش صنعت ۱۷/۸۲ درصد را به خود اختصاص داده است. «ساخت محصولات کانی غیر فلزی» در مجموع ۲/۰۵٪ از کل CO₂ ی تولید شده توسط بخش صنعت را تولید می‌کند. جایگاه این رشته فعالیت‌ها در بخش انتشار کل CO₂ تابع ترکیب و میزان تقاضای نهایی برای محصولات آن‌هاست. قرن آینده را به دلیل ویژگی‌های بارز گاز طبیعی «قرن گاز طبیعی» خوانده‌اند. بر اساس پیش بینی‌های صورت گرفته، سهم گاز در سبد انرژی مصرفی جهان تا سال ۲۰۲۵ با متوسط رشد سالانه ۲/۲٪ به ۲۵٪ خواهد رسید. قرار گرفتن ایران در رتبه دوم میان کشورهای دارنده ذخایر گاز طبیعی، این حامل را به اصلی‌ترین سوخت مزیت‌دار کشور تبدیل کرده است و این بهترین سوخت جهان می‌تواند جهش بزرگی در رشد اقتصادی، اشتغال و درآمد سرانه کشور ایجاد کند. جایگزینی این حامل با فرآورده‌های نفتی نه تنها امکان‌پذیر بلکه از لحاظ اقتصادی نیز صرفه‌های قابل ملاحظه‌ای برای کشور به همراه دارد. از این رو، در مورد بخش‌هایی همچون «پالایش و توزیع گاز طبیعی» و «جمع‌آوری، تصفیه و توزیع آب» که از رشته فعالیت‌های کلیدی اقتصاد ما به شمار می‌روند و تقاضا برای محصولات و خدمات آن‌ها

بخش‌های را می‌شود با استفاده از شاخص‌های پیوند پیشین^۱ و پسین^۲ مطالعه کرد که خود مجال مفصل دیگری می‌طلبد. عامل چهارم، بردار Y، نماینده تقاضای تهایی است که بالا بودن و ترکیب آن برای تولیدات بخش‌های مختلف، به ویژه بخش‌هایی که شدت انرژی بالایی دارند، باعث افزایش مصرف انرژی واز این رو انتشار بیشتر دی اکسید کربن در کل صنعت می‌گردد. مدل مورد استفاده این امکان را فراهم می‌کند که بخش‌های تولیدی را بر اساس میزان انتشار این گاز آلاینده در اثر تقاضای نهایی بالا نیز شناسایی و رتبه بندی کنیم.

۵- آگاهی از این نتایج و این نوع رتبه بندی، سیاست‌گذاران را یاری می‌کند تا در زمینه کنترل آلودگی هوا، انتخاب فن تولید مناسب محیط زیست و یا جایگزینی و اصلاح فن‌های تولید انرژی برتر و به تبع، آلوده کننده‌تر، سیاست‌گذاری‌های هدفمندتر و مؤثرتری صورت دهند. برای مثال، در بخش‌هایی که دچار فرسودگی و کهنگی فن‌آوری تبدیل سوخت به انرژی مصرفی شده‌اند و یا فن‌های تولید مورد استفاده‌شان نوعاً شدت انرژی و در نتیجه شدت کربن بالایی دارند، مسلماً هم بهره‌وری و کارایی انرژی پایین است و هم زیان بیشتری به محیط زیست وارد می‌شود. از طرف دیگر، می‌توان با استفاده از مکانیسم‌های مناسب طرف تقاضا از جمله قیمت‌گذاری و مالیات ستانی، ترکیب و سطح تقاضای نهایی محصولات بخش‌های آلاینده‌تر را تعدیل و از این رهگذر در کنترل آلودگی، بهینه عمل کرد.

۶- نتایج حاصل از اجرای مدل در جدول انتهایی مقاله آمده است. جدول شامل رشته فعالیت‌های صنعتی اظهار شده در جدول داده- ستانده ۱۳۸۰ (به اضافه دو رشته فعالیت ساختمان‌های مسکونی و سایر ساختمان‌ها) است. ارقام این ستون‌ها آشکار می‌سازد که قسمت عمده انتشار CO₂ توسط اکثر رشته فعالیت‌ها، به صورت غیر مستقیم

1 - backward linkage

2 - forward linkage

غیربهبینه از انرژی است. نتایج برخی از مطالعات نشان می‌دهد تقاضای حامل‌های انرژی در بخش تولیدات صنعتی کشور از نظر قیمت کم‌کشش است. افزون بر این، استهلاک شدید ماشین‌آلات سرمایه‌ای مصرف‌کننده انرژی، فقر فن‌آورانه و نیز نبود الگوی جامع استاندارد مصرف انرژی در کشور سبب شده ساختار تولیدی کشور به سمت انرژی‌بری بیشتر حرکت کند. لذا برای مدیریت صحیح تقاضای انرژی و کنترل آلاینده‌زایی این بخش تدوین یک راهبرد توسعه اقتصادی همه‌جانبه و سیستمی که کل ساختار تولیدی کشور را هماهنگ با بخش انرژی کشور زیر نظر قرار دهد و نیز استفاده از ترکیب سیاست قیمتی، یعنی حرکت به سوی قیمت‌های متناسب با هزینه نهایی و سیاست غیر قیمتی، یعنی کاربرد ابزارهای قانونی، استانداردها، مقررات و ... در راستای افزایش بازده و بهبود کارایی فنی وسایل و فن‌آوری‌های مصرف انرژی، ایجاد تغییرات مناسب در ساختار تولیدات و نوآوری، تدوین سیستم کارآمد توزیع سوئید، مالیات ستانی و... می‌تواند مفید واقع گردد.

۲- یک سیستم اطلاعات آماری مدون در بخش انرژی، هماهنگ با نیازهای آماری بخش‌های مطالعاتی و تصمیم‌گیرنده کشور به گونه‌ای که کلیه آمار و اطلاعات مورد نیاز جهت تحلیل‌های مختلف از طریق این سیستم جمع‌آوری و به روز گردد، مورد نیاز است

۳- پذیرش و اجرای طبقه‌بندی‌های استاندارد بین‌المللی در زمینه حساب‌های ملی در بخش انرژی کشور اجتناب‌ناپذیر است، تا مبنای آماری سازمان‌های متولی آرایه آمار، به منظور بهینه‌سازی نتایج مطالعات علمی و کاربردی، همسو و یکسان گردند.

۴- در مورد رشته‌های فعالیت‌هایی از قبیل «پالایش و توزیع گاز طبیعی که نیازهای اساسی کشور را تامین و از فن‌آوری‌های پیشرفته و سنگین استفاده می‌کنند، باید تصمیم‌های راهبردی و با دیدگاه بلندمدت اتخاذ گردد. چرا که برای مثال این رشته فعالیت، خود انرژی پاک

بسیار بالاست و روز به روز هم افزایش می‌یابد، لازم است با دیدگاهی راهبردی و همه‌جانبه تصمیم‌گیری شود. پس از این‌ها، رشته‌های «ساخت محصولات از توتون و تنباکو»، «ساخت شیشه و محصولات شیشه‌ای»، «ساخت فراورده‌های نفتی تصفیه شده»، «ساخت محصولات اساسی آهن و فولاد» در مکان‌های بعدی قرار می‌گیرند و همان‌گونه که مشاهده می‌شود غالباً رشته‌های فعالیت‌هایی هستند که تقاضای نهایی زیادی برای آن‌ها وجود دارد. به ویژه «ساخت محصولات از توتون» که از لحاظ شاخص «تولید کل CO₂» رتبه نخست را داراست و حدود ۲۶٪ از کل بخش صنعت را به طور مستقیم و غیر مستقیم تولید می‌کند.

۸- بهر تقدیر، مدل حاضر این قابلیت را دارد که آلودگی محیط زیست را ضمن لحاظ کردن روابط متقابل بخش‌های مختلف یک اقتصاد اعم از تولیدی، خدماتی، تقاضای نهایی (شامل خانوارها، دولت، صادرات) و ... براساس هر کدام از طبقه‌بندی‌های رایج در حساب‌های ملی بررسی و مطالعه کند. اگر داده‌های آماری کافی و مناسب برای سایر آلاینده‌های محیط زیست (از جمله مونواکسید کربن، اکسیدهای گوگرد و نیتروژن و...) نیز وجود داشته باشند می‌توان با به‌کارگیری این قبیل مدل‌ها میزان آلاینده‌های رشته فعالیت‌های مختلف را در این مقوله‌ها نیز اندازه‌گیری و بررسی کرد.

۹- در پایان یادآور می‌شود که چون تحلیل داده - ستانده مبتنی بر فرض برقراری رابطه خطی ثابت بین نهاده‌ها و محصولات بخش‌ها استوار است نمی‌توان از نتایج حاصل از آن به تنهایی در سیاست‌گذاری‌های کلان استفاده کرد. به خصوص در شرایطی که تغییرات فن‌آورانه شدیدی در کشور رخ دهد باید در استفاده از یافته‌های آن جانب احتیاط را رعایت کرد.

پیشنهادها

۱- ارزان بودن انرژی در کشور ما یکی از عوامل استفاده

NGOهای طرفدار محیط زیست و مراجع قانون‌گذاری را طلب می‌کند. برای این منظور، ایجاد و تقویت یک سازمان مرکزی متولی سامان‌دهی به حرکت سازمان‌ها و نهادهای مسئول در مورد انرژی می‌تواند مسیر حرکت انرژی کشور را برنامه‌دار، دائماً کنترل و با تغییرات و اهداف و سیاست‌های کلی کشور هماهنگ کند.

تولید می‌کند، اما خودش سهم عمده‌ای در ایجاد آلودگی دارد.

۵- تصمیم‌گیری در این حوزه‌ها، نیازمند عزم جدی ملی و اتخاذ رویکردی سیستمی است. لذا موفقیت در این حوزه همکاری وزارتخانه‌های نفت، نیرو، صنایع و معادن و سازمان‌هایی همچون «سازمان حفاظت محیط زیست» و

Archive of SID

پیوست : جدول شدت و میزان انتشار دی اکسید کربن بر حسب رشته فعالیت های صنعتی ایران در سال ۱۳۸۰

مأخذ: محاسبات نویسندگان

ردیف	دی اکسید کربن منتشر شده (منتسب به):				شدت دی اکسید کربن (متناظر با):				واحد شدت CO ₂ تن بر میلیون ریال	شرح
	تولیدی	تقاضای کل تولید	سهم از کل	تقاضای غیر منتسب تولید	تولیدی	تقاضای کل تولید	سهم از کل	تقاضای غیر منتسب تولید		
	$c^i(I-A)^{-1}Y$	$c^i(I-A)^{-1}Y$	%	$c^i(A_1+A_2+\dots+A_n)Y$	c^iY	$c^i(I-A)^{-1}Y$	%	$c^i(A_1+A_2+\dots+A_n)Y$	$c^i f$	
(۱-۱)	(۹)	(۱۰)	(۱۱)	(۱۲)	(۱۳)	(۱۴)	(۱۵)	(۱۶)	(۱۷)	
۲۹	۲۶۳,۴	۲۶۳,۴	۷۷,۰	۲۰۲,۲	۶۰,۶	۲۳,۰	۲۳,۰	۰,۱۶۲	۰,۰۴۹	۱ ساخت انواع روغنها و چربها
۲۱	۶۵۸,۳	۶۵۸,۳	۱۸,۱	۴۷۸,۲	۱۹۰,۰	۲۸,۹	۲۸,۹	۰,۱۴۴	۰,۰۵۸	۲ ساخت سایر محصولات غذایی و انواع آسایشها
۱	۳۳۰,۲	۳۳۰,۲	۹,۰	۷۲۱,۵	۳۵۰,۶	۱۱,۰	۱۱,۰	۰,۳۷۸	۰,۰۴۶	۳ ساخت محصولات از پتوئن و تیناکو
۲۸	۲۶۱,۵	۲۶۱,۵	۶,۶	۵۷۸,۱	۳۰,۳	۳۳,۳	۳۳,۳	۰,۰۹۷	۰,۰۴۸	۴ ساخت مسوجات
۱۰	۳۸۱,۶	۳۸۱,۶	۱۰,۰	۲۵۱,۰	۱۲۸,۱	۲,۶	۲,۶	۰,۱۸۱	۰,۰۰۵	۵ ساخت پوشاک ، عمل آوری و رنگ کردن پوست خردار
۳۱	۰,۰۵۰۱	۰,۰۵۰۱	۰,۰	۳۱,۱	۵۷۹,۵	۶,۸	۶,۸	۰,۳۳۴	۰,۰۲۹	۶ باغی و برداشت جرم ، ساخت چمنان ، کیف دستی و ...
۶۱	۷۲۱,۶	۷۲۱,۶	۱۹,۰	۹۷۳,۶	۳۱۳,۳	۲۴,۹	۲۴,۹	۰,۳۳۳	۰,۰۲۶	۷ ساخت چوب و محصولات چوبی از ساخت کالا از نی و خیزران
۶۳	۱۰۹,۰	۱۰۹,۰	۳,۰	۶,۰	۶۲,۰	۳۲,۴	۳۲,۴	۰,۱۰۵	۰,۰۷۵	۸ ساخت کاغذ و محصولات کاغذی
۸۸	۳۱,۵	۳۱,۵	۰,۰	۶,۰	۴۹,۵	۱,۶	۱,۶	۰,۱۴۴	۰,۰۲۸	۹ انتشار ، چلب و تکثیر رساله های ضبط شده
۸	۱,۰۳۸,۳	۱,۰۳۸,۳	۲۸,۰	۳۱۱,۳	۵۰۶,۱	۳۴,۳	۳۴,۳	۰,۲۶۳	۰,۰۳۷	۱۰ ساخت فرآورده های نفتی تصفیه شده
۶	۵۶۱,۵	۵۶۱,۵	۱۵,۰	۴۶۷,۵	۱,۵۳۰,۱	۴۹,۰	۴۹,۰	۰,۱۰۳	۰,۰۱۰	۱۱ ساخت مواد و محصولات شیمیایی
۲۵	۴۸۲,۴	۴۸۲,۴	۱۳,۰	۱,۶۸,۵	۲,۶	۲۰,۰	۲۰,۰	۰,۱۸۱	۰,۰۴۴	۱۲ ساخت محصولات لاستیکی و پلاستیکی
۲۲	۵۹۸,۷	۵۹۸,۷	۱۶,۰	۱,۱۹,۶	۳,۰	۵۱,۳	۵۱,۳	۰,۲۰۲	۰,۰۲۱	۱۳ ساخت شیشه و محصولات شیشه ای

جدول شدت و میزان انتشار دی اکسید کربن رشته فعالیت های صنعتی اقتصاد ایران در سال ۱۳۸۰ (دنباله)

مأخذ: محاسبات نویسنده گان

ردیف	دی اکسید کربن منتشر شده (منتسب به):				شدت دی اکسید کربن (متناظر با):				شرح	واحد شدت CO ₂ : تن بر میلیون ریال
	تولید کلی CO ₂	تقاضای کل تولید	سهم از کل	تقاضای غیر مستقیم تولید	تولید مستقیم	سهم از کل	تقاضای غیر مستقیم تولید	تولید مستقیم		
	$c_i(A_i - A_i^{-1})Y_i$	$c_i(A_i - A_i^{-1})Y_i$	%	$c_i(A_i - A_i^{-1})Y_i$	c_iY_i	%	$c_i(A_i - A_i^{-1})Y_i$	c_iY_i		
۱۱	۲۵۲۱,۷	۲۵۲۱,۷	۲۱,۲	۳۸۳,۴	۳۸۳,۴	۳,۳	۳۸۳,۴	۳۸۳,۴	(۱)	۱۴
۱۲	۲۵۲۱,۷	۲۵۲۱,۷	۲۱,۲	۳۸۳,۴	۳۸۳,۴	۳,۳	۳۸۳,۴	۳۸۳,۴	(۲)	۱۴
۱۳	۲۵۲۱,۷	۲۵۲۱,۷	۲۱,۲	۳۸۳,۴	۳۸۳,۴	۳,۳	۳۸۳,۴	۳۸۳,۴	(۳)	۱۴
۱۴	۲۵۲۱,۷	۲۵۲۱,۷	۲۱,۲	۳۸۳,۴	۳۸۳,۴	۳,۳	۳۸۳,۴	۳۸۳,۴	(۴)	۱۴
۱۵	۲۵۲۱,۷	۲۵۲۱,۷	۲۱,۲	۳۸۳,۴	۳۸۳,۴	۳,۳	۳۸۳,۴	۳۸۳,۴	(۵)	۱۴
۱۶	۲۵۲۱,۷	۲۵۲۱,۷	۲۱,۲	۳۸۳,۴	۳۸۳,۴	۳,۳	۳۸۳,۴	۳۸۳,۴	(۶)	۱۴
۱۷	۲۵۲۱,۷	۲۵۲۱,۷	۲۱,۲	۳۸۳,۴	۳۸۳,۴	۳,۳	۳۸۳,۴	۳۸۳,۴	(۷)	۱۴
۱۸	۲۵۲۱,۷	۲۵۲۱,۷	۲۱,۲	۳۸۳,۴	۳۸۳,۴	۳,۳	۳۸۳,۴	۳۸۳,۴	(۸)	۱۴
۱۹	۲۵۲۱,۷	۲۵۲۱,۷	۲۱,۲	۳۸۳,۴	۳۸۳,۴	۳,۳	۳۸۳,۴	۳۸۳,۴	(۹)	۱۴
۲۰	۲۵۲۱,۷	۲۵۲۱,۷	۲۱,۲	۳۸۳,۴	۳۸۳,۴	۳,۳	۳۸۳,۴	۳۸۳,۴	(۱۰)	۱۴
۲۱	۲۵۲۱,۷	۲۵۲۱,۷	۲۱,۲	۳۸۳,۴	۳۸۳,۴	۳,۳	۳۸۳,۴	۳۸۳,۴	(۱۱)	۱۴
۲۲	۲۵۲۱,۷	۲۵۲۱,۷	۲۱,۲	۳۸۳,۴	۳۸۳,۴	۳,۳	۳۸۳,۴	۳۸۳,۴	(۱۲)	۱۴
۲۳	۲۵۲۱,۷	۲۵۲۱,۷	۲۱,۲	۳۸۳,۴	۳۸۳,۴	۳,۳	۳۸۳,۴	۳۸۳,۴	(۱۳)	۱۴
۲۴	۲۵۲۱,۷	۲۵۲۱,۷	۲۱,۲	۳۸۳,۴	۳۸۳,۴	۳,۳	۳۸۳,۴	۳۸۳,۴	(۱۴)	۱۴
۲۵	۲۵۲۱,۷	۲۵۲۱,۷	۲۱,۲	۳۸۳,۴	۳۸۳,۴	۳,۳	۳۸۳,۴	۳۸۳,۴	(۱۵)	۱۴

جدول شدت و میزان انتشار دی اکسید کربن رشته فعالیت های صنعتی اقتصاد ایران در سال ۱۳۸۰ (دقیقه)

منبع: محاسبات نویسندگان

ردیف	دی اکسید کربن منتشر شده (مستحب به):				دی اکسید کربن (ممتنظر با):				رشته فعالیت	واحد شدت CO ₂ تن بر میلیون ریال
	رشته براساس تولید کل CO ₂	تقاضای کل تولید	سهام از کل	تولید مستقیم	رشته براساس شدت کل CO ₂	تقاضای کل تولید	سهام از کل	تولید مستقیم		
۱	(۱)	$c^1(I-A)^{-1}Y$	$(8) = (7) / (9)$	$c^1(A + A^2 + \dots)$	(۴)	$c^1(I-A)^{-1}$	$(3) = (2) - (1)$	$c^1(A + A^2 + \dots)$	(۱)	شرح
۲	۳۰	۲۴۰۳	۸۰,۵	۷۶۶۱	۳۰	۰,۱۵۲	۰,۱۲۳	۰,۳۰	۰,۳۰	ساخت ابزار پزشکی
۳	۶	۷۶۵۱۱	۸۵,۵	۵۲۶۲,۷	۳۱	۰,۱۵۰	۰,۱۲۸	۰,۲۲	۰,۲۲	ساخت ابزار لپتیبی و ابزار دقیق، سانهای مجی و انواع دیگر ساعت
۴	۲۶	۳۵۷۷	۹۶,۰	۳۴۳,۴	۲۹	۰,۱۵۷	۰,۱۵۱	۰,۰۰۶	۰,۰۰۶	ساخت وسایل نقلیه موتوری، تریلر و نیم تریلر
۵	۲۴	۵۷۷۵	۹۰,۷	۵۳۳,۴	۲۰	۰,۱۹۵	۰,۱۷۷	۰,۰۱۸	۰,۰۱۸	ساخت سایر تجهیزات حمل و نقل
۶	۴	۸۱۰۴۸	۸۲,۵	۶۱۰,۲	۱۳	۰,۲۸۱	۰,۲۲۶	۰,۰۵۴	۰,۰۵۴	ساخت میلمان
۷	۳	۴۱۹۴,۲	۸۳,۹	۱۱۹۰,۷,۵	۱۲	۰,۲۸۶	۰,۲۴۰	۰,۰۴۶	۰,۰۴۶	ساخت مصنوعات طبقه بندی نشده در جای دیگر و بازیافت
۸	۳۵	۳۱,۴	۲۵,۰	۷,۸	۱۱	۰,۳۰۳	۰,۲۷۱	۰,۰۳۲	۰,۰۳۲	تولید، انتقال و توزیع برق
۹	۲	۲۱۹۳۲,۳	۰,۷	۱۴۸,۶	۱	۲۰,۳۷۳	۰,۱۳۸	۲۰,۲۴۵	۲۰,۲۴۵	بالایش و توزیع گاز طبیعی
۱۰	۵	۷۲۶۳,۳	۲۸,۸	۲۰۹۰,۵	۳	۰,۵۲۶	۰,۱۵۱	۰,۳۷۴	۰,۳۷۴	جمع آوری، تصفیه و توزیع آب
۱۱	۳۳	۱۶۵,۸	۹۹,۸	۱۶۵,۵	۲۴	۰,۱۷۸	۰,۱۷۸	۰,۰۰۰	۰,۰۰۰	ساختمان های مسکونی
۱۲	۱۱	۲۵۵۷,۷	۵۷,۵	۱۴۷۰,۴	۱۹	۰,۲۰۱	۰,۱۱۶	۰,۰۸۵	۰,۰۸۵	سایر ساختمانها
۱۳		۱۲۳۰۵۸,۵		۷۶۶۳۰,۵						جمع کل

منابع

- Structure: an Input-Output Approach*". Review of Economics and Statistics, 52(Aug.), 262-71.
- 11- Leontief, W. and D. Ford(1972). "Air Pollution and Economic Structure: empirical results of Input-Output Computations", in A. Brody and A.P. Carter (eds.), Input-Output Techniques, American Elsevier, New York, pp.9-30.
- 12- Hoekstra, R.(2005). "Economic Growth, Material Flows and the Environment". Edward Elgar Publication Ltd., Cheltenham.
- 13- Proops,J.L.R., M. Faber,and G. Wagenhals(1993). "Reducing CO2 emissions: A Comparative I-O Study for Germany and the UK", Springer-Verlag, Heidelberg.
- 14- Lenzen, M., 1998, "Primary energy and greenhouse gases embodied in Australian final consumption: and Input-Output analysis." Energy Policy, 26 (6), PP. 495-506, 1998.
- 15- Lenzen M., et al. (2003). "Environmental impact assessment including indirect effects-a case study using input-output analysis". Environmental Impact Assessment Review, Vol. 23, 2003, PP. 263-282.
- 16- Wilting, H. C. et al.(2004), "Exploring Technology Scenarios with an Input-Output Model." Paper for the Conference on Input-Output and General Equilibrium – 'Data, Modeling and Policy Analysis'. Sep. 2-4, 2004, Brussels.
- 17- 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.
- 18- Mongelli, I, et al., (2006). "Global warming agreements, international trade
- 1- Siebert, H. (2005). "Economics of the Environment: Theory and Policy", 6th edition, Springer, Berlin, 2005.
- ۲- محمدباقری، اعظم. «تاثیر توافقات بین المللی زیست محیطی بر اقتصاد کشورهای عضو اپک». فصلنامه بررسی های اقتصادی انرژی، سال دوم، شماره ۴، تابستان ۱۳۸۵.
- 3- Energy Information Administration (2003). "Energy-Related Carbon Dioxide Emissions" (www.eia.dow.gov/iea/).
- ۴- پرمن، راجر. یوما، جیمز. ری، مک گیل. (نویسندگان). ارباب، حمیدرضا. «اقتصاد محیط زیست و منابع طبیعی». چاپ اول، تهران: نشر نی ۱۳۸۲.
- 5- Freestone,D.(1998). "International Environmental Conventions". [<http://www.ilo.org/encyolopedia/>].
- 6- Wikipedia (free online encyclopedia). "Kyoto Protocol" [<http://en.wikipedia.org>].
- ۷- اخباری، محمد. «آلاینده‌های زیست محیطی با استفاده از تحلیل جدول داده-ستانده زیست محیطی سال ۱۳۷۸». مجموعه مقاله‌های دومین همایش کاربرد تکنیک های داده-ستانده در برنامه‌ریزی اقتصادی و اجتماعی(اسفند ۱۳۸۱)، تهران:مرکز تحقیقات اقتصاد ایران ۱۳۸۲.
- ۸- وصفی اسفستانی، شهرام. «بررسی کمی پیوند بین فعالیت‌های اقتصادی، محیط زیست و انرژی در قالب الگوی داده - ستانده بسط یافته با تاکید بر انتشار دی اکسید کربن (CO₂) در ایران». رساله کارشناسی ارشد اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبایی، دانشکده اقتصاد، ۱۳۸۵.
- 9- Cumberland, J.H. (1966). "A Regional Inter-industry Model for Analysis of Development Objectives" Papers of the Regional Science Association, vol 17, pp.65-95.
- 10- Leontief, W.(1970). "Environmental Repercussions and the Economic

- [http://unstats.un.org/unsd/sna1993].
- 26- Polenske, Karen R. (2000), “*Comparative Analysis of Carbon – Intensity Differences from Coal Consumption*”, Presented at the International Symposium on Structural Change in the US and Pacific Relations, Possibilities of Regional Integration. October, 2000, Tokyo, Japan.
- 27- Intergovernmental Panel on Climate Changes (1996). “Revised Guidelines for National Greenhouse Gas Inventions, Module 1 Energy”. UN
- ۲۸- مرکز آمار ایران «جدول داده - ستانده ۱۳۸۰ کشور» سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، مرکز آمار ایران، ۱۳۸۶.
- ۲۹- ترابی، تقی و دیبائی، فریده. «جدول داده-ستانده سال ۱۳۸۰ ایران و قابلیت‌های آن در تحلیل‌های اقتصادی و مطالعات ساختاری». مجموعه مقاله‌های دومین همایش کاربرد تکنیک‌های داده-ستانده در برنامه‌ریزی اقتصادی و اجتماعی (اسفند ۱۳۸۱)، تهران: مرکز تحقیقات اقتصاد ایران ۱۳۸۲.
- 30- Volpi, L. (2003). “*Big matrix Package for Excel, ver.1.0*”. Foxes Team, Roma, Italy.
- and energy / carbon embodiments: an input-output approach to the Italian case”. Energy Policy, Vol 34, 2006, PP. 88-100.
- 19- Ipek Tunc, G. et al, (2006). “CO₂ emissions vs. CO₂ responsibility: An input-output approach for the Turkish economy.” Energy Policy, vol.35, 2006.
- 20- Moran, M. A. T., Gonzalez, P., (2006). “A combined input-output and sensitivity analysis approach to analysis sector linkages and CO₂ emissions”. Energy Economics, 2006.
- ۲۱- وزارت نیرو، معاونت امور انرژی. «ترازنامه انرژی سال ۱۳۸۳». تهران: ۱۳۸۴.
- ۲۲- وزارت نیرو، معاونت امور انرژی. «ترازنامه انرژی سال ۱۳۸۰». تهران: ۱۳۸۱.
- ۲۳- لئون تیف، واسیلی. (نویسنده). صدیقی، کورس. (مترجم). «اقتصاد داده-ستانده». تهران: وزارت برنامه و بودجه. مرکز مدارک اقتصادی- اجتماعی و انتشارات ۱۳۶۵.
- 24- ten Raa, T. (1994). “*On the methodology of input-output analysis*” Regional Science and Urban Economics 24 (1994) 3-25.
- 25- United Nations (1999). “*Hand book of Input-Output Table Compilation and Analysis*”. Department for Economic and Social Affairs Statistics Division, NY, 1999.