

ماهیت بخش‌های اقتصاد ایران

۳. سنجش مصرف انرژی و انتشار CO2

در بخش‌های اقتصادی

این گزارش جزئی از سلسله مطالعاتی است که به منظور تحلیل ماهیت بخش‌های اقتصاد ایران از نظر روابط متقابل، آبربری، مصرف انرژی، آلاینده‌گی، اشتغال‌زایی وابستگی به واردات، ابعاد توزیعی و ... در مرکز پژوهش‌های مجلس در دست انجام است. هدف این مطالعات ارائه تصویری همه‌جانبه از ماهیت بخش‌های اقتصادی به منظور استفاده در سیاست‌گذاری‌های بخشی می‌باشد و عمدتاً متکی به روش‌های الگوسازی داده - ستانده و ماتریس حسابداری اجتماعی است. از حیث روش مورد استفاده این گزارش در ادامه گزارش‌های مرتبط با «بهنگام‌سازی جداول داده - ستانده، ماتریس حسابداری اجتماعی و طراحی الگوی CGE و کاربردهای آنها در سیاست‌گذاری اقتصادی - اجتماعی» قرار می‌گیرد که در ۱۸ شماره منتشر شده است. با این حال تحلیل ابعاد مختلف ماهیت بخش‌ها صرفاً به الگوسازی محدود نشده و سعی شده از آخرین اطلاعات و تحلیل‌های مرتبط استفاده شود.

به نام خدا

فهرست مطالب

چکیده	۱
مقدمه	۴
۱. مروری بر ادبیات رابطه بین متغیرهای رشد اقتصادی، مصرف انرژی و انتشار CO2	۶
۲. بررسی وضعیت ایران و جهان از منظر مصرف انرژی، انتشار CO2 و شاخص پایداری انرژی	۹
۲-۱. انرژی	۹
۲-۲. انتشار CO2	۱۱
۲-۳. شاخص پایداری انرژی	۱۴
۳. مبانی نظری محاسبه انرژی‌بری و انتشار آلاینده‌گی CO2 بخش‌های اقتصادی	۱۵
۴. پایه‌های آماری میزان مصرف انرژی و انتشار CO2 بخش‌های اقتصادی	۱۷
۴-۱. تجاری، خدماتی و عمومی	۲۱
۴-۲. حمل‌ونقل	۲۱
۴-۳. کشاورزی	۲۲
۴-۴. استخراج نفت خام	۲۲
۴-۵. سایر معادن	۲۳
۴-۶. پتروشیمی	۲۳
۴-۷. نیروگاه	۲۴
۴-۸. پالایشگاه	۲۴
۴-۹. ساختمان	۲۵
۴-۱۰. صنعت	۲۶
۴-۱۱. توزیع گاز طبیعی	۲۸
۵. تجزیه و تحلیل نتایج و مقایسه بخش‌های اقتصادی از منظر مصرف انرژی و انتشار CO2	۲۹
۵-۱. انرژی	۲۹
۵-۲. انتشار CO2	۳۹
۶. بررسی بخش‌های اقتصادی از منظر رابطه مصرف انرژی و انتشار آلاینده CO2	۴۶
۷. ارزیابی وضعیت بخش‌ها به‌لحاظ روابط متقابل، انرژی‌بری و آلاینده‌گی	۴۸
نتیجه‌گیری و پیشنهادها	۵۰
پیوست‌ها	۵۵
منابع و مأخذ	۶۰



ماهیت بخش‌های اقتصاد ایران ۳. سنجش مصرف انرژی و انتشار CO₂ در بخش‌های اقتصادی

چکیده

روند صعودی مصرف انرژی و انتشار آلاینده CO₂ منجر به بروز نگرانی‌هایی درخصوص دستیابی ایران به توسعه پایدار شده است. علیرغم اجرای قانون هدفمندی یارانه‌ها، مصرف انرژی پس از یک دوره کاهش نسبی، مجدداً افزایش یافته و از رشد ۷/۸ درصدی در سال ۱۳۹۳ نسبت به سال ۱۳۹۲ برخوردار شده است. از طرفی در سال ۲۰۱۵ رتبه ایران در دو شاخص شدت انرژی و شدت انتشار CO₂ به پنجم و هفتم جهان ارتقا یافته است. نکته قابل توجه این است که این افزایش در دوره‌ای اتفاق افتاده که صنایع کشور در رکود بسر می‌برند.

با توجه به اهمیت موضوع، انجام مطالعات جامع درخصوص انرژی‌بری و آلاینده‌گی بخش‌ها و برنامه‌ریزی و سیاستگذاری برای اصلاح روند کنونی ضروری است. متأسفانه یکی از خلأهای اساسی در حوزه انرژی، عدم برخورداری از تحلیل‌های مبتنی بر زنجیره تولید است. به این معنا که ارقام ترانزنامه‌های انرژی صرفاً مصارف مطلق انرژی و انتشار مطلق CO₂ را ارائه می‌دهند و انرژی به‌کار رفته در نهاده‌های واسطه‌ای یک بخش و انتشار CO₂ ناشی از تولید آنها نادیده گرفته می‌شود. از همین روی در این گزارش انرژی‌بری و انتشار آلاینده بخش‌های مختلف با استفاده از الگوی داده - ستانده مورد ارزیابی قرار گرفته است. نتایج این بررسی بدین شرح است:

۱. بیشترین شدت انرژی‌بری مستقیم و غیرمستقیم متعلق به بخش‌های «برق»، «ساخت سایر محصولات کانی غیرفلزی»، «ساخت مواد و محصولات شیمیایی»، «حمل‌ونقل» و «ساخت فلزات اساسی» است. بیشترین شدت آلاینده‌گی CO₂ نیز به بخش‌های «برق»، «سایر معادن»، «ساخت سایر محصولات کانی غیرفلزی»، «حمل‌ونقل» و «ساخت فلزات اساسی» اختصاص دارد.

۲. بیشترین محتوای انرژی تقاضای نهایی به بخش‌های «سایر خدمات»، «نفت خام و گاز طبیعی»، «حمل‌ونقل»، «ساختمان» و «ساخت مواد شیمیایی و محصولات شیمیایی» و بیشترین محتوای CO₂ تقاضای نهایی به بخش‌های «سایر خدمات»، «حمل‌ونقل»، «ساختمان»، «برق» و «نفت خام و گاز طبیعی» اختصاص دارد.

۳. بررسی ارتباط بین انرژی‌بری و آلاینده‌گی بخش‌ها نشان می‌دهد که بجز برخی از موارد استثناء، تقریباً ارتباط مستقیمی بین مصرف انرژی هر بخش با انتشار آلاینده آن وجود دارد. با این حال در این زمینه موارد استثنایی هم وجود دارد. به‌عنوان نمونه در بخش‌های «سایر معادن» و «برق» سهم انتشار

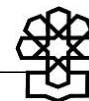
CO2 بیش از مصرف انرژی است. در بخش‌هایی نظیر «نفت خام و گاز طبیعی»، «ساخت مواد و محصولات شیمیایی» و «ساخت محصولات از لاستیک و پلاستیک» نیز سهم انرژی‌بری بیش از آلاینده‌گی است. به نظر می‌رسد یکی از دلایل این مسئله نوع سوخت مصرفی است.

۴. ارزیابی انرژی‌بری و آلاینده‌گی بخش‌های با قدرت تحرک‌آفرینی بالا در اقتصاد^۱ نشان می‌دهد «حمل‌ونقل» به‌عنوان یکی از بخش‌های کلیدی اقتصاد ایران سهم زیادی در مصرف انرژی و انتشار CO2 دارد. بخش‌های کلیدی «ساخت مواد شیمیایی و محصولات شیمیایی» و «ساخت فلزات اساسی» نیز در زمره بخش‌های با انرژی‌بری بالا محسوب می‌شوند. لذا هر نوع توسعه و گسترش آنها باید با لحاظ دو مؤلفه فوق باشد.

۵. بخش‌های «ساخت محصولات غذایی و انواع آشامیدنی‌ها»، «ساخت محصولات از توتون و تنباکو»، «ساخت پوشاک، عمل‌آوری و رنگ کردن خز»، «دباجی و پرداخت چرم و محصولات چرمی»، «انتشار، چاپ و تکثیر رسانه‌های ضبط شده»، «ساخت ماشین‌آلات دفتری، حسابداری و محاسباتی»، «ساخت رادیو و تلویزیون، دستگاه‌ها و وسایل ارتباطی»، «ساخت ابزار پزشکی، ابزار اپتیکی، ابزار دقیق و انواع ساعت»، «ساخت سایر تجهیزات حمل‌ونقل» شدت انرژی‌بری و آلاینده‌گی کمی دارند. در بین این بخش‌ها تنها بخش «ساخت محصولات غذایی و انواع آشامیدنی‌ها» از پیوندهای پسین قوی برخوردار است و می‌تواند گزینه مناسبی برای سیاست‌گذاری باشد. دو بخش «دباجی و پرداخت چرم و سایر محصولات چرمی» و «ساخت سایر تجهیزات حمل‌ونقل» نیز انرژی‌بری و آلاینده‌گی کمی دارند، اما به‌علت مقیاس کم در اقتصاد، پیوندهای پسین آنها از قدرت تحرک‌آفرینی بالایی برخوردار نیستند. سایر بخش‌ها پیوندهای ضعیفی دارند که یا ناشی از ماهیت آنهاست و یا ناشی از سیاست‌های گذشته و عدم انجام اقداماتی درخصوص توسعه و گسترش آنها.

یکی از مهمترین مشکلات تهیه این گزارش، عدم وجود آمار تفصیلی مصرف انرژی و انتشار آلاینده CO2 بخش‌ها در ترازنامه‌های انرژی کشور بود. این درحالی است که تراز انرژی بسیاری از کشورها اطلاعات مربوط به بخش‌های صنعت و حمل‌ونقل را در سطح زیربخش‌ها ارائه می‌کنند و نهادهای بین‌المللی نظیر آژانس بین‌المللی انرژی و سازمان ملل نیز در راهنمانامه‌های خود توصیه می‌کنند که ارائه آمار بخش‌ها در سطح تفصیلی صورت گیرد. لذا در این گزارش به‌علت عدم پاسخگویی ترازنامه‌های انرژی کشور به این نیاز، از آمارهای جانبی نظیر طرح کارگاه‌های صنعتی بالاتر از ده نفر کارکن و بیشتر

۱. بخش‌های کلیدی با استناد به گزارش «شناسایی بخش‌های کلیدی» براساس دو روش بردار ویژه و حذف فرضی عبارتند از: «زراعت و باغداری»، «دامداری، مرغداری، پرورش کرم ابریشم و زنبور عسل»، «ساخت کاغذ و محصولات کاغذی»، «ساخت محصولات از لاستیک و پلاستیک»، «ساخت محصولات فلزی فابریکی بجز ماشین‌آلات و تجهیزات»، «ساخت فرآورده‌های حاصل از تصفیه نفت و سوخت‌های هسته‌ای»، «ساخت مواد شیمیایی و محصولات شیمیایی»، «ساخت فلزات اساسی» و «حمل‌ونقل» (مرکز پژوهش‌های مجلس، ۱۳۹۴، شماره مسلسل ۱۴۷۴۳).



استفاده شده که خود دارای نارسایی‌هایی نظیر عدم پوشش کامل بخش صنعت است. به‌علاوه به‌علت وجود برخی تفاوت‌ها در تعاریف بخش‌هایی نظیر صنعت لازم بود که پیش از هر نوع محاسبه سازگاری و هماهنگی‌های لازم بین این دو صورت گیرد.

با توجه به مشاهدات فوق پیشنهاد‌های زیر در خصوص سیاست‌گذاری‌های مرتبط با مصرف انرژی و انتشار آلاینده ارائه می‌شود:

۱. راهکارهای مرتبط با صرفه‌جویی انرژی باید براساس مصرف انرژی هر بخش در کل زنجیره و نه صرفاً مصرف مطلق انرژی باشد. بنابراین برای صنایع سنگین و انرژی‌بر نظیر «برق»، «ساخت فلزات اساسی»، سیاست‌ها باید در جهت افزایش کارایی آنها از طریق تولید پاک، ممیزی انرژی، بروز نمودن فناوری و توقف فعالیت بخش‌های با فناوری منسوخ باشد. در خصوص بخش‌های با محتوای انرژی بالا نظیر «ساختمان»، نیز راهکارها باید بر مصرف انرژی در زنجیره عرضه نظیر زنجیره عرضه سبز و جلوگیری از تقاضای غیرمنطقی انرژی متمرکز باشد. علاوه بر این استفاده از ابزارهایی نظیر یارانه، مالیات سبز، وام‌های بانکی با نرخ بهره پایین، نیز می‌تواند در زمینه شکل‌گیری زنجیره عرضه سبز مفید باشد.
۲. با توجه به اهمیت بخش حمل‌ونقل در اقتصاد ایران و نقش بالای آن در مصرف انرژی و انتشار آلاینده، ضروری است همان‌طور که این بخش یکی از اولویت‌های اصلی لایحه برنامه ششم توسعه عنوان شده، توجه ویژه‌ای به توسعه حمل‌ونقل ریلی شود.
۳. در بخش نفت خام و گاز طبیعی با بهره‌گیری از تکنولوژی مناسب، از سوزانده شدن بخشی از گازهای همراه نفت جلوگیری شود.
۴. با توجه به شدت انرژی‌بری و آلایندگی بالای ایران و مشخص نبودن سهم هریک از بخش‌ها در این زمینه، پیشنهاد می‌شود شدت انرژی‌بری و آلایندگی به‌صورت بخشی اعلام شود.
۵. یکی از خلأهای اساسی ترازنامه‌های انرژی و هیدروکربوری که پژوهش‌های مرتبط را با ابهامات و چالش‌های زیادی مواجه ساخته، عدم استفاده از طبقه‌بندی‌های بین‌المللی نظیر ISIC است. علاوه بر این حتی ماهیت بخش‌های انرژی که در ۸ سرفصل کلی در ترازنامه ارائه شده مشخص نیست. به‌عنوان مثال ماهیت بخش‌هایی نظیر صنعت و یا جایگاه بخش‌هایی نظیر ساختمان^۱ و معدن اساساً مشخص نیست. بنابراین پیشنهاد می‌شود با استفاده از «راهنمای آمار انرژی آژانس بین‌المللی انرژی» و «راهنمانامه بین‌المللی آمار انرژی سازمان ملل» اولاً تعاریف مشخص برای هر سرفصل ارائه شود و ثانیاً اطلاعات مرتبط با مصارف انرژی و انتشار CO₂ در قالب طبقه‌بندی‌های بین‌المللی نظیر ISIC و به‌صورت تفصیلی ارائه شود.
۶. به‌علت نادیده گرفتن انتشار آلاینده‌ها در بخش‌های بالادستی و عدم گزارش آن در جداول فصل

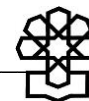
۱. فعالیت‌های مرتبط با آماده‌سازی زمین، احداث ساختمان، احداث ساختمان‌های زیربنایی نظیر راه‌سازی، سد، تونل، سازه، جاده و ...

مربوطه ترازنامه، پیشنهاد می‌شود با توجه به اهمیت مسائل زیست‌محیطی و تعهدات ایران در جامعه بین‌المللی برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، بازنگری‌های لازم در این زمینه صورت گیرد تا اطلاعات دقیق‌تری در اختیار پژوهشگران قرار گیرد.

۷. تهیه حساب‌های ادغام شده محیط زیستی و اقتصادی (SEEA) می‌تواند به شناسایی و ثبت آثار ناشی از تخریب و آلاینده‌گی محیط زیست کمک اساسی کند. نتایج این مطالعه و یا مطالعات مشابه می‌تواند برای سنجش شدت آلاینده‌گی بخش‌های تولیدی و اتخاذ سیاست‌های تشویقی و تنبیهی و طراحی مالیات‌های سبز مفید باشد و زمینه را برای رسیدن به رشد اقتصادی پایدار با لحاظ قیود زیست‌محیطی فراهم کند.

مقدمه

ضرورت دستیابی به نرخ رشد اقتصادی بالا برای خروج از رکود یکی از مهمترین چالش‌های پیش‌روی سیاستگذاران و برنامه‌ریزان کشور در سال جاری و سال‌های آتی است. با این وجود ایران یکی از مصادیق الگوی رشد با فشار بر منابع طبیعی محسوب شده و انتظار می‌رود در مسیر رشد، تقاضای انرژی به‌عنوان نهاده مهم و اساسی برای تولید، افزایش یابد و منجر به افزایش مصرف انرژی و در نتیجه افزایش آلاینده‌های زیست‌محیطی شود. گزارش آژانس بین‌المللی انرژی حاکی از آن است که علیرغم اجرای قانون هدفمندی یارانه‌ها که در آن بر بهینه‌سازی مصرف انرژی و اصلاح ساختار فناوری واحدهای تولیدی توجه شده، وضعیت ایران هم از منظر مصرف انرژی و هم انتشار آلاینده‌ها نامناسب بوده و مصرف انرژی و انتشار آلاینده CO₂ طی سال‌های اخیر کاهش نیافته است. نکته قابل توجه آن است که علیرغم رشد اقتصادی اندک و حتی منفی^۱ طی این سال‌ها، روند صعودی مصرف انرژی و انتشار آلاینده متوقف نشده و اجرای قانون هدفمندی یارانه‌ها که هدف اصلی آن اصلاح ساختار مصرف انرژی در کشور بوده نیز نتوانسته روند مذکور را متوقف سازد. بدین ترتیب انتظار می‌رود در صورت عدم انجام اصلاحات ساختاری در زمینه مصرف بهینه انرژی و کاهش انتشار گازهای آلاینده، هزینه‌های اقتصادی و اجتماعی گسترده‌ای برای ایران ایجاد شود. با توجه به آمارهای موجود که حاکی از سرعت بالای افزایش مصرف انرژی در ایران (متوسط رشد سالیانه ۵/۲ درصد طی ۲۵ سال اخیر) است، نگرانی‌های جدی در مورد توانایی کشورمان برای صادرات انرژی طی دهه‌های آینده ایجاد شده و ادامه این روند نه تنها مانع دستیابی ایران به توسعه پایدار خواهد بود، بلکه تعهدات ایران در جامعه جهانی در خصوص کاهش انتشار CO₂ را نیز خدشه‌دار خواهد کرد. در اجلاس جهانی تغییرات آب و هوایی که سال گذشته در پاریس برگزار شد



ایران تعهد کرده که به صورت داوطلبانه تا سال ۲۰۳۰، تا ۴ درصد از انتشار گازهای گلخانه‌ای خود را کاهش دهد^۱ و اگر کشوری برای جلوگیری از انتشار گازهای گلخانه‌ای اقدام عملی انجام ندهد با محدودیت‌های بین‌المللی نظیر محرومیت از سرمایه‌گذاری خارجی مواجه خواهد شد.^۲ بنابراین اگرچه دستیابی به نرخ‌های رشد بالا برای خروج اقتصاد ایران از رکود امری ضروری است اما هر نوع برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری در راستای رسیدن به چنین هدفی، باید با لحاظ مسائل زیست‌محیطی و کاهش مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای باشد.

اکثر مطالعاتی که تاکنون در حوزه شناسایی بخش‌های کلیدی در ایران انجام شده، بدون توجه به مسائل کلیدی نظیر مصرف انرژی و انتشار آلاینده‌های زیست‌محیطی صورت گرفته و اغلب آنها در زمینه ارتباط بین رشد اقتصادی، مصرف انرژی و انتشار گازهای آلاینده در سطح کلان و فارغ از سنجش این ارتباط در سطح بخشی بوده است. در مطالعات داخلی تنها می‌توان به جهانگرد (۱۳۹۳) اشاره کرد که در شناسایی بخش‌های کلیدی علاوه بر لحاظ نمودن روابط بین بخشی و ارزیابی پیوندها، به موضوع حداقل کردن انتشار آلاینده CO₂ نیز توجه نموده است.

این گزارش در ادامه سلسله گزارش‌های مرتبط با ارزیابی ماهیت بخش‌های اقتصاد ایران، به سنجش مصرف انرژی و انتشار آلاینده CO₂ در سطح بخش‌های مختلف اقتصادی می‌پردازد.^۳ هدف از این مطالعه بررسی آثار افزایش تولید بر مصرف انرژی در سطح بخش‌های مختلف مصرف‌کننده و انتشار آلاینده CO₂ با استفاده از الگوی داده - ستانده است.^۴ برای این منظور از آخرین جدول داده - ستانده بهنگام شده سال ۱۳۹۰ و آمارهای انرژی و آلاینده همان سال استفاده شده است. نتایج این مطالعه زمینه را برای تدوین و اجرای سیاست‌های مناسب اقتصادی، انرژی و زیست‌محیطی در سطح بخش‌های مختلف اقتصادی برای دستیابی به رشد و توسعه پایدار فراهم می‌نماید.

در این گزارش به دنبال پاسخگویی به سؤالات ذیل هستیم:

- وضعیت بخش‌های مختلف به لحاظ شدت مصرف انرژی و شدت انتشار آلاینده CO₂ به چه

صورت است؟

۱. در صورت لغو تحریم‌ها علیه ایران و کمک فنی و تجهیزاتی جامعه بین‌المللی، ایران به صورت داوطلبانه هشت درصد دیگر نیز از تولید گازهای گلخانه‌ای خود خواهد کاست.

۲. تعهدنامه کاپ ۲۱: آمریکا، چین و ۵۴ کشور این توافقنامه را امضا کرده‌اند و ایران نیز ملزم به اجرای آن است. عدم رعایت تعهدات ایران می‌تواند پیامدهای به مراتب شدیدتری نسبت به بحث هسته‌ای داشته باشد زیرا در تحریم‌های هسته‌ای فقط با کشورهای ۵+۱ روبرو بودیم اما در این تعهدنامه با کشورهای ساحلی روبرو هستیم که نیمی از جمعیت جهان را شامل می‌شوند و با تداوم گرم شدن زمین، در معرض خطر به زیر آب رفتن مواجهند (خبر شماره ۳۸۷۹، روزنامه دنیای اقتصاد، تاریخ ۱۳/۰۷/۱۳۹۵).

۳. برای اطلاع بیشتر مراجعه کنید به:

مروری بر روش‌های شناسایی بخش‌های کلیدی در اقتصاد، (صادقی، ۱۳۹۴-الف) و شناسایی بخش‌های کلیدی (صادقی، ۱۳۹۴-ب)

۴. شایان ذکر است محاسبه انتشار سایر گازهای گلخانه‌ای نیازمند به‌کارگیری روش‌های خاصی است و به اطلاعات بیشتری نظیر ویژگی‌های ترکیب سوخت، شرایط احتراق، فناوری سوخت، روش‌های کنترل انتشار آلاینده بستگی دارد. لذا در این گزارش فقط به محاسبه انتشار گاز CO₂ بسنده شده است.

- در صورتی که مبنای مقایسه بخش‌ها، محتوای انرژی و محتوای آلاینده باشد، چه نتایجی حاصل خواهد شد؟

- چه ارتباطی بین شدت انرژی‌بری بخش‌ها با شدت آلاینده‌گی آنها وجود دارد؟
- وضعیت بخش‌های کلیدی اقتصاد ایران به لحاظ مصرف انرژی و انتشار CO₂ به چه صورت است؟
- کدامیک از بخش‌های با شدت انرژی‌بری و آلاینده‌گی کم، گزینه مناسبی برای سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی هستند؟

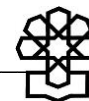
در راستای توضیحات فوق مطالب این گزارش به صورت زیر سازماندهی می‌شود: در بخش نخست مروری بر ادبیات نظری رابطه بین سه متغیر رشد اقتصادی، مصرف انرژی و انتشار CO₂ می‌شود. سپس جایگاه ایران در مصرف انرژی و انتشار آلاینده CO₂ مورد بررسی قرار می‌گیرد. در بخش سوم مبنای نظری سنجش میزان مصرف انرژی و انتشار آلاینده CO₂ ارائه می‌شود. بخش چهارم به تجزیه و تحلیل نتایج تعلق دارد. در بخش پنجم مقایسه‌ای بین انرژی‌بری و آلاینده‌گی بخش‌های اقتصادی صورت می‌گیرد. در ادامه وضعیت بخش‌های کلیدی اقتصاد از منظر مصرف انرژی و انتشار آلاینده بررسی خواهد شد. بخش نهایی نیز به نتیجه‌گیری و ارائه راهکارهای مرتبط با کاهش مصرف انرژی و انتشار CO₂ اختصاص دارد.

۱. مروری بر ادبیات رابطه بین متغیرهای رشد اقتصادی، مصرف انرژی و انتشار CO₂

ارتباط بین رشد اقتصادی، مصرف انرژی و انتشار آلاینده‌های زیست‌محیطی همواره یکی از مباحث بحث‌برانگیز مورد توجه اقتصاددانان بوده است. سوخت فسیلی یکی از حامل‌های اصلی انرژی است که در جریان فعالیت‌های اقتصادی به کار می‌رود و استفاده از آن از دو جهت نگران‌کننده است: نخست کاهش منابع تجدیدناپذیر و دوم انتشار گازهای گلخانه‌ای.

نتایج مطالعات تجربی نشان می‌دهد که توافق جامعی در مورد ارتباط بین رشد اقتصادی، مصرف انرژی و انتشار آلاینده‌های زیست‌محیطی وجود ندارد و ارتباط بین این سه متغیر به عواملی همچون روش مطالعه، دوره زمانی تحت بررسی و ویژگی‌های کشورهای مورد مطالعه بستگی دارد.

به طور کلی نتایج حاصله در خصوص ارتباط بین رشد اقتصادی و مصرف انرژی به سه دسته تقسیم می‌شود: گروه نخست رابطه یکسویه از مصرف انرژی به رشد اقتصادی را مورد تأیید قرار می‌دهند، در گروه دوم رابطه یکسویه از رشد اقتصادی به مصرف انرژی مورد تأیید است و گروه سوم رابطه علی دوسویه بین رشد اقتصادی و مصرف انرژی را برقرار می‌دانند. این تفاوت در نتایج رابطه رشد اقتصادی و مصرف انرژی در مطالعات مرتبط با سنجش ارتباط بین رشد اقتصادی و انتشار آلاینده CO₂ نیز برقرار



است. عجمی^۱ و همکاران (۲۰۱۵) نادیده گرفتن پارامترهایی همچون تغییر شرایط اقتصادی، فشارهای ژئوپلیتیک، قوانین و مقررات بین‌المللی سختگیرانه، حوادث طبیعی، فناوری‌های نوین مبتنی بر کاهش انتشار آلاینده‌ها، چرخه‌های اقتصادی و ترکیب متفاوت فعالیت‌های اقتصادی یک کشور در طول زمان را از علل بروز تفاوت در نتایج مطرح می‌کند و مطالعاتی که در آنها تغییرات این پارامترها در یک بازه زمانی در نظر گرفته شده است را دارای اعتبار بیشتری می‌داند. وی مطالعات مرتبط با ارتباط بین رشد اقتصادی، مصرف انرژی و آلاینده‌های زیست‌محیطی را در سه گروه طبقه‌بندی کرده است:

گروه اول: تمرکز بر ارتباط بین GDP و آلاینده‌های زیست‌محیطی و در واقع ارزیابی

صحت فرضیه منحنی زیست‌محیطی کوزنتس. این فرضیه که در اوایل دهه ۱۹۹۰ پدیدار شد، بیان می‌دارد که ارتباط بین تولید و تخریب زیست‌محیطی به صورت U معکوس است. به این معنا که رشد اقتصادی در مراحل اولیه خود منجر به تخریب محیط زیست می‌شود و پس از رسیدن به سطح حداکثر و در مراحل بالای رشد، وضعیت محیط زیست بهبود می‌یابد. در واقع طرفداران فرضیه کوزنتس معتقدند به دلیل بالا رفتن سطح آگاهی در مراحل بالای توسعه، قوانین زیست‌محیطی مفیدتری وضع و اجرا می‌شود و مخارج بیشتری برای حفظ محیط زیست مصرف می‌شود. به علاوه در سطوح بالای توسعه ساختار اقتصادی به سمت فعالیت‌های خدماتی حرکت می‌نماید. با این وجود توافق کلی در نتایج پژوهش‌های مربوطه مشاهده نمی‌شود.

گروه دوم: بررسی رابطه بین GDP و مصرف انرژی. در خصوص رابطه علی بین GDP و مصرف

انرژی چهار فرضیه وجود دارد: ۱. فرضیه بی‌طرفی: ^۲ به این معنا که هیچ رابطه علی بین این دو متغیر وجود ندارد و هیچ‌یک از دو سیاست اقتصادی محافظه‌کارانه^۳ و یا انبساطی^۴ مرتبط با مصرف انرژی تأثیر قابل توجهی بر GDP ندارند، ۲. فرضیه رشد: ^۵ ارتباط یک سویه از مصرف انرژی به GDP را مطرح می‌کند. بنابراین کاهش مصرف انرژی تأثیر نامطلوبی بر رشد اقتصادی خواهد گذاشت، ۳. فرضیه حفظ منابع طبیعی: ^۶ این فرضیه ادعا می‌کند که ارتباط یک‌سویه‌ای از GDP به مصرف انرژی وجود دارد و لذا اتخاذ سیاست حفاظت از انرژی تأثیر منفی بر GDP نخواهد گذاشت. و ۴. فرضیه بازخورد: ^۷ بر مبنای این نظریه رابطه علی دوسویه بین دو متغیر مصرف انرژی و GDP وجود دارد.

گروه سوم: ارتباط بین سه متغیر GDP، مصرف انرژی و انتشار آلاینده‌های زیست‌محیطی

بررسی می‌شود.

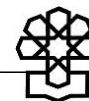
1. Ajmi
2. Neutrality Hypothesis
3. Conservative Policies
4. Expansive Policies
5. Growth Hypothesis
6. Conservation Hypothesis
7. Feedback Hypothesis

مطالعه عجمی نشان می‌دهد که در بین کشورهای G7 نتایج یکسانی به‌دست نیامده و لذا سیاستگذاری در مورد هر کشور منحصر به فرد خواهد بود. به‌عنوان نمونه در مورد ژاپن رابطه علی دوسویه بین مصرف انرژی و GDP وجود دارد و فرضیه بازخورد تأیید می‌شود. این درحالی است که نتایج مطالعه در مورد کانادا نشان می‌دهد که ارتباط یک‌سویه از مصرف انرژی به GDP وجود دارد که به معنای تأیید فرضیه رشد است. برای کشورهای فرانسه، آمریکا و انگلیس نیز هیچ نوع ارتباطی بین مصرف انرژی و GDP مشاهده نشده و لذا فرضیه خنثی تأیید می‌شود. برای دو کشور ژاپن و ایتالیا نیز رابطه علی یک‌سویه از GDP به انتشار CO2 وجود دارد. همچنین رابطه یک‌سویه از مصرف انرژی به انتشار CO2 در کشور فرانسه برقرار است درحالی که این رابطه برای آمریکا دو سویه است. بدین ترتیب اگرچه کشورهای G7 در مجموع به‌شدت وابسته به انرژی هستند اما درجات این وابستگی متفاوت بوده و لازم است بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی توازن برقرار نمایند و به‌دلیل تفاوت در رابطه بین سه متغیر رشد اقتصادی، مصرف انرژی و انتشار CO2 هر یک از این کشورها نیازمند سیاست‌های اقتصادی و انرژی منحصر به‌خود هستند. به‌عنوان نمونه در مورد کانادا که از فرضیه رشد پیروی می‌کند، هر نوع سیاستی که هدف آن محدود نمودن مصرف انرژی باشد الزاماً باید با لحاظ مؤلفه‌های رشد اقتصادی نیز باشد.

در ایران نیز مطالعاتی در زمینه ارتباط بین سه متغیر مذکور صورت گرفته است. نتایج این مطالعات حاکی از آن است که رابطه مثبتی بین افزایش GDP و مصرف انرژی و همین‌طور افزایش GDP و انتشار CO2 وجود دارد. در این خصوص می‌توان به مطالعات فطرس و همکاران (۱۳۹۰)، بهبودی و برقی (۱۳۸۷) اشاره نمود. به‌علاوه صادقی و سعادت (۱۳۸۳) نشان داده‌اند که رابطه علی دو طرفه بین تخریب محیط زیست و رشد اقتصادی در ایران وجود دارد. علت آن است که افزایش تولید در ایران مستلزم استفاده از انرژی است و انرژی یکی از عوامل مهم تولید محسوب می‌شود. دسترسی به انرژی ارزان و فراوان، پایین بودن فناوری تولید و به روز نبودن آن، ساختار انرژی بر تولید و استفاده از سوخت‌های فسیلی و فناوری‌های با آلاینده‌گی بالا از علل اصلی این رابطه دو طرفه در ایران است.

نتایج این مطالعات حاکی از ضرورت توجه به ابعاد زیست‌محیطی سیاستگذاری‌ها در

مسیر رسیدن به توسعه پایدار است. از همین روی در این گزارش وضعیت بخش‌های مختلف اقتصادی به‌لحاظ مصرف انرژی و انتشار آلاینده CO2 بررسی خواهد شد.



۲. بررسی وضعیت ایران و جهان از منظر مصرف انرژی، انتشار CO₂ و شاخص پایداری انرژی

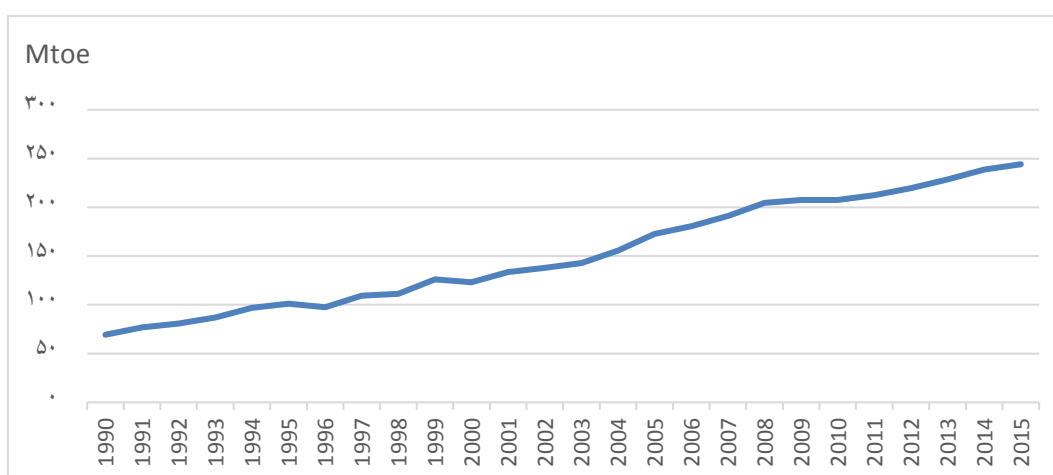
۲-۱. انرژی

بخش انرژی با توجه به نقش دوگانه آن در خصوص تأمین انرژی و درآمد ارزی در کشور، زیربنای اصلی توسعه به‌شمار می‌آید و همواره دارای نقش بنیادی در بخش‌های اجتماعی - اقتصادی بوده است. آمار و اطلاعات موجود حاکی از آن است که ارتباط معناداری بین مصرف انرژی و رشد و توسعه اقتصادی کشورها وجود دارد به نحوی که انرژی به‌عنوان یکی از عوامل تولید، تأثیر مهمی بر افزایش سطح تولید خواهد داشت (ترازنامه هیدروکربوری، ۱۳۹۰).

با استناد به سالنامه آماری انرژی جهانی رشد متوسط سالیانه مصرف کل انرژی در ایران طی دوره ۲۰۰۰-۲۰۱۵، برابر با ۴/۳ درصد بوده که بیش از رقم ۲/۲ درصد رشد متوسط سالیانه جهان است. به‌علاوه رتبه کشورمان از منظر کل مصرف انرژی از شانزده در سال ۲۰۰۰ به یازده در سال ۲۰۱۵ رسیده است (Enerdata, 2015).

نمودار ۱ روند مصرف انرژی در ایران را نشان می‌دهد. نکته حائز اهمیت در مورد این نمودار آن است که علی‌رغم اجرای قانون هدفمندی یارانه‌ها از سال ۲۰۱۰ میلادی، روند مصرف انرژی همچنان صعودی است و پس از یک دوره کاهش، مجدداً با سیر صعودی مواجه شده است. این در شرایطی است که فعالیت‌های اقتصادی کشور در رکود بسر می‌برند. از همین روی انتظار می‌رود با افزایش رونق و دستیابی به نرخ‌های رشد بالا، تقاضا برای انرژی با افزایش قابل توجهی روبرو شود.

نمودار ۱. روند مصرف انرژی در ایران

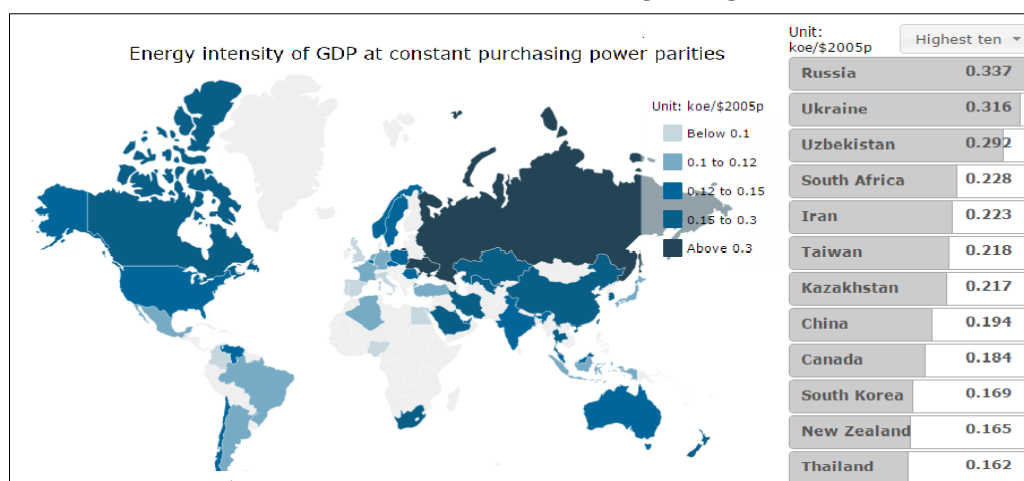


Source: Enerdata, 2016.

شکل ۱ وضعیت شدت انرژی در ایران و کشورهای جهان را به تصویر کشیده است. شدت انرژی، کارایی انرژی در سطح اقتصاد ملی هر کشور را مورد سنجش قرار می‌دهد و برابر با مقدار انرژی است که برای یک واحد

تولید ناخالص داخلی مصرف می‌شود. بنابراین در صورت کسر مقدار انرژی مصرفی و در مخرج ارزش تولید ناخالص داخلی حاصل شده به ازای این میزان مصرف انرژی قرار می‌گیرد. با مقایسه این شاخص برای سال‌های مختلف و کشورهای مختلف می‌توان روند استفاده از منابع انرژی در فرآیند تولید ملی کشورها را ارزیابی کرد.^۱ اعداد مربوطه کل انرژی مصرف شده برای یک دلار تولید ناخالص داخلی برحسب برابری قدرت خرید (PPP) به قیمت ثابت سال ۲۰۰۵ را نشان می‌دهد.^۲ بر این اساس مشاهده می‌شود که در سال ۲۰۱۵ ایران پس از کشورهای روسیه، اوکراین، ازبکستان و آفریقای جنوبی در رتبه پنجم بیشترین شدت انرژی قرار دارد. به این معنا که به ازای یک دلار تولید ناخالص داخلی به قیمت ثابت ۲۰۰۵ براساس شاخص برابری قدرت خرید، ۰/۲۲۳ کیلو معادل نفت انرژی مصرف می‌شود. با توجه به شکل ۱ ملاحظه می‌شود شدت انرژی در ایران بالاتر از کشور چین با بیش از یک میلیارد جمعیت و رشد اقتصادی بالا است که نیاز به تأمل دارد.

شکل ۱. شدت انرژی براساس تولید ناخالص داخلی به قیمت ثابت براساس شاخص برابری قدرت خرید برای سال ۲۰۱۵

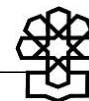


Source: Enerdata, 2016.

۱. شدت انرژی در هر کشور به اقلیم، وسعت و نوع فعالیت اقتصادی (گردشگری، خدماتی، تجاری، تولیدی و ...) و موارد دیگر مرتبط می‌شود. فعالیت‌های اقتصادی نظیر گردشگری، تجاری و خدماتی کمترین مصرف انرژی را دارند. درحالی که فعالیت‌های تولیدی (صنعت، صنایع معدنی، کشاورزی، نفت و پالایش، پتروشیمی و ...) به خصوص فعالیت‌های انرژی‌بر وابستگی بیشتری به مصرف انرژی دارند. بنابراین شاید مقایسه کشورها به دلیل تفاوت‌های موجود کار صحیحی نباشد. برای اطلاع بیشتر در این خصوص به گزارش (محمدخانی، ۱۳۹۴) مراجعه کنید.

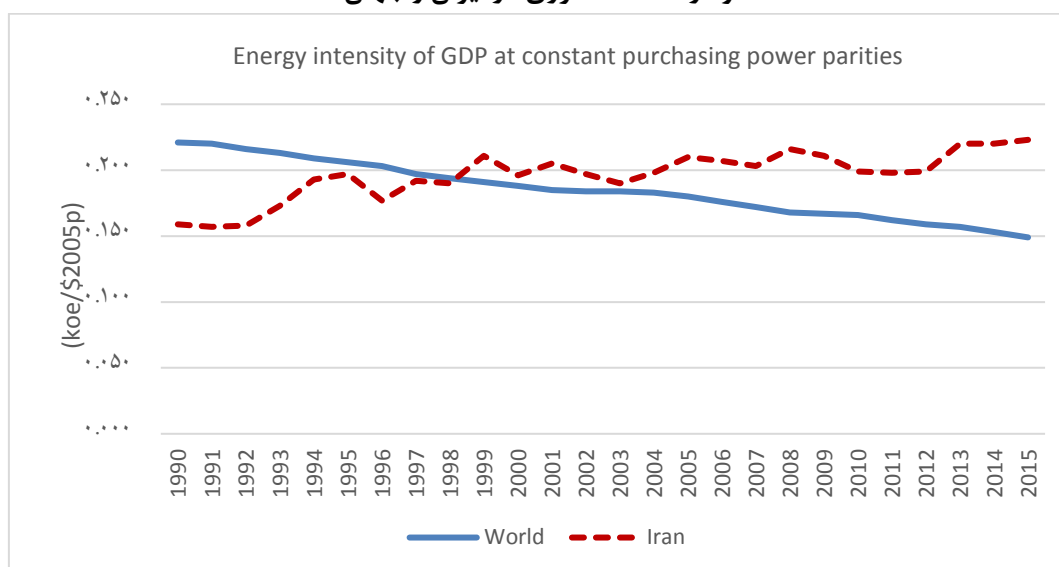
۲. شدت انرژی بسته به نوع تعریفی که از تولید ناخالص داخلی ارائه می‌شود، متفاوت خواهد بود. علت آن است که در مخرج کسر تولید ناخالص داخلی می‌تواند به دو صورت به کار رود: ۱. تولید ناخالص داخلی بر مبنای قیمت ثابت ارز و ۲. تولید ناخالص داخلی براساس شاخص برابری قدرت خرید. استفاده از هر یک از این دو شاخص نتایج متفاوتی را به دست می‌دهد. به دلیل نوسانات نرخ ارز توصیه می‌شود که شاخص برابری قدرت خرید مبنای مطالعه شاخص شدت انرژی قرار گیرد. رتبه ایران بسته به اینکه از کدامیک از این دو شاخص استفاده شود تفاوت قابل ملاحظه‌ای خواهد داشت. جهت اطلاع بیشتر به (محمدخانی، ۱۳۹۴) مراجعه شود.

۳. شدت انرژی در این نمودار از تقسیم کل مصرف انرژی یک کشور بر تولید ناخالص داخلی آن به دست آمده است. کل مصرف انرژی شامل زغال سنگ، گاز، نفت، برق، گرما و زیست توده است. همچنین در مخرج این نسبت باید دقت نمود که GDP بر اساس نرخ ارز ثابت و برابری قدرت خرید بیان شده تا اثرات تورم را از بین برده و تفاوت‌های موجود در سطح عمومی قیمت‌ها را منعکس ساخته و مصرف انرژی را به سطح واقعی فعالیت‌های اقتصادی مرتبط سازد. استفاده از شاخص برابری قدرت خرید به جای نرخ ارز مقدار GDP را در مناطقی که هزینه زندگی پایین‌تری دارند افزایش می‌دهد و لذا شدت انرژی آنها را کاهش می‌دهد.



در نمودار ۲ نیز روند شدت انرژی در ایران و جهان مقایسه شده است. مشاهده می‌شود که روند شدت انرژی در ایران برخلاف متوسط جهانی در حال افزایش است که این موضوع می‌تواند تهدیدی برای ایران باشد و ایران را از یک صادرکننده انرژی به کشوری واردکننده انرژی مبدل کند.

نمودار ۲. شدت انرژی در ایران و جهان



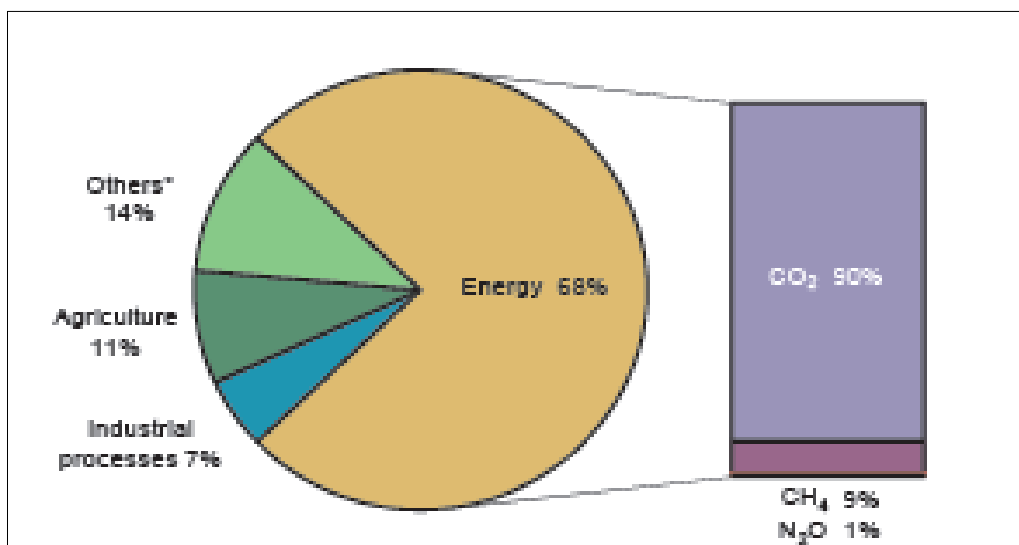
Source: Enerdata, 2015.

۲-۲. انتشار CO₂

گاز دی‌اکسیدکربن یکی از مهمترین گازهایی است که منجر به تغییرات آب و هوایی و گرمایش زمین شده و فعالیت‌های بشر نقش اساسی را در تشدید این روند داشته‌اند. طبق گزارش آژانس بین‌المللی انرژی غلظت دی‌اکسیدکربن طی یک قرن اخیر به شدت افزایش یافته و این مسئله می‌تواند هزینه‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی مختلفی را به همراه داشته باشد. گرم شدن زمین، تغییرات آب و هوایی و گرمایش جهانی، ذوب شدن یخ‌های قطبی و لذا بالا آمدن سطح آب‌ها و زیر آب رفتن خشکی‌ها و ... از جمله پیامدهای افزایش دی‌اکسیدکربن هستند. افزایش CO₂ یک مسئله جهانی است و افزایش آن در هر کشور، آثاری را برای همه کشورها خواهد داشت. از همین روی تاکنون تلاش‌هایی در سطح جهان برای سیاستگذاری جهت کنترل رشد گازهای گلخانه‌ای انجام شده است که از مهمترین آنها می‌توان به پروتکل کیوتو اشاره کرد (ذاکری، ۱۳۹۳، نظری و بخشی‌زاده، ۱۳۹۰).

بررسی سهم فعالیت‌های تولیدی در انتشار گازهای گلخانه‌ای حاکی از آن است که بخش انرژی به دلیل سهم بالای مصرف سوخت‌های فسیلی و لذا انتشار گاز CO₂، عامل اصلی انتشار گازهای گلخانه‌ای است.

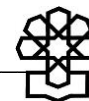
نمودار ۳. سهم فعالیت‌های تولیدی از انتشار گازهای گلخانه‌ای در سال ۲۰۱۰



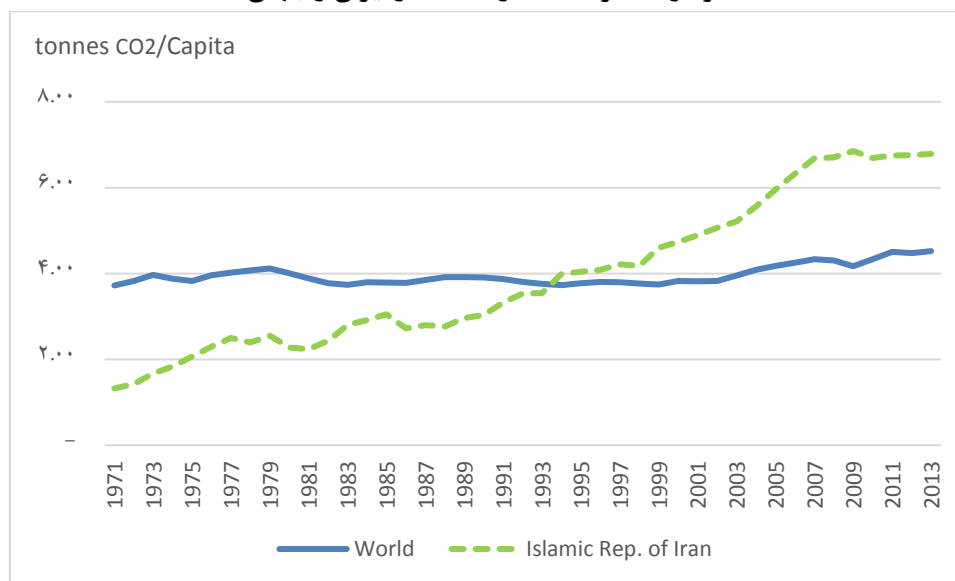
Source: IEA, 2015.

همان‌طور که در نمودار ۳ مشاهده می‌شود انتشار CO₂ ناشی از بخش انرژی حدود ۶۰ درصد از کل گازهای گلخانه‌ای در جهان را تشکیل می‌دهد که البته این رقم با توجه به ساختار هر کشور متفاوت است. با رشد اقتصادی و توسعه کشورها تقاضا برای انرژی به‌عنوان نهاده تولید افزایش می‌یابد و آمارهای موجود حاکی از آن است که کل عرضه انرژی اولیه در جهان طی سال‌های ۱۹۷۱ تا ۲۰۱۵ حدود ۱۵۰ درصد افزایش یافته که عمدتاً ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی بوده است. اگرچه سهم مصرف سوخت‌های فسیلی از کل تقاضای سوخت طی سال‌های ۱۹۷۱ تا ۲۰۱۳ حدود ۴ درصد کاهش یافته اما میزان تقاضای سوخت‌های فسیلی طی دوره مذکور حدود ۲/۶ برابر شده است. افزایش تقاضای جهانی مصرف سوخت‌های فسیلی نقش مهمی در روند افزایشی انتشار CO₂ داشته است. به‌طوری که از شروع انقلاب صنعتی، روند انتشار سالیانه CO₂ ناشی از سوخت‌های فسیلی به‌صورت نمایی افزایش یافته است (IEA, 2015 و Enerdata, 2016).

میزان انتشار CO₂ در ایران طی دوره ۱۹۷۱ - ۲۰۱۵ نیز صعودی بوده و از ۳۹ میلیون تن در ۱۹۷۱ به ۵۹۲ میلیون تن در سال ۲۰۱۵ افزایش یافته و ایران پس از کشورهای چین، آمریکا، هند، روسیه، ژاپن، آلمان و ایران در جایگاه هفتم بیشترین انتشار CO₂ قرار گرفته است. به‌عبارت دیگر انتشار CO₂ توسط ایران طی دوره مذکور تقریباً ۱۵ برابر شده است. همچنین بررسی آمارهای موجود حاکی از آن است که ایران حدود ۲ درصد از انتشار CO₂ در سطح جهان را به‌خود اختصاص داده است. نمودار ۴ سرانه انتشار CO₂ در ایران و جهان را نشان می‌دهد (همان).



نمودار ۴. سرانه انتشار CO₂ در ایران و جهان

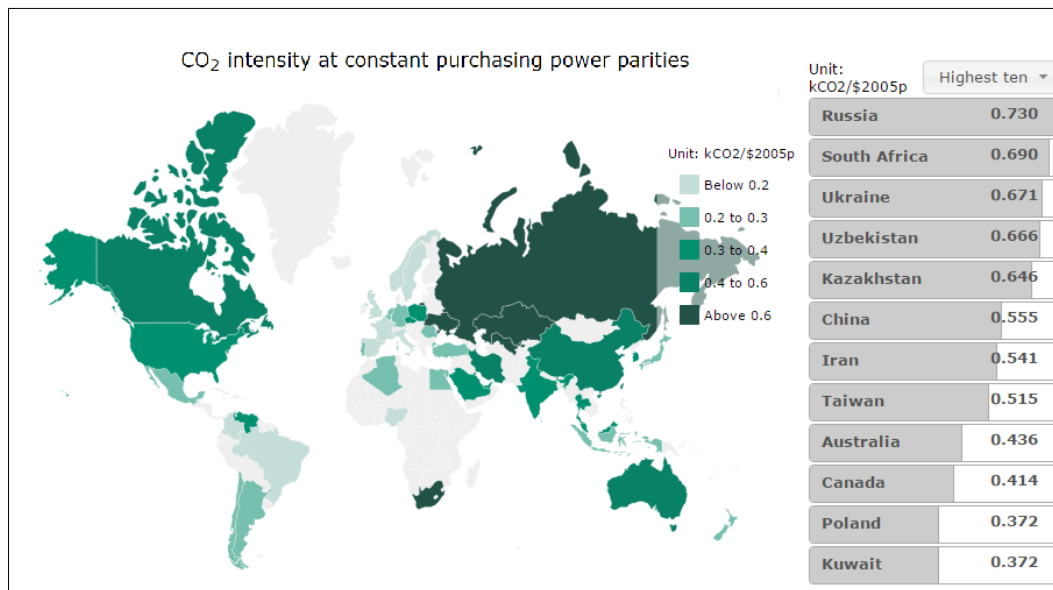


Source: Ibid.

همان‌طور که در این نمودار ملاحظه می‌شود، سرانه انتشار CO₂ در ایران از سال ۱۹۹۳ از جهان پیشی گرفته و نیازمند توجه و واکاوی دلایل مربوطه است. در شکل ۲ جایگاه ایران از منظر شدت انتشار CO₂^۱ در جهان به تصویر کشیده شده است. انتشار CO₂ تنها شامل انتشار آن از سوخت‌های فسیلی زغال‌سنگ، نفت خام و گاز طبیعی است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود در سال ۲۰۱۵ ایران پس از روسیه، آفریقای جنوبی، اوکراین، ازبکستان، قزاقستان و چین در جایگاه هفتم بیشترین شدت انتشار CO₂ قرار دارد. رقم ۰/۵۴۱ برای سال ۲۰۱۵ نشان می‌دهد که به ازای یک دلار تولید ناخالص داخلی برحسب برابری قدرت خرید (PPP) به قیمت ثابت سال ۲۰۰۵، ۰/۵۴۱ کیلوگرم CO₂ منتشر می‌شود.

۱. شدت انتشار CO₂ مقدار انتشار CO₂ (کیلوگرم) به ازای یک دلار تولید ناخالص داخلی برحسب برابری قدرت خرید (PPP) به قیمت ثابت سال ۲۰۰۵ را نشان می‌دهد. بنابراین در صورت کسر مقدار انتشار CO₂ ناشی از سوخت‌های فسیلی و در مخرج آن تولید ناخالص داخلی قرار دارد.

شکل ۲. شدت انتشار CO2 در سال ۲۰۱۵



Source: Enerdata, 2016.

۲-۳. شاخص پایداری انرژی

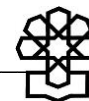
شاخص پایداری انرژی نیز که بیانگر تعادل میان سه رکن امنیت انرژی، برابری انرژی و پایداری زیست‌محیطی است، حاکی از رتبه نامناسب ایران در میان کشورهای مورد بررسی است به طوری که ایران از میان ۱۳۰ کشور مورد بررسی، رتبه ۹۱ شاخص پایداری انرژی را داراست. اگرچه رتبه ایران از منظر امنیت انرژی و برابری انرژی با بهبود قابل توجهی روبرو شده، اما به لحاظ پایداری زیست‌محیطی رتبه ۱۲۴ را در میان ۱۳۱ کشور کسب نموده که نشان‌دهنده شدت بالای انرژی و سطح بالای انتشار آلاینده است. جدول ۱ وضعیت ایران را در سه رکن ذکر شده به تصویر کشیده که در مورد پایداری زیست‌محیطی نگران‌کننده است.

جدول ۱. رتبه ایران در جهان با توجه به سه مؤلفه شاخص پایداری انرژی

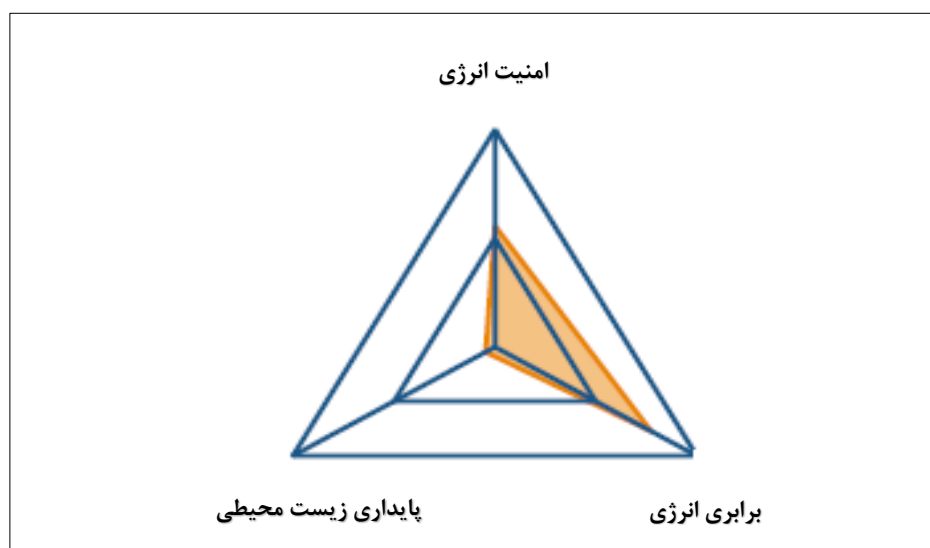
سال	۲۰۱۵	۲۰۱۴	۲۰۱۳
امنیت انرژی	۵۸	۶۶	۷۵
برابری انرژی	۲۸	۲۴	۴۴
پایداری زیست‌محیطی	۱۲۴	۱۲۰	۱۱۹
رتبه کلی	۹۱	۸۹	۹۱

Source: worldenergy.org

شکل ۳ نیز عدم تقارن در شاخص پایداری انرژی برای ایران را به تصویر کشیده است. همان‌طور که نشان داده شده وضعیت ایران در رأس پایداری زیست‌محیطی دچار عدم تقارن است.



شکل ۳. وضعیت ایران در شاخص پایداری انرژی



Source: worldenergy.org

۳. مبانی نظری محاسبه انرژی بری و انتشار آلاینده‌گی CO2 بخش‌های اقتصادی

هر نوع تحلیل جامع در خصوص مصرف انرژی بخش‌های اقتصادی نیازمند مدلی است که علاوه بر انرژی به کار رفته در تولید هر بخش، انرژی صرف شده برای تولید نهاده‌های واسطه‌ای بخش مذکور را نیز محاسبه کند. الگوی داده - ستانده به علت تمرکز بر روابط متقابل بین بخشی چارچوب مناسبی برای بررسی شدت انرژی بری بخش‌های اقتصادی است. بنابراین در این الگو می‌توان علاوه بر مصرف مستقیم انرژی توسط یک بخش، مصرف غیرمستقیم انرژی شامل انرژی به کار رفته در نهاده‌های واسطه‌ای بخش مذکور را نیز محاسبه کرد. توضیحات فوق در مورد انتشار آلاینده CO2 بخش‌ها نیز به همین صورت است.

مناسب‌ترین روش برای بررسی تحلیل‌های مرتبط با انرژی در الگوی داده - ستانده استفاده از جداول ترکیبی^۱ است که در آن برای بخش‌های انرژی از واحدهای فیزیکی (بی‌تی‌یو و یا میلیون بشکه معادل نفت خام) و برای بخش‌های غیرانرژی از واحدهای پولی استفاده می‌شود. در واقع بخش‌های این جداول در بلوک‌های مجزای انرژی و غیرانرژی قرار می‌گیرند. با این وجود تهیه این جداول نیازمند برخورداری از آمار تفصیلی مصرف بخش‌های اقتصادی از حامل‌های مختلف انرژی برحسب واحدهای فیزیکی است و تهیه آنها بدون دسترسی به چنین آماری امکان‌پذیر نیست. از همین روی در گزارش حاضر از روش متداول دیگری استفاده شده که اگرچه نسبت به روش ترکیبی دارای برخی از نارسایی‌ها است اما در غیاب جداول داده - ستانده ترکیبی تنها راه‌حل ممکن است. در این روش همه بخش‌های جدول داده - ستانده به صورت ارزشی بوده و مصارف انرژی و انتشار آلاینده CO2 بخش‌ها در قالب یک بردار فیزیکی و به صورت برونزا وارد مدل می‌شود. علاوه بر این در این گزارش

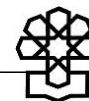
به سه علت از جدول داده - ستانده داخلی به جای جدول متعارف استفاده شده است:

۱. هدف سنجش انرژی‌بری بخش‌ها برای تولید کالاهای داخلی است و لذا کالاهای وارداتی که انرژی مورد نیاز آنها در کشور دیگری تأمین شده نمی‌تواند منظور شود.
۲. واردات واسطه نیاز به انرژی ندارد. بنابراین انتشار CO₂ ناشی از تولید آنها نیز به کشور تولیدکننده آنها مرتبط است و در محاسبات تنها باید تولیدات داخلی مورد توجه قرار گیرد.
۳. تقاضای نهایی (مصرف خانوار، دولت و تشکیل سرمایه) شامل واردات مصرفی و سرمایه‌ای است و لذا عدم تفکیک واردات، منجر به بزرگنمایی محتوای انرژی و محتوای CO₂ تقاضای نهایی بخش‌ها خواهد شد، لذا با فرض آنکه کلیه واردات رقابتی باشد، واردات از تولید داخلی تفکیک شده است. مبانی نظری روش تفکیک واردات به تفصیل در بانویی (۱۳۹۱) آمده است. در این گزارش از روش سوم تفکیک واردات برحسب واردات واسطه‌ای، مصرفی و سرمایه‌ای استفاده شده است. مبانی نظری سنجش انرژی‌بری و آلاینده‌های فعالیت‌های اقتصادی به‌طور کامل در پیوست ۱ توضیح داده شده است. در گزارش حاضر مفاهیم زیر مورد بررسی قرار خواهد گرفت:

۱. **مصرف مطلق انرژی:** عبارت است از انرژی نهایی استفاده شده در تولید یک بخش. ارقام مربوط به مصرف مطلق انرژی هر بخش براساس ترازنامه هیدروکربوری و یا ترازنامه انرژی قابل دسترسی است. این نوع انرژی فقط با انرژی ورودی به هر بخش در ارتباط است و انرژی به‌کار رفته در فرآیند تولید کالاهای واسطه بخش مذکور را شامل نمی‌شود. بدیهی است براساس این معیار مصرف انرژی هر بخش بدون توجه به حجم تولید آن مبنای مقایسه قرار می‌گیرد.
۲. **شدت انرژی‌بری مستقیم:** این معیار نشان می‌دهد هر بخش به ازای ارزش یک واحد^۱ از تولید خود چه مقدار انرژی^۲ را مستقیماً مصرف می‌کند. اگرچه شدت انرژی‌بری مستقیم، نارسایی معیار مصرف مطلق انرژی (محاسبه مصرف انرژی بخش‌ها بدون توجه به حجم تولید آنها) را ندارد، اما انرژی صرف شده در تولید نهاده‌های واسطه‌ای را نادیده می‌گیرد.
۳. **شدت انرژی‌بری غیرمستقیم:** نشان می‌دهد که به ازای ارزش یک واحد افزایش تقاضای نهایی یک بخش، چه میزان انرژی به‌صورت غیرمستقیم مصرف می‌شود. به عبارت بهتر شدت انرژی‌بری غیرمستقیم، مقدار انرژی صرف شده در نهاده‌های واسطه‌ای مورد نیاز یک بخش به ازای ارزش یک واحد تغییر در تقاضای نهایی آن را به‌دست می‌دهد.
۴. **شدت انرژی‌بری مستقیم و غیرمستقیم:** برابر است با میزان مصرف مستقیم و غیرمستقیم انرژی به ازای ارزش یک واحد افزایش تقاضای نهایی یک بخش. این شاخص کل انرژی مصرف شده در

۱. یک میلیون ریال.

۲. میلیون بشکه معادل نفت خام.



زنجیره را در نظر می‌گیرد. بنابراین مجموع «شدت انرژی‌بری مستقیم» و «شدت انرژی‌بری غیرمستقیم» برابر است با «شدت انرژی‌بری مستقیم و غیرمستقیم».

۵. محتوای انرژی تقاضای نهایی: اگر شدت انرژی‌بری مستقیم و غیرمستقیم هر بخش در تقاضای نهایی متناظر آن ضرب شود، حاصل انرژی مصرف شده در تقاضای نهایی را به دست می‌دهد. به علت آنکه در این مطالعه از جدول داخلی استفاده شده و محتوای انرژی کالاهای وارداتی در نظر گرفته نمی‌شود لذا مجموع مصارف مطلق انرژی بخش‌ها با مجموع محتوای انرژی تقاضای نهایی آنها برابر است. از همین روی حسن محاسبه این معیار آن است که از قابلیت مقایسه با مصرف مطلق انرژی بخش‌ها برخوردار است. در خصوص انتشار آلاینده CO₂ نیز همانند توضیحات فوق، ۵ معیار در نظر گرفته شده و تحلیل‌ها بر این اساس ارائه شده است. در قسمت بعد پایه‌های آماری به تفصیل بیان شده است.

۴. پایه‌های آماری میزان مصرف انرژی و انتشار CO₂ بخش‌های اقتصادی

همان‌طور که در قسمت پیشین شرح داده شد در این گزارش الگوی داده - ستانده مبنای ارزیابی میزان مصرف مستقیم و غیرمستقیم انرژی و انتشار مستقیم و غیرمستقیم آلاینده در بخش‌های مختلف اقتصادی قرار گرفته است. جدول داده - ستانده مورد استفاده جدول ارزشی است و شدت انرژی‌بری و آلاینده‌گی بخش‌های اقتصادی به صورت برداری برونزاست که مقادیر متناظر آن برای هر بخش برحسب بشکه معادل نفت خام بیان شده است. بنابراین پایه‌های آماری مورد استفاده عبارتند از:

۱. جدول داده - ستانده ارزشی بهنگام شده سال ۱۳۹۰ مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی برای محاسبه میزان مصرف مستقیم و غیرمستقیم انرژی و همین‌طور میزان انتشار مستقیم و غیرمستقیم CO₂. این جدول شامل ۷۱ بخش اقتصادی است لکن به دلیل فقدان اطلاعات مرتبط با مصرف انرژی و انتشار CO₂ بخش‌ها، به ۳۱ بخش تجمیع شده است.

۲. آمارهای مربوط به مصرف انرژی و انتشار آلاینده دی‌اکسید کربن، که به صورت مقداری (برحسب مترمکعب، بشکه معادل نفت خام، کیلووات ساعت، لیتر، تن و ...) هستند و از ترازنامه هیدروکربوری سال ۱۳۹۰ استخراج شده است.

۳. نتایج طرح آمارگیری از کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیشتر مرکز آمار ایران. از آنجایی که در ترازنامه هیدروکربوری میزان مصرف انرژی صنعت به صورت رقمی کلی ارائه شده لذا از نتایج طرح مذکور برای بخش صنعت استفاده شده است.

۴. نتایج طرح آمارگیری از معادن در حال بهره‌برداری کشور در سال ۱۳۹۰ مرکز آمار ایران. در ترازنامه هیدروکربوری آمار مصرف انرژی در ۸ سرفصل کلی و به تفکیک انواع مختلف انرژی مصرفی در هر سرفصل آورده شده است. از آنجایی که حامل‌های مختلف انرژی برحسب واحدهای مختلف

هستند، لذا به منظور سهولت در محاسبات و قابلیت جمع‌پذیری، با استفاده از واحدهای تبدیل ابتدا تمامی آنها همگن و به یک واحد (بشکه معادل نفت خام) محاسبه شده‌اند. جدول زیر آمار مذکور را در سال ۱۳۹۰ نشان می‌دهد. مراد از مصرف انرژی^۱ مصرف فرآورده‌های نفتی (شامل گاز مایع، بنزین موتور، نفت سفید، نفت گاز و نفت کوره)، زغال سنگ، گاز طبیعی، مایعات و میعانات گازی و برق است. در ترازنامه هیدروکربوری گروهی از فعالیت‌ها به‌عنوان مصرف‌کننده انرژی نهایی معرفی شده‌اند. جدول ۲ مصرف انرژی نهایی در فعالیت‌های مذکور را نشان می‌دهد.

جدول ۲. مصرف انرژی نهایی در بخش‌های مختلف

(میلیون بشکه معادل نفت خام)

ردیف	فعالیت	سال ۱۳۹۰
۱	خانگی	۳۵۸/۱
۲	تجاری، خدماتی و عمومی	۷۰/۰۸
۳	حمل و نقل	۲۹۴/۳۱
۴	صنعتی	۳۱۵/۰۳
۵	کشاورزی	۴۵/۶۸
۶	پتروشیمی (خوراک)	۱۲۶/۲۳
۷	سایر و غیرانرژی‌زا	۹
۸	مصارف نامشخص	۸/۸۵
	مجموع مصرف نهایی انرژی	۱۲۲۷/۳

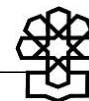
مأخذ: ترازنامه هیدروکربوری سال ۱۳۹۰.

با این حال برخی از بخش‌ها نظیر استخراج نفت خام، نیروگاه،^۲ پالایشگاه^۳ و ایستگاه‌های تقویت فشار گاز نیز هستند که در فرآیند تبدیل، فراورش و انتقال انرژی، مصرف‌کننده انرژی هستند و نباید نادیده گرفته شوند. همچنین مصرف واحدهای پتروشیمی از گاز به‌عنوان سوخت مصرفی باید به انرژی مصرفی این بخش اضافه گردد. جدول ۳، سوخت مصرفی هریک از بخش‌های مذکور را نشان می‌دهد. نحوه محاسبه هریک از اقلام این جدول در قسمت‌های آتی به تفصیل بیان خواهد شد.

۱. انرژی شامل سه نوع انرژی اولیه، ثانویه (تبدیلات) و نهایی است. منظور از انرژی اولیه صورتی از انرژی است که در طبیعت در دسترس است و در معرض هیچ‌گونه تبدیل قرار نگرفته باشد. انرژی اولیه شامل نفت خام، گاز طبیعی غنی، زغال سنگ، برق آبی، انرژی‌های تجدیدپذیر، هیزم و سوخت‌های سنتی است. انرژی ثانویه صورتی از انرژی است که از طریق فرآیند فراورش و یا تبدیل انرژی اولیه به‌دست می‌آید مانند فرآورده‌های نفتی، گاز طبیعی و برق. انرژی نهایی عبارت است از هر نوع انرژی اولیه و یا ثانویه که پس از کسر تلفات توزیع و مقادیر ذخیره شده برای خرید در دسترس مصرف‌کننده قرار می‌گیرد. انرژی نهایی به مصرف فعالیت‌های خانگی، تجاری، کشاورزی، صنعت، حمل و نقل و پتروشیمی می‌رسد (ترازنامه هیدروکربوری سال ۱۳۹۳).

۲. در نیروگاه‌های حرارتی سوخت‌های مایع، گاز طبیعی و زغال سنگ به برق تبدیل می‌شوند.

۳. پالایشگاه شامل پالایشگاه نفت و پالایشگاه گاز است. در پالایشگاه نفت، نفت خام پس از فراورش به انواع فرآورده‌ها تبدیل می‌شود و در پالایشگاه گازی گاز غنی به گاز سبک و مایعات و میعانات گازی تبدیل می‌شود. بنابراین در فرآیند مذکور بخش پالایشگاه نیاز به سوخت جهت فراورش انرژی اولیه دارد.



جدول ۳. مصرف انرژی در سایر بخش‌ها

(میلیون بشکه معادل نفت خام)

ردیف	بخش	سال ۱۳۹۰
۱	نیروگاه	۳۷۵/۷۴
۲	پتروشیمی (سوخت)	۵۱/۲۹
۳	استخراج نفت خام	۲۲۳/۹
۴	پالایشگاه نفت	۳۴/۱۵
۵	پالایشگاه گاز	۲۰/۹۸
۶	ایستگاه‌های تقویت فشار گاز	۱۱/۱۷
	مجموع	۷۲۵/۶۹

مأخذ: محاسبات تحقیق براساس ترازنامه هیدروکربوری سال ۱۳۹۰.

میزان انتشار CO₂ در ۶ سر فصل کلی «خانگی و تجاری»، «صنعت»، «حمل‌ونقل»، «کشاورزی»، «نیروگاه» و «پالایشگاه» در جدول ۴ ارائه شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود بخش‌های نیروگاه، خانگی و تجاری و حمل‌ونقل سهم قابل توجهی در انتشار این گاز دارند.

جدول ۴. انتشار دی‌اکسیدکربن در بخش‌های مختلف

(تن در سال)

ردیف	بخش	۱۳۹۰
۱	خانگی و تجاری	۱۲۱۲۷۵۶۴۲
۲	صنعت	۹۴۸۰۵۷۰۶
۳	حمل‌ونقل	۱۰۷۶۶۵۸۷۵
۴	کشاورزی	۱۱۳۳۲۶۴۵
۵	نیروگاه	۱۴۹۲۴۲۱۱۰
۶	پالایشگاه نفت	۱۱۷۸۵۷۲۸
	مجموع	۴۹۶۱۰۷۷۰۶

مأخذ: ترازنامه هیدروکربوری سال ۱۳۹۰.

با توجه به جداول ۲ الی ۴ دو نارسایی اساسی در ارتباط با ترازنامه هیدروکربوری مشاهده می‌شود.^۱

۱. عدم ارائه اطلاعات مصرف انرژی و انتشار CO₂ بخش‌ها در سطح تفصیلی. به‌عنوان نمونه بخش صنعت از منظر طبقه‌بندی ISIC شامل ۲۲ زیربخش است حال آنکه ارقام ترازنامه تنها یک رقم کلی را نشان می‌دهد.

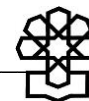
۱. نکات فوق درخصوص ترازنامه انرژی نیز صادق است.

۲. عدم ارائه تعاریف مشخص در خصوص ماهیت بخش‌ها، به‌طور مثال ماهیت بخش صنعت مشخص نیست و در ترازنامه سال‌های مختلف جایگاه بخش‌های معدن و ساختمان اساساً مشخص نشده است. تنها در ترازنامه هیدروکربوری سال ۱۳۹۳ برای نخستین بار به این نکته بسنده شده که بخش صنعت شامل دو بخش معدن و ساختمان نیز هست. شایان ذکر است که راهنمانامه آمار انرژی سازمان ملل و همین‌طور آژانس بین‌المللی انرژی اطلاعات مفیدی در زمینه طبقه‌بندی زیربخش‌های صنعت و تناظر آنها با کدهای ISIC ارائه نموده‌اند.^۱

علاوه بر نارسایی‌های فوق، سهولت استفاده از ترازنامه‌های انرژی کشور مسئله مهمی است که نباید نادیده گرفته شود. وجود ابهاماتی نظیر مشخص نبودن تعاریف برخی از بخش‌ها، عدم ارائه اطلاعات در سطح زیربخش‌ها و نادیده گرفتن برخی از بخش‌ها در جداول نهایی ترازنامه، حاکی از ضرورت بازنگری در شیوه ارائه اطلاعات ترازنامه است. به‌عنوان نمونه در بخش انتشار گازهای آلاینده و جداول فصل مربوطه مشخص نیست که انتشار گازهای آلاینده در صنایع بالادستی چه میزان است و این موضوع می‌تواند دقت نتایج به‌دست آمده را دچار اشکال کند.

در راستای توضیحات فوق پیشنهاد می‌شود با استفاده از «راهنمای آمار انرژی آژانس بین‌المللی انرژی» و «راهنمانامه بین‌المللی آمار انرژی سازمان ملل» اولاً تعاریف مشخص برای هر سرفصل ارائه شود و ثانیاً اطلاعات مرتبط با مصارف انرژی و انتشار CO₂ بخش‌ها در قالب طبقه‌بندی‌های بین‌المللی نظیر ISIC و به‌صورت تفصیلی ارائه شود. همچنین به‌علت نادیده گرفتن انتشار آلاینده‌ها در بخش‌های بالادستی و عدم گزارش آن در جداول فصل مربوطه ترازنامه، بازنگری‌های لازم در این زمینه صورت گیرد تا اطلاعات دقیق‌تری در اختیار پژوهشگران قرار گیرد. خاطرنشان می‌شود ارائه اطلاعات ترازنامه به‌صورت تفصیلی می‌تواند زمینه را برای تهیه حساب‌های ادغام شده محیط زیستی و اقتصادی (SEEA) فراهم کند که از مهمترین محاسن آن شناسایی و ثبت آثار ناشی از تخریب و آلاینده‌گی محیط زیست است. در این گزارش به‌علت عدم پاسخگویی ترازنامه‌های انرژی و هیدروکربوری کشور به نیازهای آماری مطالعه، از آمارهای جانبی مصرف انرژی استفاده شده است. به‌علاوه در برخی موارد تعدیلاتی برای همگن‌سازی اطلاعات ترازنامه با جدول داده - ستانده سال ۱۳۹۰ در سطح ۳۱ بخش انجام شده است.

۱. متأسفانه بررسی پژوهش‌های پیشین در زمینه انرژی‌بری و آلاینده‌گی بخش‌ها حاکی از آن است که عدم توجه به شفافیت در ارائه آمار ترازنامه‌های انرژی، منجر به بروز خطاهایی در به‌کارگیری اطلاعات ترازنامه‌ها و تأثیر آن بر نتایج محاسبات شده است.



۴-۱. تجاری، خدماتی و عمومی

مصرف انرژی: بخش تجاری شامل بخش‌های عمومی، ادارات، مدارس، هتل‌ها، رستوران‌ها، ساختمان‌های دولتی، بیمارستان‌ها و اماکن مشابه است. با استناد به طبقه‌بندی بخش‌ها در جدول داده - ستانده سال ۱۳۹۰، آمار این سرفصل به مصرف «خدمات بجز حمل‌ونقل»^۱ در جدول داده - ستانده اختصاص دارد که معادل ۷۰/۰۸ میلیون بشکه معادل نفت خام است.

انتشار دی‌اکسیدکربن: در ترازنامه هیدروکربوری مصرف انرژی برای بخش تجاری، خدماتی و عمومی از بخش خانگی به تفکیک ارائه شده است. اما این موضوع در خصوص انتشار CO₂ مشاهده نمی‌شود و انتشار دی‌اکسیدکربن در سرفصل خانگی و تجاری به تفکیک نیست. لذا میزان انتشار CO₂ بخش‌های مذکور به نسبت سهم تقاضای آنها از گاز طبیعی و فرآورده‌ها در جدول داده - ستانده سال ۱۳۹۰ محاسبه شده است.

جدول ۵. اختصاص بخش خانگی و تجاری به زیربخش‌ها (تن در سال)

بخش	سایر خدمات	خانگی ^۲	مجموع
انتشار CO ₂ ناشی از مصرف گاز و فرآورده	۶۱۲۱۱۹۳۳	۶۰۰۶۳۷۰۹	۱۲۱۲۷۵۶۴۲

مأخذ: محاسبات تحقیق.

۴-۲. حمل‌ونقل

همان‌طور که در جداول ۲ و ۴ مشاهده می‌شود میزان مصرف انرژی و انتشار آلاینده CO₂ در سرفصل حمل‌ونقل مشخص شده است. بنابراین تنها باید زیربخش‌های خدمات حمل‌ونقل شامل «حمل‌ونقل ریلی»، «حمل‌ونقل جاده‌ای»، «حمل‌ونقل لوله‌ای»، «حمل‌ونقل آبی»، «حمل‌ونقل هوایی» و «خدمات پشتیبانی و انبارداری» در جدول داده - ستانده سال ۱۳۹۰ را تجمیع نموده و عدد مربوطه را به آن تخصیص داد. شایان ذکر است ارائه آمار بخش حمل‌ونقل به تفصیل زیربخش‌ها می‌تواند تصویر واقع‌بینانه‌تری از وضعیت این بخش ارائه دهد.

۱. شامل بخش‌های «عمده‌فروشی، خرده‌فروشی، تعمیر وسایل نقلیه و کالاها»، «هتل و خوابگاه»، «رستوران»، «پست و مخابرات»، «بانک»، «سایر واسطه‌گری‌های مالی»، «بیمه»، «خدمات واحدهای مسکونی شخصی»، «خدمات واحدهای مسکونی اجاری»، «خدمات واحدهای غیرمسکونی»، «خدمات دلان مستغلات»، «کرایه و خدمات کسب‌وکار»، «امور عمومی»، «خدمات شهری»، «امور دفاعی»، «امور انتظامی»، «تأمین اجتماعی اجباری»، «آموزش ابتدایی دولتی و خصوصی»، «آموزش متوسطه عمومی و متوسطه فنی و حرفه‌ای دولتی و خصوصی»، «آموزش عالی دولتی و خصوصی»، «آموزش بزرگسالان دولتی و خصوصی»، «بهداشت و درمان دولتی و خصوصی»، «دامپزشکی»، «مددکاری اجتماعی»، «تفریحی، فرهنگی و ورزشی، مذهبی و سیاسی» و «سایر خدمات».

۲. هدف این گزارش بررسی میزان انرژی‌بری و انتشار CO₂ در سطح بخش‌های مختلف اقتصادی با استفاده از جدول داده - ستانده است و بررسی میزان انتشار CO₂ توسط خانوارها جزء اهداف این گزارش نیست و لذا پس از تفکیک سرفصل خانگی و تجاری، صرفاً از اطلاعات مرتبط با بخش تجاری استفاده شده است.

۳-۴. کشاورزی

منظور از بخش کشاورزی در ترازنامه هیدروکربوری زیربخش‌های مرغداری، کارخانجات بزرگ کشت و صنعت، زراعت (غلات، سیفی، حبوبات و سبزیجات) و کشت‌های گلخانه‌ای و دامداری و پرورش آبزیان است. به‌علت آنکه هیچ نوع اطلاعاتی از میزان سوخت مصرفی این بخش‌ها به تفکیک وجود ندارد لذا بخش‌های «زراعت و باغداری»، «دامداری، مرغداری، پرورش کرم ابریشم و زنبور عسل»، «جنگلداری» و «ماهگیری» در جدول داده - ستانده سال ۱۳۹۰ با هم تجمیع شده‌اند و میزان مصرف انرژی و انتشار CO₂ جداول ۲ و ۴ به آن اختصاص یافته است.

۴-۴. استخراج نفت خام

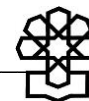
مصرف انرژی: اغلب میداین بزرگ نفتی کشور در نیمه عمر خود قرار گرفته‌اند و کاهش تولید به‌علت افت فشار مخازن امری طبیعی است. به همین علت با تزریق گاز در مخزن، تولید صیانتی حفظ خواهد شد. براساس ترازنامه هیدروکربوری، در سال ۱۳۹۰ مجموع کل گاز تزریق شده به میداین نفتی برابر با ۸۶/۸۹ میلیون مترمکعب در روز بوده که معادل ۲۲۴ میلیون بشکه معادل نفت خام در سال است.

انتشار دی‌اکسیدکربن: عملیات تولید نفت خام با تولید گاز غنی همراه توأم می‌باشد که قسمتی از آن برای تزریق به میداین نفتی و بخش عمده آن برای فراورش در کارخانجات گاز و گاز مایع جهت تأمین مصرف گاز کشور به خطوط لوله گاز تزریق می‌شود. با این وجود بخشی از این گاز در ایران به‌علت نبود تکنولوژی مناسب سوزانده می‌شود. آمار این گازهای سوزانده شده در ترازنامه هیدروکربوری سال ۱۳۹۰ با عنوان «گاز همراه قابل جمع‌آوری» آورده شده است. در سال ۱۳۹۰ مقدار بالقوه گازهای همراه قابل جمع‌آوری ۳۷/۴۶ مترمکعب در روز است که برابر با ۹۶/۵۳ میلیون بشکه معادل نفت خام در سال هست. خاطرنشان می‌شود که در جداول فصل مربوط به آلاینده‌های محیط زیست در ترازنامه هیدروکربوری، انتشار CO₂ ناشی از سوزاندن گازهای همراه نفت مورد توجه قرار نگرفته است. لذا پیشنهاد می‌شود بازنگری‌های لازم در این زمینه صورت گیرد.

جدول ۶. میزان انتشار CO₂ در بخش استخراج نفت خام و گاز طبیعی

جمع کل	۱۳۹۰
۳۷/۴۶	میلیون مترمکعب در روز تقویمی
۱۳۶۷۲۹۰۰	هزار مترمکعب در سال
۵۵۹۶۳۱۷۹۷	میلیون بی‌تی‌یو
۲۹۶۹۴۰۶۳	تن CO ₂

مأخذ: همان.



۴-۵. سایر معادن

با توجه به عدم پاسخگویی ترازنامه هیدروکربوری در زمینه مصرف انرژی و انتشار CO₂ در بخش معدن، از نتایج طرح آمارگیری از معادن در حال بهره‌برداری کشور در سال ۱۳۹۰ مرکز آمار ایران استفاده شده است. لذا در گام اول سوخت مصرفی معادن در حال بهره‌برداری از نفت سفید، گازوئیل، گاز طبیعی، گاز مایع، بنزین، نفت سیاه و نفت کوره و برق به‌دست آمد و سپس ارقام مذکور به واحد بشکه معادل نفت خام تبدیل شد. به‌علاوه به‌منظور محاسبه میزان انتشار CO₂، ابتدا ارقام متناظر با هر سوخت مصرفی به میلیون بی تی یو تبدیل و سپس میزان انتشار آلاینده CO₂ به‌دست آمد. نتایج حاصله در جدول ۷ نشان داده شده است.

جدول ۷. انرژی مصرفی و انتشار آلاینده CO₂ در بخش معدن

مجموع	۱۳۹۰
۸۴۵۱۵۵	بشکه معادل نفت خام
۱۸۱۷۹۵۴۷	تن CO ₂

مأخذ: همان.

۴-۶. پتروشیمی

مصرف انرژی: میزان مصرف انرژی که شامل خوراک و سوخت مصرفی پتروشیمی است در جداول ۲ و ۳ آمده است. لذا مصرف انرژی در فعالیت پتروشیمی در سال ۱۳۹۰ برابر با ۱۷۷/۵۲ میلیون بشکه معادل نفت خام است. شایان ذکر است که در ترازنامه هیدروکربوری سال ۱۳۹۰ اختلافاتی بین ارقام ارائه شده برای خوراک مصرفی بخش پتروشیمی مشاهده می‌شود. به این صورت که در صفحه ۱۴۳ آن رقم ۱۵۱/۴۹ میلیون بشکه معادل نفت خام گزارش شده و در صفحه ۴۹۳ آن این رقم برابر با ۱۲۶/۲۳ میلیون بشکه معادل نفت خام گزارش شده است. در این گزارش رقم ارائه شده در جدول تراز انرژی (۱۲۶/۲۳) مبنای محاسبه قرار گرفته است.

انتشار دی‌اکسید کربن: همان‌طور که گفته شد در فعالیت پتروشیمی انرژی مصرفی به دو صورت است. خوراک مصرفی و سوخت مصرفی. برای انتشار دی‌اکسید کربن صرفاً رقم سوخت مصرفی مورد نیاز است. جدول ۸ میزان CO₂ منتشره ناشی از فعالیت پتروشیمی را نشان می‌دهد.

جدول ۸. میزان CO₂ منتشره در فعالیت پتروشیمی

پتروشیمی (سوخت گاز)	بخش
۵۱/۲۹	میلیون بشکه معادل نفت خام
۲۹۷۴۸۲۰۰۰	میلیون بی تی یو
۱۵۷۸۴۳۹۵	تن CO ₂

مأخذ: همان.

۴-۷. نیروگاه

نیروگاه‌های حرارتی شامل نیروگاه‌های سیکل ترکیبی، گازی و دیزلی هستند که برای تولید برق از سوخت‌های مایع و یا گاز طبیعی استفاده می‌کنند. مصرف سوخت در نیروگاه‌های حرارتی در سال ۱۳۹۰ برابر با ۳۷۵/۷ میلیون بشکه معادل نفت خام بوده است. عنوان نیروگاه در جداول ۳ و ۴ با توجه به نظام طبقه‌بندی فعالیت‌ها (ISIC.rev3.1) به بخش «برق» در جدول داده - ستانده تعلق دارد. بنابراین عدد مربوط به مصرف انرژی و انتشار CO₂ در این جداول به آن اختصاص یافته است. شایان ذکر است که در ترازنامه هیدروکربوری دو رقم برای مصرف انرژی در بخش نیروگاه در نظر گرفته شده است. به طوری که در فصل مربوط به نیروگاه میزان سوخت مصرفی آن برابر ۳۸۴/۹۶ میلیون بشکه معادل نفت خام برای سال ۱۳۹۰ اعلام شده، در حالی که در فصل مربوط به تراز انرژی این رقم برابر با ۳۷۵/۷۴ میلیون بشکه معادل نفت خام است. در این گزارش رقم ارائه شده در فصل تراز انرژی مبنای محاسبه قرار گرفته است.

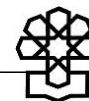
۴-۸. پالایشگاه

مصرف انرژی: در ترازنامه هیدروکربوری مصرف سوخت پالایشگاه گازی و پالایشگاه نفتی به تفکیک آورده شده است. پالایشگاه‌های گازی، گاز غنی را به گاز سبک تبدیل می‌کنند و در این فرآیند بخشی از تولیدات خود را برای مصرف سوخت استفاده می‌کنند. میزان مصرف سوخت گاز پالایشگاه‌های گازی در سال ۱۳۹۰ برابر با ۳۴۰۴/۲۵ میلیون مترمکعب در سال بوده که معادل ۲۰/۹۸ میلیون بشکه معادل نفت خام است. همچنین در سال ۱۳۹۰ سوخت مصرفی پالایشگاه‌های نفتی معادل ۳۴/۱۵ میلیون بشکه معادل نفت خام بوده که از این مقدار ۲۰/۲۸ میلیون بشکه معادل نفت خام مربوط به سوخت گاز طبیعی بوده و از شبکه شرکت ملی گاز تأمین شده و بقیه ۱۳/۸۷ میلیون بشکه معادل نفت خام از تولیدات داخلی پالایشگاه‌ها شامل گاز پالایشی، گاز مایع و فرآورده‌های نفتی تأمین شده است. بنابراین تنها کافی است ارقام سوخت مصرفی پالایشگاه‌های گازی و نفتی را به بخش‌های متناظر در جدول داده - ستانده اختصاص دهیم. با توجه به طبقه‌بندی ISIC.rev.3,1 پالایشگاه گازی به بخش توزیع گاز طبیعی و پالایشگاه نفت به بخش ساخت کک و فرآورده‌های حاصل از تصفیه نفت و سوخت‌های هسته‌ای تعلق دارد. جدول ۹ اختصاص سوخت مصرفی پالایشگاه‌های نفتی و گازی براساس طبقه‌بندی ISIC را نشان می‌دهد.

جدول ۹. اختصاص بخش پالایشگاه به زیربخش‌ها

بخش	بشکه معادل نفت خام	ISIC
پالایشگاه نفتی	۳۴۱۵۰۰۰۰	۲۳۲۰
پالایشگاه گازی	۲۰۹۷۶۳۴۰	۴۰۲۰

مأخذ: همان.



انتشار دی‌اکسیدکربن: انتشار CO₂ ناشی از سوخت مصرفی در پالایشگاه شامل دو پالایشگاه نفتی و پالایشگاه گازی است. در ترازنامه هیدروکربوری صرفاً میزان انتشار CO₂ در پالایشگاه‌های نفتی گزارش شده و میزان انتشار آن در پالایشگاه‌های گازی مورد توجه قرار نگرفته است. این در شرایطی است که پالایشگاه‌های گازی بخشی از گاز سبک تولیدی خود را به‌عنوان سوخت مصرف می‌کنند و لذا CO₂ منتشره آنها نیز باید لحاظ شود. همچنین تلفات سیستم‌های فراورشی گاز و گاز سوزانده شده در پالایشگاه‌های گازی نباید نادیده گرفته شوند. بنابراین با استفاده از مقدار گازهای قابل جمع‌آوری مربوطه در ترازنامه هیدروکربوری، میزان CO₂ منتشره محاسبه شد. لذا کل انتشار CO₂ در پالایشگاه‌های گازی برابر است با انتشار CO₂ ناشی از «سوخت پالایشگاه‌های گازی» و «گازهای قابل جمع‌آوری». نتایج به‌دست آمده کاملاً در راستای نتایج طرح مطالعاتی «چشم‌انداز بخش انرژی جمهوری اسلامی ایران در افق برنامه ششم توسعه اقتصادی - اجتماعی»^۱ است. در این مطالعه مجموع انتشار CO₂ ناشی از پالایشگاه‌های نفت و گاز در سال ۱۳۹۰ برابر با ۲۶/۷۶ میلیون تن گزارش شده است که اگر رقم انتشار CO₂ در ترازنامه هیدروکربوری برای پالایشگاه‌های نفتی (۱۱ میلیون تن) از آن کسر شود، حاصل حدوداً برابر ۱۵ میلیون تن خواهد بود که برابر انتشار CO₂ ناشی از پالایشگاه‌های گاز خواهد بود و با نتایج جدول ۱۰ نیز همخوانی دارد.

جدول ۱۰. میزان انتشار CO₂ در پالایشگاه‌های نفتی و گازی

بخش	تن انتشار CO ₂ در سال ۱۳۹۰	ISIC
پالایشگاه نفتی	۱۱۷۸۵۷۲۸	۲۳۲۰
پالایشگاه گازی	۱۵۵۰۱۵۵۹	۴۰۲۰

مأخذ: همان.

۹-۴. ساختمان

مصرف انرژی: منظور از ساختمان کلیه فعالیت‌های مرتبط با آماده‌سازی زمین، احداث ساختمان، احداث ساختمان‌های زیربنایی نظیر راه‌سازی، سد، تونل، سازه، جاده و ... است. بنابراین مراد از انرژی مصرفی در بخش ساختمان نیز انرژی مصرف شده در فرآیند فعالیت‌های مذکور است. متأسفانه آمار مصرف انرژی در این بخش موجود نیست و لذا ترازنامه هیدروکربوری نیز هیچ اشاره‌ای در خصوص مصرف انرژی در بخش ساختمان نکرده است. لذا در این گزارش برای محاسبه مصرف انرژی در بخش ساختمان از جدول داده - ستانده ۱۳۹۰ استفاده شده است. با توجه به آنکه در ترازنامه هیدروکربوری سال ۱۳۹۳ برای نخستین بار اشاره شده که دو فعالیت ساختمان و معدن جزئی از صنعت هستند؛ لذا ابتدا مصرف

۱. مؤسسه مطالعات بین‌المللی انرژی، ۱۳۹۵.

انرژی هریک از بخش‌های معدن، صنعت (بجز پالایشگاه)^۱ و ساختمان از فرآورده‌ها، گاز و برق براساس جدول داده - ستانده سال ۱۳۹۰، به‌دست آمد و سپس با استفاده از سهم ساختمان از مجموع مصارف انرژی این سه بخش، رقم ۳۱۵ میلیون بشکه معادل نفت خام انرژی مصرفی بخش صنعت به ساختمان اختصاص یافت.

انتشار دی‌اکسیدکربن: درخصوص انتشار دی‌اکسیدکربن نیز با استفاده از نسبت به‌دست آمده در مرحله قبل و ضرب آن در انتشار CO₂ ناشی از بخش صنعت، میزان انتشار این گاز در بخش ساختمان به‌دست آمد.

جدول ۱۱. میزان انرژی مصرفی و انتشار آلاینده CO₂ بخش ساختمان

مجموع	۱۳۹۰
۱۵۴۳۹۶۸۳	بشکه معادل نفت خام
۲۳۲۲۹۰۵	تن CO ₂

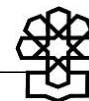
مأخذ: همان.

۱۰-۴. صنعت

مصرف انرژی: براساس طبقه‌بندی ISIC بخش صنعت شامل زیربخش‌های «ساخت محصولات غذایی و انواع آشامیدنی‌ها»، «ساخت محصولات از توتون و تنباکو»، «ساخت منسوجات»، «ساخت پوشاک، عمل‌آوری و رنگ کردن خز»، «دباغی و پرداخت چرم و سایر محصولات چرمی»، «ساخت چوب و محصولات چوبی»، «ساخت کاغذ و محصولات کاغذی»، «انتشار، چاپ و تکثیر رسانه‌های ضبط شده»، «ساخت کک، فرآورده‌های حاصل از تصفیه نفت و سوخت‌های هسته‌ای»، «ساخت مواد شیمیایی و محصولات شیمیایی»، «ساخت محصولات از لاستیک و پلاستیک»، «ساخت سایر محصولات کانی غیرفلزی»، «ساخت فلزات اساسی»، «ساخت محصولات فلزی فابریکی بجز ماشین‌آلات و تجهیزات»، «ساخت ماشین‌آلات و تجهیزات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر»، «ساخت ماشین‌آلات دفتری، حسابداری و محاسباتی»، «ساخت ماشین‌آلات و دستگاه‌های برقی طبقه‌بندی نشده در جای دیگر»، «ساخت رادیو و تلویزیون، دستگاه‌ها و وسایل ارتباطی»، «ساخت ابزار پزشکی، ابزار اپتیکی، ابزار دقیق و انواع ساعت»، «ساخت وسایل نقلیه موتوری، تریلر و نیم‌تریلر»، «ساخت سایر تجهیزات حمل‌ونقل»، «ساخت مبلمان، مصنوعات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر و بازیافت» است.

متأسفانه در ترازنامه هیدروکربوری سال‌های مختلف ماهیت بخش صنعت مشخص نشده و تنها در

۱. با استناد به توضیحات ارائه شده در ترازنامه هیدروکربوری سال ۱۳۹۰، انرژی مصرفی بخش «ساخت کک، فرآورده‌های حاصل از تصفیه نفت و سوخت‌های هسته‌ای» که به پالایشگاه‌ها اختصاص دارد، به‌طور جداگانه در ترازنامه ارائه شده و عدد ۳۱۵ میلیون بشکه معادل نفت خام، شامل انرژی مصرفی پالایشگاه‌ها نمی‌شود. برای سوخت مصرفی بخش پتروشیمی نیز از رقم ارائه شده در ترازنامه هیدروکربوری به جای عدد مربوطه در طرح کارگاه‌های صنعتی مرکز آمار استفاده شده است.



آخرین ترازنامه هیدروکربوری که مربوط به سال ۱۳۹۳ است، برای نخستین بار توضیحاتی درخصوص بخش صنعت ارائه شده است:

«مصرف بخش صنعت شامل مصارف انرژی در ۹ رشته اصلی صنعتی می‌باشد که عبارتند از: آهن و فولاد، صنایع شیمیایی، فلزات غیراساسی، محصولات معدنی غیرفلزی، تجهیزات حمل‌ونقل، ماشین‌آلات، معادن، صنایع غذایی، آشامیدنی و تنباکو، صنایع کاغذ و چاپ، صنایع چوب و محصولات چوبی، ساختمان، صنایع نساجی و چرم و سایر مواد متفرقه می‌باشد. مصرف سوخت در این بخش، جهت تأمین نیروی محرکه و گرمایش است.»

همان‌طور که مشاهده می‌شود تفاوت‌هایی بین تعریف صنعت براساس طبقه‌بندی ISIC و ترازنامه هیدروکربوری وجود دارد و با استناد به تعریف فوق، «ساختمان» و «معدن» به بخش صنعت ترازنامه تعلق دارند. علاوه بر این در ترازنامه هیدروکربوری، میزان مصرف انرژی صنعت به صورت رقمی کلی ارائه شده و مشخص نیست دقیقاً شامل چه بخش‌هایی است. به همین منظور برای تعیین مصرف انرژی هریک از بخش‌ها از نتایج طرح آمارگیری از کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیشتر مرکز آمار ایران استفاده شده است. تنها مسئله مهم این است که نتایج این طرح کل کارگاه‌های صنعتی را شامل نمی‌شود. لذا در مرحله اول با استفاده از آخرین آمار مربوط به کارگاه‌های صنعتی زیر ۱۰ نفر کارکن که مربوط به سال ۱۳۸۱ است، مصرف انرژی کل کارگاه‌های سال ۱۳۹۰ به دست آمد. در واقع فرض شده «نسبت کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیشتر» به «کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و کمتر» طی سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۰ ثابت مانده است.

در مرحله بعد باید اختلاف بین «مصرف انرژی صنعت براساس نتایج طرح آمارگیری از کارگاه‌های صنعتی به علاوه مصرف انرژی دو بخش معدن و ساختمان» با «مصرف انرژی بخش صنعت در ترازنامه هیدروکربوری» تعیین و تفاضل دو رقم براساس سهم هر بخش از مصرف انرژی میان آنها توزیع شود.

شایان ذکر است که در فرآیند محاسبات، ابتدا مصارف انرژی هر بخش از حامل‌های مختلف انرژی به یک واحد همگن (بشکه معادل نفت خام) تبدیل شده است. برای انتشار دی‌اکسیدکربن نیز در گام نخست کلیه مصارف انرژی به میلیون بی‌تی‌یو تبدیل و سپس با استفاده از میزان انتشار CO₂ برحسب یک میلیون بی‌تی‌یو^۱ از هریک از سوخت‌های مصرفی، کل انتشار CO₂ در هر بخش به دست آمده است. اطلاعات بیشتر درخصوص سوخت‌های فسیلی مورد استفاده در صنایع، تبدیل واحدهای حامل‌های انرژی به میلیون بی‌تی‌یو و میزان انتشار CO₂ به ازای یک میلیون بی‌تی‌یو در جداول پیوست ۲ الی ۴ ارائه شده است.

انتشار دی‌اکسیدکربن: فرآیند محاسبه انتشار دی‌اکسیدکربن نیز مشابه بالاست. نتایج حاصله در جدول ۱۲ نشان داده شده است.

۱. براساس دستورالعمل هیئت بین‌الدول تغییر آب و هوا (IPCC).

جدول ۱۲. میزان سوخت مصرفی و انتشار آلاینده CO2 در بخش‌های صنعتی

ردیف	فعالیت	بشکه معادل نفت خام	تن دی‌اکسید کربن
۱	ساخت محصولات غذایی و انواع آشامیدنی‌ها	۳۱۵۰۹۰۷۰	۸۵۹۰۴۴۰
۲	ساخت محصولات از توتون و تنباکو	۶۹۰۶۱	۱۷۶۲۸
۳	ساخت منسوجات	۴۲۰۷۷۰۳	۸۹۷۸۴۹
۴	ساخت پوشاک، عمل آوری و رنگ کردن خز	۵۰۷۲۶۰	۹۹۵۳۳
۵	دباغی و پرداخت چرم و سایر محصولات چرمی	۵۲۴۲۷۹	۱۲۶۱۳۰
۶	ساخت چوب و محصولات چوبی	۱۳۴۰۷۲۸	۲۹۱۲۱۰
۷	ساخت کاغذ و محصولات کاغذی	۳۰۸۱۳۰۶	۷۵۹۰۵۶
۸	انتشار، چاپ و تکثیر رسانه‌های ضبط شده	۴۲۶۹۴۶	۸۳۷۳۹
۹	ساخت مواد شیمیایی و محصولات شیمیایی	۵۱۲۹۰۰۰۰	۱۵۷۸۴۳۹۵
۱۰	ساخت محصولات از لاستیک و پلاستیک	۳۴۱۵۰۱۴	۷۱۵۴۵۰
۱۱	ساخت سایر محصولات کانی غیرفلزی	۱۰۵۱۲۵۶۰۰	۲۸۷۲۰۱۰۶
۱۲	ساخت فلزات اساسی	۶۷۶۲۸۹۱۰	۱۴۲۲۴۵۱۷
۱۳	ساخت محصولات فلزی فابریکی بجز ماشین‌آلات و تجهیزات	۳۵۹۳۰۹۰	۸۰۹۶۵۶
۱۴	ساخت ماشین‌آلات و تجهیزات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر	۲۸۲۶۵۵۱	۶۶۰۵۴۰
۱۵	ساخت ماشین‌آلات دفتری، حسابداری و محاسباتی	۶۵۰۴۱	۱۱۵۷۴
۱۶	ساخت ماشین‌آلات و دستگاه‌های برقی طبقه‌بندی نشده در جای دیگر	۵۳۵۹۷۲۱	۳۱۶۷۸۲
۱۷	ساخت رادیو و تلویزیون، دستگاه‌ها و وسایل ارتباطی	۸۶۳۴۳	۱۹۱۷۳
۱۸	ساخت ابزار پزشکی، ابزار اپتیکی، ابزار دقیق و انواع ساعت	۳۶۵۳۴۱	۸۶۸۱۸
۱۹	ساخت وسایل نقلیه موتوری، تریلر و نیم‌تریلر	۶۱۴۳۶۸۳	۱۲۹۴۰۸۰
۲۰	ساخت سایر تجهیزات حمل‌ونقل	۴۷۳۸۲۵	۱۲۴۱۹۴
۲۱	ساخت مبلمان، مصنوعات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر و بازیافت	۳۰۹۵۶۹۰	۸۰۴۴۰۵

مأخذ: همان.

۱۱-۴. توزیع گاز طبیعی

ایستگاه‌های تقویت فشار گاز در ترازنامه هیدروکربوری به فعالیت توزیع گاز طبیعی با کد ۴۰۲۰ براساس طبقه‌بندی ISIC.rev3.1 تعلق دارد. میزان مصرف انرژی این بخش همانند سایر بخش‌ها به بشکه معادل نفت خام تبدیل شده است.

جدول ۱۳. سوخت مصرفی و انتشار CO2 در ایستگاه‌های تقویت فشار گاز در سال ۱۳۹۰

جمع	۱۳۹۰
۱۱۱۷۴۵۴۸	بشکه معادل نفت خام
۳۹۳۹۶۵۵	تن CO2

مأخذ: همان.



۵. تجزیه و تحلیل نتایج و مقایسه بخش‌های اقتصادی از منظر مصرف انرژی و انتشار CO2

مبانی نظری سنجش میزان مصرف مستقیم و غیرمستقیم انرژی و همچنین انتشار مستقیم و غیرمستقیم آلاینده در بخش‌های مختلف اقتصادی در پیوست ۱ به تفصیل مورد بررسی قرار گرفته است. در بخش حاضر نتایج حاصله و تحلیل آنها بیان می‌شود. متناسب با اهداف و سؤالات گزارش، نتایج حاصله در دو بخش مصرف مستقیم و غیرمستقیم انرژی و انتشار مستقیم و غیرمستقیم آلاینده دی‌اکسید کربن ارائه می‌گردند.

۵-۱. انرژی

در بخش پایه‌های آماری مقدار مصرف مطلق انرژی^۱ برای ۳۱ بخش جدول داده - ستانده با استناد به ترازنامه هیدروکربوری سال ۱۳۹۰ و انجام تعدیلات مربوطه به دست آمد. با استناد به نتایج حاصله بخش‌های اقتصادی با بیشترین میزان مصرف مطلق انرژی در جدول ۱۴ نشان داده شده‌اند. ارقام این جدول سهم هر بخش از مصرف انرژی بدون در نظر گرفتن حجم تولید بخش مربوطه را نشان می‌دهند. به‌عنوان نمونه بخش «برق» ۲۴/۸ درصد از مصرف انرژی در سال ۱۳۹۰ را به خود اختصاص داده است. همچنین سه بخش «ساخت ماشین‌آلات دفتری، حسابداری و محاسباتی»، «ساخت محصولات از توتون و تنباکو» و «ساخت رادیو و تلویزیون، دستگاه‌ها و وسایل ارتباطی» کمترین میزان مصرف مطلق انرژی را به خود اختصاص داده‌اند.

جدول ۱۴. سهم بخش‌های اقتصادی از میزان مصرف انرژی به صورت مطلق (درصد)

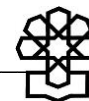
ردیف	بخش	سهم
۱	برق	۲۴/۸
۲	حمل و نقل	۱۹/۴
۳	نفت خام و گاز طبیعی	۱۴/۸
۴	ساخت مواد شیمیایی و محصولات شیمیایی	۱۱/۷
۵	ساخت سایر محصولات کانی غیرفلزی	۶/۹
۶	سایر خدمات	۴/۶
۷	ساخت فلزات اساسی	۴/۵
۸	کشاورزی	۳
۹	ساخت کک، فرآورده‌های حاصل از تصفیه نفت و سوخت‌های هسته‌ای	۲/۳
۱۰	توزیع گاز طبیعی	۲/۱
-	سایر بخش‌ها	۶

مأخذ: همان.

از جمله نارسایی‌های استناد به نتایج جدول ۱۴ برای سنجش انرژی‌بری بخش‌ها آن است که نتایج حاصله میزان مصرف انرژی به ازای یک واحد تولید را نشان نمی‌دهند. همچنین ارقام حاصله صرفاً شامل مصارف انرژی همان بخش است و انرژی به کار رفته برای تولید نهاده‌های واسطه‌ای بخش مذکور را شامل نمی‌شود. لذا در ادامه نتایج مبتنی بر الگوی داده - ستانده ارائه خواهد شد که تصویر واقع‌بینانه‌ای از وضعیت انرژی‌بری بخش‌ها به دست می‌دهد. جدول ۱۵ مصرف مستقیم و غیرمستقیم بخش‌های مختلف به ازای یک میلیون ریال افزایش تقاضای نهایی (افزایش مصرف خانوار، مخارج دولت و صادرات) را نشان می‌دهد. نتایج جدول ۱۵ در سه ستون سازماندهی شده است. ارقام ستون‌های ID، D و I به ترتیب ضرایب مصرف مستقیم انرژی، ضرایب مصرف مستقیم و غیرمستقیم انرژی و ضرایب مصرف غیرمستقیم انرژی را در ۳۱ بخش آشکار می‌کند. رقم ۳/۳۴۱ مربوط به انرژی‌بری مستقیم و غیرمستقیم بخش برق به این معناست که به ازای یک واحد افزایش تقاضای نهایی (صد هزار تومان) این بخش، ۳/۳۴۱ بشکه معادل نفت خام انرژی مورد نیاز است. در جدول ۱۵ بخش‌های مختلف براساس انرژی‌بری مستقیم^۱، انرژی‌بری مستقیم و غیرمستقیم^۲ و انرژی‌بری غیرمستقیم^۳ رتبه‌بندی شده‌اند. بر این اساس بخش‌های «برق»، «ساخت سایر محصولات کانی غیرفلزی»، «حمل‌ونقل»، «ساخت مواد و محصولات شیمیایی» و «نفت خام و گاز طبیعی» بیشترین انرژی‌بری مستقیم را دارا هستند. همچنین بخش‌های «برق»، «ساخت سایر محصولات کانی غیرفلزی»، «ساخت مواد و محصولات شیمیایی»، «حمل‌ونقل» و «ساخت فلزات اساسی» رتبه‌های نخست بیشترین مصرف مستقیم و غیرمستقیم انرژی را به خود اختصاص داده‌اند. با این حال نتایج این جدول حاکی از آن است که دو بخش «ساخت فلزات اساسی» و «ساخت سایر محصولات کانی غیرفلزی» رتبه‌های نخست بیشترین انرژی‌بری غیرمستقیم را دارند و بخش «برق» پس از این دو در جایگاه سوم قرار دارد. بخش‌های «ساخت محصولات از لاستیک و پلاستیک» و «ساختمان» نیز در رتبه‌های بعدی قرار دارند.

با استناد به نتایج همان‌طور که ملاحظه می‌شود گروهی از بخش‌ها همچون «برق»، «ساخت سایر محصولات کانی غیرفلزی»، «حمل‌ونقل»، «ساخت مواد و محصولات شیمیایی» و «ساخت فلزات اساسی» بیشترین شدت انرژی را از آن خود نموده‌اند. این بخش‌ها اساساً ماهیت انرژی‌بری بالایی دارند و بررسی پژوهش‌های خارجی نیز نشان می‌دهد سهم بخش‌های مذکور در مصرف انرژی بالاتر از سایر بخش‌هاست. در این خصوص می‌توان به مطالعه لنزن (۱۹۹۸) اشاره کرد. لنزن برای کشور استرالیا نشان می‌دهد که فعالیت‌های تولید برق حرارتی، محصولات سفالی، فلزات اساسی غیرآهنی، آهن و فولاد بیشترین شدت انرژی را دارا هستند. همچنین طی مطالعه‌ای که در سازمان توسعه صنعتی سازمان ملل

-
1. Direct Energy Use
 2. Direct & Indirect Energy Use
 3. Indirect Energy Use



(UNIDO) در سال ۲۰۱۰ انجام شده، صنایع به سه گروه صنایع با شدت بالا، متوسط و پایین مصرف انرژی طبقه‌بندی شده‌اند و بخش‌های ساخت منسوجات، ساخت کاغذ و محصولات کاغذی، ساخت کک، فرآورده‌های حاصل از تصفیه نفت و سوخت‌های هسته‌ای، ساخت مواد شیمیایی و محصولات شیمیایی، ساخت سایر محصولات کانی غیرفلزی و ساخت فلزات اساسی به‌عنوان بخش‌های با شدت بالای مصرف انرژی شناسایی شده‌اند. نتایج این مطالعه در پیوست ۵ نشان داده شده است.

کمترین میزان انرژی‌بری مستقیم به سه بخش «ساختمان»، «ساخت ماشین‌آلات دفتری»، حسابداری و محاسباتی» و «ساخت رادیو و تلویزیون، دستگاه‌ها و وسایل ارتباطی» تعلق دارد و سه بخش «ساخت رادیو و تلویزیون، دستگاه‌ها و وسایل ارتباطی»، «ساخت ماشین‌آلات دفتری، حسابداری و محاسباتی» و «ساخت محصولات از توتون و تنباکو» کمترین میزان انرژی‌بری مستقیم و غیرمستقیم را به خود اختصاص داده‌اند.

نکته قابل تأمل جدول ۱۵ این است که بخش «ساختمان» از منظر انرژی‌بری مستقیم در جایگاه ۲۶ قرار گرفته و دارای کمترین میزان مصرف انرژی است، حال آنکه به لحاظ انرژی‌بری غیرمستقیم رتبه ۵ را به خود اختصاص داده که حاکی از پیوندهای پسین بسیار آن با سایر بخش‌های اقتصاد است.

با توجه به ارقام دو ستون آخر جدول ۱۵ مشاهده می‌شود که بیشترین نسبت انرژی‌بری مستقیم و غیرمستقیم به انرژی‌بری مستقیم مربوط به بخش‌های «ساختمان»، «ساخت وسایل نقلیه موتوری، تریلر و نیم‌تریلر» و «ساخت ماشین‌آلات دفتری و محاسباتی» به ترتیب با ۱۲/۵، ۸/۷ و ۷/۲ است. همچنین بیشترین نسبت انرژی‌بری غیرمستقیم به انرژی‌بری مستقیم نیز مربوط به همین بخش‌هاست که به ترتیب برابر با ۱۱/۵، ۷/۷ و ۶/۲ است. به‌طور کلی در ۲۴ بخش نسبت انرژی‌بری غیرمستقیم به انرژی‌بری مستقیم بیش از یک است که حاکی از اهمیت لحاظ آثار غیرمستقیم در تحلیل‌های مرتبط با مصرف انرژی است.

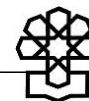
جدول ۱۵. ضرایب مصرف مستقیم و غیرمستقیم انرژی (بشکه معادل نفت خام) بخش‌ها^۱

بخش	مصرف مستقیم انرژی (D)	رتبه	مصرف مستقیم و غیرمستقیم انرژی (ID)	رتبه	مصرف غیرمستقیم انرژی (I)	رتبه	ID/D	I/D
کشاورزی	۰/۰۵۳	۱۷	۰/۱۴۵	۲۵	۰/۰۹۲	۲۴	۲/۸	۱/۸
نفت خام و گاز طبیعی	۰/۲۱۸	۵	۰/۲۳۳	۱۳	۰/۰۱۵	۳۰	۱/۱	۰/۱
سایر معادن	۰/۱۲۶	۸	۰/۲۵۶	۹	۰/۱۳۰	۱۹	۲/۰	۱/۰
ساخت محصولات غذایی و انواع آشامیدنی‌ها	۰/۰۶۶	۱۳	۰/۱۹۴	۱۸	۰/۱۲۷	۲۰	۲/۹	۱/۹
ساخت محصولات از توتون و تنباکو	۰/۰۱۶	۲۸	۰/۰۹۲	۲۹	۰/۰۷۶	۲۷	۵/۹	۴/۹

۱. ستون D مصرف مستقیم انرژی به ازای یک میلیون ریال تولید و ستون‌های ID و I مصرف مستقیم و غیرمستقیم انرژی به ازای افزایش ارزش یک واحد (یک میلیون ریال) تقاضای نهایی را نشان می‌دهند.

I/D	ID/D	رتبه	مصرف غیرمستقیم انرژی (I)	رتبه	مصرف مستقیم و غیرمستقیم انرژی (ID)	رتبه	مصرف مستقیم انرژی (D)	بخش
۲/۵	۳/۵	۱۲	۰/۱۶۷	۱۲	۰/۲۳۴	۱۲	۰/۰۶۶	ساخت منسوجات
۱/۹	۲/۹	۲۲	۰/۱۲۴	۲۱	۰/۱۸۹	۱۴	۰/۰۶۵	ساخت پوشاک، عمل آوری و رنگ کردن خز
۲/۰	۳/۰	۲۱	۰/۱۲۵	۲۲	۰/۱۸۵	۱۶	۰/۰۶۱	دباغی و پرداخت چرم و سایر محصولات چرمی
۱/۸	۲/۸	۱۵	۰/۱۴۶	۱۵	۰/۲۲۵	۱۱	۰/۰۷۹	ساخت چوب و محصولات چوبی
۱/۰	۲/۰	۶	۰/۱۹۷	۶	۰/۳۹۲	۷	۰/۱۹۵	ساخت کاغذ و محصولات کاغذی
۳/۰	۴/۰	۱۶	۰/۱۴۲	۲۰	۰/۱۹۰	۱۹	۰/۰۴۸	انتشار، چاپ و تکثیر رسانه‌های ضبط شده
۲/۸	۳/۸	۱۱	۰/۱۷۳	۱۱	۰/۲۳۴	۱۵	۰/۰۶۱	ساخت کک، فرآورده‌های حاصل از تصفیه نفت و سوخت‌های هسته‌ای
۰/۴	۱/۴	۹	۰/۱۹۴	۳	۰/۶۴۱	۴	۰/۴۴۷	ساخت مواد شیمیایی و محصولات شیمیایی
۴/۴	۵/۴	۴	۰/۲۳۰	۷	۰/۲۸۳	۱۸	۰/۰۵۲	ساخت محصولات از لاستیک و پلاستیک
۰/۴	۱/۴	۲	۰/۲۸۰	۲	۰/۹۶۶	۲	۰/۶۸۶	ساخت سایر محصولات کانی غیرفلزی
۱/۴	۲/۴	۱	۰/۲۸۵	۵	۰/۴۹۰	۶	۰/۲۰۵	ساخت فلزات اساسی
۵/۷	۶/۷	۷	۰/۱۹۷	۱۴	۰/۲۳۲	۲۱	۰/۰۳۵	ساخت محصولات فلزی فابریکی بجز ماشین‌آلات و تجهیزات
۵/۶	۶/۶	۱۳	۰/۱۶۳	۱۹	۰/۱۹۲	۲۲	۰/۰۲۹	ساخت ماشین‌آلات و تجهیزات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر
۶/۲	۷/۲	۲۸	۰/۰۶۳	۳۰	۰/۰۷۳	۳۰	۰/۰۱۰	ساخت ماشین‌آلات دفتری، حسابداری و محاسباتی
۲/۰	۳/۰	۱۰	۰/۱۷۶	۸	۰/۲۶۳	۱۰	۰/۰۸۷	ساخت ماشین‌آلات و دستگاه‌های برقی طبقه‌بندی نشده در جای دیگر
۵/۲	۶/۲	۲۹	۰/۰۵۸	۳۱	۰/۰۶۹	۲۹	۰/۰۱۱	ساخت رادیو و تلویزیون، دستگاه‌ها و وسایل ارتباطی
۴/۷	۵/۷	۱۷	۰/۱۳۴	۲۳	۰/۱۶۳	۲۳	۰/۰۲۹	ساخت ابزار پزشکی، ابزار اپتیکی، ابزار دقیق و انواع ساعت
۷/۷	۸/۷	۱۸	۰/۱۳۱	۲۴	۰/۱۴۸	۲۷	۰/۰۱۷	ساخت وسایل نقلیه موتوری، تریلر و نییم‌تریلر
۴/۲	۵/۲	۲۳	۰/۱۰۹	۲۶	۰/۱۳۵	۲۴	۰/۰۲۶	ساخت سایر تجهیزات حمل‌ونقل
۳/۹	۴/۹	۱۴	۰/۱۶۳	۱۶	۰/۲۰۴	۲۰	۰/۰۴۲	ساخت مبلمان، مصنوعات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر و بازیافت
۰/۱	۱/۱	۳	۰/۲۵۹	۱	۳/۳۴۰	۱	۳/۰۸۱	برق
۰/۱	۱/۱	۳۱	۰/۰۰۸	۲۸	۰/۱۰۱	۹	۰/۰۹۲	توزیع گاز طبیعی
-	-	۸	۰/۱۹۵	۱۷	۰/۱۹۵	۳۱	۰/۰۰۰	آب
۱۱/۵	۱۲/۵	۵	۰/۲۱۷	۱۰	۰/۲۳۶	۲۶	۰/۰۱۹	ساختمان
۰/۱	۱/۱	۲۶	۰/۰۸۰	۴	۰/۶۳۹	۳	۰/۵۵۹	حمل‌ونقل
۴/۳	۵/۳	۲۵	۰/۰۸۸	۲۷	۰/۱۰۹	۲۵	۰/۰۲۰	سایر خدمات

مأخذ: محاسبات تحقیق.



نکات ذیل در خصوص نتایج حاصله از جداول ۱۴ و ۱۵ حائز اهمیت است:

۱. مصرف مطلق انرژی معیار مناسبی برای ارزیابی انرژی‌بری بخش‌ها نیست. زیرا:

اولاً انرژی مصرف شده در یک بخش را بدون لحاظ حجم تولید آن نشان می‌دهد.

ثانیاً انرژی مصرف شده در زنجیره‌های تولید بخش مربوطه را در نظر نمی‌گیرد.

به‌عنوان نمونه:

- بخش «نفت خام و گاز طبیعی» به‌لحاظ مصرف مطلق انرژی رتبه ۳ و به‌لحاظ شدت انرژی‌بری مستقیم و غیرمستقیم، رتبه ۱۳ را به‌خود اختصاص داده است. این تنزل رتبه به‌علت قرار گرفتن بخش نفت خام و گاز طبیعی در ابتدای زنجیره تولید و پیوندهای پسین اندک آن با سایر بخش‌هاست که موجب شده از منظر انرژی‌بری غیرمستقیم در جایگاه ۳۰ام قرار گیرد.

- بخش «ساخت سایر محصولات کانی غیرفلزی» نیز براساس مصرف مطلق انرژی رتبه ۵ و براساس شدت انرژی‌بری مستقیم و غیرمستقیم رتبه ۲ را به‌خود اختصاص داده است. درواقع بررسی وضعیت این بخش در زنجیره‌های تولید، تصویر واقع‌بینانه‌تری از مصرف انرژی ارائه می‌دهد.

- بخش «کشاورزی» از منظر مصرف مطلق انرژی در بین ۱۰ بخش با بیشترین مصرف انرژی قرار دارد اما براساس معیار شدت انرژی‌بری مستقیم و غیرمستقیم به جایگاه ۲۵ تنزل یافته است.

- نکات فوق در مورد بخش‌های سایر خدمات، توزیع گاز طبیعی نیز صدق می‌کند.

به‌طور کلی مقایسه نتایج این دو جدول نشان می‌دهد که به‌لحاظ سیاست‌گذاری، توجه به مصرف مطلق انرژی در هر بخش نمی‌تواند تصویر واقع‌بینانه‌ای از انرژی‌بری آن ارائه دهد و صرف اتکا به آن منجر به انحراف تحلیل‌ها و سیاست‌گذاری نامناسب خواهد شد. لذا شدت انرژی‌بری مستقیم و غیرمستقیم در ارزیابی مصرف انرژی هر بخش می‌تواند نقش برجسته‌ای در این زمینه داشته باشد.

۲. شدت انرژی‌بری غیرمستقیم نیز حاوی اطلاعات مفیدی است. زیرا برخی از بخش‌ها

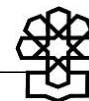
از نهاده‌های واسطه‌ای با شدت انرژی بالا استفاده می‌کنند و مصرف مطلق انرژی و حتی شدت انرژی‌بری مستقیم و غیرمستقیم این مسئله را برجسته نمی‌کنند.

به‌عنوان نمونه:

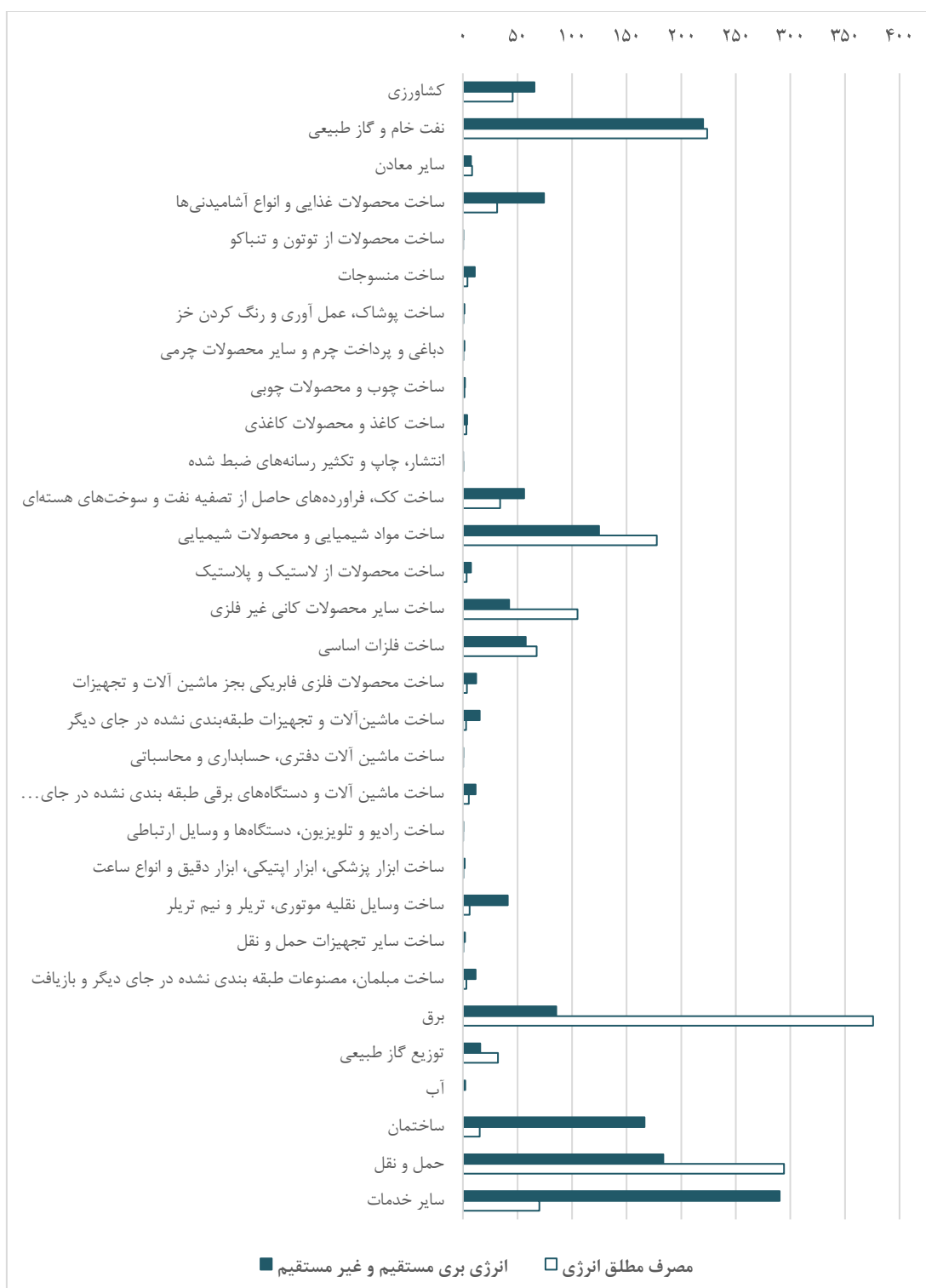
- بخش ساختمان در فرآیند تولید خود از نهاده‌های واسطه‌ای با شدت انرژی بالا استفاده می‌کند و لذا هر نوع ارزیابی این بخش بدون در نظر گرفتن این مسئله، خطای تحلیل را به همراه خواهد داشت. به‌علت پیوندهای پسین قوی ساختمان با سایر بخش‌ها، رتبه ۵ بیشترین انرژی‌بری غیرمستقیم به آن اختصاص یافته است.

- بخش «ساخت فلزات اساسی» اگرچه رتبه ۷ بیشترین مصرف مطلق انرژی را داراست اما به لحاظ انرژی‌بری غیرمستقیم در جایگاه اول قرار دارد. به این معنا که این بخش در فرآیند تولید خود از نهاده‌هایی استفاده می‌کند که برای تولید آنها انرژی قابل توجهی مصرف شده است. علاوه بر این بررسی محتوای انرژی تقاضای نهایی بخش‌ها نیز نکات مهمی را آشکار می‌سازد. در واقع شدت انرژی‌بری مستقیم و غیرمستقیم که به معنای مصرف مستقیم و غیرمستقیم انرژی به ازای یک واحد افزایش تقاضای نهایی هر بخش است، به تنهایی نمی‌تواند تصویر جامعی از انرژی‌بری آن بخش ارائه دهد و مصرف انرژی بخش‌ها با اندازه تقاضای نهایی آنها نیز در ارتباط است. به این معنا که امکان دارد بخشی شدت انرژی‌بری مستقیم و غیرمستقیم پایینی داشته باشد اما اندازه تقاضای نهایی آن در اقتصاد بالا باشد و لذا محتوای انرژی بالایی داشته باشد. به همین منظور شدت انرژی‌بری هر بخش در اندازه تقاضای نهایی آن ضرب شده و محتوای انرژی تقاضای نهایی بخش‌ها حاصل شده است. همان‌طور که پیش از این نیز شرح داده شد «مجموع محتوای انرژی تقاضای نهایی بخش‌ها» با «مجموع مصارف مطلق انرژی بخش‌ها» برابر است.

نمودار ۵ نتایج این بررسی را نشان می‌دهد و حاکی از آن است که محتوای انرژی تقاضای نهایی بخش ساختمان بالاست و از منظر زنجیره عرضه یک بخش با انرژی‌بری بالا محسوب می‌شود. علت آن است که برای تولید نهاده‌های واسطه‌ای مورد نیاز آن از نهاده‌های واسطه‌ای با انرژی‌بری بالا استفاده شده است. به‌عنوان نمونه نهاده‌های واسطه‌ای که از دو بخش «ساخت فلزات اساسی» و «ساخت سایر محصولات کانی غیرفلزی» فراهم می‌شوند، انرژی‌بری بسیار بالایی دارند. لذا اگر بخش ساختمان فقط از منظر مصرف مطلق انرژی و همین‌طور شدت انرژی‌بری مستقیم مورد ارزیابی قرار گیرد، نقش آن در مصرف انرژی مشخص نخواهد شد. بنابراین هر نوع برنامه‌ریزی درخصوص صرفه‌جویی انرژی در بخش‌های اقتصادی باید مبتنی بر انرژی‌بری آنها در کل زنجیره عرضه باشد.



نمودار ۵. مقایسه مصرف مطلق انرژی با محتوای انرژی مصرفی بخش‌ها در زنجیره تولید برای سال ۱۳۹۰
(میلیون بشکه معادل نفت خام)



مأخذ: محاسبات تحقیق.

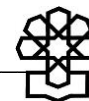
نتایج نمودار ۵ حاکی از آن است که اگرچه بخش‌هایی نظیر «برق»، «حمل و نقل»، «نفت خام و گاز طبیعی»، «ساخت مواد و محصولات شیمیایی» و «ساخت سایر کانی‌های غیرفلزی» بالاترین مصرف مطلق انرژی را دارند اما اگر محتوای انرژی آنها مبنای ارزیابی قرار گیرد نتایج متفاوتی حاصل خواهد شد به طوری که بخش‌های «سایر خدمات»، «نفت خام و گاز طبیعی»، «حمل و نقل»، «ساختمان» و «ساخت مواد و محصولات شیمیایی» بیشترین میزان محتوای انرژی در سال ۱۳۹۰ را دارند. لذا علاوه بر شدت انرژی‌بری، اندازه تقاضای نهایی نیز در نتایج حاصله مؤثر است. بررسی جدول داده - ستانده سال ۱۳۹۰ نشان می‌دهد که بخش‌های «سایر خدمات»، «نفت خام و گاز طبیعی»، «ساختمان»، «کشاورزی»، «ساخت محصولات غذایی و انواع آشامیدنی‌ها»، «حمل و نقل» و «وسایل نقلیه موتوری، تریلر و نیم‌تریلر» بیشترین تقاضای نهایی را به خود اختصاص داده‌اند. این نتایج می‌تواند در ارائه راهکارهای مرتبط با مدیریت تقاضای انرژی مفید باشد.

اگرچه در برخی از بخش‌ها نظیر نفت خام و گاز طبیعی اساساً به علت صادرات انتظار می‌رود که تقاضای نهایی بزرگ باشد اما در خصوص برخی از بخش‌ها نظیر «حمل و نقل» و یا «ساختمان» موضوع تفاوت دارد.

در بخش «حمل و نقل» مصرف خانوار سهم عمده‌ای از تقاضای نهایی را تشکیل می‌دهد و لذا می‌توان با کنترل تقاضای بی‌رویه انرژی از طریق گسترش حمل و نقل عمومی و جانمایی مراکز مهم به گونه‌ای که کاهش تردد را به همراه داشته باشد، آن را تعدیل کرد. همچنین ارتقای صنعت خودروسازی براساس استانداردهای جهانی و کاهش سوخت مصرفی خودروها از دیگر راهکارهای اساسی است.

سهم بالایی از فعالیت بخش «سایر خدمات» به بخش «عمده‌فروشی، خرده‌فروشی، تعمیر وسایل نقلیه و سایر کالاها» اختصاص دارد و تقاضای خانوار سهم اصلی تقاضای نهایی آن را تشکیل می‌دهد. در واقع رفتار مصرفی خانوارها ارتباط مهمی با انرژی مصرف شده دارد و اصلاح الگوی مصرف خانوار می‌تواند به کاهش مصرف انرژی کمک کند. همچنین بررسی پیوندهای این بخش با سایر بخش‌های جدول داده - ستانده نشان می‌دهد که بیشترین تقاضای واسطه‌ای بخش «عمده‌فروشی، خرده‌فروشی، تعمیر وسایل نقلیه و سایر کالاها» از بخش‌های «ساخت کک و فرآورده‌های حاصل از تصفیه نفت و سوخت‌های هسته‌ای»، «توزیع گاز طبیعی»، «برق» و «حمل و نقل جاده‌ای» است. سهم بخش‌های مذکور به ترتیب برابر با ۲۹، ۱۴، ۱۰ و ۹/۸ درصد است. بنابراین در صورت مدیریت تقاضای انرژی، از محتوای انرژی بخش «عمده‌فروشی، خرده‌فروشی، تعمیر وسایل نقلیه و سایر کالاها» کاسته خواهد شد.

در بخش ساختمان بخش عمده تقاضای نهایی مربوط به تشکیل سرمایه است که بخشی از آن ضروری است اما احداث ساختمان‌ها و زیرساخت‌های با کیفیت و استفاده از مصالح مرغوب و لذا افزایش عمر ساختمان‌ها نقش مهمی در کاهش مصرف انرژی بخش ساختمان خواهد داشت.



نتایج این گزارش مشابه مطالعه لی و همکاران (۲۰۱۲) است. آنها ارزیابی انرژی‌بری بخش‌ها را براساس دو معیار **مصرف مطلق انرژی و محتوای انرژی** انجام داده‌اند. از منظر **مصرف مطلق انرژی** بخش‌های «ساخت کک و فرآورده‌ها، تولید و عرضه گاز»، «ساخت مواد و محصولات شیمیایی»، «ساخت محصولات از لاستیک و پلاستیک»، «ساخت کانی‌های غیرفلزی»، «ساخت فلزات اساسی»، «برق و گرمایشی» و «حمل‌ونقل، تدارکات، خدمات پستی و مخابراتی» بیشترین مصرف مطلق انرژی را دارا هستند. اما بر مبنای **محتوای انرژی**، بخش‌های «ساختمان»، «فعالیت‌های خدماتی»، «ماشین‌آلات عام و خاص»، «تجهیزات مخابراتی و الکترونیکی»، «تجهیزات حمل‌ونقل» و «ماشین‌آلات و تجهیزات الکترونیکی» بیشترین میزان مصرف انرژی را به خود اختصاص می‌دهند.

لذا مشاهده می‌شود که رتبه‌بندی بخش‌ها زمانی که کل انرژی مصرفی در زنجیره تولید مبنای ارزیابی انرژی‌بری بخش‌ها قرار می‌گیرد، تصویر کاملاً متفاوتی با مصرف مطلق انرژی بخش‌ها در ترازنامه‌های انرژی و ترازنامه هیدروکربوری ارائه می‌دهد.

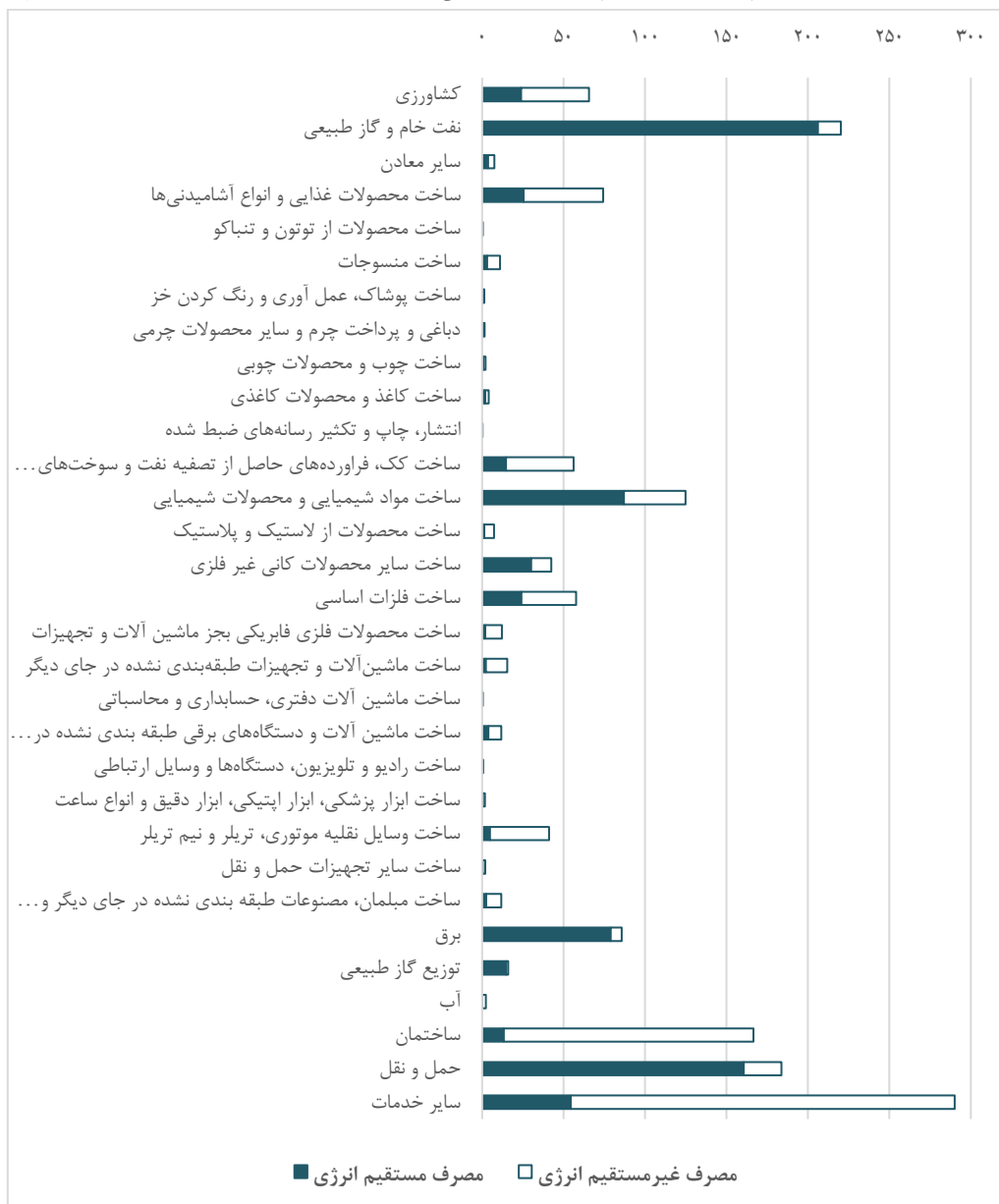
در نمودار ۶ نیز سهم مصرف مستقیم انرژی با مصرف غیرمستقیم انرژی مقایسه شده است. نتایج نشان می‌دهد در ۲۴ بخش، انرژی‌بری غیرمستقیم بیش از انرژی‌بری مستقیم است. به‌علاوه برخی از بخش‌ها که به‌طور سنتی فعالیت‌های انرژی‌بر در نظر گرفته نمی‌شوند، در واقع مصرف انرژی بالایی دارند. به‌عنوان نمونه در بخش ساختمان حدود ۹۲ درصد از مصرف انرژی به انرژی‌بری غیرمستقیم اختصاص دارد. این سهم در بخش سایر خدمات ۸۱ درصد است. همچنین بخش برق که رتبه نخست مصرف مطلق انرژی را به‌خود اختصاص داده، براساس معیار محتوای انرژی تقاضای نهایی به رتبه ۶ تنزل یافته و تنها ۷/۸ درصد از محتوای انرژی آن از طریق زنجیره عرضه تأمین می‌شود.

براساس نتایج حاصله سه نکته اساسی که باید پیش از هر نوع برنامه‌ریزی برای کاهش

مصرف انرژی مورد توجه قرار گیرند عبارتند از:

۱. عدم اتکای صرف به مصرف مطلق انرژی و بهره‌گیری از شدت انرژی‌بری مستقیم و غیرمستقیم بخش‌ها،
۲. توجه به مصارف غیرمستقیم انرژی در زنجیره عرضه،
۳. سنجش محتوای انرژی تقاضای نهایی بخش‌ها.

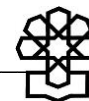
نمودار ۶. مصرف مستقیم و غیرمستقیم انرژی در بخش‌های اقتصادی (میلیون بشکه معادل نفت خام)



مأخذ: همان.

در راستای نتایج به‌دست آمده، راهکارهای مرتبط با صرفه‌جویی انرژی باید براساس مصرف انرژی هر بخش در کل زنجیره تولید و نه صرفاً مصرف مطلق انرژی آن باشد. برای صنایع سنگین و انرژی‌بر سیاست‌ها باید در جهت افزایش کارایی آنها از طریق تولید پاک، ممیزی انرژی^۱، بروز نمودن فناوری و

۱. مجموعه اقداماتی است جهت شناسایی چگونگی مقادیر و موقعیت‌های مصرف انرژی در یک فعالیت یا فرآیند انجام و در طی آن فرصت‌ها و امکانات صرفه‌جویی انرژی مشخص شده و مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. ممیزی انرژی یک مرحله از برنامه سیستماتیک و جامع مدیریت انرژی است. ممیزی انرژی زمینه‌هایی که تلفات در آن اتفاق می‌افتد را مشخص کرده و راه‌حلهایی را که با توجه به محدودیت‌های مالی و تکنولوژی سازمانی وجود دارد روشن می‌سازد (مأخذ: ویکی پدیا).



توقف فعالیت بخش‌های با فناوری منسوخ و افزایش آگاهی در خصوص روش‌های صرفه‌جویی انرژی معطوف گردد. همچنین برای بخش‌هایی که محتوای انرژی بالایی دارند نیز راهکارها باید بر مصرف انرژی در زنجیره تأمین، نظیر مدیریت تقاضای انرژی، زنجیره عرضه سبز^۱ (شامل طراحی محصول، انتخاب و تأمین مواد اولیه، فرآیند تولید و ساخت، فرآیندهای توزیع و انتقال، تحویل به مشتری و بالاخره پس از مصرف، مدیریت بازیافت و مصرف مجدد به‌منظور بیشینه کردن میزان بهره‌وری مصرف انرژی و منابع همراه با بهبود عملکرد کل زنجیره تأمین) متمرکز باشد. استفاده از ابزارهایی نظیر یارانه، مالیات، وام‌های بانکی با نرخ بهره پایین نیز می‌تواند در شکل‌گیری زنجیره تأمین سبز مفید باشد.

۲-۵. انتشار CO₂

جدول ۱۶ سهم بخش‌های اقتصادی را به‌لحاظ انتشار مطلق CO₂ نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود سهم ده بخش اول از مصرف مطلق انرژی حدود ۹۴ درصد است. بخش برق با ۳۰/۸ درصد بیشترین سهم را به‌خود اختصاص داده است. در مقایسه با جدول ۱۴ مشاهده می‌شود که برخی از بخش‌ها علیرغم برخورداری از سهم بالا در مصرف انرژی، نقش کمتری در انتشار آلاینده دارند. فعالیت «ساخت مواد و محصولات شیمیایی» از آن جمله است و اگرچه ۱۱/۷ درصد از مصرف مطلق انرژی را به‌خود اختصاص داده، اما سهم آن در انتشار CO₂ برابر با ۳/۳ درصد است. بخش «سایر معادن» نیز که تنها ۱ درصد از مصرف انرژی را به‌خود اختصاص داده و در رتبه دوازدهم مصرف مطلق انرژی قرار دارد، در جایگاه هفتم انتشار CO₂ با سهم ۳/۷ درصد قرار دارد. علت تفاوت در رتبه‌بندی برخی از بخش‌ها تفاوت در نوع سوخت مصرفی است.

جدول ۱۶. سهم بخش‌های اقتصادی از انتشار مطلق CO₂

ردیف	بخش	درصد
۱	برق	۳۰/۸
۲	حمل و نقل	۲۲/۲
۳	سایر خدمات	۱۲/۶
۴	نفت خام و گاز طبیعی	۶/۱
۵	ساخت سایر محصولات کانی غیرفلزی	۵/۹
۶	توزیع گاز طبیعی	۴/۰
۷	سایر معادن	۳/۷
۸	ساخت مواد شیمیایی و محصولات شیمیایی	۳/۳
۹	ساخت فلزات اساسی	۲/۹
۱۰	ساخت کک، فرآورده‌های حاصل از تصفیه نفت و سوخت‌های هسته‌ای	۲/۴
-	سایر بخش‌ها	۶/۱

مأخذ: همان.

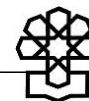
۱. مؤلفه‌های زنجیره تأمین سبز عبارتند از: طراحی سبز، مواد سبز، تولید سبز، بازاریابی سبز و مصرف سبز.

با توجه به نارسایی تحلیل‌های مبتنی بر انتشار مطلق CO₂ که دو مسئله اساسی حجم تولید بخش‌ها و انتشار CO₂ ناشی از تولید نهاده‌های واسطه‌ای مورد نیاز آنها را نادیده می‌گیرد، در ادامه با استفاده از الگوی داده - ستانده، شدت آلاینده‌گی مستقیم و غیرمستقیم بخش‌های مختلف اقتصادی محاسبه شده و نتایج در جدول ۱۷ نشان داده شده است.

جدول ۱۷. ضرایب انتشار مستقیم و غیرمستقیم CO₂ بخش‌ها^۱ (تن)

I/D	ID/D	رتبه	انتشار غیرمستقیم CO ₂ (I)	رتبه	انتشار مستقیم و غیرمستقیم CO ₂ (ID)	رتبه	انتشار مستقیم CO ₂ (D)	بخش
۲/۲	۳/۲	۲۵	۰/۰۲۹	۲۷	۰/۰۴۲	۱۶	۰/۰۱۳	کشاورزی
۰/۲	۱/۲	۳۰	۰/۰۰۶	۲۸	۰/۰۳۴	۹	۰/۰۲۹	نفت خام و گاز طبیعی
۰/۲	۱/۲	۱۵	۰/۰۴۶	۲	۰/۳۱۶	۲	۰/۲۶۹	سایر معادن
۲/۳	۳/۳	۲۰	۰/۰۴۱	۱۸	۰/۰۵۹	۱۱	۰/۰۱۸	ساخت محصولات غذایی و انواع آشامیدنی‌ها
۶/۲	۷/۲	۲۸	۰/۰۲۵	۲۹	۰/۰۲۹	۲۶	۰/۰۰۴	ساخت محصولات از توتون و تنباکو
۳/۵	۴/۵	۱۳	۰/۰۵۰	۱۴	۰/۰۶۴	۱۵	۰/۰۱۴	ساخت منسوجات
۳/۵	۴/۵	۱۶	۰/۰۴۴	۲۰	۰/۰۵۷	۱۷	۰/۰۱۳	ساخت پوشاک، عمل‌آوری و رنگ کردن خز
۲/۷	۳/۷	۲۲	۰/۰۳۹	۲۱	۰/۰۵۴	۱۴	۰/۰۱۵	دبافی و پرداخت چرم و سایر محصولات چرمی
۲/۸	۳/۸	۱۴	۰/۰۴۸	۱۳	۰/۰۶۵	۱۳	۰/۰۱۷	ساخت چوب و محصولات چوبی
۱/۴	۲/۴	۷	۰/۰۶۵	۶	۰/۱۱۳	۶	۰/۰۴۸	ساخت کاغذ و محصولات کاغذی
۴/۶	۵/۶	۱۸	۰/۰۴۳	۲۲	۰/۰۵۳	۲۰	۰/۰۰۹	انتشار، چاپ و تکثیر رسانه‌های ضبط شده
۱/۹	۲/۹	۲۱	۰/۰۴۰	۱۵	۰/۰۶۲	۱۰	۰/۰۲۱	ساخت کک، فرآورده‌های حاصل از تصفیه نفت و سوخت‌های هسته‌ای
۱/۳	۲/۳	۱۲	۰/۰۵۲	۷	۰/۰۹۲	۸	۰/۰۴۰	ساخت مواد شیمیایی و محصولات شیمیایی
۵/۳	۶/۳	۸	۰/۰۵۷	۱۱	۰/۰۶۸	۱۸	۰/۰۱۱	ساخت محصولات از لاستیک و پلاستیک
۰/۶	۱/۶	۲	۰/۱۱۰	۳	۰/۲۹۷	۴	۰/۱۸۷	ساخت سایر محصولات کانی غیرفلزی
۲/۷	۳/۷	۱	۰/۱۱۸	۵	۰/۱۶۱	۷	۰/۰۴۳	ساخت فلزات اساسی
۸/۶	۹/۶	۶	۰/۰۶۸	۹	۰/۰۷۶	۲۱	۰/۰۰۸	ساخت محصولات فلزی فابریکی بجز ماشین‌آلات و تجهیزات
۸/۰	۹/۰	۱۰	۰/۰۵۴	۱۶	۰/۰۶۱	۲۴	۰/۰۰۷	ساخت ماشین‌آلات و تجهیزات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر
۱۴/۷	۱۵/۷	۲۶	۰/۰۲۷	۳۰	۰/۰۲۸	۳۰	۰/۰۰۲	ساخت ماشین‌آلات دفتری، حسابداری و محاسباتی
۱۰/۴	۱۱/۴	۱۱	۰/۰۵۳	۱۹	۰/۰۵۹	۲۵	۰/۰۰۵	ساخت ماشین‌آلات و دستگاه‌های برقی طبقه‌بندی نشده در جای دیگر
۷/۲	۸/۲	۲۹	۰/۰۱۸	۳۱	۰/۰۲۰	۲۹	۰/۰۰۲	ساخت رادیو و تلویزیون، دستگاه‌ها و وسایل ارتباطی

۱. ستون D انتشار مستقیم CO₂ به ازای یک میلیون ریال تولید و ستون‌های ID و I انتشار مستقیم و غیرمستقیم CO₂ به ازای افزایش ارزش یک واحد (یک میلیون ریال) تقاضای نهایی را نشان می‌دهند.



I/D	ID/D	رتبه	انتشار غیرمستقیم CO2 (I)	رتبه	انتشار مستقیم و غیرمستقیم CO2 (ID)	رتبه	انتشار مستقیم CO2 (D)	بخش
۶/۲	۷/۲	۱۹	۰/۰۴۲	۲۴	۰/۰۴۹	۲۲	۰/۰۰۷	ساخت ابزار پزشکی، ابزار اپتیکی، ابزار دقیق و انواع ساعت
۱۲/۱	۱۳/۱	۱۷	۰/۰۴۳	۲۵	۰/۰۴۷	۲۷	۰/۰۰۴	ساخت وسایل نقلیه موتوری، تریلر و نیم‌تریلر
۵/۵	۶/۵	۲۳	۰/۰۳۷	۲۶	۰/۰۴۴	۲۳	۰/۰۰۷	ساخت سایر تجهیزات حمل‌ونقل
۵/۱	۶/۱	۹	۰/۰۵۵	۱۲	۰/۰۶۶	۱۹	۰/۰۱۱	ساخت مبلمان، مصنوعات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر و بازیافت
۰/۱	۱/۱	۳	۰/۱۰۵	۱	۱/۳۲۹	۱	۱/۲۲۴	برق
۰/۱	۱/۱	۳۱	۰/۰۰۴	۱۷	۰/۰۶۰	۵	۰/۰۵۶	توزیع گاز طبیعی
-	-	۵	۰/۰۷۲	۱۰	۰/۰۷۲	۳۱	۰/۰۰۰	آب ^۱
۲۵/۷	۲۶/۷	۴	۰/۰۷۳	۸	۰/۰۷۶	۲۸	۰/۰۰۳	ساختمان
۰/۱	۱/۱	۲۷	۰/۰۲۵	۴	۰/۲۳۰	۳	۰/۲۰۴	حمل‌ونقل
۱/۹	۲/۹	۲۴	۰/۰۳۳	۲۳	۰/۰۵۱	۱۲	۰/۰۱۸	سایر خدمات

مأخذ: همان.

از منظر انتشار مستقیم بخش‌های «برق»، «سایر معادن»، «حمل‌ونقل»، «ساخت سایر محصولات کانی غیرفلزی»، «توزیع گاز طبیعی» رتبه‌های نخست را به خود اختصاص داده‌اند. رتبه‌های یک تا پنج بیشترین میزان انتشار مستقیم و غیرمستقیم CO₂ نیز به بخش‌های «برق»، «سایر معادن»، «ساخت سایر محصولات کانی غیرفلزی»، «حمل‌ونقل» و «ساخت فلزات اساسی» تعلق دارد. بیشترین میزان انتشار غیرمستقیم CO₂ نیز متعلق به بخش‌های «ساخت فلزات اساسی»، «ساخت سایر محصولات کانی غیرفلزی»، «برق» و «ساختمان» است.

این نتایج در راستای نتایج مطالعات خارجی است. به‌عنوان نمونه مطالعه آلکانترا و پادپلا (۲۰۰۶) نشان می‌دهد که فعالیت‌های برق، گاز، حمل‌ونقل زمینی، ساخت فلزات اساسی، ساخت سایر محصولات کانی غیرفلزی، ساخت مواد و محصولات شیمیایی و ساخت کک و فرآورده‌های حاصل از تصفیه نفت خام و سوخت‌های هسته‌ای، عمده‌فروشی، خرده‌فروشی، تعمیر وسایل نقلیه و کالاها و کشاورزی بیشترین انتشار CO₂ ناشی از رشد اقتصادی در اسپانیا را به خود اختصاص داده‌اند. مطالعه چن و ژانگ (۲۰۱۰) برای اقتصاد چین با استفاده از الگوی داده - ستانده نیز نشان می‌دهد که فعالیت‌های برق، ساخت محصولات فلزی اساسی و ساخت سایر کانی‌های غیرفلزی بیشترین میزان انتشار گاز CO₂ را برعهده دارند.

همچنین کمترین شدت انتشار مستقیم CO₂ مربوط به بخش‌های «ساخت ماشین‌آلات دفتری»، «حسابداری و محاسباتی»، «ساخت رادیو و تلویزیون، دستگاه‌ها و وسایل ارتباطی» و «ساختمان» است.

۱. به‌علت عدم دسترسی به اطلاعات درخصوص انتشار CO₂ در بخش آب، انتشار مستقیم آلاینده از آن صفر در نظر گرفته شده است. لذا نتایج حاصله برای این بخش در تحلیل‌های این گزارش بررسی نشده است.

بخش‌های «ساخت رادیو و تلویزیون، دستگاه‌ها و وسایل ارتباطی»، «ساخت ماشین‌آلات دفتری، حسابداری و محاسباتی» و «ساخت محصولات از توتون و تنباکو» کمترین شدت انتشار مستقیم و غیرمستقیم CO₂ را دارا هستند. همچنین سه بخش «توزیع گاز طبیعی»، «نفت خام و گاز طبیعی» و «ساخت رادیو و تلویزیون، دستگاه‌ها و وسایل ارتباطی» کمترین شدت انتشار غیرمستقیم را به خود اختصاص داده‌اند. مقایسه نتایج جداول ۱۶ و ۱۷ حاوی چند نکته مهم زیر است:

۱. انتشار مطلق CO₂ به‌علت نادیده گرفتن حجم تولید و همین‌طور انتشار CO₂ در زنجیره عرضه، تصویر واقع‌بینانه‌ای از وضعیت آلاینده‌گی بخش‌های اقتصادی ارائه نمی‌دهد.
به‌عنوان نمونه:

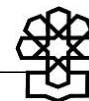
- بخش معدن از منظر انتشار مطلق CO₂، در جایگاه هفتم قرار دارد، اما بررسی وضعیت انتشار آلاینده در این بخش براساس حجم تولید و همین‌طور لحاظ مؤلفه انتشار مستقیم و غیرمستقیم، نشان می‌دهد که بخش مذکور نقش برجسته‌ای در انتشار آلاینده CO₂ داشته و در جایگاه دوم قرار دارد.

- بخش ساختمان به‌لحاظ انتشار مطلق CO₂ در جایگاه ۱۳ام قرار دارد، اما نتایج حاصل از انتشار مستقیم و غیرمستقیم CO₂ ناشی از آن نشان می‌دهد که این بخش نقش مهمی در انتشار CO₂ دارد و رتبه پنجم بیشترین شدت انتشار مستقیم و غیرمستقیم را به‌خود اختصاص داده است. علت آن است که نهاده‌های واسطه‌ای بخش ساختمان از بخش‌های آلاینده نظیر ساخت سایر محصولات کانی غیرفلزی و فلزات اساسی تأمین می‌شود. درواقع هر نوع اقدام در جهت کاهش میزان انتشار CO₂ در زنجیره عرضه این بخش منجر به کاهش انتشار CO₂ این بخش می‌شود.

- بخش گاز طبیعی رتبه ششم انتشار مطلق CO₂ را به‌خود اختصاص داده است. همچنین به‌لحاظ شدت انتشار مستقیم نیز در جایگاه پنجم قرار دارد. با این وجود بررسی وضعیت این بخش از منظر الگوی داده - ستانده حاکی از آن است که به‌علت پیوندهای پسین اندک این بخش با سایر بخش‌های اقتصاد، رتبه آن به ۱۷ام تنزل یافته است. علاوه‌بر این بخش مذکور به‌علت همین روابط اندک با سایر بخش‌های اقتصاد در رتبه ۳۱ام انتشار CO₂ قرار دارد.

- بخش «کشاورزی» در رتبه ۱۱ام بیشترین سهم انتشار آلاینده (به‌صورت مطلق) قرار دارد اما براساس الگوی داده - ستانده و احتساب انتشار مستقیم و غیرمستقیم CO₂ در چرخه تولید در جایگاه ۲۷ قرار گرفته است.

۲. نقش بخش‌های با شدت آلاینده‌گی غیرمستقیم بالا در انتشار CO₂. نکته مهم این است که بدون لحاظ این معیار امکان شناسایی بخش‌هایی که به‌علت ارتباطات گسترده با سایر بخش‌ها، نقش برجسته‌ای در انتشار CO₂ دارند، مشخص نمی‌شود. به‌عنوان نمونه:



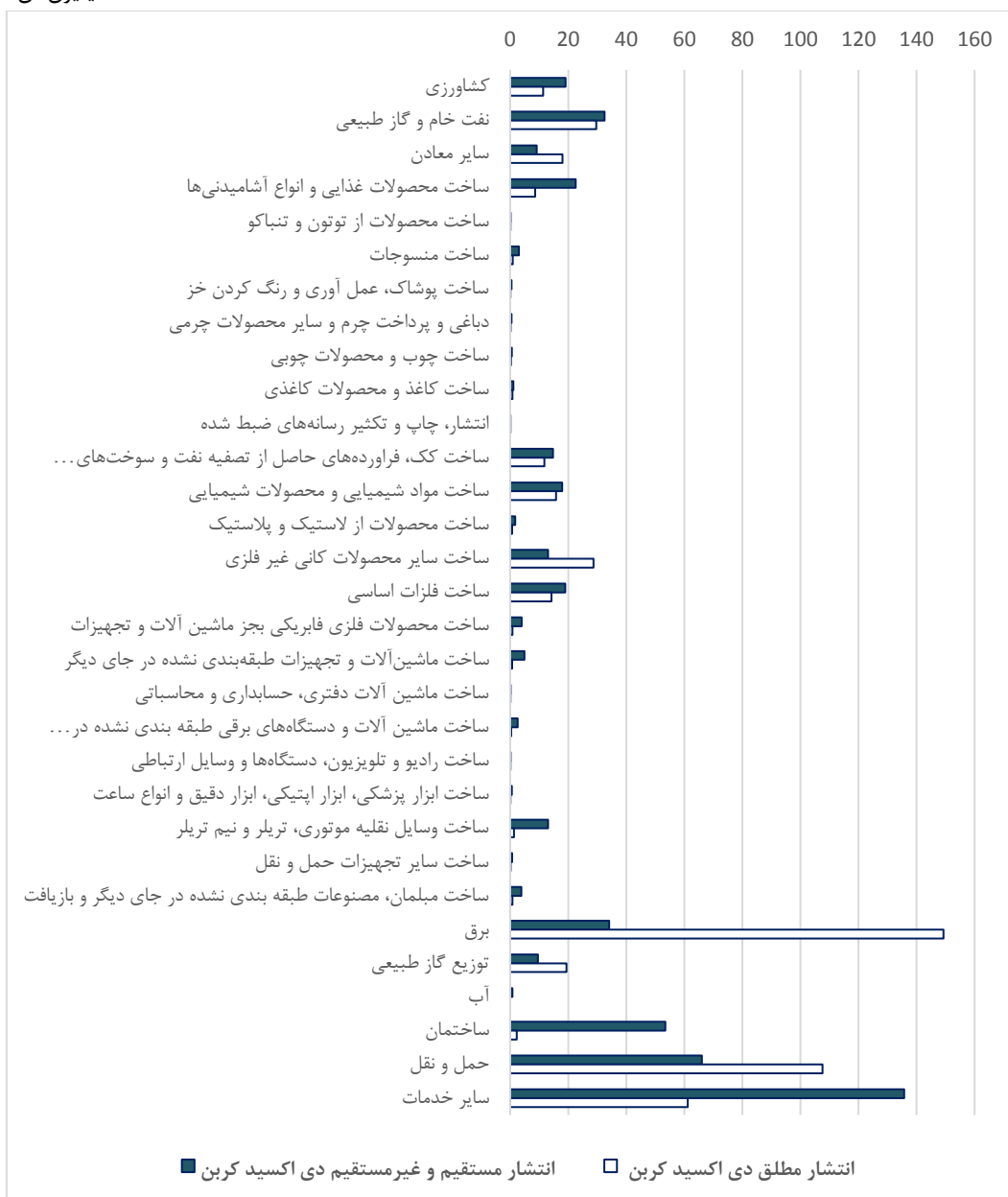
- فعالیت ساختمان به لحاظ شدت آلاینده‌گی مستقیم در جایگاه ۲۸ام جدول قرار دارد. اما از منظر شدت آلاینده‌گی غیرمستقیم رتبه چهارم را به خود اختصاص داده است. همان‌طور که گفته شد بخش ساختمان نهاده‌های واسطه خود را از بخش‌هایی تأمین می‌کند که نقش مهمی در انتشار آلاینده CO₂ دارند. بنابراین در صورتی که صرفاً سنجش آلاینده‌گی مستقیم بخش‌ها و یا انتشار مطلق آنها مبنای تحلیل قرار گیرد، نتایج نادرستی به دست خواهد آمد.

- دو بخش ساخت فلزات اساسی و ساخت سایر محصولات کانی غیرفلزی نیز به لحاظ انتشار مستقیم CO₂ رتبه‌های ۷ و ۴ را به خود اختصاص داده‌اند اما به لحاظ شدت انتشار غیرمستقیم CO₂ در جایگاه ۱ و ۲ قرار دارند. در واقع این دو بخش نهاده‌های واسطه خود را از بخش معدن تهیه می‌کنند که خود نقش مهمی در انتشار آلاینده CO₂ دارد.

با استناد به موارد مذکور هر نوع ارزیابی در خصوص آلاینده‌گی بخش‌های اقتصادی باید مبتنی بر زنجیره عرضه باشد. برخی از بخش‌ها شدت آلاینده‌گی مستقیم پایینی دارند و لذا اگر فقط شدت انتشار مستقیم مبنای ارزیابی بخش‌ها مذکور قرار گیرد، تصویر نادرستی از آلاینده‌گی بخش‌ها ارائه خواهد شد. حسن سنجش آلاینده‌گی در الگوی داده - ستانده آن است که وضعیت هر بخش را با توجه به پیوندهای آن با سایر بخش‌های اقتصاد بررسی می‌کند و لذا تصویر واقع‌بینانه‌ای از بخش‌ها در اقتصاد به دست می‌آید.

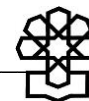
به منظور بررسی محتوای CO₂ تقاضای نهایی بخش‌ها، شدت انتشار مستقیم و غیرمستقیم CO₂ هر بخش در تقاضای نهایی متناظر آن ضرب شده است. بدین ترتیب کل انتشار دی‌اکسید کربن ناشی از تأمین تقاضای نهایی یک بخش در سال ۱۳۹۰ به دست آمده که محتوای CO₂ تقاضای نهایی آن بخش نام دارد. نمودار ۷ نتایج حاصله را نشان می‌دهد. بر این اساس ملاحظه می‌شود که به کارگیری معیارهای مختلف نتایج متفاوتی را به دست می‌دهد. به عنوان نمونه اگر انتشار مطلق CO₂ مبنای ارزیابی قرار گیرد بخش «برق» بیشترین نقش را در انتشار CO₂ خواهد داشت. این در حالی است که محتوای CO₂ بخش‌ها نتایج متفاوتی را نشان می‌دهد و بخش‌های «سایر خدمات»، «حمل و نقل» و «ساختمان» بیش از بخش «برق» در انتشار CO₂ مؤثر خواهند بود. این تفاوت نتایج به دو علت است: ۱. لحاظ مصرف انرژی در کل زنجیره عرضه و نه فقط مرحله نهایی و بنابراین احتساب CO₂ منتشره در کل فرآیند تولید. به عبارت دیگر انتشار CO₂ در نهاده‌های واسطه‌ای هر بخش نیز مورد توجه قرار گرفته است و ۲. لحاظ اندازه تقاضای نهایی هر بخش. به عبارت دیگر این مسئله که هر بخش برای تأمین تقاضای نهایی خود چه میزان CO₂ به طور مستقیم و غیرمستقیم در کل اقتصاد منتشر می‌کند، در نظر گرفته می‌شود.

نمودار ۷. انتشار مطلق CO2 و محتوای آلاینده‌گی (آلاینده‌گی مستقیم و غیرمستقیم) بخش‌ها در سال ۱۳۹۰ (میلیون تن)



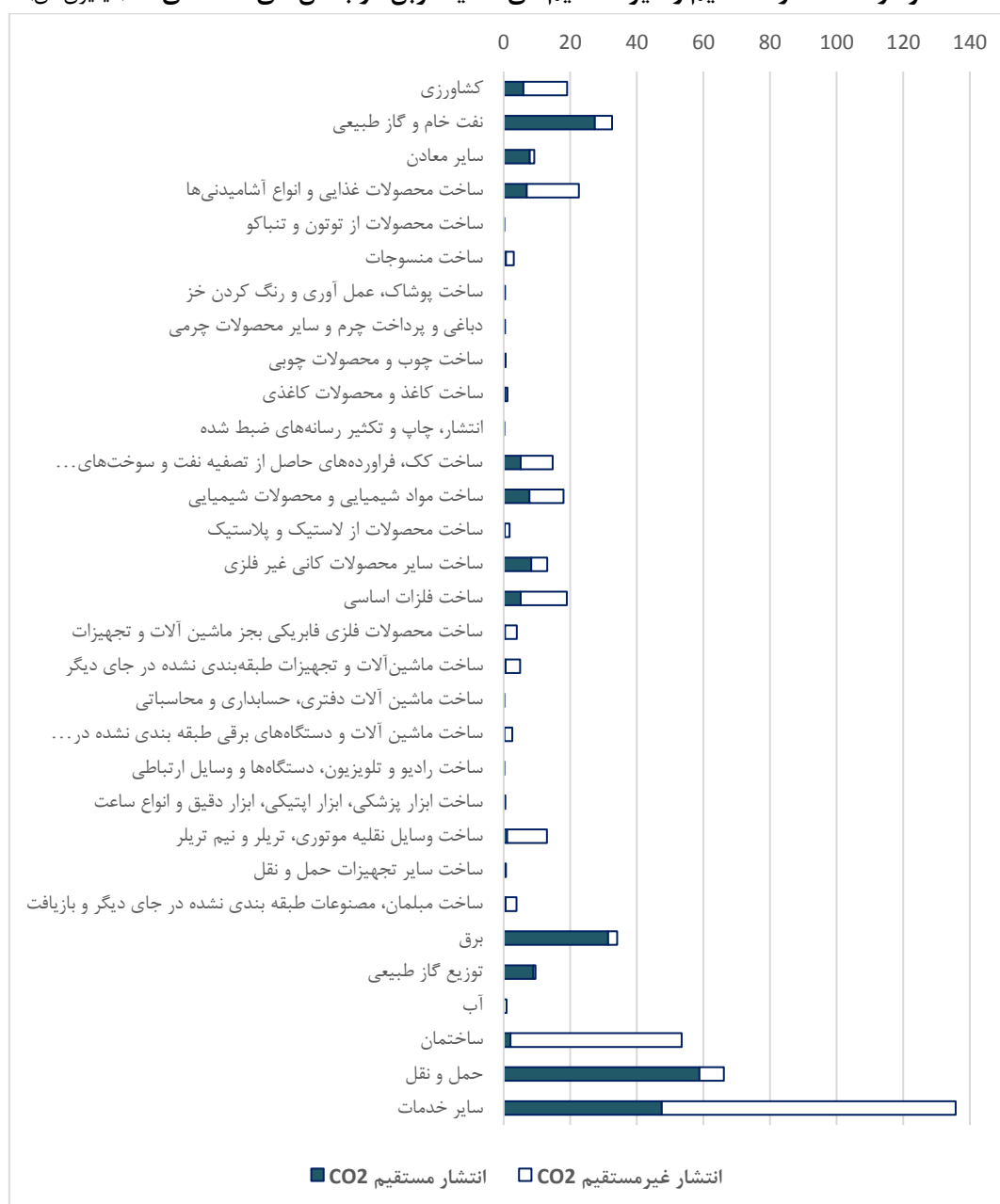
مأخذ: همان.

نکته مهم در مورد بخش برق نقش این بخش در تبدیل انرژی اولیه به انرژی نهایی است. لذا انتظار می‌رود که دارای مصرف انرژی و انتشار CO2 بالایی باشد. اما باید توجه کرد که تولید این بخش در نهایت به‌عنوان نهاده واسطه سایر بخش‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. لذا سهم سایر بخش‌ها در مصرف انرژی و انتشار آلاینده CO2 نباید نادیده گرفته شود.



به منظور مقایسه انتشار مستقیم و غیرمستقیم CO₂ بخش‌ها، شدت آلاینده‌گی مستقیم و غیرمستقیم هر بخش در تقاضای نهایی متناظر آن در سال ۱۳۹۰ ضرب شده است. نتایج حاصله در نمودار ۸ نشان داده شده و حاکی از آن است که سهم انتشار غیرمستقیم از کل انتشار CO₂ بخش «برق» تنها ۸ درصد است. این در حالیست که این نسبت برای بخش‌های «ساختمان»، «ساخت ماشین‌آلات دفتری، حسابداری و محاسباتی»، «ساخت وسایل نقلیه موتوری، تریلر و نیم تریلر» و «ساخت ماشین‌آلات و دستگاه‌های برقی طبقه‌بندی نشده در جای دیگر» به ترتیب برابر ۹۶، ۹۴، ۹۲ و ۹۱ درصد است.

نمودار ۸. انتشار مستقیم و غیرمستقیم دی‌اکسیدکربن در بخش‌های اقتصادی (میلیون تن)



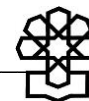
مأخذ: همان.

در راستای توضیحات فوق هر نوع سیاستگذاری در راستای کاهش انتشار CO2 باید مبتنی بر زنجیره عرضه و نقش کل بخش‌ها در انتشار آلاینده‌ها باشد.

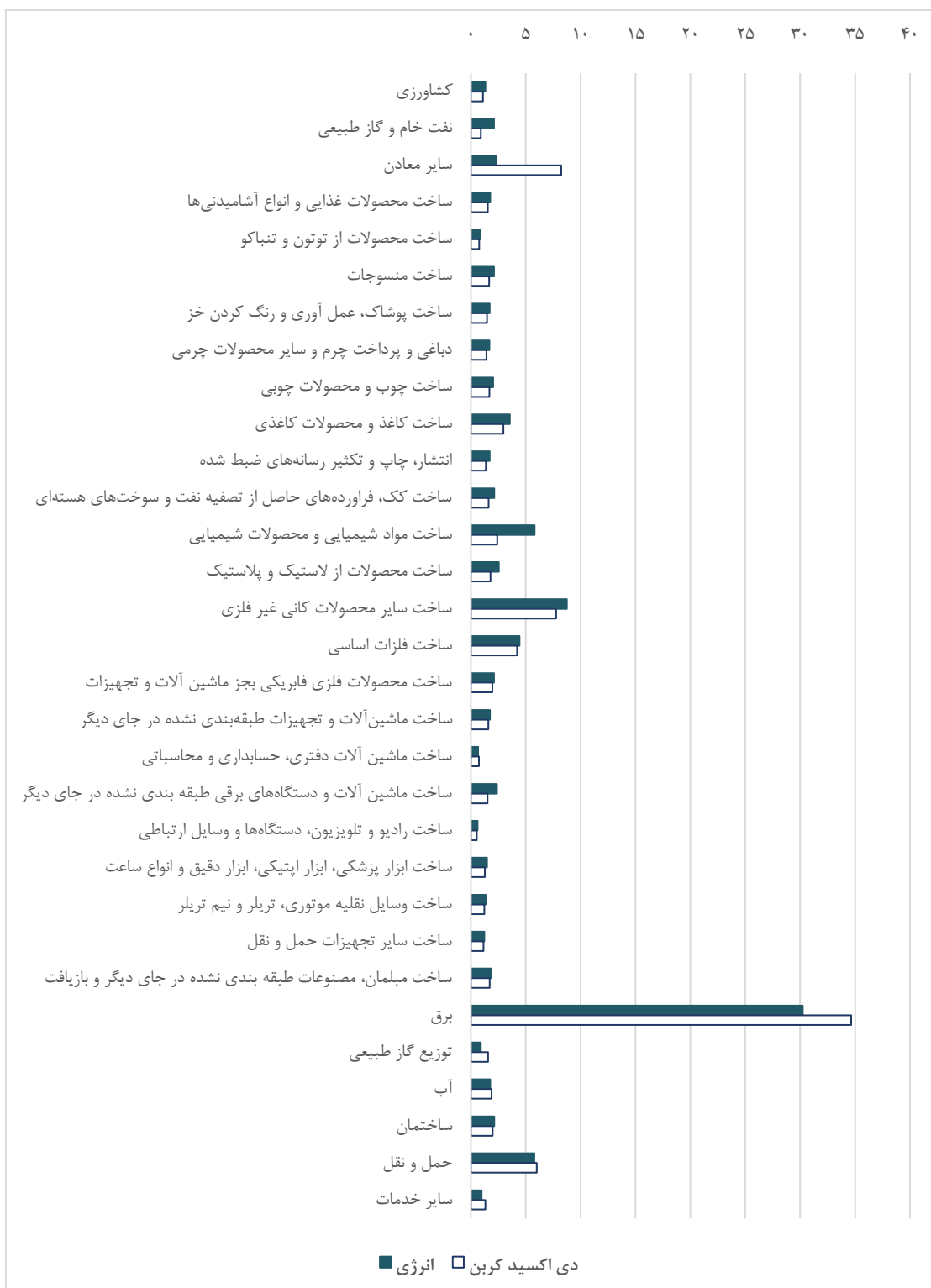
۶. بررسی بخش‌های اقتصادی از منظر رابطه مصرف انرژی و انتشار آلاینده CO2

بررسی ارتباط بین شدت انرژی‌بری و شدت آلاینده‌گی بخش‌ها یکی دیگر از سؤالات این گزارش است. برای پاسخ به این پرسش شدت انرژی‌بری و آلاینده‌گی مستقیم و غیرمستقیم بخش‌ها در نمودار ۹ مقایسه شده است.

نتایج به‌دست آمده حاکی از آن است که تقریباً ارتباط مستقیمی بین میزان انرژی‌بری بخش‌ها با انتشار CO2 آنها وجود دارد. با این حال استثناهایی نیز وجود دارد. به‌عنوان نمونه بخش‌های «سایر معادن» و «برق» سهم بیشتری از انتشار CO2 در مقایسه با مصرف انرژی دارا هستند. برخی از بخش‌ها نظیر «نفت خام و گاز طبیعی»، «ساخت مواد و محصولات شیمیایی» و «ساخت محصولات از لاستیک و پلاستیک» نیز وجود دارند که عکس مسئله فوق در مورد آنها صدق می‌کند. به این معنا که سهم این بخش‌ها در انرژی‌بری بیش از آلاینده‌گی است. به‌نظر می‌رسد یکی از دلایل این مسئله نوع سوخت مصرفی باشد. به‌عنوان مثال سهم عمده‌ای از سوخت مصرفی «معادن»، نفت‌گاز است (۶۵ درصد) که انتشار CO2 ناشی از سوختن آن بیشتر از گاز طبیعی و گاز مایع است. درخصوص نیروگاه‌ها نیز اگرچه ۶۲ درصد از سوخت مصرفی آن به گاز طبیعی اختصاص دارد اما نفت‌کوره و نفت‌گاز حدود ۳۸ درصد از سوخت نیروگاه‌ها را تشکیل می‌دهند و انتشار CO2 ناشی از سوختن آنها به ترتیب برابر ۷۳/۲۵ و ۷۴/۹۲ کیلوگرم به ازای یک میلیون بی‌تی‌یو است. این درحالی است که این رقم برای گاز طبیعی برابر ۵۳/۰۶ است. همچنین گاز طبیعی اصلی‌ترین سوخت مصرفی بخش پتروشیمی است و بنابراین انتشار CO2 این بخش در مقایسه با سوخت مصرفی آن کمتر است.



نمودار ۹. سهم بخش‌ها در انرژی بری و آلاینده‌گی مستقیم و غیرمستقیم (درصد)



مأخذ: همان.

۷. ارزیابی وضعیت بخش‌ها به لحاظ روابط متقابل، انرژی‌بری و آلاینده‌گی

یکی از اهداف اصلی از تهیه سلسله گزارش‌های مرتبط با بخش‌های کلیدی، ارائه تصویر جامعی از وضعیت بخش‌های اقتصادی ایران به لحاظ مؤلفه‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی است. در گزارش «شناسایی بخش‌های کلیدی» بخش‌های اقتصاد ایران از منظر روابط متقابل بین‌بخشی بررسی شدند. در گزارش حاضر نیز وضعیت بخش‌های اقتصادی با توجه به دو مؤلفه مصرف انرژی و انتشار آلاینده CO₂ بررسی شد. هدف از ارائه مطالب این قسمت، ارزیابی وضعیت بخش‌های کلیدی^۱، با توجه به دو مؤلفه مذکور است. همچنین بخش‌هایی که انرژی‌بری و آلاینده‌گی کمی دارند از منظر روابط متقابل بین‌بخشی بررسی خواهند شد. جدول ۱۸ وضعیت بخش‌های کلیدی را با توجه به مؤلفه‌های انرژی‌بری و آلاینده‌گی نشان می‌دهد:^۲

جدول ۱۸. وضعیت انرژی‌بری و آلاینده‌گی بخش‌های کلیدی ایران در سال ۱۳۹۰

انتشار آلاینده CO ₂		انرژی		بخش‌های کلیدی
محتوای آلاینده‌گی	شدت آلاینده‌گی	محتوای انرژی	شدت انرژی	
متوسط	خیلی کم	متوسط	خیلی کم	کشاورزی ^۳
خیلی کم	کم	خیلی کم	کم	ساخت کاغذ و محصولات کاغذی
خیلی کم	کم	خیلی کم	کم	ساخت محصولات از لاستیک و پلاستیک
خیلی کم	کم	خیلی کم	کم	ساخت محصولات فلزی فابریکی بجز ماشین‌آلات و تجهیزات
کم	کم	متوسط	کم	ساخت کک و فرآورده‌های حاصل از تصفیه نفت و سوخت‌های هسته‌ای
متوسط	کم	زیاد	زیاد	ساخت مواد شیمیایی و محصولات شیمیایی
متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	ساخت فلزات اساسی
زیاد	زیاد	زیاد	زیاد	حمل‌ونقل

مأخذ: همان.

همان‌طور که ملاحظه می‌شود از بین بخش‌های کلیدی، بخش «حمل‌ونقل» نقش مهمی در مصرف انرژی و انتشار دی‌اکسیدکربن دارد. علت آن است که سهم بالایی از این بخش به حمل‌ونقل جاده‌ای اختصاص دارد. با توجه به کلیدی بودن این بخش در اقتصاد ایران، یکی از اقدامات اساسی به منظور کاهش مصرف انرژی و انتشار آلاینده CO₂ در این بخش، توسعه و گسترش حمل‌ونقل ریلی

۱. بخش‌های کلیدی شناسایی شده در گزارش «شناسایی بخش‌های کلیدی»، مرکز پژوهش‌های مجلس، ۱۳۹۴.

۲. بخش‌های کلیدی ارائه شده در جدول ۱۷ بر مبنای نتایج دو روش بردار ویژه و حذف فرضی است.

۳. خاطرنشان می‌شود در گزارش مذکور دو بخش «زراعت و باغداری» و «دامداری، مرغداری، پرورش کرم ابریشم و زنبور عسل» به عنوان بخش‌های کلیدی شناسایی شدند. با این وجود در این گزارش به علت فقدان اطلاعات کافی، بخش‌های مذکور به همراه دو بخش «ماهگیری» و «جنگلداری» در قالب بخش کشاورزی جمع شده‌اند.



است. همچنین ملاحظه می‌شود که بخش‌های «ساخت مواد شیمیایی و محصولات شیمیایی» و «ساخت فلزات اساسی» در زمره بخش‌های با انرژی‌بری بالا محسوب می‌شوند. بنابراین در نظر گرفتن ابعاد زیست‌محیطی برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری در این فعالیت‌ها ضروری است و باید تدابیر لازم اندیشیده شود.

یکی دیگر از سؤالات این گزارش این است که کدامیک از بخش‌های با شدت انرژی‌بری و آلایندگی پایین، گزینه مناسبی برای سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی هستند. جدول ۱۹ نتایج حاصله را نشان می‌دهد. بجز بخش «ساخت محصولات غذایی و انواع آشامیدنی‌ها» که پیوندهای پسین آن هم برمبنای مبادلات واسطه و هم مقیاس قوی است و از قدرت تحرک آفرینی بالایی در اقتصاد برخوردار است، سایر بخش‌ها پیوندهای ضعیفی دارند. البته دو بخش «دباغی و پرداخت چرم و سایر محصولات چرمی» و «ساخت سایر تجهیزات حمل‌ونقل» نیز پیوندهای پسین قوی دارند اما به‌علت مقیاس کم در اقتصاد، از قدرت تحرک آفرینی بالایی در کل اقتصاد برخوردار نیستند.

بخش‌های جدول ۱۹ وضعیت مناسبی به‌لحاظ شدت انرژی‌بری و آلایندگی دارند. با این حال همان‌طور که بررسی شد، بخش‌های مذکور توانایی ایجاد تحرک و انتقال آثار رشد خود به سایر بخش‌ها را ندارند. یک علت برای این مسئله این است که برخی از بخش‌ها به‌صورت ماهوی پیوندهای ضعیفی دارند. از طرفی امکان دارد پیوندهای ضعیف بخش‌ها متأثر از سیاست‌های گذشته باشد و اقدامی در راستای توسعه و گسترش آنها صورت نگرفته باشد. بنابراین در صورتی که بخش‌های مذکور به‌طور بالقوه توانایی ایجاد رشد در اقتصاد را داشته باشند می‌توانند گزینه مطلوبی برای برنامه‌ریزی باشند. همچنین بهره‌گیری از مطالعات آینده‌پژوهی نیز می‌تواند در این زمینه مفید باشد.

جدول ۱۹. وضعیت بخش‌های با شدت انرژی‌بری و آلایندگی کم از منظر روابط متقابل بین‌بخشی

مبادلات واسطه + اندازه تقاضای نهایی و ارزش افزوده		مبادلات واسطه		بخش
پیوند پیشین	پیوند پسین	پیوند پیشین	پیوند پسین	
متوسط	قوی	ضعیف	قوی	ساخت محصولات غذایی و انواع آشامیدنی‌ها
خیلی ضعیف	خیلی ضعیف	خیلی ضعیف	ضعیف	ساخت محصولات از توتون و تنباکو
خیلی ضعیف	خیلی ضعیف	ضعیف	متوسط	ساخت پوشاک، عمل آوری و رنگ کردن خز
خیلی ضعیف	خیلی ضعیف	خیلی ضعیف	قوی	دباغی و پرداخت چرم و سایر محصولات چرمی
خیلی ضعیف	خیلی ضعیف	قوی	ضعیف	انتشار، چاپ و تکثیر رسانه‌های ضبط شده
خیلی ضعیف	خیلی ضعیف	خیلی ضعیف	ضعیف	ساخت ماشین‌آلات دفتری، حسابداری و محاسباتی
خیلی ضعیف	خیلی ضعیف	خیلی ضعیف	خیلی ضعیف	ساخت رادیو و تلویزیون، دستگاه‌ها و وسایل ارتباطی
خیلی ضعیف	خیلی ضعیف	خیلی ضعیف	متوسط	ساخت ابزار پزشکی، ابزار اپتیکی، ابزار دقیق و انواع ساعت
خیلی ضعیف	خیلی ضعیف	خیلی ضعیف	قوی	ساخت سایر تجهیزات حمل‌ونقل

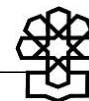
مأخذ: محاسبات تحقیق.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

آمارهای منتشره از مصرف انرژی و انتشار آلاینده CO₂ در ایران حاکی از آن است که با وجود اجرای قانون هدفمندی یارانه‌ها، روند مذکور همچنان صعودی است. اگرچه این مسئله به دلیل اتکای رشد اقتصادی ایران به منابع طبیعی چندان دور از انتظار نیست، اما روند صعودی مصرف انرژی و انتشار CO₂ طی سال‌هایی که کشور با نرخ‌های رشد پایین و حتی منفی روبرو بوده، قابل تأمل است. ادامه این روند آثار مخرب زیست‌محیطی و اقتصادی و اجتماعی را در پی خواهد داشت و مانع از دستیابی ایران به توسعه پایدار خواهد شد. همچنین ادامه روند صعودی انتشار CO₂، تعهدات ایران در جامعه بین‌المللی را نیز خدشه‌دار خواهد کرد. در اجلاس اخیر تغییرات آب و هوایی پاریس، ایران تعهد نموده تا سال ۲۰۳۰، سالیانه ۴ درصد از انتشار گازهای گلخانه‌ای خود بکاهد و در صورت رفع تحریم‌ها این میزان کاهش به ۱۲ درصد خواهد رسید (۸ درصد داوطلبانه). بررسی گزارش‌های بین‌المللی حاکی از آن است که ایران در سال ۲۰۱۵ در مصرف انرژی رتبه پنجم و در انتشار CO₂ جایگاه هفتم جهان را به خود اختصاص داده است. لذا یکی از چالش‌های پیشروی ایران دستیابی به نرخ‌های رشد بالا برای خروج از رکود با لحاظ قیود زیست‌محیطی است.

یکی از خلأهای مطالعات کلان در زمینه مصرف انرژی و انتشار گازهای آلاینده، عدم توجه به

انرژی به‌کار رفته در نهاده‌های واسطه‌ای مورد نیاز بخش‌های اقتصادی است. هر بخش تولیدی علاوه بر آنکه برای تولید محصولات خود به انرژی نیاز دارد، از نهاده‌های واسطه‌ای استفاده می‌کند که در تولید آنها نیز انرژی مصرف شده است. نکته اساسی که نباید از آن غفلت نمود این است که انرژی صرف شده و CO₂ منتشره ناشی از تولید نهاده‌های واسطه‌ای در واقع متعلق به بخشی است که نهاده‌های مذکور را در تولید محصولات خود مورد استفاده قرار می‌دهد. بنابراین به الگویی نیاز است که قادر باشد مصرف انرژی یک بخش در کل زنجیره تولید (شامل مصارف مستقیم و غیرمستقیم انرژی آن) محاسبه نماید. این مسئله در خصوص انتشار CO₂ نیز به همین صورت است. از همین روی در این گزارش از الگوی داده - ستانده استفاده شده که به خوبی قادر به سنجش انرژی‌بری و آلاینده‌گی مستقیم و غیرمستقیم بخش‌هاست. البته باید اشاره کرد که علاوه بر جدول داده - ستانده از آمارهای مربوط به مصرف انرژی و انتشار CO₂ ترازنامه هیدروکربوری سال ۱۳۹۰ نیز استفاده شده است. با این وجود به علت برخی از نارسایی‌های ترازنامه و عدم دسترسی به اطلاعات تفصیلی زیربخش‌ها، از آمارهای جانبی نظیر نتایج طرح آمارگیری از کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیشتر و نتایج طرح آمارگیری از معادن در حال بهره‌برداری کشور سال ۱۳۹۰ مرکز آمار ایران نیز استفاده شده است. شایان ذکر است که یکی از مهمترین مشکلات تهیه این گزارش، عدم وجود آمار تفصیلی مصرف انرژی و انتشار آلاینده CO₂ بخش‌ها در ترازنامه‌های انرژی کشور بود. این در حالی است که تراز انرژی بسیاری از کشورها اطلاعات مربوط به بخش‌های صنعت و حمل‌ونقل را در سطح زیربخش‌ها ارائه می‌کنند و نهاده‌های بین‌المللی نظیر آژانس بین‌المللی انرژی و سازمان ملل نیز در راهنماهای خود توصیه می‌کنند که ارائه آمار بخش‌ها در سطح تفصیلی صورت گیرد.



به علاوه به علت وجود برخی تفاوت‌ها در تعاریف بخش‌هایی نظیر صنعت لازم بود که پیش از هر نوع محاسبه سازگاری و هماهنگی‌های لازم بین این دو صورت گیرد.

در این گزارش به دنبال پاسخگویی به سؤالات زیر بودیم:

- وضعیت بخش‌های مختلف به لحاظ شدت مصرف انرژی و شدت انتشار آلاینده CO₂ به چه صورت است؟

- در صورتی که مبنای مقایسه بخش‌ها، محتوای انرژی و محتوای آلاینده تقاضای نهایی آنها باشد، چه نتایج حاصل خواهد شد؟

- چه ارتباطی بین شدت انرژی‌بری بخش‌ها با شدت آلاینده‌گی آنها وجود دارد؟

- وضعیت بخش‌های کلیدی اقتصاد ایران به لحاظ مصرف انرژی و انتشار CO₂ به چه صورت است؟

- کدامیک از بخش‌های با شدت انرژی‌بری و آلاینده‌گی کم، گزینه مناسبی برای سیاستگذاری و برنامه‌ریزی هستند؟

در راستای پاسخ به سؤال اول ملاحظه شد که بخش‌های «برق»، «ساخت سایر محصولات کانی غیرفلزی»، «ساخت مواد و محصولات شیمیایی»، «حمل و نقل» و «ساخت فلزات اساسی» رتبه‌های نخست بیشترین شدت انرژی‌بری مستقیم و غیرمستقیم را به خود اختصاص داده‌اند. همچنین با استناد به نتایج مطالعه بخش‌های «برق»، «سایر معادن»، «ساخت سایر محصولات کانی غیرفلزی»، «حمل و نقل» و «ساخت فلزات اساسی» رتبه‌های یک تا پنج بیشترین شدت انتشار مستقیم و غیرمستقیم CO₂ را به خود اختصاص داده‌اند.^۱ مقایسه این نتایج با مصرف مطلق انرژی و انتشار مطلق CO₂ تصویر واقع‌بینانه‌تری از وضعیت بخش‌ها ارائه می‌دهد. به عنوان نمونه بخش «معدن» شدت انتشار آلاینده‌گی بالایی دارد که تنها بررسی آثار مستقیم و غیرمستقیم این نکته را نشان می‌دهد. از سویی دیگر بخش «ساختمان» شدت انرژی‌بری و شدت آلاینده‌گی غیرمستقیم بالایی دارد و مصرف مطلق انرژی و انتشار مطلق CO₂ این مسئله را نشان نمی‌دهد.

بررسی محتوای انرژی و انتشار CO₂ تقاضای نهایی بخش‌ها نیز تصویر متفاوتی ارائه می‌دهد. بخش‌های «سایر خدمات»، «نفت خام و گاز طبیعی»، «حمل و نقل»، «ساختمان» و «ساخت مواد شیمیایی و محصولات شیمیایی» بیشترین محتوای انرژی و بخش‌های «سایر خدمات»، «حمل و نقل»، «ساختمان»، «برق» و «نفت خام و گاز طبیعی» بیشترین محتوای CO₂ تقاضای نهایی را به خود اختصاص داده‌اند.

۱. در خصوص شدت انتشار آلاینده CO₂ نتایج این گزارش با گزارش پیشین مرکز پژوهش‌های مجلس تا حدودی متفاوت است. علت این مسئله بازنگری چند موضوع اساسی گزارش پیشین است. نخست، مراد از بخش ساختمان، ساخت ساختمان و زیرساخت نظیر سد، جاده و ... است. لذا اختصاص قسمتی از آمار بخش خانگی و تجاری به ساختمان نادرست است. دوم، تفاوت تعریف بخش صنعت در ترازنامه انرژی و هیدروکربوری با حساب‌های ملی مرکز آمار است. بخش صنعت در ترازنامه انرژی و هیدروکربوری شامل صنایع، معدن و ساختمان است در حالی که در حساب‌های ملی مرکز آمار بخش صنعت شامل معدن و ساختمان نیست. سوم، انتشار CO₂ ناشی از فعالیت پالایشگاه‌های گاز در گزارش پیشین نادیده گرفته شده است در حالی که با استناد به ترازنامه انرژی و هیدروکربوری پالایشگاه‌های گاز بخشی از گاز تولیدی خود را به عنوان سوخت مصرف می‌کنند و لذا باید انتشار CO₂ ناشی از آن لحاظ شود. همچنین تلفات سیستم‌های فرآوری گاز و گاز سوزانده شده در پالایشگاه‌های گازی نباید نادیده گرفته شوند. چهارم در نظر گرفتن ایستگاه‌های تقویت فشار گاز در انتشار آلاینده CO₂ در گزارش حاضر است.

همچنین در خصوص ارتباط بین شدت انرژی‌بری و شدت آلایندگی بخش‌ها ملاحظه شد که تقریباً ارتباط مستقیمی بین میزان انرژی‌بری با انتشار CO₂ وجود دارد. البته استثناهایی نظیر بخش‌های «سایر معادن» و «برق» وجود دارد که سهم انتشار CO₂ آنها بیش از مصرف انرژی است. برخی از بخش‌ها نظیر «نفت خام و گاز طبیعی»، «ساخت مواد و محصولات شیمیایی» و «ساخت محصولات لاستیک و پلاستیک» نیز وجود دارند که انرژی‌بری آنها بیش از آلایندگی است. به نظر می‌رسد یکی از دلایل این مسئله نوع سوخت مصرفی مرتبط باشد.

یکی دیگر از اهداف دیگر این گزارش بررسی انرژی‌بری و آلایندگی بخش‌های با قدرت تحرک آفرینی بالا در اقتصاد بود. نتایج حاصله نشان می‌دهد بخش «حمل‌ونقل» به‌عنوان یکی از بخش‌های کلیدی اقتصاد ایران سهم بالایی در مصرف انرژی و انتشار CO₂ دارد. همچنین بخش‌های کلیدی «ساخت مواد شیمیایی و محصولات شیمیایی» و «ساخت فلزات اساسی» نیز در زمره بخش‌های با انرژی‌بری بالا محسوب می‌شوند. بخش‌های «ساخت محصولات غذایی و انواع آشامیدنی‌ها»، «ساخت محصولات از توتون و تنباکو»، «ساخت پوشاک، عمل‌آوری و رنگ کردن خز»، «دباجی و پرداخت چرم و محصولات چرمی»، «انتشار، چاپ و تکثیر رسانه‌های ضبط شده»، «ساخت ماشین‌آلات دفتری، حسابداری و محاسباتی»، «ساخت رادیو و تلویزیون، دستگاه‌ها و وسایل ارتباطی»، «ساخت ابزار پزشکی، ابزار ایتیکی، ابزار دقیق و انواع ساعت»، «ساخت سایر تجهیزات حمل‌ونقل» شدت انرژی‌بری و آلایندگی کمی دارند. در بین این بخش‌ها تنها بخش «ساخت محصولات غذایی و انواع آشامیدنی‌ها» از پیوندهای پسین قوی برخوردار است و می‌تواند گزینه مناسبی برای سیاستگذاری باشد. دو بخش «دباجی و پرداخت چرم و سایر محصولات چرمی» و «ساخت سایر تجهیزات حمل‌ونقل» نیز انرژی‌بری و آلایندگی کمی دارند، اما به‌علت مقیاس کم در اقتصاد، پیوندهای پسین آنها از قدرت تحرک آفرینی بالایی برخوردار نیستند. یک علت برای این مسئله می‌تواند عدم اتخاذ سیاست‌های مناسب در راستای رشد این بخش‌ها باشد. بنابراین در صورتی که بخش‌های مذکور به‌طور بالقوه توانایی ایجاد رشد در اقتصاد را داشته باشند می‌توانند گزینه مطلوبی برای برنامه‌ریزی باشند.

متأسفانه شدت انرژی در کشور ما به‌دلایل مختلفی همچون صنایع سنگین انرژی‌بر با فناوری فرسوده یا قدیمی و روش‌های تولید منسوخ، پایین بودن قیمت حامل‌های انرژی، وجود تلفات بسیار زیاد شبکه انتقال و توزیع برق کشور، راندمان بسیار پایین نیروگاه‌های کشور و وجود نیروگاه‌های خارج از رده، استفاده از فناوری‌های سطح پایین، حمل‌ونقل بسیار نامطلوب و... در سطح بالایی قرار دارد (محمدخانی، ۱۳۹۴). با توجه به افزایش مصرف انرژی، محدود بودن منابع طبیعی، حرکت در راستای توسعه پایدار و حفظ محیط زیست بایستی تا حد امکان از هدر رفتن و تلف شدن انرژی جلوگیری و تدابیری برای صرفه‌جویی در مصرف انرژی اندیشیده شود. با استناد به نتایج حاصله، راهکارهای مرتبط با صرفه‌جویی انرژی باید براساس مصرف انرژی هر بخش در کل زنجیره تولید و نه صرفاً مصرف مطلق انرژی آن باشد.



با توجه به توضیحات فوق پیشنهادهای زیر در خصوص سیاستگذاری‌های مرتبط با مصرف انرژی و انتشار آلاینده ارائه می‌شود:

۱. راهکارهای مرتبط با صرفه‌جویی انرژی باید براساس مصرف انرژی هر بخش در کل زنجیره و نه صرفاً مصرف مطلق انرژی باشد. لذا به‌طور کلی دو گروه از راهکارها با توجه به ویژگی‌های مصرف انرژی هر بخش پیشنهاد می‌شود: ۱. برای صنایع سنگین و انرژی‌بر نظیر «برق»، «فلزات اساسی»، «ساخت مواد شیمیایی و محصولات شیمیایی» و «ساخت سایر کانی‌های غیرفلزی» سیاست‌ها باید در جهت افزایش کارایی آنها از طریق تولید پاک، متمیزی انرژی، بروز نمودن فناوری و توقف فعالیت بخش‌های با فناوری منسوخ و افزایش آگاهی در خصوص روش‌های صرفه‌جویی انرژی معطوف گردد. به‌عنوان نمونه نیروگاه یک فعالیت انرژی‌بر در همه کشورهاست. با این حال می‌توان با در نظر گرفتن تدابیری نظیر کاهش تلفات شبکه توزیع برق، افزایش راندمان نیروگاه‌های گازی با تبدیل آنها به سیکل ترکیبی و احداث نیروگاه‌ها در ارتفاع پایین از شدت انرژی‌بری و لذا انتشار CO₂ آن کاست. ۲. برای بخش‌هایی مانند «ساختمان» که محتوای انرژی بالایی دارند نیز راهکارها باید بر مصرف انرژی آنها در زنجیره عرضه نظیر سبز نمودن زنجیره عرضه^۱ و کنترل تقاضای نهایی بی‌رویه متمرکز باشد. استفاده از ابزارهایی نظیر یارانه، مالیات^۲ و وام‌های بانکی با نرخ بهره پایین نیز می‌تواند در شکل‌گیری زنجیره تأمین سبز مفید باشد.
۲. در بخش حمل‌ونقل ارتقای صنعت خودروسازی براساس استانداردهای جهانی و توسعه حمل‌ونقل عمومی و گسترش شبکه ریلی می‌تواند نقش مهمی در کاهش مصرف انرژی و انتشار CO₂ داشته باشد و از همین روی یکی از اولویت‌های لایحه برنامه ششم توسعه است.
۳. در برخی از بخش‌ها نظیر نفت خام و گاز طبیعی نیز بهره‌گیری از فناوری نامناسب موجب شده بخشی از گازهای همراه نفت سوزانده شود. این مسئله موجب شده که حدود ۹ درصد از انتشار CO₂ برعهده این بخش باشد.^۳

۱. زنجیره تأمین سبز شامل مراحل طراحی محصول، انتخاب و تأمین مواد اولیه، فرآیند تولید و ساخت، فرآیندهای توزیع و انتقال، تحویل به مشتری است. زنجیره تأمین سبز پس از مصرف نیز شامل مدیریت بازیافت و مصرف مجدد به‌منظور پیشینه کردن میزان بهره‌وری مصرف انرژی است.
۲. به‌طور کلی استفاده از مالیات‌های زیست‌محیطی (مالیات سبز) نقش مهمی در کمک به کشورها در مسیر رسیدن به توسعه پایدار دارند. این نوع از مالیات‌ها انواع مختلفی دارند: ۱. وضع مالیات‌های مستقیم بر انتشار آلاینده‌ها (مالیات پیگو)، ۲. مالیات بر نهاده‌های تولیدی و یا کالاهای مصرفی که استفاده از آنها به محیط زیست آسیب می‌رساند و ۳. قوانین و مقررات مالی محیط زیستی (مأخذ: سایت سازمان محیط زیست، مقاله مالیات سبز و حسابداری سبز). مالیات سبز با بالاتر بردن هزینه‌های تولید کالاهای انرژی‌بر آلاینده محیط زیست، موجب کاهش تولید یا بهبود فرآیند تولید آن و در نتیجه کاهش آلاینده‌های آن کالا می‌شود. در کل مالیات‌هایی که در نظام مالیات سبز شامل تخفیف می‌شوند عبارتند از: مالیات بر فروش محصولات دوستدار محیط زیست، مالیات بر دستمزد و درآمد مشاغلی که به نحوی برای حفظ محیط زیست فعالیت می‌کنند، مالیات بر ساختمان‌هایی که طراحی آنها برای حفظ محیط زیست صورت گرفته است، مالیات شرکت‌هایی که کسب و کار آنها در رابطه با حفظ محیط زیست و کاهش آلودگی‌هاست. اما مالیات‌هایی که در این نظام شامل جریمه و افزایش می‌شوند عبارت است از: مالیات بر کربن که به شکل مالیات بر مصرف سوخت‌های فسیلی نمود می‌یابد، تعرفه واردات کالاهای با مصرف انرژی بالا، مالیات استخراج معدن، انرژی و بهره‌برداری از جنگل‌ها. به‌طور کلی این نظام به‌دنبال کاهش هزینه فعالیت‌های دوستدار محیط زیست به هر شکل و افزایش هزینه فعالیت‌های آسیب‌رسان به محیط زیست است (مأخذ: خبر شماره ۳۴۶۸، روزنامه دنیای اقتصاد، ۱۳۹۴/۰۲/۰۷).
۳. با توجه به آنکه جمع‌آوری گازهای گلخانه‌ای یک اقدام اقتصادی، زیست‌محیطی و در راستای تحقق تعهدات بین‌المللی ایران است، اخیراً اقداماتی از سوی سازمان حفاظت محیط زیست برای فروش گازهای همراه نفت به بخش خصوصی صورت گرفته است (خبر شماره 1082078، روزنامه دنیای اقتصاد، مورخ ۱۳۹۵/۰۵/۰۶).

۴. با توجه به شدت انرژی‌بری و آلایندگی بالای ایران و مشخص نبودن سهم هریک از بخش‌ها در این زمینه، پیشنهاد می‌شود شدت انرژی‌بری و آلایندگی به صورت بخشی اعلام شود.
۵. یکی از خلأهای اساسی ترازنامه‌های انرژی و هیدروکربوری که پژوهش‌های مرتبط را با ابهامات و چالش‌های زیادی مواجه ساخته، عدم استفاده از طبقه‌بندی‌های بین‌المللی نظیر ISIC است. علاوه بر این حتی ماهیت بخش‌های انرژی که در ۸ سرفصل کلی در ترازنامه ارائه شده مشخص نیست. برای مثال ماهیت بخش‌هایی نظیر صنعت و یا جایگاه بخش‌هایی نظیر ساختمان^۱ و معدن اساساً مشخص نیست. بنابراین پیشنهاد می‌شود با استفاده از «راهنمای آمار انرژی آژانس بین‌المللی انرژی» و «راهننامه بین‌المللی آمار انرژی سازمان ملل» اولاً تعاریف مشخص برای هر سرفصل ارائه شود و ثانیاً اطلاعات مرتبط با مصارف انرژی و انتشار CO₂ در قالب طبقه‌بندی‌های بین‌المللی نظیر ISIC و به صورت تفصیلی ارائه شود.
۶. به علت نادیده گرفتن انتشار آلاینده‌ها در بخش‌های بالادستی و عدم گزارش آن در جداول فصل مربوطه ترازنامه، پیشنهاد می‌شود بازنگری‌های لازم در این زمینه صورت گیرد تا اطلاعات دقیق‌تری در اختیار پژوهشگران قرار گیرد.
۷. تهیه حساب‌های ادغام شده محیط زیستی و اقتصادی (SEEA) می‌تواند به شناسایی و ثبت آثار ناشی از تخریب و آلایندگی محیط زیست کمک اساسی کند. این کار نیازمند تلفیق همزمان موضوعات زیست‌محیطی و مسائل اقتصادی در سیستم ادغام شده حسابداری است. حساب‌های ملی رایج به دلیل عدم ملاحظه هزینه‌های فردی و جمعی استفاده از منابع طبیعی و آسیب‌های وارده بر محیط زیست ممکن است علائم اشتباهی به سیاستگذاران بدهند.
- با توجه به اتکای ایران به صنایع انرژی‌بر و آلاینده ضروری است که تمهیداتی برای کاهش شدت انرژی و انتشار آلاینده اندیشیده شود و در ارتباط با مسئله رشد اقتصادی، قید تخریب کمتر محیط زیست لحاظ شود.** همان‌طور که گفته شد استفاده از مالیات‌های زیست‌محیطی متناسب با ساختار و شرایط حال حاضر اقتصاد ایران و شدت انرژی‌بری و آلایندگی بخش‌ها از دیگر راهکارهای موجود است.
- اهمیت موضوعات فوق با توجه به شرایط حال حاضر اقتصاد ایران و نیاز به نرخ رشد بالا برای خروج از رکود، دو چندان است و در غیاب سیاستگذاری جامع و همه‌جانبه که فعالیت‌های مختلف اقتصادی را از جنبه‌های گوناگون مورد واکاوی قرار دهد، تنها به بدتر شدن شرایط منتهی خواهد شد. نتایج این گزارش و مطالعات مشابه می‌تواند نقش مهمی در طبقه‌بندی صنایع براساس سطوح مختلف مصرف انرژی و انتشار آلاینده برای به‌کارگیری مالیات‌های سبز داشته باشد.

۱. فعالیت‌های مرتبط با آماده‌سازی زمین، احداث ساختمان، احداث ساختمان‌های زیربنایی نظیر راه‌سازی، سد، تونل، سازه، جاده و ...



پیوست ۱

مبانی نظری سنجش میزان مصرف انرژی و انتشار آلاینده مستقیم و غیرمستقیم

در این گزارش به منظور ارزیابی انرژی‌بری و انتشار آلاینده CO2 بخش‌های اقتصادی از الگوی داده-ستانده استفاده شده است. به طور کلی در تحلیل‌های مرتبط با مصرف انرژی و انتشار آلاینده از دو روش استفاده می‌شود.

در روش اول کلیه بخش‌های انرژی و غیرانرژی جدول داده - ستانده با استفاده از بلوک‌بندی از هم جدا شده و در چهار بلوک «انرژی - انرژی»، «انرژی - غیرانرژی»، «غیرانرژی - انرژی» و «غیرانرژی - غیرانرژی» طبقه‌بندی می‌شوند. بخش‌های غیرانرژی با واحدهای ارزشی و بخش‌های انرژی با واحدهای فیزیکی نظیر بی‌تی‌یو یا بشکه معادل نفت خام وارد جدول می‌شوند.

در روش دوم که مبنای محاسبات این گزارش هست، همه بخش‌های جدول داده - ستانده به صورت ارزشی بوده و مصارف انرژی بخش‌ها در قالب یک بردار فیزیکی و به صورت برونزا وارد مدل می‌شود. این روش به علت سهولت بیشتر، متداول‌تر است. با این حال براساس توصیه کتاب تحلیل‌های داده - ستانده میلر و بلر (۲۰۰۹)، در صورت دسترسی به آمار مصرف هر یک از بخش‌ها از انرژی به صورت واحدهای فیزیکی، نتایج روش اول از اطمینان بیشتری برخوردار خواهد بود. در گزارش حاضر به علت فقدان اطلاعات مرتبط از روش دوم استفاده شده است.

همچنین در این مطالعه به دو علت از جدول داده - ستانده داخلی به جای جدول متعارف استفاده شده است: نخست آنکه هدف بررسی انرژی‌بری بخش‌ها برای تولید کالاهای ساخت داخل است. دوم آنکه انتشار CO2 ماهیت داخلی دارد و انتشار CO2 ناشی از تولیدات داخلی باید مبنای ارزیابی قرار گیرد. به عبارت دیگر انرژی مصرف شده و CO2 منتشره ناشی از تولید کالاهای وارداتی متعلق به کشور تولیدکننده آنهاست. بنابراین با فرض آنکه کلیه واردات رقابتی باشد می‌توان واردات را از تولید داخلی تفکیک کرد و جدول متعارف را به یک جدول داخلی تبدیل نمود. مبانی نظری روش تفکیک واردات به تفصیل در بانویی (۱۳۹۱) آمده است. با استناد به نتایج این مقاله در این گزارش از روش سوم تفکیک واردات برحسب واردات واسطه‌ای، مصرفی و سرمایه‌ای استفاده شده است. با توجه به توضیحات فوق ماتریس ضرایب فنی داخلی به صورت زیر به دست می‌آید:

$$a_{ij}^d = \frac{z_{ij}^d}{x_j} \quad (1)$$

از رابطه تراز تولیدی داده - ستانده داریم:

$$x = Ax + f \quad (2)$$

بنابراین ماتریس معکوس لئونتیف به صورت زیر به دست خواهد آمد:

$$x = (I - A)^{-1}f \quad (۳)$$

رابطه ۳ نشان می‌دهد که به ازای افزایش ارزش یک واحد تقاضای نهایی (یک میلیون ریال) بخش x تولید مستقیم و غیرمستقیم این بخش در کل اقتصاد چقدر افزایش خواهد یافت. به منظور استفاده از رابطه فوق در تحلیل‌های مرتبط با انرژی و انتشار آلاینده‌ها ابتدا باید شدت مصرف انرژی و شدت انتشار CO2 را محاسبه کرد. رابطه ۴ شدت انرژی مصرفی و رابطه ۶ شدت انتشار آلاینده را نشان می‌دهد. رابطه ۴ به این معناست که برای ارزش یک واحد تولید (یک میلیون ریال) در بخش x به چند واحد انرژی (بشکه معادل نفت خام) مورد نیاز است. همچنین رابطه ۶ نشان می‌دهد که به ازای ارزش یک واحد تولید در بخش x چه میزان آلاینده (تن) منتشر می‌شود.

شدت انرژی‌بری مستقیم:

$$e = \frac{E}{x} \quad (۴)$$

که در آن e شدت انرژی‌بری مستقیم هر بخش، E مقدار انرژی مصرفی در هر بخش و x ستانده هر بخش را نشان می‌دهد. بنابراین مصرف انرژی توسط هر بخش به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$E = \hat{e}x \quad (۵)$$

شدت انتشار آلاینده‌گی مستقیم:

$$p = \frac{P}{x} \quad (۶)$$

که در آن p شدت مقدار انتشار آلاینده در هر بخش، P مقدار انتشار آلاینده در هر بخش است. بنابراین انتشار آلاینده هر بخش از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$P = \hat{p}x \quad (۷)$$

همان‌طور که ملاحظه می‌شود روابط بالا تنها مصرف انرژی و انتشار آلاینده در یک بخش را نشان می‌دهند و انرژی مصرف شده در نهاده‌های واسطه‌ای آن بخش را نادیده می‌گیرند. همچنین در فرآیند تولید نهاده‌های واسطه‌ای نیز آلاینده CO2 منتشر می‌شود که شدت آلاینده‌گی مستقیم قادر به سنجش آن نیست. از همین روی با جایگذاری روابط ۵ و ۷ در رابطه ۳ شدت انرژی‌بری و آلاینده‌گی مستقیم و غیرمستقیم محاسبه می‌شود:

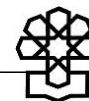
انرژی‌بری مستقیم و غیرمستقیم: نشان می‌دهد که به ازای یک واحد افزایش تقاضای نهایی بخش

x ، چه میزان انرژی به صورت مستقیم و غیرمستقیم مورد نیاز است.

$$E = \hat{e}(I - A)^{-1}f \quad (۸)$$

انتشار مستقیم و غیرمستقیم آلاینده: نشان می‌دهد که به ازای ارزش یک واحد افزایش تقاضای

نهایی بخش x ، چه میزان CO2 به صورت مستقیم و غیرمستقیم منتشر می‌شود.



$$P = \hat{p}(I - A)^{-1}f \quad (9)$$

روابط ۸ و ۹ نه تنها مصرف مستقیم انرژی و انتشار مستقیم آلاینده CO2 در تولید هر بخش را نشان می‌دهند، بلکه مقدار انرژی صرف شده و CO2 منتشره برای تولید نهاده‌های واسطه‌ای بخش مذکور را نیز در نظر می‌گیرند.

محتوای انرژی تقاضای نهایی: اگر شدت انرژی‌بری مستقیم و غیرمستقیم حاصله برای هر بخش در رابطه ۸ در تقاضای نهایی متناظر آن ضرب شود، محتوای انرژی تقاضای نهایی بخش مذکور به دست می‌آید. بنابراین فرمول ۸ به صورت زیر نوشته می‌شود:

$$\begin{aligned} \bar{E} &= \hat{e}(I - A)^{-1}\hat{f} \\ \bar{E} &= [\bar{e}_{ij}] \end{aligned} \quad (10)$$

جمع ستونی ماتریس \bar{E} برای هر بخش محتوای انرژی آن بخش را به دست می‌دهد و به صورت زیر حاصل می‌شود:

$$\bar{e}_j = \sum_i \bar{e}_{ij} \quad (11)$$

بردار \bar{e}_j نشان می‌دهد که هر بخش اقتصاد برای تأمین تقاضای نهایی خود چه مقدار انرژی مستقیم و غیرمستقیم نیاز دارد.

محتوای CO2 تقاضای نهایی: اگر شدت آلاینده‌گی مستقیم و غیرمستقیم هر بخش در رابطه ۹ در تقاضای نهایی متناظر آن بخش ضرب شود، محتوای CO2 تقاضای نهایی آن به دست می‌آید.^۱

$$\begin{aligned} \bar{P} &= \hat{p}(I - A)^{-1}\hat{f} \\ \bar{P} &= [\bar{p}_{ij}] \end{aligned} \quad (12)$$

جمع ستونی ماتریس \bar{P} برای هر بخش محتوای CO2 آن بخش را به دست می‌دهد و به صورت زیر حاصل می‌شود:

$$\bar{p}_j = \sum_i \bar{p}_{ij} \quad (13)$$

بردار \bar{p}_j نشان می‌دهد که هر بخش برای تأمین تقاضای نهایی خود چه میزان CO2 به طور مستقیم و غیرمستقیم در کل اقتصاد منتشر می‌کند.

۱. جهت اطلاع بیشتر درخصوص نحوه محاسبه روابط ۱۰ و ۱۱ به مقاله هیملر (۱۹۹۱) مراجعه شود.

پیوست ۲

جدول ۱. انتشار کیلوگرم CO₂ به ازای یک میلیون بی تی یو از حامل‌های انرژی

انتشار کیلوگرم CO ₂ به ازای یک میلیون بی تی یو	حامل انرژی	Fuel Type
۷۵/۲	نفت سفید	koresene
۷۴/۹۲	گازوئیل	Heavy Gas Oils
۵۳/۰۶	گاز طبیعی	Natural Gas
۷۱/۶۱	گاز مایع	Liquefied Petroleum Gasses
۷۰/۲۲	بنزین	Motor Gasoline
۷۳/۲۵	نفت سیاه و نفت کوره	Distillate fuel Oil
۱۰۳/۶۹	زغال سنگ	Anthracite Coal
۹۳/۸	زغال چوب	wood and wood residuals

مأخذ: براساس دستورالعمل هیئت بین‌الدول تغییر آب و هوا (IPCC).

پیوست ۳

جدول ۲. تبدیل واحدهای حامل‌های انرژی به بشکه معادل نفت خام و میلیون بی تی یو

حامل انرژی	واحد	بشکه معادل نفت خام	میلیون بی تی یو
نفت خام	بشکه	۱	۵/۸
گاز مایع	تن	۷/۳۶	۴۲/۶۹
بنزین موتور	مترمکعب	۵/۴۹۸	۳۱/۸۸۶
سوخت سبک جت	مترمکعب	۵/۶۴	۳۲/۷۱
سوخت سنگین جت	مترمکعب	۵/۹۸	۳۴/۶۸
نفت سفید	مترمکعب	۵/۸۸	۳۴/۱۱
نفت گاز	مترمکعب	۶/۱۷۶	۳۵/۸۲
نفت کوره	مترمکعب	۷/۰۶	۴۰/۹۳
گاز طبیعی غنی	هزار مترمکعب	۷/۰۶	۴۰/۹۳
گاز طبیعی سبک	هزار مترمکعب	۶/۱۶	۳۵/۷۱
مایعات و میعانات گازی	مترمکعب	۴/۸۶۴	۲۸/۲۱
نفتای سبک	مترمکعب	۴/۷۸	۲۷/۷۵
نفتای سنگین	مترمکعب	۵/۴۵	۳۱/۵۹
برق	میلیون کیلووات ساعت	۵۸۸	۳۴۱۳
زغال سنگ	تن	۴/۷۸۶	۲۷/۷۶
زغال چوب	مترمکعب	۱/۵۹	۹/۲۲

مأخذ: ترازنامه هیدروکربوری سال ۱۳۹۰.



جدول ۳

Abbreviations	
mtoe	million tons of oil equivalent (10^3 toe)
toe	tons of oil equivalent
koe	kilo of oil equivalent (10^{-3} toe)
tco ₂	tons of carbon dioxide
kco ₂	kilogramme of carbon dioxide (10^{-3} tco ₂)
\$2005p	dollars at constant exchange rate, price and purchasing power parities of the year 2005

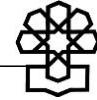
جدول ۴. طبقه‌بندی صنایع براساس شدت مصرف انرژی

بخش	ISIC	شدت مصرف انرژی
۱۷	ساخت منسوجات	شدت بالای مصرف انرژی
۲۱	ساخت کاغذ و محصولات کاغذی	
۲۳	ساخت کک، فرآورده‌های حاصل از تصفیه نفت و سوخت‌های هسته‌ای	
۲۴	ساخت مواد شیمیایی و محصولات شیمیایی	
۲۶	ساخت سایر محصولات کانی غیرفلزی	
۲۷	ساخت فلزات اساسی	
۱۵	ساخت محصولات غذایی و انواع آشامیدنی‌ها	شدت متوسط مصرف انرژی
۱۸	ساخت پوشاک، عمل‌آوری و رنگ کردن خز	
۱۹	دباغی و پرداخت چرم و سایر محصولات چرمی	
۲۰	ساخت چوب و محصولات چوبی	
۲۲	انتشار، چاپ و تکثیر رسانه‌های ضبط شده	
۲۴	ساخت محصولات از لاستیک و پلاستیک	
۲۸	ساخت محصولات فلزی فابریکی بجز ماشین‌آلات و تجهیزات	شدت پایین مصرف انرژی
۱۶	ساخت محصولات از توتون و تنباکو	
۲۹	ساخت ماشین‌آلات و تجهیزات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر	
۳۰	ساخت ماشین‌آلات دفتری، حسابداری و محاسباتی	
۳۱	ساخت ماشین‌آلات و دستگاه‌های برقی طبقه‌بندی نشده در جای دیگر	
۳۲	ساخت رادیو، تلویزیون، دستگاه‌ها و وسایل ارتباطی	
۳۳	ساخت ابزار پزشکی، ابزار اپتیکی، ابزار دقیق و انواع ساعت	
۳۴	ساخت وسایل نقلیه موتوری، تریلر و نیم‌تریلر	
۳۵	ساخت سایر تجهیزات حمل‌ونقل	
۳۶	ساخت مبلمان، مصنوعات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر	
۳۷	بازیافت	

مأخذ: سازمان توسعه صنعتی سازمان ملل (UNIDO)، ۲۰۱۰.

منابع و مأخذ

۱. ترازنامه هیدروکربوری کشور، مؤسسه مطالعات بین‌المللی انرژی، سال‌های مختلف.
 ۲. طرح آمارگیری از کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفرکارکن و بیشتر، مرکز آمار ایران، ۱۳۹۰.
 ۳. طرح آمارگیری از کارگاه‌های صنعتی ۱ تا ۹ نفرکارکن، مرکز آمار ایران، ۱۳۸۱.
 ۴. ترازنامه انرژی، وزارت نیرو، دفتر برنامه‌ریزی کلان برق و انرژی، ۱۳۹۰.
 ۵. بانویی، علی‌اصغر. ارزیابی شقوق مختلف نحوه منظور کردن واردات و روش‌های تفکیک آن با تأکید بر جدول متقارن سال ۱۳۸۰، مجله علمی - پژوهشی سیاستگذاری اقتصادی، سال چهارم، پاییز و زمستان، شماره ۷، ۱۳۹۱.
 ۶. محمدخانی، محمدرضا. ابهام در آمارهای شدت انرژی و مقایسه ایران با کشورهای جهان (گزارش ۱)، مرکز پژوهش‌های مجلس، شماره مسلسل ۱۴۳۰۰، ۱۳۹۴.
 ۷. ذاکری، زهرا. ضرورت توجه به محیط زیست در قانون هدفمندی یارانه‌ها: بررسی میزان انتشار مستقیم و غیرمستقیم آلاینده‌ی CO₂، مرکز پژوهش‌های مجلس، شماره مسلسل ۱۳۶۶۳، ۱۳۹۳.
 ۸. بهره‌وری و شدت انرژی در ایران و جهان، بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، ۱۳۸۹.
 ۹. والی‌زاده، ابوالمحسن، صادقی، نرگس و موسوی نیک، سیدهدای. پایه‌های آماری بهنگام‌سازی جدول داده - ستانده برای سال ۱۳۹۰، (ویرایش دوم)، مرکز پژوهش‌های مجلس، شماره مسلسل ۱۳۹۸۹، ۱۳۹۴.
 ۱۰. صادقی، نرگس. مروری بر روش‌های شناسایی بخش‌های کلیدی، مرکز پژوهش‌های مجلس، شماره مسلسل ۱۴۷۲۶، ۱۳۹۴.
 ۱۱. صادقی، نرگس. شناسایی بخش‌های کلیدی، مرکز پژوهش‌های مجلس، شماره مسلسل ۱۴۷۴۳، ۱۳۹۴.
 ۱۲. جهانگرد، اسفندیار. اولویت‌بندی سرمایه‌گذاری در فعالیت‌های اقتصادی با ملاحظه آلودگی‌های زیست‌محیطی، فصلنامه مجلس و راهبرد، سال بیست‌ویک، ش ۸۰، زمستان ۱۳۹۳.
 ۱۳. بهبودی، داود و برقی گل‌عدانی، اسماعیل. اثرات زیست‌محیطی مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران، فصلنامه اقتصاد مقداری، دوره پنج، ش ۴، زمستان ۱۳۸۷.
 ۱۴. فطرس، محمدحسن و براتی، جواد. تجزیه انتشار دی‌اکسیدکربن ناشی از مصرف انرژی به بخش‌های اقتصادی ایران: یک تحلیل تجزیه شاخص، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، سال هشتم، ش ۲۸، بهار ۱۳۹۰.
 ۱۵. طرح پژوهشی «چشم‌انداز بخش انرژی جمهوری اسلامی ایران در افق برنامه ششم توسعه اقتصادی - اجتماعی»، مؤسسه مطالعات بین‌المللی انرژی، ۱۳۹۵.
 ۱۶. آرشیو روزنامه دنیای اقتصاد، شماره‌های ۳۴۶۸ و ۳۸۷۹.
۱۷. سایت سازمان حفاظت محیط زیست، <http://www.doe.ir>
18. GCB (2014), Fossil Fuel and Cement Production Emissions by Country, the Global Carbon Budget.
 19. WB (2015), World Development Indicators, World Bank.
 20. Energy Statistics Manual (2005), IEA.
 20. International Recommendations for Energy Statistics (IRES). (2016), Department of Economic and Social Affairs, Statistics Division, United Nations.
 21. Miller, T. (1998), Living in the Environment, 9th Edition, Wadsworth Publishing Company, U.S.



22. Miller, R. E. & Blair, P. D. (2009). *Input-Output Analysis: Foundations and Extensions*, Second Edition, Cambridge University Press.
23. OECD/IEA, 2004, *World Energy Outlook*, International Energy Agency and Organization for Economic Co-operation and Development.
24. Liu, Z., Geng, Y., Lindner, S., Zhao, H., Fujita, T., & Guan, D. (2012). Embodied Energy Use in China's Industrial Sectors. *Energy Policy*, 49.
25. Cruz, L. (2002). *Energy Environment Economy Interactions: An Input-Output Approach Applied to Portuguese Case*, The 7th Biennial Conference of the International Society for Ecological Economics (Tunisia), 6-9 March.
26. Heimler, A. (1991). Linkages and Vertical Integration in the Chinese Economy. *The Review of Economics and Statistics*, 261-267.
27. Alcantara, V., & Padilla, E. (2006). *An Input-Output Analysis of the "key" Sectors in CO2 Emissions from a Production Perspective*.
28. Chen, G. Q., & Zhang, B. (2010). Greenhouse Gas Emissions in China 2007: Inventory and Input-Output Analysis. *Energy Policy*, 38(10), 6180-6193.
29. BP Statistical Review of World Energy, (6/1/2015).
30. Ajmi. A. N., Hammoudeh. Sh., Nguyen. D. Kh., Ricardo Sato. J. (2015). On the Relationships between CO2 Emissions, Energy Consumption and Income: The Importance of Time Variation. *Energy Economics*. 49: 629-638.
31. Upadhyaya, S. (2010). *Compilation of Energy Statistics for Economic Analysis*. United Nations Industrial Development Organization.
32. *CO2 Emissions from Fuel Combustion (2015 edition)*, IEA Statistics.
33. www.worldenergy.org
34. www.enerdata.net
35. www.iea.org



مرکز پژوهش‌ها
مجلس شورای اسلامی

شماره مسلسل: ۱۵۲۴۴

شناسنامه گزارش

عنوان گزارش: ماهیت بخش‌های اقتصاد ایران ۳. سنجش مصرف انرژی و انتشار CO2 در بخش‌های اقتصادی

نام دفتر: مطالعات اقتصادی (گروه اقتصاد کلان و مدلسازی)

تهیه و تدوین: نرگس صادقی

همکاران: زهرا ذبیحی، مریم مستعلی پارسا

ناظران علمی: علی اصغر بانویی، سیده‌های موسوی‌نیک، ایرج مهرآزما

متقاضی: معاونت پژوهش‌های اقتصادی

ویراستار تخصصی: —

ویراستار ادبی: —

واژه‌های کلیدی:

۱. جدول داده - ستانده

۲. بخش کلیدی

۳. شدت انرژی

۴. شدت آلاینده‌گی

۵. محتوای انرژی

۶. محتوای آلاینده‌گی

۷. محیط زیست

۸. رشد اقتصادی



تاریخ انتشار: ۱۳۹۵/۱۰/۱۹