

مصرف انرژی و انتشار آلاینده‌ها در صنایع انرژی‌بر

چکیده

شدت انرژی در ایران نسبت به کشورهای پیشرفته بسیار بالاست و در این میان صنایع انرژی‌بر، سهم قابل توجهی از مصرف انرژی را به خود اختصاص داده‌اند. این صنایع علاوه بر مصرف بالای انرژی، سرمایه بالایی نیز استفاده می‌کنند و به‌علت ضرایب پیوندهای پسمین و پیشین بالا، از جمله صنایع کلیدی و حساس اقتصاد هستند که تعامل زیادی با سایر اجزای اقتصاد دارند. ویژگی‌های فوق به موقعیت انحصاری این صنایع دامن‌زده و از طرف دیگر افزایش سرمایه‌گذاری‌ها، نشان‌گر گسترش این صنایع در آینده است.

در این تحقیق با بررسی وضعیت مصرف انرژی در صنایع انرژی‌بر، ضمن اندازه‌گیری شدت انرژی و بهره‌وری انرژی در این صنایع، به این نتیجه می‌رسیم که بالاترین میزان شدت انرژی در صنایع آلومینیوم، آهن و فولاد و پایین‌ترین شدت انرژی در صنایع پتروشیمی می‌باشد؛ البته به‌صورت مطلق مصرف انرژی در آهن و فولاد بیشتر از سایر صنایع انرژی‌بر است.

با وارد کردن ضرایب انتشار آلاینده‌ها در مصرف انرژی، میزان انتشار آلاینده‌ها به‌دست آمده است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که در سال ۱۳۸۲ سرنانه انتشار دی‌اکسیدکربن در صنایع انرژی‌بر برای هر فرد ایرانی نزدیک به ۳۷۵/۴۵ کیلوگرم

۱. دانشجوی کارشناسی‌ارشد توسعه اقتصادی و برنامه‌ریزی، دانشگاه علامه طباطبایی، vasfi1359@gmail.com

۲. دانشجوی کارشناسی‌ارشد مدیریت صنعتی، گرایش مدیریت تولید و عملیات، دانشگاه علامه طباطبایی

بوده و به ازای ایجاد یک میلیون ریال ارزش افزوده، ۳۰۶/۲ کیلوگرم دی اکسید کربن به طور متوسط در صنایع انرژی بر ایجاد شده است. انتشار گازهای آلاینده اکسیدهای گوگرد، دی اکسید کربن و اکسیدهای نیتروژن در صنایع انرژی بر، قابل توجه است.



مقدمه

مصرف بالای انرژی در جهان دو نگرانی در مورد آینده به وجود آورده است؛ نگرانی اول در مورد پایان پذیری انرژیهای فسیلی و نگرانی دوم در مورد انتشار گازهای آلاینده ناشی از مصرف انرژی است. ابعاد نگرانی در این دو مورد بسیار گسترده است، چرا که تداوم عرضه انرژیهای پایان پذیر، مانند نفت؛ با یک بحران جدی مواجه است و بدون شک آشکار شدن واقعیت های مربوط به عرضه انرژی، اضطراب و ناهنجاری هایی را در جوامع مختلف ایجاد خواهد کرد. شرکتهای نفتی بنا به دلایل تجاری و منافع شخصی، مایل به افشای واقعیت مربوط به فرا رسیدن زمان اوج تولید نفت (که پس از آن تولید نفت سیر نزولی به خود خواهد گرفت) نیستند. به طور مثال، شرکت شل در ۲۴ اوت سال ۲۰۰۴ حاضر شد که جریمه مالی بالغ بر ۱۵۰ میلیون دلار به سبب بزرگنمایی حجم ذخایر خود به میزان ۴/۵ میلیارد بشکه پردازد^۱. دلیل این ادعا این است که میزان اکتشاف حوزه های نفتی جدید، سال به سال کمتر می شود، قدمت چاه های نفتی نیز زیاد بوده به طوری که امروزه ۸۰ درصد تولید نفت جهان از ذخایر استخراج می شود که قبل از سال ۱۹۷۰ کشف شده اند و بسیاری از ذخایر، دوره حداکثر بهره وری خود را سپری کرده اند به طوری که در حال حاضر ۱۴ میدان بزرگ نفتی جهان که ۲۰ درصد تولید نفت جهانی را برعهده دارند دارای قدمت متوسط ۴۲/۵ سال می باشند^۲. به نظر می رسد بشر در مواجهه با این پدیده، با یک نگاه ساده انگارانه، میلی به پذیرش حقیقت بحران عرضه انرژی ندارد. اگر چه تلاشهای زیادی در جهان در زمینه جایگزینی سوخت های فسیلی صورت می گیرد ولی تاکنون هیچ توجیه اقتصادی برای این تلاشها پیدا نشده است.

۱. میرتوایی، ۱۳۸۵، ص ۱۷۷

۲. میرتوایی، ۱۳۸۵، ص ۱۷۶

پایان‌پذیری منابع انرژی با مشکل دیگری نیز مواجه است و آن رشد شتابان تقاضای انرژی از سوی کشورهای در حال توسعه است. تکنولوژی‌های مورد استفاده در این کشورها ایجاب می‌کند که رشد اقتصادی کشورهای در حال توسعه، انرژی‌بر باشد و انتظار می‌رود که با وجود این رشد شتابان، تقاضای انرژی از سوی این کشورها همچنان افزایش یابد. بنابراین نیاز به سوخت‌های پایان‌پذیر حداقل تا چند دهه آینده همچنان تداوم خواهد یافت.^۱

انتشار گازهای آلاینده محیط زیست نیز، خبر از زندگی پر مخاطره‌ای برای آیندگان دارد. انتشار گازهای گلخانه‌ای در سطح وسیع، علاوه بر احتمال ایجاد بیماریهای ناشناخته، موجب گرمتر شدن زمین و ایجاد تغییراتی در اکوسیستم طبیعی می‌شود. با این وجود بسیاری از این تغییرات غیرقابل پیش‌بینی هستند. به‌همین دلیل جهان با ریسک‌ها و خطرات جدیدی مواجه خواهد شد که ماهیت آن با آنچه که تاکنون بوده، متفاوت است.^۲

تقابل با این پدیده‌ها جز با همکاری تمامی کشورها امکان‌پذیر نیست. اگرچه سعی می‌شود که بحث در مورد این بحرانهای احتمالی، به دور از افکار عمومی و فقط در محافل علمی و محافل سیاسی بین‌المللی انجام گیرد؛ ولی به نظر می‌رسد که این نحوه رویارویی با این بحران‌ها نتواند به نتیجه مطلوبی برسد. دلیل این ادعا نیز عدم تمایل بسیاری از کشورها به پیوستن به پیمان کیوتو است. بنابراین لازم است با شدت گرفتن بحث در مورد این پدیده‌ها و موشکافی ابعاد ناشناخته آنها، فضای نهادی لازم برای حل این بحران چه در سطح ملی و چه در سطح بین‌المللی، ایجاد شود.

براساس شواهد موجود، ایران جزو کشورهایی است که به علل مختلف، انرژی را به صورت بی‌رویه‌ای مصرف می‌کند. بخش صنعت نیز یکی از بزرگترین مصرف‌کنندگان انرژی کشور است که صنایع انرژی‌بر، سهم بالایی در آن دارند.

از جمله مهمترین صنایع انرژی‌بر می‌توان به پتروشیمی، سیمان، سرامیک و آجر، آهن و فولاد و آلومینیوم اشاره کرد. در این مقاله منظور از صنایع انرژی‌بر، پنج صنعت مذکور می‌باشد. هدف اصلی این تحقیق، بررسی مصرف انرژی و انتشار آلاینده‌های ناشی از آن در این صنایع است. بر این اساس ابتدا به بررسی کلی مسایل انرژی و انتشار آلاینده‌ها در ایران می‌پردازیم که مقایسه‌ای نیز بین شدت انرژی در

1. Miller, 1998, p385

۲. گیدنز، آنتونی، ۱۳۷۹، ص ۵۷

ایران با چند کشور دیگر صورت می گیرد. سپس رویکرد تحقیق تشریح می شود و آنگاه ضمن یک بررسی مختصر در مورد تعیین صنایع انرژی بر در چند کشور، صنایع انرژی بر مورد بررسی در ایران، نیز مشخص شده و به برخی از ویژگی های آنها اشاره می شود. پس از آن، به بررسی میزان مصرف انواع حامل های انرژی و شدت انرژی در صنایع انرژی بر، و میزان و شدت انتشار آلاینده ها می پردازیم.

۱. مبانی نظری تحقیق

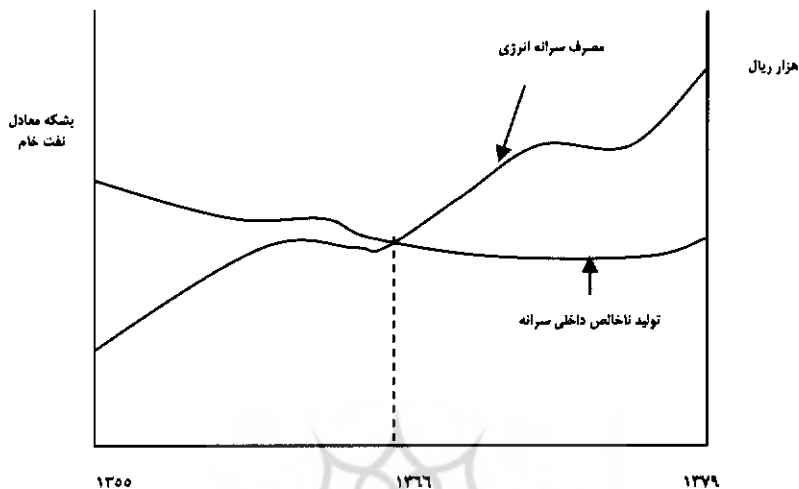
رشد اقتصادی، رابطه نزدیک و مستقیمی با مصرف انرژی دارد^۱. رشد اقتصادی ایران نیز از این قاعده مستثنی نیست. اما در ایران این امر به صورت افراطی اتفاق افتاده است به طوری که شدت انرژی در ایران در مقایسه با کشورهای همسطح خود بسیار بالاست. براساس آمار شرکت ملی پخش فراورده های نفتی ایران، در طول سال های مختلف (از سال ۱۳۵۵ تا به حال) میزان مصرف سرانه انرژی همواره در حال افزایش بوده و این در حالی است که در دوره مورد بررسی، تولید ناخالص داخلی سرانه ایران به غیر از چند سال اخیر روندی نزولی داشته است. با نشان دادن منحنی مصرف سرانه انرژی به همراه منحنی سرانه تولید ناخالص داخلی، به این حقیقت می توان پی برد. رابطه بین این دو منحنی در نمودار ۱ نشان داده شده است. این اشکال که به صورت تقریبی نمایش داده می شوند از اطلاعات شرکت ملی پخش فراورده های نفتی ایران اقتباس شده اند.

به صورت مطلق، تولید ناخالص داخلی ایران رابطه منظم تر و معنی دارتری با مصرف انرژی دارد؛ به طوری که با حذف اثر جمعیتی، رابطه مستقیمی بین تولید ناخالص داخلی و مصرف انرژی مشاهده می شود. نمودار ۲ این دو متغیر را نشان می دهد. بدین ترتیب مشخص است که با حذف اثر جمعیتی، همبستگی بین مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی، افزایش می یابد. این نمودار از اطلاعات شرکت ملی پخش فراورده های نفتی ایران اقتباس شده و نشان می دهد که از سال ۱۳۷۷ به بعد، منحنی مصرف انرژی بالاتر از منحنی تولید ناخالص داخلی قرار گرفته است.

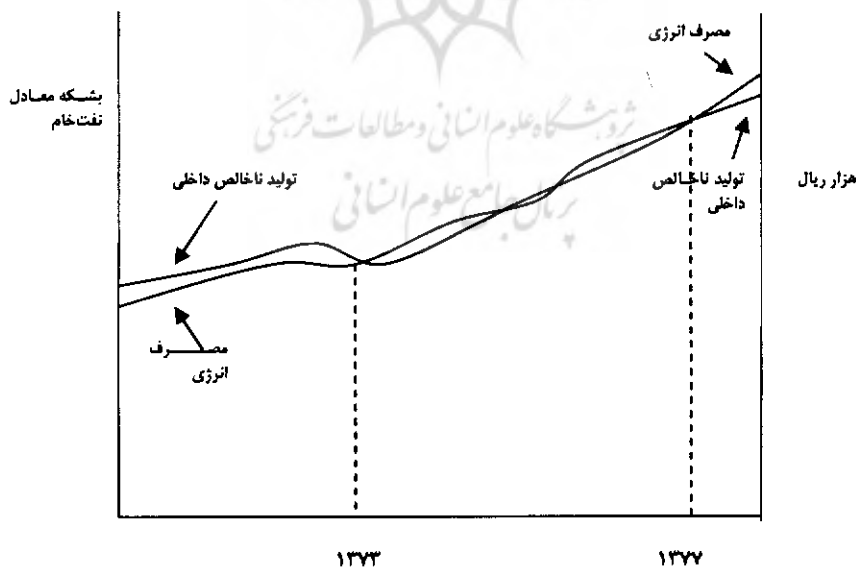
روند شدت انرژی نیز در ایران طی سال های گذشته، افزایشی بوده است. به طوری که در سال ۱۳۴۹ شدت انرژی در ایران از ۰/۵۴ بشکه معادل نفت خام به ازای یک میلیون ریال تولید ناخالص داخلی به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶، به ۱/۹۵ بشکه معادل نفت خام به ازای یک میلیون ریال تولید ناخالص داخلی به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶، در

۱. فتحیان پور، مژگان، ۱۳۸۴، ص ۲۷۳

نمودار ۱. روند تحولات مصرف سرانه انرژی و تولید ناخالص داخلی سرانه



نمودار ۲. روند تحولات مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی



سال ۱۳۸۳ رسیده است. بنابراین به ازای میزان معینی از تولید، مصرف انرژی سال به سال افزایش یافته است. روی دیگر این سکه، انتشار روزافزون گازهای آلاینده می‌باشد به طوری که حجم انتشار دی‌اکسید کربن در سال ۱۳۸۳ در کل کشور بیش از ۳۵۶ میلیون تن بوده که به‌طور سرانه به ازای هر فرد ایرانی نزدیک به ۵۲۸۲ کیلوگرم دی‌اکسید کربن منتشر شده است. این در حالی است که میزان انتشار گاز دی‌اکسید کربن در سال‌های ۱۳۵۵، ۱۳۶۵ و ۱۳۷۵ به ترتیب برابر ۴۷/۵۵۹، ۹۳/۲ و ۲۴۰/۳ میلیون تن بوده است^۱ که به صورت سرانه در این سالها به‌ازای هر ایرانی به ترتیب ۱۴۲۱، ۱۸۸۶ و ۴۰۰۵ کیلوگرم بوده است. مقایسه زمانی انتشار گاز دی‌اکسید کربن نشان می‌دهد که میزان این آلاینده همه ساله به‌ازای هر فرد ایرانی بیشتر شده است.

جدول ۱. تحولات جمعیت، تولید ناخالص داخلی، مصرف انرژی و شدت انرژی در سالهای مختلف

شاخص بهره‌وری انرژی (هزار ریال به ازای یک بشکه)	شدت انرژی (بشکه معادل نفت خام به میلیون ریال)	سرانه مصرف انرژی (بشکه) معادل نفت خام)	مصرف انرژی (میلیون بشکه معادل نفت خام)	تولید ناخالص داخلی (به قیمت سال ۱۳۷۶) میلیارد ریال	جمعیت (میلیون نفر)	سال
۱۷۶۸.۷	۰.۵۶۵۴	۱.۸۸	۴۹.۹	۸۸۲۵۸.۴	۲۶.۵	۱۳۴۹
۱۲۴۹	۰.۸۰۰۷	۴.۸۲	۱۷۵.۵	۲۱۹۱۹۱	۳۶.۴	۱۳۵۷
۵۹۰.۲	۱.۶۹۴۵	۵.۸۳	۳۰۶.۴	۱۸۰۸۲۲.۵	۵۲.۶	۱۳۶۷
۵۰۷.۹	۱.۹۶۹	۸.۷۸	۵۱۱.۷	۲۵۹۸۷۶.۳	۵۸.۳	۱۳۷۳
۵۴۱.۱	۱.۸۴۸۱	۸.۹۸	۵۵۴.۷	۳۰۰۱۳۹.۶	۶۱.۸	۱۳۷۷
۵۱۶.۴	۱.۹۳۶۵	۹.۷۰	۶۱۹.۸	۳۲۰۰۶۸.۹	۶۳.۹	۱۳۷۹
۵۱۸.۲	۱.۹۲۹۷	۹.۸۹	۶۳۷.۹	۳۳۰۵۶۵	۶۴.۵	۱۳۸۰
۵۱۵.۵	۱.۹۴۰۱	۱۰.۵۳	۶۸۹.۸	۳۵۵۵۵۴	۶۵.۵	۱۳۸۱
۵۲۵.۴	۱.۹۰۳۲	۱۰.۷۹	۷۲۲.۹	۳۷۹۸۲۸	۶۷.۰	۱۳۸۲
۵۱۳.۱	۱.۹۴۹۱	۱۱.۵۰	۷۷۶.۲	۳۹۸۲۳۴	۶۷.۵	۱۳۸۳

منبع: آمارنامه انرژی، شرکت ملی پخش فراورده‌های نفتی ایران، ۱۳۸۲
- ترازنامه انرژی سال ۱۳۸۳، وزارت نیرو

۱. ترازنامه انرژی، سال ۱۳۸۳، ص ۳۳۸.

۱-۱. مقایسه شدت انرژی در ایران و کشورهای منتخب^۱

تولید ناخالص داخلی را با دو معیار می‌توان نشان داد؛ یکی براساس نرخ دلار رسمی و دیگری براساس نرخ برابری قدرت خرید (PPP). بدین ترتیب دو نوع شدت انرژی به دست می‌آید که یکی بر اساس نرخ ارز رسمی و دیگری براساس نرخ برابری قدرت خرید است. ترازنامه انرژی کشور، محاسبه شدت انرژی به هر دو روش را نشان می‌دهد که در جدول ۲، میزان شدت انرژی برای کشورهای منتخب نشان داده شده است. بر اساس این جدول ایران از نظر میزان مصرف انرژی به‌ازای هر دلار تولید ناخالص داخلی، با معیار دلار رسمی، پس از شوروی سابق در رتبه دوم و از نظر معیار دلار PPP بعد از شوروی سابق، عربستان و ونزوئلا در رتبه چهارم قرار می‌گیرد. این اعداد نشان می‌دهند که مصرف انرژی در ایران بسیار بالاست و به‌ازای هر واحد مصرف انرژی، ارزش افزوده کمتری ایجاد می‌شود. بر اساس ارقام جدول ۲، بهره‌وری انرژی در ایران برابر با ۱/۰۵ دلار می‌باشد که در مقایسه با سایر کشورها بسیار پایین است. این رقم برای ژاپن برابر ۱۴/۲۹ دلار، کشورهای عضو OECD ۷/۷ دلار و برای عربستان ۲/۵۶ دلار می‌باشد.

جدول ۲. شدت انرژی و بهره‌وری انرژی در سطح کلان اقتصادی - ۲۰۰۳

کشورها و مناطق	شدت انرژی بر اساس دلار رسمی	بهره‌وری انرژی بر اساس دلار رسمی	شدت انرژی بر اساس دلار PPP	بهره‌وری انرژی بر اساس دلار PPP
آمریکای شمالی	۰/۱۶	۶/۲۵	۰/۱۵	۶/۶۷
کشورهای OECD	۰/۱۴	۷/۱۴	۰/۱۳	۷/۶۹
ژاپن	۰/۰۷	۱۴/۲۹	۰/۱۰	۱۰/۰۰
کره جنوبی	۰/۲۴	۴/۱۷	۰/۱۶	۶/۲۵
ترکیه	۰/۲۹	۳/۴۵	۰/۱۲	۸/۳۳
آسیا	۰/۳۱	۳/۲۳	۰/۰۸	۱۲/۵۰
شوروی سابق	۱/۳۵	۰/۷۴	۰/۳۳	۳/۰۳
هند	۰/۳۲	۳/۱۳	۰/۰۶	۱۶/۶۷
پاکستان	۰/۱۴۰	۲/۵۰	۰/۱۱	۹/۰۹
عربستان	۰/۳۹	۲/۵۶	۰/۲۸	۳/۵۷
ونزوئلا	۰/۳۴	۲/۹۴	۰/۲۹	۳/۴۵
ایران	۰/۹۵	۱/۰۵	۰/۲۵	۴/۰۰

منبع: تراز نامه انرژی سال ۱۳۸۳، وزارت نیرو، ص ۱۴

۱. برای مقایسه بهتر بین کشورها به جای ریال از دلار استفاده شده است.

۲. رویکرد تحقیق

در این تحقیق با استفاده از آمار مربوط به مصرف انرژی شرکت‌های صنعتی که از سازمان بهینه سازی مصرف سوخت کشور، مرکز آمار ایران و ترازنامه انرژی وزارت نیرو تهیه شده، مصرف انرژی در صنایع انرژی‌بر مشخص شده است. سپس با تقسیم مصرف انرژی هر یک از صنایع به ارزش افزوده آن صنعت، شدت انرژی صنعت مذکور به دست آمده و با تقسیم ارزش افزوده صنعت خاص به مصرف انرژی آن، میزان بهره‌وری انرژی نیز در آن صنعت به دست آمده است^۱. میزان انتشار گازهای آلاینده نیز از طریق وارد ساختن ضریب انتشار آلاینده مذکور بر میزان مصرف انواع مختلف حامل‌های انرژی به دست آمده و شدت گازهای آلاینده نیز همانند شدت انرژی، از تقسیم میزان آلاینده مذکور به ارزش افزوده هر صنعت حاصل شده است. از نظر ریاضی محاسبه شدت انرژی، بهره‌وری انرژی، میزان انتشار گازهای آلاینده و شدت گازهای آلاینده به صورت زیر می‌باشد:

$$c_i = \frac{C_i}{V_i} \quad (1)$$

$$I_i = \frac{1}{c_i} \quad (2)$$

$$E_{if} = \sum e_{gf} C_{ig} \quad (3)$$

$$e_{if} = \frac{E_{if}}{V_i} \quad (4)$$

c_i : شدت انرژی صنعت i ام

C_i : میزان مصرف انرژی در صنعت i ام

V_i : ارزش افزوده صنعت i ام

I_i : بهره‌وری انرژی در صنعت i ام

E_{if} : میزان انتشار آلاینده f از صنعت i ام

C_{ig} : میزان مصرف سوخت g در صنعت i ام

e_{gf} : ضریب انتشار آلاینده f از مصرف سوخت g

e_{if} : شدت آلاینده f در صنعت i ام

در عبارت ۲، بهره‌وری انرژی به صورت معکوس شدت انرژی بیان شده است.

۱. ترازنامه انرژی، سال ۱۳۸۳.

ضریب انتشار هر کدام از آلاینده‌ها برای حامل‌های مختلف انرژی متفاوت است؛ به همین منظور از نماد e_{if} استفاده شده که نشان می‌دهد به ازای مصرف هر واحد سوخت g ، چه میزان آلاینده گازی f تولید می‌شود. این ضرایب از دفتر تغییرات آب و هوای سازمان ملل مستقر در سازمان حفاظت محیط زیست کشور اخذ شده است. پس از محاسبه میزان انتشار هر کدام از آلاینده‌ها از مصرف سوخت f در صنایع انرژی‌بر مختلف، انتشار هر کدام از آلاینده‌ها، با هم جمع‌زده می‌شود که این حالت با نماد \sum نشان داده شده است. به این ترتیب E_{if} کل انتشار آلاینده f را در صنعت i نشان می‌دهد. با تقسیم کل انتشار آلاینده f (E_{if}) بر ارزش افزوده صنعت i ، شدت آلاینده f به دست خواهد آمد که این مورد را نیز بر اساس فرمول مندرج در بالا با e_{if} نشان می‌دهیم^۱.

۳. پیشینه نظری تعیین صنایع انرژی‌بر

برای تعریف صنایع انرژی‌بر، ملاک‌های مختلفی وجود دارد. در یک تعریف صنایع انرژی‌بر به صناعی گفته می‌شود که بالاترین شدت انرژی را در بین بخش‌ها و فعالیت‌های اقتصادی کشور داشته باشند. اما در برخی موارد بدون توجه به شدت انرژی در یک صنعت، ممکن است صنایع انرژی‌بر به صناعی اطلاق شود که میزان مطلق مصرف انرژی آنها بالا باشد.^۲

اکثر کشورها، برای محاسبه شدت انرژی در سطوح بخشی از جدول داده - ستانده انرژی استفاده می‌کنند. به‌طور مثال در سال ۱۹۹۵ بخش‌های انرژی‌بر در پرتغال به ترتیب عبارت بودند از بخش استخراج نفت خام و فراوری محصولات نفتی، بخش تولید برق از سوخت‌های فسیلی، و بخش حمل و نقل^۳. در استرالیا در سال ۱۹۹۸ به ترتیب بخش‌های تولید برق حرارتی، محصولات سفالی، فلزات اساسی غیر آهنی و آهن و فولاد، بالاترین شدت انرژی را داشته‌اند که در این کشور نیز از جدول داده - ستانده برای تعیین صنایع انرژی‌بر استفاده شده است.^۴ در هند، بخش‌های معدن، کشاورزی و تجهیزات به عنوان بخش‌های انرژی‌بر، معرفی شده‌اند. در اینجا برای تعیین صنایع انرژی‌بر معیار مطلق مصرف انرژی مورد نظر بوده است نه معیار شدت انرژی. به عبارت دیگر حجم فعالیت‌های مربوط به کشاورزی در هند بسیار بالاست و به همین دلیل

۱. نمادها و عبارات فرمولی به کار رفته شده بر اساس برداشت نگارندگان از مفاهیم مورد استفاده قرار گرفته است.

۲. تعاریف فوق در مصاحبه با کارشناسان امور انرژی در وزارتخانه‌های نیرو و صنایع و معادن به دست آمده است.

3. Crus, 2002.p14

4. Manfred Lenzen, 1998

به صورت مطلق، مصرف انرژی بالایی دارد. لازم به ذکر است که در هند انرژی بری بخش کشاورزی از سال ۱۹۸۴ تا ۱۹۹۰ کاهش یافته است.^۱ در کشورهای عضو OECD که شامل ۲۶ کشور صنعتی جهان است به ترتیب بخشهای حمل و نقل، صنعت و مصارف خانوارها بالاترین مصرف انرژی را داشته اند.^۲

در این بررسی، برای تعیین صنایع انرژی بر در ایران از تعریف دوم استفاده شده و فقط صنایع انرژی بر بخش صنعت مورد بررسی قرار می گیرند. صناعی که در بخش صنعت بیشترین مقدار مطلق مصرف انرژی را دارند عبارتند از پتروشیمی، سیمان، سرامیک و کاشی، آهن و فولاد و آلومینیوم. بدین ترتیب در تمام بحث، منظور از صنایع انرژی بر، پنج صنعت اخیر می باشد. این پنج صنعت نزدیک به ۵۴ درصد از کل مصرف انواع مختلف انرژی (فرآورده های نفتی و گاز طبیعی) کل صنعت را به خود اختصاص داده اند. بدین ترتیب این مقاله، سایر بخش های انرژی بر مانند پالایشگاه ها، نیروگاه های تولید برق و حمل و نقل را در بر نمی گیرد.

۴. ویژگی های صنایع انرژی بر در ایران

بعضی از صنایع انرژی بر که بر اساس کد بندی ISIC انتخاب شده اند، عبارتند از کدهای ۲۱۱۲ و ۲۱۱۳ پتروشیمی، کد ۲۶۹۴ سیمان، کد ۲۶۹۷ و ۲۶۹۸ سرامیک، کاشی و آجر، کد ۲۷۱۰ و ۲۸۱۰ آهن و فولاد (شامل تولید محصولات اولیه آهن و فولاد و ریخته گری آهن و فولاد) و کد ۲۷۲۲ آلومینیوم. این صنایع نقش مهمی در اقتصاد کشور دارند که به طور اجمالی سعی می شود، نهاده های تولیدی این صنایع، بازار آنها، و سهم این صنایع در ارزش افزوده صنعت و همچنین پیوندهای پیشین و پسین آنها مورد بررسی قرار گیرد.

۴-۱. نهاده های تولید در صنایع انرژی بر

مقدار تولید هر بنگاه اقتصادی تابعی از مقدار نهاده های مختلف به کار رفته در آن می باشد.

$$Q = f(L, K, T, N) \quad (5)$$

در عبارت فوق Q کل تولید، L نیروی کار، K سطح سرمایه، T سطح تکنولوژی و N مواد اولیه اعم از انرژی و سایر مواد خام و طبیعی می باشد.

1 . Rou & Mukhopadhyay, 1995, pp5-10

2 . OECD Environment outlook, 2004

اندازه‌گیری برخی از این مولفه‌ها در صنایع انرژی‌بر بسیار پیچیده است. برای مثال تعیین موجودی سرمایه این صنایع بسیار مشکل است. در جدول ۳ اطلاعات مربوط به برخی از نهاده‌های تولید در این صنایع، نشان داده شده است. در این جدول به دلیل نبود آمار کافی، به جای موجودی سرمایه از سرمایه‌گذاری استفاده شده است.

جدول ۳. ارزش نهاده‌های تولید در صنایع انرژی‌بر - ۱۳۸۲

(میلیون ریال)

مواد خام اولیه	ارزش سرمایه‌گذاری	مصرف فرآورده‌های نفتی و گازی (بشکله معادل نفت خام)	میزان نیروی کار - نفر	صنعت
۷۲۲۲۵۹۲	۶۵۴۴۴۵۲	۷۴۸۶۳۹۷.۹	۱۶۹۷۷	پتروشیمی
۸۱۵۵۸۵	۷۴۹۴۹۰	۱۶۰۸۳۸۲۱	۲۰۷۱۹	سیمان
۱۲۸۰۹۹۳	۱۰۵۵۳۲۸	۱۷۹۴۲۲۶۸	۶۱۹۵۸	سرامیک
۱۵۵۴۷۲۶۶	۵۵۰۷۶۱۰	۱۳۹۸۱۹۰۲	۴۴۸۵۳	آهن و فولاد
۲۲۵۴۵۶۰	۲۲۸۱۴۳	۷۴۷۰۲۶.۲۶	۷۶۱۹	آلومینیوم
۳۷۱۳۰۹۹۶	۱۴۰۸۴۹۲۳	۵۶۲۴۱۴۱۴	۱۵۲۱۲۶	جمع صنایع انرژی‌بر
۲۰۴۲۸۷۵۸۱	۴۱۰۱۵۵۹۴	۱۰۴۵۹۲۰۰۸	۱۰۸۵۳۶۳	کل صنعت

منبع: - آمار کارگاه‌های صنعتی ۱۰ کارکن و بیشتر برای سال ۱۳۸۲، مرکز آمار ایران،
- سازمان بهینه‌سازی مصرف سوخت کشور

جدول ۴. سهم نهاده‌های تولید در صنایع انرژی‌بر از کل صنعت - ۱۳۸۲

(درصد)

مواد خام اولیه	ارزش سرمایه‌گذاری	سهم انرژی مصرفی (فرآورده‌های نفتی و گازی)	میزان نیروی کار - نفر	صنعت
۳.۵	۱۵.۹۶	۷.۱۶	۱.۵۶	پتروشیمی
۰.۴	۱.۸۳	۱۵.۳۸	۱.۹۱	سیمان
۰.۶	۲.۵۷	۱۷.۱۵	۵.۷۱	سرامیک
۷.۶	۱۳.۴۳	۱۳.۳۷	۴.۱۳	آهن و فولاد
۱.۱	۰.۵۶	۰.۷۱	۰.۷۰	آلومینیوم
۱۳.۳	۳۴.۳۴	۵۳.۷۷	۱۴۰.۲	جمع صنایع انرژی‌بر
۱۰۰	۱۰۰.۰۰	۱۰۰.۰۰	۱۰۰.۰۰	کل صنعت

منبع: همان

۱. فقط میزان مصرف فرآورده‌های نفتی و گاز طبیعی برای سال ۱۳۸۲ از این سازمان اخذ شده است.

بر اساس جدول ۴، در سال ۱۳۸۲ صنایع انرژی‌بر بیش از ۱۴ درصد اشتغال، نزدیک به ۵۴ درصد انرژی مصرفی (به‌جز برق و زغال‌سنگ)، ۳۴/۳۴ درصد سرمایه‌گذاری و ۱۳/۳ درصد از موادخام مصرفی کل صنعت را به‌خود اختصاص داده‌اند. سهم سرمایه‌گذاری در صنایع انرژی‌بر از کل سرمایه‌گذاری در صنعت در سال ۱۳۸۱ نزدیک به ۲۲ درصد بود که همان‌طور که در جدول فوق بیان شد، این رقم در سال ۱۳۸۲ به ۳۴/۳ درصد رسید. میزان کاربرد تکنولوژی در این صنایع نیز بالاست، در یک تعریف ساده، تکنولوژی عبارت از ترکیبی از ابزار فیزیکی و دانش فنی برای ساخت، یا استفاده از ابزار می‌باشد. برای اندازه‌گیری تکنولوژی در یک صنعت باید به دنبال مولفه بود؛^۱ که این مولفه‌ها عبارتند از

- جسمی که در آن تکنولوژی جای گرفته و می‌توان آن را امکانات فنی نامید.
- شخصی که در او تکنولوژی جای گرفته و آن را توانایی‌ها یا افزار انسانی می‌نامند.

- سندی که در آن تکنولوژی جای گرفته و آن را افزار اطلاعاتی می‌نامند. و
- سازمانی که در آن تکنولوژی جای گرفته و می‌توان آن را چارچوب یا افزار ارگانی نامید.

در این بحث برای اندازه‌گیری میزان استفاده از تکنولوژی، توانایی‌های انسانی شاغلین این صنایع مورد بررسی قرار می‌گیرد که جدول ۵، تصویری از تواناییها و تخصص‌های انسانی شاغلین این صنایع را نشان می‌دهد.

ترکیب نهاده‌ها در صنایع انرژی‌بر به صورتی است که از نیروی کار کمتر و در مقابل از انرژی، سرمایه و موادخام بیشتر استفاده می‌کنند. جدول ۴ گویای این نکته است که صنایع انرژی‌بر تنها ۱۴ درصد از اشتغال کل صنعت را در اختیار دارند ولی در مقابل در سال ۱۳۸۲ نزدیک به ۳۴/۳ درصد از سرمایه‌گذاری در بخش صنعت معطوف به صنایع انرژی‌بر بوده است. از نظر مقداری صنایع انرژی‌بر ۵۴ درصد از کل مصرف انرژی (فراورده‌های نفتی و گاز) صنعت را به خود اختصاص داده‌اند و متوسط افراد باسواد در صنایع انرژی‌بر بالاتر از متوسط کل صنعت می‌باشد که یکی از شاخصهایی است که برای اندازه‌گیری سطح تکنولوژی در صنایع می‌توان از آن استفاده کرد.

۱. گزارش طرح خطوط اساسی خودکفایی در صنعت، ۱۳۶۸، صفحات ۱۷-۱۶.

جدول ۵. شاغلین صنایع انرژی بر، بر اساس کیفیت تحصیلی ۱۳۸۲

(نفر)

فعالیت	کل شاغلان	باسواد					
		دکتر	فوق لیسانس	لیسانس	فوق دیپلم	دیپلم	کمتر از دیپلم
پتروشیمی	۱۶۹۷۷	۳۳	۲۶۶	۳۱۰۰	۱۵۶۷	۵۴۷۶	۶۳۷۸
سیمان	۲۰۷۱۹	۱۹	۱۵۹	۱۹۰۶	۱۱۷۹	۶۲۲۵	۱۰۴۴۴
سرامیک	۶۱۹۵۸	۱۶	۱۲۱	۱۸۸۲	۱۲۵۶	۱۰۸۴۳	۳۷۴۵۵
آهن و فولاد	۴۴۸۵۳	۱۰۰	۵۰۷	۵۵۳۱	۴۵۵۴	۲۰۱۲۴	۲۳۱۵۶
آلومینیومی	۷۶۱۹	۱۲	۶۸	۶۲۵	۳۱۱	۲۱۶۳	۴۳۱۹
صنایع انرژی بر	۱۵۲۱۳۶	۱۸۰	۱۱۲۱	۱۳۰۴۴	۸۸۶۷	۴۴۸۳۱	۸۱۷۵۲
کل صنعت	۱۰۸۵۳۴۳	۲۰۵۴	۸۵۱۰	۹۱۱۹۲	۵۹۹۰۵	۲۵۳۸۹۴	۵۲۶۴۸۸

منبع: آمار کارگاه های صنعتی ۱۰ کارکن و بیشتر برای سال ۱۳۸۲، مرکز آمار ایران

جدول ۶. سهم شاغلین صنایع انرژی بر، بر اساس کیفیت تحصیلی ۱۳۸۲

(درصد)

فعالیت	کل شاغلان	باسواد					
		دکتر	فوق لیسانس	لیسانس	فوق دیپلم	دیپلم	کمتر از دیپلم
پتروشیمی	۱۰۰	۰/۲	۱/۶	۱۸/۳	۹/۲	۳۲/۳	۳۷/۶
سیمان	۱۰۰	۰/۱	۰/۸	۹/۲	۵/۷	۳۰/۱۰	۵۰/۴
سرامیک	۱۰۰	۰/۱۰	۰/۲	۳/۱۰	۲/۱۰	۱۷/۵	۶۰/۵
آهن و فولاد	۱۰۰	۰/۲	۰/۹	۹/۹	۸/۲	۳۶/۱۰	۴۱/۵
آلومینیومی	۱۰۰	۰/۲	۰/۹	۸/۲	۴/۱	۲۸/۸	۵۶/۷
صنایع انرژی بر	۱۰۰	۰/۱	۰/۷	۸/۶	۵/۸	۲۹/۵	۵۳/۷
کل صنعت	۱۰۰	۰/۲	۰/۸	۸/۴	۵/۵	۳۲/۶	۴۸/۵

منبع: همان

۲-۴. بازار صنایع انرژی‌بر

تمام بنگاه‌های تولیدی درگیر دو بازار هستند؛ یکی بازار عوامل تولید و دیگری بازار محصولات تولید شده. نتایج مطالعات در صنایع انرژی‌بر نشان می‌دهد که این صنایع در بازار نهاده‌ها با انحصار کامل و گاهی با انحصار چندجانبه مواجهند. به‌طور مثال مواد اولیه موردنیاز صنعت پتروشیمی از پالایشگاه‌ها یا شرکت ملی‌گاز و یا از سایر شرکت‌های پتروشیمی تهیه می‌شود (به‌طور نمونه، پتروشیمی تبریز، بنزن موردنیاز خود را از پتروشیمی اصفهان خریداری می‌کند؛ پتروشیمی اصفهان نقش یک انحصارگر فروش را در این معامله ایفا می‌کند). در مقابل صنایع انرژی‌بر در بازار ستانده و محصولات تولید شده صنعت پتروشیمی، با طیف وسیعی از بازارهای رقابتی، انحصاری و انحصار چندجانبه مواجه هستند. به نظر می‌رسد که با عضویت ایران در سازمان تجارت جهانی، جنبه رقابتی بازار ستانده صنعت پتروشیمی، بیشتر شود. سایر صنایع انرژی‌بر نیز تا حدودی به‌همین نحو عمل می‌کنند که در بازار نهاده با بازار انحصار کامل یا انحصار چندجانبه ستانده مواجه می‌باشند. علاوه بر آن، با بازار رقابت انحصاری و انحصار چندجانبه مواجهند و با باز شدن اقتصاد در سال‌های آینده، احتمال تقویت جنبه رقابتی بازار ستانده این صنایع بیشتر می‌شود^۱.

۳-۴. نقش صنایع انرژی‌بر در ارزش‌افزوده صنعت

صنایع انرژی‌بر حدود ۲۵/۶ درصد از ارزش‌افزوده کل صنعت را تشکیل می‌دهند که در آن صنعت آهن و فولاد بالاترین سهم ارزش‌افزوده را دارد. جدول ۷ میزان ارزش‌افزوده هر یک از صنایع انرژی‌بر را نشان می‌دهد.

۴-۴. پیوندهای پسین و پیشین صنایع انرژی‌بر

پیوندهای پسین اشاره به این دارند که در فرایند تولید کالاها و خدمات، یک بخش چه میزان از کالاها و خدمات خود و سایر بخشها استفاده کرده است؛ به عبارت دیگر این پیوندها نیازمندی یک صنعت به بخشهای تولیدی دیگر را نشان می‌دهند. پیوندهای پیشین نیز بیان می‌دارند که سایر بخشها در فرایند تولید کالاها و خدمات خود، به چه میزان از کالاها و خدمات یک بخش استفاده می‌کنند؛ بدین ترتیب پیوندهای پیشین نشان می‌دهند که میزان نیازمندی سایر بخشها به یک بخش به چه میزان است.

۱. این مباحث بر اساس برداشت نگارندگان مطرح شده است.

جدول ۷. ارزش افزوده صنایع انرژی‌بر و سهم آنها از ارزش افزوده کل صنعت

سال ۱۳۸۲		صنعت
درصد ارزش افزوده	ارزش افزوده (میلیون ریال)	
۷/۹	۱۱۲۲۵۵۱۰	پتروشیمی
۳/۸	۵۴۶۳۷۵۶	سیمان
۲/۶	۳۷۱۷۱۵۴	سرامیک
۱۰/۷	۱۵۲۹۶۲۴۲	آهن و فولاد
۰/۶	۸۲۵۲۸۶	آلومینیوم
۲۵/۶	۳۶۵۲۷۹۴۸	جمع صنایع انرژی‌بر
۱۰۰	۱۴۲۴۲۰۸۷۸	کل صنعت

منبع: آمار کارگاه‌های صنعتی ۱۰ کارکن و بیشتر برای سال ۱۳۸۲، مرکز آمار ایران

پیوندهای پسین و پیشین میزان تعامل یک صنعت را با سایر صنایع نشان می‌دهد. بر این اساس صنعتی که پیوندهای پسین و پیشین بالاتری داشته باشد، جزو صنایع کلیدی و مهم اقتصاد محسوب می‌شود. معمولاً برای محاسبه ضرایب پیوندهای پسین و پیشین از جدول داده - ستانده استفاده می‌کنند.

آخرین جدول داده - ستانده منتشره در کشور مربوط به سال ۱۳۷۸ می‌باشد که در بهمن ماه سال ۱۳۸۴ توسط بانک مرکزی انتشار یافت. این جدول در برگیرنده ۵۴ بخش اقتصادی است و تفکیک آن به بخش‌های مختلف به گونه‌ای است که صنایع انرژی‌بر مورد بررسی در این گزارش، در داخل بخش‌های بزرگتر قرار گرفته‌اند و به همین دلیل امکان بررسی صنایع انرژی‌بر با این جدول وجود ندارد. بدین منظور از جدول داده - ستانده سال ۱۳۷۰ استفاده می‌شود که در برگیرنده ۷۸ کالا می‌باشد. جدول ۸ ضرایب پیوندهای پسین و پیشین را برای محصولات مختلف تولیدی در صنایع مختلف نشان می‌دهد.

برای مقایسه بهتر در جدول ۸ علاوه بر کالاهای انرژی‌بر، چند کالای موردی هم آورده شده است. بر اساس این جدول برای تولید ۱۰۰۰ واحد سیمان ۶۴۱ واحد از خود سیمان و سایر کالاها خریداری شده و در مقابل برای تولید ۱۰۰۰ واحد از سایر کالاها، ۱۰۳۴ واحد سیمان استفاده شده است. سایر تحلیل‌ها نیز به همین گونه است. جدول فوق نشان می‌دهد که صنایع انرژی‌بر، ضرایب پیوندهای پسین و پیشین بالایی در اقتصاد دارند در نتیجه این صنایع نقش کلیدی را در اقتصاد ایفا می‌کنند.

جدول ۸. ضرایب پیوندهای پسین و پیشین برخی کالاهاى منتخب و انرژی بر در سال ۱۳۷۰

شماره ردیف در جدول داده - ستانده	کالا	ضرایب پیوند پسین مستقیم	ضرایب پیوند پیشین مستقیم
۱	گندم	۱/۱۶۰۰۳۷	۰/۸۱۵۹۴
۲۳	کاغذ، خمیر کاغذ و مقوا	۱/۱۶۱۷۶۴	۱/۱۵۵۱۳
۲۸	سیمان	۰/۶۳۱۲۷۱	۱/۰۲۴۵۷
۳۰	سایر محصولات کانی	۰/۸۱۰۷۶۷	۰/۹۹۶۶۴
۳۵	کود شیمیایی	۰/۸۲۰۴۳۸	۱/۰۲۶۸۹
۴۱	محصولات آهن و فولاد	۲/۸۱۴۲۲۴	۱/۲۵۲۵۸
۴۳	آلومینیوم و سایر فلزات	۱/۴۱۸۷۰۳	۱/۴۴۱۸۱
۵۶	خدمات بازرگانی	۳/۲۷۱۶۴۷	۰/۶۳۶۶۵

منبع: سایت اینترنتی مرکز آمار ایران (www.sci.org.ir)

۵. میزان مصرف انرژی در صنایع انرژی بر

انرژی را به معنای توان انجام دادن کار تعریف می‌کنند، یعنی برای انجام دادن هرگونه فعالیت اقتصادی و تولیدی نیاز به یک منبع انرژی وجود دارد.^۱ در صنایع انرژی بر میزان استفاده از انرژی بسیار بالاتر از سایر صنایع است به طوری که انرژی نقش یکی از مهمترین نهاده‌های تولید را در صنایع انرژی بر ایفا می‌کند. در این صنایع، انواع مختلف انرژی‌های اولیه و ثانویه مورد استفاده قرار می‌گیرند.

به صورتی از انرژی که در معرض هیچ‌گونه فرایند تبدیل قرار نگرفته است، انرژی اولیه می‌گویند. به عبارت دیگر انرژی اولیه صورتی از انرژی است که در طبیعت موجود است، مانند نفت خام، گاز طبیعی تصفیه نشده و زغال سنگ. انرژی ثانویه به صورتی از انرژی گفته می‌شود که از فرایند تبدیل انرژی اولیه به دست آید؛ مانند فرآورده‌های نفتی، گاز پالایش شده یا برق.^۲

جدول ۹ میزان مصرف هر کدام از فرآورده‌های نفتی، گاز، برق و زغال سنگ را نشان می‌دهد. در جدول ذیل به غیر از زغال سنگ و زغال چوب، سایر حامل‌های انرژی جزو انرژی‌های ثانویه طبقه‌بندی می‌شوند.

۱. آمارنامه انرژی، ۱۳۸۲، ص ۱۲

۲. تراز نامه انرژی سال ۱۳۸۲، ص ۵۴۶

جدول ۹. مصرف انرژی صنایع انرژی بر از حاملهای مختلف انرژی و آب-۱۳۸۲

آب (هزار متر مکعب)	برق (هزار کیلو وات)	زغال چوب (تن)	زغال سنگ (تن)	نفت سیاه و نفت کوره (هزار لیتر)	بنزین (هزار لیتر)	گاز مایع (تن)	گاز طبیعی (هزار مترمکعب)	گازونیل (هزار لیتر)	نفت سفید (هزار لیتر)	فعالیت
۶۰۴۳۹	۳۶۹۰۱۹	۰	۰	۱۰	۶۸۷۹	۱۵۷۱۶۵	۱۰۹۱۱۳۲	۲۹۸۷۷	۱۷۳	پتروشیمی
۵۳۶۷	۲۴۶۱۷۶۳	۰	۰	۱۹۲۱۲۵۱	۶۶۹۱	۱۰۰۶	۸۵۶۴۱۵	۴۷۶۱۵	۱۳۶۹	سیمان
۷۵۴۸	۷۸۷۸۹۸	۰	۰	۱۴۹۵۴۰۱	۶۸۲۲	۶۵۱۷۷	۷۳۹۵۲۲	۱۳۹۸۴۷	۹۶۸۲	سرامیک
۹۱۹۹۰	۶۹۹۴۲۴۲	۲۷۱۱	۳۳۲	۲۴۵۲۱	۸۰۲۶	۴۷۱۷	۳۷۶۱۸۹۰	۶۴۰۸۳	۱۳۳۶	آهن و فولاد
۳۰۲۹	۲۳۰۳۶۶۱	۰	۰	۲۳۴	۲۹۳۱	۱۲۸۴	۴۷۹۶۵	۲۰۵۳۸	۷۸۹	آلومینیوم
۱۶۸۳۷۳	۱۲۹۱۶۵۶۳	۲۷۱۱	۳۳۲	۳۴۴۱۴۱۷	۳۱۳۴۹	۲۲۹۳۴۹	۶۴۹۶۹۲۴	۳۰۱۹۶۰	۱۳۳۳۹	صنایع انرژی بر
۴۱۳۵۹۲	۲۱۹۳۵۲۶۶	۳۹۷۱	۲۲۵۴۲	۵۲۵۵۲۷۳	۱۷۱۸۳۲	۶۵۶۱۲۷	۱۱۲۰۵۰۳۹	۱۷۱۱۹۸۸	۸۲۶۷۲	کل صنعت

منبع: آمار کارگاه های صنعتی ۱۰ کارکن و بیشتر سال ۱۳۸۲، مرکز آمار ایران

جدول ۱۰. سهم مصرف صنایع انرژی بر حاملهای انرژی و آب - ۱۳۸۲

(درصد)

آب	برق	زغال چوب	زغال سنگ	نفت سیاه و کوره	بنزین	گاز مایع	گاز طبیعی	نفت گاز	نفت سفید	فعالیت
۱۴.۶۱	۱.۶۸	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۴.۰۰	۲۳.۹۵	۹.۷۴	۱.۷۵	۰.۲۱	پتروشیمی
۱.۳۰	۱۱.۳۲	۰.۰۰	۰.۰۰	۳۵.۸۸	۳.۸۹	۰.۱۵	۷.۶۴	۲.۷۸	۱.۶۶	سیمان
۱.۸۲	۳.۵۹	۰.۰۰	۰.۰۰	۲۷.۹۲	۳.۹۷	۹.۹۳	۶.۶۰	۸.۱۷	۱۱.۷۱	سرامیک
۲۲.۲۴	۳۱.۸۹	۶۸.۳۷	۱.۴۸	۰.۴۶	۴.۶۷	۰.۷۲	۳۳.۵۷	۳.۷۴	۱.۶۰	آهن و فولاد
۰.۷۳	۱۰.۵۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۰.۰۰	۱.۷۱	۰.۴۰	۰.۴۳	۱.۲۰	۰.۹۵	آلومینیوم
۴۰.۷۱	۵۸.۸۸	۶۸.۳۷	۱.۴۸	۶۴.۲۶	۱۸.۲۴	۳۴.۹۵	۵۷.۹۸	۱۷.۶۴	۱۶.۱۳	صنایع انرژی بر
۱۰۰.۰۰	۱۰۰.۰۰	۱۰۰.۰۰	۱۰۰.۰۰	۱۰۰.۰۰	۱۰۰.۰۰	۱۰۰.۰۰	۱۰۰.۰۰	۱۰۰.۰۰	۱۰۰.۰۰	کل صنعت

منبع: همان

همان گونه که در جدول ۱۰ نشان داده شده، سهم مصرف صنایع انرژی بر از هر کدام از انواع حاملهای انرژی، متفاوت است، به طوری که مصرف نفت سفید و نفت گاز در صنایع انرژی بر نسبت به سایر انواع سوختها، بسیار کم بوده و در مقابل مصرف برق، گاز طبیعی و نفت کوره نسبتاً بالاست. بر اساس جداول فوق سهم صنایع انرژی بر نسبت به کل صنعت از مصرف سوختهای فسیلی بالاتر از بقیه انواع انرژی است.

ارقام جدول ۹ با میزان مطلق مصرف انرژی سروکار دارد و ممکن است مصرف بالای انرژی در یک صنعت به علت اثر مقیاس باشد. به عبارت دیگر میزان بالای مصرف انرژی در یک صنعت ممکن است به علت بزرگی صنعت و ارزش بالای تولیدی آن باشد. به همین دلیل برای حذف اثر مقیاس، می‌توان شدت انرژی و بهره‌وری انرژی را در هر یک از صنایع فوق مورد بررسی قرار داد.

محاسبه بهره‌وری انرژی نیز نشان می‌دهد که در بین صنایع انرژی‌بر، صنعت پتروشیمی بالاترین میزان بهره‌وری انرژی را دارد و در این صنعت به ازای مصرف یک بشکه معادل نفت خام انرژی، ۱۴۱/۵۸ هزار ریال ارزش افزوده ایجاد شده است. کمترین میزان بهره‌وری انرژی نیز مربوط به صنعت آلومینیوم است که به ازای مصرف هر بشکه معادل نفت خام انرژی، ۱/۸۴ هزار ریال ارزش افزوده ایجاد کرده است که بسیار کمتر از متوسط کل صنایع انرژی‌بر می‌باشد. در صنایع انرژی‌بر به طور متوسط به ازای مصرف هر بشکه معادل نفت خام انرژی ۱۴/۲ هزار ریال ارزش افزوده ایجاد شده است.

به نظر می‌رسد که در تحلیل تفاوت بهره‌وری و شدت انرژی در صنایع انرژی‌بر، جدا از عوامل فنی و تکنیکی تولید، نوع بازاری که این صنایع با آن مواجهند نیز نقش تعیین‌کننده‌ای دارد. یک فرضیه این است که صنایعی که با بازار ستانده رقابتی‌تری مواجهند، بهره‌وری انرژی بالاتری دارند. برخی شواهد و قراین وجود دارد که نشان می‌دهد با همین تکنولوژی موجود نیز امکان بهینه‌سازی مصرف سوخت در صنایع انرژی‌بر کشور وجود دارد که به آن توجه نمی‌شود.^۱ بررسی این موضوع نیاز به پژوهش دیگری دارد.

۶. انتشار آلاینده‌ها در صنایع انرژی‌بر

وجود پسماندها و ضایعات، جزء لاینفک هر نوع فعالیت اقتصادی است. با افزایش سطح فعالیت‌های اقتصادی، مقدار پسماندها و ضایعات نیز افزایش می‌یابد که به اشکال مختلف مایع، جامد و گاز بر جای می‌مانند. پساب‌های صنعتی، فضولات و ضایعات سمی و صنعتی، از جمله ضایعات مایع و جامد صنایع می‌باشند که جدول ۱۱ به صورت کلی میزان ضایعات مایع و جامد صنایع انرژی‌بر را نشان می‌دهد. در بین صنایع انرژی‌بر، صنعت آهن و فولاد به‌طور مطلق بالاترین میزان ضایعات جامد و مایع را تولید می‌کنند و پس از آن صنعت سیمان بیشترین میزان انتشار ضایعات جامد را دارا می‌باشد.

۱. کاظم‌زاده و دیگران، ۱۳۸۳، ص ۲۸۴

جدول ۱۱. میزان ضایعات مایع و جامد صنایع انرژی بر سال ۱۳۸۲

صنعت	مایع (لیتر در سال)	جامد (کیلوگرم در سال)
پتروشیمی	۹۱۸۲۱۸۱۵۰	۱۷۱۴۹۱۸۸
سیمان	۱۵۱۸۰۰	۳۰۰۹۳۲۹۲۹
سرامیک	۳۱۰۴۱	۶۴۴۷۰۵۳۹۲
آهن و فولاد	۱۶۲۵۸۲۲۵	۱۸۰۴۹۹۹۶۲۸
آلومینیوم	۱۶۳۷۲۰۰	۴۰۱۵۳۸۵
جمع صنایع انرژی بر	۹۳۶۲۹۶۵۱۶	۲۷۷۱۸۰۲۵۲۲
کل صنعت	۱۰۵۱۳۶۸۴۴۷	۵۱۷۲۴۱۲۴۱۹

منبع: آمارگیری زیست محیطی از کارگاه های ۱۰ کارکن و بیشتر ۱۳۸۲، مرکز آمار ایران

در اثر مصرف انرژی، بیشترین آلاینده‌هایی که تولید می‌شوند، آلاینده‌های گازی می‌باشند. این آلاینده‌ها انواع مختلفی دارند که هم در سطح منطقه‌ای و هم در سطح جهانی منتشر می‌شوند. گازهایی که در سطح جهانی منتشر می‌شوند خطرات بیشتری دارند، زیرا که این گازها پس از انتشار در جو، همانند حفاظ گلخانه عمل می‌کنند و باعث گرم‌تر شدن بیشتر کره زمین می‌شوند. تشعشعات ارسالی از زمین، انعکاس تابش نور خورشید می‌باشد که پس از برخورد با سطح زمین دوباره به سمت اتمسفر منعکس می‌شوند و در صورت عدم برخورد با مولکولهای گازی موجود در جو که همین گازهای گلخانه‌ای هستند، به خارج از جو حرکت می‌کنند. وجود گازهای گلخانه‌ای مانع حرکت آنها شده و دوباره به زمین برگشت می‌خورند. این گازها شامل بخار آب (H_2O)، دی‌اکسید کربن (CO_2)، متان (CH_4)، اکسیدنیترژن (N_2O)، ازن (O_3) و کلروفلوروکربن‌ها (CFC_s) هستند.^۱

در سطح منطقه‌ای نیز گازهای دیگری منتشر می‌شوند که برخی از آنها عبارتند از اکسیدهای گوگرد (SO_x)، هیدروکربن‌ها (HC)، اکسیدهای نیترژن (NO_x)، مونواکسید کربن (CO)، ذرات معلق (SPM) و غیره.^۲

بیشتر گازهای آلاینده ناشی از فعالیتهای انسانی در طبیعت، از احتراق سوخت‌های فسیلی حاصل می‌شوند. همانگونه که در بخش‌های قبل دیدیم؛ بیشتر مصرف انرژی در صنایع انرژی‌بر مربوط به سوخت‌های فسیلی است، به همین دلیل این

1. Silva.Marta, 2001, pp44-43

2. Perman, Rager at el, 1999, pp500-560

صنایع، آلاینده‌گی بالایی دارند. در بین آلاینده‌های گازی، دی‌اکسید کربن به علت حجم وسیع انتشار و اثرات مخرب بیشتر بر محیط زیست، بیشترین خطر را دارد. حجم انتشار این گاز در صنایع انرژی‌بر نیز بالغ بر ۲۳/۹ میلیون تن بوده که سرانه هر ایرانی طبق آمار سال ۱۳۸۲، بیش از ۳۵۷/۴۵ کیلوگرم می‌باشد.

در جدول ۱۴ میزان انتشار گازهای آلاینده مختلف ناشی از صنایع انرژی‌بر برای سال ۱۳۸۲ محاسبه شده است. محاسبه این جدول بر اساس آمار مصرف انرژی در جدول ۹ (فقط فرآورده‌های نفتی، گاز طبیعی، زغال سنگ و زغال چوب) و ضرایب انتشار آلاینده‌ها طبق دفتر اطلاعات نمایندگی تغییرات آب و هوای سازمان ملل در ایران مستقر در سازمان حفاظت محیط‌زیست، می‌باشد.

همانگونه که در جدول ۱۳ نیز مشاهده می‌شود، صنایع انرژی‌بر سهم بالایی در انتشار آلاینده‌ها دارند، به طوری که نزدیک به ۵۵ درصد از انتشار گاز دی‌اکسیدکربن در کل صنعت در سال ۱۳۸۲ مربوط به صنایع انرژی‌بر می‌باشد. باید توجه داشت که عدد ۵۵ درصد، رقم بسیار بالایی است. اکسیدهای گوگرد نیز که از مهمترین آلاینده‌های منطقه‌ای می‌باشند، به مقدار زیادی در صنایع انرژی‌بر ایجاد می‌شوند. این آلاینده‌های گازی که بیشتر در صنعت کاشی و سرامیک تولید می‌شوند به علت پراکندگی این صنعت در کشور، یک تهدید جدی به حساب می‌آیند. اکسیدهای نیتروژن، مونواکسیدکربن و ذرات معلق از مهمترین گازهایی هستند که توسط صنایع انرژی‌بر تولید می‌شوند و تاثیرات بسیار مخربی بر محیط زیست و سلامتی انسان به جای می‌گذارند.

جدول ۱۲. حجم انتشار آلاینده‌های مختلف در صنایع انرژی‌بر کشور - ۱۳۸۲

(بر حسب تن)

فعالیت	CO ₂	HC	SPM	CO	NOx	SOx
پتروشیمی	۲۴۲۲۶۳۲.۶۸	۱۲۳.۶	۳۳۶.۳	۲۰۸۰.۶	۳۱۲۸.۶	۶۶۳.۶
سیمان	۷۵۴۰۰۰۲.۲۳	۷۸۹.۴	۵۳۴۴.۷	۲۸۶۰.۲	۱۵۴۰۱.۸	۹۶۰۸۹.۶
سرامیک	۶۴۱۳۹۱۸.۴۰	۶۷۳.۰	۴۴۵۵.۳	۲۷۲۶.۲	۱۲۹۰۱.۸	۷۶۱۸۹.۴
آهن و فولاد	۷۴۱۴۸۳۲.۶۳	۲۳۸.۲	۷۵۹۷.۲	۱۸۱۷۰.۴	۳۲۲۳۰.۵	۵۴۷۵۹.۹
آلومینیوم	۱۵۷۷۳۰.۷۶	۳۸.۰	۶۵.۴	۷۷۹.۵	۲۶۳.۶	۲۷۴.۱
جمع صنایع انرژی‌بر	۲۳۹۴۹۱۱۷.۷۰	۲۶۳۲.۱	۱۸۴۷.۷	۶۰۲۱۴.۱	۱۰۹۷۷.۵	۱۲۱۳۵.۷
کل صنعت	۴۳۶۱۰۲۴۲.۴۵	۴۶۰۴.۲	۷۸۴۵۱.۶	۱۸۲۵۹۲.۹	۲۷۰۳۴۸.۴	۷۴۷۲۱۵.۷

منبع: - دفتر نمایندگی تغییرات آب و هوای سازمان ملل در ایران

- آمارگیری از کارگاههای ۱۰ کارکن و بیشتر سال ۱۳۸۲، مرکز آمار ایران

- محاسبات نگارندگان

جدول ۱۳. سهم انتشار آلاینده‌های مختلف در صنایع انرژی‌بر کشور - ۱۳۸۲

(درصد)

فعالیت	CO ₂	HC	SPM	CO	NO _x	SO _x
پتروشیمی	۵/۶	۲/۷	۰/۴	۱/۱	۱/۲	۰/۱
سیمان	۱۷/۳	۱۷/۱	۶/۸	۱/۶	۵/۷	۱۲/۹
سرامیک	۱۴/۷	۱۴/۶	۵/۷	۱/۵	۴/۸	۱۰/۲
آهن و فولاد	۱۷/۰	۵/۲	۹/۷	۱۰/۰	۱۱/۹	۷/۳
آلومینیوم	۰/۴	۰/۸	۰/۱	۰/۴	۰/۱	۰/۰
صنایع انرژی‌بر	۵۴/۹	۵۷/۲	۲/۴	۳۳/۰	۴/۱	۱/۶
کل صنعت	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰

منبع: همان

شدت گازهای آلاینده نیز در جدول ۱۴ محاسبه شده است. این جدول نشان می‌دهد صنعت سرامیک در بین صنایع انرژی‌بر بالاترین میزان گاز دی‌اکسید کربن را تولید می‌کند. بنابراین با توجه به خطرات گاز دی‌اکسید کربن، می‌توان ادعان داشت که صنعت سرامیک آلاینده‌ترین صنعت در بین صنایع انرژی‌بر است.

جدول ۱۴. شدت آلاینده‌های گازی در هر کدام از صنایع انرژی‌بر - ۱۳۸۲

کیلوگرم به ازای هر میلیون ریال ارزش‌افزوده

فعالیت	CO ₂	HC	SPM	CO	NO _x	SO _x
پتروشیمی	۲۱۵/۸۱۵	۰/۰۱۱	۰/۰۳۰	۰/۱۸۵	۰/۲۸۰	۰/۰۵۹
سیمان	۱۳۸۰/۰۰۳	۰/۱۴۴	۰/۹۷۸	۰/۵۲۳	۲/۸۱۹	۱۷/۵۸۷
سرامیک	۱۷۲۵/۴۹۲	۰/۱۸۱	۱/۱۹۹	۰/۷۳۳	۳/۴۷۱	۲۰/۴۹۷
آهن و فولاد	۴۸۴/۷۴۹	۰/۰۱۶	۰/۴۹۷	۱/۱۸۸	۲/۱۰۷	۳/۵۸۰
آلومینیوم	۱۹۱/۱۲۳	۰/۰۴۶	۰/۰۷۹	۰/۹۴۵	۰/۳۱۹	۰/۳۳۲
صنایع انرژی‌بر	۶۵۵/۶۳۸	۰/۰۷۲	۰/۰۵۱	۱/۶۴۸	۰/۳۰۱	۰/۳۳۲
کل صنعت	۳۰۶/۲۰۷	۰/۰۳۲	۰/۵۵۱	۱/۲۸۲	۱/۸۹۸	۵/۲۴۷

منبع: همان

۷. نتیجه‌گیری

شدت انرژی در ایران نسبت به سایر کشورهای هم‌تراز خود بالاست و در مقابل بهره‌وری انرژی بسیار پایین است. در این بین صنایع انرژی‌بر نقش محوری در مصرف انرژی دارند. در این تحقیق پنج صنعت انرژی‌بر شامل صنعت پتروشیمی، سیمان، سرامیک،

آهن و فولاد و آلومینیوم مورد بررسی قرار گرفتند. در سال ۱۳۸۲ این پنج صنعت ۲۵/۶ درصد از ارزش‌افزوده کل صنعت و ۱۴ درصد از نیروی کار شاغل در صنعت را به‌خود اختصاص داده بودند. در مقابل، این پنج صنعت بیش از ۵۴ درصد از مصرف انرژی و ۳۴/۳ درصد از کل سرمایه‌گذاریها در بخش صنعت را به خود جذب کرده بودند. درصد شاغلین باسواد صنایع انرژی‌بر نیز از متوسط کل صنعت بالاتر است. این صنایع پیوندهای پسین و پیشین بالایی دارند.

بنابراین در یک جمع‌بندی به این نتیجه می‌رسیم که صنایع انرژی‌بر در درجه اول انرژی بیشتری مصرف کرده و از تکنولوژی بالایی^۱ استفاده می‌کنند و با توجه به حجم عظیم سرمایه‌گذاریها در این صنایع در مقایسه با سایر صنایع، انتظار می‌رود بر میزان و شدت فعالیت این صنایع در سالهای آینده افزوده شود.

مصرف سوختهای فسیلی در این صنایع بالاست به‌طوری که نزدیک به ۵۴ درصد کل فرآورده‌های نفتی و گازی مصرف‌شده در کل صنعت متعلق به صنایع انرژی‌بر است و کل زغال‌سنگ مصرف شده در کشور نیز در این صنایع مصرف می‌شود.

سوختهای فسیلی عامل مهم انتشار گازهای آلاینده در محیط‌زیست می‌باشند که طبق برآوردهای انجام شده در این تحقیق، به‌طور متوسط در سال ۱۳۸۲ صنایع انرژی‌بر به ازای هر یک میلیون ریال ارزش‌افزوده ۳۰۶/۳ کیلوگرم CO₂، ۵۵۱ گرم ذرات معلق (SPM)، ۱/۲۸۲ کیلوگرم مونواکسید کربن (CO)، ۲۲ گرم HC، ۱/۸۹۸ کیلوگرم NO_x و ۵/۲۵ کیلوگرم SO_x منتشر کرده‌اند.

این حجم از انتشار گازهای آلاینده با توجه به توسعه و گسترش این صنایع در آینده، چشم‌انداز نامطلوبی از سلامت و پایداری محیط‌زیست را برای ایران متصور می‌شود. با توجه به اینکه اقتصاد ایران در مسیر صعودی مصرف انرژی قرار گرفته و همراه با میزان مطلق مصرف انرژی، شدت انرژی نیز سالانه در حال افزایش است، آلاینده‌های زیست محیطی به‌طور فزاینده‌ای در حال افزایش هستند. مقابله با این امر نیازمند اتخاذ شیوه‌های جدید و کارا در استفاده و به‌کارگیری انواع مختلف حامل‌های انرژی می‌باشد. پیشنهاد می‌شود برای مبارزه با مصرف بی‌رویه انرژی و جلوگیری از انتشار آلاینده‌ها، نباید به‌دنبال تعطیل کردن صنایع انرژی‌بر و کاهش رشد اقتصادی بود، بلکه باید در پی استفاده از تکنولوژی‌های جدید و روش‌های تولید سازگار با محیط‌زیست باشیم.

۱. شاخص تکنولوژی بالا در صنایع انرژی‌بر، بالا بودن سهم افراد باسواد از کل شاغلین در این صنایع نسبت به کل صنعت است.

منابع

۱. گیدنز، آنتونی. (۱۹۹۹). گفتارهایی درباره یکپارچگی جهانی، جهان رها شده. ترجمه علی اصغر سعیدی و یوسف حاجی عبدالوهاب، انتشارات علم و ادب، چاپ اول، ۱۳۷۹
۲. کاظم زاده حنانی، سیامک، قاسمعلی عرب و عقیل براتی ملایری. (۱۳۸۳). بهینه‌سازی مصرف سوخت در صنعت سیمان. مجموعه مقالات اولین همایش بهینه‌سازی مصرف سوخت در صنعت، تهران، ۳۱-۳۰ خرداد ۱۳۸۳
۳. فتحیان پور، مژگان. (۱۳۸۴). نفت، انرژی و توسعه. مجموعه مقالات همایش سیاست‌ها و مدیریت برنامه‌های رشد و توسعه در ایران- اسفند ۱۳۸۲، موسسه عالی آموزش و پژوهش در مدیریت و برنامه‌ریزی، صفحات ۲۸۹-۲۷۳
۴. آمارنامه انرژی. (۱۳۸۲). مدیریت برنامه‌ریزی، شرکت ملی پخش فرآورده‌های نفتی ایران
۵. ترازنامه انرژی سال ۱۳۸۲. معاونت امور انرژی، وزارت نیرو، سال ۱۳۸۳
۶. آمارگیری از واحدهای صنعتی ۱۰ کارکن و بیشتر برای سال ۱۳۸۱، مرکز آمار ایران، ۱۳۸۲
۷. آمار اخذ شده از بخش صنعت سازمان بهینه‌سازی مصرف سوخت کشور
۸. گزارش طرح خطوط اساسی خودکفایی در صنعت، سال ۱۳۶۸، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور
۹. میرترابی، سعید (۱۳۸۵)، نظم تازه بازار نفت جهان، در مجله اطلاعات سیاسی- اقتصادی، انتشارات مؤسسه اطلاعات، سال بیستم، شماره هفتم و هشتم، فروردین و اردیبهشت سال ۱۳۸۵.
10. Cruz, Luis (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 2002.
11. Perman, Roger at el.(1999). Natural Resource and Environmental Economics, Second Edition, London, prentice Hall
12. Silva. Marta (1999). Environmental Input-output Analysis: Application to Portugal. Institute superior Tecnico-Universidade tecnica le lisboa
13. Mukhopadhyay, Kakali. (2005). Environment and Poverty in India: An Input-Output Approach. Fifteenth International Input-Output Conference, China, June 27-July 1,

14. Lenzen, Manfred. (1998). primary energy and greenhouse gases embodied in Australian final consumption: an input output analysis. Energy Policy, Vol .26, No 6, printed in Great Britain, PP 495-506
15. Miller, Tyler(1998), Living in the Environment, ninth edition, Wadsworth Publishing Company, U.S.
16. Amirmoeini, Mehran. (2005). Iran Energy Report 2005 Edition. Tehran, Institute for International Energy Studies(I.I.E.S).
17. OECD Environment outlook, 2004.

