

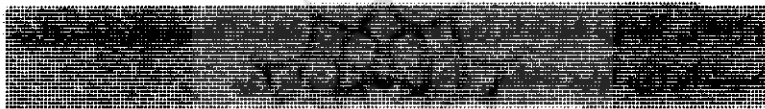
بررسی تطبیقی شدت انرژی و شدت آلاینده‌های زیست‌محیطی در ایران و جهان

چکیده

انرژی نقش اساسی در توسعه هر کشوری دارد. انرژی نه تنها مهمترین ورودی بخش تولید یعنی بخش صنعت، پتروشیمی، نیروگاه‌ها و مانند اینها محسوب می‌شود، بلکه در بخش غیرتولیدی نظیر بخش مسکن نیز کالایی ضروری می‌باشد. بازار داخلی ایران علی‌رغم برخوردار بودن کشور از ذخایر غنی نفت و گاز، با تقاضای فزاینده‌ای برای حاملهای انرژی مواجه می‌باشد. حاملهای انرژی نقشی حیاتی در سبد انرژی مصرفی کشور دارند و از عوامل اصلی رشد و توسعه اقتصادی محسوب می‌شوند. در نتیجه مدیریت مناسب انرژی در هر دو طرف عرضه و تقاضا در بلندمدت، ضروری و حیاتی به‌نظر می‌رسد. بر اساس نتایج به‌دست آمده از بررسی‌های جهانی در سال ۲۰۰۴، ایران با شدت انرژی حدود ۹۵۶ تن در هر میلیون دلار تولید ناخالص داخلی از نظر شدت انرژی هشتمین کشور جهان بوده و در میان کشورهای با اقتصاد متوسط، مقام شانزدهم را دارد. لازم به‌ذکر است که در همین سال شدت انرژی در جهان حدود ۲۵۰ تن در هر میلیون دلار تولید ناخالص داخلی و ۸۵۰ تن در هر میلیون تن در کشورهای با اقتصاد متوسط بوده است. مطالعات نشان می‌دهند که شدت انرژی در ایران از ۲/۲ بشکه در هر میلیون ریال تولید ناخالص داخلی در سال ۱۳۷۶ به ۲/۷ بشکه در هر میلیون ریال تولید ناخالص داخلی رسیده است و با توجه به عواملی که

۱. رئیس تدوین برنامه‌های بلندمدت مدیریت برنامه‌ریزی تلفیقی شرکت ملی نفت ایران، khaleghi@nioc.org

باعث افزایش شدت انرژی می‌شوند، شدت انرژی از $3/7$ بشکه در هر میلیون ریال تولید ناخالص داخلی به $4/6$ بشکه در هر میلیون ریال تولید ناخالص داخلی در سال ۱۳۸۲ رسیده است. شدت آلاینده‌های زیست‌محیطی نظیر دی‌اکسید کربن و اکسیدهای نیتروژن تحت تأثیر دو عامل قرار دارند که عبارتند از: میزان انرژی مصرف شده و سبد مصرف انرژی. در دوره بین سال‌های ۱۳۶۹ تا ۱۳۸۲ علی‌رغم افزایش سهم گاز طبیعی در سبد مصرف انرژی کشور، شدت دی‌اکسید کربن از ۸۴۲ کیلوگرم در هر میلیون ریال تولید ناخالص داخلی به ۹۶۸ کیلوگرم در هر میلیون ریال تولید ناخالص داخلی رسیده است (متوسط رشد سالیانه مصرف انرژی در دوره مذکور $6/1$ درصد بوده است). به‌طور کلی چند دلیل افزایش مصرف و شدت انرژی در ایران در سال‌های اخیر عبارتند از: رشد جمعیت، مدیریت ناکارآمد انرژی، کارایی پایین دستگاه‌ها و تمایل زیاد به مصرف بیش از پیش انرژی مخصوصاً در بخش‌های غیرتولیدی نظیر بخش مسکن که سیاست‌های قیمت‌گذاری در آنها تاکنون موفقیت‌آمیز نبوده است.



مقدمه

انرژی یکی از عوامل مهم تولید در بخش صنعت است و عامل تسهیل‌کننده فرآیند خدمات در بخش‌های غیرتولیدی به‌شمار می‌آید. همچنین انرژی یک عامل رفاهی مؤثر در بخش خانگی، و یک ابزار سیاسی و سیاستی مهم در کلیه سطوح اقتصاد کلان جامعه است به‌طوری‌که این عامل تولیدی - رفاهی در بسیاری از موارد به‌عنوان ابزاری جهت اعمال سیاست‌های قهریه در کشورها به‌کار گرفته می‌شود. با توجه به این امر بهره‌گیری مناسب از انرژی همواره باید به‌عنوان یک اصل مهم سیاست‌های اقتصاد کلان جامعه مدنظر قرار گیرد. از آنجا که بخش قابل ملاحظه‌ای از سبد انرژی را انرژی‌های تجدیدناپذیر (مثل نفت و گاز) تشکیل می‌دهند، برای آن‌دسته از کشورهایی که نفت و گاز مهم‌ترین ثروت ملی آنها محسوب می‌شود، درآمد حاصل از به‌کارگیری نفت و گاز باید بتواند جریان سرمایه‌گذاری‌های بلندمدت در بخش‌های مختلف اقتصاد کلان را تسریع و تسهیل نماید.

به منظور بررسی مقایسه‌ای ایران با دیگر کشورهای جهان از ابعاد مختلف

فعالیت‌های اقتصادی، روند مصرف انرژی و چگونگی شدت انرژی و برخی مؤلفه‌های زیست‌محیطی (مثل شدت کربن و شدت اکسیدهای نیتروژن)، مجموعه‌ای از کشورهای جهان را به تفکیک ویژگی‌های اقتصادی آنها انتخاب نموده‌ایم. بدین ترتیب امکان مقایسه ایران از ابعاد فوق با کلیه کشورهای جهان و نیز کشورهای هم‌گروه اقتصادی فراهم می‌آید.^۱ دسترسی به اطلاعات همگن یکی از شروط لازم این بررسی بشمار می‌رود، لذا جهت امکان دستیابی به اطلاعات مورد نیاز و همگن برای کلیه کشورهای منتخب در این بررسی، مؤلفه‌های شدت انرژی و شدت آلاینده‌های زیست‌محیطی براساس ارزش جاری تولید ناخالص داخلی کشورها و نیز مصرف انرژی اولیه آنها مدنظر قرار گرفته است.^۲

بررسی روند مصرف انرژی اولیه در جهان نشان می‌دهد که طی دوره ۲۰۰۴-۱۹۹۹، این متغیر در دنیا به‌طور متوسط رشد سالانه‌ای به میزان ۳/۷ درصد و در منطقه OECD، به میزان ۱/۷ درصد رشد داشته و این در حالی است که رشد مصرف انرژی در ایران ۷ درصد بوده است.

در سال ۲۰۰۴، ایران با مصرف ۱۵۵/۵ میلیون تن معادل نفت‌خام انرژی در رتبه سیزدهم کشورهای مورد بررسی (شامل ۶۲ کشور) قرار گرفته است. مصرف سرانه انرژی در ایران در سال ۲۰۰۴ معادل ۲/۳ تن معادل نفت‌خام به ازای هر نفر است که در مقایسه با متوسط ارزش جهانی این متغیر (۱/۶ تن به ازای هر نفر) حدود ۴۳ درصد بیشتر می‌باشد. قابل ذکر است که مصرف سرانه انرژی کشور طی دوره ۲۰۰۴-۱۹۹۹، حدود ۵/۶ درصد افزایش داشته است که این تنها به‌دلیل شتاب مصرف انرژی می‌باشد (جدول ۱).

انرژی یکی از عوامل مهم تولید و در بسیاری از مواقع مکمل دیگر عوامل تولید می‌باشد. بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهند که متوسط رشد سالانه تولید ناخالص سرانه جهان طی دوره ۲۰۰۴-۱۹۹۹ حدود ۴/۸ درصد و در کشورهای منطقه OECD، ۲/۷ درصد بوده است. این در حالی است که متوسط رشد سالانه این مؤلفه مهم

۱. براساس مطالعات انجام‌شده توسط بانک جهانی در خصوص درآمد ناخالص ملی (GNI) کشورها در سال ۲۰۰۴، طبقه‌بندی کشورها جهان بشرح زیر انجام پذیرفته است:

اقتصادهای با درآمد پایین: درآمد سرانه ۸۲۵ دلار و کمتر
اقتصادهای با درآمد متوسط - پایین: درآمد سرانه ۸۲۶ دلار تا ۳۲۵۵ دلار
اقتصادهای با درآمد متوسط - بالا: درآمد سرانه ۳۲۵۶ دلار تا ۱۰۰۶۵ دلار
اقتصادهای با درآمد بالا: درآمد سرانه ۱۰۰۶۶ دلار و بالاتر

قابل ذکر است که روسیه و ترکیه تا سال ۲۰۰۳ در گروه کشورهای با درآمد متوسط - پایین قرار داشتند ولی از سال ۲۰۰۴ به گروه کشورهای با درآمد متوسط - بالا انتقال یافته‌اند.

۲. در بخش دوم این مقاله کلیه مؤلفه‌های مذکور در ایران براساس ارزش ثابت تولید ناخالص داخلی (ثابت ۱۳۷۶) و نیز مصرف انرژی کل (انرژی تحویلی به بخشهای مختلف مصرف‌کننده) برآورد گردیده است.

جدول ۱. مصرف انرژی اولیه کل و سرانه در ایران و جهان طی دوره ۱۹۹۹-۲۰۰۴

مصرف انرژی اولیه سرانه (تن معادل نفت خام)			مصرف انرژی اولیه (میلیون تن معادل نفت خام)			نام کشور
۲۰۰۴	۲۰۰۲	۱۹۹۹	۲۰۰۴	۲۰۰۲	۱۹۹۹	
اقتصادهای با درآمد بالا						
۹.۰	۸.۱	۷.۰	۲۲.۴	۱۸.۶	۱۴.۸	کویت
۴.۰	۴.۰	۴.۰	۳۳.۵	۳۲۹.۹	۳۳۰.۹	آلمان
۴.۴	۴.۳	۴.۳	۲۶۲.۹	۲۵۶.۵	۲۵۲.۵	فرانسه
۳.۲	۳.۱	۲.۹	۱۸۳.۶	۱۷۶.۸	۱۶۵.۷	ایتالیا
۳.۸	۳.۸	۳.۸	۲۲۶.۹	۲۲۲.۲	۲۲۲.۴	انگلستان
۸.۵	۹.۵	۵.۵	۳۹.۰	۴۲.۹	۲۴.۷	نروژ
۷.۹	۸.۰	۷.۹	۲۳۳۱.۶	۲۲۹۶.۷	۲۲۰۴.۹	آمریکا
۱۱.۹	۱۲.۴	۱۵.۴	۵۱.۲	۴۷.۲	۴۶.۱	امارات متحده عربی
۲۶.۵	۱۹.۷	-	۱۶.۹	۱۲.۰	-	قطر
۵.۹	۵.۹	۵.۴	۱۱۹.۱	۱۱۶.۳	۱۰۲.۸	استرالیا
۴.۰	۴.۰	۴.۰	۵۱۴.۶	۵۰۶.۷	۵۰۷.۴	ژاپن
۴.۵	۴.۳	۳.۹	۲۱۷.۲	۲۰۵.۱	۱۸۲.۰	کره جنوبی
۹.۶	۹.۲	۷.۵	۳۰۷.۵	۲۸۸.۹	۲۲۷.۸	کانادا
۴.۱	۴.۰	۳.۳	۳۳.۰	۳۱.۶	۲۶.۳	اطریش
۳.۴	۳.۴	۳.۸	۱۸.۴	۱۸.۴	۱۹.۹	دانمارک
۵.۵	۵.۱	۴.۷	۲۸.۶	۲۶.۷	۲۴.۴	فنلاند
۲.۹	۳.۱	۲.۷	۳۲.۶	۳۲.۵	۲۸.۷	یونان
۹.۰	۹.۲	۵.۴	۲.۶	۲.۶	۱.۵	ایسلند
۳.۶	۳.۷	۳.۴	۱۴.۳	۱۴.۵	۱۳.۰	ایرلند
۵.۸	۵.۶	۵.۳	۹۵.۳	۸۹.۷	۸۳.۷	هلند
۲.۴	۲.۴	۲.۲	۲۵.۲	۲۴.۶	۲۲.۱	پرتغال
۳.۵	۳.۳	۳.۰	۱۴۵.۵	۱۳۴.۸	۱۱۹.۰	اسپانیا
۵.۴	۵.۴	۴.۸	۴۸.۴	۴۸.۵	۴۲.۹	سوئد
۳.۹	۴.۰	۳.۵	۲۸.۹	۲۹.۵	۲۵.۰	سوئیس
۳.۵	۳.۰	۲.۳	۲۳.۹	۲۰.۴	۱۵.۵	هنگ کنگ
۴.۵	۴.۷	۳.۶	۱۸.۳	۱۸.۲	۱۳.۸	نیوزلند
۱۰.۵	۹.۵	۷.۴	۴۵.۱	۳۹.۹	۲۹.۷	سنگاپور

ادامه جدول ۱.

مصرف انرژی اولیه سرانه (تن معادل نفت خام)			مصرف انرژی اولیه (میلیون تن معادل نفت خام)			نام کشور
۲۰۰۴	۲۰۰۲	۱۹۹۹	۲۰۰۴	۲۰۰۲	۱۹۹۹	
اقتصادهای با درآمد متوسط-بالا						
۱.۴	۱.۳	۱.۳	۱۴۵.۳	۱۳۵.۲	۱۲۴.۶	مکزیک
۱.۶	۱.۵	۱.۶	۶۲.۱	۵۴.۴	۵۸.۰	آرژانتین
۲.۳	۲.۳	۲.۴	۲۳.۷	۲۳.۴	۲۴.۰	مجارستان
۲.۴	۲.۱	۱.۷	۶۰.۳	۵۲.۰	۳۸.۱	مالزی
۵.۹	۵.۲	۵.۲	۱۳۷.۲	۱۱۴.۴	۱۰۴.۱	عربستان سعودی
۲.۶	۲.۶	۲.۴	۶۷.۷	۶۶.۲	۵۶.۱	ونزوئلا
۱.۶	۱.۵	۱.۴	۲۵.۵	۲۴.۱	۲۰.۸	شیلی
۴.۴	۴.۰	۳.۵	۴۴.۵	۴۱.۲	۳۶.۰	جمهوری چک
۲.۴	۲.۳	۲.۴	۹۱.۷	۸۷.۱	۹۲.۶	لهستان
۳.۴	۳.۶	۳.۳	۱۸.۶	۱۹.۳	۱۷.۷	اسلواک
۴.۷	-	-	۶۶۸.۶	-	-	روسیه فدرال
۱.۲	-	-	۸۵.۳	-	-	ترکیه
اقتصادهای با درآمد متوسط-پایین						
۰.۸	۰.۷	۰.۷	۵۳.۸	۴۹.۵	۴۲.۸	مصر
۰.۵	۰.۵	۱.۴	۱۰۹.۷	۱۰۴.۵	۲۷۶.۴	اندونزی
۲.۳	۱.۹	۱.۸	۱۵۵.۵	۱۲۷.۱	۱۱۱.۱	ایران
-	۴.۵	۴.۲	-	۶۴۶.۷	۶۰۷.۸	روسیه فدرال
۱.۳	۱.۱	۱.۰	۸۱.۵	۶۹.۲	۵۹.۳	تایلند
۳.۸	۳.۳	۳.۲	۱۸.۸	۱۵.۹	۱۴.۷	ترکمنستان
-	۱.۰	۱.۱	-	۷۱.۶	۷۶.۱	ترکیه
۱.۱	۰.۸	۰.۶	۱۳۸۶.۱	۱۰۳۵.۷	۷۵۲.۶	چین
۰.۹	۰.۹	۱.۰	۳۰.۷	۲۸.۴	۲۹.۲	الجزایر
۱.۵	۰.۰	=	۱۲.۸	۱۱.۱	۱۱.۴	آذربایجان
۱.۰	۱.۰	۰.۸	۱۸۷.۶	۱۷۷.۶	۱۲۷.۳	برزیل
۰.۶	۰.۳	۰.۵	۲۷.۱	۲۵.۱	۲۱.۱	کلمبیا
۰.۶	۰.۶	۰.۶	۸.۰	۷.۷	۶.۹	اکوادور
۰.۵	۰.۴	۰.۴	۱۲.۴	۱۱.۸	۹.۷	پرو

ادامه جدول ۱.

مصرف انرژی اولیه سرانه (تن معادل نفت خام)			مصرف انرژی اولیه (میلیون تن معادل نفت خام)			نام کشور
۲۰۰۴	۲۰۰۲	۱۹۹۹	۲۰۰۴	۲۰۰۲	۱۹۹۹	
۲.۴	۲.۴	۲.۱	۱۸.۹	۱۹.۱	۱۷.۵	بلغارستان
۱.۸	۱.۷	۱.۵	۳۹.۳	۳۸.۵	۳۳.۹	رومانی
۲.۵	۲.۰	۲.۴	۲۴.۲	۱۹.۸	۲۳.۹	بلاروس
۳.۵	۳.۰	۲.۳	۵۲.۸	۴۴.۷	۳۳.۹	قزاقستان
۳.۰	۲.۷	۲.۷	۱۴۲.۸	۱۳۳.۷	۱۳۷.۰	اوکراین
۲.۷	۲.۴	۲.۵	۱۲۳.۶	۱۱۰.۹	۱۰۷.۷	آفریقای جنوبی
۰.۳	۰.۳	۰.۳	۲۴.۹	۲۳.۵	۲۱.۶	فیلیپین
اقتصادهای با درآمد پایین						
۰.۱	۰.۱	۰.۱	۱۶.۸	۱۴.۹	۱۰.۰	بنگلادش
۰.۳	۰.۳	۰.۳	۳۷۵.۸	۳۳۸.۰	۲۷۶.۴	هند
۰.۳	۰.۳	۰.۳	۴۷.۳	۴۳.۹	۳۷.۳	پاکستان
۲.۱	۲.۲	۲.۲	۵۳.۳	۵۶.۶	۵۳.۸	ازبکستان
۱.۶	۱.۵	۴.۱	۱۰۲۴.۴	۹۴۶۴.۵	۸۵۳۳.۴	دنیا
۶.۰	۵.۹	۵.۷	۵۵۰۳.۳	۵۳۵۶.۲	۵۰۵۹.۸	منطقه OECD

اقتصادی در ایران ۸/۹ درصد می‌باشد و از ۱۵۸۸ دلار در سال ۱۹۹۹ به ۲۴۳۲ دلار در سال ۲۰۰۴ رسیده است. قابل ذکر است که ترکیب تولید ناخالص داخلی بر حجم مصرف انرژی یک کشور تأثیر قطعی داشته و بررسی مقایسه‌ای و تحلیلی حجم مصرف انرژی و حجم و ترکیب تولید ناخالص داخلی، بیانگر چگونگی کارایی مصرف انرژی خواهد بود (این مسئله در بخش بعد مورد بررسی قرار خواهد گرفت).

تولید ناخالص سرانه جهان در سال ۲۰۰۴، حدود ۶/۵ هزار دلار بوده است و کشورهای نروژ (۵۴/۴ هزار دلار)، سوئیس (۴۸/۶ هزار دلار)، ایرلند (۴۵/۹ هزار دلار)، دانمارک (۴۵ هزار دلار) و ایسلند (۴۲/۸ هزار دلار) به ترتیب در مقام اول تا پنجم قرار گرفته‌اند. ایران در این رتبه‌بندی جهانی با دارا بودن تولید ناخالص سرانه‌ای به میزان ۲/۴ هزار دلار در رتبه ۴۸ قرار دارد (جدول ۲). نمودارهای ۱ و ۲ چگونگی روند تغییرات تولید ناخالص سرانه و مصرف انرژی سرانه را در کلیه کشورهای جهان و نیز اقتصادهای با درآمد متوسط - پایین نشان می‌دهند.

جدول ۲. تولید ناخالص داخلی سرانه در ایران و جهان طی دوره ۲۰۰۴-۱۹۹۹

(دلار)

نام کشور	۱۹۹۹	۲۰۰۲	۲۰۰۴
اقتصادهای با درآمد بالا			
کویت	۱۳۹۰۴۸	۱۵۳۹۱۳	۱۶۶۸۰۰
آلمان	۲۵۵۷۸۰۶	۲۴۲۴۲۰۴	۲۲۶۸۷۰۷
فرانسه	۲۳۸۹۰۰۸	۲۳۵۲۹۰۴	۲۳۳۳۳۰۳
ایتالیا	۲۰۸۳۳۰۳	۲۰۷۹۷۰۲	۲۹۵۱۳۰۹
انگلستان	۲۵۵۵۳۰۷	۲۷۰۲۷۰۰	۲۵۲۵۳۰۵
نروژ	۳۵۱۳۳۰۳	۴۲۳۳۳۰۳	۵۴۳۹۱۰۳
آمریکا	۳۳۰۱۰۰۴	۳۶۰۶۱۰۰	۳۹۸۶۳۰۷
امارات متحده عربی	۱۸۳۰۰۰۰	۱۸۶۸۴۰۲	۱۶۵۰۲۰۳
قطر	۲۱۵۹۲۰۹	۲۸۶۸۸۰۵	۳۲۰۲۵۰۱
استرالیا	۲۱۳۴۷۰۴	۲۰۷۶۱۰۴	۳۱۴۰۸۰۰
ژاپن	۳۵۵۱۷۰۰	۳۱۴۴۶۰۵	۳۵۹۹۳۰۷
کره جنوبی	۹۵۵۳۰۶	۱۱۴۸۵۰۳	۱۴۱۳۱۰۰
کانادا	۲۱۳۰۴۰۹	۲۲۷۴۸۰۴	۳۰۷۱۴۰۷
اطریش	۲۶۲۵۰۰۰	۲۵۵۱۲۰۵	۳۵۸۱۴۰۸
دانمارک	۳۲۶۶۰۰۴	۳۲۰۱۸۰۵	۴۵۰۰۰۰۰
فنلاند	۲۴۵۷۶۰۹	۲۵۲۸۸۰۵	۳۵۸۸۴۰۶
یونان	۱۱۴۵۷۰۱	۱۲۵۲۸۰۳	۱۸۳۲۴۰۳
ایسلند	۳۰۲۱۵۰۸	۲۹۵۷۷۰۵	۴۲۷۵۸۰۶
ایرلند	۲۵۱۵۷۰۹	۳۱۱۲۸۰۲	۴۵۹۰۰۰۰
هلند	۲۵۲۲۱۰۵	۲۵۹۵۶۰۵	۳۵۴۱۷۰۲
پرتغال	۱۱۳۹۶۰۰	۱۱۹۲۱۰۶	۱۶۱۸۲۰۷
اسپانیا	۱۴۹۸۰۰۱	۱۵۹۶۸۰۲	۲۴۰۰۴۰۸
سوئد	۲۸۲۶۹۰۷	۲۷۰۰۰۰۰	۳۸۴۸۸۰۹
سوئیس	۳۶۴۲۲۰۵	۳۶۶۳۰۰۱	۴۵۸۸۱۰۱
هنگ کنگ	۲۴۳۳۳۰۳	۲۳۷۵۰۰۰	۲۳۹۷۰۰۶
نیوزلند	۱۴۹۲۱۰۱	۱۴۹۷۴۰۴	۲۴۳۱۷۰۱
سنگاپور	۲۰۳۵۰۰۰	۲۱۰۲۳۰۸	۲۴۸۳۷۰۲

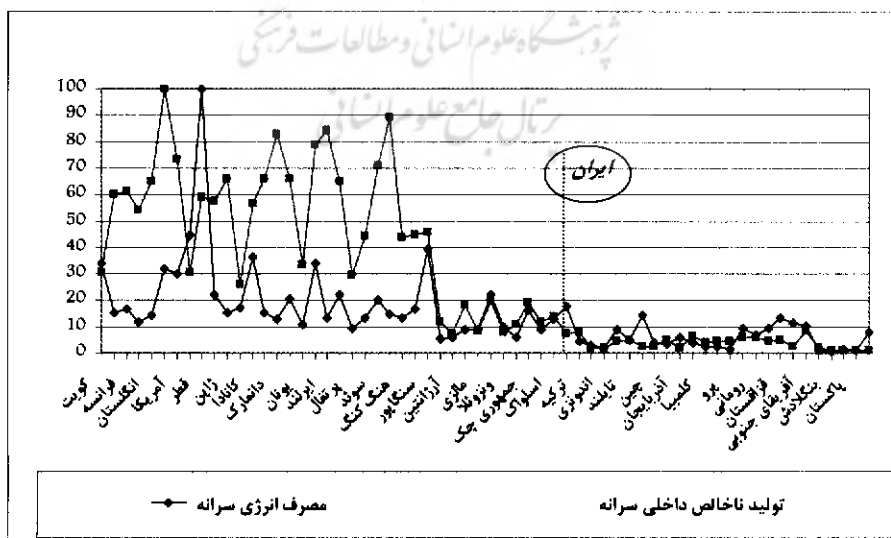
ادامه جدول ۲.

نام کشور	۱۹۹۹	۲۰۰۲	۲۰۰۴
اقتصادهای با درآمد متوسط-بالا			
مکزیک	۴۹۸۰.۳	۶۴۳۳.۵	۶۵۱۷.۳
آرژانتین	۷۹۸۵.۹	۲۷۹۴.۵	۳۹۶۶.۰
مجارستان	۴۷۵۲.۵	۶۳۶۲.۷	۹۸۷۱.۳
مالزی	۳۴۸۴.۶	۳۹۰۵.۳	۴۶۷۴.۶
عربستان سعودی	۷۹۸۰.۲	۸۶۰۷.۳	۱۰۸۰۱.۷
ونزوئلا	۴۳۵۸.۶	۳۷۵۷.۰	۴۱۸۷.۷
شیلی	۴۸۶۶.۷	۴۳۲۰.۵	۵۸۸۱.۳
جمهوری چک	۵۳۳۹.۸	۶۸۱۳.۷	۱۰۴۹۰.۲
لهستان	۴۲۵۰.۶	۵۰۰۷.۹	۶۳۲۹.۸
اسلواک	۳۷۷۷.۸	۴۴۸۱.۵	۷۶۱۱.۱
روسیه فدرال	-	-	۴۰۷۸.۴
ترکیه	-	-	۴۲۱۰.۶
اقتصادهای با درآمد متوسط-پایین			
مصر	۱۴۱۸.۸	۱۳۵۳.۹	۱۰۹۳.۲
اندونزی	۶۸۷.۶	۸۱۷.۲	۱۱۸۳.۸
ایران	۱۵۸۸.۵	۱۷۳۴.۴	۲۴۳۲.۰
روسیه فدرال	۱۳۳۹.۰	۲۳۹۸.۳	-
تایلند	۲۰۳۱.۶	۲۰۶۰.۱	۲۶۲۰.۲
ترکمنستان	۵۴۳.۵	۹۵۸.۳	۱۲۶۵.۳
ترکیه	۲۷۷۲.۲	۲۶۴۲.۲	-
چین	۷۶۲.۶	۱۰۰۰.۰	۱۲۳۰.۸
الجزایر	۱۵۸۶.۷	۱۷۸۵.۹	۲۶۱۱.۱
آذربایجان	۵۷۵.۰	۷۵۶.۱	۱۰۲۴.۱
برزیل	۳۱۹۴.۰	۲۶۴۰.۷	۳۳۸۵.۰
کلمبیا	۲۰۷۹.۵	۹۶۳.۰	۲۱۵۰.۱
اکوادور	۱۳۶۸.۹	۱۸۹۸.۴	۲۲۹۵.۵
پرو	۲۰۰۷.۸	۲۱۱۶.۱	۲۴۸۷.۳
بلغارستان	۱۵۸۵.۴	۱۹۷۴.۷	۳۰۸۹.۷

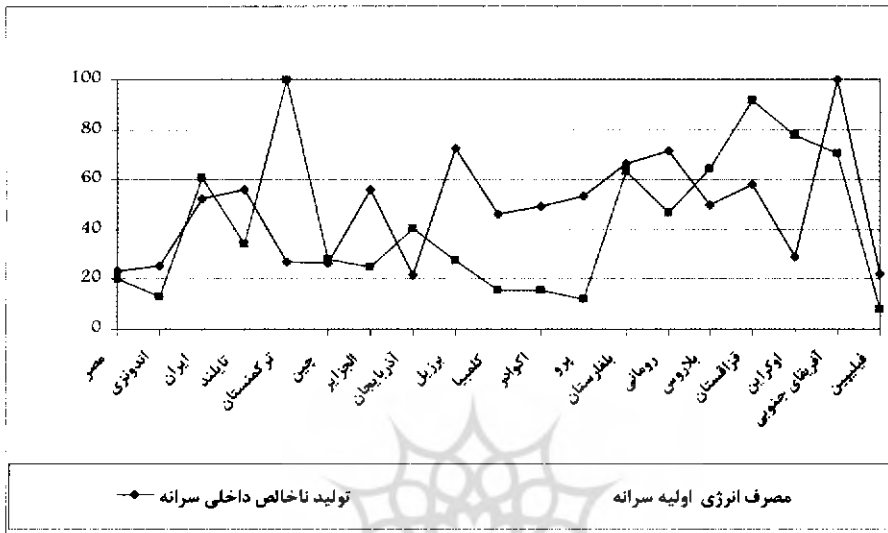
ادامه جدول ۲.

نام کشور	۱۹۹۹	۲۰۰۲	۲۰۰۴
رومانی	۱۵۸۲.۲	۲۰۴۹.۳	۳۳۴۲.۵
بلاروس	۱۲۱۰.۰	۱۴۴۴.۴	۲۳۲۶.۵
قزاقستان	۱۱۳۴.۲	۱۶۵۱.۰	۲۷۱۳.۳
اوکراین	۶۳۳.۳	۸۷۰.۶	۱۳۵۶.۳
آفریقای جنوبی	۳۰۵۵.۹	۲۳۴۶.۶	۴۶۶۶.۷
فیلیپین	۱۰۱۷.۴	۹۷۶.۲	۱۰۴۱.۰
اقتصادهای با درآمد پایین			
بنگلادش	۳۵۷.۱	۳۵۰.۸	۴۰۴.۳
هند	۴۴۷.۴	۵۱۰.۲	۶۲۹.۰
پاکستان	۴۳۴.۷	۴۰۸.۶	۶۳۱.۸
ازبکستان	۷۰۰.۸	۳۸۳.۴	۴۶۳.۳
دنیا	۵۱۳۳.۳	۵۲۲۵.۸	۶۴۹۲.۱
منطقه OECD	۲۷۱۱۱.۸	۲۷۷۱۶.۷	۳۰۹۷۶.۴

نمودار ۱. روند تغییرات مصرف انرژی سرانه و تولید ناخالص داخلی سرانه در ایران و سایر کشورهای جهان سال ۲۰۰۴



نمودار ۲. روند تغییرات مصرف انرژی سرانه و تولید ناخالص داخلی سرانه در اقتصادهای با درآمد متوسط - پایین سال ۲۰۰۴

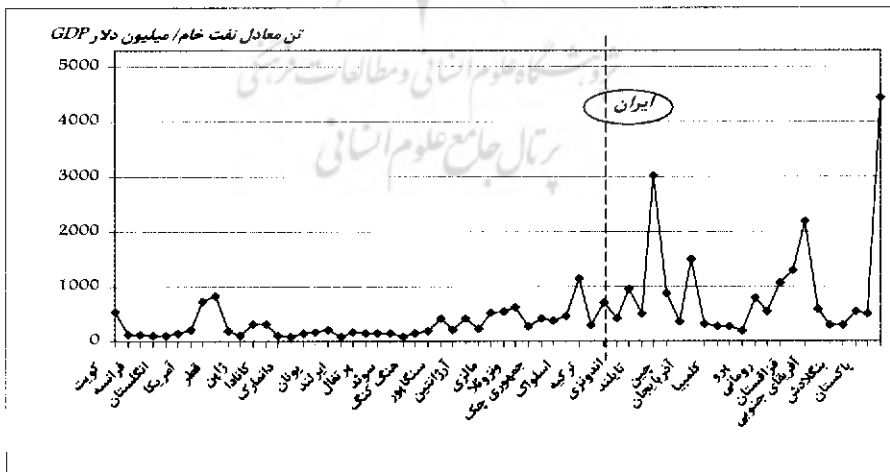


شدت انرژی یکی از شاخصهای مهم برای بررسی تطبیقی چگونگی استفاده از انرژی در کشورها می‌باشد. این شاخص در واقع به‌عنوان «میزان انرژی مصرف شده به ازای هر واحد از تولید» تعریف می‌شود. با بهره‌گیری از این شاخص می‌توان کارایی مصرف انرژی در فعالیتهای تولیدی را نیز مورد توجه قرار داد.

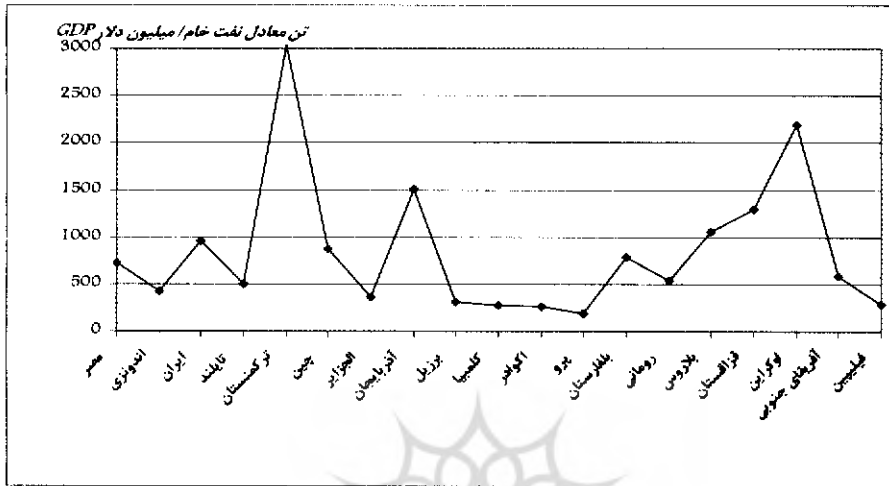
بررسی شدت انرژی در جهان نشان می‌دهد که طی دوره ۲۰۰۴-۱۹۹۹، این شاخص به‌طور متوسط ۲ درصد در سال و در کشورهای منطقه OECD، ۱/۴ درصد در سال کاهش داشته است. طی این دوره اندونزی با متوسط کاهش سالانه‌ای به میزان ۲۶/۴ درصد، روسیه ۱۸ درصد و مجارستان ۱۳/۸ درصد به ترتیب دارای بالاترین کاهش در شدت انرژی بوده‌اند. در مقابل کشورهای آرژانتین (متوسط رشد سالانه ۱۴/۹ درصد)، هنگ کنگ (متوسط رشد سالانه ۸/۷ درصد) و مصر (متوسط رشد سالانه ۸/۳ درصد) به ترتیب بالاترین رشد را در شدت انرژی داشته‌اند. بررسی مقایسه‌ای این مؤلفه مهم اقتصادی در کشورهای مختلف طی سال ۲۰۰۴ نشان می‌دهد که ازبکستان (۴۴۴۲ تن معادل نفت‌خام به ازای یک میلیون دلار GDP)، ترکمنستان (۳۰۳۲ تن معادل نفت‌خام به ازای یک میلیون دلار GDP) و اوکراین (۲۱۹۴ تن معادل نفت‌خام به ازای یک میلیون دلار GDP) به ترتیب دارای بالاترین شدت انرژی در جهان می‌باشند. خاطر نشان می‌شود که در این سال شدت انرژی جهان ۲۵۰ تن معادل نفت خام به

ازای یک میلیون دلار GDP و در کشورهای منطقه OECD ، ۱۹۵ تن معادل نفت خام به ازای یک میلیون دلار GDP بوده است. شدت انرژی در ایران طی سال ۲۰۰۴، برابر با ۹۵۶ تن معادل نفت خام به ازای یک میلیون دلار GDP بوده است که ایران را در رتبه هشتم جهانی قرار می‌دهد. شدت انرژی ایران طی سالهای ۲۰۰۴-۱۹۹۹ از کاهش سالانه‌ای به میزان ۳ درصد برخوردار بوده است. بررسی مقایسه‌ای ایران با ۱۹ کشور هم گروه (اقتصادهای با درآمد متوسط - پایین) نشان می‌دهد که ایران از نظر دارا بودن شدت انرژی در رتبه ششم گروهی قرار گرفته است (بالاترین شدت انرژی در این گروه به کشور ترکمنستان با ۳۰۳۲ تن معادل نفت خام به ازای یک میلیون دلار GDP و پایین‌ترین شدت انرژی به کشور پرو با ۱۸۱ تن معادل نفت خام به ازای یک میلیون دلار GDP تعلق دارد). جدول ۳ و نمودارهای ۲ و ۲ روند تغییرات شدت انرژی را در جهان و در منطقه اقتصادهای با درآمد متوسط - پایین نشان می‌دهند و نمودارهای ۵ و ۶ نیز نمایانگر بررسی مقایسه‌ای روند تغییرات تولید ناخالص داخلی، مصرف انرژی و شدت انرژی می‌باشند.

نمودار ۳. روند تغییرات شدت انرژی در ایران و سایر کشورهای جهان سال ۲۰۰۴



نمودار ۴. روند تغییرات شدت انرژی در اقتصادهای با درآمد متوسط - پایین
سال ۲۰۰۴



جدول ۳. شدت انرژی (اولیه) در ایران و جهان طی دوره ۱۹۹۹-۲۰۰۴

تن معادل نفت خام به ازای یک میلیون دلار GDP

متوسط رشد سالانه ۱۹۹۹-۲۰۰۴	۲۰۰۴	۲۰۰۲	۱۹۹۹	نام کشور
اقتصادهای با درآمد بالا				
۱.۲٪	۵۳۷.۲	۵۲۵.۴	۵۰۶.۸	کویت
-۴.۹٪	۱۲۲.۴	۱۶۵.۰	۱۵۷.۶	آلمان
-۶.۱٪	۱۳۱.۵	۱۸۳.۲	۱۸۰.۴	فرانسه
-۴.۸٪	۱۰۸.۰	۱۴۷.۳	۱۳۸.۱	ایتالیا
-۶.۱٪	۱۰۸.۰	۱۳۸.۹	۱۴۸.۳	انگلستان
۰.۰٪	۱۵۵.۹	۲۲۵.۲	۱۵۶.۲	نروژ
-۳.۶٪	۱۹۹.۳	۲۲۰.۸	۲۳۹.۷	آمریکا
-۳.۰٪	۷۲۱.۵	۶۶۴.۸	۸۳۹.۷	امارات متحده عربی
-	۸۲۸.۴	۶۸۵.۷	-	قطر
-۵.۷٪	۱۸۸.۷	۲۸۴.۴	۲۵۳.۵	استرالیا
-۰.۲٪	۱۱۱.۹	۱۲۶.۷	۱۱۲.۸	ژاپن
-۴.۸٪	۳۱۹.۶	۳۷۵.۲	۴۰۸.۸	کره جنوبی

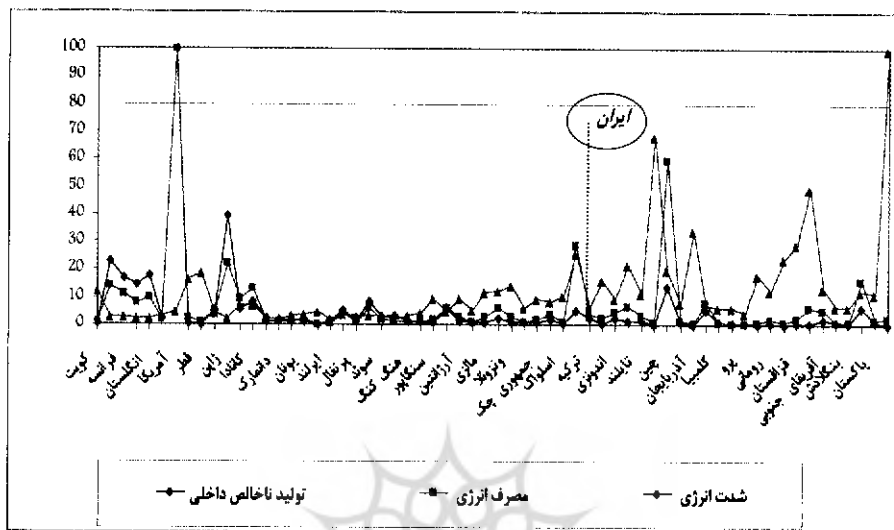
ادامه جدول ۳.

متوسط رشد سالانه ۱۹۹۹-۲۰۰۴	۲۰۰۴	۲۰۰۲	۱۹۹۹	نام کشور
-۲.۲٪	۳۱۳.۸	۴۰۴.۵	۳۵۰.۶	کانادا
-۱.۹٪	۱۱۳.۸	۱۵۴.۸	۱۲۵.۲	اطریش
-۸.۰٪	۷۵.۷	۱۰۶.۴	۱۱۵.۰	دانمارک
-۴.۳٪	۱۵۳.۳	۲۰۳.۰	۱۹۰.۹	فنلاند
-۷.۶٪	۱۶۰.۳	۲۴۴.۷	۲۳۸.۶	یونان
۳.۳٪	۲۰۹.۷	۳۰۹.۵	۱۷۸.۶	ایسلند
-۱۰.۵٪	۷۷.۹	۱۱۹.۴	۱۳۶.۰	ایرلند
-۴.۷٪	۱۶۵.۱	۲۱۴.۶	۲۱۰.۰	هلند
-۴.۹٪	۱۴۹.۷	۲۰۲.۳	۱۹۲.۰	پرتغال
-۵.۸٪	۱۴۶.۸	۲۰۶.۴	۱۹۷.۶	اسپانیا
-۳.۹٪	۱۳۹.۷	۲۰۱.۸	۱۷۰.۵	سوئد
-۳.۶٪	۸۰.۴	۱۱۰.۳	۹۶.۷	سوئیس
۸.۷٪	۱۴۶.۶	۱۲۶.۳	۹۶.۵	هنگ کنگ
-۵.۵٪	۱۸۳.۶	۳۱۱.۶	۲۴۳.۴	نیوزلند
۳.۰٪	۴۲۲.۳	۴۵۱.۹	۳۶۴.۹	سنگاپور
اقتصادهای با درآمد متوسط-بالا				
-۳.۷٪	۲۱۴.۸	۲۰۸.۵	۲۵۹.۰	مکزیک
۱۴.۹٪	۴۰۹.۹	۵۲۳.۳	۲۰۴.۶	آرژانتین
-۱۳.۸٪	۲۳۷.۷	۳۶۰.۶	۵۰۰.۰	مجارستان
۱.۲٪	۵۱۱.۹	۵۴۷.۹	۴۸۱.۷	مالزی
-۳.۲٪	۵۴۷.۵	۶۰۶.۹	۶۴۵.۸	عربستان سعودی
۲.۷٪	۶۱۹.۴	۷۰۲.۰	۵۴۳.۱	ونزوئلا
-۱.۰٪	۲۷۱.۰	۳۵۷.۶	۲۸۴.۹	شیلی
-۸.۷٪	۴۱۵.۹	۵۹۲.۸	۶۵۴.۵	جمهوری چک
-۷.۶٪	۳۷۹.۲	۴۵۵.۳	۵۶۲.۹	لهستان
-۱۲.۲٪	۴۵۲.۶	۷۹۷.۵	۸۶۷.۶	اسلواک
-	۱۱۴۸.۰	-	-	روسیه فدرال
-	۲۸۲.۵	-	-	ترکیه

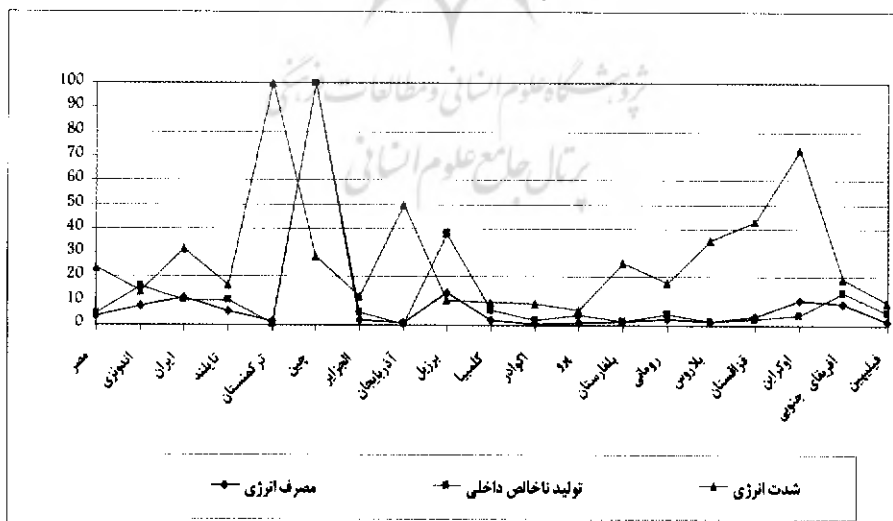
ادامه جدول ۳.

متوسط رشد سالانه ۱۹۹۹-۲۰۰۴	۲۰۰۴	۲۰۰۲	۱۹۹۹	نام کشور
اقتصادهای با درآمد متوسط - پایین				
۸.۳٪	۷۱۶.۴	۵۵۰.۶	۴۸۰.۴	مصر
-۲۶.۴٪	۴۲۵.۹	۶۰۴.۰	۱۹۷۴.۳	اندونزی
-۳.۰٪	۹۵۵.۷	۱۱۱۸.۸	۱۱۱۵.۵	ایران
-۱۸.۰٪	-	۱۸۷۱.۲	۳۱۰۲.۶	روسیه فدرال
۰.۶٪	۴۹۸.۵	۵۴۵.۳	۴۸۴.۹	تایلند
-۱۲.۴٪	۳۰۳۲.۳	۳۴۵۶.۵	۵۸۸۰.۰	ترکمنستان
-۷.۴٪	-	۳۸۹.۳	۴۱۴.۰	ترکیه
۲.۷٪	۸۶۶.۳	۷۹۶.۷	۷۵۹.۱	چین
-۱۰.۰٪	۳۶۲.۹	۵۰۸.۱	۶۱۳.۴	الجزایر
-۹.۵٪	۱۵۰۵.۹	۱۷۹۰.۳	۲۴۷۸.۳	آذربایجان
۵.۵٪	۳۱۰.۱	۳۸۵.۴	۲۳۷.۲	برزیل
۲.۶٪	۲۷۸.۲	۳۱۱.۴	۲۴۴.۵	کلمبیا
-۸.۶٪	۲۶۴.۰	۳۱۶.۹	۴۱۳.۲	اکوادور
-۰.۸٪	۱۸۱.۳	۲۰۸.۸	۱۸۸.۷	پرو
-۱۰.۲٪	۷۸۴.۲	۱۲۲۴.۴	۱۳۴۶.۲	بلغارستان
-۱۰.۸٪	۵۳۶.۹	۸۴۲.۵	۹۵۲.۲	رومانی
-۱۱.۷٪	۱۰۶۱.۴	۱۳۸۴.۶	۱۹۷۵.۲	بیلاروس
-۸.۳٪	۱۲۹۷.۳	۱۸۱۷.۱	۲۰۰۵.۹	قزاقستان
-۱۲.۷٪	۲۱۹۳.۵	۳۱۵۳.۳	۴۳۳۵.۴	اوکراین
-۶.۷٪	۵۸۰.۸	۱۰۴۳.۳	۸۲۱.۵	آفریقای جنوبی
۰.۳٪	۲۸۸.۲	۳۰۱.۳	۲۸۳.۵	فیلیپین
اقتصادهای با درآمد پایین				
۶.۴٪	۲۹۵.۸	۳۱۳.۰	۲۱۷.۴	بنگلادش
-۲.۶٪	۵۴۳.۱	۶۶۲.۵	۶۱۸.۳	هند
-۵.۰٪	۴۹۲.۲	۷۴۱.۶	۶۳۶.۵	پاکستان
۷.۱٪	۴۴۴۱.۷	۵۸۳۵.۱	۳۱۴۶.۲	ازبکستان
-۲.۰٪	۲۵۰.۰	۲۹۲.۱	۲۷۷.۱	دنیا
-۱.۴٪	۱۹۴.۵	۲۱۲.۵	۲۰۹.۱	منطقه OECD

نمودار ۵. روند تغییرات تولید ناخالص داخلی، مصرف انرژی و شدت انرژی در ایران و سایر کشورهای جهان سال ۲۰۰۴



نمودار ۶. روند تغییرات تولید ناخالص داخلی، مصرف انرژی و شدت انرژی در اقتصادهای با درآمد متوسط-پایین سال ۲۰۰۴



یکی از عوارض مهم «برونزای» مصرف انرژی، تأثیرگذاری آن بر آلاینده‌های زیست‌محیطی یک کشور و منطقه می‌باشد. حجم انرژی مصرف شده و ترکیب انرژیهای مصرفی، تأثیری قطعی بر روند ایجاد این آلاینده‌ها خواهد داشت. نشر پیوسته گازهای ناشی از احتراق انواع مختلف انرژی و تجمع این گازها از عوامل اصلی تشدید اثرات گلخانه‌ای و افزایش میانگین دمای جهان می‌باشد. این گازها بویژه CO_2 ، O_3 ، N_2O و CFC مجموعاً به‌عنوان گازهای گلخانه‌ای نامیده می‌شوند و از طرف دیگر چون CO و NO_x از پیش‌ماده‌های تشکیل ازن (O_3) هستند و CO بر غلظت متان در اتمسفر زمین تأثیر می‌گذارد، لذا این آلاینده‌ها نیز در زمره گازهای گلخانه‌ای به‌شمار می‌روند.

به منظور بررسی چگونگی تأثیر مصرف انرژی بر آلاینده‌های زیست‌محیطی، دو آلاینده مهم یعنی دی‌اکسیدکربن (CO_2) و اکسیدهای نیتروژن (NO_x) و شدت هر یک از آنها طی دوره ۲۰۰۴-۱۹۹۹ مدنظر قرار گرفته‌اند. شدت کربن و شدت NO_x در جهان طی دوره مذکور به‌طور متوسط به ترتیب ۲/۳ درصد در سال و ۱/۹ درصد در سال کاهش داشته‌اند. این کاهش در منطقه OECD، به‌طور متوسط برای هر یک از مؤلفه‌های مذکور به ترتیب ۱/۸ درصد در سال و ۱/۹ درصد در سال بوده است. اندونزی و روسیه از بالاترین کاهش سالانه هر یک از مؤلفه‌های فوق طی دوره ۲۰۰۴-۱۹۹۹ برخوردار بوده‌اند.^۱

شدت کربن و شدت NO_x در جهان در سال ۲۰۰۴ به ترتیب ۷۴۲ تن به ازای هر یک میلیون دلار GDP و ۱/۵ تن به ازای یک میلیون دلار GDP، و در منطقه OECD، به ترتیب ۵۵۰ تن کربن به ازای یک میلیون دلار GDP و ۱/۱ تن NO_x به ازای یک میلیون دلار GDP بوده است.

در سال ۲۰۰۴، ازبکستان دارای بالاترین شدت کربن و شدت NO_x به ترتیب به میزان ۱۱/۱ هزار تن کربن به ازای یک میلیون دلار GDP و ۱۳/۵ تن NO_x به ازای یک میلیون دلار GDP بوده است و در مقابل سوئیس با ۱۳۰/۵ تن کربن به ازای یک میلیون دلار GDP و ۰/۲ تن NO_x به ازای یک میلیون دلار GDP کمترین شدت کربن و شدت NO_x را داشته است. در این سال، ایران از نظر شدت کربن (۲/۷ هزار تن به ازای یک میلیون دلار GDP) در رتبه نهم جهانی و از نظر شدت NO_x (۳/۹) تن به ازای یک میلیون دلار GDP) در رتبه یازدهم جهان قرار گرفته است. بررسی مقایسه‌ای

۱. خاطر نشان می‌شود که در بررسی جهانی مؤلفه شدت انرژی و شدت آلاینده‌های زیست‌محیطی، ارزش جاری GDP کشورها مدنظر قرار گرفته است که عامل بسیار مهمی در تخمین رو به پایین مؤلفه‌های فوق می‌باشد و امکان بررسی بزرگی این مؤلفه در ایران و مقایسه آن با متوسط جهانی و دیگر کشورها را فراهم می‌سازد.

ایران با دیگر کشورهای هم گروه نشان می‌دهد که ایران از نظر شاخص شدت کربن در رتبه هفتم و از نظر شاخص شدت NO_x در رتبه هشتم قرار گرفته است. در این گروه اقتصادی ترکمنستان با $8/1$ هزار تن کربن به ازای یک میلیون دلار GDP و اوکراین با $11/2$ تن NO_x به ازای یک میلیون دلار GDP بالاترین رتبه را از نظر نشر آلاینده‌های مهم زیست محیطی دارا هستند. جدول ۴ میزان شدت کربن و شدت NO_x را طی دوره ۲۰۰۴-۱۹۹۹ ارائه می‌نماید و نمودارهای ۷ و ۸ نمایانگر روند تغییرات این مؤلفه‌های زیست محیطی و شدت انرژی هستند.

جدول ۴. شدت کربن و شدت اکسیدهای نیتروژن به تفکیک هر یک از حامل‌های انرژی در ایران و جهان طی دوره ۲۰۰۴-۱۹۹۹

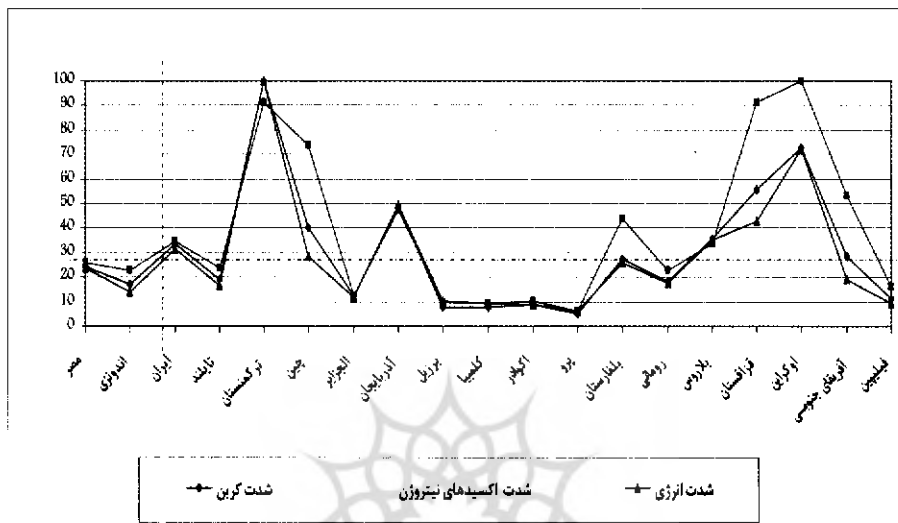
(تن به ازای یک میلیون دلار GDP)

نام کشور	شدت کربن			متوسط رشد سالانه	شدت اکسیدهای نیتروژن		
	۱۹۹۹	۲۰۰۲	۲۰۰۴		۱۹۹۹	۲۰۰۲	۲۰۰۴
	متوسط رشد سالانه				متوسط رشد سالانه		
اقتصادهای با درآمد بالا							
کویت	۱۴۹۳.۳	۱۵۶۶.۲	۱۶۰۰.۶	۴.۱٪	۲.۲	۲.۳	۲.۴
آلمان	۴۵۸.۰	۴۸۳.۸	۳۵۸.۱	-۴.۸٪	۰.۹	۱.۰	۰.۷
فرانسه	۳۳۱.۳	۳۲۳.۴	۲۳۲.۱	-۶.۹٪	۰.۶	۰.۵	۰.۴
ایتالیا	۴۱۵.۹	۴۲۸.۰	۳۱۲.۸	-۵.۵٪	۰.۷	۰.۷	۰.۵
انگلستان	۴۱۰.۷	۳۹۱.۳	۳۰۸.۰	-۵.۶٪	۰.۷	۰.۷	۰.۵
نروژ	۲۸۳.۹	۲۲۱.۴	۱۷۷.۸	-۸.۹٪	۰.۵	۰.۴	۰.۳
آمریکا	۷۱۹.۵	۶۵۷.۲	۵۹۴.۶	-۳.۷٪	۴.۱	۱.۳	۲.۱
امارات متحده عربی	۲۳۳۲.۱	۱۷۹۷.۹	۱۹۵۱.۱	-۳.۵٪	۳.۲	۲.۳	۲.۵
قطر	۰.۰	۱۷۶۹.۳	۲۱۵۸.۸	-	۰.۰	۲.۱	۲.۶
استرالیا	۸۹۹.۸	۹۸۸.۶	۶۵۹.۴	-۶.۰٪	۲.۰	۲.۲	۱.۵
ژاپن	۳۱۴.۹	۳۵۶.۴	۳۲۱.۷	۰.۴٪	۰.۶	۰.۷	۰.۶
کره جنوبی	۱۲۰۶.۳	۱۱۲۵.۵	۹۴۹.۹	-۴.۷٪	۲.۴	۲.۳	۱.۹
کانادا	۸۷۶.۳	۸۷۶.۰	۶۷۱.۶	-۵.۲٪	۱.۶	۱.۵	۴.۱
اطریش	۳۴۰.۱	۳۵۸.۴	۲۸۰.۲	-۳.۸٪	۰.۶	۰.۶	۰.۵
دانمارک	۳۸۶.۰	۳۵۳.۷	۲۵۱.۳	-۸.۲٪	۰.۷	۰.۷	۰.۵
فنلاند	۴۵۲.۲	۴۸۶.۰	۳۵۹.۴	-۴.۵٪	۰.۸	۰.۹	۰.۷
یونان	۸۴۴.۲	۸۵۳.۳	۵۴۹.۷	-۸.۲٪	۱.۷	۱.۸	۱.۱
ایسلند	۴۰۷.۷	۴۰۷.۷	۲۷۶.۲	-۷.۵٪	-	۰.۷	۰.۵

ادامه جدول ۴.

نام کشور	شدت اکسیدهای نیتروژن			شدت کربن			متوسط رشد سالانه ۱۹۹۹-۲۰۰۴	
	۲۰۰۴	۲۰۰۲	۱۹۹۹	متوسط رشد سالانه ۱۹۹۹-۲۰۰۴	۲۰۰۴	۲۰۰۲		۱۹۹۹
	متوسط رشد سالانه ۱۹۹۹-۲۰۰۴							
ایرلند	۰.۴	۰.۷	۰.۸	-۱۰.۸٪	۲۴۷.۴	۳۷۵.۴	۴۳۷.۱	
هلند	۰.۸	۱.۱	۱.۰	-۴.۷٪	۴۹۸.۶	۶۵۰.۶	۶۳۴.۳	
پرتغال	۰.۸	۲.۱	۲.۱	-۶.۲٪	۴۵۰.۴	۶۳۸.۱	۶۲۱.۸	
اسپانیا	۰.۸	۱.۱	۱.۱	-۶.۳٪	۴۱۲.۲	۵۹۰.۰	۵۷۱.۶	
سوئد	۰.۳	۰.۵	۰.۵	-۶.۵٪	۱۸۱.۶	۲۵۶.۹	۲۵۳.۹	
سوئیس	۰.۲	۰.۳	۰.۳	-۶.۹٪	۱۳۰.۵	۱۷۸.۷	۱۸۶.۴	
هنگ کنگ	۱.۰	۰.۹	۰.۷	۹.۳٪	۵۱۶.۰	۴۴۰.۹	۳۳۱.۲	
نیوزلند	۰.۷	۱.۱	۱.۰	-۹.۴٪	۳۸۹.۲	۶۷۵.۶	۶۳۵.۸	
سنگاپور	۲.۲	۲.۴	۲.۰	۲.۴٪	۱۳۴۶.۷	۱۴۵۹.۳	۱۱۹۹.۰	
اقتصادهای با درآمد متوسط-بالا								
مکزیک	۱.۰	۱.۰	۱.۳	-۴.۱٪	۶۳۱.۸	۶۱۲.۰	۷۷۷.۱	
آرژانتین	۱.۳	۱.۷	۰.۸	۱۲.۴٪	۹۷۷.۷	۱۲۲۷.۲	۵۴۴.۱	
مجارستان	۱.۰	۱.۵	۲.۲	-۱۳.۶٪	۶۲۴.۷	۹۳۳.۹	۱۲۹۹.۶	
مالزی	۲.۳	۲.۵	۲.۱	۱.۳٪	۱۴۸۲.۹	۱۵۷۳.۷	۱۲۸۸.۹	
عربستان سعودی	۲.۴	۲.۶	۲.۹	-۳.۴٪	۱۶۱۵.۹	۱۷۷۷.۱	۱۹۱۷.۷	
ونزوئلا	۲.۰	۲.۳	۱.۹	-۰.۴٪	۱۳۶۷.۴	۱۶۱۷.۴	۱۳۹۵.۸	
شیلی	۲.۱	۱.۵	۱.۸	-۵.۶٪	۶۸۳.۶	۸۸۹.۰	۹۱۱.۲	
جمهوری چک	۳.۰	۴.۴	۴.۷	-۹.۴٪	۱۲۹۵.۳	۱۹۲۴.۹	۲۱۲۰.۳	
لهستان	۳.۵	۴.۲	۵.۳	-۸.۰٪	۱۴۳۶.۷	۱۷۳۷.۶	۲۱۷۵.۷	
اسلواک	۲.۱	۳.۵	۴.۵	-۱۳.۷٪	۱۰۸۲.۶	۱۸۴۳.۴	۲۲۵۵.۴	
روسیه فدرال	۵	-	-	-	۳۰۲۴/۵	-	-	
ترکیه	۱.۷	-	-	-	۸۳۹.۹	-	-	
اقتصادهای با درآمد متوسط - پایین								
مصر	۲.۹	۲.۳	۲.۲	۶.۶٪	۱۹۷۱.۰	۱۵۱۸.۰	۱۴۲۲.۳	
اندونزی	۲.۵	۳.۴	۱۶.۹	-۲۸.۴٪	۱۳۶۲.۴	۱۹۰۵.۰	۷۲۲۲.۴	
ایران	۳.۹	۴.۳	۴.۸	-۳.۷٪	۲۶۹۹.۸	۳۱۱۴.۵	۳۲۵۷.۴	
روسیه فدرال	-	۸.۲	۱۴.۵	-۱۸.۹٪	-	۴۹۴۰.۹	۸۵۹۹.۰	
تایلند	۲.۷	۲.۹	۲.۸	-۰.۳٪	۱۵۴۰.۳	۱۶۸۵.۳	۱۵۶۳.۹	
ترکمنستان	۱۰.۲	۱۱.۵	۲۰.۶	-۱۲.۷٪	۸۰۷۹.۸	۹۱۸۲.۲	۱۵۹۰۸.۱	
ترکیه	-	۲.۳	۳.۲	-۱۰.۳٪	-	۱۱۷۱.۷	۱۴۴۵.۳	
چین	۸.۲	۷.۵	۷.۳	۲.۲٪	۳۲۶۱.۳	۲۹۷۳.۳	۲۹۳۰.۳	
الجزایر	۱.۴	۱.۹	۲.۲	-۹.۵٪	۱۰۱۰.۳	۱۴۰۷.۳	۱۶۶۳.۰	
آذربایجان	۵.۳	۶.۲	۱۰.۵	-۱۱.۳٪	۳۹۶۴.۰	۴۶۷۶.۹	۷۲۰۰.۵	
برزیل	۱.۱	۱.۴	۱.۲	-۰.۷٪	۶۱۲.۵	۷۹۳.۲	۶۳۵.۴	

نمودار ۸. روند تغییرات شدت انرژی، شدت کربن و شدت اکسیدهای نیتروژن در اقتصادهای با درآمد متوسط - پایین سال ۲۰۰۴



ریشه‌یابی شدت و کارایی انرژی و شدت آلاینده‌های زیست‌محیطی در ایران

در این بخش از مقاله ویژگی‌های سبد انرژی در ایران، شدت انرژی، کارایی مصرف انرژی، شدت آلاینده‌های زیست‌محیطی در کشور طی دهه اخیر بررسی شده و علل تحولات شدت و کارایی مصرف انرژی و نیز تأثیر سیاست جایگزینی گاز با دیگر حامل‌های انرژی متعارف مصرفی بر مؤلفه‌های مذکور مورد تجزیه و تحلیل قرار خواهد گرفت.

انرژی عرضه شده به بخشهای مختلف اقتصاد و یا به عبارتی مصرف کل انرژی کشور طی دوره ۸۳-۱۳۶۹ (دوران پس از پایان جنگ تحمیلی) از متوسط رشد سالانه‌ای به میزان ۶/۱ درصد برخوردار بوده است (افزایش ۵۸۱ میلیون بشکه معادل نفت خام). متوسط رشد سالانه انرژی عرضه شده به هر یک از بخشهای اقتصاد و نیز میزان افزایش دریافت طی دوره مذکور به شرح جدول ۵ است.

۱. با استفاده از اطلاعات و آمار منتشره در ایران.

جدول ۵. تحولات مصرف انرژی کشور به تفکیک بخشهای اقتصادی

بخش دریافت کننده	متوسط رشد سالانه (۱۳۶۹-۸۲)	میزان افزایش (میلیون بشکه معادل نفت خام) (۱۳۶۹-۸۲)
خانگی - تجاری	٪۶/۹	۱۹۰/۷
صنعت	٪۳/۲	۵۵۳
حمل و نقل	٪۶/۶	۱۳۰/۷
کشاورزی	٪۰/۸	۳۲
نیروگاه	٪۷/۷	۱۶۴
پالایشگاه	٪۹/۸	۳۷/۳
جمع کل	٪۶/۱	۵۸۱/۲

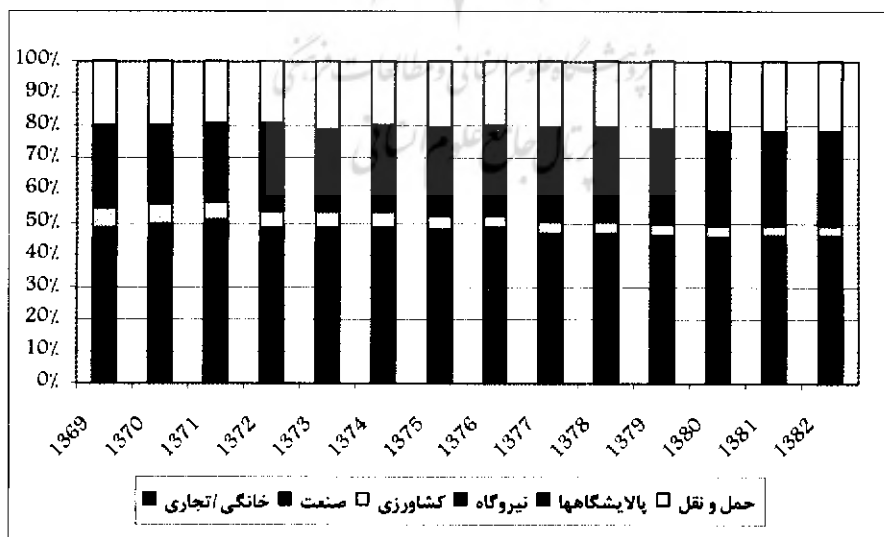
با توجه به اطلاعات فوق، طی دوره مذکور بخش پالایشگاهی بالاترین متوسط رشد سالانه (۹/۸ درصد در سال) و بخش خانگی - تجاری بیشترین حجم افزایش مصرف انرژی را داشته است (۱۹۰/۷ میلیون بشکه معادل نفت خام - ۳۲/۸ درصد از کل افزایش عرضه انرژی). بررسی سبد انرژی بخش خانگی - تجاری نشان می‌دهد که نزدیک به ۸۸ درصد از مجموع کل مصرف انرژی افزوده شده این بخش طی این دوره (۱۶۷ میلیون بشکه معادل نفت خام) به گاز طبیعی اختصاص داشته است. بنابراین حضور گسترده گاز در سبد انرژی این بخش، نقش قابل ملاحظه‌ای در روند مصرف انرژی آن داشته است. قابل ذکر است که مصرف گاز این بخش طی دوره مذکور از متوسط رشد سالانه‌ای به میزان ۱۸/۶ درصد برخوردار بوده است (۵/۷ درصد بیش از متوسط رشد سالانه گاز مصرف شده در کلیه بخشهای اقتصاد). متوسط رشد سالانه انرژی عرضه شده و میزان افزایش هر یک از حاملهای انرژی مصرفی در کل اقتصاد به شرح جدول ۶ می‌باشد.

جدول ۶. تحولات مصرف انرژی کشور به تفکیک حاملهای انرژی

نوع حامل انرژی	متوسط رشد سالانه (۱۳۶۹-۸۱)	میزان افزایش (میلیون بشکه معادل نفت خام) (۱۳۶۹-۸۱)
فراورده‌های نفتی	٪۲/۵	۱۳۲/۹
گاز طبیعی	٪۱۲/۹	۴۰۲/۴
زغال سنگ	٪۱/۶	۰
غیرتجاری	٪-۵/۲	-۲
الکتریسیته	٪۶	۴۷/۷
انرژیهای قابل تجدید	-	۰
جمع کل	٪۶/۱	۵۸۱

مصرف فرآورده‌های نفتی طی این دوره در بخشهای صنعت (۰/۸ درصد در سال)، کشاورزی (۰/۹ درصد در سال) و پالایشگاهها (۴/۵ درصد در سال) کاهش داشته است و لیکن این گروه از حاملهای انرژی در بخش حمل و نقل ۶/۶ درصد در سال و در بخش‌های نیروگاهی ۱/۹ درصد در سال و خانگی - تجاری نیز ۰/۵ درصد در سال افزایش داشته است. قابل ذکر است که مصرف فرآورده‌های نفتی در بخش خانگی - تجاری علی‌رغم افزایش قابل ملاحظه سهم گاز در سبد انرژی این بخش (در سال ۱۳۸۲ سهم گاز در سبد انرژی این بخش حدود ۵۸/۵ درصد بوده است) همچنان افزایش داشته، به طوری که طی دوره مورد بررسی، ۶/۸ میلیون بشکه معادل نفت خام به مصرف فرآورده‌های نفتی در این بخش افزوده شده است. رشد جمعیت، عدم اعمال سیاست کارآمد مدیریت انرژی، ضعف راندمان دستگاههای انرژی سوز و تمایل به مصرف بالای انرژی در این بخش (که سیاستهای قیمت‌گذاری نیز نتوانسته است این تمایلات را تعدیل نماید)، از عوامل مهم شتاب بیش از پیش مصرف انرژی در این بخش می‌باشد. به‌طور کلی بخش خانگی - تجاری بزرگترین مصرف‌کننده انرژی طی دوره ۸۲-۱۳۶۹ بوده است. بررسیهای انجام شده نشان می‌دهند که از اواسط دهه ۱۳۷۰ تاکنون بیش از ۳۰ درصد انرژی مصرف شده به این بخش اختصاص داشته است.

نمودار ۹. ترکیب انرژی عرضه شده به بخشهای مختلف اقتصاد



پیش از بررسی روند تاریخی شدت انرژی در ایران لازم است برخی از مفاهیم نهفته در این شاخص مهم اقتصادی مورد توجه قرار گیرد: شدت انرژی^۱ معیاری است که میزان انرژی مصرف شده برای هر واحد تولید را تعریف می‌نماید و کارایی مصرف انرژی نشان‌دهنده میزان تولید به ازای میزان مشخصی از مصرف انرژی می‌باشد. به‌طور کلی کاهش شدت انرژی اشاره‌ای بر بهبود کارایی مصرف انرژی خواهد داشت.

بهبود کارایی مصرف در یک فرآیند و نیز دیگر عوامل که با عنوان عوامل توضیحی^۲ از آنها یاد می‌شود، زمینه مناسبی برای تغییر در شدت انرژی فراهم می‌آورند. عوامل توضیحی را در دو ویژگی خاص می‌توان جستجو نمود: تغییرات ساختاری و عوامل رفتاری.

عوامل توضیحی در بسیاری از مواقع موجب تغییراتی می‌شوند که این تحولات و تغییرات رابطه خاصی با چگونگی کارایی مصرف انرژی کالای مورد نظر ندارد. این تغییرات می‌توانند ماهیتاً ساختاری یا رفتاری باشند و یا به‌دلایل مختلف از جمله ویژگی‌های آب و هوایی یک سرزمین به‌وجود آیند. به‌طور کلی، این عوامل اشاره به اجزاء ساختاری دارد که بدون آنکه منعکس‌کننده کارایی مصرف انرژی باشند موجب تغییر در شدت انرژی خواهند شد (به‌عبارتی این عوامل بدون افزایش کارایی مصرف موجب کاهش شدت انرژی می‌شوند و بالعکس).

تغییرات ساختاری در اقتصاد موجب تغییرات اساسی در ترکیب اقتصاد و کلیه بخشهای مصرف‌کننده انرژی خواهد شد و این امر به‌نوبه خود بر مؤلفه شدت انرژی تأثیر خواهد گذارد، این تغییرات به‌گونه‌ای است که کارایی مصرف انرژی را متأثر نمی‌نماید. به‌طور مثال، در بخش صنعت، تغییر سیاست از تولید و یا گسترش صنایع انرژی‌بر (مثلاً تولیدات فلزی و صنایع پتروشیمیایی) به‌طرف صنایع کمتر انرژی‌بر، زمینه‌ساز کاهش شدت انرژی می‌گردد و لیکن این تغییرات به معنی بهبود کارایی مصرف انرژی نمی‌باشد.

تغییر در ترکیب فعالیت‌ها نیز عامل مهمی در روند تغییرات شدت انرژی بدون تأثیرگذاری بر کارایی مصرف انرژی است. به‌طور مثال حرکت از فعالیت‌های تولیدی (که به ازای هر واحد تولید، انرژی زیادی باید مصرف گردد) به‌سمت فعالیت‌های خدماتی (که به ازای هر واحد تولید انرژی بسیار کمتری مصرف می‌شود) عاملی جهت کاهش

1. Energy Intensity

2. Explanatory Factors

مصرف انرژی و نیز شدت انرژی خواهد بود.

به طور مثال، هنگام مهاجرت جمعیت از مناطق سردسیر به مناطق گرمسیر، شدت انرژی گرمایشی در زمستان بخصوص در بخش‌های خانگی و تجاری کاهش خواهد یافت اما شدت انرژی سرمایشی یا ناشی از تهویه هوا در تابستان افزایش خواهد یافت که این تحولات تأثیر قطعی بر شدت انرژی کلی خواهد داشت.

بنابراین، تغییر در ساختار یک صنعت، تحرک نیروی انسانی و جمعیت، و تغییر در اندازه خانوارها، در واقع اجزاء ساختاری موجود در بطن واژه عوامل توضیحی خواهند بود.

تغییر در مصرف انرژی به ازای هر واحد تولید، می‌تواند ناشی از عوامل رفتاری باشد که در اصل نشان دهنده بهبود کارایی در مصرف انرژی نیست. مطالعات نشان می‌دهند که مصرف انرژی گرمایشی با افزایش سن افراد بالا می‌رود و این در حالی است که کارایی مصرف تجهیزات انرژی‌سوز خانه تغییر نیافته‌اند. شدت انرژی در خانه در جهت ایجاد یک فضای مناسب و راحت برای زندگی افزایش می‌یابد.

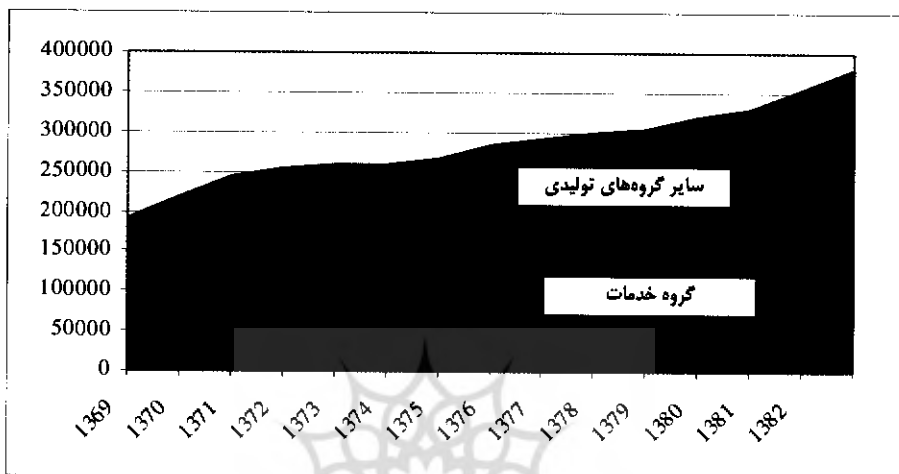
در بسیاری از مواقع، تمایز میان تحولات رفتاری انسانها و تحولات ساختاری در چارچوب بررسی تحولات و تغییرات شدت انرژی بسیار مشکل می‌شود. گاهی، پاره‌ای از تغییرات غیرقابل کنترل موجب تغییر در شدت انرژی (بدون تغییر در کارایی مصرف انرژی) می‌گردند. تغییر شرایط آب و هوایی یکی از دلایل مهم تأثیرگذار بر این امر می‌باشد. تغییر شرایط آب و هوایی همچنین بر روند مصرف انرژی خانوارها و نیز بخش تجاری تأثیری قطعی دارد. با توجه به مطالب مذکور، در بسیاری موارد شدت انرژی در کشورها که در چارچوب اقتصاد ملی آن کشور شکل گرفته است، براساس بخشهای مختلف اقتصاد و نیز ویژگیهای خاص عوامل توضیحی بیان می‌گردند. بنابراین، لازم است بررسی شاخص شدت انرژی با در نظر گرفتن کلیه ملاحظات تأثیرگذار بر این مؤلفه مهم اقتصادی، انجام پذیرد.

با توجه به مطالب مذکور، بررسی ترکیب تولید ناخالص داخلی یک کشور جهت برآورد شدت انرژی واقعی‌تر به نظر می‌رسد. روند تاریخی تولید ناخالص داخلی کشور (براساس قیمت‌های ثابت سال ۱۳۷۶) نشان می‌دهد که طی دوره ۸۲-۱۳۶۹ حدود ۵۴-۵۰ درصد تولید ناخالص داخلی در ایران به بخش خدمات اختصاص یافته است (نمودار ۱۰). بخش خدمات یکی از بخشهای بزرگ اقتصادی در ایران است که فعالیت‌های تعریف شده در این بخش اگر چه کمتر انرژی‌بر هستند ولیکن از ارزش افزوده بالاتری برخوردارند. بنابراین لحاظ نمودن ارزش افزوده این بخش در برآورد

شدت انرژی با توجه به ویژگیهای خاص این بخش و نقش آن در تولید ناخالص داخلی موجب برآورد کمتر از واقع^۱ این مؤلفه اقتصادی خواهد شد.

نمودار ۱۰. ترکیب تولید ناخالص داخلی به قیمت‌های ثابت سال ۱۳۷۶

میلیارد ریال



بررسیهای انجام شده نشان می‌دهند که شدت انرژی در کشور (با در نظر گرفتن ارزش کامل GDP براساس ارزش‌افزوده تولیدی در کلیه بخشهای اقتصاد) طی دوره ۸۲-۱۳۶۹ از ۲/۲ بشکه به ازای یک میلیون ریال GDP (ثابت سال ۱۳۷۶) به ۲/۷ بشکه به ازای یک میلیون ریال GDP رسیده است. با حذف کامل بخش خدمات از GDP، شدت انرژی در طی این دوره تقریباً دو برابر گردیده و از ۴/۴ بشکه به ازای یک میلیون ریال GDP در ابتدای دوره به ۵/۶ بشکه به ازای یک میلیون ریال GDP در سال ۱۳۸۲ می‌رسد و با حذف ۸۰ درصد از ارزش افزوده بخش خدمات این شاخص از ۳/۷ بشکه به ازای یک میلیون ریال GDP به ۴/۶ بشکه به ازای یک میلیون ریال GDP در پایان دوره افزایش خواهد یافت. جدول ۷، روند تغییرات برخی از مؤلفه‌های مهم اقتصاد و انرژی را در طی دوره ۸۲-۱۳۶۹ نشان می‌دهد.

بررسی تغییرات تولید ناخالص داخلی و مصرف انرژی طی دوره مذکور نشان می‌دهد که هر دو مؤلفه مورد نظر، دارای روندی افزایشی می‌باشند ولی شتاب افزایش مصرف انرژی بیش از تولید ناخالص داخلی بوده است، به طوری که شاخص تولید ناخالص داخلی در سال ۱۳۸۲ نسبت به سال پایه (سال ۱۳۶۹) به ۱/۷ و مصرف انرژی به ۲/۲ رسیده است (سناریوی پایه).

1. Under-Estimate

جدول ۷. روند تغییرات مولفه‌های مهم اقتصاد و انرژی طی دوره ۸۱-۱۳۶۹

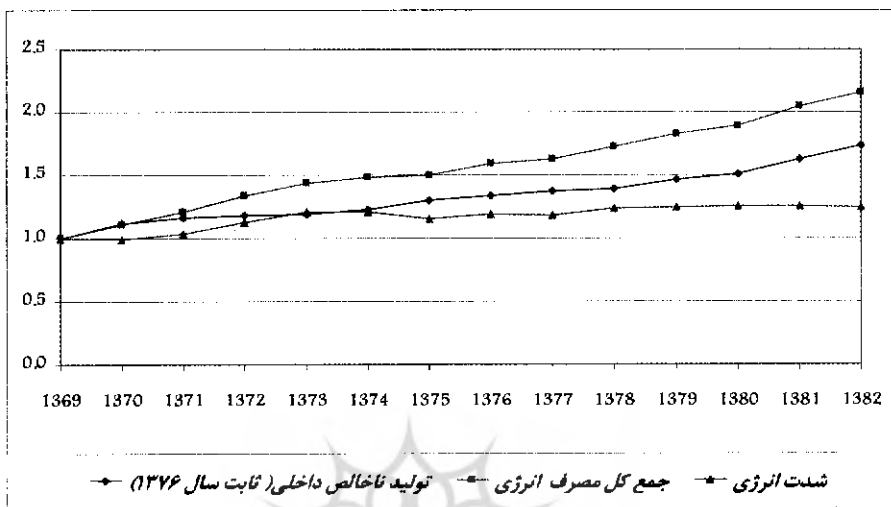
سال		۱۳۶۹	۱۳۷۰	۱۳۷۱	۱۳۷۲	۱۳۷۳	۱۳۷۴	۱۳۷۵	۱۳۷۶	۱۳۷۷	۱۳۷۸	۱۳۷۹	۱۳۸۰	۱۳۸۱	۱۳۸۲
داده‌های نرمال شده	تولید ناخالص داخلی (ثابت سال ۱۳۷۶)	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
	جمع کل مصرف انرژی	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
	شدت انرژی	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
	شدت انرژی (حذف خدمات)	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰
	شدت انرژی (با حذف ۸۰٪ خدمات)	۱۷	۱۶	۱۷	۱۹	۲۱	۲۱	۲۱	۲۰	۲۱	۲۱	۲۱	۲۲	۲۲	۲۱

با توجه به این امر شاخص شدت انرژی نیز در این دوره حدود ۲۴ درصد افزایش داشته و در سال ۱۳۸۲، به ۲/۷ بشکه به ازای یک میلیون ریال GDP رسیده است.^۱ با در نظر گرفتن ترکیب تولید ناخالص داخلی و تعدیل شاخص شدت انرژی براساس دو سناریوی الف، حذف ارزش افزوده بخش خدمات و ب. حذف ۸۰ درصد از ارزش افزوده بخش خدمات، به این نتیجه می‌رسیم که شاخص تغییرات شدت انرژی در سناریوهای الف و ب نسبت به سناریوی پایه به میزان قابل ملاحظه‌ای افزایش داشته است به طوری که در سال ۱۳۸۲ در حالت الف به ۵/۶ و در حالت ب به ۴/۶ بشکه به ازای یک میلیون ریال GDP رسیده است. شکاف فاصله‌ای میان شدت انرژی با در نظر گرفتن مجموع کل ارزش افزوده GDP و نیز شدت انرژی در دو حالت الف و ب در واقع نشانه‌ای از دامنه عدم کارایی مصرف انرژی در کشور می‌باشد (نمودارهای ۱۱ و ۱۲).

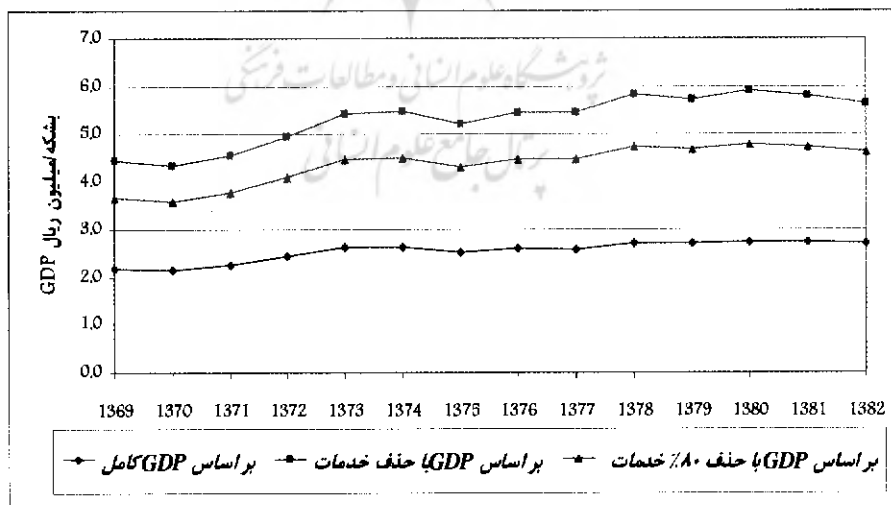
با توجه به روند مصرف انرژی و شدت انرژی طی دوره ۸۲-۱۳۶۹، میزان آلاینده‌های ناشی از احتراق حامل‌های انرژی نیز طی این دوره تغییرات قابل ملاحظه‌ای داشته‌اند. بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهند که میزان تولید دی‌اکسید کربن در این

۱. در بررسی مقایسه‌ای جهانی شدت انرژی، تولید ناخالص داخلی کشورها و نیز ایران براساس ارزشهای جاری و مصرف انرژیهای اولیه مدنظر قرار گرفته است و لذا بدین جهت این شاخص در ایران طی دوره ۲۰۰۴-۱۹۹۹ روندی کاهنده را نشان می‌دهد ولیکن با در نظر گرفتن مؤلفه‌های اقتصادی براساس ارزشهای ثابت سال ۱۳۷۶، و کل انرژیهای تحویل داده شده به مصرف کنندگان این روند حرکتی فزاینده داشته و حاکی از عدم کارایی مصرف انرژی در طی زمان می‌باشد و این در حالی است که گاز طبیعی بیش از ۴۰ درصد از کل سبد انرژی کشور را تشکیل داده است و رشد جمعیت طی دوره ۸۱-۱۳۶۹ نزدیک به ۱/۶ درصد بوده است.

نمودار ۱۱. رابطه تولید ناخالص داخلی، مصرف انرژی و شدت انرژی در ایران طی دوره ۸۱-۱۳۶۹



نمودار ۱۲. روند شدت انرژی و کارایی اقتصادی در ایران طی دوره ۸۱-۱۳۶۹



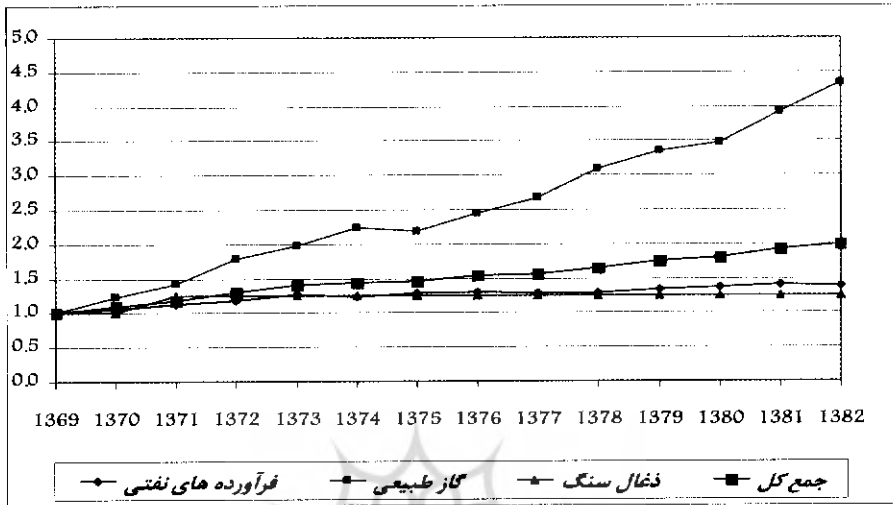
دوره تقریباً دو برابر شده به طوری که از ۱۸۴ میلیون تن در سال ۱۳۶۹ به ۳۶۷ میلیون تن در سال ۱۳۸۲ رسیده است. با توجه به رشد روزافزون مصرف گاز طبیعی، شاخص کربن این حامل انرژی طی این دوره بیش از ۴ برابر شده است (نمودار ۱۳). خاطر نشان می‌شود که اگر گاز طبیعی با فرآورده‌های نفتی در این دوره جایگزین نمی‌شد، میزان آلاینده‌های زیست‌محیطی ناشی از احتراق انرژی (با فرض یکسان بودن حجم مصرف) به بیش از میزان برآورد شده می‌رسید. اما باید توجه داشت که سهولت دسترسی، پاکیزگی و عدم محدودیت مصرف گاز طبیعی از عواملی است که مصرف این حامل انرژی را بدون ملاحظات صرفه‌جویانه، تشویق می‌نماید و این امر از منافع اقتصادی و زیست‌محیطی این جایگزینی، به میزان قابل ملاحظه‌ای کاسته است. بررسی مقایسه‌ای تغییرات شاخص‌های شدت کربن و شدت انرژی نسبت به سال پایه ۱۳۶۹ (نمودار ۱۴) نشان می‌دهد که تغییرات شاخص شدت کربن همواره کمتر از شدت انرژیست ولی اختلاف این دو شاخص نمی‌تواند به درستی نشان‌دهنده ظهور اثرات مثبت جایگزینی گاز طبیعی در سبد انرژی باشد. روند تغییرات میزان اکسیدهای نیتروژن (NO_x) ناشی از احتراق انرژی نیز نشان می‌دهد که این آلاینده زیست‌محیطی طی دوره ۸۲-۱۳۶۹ از ۲۸۸ هزار تن در ابتدای دوره به ۵۱۸ هزار تن در سال ۱۳۸۲ رسیده است. شاخص تولید NO_x ناشی از مصرف گاز طبیعی در این دوره بیش از ۴ برابر شده است و این امر به دلیل شتاب مصرف این حامل انرژی در طی دوره مورد بررسی بوده است (نمودار ۱۵). بررسی مقایسه‌ای تغییرات شدت انرژی و شدت NO_x نسبت به سال پایه (سال ۱۳۶۹) نشان‌دهنده روند فزاینده هر دو مؤلفه می‌باشد و تأثیرات ناشی از جایگزینی گاز طبیعی به اندازه‌ای نبوده است که بتواند مانع از روند افزایش این مؤلفه زیست‌محیطی گردد (نمودار ۱۶). قابل ذکر است که اکسیدکربن و اکسیدهای نیتروژن ناشی از احتراق گاز به ترتیب حدود ۳۰ درصد و ۶۰ درصد کمتر از احتراق فرآورده‌های نفتی می‌باشند.

نتیجه‌گیری

شدت انرژی در ایران در مقایسه با دیگر کشورهای جهان در مقیاس بسیار بالایی قرار گرفته است. بررسی‌های مقایسه‌ای نشان می‌دهند که در سال ۲۰۰۴، ایران با شدت انرژی نزدیک به یک هزار تن معادل نفت خام به ازای یک میلیون دلار GDP در ردیف هشتم جهانی و نیز در ردیف هفتم گروه اقتصادهای با درآمد متوسط - پایین قرار گرفته است. نگرشی کلی بر کشورهای با شدت انرژی بالا نشان می‌دهد که غالب این کشورها در گروه اقتصادی با درآمد پایین و متوسط - پایین قرار گرفته‌اند و این امر نشان‌دهنده عدم توجه کافی این دسته از کشورها به مسئله مهم مدیریت انرژی است.

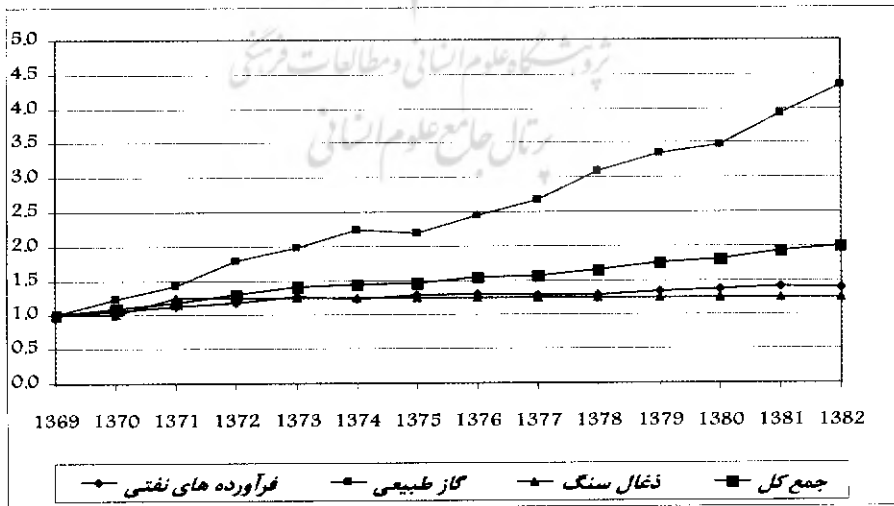
نمودار ۱۳. روند تغییرات «شاخص تولید کربن» به تفکیک حامل‌های انرژی

۱۳۶۹ = سال پایه



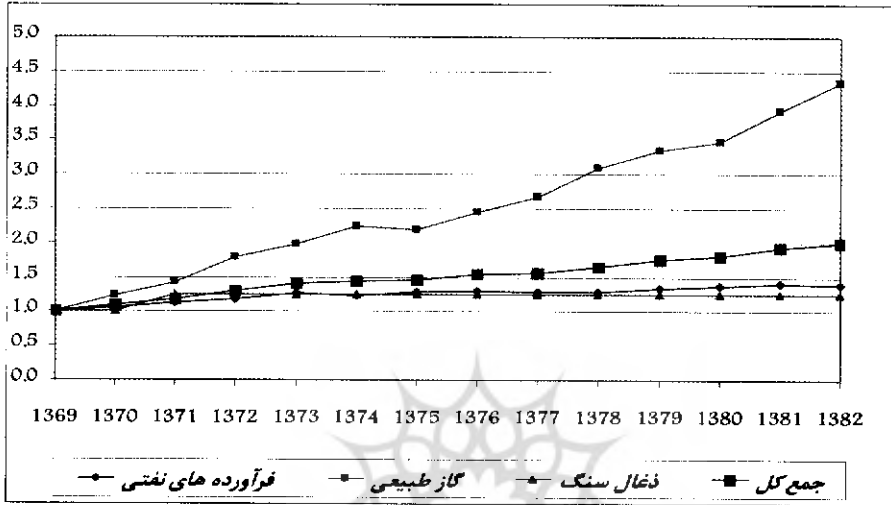
نمودار ۱۴. روند تغییرات شاخص شدت انرژی و شدت کربن

۱۳۶۹ = سال پایه



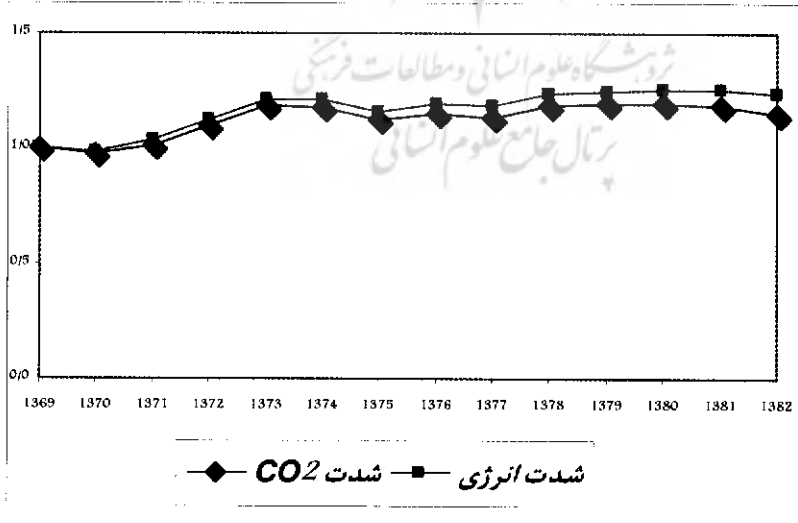
نمودار ۱۵. روند تغییرات «شاخص تولید اکسیدهای نیتروژن» به تفکیک حاملهای انرژی

۱۳۶۹ = سال پایه



نمودار ۱۶. روند تغییرات شاخص شدت انرژی و شدت اکسیدهای نیتروژن

۱۳۶۹ = سال پایه



بررسی روند شدت انرژی در ایران براساس اطلاعات منتشره در داخل کشور و در نظر گرفتن تولید ناخالص داخلی به قیمت‌های ثابت سال ۱۳۷۶، نشان می‌دهد که این مؤلفه مهم اقتصادی علیرغم سیاست جایگزینی گاز طبیعی در کشور، طی دوره ۸۲-۱۳۶۹ نزدیک به ۲۴ درصد افزایش داشته و این شاخص در سال ۱۳۸۲ به ۲/۷ بشکه به ازای یک میلیون ریال GDP رسیده است. با در نظر گرفتن عوامل توضیحی تأثیرگذار بر شدت انرژی (ترکیب تولید ناخالص داخلی و نقش بخش خدمات در GDP) شاخص شدت انرژی در سال ۱۳۸۲ با فرض حذف کامل بخش خدمات و یا حذف ۸۰ درصد بخش خدمات از تولید ناخالص داخلی به ۴/۶ تا ۵/۶ بشکه به ازای یک میلیون ریال GDP رسیده است. بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهند که افزایش شدت انرژی را نمی‌توان صرفاً به دلیل حرکت فعالیت‌های تولیدی به سمت گسترش صنایع انرژی‌بر و یا لزوماً رشد جمعیت دانست، بلکه عوامل مدیریتی و رفتاری دیگری نیز موجب ایجاد این تحولات گردیده است. خاطر نشان می‌شود که عدم کارایی مصرف انرژی در ایران در واقع به معنی از دست رفتن ثروت ملی و یا به عبارت دیگر از دست دادن عامل تسهیل‌کننده حرکت چرخه‌های اقتصاد است و بدین ترتیب ما شاهد شکل‌گیری کشوری خواهیم بود که آلاینده‌های زیست‌محیطی در آن بسیار بالاست و این امر نیز بنوبه خود بخش قابل‌ملاحظه‌ای از سرمایه‌های مالی کشور را از گردونه تولید خارج می‌سازد. رشد جمعیت، عدم اعمال سیاست‌های کارآمد مدیریت انرژی، ضعف راندمان تجهیزات مصرف‌کننده انرژی و تمایل مصرف‌کنندگان انرژی به‌ویژه در بخش خانگی - تجاری به مصرف بیشتر انرژی (که سیاست‌های قیمتگذاری نیز نتوانسته است این تمایلات را تعدیل نماید)، از عوامل مهم شتاب مصرف انرژی و نیز افزایش شاخص آلاینده‌های زیست‌محیطی طی سال‌های اخیر به‌شمار می‌روند.

در راستای کنترل شدت انرژی و افزایش کارایی مصرف انرژی، پیشنهادهای ذیل می‌تواند مورد توجه قرار گیرند:

- تبیین استراتژی بلند مدت بخش انرژی در قالب استراتژی جامع کشور و ارائه راهکارها و راهبردهای کوتاه‌مدت و میان‌مدت جهت حصول به استراتژی تعریف شده،
- پایداری و ثبات حرکت در راه رسیدن به آرمان‌های استراتژی بلندمدت از طریق فرهنگ‌سازی و اعمال سیاست‌های پولی و مالی کوتاه‌مدت و میان‌مدت در کلیه بخش‌های اقتصادی به‌ویژه بخش انرژی،
- اعمال مدیریت کارآمد انرژی از طریق بازنگری قوانین حاکم بر بخش انرژی براساس روشهای ذیل:

- الف. بازنگری ویژه استانداردهای حاکم بر راندمان دستگاه‌های انرژی‌سوز به‌ویژه در بخش خانگی - تجاری؛
- ب. ایجاد برنامه‌های تشویقی و تعزیراتی برای صنایع، از طریق مکانیزمهای تخصیص سرمایه در راستای بهره‌گیری صحیح و مناسب از تکنولوژی؛
- ج. گسترش فرهنگ مصرف انرژی از طریق رسانه‌های عمومی و آموزشهای لازم در کلیه مقاطع تحصیلی؛
- د. ایجاد نظام قانونمند ساختمان‌سازی در کشور و تدوین و اجرای استانداردهایی که بتواند اهداف مدیریت انرژی را تأمین نماید؛
- ه. تبیین استراتژی قیمتگذاری انرژی به تفکیک انواع حامل‌های انرژی در چارچوب سیاست تبعیض قیمت و براساس حجم مصرف و نیز نوع صنعت (صنایع تولیدکننده کالاهای ضروری، کالاهای لوکس، کالاهای جایگزین واردات، کالاهای صادراتی و ...) در بخش‌های تولیدی و براساس حجم مصرف و ویژگیهای خاص اقتصادی، جغرافیایی و دموگرافیک شهرها و استانها در بخش خانگی / تجاری؛
- و. همسوسازی سیاستهای حاکم بر دیگر بخشهای اقتصادی با سیاستهای تعدیلی بخش انرژی به‌گونه‌ای که اعمال سیاستهای جدید مانع از بحرانهای اقتصادی شدید در کوتاه‌مدت و میان‌مدت نگردد.

منابع

- برآورد کلیه شاخصهای ارائه‌شده در این مقاله (شدت انرژی، شدت آلاینده‌های زیست‌محیطی، انرژی سرانه، تولید ناخالص داخلی سرانه،...) توسط نگارنده انجام گرفته است و تنها داده‌های خام مورد نیاز جهت برآورد کلیه شاخصها از منابع آماری و اطلاعاتی داخلی، بین‌المللی و سایت‌های اینترنتی به‌دست آمده است.
- کلیه اطلاعات کشوری مربوط به جمعیت و تولید ناخالص داخلی از سایت بانک جهانی استخراج شده است.
- اطلاعات مربوط به انرژیهای اولیه از گزارش BP Statistical- 2005 استخراج شده است.
- اطلاعات مربوط به بخش دوم مقاله که به ایران اختصاص دارد (تولید ناخالص داخلی و مصرف انرژی سرانه)، از منابع داخلی زیر استخراج شده است:
 - ترازنامه انرژی ایران
 - گزارش حسابهای ملی ایران - بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران