

اهمیت و ضرورت‌های بهینه‌سازی و کاهش شدت

مصرف انرژی

فریدون اسعدی*

انرژی در جوامع بشری نقش بسیار زیادی دارد و استفاده از آن در هر دورهای به صورت‌های مختلف بوده است. آمار و ارقام نشان می‌دهد که در سال‌های آینده وابستگی دنیا به انرژی‌های تجدیدناپذیر کم نخواهد شد. این وضعیت سبب شده که کشورهای صنعتی از سال‌های پیش سیاست بهینه‌سازی مصرف انرژی را در پیش گیرند. به‌طور کلی کشورهای دارای ذخایر طبیعی نیز برای دستیابی به حداکثر مطلوبیت در بازار جهانی انرژی و تأمین منافع ملی خود ناچارند سیاست‌های بهینه‌سازی را در سرلوحه سیاست‌های اقتصاد و انرژی قرار دهند. بر این اساس اتخاذ سیاست‌هایی که هر دو طرف عرضه و تقاضای انرژی را تحت تأثیر قرار دهند، واقعیتی انکارناپذیر است.

کلیدواژه‌ها: بهینه‌سازی؛ شدت انرژی؛ مصرف انرژی؛ تولید انرژی

مقدمه

انرژی یکی از عوامل اصلی پیشرفت جوامع است. توسعه صنعتی کشور استفاده از انرژی را بیش‌تر می‌کند. قیمت بالای انرژی و هزینه‌های بسیار زیاد تولید آن، رشد اقتصادی و صنعتی شدن جوامع، نیاز روز افزون کشورها به انرژی، رقابت بسیار نزدیک کشورها در کاهش هزینه‌های تولید برای حضور مستمر در بازارهای مصرف و کمبود منابع عرضه انرژی کشورها را بر آن داشته است که برای جلوگیری از مصرف بی‌رویه و غیربهینه انرژی و کاهش هزینه‌های تولید و افزایش رفاه عمومی، سیاست‌های بهینه‌سازی مصرف انرژی را اتخاذ کنند. از طرف دیگر دستیابی به توسعه پایدار و همه‌جانبه، بدون برنامه جامع

* پژوهشگر ارشد مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی.

استفاده از انرژی‌ها امکان‌پذیر نیست.

بحث بهینه‌سازی به اتخاذ سیاست‌ها و برنامه‌هایی نیاز دارد که بخش‌های عرضه و تقاضا را تحت تأثیر قرار دهد. سیاست‌گذاری یک‌سویه برای موضوع بهینه‌سازی، نتایج قابل توجهی را به دنبال نخواهد داشت. این نوشتار، ابتدا ضرورت و اهمیت بهینه‌سازی را در ابعاد سیاسی، اقتصادی و زیست-محیطی بیان می‌کند. همچنین به نقش انرژی‌های فسیلی در تأمین منابع انرژی دنیا اشاره دارد. سپس وضعیت هر کدام از بخش‌های عمده مصرف‌کننده انرژی کشور به لحاظ مصرف انرژی و بهینه‌سازی در آن را بررسی می‌کند. از بُعد عرضه نیز وضعیت این بخش مدنظر قرار گرفته و در پایان نتیجه‌گیری ارائه شده است.

۱ ضرورت و اهمیت بهینه‌سازی انرژی (عرضه و تقاضا)

انرژی از عواملی است که در اکثر فعالیت‌های اقتصادی استفاده می‌شود. امنیت ملی بیش‌تر کشورهای جهان نیز در گرو دسترسی مطمئن به انرژی است. از این‌رو آینده تولید و مصرف حامل‌های انرژی و کاربرد بهینه آن موضوعی است که توجه همگان را به خود جلب کرده است. ضرورت بهینه‌سازی در بخش تولید و مصرف انرژی بنا به دلایل سیاسی، اقتصادی و زیست-محیطی است که در ادامه، جزئیات آن بیش‌تر توضیح داده می‌شود.

۱-۱ ضرورت‌های سیاسی-اقتصادی

انرژی نقش بسیار مهمی در تولید ملی دارد. این عامل با عواملی چون نیروی کار و سرمایه ترکیب می‌شود و در این قالب جدید نقش عظیمی در تولید ملی ایفا می‌کند. منابع انرژی به لحاظ طبیعت منابع یا تکنولوژی تبدیل آن‌ها به منابع پایان‌پذیر^۱ و منابع تجدیدشونده^۲ تقسیم می‌شوند. نفت، گاز، زغال‌سنگ و اورانیوم از منابع پایان‌پذیر به‌شمار می‌روند که به نسل‌های فعلی و آینده تعلق دارند. بنابراین ثروت ملی محسوب می‌شوند. مصرف منابع پایان‌پذیر موجب کاهش سریع ظرفیت ذخایر می‌شود که طبیعت به هیچ‌وجه آن‌ها را مجدداً جایگزین یا جبران نمی‌کند. از این‌رو تولید و تکثیر مجدد منابع پایان‌پذیر در طبیعت، خودبه‌خود انجام نمی‌شود، به همین دلیل استخراج و بهره‌برداری از این ذخایر، طول عمر آن‌ها را محدودتر و کوتاه‌تر می‌کند.

1. Non Renewable

2. Renewable

با توجه به اینکه وابستگی به سوخت‌های فسیلی (تجدیدناپذیر) کاهش چشمگیری نیافته است برخورداری کشورها از این منابع، موقعیت‌های استراتژیک و اقتصادی فراوانی برای آن‌ها فراهم می‌کند که تولید و مصرف بهینه این منابع در پایداری این موقعیت‌ها نقش حیاتی ایفا می‌کند. میزان مصرف نفت، گاز طبیعی، زغال‌سنگ، انرژی هسته‌ای و برق آبی، در سال‌های ۲۰۰۵-۲۰۰۰ در جدول ۱ ذکر شده است.

جدول ۱ مصرف انرژی اولیه از سال ۲۰۰۰-۲۰۰۵ میلادی

(میلیون تن معادل نفت خام)

شرح سال	نفت	گاز طبیعی	زغال‌سنگ	انرژی هسته‌ای	برق آبی	جمع کل
۲۰۰۰	۳۵۱۹۰	۲۱۶۴	۲۲۱۶/۸	۵۸۵	۶۱۶/۹	۹۱۰۱/۷
۲۰۰۱	۳۵۱۰/۶	۲۲۰۳/۹	۲۲۵۵/۱	۶۰۱/۲	۵۹۴/۵	۹۱۶۸/۳
۲۰۰۲	۳۵۲۲/۵	۲۲۸۲	۲۳۹۷/۹	۶۱۰/۶	۵۹۲/۱	۹۴۰۵
۲۰۰۳	۳۶۳۶/۶	۲۳۳۱/۹	۲۵۷۸/۴	۵۹۸/۸	۵۹۵/۴	۹۷۴۱/۱
۲۰۰۴	۳۷۹۸/۶	۲۴۲۵/۲	۲۷۹۸/۹	۶۲۵/۱	۶۴۳/۲	۱۰۲۹۱
۲۰۰۵	۳۸۳۶/۸	۲۴۷۴/۷	۲۹۲۹/۸	۶۲۷/۲	۶۶۸/۷	۱۰۵۳۷/۱

Source: 1. BP Statistical Review of world Energy.

جدول ۲ سهم مصرف نفت، گاز طبیعی، زغال‌سنگ، انرژی هسته‌ای و برق آبی در جهان

(درصد)

شرح سال	نفت	گاز طبیعی	زغال‌سنگ	انرژی هسته‌ای	برق آبی	جمع کل
۲۰۰۰	۳۸/۷	۲۳/۸	۲۴/۳	۶/۴	۶/۸	۱۰۰
۲۰۰۱	۳۸/۳	۲۴	۲۴/۶	۶/۶	۶/۵	۱۰۰
۲۰۰۲	۳۷/۵	۲۴/۳	۲۵/۵	۶/۵	۶/۳	۱۰۰
۲۰۰۳	۳۷/۳	۲۳/۹	۲۶/۵	۶/۱	۶/۱	۱۰۰
۲۰۰۴	۳۶/۹	۲۳/۶	۲۷/۲	۶/۱	۶/۲	۱۰۰
۲۰۰۵	۳۶/۴	۲۳/۵	۲۷/۸	۵/۹	۶/۳	۱۰۰

مأخذ: براساس اطلاعات جدول ۱.

جدول ۲ نشان می‌دهد که از سال ۲۰۰۵-۲۰۰۰ سهم مصرف نفت در کل مصرف انرژی اولیه دنیا، کاهش زیادی نداشته است و از ۳۸/۷ درصد در سال ۲۰۰۰ به ۳۶/۴ درصد در سال ۲۰۰۵ کاهش یافته است. در سال ۲۰۰۰ سهم مصرف گاز طبیعی نیز در کل مصرف انرژی اولیه دنیا ۲۳/۸ درصد بوده است و به ۲۳/۵ درصد در سال ۲۰۰۵ کاهش یافته است. دقت در ارقام مربوط به سهم درصد گاز طبیعی، این نکته را روشن می‌کند که سهم مصرف گاز طبیعی شیب یکنواختی دارد. سهم مصرف زغال سنگ نیز در سال ۲۰۰۰ میلادی، ۲۵ درصد بوده که در سال ۲۰۰۵ به ۲۷/۸ درصد افزایش یافته است. همچنین رشد مصرف زغال سنگ در این سال‌ها ۳۴ درصد بوده است که در مقایسه با رشد مصرف سایر حامل‌های انرژی بیش‌ترین رشد مصرف بوده است. یکی از دلایل عمده افزایش سهم زغال سنگ در مصرف انرژی جهان را می‌توان افزایش قیمت نفت خام دانست. سهم مصرف انرژی هسته‌ای نیز اندکی کاهش یافته و سهم مصرف انرژی برق آبی نیز از ۶/۸ درصد در سال ۲۰۰۰ به ۶/۳ درصد در سال ۲۰۰۵ رسیده است.

با توجه به اطلاعات مندرج در جداول ۱ و ۲ سوخت‌های فسیلی مانند نفت، گاز طبیعی و زغال سنگ بیش از ۸۷ درصد سهم کل انرژی مصرف شده دنیا را به خود اختصاص داده‌اند.

جدول ۳ پیش‌بینی مصرف انرژی‌های اولیه و کل انرژی لازم دنیا را در سال‌های ۲۰۱۰، ۲۰۲۰ و ۲۰۳۰ نشان می‌دهد. پیش‌بینی‌ها درباره میزان مصرف انرژی اولیه دنیا در سال‌های فوق از افزایش مصرف انرژی‌های اولیه حکایت دارد. به گونه‌ای که در سال‌های ۲۰۱۰، ۲۰۲۰ و ۲۰۳۰ به ترتیب ۱۱,۲۰۱، ۱۳,۵۵۴ و ۱۵,۸۸۰ میلیون تن معادل نفت خام انرژی در دنیا مصرف خواهد شد. درصد سهم مربوط به تأمین منابع انرژی دنیا (جدول ۴) در سال‌های ۲۰۱۰، ۲۰۲۰ و ۲۰۳۰ نشان می‌دهد که درباره کاهش سهم انرژی‌های فسیلی، اقدامات چشمگیری انجام نخواهد شد و وابستگی دنیا به منابع انرژی فسیلی همچنان ادامه خواهد داشت و کماکان انرژی‌های فسیلی موقعیت و سهم خود را در سبد مصرفی انرژی جهان حفظ خواهند کرد.

جدول ۳ پیش‌بینی مصرف انرژی اولیه جهان در سال‌های ۲۰۱۰، ۲۰۲۰ و ۲۰۳۰ به تفکیک نوع منابع انرژی‌زا

(میلیون تن معادل نفت خام)

شرح سال	نفت	گاز طبیعی	زغال سنگ	انرژی هسته‌ای	برق آبی	جمع کل
۲۰۱۰	۳,۹۸۸	۲,۶۳۳	۳,۲۱۰	۷۵۳	۲۷۲	۱۱,۲۰۱
۲۰۲۰	۴,۷۹۴	۳,۴۰۵	۳,۷۲۴	۸۵۱	۳۱۸	۱۳,۵۵۴
۲۰۳۰	۵,۶۳۳	۴,۱۱۷	۴,۲۶۰	۹۶۰	۳۵۵	۱۵,۸۸۰

Source: EIA. Annual Energy Outlook 2006.

جدول ۴ پیش‌بینی سهم مصرف انرژی‌های اولیه در سال‌های ۲۰۱۰، ۲۰۲۰ و ۲۰۳۰ به تفکیک نوع منابع

(درصد)

شرح سال	نفت	گاز طبیعی	زغال سنگ	انرژی هسته‌ای	برق آبی
۲۰۱۰	۳۵/۶	۲۳/۵	۲۸/۷	۶/۷	۲/۴
۲۰۲۰	۳۵/۴	۲۵/۱	۲۷/۵	۶/۳	۲/۳
۲۰۳۰	۳۵/۵	۲۵/۹	۲۶/۸	۵/۸	۲/۲

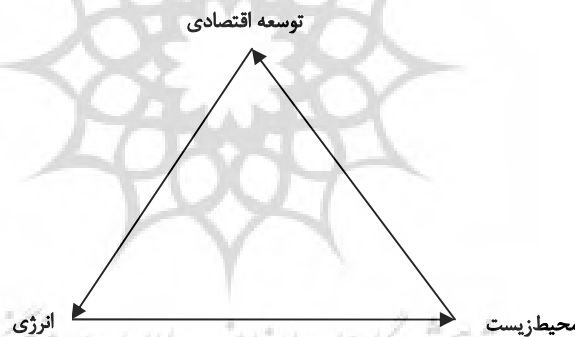
مأخذ: براساس اطلاعات جدول ۳.

اطلاعات مندرج در جدول ۴، ثبات و ادامه وابستگی دنیا را به ساختار انرژی‌های اولیه نشان می‌دهد. تداوم وابستگی به این منابع برای کشورهای دارای منابع به لحاظ وابستگی اقتصاد دنیا به این کشورها خوشایند خواهد بود و پیوستگی و درهم‌آمیختگی اقتصادهای دارای منابع را با کشورهای مصرف‌کننده بیش‌تر خواهد کرد به طوری که تعاملات بین‌المللی بیش‌تری را به دنبال خواهد داشت. از طرف دیگر، وابستگی کشورهای نفت‌خیز به درآمدهای حاصل از فروش نفت و تلقی این کشورها از ثروت نفت به جای درآمد، معضلاتی را برای اقتصادهای تک محصولی به دنبال خواهد داشت و نظام اقتصادی-سیاسی و به‌طور کلی امنیت ملی آن‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. براین اساس اتخاذ سیاست‌هایی که افزایش بهره‌وری در بخش تولید انرژی را در کشورهای صاحب منابع به دنبال داشته باشد، بسیار حائز اهمیت است.

برخی از مسائل سیاسی-اقتصادی مربوط به انرژی در فوق ارائه شد، این مسائل بازتاب جهانی دارند. پیرامون انعکاس داخلی ابعاد سیاسی-اقتصادی انرژی، این نکته قابل ذکر است که با توجه به محدودیت‌های مربوط به افزایش تولید نفت خام، رشد فزاینده مصرف فرآورده‌های نفتی در کشور، کاهش سالیانه تولید نفت در کشور، وابستگی اقتصاد و بودجه عمومی به درآمدهای حاصل از فروش نفت خام، جلوگیری از آلودگی‌های ناشی از مصرف زیاد انرژی، مالکیت نسل‌های آینده بر منابع طبیعی، لزوم بهینه‌سازی در بخش‌های عرضه و تقاضای انرژی در داخل کشور واقعیتی انکارناپذیر است.

۲-۱ ضرورت‌های زیست-محیطی

راحتی و بهبود کیفیت زندگی در اثر برنامه‌های توسعه انرژی میسر می‌شود. با توجه به اهمیت انرژی در موضوع رشد و توسعه اقتصادی، این عامل می‌تواند از عوامل محدودکننده توسعه اقتصادی نیز به شمار رود. میان توسعه اقتصادی، انرژی و محیط‌زیست رابطه متقابلی وجود دارد. ارتباط این سه موضوع به صورت زیر است:



طبق نمودار فوق، مصرف انرژی محیط‌زیست و توسعه اقتصادی را تحت تأثیر قرار می‌دهد^۱. طرح و بررسی مسائل توسعه پایدار و زیست-محیطی انرژی در جهان، الزاماتی را

۱. درباره ارتباط بین متغیر انرژی، محیط‌زیست و توسعه اقتصادی این نکته را باید متذکر شد که مصرف بالای انرژی لزوماً به معنای دستیابی به توسعه اقتصادی بیش‌تر در جامعه نیست، اما افزایش مصرف انرژی محیط‌زیست را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

درباره منطقی کردن مصرف انرژی در دهه‌های گذشته ایجاد کرده است. ضمن اینکه استفاده از انرژی در هر کدام از مراحل توسعه نیز شدت و ضعف دارد.^۱

مواردی مانند گرم شدن زمین و جو، تخریب لایه ازن و شیوع آلودگی‌های حاصل از استفاده بی‌رویه از منابع انرژی به‌حدی جدی است که به برگزاری کنفرانس‌ها و تصمیم‌گیری‌هایی در سطح بین‌الملل منجر شده است. استفاده از منابع انرژی تجدیدناپذیر نظیر نفت، گاز طبیعی و زغال‌سنگ موجب انتشار آلاینده‌هایی چون جامدات معلق (SS)، CO_2 ، SO_x ، NO_x ، CH_4 و CO در جو می‌شود. خطرات ناشی از انتشار آلاینده‌های فوق و تغییر شاخص‌های مربوط به اندازه‌گیری میزان توسعه‌یافتگی سبب شده است، اهمیت بهینه‌سازی مصرف انرژی از اوایل دهه ۱۹۷۰ با وضع قوانین جامعی درباره منطقی کردن الگوی مصرف انرژی در کشورهای صنعتی مدنظر قرار گیرد. توجه به ارقام مربوط به نشر گاز دی‌اکسیدکربن در دنیا، اهمیت موضوع بهینه‌سازی را بیش‌تر می‌کند. به‌طور کلی در سال ۲۰۰۴ میلادی ۲۶۵۸۳/۲ میلیون تن دی‌اکسید کربن در دنیا منتشر شده است.^۲ از این میزان ۱۰۵۹۶/۳۱ میلیون تن مربوط به نفت است، ۱۰۶۲۴/۶ میلیون تن به زغال‌سنگ اختصاص دارد و ۵۲۵۴/۳ میلیون تن نیز در اثر مصرف گاز انتشار یافته است. سهم نفت، زغال‌سنگ و گاز در انتشار دی‌اکسید کربن در سال مذکور به ترتیب ۳۹/۸۶ درصد، ۳۹/۹۷ درصد و ۱۹/۷۷ درصد است. به عبارتی، حدود ۹۷ درصد گاز دی‌اکسیدکربن منتشر شده، در اثر مصرف سوخت‌های فسیلی بوده است. در سال ۲۰۰۴ جمهوری اسلامی ایران نیز ۳۶۹/۴ میلیون تن دی‌اکسیدکربن منتشر کرده که حدود ۱/۵ درصد سهم دنیاست.^۳ این درحالی است که هندوستان و ژاپن به ترتیب ۴/۱ و ۴/۶ درصد انتشار دی‌اکسید کربن دنیا را به خود اختصاص داده‌اند و در همین سال، سهم ایران، ژاپن و هندوستان از تولید ناخالص داخلی جهان بر اساس برابری قدرت خرید در دنیا به ترتیب ۰/۸۹، ۶/۶ و ۶ درصد بوده است. اعداد نشان می‌دهد ایران تقریباً به اندازه دو برابر سهم خود در تولید ناخالص، گاز دی‌اکسید کربن منتشر کرده است. شدت انرژی دنیا بر حسب نسبت تن معادل نفت خام و میلیون دلار براساس برابری قدرت خرید ۱۳۳/۲ و شدت انرژی ایران، ژاپن و هندوستان نیز

۱. مهران امیرمعینی، «صرفه‌جویی انرژی، از رویا تا واقعیت»، *اطلاعات سیاسی-اقتصادی*، شماره ۲۳۳-۲۳۴،

سال ۱۳۸۵، صص ۳۲-۴۵.

۲. وزارت نیرو، معاونت امور انرژی، ترازنامه سال ۱۳۸۴.

۳. همان.

به ترتیب ۲/۲۳۲، ۷/۹۰ و ۱۲۱ بوده است.^۱ مقایسه ارقام نشان می‌دهد که به لحاظ شدت انرژی با کشورهای پرجمعیت، فاصله زیادی داریم و چند برابر این کشورها انرژی مصرف می‌کنیم. یکی از دلایل عمده بالا بودن شدت انرژی در کشور، بالا بودن مصرف انرژی در بخش غیرمولد است که تأثیر مستقیمی بر افزایش یا کاهش تولید ناخالص داخلی ندارد. با توجه به مطالب پیشین که ادامه وابستگی دنیا به منابع سوخت فسیلی را بیان می‌کند همچنین توجه و حساسیت دنیا به کاهش آلاینده‌های ناشی از مصرف منابع، بهینه‌سازی مصرف انرژی و سوخت‌های فسیلی ضرورتی انکارناپذیر است. در سال ۱۳۷۹ وزارت نفت جمهوری اسلامی ایران طبق ماده (۱۲۱) قانون برنامه سوم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی کشور برای صرفه‌جویی و منطقی کردن مصرف انرژی، حفاظت از محیط‌زیست، بهره‌برداری کارآمد و بهینه از انواع حامل‌های انرژی، به تأسیس «شرکت سهامی بهینه‌سازی مصرف سوخت» اقدام کرده است. این درحالی است که در قانون برنامه چهارم توسعه و قوانین بودجه‌های سنواتی، هدف‌گذاری دقیقی درباره بهینه‌سازی انرژی وجود ندارد. براساس توضیحات فوق، بهینه‌سازی در عرصه مصرف و تولید انرژی به دلیل ضرورت‌های مطرح شده اجتناب‌ناپذیر است که جزئیات مربوط به هر بخش در ادامه توضیح داده می‌شود.

۲ بهینه‌سازی در بخش مصرف^۲

همان طوری که پیش‌تر گفته شد، بر خورداری از سطوح بالاتر رفاه، مستلزم استفاده بیش‌تر از انرژی خواهد بود که به نوبه خود بر محیط‌زیست تأثیر می‌گذارد. با توجه به این ارتباط، در سال ۱۳۸۴ مصرف فراورده‌های انرژی‌زا به صورت زیر بر محیط‌زیست تأثیر گذاشته است. ۹۷/۶ درصد مونوکسیدکربن تولید شده در کشور، از مصرف بنزین بوده است و ۷۶/۶ درصد ذرات معلق در هوا در اثر احتراق نفت‌گاز بوده است. ۵۹/۹ درصد SO_۲ و ۶۱/۲ درصد SO_۲ در اثر مصرف نفت‌گاز انتشار یافته بود. بر این اساس، نفت‌گاز منبع اصلی انتشار این دو گاز بوده است. بخش حمل‌ونقل؛ ۸/۹۸ درصد CO، ۷/۹۶ درصد CH_۴، ۴/۷۹ درصد SPM و ۷/۶۴ درصد NO_x را در کشور منتشر کرده است.

1. World Development Indicator, 2006.

۲. ارقام این بخش برگرفته از ترازنامه انرژی سال ۱۳۸۴ کل کشور است.

هزینه‌های اجتماعی ناشی از نشر گازهای CO_2 ، NO_x و SO_2 به میزان ۱۳۱،۳۴۳ میلیارد ریال برآورده شده است که ۴۶/۵ درصد آن به انتشار CO_2 ، ۴۹/۴ درصد آن به نشر NO_x و ۴/۱ درصد آن به انتشار SO_2 اختصاص داشت. ۲۹/۳ درصد از هزینه‌های تخریب ناشی از انتشار CO_2 به بخش خانگی و تجاری مربوط بوده است.

شاخص شدت انتشار گازهای CO_2 ، NO_x ، SO_2 و SPM براساس قیمت ثابت سال ۱۳۷۶ در بخش صنعت در سال ۱۳۸۴، به ترتیب ۷۶۶، ۱/۷، ۱/۸ و ۰/۲ تن بر میلیارد ریال ارزش افزوده و در بخش کشاورزی به ترتیب ۱۷۲/۸، ۱/۰، ۱/۱ و ۰/۵ تن بر میلیارد ریال ارزش افزوده بوده است.

مطالعات نشان می‌دهد سهم مصرف هر کدام از بخش‌های مصرف‌کننده انرژی در یک اقتصاد صنعتی، حدود ۳۰ درصد در بخش صنعت، ۳۰ درصد در منازل، ۱۰ درصد در بخش کشاورزی و حدود ۳۰ درصد در حمل‌ونقل است. اما جدول تراز انرژی کشور در سال ۱۳۸۴ نشان می‌دهد که انرژی مصرف شده کشور ۹۴۲/۹ میلیون بشکه معادل نفت خام بوده که از این میزان سهم بخش خانگی و تجاری ۴۰/۲ درصد، سهم بخش حمل‌ونقل ۲۷ درصد، سهم بخش صنعت ۲۰ درصد و سهم بخش کشاورزی ۳/۵ درصد بوده است.^۲ در سال ۱۳۸۴، انرژی مصرف شده در بخش غیرمولد ۶۷ درصد بوده است. نکته بسیار مهم در بخش مصرف انرژی در ایران، آن است که انرژی مصرف شده ایران بر حسب کیلو تن معادل نفت خام در سال ۲۰۰۳، ۱۳۶،۴۴۳ کیلو تن معادل نفت خام بوده است و از این لحاظ در این سال ایران رتبه پانزدهم در جهان را داشته است. کشورهای آمریکا، چین و روسیه فدراتیو به ترتیب رتبه‌های اول تا سوم را دارا بوده‌اند.^۳ بالا بودن مصرف انرژی در کشور نسبت به تولید ناخالص داخلی سبب شده است در سال ۱۳۸۴ ضریب انرژی^۴ در کشور ۱/۸۴ شود. این در حالی است که ضریب انرژی در آمریکای شمالی، چین و هنگ‌کنگ و شوروی سابق در دوره ۲۰۰۳-۲۰۰۴ به ترتیب ۰/۳۰، ۱/۱۲ و ۰/۱۹ درصد باشد.^۵ وضعیت هر کدام از بخش‌های کشور در ادامه بررسی خواهد شد.

1. Suspended particulate Matter (SPM).

۲. فریدون اسعدی، «گزارش نفت گاز، چالشی دیگر در بازار مصرف فرآورده‌های نفتی»، معاونت پژوهشی مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، آبان ماه ۱۳۸۵.

3. World Development Indicator.

۴. ضریب انرژی نسبت نرخ رشد مصرف نهایی انرژی و نرخ رشد تولید ناخالص داخلی است.

۵. وزارت نیرو، ترازنامه انرژی، ۱۳۸۴، ص ۱۷.

۱-۲ بخش خانگی و تجاری

براساس اطلاعات منتشره در سال ۱۳۸۴ تعداد خانوارهای کل کشور ۱۶,۶۶۷,۹۲۹ خانوار بوده است.^۱ خانوارهای کشور فارغ از شهری یا روستایی برای فعالیت‌های خود، به مصرف انرژی نیاز دارند. انرژی در بخش خانگی بیش‌تر برای روشنایی، پخت‌وپز، گرمایش و سرمایش، استحمام و استفاده از وسایل ارتباط جمعی مصرف می‌شود. تراز انرژی کشور نشان می‌دهد که از میان حامل‌های متفاوت انرژی، برخی از این حامل‌ها در بخش خانگی و تجاری، بیش‌تر استفاده می‌شوند. جزئیات بیش‌تر این قسمت در جدول ۵ آمده است.

جدول ۵ مصرف انواع فرآورده‌های انرژی‌زا در بخش خانگی و تجاری در سال ۱۳۸۴ (میلیون بشکه معادل نفت خام)

نوع	نفت خام و فرآورده‌های نفتی	گاز طبیعی	زغال سنگ	بیوماس جامد	برق	بخش خانگی و تجاری	کل انرژی مصرف شده در کشور
خانگی و تجاری	۸۷/۷	۲۲۵/۵	۰/۱	۲۵/۴	۴۰/۶	۳۷۹/۳	۹۴۲/۹

مأخذ: ترازنامه انرژی کشور، ۱۳۸۴.

جدول فوق نشان می‌دهد که در بخش خانگی و تجاری، فرآورده‌هایی مانند گاز طبیعی، نفت خام، فرآورده‌های نفتی و برق بیش‌تر از سایر فرآورده‌ها مصرف شده‌اند. در سال ۱۳۸۴ در بخش خانگی و تجاری کشور ۳۷۹/۳ میلیون بشکه معادل نفت خام، انرژی مصرف شده که این میزان ۴۰ درصد کل انرژی مصرف شده کشور است. با توجه به اینکه در مباحث اقتصادی، فعالیت بخش خانگی سبب ارزش افزوده یا یک محصول مشخص نمی‌شود. بالا بودن سهم مصرف انرژی بخش خانگی و تجاری به بالا رفتن شدت انرژی در کشور منجر می‌شود. گاز طبیعی حدود ۶۰ درصد انرژی مصرف شده در این بخش را به خود اختصاص داده است، اما بررسی تراز انرژی جهان در سال ۲۰۰۴ نشان می‌دهد، سهم مصرف بخش خانگی، تجاری و عمومی از کل انرژی مصرف شده دنیا، ۳۴ درصد بوده که ۲۱ درصد

انرژی مصرف شده در این بخش به مصرف گاز طبیعی اختصاص دارد. در سال ۱۳۸۴، نفت خام و فراورده‌های نفتی پس از گاز طبیعی، ۲۳ درصد کل انرژی مصرف شده بخش خانگی و تجاری کشور را به خود اختصاص داده است، مقایسه تراز انرژی کشور در سال ۱۳۸۴ و تراز انرژی دنیا در سال ۲۰۰۴ گویای این واقعیت است که مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در بخش خانگی و تجاری جهان، حدود ۳۲ درصد کل انرژی مصرف شده در این بخش است، اما سهم مصرف این‌گونه انرژی‌ها در کشور ما حدود ۷ درصد است.

از آنجایی که در سال ۱۳۸۴ بخش خانگی و تجاری بیش‌ترین میزان انرژی کشور را به خود اختصاص داده است و با توجه به رشد ساخت‌وساز و استفاده‌کنندگان تجهیزات انرژی‌بر در کشور، بهینه‌سازی مصرف انرژی در این بخش ضرورتی اجتناب‌ناپذیر است. بهینه‌سازی مصرف انرژی در بخش خانگی، بیش‌تر در دو بخش انجام می‌شود:

- بخش ساختمان

- بخش استاندارد تجهیزات انرژی‌بر خانگی

در ادامه این مقاله، سیاست‌های بهینه‌سازی و ظرفیت‌های صرفه‌جویی مصرف انرژی در این دو قسمت مدنظر قرار می‌گیرد.

یکی از سیاست‌هایی که در سالیان اخیر پیرامون بهینه‌سازی مصرف سوخت در بخش مسکن پیگیری می‌شود، سیاست تغییر سوخت بوده است. یکی از دلایل عمده پیگیری و اجرای این سیاست، ناتوانی در تأمین تقاضا از طریق تولید داخل و پایین بودن ظرفیت پالایشگاهی کشور در بخش تولید فراورده‌های نفتی در پاسخ‌گویی به نیاز داخلی کشور بوده است. دستیابی به این سیاست سبب شده که سهم مصرف نفت‌گاز در تأمین انرژی بخش خانگی از ۹/۵ درصد در سال ۱۳۷۶ به ۳/۵ درصد در سال ۱۳۸۴ کاهش یابد^۱ و سهم مصرف گاز طبیعی در تأمین انرژی بخش خانگی از ۵۱ درصد در سال ۱۳۷۹ به ۵۹/۵ درصد در سال ۱۳۸۴ افزایش یابد. تغییر منبع تأمین انرژی از نفت‌گاز به گاز طبیعی نمی‌تواند بهینه‌سازی مصرف انرژی محسوب شود، زیرا بهینه‌سازی مصرف انرژی به معنای بهره‌وری بیش‌تر از همان میزان از انرژی مصرف شده است. این هدف بدون تغییر و رعایت استانداردهای وسایل و تجهیزات استفاده شده در این بخش میسر نیست. براین اساس دولت برای صرفه‌جویی، منطقی کردن مصرف انرژی و حفاظت از محیط‌زیست اقداماتی انجام داده است و در سال ۱۳۸۴ اجرای مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان که به صرفه‌جویی در

۱. ترازنامه انرژی، ۱۳۸۴.

مصرف انرژی در ساختمان اختصاص دارد، برای تمامی ساختمان‌های دولتی در کشور و تمامی ساختمان‌های بخش خصوصی واقع در تهران و شهرهای تابعه اجباری شده و برای ساختمان‌های واقع در سایر شهرها و استان‌ها طبق برنامه زمان‌بندی الزامی است. نکته مهم در این بخش آن است که مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان در سال ۱۳۷۰ به تأیید ریاست محترم جمهوری وقت رسیده، اما از سال ۱۳۸۴ اجرای آن برای برخی از شهرهای ایران اجباری شده است. همچنین در سال ۱۳۸۴ در بخش ساختمان، ۲۹ استاندارد به تصویب رسیده که به مرحله اجر در نیامده است و ۳۲ استاندارد دیگر نیز تصویب شد و در دوره ۶ ماهه فرصت زمانی قرار دارد که بعد از آن استانداردهای مدنظر لازم‌الاجرا خواهد شد. این در حالی است که در سال ۱۳۸۴، میزان پتانسیل قابل صرفه‌جویی انرژی در ۱۶ ساختمان نمونه ممیزی شده معادل ۳۵۹۹۵/۴ بشکه نفت خام برآورد شده است.^۱

در بخش استاندارد تجهیزات انرژی‌بر خانگی نیز تا سال ۱۳۸۴ استاندارد مصرف انرژی در ۱۶ مورد از تجهیزات به تصویب رسید که میزان صرفه‌جویی انرژی ناشی از استانداردها و برچسب مصرف انرژی در این بخش در سال ۱۳۸۴ حدود ۴۸۴۰ میلیون کیلو وات ساعت برآورد شده است.^۲

همچنین استاندارد ویژگی‌ها و عملکرد آبگرمکن‌های گازسوز فوری و مخزن‌دار در سال ۱۳۸۵ به تصویب رسید و استاندارد ویژگی‌ها و عملکرد بخاری‌های گازسوز دودکش‌دار، مشعل‌های گازوئیل‌سوز و استاندارد مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی آبگرمکن مخزن‌دار گازسوز نیز در سال‌های ۱۳۸۲ و ۱۳۸۳ به تصویب رسیده‌اند، ولی به مرحله اجرا در نیامده‌اند. لازم به ذکر است که طرح‌هایی نیز در بخش ساختمان و صنعت کشور در حال اجراست.^۳

۲-۲ بخش صنعت

بخش صنعت از بخش‌های مهم اقتصاد کشور است. در سال ۱۳۸۳ سهم ارزش افزوده بخش صنعت و معدن در تولید ناخالص داخلی ۱۸/۸ درصد بوده است و سهم بخش صنعت از

۱. همان، ص ۳۵۷.

۲. همان، ص ۳۶۱.

۳. جهت کسب اطلاعات بیش‌تر رجوع شود به ترازنامه انرژی ۱۳۸۴.

تولید ناخالص داخلی به قیمت جاری ۱۱/۳ درصد بوده است.^۱ در سال ۱۳۸۴ انرژی مصرف شده در بخش صنعت کشور ۱۸۸/۲ میلیون بشکه معادل نفت خام بوده است. این میزان حدود ۲۰ درصد کل انرژی مصرف شده در کشور بوده است. مصرف انواع حامل‌های انرژی در بخش صنعت کشور در سال ۱۳۸۴ در جدول ۶ آمده است.

جدول ۶ مصرف انواع فرآورده‌های انرژی‌زا در بخش صنعت در سال ۱۳۸۴ (میلیون بشکه معادل نفت خام)

نوع	نفت خام و فرآورده‌های نفتی	گاز طبیعی	گاز تک و گاز کوره بلند	کل برق	شده در بخش صنعت	کل انرژی مصرف شده در کشور
صنعت	۵۹/۴	۹۸/۱	۳/۹	۲۶/۸	۱۸۸/۲	۹۴۲/۹

مأخذ: ترازنامه انرژی کشور، ۱۳۸۴.

بررسی صنایع کشور نشان می‌دهد که اغلب صنایع فعال کشور صنایع انرژی‌بر هستند. لذا این بخش، از قابلیت‌های بسیاری برای بهینه‌سازی و صرفه‌جویی در مصرف انرژی برخوردار است. بر این اساس فعالیت‌های مربوط به پروژه‌های مدیریت انرژی در کشور از سال ۱۳۷۴ آغاز شده است و میزان پتانسیل صرفه‌جویی در زیربخش‌های صنعتی به صورت زیر برآورد شده است.

جدول ۷ پتانسیل قابل صرفه‌جویی در زیربخش‌های صنعتی

نام صنعت	سال پتانسیل‌سنجی	تعداد کارخانجات بررسی شده	پتانسیل قابل صرفه‌جویی نسبت به متوسط مصرف در سال بررسی شده (ترازول)
صنایع فلزی	۱۳۷۹	۴۵	۱۲۸۵/۲۷
آلومینیوم	۱۳۷۹	۲۳	۶۷۷۳
کانی‌های غیرفلزی	۱۳۷۷ و ۱۳۸۱	۱۱۶	۱۱,۶۹۸

۱. بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، «گزارش اقتصادی و ترازنامه سال ۱۳۸۳».

جدول ۷ پتانسیل قابل صرفه‌جویی در زیربخش‌های صنعتی

نام صنعت	سال پتانسیل‌سنجی	تعداد کارخانجات بررسی شده	پتانسیل قابل صرفه‌جویی نسبت به متوسط مصرف در سال بررسی شده (ترازول)
قند	۱۳۸۰	۳۶	۲۵۷۰
نساجی	۱۳۷۸	۱۲۳	۲۲۷۱
لاستیک	۱۳۸۱	۹	۴۶۶
چوب و کاغذ	۱۳۸۳ و ۱۳۸۱	۱۹	۳,۲۲۲
صنایع غذایی	۱۳۸۳	۱۲	۹۹
جمع			۲۸۳۸۴/۴

مأخذ: ترازنامه انرژی، ۱۳۸۴.

محاسبه‌ها نشان می‌دهد، میزان پتانسیل قابل صرفه‌جویی انرژی در صنایع فوق، ۴/۶ میلیون بشکه برآورد شده است.

۲-۳ بخش حمل‌ونقل

بخش حمل‌ونقل حلقه ارتباط میان بخش‌های مختلف اقتصادی است. به‌عبارتی، گستره فعالیت‌های بخش حمل‌ونقل در برگیرنده تمامی عرصه‌های تولید، توزیع و مصرف در جامعه است. بر این اساس، ارزش افزوده فعالیت‌های اقتصادی به صورت مستقیم و غیرمستقیم از بخش حمل‌ونقل متأثر می‌شود.

در سال ۱۳۸۳، ارزش افزوده بخش حمل‌ونقل ۲۹/۳ هزار میلیارد ریال بوده است.^۱ در این سال سهم ارزش افزوده بخش حمل‌ونقل، انبارداری و ارتباطات در محصول ناخالص داخلی ۷/۶ درصد بوده است.^۲ این بخش نیز مانند سایر بخش‌های اقتصادی برای فعالیت‌های خود به مصرف انرژی نیاز دارد. در سال ۱۳۸۴ در بخش حمل‌ونقل کشور ۲۵۴/۳ میلیون بشکه معادل نفت خام انرژی مصرف شد. این میزان حدود ۲۷ درصد کل انرژی مصرف شده در کشور است. میزان کل انرژی مصرف شده در بخش حمل‌ونقل به تفکیک نوع حامل‌های انرژی در جدول ۸ آمده است.

۱. همان، ص ۷۶.

۲. مرکز آمار ایران، سالنامه آماری کشور، سال ۱۳۸۴، ص ۷۱۶.

جدول ۸ مصرف انواع حامل‌های انرژی در بخش حمل‌ونقل در سال ۱۳۸۴
(میلیون بشکه معادل نفت‌خام)

شرح	نفت خام و فراورده‌های نفتی	گاز طبیعی	کل برق	کل انرژی مصرف شده در بخش حمل‌ونقل	کل انرژی مصرف شده در کشور
بخش حمل‌ونقل	۲۵۲/۳	۱/۹	۰/۱	۲۵۴/۳	۹۴۲/۹

مأخذ: ترازنامه انرژی، ۱۳۸۴، ص ۲۶.

با توجه به اطلاعات جدول ۸ و سایر جداول، در سال ۱۳۸۴ بخش حمل‌ونقل از نظر مصرف انرژی، پس از بخش خانگی و تجاری در رتبه دوم قرار دارد. بررسی شدت انرژی بخش حمل‌ونقل نشان می‌دهد که شدت انرژی این بخش از ۷/۰۹ بشکه معادل نفت‌خام به میلیون ریال در سال ۱۳۷۶ به ۷/۵۱ بشکه معادل نفت‌خام به میلیون ریال در سال ۱۳۸۴ افزایش یافته است.^۱ یکی از نکاتی که لازم است در بحث شدت انرژی بخش حمل‌ونقل مدنظر قرار گیرد، این است که ایجاد ارزش افزوده در بخش حمل‌ونقل مستلزم صرف انرژی فراوان است. توضیح اضافه اینکه، نوع تکنولوژی تجهیزات و روش‌های استفاده شده در بخش حمل‌ونقل بر میزان مصرف مؤثر است.

بخش حمل‌ونقل کشور با ۴ روش حمل‌ونقل جاده‌ای، ریلی، هوایی و دریایی در کشور، خدمات ارائه می‌کند.^۲ در سال ۱۳۸۵ میان روش‌های چهارگانه مذکور، بخش حمل‌ونقل جاده‌ای به دلیل انعطاف‌پذیری در انتخاب مسیر و مقدار بار، کنترل دائمی بر روی کالا در طول مسیر، سهولت دسترسی به مراکز تولید و جذب، نبود شبکه سراسری راه‌آهن و در دسترس بودن وسیله نقلیه جاده‌ای در جابه‌جایی بار، بیش از ۹۰ درصد جابه‌جایی کالا در سطح کشور با استفاده از این روش انجام شده است. این وضعیت در حالی است که مصرف سوخت در این روش بیش از سایر روش‌های حمل‌ونقل است. تا پایان سال ۱۳۸۵ تعداد وسایل نقلیه عمومی باری جاده‌ای در کشور ۱۹۹,۵۸۶ دستگاه بوده که ۶۳/۵ درصد از این تعداد، مالک، راننده است. این امر سبب می‌شود این‌گونه وسایل ارتباط منظم و تعریف

۱. ترازنامه انرژی، ۱۳۸۴.

۲. «مقایسه عملکرد شیوه‌های مختلف حمل‌ونقل و تأیید آن در انرژی»، شرکت بهینه‌سازی سوخت کشور، ۱۳۸۳.

شده‌ای با شرکت‌های حمل‌ونقل نداشته باشند. از کل وسایل نقلیه عمومی باری جاده‌ای، ۵۳/۴۷ درصد یا ۱۰۶,۸۰۴ دستگاه دارای عمر بیش از ۲۰ سال هستند^۱.

در سال ۱۳۸۵ ظرفیت حمل خالص ناوگان عمومی باری جاده‌ای ۳,۹۸۳,۹۴۸ تن اعلام شده است که ۵۲ درصد این میزان به ناوگان عمومی فرسوده - با عمر بیش از ۲۰ سال - اختصاص دارد^۲. در سال ۱۳۸۵ با توجه به میزان تردد سالیانه ناوگان عمومی باری جاده‌ای در کشور، میانگین مسافت طی شده در هر سفر، تعداد سفرهای انجام شده و متوسط وزن محموله در هر سفر کامیون در سطح کشور، میزان تن-کیلومتر طی شده در جاده‌های کشور ۱۳۲/۱ میلیارد تن-کیلومتر بوده است. از این مقدار ۲۳ درصد یا ۳۰/۴ میلیارد تن-کیلومتر به وسیله ناوگان عمومی باری جاده‌ای که عمر ۲۵ سال به بالا دارد جابه‌جا شده است.

با توجه به اینکه ناوگان عمومی باری جاده‌ای از نفت‌گاز استفاده می‌کنند، بالا بودن سن این ناوگان سبب می‌شود که میزان مصرف آن نیز بالا رود.

ناوگان عمومی باری جاده‌ای با طول عمر ۲۵ سال و بالاتر در هر ۱۰۰ کیلومتر حدود ۶۰ لیتر نفت‌گاز مصرف می‌کند. براین اساس مصرف نفت‌گاز این‌گونه وسایل نقلیه باری، ۱۸/۲ میلیارد لیتر در سال بوده است. نکته‌ای که به دقت نیاز دارد این است که میزان مصرف ناوگان باری جدید ۳۰ لیتر در هر ۱۰۰ کیلومتر اعلام شده است. با توجه به این میزان مصرف، نوسازی این ناوگان به کاهش مصرف سوخت ناوگان عمومی باری جاده‌ای کشور به ۹ میلیارد لیتر منجر می‌شود. در حالی که نوسازی این ناوگان برای کاهش عمر آن به ۱۰ سال، در بند «الف» ماده (۲۸) قانون برنامه چهارم توسعه کشور پیش‌بینی شده است. اجرای این بند از قانون، صرفه‌جویی ۹ میلیارد لیتر در مصرف سوخت کشور را به‌دنبال خواهد داشت. حاصل ضرب این عدد در قیمت بین‌المللی نفت‌گاز، صرفه‌جویی در منابع مالی کشور را نشان می‌دهد.

در بخش جابه‌جایی مسافر، از بین شیوه‌های گوناگون حمل‌ونقل جاده‌ای، ریلی و هوایی، سهم حمل‌ونقل ریلی و هوایی تقریباً یکسان است و بیش از ۹۰ درصد جابه‌جایی مسافر را حمل‌ونقل جاده‌ای به عهده دارد^۳. تا پایان سال ۱۳۸۵ تعداد وسایل نقلیه عمومی

۱. «سالنامه آماری حمل‌ونقل جاده‌ای سال ۱۳۸۵»، سازمان راه‌داری و حمل‌ونقل جاده‌ای، ص ۵۸.

۲. همان.

۳. راه‌آهن جمهوری اسلامی ایران، «گزارش امکانات و عملکرد راه‌آهن در سال ۱۳۸۴».

مسافری کشور، ۳۷،۵۱۰ دستگاه بوده است که ۷۸ درصد این تعداد تحت مالکیت راننده است. از تعداد کل وسایل نقلیه عمومی مسافری کشور، ۱۴،۰۳۲ دستگاه یا ۳۷/۵ درصد بالای ۲۰ سال سن دارند. میانگین عمر این‌گونه وسایل نیز ۱۵/۳۸ سال است، اما متوسط عمر مینی‌بوس در کشور ۲۲/۷۱ سال است. میانگین عمر بالا سبب می‌شود که شدت مصرف انرژی برای حمل مسافر در کشور بالا باشد.

آنچه از یافته‌های فوق استنباط می‌شود این است که حمل‌ونقل جاده‌ای بخش عظیمی از سیستم حمل‌ونقل کشور را تحت پوشش خود قرار داده است. به عبارتی در سیستم حمل‌ونقل کشور، حمل‌ونقل جاده‌ای بیش‌ترین سهم را در جابه‌جایی مسافر و بار به خود اختصاص داده است. همان‌طوری که پیش‌تر بیان شد، در میان روش‌های مختلف حمل‌ونقل، این روش یکی از پرمصرف‌ترین روش‌هاست. بنابراین استفاده بیش از اندازه از این روش سبب شده است که شدت انرژی در این بخش افزایش یابد. لذا برای مصرف انرژی در این بخش پیشنهاد می‌شود:

- نوسازی ناوگان حمل‌ونقل بار و مسافر طبق بند «الف» ماده ۲۸ قانون برنامه چهارم توسعه کشور انجام شود،
- تغییر شیوه حمل‌ونقل، از بخش جاده‌ای به بخش ریلی، لوله‌ای و دریایی و افزایش سهم بخش حمل‌ونقل ریلی در کل سیستم حمل‌ونقل کشور،
- بهبود وضعیت جاده‌ها و راه‌های کشور با اصلاح جاده‌های کنونی و حفر تونل و احداث پل،
- توسعه شبکه حمل‌ونقل ریلی کشور برای تحت پوشش گرفتن اکثر نقاط کشور.

۳ بهینه‌سازی در بخش تولید

همان‌طوری که پیش‌تر بیان شده است برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری برای بهینه‌سازی و صرفه‌جویی در انرژی بدون توجه به هر دو زمینه تولید و مصرف آن، نتایج پایداری را به دنبال نخواهد داشت. شناخت موانع، چالش‌ها و فرصت‌های مربوط به دستیابی به اهداف بهینه‌سازی، موضوعی است که در تدوین قوانین و تنظیم سیاست‌ها می‌تواند راهگشای قانون‌گذاران و سیاست‌گذاران باشد.

تولید انرژی در کشور در انحصار دولت است. به عبارت دقیق‌تر، دولت تقریباً تمام فعالیت‌های مربوط به تولید و عرضه انواع انرژی‌ها را به عهده دارد. در واقع از بُعد تولید،

دولت تمامی تأسیسات صنایع بالادستی و پایین‌دستی صنعت نفت، نیروگاه‌ها، شبکه توزیع و انتقال را در اختیار دارد و این موضوع هر چند به لحاظ بررسی مسائل کارایی در اقتصاد مشکلاتی را به دنبال دارد، اما برای دستیابی به اهداف بهینه‌سازی نیز می‌تواند فرصتی به حساب آید. به طور کلی در بخش عرضه انرژی با توجه به دولتی بودن این بخش در زمینه افزایش ضریب بازیافت نفت، استفاده از گازهای همراه، افزایش برداشت ثانویه میادین از طریق تزریق گاز و آب، بهره‌برداری صحیح از مخازن گازی و کاهش ضایعات و اتلاف در شبکه فرصت‌هایی وجود دارد.

۳-۱ افزایش ضریب بازیافت

استفاده بیش‌تر از میادین نفتی از اولویت‌های اساسی کشورهای تولیدکننده نفت است. بهره‌برداری از میادین نفتی سبب کاهش فشار این میادین خواهد شد و کاهش فشار میادین نیز رابطه‌ای مستقیم با کاهش تولید و ضریب بازیافت میادین دارد. براین اساس یکی از راه‌های کاهش فشار میادین، به تناسب نوع میادین، تزریق گاز، آب و سایر سیالات است. مطابق آمار منتشر شده در سال ۱۳۸۳ ضریب بازیافت نفت خام در کشور ۲۸/۰۹ درصد بوده است.^۱ استفاده از روش‌هایی که به بهبود و ارتقای این رقم منجر شود، قابل تحسین است و موجب خواهد شد، نفت بیش‌تری از میادین برداشت شود. برای مثال، میزان ذخایر هیدروکربور مایع در مکان اولیه کشور ۷۴۱/۷۸ میلیارد بشکه برآورد شده است^۲ بر این اساس اگر ضریب بازیافت ۱ درصد افزایش یابد، ذخایر قابل برداشت کشور ۷/۵ میلیارد بشکه افزایش خواهد یافت.

۳-۲ افزایش برداشت ثانویه میادین (از دیاد برداشت)

جزء ۱ بند «الف» سیاست‌های کلی نظام در بخش نفت و گاز به موضوع افزایش ظرفیت تولید صیانت شده نفت اشاره دارد. به همین دلیل به کارگیری روش‌های مناسب در تولید نفت به فرصت‌های مناسب و بیش‌تری در استفاده از این ثروت منجر خواهد شد که در

۱. «گزارش اقتصادی در سال ۱۳۸۳ و نظارت بر عملکرد برنامه سوم»، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، ج ۳، ص ۱۵۶۰.

۲. «عملکرد وزارت نفت دولت نهم شهریور ۱۳۸۴ تا اسفند ۱۳۸۵»، وزارت نفت، میعاد نفت، ص ۱۱.

آینده نیز پایه‌های اقتصاد کشور را مستحکم‌تر می‌کند. بررسی‌ها نشان می‌دهد، میانگین سرعت کاهش تولید طبیعی نفت در مخازن مناطق خشک کشور، ۹ تا ۱۱ درصد در سال است^۱ که این کاهش با بازیافت ثانویه قابل جبران است. انتخاب روش درست از دیداد برداشت با توجه به شناخت دقیق از مخازن نفت، موضوعی است که باید بررسی شود. برداشت ثانویه زمانی اتفاق می‌افتد که تولید نفت از مخازن با استفاده از انرژی مخزن و یا پمپ امکان‌پذیر نباشد و مخزن برای تولید، نیاز به تزریق سیالات داشته باشد. روش‌های ازدیاد برداشت به‌کار برده شده در مخازن نفت به‌صورت‌های تزریق گاز، تزریق آب، تزریق متناوب آب و گاز، روش حرارتی، تزریق فوم و ژل‌های پلیمری، استفاده از مواد شیمیایی کاهش‌دهنده نیروی کشش سطحی و استفاده از روش میکروبی هستند. روش‌های عمده به‌کار برده شده در کشور ما تزریق آب و گاز است. در مورد برآوردهای انجام شده برای تزریق گاز به میادین نفتی کشور، نظرهای کارشناسی با نظرهای وزارت نفت تفاوت فاحشی دارد. برداشت‌های ثانویه نیز از میادین نفت سنگین نیز از دیگر برنامه‌های صیانت از منابع نفتی کشور است.

۳-۳ استفاده از گازهای همراه میادین نفتی

بیش‌تر میادین نفتی علاوه بر نفت، گاز نیز دارند به همین علت گازهای همراه از مخازن نفتی استحصال می‌شوند. گازهای همراه در مناطق مختلف خشکی و دریا توزیع شده‌اند که بخش‌های عمده‌ای از گازهای همراه در مخازن نفتی مستقر در مناطق خشکی سوزانده می‌شوند. تا پایان سال ۱۳۸۴، مجموع گازهای همراه تولید انباشتی مناطق دریایی کشور ۵۶۱۳۲۸۴/۴۰ میلیون فوت مکعب بوده است. در سال ۱۳۸۴، ۲۹۶۷۴۰/۸۸ میلیون فوت مکعب گاز همراه در میادین نفتی دریایی تولید شد که از این میزان، ۲۴۵۱۱۱/۰۸ میلیون فوت مکعب سوخته شده است.^۲

برنامه‌ریزی با هدف جمع‌آوری گازهای همراه نفت در مناطق نفت‌خیز جنوب که از بزرگ‌ترین شرکت‌های زیرمجموعه شرکت ملی نفت ایران هستند در حال اجراست. به طوری که با اجرای کامل این پروژه‌ها در شرکت ملی مناطق نفت‌خیز جنوب، از سوزاندن روزانه حداقل ۲،۱۲۵ هزار متر مکعب گاز جلوگیری خواهد شد و در صورت جمع‌آوری تمامی گازهای همراه نفت در مناطق نفت‌خیز جنوب از سوختن، روزانه بیش از ۱۰/۲

۱. ترازنامه انرژی، ۱۳۸۳، ص ۱۴۳.

۲. ترازنامه انرژی، ۱۳۸۴، ص ۱۷۸.

میلیون متر مکعب گاز جلوگیری خواهد شد.^۱ پالایشگاه‌ها نیز یکی از بخش‌های عرضه‌کننده فراورده‌های نفتی هستند که در مالکیت دولت قرار دارند و فرصت‌های زیر را برای بهینه‌سازی عرضه فراورده‌ها در اختیار دارند.

۳-۴ بهینه کردن تولید فراورده‌ها و استانداردسازی آن

تولید فراورده‌های نفتی در کشور را ۹ پالایشگاه انجام می‌دهند که عمر مفید بیش‌تر این پالایشگاه‌ها به پایان رسیده است. همچنین افزایش تقاضا برای برخی از فراورده‌های نفتی در سالیان اخیر به دلیل اجرای برخی از سیاست‌ها نظیر تولید خودروهای پرمصرف، بی‌توجهی به توسعه وسایل نقلیه عمومی، گرایش یکپارچه خانوارها به وسایل نقلیه شخصی، عدم توسعه و بهسازی پالایشگاه‌های کشور و... منجر شد که میان عرضه و تقاضای برخی از فراورده‌ها تناسبی وجود نداشته باشد؛ به همین دلیل پالایشگاه‌ها بیش از ظرفیت طراحی اولیه و اسمی خود فعالیت کردند. این موضوع فرسودگی سریع‌تر تجهیزات و کاتالیست‌های پالایش، پایین آمدن کیفیت فراورده‌های تولیدی، تولید فراورده‌های سنگین‌تر، آلودگی زیست-محیطی بیش‌تر و نیاز به هزینه‌های تعمیرات و نگهداری بالاتر را به دنبال خواهد داشت.

اکثر پالایشگاه‌های کشور برای استفاده از نفت خام سبک به عنوان خوراک طراحی شده‌اند و در سال ۱۳۸۵ به طور متوسط روزانه ۱۶۴۰ هزار بشکه نفت خام برای خوراک به پالایشگاه‌ها عرضه شده است. در الگوی پالایشی نیز فراورده‌های بسیاری تولید می‌شوند که در این میان تولید فراورده‌های سنگین در صدر قرار دارند. به صورتی که در سال ۱۳۸۴ حدود ۷۸/۴ درصد کل تولید پالایشگاه‌ها به تولید نفت کوره، نفت گاز و بنزین اختصاص داشت و سهم تولید نفت کوره ۳۰/۲ درصد بوده است. این در حالی است که در الگوهای نوین پالایشگاهی این سهم ۵/۵۵ درصد است.^۲ این موضوع نشان‌دهنده تولید نادرست در الگوی پالایشی است.

استاندارد نبودن فراورده‌های تولیدی نیز علاوه بر مشکلات زیست-محیطی در جامعه، مصرف بیش‌تر و افزایش شدت انرژی را به دنبال دارد. برای مثال اگر فراورده‌های استفاده شده در بخش‌های اقتصادی استاندارد لازم را نداشته باشند این مشکل سبب می‌شود که آن بخش، از راندمان و کارایی لازم و مدنظر فاصله داشته باشد و در صورت فعالیت آن بخش در

۱. ترازنامه انرژی، ۱۳۸۳، ص ۱۸۴.

۲. ترازنامه انرژی، ۱۳۸۴، ص ۱۴۴.

بازار رقابتی از صحنه رقابت و بازار حذف خواهد شد. در ایران نیز بیش‌تر فرآورده‌های تولید شده که در داخل کشور به مصرف بخش‌های اقتصادی می‌رسند از استانداردهای متداول دنیا فاصله دارند. برای مثال عدد اکتان بنزین تولید شده پالایشگاه‌ها با افزودن MTBE، ۸۵ است. اما عدد اکتان در استاندارد یورو ۲ عدد ۹۵ است. همچنین گوگرد نفت‌گاز در استاندارد یورو ۲، ۵۰ P.P.M است، ولی نفت‌گاز تولید شده در کشور بیش از ۵۰۰ P.P.M گوگرد دارد و حتی در بسیاری از موارد بیش‌تر از این میزان است.

۳-۵ سوخت مصرفی و ضایعات در پالایشگاه‌ها

سوخت‌های متداول استفاده شده در پالایشگاه‌های کشور عبارتند از: گاز طبیعی، گازهای پالایشگاهی، سوخت مایع سبک (نفت، بنزین، نفت‌گاز و نفت سفید) و سوخت مایع سنگین. گاز مایع به عنوان سوخت مصرفی اغلب پالایشگاه‌های داخلی استفاده نمی‌شود. در سال ۱۳۸۴ در پالایشگاه‌های آبادان و شیراز ۹۴۴۲ متر مکعب گاز مایع استفاده شده است. پالایشگاه لاوان از گاز طبیعی استفاده نمی‌کند. در سال ۱۳۸۴ مجموع انواع سوخت مصرفی در پالایشگاه‌های کشور ۱۱,۳۱۵,۴۵۰ متر مکعب سوخت مایع در سال بوده است. از کل سوخت مصرفی در این سال، ۷۰/۴ درصد مربوط به گاز طبیعی، ۲۴/۳ درصد گازهای پالایشگاهی، ۵/۳ درصد مربوط به سوخت‌های سبک و سنگین و فقط حدود ۰/۰۸ درصد به گاز مایع مربوط بوده است.^۱

گفتنی است که ارقام دقیقی درباره ضایعات پالایشگاه‌ها وجود ندارد و در منابع رسمی میزان سوخت و ضایعات پالایشگاه‌ها با هم در نظر گرفته می‌شود. در سال‌های ۱۳۸۲ و ۱۳۸۳ این میزان ۴ درصد بوده است. اما با توجه به اینکه بیش‌تر پالایشگاه‌های ۹ گانه کشور عمر مفید خود را سپری کرده‌اند، این مسئله سبب خواهد شد میزان نهاده‌های (خوراک) عرضه شده به پالایشگاه با میزان ستاده‌های (فرآورده‌های) تولید شده فاصله زیادی داشته باشد. به عبارت بهتر فرسودگی تجهیزات پالایشگاهی، افزایش ضایعات را به همراه دارد.

۳-۶ تلفات در انتقال و توزیع فراورده‌های نفتی

فراورده‌های مصرفی در کشور از طریق خطوط لوله، نفتکش‌های جاده‌پیما، مخزن‌دارهای راه‌آهن و کشتی‌های حمل فراورده در سراسر کشور جابه‌جا می‌شوند. هر کدام از فراورده‌های نفتی براساس مشخصات فنی مربوط به آن‌ها در مجاورت با فضای آزاد به میزان متفاوتی تبخیر می‌شوند. بدین گونه که هر چه فراورده‌ها سبک‌تر یا فرارتر باشند، میزان تبخیر آن‌ها در اثر تماس با هوای آزاد بیش‌تر خواهد بود. در میان فراورده‌های عمده نفتی، بنزین از فراریت بیش‌تری برخوردار است. براین اساس روش‌ها و تجهیزات به‌کار گرفته شده در نقل‌وانتقال فراورده‌ها نقش بسیار مهمی در میزان تلفات این فراورده‌ها دارند. در بین روش‌های به‌کار گرفته شده انتقال فراورده‌های نفتی، روش خطوط لوله از احتمال تبخیر شدن کم‌تر فراورده‌ها و حداقل هزینه‌های انتقال برخوردار است. در روش‌های حمل‌ونقل جاده‌ای، ریلی و دریایی (کشتی‌های حمل فراورده) احتمال تبخیر و خطرات جانبی بیش‌تر است. در سال ۱۳۸۴ در مجموع ۱۲۹/۷ میلیارد لیتر انواع فراورده نفتی در کشور حمل شده است^۱، با استناد به اطلاعات، ۴۱/۴ درصد یا ۵۳,۶۷۳ لیتر انواع فراورده از طریق خطوط لوله انتقال یافته است. همچنین ۷۰,۰۶۸ میلیون لیتر انواع فراورده به روش حمل‌ونقل جاده‌ای انتقال یافته است و سهم این روش در میان سایر روش‌ها ۵۴ درصد است. براین اساس از میان روش‌های موجود، بیش‌ترین میزان انواع فراورده‌ها از طریق حمل‌ونقل جاده‌ای انتقال یافته است که این روش به لحاظ خطرات جانبی پرخطرترین روش‌هاست. همچنین در سال ۱۳۸۴ در مجموع ۵۴,۱۴۵ میلیون لیتر بنزین در کشور حمل شده است^۲ که ۲۸,۷۵۴ میلیون لیتر یا ۵۳ درصد آن با استفاده از روش حمل‌ونقل جاده‌ای جابه‌جا شده است. این در حالی است که استفاده از این روش برای انتقال بنزین بیش‌ترین تلفات و خطر را به‌دنبال دارد.

۳-۷ مقایسه میان تلفات تبدیل در برق و سایر بخش‌ها

در بخش برق نیز اغلب نیروگاه‌ها در مالکیت دولت هستند. به‌طوری‌که در سال ۱۳۸۴ بیش از ۹۶/۱ درصد انرژی الکتریکی کشور را وزارت نیرو تولید کرده است و در همین سال تولید

۱. ترازنامه انرژی، ۱۳۸۴، ص ۱۴۸.

۲. همان.

ناویژه نیروگاه‌های وزارت نیرو ۱۷۱۱۷۳/۵ میلیون کیلو وات ساعت بوده است. این میزان حاصل فعالیت نیروگاه‌های آبی، بخاری، گازی، سیکل ترکیبی و دیزلی است. تولید ناویژه انرژی الکتریکی وزارت نیرو در سال‌های ۱۳۸۳ و ۱۳۸۴ در جدول ۹ آمده است.

جدول ۹ تولید ناویژه انرژی الکتریکی وزارت نیرو در سال‌های ۱۳۸۳ و ۱۳۸۴

(میلیون کیلووات ساعت)

شرح	آبی	بخاری	گازی	سیکل ترکیبی	دیزلی	جمع
۱۳۸۳	۱۰۶۲۶/۶	۸۸۶۴۳/۷	۲۴۲۰۹/۴	۳۶۲۴۹/۶	۲۵۲	۱۶۰۰۲۷/۸
۱۳۸۴	۱۶۱۰۰/۲	۸۹۵۷۳/۶	۲۹۰۲۲/۸	۳۶۱۹۴	۲۱۲	۱۷۱۱۷۳/۵

مأخذ: ترازنامه انرژی، ۱۳۸۴.

اطلاعات فوق نشان می‌دهد که تولید ناویژه نیروگاه‌های بخاری ۵۲ درصد کل تولید ناویژه انرژی الکتریکی را به خود اختصاص داده است و سهم تولید ناویژه نیروگاه‌های آبی حدود ۹/۵ درصد کل تولید ناویژه است و به لحاظ رتبه در میان انواع انرژی‌های الکتریکی در رتبه سوم قرار دارد. این در حالی است که پتانسیل برق آبی شناخته شده کشور ۵۰ هزار مگاوات برآورد شده است. درباره تلفات در شبکه‌های انتقال و توزیع برق نیز گفتنی است که هر ساله بخشی از برق تولید شده در کشور در شبکه تلف می‌شود. به طوری که قرار بود تا سال ۱۳۸۳ تلفات در شبکه‌های انتقال و توزیع به ۱۲/۴ درصد برسد، ولی عملاً ۱۸/۷ درصد بوده است. این در حالی است که سهم تلفات سال ۱۳۸۴ در تولید ناویژه ۱۹/۲ درصد بوده است.

نتیجه‌گیری

انرژی یکی از عوامل اصلی پیشرفت کشورهاست. استفاده از این عامل در مراحل مختلف توسعه شدت و ضعف دارد. نااطمینانی درباره آینده منابع انرژی، کاهش هزینه‌های تولید، قیمت بالای انرژی، نیاز روز افزون جوامع به آن و... سبب شده است که از اوایل دهه ۱۹۷۰ سیاست‌های بهینه‌سازی مصرف انرژی مدنظر قرار گیرد.

از آنجایی که ایران نیز کشوری دارنده منابع ذخایر هیدرکربوری است، به صورتی که این منابع در اقتصاد آن نقش بسیار حیاتی دارند و با توجه به اینکه ارقام نشان می‌دهد، میزان وابستگی دنیا به سوخت‌های فسیلی در سال‌های آتی کاهش چشمگیری نخواهد داشت،

همچنین به لحاظ شدت انرژی و انتشار گازهای آلاینده در مقایسه با بسیاری از کشورهای جهان فاصله بسیاری داریم بهینه‌سازی مصرف سوخت از سال ۱۳۷۹ مدنظر قرار گرفت. با توجه به تأسیس شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت، برنامه دقیقی در قالب برنامه‌های توسعه و بودجه سنواتی به منظور دستیابی به اهداف بهینه‌سازی انرژی وجود ندارد.

اتخاذ سیاست‌های بهینه‌سازی مصرف انرژی نیازمند توجه هر دو طرف عرضه و تقاضای انرژی است. در سال ۱۳۸۴، در بخش تقاضای انرژی کشور ۶۷ درصد انرژی مصرف شده کشور در بخش غیرمولد به مصرف رسیده است. بالا بودن مصرف انرژی در این بخش سبب بالا رفتن شدت انرژی کشور در مقایسه با بسیاری از کشورهای پرجمعیت دنیا شده است. بنابراین بخش‌های خانگی و تجاری و حمل‌ونقل برای کاهش شدت انرژی برای حضور کارا تر در اقتصاد کشور در عرصه‌های جهانی نیازمند توجه جدی هستند. در بخش خانگی پیگیری اجرای دقیق و اصلاحات لازم در مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان که در سال ۱۳۷۰ به تأیید ریاست جمهوری رسید، اما از سال ۱۳۸۴ اجرای آن در برخی شهرهای ایران اجباری شد، باید مدنظر قرار گیرد. در بخش استاندارد تجهیزات انرژی‌بر خانگی نیز، لازم است تمامی استانداردهای لازم این بخش تصویب و اجرا شود.

در بخش صنعت کشور، با توجه به اینکه بیش‌تر صنایع کشور، صنایع انرژی‌بر محسوب می‌شوند، میزان پتانسیل قابل صرفه‌جویی در ۷ صنعت کشور، ۴/۶ میلیون بشکه نفت محاسبه شده است.

از سال ۱۳۷۶-۱۳۸۴، شدت انرژی در بخش حمل‌ونقل افزایش یافته است. در میان شیوه‌های چهارگانه حمل و نقل، روش حمل‌ونقل جاده‌ای به دلیل ویژگی‌های مربوط به خود، بیش از ۹۰ درصد جابه‌جایی مسافر و بار را در کشور انجام می‌دهد. با این وضعیت ایجاد بسترهای لازم برای تغییر این فرهنگ و استفاده بیش‌تر از حمل‌ونقل ریلی به لحاظ کارایی بیش‌تر و مصرف کم‌تر انرژی، نیاز به برنامه‌ریزی و توجه تمامی مسئولین دارد. همچنین کاهش شدت انرژی در حمل‌ونقل جاده‌ای، اجرای پند «الف» ماده (۲۸) قانون برنامه چهارم را نیازمند است. ضمن اینکه کارایی حمل‌ونقل جاده‌ای، نیازمند تغییر نوع مالکیت یا افزایش وسایل نقلیه عمومی تحت مالکیت شرکت‌هاست.

با توجه به اینکه بخش تولید انرژی در کشور در انحصار دولت است، این وضعیت به عنوان فرصت بزرگی به‌شمار می‌رود. با این وضعیت به‌دلیل وابستگی مستمر دنیا به منابع هیدروکربوری و برای اینکه ایران بتواند نقش سازنده و کارا در معادلات جهانی داشته باشد،

افزایش ضریب بازیافت، اجرای جزء ۱ بند «الف» سیاست‌های کلی نظام برای تولید صیانتی و ازدیاد برداشت، استفاده بیش‌تر از گازهای همراه میادین نفتی، تولید فراورده‌های استاندارد، کاهش سوخت مصرفی و ضایعات پالایشگاه‌ها، کاهش تلفات در انتقال و توزیع برق، فراورده‌های نفتی و گاز طبیعی و حداکثر استفاده از پتانسیل برق آبی کشور باید به صورت جدی مدنظر قرار گیرد.



منابع و مآخذ

- احمدیان، مجید. نظریه بازار و کاربرد آن برای منابع انرژی پایان پذیر، تهران، مؤسسه مطالعات بین‌المللی انرژی، ۱۳۷۳.
- احمدیان، مجید. نظریه قیمت در اقتصاد منابع پایان پذیر، کاربرد نظریه کنترل، تهران، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۰.
- اسعدی، فریدون. «گزارش نفت گاز، چالشی دیگر در بازار مصرف فرآورده‌های نفتی»، معاونت پژوهشی مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، آبان‌ماه ۱۳۸۵.
- امیرمعینی، مهران. «صرفه‌جویی انرژی، از رویا تا واقعیت»، *اطلاعات سیاسی-اقتصادی*، شماره ۲۳۳-۲۳۴، تهران، سال ۱۳۸۵.
- «گزارش اقتصادی و ترازنامه سال ۱۳۸۳»، بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران.
- «گزارش امکانات و عملکرد راه‌آهن در سال ۱۳۸۴»، راه‌آهن جمهوری اسلامی ایران.
- «سالنامه آماری حمل‌ونقل جاده‌ای سال ۱۳۸۵»، سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای.
- «گزارش اقتصادی در سال ۱۳۸۳ و نظارت بر عملکرد برنامه سوم»، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، ج سوم،
- «مقایسه عملکرد شیوه‌های مختلف حمل‌ونقل و تأثیر آن در انرژی»، شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت کشور، ۱۳۸۳.
- مجموعه مقالات سومین همایش ملی انرژی، تهران، ۱۳۸۰.
- مجموعه مقالات اولین همایش بهینه‌سازی مصرف انرژی در بخش حمل‌ونقل، ۱۳۸۵.
- مرکز آمار ایران، سالنامه آماری کشور، ۱۳۸۴.
- «عملکرد وزارت نفت دولت نهم، شهریورماه ۱۳۸۴ تا اسفند ماه ۱۳۸۵»، وزارت نفت، میعاد نفت.
- «ترازنامه انرژی سال‌های مختلف»، وزارت نیرو، معاونت امور برق و انرژی، ۱۳۸۴.
- BP Statistical Review of world Energy, 2006.
- E. I. A. Annual Energy outlook, 2006.
- World Development Indicators, 2006.
- www.sci.org.ir