

## مدیریت بهره‌وری از طریق اصلاح الگوی مصرف در بخش تقاضای انرژی کشور

ابوتراب علیرضایی<sup>۱</sup> - روح الله تولایی<sup>۲</sup>

### چکیده

تحقیق حاضر به منظور یافتن راه کارهای کاربردی برای اصلاح الگوی مصرف و صرفه جویی انرژی توسط مصرف کنندگان نهایی و در نتیجه افزایش بهره‌وری در سطح ملی انجام شده است. این تحقیق از نوع کاربردی بوده و به روش میدانی انجام شده است. برای جمع‌آوری اطلاعات از روش‌های مطالعات کتابخانه‌ای و بررسی اسنادی و مصاحبه ساختار یافته و نیمه ساختار یافته استفاده شده و ابزار گردآوری اطلاعات فیش برداری و مصاحبه می باشد. پیش از سه دهه است که کشورهای عمده مصرف کننده حامل‌های انرژی، بصورت کاملاً جدی و برنامه‌ریزی شده، به دنبال کاهش تلفات ناشی از مصرف حامل‌های انرژی می‌باشند که از این رهگذر، نه تنها در زمینه هزینه‌های مصرف انرژی به

۱. دکتری مدیریت صنعتی، عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب؛ alirezae@iies.net

۲. کارشناس پژوهشکده مدیریت و منابع انسانی موسسه مطالعات بین‌المللی انرژی tavallaee@iies.net

صرفه‌جویی‌های قابل ملاحظه‌ای دست یافته‌اند، بلکه اصلاح الگوی مصرف و افزایش بهره‌وری در بخش تقاضای انرژی، تسریع دستیابی به توسعه پایدار را به دنبال داشته و در نتیجه از روند فزاینده تخریب محیط‌زیست نیز به نحو مؤثری جلوگیری بعمل آمده است. به‌طور کلی اتخاذ سیاست‌ها و راهکارهای اصلاح الگوی مصرف و افزایش بهره‌وری در حوزه انرژی، در دو بخش عرضه انرژی و تقاضای انرژی، قابل بررسی و اجرا می‌باشد. یافته‌های تحقیق حاضر نشان می‌دهد در ایران به دلیل دولتی بودن تقریباً تمام زنجیره تامین و عرضه انرژی، دولت می‌تواند با انجام تحقیقات علمی و هدفمند نمودن سرمایه‌گذاری‌ها در بخش تقاضای انرژی و به کارگیری فناوری‌های نوین، طی مدت نسبتاً کوتاهی، به میزان قابل توجهی مصرف انرژی را کاهش دهد. عامل مؤثر دیگر در کاهش مصرف انرژی، مدیریت تقاضای انرژی می‌باشد که در این زمینه نیز راهبردهای متعددی از جمله قیمت‌گذاری، آموزش، فرهنگ، پاداش، هنجار، سبک زندگی، استفاده از انرژی‌های نو و تجدیدپذیر، استفاده از فناوری‌های جدید، استفاده بهینه از مواد و بازیافت و... وجود دارد.

#### واژه‌های کلیدی

بهره‌وری، اصلاح الگوی مصرف، مدیریت انرژی، صرفه‌جویی انرژی، تقاضای انرژی.

#### ۱. مقدمه

ایران از منابع و ذخایر عظیم انرژی برخوردار است. در حال حاضر بیش از ۸۵ میدان نفتی در کشور کشف شده و از لحاظ ذخایر گازی نیز، ایران مقام دوم را در میان کشورهای جهان دارد. برآورد می‌شود ذخایر گازی قابل استحصال در ایران در سال ۲۰۰۷ میلادی به ۲۸/۳ تریلیون مترمکعب رسیده‌است (صادقی، ۱۳۸۷). سایر منابع انرژی مانند ذغال سنگ و... نیز در کشور به میزان قابل توجهی وجود دارد.

روند فعلی رشد بی‌رویه مصرف انرژی در کشور، ایران را از یک کشور صادرکننده انرژی به یک کشور واردکننده تا قبل از افق ۱۴۰۰ تبدیل خواهد نمود. برای

مقابله با این تهدید و تضمین حضور ایران در بازارهای بین المللی انرژی نیز برای بلند مدت، اجرای راهکارهای بهینه سازی انرژی، مدیریت بهره‌وری از طریق اصلاح الگوی مصرف در بخش تقاضای انرژی ضروری است. بهینه سازی انرژی، یک صنعت پر منفعت و کم هزینه برای اقتصاد ملی است و ترویج آن اشتغال‌زایی گسترده‌ای را در پی خواهد داشت. ایجاد امنیت انرژی و کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی از مزایای دیگر اجرای راهکارهای بهینه سازی مصرف انرژی می‌باشد.

با توجه به افزایش مصرف انرژی در ایران و محدودیت منابع طبیعی به منظور حرکت در راستای طرح توسعه پایدار و حفظ محیط زیست، بایستی تا حد امکان از هدر رفتن و تلف شدن انرژی جلوگیری گردد. بنابراین برای استفاده بهینه از منابع انرژی کشور باید ضمن شناخت راهکارهای مناسب، اقداماتی نیز برای کاهش مصرف انرژی انجام شود. با توجه به نقش حیاتی انرژی در جوامع بشری و تاثیر آن در پیشرفت و توسعه پایدار کشورها، امروزه استفاده بهینه از منابع انرژی برای رفع نیازهای جامعه انسانی، نیازمند روی آوری به مدیریت انرژی و بهینه سازی مصرف انرژی می‌باشد.

مدیریت انرژی، عامل تامین، مصرف بهینه و حفظ انرژی بوده و عبارت است از مجموعه اقداماتی که برای کاربرد مؤثر منابع انرژی موجود انجام می‌شود. این اقدامات شامل: صرفه جوئی انرژی، مصرف انرژی و جایگزینی منابع انرژی می‌باشد.

بیت لر و دیگران (Beightler & etal,1979) بهینه سازی را چنین شرح می‌دهند: فعل «بهینه ساختن» که کلمه قوی تری نسبت به «بهبود» می‌باشد عبارتست از دستیابی به «بهینه»، و «بهینه سازی» اشاره به عمل بهینه ساختن دارد. بنابراین تئوری بهینه سازی شامل مطالعات کمی بهینه ها و روش یافتن آنهاست. هم چنین «بهینه» به عنوان یک واژه فنی دلالت بر اندازه گیری کمی و تحلیل ریاضی دارد در حالی که بهترین دارای دقت کمتر بوده و بیشتر برای امور روزمره استفاده می‌شود.

بهینه سازی<sup>۱</sup> مصرف انرژی در فرایند، می‌تواند به صورت موضعی<sup>۲</sup> و یا بصورت

---

1. Optimization  
2. Local

جامع<sup>۱</sup> برای یک سیستم متشکل از چند فرایند، انجام شود. بر اساس تئوری بهینه‌سازی، نتیجه بهینه‌سازی چند فرایند به صورت جداگانه، الزاماً با نتیجه بهینه‌سازی بصورت جامع یکسان نیست. بنابر تعریف، بهینه‌سازی به صورت جامع می‌تواند در برگیرنده ترکیبی از دو یا چند فرایند باشد. اعمال بهینه‌سازی جامع نیازمند درک صحیح «انرژی‌بری» تجهیزات در هر یک از فرایندها می‌باشد و به مراتب پیچیده‌تر از به کارگیری روش بهینه‌سازی موضعی می‌باشد. روش‌های کنترل بر اساس دینامیک انرژی‌بری و نظارت بر تمامی فرایندها و همچنین فناوری پینچ<sup>۲</sup> مبتنی بر اصل کاهش مصرف انرژی از طریق ترکیب فرایندها<sup>۳</sup>، از جمله روش‌های بهینه‌سازی به صورت جامع می‌باشند. (محمدی اردهالی، ۱۳۸۲)

## ۲. بیان مسئله و ضرورت تحقیق

برای ارزیابی بهره‌وری و کارایی انرژی کشورها، از آمار مقایسه‌ای استفاده شده که در آن شدت مصرف انرژی<sup>۴</sup> در ایران، با چند کشور در حال توسعه و صنعتی جهان مقایسه شده است. آمارهای داخلی و بین‌المللی در مورد شدت مصرف انرژی در ایران نشان می‌دهد که مصرف انرژی در بخش‌های مختلف اقتصادی ایران طی سال‌های گذشته، روند فزاینده رو به رشدی داشته است. در گزارش سال ۲۰۰۸ انجمن جهانی انرژی (WEC<sup>۵</sup>) تحت عنوان «سیاست‌های بهره‌وری انرژی در کشورهای جهان»، اطلاعات تولید ناخالص داخلی انرژی و شدت مصرف انرژی طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۶ برای کشورهای دنیا ارائه شده که در نمودار ۱ نشان داده شده است.

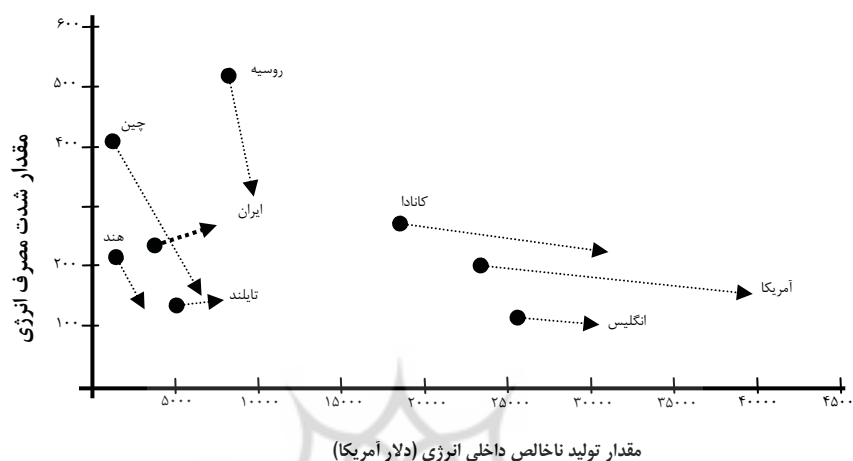
همانطور که در نمودار مشخص است طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۶، ایران بیشترین افزایش شدت مصرف انرژی را در بین کشورهای دنیا داشته و ادامه این روند طی سال‌های آتی می‌تواند برای اقتصاد کشور بحران‌آفرین بوده و ایران را از یک کشور صادرکننده به یک کشور واردکننده منابع انرژی تبدیل نماید.

1. Global  
2. Pinch  
3. Process Integration

۴. میزان مصرف انرژی به ازای مقدار معینی از تولید

5. World Energy Council

### نمودار ۱. شدت مصرف انرژی نهایی و تولید ناخالص داخلی در کشورها (۱۹۹۰-۲۰۰۶)



منبع:

WEC, 2008, Energy Efficiency Policies around the World: Review and Evaluation Executive Summary

با توجه به متوسط شدت رشد انرژی ۰/۴ در جهان، این رقم در ایران بیش از ۰/۶ برآورد گردیده، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت در کشور ما پتانسیل فراوانی برای بهینه‌سازی و اصلاح الگوی مصرف و افزایش کارایی انرژی تا یک سوم (۳۳ درصد) وجود دارد که درآمد حاصل از آن در حدود ۵ میلیارد دلار در سال تخمین زده می‌شود. شدت مصرف انرژی الکتریکی حدود ۰/۷ در سال طی دو دهه اخیر، مقایسه آماری نشان می‌دهد که شدت مصرف انرژی تقریباً دو برابر شدت رشد انرژی در جهان می‌باشد که این امر اهمیت و ضرورت مدیریت انرژی و اصلاح الگوی مصرف در بخش تقاضای انرژی کشور را مشخص می‌نماید.

بدون شک وظیفه کارشناسان بخش انرژی کشور، طراحی و معرفی راهکارهای مدیریت بهره‌وری و اصلاح الگوی مصرف در بخش تقاضای انرژی به نحوی است که بدون کاهش رفاه و بر خورداری از خدمات انرژی، تلفات انرژی را کاهش دهد. دستیابی به این مهم زمانی میسر می‌شود که به انرژی به مثابه سرمایه ملی نگریده شود و قضاوت‌های

سلیقه‌ای و بخشی جایگزین برخوردار علمی با آن نگردد.

اندازه‌گیری بهره‌وری و تعیین راهبردها و سیاست‌های اجرایی در جهت افزایش بهره‌وری و حساس‌سازی افکار عمومی برای مصرف بهینه انرژی می‌تواند زمینه‌ساز تسهیل پذیرش پیام در گروه‌های هدف (مخاطبین) و حساس‌سازی محیط کار و فعالیت گردیده و مدیران بنگاه‌های تولیدی و مصرف‌کنندگان نهایی را در نیل به هدف بهینه‌سازی مصرف انرژی؛ کمک می‌نماید. به طور کلی ارتقاء سطح بهره‌وری انرژی از ضرورت‌های غیر قابل انکار اقتصادی؛ ملی و استراتژیک کشور تلقی می‌گردد. به عبارت دیگر اگر بهره‌وری انرژی در کشور در همه سطوح به دقت ملحوظ شود؛ اقتصاد کشور ضمن برخورداری از رشدی بالاتر؛ به لحاظ حفظ توان صادرات نفت و گاز؛ بخش مهمی از سرمایه لازم را برای صنعتی شدن و رفاه گسترده‌تر عمومی به دست خواهد آورد. به بیان دیگر استفاده صحیح از انرژی؛ فرصت‌های گران‌بهایی را برای پیشرفت کشور فراهم خواهد ساخت؛ که در غیاب آن عملی نخواهد بود. (امامی میبدی؛ ۱۳۸۴؛ صص ۸۴ و ۸۵)

راهکارهای اجرایی بهبود و ارتقاء کارایی و سطح بهره‌وری انرژی را می‌توان به دو بخش راهکارهای قیمتی و راهکارهای غیر قیمتی تقسیم نمود. با توجه به اینکه راهکارهای قیمتی و سیاست‌های قیمت‌گذاری به دلیل پیچیدگی‌های خاص اقتصاد ایران بسیار مشکل است و غالباً با آزمون و خطا همراه بوده و تبعات اقتصادی فراوانی را برای جامعه به دنبال داشته است، بنابراین شناسایی راهکارهای غیر قیمتی اصلاح الگوی مصرف و افزایش بهره‌وری تقاضای انرژی می‌تواند مناسب‌ترین و سهل‌الوصول‌ترین گزینه در ایران باشد که پیامدهای اقتصادی منفی کمتری را به همراه خواهد داشت.

### ۳. اهداف تحقیق

**هدف اصلی:** تحقیق حاضر به دنبال یافتن مجموعه راه‌کارهایی برای مدیریت بهره‌وری از طریق اصلاح الگوی مصرف در بخش تقاضای انرژی در جمهوری اسلامی ایران می‌باشد.

در همین راستا اهداف فرعی تحقیق عبارتند از:

۱. معرفی راهکارهای اجرا شده در کشورهای پیشرو برای مدیریت بهره‌وری در بخش تقاضای انرژی.

۲. یافتن راه کارهای فرهنگ سازی برای مدیریت بهره‌وری از طریق اصلاح الگوی مصرف در بخش تقاضای انرژی کشور.

#### ۴. سؤالات تحقیق

سؤال اصلی: چه راهکارهایی، به‌ویژه بدون تعیین قیمت، برای مدیریت بهره‌وری از طریق اصلاح الگوی مصرف در بخش تقاضای انرژی در جمهوری اسلامی ایران وجود دارد؟

در همین راستا سؤالات فرعی تحقیق عبارتند از:

۱. دیگر کشورهای پیشرو در دنیا چه راه‌کارهایی را برای مدیریت بهره‌وری از طریق اصلاح الگوی مصرف در بخش تقاضای انرژی خود به کار می‌گیرند؟

۲. راهکارهای قانونی اصلاح الگوی مصرف و افزایش بهره‌وری در بخش تقاضای انرژی کشور کدام است؟

۳. آموزش‌های عمومی و تخصصی مورد نیاز برای اصلاح الگوی مصرف و افزایش بهره‌وری در بخش تقاضای انرژی کدامند؟

۴. به‌منظور اصلاح الگوی مصرف و افزایش بهره‌وری در بخش تقاضای انرژی چه فرهنگ سازی‌هایی باید صورت پذیرد؟

۵. آموزه‌های دینی و ارزش‌های اجتماعی چه نقشی در اصلاح الگوی مصرف و افزایش بهره‌وری در بخش تقاضای انرژی دارند؟

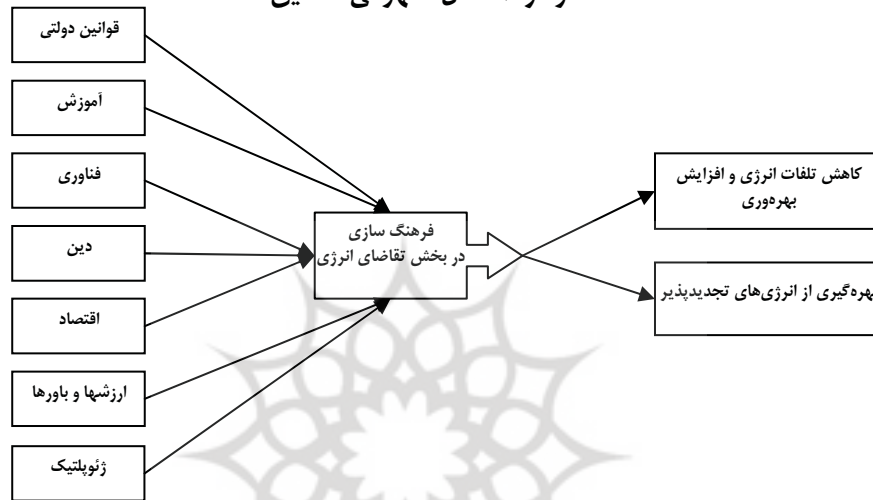
۶. مسائل ژئوپولیتیکی چه تاثیری بر اصلاح الگوی مصرف و افزایش بهره‌وری در بخش تقاضای انرژی دارد؟

#### ۵. مدل مفهومی تحقیق

تمام تحقیقات بر یک چارچوب مفهومی استوار است که متغیرهای مورد نظر و روابط میان آنها را مشخص می‌نماید (ادواردز و همکاران، ۱۳۸۰). در این تحقیق نیز با تکیه بر نتایج

مطالعات کتابخانه‌ای و میدانی و بر اساس ویژگی‌های خاص جمهوری اسلامی ایران در بخش انرژی، مؤلفه‌ها و اجزاء مدل پیشنهادی برای مدیریت بهره‌وری از طریق اصلاح الگوی مصرف در بخش تقاضای انرژی کشور به شرح زیر طراحی شده است:

### نمودار ۲. مدل مفهومی تحقیق



همانطور که در مدل فوق بیان شده؛ راهکارهای متفاوتی از جمله وضع قوانین دولتی؛ آموزش‌های عمومی و تخصصی؛ به کار گیری تکنولوژی؛ اعتقادات دینی و مذهبی؛ شرایط اقتصادی؛ ارزش‌ها و باورهای اجتماعی و حتی جغرافیا و شرایط آب و هوایی مصرف کنندگان انرژی؛ می‌تواند به منظور فرهنگ سازی و در نتیجه مدیریت بهره‌وری از طریق اصلاح الگوی مصرف توسط مصرف کنندگان مورد استفاده قرار گیرد. در ادامه مؤلفه‌ها و اجزاء ارائه شده در مدل مفهومی فوق مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار خواهد گرفت.

### ۶. روش‌شناسی تحقیق

تحقیق حاضر از نوع تحقیقات کاربردی و روش انجام آن به‌طور کلی کمی و پیمایشی می‌باشد. برای جمع‌آوری اطلاعات در زمینه راهکارهای مدیریت بهره‌وری از طریق اصلاح الگوی مصرف در بخش تقاضای انرژی و طراحی مدل مطلوب آن، بررسی



اسنادی، مطالعات بصورت کتابخانه‌ای و تطبیقی انجام شده است و ابزار مورد استفاده برای گردآوری اطلاعات، فیش‌برداری و تکمیل پرسشنامه می‌باشد. به منظور انجام تحقیق مراحل زیر انجام شده است:

**مرحله اول:** بررسی اسنادی و مطالعات کتابخانه‌ای در زمینه راهکارهای موجود به منظور مدیریت بهره‌وری از طریق اصلاح الگوی مصرف تقاضای انرژی در ایران و کشورهای پیشرو<sup>۱</sup> که دارای ویژگی‌های مورد نظر پژوهش حاضر می‌باشند و اطلاعات آنها در دسترس می‌باشد؛ صورت گرفت. بدین منظور از منابع کتابخانه‌ای، نشریات، اینترنت و بانک اطلاعات انرژی موسسه مطالعات بین‌المللی انرژی وزارت نفت ایران استفاده شده است. در همین مرحله، به منظور دریافت ایده‌های نو مطالعات میدانی از طریق مصاحبه با جامعه آماری شامل صاحب‌نظران و مدیران خبره حوزه انرژی انجام گرفت. همچنین با طراحی پرسشنامه ساختار یافته و نیمه ساختار یافته، میزان تطبیق نمونه‌های آماری با راهکارهای ارائه شده در مطالعات تطبیقی با شرایط بومی ایران اخذ و راهکارهای با ارتباط پایین، حذف گردیدند.

**مرحله دوم:** در این مرحله راهکارهای تایید شده در مطالعات تطبیقی و راهکارهای ارائه شده در مطالعات میدانی، جمع‌بندی و دسته‌بندی شده و در قالب یک الگوی جامع ارائه گردید.

**گام سوم:** جهت اصلاح نهایی و دریافت نظرات اصلاحی صاحب‌نظران و خبرگان، الگوی طراحی شده در اختیار آنان قرار گرفت و به روش دلفی الگوی نهایی راهکارهای غیرقیمتی مدیریت بهره‌وری از طریق اصلاح الگوی مصرف در بخش تقاضای انرژی در ایران طراحی گردید.

## ۷. مطالعات تطبیقی و پیشینه تحقیق

در زمینه پیشینه داخلی موضوع تحقیق حاضر لازم به توضیح است اگرچه تاکنون تحقیقات مشابهی در حوزه مدیریت بهره‌وری در بخش تقاضای انرژی کشور صورت پذیرفته است؛ اما به دلیل ماهیت پویای تحقیقات و پژوهش‌ها در این موضوع و تغییرات سریع موقعیتی در

بخش تقاضای انرژی؛ انجام مستمر و جامع چنین پژوهش‌هایی ضروری می‌باشد. پیش از بحث در خصوص پتانسیل‌های صرفه‌جویی انرژی و راهکارهای مدیریت بهره‌وری از طریق اصلاح الگوی مصرف تقاضای انرژی در هر کشور، ضروری است که این مفهوم را تعریف نمائیم. انواع مختلفی از پتانسیل‌های صرفه‌جویی انرژی، اعم از پتانسیل‌های فنی و اقتصادی، وجود دارند.

کمیسیون سلطنتی آلودگی محیط‌زیست (RCEP<sup>1</sup>, 1998)، سه نوع صرفه‌جویی انرژی را تعریف نموده که عبارتند از: فنی، اقتصادی و بازاری. صرفه‌جویی فنی، بزرگترین پتانسیل‌های صرفه‌جویی هستند که با اجرای کلیه اقدامات ممکن، به محض در دسترس قرار گرفتن، بدون توجه به هزینه اقدامات، اجرا می‌شوند. صرفه‌جویی اقتصادی به معنی اقداماتی است که با اجرای آن، مزایای خالص آن مثبت باشد. بدین منظور، کمیسیون سلطنتی آلودگی محیط‌زیست از نرخ‌های تنزیل حدود ۸ درصد برای بخش خانگی تا ۱۸ درصد برای بخش صنعت، استفاده می‌نماید. در این راستا، بسیاری از پروژه‌های صرفه‌جویی (بهینه‌سازی) که از نظر فنی ممکن هستند، از لحاظ اقتصادی مناسب و بادوام نیستند. باید توجه داشت که در این محاسبات، هزینه معاملات لحاظ نشده و از شکاف کارایی انرژی صرف‌نظر می‌شود (Soest D.van and E.H.Bulte, 2001, P.101). پتانسیل‌های صرفه‌جویی بازاری یا محتمل، بخشی از پتانسیل‌های اقتصادی هستند که انتظار می‌رود با توجه به سیاست فعلی دولت، در بخش‌های مختلف اقتصادی بالفعل شوند. این پتانسیل، مقدار نفوذ مورد انتظار بازار در سناریوی تجارت فعلی را نشان می‌دهد. قابل توجه این که پتانسیل‌های اقتصادی و بازاری به شدت، تحت تأثیر نرخ تنزیل استفاده شده می‌باشند. در ادامه به بررسی پتانسیل‌ها و سیاست‌های کاهش مصرف انرژی سه کشور انگلیس، هلند و تایلند و همچنین کشورهای عضو آکو بررسی خواهیم پرداخت. دلیل انتخاب این کشورها این است که سیاست‌ها و راهکارهای صرفه‌جویی و بهینه‌سازی ثبت شده خوبی دارند. راهکارهای اجرا شده برای کاهش مصرف انرژی در این کشورها، مجموعه‌ای متعادل و هم‌تراز از اقدامات قیمتی و غیر قیمتی را در بر می‌گیرد.

1. Royal Commission of Environmental Pollution

## ۱-۷. سیاست‌های صرفه‌جویی انرژی در انگلیس

در انگلیس نه تنها قیمت‌های انرژی، بلکه بسیاری سیاست‌های دیگر غیرقیمتی نیز موجب صرفه‌جویی و بهینه‌سازی انرژی می‌شوند که عبارتند از:

- **نهادهای کارایی انرژی:** تمرکز این نهادها بر ارتقاء و افزایش کارایی انرژی می‌باشد. کلیه کشورهای عضو اتحادیه اروپا نهادهای ملی، منطقه‌ای و یا محلی برای این منظور تأسیس نموده‌اند.

- **برنامه‌های ملی کارایی انرژی:** برنامه کارایی انرژی یک برنامه ملی با هدف ۲۰ درصد کاهش انتشار دی‌اکسید کربن<sup>۱</sup> تا سال ۲۰۱۵ نسبت به مقادیر سال ۱۹۹۰ به عنوان نقطه شروع، می‌باشد. بخش عمده این کاهش از طریق صرفه‌جویی انرژی بدست می‌آید.

- **کدهای فنی ساختمانی (مقررات ساختمانی):** استانداردهای کارایی انرژی در انگلیس تحت عنوان کدهای فنی ساختمانی برای ساختمان‌های مسکونی و غیرمسکونی تعریف شده و اجباری می‌باشند. کمیسیون اروپا آخرین دستورالعمل‌های کدهای فنی ساختمانی را برای کلیه اعضا تهیه نموده است. کدهای حرارتی ساختمان اجباری بوده و اخذ تأییدیه<sup>۲</sup> الزامی است.

- **برچسب‌گذاری و استانداردهای کارایی برای وسایل:** این دو سیاست مکملند. برچسب‌گذاری برای اغلب وسایل برقی در کلیه کشورهای عضو اتحادیه اروپا اجباری بوده و مقررات آن برای تمامی کشورها یکسان می‌باشد. مقررات براساس دستورالعمل‌های اتحادیه اروپا بوده و جایگزین مقررات فعلی می‌شوند. برچسب‌گذاری یخچال‌ها، ماشین‌های لباسشویی، لامپ‌ها و کلیه وسایل سرمایش و گرمایش اجباری است (WEC, 2001 b, p.135).

همچنین استانداردهای کارایی که به «استاندارد حداقل عملکرد انرژی» معروف می‌باشند، برای برخی وسایل برقی در کشورهای اروپایی اجباری است. در نتیجه متوسط مصرف برق وسایل برقی در ۳۰ سال اخیر در انگلیس از ۷۱۰ کیلووات ساعت در سال ۱۹۷۵ به ۶۴۵ کیلووات ساعت در سال ۱۹۹۵ کاهش یافته است (WEC, 2001 b, p.136).

- **اقدامات مالیاتی:** سیاست‌های مالیاتی شامل مالیات‌های خرید و مالکیت خودرو،

1. CO2

۲. در اروپا سیاستی تحت عنوان «گواهی سفید» وجود دارد که هنگامیکه ساختمان‌ها به اهداف مورد نظر از لحاظ صرفه‌جویی انرژی دست می‌یابند برای آنها صادر می‌شود و در صورت عدم دستیابی به اهداف تعیین شده جریمه‌ای برای آنها در نظر گرفته خواهد شد.

سوخت، عوارض جاده، از رده خارج نمودن خودروهای قدیمی و ورود خودروهای پاک با بازدهی بالا می‌باشد.

در انگلیس مصرف کنندگان باید هر ساله خودروهای خود را ثبت و مالیات مالکیت را که بیش از ۱۵۰ دلار (در سال ۲۰۰۱) است، بپردازند. در میان کشورهای اروپایی، انگلیس کمترین مالیات را در این زمینه، وضع نموده است. در این کشور مالیات جاده وجود ندارد و استفاده از بزرگراه‌ها عموماً رایگان است. مالیات‌های ویژه پرداخته شده در طول عمر یک خودرو، در انگلیس ۱۱۸۴۰ دلار تخمین زده می‌شود (WEC, 2001 a, p.85). در این کشور تخفیف مالیاتی برای سفرها به/از محل کار اعمال می‌شود. در هر حال تخفیف مالیاتی به مسافت‌های زیاد و یا استفاده از حمل و نقل عمومی محدود می‌شود.

• **پارانه‌ها و انگیزه‌های اقتصادی:** در اوایل سال ۲۰۰۱ دولت انگلستان برنامه کربن تراست<sup>۱</sup> را راه‌اندازی نمود. یک شرکت خصوصی از مؤسسات تجاری و بخش عمومی برای کاهش کربن تولیدی حمایت می‌نماید. اقدامات مالیاتی جدید از این برنامه، حمایت می‌نمایند. مالیات بر کربن یکی از مهم‌ترین مالیات‌های جدید مرتبط با انرژی است، که از آوریل ۲۰۰۱ اجرا می‌شود. میزان مالیات طی سال اول اجرای قانون بیش از یک میلیارد پوند انگلیس برآورد شده است. اقدامات افزایش سرمایه‌گذاری، شامل یک طرح اعطای کمک هزینه افزایشی سرمایه‌گذاری، کمک‌هائی به میزان حداکثر ۱۰۰ درصد در سال اول، برای وسایل صرفه‌جویی انرژی تأیید شده، در قبوض مالیات بر شرکت یا مالیات بر درآمد، اعطا می‌نمایند. (WEC, 2001 b, p.164)

## ۲-۷. سیاست‌های صرفه‌جویی انرژی در هلند

مطالعات متعددی در هلند بر روی بهینه‌سازی انرژی و کاهش مصرف انرژی در سطح ملی و محلی انجام شده و افق‌های زمانی متعددی داشته‌اند. روش مورد استفاده، بالا به پایین یا پایین به بالا بوده است. سیاست‌های غیرقیمتی صرفه‌جویی انرژی در هلند عبارتند از:

### • نهادهای کارایی انرژی

تمرکز این نهادها بر ارتقاء و افزایش کارایی انرژی است. اغلب فعالیت‌ها توسط Novem

وابسته به وزارت امور اقتصادی هلند، هماهنگ می‌شوند. Novem عمدتاً در بخش خانگی، برنامه‌ریزی محلی و ملی و محیط زیست، حمل و نقل، بخش عمومی، مدیریت آب و کشاورزی، مدیریت منابع طبیعی و شیلات فعالیت می‌نماید، اما علاوه بر این وظایف بین‌المللی متعددی، در نهادهایی مانند آژانس بین‌المللی انرژی، اتحادیه اروپا، سازمان ملل متحد و بانک جهانی بر عهده دارد (به نقل از سایت Novem هلند) Novem چهار اداره در هلند دارد و تأکید و تمرکز آن بر چهار موضوع: ساختمان‌های پایدار، عرضه پایدار انرژی، صنعت پایدار و حمل و نقل پایدار می‌باشد. این سازمان همچون واسطه‌ای میان دولت و فشارهای بازار (صنایع و مصرف‌کنندگان نهایی) عمل می‌نماید. بنابراین Novem ارتباط نزدیکی با بخش‌های متعدد صنعتی (ساخت و ساز، انرژی، کشاورزی، حمل و نقل) و همچنین مراجع تصمیم‌گیری محلی و استانی و نهادهای تحقیقاتی دارد (WEC, 2001 a, p.55).

#### • یارانه‌ها

یارانه مستقیم یا آشکار برای بهینه‌سازی انرژی یک اقدام موثر است. یارانه‌ها در هلند برای گزینه‌های ویژه صرفه‌جویی، چه در قالب کمک‌های بلاعوض یا وام‌های کم بهره پرداخت می‌شوند. مطالعات انجام شده (با استفاده از مدل رداکت<sup>۱</sup>) نشان می‌دهد که پرداخت ۳۰ درصد از سرمایه لازم برای یک گزینه بهینه‌سازی، منجر به افزایش بهره‌وری در بخش‌های صنعتی و خانگی می‌شود (بیش از ۲۰ درصد افزایش صرفه‌جویی) (Uyterlinde, et.al. 1999, p.117).

#### • مقررات

در کنار مشوق‌های مالی، ابزارهای مقرراتی نیز نقش مهمی در بهبودها کارایی دارند. در واقع، این مقررات به پر نمودن شکاف میان پتانسیل‌های شناخته شده صرفه‌جویی انرژی و دسترسی فنی، کمک می‌نماید. کدهای فنی ساختمانی و استانداردهای کارایی و زیست محیطی در هلند اجباری هستند. این عقیده وجود دارد که سهم فعلی بازار برای بسیاری از گزینه‌های بهینه‌سازی در بازار گرمایش مستقل مرکزی، در نتیجه اعمال ترکیبی از یارانه‌ها و مقررات بدست آمده است. همچنین شکل ملایم‌تر و با مداخله کمتر مقررات، در هلند اجرا می‌شود که

---

#### 1. REDUCE

توافقنامه های اختیاری (VA'S) نامیده می شوند که درجات آزادی زیادی برای شعب یا شرکت ها در زمینه تصمیم گیری در خصوص نحوه توافق بر روی یک سطح کارایی انرژی قابل حصول، بوجود می آورند. مزیت این روش این است که شرکت های موجود در یک بخش، بجای تدوین صریح دولتی و زمینه نحوه دستیابی به اهداف بهینه سازی، بهترین روش برای کسب یک هدف توافق شده کارایی انرژی تدوین و اجرا می نمایند. این کار با بهره گیری از دانش فنی افراد متخصص در آن بخش انجام می شود.

• برنامه های ملی کارایی انرژی

برنامه های ملی متعددی برای حفظ محیط زیست و کاهش دی اکسید کربن یا بهبود کارایی انرژی وجود دارد. برنامه «سومین بسته سفید» برای ۳۳ درصد بهبود کارایی انرژی (۱/۵ درصد در سال) برای دوره زمانی ۲۰۲۰-۱۹۹۵ هدف گذاری شده است. برنامه دیگری بنام «برنامه عملی بهینه سازی انرژی ۲۰۰۲-۱۹۹۲» برای افزایش بهبود کارایی انرژی بین ۱/۶ درصد تا ۲ درصد هدف گذاری شده است.

• کدهای فنی ساختمانی

استانداردهای کارایی انرژی حرارتی، از سال ۱۹۹۵ برای ساختمان های نوساز مسکونی و غیر مسکونی اجباری شده و مرتباً ارزیابی و کنترل می شوند. کمیسیون اروپا کدهای فنی ساختمانی حرارتی جدید را برای اعضای اتحادیه اروپا تهیه نموده که اجباری بوده و باید تأییدیه انرژی ساختمان اخذ شود.

• برچسب گذاری و استانداردهای کارایی برای وسایل

این دو سیاست مکملند. برچسب گذاری اجباری برای چندین وسیله برقی، در تمامی کشورهای عضو اتحادیه اروپا وجود دارد و بر پایه مقررات یکسان می باشد. مقررات براساس دستورالعمل های اتحادیه اروپا بوده و جایگزین مقررات فعلی می شوند. برچسب گذاری برای یخچال ها (از سال ۱۹۹۹) و ماشین های لباسشویی اجباری می باشد و برای لامپ ها هم طراحی شده است. (WEC, 2001 c, p.213).

• سیاست‌های خودروها

مالکیت خودرو در هلند از کشورهای همسایه آلمان و بلژیک کمتر است. سطح مالیات بر خرید خودرو در هلند بسیار بالاست. مالیات بر ارزش افزوده<sup>۱</sup> بر قیمت خالص اعمال شده و ۴۵/۲ درصد مالیات بر قیمت خالص اعمال می‌گردد. همچنین یک مالیات مالکیت سالانه نیز وجود دارد که براساس وزن و نوع سوخت تعیین می‌شود.

۳-۶. سیاست‌های صرفه‌جویی انرژی در تایلند

در سال ۲۰۰۰، براساس مطالعه «سیاست و استراتژی انرژی تایلند» پتانسیل اقتصادی صرفه‌جویی انرژی در تایلند تا سال ۲۰۲۵ برآورد گردید. این مطالعه بر اساس مجموعه‌ای از فرضیات کارایی برای سناریوی تجارت جاری<sup>۲</sup> در هریک از بخش‌های حمل و نقل، صنعت، مسکونی، تجاری و کشاورزی برای دوره‌های ۵ ساله انجام شده که تقاضای انرژی مربوط به توسعه طبیعی فشار بازار و اثرات سیاست‌ها و استراتژی‌های فعلی تایلند را ارائه می‌نماید (ERI, 2000).

به طور کلی استراتژی صرفه‌جویی انرژی در تایلند شامل ترکیبی از قیمت‌گذاری، اطلاع‌رسانی و آگاهی، مشوق‌های مالی و فنی، کمک و همیاری و مقررات (اجباری، اختیاری و تکمیلی) می‌شود. سیاست‌های غیرقیمتی صرفه‌جویی انرژی در تایلند عبارتند از:

• نهادهای کارایی انرژی

اداره ملی سیاست‌گذاری (NEPO) تایلند مسئولیت سیاست‌های تامین مالی بهینه‌سازی انرژی را از طریق برنامه سرمایه‌گذاری در ارتقاء بهینه‌سازی انرژی (ENCON) بر عهده دارد (NEPO, 2002 a).

• یارانه‌ها

یارانه‌ها در تایلند از محل درآمدهای نفتی و بهینه‌سازی تأمین می‌شوند. منابع به دست آمده از این وجوه به بسیاری از فعالیت‌های بهینه‌سازی تخصیص داده می‌شوند. با استفاده از روش بازگشت سرمایه ساده، نشان داده می‌شود که به طور متوسط زمان بازگشت سرمایه‌ها در ساختمان‌های

1. VAT  
2. BAU

دولتی، و مسکونی و کارخانه‌ها، حدود ۲ سال است (WEC, 2001 b, p.152).

• **کدهای ساختمانی**

استانداردهای کارایی انرژی حرارتی برای ساختمان‌ها اجباری بوده و اخذ گواهی کارایی از سال ۱۹۹۵ لازم است.

• **برچسب‌گذاری و استانداردهای کارایی برای وسایل**

برچسب‌گذاری یخچال‌ها و دستگاه‌های تهویه مطبوع الزامیست، طرح برچسب‌گذاری برای مورد اخیر براساس طرح مورد استفاده در استرالیا می‌باشد. بعلاوه برنامه‌های برچسب‌گذاری مقایسه‌ای اختیاری نیز وجود دارند و سودمندی خود را به اثبات رسانده‌اند (WEC, 2001, p.72). در جدول ۱ به طور خلاصه سیاست‌های غیرقیمتی کاهش مصرف انرژی در سه کشور انگلیس، هلند و تایلند نشان داده شده است.

**۴-۷. روش‌های صرفه‌جویی انرژی در کشورهای عضو اکو**

بر اساس گزارشی که از کارگاه آموزشی روش‌های صرفه‌جویی انرژی در کشورهای عضو سازمان همکاری اقتصادی<sup>۱</sup> در سال ۲۰۰۱ منتشر شده است، سیاست‌های کارایی انرژی این کشورها بر اساس سیاست‌های عرضه انرژی و زیست محیطی آنها توسعه یافته است و این سیاست‌ها به عنوان 3E (امنیت عرضه انرژی، حفاظت از محیط زیست و توسعه اقتصادی) شناخته می‌شود.

اقدامات زیر به منظور صرفه‌جویی انرژی و افزایش بهره‌وری انرژی در کشورهای عضو اکو توصیه شده است: (ECO, 2001)

۱. جمع‌آوری و گزارش اطلاعات انرژی و سایر اطلاعات مربوط به تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان
۲. توسعه و کنترل برنامه‌ها و استراتژی‌های کارایی انرژی
۳. انجام اقدامات قانونگذاری مانند قانون، استاندارد، مقررات و...
۴. ایجاد موسسه کارایی انرژی
۵. توسعه مدل‌های مشوق و محرک مالی

1 ECO



جدول ۱. خلاصه سیاست‌های کاهش مصرف انرژی

شرح	انگلیس	هلند	تایلند
نهاد‌های صرفه‌جویی انرژی (۱)	N,R	N,R	N
برنامه ملی کارایی انرژی	بله	بله	بله
کدهای فنی حرارتی ساختمانی	اجباری	اجباری و کنترل شده	اجباری و تأییدی
برچسب‌گذاری و استانداردهای کارایی انرژی	اجباری و کنترل شده	اجباری و کنترل شده	اجباری
اقدامات مالیاتی در مورد خودروها (۲)	PT,RT	PT,RT	--
یارانه‌ها و مشوق‌ها برای خودروهای پاک و کار (۳)	EC,CC	EC	پروژه‌های بهینه‌سازی
مالیات بر سوخت‌ها (۴)	A و ۰/۹۱ و ۰/۷۳	A و ۰/۷۱ و ۰/۷۳	A و ۰/۱۳ و ۰/۰۹
ممیزی‌های انرژی (۵)	--	D,C	D,C,G

منبع: WEC,2001 C

(۱) L,R,N به ترتیب نشان‌دهنده نهاد‌های ملی، منطقه‌ای و محلی می‌باشند.

(۲) RT,PT به ترتیب نشان‌دهنده مالیات فروش و مالیات ثبتی می‌باشند.

(۳) CC,EC به ترتیب نشان‌دهنده خودروهای برقی و خودروهای CNG می‌باشند.

(۴) A مالیات‌های همه سوخت‌ها را نشان می‌دهد، اعداد اول و دوم به ترتیب اشاره به مالیات بنزین و گازوئیل بر حسب دلار، دارند.

(۵) G,C,D به ترتیب به معنای ساختمان‌های مسکونی، تجاری و دولتی می‌باشند. در برخی موارد مصرف‌کننده بخشی از هزینه را پرداخت می‌نماید و در برخی موارد شرط دریافت یارانه، ممیزی انرژی است.

۶. انجام فعالیت‌های آموزشی و آگاه‌سازی و همچنین ممیزی انرژی

۷. ایجاد مکانیزم لازم برای توسعه فناوری، انتقال و گسترش آن

۸. تعهد قانونی دولت‌ها در مورد صرفه‌جویی انرژی

۹. همکاری‌های بین‌المللی به منظور تبادل دانش و تجربه کارایی انرژی

در کلیه کشورها به منظور کاهش مصرف انرژی ترکیبی از سیاست‌های قیمتی و غیر قیمتی وجود دارد و دولت‌ها در اجرای سیاست‌های بهینه‌سازی انرژی، ارزیابی نتایج و رضایتمندی مصرف‌کنندگان انرژی، نقش اساسی دارند. به منظور اجرا و کنترل، سازمان‌های خاص تقریباً غیر دولتی، تاسیس شده‌اند. وجود این سازمان‌ها برای اطمینان از

موفقیت سیاست‌های انرژی ضروری تشخیص داده شده است (مقدم، ۱۳۸۳، ص. ۲۹۲). در مجموع می‌توان گفت در کشورهای پیشرو، سیاست‌های غیر قیمتی صرفه‌جویی انرژی بیشتر از طریق اقداماتی مانند تأسیس نهادهای کارایی انرژی، برنامه‌های ملی کارایی انرژی، کاهش تلفات بخش انرژی اولیه، اعمال کدهای فنی ساختمانی اجباری و اخذ تأییدیه‌های ساختمانی الزامی، برچسب‌گذاری استانداردهای کارایی برای وسایل برقی، اقدامات مالیاتی، یارانه‌ها و سیاست جامع حمل و نقل، قابل دستیابی می‌باشند. تجارت بهینه‌سازی انرژی انگلیس، هلند و تایلند که قیمت‌گذاری مناسب را با سیاست‌های غیر قیمتی ترکیب نموده‌اند، نشان می‌دهد که طی یک دوره ۲۰ ساله، بیش از ۴۰ درصد مصرف انرژی سال پایه، به طور واقع‌بینانه قابل صرفه‌جویی است. در نتیجه کنار سیاست‌های قیمت‌گذاری انرژی، اجرای سیاست‌های غیر قیمتی مناسب، پتانسیل بهینه‌سازی بسیار بیشتری را در دسترس قرار خواهد داد که منجر به اقتصادی‌تر خواهد شد. این سیاست برای جلوگیری از کاهش سریع درآمدهای ارزی نفت و توسعه اقتصادی ایران در افق چشم انداز ۲۰ ساله کشور (تا سال ۱۴۰۴ شمسی) شرط لازم و ضروری به نظر می‌رسد.

## ۸. یافته‌های تحقیق

به‌طور کلی یافته‌های تحقیق حاضر در زمینه راهکارهای کاربردی غیر قیمتی اصلاح الگوی مصرف انرژی در جمهوری اسلامی ایران در پنج بخش ارائه می‌شود:

### ۸-۱. راهکارهای قوانین و مقررات

دولت می‌تواند با وضع قوانین و مقررات خاص در بخش تقاضای انرژی کشور، الگوی مصرف انرژی را اصلاح نماید. بخش عمده این قوانین که در سایر کشورها نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند عبارتند از:

تأسیس نهادهای کارایی انرژی، برنامه‌های ملی کارایی انرژی، اعمال کدهای فنی ساختمانی اجباری و اختیاری و اخذ تأییدیه‌های ساختمانی الزامی، برچسب‌گذاری استانداردهای کارایی برای وسایل و تجهیزات، اقدامات مالیاتی، یارانه‌های تشویقی و محرک‌های مالی.

## ۲-۸. راهکارهای فرهنگ سازی

فرهنگ مجموعه‌ای از نمادها، نهادها و روش‌های یک جامعه است که رفتار انسان‌های آن جامعه را تعیین تنظیم می‌نماید. البته این نمادها ممکن است ناملموس باشند مانند دیدگاه‌ها، باورها، ارزش‌ها و غیره. بهبود فرهنگ مصرف انرژی در حالت کلی تابع موارد یا مؤلفه‌های زیر است:

- ارتقاء سطح آگاهی عمومی مصرف کنندگان در زمینه انرژی‌های اولیه.
- راهنمایی و هدایت مصرف کنندگان در جهت مصرف منطقی و بموقع انرژی.
- بهبود فرهنگ استفاده از وسایل و تجهیزات (دانش فنی) مصرف کنندگان انرژی و رعایت اصول بهره‌برداری صحیح و نگهداری و تعمیرات پیشگراانه وسایل انرژی‌بر.
- آشناسازی مصرف کنندگان با روش‌های صرفه جوئی انرژی به منظور کاهش تلفات آن.

• در سازمان‌های دولتی و غیردولتی (خصوصاً سازمان‌های بزرگ)، واحدی به نام «مدیریت صرفه جوئی انرژی» ایجاد گردد که مسئول بررسی نحوه مصرف انرژی در سازمان و کاهش اتلاف منابع انرژی با استفاده آموزش‌های تخصصی در سازمان مربوطه باشد.

- جایگزینی انرژی برق با سایر انرژی‌ها.
- ایجاد انگیزه و رغبت در مصرف کنندگان برای ایجاد روحیه همبستگی، وفاق، مشارکت و احساس مسئولیت اجتماعی به عنوان هنجارها و باورهای ارزشی در جامعه.
- افزایش آگاهی مصرف کنندگان در زمینه خرید وسایل انرژی‌بر و مقدار مصرف آنها.

• تعلیم هنجارهای رفتاری، ارتقاء رشد فکری مردم و اصلاح سبک زندگی مردم به منظور درک ارزش منابع انرژی از طریق رسانه‌ها، در قالب برنامه‌ها یا مقالاتی که تحت نظر متخصصین با تجربه و آگاه تهیه شود و در عین حال تلاش برای معرفی اسراف منابع انرژی به عنوان رفتاری کوتاه فکراانه و غیرعقلایی به مردم.

- ترویج اعتقادات دینی، به عقیده بسیاری از صاحب نظران با توجه به نقش عمده فرهنگ و اعتقادات دینی در آموزش پذیری جامعه، راهکار نهایی پایان دادن به بهره‌برداری

بی حد و حصر انسان از منابع طبیعی و ایجاد روحیه مسئولیت پذیری مشترک به منظور حفاظت از محیط زیست، احیای فرهنگ‌های اصیل ملت‌ها و رویکرد دینی و بهره‌گیری از رهنمودهای ادیان الهی است.

### ۸-۳. راهکارهای آموزشی

به‌طور کلی راهکارهای آموزشی برای اصلاح الگوی مصرف تقاضای انرژی در کشور به دو بخش آموزش‌های عمومی و آموزش‌های تخصصی تقسیم می‌شود.

• **آموزش‌های عمومی:** دولت بایستی در چارچوب یک برنامه گسترده در رسانه‌های جمعی و تبلیغاتی و همچنین کتاب‌های درسی، میزان اتلاف منابع انرژی را به اطلاع مردم برساند و فرهنگ صرفه‌جویی و جلوگیری از اتلاف انرژی در مردم، به ویژه در نوجوانان و جوانان، پرورش داده شود و روش‌های استفاده صحیح از این منابع به آنان آموزش داده شود.

• **آموزش‌های تخصصی:** با توجه به تجربیات کشورهای موفق و پیشرو و همچنین با توجه به نتایج مطلوب ارزیابی دوره‌های آموزشی تخصصی مدیریت انرژی که طی برنامه‌های پنج‌ساله دوم و سوم توسعه کشور برای کارشناسان و مدیران انرژی برگزار شده، ضرورت استمرار و ارتقاء این دوره‌های بنیادین به صورت آموزش‌های تخصصی و کاربردی مدیریت انرژی در کشور به اثبات رسیده است. برخی از نتایج حاصل از برگزاری دوره‌های آموزشی تخصصی مدیریت انرژی در کشور عبارتند از:

- انتقال دانش و فرهنگ بهینه‌سازی انرژی.
- انتقال دانش در خصوص فناوری‌های نوین بهینه‌سازی انرژی در تمامی بخش‌های مصرف‌کننده
- فرهنگ‌سازی در صنایع کشور به منظور استفاده بهینه از انرژی.
- اجرای اقدامات بدون هزینه و یا کم هزینه مدیریت بهره‌وری از طریق اصلاح الگوی مصرف تقاضای انرژی در صنایع کشور.

- صرفه‌جویی ویژه انرژی<sup>۱</sup> و هزینه‌های انرژی در صنعت کشور. (مرکز ملی آموزش مدیریت انرژی، ۱۳۸۵)

#### ۴-۸. راهکارهای کاهش تلفات انرژی

بخشی از انرژی داخلی استخراج شده و یا بدون پالایش و تبدیل مورد استفاده قرار می‌گیرند، انرژی اولیه<sup>۲</sup> اطلاق می‌شود. به عبارت دیگر، انرژی اولیه صورتی از انرژی است که در طبیعت در دسترس می‌باشد. انرژی اولیه شامل نفت خام، گاز طبیعی غنی، میعانات گازی، زغال سنگ، برق آبی، انرژی هسته‌ای، انرژی خورشیدی، انرژی زمین گرمایی و سوخت‌های سنتی می‌باشد.

همچنین انرژی نهایی<sup>۳</sup> بیانگر مصرف انرژی توسط مصرف‌کنندگان در بخش‌های مختلف است که از محل انرژی اولیه و انرژی ثانویه<sup>۴</sup> تامین می‌گردد. به عبارت دیگر انرژی نهایی عبارت است از هر نوع انرژی (اعم از اولیه یا ثانویه) که پس از کسر تلفات توزیع و مقادیر ذخیره شده، برای خرید در دسترس مصرف‌کننده قرار می‌گیرد، مانند بنزین موجود در جایگاه‌های فروش یا برقی که در دسترس خانوارها قرار می‌گیرد. بنابراین رابطه زیر بین انرژی اولیه و انرژی نهایی برقرار است:

$$\text{انرژی نهایی} + \text{تلفات تبدیل}^{\circ} + \text{تلفات انتقال}^{\circ} + \text{توزیع}^{\circ} = \text{انرژی اولیه}^{\circ}$$

در تبدیل انرژی نهایی، انرژی مورد نیاز وارد فرآیندی می‌شود که بر اساس بازده تجهیزات و دستگاه‌های مصرف‌کننده بخشی از آن هنگام انتقال تلف شده و مابقی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این اتلاف انرژی تقریباً غیر قابل اجتناب است، اما با استفاده از راهکارهایی می‌توان آن را کاهش داد. اگرچه ممکن است برخی از این راهکارها، هزینه‌های متوسط و بالایی داشته باشند، اما با صرفه‌جویی انرژی علاوه بر مزایای ذکر شده برای چرخه اقتصاد کشور، طی یک دوره زمانی، مبلغ هزینه شده بازگشت داده خواهد شد

1. SEC
2. Primary Energy
3. Final Energy
4. Derived Energy
5. Transformation Losses
6. Transmission and Distribution Losses

و پس از آن به هم سود اقتصادی خواهد داشت. بعنوان مثال به دلیل غیر استاندارد بودن آسفالت اغلب بزرگراه‌ها و جاده‌های کشور، سالانه مقدار فراوانی انرژی در بخش حمل و نقل به دلیل استحکاک زیاد وسایل نقلیه تلف می‌شود. بنابراین که با صرف هزینه بیشتر و ساخت آسفالت‌های استاندارد، علاوه بر طول عمر بیشتر سطح جاده‌ها، موجب مدیریت بهره‌وری از طریق اصلاح الگوی مصرف سوخت و همچنین طول عمر در وسایل نقلیه می‌گردد. در مثالی دیگر، با توجه به اینکه تلفات انرژی در انتقال گاز نسبت به تلفات انرژی در انتقال برق کمتر است، می‌توان به جای تبدیل گاز به برق در مناطق نفت خیز جنوب کشور شود و انتقال آن به شهرهای بزرگ مانند تهران گاز تولیدی را به پالایشگاه‌های نزدیک شهرهای بزرگ منتقل و پس از آن برق تولید نمود در نتیجه تلفات انرژی از انتقال بسیار کمتر خواهد شد.

#### ۸-۵. راهکارهای بهره‌گیری از انرژی‌های تجدیدپذیر<sup>۱</sup>

در سال‌های آینده به دلیل بحران‌های سیاسی، اقتصادی و همچنین مسائلی نظیر محدودیت منابع تجدیدناپذیر، نگرانی‌های زیست‌محیطی، ازدیاد جمعیت و رشد اقتصادی، تأمین تقاضای انرژی از مباحث مهمی است که برنامه‌ریزان انرژی بر آن می‌دارد تا برنامه‌های آینده راه کارهای مناسب برای استفاده بیشتر از انرژی‌های تجدیدپذیر را در صورت وجود پتانسیل در منطقه و اقتصادی بودن آن به منظور کاهش مصرف انرژی‌های فسیلی مورد بررسی بیشتر قرار دهند. انرژی‌های نو شامل انرژی بادی، خورشیدی، بیوماس، بیوگاز، انرژی هیدروژنی، زمین گرمایی، انرژی آبی و جزر و مد دریا می‌باشند. در ادامه وضعیت این انرژی‌ها در ایران بررسی می‌گردد:

##### • انرژی باد

ایران کشوری است با باد متوسط که در برخی از مناطق باد مناسب و مداومی برای تولید برق وجود دارد. از انرژی باد می‌توان برای تولید برق، پمپاژ آب از چاه‌ها و رودخانه‌ها،

آسیاب غلات و گندم، گرمایش خانه و موارد مشابه استفاده نمود. ولی هزینه غیر اقتصادی استفاده از این انرژی، کاربرد آنرا محدود ساخته است.

#### • انرژی خورشیدی

با توجه به اولویت‌های اقتصادی، فناوری ساخت و مشخصه‌های خاص هر یک از تأسیسات خورشیدی، عمدتاً دو نوع تأسیسات خورشیدی دودکش و سهموی خطی با توجه به شرایط ایران امکان‌سنجی اقتصادی شده است. ایران روی کمربند خورشیدی جهان قرار گرفته و یکی از کشورهای است که از تشعشعات خورشیدی مطلوبی برخوردار می‌باشد. با توجه به جغرافیای کوهستانی ایران و قرار گرفتن اکثر نقاط آن در ارتفاعی بالاتر از ۱۰۰۰ متر از سطح دریا، توان دریافت تشعشعات خورشیدی آن بیشتر خواهد بود. طرح‌های خورشیدی در ایران شامل تأسیسات دریافت کننده مرکزی، سهموی خطی و سیستم فتوولتائیک و آبگرمکن‌های خورشیدی می‌باشند. (سازمان بهینه‌سازی مصرف سوخت کشور، ۱۳۸۲، ص ۶۸)

#### • بیوماس و بیوگاز

بیوماس، اصطلاحی است در زمینه انرژی، برای توصیف کلیه محصولات ناشی از فتوسنتز، میان انواع منابع تجدیدپذیر، که برخی از آنها عبارتند از:

##### - محصولات و ضایعات کشاورزی

مقدار زیادی محصول کشاورزی در سال تولید می‌شود و ضایعات آن نیز بسیار زیاد است که بسیاری از آنها مجدداً استفاده نمی‌شود. از یک لحاظ ضایعات کشاورزی را می‌توان به دو دسته تقسیم نمود. ضایعات داخل مزارع یا کشتزارها و یا خارج از مزارع. ضایعات داخل مزارع به عنوان کود مورد استفاده قرار می‌گیرند، ولی فرآورده‌های انرژی‌زای مهم محصولات و ضایعات کشاورزی شامل الکل و بیوگاز می‌باشند.

##### - ضایعات و فاضلاب‌های صنعتی

این مورد شامل پساب‌های کارخانجات مختلف مثل صنایع نساجی، الکل‌سازی، چوب و کاغذ و پساب صنایع غذایی مانند آب پنیر، ملاس و تفاله میوه‌ها می‌باشد. در پساب

کارخانجات مذکور میزان زیادی بیوماس وجود دارد که از آنها برای تولید انرژی و خوراک دام می‌توان استفاده نمود. در مورد تولید انرژی، بیشتر مسئله تولید الکترولیت از این پساب مطرح است. در ایران مقادیر زیادی تفاله و ضایعات میوه تولید می‌شود که دفع آن مشکلات زیست محیطی فراوانی را ایجاد نموده است.

• ضایعات جامد، فاضلاب‌ها و فضولات دامی

ضایعات جامد شهری، زباله‌ها را شامل می‌شوند که شامل دو نوع، زباله‌های معمولی و ویژه می‌باشند.

الف. زباله‌های معمولی، مانند زباله‌های منازل، زباله‌های حجیم خانگی، زباله‌های غیر آلوده بیمارستانی، زباله باغ‌ها و گلخانه‌ها و زباله بخش کسبه و ادارات.  
ب. زباله‌های ویژه، مانند زباله‌های صنعتی، نخاله‌های ساختمانی، لاستیک‌های فرسوده، مواد رادیواکتیو و زباله‌های آلوده بیمارستانی.

بهترین روش برای حذف ضایعات جامد و استفاده بهینه از آنها تهیه کمپوست است که توسط میکروارگانیسم‌های مختلف در حضور رطوبت و گرما در شرایط تخمیر هوازی صورت می‌گیرد. با توجه به حجم بسیار زیاد زباله شهرهای بزرگ در ایران، روش کمپوست مقرون به صرفه می‌باشد. در کشورهای مختلف از روش‌های مختلف برای تبدیل ضایعات جامد به گاز استفاده می‌شود. گاز ایجاد شده در ژنراتورها و توربین‌های بخار نهایتاً به برق تبدیل شده و مورد استفاده قرار می‌گیرد. پسماندهای حاصل از پخت و پز منبع مناسبی برای تولید بیوگاز هستند. بیوگاز حاصل، می‌تواند جایگزین سوخت‌های فسیلی پخت و پز گردد.

• انرژی زمین گرمایی

انرژی زمین گرمایی از حرارت حاصل از تجزیه مواد رادیواکتیو، هسته‌مذاب کره، کوهزایی و واکنش‌های درون زمین سرچشمه می‌گیرد. موقعیت مخازن انرژی زمین گرمایی اکثراً بر کمربند زمین لرزه جهان قرار دارد. بنابراین با توجه به قرار داشتن ایران روی کمربند زلزله، پتانسیل قابل توجهی در این زمینه برخوردار است. وجود کوه‌های آتشفشانی و چشمه‌های آب گرم در اکثر نقاط ایران، نشان‌دهنده پتانسیل زمین گرمایی ایران است.



#### • انرژی هیدروژنی

برق و حرارت مورد نیاز برای تولید هیدروژن به روش های متفاوت (الکترولیز، ترموشیمیایی، فتولیز و ترمولیز) به وسیله منابع انرژی تجدیدپذیر گوناگون قابل تهیه می باشد. برای تولید هیدروژن انرژی به صورت برق و یا به صورت حرارت مورد استفاده قرار می گیرد. از انرژی هیدروژنی از طریق آب، با استفاده از روش الکترولیز قلیایی یا از ذخیره سازی می توان به عنوان سوخت وسایل نقلیه، سوخت نیروگاه ها و مصرف انرژی در بخش خانگی استفاده نمود. با استفاده از انرژی زمین گرمایی می توان از انرژی هیدروژنی تولیدی از طریق الکترولیز پیشرفته از نوع بخار آب با درجه حرارت بالا، جهت مصرف در بخش های حمل و نقل، صنعتی و گرمایش در بخش خانگی و تجاری استفاده نمود. انرژی خورشیدی برای تولید انرژی های هیدروژنی با روش الکترولیز قلیایی در بخش حمل و نقل به کار گرفته می شود و همچنین با استفاده از هیدروژن آزاد شده از طریق پیل سوختی می توان برق نیز تولید نمود.

#### • انرژی هسته ای

در ایران تاکنون برای تولید برق از انرژی هسته ای استفاده نشده است، در صورتی که با توجه به تجدیدپذیر بودن انرژی هسته ای و مهیا بودن تمام مواد اولیه آن در ایران، امکان به کارگیری گسترده آن در شبکه برق کشور وجود دارد. از طرفی در مقایسه با سایر انرژی های تجدیدپذیر، در صورت وجود مواد اولیه و فناوری های مورد نیاز، انرژی هسته ای می تواند انرژی الکتریسته بیشتر و ارزان تری را وارد شبکه برق هر کشوری نماید.

#### ۸-۶. احیاء و به روز رسانی شیوه های سنتی بهره برداری از انرژی

یکی دیگر از راهکارهای برخواسته از فرهنگ بومی برای مدیریت بهره وری از طریق اصلاح الگوی مصرف در بخش تقاضای انرژی در کشور، استفاده از انرژی های پاک به روش های سنتی است. در فرهنگ بومی و ملی ایرانیان روش های متعددی بهره برداری از انرژی های پاک ابداع شده است که بازشناسی و به روز رسانی آنها می تواند در مدیریت بهره وری از طریق اصلاح الگوی مصرف تقاضای انرژی در کشور موثر باشد.

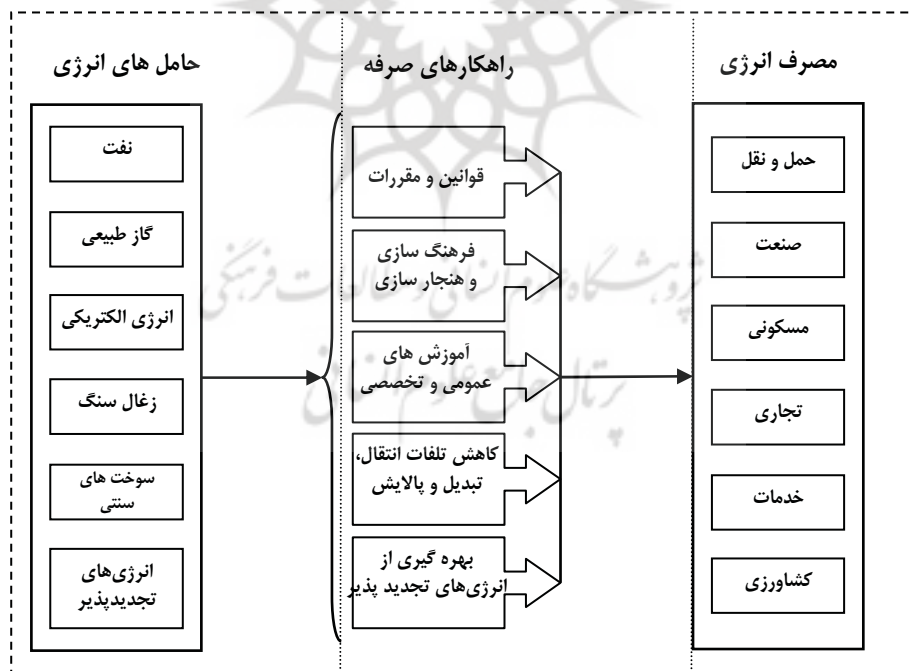
بعنوان مثال احیاء قنات ها که در گذشته بسیار مرسوم بوده و می توان بدون مصرف

انرژی الکتریکی، زمین‌های کشاورزی را آبیاری نمود. احیاء آسیاب‌های آبی، احیاء سیستم‌های بادگیری خنک کننده در خانه‌های قدیمی شهر یزد، استفاده از اختلاف سطح رودخانه‌ها و به کارگیری دینام در تولید برق و... از دیگر روش‌های استفاده از انرژی‌های پاک به روش سنتی می‌باشند.

### ۹. مدل نهایی تحقیق

پس از بررسی و آزمون اجزاء مدل مفهومی تحقیق و با استفاده از نظر خبرگان و بهره‌گیری از تجارب مدیران داخلی و خارجی بخش انرژی در رابطه با راهکارهای غیر قیمتی مدیریت بهره‌وری از طریق اصلاح الگوی مصرف انرژی، مدل مفهومی تحقیق توسعه یافته و بومی سازی شده است (کاربردی نمودن مدل) و در نهایت مدل نهایی تحقیق طراحی شده که در نمودار ۳ ارائه گردیده است.

### نمودار ۳. مدل نهایی تحقیق راهکارهای غیر قیمتی مدیریت بهره‌وری از طریق اصلاح الگوی مصرف تقاضای انرژی در ایران



همانطور که در مدل نهایی تحقیق مشاهده می شود امکان بهره‌برداری از آن بخش‌های مختلف کشور کاملاً عملیاتی بوده و در راستای هدف‌های از پیش تعیین شده تحقیق می‌باشد.

### ۱۰. جمع بندی و پیشنهادات

روند مصرف انرژی در کشورهای در حال توسعه نشان می‌دهد که رشد جمعیت، توسعه فنی، اقتدار سیاسی، استقلال ملی و شکوفایی فرهنگی، رابطه مستقیمی با مصرف انرژی دارد. این در حالی است که رشد مصرف انرژی و افزایش نیاز به انرژی از یک سو و محدودیت ذخایر و پایان پذیر بودن منابع انرژی فسیلی و مشکلات زیست‌محیطی ناشی از مصرف این منابع از سوی دیگر، دلایل قابل توجهی است که ضرورت صرفه‌جویی مصرف انرژی در جوامع بشری را یادآور می‌شود.

در جمهوری اسلامی ایران علیرغم اینکه بر اساس اعتقادات دینی جامعه، صرفه‌جویی و دوری از اسراف یک امر پسندیده و واجب محسوب می‌شود، به دلیل ارزان بودن قیمت حامل‌های انرژی و در دسترس بودن انواع منابع انرژی، سبب شده تا کشور ما با تاخیر قابل توجهی به ضرورت بهینه‌سازی مصرف انرژی بپایان نرسد. با این وجود آنچه مسلم است اتخاذ راهکارهای مناسب برای جلوگیری از اتلاف و مصرف بی‌رویه انرژی در ایران نیز روز به روز بیشتر احساس می‌شود، زیرا جلوگیری از هدر رفتن سوخت‌های فسیلی، علاوه بر دستیابی سریعتر به توسعه پایدار و حفظ منابع برای نسل‌های آینده، حفاظت از محیط زیست که یکی از معضلات اصلی جوامع امروز است را نیز در پی خواهد داشت و با توجه به اقدامات جهانی در زمینه کاهش آلاینده‌ها این خود عامل دیگری برای تلاش هر چه بیشتر در این زمینه بشمار می‌رود.

دستاوردهای تحقیق حاضر می‌تواند گامی مثبت در جهت اتخاذ سیاست‌ها و راهکارهای غیر قیمتی مدیریت بهره‌وری از طریق اصلاح الگوی مصرف در بخش تقاضای انرژی در ایران باشد که برای تحقق این امر مهم لازم است:

۱. راهکارهای پیشنهادی که در یافته‌های این تحقیق بیان شد، بطور جدی مورد توجه دستگاه‌های مربوطه قرار گیرد.

۲. با توجه به دستیابی ایران به انرژی هسته‌ای جهت بهره‌مندی از مناسب‌ترین انرژی تجدیدپذیر در ایران، ایجاد نیروگاه‌های هسته‌ای با اولویت در برنامه‌های دولت قرار گیرد.
۳. با توجه به شرایط جغرافیایی و میزان تابش آفتاب در ایران، موضوع انرژی خورشیدی نیز با جدیت دنبال گردد.
۴. با توجه به اعتقادات و باورهای دینی و اسلامی و پابندی مردم به نظرات علما و مراجع دینی، توصیه‌های شرعی در مورد صرفه‌جویی در مصرف انرژی به مردم داده شود.
۵. دشواری تولید و عرضه انرژی اولیه و اهمیت مدیریت بهره‌وری از طریق اصلاح الگوی مصرف در بخش تقاضای انرژی و صرفه‌جویی در مصرف انرژی، در مدارس، دانشگاه‌ها و مراکز علمی و همچنین از طریق رسانه‌های جمعی بطور مرتب و با شیوه‌های مناسب، اطلاع‌رسانی شود.
۶. اهمیت حفظ سلامت انسان و محیط زیست که با مصرف بی‌رویه انرژی به مخاطره افتاده و همچنین خطراتی که با روند صعودی موجود مصرف انرژی متوجه مردم ایران است را از نظر اقتصادی، اجتماعی، سیاسی و... به مردم اطلاع‌رسانی شود.
۷. درج مطالبی در خصوص اهمیت انرژی و ضرورت صرفه‌جویی در مصرف آن در کلیه کتب و منابع از پیش دبستانی تا مقاطع دانشگاهی و بخصوص رسانه‌های عمومی

## ۱۱. منابع و مآخذ

۱. وزارت نیرو؛ (۱۳۸۶)؛ «آمار و نمودارهای انرژی ایران و جهان ۱۳۸۵»، دفتر برنامه‌ریزی کلان برق و انرژی وزارت نیرو جمهوری اسلامی ایران
۲. امامی میدی؛ علی؛ (۱۳۸۴)؛ «اصول اندازه‌گیری کارایی و بهره‌وری (علمی-کاربردی)»؛ تهران: موسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی.
۳. ادواردز و همکاران؛ (۱۳۸۰)؛ «تحقیق پیمایشی: راهنمای عمل»، ترجمه سیدمحمد اعرابی و داوود ایزدی، ایران، تهران: دفتر پژوهش‌های فرهنگی.
۴. عشقی ملایری، بهروز؛ (۱۳۸۴)؛ «مجموعه مقالات دومین کنفرانس روش‌های پیشگیری از اتلاف منابع ملی»، تهران: فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران، صص. ۶۱۳-۶۱۸.

۵. سازمان بهینه‌سازی مصرف سوخت کشور؛ (۱۳۸۲)؛ «اطلاعات انرژی کشور ۱۳۸۰»، ایران، تهران: واحد تولید نشر ذره.
۶. صادقی، علی (۱۳۸۷)، «تمدن گازی ایران»، پایگاه خبری تحلیلی نفت ایران و جهان (نفت نیوز).
۷. محمدی اردهالی، مرتضی؛ (۱۳۸۲)؛ «مفاهیم بهینه‌سازی مصرف انرژی»، مجله اقتصاد انرژی، شماره آبان ۱۳۸۱، ایران.
۸. مقدم، محمدرضا؛ (۱۳۸۳)؛ «اصلاح سبد انرژی ایران تا سال ۱۴۰۰»، ایران، تهران: انتشارات نگاه شرقی سبز.
۹. مرکز ملی آموزش مدیریت انرژی (NTCEM)، (۱۳۸۷)؛ «معرفی مرکز ملی آموزش مدیریت انرژی در صنعت کشور»، معاونت امور برق و انرژی وزارت نیرو جمهوری اسلامی ایران.
10. Beightler, C.S., D.T. Phillips, and D. J. Wilde., (1979). Foundations of Optimization (2nd ed.). Englewood Cliffs, NJ: Printice-Hall.
11. ECO, (2001). ECO Regions Energy Conservation and Efficiency Workshop, Ankara, Turkey, October 2001
12. ERI (Energy Research Institute), (2000). "Thailand Energy Strategy and Policy", Chulalongkom University, Bangkok, Thailand.
13. NEPO, (2002) b. "Outcome of the Energy Conservation Program Implementation During the Fiscal Period 1995-1999", National Energy Policy Office: Office of the Prime Minister of Thailand
14. RCEP, (1998). "Prospects for Energy Saving and Reducing Demand for Energy in the UK.", Royal Commission Environmental Pollution.
15. Soest D.van and E.H.Bulte, (2001). "Does the Energy-Efficiency Paradox Exist? Technological Progress and Uncertainty", Environmental & Resource Economics, 18(1), pp.101-112.
16. Uyterlinde M.A., et.al, (1999). "Integrated Evaluation of Energy Conservation", National Report for the Netherlands, Energy Research Center of the Netherlands, Report No. ECNC-99-005.
17. World Energy Council(WEC), (2001) a. "Energy Efficiency Policies and Indicators", a Report by the Word Energy Council, October 2001, London, United Kingdom.
18. World Energy Council(WEC), (2008). "Energy Efficiency Policies around the World: Review and Evaluation Executive Summary", a Report by the Word Energy Council, London, United Kingdom, ISBN: 0 946121 30 3.