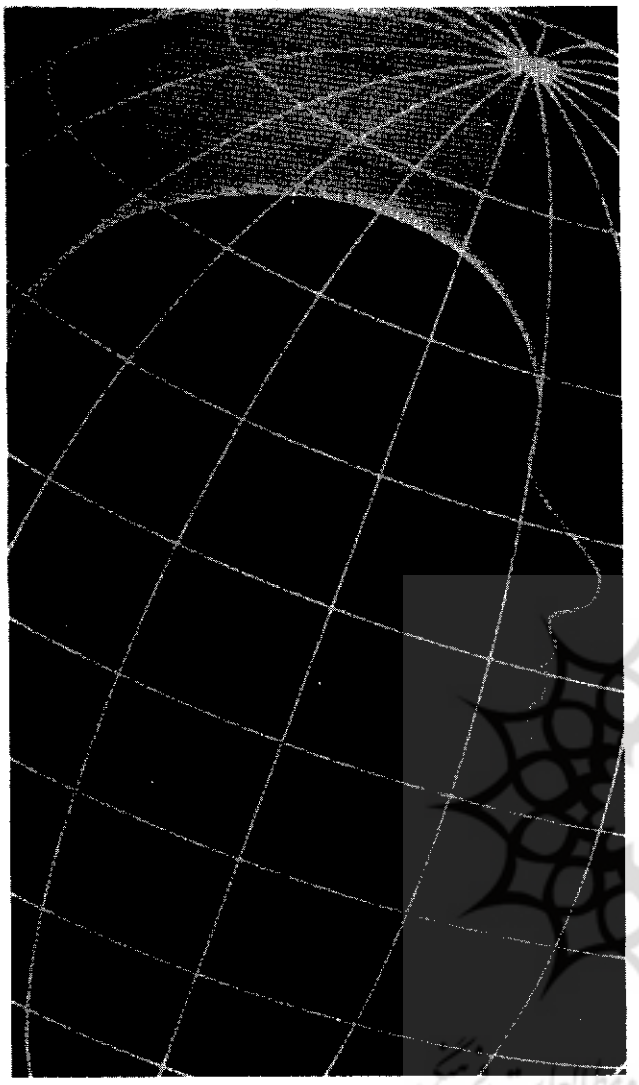
کارایی بهینه حامل‌ها؛ فراگرد مدیریت در توسعهٔ اقتصاد ملی و بخش صنعت

دفتر برنامه‌ریزی انرژی

نگارش: بهروز پورسینا
شهریور ۱۳۷۶



کشورهایی که امروزه در ردیف کشورهای توسعه‌یافته قرار دارند، عمدتاً به صورت مستقیم و یا غیر مستقیم، به منابع گسترده انرژی دسترسی داشته‌اند. برخلاف بسیاری از جوامع، وجود منابع سرشار انرژی در ایران نه تنها در گذشته، موجبات شکوفایی اقتصادی و صنعتی کشور را فراهم نساخت، که زمینه‌های جدی و عمیق وابستگی را رقم زد. تاریخ اکتشاف و بهره‌برداری از مهمترین حامل انرژی دوران معاصر یعنی نفت خام در ایران، گواهی بر این مدعاست. با پیروزی انقلاب اسلامی در ایران، خط بطلانی بر این روند وابستگی کشیده شد و دولت درصدد بر آمد تا از این ودیعهٔ الهی به بهترین وجه، در جهت اهداف عالیه نظام، توسعهٔ اقتصادی- صنعتی کشور و بهبود سطح رفاه عمومی استفاده کند. تحقق این مهم گرچه در موارد عدیده با توفیق همراه بوده است اما باید اذعان کرد که در این مسیر، کارایی بهره‌برداری از انرژی، چه در سطح خرد و چه در سطح کلان، به‌صورت جدی مورد توجه قرار نگرفته است. این موضوع آنگاه اهمیت خود را بیشتر نشان می‌دهد که بدانیم، بیشتر منابع انرژی قابل دسترس در ایران، از نوع تجدیدناشدنی است. در این راستا، دسترسی به منابع عظیم گاز و امکان ایجاد ظرفیت های جدید تولید برق و دیگر حامل های انرژی، نگرانی نسبت به دسترسی به منابع انرژی را کاهش می‌دهد. با این حال، مقادیر معتنابهٔ مورد نیاز به‌منظور سرمایه‌گذاری در بهره‌برداری از حامل های مزبور، ما را بر آن می‌دارد تا با اصلاح الگوی بهره‌برداری از انرژی، عمر ذخایر تجدیدناشدنی انرژی کشور طولانی‌تر گردد و به عنوان یک ضرورت وراهبرد در اقتصاد ملی، از اتلاف منابع و سوء مدیریت در تولید و مصرف انرژی، جلوگیری به عمل آید. این نوشتار، تتبع و کوششی در راستای تحقق این انگیزه و هدف است؛ تبیین مفهوم «مدیریت انرژی»، «بررسی وضعیت کارایی انرژی در ایران و جهان»، «مدیریت انرژی در صنایع و اقتصاد ملی»، از مباحث اصلی این مقاله است.

«مدیریت انرژی؛ مفاهیم و روشها»

با شروع دوران بازسازی و سازندگی در سال ۱۳۶۸، فصل نوینی در کارکردهای بخش انرژی کشور گشوده شد. استفاده و بهره‌برداری گسترده از انرژی به عنوان نیروی محرک و عامل اصلی در توسعهٔ اقتصادی کشورهای صنعتی قلمداد می‌شود و جایگاه ویژه‌ای را در این دوره از تاریخ تحولات اقتصادی جمهوری اسلامی ایران به خود اختصاص داده است. دسترسی گسترده و آسان به انواع حامل های انرژی در ایران از یک طرف موجب تقویت این روند و از طرف دیگر، موجب برانگیختن برخی نگرانی‌ها شده است؛ نگرانی از آن

جهت‌که رویکردگستردهٔ‌بخش‌های‌مختلف‌اقتصادی به‌استفاده‌ازانرژی، علی‌رغم ارتقاء سطح رفاه عمومی و تسریع در توسعهٔ اقتصادی-صنعتی، موجد برخی ناهنجاری‌ها در فرهنگ صحیح استفادهٔ بهینه و کارا از انرژی گردیده، بعضاً موجبات تخریب جدی در محیط زیست را نیز فراهم آورده است. با وجود آنکه «مدیریت انرژی»، مفهوم و پدیده‌ای است که قرین با بهره‌برداری از انواع حامل‌های انرژی می‌باشد، اما تأکیدات نوین و گستردهٔ کارگزاران اجرایی کشور در این مقوله واکنشی به این ناهنجاری‌ها و نگرانی‌هاست. برای ورود به بحث، مفهوم و ماهیت «مدیریت انرژی» مورد بررسی قرار می‌گیرد.

«مدیریت انرژی»، به حسب کاربردهای متفاوت، دارای تفاوت‌هایی در تعریف است. در سطح برنامه‌ریزی‌های جامع انرژی، مدیریت انرژی عبارت است از برنامه ریزی در طرف‌های عرضه، تقاضا، سطوح تعادلی عرضه و تقاضا، محاسبهٔ هزینه‌ها، قیمت، ارزیابی قابلیت جایگزینی انرژی با سایر عوامل تولید (کار و سرمایه) و بررسی تعامل آن با نمایه‌های کلان اقتصادی و محیط زیست.

در سطح بنگاه‌ها و به حسب تفاوت ماهیت کار، مدیریت انرژی به‌گونه‌ای دیگر تصویر می‌شود. این مدیریت دارای دو بخش است: (الف) مدیریت تولید و انتقال، (ب) مدیریت مصرف.

(الف) هدف از مدیریت انرژی در بخش تولید و انتقال، بهره‌برداری مطلوب و ترکیب بهینه در عرضهٔ حامل‌های انرژی، همچنین کاهش تلفات و خود مصرفی است.

(ب) مدیریت انرژی در بخش مصرف که در آن نوشتار بیشتر مطمح نظر است، توضیح بیشتری را می‌طلبد. مدیریت مصرف انرژی عبارت است از تخصیص کارایی حامل‌های انرژی با هدف تحصیل اهداف بهینه. در این راستا، ابعاد مختلف مصرف انرژی همچون زمان مصرف، کیفیت مصرف، ترکیب مصرفی حامل‌های انرژی و موقعیت جغرافیایی مصرف مد نظر و برنامه‌ریزی قرار می‌گیرد. کوتاه سخن این که مدیریت مصرف انرژی در بعد فنی در شکل ممیزی انرژی، جلوگیری از اتلاف و ضایعات ارتقاء سطح تکنولوژی در جهت مصرف کمتر، طراحی محصول به‌گونه‌ای که برای ارائه خدمات، انرژی کمتر مصرف نماید سازماندهی می‌شود و در بعد اقتصادی که در آن، تصحیح الگوی انرژی در جهت کاهش هزینه‌ها و قیمت تمام شدهٔ محصول افزایش بهره‌وری بنگاه تولیدی یا خانوار، کاهش شدت انرژی، طراحی صنعتی با انگیزهٔ استفاده بهینه از انرژی، تعیین عوامل مؤثر بر اسراف انرژی، حذف یا کاهش آثار مخرب زیست محیطی مصرف انرژی مد نظر برنامه‌ریزان قرار می‌گیرد (تصویر یک).

" مدیریت انرژی "

در مدیریت انرژی، برخی مفاهیم، کاربرد زیادی دارند که بدون آشنایی و اطلاع کافی از آن، هرگونه برنامه ریزی در حوزهٔ مدیریت انرژی، ناقص و غیر کارآمد است. این مقولات و مفاهیم عبارتند از «کارایی»، «بهره‌وری»، «شدت»، «صرفه‌جویی» انرژی که به ترتیب و به صورت مختصر، بدان اشاره می‌گردد.

«مفهوم کارایی، بهره‌وری و شدت انرژی»

کارایی عبارتست از میزان استفادهٔ انرژی برای تولید مقدار معینی از خدمات یا محصول مفید. به‌طور مثال،در بخش صنعت، کارایی انرژی می‌تواند از طریق مقدار انرژی مورد نیاز برای تولید یک تن از محصول تعریف گردد. در این راستا، شاخص هایی که می‌توانند در مشاهدهٔ تغییرات انرژی مورد استفاده قرار گیرد عبارتند از: شاخص ترمودینامیکی، شاخص فیزیکی - ترمودینامیکی و شاخص اقتصادی.

شاخص ترمودینامیکی کارایی انرژی، اولین و طبیعی‌ترین روش اندازه‌گیری کارایی انرژی است اما این شاخص، به دلیل ویژگی های آن، مورد نظر تحلیل‌گران و برنامه‌ریزان انرژی نمی‌باشد. به همین دلیل، محققین نسبت هایی از کارایی انرژی را به‌کار می‌گیرند که محصول را به‌صورت واحدهای فیزیکی و نه ترمودینامیکی اندازه‌گیری می‌کند. واحدهای فیزیکی مزبور، بطور مشخص برای انعکاس خدمات نهایی مورد نیاز مصرف‌کننده طراحی می‌شوند. به‌طور مثال، معیار کارایی مناسب در شاخص فیزیکی - ترمودینامیکی برای حمل و نقل و تولید فلزات، به صورت های ذیل بیان می‌شود:

تن کیلومتر / نهاده انرژی

مسافر کیلومتر /نهادهٔ انرژی

تن آلمینیم / نهادهٔ انرژی

در شاخص های اقتصادی - ترمودینامیکی، به جای این که محصول با واحدهای فیزیکی اندازه‌گیری شود (در شاخص های فیزیکی - ترمودینامیکی)، با ارزشهای بازاری آن محاسبه می‌گردد و در شاخص اقتصادی کارایی انرژی میزان اقتصادی، شاخص اندازه‌گیری کارایی است. در دیدگاه اصول موضوعی، «شاخص خالص اقتصادی کارایی انرژی» که در آن نهادهٔ انرژی نه به صورت ترمودینامیکی، بلکه در قالب ارزش‌گذاری های اقتصادی اندازه‌گیری می‌شود یک «شاخص کارایی انرژی» نیست بلکه آن را می‌توان یک «شاخص کارایی اقتصادی» دانست.

در ادبیات امروز اقتصاد انرژی، مهمترین و گسترده‌ترین شاخص هایی که درمقولهٔ انرژی مورد استفاده قرار می‌گیرد عبارتند از:

(الف) معیار «صرفه‌جویی‌های هزینهٔ انرژی مصرفی» (Energy Consumer Cost Saving) که به‌طور مستقیم نشان می‌دهد چه مبلغی ناشی از بهبود در کارایی انرژی، صرفه‌جویی شده است.

(ب) شاخص بهره‌وری انرژی که از نسبت GDP (به قیمت های ثابت) بر مصرف به‌دست می‌آید. این شاخص، کاملاً شبیه نسبتها شناخته شده و بکار رفتهٔ بهره‌وری نیروی کار و سرمایه است که می‌تواند در سطح بخش ها نیز مورد استفاده قرار گیرد.

(ج) شاخص نسبت کل مصرف انرژی به GDP (به قیمت های ثابت) یا همان «شدت انرژی»، که متداول ترین معیار کلان اندازه‌گیری کارایی انرژی است؛ مشکل اصلی مربوط به شاخص نسبت انرژی GDP، عدم اندازه‌گیری کارایی فنی انرژی است. در نتیجه، سایر عوامل از قبیل تغییرات در ترکیب بخش های اقتصادی، جایگزین انرژی به‌جای نیروی کار، تغییرات در ترکیب حامل های انرژی می‌تواند نسبت انرژی به GDP را جابجا کند، بدون اینکه کارایی انرژی، تغییر یافته باشد.

در این روش و معیار اندازه‌گیری، مشکلات روش‌شناسی در محاسبات GDP میان کشورها نیز می‌تواند بروز کند. در این ارتباط می‌توان از روش برابری قدرت خرد (PPP)، برای تحلیل های مقایسه‌ای بین کشورها استفاده نمود. نسبت مصرف حامل های انرژی بر محصول، به‌طور گسترده در سطح بخش ها و بنگاه های اقتصادی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد، اما متأثر از همان مشکلات است که در نسبت انرژی به GDP در سطح ملی، مورد بحث قرار گرفت.

«صرفه‌جویی انرژی»

پذیره صرفه‌جویی (Conservation)، از سه دیدگاه قابل تعریف است:

۱- تعریف مهندسی: صرفه‌جویی انرژی در تعریف مهندسی عبارت از تعیین یک شاخص به عنوان استاندارد که صرفه‌جویی را نشان می‌دهد، برای مثال، اگر ساخت تهویه مطبوع در شرایط ایده‌آل فنی، «B» باشد، ارزیابی صرفه‌جویی به این شکل خواهد بود که در ساخت و تولید تهویه مطبوع به صورت واقعی، امکان نزدیک شدن به حد فنی «B» تا چه میزان است.

۲- تعریف اقتصادی: در این تعریف، اقتصاددانان همانند مهندسین، شاخص شناخته شده دیگری را برای اندازه‌گیری صرفه‌جویی ترجیح می‌دهند. از نظر اقتصاددانان، صرفه‌جویی در سطحی از مصرف اتفاق می‌افتد که در آن، «منافع نهایی اجتماعی» با «هزینه نهایی اجتماع» مصرف انرژی برابر باشد. بنابراین، صرفه‌جویی انرژی برای اقتصاددان ها، می‌تواند واقعاً متضمن مصرف بیشتری باشد و نه کمتر.

۳- تعریف لیمن: صرفه‌جویی، مقدار کاهش مصرف انرژی است که در هر شرایط دیگری می‌تواند به مصرف برسد. برای مثال، صرفه‌جویی انرژی می‌تواند در خاموش کردن یک لامپ یا خرید یک اتومبیل کاراتر حاصل گردد.

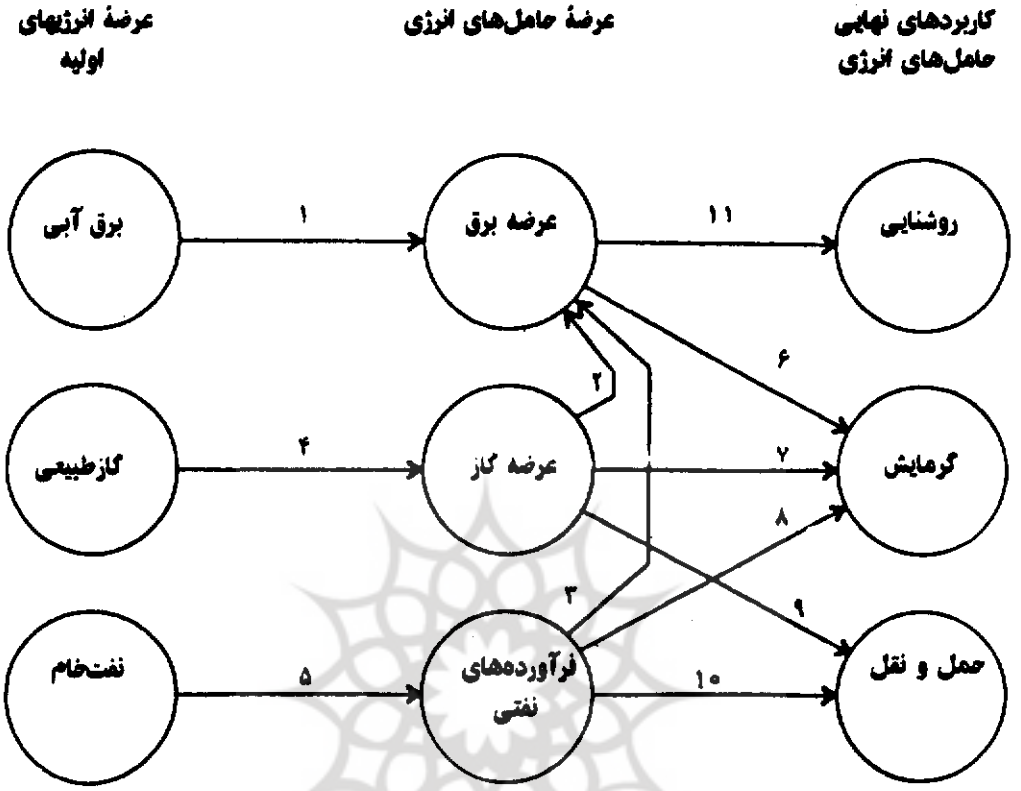
برای آشنایی بیشتر با مفهوم صرفه‌جویی انرژی، یک مثال ارائه می‌گردد (نمودار یک).

در یک بررسی، نشان داده شده است که اگر روش معمول و یا متوسط کارایی را به صورت شاخص ۱ = Φ تعریف کنیم، آنگاه خواهیم داشت: استفاده از فرآورده‌هایی نفتی برای مصارف گرمایشی (Φ_p=۱/۳۲۲۴) صرفه‌جویی بیشتری را نسبت به مورد مشابه در الکتریسیته (Φ_E =۰/۷۶۵۲) در پی دارد. مثال های دیگری در این زمینه، در جدول (۱)، منعکس شده است.

«بررسی وضعیت کارایی انرژی در ایران و جهان»

در چند دههٔ اخیر، شدت و جریان مصرف انرژی، در ایران

نمودار یك



جدول (۱)

تحلیل مقایسه‌ای از صرفه‌جویی انرژی

با توجه به تفاوت کاربری‌ها

داده		ستانده	کارایی مرتبط
برق آبی	←	عرضه برق	$\phi_1 = 1$
گاز عرضه شده	←	عرضه برق	$\phi_2 = 0/7544$
فرآورده‌های نفتی	←	عرضه برق	$\phi_3 = 0/3885$
گازطبیعی	←	عرضه گاز	$\phi_4 = 1$
نفت‌خام	←	فرآورده‌های نفتی	$\phi_5 = 1$
عرضه برق	←	گرمایش	$\phi_6 = 0/7652$
گاز عرضه شده	←	گرمایش	$\phi_7 = 1/2879$
فرآورده‌های نفتی	←	گرمایش	$\phi_8 = 1/3224$
گاز عرضه شده	←	حمل و نقل	$\phi_9 = 1/0725$
فرآورده‌های نفتی	←	حمل و نقل	$\phi_{10} = 0/9950$
برق عرضه شده	←	روشنایی	$\phi_{11} = 1$

جدول (۲)
شدت انرژی (Toe Per 1000$)

سال / بخش	۱۹۷۰	۱۹۸۰	۱۹۹۰	۱۹۹۴
جهان	۰/۵	۰/۴۵	۰/۴۲	۰/۴۱
ایران	۰/۲۱	۰/۳۵	۰/۶	۰/۶۹
اروپای غربی	۰/۳۹	۰/۳۳	۰/۳۱	۰/۳

ارقام به دلار سال ۱۹۸۵

فزاینده بوده است. در سال ۱۹۷۰، ضریب شدت مصرف انرژی در ایران در مقایسه با ضریب شدت مصرف انرژی در جهان، کمتر از نصف بوده است؛ این نسبت در سال ۱۹۹۴، عکس شده و از رقم شدت مصرفی جهانی انرژی، نزدیک به ۷۰ درصد فزونی می‌گیرد.

ذکر این نکته لازم است که، نرخ تغییر شاخص شدت انرژی طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰، در جهان و اروپای غربی ۱/۸- در صد برآورد گردیده است.

در جدول (۳) و (۴)، وضعیت شدت انرژی در مناطق مختلف جهان را نشان می‌دهد.

جدول (۳)
اطلاعات مقایسه‌ای از شدت انرژی (Toe Per 1000$)

	۱۹۶۰	۱۹۷۰	۱۹۸۰	۱۹۹۰	۲۰۲۰*
آمریکای شمالی	۰/۵۸	۰/۶۱	۰/۵۲	۰/۴۲	۰/۲۲
آمریکای لاتین	۰/۳۴	۰/۳۱	۰/۲۸	۰/۳۲	۰/۲۱
اروپای غربی	۰/۳۹	۰/۳۹	۰/۳۵	۰/۳۱	۰/۱۸
اروپای مرکزی و شرقی	۰/۶۸	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۶۸	۰/۳۳
جمهوریهای مستقل مشترک‌المنافع	۰/۷۸	۰/۷۵	۰/۸۱	۰/۸۶	۰/۴۶
خاورمیانه و آفریقای شمالی	۰/۱۸	۰/۱۹	۰/۲۳	۰/۳۸	۰/۲۸
منطقهٔ جنوب صحرای آفریقا	۰/۵۱	۰/۴۶	۰/۴۵	۰/۵۱	۰/۳۱
اقیانوسیه [1] (شامل کشورهای CPA)	۰/۶۰ (۱/۲۳)	۰/۴۸ (۰/۹۳)	۰/۴۴ (۰/۹۰)	۰/۳۸ (۰/۵۴)	۰/۲۲ (۰/۲۶)
آسیای جنوبی	۰/۴۳	۰/۴۵	۰/۴۴	۰/۴۳	۰/۳۰
جهان	۰/۵۱	۰/۵۰	۰/۴۵	۰/۴۲	۰/۲۴

۱- اطلاعات مربوط به منطقه اقیانوس آرام شامل کشورهای آسیائی با اقتصاد متمرکز (CPA) میباشد.اطلاعات کشورهای اخیر، بطور جداگانه هم نشان داده شده است.
* بر اساس پیش‌بینی شورای جهانی انرژی

ارقام به دلار سال ۱۹۸۵

در برنامه‌ریزی اقتصادی، نرخ تغییرات شدت مصرف انرژی از اهمیت خاصی برخوردار است. آن شاخص که معمولاً با واحدهایی نظیر معادل بشکه نفت خام به هزار دلار و معادل تن نفت خام به هزار دلار بیان می‌شود، امکان ارزیابی مشروط وضع جاری در الگوی مصرف انرژی در یک کشور را فراهم می‌کند. کشورهای صنعتی توسعه یافتهٔ اروپای غربی و آمریکای شمالی دههٔ ۱۹۶۰، با نرخ مثبت در شدت انرژی، حداکثر بهره‌گیری از انرژی به جای کار و سرمایه را در تابع تولید خود داشته‌اند که این ناشی از پایین بودن سطح عمومی قیمت‌های جهانی حامل‌های انرژی، در این دوره بوده است. به‌دنبال افزایش سطح عمومی قیمت‌های جهانی انرژی پس از شوک نفتی سال ۱۹۷۳، نرخ رشد شدت انرژی در این مناطق طی دهه‌های ۱۹۷۰، ۱۹۸۰ و ۱۹۹۰ منفی گردید. استراتژی کاهش وابستگی به نفت، افزایش کارایی و مدیریت مصرف در کنار بهره‌گیری از سایر عوامل تولید به جای انرژی، از جمله عوامل کاهش سهم انرژی در تولیدات ناخالص ملی این بخش از مناطق جهان، طی این دوره بوده است.

در خصوص کشورهای در حال توسع، تحلیل شاخص شدت انرژی، در مقوله‌ای متفاوت قرار می‌گیرد. نرخ مثبت تغییرات شدت مصرف انرژی در یک کشور می‌تواند حاکی از اجرای برنامه رشد اقتصادی و توسعهٔ ساختار صنعتی باشد، حال آنکه در کشوری دیگر گویای استفاده‌های غیر منطقی و مسرفانه از انرژی، همچنین کارایی

جدول (۴)
درصد تغییرات سالانه شدت انرژی

	۱۹۶۰-۷۰	۱۹۷۰-۸۰	۱۹۸۰-۹۰	۱۹۹۰-۲۰۲۰*
آمریکای شمالی	+۰/۵۱	-۱/۵۷	-۲/۰۴	-۲/۱
آمریکای لاتین	-۰/۸۷	-۱/۱۱	+۱/۴۱	-۱/۳
اروپای غربی	+۰/۰۹	-۱/۰۹	-۱/۲۰	-۱/۸
اروپای مرکزی و شرقی	+۱/۲۸	+۰/۱۲	-۱/۴۶	-۲/۴
جمهوریهای مستقل مشترک‌المنافع	-۰/۳۴	+۰/۷۶	+۰/۶۴	-۲/۱
خاورمیانه و آفریقای شمالی	+۰/۱۳	+۲/۰۹	+۵/۲۶	-۱/۰
منطقهٔ جنوب صحرای آفریقا	-۱/۱۱	-۰/۱۳	+۱/۲۳	-۱/۷
اقیانوسیه [۱] (شامل کشورهای CPA)	-۲/۱۹ (-۲/۷۶)	-۰/۸۷ (-۰/۳۵)	-۱/۶۴ (-۴/۹۸)	-۱/۸ (-۲/۴)
آسیای جنوبی	+۰/۶۲	-۰/۲۲	-۰/۳۳	-۱/۲
جهان	**-۰/۲۶**	**-۰/۹۵**	**-۰/۸۲**	**-۱/۸**

۱- اطلاعات مربوط به منطقه اقیانوس آرام شامل کشورهای آسیائی با اقتصاد متمرکز (CPA) میباشد.
اطلاعات کشورهای اخیر بطور جداگانه هم نشان داده شده است.
* بر اساس پیش‌بینی شورای جهانی انرژی

نامطلوب در تولید و بهره‌برداری از حامل های انرژی باشد.

در مطالعاتی که پیرامون وضعیت مصرف انرژی در کشورهای صنعتی و در حال توسعه طی چند دههٔ اخیر صورت گرفته است، وجود تمایز بارزی در نحوهٔ بهره‌برداری از انرژی ملاحظه می‌شود. در اکثر کشورهای در حال توسعه، بهبود مشابهی در کارایی مصارف نهایی و صرفه‌جویی انرژی پدید نیامده؛ برعکس در بسیاری موارد، شدت مصرف انرژی بیشتر شده است. چهار عامل برای عدم توفیق در این زمینه ذکر شده است:

(الف) بسیاری از دولت ها در انتقال افزایش قیمت های انرژی به تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان داخلی ناکام بوده‌اند.

(ب) در بسیاری از کشورها، بخش وسیعی از مصرف کل، مربوط به بخش های غیرخانگی می‌باشد که تحت سیطرهٔ مؤسسات دولتی و صنایع حمایت شده است.

(ج) مؤسسات انحصاری عرضه کنندهٔ انرژی که تحت مالکیت دولتی قرار دارند، با دریافت یارانه، در شرایط مازاد هزینه فعالیت داشته‌اند. به این ترتیب، محیط مناسبی برای انگیزه‌های خودجوش و درونی در جهت ارتقاء سطح بهره‌وری انرژی فراهم نگردیده است.

(د) به علت ساختارهای غیر رقابتی بازار و قیمت های توأم با یارانه، برای عاملین و کارگزاران بازار انرژی، تبادل اطلاعات در مجال کارایی انرژی، تکنولوژی و یا موارد مالی، سودآور نبوده است.

در این راستا می‌توان به سه مقوله پیرامون نیروهایی که باعث افزایش کارایی انرژی می‌گردد اشاره داشت:

اول، استمرار رشد تقاضای انرژی در کشورهای در حال توسعه که موجبی برای حرکت به سمت بهره‌وری و کارایی انرژی است.

دوم، اثرات زیست‌محیطی ناشی از عدم کارایی مصرف انرژی.

مطالعات مربوط به کارایی و محیط زیست نشان می‌دهد که تخریب محیط زیست، می‌تواند با انتقال به سوخت هایی تمیزتر و کاهش شدت انرژی در فعالیت های اقتصادی، با استفاده از بهترین تجربیات همچنین کاراترین تکنولوژی‌ها در دو زمینهٔ تولید و مصرف انرژی، کاهش یابد.

سوم، پیامدهای محدودیت های مالی.

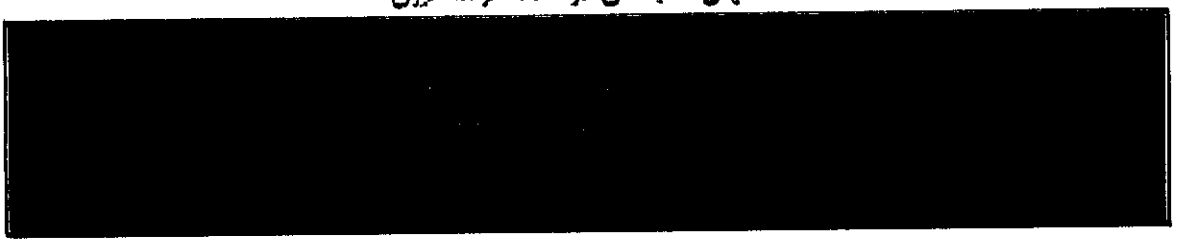
امروزه در برخی کشورهای در حال توسعه، یک چهارم تا یک سوم منابع عمومی برای سرمایه گذاری، تنها به سرمایه‌گذاری در تولید نیروی برق اختصاص می‌یابد و با این حال، برای وضع ایده‌آل و مطلوب کفایت نمی‌کند. طبق برخی برآوردها، کشورهای در حال توسعه سالانه به ۱۰۰ میلیارد دلار سرمایه‌گذاری برای عرضهٔ نیروی

برق در دههٔ آینده نیازمند می‌باشند.

در کشور ایران، افزایش شدت مصرف انرژی به دلایلی مشابه با دلایل دیگر کشورهای در حال توسعه، افزایش یافته است. وجود منابع عظیم انرژی در ایران نیز مزید بر علت گردیده، مصارف مسرفانه و غیربهینه را تشدید کرده است. رشد شدید مصرف انرژی، حکایت از تغییر الگوی مصرف انرژی کشور را دارد. در قسمت بعد نشان داده می‌شود که پدیدهٔ مذکور به‌طور عمده، منبعث از افزایش استفادهٔ بخش‌هایی تولیدی از انرژی، همچنین بهره‌وری نامطلوب از آن بوده است.

جدول (۵)

شاخصهای مقایسه‌ای در شدت عرضهٔ انرژی



«کارایی انرژی در بخش‌های ملی و صنعت»

کشور ایران از منابع سرشار انرژی برخوردار است، اما رشد بدون برنامهٔ مصرف انرژی در داخل می‌تواند در میان مدت و بلند مدت، توان صادرات نفتی را تحلیل برده و به منابع انرژی فسیلی کشور، ضربات جبران ناپذیری وارد سازد. در این راستا، بهره‌برداری بهینه از مزیت انرژی در کشور، یک راهکار اصلی و اساسی تلقی می‌شود. استفاده از انرژی ارزان در صنایع کشور، از یک سو می‌تواند به کاهش هزینه‌های تولید و افزایش توان رقابت محصولات صنعتی کشور، به‌خصوص در صنایع انرژی بر منجر گردد ولی از دیگر سوی، می‌تواند به کاهش «کارایی» در استفاده از انرژی و اتلاف منابع انرژی بیانجامد.

در شرایط کنونی، علی‌رغم پایین بودن سهم بخش صنعت در مصرف انرژی نسبت به مصارف خانگی و تجاری، شاخص‌های کارایی انرژی در بخش صنعت، نماهای نامطلوبی را نشان می‌دهد که بالطبع، ارقام بالای شدت انرژی در این بخش، گویای بهره‌وری نامطلوب و غیرکارای حامل‌های انرژی، در این بخش است.

در جدول (۶) و نمودار دو، برخی جنبه‌های عدم کارایی مصرف انرژی در صناع ایران منعکس شده است.

جدول (۶)

مقایسه کارآیی در مصرف انرژی

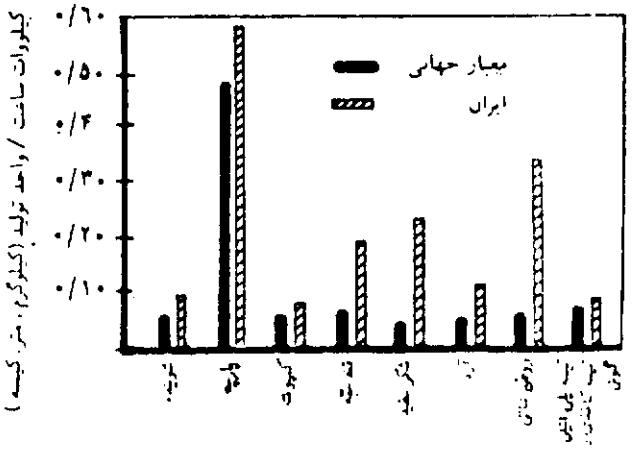
پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

در این راستا و با توجه با اطلاعات جدول شمارهٔ (۷)، نتایج ذیل حاصل می‌گردد:

(الف) روند غیرمنطقی بهره‌وری انرژی در اقتصاد ایران، نشانگر نا هنجاری الگویی بهره‌برداری از انرژی، همچنین عدم به‌کارگیری

«نمودار دو»

مقایسه شدت مصرف انرژی در تولید چند کالا



تکنولوژی مناسب تولید در جهت مصرف بهینهٔ انرژی بوده است.

(ب) به‌طور کاملاً مشخص شدت انرژی در سطح ملی به مراتب کمتر از سطح صنعت قرار می‌گیرد. این مسأله، به انرژی بر بودن سیستم‌های تولیدی مربوط می‌شود، در حالی که سیستم‌های غیرتولیدی مثل خدمات، نیاز کمتری به انرژی (برای ایجاد یک واحد ارزش افزوده) دارند. همچنین همان گونه که واضح است درصد مهمی از ارزش افزوده در سطح ملی از صادرات نفت و گاز حاصل می‌گردد که نیاز نسبی کمتری به انرژی دارد.

(ج) شدت مصرف انرژی در هر دو بخش ملی و صنعت، در اولین سال برنامهٔ پنج ساله اول، به‌دلیل شروع طرح های عظیم عمران رشد قابل توجهی می‌یابد. در سالهای ۱۳۶۹ الی ۱۳۷۱، شاخص شدت انرژی در بخش صنعت نزولی و در بخش ملی، با یک روند ملایم صعودی است. با کاهش درآمدهای ارزی حاصل از فروش نفت خام در سال ۱۳۷۲، شاخص مزبور در هر دو بخش به شدت افزایش می‌یابد اما در سال بعد از آن، شدت مصرف انرژی در بخش صنعت کاهش یافته، تا سال ۱۳۷۴ از رقم ۸۰ به ۶۹ بشکه معادل نفت خام به میلیون ریال می‌رسد. در سطح ملی، رشد این شاخص تا سال ۱۳۷۳ استمرار می‌یابد. این شاخص در سال ۱۳۷۴ و در سطح ملی، به دلیل برخی تحولات اقتصادی و اعمال بعضی محدودیت‌ها از جمله مدیریت انرژی، کاهش می‌یابد. انتظار این است که با استفاده از ظرفیت های جدید تولید در کشور و اتمام عملیات ساخت و ساز در بسیاری از طرح های زیربنایی و عمرانی، همچنین توسعه و تعمیق مدیریت انرژی در کشور، روند نزولی شاخص شدت انرژی در هر دو بخش استمرار یابد.

در مطالعات اولیه‌ای که پیرامون استراتژی کارایی انرژی در ایران انجام شده است، برآوردی که از پتانسیل صرفه‌جویی انرژی طی دورهٔ سالهای ۱۳۷۴ الی ۱۳۸۴ ارائه می‌گردد، حاکی از صرفه‌جویی حداقل دو میلیون تن معادل نفت خام در سوخت و ۸۰۴۰ GWh در انرژی الکتریکی می‌باشد (جدول (۸)). برای دستیابی به این هدف، نیاز به یک سرمایه‌گذاری ۲۰۰ میلیون دلاری است که ثمرات عینی آن، بیشتر در سالهای ۱۳۸۰ به بعد ظاهر خواهد شد. در این ارتباط مطالعهٔ مزبور در بخش صنعت نیز، ظرفیت صرفه‌جویی انرژی را بین ۱۸ تا ۲۰ درصد برآورد می‌کند (جدول (۹)).

با تصویب قوانین ذیربط در مورد مدیریت منطقی انرژی در کشور (برنامه پنج ساله دوم)، حرکت های جدی و گسترده‌ای در این ارتباط در دو بخش دولتی و غیردولتی در حال شکل‌گیری است.

در بخش دولتی، فرآیند شکل‌دهی به ساختار مدیریت منطقی انرژی در کشور، به سرعت در حال پیشرفت است. در سایر بخش‌ها خصوصاً در بخش صنعت، این حرکت دارای دو مقوله قابل تفکیک است:

(الف) صنایع انرژی‌بر، با کاهش میزان مصرف انرژی در تولید واحد محصول، هزینهٔ انرژی را برای واحد محصول کاهش می‌دهند (نمودار سه).

(ب) با اعمال مدیریت مصرف خصوصاً در بخش برق، هزینه‌های تخصیصی انرژی در واحد تولید صنعتی را کاهش می‌دهند. نمونهٔ بارز این حرکت، در بزرگترین واحد مصرف‌کنندهٔ برق در کشور یعنی کارخانهٔ فولاد مبارکه می‌باشد. این کارخانه در گزارشی، روشهای اعمال مدیریت‌بار و کاهش مصرف در زمان پیک شبکه، همچنین اجرای مدیریت انرژی در جهت بهینه‌سازی مصرف برق را مورد بررسی قرار داده است. طبق مطالعات انجام یافته، در شرایط مطلوب و در صورت تأمین زمینه‌ها و خصوصیات لازم برای اعمال مدیریت‌بار، در مجموع این کارخانه می‌تواند معادل ۹۸/۵ مگاوات، از بار مصرف کارخانه در ساعات پیک بکاهد. صرفه‌جویی هزینهٔ ریالی این برنامه بالغ بر ۱۲۱/۵ میلیون تومان در ماه می‌شود.

در صنایع شیشه ایران نیز تحقیقات انجام شده، حاکی از ظرفیت ۲۰ تا ۲۵ درصد صرفه‌جویی انرژی در تولید واحد محصول می‌باشد.

کارایی بهره‌برداری از انرژی در شکل یک راهبرد برای اقتصاد ملی، نه تنها در جهت استفادهٔ بیشتر و طولانی‌تر از منابع تجدیدناشدنی انرژی است، بلکه مقادیر عظیمی نیز در هزینه‌های انرژی، صرفه‌جویی می‌شود.

مطالعات و بررسی‌های به‌عمل آمده، نشان می‌دهد که در بخش صنعت ایران، تقریباً ۲/۵ میلیون تن معادل نفت خام، از انرژی های نهایی می‌توان صرفه‌جوی کرد که ارزش اقتصادی آن، سالانه ۳۷۰ میلیون دلار تخمین زده می‌شود (نمودار چهار).

دولت در اقدامی تشویقی، آیین‌نامه‌ای را تصویب نموده است که صنایع و مؤسساتی که بتوانند با اصلاح ساختار مصرف انرژی خود و یا از طریق کاهش مصرف انرژی محصولات تولیدی به صرفه‌جویی قابل قبولی دست یابند، می‌توانند از تخفیف سود تسهیلات وامهای پرداختی به بخش صنعت استفاده کنند.

جدول (۷)
شدت مصرف و بهره‌وری انرژی در بخشهای صنعت و ملی *

بخش / سال	صنعت		ملی	
	شدت انرژی	بهره‌وری انرژی	شدت انرژی	بهره‌وری انرژی
۱۳۵۳	۴۷	۲۱۵۰۰	۱۳/۹	۷۱۸۱۰
۱۳۵۴	۵۳	۱۸۹۰۰	۱۶/۶۲	۶۰۱۵۰
۱۳۵۵	۴۶	۲۱۸۰۰	۱۵/۸	۶۳۲۹۰
۱۳۵۶	۴۹	۲۰۶۰۰	۱۸/۵	۵۴۰۵۰
۱۳۵۷	۴۷	۲۱۱۰۰	۱۹/۸۳	۵۰۴۲۰
۱۳۵۸	۵۷	۱۷۵۰۰	۲۰/۶	۴۸۵۶۰
۱۳۵۹	۵۶	۱۷۸۰۰	۲۲/۲	۴۵۰۴۰
۱۳۶۰	۵۶	۱۷۸۰۰	۲۳/۴	۴۲۷۳۰
۱۳۶۱	۶۷	۱۴۹۰۰	۲۳/۳	۴۲۹۲۰
۱۳۶۲	۶۷	۱۴۹۰۰	۲۴/۹۷	۴۰۰۴۰
۱۳۶۳	۶۳	۱۵۹۰۰	۲۷/۳۸	۳۶۵۳۰
۱۳۶۴	۶۶	۱۵۲۰۰	۲۷/۹۸	۳۵۷۳۰
۱۳۶۵	۶۶	۱۵۲۰۰	۳۰/۴۹	۳۲۸۰۰
۱۳۶۶	۶۷	۱۴۸۰۰	۳۲/۶۹	۳۰۵۸۰
۱۳۶۷	۶۶	۱۵۰۰۰	۳۵/۸۸	۲۹۶۵۰
۱۳۶۸	۷۱	۱۴۰۰۰	۳۸/۶۹	۲۵۸۴۰
۱۳۶۹	۶۷	۱۴۹۰۰	۳۷/۲۲	۲۶۸۶۰
۱۳۷۰	۶۵	۱۵۵۰۰	۳۷/۷۳	۲۶۵۰۰
۱۳۷۱	۶۵	۱۵۵۰۰	۳۸/۸۱	۲۵۷۶۰
۱۳۷۲	۸۰	۱۲۵۰۰	۴۲/۲۲	۲۳۶۸۰
۱۳۷۳	۷۱	۱۴۲۰۰	۴۳/۲۱	۲۳۱۴۰
۱۳۷۴	۶۹	۱۴۵۰۰	۴۲/۰۷	۲۳۷۶۰

* واحد شدت مصرف انرژی: بشکه معادل نفت خام / میلیون ریال (ثابت ۱۳۶۱)

واحد بهره‌وری مصرف انرژی: ریال (به قیمتهای ثابت ۱۳۶۱) / بشکه معادل نفت خام

جدول (۸)

استراتژی کارآیی انرژی در ایران تا سال ۱۳۸۴

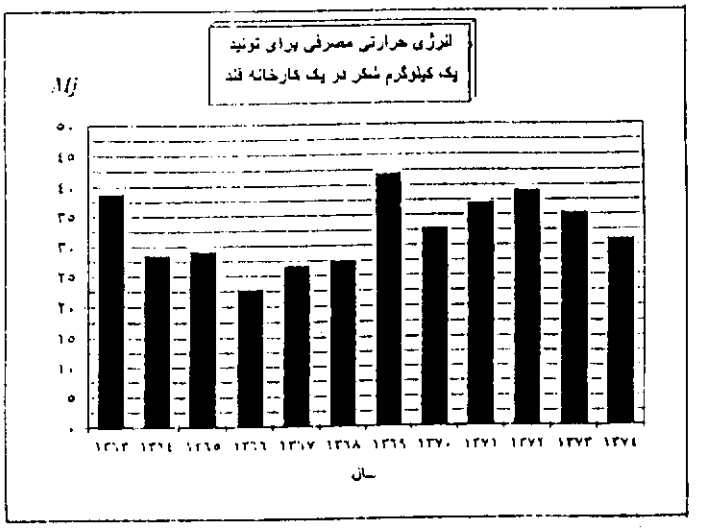
بخشهای اقتصادی	سوخت (10^3 toe)	نیروی برق (GWh)	نیروی برق (MW)
۱ـ خانگی، تجاری و خدمات عمومی			
ـ صرفه‌جویی	۴۲۰	۴۸۹۰	۱۳۳۰
ـ جایگزینی	۰	۸۰۰	۱۰۰
ـ کل	۴۲۰	۵۶۹۰	۱۴۳۰
۲ـ صنعت			
ـ صرفه‌جویی	۶۰۰	۶۵۰	۶۵۰
ـ جایگزینی	۱۰۰	۰	۰
ـ کل	۷۰۰	۶۵۰	۶۵۰
۳ـ حمل و نقل			
ـ صرفه‌جویی	۷۲۰	۰	۰
ـ جایگزینی	۳۰۰	۰	۰
ـ کل	۱۰۲۰		
۴ـ مدیریت‌بار و کوجنریشن			
ـ صرفه‌جویی	ـ	۱۷۰۰	۴۳۰
ـ کل	ـ	۱۷۰۰	۴۳۰
جمع بخشها			
ـ صرفه‌جویی	۱۷۴۰	۷۲۴۰	۱۹۱۵
ـ جایگزینی	۴۰۰	۸۰۰	۱۰۰
ـ کل	۲۱۴۰	۸۰۴۰	۲۰۱۵

جدول (۹)

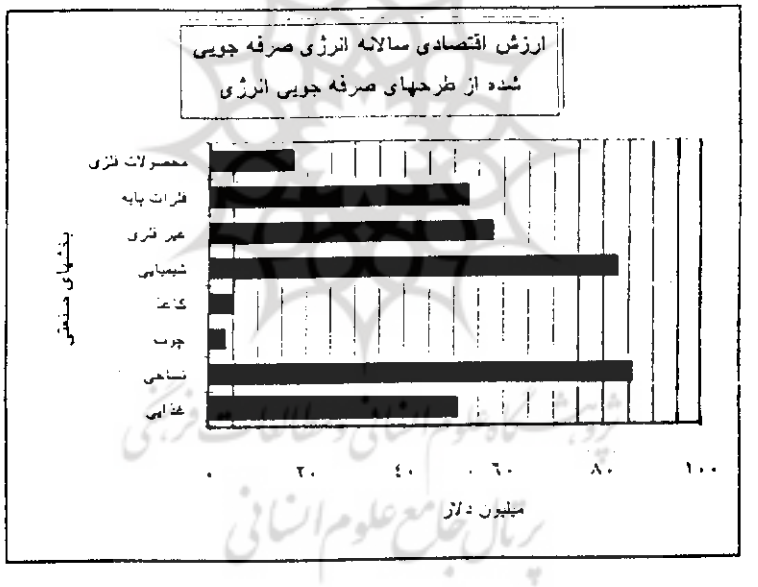
ظرفیتهای بهینه‌سازی مصرف انرژی در بخش صنعت ایران

صنعت	درصد پتانسیل صرفه‌جویی انرژی در صنایع ایران
غذایی / نوشیدنی	۱۵
نساجی	۲۰
چوب	۵
کاغذ	۱۵
شیمیایی	۲۰ـ۲۵
غیرفلزی	۲۵ـ۳۰
فلزات اساسی	۲۵ـ۳۰
محصولات فلزی	۱۰
دیگر تولیدات	۱۰
نرخ متوسط	۱۸ـ۲۰

نمودار سه



نمودار چهار



«مدیریت انرژی در ایران و چند کشور منتخب»

در بخش های قبلی نشان داده شد که استراتژی بهبود بازدهٔ تولید و مصرف انرژی، در ردیف اولویت های خاص برنامه‌ریزی کشور قرار دارد. به همین دلیل در قانون برنامهٔ دوم توسعهٔ جمهوری اسلامی ایران در تبصرهٔ ۱۹، ایران موظف می‌گردد تا نسبت به اجرای برنامه‌ها و اقدامات گوناگونی که به اعمال صرفه‌جویی و منطقی کردن بهره‌برداری از انرژی، همچنین حفاظت از محیط زیست منتهی می‌شود، اقدامات مؤثر و گسترده‌ای را انجام دهد. در این ارتباط، سازمان هایی در وزارتخانه‌ها و دیگر مراکز تصمیم‌گیری ذیربط تأسیس گردیده، بصورت جدی فعالیت های گسترده‌ای با هدف دستیابی به «نظام جامع مدیریت انرژی» در حال اجرا می‌باشند. (وزارتخانه‌های نیرو، نفت، مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی و وزارت صنعتی ذیربط، از طرف قانون به عنوان متولیان این امر، موظف به اجرایی سیاست «مدیریت انرژی» در کشور شده‌اند).

در تبصرهٔ مذکور از قانون برنامهٔ دوم جمهوری اسلامی ایران، دولت مکلف به اجرای اقداماتی به شرح ذیل است: تعیین مشخصات فنی و معیارها در مورد سیستم ها و تجهیزات انرژی‌بر، تعیین اعمال تعرفه‌های سود و بازرگانی و عوارض برای عدول‌کنندگان از مشخصات تعیین شده، تنظیم ساعات کار اصناف، تنظیم برنامهٔ فصلی کار کارخانجات و صنایع، تدوین و اجرای ضوابط لازم برای اعطای تسهیلات مالی به صنایع و مؤسسات در جهت اصلاح ساختار مصرف انرژی و تهیه مقررات و ضوابط مربوط به رعایت استانداردهای مصرف انرژی در ساختمان ها به منظور پرهیز از اتلاف انرژی، همچنین تهیهٔ ضوابط مربوط به تشکیل واحد مدیریت انرژی در

صنایع مؤسساتی که توان مصرفی آنها بیش از ۵ مگاوات برق و یا مصرف سالانهٔ انرژی آنها بیش از معادل ۵۰۰۰ متر مکعب نفت باشد.

اهداف کوتاه- میان مدت و بلند مدت مدیریت انرژی در ایران را می‌توان در این مورد خلاصه نمود: ۱- آموزش و آگاه سازی ۲- مدیریت‌بار و بازیافت ۳- ممیزی انرژی ۴- منطقی کردن قیمت‌های انرژی ۵- توسعهٔ ظرفیت‌های تولید و انتقال انرژی ۶- گسترش استفاده از گاز طبیعی ۷- بهینه سازی مصرف انرژی ۸- کاربرد انرژی‌ها نو ۹- بهینه‌سازی الگوی ترکیب عرضهٔ حامل‌های انرژی ۱۰- حفاظت محیط زیست.

اهمیت این موضوع و آثار گستردهٔ آن که بر اقتصادهای ملی، باعث شده است تا مقولهٔ مزبور، در سایر کشورها نیز مورد توجه جدی قرار گیرد؛ از جملهٔ این کشورها می‌توان از ژاپن، هند، چک، کانادا، برزیل، دانمارک، فیلیپین، فدراسیون روسیه، مالزی، پاکستان، اندونزی و چین نام برد.

برنامهٔ صرفه‌جویی انرژی در چین به‌طور گسترده از سال ۱۹۸۰ شروع شد. برنامهٔ اقتصادی پنج‌سالهٔ ششم این کشور، گویای تغییر ریشه‌ای در سیاست انرژی چین بود به‌نحوی که متوسط شدت انرژی از ۱/۶۶ (در فاصله سال‌های ۱۹۵۳ تا ۱۹۷۹) به ۰/۵۱ (در دورهٔ ۱۹۸۰ تا ۱۹۸۷) کاهش یافت. کارایی نازل و بهره‌وری نامطلوب انرژی در این کشور معلول شرایط مختلفی تشخیص داده شد که اهم آنها عبارت بودند از: نرخ بالای رشد مصرف انرژی، رشد غیر منطقی شدت مصرف انرژی نسبت به افزایش ارزش افزودهٔ تولیدات و خدمات، بالا بودن درصد سهم زغال سنگ در عرضهٔ انرژی بدلیل تأکید زیاد بر صنایع سنگین، سطح نازل تکنولوژی، همچنین نبود سازمان مشخص در دولت برای مدیریت انرژی در کارخانجات و نبود انگیزه‌های لازم برای بهبود کارایی.

برای پشت سر گذاشتن این عوامل، سیاستهای ذیل به‌صورت کانونی، مورد توجه برنامه ریزان و مجریان قرار گرفت. ۱- ایجاد تشکیلات لازم در مدیریت انرژی ۲- تغییر ساختار اقتصادی برای کاهش شدت انرژی ۳- نوسازی تکنولوژیها و کنار گذاشتن تجهیزات از کار افتاده ۴- استفاده از انگیزه‌های اقتصادی نظیر اهداء وام و یارانه.

اقدامات مدیریت انرژی در روسیه، از ابتدا دههٔ ۹۰ میلادی آغاز شد و از ماه مه ۱۹۹۵، با حکم ریاست جمهور این کشور، وارد مرحلهٔ تازه و گسترده‌ای گشت. پتانسیل کلی صرفه‌جویی انرژی در روسیه، حدود ۳۰درصد مصرف برآورد شده است و بنا بر مطالعات انجام شده، تجدید سازمان صنایع به شدت انرژی‌بر، می‌بایست در رأس اقدامات مدیریت انرژی قرار گیرد. اجرای این اقدامات می‌توانند در سال ۱۹۹۷، نرخ شدت انرژی را در این کشور تثبیت کند و تا سال ۲۰۱۰، این نرخ را ۲۰ تا ۲۵ درصد کاهش دهد.

مهمترین موارد مطرح در سیاست عمومی انرژی روسیه عبارتند از ؛ تنظیم قیمتها در سطح فدرال و منطقه‌ای، بهبود سیاست عوارض و مالیات‌های مربوط به انرژی، حمایت از ساخت تسهیلات بزرگ انرژی و پروژه‌های بهینه‌سازی، کمک به تولیدکنندگان ذغال سنگ، کمک به خانواده‌های کم درآمد برای رفع پی‌آمدهای حذف یارانه‌ها، اجرای برنامه فدرال «سوخت و انرژی» و سرمایه‌گذاری در زمینه برنامه‌های علمی و فنی.

قانون مصرف منطقی انرژی ژاپن نیز در سال ۱۹۷۹ تدوین شد. در این قانون سه حوزهٔ اساسی مورد نظر می‌باشد؛ ۱- بخش صنعت. در این بخش که بیش از ۵۰ درصد از کل مصرف انرژی را به خود اختصاص داده است، کارخانجات به شدت انرژی‌بر، موظفند برنامه‌ای برای مدیریت انرژی و بازیافت حرارت عرضه کنند. وزارت تجارت بین‌المللی و صنایع ژاپن نیز در زمینه‌های گوناگون، استانداردها و ضوابطی را وضع نموده است تا به این کارخانجات کمک کند. ۲- بخش ساختمان‌ها. این بخش، مصرف‌کنندهٔ بزرگترین قسمت از انرژی تجاری- خانگی است. ۳- بخش ماشین آلات و سایر تجهیزات انرژی‌بر. این بخش به دلیل تعداد بسیار تجهیزات، سهم بزرگی از انرژی کشور مزبور را مصرف می‌کند؛ همچنین برچسب‌هایی نیز تهیه شده است تا به مصرف‌کنندگان، امکان دهد کاراترین دستگاه از نظر مصرف انرژی را تشخیص دهند.

در کشور مالزی، مسئولیت اصلی امور مدیریت انرژی را وزارت انرژی، ارتباطات و پست این کشور بر عهده دارد و با تشکیل یک کمیسیون ویژه بهینه سازی انرژی، برنامه‌هایی گوناگونی را تدارک دیده است. هزینه فعالیت‌های متعددی که در این زمینه انجام می‌گیرد از جمله برنامه آگاه‌سازی، دوره‌های آموزشی و سمینارها برای مهندسان و کارشناسان فنی، ممیزی انرژی در کارخانجات و تشکیل واحدهای بهینه‌سازی انرژی، عمدتاً از محل منابع مالی تخصیص یافته و از سوی کمپانی‌های نفتی و شرکت‌های تولید و عرضه برق، تأمین می‌شوند. مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی مالزی (SIRIM) برنامه تدوین و نصب برچسب‌های کارایی انرژی به روی تجهیزات انرژی‌بر را آغاز کرده است. در زمینه حمل و نقل نیز، با وضع عوارض و مالیات‌های گوناگون (مالیات فروش سوخت، استفاده از بزرگ راهها و پارکینگ) و طرح ساخت خودروهای کم ظرفیت کوچک، تلاش شده است استفاده از خودروهای بزرگ به حداقل ممکن یابد. برزیل نیز یکی از کشورهای مهم در حال توسعه‌ای است که مدیریت انرژی در آن اعمال می‌شود. متولی اصلی مدیریت انرژی در این کشور، وزارت معادن و انرژی در دو بخش نفت و برق می‌باشد. در آغاز دهه ۸۰ مدیریت انرژی با توجه به سهم بزرگ برق آبی در برزیل، بیشتر معطوف به انرژی‌های فسیلی بود اما این روند به‌تدریج تغییر کرد. مشکلات عمده‌ای که مدیریت انرژی در این کشور با آن مواجه بوده است عبارتند از، نبود اطلاعات و آگاهی کافی در این زمینه، مشکل محاسبه اقتصادی نتایج کارایی انرژی برای صنایع که موجب کاهش انگیزه مدیران به استفاده از مدیریت انرژی می‌شود، طراحی نا صحیح وسایل انرژی‌بر و کمبود تجهیزات کارا.

دولت برزیل، برای اجرای صرفه‌جویی در انرژی گاه دست به اقدامات سخت‌گیرانه‌ای نظیر بستن پمپ‌بنزین‌ها در تعطیلات آخر هفته، کاهش محل‌های پارکینگ در شهرها، تغییر ساعات کاری زده است که زود رها شدند. بعضی اقدامات دیگر نیز (مثل برچسب کارایی انرژی) به دلیل عدم پی‌گیری لازم نتیجه چندانی در بر نداشته است.

جدول (۱۰)

اطلاعات تلفیقی انرژی: فرآیند تولید آمونیاك

UNIT OPERATION MODULE No	ENTHALPY				EXERGY				
	Flux	Q	W	Total	Flux	Q	W	W_L	%W_L
1. Circulator									
Flux (2-3)	-1.026	0	1.026	0	-0.818	0	1.026	0.208	1.5
2. Feed/Effluent									
Flux 4-R2	-6.233				-2.386				
Flux R6-5	6.233				3.487				
Module Total	0	0	0	0	1.101	0	0	1.101	8.0
3 Internal Ex.									
Flux R2-R3	-20.771				-9.775				
Flux R4-R5	20.771				11.836				
Module Total	0	0	0	0	2.061	0	0	2.061	15.0
4. Reactor Bed 1									
ideal iso T P	21.572	19.702	-1.870	0	13.800	-11.930	-1.870	0	
real flux R5-R6	0	0	0	0	1.680	0	0	1.680	12.2
5. Reactor Bed 2									
ideal iso T P	10.523	-9.819	-0.704	0	6.308	-5.604	-0.704	0	
real flux R5-R6	0	0	0	0	0.652	0	0	0.652	4.7
6 Steam generator									
Flux 5-6	26.586				12.719				
Ex duty Flux 50-51 = Q_{EX}		-26.586				-10.929			
Module Total	26.586	-26.586	0	0	12.719	10.929	0	1.790	13.0
7. Gas/Gas Hot									
Flux 3-4	-26.975				-5.403				
Flux 6-7	26.975				6.687				
Module Total	0	0	0	0	1.284	0	0	1.284	9.3
8 Water Cooler									
Flux 7-8	9.099				0.395				
CW 52-53 Q_{EX}		9.099				0			
Module Total	9.099	-9.099	0	0	0.395	0	0	0.395	2.9
9. Gas/Gas Cold									
Flux 1-2	-4.470				0.402				
Flux 8-9	4.470				-0.055				
Module Total	0	0	0	0	0.347	0	0	0.347	2.5
10. MP Chiller									
Flux 44-45	-4.796				0.621				
Flux 9-10	4.796				-0.275				
Module Total	0	0	0	0	0.346	0	0	0.346	2.5
11 Mixer make-up									
Flux 11+13-14	-0.004	0	0	-0.004	0.537	0	0	0.537	3.9
12. LP Chiller									
Flux 28-31	-1.745				0.448				
Flux 14-15	1.745				-0.136				
Module Total	0	0	0	0	0.312	0	0	0.312	2.3
13. Separator	0	0	0	0	0.001	0	0	0.001	0
14 Gas Compressor									
Flux 13A-13	-10.763	0	10.763	0	-8.449	0	10.763	2.314	16.8
15 Refrigeration C.									
Flux 16-17	-1.260	0	1.260	0	-0.918	0	1.260	0.342	2.5
16. Ammonia cond									
Flux 17-18	7.801				0.395				
CW 54-55 Q_{EX}		-7.801				0			
Module Total	7.801	-7.801	0	0	0.395	0	0	0.395	2.9
GRAND TOTAL	30.433	-43.486	13.049	-0.004	11.645	-10.929	13.049	13.765	100

پیشنهادات کنونی برای استفاده بهینه‌سازی و مدیریت انرژی عبارتند از: پی‌گیری بیشتر قوانین از سوی دولت، بهبود هدف‌یابی، افزایش آگاه‌سازی در کلیه رده‌های عمومی و تخصصی، دخالت دادن بیشتر جامعهٔ شهری و شرکت‌های خصوصی در امر انرژی، واقعی کردن قیمت‌ها و شفاف کردن مکانیسم‌های یارانه‌ای، ایجاد منابع جدید مالی از جمله استفاده از یک صندوق ملی و کمک گرفتن از منابع بین‌المللی و سرانجام، افزایش کارایی استفاده از بیوماس که امروزه دارای سهم بسیار بزرگی در صنایع برزیل است.

«مدیریت انرژی در صنایع»

برای مدیران و مهندسان صنایع در بخش صنعت، انرژی مقوله‌ای است که از جنبه‌های مختلف و به‌طور مستمر با آن سرو کار دارند. امروزه این عقیده که مدیریت انرژی در کارخانجات نه یک انتخاب بلکه یک ضرورت است، جنبه عام پیدا کرده است. بسته به فرآیند تولید، شکل اجرای کار در مدیریت انرژی، متفاوت می‌گردد؛ با این حال تلاش می‌شود تا در این قسمت، عمده وجوه مشترک مراحل مدیریت انرژی در صنایع، به‌صورت مختصر ارائه گردد:

ایجاد پایگاه آمار و اطلاعات انرژی؛ عملکرد صحیح و منطقی در ایجاد پایگاه اطلاعات انرژی در کارخانجات و صنایع، از چند جنبه حائز اهمیت است:

اولاً، بهره‌برداری سازمان یافته از این پایگاه، امکان عملی برای تجزیه و تحلیل فرآیند انرژی را با هدف تقویت جریان مطالعات فنی و پژوهش‌های کاربردی در مراحل مختلف مسیر تولید کارخانه، فراهم می‌سازد.

ثانیاً، تهیه جداول آماری و اطلاعات از مصرف انرژی عهده‌دار نقش کلیدی در مطالعه روش‌های کارایی انرژی واحدهای عملیاتی کارخانه‌ها، همچنین تجهیزات و ماشین‌آلات کارگاههای تولیدی است.

ثالثاً، وظیفه دیگر پایگاه اطلاعات انرژی، ارائه شاخص‌های انرژی می‌باشد که برای ارزیابی و تصمیم‌گیری پیرامون تکنیک‌ها و تکنولوژی‌های تولید، با توجه به مزیت‌های نسبی تجهیزات مربوطه و اهداف غایی فرآیند تولید مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در یک نگاه کلی، چارچوب و بدنه اصلی اطلاعات انرژی در صنایع به شرح زیر تصویر می‌شود:

۱- جمع آوری آمار و اطلاعات

جمع‌آوری آمار و اطلاعات دارای دو بخش است. اول: تهیه نمودار جریان انرژی در مراحل مختلف تولید یک واحد صنعتی. دوم؛ تهیه آمار و اطلاعات حامل‌های انرژی در دو سطح کلی و جزء به جزء. در جدول (۱۰) تجزیه و تحلیل انرژی با کاربری جزء به جزء، در فرآیند تولید آمونیاک ارائه شده است.

همانطورکه ملاحظه می‌شود، جدول به سه بخش تقسیم شده است؛ طرح‌های عملیاتی واحد، انتالپی (Enthalpy) که عبارت است از: مجموع انرژی داخلی به‌علاوه کار حجمی؛ H= U+PV، اکسرجی (Exergy) یا «کارزایی» که بنا به تعریف، حداکثر قابلیت انرژی به کار در شرایط بهینهٔ ترمودینامیکی می‌باشد؛ E= H-TS. روش‌های محاسبه انتالپی و اکسرجی درمدیریت انرژی با توجه به ماهیت کاملاً فنی آن، از موضوع این نوشتار خارج است اما در اینجا ذکر نکته‌ای خالی از فایده نخواهد بود که در صنایعی از قبیل گاز، پتروشیمی و پالایش، محاسبه ترازهای انتالپی و اکسرجی، شرط لازم در اعمال یک مدیریت انرژی فراگیر است. به عنوان مثال، در جدول (۱۰)، نشان داده شده است که میزان انرژی استفاده شده در فرآیند تولید، ۱۳/۰۴۹ GJ/h یا MWh/t ۰/۳۶ می‌باشد که هزینه قابل ملاحظه‌ای را در پی دارد و متضمن برخی پرسش‌های اساسی برای یک مدیر تولید است؛ آیا افت فشار در جریان تولید، تأثیر قابل ملاحظه‌ای را در انرژی‌بری فرآیند دارد؟ بازیافت آنتالپی، متناظر با چه سطح از عرضه نیروی مکانیکی است؟

پاسخ به این پرسشها و سؤالاتی از این قبیل، با تهیه جداول مشابه و محاسبه ترازهای انتالپی و آکسرجی (اکسرژی)، در فرآیند تولید قابل دسترسی است.

۳- حسابداری انرژی

خصوصیات و ویژگی‌های حسابداری انرژی به حسب تفاوت فرآیندهای تولید در صناع متفاوت است، با این حال می‌توان در یک تقسیم‌بندی دوگانه، تصویرونمایی کلی ازحسابداری انرژی ارائه نمود:

الف) تهیه ترازهای فنی حامل‌های انرژی

ب) تهیه ترازهای پولی یا هزینه‌ای حامل‌های انرژی

نتیجه گیری

دربرنامه بلندمدت «۱۴۰۰» جمهوری اسلامی ایران، توجه خاصی به افزایش صادرات خصوصاً صادرات صنعتی شده است. «ارتقاء صرفه‌جویی انرژی»، فراگردهای مدیریت انرژی در بخش صنعت و راهبردی در اقتصاد ملی، برای نیل به اهداف برنامه «ایران- ۱۴۰۰» می‌باشد.

«منابع»

۱- بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، «حسابهای ملی».

۲- تبصره ۱۹ قانون برنامه دوم جمهوری اسلامی ایران، وزارت نیرو- دفتر بهینه سازی ۱۳۷۵.

۳- دفتر برنامه‌ریزی انرژی، «ترازنامه انرژی در سال ۱۳۷۴»، معاونت امور انرژی وزارت نیرو/ ۱۳۷۵.

۴- راسخی سعید، «تقاضای انرژی در بخش صنعت و مدل‌های پیش‌بینی تقاضا»، کمیته ملی انرژی جمهوری اسلامی ایران/ ۱۳۷۵.

۵- دکترصادقی حسین، «بررسی جایگاه صرفه‌جویی وکارایی انرژی در اقتصاد ملی»، کمیته ملی انرژی جمهوری اسلامی ایران/ ۱۳۷۵.

۶- فروغی داریوش؛ ترجمه «انرژی برای جهان فردا»، شورای جهانی انرژی/ ۱۳۷۵.

۷- نشریه بهسامان؛ شماره‌های مختلف، سازمان بهره‌وری انرژی ایران وابسته به معاونت امور انرژی زوارت نیرو/ ۱۳۷۵ و ۱۳۷۶.

8- Patterson Murray, "What is energy efficency", Energy Policy, No.5/1996.

9- Kaiser V., "Industrial Energy Management", Institut France de Petrol poublications/1993.

10- OPEC Review Dec. 1996.

11- The WORLD BANK, "An End-use Energy Efficiency Strategy For IRAN", 1994.