

شناسایی عوامل موثر بر عرضه و مصرف انرژی در ایران با رویکرد اصلاح الگوی مصرف

فرنود فریدونی، دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک در گرایش تبدیل انرژی، دانشگاه بین المللی امام خمینی؛ farnood_freidooni@yahoo.com

مصطفی مافی، استادیار گروه مهندسی مکانیک، دانشگاه بین المللی امام خمینی؛ m.mafi@eng.ikiu.ac.ir

چکیده

منابع محدود و نیازهای نامحدود، ما را بر آن می‌دارد که به منظور حفظ سرمایه‌های ملی، الگوی صحیح مصرف را تدوین و تخصیص کارا و بهره‌ور منابع را مد نظر قرار دهیم. در این پژوهش به استناد منابع کتابخانه‌ای به بیان مفاهیم جدید در بخش مصرف انرژی و عینی‌سازی این مصارف با ارقام ریالی پرداخته ایم. بر اساس یافته‌های پژوهش، هزینه‌های سالانه انرژی در کشور حدود ۱۰ درصد بودجه‌ی پیشنهادی سال ۱۳۹۴ می‌باشد. این موضوع ضرورت پژوهش در بخش‌های مرتبط با انرژی را مورد تأکید قرار می‌دهد؛ که به اصلاح الگوی مصرف و بکارگیری تکنولوژی‌های نوین و در نهایت حفظ سرمایه‌های ملی و بهره‌برداری از آن در بخش‌های عمرانی منجر خواهد شد.

همچنین، سرانه و شدت مصرف انرژی در ایران بوضوح از سایر کشورهای در حال توسعه بیشتر است. علت بالا بودن سرانه و شدت مصرف در کشور را می‌توان بکارگیری انرژی در بخش‌های غیر مولد، انرژی بر بودن محصولات تولیدی و استفاده از تکنولوژی‌های غیر بهینه جستجو نمود. یافته‌های پژوهش موید این نکته نیز می‌باشد که حدود ۴۰ درصد انرژی در ساختمان‌های مسکونی، تجاری و اداری مصرف می‌گردد.

کلمات کلیدی: انرژی، مصرف بهینه، انرژی در ساختمان، صرفه‌جویی

مقدمه

با بررسی اجمالی منابع انرژی ایران مشخص خواهد شد که چرا می‌توان با افتخار نام "سرزمین انرژی" را بر این کشور پهناور نهاد و در عین حال چرا باید با تاسف نام "سرزمین اتلاف انرژی" را بر آن افزود [۱]. در این پژوهش برآنیم تا با بررسی آمارهای رسمی اعلام شده و مقایسه‌ی آنها در قالب شاخص‌های اقتصادی، روند مصرف انرژی را در ایران مورد مطالعه قرار داده، به ضرورت مصرف بهینه انرژی و حیاتی بودن کاهش مصرف آن اشاره‌ای داشته باشیم. مقایسه‌ی آمار تراز نامه انرژی چند سال اخیر نشان دهنده‌ی قابل توجه بودن ارقام ریالی مصرف انرژی می‌باشد.

در پایان سال ۱۳۸۷ میزان نفت قابل استحصال کشور برابر با ۱۳۷ میلیارد بشکه و نیز ذخایر قابل استحصال گاز طبیعی برابر با ۲۹ تریلیون متر مکعب بوده است. بدین ترتیب ایران در میان کشورهای دارای ذخایر نفت در جایگاه دوم و ذخایر گاز در جایگاه اول در دنیا قرار گرفت. علاوه بر آن ۳۷۰۰

کیلومتر مربع از میدان گازی پارس جنوبی که بزرگترین میدان گازی جهان به شمار می‌آید، متعلق به ایران است. این میدان، وسعتی برابر ۹۷۰۰ کیلومتر مربع دارد که ۶۰۰۰ کیلومتر مربع آن متعلق به کشور قطر می‌باشد. حجم گازی که در این میدان وجود دارد از مجموع ذخایر گازی ایالات متحده آمریکا، کانادا، چین و اروپا بدون احتساب روسیه بیشتر است [۱].

هر چند کشور ما از نظر برخورداری از منابع طبیعی و نیروی انسانی در جایگاه ممتازی قرار گرفته است؛ اما با توجه به بهره‌مندی از منابع فراوان و متنوع انرژی که به آنها اشاره شد، بی‌شک استفاده از عنوان "سرزمین انرژی" برای چنین کشوری مبالغه آمیز نخواهد بود.

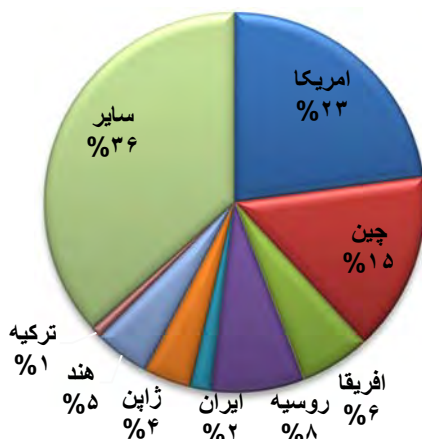
از طرف دیگر مقایسه وضعیت عرضه و مصرف انرژی ایران در سال ۱۳۸۷ با ارقام مشابه در سال ۱۳۵۷ نشان می‌دهد که جمع عرضه انرژی اولیه از ۲۵۲/۲ میلیون بشکه معادل نفت خام در سال ۱۳۵۷ به ۱۴۹۳ میلیون بشکه معادل نفت خام در سال ۱۳۸۷ رسیده است [۳] (رشد سالیانه ۶٫۱ درصد)؛ کل مصرف نهایی انرژی از ۱۷۴/۸ به ۹۹۵/۷ میلیون بشکه نفت خام افزایش یافته است (رشد سالیانه ۶ درصد).

این افزایش چشمگیر در مصرف نهایی انرژی، تداوم و شتاب در اقدامات بهینه‌سازی در عرضه و تقاضای انرژی را بیش از پیش ضروری می‌سازد؛ زیرا ادامه روند جاری باعث خواهد شد علاوه بر کاهش سالانه توانایی صادرات انرژی، کشور در میان مدت به وارد کننده انرژی نیز تبدیل شود [۲].

نگاهی به مصرف انرژی در ایران و برخی کشورها

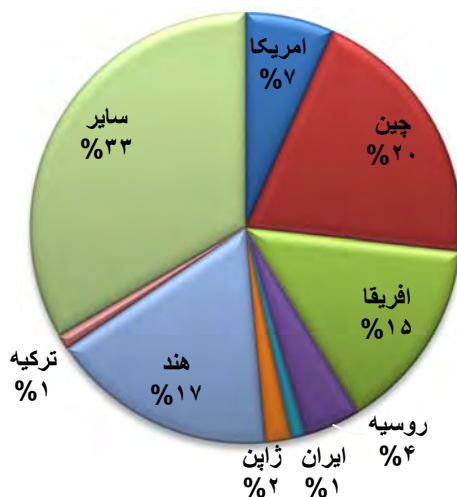
کل مصرف انرژی در سال ۲۰۰۹ میلادی در جهان معادل ۷۵۱۶/۱ میلیون تن نفت خام [۲] و سهم ایران ۲ درصد آن، ۱۳۴/۴ میلیون تن [۲] معادل ۴۱۴ میلیون بشکه نفت خام بوده است [۲]. با احتساب قیمت ۶۰ دلار برای هر بشکه در سال ۲۰۰۹، برای انرژی در ایران رقمی معادل ۲۴۸۶۰ میلیون دلار هزینه گردیده است. اگر نرخ دلار در سال ۱۳۹۳ بطور متوسط ۳۰۰۰۰ ریال فرض شود، مبلغی معادل ۷۴۵۸۰۰۰۰۰۰ ریال تقریباً برابر با ۱۰ درصد پیش‌بینی بودجه کشور در سال ۹۴، برای انرژی پرداخت شده است. مروری به آمار مصرف انرژی به تفکیک در برخی کشورها وضعیت مصرف انرژی در ایران را روشن و تحلیل علل بالا بودن آن را امکان‌پذیر می‌نماید.

سهم برخی از کشورها از مصرف انرژی



(نمودار ۱) سهم برخی کشورها از مصرف انرژی جهان [۳]

سهم برخی از کشورها از جمعیت جهان (درصد)



(نمودار ۲) سهم برخی کشورها از جمعیت جهان [۳]

مقایسه نمودارهای ۱ و ۲ نشانگر مصرف انرژی در ایران همانند کشور های توسعه یافته همچون ژاپن می باشد. در صورتی که کشور های در حال توسعه مصرف انرژی کمتر به نسبت جمعیت دارند. نگاهی به کشور هند با سهم ۱۷ درصدی جمعیت و مصرف ۵ درصدی انرژی، این واقعیت را به روشنی بیان می نماید که ایران نیز می بایست با توجه به سهم ۱ درصدی از جمعیت جهان حدود ۰/۳ درصد از مصرف انرژی جهان را به خود تخصیص می داد در صورتی که حدود ۲ درصد از انرژی جهان در ایران مصرف شده است؛ یعنی مبلغی معادل ۶۳۳۹۳۰۰۰۰ میلیون ریال در بخش انرژی مازاد بر الگوی صحیح مصرف هزینه گردیده است.

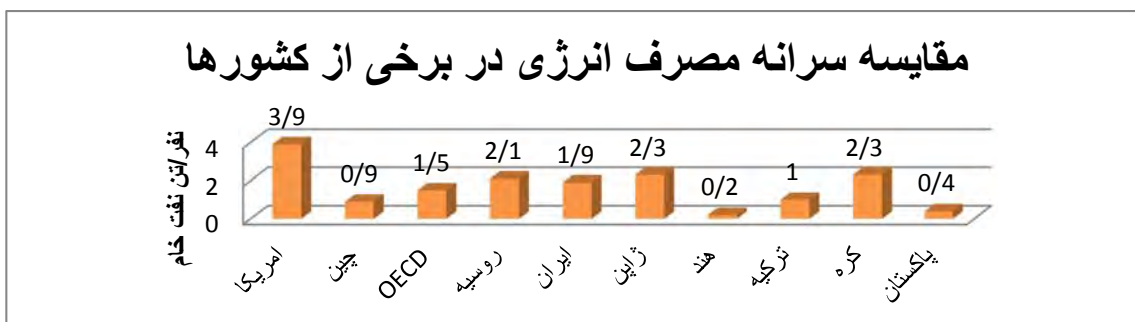
شاخص های اقتصادی انرژی

برای روشن تر شدن وضعیت مصرف انرژی و میزان اثر بخشی آن بر توسعه اقتصادی غالباً از شاخص های کلان اقتصادی انرژی استفاده می گردد. برخی از این شاخص ها در زیر به طور خلاصه مورد بررسی قرار می گیرند.

مصرف سرانه:

سرانه مصرف انرژی از تقسیم مصرف انرژی نهایی به جمعیت به دست می آید. عموماً سرانه مصرف انرژی در جوامع توسعه یافته به دلیل درآمد سرانه بالا و امکان بهره برداری از کالاها و خدمات متنوع بیشتر می باشد. در عین حال در این کشورها، افزایش بهره وری به تعدیل مصرف انرژی منجر شده است [۳].

با توجه به اطلاعات نمودار سه در ایران و کشورهای که از ذخائر انرژی قابل توجهی برخوردارند مصرف نهایی انرژی در مقایسه با دیگر کشورهای در حال توسعه به وضوح بیشتر است. این امر از بهره وری پایین در بهره برداری، مصرف بالای انرژی و همچنین استفاده از کالاها و خدمات انرژی بر ناشی می شود.



(نمودار ۳) مقایسه مصرف انرژی در برخی از کشورها [۳]

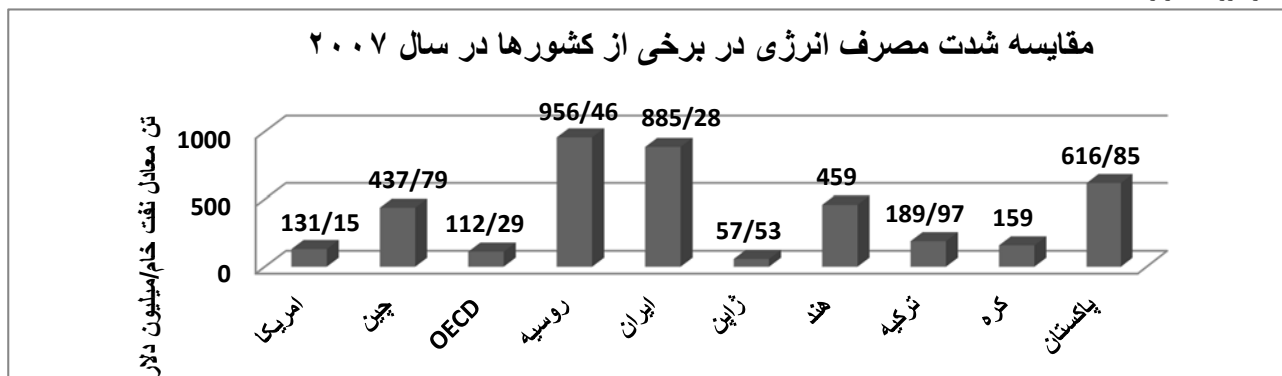
$$\text{شدت مصرف انرژی} = \frac{\text{کل انرژی مصرفی در سال}}{\text{ارزش افزوده تولید شده در سال}}$$

با توجه به اطلاعات نمودار چهار و پنج مشاهده می شود ایران از لحاظ مصرف انرژی به منظور تولید کالاها و خدمات وضعیت مطلوبی ندارد و جزو کشورهایی با شدت مصرف انرژی بسیار بالا محسوب می شود. بر این اساس شدت مصرف نهایی انرژی در کشور نه تنها در مقایسه با کشورهای نفت خیز بسیار بالاتر می باشد بلکه از برخی مناطق نظیر آمریکای شمالی، آفریقا، خاورمیانه، ژاپن و ترکیه نیز بیشتر است. در سال ۲۰۰۷ در سطح جهان به طور متوسط برای تولید یک میلیون دلار ارزش افزوده حدود ۱۲۲/۴ تن معادل نفت خام انرژی مصرف شده است. این رقم در ایران نزدیک به دو برابر مقدار متوسط جهانی و سه برابر کشورهای توسعه یافته می باشد [۳].

با توجه به اطلاعات ترازنامه انرژی سرانه مصرف انرژی ایران در سال های ۸۷، ۸۸ و ۸۹ بترتیب ۱۳/۶۸، ۱۴/۱۵ و ۱۳/۹۶ بشکله معادل نفت خام بوده است. در سال ۸۹ با اجرای طرح هدفمندی یارانه ها و افزایش قیمت حامل های انرژی، مصرف نهایی انرژی نسبت به سال قبل تنها ۰/۱ درصد افزایش و شاخص مصرف سرانه ۱/۳ درصد روند نزولی نسبت به سال قبل داشته است [۲]. بنابر این ارائه انرژی با قیمت تمام شده در دراز مدت موجب اصلاح الگوی مصرف و کاهش روند هزینه های انرژی در کشور خواهد گردید که موجب افزایش مصرف انرژی در بخش های مولد می شود.

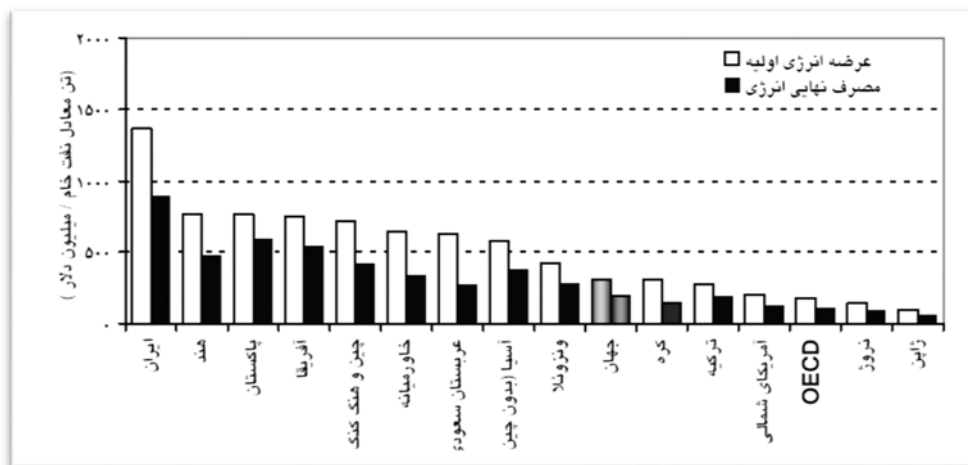
شدت مصرف انرژی:

به منظور شناخت دقیق الگوی مصرف انرژی در هر کشور از شاخص شدت مصرف انرژی استفاده می شود که کارایی انرژی در سطح اقتصاد ملی هر کشور را بیان می کند. این شاخص نشان می دهد برای تولید مقدار معینی از کالا و خدمات چه مقدار انرژی بکار رفته است [۳].



(نمودار ۴) مقایسه شدت مصرف انرژی در برخی از کشورها در سال ۲۰۰۷ [۳]

مقایسه شدت انرژی در برخی از کشورها و مناطق در سال ۲۰۰۹ (بر اساس نرخ ارز)



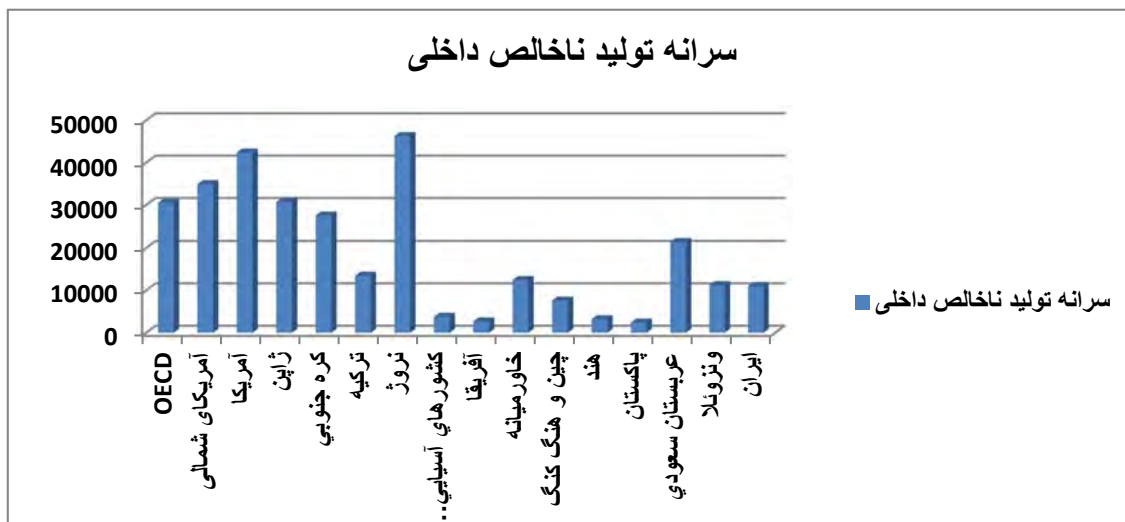
(نمودار ۵) مقایسه شدت انرژی در برخی از کشورها و مناطق در سال ۲۰۰۹

راه کارهای پیش رو جهت کاهش شدت مصرف انرژی:

- کاهش مصرف انرژی در بخش های غیر مولد
 - بهینه سازی مصرف انرژی در بخش های تولیدی
 - افزایش تولید ناخالص داخلی
- واضح و بدیهی است افزایش تولید ناخالص داخلی از تخصص نگارندگان خارج بوده متفکرین این بخش برنامه های اجرایی در این زمینه تدوین و در دست اجرا دارند. در این پژوهش می کوشیم با بیان آمار، نگاهی هر چند گذرا به ضرورت تغییر رفتار در مصرف انرژی بپردازیم.
- در بحث شاخص های کلان اقتصادی انرژی، شاخص های دیگری از قبیل شاخص بهره وری انرژی و شاخص ضریب انرژی نیز مورد بحث قرار می گیرند که در این نوشته فرصت پرداختن به آنها نمی باشد.

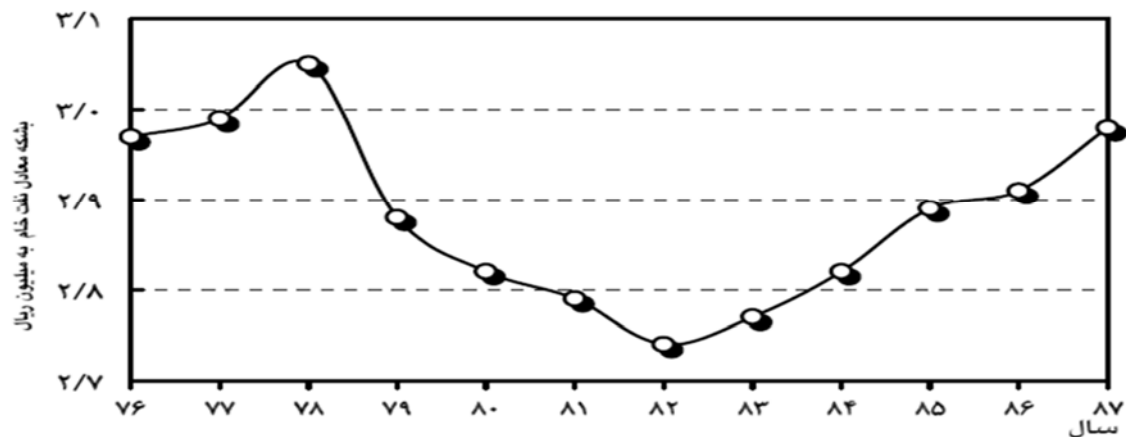
دلایل بالا بودن شاخص شدت انرژی را در دو مورد می توان جستجو نمود:

- ۱- مصرف زیاد انرژی در بخش های غیر مولد: در برابر این مصرف هیچ گونه ارزش افزوده ای تولید نخواهد شد. با توجه به رابطه شدت مصرف انرژی با افزایش صورت کسر و ثابت ماندن مخرج آن مقدار شدت مصرف انرژی افزایش خواهد یافت.
 - ۲- استفاده از تجهیزات غیر بهینه: بهینه نبودن مصرف انرژی در تجهیزات و تکنولوژی های مورد استفاده موجب افزایش صورت کسر در رابطه شدت مصرف انرژی و در نتیجه افزایش آن خواهد گردید.
- با نگاهی به سرانه تولید ناخالص داخلی در برخی کشورها و مقایسه آن با ایران و نیم نگاهی به سرانه مصرف انرژی، کم بودن تولید ناخالص و بالا بودن مصرف سرانه انرژی، به دلیل الگوی نامناسب مصرف و مصرف انرژی در بخش های غیر مولد جامعه می باشد [۳].



(نمودار ۶) مقایسه سرانه تولید ناخالص داخلی برخی از کشورها [۲]

نمودار شدت انرژی طی سال های ۸۷ - ۱۳۷۶



(نمودار ۷) مصرف انرژی در سال های ۱۳۸۷-۱۳۷۶ [۳]

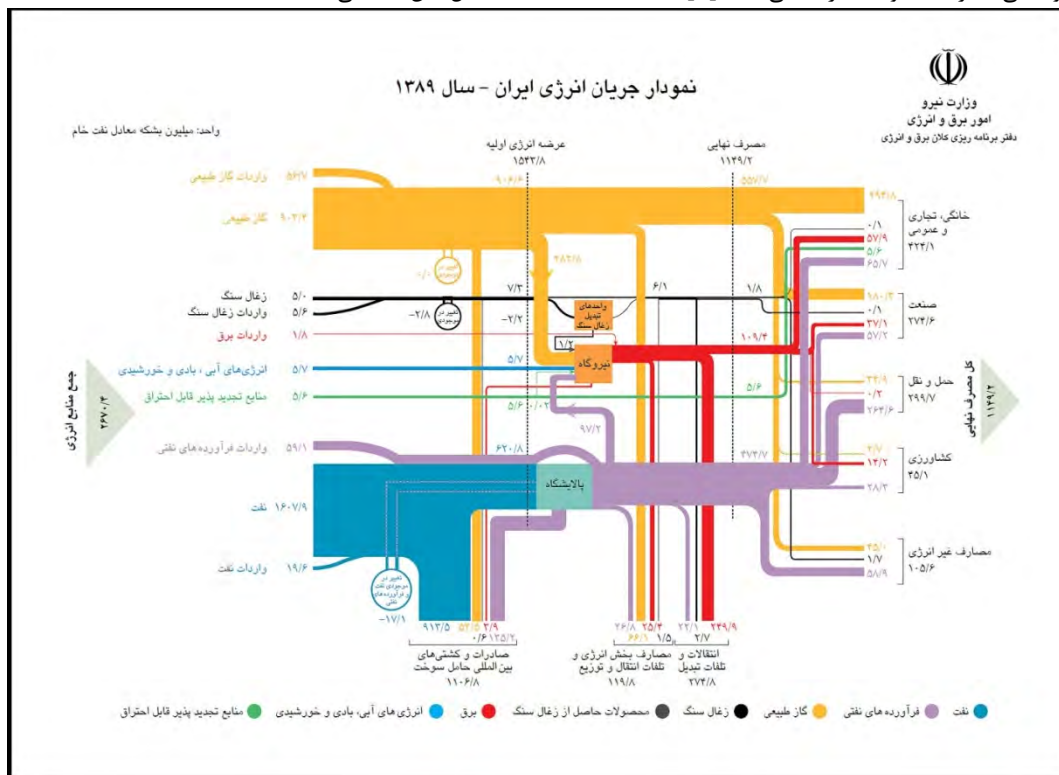
در ادامه با بررسی آمارهای رسمی سهم قابل توجه بخش ساختمان اعم از مسکونی، تجاری و عمومی را از مقدار مصرف انرژی در کشور و جهان مورد بررسی قرار داده روش های مدیریت مصرف انرژی در ساختمان را که منجر به مصرف بهینه؛ حفظ سرمایه های ملی و کاهش هزینه های خانوار خواهد گردید را مطالعه نمائیم.

وضعیت انرژی در ساختمان

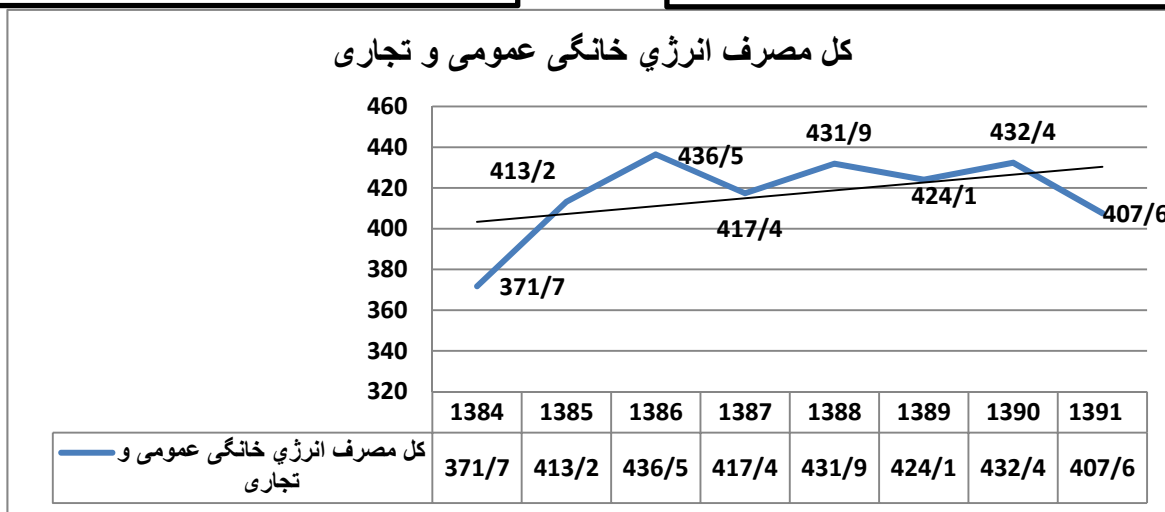
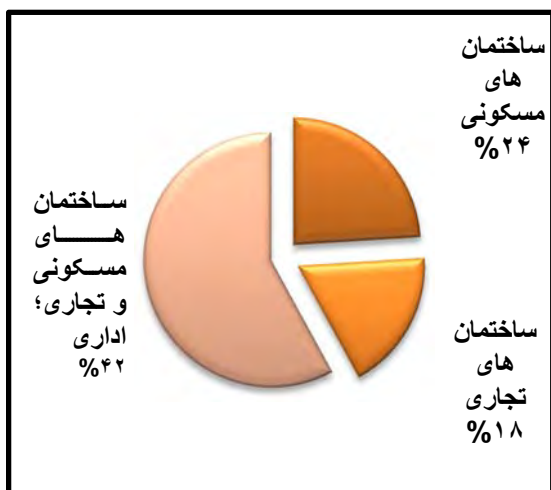
همانگونه که از اطلاعات ارائه شده در شکل یک و نمودار ۹ ملاحظه می گردد حدود ۴۰٪ کل انرژی مصرف شده کشور در سال های ۸۷ و ۸۸ برابر با ۵۶٫۵ میلیون تن معادل نفت خام به بخش ساختمان اختصاص داشته است. این روند رو به رشد تا حدودی با اجرای طرح هدفمند سازی و افزایش بهای انرژی متوقف و رو به کاهش نهاده است [۳]. کاهش ۶ درصدی مصرف انرژی سال ۱۳۹۱ نسبت به سال ۱۳۹۰ (نمودار ۸) به دلیل بیان شده می باشد.

سهم هزینه انرژی در کل هزینه خانوار

مصرف انرژی بر اقتصاد خانواده نیز تاثیر گذار است. با نگاهی گذرا به آمار، ملاحظه می شود که در سال ۱۳۸۷ هزینه انرژی حدود ۲/۲ درصد از کل هزینه های خانوارهای شهری و ۳/۸ درصد از کل هزینه های خانوارهای روستایی را به خود اختصاص داده است. بررسی دهک های هزینه ای نشان می دهد که در خانوارهای شهری و روستایی هرچه سطح درآمد پایین تر باشد سهم هزینه انرژی در مجموع هزینه های خانوار افزایش می یابد؛ به عبارت دیگر سهم هزینه انرژی در کل هزینه های خانوار برای خانواده های فقیرتر، بالاتر است. برای نمونه یک خانواده فقیر شهری حدود ۳/۹ درصد از کل هزینه های مصرفی و یک خانواده ثروتمند شهری حدود ۱/۵ درصد از کل هزینه های مصرفی خود را صرف تامین انرژی می نماید. این ارقام برای فقیرترین و ثروتمندترین خانوارهای روستایی به ترتیب ۷ و ۲/۷ درصد می باشد [۲].



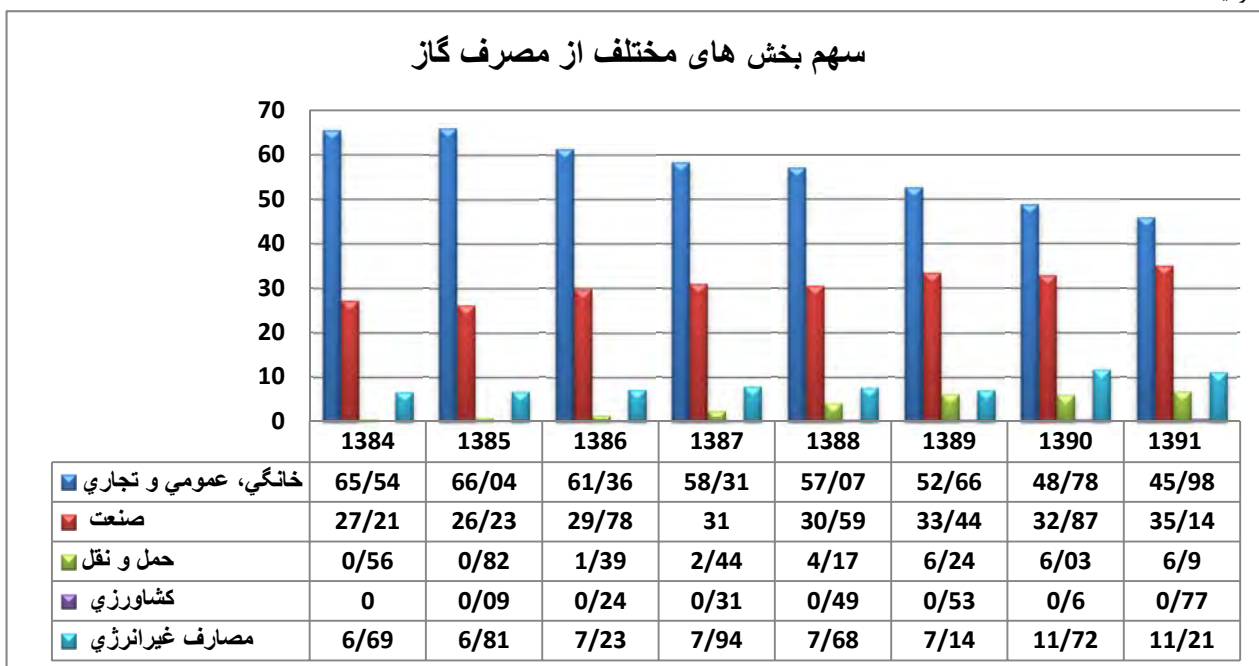
(شکل ۱) جریان انرژی در ایران [۲]



(نمودار ۸) کل مصرف انرژی خانگی عمومی و تجاری [۳]

(نمودار ۱۰) سهم بخش های مختلف مصرف انرژی در ایران [۳]
 بعنوان نمونه سهم مصارف خانگی، عمومی و صنعتی را از مصرف گاز مورد بررسی قرار می دهیم.

(نمودار ۹) سهم بخش های مختلف مصرف انرژی در ایران [۳]
 از سهم ۴۲ درصدی ساختمان حدود ۱۸ درصد آن در ساختمان های اداری، تجاری و ۲۴ درصد آن در ساختمان های مسکونی مصرف گردیده است.



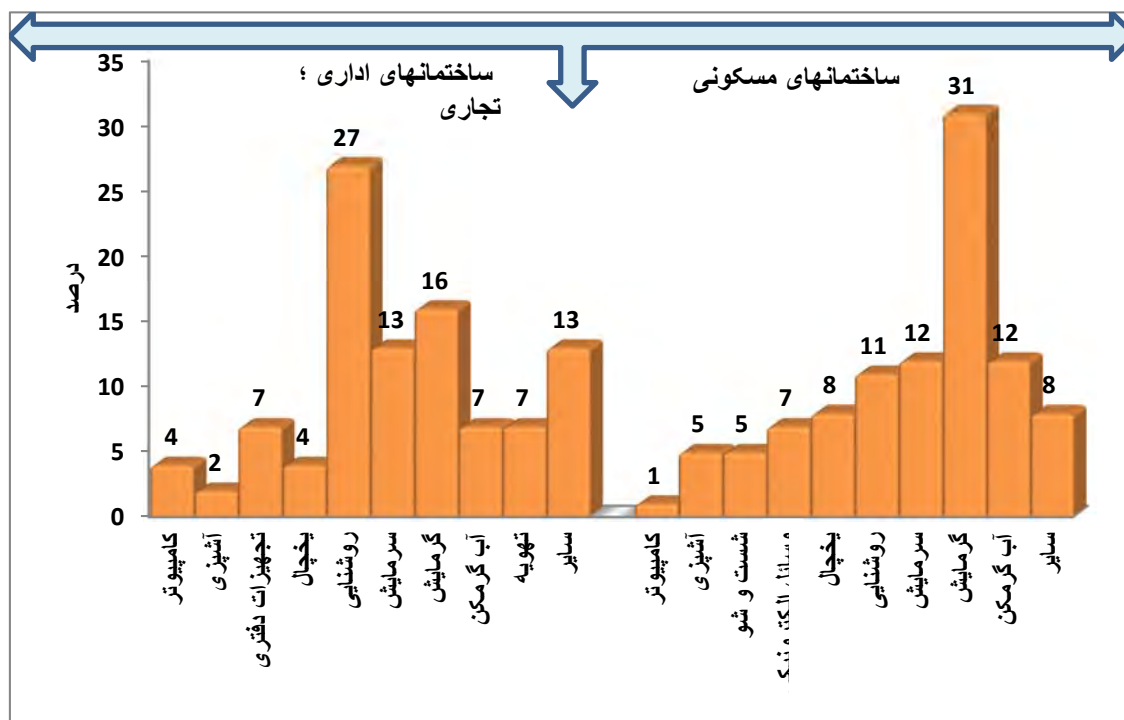
(نمودار ۱۱) سهم بخش های مختلف مصرف گاز در ایران [۲]

ساختمان موجب صرفه جویی و کاهش هزینه های انرژی مصرفی در ساختمان توام با تامین آسایش حرارتی ساکنین می گردد. نکته جالب توجه آن است که برخی بر این باورند که اجرای مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان سبب افزایش هزینه های ساخت می گردد. این در حالیست که با اجرای صحیح این مبحث نه تنها هزینه های اولیه ساخت کاهش می یابد بلکه به دلیل بکارگیری روش ها و تکنولوژی های بهینه در هزینه های دوره بهره برداری نیز صرفه جویی شایان توجهی بعمل می آید [۴].

بررسی ها نشان می دهد با استفاده از روش های مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان مانند عایق کاری های سیستم تاسیسات، عایقکاری و استفاده از مصالح مناسب برای جداره خارجی ساختمان و نصب پنجره های دو جداره و ... کمتر از ۵٪ به هزینه های ساخت افزوده شده که در مقابل کاهش حدود ۴۰٪ در ظرفیت های انتخاب شده تاسیسات حرارتی و همچنین کاهش هزینه انرژی در طول عمر بهره برداری قابل صرف نظر کردن می باشد.

همانگونه که در نمودار فوق ملاحظه می شود حدود ۲۵ درصد گاز طبیعی در بخش خانگی، عمومی و تجاری مصرف می گردد. نگاهی به آمار مصرف انرژی در سال ۹۱ بیانگر مصرف ۲۹۰،۱ میلیون بشکه معادل نفت خام [۴] و با قیمت ۱۰۹ دلار برای هر بشکه [۴] در این سال خواهیم دید این مصرف رقمی معادل ۳۱۶۲۰،۹ میلیون دلار (حدود ۹۸ هزار میلیارد تومان) یعنی حدود ۹ درصد پیش بینی بودجه سال ۹۴ کشور خواهد بود. واضح و روشن است مصرف بهینه و کاهش آن تا چه حد بر افزایش سرمایه که قابل بهره برداری در بخش های مولد کشور خواهد بود تاثیر گذار است. بدون شک پرداختن به مدیریت انرژی در ساختمان از ضروریات پیش روی متولیان ساخت و ساز در کشور می باشد. این مهم از طریق بسترسازی، فرهنگ سازی، تدوین استانداردهای مورد نیاز و اعمال کنترل های لازم قابل دسترسی می باشد.

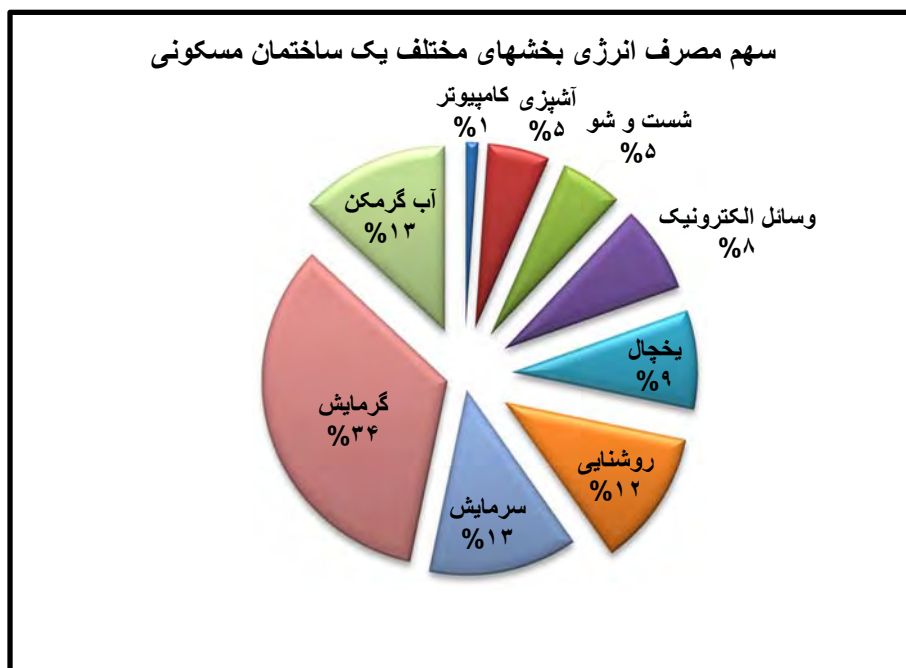
به منظور ارائه استانداردهای صرفه جویی و بهینه سازی مصرف انرژی در بخش ساختمان مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان تدوین و رعایت آن الزامی گردیده است. بدون شک اجرای صحیح مبحث نوزدهم مقررات ملی



(نمودار ۱۲) بخش های مختلف مصرف انرژی در یک ساختمان [۶]

با بررسی اطلاعات خلاصه شده در نمودار سیزده مشخص می شود که در یک ساختمان مسکونی، گرمایش فضاها حدود ۳۵٪ مصرف انرژی را به خود اختصاص داده می دهد به عبارت دیگر ۱۶٪ انرژی کل مصرفی کشور صرف گرمایش فضاهای ساختمان ها می شود.

در نمودار دوازده تفکیک تقریبی و پالایش نشده مصارف در ساختمان های مسکونی و اداری، تجاری ارائه گردیده است؛ بدیهی است این ارقام با توجه به منطقه و نوع ساختمان تغییر خواهد کرد. بعنوان مثال در همدان گرمایش، در خوزستان سرمایش و در گیلان روشنایی انرژی بیشتری مصرف می کنند.



(نمودار ۱۳) بخش های مختلف مصرف انرژی در یک ساختمان مسکونی [۴].

شرکت شما حاشیه سود ۱۰٪ دارد) بنابراین اگر بهای انرژی افزایش یابد و شما نتوانید مصرف انرژی را کاهش دهید مجبور خواهید بود به ازاء یک میلیون تومان افزایش هزینه انرژی ده میلیون تومان درآمد خود را افزایش دهید.

- صرفه جویی در مصرف انرژی منابع تجدید ناپذیر ما را برای نسل های آینده حفظ می کند.

اکثر انرژی که ما در کشور مصرف می کنیم از منابع تجدید ناپذیر مانند نفت و گاز می باشد. در صورت عدم حفظ و استفاده صحیح و کارآمد از انرژی، سوخت مورد نیاز نسل های آینده را بدون نیاز داشتن به آن، اتلاف کرده ایم.

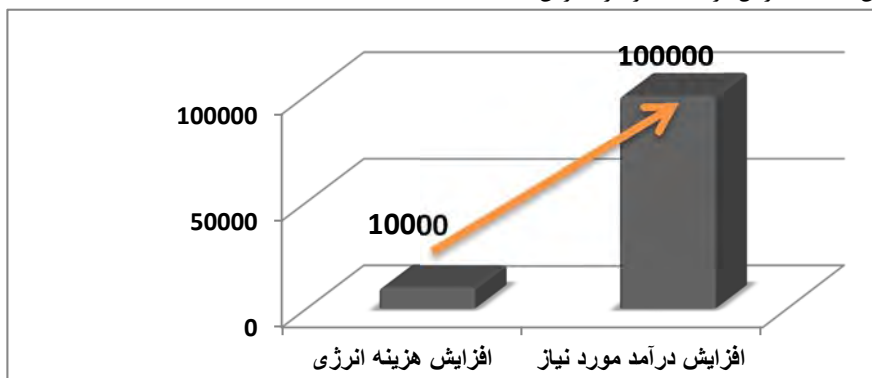
سایر دلایل ضرورت بهینه سازی مصرف انرژی

- صرفه جویی انرژی به حفاظت محیط زیست کمک می کند.

صرفه جویی هر ۱۰۰۰ کیلو وات بر ساعت انرژی الکتریکی مقدار گاز دی اکسید کربن (گاز گلخانه ای) ورودی به اتمسفر را ۵۰۰ کیلو گرم در سال کاهش می دهد.

- صرفه جویی انرژی اثر رویایی بر سود و زیان شرکت دارد.

برای هر ۱۰۰۰۰ ریالی که شرکت برای انرژی بیشتر می پردازد، نیاز به بدست آوردن ۱۰۰۰۰۰ ریال درآمد بیشتر دارد (فرض کنید



(نمودار ۱۴) بخش های مختلف مصرف انرژی

• **صرفه جویی در انرژی به مادر کاهش هزینه پرداختی بابت برق و گاز کمک می کند.**

دلیل اصلی بحران انرژی در برخی نقاط تقاضای بیش از تولید آن است که باعث افزایش قیمت آن می گردد عکس این موضوع نیز صحیح است در صورت کاهش تقاضا (به دلیل صرفه جویی در مصرف انرژی) و ایجاد مازاد قیمت انرژی کاهش پیدا خواهد کرد

نتیجه گیری

- ۱- مصرف انرژی در کشور رقمی حدود ده درصد بودجه کشور می باشد، بنابر این تنها با اصلاح الگوی مصرف بدون نیاز به صرف منابع دیگر می توانیم حداقل هفت درصد بودجه ی عمرانی کشور را افزایش دهیم.
- ۲- انرژی در کشور بطور عمده در بخش های غیر مولد مصرف می گردد.
- ۳- عدم مصرف انرژی در بخش های مولد موجب افزایش شدت مصرف انرژی و در نهایت کاهش درآمد سرانه ملی خواهد بود. با اجرای طرح بهسازی تکنولوژی های موجود و بهره گیری از تکنولوژی های نوین در بخش تولید، شدت مصرف انرژی کاهش قابل ملاحظه ای خواهد داشت.
- ۴- مصرف انرژی در ساختمان های مسکونی و تجاری بخش عمده ای از مصارف انرژی در ایران را به خود اختصاص داده است که تدوین روش های بهینه سازی مصرف انرژی را الزامی می نماید.
- ۵- در ساختمان های مسکونی گرمایش، در ساختمان های اداری و تجاری روشنایی بیشتر سهم مصرف انرژی را به خود اختصاص می دهد. تدوین آیین نامه ها و بهره گیری از انرژی های نوین در این بخش بسیار حیاتی است.

منابع:

- [۱] مرکز مطالعات تکنولوژی دانشگاه صنعتی شریف؛ گروه نفت و انرژی؛ مرجع کاربردی مدیریت انرژی، ۱۳۸۵
- [۲] وزارت نیرو، ترازنامه انرژی سال ۸۹
- [۳] وزارت نیرو، ترازنامه انرژی سال ۸۷
- [۴] وزارت نیرو، ترازنامه انرژی سال ۹۱
- [۵] دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان؛ میحث ۱۹
- [6] Building Energy Data Book, US Department of Energy