

## مدیریت و ممیزی انرژی در صنایع

### مقدمه

در سال‌های اخیر به دلیل پیچیدگی و تحولات روز افزون جامعه جهانی، عامل انرژی نقش اساسی در اقتصاد و سیاست هر ملت ایفا می‌کند و پیگیری دقیق دورنمای بخش انرژی و اتخاذ استراتژی مناسب از ارکان اصلی حفظ ثبات و قدرت سیاسی اقتصادی هر کشور است. امروزه، شرایط اقتصادی و بازرگانی ضرورت وجود یک طرح بهینه سازی در مصرف منابع مختلف انرژی را هشدار می‌دهد. در این میان با توجه به اینکه صنایع از مصرف کنندگان عمده انرژی کشور است و در واقع یکی از معیارهای هر کشور وابسته به پیشرفت و توسعه صنایع آن است، توجه خاص به این بخش و بهبود و توسعه آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. با توجه به مصرف روز افزون انرژی در صنایع و همچنین نبود استانداردهای مصرف انرژی و قوانین و مقررات مدون جامع در این زمینه، اجرای پروژه‌های مختلف تدوین معیار مصرف انرژی و همچنین مدیریت و ممیزی انرژی در صنایع را امری ضروری می‌نماید. مدیریت انرژی به معنای به کارگیری پیشرفته‌ترین تکنولوژی‌هایی است که متضمن بیشترین بازدهی از کمترین میزان انرژی باشند. از ابعاد دیگر، مدیریت انرژی، افزایش آگاهی ملت‌ها و ترویج الگوی صحیح مصرف و نیز تأمین سهم کمتری از انرژی‌های فسیلی است. توجه به تقاضای روزافزون انرژی و محدودیت ذخایر انرژی فسیلی، اهمیت استفاده بهینه از انرژی را در سرتاسر جهان مشخص نموده است.

### تعریف و اهداف مدیریت انرژی

هدف اصلی مدیریت انرژی تولید کالا و ارائه خدمات با کمترین هزینه و اثر زیست محیطی است. اصطلاح مدیریت انرژی برای بسیاری از مردم معانی مختلفی در بر دارد. یک تعریف از مدیریت انرژی عبارت است از:

استفاده مؤثر و معقول از انرژی به منظور افزایش سود (کاهش هزینه) و ارتقاء موقعیت رقابتی

تعریف جامع دیگر عبارت است از:

استراتژی تنظیم و بهینه سازی انرژی، استفاده از روش‌ها و سیستم‌ها به منظور کاهش الزامات انرژی در هر واحد خروجی در حالیکه هزینه کلی محصول خروجی از این سیستمها را کاهش دهد یا ثابت نگه دارد. هدف مدیریت انرژی، دستیابی و حفظ تدارکات و بکارگیری حد مطلوب انرژی در سراسر سازمان و:

- به حداقل رساندن هزینه‌های انرژی / زائدات بدون تأثیر بر کیفیت و تولید
- به حداقل رساندن اثرات زیست محیطی

### ضرورت ممیزی انرژی

در هر صنعت سه مورد از مهمترین هزینه‌های عملیاتی که اغلب در نظر گرفته می‌شوند عبارتند از: انرژی (الکتریکی و حرارتی)، نیروی کار و مواد اولیه. اگر یکی از این سه مؤلفه را بتوان وابسته به مدیریت هزینه یا صرفه جوئی در هزینه‌های بالقوه در هر یک از اجزاء بالا به شمار آورد، انرژی همواره مهمترین آن‌ها خواهد بود. بنابراین کارکرد مدیریت انرژی حوزه‌ای استراتژیک برای کاهش هزینه ایجاد می‌نماید. ممیزی انرژی به فهم بیشتر اینکه چگونه انرژی و سوخت در هر صنعت مورد استفاده قرار می‌گیرد و نیز شناخت مکان‌هایی که زائدات در آنجا اتفاق می‌افتد، کمک خواهد کرد. ممیزی انرژی جهت گیری مثبتی به کاهش هزینه انرژی و برنامه‌های پیشگیرانه نگهداری و کنترل کیفیت که نقش حیاتی در تولید دارند، می‌دهد. چنین برنامه ممیزی به تمرکز بر تغییرات و نوسانات هزینه انرژی، قابلیت دسترسی و اطمینان از تأمین انرژی، تصمیم‌گیری در مورد ترکیب انرژی مناسب، شناسایی تکنولوژی‌های حفظ انرژی و ارتقاء تجهیزات حفظ انرژی و غیره کمک خواهد نمود.

عموماً ممیزی انرژی، ترجمان ایده‌های حفظ انرژی به واقعیت از طریق ارائه راه‌های فنی و امکان پذیر از لحاظ اقتصادی و ملاحظات سازمانی و در یک چارچوب زمانی مشخص، می‌باشد. هدف اولیه ممیزی انرژی، تعیین راه‌های کاهش مصرف انرژی در هر واحد از محصول یا کاستن هزینه‌های عملیاتی می‌باشد.

ممیزی انرژی نوعی "بهینه کاوی" مدیریت انرژی را در سازمان فراهم می‌سازد و مبنائی برای طراحی مؤثرتر استفاده از انرژی در کل سازمان را ارائه می‌کند.

### ممیزی انرژی: انواع و روش آن

ممیزی انرژی کلید رویکردی سیستماتیک و نظام‌مند به تصمیم‌سازی در محدوده مدیریت انرژی است. در ممیزی تلاش می‌شود بین کل انرژی ورودی با مصرف توازن ایجاد گردد و جهت شناسایی همه جریان‌های انرژی در تأسیسات‌کار می‌رود. همچنین میزان استفاده از انرژی را براساس اقدامات و وظایف مجزا قابل اندازه‌گیری می‌نماید.

ممیزی انرژی صنعتی ابزاری مؤثر در تعریف و پیگیری برنامه جامع مدیریت انرژی است. طبق قانون حفظ و نگهداری انرژی سال ۲۰۰۱، ممیزی انرژی عبارت است از: "صحه‌گذاری، پایش و تجزیه و تحلیل استفاده از انرژی از جمله ارسال گزارش فنی شامل توصیه‌هایی برای بهبود کارایی انرژی با تجزیه و تحلیل هزینه - فایده و برنامه عمل جهت کاهش مصرف انرژی".

### انواع ممیزی انرژی

اجرای انواع ممیزی انرژی بستگی دارد به:

- کارکرد و نوع صنعت
  - عمق و شدت مورد نیاز برای انجام ممیزی نهایی
  - پتانسیل و شدت کاهش هزینه‌های مورد نظر
- بنابراین ممیزی‌های انرژی می‌توانند به دو نوع طبقه‌بندی شوند:

۱- ممیزی مقدماتی

۲- ممیزی تفصیلی

### **\*روش ممیزی مقدماتی انرژی**

ممیزی مقدماتی انرژی یک روش نسبتاً سریع جهت:

- ۳- تعیین مقدار مصرف انرژی در سازمان
- ۴- برآورد دامنه و هدف از صرفه‌جویی
- ۵- شناسایی محتمل‌ترین (و ساده‌ترین محدوده) قابل توجه
- ۶- شناسایی فوری (به خصوص بدون هزینه/ کم هزینه) بهبودها/ صرفه‌جویی‌ها
- ۷- تنظیم "نقطه مرجع"
- ۸- شناسایی نقاطی برای مطالعه / اندازه‌گیری تفصیلی تر
- ۹- استفاده ممیزی مقدماتی انرژی از اطلاعات موجود یا داده‌های در دسترس

### \*روش ممیزی تفصیلی انرژی

ممیزی جامع، برنامه اجرایی انرژی تفصیلی را برای تجهیزات فراهم میکند چرا که همه سیستم‌های انرژی بر عمده را ارزیابی می‌نماید.

این نوع ممیزی تخمین دقیق و صحیح از صرفه جوئی هزینه و انرژی ارائه داده و همچنین کلیه اثرات متقابل پروژه‌ها را مدنظر قرار می‌دهد و میزان مصرف انرژی تجهیزات عمده را گزارش نموده و جزئیات محاسبات صرفه جوئی هزینه و انرژی تفصیلی و هزینه پروژه را شامل می‌شود.

در یک ممیزی جامع، یکی از عناصر کلیدی توازن انرژی است. این موضوع بر اساس اعلام موجودی سیستم‌های انرژی بر، مفروضات شرایط عملیاتی جاری و محاسبات استفاده از انرژی بنا شده است. سپس این هزینه برآوردی با صورت حساب انرژی مقایسه می‌گردد. ممیزی تفصیلی انرژی در سه فاز اجرا می‌شود:

فاز یک: فاز پیش ممیزی

فاز دو: فاز ممیزی

فاز سه: فاز پسا ممیزی

### راهنمای هدایت ممیزی انرژی در یک نگاه

در انواع مختلف صنعت، روش ممیزی انرژی می‌بایست منعطف باشد.

یک روش جامع ۱۰ مرحله ای برای هدایت ممیزی انرژی در جدول شماره ۱ ارائه شده است. میزان و مدیران انرژی میتوانند این مراحل را به محض تعیین نیازها و نوع صنعت مورد نظر خود شروع یا با برخی تغییر و اضافات پیگیری نمایند.

## همایش مدیریت انرژی در صنایع نفت و انرژی

جدول ۱- روش ۱۰ مرحله‌ای به منظور ممیزی تفصیلی انرژی

مرحله	برنامه عمل	هدف/ نتایج
اول	<p>فاز اول - فاز پیش ممیزی</p> <p>* برنامه ریزی و سازمان دهی</p> <p>* بررسی در طول ممیزی</p> <p>* مذاکره رسمی با مدیر انرژی، مدیر کارخانه و تولید</p>	<p>* برنامه ریزی منابع، ایجاد / سازماندهی</p>
دوم	<p>* هدایت جلسات / اطلاع رسانی به رؤسای بخش‌ها و افراد مؤثر (۳،۲ ساعت)</p>	<p>* ایجاد حس همکاری</p> <p>* ارسال پرسشنامه برای هر بخش</p> <p>* جهت دهی و اطلاع رسانی</p>
سوم	<p>فاز دو-فاز ممیزی</p> <p>* جمع آوری داده‌های اولیه، نمودار جریان فرایند و نمودار استفاده از انرژی</p>	<p>* تجزیه و تحلیل داده های مهم، جمع آوری داده های پایه</p> <p>* آماده سازی فلوجارت‌های فرایند</p> <p>* نمودار کلیه سیستم‌های تأسیسات و خدمات (مثلاً نمودار خطی توزیع نیرو، آب، هوای فشرده و توزیع بخار)</p> <p>* داده های عملیاتی و طراحی برنامه عملیات</p> <p>* صورت حساب انرژی سالیانه و الگوی مصرف انرژی (مراجعه به برگه گزارش روزانه، نام دستگاه مورد نظر، مصاحبه‌ها)</p>
چهارم	<p>* هدایت بازدیدها و پایش</p>	<p>* اندازه گیری‌ها:</p> <p>بازدید موتور، عایق بندی و بازدید روشنایی با وسایل قابل حمل برای جمع آوری داده‌های بیشتر و دقیق. مطابقت دادن و مقایسه داده‌های عملیاتی با داده‌های طراحی</p>
پنجم	<p>* هدایت آزمایش‌های تفصیلی برای تجهیزات انرژی بر منتخب</p>	<p>* آزمایش‌ها/تجارب</p> <p>- پایش برق بطور ۲۴ ساعته (MD, PF, kWh و غیره)</p> <p>- رویکردهای بار الکتریکی در پمپ‌ها، فن، کمپرسور و غیره</p> <p>- آزمایشات دیگ بخار/کارایی برای ۴ تا ۸ ساعت</p> <p>- آزمایشات کارایی کوره</p> <p>- آزمایشات عملکرد تجهیزات و غیره</p>
ششم	<p>* تجزیه و تحلیل استفاده از انرژی</p>	<p>* توازن مواد و انرژی و تجزیه و تحلیل زائدات/ اتلاف انرژی</p>
هفتم	<p>* شناسایی و توسعه فرصت‌های حفظ انرژی (ENCON)</p>	<p>* شناسایی و تقویت سنج‌های (ENCON)</p> <p>* تصور نمودن، توسعه دادن و پالایش ایده ها</p> <p>* مروری بر ایده های قبلی پیشنهادی افراد</p> <p>* مروری بر ایده‌های قبلی پیشنهادی در هنگام ممیزی انرژی (در صورت وجود)</p> <p>* استفاده از توفان فکری و تکنیک تحلیل ارزش</p> <p>* تماس با تأمین کنندگان به منظور استفاده از تکنولوژی جدید/ کارآمد</p>
هشتم	<p>* تجزیه تحلیل سود / هزینه</p>	<p>* ارزیابی امکان سنجی فنی، زیست پذیری اقتصادی و الویت</p>

## همایش مدیریت انرژی در صنایع نفت و انرژی

دهی گزینه های ENCON برای اجرا *انتخاب محتمل ترین پروژه ها *الویت بندی سنجه های کوتاه، متوسط و بلند مدت		
*مستند سازی، ارائه گزارش به مدیریت ارشد	*گزارش دهی و ارائه به مدیریت ارشد	نهم
*ارزیابی و اجرای مقیاس های ENCON و نظارت بر عملکرد *برنامه زمانی و برنامه عمل جهت اجرا *پیگیری و بازنگری دوره ای	فازسه - فاز ممیزی نهائی *اجرا و پیگیری	دهم

### برقراری ارکان دوازده گانه برنامه ممیزی انرژی

به صورت تئوری برنامه ممیزی انرژی از دوازده رکن تشکیل شده است. طراح برنامه تعدادی گزینه در هر بخش از این ارکانها دارد. بر پایه علم امروزی طراح برنامه ممیزی انرژی به کلیه اطلاعات مناسب دسترسی دارد که تمام فرایند برنامه ریزی می تواند بر اساس آن باشد.

ارکان دوازده گانه برنامه ممیزی انرژی، نخست به منظور مروری به موضوعات اصلی ارکان هائی که با آن سروکار دارند، ارائه شده است. سپس اطلاعات جامع و تفصیلی در خصوص گزینه ها با مرجع هائی جهت تجربه حقیقی از برنامه های مدیریت انرژی در حال انجام را می توان در کتاب راهنما ممیزان انرژی جستجو نمود. ارکان دوازده گانه یک برنامه ممیزی انرژی در شکل شماره ۱ نشان داده شده است



شکل ۱ - دوازده ارکان پایه ای یک برنامه مدیریت انرژی

تعدادی از این ارکان‌های اصلی، تحت عناوین مشابه می‌توانند بحث شوند. بطور مثال قانون گذاری، ترویج و بازاریابی و خط مشی یارانه‌ای از نقطه نظر مجری ابزارهای اجرایی نامیده می‌شوند. این ارکان‌ها جهت حمایت از هدف یکسان که می‌تواند آغازگر ممیزی انرژی به منظور دستیابی به هدفگذاری در همه مقادیر باشد، استفاده می‌شود.

ارکان اصلی جهت تضمین کیفیت ممیزی انرژی عبارتند از: آموزش، اختیار دادن به ممیزان و کنترل کیفیت است بنابراین این سه رکن در یک موضوع گزارش ارائه شده است. تصمیم‌گیری در هر کدام از ارکان می‌تواند محدود و یا به شدت بر گزینه‌های قابل دسترس در ارکان دیگر نظارت نماید. اجراکننده‌های اصلی و ساختار اجرایی بهم متصل شده‌اند. بعلاوه اجراکننده‌های اصلی به بخش‌های آموزش و اختیار دادن به ممیزان در ارتباط هستند. درک و قابلیت استفاده از اعمال متقابل در میان ارکان اصلی، چالشی برای سازنده و طراح برنامه به حساب می‌آید.

### موانع موجود در انجام ممیزی انرژی در صنایع

یکسری موانع در مسیر برنامه‌های اجرایی ممیزی انرژی وجود دارد که به قرار زیر است:

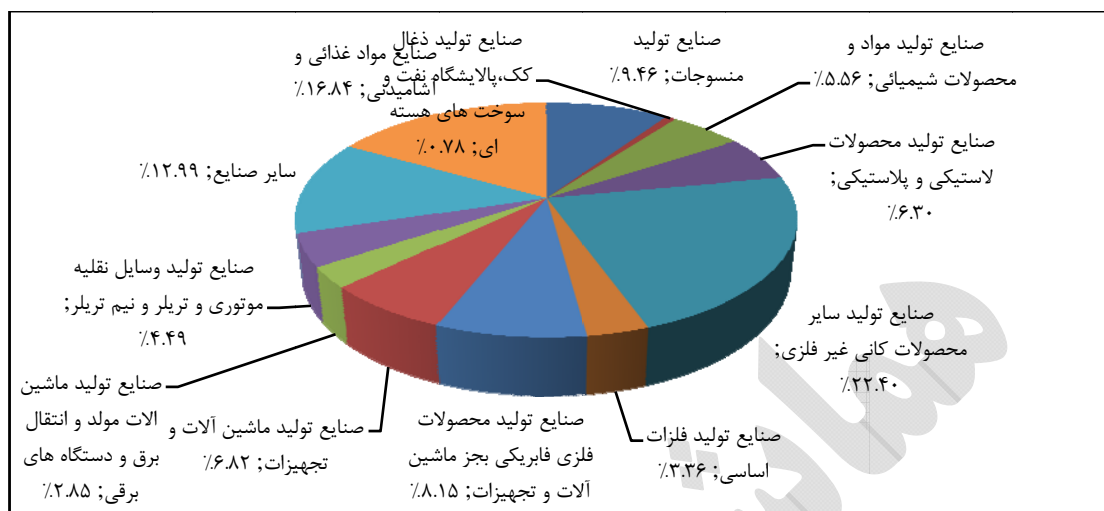
- نداشتن تراز انرژی، نداشتن مدیر انرژی
- عدم اطلاع کافی در مورد ممیزی انرژی و فواید آن
- نقش کم اهمیت انرژی در هزینه‌ها
- محدودیت منابع انسانی، فنی و مالی
- عدم وجود دستگاه‌های اندازه‌گیری در کارخانه
- عدم دسترسی به آمار مصرف انرژی و مواد در کارخانه

### اجرای طرح‌های ممیزی انرژی در بخش صنعت جهت شناسایی پتانسیل‌های صرفه جویی انرژی

نتایج طرح آمارگیری از کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیش‌تر سال ۸۶ نشان می‌دهد که در سال ۸۵ تعداد ۱۶۰۵۷ کارگاه صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیشتر در کشور به فعالیت صنعتی اشتغال داشته‌اند که نسبت به سال قبل ۰/۲ درصد افزایش نشان می‌دهد. توزیع این کارگاه‌ها در فعالیت‌های عمده نشان می‌دهد که ۲۲/۴۰ درصد در صنایع تولید سایر محصولات کانی غیر فلزی "۱۶/۸۴ درصد در صنایع مواد غذایی و آشامیدنی، ۹/۴۶ درصد در صنایع تولید منسوجات و بقیه کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیشتر در سایر فعالیت‌های صنعتی اشتغال داشته‌اند.

## همایش مدیریت انرژی در صنایع نفت و انرژی

نمودار ۱- درصد تعداد کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیش تر کشور بر حسب فعالیت عمده سال ۸۵ (منبع: مرکز آمار ایران)



همچنین نتایج بهره دهی انرژی<sup>۱</sup> شده بیانگر این واقعیت است که کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیشتر کشور در سال ۱۳۸۵ در ازای هر واحد هزینه انرژی مصرف شده ۲۴/۱ واحد ارزش افزوده ایجاد کرده‌اند که نسبت به سال قبل ۱۳/۷ درصد افزایش نشان می‌دهد. بررسی بهره‌دهی انرژی در صنایع مختلف حاکی از آن است که "صنایع وسیله نقلیه موتوری و تریلر و نیمه تریلر" با رقم ۱۲۳/۹ واحد بالاترین ارزش افزوده را در ازای هر واحد هزینه انرژی ایجاد کرده‌اند. کمترین ارزش افزوده ایجاد شده در ازای هر واحد هزینه انرژی مصرف شده متعلق به "صنایع تولید سایر محصولات کانی غیر فلزی" با رقم ۸/۸ واحد بوده است.

جدول شماره ۲- آمار مصرف انرژی در بخش‌های مختلف در ایران ۱۳۸۶ (منبع: ترازنامه انرژی سال ۱۳۸۶) میلیون بشکه معادل نفت خام

شرح	نفت خام و فراورده‌های نفتی	گاز طبیعی	زغال سنگ	بیوماس جامد	انرژی آبی	انرژی‌های تجدیدپذیر	کل برق	کل انرژی
خانگی، عمومی و تجاری	۹۰/۲	۲۸۹	۰/۱	۵/۶	-	-	۴۷/۶	۴۳۲/۳
صنعت	۶۵	۱۴۰/۹	۱	-	-	-	۳۰/۶	۲۳۷/۵
حمل و نقل	۲۵۸/۵	۶/۶	-	-	-	-	۰/۱	۲۶۵/۲
کشاورزی	۲۶/۱	۱/۱	-	-	-	-	۱۰/۴	۳۷/۶
سایر مصارف	-	-	-	-	-	-	۲/۷	۲/۷
مصارف غیر انرژی	۴۰/۶	۳۴/۲	۲/۸	-	-	-	-	۷۷/۵
کل مصرف نهائی	۴۸۰/۳	۴۷۱/۸	۳/۸	۵/۶	-	-	۹۱/۲	۱۰۵۲/۷

<sup>۱</sup> بهره دهی انرژی عبارت است از نسبت ارزش افزوده به ارزش انرژی مصرف شده



## همایش مدیریت انرژی در صنایع نفت و انرژی

طبق جدول شماره ۲ و ۳ مصرف ۲۳۷/۵ میلیون بشکه نفت خام در بخش صنعت که ۲۴/۳ درصد از کل مصرف نهایی انرژی کشور را در سال ۱۳۸۶ به خود اختصاص داده گویای این نکته است که بخش مذکور از عمده ترین بخش‌های مصرف کننده انرژی می‌باشد. این در حالی است که سهم ارزش افزوده صنعت در تولید ناخالص داخلی (به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶) تنها ۱۹/۱ درصد بوده است. عدم کارایی فنی مصرف انرژی، به هدر رفتن انرژی در برخی از فرآیندهای صنعتی و صدمات وارده به محیط زیست، ضرورت صرفه جویی و مدیریت مصرف انرژی در این بخش را آشکار می‌سازد.

جدول ۳- مصرف انرژی بخش صنعت به تفکیک حامل‌های انرژی بین سال‌های ۱۳۸۰-۱۳۸۶ (منبع: ترازنامه انرژی سال ۱۳۸۶)

سال	شرح	۱۳۸۰	۱۳۸۱	۱۳۸۲	۱۳۸۳	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۶
	فرآورده‌های نفتی	۵۵	۵۶/۱	۵۷	۵۴/۹	۶۰/۱	۶۰/۷	۶۵
	گاز طبیعی	۵۹/۶	۶۲/۹	۷۳/۳	۸۴/۵	۹۵/۱	۱۰۶/۱	۱۴۰/۹
	زغالسنگ	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۱	۱/۱	۱	۱
	برق	۲۰/۴	۲۲	۲۴/۶	۲۶/۵	۲۶/۸	۲۸/۷	۳۰/۶
	کل مصرف انرژی	۱۳۵/۳	۱۴۱/۳	۱۵۵/۳	۱۶۷	۱۸۳/۱	۱۹۶/۵	۲۳۷/۵

با اجرای طرح‌های مدیریت انرژی در بخش صنعت از سال ۱۳۷۴ تا کنون و در صنایع مختلف از جمله سیمان، نساجی، ریخته گری، آلومینیوم، مواد غذایی و آشامیدنی، کاشی و سرامیک، چوب و کاغذ، لاستیک و آجر شاخص‌های مصرف انرژی و پتانسیل کاهش مصرف انرژی در برخی صنایع تعیین شده است.

در سال ۱۳۸۶، به منظور تعیین و معرفی راهکارهای مناسب صرفه جویی انرژی جهت بهره مندی صنایع از تسهیلات حمایتی دولت، گزارش‌های ممیزی انجام شده قبلی در قالب یک پروژه جدید مورد بررسی قرار گرفته و از صنایع نمونه بازدید شده است. در این پروژه تعداد ۴۰ کارخانه از ۱۰ گروه صنایع کشور شامل صنایع کاشی و سرامیک آجر ماشینی، سیمان، شیر، ریخته گری، آلومینیوم، چوب و کاغذ، لاستیک، قند و نساجی که عموماً ممیزی انرژی در آنها انجام شده بود، مجدداً مورد بررسی قرار گرفتند.

در این مرحله با مراجعه به حدود ۳۰ کارخانه، پس از بررسی و اخذ نظرات کارشناسی واحدهای صنعتی، و برگزاری جلسات و مذاکره با مدیران کارخانجات و واحدهای مدیریت انرژی آنها و مطالعه و بررسی گزارش‌های ممیزی، مناسبترین راهکارهای صرفه جویی انرژی در صنایع مزبور تعیین شده است.

راهکارهای برگزیده، از گزارش‌های ممیزی انرژی، برخی از راهکارهای انجام شده در کارخانه‌ها، پیشنهادهای واحدهای صنعتی و آخرین وضعیت مصرف انرژی در قالب نمونه فرم‌های طراحی شده، تنظیم گردیده و پتانسیل صرفه جویی انرژی هر راهکار بر مبنای مطالعات و اطلاعات گردآوری شده، به طور تقریبی برآورد گردیده است. ارائه این راهکارها به صنایع مربوطه، امکان بهره مندی بیشتر از تسهیلات حمایتی دولت را فراهم خواهد نمود.

جدول شماره ۴ میزان پتانسیل صرفه جویی در ۱۰ صنعت بزرگ و پر مصرف را در سال ۱۳۸۶ نشان می‌دهد. طبق این جدول میزان صرفه جویی انرژی حاصل از راهکارهای انجام شده در صنایع فوق بیش از ۶۰۸ هزار بشکه معادل نفت خام برآورد میشود. لازم به ذکر است که تعداد کارخانجات بزرگ این ۱۰ صنعت که با وزارت نیرو در راستای بهینه سازی بخش مذکور همکاری نموده اند ۳۴۷ کارخانه بوده که ۲۵ کارخانه آن آجر ماشینی، ۵۰ کارخانه ریخته گری ۳۵ کارخانه آلومینیوم، ۳۰ کارخانه شیر، ۶۵ کارخانه کاشی و سرامیک ۴۶ کارخانه سیمان، ۳۸ کارخانه قند و شکر، ۴۵ کارخانه نساجی، ۳ کارخانه چوب و کاغذ و ۱۰ کارخانه تایر و تیوپ بوده و از این میان تعداد ۳۰ کارخانه مورد بررسی قرار گرفتند.

در سال‌های گذشته، برآورد پتانسیل صرفه جویی براساس به کارگیری راهکارهای ساده و کم هزینه در کارخانجات برآورد شده است؛ لیکن در سال ۱۳۸۶، این امر بر اساس اجرای طرح‌های بزرگ در صنایع صورت گرفته است. برای مثال اجرای طرح CHP<sup>۲</sup> (تولید همزمان برق و حرارت بعنوان یک روش صرفه جویی انرژی) در کارخانه چوب و کاغذ مازندران میزان پتانسیل صرفه جویی در این صنعت را به چند برابر سال‌های گذشته افزایش داده است. بنابراین اختلاف بین ارقام سال‌های گذشته و سال ۸۶، عمدتاً ناشی از این امر می‌باشد.

## همایش مدیریت انرژی در صنایع نفت و انرژی

جدول ۴- برآورد پتانسیل صرفه جویی انرژی در کارخانجات ممیزی شده تا انتهای سال ۱۳۸۶ (منبع: ترازنامه انرژی سال ۱۳۸۶)

نام صنعت	زمینه فعالیت	تعداد کارخانجات ممیزی شده در سال-های ۸۵-۷۵		کل پتانسیل صرفه جویی در کارخانجات ممیزی شده طی سال‌های ۸۵-۱۳۷۵ (گیگاژول)	کل پتانسیل صرفه جویی در کارخانجات ممیزی شده طی سال‌های ۱۳۸۶ (گیگاژول)
		۸۵-۷۵	۸۶-۷۵		
کانی‌های غیرفلزی	سیمان	۴۱۷		۳۳۳۳۲۰۶	۴۹۲۹۳۵
	کاشی و سرامیک	۴۹		۵۲۱۳۰۳	۶۷۳۹۱
	گچ	۱	-	۴۸۴۳۹۶	-
	شیشه	۱	-	۵۸۰۹۱۸۸	-
	مواد نسوز-آجر	۴۲۷			۳۲۷۱۷۶
چوب و کاغذ	تولید چوب و کاغذ	۴۱		۳۱۸۵۹۲	۲۴۶۲۷۹۶
نساجی	تولید منسوجات	۷	۳	۷۶۶۰۹۹	۶۱۸۵۸
محصولات فلزی	آلومینیم	۵	-	۱۴۳۸۷۸	-
	محصولات فلزی فابریکی	۲	-	۵۵۱۶۰	-
تولید فلزات اساسی	آلومینیم	۱	۴	۵۲۷۴۴۷۳	۵۳۴۶۷
	ریخته گری	۱۱	۲	۱۰۲۱۱۰۵	۲۸۵۹۰
	تولید ورق فولادی	۲	-	۲۵۰۲۴۴۵	
تولید ماشین آلات	تولید ماشین آلات و کشتی سازی	۳	-	۷۹۳۵۳۹	-
تولید وسایل خانگی	تولید وسایل خانگی	۱	-	۱۸۷۰۳۸	-
مواد غذایی و آشامیدنی	تولید قند و شکر	۷	۲	۷۸۳۲۶۴	۳۲۱۱
	تولید فرآورده‌های لبنی	۸	-	۵۷۴۹۰۰	-
	نوشابه گازدار	۳	-	۴۴۹۹۰	-
	روغن نباتی و روغن خام	۲	-	۴۳۹۳۴۴	-
	مواد غذایی یخساز	۱	-	۳۸۵۸	-
	آرد	۱	-	۲۷۲	-
	شیر	۳۰۰	-	۶۲۱	-
		۳	-	-	۸۶۵۶۱
		۳	۳	۹۳۲۰۰	۱۳۷۹۷۲
		۳	۳		

## همایش مدیریت انرژی در صنایع نفت و انرژی

-	۵۸۵۷۲۳	-	۲	تولید الیاف مصنوعی	محصولات شیمیائی
-	۲۰۵۰۲	-	۲	دارو	
-	۷۶۰۱۵	-	۳	تولید مواد شیمیائی	
-	۱۰۲۲۹۹	-	۲	تولید فرآورده‌های نفتی	پالایشگاه نفت
-	۲۲۷۰۶۵	-	۲	تولید انباره و پیل	تولید ماشین آلات مولد و انتقال برق
۳۷۲۱۹۵۷	۲۴۱۶۲۴۷۴	۴۲۷۳۰			جمع

همچنین با اجرای استاندارد مصرف انرژی در صنعت می‌توان به صرفه جوئی قابل ملاحظه‌ای در سال مورد انتظار دست یافت. یکی از فعالیت‌های مهم برای صرفه جویی مصرف انرژی، نظارت مستمر بر رعایت استانداردها و معیارهای تدوین شده مصرف سوخت، تغییر نحوه مصرف انرژی و نصب سیستم‌ها و فناوریهای جدید می‌باشد. از ابزارهای مهم جهت تحقق این امر احداث آزمایشگاههای متعدد لوازم و تجهیزات مصرف کننده انرژی است. در جدول شماره ۵ میزان صرفه جوئی حاصل از اجرای استانداردهای مصرف انرژی در برخی از فرآیندهای صنعتی ارائه گردیده است.

جدول ۵ - میزان صرفه جوئی حاصل از اجرای استانداردهای مصرف انرژی در برخی از فرآیندهای صنعتی سال ۱۳۹۰

صرفه جوئی سوخت	مقدار پیک سائی (مگاوات)	صرفه جوئی نفت کوره (میلیون لیتر)	صرفه جوئی گاز (میلیون متر مکعب)	صرفه جوئی در برق (گیگاوات ساعت)	استاندارد مصرف انرژی در صنعت
-	۲۱/۲	۲۵/۶	۲۳۶	۲۰۳/۴	سیمان
-	۹	-	۴۱/۶	۸۶/۲	کاغذ
-	۳۸/۴	-	-	۳۶۸/۴	آلومینیم
-	۱/۲	۱/۶	۲/۵	۱۱/۸	اوراق فشرده چوبی
۰/۳	۰/۲	-	-	۱/۹	شیشه
۸/۳	۸/۹	-	-	۸۵/۸	قند و شکر
۱/۲	۲/۲	-	-	۲۱/۳	آجر ماشینی
-	۲	۱	۱	۱۹/۲	گچ
-	۰/۱۷	۰/۴	۰/۴	۱/۶	آهک
۲/۲	۰/۸	-	-	۸	کاشی و سرامیک
-	۶/۹	۲۱	۲۱	۶۵/۹	مواد اولیه پلاستیکی
-	۳۳/۳	۲۲۸	۲۲۸	۳۲۰	آهن و فولاد
۱۲	۱۲۴/۳	●۶۱/۴	●۵۳۰/۵	۱۱۹۳/۵	جمع

● شامل ۱۲ میلیون گیگاژول صرفه جوئی سوخت در صنایع شیشه، قند و شکر، آجر ماشینی و کاشی و سرامیک نمی‌گردد  
(منبع: ترازنامه انرژی سال ۱۳۸۶)

## شدت انرژی در صنایع

### • شدت انرژی

گرچه در کشورهای توسعه یافته مصرف سرانه انرژی و شدت انرژی (انرژی مورد نیاز برای تولید مقدار معینی از کالاها و خدمات) شاخص‌های جهت تعیین سطح رفاه اجتماعی بشمار می‌روند، بدلیل قاچاق سوخت به کشورهای همسایه و سطح بالای اتلاف سوخت در مصرف و تقاضا در ایران بسیار دشوار است که سطح رفاه اجتماعی و بهبود روزانه زندگی مردم را با توجه به مصرف انرژی بتوان تعیین کرد. شدت انرژی که بر حسب مصرف انرژی اولیه یا مصرف نهائی محاسبه می‌شود بطور معمول بالاست. این بدان دلیل است که صنایع انرژی بر سایه خود را بر صنایع دیگر کشور انداخته‌اند. در حال حاضر با ملاحظه ارزان بودن حامل‌های انرژی و سوخت، شرکت‌های دولتی و خصوصی انگیزه‌ای چندانی برای کاهش مصرف سوخت و سرمایه گذاری در این زمینه ندارند. سازمان بهره‌وری انرژی ایران شدت انرژی برخی صنایع را بر حسب واحد تولید محاسبه کرده است. جدول شماره ۶ میزان انرژی مصرفی را بر حسب واحد محصول نشان می‌دهد. داده‌های این جدول دلالت بر بازدهی محصول در این صنایع ندارد.

جدول شماره ۶- میزان انرژی مصرفی بر حسب واحد محصول (منبع: شرکت بهسامان)

منبع	سال	واحد	شدت انرژی	محصول	صنعت
سابا	۲۰۰۰	MJ/kg	۱۹/۸	شمش آلومینیم	صنایع فلزی
سابا	۲۰۰۰	MJ/kg	۳۱/۴	پروفیل آلومینیم	
سابا	۲۰۰۰	MJ/kg	۱۳/۹	میله‌های آلومینیم	
سابا	۲۰۰۰	MJ/kg	۲۵/۲	پولک‌های آلومینیم	
سابا	۲۰۰۰	MJ/kg	۱۹	ورق‌های آلومینیم	
سابا	۲۰۰۰	MJ/kg	۶۰/۴	فویل‌های آلومینیم	
سابا	۲۰۰۱	MJ/kg	۳۸/۴	لوله‌های آلومینیم	
سابا	۲۰۰۰	MJ/kg	۲/۶	سیم‌های آلومینیم	
سابا	۱۹۹۸	GJ/ton	۳۷/۶۲	فولاد خام	
جایکا	۱۹۹۵	GJ/ton	۳۶/۹۳	فولاد خام	
سابا	۱۹۹۹	GJ/ton	۱۹/۷	فولاد فورج	
سابا	۲۰۰۰	GJ/ton	۲۴/۱۹	چدن (کوره الکتریکی)	
سابا	۲۰۰۱	GJ/ton	۳۸/۷	چدن (کوره حرارتی)	
سابا	۱۹۹۸	GJ/ton	۳۷/۵	سیمان (کلینکر)	صنایع کانی و غیر فلزی
جایکا	۱۹۹۵	GJ/ton	۲۷/۰۲۷	جام شیشه	
سابا	۲۰۰۱	MJ/m	۱۷۳/۶۴	کاشی کف	

## همایش مدیریت انرژی در صنایع نفت و انرژی

	کاشی دیوار	۱۷۳/۳۲	MJ/m	۲۰۰۱	سابا
	ظروف چینی بهداشتی	۲۲/۹۷	GJ/ton	۲۰۰۱	سابا
	ظروف چینی	۶۱/۵۸	GJ/ton	۲۰۰۱	جایکا
صنایع شیمیایی	الیاف مصنوعی (نایلن، پلی استر، آکرلیک)	۵۲/۶۶	MJ/kg	۱۹۹۵	جایکا
	الیاف مصنوعی (نایلن)	۹۱/۱۵	MJ/kg	۱۹۹۵	جایکا
	الیاف مصنوعی (پلی استر، آکرلیک)	۴۳/۶۲	MJ/kg	۱۹۹۵	سابا
	الیاف مصنوعی (پلی استر)	۱۶/۵	MJ/kg	۱۹۹۹	سابا
	الیاف مصنوعی (آکرلیک)	۳۰/۸	MJ/kg	۱۹۹۹	سابا
	الیاف مصنوعی (پلی پروپیلن)	۷/۸	MJ/kg	۱۹۹۹	سابا
	ریسندگی	۷/۲۸	kWh/kg	۱۹۹۹	سابا
	الیاف پشمی	۷/۴۹	MJ/m	۱۹۹۹	سابا
	نخ از الیاف مصنوعی	۳/۲۶	KW/kg	۱۹۹۹	سابا
	نخ از الیاف مصنوعی	۴/۹۴	MJ/m	۱۹۹۹	سابا
	نخ فرش	۱/۶۹	KW/kg	۲۰۰۰	سابا
	الیاف مصنوعی	۲۰/۱۶	MJ/kg	۱۹۹۹	سابا
	پودر	۰/۲۵۲	GJ/ton	۲۰۰۰	وزارت صنایع و معادن
	صابون دستشوئی	۱۷/۹	GJ/ton	۲۰۰۰	وزارت صنایع و معادن
	پودرهای لباسشوئی	۴۲/۵	GJ/ton	۲۰۰۰	وزارت صنایع و معادن
	مایع ظرفشوئی	۰/۳۳	GJ/ton	۲۰۰۰	وزارت صنایع و معادن
	مایع ضدعفونی	۰/۶۲	GJ/ton	۲۰۰۰	وزارت صنایع و معادن
	خمیر دندان	۰/۸۳	GJ/ton	۲۰۰۰	وزارت صنایع و معادن
	انواع شامپو	۰/۹۷	GJ/ton	۲۰۰۰	وزارت صنایع و معادن
	اسیدهای چرب	۳۰/۷۳	GJ/ton	۲۰۰۱	وزارت صنایع و معادن
گلیسرین	۹۶/۳۹	GJ/ton	۲۰۰۰	وزارت صنایع و معادن	
صنایع غذایی	قند	۳/۶۲۸	GJ/ton.beet	۲۰۰۱	سابا
	شکر	۳/۲۸	GJ/ton.beet	۲۰۰۲	سابا
	نوشابه	۱/۸	MJ/lit	۲۰۰۰	سابا
	روغن گیاهی	۱۲/۴۵	GJ/ton	۱۹۹۵	جایکا
	نان	۷۰۹-۶۹۳-۷۴۶	Kj/kg	۱۹۹۸	سابا

### نتیجه گیری

انرژی یکی از مهمترین عوامل ضروری برای توسعه هر کشور می‌باشد. مصرف انرژی‌های فسیلی رو به کاهش و در نهایت اتمام منابع و ذخایر آن‌ها خواهد بود. از طرف دیگر مصرف انرژی، به خصوص سوخت‌های فسیلی، مهمترین عامل آلودگی هوا و تغییرات آب و هوایی می‌باشد. به همین دلیل استفاده بهینه از انرژی در فرآیند توسعه اقتصادی همواره به عنوان یک هدف مهم در توسعه پایدار مدنظر بوده است. این امر با بهینه سازی و بهبود روش‌های بهره‌برداری از منابع و فرآیندهای فرآورش، تبدیل و انتقال انرژی و نیز اجرای مدیریت انرژی، امکان پذیر می‌باشد.

تحقق اهداف مدیریت انرژی، دستیابی به تجهیزات و یا تکنولوژی‌های جدید و بکارگیری حد مطلوب انرژی در سراسر سازمان را به همراه خواهد داشت، که نهایتاً به حداقل رساندن هزینه‌های انرژی، زائدات بدون تأثیر بر کیفیت و تولید و نیز به حداقل رساندن اثرات زیست محیطی را در پی دارد.

از سوی دیگر به منظور صیانت از منابع تجدیدناپذیر انرژی و استفاده بهینه از آن‌ها که متعلق به نسل‌های آینده هم می‌باشد، افراد جامعه باید در حفظ آن‌ها کوشا باشند. به خصوص در بخش صنعت با ایجاد واحد مدیریت و ممیزی انرژی و اجرای اقداماتی از جمله، استانداردهای آموزشی، برنامه‌های آموزشی و مکانیزم‌های مالی برای مدیریت انرژی و نیز برنامه‌های تشویقی می‌توان گام موثری در استفاده منطقی و بهینه از منابع و انرژی با بازدهی بالا برداشت.

با توجه به اینکه طبق جدول شماره ۲ یکی از مصرف‌کننده‌های عمده انرژی، بخش صنعت به میزان ۲۳۷/۵ میلیون بشکه نفت خام معادل ۲۴/۳٪ از کل مصرف انرژی کشور (سال ۸۶) می‌باشد. لازم است نخست سیاست‌های اجرائی مناسب جهت بهینه سازی انرژی در بخش صنعت اتخاذ گردد. اهم این سیاست‌ها عبارتند از: تدوین استانداردهای مصرف انرژی، ممیزی انرژی به منظور شناسایی پتانسیل‌های صرفه جویی و راهکارهای اجرائی آن در واحدهای صنعتی، اعمال مدیریت انرژی به منظور کنترل دائمی و پایدار مصرف انرژی در واحدهای صنعتی، ایجاد سیستم اطلاع‌رسانی و بانک اطلاعات انرژی در صنعت، آموزش نیروی انسانی به منظور ایجاد تشکیلات مناسب مدیریت انرژی در صنایع، توسعه فن‌آوری‌های صرفه‌جویی انرژی، کمک به اجرای طرح‌های صرفه‌جویی و افزایش بازده انرژی در صنایع، تبلیغ و ترویج به منظور گسترش فرهنگ بهینه‌سازی مصرف انرژی در صنعت، حمایت مالی از اجرای طرح‌های کاهش مصرف انرژی.

## همایش مدیریت انرژی در صنایع نفت و انرژی

در گام بعد پیاده سازی راهکارهای عملی جهت اجرائی کردن سیاست‌های فوق در بخش‌های مختلف صنعت ضروری به نظر می‌رسد. چنانکه جدول شماره ۴ نشان می‌دهد، با ممیزی انرژی پتانسیل‌های زیادی جهت صرفه جویی در انرژی در بخش‌های مختلف صنعتی در سال‌های متفاوت شناسائی شده است.

### منابع

- ۱- زربخش، محمد حسن، مراحل ممیزی و مدیریت انرژی صنایع، سازمان بهره‌وری انرژی ایران، سال ۱۳۸۶
- ۲- اطلاعات دریافتی از شرکت بهسامان
- ۳- سازمان بهره‌وری انرژی
- ۴- آمارگیری از کارگاه‌های صنعتی کشور، مرکز آمار ایران، ۱۳۸۶
- ۵- ترازنامه انرژی ایران، ۱۳۸۶

6-Review of Energy Audit Methods and Practices in some European countries, Helsinki, heinakuu, 2005

7-Working Manual on Energy Auditing in Industries, APO, 2008

8-Site of EPA

9-www.eva.ac.at

این مقاله توسط خانم زهرا حوائجی تالیف و در شماره ۴۲ ماهنامه نفت و انرژی به چاپ رسیده است

[www.naft-o-energy.com](http://www.naft-o-energy.com)