

آموزش مدیریت

انرژی

فصل اول

تشریح بند «و» تبصره ۱۹ قانون برنامه دوم توسعه و آئین نامه‌های اجرایی آن

۱-۱- پیش زمینه

در سه دهه پایان قرن جاری، تحولات شگرفی در کشورهای پیشرفته صنعتی به وجود آمده است.

مهمترین خصوصیات این تحولات را به قرار ذیل می‌توان برشمرد:

۱- برنامه ریزی توسعه منابع انسانی و تکامل کیفی آن

۲- رشد اقتصاد بازیافت

۳- ترقی علوم و تکنولوژی فوق مدرن

۴- افزایش تولید ناخالص ملی همراه با کاهش هزینه‌ها

۵- بهینه سازی مصرف انرژی، افزایش بهره‌وری و توسعه جامع

تجربه ایران و جهان در دهه‌های گذشته نشان می‌دهد که رشد اقتصادی و توسعه صنعتی به عنوان پیش شرط‌های اقتدار سیاسی، استقلال ملی و شکوفائی فرهنگی به عوامل مختلف از جمله انرژی و بهره‌وری مطلوب و بهینه از منابع آن نیازمند است.

اگر چه ایران از غنی ترین منابع انرژی برخوردار است، اما تلف کردن و استفاده نادرست از آنها خسارات جبران ناپذیری را به بودجه سالانه کشور تحمیل می‌کند. این هزینه، معادل تمام بودجه عمرانی کشور و سالانه حدود ۵ میلیارد دلار تخمین زده شده است.

محدودیت منابع فسیلی، رشد بالای مصرف سالانه انرژی در ایران، خارج شدن کشورمان از جرگه صادرکنندگان نفت از اواخر قرن حاضر و بالطبع قطع درآمدهای ناشی از صدور نفت باعث می‌شود که در صورت عدم برنامه ریزی و پیش بینی های لازم روند توسعه کشور بطور جدی تحت تأثیر قرار بگیرد. عدم کارآئی فنی و اقتصادی مصرف انرژی و هدر رفتن قریب به یک سوم از کل انرژی در فرآیند های

مصرف مشکلات فرآیند زیست محیطی ناشی از آن، ضرورت مدیریت مصرف انرژی و بالا بردن بازده و بهره‌وری انرژی را بیش از پیش آشکار می‌سازد.

در این میان یگانه راه برون رفت کشورهای توسعه نیافته از تنگناهای فوق‌الذکر، همانا برنامه‌ریزی همه جانبه به منظور ارتقای بهره‌وری در کلیه فعالیتهای تولیدی، صنعتی و خدماتی این جوامع می‌باشد و لذا افزایش بهره‌وری انرژی و تغییر ساختار مصرف انرژی در جهت تقویت بخش های مولد از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

در مبحث "وضعیت انرژی در ایران و جهان" به تفصیل بیان شده است که اگر در سال ۱۳۵۳ شاخص شدت انرژی در سال ۱۳۵۳ برای ایران ۱۰۰ فرض شود در سال ۱۳۷۳ این شاخص به سهم ۳۰۰ افزایش یافته است یعنی به ازای تولید یک میزان مشخص، مصرف انرژی در طول ۲۰ سال به سه برابر افزایش یافته است.

با توجه به اینکه متوسط شدت انرژی در جهان حدود ۰/۴ می‌باشد و این رقم در ایران کنونی بیش از ۶/۰ برآورد می‌گردد، لذا این نتیجه حاصل می‌شود که پتانسیل بالقوه در بهینه سازی مصرف انرژی در بخش‌های مختلف تا مرز یک سوم وجود دارد و بعبارت دقیق تر می‌توانیم با بکارگیری روشهای مختلف بدون کاهش تولید ناخالص ملی، بیش از ۳۳ درصد از انرژی مصرفی در کشور را کاهش دهیم و با توجه به ارزش سالانه انرژی مصرفی در کشورمان در صورت منطقی کردن مصرف انرژی تا میزان ۵ میلیارد دلار فقط از این طریق عاید مملکت می‌شود.

با عنایت به اهمیت موارد فوق‌الذکر، دولت جمهوری اسلامی ایران با تصویب بند «و» تبصره ۱۹ قانون برنامه دوم توسعه اقتصادی و اجتماعی و فرهنگی پنجساله دوم، حرکت بهینه سازی مصرف انرژی و گسترش مصرف منطقی منابع انرژی را به صورت وظیفه ای برای کلیه مسئولان درآورد.

معاونت امور انرژی وزارت نیرو در راستای همین قانون برنامه‌ریزی گسترده‌ای را آغاز کرد. دفتر بهینه‌سازی مصرف انرژی در معاونت امور انرژی توانست در کلیه زمینه‌های پیش‌بینی شده در قانون، برنامه‌ریزی‌های لازم را انجام دهد و فعالیتهای خود را آغاز نماید. اجرای بخشی از فعالیتها از فروردین ۱۳۷۵، با تأسیس سازمان بهره‌وری انرژی ایران (سابا) به این سازمان واگذار شد که اقدامات خود را در محورهای اصلی: آموزش، آگاهسازی، مدیریت انرژی و بار و بازیافت انرژی در صنایع آغاز نمود. سابا بر آن است که کلیه امکانات خود را به کار گیرد تا بتواند در بخش‌های انرژی بر کشور و به ویژه صنایع، دوشادوش مسئولان و دست‌اندرکاران از امکانات بالقوه صرفه‌جویی در جهت افزایش درآمد ملی و رفاه عمومی و توسعه کشور استفاده کند و در این میان با توجه به بحران انرژی در جهان و نقش آن در ساختار اقتصادی اجتماعی و به منظور آشنائی دست‌اندرکاران صنایع کشور با صرفه‌جویی و منطقی کردن مصرف انرژی و حفظ ذخایر آن و کاهش قیمت تمام‌شده تولیدات صنعتی و ضایعات زیست‌محیطی ناشی از کاربرد آن دوره‌هایی را تحت عنوان (مدیریت انرژی) برگزار نماید. پس از طی دوره آموزشی کوتاه مدت و موفقیت در امتحان و ارائه گزارش مربوطه به کلیه مدیران انرژی و کارشناسان فنی گواهینامه رسمی اعطا می‌شود.

۲-۱- کمیته ملی انرژی جمهوری اسلامی ایران (شورای جهانی انرژی)

شورای جهانی انرژی یک کنفدراسیون غیردولتی است که در سال ۱۹۲۴ در راستای ارتقاء صلح‌آمیز و پایدار ذخائر و تأمین احتیاجات انرژی در سطح جهان به وجود آمد. این شورا اهداف ذیل را پی می‌گیرد:

افزایش راندمان، جایگزینی انواع انرژی، انرژی و نقش آن در رشد و توسعه اقتصادی، اثرات انرژی بر جامعه و محیط زیست، توسعه و انتقال تکنولوژی‌های انرژی و ...

تعداد ۱۰۳ کمیته ملی، عضو شورای جهانی انرژی می‌باشد و حدود ۹۲ درصد مصرف انرژی جهان به کشورهای عضو شورا تعلق دارد.

بر اساس ماده واحده "قانون اجازه و قبول عضویت کنفرانس جهانی نیرو" وزارت نیرو نماینده جمهوری اسلامی ایران در شورای جهانی انرژی می‌باشد.

کمیته ملی انرژی ایران که بر اساس آئین نامه مصوب تشکیل گردیده است در واقع کمیته ایرانی عضو شورای جهانی انرژی می‌باشد. ارکان این کمیته عبارتند از: رئیس، نایب رئیس، هیئت اجرایی، دبیرخانه و کمیته‌های فنی.

این کمیته دور جدید فعالیت خود را از سال ۱۳۷۳ آغاز نموده است. ریاست کمیته ملی انرژی ایران با وزیر نیرو می‌باشد و معاون وزیر نیرو در امور انرژی به عنوان نایب رئیس کمیته انجام وظیفه می‌نماید. دبیرخانه کمیته ملی انرژی در وزارت نیرو مستقر است. هیئت اجرائی کمیته ملی انرژی دارای ۱۶ عضو متشکل از نمایندگان وزارتخانه‌های نیرو، نفت، صنایع، معادن و فلزات، فرهنگ و آموزش عالی و سازمان‌های برنامه و بودجه، انرژی اتمی و حفاظت محیط زیست می‌باشد.

۱-۲-۱- فعالیتهای کمیته ملی انرژی جمهوری اسلامی ایران

- فعالیت کمیته‌های علمی
- انتشار نشریه انرژی
- انتشار بولتن پیام انرژی
- برگزاری گردهم آئی علمی فصلی
- برگزاری کنگره سالانه
- تشکیل مرکز اطلاعات انرژی و ارائه خدمات به کلیه اعضاء
- ارتباط با شورای جهانی انرژی و سایر مجامع بین‌المللی
- ایجاد بانک اطلاعات کمیته ملی انرژی ایران
- شرکت فعال در کمیته‌ها و پروژه‌های مطالعاتی شورای جهانی انرژی

۱-۳- معاونت امور انرژی وزارت نیرو

معاونت امور انرژی وزارت نیرو از سال ۱۳۷۳ برنامه گسترده ای را در زمینه مدیریت انرژی در کلیه بخش های انرژی بر آغاز نموده است. برنامه ریزی و یافتن سودمندترین روشهای کاربردی برای جلوگیری از اتلاف انرژی، افزایش راندمان، صیانت از منابع پایان پذیر انرژی و کاستن آلودگی های محیط زیست و دیگر اهداف مرتبط با انرژی، این معاونت را بر آن داشت تا به تشکیل و تأسیس واحدهای مختلف اقدام نماید.

۴-۱- دفتر بهینه سازی مصرف انرژی

نظر به اینکه در ایران تولید و مصرف سوختهای فسیلی جایگاه عمده ای دارد و با توجه به وجود امکانات بالقوه فراوان در کشور به منظور تعدیل و استفاده منطقی از انواع انرژی، لذا است که مدیریت انرژی یکی از ضروری ترین اهداف در سیاستهای معاونت انرژی وزارت نیرو محسوب می گردد. بدیهی است مرکز انجام این مهم، به یک مرکزیت برای سیاستگذاری و برنامه ریزی نیازمند بود و از این رو اقدام به تشکیل دفتر بهینه سازی مصرف انرژی در معاونت امور انرژی گردید.

اهداف دفتر بهینه سازی مصرف انرژی را بقرار ذیل می توان برشمرد :

- سیاست گذاری در امر مدیریت انرژی و تدوین آئین نامه های مربوطه.
- افزایش بازده انرژی در سیستم ها، تجهیزات و فرآیندهای انرژی بر و در بخش عرضه انرژی.
- فراهم آوردن زمینه های استفاده منطقی از انرژی و ارائه روشهای بهینه سازی مصرف انرژی در بخش های مختلف.

- مطالعات نظری و کاربردی در بهینه سازی مصرف انرژی.
- تشویق به استفاده از سیستم های با کارآئی بیشتر در بخش های انرژی بر و پیش بینی منابع مالی مورد نیاز.

• اجرای طرح‌های نمونه و ایجاد زمینه‌های لازم برای اجرای طرح‌های بهینه‌سازی مصرف انرژی در بخش‌های مختلف.

• برنامه‌ریزی آموزشی در زمینه "مدیریت انرژی و آموزش گروه‌های مختلف و آگاهسازی عمومی".
برای نیل به اهداف فوق خط مشی‌های زیر اتخاذ گردید:

الف - ارائه طرح مدیریت انرژی به مجلس شورای اسلامی که در نهایت به تصویب بند «و» تبصره ۱۹ در قانون برنامه دوم توسعه کشور منتهی شد.

ب - انجام طرح‌های ارزیابی مصرف انرژی در بخش‌های مختلف و ارائه دستورالعمل‌های فنی جهت بالفعل کردن امکانات بالقوه بهینه‌سازی مصرف انرژی.

ج - تعیین استانداردهای کارائی انرژی برای وسایل و تجهیزات انرژی بر و همچنین ساختمانهای مسکونی و تجاری.

د - ایجاد زمینه‌های فنی - اقتصادی و بازرگانی برای تشویق به استفاده از تکنولوژی‌ها و سیستم‌های با کارائی بیشتر.

ه - برگزاری دوره‌های کوتاه مدت برای مربیان آموزشی بهینه‌سازی مصرف، مهندسان، مدیران و تکنسین‌ها

و - طراحی و راه اندازی دوره‌های کلاسیک دانشگاهی در زمینه انرژی به منظور تأمین نیروی انسانی متخصص

ز - ارائه طرح آگاهسازی عمومی با مطالعات لازم در الگوی مصرف انرژی و استفاده از رسانه‌های همگانی

ح - اصلاح نظام قیمت گذاری حامل‌های انرژی جهت بهینه‌سازی مصرف انرژی

ط - ترجمه، تألیف و چاپ کتب و جزوه‌های مربوط به بهینه‌سازی مصرف انرژی و ...

آئین نامه های اجرایی آن

همانطور که در پیش زمینه گفته شد : انرژی در توسعه اقتصادی اجتماعی هر کشور دارای اهمیت بسیاری است. بدون انرژی توسعه اقتصادی در کشور توسعه یافته و در حال توسعه غیر ممکن بنظر می‌رسد.

مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که در شرایط کنونی، دستیابی به انرژی کافی جهت رفع نیاز انسانها و تحقق حداقل رشد اقتصادی، حل مسائل مربوط به محیط زیست منطقه‌ای و افزایش بازده انرژی و تأمین سرمایه گذاری لازم در بخش انرژی از جمله موضوعات با اهمیت در بخش انرژی است که مورد توجه کشورهای مختلف قرار گرفته است.

اگر چه در اولویت موضوعات مربوط به انرژی در اقتصادهای توسعه یافته و در حال توسعه تفاوت‌های آشکاری وجود دارد. تقاضای انرژی در دهه‌های گذشته در اثر توسعه اقتصادی و افزایش جمعیت و تغییر ساختار اقتصادی و اجتماعی کشورها رو به افزایش بوده است بگونه‌ای که تقاضای انرژی اولیه از ۶-۳۳ میلیون تن معادل نفت خام در سال ۱۹۶۰ به ۸۸۰۷ میلیون تن معادل نفت خام در سال ۱۹۹۰ رسیده است و پیش بینی شده است که تقاضای انرژی اولیه در سال ۲۰۲۰ برابر ۱/۴ در صد پیش بینی میشود. همچنین آمارها نشان می‌دهد که سوختهای فسیلی شامل ذغال سنگ، نفت، گاز طبیعی در سال ۱۹۹۰ مجموعاً حدود ۷۷ درصد و انرژی هسته ای حدود ۵ درصد و انرژیهای تجدید پذیر آبی و غیرآبی حدود ۱۸ درصد انرژی مورد نیاز جهان را تأمین کرده‌اند و پیش بینی میشود در سال ۲۰۲۰ سوختهای فسیلی حدود ۷۳ درصد و انرژی هسته ای حدود ۶ درصد و انرژیهای تجدید پذیر آبی و غیرآبی حدود ۲۱ درصد انرژی مورد نیاز جهان را تأمین نماید.

مصرف سوختهای فسیلی منجر به انتشار گازهای آلاینده در محیط زیست شده است.

آمار نشان می‌دهد که انتشار گوگرد بین سالهای ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰ با ۲ درصد افزایش از ۶۴/۶ میلیون تن به ۶۶/۱ میلیون تن خواهد رسید. همچنین انتشار ازت و کربن بین سالهای مذکور به ترتیب با ۱۳ درصد افزایش از ۲۴ میلیون تن به ۲۷ میلیون تن و با ۴۲ درصد افزایش از ۵/۶ گیگاتن به ۸/۳۷ گیگاتن برسد که به این ترتیب با افزایش میزان آلاینده‌ها، محیط زیست بیشتر در معرض آسیب قرار خواهد گرفت.

افزایش بازده انرژی تأثیر قابل ملاحظه‌ای در بهبود شرایط محیط زیست منطقه‌ای و جهانی خواهد داشت و همچنین از طریق افزایش بازده انرژی میتوان مقداری از انرژی مورد نیاز جهان را تأمین نمود. مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که در مناطق مختلف جهان پتانسیل قابل توجهی برای بهبود بازده مصرف انرژی وجود دارد و دستیابی به کارایی بیشتر در مصرف انرژی نیازمند سرمایه گذاری قابل ملاحظه در کارخانجات و صنایع قدیمی و سرمایه گذاری در جایگزینی سوختها میباشد. همچنین گسترش سیستم‌های انرژی و کاربرد روشهای فنی موجود برای تأمین انرژی و بهبود کارایی انرژی نیازمند سرمایه‌گذاری قابل توجه است و تأمین سرمایه مورد نیاز در بخش انرژی از جمله مسائلی است که دولت‌ها با آن روبرو هستند. از طرف دیگر برآوردهای انجام شده در مورد ذخائر تثبیت شده سوختهای فسیلی نشان می‌دهد که منابع سوختهای فسیلی جهان محدود است. آمارهای موجود نشان می‌دهد که ذخائر تثبیت شده سوختهای فسیلی در سال ۱۹۹۰ برای ذغال سنگ، لینییت، نفت و گاز طبیعی به ترتیب برابر ۴۹۶، ۱۱۰، ۱۳۷، ۱۰۸ گیگاتن معادل نفت خام میباشد، که بیانگر آنست که طی چند دهه آینده بخش قابل ملاحظه عرضه انرژی در جهان همچنان توسط سوختهای فسیلی تأمین خواهد شد و از میان سوختهای فسیلی ذغال سنگ و گاز زمان طولانی‌تری در دسترس خواهند بود ولی به هر حال منابع سوختهای فسیلی تمام شدنی هستند. بنابراین موازنه عرضه و تقاضا و منطقی کردن مصرف انرژی و بهبود بازده انرژی و تأمین سرمایه مورد نیاز و جلوگیری از تخریب محیط زیست در چارچوب برنامه مدیریت انرژی در کشورهای مختلف جهان مورد توجه قرار گرفته است. در ایران نیز آمارها نشان می‌دهد که مصرف کل انرژی نهایی از ۱۷۷/۸ میلیون بشکه

نفت خام در سال ۱۳۵۵ به ۵۸۴ میلیون بشکه معادل نفت خام در سال ۱۳۷۴ رسیده است. همچنین مصرف سرانه انرژی نهایی از ۵/۲۷ بشکه معادل نفت خام در سال ۱۳۵۵ به ۹/۴۹ بشکه معادل نفت خام در سال ۱۳۵۵ به ۴۲/۰۷ بشکه نفت خام بر میلیون ریال در سال ۱۳۷۴ افزایش یافته است. تلفات تبدیل انرژی از ۱۶/۶ میلیون بشکه معادل نفت خام در سال ۱۳۵۵ به ۱۱۵/۳ میلیون بشکه معادل نفت خام در سال ۱۳۷۴ بالغ گردیده است. همچنین شدت انرژی از ۱۹/۴۱ بشکه نفت خام انرژی اولیه به میلیون ریال تولید ناخالص داخلی در سال ۱۳۷۴ رسیده است که افزایشی معادل ۲/۷۹ برابر را نشان می‌دهد. آمار نشان می‌دهد که شدت انرژی در ایران در سالهای اخیر حدود ۱/۵ برابر متوسط شدت انرژی کشورهای جهان است. کشور ما یکی از کشورهای عمده صادرکننده نفت است و با توجه به میزان تولید نفت خام و افزایش میزان مصرف داخلی منجر به کاهش صادرات نفت و در نتیجه کاهش درآمدهای ارزی حاصل از فروش نفت خواهد شد. بنابراین موضوع مدیریت انرژی به لحاظ حفظ توان صادراتی نفت و کاهش شدت انرژی و رشد بی‌رویه مصرف و حفظ محیط زیست و همچنین محدودیت مالی برای سرمایه‌گذاری در بخش انرژی دارای اهمیت می‌باشد.

برنامه مدیریت انرژی از اوایل دهه ۱۹۷۰ میلادی در کشورهای مختلف به مرحله اجرا درآمده است و شامل سیاست‌گذاریهای کلان در بخش انرژی به منظور کاهش تقاضای انرژی سازماندهی و ایجاد تشکیلات مناسب و تصویب قوانین و مقررات لازم و اجرای برنامه‌های مدیریت مصرف می‌باشد.

۱-۶- قوانین و مقررات انرژی در کشورهای مختلف

در این بخش به اقدامات انجام شده و تصویب قوانین مربوط به مدیریت انرژی در بعضی کشورهای در حال توسعه اشاره می‌شود:

در کره جنوبی سیاستهای مدیریت انرژی شامل سیستمهای یکپارچه عرضه انرژی از جمله حرارت منطقه‌ای مرکزی، کنترل صنایع انرژی‌بر، انتقال تکنولوژی و بازیافت انرژی و در بخش حمل و نقل توجه

به حمل و نقل عمومی و تولید اتومبیل کم مصرف و در بخش ساختمان عایقکاری بهتر ساختمانها ،
طرحی بهینه ساختمان و تجهیزات گرمایش و سرمایش و برنامه تعمین استاندارد مصرف و برچسب
مصرف انرژی و مدیریت بار میباشد. همچنین بهبود کارایی انرژی در تجهیزات و وسائل انرژی بر،
کمکهای مالی به پروژه های صرفه جویی انرژی ، تحقیق و توسعه و آموزش و آگاهسازی از اقدامات
مدیریت انرژی در کره جنوبی میباشد. در چارچوب اهداف و برنامه های مدیریت انرژی در طول سالهای
گذشته قوانین مختلفی را به تصویب و اجرا رسانیده است. در سال ۱۹۷۴ قانون مدیریت انرژی حرارتی
تصویب و به مرحله اجرا درآمد در سال ۱۹۷۴ قانون کاربرد منطقی انرژی بمنظور برقراری مدیریت انرژی
و موارد پیشبرد استفاده منطقی انرژی و ایجاد تشکیلات مناسب تصویب و به اجرا در آمد که بدنبال آن در
سال ۱۹۸۰ مؤسسه مدیریت انرژی کره (KEM CO) شروع به کار نمود. پس از تأسیس مؤسسه مدیریت
انرژی آگاهسازی عمومی و تشویق به استفاده از تکنولوژیهای جدید و کمک مالی دولت برای تشویق
توسعه و بکارگیری تجهیزات با کارایی بیشتر مورد توجه قرار گرفت و ساختمانها بصورت عایق کاری
شده ساخته شدند و کارخانجات به شدت انرژی بر ناچار بودند برنامه های پنج ساله صرفه جویی انرژی
برای خود تنظیم نمایند. در سال ۱۹۸۹ با توجه به افزایش تقاضای انرژی نسبت به رشد اقتصادی، دولت
مجبور شد که قانون استفاده منطقی از انرژی را در سال ۱۹۹۱ اصلاح نماید که در آن کاربرد تجاری
تکنولوژیهای صرفه جویی انرژی بوسیله ابزارهای پولی و مالیاتی تشویق شده است و همچنین گسترش
شبکه های تولید همزمان گرما و برق و گرمایش متمرکز منطقه ای پیش بینی شده است. همچنین قانون
عرضه انرژی منطقه ای، قانون حفاظت از محیط زیست، قوانین کنترل مصرف انرژی برای دیگهای بخار
کوره ها و تأسیسات صنعتی دیگر قانون استاندارد مصرف انرژی و تهیه برچسب مصرف انرژی برای لوازم
خانگی مانند یخچال ، کولر و دیگر وسایل برقی و همچنین کنترل انتشار آلودگی از وسایل نقلیه و صنایع
به اجرا در آمده است.

در مجموعه قوانین و مقررات اجرا شده روشهای تشویقی مورد توجه قرار گرفته‌اند که از جمله آنها میتوان از اعطای وام و کمک مالی و کاهش و یا معافیت مالیاتی و دادن اعتبار در ساختمانهایی که از نظر انرژی کارآ هستند نام برد.

در کشور چین برنامه های مدیریت انرژی از دهه ۱۹۸۰ میلادی آغاز شده است. طرح بکارگیری تکنولوژیهای صرفه جویی انرژی در سال ۱۹۸۳ با هدف کاهش تقاضای انرژی تا میزان مشخصی و همچنین ترویج تکنولوژیهای کارا به اجرا گذاشته شد. در سال ۱۹۸۶ قوانین موقتی جهت مدیریت مصرف انرژی تصویب و به اجرا درآمد که در ضمن آن برای صرفه جویی در بیست و هفت فرایند صنعتی مقررات خاصی در نظر گرفته شد. همچنین تقویت استانداردهای مصرف انرژی و تهیه قانون صرفه‌جویی انرژی مورد توجه و پیگیری بوده است. با انجام اقدامات فوق بین سالهای ۱۹۸۰ تا ۱۹۸۸ مصرف انرژی ۶/۵ درصد و برابر ۱۷۵ میلیون تن معادل نفت کاهش یافت.

در کشور مالزی سیاستهای کلان انرژی در سال ۱۹۸۷ با هدف کنترل عرضه و تقاضا و بهبود شرایط محیط زیست با توجه به برنامه‌های صرفه جویی انرژی شکل گرفته است. در سال ۱۹۸۹ رهنمودهایی در زمینه کارآیی انرژی در ساختمانها و تأسیسات انرژی بر مریوط به آنها ارائه گردیده است. در سال ۱۹۹۰ قانون عرضه برق به تصویب رسیده است.

قوانین دیگری از جمله کنترل آلودگی وسایل نقلیه و صنایع و همچنین بررسی اثرات زیست محیطی پروژه های آلوده کننده محیط زیست به تصویب رسیده است.

در کشور اندونزی سیاستهای کلان انرژی تحت یک برنامه پنج ساله توسعه ملی برای سالهای ۱۹۹۸-۱۹۹۳ پایه ریزی شده است. بعد از تأیید برنامه مذکور به تدریج برنامه‌های انرژی بصورت زیر مجموعه‌هایی از برنامه‌ها و پروژه‌های مخصوص تقسیم شده‌اند. همچنین فرمانهای ریاست جمهوری و پشتیبانی از برنامه‌های صرفه جویی انرژی کمکهای زیادی به اجرای این برنامه ها با عنوان (KEPRES)

نموده است. جدای از رهنمودهای برنامه پنج ساله توسعه ملی و فرمانهای ریاست جمهور، تدوین تعرفه‌های استفاده بهینه انرژی و کمکهای دولت در دست بررسی میباشد. در زمینه حفاظت از محیط زیست قوانینی وضع شده است که از جمله می توان به قانون بررسی اثرات زیست محیطی برای صنایع و تولید کنندگان برق و همچنین کنترل آلودگی وسایل نقلیه و صنایع را میتوان نام برد.

همانگونه که ملاحظه میشود اجرای برنامه مدیریت انرژی در چارچوب یک قانون همه جانبه مدون و یا مجموعه‌ای از برنامه ها و قوانین و مقررات در کشورهای مختلف جهان مورد توجه قرار گرفته و به اجرا درآمده است که در این برنامه ها استفاده منطقی و بهینه انرژی و کاهش تقاضای انرژی در مقایسه با رشد اقتصادی و بهبود تکنولوژی و بازده تجهیزات و جلوگیری از آلودگی محیط زیست و تأمین امکانات مورد نیاز از جمله اهدافی بوده است که بعضاً بصورت کمی نیز مطرح شده اند . برنامه های مذکور چه بصورت یک برنامه و چه بصورت قانون مصوب تمامی بخشهای عمده انرژی بر را در نظر داشته‌اند و با توجه به منابع و امکانات ملی و در چارچوب اهداف توسعه اقتصادی اجتماعی اقداماتی را پیش بینی کرده‌اند. در واقع الزامات قانونی بخشی از نیازهای اجرای برنامه های مدیریت انرژی در شرایط حاضر اقتصادی جهان تلقی شده است.

در کشور ما نیز در قانون برنامه دوم توسعه اقتصادی اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران در

قالب بند (و) تبصره ۱۹ مسائل مدیریت انرژی مورد توجه قرار گرفته است.^۱

بند (و) تبصره ۱۹ شامل ۹ ردیف میباشد که در آن بمنظور اعمال صرفه جویی و منطقی کردن مصرف انرژی و حفاظت از محیط زیست تعیین مشخصات فنی و معیارهای مصرف انرژی در مورد سیستمها و تجهیزات انرژی بر. تعیین و اعمال تعرفه های سود بازرگانی و عوارض، تنظیم کار اصناف، تنظیم برنامه فصلی کارخانجات و صنایع ، اعطای تسهیلات مالی و با نرخهای ترجیحی به صنایع و مؤسسات،

- کتاب قانون برنامه دوم بند(و) تبصره ۱۹ از طرف دفتر بهینه سازی مصرف انرژی تحت شایبک ۶-۰-۹۶-۹۰۴۹۶-۹۶۴ منتشر شده است.

تخصیص ۰/۲ از فروش حاملهای انرژی برای تحقیقات در زمینه صرفه جویی انرژی، تنظیم مقررات استانداردهای مصرف انرژی در ساختمانها، آموزش عمومی و اشاعه فرهنگ صرفه جویی از طریق کتابهای مدارس و دانشگاهها، تشکیل واحدهای مدیریت انرژی در صنایع و مؤسساتی که توان مصرفی آنها بیش از ۵ مگاوات برق و یا مصرف سالانه آنها بیش از معادل ۵۰۰۰ مترمکعب نفت میباشد، مورد توجه قرار گرفته است. با توجه به موضوعات ردیفهای نه گانه بند (و) آیین نامه اجرایی ردیفهای ۱ و ۲ و ۴ و ۵ و ۹ در کمیته ای مرکب از معاونت انرژی وزارت نیرو، معاونت پژوهش و برنامه ریزی وزارت نفت، مدیر کل دفتر امور انرژی سازمان برنامه و بودجه و کارشناسان ذیربط از ارگانهای مذکور پس از برگزاری جلسات متعدد تدوین گردید و برای نهادهای دیگر به تناسب موضوع آیین نامه ها از جمله وزارت صنایع، مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، وزارت معادن و فلزات، بانک مرکزی، وزارت امور اقتصادی و دارایی، جهت بررسی و اعلام نظر ارسال گردید و با در نظر گرفتن نظرات ارگانهای مذکور، متن نهایی آیین نامه های مذکور تنظیم گردید و به امضای وزیر نفت و نیرو و رئیس سازمان برنامه و بودجه رسید و سپس در کمیسیون ذیربط در دولت و جلسه دولت مطرح گردید و به تصویب هیأت دولت رسید و جهت اجرا به ارگانهای مربوطه ابلاغ گردید. بند (و) و آیین نامه های ردیف ۱ و ۲ و ۴ و ۵ و ۹ به پیوست میباشد. همچنین در ارتباط با تنظیم مقررات و استاندارد مصرف انرژی در ساختمانها، راهنمای الحاقی مقررات ملی ساختمان تحت عنوان پیش نویس جزئیات اجرایی عایق بندی حرارتی جدارهای پوسته خارجی ساختمانها با همکاری و هدایت مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن و وزارت نیرو و سازمان برنامه و بودجه تهیه شده است.

۷-۱- آیین نامه اجرایی ردیف ۱ :

آیین نامه اجرایی ردیف ۱ شامل چهار ماده است. در ماده ۱ تعاریف واژه های تجهیزات انرژی بر و سیستم انرژی بر، معیارها و مشخصات فنی، و کمیته ارائه گردیده است تا استنباط از عبارتهای آیین نامه

هماهنگ باشد. این واژه‌ها، واژه‌های اصلی بکار رفته در ماده ۱ میباشند و در تعریف آنها مفاهیم و ویژگیهای لازم در مدیریت مصرف انرژی در مورد تجهیزات و فرآیندهای انرژی بر لحاظ شده است.

طبقه بندی تجهیزات و سیستم ها که موضوع ماده ۲ آیین نامه اجرائی ردیف ۱ میباشد بر اساس حاملهای انرژی می باشد که هر وسیله یا فرایند انرژی بر بطور عمده مصرف میکند. از آنجائیکه نیروگاهها و پالایشگاهها نیز از مصرف کنندگان عمده انرژی بوده و تکنولوژی و تجهیزات خاص خود را دارا میباشد و توسط وزارت خانه های نیرو و نفت اداره میشوند. بصورت جداگانه مورد توجه قرار گرفته اند. در ماده ۳ که تعیین مشخصات فنی و معیارها میباشد با توجه به مسئولیت های وزارت خانه های نیرو و نفت و به دلیل در اختیار داشتن کارشناسان و تجهیزات مورد نیاز و همچنین انگیزه لازم جهت اجرای برنامه مدیریت مصرف انرژی این وزارت خانه موظف شده اند که مشخصات فنی و معیارهای مصرف انرژی تجهیزات و فرایندهای مصرف کننده برق و یا نفت و گاز را با همکاری مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و وزارت خانه صنعتی ذیربط تهیه نمایند. در این ماده کمیته موظف به تشکیل جلسات مداوم تا پایان تصویب معیارها و مشخصات فنی شده است. و همچنین مؤسسه استاندارد موظف شده است با درج استاندارد های مصوب در استاندارد های ملی آنها را به کلیه ارگانهای ذیربط ابلاغ نماید. بهنگام نمودن این معیار ها و نظارت به اجرای آنها به عهده مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران گذشته شده است.

۸-۱- آیین نامه اجرائی ردیف ۲ :

آیین نامه اجرائی ردیف ۲، شامل ۹ ماده میباشد. در ماده اول واژه پلاک تعریف شدسه است. در ماده ۲ برای تجهیزات وارداتی که با معیارها و مشخصات فنی مصوب مطابقت نداشته باشند سود بازرگانی به میزان سه برابر تعرف مربوط به آن کالا در نظر گرفته دسه است. این سود بازرگانی بمنظور جلوگیری از واردات تجهیزات با راندمان پایین و ایجاد انگیزه برای واردات تجیزات کارآ وضع شده است. در ماده ۳

عوارضی برای کالاهای تولیدی داخل که منطبق با معیارها و مشخصات فنی مصوب نباشند در طول مدت ۲ سال در نظر گرفته شده است. عوارض در نظر گرفته شده به منظور ایجاد انگیزه در تولید کنندگان کالاهای غیراستاندارد برای اصلاح محصولات خود دو سال وقت داده شده است. در صورتیکه کالاهای غیراستاندارد اصلاح نشوند تولید و عرضه آنها متوقف خواهد شد. در ماده پنجم پیش بینی شده است که مشخصات فنی هر کالای انرژی بر پلاک مخصوصی که با تأیید مؤسسه استاندارد تهیه میشود مشخص نمایند. نصب این پلاک به خریداران اینگونه کالاها آگاهی لازم برای خرید کالاهای با کارایی بالا را خواهد داد. بر اساس ماده ۶ مؤسسه استاندارد موظف شده است که بر کالاهای تولیدی نظارت مستمر را اعمال نماید. ضمناً این امکان به مؤسسه مذکور داده شده است که تا در صورت نیاز از همکاری وزارتخانه‌های نیرو و نفت استفاده نماید. از آنجائیکه ترخیص کالاهای وارداتی از طریق گمرک خواهد بود در ماده ۸ چگونگی ارزیابی کالاهای وارداتی مشخص شده است. در ماده ۹ مدت زمان اجرای معیارهای مصوب تعیین شده است که برای کالاهای داخل ۶ ماه و برای کالاهای وارداتی این زمان ۳ ماه در نظر گرفته شده است.

۹-۱- آیین نامه اجرایی ردیف ۴ :

آیین نامه اجرایی ردیف چهار در رابطه با مدیریت بار انرژی الکتریکی و گاز طبیعی است در واقع مدیریت بار پیک سائی مصرف در زمانهای اوج مصرف بمنظور جلوگیری از سرمایه‌گذاری اضافه برای ماههای اوج مصرف میباشد. در این آیین نامه پیش بینی شده است که مشترکین صنعتی تعمیرات اساسی خود را در فاصله ۱۵ خرداد تا ۱۵ شهریور که ماههای اوج مصرف برق در کشور است به اجرا در آورند. در ماده ۳ نیز مصرف کنندگان عمده گاز طبیعی و نیروگاهها موظف شده‌اند مصرف گاز طبیعی خود را در ماههای آذر و دی و بهمن و اسفند که ماههای اوج مصرف گاز طبیعی در کشور است به حداقل ممکن تقلیل دهند.

۱-۱۰- آیین نامه اجرایی ردیف ۵ :

آیین نامه اجرائی ردیف ۵ شامل هفت ماده است و در رابطه با ایجاد انگیزه برای اصلاح ساختار و اعطای تسهیلات مالی با نرخهای ترجیحی به صنایع و مؤسسات مصرف کننده انرژی میباشد. به این منظور لازم بود که منابع پولی لازم در نظر گرفته شود که به موجب ماده ۱ توسط شورای پول و اعتبار سالانه هفت درصد از سقف تسهیلات بانکی به موضوع این آیین نامه اختصاص خواهد یافت در ماده ۲ برای مؤسسات مشمول نرخ کارمزد با تخفیف ۵۰ درصد در نظر گرفته شده است که ما به التفاوت آن در بودجه دولت پیش بینی خواهد شد.

هر مؤسسه‌ای که متقاضی استفاده از این تسهیلات باشد میبایستی به موجب ماده ۵ طرح خود را به وزارت خانه‌های نفت و نیرو (برحسب مورد) ارائه نموده و تأیید به دریافت نماید. بانک عامل وظیفه نظارت بر هزینه تسهیلات بانکی ارائه شده را به عهده خواهد داشت.

۱-۱۱- آیین نامه اجرائی ردیف ۹ :

آیین نامه اجرایی ردیف ۹ شامل هفت ماده میباشد که ضمن تعیین ملاک برای صنایع و مؤسساتی که ملزم به ایجاد واحد مدیریت انرژی میباشند وظایف آنها را نیز تعیین کرده است در ماده ۳ وزارت خانه‌های نفت و نیرو موظف شده‌اند که آموزش کارشناسان واحدهای مدیریت انرژی را ظرف شش ماه پس از معرفی به اجرا درآورند. ضمن آنکه دستگاههای دولتی و وزارت خانه‌های ذیربط میتوانند رأساً این آموزشها را به انجام برسانند در صورتیکه برنامه آموزش مدیریت خود را به تصویب وزارت خانه‌های نفت و نیرو برسانند. بمنظور تأکید بر اجرای آموزشهای فوق، تأمین انرژی واحدهای مشمول ردیف ۹ منوط به فعال کردن واحدهای مدیریت انرژی در آنها شده است. همانگونه که ملاحظه میشود در مجموعه قانونی فوق عمدتاً به مدیریت مصرف در بخش صنایع و بهبود تکنولوژیک تجهیزات صنعتی و پشتیبانی مالی از طرحها و بهبود الگوی رفتاری در رابطه با مصرف انرژی و همچنین مدیریت بار توجه شده است. بهبود

ساختار صنعتی و ایجاد تشکیلات سازمانی مورد نیاز بهبود مدیریتها و همچنین بعضی زیربخشهای انرژی نظیر حمل و نقل بایستی جهت تکمیل موارد ذکر شده مورد توجه قرار گیرد.

۱۲-۱- بحث آزاد :

الف - چرا بهینه سازی مصرف موجب رشد بازیافت اقتصاد، افزایش تولید ناخالص ملی همراه با کاهش هزینه‌ها، برنامه‌ریزی برای توسعه انسانی و تکامل کیفی آن می‌شود؟

ب - در طی دو دهه ۱۹۷۰ تا ۱۹۹۰ میلادی مصرف انرژی در جهان و اروپای غربی به ترتیب ۱۶ درصد و ۲۰/۵ درصد کاهش داشته است در حالی که در همین مدت مصرف انرژی در ایران رشدی معادل ۲۸۵ درصد داشته است چرا؟

ج - بسیاری از جوامع دارای مقررات اضطراری هستند که در مواقع بروز سایر تحریم‌های انرژی بصورت فعال به مورد اجرا در می‌آیند :

کدامیک از این مقررات در جامعه ایران وجود دارد؟

۱۳-۱- منابع و مآخذ :

- ۱- قانون برنامه دوم جمهوری اسلامی ایران بند «و» تبصره ۱۹ شایک ۹۰۴۹۶-۹۶۴-۹۶۴ معاونت انرژی - دفتر بهینه سازی مصرف انرژی تهران ۷۶
- ۲- بروشور دانشکده صنعت آب و برق و معاونت آموزش تخصصی (گروه مهندسی نیروگاه)
- ۳- سازمان بهره‌وری انرژی ایران (سابا) (کاتالوگ سازمانی)
- ۴- تشریح بند «و» تبصره ۱۹ قانون برنامه دوم دانشکده صنعت آب و برق
- ۵- سمینار بهینه‌سازی مصرف انرژی در ایران (کیهان ۱۰ دیماه ۷۶)
- ۶- سمینار سازمان بهره‌وری انرژی ایران (سابا) در شرکت پارس مرداد ماه ۷۶

7- Smith . Craig B.etal

"Changing Energy Futures"

Energy Conversion and Management 1980 – 20(4)

فصل دوم

بررسی وضعیت انرژی در ایران و جهان

۱-۲- پیش زمینه

امروزه عاقلانه آن است که بگوئیم عرضه انرژی برای هر جامعه‌ای یک نیاز قطعی است. تجزیه و تحلیل و تأثیر قابلیت دسترسی انرژی و هزینه آن در توسعه کلیه جوامع در گذشته نشان می‌دهد که تأثیرات آن قابل توجه و گوناگون بوده است. تنوع منابع انرژی، شکل های مختلف و مصارف نهایی آن، بقدری زیاد است که طیف وسیعی از نیازهای اجتماعی کارآیی استفاده، اهمیت در رفاه جامعه و انعطاف پذیری در تغییر را در بر می‌گیرد.

همچنان که به الگوهای مصرف غذا در سطح کشور، گوشت و چربی، تغذیه و عدم تغذیه، کارآیی، اتلاف، ارزانی و گرانی مرتبط می‌شود. آنچه از مطالعات سیستم انرژی آشکار است، آن است که کیفیت زندگی مردم، رفاه مادی، سلامتی و بهداشت، اشتغال و درآمد به میزان قابل توجهی بستگی به وسعت قابلیت دسترسی به انرژی و پایین بودن هزینه آن دارد. حال به نظر می‌رسد که دیگر بازگشت به دوران ارزانی و فراوانی انرژی در گذشته امکان نخواهد داشت. با جمعیت زیاد جهان که مصرانه در پی گسترش رفاه زندگی خود هستند و اغلب دستیابی به آن را از طریق تکنولوژی مستقل انرژی، عرضه انرژی در آینده و مصرف مؤثر آن میسر می‌دانند، این مسأله در سراسر جهان به صورت وخیم درآمده است. حاصل ترکیب این مشکلات، محصولات نامطلوبی از مصرف انرژی گران قیمت است که در نتیجه استخراج مواد سوختی، حمل و نقل آنها و تخلیه زائدات آنها در محیط زیست می‌باشند. با این دنیای فانی و سپس منابع نهائی ما، کاملاً واضح است که استفاده بی‌رویه از انرژی نمی‌تواند تابینهایت ادامه پیدا کند. حتی استفاده از منابع انرژی تجدید پذیر نیز مشکلات خاص محیطی خود را دارد. همیشه فشار مستمری در جهت کاهش تقاضا برای انرژی و همچنین حفظ منابع طبیعی به منظور استفاده صحیح‌تر و با کیفیت‌تر از آنها در آینده وجود خواهد داشت.

امروزه هیچ درک واقع بینانه‌ای از شرایط و اوضاع وجود ندارد که مطلوبست مدیریت دقیق مصارف انرژی انسانها را برطرف سازد.

بهر حال به منظور دستیابی کامل به عامل بالقوه بقای انرژی باید به شناخت حرفه‌ای تر از ابعاد انرژی که در پس آن قرار داریم پردازیم و اساس تئوری حفظ منابع انرژی و همچنین راهکارهایی برای استفاده بهینه از آن را ارائه دهیم. البته لازم بتذکر است در این راستا باید سعی کرد تا به تعادلی حساس بین تئوری و عمل رسید و یک تجزیه و تحلیل واقعی و عملی را در پیش گرفت.

۲-۲- اثرات تاریخی آن :

منابع انرژی های سنتی، سوختهای فسیلی و برق حاصل از شکافت هسته‌ای و انرژی حاصل از نیروگاه‌های برق آبی عملاً بر تصویر عرضه انرژی جهانی تسلط دارند. دیگر منابع انرژی هنوز به مقدار کافی توسعه پیدا نکرده اند. بررسی‌ها و نتایج حاصله از تلاش‌هایی که در چند دهه گذشته صورت پذیرفته، بیانگر این واقعیت است که منابع انرژی فسیلی در جهان محدود بوده و تلاش پژوهشگران در جهت کشف و جایگزین نمودن انرژی های تجدید پذیر بنا به دلایلی همچون پراکندگی از نظر اقتصادی گران بودن و غیرقابل اعتماد بودن تا کنون چندان امیدوار کننده نبوده است، همچنین بعید بنظر می‌رسد حداقل در چند دهه آینده بشر قادر باشد جایگزین مناسبی را برای انرژی های فسیلی در دسترس داشته باشد. اگر چه معرفی و ارائه سریع منابع انرژی تجدید پذیر جدید در بازار جهانی انرژی یک ابزار سودمند و ضروری در استراتژی پیشرفت جانی است. انرژی های تجدید پذیر بطور گسترده‌ای توزیع نشده‌اند. بطوری که هر کشوری مقادیر زیادی از آن را بطور طبیعی دارا می‌باشد. انرژی های تجدیدپذیر همچنین سهم به سزائی در پیشرفت اقتصادی از راه توزیع فعالیتهای اقتصادی در پهنه وسیعتری بوسیله کاهش مهاجرت مردم روستائی به شهرها و کاهش بسیاری از مشکلات اجتماعی دارد. اما بدون شناخت و توجه به موانعی که در حال حاضر در سیستم های انرژی وجود دارد و سرمایه بلعیده شده بوسیله آن، تکنولوژی

و منابع مالی لازم برای گسترش انبوه انرژی های تجدید پذیر، اثرات زیست محیطی محلی باید حذف و به حداقل برسد، صحبت از گسترش ابعاد و سرعت توسعه انرژی های تجدیدپذیر غیر واقعی خواهد بود. لذا دوره پس از سال ۲۰۲۰ میلادی اگر نه قبل از آن - باید در سطحی بنیادی تر، کاربرد نظریات جدید در مورد فرآیند "عرضه" و "تقاضا" و مدیریت انرژی را شاهد باشیم.

در جنگ اول جهانی "کلمانسو" سیاستمدار معروف فرانسوی و نخست وزیر آن زمان فرانسه جمله معروفی دارد "هر قطره نفت در حال حاضر برای ما به اندازه یک قطره خون سربازان در جبهه جنگ ارزش دارد". در جنگ جهانی، اولین حرکات آلمانی ها اتصال به منابع نفتی رومانی و مجارستان که در آن زمان اهمیت زیادی داشتند می باشد و در حمله روسیه نیز هدف مهم و استراتژیک آنها فتح منابع قفقاز است که در نهایت به شکست استالینگراد منجر گردید. همچنین تلاش ژاپن در سال ۱۹۴۱ برای دستیابی به معادن نفتی اندونزی و برمه نمونه دیگری از جنگ قدرت جهت در اختیار داشتن منابع انرژی بوده است.

علاوه بر جنگ های فوق الذکر و موارد متشابه آن، اگر از دریچه سیاست نیز به انرژی بنگریم موارد متعددی قابل ذکر است که نمونه آن افزایش قیمت نفت بطور ناگهانی در اوایل سال ۱۹۷۴ میلادی می باشد. در آن سال کشورهای عضو اوپک تصمیم گرفتند به بی عدالتی در رابطه با انرژی واقعی نفت خام خاتمه دهند و قیمت نفت را از ۳ دلار به ۱۲ دلار افزایش دهند. واقعیت امر این بود که قدرت سیاسی نظامی اوپک باعث چهار برابر شدن قیمت نفت نبوده، بلکه احساس خطری که امریکا از وضعیت اقتصادی اتحادیه اروپا و ژاپن داشت از اعمال نفوذ خود در اوپک استفاده نمود و بدین وسیله سعی در ضربه زدن به رقبای خود را داشت. علاوه بر اینکه چند برابر شدن درآمد کشورهای عضو اوپک بازار خوبی برای سرازیر شدن اجناس آمریکائی به این کشورها را به دنبال داشت. ناگفته نماند که این موضوع تأثیر بسزائی در بکارگیری و اعمال مدیریت صحیح در استفاده از انرژی و پیشگام شدن ژاپنی ها و اروپائیان در

بهره‌وری بهینه از انواع انرژی را منجر شد. بنابراین باید توجه داشت تا زمانی که قدرت‌ها و کشورهای صنعتی جهان جایگزین مناسبی برای نفت و انرژی های فسیلی نداشته باشد، اهمیت و تأثیر این نوع انرژی‌ها در تصمیم‌گیری‌های عمده سیاسی، نظامی و اقتصادی جهان پرواضح است.

در حال حاضر با توجه به روند رو برشد مصرف انرژی در کشور محدودیت‌های ذخایر و تولید، در آینده‌ای نه چندان دور تأثیر منفی آن در درآمدهای حاصل از صادرات نفت را خواهیم داشت. لذا اگر از هم اکنون برنامه ریزی مناسبی در روند مصرف انرژی وجود نداشته باشد، قطعاً باید منتظر بحران‌های مختلفی بود. بررسی‌ها نشان می‌دهد بهبود کارآیی فرایندهای صنعتی و بازده تجهیزات و وسائل تبدیل انرژی و اجرای برنامه‌های مدیریت انرژی از جمله اقداماتی است که اینک در زمینه منطقی کردن مصرف انرژی در جهان در حال انجام است. بنابراین طبیعی است که باید در فرهنگ عمومی جامعه که دستیابی به انرژی بصورت امر بدیهی و سهل الوصول در ذهن افراد کشور جلوه کرده تجدید نظر شود و با آموزش صحیح جامعه را به سمت مدیریت اصولی و عملی استفاده از انرژی هدایت نمود.

نتایج بررسی‌های انجام شده در جهان نشان می‌دهد، در گذشته بیشترین حجم مصرف انرژی‌های فسیلی را نفت تشکیل می‌داد و انرژی به ویژه همچون خون در شاه‌رگ حیات اقتصادی کشورهای مختلف قرن بیستم به شمار می‌آید.

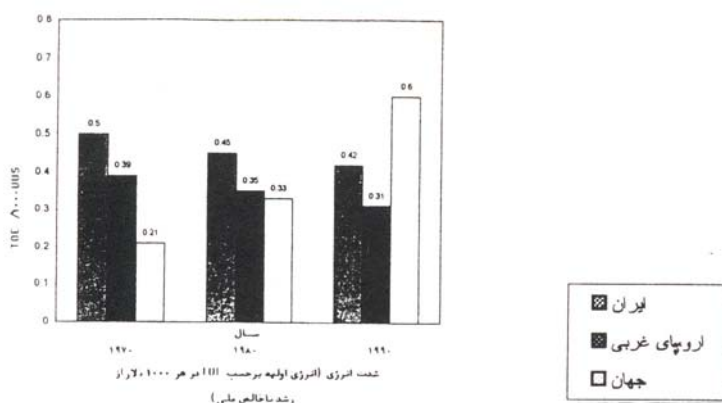
در هفتاد سال اول قرن بیستم کشورهای جهان در مصرف انرژی به ویژه نفت گوی سبقت را از یکدیگر ربوده و فقط به فکر توسعه سریع و رشد اقتصادی تند برای دستیابی به رفاه بیشتر برای جامعه خود بودند.

۲-۳- بحران نفت و شکل‌گیری الگوی مصرف در جهان :

زمستان سال ۱۹۷۳ شهرهای اروپا بسیار سرد و پر برف بود. روزهای پی در پی برف می‌بارید و سرما تا مغز استخوان نفوذ می‌کرد و عبور و مرور پر ازدحام اتوموبیل‌ها بشدت کاهش یافته بود. بسیاری

از پمپ بنزین ها تعطیل بودند و در برابر محدود جایگاه های بنزین که مشغول به کار بودند ، صف های طولانی از خودروها دیده می شد. این صحنه تماشایی تقریباً در سراسر شهرهای بزرگ اروپای غربی و امریکا به چشم می خورد. از نیویورک تا لندن و پاریس. از ژنو تا فرانکفورت و رم. از بروکسل تا لیسبون. از استکهلم تا هلسینکی و ... در واقع دنیای غرب یک زمستان بسیار سرد را پشت سر می گذاشت ، سرما به شهرها و روستا ها چنگ انداخته بود و سوخت کمیاب و گران شده بود. بحران نفتی سال ۱۹۷۳، بدلیل جنگ اعراب و اسرائیل و تحریم نفتی ، سیاستگذاران اقتصادی و صنعتی غرب را از آسیب پذیری شدید صنعت وابسته به نفت خود در برابر نوسان های انرژی آگاه می کند و این آگاهی منشأ تحولی می شود که در سه دهه پایانی قرن بیستم ، از تکنولوژی و صنعت مفهوم نوینی را ارائه می دهد. بهینه سازی مصرف انرژی مهمترین تحولی است که در ساختار اقتصادی کشورهای صنعتی روی می دهد. تحولی که دستاورد هائی چون رشد اقتصاد بازیافت ، افزایش تولید ناخالص ملی همراه با کاهش هزینه ها ، برنامه ریزی توسعه منابع انسانی و تکامل کیفی آن را به همراه آورد بطوریکه بانک جهانی در ۲۰ سال گذشته (۱۹۹۳-۱۹۷۳) در کشورهای صنعتی میزان انرژی بری در فرآیند تولید کالا و یا خدمات بطور مستمر کاهش یافته است. بطور طبیعی باید انتظار داشت که با افزایش تولید ناخالص ملی ، به میزان مصرف انرژی نیز افزوده شود. ولی در این دوره در کشورهای صنعتی عکس این قضیه روی داده است. یعنی با وجود اینکه تولید ناخالص ملی ، همچنان رشد صعودی داشته ولی مصرف انرژی کمتر شده است. در مدت یاد شده شاخص شدت انرژی^۱ (یعنی مقدار مصرف انرژی بر مبنای هر تن نفت خام به ازای ۱۰۰۰ دلار تولید ناخالص ملی) هم در کل جهان و هم جهان صنعتی سیر نزولی داشته است. (شکل ۱-۲)

شکل ۲-۱ روند مصرف انرژی در ایران، اروپای غربی و جهان در سه دهه ۷۰ و ۸۰ و ۱۹۹۰ میلادی [۲]



از شکل (۱) بوضوح دیده می‌شود که در ۲۰ سال بین (۷۳-۹۳) متوسط شدت انرژی در جهان از ۰/۵ به حدود ۰/۴ و در کشورهای صنعتی از حدود ۰/۴ به کمتر از ۰/۳ کاهش یافته است. اگر شاخص مصرف برق در کشورهای صنعتی را برای سه قلم از لوازم خانگی را ۱۰۰ بگیریم در سال ۱۹۹۳ این مقدار مصرف به ترتیب زیر کاهش یافته است: یخچال ۳۴ - تلویزیون ۵۷ و دستگاههای تهویه مطبوع ۵۶.

در دهه ۱۹۸۰ تا ۱۹۹۰ تولید ناخالص ملی ژاپن دو برابر شده است. درحالیکه میزان انرژی بری صنایع این کشور فقط ۷ درصد فزونی گرفته است. در این مدت آمریکا بدون کاهش تولید ناخالص داخلی حدود ۳۰ درصد مصرف انرژی در صنایع را کاهش داده است.

برنامه استاندارد کردن مصرف انرژی لوازم خانگی در آمریکا نتایج زیر را داده است:

- به‌ازای یک دلار هزینه دولت فدرال برای برنامه استاندارد لوازم خانگی ۱۰۰۰ دلار سود برای اقتصاد ملی.

- ۵۳ میلیارد سود طی سال های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۵ برای مصرف کنندگان یخچال ها - فریزرها - ماشینهای لباسشویی و ظرف شویی (به قیمت ثابت ۱۹۹۰).

- ۵۶ میلیارد سود طی سال های ۱۹۹۵ تا ۲۰۳۰ برای مصرف کنندگان لامپهای روشنایی (به قیمت ثابت ۱۹۹۰)

- ۶۶ میلیارد دلار سود طی سالهای ۱۹۹۰ تا ۲۰۳۰ برای مصرف کننده های بالاست و آبگرم کن ها (به قیمت ثابت ۱۹۹۰ - بشرط نهایی شدن مقررات مربوطه) بعنوان مثال در جدول (۲-۲) مصرف برق یخچال فریزر (Auto-defast) از سال ۱۹۷۲ تا ۱۹۸۸ مقایسه شده است.

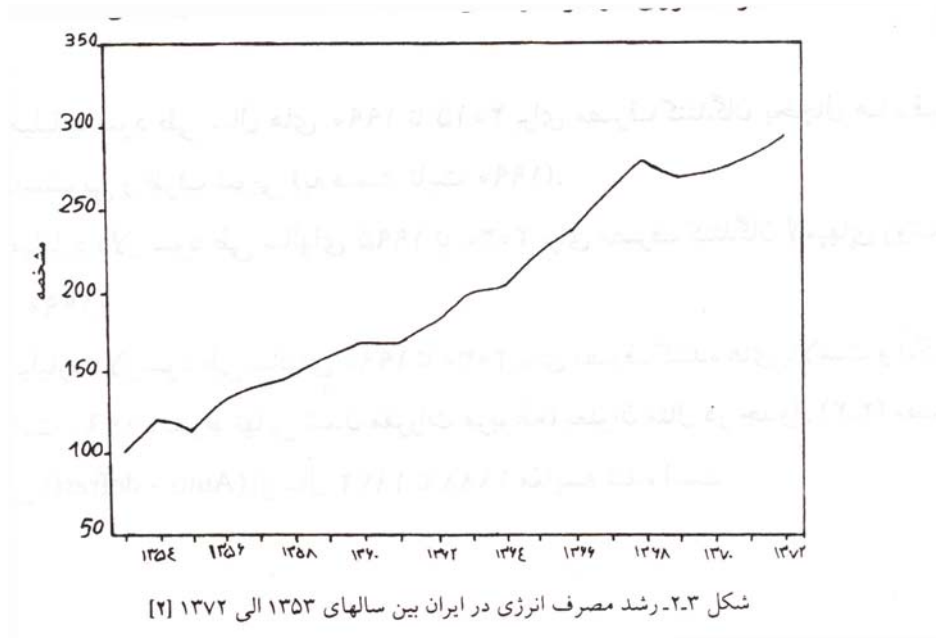
سال	KWh مصرف در سال
۱۹۷۲	حدود ۲۰۰۰ (کیلوواتساعت)
۱۹۹۰	"۹۰۰"
۱۹۹۳	"۶۹۰"
۱۹۹۸	کمتر از ۵۰۰

جدول ۲-۲ [۱]

البته در کشورهای نظیر ژاپن که رشد صنعتی آنها دیرتر آغاز شده است شدت انرژی کمتر بوده است، زیرا این کشورها از دانش - مهارت و تکنولوژی های کشورهای که زودتر صنعتی شده اند، استفاده کرده اند. اگر نسبت مصرف انرژی به تولید ناخالص داخلی (شدت انرژی) روند نزولی داشته باشد میتوان نتیجه گرفت که با بازده انرژی افزایش یافته و یا اینکه ساختار اقتصادی در جهت کم کردن مصرف انرژی، تغییر شکل پیدا کرده است. افزایش بازده انرژی به عواملی از قبیل افزایش قیمت انرژی، افزایش بهره وری اقتصادی در تولید و بکارگیری سیاستهای صحیح از طرف دولت بستگی دارد. چیزی که تأثیر زیادی بر الگوی مصرف کشورهای صنعتی داشته است.

با نگاهی به نمودار ۲-۳ متوجه می شویم که متأسفانه در حالی که روند رشد مصرف انرژی در کل جهان و اروپای غربی رو به کاهش بوده متأسفانه در ایران با رشد قابل توجهی مواجه بوده ایم در حالی که

در فاصله زمانی (۱۹۷۰ الی ۱۹۹۰ میلادی) جهان و اروپای غربی به ترتیب ۱۶ و ۲۰/۵ درصد کاهش داشته است مصرف انرژی در ایران رشدی معادل ۲۸۵ درصد را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۳- رشد مصرف انرژی در ایران بین سالهای ۱۳۵۳ الی ۱۳۷۲ [۲]

بررسی رشد مصرف انرژی در ایران (شکل ۲-۳) با مروری بر نوسانات درآمدهای نفتی در ایران و تأثیر آن بر الگوی مصرف خانواده‌ها را نشان می‌دهد. در سالهای دهه ۶۰ میلادی درآمد سرانه ناخالص ملی ایران در حدود ۲۵۰ دلار بود اما افزایش بهای نفت از اواخر این دهه و بویژه بحران نفتی ۱۹۷۳ و چند برابر شدن بهای نفت در بازار جهانی، به یکباره درآمد سرانه را افزایش داد. به صورتی که این درآمد در سال ۱۹۷۴ از مرز ۲۰۰۰ دلار گذشت. در این زمان میزان دریافتی اوپک از ۲۳ میلیارد دلار در ۱۹۷۳ به ۹۰ میلیارد دلار در سال ۱۹۷۴ رسید. اما برآوردها نشان می‌دهد که لااقل ۵۵ میلیارد از این درآمد به دلیل سطح نابرابر توسعه اقتصادی، قابل جذب داخلی در کشورهای تولید کننده نبود. سرعت ورود سرمایه‌های ارزی و عدم برنامه‌ریزی اقتصادی مناسب به منظور بهره‌گیری از این فرصت استثنایی، از جمله به دلیل وابستگی سیاسی رژیم وقت سبب شد که سهم بزرگی از درآمدهای ارزی نه صرف توسعه اقتصادی بلکه

تنها به مصرف افزایش قدرت خرید مصرف کنندگان برسد. در بخش خانگی و تجاری نه فقط مصرف کنندگان کالاهای لوکس، پرهزینه و کم دوام بالا گرفت بلکه مصرف انرژی به صورت شاخص نوع جدیدی از زندگی در طبقات متوسط و بالای شهری درآمد. افزایش سطح زیربنای مسکونی و زندگی تجمعی مصرف انرژی را بشدت بالا برد و این در حالی بود که دولت از ارزانی انرژی در کشور در برابر افزایش سرسام آور بهای آن در بازار جهانی بعنوان تضمینی برای سیاستهای عمومی خود بهره می جست بخصوص که کمبود تقاضا در بخش های بزرگ انرژی بر (صنایع) تأمین تقاضا را در بخش خانگی (تجاری و حمل و نقل) ممکن می ساخت و در حال حاضر نیز بر اساس آخرین آمار وزارت نیرو، مصرف انرژی در بخش های مختلف مصرفی کشور چنین است :

مصارف صنعتی ۲۶/۸ درصد

مصارف خانگی و تجاری ۳۶/۹ درصد

حمل و نقل ۲۳/۴ درصد

کشاورزی ۵/۲ درصد

سایر بخش ها ۸/۱ درصد.

در جدول (۴-۲) شاخص شدت انرژی در کشورهای صنعتی در سال ۱۹۹۲ و تغییرات آن مقایسه شده است.

تغییر نسبت به سال ۱۹۹۱	شدت انرژی	
-۱/۳	۰/۴۲۷	آمریکا
۰/۵	۰/۲۶۵	ژاپن
-۴/۹	۰/۴۰۵	آلمان
-۰/۳	/۴۱۳	انگلستان
-۱/۸	۰/۳۷۳	فرانسه
-۰/۷	۰/۳۱۶	ایتالیا
۱/۷	۰/۵۴۵	کانادا
-۱/۱	۰/۳۹۵	کشورهای OECD

جدول ۴-۲ شدت انرژی : تن نفت خام به هزار دلار (ثابت ۱۹۸۵) [۱]

تغییرات شدت : انرژی درصد

کشورهای (OECD) کشورهای عضو سازمان همکاری های اقتصادی و توسعه^۱

تحولات شاخص شدت انرژی در کشورهای مختلف جهان در جدول ۵-۲ ثبت داده شده است.

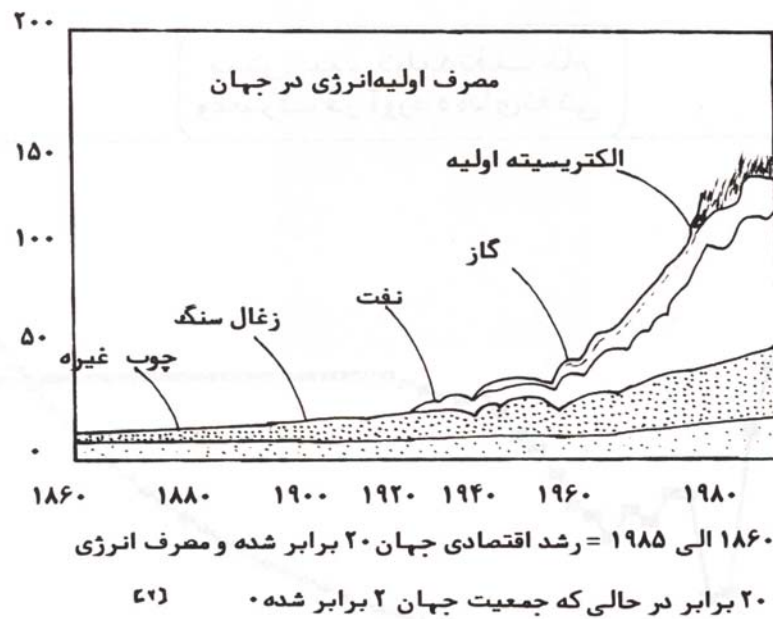
شدت انرژی		تغییر در شدت انرژی	
۱۹۹۳	۱۹۸۵	۱۹۸۵-۹۳	
۱/۱۷	۱/۶۰	-۲۶/۹	چین
۱/۵۹	۱/۵	-۱۹/۷	لهستان
۱/۳۳	۱/۵۹	-۱۶/۴	بلغارستان
۰/۴۰	۰/۴۷	-۱۴/۹	کره جنوبی
۰/۸۸	۰/۹۳	-۵/۴	مجارستان
۰/۸۳	۰/۸۸	-۴/۶	ونزوئلا
۰/۲۷	۰/۲۸	-۳/۶	آرژانتین
۰/۴۳	۰/۴۴	-۲/۳	نیجریه
۱/۴۵	۱/۳۸	+۵/۱	رومانی
۰/۶۶	۰/۵۹	+۱۱/۸	هند
۰/۷۲	۰/۶۳	+۱۴/۳	عربستان
۰/۶۵	۰/۵۶	+۱۶/۱	پاکستان
۰/۲۱	۰/۱۸	+۱۶/۷	برزیل
۰/۵۸	۰/۴۹	+۱۸/۴	مالزی
۰/۸۲	۰/۶۹	+۱۸/۸	اردن
۰/۶۳	۰/۴۳	+۴۶/۵	ایران

جدول ۵-۲ شدت انرژی : تن نفت خام به هزار دلار (ثابت ۱۹۸۵) [۱]

تغییرات شدت انرژی : درصد

۲-۴ لزوم برنامه ریزی در بهینه سازی مصرف انرژی با تفکیک نوع آن

بررسی های انجام شده در جهان نشان می دهد، در گذشته بیشترین حجم مصرف انرژی های فسیلی را نفت تشکیل می دهد این حقیقت در شکل ۶-۲ بوضوح مشخص شده است.



(شکل ۶-۲) مصرف انرژی در جهان از سال ۱۸۶۰ تا ۱۹۸۵ میلادی [۲]

نکات بسیار مهمی که از شکل ۶-۲ برداشت می شود عبارتند از :

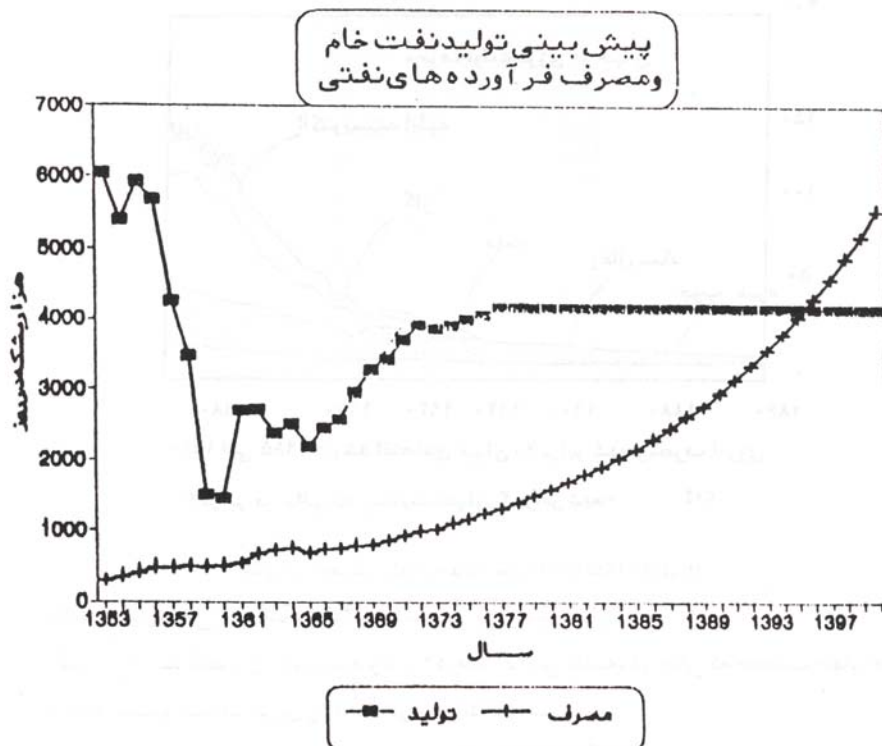
الف - نرخ رشد اقتصادی جهان به میزان ۴۰ درصد افزایش داشته، در حالی که جمعیت جهان چهار برابر شده است و مصرف انرژی رشد ۲۰ درصد را داشته است.

ب - عمده رشد مصرف انرژی در جهان از سالهای پس از جنگ دوم جهانی بوده که بیشترین آن را نفت تشکیل می دهد.

ج - می توان گفت از دهه هفتاد به بعد به تدریج مصرف نفت در جهان کاهش داشته، در حالیکه مصرف گاز رو باافزایش گذاشته است.

د - با توجه به نرخ افزایش جمعیت میتوان گفت مصرف چوب و سایر مواد سوختی کاهش یافته است.

در هر حال آنچه که حائز اهمیت می‌باشد، توجه داشتن به ارزش واقعی منابع انرژی است که خداوند در اختیار ما قرار داده است. این بدین معنی نیست که از این منابع استفاده نگردد بلکه باید با برنامه ریزی و عنایت خاصی از هم اکنون ب فکر سالهای آتی باشیم. در شکل (۲-۷) پیش بینی تولید نفت خام و مصرف فرآورده های نفتی مشاهده می‌شود که مقایسه ای بین تولید و مصرف انرژی در ایران در سالهای ۱۳۵۳ الی ۱۴۰۰ را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۷ میزان تولید و مصرف داخلی فرآورده های نفتی در ایران سالهای ۱۳۵۳ الی ۱۴۰۰ [۲]

شکل ۲-۷ میزان تولید و مصرف داخلی فرآورده های نفتی ایران در سالهای ۱۳۵۳ الی ۱۴۰۰ [۲]

مهمترین نکاتی را که از بررسی شکل ۲-۷- میتوان دریافت عبارتند از :

الف - میزان تولید در سالهای قبل از انقلاب اسلامی حدود ۶ میلیون بشکه در روز بوده است که در سالهای انقلاب و چند سال بعد از آن کاهش قابل توجهی داشته است. تولید نفت بعد از انقلاب به تدریج رو به رشد بوده تا در سالهای ۶۹-۷۰ به میزان ۴ میلیون بشکه در روز رسیده که هم اکنون نیز این

میزان تولید با مختصر نوسانی ادامه دارد. در مقابل منحنی میزان مصرف داخلی رشد نسبتاً بالایی را نشان می‌دهد.

ب - با توجه به روند تغییرات میزان تولید و مصرف بوضوح دیده می‌شود که اگر تولید به همین میزان ادامه یابد و در رشد مصرف نیز چاره اندیشی صورت نپذیرد در ۲۰ سال آینده مقدار تولید جوابگوی مصرف داخلی کشور نخواهد بود و این بدان معنی است که درآمدهای نفتی کشور متوقف می‌گردد و حتی با همین روند مصرف داخلی یا باید بر میزان تولید اضافه گردد یا بناچار از وارد کردن آن باشیم.

در جدول ۸-۲- روند مصرف انرژی در ایران به تفکیک بخش های مصرف کننده و تفکیک سوختها از

سال ۱۳۵۶ تا ۱۴۰۰ متوسط درصد رشد سالانه درج شده است.

روند مصرف انرژی در ایران

(میلیون بشکه معادل نفت خام)

سناریوی حد بالا :

- رشد اقتصادی ۴ درصد

- اعمال مدیریت انرژی

- بهبود سطح زندگی

- کنترل محیط زیست

سهام (درصد)				متوسط رشد سالانه (درصد)			سال				
۱۴۰۰	۱۳۷۴	۱۳۶۷	۱۳۵۶	۱۳۷۴-۱۴۰۰	۱۳۶۷-۷۴	۱۳۵۶-۶۷	۱۴۰۰	۱۳۷۴	۱۳۶۷	۱۳۵۶	
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۳/۸	۸/۴	۴/۴	۱۵۴۸/۲	۵۸۴	۳۳۱/۴	۲۰۶/۹	مصرف نهایی به تفکیک بخشها :
۲۴/۴	۳۶/۲	۳۳/۶	۳۳/۶	۲/۳	۹/۶	۵/۶	۳۷۸/۲	۲۱۱/۶	۱۱۱/۲	۶۱/۴	- خانگی و تجاری
۳۶/۳	۲۶/۸	۲۷/۳	۲۷/۳	۵/۰	۸/۲	۴/۴	۵۶۲/۱	۱۵۶/۸	۹۰/۵	۵۶/۳	- صنعتی
۲۳/۰	۲۳/۵	۲۵/۲	۲۵/۲	۳/۷	۷/۴	۳/۵	۳۵۵/۶	۱۳۷/۲	۸۳/۴	۵۷/۲	- حمل و نقل
۸/۶	۵/۳	۸/۱	۸/۱	۵/۸	۲	۷/۴	۱۳۳/۹	۳۰/۹	۲۶/۸	۱۲/۲	- کشاورزی
											مصرف نهایی به تفکیک سوختها :
۳۸/۸	۶۰/۶	۷۹/۸	۸۱/۲	۱/۲	۴/۲	۴/۲	۶۰۰/۴	۳۵۴/۲	۲۶۴/۵	۱۶۸/۰	- فرآورده‌های نفتی
۳۹/۵	۳۰	۱۰/۳	۸/۳	۴/۹	۲۶/۴	۶/۵	۶۱۱/۳	۱۷۵/۴	۳۴/۰	۱۷/۱	- گاز طبیعی
۱۱/۸	۷/۳	۷/۰	۴/۷	۵/۸	۹/۲	۸/۱	۱۸۳/۲	۴۲/۷	۲۳/۱	۹/۸	- برق

جمع کل مصرف نهایی شامل مصارف غیر انرژی نیز می‌باشد.

جدول ۸-۲ روند مصرف انرژی در ایران (میلیون بشکه معادل نفت خام) [۳]

با ذکر مراتب فوق و نتایج بررسی های موجود با توجه به محدود بودن منابع انرژی در کشور، ما را بر

آن میدارد تا با برنامه ریزی و انتخاب راه کارهای مناسب بتوانیم :

- مصرف انرژی در کشور را کنترل و در یک روند منطقی قرار دهیم.
- از اسراف و زیاده روی در مصرف انرژی جلوگیری بعمل آید.
- برای مصرف منطقی در کشور فرهنگی درست مصرف کردن را تبلیغ و آموزش دهیم.
- ماشین آلات صنعتی انرژی بر را مورد بازبینی قرار داده تا بتوان میزان مصرف انرژی آنها را به حداقل ممکن برسانیم.
- در انتخاب ماشین آلات جدید به نوع تکنولوژی و میزان انرژی مصرفی آنها عنایت خاص شود و از ورود ماشین آلاتی که مصرف انرژی آنها بیش از حد استاندارد می باشد جلوگیری بعمل آید.
- در واحدهای صنعتی تلاش گردد حداکثر بهره وری از انرژی مصرفی بعمل آید.
- در طراحی و ساخت واحدهای صنعتی، استفاده از روش تولید مشترک مورد توجه قرار گیرد.
- قیمت گذاری انرژی در سطح کشور جهت مصارف خانگی و صنعتی مورد ارزیابی قرار گیرد و سعی شود انرژی واقعی خود را داشته باشد.
- روش پاداش و جریمه برای مصرف کنندگان را جدی تر دنبال کنیم.
- بیشتر از انرژی هائی که دارای ذخائر فراوان و در آینده نیز دسترسی آنها ساده تر می باشد منجمله گاز استفاده گردد.
- در انتخاب نوع انرژی، به مسائل زیست محیطی توجه خاص مبذول گردد.
- در پایان نظر شما را به جدول (۹) پتانسیل صرفه جویی در صنایع ایران را به تفکیک جلب می کنیم.

نوع صنعت	مصرف انرژی سال تن معادل نفت ۱۰۳ ۱۹۹۰	ارزش اقتصادی ترکیب انرژی بر حسب دلار آمریکا تن معادل نفت	پتانسیل صرفه جویی انرژی %	صرفه جویی انرژی ۱۰۳ تن معادل نفت سالانه	ارزش اقتصادی انرژی صرفه جویی شده میلیون دلار آمریکا سالانه	هزینه سرمایه گذاری برای صرفه جویی انرژی بر حسب دلار آمریکا به ازاء هر تن معادل نفت در سال	سرمایه گذاری تخمینی بر حسب میلیون دلار آمریکا	سالهای باز پرداخت بصورت ساده
خوراک / آشامیدنی	۲/۱۸۷	۱۵۵	۱۵	۳۳۰	۵۰/۸	۲۵۰	۹۰	۱/۷
نساجی	۳/۹۰۷	۱۱۰	۲۰	۷۸۰	۸۵/۹	۲۵۰	۲۰۰	۲/۳
چوب	۳۹۷	۱۷۰	۵	۲۰	۳/۴	۳۰۰	۶	۱/۸
کاغذ	۱۳۵	۲۵۰	۱۵	۲۰	۵/۲	۳۰۰	۶	۱/۲
شیمیایی	۲/۹۳۵	۱۲۵	۲۰-۲۵	۶۶۰- معادل	۸۳/۰	۳۰۰	۲۰۰	۲/۴
غیر فلزی	۱/۰۷۴	۲۴۰	۲۰-۲۵	۲۴۰- معادل	۵۸/۰	۳۰۰	۷۰	۱/۲
فلزات اساسی	۱/۲۳۵	۱۶۰	۲۵-۳۰	۳۳۰- معادل	۵۳/۰	۳۰۰	۱۰۰	۱/۹
محصولات فلزی	۶۹۰	۲۵۰	۱۰	۷۰	۱۷/۳	۳۰۰	۲۰	۱/۲
سایر محصولات	۲۱	۳۱۰	۱۰	۲	۰/۶	۳۰۰	۱	۱/۷
کل / متوسط	۱۲/۷۸۱	۱۵۰	۱۸-۲۰	۲/۴۵۰	۳۷۰	۳۰۰	۷۰۰	۱/۹

جدول ۹-۲ [۳]

۵-۲- وضعیت ذخایر، تولید و مصرف انرژی در جهان :

قبل از بررسی تجربیات جهانی در صرفه‌جویی بهتر است از میزان ذخائر، تولید و مصرف انواع انرژی‌های اولیه در گروه کشورهای جهان آگاه شویم، چرا که اتخاذ سیاستهای مربوط به انرژی با امکانات بالقوه در کشور در دستیابی به انواع مختلف انرژی ارتباطی مستقیم دارد. بدین منظور در این بخش وضعیت انرژی‌های اولیه نفت‌خام، گاز طبیعی و زغال سنگ را که عمده‌ترین سهم را از کل مصرف انرژی دارند^۱ مورد بررسی قرار می‌دهیم. لازم بیادآوری است که برخورد کشورهای صنعتی توسعه‌یافته با مسائل مربوط به انرژی متفاوت است و با بازنگری خط‌مشی‌های خودهسته اولیه سیاستهای مدیریت انرژی را شکل دادند و سازمانهای بزرگی نظیر آژانس بین‌المللی انرژی (International Energy Agency) در کشورهای پیشرفته و سازمان بهره‌وری آسیا (Asian Productivity Organization) در کشورهای در حال توسعه و همچنین مؤسسات کوچک و بزرگی چون مؤسسات مدیریت و صرفه‌جویی انرژی و غیره در کشورهای مختلف پا به عرصه وجود گذاشتند که اهداف اصلی آنها کاهش و صرفه‌جویی در مصرف انرژی، کنترل عرضه و تقاضای انرژی، ایجاد امنیت عرضه، و کاهش انتشار گازهای آلاینده و ... بود. اما از آنجا که هر یک از کشورها از ساختار اقتصادی خاصی برخوردارند. نوع سیاست‌هایی که اتخاذ می‌کنند نیز متفاوت است و باین منظور ناچاریم کشورهای مختلف را در گروههای جداگانه مورد بحث و بررسی قرار دهیم.

برای این بررسی کشورها را به گروه کشورهای توسعه یافته (کشورهای عضو سازمان همکاری‌های

اقتصادی و توسعه^۱ (OECD) و کشورهای در حال توسعه یا کمتر توسعه یافته^۲ (LDC) تفکیک

– بررسی آماری که نشریه آماری B.P انتشار داده است، طی سال ۱۹۹۳ به نفت خام، گاز طبیعی و زغال سنگ ۹۰/۳ درصد از کل مصرف انرژی‌های اولیه در جهان را تشکیل داده‌اند و بهمین دلیل در این بررسی نیز تا تأکید بیشتر به این انرژی‌ها است.

1- Organization for Cooperation and Development.

2- Less Developing Countries

می‌کنیم و شاخص‌ترین سیاست‌های آنها در صرفه‌جویی و کاهش مصرف انرژی در صنایع با تأکید بر سیاستها و روشهای آگاهسازی مورد اجرا مطالعه می‌کنیم.

کشورهای توسعه یافته در زمینه سیاستهای صرفه‌جویی و آگاهسازی با توجه به ذخایر نسبتاً اندک انرژی آنها از یک طرح و امکانات بالقوه مالی و تکنولوژیکی از طرف دیگر جهت‌گیری شده است. برای مثال ژاپن به عنوان چهارمین مصرف‌کننده بزرگ انرژی در جهان، برای رفع اتکاء شدید به انرژی وارداتی (بویژه نفت خام) تمهیداتی به شکل کاهش مصرف، افزایش کارایی و نیز ایجاد تنوع در منابع انرژی به اجرا در آورده است که در مورد آخر می‌توان به افزایش سهم مصرف انرژی هسته‌ای از ۰/۶ درصد در سال ۱۹۷۳ به ۱۳/۹ درصد در سال ۱۹۹۳ و کاهش سهم مصرف نفت از ۷۷/۴ درصد به ۵۴/۵ درصد در همین دوره زمانی اشاره کرد. این کشور به منظور دستیابی به هدف کاهش و افزایش کارایی از سه روش مستقل اما مرتبط به هم بهره‌جسته است. که روشهای به‌کارگیری صحیح مقررات و قوانین، اعمال سیاستهای تشویقی در زمینه توسعه تکنولوژی‌های صرفه‌جویی در انرژی و ارتقاء سطح فکر مردم و اعمال آگاهی عمومی از آن جمله‌اند.

نکته حائز اهمیت این است که افزایش کارایی در این کشور هیچ‌گاه به بهای اعتدال در روند رشد و توسعه اقتصادی و صنعتی انجام نگرفته است. رویهمرفته می‌توان گفت که استفاده منطقی از انرژی، کاهش انتشار گازهای آلاینده زیست‌محیطی و حفظ استانداردهای زندگی برای اکثریت مردم، چارچوب فلسفه کلی صرفه‌جویی انرژی در صنایع این کشور است. این اقدامات به‌طور همه‌جانبه در هر یک از بخش‌های اقتصادی و با توجه به سهم مصرف انرژی در آن بخش و نیز ویژگیهای خاص هر بخش با جدیت به اجرا گذاشته شده است. از عمده‌ترین سیاستهای آگاهسازی در صنایع در این کشور می‌توان به مواردی چون تشکیل دوره‌های مدیریت انرژی برای تربیت کارشناسان، به‌کارگماردن مدیران انرژی در کارخانه‌ها، ارائه برنامه‌های تشویقی به منظور استفاده از روشهای استاندارد عایق‌بندی دیوارها و پنجره‌ها،

تبلیغات گسترده در رسانه‌های گروهی به منظور تغییر زمان بمصرف از ساعات اوج به ساعات غیراوج و همچنین اعمال سیاستهای تشویقی و تنبیهی، کاهش استفاده از وسائل نقلیه شخصی و استفاده هر چه بیشتر از وسائل نقلیه عمومی اشاره کرد.

کشورهای در حال توسعه از امکانات مالی و تکنولوژیکی کشورهای توسعه یافته برخوردار نیستند، در نتیجه نوع سیاستهایی که اتخاذ کرده‌اند نیز تا حدی متفاوت است. آنچه مسلم است کشورهای در حال توسعه با کارآیی پایین تری از انرژی بهره می‌گیرند و در نتیجه مصرف انرژی در این کشورها نیز همراه با روند رشد و توسعه اقتصادی، افزایش بیشتری می‌یابد. طبیعی است که اگر در این راستا به مسأله آگاهسازی در صنایع که در نهایت به صرفه جویی در مصرف انرژی صنایع می‌انجامد را با موفقیت پشت سر گذارند، بلکه با مشکلات بی‌شمار دیگری نیز مواجه می‌شوند که هر یک به نوبت خود می‌تواند معضلات بیشتری برای آنها فراهم آورد. به همین دلیل، طی دو دهه اخیر اغلب کشورهای در حال توسعه اقداماتی در این مورد به اجرا درآورده‌اند. شاخص ترین سیاستهایی که هر یک از کشورها به اجرای آنها تأکید بیشتری داشته‌اند، می‌توان به ساختار و روابط حاکم بر جامعه در زمان اجرای سیاستهای آگاهسازی در صنایع (در مورد کشور هند)، وضع قوانین و آیین‌نامه‌های مصوب در زمینه اقدامات مربوط به کاهش مصرف انرژی در صنایع (مورد کره جنوبی)، اجرای مرحله به مرحله و اولویت دادن به اقدامات مربوط به صرفه جویی انرژی در بخش‌های مختلف اقتصادی در هر مرحله (کره جنوبی و ...) تغییر گسترده در ساختار اقتصادی به منظور کاهش در مصرف انرژی (کشور چین) سیاستهای مدیریت انرژی (چین، کره جنوبی) خلاصه کرد.

۱-۵-۲- نفت خام

جدول ۱۰-۲- ارقام مربوط به میزان ذخایر، تولید و مصرف نفت خام را در گروه کشورهای یاد شده در سال ۱۹۹۳ نشان می‌دهد. همانطور که ملاحظه می‌شود، کشورهای عضو (OECD) با دارا بودن تنها

۵/۷ درصد از کل ذخایر نفت خام جهان، ۲۵/۱ درصد از تولید و بیش از ۵۸ درصد مصرف را به خود اختصاص داده‌اند و در مقابل گروه کثیر کشورهای در حال توسعه OECD (کشورهای امریکای لاتین، آفریقا، خاورمیانه و کشورهای آسیایی غیر عضو OECD) با دارا بودن ۸۸/۵ درصد از کل ذخایر نفت خام جهان و ۶۲/۳ درصد از کل تولید، تنها ۳۱/۷ درصد از نفت خام جهان را به مصرف می‌رسانند.

۲-۵-۲- گاز طبیعی

ارقام مربوط به ذخیره و مصرف گاز طبیعی در مناطق مختلف جهان در سال ۱۹۹۳ در جدول ۱۱-۲ ارائه شده است.

منطقه	ذخایر *		تولید **		مصرف **	
	مقدار	درصد	مقدار	درصد	مقدار	درصد
کل جهان	۱۰۰۹/۰	۱۰۰	۶۵۰۷۵	۱۰۰	۶۵۵۱۰	۱۰۰
OECD	۵۷/۲	۵/۷	۱۶۳۱۰	۲۵/۱	۳۸۰۸۵	۵۸/۱
LDC	۸۹۲/۸	۸۸/۵	۴۰۵۴۵	۶۲/۳	۲۰۷۴۰	۳۱/۷
سایر کشورها	۵۹/۰	۵/۸	۸۲۲۰	۱۲/۶	۶۶۸۵	۱۰/۴

جدول ۱۰-۲ میزان ذخایر، تولید و مصرف نفت خام در مناطق مختلف در سال ۱۹۹۳

مأخذ: نشریه آماری BP، ۱۹۹۴

* ارقام به هزار میلیون بشکه

** ارقام به هزار بشکه در روز

نام مناق	ذخایر *		تولید **		مصرف **	
	مقدار	درصد	مقدار	درصد	مقدار	درصد
کل جهان	۵۰۱۶/۲	۱۰۰	۱۸۸۸/۴	۱۰۰	۱۷۸۷/۱	۱۰۰
OECD	۴۷۴/۸	۹/۵	۸۱۰/۳	۴۲/۹	۹۱۶/۹	۵۱/۳
LDC	۲۵۲۶/۹	۵۰/۴	۴۱۲/۶	۲۱/۸	۲۸۳/۰	۱۵/۸
سایر کشورها	۲۰۱۴/۵	۳۰/۳	۶۶۵/۵	۳۵/۳	۵۸۷/۲	۳۲/۹

جدول ۱۱-۲ میزان و درصد ذخیره، تولید و مصرف گاز طبیعی در مناطق مختلف در سال ۱۹۹۳

مأخذ: نشریه آماری BP، ۱۹۹۴

* ارقام به تریلیون فوت مکعب

**** ارقام به میلیون تن معادل نفت خام (MTOE)**

همانطور که ملاحظه می‌شود، کشورهای عضو OECD با دارا بودن تنها ۹/۵ درصد از ذخایر گاز طبیعی جهان ۴۲/۹ درصد از تولید ۵۱/۳ درصد از مصرف را به خود اختصاص داده‌اند، در مقابل کشورهای LDC با دارا بودن بیش از نیمی از سهم ذخایر این منبع انرژی، تنها ۲۱/۸ درصد از تولید و ۱۵ درصد از مصرف را دارند.

۳-۵-۲- زغال سنگ

جدول ۱۲ ارقام مربوط به ذخیره، تولید و مصرف زغال سنگ را در مناطق مختلف در سال ۱۹۹۳ نشان می‌دهد.

همانطور که ملاحظه می‌شود، کشورهای توسعه نیافته از ذخایر قابل توجه زغال سنگ (بر خلاف انرژیهای اولیه نفت خام و گاز طبیعی) برخوردارند و در مقابل سهم کشورهای در حال توسعه از این ذخایر بسیار کمتر از کشورهای توسعه یافته است. ارقام مربوط به مصرف زغال سنگ نشان می‌دهد که سهم مصرف کشورهای در حال توسعه کمتر از کشورهای توسعه یافته و ۴۰/۵ درصد است بد نیست اشاره کنیم که اگر تنها سهم زغال سنگ دو کشور در حال توسعه چین و هند را از کل مصرف زغال سنگ کشورهای در حال توسعه کسر کنیم، این رقم به ۲۴/۱ درصد کاهش می‌یابد.

منطقه	ذخایر *		تولید **		مصرف **	
	مقدار	درصد	مقدار	درصد	مقدار	درصد
کل جهان	۱۰۳۹۱۸۲	۱۰۰	۲۱۳۳/۱	۱۰۰	۲۱۴۱/۱	۱۰۰
OECD	۴۳۸۰۸	۴۲/۲	۸۵۱/۲	۳۹/۹	۸۹۹/۸	۴۲
LDC	۲۸۵۷۲۵	۲۷/۵	۸۸۱/۵	۴۱/۳	۸۶۶/۹	۴۰/۵
سایر کشورها	۳۱۵۴۴۹	۳۰/۳	۴۰۰/۴	۱۸/۸	۳۷۴/۴	۱۷/۵

جدول ۱۲ میزان و درصد ذخیره، تولید و مصرف زغال سنگ در مناطق مختلف در سال ۱۹۹۳

مأخذ: نشریه آماری BP، ۱۹۹۴

* ارقام به میلیون تن

** ارقام به میلیون تن معادل نفت خام (MTOE)

۴-۵-۲- تغییرات روند مصرف انرژیهای اولیه در مناطق مختلف

پس از آگاهی از میزان و سهم مصرف انرژیهای اولیه در مناطق مختلف، در این بخش تغییرات روند مصرف کل انرژیهای اولیه در این مناطق مورد بررسی قرار می‌گیرد. همانطور که در جدول ۱۳ ملاحظه می‌شود، سهم مصرف نفت خام و زغال سنگ در کل جهان در دهه گذشته کاهش و در مقابل سهم انرژی هسته‌ای و گاز طبیعی افزایش یافته است. عمده افزایش سهم انرژی هسته‌ای ناشی از رشد مصرف آن در کشورهای OECD در این دوره بوده است. سهم مصرف برق آبی نیز تغییر نیافته است. چنین وضعیتی کم و بیش در سایر مناطق نیز حکمفرما بوده است که نشان دهنده سیاست جانشینی انرژیهای فسیلی نفت خام و زغال سنگ با انرژیهای غیر آلاینده گاز طبیعی و انرژی هسته‌ای در این مناطق است.

منطقه	نفت خام		گاز طبیعی		زغال سنگ		انرژی هسته‌ای		برق آبی		جمع کل	
	۱۹۹۹	۱۹۸۳	۱۹۹۹	۱۹۸۳	۱۹۹۹	۱۹۸۳	۱۹۹۹	۱۹۸۳	۱۹۹۹	۱۹۸۳	۱۹۹۹	۱۹۸۳
کل جهان	۴۳/۰	۴۰	۲۲	۲۰	۲۷	۲۹/۸	۷/۱	۴/۰	۲/۵	۲/۵	۱۰۰	۱۰۰
OECD	۴۶/۴	۴۳	۲۲	۲۰	۲۱	۲۴/۱	۱۰	۶/۲	۲/۵	۲/۸	۱۰۰	۱۰۰
LDC	۴۶/۲	۴۴	۱۲	۱۰	۳۸	۳۹/۳	۱/۴	۱/۶	۳/۱	۳/۱	۱۰۰	۱۰۰
سایر کشورها	۳۲/۵	۲۳	۴۲	۳۰	۲۷	۳۳/۶	۵/۰	۲/۴	۱/۸	۱/۲	۱۰۰	۱۰۰

جدول ۱۳-۲ تغییرات سهم مصرف انرژیهای اولیه در مناطق مختلف جهان در سالهای ۱۹۸۳ و ۱۹۹۳

مأخذ: نشریه آماری BP، ۱۹۹۴.

۴-۵-۵- تجربه کشورهای پیشرفته منتخب در زمینه آگاه‌سازی

گفتیم که، میزان ذخایر نفت خام و گاز طبیعی کشورهای توسعه یافته بسیار اندک است و کشورها در عوض از ذخایر قابل توجه زغال سنگ بهره‌مندند. از این رو، کشورهای توسعه یافته با توجه به میزان و نوع ذخایر انرژیهای اولیه خود، سیاستهای متنوع و متعددی برای صرفه جویی در مصرف انرژی اتخاذ کرده‌اند.^۱

۶-۲- توسعه تکنولوژیهای کاهش مصرف انرژی

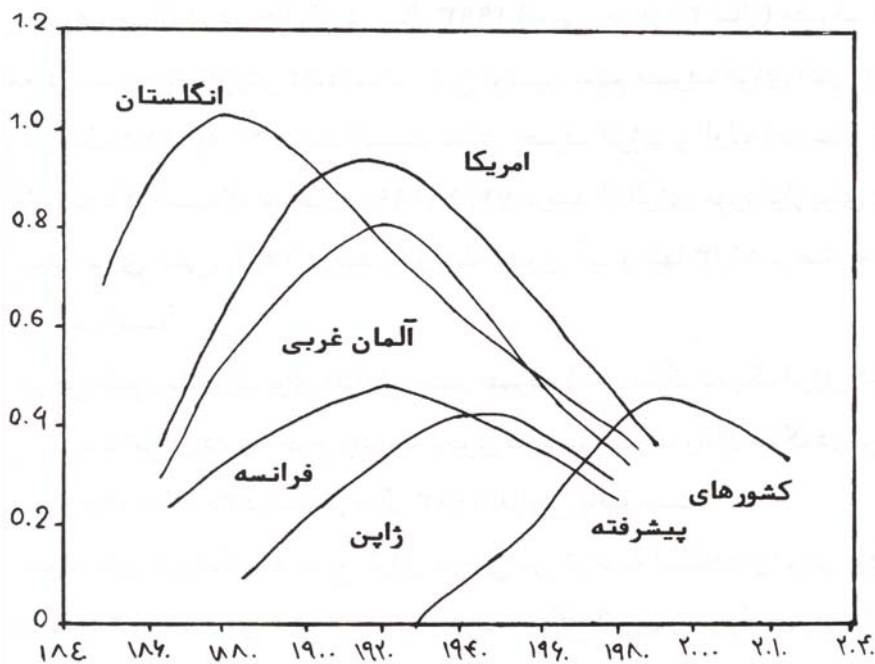
بی‌تردید یکی از مهمترین و شاخصترین سیاستهایی که کشورهای توسعه یافته در زمینه کاهش مصرف انرژی اتخاذ کرده‌اند، فراهم آوردن امکانات لازم برای توسعه و گسترش تکنولوژیهای است که به نوعی سبب کاهش مصرف انرژی می‌شوند. دستاورد استفاده از چنین تکنولوژیهای عمدتاً در شاخصی بنام «شدت انرژی»^۲ نمود می‌یابد. بدین ترتیب که رشد مصرف انرژی در این کشورها طی چند سال اخیر به دلیل استفاده از تکنولوژیهای کارآمد و رعایت استانداردهای لازم به مراتب کمتر از رشد تولید ناخالص داخلی بوده و در نتیجه این نسبت از یک روند کاهنده برخوردار شده است. البته اقدامهای بهینه سازی در قالب مدیریت صحیح انرژی و کنترل متناوب و همچنین آگاهسازی صنایع و جامعه در کل اثرهای مهمی بر این موضوع داشته است. برای مثال، در دو دهه گذشته (۸۹-۱۹۷۰) مصرف انرژیهای اولیه و نهایی در انگلستان در کل کمتر از یک درصد افزایش یافته، در حالی که همین دوره جمعیت این کشور تنها ۲/۹ درصد و تولید ناخالص داخلی (GDP) معادل ۵۲ درصد رشد داشته است. به همین دلیل شدت انرژی در این دوره به ۶۰ درصد و یا سالانه با نرخ متوسط ۴/۶ درصد کاهش یافته.^۳

نمودار (۱۴-۲) تغییرات شدت انرژی را در کشورهای مختلف نشان می‌دهد.

^۱ - سازمان همکاریهای اقتصاد (OECD) از ۲۴ کشور تشکیل شده است، اما سهم قابل توجهی از تولید و مصرف انرژی و نیز تولید ناخالص داخلی (GDP) این سازمان را تنها هفت کشور عمده عضو این سازمان یعنی آمریکا، کانادا، ژاپن، انگلیس، فرانسه، آلمان و ایتالیا در اختیار دارند، به نحوی که این کشورهای در مجموع ۸۷/۳ درصد از کل GDP، ۸۹/۴ درصد از کل مصرف بنزین و ۸۱/۰۱ درصد از کل مصرف دیزل کشورهای OECD را در سال ۱۹۹۲ بخود داشته‌اند.

- میزان مصرفی به ازای مقدار مشخص تولید ناخالص داخلی (energy intensity)

3- Leach, Gerald Policies to reduce energy use and carbon emissions in the UK, Energy Policy, Dec 1991



نمودار ۱۴-۲ تغییرات شدت انرژی در کشورهای مختلف از سال ۱۸۴۰ به بعد [۱]

همانطور که ملاحظه می‌شود، روند نزولی کاهش شدت انرژی در انگلستان قبل از شروع قرن بیستم در کشورهای آمریکا، آلمان و فرانسه در دهه ۲۰ میلادی (۱۹۲۰ به بعد)، در ژاپن از اوایل دهه ۵۰ میلادی (۱۹۵۰ به بعد) و در کشورهای در حال توسعه از اواخر دهه ۸۰ و اوایل دهه ۹۰ میلادی آغاز شده است. شایان ذکر است که سرمایه‌گذاری در تجهیزاتی که موجب صرفه جویی در مصرف انرژی می‌باشد، اثرهای دو جانبه ای بر اقتصاد و محیط زیست می‌گذارد، بدین معنی که از یک طرف بر اثر صرفه جویی موجب کاهش هزینه‌های انرژی می‌شود و از طرف دیگر با بهبود بازده تجهیزات انرژی بر، کاهش آلاینده‌های محیط زیست را امکان پذیر می‌سازد.

۱-۶-۲- سیاست جایگزینی انرژیها

یکی دیگر از سیاستهایی که کشورهای توسعه یافته به ویژه در دو دهه اخیر به شدت دنبال کرده‌اند سیاست جایگزینی انرژیها با تأکید بر منابع انرژی داخلی است. برای مثال، فرانسه در سالهای اخیر تلاش

زیادی کرده است تا سهم انرژی اتمی را نسبت به سایر انرژیهای اولیه در این کشور افزایش دهد و البته در این راستا موفق نیز بوده است، چرا که این کشور در سال ۱۹۷۲ تنها ۳/۶ میلیون تن معادل نفت خام انرژی اتمی مصرف می‌کرده در حال که در سال ۱۹۹۳ (یعنی بعد از ۲۰ سال) مصرف آن را به ۹۳/۴ میلیون تن معادل نفت خام افزایش داده است. بدین ترتیب، سهم مصرف انرژی اتمی در این کشور از ۲/۱ درصد در سال ۱۹۷۲ به ۴۰ درصد (نسبت به کل مصرف انرژیهای اولیه) در سال ۱۹۹۳ افزایش یافته است. لازم به ذکر است که در سال ۱۹۹۰، ۷۴/۵ درصد از انرژی مورد نیاز برای تولید برق در فرانسه به وسیله انرژی اتمی، ۱۴/۲ درصد به وسیله نیروی آب و تنها ۱۱/۳ درصد به وسیله انرژی حرارتی تأمین شده است.

از طرف دیگر، کشور دانمارک برای افزایش سهم مصرف زغال سنگ که یک انرژی قابل دسترس از منابع داخلی است تلاش زیادی به خرج داده، به نحوی که سهم مصرف زغال سنگ در این کشور از ۶/۲ درصد در سال ۱۹۷۲ به ۳۸/۱ درصد در سال ۱۹۹۳ افزایش یافته است.

از دیگر نمونه‌های بارز اتکاء به منابع انرژی داخلی می‌توان به استفاده از انرژی برق آبی در نروژ اشاره کرد. در سال ۱۹۹۳، انرژی برق آبی ۴۶/۵ درصد از کل انرژیهای اولیه مصرفی را در این کشور، تشکیل داده است. این در حالی است که علی‌رغم وجود ذخایر قابل توجه نفت خام و گاز طبیعی در این کشور، برق تولیدی نروژ کاملاً متکی بر نیروی آب است. در نتیجه تلاشهایی برای جایگزینی انرژی، طی دو دهه گذشته سهم مصرف نفت خام در کشورهای OECD از ۵۲/۳ درصد در سال ۱۹۷۲ به ۴۶/۴ درصد در سال ۱۹۸۳ و ۴۳/۱ درصد در سال ۱۹۹۳ کاهش یافت. در عوض، و به پیروی از این سیاست، سهم مصرف زغال سنگ در طول همین دوره (۱۹۷۲-۱۹۹۳) از ۱۸/۵ درصد به ۲۱/۵ درصد و سهم مصرف انرژی هسته‌ای (با بیشترین رشد از لحاظ سهم مصرف انرژیهای اولیه) از یک درصد به ۱۰/۹ درصد افزایش یافت.

از عمده ترین تلاشهای دیگری که به منظور افزایش روند جانشینی بین انرژیها در کشورهای توسعه یافته انجام شده است می توان به اقدامهای ژاپن در افزایش سرمایه گذاری در تولید و احداث نیروگاههای خورشیدی و به طور کلی استفاده همه جانبه از این منبع انرژی تجدید پذیر اشاره کرد. برای مثال، در سال ۱۹۷۴ در این کشور پروژه‌ای به نام درخشش خورشید با هدف تولید معادل ۷ میلیون متر مکعب نفت خام انرژی خورشیدی در سال ۱۹۹۰ سرمایه گذاریهای اولیه و بهره برداریهای آزمایشی اولیه از این واحد از ماه مارس ۱۹۸۱ آغاز شد.

اکنون تولید آبگرمکنهای خورشیدی در این کشور گسترش بی سابقه‌ای یافته است به نحوی که در حال حاضر بیش از ۲ میلیون دستگاه آبگرمکن خورشیدی در ژاپن مورد استفاده قرار می‌گیرد.

خورشید که به یک نیروگاه اتمی شباهت دارد، منبع انرژی شگفت انگیزی است. انرژی خورشیدی در اثر همجوشی هسته‌ای به وجود می‌آید. درجه حرارت درون خورشید برابر ۱۵ میلیون درجه سانتیگراد برآورد شده است، به صورتی که تنها انرژی تشعشعی آن که پس از طی مسافت ۱۵۰۰ میلیون کیلومتر در مدت ۸ دقیقه به زمین میرسد، دهه ۸۰ به بعد به مورد اجرا گذاشته‌اند.

آمارهای نرخ مالیات بر حاملهای انرژی گویای این واقعیت است که اولاً بیشترین نرخ مالیات در این کشورها به فرآورده‌های نفتی (به ویژه بنزین) تعلق گرفته است و ثانیاً منابع داخلی انرژی (به طور عمده زغال سنگ) از این امر مستثنی شده‌اند. بررسی نرخهایی که برای مالیات بر حاملهای انرژی در کشورهای مختلف توسعه یافته وضع شده است نشان می‌دهد که میزان نرخ این مالیاتها در کشورهای اروپایی به مراتب بیش از کشورهای آمریکای شمالی و ژاپن است. برای مثال، نرخ مالیات بر بنزین در ایتالیا حدود هشت برابر همین نرخ در آمریکا است.

لازم به یاد آوری است که سال ۱۹۹۲، چهار کشور ایتالیا، فرانسه، انگلیس و آلمان از محل وضع مالیات بر فروش شش میلیون بشکه فرآورده نفتی در روز رقمی معادل ۳۲۶ میلیون دلار در

روز درآمد مالیاتی کسب کرده اند در حالی که همان سال کشورهای عضو اوپک به طور متوسط از فروش شش میلیون بشکه نفت خام (با قیمت سبد پایه نفت خام اوپک) تنها معادل ۱۱۱ میلیون دلار در روز درآمد ارزی کسب کرده‌اند که تقریباً معادل یک سوم درآمد مالیاتی چهار کشور یاد شده است.

مسلم این است که، وضع مالیات بر فرآورده‌های نفتی نه تنها در بلند مدت سبب کاهش مصرف این فرآورده‌ها در این کشورها خواهد شد، بلکه استفاده از دیگر انرژیهای جانشین (خصوصاً انرژیهای نو) را مقرون به صرفه تر خواهد کرد و بدین ترتیب اعمال این سیاست امنیت عرضه بیشتری برای آنها به ارمغان خواهد آورد. علاوه بر این، درآمدهای مالیاتی میتواند برای سرمایه گذاری در پروژه‌های تولید و استفاده از انرژیهای نو (خورشید، باد، ...) به کار گرفته شود.

۲-۶-۲- پرداخت سوبسید به منابع انرژی داخلی

چنان که گفته شد، ذخایر نفت خام و گاز طبیعی کشورهای توسعه یافته ناچیز است ولی این کشورها در عوض منابع عظیم زغال سنگ است. طول عمر^۱ این ذخایر در کشورهای عضو OECD به ۲۶۲ سال و در کشورهای آمریکای شمال به حدود ۲۷۰ سال می‌رسد. بد نیست اشاره شود که عمر ذخایر نفت خام در این گروه از کشورهای به ترتیب تنها ۹/۱ و ۹/۷ سال و عمر ذخایر گاز طبیعی آنها به ترتیب ۲۵/۸ و ۲ و ۱۱/ سال برآورد شده است.

چنین شرایطی باعث شده است که این کشورها تلاش زیادی برای جایگزینی زغال سنگ با سایر انرژیهای وارداتی به عمل آورند تا بدین ترتیب هم از مصرف سایر انرژیها بکاهند و هم از امنیت عرضه بیشتری برخوردار شوند.

– اگر میزان ذخایر هر انرژی به تولید انجام گرفته تقسیم شود، رقمی به دست می‌آید که نشاندهنده طول عمر ذخایر آن منبع انرژی است. این رقم نشان می‌دهد که اگر میزان ذخایر اثبات شده ثابت بماند و سطح تولید فعلی نیز حفظ شود، تا چند سال می‌توان از ذخایر موجود بهره‌برداری کرد.

بنابراین، به منظور استقرار این روند، سعی شده است به مراحل مختلف اکتشاف، استخراج و تولید زغال سنگ سوبسید پرداخت شود.

با توجه به آنچه گفته شد می‌توان نتیجه گرفت که کشورهای توسعه یافته عمدتاً سیاستهای مدیریت انرژی را با بهره‌گیری از امکانات وسیع مالی و تکنولوژیکی خود همسو و طی دو دهه گذشته تلاش کرده‌اند، با اعمال صرفه‌جویی در مصرف انرژی و بهبود شدت انرژی میزان وابستگی خود را به انرژیهای وارداتی کاهش دهند و چه بیشتر به منابع انرژی داخلی خود متکی باشند. در این راستا کشورهای فوق‌فعالتهای گسترده و همه‌جانبه‌ای نیز در هر دو بخش مدیریت عرضه و تقاضای انرژی در کلیه بخشهای اقتصادی به مرحله عمل درآورده‌اند. هر یک به نوبت خود سهم بسزایی در کاهش مصرف انرژی و افزایش کارایی مصرف را به دنبال داشته است. البته در این زمینه اقدامهای زیر نیز با جدیت دنبال شده است:

- اعطای کمک مالی به صنایع صرفه‌جو (کاهش مالیات - وام کم بهره)،
- ایجاد مقررات خاص ترافیکی (نظیر کنترل سرعت در بزرگراهها، کوتاه کردن زمان توقف در چهارراهها و ...)
- اجباری کردن استانداردهای محدود کننده آلاینده‌ها در صنایع مختلف،
- تعیین استانداردهای صرفه‌جویی در صنایع مختلف،
- آگاهسازی مردم برای تشویق و ترغیب به صرفه‌جویی،
- برنامه تحقیق و توسعه (R&D)،
- تغییر در ترکیب سوخت مورد نیاز نیروگاهها،
- ترتیب مدیران انرژی.

روی هم رفته تجربه این کشورها حاکی از آن است که سیاستهای نظیر وضع مالیات و دیگر اقدامهای اقتصادی (افزایش قیمتها، پرداخت سوبسید و ...) اگر چه مؤثر هستند، اما در راستای دستیابی به هدفهای تعیین شده کافی نیستند و در مقابل اقدامها و سیاستهای کنترل علی رغم اینکه مستقیماً سبب رسیدن به هدفهای از پیش تعیین شده می شوند به ندرت از نظر هزینه های انجام شده مقرون به صرفه می باشند.^۱ وجود چنین وضعیتی به کارگیری همزمان سیاستهای کنترلی و اقدامهای اقتصادی را به منظور تأمین خواسته ها و هدفهای مورد نظر سیاستگذاران از هر دو نظر، ایجاب می نماید.

یکی از کشورهای مصرف کننده مهم جهان که در زمینه صرفه جویی و کاهش شدت انرژی بسیار موفق بوده کشور ژاپن است. ژاپن از این لحاظ که برای تأمین مصرف انرژی خود نیز به شدت متکی به خارج است قابل بررسی است و از این رو اقدامهای بهینه سازی مصرف در بیست سال اخیر در این کشور جداگانه مورد بررسی قرار گرفته است.

۷-۲- بهینه سازی مصرف انرژی و اقدامهای آگاه سازی در ژاپن

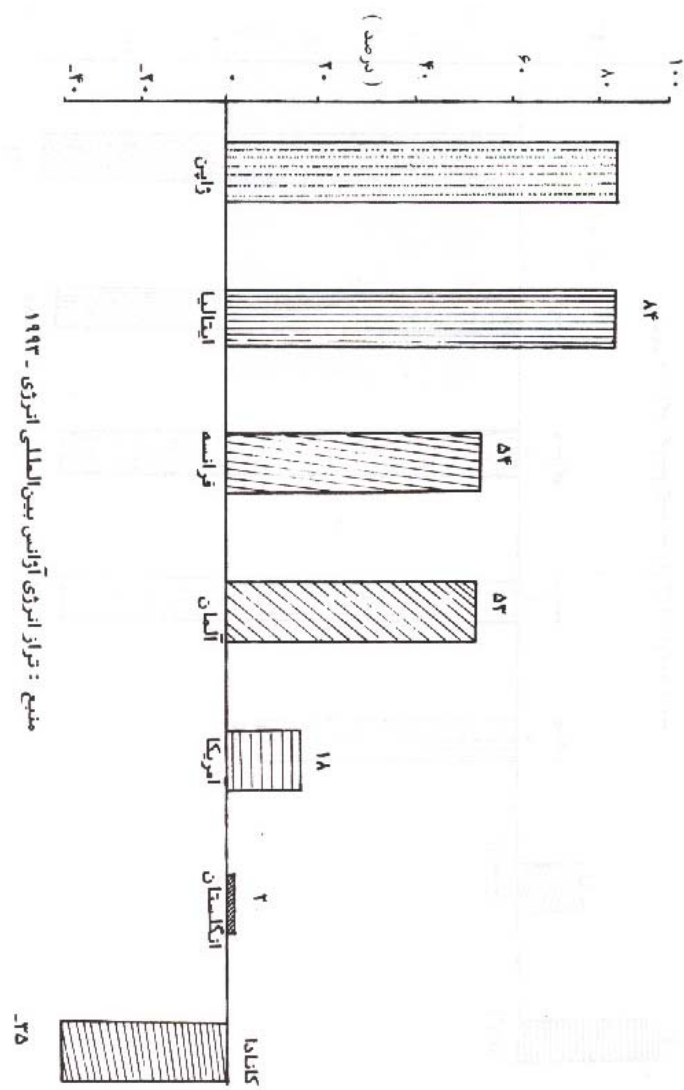
سیاستها و وضعیت عرضه و تقاضای انرژی

ژاپن به عنوان چهارمین مصرف کننده بزرگ انرژی بعد از آمریکا، روسیه و چین در جهان انرژی از اهمیت خاصی برخوردار است. این موضوع زمانی بارزتر می شود که نکته مهم غنی بودن ژاپن از لحاظ منابع انرژی، برخلاف سه مصرف کننده بزرگ دیگر که صاحب منابع انرژی داخلی نسبتاً فراوانی اند، مورد توجه قرار گیرد. ژاپن بیش از ۸۴ درصد از انرژی مصرفی خود را از راه واردات تأمین می کند. این رقم در مورد نفت حدود ۹۸ الی ۹۹ درصد است. (ارقام سال ۱۹۹۳ عرضه و تقاضای انرژی در ژاپن را در نمودارهای ۱۵-۲ و ۱۶-۲ ببینید). بدین لحاظ ژاپن در میان کشورهای بزرگ صنعتی مصرف کننده انرژی بیش از هر کشور دیگر در مقابل تغییرات ساختاری بازار انرژی آسیب پذیر است. بنابراین این کشور از

۱- منتج از گزارش اقتصادی شرکت نفتی STATOLI نروژ، ۱۹۹۴.

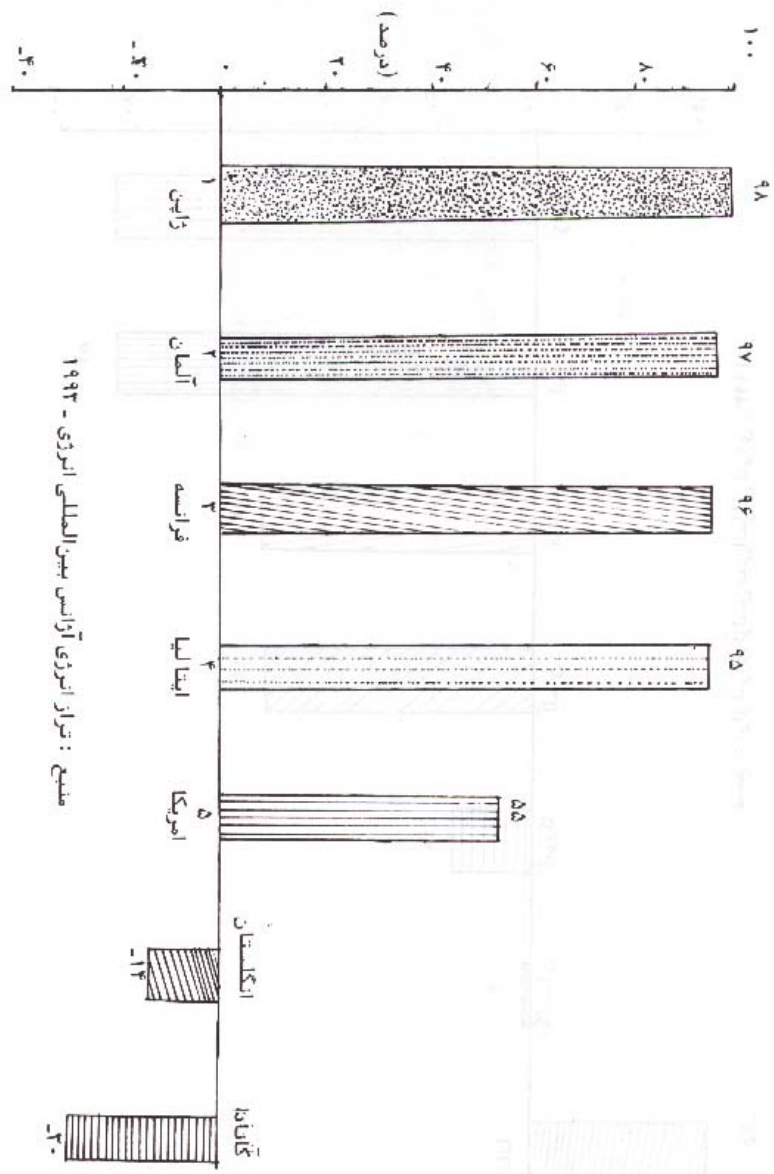
دیرباز برای رفع اتکای شدید به انرژی وارداتی به ویژه نفت تمهیداتی در جهت صرفه جویی به شکل کاهش مصرف و افزایش کارایی و همچنین تنوع منابع، تأمین آغاز کرده است که همانطور که ملاحظه خواهیم کرد اثرهای بسیار مثبتی در افزایش کارایی و کاهش نرخ شدت انرژی در این کشور داشته است. در جدول ۱۸-۲ وضعیت عرضه و تقاضای انرژی در ژاپن از سال ۱۹۷۳ خلاصه شده است ملاحظه می‌شود.

طی دو دههٔ اخیر ژاپن توانسته است از مصرف نفت در ترکیب کل انرژی به میزان قابل ملاحظه‌ای بکاهد و آن را از $۷۷/۴$ درصد کل انرژی به $۵۸/۲$ کاهش دهد و برای تأمین انرژی مورد نیاز به مصرف زغال سنگ، انرژی هسته‌ای، گاز طبیعی و غیره روی آورد. این تغییر ترکیب مصرف با افزایش کارایی و کاهش نرخ شدت انرژی همراه بوده است. شدت انرژی در ژاپن در مقایسه با سایر کشورهای بزرگ صنعتی در نمودار ۱۷-۲ ارائه شده است.



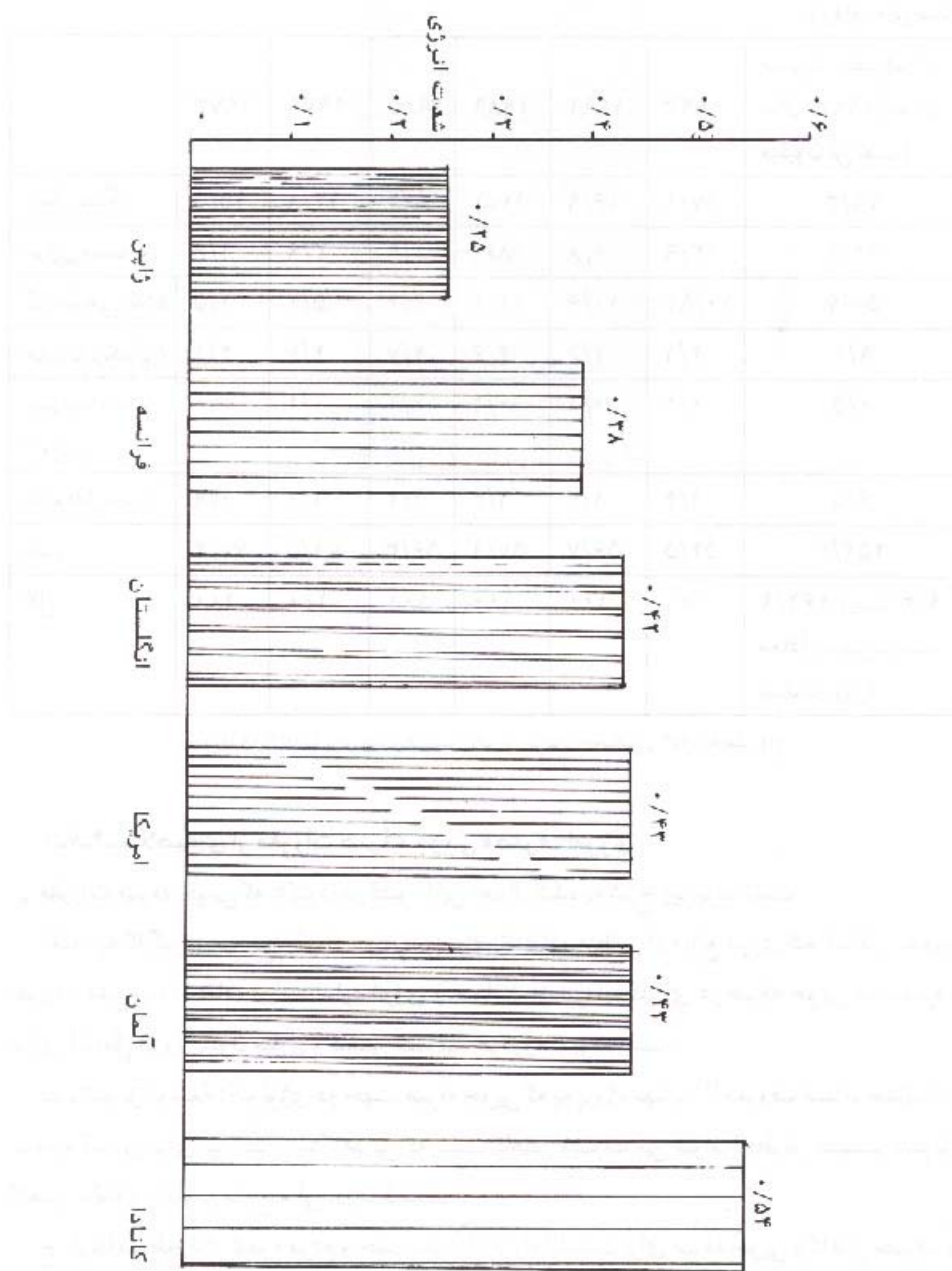
نمودار ۲-۱۵ اتکا به واردات انرژی در کشورهای صنعتی گروه ۷ (۱۹۹۳) [۱]

نمودار ۲-۱۵ اتکا به واردات انرژی در کشورهای صنعتی گروه ۷ (۱۹۳) [۱]



نمودار ۲-۱۶ اتکا به واردات نفت در کشورهای صنعتی گروه ۷ (۱۹۹۳) [۱]

نمودار ۲-۱۶ اتکا به واردات نفت در کشورهای صنعتی گروه ۷ (۱۹۹۳) [۱]



نمودار ۲-۱۷ شدت انرژی در کشورهای مختلف صنعتی [۱]

نمودار ۲-۱۷ شدت انرژی در کشورهای مختلف صنعتی [۱]

(ارقام به درصد)

میزان مصرف در سال ۱۹۹۳ (معادل میلیون تن نفت)	۱۹۹۳	۱۹۹۱	۱۹۸۹	۱۹۸۵	۱۹۷۹	۱۹۷۳	
۷۹/۳	۱۷/۱	۱۶/۹	۱۷/۲	۱۹/۴	۱۳/۸	۱۵/۵	زغال سنگ
۶۴/۶	۱۳/۹	۹/۸	۸/۹	۸/۹	۳/۹	۱/۶	انرژی هسته‌ای
۵۰/۷	۱۰/۹۲	۱۰/۶	۱۰/۰	۹/۴	۵/۲	۱/۵	گاز طبیعی (LNG)
۹/۰	۱/۲	۴/۶	۴/۶	۴/۷	۴/۶	۱/۴	هیدروالکتریک (آب‌ی)
۰/۵	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰	ژئوترمال (زمین گرمایی)
۶/۵	۱/۴	۱/۳	۱/۳	۱/۲	۱/۰	۰/۹	منابع قابل تجدید
۲۵۲/۶	۵۴/۵	۵۶/۷	۵۷/۹	۵۶/۳	۷۱/۵	۷۷/۴	نفت
۴۶۲/۹ (یا ۹/۴) معادل میلیون بشکه نفت در روز)	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	کل

جدول ۱۸-۲ تقاضا برای انرژی در کشور ژاپن در سالهای مختلف از ۱۹۷۳ به بعد. [۱]

۱-۷-۲- خلاصه‌ای از مقررات صرفه جویی مصرف انرژی

مقررات صرفه جویی که تا کنون در کشور ژاپن اعمال شده به شرح زیر بوده است :

الف - به کارگیری صحیح مقررات و قوانین برای استفاده منطقی از منابع انرژی که شامل تدوین

مقررات مدیریت استفاده از استاندارد انرژی و حمایت از سرمایه‌گذاری در صرفه جویی در مصرف انرژی

(شامل ایزولاسیون منازل و کاهش مصرف خودروها) بوده است.

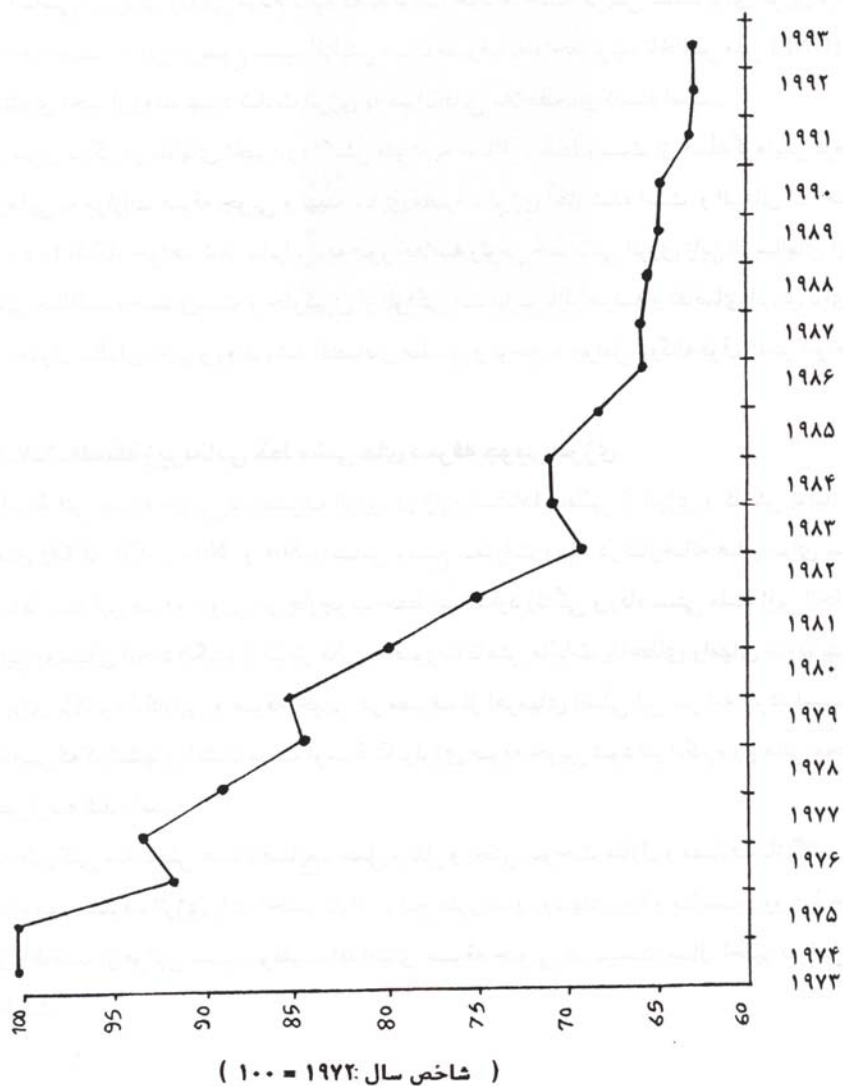
ب - تشویق توسعه تکنولوژی در جهت صرفه جویی که به پروژه مهتاب^۱ معروف است، حمایت از سرمایه گذاری برای ساخت دستگاههایی که سبب کاهش مصرف می شوند از طریق سیستم تشویق کاهش مالیات یا تأمین منابع مالی ارزان قیمت.

ج - ارتقاء سطح فکر عموم مردم و جلب نظر آنان از راه تبلیغات برای صرفه جویی و کاهش مصرف و تهیه گزارشهای مستمر توسط مرکز صرفه جویی انرژی ژاپن^۲ در نتیجه این تمهیدات در بیست سال گذشته مصرف انرژی به واحد تولید ناخالص ملی (GNP) به میزان ۳۷ درصد بهبود یافته است. نمودار (

(۲-۱۹)

1- moonlight project

2- The Energy Conservation Center, Japan



نمودار ۲-۱۹ منحنی میزان بهینه سازی مصرف انرژی نسبت به رشد اقتصادی در ژاپن [۱]

نمودار ۲-۱۹ منحنی میزان بهینه سازی مصرف انرژی نسبت به رشد اقتصادی در ژاپن [۱]

باید توجه داشت که افزایش کارایی در ژاپن به قیمت جلوگیری از روند توسعه اقتصادی و صنعتی انجام نشده، بلکه هر اقدامی به موازات و با توجه کامل به رشد اقتصادی انجام شده است. از سوی دیگر توسعه اقتصادی و افزایش قدرت خرید و به طور کلی بهبود وضعیت اقتصادی عامه مردم در ژاپن سبب تغییر اساسی در روش زندگی مردم شده که به نوبت خود موجب افزایش تقاضا برای انرژی و به ویژه

نفت شده است. که این موضوع سبب افزایش میزان مصرف به واحد تولید ناخالص ملی (GNP) شده و در سالهای اخیر از روند بهبود شدت انرژی به میزان قابل ملاحظه‌ای کاسته است.

از سوی دیگر در سالهای اخیر در واکنش مثبت به مسائل محیط زیست از جمله گرمایش کره زمین، تدبیرهایی به موزات صرفه جویی و بهینه سازی مصرف انرژی آغاز شده است و اثرهای آن احتمالاً تا سال ۲۰۰۰ آشکار خواهد شد. بنابراین، به طور خلاصه رئوس خط مشی انرژی ژاپن در سالهای آینده در راستای حفاظت محیط زیست و جلوگیری از آلودگی آن، ثبات بازار عرضه و تقاضای انرژی برای حفظ روند معقول سالهای اخیر و روند رشد اقتصادی مطمئن و توجه به عوامل دوگانه فوق‌الذکر خواهد بود.

۲-۷-۲- فلسفه زیربنایی خط مشی‌های صرفه جویی انرژی

فلسفه کلی صرفه جویی در مصرف انرژی در ژاپن استفاده منطقی از انرژی و کاهش تولید و نشر گازهای CO₂، Co، Nox و Sox بر اساس وضع مقررات ویژه در کارخانه‌ها و برای سوخت اتومبیلهاست. این صرفه جویی در چارچوب حفظ استاندارد زندگی و رفاه سنتی ملت ژاپن انجام شده. بنابراین روشهای ایجاد انگیزه از طریق مالی به صورت کاهش مالیات یا اعطای وامهای بدون بهره یا کم بهره برای بالابردن کارایی و صرفه جویی در مصرف از اهرمهای اصلی این برنامه بوده است. برای اشخاصی که کوششهای ایشان سبب توسعه تکنولوژی صرفه جویی شود نیز انگیزه و پاداش مخصوص در نظر گرفته شده است.

به طور کلی سه بخش عمده صنایع، حمل و نقل و بخش سوخت منازل و مصارف بازرگانی در ژاپن قسمت مهم مصرف انرژی را در اختیار دارند. وضع مقررات و روشهای بجا و مناسب و روحیه جمعی و فردی اطاعت از قوانین سبب موفقیت اقدامهای صرفه جویی در بیست سال اخیر در این کشور شده است.

۲-۷-۳- روشهای صرفه جویی در بخش صنعت

در ژاپن بخش صنعت از سایر بخشها پرمصرف تر است به طوریکه کل صنایع مادر و صنایع تولید کالا حدود ۵۳ درصد از کل انرژی را مصرف می کنند. در این بخش در دهه ۷۰ و ۸۰ و اوائل دهه ۹۰ موفقیت های زیادی حاصل شده است. توسعه تکنولوژی و نوآوری به شکل جمعی و (در کارخانه ها) و به شکل فردی (در کارگاه های خصوصی) از راه کاهش پرداخت مالیات یا اعطای وام کم بهره به صاحبان صنایع خصوصی به طور مشخص انجام پذیرفته، به طوری که این صرفه جویی منجر به افزایش کارایی به شکل زیربنایی و رقابت پذیری صنایع ژاپن را در سطح بین المللی و پیشی گرفتن صنایع ژاپن در بسیاری از بخشها از صنایع امریکا و اروپا شده است.

روشهای زیر برای صرفه جویی در صنایع ژاپن به ویژه در کارخانه ها و پالایشگاه های این کشور اجرا شده است :

- ۱- بهبود کیفیت عملیات اولین گام بهبود عملیات بدون هیچ سرمایه گذاری جدید و بدون نصب دستگاه های نو با بهینه سازی واحد تولید در وضعیت کنونی آن انجام می شود. برای مثال در پالایشگاه های نفت بهینه، عملیات در برج های تقطیر، راکتورهای پالایشگاه، بویلر، کوره ها و دستگاه های تبادل گرما و خنک کننده هم مجزا و هم در ارتباط با یکدیگر انجام می شود.
- ۲- بهبود وضعیت دستگاهها. در این گام با برنامه ریزی مناسب و زمان بندی شده تمام تأسیسات پالایشگاه مورد مطالعه قرار و خرید و نصب دستگاه های جدید که بتواند در زمان نسبتاً کوتاهی اصل سرمایه را بازگشت دهند انجام میگیرد. نصب این دستگاهها علاوه بر بهینه سازی اولیه در گام دوم، بر کارایی سیستم صرفه جویی انرژی کلی پالایشگاه می افزاید. در ژاپن زمان بازگشت سرمایه برای این منظور سه سال تعیین شده است.

۳- بهبود کلی سیستم و کنترل آن. تغییر کنترل سیستم پالایشگاه یا کارخانه صنعتی و بهبود وضعیت کیفیت کنترل با افزایش دفعات کنترل، عایق بندی لوله‌هایی که دستگاههای مختلف را به یکدیگر مرتبط می‌سازد، جلوگیری از هدر رفتن گازهای مرغوب مانند اکسیژن و هیدروژن از سیستم‌های فلاش گاز^۱، یا بازیافت اینگازها از گازهای نشد شده اضافی که سوزانده می‌شوند فلوگاز^۲ انجام می‌شود. در این، مرحله نیز کلیه هزینه‌ها با دیدگاه بازگشت سرمایه در مدت سه سال پرداخت می‌شود.

باید در نظر داشت که در برخی از پالایشگاهها برای بازیافت بیشتر فرآورده‌های مرغوب از فشار و دمای بالاتر از میزان طراحی شده استفاده می‌شود (در ایران در برخی از پالایشگاهها این روش بسیار مرسوم است)، در حالی که به نظر کارشناسان ژاپنی این سه گام باید بدون هیچ نوع تغییر یا وارد آوردن فشار زیاد بر سیستم طراحی شده پالایشگاه انجام شود و هر نوع تغییری سبب فشار بی مورد و در حقیقت کوتاه ساختن عمر واحدهای پالایشگاه می‌شود که کالای سرمایه‌ای به حساب می‌آیند و در واقع نظم کلی سیستم را بر هم می‌زند و در نهایت در بلند مدت تبدیل به ضرر و زیان می‌شود. بنابراین، پالایشگاه یا کارخانه مورد نظر باید تا حد امکان در شرایط طراحی شده کار کنند. همچنین در اجرای بهبود کیفیت عملیات و صرفه جویی پس از مطالعه وضعیت و اثرهای تغییرهای پیشنهادی بر هر واحد به طور مجزا، اثرهای آن بر کل سیستم نیز باید بررسی تا از زیانها و خطرهای احتمالی مشخص جلوگیری به عمل آید. همچنین، نه تنها وضعیت گذشته و فعلی پالایشگاه مورد بررسی قرار می‌گیرد بلکه آینده واحدها و اثرهای تغییرات بر کل پالایشگاه نیز بررسی می‌شود.

باید در نظر داشت که بخش پالایش ژاپن در صرفه جویی و افزایش کارایی از بخشهای بسیار موفق بوده است و باید به این نکته بسیار مهم توجه شود که پالایشگاههای ژاپن در عین حال که برنامه‌ها بهینه سازی و افزایش کارایی در آنها به کار گرفته شده است عموماً از نوع پالایشگاههای پیچیده^۱ نیستند و

1- Flush gas
1- Complex

2- Cracking

2- Flue gas

3- Isomax

بنابراین هر نوع بهینه سازی و بهبود کیفیت عملیات بدون نصب دستگاههای بسیار سرمایه بر انجام شده است و گرنه نصب انواع دستگاههای کراکینگ^۲ و شکستن مولکولها در مجاورت هیدروژن با دستگاههایی بسیار مدرن مانند ایزوماکس^۳ و غیره بسیار آسان است. در حقیقت هنر بهینه ساز در این است که در مرحله اول تا حد امکان با دست خالی به بهبود کیفیت و افزایش کارایی اقدام شود و در گامهای بعدی با انجام سرمایه گذارهای نسبتاً سبک و نه پرهزینه این مهم به انجام رسد و کیفیت عملیاتی کلی پالایشگاه علاوه بر بهینه سازی مصرف و افزایش کارایی ارتقاء یابد.

۴-۷-۲- آگاهسازی در صنایع

یکی از روشهای بسیار مؤثر آگاهسازی در صنایع ژاپن ارائه دروههای مدیریت انرژی از سوی سازمانهای دولتی و سازمانهای تابع دولت و تشویق و ترغیب و حتی وادار کردن صاحبان صنایع به شرکت و شرکت دادن کارشناسان در این دورهها در مدت ۲۰ سال اخیر بوده است. در این دورهها نشان داده می شود که ژاپن تا چه حد به طور کلی نسبت به قطع واردات انرژی آسیب پذیر است و در حقیقت صرفه جویی یا بهینه سازی مصرف انرژی را به شکل پروژه ای ملی جلوه داده می شود. در قسمتهای دیگر این دورهها سودی که از راه جلوگیری از هدفهای حاصل از صنعت می شود نشان داده می شود و بنابراین اکثر صنایع ملزم می شوند که مدیر انرژی برای کارخانه خود در نظر بگیرند. کار مدیریت انرژی بهینه سازی مصرف کارخانه بدون کاهش تولید، و صرفه جویی تا حد امکان است به طوری که سرمایه و پولی که کارخانه صرف جلوگیری از اسراف و بهینه سازی کارخانه کند کمتر از صرفه جویی در صورت حساب منابع انرژی مورد مصرف کارخانه و یا در نهایت در کوتاه مدت با آن برابر می شود. در نتیجه صنایع هم به طور انفرادی و هم به عنوان یک پروژه ملی از بهینه سازی مصرف انرژی سود می برند. برخی از کارخانه های بزرگ ممیز انرژی تعیین می کنند تا وضعیت صرفه جویی در کارخانه را به طور مستمر تحت نظر داشته باشد و گزارشهای منظم در این مورد تهیه وارئه کند.

۸-۲- تجربه عملی کشورهای در حال توسعه منتخب در زمینه صرفه جویی انرژی در صنایع

کشورهای در حال توسعه گسترده وسیعی از کشورهای دارای ویژگیهای متفاوت اقتصادی (به خصوص در زمینه انرژی) را در بر می گیرد. برای مثال کشورهای عضو اوپک دارای ذخایر قابل توجه نفت خام و گاز طبیعی هستند و با کشورهای هند و چین از ذخایر عظیم زغال سنگ برخوردارند. در مقابل، کشورهایی چون کره جنوبی، سنگاپور، فیلیپین، و غیره یا اصولاً از منابع انرژی قابل توجهی بهره مند نیستند و یا در صورت دارا بودن منابع انرژی این ذخایر به هیچ وجه نیازهای اقتصادی آنها را برآورده نمی سازد و به ناچار نیازمند واردات انرژی از کشورهای دیگر هستند. به همین دلیل نگرش هر یک از این کشورها به مسئله صرفه جویی انرژی متفاوت است و بررسیها نشان می دهد که کشورهای فاقد منابع انرژی بسیار فعالانه تر با این مسئله برخورد کرده اند.

قبل از بررسی اقدامهایی که در زمینه صرفه جویی انرژی در این کشورها انجام شده است، باید عمده ترین مسائل کشورهای در حال توسعه در رابطه با انرژی مورد بررسی قرار گیرد. بی تردید با توجه به وضعیت متفاوت اقتصادی این کشورها، نوع مشکلات و مسائل آنها نیز متفاوت است و طبعاً تمام این موارد را نمی توان در یک تقسیم بندی مشخص ارائه کرد و فقط سعی بر این است که در این بخش شمایی کلی از معضلاتی که این کشورها هم اکنون با آن روبه رو هستند مطرح شود. به عبارت دیگر، می توان گفت که این کشورها در زمان اجرای برنامه های صرفه جویی انرژی و آگاهسازی به نوعی با این موانع روبرو هستند و با توجه به ویژگیهای اقتصادی خود باید با این موانع برخورد منطقی داشته باشند. این موانع به شرح زیر است:

- ۱- تکنولوژی پایین. در اکثر کشورهای در حال توسعه، تولید محصولات صنعتی و کشاورزی با استفاده از تکنولوژیهای قدیمی انجام می شود. این روشهای تولید در مقایسه با روشهای جدیدتر از کارایی لازم برخوردار نیست و به نحو بهینه از انرژی مصرفی بهره نمی گیرد. این وضعیت خود بخود موجب افزایش شدت انرژی در این کشورها (در مقایسه با کشورهای پیشرفته می شود).

۲- اتکا به صنایع سنگین. اغلب کشورهای در حال توسعه‌ای که در دو دهه گذشته روند توسعه اقتصادی را آغاز کرده‌اند (به ویژه کشورهای دارای منابع قابل توجه انرژی) در راهبردهای توسعه اقتصادی خود به سمت صنایع سنگین جهت گیری کرده‌اند و در این زمینه دست به سرمایه گذاریهای بزرگی زده‌اند. از جمله این موارد می‌توان به رشد صنایع فولاد، سیمان و آلومینیم در ایران اشاره کرد.

بدیهی است که سیاست کشورهای توسعه یافته در زمینه انتقال صنایع سنگین (صنایع دودکشی) به کشورهای در حال توسعه نیز به این روند شتاب بیشتری داده است. نتیجه آنکه به علت انرژی بری این صنایع، شدت انرژی در این کشورها به سرعت افزایش یافته است، برای مثال طی سالهای ۷۱-۱۳۵۵ شاخص شدت انرژی در ایران به طور متوسط سالانه به میزان ۶ درصد افزایش یافته است.

۳- نرخ بالای رشد جمعیت: به دلیل مسائل خاص فرهنگی و اجتماعی و همچنین فقدان آموزشهای لازم، نرخ رشد جمعیت در کشورهای در حال توسعه به مراتب بیش از کشورهای توسعه یافته است و همین مسئله موجبات افزایش بیشتر مصرف انرژی را در این کشورها فراهم آورده است. برای مثال، طبق بولتن آمار سالانه اوپک^۱ در عربستان ۴/۲ درصد، کویت ۳/۶ درصد، پاکستان ۲/۵ درصد، امارات ۵/۷، قطر ۵/۳ درصد و برزیل ۱/۸ درصد است، در حالیکه رشد جمعیت در کشورهای پیشرفته ای چون فرانسه، انگلیس، هلند و یونان حتی کمتر از ۰/۶ درصد است.^۲

۴- وابستگی شدید به درآمدهای ارزی. بررسی وضعیت اقتصادی کشورهای در حال توسعه نشان می‌دهد که اقتصاد اغلب کشورها به میزان قابل توجهی وابسته به درآمدهای ارزی است که به طور عمده از صادرات مواد خام یا منابع اولیه و یا کالاهایی که مستقیماً و با ایجاد ارزش افزوده اندک از این مواد تهیه می‌شوند، تأمین می‌شود. در این ارتباط می‌توان، مس در کشور شیلی، قهوه در برزیل، شکر در کوبا و مواد نفتی در کشورهای عضو اوپک را برشمرد. برای مثال در سال ۱۹۹۰ در هفت کشور عضو این سازمان،

1- OPEC Annual statistical bulletin – 1993

2- PC GLOBE - 1992

یعنی قطر، نیجریه، لیبی، کویت، عراق و ایران، صادرات مواد نفتی بیش از ۹۰ درصد از کل ارزش صادرات را تشکیل داده است.^۱

نتیجه آنکه، هر گونه خللی در روند صادرات این مواد می تواند اثرهای جبران ناپذیر بر اقتصاد این کشورها وارد آورد و روند توسعه و برنامه ریزی اقتصادی آنها را با دشواری مواجه سازد که بی تردید اعمال سیاستهای مدیریت انرژی نیز از این امر مستثنی نیست.

۵- فقدان مقیاس اقتصادی: ساختار اقتصادی و سنتی کشورهای در حال توسعه به گونه ای است که تولید در بخشهای مختلف (به خصوص بخش صنعت) به وسیله واحدهای دارای مقیاس کوچک انجام می گیرد. برای مثال، در کشور کره جنوبی حدود ۴۰۰۰۰ کارخانه در بخش صنعت به فعالیت مشغول اند که از این تعداد تنها ۱۹۴ کارخانه واحد بزرگ صنعت محسوب می شوند و از مصرف انرژی بیش از ۲۰۰۰۰ تن معادل نفت خام در سال برخوردارند^۲ و یا در چین، ۷۰ الی ۸۰ درصد از کل سیمان تولیدی به وسیله واحدهای تولید دارای با مقیاس کوچک انجام می شود.^۳ در این صنایع به دلایل مشخص اقتصادی چون: مصرف سرانه بالای انرژی، هزینه سرانه بالای تولید، عدم امکانات مالی قابل توجه، سطح آموزش پایین، و عدم وجود مدیران و کارکنان کارآزموده و مجرب، سطح بهره وری در همه ابعاد در حد مطلوب نیست و طبعاً میزان مصرف انرژی نیز در آنها در مقایسه با واحدهای بزرگتر، به مراتب بالاترست.

۶- عدم تجانس بخشهای مختلف اقتصادی: بررسی وضعیت بخشهای مختلف اقتصادی در کشورهای در حال توسعه حاکی از این است که تجانس و هماهنگی لازم بین بخشهای مختلف اقتصادی صنعت، خدمات و کشاورزی وجود ندارد. برای مثال، سهم بخش خدمات در این کشورها یا بسیار پایین است و یا در صورت بالا بودن آن، رشد خدمات در این بخش با رشد بخشهای تولیدی (صنعت، کشاورزی و خدمات تولیدی) بی ارتباط است و یا اصولاً این رشد در جهت خدمات رسانی به بخشهای تولیدی نیست.

1- OPEC Annual statistical bulletin – 1990

2- Energy Management in Factories – the Korea Energy Management Corporation - 1993

3- Policies to Promote energy Conservation in China by : Muzongxin & Wer Zhihong

لازم به یادآوری است که در کشورهای توسعه یافته، سهم بخش خدمات در تولید ناخالص ملی عمدتاً بیش از ۶۰ درصد است^۱ (کانادا ۶۰ درصد، آمریکا ۶۹ درصد، هلند ۶۴ درصد، فرانسه ۶۷ درصد، انگلیس ۶۲ درصد)، در حالی که سهم این بخش در کشورهای در حال توسعه به مراتب پایینتر است.^۲ (الجزایر ۳۷ درصد، هند ۴۰ درصد، کویت ۴۲ درصد، امارات ۴۲ درصد، تایلند ۴۹ درصد). در مقابل، سهم بخش صنعت (بخصوص در کشورهای تازه صنعتی شده) بالاتر است (تایوان ۵۲ درصد، کره ۴۲ درصد، سنگاپور ۳۶ درصد). بدین ترتیب چون بخش صنعت نسبت به سایر بخشهای اقتصادی از انرژی بری بسیار بالاتری برخوردار است، شدت انرژی در این کشورها نیز بالاتر بوده و مصرف انرژی روندی افزایشی یافته است.

۷- افزایش هزینه‌های مربوط به انرژی مصرفی: روند شتابان توسعه اقتصادی در برخی از کشورهای در حال توسعه (عمدتاً کشورهای تازه صنعتی شده و فاقد منابع انرژی) موجب افزایش مصرف انرژی در این کشورها شده و در نتیجه هزینه‌های مربوط به تأمین انرژی در این کشورها در مقایسه با سالهای گذشته افزایش یافته است.

۸- پایین بودن قیمت انرژی: در اکثر کشورهای در حال توسعه، به خصوص در کشورهای دارای منابع انرژی عرضه انرژی به قیمتهای واقعی نیست و با پرداخت سوبسیدهای قابل توجه همراه است. به همین دلیل مصرف انرژی در این کشورها از روندی منطقی برخوردار نیست و از آنجا که هزینه‌های مربوط به انرژی به دلیل پایین بودن قیمت انرژی در این کشورها سهم قابل توجهی از هزینه‌های مصرفی را تشکیل نمی‌دهد، هیچگونه انگیزه‌ای برای صرفه‌جویی انرژی وجود ندارد.

۹- رشد مصرف انرژی: به دلیل عوامل متعددی که گفته شد مصرف انواع انرژی در کشورهای در حال توسعه از نرخ رشد بالایی برخوردار شده است. برای مثال متوسط نرخ رشد مصرف نفت خام در کشورهای آسیا و استرالیا در ده سال گذشته (۱۹۸۲-۱۹۹۲) به میزان ۴/۳۵ درصد در سال بوده است، در حالی که در همین دوره، این نرخ رشد در کشورهای اروپایی عضو OECD و همچنین آمریکای

1- PC GLOBE - 1992

2- Energy Management Policy Experience of Korea and Lessons, by: Ho TAK – SEOUL National University.

شمالی تنها حدود ۰/۹ درصد در سال بوده است. تفاوت بین این ارقام در مورد گاز طبیعی بسیار بالاتر است، به نحوی که این نرخ رشد برای منطقه آسیا و استرالیا بیش از ۸ درصد، برای آمریکای شمالی ۱/۲ درصد و برای کشورهای اروپایی عضو OECD، ۳/۱ درصد در سال بوده است.^۱ در مورد زغال سنگ نیز اگر چه از سال ۱۹۸۹ مصرف جهانی آن روندی نزولی داشته است، کماکان نرخ رشد مصرف آن در کشورهای در حال توسعه از روند صعودی برخوردار است.

۱۰- فقدان آمار و داده‌های مورد نیاز: بی تردید یکی از عمده‌ترین مشکلات کشورهای در حال توسعه را می‌توان عدم وجود آمار و داده‌های صحیح و بهنگام دانست. وجود چنین معضلی، مخصوصاً در بخش انرژی، مانع از آن می‌شود که این کشورها از واقعیتهای اقتصادی حاکم بر جامعه خود با اطلاع باشند و بتوانند با اجرای برنامه‌های دقیق و اصولی به رفع آنها همت گمارند.

۱۱- سهم مصرف انرژیهای غیر تجاری: انرژی غیر تجاری^۲، تعریفی کلی است و به انرژیهای اطلاق می‌شود که از مواد گیاهی یا حیوانی و از طریق فرایندهای تبدیلی قابل استحصال هستند.^۳ نکته حائز اهمیت در مورد انرژیهای غیر تجاری است که این نوع انرژی، چنان نقش مهمی در ساختار عرضه انرژی کشورهای در حال توسعه ایفاء می‌کند، که حدود یک سوم از کل مصرف انرژی در کشورها را به خود اختصاص داده است.^۱ البته این درصد در مورد کشورهای مختلف متفاوت است. برای مثال، در سال ۱۹۸۹، ۵۰ درصد از انرژی مصرفی در بنگلاد به وسیله انرژیهای غیر تجاری تأمین شده است، و در کشورهایی نظیر کره جنوبی و سنگاپور این درصد بسیار پایینتر بوده است.

از آنجا که افزایش سطح درآمد و رفاه در این کشورها با میزان مصرف انرژیهای غیر تجاری نسبت عکس دارد، با افزایش رشد اقتصادی میزان اتکای این کشورها به انرژیهای تجاری (که در اغلب این

^۱ - منتج از نشریات آماری BP

2- Non Commercial Energy (NCE)

3- Biomass For Energy in Developing Countries, Oxford, UK,

1- The role of non-Commercial energy OPEC REVIEW , WINTER 1991

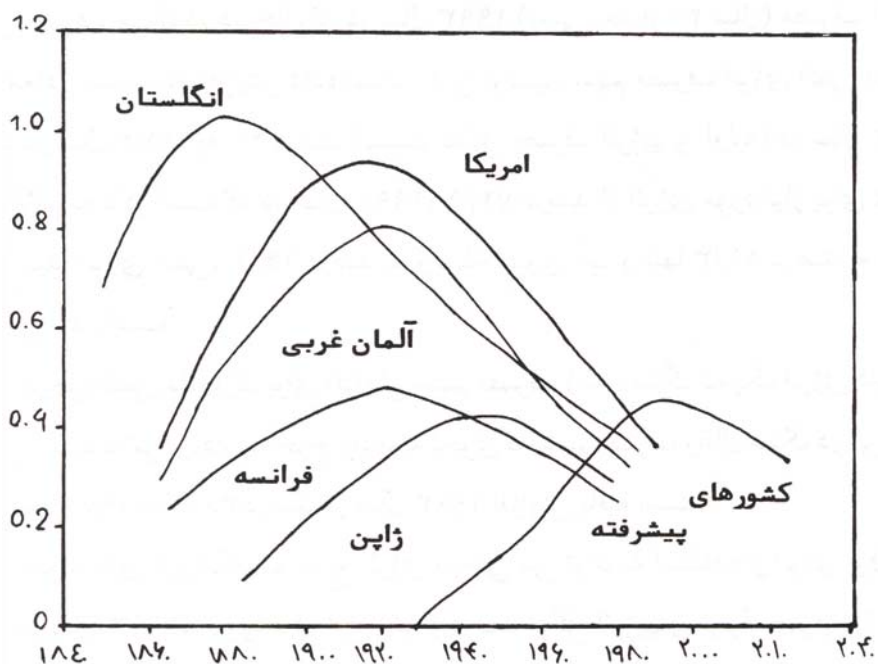
کشورها وارداتی است) بیشتر شده است و از این دیدگاه نیز مسائل مربوط به انرژی اهمیت بیشتری می‌یابد.

۱۲- بالا بودن شدت انرژی : رشد شتابان اقتصادی ، تکیه بر صنایع سنگین، سطح بهره‌وری پایین و مسائل دیگر که مورد اشاره قرار گرفت^۲ ، باعث شده است که شدت انرژی در کشورهای در حال توسعه به مراتب بالاتر از کشورهای توسعه یافته باشد. به عبارت دیگر، در اغلب این کشورها سرانه مصرف انرژی پایینتر، اما شدت انرژی به مراتب بالاترست، بدین ترتیب در کشورهای در حال توسعه لزوم اقدامهای سریعتر و برنامه ریزیهای منسجم‌تر در زمینه سیاستهای آگاهسازی و صرفه جویی انرژی بیش از پیش احساس می‌شود. رویهمرفته می‌توان گفت که کشورهای در حال توسعه در دهه گذشته کم و بیش گامهای اولیه را در زمینه اقدامها برداشته‌اند، اما در این میان کشورهایی مانند چین، کره جنوبی، هند و ... این اقدامها را با برنامه ریزیهای منظم تری به اجرا درآورده‌اند و در این راستا به موفقیت‌های چشمگیری نیز نائل آمده‌اند. در بخشهای بعد، به برخی از سیاستهای اتخاذ شده و نتایج به دست آمده از اجرای آنها به صورت موردی اشاره شده است.

۹-۲- وضعیت انرژی در کشور هند

مصرف انرژیهای تجاری در کشور هند در سال ۱۹۹۳ به ۲۰۱/۸ میلیون تن معادل نفت خام رسید که حدود ۱۰ درصد از کل مصرف انرژی منطقه آسیا و استرالیا را تشکیل می‌داد. جدول ۲۰-۲ ترکیب مصرف انرژیهای اولیه را در این کشورها در سال ۱۹۹۳ نشان می‌دهد.

^۲ - به مواردی نظیر پایین بودن سطح آموزش، سهم ناچیز R&D نسبت به تولید ناخالص ملی، بالا بودن سهم بخش عمومی در اقتصاد و بسیاری از مسائل دیگر نیز می‌توان اشاره کرد که از حوصله این بحث خارج است.



همانطور که ملاحظه می‌شود، بیشترین سهم از مصرف انرژیهای اولیه متعلق به زغال سنگ با ۵۸/۰ درصد است. لازم به تذکر است که این کشور از نظر مصرف زغال سنگ متکی به منابع داخلی است اما حدود ۵۶ درصد از نفت خام موردنیازش را از طریق واردات تأمین می‌کند. به اعتقاد کارشناسان اقتصادی این کشور، به دلیل رشد شتابان اقتصادی (معادل ۵/۵ درصد)، میزان این وابستگی در سالهای آینده به مراتب بیشتر خواهد شد. از این رو، سازمانهای مختلفی نظیر انجمن تحقیقات صرفه‌جویی در نفت^۱ در شورای ملی بهره‌وری،^۲ اقدامهای گسترده‌ای به منظور کاهش مصرف انرژی، به ویژه با تأکید بیشتر بر صرفه‌جویی هیدروکربورها، در ابعاد مختلف به مورد اجرا گذارده‌اند.

(میلیون تن معادل نفت خام)

جمع کل		برق آبی		انرژی هسته‌ای		زغال سنگ		گاز طبیعی		نفت خام	
درصد	مقدار	درصد	مقدار	درصد	مقدار	درصد	مقدار	درصد	مقدار	درصد	مقدار
د	د	د	د	د	د	د	د	د	د	د	د
۱۰۰	۱۸ ۲۰۱	۳/۱	۶/۳	۰/۸	۱/۶	۵۸/۰	۱۰ ۱۱۷	۷/۲	۱۴/۶	۳۰/۹	۶۲/۲

جدول ۲۰-۲ مقدار و سهم مصرف انرژیهای اولیه در کشور هند در سال ۱۹۹۳

مأخذ: نشریه آماری BP ۱۹۹۴.

۱-۹-۲- سیاستهای آگاهسازی در سطح عمومی

عمده‌ترین فعالیتهای دولت هند در زمینه سیاستهای آگاهسازی و اطلاع‌رسانی در سطح عمومی عبارتند از:

۱- ایجاد و توسعه بانک اطلاعاتی بخش انرژی به منظور استفاده از برنامه‌های آگاهسازی و اطلاع‌رسانی در بخشهای مختلف اقتصادی.

۲- پخش برنامه‌های مختلف از رسانه‌های گروهی و به منظور مشخص کردن ویژگیهای اقتصادی کشور در زمینه امکانات بالقوه منابع انرژی و شناساندن نقاط قوت و ضعف اقتصاد به توده‌های مردم به منظور ایجاد حساسیتهای لازم در آنها و ترویج این شعار که افزایش بیشتر در مصرف انرژی، وابستگی بیشتر به واردات انرژی و کاهش استقلال اقتصادی را به دنبال خواهد داشت.

۳- تجدید نظر در دستورالعملها و آیین‌نامه‌ها با هدف کاهش در مصرف انرژی در تمام سطوح.

۴- شناسایی و معرفی موانع موجود در زمینه ایجاد بهبود کارایی انرژی.

۵- نصب تابلوهای هشدار دهنده در شهرها و راههای ارتباطی به منظور آگاهسازی قشرهای مختلف مردم از زبانهای اقتصادی - اجتماعی مصرف‌بی‌رویه انرژی.

۶- معرفی پیشرفتهایی که در زمینه صرفه‌جویی انرژی و جان‌سپینی سوختهاشده است به تمام بخشهای اقتصادی (خانگی، تجاری، صنعت، ...). به منظور ایجاد آگاهی در این بخشها برای استفاده بهینه از انرژی.

۲-۹-۲- سیاستهای آگاهسازی در بخش صنعت

با توجه به اینکه بخش صنعت ۷۳/۴ درصد از کل زغال سنگ مصرفی و ۶۲/۷ درصد از کل برق

مصرفی در این کشور را به خود اختصاص داده است، اجرا و اعمال سیاستهای آگاهسازی (و در نتیجه

صرفه جویی انرژی) در این بخش از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است که در این قسمت به برخی از اقدامهای انجام شده اشاره می‌شود.

۱- تشکیل دوره‌های آموزشی برای مهندسان، تکنسین‌ها و کاربران انرژی در صنایع به منظور آگاهسازی آنها از روشهای استفاده بهینه از انرژی و راههای جلوگیری از اتلاف انرژی در محیطهای کاری.

۲- تشکیل دوره‌های خاص برای مدیران صنایع مختلف و آگاهسازی آنها از روشها و نتایج مطلوبی که مدیران موفق پس از به کار بستن توصیه‌های لازم در مورد صرفه جویی انرژی در واحدهای تحت مسئولیت خود به دست آورده‌اند.

۳- معرفی گروههای حسابرسی انرژی به صنایع مختلف، از سوی مرکز مدیریت انرژی^۱ و آگاهسازی صنایع مختلف از نتایج مفید حضور این گروهها در واحدهای مصرف کننده انرژی.

۴- اهدای امتیازهایی از سوی دولت به منظور تشویق صنایع به اجرای اقدامهای صرفه جویی انرژی این امتیازها عبارتند از :

الف - معافیت از پرداخت عوارض برای ساخت وسایلی که به طور مشخص باعث صرفه جویی در مصرف انرژی می‌شوند.

ب - معافیت از پرداخت عوارض گمرکی برای واردات وسایل مربوط به صرفه جویی در مصرف انرژی.

ج - پرداخت سوبسید از سوی دولت هند به طرحهای بهره برداری از سیستمهای انرژی خورشیدی و بیوگاز به منظور کاهش اتکاء اقتصاد به انرژیهای متداول نفت خام و زغال سنگ.

د - اعطای کمکهای مالی از سوی بانک توسعه صنعتی هند برای اجرای مطالعات مربوط به حسابرسی انرژی و خرید تجهیزات مربوط به صرفه جویی در انرژی.

هـ - اعطای وام به صنایعی که برنامه های مدرنیزه کردن بویلرها را که انجمن تحقیق و صرفه جویی در نفت^۲ معرفی کرده است به اجرا درآورده اند.

۵- ارائه توصیه های مؤکد به صنایع مختلف مبنی بر استخدام و به کار گماری مدیران انرژی برای صنایع. این مدیران مسئولیت تمام فعالیتهای مربوط به صرفه جویی انرژی را بر عهده دارند و باید فعالیتهایی را که در زمینه انرژی انجام می شود روزانه به اطلاع مدیران کل هر واحد صنعتی برسانند.

۶- معرفی مؤسسات مشاوره ای به صنایع مختلف از سوی مرکز مدیریت انرژی به منظور بررسی و حل مشکلات مربوط به انرژی در این واحدها.

در حال حاضر برای به کارگیری و استفاده از برنامه های صرفه جویی انرژی، معرفی وسایل کارآمد در مصرف انرژی نصب برچسبهای مربوط به مصرف انرژی و غیره هیچ گونه الزام قانونی برای صنایع وجود ندارد.

البته ایالت کرالا در جنوب هند نمونه ای از روشها و بازدهی های دوره ای حسابرسی انرژی را در صنایع مصرف کننده انرژی به اجرا گذاشته است. به موجب این برنامه، صنایع موظف اند که برنامه های دوره ای حسابرسی انرژی را یا به وسیله کارشناسان خود و یا با بهره گیری از مؤسسات مشاوره ای به انجام رسانند و نتایج را به دولت گزارش دهند. مسلم این است که گسترش این برنامه سطح آگاهی کاربران انرژی را در این صنایع به میزان قابل توجهی افزایش داده است و سبب صرفه جویی بیشتر و بهره گیری منطقی تر از انرژی در این کشور خواهد شد.

هند به عنوان کشوری پای بند به دموکراسی، دستیابی به کارایی بالاتر مصرف انرژی را تنها با استفاده از روشهای ارشادی و دوری جستن از به کارگیری اهرمهای فشار پی گیری می کند. برای مثال، بانک توسعه صنعتی هند در راستای هدفهای دولت، برنامه ای برای کمک به واحدهای مصرف کننده انرژی به اجرا گذاشته است که در آن وامهایی با بهره های بسیار پایین برای اجرای اقدامهای مربوط به صرفه جویی انرژی

در اختیار صنایع گذاشته می‌شود. البته این امتیاز تنها برای استفاده واحدهای سوددهی است که می‌توانند بازپرداخت وام دریافت شده را تضمین کنند. بدیهی است که تنها شرکت‌هایی با مدیریت کارآمد، توانایی اجرای برنامه‌ها را با کارایی لازم دارا و قادر به تأمین منابع مالی لازم برای بازپرداخت وام‌های دریافتی و اجرای پروژه‌های صرفه‌جویی هستند.

۱۰-۲- وضعیت انرژی در کشور کره جنوبی

بی تردید، کره جنوبی پس از ژاپن موفقترین کشور آسیائی در زمینه اعمال سیاست‌های صرفه‌جویی انرژی است. این کشور طی سالهای گذشته به دلیل رشد قابل توجه اقتصادی (حدود ۹ درصد در سال) از رشد مصرف انرژی بسیار بالایی نیز برخوردار بوده است، به نحوی که مصرف نفت خام این کشور طی دهه ۹۳-۱۹۸۳ از ۲۵ میلیون تن به ۷۷ میلیون تن، یا بیش از سه برابر، افزایش یافته است. مصرف زغال‌سنگ نیز طی همین دوره از ۱۶/۵ میلیون تن معادل نفت خام به ۲۵/۳ میلیون تن معادل نفت خام افزایش یافته است. مصرف انرژی وارداتی (به خصوص نفت خام) نیز همزمان از رشد چشمگیری برخوردار بوده است، به نحوی که طی این دوره از ۲/۳ میلیون تن معادل نفت خام به ۱۵/۰ میلیون تن معادل نفت خام، یا بیش از ۶ برابر، افزایش یافته است.^۱ منابع داخلی انرژی این کشور را تنها ۲۰۳ میلیون تن زغال سنگ^۲ و ۳۱۲۶ مگاوات پتانسیل انرژی آبی تشکیل می‌دهد که در هر دو مورد مقادیری بسیار ناچیز است.

بیشترین سهم مصرف در این کشور متعلق به نفت خام ۶۲/۴ درصد بوده است. که این نفت خام کاملاً وارداتی است و از منابع خارجی تأمین می‌شود. وابستگی شدید به انرژی وارداتی و نیز مصرف قابل توجه انرژی در این کشور باعث شده است که سیاست‌گذاران و برنامه ریزان به سرعت و بسیار جدی با این مشکل برخورد کنند. به همین دلیل در سال ۱۹۷۴ و بعد از بروز اولین بحران نفتی (۷۴-۱۹۷۳)، قانون

1- BP Statistical Review , World Energy , June 1994

2- کمتر از ۰/۵ درصد از کل ذخایر جهانی

مدیریت انرژی به منظور بهبود کارایی انرژی در این کشور به تصویب رسید. در سال ۱۹۷۷، مؤسسه صرفه جویی انرژی کره،^۳ برای هدایت تحقیقات مربوط به انرژی تأسیس شد و در سال ۱۹۸۰ قانون منطقی سازی استفاده از انرژی قانون قبلی شد و شرکت مدیریت انرژی کره^۴ به منظور اجرای مفاد این قانون تأسیس شد.

از عمده ترین ویژگیهای سیاست مدیریت انرژی این کشور تأکید و توجه همزمان این سیاست بر سازماندهی عرضه و تقاضاست. کره جنوبی در بخش عرضه با اعمال سیاستهایی نظیر تغییر نوع سوخت و جانشینی سوختها و تنوع بخشیدن به منابع عرضه انرژی، تلاش فراوانی در جهت کاهش اتکاء به انرژی وارداتی (به ویژه نفت خام)، و افزایش اتکاء به منابع انرژی داخلی (انرژی هسته ای) کرده است. لازم به ذکر است که در این راستا در حال حاضر کل سوخت مورد نیاز صنعت سیمان از نفت به زغال سنگ که از منابع داخلی تأمین می شود تبدیل شده و نیز سهم انرژی هسته ای در تولید برق از صفر درصد در سال ۱۹۷۳ به ۳۲ درصد در سال ۱۹۹۲ افزایش یافته است. در مقابل، در بخش تقاضا نیز سیاستهای گسترده و متنوعی در هر یک از بخشهای اقتصادی و با تأکید بیشتر بر بخش صنعت در ارتباط با آگاهسازی و کاهش مصرف انرژی به اجرا گذاشته شده است.

۱-۱۰-۲- سیاستهای آگاهسازی در بخش صنعت

بخش صنعت عمده ترین سهم مصرف انرژی کره جنوبی را در اختیار دارد، به نحوی که ۷۰ درصد از برق تولیدی کشور در این بخش به مصرف می رسد. عمده ترین سیاستها و اقدامهایی که در این بخش اجراء شده به شرح زیر است :

۱- ارائه راهنماییهای فنی و کنترل مدیریت انرژی. به منظور صرفه جویی در مصرف انرژی و ایجاد آگاهیهای عمومی و تخصصی، افراد کارآزموده به طور مستمر از سوی سازمانهای مسئول برای ارائه راهنماییهای لازم و کنترل مصرف انرژی به کارخانه های مختلف اعزام می شوند. در حقیقت وظیفه

این افراد یافتن مشکلات و ارائه توصیه های لازم برای بهبود بخشیدن به معیارهایی است که در نهایت به صرفه جویی انرژی در کارخانه ها منجر می شود. شایان ذکر است که این اقدامها در کارخانه های با مقیاس کوچک و متوسط رایگان انجام می شود.

۲- ایجاد شرایط لازم برای گسترش تکنولوژیهای کارای انرژی. از جمله اقدامهایی که در این ارتباط انجام گرفته است می توان پرداخت وام، برگزاری سمینار، چاپ و توزیع گزارشهای مربوط به موارد فوق، ارائه خدمات تکنیکی و اعزام به دوره های آموزشی خارج از کشور را نام برد. تجربه ای که از اجرای این روشهای به دست آمده است نشان می دهد که ترویج تکنولوژیهای کارایی انرژی، در صنایع موجب بیش از ۱۰ درصد صرفه جویی در مصرف انرژی می شود.

۳- مدیریت شدت انرژی. تغییرات شدت انرژی نشاندهنده عملکرد واحدهای مختلف در رعایت مسائل مربوط به صرفه جویی انرژی است، بنابراین کنترلهای خاصی در این زمینه انجام می گیرد. برای مثال، با توجه به شرایط هر واحد صنعتی، دستیابی به یک میزان مشخص از شدت انرژی در بلند مدت هدف قرار داده می شود و آن واحد باید با انجام و رعایت دستورالعملهای توصیه شده در طول زمان مشخص به هدف تعیین شده برسد.

۴- تشکیل بانک اطلاعاتی طرحهای انرژی بر. به موجب این سیاست مشخصات هر طرح جدید یا هر طرح توسعه ای که بیش از ۵۰۰۰ تن معادل نفت خام در سال و یا بیش از ۲۰ میلیون کیلووات ساعت برق در سال انرژی مصرف می کند باید قبل از شروع اجرا به شرکت مدیریت انرژی کره ارائه شود. بدین ترتیب شرکت قادر خواهد بود با ارائه کمکهای فنی و توصیه های لازم، واحدهای مربوط را به سمت استفاده از روشهای مناسب راهنمایی کند. هدفهای اجرای چنین برنامه ای عمدتاً:

انتخاب تکنولوژیهای کارای انرژی، معرفی سیستم تولید مشترک، تعیین شدت انرژی مناسب، و طرح پیگیری و تداوم دستورالعملهای مدیریت انرژی است.

۵- گسترش شرکتهای خدماتی انرژی. شرکتهای خدمات انرژی شرکتهایی هستند که با سرمایه خصوصی تأسیس می‌شوند و با توافقی که با مالکان کارخانه‌ها و واحدهای صنعت به عمل می‌آورند، به سرمایه‌گذارهایی در زمینه کاهش مصرف انرژی در آن واحدها اقدام می‌کنند و با توجه به میزان سرمایه‌گذارهایی در منافع با مالکان سهام می‌شوند.

۶- کمکهای مالی و تخفیفهای مالیاتی. اعطای وام و تخفیفهای مالیاتی نیز از اقدامهایی است که در ارتباط با کاهش مصرف انرژی انجام می‌شود. لازم به ذکر است که در این مورد از طرق مختلف اطلاعات گسترده و جامعی در اختیار صاحبان گذاشته می‌شود و از منافع ناشی از به کارگیری این تسهیلات آگاهیهای لازم به آنها داده می‌شود. این تسهیلات عمدتاً:

احداث و راه اندازی تجهیزات کارای انرژی، حمایت از شرکتهای خدمات انرژی، و ساخت، تحقیق، توسعه و راه اندازی تکنولوژیهای مربوط به استفاده از انرژیهای تجدیدپذیر را در بر می‌گیرد. برای ارائه و اجرای این اقدامها، ابتدا عمده ترین بخشهای مصرف کننده انرژی (به خصوص در بخش صنعت) شناسایی می‌شوند و بعد در چارچوب برنامه‌های پنج‌ساله و با کنترل عملکرد سالانه، این طرحها به اجرا گذاشته می‌شود.

۱۱-۲- وضعیت انرژی در کشور فیلیپین

رشد شتابان اقتصادی در فیلیپین در سالهای اخیر، منجر به افزایش سریع مصرف انرژی در این کشور شده است، به نحوی که بین سالهای ۱۹۸۶ تا ۱۹۹۱ تقاضا برای فرآورده‌های میان تقطیر (نفت گاز، سوخت جت و نفت سفید) سالانه با میانگین نرخ رشد ۹/۷٪ افزایش یافته است.^۱ لازم به ذکر است که مصرف انرژیهای اولیه در این کشور از ۱۱/۲ میلیون تن معادل نفت خام در سال ۱۹۸۳ به ۱۵/۸ میلیون تن معادل نفت خام در سال ۱۹۹۳ افزایش یافته که رشدی معادل ۴۲/۳ درصد را نشان می‌دهد.

در این کشور بخشهای صنعتی و تجارتي به ترتیب با ۳۷ درصد و ۴۷ درصد عمده ترین بخشهای مصرف کننده انرژی محسوب می شوند. در سال ۱۹۹۱، منابع داخلی انرژی تنها ۳۴ درصد از تقاضای انرژی را در این کشور تأمین کرد و ۶۶ درصد دیگر به صورت نفت خام و زغال سنگ از خارج وارد شد. به دلیل وجود همین وابستگی شدید به واردات انرژی، مدیریت تقاضای انرژی دومین بخش عمده از سیاستهای انرژی این کشور را پس از سیاست امنیت عرضه انرژی تشکیل می دهد.

هدف از سیاستهای مدیریت انرژی در این کشور، هدایت الگوی مصرف انرژی به سمت استفاده کارا از منابع انرژی با در نظر گرفتن هدفهای مربوط به رشد و توسعه اقتصادی - اجتماعی است. در این راستا، انواع راهبردهای آگاهسازی و افزایش کارایی مصرف انرژی و مکانیزمهای قیمتی و غیرقیمتی نظیر ایجاد قوانین، ارتقای صرفه جویی در انرژی، ... به کار گرفته شده است.

کارایی سیاستهای قیمت گذاری متکی به شفاف سازی هزینه های واقعی تولید و توزیع انرژی و بازتاب آنها در قیمت های خرده فروشی است. هدف برابر اجتماعی نیز با به حداقل رساندن هزینه ها برای آن دسته از قشرهای جامعه که استطاعت مالی کمتری دارند تأمین شده است.

در بخش انرژی این کشور واحد کارایی انرژی در صنایع نیز در راستای ارتقای کارایی مصرف انرژی در بخشهای مختلف، به اجراء درآمده است که شامل بخشهای زیر می باشد :

۱- بخش ارتقاء و ترویج تکنولوژی از طریق آموزش و چاپ نشریات. این بخش علاوه بر ایجاد آگاهیهای عمومی و تخصصی در بخشهای مختلف، همچنین مسئولیت توسعه برنامه ها و سیاستهای صرفه جویی انرژی را نیز بر عهده دارد.

۲- بخش اطلاع رسانی و ارزیابی. این بخش به طور مداوم داده های مربوط به انرژی را به منظور ارزیابی وضعیت مصرف انرژی در واحدهایی که بیش از یک میلیون لیتر معادل نفت کوره انرژی مصرف می کنند بهنگام نگه می دارد. واحدهای مزبور موظف اند که آمار مربوط به مصرف انرژی خود را به

طور منظم به این بخش اطلاع دهند. در عین حال، کارکنان این بخش موظف‌اند گزارشهای دریافتی از بخشهای صنعت، تجارت، حمل و نقل را برای تنظیم برنامه‌های سالانه صرفه جویی انرژی واحدهایی که بیش از دو میلیون لیتر معادل نفت کوره انرژی مصرف می‌کنند، مورد بررسی قرار دهند.

۳- بخش مشاوره و مهندسی. وظیفه این بخش، ارائه خدمات مشاوره‌ای موردنیاز به شرکتهای صنعتی در زمینه مدیریت انرژی و کمکهای فنی است (نظیر آزمایشهایی که برای کارآیی بویلرها و غیره انجام می‌شود).

۴- بخش مدیریت پروژه. این بخش وظیفه هماهنگی و کنترل بخش کارایی انرژی و پروژه های مختلفی را که در حال انجام هستند بر عهده دارد.

به منظور اجرای مؤثر و مداوم برنامه‌های طراحی شده در زمینه صرفه جویی انرژی، رئیس جمهوری فیلیپین در سپتامبر ۱۹۹۳ فرمان شماره ۱۲۳ را صادر و تصویب کرد. هدفهای اصلی این فرمان نشر و گسترش اطلاعات مربوط به انرژی در بین مصرف‌کنندگان اصلی به منظور ایجاد آگاهیهای لازم برای صرفه جویی هر چه بیشتر در مصرف انرژی، ایجاد فضای مناسب برای مشارکت فعالانه تر بخش خصوصی در فعالیتهای مربوط به صرفه‌جویی انرژی و ارائه روشهای جدید و بهنگام برای مصرف انرژی کمتر است.

۱۲-۲- وضعیت انرژی در کشور چین

چین با در اختیار داشتن ۱۱ درصد از کل ذخایر زغال سنگ جهان، بزرگترین تولید کننده و مصرف‌کننده زغال سنگ جهان (به ترتیب با ۲۶/۰ و ۲۵/۳ درصد از کل تولید و مصرف زغال سنگ جهان در سال ۱۹۹۳) محسوب می‌شود و به همین دلیل بررسی وضعیت مصرف انرژی و همچنین سیاستهای کاهش مصرف صرفه جویی انرژی در این کشور از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

به طور کلی میتوان گفت که در سال ۱۹۹۳، این کشور با مصرف ۷۱۲/۱ میلیون تن معادل نفت خام از انرژیهای اولیه (به غیر از انرژیهای غیرتجاری) بعد از کشورهای آمریکا (با مصرف ۱۹۹۶/۰ میلیون تن

معادل نفت خام) و شوروی سابق (با مصرف ۱۱۱۸/۹ میلیون تن معادل نفت خام) سومین کشور عمده مصرف کننده انرژی در جهان بوده است.

سیستم انرژی این کشور از جنبه‌های مختلف با اغلب کشورهای صنعتی و در حال توسعه متفاوت است. از جمله این تفاوتها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد :

۱- چین بزرگترین تولید کننده زغال سنگ محسوب می‌شود و منبع اصلی انرژی مصرفی این کشور را

نیز زغال سنگ تشکیل می‌دهد (با ۷۶/۱ درصد از کل مصرف انرژیهای اولیه در سال ۱۹۹۳).

۲- حدود ۶۰ درصد از تقاضای انرژی نهایی این کشور به بخش صنعت تعلق دارد.

۳- انرژی غیرتجاری از سهم مصرف بالایی برخوردار است، به نحوی که سالانه حدود ۲۰۰ میلیون

تن معادل نفت خام انرژی زیست توده در این کشور به مصرف می‌رسد.

در سالهای اخیر، عرضه انرژی تجاری (به خصوص تولید نفت خام در مناطق دریایی) مایوس کننده

بوده و در مقابل مصرف انرژی (به طور عمده در بخش صنعت) رشد چشمگیری داشته است. در نتیجه،

کمبودهای مربوط به عرضه انرژی به عنوان عمده‌ترین محدودیت در رشد و توسعه اقتصادی این کشور

محسوب می‌شود. برای مثال، اگر چه این کشور پنجمین تولید کننده عمده الکتریسیته در جهان است،

مصرف سرانه آن تنها یک ششم همسایه‌اش هنگ کنگ است. واحدهای تولیدی و معادل این کشور بر اثر

عدم سرمایه گذاری کافی در گذشته ، به دلیل فقدان برق مورد نیاز بسیار پایینتر از ظرفیت طراحی شده

خود فعالیت می‌کنند. اعتقاد بر این است که سطح تکنولوژیکی نیروگاهها در این کشور بیش از ۱۰ سال

پایینتر از کشورهای توسعه یافته است و به همین دلیل به منظور توسعه ظرفیت این نیروگاهها

سرمایه گذاریهای عظیمی در نظر گرفته شده است. اگر چه در چین تلاشهای گسترده‌ای در زمینه کاهش

شدت انرژی انجام گرفته است، کماکان مصرف انرژی در این کشور با اتلاف توأم بوده و به همین دلیل،

در برنامه پنجساله توسعه اقتصادی این کشور (۹۵-۱۹۹۱) هدف کاهش مصرف زغال سنگ نیروگاهها به میزان متوسط ۴/۵ درصد در سال نیز گنجانده شده است.^۱

۱-۱۲-۲- سیاستهای آگاهسازی

همانطور که مشاهده شد، به دلیل اتکای اقتصاد چین به صنایع سنگین، وابستگی بیش از حد اقتصاد به انرژی حاصل از زغال سنگ و سهم مصرف نسبتاً بالای بخش صنعت، نه تنها شدت انرژی در این کشور بالاست،^۲ بلکه به دلایل مختلفی از جمله سطح پایین تکنولوژی در صنایع، استفاده از تجهیزات قدیمی، عدم وجود یک مقیاس اقتصادی در بخش صنعت و پایین بودن قیمت‌های انرژی، مصرف انرژی در این کشور به صورت منطقی انجام نگرفته است. در نتیجه دولت این کشور به دلیل کمبود شدت و اتلاف فوق‌العاده زیاد انرژی، در اواخر دهه ۷۰ میلادی یک برنامه توسعه اقتصادی را با هدف چهار برابر کردن تولید ناخالص ملی تا سال ۲۰۰۰، با این فرض که مصرف انرژی تنها دو برابر شود، اتخاذ کرده است تا بدین ترتیب بتواند شدت انرژی را تا سال ۲۰۰۰ به میزان ۵۰ درصد کاهش دهد. به منظور دستیابی به این هدف اقدامی گسترده‌ای در زمینه صرفه جویی انرژی و آگاهسازی به اجرا درآمده است که مهمترین آنها عبارتند از:^۱

۱- ایجاد واحدهای سازمانی مسئول صرفه جویی انرژی در سطوح مختلف دولتی و در واحدهای تولیدی با مقیاس بزرگ و متوسط به منظور ارائه آموزشهای لازم و آگاهسازی کاربران انرژی در محیطهای کاری.

۲- پیگیری سیاستهای تشویقی برای کاهش اتلاف انرژی با هدف ایجاد انگیزه صرفه جویی در انرژی در سطوح مختلف کاری.

1- The Economist Intelligence Unit (EIU) , 1993.94

² - شدت انرژی در چین برحسب دلار آمریکا برابر با ۲ کیلوگرم معادل نفت خام (Kgoe/Us\$) (دلار آمریکا در سال ۱۹۸۶).

1- Policies to promote energy Conservation in china , by Zhihong , Energy Policy Dec 1991

۳- پرداخت وامهای با بهره پایین تر تخصیص کمکهای ویژه برای صرفه جویی انرژی و احیای تکنیکی.

۴- شناساندن و معرفی تکنولوژیها و برنامه‌هایی که به صرفه جویی در مصرف برق، فرآورده‌های نفتی و زغال سنگ در بخش صنعت کمک می‌کند.

۵- تصویب قانون ناظر بر مدیریت و صرفه جویی انرژی.

۶- گسترش آگاهیهای عمومی از طریق دستورالعملهای ناظر بر چگونگی صرفه جویی در مصرف برق، نفت و زغال سنگ.

۷- بررسی وضعیت و روند مصرف انرژی در صنایع عمده کشور به منظور آگاهی از تغییرات ایجاد شده ناشی از اعمال سیاستهای مربوط به آگاهسازی و صرفه جویی.

۸- تعدیل تدریجی قیمت حاملهای انرژی به منظور تقویت نقش قیمتها به عنوان ابزاری برای دستیابی به صرفه جویی انرژی.

۹- پخش بروشورها و کاتالوگها حاوی اطلاعاتی مفید درباره میزان مصرف محصولات برقی و مکانیکی که از انرژی با کارایی بیشتری بهره می‌گیرند.

ارزیابیهای موجود حاکی از آن است که این کشور با اجرای اقدامهای فوق موفقیت‌های چشمگیری در زمینه صرفه جویی انرژی به دست آورده است. برای مثال، شدت انرژی بین سالهای ۱۹۸۰ تا ۱۹۸۸ با نرخ متوسط ۵/۶ درصد در سال کاهش یافته است و این کاهش به معنی صرفه جویی در انرژی به میزان ۲۲ تن معادل نفت خام در سال است. طی برآورد اخیر کارشناسان اقتصادی این کشور، مشخص شده است که ۵۰ درصد از این صرفه جویی ناشی از تغییرات ساختار اقتصاد چین، ۴۰ درصد ناشی از به کارگیری

رهیافتهای مدیریت انرژی و ۱۰ درصد به سبب پرهیز از تولید داخلی محصولات با انرژی بری بالا و در نتیجه اتکا به واردات این گونه کالاها بوده است.^۱

۱۳-۲ نتیجه گیری

تجربه کشورهای مورد مطالعه در این گزارش حاکی از این است که آنها برای انجام برنامه ریزیهای لازم به منظور کاهش مصرف انرژی با بررسیهای همه جانبه نقاط قوت و ضعف خود را در بخش انرژی بررسی نموده، آن گاه با توجه به ویژگیهای اقتصادی کشور برنامه‌ای زمانبندی شده را برای ایجاد کاهش مصرف انرژی و افزایش بازدهی، آن با اولویت دادن به بخشهایی که بیشترین سهم را در مصرف انرژی دارا هستند، به مورد اجرا گذارده‌اند. تردیدی نیست که در این راستا از یک سو وجود قانونمندیها و آیین نامه های مصوب و از سوی دیگر آگاهیهای عمومی و افزایش انگیزه برای استفاده بهینه از انرژی حکم دو کفه ترازو را دارند و باید همزمان به اجرا درآیند تا در نهایت نتایج مطلوبی از اعمال سیاستها به بار آید. همچنین، تجربه سایر کشورهای در حال توسعه نشان می‌دهد که این کشورها قادرند در اولین مراحل اتخاذ سیاستهای صرفه‌جویی انرژی بدون انجام سرمایه‌گذاریهای کلان و تنها با ایجاد آگاهیهای عمومی، میزان مصرف انرژی را به میزان قابل توجهی در بخشهای مختلف اقتصادی کاهش دهند. نمونه بارز این کار در چین انجام شده است. این کشور موفق شد مصرف انرژی را بین سالهای ۱۹۸۰ تا ۱۹۸۸ با نرخ متوسط ۵/۶ درصد در سال کاهش دهد که، ۴۰ درصد از این کاهش تنها ناشی از به کار بستن سیاستهای مدیریت انرژی بوده است. پس به طور کلی و بسیار خلاصه به نظر می‌رسد اقدامات زیر منجر به بهینه سازی مصرف در صنایع کشورها گردد:

۱- استفاده انرژی ارزاتر و در دسترس تا حد امکان

۲- افزایش آگاهی مدیران صنایع از طریق دوره‌های آموزش و تربیت مدیران انرژی برای کارخانجات

- ۳- تعیین ممیزی انرژی برای صنایع بزرگتر از سوی مراکز ذیصلاح
- ۴- وضع مقررات انگیزشی در چارچوب کاهش مالیات و غیره برای صنایع بخش خصوصی و تشویق مبتکران در صنایع
- ۵- استفاده بهینه در صنایع دولتی به عنوان الگو برای صاحبان بخش خصوصی
- ۶- استفاده از دستگانهایی که با سرمایه گذاری کم سبب کاهش مصرف به طور نسبتاً زیاد می‌شوند و تعیین معافیت‌های مالیاتی در این خصوص
- ۷- و بالاخره تأسیس مؤسسه مطالعاتی و اجرایی بهینه سازی مصرف ر که اولاً به بررسی و تشخیص نکات قوت و ضعف صنایع در این رابطه پی برد و ثانیاً مقررات و چارچوب بهینه سازی مصرف انرژی را اعم از سیاستهای انگیزشی یا تنبیهی وضع نماید.

۱۴-۲- بحث آزاد :

- ۱- اقدامات انجام شده توسط شرکت یا جامعه خود را در بحران انرژی سال ۱۹۷۳ تشریح نمائید. آیا این برنامه‌ها با موفقیت روبرو شدند؟ اگر خیر، چرا؟
- ۲- روند تاریخی مصرف انرژی را در ده سال گذشته (کل و سرانه) برای یکی از جوامع ذیل معین کنید عربستان سعودی، سوئد، آلمان، برزیل، هندوستان.
- ۳- اثرات خورشیدی و نیروی باد را در جامعه امروزی خود تعیین کنید هزینه‌های تولید انرژی را با استفاده از این سیستم‌ها تعیین کنید، روند آن را در آینده آن طور که خود برداشت می‌کنید پیش‌بینی نمائید؟
- ۴- کشورهای جهان را به سه دسته تقسیم نمائید (الف) جوامع صنعتی (ب) جوامعی که در حال صنعتی شدن هستند (ج) جوامعی که امروزه صنعت جزئی دارند و نیازهای جهانی انرژی را برای سال ۲۰۰۰ میلادی پیش‌بینی نمائید.

فرضیه ها و منابع اطلاعاتی خود را مشخص نمائید.

۵- گفته می‌شود که “مدیریت انرژی” امروزه می‌تواند ارزان ترین انرژی در دسترس را تولید نماید.

موضوع را بررسی نمائید و یک یا دو پروژه مدیریت انرژی را پیدا کنید که توسط صنعت به مورد

اجرا گذاشته شده است، آنها را بطور خلاصه توضیح دهید. با مقدماتی که از انرژی صرفه جویی

شده و هزینه های پروژه‌ای که در دست اجرا دارید، هزینه انرژی صرفه جویی شده را محاسبه

کنید و آن را به هزینه معادل با شبکه‌های نفت تبدیل نمائید.

۱۵-۲- منابع و مآخذ :

۱- تجربیات جهانی در صرفه جویی انرژی در صنایع

مؤسسه مطالعات بین الملل انرژی، کامبیز منافی

۲- وضعیت انرژی در ایران و جهان

دانشکده صنعت آب و برق، علی ذبیحی

۳- بازنگری مصرف انرژی (صرفه جویی و افزایش بازده) و استفاده از انرژیهای نو

معاونت امور انرژی

۴- وضعیت انرژی در ایران و جهان

مجمع آموزش و سازندگی آذربایجان - خلیل جنت دوست

۵- بررسی وضعیت مصرف انرژی در ایران و ارائه راه کارهای بهینه سازی

نخستین گردهمایی مدیران و کارشناسان واحدهای مدیریت انرژی صنایع کشور خرداد ۷۶ تهران

۶- اصول مدیریت انرژی، از انتشارات “سابا”، شابک : ۹۶۴-۹۰۸۳۹-۰-۲

گریک . بی . اسمیت

- 8- Lawrence Berkeley National Laboratory, center for building science news, spring & summer 1995
- 9- Smith Craig B. etal. Changing Energy Use Futures
Energy Conservation And Management 1980 , 20(4)

فصل سوم

تحلیل اقتصادی انرژی در پروژه‌های صنعتی

پیش زمینه

بشر در جهان هستی در مقابل دو پدیده شناخته شده قرار دارد ، یکی مواد بی جان که در واقع از اتم ها و مولکول ها تشکیل شده است و دیگری جانداران ، موجوداتی که علاوه بر داشتن نظم

الکترونی، خاصیت تکثیر و توالد و توسعه در انواع گوناگون را دارند امروزه بر همگان روشن است که بر اثر قطع انتقال انرژی باین جهان هستی، نه تنها حیات متوقف می شود بلکه اجسام زنده نیز بحالت اولیه باقی مانده و فعل و انفعالات در آنها متوقف می گردد لذا سزاوار است که انرژی را جوهر حیات بدانیم.

انرژی نه تنها جوهر حیات است بلکه رشد حیات نیز یکی از صور انرژی است. ساده ترین تعبیر انرژی عبارت است از توانائی انجام کار، و یا هر امکانی که آمادگی و قابلیت انجام کار را داشته باشد دارای انرژی و یا "کارمایه" است هر چند لغت "کارمایه" که معادل انرژی در فرهنگ پارسی است ولی عظمت انرژی را نمی رساند. انرژی در زندگی روزمره بشر آنقدر مهم است که وابسته کردن آن به کار از اهمیت "انرژی" می کاهد و شاید بهترین معنی برای انرژی را در این شعر سعدی علیه الرحمه یافت :

اجزاء خاک تیره به تشریف آفتاب بستان میوه و چمن و لاله زار کرد

به نظر می رسد که استفاده از لغت "شرف" به جای انرژی زیباترین نحوه بیان آن باشد ولی چون این واژه در موارد شعر و ادب و مسائل معنوی به کار می رود، روی این اصل در نوشتار ترجیحاً از کلمه متداول "انرژی" استفاده شده است.

تعریف علمی انرژی قابلیت یا ظرفیت انجام کار می باشد و روابط مهم انرژی با برخی ابعاد فیزیکی چنین است.

• رابطه جرم با انرژی $E=mc^2$ (رابطه انیشتاین)

• رابطه تابش با انرژی $E=h \cdot V$ (رابطه پلانک)

• رابطه انرژی پتانسیل $E=m \cdot g \cdot h$

• رابطه انرژی جنبشی $E=0.5mv^2$

• رابطه انرژی ذخیره شده در خازن و سلف $0.5CV^2$ و $0.5LI^2$

و روابط نظیر آنها بیان کننده اشکال مختلف انرژی می باشد.

برخی از انواع انرژی به راحتی در رابطه با ظرفیت کار نسبت به سایر انواع خودنمایی می کند. بطور

کلی می توان گفت :

که انرژی چیزی است که هنگام انجام گرفتن کار تحلیل می رود و مقدار آن برابر با کار انجام شده

می باشد.

۱-۳- بررسی های اقتصادی طرح های صرفه جویی انرژی :

در مبحث بررسی وضعیت انرژی در ایران و جهان بطور اجمالی موضوع ر تبیین کرده و به اهمیت

انرژی در امر توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی اشاره شد و اینک برای تصریح بهتر موضوع از دو

دیدگاه مسائل اقتصادی انرژی و انواع انرژی بآن می پردازیم :

الف - مسائل اقتصادی انرژی :

همانطور که مسبقاً هستید عرضه و تقاضای انرژی تا پایان قرن بیستم بصورت یکی از مهمترین مسائل

روزمره مطرح و چرخه زندگی بشری که مستقیماً به انرژی فسیلی بستگی دارد متوقف خواهد شد. بطوری

که امروزه این امر موجب گردیده که بدلیل نقش اساسی انرژی فراوان و ارزان، در پیشرفت و توسعه

اقتصادی هر کشوری، توجه به سایر منابع تأمین انرژی "خورشید، باد، امواج دریا، گرمای درون زمین و

جزر و مد که بیش از پیش مد نظر قرار گرفته و اساس تحقیق و مطالعات کارشناسان زیربط را بویژه" در

کشورهای در حال توسعه" تشکیل دهد.

باستناد اصل بقای انرژی "انرژی هرگز از بین نمی رود بلکه از نوعی به نوع دیگر تبدیل می گردد" در

کشورهای پیشرفته بدنبال مکانیزمی هستند که از گرما، بخار و گازهای متصاعده انرژی مورد مصرف، از

طریق بازیافت آن مجدد بعمل آورده و بدین ترتیب میزان تلفات انرژی را به حداقل برسانند. امروزه حدود

یک میلیارد نفر زیر خط فقر امرار معاش می کنند و همه ساله نیز تقریباً بین ۷۰ تا ۸۰ میلیون نفر به

جمعیت جهان افزوده می‌شود و احتمالاً تا سال ۲۰۲۰ میلادی جمعیت جهان به مرز ۱۰ میلیون نفر خواهد رسید که عمده آن، سهم کشورهای در حال توسعه خواهد بود. مضافاً به اینکه این گونه کشورها از نظر مصرف انرژی در سطحی بالاتر و از نظر بازده اقتصادی در حد پایین تری قرار دارند.

در حدود دو میلیارد نفر از هیزم بعنوان مهمترین منبع انرژی استفاده می‌کنند.

بنابراین خسارات محیطی ناشی از جمع‌آوری هیزم و فرسایش خاک و کاهش آب‌های زیرزمینی، بطور جدی و فاحش خواهد بود بطوریک سالانه بیش از ۱۷۰/۰۰۰ کیلومتر مربع از جنگل‌ها این طلای سبز در اثر قطع درختان و ۲۰۰/۰۰۰ کیلومتر مربع از زمینهای زراعی در اثر فرسایش خاک از بین می‌رود.

انرژی خورشیدی طبق برآوردهای صورت گرفته بطور متوسط حدود ده هزار تراوات (TW) می‌باشد که تقریباً معادل هزار برابر مصرف کنونی انرژی در جهان است، ولی انرژی جذب شده در حدود دو میلیاردم انرژی مزبور بوده و بالاترین رقم آن نیز بطور متوسط در حدود یک کیلووات (1 Kw) برهر مترمربع آنهم به مدت یکی دو ساعت در ظهر در روزهای گرم تابستان برآورد شده است، در حالیکه ایران از لحاظ دریافت انرژی خورشیدی بسیار غنی بوده و این ثروت، بیشتر از ثروت نفت و گاز می‌باشد چراکه وجود زمین‌های بلااستفاده در مقایسه با سایر کشورها امکان کاربردهای مختلف انرژی خورشیدی را میسر می‌سازد. (وجود جنگلها و کوهستانها در بعضی از کشورها محدودیت هائی را از این بابت ایجاد نموده است).

نتایج بررسی رابطه بین مصرف و تولید انرژی در یکی از واحدهای ماشین سازی کشور بیانگر این حقیقت است که ارتباط منطقی بین تولید و مصرف انرژی در صنایع مزبور وجود ندارد، چرا که بازاء هر تن فولاد مذاب میزان مصرف آن نیز حدود ۱۱/۰۸ گیگاژول و یا ۳۰۷۷/۷۸ (KW) بوده که این رقم معادل ۲/۵ برابر میزان استانداردهای جهانی میباشد.

ب - انرژی چیست و انواع آن کدام است؟

انرژی :

انرژی استعدادی است که میتوان با آن کار انجام داد و یا عبارتی استعداد انجام کار تولیدی را انرژی می‌نامند. (کار تولیدی عبارتست از اجتماع عوامل تولید و تغییر شکل مواد اولیه به شکل قابل استفاده که حداقل رافع یکی از نیازهای بشر باشد).

انواع انرژی

انرژیهای قابل تجدید :

آندسته انرژیهای هستند که در کره زمین و خورشید وجود دارند و خواهند داشت. مثل گرمای درون زمین (ژئوترمال)، آب اقیانوسها، انرژی خورشیدی، آب، باد، امواج و جزر و مد.

انرژیهای غیرقابل تجدید یا فسیلی :

آندسته از انرژیهای هستند که تجدید آنها میسر نبوده ، زیرا به میلیونها سال زمان نیاز میباشد (مثل نفت، گاز طبیعی، زغال سنگ، اورانیوم و...). و استفاده از این منابع آلودگی محیط زیست و اکولوژی را بهمراه خواهد داشت. مضافاً اینکه انرژیهای فسیلی بعد از استخراج بایستی به گونه‌ای به کیفیت بالا تبدیل شده و سپس مورد استفاده قرار گیرند. بطوریکه حدوداً بیش از پنجاه درصد هزینه‌های نفت و گاز و در نهایت الکتریسیته‌ای را که بدست مصرف کننده میرسد هزینه‌های انتقال و توزیع تشکیل میدهد. در صورتیکه انرژی خورشیدی نیاز به شبکه توزیع و انتقال ندارد.

۲-۳- تعریف شبکه انرژی

شبکه یا زنجیره پروسه ای است که در آن انرژی اولیه (فسیلی) بعد از استخراج تغییر شکل یافته و تبدیل به گونه ای با کیفیت بالا میشود و سپس در بازارهای فروش انرژی توزیع و عرضه میگردد و بعد از حمل به مصرف موجب ایجاد کار بشکل محصولات صنعتی، برق، حمل و نقل و ... میگردد.

نتیجه :

بنابراین آنچه که از مطالب فوق استنباط می‌گردد این است که در رابطه با استفاده بهینه از منابع انرژی، عمدتاً انرژیهای فسیلی مد نظر بوده و هدف از صرفه‌جویی آنها عبارتست از تطویل زمان استفاده از اینگونه انرژیهای (فسیلی) و تقلیل تلفات آنها به حداکثر ممکن و یا به تعبیری دیگر منظور از تحلیل اقتصادی پروژه‌های صرفه‌جویی انرژی در اصل انتخاب پروژه ای است در مقایسه با پروژه های جایگزین که بتواند هزینه‌های انرژی و میزان مصرف آنرا در هر واحد تولید (کالا) کاهش داده و به تبع آن نیز سودآوری سازمان افزایش یابد. زیرا یکی از مهمترین اقلام هزینه‌های تولید همان هزینه‌های انرژی است که معمولاً با اجرای پروژه های صرفه‌جویی قابل تقلیل و کنترل هستند.

لذا این مجموعه سعی بر آن دارد برخی ابزارهای استاندارد را که در محاسبات اقتصادی پروژه‌های صرفه‌جویی انرژی کاربرد دارند جهت استفاده مهندسين و مسئولین واحدهای تولیدی بمنظور برآورد و مقایسه اینگونه هزینه‌ها در پروژه‌های یاد شده معرفی نماید.

۳-۳- هزینه‌های تولید و جایگاه هزینه‌های انرژی در آن

امروزه تجزیه و تحلیل هزینه‌های تولید از اهمیت زیادی برخوردار است. زیرا یکی از اهداف عمده هر سازمان تولیدی حفظ و ارتقاء سطح منافع آن بوده و در این راستا شناخت دقیق و کنترل هزینه‌ها نه تنها مصرف میزان کار، مواد خام و انرژی را تقلیل خواهد داد بلکه مشخص خواهد نمود که تا چه حد ضایعات مواد و تلفات انرژی و همچنین عدم کفایت کار موجب ایجاد هزینه‌های زاید می‌گردد.

در اقتصاد برای هزینه‌های تولید طبقه‌بندی خاصی بکار می‌برند که در زیر بشرح مهمترین آنها در کوتاه

مدت می‌پردازیم.

- کوتاه مدت - به دوره‌ای از زمان اطلاق می‌گردد که یک یا چند عامل تولید ولی نه کلیه عوامل تولید از نظر مقدار ثابت هستند. در این مدت سازمان تولیدی فقط فرصت دارد با افزایش عوامل متغیر مثل نیروی کار، مواد و انرژی، با استفاده از

۱-۳-۳- هزینه‌های ثابت کل (TFC) :

هزینه‌ای است که میزان آن با تغییر مقدار تولید تغییر نمی‌کند. در واقع هزینه ثابت تابع مقدار تولید نیست و سازمان تولیدی صرفنظر از میزان تولید این نوع هزینه را باید پرداخت نماید. مانند اجاره محل و ساختمانها، حقوق کارمندان و مدیران عالی رتبه، بیمه، بعضی مالیاتها (مستقیم)، بهره قروض، هزینه چاپ و نوشت افزار، روغن و گریس و موادیکه برای پاک کردن ماشینها به کار می‌رود، آب و برق مصرفی، استهلاک دارائیهها، خدمات مختلف کارخانه از قبیل ناهارخوری، هزینه‌های رفاه کارکنان، هزینه های ایمنی و آتش نشانی و توسعه و تحقیقات و هر گونه کار و موادی که مستقیماً در ساخت کالا وارد نشده و نمی‌توان اینگونه مخارج را به یک واحد هزینه بخصوصی ارتباط داد. هزینه ثابت به هزینه‌های غیرمستقیم، عمومی سربار ساخت و بالاسری معروف است.

۲-۳-۳- هزینه متغیر کل (TVC)^۳ :

آندسته از عوامل تولید است که مقدار آن نسبتاً با تغییر میزان تولید تغییر می‌کند. بعبارت دیگر هزینه متغیر تابع مقدار تولید است. اگر مقدار تولید افزایش یابد هزینه متغیر نیز افزایش پیدا میکند و اگر مقدار تولید کاهش یابد هزینه متغیر نیز کاهش می‌یابد و اگر کالائی تولید نشود هزینه متغیر صفر است. مانند دستمزدهای کارگران، بهای مواد اولیه، سوخت (انرژی) و مالیاتهای غیر مستقیم. هزینه‌های متغیر را هزینه‌های مستقیم یا مخارج مستقیم نیز مینامند و اجزاء عمده آن عبارتند از :

الف - مواد مستقیم یا مواد خام

ب - کار مستقیم

ج - سایر هزینه‌های مستقیم

ماشین آلات و دستگاههای موجود مقدار تولید را افزایش دهد ولی فرصت ندارد دستگاهها و ماشین آلات را توسعه و یا تعویض نماید. مانند سریشم در مبل سازی و نخ در کفشدوزی.

- Total Fixed Cost

3- Total Variable Cost

الف - مواد مستقیم یا مواد خام : کلیه موادی را گویند که مستقیماً در ساختن محصول بکار می‌روند و جزئی از آن میشوند مانند خاک رس در پختن آجر، یا چوبی که در ساختن مبل بکار می‌رود.

ب - کار مستقیم : کاری است که مستقیماً با ساختن یک محصول ارتباط دارد و آنرا کار تولیدی نیز نامیده‌اند، دستمزد کار مستقیم را دستمزد مستقیم یا دستمزد تولیدی می‌نامند. بعنوان مثال میتوان دستمزد پرداختی به خشت زن کوره پزی یا مبل ساز را نام برد و در مورد خدمات، دستمزد راننده و شاگرد راننده اتوبوس یا حقوق نامه رسان را ذکر نمود.

ج - سایر هزینه‌های مستقیم : شامل هر نوع هزینه‌ای غیر از مواد و کار مستقیم است. مانند انواع انرژی و مواد مصرفی جهت تغییر شکل مواد اولیه، هزینه تهیه نقشه‌ها یا الگوهای یک محصول، مواد کمکی مثل مواد شیمیایی و ...

۳-۳-۳- هزینه کل تولید (TC) :

مجموع هزینه‌های ثابت و متغیر را هزینه کل می‌نامند.

$$TC=TFC+TVC$$

۳-۳-۴- هزینه نهایی (MC) :

هزینه اضافی برای تولید یک واحد اضافی کالا است و مقدار آن عبارتست از :

$$TC_2-TC_1=MC$$

برای درک بهتر انواع مختلف هزینه‌های یک سازمان تولیدی و رابطه بین آنها با تغییرات مقدار تولید، از

جدول (۳-۱) استفاده می‌کنیم :

مقدار تولید (X)	TFC	TVC	TC=TFC+TV C	MC= ▲ TC
۰	۶۰	۰	۶۰	-
۱	۶۰	۳۰	۹۰	۳۰
۲	۶۰	۴۰	۱۰۰	۱۰

- Total Cost

2- Marginal Cost

۳	۶۰	۴۵	۱۰۵	۵
۴	۶۰	۵۵	۱۱۵	۱۰
۵	۶۰	۷۵	۱۳۵	۲۰
۶	۶۰	۱۲۰	۱۸۰	۴۵

جدول (۳-۱)

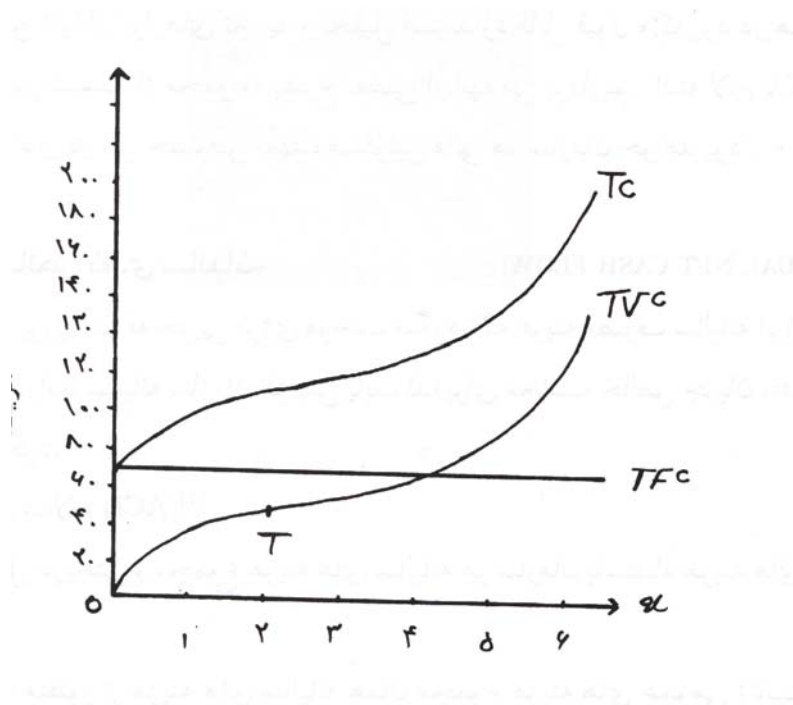
بطوریکه ملاحظه می شود هزینه ثابت کل (TFC) صرفنظر از میزان تولید همواره ۶۰ ریال می باشد و

با خطی ب موازات محور مقدار و ۶۰ ریال بالای آن نشان داده میشود.

هزینه متغیر (TVC) وقتی مقدار محصول صفر است. میزان آن نیز صفر میباشد و وقتی محصول

افزایش می یابد میزان آنهم ازدیاد حاصل می کند. شکل خاص منحنی هزینه متغیر کل (TVC) مستقیماً از

قانون بازده نزولی تبعیت می نماید.



چنانچه در شکل ۳-۲ مشاهده میشود تا نقطه T (نقطه عطف) سازمان تولیدی مقدار کمی از عوامل متغیر

را با عوامل ثابت خود بکار می گیرد. بطوریکه قانون بازده نزولی هنوز تأثیر ندارد. بنابراین منحنی هزینه

متغیر کل TVC بطرف پایین مقعر است و TVC به نرخ کاهش یابنده ای افزایش می یابد. در نقطه T

قانون بازده نزولی مؤثر واقع میشود. در سمت راست نقطه T منحنی هزینه متغیر کل (TVC) بطرف بالا مقطط است و TVC به نرخ افزایش یابنده ای افزایش حاصل می‌کند. در هر میزان تولید، هزینه کل (TC) مساوی هزینه ثابت کل TFC باضافه هزینه متغیر کل TVC است. بنابراین منحنی هزینه کل TC همان شکل منحنی هزینه متغیر کل (TVC) را دارد ولی در همه جا ۶۰ ریال (TFC) بالای آن است.

۳-۴- آلترناتیوهای تجزیه و تحلیل و محاسبات اقتصادی پروژه‌های صرفه جویی انرژی

اصولاً مهندسین و مسئولین فنی هر سازمان تولیدی برای معرفی یک پروژه صرفه‌جویی انرژی بایستی پروژه‌ای را که از لحاظ صرفه جویی انرژی (تقلیل تلفات) بتواند در مقایسه با سایر پروژه‌های جایگزین (رقیب) حجم تولید را بیشتر افزایش داده و به تبع آن نیز منابع مالی لازم و کافی را جهت توسعه کارخانه، ابتیاع تکنولوژی و دانش فنی جدید تولید و یا انجام هر گونه سرمایه گذاریهای دیگر میسر سازد. انتخاب و به مدیریت سازمان پیشنهاد نماید.

برای نیل به این منظور ضرورت دراد جهت مقایسه و محاسبه اقتصادی پروژه ها و در نهایت انتخاب و معرفی اقتصادی ترین آنها از ابزارهای تجزیه و تحلیل استاندارد قابل قبول و کاربرد در هر پروژه ای استفاده نماید که در این قسمت از مجموعه بشرح بعضی از آنها می‌پردازیم. “البته لازم بذکر است که انجام محاسبات اقتصادی در این خصوص بعهده مسئولین مالی هر سازمان خواهد بود”.

۳-۴-۱- جریان خالص نقدی سالیانه ACF(ANNUAL NET CASH

FLOW)

از آنجائیکه اجرای پروژه صرفه‌جویی انرژی موجب میگردد که هزینه مصرف سالیانه انرژی و به تبع آن نیز جریان نقدی و درآمد سالیانه سازمان افزایش یابد، لذا برای محاسبه خالص جریان نقدی از توابع ذیل استفاده خواهیم کرد.

الف - درآمد نقدی سالانه (ACI)

عبارتست از تفاضل دریافتی و مجموع هزینه‌های سالیانه هر سازمان به استثناء هزینه‌های استهلاک سالانه. لازم بذکر است که منظور از هزینه‌های سالیانه همان مجموع هزینه‌های عمومی (ثابت و یا غیر مستقیم تولید) و هزینه‌های تولیدی (مستقیم یا متغیر) بدون احتساب هزینه‌های استهلاک سالیانه میباشد. زیرا از لحاظ جریان نقدینگی، ذخیره استهلاک خود نیز بعنوان یکی از منابع عمده تأمین مالی در هر سازمان محسوب میگردد.

$$ACI=AR-ATE \quad (1)$$

AR^2 : دریافتی سالیانه
 ATE^2 : هزینه‌های سالیانه بجز هزینه استهلاک

ب - هزینه‌های سالیانه سازمان (ATE)

هزینه‌های سالیانه عبارتست از مجموع هزینه‌های سربار ساخت یا عمومی و هزینه‌های تولید یا متغیر و مستقیم تولید بدون احتساب هزینه‌های استهلاک سالیانه

$$ATE-AGE+AME \quad (2)$$

$AG^3 E$: هزینه‌های ثابت یا سربار ساخت یا عمومی سالیانه بدون احتساب هزینه استهلاک سالیانه

$AM^4 E$: هزینه‌های مستقیم یا متغیر تولیدی

ج - درآمد خالص نقدی سالیانه: (ANCI)

درآمد خالص نقدی سالیانه - عبارتست از تفاضل درآمد نقدی سالیانه و درآمد مشمول مالیات

$$ANCI-ACI-AIT \quad (3)$$

- ANNUAL CASH INCOME

-ANNUAL REVENUE

3- ANNUAL GENERAL (EXPENSES)

2- ANNUAL TOTAL EXPENSES

4- ANNUAL NETCASH INCOME

ANCI : درآمد خالص نقدی سالیانه

AIT^۵ : درآمد مشمول مالیات

د - درآمد مشمول مالیات (AIT)

درآمد مشمول مالیات عبارتست از تفاضل درآمد نقدی سالیانه و مجموع هزینه‌های مجاز سالیانه (AA)

(و هزینه‌های استهلاک سالیانه (AD^۱) ضربدر نرخ مالیات (RT)^۲)

$$AIT = (ACI - AA - AD)RT \quad (۴)$$

ه - جریان خالص نقدینگی سالیانه (ACF)

عبارتست از تفاضل درآمد خالص نقدی و هزینه سرمایه گذاری های سالیانه سازمان.

$$ACF = ANCI - ATC \quad (۵)$$

ACF^۳ : جریان خالص نقدینگی سالیانه

ANCI^۴ : درآمد خالص نقدی سالیانه

ATC^۵ : هزینه‌های سرمایه گذاری سالیانه

			هزینه‌های سالیانه
		مالیات TAX	
	هزینه‌های سرمایه گذاری		
خالص جریان نقدینگی	CAP ITA L EXP ENS ES		

5- ANNUAL Income Tax
1- ANNUAL Depreciation
3- ANNUAL CASH FLOW
5- ANNUAL TOTAL Expenses of Capital

2- Rate of TAX
4- ANNUAL CASH INCOME



- 1- $ACI = AR - ATE$
- 2- $ACI = AR - (AGE + AME)$
- 3- $ANCI = ACI - AIT$
- 4- $ANCI = ACI - (ACI - AA - AD) RT$
- 5- $ANCF = ANCI - ATC$

خالص جریان نقدی سالیانه

هر پروژه‌ای که بتواند جریان نقدینگی سالیانه سازمان را در مقایسه با پروژه‌های دیگر بیشتر افزایش

دهد، بعنوان اقتصادی ترین پروژه انتخاب و معرفی خواهد شد.

۳-۵ - سود (Profit)

۳-۵-۱ - سود ناخالص سالیانه (قبل از وضع مالیات) ¹(AGP)

سود ناخالص بر اساس دریافتی سالانه عبارت خواهد بود :

هزینه استهلاک سالانه - هزینه‌های سالیانه تولید - دریافتی سالانه = سود ناخالص

$$(1) AGP = AR - ATE - ABD$$

AGP - سود ناخالص سالانه قبل از کسر مالیات

AR - دریافتی سالانه

ATE - مجموع هزینه‌های سربار و تولید کارخانه AGE+AME بدون احتساب هزینه استهلاک

سالیانه

ABD - هزینه استهلاک سالیانه دارائیه‌ها (ساختمان و تأسیسات، تجهیزات و ماشین‌آلات) در معادله (۱)

بجای AR-ATE میتوان ACI درآمد نقدی سالانه را نوشت یعنی :

(۲) AGP=ACI-ABD

۲-۵-۳- سود خالص سالیانه بعد از کسر مالیات (ANP)

سود ناخالص سالانه عبارتست از سود ناخالص سالانه منهای مالیات :

(۳) ANP=AGP-ATI

ANP - سود خالص سالیانه بعد از کسر مالیات

AGP - سود ناخالص سالیانه قبل از کسر مالیات

ATI - میزان مالیات

هرگاه در معادله (۳) بجای AGP معادله (۲) را قرار دهیم در آنصورت :

(۴) ANP=ACI-ABD-ATI

در معادله (۴) همان ACI-ATE همان خالص درآمد نقدی سالانه است. یعنی ANCI پس میتوان نوشت :

(۵) ANP=ANCI-ABD

با توجه به روابط فوق میتوان نتیجه گرفت که هر پروژه صرفه جوئی انرژی :

- میزان هزینه‌های تولید را کاهش می‌دهد.

- خالص جریان نقدی سالیانه سازمان را کاهش می‌دهد.

- میزان هزینه‌های سرمایه گذاری (توسعه سازمان) را افزایش می‌دهد.

شرح	بدهکار	بستانکار
الف - محاسبه خالص جریان نقدی سالیانه	-	-
دریافتی سالیانه AR	-	۲/۱۰۰/۰۰۰
جمع هزینه‌های تولید	۱/۷۰۶/۵۰۰	-

۳۹۳/۵۰۰	-	(جمع هزینه‌های تولید بجز هزینه استهلاک) ATE=AGE+AME - درآمد نقدی سالیانه ACI (1) (ACI=AR-ATE)
-	۱۶۰/۷۵۰	هزینه مالیات (2) AIT=RT(ACI-AA-ABD) AIT = (۳۹۳۵۰۰-۴۰۰۰-۶۸۰۰۰) %۵
-	۶۸/۰۰۰	درآمد خالص نقدی سالیانه ANC (3) (ANCI=ACI-AIT) ANCI = ۳۹۳۵۰۰-۱۶۰/۷۵۰
۱۶۴/۷۵۰	-	- کسر میشود هزینه استهلاک ABD که سرمایه گذاری میگردد بنام هزینه‌های سرمایه گذاری با جایگزینی (ABD=ATC) خالص جریان نقدی سالیانه (4) (ACF=ANCI-ATC) ACF = ۲۳۲۷۵۰-۶۸۰۰۰۰

جدول ۳-۴ محاسبه خالص جریان نقدی سالیانه یک سازمان

بستانکار	بدهکار	شرح
۳۹۳/۵۰۰	-	درآمد نقدی سالانه ACI
-	-	کسر میشود
-	۶۸۰۰۰	هزینه‌های استهلاک سالیانه ABD و تحقیقات قانونی
-	۴۰۰۰	AA
۳۲۱۵۰۰	-	AIT=ACI-AA-ABD درآمد مشمول مالیات = ۳۹۳۵۰۰-۶۸۰۰۰-۴۰۰۰
۱۶۰/۷۵۰	-	(میزان مالیات بر حسب نرخ مالیات ۵٪) AIT=(ACI-AA-ABD)RT = ۱۶۰/۷۵۰ (۳۲۱۵۰۰) %۵

جدول ۳-۵ محاسبه درآمد مشمول مالیات

بستانکار	بدهکار	شرح
-	۶۸۰۰۰	AD یا ABD هزینه‌های استهلاک
۶۸۰۰۰	-	هزینه‌های سرمایه گذاری ATC

جدول ۳-۶ محاسبه هزینه‌های سرمایه گذاری از محل ذخیره استهلاک

بستانکار	بدهکار	شرح
۲/۱۰۰/۰۰۰	-	دریافتی سالانه AR کسر می‌شود:
-	۱۷۶/۵۰۰	- هزینه‌های سالیانه تولید کارخانه یا مستقیم AME

-	۶۸۰۰۰ سود	- هزینه های سالیانه استهلاک (ABD)
۳۲۵/۵۰۰	-	سود ناخالص سالیانه (AGP)
-	۱۶۰/۷۵۰	(AGP=AR-AME-ABD)
-	-	سود خالص پس از کسر مالیات : (ANP)
-	-	ANP=ANCI-ABD
-	-	خالص درآمد نقدی سالانه سهامی هزینه های استهلاک
۱۶۴/۷۵۰	-	سود خالص سالیانه بعد از کسر مالیات
		یعنی جریان نقدی خالص سالیانه همان سود
		خالص سالیانه میباشد.

جدول ۳-۷ محاسبه سود سالیانه

۳-۶- شناخت هزینه های برق

۳-۶-۱- ماهیت هزینه های برق

هزینه های برق به دو قسمت تقسیم میشود :

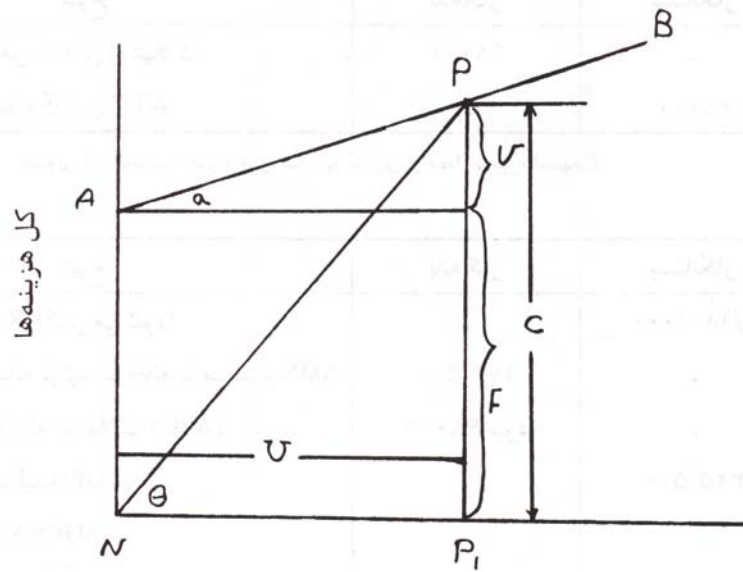
۱- انرژی که مشترک مصرف می نماید و بصورت کلیوات ساعت (KWh) اندازه گیری میشود که

همان هزینه های متغیر مربوطه است.

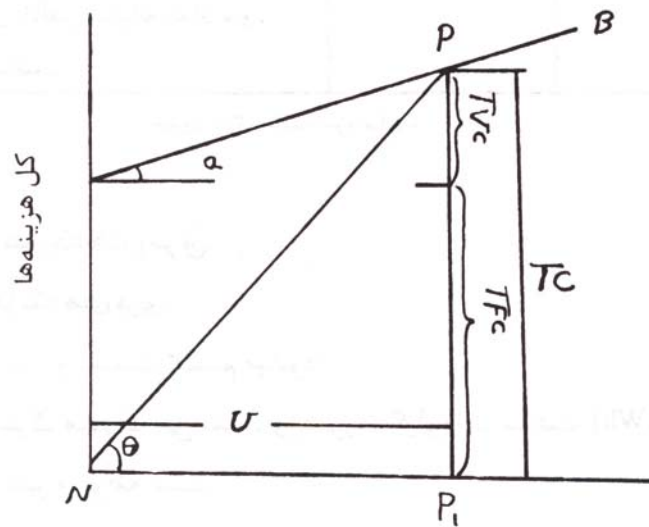
۲- تأمین برق مشترک به نحویکه در هر زمان که اراده کند بتواند برق استفاده کند که مربوط به هزینه های

ثابت است.

با توجه به نمودار ۳-۶-۱ می توان نوشت :



نمودار ۳-۶-۱



نمودار ۳-۶-۲

نمودار ۳-۶-۲

$$TC = U \cdot VC + TFC$$

TF \ C = F : هزینه ثابت هر کیلووات ساعت

1- Total Fixed Cost

$VC=V$: هزینه متغیر هر کیلووات ساعت

$\frac{TC}{U} = c$: هزینه کل هر کیلو وات ساعت

U : کیلووات ساعت مصرفی یا تولید شده

$$\frac{TC}{U} = \frac{TFC}{U} + \frac{TVC}{U}$$

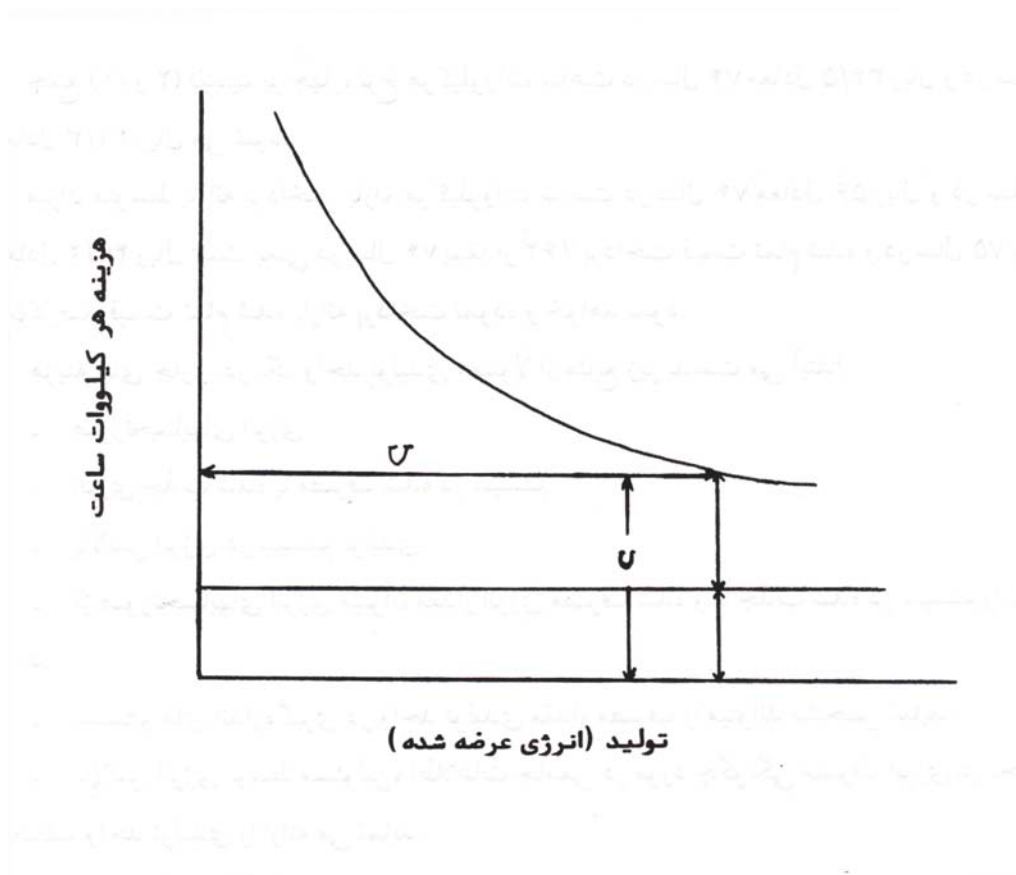
$$C=F+V$$

$$TVC=V.U$$

$$TFC=F.U$$

$$TC=C.U$$

نمایش میانگین یا متوسط هزینه هر کیلووات ساعت



نمودار ۳-۶-۳ هزینه هر کیلووات ساعت بر حسب تولید (انرژی عرضه شده)

قیمت هر کیلووات ساعت برق با احتساب هزینه سوخت به نرخ داخلی معادل ۹۰/۵ ریال و نرخ

فروش که متوسط هر کیلووات ساعت برق در سال ۷۴ :

ریال	۱۸/۵	خانگی
ریال	۴۸	صنعتی
ریال	۶۷	تجاری
ریال	۵/۵	کشاورزی

در سال ۷۵ :

ریال	۲۳	خانگی
ریال	۶۰/۶	صنعتی
ریال	۸۴	تجاری
ریال	۵/۵	کشاورزی

جمع (۱) و (۲) تقسیم بر چهار ، نرخ هر کیلووات ساعت در سال ۷۴ معادل ۳۴/۵ ریال و در سال ۷۵

معادل ۴۱/۳ ریال می شود.

میزان متوسط یارانه پرداختی بازاء هر کیلووات ساعت در سال ۷۴ معادل ۵۶ ریال و در سال ۷۵ معادل

۴۹/۲ ریال است یعنی در سال ۷۴ بمقدار ۶۲٪ پرداخت قیمت تمام شده و در سال ۷۵ بمقدار ۵۴ درصد

قیمت تمام شده یارانه پرداخت نموده و خواهد نمود.

هزینه های جاری در یک واحد تولیدی معمولاً از منابع زیر بدست می آیند :

- صورتحسابهای انرژی

- انرژی جذب شده یا مصرف شده در سیستم

- بالانس انرژی در سیستم تولیدی

- از صورت حسابهای انرژی میتوان مقدار انرژی مصرف شده و یا جذب شده در سیستم را بدست آورد.

- سیستم های اندازه گیری در واحد تولیدی مقدار مصرف را میتواند مشخص نماید.

- بالانس انرژی توسط مسئولین، اطلاعات جامعی در مورد چگونگی مصرف انرژی در بخشهای

مختلف واحد تولیدی را ارائه می نماید.

۲-۶-۳- انرژی مصرفی واحد تولیدی

منابع انرژی اولیه در یک واحد تولیدی معمولاً عبارتند از :

- برق از شبکه سراسری

- سوخت در اشکال جامد، مایع و گاز

- انرژی باقیمانده در پروسس سیستم (مثل تخته در نئوپان سازی و یا کاغذ در ساعت کاغذسازی)

- انرژی هیدرولیکی که سیستم خود تولید کند.

۳-۶-۳- اشکال انرژی در واحد تولیدی :

- سوخت به سه حالت
- الکتریسیته
- بخار
- آب داغ
- آب سرد
- آب خنک کن
- سیستم های تبرید و سرمایش
- هوای فشرده

توجه

در محاسبات اقتصادی ارزش هر نوع انرژی به واحد انرژی حرارتی (MJ) تبدیل می‌کنند و قیمت آنرا نسبت به قیمت واحد انرژی حرارتی می‌سنجند و فرمول ارزیابی آن عبارتست از :

$$C = \frac{APE - AD}{APU}$$

در هر صورت حساب انرژی و ارزیابی آن باید بر اساس قوانین مدون محاسباتی (مالی) کارخانجات صورت گیرد و برای کاهش هزینه‌ها باید محرکهای لازم را تشخیص داد و آنها را بکار گرفت. لیست صورتحساب ریز درآمد و نحوه محاسبه سود خالص سالیانه (ANNP) و نحوه محاسبه جریان نقدی سالیانه (ACF) در صفحات بعدی درج شده است.

شرح	بدهکار	بستانکار
درآمد سالیانه AR کسر میشود :		۲/۱۰۰/۰۰۰
(ADME) الف - هزینه های مستقیم کارخانه :	۹۸۴/۰۰۰	
مواد اولیه	۷۲/۰۰۰	
مواد کمکی (حلالها)	۱۰۲/۰۰۰	
نیروی انسانی (واحد عملیاتی)	۲۲/۰۰۰	
سرپرستی (واحد عملیاتی)	۳۴/۰۰۰	
خدمات عمومی	۲۳/۰۰۰	
تعمیرات و نگهداری	۱۱/۰۰۰	
حق لیسانس	۱/۲۵۱/۵۰۰	
جمع (۱) ADME		
(AIME) ب - هزینه های غیر مستقیم کارخانه :	۲۸/۰۰۰	
(پرداختهای انتقالی) - هزینه های تلف شده (پرسنلی)	۱۲/۰۰۰	
آزمایشگاه	۵۲/۰۰۰	
سربار عمومی کارخانه	۲۴/۰۰۰	(۱)+(۲)=(۳)
انبار داری	۱۲/۰۰۰	
مالیات بر املاک	۶/۰۰۰	
بیمه	۱۳۶/۰۰۰	
جمع (۲) AIME		
هزینه های تولید کارخانه یا مستقیم تولید : AME	۱/۳۸۷/۵۰۰	
جمع	۶۸/۰۰۰	
AME=ADME+AIME		
(۴)(ABD) ج - جمع هزینه های استهلاك		
(AGE) د - سایر هزینه های اداری و تشکیلاتی با	۷۴/۰۰۰	
هزینه های غیر مستقیم و ثابت	۱۲۴/۰۰۰	
اداری	۴۰/۰۰۰	
فروش		۳۲۵/۵۰۰

	۸/۰۰۰ ۶۰/۰۰۰ ۳۱۹/۰۰۰	بازاریابی سرویسهای فنی (حمل و نقل) ۱۳/۰۰۰ ضایعات تحقیقات و توسعه (۵) جمع هزینه های ثابت یا عمومی (سربار ساخت) (۶) جمع کل هزینه های تولید: $(۶) = ۱۳۸۷/۵۰۰ + ۶۸/۰۰۰ + ۳۱۹/۰۰۰ = ۱/۷۷۴/۵۰۰$ $(۳) + (۴) + (۵) = AME + AGE + ABD = TOT.EX$ $(۶) = ($ $) = ATE + ABD \quad ANP = AR - ATE - ABD$ (۶) سود خالص سالیانه (قبل از کسر مالیات) ANP
--	----------------------------	---

صورت حساب ریز درآمد

بستانکار	بدهکار	شرح
۲/۱۰۰/۰۰۰		درآمد سالیانه AR کسر میشود:
	۱/۷۰۶/۵۰۰	ATE هزینه های تولید (بدون احتساب استهلاک) ATE = AME + AGE = ۳۱۹/۰۰۰ + ۱/۳۸۷/۵۰۰
۳۹۳/۵۰۰	-	ACI = AR - ATE درآمد نقدی سالیانه کسر میشود:
-	۱۶۰/۷۵۰	AIT هزینه مالیات
۲۳۲/۷۵۰	-	ANCI = ACI - AIT (*) خالص درآمد نقدی کسر میشود:
-	۶۸/۰۰۰	ATC هزینه های سرمایه گذاری (ABD = ATC) هزینه استهلاک
۱۶۴/۷۵۰	-	ACF = ANCI - ATC (***) جریان خالص نقدی سالیانه

محاسبه جریان نقدی سالیانه (ACF)

(*) - روش دوم خالص درآمد نقدی سالیانه ANCI

(**) - خالص جریان نقدی سالیانه همان سود خالص بعد از مالیات ANP است.

$$ANP = ANCI$$

بستانکار	بدهکار	شرح
۳۹۳/۵۰۰		روش اول: ACI درآمد نقدی سالیانه

	۶۸/۰۰۰	کسر میشود: ABD هزینه استهلاک ANP=ACI-ABD
۳۲۵/۵۰۰		سود خالص قبل از کسر مالیات (ANP)
۱۶۴/۷۵۰	۱۶۰/۷۵۰	کسر میشود: AIT هزینه مالیات
۲۳۲/۷۵۰		سود خالص بعد از وضع مالیات ANNP
۱۶۴/۷۵۰	۶۸/۰۰۰	روش دوم: خالص درآمد نقدی سالیانه ANCI
		کسر میشود: ABD هزینه استهلاک
		سود خالص سالیانه پس از کسر مالیات

نحوه محاسبه سودخالص سالیانه (ANNP)

۳-۷- فرآیند تصمیم گیری منطقی برای پیشنهاد یک پروژه بهینه

در این بخش از مجموعه بمنظور تحلیل اقتصادی پروژه‌ها بر اساس کارآیی اقتصادی آنها و تصمیم گیری منطقی در ارتباط با انتخاب پروژه بهینه از میان پروژه‌های رقیب و جایگزین برحسب معیار یا معیارهایی که برای تعیین اولویت مورد استفاده قرار گرفته و میبایست محاسبات اقتصادی با بکارگیری ریاضیات مالی انجام گیرد. بشرح برخی ریاضیات مالی که در محاسبات اقتصادی کاربرد دارند می‌پردازیم:

بطور کلی زمانی با مسئله تصمیم گیری روبرو هستیم که برای رسیدن به هدفی حداقل دو راه حل وجود داشته باشد. بنابراین تصمیم گیری عبارتست از انتخاب پروژه بهینه از میان پروژه‌های جایگزین بر مبنای معیار و یا معیارهایی که جهت اولویت و ارجحیت کاربرد دارند.

از این تعریف ساده چنین برمی‌آید که اتخاذ تصمیم منطقی مسأله‌ای پیچیده بوده و دارای فرآیند نسبتاً طولانی است. این فرآیند شامل عناصر و اجزاء متعددی میباشد:

۱- مسئله یابی یا یدائی ایده (هنگامی مسئله یابی آغاز میگردد که بوجود مسئله ای در پروسه اقتصادی یا تولیدی پی می‌بریم) مثلاً کمبود انرژی.

۲- تعریف هدف عبارتست از مشخص کردن کار و وظیفه‌ای معین مثل تقلیل هزینه‌های انرژی، معمولاً وجود مسئله در هر زمینه ما را از رسیدن به هدف پیش بینی شده باز میدارد.

۳- گردآوری داده و اطلاعات مورد نیاز از طریق مراجعه به منابع و اطلاعات آماری مثل :
- آمار منتشره (آمار نامه ایران)

- آمار منتشر نشده (تجربه دست اندرکاران ، مصاحبه و مشورت با آنها)

- داده های گردآوری نشده (تهیه صورتهای مالی مورد نیاز از اطلاعات موجود در امور مالی بویژه واحد حسابداری یا قیمت تمام شده)

گردآوری آمار هزینه ها و درآمدهای پروژه‌های مختلف مشکلاتی را دارد که مربوط به ارزش گذاری اقلام درآمد و هزینه آنها میشود که در این خصوص کالاها و خدمات به ۳ دسته تقسیم می‌شوند :

الف - آنهایی که قیمتشان در بازار آزاد تعیین میشود (این قیمت منعکس کننده ارزش واقعی کالا یا خدمت بوده و در نتیجه تعیین هزینه و درآمد آنها آسان است).

ب - آنهایی که دارای قیمت بازار بوده ولیکن این قیمت منعکس کننده ارزش واقعی آنها نیست و بهای واقعی این اقلام بایستی بطور غیرمستقیم محاسبه شود (با احتساب هزینه فرصت از دست رفته، تورم و تعدیل قیمت بر حسب شاخص قیمتها) اقتصاددانان به این قیمتها قیمت سرمایه‌ای یا شبه قیمت می‌گویند.^۱

ج - دسته‌ای که تعیین بهای آنها غیرممکن است. مثل تعیین زیان ناشی از بیکاری در اثر اجرای طرح اتوماسیون یا منافع حاصل از ایجاد فضای سبز.

۱-۷-۳- گزینش معیار مناسب و معین جهت مقایسه پروژه‌ها

- لازم به تذکر است که در تصمیم‌گیریهای اقتصادی سیستم حسابداری هر سازمانی جزء اصلی منبع اطلاعات و داده‌ها بشمار میرود. به عنوان مثال حسابداری صنعتی تقسیم هزینه سازمان را بین عملیات مختلف توزیع و نشان میدهد.

همانطور که گفته شد هدف از تحلیل اقتصادی بیان میزان کارایی اقتصادی پروژه‌ها با استفاده از ریاضیات مالی و در نهایت انتخاب پروژه بهینه براساس بالاترین کارایی اقتصادی میباشد. لذا در این مورد به سه شکل عمده زیر عمل می‌نمائیم :

- هنگامیکه بودجه اجرای یک پروژه محدود باشد و هدف صرفاً استفاده بهینه از این مقدار بودجه باشد معیار مناسب برای تعیین میزان کارایی اقتصادی حداکثر رسانیدن منافع (سود و درآمد) و یا مقدار ستاده است.

- هنگامیکه تولید مقدار ثابتی از محصول یا خدمت، مورد نظر باشد. معیار مناسب در این حالت حداقل رسانیدن هزینه یا نهاده میباشد.

- هنگامیکه هم مقدار هزینه (بودجه یا نهاده) و هم مقدار منافع (ستاده) متغیر باشد در این حالت میبایستی تفاوت بین منافع و هزینه‌ها را حداکثر رسانید.

ما به التفاوت = هزینه ها - منافع

۲-۷-۳- پیش بینی نتایج هر پروژه :

برای پیش بینی نتایج پروژه‌های مورد نظر معمولاً از یک الگو استفاده می‌کنند. الگوی مورد استفاده در تصمیم گیری عبارتست از رابطه ریاضی مناسب بین عناصر تصمیم‌گیری که ممکن است ساده و یا پیچیده باشد.

۳-۷-۳- بدست آوردن نتایج قابل مقایسه :

اولین گام در این مورد عبارتست از محاسبه این نتایج بر حسب واحد پول یعنی به صورت منافع و هزینه‌ها.

الف - محاسبه نتایج در مورد مسائل ساده و کوتاه مدت که معمولاً نتایجشان همزمان است (یعنی منافع و هزینه‌ها در طول حداکثر یکسال اتفاق می‌افتد) با جمع اقلام جداگانه هر یک میسر بوده و با معیار مناسب، بهترین قابل انتخاب خواهد بود.

ب - در مورد مسائل پیچیده که نتایجشان همزمان نیست یعنی بیشترین بخش از هزینه ها در سالهای اول صورت گرفته و منافع بصورت یک جریان برای مدتی ادامه دارد لازم است که نتایج را به یک مبدأ زمانی مشترک تبدیل کرد. یعنی ارزش زمانی پول^۱ مربوط به انجام هزینه ها و دریافت درآمدها را یکسان نمود. زیرا نتایج بدست آمده از پروژه های مختلف سرمایه گذاری از نظر زمان متفاوت هستند و نمی توان نتایج پیش بینی (یعنی اقلام هزینه و منافع) را مستقیماً جمع و برای ارزیابی و مقایسه بکار بست. برای این منظور ابتدا نتایج (اقلام هزینه و منافع) را بصورت جدول گردش نقدی که نشان دهنده زمان انجام هزینه و تحصیل درآمد است درآورده و سپس ارزش پول آنها را در زمانهای مختلف با استفاده از ضرایب معینی که از فرمولهای بهره^۲ مربوطه بدست می آید محاسبه می کنند. این ضرایب را ضرایب تبدیل می نامند که در محاسبات اقتصادی پروژه ها بعنوان ریاضیات مالی معروف هستند.

۴-۷-۳- ریاضیات مالی قابل استفاده در محاسبات اقتصادی یا ضرایب تبدیل :

الف (فرمولهای پرداخت یکبار

$$F=P(1+i)^n$$

F - ارزش آتی

n - مدت مورد انتظار

P - ارزش فعلی

i - نرخ تنزیل^۱

$$F=P(1+i)^n=P(F/P,n)$$

- ارزش زمانی پول هنگامی که مدتی برای دریافت مبلغی در انتظار بماند ارزش آن در پایان این مدت میبایستی بیشتر از ارزش نقدی آن باشد چرا؟ برای اینکه استفاده از پول هم مانند سایر داراییها دارای هزینه است. این هزینه یا ارزش از آنجا ناشی میشود که مؤسسات اعتباری حاضرند جهت استفاده از پول مبلغی به صاحب آن بپردازند. درست همانند استفاده از آپارتمان که باید اجاره بپردازند.
- اصولاً برابری یا معادل سازی ارزش پولی نتایج پروژه ها (یعنی برابری ارزش پولی اقلام هزینه و درآمد) از نرخ استفاده می کنند که اصطلاحاً به نرخ تنزیل معروف است.

مثال : اگر مبلغ ۵ هزار تومان در سال صفر سرمایه گذاری شود و نرخ بهره با بازده سالانه ۴٪ باشد. در

پایان سال سوم چه مبلغی بدست خواهد آمد؟

$$P = 5000, i = 4\%, P(F/P, i, n)$$

$$F = ? \quad n = 3$$

$$F = P(1+i)^n$$

$$F = 5000(1+4\%)^3$$

$$F = 5000(1.125) \quad F = 5625$$

در مثال بالا اگر بخواهیم ارزش آینده F را بحال تبدیل کنیم :

$$P = \frac{F}{(1+i)^n} = F(P/F, i, n)$$

$$P = \frac{5625}{(1+4\%)^3}$$

$$P = \frac{5625}{1.125} = 5000$$

ب) فرمولهای سری یکنواخت

$$F = A \frac{(1+i)^n - 1}{i} = F(A/F, I, n) \quad \text{ب-۱}$$

A - مقدار معینی دریافت با پرداخت در اقساط مساوی است.

$$\frac{(1+i)^n - 1}{i} \quad \text{ضریب تبدیل بهره مرکب است.}$$

مثال : طرحی در پایان هر سال ۵ هزار تومان عاید میکند. اگر نرخ مورد انتظار ۵٪ باشد در پایان پنج

سال چه مبلغی عاید خواهد شد؟

$$F = \frac{(1+5\%)^5 - 1}{5\%} = 5000(5/26)$$

$$F = 27/630$$

در مثال فوق اگر بخواهد بدانیم مبلغی که می‌بایستی سالانه پرداخت شود چقدر است؟

$$A = \frac{F \times i}{(1+i)^n - 1} \quad F(A/F, I, n) \quad \text{در آنصورت :}$$

$$\text{ضریب پرداخت منظم سالیانه میگویند.} \quad \frac{i}{(1+i)^n - 1}$$

$$A = \frac{27630}{5/526} = 500$$

۲- ب - اگر در فرمول بالا بجای F معادل آن را بنویسیم یعنی $F = P(1+I)^n$ در

آنصورت :

$$A = (1+i)^n \times i \frac{(1+i)^n - i}{(1+i)^n - 1}$$

P - ارزش فعلی مبلغ معین A

$$\frac{(1+i)^n \times i}{(1+i)^n - 1} \quad \text{ضریب برگشت سرمایه یا نرخ بازده داخلی می گویند.}$$

مثال : اگر شخصی مبلغ ۵۰ هزار تومان برای مدت ۵ سال در بانک پس انداز کند و نرخ بهره ۶٪ باشد.

از پایان سال اول چقدر میتواند برداشت نماید.

$$A = P \frac{(1+i)^n \times i}{(1+i)^n - 1}$$

$$A = 50000 * 0.06 / 2374 = 11870$$

اگر در مثال فوق بخواهیم ارزش فعلی A را بدست آوریم :

$$A = P \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} = A(P/A, i, n)$$

$$P = 11870 * 4/212 = 49996/44 \# 50/000$$

۸-۳- مدل نقطه سرسری :

یکی از ابزارهای تجزیه و تحلیل پروژه های صرفه جویی انرژی که تصمیم گیری را در یک دوره کوتاه مدت برای مدیران (از نظر انتخاب یک پروژه از میان چندین پروژه جایگزین) ساده تر می کند و خود عامل برای تصمیم گیری محسوب نمی گردد مدل نقطه سربسری است که صرفاً در سازمانها و پروژه هایی که از نوع محصول محدودی برخوردارند کاربرد دارد.

بنابراین شرایط استفاده از این مدل عبارتند از :

- ۱- زمان تجزیه و تحلیل کوتاه مدت باشد.
 - ۲- پروژه ها و یا سازمانهای مورد نظر از نوع محصول محدودی برخوردار باشند.
 - ۳- تولید محصول مستلزم هزینه ثابت باشد. بنابراین در سازمانی که هزینه ثابت وجود نداشته باشد، کلیه هزینه ها در ردیف هزینه های متغیر قرار داده میشود و مدل نقطه سربسری کاربرد و ارزش نخواهد داشت.
 - ۴- از این ابزار تجزیه و تحلیل صرفاً بعنوان وسیله ای کمک به تصمیم گیری استفاده شود نه بعنوان عامل تصمیم گیری.
 - ۵- قیمت کالا ثابت باشد.
- در پایان هر دوره عملیاتی (معمولاً شش ماه یا یکسال) مدیران انتظار دارند که درآمد حاصل از فروش (انرژی یا انرژی صرفه جویی شده) برای پوشش هزینه های تولید، اداری و تشکیلاتی و سرمایه گذاری کافی بوده و سودی نیز عاید سازمان نماید. در صورتیکه درآمد حاصل از فروش در یک دوره معین بتواند فقط هزینه های سازمان را پوشش دهد، در اینصورت می گوئیم سازمان در نقطه سربسری قرار دارد.
- بنابراین نقطه سربسری عبارت از حدی از عملیات است که جمع درآمد با هزینه برابر باشد.

$$TR=TC$$

$$TR = \text{کل درآمد با درآمد کل}$$

$$TC = \text{کل هزینه یا هزینه کل}$$

میدانیم که درآمد از محل فروش (Q واحد) محصول به قیمت P ریال تحصیل میگردد.

بنابراین :

$$TR = P \cdot Q$$

P - قیمت یک واحد کالا

Q = تعداد کالا

و از طرفی : $TC = TFC + (VC \times Q)$

$$TC = TFC + TVC$$

$$TVC = VC \cdot Q$$

$$TC = TFC + (VC \times Q)$$

بنابراین با توجه به شرط نقطه سربسر

$$TR = TC \text{ : میتوان نوشت}$$

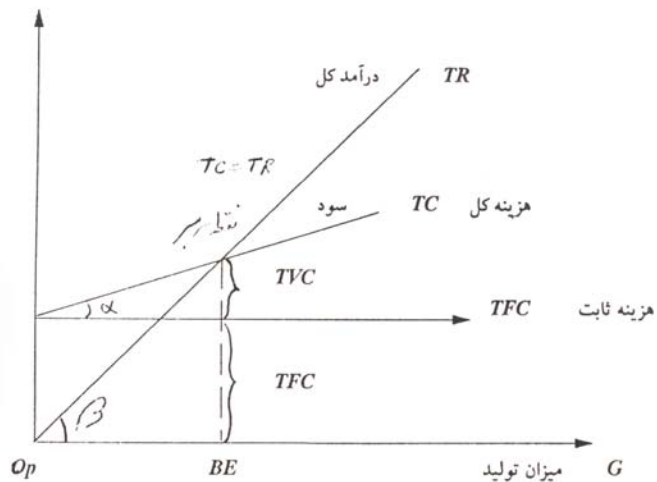
$$P \cdot Q = TFC + (VC \cdot Q)$$

$$P \cdot Q - (VC \times Q) = TFC$$

$$Q(P - VC) - TFC$$

$$Q = \frac{TFC}{(P - VC)} \quad (1)$$

نمودار ۴-۶-۳ تغییرات (هزینه - درآمد) بر حسب میزان تولید



رابطه فوق نقطه سربسری را از نظر تعداد کالا با قیمت ثابت (P) تعیین و مشخص میکنند.

در صورتیکه بخواهیم مقدار درآمد حاصل از فروش را بعنوان مبنا در نظر بگیریم یعنی مشخص کنیم

که یک سازمان در چه سطحی از درآمد به نقطه سربسر خواهد رسید، کافی است دو طرف رابطه (۱) را

در P قیمت کالا ضرب کنیم.

$$Q \times P = \frac{TFC}{P - VC} \times P$$

بنابراین :

$$TR = \frac{TFC}{1-VC/P} \quad (2)$$

در رابطه (۲) $QP=TR$ مقدار درآمدی است که باید سازمان کسب کند تا به نقطه سرسبز برسد.

در بعضی موارد ممکن است قیمت و هزینه متغیر یک واحد کالا کاملاً مشخص نباشد ولی اطلاعاتی در

مورد فروش (TR)، هزینه ثابت (TFC) و هزینه متغیر کل (TVC) در دست باشد.

یعنی :

$$TVC=VC \times Q$$

$$TR=P.Q$$

$$TR = P.Q = \frac{TFC}{1-VC/P}$$

۹-۳- تحلیل اقتصادی پروژه‌ها

برای آسانی تحلیل اقتصادی پروژه‌ها ابتدا آن‌ها را طبقه بندی کرده و تفاوت واقعی آنها را مشخص

می‌سازند. این تفاوت شامل تفاوت درآمد، هزینه های سرمایه گذاری و جاری کنونی در آینده بوده (ارزش

فعلی) و از اجزای هر پروژه ناشی میشود :

گزیدارها را از لحاظ هزینه و منافع به سه دسته تقسیم و طبقه بندی می‌نمایند.

الف - پروژه هایی که دارای هزینه های یکسان ولی منافع متفاوت هستند.

ب - پروژه هایی که دارای منافع یکسان اما هزینه های متفاوت می‌باشند.

ج - پروژه هایی که هزینه ها و منافع متفاوتی دارند.

معیار ارزیابی اقتصادی	نوع پروژه
ارزش کنونی منافع را به حداکثر برسانید	(۱) گزیدارهایی که هزینه یکسانی دارند
ارزش کنونی منافع را به حداکثر برسانید یا ارزش فعلی هزینه‌ها را به حداقل برسانید	(۲) گزیدارهایی که منافع یکسانی دارند

تفاوت ارزش فعلی منافع و هزینه ها را بحد اکثر برسانید	۳) گزیدارهایی که هزینه و منافع متفاوتی دارند
--	--

سپس از اطلاعات مربوط به اقلام هزینه های جاری و اقلام درآمدها (دریافتهها) به تشکیل جدول گردش نقدی می پردازیم.

در مقایسه جداول گردش نقدی پروژه ها معمولاً از ۶ روش عمده جهت تحلیل اقتصادی استفاده خواهیم کرد :

۱- روش تحلیل ارزش فعلی Present Worth (Value)

Analysis

۲- روش معادل گردش نقدی سالانه

۳- روش نسبت منفعت به هزینه Benefit – Cost

Analysis

۴- روش نرخ بازده داخلی

۵- روش تحلیل نقطه سربسر Break – Even

Analysis

۶- روش برگشت سرمایه Payback Period

Analysis

۱-۹-۳- روش تحلیل ارزش فعلی

در این روش گردش نقدی پیش بینی شده آینده را با استفاده از ضرایب ارزش فعلی (ضرایب تبدیل) و حداقل نرخ قابل قبول به معادل ارزش کنونی آن تبدیل می کنند. منظور از زمان کنونی ابتدای سال شروع سرمایه گذاری است که در اصطلاح اقتصاد مهندسی به سال صفر معروف است و سپس این رقم (ارزش فعلی عواید آنی الوصول) را با هزینه اولیه (سرمایه گذاری) جمع می کنند تا معیاری برای مقایسه

پروژه‌های بشرح فوق بدست آید^۱ این روش برای تعیین ارزش فعلی دریافتها و پرداختهای آینده روش مناسبی است و براساس این معیار پروژه‌ای بهینه است که از بالاترین ارزش فعلی (مثبت) و با کمترین ارزش فعلی (منفی) برخوردار باشد.

ضمناً مقایسات اقتصادی پروژه‌ها از طریق روش فعلی بستگی به عمر مفید پروژه‌ها دارد. سه حالت مختلف برای استفاده از این روش موجود است :

حالت اول عمر پروژه‌ها برابرند.

دو ماشین **A** و **B** را با اطلاعات ذیل از طریق ارزش فعلی مقایسه نمائید.

حداقل نرخ قابل قبول ۱۰٪

B	A	
۳۵۰۰	۲۵۰۰	هزینه اولیه
۷۰۰	۹۰۰	هزینه عملیات سالیانه
۳۵۰	۲۰۰	ارزش اسقاطی
۵	۵	عمر مفید

$$PA = 2500 + 900 (P/A, 5\%, 10) - 200 (P/F, 10\%, 5)$$

$$PB = 3500 + 700 (P/A, 5\%, 10) - 350 (P/F, 10\%, 5)$$

$$PA = 2500 + 900 * 3/79.08 - 200 * 0.62/9$$

$$PA = 5788$$

$$PB = 3500 + 700 (3/79.0) 8 - 350 (0.62/9)$$

$$PB = 5936$$

$$-P + A(P/A, \%i, n) + SV(P/F, \%i, n)$$

– هزینه‌ها منفی و درآمدها را مثبت می‌نویسند :

$$PA < PB$$

با توجه باینکه ارزش کنونی هزینه پروژه‌ها مبنای مقایسه قرار گرفته بنابراین پروژه‌ای که کمترین ارزش

فعلی را دارا باشد انتخاب خواهد شد. پس از پروژه A بدلیل داشتن فعلی کمتر انتخاب خواهد شد.

حالت دوم عمر پروژه‌ها نابرابرند

این روش مقایسه مانند حالت اول است با این تفاوت که پروژه‌ها باید با عمرهای برابر مقایسه شوند.

بعبارت دیگر باید عمر مشترکی را برای دو یا چند پروژه انتخاب و ارزش فعلی آنها را براساس عمر

مشترک محاسبه کرد. بطور مثال اگر عمر پروژه (A) دو سال و عمر پروژه (B) سه سال باشد، عمر

مشترک یا مضرب مشترک عمرها مبنای قرار خواهد گرفت و کلیه هزینه‌ها و درآمدها برای پروژه A سه

دوره و برای پروژه B دو دوره تکرار خواهد شد.

مثال: یک کارخانه تولیدی در مورد انتخاب یکی از دو ماشین A و B با مشخصات ذیل در حال

تصمیم‌گیری است. اگر حداقل نرخ جذب کننده ۱۵٪ در سال باشد کدام یک از دو ماشین انتخاب

خواهند شد؟

شرح	ماشین A	ماشین B
هزینه اولیه	۱۱۰۰۰	۱۸۰۰۰
هزینه عملیاتی سالانه	۳۵۰۰	۳۱۰۰
ارزش اسقاطی	۱۰۰۰	۲۰۰۰
عمر مفید	۶	۹

$$PA = 11000 + 11000 (P/F, 15\%, 6) - 1000 (P/F, 15\%, 6) +$$

$$11000 (P/F, 15\%, 12) - 1000 (P/F, 15\%, 12) - 1000 (P/F, 15\%, 18)$$

$$+ 3500 (P/F, 15\%, 6)$$

$$PA = 38559$$

$$PB = 18000 + 18000 (P/F, 15\%, 9) - 2000 (P/F, 15\%, 9)$$

$$- 2000 (P/F, 15\%, 18) + 31000 (P/F, 15\%, 18)$$

$$PB = 41384$$

$$PB > PA$$

چون ارزش فعلی هزینه های پروژه A کمتر از پروژه B است. پس ماشین A انتخاب خواهد شد.

حالت سوم عمر پروژه ها نامحدودند

نظر باینکه اینگونه پروژه ها در سیستم های آبیاری، پلها و سدها بکار میروند. در این قسمت از مجموعه

بدلیل محدودیت عمر دوره پروژه های صرفه جویی انرژی از ادامه بحث چشم پوشی می نمایم.

۲-۹-۳- طریق هزینه سالیانه یکنواخت

یکی از مزایای این روش برخلاف روش ارزش فعلی این است که عمرهای پروژه ها تغییری در

محاسبات اقتصادی نمی دهد و در حقیقت تعیین عمر مشترک برای زمانی که پروژه ها دارای عمرهای

نابرابرند نیاز نیست.

طریقه محاسبه هزینه سالیانه یکنواخت :

فرض کنید هزینه اولیه طرح (P) و پس از عمر مفید (n) مقدار ارزش اسقاطی آن (SV) خواهد

بود.

(EQUIVALENT UNIFORM ANNUAL

در محاسبه

COST)EUAC

که ساده ترین طریق است مقدار P را با استفاده از فاکتور A/P به هزینه سالیانه یکنواخت و مقدار

SV را با استفاده از فاکتور A/F به درآمد سالیانه یکنواخت تبدیل و با علامت منفی با هزینه سالیانه

یکنواخت جمع جبر می نمایم :

$$EUAC = P(A/P, \% i, n) - SV(A/P, \% i, n) + A$$

(هزینه عملیات سالیانه)

مثال

هزینه اولیه ماشینی ۸۰/۰۰۰ تومان و ارزش اسقاطی آن پس از ۸ سال برابر ۵۰۰۰ تومان پیش بینی شده، اگر نرخ برگشت سرمایه ۶٪ و هزینه عملیاتی سالیانه ۹۰۰۰ تومان باشد. مقدار هزینه سالیانه بکسواخت آن چقدر است؟

$$EUAC = 80000 (A/F, 6\%, 8) - 5000 (A/F, 6\%, 8) + 9000$$

$$EUAC = 12380 + 9000 = 21380$$

۳-۹-۳- روش نرخ بازگشت سرمایه

در این روش ضابطه قبول یا رد یک پروژه بر اساس معیاری بنام نرخ بازگشت سرمایه است و آن در حقیقت تعادل درآمدها (درآمدهای سالیانه، ارزش اسقاطی و...) و هزینه ها (سرمایه گذاری اولیه، هزینه های سالیانه و...) تحت یک نرخ امکان پذیر است و آن نرخ بازگشت سرمایه می باشد. (در حقیقت نرخ بازگشت سرمایه آن نرخ تنزیلی است که ارزش فعلی هزینه های طرح را با ارزش فعلی درآمدهای طرح برابر سازد.

بنابراین می توان نوشت :

اگر پروژه ای با سرمایه (P)، ارزش اسقاطی (SV)، درآمد سالیانه (A) و عمر مفید n تشکیل شده باشد i^* همان نرخ برگشت سرمایه خواهد بود.

۳-۹-۴- روش نسبت منافع به مخارج

یکی دیگر از روشهای تجزیه و تحلیل اقتصادی طرحها نسبت منافع به مخارج است. این روش B/C علاوه بر بررسی اقتصادی طرحهای خصوص قادر است طرحهای دولتی را نیز انجام دهد.

فرمولی کلی نسبت منافع به مخارج یا سود به هزینه بصورت زیر است :

$$B/C = \frac{\text{ضررها - منافع}}{\text{هزینه ها (مخارج)}}$$

همانطوریکه مشاهده میشود در رابطه فوق - ضررها به هزینه ها اضافه نمی شود بلکه از منافع کاسته

میشود. با در نظر گرفتن ارزش زمانی پول و انتخاب روش فعلی

$$B/C = \frac{PV \text{ منافع}}{PV \text{ (مخارج)}} = \frac{PB}{PC} \quad \text{میتوان نوشت:}$$

اگر $B/C > 1$ طرح اقتصادی

اگر $B/C < 1$ طرح غیر اقتصادی

و از روابط فوق می توان نوشت:

$B-C > 0$ در طرح اقتصادی

$B-C < 0$ در طرح غیر اقتصادی

مثال از طریق روش B/C خرید دو ماشین A و B را بررسی کنید. اگر حداقل نرخ مورد انتظار 10%

و عمر مشترک 12 سال باشد؟

EQUIVALENT UNIFORM ANNUAL BENEFIT

EUAB

درآمد سالیانه یکنواخت

ANNUAL COST هزینه سالیانه یکنواخت

B	A	ماشین
۷۰۰/۰۰۰	۲۰۰/۰۰۰	سرمایه اولیه
۱۲۰/۰۰۰	۹۵/۰۰۰	درآمد سالیانه
۱۵۰/۰۰۰	۵۰/۰۰۰	ارزش اسقاطی
۱۲	۶	عمر مفید

A) $EUAB = 95/000$

$$EUAC = 200/000 (A/F; 10\%, 6) - 50/000 (A/F; 10\%, 6)$$

$$EUAC = 40,000$$

$$B/C = \frac{95,000}{40,000} \cdot \frac{2}{3}$$

$$B) EUAB = 120,000$$

$$EUAC = 70,000 (A/F; 10, 12) - 150,000 (A/F; 10, 12)$$

$$EUAC = 96,000$$

$$B/C = \frac{120,000}{96,000} \cdot \frac{1}{2}$$

چون نسبت B/C هر دو بیش از یک می باشند پس هر دو طرح اقتصادی است.

برای انتخاب اقتصادی ترین طرح نسبت تفاوت را باید تشکیل داد :

$$\frac{AB}{AC} = \frac{120,000 - 95,000}{96,000 - 40,000} = \frac{25,000}{56,000} = 0.45$$

لذا خرید ماشین A با صرفه تر است.

۳-۹-۵ - استهلاک

استهلاک نقش اساسی در مقایسات اقتصادی بعد از مالیات دارد. زیرا در محاسبه مالیات و میزان سود و

نهایتاً نرخ بازگشت سرمایه رل مهمی را ایفاء می نماید.

انتخاب یک روش مناسب باعث افزایش سود و نرخ بازگشت سرمایه می گردد.

تعریف استهلاک

کاهش ارزش یک دارائی را استهلاک نامند. این کاهش عبارت از اختلاف ارزش یک دارائی در دو

زمان مختلف و آن عبارتست از ارزش اولیه یک دارائی منهای ارزش اسقاطی.

روشهای محاسبه استهلاک

الف - روش خط مستقیم

$$!) \frac{P - SV}{n}$$

D - مقدار استهلاک سالیانه

P - هزینه اولیه دارائی

SV - ارزش اسقاطی

n - عمر مفید دارائی با عمر استهلاك دارائی

ب - روش جمع ارقام سنوات :

در این روش ابتدا جمع ارقام سنوات را از ۱ تا n محاسبه و نسبت سالهای باقیمانده بر جمع ارقام

سنوات را تعیین و در تفاوت سرمایه اولیه منهای ارزش اسقاطی ضرب می کنند.

$$D_m = \frac{n - m + 1}{SYD} \times (P - SV)$$

D_m - مقدار هزینه استهلاك در هر سال

SYD - جمع ارقام سنوات n

n - عمر مفید

m+1 - سالهای باقیمانده

p - ارزش اولیه

SV - ارزش اسقاطی

مثال : عمر مفید ماشین ۱۰ سال ، هزینه تولید ۸۰/۰۰۰ ریال و ارزش اسقاطی ۱۰/۰۰۰ تومان

$$D_1 = \frac{n - m + 1}{SYD} \times (P - SV)$$

$$SYD = 1 + 2 + 3 \dots 10 = 55 \quad m = 1$$

در سال اول

$$D_1 = \frac{10 - 1 + 1}{55} = (80 -$$

$$D_1 = 12727$$

$$D_2 = \frac{10-2+1}{55} (80 - \text{در سال دوم})$$

$$D_2 = \frac{9}{55} (70) = 114$$

ج - روش نزولی

در این روش موجودی نزولی مقدار استهلاک سالیانه بر حسب یک نرخ یکنواخت و ثابت کاهش می‌یابد. مقدار استهلاک سالیانه با حاصل ضرب آن نرخ ثابت در ارزش دفتری سال قبل حاصل خواهد شد.

۶-۹-۳- تجزیه و تحلیل اقتصادی بعد از مالیات

تا اینجا مقایسات اقتصادی بدون در نظر گرفتن دو پارامتر استهلاک و نرخ مالیات صورت پذیرفت. امروزه بدلیل اینکه مؤسسات تولیدی و صنعتی ملزم به پرداخت مالیات بر درآمد هستند. تحلیل اقتصادی پروژه‌ها شکل جدیدی بخود می‌گیرند. این تجزیه و تحلیل بر اساس محاسبه درآمد خالص صورت می‌گیرد.

محاسبه در آمد خالص و مراحل محاسبه آن

۱- محاسبه درآمد قبل از مالیات

۲- محاسبه استهلاک

۳- محاسبه درآمد قابل مالیات (مشمول مالیات)

۴- محاسبه مالیات

۵- محاسبه درآمد خالص

هزینه های عملیاتی سالیانه - درآمد ناخالص سالیانه = درآمد قبل از مالیات سالیانه (۱)

$$(1) ACF_{(BT)} = GI - OC$$

ACF - جریان نقدی سالانه ANNUAL CASH FLOW

A - سالانه

CF - درآمد یا جریان نقدی

GI - درآمد ناخالص GROSS INCOME

O - عملیاتی

C - هزینه ها

OC - هزینه عملیاتی OPAREATING COST

BT - قبل از مالیات BEFOR TAX

- درآمد ناخالص (GI) عبارتست از درآمد حاصل از فروش منهای هزینه های عملیاتی (شامل

هزینه های مربوط به مواد، نیروی انسانی و انرژی و سایر هزینه های سالانه)

درآمد مشمول مالیات عبارتست از :

(۲) استهلاك سالانه - درآمد قبل از مالیات سالانه = درآمد مشمول مالیات

$$(۲) IT = ACF_{(BT)} - D$$

$$(۳) IT = GI - OC - D$$

مقدار مالیات از رابطه زیر بدست می آید :

نرخ مالیات * درآمد قابل مالیات سالانه = مالیات سالانه

درآمد بعد از مالیات یا درآمد خالص یا فرآیند مالی بعد از مالیات از رابطه زیر بدست می آید :

(۳) مالیات سالانه - درآمد قبل از مالیات سالانه = درآمد خالص سالانه

$$(۴) ACF_{(AT)} = ACF_{(BT)} - TX$$

AT - بعد از مالیات AFTER TAX

بطور کلی روابط زیر برای محاسبه درآمد خالص استفاده می شوند.

$$ACF_{(AT)} = ACF_{(BT)} - (ACF_{(BT)} - D)TR$$

$$ACF_{(AT)} = (GI - OC) - (GI - OC - D)TR$$

مثال - خصوصیات پروژه‌ای بشرح زیر است :

$$P = 50/100$$

$$SV = 0$$

$$K = 28000 - 1000 = \text{درآمد سالانه}$$

$$n = 5$$

$$K = 5,43,2,1$$

$$K = 9500 + 500 = \text{هزینه سالانه}$$

روش استهلاک خطی و نرخ مالیات ۴۰٪ فرض میشود.

اولاً: درآمد خالص سالانه

ثانیاً: اگر حداقل نرخ جذب کننده ۷٪ باشد آیا این پروژه اقتصادی است یا خیر؟

از طریق روش ارزش کنونی :

$$NPW = -P + \sum_{t=1}^n y = v ACF_{(AT)}(P/F, \%i, J)$$

اگر $NPW > 0$ باشد پروژه اقتصادی در غیر اینصورت غیر اقتصادی است.

یا از روش خالص سالانه :

$$NEUA = NPW(A/Pi, n)$$

اگر $NEUA > 0$ باشد پروژه اقتصادی در غیر اینصورت غیر اقتصادی

است.

است.

$$NPW = 50000 + 14200 (P/F, 7\%, 1) +$$

$$13300 (P/F, 7\%, 2) + 12400 (P/F, 7\%, 3) +$$

$$11500 (P/F, 7\%, 4) + 10600 (P/F, 7\%, 5) =$$

$$NPW = 4058$$

و از طریق دوم :

$$NEUA = 4058 (P/F, 7\%, 5)$$

$$NEUA = 327$$

پس پروژه مذکور با حداقل نرخ جذب کننده ۷٪ اقتصادی است.

۱۰-۳- تحلیل اقتصادی پیشرفته :

برای مخارج سرمایه گذاری بزرگ که تصمیمات لازم بایستی توسط رده‌های بالای سازمان اخذ شوند توصیه می‌شود که انواع پیشرفت تحلیل های اقتصادی به کار گرفته شوند. ملاحظات دیگری که ممکن است اثراتی بر روی تصمیمات مدیریت انرژی داشته باشند، در صورتی که در تحلیل های اقتصادی در

نظر گرفته شوند بشرح زیر است :

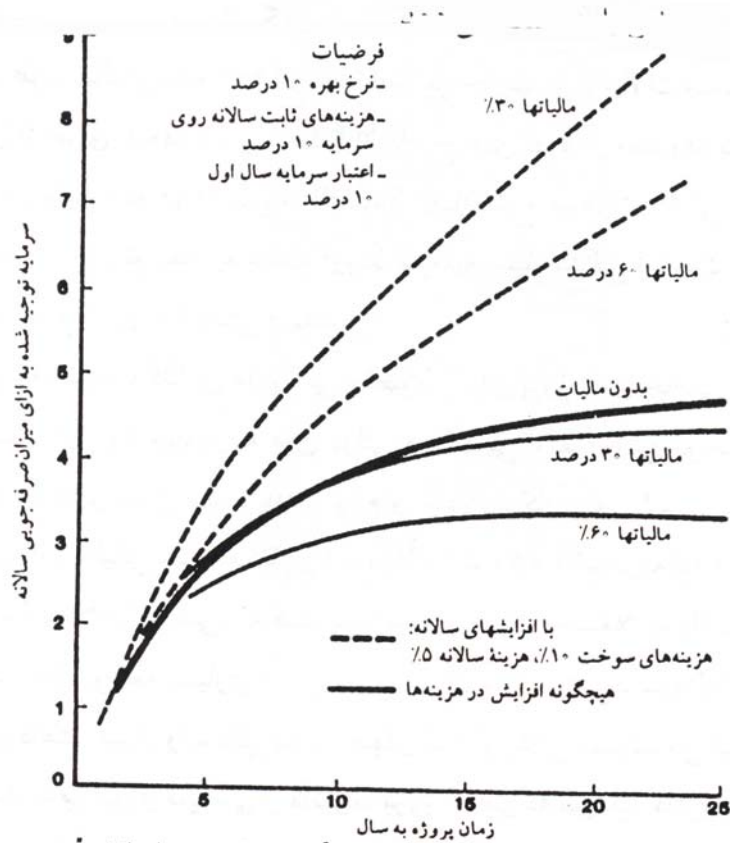
- نرخ های مالیات ایالتی و کشوری
- افزایش هزینه های ثابت
- افزایش هزینه های نیروی کار
- افزایش هزینه انرژی
- اعتبارات مالیاتی سرمایه گذاری
- مالیاتها و دارائی های ثابت
- برنامه زمان بندی استهلاك

- افزایش مکان اجاره شده

- بیمه مستغلات

- آموزش مجدد کارکنان

به عنوان مثال امکان دارد دو ضریب از این ضرایب می‌توانند برای تصمیمات سرمایه گذاری مدیریت انرژی تأثیر بگذارند و یا حداکثر مخارج سرمایه گذاری را که می‌تواند قابل توجیه باشد و در هر ریال صرفه جویی سالانه برای نرخ های مختلف مالیات و نرخ های افزایش هزینه ، سرمایه گذاری شود. در شکل (۱-۱۰-۳) برای پروژه های با دوران عمر کاری ۱ تا ۲۵ سال نشان داده شده است. موارد افزایش هزینه صفر و بدون در نظر گرفتن مالیات جهت مقایسه ترسیم شده است. منحنی های شکل بوضوح اثرات قابل توجهی را که هزینه افزایش می‌تواند بر تصمیمات سرمایه گذاری به ویژه پروژه های با عمر مفید کاری که بیش از ۵ سال بگذرد را نشان می‌دهد. برای مثال برای یک سرمایه گذاری با عمر کاری ۱۵ ساله، یک نرخ ۳۰ درصد مالیات، نرخ بهره ۱۰ درصد و اعتبار سرمایه گذاری ۱۰ درصد سال اول، نبود نرخ افزایش دز هزینه ها، یک سرمایه گذاری با مقدار ۴/۲۵ دلار برای هر دلار صرفه جویی سالانه در مقابل یک سرمایه گذاری به مبلغ حدود ۷/۱۰ دلار برای هر ۱۰ درصد هزینه افزایش انرژی و ۵ درصد سایر هزینه ها سالانه افزایش قابل توجیه می باشد، پس، تقریباً دو سوم افزایش در میزان سرمایه گذاری می‌تواند برای نرخ های افزایش سالانه برای انرژی و سایر هزینه ها قابل توجیه و معقول باشد. لازم به ذکر است که برنامه های کامپیوتری به منظور عملکرد تحلیل اقتصادی توسعه یافته اند. این برنامه ها اغلب چندین ضریب را در یک تحلیل منفرد (ارزش فعلی خالص، نرخ بازگشت سرمایه و دوره بازپرداخت) فهرست بندی کرده‌اند. استفاده از چنین برنامه هایی امر تحلیل را تسهیل می نماید و امکان آسان تر شدن مطالعات حساس را به دست می‌دهد.



شکل ۳-۱ حداکثر مخارج سرمایه توجیه شده "برای صرفه جویی‌های انرژی"

شکل ۳-۱ حداکثر مخارج سرمایه توجیه شده "برای صرفه جویی‌های انرژی"

۳-۱۱- سرمایه گذاری مالی پروژه های مدیریت انرژی :

در این فصل به موضوعات اقتصادی پرداخته شد و دیدگاه های مالی پروژه های مدیریت انرژی مورد ملاحظه و علاقه قرار نگرفته اند. ممکن است در دولت و سازمان های شهری، سرمایه گذاری پولی با نرخ های بهره پایین برای سرمایه گذاری مالی پروژه ها در دسترس باشند. در بخش تجاری و صنعتی عموماً این امر مسئله ای نیست.

پروژه های مدیریت انرژی در تجارت بایستی با سایر پروژه ها رقابت نمایند. از قبیل توسعه واحد تولیدی یا مدرن سازی تسهیلات تولید - برای سرمایه های کمیاب بعضی مواقع قابل دسترس بودن سرمایه است "نه بازگشت سرمایه قابل انتظار" که یک عامل تعیین کننده می باشد. پس اگر شرکت با کمبود سرمایه

مواجهه باشد ممکن است در سرمایه گذاری بر روی پروژه های مدیریت انرژی اقدامی ننماید بدون توجه به آنکه بازگشت سرمایه چه مقدار باشد.

تجربه های عمومی در صنعت نشان می دهد که بازپرداخت های حداکثر یک یا دو ساله مورد توجه قرار می گیرند. پروژه هایی که دارای بازپرداخت طولانی تر باشند به نفع سایر سرمایه گذاری ها به تعویق خواهد افتاد. دسترسی به سرمایه از یک تجارت به تجارت دیگر و از یک کشور به کشور دیگر متفاوت خواهد بود. در طول سالهای دهه ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ بیشتر تجارت ها در ایالات متحده و اروپا می توانستند سرمایه خود را از طریق بانکها یا سرمایه گذاران با نرخ های بهره در محدوده ۵ تا ۱۰ درصد در سال بدست آورند. در اوایل دهه ۱۹۸۰ شرایط اقتصادی جهان، نرخ بهره را تا ۱۰ الی ۲۰ درصد افزایش داد. در کشورهای در حال توسعه، به دست آوردن سرمایه بسیار مشکل تر است و نرخ های بهره از ۲۰ الی ۱۰۰ درصد در سال رو به افزایش هستند.

بعضی مواقع ، سرمایه گذاری های مالی بخصوص برای پروژه های خاصی در دسترس می باشند. در ایالات متحده، ژاپن و اروپا ، یارانه های دولتی و وامهایی با بهره پایین موجب تشویق پروژه های انرژی خورشیدی، عایق بندی بهبود یافته، لوازم و تجهیزات کارآتر می شوند. یارانه های غیر مستقیم دیگر شامل اعتبارات مالیاتی سرمایه گذاری (معمولاً ۱۰ تا ۲۰ درصد هزینه لوازم و تجهیزات ارسالی که نصب شده اند)، استهلاك افزایشی، معافیتها یا تخفیفهای مالیاتی مستغلات، یا اشتراک هزینه می گردند. در کشورهای در حال توسعه بسیاری از دولتها به عنوان مثال : برزیل - سرمایه گذاری ها را در جهت دادن یارانه برای کاهش میزان وابستگی به سوختهای گران وارداتی مصرف می کنند.

بطور خلاصه : مدیر انرژی بایستی از تأثیرات پروژه هایی که سرمایه گذاری مالی در آنها پیشنهاد

شده اند قبل از آنکه آنها را به مدیریت رده بالا ارائه نماید، آگاه باشد.

نتایج : مراحل مختلفی از تحلیل اقتصادی وجود دارد که می‌تواند در تصمیم‌گیری در بهترین سرمایه‌گذاری از جایگزین‌های مدیریت انرژی قابل دسترس، مورد استفاده قرار گیرد. یک مدیریت انرژی بایستی با حداقل دو یا سه روش آشنا باشد و تواند آنها را برای تصمیم‌گیری در سرمایه‌گذاری و ارائه توصیه‌ها به مدیریت بالاتر مورد اجرا قرار دهد. محدودیت تحلیلی که مورد استفاده قرار می‌گیرد، بایستی با روشهای تحلیل دقیق که برای سرمایه‌گذاری‌های بزرگتر، در جایی که تفاوت‌های بین انتخاب‌ها به نظر کمتر می‌شود تفهیم گردد. اجرای کلیه فرصتهای مدیریت انرژی باید بر اساس یک اقتصاد منطقی و محکم باشد به جای آنکه بر اساس یک فرضیه ذهنی یا خواسته احساسی برای صرفه‌جویی در انرژی صورت پذیرد. برای سرمایه‌گذاری‌های با عمر اقتصادی بیش از یک یا دو سال مهم است که در این تحلیل افزایش هزینه‌ها را نیز اعمال کنیم.

۱۲-۳ منابع و مأخذ :

- ۱- اصول مدیریت انرژی کریگ بی - اسمیت از انتشارات "سابا"
- ۲- روش امور بررسی اقتصادی طرحها - انوشیروان حشمتی
- ۳- حسابداری صنعتی سجادی نژاد
- ۴- اقتصاد مهندسی مهدی اسکوئی نژاد
- ۵- اقتصاد خرد - انوشیروان حشمتی
- ۶- اقتصاد مهندسی - غلامرضا سلطانی
- ۷- دوره بهینه‌سازی در مصرف انرژی - خلیل جنت دوست
- ۸- مدیریت مالی - علیرضا مصطفوی مقدم
- ۹- مدیریت - جلال مقدسی - مجتبی کاشفی

10- Energy Efficiency Training Workshop , Ministry of Energy
IRAN

11- Economic Evaluation of Energy Projects

12- Smith . C . B . Efficient Electricity 2ndEd.

NEWYORK : Pergamon Press 1978

فصل چهارم

مدیریت بار

۱-۴- اهداف مدیریت انرژی الکتریکی (بار و روشنایی)

پیش زمینه

یکی از اهداف استراتژیک بخش انرژی الکتریکی کشور، مصرف انرژی به شکل بهینه و مناسب آن میباشد. از آنجائیکه ظرفیت تولید انرژی الکتریکی با توجه به هزینه سنگین سرمایه گذاری در آن محدود میباشد. لذا با افزایش میزان بهره وری از ظرفیت موجود در کشور تأثیر بسیار مطلوبی در زمینه هزینه و سرمایه گذاری در بخش تولید به انتقال و توزیع انرژی الکتریکی را بدنبال خواهد داشت.

یکی از ابزارهای مطرح در این بخش، استفاده از روش های مدرن مدیریت بار و انرژی است. لذا معرفی مدیریت بار و اهداف آن با استفاده از بررسی های انجام شده در صنایع مختلف کشور درونمای مدیریت انرژی در کشور ضرورت دارد. انرژی برق در کشورهای جهان بخصوص ملل صنعتی شکل مهمی از انرژی است. در حالی که در طی دو دهه اخیر، مصرف انرژی (در تمام اشکال آن) رشد سالیانه ای حدود ۴٪ داشته، رشد مصرف برق تقریباً ۲ برابر بوده است!

در ایالات متحده، بیش از یک چهارم مصرف انرژی، تولید، توزیع یا در نهایت، استفاده از الکتریسیته اختصاص دارد. ۲/۵ تا ۳ واحد از سوخت به سختی میتواند یک واحد انرژی که بصورت الکتریسیته ارائه

میگردد را تولید کند. از این رو استفاده درست و بهینه از الکتریسیته توسط مصرف کنندگان، تأثیر چند برابر در صرفه جویی اقتصاد ملی خواهد داشت. نیروی برق در اشکال گوناگونی مصرف می‌گردد: برای روشنایی، قدرت محرکه، تولید گرما و برای الکترولیز، که در این فصل روش های بهبود راندمان مصرف نهایی بر متداول ترین بارهای الکتریکی می‌پردازیم. دورنمای بخش انرژی در اقتصاد ملی بدلیل رشد شتابنده تقاضا مبهم و به تعبیری نامطلوب است. این خصیصه در مورد انرژی الکتریکی شامل توان مصرفی در اوقات پرباری بویژه قله مصرف (نقطه اوج) و همینطور کاهش انرژی واحد تولید با توجه به شرایط تکنیکی و تکنولوژیکی در بخش صنعت بدلیل مدیریت پذیری بهتر در قالب اقدامات کوتاه مدت و میان مدت میتواند مؤثر بوده و باعث کاهش اختلاف بار پیک شود.

منافع ناشی از اقدامات صرفه جویی در عین حالی که به سود صنایع کشور است در ارتقاء اقتصاد ملی و امکان بهره گیری از فرصت های اقتصادی ناشی از عدم سرمایه گذاری های کلان در بخش عرضه انرژی مفید خواهد بود.

مشخصه های اقتصادی انرژی کشور را میتوان به اختصار به صورت زیر ارزیابی کرد:

- بطور کلی روند مصرف انرژی در سالهای گذشته رو به افزایش بوده است.
- شدت انرژی طی ۱۵ سال گذشته ۲ برابر شده است.^۱
- تولید ناخالص داخلی سرانه رو به کاهش بوده در حالیکه مصرف سرانه انرژی رو به افزایش بوده

است.^۲

بشکه نفت خام معادل

- شدت انرژی = توان انرژی مصرفی () -----) ، این نسبت در سال ۵۷ معادل ۳/۵ بشکه نفت خام ۱۰۰۰ دلار تولید ناخالص داخلی و در سال ۷۱ نزدیک ۷ بشکه بوده است. به عبارتی دیگر شدت انرژی طی این دوره دو برابر شده است. شدت انرژی در کشور ما سه برابر ترکیه و ۵ برابر اندونزی برآورد شده است.

- درآمد ملی کشور در سال ۵۷ نزدیک به ۱۰ هزار میلیارد ریال و در سال ۷۱ در حدود ۱۲/۶ هزار میلیارد ریال بوده است که با توجه به رشد جمعیت به مفهوم کاهش میزان سرانه است در حالیکه طی همین دوره مصرف انرژی الکتریکی بطور متوسط هر سال ۱۰٪ رشد داشته است.

- بر اساس شاخص سرانه تعدیل^۱، کشور ما در بین ۱۳۰ کشور در ردیف ۵۶م قرار دارد، در حالیکه از لحاظ شدت انرژی در ردیف بالاترین کشورهای نفت خیز میباشد.

اگر رشد درآمد ناخالص داخلی (GDP) به قیمت ثابت معادل ۵/۸ درصد و ضریب کشش ۱/۴

درصد فرض شود، در سال ۷۷ کشور نیاز به منابع انرژی زیر دارد:

میلیون بشکه نفت خام معادل انرژی

۵۴۲	نفت
۳۷۴	گاز طبیعی
۱۳/۵	برق آبی
۸/۷	زغال سنگ
۶/۱	سوخت‌های غیر تجاری
۹۴۳/۷	جمع

جدول ۱-۴ نیاز به منابع انرژی در سال ۱۳۷۷ [۹]

برآورد مذکور مقایسه با امکانات عرضه مبین تراز منفی قابل اغماضی است ولی چنانچه رشد تولید ناخالص داخلی بیشتر برآورد شود، به موازات افزایش نرخ آنها در تراز انرژی میزان منفی نیز اضافه خواهد شد. این موضوع در کنار تنگناهای ناشی از شرایط اقتصاد جهانی که تا چنین منابع مالی (عمدتاً ارز) را برای تخصیص به بخش عرضه انواع^۲ انرژی دشوار می‌نمایاند، به روشنی حاکی از ضرورت بازنگری فوری در الگوی مصرف است.

- Purching Power Parity (PPP)

- منابع عرضه انرژی کشور رامیتوان به صورت زیر ارزیابی کرد:

- گاز طبیعی ۲۰۰۰۰ میلیارد متر مکعب (ظرفیت در دست مصرف به علاوه تزریق در حدود ۴۰ میلیارد متر مکعب است و پیش بینی میشود که در سال ۷۷ به رقم ۸۷ میلیارد بشکه افزایش یابد).

- ذخایر ذغال سنگ کشور در حدود ۳۵۰۰ میلیون تن (تولید فعلی در سال ۳/۸ میلیون تن در سال است که در سال ۷۷ به رقم ۴/۲ افزایش می‌یابد).

- توان برق این کشور در حدود ۱۶۰۰۰ مگاوات (توان فعلی در حدود ۱۹۵۰ مگاوات است که تا سال ۷۷ به رقم ۴۵۰۰ تا ۵۰۰۰ مگاوات افزایش می‌یابد).

اخطارهای مشابه برای کشورهای پیشرفته (غرب) در سال ۱۹۷۳ و پس از بحران نفتی باعث شد که این کشورها در راستای کاهش وابستگی به منابع انرژی خارج از مرزهای خود چاره اندیشی کنند. تغییر الگوهای مصرف انرژی و تحقیق در زمینه بکارگیری منابع انرژی نو بخصوص انرژی های قابل تجدید محور اساسی سیاستگذاری این کشورها بود و به نتایج مثبتی نیز منتهی گردید. به عنوان مثال شاخص شدت انرژی در این کشورها طی ۱۵ سال گذشته نزدیک به ۲۵٪ کاهش یافته است.

ژاپن در سال ۱۹۷۷ تشکیلات مناسب صرفه جویی را در رده های بالای دولت ایجاد کرد و ضمن برقراری قوانین صرفه جویی در سال ۱۹۸۵ طرح جامع انرژی خود را با هدف قطع وابستگی انرژی از ۶۱٪ (۱۹۸۲) به ۴۲٪ در سال ۲۰۰۰ و همین طور تنظیم نرخ متوسط رشد عرضه انواع انرژی معادل ۲/۵٪ تنظیم کرد. صرفه جویی ژاپن در بخش انرژی الکتریکی طی سال ۱۹۹۰ به حدود ۱۲۰ میلیون کیلووات ساعت رسید که عملاً معادل صرفه جویی ۵۰۰ میلیون دلار در هزینه های سرمایه ای و عملیاتی بوده است.

هند نیز نمونه دیگری از دولت های موفق در این رابطه است، این کشور از سال ۱۹۷۶ سازمانی برای بهبود مصرف انرژی ایجاد کرد. کمیته های تحقیقاتی سازمان مزبور مدیریت مصرف را ابتدا از صنایع بزرگ کشور آغاز کردند. مصرف برق برای تولید یک کیلو آلومینیم که در سال ۱۹۷۶ نزدیک به ۱۹ کیلووات ساعت بود در سال ۱۹۸۴ به ۱۶ کیلووات ساعت کاهش یافت. مصرف برق صنایع پتروشیمی که در دوره ۷۹-۱۹۸۸ نزدیک به ۳/۳ کیلووات ساعت بر هر کیلوگرم محصول بود در دوره ۸۴-۱۹۸۵ به ۱/۱ کیلووات ساعت کاهش یافت. نکته مهم اینکه محور اقدامات انجام شده عمدتاً عملیاتی و کوتاه مدت بوده و به عبارتی دیگر با حداقل سرمایه گذاری صورت پذیرفته است.

در زمینه عرضه انرژی ضرورت توجه به منابع انرژی قابل تجدید انکار ناپذیر است. خوشبختانه کشور ما نیز در این زمینه ها از قبیل انرژی خورشیدی، منابع زمین گرمایی و ... امکانات خدادادی بیکرانی دارد

که باید مورد استفاده قرار گرفته و به تدریج جایگزین نفت گردد.^۱ بنابراین ملاحظه می شود که صرفه جویی در مصرف انرژی گریز ناپذیر است، لیکن بایستی برنامه ریزی در این رابطه با مطالعه دقیق و متکی به مقایسه فنی و اقتصادی حالت های منتخب صورت پذیرد. کاهش تولید نفت کوره، کاربرد نفت کوره در پالایشگاه ها برای سوخت داخلی، افزایش ظرفیت قابل بهره برداری گاز طبیعی، گاز سوز کردن وسایط نقلیه بویژه در شهرهای پرجمعیت کشور، تبدیل موتور پمپ های گازوئیلی به الکتریکی، محدود کردن تبدیل پاره ای مصارف انرژی الکتریکی و بویژه از دیدگاه انرژی برق، کاهش مصارف در اوقات پیک بار شبکه، بهبود ضریب قدرت و ضریب بار، کاهش تلفات شبکه های توزیع برق درون صنایع، کاربرد تجهیزات کم مصرف و جایگزینی تدریجی با تجهیزات پرمصرف و قدیمی و ... از جمله اموری هستند که تأخیر و تعلل در کاربرد، آنها را آیندگان نخواهند بخشید. گفتنی است که علی رغم وجود توان کارشناسی نسبتاً قوی به دلیل فقدان یک ساختار تشکیلاتی مناسب هم اکنون تصمیمات پراکنده و متعدد و غالباً موازی و حتی در مواردی متضاد که البته همه با حسن نیت اجرا می شوند که ضروری است با تدوین نظام تشکیلاتی این مشکل اساسی مرتفع شود.

۱-۱-۴- شناخت امکانات و محدودیت های بار و انرژی الکتریکی

انرژی الکتریکی به دلیل قابلیت اندازه گیری و کنترل بهتر و همین طور به دلیل محدودیت ناشی از عدم امکان ذخیره سازی^۱ از سایر انواع انرژی متمایز است. سرمایه گذاری انرژی در تأسیسات تولید برق بر حسب نیروگاه منتخب از ۳۰۰ تا ۱۰۰۰ دلار برای هر کیلووات قدرت اسمی منصوبه متفاوت است و بالاخره در شرایط کشور ما برای تولید، انتقال و توزیع یک کیلووات قدرت الکتریکی در حدود ۱۴۰۰ دلار و ۲۸۰۰۰۰ ریال سرمایه گذاری اولیه و صرف دوره زمانی نسبتاً طولانی (۴ تا ۱۰ سال) ضروری است.

۱- متوسط میزان تشعشع در هر متر مربع از خاک کشور ما در حدود ۲۰ مگاژول برآورد شده و هزینه سرمایه گذاری برای یک نیروگاه خورشیدی در حدود ۷۰۰ دلار برای هر کیلووات ذکر شده است. در زمینه انرژی باد در حال حاضر یک نیروگاه کوچک در منجیل نصب شده است و با توجه به رشد سریع تفکیک این نیروگاه ها انتظار میرود سرمایه گذاری لازم که فعلاً در حدود ۱۴۰۰ دلار برای هر کیلووات است به ۱۰۰۰ دلار کاهش یابد که در این صورت قابلیت رقابت این نیروگاه (در مقیاس کوچک) غیرقابل انکار میگردد.

در یک سیستم برق برنامه ریزی توسعه اساساً بر محور اقدامات زیر صورت می‌گیرد :

- ۱- شناخت و ارزشیابی وضع، موجود (شامل تأسیسات و میزان درآمد حاصل از عملیات)
- ۲- پیش بینی تقاضای بار (MN) و انرژی (MWH) دوره‌های زمانی آینده
- ۳- بررسی و انتخاب بهترین حالت فنی و اقتصادی توسعه تأسیسات تولید، انتقال و توزیع به منظور حصول به ارقام پیش بینی شده با توجه به قابلیت آمادگی و ضریب اطمینان سیستم.
- ۴- ارزیابی منابع مالی مورد نیاز برای توسعه تأسیسات و تعیین هزینه تمام شده^۲ که بر این اساس تدوین ساختار تعرفه های متناسب برق با لحاظ کردن سیاست های اجتماعی و اقتصادی انجام می‌گیرد.

- ۵- ویژگی سیستم قدرت ایجاب میکند تا به منظور امکان ارائه خدمات به مصرف کنندگان علاوه بر میزان توان عملی تولید، ظرفیتی (در شرایط مناسب معادل ۳۰٪) نیز به عنوان ذخیره در دسترس باشد. سیستم برق بایستی در هر لحظه از زمان آمادگی تأمین تقاضا را داشته باشد و همین محدودیت است که اهمیت صرفه جویی در آن را اولویت ویژه می‌بخشد.

در زمینه عرضه نیروی برق تا بحال سیاست های توسعه‌ای اجرا شده و مسلماً ادامه خواهد یافت. مجموع قدرت عملی نیروگاه‌های وزارت نیرو که در سال ۴۶ فقط معادل ۸۴۹ مگاوات و در سال ۵۷، ۶۳۶۲ مگاوات بوده در حال حاضر (پایان سال ۷۳) به ۱۹۴۲۰ مگاوات افزایش یافته است. حداکثر بار شبکه به هم پیوسته کشور در سال ۷۳ رقم ۱۳۰۴۳ مگاوات رسیده است.

- اگر چه از لحاظ فنی امکان ذخیره سازی نیروی برق (مثلاً سیستم‌های ذخیره یخ ساز - سیستم‌های بزرگ ذخیره جریان DC و ...) وجود دارد ولی در شرایط تکنولوژیکی فعلی هزینه این قبیل اقدامات بسیار زیاد است.

- در بحث هزینه تمام شده از روش‌های متفاوتی از قبیل روش تخصیص حداکثر بار، یا متوسط اضافه بار و بالاخره روش هزینه بلند مدت نهایی (Long Rnge Marginal Cost) با روش تعیین هزینه بر اساس نقطه تحویل (Spot Pricing) بحث میشود. طرفداران نظریه هزینه نهایی اعتقاد دارند که این روش ضمن تعدیل اجتماعی در بهبود کارایی سیستم مؤثر است. به اختصار می‌توان اشاره کرد که در حالت انحصار طبیعی (شبه سیستم برق کشور) سطح قیمت بهینه بایستی برابر با هزینه نهایی تولید (شامل هزینه نهایی سوخت، هزینه نهایی تجهیزات و ...) باشد و اختلاف این دو به عدم تعادل یعنی در حالتی کاهش تولید و در حالتی دیگر رکود اقتصادی منجر می‌گردد.

طی سال های اخیر رشد بار در شبکه برق کشور نزدیک به ۱۰٪ (در سال) و رشد انرژی در حدود ۸٪ بوده است، که این امر مبین این نکته مهم است که اکثر مصارف ایجاد شده طی سال های اخیر در بخش های غیر مولد (از قبیل خانگی - تجاری) تمرکز داشته که معمولاً دارای ضریب بار خوبی نیستند. سهم مصارف برق صنعتی (که دارای ضریب بار مناسب است) در سال ۶۶ نزدیک به ۳۴/۵٪ بوده و در سال ۵۶ به ۴۵٪ رسیده است، این رقم در سال های بعد از انقلاب کاهش داشته و مجدداً با افزایش تدریجی طی برنامه اول بالاخره در سال ۷۳ به حدود ۳۲٪ رسیده است.^۱

بالا بردن سهم مصارف خانگی و تجاری این سؤال را که اولویت این بخش ها در صرفه جویی بیشتر است، مطرح می نماید که در پاسخ باید اشاره کرد در حال حاضر تمهیداتی برای کاهش مصارف غیر ضروری این بخش ها و یا انتقال بخشی از آنها به ساعات کم باری و ... پیش بینی شده است. ولی مشکلات عمده این بخش ها ناشی از کثرت تعداد مصرف کنندگان و وجود الگوهای رفتاری است که طبعاً طرح مسائل فرهنگی را نیز می طلبد. در بخش خانگی و تجاری توجه به موضوع روشنائی اهمیت اساسی دارد. کاربرد لامپ های فلورسنت به جای لامپ های رشته ای، تعویض بالاست (چوک) لامپ های فلورسنت فعلی از نوع مغناطیسی به الکترونیکی و استفاده از لامپ های جدید کم مصرف و ... می تواند راهگشای مدیریت مصرف در این بخش ها باشد.

۲-۱-۴- ضرورت مدیریت مصرف برق در صنایع کشور

در برابر رشد سریع مصرف برق (به ویژه توان الکتریکی) عموماً دو راه حل متصور است. راه حل اول افزایش بیش از پیش ظرفیت ها است، این امر به مفهوم مصرف بیشتر منابع مالی در بخش های ناهمگن با نیازهای واقعی اقتصاد کشور است که با توجه به محدودیت های مالی ناشی از کاهش قیمت جهانی نفت و ... عملاً امکان ناپذیر است. راه حل دوم عبارت است از تصحیح الگوی مصرف برق و به عبارتی دیگر

- نسبت مصرف برق صنعتی در کشورهای ترکیه ۶۴٪، کره جنوبی ۶۷٪، چین ۸۰٪ و ایتالیا ۵۲٪ می باشد.

حذف مصارف غیر ضروری یا جا به جایی زمانی مصرف و ... که هم به سود مصرف کننده بوده و در عین حال به توزیع عادلانه تر منابع مالی کشور منتهی می گردد.

اگر بخواهیم به ریشه یابی مشکل پردازیم کافی است به اختصار بگوییم که صرفه جویی اساساً و به دلیل زیست محیطی جزء نهاد انسانی ایرانی بوده است ولی متأسفانه بدعتهای نظام وابسته گذشته در تغییر الگوهای رفتاری مزبور مؤثر واقع شد و جامعه ای رفاه طلب و پرمصرف به جای گذاشت. نرخ های سوبسیدی انرژی^۱ نیز در این روند مؤثر افتاد و متأسفانه به دلیل عمق مطلب تغییر در آن حتی بعد از انقلاب اسلامی، علیرغم وضوح در ضرورت موضوع، ولو به صورت تدریجی با مشکلاتی مواجه بوده و هست. به عنوان مثال هنوز هم در مقایسه با قیمت تمام شده برق که در حدود ۴/۵ سنت به علاوه ۱۰ ریال برآورد شده است در کلیه بخش های مصرف کننده برق سوبسید پرداخت می شود و ساختار توزیع سوبسید نیز متأسفانه با مشکلاتی مواجه است. بنابراین مشابه پاره ای از کشورهای جهان سوم، کشور ما نیز از مصرف سرانه پایین، ضریب بار کم و قیمت های سوبسیدی برق (و بطور کلی انواع انرژی) رنج می برد.^۲

یکی از روش های مدیریت مصرف برق به مفهوم تغییر و بهینه سازی الگوی مصرف با حفظ سطح رفاه یا تولید است. بنابراین کنترل رشد بار، تغییر شکل منحنی بار، استفاده از منابع اختصاصی (مثلاً تأسیسات برق داخلی صنایع)، صرفه جویی در برق مصرفی برای واحد تولید و ... همه در این مقوله اند. همچنین از دیدگاه بهبود سیستم عرضه، ضروری است تا راندمان نیروگاه ها افزایش، میزان تلفات سیستم کاهش و ضریب بار و ضریب قدرت شبکه بهبود پذیرد و در این راستا توجه به تکنولوژی جدید از قبیل

- این موضوع به مفهوم نفی کلی سوبسید نیست. سوبسید در مقابل مالیات انتقال قدرت خرید دولت به مردم است و این امر در بسیاری از نقاط جهان به صورت صحیح یعنی پرداخت آن به تولید کننده و یا در پاره ای موارد به مصرف کنندگان به صورت مشخص و دقیق انجام میشود.

- قیمت تمام شده بنزین بدون احتساب ارزش نفت در دل زمین در حدود ۲۷۰ ریال برآورد شده است. با توجه به قشر گیرنده این سوبسید در واقع قشر فقیر جامعه بخش از درآمد خود را به قشر مرفه تقدیم می کند.

کاربرد نیروگاه های سیکل ترکیبی به منظور افزایش راندمان نیروگاه های گازی، بررسی امکان نصب نیروگاه های خورشیدی و بادی و ... نیز باید مورد توجه قرار گیرند.

نتایج مدیریت مصرف برق که از دیدگاه مصرف کننده کاهش هزینه برق است از دیدگاه سیستم برق و اقتصاد عمومی کشور به مفهوم : تقلیل مخارج سرمایه گذاری ، رفع محدودیت از ظرفیت های موجود، فراهم کردن زمینه های پخش اقتصادی قدرت (Economy Dispatching) ، کاهش قیمت تمام شده برق و افزایش کارایی و ضریب اطمینان سیستم برق می باشد.

مدیریت مصرف برق در بلند مدت می تواند به یک سیاست توسعه اقتصادی منتهی گردد، امروزه در کشور کره جنوبی بخش مهمی از فعالیت های مولد در راستای تولید کالاهای مصرفی و سرمایه ای کم انرژی بر استقرار یافته است و این نقطه خود به عنوان مرکز انتشار امواج توسعه تلقی شده است. [۹]

مدیریت مصرف برق در بخش صنایع کشور به عواملی از قبیل سطح تکنولوژی، عمر ماشین آلات، ارزش افزوده در صنایع و قیمت نهاده های صنعتی و ... وابسته است. برای شناخت وضعیت صنایع سنگین کشور جدول ۲-۴ تنظیم شده است.

شرح	امتیاز
ماشین آلات	۵۸
مهارت	۳۱
اطلاعات	۲۲
مدیریت و سازمان	۳۰

جدول (۲-۴)

جدول ۲-۴ ارقام نمایانگر نسبت وضعیت کشور در مقایسه با حالت ایده آل است که امتیاز آن ۱۰۰ در نظر گرفته شده است.

همانطور که ملاحظه می شود ضعف اساسی صنعت سنگین کشور در نظام اطلاعات است که متأسفانه به تمام حوزه های فعالیت از قبیل بهره وری، مدیریت انرژی (و برق) و ... تسری دارد.

امروزه با توجه به فراوانی تجهیزات کامپیوتری برای فرآیندهایی از قبیل جمع آوری و تحلیل اطلاعات، کاربرد در سیستم‌های نمایش عوامل تولید و کنترل آنها (با قابلیت برنامه ریزی) و ... هزینه سرمایه ای برای جمع آوری و تحلیل اطلاعات کاهش چشمگیری یافته است. ولی متأسفانه کماکان مشکل تحلیلگر اطلاعات وجود دارد.

مدیریت مصرف برق را بر اساس دوره اجرای تصمیمات می توان به کوتاه مدت، میان مدت و بلند مدت تقسیم بندی کرد و از دیدگاه نوع مصرف نیز این گروه بندی را میتوان به شکل : مدیریت مصرف در روشنایی، سرمایش، گرمایش، تجهیزات موتوری و فرآیندهای الکتروشیمیایی ارزیابی کرد. به منظور ارائه تصویری دیگر از ضرورت صرفه جویی در مصرف برق، در جدول ۳-۴ برق مصرفی برای تولید یک واحد از چند نمونه محصولات صنعتی با بهترین نرم جهانی مقایسه شده است.

نام محصول	واحد تولید	کیلووات ساعت مصرف برق در ایران	کیلووات ساعت بهترین نرم جهانی
آلومینیم	کیلوگرم	۱۹	۱۳
فولاد خام (کوره برقی)	تن	۶۵۰	۳۵۰ تا ۴۰۰
سیمان	تن	۱۳	۹
قند و شکر	کیلوگرم	۰/۲	۰/۰۴-۰/۰۶
روغن نباتی	کیلوگرم	۰/۳۷	۰/۰۶
یخ	قالب	۴/۱۶	۲/۷۵
مواد پاک کننده	کیلوگرم	۰/۰۹	۰/۰۵
لوله PVC	کیلوگرم	۰/۷۵	۰/۵۰

جدول ۳-۴ برق مصرفی تولید یک واحد از نمونه محصولات صنعتی [۹]

موسسه معتبر EPRE در زمینه مطالعات برق، پتانسیل صرفه جویی در برق صنایع را طی یک دوره

۲۰ ساله به صورت ارقام مندرج در جدول ۴-۴ ارزیابی کرده است.

نوع مصرف	درصد - حداقل صرفه جویی	درصد - حداکثر صرفه جویی
مصارف موتوری	۲۹	۴۵
مصارف الکترولیت	۱۹	۳۰

۳۳	۱۷	روشنایی صنایع
۱۳	۸	گرمایش صنایع
۳۸	۲۴	جمع

جدول ۴-۴ ارزیابی موسسه EPRE

حداقل صرفه جویی مزبور شامل اقدامات کوتاه مدت و بدون سرمایه گذاری یا با سرمایه گذاری ناچیز و میزان حداکثر، مربوط به اقداماتی است که مستلزم سرمایه گذاری می باشد. در این کشور ما در حدود ۴۰۰۰۰ صنعت و حرفه وجود دارد که ۱۱۹۲ تن معادل نفت انرژی الکتریکی مصرف می کنند. (این میزان فقط ۹/۴٪ کل انرژی مصرفی این گروه است). طبق یک برآورد این صنایع و حرف بدون سرمایه گذاری و با اقدامات مدیریتی قادرند ۲۰٪ مصرف انرژی الکتریکی خود را صرفه جویی کنند که در واقع ۷۰۰ میلیون دلار در سال صرفه جویی مالس است. همچنین ۷۵٪ صنایع بزرگ کشور بدون تجهیزات جدید امکان کاهش ۲۰٪ در مصرف برق خود را دارند.^۱

۳-۱-۴- روشهای مدیریت مصرف برق در صنایع

صنایع کشور باید ابتدا به تنظیم فرم های متناسب با فرآیند تولید خود، برای ثبت مصارف انواع انرژی، زمان حداکثر مصرف، هزینه انرژی و ... بپردازند و با شناخت تدریجی جریان انرژی در تجهیزات خود به تحلیل اطلاعات پرداخته و در راستای بهینه سازی آن اقدام کنند. بدیهی است اولین کلام در این رابطه وجود فرد یا سازمانی ولو کوچک برای پیگیری و به ثمر رساندن این مسؤلیت است. این سازمان جدید باید موفق شود صرفه جویی انرژی را به عنوان یک رسالت به کلیه سطوح اجرایی خود منتقل کند.

الف) روش های کوتاه مدت مدیریت مصرف برق را میتوان شامل موارد زیر دانست :

بررسی امکان جابجایی زمانی مصرف برق تجهیزات در ساعات پیک بار که منجر به کاهش حداکثر بار در ساعات پیک شده و موجب صرفه جویی در هزینه برق کارخانه خواهد شد.

۱- مأخذ مطالعات بانک جهانی در مورد صرفه جویی انرژی در ایران.

- پاکسازی تجهیزات از قبیل هواکش موتورها، پمپ ها، مسیر تهویه و ... بررسی نشت حرارت، بخار

و آب مدار گردشی

- مطالعه میزان تلفات انرژی الکتریکی در شبکه داخلی و برنامه ریزی برای کاهش آنها

- برنامه ریزی برای انتقال پاره ای از تعمیرات به ساعات پیک بار (با حفظ سطح تولید)

- امکان استفاده از تجهیزات تولید برق اختصاصی در ساعات پیک بار و مذاکره با شرکت برق برای

بررسی امکان پارالل شدن با شبکه و فروش انرژی مازاد.

- نصب تجهیزات زمان سنج (ساعت) برای ثبت زمان پیک یا انرژی مصرفی در شیف شب و ... به

منظور برخورداری از تحقیقات مقرر در تعرفه های برق

- انتقال تعطیلات کارگری یا سالیانه به دوره پربار شبکه

- بررسی امکان استفاده از بالاترین سطح ولتاژی که در اختیار است

- بررسی تلفات بی باری یا کم باری ترانسفورماتورهای پست کارخانه و بررسی امکان عدم استفاده از

تجهیزات کم بار

- جلوگیری از مصارف غیرموجه (از قبیل بخاری برقی) توسط پرسنل مشروط به گرم کردن محیط کار

(مثلاً با گرفتن یک انشعاب بخار و نصب رادیاتور) و ...

- تمیزکاری سطوح محیط کار ، لامپ ها و حباب ها به منظور استفاده بهتر از نور و حتی المقدور

کاهش مصارف روشنایی به ویژه در اماکنی که همیشه نور زیاد لازم نیست.

ب) اقدامات میان مدت و بلند مدت را نیز می توان به صورت زیر طبقه بندی نمود :

- بهبود شبکه توزیع برق کارخانه

- نصب دمپر روی دودکش ها

- استفاده از موتورهای دور متغیر بجای موتورهای جریان مستقیم

- بررسی امکان نصب تجهیزات برای تولید مشترک برق و بخار (COGEN)

- استفاده از تجهیزات نمایش و کنترل اتوماتیک انرژی (و بویژه در نوع ساده تر و ارزان تر برای انرژی الکتریکی و مؤلفه های متعدد آن) که قابلیت برنامه ریزی نیز داشته و به عبارتی دیگر عملاً ضمن جمع آوری - ثبت - زمان بندی وقایع بر حسب مقاطع بسیار کوتاه و... به صورت PLC نیز عمل می نمایند. امروزه این تجهیزات فراوان و نسبتاً ارزان می باشند. نوع پیشرفته این تجهیزات کلیه عوامل انرژی اعم از مکانیکی و الکتریکی را اندازه گیری می نماید و انواع ساده تر به انرژی الکتریکی می پردازد. تجهیزات مزبور قابلیت برنامه ریزی برای کنترل حداکثر بار را داشته و امکان دارد تا برنامه لازم به نحوی تنظیم شود تا نسبت به تسطیح بار یا صدور فرمان خروج تجهیزات مورد نظر و... اقدام کند.^۱

- بررسی نصب بویلرهای بازیافت حرارت که بر حسب فرآیند و میزان گرمایش می توانند به تولید برق نیز اختصاص یابند.

لازم به تذکر است که مدیریت مصرف برق همانند هر فعالیت فنی می بایستی با توجیه اقتصادی همراه باشد.

یکی از شاخص های اقتصادی به زمان ساده بازگشت (SPP) معروف است که عبارت است از :

$$SPP = \frac{\text{هزینه سرمایه گذاری اولیه برای تجهیزات کارآمد یا هزینه عملیاتی برای کاهش مصرف برق}}{\text{سود خالص سالیانه ناشی از کاهش مصرف برق}}$$

$$ROI = \frac{\text{هزینه استهلاک سالیانه تجهیزات جدید - خالص صرفه جویی سالیانه}}{\text{هزینه اولیه تجهیزات جدید}}$$

$$SPP = \frac{\text{ارزش حال صرفه جویی های سالیانه آتی طی دوره عمر تجهیزات جدید}}{\text{هزینه سرمایه اولیه تجهیزات جدید}} \quad (\text{هزینه / سود})$$

- کاربرد تجهیزات کامپیوتری برای کنترل و برنامه ریزی انرژی باعث کاهش ۲۰٪ در مصارف انرژی صنایع می شود.

۲-۴ - اصول مدیریت بار

راحتی و سهولت کنترل، یکی از دلایل رشد سریع در مصرف الکتریسیته است. پس منطقی است اولین زمینه ای که برای کاوش در یک برنامه مدیریت انرژی انتخاب می گردد، کنترل بهینه باشد. مثالی در این زمینه، تایمرها و کلیدهایی هستند که در زمان و مکان مورد لزوم، چراغ ها را روشن می کنند. و یا مثالی دیگر بکارگیری محرک های موتوری جدید یا سرعت متغیر (SCR یا حالت جامد) خواهد بود. ریزپردازنده ها (کنترل های هوشمند) با قیمت مناسب، امروزه بقدری در دسترس هستند که می توان گستره وسیع تری از عملیات کنترلی را نسبت به آنچه در گذشته مقذور بود، فراهم کرد.

دومین زمینه کلی، بهینه سازی ظرفیت است. بخصوص در موتورهای الکتریکی، اضافه ظرفیت باعث دو گونه عدم کارایی می گردد. اول اینکه، راندمان موتورها در بارهای کمتر از بار نامی کاهش می یابد و دوم اینکه ضریب قدرت در بارهای اندک، کمتر می شود و در نتیجه موجب وارد شدن تلفات بیشتر در سیستم توزیع الکتریکی می شود.

قدم سوم این است که در صورت امکان، بارها را کاهش دهیم. بعنوان مثال از بار روشنایی نام می بریم. در ساختمان های اداری مدرن، به جز آنهایی که اخیراً کارهایی را جهت اصلاح انجام داده اند. تقریباً همیشه روشنایی های اضافی وجود دارند. این عمل به دو طریق انرژی را تلف می کند: اول در الکتریسیته ای که این نور را تأمین می کند و دوم انرژی ای که صرف تهویه هوای گرم اضافی در تابستان میشود.

چهارمین قدم، استفاده از فرآیندهای کارآمد است. مثال آن استفاده از گرمایش های میکروویو یا دی الکتریک (که مستقیماً گرما را به جسم مورد نظر اعمال می کنند) بجای استفاده از روش های دیگر گرمادهی است.

قدم پنجم، بررسی امکان استفاده بیشتر از تجهیزات کارآمدتر است. موتورهای با راندمان بالا، لامپ‌های با راندمان بالا، پمپ‌های حرارتی (بجای گرمایش مقاوتی)، و بسیاری دستگاه‌های الکترونیکی حالت جامد که انرژی کمی مصرف می‌کنند، در دسترس می‌باشند.

قدم ششم، بکارگیری روش‌های مخصوص جهت کاهش تلفات است، همچون تصحیح ضریب قدرت

(Power Factor) یا برآورد مجدد سیستم‌های توزیع برای کاهش تلفات I2R.

هفتمین قدم، نگهداری انرژی بصورت مؤثر و تقلیل تلفات است. این مسأله را می‌توان با عایق‌بندی بهتر ساختمانها و لوازمی که دمای بالا دارند، انجام داد. راه دیگر بازیافت گرمای حاصل از موتورها، مبدل‌ها یا تجهیزاتی مانند کمپرسور هوا است.

قدم هشتم، به جستجوی موقعیت‌هایی برای مصرف متوالی (Cascading) انرژی می‌پردازد. مثال آن بررسی امکان تولید مشترک برق است. این مورد اغلب در اماکنی که مقدار زیادی حرارت و الکتریسیته مصرف دارند، امکان پذیر است. در صنعت، تدابیری که بتواند هم از توربین گازی و هم از توربین بخار استفاده کنند، گسترش داده شده است.

قدم نهم، آزمودن فرصت‌هایی برای تبدیل انرژی است. بکارگیری یک موتور با سرعت متغیر می‌تواند سیستم متحرک مکانیکی که برای تغییر سرعت بکار می‌رود را حذف کند، که به کاهش تلفات منجر می‌گردد - یا تجهیزات هوا - محرک را می‌توان با محرک‌های برق جایگزین کرد.

و بالاخره قدم دهم، ذخیره انرژی، عملی امکان پذیر است. سیستم‌های ذخیره سازی را به صورت باتری‌های بزرگ مخصوص برای مصارفی گسترش داده اند که میتوانند در هنگام مصرف غیر پیک (Off Peak) شارژ شوند و هنگام مصرف پیک (On Peak) دشارژ شده و کمبود توان را جبران کنند. روشهای کنترل تقاضایی که موجب به تأخیر افتادن بارهای معین تا بعد از ساعت پیک برای مصرف آتی، بطور مؤثر ذخیره شده است. (آن را مانند آبی فرض کنید که لازم نبوده از سد تخلیه شوند). این اصول در

جدول ۴-۵ بطور خلاصه درج شده است و آن ها در مقوله های عمده مصرف انرژی برق قابل اعمال

است. بطور مثال از عمده ترین موارد مصرف انرژی الکتریکی عبارتست از :

- روشنایی
- گرمای الکتریکی
- سیستم های الکترومکانیکی
- الکترولیز

که مدیر انرژی می تواند با توجه به روابط پایه ای خاص از تئوری مهندسی برق برای ارزیابی بارهای

الکتریکی بردارد.

استفاده از محرک های موتوری با یکسو ساز کنترل شده سیلیکونی ، تعبیه کلید های انتخابگر برای مدارهای روشنایی	۱- کنترل های بهینه
تدارک توان لازم جهت اعمال بر محرک های الکتریکی و سیستم های حرارتی	۲- ظرفیت بهینه
تدارک سیستم روشنایی تنها بقدر لزوم	۳- کاهش بار
برای مثال ، استفاده از گرمایش های میکروویو و دی الکتریک به جای مقاومتی آن	۴- فرآیندهای کارآمدتر
استفاده از موتورهای با راندمان بالاتر، لامپ های راندمان بالا و پمپ های حرارتی	۵- تجهیزات کارآمدتر
کاهش تلفات I^2R و اعمال تصحیح در ضریب قدرت	۶- بکارگیری روشهای ویژه جهت کاهش تلفات
تقلیل تلفات از گرم کن ها ، بازیابی حرارت از موتورها، ترانسفورماتورها یا تجهیزات دیگر	۷- نگهداری انرژی
تولید مشترک برقی که در خدمات عمومی مصرف شوند	۸- مصارف متوالی انرژی
تبدیل تجهیزات بادی به الکتریکی	۹- تبدیل انرژی
استفاده از روشهای کنترل تقاضا (دیماند) برای جابجایی به ساعت غیرپیک	۱۰- ذخیره انرژی

جدول ۴-۵ خلاصه اصول مدیریت انرژی برای بارهای الکتریکی

۳-۴- پارامترهای لازم برای مدیریت بار

علاوه بر ممیزی انرژی بطور قطع سایر معیارها نیز برای ارزیابی فرصت های مدیریت انرژی در سیستم های الکتریکی مفید هستند. تحلیل بار الکتریکی که در زیر توضیح داده شده، روش فوق العاده مفیدی است که میتواند توسط یک کنتور الکتریکی انجام گیرد.

چندین نوع از کنتورها بکار برده میشوند، که محدوده ای از کنتورهای واتمتری تکفاز متداول در اماکن مسکونی تا کنتورهای سه فازی که هم تقاضا (دیماند) و (کیلووات KW) و هم مصرف انرژی بر حسب کیلووات ساعت (KWh) را ثبت می کنند، در بر می گیرد. روش زیر می تواند با یک کنتور واتمتری بکار برده شود، اگر یک اندازه گیر نشان دهنده میزان تقاضا (دیماند) در دسترس باشد قرائت های میزان دیماند یعنی کیلووات ساعت سنج با این رابطه بیان می شود :

$$E = K_h P_t C_t n \quad (\text{KWh}) \quad (1-3-4)$$

که در آن :

E انرژی مصرف شده برق کیلووات ساعت

K_h ثابت کنتور (کیلووات ساعت بر دور)

P_t نسبت ترانسفورماتور ولتاژ (بدون بعد فیزیکی)

C_t نسبت ترانسفورماتور جریان (بدون بعد فیزیکی)

n تعداد دورهای صفحه مدور کنتور

در اغلب موارد ثابت های K_h و P_t و C_t با هم ترکیب شده و به صورت یک مضرب درمی آیند. (معمولاً این مضرب روی کنتور درج می شود)، هنگامی که این مضرب در عدد خوانده شده از کنتور ضرب شود، مقدار بر حسب کیلووات ساعت را بدست می دهد.

برای تعیین مصرف انرژی در خلال یک فاصله زمانی P ساعته، ارقام کنتور در ابتدا خوانده می شوند و زمان ثبت می شود و سپس ارقام فاصله زمانی دوباره خوانده می شوند. ضرب اختلاف اعداد خوانده شده

در ضریب KWh مصرف شده در خلال زمان P را بدست می‌دهد. برای تعیین بار متوسط در یک دوره زمانی P، مقدار E را برحسب KWh از رابطه (۴-۳-۱) محاسبه کرده و سپس از رابطه (۴-۳-۲) استفاده می‌شود:

$$L = \frac{E}{P} \text{ (KW)} \quad (4-3-2)$$

که در آن E توان مصرفی بر حسب KWh و P زمان به ساعت و L بر حسب KW. با خواندن عدد نشان داده شده روی کنتور در هر ۱۵ دقیقه، نیم ساعت یا هر ساعت می‌توان یک منحنی بار روزانه تهیه کرد. کنتورهای ثبت دیماندا اتوماتیک بکار رفته در سیستم های گران قیمت (Time - Of - Day) در حالت عادی یک جدول بندی از این داده ها را تهیه می‌کنند، یک نسخه (به شکل چاپ کامپیوتری) از نماینده سرویس خدماتی قابل دریافت برای ایجاد منحنی بار روزانه لازم است تا این داده ها بر حسب زمان ترسیم شوند. جدول ۶-۴ مجموعه ای از نمونه داده هایی که مربوط به نورد فولاد را نشان می‌دهد. این داده ها در شکل ۷-۴ ترسیم شده اند. تهیه کردن منحنی های بار روزانه برای روزهای وسط هفته، روزهای آخر هفته و روزهای تابستان و زمستان آموخته است.

علاوه بر پارامترهای مذکور لازم است عواملی نظیر تجزیه مصرف انرژی - مدیریت پذیری - میزان نوسان پذیری بار و ... نیز بعنوان شاخص های اساسی مدیریت بار مشخص شوند.

تاریخ دوشنبه ۱۸ جولای ۱۹۷۷

تاریخ دوشنبه ۱۸ جولای ۱۹۷۷

زمان	تقاضا KW	زمان	تقاضا KW
۱۰:۰۰	۲۳۸۵	۱۰:۰۰	۲۳۸۵
۱۰:۳۰	۲۴۰۰	۱۰:۳۰	۲۴۰۰
۱۱:۰۰	۲۸۰۵	۱۱:۰۰	۲۸۰۵
۱۱:۳۰	۲۹۲۵	۱۱:۳۰	۲۹۲۵
۱۲:۰۰	۲۹۲۵	۱۲:۰۰	۲۹۲۵
۱۲:۳۰	۲۹۱۰	۱۲:۳۰	۲۹۱۰
۱۳:۰۰	۲۹۱۰	۱۳:۰۰	۲۹۱۰
۱۳:۳۰	۲۹۱۰	۱۳:۳۰	۲۹۱۰
۱۴:۰۰	۲۸۸۰	۱۴:۰۰	۲۸۸۰
۱۴:۳۰	۳۰۰۰	۱۴:۳۰	۳۰۰۰
۱۵:۰۰	۳۳۴۵	۱۵:۰۰	۳۳۴۵
۱۵:۳۰	۳۳۰۰	۱۵:۳۰	۳۳۰۰
۱۶:۰۰	۳۲۷۰	۱۶:۰۰	۳۲۷۰
۱۶:۳۰	۳۳۰۰	۱۶:۳۰	۳۳۰۰
۱۷:۰۰	۳۳۰۰	۱۷:۰۰	۳۳۰۰
۱۷:۳۰	۴۵۱۵	۱۷:۳۰	۴۵۱۵
۱۸:۰۰	۴۹۵۰	۱۸:۰۰	۴۹۵۰
۱۸:۳۰	۵۲۴۰	۱۸:۳۰	۵۲۴۰
۱۹:۰۰	۵۶۴۰	۱۹:۰۰	۵۶۴۰
۱۹:۳۰	۶۲۲۵	۱۹:۳۰	۶۲۲۵
۲۰:۰۰	۵۵۹۵	۲۰:۰۰	۵۵۹۵
۲۰:۳۰	۵۸۲۰	۲۰:۳۰	۵۸۲۰
۲۱:۰۰	۶۱۷۰	۲۱:۰۰	۶۱۷۰
۲۱:۳۰	۶۳۲۵	۲۱:۳۰	۶۳۲۵
۲۲:۰۰	۵۶۱۰	۲۲:۰۰	۵۶۱۰
۲۲:۳۰	۱۱۰۲۰۰ KW	۲۲:۳۰	۱۱۰۲۰۰ KW
۲۳:۰۰	۱۱۰۲۰۰ KW	۲۳:۰۰	۱۱۰۲۰۰ KW
۲۳:۳۰	۱۱۰۲۰۰ KW	۲۳:۳۰	۱۱۰۲۰۰ KW
۲۴:۰۰	۱۱۰۲۰۰ KW	۲۴:۰۰	۱۱۰۲۰۰ KW

مجموع ۱۱۰۲۰۰ KW
 حداکثر تقاضا در نقطه اوج ۷۷۱۰ KW (۱۳/۳۰)
 حداکثر تقاضا در خارج از نقطه اوج ۵۲۲۵ KW (۳۳/۰۰)
 جدول ۴-۶ داده های مربوط به منحنی بار روزانه نورد فولاد

جدول ۴-۶ داده های مربوط به منحنی بار روزانه نورد فولاد

داده هایی که یک چنین نمودارهایی در بردارند، میتواند برای تعیین خصوصیات بار الکتریکی که در

زیر آمده است، مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرند:

- زمان رخداد اوج تقاضا (دیماند)

- مصرف انرژی در طول وقت نهار

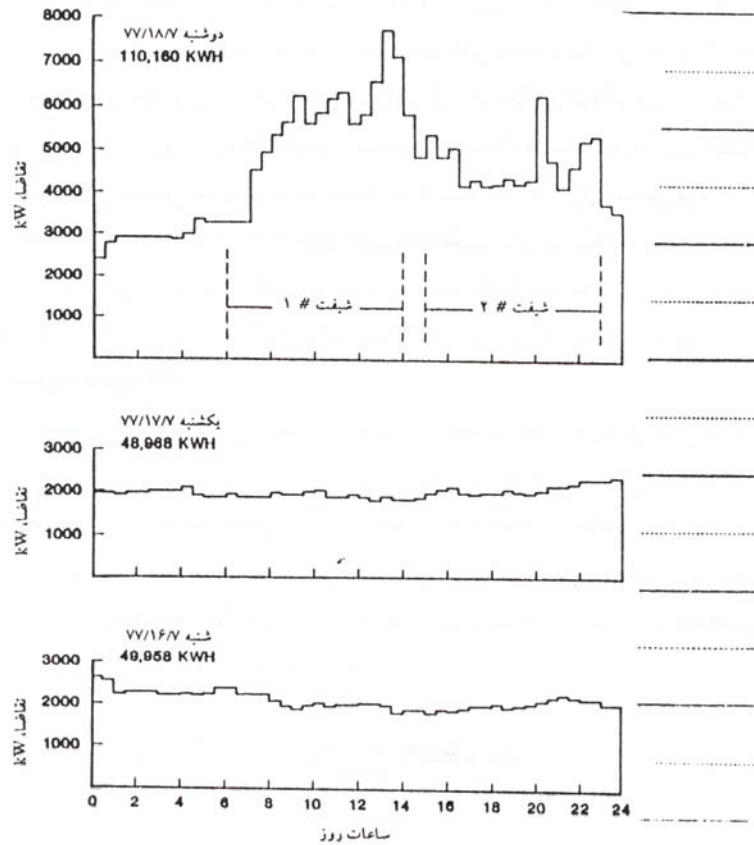
- نسبت بیشترین به کمترین تقاضا

- نسبت تقاضای تابستان به زمستان

- درصد کل مصرف انرژی در خلال ساعات غیرکاری

- درصد کل مصرف انرژی در تعطیلات آخر هفته

این داده ها میتوانند برای ارزیابی وضعیت های زیر بکار روند



شکل ۷-۴ منحنی های بار روزانه یک کارخانه نورد فولاد

- آیا بارها عمده در خلال وقت نهار باقی مانده اند؟
- آیا چراغ ها یا سایر تجهیزات در طول ساعات غیرعادی یا آخر هفته فعال مانده اند؟
- آیا اوج تقاضا را می توان کاهش داد؟

در یک وضعیت ایده آل منحنی به شکل یک مستطیل درخواهد آمد. در طول ساعات غیرکاری

مقدارش صفر خواهد بود و هنگامی که روز کاری آغاز می شود، مقدار آن به طور ثابت افزایش می یابد تا

به حداکثر مقدار خود برسد و در یک مقدار ثابت باقی بماند تا هنگامی که روز کار به پایان برسد سپس دوباره مقدار آن به صفر کاهش می‌یابد. البته این حالت ایده‌آل هرگز در عمل اتفاق نمی‌افتد. یک روش سریع برای کنترل کارائی سیستم می‌تواند با محاسبه درصد انرژی مصرفی در ساعات کاری، پیش از شروع کار و پس از ساعات کاری بدست آید. اگر انرژی مصرفی در ساعات غیر کار ۴۰٪ مقدار کل یا بیشتر باشد، باید ممیزی انرژی به منظور تشخیص مؤلفه‌های این بار و ارزیابی اینکه آیا این میزان انرژی مصرفی واقعاً ضرورت دارد یا نه؟ بکار گرفته شود

اینک بطور مختصر مهمترین پارامترها و ضرائب تحلیل بار الکتریکی یادآوری میشوند.

الف (ضریب تنوع (DV)

هر بار الکتریکی صنعتی شامل روشنایی، موتورها، چیلرها، کمپرسورها و انواع لوازم دیگر می‌باشد. مجموع ظرفیت‌های این وسایل بر حسب کیلووات (KW) بار متصل شده هستند. بار واقعی در هر لحظه از زمان بطور طبیعی کمتر از بار متصل شده است. از آنجائیکه همه موتورها بطور همزمان فعال نمی‌باشند، فقط تعدادی از چراغ‌ها ممکن است در یک لحظه روشن باشند و یا غیره. لذا بار واقعی در هر لحظه معمولاً کمتر از بار متصل شده، می‌باشد. در این صورت به بار، متنوع گفته می‌شود و معیار آن با محاسبه ضریب تنوع به دست می‌آید.

$$DV = \frac{Dm_1 + Dm_2 + Dm_3 + etc}{D \max} \quad ۴-۳-۳$$

که در آن Dm_1 و Dm_2 و غیره = مجموع ماکزیمم تقاضای بارهای منفرد (KW)

$Dmax$ = ماکزیمم تقاضای کارخانه (KW)

اگر بارهای جداگانه بطور همزمان رخ ندهند (که معمولاً هم رخ نمی‌دهند)، فاکتور تنوع بزرگتر از واحد خواهد بود. نمونه مقادیر برای کارخانه‌های صنعتی ۱/۳ تا ۲/۵ می‌باشد. اگر باری در حداکثر

اندازه‌های خود بطور همزمان کار کند، حداکثر تقاضا برای توان برابر با بار متصل خواهد شد و ضریب تنوع برابر واحد خواهد بود، اما چنانچه اشاره شد، این حالت مگر در موارد خاص اتفاق نمی‌افتد. تقاضا برای توان، همچنان که بارها به سیستم افزوده می‌شوند یا از آن برداشته می‌شوند، در طول زمان تغییر می‌کند. تجربه معمول برای تأمین خدمات، مشخص کردن یک محدوده تقاضا (معمولاً ۰/۲۵ تا ۰/۵ یا یک ساعت) است که بر اساس آن تقاضا و هزینه تقاضا با استفاده از رابطه زیر محاسبه خواهد شد.

$$D = \frac{E}{P} \quad (4-3-4)$$

که در آن :

$$D = \text{تقاضا (KW)}$$

$$E = \text{کیلووات ساعت مصرف شده در طی P (ساعت)}$$

$$P = \text{فاصله زمانی تقاضا (ساعت)}$$

تقاضا محاسبه شده با این روش یک مقدار متوسط است که بزرگتر از پائین‌ترین تقاضای آنی در خلال فاصله تقاضا است. اما کمترین تقاضا در خلال فاصله مذکور است.

ب) ضریب تقاضا (D.F)

شرکت‌های خدمات عمومی به اوج تقاضا علاقه مند هستند. چرا که این عامل ظرفیت دستگاہی که آن‌ها باید نصب کنند تا پاسخگوی نیازهای توانی مصرف‌کنندگان باشد را تعیین می‌کند. این مقدار به وسیله ضریب تقاضا بصورت زیر تعریف می‌شود.

$$DF = \frac{D \max}{CL} \quad (4-3-5)$$

که در آن :

D_{max} = تقاضای حداکثر (KW)

CL = بار متصل شده (KW)

ضریب تقاضا در حالت عادی کمتر از واحد است، محدوده نمونه مقادیر ۰/۲۵ تا ۰/۹ می‌باشد.

از آنجائیکه مشتری در حالت عادی حق اشتراکی را برای حداکثر باری که در سیستم خدمات عمومی قرار دارد، می‌پردازد، تعیین اینکه این حداکثر بار تا چه مقدار مؤثر استفاده می‌شود، مورد علاقه است. مؤثرترین استفاده از تجهیزات این طور خواهد بود که حداکثر بار در شروع فاصله زمانی رخ دهد و سپس بدون تغییر در سرتاسر این فاصله ادامه یابد. در حالت عادی چنین اتفاقی نمی‌افتد، و معیاری برای مدتی که تقاضای حداکثر آن امتداد داشته باشد (یک روز، ماه یا سال) به وسیله ساعات مصرف تقاضا بیان می‌شود

$$HUOD = \frac{E}{D_{max}} \quad (۶-۳-۴)$$

که در آن :

$HUOD$ = ساعات مصرف تقاضا (ساعت)

P = انرژی مصرف شده در فاصله زمانی (KWh)

D_{max} = تقاضای حداکثر در طول (KWh)

P = دوره زمانی که در طی آن $HUOD$ تعیین می‌شود، مثلاً یک روز، یک ماه، یک سال (همیشه

به ساعت بیان می‌شود).

ج) ضریب بار

ضریب بار پارامتر دیگری است که توانایی کارخانه را برای استفاده مؤثر از الکتریسیته اندازه گیری می‌کند. در عمل این ضریب، نسبت بار متوسط برای دوره زمانی داده شده به حداکثر باری که در خلال همان دوره زمانی رخ می‌دهد را اندازه می‌گیرد. مؤثرترین شکل مصرف زمانی رخ می‌دهد که ضریب بار

در زمانی که E یا HUOD حداقل شده‌اند، در بالاترین مقدار ممکن باشد (همیشه کمتر از یک می‌باشد) ضرب بار به این شکل تعریف می‌شود

$$LF = \frac{E}{(D \max)(P)} \quad (4-3-7)$$

که در آن :

LF = ضریب بار، بدون بار

E = انرژی مصرفی در دوره زمانی P (KWh)

Dmax = حداکثر تقاضا در طی دوره زمانی P (KWh)

P = دوره زمانی که در آن ضریب بار تعیین می‌شود (برای مثال یک روز، یک ماه، یک سال)

راه دیگر ضریب بار LF از رابطه (4-3-8) بدست می‌آید

$$LF = \frac{HUOD}{P} \quad (4-3-8)$$

هنوز روش دیگری نیز برای محاسبه بار متوسط هست، L برابر KWh که در خلال دوره زمانی P بر

P بخش می‌شود و سپس از رابطه (4-3-9) استفاده کنید.

$$FL = \frac{L}{D \max} \quad (4-3-9)$$

این روابط برای سهولت در جدول 4-8 جمع بندی شده‌اند. تا کنون بحث بطور کامل در مورد توان بوده است و از مؤلفه راکتیو بار چشم پوشی شده است. در اغلب حالات عمومی، توان ظاهری برحسب KVAr که باید برای بار تأمین شود. جمع برداری توان اکتیو بر حسب کیلووات (KW) و توان راکتیو بر حسب کیلووات راکتیو است :

$$S = \sqrt{Q^2 + VAR^2} \quad (4-3-10)$$

که در آن :

S = توان ظاهری (KW)

$$Q = \text{توان حقیقی (اکتیو)} \text{ KW}$$

$$\text{VAR} = \text{توان راکتیو KVAR}$$

فرمول

تعریف

$$E = K_h P_t C_t n$$

= انرژی الکتریکی مصرفی در پریود P بر حسب (KWH)

$$D = \frac{E}{P}$$

= حداکثر انرژی مصرفی در طی پریود P بر دور

$$D V = \frac{D m_1 + D m_2 + D m_3 + \text{etc}}{D \max}$$

= ثابت اندازه گیری بر حسب کیلووات ساعت بر دور

$$D = \frac{E}{P} ; D \max = \frac{E \max}{P}$$

= نسبت مبدل پتانسیل

$$D F = \frac{D \max}{C L}$$

= نسبت مبدل جریان

$$= \frac{E}{D \max} H U O D$$

= تعداد دور دیسک اندازه گیر

$$L F = \frac{E}{(D \max)} = \frac{H U O D}{P} = \frac{L}{D \max}$$

= بار متوسط KWh

= P پریود زمانی تعیین بار، تقاضا (دیماند) الکتریکی و غیره. معمولاً یک ساعت تا روز. ماه یا سال که بر حسب ساعت

= $\frac{E}{D \max}$ اندازه گیری میشود.

DV = ضریب انحراف ، بی بعد

Dmax = حداکثر تقاضا در پریود KW,P

Dmax = حداکثر تقاضا بار منفرد، KW

Dm₁, Dm₂, Dm₃ = تقاضا در پریود P, KW

D = ضریب تقاضا پریود P بدون بعد

DF = بار متصل شده KWh

HUOD = ساعت مصرفی تقاضا در طی پریود P

به ساعت

LF = ضریب بار در طی پریود P بی بعد

جدول ۸-۴ پارامترها و اختصارات تحلیل بار

در این رابطه ، توان ظاهری به صورت برداری با بزرگی S و زاویه Θ در نظر گرفته میشود. که در

حالت عادی Θ به عنوان "زاویه فاز" شناخته میشود و به این صورت تعریف میشود :

$$? = \text{tg}^{-1} \left(\frac{\text{VAR}}{Q} \right) \quad (11-3-4)$$

د) ضریب توان P.F (Power Factor)

پارامتر مفید دیگر ضریب توان است که از این رابطه بدست می آید :

$$P.F = \cos \Theta \quad (4-3-12)$$

ضریب توان از رابطه (4-3-13) نیز بدست می آید

$$P.F = \frac{Q}{S} \quad (4-3-13)$$

این روابط در شکل 4-9 ترسیم شده اند

ضریب توان همیشه کوچکتر یا مساوی واحد است. مقادیر بالاتر برای ضریب توان مطلوب می باشند زیرا حاکی از آن است که مؤلفه راکتیو بار کوچکتر است. مقدار کم آن به معنی بزرگ بودن مؤلفه راکتیو است. اهمیت ضریب توان مربوط به مؤلفه راکتیو بار است. اگر چه مؤلفه راکتیو توان تلف شده نیست (این مؤلفه در میدان های الکتریکی یا مغناطیسی ذخیره می شود)، تجهیزات پست های فشار قوی و سیستم توزیع باید به اندازه ای باشند که از عمده جریان مورد نیاز توان ظاهری یا جمع برداری مؤلفه های توان اکتیو و راکتیو برآیند. این کار مستلزم سرمایه و هزینه های عملیاتی عظیمی است. هزینه های علیاتی به دلیل تلفات حاضر (Standby Losses) که هنگام تأمین مؤلفه راکتیو بار بوجود می آید، افزایش پیدا می کند.

ضریب توان را می توان با افزودن خازن هایی به بار، به منظور جبران بخشی از راکتانس القایی بهبود بخشید. سودمندی این روش بستگی به جنبه های اقتصادی هر مورد خاص دارد و عموماً نیازمند مرور و تحلیل دقیق است.

شکل 4-9 محاسن افزودن خازن ها به یک بار القایی را بصورت ترسیمی نشان می دهد. راکتانس خازنی منفی در عمل راکتانس سلفی مثبت را "خنثی می کند" و باعث کاهش مؤلفه راکتیو بار میشود (KVARs). اما بدلیل تغییرات پارامترهای بار، عموماً متعادل کردن ضریب توان بطور دقیق غیرممکن است (در موارد بسیاری این عمل از نظر اقتصادی مطلوب نیست). همچنین توجه کنید که افزایش ناچیزی

در مصرف توان حقیقی وجود دارد چرا که خازن ها مقداری مقاومت نشتی و بدین ترتیب تلفات I^2R دارند.

پارامترهای زیر باید به هنگام نصب خازن ها در نظر گرفته شوند :

- موقعیت (چه در سربار و چه در سر تغذیه)
- ایمنی (باید تدابیری به منظور ایمنی در هنگام تخلیه انرژی ذخیره شده اتخاذ شود)
- ولتاژ بیش از اندازه
- اقتصادی
- در نصب خازن های جبران ساز به مباحث سیستم های کنترل شناور و اثرات سوء پیچینگ نیز باید توجه داشت.

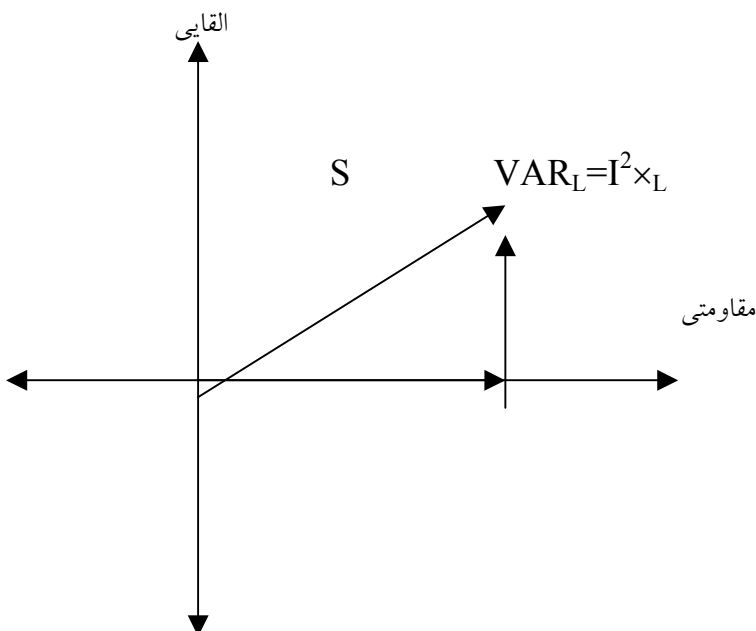
مثال : یک موتور $7/5 \text{ KW}$ (10 hp) روی یک دستگاه تهویه در یک بیمارستان را در نظر بگیرید. این

موتور با مشخصات 380 V و سه فاز (3ϕ) و 1800 RPM برای 2000 ساعت کار در سال در نظر

گرفته شده است. اندازه گیری ها مقادیر زیر را نشان می دهند :

توان ورودی $= 8/7 \text{ KW}$ در بار کامل

ضریب توان $= 0/88 = \text{Cos}$



$$Q_1 = I^2 R_L$$

شکل (۹-۴ الف)

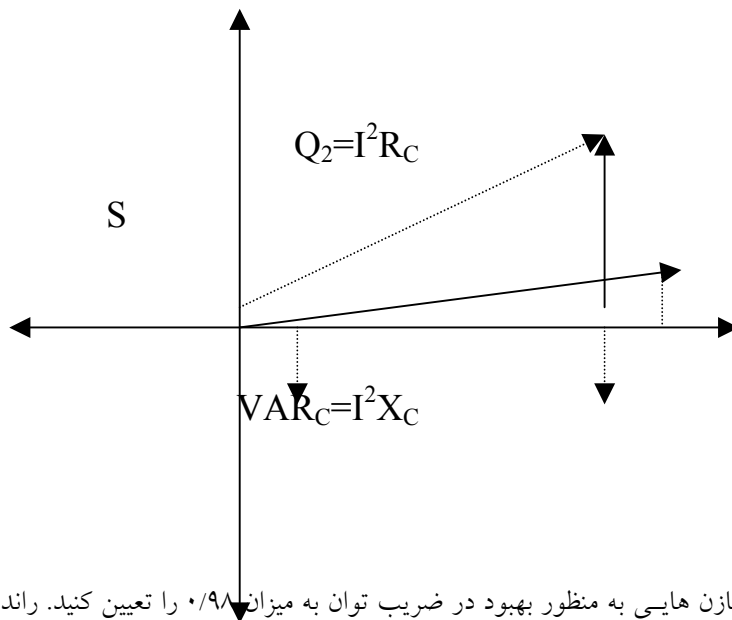
ظرفیتی

الف) روابط توان بار القایی بدون ضریب تصحیح توان

$$S' = \sqrt{(Q_1 + Q_2)^2 + (VAR_L - VAR_C)^2}$$

شکل (۹-۴ ب)

$$= \tan^{-1} \left(\frac{VAR_L - VAR_C}{Q_1 + Q_2} \right)$$



سودمندی افزودن خازن هایی به منظور بهبود در ضریب توان به میزان ۰/۹۸ را تعیین کنید. راندمان

موتور چقدر است؟ اگر هزینه نصب خازنهای ۴۰/Kvar دلار باشد و قیمت الکتروسیته ۰/۰۶Kwh دلار،

بازگشت سرمایه چقدر است؟ مقاومت ترانسفورماتور و سیستم توزیع ۱۰ اهم است.

در ابتدا جریان خط را با استفاده از معادله زیر بیابید:

$$Q = ۸۷۰۰ = \sqrt{3} (I_{line}) (۴۸۰V) (۰/۸۸)$$

$$I_{line} = ۱۱/۹ A$$

سپس

$$\text{VAR} = \sqrt{3} (i_{\text{line}})(V_{\text{line}})\sin \Theta$$

$$= (1/\sqrt{3})(11/9)(480)(0/47) = 4/7 \text{ kVARs}$$

$$S = \sqrt{(8.7)^2 + (1.7)^2} = 9/88 \text{ VA}$$

برای اصلاح ضریب توان تا مقدار ۰/۹۸، نیاز به افزودن خازن های ۳/۰ kVARs (-) داریم، بنابراین

$$\text{VAR} = 1/7 \text{ kVARs}$$

$$S' = \sqrt{(8.7)^2 + (1.7)^2} = 8/86 \text{ VA}$$

$$Pf = \frac{Q}{S'} = \frac{8/7 \text{ kw}}{8/86 \text{ VA}} = 0/9$$

(توجه کنید که علامت های پریم (')) نشان دهنده مقادیر پس از افزودن خازن ها هستند. جریان جدید

برابر میشود با :

$$8860 = \sqrt{3} (i'_{\text{line}}) (480 \text{ V}) \text{ Kva}$$

$$(i_{\text{line}}) = 10/7 \text{ A}$$

تلفات موتور قبلاً برابر بود با :

$$8/7 \text{ Kw} - 7/5 \text{ Kw} = 1/2 \text{ Kw}$$

(یعنی کارایی موتور برابر ۸۶٪ بود)

از آنجایی که حالا جریان ترانسفورماتور سیستم توزیع کمتر است، تلفات I^2R نیز کمتر خواهند بود.

تلفات جدید در ترانسفورماتور و سیم کشی های توزیع برابرند با :

$$\text{قبل : تلفات} = I^2R = (11/9)' 10 = 1416 \text{ وات}$$

$$\text{بعد : تلفات} = (10/7)' 10 = 1445 \text{ وات}$$

بنابراین ، صرفه جویی می شود ، وات ۱۴۱۶-۱۴۴۵=۲۷۱

اکنون بازگشت سرمایه قابل محاسبه است. چون تلفات در خازن ها نامعلوم هستند، فرض می کنیم به

اندازه ای کوچک هستند که در حال حاضر قابل چشم پوشی باشند. قیمت خازن ها

$$\text{دلار } ۱۲۰ = (۳ \text{ kVAR}) (۴۰/\text{kVARs} \text{ دلار})$$

است. صرفه جویی سالیانه برابر است با :

$$\text{year} / ۳۲/۵۲ \text{ دلار} = (۰/۰۶/\text{kWh} \text{ دلار}) (۲۰۰ \text{ hr/yr}) (۱۰ \text{ kw/w}) (۲۷۱ \text{ w})$$

این نشان دهنده یک بازگشت سرمایه ساده در ۳/۷ سال است.

چندین نکته دیگر در ارتباط با مصرف خازن ها باید گفته شود. ضریب توان پایین می تواند از

ترانسفورماتورهای با بار اضافی و تلفات بیهوده در موتورها و سیم کشی ها ناشی شود. ضریب توان پایین

همچنین موجب تنظیم ضعف ولتاژ و افت ولتاژ بیش از حد میشود.

دو روش برای اتصال خازن ها وجود دارد : دربار یا در محل تغذیه اصلی یا تابلوی توزیع. مورد اول

آسان است چرا که خازن ها با بار خاموش و روشن می شوند. همچنین تلفات جریان راکتیو در این روش

کمتر است. روش دوم این فایده را دارد که خازن های بزرگتر (و بنابراین قیمت ارزانتر واحد آن) می توانند

مورد استفاده قرار گیرند. اما صرفه جویی در مدارهای فرعی بدست نمی آید. این روش در ابتدا موجب

صرفه جویی در فییدرهای اولیه و ترانسفورماتور اصلی می شود اما نه در سمت بار توزیع. هنگامی که

خازن ها توسط بار منفرد اتصال می یابند، کلیدهای گرانتری نیاز میباشند. برای کمک به تعیین اندازه

خازن ها جدول ۱۰-۴ اندازه خازن ها برای استفاده در زمانی که ترکیب موتور/خازن به صورت یک واحد

اتصال می یابند را نمایش می دهد.

کنترل اوج تقاضا

شرکت های خدمات عمومی باید ظرفیت کافی برای مقابله با بارهای مشتریان را در همه زمانها تأمین

کنند، به دلیل هزینه اولیه بالا برای ظرفیت تولید جدید، مانند هزینه ترانسفورماتورها، پست های فرعی و

سیستم های توزیع، اکثر خدمات عمومی ظرفیت خود را برای تقاضای حداکثر (به kw) که توسط مشتریان ایجاد می شود، بدون توجه به زمان طول کشیدن این تقاضا، تنظیم می کنند.

بنابراین هم مورد علاقه مشتری و هم شرکت خدماتی است که اوج تقاضا را تا جای ممکن پایین تر نگاهدارند. با اینکه این عمل به صورت مستقیم باعث صرفه جویی انرژی نمی شوند، ولی قطعاً صرفه جویی در پول را دنبال خواهد داشت. می توان از چندین روش برای کاهش اوج تقاضا استفاده کرد:

- برنامه ریزی و زمان بندی در حالات غیرپیک (Off - peak)

- ذخیره سازی انرژی

- کنترل های محدود کننده تقاضا

- سیستم های کنترل تقاضای کامپیوتری

برنامه ریزی و زمان بندی در حالات غیر حداکثر برای بارهایی مانند آبیاری زمین های گلف که در آنجا می توان پمپ ها را بطور زمان بندی شده در شب یا سایر ساعاتی که تقاضا پایین است، بکار انداخت اعمال می شود. در عملکرد یک کارخانه چند شیفته شاید امکان پذیر باشد که کار انرژی بر خاصی را جهت کاهش اوج تقاضا در ساعات غیرپیک قرار دهند.

ذخیره انرژی را میتوان از جهت کاهش زمان اوج تقاضا مورد توجه قرار داد. کمپرسورهای هوا در ساعات غیرپیک می توانند کار کنند و هوای فشرده شده را ذخیره کنند، چیلرها می توانند در ساعات غیرپیک آب را خنک کرده و ذخیره کنند. ساختمان ها را می توان شبها از قبل خنک کرد (با استفاده از حجم حرارتی ساختمان برای ذخیره انرژی) تا اوج مصرف انرژی در روز کاهش یابد.

کنترل های محدود کننده تقاضا (کنترل های الکترونیکی یا ریزپردازنده ها) طوری می توانند طراحی شوند که شاخصی را برای تقاضا ایجاد کنند و بتوانند رله هایی را برای جلوگیری از تجاوز تقاضا از یک حد از پیش تعیین شده ، باز کنند.

کنترل های کامپیوتری تقاضا یک قدم پیشتر می روند و مشخص می کنند که در فاصله تقاضای قبلی تا تقاضای بعدی، چه تقاضایی اضافه است، و اگر چنین چیزی اتفاق افتاد و به میزان تقاضا اضافه شد، به طور اتوماتیک بارهای غیرضروری خاصی را از خط خارج می کنند. هنگامی که تقاضا کاهش پیدا می کند، این بارها بطور اتوماتیک مجدداً وصل خواهند شد. اگر لازم باشد، می توان آنها را بطور موقت در یک برنامه گردش برای سرویس دهی جزئی بکار انداخت

این روش غالباً برای دستگاه های تهویه هوا، که می توان آنها را برای فواصل زمانی چند دقیقه ای در هر ساعت بدون تأثیر قابل توجهی در تهویه خاموش کرد، استفاده می شود (بسته به نوع اشتغال مکان).

۴-۴ شناخت منحنی بار

معمولاً "بار" به دستگاه ها و یا مجموعه ای از تجهیزات اطلاق می شود که از شبکه قدرت الکتریکی انرژی برداشت می نمایند. انواع مختلف بار را به دسته های زیر میتوان تقسیم کرد :

الف (موتورهای الکتریکی

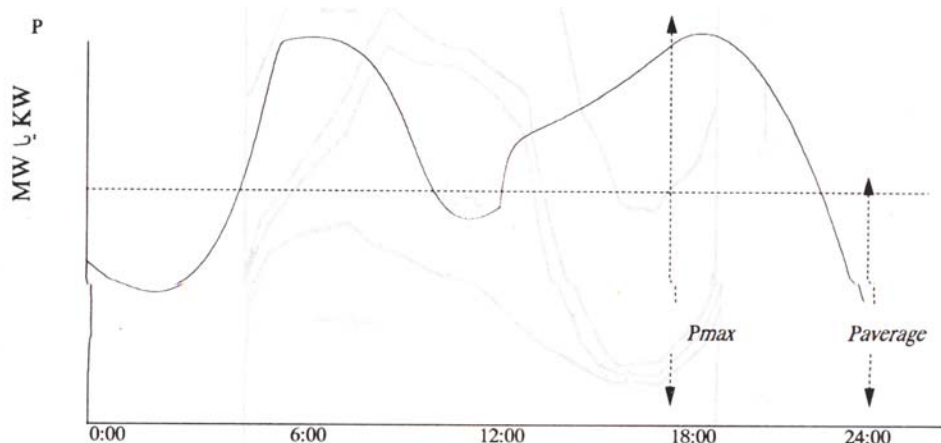
ب (تجهیزات گرمایش و سرمایش

ج (تجهیزات روشنایی

در گذشته، یکی از شاخص های اساسی توسعه در کشورهای صنعتی، امکان تأمین انرژی الکتریکی به هر میزان مطرح شده است. از طرفی با توسعه مصرف انرژی الکتریکی، طیف وسیعی از مصرف کنندگان انرژی های الکتریکی، الگوی یکنواختی از مصرف انرژی الکتریکی را اختیار نموده اند. لذا تغییرات انرژی

الکتریکی مصرفی نسبت به پریرود مشخص زمانی نظیر ساعت، روز، ماه و سال بطور قابل ملاحظه‌ای دارای تغییرات شدید می‌باشد.

اصطلاحاً منحنی تغییرات بار نسبت به دوره مطالعاتی مزبور را “منحنی بار” می‌نامند در شکل ۴-۱۱ محور افقی “زمان” و محور عمودی مصرف بر حسب KW یا MW می‌باشد.



شکل ۴-۱۱

از نقطه نظر شبکه دستگاه‌های مختلف به شکل زیر دسته بندی می‌شوند:

۱- اندازه (KW یا MW مورد نیاز)

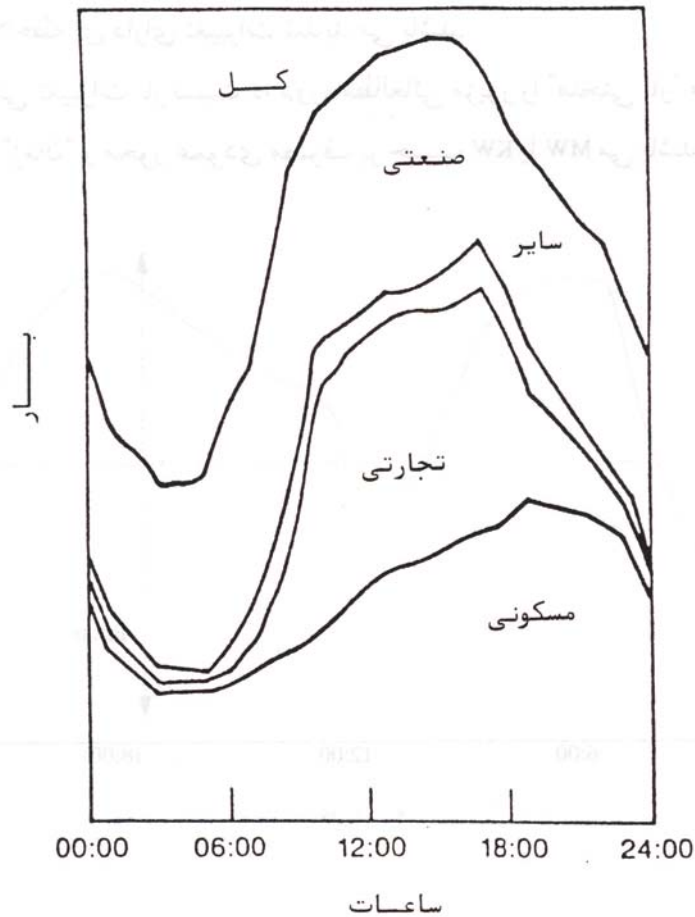
۲- تقارن (تکفاز یا سه فاز)

۳- تداوم بار (نسبت به زمان، فرکانس و ولتاژ)

۴- سیکل مصرفی (دائمی و تصادفی)

بارهای منفرد کاملاً خصوصیات ویژه خود را دارند ولی می‌توان برای مجموعه ای از این بارها در ترانسفورماتورهای توزیع یک الگوی خاص در نظر گرفت. در فوق توزیع اثر میان گیری از مجموعه بارها محسوس تر بوده و در انتقال الگوی بارها شفاف و قابل پیش بینی هستند. منحنی بار برای گروه های

مصرف مختلف، متفاوت می‌باشد. بطور نمونه منحنی شکل ۱۲-۴-۴ منحنی بار مصرف انرژی الکتریکی روزانه در یک روز تابستان را نشان می‌دهد.



شکل ۱۲-۴ منحنی بار روزانه در بخش‌های مختلف مصرف [۳]

شکل ۱۲-۴ منحنی بار روزانه در بخش‌های مختلف مصرف [۳]

۴-۴-۱ دسته بندی بارها با استفاده از اطلاعات آماری

الف) مجموعه بارها را میتوان بصورت بار مرکب در نظر گرفت و رفتار آنها قابل پیش بینی خواهد بود.

ب) این بارهای مرکب و فشرده یا زمان رفتار قابل پیش بینی دارند. هنگامی که تغییرات نیاز بار

(مصرف) بر حسب زمان بر اساس ترتیب زمانی رسم شوند از منحنی بار حاصله (۱۱-۴-۴)

$$LF = \frac{P_{av}}{P_{max}} \quad (\text{ضریب بار})$$

تعریف می‌شود.

ج) اگر چه بار با زمان تغییر می‌کند ولی تغییرات آنها نسبتاً کند است. معمولاً در طول دقایق بار تقریباً ثابت می‌باشد. این زمان در مقایسه با ثابت زمانی های مدارهای الکتریکی نسبتاً بزرگ است. بنابراین بار گرچه با زمان متغیر است ولی از ماهیتی ساکن و استاتیک برخوردار می‌باشد.

د) بارها عموماً توان راکتیو (دواته = توان کور) نیز دارند.

ه) بارها عموماً متقارن فرض می‌شوند.

ترکیب بارهای مختلف شبکه را بصورت آماری به ترتیب زیر می‌توان نشان داد :

۱- بارهای صنعتی موتوری ۵۰ تا ۶۰ درصد

۲- روشنایی و گرمایش ۲۰ تا ۲۵ درصد

۳- موتورهای سنکرون ۱۰ درصد

۴- تلفات انتقال ۱۰ تا ۱۲ درصد

منحنی بار با سه مشخصه با اهمیت شناخته می‌شود :

- ماکزیمم منحنی (که به حداکثر مصرف معروف است یا حداکثر دیمانند)

- مقدار متوسط منحنی (که به میانگین مصرف موسوم است)

- ضریب بار که برابر نسبت دیمانند متوسط به دیمانند حداکثر می‌باشد.

فرض کنید P_{max} حداکثر مصرف و P_{av} متوسط مصرف باشد در اینصورت :

برای منحنی بار داده شده، میانگین مصرف ضربدر زمان مبنا بر حسب ساعت نمایانگر سطح زیر منحنی

می‌باشد. سطح زیر منحنی همچنین بیانگر کل انرژی تولیدی در مدت زمانی که منحنی بار برای آن رسم

شده خواهد بود.

چون مصرف شبکه‌های الکتریک در هر لحظه بایستی برابر قدرت تولیدی باشد، برای برآوردن نیاز مصرف معمولاً مقدار کافی تولید ذخیره پیش بینی می‌نمایند. اغلب اوقات ظرفیت موجود (یا ظرفیت نصب شده) بیشتر از حداکثر تقاضا است. برای در نظر داشتن این موقعیت کمیت دیگری تعریف می‌کنند که به ضریب ظرفیت (Capacity factor) موسوم است و برابر نسبت میانگین مصرف به ظرفیت نصب شده است یعنی :

$$C.F = \frac{P_{av}}{P_{inst}}$$

در این رابطه P_{inst} برابر ظرفیت نصب شده شبکه مورد نظر می‌باشد. برای شبکه ای بدون ذخیره گردان، ضریب بار ضریب ظرفیت است. معمولاً ضریب ظرفیت کمتر از ضریب بار می‌باشد. مسئولین نیروگاه ها ترجیح می‌دهند که ضریب بار را برای نیروگاه های مختلف جداگانه ارائه نمایند تا خصوصیات کارکرد هر کدام بهتر مشخص شود.

ضریب بار در حال کار برای هر نیروگاه بدین ترتیب بصورت نسبت خروجی متوسط واحدها در باس بار (Bus bar) به مجموع حاصلضرب ظرفیت و زمان بهره وری تک تک ژنراتورهای نیروگاه تعریف می‌شود.

یعنی ضریب بار نیروگاه در حال کار :

$$(PRLF) = \frac{(P_{av} * h)}{\left[\sum_i^K P_i \cdot h_i \right]}$$

که در آن P_i ظرفیت واحد (ام) و h_i زمان بهره برداری (یا کارکرد) واحد (ام) و h زمانی است که برای آن منحنی بار رسم شده و ضرائب محاسبه می‌گردند.

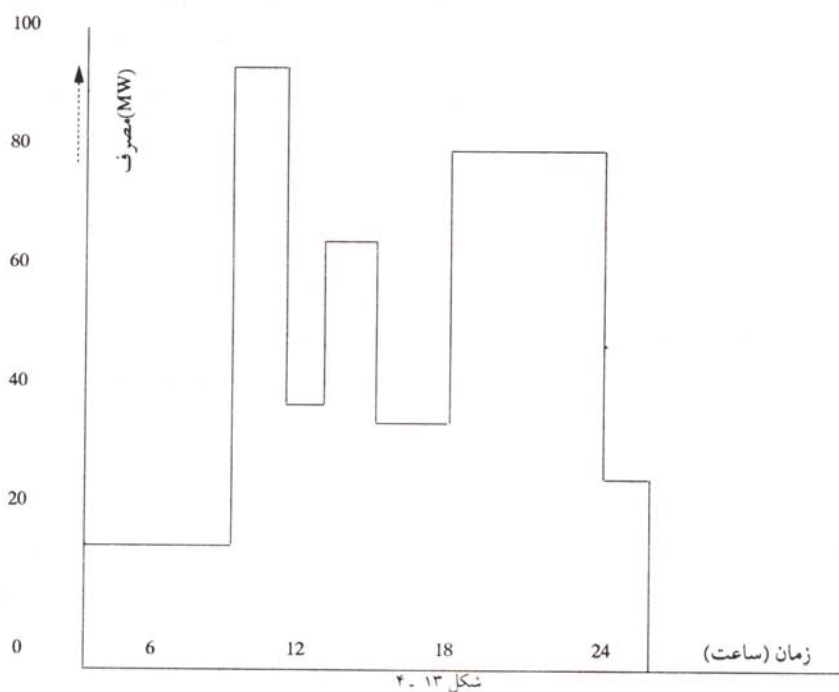
ضریب بار نیروگاه در حال کار (PRLF) بزرگتر از ضریب ظرفیت و ضریب بار محاسبه شده برای یک شبکه خاص است. ضریب دیگری که اغلب بکار می‌رود ضریب استفاده از نیروگاه است.

این ضریب بصورت نسبت انرژی تولیدی در سال به حاصلضرب ظرفیت نصب شده و تعداد ساعات کارکرد نیروگاه تعریف می‌شود. ضریب استفاده از نیروگاه (Plan Use Factor) نمایانگر کارکرد کلی نیروگاه بوده، در حالیکه ضریب بار نیروگاه در حال کار نمایانگر کار داخلی نیروگاه می‌باشد. ضریب بار نیروگاه در حال کار بزرگتر از ضریب استفاده از نیروگاه است. شخصی بنام **Berry** شبکه‌های مختلف و منحنی‌های بار آن‌ها را مطالعه کرده و رابطه بین ضریب تلفات بار بر حسب ضرایب بار را بصورت زیر ارائه نموده است :

$$\text{ضریب تلفات} = \text{a (ضریب بار)} + \text{b (ضریب بار)}^2$$

در این رابطه **a** و **b** ثابت هستند. او پیشنهاد کرده است که **a** و **b** بترتیب $0/2$ و $0/8$ باشد. به مثالی که

منتج به رسم منحنی ۱۳-۴ شده است توجه فرمائید :



شکل ۱۳-۴

مثال : در یک مطالعه شبانه روزی ۲۴ ساعتی مصرف (باس بار) یک ایستگاه به ترتیب زیر بوده است :

زمان	۷ تا ۲۴	۹ تا ۷	۱۱ تا ۹	۱۳ تا ۱۱	۱۳ تا ۱۳	۱۶ تا ۱۶	۲۲ تا ۱۶	۲۲ تا ۲۲
بار (MW)	۲۰	۱۰۰	۴۵	۷۰	۴۰	۸۵	۳۰	

منحنی بار و تداوم آن را رسم کنید :

الف (ضریب بار روزانه را بدست آورید.

ب (حداکثر مصرف بار را پیدا کنید.

ج (میانگین مصرف بار را پیدا کنید.

د (ضریب ظرفیت بار را پیدا کنید.

(۱) اگر ایستگاه هیچگونه ظرفیت ذخیره نداشته باشد.

(۲) اگر ظرفیت ذخیره ۲۰٪ حداکثر مصرف باشد

حل: $1260 \text{ Mwh} = 2 \times 30 + 6 \times 85 + 3 \times 40 + 2 \times 45 + 2 \times 100 + 7 \times 20$ = سطح زیر

منحنی

سطح زیر منحنی بار برابر انرژی تزریق شده از طریق (باس بار) به شبکه می باشد.

$$P_{av} = \frac{1260}{24} = 52.5 \text{ MW} = \text{میانگین مصرف}$$

$$P_{max} = 100 \text{ MW} = \text{حداکثر مصرف}$$

$$\text{ضریب بار} = \frac{P_{av}}{P_{max}} = \frac{52.5}{100} = 53\%$$

$$\text{ضریب تلفات بار} = 0.2 \times 0.525 + 0.8 \times (0.525) = 0.325$$

ظرفیت نصب شده شبکه بایستی حداقل برابر حداکثر مصرف بعلاوه ظرفیت ذخیره باشد.

(۱) اگر ظرفیت ذخیره موجود نباشد

$$100 \text{ MW} = \text{ظرفیت نصب شده}$$

ضریب ظرفیت بعنوان نسبت میانگین مصرف به ظرفیت نصب شده تعریف می‌شود :

$$C.F = \frac{P_{av}}{P_{inst}} = \frac{52/5}{100} = 0/52 \text{ یا } 52\%$$

۲) با ظرفیت ذخیره برابر ۲۰٪ حداکثر مصرف، ظرفیت نصب شده برابر :

$$120 \text{ MW} = 100 \times 0/2 + 100 \text{ (مگاوات) می‌گردد.}$$

$$C.F = \frac{52/5}{120} = 0/43 \text{ یا } 43\%$$

بنابراین معمولاً ضریب کمتر از ضریب بار بایستی باشد. حد آن هم برابر ضریب بار است.

(L.D.C) Load duration

۵-۴- شناخت منحنی تداوم بار

Curve

برای ساختن تداوم بار ابتدا $T \times 24$ عدد متمایز که مربوط به بار ۲۴ ساعته پیرو زمان T می‌باشد انتخاب می‌شود (T تعداد روزهای دوره مطالعه می‌باشد) سپس این اعداد از بزرگ به کوچک مرتب می‌شوند و بزرگترین آنها به عنوان رقم صد در صد و بقیه ارقام برپایه صد سنجیده شده و بر روی محور مختصات علامتگذاری می‌گردد.

هر علامت ممکن است بیانگر یک، دو و یا یک گروه اعداد نزدیک مشابه باشند. محور Y ها شامل مقدار بار بر حسب مگاوات و محور X ها شامل تعداد ساعات دوره می‌باشد. در صورتی که روی محور X ها کل زمان را برابر واحد و روی محور Y ها حداکثر پیک نیز برابر واحد در نظر گرفته شود منحنی تداوم بار بر حسب پریونیت ($Per unit$) بدست می‌آید.

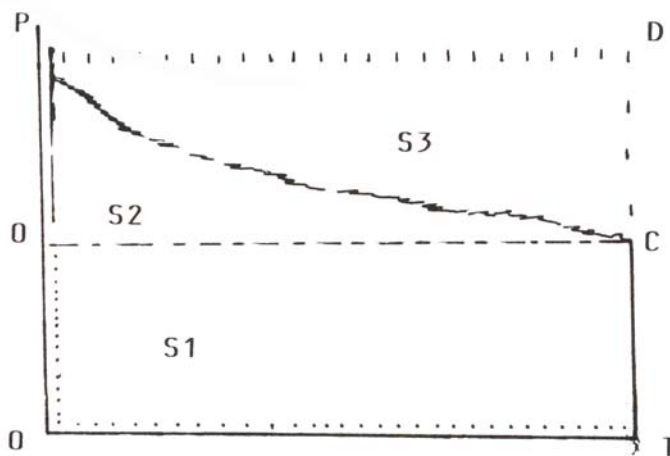
بررسی و تجزیه و تحلیل تداوم بار در برنامه ریزی سیستم برق اعم از کوتاه مدت تا بلند مدت، انتخاب نوع و ظرفیت واحدهای آینده کاربرد گسترده‌ای دارد. همچنین از نمودار تداوم بار در تعیین

نرخ تعرفه و برآورد مصرف و اعمال مدیریت مصرف استفاده می‌شود. با تجزیه و تحلیل نمودارهای تداوم بار نقش و اهمیت بارهای پایه، میانی و پیک بر ضریب بار مشخص می‌گردد.

۱-۵-۴- بررسی نمودار L.D.C و عوامل مؤثر در ساعات

بررسی حالت (۱): نمودار شماره ۱۴-۴ یک نمونه منحنی L.D.C می‌باشد که با توجه به این

نمودار ضریب بار، طول نمودار، ... را به شرح زیر می‌توان نوشت:



(نمودار ۴-۱۴) نمونه منحنی LDC

(نمودار ۴-۱۴) نمونه منحنی LDC

$$\text{Base Load} = OB = b$$

$$\text{Peak Load} = OP = P$$

$$\text{Period} = OT = t$$

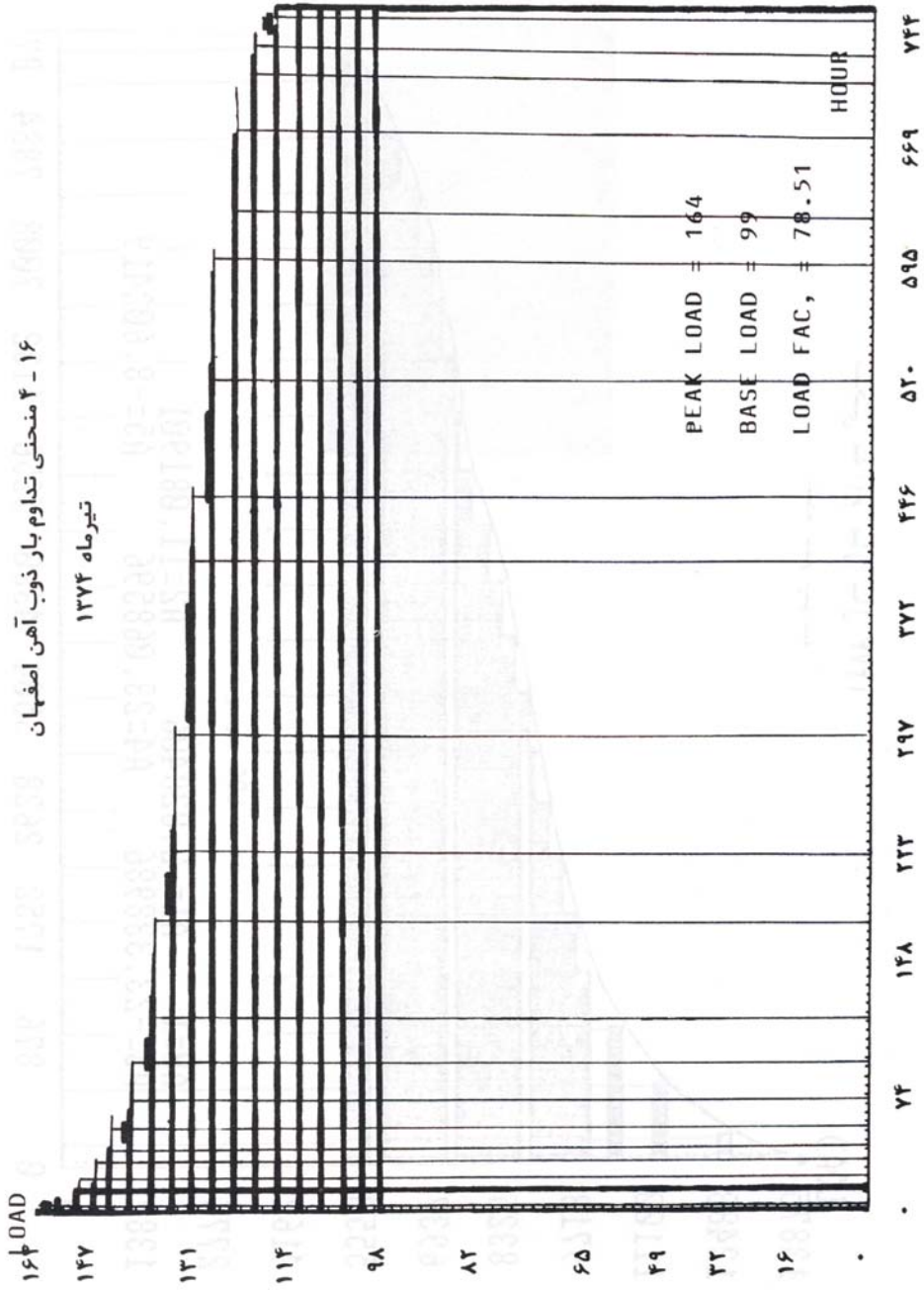
$$\text{ضریب بار} = LF = \frac{S_1 + S_2}{S_1 + S_2 + S_3} = \frac{S_1 - S_2}{P.T} + \frac{b}{P} + \frac{S_2}{P.T}$$

$$\text{طول نمودار} = P - b + t$$

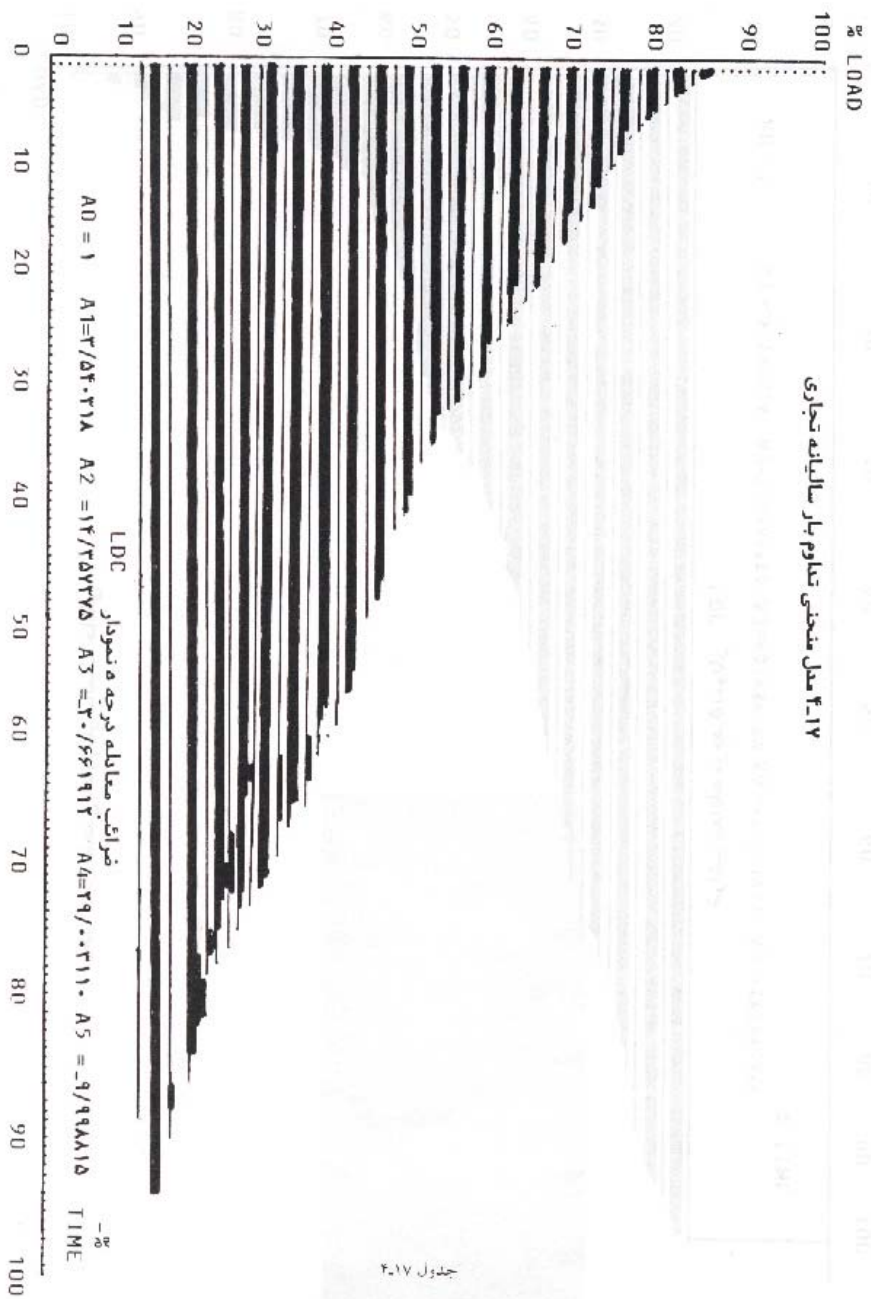
$$\text{طول نمودار} = 2 - \frac{b}{P}$$

برای موارد فوق نتایج زیر بدست می‌دهد:

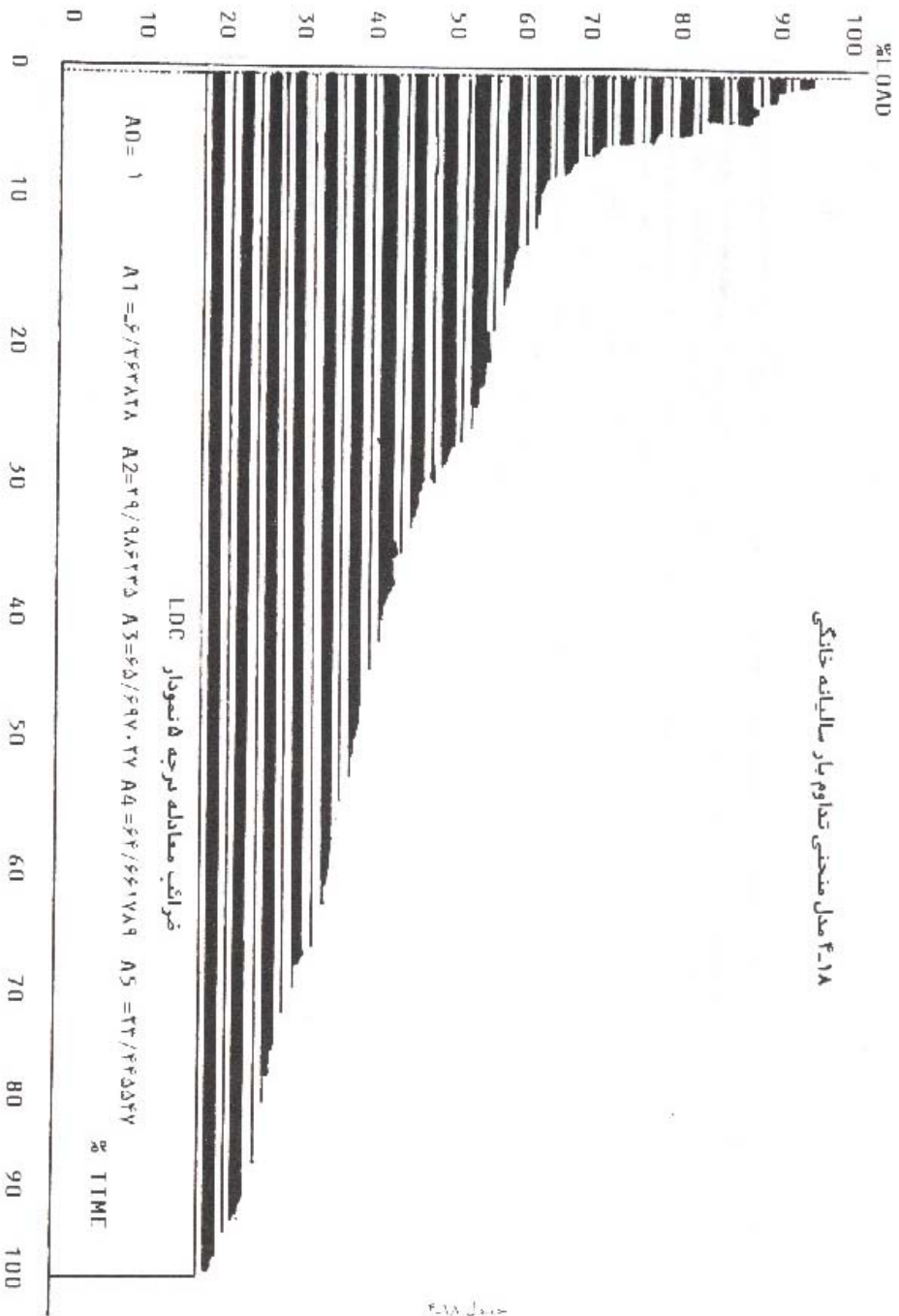
جدول ٤-١٥



جدول ۱۶-۴



جدول ۴-۱۷



جدول ۴-۱۸

۱- ضریب بار متناسب با $\frac{b}{p}$

۲- طول L.D.C نسبت معکوس با $\frac{b}{p}$ دارد. یعنی برای بالا بردن ضریب بار دو شرط لازم است،

شرط اول وضعیت بارها و پیک و شرط دوم بار میانی را توضیح میدهد.

۶-۴ مطالعه شرایط و مدیریت تولید (Demand and Supply side Management)

استفاده از خدمات برق‌رسانی نیروگاه‌ها را می‌توان به سه گروه تقسیم کرد:

بار پایه (Base Load) بار میانی (Intermediate Load) بار پیک (قله) (Peak Load)

نیروگاه‌های بار پایه بزرگ می‌باشند (نوعاً بزرگتر از ۸۰۰ مگاوات) که عمدتاً از سوخت‌های ارزان قیمت ۲ مانند ذغال سنگ، سوخت‌های اتمی و یا جریان آب رودخانه‌ها استفاده می‌کنند. آنها در یک سطح مشخص و ثابت در سرتاسر روز برای ۵۰ تا ۸۰ درصد از سال مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند. نیروگاه‌های بار میانی از حیث اندازه ابعاد متوسط دارند (نوعاً بین ۲۰۰ تا ۸۰۰ مگاوات).

این نیروگاه‌ها معمولاً از سوخت‌های نفت، گاز یا ذغال سنگ استفاده می‌کنند و قدرت خروجی آنها در سرتاسر روز به جهت تامین نیاز مصرف مشترکین در حال تغییر می‌باشد.

نیروگاه‌های بار پیک معمولاً از لحاظ اندازه کوچکترین می‌باشند (کمتر از ۲۰۰ مگاوات) و از سوخت گازوئیل یا گاز طبیعی از موتورهای جت موسوم به توربین‌های گازی استفاده می‌کنند. این نیروگاه‌ها را می‌توان سریعاً عملیاتی نمود ولی از لحاظ عملکرد دارای هزینه گران می‌باشند و بدین جهت معمولاً کمتر از ۱۰٪ اوقات به منظور تامین بار پیک بکار گرفته می‌شوند و به نیروگاه‌های آبی با ذخیره آب پمپ شده نیز در این طبقه‌بندی قرار می‌گیرند.

نیروگاه‌های بار پایه دارای هزینه سرمایه‌گذاری اولیه بالا ولی هزینه‌های عملیاتی پائین می‌باشند. در مقابل نیروگاه‌های بار پیک دارای هزینه سرمایه‌گذاری اولیه بالا ولی هزینه‌های عملیاتی بالا دارند. نیروگاه‌های بار میانی دارای هزینه سرمایه‌گذاری اولیه و هزینه‌های عملیاتی متوسط می‌باشند. در نیروگاه‌های بار پایه قدیمی هزینه‌های عملیاتی اغلب افزایش یافته‌اند و بدین علت معمولاً از آنها در وضعیت ۵۰٪ قدرت نامی بار گرفته می‌شود.

یک سرویس عمومی برق رسانی باید دارای ظرفیت کافی تولید باشد تا بتواند حالت حداکثر مصرف (بار پیک) را تامین نموده و با استفاده مختلط از انواع نیروگاه‌های تولید برق با اشکال منحنی‌های برابری می‌نماید. سرویس‌های عمومی برق‌رسانی با پیک مصرف کم و مسطح (ضرایب بار بالا) می‌توانند به نسبت بالاتری از نیروگاه‌های بار پایه تا سرویس‌های عمومی برق رسانی با پیک مصرف بالا و با زمان کوتاه استفاده نمایند.

۷-۴- مطالعه شرایط و مدیریت مصرف (Demand Side Management)

واژه مدیریت مصرف (DSM) کلیه فعالیت‌هایی را که ممکن است بوسیله تاثیر الگو و اندازه بار مصرفی بوجود آیند را در بر می‌گیرد. این عبارت، امور مدیریت بار، حفاظت و مدیریت استراتژیکی منابع، مشارکت بیشتر در عرضه و تقاضای انرژی الکتریکی و کلیه فعالیت‌های وابسته به اندازه‌گیری‌های الکتریکی را شامل می‌شود.

از دید فنی، مدیریت بار زیر مجموعه‌ای از مدیریت مصرف می‌باشد که فقط عملکردهای ناشی از عرضه کننده یا مشتریانش را به صورت انگیزه‌هایی در جهت انجام پیک سائی (پیک‌بری) دره پر کنی و انتقال بار در بر می‌گیرد.

اعمال مدیریت بار به منظور کنترل رشد بار، تغییر شکل منحنی بار و افزایش عرضه انرژی الکتریکی از طرق منابع غیر تولیدی و غیر متداول به کار گرفته می‌شوند. این اعمال ممکن است به منظور کاهش هزینه‌های سرمایه‌گذاری، بهبود محدودیت‌های ظرفیتی، فراهم نمودن پخش بار اقتصادی، کاهش هزینه‌های سرویس‌دهی، بهبود ضرایب بار و بهبود کارائی سیستم یا بهبود قابلیت اطمینان سیستم به کار گرفته شوند.

این اعمال می‌توانند شامل روش‌های عادی یا اضطراری شوند. روش‌های عادی شامل:

کنترل غیر مستقیم (بعنوان مثال جلوگیری از اتلاف انرژی، سیستم‌های مدیریت انرژی نصب شده برای مصرف‌کننده)، منابع تولید غیر از سرویس‌های عمومی، کنترل مستقیم سرویس‌های عمومی از طریق تجهیزات مصرف‌کننده (بعنوان مثال محدود کننده‌های دیماندا، سیستم‌های مدیریت انرژی نصب شده برای سرویس‌های عمومی)، آگاه‌سازی مصرف‌کنندگان، طرح تعرفه‌های مناسب (بعنوان مثال تعرفه مدت مصرف، تعرفه زمان پیک و تعرفه‌های بازدارنده) و تاسیسات ذخیره‌کننده انرژی و روش‌های اضطراری شامل قطع انرژی (اجباری یا اختیاری) و کاهش سطح ولتاژ می‌باشند.

بارها و سرویس‌هایی که از طریق سرویس‌های برق رسانی تغذیه می‌شوند ترکیب از تعداد بی‌شمار مشتریانی می‌باشد که هر یک از برق برای مقاصد مختلفی بعنوان مثال گرمایش، سرمایش، روشنایی، محرکه ماشین‌های صنعتی استفاده می‌کنند. این قبیل بارها در طی روزها، ماه‌ها و فصول مختلف تغییر می‌کنند. آنها همچنین تابعی از مدت روز، نرخ برق، وضعیت جوی، شرایط اقتصادی و نحوه استفاده مصرف‌کنندگان می‌باشند. بعضی از سیستم‌های برق رسانی دارای پیک سالانه زمستانی و بعضی دیگر تابستانی هستند. اکثر سیستم‌های برق‌رسانی در هنگام طراحی ا در نظر گرفتن قابلیت تغییرات روزانه هفتگی، فصلی در بار مصرفی ایجاد گردیده‌اند. این قابلیت تغییرپذیری جهت برنامه‌ریزی شده و پیشگیرانه نیروگاه‌ها و کارخانجات، مطلوب می‌باشد. با وجود این در کنار این سطح متداول تغییرات، تولید برق را معمولاً می‌توان با بیشترین بهره‌وری انجام داد. اگر تغییرات در کل سیستم در حداقل میزان ممکن نگاه داشته شود و این بدان معنی است که ضرایب بار مصرف‌کنندگان حتی الامکان بالا نگاه داشته شود.

بنا بر مستندات و تجربه، سازمان‌های برق‌رسانی دریافته‌اند که سعی در استفاده کاراتر از نیروگاه‌های فعلی بهتر از ایجاد نیروگاه‌های جدید می‌باشد. در همین زمان اهمیت بقا انرژی و جلوگیری از اتلاف آن در کاهش وابستگی‌ها به نفت صادراتی و افزایش کیفی محیط زیست باعث شده است تا از مزایای افزایش

ضریب بار سیستم‌های قدرت الکتریکی نمایان گردد.

تا قبل از دهه ۷۰ میلادی، برنامه‌ریزان سیستم‌های برق‌رسانی به کمیت تقاضای انرژی الکتریکی بعنوان یک پدیده غیر قابل کنترل می‌نگریستند. وظیفه آنها پیش‌بینی میزان تقاضا و سپس طراحی منابع تولدی جهت برآورد نمودن آن مصارف بود. با وجود این در دهه ۷۰ و ۸۰ میلادی پیش‌بینی دقیق تقاضا بمراتب سخت‌تر از گذشته گردید. با توجه به نرخ رشد مصرف و همچنین محدودیت فن‌آوری و دانش فنی نیاز به ایجاد تعادل بین سیستم‌های تولید و مصرف می‌باشد. از طرفی همانطور که در آغاز مبحث مطرح شد افزایش ضریب بار سیستم می‌تواند بصورت‌های زیر عملی گردد:

۱- انتقال قله (نقطه اوج) Peak Shifting (از طریق سیاست‌های نرخ گذاری، تغییرات ساعات کار

شبانه‌روز، تغییر ساعات کار واحدهای صنعتی و صنفی)

۲- پر کردن دره (نقطه قعر) Valley filling (از طریق ذخیره‌سازی انرژی در ساعات کم مصرف

و ارائه در ساعات دره قعر مصرف)

۳- پیک سائی Peak shaving (از طریق کنترل مستقیم بخشی از مصارف)

بنابراین در مدیریت بار جوابگوئی به دیماند در طی شبانه‌روز به‌عنوان فرض مسلم گرفته می‌شود که با شرایط فعلی صنعت برق در کشورمان مطابقت ندارد، اما روش‌های آن با تغییر کمی می‌تواند در حل معضلات صنعت برق کشور موثر باشد. نتایج یک مدیریت خوب با زدودن قله‌ها و هموار کردن الگوی بار مصرفی (پیک سائی) عبارتند از:

- توزیع برق بیشتر در روز بدون افزایش همزمان حداکثر تقاضا
- کاهش هزینه برق یا امکان استفاده بیشتر از آن با همان مقدار هزینه
- وارد کردن فرآیندهای جدید بدون صرف هزینه‌های زائد و حداکثر استفاده از شبکه

پیک بار کشور، در فصل تابستان است که بارهای سرمایشی به تنهای ۲۴٪ آن را تشکیل می‌دهد. لذا در این

فصل باید هر چه بیشتر در جهت پیک‌سائی و کاهش بار مصرفی پایه اقدام کرد. با این وجود حتی با اعمال

روش‌های مدیریت بار، مقدار قله مصرف از یک حد معینی کمتر نخواهد شد.

زمان قله مصرف (نقطه اوج) با تغییر فصول، ترکیب انواع مصرف و مکان‌های مختلف تغییر می‌کند و

حدود چند ساعت در شبانه‌روی طول می‌کشد.

۸-۴- حوزه‌های مدیریت مصرف

طبق تحقیقات انجام شده توسط چندین موسسه پژوهشی در آمریکا، با هزینه‌ای کمتر از ۳ سنت در هر

کیلو وات ساعت می‌توان به ۲۰ تا ۴۵ درصد صرفه‌جویی در مصرف برق تا سال ۲۰۰۰ در بخش‌های

مختلف اقتصادی دست یافت. در جدول ۱۹-۴ حوزه‌های مدیریت مصرف و پتانسیل صرفه‌جویی از مرجع

EPRI نشان داده شده است.

بحث آزاد، چند روش جهت نیل به نتایج فوق را بررسی کنید.

بخش (مصرف نهایی)	حداقل صرفه‌جویی (درصد)	حداکثر صرفه‌جویی (درصد)
بخش خانگی		
روشنایی	۵۱	۷۴
گرمای منازل	۳۲	۵۵
گرمای آب	۳۲	۶۶
یخچال	۲۲	۴۸
تهویه مرکزی هوا	۲۹	۳۴
فریزر	۲۴	۳۲
پخت و پز	۸	۱۸

بخش (مصرف نهایی)	حداقل صرفه جویی (درصد)	حداکثر صرفه جویی (درصد)
تهویه هوا در اطاقچ	۱۹	۳۲
ظرفشویی	۵	۲۵
جمع	۲۷	۴۶
<u>بخش تجاری</u>		
روشنایی	۲۲	۵۶
تهویه	۳۰	۵۰
گرمایشی	۱۳	۲۴
گرمای آب	۴۰	۶۰
یخچال	۱۲	۳۴
پخت و پز	۲۰	۳۰
سایر مصارف	۱۸	۳۶
جمع	۲۳	۴۹
<u>بخش صنعتی</u>		
نورها	۲۹	۴۵
الکترولیت‌ها	۱۹	۳۰
روشنایی	۱۷	۳۳
گرمایشی	۸	۱۳
جمع	۲۴	۳۸
جمع کل	۲۴	۴۴

جدول ۱۹-۴

مرجع: EPRI (۱۹۹۰)

۱-۸-۴- مدیریت مصرف در بخش خانگی

الف) مصارف روشنایی:

روشنایی یکی از بخش‌های عمده در مصرف برق می‌باشد، به لحاظ طیف گسترده در مصرف روشنایی، بهبود اندک در تکنولوژی روشنایی می‌تواند سهم عمده‌ای در کاهش مصرف برق داشته باشد. در کشورهای نظیر ایران که عمدتاً پیک مصرف آن متأثر از روشنایی است، مدیریت مصرف در این بخش می‌تواند تاثیر عمده‌ای در کاهش پیک نیز داشته باشد و به آن می‌توان بعنوان اولویت اول در این خصوص نگریست.

درخصوص افزایش کارایی بخش روشنایی دو اشکال عمده وجود دارد. اول آنکه در حال حاضر هزینه ساخت لامپ‌های کم مصرف بسیار بالا و در پاره‌ای موارد بیش از ۲۰ برابر هزینه ساخت لامپ‌های رشته‌ای است. بنابراین بدون سوبسید قابل ملاحظه دولت، امکان ساخت و استفاده از اینگونه لامپ‌ها توسط خانوارها بسیار ناچیز می‌باشد. دومین اشکال آن است که لامپ‌های کم مصرف در پاره‌ای از مصارف لامپ فعلی، قابل جایگزین نمی‌باشند و در صورت رواج استفاده از آنها نیز، لامپ‌های پر مصرف فعلی همچنان بخشی از بازار مصرف خود را حفظ خواهند کرد، بنابراین قبل از جایگزینی اینگونه لامپ‌ها، باید تمامی جوانب فنی و اقتصادی موضوع سنجیده شود و سپس با سوبسید دولت به مرحله اجرا درآید.

به نظر می‌رسد در حال حاضر و با توجه به وضعیت اجتماعی و اقتصادی کشور تلاش در جهت رواج لامپ‌های فلورسنت در رفع نواقص فعلی آن می‌تواند یکی از بهترین و کم هزینه‌ترین راه‌های کاهش مصرف در بخش روشنایی خانگی باشد. جدول ۲۰-۴ میزان صرفه‌جویی در مصرف برق را در برخی از

انواع لامپ‌ها بررسی می‌نماید.

نوع	میزان مصرف (وات)	قابلیت جایگزینی با لامپ (وات)	میزان وات صرفه‌جویی (وات)	طول عمر (ساعت)	صرفه‌جویی بازاً هر لامپ
رشته‌ای جدید	۱۵	۶۰	۴۵	۹۰۰۰	کیلو وات
فلورسنت دوقلو	۷	۲۵-۴۵	۲۸	۱۰۰۰	ساعت
"	۹	۴۰-۵۰	۳۶	۱۰۰۰	۴۰۵
"	۱۳	۶۰-۷۵	۵۴/۵	۱۰۰۰	۲۸۰
فلورسنت گرد	۲۷	۶۰-۷۵	۴۰/۵	۱۰۰۰	۳۶۰
فلورسنت بازتابنده	۵۰	۷۵	۲۵	۲۴۰۰	۵۴۵
	۷۵	۱۰۰-۱۲۵	۳۷/۵	۲۴۰۰	۴۰۵
هالوژن معمولی	۴۲	۵۰-۶۰	۱۳	۳۵۰۰	۶۰
"	۵۲	۶۰-۷۰	۱۵/۵	۳۵۰۰	۹۰
"	۷۲	۹۰-۱۰۰	۲۳	۳۵۰۰	۴۵/۵
فلورسنت چهارقلو	۹	۴۰-۵۰	۳۶	۱۰۰۰۰	۶۰
	۱۳	۶۰-۷۵	۵۴/۵	۱۰۰۰۰	۷۰
	۲۲	۷۵-۸۵	۵۸	۱۰۰۰۰	۳۶۰
فلورسنت با لاست	۱۱	۴۰	۲۹	۹۰۰۰	۵۴۵
الکترونیکی	۱۵	۶۰	۴۵	۹۰۰۰	۵۸۰
	۱۸	۷۵	۵۷	۹۰۰۰	۲۶۱
	۲۰	۷۵	۵۵	۹۰۰۰	۴۰۵
	۲۷	۱۰۰	۷۳	۹۰۰۰	۵۱۳
					۴۹۵
					۶۵۷

جدول ۲۰-۴ برآورد صرفه‌جویی با توجه به نوع لامپ

مرجع : EPEI (۱۹۹۰)

ب) یخچال و فریزر

دو راه عمده در خصوص افزایش کارایی مصرف برق در این بخش وجود دارد. نخست کنترل شرکت‌های تولید کننده و اجبار آنها به تولید لوازم کم مصرف برقی و نصب برچسب بر روی لوازم برقی بمنظور آگاه نمودن مصرف کنندگان نسبت به مصرف اینگونه لوازم و دوم تشویق مصرف‌کنندگان به تعویض وسایل قدیمی و پر مصرف با وسایل جدید و کم مصرف.

در ایران زمینه صرفه‌جویی در یخچال و فریزرها بسیار زیاد می‌باشد. مصرف سرانه برق اینگونه وسایل در ایران بالاتر از استانداردهای جهانی است و دولت می‌تواند با اعطای کمک‌های مالی به موسسات تولید کننده این وسایل و اجبار وارد کنندگان به واردات وسایل کم مصرف گام مهمی به موسسات تولید کننده این وسایل و اجبار واردکنندگان به واردات وسایل کم مصرف گام مهمی را در کاهش پیک مصرف و انرژی مصرفی بردارد.

بر طبق برآوردهای انجام شده متوسط مصرف سرانه یخچال‌های ساخت ایران ۵۰ کیلو وات ساعت در ماه می‌باشد، به نظر می‌رسد با توجه به اهمیت مصرف یخچال و فریزر بعنوان بار پایه در مصارف خانگی و تجاری، بهبود کیفیت تولید اینگونه وسایل در داخل کشور می‌تواند تا حدود زیادی به صرفه‌جویی در مصرف انرژی برق منتهی گردد. [۸]

ج) ماشین لباسشویی

بیشتر ماشین‌های شوینده در ایران از سیستم آب سرد استفاده می‌کنند، سیستم گرم کننده یک جز جدایی از شوینده می‌باشد، بر طبق بررسی‌های انجام شده در شرکت ارج در هر سیکل استفاده از ماشین‌های شوینده از ۳۵۰۰ وات مصرفی، ۲۷۰۰ وات آن صرف گرم کردن آب می‌شود و ماشین‌هایی که از آب گرم شده در خارج از سیستم استفاده می‌کنند، با توجه به درجه حرارت آب ورودی در حدود ۲۰۰۰ وات ساعت

صرفه‌جویی در انرژی دارند. در یک خانوار که دو بار در هفته از ماشین لباسشویی استفاده می‌کند، در صورت استفاده از آب گرم بیرونی می‌توان به صرفه‌جویی ۲۰۰ کیلو وات ساعت در سال دست یافت. از آنجا که به طور متوسط هر سال در ایران ۱۰۰ هزار ماشین لباسشویی بفروش می‌رسد، میزان پتانسیل صرفه‌جویی انرژی در سال ۲۰ گیگا وات ساعت خواهد شد. [۸]

د) وسایل سرمایشی

در خصوص وسایل سرد کننده، الگوی مصرف در ایران دارای منطبق مناسبی نبوده و پیک ایران عمدتاً در فصل تابستان و به لحاظ استفاده از وسایل خنک کننده برقی اتفاق می‌افتد. در اکثر کشورهای جهان همزمان با کاهش مصرف سرانه برق در کولرها، از ترموستات‌ها بمنظور تنظیم حرارت در محیط استفاده می‌شود. در ایران، متأسفانه استفاده از ترموستات‌ها چندان رواج نیافته است و تنها در برخی از مصارف بخش عمومی و تجاری بطور محدود از آن استفاده می‌گردد. استفاده از ترموستات‌های دقیق‌تر و محدود کردن دامنه درجه حرارت محیط در بسیاری از کشورها کمک موثری به کاهش مصرف انرژی برق کرده و یکی از راه‌های عمده مقابله با مصرف پیک می‌باشد. با سرمایه‌گذاری معقول در این خصوص به راحتی می‌توان تا ۳۰٪ از مصرف برق اینگونه وسایل کاست.

در خصوص سایر وسایل برقی نیز که در بخش خانگی مصرف می‌شوند، پتانسیل بسیار زیادی برای صرفه‌جویی در کشور ما وجود دارد. دولت در ایران با اعمال استانداردهای تولید واردات، اجبار کارخانجات به نصب برچسب مصرف برق در لوازم برقی و تشویق مردم به خرید لوازم کم مصرف می‌تواند نقش عمده‌ای را در کاهش مصرف برق ایفا کند.

بر طبق برآوردهای انجام شده از مجموع پتانسیل صرفه‌جویی در مصرف وسایل برقی خانوارها در ایران، می‌توان در کوتاه مدت و با سرمایه‌گذاری ناچیز به ۲۰٪ صرفه‌جویی در بخش روشنایی، ۱۰٪ صرفه‌جویی در بخش یخچال و فریزر و ۲۰٪ صرفه‌جویی در لوازم خنک کننده دست یافت.

۶-۴ مطالعه شرایط و مدیریت تولید (Demand and Supply side Management)

استفاده از خدمات برق‌رسانی نیروگاه‌ها را می‌توان به سه گروه تقسیم کرد:

بار پایه (Base Load) بار میانی (Intermediate Load) بار پیک (قله) (Peak Load)

نیروگاه‌های بار پایه بزرگ می‌باشند (نوعاً بزرگتر از ۸۰۰ مگاوات) که عمدتاً از سوخت‌های ارزان قیمت ۲ مانند ذغال سنگ، سوخت‌های اتمی و یا جریان آب رودخانه‌ها استفاده می‌کنند. آنها در یک سطح مشخص و ثابت در سرتاسر روز برای ۵۰ تا ۸۰ درصد از سال مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند. نیروگاه‌های بار میانی از حیث اندازه ابعاد متوسط دارند (نوعاً بین ۲۰۰ تا ۸۰۰ مگاوات).

این نیروگاه‌ها معمولاً از سوخت‌های نفت، گاز یا ذغال‌سنگ استفاده می‌کنند و قدرت خروجی آنها در سرتاسر روز به جهت تامین نیاز مصرف مشترکین در حال تغییر می‌باشد.

نیروگاه‌های بار پیک معمولاً از لحاظ اندازه کوچکترین می‌باشند (کمتر از ۲۰۰ مگاوات) و از سوخت گازوئیل یا گاز طبیعی از موتورهای جت موسوم به توربین‌های گازی استفاده می‌کنند. این نیروگاه‌ها را می‌توان سریعاً عملیاتی نمود ولی از لحاظ عملکرد دارای هزینه گران می‌باشند و بدین جهت معمولاً کمتر از ۱۰٪ اوقات به منظور تامین بار پیک بکار گرفته می‌شوند و به نیروگاه‌های آبی با ذخیره آب پمپ شده نیز در این طبقه‌بندی قرار می‌گیرند.

نیروگاه‌های بار پایه دارای هزینه سرمایه‌گذاری اولیه بالا ولی هزینه‌های عملیاتی پائین می‌باشند. در مقابل نیروگاه‌های بار پیک دارای هزینه سرمایه‌گذاری اولیه بالا ولی هزینه‌های عملیاتی بالا دارند. نیروگاه‌های بار میانی دارای هزینه سرمایه‌گذاری اولیه و هزینه‌های عملیاتی متوسط می‌باشند. در نیروگاه‌های بار پایه قدیمی هزینه‌های عملیاتی اغلب افزایش یافته‌اند و بدین علت معمولاً از آنها در وضعیت ۵۰٪ قدرت نامی بار گرفته می‌شود.

یک سرویس عمومی برق رسانی باید دارای ظرفیت کافی تولید باشد تا بتواند حالت حداکثر مصرف (بار پیک) را تامین نموده و با استفاده مختلط از انواع نیروگاه‌های تولید برق با اشکال منحنی‌های برابری می‌نماید. سرویس‌های عمومی برق‌رسانی با پیک مصرف کم و مسطح (ضرایب بار بالا) می‌توانند به نسبت بالاتری از نیروگاه‌های بار پایه تا سرویس‌های عمومی برق رسانی با پیک مصرف بالا و با زمان کوتاه استفاده نمایند.

۷-۴- مطالعه شرایط و مدیریت مصرف (Demand Side Management)

واژه مدیریت مصرف (DSM) کلیه فعالیت‌هایی را که ممکن است بوسیله تاثیر الگو و اندازه بار مصرفی بوجود آیند را در بر می‌گیرد. این عبارت، امور مدیریت بار، حفاظت و مدیریت استراتژیکی منابع، مشارکت بیشتر در عرضه و تقاضای انرژی الکتریکی و کلیه فعالیت‌های وابسته به اندازه‌گیری‌های الکتریکی را شامل می‌شود.

از دید فنی، مدیریت بار زیر مجموعه‌ای از مدیریت مصرف می‌باشد که فقط عملکردهای ناشی از عرضه کننده یا مشتریانش را به صورت انگیزه‌هایی در جهت انجام پیک سائی (پیک‌بری) دره پر کنی و انتقال بار در بر می‌گیرد.

اعمال مدیریت بار به منظور کنترل رشد بار، تغییر شکل منحنی بار و افزایش عرضه انرژی الکتریکی از طرق منابع غیر تولیدی و غیر متداول به کار گرفته می‌شوند. این اعمال ممکن است به منظور کاهش هزینه‌های سرمایه‌گذاری، بهبود محدودیت‌های ظرفیتی، فراهم نمودن پخش بار اقتصادی، کاهش هزینه‌های سرویس‌دهی، بهبود ضرایب بار و بهبود کارائی سیستم یا بهبود قابلیت اطمینان سیستم به کار گرفته شوند.

این اعمال می‌توانند شامل روش‌های عادی یا اضطراری شوند. روش‌های عادی شامل:

کنترل غیر مستقیم (بعنوان مثال جلوگیری از اتلاف انرژی، سیستم‌های مدیریت انرژی نصب شده برای مصرف‌کننده)، منابع تولید غیر از سرویس‌های عمومی، کنترل مستقیم سرویس‌های عمومی از طریق تجهیزات مصرف‌کننده (بعنوان مثال محدود کننده‌های دیماندا، سیستم‌های مدیریت انرژی نصب شده برای سرویس‌های عمومی)، آگاه‌سازی مصرف‌کنندگان، طرح تعرفه‌های مناسب (بعنوان مثال تعرفه مدت مصرف، تعرفه زمان پیک و تعرفه‌های بازدارنده) و تاسیسات ذخیره‌کننده انرژی و روش‌های اضطراری شامل قطع انرژی (اجباری یا اختیاری) و کاهش سطح ولتاژ می‌باشند.

بارها و سرویس‌هایی که از طریق سرویس‌های برق رسانی تغذیه می‌شوند ترکیب از تعداد بی‌شمار مشتریانی می‌باشد که هر یک از برق برای مقاصد مختلفی بعنوان مثال گرمایش، سرمایش، روشنایی، محرکه ماشین‌های صنعتی استفاده می‌کنند. این قبیل بارها در طی روزها، ماه‌ها و فصول مختلف تغییر می‌کنند. آنها همچنین تابعی از مدت روز، نرخ برق، وضعیت جوی، شرایط اقتصادی و نحوه استفاده مصرف‌کنندگان می‌باشند. بعضی از سیستم‌های برق رسانی دارای پیک سالانه زمستانی و بعضی دیگر تابستانی هستند. اکثر سیستم‌های برق‌رسانی در هنگام طراحی ا در نظر گرفتن قابلیت تغییرات روزانه هفتگی، فصلی در بار مصرفی ایجاد گردیده‌اند. این قابلیت تغییرپذیری جهت برنامه‌ریزی شده و پیشگیرانه نیروگاه‌ها و کارخانجات، مطلوب می‌باشد. با وجود این در کنار این سطح متداول تغییرات، تولید برق را معمولاً می‌توان با بیشترین بهره‌وری انجام داد. اگر تغییرات در کل سیستم در حداقل میزان ممکن نگاه داشته شود و این بدان معنی است که ضرایب بار مصرف‌کنندگان حتی الامکان بالا نگاه داشته شود.

بنا بر مستندات و تجربه، سازمان‌های برق‌رسانی دریافته‌اند که سعی در استفاده کاراتر از نیروگاه‌های فعلی بهتر از ایجاد نیروگاه‌های جدید می‌باشد. در همین زمان اهمیت بقا انرژی و جلوگیری از اتلاف آن در کاهش وابستگی‌ها به نفت صادراتی و افزایش کیفی محیط زیست باعث شده است تا از مزایای افزایش

ضریب بار سیستم‌های قدرت الکتریکی نمایان گردد.

تا قبل از دهه ۷۰ میلادی، برنامه‌ریزان سیستم‌های برق‌رسانی به کمیت تقاضای انرژی الکتریکی بعنوان یک پدیده غیر قابل کنترل می‌نگریستند. وظیفه آنها پیش‌بینی میزان تقاضا و سپس طراحی منابع تولیدی جهت برآورد نمودن آن مصارف بود. با وجود این در دهه ۷۰ و ۸۰ میلادی پیش‌بینی دقیق تقاضا بمراتب سخت‌تر از گذشته گردید. با توجه به نرخ رشد مصرف و همچنین محدودیت فن‌آوری و دانش فنی نیاز به ایجاد تعادل بین سیستم‌های تولید و مصرف می‌باشد. از طرفی همانطور که در آغاز مبحث مطرح شد افزایش ضریب بار سیستم می‌تواند بصورت‌های زیر عملی گردد:

۱- انتقال قله (نقطه اوج) Peak Shifting (از طریق سیاست‌های نرخ گذاری، تغییرات ساعات کار

شبانه‌روز، تغییر ساعات کار واحدهای صنعتی و صنفی)

۲- پر کردن دره (نقطه قعر) Valley filling (از طریق ذخیره‌سازی انرژی در ساعات کم مصرف

و ارائه در ساعات دره قعر مصرف)

۳- پیک سائی Peak shaving (از طریق کنترل مستقیم بخشی از مصارف)

بنابراین در مدیریت بار جوابگوئی به دیماندر در طی شبانه‌روز به‌عنوان فرض مسلم گرفته می‌شود که با شرایط فعلی صنعت برق در کشورمان مطابقت ندارد، اما روش‌های آن با تغییر کمی می‌تواند در حل معضلات صنعت برق کشور موثر باشد. نتایج یک مدیریت خوب با زدودن قله‌ها و هموار کردن الگوی بار مصرفی (پیک سائی) عبارتند از:

- توزیع برق بیشتر در روز بدون افزایش همزمان حداکثر تقاضا
- کاهش هزینه برق یا امکان استفاده بیشتر از آن با همان مقدار هزینه
- وارد کردن فرآیندهای جدید بدون صرف هزینه‌های زائد و حداکثر استفاده از شبکه

پیک بار کشور، در فصل تابستان است که بارهای سرمایه‌ی به تنهای ۲۴٪ آن را تشکیل می‌دهد. لذا در این

فصل باید هر چه بیشتر در جهت پیک‌سائی و کاهش بار مصرفی پایه اقدام کرد. با این وجود حتی با اعمال

روش‌های مدیریت بار، مقدار قله مصرف از یک حد معینی کمتر نخواهد شد.

زمان قله مصرف (نقطه اوج) با تغییر فصول، ترکیب انواع مصرف و مکان‌های مختلف تغییر می‌کند و

حدود چند ساعت در شبانه‌روی طول می‌کشد.

۸-۴- حوزه‌های مدیریت مصرف

طبق تحقیقات انجام شده توسط چندین موسسه پژوهشی در آمریکا، با هزینه‌ای کمتر از ۳ سنت در هر

کیلو وات ساعت می‌توان به ۲۰ تا ۴۵ درصد صرفه‌جویی در مصرف برق تا سال ۲۰۰۰ در بخش‌های

مختلف اقتصادی دست یافت. در جدول ۱۹-۴ حوزه‌های مدیریت مصرف و پتانسیل صرفه‌جویی از مرجع

EPRI نشان داده شده است.

بحث آزاد، چند روش جهت نیل به نتایج فوق را بررسی کنید.

بخش (مصرف نهایی)	حداقل صرفه‌جویی (درصد)	حداکثر صرفه‌جویی (درصد)
بخش خانگی		
روشنایی	۵۱	۷۴
گرمای منازل	۳۲	۵۵
گرمای آب	۳۲	۶۶
یخچال	۲۲	۴۸
تهویه مرکزی هوا	۲۹	۳۴
فریزر	۲۴	۳۲
پخت و پز	۸	۱۸

بخش (مصرف نهایی)	حداقل صرفه جویی (درصد)	حداکثر صرفه جویی (درصد)
تهویه هوا در اطاقچ	۱۹	۳۲
ظرفشویی	۵	۲۵
جمع	۲۷	۴۶
<u>بخش تجاری</u>		
روشنایی	۲۲	۵۶
تهویه	۳۰	۵۰
گرمایشی	۱۳	۲۴
گرمای آب	۴۰	۶۰
یخچال	۱۲	۳۴
پخت و پز	۲۰	۳۰
سایر مصارف	۱۸	۳۶
جمع	۲۳	۴۹
<u>بخش صنعتی</u>		
نورها	۲۹	۴۵
الکترولیت‌ها	۱۹	۳۰
روشنایی	۱۷	۳۳
گرمایشی	۸	۱۳
جمع	۲۴	۳۸
جمع کل	۲۴	۴۴

جدول ۱۹-۴

مرجع: EPRI (۱۹۹۰)

۱-۸-۴- مدیریت مصرف در بخش خانگی

الف) مصارف روشنایی:

روشنایی یکی از بخش‌های عمده در مصرف برق می‌باشد، به لحاظ طیف گسترده در مصرف روشنایی، بهبود اندک در تکنولوژی روشنایی می‌تواند سهم عمده‌ای در کاهش مصرف برق داشته باشد. در کشورهای نظیر ایران که عمدتاً پیک مصرف آن متأثر از روشنایی است، مدیریت مصرف در این بخش می‌تواند تاثیر عمده‌ای در کاهش پیک نیز داشته باشد و به آن می‌توان بعنوان اولویت اول در این خصوص نگریست.

درخصوص افزایش کارایی بخش روشنایی دو اشکال عمده وجود دارد. اول آنکه در حال حاضر هزینه ساخت لامپ‌های کم مصرف بسیار بالا و در پاره‌ای موارد بیش از ۲۰ برابر هزینه ساخت لامپ‌های رشته‌ای است. بنابراین بدون سوبسید قابل ملاحظه دولت، امکان ساخت و استفاده از اینگونه لامپ‌ها توسط خانوارها بسیار ناچیز می‌باشد. دومین اشکال آن است که لامپ‌های کم مصرف در پاره‌ای از مصارف لامپ فعلی، قابل جایگزین نمی‌باشند و در صورت رواج استفاده از آنها نیز، لامپ‌های پر مصرف فعلی همچنان بخشی از بازار مصرف خود را حفظ خواهند کرد، بنابراین قبل از جایگزینی اینگونه لامپ‌ها، باید تمامی جوانب فنی و اقتصادی موضوع سنجیده شود و سپس با سوبسید دولت به مرحله اجرا درآید.

به نظر می‌رسد در حال حاضر و با توجه به وضعیت اجتماعی و اقتصادی کشور تلاش در جهت رواج لامپ‌های فلورسنت در رفع نواقص فعلی آن می‌تواند یکی از بهترین و کم هزینه‌ترین راه‌های کاهش مصرف در بخش روشنایی خانگی باشد. جدول ۲۰-۴ میزان صرفه‌جویی در مصرف برق را در برخی از

انواع لامپ‌ها بررسی می‌نماید.

نوع	میزان مصرف (وات)	قابلیت جایگزینی با لامپ (وات)	میزان وات صرفه‌جویی (وات)	طول عمر (ساعت)	صرفه‌جویی بازاً هر لامپ
رشته‌ای جدید	۱۵	۶۰	۴۵	۹۰۰۰	کیلو وات
فلورسنت دوقلو	۷	۲۵-۴۵	۲۸	۱۰۰۰	ساعت
"	۹	۴۰-۵۰	۳۶	۱۰۰۰	۴۰۵
"	۱۳	۶۰-۷۵	۵۴/۵	۱۰۰۰	۲۸۰
فلورسنت گرد	۲۷	۶۰-۷۵	۴۰/۵	۱۰۰۰	۳۶۰
فلورسنت بازتابنده	۵۰	۷۵	۲۵	۲۴۰۰	۵۴۵
	۷۵	۱۰۰-۱۲۵	۳۷/۵	۲۴۰۰	۴۰۵
هالوژن معمولی	۴۲	۵۰-۶۰	۱۳	۳۵۰۰	۶۰
"	۵۲	۶۰-۷۰	۱۵/۵	۳۵۰۰	۹۰
"	۷۲	۹۰-۱۰۰	۲۳	۳۵۰۰	۴۵/۵
فلورسنت چهارقلو	۹	۴۰-۵۰	۳۶	۱۰۰۰۰	۶۰
	۱۳	۶۰-۷۵	۵۴/۵	۱۰۰۰۰	۷۰
	۲۲	۷۵-۸۵	۵۸	۱۰۰۰۰	۳۶۰
فلورسنت با لاست	۱۱	۴۰	۲۹	۹۰۰۰	۵۴۵
الکترونیکی	۱۵	۶۰	۴۵	۹۰۰۰	۵۸۰
	۱۸	۷۵	۵۷	۹۰۰۰	۲۶۱
	۲۰	۷۵	۵۵	۹۰۰۰	۴۰۵
	۲۷	۱۰۰	۷۳	۹۰۰۰	۵۱۳
					۴۹۵
					۶۵۷

جدول ۲۰-۴ برآورد صرفه‌جویی با توجه به نوع لامپ

مرجع : EPEI (۱۹۹۰)

ب) یخچال و فریزر

دو راه عمده در خصوص افزایش کارایی مصرف برق در این بخش وجود دارد. نخست کنترل شرکت‌های تولید کننده و اجبار آنها به تولید لوازم کم مصرف برقی و نصب برچسب بر روی لوازم برقی بمنظور آگاه نمودن مصرف کنندگان نسبت به مصرف اینگونه لوازم و دوم تشویق مصرف‌کنندگان به تعویض وسایل قدیمی و پر مصرف با وسایل جدید و کم مصرف.

در ایران زمینه صرفه‌جویی در یخچال و فریزرها بسیار زیاد می‌باشد. مصرف سرانه برق اینگونه وسایل در ایران بالاتر از استانداردهای جهانی است و دولت می‌تواند با اعطای کمک‌های مالی به موسسات تولید کننده این وسایل و اجبار وارد کنندگان به واردات وسایل کم مصرف گام مهمی به موسسات تولید کننده این وسایل و اجبار واردکنندگان به واردات وسایل کم مصرف گام مهمی را در کاهش پیک مصرف و انرژی مصرفی بردارد.

بر طبق برآوردهای انجام شده متوسط مصرف سرانه یخچال‌های ساخت ایران ۵۰ کیلو وات ساعت در ماه می‌باشد، به نظر می‌رسد با توجه به اهمیت مصرف یخچال و فریزر بعنوان بار پایه در مصارف خانگی و تجاری، بهبود کیفیت تولید اینگونه وسایل در داخل کشور می‌تواند تا حدود زیادی به صرفه‌جویی در مصرف انرژی برق منتهی گردد. [۸]

ج) ماشین لباسشویی

بیشتر ماشین‌های شوینده در ایران از سیستم آب سرد استفاده می‌کنند، سیستم گرم کننده یک جز جدایی از شوینده می‌باشد، بر طبق بررسی‌های انجام شده در شرکت ارج در هر سیکل استفاده از ماشین‌های شوینده از ۳۵۰۰ وات مصرفی، ۲۷۰۰ وات آن صرف گرم کردن آب می‌شود و ماشین‌هایی که از آب گرم شده در خارج از سیستم استفاده می‌کنند، با توجه به درجه حرارت آب ورودی در حدود ۲۰۰۰ وات ساعت

صرفه‌جویی در انرژی دارند. در یک خانوار که دو بار در هفته از ماشین لباسشویی استفاده می‌کند، در صورت استفاده از آب گرم بیرونی می‌توان به صرفه‌جویی ۲۰۰ کیلو وات ساعت در سال دست یافت. از آنجا که به طور متوسط هر سال در ایران ۱۰۰ هزار ماشین لباسشویی بفروش می‌رسد، میزان پتانسیل صرفه‌جویی انرژی در سال ۲۰ گیگا وات ساعت خواهد شد. [۸]

د) وسایل سرمایشی

در خصوص وسایل سرد کننده، الگوی مصرف در ایران دارای منطبق مناسبی نبوده و پیک ایران عمدتاً در فصل تابستان و به لحاظ استفاده از وسایل خنک کننده برقی اتفاق می‌افتد. در اکثر کشورهای جهان همزمان با کاهش مصرف سرانه برق در کولرها، از ترموستات‌ها بمنظور تنظیم حرارت در محیط استفاده می‌شود. در ایران، متأسفانه استفاده از ترموستات‌ها چندان رواج نیافته است و تنها در برخی از مصارف بخش عمومی و تجاری بطور محدود از آن استفاده می‌گردد. استفاده از ترموستات‌های دقیق‌تر و محدود کردن دامنه درجه حرارت محیط در بسیاری از کشورها کمک موثری به کاهش مصرف انرژی برق کرده و یکی از راه‌های عمده مقابله با مصرف پیک می‌باشد. با سرمایه‌گذاری معقول در این خصوص به راحتی می‌توان تا ۳۰٪ از مصرف برق اینگونه وسایل کاست.

در خصوص سایر وسایل برقی نیز که در بخش خانگی مصرف می‌شوند، پتانسیل بسیار زیادی برای صرفه‌جویی در کشور ما وجود دارد. دولت در ایران با اعمال استانداردهای تولید واردات، اجبار کارخانجات به نصب برچسب مصرف برق در لوازم برقی و تشویق مردم به خرید لوازم کم مصرف می‌تواند نقش عمده‌ای را در کاهش مصرف برق ایفا کند.

بر طبق برآوردهای انجام شده از مجموع پتانسیل صرفه‌جویی در مصرف وسایل برقی خانوارها در ایران، می‌توان در کوتاه مدت و با سرمایه‌گذاری ناچیز به ۲۰٪ صرفه‌جویی در بخش روشنایی، ۱۰٪ صرفه‌جویی در بخش یخچال و فریزر و ۲۰٪ صرفه‌جویی در لوازم خنک کننده دست یافت.

در بعد داخلی کشور اکنون به علل و دلایل مختلف و بیش از هر زمان دیگر نیازمند تاکید و پی‌گیری سیاستهای صرفه‌جویی در مصرف انرژی است. واقعیت‌هایی که در درون کشور صرفه‌جویی در مصرف داخلی انرژی را به سطح بالاترین اولویتهای اجرایی سوق می‌دهد متعددند، لیکن مهمترین آنها را می‌توان در ضرورت‌هایی چون کاهش یا رانه‌ها، کاهش کسری بودجه، کاهش واردات فرآورده‌های نفتی، افزایش عمر ذخایر، کاهش حجم سرمایه‌گذاری، بهبود ضریب سرمایه به تولید، ایجاد توازن در مصرف حاملهای انرژی حفظ توان صادرات نفت خام و فرآورده، نگهداشت سطح درآمدهای ارزی، حفظ و استمرار سطحی منابع از زندگی و بالاخره کاهش آلودگی‌های زیست محیطی خلاصه کرد.

شاید ذکر چند نکته دیگر می‌توند ضرورت تسریع در مهار رشد انرژی به ویژه در صنعت را بهتر نشان داده و در هر حال اهمیت موضوع را بیشتر نمایان می‌سازد. برای مثال اکنون در کشور ما، شدت انرژی بیش از ۲ برابر ترکیه و هند و برزیل و بیش از ۸ برابر آلمان و ۱۰ برابر ژاپن است. در صنایع ما انرژی بری بازای واحد تولید ۲ تا ۳ برابر تجربه کشورهای پیشرفته است (شدت انرژی). با این همه، تایید بر این مطالب به هیچ وجه نباید مانع رشد اقتصادی شود زیرا در همه حالات رشد اقتصادی مهمتر از صرفه‌جویی در انرژی است.

در جدول ۱-۵ انرژی بر صنایع سخت در جهان و ایران مقایسه شده است.

از سوی دیگر چنانچه روند کنونی مصرف انرژی‌ها در حد سالانه ۵ درصد مهار گردد، کشور در یک دوره ده ساله خواهد توانست به قیمت‌های امروز حدود ۲۷ میلیارد دلار در برداشت از ذخایر نفت و ۱۲ میلیارد دلار در سرمایه‌گذاری‌های بخش انرژی و میلیاردها تومان در یارانه صرفه‌جویی کند و همزمان صرفه‌جویی‌های بدست آمده را در بخش‌های دیگر اقتصادی و گسترش آموزش و بهداشت و رفاه اختصاص دهد. از دیگر مزایای صرفه‌جویی در مصرف انرژی فراهم ساختن فرصتهای سرمایه‌گذاری و اشتغال در بخش خصوصی است. چنانکه بخش قابل توجهی از سرمایه‌گذاری‌ها تنها نیازمند منابع ریالی

در بعد داخلی کشور اکنون به علل و دلایل مختلف و بیش از هر زمان دیگر نیازمند تاکید و پی‌گیری سیاستهای صرفه‌جویی در مصرف انرژی است. واقعیت‌هایی که در درون کشور صرفه‌جویی در مصرف داخلی انرژی را به سطح بالاترین اولویتهای اجرایی سوق می‌دهد متعددند، لیکن مهمترین آنها را می‌توان در ضرورت‌هایی چون کاهش یا رانه‌ها، کاهش کسری بودجه، کاهش واردات فرآورده‌های نفتی، افزایش عمر ذخایر، کاهش حجم سرمایه‌گذاری، بهبود ضریب سرمایه به تولید، ایجاد توازن در مصرف حاملهای انرژی حفظ توان صادرات نفت خام و فرآورده، نگهداشت سطح درآمدهای ارزی، حفظ و استمرار سطحی منابع از زندگی و بالاخره کاهش آلودگی‌های زیست محیطی خلاصه کرد.

شاید ذکر چند نکته دیگر می‌توند ضرورت تسریع در مهار رشد انرژی به ویژه در صنعت را بهتر نشان داده و در هر حال اهمیت موضوع را بیشتر نمایان می‌سازد. برای مثال اکنون در کشور ما، شدت انرژی بیش از ۲ برابر ترکیه و هند و برزیل و بیش از ۸ برابر آلمان و ۱۰ برابر ژاپن است. در صنایع ما انرژی بری بازای واحد تولید ۲ تا ۳ برابر تجربه کشورهای پیشرفته است (شدت انرژی). با این همه، تایید بر این مطالب به هیچ وجه نباید مانع رشد اقتصادی شود زیرا در همه حالات رشد اقتصادی مهمتر از صرفه‌جویی در انرژی است.

در جدول ۱-۵ انرژی بر صنایع سخت در جهان و ایران مقایسه شده است.

از سوی دیگر چنانچه روند کنونی مصرف انرژی‌ها در حد سالانه ۵ درصد مهار گردد، کشور در یک دوره ده ساله خواهد توانست به قیمت‌های امروز حدود ۲۷ میلیارد دلار در برداشت از ذخایر نفت و ۱۲ میلیارد دلار در سرمایه‌گذاری‌های بخش انرژی و میلیاردها تومان در یارانه صرفه‌جویی کند و همزمان صرفه‌جویی‌های بدست آمده را در بخش‌های دیگر اقتصادی و گسترش آموزش و بهداشت و رفاه اختصاص دهد. از دیگر مزایای صرفه‌جویی در مصرف انرژی فراهم ساختن فرصتهای سرمایه‌گذاری و اشتغال در بخش خصوصی است. چنانکه بخش قابل توجهی از سرمایه‌گذاری‌ها تنها نیازمند منابع ریالی

۲-۸-۴-مدیریت مصرف در بخش تجاری و عمومی

تنوع وسیع مصرف کنندگان در این بخش و فقدان اطلاعات مناسب، همواره یکی از مشکلات مدیریت مصرف در بخش تجاری و عمومی بوده است. اصولاً به منظور دستیابی به سیاست‌های مناسب در مدیریت مصرف سه مرحله ذیل ضروری است:

۱- محاسبه تقاضای انرژی در این بخش به تفکیک مصارف مختلف

۲- انتخاب بین برق و انواع دیگر انرژی در مصارف مختلف

۳- انتخاب بهینه از انواع مختلف ابزار برقی به منظور دستیابی به کمترین مصرف با حفظ سطح

مطلوبیت. مصرف برق

به لحاظ مصرف سرانه بیشتر در این بخش و تنوع مصرف وسایل در مقایسه با بخش خانگی دستیابی به استراتژی مناسب‌تر در این بخش، آسانتر می‌باشد. از سوی دیگر به لحاظ آنکه اعمال نرخ‌های بالاتر تعرفه در این بخش دارای بازتاب‌های اجتماعی کمتری است، معمولاً براحتی می‌توان با استفاده از ابزار قیمتگذاری، مصرف این بخش را متعادل نمود.

الف) روشنایی

وسایل روشنایی یکی از مصرف کنندگان عمده انرژی برق در بیشتر مصارف تجاری و عمومی است، بر اساس بررسی‌های بعمل آمده در برخی از کشورهای اروپایی و آمریکا می‌توان تا ۷۵٪ از مصرف روشنایی در این بخش کاست، همین مسئله بر جذابیت مطالعه و سرمایه‌گذاری مدیریت مصرف در این بخش افزوده است. یکی دیگر از ویژگی‌های روشنایی در این بخش آنست که به لحاظ تولید حرارت توسط اینگونه وسایل خصوصاً در فصول گرم سال، بر مصرف وسایل تهویه و سرد کننده نیز به منظور ایجاد تعادل حرارتی افزوده می‌شود. این جنبه از روشنایی در بخش تجاری و عمومی بلحاظ بیشتر بودن مصرف

و توجه کمتر به هزینه خصوصاً در سازمان‌های دولتی و شرکت‌ها قابل توجه می‌باشد. با استفاده از طراحی مناسب و کارا در وسایل روشنایی می‌توان از بار روشنایی و بار سردکننده‌ها کاست. روش اصلی بمنظور کاهش بار روشنایی در این بخش در چند مقوله کلی ذیل دسته‌بندی می‌شوند:

- جایگزینی لامپ‌های رشته‌ای با لامپ‌ای فلورسنت

- جایگزینی لامپ‌های استاندارد فلورسنت با لامپ‌های فلورسنت کم مصرف

- جایگزینی بالاست‌های استاندارد در لامپ‌های فلورسنت بالاست‌های الکترونیکی یا مغناطیسی

- نصب بازتابنده‌های نوری

بعلت تراکم مصرف و میزان بالای آن در این بخش، اکثر کشورهای جهان مدیریت مصرف در بخش تجاری و عمومی را در اولویت اول قرار داده‌اند و بلحاظ آسانی نسبی سیاست‌گذاری تجربیات بسیار موفق نیز در این زمینه داشته‌اند.

ب) استانداردهای ساختمان‌سازی

یکی از مشکلات اساسی در ساختمان‌های تجاری و اداری آنست که این ساختمان‌ها عموماً یک شکل ساخته شده‌اند و سپس به افراد مختلف برای مصارف متنوع واگذار گردیده‌اند. عموماً سازندگان اصلی بمنظور حداقل کردن هزینه‌ها، توجه چندانی به مسایل ایمنی و صرفه‌جویی ندارند و چون خود این افراد از ساختمان استفاده نمی‌کنند و هزینه‌های بعدی به آنها تحمیل نمی‌شود، بدون ایجاد استانداردهای مناسب ساخت، نمی‌توان انتظار چندانی نسبت به بهبود وضعیت مصرف انرژی آنها داشت. از سوی دیگر کسانی که در خود ساختمان‌ها سکونت دارند و در آن به کار و کسب مشغولند نیز بعلت آنکه معمولاً به طور موقت در این ساختمان‌ها سکونت دارند، نیز حاضر به سرمایه‌گذاری در خصوص کاهش مصرف انرژی خود نیستند.

یکی دیگر از مشکلات اساسی در ساختمان‌ها تجاری و عمومی آنست که مصارف فردی بطور مجزا

محاسبه و قیمتگذاری نمی‌شود، کل مصارف در یک تعرفه قیمتگذاری و محاسبه می‌گردد. این مسئله باعث می‌شود تا افراد بطور مجزا تمایلی برای صرفه‌جویی و بهینه کردن مصرف انرژی خود نداشته باشند.

بمنظور مقابله با مشکلات مذکور و دستیابی به سیاستهای مناسب مدیریت مصرف، دولت باید اعمال استانداردهای صرفه‌جویی برق در ایجاد ساختمانهای جدید را در مد نظر قرار دهد، زیرا اعمال سیاستهای صرفه‌جویی در ساختمانهای قدیمی نیازمند سرمایه‌گذاری اولیه زیاد می‌باشد که عملاً در مرحله اجرا با مشکلات زیادی مواجه خواهد شد، لیکن اجبار سازندگان بناهای جدید به رعایت حداقل استاندارد و در زمینه صرفه‌جویی انرژی، وسیله‌ای موثر برای کاهش مصرف تجاری و عمومی خواهد بود.

ج) استفاده از ابزارهای کنترل کننده مصرف:

برخلاف مصارف خانگی، در اکثر مصارف تجاری و عمومی مصرف برق در تمامی مدت شبانه روز مورد استفاده قرار نمی‌گیرد. مصرف سرانه زیاد در این بخش و قابلیت سیاستگذاری مناسب سبب می‌گردد تا بتوان از ابزارهای محدود کننده استفاده نمود. کارتهای قطع و وصل جریان در این گونه مصارف وسیله‌ای مناسب برای محدود کردن مصرف در مواقعی که بدان نیازی نیست می‌باشد در هلتها، شرکتها، ادارات دولتی و درمانگاهها می‌توان از کلیدها و کارتهای قطع و وصل جریان استفاده نمود. با استفاده از این ابزارها، جریان پاره‌ای از لوازم برقی در برخی از ساعات شبانه روز بطور کامل قطع می‌شود و بدین ترتیب مصرف انرژی به میزان قابل توجهی کاهش می‌یابد، از سوی دیگر نصب ترموستاتهای دقیق در لوازم سرد کننده و گرم کننده نیز در اینگونه مصارف راحتتر می‌باشد. با توجه به نوع فعالیت در مصارف تجاری و عمومی می‌توان درجه حرارت وسایل تهویه را نیز متناسب با آن اصلاح نمود و بدین ترتیب از میزان مصرف سرانه در واحد مصرف کاست.

بخش صنعت همواره یکی از بخشهای عمده مصرف کننده انرژی در کشورهای صنعتی و در بسیاری از کشورهای در حال توسعه بوده است. تخمین کارآیی مصرف برق در بخش صنعت بلحاظ تنوع صنایع و وجود مراحل مختلف تولید در صنایع چندان آسان نیست. در کشورهای صنعتی غرب نسبت مصرف انرژی بازاء ارزش افزوده بخش صنعت دائماً در حال کاهش بوده است، در حالیکه این نسبت برای مصرف برق افزایش شدید داشته است. بلحاظ مطلوبیت مصرف برق، روز به روز صنایع به استفاده بیشتر و جایگزینی آن تمایل نشان داده‌اند، بطوریکه سهم مصرف برق صنعتی به کل مصرف انرژی در کشورهای صنعتی غرب از ۱۰٪ در سال ۱۹۶۰ به حدود ۲۰٪ در اواخر دهه هشتاد افزایش یافت و این نسبت دائماً در حال افزایش می‌باشد.

بطور کلی در صنایع پروسه‌های ذیل از انرژی زیادی (سوخت و برق) استفاده می‌کنند:

۱- تجزیه و تفکیک مواد

۲- مخلوط کردن و امتزاج مواد

۳- قالب‌گیری و ریخته‌گری

۴- تولید گرما و بخار

۵- مصارف سرمایه‌شی

۶- خشک کردن

۷- سفید کردن و سفید شویی

۸- روشنایی

۹- تقطیر

۱۰- پروسه‌های الکتروترمال

۱۱- پاستوریزه کردن

۱۲- سیستم‌های هوای فشرده

۱۳- پمپاژ

در بسیاری از کشورهای جهان، بخش صنعت نقش بسیار تعیین کننده در سیاست‌گذاریهای مدیریت مصرف ایفاء می‌کند. در سالهای اخیر توجه به موارد ذیل از اهمیت برخوردار بوده است.

الف- موتورهای الکتریکی و محرکه‌های با دور قابل کنترل کننده (Adjustable Speed Driver)

موتورهای الکتریکی یکی از عمده‌ترین مصرف کنندگان برق در بخش صنعت می‌باشد. محرکه‌های با دور قابل کنترل بشکل چشمگیری کارایی عملیات موتورها را در طول مدت عملیات بهبود بخشیده‌اند. با استفاده از اینگونه محرکه‌ها می‌توان به بیش از ۲۰٪ صرفه‌جویی در مصارف بزرگ صنعتی، پمپهای تجاری و موتورها دست یافت، در دستگاههای تهویه صنعتی و کمپرسورها نیز با استفاده از این محرکه‌های تا ۲۵٪ در مصرف انرژی و تا ۱۵٪ دربار می‌توان به صرفه‌جویی مناسب رسید.

ب- تولید مشترک گرما و برق

بسیاری از مشترکین بزرگ صنعتی که دارای پروسه‌های گرمایی یا بخار می‌باشند، بطور بالقوه می‌توانند به تولید مشترک گرما و برق بپردازند. این مسئله تا حد زیادی می‌تواند فشار را خصوصاً در ساعات پیک بر شبکه سراسری کاهش دهد. یکی از مشکلات عمده در این زمینه توافق شبکه با صنایع بزرگ بمنظور خرید برق تولیدی اضافه از این پروسه می‌باشد که با اعمال نرخهای تضمین شده می‌توان اینگونه صنایع را به تولید مشترک گرما و برق ترغیب نمود.

ج- سایر مصارف

مطالعات انجام شده در کشورهای صنعتی، پتانسیل قابل توجهی را در برخی پروسه‌های صنعتی نظیر بویلرها، کمپرسورهای هوا، سیستم‌های روشنایی، موتورها و سیستم‌های تهویه باثبات رسانده است. در

حدود ۶۷٪ از مصرف انرژی در بخش صنعتی بوسیله موتورها و محرکه‌ها انجام می‌شود. اولویت اصلی در کاربرد مدیریت مصرف در صنایع را می‌توان به موتورها اختصاص داد. در یک موتور هواکش، کنترل سنتی جریان هوا بوسیله یک میراگر مقاومتی انجام می‌گیرد، با استفاده از محرکه‌هایی با سرعت‌های متفاوت که با مقاومت‌های ثانویه کار می‌کنند، میزان صرفه‌جویی انرژی به ۳۲٪ خواهد رسید و در صورت استفاده از سیستم ولتاژ متغیر و فرکانس متغیر (VVVF) این میزان به ۴۰٪ افزایش می‌یابد.

سرفصل‌های عمده مدیریت مصرف در پروسه‌های مختلف بخش صنعت را می‌توان در موارد ذیل برشمرد:

- در موتورها، تهویه‌ها و پمپها: استفاده از محرکه‌هایی با دور قابل کنترل، سیم‌پیچی مجدد و بهبود سیستم انتقال برق

- در بویلرها: تنظیم بویلر، جلوگیری از نشت بخار، تمیز کردن لوله‌های بویلر، جلوگیری از احتراق هوا بویلر، بازیافت گرمای آگزوزها

- در کمپرسورها: تغییر محل ورودی، کاهش فشار کمپرسور، جلوگیری از نشت هوا

- در دستگاه‌های تهویه: استفاده از ترموستات‌ها و سنسورهای مناسبتر

۹-۴- برنامه‌ریزی مدیریت بار

برنامه‌ریزی جهت تحقق اهداف مدیریت بار شامل چهار قسمت است

الف- تعیین و انتخاب منحنی بار موجود و مطلوب

ب- انتخاب استراتژی مناسب جهت نیل به منحنی بار مطلوب

ج- محاسبه و ارزیابی شاخص‌های اقتصادی و صنعتی و ... در مسیر اجرایی استراتژی فوق

د- انتخاب روش‌های اجرایی و بکارگیری روند فوق

از دیدگاه مصرف کننده انتخابی منحنی بار مطلوب به طوری که هیچگونه محدودیتی برای واحد صنعتی

ایجاد نماید مورد نظر می‌باشد. از طرف مقابل از دیدگاه اقتصاد تولیدکننده، افزایش ضریب بهره‌وری از نیروگاهها معیار اساسی سیاست‌گذاری را در این بخش به خود اختصاص می‌دهد.

بنابراین بایستی الگوی بهینه منحنی بار در ارتباط با منافع مشترک دو گروه تولید کننده و مصرف کننده انرژی الکتریکی مشخص گردند. لذا بررسی منحنی بار موجود واحدهای صنعت و در نظر گرفتن منحنی بار مطلوب مهمترین قسمت از برنامه‌ریزی جهت نیل به اهداف مدیریت بار شکل می‌گیرد. در این بخش سیاست‌گذاری‌های وزارت نیرو و نفت با توجه به محدودیتهای صنعتی و اقتصادی کشور از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

در زمینه انتخاب روش مناسب جهت مدیریت بار، لازم است مطالعات دقیقی از دیدگاه پروسه تولید صورت پذیرد. مطالعاتی که پاسخ دقیقی برای موارد زیر بدنبال داشته باشد. مواردی نظیر، نحوه تاثیرپذیری منحنی بار ناشی از مصرف کننده و تعیین تغییرات مصرف از دیدگاه فصلی، مطالعه طرحهای توسعه و در نهایت روشهای که منجر به تغییر ساختار مصرف می‌گردند مشخص شوند.

بخش مطالعاتی فوق شامل ۲ رکن اساسی به شرح زیر است:

ابتدا: شناخت پروسه و مطالعه اثرات رفتار آن بر روی مصرف انرژی الکتریکی و سپس میزان مدیریت پذیری اجزاء پروسه، بطور کامل مشخص گردند تا بتوان با برنامه‌ریزی مناسب اهداف فوق تحقق یابد. در این خصوص اگر اجزاء پروسه‌ای فاقد مکانیسم مدیریت‌پذیری بار باشند در آن صورت انجام عملیات مدیریت بار، امکان‌پذیر نخواهد بود مدیریت پذیری بار به مفهوم امکان تغییرات در پروسه تولید یک واحد صنعتی است که خللی در میزان تولید آن واحد وارد نسازد. بنابراین شناخت پروسه و مطالعه اجزاء آن جزء اساسی‌ترین ارکان مدیریت بار قلمداد می‌گردد. در مراحل بعدی نیز ارزیابی اقتصادی و توجیه مالی طرح مدیریت بار، مورد مطالعه و روشهای اجراء مورد بررسی بیشتر قرار می‌گیرند، تا از دیدگاه اقتصادی و اجرائی نیز بررسی دقیق‌تری از طرحها صورت پذیرد. در قسمت بعدی، برخی از روشهای اجرائی

اجرای مدیریت بار معرفی می‌گردد.

۱-۹-۴- تکنیک‌های اجرای مدیریت بار

در جدول ۴-۲۱ تکنیک‌های موفق در بخشهای مختلف و شکل‌های ششگانه شماره ۴-۲۲ روشهای

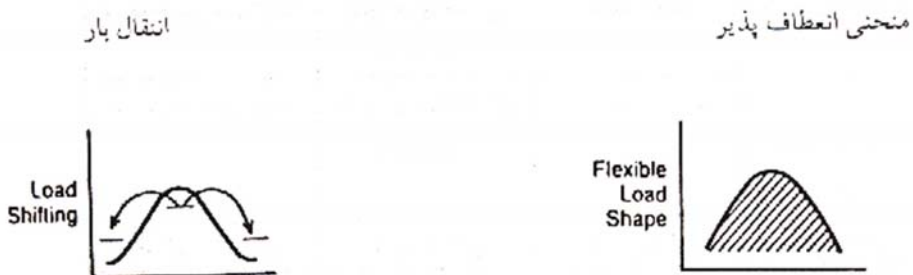
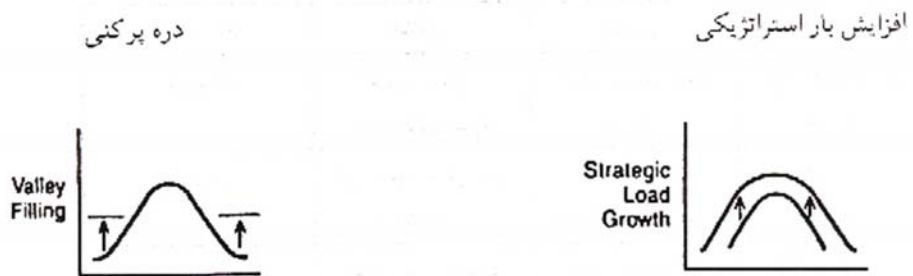
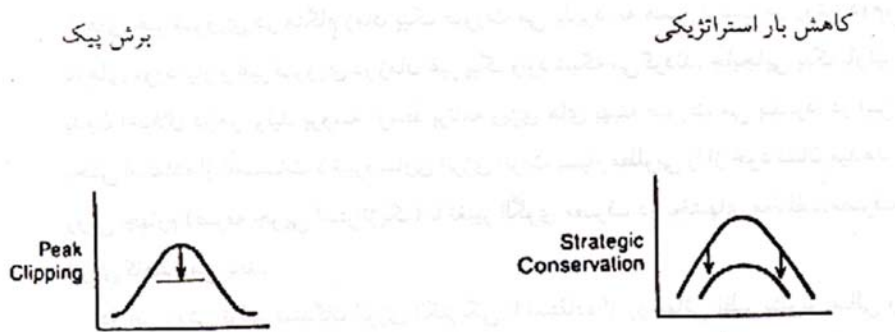
اصلاح منحنی بار خانگی- تجاری و صنعتی معرفی شده است.

روش اصلاحی منحنی بار	خانگی	تجاری	صنعتی
برش پیک	کنترل مستقیم سیستمهای تهویه	کنترل سیستم تهویه مرکزی	قطع مصارف غیر ضروری
پر کردن دره	کاربرد سیستم گرمایش الکتریکی	ذخیره‌سازی سیستمهای حرارتی	ایجاد شیفت کار شب
جابجایی بار پیک	برنامه‌ریزی مصرف	کاربرد سیستمهای ذخیره‌ساز حرارتی	انتقال شیفت روز به شب
صرفه‌جویی استراتژیک	بهبود عایق حرارتی ساختمانها	کاهش شدت روشنایی	کاربرد پروسه‌های با راندمان بالا
افزایش بار استراتژیک	کاربرد انرژی الکتریکی بجای فسیلی	کاربرد پمپ حرارتی	کاربرد انرژی الکتریکی بجای فسیلی
انعطاف‌پذیری بار	کنترل سیکلی	کنترل سیکلی	کنترل سیکلی

جدول ۴-۲۱ تکنیک‌های موفق در بخشهای مختلف

پس از شناخت منحنی بار واحد صنعتی و در پی آن، منحنی بار مطلوب و مطالعه مدیریت‌پذیری پروسه،

لازم است تکنیکهای در جهت اصلاح منحنی بار مورد استفاده قرار گیرد.



شکل ۴-۲۲. روشهای اصلاح منحنی بار

سه روش اصلی نشان داده شده در شکل ۲۲-۴، تکنیکهای قدیمی و سه روش دیگر، روشهای نسبتاً جدیدتری را معرفی می‌نمایند. در روش اول کاهش پیک توسط کنترل مستقیم بارهای غیر ضروری در هنگام زمان پیک صورت می‌پذیرد. به همین ترتیب در روش دوم، بارهای مورد نیاز و غیر ضروری در زمان غیر پیک وارد شبکه می‌گردند. جابجایی پیک بار نیز بدون اختلال در امر تولید پروسه توسط برنامه‌ریزی‌های بهینه صورت می‌پذیرد. در این بخش استفاده از تاسیسات ذخیره‌سازی انرژی اثرات بسیار مطلوبی را از خود نشان می‌دهد. روش چهارم (صرفه‌جویی استراتژیکی) با تغییر الگوی مصرف در

بخشهای مختلف، صرف انرژی کاهش می‌یابد.

در این روش تولید کنندگان انرژی الکتریکی با استفاده از روشهایی نظیر تشویق مالی و غیره، کاهش مصرف انرژی الکتریکی را بدون اعمال کنترل و برنامه خاص باعث می‌گردند. در این حالت رشد تکنولوژی تجهیزات مصرف کننده‌های انرژی الکتریکی نیز به طور طبیعی باعث کاهش مصرف می‌گردد. در روش پنجم نیز رشد مصرف انرژی در کنار روش دوم (پر کردن دره منحنی بار) مورد استفاده قرار می‌گیرد. در نهایت انعطاف‌پذیری مصرف کننده انرژی الکتریکی بعنوان رشد مدیریت بار مطرح شده است. در این روش نیز قابلیت اعتماد در بهره‌برداری انرژی الکتریکی مصرف کننده توسط بکارگیری برخی از تجهیزات مدرن محدود می‌گردد، بطوری که میزان انرژی مصرف کننده توسط تولید کننده تحت کنترل و برنامه‌ریزی قرار می‌گیرد. روش مزبور به تکنولوژی پیشرفته و هزینه بالا نیاز دارد. در مقابل اثرات اصلاح منحنی بار در آن بسیار موثرتر از سایر روشها می‌باشد.

به عنوان جمع‌بندی بایستی توجه نمود از آنجائی که ماهیت تغییرات بار، دارای رفتار دینامیکی است، لذا برنامه‌ریزی‌های مدیریت بار در طول زمان و متناسب با دینامیک تغییرات بار، لازم است مورد مطالعه مجدد و مستمر قرار گیرد تا متناسب با رفتار بار استراتژی و روش مطلوب نیل به منحنی بار ایده‌آل، انتخاب گردد. روشهای اعمال مدیریت بار نیز به طور کلی به دو دسته تجهیزات سوی مصرف کننده و تمهیدات سوی تولید کننده تقسیم‌بندی می‌شوند. با بکارگیری برخی از تجهیزات اضافی در سوی مصرف کننده‌ای الکتریکی، کنترل مصرف کننده توسط تولید کننده انرژی با ارسال سیگنال کنترل از طریق خط تلفن، خط PLC، رادیویی و کابل کواکسیال صورت می‌پذیرد در این مکانیسم در زمان بار پیک کنترل بار به طور سیکلی در اختیار تولید کننده قرار می‌گیرد. بطور مثال با کنترل سیکلی ۲۵٪، ۷/۵ دقیقه مصرف کننده از شبکه قطع و ۲۲/۵ به شبکه وصل می‌گردد. (پریود ۳۰ دقیقه) کنترل فوق در بارهای غیر ضروری تاثیر چندانی در عملکرد مصرف کننده ایجاد نمی‌نماید. در این روش که بیش از ۱۰۰ واحد تولید انرژیهای

الکتریکی (در آمریکا) در زمینه سیستمهای تهویه مطبوع اجرا شده است بین 0.6Kw الی 2Kw بر هر مصرف کننده خانگی کاهش ظرفیت ثبت شده است. این برنامه بر روی ۳۵۰۰۰۰ مصرف کننده اجرا شده است.

در روش تنظیم مشخصه‌های الکتریکی (سوی تولید کننده) با تنظیم مناسب برخی از پارامترهای الکتریکی نظیر ولتاژ- فرکانس و ضریب قدرت بار کنترل مصرف انرژی الکتریکی صورت می‌پذیرد. البته بسیاری از نیروگاه و شبکه‌های انتقال از بکارگیری این روش، بعنوان رشد مدیریت بار خودداری می‌نمایند. ولی بطور کلی با مطالعه شبکه‌های انتقال انرژی، بررسی فنی دقیق آن، امکان بهره‌وری از این روش وجود دارد. کاهش ولتاژ پست‌ها به میزان ۲/۵٪ الی ۵٪ تغییرات چندانی در مشخصه‌های الکتریکی تجهیزات وارد نمی‌سازد. با استفاده از این روش به میزان ۱٪ به ازاء ۱٪ کاهش ولتاژ کاهش مصرف انرژی الکتریکی گزارش شده است. کاهش ولتاژ برای زمانهای محدود (یک ساعت) بکار گرفته می‌شود. امروزه با توسعه تکنولوژی تجهیزات الکتریکی بر خلاف دهه ۸۰ تاثیر پدیده فوق در مصرف انرژی الکتریکی تقلیل یافته است. استفاده از سیستمهای ذخیره‌سازی انرژی، انرژیهای نو، تولید انرژی الکتریکی در واحدهای پراکنده صنعتی، استفاده از تکنولوژیهای مدرن الکتریکی در پروسه‌های صنعتی، آگاه‌سازی و ارتقاء دانش عمومی مصرف کنندگان انرژی الکتریکی از طریق سمینارها، کلاسهای آموزشی، گروههای فنی، و ... نسبت به اهداف مدیریت بار (به خصوص سوی مصرف)، جهت پیشبرد اهداف مدیریت بار پیشنهاد شده است.

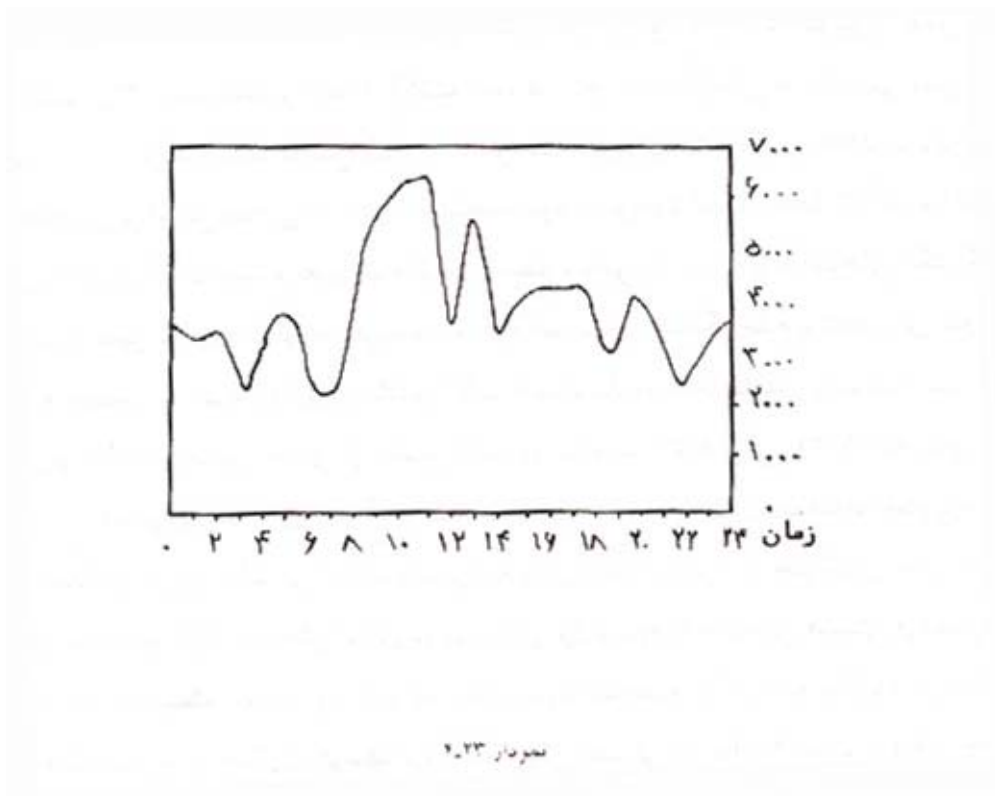
به منظور نیل به اهداف فوق، معاونت انرژی وزارت نیرو اقدام به مطالعه و بررسی موارد فوق از طریق گروههای فنی در غالب پروژه‌های مختلف را آغاز نمود. بطوری که قریب ۵۰ واحد صنعتی انتخاب و مدیریت بار در آنها مورد بررسی قرار گرفته است. در ابتدا مطالعات انجام شده در ارتباط با مصرف انرژی در چند کارخانه مختلف در خصوص تحلیل ضریب قدرت، ضریب بار و محاسبه متوسط انرژی الکتریکی بر واحد محصول ارائه می‌گردد. سپس نقاط ضعف و قوت سیستم شناسایی و درصد پتانسیل کاهش

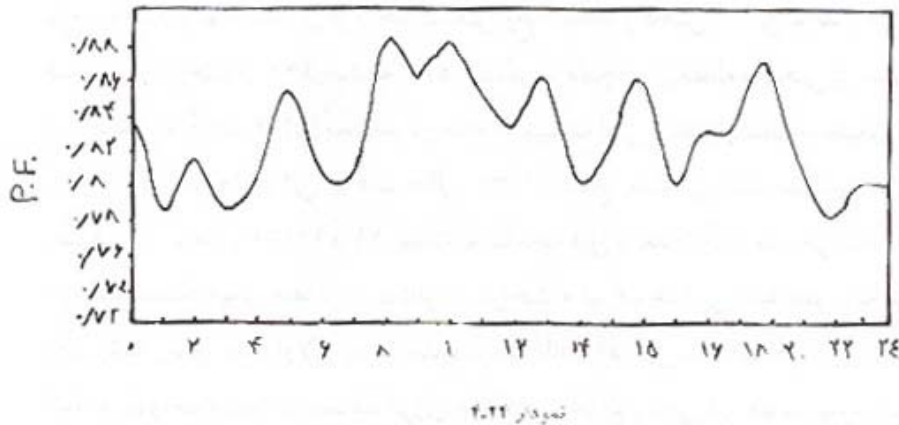
مصرف انرژی الکتریکی از طریق اعمال روشهای صحیح مدیریت بار و انرژی مشخص می‌گردد.

۲-۹-۴- نمونه کارخانه تیرسازی:

نمونه ۲۳-۴ منحنی مصرف انرژی در بدترین روز از دیدگاه ضریب بار و نمودار ۲۴-۴ ضریب قدرت کارخانه را نشان می‌دهد. واحد صنعتی فوق بمدت ۱۸ روز متوالی در ماه دسامبر مورد مطالعه قرار گرفته است. با مطالعه منحنی‌های بار و تجزیه و تحلیل ضریب قدرت نتایج زیر حاصل گردیده است بالاترین، پایین‌ترین و متوسط ضریب قدرت در دوره مورد مطالعه بترتیب برابر با ارقام ۰/۹۳ و ۰/۷۵ و ۰/۸۶ می‌باشد. این کارخانه بطور متوسط در هر ماه بیش از ۷/۵ میلیون ریال بابت پایین بودن ضریب قدرت هزینه نموده است. بهبود ضریب قدرت کارخانه با افزایش ظرفیت خازنهای موجود در سطح کارخانه عملی می‌گردد. با نگاهی ساده به کلیه منحنی‌های بار روزانه این کارخانه مشاهده می‌شود تغییرات ضریب قدرت در مواقعی که قدرت مصرفی نزدیک به مقدار ماکزیمم خود می‌باشد بسیار مطلوب‌تر از زمانهای کم باری می‌باشد. لذا در صورتیکه با برنامه‌ریزی صحیحی از کارکرد کم بار و یا بی‌بار کلیه ماشین‌آلات خط تولید جلوگیری بعمل آید، می‌توان شاهد افزایش متوسط ضریب قدرت و در نتیجه کاهش و یا حذف هزینه‌های مندرج در صورتحسابهای برق کارخانه شد. با مطالعه منحنی‌های بار مشخص می‌گردد، کمتر از ۱/۵ درصد مقادیر دیماندر قرائت شدن در پنج ساعت از بهره‌برداری از واحد صنعتی رخ می‌دهد و کاهش آن می‌تواند باعث افزایش ضریب بار کارخانه از ۴۰ درصد به ۶۷ درصد گردد همچنین از مطالعه منحنی بار میتوان نتایج زیر حاصل می‌گردد. انرژی مصرف کارخانه در شیف اولی بیشتر از سایر شیفتهای کاری می‌باشد و اکثر قله‌ها حوالی ساعت ۹ الی ۱۱/۳۰ صبح پدید می‌آیند و همچنین میزان انرژی مصرفی در ساعات ۱۲/۳۰ و ۱۹ نسبت به ساعات قبل و بعد از آن کاهش می‌یابد. علت این امر، قطع دستگاههای خط تولید بمنظور استراحت و صرف غذا می‌باشد بطوریکه می‌توان با یک برنامه‌ریزی ساده اولاً از پدید آمدن دره (Valley) در این ساعات جلوگیری بعمل آورد. ثانیاً با یکنواخت نمودن مصرف انرژی در ساعات

مذکور گامی در جهت بهبود ضریب بار صورت می‌پذیرد. انرژی الکتریکی مصرفی بر واحد محصول (Kwh/Ton) در هر روز این کارخانه، نسبت به سایر روزها اعداد متفاوتی خواهد بود. بر اساس نتایج حاصله متوسط انرژی الکتریکی مصرفی بر واحد محصول این کارخانه برابر با ۱۳۱۵ کیلو وات ساعت بر تن می‌باشد. متوسط انرژی الکتریکی مصرفی در هر سال آن برابر با ۳۴۱۹۸۷۱۶ کیلو وات ساعت برآورد خواهد شد.



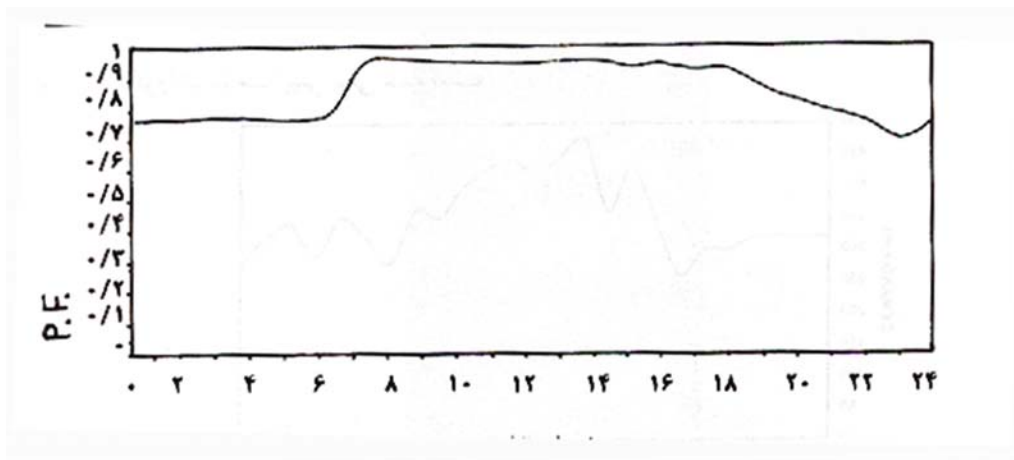


۳-۹-۴- نمونه کارخانه چینی سازی:

نمودار ۴-۲۵ منحنی مصرف انرژی در بدترین روز از دیدگاه ضریب بار و نمودار ۴-۲۶ ضریب قدرت کارخانه را نشان می‌دهد. این کارخانه بمدت ۷ روز متوالی در ماه اکتبر مورد مطالعه قرار گرفته است. مقادیر حداکثر و حداقل و متوسط ضریب قدرت در دوره مورد مطالعه بترتیب عبارتند از ۰/۹۹ و ۰/۹۵ و ۰/۹۹ تغییرات مداوم ضریب قدرت در دو مقدار مشخص نشانگر دقت عملکرد در رگولاتور خازنها بوده و با توجه به بالا بودن مقدار متوسط این پارامتر طبیعتاً از اشغال بیهوده ظرفیت ترانسفورماتور موجود در پست جلوگیری بعمل می‌آید. کمتر از ۱ درصد مقادیر دیماندر قرائت شده در پنج ساعت زمانی حادث می‌شوند و کاهش آن می‌تواند باعث افزایش ضریب بار این پست برق از ۷۱ درصد به ۷۴ درصد گردد.

همچنین بر اساس منحنی میتوان مشاهده نمود که بوجود آمدن قله‌ها اکثراً در ساعات ۹ الی ۱۲ پیش آمده است و تغییرات مکرر و نامنظم منحنی بار روزانه و پارامترهای الکتریکی این پست نظیر انرژی مصرفی، ماکزیمم دیماندر و ضریب بار نشانگر عدم برنامه‌ریزی تدوین شده و منظمی در بهره‌برداری از ماشین آلات خط تولید می‌باشد. کاهش یکساعته مصرف انرژی و توقف موضعی بخشی از ماشین آلات در ساعات ۱۸ الی ۱۹/۳۰ که به صورتی آشکارا در تمامی روزهای دوره مطالعه مشخص است بدلیل تقارن با ززمان

صرف شام پرسنل می‌باشد. در این مورد نیز می‌توان با یک برنامه‌ریزی ساده از تکرار آن جلوگیری بعمل آورد. در این پست نیز قابلیت کاهش انرژی در شیفت های اول و دوم با جابجایی قسمتی از مصارف خط تولید به شیفت سوم وجود دارد که باعث بهبود مشخصه بار کارخانه می‌گردد. بر اساس اطلاعات مندرج در جداول متوسط انرژی الکتریکی مصرفی در سال ۷۴ برابر با ۷۶۰۰۹۵ کیلو وات ساعت پیش‌بینی شده است.



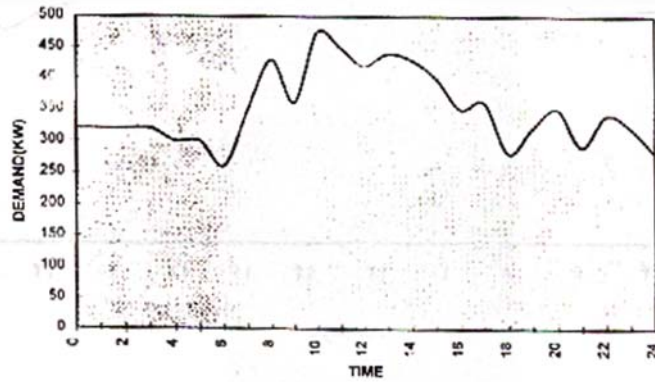
۴-۹-۴- نمونه کارخانه داروسازی:

نمودار ۴-۲۷- منحنی مصرف انرژی و نمودار منحنی ۴-۲۸- ضریب قدرت در یکی از پستهای کارخانه را نشان می‌دهد. این پست بمدت هفته در ماه جولای مطالعه شده است. حداکثر و حداقل و متوسط ضریب قدرت در دوره مورد مطالعه برابر با ۰/۹۶ و ۰/۷ و ۰/۸۷ می‌باشد عملکرد رگولاتور خازنها در ساعات کم باری این پست ساعت ۶ صبح نامطلوب بوده و حتی روزهای کم باری نظیر ایام پنج‌شنبه و جمعه‌ها عملکرد رگولاتور بسیار نامطلوب بوده و بالاترین مقدار عددی ضریب قدرت در این دو روز بهیچوجه به مقدار ۰/۹ نرسیده است. لذا در جهت تصحیح آن می‌بایست اقدام لازم مبذول شود. با مطالعه ضریب بار مشخص میشود کمتر از ۳ درصد مقادیر دیماند ثبت شده در ۵ ساعت زمانی حادث می‌شوند و کاهش آن می‌تواند باعث افزایش ضریب بار از ۵۲ درصد به ۵۳/۵ درصد گردد و در نتیجه شاهد کاهش دیماند این

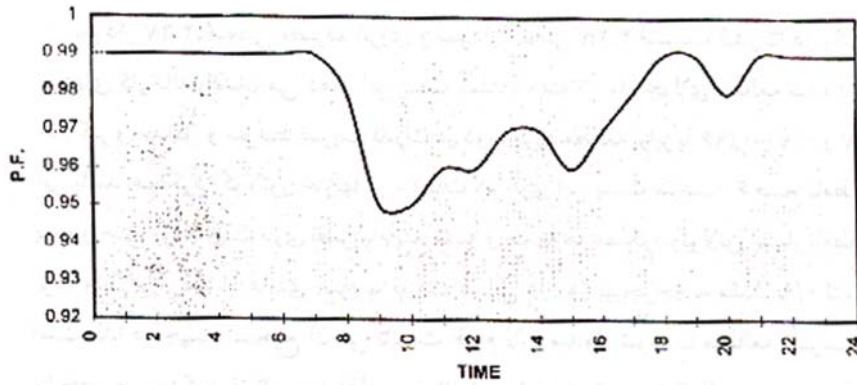
پست خواهیم بود. همچنین مشاهده می‌شود که حادث شدن پیک بار عموماً در شیفت اول کاری مخصوصاً در ساعات اولیه از ساعت ۷ الی ۱۰ صبح پیش آمده است، در صورتیکه می‌توان با یک برنامه‌ریزی ساده از بروز چنین مواردی جلوگیری بعمل آورد.

نتیجه‌گیری:

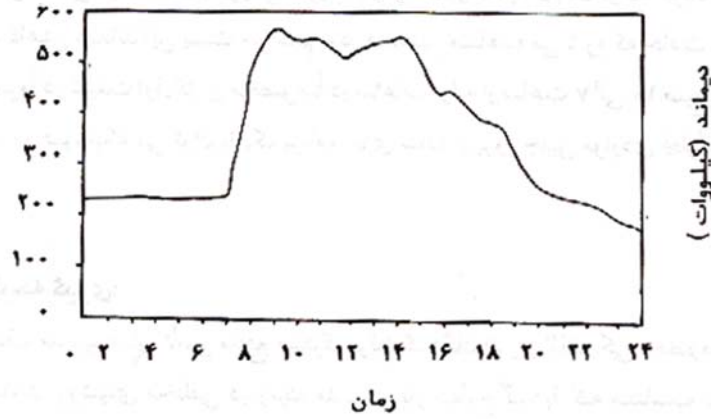
هدف مدیریت بار، تامین منافع مشترک تولید کنندگان انرژی الکتریکی و مصرف کنندگان آن میباشد. روشهای مختلفی در زمینه مدیریت بار مطرح گردید که متناسب با شرایط اقتصادی فنی قابل اجرا می‌باشد. پیش‌بینی جهانی در زمینه مدیریت بار تا سال ۲۰۰۰ مطابق کیلو وات ساعت پیش‌بینی شده است.



نمودار ۲-۲۵



نمودار ۴-۲۶

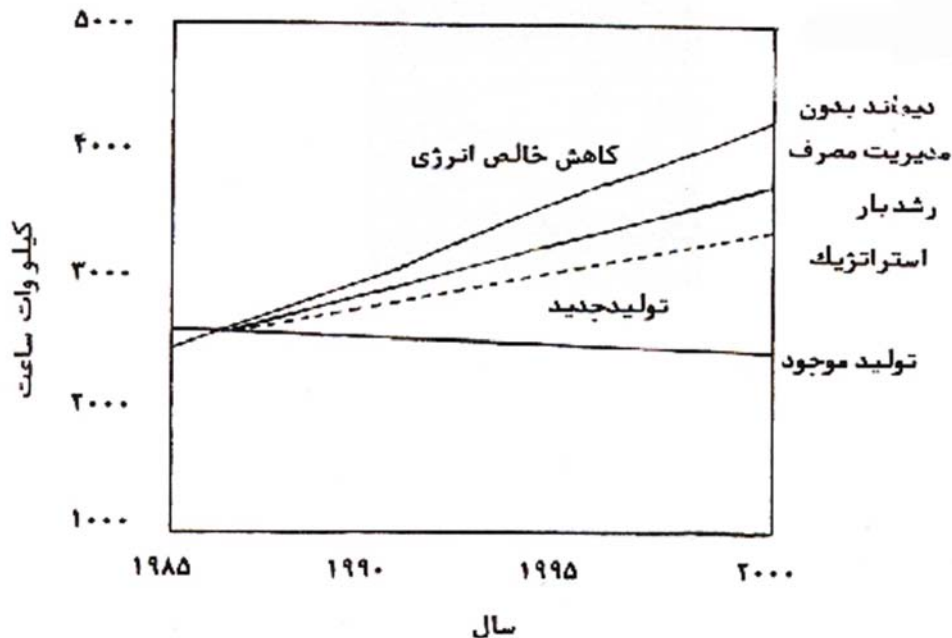


نمودار ۲-۲۷

شکل ۲۷-۴- حاکی از آن است که ۱۵/۹ درصد ظرفیت انرژی توسط روشهای مدیریت بار ایجاد خواهد گردید.

بنابراین در صورتی که از هم اکنون در طرحهای توسعه و صنایع موجود مطالعه دقیق و اجرایی اهداف

کوتاه و بلند مدت مدیریت بار صورت نپذیرد، کشور در آینده نزدیک در خصوص بهره‌برداری از ظرفیت تاسیسات تولید انرژی الکتریکی با مشکل جدی روبرو خواهد گردید.



شکل ۲۹-۴. پیش‌بینی توسعه ظرفیت در بخشهای مختلف انرژی الکتریکی تا سال ۲۰۰۰ در جهان

۱۰-۴ اهداف پروژه‌های مدیریت بار:

در شکل ۲۸-۴- نمودار (فلوچارت) اجرائی پروژه‌های مدیریت بار برای نیل به اهداف زیر دیده میشود.

اهداف پروژه‌های مدیریت بار

- ۱- اندازه‌گیری پارامترهای الکتریکی نظیر توان مصرفی، ماکزیمم دیماند، ضریب بار، ضریب قدرت و ... در دوره‌های مختلفی از تولید
- ۲- ترسیم منحنی‌های مربوطه و تجزیه و تحلیل اطلاعات
- ۳- تعیین منابع اتلاف انرژی الکتریکی در هر قسمت از کارخانه
- ۴- بررسی و تعیین امکانات بهینه‌سازی مصرف انرژی الکتریکی
- ۵- بررسی و تعیین پتانسیل کاهش میزان مصرف برق از طریق اعمال روشهای صحیح مدیریت مصرف.

منابع و مآخذ:

- ۱- مدیریت بار- مجتبی خدرزاده دانشکده صنعت آب و برق (شهید عباسپور)
- ۲- مدیریت مصرف مهدی خباز پیشه- دانشکده صنعت آب و برق
- ۳- مدیریت بار- جلال نظر زاده - وزارت نیرو- معاونت انرژی- دفتر بهینه‌سازی انرژی- "سابا"
- ۴- مفاهیم مدیریت انرژی الکتریکی- نشریه سازمان بهره‌وری انرژی ایران
- ۵- مدیریت بار و انرژی الکتریکی- مجتمع سازندگی و آموزش اصفهان
- ۶- دور مدیریت انرژی ویژه کارشناسان برق دانشکده صنعت آب و برق
- ۷- تنظیم شرایط محیطی در معماری (محاسبه نور و صوت)- محمد علی رحیم‌خانی- انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران
- ۸- مدیریت بار- احمد آویزه- انجمن اقتصاد انرژی ایران
- ۹- دوره مدیریت انرژی- امیدخواه موسسه مطالعات بین‌المللی انرژی (وابسته به وزارت نفت)
- ۱۰- تجربیات جهانی در صرفه‌جویی انرژی در صنایع کامبیز منافی- موسسه مطالعات بین‌المللی انرژی
- ۱۱- Lighting Reference Guide U.S edition
- ۱۲- M.G. Morgan and S.N. Talukdur, "Electric Power Load Management : Some Technical Economic Regulatory and Social Issues" Proc. IEEE, Feb 1979
- ۱۳- Electrical Technology B.I TRAGA
- ۱۴- Load Management. Mr. Mohanty
- ۱۵- De Almeida, Anibal . Demand side Management and electricity End use Efficiency, Dordrecht: KLUWER
- ۱۶- Energy Efficiency Training Workshop Ministry of Energy. IRAN

Craig B.Smith, Energy Management Principles, First Published, -17
MC.Graw Hill Book Company, 1981, NEWYORK

William A.Vopat, Power Station Engineering and Economy 9 th -18
Edition, Tata MC-Graw Hill book Company press 1990, Delhi

فصل پنجم

ممیزی انرژی و روشهای اندازه گیری

۱-۵ پیش زمینه

قبل از پرداختن به امر مهم ممیزی انرژی تاکید بر این مطلب ضروری است که انرژی و به ویژه انرژی ارزان از مهمترین عوامل توسعه اجتماعی و صنعتی و رفاه است. بنابراین اعمال مدیریت انرژی در صورتی مفید خواهد بود که ضمن دستیابی به هدفهای مربوط نه تنها مانعی بر سر راه توسعه و رفاه بوجود نیآورد، بلکه بتواند با افزایش بهره‌وری به حمایت از توسعه و رفاه عمل کند. با توجه به این نکات اعمال مدیریت و ممیزی انرژی جزئی از الزامات و ضرورت‌های افزایش بهره‌وری عوامل تولید است. این امر به معنای کنونی سابقه‌ای چندان طولانی ندارد و ایده مدیریت انرژی با توجه به معنای کنونی آن به اوایل دهه ۱۹۷۰ و در واقع زمان افزایش شدید قیمت نفت خام در سلا ۱۹۷۳ باز می‌گردد. درگامهای نخست وظیفه و هدف اولیه مقابله با مساله قیمت انرژی از طریق کاهش میزان مصرف بود ولی اکنون سالهاست پدید آمدن مسائل دیگر وظیفه مدیریت انرژی گسترده‌تر شده است و هدفهای دیگری را نیز در بر می‌گیرد و در سطح جهانی شامل موارد زیر می‌باشد:

الف- مقابله با قیمت انرژی و کاهش سهم هزینه انرژی در قیمت تمام شده محصولات

ب- مقابله با آلودگی‌های زیست محیطی

ت- کمک به گسترش عمر ذخایر انرژی و برنامه‌ریزی برای یافتن ذخایر جدید

ث- کمک به پایداری توسعه اقتصادی

محدوده فعالیت‌های مدیریت انرژی از برنامه‌ریزی‌های کلان نگر تا فعالیت‌های مرتبط با ممیزی انرژی را می‌پوشاند. موفقیت در مدیریت انرژی زمانی حاصل می‌شود که طیف وسیع آن عملی گردد.

لازم به یادآوری است که مدیریت انرژی تنها محدود به صنعت نمی‌شود بلکه دارای سطوح کاربردی متفاوت است. این سطوح از جمله شامل محدوده‌های جهانی- ملی- منطقه‌ای- شهری و روستایی است و لذا این امر مهم در همه مکانها مطرح است و وظیفه‌ای مستمر به شمار می‌رود. با این همه مدیریت انرژی در صنعت واجد بیشترین اهمیت است. این اهمیت بواسطه نظم و کارایی و پتانسیل صنعت می‌باشد، که امکان صرفه‌جویی در انرژی را در قیاس با سایر بخش‌ها افزون می‌سازد. در این میان، ممیزی انرژی، مانند بسیاری از فعالیت‌های مهندسی از قضاوتها و تجارب حرفه‌ای بهره‌مند می‌شود. ممیزی‌ها می‌توانند دستورالعملهایی را به مدیران ارائه نمایند و در صورتی که به طور صحیح اجرا گردند بینشی از بخشهای اساسی مصرف انرژی را ایجاد می‌کنند.

در بعضی موارد حتی یک ممیزی، فقط با آگاهسازی مردم از چگونگی مصرف انرژی می‌تواند منجر به صرفه‌جویی آنی انرژی شود. البته هیچ کتابی نمی‌تواند برای کلیه وضعیتها پاسخی ارائه نماید، نکته اساسی در اینجاست که یک ممیز باید قابلیت بهبود وضعیت کلی سیستم را داشته باشد و از درگیر شدن جزئیات پرهیز نماید.

۱-۱-۵ تعریف مدیریت انرژی:

مدیریت انرژی علی القاعده می‌باید موضوعی در زمینه نظم دهی بخش انرژی را مطرح نماید. ولی این نظم‌دهی از کدام دیدگاه است؟ تردید نیست که این نظم دهی از دیدگاه منطقی کردن عرضه و تقاضا است. برای بیان بهتر موضوع چند واژه به کار گرفته شده را تعریف می‌کنیم:

- تعریف انرژی- کارمایه یا انرژی عبارت است از قابلیت یا استعداد انجام کار، یا به زبان علمی تر

زمانی که گرما یا کرا به سیستم خاصی Isolated System افزوده می‌شود یا از آن گرفته می‌شود، تغییر حالتی در سیستم بوجود می‌آید که ویژگی چنین تغییر حالتی تحت عنوان محتوای انرژی سیستم شناخته می‌شود. بنابراین محتوای انرژی از ویژگیهای درونی و طبیعی هر سیستم است.

• تعریف مدیریت- مدیر علی‌الاصول وظیفه ستادی است که حداقل شامل مواردی از این قبیل است:

الف- برنامه‌ریزی: تنظیم برنامه عملیاتی، تشخیص موانع و مشکلات، راه‌حل‌یابی، بررسی و تجزیه و

تحلیل آماده‌سازی‌های فرهنگی

ب- سازماندهی- تقسیم کار، طبقه‌بندی وظایف

ج- هماهنگی- ایجاد موازنه بین وظایف برای دستیابی به هدف مشترک

د- رهبری- هدایت فعالیتها، ایجاد محرکه‌های موثر برای تحقق هدف، وفق دادن فرهنگی فعالیتها و افراد

هـ- مطابقت و سنجش نتایج با برنامه‌های تنظیم ضوابط و موازن کنترل، به صدا درآوردن زنگهای خطر

• منطقی کردن عرضه و تقاضا برای انرژی- در مفهوم عام و عمومی مجموعه نکات زیر تحت عنوان

کاهش مصرف انرژی شناخته می‌شود.

- کاهش شدت انرژی

- بهینه‌سازی و جایگزینی مقرون به صرفه سوخت‌ها و برق

- کاهش میزان مصرف محصولات مصرف کننده انرژی

۲-۱-۵ ضرورت توجه به اعمال مدیریت انرژی در ایران:

اکنون تردیدی نیست که چنانچه مصرف انرژی‌های اولیه در کشور با روند الگوی کنونی ادامه یابد، طولی

نخواهد کشید که نگهداشت سطح صادرات نفت، ارزآوری این طریق، با مشکل جدی مواجه خواهد شد.

ادامه این روند به نوبه خود می‌تواند در موقعیت کشور در بازار جهانی انرژی و حتی در مناسبات خارجی

آثار ناخواسته و منفی بجای گذارد.

در بعد داخلی کشور اکنون به علل و دلایل مختلف و بیش از هر زمان دیگر نیازمند تاکید و پی‌گیری سیاستهای صرفه‌جویی در مصرف انرژی است. واقعیت‌هایی که در درون کشور صرفه‌جویی در مصرف داخلی انرژی را به سطح بالاترین اولویتهای اجرایی سوق می‌دهد متعددند، لیکن مهمترین آنها را می‌توان در ضرورت‌هایی چون کاهش یا رانه‌ها، کاهش کسری بودجه، کاهش واردات فرآورده‌های نفتی، افزایش عمر ذخایر، کاهش حجم سرمایه‌گذاری، بهبود ضریب سرمایه به تولید، ایجاد توازن در مصرف حاملهای انرژی حفظ توان صادرات نفت خام و فرآورده، نگهداشت سطح درآمدهای ارزی، حفظ و استمرار سطحی منابع از زندگی و بالاخره کاهش آلودگی‌های زیست محیطی خلاصه کرد.

شاید ذکر چند نکته دیگر می‌توند ضرورت تسریع در مهار رشد انرژی به ویژه در صنعت را بهتر نشان داده و در هر حال اهمیت موضوع را بیشتر نمایان می‌سازد. برای مثال اکنون در کشور ما، شدت انرژی بیش از ۲ برابر ترکیه و هند و برزیل و بیش از ۸ برابر آلمان و ۱۰ برابر ژاپن است. در صنایع ما انرژی بری بازای واحد تولید ۲ تا ۳ برابر تجربه کشورهای پیشرفته است (شدت انرژی). با این همه، تایید بر این مطالب به هیچ وجه نباید مانع رشد اقتصادی شود زیرا در همه حالات رشد اقتصادی مهمتر از صرفه‌جویی در انرژی است.

در جدول ۱-۵ انرژی بر صنایع سخت در جهان و ایران مقایسه شده است.

از سوی دیگر چنانچه روند کنونی مصرف انرژی‌ها در حد سالانه ۵ درصد مهار گردد، کشور در یک دوره ده ساله خواهد توانست به قیمت‌های امروز حدود ۲۷ میلیارد دلار در برداشت از ذخایر نفت و ۱۲ میلیارد دلار در سرمایه‌گذاری‌های بخش انرژی و میلیاردها تومان در یارانه صرفه‌جویی کند و همزمان صرفه‌جویی‌های بدست آمده را در بخش‌های دیگر اقتصادی و گسترش آموزش و بهداشت و رفاه اختصاص دهد. از دیگر مزایای صرفه‌جویی در مصرف انرژی فراهم ساختن فرصتهای سرمایه‌گذاری و اشتغال در بخش خصوصی است. چنانکه بخش قابل توجهی از سرمایه‌گذاری‌ها تنها نیازمند منابع ریالی

است. فرصتهای شغلی که این سرمایه‌گذارها فراهم خواهند کرد بی‌تردید آثار مثبتی در مصرف انرژی و مهار شدن آن محیط زیست نیز به طور نسبی بهبود خواهد یافت.

انرژی بری صنایع منتخب

ایران (تکنولوژی در دسترس)	جهان (تکنولوژی پیشرفته)		
۱۳۰-۱۶۱	۸۵-۱۱۰	Kwh/Ton	تولید سیمان
۷۴۰۰-۱۲۶۰۰	۳۵۰۰-۵۵۰۰	Kwh/Ton	تولید محصولات نساجی
۱۲۰	۷۰-۹۵	Kwh/Ton	تولید شیشه
۳۰	۸-۱۲	Kwh/Ton	تولید محصولات فلزی
۹	۵/۷	Gcal/Ton	تولید فولاد خام
۰/۷۱-۰/۹۴	۰/۲۸	TOE/\$1000	تولید محصولات شیمیایی
۳۱/۲	۳۹/۸	درصد	راندمان تولید برق
۱۳/۵	۸	درصد	تلفات انتقال و توزیع برق
۶	۳	درصد	سوخت و تلفات پالایش نف
۱۰/۱۴	۶-۱۰	لیتر در ۱۰۰ کیلومتر	اتومبیل سواری
۴۶	۲۷	کیلو وات ساعت در ماه در شرایط متعارف	یخچال
۱۰۰-۱۴۰	۸۳	وات	تلویزین رنگی (۲۱ اینچ)
۶۰۰-۸۵۰	۴۷۶	کیلو کالری در ساعت	کولر گازی

جدول ۱-۵- مقایسه انرژی بری صنایع منتخب در جهان و ایران

۳-۱-۵ مشکلات صرفه‌جویی در مصرف انرژی در اقتصاد و صنایع ایران:

مهمترین مشکلات در کل اقتصاد ایران که حل و فصل هر کدام نیازمند زمان و تدابیر خاص است عبارتند از:

- ۱- نبود تعریفی مفید و فراگیر از صرفه‌جویی در انرژی
- ۲- قیمت اندک حامل‌های انرژی
- ۳- استراتژی توسعه اقتصادی کشور
- ۴- راندمان اندک مصرف انرژی در بخش دولتی و بهره‌دهی اندک سوخت در اقتصاد ملی
- ۵- سوخت و ضایعات قابل توجه صنایع نفت و گاز و بهره‌برداری غیر بهینه از ذخایر انرژی
- ۶- راندمان حرارتی اندک تاسیساتن برقی و راندمان اندک حرارتی صنایع کشور
- ۷- راندمان حرارتی اندک محصولات صنعتی داخلی و بخش حمل و نقل
- ۸- گسترش مهار گسیخته شهرنشینی و ناآگاهی‌های عمومی در مورد اهمیت انرژی در اقتصاد کشور و محیط زیست
- ۹- نارسائی‌های نظام آماری و قوانین و استانداردها
- ۱۰- نارسائی نظام تعمیر و نگهداری ماشین آلات و فقدان تنوع عرضه انرژیها

۲-۵ □ تعریف ممیزی (Energy Audit) :

ممیزی انرژی مجموعه اقداماتی است که جهت شناسائی، چگونگی، مقادیر و موقعیتهای مصرف انرژی در یک فعالیت یا فرآیند، انجام و در طی آن فرصتها و امکانات صرفه‌جویی انرژی مشخص شده و ارزیابی می‌گردد.

هدف ممیزی انرژی تعیین راه‌حلهایی برای کاهش مصرف انرژی بر واحد تولد محصول (خروجی) و همچنین کاهش هزینه‌های بهره‌برداری می‌باشد.

عمده‌ترین موانع موجود در انجام ممیزی انرژی عبارتند از:

- عدم اطلاع کافی در مورد ممیزی انرژی و فواید آن نقش کم اهمیت انرژی در هزینه‌ها

- محدودیت منابع انسانی، فنی و مالی

نکات مهمی که پیرامون ممیزی انرژی باید مد نظر باشد:

۱- گروه ممیزی باید شامل تخصص‌های فنی لازم مربوطه باشد.

۲- تکرار و تداوم اجرای ممیزی انرژی بستگی به تاثیر فعالیتها و اقدامات برنامه مدیریت انرژی دارد.

۳- موفقیت ممیزی انرژی بستگی به آمادگی‌ها و پیش‌زمینه‌هایی دارد که قبل از انجام اقدامات عملی فراهم شده‌اند.

۴- فهرست محدودی از اقدامات باید تهیه شود، تهیه خلاصه فهرستی از اقدامات، الزامی می‌باشد.

۵- گزارش ممیزی باید در مدت زمان مشخص تهیه و تکمیل گردد.

۶- توصیه‌ها و پیشنهادی‌های ارائه شده باید بر اساس اولویتهای هزینه‌ای و زمانی طبقه‌بندی شوند.

۷- باید توجه داشت که زمانیکه اقدامات پیشنهادی و توصیه‌ها اجرا نشوند، تغییر مهمی در مصرف انرژی ملاحظه نخواهد شد.

با عنایت به مراتب فوق، مصرف انرژی یکی از هزینه‌های عمده قابل کنترل در اغلب سازمانها است و پتانسیل قابل توجهی در کاهش مصرف و در نتیجه هزینه مربوطه وجود دارد. صرفه‌جویی‌های متنوعی را می‌توان بدون افزایش هزینه قابل توجه به سرمایه‌گذاری اندک کسب کرد.

حال آنکه صرفه‌جویی افزوده‌تر معمولاً با سرمایه‌گذاری بیشتر قابل اکتساب است که نرخ بازگشت سرمایه

مناسبی را به همراه دارد. از این رو است که سرمایه‌گذاری در خصوص بهره‌وری انرژی می‌تواند به سودآوری بیشتری منجر شود.

ممیزی انرژی از جمله فعالیتهای موثر هر سازمان است که مایل به کنترل هزینه‌های انرژی و خدمات خود می‌باشد. این ممیزی مشخص می‌نماید که چگونه انرژی خریداری، مدیریت و مصرف شود. تا هزینه تولید حداقل و سود حاصل از آن حداکثر شود.

واژه ممیزی انرژی در فرهنگ لغت "یک نمونه‌گیری برنامه‌ریزی شده و بهبود هزینه‌های جاری" تعریف شده است. در اینجا واژه "ممیزی انرژی" منظورهای زیر را برآورد می‌کند:

- ۱- بدست آوردن مقدار و چگونگی مصرف انرژی یا تبدیل آن از شکلی به شکل دیگر
- ۲- مشخص کردن موقعیتهای کاهش انرژی
- ۳- برآورده کردن اقتصادی روشهای کاهش مصرف فوق
- ۴- فرموله کردن توصیه‌های بهبود پروسه

۳-۵ اجرای ممیزی انرژی:

- ۱- اطلاعات ضبط شده و یا اندازه‌گیری مصرف انرژی
- ۲- تشخیص اجزاء پر مصرف در انرژی
- ۳- شرح تفصیلی داده‌های مورد نیاز
- ۴- محاسبه بالانس جرم و انرژی برای بدست آوردن تلفات انرژی
- ۵- دسته‌بندی موقعیتهای ذخیره‌سازی انرژی ECO
- ۶- تخمین پتانسیل‌های صرفه‌جویی برای هر یک از این موقعیتهای
- ۷- برآورد هزینه طرحها

۸- تعیین اولویت توصیه شده صرفه‌جویی مصرف انرژی

۴-۵- اولویتها در ممیزی انرژی

با توجه به ارزیابی عملکرد جاری، اولویتها در ممیزی انرژی را میتوان تعیین کرد. معمولاً انرژی با حداکثر هزینه را در اولویت نخست قرار می‌دهند. همچنین ضمن رعایت استانداردهای لازم، بایستی امکانات بالقوه صرفه‌جویی مشخص گردد. در بخری از طرحها اولویت به زمینه‌هایی اختصاص می‌یابد که صرفه‌جویی با حداقل هزینه و تلاش حاصل گردد.

مدیریت سازمان و انرژی، سه موضوع اساسی زیر را باید مورد توجه خاص قرار دهد:

- خرید
- مدیریت
- ممیزی

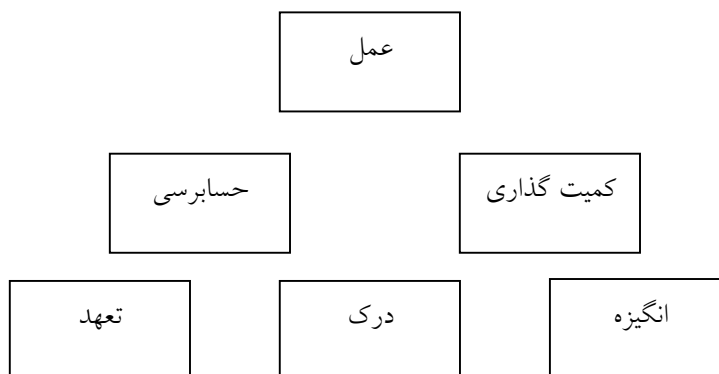
اولین گام در شناسایی زمینه‌هایی که امکان صرفه‌جویی در آنها وجود دارد مشخص نمودن مقدار و هزینه انرژی و خدماتی است که در محل استفاده می‌شود. این موضوع نه تنها شامل سوختها: اعم از نفت، زغال سنگ، گاز یا انرژی الکتریکی است بلکه در برگیرنده آب و در بعضی موارد سخت مصرفی وسائل نقلیه نیز می‌باشد.

پس از تکمیل این بررسی باید نرخ خریداری خدمات مورد ارزیابی قرار گیرد. زیرا بدون شک سرمایه‌گذاری در پروژه‌های مهندسی به صلاح نیست مگر اینکه بتوان انرژی و خدمات را با قیمت مناسبی خریداری نمود.

در هر برنامه کاهش هزینه، کنترل و مدیریت یک رکن اساسی است. جدا از اینکه باید صرفه‌جویی‌های حاصل از بهبود وضعیت خریدها و پروژه‌های مهندسی را حفظ و نظارت نمود، میتوان با استفاده از

تکنیکهای استاندارد نظارت و هدف‌یابی¹ Monitoring and Targeting منابع موجود را به گونه موثرتری مدیریت نموده و صرفه‌جویی‌ها را افزایش داد. برای این منظور ضرورتی است تصویر دقیق از مصرف جاری انرژی را بدست آورد. اینکه چه مقدار انرژی به صور گوناگون استفاده می‌شود، هزینه‌های واحد هر یک و نیز مورد استفاده آن مشخص گردد و اینکه کدام مورد استفاده اساسی و کدام استفاده غیر اساسی دارد. این اطلاعات را می‌توان از منابع زیر بدست آورد:

- صورتحساب‌های سوخت، برق و آبرسانی برای حداقل یکسال
- اطلاعات ضبط شده و یا اندازه‌گیری شده از مصرف انرژی
- اطلاعات مربوط به تولید



۵-۵ مراحل ممیزی انرژی:

الف- شروع ممیزی انرژی

- تشریح اهداف و گستره ممیزی انرژی برای مدیریت ارشد کارخانه
- مشخص نمودن افرادی از کارخانه جهت کمک در انجام ممیزی انرژی

¹ - نظارت و هدف‌یابی، یک روش منظم مدیریت انرژی است که را از استفاده بهینه از منابع انرژی مطمئن می‌کند و بر صرفه‌جویی‌ها حاصل از اعمال روشهای بهبود یافته خرید و سرمایه‌گذاری‌هایی که جهت کسب صرفه‌جویی انجام شده است

- ترتیب دادن جلسات و مصاحبه‌های مورد نظر با بخش‌های مختلف کارخانه
- تعیین نمودن احتیاجات لجستیکی مورد نیاز و تهیه ابزار دقیق
- آشنایی با فرآیند تولید دستگاه‌های انرژی‌بر، تجهیزات طرح و ایجاد انگیزش و حساسیت لازم در مدیران برای توافق در پروژه‌های ممیزی

ب- انجام کار ممیزی انرژی

- تشریح نحوه انجام کار برای کارفرما و مراجعه به کارخانه جهت بررسی و انطباق مطالب و اطلاعات بر مبنای نظرات کارشناسان آن صنعت
- استفاده از پرسنل متخصص و انجام اندازه‌گیری‌های مربوطه جهت درک جزئیات بیشتر روش‌های مدیریت مصرف انرژی

ج- خاتمه کار ممیزی انرژی

- تجزیه و تحلیل اطلاعات جمع‌آوری شده (حرارتی و الکتریکی)
- تهیه گزارش ممیزی انرژی به منظور ارائه راهکارها و توصیه‌های لازم به مدیران کارخانه
- تشکیل جلسات و ارائه گزارش ممیزی انرژی و رهنمودهای آن به مدیران کارخانه در جهت آگاهی از وضعیت موجود، روش‌های اصلاحی و ایجاد انگیزش

۶-۵- انواع سطوح ممیزی انرژی

• ممیزی انرژی مقدماتی

هدف از انجام ممیزی انرژی مقدماتی بیان کمی صرفه‌جویی‌ها در مصرف و هزینه‌های انرژی در مناطق انرژی‌بر کارخانه و میزان پتانسیل صرفه‌جویی در آن و شناخت و ارائه راهکارهای اصلاحی می‌باشد.

برای انجام ممیزی مشخصات زیر لازم است.

- گروه ممیزی شامل ۴ متخصص (برق- مکانیک- شیمی- فرآیند) می باشد که می تواند در گروههای تحقیق جداگانه تشکیل گردند.
- به طور عادی ۳ تا روز طول می کشد و عموماً هر سال یکبار انجام می گیرد.
- بازدید و بررسی و سنجش مصرف انرژی قبلاً باید انجام شده باشد
- تکمیل گزارش ممیزی مقدماتی تهیه شده و ارائه آن به مسئول مربوط حداکثر در ظرف یک ماه.
- عمدتاً گزارش نهایی شامل موارد زیر خواهد بود:
- اطلاعات اساسی گزارش شده و بیان کمی صرفه جویی ها امکان پذیرت و اعلام توصیه های

خاص

- ممیزی انرژی جامع (مفصل)

* هدف:

ارائه گزارش مهندسی در مورد فرآیند یا سیستم هایی که دارای زمینه ها (پتانسیل های بالای صرفه جویی انرژی می باشد).

* مشخصات:

- گروه ممیزی در این حالت شامل ۵ متخصص می باشد.
- طول دوره ممیزی ۴ تا ۱۶ هفته می باشد و معمولاً هر دو یا سه سال انجام می شود.
- به اجرای مراحل (انواع) قبلی ممیزی انرژی نیاز است.
- گزارش ممیزی سه ماه پس از انجام کار ارائه خواهد شد.

* گزارش نهایی شامل موارد زیر است:

- ارائه توصیه‌های فنی و مهندسی و برآورد هزینه‌ها و صرفه‌جوییها
- بیان جزئیات و آنالیز اقتصادی زمینه‌های صرفه‌جویی انرژی
- طرح‌ریزی برای اجرای پروژه‌های تعریف شده در زمینه‌های صرفه‌جویی در مصرف انرژی

۵-۷ روال ممیزی انرژی

- تعریف مرزهای ناحیه یا محدوده‌ای که تحت ممیزی انرژی قرار می‌گیرد و همچنین بیان جزئیات تمامی محاسبات انجام شده
- طرح‌ریزی و اجرای اقدامات لازم ممیزی انرژی
- جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات با استفاده از اسناد ثبت شده و قابل دسترس، مذاکره و گفتگو با افراد و اندازه‌گیریهای عملی و لازم
- ایجاد و توجه به روابط اجتماعی و انسانی مناسب
- آماده‌سازی جداول و چک لیستهای لازم
- بدست آوردن اطلاعات بیشتر از افراد مطلع در محل

۵-۸- روشهای اجرایی در انجام ممیزی انرژی مقدماتی

الف- مقدمات:

- ۱- بحث و مذاکره با ارباب رجوع در مورد اقداماتی که می‌بایست انجام شود.
- ۲- جمع‌آوری اطلاعات درمورد مصرف و هزینه انرژی
- ۳- بازبینی هر یک از زمینه‌های شناسایی شده و جمع‌آوری اطلاعات مربوطه

۴- شناسایی مواردی که می‌بایست اندازه‌گیری شوند

۵- شناسایی پتانسیل‌های صرفه‌جویی در مصرف انرژی

۶- امکان بیان نتایج، یافته‌ها و پیشنهادات

پس از ممیزی:

۱- ارزیابی دقیق به همراه جزئیات مفصل و طبقه‌بندی مصارف انرژی

۲- تجزیه و تحلیل کامل کارایی مصرف انرژی توسط تعیین موازنه‌های جرم و انرژی

۳- بیان کمی کلیه تلفات و پتانسیل‌های صرفه‌جویی در مصرف انرژی

۴- تجزیه و تحلیل و امکان‌سنجی مقدماتی جهت اجرای موارد صرفه‌جویی انرژی

۵- تهیه و ارائه پیشنهاد پروژه‌های امکان‌پذیر صرفه‌جویی و ترسیم جداول اجرایی هر یک از

پروژه‌ها

۶- ارزیابی فعالیت‌های جاری و برنامه‌ریزی شده مدیریت انرژی

۷- تهیه گزارش نهایی ممیزی

۹-۵- روش‌هایی اجرایی ممیزی انرژی جامع (مفصل)

الف- مقدمات

۱- مروری بر نتایج اقدامات مراحل قبلی ممیزی انرژی (در صورت وجود) و یا انجام مراحل قبلی

در صورتی که قبلاً اقدامی در این زمینه صورت نگرفته باشد.

۲- شناسایی پروژه‌های انرژی که مطالعه و ارزیابی مهندسی شده‌اند و در عین حال شناخت

نیازمندی‌های این پروژه (از قبیل اندازه‌گیری‌های لازم، ایمنی، جمع‌آوری داده‌ها و ...)

ب- پیش‌زمینه‌ها

- ۱- بحث و مذاکره با رباب رجوع در مورد فعالیتهایی که می‌بایست انجام شوند.
- ۲- جمع‌آوری کامل اطلاعات و داده‌های لازم در مورد مصارف کلی و جزئی (خاص) انرژی و هزینه‌های مربوطه
- ۳- بازدید از هر یک از زمینه‌هایی که اجرای پروژه‌های انرژی در مورد آنها امکان پذیر بوده و قبلاً شناسایی و اطلاعات عملکردی مربوطه نیز جمع‌آوری شده است.
- ۴- بحث و تبادل نظر با افراد در رابطه با نیازهای خاص پروژه‌های صرفه‌جویی انرژی که پیشنهاد شده‌اند.
- ۵- مشاهدات فراتری از تلفات آشکار انرژی و ارائه توصیه‌های مربوطه (در صورت امکان) که منجر به صرفه‌جویی در مصرف انرژی و هزینه‌ها شود.

ج- پس از ممیزی

- ۱- تجزیه و تحلیل طبقه‌بندی شده از مصرف انرژی همراه با جزئیات کامل
- ۲- تجزیه و تحلیل عملکرد مصرف انرژی با توضیحات کامل و با برقراری موازنه‌های دقیقتر جرم و انرژی
- ۳- ارزیابی تخمین‌های به کار برده شده در مورد صرفه‌جویی انرژی که قبلاً در ممیزی انرژی مقدماتی مطرح گردیده است.
- ۴- بررسی و تایید قابلیت اجرایی پروژه‌های انرژی پیشنهاد شده از نقطه نظر فنی و اقتصادی
- ۵- آماده‌سازی/ طراحی و اجرای سیستم‌های پیشنهادی برای افزایش (بهبود) کارایی مصرف انرژی
- ۶- تهیه جداولین از اقدامات اجرایی پروژه‌های عملی و معقول پیشنهاد شده
- ۷- تهیه طرح پیشنهادی برای بودجه هر یک از پروژه‌های پیشنهادی
- ۸- ترجیحاً، ارائه راه‌های موجود جهت تهیه امکانات مالی اجرائی پروژه‌های صرفه‌جویی در مصرف

انرژی

۹- طرح و توصیه‌ها و پیشنهادهایی در مورد بهبود سیستم مدیریت انرژی موجود

۱۰- تهیه گزارش نهایی ممیزی انرژی که بیانگر تمامی نتایج مربوطه، توصیه‌ها و پیشنهادات عملی و

اجرائی است.

اشخاص و بخشهایی که طی ممیزی انرژی مقدماتی و جامع می‌بایست ملاقات شده و با آنها مذاکره برقرار

شود:

□ بخش مدیر عامل

□ مدیر کارخانه

□ مدیران و متخصصان بخش‌ها و دفاتر

□ سرپرستان و مدیران تولید

□ مدیر امور انرژی کارخانه

□ گروه توسعه و تحقیق

□ بخش اداری - کارگزینی - مالی

۱۰-۵- قوانین آنالیز انرژی در ممیزی انرژی:

بهره‌دهی انرژی و پتانسیل‌های موجود در صرفه‌جویی انرژی که در ممیزی مورد ارزیابی قرار می‌گیرند بر

پایه قانون اول ترمودینامیک استوار هستند. در آنالیز دیگر که مقصود بدست آوردن کار محرک سیستم

می‌باشد باید میزان کار تلف شده و کار مفید معلوم شود. یک راندمان واقعی از کار سیستم چنین تعریف

می‌شود:

$$\text{راندمان} = \frac{\text{کار مفید}}{\text{کار داده شده به سیستم}} = \frac{\text{کارهای تلف شده - کار داده شده به سیستم}}{\text{کار داده شده به سیستم}}$$

در یک آنالیز اضافی باید سعی بر کاهش کارهای تلف شده استوار باشد. با کاهش کارهای تلف شده دیده می‌شود که راندمان سیستم بالاتر می‌رود.

۱۱-۵- گزارش نهایی

گزارش نهایی ممیزی انرژی می‌بایست شامل بخشهای زیر باشد:

- ۱- خلاصه اجرایی
- ۲- پیش زمینه و سوابق
- ۳- موضوع مورد مطالعه و روش انجام کار
مشخص کردن موضوع مورد آنالیز
تقسیم پروسه تولید کارخانه به بخش های مختلف
- ۴- توصیه‌ها و پیشنهادات برای اعمال روش‌های اصلاحی
- ۵- ارائه خلاصه از نتایج و یافته‌ها در گروه‌های مختلف کاری
- ۶- ضمائم و ملحقات

۱۲-۵- ممیزی انرژی و روشهای اندازه‌گیری

اندازه‌گیری‌های مربوط به انرژی:

- الف- اندازه‌گیری‌های مصرف انرژی
- ب- اندازه‌گیری‌های راندمان (کارایی) مصرف انرژی
- ج- اندازه‌گیری‌های مربوط به عملکرد و تعمیرات و نگهداری
- الف- اندازه‌گیری‌های مربوط به مصرف انرژی

• سیستم‌های اندازه‌گیری پایه برای تهیه صورت حسابهای ماهیانه برق- گاز- سوخت مایع و یا آب این

سیستم‌ها برای اطلاع از اینکه کارایی مصرف انرژی چگونه است نمی باشند.

- سیستم‌های اندازه‌گیری جزئی (Submetering) برای محدوده‌های مختلف. این سیستم‌ها نه تنها امکان اندازه‌گیری مصرف انرژی در خطوط تولید یا واحدهای فعال دیگر را در محدوده‌های متفاوت فراهم آورده، بلکه بعنوان تصحیحی برای وسایلی که جهت تهیه صورت حسابهای ماهانه به کار برده می‌شوند، نیز خواهند بود.

• مثال‌ها

- کیلو وات ساعت متر (کنتورهای معمول) در موقعیت‌های مهم
- جریان سنج گاز در مصرف‌کننده‌های خاص و بزرگ مانند اجاقها، کوره‌ها و ...
- جریان سنج‌های بخار در بویلر و تجهیزات بخاری بزرگ
- جریان سنج‌های آبی در ورودی بویلرها به جای وسایل اندازه‌گیری بخار

ب- اندازه‌گیری‌های لازم جهت کارایی مصرف انرژی

- اندازه‌گیری‌های لازم جهت کارایی مصرف انرژی علاوه بر در اختیار قرار دادن اطلاعاتی در مورد چگونگی مصرف انرژی، به نحوی مستقیم یا غیر مستقیم و با دقتی کافی نیز می‌تواند موقعیتهایی که امکان اتلاف انرژی در آنها وجود دارد را مشخص سازد.
- اندازه‌گیری‌هایی که در ارتباط با کارایی مصرف انرژی انجام می‌شود تمامی اندازه‌گیری‌هایی را که اطلاعاتی در مورد مصرف انرژی در یک فرآیند یا تجهیزاتی خاص را فراهم می‌نماید، در بر می‌گیرد.

مثال‌ها:

* تعیین راندمان احتراق

* تعیین کل مواد جامد معلق در آب مولدهای بخار

* تعیین رطوبت خروجی از خشک‌کن ها

* تعیین دمای فرآیند.

* تعیین فشارهای هوای فشرده

* تعیین ضرب توان

ج- اندازه‌گیری‌های مربوط به عملکرد و تعمیرات و نگهداری

* بررسی‌های تعمیراتی و عملیاتی اطلاعات ویژه‌ای را در مورد اینکه در کجا و چگونه می‌توان اتلاف

انرژی را کاهش داده و راندمان (کارایی) انرژی را بهبود بخشید، فراهم می‌سازند.

* مثال‌ها:

- استفاده از بررسی تله‌های بخار

- استفاده از وسایل سرعت سنجی

- بازرسی‌های ظاهری تجهیزات و وسایل

د- وسائل متداول (رایج) برای اندازه‌گیری‌های انرژی

وسایل اندازه‌گیری متحرک و ثابت

* لوازم اندازه‌گیری ثابت در تمامی فرآیندها و در اغلب وسایل و تجهیزات بزرگ صنعتی لازم بوده و بکار

برده می‌شوند، اما بعلاوه هزینه زیادی که دارند، ممکن است جهت اندازه‌گیری‌های عملیاتی و کاربردی

قابل تنظیم و استفاده نباشند.

* با استفاده از لوازم اندازه‌گیری قابل حمل بدون از دست دادن دقت و با تلاشی اندک می‌توان بسیاری از

اندازه‌گیری‌های لازم را انجام داد.

* مزیت‌های لوازم اندازه‌گیری قابل حمل بشرح زیر است:

- استفاده مکرر از یک وسیله اندازه گیری در موقعیت های مختلف
- استفاده اشتراکی از یک وسیله اندازه گیری در بخش های مختلف یک فرآیند
- کاربرد اینگونه وسایل جهت کنترل و بازبینی اندازه گیری ثابت و اطمینان از مقادیر اندازه گیری شده توسط آنها

* وسایل اندازه گیری اساسی و رایج که در ممیزی انرژی به کار برده می شوند قابل حمل و یا ثابت بوده و در عین حال طرز کاری ساده داشته و نسبتاً ارزان هستند.

* وسایل اندازه گیری رایج عبارتند از:

- دماسنج ها
- آنالیزور و احتراق
- تست کننده دود
- رطوبت سنج
- آمپر متر
- ولت متر
- وات متر (توان سنج)
- نورسنج
- PH سنج
- دستگاه سنجش هدایت الکتریکی آب تغذیه بویلر و آب تخلیه آن
- لزجت سنج روغنهای نفتی
- دودسنج
- کشش سنج تسمه ها (Tensionmeter)

برخی از رؤوس صرفه‌جویی انرژی

الف- فرآیندها و تجهیزات

عنوان	آنچه مهم است	چگونه می‌توان صرفه‌جویی نمود؟	چه کسی می‌تواند کمک کند؟
۱- کوره‌های صنعتی	تلفات حرارتی از ساختار کوره که سبب افزایش مصرف انرژی می‌گردد	- تعمیر پوشش داخلی کوره‌ها - بازرسی عایق‌بندی در تعمیرات دوره‌ای و اصلاح آن	- بخش تعمیرات و نگهداری کارخانه - کارکنان کارخانه
۲- مشعلها	- احتراق ناقص و یا با هوای اضافی زیاد که سبب اتلاف شدید سوخت می‌گردد.	- انجام دوره‌ای آنالیز احتراق و یا تنظیم مشعلها - تعمیر و یا تعویض مشعلهای غیر کارا	- بخش تعمیرات و نگهداری کارخانه - متخصص احتراق - سازنده مشعلها - اظهارات تامین کننده سوخت
۳- بازیافت حرارت از گازهای حاصل از احتراق	محصولات احتراق که با دمایی بالاتر از دمای هوای تهیه شده به خارج می‌روند بیانگر تلفات انرژی هستند	- استفاده از گازهای خروجی به منظور پیش گرم کردن هوای احتراق با استفاده از مبدل حرارتی گرم کننده هوا (ری کوپراتور) بکار بردن گازها برای تولید بخار یا آب داغ و انتقال گرما به سیال ثانویه یا هوا برای سایر کاربردهای بعدی	- مهندس مشاور - اظهارات سازندگان کوپراتور - اظهارات تهیه کننده انرژی
۴- سیستم توزیع حرارت فرآیند (بخار تقطیر شونده، آب گرم و آب خنک)، سیستم	- هر گونه تلفات در سیستم توزیع سبب نیاز به انرژی ورودی بیشتری برای همان مصارف کننده نهار	- تعمیر نشتی‌ها در کلیه خطوط، از کار انداختن و یا کنار گذاشتن خطوط بدون استفاده	- کارکنان کارخانه - مهندس کارخانه و بخش تعمیرات

عنوان	آنچه مهم است	چگونه می توان صرفه جویی نمود؟	چه کسی می تواند کمک کند؟
و آب خنک)، سیستم توزیع سوخت فرآیند (سوخت نفتی، گاز مایع، سوخت دیزلی، زغال سنگ و ...)	همان مصرف کننده نهایی خواهد شد	- انجام بررسی های تعمیراتی دوره ای در مورد کنترل ها، شیر آلات و ... - اندازه گیری مصرف و مقایسه آن در فواصل زمانی منظم به منظور شناخت تغییرات غیر عادی	و نگهداری - اظهارات تامین کننده انرژی
۵- سوزاندن ضایعات صنعتی	- منبع امکان پذیری از انرژی که حرارت بازیافت شده از آن را می توان در فرآیند به کار برد	- تحقیق و ارزیابی و امکان الحاق سیستم بازیافت حرارتی به فرآیند سوزش ضایعات	- مهندس مشاور مکانیک / شیمی - اظهارات سازندگان تجهیزات بازیافت حرارت درباره وسایل سوزاندن ضایعات صنعتی
۶- برج های خنک کننده/ کولر تبخیری	- انتقال حرارت از بسیاری از فرایندهای صنعتی امری لازم است بعنوان نمونه می توان ماشین های ریخته گری تحت فشار (دای-کاست) قالب گیری پلاستیکی و کمپرسورهای هوا را نام برد	- تحقیق در مورد امکان پذیری استفاده از حرارت برای پیش گرم کردن آب تغذیه بویلر یا تهیه آب گرم مصرفی برای گرمایش محل و یا هر فرآیند دیگر با دمای پایین	- مهندس مشاور مکانیک - مهندس تاسیسات گرمایشی - تهویه مطبوع و هوارسانی
۷- خروجی از تانکها و مخازن، عمل خرد کردن و سایر عملیات دیگر	- برای گرم کردن هوای جبرانی از محیط بیرون نیاز به حرارت می باشد. - ثابت نگه داشتن دمای حمام (فرآیند) نیازمند	- در نظر داشتن استفاده از تجهیزات بازیافت حرارتی از هوای خروجی جهت گرمایش هوای جبرانی - بررسی امکان پذیری استفاده مستقیم از هوای بیرون بدون گرمایش آن	- مهندس مشاور - متخصص تهویه - مهندس کارخانه

عنوان	آنچه مهم است	چگونه می توان صرفه جویی نمود؟	چه کسی می تواند کمک کند؟
	انرژی است.	<p>- نصب پوشش بر روی مخازن و رد صورت عدم دسترسی استفاده از توپهای عایق بندی شده شناور بر سطح</p>	
<p>۸- سیستم هوای فشرده</p>	<p>- برای رانش کمپرسورهای هوایی انرژی مصرف می شود</p> <p>- دستگاه رانش کمپرسور ممکن است موتور برق، موتور حرارتی و یا توربین باشد</p>	<p>- استفاده از خنک ترین هوای موجود در مکش کمپرسور از خارج ساختمان</p> <p>- تعمیر کلیه نشتی ها</p> <p>- کار در پایین ترین فشار قابل قبول</p> <p>- امکان استفاده از گرمای دفع شده در مبدل حرارتی هوای فشرده (after cooler) باری گرمایش، عدم استفاده از هوای فشرده برای خنک کردن تجهیزات یا برای راحتی افراد، زیرا تهویه با هوای فشرده بسیار گران است.</p> <p>استفاده از دمنده مناسب در محلی که به آن نیاز بوده و نیز در صورت خاموش نمودن کمپرسورهایی که نیازی به آنها نمی باشد.</p>	<p>- مهندس کارخانه</p> <p>- بخش تعمیرات و نگهداری کارخانه</p> <p>- مهندس مشاور مکانیک</p> <p>- کارکنان کارخانه</p>
۹- سیستم برق	- تلفات انتقال که شامل	- استفاده از de-energize	- مهندس مشاور برق

عنوان	آنچه مهم است	چگونه می توان صرفه جویی نمود؟	چه کسی می تواند کمک کند؟
	<p>تلفات خطوط و ترانسفورمرها می شود.</p> <p>- دیماندا ماکزیمم بالا و ضریب توان پایین که سبب افزایش هزینه عملکردی (برای کارخانه) و هزینه های سرمایه ای (برای تامین کننده برق) می گردد</p>	<p>transformer در هر محلی که امکان پذیر است.</p> <p>- تحقیق و بررسی جهت امکان پذیری استفاده از برق در دوره های زمانی که تقاضای مصرف در آنها کمتر است.</p> <p>- اگر ضریب توان پایین باشد بار اضافی ممکن است سبب هزینه اضافی در سیستم کابل کشی گردد</p>	<p>- اظهارات تامین کننده برق</p> <p>- مهندس کارخانه</p>
<p>۱۰- موتورهای الکتریکی</p>	<p>- خاموش کردن تجهیزات در مواقعی که نیازی به آنها وجود ندارد.</p> <p>- در صورت پایین تر بودن راندمان از ۷۰ درصد تحقیق و بررسی بیشتری باید انجام شود.</p> <p>- اگر بعلت استهلاک شدید بکارگیری موتورهای با راندمان بالا و انطباق موتور و بار مورد نظر است در اینصورت از محرکه هی با سرعت متغیر استفاده شود</p>	<p>- کارکنان کارخانه</p> <p>- مهندس مشاور برق</p> <p>- مهندس کارخانه</p> <p>- اظهارات تامین کننده برق</p>	

چگونه می‌توان صرفه‌جویی نمود؟	آنچه که مهم است	عنوان
<p>چه کسی می‌تواند کمک کند؟</p> <p>- مهندس روشنایی</p> <p>- اظهارات تامین کننده برق</p> <p>- مهندس کارخانه</p> <p>- کارکنان کارخانه</p>	<p>- خاموش کردن چراغها هنگامی که به آنها نیازی نمی‌باشد.</p> <p>- نصب سیستم روشنایی تنها در موقعیتهای که لازم است</p> <p>- در نظر داشتن جایگزینی چراغهای با کارایی بالا در سیستم روشنایی (تعویض لامپ‌التهابی با فلورسنت)</p> <p>- استفاده از وسایل تمرکز دهنده نور در نواحی لازم</p> <p>- در نظر داشتن یکپارچگی روشنایی شبانه توسط روشنایی برق</p> <p>- استفاده از قابهای مجرایی که سبب بهبود در کارایی عملی لامپهای مناسب می‌شوند.</p> <p>- تمیز کردن چراغها و قاب آنها بعنوان بخشی از برنامه منظم تعمیر و نگهداری</p> <p>- استفاده از پوششهای بازتاب حرارتی که سبب سفیدتر شدن پنجره‌ها می‌شود</p> <p>- شفافیت پنجره‌ها می‌بایست کنترل شده و اگر پنجره‌ها روشنایی بیش از حد معمول را تامین می‌کنند در مقابل می‌بایست استاندارد روشنایی عمومی کاهش یابد</p>	<p>۱- روشنایی</p>

عنوان	آنچه که مهم است	چگونه می‌توان صرفه‌جویی نمود؟	چه کسی می‌تواند کمک کند؟
۲- سیستم‌های گرمایش و تهویه مطبوع اماکن	<ul style="list-style-type: none"> - از انرژی در موتور فنهای سیستم‌های گرمایش و تهویه مطبوع و نیز در سیستم‌های تبرید و گرمایش مورد استفاده می‌شود 	<ul style="list-style-type: none"> - تجزیه و تحلیل و کامل بهینه کردن مصرف انرژی در سیستم‌های گرمایش و تهویه مطبوع لازم است - تنظیم کنترل‌کننده‌ها بدون در نظر گرفتن تاثیر تغییر تنظیم آنها بر کل سیستم نماید انجام شد - تمیز کردن فیلترها بطور منظم انجام گیرد - بستن سیستم تبرید توسط یک ترموستات هوایی بازگشتی بسته شود 	<ul style="list-style-type: none"> - مهندس تاسیسات (HVAC)
۳- بخار و آب داغ		<ul style="list-style-type: none"> - عایق‌بندی خطوط - تعمیر نشتی‌ها - بازبینی عملکرد تله‌ها - استفاده از مخازن عایق‌بندی شده - جهت دریافت آب گرم در زمانهای غیر پیک که می‌تواند سبب بهبود راندمان عملکردی شود 	<ul style="list-style-type: none"> - تعمیرات کارخانه و ساختمان
۴- مولدهای بخار مرکزی یا بخار	<ul style="list-style-type: none"> - احتراق سوختها برای تولید آب داغ 	<ul style="list-style-type: none"> - انجام آنالیز احتراق دوره‌ای و تنظیم و مشعلها - در نظر داشتن بازیافت حرارت از گازهای حاصل از احتراق - تمیز کاری و تخلیه برای تثبیت راندمان کاری - در نظر داشتن استفاده از بویلرهای 	<ul style="list-style-type: none"> - مهندس کارخانه - متخصص احتراق - مهندس مشاور - سازنده اولیه تجهیزات

عنوان	آنچه که مهم است	چگونه می‌توان صرفه‌جویی نمود؟	چه کسی می‌تواند کمک کند؟
		کوچک الکتریکی محلی برای جدا سازی مصارف سطح پایین	
۵- واحدهای گرمایشی (Unit heaters)	- احتراق سوخت جهت گرمایش هوا	- تنظیم مجدد مشعلها جهت دستیابی به حداکثر کارایی - تمیز کردن سطوح مبدل حرارتی - سیلکی کردن عملکرد فن	- متخصص احتراق - مهندس کارخانه
۶- آب گرم مصرفی افراد	- جهت افزایش دمای آن در حد مطلوب به حرارت نیاز است، توان گرمایشی مورد نیاز به طور تقریبی عبارت است از: = توان KW $\frac{1}{5}$ (افزایش دما) (دبی جریان) (4.2)	- جلوگیری از نشستی آب گرم از شیرها در صورت وجود تعمیر آنها - مراقبت از اینک شیرهای آب گرم در مواقع غیر لزوم بسته باشند. - کاهش دمای تنظیم شده ترموستات آب گرم به پایین‌ترین حدی که قابل قبول است - جدا کردن سیستم آب گرم مصرف افراد از سیستم گرمایش اماکن و ی ا هر سیستم آب گرم دیگر - تمیز کردن مرتب گرم کن‌ها مطابق با دستور العمل سازنده - بررسی استاندارد بودن عایق بندی لوله‌های آب گرم	- تعمیرات و نگهداری کارخانه - کارکنان کارخانه
۷- تهویه	تهویه و جابجایی هوا که برای رقیق کردن آن مورد نیاز است	- نیازمندیهای تهویه ممکن است تغییر کند و در این صورت می‌بایست نیازمندیهای جدید ارزیابی شوند. - برآورد و اندازه‌گیری تهویه موجود	- مهندس مشاور مکانیک

عنوان	آنچه که مهم است	چگونه می‌توان صرفه‌جویی نمود؟	چه کسی می‌تواند کمک کند؟
		و استفاده از پایین‌ترین حد ممکن آن با توجه به این امر که تهویه کمتر از حد معین شده در کدهای موجود نباشد	
۸- روزنه‌ها و منافذ ساختمانها (بعنوان مثال محوطه بارگیری)	- نفوذ بیش از حد هوای خارج به داخل سبب نیاز به انرژی بیشتری می‌شود	- بستن کلیه منافذ غیر نیاز، فنهای بدون استفاده و یا پنجره‌های شکسته شده و شکافهای ساختمانی - بستن محوطه بهنگام بارگیری کامیونها یا واگنهای راه‌آهن - در نظر داشتن استفاده از بویلرهای جدا کننده پلاستیکی - بررسی امکان استفاده از دربهای	- تعمیرات و نگهداری کارخانه - پیمانکار خارج از محل - کارکنان کارخانه
۹- عایق‌بندی دیوارها و باهما	اغلب دیوارها و سقفهای عایق بندی نشده اتلاف حرارتی به میزان ۲ تا ۳ برابر دیوارها و سقفهای عایق‌بندی شده دارند	- عایق‌بندی بام و دیوارها که می‌تواند کاهش تلفات حرارتی از ساختمان را در پی داشته باشد	- تعمیرات و نگهداری کارخانه - پیمانکار خارج از محل
۱۰- دربها و پنجره‌ها	- اتلاف حرارتی توسط انتقال و نفوذ هوا - وجود درب و پنجره‌ها در دیوارهای متقابل	- استفاده از نوار آب‌بندی و یا پنجره‌های آب‌بندی شده و مطمئن - استفاده از حفاظ هوایی و یا دربهای داخلی که سبب شکست جریان هوا در داخل ساختمان می‌شوند	- تعمیرات و نگهداری کارخانه - پیمانکار خارج از محل

عنوان	آنچه که مهم است	چگونه می توان صرفه جویی نمود؟	چه کسی می تواند کمک کند؟
	<p>سبب افزایش نفوذ هوا به داخل ساختمان می شود</p>	<p>- اضافه کردن سیستم بستن درب - بستن، آب بندی یا تعویض دربها یا پنجره ها در یک دیوار</p>	
<p>سیستم های کنترل و تنظیم</p>	<p>- کنترل کننده ها مشخصه های عملکرد واقعی سیستم را ارزیابی می کنند</p>	<p>- طراحی اصلی و عملکرد سیستم ممکن است بر اساس پارامترها و در نتیجه هزینه های انرژی متفاوتی بوده باشد، که کنکاشی جدید ممکن است سیستم را برای هزینه های انرژی کمتر تنظیم نماید</p>	<p>۱۱- متخصص کنترل - مهندس مشاور</p>

برگه ارزیابی اولیه مصرف انرژی

نام کارخانه:

محل:

قسمت:

ملاحظات	شرح و توضیح	مورد	موضوع
		سیستمهای احتراق	ارزیابی مصرف انرژی
		سیستم بخار	
		سیستم های هیدرولیکی و پنوماتیکی	
		سیستم گرمایش و سرمایش	
		شبکه برق	
		سیستم روشنایی	
		سایر موارد	
		فرآیند موجود	ارزیابی تولید و بهره برداری
		وضعیت تولید و بهره برداری	
		سایر موارد	
		تکنولوژی موجود	ارزیابی تکنولوژی
		سیستم کنترل فرآیند	
		اتلاف مواد	
		ظرفیست و میزان بهره برداری	
		اتوماسیون	
		تعمیر و نگهداری	
		سایر مواد	

برگه آمار مصرف انرژی (برق، سوخت و آب)

سال

دوره مطالعه سال

جمع کل	اسفند	بهمن	دی	آذر	آبان	مهر	شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین	ماه		
													هزینه‌های انرژی		
													Kwh	برق	
													Kwh	دیماندرخواستی	
													lit	سوخت	
													lit		گازوئیل طبیعی m ³
													lit		گاز مایع
													Kg		مازوت
													Kg		نفت سفید
														آب تصفیه شده (شهر)	آب
													Ril/m ³		
													m ³	آب صنعتی	

انرژی مصرفی بر واحد تولید و بر زمان تولید (شدت انرژی)

سال

سال

دوره مطالعه

جمع کل	اسفند	بهمن	دی	آذر	آبان	مهر	شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین	ماه	
													هزینه‌های انرژی	
													زمان تولید Kwh/hr	برق
													Kwh (واحد محصول)	
													بر حسب نفت معادل Kg(oil)hr	سوخت
													بر حسب نفت معادل (واحد محصول) Kg (oil)	
													بر حسب مقدار گاز معادل m ³ /hr	
													بر حسب مقدار گاز معادل (واحد محصول) m ³ /hr	
													m ³ (واحد محصول)	آب

برگه هزینه مصرف مصرف انرژی (برق، سوخت و آب)

سال	دوره مطالعه												سال	
جمع کل	اسفند	بهمن	دی	آذر	آبان	مهر	شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین	ماه	
													هزینه‌های انرژی	
													Rls/Kwh	برق
													گازوئیل lit	سوخت
													گازوئیل طبیعی Rls/m^3	
													Rls/lit گاز مایع	
													Rls/Kg مازوت	
													Rls/Kg نفت سفید	
													آب تصفیه شده (شهر)	آب
													Ril/ m^3	
													آب صنعتی m^3	

برگه آمار تولید اصلی کارخانه

سال

سال

دوره مطالعه

جمع کل	اسفند	بهمن	دی	آذر	آبان	مهر	شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین	ماه	انرژی
														خط تولید (1) (محصول نوع A)
														خط تولید (2) (محصول نوع B)
														خط تولید (3) (محصول نوع C)
														خط تولید (4) (محصول نوع D)
														تولید کل بر مبنای واحد معادل محصول تولیدی

برگه ارزیابی هزینه (انرژی، پرسنلی، مواد)

سال	سال											دوره مطالعه		
مقدار متوسط با جمع کل	اسفند	بهمن	دی	آذر	آبان	مهر	شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین	ماه	موارد
														تعداد پرسنل شاغل
														انرژی (ریال)
														پرسنل و جاری (ریال)
														هزینه مواد (ریال)
														موارد دیگر (ریال)
														جمع هزینه‌های (ماهانه)
														میزان تولید (ماهانه)
														متوسط هزینه واحد تولید

برگه آمار ضایعات تولید

سال

سال

دوره مطالعه

جمع کل	اسفند	بهمن	دی	آذر	آبان	مهر	شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین	واحد ضایعات	ماه
														هزینه‌های انرژی
														خط تولید (1) (محصول نوع A)
														خط تولید (2) (محصول نوع B)
														خط تولید (3) (محصول نوع C)
														خط تولید (4) (محصول نوع D)
														تولید کل بر مبنای واحد معادل محصول تولیدی

برگه مصرف مواد خام

دوره مطالعه													سال	
سال	ماه													
جمع کل	اسفند	بهمن	دی	آذر	آبان	مهر	شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین	واحد	هزینه‌های انرژی
														الف-
														ب-
														ج-
														د-
														ه-

۱۳-۵- ممیزی انرژی بویلرهای نیروگاهی

از زمانی که بشر توسط جیمزوات اولین ماشین حرارتی را ساخت روز بروز بفکر توسعه ایده‌های طراحی خویش به کمک امکانات بالقوه زمان بود رشد صنایع به کمک توسعه ماشین آلات قدیمی در حقیقت در جوهره خویش نفس تکامل را یدک می‌کشید. تکامل ماشینهای پر درد سر دیروز به کمک افزایش بهره‌وری آنها میسر گردیده و هر چه جلوتر می‌رویم بهینه‌سازی مصرف انرژی تنها با افزایش بازده ماشینهای موجود امکان‌پذیر می‌شود. دیگ بخار نیروگاهها بعنوان یک ماشین ترمودینامیکی است که محاسبه بازده آن با دو روش زیر انجام می‌شود:

۱- وضعیت انرژی خروجی نسبتبه انرژی داده شده به کوره دیگ مقایسه می‌شود، تا میزان قابلیت

انتقال گرما توسط این ماشین را ارزیابی کند. این محاسبه را آنالیز اجمالی می‌گویند.

۲- میزان انرژی تلف شده در طول فرایند تولید بخار مشخص می‌شود تا علاوه بر محاسبه بازده،

امکانات بالقوه صرفه‌جویی و به تبع آن افزایش بازده دیگ بخار امکان‌پذیر شود این روش را

آنالیز تفصیلی می‌گویند.

۱-۱۳-۵- بازده حرارتی دیگ بخار

برای بدست آوردن بازده حرارتی در دیگهای بخار چنانچه در مقدمه ذکر گردید دو روش وجود دارد:

الف- آنالیز حرارتی دیگ بخار بصورت اجمالی

از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$\text{بازده دیگ بخار} = \frac{\text{انرژی خروجی}}{\text{انرژی ورودی}} * 100 \quad (1)$$

چنانچه می‌دانیم انرژی خروجی از دیگ بخار نیروگاهها، انرژی بخار ابر گرم می‌باشد این مقدار انرژی در

کوره دیگ از احتراق سوخت به آب داده می‌شود و مقدار آن از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{انرژی خروجی} = m_v(H_2 - H_1)(k_j) \quad (2)$$

مقادیر H_1 و H_2 با توجه به شرایط کار دیگهای بخار یعنی فشار و دما، از جدولهای ترمودینامیکی برای بخار ابرگرم و آب فرسرد قابل محاسبه است.

انرژی ورودی به دیگ بخار در دو روش جمالی، انرژی شیمیایی آزاد شده سوخت مصرفی است که از رابطه زیر بدست می آید:

$$\text{انرژی ورودی} = m_f * H.H.V \quad (3)$$

ب- بازده حرارتی دیگ بخار بصورت تفصیلی

چنانچه قبلاً ملاحظه شد. برای آنالیز اجمالی از انرژیهای ورودی و خروجی به دیگ بخار استفاده می شود:

اما واضح است که تعداد ورودیها و خروجیهای دیگ بخار زیاد بوده لذا برای مشخص کرده تک تک آنها جهت آنالیزی به خطای کمتر باید دیگ بخار را بصورت یک حجم کنترل در نظر بگیریم.

برای آنالیز حرارتی تفصیلی کلیه انرژیهای ورودی و خروجی از مرز سیستم محاسبه می شود و با استفاده از رابطه (۴) بازده حرارتی دیگ بدست می آید.

$$\text{بازده دیگ بخار} = \frac{\text{انرژی ورودی منهای تلفات}}{\text{کار داده شده به سیستم}} * 100 \quad (4)$$

پیدا کردن شدت انرژی در مرز کنترل سیستم این حسن را دارد که علاوه بر نشان دادن انرژیهای خروجی طبق رابطه (۵) امکان افزایش بازده دیگ بخار را بوسیله کاهش تلفات انرژی در دستگاههای مربوطه عملی می سازد، لذا آنالیز حرارتی تفصیلی دیگ بخار تنها بعنوان محاسبه بازده آن نبوده بلکه بهینه سازی مصرف

انرژی و صرفه جوییهای بعدی با افزایش بازده دیگ بخار امکان پذیر شود:

$$(5) \text{ (kj) انرژی ورودی منهای تلفات} = \text{انرژی}$$

ج- انرژیهای ورودی در آنالیز دیگ بخار بصورت تفصیلی

۱- حرارت ورودی از احتراق سوخت مصرفی کوره

برای محاسبه مقدار حرارت آزاد شده از احتراق سوخت مصرفی کوره دیگ بخار از رابطه (۶) استفاده می شود:

$$H_1 = m_f \cdot L.H.V \quad (kj) \quad (6)$$

که ارزش حرارتی پایین از رابطه (۷) بدست می آید.

$$L.H.V = H.H.V - 2500X \quad (kj) \quad (7)$$

۱- حرارت ورودی به کوره توسط سوخت

سوختههای مایع نفتی برای پودر شدن سریع در هنگام پمپ کردن به سوی مشعلهای دیگ باید دارای گرانی پایین باشند. برای نفت کورهها و عمدتاً مازوتهای سخت و سنگین پیش گرم کردن آنها لازم است معمولاً سوختههای سنگین را حداکثر تا ۱۲۵ درجه سانتیگراد گرم می کنند.

برای پیدا کردن مقدار انرژی محسوس سوختهها در ورود به کوره از رابطه زیر استفاده می شود:

$$H_2 = m_f C_{pf}(t_f - t_a)(kj) \quad (8)$$

۲- حرارت ورودی به کوره توسط هوای احتراق

برای احتراق سوخت، ورود هوا به کوره امری لازم است میزان هوای مصرفی برای یک کیلوگرم از سوخت و در نتیجه مقدار هوای کل احتراق توسط روابط شیمیایی مشخص می شود. اما برای افزایش بازده احتراق و بالا بردن دمای شعله لازم است که هوا قبل از ورود کوره و اختلاط با سوخت تا دمای معینی پیش گرم شود. دمای هوا تقریباً تا ۳۰۰ درجه سانتیگراد افزایش می یابد. انرژی محسوس هوای ورودی از

رابطه (۹) محاسبه میشود:

$$H_3 = m_a C_{pa} (t_2 - t_a) \text{ (kj)} \quad (9)$$

۳- انرژی موجود در آب تغذیه:

آب تغذیه مورد نیاز دیگ بخار قبل از ورود به دیگ توسط مبدل‌های حرارتی و اکونومایزر گرم می‌شود. علت این امر دو چیز است.

۱- جلوگیری از تنش‌های حرارتی در متعلقات دیگ بخار

۲- بالا بردن بازده دیگ بخار

مقدار انرژی که توسط آب تغذیه وارد دیگ بخار می‌شود از رابطه زیر قابل محاسبه است.

$$H_4 = 4.18 m_{wt} \text{ (kj)} \quad (10)$$

۴- انرژی ورودی به دیگ بخار توسط بخار باز گرم شده

وقتی که بخار در آخرین ابر گرمکن دیگ بخار به دمای مطلوب رسید وارد توربین فشار قوی می‌شود و بعد از انبساط در آن جهت افزایش انتالپی، مجدداً به دیگ بخار برگشته و در مبدلی بنام بازگرمکن دمایش تا میزان مطلوب بالا می‌رود.

مقدار انرژی که بخار برگشتی از توربین فشار بالا به دیگ حمل می‌کند از رابطه (۱۱) قابل محاسبه است.

$$H_5 = m_v H_v \text{ (kj)} \quad (11)$$

۵- انرژی ورودی به مرز سیستم دیگ بخار از پمپهای گردش دهنده آب دیگ

در دیگهای بخار نیروگاهها با فشار بیش از ۱۵۰ جهت گردش آب احتیاج به پمپ می‌باشد. می‌دانیم که تا ۱۵۰ بار بر اثر گرم شدن آب و دو فاز شدن آن، اختلاف چگالی بین آب فرو سرد ورودی به دیگ و مخلوط دو فاز ایجاد می‌شود، که این اختلاف چگالی نیرویی به نام نیروی ترموسیفون ایجاد می‌کند که باعث گردش طبیعی آب دیگ بخار می‌شود اما هر قدر فشار دیگ بالاتر باشد اختلاف چگالی، و در نتیجه

نیروی ترموسیفون کمتر می‌شود.

برای محاسبه انرژی ورودی به مرز سیستم توسط پمپهای گردش دهنده آب دیگ بخار از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$H_6 = 3600 P_{B.C.P} \text{ (Kj)} \quad (12)$$

۶- انرژی ورودی به مرز سیستم از فنهای دمنده هوا

انرژی فنهای تامین کننده هوای احتراق به سیستم منتقل می‌شود از رابطه (۱۳) قابل محاسبه است.

$$H_7 = 3600 P_{F.D.F} \text{ (Kj)} \quad (13)$$

۷- انرژی ورودی به مرز سیستم توسط فن گردش دهنده مجدد دود

در مسائل عملی احتراق در دیگهای بخار نیروگاهی قسمتی از محصولات احتراق جهت کمک به پایان یافتن زنجیره‌های احتراق و کسب انرژی حرارتی بیشینه گونه‌ها و کنترل دمای مبدل‌های حرارتی همرفتی مثل بازگرمکنها، مجدداً بوسیله یک فن به کوره بر می‌گردد.

مقدار انرژی که توسط این فن و همچنین دود ورودی به کوره به سیستم داده می‌شود، از رابطه (۱۴) قابل محاسبه است.

$$H_8 = 3600 P_{G.R.F} + m_g C_{rg} (t_g - t_a) \text{ (Kj)} \quad (14)$$

۸- انرژی ورودی به مرز سیستم توسط مواد شیمیایی تزریق شده

این مقدار انرژی از رابطه زیر قابل محاسبه است.

$$H_g = m_g H_g \quad (15)$$

۹- مجموع کل انرژیهای ورودی به مرز سیستم

مجموع کل انرژیهای ورودی به مرز سیستم از رابطه (۱۶) قابل محاسبه است:

$$H_r = \sum_{i=1}^9 H_i \text{ (kj)} \quad (16)$$

۱۴-۵- انرژیهای تلف شده در آنالیز دیگ بخار به صورت تفصیلی

۱- انرژی تلف شده بوسیله دود خشک

منظور از دود خشک محصولات احتراق بدون بخار آب دورن آن می باشد که شامل O_2 ، CO ، CO_2 ، N_2

و ... می باشد برای محاسبه این انرژی از رابطه (۱۷) استفاده می کنیم.

$$L_1 = m Dg \cdot C_{FDg}(t_g - t_a) \text{ (kj)} \quad (17)$$

۲- انرژی تلف شده بوسیله کربن نسوخته سوخت مصرفی این مقدار انرژی از رابطه (۱۸) محاسبه

می شود.

$$L_2 = mc \cdot C_{PDg}(t_g - t_a) \text{ (Kj)} \quad (18)$$

۳- انرژی تلف شده بوسیله رطوبت موجود در هوای ورودی به کوره این مقدار انرژی از رابطه (۱۹)

محاسبه می شود:

$$L_3 = m_2 w (2482.3 - 4.18 t_a + 192 t_g) \text{ (kj)} \quad (19)$$

۴- انرژی تلف شده بوسیله احتراق ناقص و تولید مونواکسید کربن این انرژی از رابطه (۲۰) محاسبه

می شود:

$$L_4 = m_{co} (H.H.V)_{co} \text{ (kj)} \quad (20)$$

۵- انرژی تلف شده بوسیله خاکستر موجود در سوخت

بعضی از سوختها مثل زغال سنگ و مازوت دارای خاکستر هستند که موجب اتلاف حرارت در دیگ بخار

می شوند مقدار اتلاف فوق از رابطه (۲۱) محاسبه می شود:

$$L_5 = m_{Ash} C_r Dg (t_g - t_a) \text{ (kj)} \quad (21)$$

۶- انرژی تلف شده بوسیله عملیات دوره زدایی

برای تمیز کردن مبدل‌های حرارتی و دیگ‌های بخار از اجرام محصولات احتراق در هر شیفت بهره‌برداری توسط دوره زدایی، عملیات دوده زدایی با آب پرفشار و گرم انجام می‌شود.

این عمل، دوده‌ها را از روی سطوح تبادل گرم مبدل‌ها پاک کرده و آهنگ انتقال گرما را بیشتر می‌کند. مقدار انرژی تلف شده از رابطه (۲۲) محاسبه می‌شود.

$$L_6 = m_{HW} C_{PHW} (t_g - t_{HW}) \quad (Kj) \quad (22)$$

۷- انرژی تلف شده در اثر تخلیه آب دیگ بخار

بر اثر گردش مکرر سیال عامل در چرخه دیگ بخار آب سخت می‌شود و املاح جامد آن افزایش می‌یابد. این املاح در صورت دفع نشدن در مبدل‌های حرارتی رسوب کرده و باعث کاهش ضریب انتقال گرما و خوردگی شیمیایی می‌شوند. ممکن است املاح همراه بخار به سمت توربین فشار قوی رفته باعث آسیب پره‌های توربین شود لذا در بهره‌برداری توسط عمل تخلیه آب مقداری از آب دیگ را از درام به طور پیوسته تخلیه می‌کنند تا املاح از سیستم دفع شود.

مقدار انرژی تلف شده توسط این عمل از رابطه (۲۳) محاسبه می‌شود.

$$L_7 = m_{B,D} C_{P,B,D} (t_{B,D} - t_a) \quad (Kj) \quad (23)$$

۸- انرژی تلف شده توسط هیدروکربورهای نسوخته این مقدار انرژی از رابطه (۲۴) محاسبه می‌شود:

$$L_8 = m_{u,h,c} D_g (t_g - t_a) \quad (Kj) \quad (24)$$

۹- انرژی تلف شده بوسیله همرفت و تابش

بر اثر ناشی دیوارهای کوره و صد در صد نبودن عایق‌بندی کوره دیگ‌ها، معمولاً مقداری انرژی حرارتی از کوره‌ها به صورت تابش و همرفت تلف می‌شود. یک رابطه دقیق و مطمئن عملی برای محاسبه این تلفات در دست نیست، سازندگان دیگ‌های بخار مقدار این تلفات را یک درصد کل تلفات کوره در نظر می‌گیرند.

$$L_g = \frac{I}{100} \delta_{i=1} L_i (Kj) \quad (25)$$

۱۰- مجموع کل انری تلف شده در دیگهای بخار رابطه ۲۶ مجموع کل انرژي تلف شده را نشان می‌دهد

$$L_T = \sum_{i=1}^9 L_j (Kj) \quad (26)$$

۱-۱۴-۵- بازده دیگ بخار

بعد از محاسبه انرژیهای ورود و تلفات دیگ بخار با استفاده از رابطه زیر می‌توان بازده دیگ بخار را

بدست آورد.

$$\eta_B = \frac{\sum_{i=1}^9 H_i - \sum_{i=1}^9 L_i}{\sum_{i=1}^9 H_i} * 100 \quad (27)$$

۱۵-۵ - نتیجه گیری

بعد از بیان تحلیلی بازده دیگهای بخار نیروگاهها و تشریح تلفات انرژی در آنها دیده می شود که امکان صرفه جویی برای افزایش بازده حرارتی دیگهای بخار زیاد می باشد. لذا با ممیزی انرژی در هر نیروگاهی می توان با در نظر داشتن موارد زیر به اهداف مورد نظر دست یافت.

۱- چه مقدار انرژی در کجا مصرف می شود؟

۲- چه مقدار انرژی باید با شرایط فعلی تولید مصرف شود؟

۳- چه مقدار انرژی کمیته برای تولید باید مصرف شود؟

برای مورد اول لازم است گروه های کارآمد ممیزی انرژی با استقرار در نیروگاهها اقدام کنند. محلهای مصرف انرژی قبلاً در قسمت بازده حرارتی دیگهای بخار بیان شده است. اما بیان فن آوری لازم برای ممیزی انرژی خارج از بحث مقاله حاضر است.

در خصوص مورد دوم برای آن دسته از نیروگاهها که نسبت به نیروگاههای دیگر از نظر مهندسی تولید مشکلات دارند، توصیه می شود سریعاً فاصله موجود را با بالا بردن دانش و آگاهی پرسنل از طریق آموزشهای لازم، همچنین رفع عیوب و نواقص احتمالی تجهیزات از بین ببرند.

اما در خصوص مورد سوم، با توجه به اینکه مصرف انرژی حرارتی برای تولید یک واحد انرژی الکتریکی در کشورهای پیشرفته کمترین مقدار را دارد، با شرایط فعلی که برای تولید هر کیلو وات ساعت برق در ایران $2756/4$ کیلو کالری و در کشورهای پیشرفته صنعتی $2160/8$ کیلو کالری انرژی حرارتی مصرف می شود، می توان برای هر کیلو وات ساعت برق تولید شده $595/6$ کیلو کالری انرژی حرارتی صرفه جویی کرد. اما برای این صرفه جویی باید اولویتهایی مشخص شود. غالباً در ممیزی انرژی، انرژی با تلفات بیشتر و هزینه بالاتر در الویت قرار می گیرد. ضمناً باید اولویت مشخص شود. غالباً در ممیزی انرژی، انرژی با

تلفات بیشتر و هزینه بالاتر در اولویت قرار می‌گیرد. ضمناً باید اولویت را به زمینه‌هایی اختصاص داد که صرفه‌جویی با حداقل هزینه‌ها عملی شود. از سوی دیگر موضوع وسعت ممیزی انرژی نیز باید لحاظ شود. در این راستا باید برنامه‌ی زمانی دقیقی جهت خط مشی ارائه شده (صرفه‌جویی ۵۹۵/۶ کیلو کالری انرژی حرارتی برای تولید هر کیلو وات ساعت برق) تدوین شود. اگر مدت برنامه‌ریزی برای این مقدار صرفه‌جویی که بیش از ۲۰ درصد انرژی مصرف شده برای تولید یک کیلو وات ساعت برق می‌باشد ۵ سال (بطور متوسط هر سال ۴ درصد) در نظر گرفته شود. برای کاهش تلفات انرژی در دیگهای بخار نیروگاهها، موارد زیر را به ترتیب اهمیت جهت اولویت‌بندی توصیه می‌کنیم:

۱- کاهش تلفات انرژی به وسیله دود خروجی از دودکش

کاهش انرژی تلف شده به وسیله دود با کاهش دمای خروجی از دودکش تا حد ممکن عملی می‌شود. تغییر سوخت نیروگاههای حرارتی از سوختهای سنگین (مازوت و گازوئیل) به گاز طبیعی به علت نداشتن گوگرد الزامی است. میتوان از انرژی دود حاصل از احتراق گاز طبیعی تا دماهای پایین در مبدلهای حرارتی نیروگاهها استفاده کرد.

برای نیروگاههایی که امکانت غیر سوخت را ندارند توصیه می‌شود، ضمن کاهش دمای دود خروجی دودکش تا حد ممکن، از دود خروجی برای گرمایش مناطق مسکونی استفاده کنند. دود خروجی ناشی از احتراق گاز طبیعی نیز می‌تواند به مصرف گرمایش منطقه‌ای برسد.

۲- کاهش انرژی تلف شده با احتراق کامل سوخت

در این مورد ضمن صرفه‌جویی اقتصادی (کاهش مصرف سوخت)، از نظر آلودگی محیط زیست نیز موفقیت‌هایی حاصل خواهد شد. زیر مقدار هیدروکربورهای نسوخته، کربن نسوخته و مونواکسید کربن کاهش می‌یابد.

۳- کاهش انرژی تلف شده در فنهای دمنده هوا با مصرف نکردن بی‌رویه هوای اضافی

۴- کاهش انرژی تلف شده بوسیله عملیات دوده زدایی مستمر و مفید.

۵- کاهش انرژی تلف شده در گرمایش سوخت مصرفی با استفاده از روشهای صحیح

۶- کاهش انرژی تلف شده بوسیله کنترل اصولی تخلیه آب دیگ

در اکثر نیروگاههای ایران عمل تخلیه آب دارای بازده مطلوبی نیست. در بعضی از آنها مسائل و معیارهای

فنی دقیق رعایت نمی‌شود و در بعضی از آنها مسائل و معیارهای فنی دقیق رعایت نمی‌شود و در بعضی

موارد دیگر، تجهیزات کارایی خود را از دست داده‌اند.

۷- کاهش انرژی تلف شده بوسیله همرفت و تابش از طریق عایق‌بندی مناسب دیگ

علائم و نمادهای به کار رفته در متن

نماد	واحد	شرح
C _{pt}	Kj/kg.k	گرمای ویژه سوخت
C _{pa}	Kj/kg.k	گرمای ویژه هوای احتراق
C _{pg}	Kj/kg.k	گرمای ویژه محصولات احتراق
C _{pDg}	Kj/kg.k	گرمای ویژه دود خشک
C _{pHw}	Kj/kg.k	گرمای ویژه آب داغ
C _{p.B.D}	Kj/kg.k	گرمای ویژه آب تخلیه شده از دیگ
H	Kj/kg	آنتالپی
H.H.BV	Kj/kg	ارزش حرارتی بالا
(H.H.V)Co ₂	Kj/kg	ارزش حرارتی بالای دی اکسید کربن
H _T	kj	آنتالپی کلی
H ₂	Kj/kg	آنتالپی بخار فوق گرم
H ₁	Kj/kg	آنتالپی آب داغ
H _v	Kj/kg	آنتالپی بخار داغ
H _s	Kj/kg	آنتالپی مواد شیمیایی
L.H.V	Kj/kg	ارزش حرارتی پایین
L _T	kj	تلفات کل

نماد	واحد	شرح
m_v	kg/hr	آهنگ جرمی بخار داغ
m_f	kg/hr	آهنگ جرمی سوخت
m_a	kg/hr	آهنگ جرمی هوا
m_w	kg/hr	آهنگ جرمی آب تغذیه
m_s	kg/hr	آهنگ جرمی مواد شیمیایی
mDg	kg/hr	آهنگ جرمی دود خشک
m_c	kg/hr	آهنگ جرمی کربن نسوخته
m_{co}	kg/hr	آهنگ جرمی مونواکسید کربن
Mash	kg/hr	آهنگ جرمی خاکستر
m_{Hw}	kg/hr	آهنگ جرمی متوسط آب داغ
MB.D	kg/hr	آهنگ جرمی آب تخلیه شده از دیگ
$m_{u.h.c}$	kg/hr	آهنگ جرمی هیدروکربورهای نسوخته
$m_{u.h.c}$	kg/hr	آهنگ جرمی دود
PB.C.P	kw	توان مصرفی پمپ
P G.R.F	kw	توان مصرفی فن دود
PF.D.F	kw	توان مصرفی فن هوا
tf	k	دمای سوخت پیش گرم شده
ta	k	دمای هوای محیط

نماد	واحد	شرح
t ₂	k	دمای هوای پیش گرم شده
:	k	دمای آب تغذیه
t _{H.W.}	k	دمای آب داغ
t _{B.D}	k	دمای آب تخلیه شده از دیگ
x	kg/kg	جرم رطوبت موجود در هوای محیط و سوخت
w	--	رطوبت مطلق
n	%	بازده
n _{th}	%	بازده حرارتی
n _b	%	بازده دیگ بخار

۱۶-۵- منابع و مآخذ:

- 1- Craig B.Smith, Energy Management Principles raig B.Smith, Energy Management Principles raig B.Smith, Energy Management Principles raig B.Smith, Energy Management Principles. First Publihed. MC-Graw Hill Book Company, 1981, NewYourk
- 2- B.E.I., Modern Power Practice, system operation

3rd Edition, Pergamon press, 1991, London
- 3- M.Kh. Karapetyants, Examples In Chemical thermodynamics, 5 th Edition, Mir Publishers, 1976, Moscow
- 4- J.Senior, Boiler test Calculations, First Published, Edward Arnold Book Company, 1989, London.

- 5- T.Margulove, Nuclear Power station, First published, Mir publisher, 1977
Moscow
- 6- Higgins and Morrow, Maintenance Engineering hand Book, 3 rd Edition
MC-Graw Hill Book Company, 1997, New Youk
- 7- E.M. Goddger, Combustion Calculation, First published, Mac Millan Press
1977
- 8- B.E.L, Modern Power Practice, Boiler and Ancillary Plant Volume B., 3rd
Edition, Peramon Press 1991, London
- 9- Willaiam A.Vopat, Power Station Engineering and Economy, 9th Edition,
Tata MC-Graw Hill Book Company Press, 1990 Delehi
- 10- Sulzer Brothers Limited, Bolier Plant Hand Book First Published, Sulzer
Company Press, 1968, 1968. Switzerlan
- 11- Energy Efficiaency Training Workshop Ministry of Energy, TEHRAN,
IRAN 1995
- 12- Larry C. Witte, Philips, Schimdt, David R.Brown Industrial Energy
Managment
- 13- Carrier Air Conditioning Company. Hand Book of Air Conditioning
System Desing, 5 th Edition, Carrier Air Conditioning Company Press 1965,
U.S.A
- 14- B.E.I., Modern Power Practice Station Commissioning Volume H, 3rd
Edition. Pergamon Press 1991. London
- 15- Dr. Ing U.Witte Steam Generation Hand book, 23 rd Edition, Steinmmuller
Company press, 1967, Germany

۱۶- احتراق- اروین گلاسمن - ترجمه وهاب پیروزپناه- چاپ اول- انتشارات دانشگاه تبریز- ۱۳۷۱

۱۷- ممیزی انرژی و روشای اندازه‌گیری علیرضا ظریف (دانشکده صنعت آب و برق)

۱۸- ممیزی انرژی مجتمع سازندگی و آموزش فارس آبانماه ۷۶

۱۹- ممیزی انرژی و ابزارهای اندازه‌گیری مجتمع آموزشی و پژوهشی آذربایجان

۲۰- مدیریت و ممیزی انرژی مؤسسه مطالعات بین‌المللی انرژی

۲۱- منابع انرژی تجدید پذیر نوین تالیف شورای جهانی انرژی ترجمه دفتر انرژیهای نو- وزارت نیرو

۲۲- مفاهیم و اصول مدیریت انرژی گروه ممیزی انرژی ساپا- محمد حسن زربخش

۲۳- ممیزی انرژی- وزارت نیرو- معاونت انرژی- دفتر بهینه‌سازی- علیرضا شیرازی

۲۴- اصول تجربی در مهندسی برق- محمد علی رحیم‌خانی- انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران

فصل ششم

تعرفه‌های انرژی

۱-۶ پیش زمینه

کارآیی اقتصادی یکی از اهداف قیمت‌گذاری انرژی است برای تحقق این هدف، قیمت‌گذاری بر اساس هزینه نهایی صورت می‌گیرد یعنی مصرف‌کنندگان باید مقدار هزینه‌ای را که بر سیستم تامین‌کننده انرژی مورد نظر (مثلاً برق) تحمیل می‌شود پرداخت نمایند تا کارآیی در مصرف تولید تامین شده و عرضه و تقاضا هماهنگ شود. در ساختار تعیین تعرفه اهداف زیر مورد توجه قرار می‌گیرد:

الف- توسعه اقتصادی

ب- توسعه بخشی

ج- توزیع عادلانه درآمد

د- تمرکز زدایی جمعیتی

ه- رشد و توسعه اقتصادی

و- تامین مالی پروژه‌ها و سیستم‌های تامین‌کننده

ز- سایر موارد کاهش آلودگی محیط زیست و ...

در تعیین تعرفه‌ها توسعه منطقه‌ای معیاری است که تعیین تعرفه را تحت الشعاع قرار می‌دهد بر این اساس لازم است، به منطقه‌ای که هدف توسعه اقتصادی قرار می‌گیرد یارانه پرداخت شود. گاهی به جهت

ملاحظات مهمی چون جلوگیری از مهاجرت افراد روستایی دور افتاد به روستای مذکور برق‌رسانی انجام می‌شود در این صورت پرداخت یارانه اجتناب‌ناپذیر است. در تعرفه‌های برق نیز این اهداف مدنظر قرار می‌گیرد.

اولین نتیجه در تعیین برق بر اساس هزینه نهایی تامین کارایی اقتصادی است. در این صورت قیمت‌های برق انعکاسی از هزینه تولید آن خواهد بود و منابع اقتصاد ملی هم به طور کارا تخصیص پیدا خواهد کرد اگر قیمت برق بر اساس هزینه نهایی باشد مصرف‌کنندگان برق هزینه‌های واقعی اقتصادی خود را تشخیص خواهند داد و در این هنگام است که هماهنگی عرضه و تقاضای ایجاد می‌شود. مصرف‌کنندگان برق با افزایش مصرف خود هزینه‌هایی را برای سیستم برق ایجاد می‌کنند. هزینه‌های تولید برق در صورتی افزایش می‌یابد که یا مصرف‌کنندگان فعلی مصرف خود را افزایش دهند یا افراد جدیدی به مصرف‌کنندگان ملحق شوند. اگر قیمت‌های برق بر اساس هزینه نهایی باشد در این حالت هزینه‌ای که افزایش مصرف به سیستم برق تحمیل کرده و در قیمت انعکاس می‌یابد. در چنین شرایطی مصرف‌کنندگان متناسب با باری که برای سیستم ایجاد کرده‌اند پرداخت می‌کنند. حاکم بودن چنین اصلی در قیمت‌گذاری برق اهداف بهینگی تولید را تامین می‌کند. در بعد مصرف چون مصرف‌کنندگان قیمتی را می‌پردازند که انعکاسی از ارزش ذهنی آنها برای برق است کارایی در مصرف حاصل می‌شود. در این صورت مصرف برق منطقی می‌گردد. در بعد تولید نیز چون هر اندازه توسط مصرف‌کنندگان به سیستم تحمیل می‌شود دریافت می‌گردد کارایی در تولید تامین می‌گردد. در این حالت سرمایه‌گذارها در سطح بهینه صورت می‌گیرد و در نتیجه اتلاف منابع وجود ندارد.

در چهارچوب قیمت‌گذاری برق بر اساس هزینه نهایی عدالت نیز تحقق می‌یابد. زیرا در این چهارچوبه از کلیه مصرف‌کنندگان قیمت واحدی دریافت نمی‌شود بلکه برای هر گروه مصرف‌کننده مطابق با هزینه‌هایی که برای سیستم داشته‌اند قیمت تعیین می‌شود. به عبارت روشنتر در این روش هزینه منابع

اقتصادی که در تامین نیازهای آینده برق مورد استفاده قرار می‌گیرند بین مصرف کنندگان بر حسب باری که بر سیستم تحمیل می‌کنند توزیع می‌گردد و در این صورت عدالت تامین می‌شود

ویژگی مهم دیگری که قیمت‌گذاری برق بر اساس هزینه نهایی دارد آن است که در این روش قیمت‌های آینده مد نظر قرار می‌گیرد لذا این نوع قیمت‌گذاری با ثبات خواهد بود. به عبارت دیگر قیمت‌هایی که بر اساس روش مزبور تعیین می‌شود در طول زمان دچار بی‌ثباتی نمی‌گردد. همچنین در محاسبه هزینه نهایی دراز مدت برق نهاده‌های سرمایه، کار و سوخت بر اساس هزینه‌های فرصتی مشخص میشوند. علاوه بر این سعی می‌شود اثرات برون‌زایی نیز برآورد گردد که همه این ملاحظات موجب می‌شود که هدف کارآیی به صورت کامل تامین شود.

روش قیمت‌گذاری برق بر اساس هزینه‌های نهایی دراز مدت ایجاب می‌کند که به تناسب تغییر در هزینه‌های نهایی، قیمت برق نیز تغییر نماید. هزینه‌های نهایی تامین تقاضا در گروه‌های مختلف مصرف‌کننده متفاوت است. برای مثال مصرف‌کنندگان صنعتی با مصرف‌کنندگان خانگی هزینه‌های متفاوتی به سیستم تحمیل می‌کنند. هزینه‌های تامین تقاضا در فصول مختلف سال و ساعات متفاوت روز و مناطق مختلف جغرافیایی نیز یکسان نیست در فصل گرمای شدید با سرمای شدید هزینه‌هایی که به سیستم تحمیل میشود متفاوت است. برای مثال در فصل گرما به دلیل فشاری که از سوی دستگاه‌های خنک‌کننده بر سیستم برق اعمال می‌شود هزینه‌هایی ظرفیت نسبت به حالت‌های عادی بیشتر است پس مصرف‌کنندگان این دوره باید هم هزینه‌های انرژی و هم هزینه‌های ظرفیت را بپردازند. ساعات پیک و غیر پیک روز نیز هزینه‌های متفاوتی را برای سیستم ایجاد می‌کنند. برای تامین تقاضای مصرف‌کنندگان در ساعات غیر پیک ظرفیت اضافی مورد نیاز است که هزینه‌های ظرفیت اضافی باید از مصرف‌کنندگان آن دریافت شود. مناطق مختلف جغرافیایی با توجه به دوری و نزدیکی آن به منبع تولید و خطوط انتقال هزینه‌های متفاوتی را بر سیستم برق تحمیل می‌کنند و نهایتاً هزینه‌های تامین تقاضا در ولتاژهای مختلف یکسان

نیست. بنابراین ساختار تعرفه برق اگر بر مبنای هزینه‌های نهایی دراز مدت تعیین شود باید بتواند تمام این تفاوتها را منعکس کند در چنین ساختاری هدف کارایی اقتصادی تامین میگردد.

۶-۲- ماهیت هزینه‌های مصرفی

۱- تقسیم هزینه‌های برق به دو بخش انجام می‌شود:

۱-۱- انرژی که مشترک مصرف می‌نماید و به صورت کیلو وات ساعت اندازه‌گیری می‌شود.

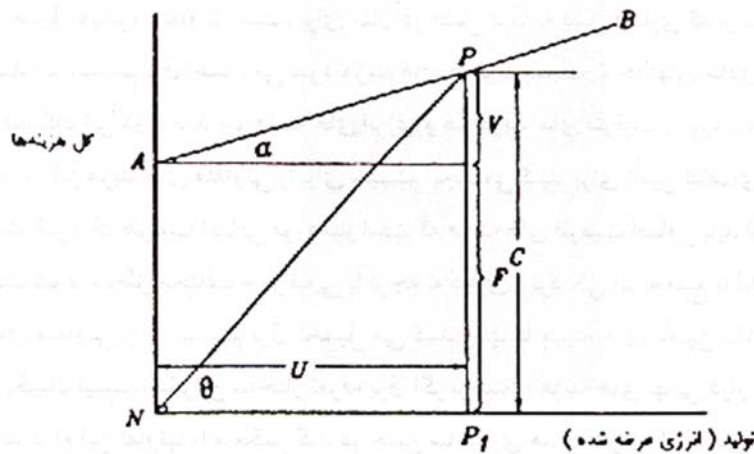
۱-۲- تأمین برق مشترک به نحوی که در هر زمان که او اراده کرد بتواند از برق استفاده کند.

در حقیقت

بند ۱-۱- مربوط به هزینه‌های متغیر است.

بند ۱-۲- مربوط به هزینه‌های ثابت است.

این مطلب در دیاگرام ۶-۱ نشان داده شده است:



دیاگرام ۶-۱. سیستم قیمت‌گذاری دو بخشی (دوگانه)

F = کل هزینه ثابت

V = هزینه متغیر

C = کل هزینه‌ها

$$C = F + V$$

$\tan \theta = \frac{\Delta C}{\Delta Q} = C$

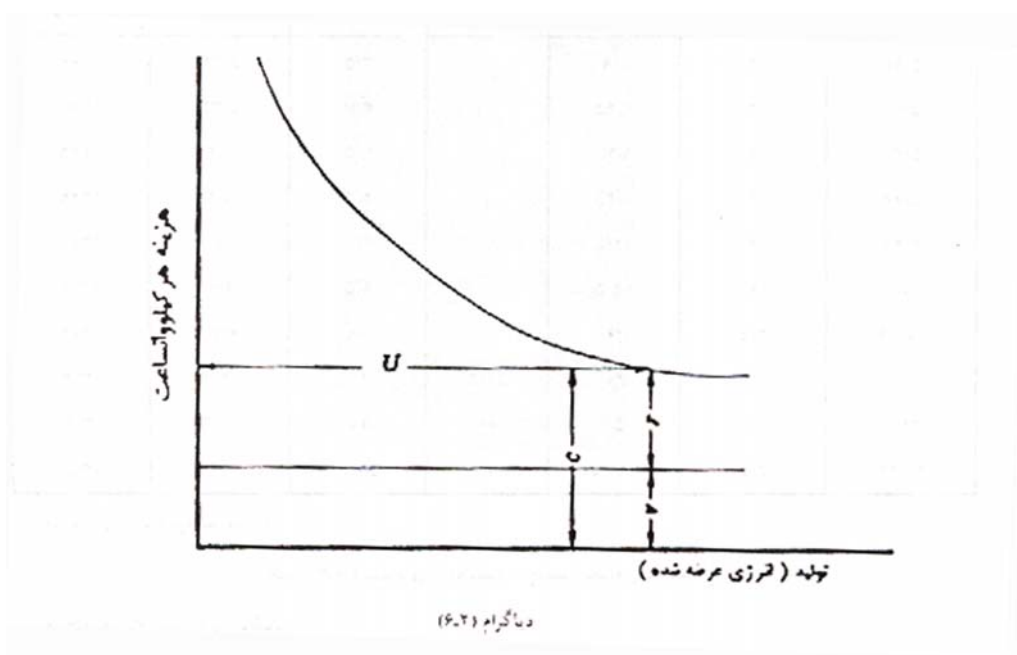
V = هزینه‌های متغیر

$\tan \theta = \frac{\Delta V}{\Delta Q} = V$

F = هزینه ثابت

$$C = F + VU$$

۳-۶- میانگین هزینه‌های هر کیلو وات ساعت برق:



از دیاگرام (۲-۶) میانگین هزینه‌های هر کیلو وات ساعت معلوم می‌شود.

$C =$ میزان کیلو وات ساعت تولید شده

$X =$ کل هزینه هر کیلو وات ساعت

$\Phi =$ هزینه ثابت هر کیلو وات ساعت

$C =$ هزینه متغیر هر کیلو وات ساعت

$$\frac{C}{U} = \frac{F}{U} + \frac{V}{U}$$

۶-۴ قیمت تمام شده و نرخ فروش برق در ایران

قیمت هر کیلو وات ساعت برق با احتساب هزینه سوخت به نرخ داخلی عبارتست از:

۹۰/۵ ریال در سالهای ۷۵

۱۰۵ ریال در سال ۷۶

نرخ فروش متوسط یک کیلو وات ساعت برق در بخشهای مختلف در سال بصورت

جدول (۶-۳) می باشد:

مشترکین سال	خانگی	صنعتی	تجاری	عمومی	کشاورزی و سایر	متوسط کل
۱۳۶۶	۵/۳۲	۳/۵	-	۷/۹	۲	۵/۱۷
۱۳۶۷	۵/۳۵	۳/۷	-	۸/۴۵	۲	۵/۳۵
۱۳۶۸	۵/۳	۳/۵	-	۸/۴۵	۲	۵/۳۷
۱۳۶۹	۵/۴	۴/۴	-	۸/۴۵	۲	۵/۶۸
۱۳۷۰	۷	۹/۱	-	۱۲/۵	۲	۸/۴۹
۱۳۷۱	۹/۷	۹/۵	-	۱۵/۵	۲	۱۰/۵
۱۳۷۲	۱۳/۵	۱۸	-	۲۴	۲/۵	۱۷/۰۶
۱۳۷۳	۱۴/۱	۴۰	۵۸/۵	۴۰	۲/۵	۲۸/۵
۱۳۷۴	۱۷/۵	۴۷	۶۶	۵۱	۴	۲۴/۵
۱۳۷۵	۲۳	۵۸/۶	۸۳	۴۲/۰۵	۵/۵	۴۱/۲۴

مقیاس ریال بر کیلو وات ساعت

جدول ۶-۳ - قیمت برق در بخشهای مختلف اقتصادی - اجتماعی

واحدها به ریال می‌باشد.

بعضی از مصارف مانند مشترکین کم مصرف خانگی، مراکز فرهنگی آموزشی و کشاورزی و روشنایی راههای کشور (مربوط به وزارت راه) مشمول افزایش نرخ برق نمی‌باشد. که میزان این مصارف به ۲۰/۷۵ درصد از مشترکین برق کشور می‌باشد.

*درصد مصرف معابر ۲/۸ از کل مصرف مشترکی است

*با توجه به مصوبه قانونی و افزایش تعرفه‌های برق طبق تبصره ۱۹ قانون برنامه دوم که در آن وزارت نیرو موظف به افزایش قیمت خدمات خود به طور متوسط ۲۰ درصد در سال می‌باشد، مصارف خانگی ۲۳/۵ درصد مصارف صنعتی ۲۳ درصد مصارف تجاری و ۲۰ درصد مصارف عمومی ۳/۷ درصد رشد قیمت داشته است که بطور متوسط برابر ۲۰ درصد می‌گردد.

* به این ترتیب با توجه به متوسط قیمت هر کیلو ساعت برق در سالهای مذکور، میزان یارانه مصرف برق در ایران بصورت جدول ۴-۶ خواهد بود:

متوسط قیمت برق هر Kwh	سال ۷۴	سال ۷۵	سال ۷۶
	۳/۷۶	۴۲/۱۶	۴۹/۵
میزان یارانه (به ریال)	۵۲/۹	۴۸/۳۴	۵۵/۵
درصد متوسط قیمت برق به درصد یارانه	۷۲	۸۷/۲	۸۹/۱

جدول ۴-۶

* یعنی در سال ۷۶ متوسط قیمت برق ۸۹/۱ درصد قیمت رایانه در هر کیلو وات ساعت برق مصرفی بوده است. این مقدار در سال ۷۵ برابر ۸۷/۲ درصد می باشد.

* ادارات تابعه وزارت خانه‌ها، قوه قضائیه، بنیاد شهید، بنیاد مستضعفان و جانبازان، بنیاد ۱۵ خرداد، شهرداریها و کلیه موسسات و سازمانهای دولتی که بصورت شرکت اداره نمی شوند نظیر سازمان غده، سازمان حج و اوقاف و امور خیریه، سازمان برنامه و بودجه، سازمان حفاظت محیط زیست، سازمانهای کشاورزی و جهاد سازندگی استانها، گمرک، سازمان هواپیمایی کشور، روشنایی معابر اختصاصی، مصارف اشتراکی مجموعه ساختمانهای غیر مسکونی و غیر تجاری، آرامگاهها، گورستانها و ... جزو مصارف عمومی می باشند.

بهای برق ماهیانه مصرف مشترکین خانگی استان تهران در سال ۷۶ در جدول ۵-۶- درج شده است.

بهای هر کیلو وات ساعت (به ریال)	مصارف ماهیانه به کیلو وات ساعت
معاف	۰ تا ۴۰
۵۵	۴۱ تا ۶۰
$11/87 - 0/02247C + 0/000184 C^2$	۶۱ تا ۷۶۰
$-609534 + 1/4272 C - 0/000649 C^2$	۷۶۱ تا ۱۱۰۰
۱۷۵/۵	بیش از ۱۱۰۰

بطور مثال: برای یک مصرف کننده با ۲۱۰ کیلو وات ساعت مصرف ماهانه بهای برق مصرفی بصورت زیر محاسبه می شود:

• مرحله اول

با توجه به ۲۱۰ کیلو وات ساعت مصرف این مشترک در طبقه سوم قرار می‌گیرد و فرمول محاسبه برای این مقدار مصرف به شرح زیر خواهد بود:

$$۱۱/۸۷ - ۰/۰۲۲۴۷(C) + ۰/۰۰۰۱۸۴(C)^2$$

سپس ۲۱۰ را در فرمول به جای C گذاشته و محاسبه می‌کنیم:

$$۱۱/۸۷ - ۰/۰۲۲۴۷(۲۱۰) + ۰/۰۰۰۱۸۴(۲۱۰)^2 = ۱۴/۵۸$$

بعد ۱۴/۵۸ ریال به ازای هر کیلو وات ساعت با ۲۱۰ ضرب می‌شود:

$$۲۱۰ * ۱۴/۵۸ = ۳۰۶۱/۸$$

در نتیجه بهای انرژی مصرفی این مشترک ماهیانه ۳۰۶/۱۸ ریال است.

• مرحله دوم

بعد از محاسبه بهای انرژی برای کنتورهای معمول که ۲۵ آمپر می‌باشد ۳۷ ریال در نظر گرفته می‌شود که از ضرب این دو در هم آبونمان به دست خواهد آمد:

$$۲۵ * ۳۷ = ۹۲۵$$

لذا ۹۲۵ ریال بهای آبونمان ماهیانه می‌باشد.

• مرحله سوم

در این مرحله ۱۰ درصد حق روشنایی معابر در نظر گرفته می‌شود و در جمع ارقام قبلی ضرب می‌گردد:

$$[۳۰۶۱/۸ + ۹۲۵] * ۱۰\% = ۳۹۸/۷$$

به این ترتیب عدد ۳۹۸/۷ ریال بابت روشنایی معابر است.

• مرحله چهارم

با جمع سه مبلغ به دست آمده و ۵۰۰ ریال آبونمان صدا و سیما صورتحساب ماهیانه برای سه فصل بهار،

پائیز و زمستان به دست می‌آید:

$$3061/8+925+398/7 = 4385/5+500 = 4885/5$$

رقم ۴۸۸۵/۵ ریال صورتحساب ماهیانه قابل پرداخت برای سه فصل بهار، پاییز و زمستان می‌باشد و در صورت ضرب این عدد در ۲۰ درصد اوج مصرف صل تابستان صورتحساب فصل تابستان به دست خواهد آمد:

$$[34385/5] * 20\% = 5262/6$$

- شایان ذکر است که از مشترکینی که کمتر از ۱۵۰ کیلو وات ساعت مصرف در ماه داشته باشند آبونمان صدا و سیما دریافت نمی‌شود.
- * بهای یک کیلو وات ساعت برق به نرخ بین‌المللی حدود ۱۶۰ ریال است.
- میزان یارانه پرداختی از سوی دولت به مشترکین برق در سال ۷۶ به رقمی بالغ بر ۴۲۰۰ میلیارد ریال برآورد می‌شود.

۵-۶- تعرفه فرآورده‌های نفتی:

کشور ما نیز مانند اکثر کشورهای تولید کننده و صادر کننده نفت برای مصرف داخلی فرآورده‌های نفتی یارانه منظور می‌کند. متوسط قیمت این فرآورده‌ها تا سال ۱۳۷۳ در ایران افزایش چشمگیری نداشته است.

* بررسی‌های بعمل آمده نشان می‌دهد که افزایش قیمت فرآورده‌های نفتی نمی‌تواند موجب کاهش روند کنونی رشد مصرف شود.

* میزان مصرف این فرآورده‌ها در طی پانزده سال آینده حدوداً ۲ برابر خواهد شد. این در حالی است که ظرفیت تولید نفت خام ایران در پنج سال گذشته از ۱۳۷۰ تا ۱۳۷۵ نسبت به سالهای قبل افزایش کمی داشته است و رشد سریع مصرف آورده‌های نفتی در داخل کشور، صادرات نفت خام را تحت فشار قرار داده است.

این میزان در کشور ما حدود ۳۰ درصد است. همچنین میتوان در آینده‌ای نه چندان دور تمام ظرفیت

اضافی آینده را بخود اختصاص دهد.

نفت کوره	نفت گاز	نفت سفید	بنزین معمولی	سال
۱/۲	۲/۴	۲/۵	۶	۱۳۵۳
۱/۲	۲/۴	۲/۵	۶	۱۳۵۴
۱/۲	۲/۴	۲/۵	۶	۱۳۵۵
۱/۲	۲/۴	۲/۵	۸	۱۳۵۶
۱/۲	۲/۴	۲/۵	۱۰	۱۳۵۷
۱/۲	۲/۴	۲/۵	۱۰	۱۳۵۸
۱/۲	۲/۴	۲/۵	۳۰	۱۳۵۹
۱/۲	۲/۶۰۳	۲/۵	۳۰	۱۳۶۰
۱/۲	۳/۰۰۸	۲/۵	۳۰	۱۳۶۱
۱/۲	۳/۰۰۸	۲/۵	۳۰	۱۳۶۲
۱/۲	۳/۰۰۸	۲/۵	۳۰	۱۳۶۳
۱/۲	۳/۰۰۸	۲/۵	۳۰	۱۳۶۴
۱/۲	۳/۰۵۴	۲/۵	۳۰	۱۳۶۵
۲	۴/۶۲۵	۴	۳۷/۸	۱۳۶۶
۲	۴/۷۲۰	۴	۴۰/۸	۱۳۶۷
۲	۴/۷۲۰	۴	۴۲/۷۲	۱۳۶۸

سال	بنزین معمولی	نفت سفید	نفت گاز	نفت کوره
۱۳۶۹	۴۲/۷۲	۴	۴/۷۲۰	۲
۱۳۷۰	۵۰/۰۰	۴	۱۰/۰۰۰	۲
۱۳۷۱	۵۰/۰۰	۴	۱۰/۰۰۰	۵
۱۳۷۲	۵۰/۰۰	۱۵	۱۰/۰۰۰	۵
۱۳۷۳	۵۰/۰۰	۱۵	۱۰/۰۰۰	۵
۱۳۷۴	۱۰۰/۰	۲۰	۲۰/۰۰۰	۱۰
۱۳۷۵	۱۳۰/۰	۳۰/۰	۳۰/۰۰۰	۱۵

جدول ۶-۶- قیمت اسمی فروش هر لیتر فرآورده‌های اصلی نفت طی سالهای ۱۳۷۵-۱۳۵۳

* بهای گازوئیل و نفت کوره برای نیروگاهها در سلا بترتیب ۷۵ برابر ۲۴ و ۱۲ ریال بوده است.

در سال ۱۳۷۴ ظرفیت تولید نفت خام جمهوری اسلامی ایران برابر با ۳/۹ میلیون بشکه در روز بود. از این مقدار حدود ۱/۲ میلیون بشکه در روز بود. از این مقدار حدود ۱/۲ میلیون بشکه در روز پس از پالایش به مصرف داخلی رسید و علاوه بر آن روزانه حدود ۱۲۰ هزار بشکه فرآورده‌های نفتی از خارج وارد گردید و روزانه حدود ۱۴۰ هزار بشکه فرآورده‌های نفتی از خارج وارد گردید و روزانه ۱۴۰ هزار بشکه فرآورده‌های نفتی عمدتاً نفت کوره به خارج صادر گردید. در نتیجه روزانه ۲/۶ میلیون بشکه نفت خام بری صادرات باقی می‌ماند (فرض این است که کشور در حد ظرفیت خود تولید نموده است). اگر فرض کنیم که دولت بتواند فرآورده‌های نفتی را به قیمت جهانی آن در داخل به فروش رساند. سالانه در حدود ۷-۸ میلیارد دلار درآمد اضافه عاید کشور خواهد شد. اما با قیمتهای کنونی، حتی هزینه توزیع فرآورده‌ها نیز تامین نمی‌شود.

این روش در چند سال اخیر با اعمال طبقه‌بندی تنگتر مصرف و نیز تعرفه‌های پله‌ای مناسب تکامل یافته است.

۶-۶- تعرفه‌های گاز طبیعی

سیاست قیمت‌گذاری گاز طبیعی، در آغاز نفوذ گاز طبیعی در سبد مصرف انرژی کشور، سیاستی کاملاً تشویقی در جهت گسترش مصرف گاز و جلوگیری از اتلاف گازهای تولیدی همراه با نفوذ بوده است. در سال ۱۳۴۲ سیاست قیمت‌گذاری دیگری جهت بخش‌های مصرف‌کننده صنعتی در شیراز بوجود آمد. این سیاست نیز بماند سیاست قیمت‌گذاری دوره قبل همچنان تشویقی و بر اساس حجم مصرف گاز تنظیم شده بود. در این روش قیمت گاز طبیعی در محدوده مصرف بیش از ۳۰ میلیون فوت مکعب در ماه شامل تخفیف فوق‌الذکر در سیاست اولیه می‌گردید و مصرف کمتر از ۳۰ میلیون فوت مکعب از این تخفیف محروم بود قیمت گاز معادل نفت کوره بدون تخفیف در نظر گرفته می‌شد. در دهه ۱۳۴۰ مطالعات وسیعی در زمینه قیمت‌گذاری گاز طبیعی نشان داد که بطور کلی روش قیمت‌گذاری گاز در جهان بر سه اصل استوار می‌باشد.

- قیمت‌گذاری بر اساس جانشینی با سایر فرآورده‌های نفتی

- قیمت‌گذاری بر اساس یک فرآورده کاملاً مستقل با در نظر گرفتن عوامل و اصول اقتصادی

طرحهای توزیع و روش گاز طبیعی

ترکیب از دو اصل فوق، بدین معنی که علاوه بر توجه به قیمت فرآورده‌هایی که گاز جانشین آن می‌شود، عوامل اقتصادی طرحهای توزیع و فروش گاز نیز در نظر گرفته شود.

سیاست قیمت‌گذاری گاز در این دوره با تکیه بر روش سوم مطرح شده، تنظیم گردید. در این روش ضریب برتری گاز که نشان دهنده اثرات مطلوب و مثبت استفاده از گاز در اقتصاد می‌باشد (خوش‌سوزی)،

آلاینده‌گی کمتر، راندمان بالاتر، ضایعات کمتر... نسبت به سایر سوختها، نقش مهمی را ایفا می‌نمود.

در تعیین تعرفه گاز در بخش تجاری و صنعت علاوه بر ضریب برتری، عامل اقتصادی بودن تبدیل فرآورده نفتی به گاز نیز در نظر گرفته شده بود و سیستم به گونه‌ای تنظیم شد که برای بهترین و بزرگترین گاز طبیعی تا سال ۱۳۵۹ ادامه داشت لیکن از سال ۱۳۵۹ سیستم قیمت‌گذاری گاز در کشور تغییر یافت.

از سال ۱۳۵۹ به بعد با تشدید سیاست جایگزینی گاز بجای سوختهای فسیلی قابل جایگزین و نفوذ گسترش شبکه‌های گاز رسانی و با در نظر گرفتن ملاحظات اقتصادی مترتب بر تامین هزینه‌های بسیار سنگین گازرسانی از یک طرف و از طرف دیگر، افزایش مطلوبیت بهره‌گیری از گاز طبیعی بعنوان یک سوخت بسیار تمیز و سهل الوصول و در نتیجه گسترش و رشد تقاضای گاز طبیعی در کشور و همچنین محدودیت‌های عرضه گاز در کشور بدلیل محدودیت در تولید نفت خام کشور (تولید گازهای همراه) و نیز محدودیت‌های تکنولوژیکی و مالی در جهت گسترش میدین مستقل گازی و در نتیجه عرضه بیشتر گاز باعث گردید که سیاست تشویقی گاز به سیاست ثبوت قیمت گاز در کلیه سطوح مصرفی منجر گردد.

لیکن بررسی مقایسه‌ای قیمت‌های گاز طبیعی در دوره یاد شده نشان می‌دهد که علیرغم ثبوت قیمت گاز باز هم سیاست تشویق در چارچوب گروه‌های مصرفی وجود دارد. زیرا گاز بهای تحمیلی به بخش‌های با مصرف ابالا (نیروگاهها، صنایع) کمتر از نصف گزا بهای بخش خانگی / تجاری بوده است.

سیاست ثبات قیمت‌های گزا طبیعی در بخشهای مختلف مصرف از سال ۱۳۵۹ تا ۱۳۷۰ امه داشت در این سال قیمت‌های گاز طبیعی باز هم ضمن حفظ سیاست تثبیت قیمت تغییر یافت.

یکی از ویژگیهای خاص قیمت‌گذاری در این دوره، فزونی قیمت گاز صنایع از قیمت گاز در نیروگاهها و حتی در دوره‌های از قیمت در بخش خانگی (تجاری) بوده است. اعمال چنین روشی بر سیاست تشویق مصرف گاز در بخش صنعت تاثیر منفی داشته است اگر چه مدارکی دال بر دلایل مرتبط با این امر بدست نیامده است لیکن می‌توان اظهار داشت که این روش میتواند عمدتاً بدلیل ثبوت تداوم مصرف گاز در

نیروگاهها نسبت به برخی از صنایع (خصوصاً صنایعی که به صورت فصلی فعالیت می نمایند) بوده باشد. از ابتدای سال ۱۳۷۳ سیاست تثبیتی قیمت گاز طبیعی به سیاست تجدیدی تبدیل شد. این سیاست تنها شامل بخش خانگی / تجاری گردیده است. بر اساس این روش با افزایش میزان مصرف قیمت گاز طبیعی نیز افزایش یافته است. لیکن در سایر بخش های مصرف فروش گاز طبیعی علیرغم افزایش سالانه مقرر (بر اساس قانون برنامه پنجساله) در کلیه سطوح مصرف هر بخش ثابت بوده است.

۶-۷ تعرفه مصارف کشاورزی

بهای برق ماهیانه مصارف مشترکین کشاورزی به شرح ذیل محاسبه می گردد:

- پمپاژ آب کشاورزی تا میزان قدرت مجاز مندرج در پروانه بهره برداری صادره توسط سازمان آب منطقه ای ذیربط

۲/۵

کلیه کیلو واتساعتها (هر کیلو وات ساعت)

بهای برق مصرفی باغداریهها (فقط آن تعداد که قبلاً مشمول تعرفه باغداریهها بوده اند) تا میزان قدرت مجاز مندرج در پروانه بهره برداری صادر توسط سازمان آب منطقه ای با ۷۰ درصد تخفیف نسبت به تعرفه تجاری سال ۱۳۷۲، معادل ۶/۳ ریال محاسبه و دریافت می شود.

تبصره ۲:

بهای برق مشترکینی که مازاد بر قدرت مجاز مندرج در پروانه بهره برداری استفاده می نمایند، به میزان استفاده مازاد بر حسب مورد با تعرفه تجاری محاسبه خواهد شد.

عرفه‌های گاز طبیعی:

قیمت گاز طبیعی برای مصارف خانگی طبقه جدول ۶-۷- است.

۱۴۰۱	۱۳۰۱	۱۲۰۱	۱۱۰۱	۱۰۰۱	۹۰۱	۸۰۱	۷۰۱	۶۰۱	۵۰۱	۴۰۱	۳۰۱	۲۰۱	۱۰۱	۰	دامنه
تا	تا	تا	تا	تا	تا	تا	تا	تا	تا	تا	تا	تا	تا	تا	مصرف
۱۵۰۰	۱۴۰۰	۱۳۰۰	۱۲۰۰	۱۱۰۰	۱۰۰۰	۹۰۰	۸۰۰	۷۰۰	۶۰۰	۵۰۰	۴۰۰	۳۰۰	۲۰۰	۱۰۰	(متر مکعب)
۴۱	۳۶	۳۳	۳۰	۲۷	۲۵	۲۳	۲۱	۲۰	۱۹	۱۸	۱۷	۱۶	۱۵	۱۲	مبلغ (ریال)

قیمت گذاری طبیعی برای مصارف تجاری: ۳۰ ریال

قیمت گاز طبیعی برای صنایع: ۳۰ ریال

قیمت گاز طبیعی برای نیروگاهها: ۹ ریال

۶-۸- تولید (صنعت و معدن)

بهای برق ماهیانه مصارف مشترکین صنعتی به شرح ذیل محاسبه می‌گردد:

۶-۸-۱- انشعابات روی ولتاژ ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلو ولت

بهای قدرت (دیماند) هر کیلو وات ۴۰۰۰ ریال

بهای انرژی کلیه کیلو واتساعتها، هر کیلو واتساعت ۴۵ ریال

۶-۸-۲- انشعابات روی ولتاژ ۱۳۲، ۶۶ و ۶۳ کیلو ولت

بهای قدرت (دیماند) هر کیلو وات ۴۰۰۰ ریال

بهای انرژی کلیه کیلو واتساعت، هر کیلو واتساعت ۴۶/۵ ریال

۶-۸-۳- انشعابات روی ولتاژ ۳۳، ۲۰ و ۱۱ کیلو ولت (فشار متوسط)

بهای قدرت (دیماند) هر کیلو وات ۴۰۰۰ ریال

بهای انرژی کلیه کیلو واتساعتها، هر کیلو واتساعت ۴۸/۵ ریال

۶-۸-۴- انشعابات روی فشار ضعیف

الف- انشعابات با قدرت ۳۰ کیلو وات و بیشتر

بهای قدرت (دیماند) هر کیلو وات ۴۰۰۰ ریال

بهای انرژی کلیه کیلو واتساعتها، هر کیلو واتساعت ۵۳ ریال

ب- انشعابات با قدرت کمتر از ۳۰ کیلو وات

بهای انرژی کلیه کیلو واتساعتها، هر کیلو واتساعت ۷۳ ریال

تبصره: در سال ۱۳۷۶ مصرف کننده‌گان ذیل مشمول نرخهای ویژه می‌شوند:

* صنایع کشاورزی (مرغداری، پرورش کرم ابریشم)

بهای قدرت (دیماند) هر کیلو وات ۲۱۰۰ ریال

بهای انرژی کلیه کیلوواتساعتها، هر کیلو وات ساعت ۱۵ ریال

* دامداریها

بهای قدرت (دیماند) هر کیلو وات ۲۱۰۰ ریال

بهای انرژی کلیه کیلو واتساعتها، هر کیلو واتساعت ۷/۵ ریال

* تکثیر و پرورش آبزیان در آبهای داخلی

بهای قدرت (دیماند) هر کیلو وات ۴۰۰۰ ریال

بهای انرژی کلیه کیلو واتساعتها، هر کیلو واتساعت ۱۸ ریال

* کارخانه‌های آرد و کارخانه‌های تولید خمیر مایه (تنها آن دسته که از سوی شوراهای آرد و نان و ادارات

غله هر استان به شرکت‌های برق منطقه‌ای معرف شده باشند)

بهای قدرت (دیماند) هر کیلو وات ۱۲۰۰ ریال

بهای انرژی کلیه کیلوواتساعتها، هر کیلو واتساعت ۱۰ ریال

* کارخانه‌های تولید قارچ، یخ، چای، سردخانه‌ها، شالیکوبی‌ها و کارخانه‌های آرد روستایی (که دارای

مجوز به جز مجوز شوراهای آرد و نان و ادارات غله باشند)، واحدهای تولید گل و گیاه

بهای قدرت (دیماند) هر کیلو وات ۴۰۰۰ ریال

بهای انرژی کلیه کیلو واتساعتها، هر کیلو واتساعت ۲۹ ریال

تاسیسات مشابه در صورت ارائه مجوزهای لازم

بهای قدرت (دیماند) هر کیلو وات ۴۰۰۰ ریال

بهای انرژی کلیه کیلو وات ساعتها، هر کیلو واتساعت ۷۳ ریال

* مشترکین تابع بخشنامه "بهای برق مصرفی صنایع خاص"

بهای قدرت (دیماند) هر کیلو وات

۴۰۰۰ ریال

بهای انرژی کلیه کیلوواتساعتها، هر کیلو واتساعت

۶۱ ریال

سایر شرایط:

الف- در ماههای تیر، مرداد و شهریور ۲۰ درصد به بهای برق مصرفی افزوده می شود.

ب- در ساعات اوج مصرف (پیک، ۴ ساعت در شبانه روز به تشخیص شرکت) پس از نصب تجهیزات

اندازه گیری لازم ۸۰ درصد به بهای انرژی اضافه خواهد شد.

ج- ضریب مربوط به بهای انرژی مشترکینی که خواهان استفاده از تعرفه مخفف نیمه شب هستند.

مطابق جدول ۸-۶ می باشد.

مشخصه انشعاب	ساعات عادی	ساعت اوج مصرف (پیک، ۴ ساعت در شبانه روز به تشخیص شرکت)	ساعت کم باری (ساعات فوق الذکر)
انشعابات روی ولتاژ ۶۳ کیلو وات و بالاتر	۱	۲/۸	۰/۵
انشعابات فشار متوسط ۱۱، ۳۰ و ۳۳ کیلوولت	۱	۲/۵	۰/۴
انشعابات فشار ضعیف	۱	۲/۴	۰/۴

بهای انرژی مشترکینی که با نصب تجهیزات اندازه گیری لازم از تعرفه مخفف ساعات نیمه شب (شش

ماهه اول ساعت ۲۳ الی ۷ صبح روز بعدو در شش ماهه دوم سال از ساعت ۲۲ الی ۶ صبح روز بعد)

استفاده می نمایند. از قبیل مشترکینی که در نوبتکاری سوم فعال هستند و یا مصرف انرژی نوبتکاری دوم

خود را به نوبتکاری سوم منتقل می نمایند، بر اساس ضرائب مندرج در جدول بالا نسبت به متن تعرفه

محاسبه خواهد شد:

تبصره: مشترکین موضوع این بند مشمول بند دو سایر شرایط نمی گردند.

مشترکین با قدرت کتر از ۳۰ کیلو وات (۲۵ آمپر ۳ فاز و کمتر) از پرداخت بهای قدرت (دیماند) معاف

می باشند. حداقل بهای برق ماهیانه این دسته از مشترکین به شرح زیر می باشد:

انشعابات تکفاز ۲۵۰۰ ریال

انشعابات ۳ فاز ۷۵۰۰ ریال

حداقل بهای برق ماهیانه و بهای قدرت (دیماند) برای مشترکین با قدرت ۳۰ کیلو وات (۵۰ آمپر سه فاز)

و بیشتر با توجه به جدول ۹-۶ محاسبه و دریافت می شود. هر مشترک تا پایان خرداد ماه می تواند گزینه ۲

را انتخاب کند، گزینه انتخابی تا زمان نفوذ این تعرفه غیر قابل تغییر خواهد بود. در صورتی که مشترک

ظرف مدت مذکور گزینه ۲ را انتخاب نماید مشمول گزینه ۱ می گردد.

گزینه ۲		گزینه ۱ (متن تعرفه)		کد تعرفه
دیماند	انرژی	دیماند	انرژی	
۲۵۰۰	۵۴	۴۰۰۰	۴۸/۵	۳-۴
۲۵۰۰	۵۶/۵	۴۰۰۰	۵۳	۱-۴-۴
۱۰۰۰	۲۰/۵	۲۱۰۰	۱۵/۰	۵-۴
۱۰۰۰	۱۳	۲۱۰۰	۷/۵	۶-۴
۲۵۰۰	۲۵/۵	۴۰۰۰	۱۸	۷-۴
۲۵۰۰	۳۶/۵	۴۰۰۰	۲۹	۹-۴

کسانی که آئین نامه تکمیلی تعرفه‌های برق را رعایت نمایند با ضریب ۱/۲ محاسبه و دریافت می‌گردد. در

صورتی که میزان استفاده غیر صنعتی این دسته از مشترکین به بیش از ۲۰ درصد برسد مطابق با ماده ۲۷-۴

آئین نامه تعرفه‌های برق با ایشان رفتار خواهد شد.

خانگی		نیروگاههای برق		صنعت		کشور
مالیات (درصد)	قیمت	مالیات (درصد)	قیمت	مالیات (درصد)	قیمت	
-	-	-	-	-	-	استرالیا
۱۶/۷	۴۵۹/۸	-	-	۰/۰	۱۹۴/۵	اتریش
۲۱/۰	۴۹۱/۵	۰/۰	۱۰۹/۷	۰/۰	۱۴۱/۵	بلژیک
-	۱۶۲	-	-	-	۶۹/۸	کاندا
۲۰/۰	۶۹۱/۶	-	-	-	-	دانمارک
۲۵/۷	۱۹۶/۱	-	-	۹/۴	۱۶۰/۷	فنلاند
۱۶/۴	۵۰۰/۵	-	-	۰/۰	۱۶۱/۰	فرانسه
-	-	-	-	-	-	آلمان
-	-	-	-	-	-	یونان
۱۰/۷	۳۸/۱	۰/۰	۲۴/۴	۰/۰	۲۹/۳	مجارستان
۱۱/۱	۴۷۳/۶	-	-	۰/۰	۳۱۸/۳	ایرلند
-	-	-	۱۳۰/۲	۹/۶	۱۷۳/۷	ایتالیا
-	-	-	-	-	-	ژاپن
۵/۷	۲۹۸	-	-	-	-	لوکزامبورگ
-	-	۱۲/۳	۷۰/۲	۱۲/۳	۷۰/۲	مکزیک
۱۹/۴	۲۶۰/۱	۷/۳	۱۴۳/۲	۷/۰	۱۴۸/۹	هلند
۱۴/۵	۳۶۳/۱	-	-	۱۶/۶	۲۲۸/۰	زلاتاندنو
-	-	-	-	-	-	نروژ

خانگی		نیروگاههای برق		صنعت		کشور
مالیات (درصد)	قیمت	مالیات (درصد)	قیمت	مالیات (درصد)	قیمت	
-	-	-	-	-	-	پرتغال
-	-	-	-	-	-	اسپانیا
-	-	-	-	-	-	سوئد
۷/۰	۵۳۷/۸	-	-	۱/۷	۲۹۶/۹	سوئیس
۷/۴	۲۱۰/۵	۷/۴	۱۶۱/۹	۷/۴	۱۵۷/۴	ترکیه
۷/۴	۳۱۱/۷	۰/۰	۱۱۸/۲	۰/۰	۱۲۷/۱	انگلستان
-	۲۳۷/۶	-	۷۶/۹	-	۱۰۴/۱	ایالت متحده آمریکا
-	-	-	-	-	-	کشورهای OECD اروپائی
-	-	-	-	-	-	کشورهای OECD

جدول ۱۰-۶- قیمت و درصد مالیات در قیمت گاز طبیعی در کشورهای OECD در سال ۱۹۹۵

(لیتر به دلار آمریکا)

بنزین بدون سرب		بنزین سربدار		کشور
مالیات (درصد)	قیمت	مالیات (درصد)	قیمت	
۵۴/۶	۰/۵۳۴	۵۸/۱	۰/۵۲۹	استرالیا
۶۷/۲	۱/۱۲۱	-	-	اتریش
۷۲/۳	۱/۰۳۶	۷۴/۷	۱/۱۵۱	بلژیک
-	-	-	-	کانادا
۷۰/۵	۰/۵۲۹	۷۲/۲	۱/۰۸۶	دانمارک
۷۴/۲	۱/۱۱۲	-	-	فنلاند
۸۰/۲	۱/۱۲۶	۸۲/۲	۱/۱۷۵	فرانسه
۷۶/۳	۱/۰۸۲	۷۷/۰	۱/۱۸۱	آلمان
۶۹/۹	۰/۸۲۲	۷۴/۰	۰/۸۸۲	یونان

بنزین بدون سرب		بنزین سرب‌دار		کشور
مالیات (درصد)	قیمت	مالیات (درصد)	قیمت	
۶۷/۴	۰/۱۹۳	-	-	مجارستان
۶۶/۳	۰/۹۰۲	۶۷/۲	۰/۹۷۱	ایرلند
۷۳/۲	۱/۰۵۷	۷۵/۸	۱/۱۲۴	ایتالیا
-	-	-	-	ژاپن
۶۷/۲	۰/۸۴۱	۷۰/۵	۰/۹۵	لوکزامبورگ
-	-	-	-	مکزیک
۷۴/۱	۱/۱۷۸	۷۵/۹	۱/۲۸۴	هلند
-	-	۴۷/۸	۰/۶۲۳	زلاندنو
۶۶/۴	۱/۲۷۹	۷۰/۲	۱۳۸۴	نروژ
۷۰/۹	۱/۰۲۶	۷۴/۰	۱/۰۳۹	پرتغال
۶۷/۷	۰/۸۵۷	۶۹/۲	۰/۹۰۵	اسپانیا
۷۳/۵	۱/۰۵۲	۷۸/۳	۱/۱۰۶	سوئد
۷۰/۸	۰/۹۶۶	۷۲/۶	۱/۰۴۱	سوئیس
۶۶/۶	۰/۶۳۸	۶۷/۸	۰/۶۳۸	ترکیه
۷۳/۰	۰/۸۵۸	۷۵/۵	۰/۹۴۶	انگلستان
۲۸/۶	۰/۳۵۳	-	-	ایالات متحده آمریکا
-	-	-	۱/۰۸۰	کشورهای OECD اروپایی
-	-	-	-	کشورهای OECD

جدول ۱۱-۶- قیمت و درصد مالیات دریافتی بنزین در کشورهای OECD در سال ۱۹۵۵

(کیلو واتساعت به دلار آمریکا)

خانگی		صنعت		کشور
مالیات (درصد)	قیمت	مالیات (درصد)	قیمت	
-	-	-	-	استرالیا
-	-	۰/۰	۰/۰۸۱	اتریش
-	-	-	-	بلژیک
-	-	۲-	-	کاندا
۵۶/۸	۰/۲۰۹	۱۲/۹	۰/۰۶۹	دانمارک
۱۸/۰	۰/۱۰۹	۰/۰	۰/۰۶۳	فنلاند
۲۱/۵	۰/۱۶۷	۰/۰	۰/۰۶	فرانسه
۱۹/۸	۰/۲۰۴	۷/۸	۰/۱۰۱	آلمان
۱۵/۳	۰/۱۱۳	۰/۰	۰/۰۶۲	یونان
۱۰/۷	۰/۰۱۵	۰/۰	۰/۰۱۱	مجارستان
۱۱/۲	۰/۱۳۲	۰/۰	۰/۰۶۶	ایرلند
۲۴/۰	۰/۱۶۹	۱۷/۸	۰/۰۹۳	ایتالیا
-	-	-	-	ژاپن
۵/۸	۰/۱۴۶	-	-	لوکزامبورگ
۱۲/۳	۰/۰۴۵	۱۲/۳	۰/۰۳۱	مکزیک
۱۷/۴	۰/۱۳۶	۰/۰	۰/۰۷	هلند
۱۱/۱	۰/۰۷۸	۰/۰	۰/۰۳۹	زلاندنو
۲۷/۲	۰/۰۷۸	-	-	نروژ
۸/۴	۰/۱۸۱	۰/۰	۰/۱۲۲	پرتغال

خانگی		صنعت		کشور
مالیات (درصد)	قیمت	مالیات (درصد)	قیمت	
۱۳/۸	۰/۱۹۴	۰/۰	۰/۰۸۲	اسپانیا
۳۳/۴	۰/۰۹۴	۰/۰	۰/۰۳۹	سوئد
۶/۱	۰/۱۶۵	۰/۰	۰/۱۲۵	سوئیس
۱۷/۱	۰/۰۷۶	۱۳/۹	۰/۰۷۶	ترکیه
۷/۴	۰/۱۲۴	۰/۰	۰/۰۶۸	انگلستان
-	۰/۰۸۴	-	۰/۰۴۷	ایالت متحده آمریکا
-	-	-	-	کشورهای OECD اروپائی
-	-	-	-	کشورهای OECD

جدول ۱۲-۶- قیمت و درصد مالیاتی برق در کشورهای OECD در سال ۱۹۹۵

۶-۹ روشهای اندازه‌گیری قدرت و انرژی

روشهای اصلی اندازه‌گیری انرژی ابزاری مهمی برای مدیران انرژی به شما می‌روند. اندازه‌گیری ابزاری است که می‌توان به کمک آن داده‌های اضافی (برای تکمیل بررسی انرژی و بازبینی داده‌ها) را به دست آورد. همچنین بازبینی گاهی اوقات مشکلات بالقوه‌ای را آشکار می‌سازد که آنها را می‌توان توسط اندازه‌گیری تعریف و اصلاح نمود.

جنبه دیگر اندازه‌گیری انرژی شمارش است و در هر برنامه کارآمد مدیریت انرژی شمارش یک امر اساسی می‌باشد. شمارش معمولاً به عنوان مسئولیت فروشنده انرژی شناخته می‌شود. اما وظیفه فروشنده انرژی کاملاً با مدیریت انرژی متفاوت است. وظیفه فروشنده انرژی این است که بر میزان تحویل شده به یک وسیله نظارت کند و با گرفتن نرخهای مناسب برای صورت حسابها، هزینه مشتری را محاسبه کند. برعکس، مدیر انرژی می‌خواهد بداند که انرژی در کجا و چگونه مصرف می‌شود و معمولاً به جزئیات آن

علاقتمند است. در این رابطه، شمارش، سه وظیفه اصلی را برآورده می‌سازد. اولاً اطلاعاتی راجع به نرخ مصرف انرژی به دست می‌دهد و لذا می‌تواند برای ارزیابی کارایی روشهای مدیریت انرژی مورد استفاده قرار گیرد. ثانیاً می‌تواند اطلاعاتی فراهم آورد که برای کنترل مصرف انرژی و باقی مانده در محدوده مرزها یا حدود مشخص شده مفید باشد. ثالثاً اطلاعاتی راجع به کیفیت اجرای برنامه مدیریت به مدیر انرژی باز می‌گرداند.

یکی از دلایل اساسی لزوم شمارش این است که اطلاعات حاصل از آن می‌تواند به خودی خود به استفاده کارآمدتر از انرژی کمک کند. تجربه نشان می‌دهد که اگر مدیران انرژی اطلاعات شمارش شده برای تأسیسات خود را دریافت کنند و لازم باشد که آن را بازبینی نمایند، صرفاً اطلاع از میزان انرژی مصرف می‌تواند به ۵ الی ۱۵ درصد صرفه‌جویی منجر شود.

اندازه‌گیری را می‌توان هم با استفاده از دستگاههای موقتی و هم دستگاههای دائمی انجام داد.

تجهیزات می‌توانند قابل حرکت یا ثابت باشند. اصولاً ابزارهای دقیق را می‌توان به سه گروه تقسیم نمود:

- ابزارهای قابل حرکت و دستی
- دستگاههای ثابت موقتی که قابلیت ثبت یا نشان دادن کمیاب را به مدت چندین ساعت، روز و یا هفته دارا می‌باشند.
- دستگاههای ثابت دائمی

گروه آخر را کنتور می‌نامند. اگر چه می‌توان دستگاههای اندازه‌گیری موقتی در اختیار داشت که بر یک فرآیند یا ساختمان خاص نظارت داشته باشند.

کلیه دستگاههایی که برای اندازه‌گیری جریان انرژی به کار می‌روند، این کار را به طور غیر مستقیم انجام می‌دهند. به عنوان مثال دستگاه سنجش کیلو وات ساعت مقدار متوسط جریان انرژی را اندازه‌گیری کرده و از روابط معلوم ولتاژ و ضریب قدرت برای تعیین انرژی کل بهره می‌گیرد. وسایل اندازه‌گیری سوخت دبی

جمعی سوخت را تعیین می‌کند که از روی آن می‌توان جریان انرژی را بر اساس ظرفیت انرژی ماده سوختنی به دست آورد. اکنون هر یک از انواع این وسایل را به طور خلاصه بررسی می‌کنیم:

کتورها سنجش کیلو وات ساعت از موتورهای کوچکی استفاده می‌کنند که سرعت آنها متناسب با توان مصرف شده در آنها است. در کتورهای اولیه دسته‌ی اجزای نشان دهنده فقط صفحات مدرجی بودند که توسط موتور به حرکت در می‌آمدند و دارای صفحات شماره‌گذاری شده‌ای شبیه یک سری ساعت بودند. اولین تغییر روش دستی به اندازه‌گیری اتوماتیک تعبیه کردن یک تشخیص دهنده مجاورتی یا سلول نوری در پوسته دستگاه بود. این دستگاه برای تشخیص تعداد دورانهای دیسک درون کتور طراحی شده است. تعداد دورانهای دیسک مزبور با کل انرژی مصرف شده متناسب است. سرعت دوران دیسک کتور متناسب با توان لحظه‌ای مورد نیاز توسط مدار می‌باشد. بنابراین با شمارش تعداد دورانها دیسک در زمان واحد می‌توان قدرت و کیلو وات ساعت را تعیین نمود. در سیستمهای اتوماتیک این کار به طریق الکترونیکی انجام می‌گردد و بر روی یک نوار مغناطیسی ذخیره شده و یا مستقیماً به یک کامپیوتر داده می‌شود.

برای اندازه‌گیری الکترونیکی امکانات بسیار زیادی وجود دارد. اندازه‌گیری الکترونیکی ساده بوده و مفاهیم مختلفی برای اندازه‌گیری آن ابداع شده است. در مورد بخار، سوخت و آب مشکلات بیشتری وجود دارد. اول اینکه خرید و نصب کتورهای مربوط به این مواد گران تمام می‌شود. ثانیاً به علت گرفتگی و رسوب مواد احتمال خرابی آنها بیشتر است.

اندازه‌گیری بخار با استفاده از کتورهای تقطیری انجام می‌شود. کتور تقطیری همان کتور آب است که بخار تقطیر شده را اندازه‌گیری می‌کند. مشخصات اصلی کتورهای جابجایی موثر برای اندازه‌گیری دبی حجمی در بخش بعد و در توضیح کتورهای سوخت مورد بحث قرار می‌گیرد.

کتورهای جریان بخار را می‌توان به سه دسته تقسیم نمود: سرعت، سطح و ارتفاع. هر یک از این کتورها

دارای انواع الکتریکی و مکانیکی برای نشان دادن نرخ کل جریان بخار و نیز قسمتی از آن می‌باشند کتورهای بخار اغلب در محدوده گسترده‌ای از دبی‌ها و فشارها دقیق نیستند. بنابراین باید کتوری را انتخاب نمود که برای کاربرد خاص مورد نظر مناسب باشد. جریان سوخت با کتورهای جا به جایی موثر اندازه‌گیری می‌شود. انواع مختلفی از این وسایل برای اندازه‌گیری جریان وجود دارند، از جمله کتورهای دارای دیسک دوار، پره دوار و کتورهای پروانه‌ای. اساس کار کلیه این کتورها این است که سیال فضایی را در داخل کتور پر می‌کند و سپس از طریق کتور به سیستم وارد می‌گردد. در این میان مقدار دیگری از سیال به داخل می‌آید و فضای اندازه‌گیری درون کتور را پر می‌کند. بنابراین اساس کار تنها بر شمردن توده‌های سیالی است که منتقل می‌گردد.

اندازه‌گیری انرژی گاز نیز به طریقه مشابهی انجام می‌گردد. اساس کار کتور گاز این است که حجم مشخصی از گاز را از خود عبور می‌دهد. با عبور حجم مشخص از گاز، درجه کتور به اندازه یک واحد افزایش می‌یابد. در هر یک از کتورهای فوق الذکر حرکت قسمت ثبت کننده را می‌توان توسط یک وسیله الکترونیکی مانند تشخیص دهنده مجاورتی یا سلول نوری حسن نمود و حرکت ثبت کننده را به زنجیره‌ای از پالسهای الکترونیکی تبدیل کرد. در هر یک از کتورها اطلاعات خروجی از دستگاه می‌تواند به صورت موقعیت قابل رویت عقربه‌ها یا شماره‌انداز کتور و یا یک سری پیامهای الکترونیکی قابل پردازش باشد.

روش استاندارد این است که یک اپراتور کتور را به طریق دستی قرائت نموده و در یک ورقه اطلاعات مناسب ثبت کند. روش پیشرفته‌تر قرائت خودکار داده‌ها است. اگر این داده‌ها به یک مرکز بازگردانده شوند که دارای وسایلی برای کنترل مصرف انرژی باشد، در این صورت یک اپراتور میتواند مصرف انرژی را مشاهده نموده و آن را کنترل کند. سیستمهای پیشرفته اندازه‌گیری در بخش آخر این ضمیمه مورد بحث قرار می‌گیرند.

۱-۹-۶- اندازه‌گیری انرژی الکتریکی

الف- کنتور وات ساعت

واحد اصلی انرژی الکتریکی وات ساعت می‌باشد و آن عبارت است از انرژی مصرف شده در مدت یک ساعت هنگامی که توان یک وات انرژی معمولاً بر حسب کیلو وات ساعت (۱۰۰۰ وات ساعت) به وسیله کنتور کیلو وات ساعت (Kwh) اندازه‌گیری می‌شود. توجه نمایید که هر ژول معادل یک وات ثانیه است و بنابراین یک کیلو وات ساعت معادل $۱۰۰۰ * ۳۶۰۰$ ژول می‌باشد.

کنتورهای کیلو وات ساعت موتورهای کوچکی می‌باشند که سرعت آنها متناسب با قدرت مصرفی است. اجزای اصلی یک کنتور کیلو وات ساعت عبارتند از:

۱- یک سیم پیچ پتانسیل (یا ولتاژ)

۲- یک سیم پیچ سری (یا جریان)

۳- یک سیم پیچی جبرانی

۴- یک جزء دوار

۵- یک مکانیزم ثبت کننده

جزء (دیسک) دوار یک مکانیزم ثبت کننده را به کار می‌اندازد که مصرف انرژی بر روی آن نشان داده می‌شود. کنتورهای جریان متناوب از اصل میدان مغناطیسی دوار موتور القایی استفاده می‌کنند. شار مغناطیسی متناوب حاصل از قطبها جریانهایی را در دیسک به وجود می‌آورند. نتیجتاً گشتاوری به وجود می‌آید که متناسب است با حاصلضرب لحظه‌ای جریانهای گردابی در دیسک و شار حاصل از قطبی که جریان حول آن جاری است. این گشتاور با توان مصرفی در مدار متناسب است. عمل به تاخیر انداختن لازم یا گشتاور شمارنده با استفاده از تاثیر آهن رباهای دائمی بر همان دیسک حاصل می‌شوند.

در سیستمهای سه سیمه و دو فاز باید از کنتورهای چند فاز استفاده گردد. این کنتورها صرفاً دو کنتور تک فاز هستند که در یک پوسته نصب شده‌اند و دارای محور مشترکی هستند که باعث چرخش دیسک می‌گردد. اتصال آنها به مدار اصلی مانند اتصال دو کنتور تک فاز است.

سیستمهای چهار سیمه به جز در حالتی که متوازن شده باشند نیاز به سه کنتور تک فاز دارند. کنتورهای سه جزئی با سه دیسک محرک- ترمز بر روی یک محور ساخته می‌شوند و از آنها میتوان به جای سه کنتور تک فاز استفاده نمود.

در صورتی که ظرفیت مدار بالاتر از ۲۰۰ آمپر باشد، معمولاً از ترانسفورماتورهای جریان استفاده می‌شود تا جریان به ۵ آمپر کاهش یابد. در ولتاژهای بالاتر از ۴۸۰ ولت از ترانسفورماتورهای ولتاژ نیز استفاده می‌گردد تا ولتاژ به ۱۲۰ ولت کاهش یابد.

بسیاری از اعداد تعیین کننده دقت را می‌توان از سازندگان به دست آورد. اما برای تعیین شرایط دقیق کنتورها اطلاعات زیادی مورد نیاز است. با فرض یک سری شرایط خاص معمولاً فرض می‌شود که کنتور kWh به عواملی بستگی دارد که عبارتند از: محل نصب کنتور، اینکه آیا از نوع فیش‌دار (جدا شدنی) یا دارای اتصال کف است، نوع و ظرفیت کاری، و نیز فعالیتهای سازمان با مقررات محلی، در اینجا تنها جنبه‌های عمومی نصب کنتور را ذکر می‌کنیم.

در نوع دارای اتصال کف کل مکانیزم کنتور در یک درپوش شیشه‌ای استاندارد قرار گرفته است و ذغالهایی از سیم پیچهای جریان و پتانسیل تا یک بلوک اتصال پایین آورده شده‌اند. این بلوک در داخل قسمتی قرار گرفته است که با پایه کنتور یک تکه است. قسمت ترمینال را می‌توان با درپوش مسدود کرد و آب بندی نمود ولی در مقابل آب و هوا حفاظت شده نیست.

اکثر کنتورهای دارای اتصال پایه به حداکثر جریانی در حدود ۱۵۰ آمپر محدود می‌شوند که علت اصلی آن ظرفیت ترمینالهای جریان است. برای بالاتر از ۱۵۰ آمپر معمولاً از کنتورهای دارای ترانسفورماتور استفاده

می‌شود.

در کنتورهای دارای اتصال فیش، ترمینالهای جریان و پتانسیل از پشت کنتور به صورت تیغه‌هایی به بیرون امتداد می‌یابند. اتصال با وصل کردن کنتور به یک فیش انجام می‌شود و بدینوسیله تیغه‌های مزبور به فکهای اتصال ترمینال وصل می‌شوند که آنه نیز قبلاً به خطوط کاری اتصال یافته‌اند. اتصال الکتریکی با فشار زیاد فنر در فکهای اتصال تامین می‌گردد و در بخری فیشهای قوی‌تر با فشار حاصل از یک دستگیره با آچار حاصل می‌شود.

کنتورهای Kwh که در اینجا تشریح شدند، معمولاً دارای کاربرد مسکونی و تجاری می‌باشند. این وسایل در میلیونها مورد عملکرد قابل اطمینانی از خود نشان داده‌اند و به تعمیر و نگهداری اندکی نیاز دارند. کنتورها را می‌توان به صورت دوره‌ای و بسته به روش کاری مصرف کننده بازرسی نمود. تعمیر یا تنظیم این کنتورها معمولاً توسط سازندگان یا اداره برق انجام می‌شود. معمولاً علت عدم دقت کنتورها جمع شدن آلودی یا سایش است.

ب- کنتورهای حداکثر تقاضا (دیماند)

از آنجائی که کنتور Kwh اصولاً یک وات سنج کلی است می‌توان از آن برای تعیین توان نیز استفاده نمود و این کار با اندازه‌گیری Kwh ثبت شده در یک مدت خاص انجام می‌شود. برخی از کنتورهای Kwh دارای یک نشان دهنده و درجه بندی اضافی می‌باشند. و این نشان دهنده متناسب با سرعت دیسک کنتور به بالای درجه بندی حرکت داده شده است. بدین ترتیب این دستگاه اوج نیاز حاصل از بار را نشان می‌دهد. این نوع کنتور را باید به صورت دوره‌ای بر روی صفر تنظیم نمود.

ج- وات سنج

وات سنج معمولاً شبیه کنتور وات ساعت است این دستگاه دارای دو سیم پیچ است، یکی ثابت که سیم

پیچ جریان می‌باشد و یک سیم پیچ دیگر که قابلیت دوران دارد (سیم پیچ ولتاژ) شکل ۱۳-۶- این کنتور را نشان می‌دهد که به یک بار تک فاز وصل شده است.

جریان ایجاد شده در سیم پیچ جریان یک میدان مغناطیسی را ایجاد می‌کند که متناسب با شدت جریان است. سیم پیچ دوار (که یک عقربه یا درجه نشان دهنده را به کار می‌اندازد) دچار دورانی می‌شود که مقدار آن با حاصلضرب این میدان در زاویه فاز بین این دو کمیت متناسب است. نتیجتاً این دستگاه میانگین توان را نشان می‌دهد.

برای دستگاههای سه فاز از اتصالات نشان داده شده در شکل‌های ۱۳-۶- ب ۱۲-۶- ج استفاده می‌شود. در روش استفاده از سه کنتور، توان کل مدار برابر است با مجموع مقادیر خوانده شده توسط سه کنتور، دستگاههایی ساخته شده‌اند که دارای دو سری سیم پیچ جداگانه هستند که بر روی یک محور مشترک نصب شده‌اند و دو وات سنج نشان داده شده در ۱۳-۶- ج را ترکیب نموده و به یک دستگاه تبدیل می‌کنند.

د- دستگاههای قابل حمل برای توان الکتریکی

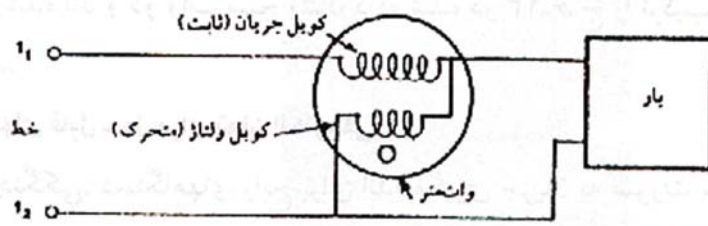
آمپرسنج چنگکی : دستگاههای رایج برای اندازه‌گیری جریان به صورت سری با مدار اندازه‌گیری بسته می‌شوند. اما بسیاری از موارد پیش می‌آید که باز کردن مدار برای نصب آمپرسنج مناسب نیست.

برای چنین مواردی یک وسیله AC ابداع شده است که به صورت القایی به مدار اتصال می‌یابد. این آمپرسنج از یک یکسو کننده استفاده می‌کند که به ثانویه یک ترانسفورماتور جریان اتصال می‌یابد این ترانسفورماتور به گونه‌ای ساخته شده است که هسته آن را می‌توان به طرز مناسبی دور یک هادی حامل جریان بست تا سیم پیچ اولیه ترانسفورماتور جریان را تشکیل دهد.

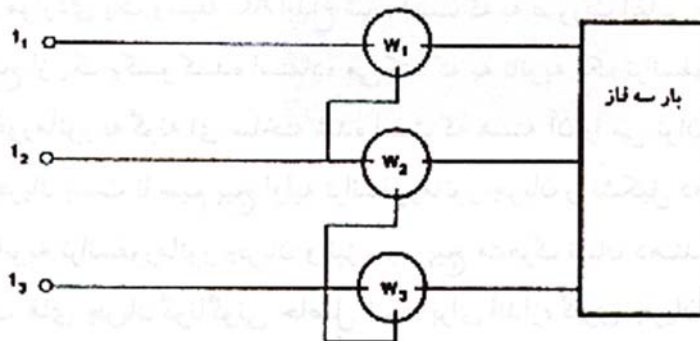
سیم پیچ ثانویه ترانسفورماتور جریان و نیز سیم پیچ متحرک نشان دهنده دارای اتصال چندگانه هستند تا نسبت‌های جریان گوناگونی حاصل شود. برای اندازه‌گیری جریان کمتر از حداکثر محدوده درج شده

می‌توان با دوبار یا بیشتر پیچاندن هادی خط از میان دهانه ترانسفورماتور انجام داد و این امر نسبت ترانسفورماتور را افزایش می‌دهد و لذا خروجی نشان داده شده با ضرایبی به میزان تعداد دورهای اولیه افزایش می‌یابد. برای افزایش کارایی دستگاه چنگکی، گاهی اوقات در داخل این دستگاه مقاومت هایی تعبیه می‌شود که آنها را میتوان با استفاده از کلید محدوده‌ای به مدار متصل نمود و بدین طریق یک ولت متر A-C اصلاح کننده فراهم کرد. مدار کلید طوری ترتیب داده شده است که دستگاه را می‌توان برای اندازه‌گیری جریان و ولتاژ متصل نگاه داشت و با به کار انداختن کلید، محدوده و مقدار را اندازه‌گیری نمود.

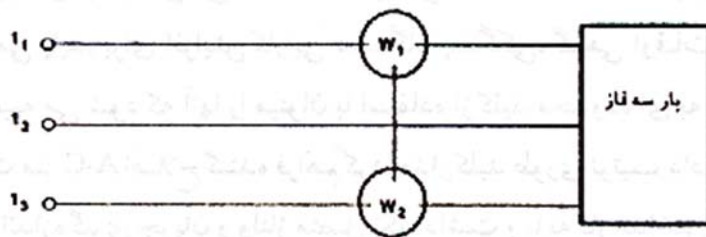
ساختمان ترانسفورماتور با هسته جداشدنی تاثیر زیادی بر عملکرد و قابلیت استفاده از وسایل متحرک دارد. هسته جداشدنی معمولاً دارای یک لولای باز شدنی است که توسط آن می‌توان هسته را بدون استفاده از چفت و بست یا مکانیزم خلاص باز نمود. هنگامی که دستگاه بر روی یک هادی قرار داده می‌شود، هسته با دست باز می‌شود و بیرون می‌آید. با یک کشش ملایم هسته باز می‌شود و هادی آزاد می‌گردد.



(A) عملکرد وات سنج تک فاز



(B) روش استفاده از سه واتسنج (بارهای سه فاز متوازن یا نامتوازن)



(C) روش استفاده از دو واتسنج (بارهای سه فاز متوازن یا نامتوازن بدون اتصال حامل جریان)

شکل ۱۳-۶. اندازه گیری توان الکتریکی

هسته طوری طراحی شده است که فقط یک جدایش در مدار مغناطیسی وجود دارد و آن یک اتصال دم

چلچله‌ای است. این نوع اتصال تاثیر جمع شدن هر گونه آلودگی مواد غیر مغناطیسی در محل اتصال را

کاهش می‌دهد و تغییر شدت میدان مغناطیسی را به حداقل می‌رساند.

وات متر چنگکی: وسیله دیگری که در داخل خود یک ترانسفورماتور با هسته جدا شدنی دارد وات متر

چنگکی است برای اندازه‌گیری توان در مدارهای تک فاز و چند فاز به کار می‌رود. این وسیله که ظاهر آن شبیه آمپرسنج فوق‌الذکر است از یک وات سنچ فرودینامیک تشکیل شده است که میدان آن توسط هادی حامل جریان از طریق هسته تحریک می‌شود. با استفاده از یک سیستم متحرک فنردار، ظرفیت مقیاس حاصله مستقیماً با مقاومت مدار پتانسیل متناسب است. با استفاده از این طرح می‌توان انتخاب محدوده اندازه‌گیری را با قطع و وصل کردن مدار پتانسیل توسط دست انجام داد.

هـ ضریب قدرت سنچ چنگکی

وسیله دیگر از این نوع دستگاه چنگکی برای اندازه‌گیری ضریب قدرت است. این وسیله میزان پیش فاز یا پس فاز ضریب قدرت در هر مدار سه فاز متعادل از ۱۰۰ تا ۶۰۰ ولت و از ۱۵ تا ۶۰۰ آمپر را اندازه‌گیری می‌کند. این وسیله در اصل یک گالوانومتر است که سیم پیچ آن در میدان مغناطیسی حاصل از جریان جاری شده در هادی یک خطی حرکت می‌کند.

سیم پیچ توسط مدار پتانسیل تحریک می‌شود. رابطه فاز در ولتاژ سیم پیچ توسط پتانسیومتری کنترل می‌شود که بین دو فاز وصل شده است. عقربه پتانسیومتر آنقدر چرخانده می‌شود که گالوانومتر متعادل می‌گردد (نقطه صفر) و جابجایی ولتاژ نسبت به جریان 90° شود. در این شرایط می‌توان ضریب قدرت را مستقیماً از روی درجه‌بندی پتانسیومتر قرائت نمود.

دستگاه‌های A-C چند محدوده‌ای - جدا از مولتی مترها، این نوع دستگاهها اصولاً برای اندازه‌گیری ولتاژ، جریان، قدرت و ضریب قدرت در مدارهای تک فاز و سه فاز با فرکانس ۶۰ هرتز ساخته شده‌اند. چون تمامی این قابلیت‌ها در یک دستگاه جمع شده‌اند، این وسایل در بین پرسنل تعمیر و نگهداری نیروگاهها عمومیت زیادی یافته‌اند.

در واقع چهار دستگاه در یک محفظه جای داده شده‌اند. ولت سنچ، آمپرسنج، وات سنچ و دستگاه سنجش

ضریب قدرت امکان تحلیل عملکرد دستگاهها را محدوده‌های پتانسیل ۱۵۰، ۳۰۰ و ۶۰۰ ولت و محدوده‌های ۵، ۲۵ و ۱۲۵ آمپر و محدوده‌های متناظر آنها برای ولت سنج امکان پذیر می‌سازد دستگاه سنجش ضریب قدرت فقط برای مدارهای سه فاز سه سیمی به کار برده می‌شوند.

دستگاههای ثبت کننده قابل حمل و انواع مختلفی از دستگاههای توان الکتریکی وجود دارند که از نوار مغناطیسی یا کاغذی برای ثبت استفاده می‌کنند. این وسایل را می‌توان در محل نصب نمود تا توان، ولتاژ و یا جریان را برای مدت زمان مشخصی اندازه‌گیری کنند.

۲-۹-۶- اندازه‌گیری بخار

دستگاههای اندازه‌گیری بخار:

هنگامی که بخار تقطیر می‌گردد، گرما نه‌ای تبخیر پس داده می‌شود که مقدار آن برابر 960 Btu/lb از بخار اشباع خشک است. در عمل ممکن است که گرمای کل حاصله بیشتر یا کمتر از این مقدار باشد و این بستگی به شرایط بخار دارد زیرا بخار میتواند مرطوب یا داغ باشد. انتخاب نوع وسایل اندازه‌گیری بخار به عوامل زیر بستگی دارد:

- مشخصات استفاده کننده از بخار، یعنی اینکه دارای نوسان دائمی باشد. از جت بخار استفاده شود، نسبت بین بارهای بخار حداکثر و حداقل چقدر دارد، و نیز به میزان تمیز بودن سیستم بستگی دارد (اگر استفاده از کنتور تقطیری مورد نظر است).

- دقت لازمه

- نوع ثبت مورد نیاز بدین معنی که ثبت کردن دائمی یا کلی مورد نظر باشد.

- هزینه اولیه

- هزینه نصب

- هزینه تعمیر و نگهداری (هزینه لازم برای حفظ دقت وسیله)
- هزینه کارکرد (هزینه لازم برای قرائت کنتورها تغییر نمودارها در صورت ثبت شدن)
- هزینه تنظیم اولیه و دوره‌ای که ممکن است توسط افراد مربوطه انجام شود.
- قطعات یدکی مورد نیاز
- استفاده از امکانات سازنده برای تعمیر و نگهداری

کنتورهای بخار را می‌توان به دو گروه عمده تقسیم نمود: کنتور تقطیر و دبی سنج

الف- کنتور تقطیری: کنتور تقطیری آب مقطر حاصل از دستگاه استفاده کننده از بخار را اندازه‌گیری می‌کند این وسیله به علت سادگی طراحی، آسان بودن آزمایش، دقت در تمام بارها و پایین بودن هزینه به صورت معمول در جاهایی که تمامی آب مقطر حاصله برای اندازه‌گیری به یک نقطه بر می‌گردد، درآمده است. این وسایل هم برای استفاده در خلاء و هم در فشار جو ساخته می‌شوند و از آنها نمیتوان تحت فشار استفاده نمود. در سیستمهای بخار قدیمی که ممکن است دارای رسوب زیادی باشند، برای تمیز نگاه داشتن محفظه‌های کنتور و حفظ دقت آن به بازرسی دوره‌ای بیشتری نیاز است. سیستمهای بخار قدیمی ممکن است دارای نشت باشند مخصوصاً اگر خطوط برگشت در زیر زمین قرار داشته باشند. این نشتی‌ها باعث کاهش مقدار ثبت شده می‌شوند. در جاهایی که در مورد بازگشت تمامی آب مقطر به کنتور اطمینان وجود داشته باشد، این وسایل برای اندازه‌گیری بخار بسیار مناسبند. کنتورهای تقطیری در ظرفیتهایی از ۱۰۰ تا ۵۵۰۰ Kg/hr (۱۲۰۰lb/hr) در دسترس می‌باشند. برای ظرفیتهای بیشتر باید دو یا سه تا از آنها را به صورت موازی وصل نمود.

ب- دبی سنجهای بخار به سه دسته تقسیم می‌شوند: سطح، سرعت و ارتفاع. برخلاف نوع قبلی، این نوع وسایل اندازه‌گیری در تمام بارها دقیق نیستند و معمولاً در جریانهای کمتر از ۱۰ تا ۲۰ درصد ظرفیت اسمی مقدار کمتری را نشان می‌دهند. این به علت رابطه ریشه دوم است که در طراحی همه دبی‌سنجها

موجود می‌باشد.

کتور سطح: در این نوع کتور یک توپی مخروطی شکل سنگین که بر روی یک محور قائم نصب شده است، بر روی یک تکیه گاه قرار می‌گیرد. بخار از زیر تکیه‌گاه وارد می‌شود و باعث بلند شدن توپی می‌گردد. با افزایش جریان سطح سوراخ حلقوی افزایش می‌یابد. یک بازوی متصل به محور وسیله ثبت کننده را به کار می‌اندازد و این وسیله مقدار جریان را به صورت کلی یا به صورت منحنی ثبت می‌ند. این نوع کتور جای کمی را بر روی زمین لازم دارد و برخلاف کتورهای نوع ارتفاع و سرعت به لوله مستقیم قبل و بعد از کتور نیازی ندارد. این نوع کتور سنگین بوده و دارای اتصالات فلانچ‌دار بزرگ است و لذا تعمیر یا جایگزینی دوره‌ای آن گران تمام می‌شود. ثبت کننده کتور با یک ساعت مکانیکی به کار می‌افتد. این وسیله در محدوده فشار ۱۰ تا ۲۵۰ Psi کار می‌کند.

کتور سرعت: این نوع کتور دارای یک صفحه سوراخدار با یک مسیر انحرافی در کنار آن می‌باشد. یک گردنده توربینی واقع بر یک محور قائم در آن مسیر قرار گرفته است. در نزدیکی انتای پایینی محور یک پروانه میرا کننده قرار گرفته است که در یک محفظه پر از آب دوران می‌کند. سرعت محور دوار توسط یک سیستم چرخ دنده کاهش می‌یابد تا یک اتصال مغناطیسی را به حرکت درآورد که آن نیز به نوبه خود وسیله شمارنده را به کار می‌اندازد. هیچگونه منبع خارجی قدرت مورد نیاز نیست.

این نوع کتورها برای نصب مستقیم در خطوط یک، دو و سه اینچی و نیز نصب در مسیر انحرافی لوله‌های چهار اینچی در کنار سوراخی در خطوط بزرگتر ساخته شده‌اند. وسیله شمارنده برای جریان عبوری از سوراخ و شیپوره تنظیم می‌شود. هر یک از اندازه‌های کتور در ظرفیتهای اسمی مختلفی مطابق با اندازه سوراخ به کرا رفته در دسترس می‌باشند. این کتور افزایش بار موقتی تا ۱۵۰ درصد ظرفیت اسمی را دقیقاً اندازه‌گیری می‌کند و برای محدوده فشار ۵ تا ۳۰۰ Psi مناسب است.

تعدادی از وسایل کمکی نیز برای این دستگاه موجودند که عبارتند از: اتصال نیاز به مصرف که به داخل شمارنده تعبیه شده است، سوراخهای محدود کننده جریان برای نصب در پایین دست کنتور، یک اندازه‌گیری کلی الکتریکی، یک ثبت کننده منحنی الکتریکی و نشان دهنده دبی جریان و نیز یک شمارنده جبران فشار.

کتورهای ارتفاع: این نوع کتورها از یک قسمت اولیه و یک قسمت ثانویه تشکیل شده‌اند. قسمت اولیه می‌توان هر وسیله‌ای باشد که یک اختلاف فشار متغیر با مربع جریان را به وجود آورد.

وسایلی که معمولاً بدین منظور در کتورهای بخار مورد استفاده قرار می‌گیرند. شیپورهای جریان و صفحات نازک سوراخدار می‌باشند. شیپوره جریان نسبت به صفحه نازک سوراخدار به ازای یک اختلاف فشار مشخص دارای ظرفیت بیشتری است. مزیت صفحه سوراخدار کم بودن هزینه آن و راحتی نصب است.

قسمت ثانویه اصولاً یک مانومتر است که به طرز مناسبی به قسمت اولیه متصل شده است به طوری که مقدار اختلاف فشار یا جذر آن انتگرال‌گیری شده یا ثبت می‌شود. کتورهای این اختلاف ارتفاع به طور گسترده‌ای در اندازه‌گیری سیالات مورد استفاده قرار می‌گیرند و آنها را می‌توان از سازندگان مختلف تهیه نمود.

انواع مختلفی از ارتفاع سنج‌ها با طرحهای گوناگون یافت می‌شوند، از جمله انتگرال‌گیرها یا ثبت کننده‌های مکانیکی و الکتریکی، فرستنده‌های الکتریکی و گیرنده‌هایی که امکان قراردادن انتگرال‌گیره و ثبت کننده‌ها در نقاط دور از هم را فراهم می‌آورند. برخی از این وسایل دارای جبران فشار هستند.

کلیه کتورهای سرعت و ارتفاع نیاز به لوله مستقیم در ورودی و خروجی دارند. طول لوله‌ها مستقیم برای یک کنتور با ظرفیت مشخص به شکل لوله‌کشی واقع در قبل از لوله مستقیم دارد با نصب پره‌های مستقیم کننده می‌توان طول قسمت بالا دست را کاهش داد.

اگر دبی سنج از ظرفیت کامل خود (۱۰۰ درصد) تا ۲۰ درصد آن دقیق باشد، گفته می‌شود که دارای محدوده ۵ به ۱ است. گاهی اوقات لازم می‌گردد که دبی بخار در محدوده بزرگتری اندازه‌گیری شود. اگر امکان جدا کردن بارهای گوناگون بخار مانند گرمایش فضا، آب گرم مصرفی و غیره وجود داشته باشد و محوره‌های گوناگوندر محدوده کنتورهای مورد استفاده باشد، ساده‌ترین راه حل نصب یک کنتور جداگانه برای هر بار است اگر این کار عملی نباشد می‌توان به نوعی از اندازه‌گیری متوالی استفاده کرد. در اندازه‌گیری متوالی دو یا تعدادی کنتور به صورت موازی به یکدیگر وصل می‌شوند و از وسیله مناسبی برای قطع و وصل کردن کنتورهای دوم و بعدی به ترتیب لازم برای تامین بار استفاده می‌شود. اگر دبی سنجهای مورد استفاده دارای محدوده ۵ به ۱ باشند و اگر اندازه آنها طوری انتخاب شده باشد که در هیچ زمان کنتوری با کمتر از ۲۰ درصد ظرفیت خودکار کند، در این صورت محدوده به کنتور موازی ۲۰ به ۱ و برای سه کنتور موازی به ۸۰ به ۱ است. افزودن یک کنتور چهارم محدوده را به ۳۲۰ به ۱ خواهد رساند. اگر چه چنین محدوده‌ای احتمالاً برای دقت مورد نیاز نیست، اما ممکن است که نصب کنتور چهارم یا بیشتر برای ظرفیت در صورت وجود محدودیتهای عملی در مسیر لوله و اندازه شیرها لازم گردد. اندازه کنتور اول یا مبنا طوری انتخاب می‌گردد که حداقل با کمتر از ۲۰ درصد ظرفیت آن نگردد. ظرفیت کنتور دوم ممکن است تا سه برابر ظرفیت کنتور اول و ظرفیت سوم تا سه برابر مجموع اولی و دومی باشد.

اتصال الکتریکی کنتورها مطابق زیر است: کنتور اول یا بار مبنا به دو سری اتصال تجهیز می‌گردد که یکی از آنها در حد و ۹۰ الی ۹۵ درصد بار کامل بسته می‌شود و دیگری در بار ۲۰ درصد باز می‌شود. اگر این کار عملی نباشد، یک کلید اختلاف فشارک به طرز مناسبی تجهیز شده است به کنتور وصل می‌گردد. بدین ترتیب اختلاف فشار در عبور از کنتور و لذا درصد جریان بار اسمی آن اندازه‌گیری می‌شود.

در عمل هنگامی که جریان عبوری از کنتور اول تقریباً به ۹۰ الی ۹۵ درصد ظرفیت اسمی که می‌رسد، اتصال مزبور یک رله را می‌بندد. این رله یک شر موتور دارد در پایین دست کنتور دوم را باز می‌کند و لذا

آن را به کار می‌اندازد. کنتور اول به ۲۳ درصد از ظرفیت خود افت می‌کند و دومی به ۲۳ درصد ظرفیت خود میرسد. با افزایش جریان، هر دو کنتور با درصد مساوی دچار افزایش جریان می‌شوند. اگر کنتور سومی نیز مورد نیاز باشد، کنتور دوم به طریقه مشابهی مجهز می‌گردد. هنگامیکه جریان در دو کنتور اول تقریباً به ۹۰ درصد رسید، کنتور دوم توسط اتصال و رله خود شیر موتوردار کنتور سوم را به کار می‌اندازد. در آن هنگام کاهش بار، اتصال پایینی آخرین کنتور مدار را قطع می‌کند و شیر موتوردار کنتور آخر را قطع می‌نماید.

برای اطمینان از تقسیم مساوی بار بین کنتورهای لازم است که سوراخهای توازن را در پایین دست کنتورها قرار دهیم. به جای شیرهای موتوردار می‌توان از شیرهای دیافراگمی - سولنوئیدی استفاده نمود. در طی سالیان گذشته زمان و انرژی زیادی در راه توسعه روشهای گوناگون برای تنظیم توالی کنتورها با وسایل مکانیکی صرف شده است. این روشها به ویژه از این جهت مطلوبند که کنتورهای مورد استفاده به طریقه مکانیکی به کار می‌افتند و می‌توان از وسایل اضافی الکتریکی صرفنظر نمود. یکی از این راهها وصل کردن کنتور سرعت به صورت موازی است. در خروجی کنتور مبنا یک سوراخ محدود کننده قرار دارد. اندازه این سوراخ طوری انتخاب شده است که جریان را در حدی محدود کند که افت فشار در خروجی کنتور ۵ الی ۱۰ Psi باشد. در پایین دست کنتور دوم یک شیر کاهنده از نوع دیافراگمی به کار گرفته می‌شود که به عنوان شیر تنظیم کنتور کار می‌کند. این شیر در ۵ الی ۲۰ Psi کمتر از فشار خروجی کنتور مبنا تنظیم می‌شود درحالی که بار در محدوده آن قرار دارد. هنگامی که بار از ظرفیت کنتور مبنا تجاوز کند، فشار خروجی کنتور به فشار شیر تنظیم کنتور افت می‌کند و بدینوسیله کنتور دوم را باز می‌کند. کنتور اول در بار کامل باقی می‌ماند و بار اضافی توسط کنتور دوم منتقل می‌شود. این نوع عملکرد متوالی تنها در مواردی مناسب است که افزایش جریان نسبت به ظرفیت کنتور اول برای حمل بار کنتور دوم در محدوده قابل ثبت برای آن باشد.

۳-۹-۶- اندازه‌گیری انرژی نفت

واحد انرژی آزاد شده از نفت سوخت با آزمایش در آزمایشگاهها اندازه‌گیری می‌شود. همچنین آن را می‌توان از روی مقادیر منتشر شده تعیین نمود یا از تامین کننده نفت کسب اطلاع کرد.

کتورهای اندازه‌گیری مقدار نفت دارای انواع مختلفی هستند که عموماً عبارتند از: انواع دارای دیسک نوسانی، پره دوار، پیستون نوسانی، پیستون رفت و برگشتی و پروانه.

شباهت اصول کار آنها به یکدیگر در آن است که مقدار نشان داده شده در آنها متناسب با مقدار جریان عبوری در مدتی مشخص می‌باشد. نفت به طور متوالی و به صورت مقادیر کم و بیش مجزا با پر و خالی شدن محفظه‌هایی با ظرفیت ثابت مشخص از قسمت اولیه عبور می‌کند. سپس تعداد مراتب پر و خالی شدن محفظه توسط قسمت ثانویه متشکل از یک شمارنده با درجه بندی مناسب نشان داده می‌شود. طرز عملکرد این دستگاه در واقع مانند این است که مقدار مایع منتقل شده از یک مخزن به مخزن دیگر با شمردن تعداد ظروف یا پیمانهای منتقل شده اندازه‌گیری می‌شود. وسایل مکانیکی انجام اندازه‌گیری یاد شده متفاوتند و برای توضیح بیشتر نوع دارای دیسک نوسانی را تشریح می‌کنید.

نوع دیسک نوسانی: این نوع کنتور که به کنتور با صفحه رقاصک نیز معروف است به طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد شکل (۱۴-۶ الف) را ملاحظه نمایید مجموعه متحرک که سیال را به قسمتهایی تقسیم می‌کند از یک دیسک با شیار شعاعی به همراه یک بلبرینگ و یک پین محوری تقسیم شده است. این قسمت در محفظه اندازه‌گیری جای می‌گیرد و آن را به چهار حجم تقسیم می‌کند که دو تای آنها بالای دیسک و در طرف ورودی و دو تا زیر دیسک و در طرف خروجی قرار دارند. با عبور سیال از درون کنتور، افت فشار از ورودی تا خروجی باعث چرخش و نوسان دیسک می‌شود و در هر سیکل حجمی معادل حجم محفظه اندازه‌گیری منهای حجم مجموعه دیسک جابجا می‌گردد. انتهای پین محوری که در یک مسیر دایره‌ای حرکت می‌کند، بادامکی را به حرکت در می‌آورد که به یک مجموعه چرخنده و به ثبت

کننده متصل است.

دو نوع دیگر که اساس کار آنها مشابه یکدیگر است در شکل‌های ۱۴-۶-ب و ج نشان داده شده‌اند. این نوع عبارتند از کتور با پره دوار و کتور پروانه‌ای.

دقت کنید به لقبهای داخلی، سایش، گشتاور وارده توسط وسیله ثبت کننده، و از جهت سیال بستگی درزبندی بین دیسک دارای شیار شعاعی و محفظه اندازه‌گیری توسط لایه‌ای از سیال اندازه‌گیری شده تامین می‌شود. دیسک شیاردار را می‌توان به عنوان موتوری در نظر گرفت که قدرت خود را از بخار مایع شده جاری می‌گیرد و باری را به حرکت در می‌آورد که اصطکاک داخلی قسمت اندازه‌گیری و گشتاور کاری وسیله ثبت کننده تشکیل شده است. چون مقداری مقاومت در برابر حرکت قسمت اندازه‌گیر وجود دارد، اختلاف فشاری بین طرف بالا و طرف پایین دست قسمت اندازه‌گیر به وجود می‌آید و مقداری از سیال بدن اندازه‌گیری شدن نشست می‌کند. میزان خطا به اندازه لقبهای بین قسمت اندازه‌گیر و محفظه اندازه‌گیری بستگی دارد هر چه تلرانسهای ساخت کوچکتر باشند، خطاهای اندازه‌گیری حاصله نیز کوچکتر خواهند بود. اما در یک کتور خاص، لقبها تحت تاثیر سایش قرار دارند. تغییر دما علاوه بر تغییر اندازه اجزای اندازه‌گیر می‌تواند بر لقبها تاثیر بگذارد زیرا قسمت و محفظه ممکن است دارای ضرایب انبساط حرارتی متفاوت باشند.

هر چه مقدار گشتاور لازم برای به کار انداختن ثبت کننده بیشتر باشد، افت فشار در عبور از قسمت اندازه‌گیر بزرگتر خواهد بود و لذا مقدار مایعی که بدون ثبت شدن نشت می‌کند نیز بیشتر می‌شود. به همین دلیل لازم است که این گشتاور را به حداقل برسانیم. اخیراً از روشهای الکترونیکی یا الکترومغناطیسی برای تشخیص حرکت قسمت اندازه‌گیر استفاده می‌شود. مزیت این روشها این است که بار بسیار کمی را بر قسمت اندازه‌گیر وارد می‌کنند. افزایش لزجت مایع اندازه‌گیری شده افت.

فشار در عبور از قسمت اندازه‌گیری را افزایش می‌دهد اما مقدار آن بیش از مقداری است که به عت

کاهش جریان از درون لقیها به ازای یک افت فشار خاص جبران می‌شود.

بنابراین با افزایش لزجت، مقدار خطا هم در دبی‌های پایین و هم دبیهای بالا کاهش می‌یابد.

بنابراین محدوده بیهایی که به ازای آنها خطای کنتور کمتر از یک مقدار مشخص می‌باشد، با افزایش

لزجت افزایش می‌یابد. نسبت دنده بین دیسک و ثبت کننده طوری تنظیم یم‌شود که اختلاف بین مقدار

جریان واقعی و مقدار نشان داده شده در کل محدوده اندازه‌گیری شده به حداقل برسد.

قبل از نصب کنتور لازم است که خطوط لوله بالا دست آن کاملاً تمیز شوند تا اطمینان حاصل گردد که

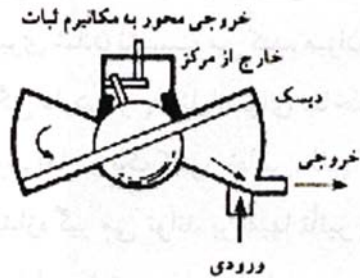
عاری از هر گونه ذرات سخت مانند پوسته‌های لوله می‌باشند، یک فیلتر اندازه شبکه آن برای جلوگیری از

ورود کلیه ذرات به کنتور به اندازه کافی کوچک باشد، باید در ورودی کنتور و تا حد امکان نزدیک به آن

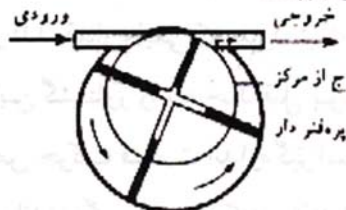
نصب شود. این فیلتر باید مرتباً تمیز شود و فاصله دفعات تمیز کردن بستگی به مقدار موادی دارد که در

مدت مشخص در آن جمع می‌شود.

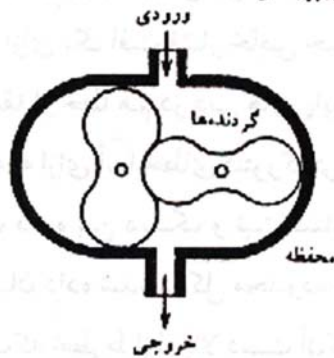
نمودار طرحوار کنتور با دیسک دورانی



نمودار طرحوار کنتور با پرده دوار



نمودار طرحوار کنتور پروانه‌ای



شکل ۶-۱۴. شکل‌های شماتیک کنتور

کنتور نه تنها مقدار مایع بلکه هر گونه گاز موجود در آن را نیز اندازه‌گیری می‌کند. بنابراین اگر امکان ورود

گاز یا بخار به درون کنتور وجود دارد، باید یک حذف‌کننده هوا درست قبل از کنتور نصب شود. جریان

نفث باید در جهت نشان داده شده بر روی بدنه کنتور در آن جریان یابد و دستورالعمل‌های دیگر سازنده در

مورد نصب صحیح آن باید مورد توجه قرار گیرد. فشار مایع هرگز نباید از حداکثر مقدار نشان داده شده بر روی کنتور تجاوز کند و مقدار دبی نیز باید به ظرفیت اسمی کنتور محدود گردد تا از سایش اضافی بر کنتور وارد نشود و به علاوه، کنتور نباید تحت تغییرات دمای بیش از حد قرار گیرد.

۶-۹-۴- اندازه‌گیری انرژی گاز

کنتور دیافراگمی که دارای کاربردهای تجاری و خانگی گسترده‌ای می‌باشد، از چهار قسمت اندازه‌گیری تشکیل شده است که به طور همزمان کار می‌کنند. بعضی از قسمت‌ها در حال پر شدن و قسمت‌هایی دیگر در حال خالی شدن هستند. اما همواره با یکدیگر هماهنگی دارند و شرایط را ایجاد می‌کنند که تحویل گاز به طور یکنواخت انجام شود. این دستگاه طوری ساخته می‌شود که تعداد مراتب پر و خالی شدن هر محفظه اندازه‌گیری ثبت می‌شود و لذا حجم کل بر حسب فوت مکعب بر روی درجه بندی نشان داده می‌شود. ثبت کننده یا کنتور از طریق لنگی که با حرکت دیافراگمها به دوران می‌افتد کار می‌کند. مکانیزم مورد استفاده معمولاً مکانیزم استاندارد گلوور (Glover) نامیده می‌شود. در این دستگاه دیافراگم‌هایی از جنس لاستیک مصنوعی به کار می‌روند تا اطمینان حاصل گردد که جا به جایی مستقیماً با کورس حرکت متناسب است. و شیر از نوع لغزشی توسط یک لنگ مرکزی و از طریق یک اهرم بندی مناسب هب کار می‌افتند. مکانیزم اندازه‌گیری فقط در صورتی حرکت می‌کند که یک اختلاف فشار (و لذا جریان گاز) به وجود آید. معمولاً اختلاف فشار 25Pa (۰/۱ اینچ آب) باعث به کار افتادن کنتور می‌شود. حداکثر ظرفیت در محدود ۴ تا $480\text{ m}^3/\text{hr}$ (یعنی ۱۵۰ تا $1700\text{ fl}^3/\text{hr}$) قرار دارد.

دما و فشار تا حد زیادی قابل کنترل می‌باشند و با اندازه‌گیری این پارامترها در ورودی و خروجی کنتور می‌توان آنها را جبران نمود.

علت خطاهای غیر قابل کنترل عمدتاً سایش و کهنگی می‌باشد که عبارت است از سایش مکانیزم شیر لغزشی مکانیکی، درزبندها و کهنه شدن دمنده‌ها که نهایتاً به نشتی منجر می‌شود. هر دوی این شرایط

باعث کاهش مقدار قرائت شده برای جریان می‌گردند. جمع شدن آلودگی که باعث سایش می‌گردد و نیز ورود بخار که در کنتور رسوب می‌کند نیز باعث کاهش مقدار قرائت شده می‌شود.

دقت کنتور با عوض شدن گاز عبوری از آن تغییر نمی‌کند و باز هم فوت مکعب را نشان می‌دهد. اگر کنتور در شرایطی به جز شرایط استاندارد به کار گرفته شود باید از قانون بویلر و قانون چارلز برای انجام اصلاحات بر روی آن استفاده نمود.

دقت کنتور از نوع دمنده مثبت یا منفی نیم درصد جریان در محدوده ۵ درصد تا جریان اسمی سایش علت عمده خطا در این کنتورها است و دقت کلی آنها تابعی از جریان کل عبوری از کنتور می‌باشد. تجربه نشان می‌دهد که برای کنتورهای محل‌های مسکونی با ظرفیت استاندارد $5\text{m}^3/\text{hr}$ (۱۷۵SCFH) این دقتها برای جریانهای کل تا حدود 10fl^3 (280000m^3) و برای مدت‌های بزرگتر از پنج سال به دست می‌آیند. هیچ روش استانداردی برای نصب کنتور وجود ندارد زیرا بسته به شرایط محل نصب ممکن است که تغییرات زیادی به وجود آید. در عمل چنین معمول است که وسایلی که برای مقطع جریان در جاهایی که از تنظیم کننده فشار استفاده می‌شود و در تمام جاهایی که امنیت فردی اهمیت دارد تعبیه گردد. باید دقت گردد که خط لوله عاری از زنگ‌زدگی و مواد خارجی باشد. کنتور را باید در یک سطح افقی نصب نمود و تکیه‌گاههای محکمی برای آن پیش‌بینی کرد تا دچار تغییر شکل نگردد. کنتورهای گاز که راجع به آن توضیح داده شد از نوعی هستند که معمولاً در مصارف خانگی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این کنتورها در میلیون‌ها مورد علم‌کرد قابل اطمینانی از خود نشان داده‌اند و به تغیر و نگهداری کمی نیاز دارند. کنتورها را می‌توان به صورت دوره‌ای مورد بازبینی قرار داد. تعمیر و تنظیم این دستگاهها نیز بسته به روش کاری استفاده کننده توسط تولیدکننده انجام می‌شود.

۵-۹-۶- اندازه‌گیری انرژی زغال سنگ

تجزیه نهایی یک نمونه از زغال سنگ ترکیبات آن را به صورت درصد خاکستر، گوگرد، کربن، هیدروژن،

نیتروژن و اکسیژن مشخص می‌کند. هیدروژن و اکسیژن رطوبت موجود در نمونه به ا هیدروژن و اکسیژن ماده خشک آن یکجا در نظر گرفته می‌شوند. مقدار خاکستر با تجزیه مستقیم ماده مشخص می‌شود، گوگرد، کربن، هیدروژن و نیتروژن که عناصر شیمیایی تشکیل دهنده می‌باشند و به وسیله آزمایشهای شیمیایی تعیین می‌گردند. اکسیژن به طور تخمینی از تفریق درصد ۵ جزء دیگر از میزان کل به دست می‌آید.

ارزش حرارتی یک سوخت (که ارزش کالری سنجی نامیده می‌شود) عبارت است از گرمای حاصل از سوختن کامل مقدار واحد از آن سوخت در حجم ثابت در یک کالری سنج پمپ اکسیژن تحت شرایط استاندارد. این ارزش گرمایی بالا (hhy) در حجم ثابت است. ارزش گرمایی بالا را می‌توان به صورت تقریبی (با خطای ۲ الی ۳ درصد) با محاسبه hhv اجزای تشکیل دهنده آن و با استفاده از فرمول دالانگ به صورت زیر تعیین نمود:

که O, H, C و S درصدهای وزنی تحلیل نهایی می‌باشند. کل زغال سنگ دریافتی را می‌توان در نقطه تخلیه یا در جایی در سیستم انتقال توزین نمود وسایل توزین معمولاً اتوماتیک هستند و زغال سنگی را که بر روی ریل حمل می‌شود توزین می‌کنند. وزن محموله‌های تحویلی توسط کامیون را می‌توان به وسیله باسکون تعیین نمود. برای توزیع زغال سنگ مصرفی هر دیگ بخار می‌توان از ترازوهای تسمه نقاله‌ای استفاده کرد. دقت وسایل توزین از یک درهم تا یک چهلیم کل مقدار اندازه‌گیری شده است.

۶-۹-۶- اندازه‌گیری احتراق

راندمان احتراق معمولاً با اندازه‌گیریهای غیر مستقیم تعیین می‌شود. از آنجا که تعیین راندمان احتراق به دما و ترکیبات گاز خروجی بستگی دارد، دستگاههای بسیاری برای تعیین این کمیات ساخته شده است. به عنوان مثال می‌توان از تجزیه‌کننده اورسات، تجزیه‌کننده باکارات، تجزیه‌کننده مادون قرمز، و دستگاههای جذب گاز نام برد. این دستگاهها یکی از چند تا از کمیات زیر را اندازه‌گیری می‌کنند: CO_2 , CO , O_2

هیدروژن و متان.

به عنوان مثال عملکرد تجزیه کننده اورسات را توضیح می‌دهیم. این دستگاه اصولاً برای استخراج یک نمونه از گاز خروجی و سپس تعیین حجم اجزای تشکیل دهنده آن به کار می‌رود. برای تجزیه مخلوطی از گازها هر یک از اجزای آن به طور جداگانه جذب می‌شوند و کاهش حجم حاصل از آن اندازه‌گیری می‌شود.

ابتدا نمونه به یک لوله آزمایش حاوی یک ماده جذب کننده (هیدروکسید پتاسیم) منتقل می‌گردد و دی اکسید کربن از مخلوط گازی جدا می‌شود. با برگرداندن مخلوط به ظرف اندازه‌گیری میزان دی اکسید کربن جدا شده تعیین می‌گردد. سپس گاز باقیمانده به لوله بعدی انتقال می‌یابد و در آنجا از پیروگالت پتاسیم برای جدا کردن O_2 استفاده می‌گردد و حجم مخلوط دوباره اندازه‌گیری می‌شود نهایتاً نمونه در لوله سوم از درون کلرید مس عبور می‌کند و CO از آن جدا می‌شود. فرض می‌شود که بقیه گاز جذب نشده N_2 باشد.

موضوع مهم در این روش اندازه‌گیری این است که یک نمونه از گاز خروجی به دست می‌آید. میانگین گرفتن از تجزیه‌های انجام شده بر روی نمونه‌هایی که از جاهای مختلف در گاز خروجی گرفته شده‌اند روش مناسبی است. نشت گاز در حین جابجایی آن یکی دیگر از منابع خطا است. بسیاری از دیگهای بخار از تجزیه کننده‌های اتوماتیک گاز با ثبت یا نمایش پیوسته استفاده می‌کنند. این دستگاهها می‌توانند O_2 ، CO_2 یا درصد گاز سوخته نشده را نشان دهند. از آنجا که این دستگاهها نسبت به آب حساس نیستند، مقادیر اندازه‌گیری شده بر مبنای گاز خشک می‌باشند.

۷-۹-۶- سیستمهای اندازه‌گیری پیشرفته

توجه اصلی این بحث برد دستگاههای اندازه‌گیری انرژی الکتریکی متمرکز شده است. از آنجا که هر یک از انواع دیگر وسایل اندازه‌گیری فوق‌الذکر را می‌توان با استفاده از وسایل الکتریکی به صورت اتوماتیک

درآورد، در اصل فرقی نمی‌کند که یک سیستم اندازه‌گیری پیشرفته برای سوخت یا بخار چگونه ساخته شود.

در روش اول از یک سیستم مینی یا میکرو کامپیوتر با سیم سخت استفاده می‌شود. باید کتورهای جدیدی نصب شوند یا کتورهای قدیمی به طوری اصلاح گردند که یک ضربه الکترونیکی به ازای هر بار دوران دیسک کتور تولید کنند. سپس این پیام از طریق یک کابل مخصوص به یک مدار واسطه الکترونیکی فرستاده می‌شود. این واحد واسطه با کتورهای راه دور ارتباط برقرار کرده و پیامهای رسیده به یک واحد پردازش مرکزی می‌فرستند. واحد پردازش مرکزی در اصل یک میکرو یا مینی کامپیوتر با ظرفیت ذخیره‌سازی کافی است که داده‌ها را از کلیه کتورهای موجود در سیستم دریافت نموده و آنها را پردازش و ذخیره‌سازی می‌کند و اطلاعات حاصله را چاپ می‌کند. انواع متعددی از این سیستمها وجود دارد زیرا تنوع آنها تقریباً به اندازه تنوع سازندگان کامپیوتر است. از جمله مشخصات اصلی چنین سیستمی چاپ حداکثر دیمانند، زمان روی دادن آن، کل انرژی مصرفی و انرژی مصرفی در هر تاریخ مشخص و غیره است. به علاوه، اکثر سیستمها دارای مکانهای استقرار اپراتور با صفحات نمایش داده لوله اشعه کاتدی می‌باشند و شخص می‌تواند در هر لحظه در صورت لزوم میزان بارهای الکتریکی و جریانهای انرژی را از سیستم درخواست کند.

از آنجا که وجود کامپیوتر تحلیل و عملیات منطقی را امکان پذیر سازد، می‌توان کامپیوتر را با مقادیر از پیش تعیین شده حداکثر دیمانند و حداکثر جریان انرژی اندازه‌گیری شده توسط هر کتور برنامه‌ریزی نمود. بنابراین کامپیوتر می‌تواند رسیدن به درصد مشخصی از دیمانند یا رسیدن به مقدرا از پیش تعیین شده انرژی را به طور اتوماتیک اعلام کند. این سیستم اطلاعاتی را به اپراتور باز می‌گرداند و می‌تواند از افزایش نسبت به حدود قراردادی با به وجود آمدن بارهای مصرفی زیاده از حد جلوگیری کند. در طرحهای نوسازی برای چنین سیستمهایی لازم است که اصلاحاتی بر روی کتورهای موجود انجام شود و

همچنین کنتورها از طریق کابل‌های الکتریکی سیم سخت به واحد مرکزی پردازش متصل گردند. نصب کابل‌های رابط اغلب هزینه و دشواری زیادی در بردارد.

روش دیگری که مشکلات سیم کشی سخت را به همراه ندارد نصب واحدهای نوار کاست بر روی هر کنتور است. بسته‌های الکتریکی کوچکی وجود دارند که مستقیماً به کنتور متصل می‌شوند. پالسهای خروجی از کنتور بر روی کاست ضبط می‌شوند. یک کاست کوچک ظرفیت ضبط عملکرد بیش از یکماه را دارد. در این روش لازم است یک مامور برق ماهیانه یک بار به هر ساختمان سر بزند، نوار کاست را بر دارد. و یکنوار جدید به جای آن قرار دهد. سپس کاست‌ها به طور دستی به واحد مرکزی پردازش آورده می‌شوند و اطلاعات آنها از طریق یک مترجم نوار کاست به کامپیوتر داده می‌شوند. این سیستم تمام مشخصات سیستم با سیم‌کشی سخت را دارد بجز اینکه کنترل فوری را امکان پذیر می‌سازد. اما در بسیاری از جهات با سیستم قبلی یکسان است. به عنوان مثال می‌توان تعیین نمود که در چه زمانی اوج دیماندا حاصل می‌شود و در هر لحظه ضبط شده بر روی نوار، مصرف انرژی چقدر است؟

روش دیگر استفاده از سیستم تلفن بر روی انتقال داده‌های اندازه‌گیری شده است. اساس کار در این روش چنین است که در هر محل هر مشتری یک فرستنده خودکار نصب می‌شود. فرستنده پالسهای الکتریکی را از کنتور با یک سری کنتورها دریافت نموده و آنها را از طریق خط تلفن به یک ثبت کننده واقع در شرکت تلفن ارسال می‌کند. فرستنده می‌تواند بیش از یک کنتور را اداره کند و آن را می‌توان برای قرائت کنتور، اندازه‌گیری زمان مصرف، اندازه‌گیری اوج دیماندا، نظارت بر وضعیت بار کنترل نیاز مورد استفاده قرار داد زیرا مکان جریان یافتن اطلاعات در هر دو جهت از بار و به سمت بار وجود دارد.

روشهای دیگری نیز وجود دارند مانند:

- استفاده از به اصطلاح کنترل و ولتاژ راپیل

- استفاده از کنترل رادیویی از راه دور

- استفاده از یک خودرو حامل وسایل اندازه‌گیری الکتریکی متحرک

که برای کسب اطلاعات بیشتر به فهرست منابع و مآخذ پایان این فصل مراجعه کنید.

لازم به تذکر است که انواع جدیدی از کنتور برای اندازه‌گیری قدرت الکتریکی ساخته شده‌اند که از

مدارهای حالت جامد استفاده می‌کنند. این سیستم‌های دارای قابلیت انعطاف، پیچیدگی و قابلیت اطمینان

بیشتری هستند و علاوه بر این دارای دقت بالایی می‌باشند. امروزه این کنتورها عمدتاً در اروپا به کار

گرفته می‌شوند و تنها مدت اندکی است که در ایالت متحده نیز بکار گرفته شده‌اند به طور کلی این

دستگاهها بسیار گرانتر از کنتورهای الکترو مغناطیس استاندارد هستند که در ۵۰ سال اخیر بکار می‌رفته‌اند.

۶-۱۰ منابع و مأخذ:

- ۱- روند توسعه ۲۸ ساله صنعت برق در آینه آمار ۷۳-۱۳۴۶
- ۲- وضعیت برق ایران ۱۳۷۴
- ۳- پیام انرژی شماره ۱۳ بهمن ۱۳۷۵
- ۴- ترازنامه انرژی- وزارت نیرو
- ۵- مدیریت پالایش و پخش وزارت نفت
- ۶- جزوه آموزشی مدیران انرژی مجتمع آموزشی، پژوهشی آذربایجان
- ۷- اصول مدیریت انرژی گرگ بی اسمیت (سازمان بهره‌وری انرژی ایران)
- ۸- Holman, J.P. Experimental Methods for Engineers, NEWYORK: MC. GrawHill 1996.
- ۹- Electrical Power Research institue. Electric utility rate design study- Metering Topic 7 palo Alto, California, january 1977.
- 10- Fitzgerald, A.E. and Higginbotham D.E- basic Electrical Engineering NEWYORK: MC Graw Hill 195.
- 11- Wardils Ltd. Infra-Red Meter Access, An electro-Optic Automatic Meter Reading System. El Paso, Texas 1977.

فصل هفتم

سازماندهی واحدهای مدیریت انرژی

پیش زمینه

با توجه به اهمیت فوق العاده انرژی و نقش مدیریت انرژی در استفاده بهینه از منابع موجود انرژی و به حداقل رساندن اتلاف انرژی، بحث حاضر یک نگرش کلی به مدیریتی انرژی و سازماندهی واحدهای آن می‌باشد.

سازمانها و ارگانهای مختلف می‌توانند دیدگاهها متفاوتی به مدیریت انرژی داشته باشند. اینکه مراحل مختلف مدیریت چیست؟، جایگاه مدیریت انرژی کجا هست؟، کارکنان و منابع مالی آن چگونه تامین می‌شود و این واحدها، به چه شکل با سایر قسمتهای سازمان ارتباط پیدا می‌کنند؟ اینها سوالاتی هستند که صرفاً یک جواب ندارند بلکه پاسخهای متنوعی میتوانند داشته باشند. روشهای انتخابی به موقعیت سازمانی و افراد آن سازمان و همچنین به مرحله‌ای که مدیریت انرژی در سازمان شما دست یافته است، بستگی دارد.

هدف مدیریت انرژی:

هدف مدیریت انرژی دستیابی به اهداف سازمان بمنظور استفاده بهینه از انرژی با کمترین مقدار هزینه است.

این مسئله ممکن است ساده بنظر برسد اما احتمالاً تاکید بر بازدهی انرژی بصورت مجزا و جدا از مسیر عوامل، ممکن است منجر به نادیده گرفتن خواسته‌های سازمانی گردد. باید به این نکته مهم

دقت کرد که انرژی برای خدمت به مردم و سازمانهاست. انسانها در خدمت انرژی نیستند بلکه میخواهند با مصرف بهینه انرژی و با حداقل هزینه ممکن، به هدفهای سازمانی دستیابی پیدا کنند.

۷-۱- اصول مهم مدیریت انرژی

سه اصل عمده مدیریت انرژی عبارتند از:

۱- خرید انرژی با مناسبترین قیمت

۲- اداره امور انرژی با بازدهی بالا

۳- مجهز شدن با مناسبترین نوع تکنولوژی

□ خرید انرژی با مناسبترین قیمت

صنایع گاز، برق و آب در بعضی از کشورها خصوصی شدهاند. صنایع ذغال سنگ هم همین روند را طی می‌کنند. در کشورهایی هم که این صنایع هنوز در کنترل دولت هستند باز هم باید برای خرید و مصرف انرژی تمام جهات و جنبه‌های مختلف را رعایت کرد و از لحاظ بازدهی به مثابه بخش خصوصی عمل نمود.

۷-۲- اداره امور انرژی با بازدهی بالا

وقتی انرژی به پایینترین قیمت ممکن خریداری شد، باید باز بازدهی بالا مصرف شود و از هدر دادن آن اجتناب گردد. بمنظور اینکه امور انرژی به نحو کارآمد و با اثر بخشی و بازدهی بالا اداره شود، مراحل ذیل را باید مورد توجه قرار داد:

- توسعه استراتژیک و خط مشی‌ها مربوط به انرژی
- حسب حمایت و تعهد شده رده‌های مدیریت

- منصوب کردن مدیریت انرژی در هر سازمان
- تشکیل نیروی کار مربوط به انرژی
- حصول اطمینان از اینکه کارکنان مدیریت انرژی خوب آموزش دیده باشند.
- تعیین مسئولیت استفاده از انرژی
- بازبینی از نحوه مصرف انرژی
- اعمال سیستم نظارت بر انرژی
- تعیین معیارهای روشن برای سرمایه‌گذاری در انرژی
- حصول اطمینان از بازدهی در طراحی و برنامه‌ریزی تمام فرآیندهای کار، ساختمانها و تجهیزات
- اطمینان از اینکه بازدهی انرژی در طرحهای نگهداری تجهیزات و وسایل مد نظر قرار گرفته است.

- ارائه آموزش تخصصی انرژی برای تامین نیازها
 - افزایش انگیزش و بالا بردن سطح دانش و آگاهی تمام کارکنان
 - آگاه کردن مردم از صرفه‌جویی در انرژی از طریق تعلیمات
 - ایجاد و پایدار کردن فرهنگ صرفه‌جویی در انرژی در سازمان
 - مجهز شدن با مناسب‌ترین نوع تکنولوژی
- صرفه‌جویی در انرژی به سه سطح عملی امکان‌پذیر است: بدون هزینه نگاهداری خوب، با هزینه کم و هزینه بالا این سطوح در جدول ۱-۷ نشان داده شده‌اند.

مقیاس (سطوح)	مثالها	تاکیدات
بدون هزینه نگاهداری خوب	خاموش کردن در مواقعی که به	تاکید بر رفتار انسانهاست از

تکنولوژی موجود استفاده کنید	انرژی نیاز نیست تعمیر کردن وسایل و تجهیزات	
ترکیبی و سرمایه‌گذاری در تکنولوژی با هزینه پایین و درگیری ذهنی و عاطفی انسانها	آموزش استفاده کنندگان نهایی انرژی و نظارت بر نحوه مصرف	هزینه کم
سرمایه‌گذاری تکنولوژی با هزینه بالا با درگیری ذهنی و عاطفی انسانها	بهبود سیستمهای حرارتی سیستمهای مدیریت انرژی تبدیل سوخت	هزینه بالا

در سطح بدون هزینه، تاکید بر روی استفاده از تجهیزات فعلی با بازدهی انرژی در سطح بالاست. این امر دلالت بر این دارد که انسانها آگاه هستند. انگیزش دارند و توانمند شده‌اند.

در سطح هزینه پایین، تغییر بسوی تکنولوژی بعنوان راه حل است. اما داده‌های اساسی باید از انسانها دریافت شود. مثلاً ممکن است راه حل بوسیله یکی از کارکنان ارائه گردد. در سطح هزینه بالا تاکید بر تکنولوژی برای ذخیره انرژی است. این امر باید قبل از تصمیم‌گیری در مورد سرمایه‌گذاری در تکنولوژی برای ذخیره انرژی است. این امر باید قبل از تصمیم‌گیری در مورد سرمایه‌گذاری در تکنولوژی با تجزیه و تحلیل مالی و فنی صورت پذیرد و لکن در همین حالت هم درگیری ذهنی و عاطفی انسانها ضرورت دارد. بعنوان نمونه وقتی که سیستم مدیریت انرژی اعمال شد. باید فردی در اعمال آن نظارت کند.

□ مجهز شدن با مناسب‌ترین نوع تکنولوژ

به منظور مجهز شدن با مناسب‌ترین نوع تکنولوژی، ترکیب مناسب انسانها و راه‌حلهای فنی باید در هر مرحله به کار رود. در هر جا که انسانها درگیر باشند باید آموزش سرلوحه کار قرار گیرد. و هر جا که

تکنولوژی وارد عمل شود. استفاده کننده باید بتواند تعیین کند که تکنولوژی تا چه حد موثر است. این امر به سابقه فنی داشتن ارتباط ندارد بلکه مستلزم آموزش می باشد.

۳-۷- مراحل مدیریت انرژی

توالی روشن و واضحی برای توسعه فعالیتهای مدیریت انرژی وجود دارد. هر سازمانی، من جمله مدیریت انرژی لازم است که مساعی خود را به مراحل مختلفی از رشد و پیشرفت تطبیق دهد. این مراحل می توانند بصورت مراحل متداخل تصور شوند.

مرحله ۱- اعمال کنترل بر روی مصرف انرژی

مرحله ۲- سرمایه گذاری در ذخیره انرژی

مرحله ۳- نگاهداری و حفظ کنترل روی مصرف انرژی

مرحله ۱- اولین هدف مدیریت انرژی باید اعمال کنترل روی مصرف انرژی و هزینه آن باشد. این عمل می تواند با تعیین استفاده کنندگان عمده سازمان از انرژی و معرفی راههای بدون هزینه برای جلوگیری از اسراف انرژی باشد.

- تعیین استراتژی- نوع سوخت و تعرفه را مورد بررسی قرار دهید تا اطمینان حاصل شود که

مناسبترین منبع انرژی را بکار گرفته اید و اینها با قیمت معقول خریداری شده اند.

- نحوه عملیات سیستمهای حرارتی، لامپها، تهویه و سایر لوازم و تجهیزات را مورد بازبینی قرار

دهید تا اطمینان حاصل کنید که وسایل و تجهیزات و ماشینهای موجود با حداکثر بازدهی کار

می کنند.

- اقدامات آموزشی و انگیزش- حدود دانش و آگاهی کارکنان را در مورد انرژی و برنامه های

آموزشی مشخص و معین را مورد بررسی مجدد قرار دهید تا اطمینان حاصل شود که در مورد

نحوه نگاهداری و استفاده از وسایل و تجهیزات به افراد گروههایی که کارشان روی مصرف

انرژی تأثیر دارد، راهنماییهای کافی در سرتاسر سازمان به عمل آمده است.

مرحله ۲- بعد از اینکه طرز کار تجهیزات (مولد انرژی) و ساختمان مورد کنترل قرار گرفت، و مصرف

بی مورد تحت نظارت درآمد، توجه می تواند به ذخیره انرژی که هزینه در بردارد، معطوف شود.

- اقدامات سرمایه گذاری- فرصتهای سرمایه گذاری در زمینه افزایش بازدهی انرژی را بررسی کنید

و بر حسب هزینه، سرمایه لازم و پیش بینی درصد بازگشت آنها را، اولویت بندی نمائید.

- برنامه کار را بر مبنای منابع موجود که بازگشت سرمایه را به حداکثر می رساند تنظیم نمائید.

- مرحله ۳- به محض اینکه مراحل دوم به جریان افتادند، شما باید کنترلها را اعمال و از

سرمایه تان محافظت کنید. این بدان مفهوم است که یک سیستم اطلاعات مدیریت انرژی بوجود

آورید.

- اطلاعات مدیریت انرژی- روشهای جمع آوری، پردازش و بازخور اطلاعات را مورد بازبینی قرار

دهید تا اطمینان حاصل کنید که اطلاعات به موقع در اختیار افرادی که به آنان نیاز دارند، قرار

می گیرد و تصمیم گیری بر مبنای آن بعمل می آید.

۴-۷- سازماندهی

قلمرو مدیریت انرژی باید به تمام سازمان شمول یابد. مدیر انرژی باید به تمام قسمتهای سازمان دسترسی

داشته باشد، اما مدیریت انرژی در یک محل استقرار یابد. جایگاه مدیریت انرژی ممکن است به این شرح

باشد:

- اداره امور فنی

- اداره امور پرسنلی

- اداره امور مالی
- دفتر مدیریت عامل سازمان
- مشاور- خارج از سازمان

۵-۷- جایگاه مدیریت انرژی

گرایشی وجود داشته است که صرفه‌جویی در انرژی به عنوان یک فعالیت فنی دیده شود و شما ممکن است فعلاً در سازمانتان جزو یک قسمت فنی باشید. این روش ممکن است در مرحله ۱ برنامه مدیریت انرژی خوب به نظر برسد و روی مصرف انرژی کنترل اعمال نماید، اما برای آموزش یا فعالیتهای اطلاعاتی مدیرتی انرژی، مناسب نباشد.

اداره امور مالی ممکن است جای مناسبی برای انگیزش و آموزش فعالیتهای صرفه‌جویی در انرژی باشد. اداره امور مالی احتمالاً در بلند مدت، مبنای خوب برای این عمل خواهد بود و کنترل مالی و روشهای حسابداری مورد لزوم مرحله ۳ را فراهم نماید. اما هر دو واحد محدودیتهایی از لحاظ حساسیت فنی و اعتبار قابلیت پذیرش، در بردارند.

دفتر ریاست عالییه ممکن است سرعت ایجاد پیشرفت مدیریت انرژی را در اولین کار تسهیل کند اما در بلند مدت اگر بخواهیم مدیریت انرژی در جریان امور سراسر سازمان وارد شود ممکن است این هم جایگاه خوبی نباشد.

آخرین راه حل استفاده از مشاوران خارج از سازمان است. این مشاوران می‌توانند تجزیه و تخصص لازم را در اختیار سازمان قرار دهند. روش مزبور ممکن است از لحاظ حمایتی فنی برای کمک به کارکنان داخل سازمان مناسب باشد. لکن شبکه ارتباطی و تماسهای روزانه را که برای مطلع نگاه داشتن و انگیزش کارکنان لازم است، در بر نداشته باشد. در عمل ممکن است هیچ جای منحصر بفرد مطلوبی نباشد و جای

مطلوب باید با تغییر سازمان در طول زمان از یک مرحله مدیریت انرژی به مرحله دیگر، تحول یابد.

هر راه‌حلی مزایا و محدودیتهای خودش را دارد. هر وضعیتی که شما داشته باشید باید بر اساس آن، محل سازمانی را تعیین کنید.

سئوالات مهمی که در این رابطه مطرح می‌باشند، عبارتند از:

- آیا تمام کارکنان مدیریت انرژی باید در یک واحد جمع باشند؟
- آیا میتوان آنها را در سراسر سازمان پراکنده نمود؟ از نقطه نظر مدیریت ضعف در یک واحد در درون یک قسمت خاص، کوتاهترین زنجیر فرماندهی را دارد و همچنین ممکن است موجبات وحدت و یکپارچگی (Esprit de corps) و انجام مقیاس اقتصادی (Economics of scale) را فراهم آورد. اما قسمتهای پراکنده با مسئولیتهای اعطا شده در داخل واحدهای مختلف ممکن است در بلند مدت از لحاظ تاثیر مدیریت انرژی در فعالیتهای مختلف سازمان مفیدتر باشد.

کدامیک از این راه‌حلها میتواند بهترین راه حل باشد؟ (نه در کوتاه مدت بلکه در بلند مدت) به شرایط خاص شما در سازمان بستگی دارد. اگر شما خودتان را یک قسمت فنی بدانید در آن صورت مدیریت انرژی را یک فعالیت فنی تخصصی، محسوب خواهید داشت. انرژی یک مساله مدیریتی است

نه

فنی - تخصص، شما باید:

- اقدامی بعمل آورید که بهینه‌سازی انرژی یک مسئولیت مدیریت تلقی شود.
- کاری بکنید که این ایده جدید را بپذیرند و بدان عمل کنند و خودشان را پاسخگویی

مصرف انرژی بدانند.

۶-۷- نمونه شرح شغل مدیر انرژی

وظایف و مسئولیت‌های شما بعنوان انرژی ممکن است به شرح ذیل باشد:

- ۱- نظارت بر فرمول‌بندی و اجرای خط مشی انرژی
- ۲- معرفی و نگهداری طرق مختلف تامین اطلاعات مدیریت درباره صرفه‌جویی در انرژی و آلودگی محیط
- ۳- توزیع اطلاعات طرق مختلف تامین اطلاعات مدیریت درباره صرفه‌جویی در انرژی و آلودگی محیط
- ۴- تهیه و تنظیمی خط مشی‌ها و اقدامات مربوط به حفظ محیط از لحاظ صرفه‌جویی در انرژی با جایگزینی سوخت‌هایی که آلودگی کمتری دارند.
- ۵- بالا بردن دانش و آگاهی کل سازمان در مورد انرژی
- ۶- معرفی و پیگیری در مورد روش‌های نگاهداری بهتر وضعیت انرژی در سراسر سازمان
- ۷- تعیین نیازهای آموزشی سازمان برای مهارت‌های مربوط به انرژی و درک آنها
- ۸- تعیین طرق مختلف افزایش بازدهی انرژی‌های گوناگون
- ۹- فرمول‌بندی برنامه سرمایه‌گذاری برای کاهش مصرف انرژی و تقلیل آلودگی محیط

۷-۷- حساب پس دهی

اعمال مدیریت خوب بخصوص در واحدهای صنفی در زمینه مصرف در زمینه مصرف انرژی، به اندازه

محل سازمانی، حائز اهمیت است. در این مورد آنچه که لازم به نظر می‌رسد عبارتند از:

- تفویض اختیار و واگذاری مسئولیت برای کنترل مصرف انرژی به کسانی که بودجه مربوط به

انرژی را در سازمان کنترل می‌کنند.

- تعیین یک نفر که مسئولیت هماهنگی تمام فعالیتهای مدیریت انرژی و گزارش دهی منظم را بعهده داشته باشد و همچنین چگونگی و تا چه حد هر قسمت مقدار انرژی مصرفی را، کنترل می‌نماید.

- تعیین خطوط روشن گزارش دهی و مسئولیت برای فعالیتهای مدیریت انرژی از مصرف کننده انرژی تا مدیریت بالای سازمان

- تعیین یک کمیته متشکل از ادارات مختلف برای اداره انرژی

شما باید ماهی یکبار به رئیس واحدی که در آن اشتغال دارید، گزارش نمائید. از طریق این واحد، شما لازم است حداقل ماهی یکبار به کمیته متشکل از ادارات مختلف (مذکور در فوق) گزارش دهید. مزایای چنین کمیته‌ای این است که دسترسی به قیمتهای گوناگون تصمیم‌گیری را که روی مصرف انرژی تاثیر می‌گذارد، آسان می‌سازد. در غیر اینصورت، ادارات ممکن است شما را نادیده بگیرند. از طریق چنین کمیته‌ای شما باید حداقل سالی یکبار به هیات مدیره گزارش نمائید.

همچنین لازم است که وظایف کارکنان مدیریت انرژی تفکیک گردد. به طوری که تعدادی از کارکنان مسئول سرمایه‌گذاری در زمینه صرفه‌جویی در انرژی باشند و گروه دیگر به بررسی و بازرسی نحوه بازگشت سرمایه بپردازند. در حالی که هر دو گروه در برابر شما به عنوان مدیریت انرژی مسئولیت دارند فرآیند بررسی و بازرسی باید مورد بازنگری قرار گیرد. این بازنگری به وسیله کمیته مدیریتی انرژی متشکل از ادارات مختلف انجام خواهد شد.

۸-۷- تامین نیروی انسانی واحد مدیریت انرژی

تعدادی کارکنانی که شما با ویژگیهای مشخص نیاز دارید به عوامل ذیل بستگی دارد:

- مقدار انرژی که مصرف می‌کنید
- حدودی که مصرف انرژی باید در سازمان شما کاهش یابد
- مرحله‌ای از پیشرفت که در برنامه‌های مدیریت انرژی دستیابی حاصل شده است (در مورد مراحل قبلاً صحبت شده است)

عوامل ذیل، به نوبه خود حدودی را که مصرف انرژی باید کاهش یابد، تعیین می‌کند:

- تعداد مکانها، مولدها و تجهیزات سازمان
- سطح بازدهی انرژی در وضعیت فعلی
- وضعیت فعلی دانش و آگاهی کارکنان درباره انرژی حدودی که آنها در امور نگاهداری و حفظ مناسب تاسیسات مربوط به انرژی درگیر هستند.
- کافی بودن سیستم اطلاعات فعلی در مورد انرژی، برای حمایت از تصمیم‌گیری مدیریت
- مقدار بودجه‌ای که برای بهبود مورد فوق موجود است.

نکات فوق بدین معنی است که تعداد دقیق کارکنان مورد نیاز بخش مدیریت انرژی در طول زمان متغیر

است. در هر حال، با یک محاسبه سرانگشتی شما باید حداقل تعداد کارکنان را داشته باشید:

تعداد کارکنان صرفاً عامل مهمی نیست، رشته تخصصی و میزان تجربه آنان نیز اهمیت دارد. اگر تخصص و تجربه نداشته باشند. احتمالاً بدون نظارت مستقیم شما کارآمد نخواهند بود. این امر به نوبه خود موجب اتلاف وقت شما می‌شود و نمی‌توانید به اندازه کافی به تفکر استراتژیک، گزارشهای داخلی، یا بالا بردن ارزش و اعتبار فعالیتهای مدیریت انرژی بپردازید.

در طول زمان، فعالیتهای مدیریت باید به طور وسیع تخصصی شوند.

- مدیریت عمومی واحد انرژی
- امور فنی

- مدیریت پرسنلی

- آموزش

- بازاریابی

نکته اصلی این است که شما باید از مهارت‌ها و تخصص‌های موجود در مکان مناسب و زمان مناسب استفاده

کنید.

واحد

وضعیت کنونی میزان صرفه‌جویی در صنایع انرژی بر

: درصد

صنعت	شاخص میزان کاهش مصرف انرژی	خلاصه روشهای صرفه‌جویی انرژی	وسایل نشان دهنده صرفه‌جویی انرژی و غیره	میزان گسترش از ۳۱ مارس ۱۹۸۴
آهن و فولاد	۸۱/۲	۱- بهبود تکنولوژی عملیاتی	۱- خط ریخته‌گیری پیشرفته دائمی	۱۷
	(۲۷/۹)	۲- بازیافت انرژی پسماند	۲- توربین بازیافت هوای پر فشار کوره	۵۲
		۳- بهبود فرآیند	۳- خاموش کردن خشک کن	۳۲
		۴- بهبود بهره مصرف انرژی		
پتروشیمی	۷۲/۴	۱- بازیافت گرمای پسماند	۱- دستگاههایی برای بازیافت گرمایی پسماند از گازهای خروجی از کوره گرم کننده	۱۰۰
	۷۷/۱	۲- منطقی کردن فرآیند تولید	۱- دستگاههایی برای بازیافت پسماند از محصولات جنبی	۱۰۰
		۳- کاهش نسبت فشار م جدد در فرآیند تقطیر	۲- کمپرسورهای دارای بهره زیاد	۱۰۰
سیمان	۷۴/۴	۱- کاربرد NSP	۱- کوره NSP مخصوص	۹۳/۷
	(۳/۳)	۲- بهبود آسیابهای مواد اولیه و مواد نهایی (کلینکر)	۲- آسیاب عمودی	۶/۵
		۳- استفاده از گرمای پسماند	۳- راه اندازه مولد قدرت از بازیافت گرمای پسماند	۲۴/۰
		۴- بهینه‌سازی کنترل احتراق		
خمیر، کاغذ	۸۰/۰	۱- کار بی وقفه فرآیند تولید	۱- تخمیر بی وقفه	۱۹
	(۵۵/۶)	۲- بهبود کنترل عملیات	۲- بررسی کمربندی	۲۹
		۳- بازیافت گرمای پسماند		۳
		۴- تقویت بهره فرآیند تولید		
		۵- استفاده وسیعتر از کاغذهای مستعمل		
رنگرزی	۷۰/۰	۱- ازدیاد دقت در صرفه‌جویی انرژی از طریق کنترل تعمیر و نگهداری	۱- مبدل گرما (مایع - مایع)	۱۶
	(۶۰/۹)	۲- بازیافت و مصرف مجدد آب داغ پسماند و گرمای پسماند	۲- شوینده نوع کم انرژی بر	۱۹
		۳- معرفی دستگاههای کم انرژی بر، از قبیل ماشین رنگرزی با نسبت حمام کم	۳- ماشین رنگرزی با نسبت حمام کم	۲۱
		۴- بهبود در شرایط آزمایش و غیره		
شیشه جام	۷۳/۲	۱- عایق‌سازی	۱- بویلر گرمای پسماند	۱۰۰

		۲- بهبود آب بندی کوره ۳- بهبود بهره مولد ۴- نصب بویلرهای گرمای پسند	(۶۱/۲)	
--	--	---	--------	--

پتانسیل صرفه‌جویی در صنایع ایران در بخش صنعت حدود ۲۰ الی ۲۵ درصد پیش‌بینی می‌شود و در زیر بخش صنعت پتانسیل در زیر بخش صنعت

پتانسیل صرفه‌جویی انرژی به ترتیب ذیل می‌باشد:

نوع صنعت	مصرف انرژی در سال ۱۹۹۰ ^۳ تن معادل نفت	ارزش اقتصادی ترکیب انرژی بر حسب دلار آمریکا هر تن معادل نفت	پتانسیل صرفه‌جویی انرژی %	صرفه‌جویی انرژی ۱۰ ^۳ تن معادل نفت سالانه	ارزش اقتصادی انرژی صرفه‌جویی شده میلیون دلار آمریکا سالانه	هزینه سرمایه‌گذاری برای صرفه‌جویی انرژی بر حسب دلار آمریکا به ازاء هر تن معادل نفت در سال	سرمایه‌گذاری تخمینی بر حسب میلیون دلار آمریکا	سالها بازپرداخت بصورت ساده
خوراک/آشامیدنی	۲/۱۸۷	۱۵۵	۱۵	۳۳۰	۵۰/۸	۲۵۰	۹۰	۱/۷
نساجی	۳/۹۰۷	۱۱۰	۲۰	۷۸۰	۸۵/۹	۲۵۰	۲۰۰	۲/۳
چوب	۳۹۷	۱۷۰	۵	۲۰	۳/۴	۳۰۰	۶	۱/۸
کاغذ	۱۳۵	۲۵۰	۱۵	۲۰	۵/۲	۳۰۰	۶	۱/۲
شیمیایی	۲/۹۳۵	۱۲۵	۲۰-۲۵	۶۶۰-معدل	۸۳/۰	۳۰۰	۲۰۰	۲/۴
غیر فلزی	۱/۰۷۴	۲۴۰	۲۰/۲۵	۲۴۰-معدل	۵۸/۰	۳۰۰	۷۰	۱/۲
فلزات اساسی	۱/۴۳۵	۱۶۰	۲۵-۳۰	۳۳۰-معدل	۵۳/۰	۳۰۰	۲۰	۱/۹
محصولات فلزی	۶۹۰	۲۵۰	۱۰	۷۰	۱۷/۳	۳۰۰	۲۰	۱/۲

۱/۷	۱	۳۰۰	۰/۶	۲	۱۰	۳۱۰	۲۱	سایر محصولات
۱/۹	۷۰۰	۳۰۰	۳۷۰	۲/۴۵۰	۱۸-۲۰	۱۵۰	۱۲/۷۸۱	کل / متوسط

مأخذ: صرفه‌جویی انرژی در ژاپن ۱۹۸۴

کل کشور سال ۱۳۷۰

(درصد)

فعالیت	شدت انرژی	سهم انرژی نسبت به کل هزینه‌ها	نسبت ارزش انرژی هر فعالیت به ارزش کل انرژی	پتانسیل صرفه‌جویی انرژی
صنعت	۱/۴۷	۲/۶۳	۱۰۰	۲۰-۲۵
صنایع مواد غذایی، آشامیدنی و دخانیات	۱/۰۰	۱/۵۸	۱۱/۴	۱۵
صنایع نساجی، پوشاک و چرم	۱/۰۹	۱/۹۲	۱۲/۲	۲۰
صنایع چوب و محصولات چوبی	۱/۵۳	۲/۵۷	۱/۴	۵
صنایع کاغذ و مقوا و چاپ و انتشار	۱/۸۴	۳/۴۳	۳/۴	۱۵
صنایع شیمیایی و نفت و زغال سنگ و لاستیک و پلاستیک	۰/۹۵	۱/۶۵	۶/۹	۲۰/۲۵
صنایع محصولات کانی غیر فلزی بجز نفت و زغال سنگ	۵/۸۶	۱۵/۷۷	۲۵/۵	۲۰/۲۵
صنایع تولید فلزات اساسی	۲/۴۵	۴/۱۸	۲۸/۵	۲۵/۳۰

۱۰	۱۰/۶	۱/۰۴	۰/۵۵	صنایع ماشین آلات و تجهیزات و ابزار و محصولات فلزی
۱۰	۰/۱	۱/۰۰	۰/۳۷	صنایع متفرقه

۹-۷- ماتریس مدیریتی انرژی و جایگاه آن در برنامه‌ریزی:

برنامه‌ریزی، مهمترین عنصر کلیدی در مدیریت انرژی است. برنامه‌ریزی مرحله‌ای مهمتر از تصمیم‌گیری است که ایده و فکر صرفه‌جویی در انرژی را با توجه به محدودیتهای سازمان تبدیل به پروژه‌های اجرایی می‌کند و موجب می‌شود کلیه اقدامات مربوط به صرفه‌جویی انرژی با توجه به سایر فعالیتهای سازمان به صورت مجموعه منسجم و مرتبط بهم دیده شوند.

یکی از راههای تعیین وضعیت موجود هر سازمان از نظر انرژی، معین کردن جایگاه سازمان در ماتریس مدیریت انرژی است. سطرهاى این ماتریس (از سطح ۰ تا ۴) نشان‌دهنده پیچیدگی و تکامل سازمان در قبال مدیریت موثر انرژی و ستونهای آن در ارتباط با موضوعات کلیدی مدیریت (سیاست انرژی، سازماندهی انرژی، انگیزه صرفه‌جویی در میان کارکنان، سیستمهای اطلاعاتی انرژی، بازاریابی و سرمایه‌گذاری در امر انرژی) می‌باشد. نمودار ۲-۷ ماتریس مدیریت انرژی را نشان می‌دهد. استفاده از ماتریس مدیریت انرژی به دو دلیل زیر توصیه شده است.

۱- کمک به شناخت وضع موجود مدیریت انرژی و سیاستهای جاری مدیریت انرژی در سازمان.

۲- کمک به سازمانی و بهبود مدیریت انرژی در سازمان

ماتریس مدیریت انرژی روشی ساده و سریع برای معین ساختن وضع موجود سازمان از نظر مصرف انرژی است. برای استفاده از این ماتریس، لازم است موضوعاتی که در سازمان مورد نظران نسبت به سایر مسائل، بحرانی‌تر است را معین کنید. به طور خلاصه باید:

□ وضعیت و جایگاه سازمان خود را در ماتریس مدیریت انرژی معلوم سازید.

□ روی ستونهایی که می‌توانید بیشترین پیشرفت را داشته باشید تکیه کنید.

□ موانع پیشرفت را معین کرده و راههای غلبه بر آن مشکلات را توصیف کنید.

□ فرصتهای بهبود را معلوم کرده و تصمیم بگیرید که چگونه می‌توان از آن فرصتها بهره‌برداری کرد.

□ در جریان بهبود، همه کارکنان از مدیران عالی تا کارگران ساده را درگیر کنید.

با استفاده از ماترس مدیریت انرژی- سازمانها از نظر مدیریت انرژی در چهار سطح به شرح زیر قرار

می‌گیرند:

سطح صفر

در این سازمانها، واحدی تحت عنوان مدیریت انرژی وجود نداشته و سیاست رسمی در قبال مصرف

انرژی در سازمان موجود نیست.

هیچ فردی یا واحدی مسئولیتی در قبال ((مدیریت)) انرژی نداشته و هیچ نظارتی بر مصرف انرژی وجود

ندارد.. برنامه‌ای برای ایجاد و توسعه آگاهی در استفاده از انرژی و بهینه‌سازی مصرف انرژی در داخل این

قبیل سازمانها وجود ندارد.

نقطه قوت: ندارد.

نقطه ضعف: فرصت گرابنهایی در منفعت بردن از کاهش مصرف انرژی و رفع آثار سوء محیط زیستی

انرژی از دست می‌رود.

سطح اول

با وجود این که در این سازمانها سیاست روشنی در قبال انرژی وجود ندارد، سازمان یک متخصص انرژی را استخدام کرده است. این شخص، اطلاعات اولیه‌ای بر اساس قبض‌های مصرف انرژی تهیه می‌کند و گزارش لازم را در واحدی که کار می‌کند ارائه می‌نماید. متخصص انرژی، از طریق تماسهای غیر رسمی با کسانی که مستقیماً مسئول مصرف انرژی هستند موضوعات مربوط به انرژی را در میان می‌گذارد.

نقطه قوت: متخصص انرژی، اهمیت انرژی را در سازمان تشخیص می‌دهد.

نقطه ضعف: مدیریت انرژی از طریق غیر رسمی با استفاده کنندگان انرژی در سازمان در تماس است.

در این نوع نقطه سازمانها به سرمایه‌گذاری در بهینه‌سازی مصرف انرژی اولیوی داده نمی‌شود یا این اولویت بسیار کم است.

سطح دوم

در این سازمانها مدیران ارشد به اهمیت انرژی واقف شده اما در عمل تعهد لازم و کافی را به بهینه‌سازی مصرف انرژی ندارد یا از فعالیتهای واحد مدیریت انرژی حمایت لازم را نمی‌کنند. کارکنان انرژی زیر نظر بخش فنی می‌باشند و گزارشاتای به کمیته‌ای که متشکل از افراد دیگر سازمان است، ارائه می‌کنند به همین دلیل اثر بخشی انرژی در عمل بسیار محدود است.

نقطه قوت: کارکنان انرژی، سازمانی رسمی برای شروع فعالیتهای مربوط به مدیریت انرژی محسوب می‌شوند.

نقطه ضعف: مدیریت انرژی هنوز از طرف مدیریت بالای سازمان حمایت کافی نمی‌شود و به جای

برخورداری از یک برنامه منسجم انرژی معمولاً با هر پروژه بهینه‌سازی مصرف انرژی به طور مجزا، نه سیستماتیک برخورد می‌شود.

سطح سوم

در این سازمانها، مدیران ارشد به مقوله مدیریت انرژی اهمیت بیشتری می‌دهند مدیریت انرژی در ساختار رسمی سازمان، جایگاه ویژه‌ای پیدا کرده است. سیستم اطلاعات جامع و منسجمی از گزارش دهی وجود دارد. همچنین برنامه عملیاتی مصوبی از طرف سازمان برای پیشبرد مدیریت انرژی و سرمایه‌گذاری در افزایش کارایی انرژی وجود دارد.

نقطه قوت: انرژی دیگر در سازمان موضوعی حاشیه‌ای نیست بلکه موضوع اصلی سازمان است.
نقطه ضعف: مدیریت انرژی هنوز به صورت کاملاً جامع و بهم پیوسته در سازمان تجلی پیدا نکرده است.
مدیران بیشتر بهینه‌سازی مصرف را یک کار فنی دانسته تا این که آن را بخشی از مسئولیت خود در نظر گیرند.

سطح چهارم

در این قبیل سازمانها، مسئولیت روشنی در قبال مصرف انرژی برای کلیه مدیرتها وجود دارد. مدیر انرژی به طور منظم از طریق مجاری ارتباطی رسمی و غیر رسمی سازمان بر رفتار مصرف‌کنندگان انرژی در سازمان تاثیر گذاشته و کارایی مصرف انرژی را در کل سازمان بهبود می‌بخشد. در حسابداری مدیریت سازمان سیستم اطلاعاتی جامعی از هزینه‌های مصرف انرژی و منافع حاصله از صرفه‌جویی انرژی وجود دارد. مدیریت انرژی، با توجه به برنامه‌ها مصوب صرفه‌جویی انرژی، نظارت بر برنامه و مقایسه اهداف با عملکرد واقعی مصرف انرژی را انجام داده و از چگونگی پیشرفت برنامه انرژی گزارشات لازم تهیه و

تدوین می‌کند. هیات مدیره سازمان خود را در قبال صرفه‌جویی انرژی و نتایج برنامه‌های بهینه سازی متعهد و مسئول می‌داند.

نقطه قوت: مدیریت انرژی به صورت جامع در سیستمهای مدیریتی سازمان جا افتاده است.

نقطه ضعف: خط افزایش بوروکراسی در فعالیتهای مدیریت انرژی وجود دارد.

در نمودار ۷-۲ وضعیت انرژی در یک سازمان فرضی مشاهده می‌شود.

سطح	سیاست انرژی	سازماندهی	انگیزه	سیستمهای اطلاعاتی	بازاریابی	سرمایه گذاری
۴						
۳						
۲						
۱						
۰						

نمودار ۷-۲ وضعیت انرژی در یک سازمان فرضی

۱۰-۷- منابع و مأخذ:

- ۱- دوره مدیریت انرژی آقای حمید حقگو- دانشکده صنعت آب و برق
- ۲- کاتالوژ سازمانی سازمان بهره‌وری انرژی ایران "سابا"
- ۳- مقاله مدیریت انرژی در سطح بنگاه- نخستین همایش ملی انرژی شورای جهانی انرژی تهران-

فصل هشتم

روشهای مصرف بهینه انرژی در تاسیسات حرارتی و برودتی

۸-۱ معرفی سیستم‌های تهویه مطبوع

شرایط محیط زیست انسان تاثیر زیادی بر چگونگی حالات روحی و روانی، وضعیت و شرایط فیزیکی، نحوه انجام کار و به طور کلی تمام شئون زندگی او دارد. با توجه به اینکه بخش عمده زندگی انسانها در داخل ساختمانها می‌گذرد ایجاد شرایط مطلوب زیست محیطی در داخل ساختمانها، از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد. از مهمترین شرایط داخلی ساختمانها تهیه تهویه مطبوع مناسب با توجه به نوع فعالیت انسانها است زیباترین و گرانباترین ساختمانها در صورتیکه فاقد سیستمهای گرمایش و سرمایش مناسب نباشد، قابل سکونت و استفاده نخواهند بود.

از وظایف عمده یک سیستم تهویه مطبوع عبارتند از: کنترل و تنظیم و تنظیم دمای هوا- تنظیم رطوبت- زدودن گرد و غبار و سایر آلودگیهای هوا- تنظیم سرعت وزش هوا. البته گرمایش و سرمایش هوا متناسب با اقلیم و فصول، عمده‌ترین وظیفه یک سیستم تهویه مطبوع بوده و ایجاد شرایط دیگر از وظایف بعدی میباشند.

شناخت و انتخاب صحیح نوع سیستم گرمایش و سرمایش برای یک ساختمان، بسیار مهم و مسئله حساسی است که باید بوسیله مهندسين طراحی سیستمهای تهویه مطبوع تصمیم‌گیری شود. البته این انتخابات علاوه بر دانش مهندسين طراح، نظر کارفرما و نحوه استفاده و شرایط و امکانات ساختمان نیز

دخالت دارند. عوامل زیادی باید مورد تجزیه و تحلیل و قضاوت قرار گیرند که از اهم آنها، ایده‌های صاحب ساختمان و جنبه‌های اقتصادی طرح می‌باشند. عمده‌ترین نکاتی که در موقع طراحی و انتخاب سیستم تهویه مطبوع باید مد نظر باشند عبارتند از:

- ۱- امکانات مالی
- ۲- نوع ساختمان - هدف و موقعیت مکانی
- ۳- مشخصات هوای خارج از نظر دما-رطوبت - باد و تابش خورشید
- ۴- جنبه‌های فیزیکی ساختمان از نظر تطبیق با سیستم گرمایش و سرمایش
- ۵- کیفیت هوای داخلی ساختمان
- ۶- رعایت صرفه‌جویی و بیهنه کردن یستم انتخابی

۱-۱-۸- انواع سیستم‌های تهویه مطبوع (گرمایش و سرمایش ساختمانها) = سیستم‌های متداول تهویه مطبوع به انواع زیر تقسیم می‌شوند:

- ۱- سیستم تهویه مطبوع تمام آب (سیستم فن کویل)
- ۲- سیستم تهویه مطبوع تمام هوا (سیستم هوا ساز)
- ۳- سیستم هوا- آب
- ۴- سیستم پمپ حرارتی

هریک از سیستم‌های فوق جهت آشنائی با نوع و عملکرد آنها بطور خیلی مختصر تشریح می‌شوند:

۱-۱-۸- سیستم تهویه مطبوع تمام آب:

در این سیستم سیال ناقل حرارت و برودت آب می‌باشد. آب در موتورخانه در دتسگاه‌های حرارتی مانند دیگ بخار یا دیگ آبگرم، گرم می‌شود و برای گرمایش ساختمان در فصول سرد مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای فصول گرم مثل تابستان، در موتورخانه از چیلر یا آبسردکن برای تهیه آب سرد استفاده

می‌شود و برای سرمایش ساختمان از این آب سرد استفاده می‌گردد.

آبگرم یا آبسرد تهیه شده به داخل کویل‌های مبدیل حرارتی اتاقها (مثل فن کویل) ارسال می‌شود. باید بزن یا فن متعلق به این دستگاه هوا را از روی کویل عبور داده و باعث گرمایش یا سرمایش اتاقهای داخلی ساختمان می‌گردد.

۸-۱-۲- سیستم تهویه مطبوع تمام هوا (سیستم هوا ساز):

در این سیستم نیز در موتورخانه دستگاههای تهیه آبسرد (چیلر) و آبگرم (دیگ آبگرم) با تجهیزات مربوطه فعالیت می‌کنند و برای تهیه و ارسال هوای گرم یا سرد از دستگاههایی بنام هواساز مرکزی (A.H.U) استفاده میشود. دستگاه هواساز دور از موتورخانه و در محلی نزدیکتر به فضای تهویه شونده در اتاقکی نصب میشود. سیال ناقل حرارت و برودت (آب گرم و سرد) به داخل کویل دستگاه هواساز پمپ می‌شود و هوایی که توسط فن و با سرعت از روی این کویل عبور می‌کند، سرد و یا گرم شده و بوسیله کانالهای هوای سقفی بداخل فضاهای تهویه شونده توزیع میشود. توضیح اینکه هوای عبوری از روی کویل تصفیه فیزیکی شده و رطوبت‌زنی یا رطوبت‌گیری می‌شود و بعد به داخل فضاها ارسال میشود.

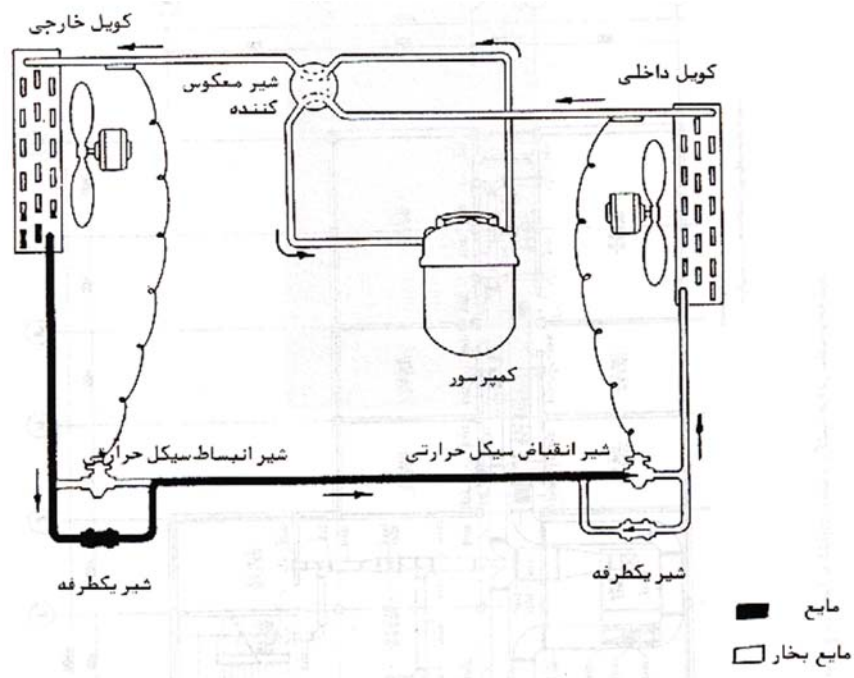
۸-۱-۳- سیستم تهویه مطبوع هوا- آب:

در این سیستم نیز سیال ناقل حرارت و برودت آب می‌باشد که عیناً مثل حالت اول در موتورخانه آب سرد و یا آب گرم در فصول مختلف تهیه و به داخل دستگاه مبدل حرارتی (فن کویل) ارسال میشود و بخش اعظم گرمایش و سرمایش اطاق را تامین می‌نماید. از طرشف دیگر مقداری هوای گرم و یا سرد که در یکدستگاه هواساز مرکزی تهیه شده است به اتاق فرستاده میشود که وظیفه تامین قسمت کمی از بار حرارتی و برودتی اتاق را بر دوش دارد ولی در حقیقت نیاز اتاق را به هوای تازه برآورده می‌کند. از این سیستمها در بیمارستانها و هتلها بیشتر استفاده می‌شود. دستگاه نصب شده در اتاق را واحد القائی نیز

می‌گویند حتی می‌تواند یک پانل تشعشعی باشد.

۴-۱-۸- سیستم تهویه مطبوع پمپ حرارتی:

سیستمی است که قابلیت سرمایش و گرمایش فضاها را در کوچک ساختمانی را باقتضای فصل بعهده دارد. این سیستم اساساً یک سیستم تبرید می‌باشد که می‌توان بوسیله شیر مخصوص مسیر سیال سرد را در آن تغییر داده، اوپراتور آن را به کندانسور و یا بالعکس تبدیل نمود. باین ترتیب هوا در عبور از روی کویلی که در تابستان نقش اوپراتور را بازی می‌کند، خنک شده و در زمستان باگذر از روی همین کویل که توسط شیر مخصوص تبدیل به کندانسور شده است، گرم می‌گردد. این سیستم برای کشورهایی که در آنها برق ارزان‌تر از سوخته‌های فسیلی است مقرون بصرفه بوده و دارای جذابیت خاص برای مکانهای کوچک است. استفاده از این سیستم باعث می‌شود که هزینه اولیه تاسیسات و نیز فضای مورد نیاز برای موتورخانه کاهش یابد. همچنین بدلیل عدم استفاده از سوخته‌های فسیلی، آلودگی کاهش یافته و سیستم در مقابل خطرات آتش سوزی از ایمنی بیشتری برخوردار خواهد بود.



در مدار ماده سرمزای این سیستم از شیر انبساط حرارتی استفاده شده است. به شیر چهارراهه تغییر مدار سیستم توجه کنید. در حالت نشان داده شده در شکل سیستم بعنوان تهویه مطبوع تابستانی بکار می‌رود. در فصل زمستان مسیر گاز داغ خروجی از کمپرسور بوسیله شیر چهارراهه تغییر می‌یابد و با ورود گاز داغ به کویل حرارتی داخلی، هوای ورودی به ساختمان نیز گرم می‌شود.

۸-۲- بهره‌برداری و صرفه‌جویی انرژی در سیستمهای تبرید

مقدمه

گسترش و کاربرد روز افزون صنایع تبرید از نیاز خانواده‌های کوچک تا شهرهای چند میلیونی جهت نگهداری مواد غذایی سالم، از ساختمانهای ویلانی تا برجهای عظیم مسکونی و تجاری جهت تهویه مطبوع تابستانی، از صنایع غذایی کوچک تا صنایع عظیم نفت و گاز پتروشیمی برای تبخیر و تقطیر و

جداسازی و ... اهمیت صنعت تبرید و سردسازی و توجه بیشتر باین رشته را آشکار می‌سازد.

تاریخچه و کاربردهای تبرید

در اوایل پیدایش تبرید مکانیکی، دستگاهها موجود حجیم و گران بدند و راندمان زیادی نداشتند بهمنی دلیل صرفاً به چند کاربرد بزرگ نظیر واحدهای تولید یخ، بسته‌بندی گوشت و یخچالهای بزرگ محدود می‌شدند ولی این صنعت در عرض چند دهه بسرعت رشد نموده و بصورت امروزی در آمده است. این رشد سریع حاصل چند عامل مختلف بود. با پیشرفت روشهای تولید دقیق، امکان تولید تجهیزات کوچکتر با راندمان بالاتر فراهم شد. این امر به‌مراه تهیه مبردهای بی‌خطر و اختراع موتوهای الکتریکی با قدرت کمتر، امکان ساخت واحدهای کوچک تبرید را که امروزه در کاربردهای نظیر یخچالها و فریزرهای خانگی، دستگاههای هواساز کوچک و دستگاههای تجاری، مورد استفاده قرار می‌گیرند. فراهم نمود. بطوریکه امروز کمتر خانه یا واحد تجاری و صنعتی را میتوان یافت که از یکی از انواع مختلف دستگاهها و سیستمهای تبرید استفاده نکنند.

برای مثال امروزه بدین بهره‌گیری از صنعت تبرید، تهیه و نگهداری مواد پروتئینی با رشد فزاینده جمعیت ممکن نخواهد بود. همچنین در بیشتر ساختمانهای بزرگ نظیر مجتمعهای مسکونی، تجاری و صنعتی در صورتیکه از تجهیزات تهویه مطبوع و تبرید بهره‌گیری نشود. به دلیل گرمای محیط در تابستان. این ساختمانها غیر تحمل خواهند بود.

علاوه بر کاربرد تبرید در تهویه مطبوع و استفاده آن در فرآیندهای انجماد و سردخانه‌ها، در حمل و نقل نگهداری مواد غذایی فاسد شدنی، از تبرید مکانیکی در تهیه و عرضه اغلب مواد یا اجناس و دستگاههای بزرگ امروزی استفاده می‌شود.

تعداد فرایندها یا محصولات که با استفاده از تبرید، تحقق یا بهبود یافته‌اند بی‌شمار است بطور مثال وجود

تبرید امکان ساخت سدهای بزرگ که برای پروژه‌های تولید برق و آبیاری ضروری است فراهم می‌سازد. تبرید ساخت جاده‌ها، تونل‌ها، چاهک فونداسیون و حفاری در زمینهای سست را فراهم نماید. بوسیله تبرید امکان تولید پلاستیکها، لاستیکهای مصنوعی و بسیاری از محصولات و مواد مفید دیگر، امکان پذیر می‌گردد. تولید کنندگان منسوجات و کاغذ می‌توانند با استفاده از تبرید سرعت تولید محصول خود را افزایش دهند. استفاده از تبرید روشهای بهتری برای آبکاری فولادهای مورد استفاده در دستگاهها بوجود می‌آورد. این مواد تنها گوشه‌ای از صدها کاربرد تبرید جدید است که امروزه مورد استفاده قرار می‌گیرند و همه سالها چندین کاربرد جدید بآنها اضافه میشود.

بطور خلاصه و برای سهولت مطالعه صنعت تبرید، میتوان کاربردهای تبرید را به شش گروه اصلی تقسیم نمود:

تبرید خانگی - تبرید تجاری - تبرید صنعتی - تبرید حمل و نقل - تهویه مطبوع ساختمانها - تهویه صنعتی با توجه به اینکه قسمت اصلی این درس سیستمها گرمایش و سرمایش (تهویه مطبوع ساختمانها) می‌باشد توضیح مختصری در این مورد ضروری است.

بطوریکه از اسم تهویه مطبوع بر می‌آید، این مقوله با شرایط هوا در ساختمانها و فضاهاى مورد نظر در ارتباط می‌باشد و نه تنها کنترل دما بلکه کنترل رطوبت و سرعت وزش هوا را نیز به‌مراه تصفیه و تمیز کردن هوا شامل می‌شود.

کاربردهای تهویه مطبوع بر دو نوع خانگی و صنعت می‌باشد. سیستمهای تهویه مطبوع عمده آنها مطبوع کردن هوا برای راحتی انسانها است، تهویه مطبوع خانگی نامبرده می‌شود، نمونه‌ای از این سیستمها را میتوان در منازل مدارس، دفاتر، مساجد، هتلها، سوپرمارکتها، ساختمانهای عمومی، کارخانجات، اتومبیل‌ها، اتوبوسها، هواپیماها، کشتی‌ها و ... مشاهده نمود. از طرف دیگر هر گونه مطبوع‌سازی هوا که هدف اصلی آن رفاه انسانها نباشد، تهویه صنعتی نامیده می‌شود.

کاربردها تهویه صنعتی از نظر تعداد و تنوع نامحدود هستند، به بیان کلی وظیفه سیستمهای تهویه مطبوع صنعتی عبارتند از: کنترل میزان رطوبت مواد مرطوب، کنترل شدت واکنشهای شیمیایی و بیوشیمیایی، محدود کردن میزان تغییرات مواد ظریف از لحاظ انبساط و انقباض حرارتی - فراهم نمودن هوای تمیز و تصفیه شده که اغلب برای کار راحت و تولید محصولاتی با کیفیت بهرت، لازم می‌باشد.

۱-۲-۸- انواع سیستمهای تبرید و فرآیندهای مربوطه:

تبرید: بهر تحولی که در آن حرارت گرفته می‌شود، تبرید می‌گویند. به شاخه‌ای از علم که در آن به کاهش و ثابت نگهداشتن دمای یک ماده یا فضا، در دمائی پایین‌تر از دمای محیط پرداخته می‌شود، تبرید اطلاق می‌شود، به بیان دیگر در تحول تبرید، حرارت از جسم سرد شونده‌ای گرفته شده به جسم دیگری که دمایی بیشتر از جسم سرد شونده دارد، منتقل می‌گردد. چون در این تحول حرارت گرفته شده از جسم سرد شوند به جسم دیگری منتقل می‌شود، لذا در تحول تبرید هم گرمایش و هم سرمایش وجود دارد و فقط نحوه استفاده از سیستم، آنها را از یکدیگر متمایز می‌سازد.

در تبرید چون حرارتی همواره از محل گرمتر به محیط سردتر منتقل می‌شود، بطور پیوسته جریان حرارتی بین دو محیط ذکر شده برقرار می‌باشد و برای جلوگیری از تلفات حرارتی معمولاً محل سرد شونده را بوسیله عایق حرارتی، از محیط جدا می‌کنند.

انواع مختلف سیستمهای تبرید عبارتند از: سیستمهای تبرید تراکمی - سیستمهای تبرید جذبی - تبرید ترموالکتریکی.

الف - سیستم تبرید تراکمی:

اجزای اصلی یک سیستم تبرید تراکمی (تبخیری) عبارتند از:

۱- اوپراتور که سطح تبادل حرارت لازم برای انتقال حرارت از فضا یا محصول را به مبرد تبخیر

شونده فراهم می‌سازد و محیط سردی را در سیستم تبرید بوجود می‌آورد.

۲- کمپرسور که بخار مبرد را از اوپراتور مکیده و دما و فشار آنرا به حدی افزایش می‌دهد که بتواند

با عامل تقطیر معمولی، تقطیر شود.

۳- کندانسور که سطح تبادل حرارت لازم برای انتقال حرارت از بخار گرم به عامل تقطیر را فراهم

می‌سازد و ماده مبرد را بصورت مایع در می‌آورد.

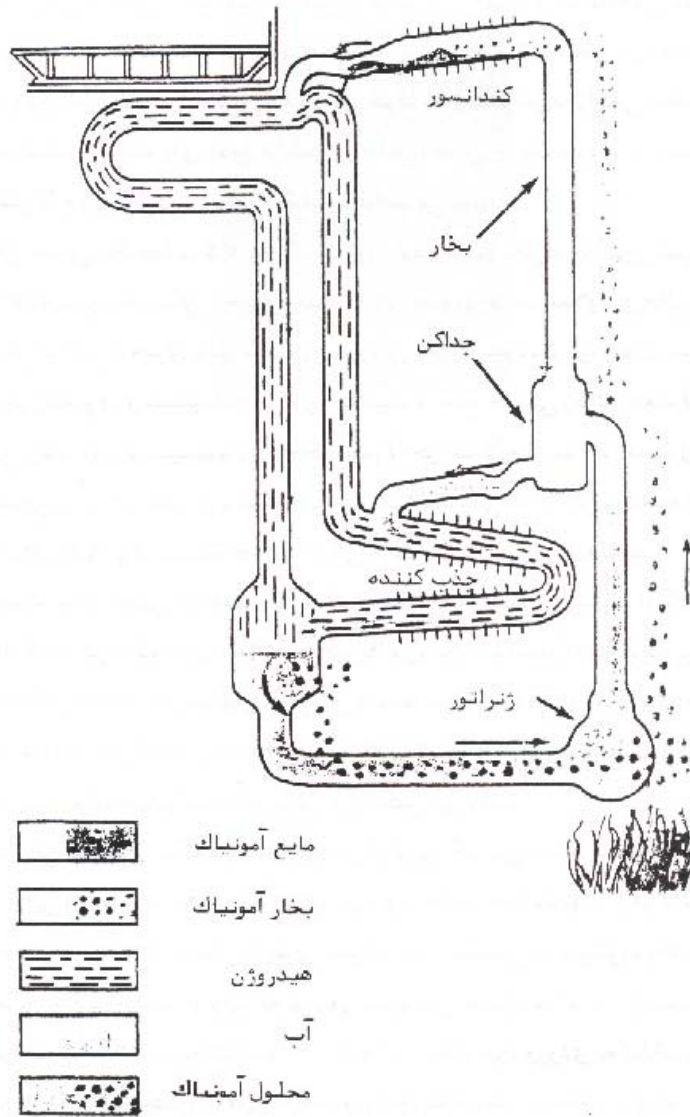
۴- کنترل کننده ماده مبرد که مقدار مناسبی از مبرد را به اوپراتور می‌رساند و فشار آنرا طوری کاهش

میدهد که مایع مبرد بتواند در دمای پایین مورد نظر تبخیر شود.

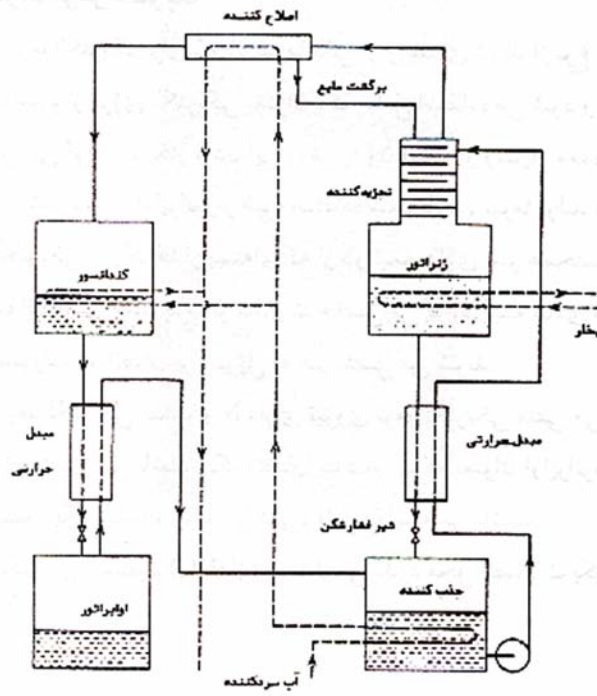
واضح است اجزاء فوق بوسیله لوله‌های : گاز داغ (بین کمپرسور و کندانسور) لوله مایع (بین مخزن ذخیهر

مایع و کنترل کننده ماده مبرد) و لوله مکش (بین اوپراتور و کمپرسور)، بهم مرتبط بوده و یک سیستم بسته

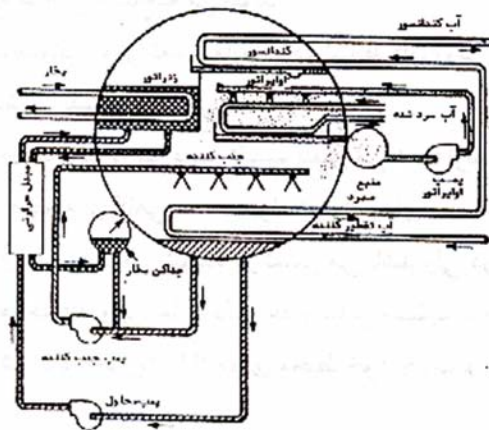
تبرید تراکمی را تشکیل میدهد. شکل (۴-۸) یک سیستم تبرید تراکمی تجاری را نشان می‌دهد.



شکل (۸۵) سیکل سدیماتیکی تبرید جذبی شتابی (پنجاه لفتی) = به مدار گردش آب، جریان آمونیاک و هیدروژن توجه کنید. محلول آب، آمونیاک در ژنراتور و مخزن جذب کننده جریان دارد.



شکل (۸۶) سیستم تبرید جذبی آب و آمونیاک



شکل (۸۷) سیستم تبرید جذبی آب - برومور لیتیموم

ب- سیستم تبرید جذبی

یک سیستم تبرید جذبی از این نظر که از مبردی مانند آب یا آمونیاک استفاده می‌کند و مبرد به تناوب با جذب حرارت نهان از مواد سرد شوند، تحت فشار پایین در اپراتور تبخیر، و با دادن حرارت نهان به عامل تقطیر، در فشار بالا، در کندانسور، تقطیر می‌شود. به سیستم تبرید تراکمی تبخیری شباهت دارد. اختلاف اساسی سیستمهای تبرید تراکمی و جذبی، عامل جریان مبرد در سیستم می‌باشد که اختلاف فشار لازم بین تحولات تبخیر و تقطیر را فراهم می‌نماید.

در سیکل جذبی، یک جذب کننده و یک ژنراتور (تولید کننده بخار)، جایگزین کمپرسور شده و تمام وظایفی را که کمپرسور در سیکل تبخیری بعهده دارد، انجام می‌دهند. بعلاوه درحالی که انرژی ورودی لازم در سیکل تراکمی تبخیری با کار مکانیکی کمپرسور تامین می‌شود، انرژی ورودی سیکل تبرید جذبی، بصورت حرارت بوده و مستقیماً به ژنراتور داده میشود. منبع حرارتی ژنراتور معمولاً بخار کم فشار یا آب داغ میدباشد، ولی در سیستمهای کوچک معمولاً حرارت لازم از سوختن مقداری سوخت فسیلی نظیر گاز طبیعی، پروپان، نفت، یا بوسیله یک مقاومت الکتریکی که در ژنراتور تعبیه شده است، تامین می‌شود. شکل (۵-۸) یک سیستم جذبی خانگی را بطور شماتیکی نشان میدهد.

یک سیستم ساده جذبی از چهار جزء اصلی تشکیل می‌شود. این سیستم از یک اواپراتور و یک جذب کننده که در طرف کم فشار سیستم، و یک ژنراتور و یک کندانسور که در طرف پرفشار سیستم قرار گرفته‌اند، تشکیل شده است. سیالهای عامل مورد استفاده، یک ماده مبرد و یک ماده جاذب می‌باشند، مسیر جریان ماده مبرد از کندانسور به اواپراتور به جذب کننده به ژنراتور و برگشت به کندانسور می‌باشد در حالی که مسیر ماده جذب کننده به ژنراتور و بالعکس می‌باشد.

روش کار باین ترتیب است که مبرد مایع پر فشار از طریق یک شیر انبساط که فشار مبرد را به فشار پایین

موجود در اوپراتور تقلیل می‌دهد، به اوپراتور وارد و با جذب حرارت نهان از مواد سرد شونده، تخبیر می‌شود. حال بخار کم فشار حاصل، از طریق مجرای بدون مقاومتی از اوپراتور، وارد جذب کننده شده و بوسیله ماده جاذب جذب، و وارد محول لمیدشود. این محلول به ژنراتور فرستاده می‌شود تا با دریافت حرارت تخبیر شده و به کندانسور فرستاده شود. بخار مبرد ورودی به کندانسور، با دفع حرارت به سیالی مانند هوا یا آب، بصورت مایع درآمده و از آنجا بطرف شیر انبساط و اوپراتور فرستاده می‌شود تا عمل سرماسازی در محیط اوپراتور صورت گیرد.

شکل (۸-۵ و ۸-۶) شماتیک یک سیستم تبریدی جذبی آمونیاکی

شکل (۸-۷) یک سیستم تبرید جذبی از نوع آب- برومورلیتیوم را نشان می‌دهند.

ج- سیستم تبریدی ترموالکتریک

استفاده از عمل ترموالکتریک برای ایجاد سرما یکی از روشهای تبرید از نوع جدید می‌باشد باین ترتیب که بجای ماده مبرد از انرژی الکتریکی بعنوان یک حامل استفاده می‌شود و حرارت از یک جهت به جهت دیگر منتقل می‌گردد. با بکار بردن این روش بدون اینکه از وسایل معمولی و ضروری تولید سرما مثل: کمپرسور- کندانسور- اوپراتور و غیره استفاده شده باشد، سرما تولید می‌شود.

وقتی که جریان الکتریکی از یک مدار بسته‌ای که از دو نیمه هادی غیر همجنس با درجات حرارت مختلف تشکیل شده‌اند، عبور کند، پنج اثر متفاوت حاصل می‌گردد. نیمه هادی‌ها از دو ماده مختلف از نوع ماده N و P بصورت دو اتصال ترموکوپل به هم متصل می‌شوند.

P دارای نیروی ترموالکتریک مثبت و N دارای نیروی ترموالکتریک منفی می‌باشند. اتصالات به سطوح انتقال حرارت متصل می‌باشند. یک اتصال سرد است که بعنوان اوپراتور و اتصال دیگر گرم است و بعنوان کندانسور یک سیستم تبرید تراکمی، قابل مقایسه می‌باشند.

وقتی که جریان الکتریکی مستقیم (DC) از این مدار می‌گذرد محل اتصالات یکی سرد و دیگری گرم

می‌شود.

۳-۸- اوپراتورها و صرفه‌جویی انرژی

اوپراتورها سطوح انتقال حرارتی هستند که در آنها مایع فراری با دریافت گرمای نهان تبخیر از فضا یا محصولات سرد شونده تبخیر می‌شود. بدلیل کاربرد وسیع و گوناگون تبرید، اوپراتورها در انواع و اشکال و اندازه‌های متنوع طراحی و ساخته می‌شوند.

اوپراتورها را از نظر ساختمان، روش تغذیه مایع مبرد، شرایط کار، روش جریان هوا (یا مایع)، نوع کنترل کننده مبرد و کاربردشان، تقسیم‌بندی می‌کنند.

اوپراتورها را از نظر ساختمان نیز به سه دسته تقسیم‌بندی می‌کنند: لوله‌ای - صفحه‌ای - پره‌دار.

اوپراتورهای لوله‌ای و صفحه‌ای گاهی تحت عنوان اوپراتورهای ساده طبقه‌بندی می‌شوند زیرا تمام سطحشان تا حدودی با مبرد تبخیر شونده در تماس می‌باشد ولی در نوع پره دار سطوح اولیه انتقال حرارت ثانویه نامیده می‌شوند که حرارت را از هوای محیط خود جذب و به لوله‌های حامل مبرد هدایت می‌کنند.

با اینکه کارایی اوپراتورهای لوله‌ای و صفحه‌ای در تمام دماها و در طرحهای متنوع، رضایت بخش می‌باشند، تشکیل برفک بر روی این اوپراتورها، ظرفیت آنها را به اندازه اوپراتورهای پره‌دار، تحت تاثیر قرار نمی‌دهد بعلاوه الب اوپراتورهای ساده بویژه نوع صفحه‌ای براحتی تمیز می‌شوند و میتوان برفک جمع شده بر روی آنها را بدون قطع عمل سرماسازی و بخاطر انداختن کیفیت محصولات سرد شونده بوسیله برس زدن یا خرد کردن، پاک نمود.

۱-۳-۸- موارد صرفه‌جویی انرژی در طراحی و کاربرد اوپراتورها:

۱- تشکیل مبدل حرارتی در سیستم تبرید، مادون سرد کردن مایع مبرد ورودی به شیر انبساط، اثر

تبرید را افزایش می‌دهد.

۲- جدا کردن بخار مبرد از مایع، قبل از ورود به شیر انبساط، و ارسال مایع خالص به شیر انبساط

اثر تبرید را زیاد می‌کند.

۳- اثر تبرید در اوپراتورهای با دمای بالا، بیشتر از اوپراتورهای با دمای پایین می‌باشد.

۴- طراحی اوپراتورهای کویل مستقیم باید به ترتیبی باشد که روغن همراه مبرد به راحتی به

کمپرسور برگردد.

۵- در طراحی اوپراتورها باید دقت شود که در انتهای اوپراتور صد در صد بخار اشباع داشته باشیم

و حتی با سوپر هیت کردن بخار خروجی از اوپراتور این اطمینان کامل می‌شود.

۶- برفک زدن لوله‌های اوپراتور وقتی حاصل می‌شود که دمای کاری آن زیر صفر باشد. در

اینصورت بخار آب موجود در هوای اطراف اوپراتور به نقطه شبنم می‌رسد و برفک زدن آغاز

می‌گردد.

۷- بسته به نوع اوپراتورها، عمل برفک‌زدایی بایستی به طور منظم صورت گیرد تا میزان سرماسازی

کاهش نیابد.

۸- جهت افزایش شدت انتقال حرارت در اوپراتور بایستی جنس آنها از مواردی با ضریب هدایت

بالا بوده و با ماده مبرد ترکیب نشود.

۹- وجود هر گونه رسوب بر روی سطوح خارجی یا داخلی اوپراتور بصورت عایق عمل کرده و

موجب کاهش ضریب کل هدایت حرارتی و در نتیجه کاهش میزان انتقال حرارت می‌گردد.

۱۰- سرعت هوای عبوری از روی کویل یکی از عوامل موثر در تعیین ظرفیت اوپراتور و مقادیر TD

و U می‌باشد و باید نسبت به نوع اوپراتور، سرعت هوا بطور مناسب انتخاب شود. (سرعت

زیاد مناسب است).

۱۱- بعلت متنوع کاربردهای انواع مختلف اواپراتورها و تنوع سازندگان، بهتر است در انتخاب

اواپراتور حتماً شرایط کاری خود را با شرایط کاتولوگ کارخانجات سازنده تطبیق نمائیم.

۱۲- اختلاف دمای متوسط لگاریتمی TD که در انتخاب اواپراتور نقش اساسی دارد، عبارتست از

اختلاف دمای مبرد و هوای عبوری از اواپراتور (ظرفیت اواپراتور در 10°C ، TD = ۵ برابر

ظرفیت آن 2°C = TD خواهد بود)

۱۳- آب نمک بعنوان سیال واسطه سرد، با دمای زیر صفر در تبرید کاربرد زیادی دارد مخصوصاً در

یخسازی غلظت نمک در حد معینی دمای انجماد را کاهش میدهد و این غلظت را در حداقل

دما، محلول اتکتیک می نامند.

۱۴- محلول آب نمک کلرید کلسیم که در تبرید صنعتی استفاده می شود دمای محلول را تا 55°C -

(دمای اتکتیک) میتواند کاهش دهد بدون اینکه محلول یخ بزند. در انتخاب سیستم باین امر

توجه شود.

۴-۸- کمپرسورها و صرفه جویی انرژی:

کمپرسورهای مورد استفاده در صنعت تبرید، بطور کلی و عمومی در سه نوع می باشند:

۱- کمپرسورهای رفت و برگشتی (متناوب) ۲- کمپرسورهای دوار ۳- کمپرسورهای گریز از مرکز

(سانتریفوژ) که از بین سه نوع مذکور، کمپرسورهای متناوب بیشتر از بقیه مورد استفاده قرار می گیرند. در

این کمپرسورها از حرکت پیستون در داخل سیلندر استفاده کرده و بوسیله سوپاپهای مکش و فشار، گاز

مبرد را تراکم می نمایند. کمپرسورهای دوار و گریز از مرکز هر دو در اثر گردش دورانی محورهای خود،

عمل تراکم بخار را انجام می دهند. کمپرسورهای متناوب و دوار یک ماشین با جابجائی مثبت بوده و نوع

گریز از مرکز بر اساس نیروی گریز از مرکز عمل تراکم را انجام میدهند.

ظرفیت تبرید کمپرسورها به شرایط سیستم تبرید بستگی داشته و همانند ظرفیت سیستم، بارم مبرد جریانی در واحد زمان، و اثر تبرید و حد جرم مبرد، تعیین می‌شود. محرک کمپرسورها معمولاً الکتروموتوری است که بوسیله محور خود باعث گردش کمپرسور می‌گردد. دو عامل خیلی مهم در کمپرسورها مورد توجه است که عبارتست از:

۱- ظرفیت کمپرسور ۲- دقت مورد نیاز کمپرسور، که این دو عامل در کمپرسورها به طور موثری بوسیله فشار مکش و رانش تغییر می‌کنند، البته اثر فشار مکش بیشتر است.

۱-۴-۸- موارد صرفه‌جویی انرژی در طراحی و کاربرد کمپرسورها

۱- در طراحی سیکل کار نو در تبرید باید سعی شود عمل تراکم از نوع مرطوب نبوده بلکه از نوع تراکم خشک باشد.

۲- در تراکم مرطوب مقداری مایع وارد سیلندر می‌شود که با بالا آمدن پیستون در سیلندر و عدم تراکم مایع، ضایعاتی در سوپاپها و یا سر سیلندر بوجود می‌آورد.

۳- در تراکم مرطوب مایع باعث شستن داخل سیلندر شد و عمل روغنکاری را مختل می‌کند.

۴- چون روغن روانکاری کمپرسورها با مبرد در تماس می‌باشد، لازم است روغن مورد استفاده برای روانکاری کمپرسورها، از نوع روغنهای مخصوص باشد.

۵- برخی از خواص مهم روغن روانکاری کمپرسورها عبارتند از: پایداری شیمیایی - نقطه سیلان - نقطه انجماد - پایداری دی‌الکتریک و ویسکوزیته

۶- سطح روغن در کمپرسورها باید همیشه کنترل و در حد مطلوب باشد و در صورت نشتی رفع عیب شود.

۷- بطور دائم کمپرسورها از نظر نشتی روغن و گاز، بایستی کنترل شوند و کسری آنها جبران شود.

۸- در طراحی کمپرسورهای واحدها خانگی، صداگیری و لرزه‌گیری از ضروریات طراحی می‌باشد.

۹- لرزه‌گیری کمپرسورهای بزرگ از مسائل مهم طراحی و نصب دستگاه می‌باشد.

۱۰- خنک‌کاری موتور و کمپرسور ضروریست و بایستی در طراحی و نصب مورد توجه قرار گیرد

* توجه: با رعایت نکات فوق عملکرد کمپرسورها در شرایط مطلوبی بوده، راندمان آنها افزایش یافته، در مصرف برق، ماده مبرد و روغن، صرفه‌جویی خواهد شد.

۵-۸- کندانسورها و صرفه‌جویی انرژی:

کندانسورها نیز همچون اواپراتورها وسایل انتقال حرارت می‌باشند که در آنها حرارت بخار مبرد داغ از طریق سطوح لوله‌ها به عامل تقطیر (مثلاً هوا یا آب) منتقل شده و در اثر آن بخار مبرد ابتدا تا دمای اشباع سرد و سپس به مایع تبدیل می‌شود.

با وجودی که در بعضی از سیستم‌های دمای پایین گاهی از آب نمک یا مبردهای انبساط مستقیم به عنوان عامل تقطیر استفاده می‌کنند، ولی در اکثر موارد هوا یا آب و یا ترکیبی از آنها بکار برده می‌شود. بطور کلی

کندانسورها بر سه نوع می‌باشند: ۱- خنک شونده با هوا ۲- خنک شونده با آب ۳- کندانسور تبخیری

در کندانسورهای هوائی از هوا بعنوان عامل تقطیر استفاده می‌کنند در حالی که در کندانسورهای آبی برای

تقطیر مبرد از آب استفاده می‌شود، در هر دو کندانسور فوق‌الذکر حرارت دفع شده بوسیله مبرد، دمای

عامل تقطیر را افزایش می‌دهد. در کندانسورهای تبخیری، هم هوا و هم آب مورد استفاده قرار می‌گیرد.

گرچه در کندانسورهای تبخیری، دمای هوای عبوری مقداری افزایش می‌یابد اما تقطیر مبرد عمدتاً از تبخیر

آب پاشیده شده بر روی کندانسور ناشی می‌شود و وظیفه هوا افزایش شدت تبخیر با دفع بخار آب حاصل

از تحول تخخیر می‌باشد.

مقدار حرارت دفع شده در کندانسورها، مجموع حرارت جذب شده در اواپراتور و حرارت معادل کار

تراکمی کمپرسور می‌باشد و هر گونه جذب حرارت از محیط بوسیله بخار مکش نیز قسمتی از بار

کندانسور را تشکیل می‌دهد، با توجه به اینکه کار تراکمی بازی واحد ظرفیت تبرید به نسبت تراکم بستگی دارد، مقدار حرارت دفع شده در کندانسور بازای واحد ظرفیت تبرید، با شرایط کاری سیستم تغییر می‌کند.

۱-۵-۸- موارد صرفه‌جویی انرژی در کندانسورها:

۱- ظرفیت کندانسور به سه عامل بستگی دارد $(Q = A \times U \times \Delta t)$ ، برای افزایش ظرفیت از

نظر اقتصادی، کدام عامل را باید افزایش داد؟ چرا و چقدر؟

۲- افزایش دمای عامل تقطیر (هوا یا آب) با بار کندانسور نسبت مستقیم دارد $(\Delta t = \frac{Q}{m \times c})$

۳- در یک طراحی خوب، حداقل سرعت هوا که جریانی آشفته و ضریب انتقال حرارت بالایی

داشته باشد، برای کندانسورهای هوایی با جریان اجباری تجویز می‌شود.

$$V = \frac{\text{مقدار هوا}}{\text{سطح کندانسور}} \text{ سرعت هوا}$$

۴- کثیف بودن کندانسورهای پره‌دار، مقدار هوای جریانی و در نتیجه مقدار حرارت‌دهی کندانسور

را کاهش می‌دهد.

۵- در کندانسورهای آبی با برج خنک‌کن، دبی ۰/۰۴۵ تا ۰/۰۶ لیتر در ثانیه بازای هر کیلو وات بار

کندانسور اقتصادی‌ترین موازنه ین توان لازم کمپرسور و پمپ را فراهم می‌نماید.

۶- در انتخاب کندانسورهای آبی، رسوب‌گذاری لوله‌ها بسیار مهم است زیرا هم انتقال حرارت

لوله‌ها و هم قطر آنها را کاهش می‌دهد.

۷- انتخاب کندانسور تبخیری در اصل برای صرفه‌جویی در مصرف آب است، چون در واقع ترکیبی

از کندانسور آبی و برج خنک‌کن می‌باشد که بصورت یک‌دستگاه ساخته می‌شود.

۸- افزایش مقدار هوای جریانی در کندانسورهای تبخیری ظرفیت آنرا افزایش می‌دهد، ولی افزایش

دبی آب خیس‌کننده لوله‌ها، بی‌فایده بوده فقط توان لازم پمپ را افزایش می‌دهد.

۹- در کندانسورهای آبی فاضلابی، برای صرفه‌جویی در مصرف آب، دبی آب جریانی در کندانسور

با فشار گاز خروجی از کمپرسور، و بوسیله شیر، بطور اتوماتیک کنترل می‌شود.

۱۰- بدلائیل اقتصادی، تنها هنگامی که کمپرسور روشن می‌باشد، سیال عامل در کندانسور جریان

می‌یابد، بنابراین پمپ یا فن کندانسور را از نظر الکتریکی با مدار محرک کمپرسور هم‌بندی

می‌کنند.

۱۱- در کندانسورهای هوایی، روغنکاری منظم یا ناقان فن و موتور، عمر دستگاه را افزایش می‌دهد و

تمیز کردن پره‌های فن و سطوح تقطیر از تجمع گرد و خاک و سایر مواد زائد خارجی، راندمان

آنها بهبود می‌بخشد.

۱۲- هر نوع کندانسور آبی در معرض خطر رسوب‌گیری لوله‌ها، خوردگی و رشد جلبک و باکتری در

سطوح خیس می‌باشد. میتوان آنها را تمیز کردن متناوب سطوح لازم با اسیدهای مختلف، کنترل

نمود.

۶-۸- وسایل انبساط و صرفه‌جویی انرژی

کنترل کننده‌های جریان مبرد بر شش نوع می‌باشند:

۱- شیر انبساط (دستی - اتوماتیک - ترموستاتیک)

۲- لوله موئین

۳- شیر شناوری سمت کم فشار

۴- شیر شناوری سمت پر فشار

کنترل کننده‌های مبرد بدون توجه به نوع کارشان دو وظیفه بعهدہ دارند:

۱- اجازه جریان مبرد مایع از لوله مایع به اواپراتور با همان شدت تبخیر مایع در اواپراتور.

۲- ایجاد اختلاف فشار بین طرفین پر فشار و کم فشار سیستم، برای اینکه مبرد بتواند تحت شرایطی که در فشار کم اواپراتور تبخیر می‌شود در همان زمان در فشار زیاد در کندانسور نیز تقطیر شود. از بین چند کنترل کننده، لوله موئین در سیستمهای تبرید کم ظرفیت و شیر انبساط اتوماتیک و ترموستاتیک در سیستمهای تبرید با ظرفیت زیاد، مورد استفاده قرار می‌گیرند.

لوله موئین ساده‌ترین وسیله برای کنترل جریان مبرد است و شامل طول معینی از لوله‌ای به قطر خیلی کم می‌باشد که مابین کندانسور و اواپراتور و معمولاً بجای لوله مایع قرار می‌گیرد. لوله موئین بعلاوه مقاومت اصطکاکی زیاد و قطر کم و همچنین پدیده خفگی ناشی از تبخیر تدریجی مایع مبرد در لوله به دلیل کاهش فشار به کمتر از فشار اشباع، در مقابل جریان مبرد مایع از کندانسور به اواپراتور مقاومت می‌نماید و با کنترل دبی مبرد عبوری، اختلاف فشار بین آن‌د را در حد لازم نگه می‌دارد مقاومت لوله موئین با طولو قطر معین، در مقابل جریان مبرد ثابت است، و دبی عبوری از آن با اختلاف فشار در طرفین لوله که همان اختلاف فشار تبخیر و تقطیر سیستم تبرید می‌باشد، متناسب است و ظرفیت جریان در لوله موئین، برابر ظرفیت پمپاژ می‌باشد.

در صورتیکه طراحی لوله‌های موئین نسبت به ظرفیت تبرید مناسب بوده و صحیح بکار برده شوند، در محدوده قابل قبولی از شرایط کاری، بطور رضایت بخش عمل خواهد کرد.

لوله‌های موئین از این نظر که در طول خاموش بودن سیکل، جریان مبرد مایع به اواپراتور را متوقف نمی‌کنند با سایر انواع کنترل کننده‌های جریان مبرد، تفاوت دارند چون در طول خاموشی سیستم، فشار طرف پر فشار و کم فشار سیستم از طریق لوله موئین برابر می‌شود. باین دلیل در چنین سیستمهایی معمولاً از مخزن ذخیره مایع استفاده نمی‌شود.

لوله‌های موئین علاوه بر ساختمان ساده و قیمت ارزان، هزینه سیستم تبرید و تولید را پائین می‌آورند. پپچیدن (لحیم کردن) طول معینی از لوله موئین به لوله مکش برای ایجاد مبدل حرارتی بین این دو لوله

بوده و عمل مادون سرد شدن مایع و سوپر هیت شدن بخار خروجی از اواپراتور را ایجاد می‌نماید.

۸-۶-۱- وسایل انبساط و صرفه‌جویی انرژی:

- ۱- قطر و طول انتخابی لوله موئین باید متناسب با ظرفیت تبرید و اختلاف فشار سیستم باشد.
- ۲- لوله‌های موئین در کارخانه روی سیستم تبرید نصب می‌شوند و قابل تنظیم نیستند، در صورت تعویض شرایط کارخانه را رعایت کنید.
- ۳- در شیرهای انبساط ترموستاتیکی، کپسول حساس لوله موئین در انتهای لوله مکش و به صورت مطمئن نصب می‌شود.
- ۴- نصب شیر انبساط مناسب در اواپراتور، حالت سوپرهیت بخار خروجی را تضمین و از ورود مایع به کمپرسور و صدمه زدن به آن، جلوگیری می‌کند.
- ۵- تنظیم شیر انبساط یک عملکرد مناسب و مطمئن را بوجود آورد و بازده سیستم را بالا می‌برد.

۸-۷- مبردها و صرفه‌جویی انرژی:

به بیان کلی مبرده ماده است که با جذب حرارت از یک ماده، بصورت عامل خنک کن عمل می‌نماید. در یک سیکل تراکمی تبخیری، مبرد سیال عامل سیکل بوده و با تبخیر و تقطیر تناوبی، به ترتیب حرارت را جذب و دفع می‌نماید، برای اینکه مبردی برای استفاده در سیکل تبرید مناسب باشد بایستی دارای خواص شیمیایی، فیزیکی و ترمودینامیکی ویژه‌ای باشد که استفاده از آنرا مطمئن و اقتصادی می‌سازد. بسیاری از مبردهائی که به طور گسترده‌ای امروز مورد استفاده قرار می‌گیرند از خانواده شیمیایی CFC (کلروفلوئورکربن) بوده و برای لایه ازن زیان آورند. زیانهای وارده بر محیط زیست موجب شده است که تغییراتی در ترکیبات بعضی از مبردها داده شود.

اولین بار در سال ۱۹۸۸ میلادی پروتکل مونترال درخصوص موادی که لایه ازن را از بین می‌برند مورد

موافقت قرار گرفت و تا کنون توسط بیش از ۱۰۰ کشور به امضاء رسیده است.

مطابق این پروتکل روز اول ژانویه ۱۹۹۶ را بعنوان مهلت کنار گذاشتن CFCها قرار داده است و جایگزین موقتی آنها را (HCFC) (هیدروکلروفلوئور کربن) قرار داده است. HCFCها از نوع R22 که در مقایسه با CFCها اثر زیان‌آور کمتری بر لایه ازن دارند بعنوان مواد انتقالی در نظر گرفته شده و نمی‌توان برای دراز مدت آنها را بعنوان مبرد بی‌زیان بکار برد. در بسیاری از کاربردها (HCFC) های جدید به‌مراه R22 جهت جایگزینی (CFC)ها تکامل یافته‌اند. در سالهای اخیر میردهای جدید مثل (R-134a) بصورت تجارتي ساخته شده‌اند و برای جایگزینی (R-12) در سیستمهای تبرید و تهویه مطبوع متحرک و در تبرید خانگی بکار برده می‌شود. میردهای (HCFC) نیز تا سال ۲۰۳۰ باید صد در صد حذف و با مواد جدیدتر دیگری جایگزین خواهند شد. آمونیاک بطور گسترده‌ای بعنوان یک مبرد در تاسیسات صنعتی بزرگ مورد استفاده قرار می‌گیرد. این ماده بازده خوبی دارد لیکن سمی بودن و قابلیت اشتغال آن کاربرد آنرا در بعضی از سیستمها مشکل می‌نماید در صورتیکه آمونیاک در سیستمهای تجاری (تولید و نگهداری مواد غذایی) مورد استفاده قرار گیرد بایستی آنرا با یک مبرد ثانویه و یا یک سیال دیگری بکار برد که در این صورت بازده سیستم حدود ۲۵ درصد کاهش می‌یابد.

میردهای ثانویه که در بعضی از سیستمها مورد استفاده قرار می‌گیرند عبارتند از: آب- پروپیلن گلیکول- اتیلن گلیکول - الکل اتیلیک - کلسیم کلراید.

۸-۸- روشهای بازیافت در سیستمهای تبرید:

تاسیسات تبرید در شرایطی کار می‌کنند که دمای دفع حرارت، بالاتر از دمای محیط می‌باشد. بعلاوه مقدار حرارت دفع شده برابر میزان برودت تولید شده باضافه کار حرارتی کمپرسور می‌باشد. لذا میتوان از حرارت مذکور در مواردی بازیافت انرژی حرارتی کرد:

از گاز داغ خروجی از کمپرسور که دارای حدود 150°C می باشد.

از کندانسور که معمولاً حدود 30 درجه ای از دمای محیط بیشتر است.

از روغن جریانی در کمپرسور که دمای آن بین 60 تا 80 درجه سانتیگراد می باشد

بازیافت حرارت می بایست در مرحله طراحی سیستم مد نظر باشد و از اثرات منفی آن بر عملکرد سیستم

جلوگیری نماید

یک دی سوپرهیتر حرارت زیاد گاز در حال تخلیه از کمپرسور سیستم تبرید را باز می یابد. البته دمای

تخلیه بستگی به شرایط کار سیستم و مبرد. (R-22) و آمونیاک دارای دمای تخلیه نسبتاً بالائی نسبت به

دیگر مبردها می باشند. برای مثال در یک سیستم آمونیاکی با ظرفیت 100 کیلو وات با استفاده از دی

سوپرهیتر می توان در حدود 24 کیلو وات بازیافت کرد.

در یک سیستم تبرید با طراحی خوب، دمای کندانسور بحدی است که میتوان آنرا بازیافت کرده و برای

گرم کردن بعضی مکانها مثل رختکنها و سرویسها بکار برد.

اگر مبرد ورودی به شیر انبساط توسط آب خنک شود ظرفیت اوپراتور سیستم افزایش می یابد و اندازه

کمپرسور مورد نیاز برای 100 کیلو وات خنک سازی کاهش پیدا کرده و در نتیجه از انرژی مصرفی

صرفه جویی بعمل می آید.

در کمپرسورهای پیچی شناور در روغن بخش بزرگی از حرارت موتور به روغن منتقل می شود معمولاً

روغن ورودی به کمپرسور 40 درجه سانتیگراد بوده و دمای خروجی در حدود 60 تا 80 درجه سانتیگراد

می آید. در یک سیستم تبریدی (R-22) در حدود 38 درصد توان موتور بوسیله روغن جذب می شود

که برای بازیافت مناسب می باشد، برای سیستمهای آمونیاکی این رقم به 60 درصد افزایش می یابد. بعضی

از سیستمهای مجهز به مخازن بزرگ ذخیره آب یا آب نمک با استفاده از برق ارزان قیمت در شبها برودت

تولید ذخیره می کنند و در ایام روز که برق گران است از مابع ذخیره استفاده می نمایند.

۸-۹- بهره‌برداری و صرفه‌جویی انرژی در سیستم‌های گرم‌کننده

۸-۹-۱- انواع گرم‌کننده‌ها

این بخش راهنمای خوبی برای مهندسين و تكنسينهائيست كه طراحي و نصب و نگهداري سيستم‌هاي گرمایش ساختمان‌های مسکونی- تجاری و صنعتی را بعهده دارند. درک صحیح و رعایت مطالب این درس، باعث صرفه‌جویی در هزینه‌های جاری سیستم‌های گرمایش و سرمايش میشود. در سال‌های نه چندان دور گرمایش ساختمانها با استفاده از گرم‌کننده‌های نفتی و گازی انجام می‌شد كه بتدریج این دستگاهها در حال پیشرفت و توسعه بوده‌اند بگونه‌ای كه اکنون نسبت به مدل‌های قدیمی كوچكتر- ارزانتر و مفیدتر شده‌اند و نوع جدیدتر آنها برای ساختمان‌های بزرگ و صنعتی بصورت اتوماتيك درآمده‌اند.

از مزایای سیستم‌های جدید، کاهش در هزینه‌های سرمایه‌گذاری- سهولت در نصب، و پائین بودن هزینه‌های جاری با راندمان زیاد می‌باشند، گرمایش با هوای گرم این مزایا را دارد كه میتان فضای ساختمان را با حداكثر ورودی هوای گرم و در مدت خیلی کوتاه گرم كرد و لذا برای گرم کردن ساختمان از ساعتها قبل، و یا در تمام ایام شب نیازی نمی‌باشد و باین ترتیب میتوان حدود ۵۰ درصد در مصرف انرژی حرارتی ساختمان صرفه‌جویی كرد.

سیستم‌های گرمایش ساختمانها به سه دسته تقسیم می‌شوند:

۱- گرمایش با آب گرم ۲- گرمایش با هوای گرم ۳- گرمایش با بخار

گرمایش با بخار بصورت مستقیم در ساختمانها و صنایع مخصوصی به كار برده می‌شود و بصورت غیر مستقیم نیز میتواند سیستم‌های گرمایش با آب گرم (با استفاده از مبدل‌های حرارتی) و سیستم‌های گرمایش با هوای گرم (با استفاده از کویل‌های حرارتی بخار) را در بر گیرد. این امر بخاطر توان حرارتی در بخار تولیدی بوسیله دیگ‌های بخار را شامل می‌گردد و این سیستم را در ردیف اول سیستم‌های گرمایشی قرار

میدهد.

بخار بعنوان حامل ایده آل انرژی حرارتی در امور گرمایشی و فرآیندها بکار برده می‌شود. دارای سه مزیت عمده به شرح زیر می‌باشد:

۱- بخار انرژی حرارتی را در دمای ثابت انتقال میدهد (بخاطر تغییر فاز در موقع انتقال حرارت) و این خاصیت بسیار مفید است.

۲- دمای بخار به فشار آن بستگی دارد و این موضوع باعث کنترل دما بروش ساده میگردد.

۳- بخار با توجه به میزان حرارتی که در واحد حجم خود دارد فضای کمتری را اشغال میکند. انتقال آن با یک سیستم لوله‌کشی ساده امکان پذیر است.

بعلت ناآگاهی از توان سیستمهای بخار، متاسفانه از این سیستمها به صورت بهینه استفاده نمی‌شود و تلفات حرارتی زیادی به وجود می‌آید که اگر نکات استفاده بهینه و صرفه‌جویی انرژی در استفاده از بخار مورد توجه قرار گیرد این سیستمها انرژی حرارتی قابل توجهی تولید می‌نمایند. در سیستمهای بخار اغلب توجهی به نشتی اندک بخار از یک اتصال، فقدان عایق‌بندی در یک بخش از لوله و شیرها، خروج بخار از یک شیر بخار، و تخلیه دیگ، نمی‌شود. امکان ورود هوا و یا تشکیل آب به خاطر خرابی قسمتی از شبکه ممکن است تولید را کاهش دهد. بعلاوه یک سیستم بخار که در آن بی‌توجهی باشد، میتواند موجب بروز مشکلاتی از نقطه نظر صرفه‌جویی اقتصادی در رابطه با هزینه انرژی و بهره‌وری باشد.

گرمایش با آب گرم (شوفاژ) یکی از متداولترین روشهای گرمایش ساختمانها است. در این سیستم آب در موتورخانه بوسیله دیگ آبگرم و با کمک مشعل گرم می‌شود و با استفاده از شبکه دو لوله‌ای رفت و برگشت و با کمک پمپ جریانی به فضاهای مختلف ساختمان ارسال می‌شود. در فضاهای گرم شونده نیز وسایل توزیع حرارت از جمله رادیاتور یا یونیت هیتر نصب شده‌اند که با دریافت آبگرم دیگ و تبادل حرارت باعث گرم شدن فضاهای مورد نظر می‌شوند. در صورتیکه بهر علتی در موتورخانه مولد حرارت

دیگ بخار باشد میتوان با استفاده از مبدل‌های حرارتی (بخار - آب) آبگرم مورد نیاز در سیستم گرمایش با آب را تهیه نمود.

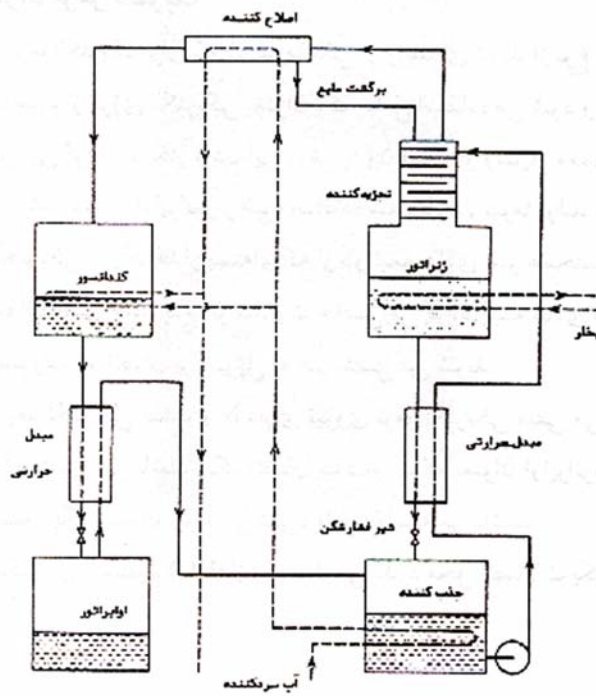
گرمایش با هوای گرم متداولترین روش گرم کننده کارگاهها و کارخانه‌ها و صنایع مختلف می‌باشد. معمولترین روش تهیه هوای گرم مورد نیاز ساختمانها، با استفاده از کوره‌های هوای گرم می‌باشد که در این روش، هوا پس از گذشتن از فیلتر، با بدنه گرم کوره برخورد کرده و گرم می‌شود، و هوای گرم تهیه شده بوسیله شبکه کانال کشی به فضاهای گرم شونده ارسال می‌گردد. قسمتی از هوای گرم فضاها به وسیله کانالهائی برگشت داده می‌شود و پس از مخلوط شدن با مقدار هوای تازه، به طرف کوره ارسال می‌شود تا پس از گرم شدن مجدد به فضاهای گرم شونده فرستاده شود. انواع گرم کننده‌های هوا به شرح زیر طبقه‌بندی می‌شوند:

۲-۹-۸- گرم کننده هوای گرم از نوع مستقیم

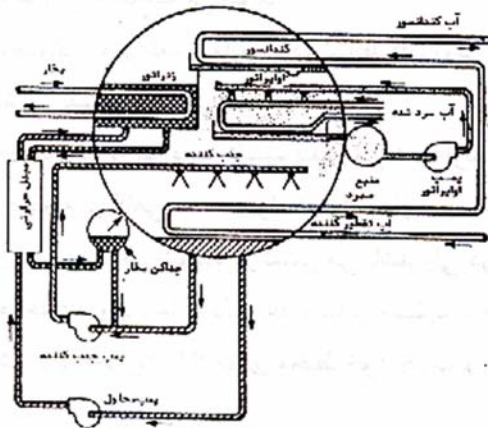
در این نوع، هوای گرم و گازهای احتراقی کاملاً از هم جدا هستند و تبادل حرارتی بین این دو سیال توسط مبدل حرارتی (بدنه کوره و یا یک کوئل حرارتی) صورت می‌گیرد. این نوع گرم کننده‌ها دارای راندمانی تا حدود بین ۷۵ تا ۸۵ درصد می‌باشند.

۳-۹-۸- گرم کننده‌های تقطیری و احتراق پالسی

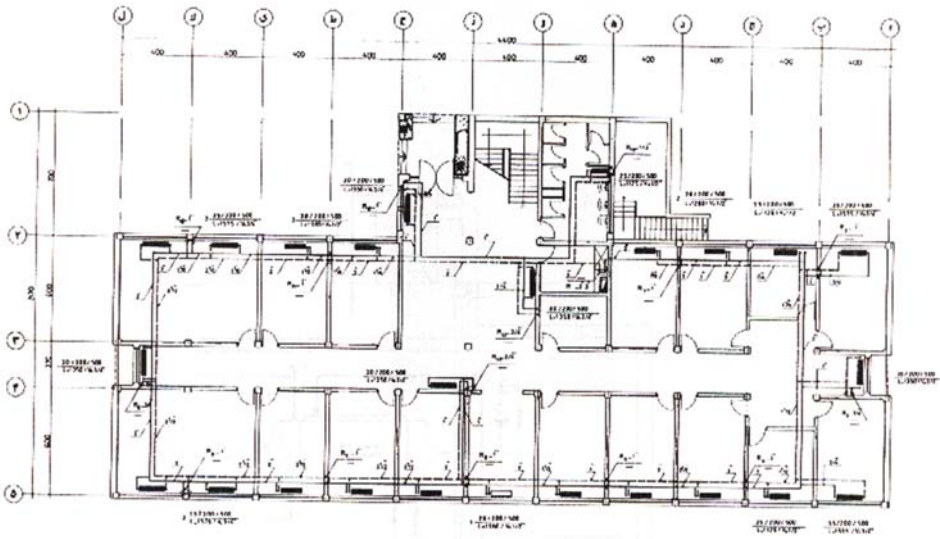
با تقطیر بخار آبی که از گازهای احتراقی خروجی از کوره‌ها وجود دارد، میتوان راندمان حرارتی در این کوره‌ها را به حدود ۹۶ درصد رساند. برای این منظور در نزدیکی خروجی گازهای احتراقی از انواع مستقیم، یک مبدل حرارتی نصب می‌کنند که با خنک کردن گازهای خروجی، درجه حرارت آنها را تا زیر ۱۰۰ درجه سانتیگراد می‌رساند، چون مکش گازهای خروجی در این دمای پایین امکان پذیر نیست لذا از یک سیستم کمکی مانند سیستم احتراق پالسی برای گازها خروجی استفاده می‌کنند.



شکل (۸۶) سیستم تبرید جذبی آب و آمونیاک



شکل (۸۷) سیستم تبرید جذبی آب - برومور لیتیوم



شکل (۸-۹) مدل نصب رادیاورها و طریقه لوله کشی دو نوله ای معکوس سیستم گرمایش با آبگرم را نشان میدهد.
به رانرهای شماره ۱ الی ۱۵ (انتهای طیف بالا) توجه شود

۸-۹-۴- سیستم توزیع حرارت با سرعت زیاد

در این سیستم نیز مثل یک سیستم حرارتی مستقیم، هوا گرم شده ولی تا دمای (۱۰۰°C تا ۱۵۰°C) می‌رسد، و با سرعت زیاد از طریق کانالهای توزیع هوا، توزیع و تخلیه می‌شود و در نتیجه هوای گرم به صورت اجباری در فضای مورد نظر پخش می‌شود.

این سیستم برای فضاهای با ارتفاع زیاد که امکان تجمع هوای گرم در ارتفاع بالا وجود دارد، مفید است.

۸-۹-۵- گرم کننده‌های تشعشی

در این نوع گرم کننده‌ها، گرم کردن با استفاده از تشعشع مادون قرمز که فقط در برخورد با اجسام حرارت تولید می‌کنند، صورت می‌گیرد. اجسام ممکن است اشخاص، وسایل، دیوارها، و یا هر وسیله وجود دیگر در اتاق باشند. در این روش پرتوهای مادون قرمز به این اجسام برخورد کرده تبدیل به حرارت شده و قسمتی از آن جذب و قسمتی منتشر می‌شود. نتیجه این عمل افزایش دمای هر شیئی یا اشخاص داخل اتاق می‌گردد و هوا نیز اندکی گرم می‌شود. با این روش، گرم کردن بخشی از مکانهایی که دارای تهویه هستند، امکان پذیر می‌گردد.

انواع گرم کننده‌های تشعشعی عبارتند از: لوله‌ای، صفحه‌ای، که هر کدام از آن‌ها با ساختمان مخصوص خودشان دارای مزایایی می‌باشند.

کاهش هزینه‌های انرژی در گرمایش

با کاهش تلفات می‌توان هزینه‌های گرمایش را کاهش داد. این کاهش تلفات را به در طراحی و هم در نصب گرم کننده، میتوان در نظر گرفت. رابطه زیر بازده حرارتی را نشان می‌دهد:

(تلفات بدنه و کانالها + تلفات گازهای خروجی) - ۱۰۰ = راندمان حرارتی بر حسب درصد

همچنین حفظ هزینه‌های انرژی در سطح پایین به نحو موثری بستگی به کنترل استفاده از گرم کننده از دو جنبه زمان و دما دارد، و بایستی دستورات راهنمای سازنده دستگاه را در مورد توجه قرار داد. ولی به طول کلی عوامل که باعث کاهش هزینه می‌شوند: عوامل نصب- کنترل- نگهداری شامل: عایقکاری کانالهای هوا، استفاده از فن‌های سقفی برای گردش هوا، نصب دریچه کنترل اتوماتیک، نصب کنترل زمانی برای خاموش کردن دستگاه در ساعات عدم نیاز به گرما، استفاده از مشعل تدریجی، نصب کنترل درجه حرارت الکترونیکی.

بطور خلاصه اگر نصب، بهره‌برداری و نگهداری یک گرم کننده بر طبق دستورات سازنده انجام گیرد، دستگاه با بازدهی بالا کار خواهد کرد در غیر این صورت به میزان چند درصد کاهش راندمان وجود خواهد داشت.

۸-۱۰- موارد صرفه جویی

۸-۱۰-۱- بازرسی تاسیسات حرارتی

۱- در زمانی که دمای هوا متعادل است سیستم بخار (گرمایش) را خاموش کنید

- ۲- عایقکاری لوله‌ها را کنترل و نواقص موجود را بر طرف کنید.
 - ۳- تله‌های بخار را کنترل و قطعات معیوب را تعویض یا تعمیر کنید.
 - ۴- فرآیند بخار را همیشه تحت نظر داشته باشید.
 - ۵- اتلاف سیستم توزیع بخار را کاهش دهید.
 - ۶- شیرها و اتصالات را از جهت اتلاف حرارتی بازبینی کنید.
 - ۷- از لوله‌های بخار به اندازه مناسب استفاده کنید و سیستم تغذیه بخار را کنترل نمائید.
 - ۸- کارآئی انتقال حرارت در محل‌های مصرف را بهبود بخشید.
 - ۹- از انرژی حرارتی بخار برای تولید آبگرم مصرفی و گرمایش با آبگرم استفاده کنید.
 - ۱۰- از بخار برای فرآیندهای با فشار کم استفاده کنید.
 - ۱۱- با نگهداری و مراقبت از کارکرد مناسب وسایل و تجهیزات مطمئن شوید.
 - ۱۲- از برج‌های تقطیر در شرایط نزدیک به سر ریزی استفاده کنید.
 - ۱۳- خطوط لوله‌کشی بخار و مایع تقطیر شده را عایقکاری کنید.
 - ۱۴- رسوب زدائی لوله‌های آب را مرتب انجام دهید.
 - ۱۵- از عایقکاری مناسب در کوره‌ها، دیگ‌ها کانال‌ها و لوله‌های حامل سیال گرم، استفاده کنید.
 - ۱۶- در دیگ‌ها و کوره‌ها از مشعل‌های کارآ استفاده کنید.
 - ۱۷- در کوره‌ها، هوا احتراق اولیه و ثانویه را کنترل کنید و آنرا با اندازه واقعی تنظیم نمائید.
 - ۱۸- تجهیزات فرآیند گرمایش را در زمانی که استفاده نمی‌کنید، خاموش نمائید.
 - ۱۹- درجه حرارت آب گرم مصرف را کاهش دهید.
- ۲-۱۰-۸- بازرسی تاسیسات تهویه مطبوع و تبرید:
- ۱- سیستم تهویه مطبوع در ساعات غیر کارکرد خاموش کنید.

- ۲- هوای دمیده شده را کنترل کنید و کاهش دمید
 - ۳- کندانسورهای سیستم تبرید را مرتب تمیز کنید.
 - ۴- دریچه‌های هواساز، میزان گرد و غبار و کویلها و فیلترها را بازرسی کنید تا مقاومت هوا کاهش یابد.
 - ۵- از ورود هوا خیلی مرطوب به سیستم تهویه مطبوع خودداری کنید.
 - ۶- فقط در مکانهای مورد نیاز واقعی، از سیستم تهویه مطبوع استفاده کنید.
 - ۷- برج خنک کن را در زمانی که نیاز نیست، خاموش کنید.
 - ۸- از ضخامت اقتصادی مناسب برای عایقکاری در سیستمهای با درجه حرارت پایین استفاده کنید.
- ۸-۱۱- منابع و مأخذ:

- ۱- کتاب اصول تبرید (طراحی و محاسبات سیستمهای سرد کننده) ترجمه و تالیف: حاج سقطی
- ۲- کتاب راهنمای تاسیسات حرارتی و برودتی - تالیف: کریر
- ۳- کتاب اصول مدیریت انرژی - تالیف: کرگ بی. اسمیت

فصل نهم

تکنولوژیهای بازیافت انرژی

پیش زمینه

جهان امروز، جهان توسعه اقتصادی و صنعتی است. روند این توسعه در طول چند دهه اخیر سرعت بسیار گرفته است و کشورهای گوناگون جهان هر یک در تلاش هستند در این رقابت امتیازات جدیدی و بدست آورند تا قادر شوند پاسخگوی نیازهای روز افزون ملت خود باشند. از طرف دیگر رشد اقتصادی و توسعه صنعتی که خود پایه و اساس پیشرفت تکنولوژی در رسیدن به اقتدار سیاسی و استقلال ملی و شکوفایی فرهنگی هستند، نیازمند بهره‌برداری مطلوب از منابع انرژی بصورتی هر چه گسترده‌تر می‌باشند.

اجرای خط مشی مدیریت انرژی در راستای گسترش کاربرد منطقی انرژی به مفهوم آن است که جریان انرژی در کلیه فرآیندهای تولیدی و خدماتی و مجموعه بخشهای اجتماعی و اقتصادی تحت کنترل قرار گیرد و ممانعت از اتلاف انرژی و ارتقاء سطح بهره‌مندی و بهره‌وری حاصل از یک واحد انرژی مورد استفاده، بعنوان یکی از اهداف فعالیتها و بصورت یک مسئولیت عادت در جامعه پایدار گردد. جهت جلوگیری از رشد بی‌رویه مصرف انرژی و حفظ ذخائر ملی در زمینه انرژی باید توجه بیشتری به بازیافت انرژیهای تلف شده نمود. با اجرای پروژه‌های بازیافت انرژی در صنایع علاوه بر کاهش مصرف سوخت و افزایش راندمان دستگاهها، از تولید آلاینده‌های محیط زیست نیز کاسته خواهد شد که در نتیجه به حفظ محیط زیست کمک خواهد نمود. بازیافت انرژی از هدر رفتن منابع غنی انرژی در کشور جلوگیری و

طول عمر این منابع را افزایش خواهد داد.

در این قسمت از دوره مدیریت انرژی سعی بر معرفی تجهیزات و روشهای بازیافت انرژی در صنایع خواهد شد. این درس در سه بخش: اهمیت بازیافت و انواع منابع تلف شده انرژی، معرفی و آشنایی با تجهیزات بازیافت، و بالاخره بازیافت انرژی در فرآیندهای صنعتی، ارائه خواهد گردید و سعی خواهد شد تا با ارائه تجهیزات نوین بازیافت و استفاده صحیح از آنها در فرآیندهای مختلف انرژی، استفاده منطقی از انرژی در صنایع عملی گردد. مطالب اصلی درس از کتاب بازیافت انرژی در صنعت برداشت شده است.

۹-۱- اهمیت بازیافت انرژی و پتانسیل‌های صرفه‌جویی انرژی در صنایع

بطور کلی میتوان موارد زیر را از دلایل مهم بازیافت انرژی معرفی نمود.

۹-۱-۱- مسئله اقتصادی:

قیمت انرژی امروزه رو به افزایش بوده و با مصرف فرآیندهای انرژی هزینه تولیدات هر فرآیند صنعتی بستگی مستقیم به مصرف انرژی در آن فرآیند دارد. لذا با صرفه‌جویی در مصرف انرژی و با استفاده از انرژی تلف شده میتوان هزینه تولید محصولات را کاهش و سودآوری کارخانه را افزایش داد. در هر فرآیند تبدیل جریانهای ورودی و خروجی را میتوان مطابق شکل (۹-۱) ارائه نمود:



شکل (۹-۱) فرآیند تبدیل در یک واحد صنعتی

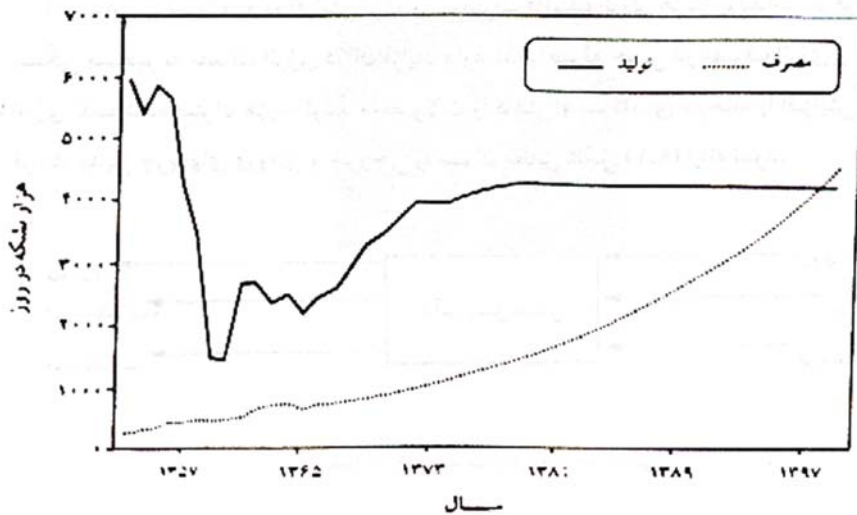
جهت افزایش بازدهی هر چه بیشتر فرآیند و کاهش هزینه‌های تولید باید بتوان حداکثر میزان مواد و انرژی

تلف شده را به فرآیند برگشت داد تا مجدداً از آن استفاده شود..

۹-۱-۲- حفظ منابع ملی:

اگر چه از منابع انرژی در کشور ما غنی بوده و کشور ما از لحاظ منابع انرژی در رده اولیه کشورهای جهان می‌باشد ولی در هر حال عمر این ذخائر محدود میباشد و در مورد نفت خام با مصرف فعلی انرژی ۷۰ سال و در مورد گاز طبیعی ۳۰۰ سال برآورده گردیده است. با جلوگیری از مصرف بی‌رویه انرژی و بیایافت انرژی تلف شده، میتوان عمر این ذخائر را افزایش داد. مسئله مهمترین محدود بودن میزان صادرات و سهمیه بندی آن می‌باشد که با توجه سبد نفتی هر کشور تقریباً میزان ۴ میلیون بشکه به ایران اختصاص داده شده است. با توجه به مصرف بی‌رویه انرژی در ده سال آینده میزان مصرف از میزان صادرات فزونی یافته و دیگر نفتی جهت صادرات باقی نخواهد ماند لذا با توجه به وضعیت اقتصادی کشور که صادرات نفت خام از ارقام اصلی درآمد بودجه کشور میباشد در آیند با مشکلات جدی در این زمینه روبرو خواهیم

شد. شکل (۹-۲)



شکل (۹-۲) میزان تولید و مصرف انرژی در ایران

۳-۱-۹- حرارت قابل دسترس:

نبود حرارت در یک واحد ممکن است باعث از کار افتادن آن واحد شود در حالیکه در واحدهای مجاور این حرارت بصورت بخار در حال اتلاف است. بازیافت حرارت در اینجا به معنای بکارگیری بخار تلف شده برای راه‌اندازی واحد از کار افتاده می‌باشد.

۴-۱-۹- حفظ محیط زیست:

آلاینده‌های گازی امروزه یکی از منابع اصلی تخریب محیط زیست و ایجاد پدیده‌های گلخانه‌ای و از بین بردن لایه ازن از اثرات سوء نشر این آلاینده‌ها به محیط می‌باشند. یکی از دلایل مهم بازیافت انرژی و صرفه‌جویی در مصرف سوخت‌های فسیلی، کاهش میزان آلاینده‌های گازی مانند NO_x ، CO_x ، SO_x می‌باشد. با تدوین و اجرای قوانین کنترل آلاینده‌های محیط زیست که در مجامع بین‌المللی صورت می‌گیرد کشور ما نیز در آینده نزدیک در زمره کنترل‌کننده‌های آلاینده‌های محیط زیست قرار خواهد گرفت و چنانچه این امر تحقق نپذیرد باید مالیتهای سنگین (مالیات کربن) بپردازد که این امر بر هزینه‌های تولید محصولات افزوده خواهد شد. علاوه بر این مشکلات زیست محیطی که در شهرهای صنعتی کشور ما مانند اصفهان، اراک، تهران و پدید آمده است زندگی را برای شهروندان این شهرها دشوار نموده است لذا باید اقدامی جدی جهت کنترل این آلاینده‌ها در صنایع کشور نمود. جدول (۳-۹) میزان نشر تعدادی از آلاینده‌های گازی را در کشور نشان می‌دهد.

شرح	۱۳۶۷	۱۳۶۸	۱۳۶۹	۱۳۷۰	۱۳۷۱	۱۳۷۲	۱۳۷۳	۱۳۷۴
NO_x فرآورده‌های نفتی خانگی و تجاری	۳۴۹	۴۱۹	۳۸۰	۳۹۹		۵۵۳	۵۳۶	۶۲۶
صنعت	۷۶۸	۷۹۵	۸۷۰	۸۵۷	۸۷۰		۶۹۰	۵۶۸
حمل و نقل	۲۸۶۱	۲۹۸۰	۳۱۵۶	۳۶۰۰		۳۹۸۵	۴۶۷۵	۱۰۰۵
کشاورزی	۱۰۰۹	۱۰۵۵	۱۱۱/۱	۱۰۹۶	۱۴۴۵	۱۱۵۹	۱۰۱۰۰	۸۳۰

۱۶۶/۶	۷۰۳	۶۸۰	۶۱۷	۶۳۳	۶۱۷	۵۵۵	۵۵۵	نیروگاهها
	۷۶۷۵	۷۰۷۹	۶۹۹۰	۶۴۸۰	۶۰۷۶	۵۸۰۴	۵۵۹۱	جمع
۲۱/۱								گروه صنعتی
۲۸/۵	۱۸/۷	۱۶/۱	۱۴/۲	۱۲۲	۶۳	۵۰	۵۰	خانگی تجاری
۸۴/۰	۲۶/۴	۳۹/۰	۲۳/۷	۱۸۰	۱۸۹	۱۵/۲	۸۰	صنعت
۱۳۳/۶	۷۸/۲	۶۸۰	۶۱/۶	۵۹۰	۵۱۹	۴۲۸	۳۵۷	نیروگاهها
۹۰۰/۵	۱۲۳/۳		۹۹/۵	۸۹۶	۷۷۱	۶۳	۴۹۱	جمع کل
	۸۸۴/۸	۸۳۱/۱	۷۹۸/۶	۷۳۷/۸	۶۸۴/۵	۶۴۳/۴	۶۰۸/۲	SO _x
۳۰۵/۳								فرآورده‌های نفتی
	۲۶۶/۷	۳۹۵۷	۲۵۰/۵	۴۱۵۰	۰/۵۲	۲۵۱۱	۲۶۶۷	خانگی و تجاری
		۱۷۵۹		۱۵۱۵		۴۷۵۵	۴۵۸۹	صنعت
	۲۱۲۶	۷۲۱	۱۵۹۰	۱۴۳	۱۴۰۹	۱۳۳۶	۱۰۹۶	حمل و نقل
۶۹/۳	۶۲۸	۳۱۳۶	۸۹۹	۲۹۰۰	۶۹۲	۶۵۷	۹۲۸	کشاورزی
۳۸۳/۵	۳۲۳/۳	۱۲۱۵/۵	۲۸۳۸	۱۲۱۴/۹	۲۸۳۶	۲۵۵۴	۲۵۵۰	نیروگاهها
۱۳۷۰/۲	۱۲۹۱/۰		۱۲۶۶/۴		۱۱۷۶/۱	۱۱۸۱/۳	۱۱۵۱۲	جمع
		.		.				گروه صنعتی
.	.	.	.	.	.	.	.	خانگی تجاری
.	.	۰/۱	.	.	.	.	.	صنعت
۰/۱	۰/۱	۰/۱	.	.	.	.	.	نیروگاهها
۰/۱	۰/۱	۱۲۱/۵	.	۱۲۱۴/۹	.	.	.	جمع کل
۱۳۷۰/۲	۱۲۹۱/۰		۱۲۶۶/۴		۱۱۷۶/۱	۱۱۸۱/۳	۱۱۵۱/۲	

جدول (۳-۹) میزان نشر آلاینده‌های گازی در کشور

۵-۱-۹- منابع اتلاف انرژی

منابع اتلاف انرژی حاصل از احتراق سوخت‌های فسیلی را از لحاظ درجه حرارت میتوان به سه بخش

تقسیم نمود:

(۱) منابع اتلاف با درجه حرارت زیاد 1200°C - 600°C

(۲) منابع اتلاف با درجه حرارت متوسط 600°C - 250°C

۳) منابع اتلاف با درجه حرارت کم $50-250^{\circ}\text{C}$

از منابع اتلاف با درجه حرارت زیاد می‌توان جهت فرآیند خشک کردن مستقیم و تولید بخار با فشار زیاد استفاده نمود. بخار تولید شده جهت تولید کار، الکتریسیته و در نهایت جهت تامین حرارت‌های مورد نیاز در قسمت‌ها مختلف فرآیند مورد استفاده قرار می‌گیرد. جدول (۲) تعدادی از فرآیندهایی که اتلاف با دمای زیاد را دارا می‌باشند، نشان می‌دهد.

دمای منبع اتلاف $^{\circ}\text{C}$	نوع فرآیند
۱۳۰۰-۱۶۰۰	کوره‌های تصفیه نیکل
۷۰۰-۱۰۰۰	کوره‌های ذوب و تصفیه آلومینیم
۸۰۰-۱۲۰۰	کوره‌های ذوب و تصفیه روی
۸۰۰-۹۰۰	کوره‌های ذوب و تصفیه مس
۸۰۰-۱۰۰۰	کوره‌های ذوب استلی
۶۰۰-۱۲۰۰	کوره‌های سیمان
۱۰۰۰-۱۵۰۰	کوره‌های ذوب شیشه

جدول (۴-۹) منابع اتلاف با دمای زیاد

از منابع اتلاف با درجه حرارت متوسط می‌توان جهت تولید کار مکانیکی، تولید بخار، تولید الکتریسیته از طریق توربین‌های گازی بهره‌برداری نمود. جدول (۵-۹) منابع اتلاف با دمای متوسط را در بعضی از تجهیزات صنعتی نشان می‌دهد.

منبع اتلاف	درجه حرارت
دودکش دیگ بخار	$180-500^{\circ}\text{C}$

۴۰۰-۶۰۰	خروجی از توربین گاز
۵۰۰-۷۰۰	کوره‌های شکل دهی فلزات
۲۵۰-۶۰۰	کوره‌های خنک‌کن و پخت
۵۰۰-۷۰۰	دودکش کوره‌های حرارتی

جدول (۹-۵) منابع اتلاف با درجه حرارت متوسط

منابع اتلاف با درجه حرارت کم از این منابع جهت تهیه آب گرم و هوای گرم سیستم تهویه مطبوع استفاده می‌گردد. همچنین از این منبع میتوان برای پیش گرم کردن آب ورودی به دیگهای بخار استفاده نمود.

جدول (۹-۶) بعضی از این منابع اتلاف را نشان می‌دهد.

درجه حرارت	منبع اتلاف
۷۰-۱۵۰	آب تقطیر شده در فرآیند بخار
۴۰-۶۰۰	آب خنک کننده در سیستمها
۵۰-۷۰	درب کوره‌ها
۵۰-۱۰۰	جعبه دنده
۴۰-۷۰	کمپرسور هوا
۴۰-۱۰۰	پمپها
۱۱۰-۲۰۰	خشک کن‌ها، کوره‌های پخت نان و شیرینی

جدول (۹-۶) منابع اتلاف با دمای پایین

۹-۲- سیستم‌های بازیافت انرژی

جهت انتخاب بهینه یک سیستم بازیافت انرژی باید موارد زیر در نظر گرفته شود:

- درجه حرارت و مقدار منبع تلف شده

- ترکیب شیمیایی سیال منبع تلف شده
- کمترین درجه حرارت ممکن که میتوان سیال را سرد نمود (نقطه شبنم)
- درجه حرارت سیال سرد که انرژی تلف شده به آن منتقل می‌گردد
- ترکیب شیمیایی سیال سرد
- حداکثر درجه حرارت ممکن که در آن سیال سرد پایدار بماند

۹-۲-۱- سیستمهای بازیافت انرژی:

بطور کلی انتقال انرژی از منبع اتلاف انرژی به گیرنده این انرژی بدو صورت مستقیم و غیر مستقیم انجام میشود. اگر ترکیب شیمیایی دو سیال یکسان بوده و اختلاط دو گاز امکان پذیر باشد. دو سیال سرد و گرم بطور مستقیم با هم در تماس بوده و انتقال انرژی صورت می‌پذیرد مانند فرآیند خشک کن‌ها در سیستمهای غیر مستقیم بازیافت انرژی از یک وسیله جهت انتقال انرژی از منبع تلف شده به گیرنده استفاده میشود. در این روش سیستمهای زیر اغلب مورد استفاده قرار میگیرند:

- ریژنراتورها (Regenerators)

- ریکوپراتورها (Recuperators)

- لوله‌های گرمایی (Heat pipes)

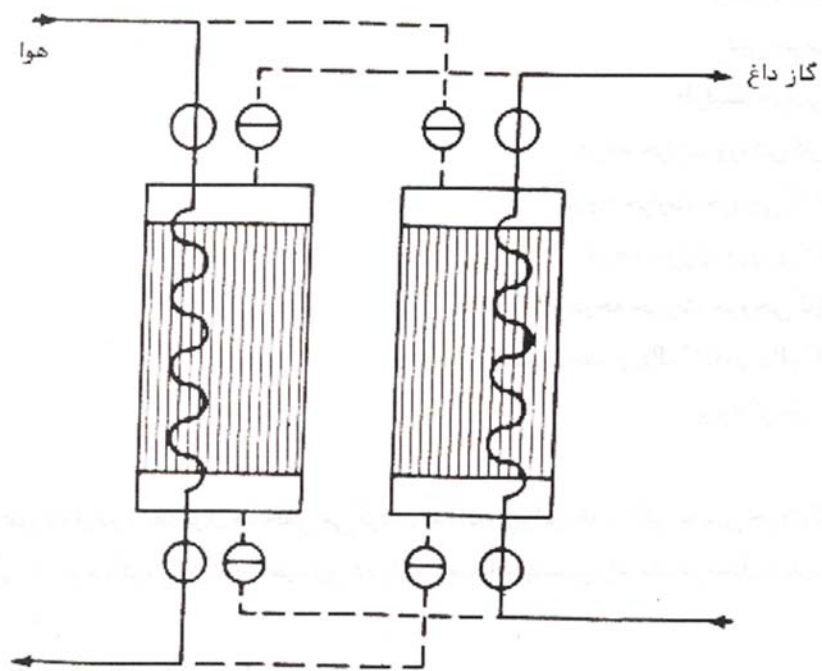
- دیگهای بازیافت انرژی (Waste Heat Boilers)

- کوره‌های سوخت ضایعات (Incinerators)

۹-۲-۲- ریژنراتورها (Regenerators)

ریژنراتورها نوعی از مبدلهای حرارتی با بستر فشرده شده که جهت انتقال حرارت بین دو گاز مورد استفاده قرار میگیرند. این دستگاهها به دو نوع بستر ثابت و بستر دوار تقسیم‌بندی می‌شوند: در نوع بستر

ثابت دو سیال گرم و سرد در جهت مخالف یکدیگر در دو پریود زمانی متفاوت وارد بستر ثابت شده و در پریود اول سیال گرم حرارت خود را در بستر ذخیره نموده و این انرژی در پریود زمانی متفاوت وارد بستر ثابت شده بعد به سیال سرد منتقل می‌گردد. شکل (۷-۹) شمای کلی یک ریژنراتور با بستر ثابت را نشان می‌دهد.



شکل (۷-۹) ریژنراتور با بستر ثابت

ریژنراتورهای با بستر ثابت در صنایع شیشه، آلومینیوم و صنایع دیگر انرژی بر مورد استفاده قرار می‌گیرند. در کوره‌ها ذوب شیشه گازهای داغ خروجی از روی مواد مذاب کانالی که با آجرهای نسوز پر شده‌اند عبور کرده و انرژی خود را به آن منتقل می‌نماید. در پریود بعد هوای ورودی به محفظ احتراق پس از عبور از این کانال توسط آن گرم می‌شود. راندمان این مبدلها توسط دو رابطه زیر محاسبه می‌گردد:

$$n_b = \frac{(GC_p P)_h (t_{hi} - t_{ho})}{(GC_p P)_{\min} (t_{hi} - t_{ci})}$$

راندمان پریود گرم

$$n_c = \frac{(GC_p P)_c (t_{co} - t_{ho})}{(GC_p P)_{\min} (t_{hi} - t_{ci})}$$

راندمان پریود گرم

که در آن :

η = راندمان ریژنراتور

G = دبی جرمی گاز

C_p = ظرفیت حرارتی گاز

t_{ci} = درجه حرارت ورودی گاز سرد

t_{co} = درجه حرارت خروجی گاز سرد

t_{hi} = درجه حرارت ورودی گاز گرم

t_{ho} = درجه حرارت خروجی گاز گرم

min = مقدار $(GC_p P)_c$ و $(GC_p P)_h$

p = پریود گردش سیال

همانطور که از دو رابطه فوق مشخص می‌گردد راندمان ریژنراتورها بستگی به دبی جریان گاز و زمان

گردش سیال سرد و گرم دارد که با تنظیم این دو پارامتر میتوان بیشترین راندمان در مبدل را بدست آورد.

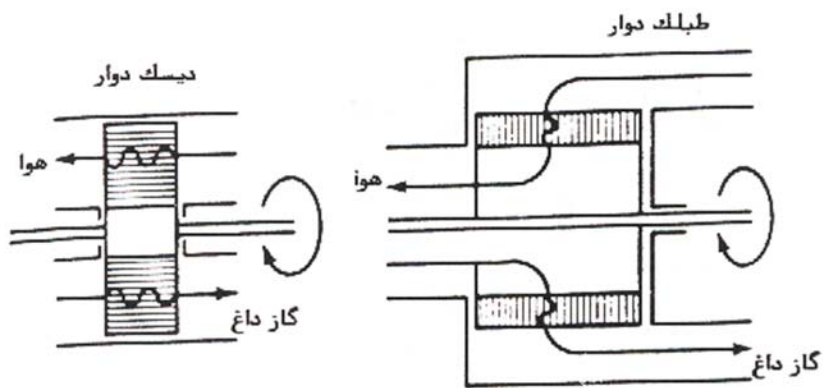
۳-۲-۹- ریژنراتورهای دوار:

در این نوع مبدل دو سیال سرد و گرم در جهت مخالف از یک بستر دوار عبور می‌نمایند. در این حالت

دیسک دوار با گردش ثابت سیال گرم و سرد را بطور متناوب از خود عبور میدهد و انتقال گرما را از سیال

گرم به سیال سرد انجام میدهد. این نوع از ریژنراتور که بنام چرخهای حرارتی (Heat Wheels) و یا

لانگستروم نیز نامیده می‌شوند، بیشتر در نیروگاهها مورد استفاده قرار می‌گیرند شکل (۸-۹)



شکل (۹-۸) یک ریزراتور دوار

۹-۲-۴- ریکوپراتورها (Recuperators)

یک ریکوپراتور نوعی از مبدل حرارتی است که در آن انتقال حرارت بین دو گاز انجام می‌شود. کاربرد اصلی آن در پیش گرمکن‌های هوا در دیگهای بخار و کوره‌های حرارتی می‌باشد. نوع ساده این مبدل بصورت دو لوله در داخل یکدیگر می‌باشند که در خروجی کوره‌ها نصب می‌گردد و گاز داغ از داخل و هوای سرد از جداره خارجی بین دو لوله عبور می‌کند و درجه حرارت آن افزایش می‌یابد. سه نوع ریکوپراتور بنام جابجایی، تشعشع- و جابجایی، می‌باشند. از مزایای استفاده از ریکوپراتورها میتوان موارد

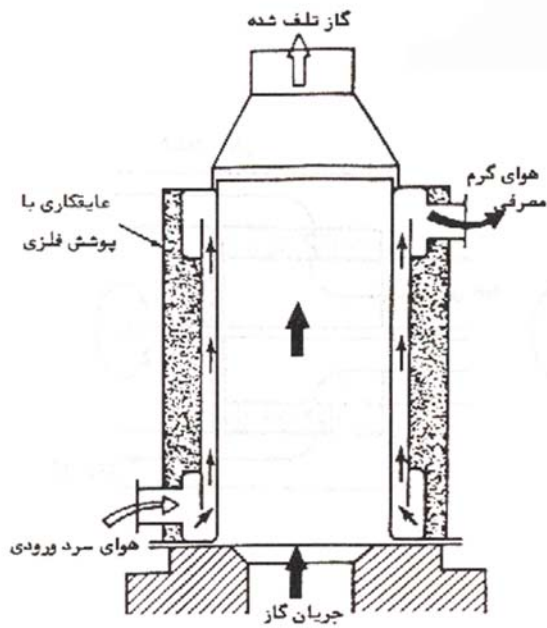
زیر را نام برد:

- کاهش مصرف سوخت
- کاهش مصرف هوای اضافی جهت احتراق
- امکان استفاده از دمای بیشتر شعله
- افزایش سرعت احتراق

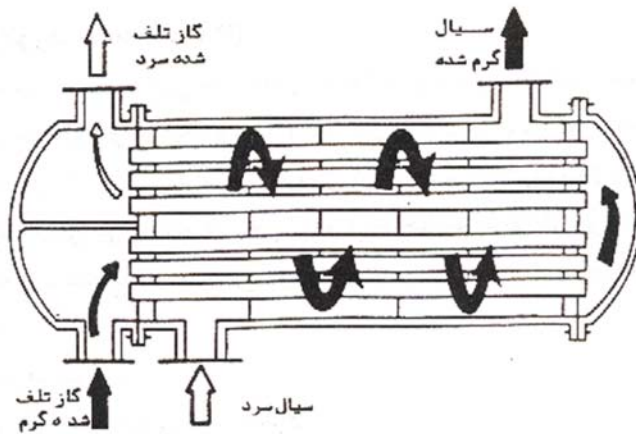
- کاهش اکسیداسیون در دودکش

- جلوگیری از احتراق ناقص سوخت

شکل (۹-۹) دو نوع از ریکوپراتورها را نشان میدهد.



نوع جابجایی ریکوپراتور



شکل (۹-۹) دو نوع از ریکوپراتور (جابجایی و تشعشع)

۳-۹- لوله‌های گرمایی (Heat Pipes)

یک لوله گرمایی یک لوله سربسته و خلاء می‌باشد که حاوی مقداری مایع می‌باشد و در اثر گرما سرما بترتیب در داخل آن عمل تبخیر و تقطیر بصورت مداوم صورت می‌گیرد و بدین ترتیب انتقال گرما از سیال گرم به سیال سرد، صورت می‌گیرد، هر لوله گرمایی از سه قسمت تشکیل می‌گردد:

- لوله سربسته (Container)

- سیال داخل لوله (Fluid)

- فتیله (Wick)

شکل (۹-۱۱) ساختمان یک لوله گرمایی را نشان می‌دهد:

جنس لوله، سیال داخل و فتیله باید با هم همخوانی داشته باشد تا لوله گرمایی بتواند بصورت مداوم عمل نماید در غیر اینصورت پس از مدتی عملیات تبخیر- تقطیر در داخل لوله متوقف می‌گردد.

شرایط سیال داخلی لوله بشرح زیر می‌باشد:

- همخوانی جنس سیال با جنس لوله و فتیله

- پایداری حرارتی سیال

- نفوذ پذیری سیال در لوله و فتیله

- فشار بخار متعادل

- گرمای نهان تبخیر زیاد

- ضریب هدایت حرارتی زیاد

- ویسکوزیته کم مایع و بخار

- کشش سطحی زیاد

- نقطه انجماد قابل قبول

- قیمت مناسب

پارامتر که خاصیت سیال داخل لوله گرمایی را تعیین می‌کند عدد مریت (Merit) نامیده میشود و بصورت

زیرتعریف می‌شود:

$$M = \sigma \rho \lambda / \mu$$

در آن :

σ کشش سطحی مایع

ρ دانسیته مایع

λ گرمای نهان تبخیر مایع

M ویسکوزیته مایع

۱-۳-۹- فتیله (Wick)

فتیله جهت برگشت دادن سیال داخل لوله از قسمت تقطیر به قسمت تبخیر در دیواره داخلی لوله قرار داده می‌شود. فتیله باید دارای ضخامت و سوراخهای مناسب باشد تا این عمل بسرعت انجام گردد و خللی در کار لوله گرمایی پدید نیاید. همچنین فتیله باید با ظرف و سیال همخوانی داشته باشد و خاصیت جذب آب را نیز دارا باشد.

کاربرد لوله‌های گرمایی در صنایع جهت بازیافت انرژی تلف شده می‌باشد و می‌تواند جهت کنترل دما در راکتورهای تولید متان از دی اکسید کربن و هیدروژن بکار می‌روند. لوله‌های گرمایی همچنین در خنک کردن تجهیزات الکتریکی و در سفینه‌های فضایی کاربرد فراوانی دارد. امروزه از لوله‌های گرمایی جهت انتقال گرمای داخل زمین به سطح زمین، ذوب کردن برف و یخ جاده‌ها استفاده میشود.

۲-۳-۹- زباله سوزها (Incinerators)

زباله‌سوزها نوعی از کوره‌های سوخت ضایعات هستند که جهت کاهش حجم ضایعات جامد یا سوزاندن مایعات و گازهای قابل احتراق و بدون مصرف فرآیندهای صنعتی، بکار می‌روند. زباله‌سوزها در سالهای اخیر کاربرد وسیعی در کشورهای صنعتی داشته و اغلب در موارد زیر بکار می‌روند:

- جهت از بین بردن گازهای سمی و آلاینده جهت جلوگیری از آلودگی محیط زیست
- جهت سوزاندن مایعات بدون مصرف و بازیابی مواد با ارزش معدنی
- جهت از بین بردن ضایعات جامد مخصوصاً زباله‌های شهری در کشورهایی که مشکل خاک کردن و از بین بردن زباله‌ها را دارند. شکل (۹-۱۲) دو نوع از زباله‌سوزها را نشان می‌دهد.

یکی از دستاوردهای استفاده از زباله‌سوزها تولید انرژی حرارتی با ارزش توسط احتراق مواد زائد می‌باشد. جدول (۹-۱۰) میزان انرژی حاصل از احتراق مواد مختلف را بر اساس معادل لیتر سوخت بازای هر تن ضایعات نشان می‌دهد.

میان انرژی تولیدی (معادل لیتر سوخت بازای هر تن)	مواد
۲۸۶	کاغذ (با ۱۵٪ رطوبت)
۳۲۳	چوب (با ۲۰٪ رطوبت)
۵۲۴	پی وی سی
۶۵۶	زغالسنگ
۸۷۰	پلی استرین
۹۵۵	لاستیک

جدول (۹-۱۰) میزان انرژی حاصل از احتراق مواد جامد

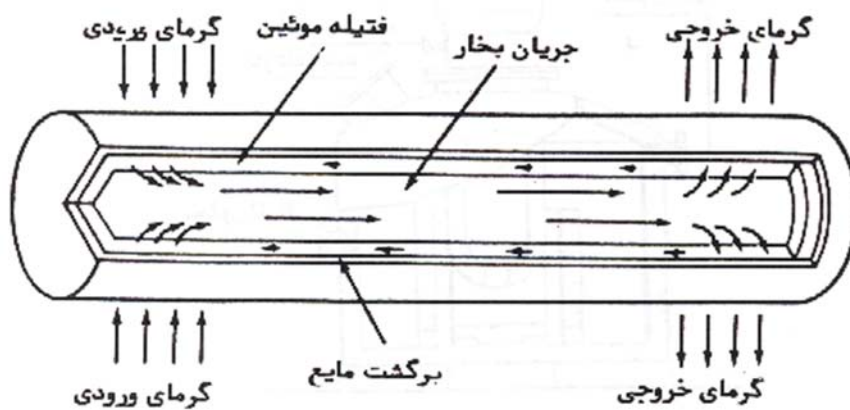
از موارد مصرف زباله‌سوزها جهت سوزاندن زباله‌های بیمارستانی می‌باشد که بعلت شیوع بیماریهای واگیردار از بین بردن این ضایعات بطور معمول مجاز نمی‌باشد. میزان تقریبی انرژی حاصل از این مواد

میباشد. یکی از مشکلات استفاده از زباله سوزها از بین بردن آلودگی گازهای آلاینده

خروجی از محفظه احتراق به محیط می باشد که سهم عمده ای در هزینه های ساخت و نصب زباله سوزها

خواهد داشت لذا با توجه به قوانین جدید محیط زیست باید استفاده از این دستگاهها با دقت و نظارت

صورت پذیرد.



شکل (۹-۱۱) ساختمان یک لوله گرمایی

۴-۹- دیگهای بخار بازیاب حرارت (Waste Heat Boilers)

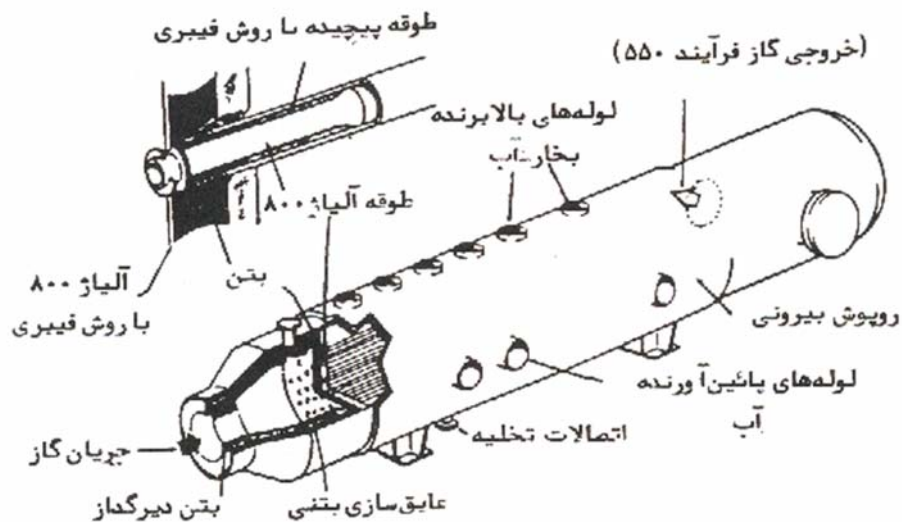
دیگهای بخار بازیاب حرارت نوع دیگری از تجهیزات بازیافت انرژی می‌باشند که انرژی اصل از گازهای

احتراق را بازیابی می‌نمایند. دو نوع از این دستگاهها در صنعت مورد استفاده قرار می‌گیرند:

- دیگهای بخار بازیافت گرمای حاصل از گازهای احتراق

- دیگهای بخار بازیافت گرمای حاصل از سیال فرآیند

نوع خاصی از این سیستم در واحدی اولفین استفاده می‌گردد. در این نوع که یک مبدل حرارتی پوسته و لوله می‌باشد از انرژی گازهای حاصل از شکست حرارتی تولید بخار با فشار بالا استفاده می‌نماید. بویلرهای بخار بازیافت حرارت همچنین به همراه زباله‌سوزها یک فرآیند کامل بازیافت انرژی را تشکیل می‌دهند و گازهای خروجی از محفظه احتراق پس از تبادل انرژی با قسمت‌های مختلف بخش جابجایی کوره، وارد مبدلهای بازیافت حرارت شده و انرژی بازیابی شده را صرف تولید بخار با فشار بالا می‌کند (شکل (۹-۱۳) شمای کلی یک دیگ بخار بازیاب حرارت را نشان می‌دهد.



شکل (۹-۱۳) شمای کلی یک دیگ بخار بازیاب حرارت

۹-۵ باز یافت انرژی در نیروگاهها

نیروگاهها یکی از مصرف کنندگان عمده انرژی فسیلی جهت تولید الکتریسیته می باشند. راندمان اکثر تجهیزات انرژی بر در نیروگاهها مانند دیگهای بخار، توربینها، کمپرسورها و ... پائین تر از حد استاندارد بوده و پتانسیل باز یافت انرژی در آنها زیاد می باشد. با استفاده از راهبردهای عملی، استفاده از تجهیزات باز یافت و تکنولوژیهای نوین میتوان بازدهی آنها را افزایش داد. موارد زیر جمله این اقدامات می باشد:

۹-۵-۱ افزایش بازدهی دیگهای بخار

دیگهای بخار صنعتی پتانسیل قابل توجهی از جهت صرفه جویی انرژی دارا می باشند. راندمان دیگهای موجود در صنایع و نیروگاهها ک متر از ۴۰٪ میباشد. لذا جهت بازیابی انرژی تلف شده از آنها اقدامات زیر ضروری بنظر می رسد:

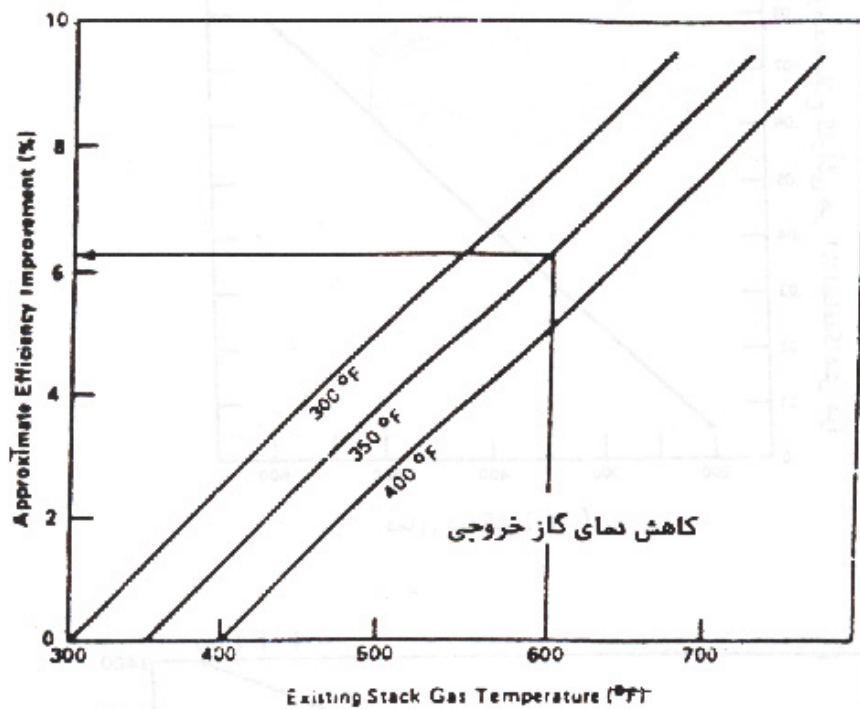
- بهبود سیکل عملیاتی دیگ بخار
- انجام تعمیرات منظم
- بهبود کنترل و انجام فرآیند احتراق در دیگ بخار
- نصب تجهیزات باز یافت انرژی
- به حداقل رساندن افت حرارتی از دیواره
- بهبود طراحی مشعلها
- کاهش مصرف الکتریسیته موتورهای الکتریکی و تجهیزات جانبی
- بکار گرفته تکنولوژیهای جدید

۹-۵-۲ کنترل هوای اضافی احتراقی

هوای اضافی جهت انجام احتراق کامل در فرآیندهای احتراق بکار میرود تا از احتراق ناقص سوخت

جلوگیری نماید. افزایش بیش از مورد نیاز هوای اضافی موجب اتلاف انرژی از دودکش دیگهای بخار می‌گردد. کاهش بیش از حد مجاز هوای اضافی نیز باعث احتراق ناقص سوخت، کاهش بازدهی دیگ بخار و افزایش انتشار گازهای آلاینده به محیط می‌گردد. مثال ساده زیر میزان تقریبی صرفه‌جویی سوخت در اثر کاهش هوای اضافی را پیش‌بینی می‌نماید.

مثال (۱): کاهش ۱۰٪ هوای اضافی احتراق (از ۲۰٪ به ۱۰٪ یا ۸۰٪ به ۷۰٪) باعث ۰/۹۴ درصد افزایش در راندمان بویلر می‌گردد (حالتی که درجه حرارت دودکش 315°C می‌باشد). اگر چه کاهش یکسان هوای اضافی (۱۰٪) در حالتی که دمای دودکش 150°C کاهش یافته باشد. میزان بهبود راندمان ۰/۳۹ درصد خواهد بود. مقادیر فوق در اثر تغییر سوخت تغییر قابل توجهی نمی‌کنند. پس هر چه درجه حرارت دودکش بیشتر باشد میزان افزایش راندمان در اثر کاهش هوای اضافی بیشتر خواهد بود. شکل (۹) افزایش بهبود راندمان دیگ را در اثر کاهش هوای اضافی بر حسب درجه حرارت دودکش نشان می‌دهد.



شکل (۹-۱۴) تغییرات بهبود راندمان دیگ بخار بر حسب درجه حرارت دودکش

مثال (۲) یک دیگ بخار با ظرفیت 20000 lb/hr بخار، برای 7000 ساعت در سال در ساعت کار می‌کند.

برای تولید هر پوند بخار تقریباً 1000 BTU انرژی مورد نیاز می‌باشد میزان صرفه‌جویی انرژی برای

افزایش 1% راندمان بدست می‌آید (افزایش راندمان از 80% به 81%)

$$20000 * 7000 * \frac{1000}{0.8} = 175000 \text{ میلیون بی تی یو در سال}$$

اگر راندمان به میزان 1% افزایش یابد:

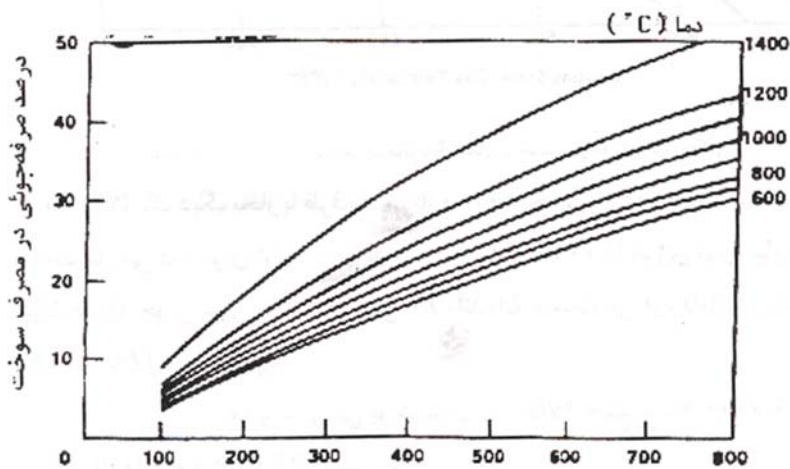
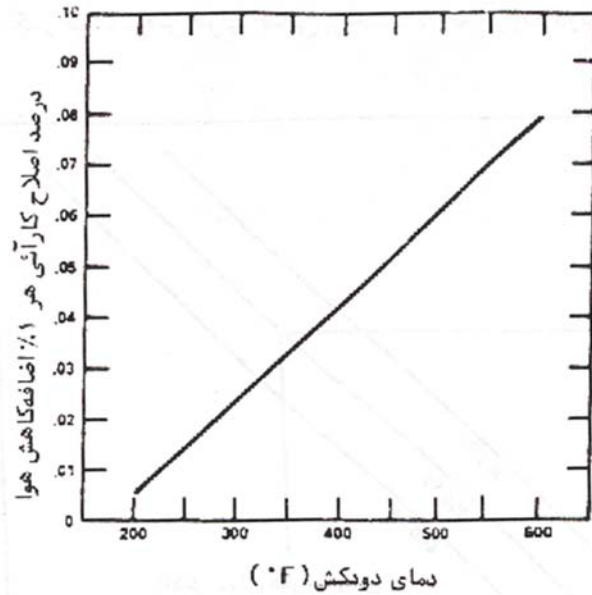
$$20000 * 7000 * 1000 * 0.81 = 1172840 \text{ میلیون بی تی یو در سال}$$

لذا میزان صرفه‌جویی برای 2160 میلیون بی تی یو در سال خواهد بود اگر هزینه تولید هر میلیون بی تی یو

انرژی را 5 دلار در نظر بگیریم میزان صرفه‌جویی 10800 دلار در سال برای افزایش 1% راندمان خواهد

بود. شکل (۱۰) میزان صرفه‌جویی در مصرف سوخت را بر حسب درجه حرارت هوای ورودی جهت

احتراق و دمای دودکش نشان می‌دهد.



شکل (۹.۱۵) میزان صرفه‌جویی انرژی در سوخت بر حسب دمای هوای ورودی و دودکش

۳-۵-۹- استفاده از پیش‌گرمکن‌های هوای (Air Preheaters)

بیشترین مقدار انرژی فسیلی در نیروگاهها و پالایشگاهها توسط احتراق در کوره‌ها و دیگ‌ها مصرف

می‌شود. راندمان دیگ بر اساس میزان هوای اضافی مورد نیاز جهت احتراق کامل و دمای دودکش تعیین

می‌گردد. گازهای خروجی از محفظه با دمای $200-600^{\circ}\text{C}$ منبع قابل توجهی جهت بازیافت انرژی میدباشند. یک پیش گرمکن هوا براحتی می‌تواند انرژی حاصل از گازهای احتراق را به هوای ورودی منتقل نماید. راندمان دیگ یا کوره بازای هر 100°F افزایش دمای هوای ورودی به میزان ۲٪ افزایش می‌یابد. شکل‌های (۹-۱۶) و (۹-۱۷) جهت تعیین مقدار صرفه‌جویی انرژی (صرفه‌جویی در سوخت) بکار می‌روند.

مثال (۳): در یک دیگ بخار با 16000 lb/hr ظرفیت تولید بخار، دمای دودکش برابر 600°F می‌باشد. اگر قیمت سوخت برابر ۵ دلار برای تولید هر میلیون بی‌تی‌یو انرژی باشد. مقدار پتانسیل صرفه‌جویی در سوخت را با کاهش دمای دودکش از 600°F به 350°F محاسبه نمایید.

حل: میزان پتانسیل صرفه‌جویی انرژی از شکل (۹-۱۷) برابر ۶٪ بدست می‌آید که معادل ۱۸۰۰۰ دلار خواهد بود.

۹-۵-۴- بهینه‌سازی مصرف بخار (Optimizing Steam Usage)

یکی از موارد با اهمیت که پتانسیل بالایی از لحاظ صرفه‌جویی انرژی دارد مصرف بخار می‌باشد چون تقریباً نصف انرژی فرآیند جهت تولید بخار مصرف میشود. یکی از بیشترین تلفات در سیستم بخار از تله‌های بخار می‌باشد. میزان نشت بار از تله‌های بخار سهم قابل توجهی از بخار تلف شده در سیستم را شامل می‌گردد. یکی از راه‌های جلوگیری از این تلفات تعمیرات مرتب و گرفتن نشتی‌های بخار می‌باشد. رابطه زیر میزان نشت بخار از تله‌های بخار را تعیین می‌نماید:

$$W = K (0.01654)P^{0.9696}$$

که در آن :

W: میزان جریان بخار در لوله lb/sec

K: عدد ثابت = 0.95

A: مساحت لوله

P: فشار بخار لوله، $\rho \sin g^{ln}$

۶-۹- بازیافت انرژی از گازهای خروجی از دودکش کوره‌ها

پالایشگاه Rijeka در یوگسلاوی سابق

در پالایشگاه ریجکا جهت بازیابی انرژی گازهای خروجی از کوره واحد اتمسفریک، از یک سیستم

بازیابی انرژی شامل یک Waste Heat Boiler استفاده شده است. سیستم ساده تقسیم جریانهای انرژی پالایشگاه در شکل (۹-۱۸) آورده شده است. همانطور که از شکل دیده می‌شود. بخش بزرگی از انرژی توسط گازهای خروجی از کوره‌ها به محیط، هدر داده می‌شود. دمای خروجی دودکش کوره‌ها در این پالایشگاه بین 450°C تا 500°C می‌باشد که قابلیت بازیابی زیادی را دارا می‌باشد.

۹-۶-۱- بازیابی انرژی از دودکش کوره اتمسفریک

کوره برج اتمسفریک پالایشگاه دارای شرایط زیر می‌باشد:

ظرفیت حرارتی کوره	۷۳۷۰۰ کیلو وات
راندمان طراحی کوره	۷۵٪
درجه حرارت خروجی از دودکش (طراحی)	450°C
درجه حرارت دودکش (در عملیات)	550°C
درصد هوای اضافی	۲۰٪-۸۰

۹-۶-۲- سیستم بازیافت انرژی:

شکل (۹-۱۹) شمای ساده‌ای از سیستم بازیافت انرژی در کوره اتمسفریک پالایشگاه را نشان می‌دهد. سیستم بازیافت از یک مبدل حرارتی جهت تولید بخار تشکیل شده است. فشار بخار تولید شده برابر ۱۳ بار (درجه حرارت 320°C) بوده و گازهای خروجی از مبدل حرارتی تولید بخار وارد دودکش شده و به محیط ارسال می‌گردد. دمای خروجی گازها از دودکش پس از بازیابی انرژی برابر $200-230^{\circ}\text{C}$ می‌باشد.

نتایج حاصل از سیستم بازیافت انرژی بشرح زیر خلاصه می‌گردد:

- در شرایط بهینه عملیات، مبدل حرارتی به میزان ۱۸ تن در ساعت بخار MPS تولید مینماید که تقریباً معادل صرفه‌جویی در سوخت برابر ۱۲۷۰ کیلوگرم در ساعت می‌باشد.
- چون کوره در تمام حالات با ظرفیت کامل کار نمی‌کند و با در نظر گرفتن نشت مقداری از گازهای

ددکش به محیط میزان تولید بخار را حدود ۱۲ تن در ساعت با شرایط (۱۳ بار و 300°C) در نظر گرفته که این مقدار بخار معادل مصرف ۱۰۰۰ کیلوگرم سوخت در ساعت می‌باشد.

- با توجه به شرایط زیر، برگشت سرمایه سیستم بازیافت برابر یکسال و ۱۱ ماه می‌باشد.

- متوسط مصرف سوخت کوره در مدت ۵ سال معادل 2183630 MJ/Year می‌باشد.

- میزان درصد صرفه‌جویی انرژی در کوره بطور متوسط برابر ۱۷٪ در نظر گرفته شده است.

- میزان مصرف الکتریسیته تجهیزات جانبی برابر ۴۴۰ کیلو وات در نظر گرفته شده است که این تجهیزات شامل پمپ آب گرم- فن و پمپ گردشی می‌باشد.

- بر مبنای مقادیر فوق میزان خالص صرفه‌جویی انرژی برابر ۹۲۳۰۰۰ دلار در سال برآورد شده است.

- میزان هزینه تجهیزات بازیافت (ساخت و نصب و راه‌اندازی) برابر ۱۷۲۷۰۰۰ دلار بوده که برگشت سرمایه در حدود دو سال خواهد بود.

- علاوه بر صرفه‌جویی در انرژی و مسائل اقتصادی پروژه، اجرای پروژه بازیافت باعث کاهش نشر گازهای آلاینده به محیط برابر 153000000 متر مکعب در سال خواهد شد.

نتایج پروژه بطور خلاصه بشرح زیر می‌باشد:

- افزایش راندمان کوره از ۷۵٪ به ۹۲٪ (کاهش هوای اضافی از ۸۰٪- ۲۰٪ به ۳۰٪)

- کاهش سوخت به میزان ۱۰۰۰ کیلوگرم در ساعت

- میزان صرفه‌جویی سالانه پروژه برابر ۹۲۳۰۰۰ دلار

- کاهش آلاینده‌ها به میزان 10^6-153 متر مکعب در سال

۷-۹- بازیافت انرژی توسط گازهای حاصل از سوزاندن زباله‌ها

یکی از موارد مصرف زباله‌های (Incinerators) استفاده از انرژی حاصل از گازهای حاصل از احتراق

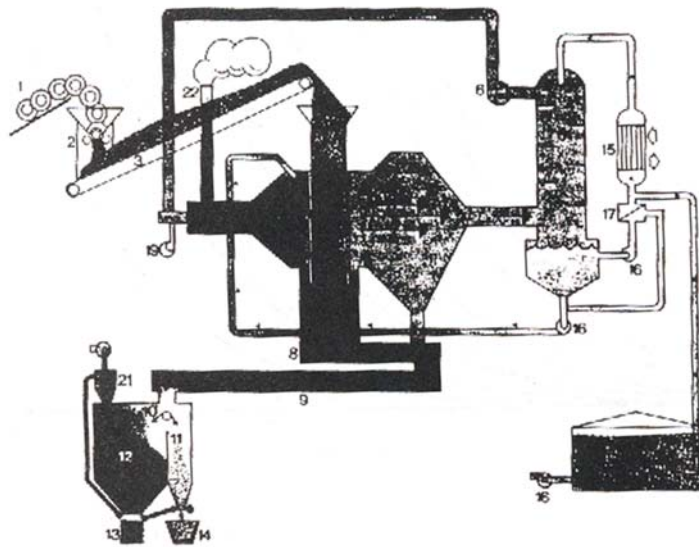
آن می‌باشد که از یان سیستم در اکثر شهرهای اروپا جهت از بین بردن زباله‌ها استفاده می‌گردد. زباله‌سوزها علاوه بر کاهش حجم زباله‌های شهری به میزان قابل توجهی تولید انرژی مفید می‌نمایند که از آن، جهت تولید بخار استفاده می‌گردد.

۹-۷-۱- تولید بخار از سوزاندن لاستیکهای غیر قابل مصرف

یکی از کاربردهای زباله سوزها جهت سوزاندن مواد غیر مصرفی که پس از استفاده‌های فرآیندی غیر قابل مصرف بوده و جهت سوزاندن وارد زباله سوزها می‌شود. ظرفیت یکی از زباله‌سوزها لاستیکهای غیر مصرفی برابر ۱۰۰۰۰ لاستیک (تایر اتومبیل) در هفته و ۱۰۰۰۰ کیلو گرم لاستیکهای خرد شده بوده که جهت کمک به تامین خوراک، به واحد وارد می‌شود. میزان صرفه‌جویی انرژی از سوزاندن این مقدار لاستیک معادل ۸۰۰۰ گالن نفت کوره می‌باشد.

۹-۷-۲- شرایط عملیاتی مبدل حرارتی:

مبدل حرارتی تولید بخار از نوع Waste Heat Boiler بوده و دمای گازهای احتراقی ورودی به مبدل برابر 1200°C - 1000°C و خروجی آن 250°C می‌باشد. دیگ بخار با ظرفیت 6350 Kg/hr تحت شرایط 90^{psig} بوده که معادل ۸۰۰۰ گالن نفت کوره می‌باشد. جهت تمیز نمودن گازهای خروجی از سیستم از جریان آب جهت نشست خاکستر گازها سیستمهای خنثی‌سازی گازهای آلاینده استفاده می‌گردد. شمای کلی این زباله سوز در شکل (۹-۲۰) نشان داده شده است نتایج اقتصادی طرح: خلاصه هزینه‌های عملیاتی و میزان صرفه‌جویی انرژی در جدول (۹-۲۱) آورده شده است. همانطوریکه از نتایج جدول مشاهده می‌گردد میزان خالص صرفه‌جویی در نتیجه استفاده این سیستم برابر ۶۰۰۰۰ پوند انگلیس در سال می‌باشد.



شکل (۹-۲۰) شمای کلی یک زیاله سوز جهت سوزاندن لاستیکهای مستعمل

هزینه‌های عمل آمده		هزینه‌های صرفه‌جویی شده	
حقوق کارگران (۶ نفر)	۷۲۰۰۰ پوند	صرفه‌جویی در سوخت جهت تولید بخار	۲۱۲۰۰۰ پوند
میزان سوخت جهت راه‌اندازی	۲۱۲۰۰ ^ا پوند	صرفه‌جویی در محل لاستیکهای مستعمل) ۲۰ پوند برای یک لاستیک)	۶۴۰۰۰
هزینه سرویسهای جانبی	۲۷۶۰۰ پوند		
هزینه حمل خاکستر	۴۸۰۰ پوند	کاهش هزینه‌های حمل لاستیکهای خرد شده	۶۰۰۰ پوند
استهلاک واحد (۱۵ ساله)	۲۸۰۰۰ پوند		
جمع	۱۵۳۶۰۰ پوند	جمع هزینه‌های صرفه‌جویی	۲۸۲۰۰۰ پوند

جدول (۹-۲۱) نتایج اقتصادی طرح سوزاندن لاستیکهای مستعمل

۳-۷-۹- بازیافت انرژی توسط سوزاندن زباله‌های بیمارستانی

در یک بیمارستان ۸۰۰ تختخوابی در انگستان میزان متوسط تولید زباله برای هر نفر برابر ۶/۴۸ کیلوگرم در

روز برآورد گردیده است که توسط دو دستگاه زباله سوز میتوان از سوزاندن این زباله‌ها به میزان Kg/day

۱۰۰۰۰ بخار با فشار ۸ بار تولید نمود.

ارزیابی اقتصادی واحد بشرح زیر می باشد:

ظرفیت بیمارستان ۸۰۰ تختخواب

تولید زباله برای هر نفر در روز ۶/۴۸ کیلوگرم

کل میزان زباله بیمارستان ۵۱۸۴ کیلوگرم در روز

از این مقدرا ۷۲٪ قابل سوختن در زباله سوزها می باشد.

کل زباله، کیلوگرم در روز $۳۷۳۲ = ۶/۴۸ * ۸۰۰ * ۷۲٪$

دو دستگاه زباله سوز با ظرفیت هر یک ۲۷۳ کیلوگرم در ساعت مورد نیاز می باشد (۱۸۶۶ کیلوگرم در

روز)

میزان تئوری حرارت تولید شده با در نظر گرفتن ۶۰٪ بازیابی انرژی = ۱۶۷۹۴ مگاژول سوخت اضافی

جهت شروع عمل احتراق = ۳۶/۳ لیتر در ساعت = ۲۹۰ لیتر در روز

کل انرژی بازیابی شده = ۲۳۴۱۸ مگاژول که برای تولید ۱۰۰۰۰ کیلوگرم در ساعت بخار با فشار ۸ بار از

آن استفاده می گردد و جهت گرمایش مرکزی بیمارستان مورد استفاده قرار می گیرد.

۸-۹- بازیافت انرژی از کوره های شکست حرارتی در پتروشیمی

یکی از منابع مهم انرژی جهت بازیابی گازهای احتراق خروجی از بخش تشعشع کوره های حرارتی واحد

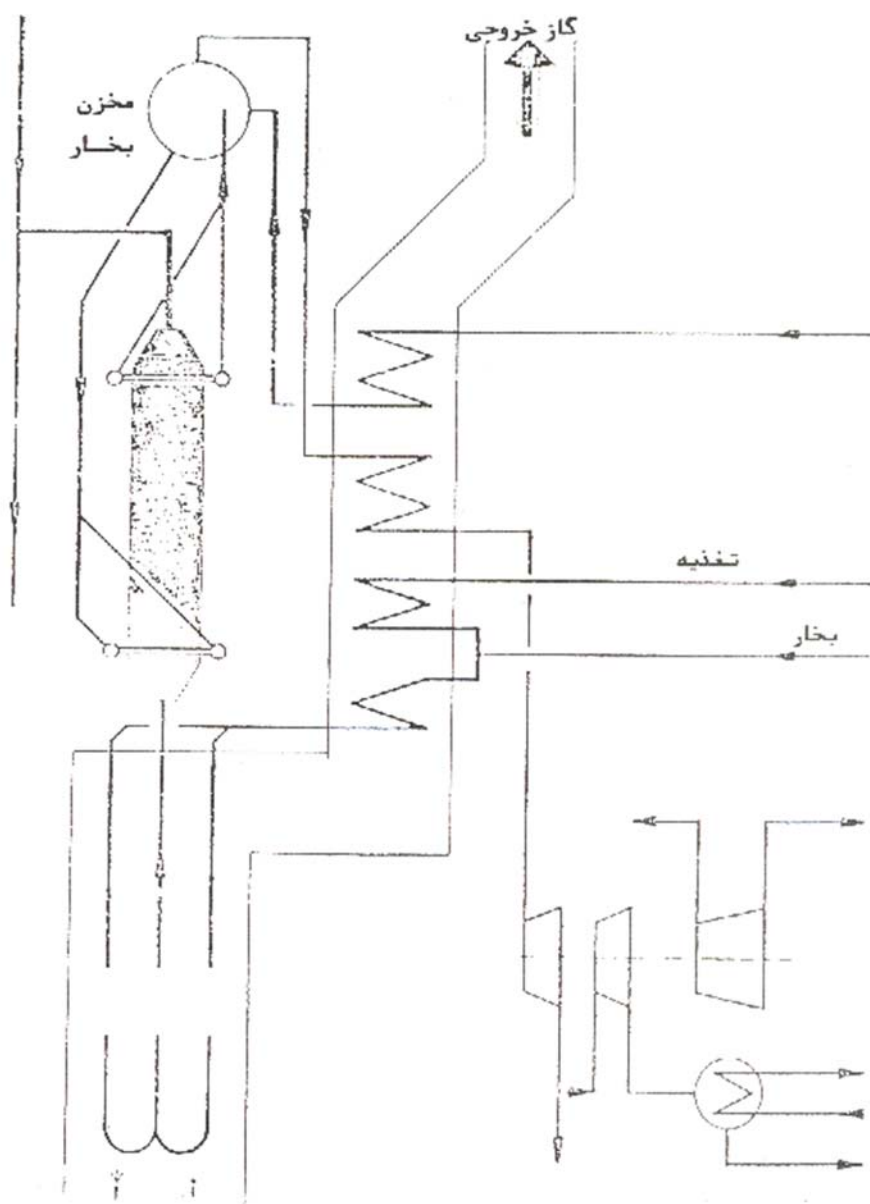
اتیلن می باشد. گازهای خروجی از بخش تشعشع دارای درجه حرارت $۱۲۰۰۰^{\circ}\text{C} - ۱۰۰۰$ می باشد که پس

از خروج از این قسمت وارد بخش بازیابی انرژی می گردد. در این بخش مبدلهای حرارتی مختلف

بصورت لوله های پره وار و ساده در جهت جریان گاز داغ قرار گرفته و از انرژی آن جهت پیش گرم کردن

خوراک، تولید بخار داغ و تولید آب BFW جهت دیگهای بخار استفاده می گردد. قسمتهای مختلف بخش

بازاریابی انرژی کوره های شکست حرارتی در شکل (۲۳-۹) نشان داده شده است.



شکل (۱۹-۲۳) بخشهای مختلف بازایی در کوره های شکست حرارتی

۹-۹- منابع و مأخذ:

- ۱- تکنولوژی بازیافت انرژی - مرتضی محمدی اردهالی (دانشکده صنعت آب و برق)
- ۲- تکنولوژی بازیافت انرژی - محمد کاظم ولی زاده مجتمع آموزشی و پژوهشی آذربایجان
- 3- U.S. Department of Energy, Assistant Secretary. conservation and Renewahle Energy, Washington. D.C, May 1988
- 4- Trane Air Conditioning Manual, Trane Company, La Craosse, WI. 1989
- 5- American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers 1993

فصل دهم

مطالعات مورد برای مصرف بهینه انرژی

۱۰-۱- نیروگاه بخاری

نیروگاه بخاری که برای تامین برق شبکه شهری از آن استفاده می‌شود دارای توربین بخار با کندانسور می‌باشد. مدارهای مختلف نیروگاه بخاری با کندانسور به کمک شکل ساده ۱-۱۰ ذیلاً شرح داده می‌شود:

پمپ آب (۱) مورد نیاز را با فشار زیاد به منبع پیش گرم کن (۲) که توسط زیرکش بخار از توربین گرم می‌شود، می‌رساند این "پیش گرم کردن" همانطور که بعداً تو ضیح داده خواهد شد علاوه بر اینکه باعث بالا بردن راندمان حرارتی توربین می‌شود از خوردندگی^۱ سطوح گرم کننده 3A نیز جلوگیری می‌کند.

در مولد بخار (شدیر)^۲ آب پیش گرم شده پس از عبور از لوله‌هایی که در اثر حرارت دود و گاز مواد سوختنی گرم شده است (این لوله‌ها در شکل ۱ با حرف a مشخص شده) وارد محوطه b که مستقیماً با شعله آتش مواد سوختی در تماس است شده و در آنجا تبدیل به بخار می‌شود. این بخار مرطوب یا بخار اشباع که از سطوح داغ b خارج می‌شود در گرم کن c تحت فشار ثابت مجدداً حرارت می‌بیند و درجه حرارت آن به حدود ۵۶۰ درجه سانتیگراد می‌رسد. این بخار را بخار خشک یا بخار آزاد می‌نامیم.

¹ KOROSION

² CHAUDIERE (BOILER)

بخار تازه‌ای که از خشک کن C خارج می‌شود وارد قسمت قوی توربین (۴) که از چند طبقه تشکیل شده است می‌گردد و پس از عبور از طبقات مختلف بجز آن قسمتی که زیرکش شده مجدداً به مولد بخار برگشت داده می‌شود (۵). در آنجا بخار مجدداً گرم می‌شود و حرارت از دست رفته را باز می‌یابد.

سپس این بخار مجدداً داغ شده با فشار کم وارد قسمت‌های متوسط و فشار کم توربین (۶) شده و پس از زیرکش شدن قسمتی از آن، بقیه وارد کندانسور شده و در آنجا تقطیر می‌گردد در کندانسور بعلت تقطیر و کم شدن حجم، خلاء تولید می‌شود. برای نگه داشتن خلاء، هوا و گازهای داخل شده، توسط پمپ تخلیه (۳۴) خارج می‌شود. برای بازیابی رطوبت اشباع شده می‌توان از کولر (۳۵) که در پشت پمپ خلاء نصب شده است استفاده نمود.

آب مقطر در کندانسور توسط پمپ کندانسور (۸) وارد منبع پیش گرم کن (۹) که با زیر کش بخار از طبقه فشار کم توربین گرم می‌شود می‌گردد و آب گرم شده از منبع (۹) وارد دگازر حرارتی (۱۰) می‌شود و در آنجا با اضافه شدن بخار زیرکش شده از توربین تقریباً، به جوی می‌آید و مقدار هوائی که هنوز در آب باقیمانده از آب خارج می‌شود. هوای مرطوب وارد کولر (۳۰) شده و در آنجا مقداری آب در اثر تبرید بازیافت می‌شود.

آب مقطر بدون گاز با آبی که جبران کمبود و تلفات آب مقطر را می‌کند وارد منبع پیش گرم کن (۱۱) که در حال جوشیدن است می‌شود از این منبع توسط پمپ (۱) مجدداً به مدار بسته بخار راه پیدا می‌کند.

مواد سوختنی (در اینجا ذغال سنگ) از یک انباری بطور دائم به مخزن ۱۲ که تقریباً گنجایش مصرف روزانه را دارد منتقل می‌شود و از آنجا توسط دستگاه نقال (۱۳) وارد آسیای (۱۴) می‌شود. زغال سنگ در آسیا خرد شده تبدیل به پودر زغال سنگ می‌گردد و از آنجا به کوره (۱۶) وارد می‌شود.

هوای تازه جهت سوخت توسط فن (۱۵) از خارج مکیده می‌شود و پس از گرم شدن در گرمکن (۱۸) بداخل کوره دمیده می‌شود. در اثر فشار هوا پودر زغال سنگ در داخل کوره پاشیده می‌شود و در همین

حال می‌سوزد و خاکستر آن توسط دستگاه نقال (۱۷) تخلیه می‌شود.

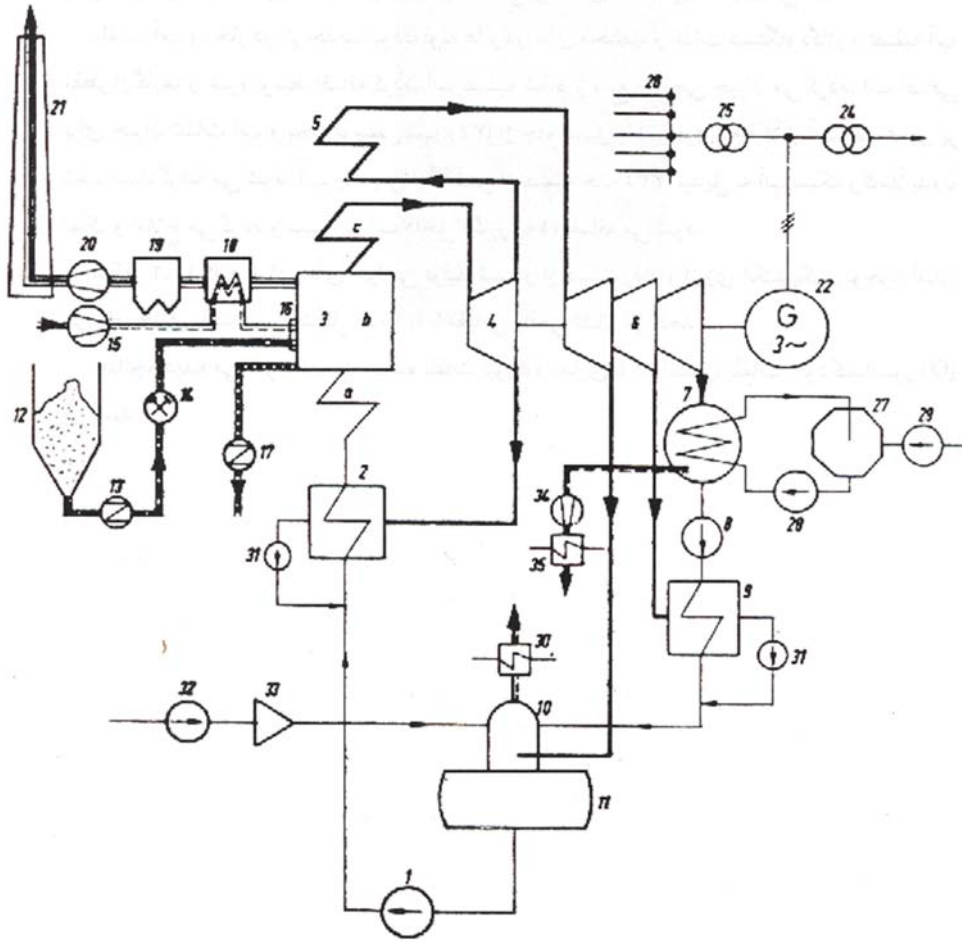
گازی که در اثر سوختن زغال سنگ و هوا بوجود می‌آید (گاز سوخته) بترتیب از اطراف گرم‌کن‌های 3b و 3c و 5 و 3a می‌گذرد و سپس وارد منبع پیش گرم کن هوا (۱۸) می‌شود و بدین ترتیب تا آنجا که ممکن است حرارت دود بازیافت می‌شود و پس از عبور از فیلتر و صافی الکتریکی (۱۹) و مجزا شدن ذرات شناور توسط فنتیلاتور (۲۰) بداخل دودکش (۲۱) دمیده می‌شود و از آنجا به هوای آزاد راه پیدا می‌کند.

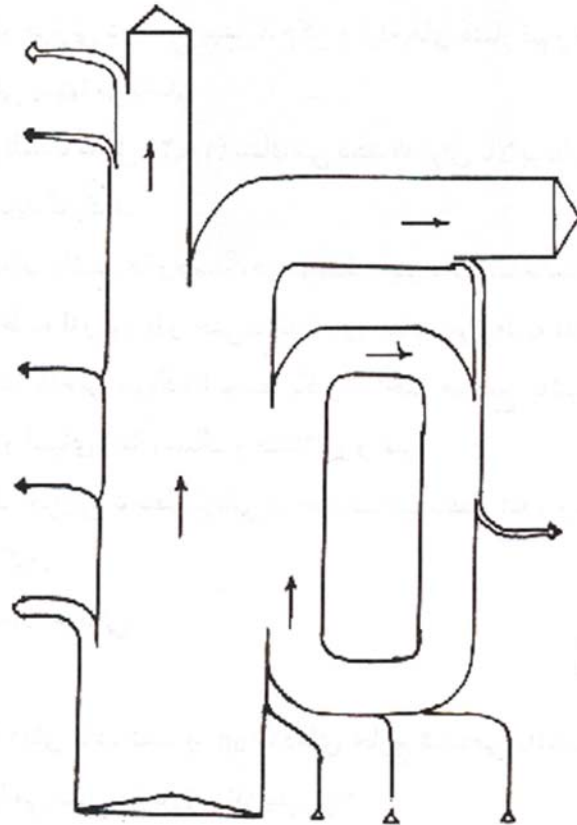
ژنراتور (۲۲) مستقیماً به توربین بخار وصل است و انرژی الکتریکی تولید شده توسط ترانسفورماتور (۲۴) با فشار زیاد به شبکه انتقال انرژی داده می‌شود در ضمن اینکه قسمتی از انرژی الکتریکی ژنراتور برای تامین مصرف داخلی نیروگاه ترانسفورماتور (۲۵) گرفته می‌شود. تقطیر در کندانسور (۷) توسط آب سردی که بکمک پمپ آب (۲۸) در لوله‌های سرد کن کندانسور در جریان است انجام می‌گیرد. آب گرم شده مجدداً به برج خنک کن (۲۸) فرستاده می‌شود در آنجا آب گرم در مجاورت با هوا خنک شده و قسمتی از آن که در اثر بخار شدن از بین می‌رود بکمک پمپ آب (۲۹) جبران می‌شود و پمپ آب سرد (۲۸) مجدداً آب سرد شده را بداخل لوله‌های کندانسور هدایت می‌کند.

تلفات آب و بخار در اثر جذب نبودن لوله‌ها و درزهای مختلف و تلفات دستگاه دگازر و تصفیه آب مقطر از گازها و غیره توسط اضافه کردن آب تصفیه شده از منبع خارجی جبران می‌گردد. آب اضافی برای جبران تلفات آب و بخار توسط پمپ (۳۲) از چاه عمیق یا استخری که قبلاً از آب چاه عمیق پر شده است گرفته می‌شود. آب چاه پس از گذشتن از تصفیه خانه (۳۳) تبدیل به آب سبک و کاملاً بدون نمک و املاح می‌گردد و سپس به آب داخل دگازر (۱۰) اضافه می‌شود.

شکل ۲-۱۰ کلیه انرژی‌های حرارتی تولید شده و از دست رفته و انرژی الکتریکی بوجود آمده نیروگاه بخاری با کندانسور شکل ۱-۱۰ را با مقیاس واقعی نشان می‌دهد.

چنانچه دیده می شود قسمت عمده تلفات نیروگاه بخاری با کندانسور، تلفات خود کندانسور (O) می باشد.





در این شکل **a** انرژی حرارت سوخت **b** انرژی حرارتی هوا **c** کالری آبی است که به بخار اضافه می شود
d تلفات حرارتی شدید **e** انرژی حرارتی بخار تازه و **f** و تلفات حرارتی و مالشی لوله های بخار داغ **g**
تلف مکانیکی توربین **h** انرژی حرارتی زیر کش بخار و **i** مومان گردش **k** تلفات ژنراتور و ترانسفورماتور
l مصرف داخلی نیروگاه **m** انرژی الکتریکی مفید که به شبکه داده می شود و **n** انرژی حرارتی که از
آخرین مرحله توربین خارج می شود **o** تلف انرژی حرارتی در کندانسور **p** حرارت آب تقطیر شده در

کندانسور و q تلفات حرارتی در منابع پیش گرم کن و لوله‌های فشار کم و دگازر و غیره و T حرارت آب اضافی s انرژی حرکتی پمپها می‌باشد.

در ضمن دیاگرام تلفات شکل (۲-۱۰) نشان می‌دهد که برای بالا بردن راندمان و کم کردن تلفات در کدام یکاز قسمتها باید کارکرد.

۱- بهتر کردن راندمان ماشینها و دستگاهها توسط تغییر دادن ساختمان آنها و بزرگ کردن قدرتشان در نتیجه تلفات مربوط به h, g, d و حتی تا اندازه‌ای تلفات مربوط به o, q کوچک می‌شود.

۲- کم کردن مصرف داخلی نیروگاه l توسط به کار انداختن صحیح ماشینها و دستگاههای فرعی و کمکی مثل پمپها آسیای زغال سنگ و فنتیلاتور و غیره.

۳- کم کردن تلفات حرارتی توسط بازاریابی از حرارت آب تقطیر شده و تلفات بخار توربین در نتیجه می‌توان q را کوچک کرد.

۴- بهتر کردن راندمان حرارتی :

$$\eta = \frac{W}{Q_{zu}} = \frac{Q_{zu} - Q_{ab}}{Q_{zu}} = 1 - \frac{Q_{ab}}{Q_{zu}}$$

در این رابطه Q_{zu} دمای داده شده و Q_{ab} دمای خارج شده می‌باشد.

راندمان حرارتی را می‌توان بطریق زیر افزایش برد:

الف- کم کردن فشار مخالف (فشار داخل کندانسور):

که فقط توسط کم کردن درجه حرارت آب خنک کننده کندانسور امکان دارد.

ب- بالا بردن فشار و درجه حرارت بخار تازه :

حد فشار و درجه حرارت بخار بستگی به استقامت حرارت و مکانیکی لوله‌های فولادی شدید و سطوح

گرم کن و بخار داغ و غیره دارد. در نیروگاههای بخاری مدرن امروزی فشار بخار داغ در حدود ۳۰۰ بار^۱ و درجه حرارت آن قبل از ورود به توربین ۵۴۰ درجه سانتیگراد و در مدخل خروجی بخار خشک کن در حدود ۵۶۰ درجه سانتیگراد است.

پ- داغ کردن مکرر بخار:

جهت گرمایش مجدد، بخار داخل توربین را پس از یک قسمت از انبساط به گرمخانه (خشک کن) برگردانده با ثابت نگهداشتن فشار (ایزوبار)^۲ مجدداً داغ می کنند. شکل (۳-۱۰) دیاگرام T-S یک توربینی بخار با کندانسور فشار قوی را نشان می دهد که با بخار 100 b و 500°C بر روی فشار مخالف 0.1b (فشار داخل کندانسور) کار می کنند. قدرت کاری این دستگاه W برابر است با سطح هاشور خورده a-b-c-d- و انرژی حرارتی مصرف شده q برابر است با سطح زیر ایزوبارهای a-b یعنی a-b-c-d-f-g-a

نسبت به $\frac{W}{q} = \eta_{th}$ راندمان حرارتی این دستگاه می باشد. کار تولید شده W با کار ماشین کارنو a-e-

d-m-a چنانچه دیده می شود تفاوت بسیار دارد.

یکی دیگر از معایب این دستگاه بدون گرمایش مجدد رطوبت بخار در انتهای نقطه انبساط e می باشد. همانطور که می دانیم عیار بخار اشباع در مراحل انتهائی انبساط افزایش می یابد و قطرات تقطیر شده آب باعث سائیدگی پره های توربین در قسمت فشار کم می شود.

حال اگر بخار انبساط پیدا کرده را که فشار آن مثلاً به ۱۰ بار رسیده طی ایزوبار hi مجدداً تا ۵۰۰ درجه گرم کنیم در نتیجه به اندازه سطح W کار بازیافت می شود که برابر است با سطح W=h-I=l-e-h انرژی

حرارتی مصرف شده برای این کار بازیافتی برابر است با $q=h-i-k-f-h$ و نسبت $\frac{W}{q} = \eta_{th}$ عبارتست

¹ 1b(bar) = 10⁶dyn/cm²=10⁶ub=10N(Newtoon/cm²)

² ISOBAR

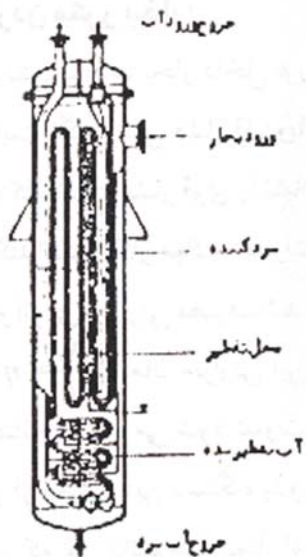
از راندمان حرارتی گرمایش مجدد بخار.

همانطور که شکل ۱۰-۳ نشان می‌دهد چون $\eta_{th} > \eta_{th}$ میباشد پس راندمان کل دستگاه در مجموع بعلت داغ کردن مجدد بخار بهتر شده است. در ضمن چون رطوبت بخار در نقطه 1 کمتر از رطوبت در نقطه e است لذا سائیدگی پره‌ها کمتر شده و دوام توربین بیشتر می‌شود. توربین‌های با فشار زیاد اغلب با دو بار گرم کردن مجدد بخار کار می‌کند.

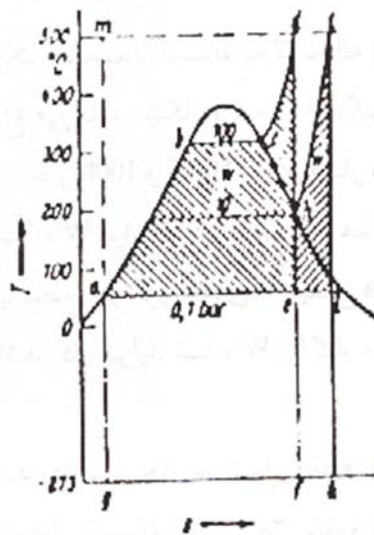
ت- پیش گرم کن آب تغذیه شدیر توسط بخار زیر کش شده از توربین (گرمایش بازیافتی):

در نیروگاههای بخار با فشار خیلی زیاد برای بهبود راندمان حرارتی علاوه بر گرمایش مجدد، آب تغذیه شدیر در پیش گرم کن‌ها متعدد و در مراحل مختلف گرم می‌شود.

آب تغذیه شدیر را می‌توان هم قبل از پمپ تغذیه (پیش گرم کن فشار کم) و هم بعد از پمپ تغذیه (پیش گرم کن فشار زیاد) بوسیله بخارهای نیمه انبساط یافته‌ای که از توربین زیر کش می‌شود گرم کرد.



شکل ۱۰-۲



شکل ۱۰-۳

تکرار مکرر "پیش گرم کن آب" توسط زیر کش بخار در مراحل مختلف باعث بالا بردن راندمان حرارتی نیروگاه بخار می‌شود زیرا در این مراحل، تحولات، به تحولات چهار گانه ماشین کار نو نزدیک می‌شود.

شکل ۴-۱۰- یک پیش گرم کن فشار زیاد را نشان می‌دهد. در شکل ۵-۱۰ ابتدا بخار با فشار P_1 زیرکش شده و متناسب با حجم بخار زیر کش شده به اندازه $I-h-9-8-I$ کالری انرژی حرارتی خارجی شده است که برای بالا بردن درجه حرارت آب تغذیه شدید از c به d کافی است. بعبارت دیگر در اثر آن مقدار بخار زیر کش شده باندازه $c-d=4-3-c$ انرژی حرارتی بازیافت شده و بهمین طریق حرارت بخاری که در فشار P_2 زیر کش می‌شود $I-h-8-7-1$ برای پوشاندن حرارت مایع $b-c-3-2-b$ بکار برده می‌شود و همین طور در فشار P_3 حرارت بخار $n-m-7-6-n$ که زیر کش شده برای بالا بردن درجه حرارت آب $a-b-2-1-a$ بکار برده می‌شود.

نتیجه حاصل از این بازیافتی این است که کار تولید شده W (سطح هاشور خورده به طرف چپ) در اثر زیر کش بخار باندازه سطح $h-i-k-l-m-n-o-p-h$ از کار تولید شده بدون زیرکش بخار کوچکتر شده است ولی در عوض مقدار حرارتی که باید تولید می‌کردیم (سطح $h-i-k-l-m-n-6-9-h$) تا کار از دسته رفته در اثر زیر کش بخار را بوجود آوردیم دیگر تولید نمی‌کنیم. چنانچه دیده می‌شود.

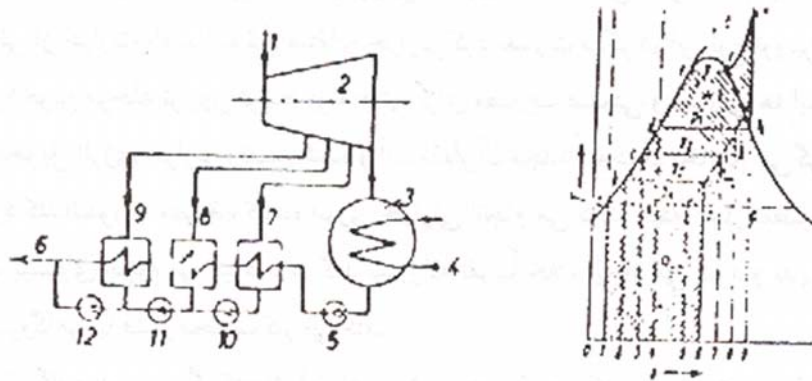
انرژی حرارتی فوق‌العاده‌ای باید مصرف می‌شد تا کاری باندازه سطح زیر ohp بما می‌داد. در نتیجه راندمان حرارتی دستگاه توسط سه باری زیر کشی شدن بطور قابل ملاحظه‌ای بالا رفته است.

این ازدیاد راندمان کاملاً عیان می‌شود وقتی که ما در دیاگرام شکل ۵-۱۰ سطوح زیر p_1 را بدون اینکه به راندمان حرارتی لطمه‌ای بخورد پله تا خط $h-q$ بطرف راست بکشیم و در صورتی که تعداد این پله‌ها زیاد باشد. زیر خط P_1 چهار چوشه کار نو $d-h-9-4-d$ بدست خواهد آمد و کار تولید شده در تحولات چهار گانه چهار گوش کار نو برابر است با سطح $4-d-e-9-p-4$ حرارت مصرف شده برابر است با سطح

$d-e-f-g-9-4-d$ که به اندازه انرژی حرارتی $a-d-4-2-a$ کوچکتر شده است.

حال اگر سطح کار تولید شده با زیرکش و بدون زیر کش بخار را با سطح کار تولید شده ماشین کار نو بدون پیش گرم کن (a-a-g-p-a) و با پیش گرم کن 4-d-g-p-4 مقایسه کنیم مشاهده خواهیم کرد که سطح کار تولید شده با زیرکش بخار به سطح کار ماشین کار نو قدری نزدیکتر است.

شکل ۶-۱۰ مدار حرارتی توربین بخار با سه زیرکش بخار را نشان می‌دهد.



شکل ۱۰-۶

شکل ۱۰-۵

در این شکل :

- | | |
|-------------------------|-------------------------------------|
| ۱- بخار از دیگ | ۶- پمپ آب تغذیه شدید |
| ۲- توربین | ۷- بخار داغ مرحله اول |
| ۳- کندانسور | ۸- بخار داغ مرحله دوم |
| ۴- آب سرد از برج خنک کن | ۹- بخار داغ مرحله سوم |
| ۵- پمپ آب تغذیه | ۱۰ تا ۱۲- پمپ‌های آب مقطر می‌باشند. |

یکی دیگر از مزایای پیش گرم کن آب توسط زیر کش بخار این است که با زیر کش بخار بار قسمت‌های فشار کم توربین و کندانسور کم می‌شود و در نتیجه ابعاد آنها به طور قابل ملاحظه‌ای کوچک می‌گردد.

توسط بالا بردن راندمان حرارتی نیروگاه بخاری با کندانسور توانسته‌اند حرارت مخصوص کارخانه را

حداقل ممکن یعنی :

$$q=8800 \text{ KJ/KWh}=3.444$$

برسانند در این صورت راندمان نیروگاه به $\eta_{th}=41\%$ می‌رسد که معادل با ماکزیمم مقداری است که با امکانات موجود امروزی می‌تواند بدست آورد.

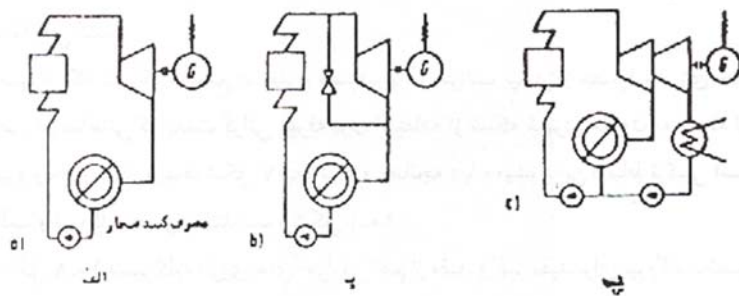
۱-۱-۱۰- ارتباط نیرو و حرارت:

اگر بتوان در تحولات یک نیروگاه بخار از آن مقدار کالری که در آخرین مرحله از توربین بخار شده و در کندانسور تبدیل به آب می‌گردد (همانطور که در شکل ۲-۱۰ با آن اشاره شده قسمت اعظم تلفات حرارتی نیروگاه را کندانسور باعث می‌شود) استفاده صنعتی نمود، راندمان حرارتی نیروگاه به مقدار قابل ملاحظه‌ای بالا می‌رود. بدین جهت در تمام جاهائی که علاوه بر انرژی الکتریکی احتیاج به مقدار زیادی کالری یا انرژی حرارتی باشد از توربین بخاری استفاده می‌شود که بار آن پس از انجام کار الکتریکی از حرارت باقیمانده نیز استفاده حرارتی کرد عبارت دیگر در این نوع توربین بخار، بخار خارج الکتریکی از حرارت باقیمانده نیز استفاده حرارتی کرد عبارت دیگر در این نوع توربین بخار، بخار خارج شده از آخرین مرحله توربین توسط لوله‌هائی برای مصارف صنعتی و حرارتی هدایت می‌شد و بخار پس از تحویل انرژی حرارتی، تقطیر شده و آب مقطر آن مجدداً به دیگ بخار باز می‌گردد و چنانچه دیده می‌شود کندانسور را مصرف کننده انرژی حرارتی انجام می‌دهد. البته عمل تقطیر در اینجا در درجه حرارت بیشتری انجام می‌گیرد تا در کندانسور که تقریباً خلاء ایجاد می‌شود و بدین جهت توربین در چنین نیروگاهی با فشار مخالف کار می‌کند.

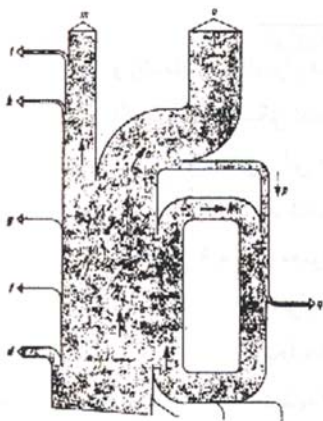
یک کارگاه صنعتی بزرگ که دائماً انرژی حرارتی مصرف می‌کند بهتر است مصرف الکتریکی خود را نیز خود تهیه کند. زیرا در این صورت نیروی برق تولید شده یک نیروی بازیافتی است که در نار تولید انرژی حرارتی بدست آمده است.

بدین جهت است که در کارخانجات شیمیائی، کاغذسازی، برپکت‌سازی، آبجوسازی و غیره اغلب از این

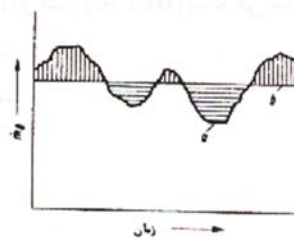
نوع مراکز حرارتی که در ارتباط با مولد برق می‌باشد استفاده می‌شود در شکل ۷-۱۰ انواع مختلف نیروگاههای حرارتی که در ارتباط با نیروگاهها الکتریکی می‌باشد. نشان داده شده است.



شکل ۱۰-۷



شکل ۱۰-۸



شکل ۱۰-۹

در شکل الف مصارف حرارتی مناسبترین حالت ممکنه ردارد زیرا در این مجتمع صنعتی میزان مصرف برق و حرارت برابر است لذا مصرف پایاپای می‌باشد و حجم بخاری که از توربین می‌گذرد متناسب با مصرف حرارتی کارخانه است.

در چنین مجتمع صنعتی اگر انرژی الکتریکی تولید شده بیشتر از احتیاجات کارخانه باشد باید امکان فروش آن به شبکه شهری (شبکه عمومی) موجود باشد.

در حالت کاملاً استثنائی که شبکه شهری نتواند مازاد انرژی الکتریکی کارگاه صنعتی را بپذیرد از شکل ۷-۱۰ ب استفاده می‌شود. در این نیروگاه ارتباط حرارت و نیرو توسط رگولاتور مخصوصی تنظیم می‌شود.

بدین ترتیب که رگولاتور تنظیم دور حجم بخار توربین را متناسب با انرژی الکتریکی مورد نیاز تنظیم می‌کند و بخار اضافی پیش از توربین از بخار تازه گرفته می‌شود. هر دوی این توربینها با فشار مخالف کار می‌کنند.

در صورتی که در یک مجتمع صنعتی، مصرف برق بمراتب بیشتر از مصارف انرژی حرارتی باشد بخصوص در ساعاتی که بعلت گرانی تعرفه برق استفاده از شبکه شهری مقرون به صرفه نباشد بهتر است نیرو و حرارت در ارتباط شکل ۷ پ باشند و چنانچه دیده می‌شود این ارتباط ترکیبی است از شکل ۷-۱۰ الف و نیروگاه بخاری باکندانسور شکل ۱-۱۰

در شکل ۸-۱۰ مسیر کلیه انرژی‌های حرارتی اعم از مفید و غیر مفید برای نیروگاه مخصوص کارگاه بزرگ صنعتی طبق شکل ۷-۱۰ الف- مشخص شده است. در این نیروگاه مصرف حرارت مخصوص برابر است با:

$$q = \frac{a}{m + o} \quad \text{یا} \quad q = \frac{\text{انرژی تولید شده}}{\text{انرژی الکتریکی} + \text{انرژی حرارتی مفید}}$$

$$\eta_{th} = \frac{1}{q} \quad \text{و راندمان نیروگاه برابر است با:}$$

اگر در نیروگاه شکل ۷-۱۰ الف و ب تغییرات مصرف بخار بسیار شدید باشد بهتر است از یک انباره حرارتی استفاده شود.. این دستگاه که بین بخار فشار کم (ND) و فشار زیاد (HD) بسته می‌شود سبب می‌شود که بخار تولید شده طبق شکل ۹-۱۰ یکنواخت گردد.

در شکل ۹-۱۰: **a** مصرف بخار از شبکه بخار فشار ضعیف

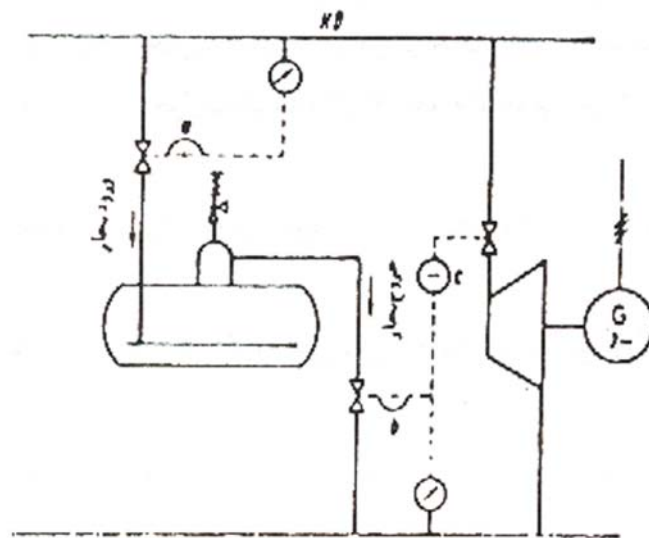
b تولید بخار در شدید

تخلیه از انباره به شبکه فشار قوی کم

تغذیه انباره از شبکه فشار قوی می‌باشد.

شکل ۱۰-۱۰ مدار نیروگاه بخاری با انباره حرارتی را نشان می‌دهد. در صورتیکه تولید بخار بیشتر از مصرف باشد شبکه فشار قوی بخار (PHD) از فشار تنظیم شده تجاوز می‌کند، در نتیجه رگولاتور **a** سوپاپ ورود بخار را باز کرده و انباره شارژ می‌شود. انبار تا موقعی شارژ می‌شود که فشار داخلی آن به ماکزیمم مقدار بخار برسد. در صورت تجاوز فشار داخلی انباره از حد مجاز، سوپاپ اطمینان آن باز می‌شود و فشار را متعادل می‌کند.

در صورتی که مصرف بخار بیشتر از مقدار تولید شده بخار باشد، فشار شبکه فشار کم (PRNd) از حداقل فشار تنظیم شده P_b کمتر می‌شود و در نتیجه تنظیم کننده عمل کرده و سوپاپ خروجی انباره را باز می‌کند و انباره تخلیه می‌شود.



شکل ۱۰-۱۰

۱۰-۱-۲- تنظیم در نیروگاه بخاری:

بطور کلی از یک نیروگاه انتظار می‌رود که :

الف- ژنراتور آمپر مورد نیاز مصرف کننده را پردازد

ب- تغییرات فرکانس و ولتاژ در حداقل مجاز باشد.

برای برقراری شرط اول بین نیروگاهی که برق پایه را می‌دهد با نیروگاهی که برق پیک^۱ را می‌دهد تفاوت کوچکی موجود است.

تغییرات بار در نیروگاه برق پایه بقدری بطنی و آهسته انجام می‌گیرد که نیروگاه فرصت کافی برای تطبیق خود با بار شهری را پیدا می‌کند ولی نیروگاه برق پیک باید اضافه بار پیک را که خیلی غیر مترقبه می‌باشد سریع تولید کند و به شبکه تحویل دهد.

برای اینکه نیروگاه بتواند وظایف خود را خوب انجام دهد باید قسمت‌های مختلف نیروگاه که از دستگاهها و اسباب ادوات مختلف تشکیل شده است هر کدام دارای رگولاتور و وسائل تنظیم مخصوص باشند.

ب- توربین باید با هر تغییر باری از طرف ژنراتور همکاری کند و به قول معروف باید توربین با ژنراتور و از جا کنده نشود. ت- مولد بخار باید همیشه و در هر حالتی احتیاجات بخار توربین را هموار سازد، کیفیت بخار بخصوص فشار و حرارت آن نباید از یک حد ماکزیمم و می‌نیمم بخار تنظیم شده، تجاوز کند.

ث- در موقعی که غفلتاً بار برداشته می‌شود نباید آب مقطر گران قیمت با باز شدن سوپاپ اطمینان از بین برود.

شکل ۱۰-۱۱ بطور شماتیک کلیه لوازم و وسائل حفاظتی و تنظیم نیروگاه با کندانسور را نشان می‌دهد که عبارتند از:

۱- تنظیم آب شدید متناسب با بخار تولید شده این فصل بوسیله تغییر دور موتور پمپ انجام

می‌شود.

۲- تنظیم درجه حرارت بخار تازه قبل از آخرین خشک کن

۳- سرو و موتور^۲ تنظیم عده دور

- تنظیم کننده بخار ورودی توربین بخار متناسب با عده دور و بار ژنراتور ۵- سوپاپ راه اندازی بخار

فشار قوی برای اینکه در موقع راه اندازی از قسمت فشار قوی توربین بخار استفاده نشود و همینطور در

موقعی که یکمرتبه بار بزرگی از ژنراتور قطع می شد مازاد تولید شده از این سوپاپ عبور کند.

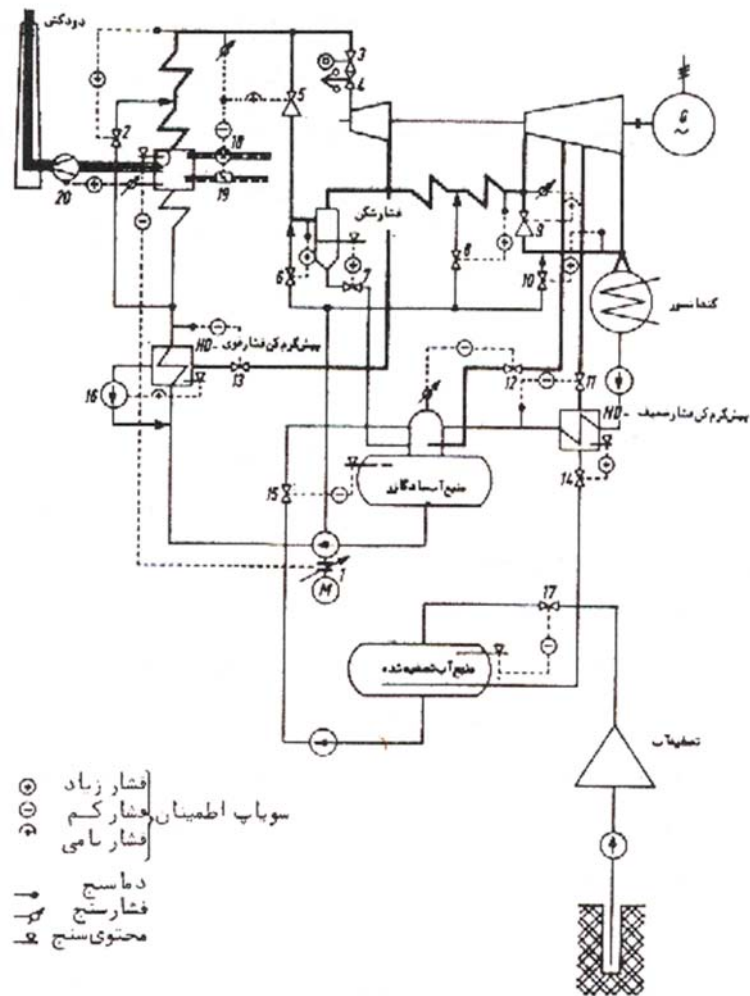
۶- تنظیم درجه حرارت برای خنک کردن و تقطیر بخار اضافی

۷- تنظیم کننده سطح آب دستگاه متعادل کننده راه اندازی

۸- تنظیم کننده حرارتی خشک کن های کمکی بین راه (اغلب توسط خنک کردن سطح فوقانی)

۹- سوپاپ راه اندازی بخار فشار کم شبیه ۵

¹ پیک عبارتست از ماکزیمم برقی که لحظات معینی از شبانه روز مصرف می شود.



شکل ۱۰-۱۱

۱۰- تنظیم درجه حرارت برای خنک کردن بخار اضافی که قبل از توربین به کندانسور می‌رود.

۱۱- تنظیم بخار زیرکش شده برای پیش گرم کن فشار ضعیف

۱۲- تنظیم کننده بخار زیرکش شده مربوط به دگازر

۱۳- تنظیم کننده بخار پیش گرم کن فشار قوی

۱۴- نیوسنج^۱ آب پیش گرم کن فشار ضعیف

۱۵- تنظیم آب اضافی برای منبع آب تغذیه متناسب با تلفات آب و بخار در مدار کندانسور

۱۶- نیوسنج (ارتفاع سنج) برای پیش گرم کن فشار قوی

۱۷- نیوسنج و تنظیم آب ذخیره

۱۸- تنظیم سوخت متناسب با بخار تازه

۱۹- تنظیم هوا متناسب با سوخت

۲۰- تنظیم فشار داخل هواکش

۳-۱-۱۰- توربین بخار

ماشینهای بخار به معنی مطلق کلمه فقط عمل یکی از اعضای چهارگانه دستگاه کارنو یعنی عمل موتور انبساط دهنده را انجام می دهد و برخلاف موتورهای احتراق داخلی که به تنهایی اسباب کامل تبدیل حرارت به کار است ماشینهای بخار همانطور که دیدیم محتاج به منبع گرم (شدیر با اسباب مولد بخار) به منبع سرد (کندانسور) و به ماشین صعود دهنده (تلمبه) می باشد.

موتور خانه ما بین شدیر و کندانسور قرار می گیرد و در واقع عامل حرکت پیستون با ذرات بخار همان اختلاف فشاری است که ما بین این دو محیط وجود دارد. بنابراین هر قدر آب گردش کننده داخل کندانسور خنک تر و درجه حرارت تقطیر بخار پایین تر باشد، خلاء کندانسور شدیدتر بوده و موتور قدرت بیشتری خواهد داشت. در بعضی دستگاهها مثل لکوموتیو که فاقد کندانسور می باشد فشار پشت موتور یعنی فشار خروجی بخار که هوای آزاد می شود قهراً مساوی یک جو تقریباً 1kg/cm^2 می باشد. عیناً مثل اینکه کندانسوری می گذاشتند که با آب ۱۰۰ درجه خنک می شد.

موتور بخار دو نوع است: متناوب و دوار

موتور بخار متناوب شبیه به موتورهای احتراق داخلی است با این تفاوت که عمل سیلندر معمولاً دو طرفه می‌باشد و توزیع بخار همیشه بوسیله سوپاپ یا دریچه‌های فنرداری که در مواقع مقتضی باز و بسته می‌شود بعمل نمی‌آید. بلکه توزیع با کشو نیز هنوز معمول می‌باشد.

کشور یک درپوش لبه‌داری است که دارای حرکت رفت و آمدی بوده متناوباً دو طرف سیلندر را به شدیر و به کندانسور مربوط می‌سازد و چون لبه‌های آن عریض است در فواصل مابین زمان ارتباط با شدیر و ارتباط با کندانسور منافذ سیلندر را مستور و مسدود می‌نماید، بطوری که بخار داخل سیلندر می‌تواند به تنهایی انبساط نماید و یا اگر پیستون در حال برگشت است متراکم شود.

موتور متناوب ممکن است یک سیلندر یا چند سیلندر باشد. در صورتی که سیلندرها بطور متوالی قرار گیرند یعنی بخار پس از انبساط مقدماتی در یکی واردی سیلندر دیگری شود، موتور را مرکب نامند. موتور دوار یا توربین بخار از یک یا چند چرخ تشکیل شده است که روی محور واحدی سوار می‌باشد (رجوع شود به کتاب ترمودینامیک صنعتی از انتشارات دانشگاه).

این مجموعه تشکیل عضو متحرک را رتور را می‌دهد جعبه دو رتور یا استاتور که صدف زیرین و روئین آن از هم جدا می‌شود تشکیل غلاف خارجی و مخصوصاً حجره‌بندی‌های داخلی را می‌دهند.

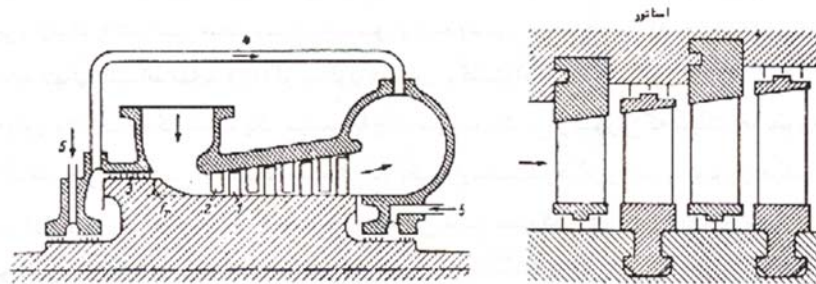
شکل ۱۰-۱۲

چرخ قرص توپری است که دور تا دور محیط آن پره‌های شعاعی توگرد کوتاهی نصب کرده‌اند. در مقابل

پره‌بندی چرخ‌ها دیافراگم‌ها نیز مشبک بوده دارای پره‌ای ساکن می‌باشند. شکل ۱۰-۱۳

بخار وارده به توربین از مجاری شیپوری شکل که مقابل قسمتی از پره‌های اولین چرخ قرار گرفته‌اند عبور می‌کند و در آنجا سرعت زیادی گرفته بطور مورب و مماس به لای پره‌ها پرتاب می‌شود و چرخ را به

گردش در می‌آورد. در خروج از پره‌ها چون انرژی سینتیک ذرات بخار به چرخ منتقل گردیده است از سرعت آن کاسته می‌شود و ذرات با سرعت کم وارد پره‌بندی ساکن می‌شود. در نتیجه عبور از میان پره‌های ساکن بخار یک مرحله به کندانسور نزدیک می‌شود و یک طبقه سقوط فشار می‌نماید. فواصل مابین پره‌های ساکن طوری ترسیم و وضع طوری محاسبه شده است که بخار مجدداً سرعت گرفته با انرژی سینتیک تازه‌ای وارد میان پره‌های چرخ بعدی می‌شود و قس علیهذا، تا آن جا که در نتیجه تنزل‌های تدریجی فشار بخلاء کندانسور برسد و تمام انرژی درونی آن به صورت انرژی سینتیک به مصرف برسد.



شکل ۱۰-۱۳

شکل ۱۰-۱۴

شکل ۱۰-۱۴ گسترش توربین و نمایش تغییرات فشار و سرعت بخار را نشان می‌دهد.

بطور خلاصه در موتور بخار متناوب، اختلاف فشار بخار شدید و بخار کندانسور مستقیماً بصورت قوه روی پیستون اثر نموده و در نتیجه انبساط آن کار ایجاد می‌شود و سرعت پیش از آن که برای تامین جریان لازم است وجود ندارد. ولی در توربین بخار اختلاف فشار قبلاً تبدیل به سرعت می‌گردد و انبساط تولید انرژی سینتیک می‌نماید.

انرژی سینتیک ذرات بخار بعداً بوسیله پره‌ها منتقل به محور موتور می‌گردد.

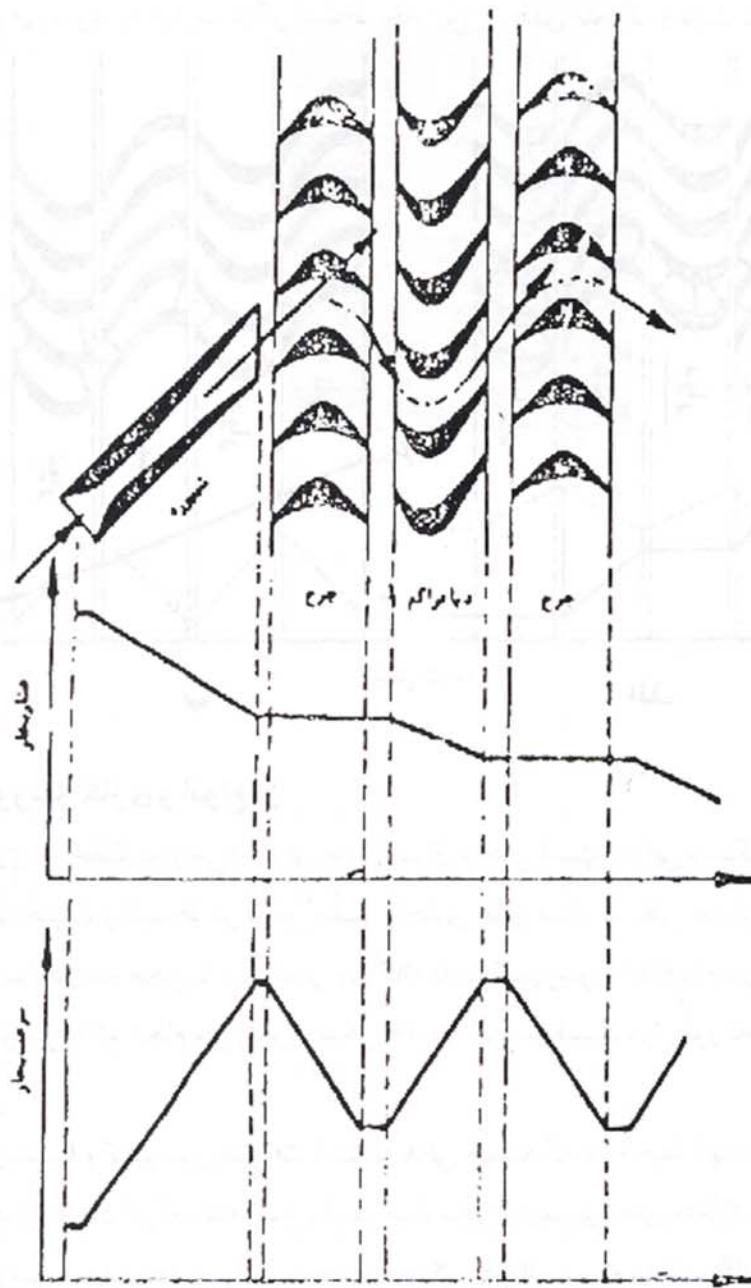
در موتور متناوب سه عمل ورود-انبساط و تخلیه از هم جدا بوده بطور متوالی صورت می‌گیرد و حرکات متناوب می‌باشد. بنابراین چون با اینرسی پیستون و سایر آلات مواجه می‌شویم ناچار باید سرعت را ملایم

بگیریم ولی در توربی، انبساط بخار از ورود تا خروج یکسره ادامه دارد و کلیه اعمال بطور اتصالی دائمی با سرعتهای ثابت صورت می گیرد بنابراین سرعتهای دورانی شدید میسر است و از این بابت توربین رجحان بزرگی بر موتور متناوب پیدا می کند.

توربین نیز بر دو نوع است: توربینی بخار اکیون و توربین بخار راکسیون.

در توربین اکسیون¹ فشار در ابتدا و انتهای چرخ گردان برابر است و تمام افت فشار در چرخ ثابت انجام می گیرد.

¹ KTIONSTURBINE (GLEICHDRUCKTURBINE)

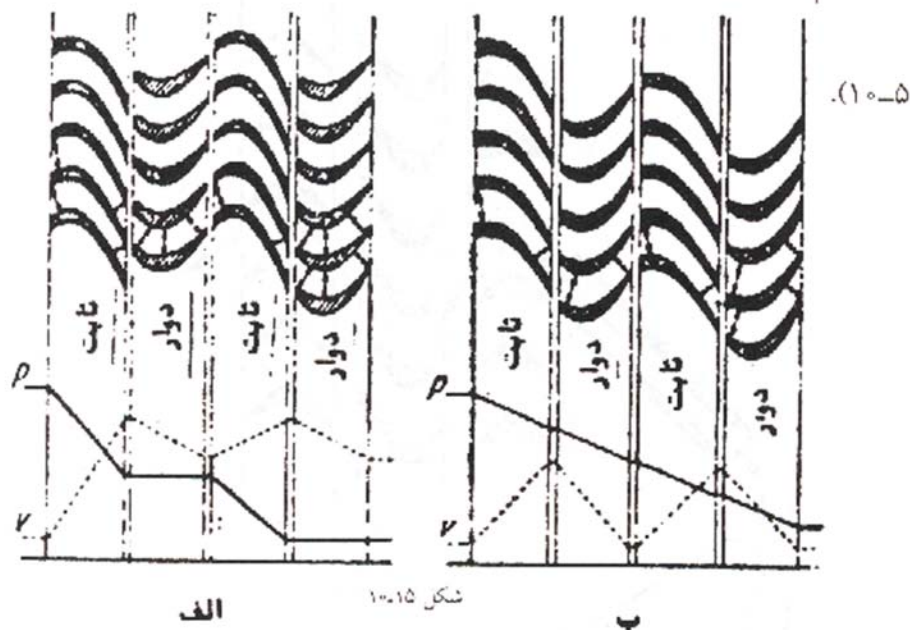


شکل ۱۰.۱۲

(تمام انبساط در چرخ هادی) شکل ۱۰-۱۵ الف.

در توربین راکسیون^۱ تمام فشار در داخل پره ثابت افت نمی‌کند بلکه افت فشار در داخل پره ثابت و

گردان تقسیم می‌شود. به عبارت دیگر انبساط بخار بین پره‌ها متحرک و ثابت تقسیم می‌شود شکل ۱۰-۵)



۱۰-۲- توربین گازی و انواع آن

توربین گازی در حقیقت نوعی از موتورهای احتراق داخلی است. در این دستگاه بعبوض اینکه اعمال

اصلی تراکم، احتراق و انبساط در داخل عضو واحدی بطور متناوب یکی بعد از دیگری صورت گیرد

(موتور متناوب) در سه محل یا سه جداگانه با سه کمپرسور، اطاق احتراق و ماشین انبساط (دیتندر)^۱

توربین دائم انجام می‌پذیرد. شکل ۱۰-۱۶ این سه قسمت را بطور کاملاً شماتیک نشان می‌دهد.

توربین (دیتندر) و کمپرسور بصورت استوانه‌هایی هستند که در محیط آنها در چند ردیف یا حلقه متوالی،

پره‌های مورب کار گذاشته‌اند و یک در میان مابین ردیف پره‌های متحرک پره‌های ساکن وجود دارد که

^۱ REAKTIONSTURBINE (UBERUCKTUBINE)

منصوب به جدار خارجی است. چرخها حرکت دورانی سریع دارند و گاز از میان پره‌ها حرکت می‌نماید.

ما بین پره‌های متحرک و ذرات گاز توافق سرعت و تبادل انرژی سینتیک بعمل می‌آید و در داخل پره‌های

ساکن سرعت و فشار گاز بیدگر تبدیل می‌شوند.

به این ترتیب در کمپرسور مرتباً پره‌های متحرک به ذرات گاز سرعت می‌دهند و این سرعت در پره‌های

ساکن بعد مبدل به فشار می‌شود تا اینکه فشار بقدر کافی بالا می‌رود. هوای فشرده گرم اتصالاً وارد اطاق

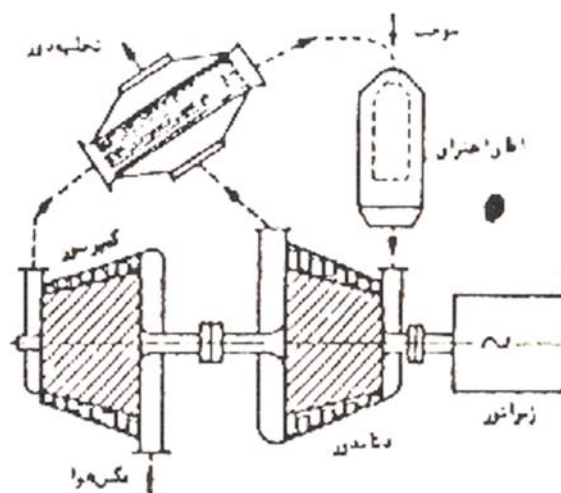
احتراق شده در آنجا با سوخت ترکیب می‌شود و درجه حرارت بالا می‌رود. گاز سوخته داغ متراکم در

لابلای پره‌های ساکن توربین در نتیجه تغییر مقطع کسب سرعت می‌نماید و چون به پره‌های متحرک بر

می‌خورند آنها را به گردش در آورده انرژی سینتیک خود را از دست می‌دهد. در ردیف پره‌های بعد مجدداً

فشار تبدیل به سرعت و سرعت تبدیل به انرژی مکانیک و منتقل به چرخ می‌گردد تا آنکه بالاخره فشار به

اندازه فشار جو رسیده گاز سوخته انبساط یافته از دهانه تخلیه خارج می‌شود.



¹ DETENDEUR

۱-۲-۱۰- انواع توربین گازی:

نیروگاه توربین گازی را می‌توان کلاً به دو نوع "مدار باز" و "مدار بسته" تقسیم کرد.

الف- نیروگاه گازی مدار باز:

شکل ۱۰-۱۷ یک نیروگاه گاز ساده با مدار باز را نشان می‌دهد. در ضمن تحولات چنین نیروگاهی نیز در

دیاگرام T-S رسم شده است.

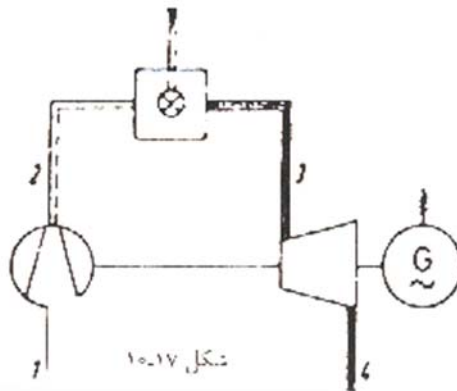
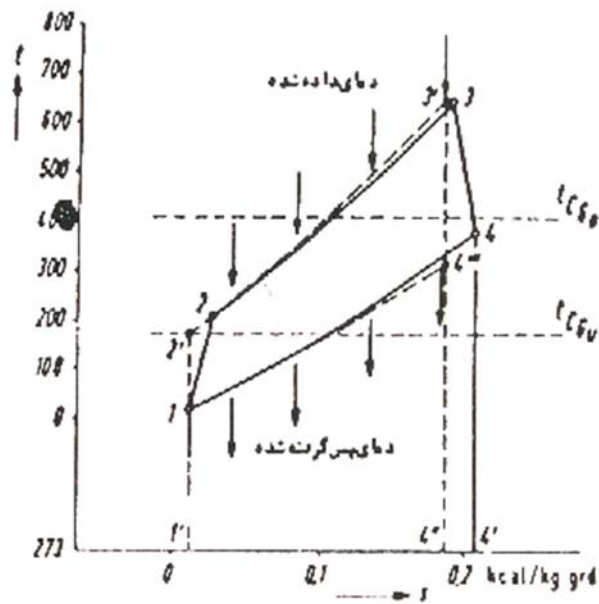
چنانچه مشاهده می‌شود کمپرسور هوای خارج (۱) را می‌مکد و متراکم کرده به فشار (۲) می‌رساند. این

هوای فشرده گرم وارد اتاق احتراق می‌شود در آن جا تحول احتراق و هوا بطریق ایزوبار (در فشار ثابت)

انجام می‌شود و حرارت هوا به نقطه (۳) می‌رسد. گاز سوخته داغ متراکم شده وارد توربین شده و در آنجا

از ۳ به ۴ انبساط می‌یابد و با درجه حرارت (۴) از توربین خارج می‌شود. در ضمن تحولات بدون تلف

تراکم و انبساط آدیاباتیکی جهت مقایسه بطور نقطه چین رسم شده است.



از نظر تئوری سطح داخلی نقاط $1'-2'-3'-4''-1'$ کار تولید شده در اثر یک کیلوگرم عنصر کارگر (گاز) است و نسبت این سطح به سطح کل $1'-2'-3'-4''-1'$ نمایشگر راندمان تئوریک تحولات دستگاه است. بویژه سطح $1'-1-4''-4''-1'$ نمایشگر انرژی حرارتی تلف شده در اثر خروج یک کیلوگرم کاری است که از توربین خارج می‌شود.

یا به حساب آوردن تلفات فشار در لوله‌های رابط، تلفات تشعشعات حرارتی، تلفات سوخت در اطاق احتراق، تلفات داخلی کمپرسور و توربین، تلفات مکانیکی و الکتریکی در ژنراتور، نمی‌توان راندمان حرارتی دستگاه را از روی دیاگرام مزبور مستقیماً بدست آورد. با درجه حرارت نهایی که در دیاگرام T-S داده شده می‌توان راندمان حرارتی تحولات با تلف نیروگاه را طبق رابطه زیر محاسبه کرد:

$$\eta_{th} = \frac{[G_p(i_2 - i_1) - G_c(i_2 - i_1)] \eta_n \eta_{Geter}}{G_{br} \cdot H_u}$$

در این رابطه :

$$G_1 = \text{وزن هوای مکیده شده}$$

$$G_r = \text{وزن هوا با گاز سوخته}$$

$$G_1 = G_r = \text{در صورتیکه ضریب حرارتی سوخت بالا باشد.}$$

$$i_1 = C_p \cdot t_1 = \text{انتالپی (حرارت فعال) هوا در مدخل ورودی کمپرسور}$$

$$i_2 = C_p \cdot t_2 = \text{انتالپی هوا در مدخل خروجی کمپرسور}$$

$$i_3 = C_p \cdot t_3 = \text{انتالپی گاز در مدخل خروجی توربین}$$

$$i_4 = C_p \cdot t_4 = \text{انتالپی گاز در مدخل خروجی توربین}$$

$$\eta_m = \text{راندمان مکانیکی بطور مجزا برای کمپرسور و توربین}$$

$$\eta_{Geter} = \text{راندمان جعبه دنده‌ها و اتصال‌ها و کوپلونها}$$

$$C_{br} = \text{وزن سوخت وارد شده به اتاق احتراق برای بالا بردن درجه حرارت به } t_3 \text{ با توجه به احتراق و}$$

تلفات تشعشعی

$$H_2 = \text{کوچکترین ضریب حرارتی ماده سوخت}$$

$$\eta_g = \text{راندمان ژنراتور}$$

راندمان حرارتی چنین نیروگاهی خیلی کوچک و در حدود ۱۵-۲۵٪ می‌باشد و چنانچه دیده می‌شود

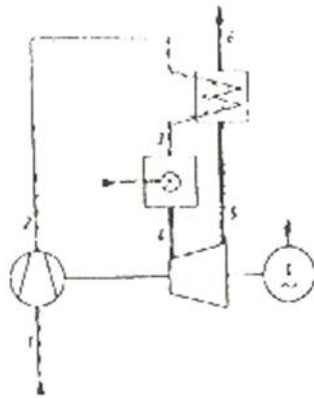
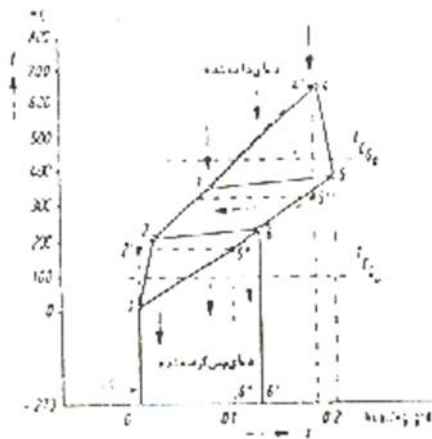
راندمان حرارتی توربین گازی ساده خیلی کوچکتر از راندمان حرارتی توربین بخاری با کندانسور می‌باشد.

در این نیروگاه "دادن" و "پس دادن" کالری با فشار ثابت انجام می‌گیرد. لذا تحولات ایزوبار است و عنصر

کارگر (هوا) از اتمسفر (هوای آزاد) گرفته می‌شود و پس از انجام کار مجدداً وارد اتمسفر می‌شود.

علت کم بدن راندمان توربین گازی همانطور که شکل ۱۷-۱۰ نشان می‌دهد، حرارت زیادی است که بدون بهره از توربین خارج می‌شود. این تلف حرارتی برابر با سطح ۴'-۱-۱' در دیاگرام TS می‌باشد و همین دیاگرام نشان می‌دهد که برای بهتر کردن راندمان حرارتی باید حرارت (۴) گاز خروجی تا آنجا که ممکن است بازیافتنی شود. به این جهت همانطور که شکل ۱۸-۱۰ نشان می‌دهد از حرارت گاز خروجی (۵) برای بالا بردن حرارت هوای تراکم یافته (۲) استفاده می‌شود.

با این حرارت بازیافتی، حرارت هوای متراکم بعد از کمپرسور و قبل از ورود باطاق احتراق (۳) می‌رسد و در نتیجه حرارت گاز خروجی از (۵) به (۶) نزول می‌کند و تلف حرارتی گاز خروجی برابر می‌شود با سطح ۱'-۱-۶-۶-۱' در نتیجه بازیافتی حرارت گازهای خروجی توربین که حتی مافوق درجه حرارت بعد از تراکم هوا است مقداری از انرژی اتلافی تخلیه مجدداً وارد مدار می‌شود و در ضمن اینکه تا حدی نیز از مصرف سوخت صرفه‌جویی می‌گردد راندمان حرارتی توربین را تا حدودی ۳۲٪ ترقی می‌دهد.



شکل ۱۰-۱۸

در دیاگرام T.S برای تحول تراکم و انبساط آدیاباتیکی بدون تلف که بصورت نقطه چین رسم شده حد وسط درجه حرارت خروجی و ورودی گاز رسم شده است.

چنانچه دیده می شود بعلت بازیافتی حرارت گاز خروجی، حرارت متوسط گاز ورودی بالاتر و حرارت متوسط گاز خروجی کمتر از مدار شکل ۱۷-۱۰ است. دستگاه پیش گرم کن هوای تراکم یافته بعد از کمپرسور را "مبدل" یا رکوپراتور^۱ می نامند.

شکل ۹-۱۰ الف یک توربین گازی ۷۵۰۰ Kw با مبدل را نشان می دهد. در این شکل:

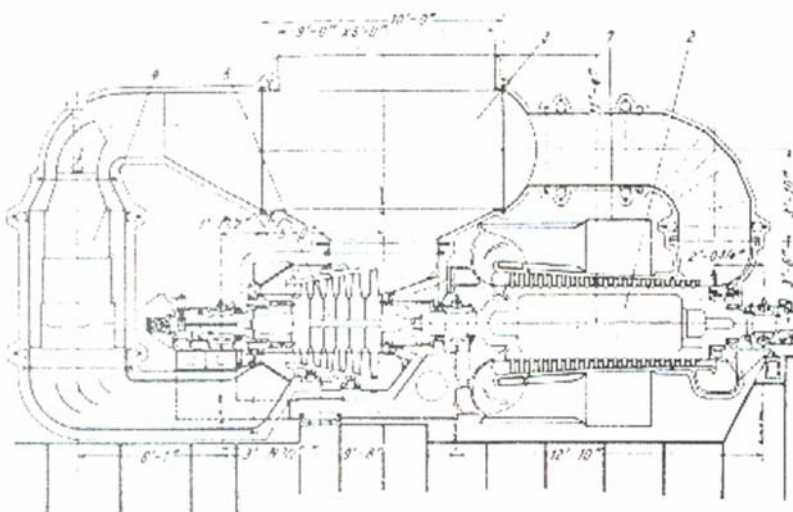
۱- صافی مکنده هوا

۲- کمپرسور

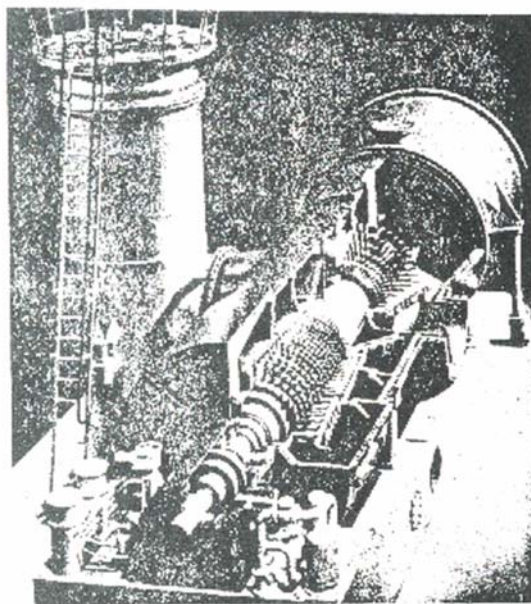
۳- مبدل

۴- اطاق حرارت

۵- توربین می باشد.



شکل ۱۰-۱۹ (الف)



شکل ۱۰-۱۹ (ب)

راندمان این دستگاه دربار نامی $\eta = 22\%$ و در نیمه بار در حدود $\eta = 15/2\%$ می باشد.

شکل ۱۹-۱۰ ب یک توربین گازی بقدرت ۳۲ MW ساخت کارخانجات کرافت ورک یونیون^۱ را نشان می‌دهد.

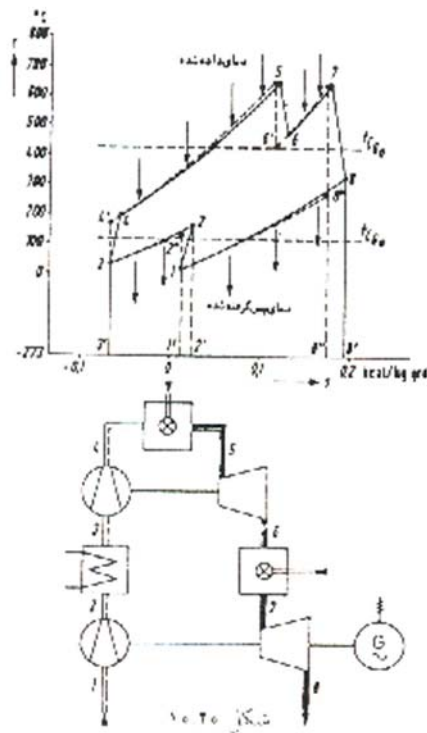
روش دیگری برای بالا بردن راندمان نیروگاه گازی و بدست آوردن توان مفید بیشتر از یک کیلوگرم عنصر کارگر استفاده از مدار دو موجی با مدار متوالی طبق شکل ۲۰-۱۰ می‌باشد.

در نیروگاه شکل ۲۰-۱۰ تراکم هوا در دو مرحله مختلف انجام می‌گیرد. مرحله اول توسط کمپرسور فشار ضعیف از ۱ به ۲ و مرحله دوم توسط کمپرسور فشار قوی از ۳ به ۴ قسمتی از حرارت ایجاد شده در اثر تراکم فشار ضعیف توسط کولر آب سرد خارج می‌شود و تحویل ۲ به ۳ صورت می‌گیرد.

هوای متراکم با فشار و حرارت (۴) وارد اتاق احتراق فشار زیاد می‌شود و در آن جا اولین مرحله احتراق صورت می‌گیرد و گاز محترق شده و تراکم یافته تا نقطه (۵) وارد اولین توربین می‌شود و در آن جا انبساط یافته و درجه حرارت و فشار آن به نقطه (۶) می‌رسد و گاز تولید شده به کمپرسور فشار زیاد تحویل داده می‌شود.

سپس گاز در این وضعیت وارد دومین اتاق احتراق می‌شود و در اینجا مرحله دوم احتراق در اثر ورود ماده سوخت و گاز اکسیژن‌دار انجام می‌گیرد و درجه حرارت گاز مجدداً تا نقطه (۷) بالا می‌رود و گاز با این کیفیت وارد دومین توربین (مرحله دوم) شده و در اینجا انبساط یافته و در ضمن بکار انداختن کمپرسور فشار ضعیف مقداری نیز کار مفید انجام می‌دهد که از ژنراتور گرفته می‌شود و سپس تقریباً با فشار ۱ اتمسفر و درجه حرارت ۸^oC از توربین خارج می‌شود.

¹ KRAFT-WERK-UNION (KWU)



این تحولات دوباره با احتراق و انبساط متوالی باعث می‌شود که راندمان نیروگاه گازی تا حدودی از ۳۲٪ نیز تجاوز کند.

راندمان حرارتی این دستگاه همانطور که دیده می‌شود تابعی است از وضعیت هوای مکنده (۱) و تراکم کل (۴) میزان خنک شدن و ماکسیموم درجه حرارت گاز در مدخل توربین فشار قوی و فشار ضعیف (۵ و ۶)

مقدار آبی که در این نیروگاه برای خنک کردن هوای متراکم بکار برده می‌شود تقریباً $\frac{1}{4}$ تا $\frac{1}{3}$ مقدار آبی است که در قدرت مساوی برای سرد کردن کندانسور در نیروگاه بخاری لازم است.

در مدار شکل ۲۰-۱۰ مقدار کالری خارج شده (تلف) از دو قسمت تشکیل می‌شود: یک قسمت حرارتی که آب گرم شده با خود خارج می‌کند و قسمت دیگر حرارتی که گاز در موقع خروج از توربین با خود حمل می‌کند (نقطه ۸)

کالری که توسط کولر خارج می‌شود برابر است با سطح زیر ۳'-۳-۲-۲'-۳' و کالری خارج شده از توربین برابر است با ۱'-۱-۸-۸'-۱' و تحولات نقطه چین شده در دیاگرام TS مصرف تحولات بدون تلف می‌باشد.

در تحویلات بدون تلف کار مفید برابر است با سطح ۱-۸"-۷-۶'-۵-۴'-۳-۲"-۱ و مقایسه این سطح با سطح کار مفیدی که توسط مدار شکل ۱۷ بدست آمده نشان می‌دهد که در شرایط مساوی (وضعیت هوای متراکم و درجه حرارت گاز خروجی از توربین) کار مفید تولید شده در مدار دو موجی یا دو مرحله‌ای و متوالی به مراتب بیشتر از مدار ساده می‌باشد.

شکل ۲۱-۱۰ یک نیروگاه گازی دو مرحله‌ای متوالی ساخت براون باوری کمپانی به قدرت ۱۰۰۰۰ Kw بدون مبدل را نشان می‌دهد.

در این شکل :

a= کمپرسور فشار ضعیف

b= کولر

c= کمپرسور فشار قوی

d= اتاق احتراق فشار قوی

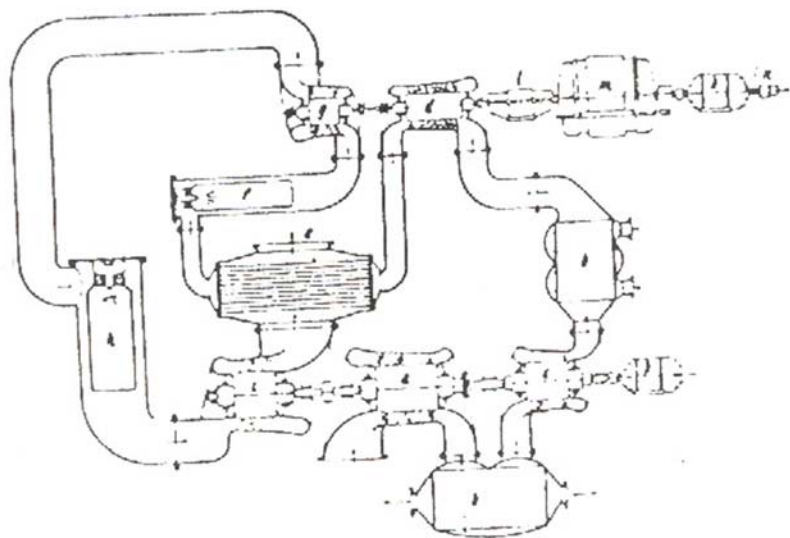
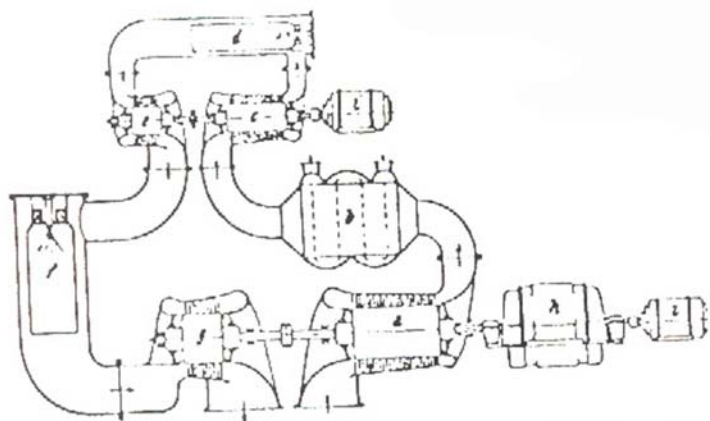
e= توربین فشار قوی

f= اتاق احتراق فشار ضعیف

g= توربین فشار ضعیف

h= ژنراتور

i= موتورهای راه‌اندازی می‌باشند.



شکل ۱۰-۲۲

شکل ۱۰-۲۲ یک نیروگاه گازی با دو توربینی، دو خنک‌کن و یک مبدل را نشان می‌دهد قدرت نیروگاه

۱۰۰۰۰ KW و ساخت کارخانجات (BBC) می‌باشد.

در این شکل :

a= کمپرسور فشار ضعیف

b= کولر آبی

c = کمپرسور فشار متوسط

d = کمپرسور فشار قوی

e = مبدل

f = اتاق احتراق فشار قوی

g = توربین فشار قوی (n=4750 U/min)

h = اتاق احتراق فشار ضعیف

i = توربین فشار ضعیف

k = موتور راه انداز

l = جعبه دنده

m = ژنراتور (n3600 U/min)

n = تحریک کننده می باشد.

۲-۱۰- توربین گازی با مدار بسته:

در توربین گازی مدار بسته چون هوا یک مدار بسته را طی می کند باید از نظر شیمیایی کاملاً با ثبات و غیر قابل تجزیه باشد. لذا نمی توان از آن بعنوان هوای سوخت استفاده کرد. پس باید هوا بطور غیر مستقیم گرم شود یعنی هوا از لوله های مخصوصی که توسط مواد سوختنی گرم می شود، عبور داده می شود. مانند دیگ بخار (LE در شکل ۲۲-۱۰).

و بالاخره در انتهای تحویلات باید هوا از یک کولر اضافی K_1 عبور داده شود تا حرارت ابتدایی برای کمپرسور V_1 را پیدا کند.

شکل ۲۳-۱۰ یک نیروگاه دو مرحله ای را نشان می دهد. طرز کار و تحولات این نیروگاه شبیه نیروگاه با مدار باز می باشد بطوری که :

$$=V_1 \text{ کمپرسور}$$

$$=K_2 \text{ کولر}$$

$$=V_2 \text{ کمپرسور}$$

$$=LV \text{ مبدل یا پیش گرم کن هوا}$$

$$=LE_1 \text{ هوای داغ کن}$$

$$=T_1 \text{ توربین}$$

$$=IE \text{ هوا داغ کن}$$

$$=T_2 \text{ توربین}$$

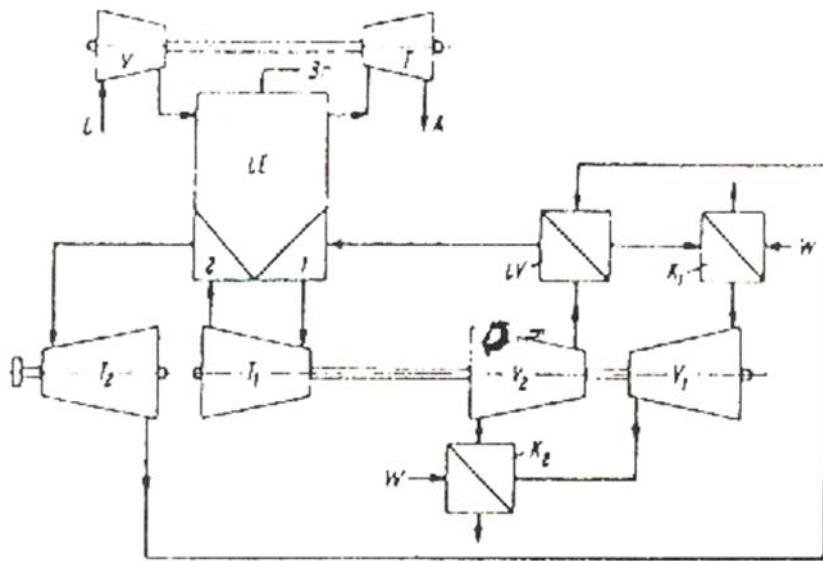
$$=LV \text{ هوا پیش گرم کن و}$$

$$=K_1 \text{ کولر می باشد.}$$

چنانچه دیده می شود توربینی با مدار بسته علاوه بر چند هوا خنک کن (کولر) اضافی احتیاج به یک هوا

داغ کن (کوره) نیز دارد که نسبت به اطاق احتراق مدار باز بسیار گران قیمت تر است ولی در ضمن دارای

مزایای بشرح زیر می باشد:



شکل ۲۳-۱

نظر باینکه توربین‌ها در مدار بسته با هوای کاملاً تمیز کار می‌کنند (کروزینون) خوردگی و کثیف شدن در اثر گازهای موثر و خورنده پیش نمی‌آید. در ثانی فشار اولیه لازم نسبت برابر فشار جو یا اتمسفر باشد بلکه میتواند بیشتر یعنی در حدود $P_1=20\text{bar}$ انتخاب گردد و فشار نهایی پیش از دو بار تراکم به $P_2=100\text{ bar}$ می‌رسد به طوری که $P_2/P_1=5$ می‌باشد که کاملاً معمولی است. در ثالث ازدیاد فشار در توربین‌های مدار بسته باعث کوچک شدن ابعاد دستگاه و کم شدن قیمت ماشین آلات متحرک می‌گردد و با تغییر دادن مقدار فشار هوا بدون بالا رفتن تلفات حرارتی و قدرت توربین تنظیم می‌گردد. در ضمن نظر به اینکه در این نیروگاه مواد سوختنی با هوا در تماس مستقیم نمی‌باشد، می‌توان از سوخت زغال سنگ و مواد سوختنی دیگر دودزا استفاده کرد.

در شکل ۲۲-۱۰ از یک دستگاه توربین V-LE-T با مدار آزاد نیز استفاده شده است. از این دستگاه برای بالا بردن فشار و سرعت هوای سوخت در اطاق احتراق استفاده می‌شود. با ازدیاد سرعت و فشار هوا درجه شدت انتقال حرارت بالا می‌رود و باعث کوچک شدن ابعاد LE می‌گردد.

۳-۱۰- بهره‌برداری از نیروگاه گازی:

نیروگاه گازی همانطور که فوقاً اشاره شد بطور کلی از سه قسمت اصلی کمپرسور، اطاق احتراق و توربین (دتاندور) تشکیل شده است. با این سه دستگاه میتوان یک نیروگاه گازی تقریباً ارزان قیمت بنا نمود ولی بعلت اینکه درجه حرارت گاز نباید از ۷۰۰ درجه سانتیگراد تجاوز کند (مواد و فلزی که در ساختمان دستگاهها به کار برده شده تحمل حرارت بیش از ۷۰۰ درجه را ندارند) نیروگاه گازی دارای راندمان حرارتی مناسبی نمی‌باشد.

لذا سوخت در آن بسیار گران تمام می‌شود، مثلاً برای تولید 100 MW قدرت الکتریکی قدرت نیروگاه بخاری در حدود 105 MW کافی است، در صورتی که برای تولید همین قدرت توسط نیروگاه گازی قدرتی در حدود 250 MW لازم است، زیرا تقریباً ۱۵۰ میلیون وات برای کمپرسور مصرف می‌شود.

استفاده از دستگاههای مبدل، کولر و گرم کن و غیره گرچه باعث بهتر شدن راندمان حرارتی می‌شود ولی قیمت تمام شده نیروگاه را نیز بیش از حد بالا می‌برند، به این جهت می‌توان بطور خلاصه چنین نتیجه گرفت که :

الف- اگر قیمت یک نیروگاه گازی ساده با مدار باز ۱۰۰٪ فرض شود، اضافه کردن وسایل دیگر برای بهتر کردن راندمان قیمت‌های زیر را پیدا می‌کند.

با کولر ۱۶۵٪

با کولر و مبدل ۱۶۵٪

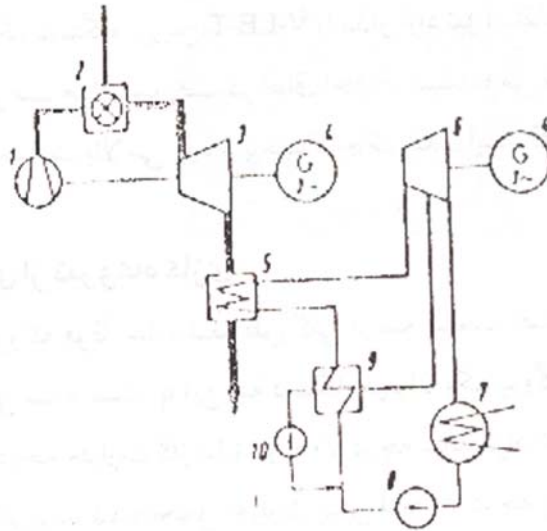
با مدار بسته ۲۶۰٪

ب- راندمان یک نیروگاه گازی ساده با مدار باز در حدود ۲۲-۲۴٪ و راندمان یک نیروگاه گازی ساده با

مبدل تا ۳۰٪ و راندمان نیروگاه گازی دو طبقه با مدار باز و مبادل تا ۳۵٪ و راندمان نیروگاه گازی مدار

بسته تا ۳۰٪ می‌باشد.

پ- نیروگاه گازی تقریباً احتیاج به آب سرد ندارد و همین موضوع سبب می‌شود که نیروگاه گازی برای بسیاری از کشورها که با کمبود آب مواجه هستند بسیار پر ارزش شود.



شکل ۱۰-۲۴

در شکل ۱۰-۲۴:

- ۱- کمپرسور
- ۲- اتاق سوخت
- ۳- توربین گازی
- ۴- ژنراتور مولید برق
- ۵- دیگ بخار
- ۶- توربین با زیرکش بخار
- ۷- کندانسور

۸- پمپ آب

۹- پیش گرم کن آب

۱۰- پمپ آب مقطر می باشد.

ب- گاز خروجی توربین گازی بعنوان یک ماده اکسیژن دار برای سوخت شدید نیروگاه بخار استفاده

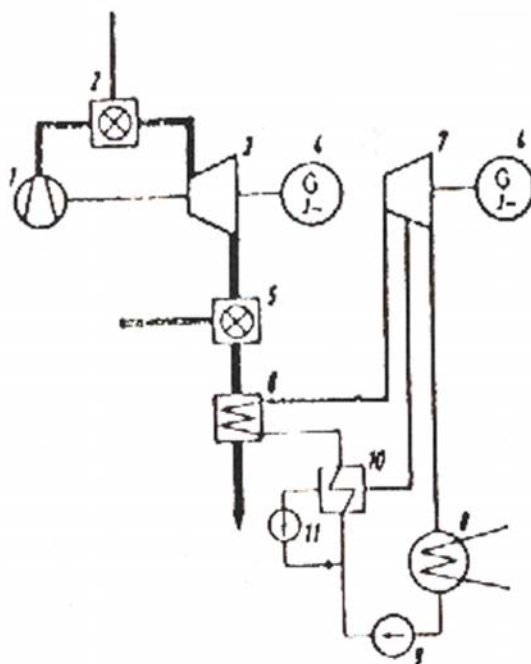
می شود شکل ۱۰-۲۵

در این شکل :

۱- کمپرسور

۲- اتاق احتراق

۳- توربین گاز



شکل ۱۰-۲۵

۴- ژنراتور مولد برق

۵- دیگ بخار و کوره

۶- بخار خشک کن (مولد بخار تازه)

۷- توربین بخار با زیرکش بخار جهت پیش گرمکنهای مختلف

۸- کندانسور

۹- پمپ تغذیه

۱۰- پیش گرم کن آب

۱۱- پمپ آب مقطر می باشد.

۴-۱۰- آنالیز سیستم های تولید مشترک و انواع آنها

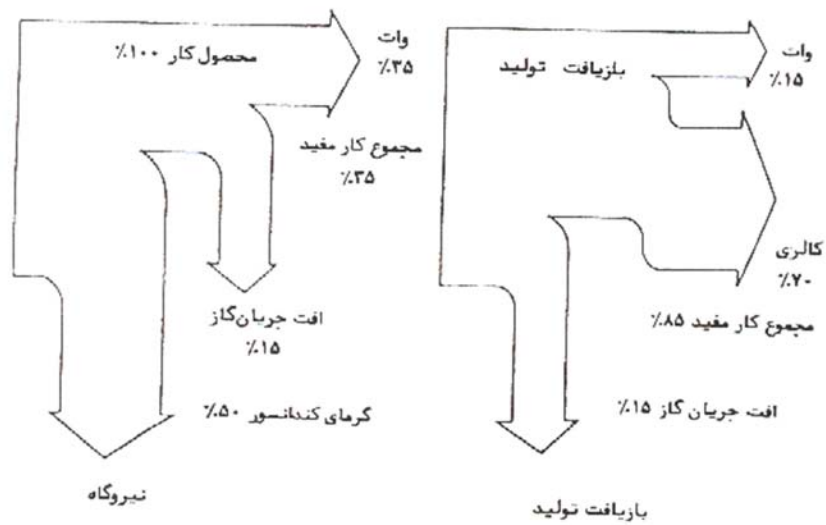
تولید مشترک به یک سیکل تبدیل انرژی اطلاق می شود که در آن از حرارت آزاد شده سوخت دو نوع

انرژی مفید حرارتی و مکانیکی (الکتریکی) بطور همزمان تولید می شود.

اهداف استفاده از تولید مشترک:

۱- قابلیت اطمینان

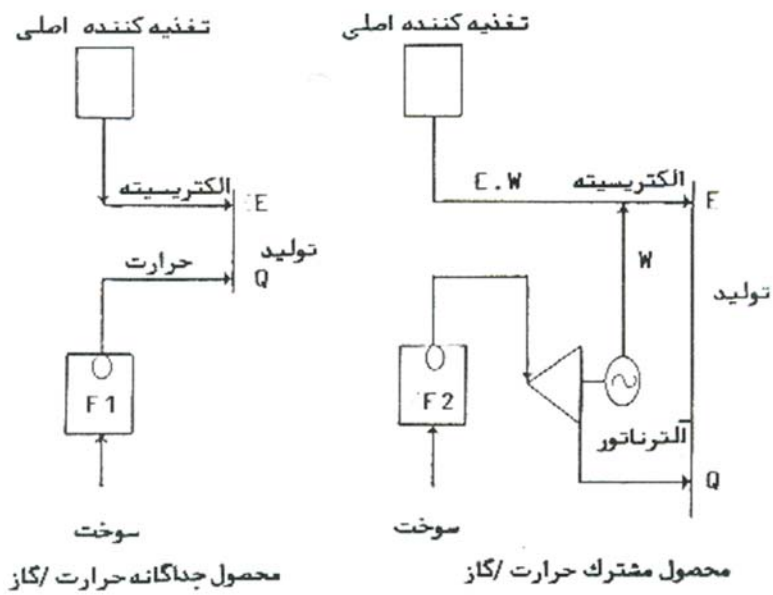
۲- کاهش هزینه سرمایه گذاری اولی



شکل ۱۰-۲۶

۱-۴-۱۰- انواع استفاده از تولید مشترک:

- ۱- هدف اصلی تولید حرارت است و الکتریسته بعنوان تولید جانبی است. این نوع سیستم در حالتی که شبکه بی برق است برای مصارف اضطراری مورد استفاده قرار می‌گیرد.
- ۲- هدف تولید الکتریسته است و تولید حرارت یک هدف جنبی است. این سیستم مخصوصاً در حالتیکه صنایع به شبکه وصل نیستند کاربرد دارد.
- ۳- در این حالت تولید الکتریسته برابر مصرف پایه واحد می‌باشد و حرارت هم توسط یک بویلر مستقل ایجاد می‌گردد و مصارف الکتریکی اضافی از شبکه تامین می‌گردد.



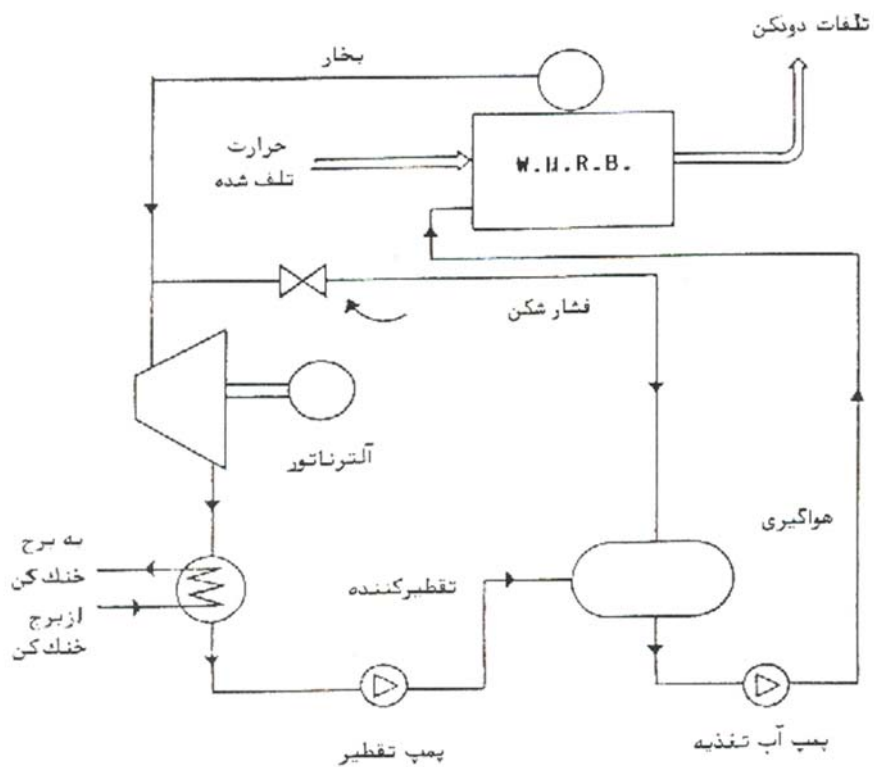
شکل ۱۰-۲۷

۲-۴-۱۰- انواع سیستم‌های تولید مشترک:

دو نوع سیستم اصلی برای سیستم‌های تولید مشترک حرارت و الکتریسیته مورد استفاده قرار می‌گیرد:

- اگر الکتریسیته اول و بعد حرارت تولید شود سیکل را **topping cycle** و اگر چنانکه اول حرارت

تولید شود و بعد از آن انرژی الکتریکی، در این حالت سیکل را **bottoming cycle** می‌گویند.



شکل ۱۰-۲۸

۳-۴-۱۰- راندمان در تولید مشترک :

$$\eta_{co} = \frac{E + H_s}{Q_A}$$

E = انرژی الکتریکی تولید شده

ΔH_s = انرژی حرارتی

ΔH_s = آنتالپی تقطیرات برگشتی به سیستم - آنتالپی بخار مورد استفاده

Q_A = کل حرارت وارد شده به سیستم

اگر چنانکه انرژی الکتریکی و حرارت بطور مستقل تولید شوند در این صورت :

$$Q_A = \frac{e}{e} + \frac{(1+e)}{h}$$

e = سهم انرژی الکتریک از کل انرژی خروجی

$$e = \frac{E}{E + \Delta H_s}$$

η_e = راندمان نیروگاه

η_h = راندمان مولد بخار

راندمان در این حالت :

$$\eta_e = \frac{1}{(e/\eta_e) + [(1-e)/\eta_h]}$$

در صورتیکه راندمان حرارت تولید مشترک η_{co} بیشتر از η_c باشد تولید مشترک مقرون به صرفه خواهد بود.

۵-۴-۱۰- بررسی اقتصادی تولید مشترک :

از آنجائیکه منظور اصلی از تولید مشترک استفاده از انرژی حرارتی است صرفه‌جویی در تولید مشترک تحت تاثیر هزینه اضافی تولید انرژی الکتریکی است.

هزینه‌های تولید انرژی الکتریکی بر دو نوع هستند یکی هزینه‌های سرمایه‌گذاری اولیه و دیگری هزینه‌های جاری تولید.

هزینه‌های تولید عبارتند از :

a = هزینه سرمایه‌گذاری اولیه

b = هزینه سوخت

c = هزینه‌های تعمیرات، بهره‌برداری

$$\text{هزینه‌های تولید} = \frac{10^3 * \text{در یک سال عمر (a+b+c)}}{\text{انرژی تولیدی در یکسال (KWh)}}$$

هزینه‌های تولید انرژی الکتریکی در تولید مشترک باید جداگانه محاسبه و با هزینه انرژی الکتریکی که از شبکه خریداری می‌گردد مقایسه شود.

$$POF = \frac{\text{انرژی تولید در یکسال}}{\text{ظرفیت تولید نیروگاه در یک سال}}$$

POF تقریباً 0.8 در نظر گرفته می‌شود با این فرض تقریباً در یکسال حدود 7000 ساعت نیروگاه در

حال تولید می‌باشد.

هزینه اضافی مربوط به تولید انرژی الکتریکی در تولید مشترک :

$$C_E = (C_{co} \cdot C_h)_r + (OM_{co} \cdot OM_h) + (F_{co} \cdot F_h) \times \frac{10^3 \text{ mills}}{7000 \text{ p kwh}}$$

C = هزینه سرمایه‌گذاری اولیه

r = هزینه سرمایه‌گذاری ثابت به ازای یکسال نسبت به هزینه سرمایه‌گذاری اولیه

OM = هزینه تعمیرات و بهره‌برداری در یکسال

F = هزینه سالانه سوخت

P = توان تولید انرژی الکتریکی نیروگاه

اندیس co مربوط به تولید مشترک و h مربوط به تولید حرارت خالص است.

۱۰-۵- منابع و مآخذ:

- ۱- تولید الکتریسیته و بهره‌برداری مسعود سلطانی- انتشارات در دانشگاه تهران
- ۲- جزوه درسی آقای موهانی
- ۳- راهنمای فنی مدیریت انرژی - وزارت نیرو- امور انرژی- دفتر بهینه‌سازی مصرف انرژی-

شامل عناوین :

- کنترل و صرفه‌جویی انرژی (۳)
- هوای فشرده و مصرف انرژی (۴)
- استفاده اقتصادی از گرم‌کننده‌ها در مراکز صنعتی و تجاری (۵)
- استفاده اقتصادی از الکتریسیته در صنعت (۶)
- استفاده اقتصادی از الکتریسیته در ساختمان (۷)
- استفاده اقتصادی از تاسیسات تبرید (۸)
- استفاده اقتصادی از دیگ‌های بخار با سوخت نفت و گاز (۱۰) و (۱۱)
- هزینه‌های بخار و صرفه‌جویی در سوخت (۱۴)
- بازیافت گرمای هدر رفته از فرآیند صنعتی (۱۵)
- مدیریت انرژی و تجارب مفید در روشنایی (۱۹)
- ضخامت اقتصادی عایقها برای ساختمانهای صنعتی موجود (۲۱)
- تخلیه دیگ بخار (۱۳)

چند مورد از این عناوین می‌تواند متناسب با شرایط و تشخیص مدرس بعنوان مطالعات م وردی برای

مصرف بهینه انرژی تدریس شود.

4- EL- Wakil Power Plant technology

5- Energy Efficiency training Workshop Ministry of Energy IRAN.

فصل یازدهم

برنامه‌ریزی سالانه مصرف و روشهای ارائه ترازنامه انرژی

۱۱-۱- طرح برنامه

اقدامات اولیه شروع یک برنامه بایستی از جایی فراهم آید. در یک مورد ممکن است از طرف مدیر اجرایی یک شرکت برای جوابگویی به نیازهای انرژی و در پاسخ به جنبه‌های مطرح شده از طرف تامین کنندگان انرژی، برنامه‌ای ارائه شود. در مورد دیگر افزایش هزینه‌های انرژی ممکن است منجر به تدوین یک برنامه اقتصادی انرژی گردد.

صرفنظر از موارد بالا، فرض کنید زمان مناسب برای شروع برنامه‌ریزی انرژی فراهم شود، بدون توجه به اینکه این برنامه از سطوح بالای مدیریتی یا از قسمتهای کاری موسسه مطرح شود. سؤال این است که از کجا باید آغاز شود. در جدول (۱۱-۱) مراحل مورد نیاز برای تدوین برنامه مدیریت انرژی آمده است.

۱۱-۱-۱- فاز اولیه:

بعد از آنکه تصمیم‌گیری برای شروع برنامه اتخاذ شد، مدیر انرژی بایستی برای اطمینان از موقعیت و پذیرش برنامه اقدامات جدی بعمل آورد. اولین قدم بسته به اندازه و پیچیدگی شرکت، ممکن است ایجاد کمیته‌ای از نمایندگان مربوط به دپارتمانهای مختلف مصرف کننده انرژی باشد. در دومین قدم مدیر انرژی بایستی به مدیران دپارتمانها مشاوران خطوط تولید نیاز به برنامه را هم از نقطه نظر اقتصادی و هم از نقطه نظر تولید شرح دهد.

اعضای کمیته نیز اقداماتی در جهت آگاه‌سازی پرسنل (با تأکید بر این نکته، بدون اینکه لامپی خاموش شود تلفات انرژی کاهش خواهد یافت) انجام دهند.

در شکل (۲-۱۱) یک نمونه چارت سازمانی مدیریت انرژی برای کارخانه‌ای که دارای سه قسمت اصلی است نشان داده شده است. رئیس کارخانه یک کمیته همراه با هماهنگ کننده مدیریت انرژی که زیر نظر مستقیم رئیس کارخانه فعالیت می‌کند از نمایندگان سه قسمت تولید، واحد مهندسی و تعمیرات و واحد نیروگاه، ایجاد نموده است.

هدف از ایجاد چنین کمیته‌ای، هماهنگ بودن طرحها، وارد کردن نظرات و ایده‌های جدید و اطمینان از اینکه کارهای انجام شده در یک قسمت واحد اثرات نامطلوبی در قسمت‌های دیگر نخواهد داشت.

مشابه چنین کمیته‌ای برای مدیریت انرژی یک شهر نیز می‌توان بوجود آورد. بعنوان مثال در شکل (۳-۱۱) ترکیب کمیته انرژی شهر لس آنجلس آمده است (۱۹۷۳) این کمیته با جلسات متوالی مسائل مربوط به مدیریت انرژی شهری را بررسی و قوانین و مقررات لازم جهت استفاده بهینه انرژی در قسمت‌های مختلف شهر را، تهیه و تدوین می‌نماید.

۲-۱۱- فاز ممیزی و تجزیه و تحلیل:

در این فاز مسئله این است که انرژی در کجا و چگونه مصرف میشود. این کار نیازمند اقدامات زیر است:

- مرور سابقه مصرف انرژی
- ممیزی انرژی
- تجزیه و تحلیل مهندسی
- تجزیه و تحلیل اقتصادی

تحقیق سابقه مصرف انرژی میتواند از طریق قبوض مصرف، یادداشتهای واحد، آمار تولید و سایر منابع

اطلاعاتی انجام پذیرد. هدف این است که جهت گیری مصرف انرژی در کوتاه مدت و دراز مدت فهمیده شود. مثلاً اینکه مبنای مرجع مصرف انرژی چیست که برنامه مدیریت انرژی بایستی سعی در اصلاح آن بکند؟ همچنین الگوی گذشته مصرف انرژی چیست؟ نگرش به انواع جهت گیریها زیر میتواند در زمینه مدیریت انرژی مفید باشد.

- آیا سابقه مصرف انرژی رو به کاهش است یا افزایش (۵ سال گذشته بررسی شود)؟
- آیا در مصرف انرژی تغییرات فصلی وجود دارد (پیک زمستانی و تابستانی)؟
- مبنای اطلاعاتی تا چه اندازه کامل است (انرژی کل واحد و هر یک از قسمتها...)?
- جهت گیری قیمت انرژی در گذشته چگونه بوده است (میزان تغییرات)؟
- آیا تغییرات لحظه‌ای در مصرف انرژی وجود دارد (شیفت کاری و غیر کاری، اواخر هفته نسبت روزهای عادی...)?

مثال زیر بعضی از این نکات را نشان می‌دهد. شکل (۴-۱۱) سابقه مصرف انرژی برای یک واحد تولیدی کوچک را نشان می‌دهد. در این شکل یک پیک مصرف الکتریکی تابستانی و پیک مصرف گاز زمستانی وجود دارد ممکن است سؤال شود آیا اینها مربوط به مصرف انرژی فرایند است یا مربوط به تهویه هوا. پیک تابستانی میتواند ناشی از تولید محصول زیاد واحد یا ساعات بهره‌برداری زیاد و یا در اثر کارکرد سیستم تهویه مطبوع باشد. این امر زمینه تحقیقات بیشتر را ایجاد می‌کند.

در بسیاری از موارد مفید است که سابقه مصرف انرژی به شرایط آب و هوایی و تاح دی به میزان محصول تولیدی مرتبط شود. در بعضی از شرایط آب و هوایی، نوع سازه خاص، خود را با دمای محیط سازگار می‌کند. اگر چنین باشد، انرژی مصرفی برای تهویه با درجه سردی و گرمی روزانه هماهنگ خواهد شد. این امر در مورد همه انواع امکانات یکسان نیست. در جائیکه چنین تجزیه و تحلیل مناسب باشد، مقایسه مصرف انرژی و داده‌های آب و هوایی برای مدت ۵ سال میتواند دیدگاهی از ارتباط مصرف انرژی

و شرایط آب و هوایی ارائه دهد.

اغلب مفید است که سابقه مصرف انرژی را به میزان تولید محصول ارتباط داده شود. این امر نه تنها اطلاعات مفیدی برای ارزیابی عملکرد یک فرآیند با واحد خاص ارائه می‌دهد. بلکه حتی میتواند داده‌های مقایسه‌ای بین دو و چند واحد را فراهم کند.

معیارهای سنجش انرژی در فعالیتهای مختلف وجود دارد معیارهای تپیی عبارتند از:

مگاژول بر کیلوگرم در مورد فلزات، مواد شیمیایی و سیمان - مقدار مصرف سوخت به ازاء هر مسافر با یک تن در کیلومتر در مورد سیستمهای حمل و نقل معیارهای دیگر نیز بسته به نیاز به کار می‌رود مثلاً در یک رستوران انرژی مصرفی به اندازه یک وعده غذا، در هتل انرژی مصرفی به ازاء یک مهمان در روز، در بیمارستان انرژی مصرفی به ازاء یک بیمار در روز یا هر تختخواب.

گاهی معیارهای سنجش انرژی جهت‌گیری‌هایی را فراهم می‌آورند که از اطلاعات مستقیم سابقه مصرف انرژی قابل دستیابی نیستند. شکل (۵-۱۱) مقدار مصرف انرژی کلی و مقدار مصرف انرژی به ازای هر فرد شاغل را برای یک مرکز تحقیقات بزرگ دولتی نشان می‌دهد. خط منقطع مقدار مصرف کلی انرژی که تا سال ۱۹۷۷ روند کاهشی تدریجی بزرگ دولتی نشان می‌دهد. خط منقطع مقدار مصرف کلی انرژی که تا سال ۱۹۷۷ روند کاهشی تدریجی و سپس تا سال ۱۹۸۷ روند افزایشی دارد، را نشان می‌دهد. خط پر مقدار انرژی مصرفی به ازای هر فرد شاغل را نشان می‌دهد. به اندازه کافی جالب توجه است که در یک فاصله زمانی ۵ ساله نشان داده شده، تعداد برنامه‌های تحقیقاتی رشد کرده و منجر به افزایش اشتغال شده است و این زمانی است اثرات فعالیتهای برنامه‌ای مد نظر قرار می‌گیرد و عدم رعایت برنامه مدیریت انرژی اثرات منفی خواهد گذاشت.

مرور سابقه انرژی، علاوه بر آشکار ساختن الگوها و جهت‌گیریهای خاص در مصرف انرژی، مبنایی برای مقایسه با ممیزی انرژی کارهای مرتبط دیگر را فراهم می‌آورد بهر حال، مرور سابقه مصرف انرژی به

تنهایی، هرگز اطلاعات کافی برای فرموله کردن برنامه مدیریت انرژی موثر فراهم نمی‌آورد. تعدادی امکانات دستگاه‌های اندازه‌گیری برای تفکیک مصرف انرژی در واحد مورد نیاز می‌باشد.

در ممیزی انرژی، جزئیات اطلاعات برای هر یک از تجهیزات (سیستم روشنایی، سیستم HVAC و فرآیند تولید...) بدست می‌دهد. نتایج ممیزی انرژی می‌تواند برای هدایت مصرف انرژی و فرموله کردن برنامه مدیریت انرژی به کار رود. ضمن ممیزی مصارف نمونه‌ای بار تجهیزات اندازه‌گیری بار برآورد می‌شود. با ترکیب تمامی بارها مقدار مصرف ماهانه انرژی را میتوان محاسبه و با سابقه ثبت شده مصرف انرژی مقایسه کرد. انطباق کامل لازم نیست که اتفاق بیافتد. ولی اختلافهای اصلی جهت بدست آوردن منابع اصلی، بایستی مورد تحقیق قرار گیرد تا ثابت شود که عوامل اصلی از نظر دور نمانده و یا مقدار منابع اصلی، بایستی مورد تحقیق قرار گیرد تا ثابت شود که عوامل اصلی از نظر دور نمانده و یا مقدار مصرف بیش از اندازه برآورد نشده باشد. موردهائی از مصرف انرژی در ضمن ممیزی انرژی کم‌رنگ هستند و در فاز تجزیه تحلیل مهندسی مورد تحقیق قرار می‌گیرند.

تجزیه و تحلیل اقتصادی و مهندسی برای هر فرصت مدیریت انرژی (E.M.O) استخراج شده و موارد بهتر برای فاز تکمیلی انتخاب می‌گردد. اولویت‌ها می‌تواند بر اساس بازگشت سرمایه مورد نظر، کاهش مصرف سوخت، نیازهای تولیدی... تعیین شوند.

مرحله نهائی در برنامه عبارتست از تدوین اهداف مصرف انرژی، دستورالعمل گزارش پیگیری فعالیتها، این امر امکان میدهد که موفقیت‌های پروژه های قبلی را فراهم میسازد که ممکن است در صورت افزایش هزینه‌های انرژی بعضی از آنها مناسب جلوه کنند.

۳-۱۱- فاز تکمیلی

فاز تکمیلی هدف مرکزی و اصلی تلاشهای مربوطه مدیریت انرژی می‌باشد. در این فاز آنچه مورد نظر

میباشد، این است که شرکت آن معیارهایی را که مدیر انرژی مشخص میکند انجام میدهد. واضح است که یکی از ملزومات فازتکمیلی این است که شرکت برای انجام سرمایه‌گذاری لازم برای شروع صرفه‌جویی در انرژی آماده باشد. عموماً مفید است که فرصت مدیریت انرژی به ۳ گروه اصلی طبقه‌بندی می‌شود.

- مورد بهره‌برداری و تعمیر نگهداری

- مورد اصلاح و بهسازی

- مورد طرح جدید یا ساختار اصلی

میتوان دید که این امر مستلزم یک میزان افزایش سرمایه‌گذاری اولیه، که از صفر تا یک مقدار حداقل برای تغییرات مورد بهره‌برداری و نگهداری، تا سرمایه‌گذاریهای بالاتر برای مورد طرح و ساختار جدید گسترده‌تری دارد.

یک روش کارآمد برای مدیر انرژی که با یک مدیریت با روش سرمایه‌گذاری محافظه‌کارانه سر و کار دارد این است که پیشنهاد کند کلیه موارد مربوط به بهره‌برداری و تعمیر نگهدار E.M.O ابتدا صورت گیرد (این موارد عموماً مستلزم سرمایه‌گذاری اولیه نیستند) قدم بعدی این است که موافقت مدیریت را نسبت به صرفه‌جویی ناشی از موارد اصلاح و بهسازی جلب نموده و صرفه‌جویی ناشی از قدم اولی را کمرنگ جلوه دهد. سپس در مراحل بعدی میتوان صرفه‌جویی ناشی از قدمهای اول و دوم را کنار گذاشت (به طرح و ساختار جدید توجه نماید). در بسیار از موارد این روش لازم نخواهد بود. وقتی که امکانهای صرفه‌جویی پول و انرژی بطور کامل فهمیده شود. در آنصورت تغییرات لازم انجام خواهد گرفت.

بهر حال، معیار اینکه کدامیک از سرمایه‌گذاریها مناسب است، متغیر میباشد.

برای بسیاری از صنایع که دسترسی کمی به سرمایه‌گذاری بزرگ دارند، یک دوره بازگشت سرمایه یکسال و یا کمتر در نظر گرفته می‌شود شرکتهای بزرگ که به سرمایه‌گذاری بزرگ دسترسی دارند دوره بازگشت سرمایه دو تا سه ساله منظور می‌کنند. برای شرکتهای دولتی ممکن است دوره بازگشت سه تا ده سال قابل

قبول باشد. برای مدیر انرژی لازم است که بداند چه معیاری قابل قبول است.

قدمهای متعدد دیگری در فاز تکمیلی مهمی هستند که میتوان آنها را به صورت زیر خلاصه کرد.

- تدوین اهداف دستورالعمل گزارش نویسی

- تشویق تداوم آگاهی و درگیری پرسنل با مسئله انرژی

- فراهم کردن مرور دوره‌ای و ارزیابی برنامه مدیریت انرژی کلی

خیلی از موارد فوق بدیهی هستند و مستلزم مهارت بیشتر نیستند. دو نکته اول مفهوم مدیریت اساسی را

منعکس میکنند و مردم وقتی بطور موثر عمل می‌کنند که: (۱) بدانند که چه کاری از آنها مورد انتظار است

(۲) فیدبک از نحوه عملکردشان دریافت نموده و به مسئله وقوف یابند. بعنوان مثال در شکل (۶-۱۱)

نشان داده شده است که یک مدیر انرژی شرکت بزرگ چگونه نحوه صرفه‌جویی انرژی در حوزه مدیریت

خویش را ترسیم می‌کند. او برای هر یک از مدیران فروشگاه هدفی را معین کرده است که عبارتست از

مقدار انرژی مصرفی به ازای هر فوت مربع فضای فروشگاه در شکل (۶-۱۱) در سالهای مختلف و در

ماههای هر سال، مقدار انرژی مصرفی به ازاء واحد سطح مشخص و ترسیم شده است. از روی همان

شکل میتوان مقدار KWH و هزینه ماهانه و سال به تاریخ را نیز مشخص نمود.

سومین نکته، اکیدهای مربوط به انسان میباشد که صرفه‌جویی‌های انرژی را تعیین می‌کند، آشکار میسازد.

تجربه نشان می‌دهد که تجهیزات با راندمان بالا و فرآیندهای توسعه یافته، نصف مسئله هستند و مسئله

انسان امری حیاتی است که بایستی تشخیص داده شود. واضح است، آنقدر فرق نمی‌کند که چقدر دستگاه

مدرن و کارآ باشد در صورتیکه پرسنل بهره‌ررداری، (۱) لزوم نیاز به کارایی را درک نکنند (۲) اعتقادی به

این نیاز نداشته باشد (۳) نداند که با تجهیزات مدرن چگونه کار کند.

بالاخره برنامه باید موفق شود. باید بطور دوره‌ای برنامه از نظر نکات قوت و ضعف مرور شود. برنامه باید

انعطاف‌پذیر، قادر به پاسخگویی نسبت به تغییرات شرایط اقتصادی باشد. (مثلاً در مقابل نوسانات

سوخت) و نسبت به تغییرات نیازهای برنامه قابل انعطاف باشد (اضافه شدن ساختمان جدید و ...)

با گذشت زمان، کارهای ساده انجام شده و پیدا کردن روشهای دیگر صرفه جویی مشکل خواهد بود پس برنامه بایستی اقتصادی و نسبت به تغییرات جزئی تر قابل انعطاف باشد. بهر حال قیمت انرژی در دهه های آینده افزایش خواهد یافت و این امر تلاش مداوم برای مدیریت انرژی حرفه ای ضروری میسازد.

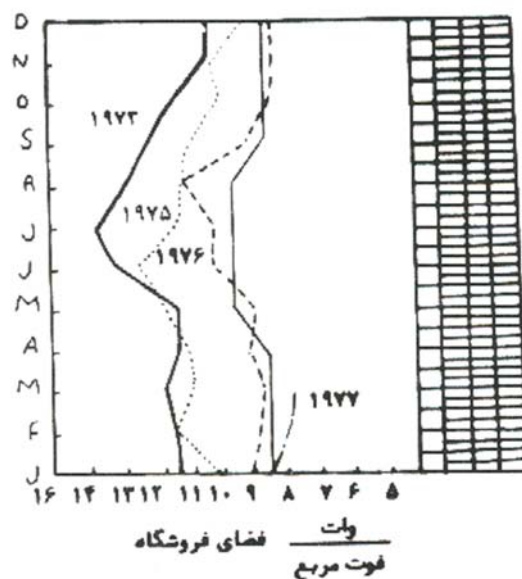
نتیجه:

یک برنامه مدیریت انرژی کاراً با اعتقاد مدیریت در این زمینه آغاز میشود. دومین قدم تکمیل یک برنامه برای کارهای بعدی مدیریت انرژی میباشد. مرور کردن الگوها سابقه مصرف انرژی یک مبنا برای ممیزی انرژی و مطالعات مهندسی بیشتر را فراهم می آورد. برای ارزیابی پروژه های مدیریت انرژی بایستی ابتدا در برنامه معیار اقتصادی تدوین شود. آموزش و آگاهی پرسنل و برنامه های اطلاعاتی جزو موارد حیاتی هستند. موفقیت هر برنامه ای تا حدود زیادی به انگیزه فردی بستگی دارد چنانچه در مورد تکنولوژی همینطور می باشد..

فاز اولیه	۱- اعتقاد مدیریت به یک برنامه مدیریت انرژی
	۲- تعیین هماهنگ کننده مدیریت انرژی
	۳- ایجاد کمیته مدیریت انرژی از واحد اصلی و نمایندگان قسمتها
فاز ممیزی انرژی	۱- مرور کردن سابقه الگوی مصرف سوخت و انرژی
و تجزیه و تحلیل	۲- ایجاد تسهیلات تحقیق و بررسی

<p>۳- تجزیه و تحلیل اولیه، نقشه‌ها، برگه‌های اطلاعات، مشخصات دستگاهها</p> <p>۴- توسعه طرحهای ممیزی</p> <p>۵- هدایت تسهیلات ممیزی انرژی شامل (a) فرایندها (b) تجهیزات</p> <p>۶- محاسبه مصرف انرژی سالیانه بر اساس ممیزی انرژی</p> <p>۷- مقایسه نتایج ممیزی به سوابق ثبت شده مصرف انرژی</p> <p>۸- آنالیز و شبیه‌سازی (محاسبات مهندسی، موازنه‌های حرارتی و جرم، محاسبات بازده تئوریک، آنالیز و شبیه‌سازی کامپیوتر....) بمنظور انتخاب موردهای مختلف مدیریت انرژی</p> <p>۹- آنالیز اقتصادی موارد انتخابی مدیریت انرژی (هزینه‌های عمر مفید، نرخ برگشت سرمایه، نسبت سود به هزینه...)</p>	
<p>۱- تدوین اهداف کارایی انرژی برای سازمان و واحدهای منفرد</p> <p>۲- تعیین ملزومات سرمایه‌گذاری اولیه و اولویت‌ها</p> <p>۳- تهیه دستورالعمل‌های اندازه‌گیری و گزارش و نصب وسائل اندازه‌گیری و ثبت اطلاعات</p> <p>۴- برقراری ارائه گزارش دوره‌ای از نمودارهای انرژی برای مدیران و عموم</p> <p>۵- ترویج مداوم آگاهی و الزامات برای پرسنل</p> <p>۶- فراهم کردن مرور و ارزیابی دوره‌ای برای برنامه کلی مدیریت انرژی</p>	<p>فاز تکمیلی</p>

جدول (۱-۱۱) مراحل برنامه‌ریزی یک برنامه مدیریت انرژی



شکل (۱۱.۶) نمودار انرژی در یک فرونگاه بزرگ

کیلووات ساعت ماهانه = MO

کیلووات ساعت سالانه = YTD

۱۱-۴- برنامه ریزی سالیانه مصرف انرژی و روشهای ارائه ترانزنامه انرژی

۱۱-۴-۱- بررسی سابقه مصرف انرژی:

در بررسی سابقه مصرف انرژی بایستی به نکات زیر توجه شود.

الف) مقایسه اطلاعات و ضرایب مختلف سابقه مصرف انرژی با کارخانجات مشابه

ب) تمرکز توجه بر روی مسائل نظیر

- مصرف سالیانه انرژی
- قیمت متوسط انرژی
- ضریب بار واحد (الکتریکی، سوخت سنگین، گازوئیل...)
- ماکزیمم دیماند قدرت

۳-۴-۱۱- بررسی میزان تولیدات

ارتباط کلی بین میزان مصرف انرژی و خروجی سیستم بشرح ذیل قابل تبیین می‌باشد.

- به تناسب مقدار تولید، مصرف انرژی با افزایش تولید بیشتر خواهد شد.
- صرف نظر از نوع تولید، بهتر است ارتباط بین انرژی مصرفی و تولید مشخص شود.

بعنوان مثال:

انرژی مصرفی به ازاء هر تن کاغذ یا تن بخار یا کیلوگرم نان

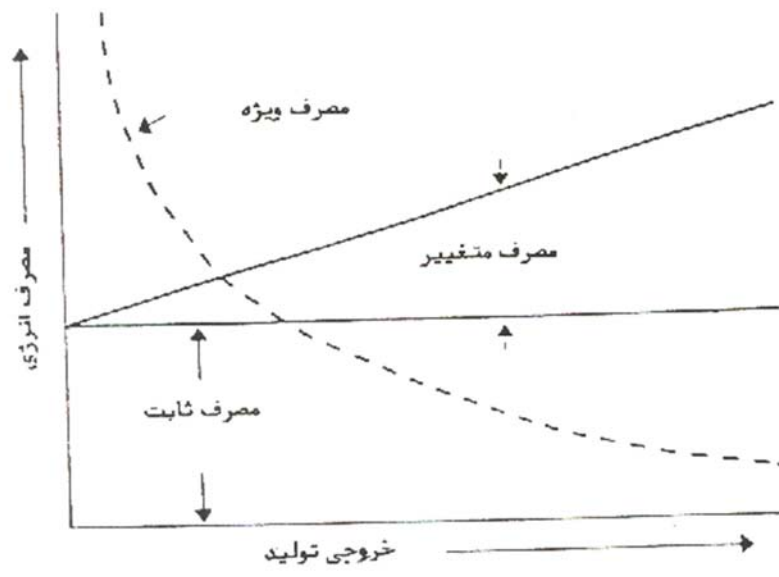
در ارتباط با تولید، مصرف انرژی را به دو شکل زیر میتوان طبقه‌بندی نمود (شکل ۸-۱۱)

الف) انرژی مصرفی در حالت بی‌باری یا انرژی مصرفی ثابت:

که مقدار این انرژی چه تولید موجود باشد یا نه، وجود دارد.

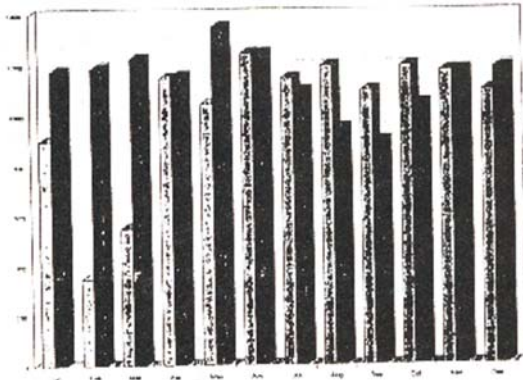
ب) انرژی مصرفی متغیر:

مقدار این انرژی بستگی به میزان تولید دارد و با افزایش تولید مقدار آن افزایش پیدا می‌کند.



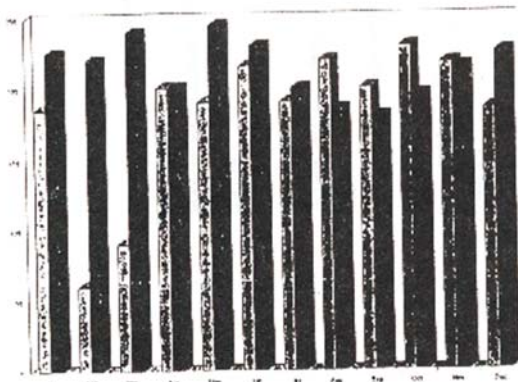
ارزیابی عملکرد گذشته کارخانه

مصرف ماهانه
(مگاوات)



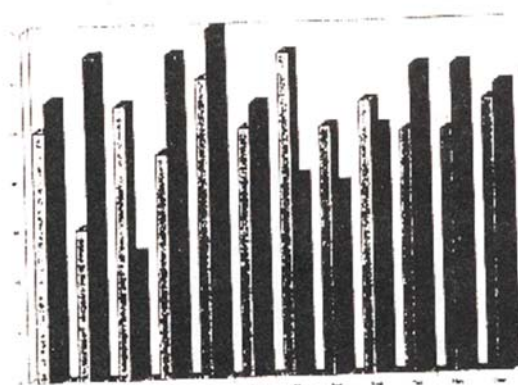
■ 1992
□ 1993

هزینه ماهانه
(هزار)



■ 1992
□ 1993

خروجی ماهانه
(هزار)



■ 1992
□ 1993

۵-۱۱- منابع و مأخذ:

۱- برنامه ریزی سالانه مصرف انرژی و روشهای ارائه ترازنامه انرژی: دانشکده صنعت آب و برق

2- Training Course Energy Efficiency in Industry Ministry of Energy.