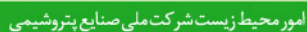




الزامات زیست محیطی صنایع پتروشیمی



محیط زیست، مقدم بر تولید



Energy Management Requirements
الزامات مدیریت انرژی



جعفرزاده، محمدتقی، ۱۳۵۳ -
الزامات مدیریت انرژی / تألیف و گردآوری محمدتقی جعفرزاده، احمد
خوشگرد، محمدرضا درشی؛ [برای] مدیریت بهداشت، ایمنی و
محیط زیست شرکت ملی صنایع پتروشیمی.
تهران: حک، ۱۳۹۴.
۳۴۴ص: مصور (رنگی). جدول، نمودار.
الزامات زیست محیطی صنایع پتروشیمی؛ ۹.
۱-۲۱-۶۶۸۲-۶۰۰-۹۷۸-۳۳۳۱
فیبا
انرژی - مصرف - قوانین و مقررات - ایران
انرژی - مصرف - ایران - مدیریت
سیاست انرژی - ایران
یارانه - قوانین و مقررات - ایران
خوشگرد، احمد، ۱۳۴۳ - ، گردآورنده و مولف
درشی، محمدرضا، ۱۳۴۷ - ، گردآورنده و مولف
شرکت ملی صنایع پتروشیمی، مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست
۱۳۹۲ الف ۷ / ۲۳۳۱ KMH
۴۶۷۹ / ۵۵۰۳۴۶
۳۳۹۳۰۰۱

سرشناسه

عنوان و نام پدیدآور

مشخصات نشر

مشخصات ظاهری

فروست

شابک

وضعیت فهرست نویسی

موضوع

موضوع

موضوع

موضوع

شناسه افزوده

شناسه افزوده

شناسه افزوده

رده بندی کنگره

رده بندی دیویی

شماره کتابشناسی ملی



National Petrochemical Company

Energy Management Requirements

محیط زیست، مقدم بر تولید



عنوان: الزامات مدیریت انرژی

از مجموعه کتب الزامات زیست محیطی صنایع پتروشیمی

گردآوری و تألیف: محمدتقی جعفرزاده، احمد خوشگرد، محمدرضا درشی

نوبت چاپ: اول ۱۳۹۴ / تیراژ: ۱۰۰۰ نسخه / سال انتشار: بهار ۱۳۹۴

صاحب امتیاز: مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست شرکت ملی صنایع پتروشیمی

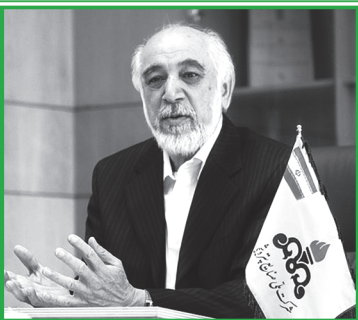
ناشر: انتشارات حک (وابسته به گروه طرفه)

www.irannashr.ir

صفحه آرای، طراحی و چاپ: گروه طرح طرفه

www.graphicgroup.ir

ISBN:978-600-6682-21-1



بسمه تعالی

تحقق آرمان "کار بدون حادثه، آسیب و تخریب محیط زیست" مستلزم تدوین و اجرای رویه ها و دستورالعمل های کاربردی و یکسان در مورد موضوعات مختلف از جمله محیط زیست است. در این راستا پس از تصویب و ابلاغ ساختار در شرکت های تابعه وزارت نفت، شرکت ملی صنایع پتروشیمی در سال ۱۳۸۴ اقدام به تهیه و تدوین الزامات زیست محیطی صنعت پتروشیمی نمود. اینک پس از گذشت چند سال از زمان تدوین الزامات یادشده، الزامات موجود تکمیل و بازنگری شده و به صورت یک مجموعه واحد تحت عنوان الزامات زیست محیطی صنایع پتروشیمی منتشر می شود. این مجموعه در دو بخش قوانین و مقررات ملی، و الزامات زیست محیطی صنعت پتروشیمی تهیه شده که اجرای آن شرکت های فعال در حوزه صنعت پتروشیمی را در تحقق اهداف زیست محیطی یاری خواهد کرد. لذا انتظار دارم مدیران و کارکنان محترم شرکت های پتروشیمی حداکثر تلاش خود را جهت پیاده سازی و تحقق الزامات مورد اشاره مبذول دارند تا به یاری خداوند متعال همزیستی صنعت پتروشیمی با محیط زیست که امانت نسل های آینده است به کمال مطلوب رسیدن و یکی از اهداف توسعه پایدار صنعت کشور محقق گردد.

باشکرویزه از اهتمام شما عزیزان در پیاده سازی الزامات

عباس شعری مقدم

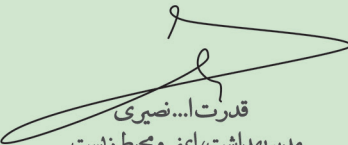
معاون وزیر نفت و مدیر عامل شرکت ملی صنایع پتروشیمی



بسمه تعالی

فرایندهای پتروشیمی به واسطه مصرف انواع آب و به تبع آن تولید فاضلاب، سروکار داشتن با مواد گازی شکل به عنوان خوراک، مواد میانی و یا محصولات، انرژی بر بودن فرایندها و تامین آن از احتراق سوخت های فسیلی و تولید گازهای احتراق، تولید انواع پسماندهای صنعتی و ویژه به عنوان یک صنعت آلاینده شناخته می شود. کاهش روز افزون منابع زیست محیطی در دسترس موجب شد در طراحی و بهره برداری از فرایندهای تولید، حداکثر دقت لحاظ شود تا بازیابی و بازچرخانی منابع به حداکثر میزان قابل دسترس رسید و حداقل آلاینده‌گی از این فرایندها به عنوان هدف تعریف شود.

مجموعه حاضر بیانگر تعهد مدیریت این شرکت در رعایت استانداردها، قوانین و ضوابط حفظ محیط زیست حتی فراتر از آنچه قوانین ملی تعیین نموده، می باشد. در تهیه و تدوین این الزامات تلاش بر آن بوده که از آخرین استانداردهای مورد استفاده در پیشرفته ترین صنایع پتروشیمی جهان استفاده شود و جلسات و مطالعات بسیاری برای بومی سازی دستورالعمل ها و استانداردها با صنعت پتروشیمی کشور انجام شده است. مجموعه حاضر، نهمین مجلد از مجموعه الزامات زیست محیطی صنعت پتروشیمی است که به منظور مدیریت انرژی صنعت پتروشیمی تدوین شده است. امید است با استقرار این الزامات در سطح مجتمع های پتروشیمی بتوانیم در راستای برنامه های چشم انداز ایران گام برداریم.


قدرت... نصیری
مدیر بهداشت، ایمنی و محیط زیست



بسمه تعالی

صنعت پتروشیمی به واسطه استفاده از منابع زیست محیطی و دارا بودن فناوری های پیچید و تنوع محصولات تولیدی، آلاینده های زیست محیطی متعددی را تولید می کند که کاهش و کنترل آن، نیازمند توجه خاص در تمام مراحل برنامه ریزی، ساخت و ساز و بهره برداری از واحد تولیدی است. قرار گرفتن عمل شرکت های فعال در صنعت پتروشیمی در مجاورت زیست بوم های حساس، اهمیت رعایت الزامات زیست محیطی را دوچندان کرده است. شرکت ملی صنایع پتروشیمی به عنوان سازمان حاکمیتی توسعه صنایع پتروشیمی، رعایت ملاحظات زیست محیطی این صنعت را سرلوحه کار خود قرار داده و در این راستا تهیه مجموعه الزامات زیست محیطی صنعت پتروشیمی را بر نامه ریزی نموده است. این مجموعه الزامات، در قالب نه مجلد در دست تهیه بوده و در مجموعه حاضر تحت عنوان "الزامات مدیریت انرژی"، ضمن معرفی الزامات قانونی ملی و بین المللی مربوطه، سیستم مدیریت انرژی نیز معرفی شده و در ادامه چندین راهنمای مرتبط جهت مدیریت انرژی صنعت پتروشیمی ارائه شده تا از عملکرد بهینه شرکت های پتروشیمی در حفظ منابع، کاهش انتشار آلاینده ها و مطابقت با استانداردهای ملی و بین المللی اطمینان حاصل شود. امید است با پشتیبانی مدیران محترم شرکت های پتروشیمی و همکاری کلیه کارکنان در پیاده سازی الزامات یاد شده، شاهد تحقق اهداف آن بوده و گامی موثر در راستای صیانت از محیط زیست خویش برداریم.





شرکت ملی صنایع پتروشیمی
امور محیط زیست

فصل اول: قوانین، الزامات و استانداردهای مدیریت انرژی در کشور

- ۱-۱- مقدمه ۱۰
- ۲-۱- سیاست های ابلاغی مقام معظم رهبری در بخش انرژی ۱۱
- ۳-۱- احکام سند چشم انداز جمهوری اسلامی ایران در آفق ۱۴۰۴ ۱۲
- ۴-۱- برنامه های وزارت نیرو در دولت دهم ۱۳
- ۵-۱- سند نقشه راه بهره‌وری انرژی الکتریکی ۱۴
- ۶-۱- متن کامل قانون هدفمند کردن یارانه ها ۱۹
- ۷-۱- قانون اصلاح الگوی مصرف انرژی ۲۴
- ۸-۱- از قانون برنامه اول توسعه ۳۹
- ۹-۱- از قانون برنامه دوم توسعه ۴۰
- ۱۰-۱- از قانون برنامه سوم توسعه ۴۲
- ۱۱-۱- از قانون برنامه چهارم ۴۴
- ۱۲-۱- از قانون برنامه پنجم توسعه ۴۶
- ۱۳-۱- تکالیف ۲۰ گانه مصوبه هیأت دولت (مورخ ۱۳۸۷/۲/۱۳) جهت اصلاح الگوی مصرف انرژی ۴۷
- ۱۴-۱- استاندارد مدیریت انرژی و سایر استانداردهای ملی انرژی مرتبط با فرآیندها و تجهیزات صنعت پتروشیمی ۴۸
- ۱۵-۱- از قانون بودجه سال ۱۳۹۳ ۱۰۶
- ۱۶-۱- از سیاست های کلی اقتصاد مقاومتی ۱۰۷
- ۱۷-۱- از قانون بودجه سال ۱۳۹۴ ۱۰۷

فصل دوم: قوانین، الزامات و استانداردهای بین المللی مدیریت انرژی

- ۱-۲- شاخص های جهانی مصرف انرژی جهت تولید محصولات پتروشیمی ۱۱۰
- ۲-۲- پتانسیل افزایش بهره‌وری انرژی در صنایع شیمیایی و پتروشیمیایی جهان ۱۱۴
- ۳-۲- تخمین پتانسیل کاهش مصرف انرژی در صنایع شیمی و پتروشیمی جهان ۱۱۵
- ۴-۲- مقایسه شاخص های متوسط انرژی SEC در کشورهای مختلف ۱۱۵
- ۵-۲- مقادیر متوسط SEC برای تولید محصولات اصلی در اروپای غربی ۱۱۶
- ۶-۲- عمده کدهای استاندارد های جهانی مرتبط با صنایع نفت، گاز و پتروشیمی ۱۱۸
- فصل سوم: راهنمای استقرار سیستم مدیریت انرژی ۱۲۱
- ۱-۳- مفاهیم و اصول مورد استفاده در مدیریت انرژی ۱۲۲
- ۲-۳- آشنایی با سیستم مدیریت انرژی EN16001:2009 ۱۲۹



فصل چهارم: راهنمای مدیریت انرژی در ساختمان ها

۱۳۵-۱-۴- عایق کاری ساختمان ها

۱۳۶-۲-۴- عایق کاری پنجره های ساختمان

۱۳۷-۳-۴- آشنایی با راهکار بهینه سازی انرژی در موتورخانه ساختمان

۱۳۸-۴-۴- ادوات کنترل دما، شیر ترموستاتیک

۱۳۹-۵-۴- کنترل حرارتی

۱۴۰-۶-۴- آشنایی با راهکار روشنایی بهینه، لامپ های پر بازده

۱۴۱-۷-۴- استفاده بهینه از انرژی خورشیدی

۱۴۲-۸-۴- آشنایی با راهکارهای سیستم مدیریت ساختمان (BMS)

فصل پنجم: راهنمای محاسبه و تعیین شاخص مصرف حامل های انرژی در واحدهای فرایندی و غیر فرایندی

۱۴۳-۱-۵- مقدمه

۱۴۴-۲-۵- SEC Thermal یا مصرف انرژی ویژه حرارتی

۱۴۵-۳-۵- SEC Electrical یا مصرف انرژی ویژه الکتریکی

۱۴۶-۴-۵- محاسبه SEC Total یا مصرف ویژه انرژی کل

فصل ششم: راهنمای مدیریت سیستم های تله های بخار

۱۴۷-۱-۶- تله های بخار

۱۴۸-۲-۶- انواع تله های بخار

۱۴۹-۳-۶- محل نصب تله های بخار

۱۵۰-۴-۶- رعایت نکات نصب تله های بخار در خطوط برگشت کندانس

۱۵۱-۵-۶- انتخاب صحیح اندازه تله های بخار

۱۵۲-۶-۶- محاسبه بار حرارتی بخار تقطیر شده

۱۵۳-۷-۶- نظارت و ردیابی عملکرد تله های بخار

۱۵۴-۸-۶- محاسبه هزینه نشست بخار از تله ها

۱۵۵-۹-۶- مسدود شدن تله های بخار

۱۵۶-۱۰-۶- ایستگاه های پیش ساخته تله های بخار

۱۵۷-۱۱-۶- طراحی و پیاده سازی سیستم مکانیزه مدیریت تله های بخار (STMS)

۱۵۸-۱۲-۶- دوازده مرحله جهت دستیابی موفق به برنامه مدیریت تله های بخار

فصل هفتم: راهنمای مدیریت سیستم تولید و توزیع بخار و جمع آوری کندانس

۱۵۹-۱-۷- مقدمه

۱۶۰-۲-۷- نکات قابل تامل در ارتباط با دیگ های بخار

۱۶۱-۳-۷- مدیریت مصرف انرژی در سیستم های بخار

۱۶۲-۴-۷- مدیریت مصرف انرژی در تجهیزات جانبی دیگ های بخار

۱۶۳-۵-۷- اصلاح آب دیگ های بخار

۲۱۲	۶-۷- مدیریت مصرف انرژی در زمینه احتراق
۲۱۵	۷-۷- مدیریت مصرف انرژی در مورد کنترل دیگ های بخار
۲۱۸	۸-۷- مدیریت انرژی در تجهیزات بازیافت حرارت
۲۲۰	۹-۷- بهینه سازی در سیستم های توزیع بخار
۲۲۵	فصل هشتم : راهنمای برنامه ریزی و اجرای ممیزی انرژی عبوری
۲۲۶	۸-۱- تعریف ممیزی انرژی
۲۳۱	۸-۲- اجرای ممیزی عبوری در سیستم های روشنایی
۲۳۴	۸-۳- اجرای ممیزی عبوری در موتور ها و تجهیزات مرتبط با آن
۲۳۸	۸-۴- اجرای ممیزی عبوری در فن ها و پمپ ها
۲۴۲	۸-۵- اجرای ممیزی عبوری در سیستم های بخار
۲۴۵	۸-۶- اجرای ممیزی عبوری در سیستم های خنک سازی
۲۴۷	۸-۷- اجرای ممیزی عبوری در سیستم های هوای فشرده
۲۵۲	۸-۸- اجرای ممیزی عبوری در سیستم های هیدرولیکی
۲۵۲	۸-۹- اجرای ممیزی عبوری در کوره های خشک کن
۲۵۳	۸-۱۰- چک لیست های مورد استفاده در ممیزی عبوری
	فصل نهم : راهنمای تعیین راندمان انرژی تجهیزات مهم مصرف و تبدیل انرژی
۲۶۱	و راهکارهای بهره برداری بهینه
۲۶۲	۹-۱- تعیین راندمان انرژی در کوره ها
۲۷۰	۹-۲- تعیین راندمان انرژی در سیستم های تولید همزمان برق و حرارت و توربین های گاز
۲۷۷	۹-۳- تعیین راندمان انرژی در بویلرها
۲۹۶	۹-۴- تعیین راندمان انرژی در مبدل های حرارتی
۳۰۸	۹-۵- تعیین راندمان انرژی در موتور ها و کنترل کننده دور های آن
۳۱۴	۹-۶- تعیین راندمان انرژی در فن ها و دمنده ها
۳۲۲	۹-۷- تعیین راندمان انرژی در پمپ های آب
۳۲۷	۹-۸- تعیین راندمان انرژی در کمپرسورها
۳۳۲	۹-۹- تعیین راندمان انرژی در سیستم های تهویه مطبوع (HVAC Systems)
۳۳۷	۹-۱۰- تعیین راندمان انرژی سیستم های روشنایی
۳۴۲	فهرست منابع



۱۹

الزامات مدیریت انرژی
Energy Management Requirements



فصل اول: قوانین، الزامات و استانداردهای مدیریت انرژی در کشور

سند حاضر با هدف ارائه راهنمایی و حفظ یکپارچگی در تدوین مستندات مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست شرکت ملی صنایع پتروشیمی، توسط مدیریت HSE شرکت تهیه شده و کلیه حقوق آن محفوظ و متعلق به آن شرکت می باشد.



۱-۱ - مقدمه

محدودیت منابع فسیلی، رشد بالای مصرف انواع انرژی در ایران و احتمال خارج شدن کشور از جرگه صادرکنندگان نفت از اواخر قرن حاضر و به تبع آن کاهش درآمدهای ناشی از صدور نفت از عمده مسایل حائز اهمیتی است که در صورت عدم برنامه ریزی و ایجاد قوانین و پیش بینی های لازم، روند توسعه کشور را به طور جدی تحت تأثیر قرار می دهد. از سوی دیگر عدم کارآیی فنی و اقتصادی مصرف انرژی و مشکلات فزاینده زیست محیطی ناشی از آن، ضرورت مدیریت مصرف انرژی و بالا بردن بهره وری انرژی در کشور را آشکار می نماید.

بهینه سازی مصرف انرژی در صنایع مستلزم وجود انگیزه و محرکهایی است که صنایع را وادار به تفکر کاهش مصرف منابع نماید تا با استقرار سیستم مدیریت انرژی و سرمایه گذاری در بخش صرف جویی انرژی بتوانند مصرف حاملهای انرژی را کاهش دهند. این محرکه ها و انگیزه های اصلی را می توان به پنج بخش:

- الف) قوانین، مقررات و استانداردهای ملی
- ب) تجارب، استانداردها و الزامات بین المللی
- ج) قیمت حاملهای انرژی و انگیزه های اقتصادی جهت کاهش مصرف انرژی
- د) الزامات و محدودیت های زیست محیطی جهت کاهش انتشار آلاینده ها
- ه) الزامات درون سازمانی تقسیم بندی نمود. در فصل حاضر قوانین، مقررات و استانداردهای ملی مرتبط با مصرف انرژی مورد بحث قرار گرفته که زیر بنای کاهش مصرف انرژی به شمار می رود.

از جمله الزامات ملی می توان به سیاست های ابلاغی مقام معظم رهبری در بخش انرژی، احکام سند چشم انداز جمهوری اسلامی ایران در افق ۱۴۰۴، بهره وری در بخش تامین و مصرف، قانون اصلاح الگوی مصرف انرژی و هدف مندی یارانه ها، قوانین برنامه اول تا پنجم توسعه و نیز استانداردهای تصویب شده در موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مبحث نوزده مقررات ملی ساختمان و قانون بودجه سال ۹۴ اشاره نمود سایر استانداردها و کدهای مرتبط با تجهیزات و فرآیندهای پتروشیمی و همچنین شاخص های برتر مصرف انرژی نیز مورد بحث و بررسی



قرار گرفته است. امید است با آشنائی هر چه بیشتر از قوانین، الزامات و اهداف موجود در زمینه انرژی و بخش پتروشیمی در کشور گامی بلند در راستای بهینه سازی مصرف انرژی برداشته شود.

در ادامه قوانین، الزامات و استانداردهای بین المللی جهت بهره گیری صنایع از الزامات و تجارب مرتبط بین المللی ارائه شده است.

۲-۱- سیاست های ابلاغی مقام معظم رهبری در بخش انرژی (مورخ ۸۹/۴/۱۵- پایگاه اطلاع رسانی مقام معظم رهبری)

بند ۱- اصلاح فرهنگ مصرف فردی، اجتماعی و سازمانی، ترویج فرهنگ صرفه جویی و قناعت و مقابله با اسراف، تبذیر، تجمل گرایی و مصرف کالای خارجی با استفاده از ظرفیت های فرهنگی، آموزشی و هنری و رسانه ها به ویژه رسانه ملی.

بند ۲- آموزش همگانی الگوی مصرف مطلوب.

بند ۳- توسعه و ترویج فرهنگ بهره وری با ارائه و تشویق الگوهای موفق در این زمینه و با تأکید بر شاخص های کارآمدی، مسئولیت پذیری، انضباط و رضایت مندی.

بند ۴- آموزش اصول و روش های بهینه سازی مصرف در کلیه پایه های آموزش عمومی و آموزش های تخصصی دانشگاهی.

بند ۵- پیشگامی دولت، شرکت های دولتی و نهادهای عمومی در رعایت الگوی مصرف.

بند ۶- مقابله با ترویج فرهنگ مصرف گرایی و ابراز حساسیت عملی نسبت به محصولات و مظاهر فرهنگی مروج اسراف و تجمل گرایی.

بند ۷- صرفه جویی در مصرف انرژی با اعمال مجموعه ای متعادل از اقدامات قیمتی و غیر قیمتی در کشور به منظور کاهش مستمر «شاخص شدت انرژی» کشور به حداقل دو سوم میزان کنونی تا پایان برنامه پنجم توسعه و به حداقل یک دوم میزان کنونی تا پایان برنامه ششم توسعه با تأکید بر سیاست های زیر:

- اولویت دادن به افزایش بهره وری در تولید، انتقال و مصرف انرژی در ایجاد ظرفیت های جدید تولید انرژی.
 - انجام مطالعات جامع و یکپارچه سامانه انرژی کشور به منظور بهینه سازی عرضه و مصرف انرژی.
 - تدوین برنامه ملی بهره وری انرژی و اعمال سیاست های تشویقی نظیر حمایت مالی و فراهم کردن تسهیلات بانکی برای اجرای طرح های بهینه سازی مصرف و عرضه انرژی و شکل گیری نهادهای مردمی و خصوصی برای ارتقاء کارایی انرژی.
 - پایش شاخص های کلان انرژی با ساز و کار مناسب.
 - بازنگری و تصویب قوانین و مقررات مربوط به عرضه و مصرف انرژی، تدوین و اعمال استانداردهای اجباری ملی برای تولید و واردات کلیه وسایل و تجهیزات انرژی بر و تقویت نظام نظارت بر حسن اجرای آنها و الزام تولیدکنندگان به اصلاح فرآیندهای انرژی بر.
 - افزایش بازدهی نیروگاه ها، متنوع سازی منابع تولید برق و افزایش سهم انرژی های تجدید پذیر و نوین.
- بند ۱۰- ارتقاء بهره وری در چارچوب سیاست های زیر:
- تحول رویکرد تحقق درآمد ملی به سمت اتکای هر چه بیشتر به منافع حاصل از کسب و کار جامعه.
 - افزایش بهره وری با تأکید بر استقرار نظام تسهیم منافع حاصل از بهره وری از طریق:
- حداکثر سازی ارزش افزوده و منافع ناشی از سرمایه های انسانی، اجتماعی و مادی با تأکید بر اقتصاد دانش پایه.



- استقرار ساز و کارهای انگیزشی در نظام پرداخت ها در بخش عمومی و بنگاهی.
- استقرار بودجه ریزی عملیاتی و بهبود فرآیند تخصیص منابع کشور بر اساس منافع اقتصادی و اجتماعی.
- "اصلاح ساختارهای ارزیابی و ارزشیابی، اتخاذ رویکرد نتیجه گرا و اجرای حسابرسی عملکرد در دستگاه های دولتی.
- اولویت توانمندسازی نیروی کار در کلیه برنامه های حمایتی.

۳-۱ - احکام سند چشم انداز جمهوری اسلامی ایران در افق ۱۴۰۴ (ابلاغ شده توسط مقام معظم رهبری - مورخ ۱۳۸۲/۹/۲۰)

- با اتکال به قدرت لایزال الهی و در پرتو ایمان و عزم ملی و کوشش برنامه ریزی شده و مدبرانه ی جمعی و در مسیر تحقق آرمان ها و اصول قانون اساسی، در چشم انداز بیست ساله:
- ایران کشوری است توسعه یافته با جایگاه اول اقتصادی، علمی و فناوری در سطح منطقه، با هویت اسلامی و انقلابی، الهام بخش در جهان اسلام و با تعامل سازنده و موثر در روابط بین الملل.
- جامعه ایرانی در افق این چشم انداز چنین ویژگی هایی خواهد داشت:
- توسعه یافته، متناسب با مقتضیات فرهنگی، جغرافیایی و تاریخی خود و متکی بر اصول اخلاقی و ارزش های اسلامی، ملی و انقلابی، با تأکید بر مردم سالاری دینی، عدالت اجتماعی، آزادی های مشروع، حفظ کرامت و حقوق انسان ها و بهره مند از امنیت اجتماعی و قضایی.
 - برخوردار از دانش پیشرفته، توانا و تولید علم و فناوری، متکی بر سهم برتر منابع انسانی و سرمایه اجتماعی در تولید ملی.
 - امن، مستقل، مقتدر با سامان دفاعی مبتنی بر بازدارندگی همه جانبه و پیوستگی مردم و حکومت.
 - برخوردار از سلامت، رفاه و امنیت غذایی، تأمین اجتماعی، فرصت های برابر، توزیع مناسب نهاد مستحکم خانواده، به دور از فقر، فساد، تبعیض و بهره مند از محیط زیست مطلوب.
 - فعال، مسئولیت پذیر، ایثارگر، مومن، رضایت مند، برخوردار از وجدان کاری، انضباط، روحیه ی تعاون و سازگاری اجتماعی، متعهد به انقلاب و نظام اسلامی و شکوفایی ایران و مفتخر به ایرانی بودن.
 - دست یافته به جایگاه اول اقتصادی، علمی و فناوری در سطح منطقه ای آسیای جنوب غربی (شامل آسیای میانه، قفقاز، خاور میانه و کشورهای همسایه)، با تأکید بر جنبش نرم افزاری و تولید علم، رشد پرشتاب و مستمر اقتصادی، ارتقای نسبی سطح درآمد سرانه و رسیدن به اشتغال کامل.
 - الهام بخش، فعال و موثر در جهان اسلام، با تحکیم الگوی مردم سالاری دینی، توسعه ی کارآمد، جامعه اخلاقی، نواندیشی و پویایی فکرو اجتماعی تأثیر گذار بر همگرایی اسلامی و منطقه ای بر اساس تعالیم اسلامی و اندیشه های امام خمینی (ره).
 - دارای تعامل سازنده و موثر با جهان بر اساس اصول عزت، حکمت و مصلحت.

ملاحظه:

در تهیه، تدوین و تصویب برنامه های توسعه و بودجه های سالیانه، این نکته مورد توجه قرار گیرد که: شاخص های کمی کلان آنها از قبیل: نرخ سرمایه گذاری، درآمد سرانه، تولید



ناخالص ملی، نرخ اشتغال و تورم، کاهش فاصله درآمد میان دهک های بالا و پایین جامعه، رشد فرهنگ و آموزش و پژوهش و توانایی های دفاعی و امنیتی، باید متناسب با سیاست های توسعه و اهداف و الزامات چشم انداز، تنظیم و تعیین گردد و این سیاست ها و هدف ها به صورت کامل مراعات شود.

۴-۱ - برنامه های وزارت نیرو در دولت دهم (مورخ ۸۹/۴ - کتاب اول)

وزارت نیرو به منظور افزایش بهره وری و کارایی، برنامه های عملیاتی صنعت برق را در مجموعه ای تحت عنوان کتاب اول در مورخ تیرماه سال ۱۳۸۹ تدوین و ابلاغ نمود که سرفصل های آن عبارتند از:

۱- پیشبرد برنامه جامع برق و انرژی سالیانه به میزان حداقل ۲۰ درصد با نگرش به برنامه پنجم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی.

۲- افزایش بازده نیروگاههای حرارتی حداقل به میزان سالیانه یک درصد و دستیابی به بازده ۴۱ درصد.

۳- افزایش ظرفیت مصوب نیروگاه های انرژی های نو(بادی، خورشیدی، برقی کوچک و...) به سطح ۳٪ کل ظرفیت نیروگاهی.

۴- احداث ۳۰۰۰ مگاوات نیروگاههای تولید پراکنده با اولویت تولید همزمان برق و حرارت(CHP).

۵- توسعه فناوری سیستم های انتقال انعطاف پذیر (FACTS)، احداث پست های GIS و خطوط انتقال HVDC در کشور.

۶- افزایش قابلیت اعتماد شبکه با اصلاح سیستم های حفاظتی (کاهش عملکرد ناخواسته سیستم های حفاظتی به ۵۰٪ وضع فعلی).

۷- کاهش خروج اضطراری واحدهای تولید برق و عناصر شبکه به سطح ۷۰ درصد وضع فعلی.

۸- راه اندازی بورس برق و افزایش سهم معاملات در بورس به میزان حداقل ۵۰ درصد حجم برق مصرفی.

۹- واگذاری ۵۰ درصد ظرفیت نیروگاهی و کلیه سهام متعلق به دولت یا شرکت های دولتی در شرکت های توزیع به بخش خصوصی، تعاونی و یا عمومی غیردولتی.

۱۰- آزادسازی و رقابتی شدن فروش انشعاب و انرژی الکتریکی برای مصارف دیماندی.

۱۱- واگذاری حق بهره برداری تجاری از حداقل ۵۰ درصد ظرفیت های شبکه فیبر نوری برق کشور به بخش خصوصی، تعاونی و یا عمومی غیردولتی.

۱۲- کاهش تلفات شبکه بمیزان سالیانه حداقل ۱٪ و رساندن به سطح ۱۵ درصد.

۱۳- ایجاد زیرساخت هوشمند در شبکه توزیع در سطح حداقل ۲۰ درصد شبکه.

۱۴- افزایش ظرفیت تبادل برق با کشورهای همسایه با اولویت افزایش سهم بخش خصوصی در تجارت منطقه ای (پاکستان به ۱۵۰ مگاوات، عراق به ۱۰۰۰ مگاوات، ترکیه به ۵۰۰ مگاوات و برقراری ارتباط الکتریکی ایران - آذربایجان - روسیه با ظرفیت ۷۰۰ مگاوات و اتصال به شبکه اروپا، اتصال به کشورهای سوریه و لبنان از طرق عراق و اتصال به شبکه آفریقا، اتصال به شبکه امارات، قطر، کویت و کشورهای حاشیه خلیج فارس از طریق کابل زیردریایی) و برقراری ارتباط الکتریکی شبکه سراسری با جزیره کیش با استفاده از کابل زیردریایی.

۱۵- کاهش خروج اضطراری واحدهای برقی از ۲۵ درصد به ۸ درصد.

۱۶- برق رسانی به کلیه روستاهای بین ۱۰ تا ۲۰ خانوار(بر اساس آمار آخرین سرشماری کشور و با هماهنگی دفتر مناطق محروم ریاست جمهوری).

۱۷- ادامه روند اصلاح الگوی مصرف با کاهش روند رشد متوسط مصرف سالانه به میزان حداقل ۱۰٪ در هر سال.



۱۸- ایجاد ساز و کارهای توسعه فعالیت شرکت های خدمات انرژی ESCO و ایجاد حداقل یک شرکت در هر استان .

۱۹- احداث مخازن سوخت مایع نیروگاه ها برای ذخیره سازی به میزان متوسط ۴۵ روز مصرف.

۲۰- تجهیز اسکادران واحد هوایی شرکت توانیر با نصب تجهیزات و دستگاه های اسکندر و ترموویژن جهت تهیه نقشه خطوط هوایی و عیب یابی خطوط و پست های انتقال و فوق توزیع.

۱-۵- سند نقشه راه بهره وری انرژی الکتریکی (مورخ ۸۹/۲- سازمان بهره وری انرژی ایران)

امروزه انرژی به عنوان یکی از اصلی ترین عوامل برای شکل گیری و پیشرفت جوامع صنعتی شناخته شده است و میزان دسترسی کشورها به منابع گوناگون انرژی نشانگر پتانسیل های پیشرفت و قدرت سیاسی و اقتصادی آنان می باشد. در طول یک دهه اخیر ، کمیابی منابع انرژی با صرفه اقتصادی ، حامل های انرژی متداول مانند نفت و گاز طبیعی را در بازارهای جهانی به صورت یک کالای گران بها تبدیل کرده و زمینه بهره مندی کشورهای صاحب منابع را از درآمدهای زیاد و سرشار فروش حامل های انرژی فراهم آورده است .

بر اساس اطلاعات معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری ، رشد متوسط سالانه مصرف انرژی کشور در ده سال گذشته ۶/۵ درصد بوده است که ادامه این روند تا سال ۱۴۰۴ هجری شمسی مصرف انرژی کشور را به ۳۷۵۲ میلیون معادل بشکه نفت خام می رساند. در این صورت با توجه به وضعیت کنونی تولید ، صادرات نفت خام کشور به صفر خواهد رسید. در وضعیت کنونی حدود ۳۴ درصد انرژی کشور به بخش های مصرف اختصاص می باید که ارزش افزوده ایجاد نمی کند. برای رسیدن به وضعیت مطلوب در افق چشم انداز لازم است سهم بخش های مصرفی به شیوه های مناسب و علمی به شدت کاهش یابد تا بیشترین ارزش افزوده از انرژی کشور به دست آید. بر اساس چشم انداز دراز مدت مصرف انرژی در جهان در ۲۰ سال آینده، رشد متوسط سالانه تقاضای انرژی در جهان دو درصد خواهد بود، این در حالی است که برآورد تقاضای جهانی نفت در سال های ۲۰۲۵-۲۰۰۵ میلادی بیش از ۳۱ درصد برآورد می شود. این شاخص در مورد گاز ۶۳ درصد، زغال سنگ ۶۳ درصد، انرژی هسته ای ۲۶ درصد و انرژی های تجدید پذیر ۵۹ درصد خواهد بود.

در چنین شرایطی ، قیمت بالای انرژی و هزینه های بسیار زیاد بخش سرمایه ای آن از یک سو و رشد بی پروای صنعتی شدن جوامع و نیاز روزافزون آن ها به انرژی از سوی دیگر ، کشورها را بر آن داشته است که برای جلوگیری از مصرف بی رویه و غیر بهینه انرژی و همچنین کاهش هزینه های تولید و افزایش رفاه عمومی ، سیاست هایی را تحت عنوان «سیاست های بهره وری انرژی» به مرحله اجرا درآورند . انتظار می رود که پیاده سازی و اجرای این سیاست ها ، اصلاح الگوی مصرف انرژی را به دنبال داشته باشد و ظرفیت های مناسبی را برای کسب درآمد از طریق صادرات بیشتر حامل های انرژی در اختیار این کشورها قرار دهد.



**ماموریت:**

- توسعه مدیریت انرژی برای استفاده کارآمد و بهینه از منابع انرژی
- مدیریت طرح ها و پروژه ها در ارتباط با بهینه سازی تولید و مصرف انرژی

اهداف:

- بهینه سازی تأمین انرژی
- بهینه سازی مصرف انرژی
- مدیریت و اجرای شبکه هوشمند اندازه گیری
- آموزش و آگاهسازی در زمینه اصلاح الگوی مصرف مطلوب

۱-۵-۱- بهره وری در بخش تأمین (بهینه سازی تأمین انرژی)**الف) افزایش بازدهی نیروگاه های حرارتی****مأخذ:**

- ابلاغ سیاست های کلی اصلاح الگوی مصرف از سوی مقام معظم رهبری: بند ۷
- اهداف کمی صنعت برق در دولت دهم: بند ۲
- مجمع عمومی شرکت توانیر مورخ ۱۳۸۸/۱۱/۲۵: بند ۳-۳

روش اجرایی:

- استمرار طرح افزایش کارایی تولید در نیروگاه های بخاری و گازی در قالب پروژه های زیر:
- انجام ممیزی انرژی در نیروگاه ها
- استقرار سیستم مدیریت انرژی
- خنک سازی هوای ورودی در توربین های گازی
- پایش وضعیت سوخت مصرفی
- مطالعات و اجرای پروژه های CHP نیروگاهی
- اجرای پروژه های Re-Powering و Re-Rating
- مطالعات و اجرای پروژه های کاهش در مصرف داخلی نیروگاه ها
- آموزش مبانی ممیزی و مدیریت انرژی برای آشنایی مشاوران و پرسنل نیروگاه ها

نتایج اجرا:

- افزایش بازدهی نیروگاه ها به میزان ۲۰ درصد از ۵ درصد در طول برنامه

ب) حمایت از نیروگاه های تولید پراکنده با اولویت تولید همزمان برق و حرارت (CHP) در قالب وجوه**اداره شده****مأخذ:**

- ابلاغ سیاست های کلی اصلاح الگوی مصرف از سوی مقام معظم رهبری: بند ۷
- اهداف کمی صنعت برق در دولت دهم: بند ۴
- مجمع عمومی شرکت توانیر مورخ ۱۳۸۸/۱۱/۲۵: بند ۵-۳ و ۷-۳

روش اجرایی:

- مطابق فرایند اعطای تسهیلات مالی برای حمایت از نیروگاه های تولید پراکنده:



- تهیه و تدوین متون تخصصی
 - برگزاری سمینارها و کارگاه های توجیهی و ترویجی
- نتایج اجرا:**

• حمایت از تحقق ۵۰ درصد از هدف کمی طرح (احداث ۱۵۰۰ مگاوات) در طول برنامه

پ) حمایت از طرح های باز یافت به منظور تولید برق و حرارت و برودت
مأخذ:

- ابلاغ سیاست های کلی اصلاح الگوی مصرف از سوی مقام معظم رهبری: بند ۷
- اهداف کمی صنعت برق در دولت دهم: بند ۴

روش اجرایی:

- استمرار طرح افزایش کارایی تولید در نیروگاه های بخاری و گازی در قالب پروژه های زیر:
- مطالعه امکان سنجی تولید برق از باز یافت حرارت در فرآیندهای صنعتی مثل: سیمان، صنایع شیمیایی، ...
- حمایت مالی از طرح های توجیه پذیر در قالب وجوه اداره شده و یارانه سود تسهیلات
- تهیه و تدوین متون تخصصی
- برگزاری سمینارها و کارگاه های آموزشی، تخصصی

نتایج اجرا:

• تامین سالانه ۱۵۰ میلیون کیلووات ساعت برق از محل باز یافت

ت) توجه به مقوله محیط زیست با محوریت کاهش آلودگی زیست محیطی نیروگاه ها
مأخذ:

- ابلاغ سیاست های کلی اصلاح الگوی مصرف از سوی مقام معظم رهبری: بند ۷
- مجمع عمومی شرکت توانیر مورخ: ۱۳۸۸/۱۱/۱۵: بند ۸-۳

روش اجرایی:

- انجام مطالعات اولیه و امکان سنجی در نیروگاه ها
- نصب تجهیزات کاهش آلودگی DeSox و DeNox در واحدهای نیروگاهی (جمعاً به ظرفیت اسمی ۱۰۰۰ مگاوات)

نتایج اجرا:

- نصب و راه اندازی معادل ظرفیت ۱۰۰۰ مگاوات تجهیزات زداینده SOx و NOx به منظور کاهش به ترتیب ۵ هزار تن و ۲۴ هزار تن در سال

ث) اصلاح سیستم روشنایی معابر (کاهش مصرف)
مأخذ:

- ابلاغ سیاست های کلی اصلاح الگوی مصرف از سوی مقام معظم رهبری: بند ۴، ۳، ۲، ۱
- اهداف کمی صنعت برق در دولت دهم: بند ۱۷
- مجمع عمومی شرکت توانیر مورخ ۱۳۸۸/۱۱/۲۵: بند ۴-۴



**روش اجرایی :**

- مطالعه و بکارگیری چراغ های LED در روشنایی معابر
- مطالعه و جایگزینی چراغ ها و لامپ های کم مصرف بجای چراغ های پهن تاب قدیمی
- تهیه و تدوین متون عمومی و تخصصی

نتایج اجرا:

- هر سال ۲۵٪ از کاهش ۱/۲٪ از کل مصرف انرژی

۱-۵-۲- بهره وری در بخش مصرف (بهینه سازی مصرف انرژی)

الف) حمایت از محصولات کم مصرف شامل: کولر آبی، یخچال، لامپ T۸ و الکترو موتور صنعتی
مأخذ:

- ابلاغ سیاست های کلی اصلاح الگوی مصرف از سوی مقام معظم رهبری: بند ۱،۲،۳،۴،۵،۷
- اهداف کمی دولت دهم: بند ۱۷
- مجمع عمومی شرکت توانیر مورخ ۱۳۸۸/۱۱/۲۵ بند: ۵-۴
- استمرار طرح یارانه سود تسهیلات و وجوه اداره شده در قالب پروژه های زیر:
 - پرداخت یارانه (کمک بلاعوض) به محصولات راندمان بالا
 - کمک به ایجاد خط تولید محصولات راندمان بالا در قالب وجوه اداره شده
 - برگزاری سمینارهای ترویجی در قالب کار گروه های صنفی شبکه دوستان انرژی

نتایج اجرا:

- هر سال ۸۵۰ میلیون کیلووات ساعت صرفه جویی از حداقل ۱۰٪ در هر سال کاهش مصرف

ب) حمایت از کولرهای گازی برقی - خورشیدی**مأخذ:**

- ابلاغ سیاست های کلی اصلاح الگوی مصرف از سوی مقام معظم رهبری: بند ۱،۲،۳،۴،۵،۷
- اهداف کمی صنعت برق در دولت دهم: بند ۱۷
- مجمع عمومی شرکت توانیر مورخ ۱۳۸۸/۱۱/۲۵ بند: ۵-۴

روش اجرایی:

استمرار طرح یارانه سود تسهیلات و وجوه اداره شده در قالب پروژه های زیر:

- پرداخت کمک بلاعوض

- پرداخت وام در قالب وجوه اداره شده برای ایجاد خط تولید
- برگزاری سمینارهای ترویجی در قالب کار گروه های صنفی شبکه دوستان انرژی

نتایج اجرا:

- هر سال ۱۰۰۰ میلیون کیلووات ساعت صرفه جویی از حداقل ۱۰٪ در هر سال کاهش مصرف

پ) اصلاح پمپ های چاه کشاورزی**مأخذ:**

- ابلاغ سیاست های کلی اصلاح الگوی مصرف از سوی مقام معظم رهبری: بند ۱،۲،۳،۴،۵،۷



- اهداف کمی صنعت برق در دولت دهم: بند ۱۷
- مجمع عمومی شرکت توانیر مورخ ۱۳۸۸/۱۱/۲۵: بند ۵-۴

روش اجرایی:

- استمرار طرح یارانه سود تسهیلات و وجوه اداره شده در قالب پروژه های زیر:
- پرداخت وجوه اداره شده (وام کم بهره) برای اصلاح پمپ های چاه کشاورزی
- باز پرداخت وام از محل ما به التفاوت هزینه صرفه جویی شده

نتایج اجرا:

- هر سال ۴۵۰ میلیون کیلووات ساعت صرفه جویی از حداقل ۱۰٪ در هر سال کاهش مصرف

ت) حمایت از فعالیت شرکت های خدمات انرژی (ESCO)

مأخذ:

- ابلاغ سیاست های کلی اصلاح الگوی مصرف از سوی مقام معظم رهبری: بند ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۷

روش اجرایی:

- استمرار طرح یارانه سود تسهیلات و وجوه اداره شده در قالب پروژه های زیر:
- پرداخت وام کم بهره از محل وجوه اداره شده به شرکت های خدمات انرژی ESCO یا صنایع جهت بهینه سازی مصرف و بازپرداخت وام از محل صرفه جویی توسط شرکت های خدمات انرژی (مقاضی)

- معرفی پرسنل شرکت های خدمات انرژی به دوره های آموزش مدیریت انرژی
- عضویت در قالب شبکه دوستان انرژی

نتایج اجرا:

- هر سال ۸۰۰ میلیون کیلووات ساعت صرفه جویی

ث) اصلاح شبکه های توزیع به منظور کاهش تلفات شبکه

مأخذ:

- ابلاغ سیاست های کلی اصلاح الگوی مصرف از سوی مقام معظم رهبری: بند ۷
- اهداف کمی صنعت برق در دولت دهم: بند ۱۲
- مجمع عمومی شرکت توانیر مورخ ۱۳۸۸/۱۱/۲۵: بند ۴-۴

روش اجرایی:

- ارائه آموزش های لازم به پرسنل شرکت های توزیع
- حمایت از انجام مطالعات به منظور تخمین میزان تلفات و تعیین نقاط تلفات انرژی در سیستم های توزیع

- حمایت از اجرای طرح های اصلاحی در خصوص بهبود شبکه های توزیع

نتایج اجرا:

- کاهش تلفات شبکه به میزان سالیانه حداقل ۱٪ و رساندن به سطح ۱۵٪



۱-۵-۳- مدیریت و اجرای شبکه هوشمند اندازه گیری در شبکه های توزیع

مأخذ:

- ابلاغ سیاست های کلی اصلاح الگوی مصرف از سوی مقام معظم رهبری: بند ۳
- اهداف کمی صنعت برق در دولت دهم: بند ۱۳
- مجمع عمومی شرکت توانیر مورخ ۱۳۸۸/۱۱/۲۵: بند ۴-۶

روش اجرایی:

- استمرار طرح پیاده سازی فراسامانه هوشمند اندازه گیری ملی (فهام) در قالب پروژه زیر:
 - پیاده سازی سیستم هوشمند اندازه گیری برای مشترکین چاه های آب کشاورزی
 - ایجاد زیر ساخت سیستم هوشمند اندازه گیری و اجرای طرح برای پست های توزیع و روشنایی معابر
 - پیاده سازی سیستم اندازه گیری هوشمند مشترکین صنعتی بزرگ و شهرک های صنعتی
- برنامه ریزی برای آگاه سازی عموم مردم
- تدوین و چاپ بروشور عمومی و تخصصی
- برگزاری سمینارهای آموزشی برای صنایع

نتایج اجرا:

- هر سال ۹/۶ درصد از حداقل ۲۰٪ شبکه

۱-۶- متن کامل قانون هدفمند کردن یارانه ها

مجلس محترم شورای اسلامی در مورخ ۱۵ دی ماه ۱۳۸۸ نسبت به ابلاغ قانون هدفمند کردن یارانه ها اقدام نموده است.

ماده ۱- دولت مکلف است با رعایت این قانون قیمت حامل های انرژی را اصلاح کند:

الف- قیمت فروش داخلی بنزین، نفت گاز، نفت کوره، نفت سفید و گاز مایع و سایر مشتقات نفت، با لحاظ کیفیت حامل ها و با احتساب هزینه های مترتب (شامل حمل و نقل، توزیع، مالیات و عوارض قانونی) به تدریج تا پایان برنامه پنجساله پنجم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران کمتر از نود درصد قیمت تحویل روی کشتی (فوب) در خلیج فارس نباشد.

تبصره- قیمت فروش نفت خام و میعانات گازی به پالایشگاه های داخلی نودوپنج درصد ۹۵٪ قیمت تحویل روی کشتی (فوب) خلیج فارس تعیین می شود و قیمت خرید فرآورده ها متناسب با قیمت مذکور تعیین میگردد.

ب- میانگین قیمت فروش داخلی گاز طبیعی به گونه ای تعیین شود که به تدریج تا پایان برنامه پنجم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران، معادل حداقل هفتاد و پنج درصد متوسط قیمت گاز طبیعی صادراتی پس از کسر هزینه های انتقال، مالیات و عوارض شود.

تبصره- جهت تشویق سرمایه گذاری، قیمت خوراک واحدهای صنعتی، پالایشی و پتروشیمی برای مدت حداقل ده سال پس از تصویب این قانون هر مترمکعب حداکثر شصت و پنج درصد قیمت سبد صادراتی در مبدأ خلیج فارس (بدون هزینه انتقال) تعیین می گردد.

ج- میانگین قیمت فروش داخلی برق به گونه ای تعیین شود که به تدریج تا پایان برنامه پنج ساله پنجم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران معادل قیمت تمام شده آن باشد.



تبصره - قیمت تمام شده برق، مجموع هزینه های تبدیل انرژی، انتقال و توزیع و هزینه سوخت با بازده حداقل سی و هشت درصد نیروگاه های کشور و رعایت استانداردها محاسبه می شود و هر ساله حداقل یک درصد به بازده نیروگاه های کشور افزوده شود به طوری که تا پنج سال از زمان اجراء این قانون به بازده چهل و پنج درصد برسد و همچنین تلفات شبکه های انتقال و توزیع تا پایان برنامه پنجساله پنجم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران به چهارده درصد کاهش یابد. دولت مکلف است با تشکیل کار گروهی مرکب از کارشناسان دولتی و غیر دولتی نسبت به رتبه بندی تولیدکنندگان برق از نظر بازده و توزیع کنندگان آن از نظر میزان تلفات، اقدام نموده و سیاست های تشویقی و حمایتی مناسب را اتخاذ نماید.

تبصره ۱- درخصوص قیمت های برق و گاز طبیعی، دولت مجاز است با لحاظ مناطق جغرافیایی، نوع، میزان و زمان مصرف، قیمت های ترجیحی را اعمال کند.

شرکت های آب، برق و گاز موظفند در مواردی که از یک انشعاب چندین خانواده یا مشترک بهره برداری می کنند، در صورتی که امکان اضافه کردن کنتور باشد، تنها با اخذ هزینه کنتور و نصب آن نسبت به افزایش تعداد کنتورها اقدام نمایند و در صورتی که امکان اضافه کردن کنتور نباشد مشترکین را به تعداد بهره برداران افزایش دهند.

تبصره ۲- قیمت حامل های انرژی برای پس از سال پایه براساس قیمت ارز منظور شده در بودجه سالانه تعیین می گردد.

تبصره ۳- قیمت های سال پایه اجراء این قانون به گونه ای تعیین گردد که برای مدت یکسال حداقل مبلغ یکصد هزار میلیارد ریال و حداکثر مبلغ دویست هزار میلیارد درآمد به دست آید.

ماده ۲- دولت مجاز است برای مدیریت آثار نوسان قیمت های حامل های انرژی بر اقتصاد ملی، قیمت این حامل ها را در صورتی که تا بیست و پنج درصد قیمت تحویل در روی کشتی (فوب) خلیج فارس نوسان کند بدون تغییر قیمت برای مصرف کننده از طریق اخذ مابه التفاوت و یا پرداخت یارانه اقدام نماید و مبالغ مذکور را در حساب تنظیم بازار حامل های انرژی در بودجه سنواتی منظور کند. در صورتی که نوسان قیمت ها بیش از بیست و پنج درصد شود، در قیمت تجدید نظر خواهد نمود.

ماده ۳- دولت مجاز است، با رعایت این قانون قیمت آب و کارمزد جمع آوری و دفع فاضلاب را تعیین کند.

الف- میانگین قیمت آب برای مصارف مختلف با توجه به کیفیت و نحوه استحصال آن در کشور به گونه ای تعیین شود که به تدریج تا پایان برنامه پنجساله پنجم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران معادل قیمت تمام شده آن باشد.

تبصره ۱- دولت مکلف است قیمت تمام شده آب را با در نظر گرفتن هزینه های تأمین، انتقال و توزیع با رعایت بازده تعیین کند.

تبصره ۲- تعیین قیمت ترجیحی و پلکانی برای مصارف مختلف آب با لحاظ مناطق جغرافیایی، نوع و میزان مصرف مجاز خواهد بود.



ب - کارمزد خدمات جمع آوری و دفع فاضلاب براساس مجموع هزینه های نگهداری و بهره برداری شبکه پس از کسر ارزش ذاتی فاضلاب تحویلی و کمک های دولت در بودجه سنواتی (مربوط به سیاست های تشویقی) تعیین می گردد.

ماده ۴- دولت موظف است به تدریج تا پایان برنامه پنج ساله پنجم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران، نسبت به هدفمند کردن یارانه گندم، برنج، روغن، شیر، شکر، خدمات پستی، خدمات هواپیمایی و خدمات ریلی (مسافری) اقدام نماید. تبصره- یارانه پرداختی به تولید کنندگان بخش کشاورزی نباید در هر سال کمتر از سال قبل باشد.

ماده ۵- دولت موظف است یارانه آرد و نان را به میزانی که در لایحه بودجه سالیانه مشخص می شود با روش های مناسب در اختیار مصرف کنندگان متقاضی قرار دهد. تبصره- سرانه یارانه نان روستاییان و شهرهای زیر بیست هزار نفر جمعیت و اقشار آسیب پذیر در سایر شهرها به تشخیص دولت حداقل پنجاه درصد بیشتر از متوسط یارانه سرانه خواهد بود.

ماده ۶- دولت موظف است سیاست های تشویقی و حمایتی لازم را برای ایجاد و گسترش واحدهای تولید نان صنعتی و نیز کمک به جبران خسارت واحدهای تولید آرد و نان که در اجراء این قانون ادامه فعالیت آنها با مشکل مواجه می شود اتخاذ نماید. آئین نامه اجرائی این ماده توسط وزارت بازرگانی و با همکاری دستگاه های ذیربط تهیه و حداکثر ظرف سه ماه پس از تصویب این قانون به تصویب هیأت وزیران می رسد.

ماده ۷- دولت مجاز است حداکثر تا پنجاه درصد خالص وجوه حاصل از اجراء این قانون را در قالب بندهای زیر هزینه نماید:

الف- یارانه در قالب پرداخت نقدی و غیر نقدی با لحاظ میزان درآمد خانوار نسبت به کلیه خانوارهای کشور به سرپرست خانوار پرداخت شود.

ب - اجراء نظام جامع تأمین اجتماعی برای جامعه هدف از قبیل:

۱ - گسترش و تأمین بیمه های اجتماعی، خدمات درمانی، تأمین و ارتقاء سلامت جامعه و پوشش دارویی و درمانی بیماران خاص و صعب العلاج.

۲ - کمک به تأمین هزینه مسکن، مقاوم سازی مسکن و اشتغال.

۳ - توانمندسازی و اجراء برنامه های حمایت اجتماعی.

تبصره ۱ - آئین نامه اجرائی این ماده شامل چگونگی شناسایی جامعه هدف، تشکیل و به هنگام سازی پایگاه های اطلاعاتی مورد نیاز، نحوه پرداخت به جامعه هدف و پرداخت های موضوع این ماده حداکثر سه ماه پس از تصویب این قانون با پیشنهاد وزراء امور اقتصادی و دارایی، رفاه و تأمین اجتماعی و رئیس سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور به تصویب هیأت وزیران خواهد رسید.

تبصره ۲ - دولت می تواند حساب هدفمندسازی یارانه ها را به نام سرپرست خانواده های مشمول یا فرد واجد شرایط دیگری که توسط دولت تعیین می شود افتتاح نماید. اعمال مدیریت دولت در نحوه هزینه کرد وجوه موضوع این حساب از جمله زمان مجاز، نوع برداشت هزینه ها و برگشت وجوهی که به اشتباه واریز شده اند مجاز است.



ماده ۸- دولت مکلف است سی درصد خالص وجوه حاصل از اجراء این قانون را برای پرداخت کمک های بلاعوض، یا یارانه سود تسهیلات و یا وجوه اداره شده برای اجراء موارد زیر هزینه کند:

الف- بهینه سازی مصرف انرژی در واحدهای تولیدی، خدماتی و مسکونی و تشویق به صرفه جویی و رعایت الگوی مصرف که توسط دستگاه اجرایی ذیربط معرفی می شود.

ب- اصلاح ساختار فناوری واحدهای تولیدی در جهت افزایش بهره وری انرژی، آب و توسعه تولید برق از منابع تجدیدپذیر.

ج- جبران بخشی از زیان شرکت های ارائه دهنده خدمات آب و فاضلاب، برق، گاز طبیعی و فرآورده های نفتی و شهرداری ها و دهیاری ها ناشی از اجراء این قانون.

د- گسترش و بهبود حمل و نقل عمومی در چهارچوب قانون توسعه حمل و نقل عمومی و مدیریت مصرف سوخت و پرداخت حداکثر تا سقف اعتبارات ماده (۹) قانون مذکور.

ه- حمایت از تولیدکنندگان بخش کشاورزی و صنعتی.

و- حمایت از تولید نان صنعتی.

ز- حمایت از توسعه صادرات غیرنفتی.

ح- توسعه خدمات الکترونیکی تعاملی با هدف حذف و یا کاهش رفت و آمدهای غیر ضرور.

تبصره - آئین نامه اجرایی این ماده شامل چگونگی حمایت از صنایع، کشاورزی و خدمات و نحوه پرداخت های موضوع این ماده حداکثر سه ماه پس از تصویب این قانون با پیشنهاد وزراء امور اقتصادی و دارایی، صنایع و معادن، جهاد کشاورزی، بازرگانی، نفت، نیرو، کشور، اتاق بازرگانی و صنایع و معادن ایران، اتاق تعاون و رئیس سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور به تصویب هیأت وزیران می رسد.

ماده ۹- منابع موضوع مواد (۷) و (۸) این قانون اعم از کمک ها، تسهیلات و وجوه اداره شده از طریق بانک ها و مؤسسات مالی و اعتباری دولتی و غیر دولتی در اختیار اشخاص مذکور قرار خواهد گرفت.

ماده ۱۰- دریافت کمک ها و یارانه های موضوع مواد (۷) و (۸) این قانون منوط به ارائه اطلاعات صحیح می باشد. در صورت احراز عدم صحت اطلاعات ارائه شده، دولت مکلف است ضمن جلوگیری از ادامه پرداخت، در خصوص استرداد وجوه پرداختی اقدامات قانونی لازم را به عمل آورد.

اشخاص در صورتی که خود را برای دریافت یارانه ها و کمک های موضوع مواد (۷) و (۸) این قانون محق بدانند می توانند اعتراض خود را به کمیسیونی که در آئین نامه اجرایی این ماده پیش بینی می شود ارائه نمایند.

آئین نامه اجرایی این ماده حداکثر سه ماه پس از ابلاغ این قانون توسط وزراء دادگستری، امور اقتصادی و دارایی، رفاه و تأمین اجتماعی و رئیس سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور پیشنهاد و به تصویب هیأت وزیران می رسد.

ماده ۱۱- دولت مجاز است تا بیست درصد خالص وجوه حاصل از اجراء این قانون را به منظور جبران آثار آن بر اعتبارات هزینه ای و تملک دارایی های سرمایه ای هزینه کند.

ماده ۱۲- دولت مکلف است تمام منابع حاصل از اجرای این قانون را به حساب خاصی به نام هدفمندسازی یارانه ها نزد خزانه داری کل واریز کند. صددرصد وجوه واریزی در قالب قوانین بودجه



سنواتی برای موارد پیش بینی شده در مواد (۷)، (۸) و (۱۱) این قانون اختصاص خواهد یافت.

تبصره ۱- دولت مکلف است اعتبارات منابع و مصارف موضوع مواد مذکور را در چهار ردیف مستقل در لایحه بودجه سنواتی درج کند.

تبصره ۲- کمک های نقدی و غیر نقدی ناشی از اجراء این قانون به اشخاص حقیقی و حقوقی از پرداخت مالیات بر درآمد موضوع قانون مالیات های مستقیم مصوب اسفندماه ۱۳۶۶ و اصلاحیه های بعدی آن معاف است. کمک های مزبور به اشخاص مذکور بابت جبران تمام یا قسمت باز قیمت کالا یا خدمات عرضه شده توسط آنها مشمول حکم این تبصره نخواهد بود.

تبصره ۳- دولت مکلف است گزارش تفصیلی این ماده را هر شش ماه به دیوان محاسبات کشور و مجلس شورای اسلامی ارائه نماید.

ماده ۱۳- تنخواه مورد نیاز اجراء این قانون در تنخواه بودجه سنواتی منظور و از محل منابع حاصل از اجراء این قانون در طول سال مستهلک می شود.

ماده ۱۴- جا بجایی اعتبارات موضوع این قانون در مواد (۷)، (۸) و (۱۱) حداکثر ده درصد در بودجه سنواتی مجاز است به طوری که کل وجوه حاصل در موارد پیش بینی شده در این قانون مصرف شود.

ماده ۱۵- به دولت اجازه داده می شود ظرف مدت یک ماه پس از لازم الاجراء شدن این قانون، سازمانی با ماهیت شرکت دولتی به نام سازمان هدفمندسازی یارانه ها با استفاده از منابع (امکانات، نیروی انسانی و اعتبارات) موجود، جهت اجراء این قانون با لحاظ قانون برنامه ایجاد کرده یا با اصلاح ساختار و ادغام شرکت های موجود تأسیس نماید.

دولت مجاز است وجوه حاصل از اجراء این قانون را که به خزانه واریز می شود، عیناً پس از وصول و کسر سهم دولت موضوع ماده (۱۱) به طور مستمر برداشت و به عنوان کمک صرفاً جهت اجراء اهداف و تکالیف مقرر در مواد (۷) و (۸) این قانون در اختیار سازمان قرار دهد تا برابر آن هزینه کند. سازمان به صورت متمرکز اداره می شود و صرفاً مجاز به داشتن واحدهای ستادی، برنامه ریزی و نظارت در مرکز می باشد. وزراء رفاه و تأمین اجتماعی، امور اقتصادی و دارایی، بازرگانی، راه و ترابری، جهاد کشاورزی، صنایع و معادن، نفت، نیرو و رئیس سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور عضو مجمع عمومی سازمان می باشند. اساسنامه شرکت شامل ارکان، وظایف و اختیارات، توسط وزارت امور اقتصادی و دارایی و سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور تهیه و به تصویب هیأت وزیران می رسد.

وجوه و اعتبارات موضوع این قانون از جمله مواد (۱۲) و (۱۵) مانند سایر شرکت های دولتی در بودجه کل کشور منعکس می شود و به جز اختیارات و مجوزهای موضوع این قانون از جمله مواد (۲) و (۱۴) تغییر در سقف اعتبارات شرکت در طول سال با پیشنهاد دولت و تصویب مجلس مجاز می باشد.

وجوه مانده سازمان از هر سال در سال بعد قابل مصرف است و سازمان در هر سال می تواند برای سنوات بعد در چهارچوب این قانون تعهد ایجاد نماید. اعتبارات موضوع این قانون مشمول قانون نحوه هزینه کردن اعتباراتی که به موجب قانون از رعایت قانون محاسبات عمومی و سایر مقررات عمومی دولت مستثنی هستند، مصوب ۱۳۶۴/۱/۶، می باشد. سازمان مکلف است گزارش عملکرد، دریافت و پرداخت منابع



حاصل از هدفمندسازی یارانه ها را به تفکیک مواد (۷) و (۸) در پایان هر شش ماه در اختیار کمیسیون برنامه و بودجه و محاسبات و سایر کمیسیون های ذی ربط مجلس شورای اسلامی قرار دهد.

دیوان محاسبات کشور مکلف است در مقاطع شش ماهه گزارش عملیات انجام شده توسط سازمان را براساس اهداف پیش بینی شده در این قانون به مجلس شورای اسلامی ارائه نماید. ماده ۱۶- دولت مجاز است از ابتدای سال ۱۳۸۹ معافیت مالیاتی موضوع ماده (۸۴) قانون مالیات های مستقیم را علاوه بر افزایش سالانه آن، متناسب با تغییر و اصلاح قیمت های موضوع این قانون با پیشنهاد وزارت امور اقتصادی و دارایی طی پنج سال حداکثر تا دو برابر افزایش دهد. قانون فوق مشتمل بر شانزده ماده و شانزده تبصره در جلسه علنی روز سه شنبه مورخ پانزدهم دی ماه یک هزار و سیصد و هشتاد و هشت مجلس شورای اسلامی تصویب و در تاریخ ۱۳۸۸/۱۰/۲۳ به تأیید شورای نگهبان رسید.

۷-۱- قانون اصلاح الگوی مصرف انرژی

مجلس محترم شورای اسلامی در مورخه ۱۳۸۹/۱۲/۴ نسبت به ابلاغ قانون اصلاح الگوی مصرف انرژی اقدام نموده است.

قانون اصلاح الگوی مصرف انرژی

فصل اول: کلیات و تعاریف

ماده ۱- کاربرد انواع انرژی هایی که در کشور تولید، وارد و مصرف می شود، به گونه ای که بدون کاستن از سطح تولید ملی و رفاه اجتماعی، از اتلاف انرژی از نقطه تولید تا پایان مصرف جلوگیری نماید و افزایش بازدهی و بهره وری، استفاده اقتصادی از انرژی، بهره برداری بهتر، کمک به توسعه پایدار و حفاظت از محیط زیست را باعث شود، براساس این قانون مدیریت و بهینه سازی می گردد.

ماده ۲- در این قانون اصطلاحات به کار رفته در معانی مشروح زیر به کار برده می شود:
الف- باز یافت انرژی: بهره گیری از انرژی های اتلافی در سامانه های مصرف کننده انرژی، به طوری که باعث افزایش بازدهی کلی انرژی گردد.

ب- برچسب مصرف انرژی: صفحه حاوی اطلاعات مربوط به معیارها و مشخصات فنی از قبیل مقدار مصرف و یا بازده انرژی در هر کالای انرژی بر و مقایسه آن با معیارهای مصوب است که قابل نصب بر روی کالاها باشد.

پ- تجهیزات مصرف کننده انرژی: وسایل، ماشین آلات و کالاهای مصرف کننده حامل های انرژی یا تبدیل کننده انرژی که در بخش های مختلف اعم از صنعت، کشاورزی، تجاری، خانگی، حمل و نقل عمومی و نظایر آنها استفاده می شود.

ت- توربین های انبساطی: تجهیزاتی است که به جای فشارشکن نصب می شود و از انرژی حاصل از تفاوت فشار گاز طبیعی شبکه های گازرسانی استفاده و آن را تبدیل به برق می کند.

ث- تولید همزمان برق و حرارت: فناوری ویژه ای که در آن تلفات حرارتی ناشی از تبدیل سوخت به انرژی مکانیکی یا الکتریکی، باز یافت شده و به مصرف حرارتی مراکز صنعتی، تجاری، مسکونی،





- کشاورزی و عمومی می رسد و در اثر آن بازدهی کل سامانه به مقدار قابل ملاحظه ای افزایش می یابد.
- ج- تولید همزمان پراکنده برق و حرارت: روشی که در آن باتوجه به توسعه مولدهای مقیاس کوچک، همزمان برق و حرارت در محل مصرف تولید می شود و بدون نیاز به انتقال، حرارت تولید شده به مصرف می رسد.
- چ- حامل های انرژی: مواد و عناصر طبیعی اعم از فسیلی و غیر فسیلی یا فرآورده های آنها مانند نفت خام، فرآورده های نفتی، گاز طبیعی، زغال سنگ و منابع تجدید شونده انرژی که قابلیت انرژی زایی دارند و می توان با انجام عملیات خاصی، از انرژی نهفته در آنها به صورت های مختلف استفاده نمود.
- ح- حمل و نقل ترکیبی: اتصال سامانه های مختلف جابه جایی مسافر و حمل کالا به نحوی که شیوه حمل و نقل به صورت بهینه تغییر یابد.
- خ- حمل و نقل هوشمند: فناوری های پیشرفته الکترونیکی، مخابراتی و اطلاعاتی در وسایل نقلیه و زیرساخت های حمل و نقل که به کارگیری آنها موجب افزایش ایمنی، بهره وری، تسهیل در رفت و آمد و کاهش تراکم ترافیکی می گردد.
- د- ساختمان سبز: به ساختمانی اطلاق می شود که ضوابط خاص مکان یابی، طراحی سامانه های ساخت، اجراء، نگهداری، بهره برداری و بازیافت در آن به منظور آسیب رسانی هر چه کمتر به طبیعت و تعامل با محیط پیرامونی رعایت می شود.
- ذ- ساختمان و واحد صنعتی هدف: ساختمان و واحدی صنعتی که مشمول مقررات مدیریت انرژی است.
- ر- سامانه مصرف کننده انرژی: مجموعه ای از تجهیزات و فرآیندهای تولیدی، خدماتی، صنعتی و مانند آن است که در آن انرژی، مصرف، تبدیل و یا منتقل می شود.
- ز- سوخت: موادی که قابلیت احتراق دارند؛ مانند نفت خام، فرآورده های نفتی و گاز طبیعی، زغال سنگ و زغال چوب. سوخت هسته ای مشمول این تعریف نیست.
- ژ- شرکت بازرسی فنی انرژی: شرکتی از نوع خدمات مهندسی و تأیید صلاحیت شده که موظف به بررسی و اندازه گیری معیار مصرف انرژی در واحدهای صنعتی و تطبیق آن با معیارهای تعیین شده در استانداردهای مربوطه است.
- س- شرکت خدمات انرژی: شرکتی از نوع خدماتی و مهندسی است که در کلیه بخش های مصرف کننده انرژی، پروژه های مرتبط با بهبود کارایی انرژی را طراحی، اجراء و تأمین مالی می کند. این شرکت با تضمین حصول سطح مشخصی از کارایی انرژی، تمام مخاطرات پروژه را بر عهده می گیرد و هزینه و سود خود را از محل صرفه جویی انرژی تأمین می کند.
- ش- شناسنامه صرفه جویی انرژی: فرم گزارشی از میزان و نحوه صرفه جویی انرژی واحدها و سامانه ها و فرآیندهای یک واحد صنعتی است که موارد و اقلام آن طبق بخشنامه ها و آیین نامه ها مشخص خواهد شد.
- ص- ضوابط برتر مدیریت مصرف انرژی: مجموعه مشخصات فنی مربوط به مصرف انرژی است که در برگیرنده کیفیتی بالاتر نسبت به استاندارد و متضمن مصرف کمتر نسبت به حد تعیین شده برای اعمال تشویق های ویژه در معیارها و مشخصات فنی مصرف انرژی بر طبق آیین نامه های مربوط به ضوابط قانونی استاندارد مصرف انرژی باشد.
- ض- فرآیند مصرف کننده انرژی: مجموعه عملیاتی است که به تولید یا تبدیل یک کالا و یا ارائه خدمات مشخصی منجر و طی این عملیات، حامل های انرژی مصرف گردد.
- ط- قیمت غیر یارانه ای برق: قیمتی که هر ساله توسط هیأت وزیران تعیین می شود.
- ظ- قیمت غیر یارانه ای فرآورده های نفتی: قیمتی معادل بهای عرضه فرآورده های نفتی در خلیج فارس است.



ع- قیمت غیریارانه ای گاز: قیمتی معادل بهای پایه صادراتی گاز است.

غ- کاربران انرژی: کلیه اشخاص حقیقی و حقوقی بخشهای دولتی و غیردولتی شامل: تولیدکنندگان، فروشندگان، مصرف کنندگان انرژی و تجهیزات و فرآیندهای انرژی بر اعم از اینکه مصرف کننده یا تولیدکننده مستقیم حامل های انرژی باشند و یا بر آن تأثیر بگذارند.

ف- گرمایش و سرمایش ناحیه ای: توزیع انرژی حرارتی و برودتی از یک منبع مرکزی تبدیل انرژی به طوری که نیازهای گرمایشی و سرمایشی در یک ناحیه تأمین شود.

ق- مدیریت بار: مجموعه مطالعات و فعالیتهای مهندسی و مدیریتی که منجر به کاهش مصرف انرژی در محدوده زمانی اوج مصرف یا انتقال و توزیع آن به سایر ساعات یا فصول می شود و منحنی بار را هموار می کند.

ک- مصرف انرژی: کاربرد انرژی برای اینکه انرژی ثانویه یا محصول و خدمات تولید شود.

گ- مصرف ویژه انرژی: میزانی از انرژی است که به ازاء یک واحد تولید و ارزش اقتصادی آن مصرف می شود و این واژه برای کل اقتصاد کشور، یک بخش و یا اجزاء آن به کار می رود.

ل- معیارها و مشخصات فنی: استاندارد مصرف، بازده و مصرف ویژه انرژی و سایر ویژگی های فنی در کلیه تجهیزات، فرآیندها و سامانه های انرژی بر که به نحوی با مصرف انرژی مرتبط است.

م- ممیزی انرژی: مجموعه مطالعات و فعالیتهای فنی و اقتصادی که منجر به شناخت و ارزیابی نحوه و میزان و محل مصرف حامل های انرژی، تلفات انرژی و عوامل مؤثر در آن می شود و موجب ارائه شیوه ارتقاء سطح بازدهی مصرف حامل های انرژی و روش های اعمال مدیریت انرژی در کارخانه ها، ماشین آلات، تجهیزات، فرآیندهای صنعتی و ساختمان ها می گردد.

ن- واحد مدیریت انرژی: واحدی در مؤسسات صنعتی است که مجموعه عملیاتی شامل شناخت میزان و نحوه مصرف حامل های انرژی، ثبت اطلاعات مربوط و تعیین و اجرای راهکارهای لازم جهت کاربرد بهینه انرژی را بر عهده دارد.

تبصره- قیمت غیر رایانه ای برق، فرآورده های نفتی و گاز تابع افزایش و یا کاهش قیمت های موضوع بندهای (ط)، (ظ) و (ع) این ماده است.

فصل دوم: سیاست ها و خط مشی های اساسی

ماده ۳- تعیین، اصلاح و بازنگری خط مشی های اساسی در مورد هر کدام از حوزه های مصرف و تولید انرژی توسط کارگروهی متشکل از وزراء نیرو و نفت و معاون برنامه ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور انجام می شود.

ماده ۴- راهکارهای اجرائی مناسب به منظور حمایت و تشویق برای ارتقاء نظام تحقیق و توسعه درباره فناوری های جدید از طریق تأمین اعتبارات تحقیقاتی موردنیاز تا مرحله ساخت نمونه و تجاری سازی، توسط وزارتخانه های نفت و نیرو در قالب بودجه سنواتی تدوین و به تصویب هیأت وزیران می رسد.

فصل سوم: ساختار و تشکیلات

ماده ۵- سیاست گذاری در بخش انرژی کشور از جمله انرژی های نو و بهینه سازی تولید و مصرف انواع حامل های انرژی فقط برعهده شورای عالی انرژی است.



تبصره- ساختار شورای عالی انرژی باید به گونه ای اصلاح شود که امکان حضور منظم طرف های عرضه و تقاضای انرژی در جلسات شورا و سیاست گذاری مشترک آنها در بخش انرژی فراهم شود.

ماده ۶- وزارتخانه های نیرو، نفت، کشاورزی و صنایع و معادن موظفند کلیه فناوری های مورد نیاز حوزه تخصصی برای عرضه و مصرف انرژی در بیست سال آینده را در حیطه تخصصی خود شناسایی و تمهید کنند و امکان طراحی و بهبود آنها برای به کارگیری توسط سازندگان و تولیدکنندگان داخلی را فراهم نمایند.

ماده ۷- اصلاح سازمان ها یا تشکیلات لازم داخلی برای ارتقاء نظام تحقیق و توسعه موضوع ماده (۴) این قانون، در چهار چوب قانون برنامه پنج ساله و قانون مدیریت خدمات کشوری به پیشنهاد مشترک وزارتخانه های نفت و نیرو حداکثر شش ماه پس از تصویب این قانون به تصویب هیأت وزیران می رسد.

ماده ۸- وزارت نیرو می تواند در چهار چوب قانون برنامه پنج ساله و قانون مدیریت خدمات کشوری جهت ارتقاء بهره وری و استفاده هر چه بیشتر از منابع تجدیدپذیر، نسبت به تأسیس یک سازمان با شخصیت حقوقی مستقل اقدام نماید. اساسنامه و وظایف این سازمان توسط وزارت نیرو تهیه می شود و حداکثر شش ماه پس از تصویب این قانون با تأیید هیأت وزیران جهت تصویب به مجلس شورای اسلامی ارائه می گردد. وزارت نیرو می تواند ردیف های بودجه مربوط به امور مذکور را از سازمان های زیر مجموعه خود به سازمان جدید انتقال دهد.

ماده ۹- وزارت نفت مکلف است؛ به منظور مدیریت تقاضا و اجرای سیاست های مرتبط با بهینه سازی مصرف سوخت در بخش های مختلف مصرف، کمک به توسعه کاربرد انواع فناوری های نوین تبدیل انرژی در بخش های مختلف مصرف، کاهش هزینه های دراز مدت ناشی از تقاضای انرژی، تدوین معیارها، ضوابط و دستورالعمل های مرتبط با بهینه سازی مصرف انرژی، جایگزینی اقتصادی حامل های انرژی همراه با توسعه به کارگیری ظرفیت های محلی انرژی و انرژی های تجدیدپذیر، پیشنهاد اصلاح اساسنامه و وظایف شرکت بهینه سازی مصرف سوخت را تهیه و برای تصویب به هیأت وزیران ارائه دهد.

فصل چهارم: معیار و استاندارد مصرف انرژی مشترکین، فرآیندها و تجهیزات انرژی بر

ماده ۱۰- وزارتخانه های نفت و نیرو در چهار چوب قانون بودجه سالانه و قانون هدفمند کردن یارانه ها موظفند با همکاری وزارتخانه های مرتبط و مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و توجه به شرایط اقلیمی، فرهنگ و عادات مصرفی، تکنولوژی مورد استفاده در بخش های صنعت، معدن و کشاورزی، الگوی مصرف ماهانه حامل های انرژی را برای بخش های خانگی، تجاری، عمومی و مصرف ویژه انرژی صنایع (از جمله صنایع نفت و نیرو)، معادن، صنایع معدنی، کشاورزی و پمپاژ آب را تعیین کرده و به تصویب هیأت وزیران برسانند. تبصره- یارانه در نظر گرفته شده برای مصارف داخل الگو در چهار چوب قانون هدفمند کردن یارانه ها از محل نرخ تبعیضی مشترکین خارج از الگو جبران می شود.

ماده ۱۱- معیارها و مشخصات فنی و استاندارد اجباری انرژی تجهیزات و ماشین آلات انرژی بر و فرآیندهای صنعتی، معدنی و کشاورزی، همچنین استاندارد کیفیت انواع سوخت های مصرفی و برق به ترتیبی که تولیدکنندگان



و واردکنندگان موارد مذکور ملزم به رعایت آن باشند توسط کار گروهی متشکل از نمایندگان وزارتخانه های نفت، نیرو، معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور، مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و سازمان حفاظت محیط زیست و وزارتخانه های ذیربط تدوین می شود و به تصویب هیأت وزیران می رسد.

تبصره- مسئولیت کار گروه موضوع این ماده در زمینه سوخت و احتراق، با وزارت نفت و در زمینه انرژی الکتریکی با وزارت نیرو است.

ماده ۱۲- مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران موظف است کلیه اقدامات لازم و پیش بینی تمهیدات مورد نیاز برای اجرای استانداردها و معیارهای برچسب مصرف انرژی تجهیزات و وسایل انرژی بر برقی را با همکاری وزارت نیرو در زمینه برق و حرارت و وزارت نفت در زمینه سوخت انجام دهد.

ماده ۱۳- کلیه تولیدکنندگان و واردکنندگان تجهیزات انرژی بر، موظفند بر مبنای معیارها و مشخصات فنی ابلاغ شده از سوی مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران نسبت به تهیه و نصب برچسب مصرف انرژی بر روی کالا و بسته بندی آن اقدام نمایند. توزیع و فروش تجهیزات انرژی بر فاقد برچسب مصرف انرژی ممنوع است. مؤسسه استاندارد و وزارت بازرگانی موظف به نظارت و برخورد با توزیع کنندگان و فروشندگان متخلف مطابق قانون خواهند بود.

ماده ۱۴- به منظور ترغیب مصرف کنندگان، به استفاده از تجهیزات، مجموعه ها و فرآیندهای با مصرف انرژی و آلودگی زیست محیطی کمتر، برای مصرف کنندگان این موارد از محل منابع مالی ماده (۷۳) این قانون و نیز اعتبارات پیش بینی شده در لوایح بودجه سنواتی، مشوق های مالی در نظر گرفته می شود. آیین نامه اجرائی این ماده حداکثر ظرف شش ماه پس از تصویب این قانون توسط وزارتخانه های نفت و نیرو تهیه می شود و به تصویب هیأت وزیران می رسد.

ماده ۱۵- کلیه دستگاه های اجرائی، نهادها، مؤسسات، شرکت ها و واحدهای صنعتی دولتی و همچنین نیروهای نظامی و انتظامی موظفند تجهیزات و ماشین آلات مورد نیاز خود را براساس بهترین الگوی مصرف سطوح انرژی بری خریداری نمایند. آیین نامه اجرائی این ماده توسط شورای عالی انرژی ضمن رعایت تبصره ذیل ماده (۵) این قانون با رعایت قانون حداکثر استفاده از توان فنی و مهندسی تولیدی و صنعتی و اجرائی کشور در اجرای پروژه ها و ایجاد تسهیلات به منظور صدور خدمات مصوب ۱۳۷۵/۱۲/۱۲ تهیه و به تصویب هیأت وزیران می رسد. کلیه وزارتخانه ها و دستگاه های ذیربط موظفند نسبت به حسن اجراء این ماده نظارت نمایند.

ماده ۱۶- تخصیص هرگونه اعتبار برای بازسازی و توسعه صنایع منوط به رعایت معیارها و مشخصات فنی و رعایت موازین زیست محیطی و پس از اخذ مجوز لازم از مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران است.



ماده ۱۷- به منظور حمایت از شرکت های خدمات انرژی، هیأت وزیران موظف است بنا به پیشنهاد مشترک وزارتخانه های نفت، نیرو، امور اقتصادی و دارایی و معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور، آیین نامه های لازم را به طریقی که انگیزه کافی برای تشکیل و توسعه این گونه شرکت ها و خدمات مربوط به آنها در کشور به وجود آید، حداکثر ظرف شش ماه پس از تصویب این قانون به تصویب برساند. منابع مالی برای اجرای این ماده از محل ماده (۷۳) این قانون تأمین خواهد شد. همچنین دستگاه های اجرائی موضوع ماده (۴) قانون خدمات کشوری می توانند برای انعقاد قراردادهای صرفه جویی انرژی از محل صرفه جویی های حاصله، ایجاد تعهد نمایند و از محل منابع اعتباری ماده (۷۳) و صرفه جویی های حاصله اقدام کنند.

فصل پنجم: مصرف کنندگان انرژی در بخش ساختمان و شهرسازی

ماده ۱۸- در اجرای قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان، وزارت مسکن و شهرسازی موظف است آیین نامه های صرفه جویی مصرف انرژی در ساختمان ها را با جهت گیری به سوی ساختمان سبز و همچنین شهرسازی را منطبق بر الگوی مذکور با همکاری وزارتخانه های نفت، نیرو، کشور و معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور ظرف یک سال بعد از تصویب این قانون تهیه و به تصویب هیأت وزیران برساند. آیین نامه های اجرائی شامل معیارها و مشخصات فنی مصرف انرژی ساختمان سبز حداکثر ظرف شش ماه پس از تصویب این قانون به گونه ای که تمامی ضوابط خاص در طراحی و ساخت از دیدگاه مدیریت انرژی و محیط زیست از جمله کاهش آلودگی و نیاز به کمترین حد انرژی های تجدیدناپذیر در آنها لحاظ شده باشد، در کارگروه موضوع ماده (۱۱) این قانون تهیه و به تصویب هیأت وزیران می رسد. تبصره - الگوی مصرف برق و گاز طبیعی به ازاء هر مترمربع ساختمان به پیشنهاد مشترک وزارتخانه های نفت، نیرو و مسکن و شهرسازی به تصویب شورای عالی انرژی می رسد. مصارف برق و گاز طبیعی مازاد بر الگوی مصرف مشمول حداکثر صد درصد افزایش قیمت خواهد شد. وجوه اضافی اخذ شده به حساب درآمد عمومی نزد خزانه داری کل کشور واریز و براساس قانون هدفمند کردن یارانه ها و قانون بودجه سالانه و به ترتیب مقرر در ماده (۷۳) این قانون هزینه می شود.

ماده ۱۹- صدور گواهی پایان کار توسط شهرداریها و یا سایر مراجع مربوط، منوط به رعایت ضوابط، مقررات و آیین نامه های موضوع ماده (۱۸) این قانون است.

ماده ۲۰- کلیه مؤسسات دولتی و عمومی موظفند ظرف پنج سال پس از تصویب این قانون با تعبیه سامانه های کنترلی لازم برای مصرف انواع حامل های انرژی در ساختمان های اداری خود مطابق با آیین نامه های موضوع ماده (۱۸) این قانون اقدام نمایند.

ماده ۲۱- کلیه دستگاه های اجرائی و عمومی موظفند به انجام ممیزی انرژی به منظور اجراء و کنترل سامانه مدیریت انرژی در ساختمان های مربوطه و آموزش کارکنان خود اقدام نمایند.

ماده ۲۲- مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران با همکاری وزارت مسکن و شهرسازی موظف است نسبت به تهیه و تدوین استانداردهای مصالح ساختمانی با اولویت اقلام مرتبط با انرژی برای ساختمان، اقدام نماید و به تصویب کارگروه موضوع ماده (۱۱) این قانون برساند. مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران مکلف است نسبت به ابلاغ این استانداردها و نظارت بر حسن اجرای آن اقدام نماید.



ماده ۲۳- شهرداری ها و سایر مراجع صدور پروانه و کنترل و نظارت بر اجرای ساختمان و سایر اشخاص حقیقی و حقوقی موضوع ماده (۳۴) قانون نظام مهندسی و کنترل ساختمان مصوب ۱۳۷۴/۱۲/۲۲ مسئولیت اجرای این فصل از قانون را بر عهده دارند و دستگاه های اجرایی و مؤسسات ذیربط موظف به همکاری در این زمینه خواهند بود. وزارت مسکن و شهرسازی هر سال گزارش نظارتی از عملکرد دستگاه های اجرایی ذیربط را به هیأت وزیران و مجلس شورای اسلامی تقدیم خواهد کرد.

فصل ششم: مصرف کنندگان انرژی در صنایع

ماده ۲۴- کلیه مصرف کنندگان انرژی با مصرف سالانه سوخت بیش از پنج میلیون متر مکعب گاز و یا سوخت مایع معادل آن و تقاضای (دیماند) قدرت الکتریکی بیش از یک مگاوات موظفند با ایجاد واحد مدیریت انرژی از طریق صرفه جویی یا استفاده از امکانات بخش خصوصی و یا بدون گسترش تشکیلات دولتی نسبت به انجام ممیزی انرژی و بهینه سازی مصرف انرژی و اجرای راهکارهای لازم جهت بهینه سازی مصرف انرژی به منظور دستیابی به معیارهای موضوع ماده (۱۱) این قانون اقدام نمایند.

ماده ۲۵- وزارتخانه های نفت و نیرو مکلفند پس از دریافت گزارش از مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، واحدهای صنعتی مشمول مقررات استاندارد اجباری را که در حد معیارهای تعیین شده در استاندارد نیستند مطابق ماده (۲۶) جریمه نمایند. در صورتی که تدوین و ابلاغ استانداردها توسط مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به تعویق افتد، وزارتخانه های نفت و نیرو می توانند رأساً و یا از طریق مشاوران طرف قرارداد براساس نمونه گیری تصادفی یا روشهای دیگر مندرج در استانداردهای مصوب، بازرسانی را برای نظارت بر نحوه فعالیت های واحدهای انرژی و ارائه مشاوره و راهنمایی به واحدهای صنعتی موضوع ماده (۲۴) این قانون اعزام نمایند.

ماده ۲۶- واحدهای صنعتی در صورت عدم رعایت معیارها و مشخصات فنی و استانداردهای مصرف انرژی با تشخیص وزارتخانه های نفت، نیرو و صنایع و معادن، از سال شروع اصلاح الگوی مصرف براساس شرایط اقلیمی و فنی به صورت درصدی از قیمت فروش حامل های انرژی جریمه خواهند شد. وجوه اخذ شده به حساب درآمد عمومی نزد خزانه داری کل کشور واریز شده و در اجرای راهکارهای بهینه سازی بخش صنعت موضوع این قانون هزینه خواهد شد. آیین نامه مربوطه جهت اخذ جریمه ها و نحوه مصرف آن در چهارچوب قانون هدفمندکردن یارانه ها و قانون بودجه سالانه به تصویب هیأت وزیران می رسد.

ماده ۲۷- کلیه صنایع، مؤسسات و واحدهایی که دسترسی به شبکه برق وزارت نیرو و امکان اجرای سامانه های تولید انرژی الکتریکی از قبیل تولید همزمان برق و حرارت، توربین انبساطی و یا واحد مستقل را دارند، چنانچه به تولید برق، مطابق با استانداردهای وزارت نیرو اقدام نمایند، وزارت نیرواز طریق شرکت های برق موظف به خرید برق مازاد تولیدی از آنان بر اساس ضوابط مصوب موضوع ماده (۴۴) این قانون است.



فصل هفتم: مصرف کنندگان انرژی در کشاورزی

ماده ۲۸- وزارتخانه های نیرو و نفت موظفند با همکاری وزارت جهاد کشاورزی، سازمان محیط زیست و مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران معیار و استاندارد مصرف انرژی برای هر واحد سطح زیر کشت زراعی و باغی را بر حسب شرایط اقلیمی، استحصال مجاز آب و با توجه به نوع محصول و با استفاده از شیوه های پربازده استحصال آب و روش های نوین آبیاری تدوین نمایند. مصرف کنندگان انرژی در بخش کشاورزی که معیار و استاندارد فوق را رعایت ننمایند، قیمت انواع انرژی را با تشخیص وزارتخانه های نفت و نیرو تادو برابر قیمت حامل های انرژی می پردازند. مبالغ مازاد بر قیمت آزاد به حساب درآمد عمومی نزد خزانه داری کل کشور واریز می شود و در اجرای راهکارهای بهینه سازی مصرف انرژی در بخش کشاورزی موضوع مواد این فصل هزینه می گردد. آیین نامه اجرائی این ماده در چهار چوب قانون هدفمند کردن یارانه ها و قانون بودجه سالانه به تصویب هیأت وزیران می رسد.

ماده ۲۹- وزارتخانه های جهاد کشاورزی و صنایع و معادن موظفند سالانه حداقل بیست درصد از پمپ های آب و ماشین های کشاورزی خودکشی فرسوده و پر مصرف را از رده خارج و به همان نسبت به تأمین پمپ های آب و ماشین های جدید با مصرف انرژی استاندارد و بهینه اقدام نمایند. منابع لازم جهت اجرای این ماده در بودجه سالانه پیش بینی و تأمین می شود.

ماده ۳۰- وزارت صنایع و معادن با هماهنگی وزارت جهاد کشاورزی موظف است تا پایان برنامه پنج ساله پنجم توسعه نسبت به اصلاح ماشین آلات و تجهیزات انرژی بر کشاورزی تولید داخل با بهره گیری از فناوری های جدید مطابق با معیارها و مشخصات فنی مصرف سوخت موضوع ماده (۱۱) این قانون اقدام نماید. وزارت بازرگانی موظف به رعایت استاندارد مذکور برای کلیه تجهیزات و ماشین آلات کشاورزی وارداتی است.

فصل هشتم: حمل و نقل

ماده ۳۱- وزارت مسکن و شهرسازی موظف است ضمن انجام مطالعات توجیهی اقتصادی و اجتماعی، انتقال کاربری های غیر ضروری از کلان شهرها به شهرهای کوچکتر را پیگیری و در طرح های ناحیه ای و منطقه ای لحاظ نماید و همچنین در تهیه طرح های توسعه شهری، مراکز عمده جذب جمعیت را به نحوی جانمایی کند که حجم ترافیک و مصرف سوخت در مناطق پر تراکم شهری کاهش یابد.

تبصره ۱- تمامی دستگاه های اجرائی موظفند در تهیه طرح ها و برنامه های حوزه مسؤولیت خود، ملاحظات ترافیکی و نحوه آمد و شد مراجعین و کارکنان را مد نظر قرار داده و اقدامات لازم را به منظور تسهیل رفت و آمد و کاهش مصرف سوخت صورت دهند.

تبصره ۲- وزارت کشور، شوراهای اسلامی شهر و شهرداری ها موظفند در چهار چوب طرح جامع حمل و نقل نسبت به ایجاد مراکز منطق های خدمات شهری با هدف کاهش سفر، کاهش مصرف سوخت و حفظ محیط زیست اقدام نمایند.

ماده ۳۲- وزارت مسکن و شهرسازی موظف است در تهیه طرح های جامع شهری، پیامد ساخت و سازهای مهم شهری بر ترافیک شهری، تأمین توقفگاه (پارکینگ) در شهرهای بزرگ و کلان شهرها را لحاظ نماید.

تبصره- وزارت مسکن و شهرسازی موظف است با همکاری سازمان نظام مهندسی ساختمان نسبت به تهیه آیین نامه لازم اقدام و از مهندسان ترافیک دارای پروانه اشتغال جهت انجام امور بررسی، طراحی و نظارت استفاده نماید.



ماده ۳۳- شهرداری ها موظفند نسبت به ساماندهی معابر و تسهیل عبور و مرور عابران پیاده و دوچرخه سواران در شهرهای کشور اقدام نمایند.

ماده ۳۴- کلیه دستگاه های اجرائی موظفند فقط نسبت به خرید و به کار گیری خودروهای واجد معیارها و مشخصات فنی موضوع ماده (۱۱) این قانون، اقدام نمایند.

تبصره ۱- کمیسیون ماده (۲) لایحه قانونی نحوه استفاده از اتومبیل های دولتی و فروش اتومبیل های زائد مصوب ۱۳۵۸ در هنگام صدور مجوز شماره گذاری موظف به اجرای این حکم است.

تبصره ۲- دستگاه هایی که نیاز به خودروهای خاص دارند با تشخیص هیأت وزیران از شمول این ماده مستثنی می شوند.

ماده ۳۵- وزارت کشور موظف است با همکاری دستگاه ها و سازمان های ذی ربط با به کار گیری خودروهای عمومی واجد معیارها و مشخصات فنی موضوع ماده (۱۱) این قانون، خودروهای فاقد معیارهای فوق را از رده خارج نماید.

تبصره ۱- خودروهای عمومی فقط در صورت رعایت شرایط فوق، قابل شماره گذاری است.
تبصره ۲- وزارت بازرگانی موظف است با همکاری شهرداریها و شوراهای اسلامی شهر شرایط لازم جهت ارائه مجوزهای صنفی برای فعالیت کارگاه های ارائه دهنده خدمات پس از فروش به خودروهای موضوع این ماده را فراهم نماید.

ماده ۳۶- وزارت صنایع و معادن موظف است به منظور ارتقاء کارآیی مصرف سوخت، نسبت به همکاری و نظارت جهت توسعه تولید، عرضه و خدمات پس از فروش خودروهای دیزلی سبک با اولویت خودروهای عمومی بار و مسافر، مطابق با استانداردهای روز دنیا و معیارها و مشخصات فنی موضوع ماده (۱۱) این قانون اقدام نماید.

ماده ۳۷- وزارتخانه های مسکن و شهرسازی، کشور و جهاد کشاورزی و راه و ترابری و معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور موظفند در مکان یابی جایگاه های جدید عرضه گاز طبیعی فشرده، با شرکت های زیرمجموعه وزارت نفت همکاری نمایند و در تأمین و واگذاری زمین و اعطاء مجوزهای لازم برای احداث جایگاه های مذکور به بخش غیردولتی اقدام کنند. کمیسیون ماده (۵) قانون تأسیس شورای عالی شهرسازی و معماری ایران و دیگر کمیسیون های ذیربط مکلفند در صورتی که طرح جامعی موجود باشد، در چهارچوب آن کاربری را تغییر دهند و مجوزهای لازم را صادر نمایند.

ماده ۳۸- سازمان راهداری و حمل و نقل جاده ای موظف است با هماهنگی شرکت های زیرمجموعه وزارت نفت، جهت همکاری در ایجاد جایگاه های عرضه سوخت گاز طبیعی در مجتمع های خدمات رفاهی بین راهی اقدام نماید.

ماده ۳۹- وزارتخانه های نیرو، راه و ترابری، جهاد کشاورزی، مسکن و شهرسازی و نفت



موظفند حسب مورد به تأمین انشعابات و اتصال به شبکه های برق و گاز و صدور مجوز استفاده از حریم راه ها و گذر از عرض جاده ها، مجوز حفاری برای انجام عملیات گازرسانی و واگذاری زمینی مناسب در قبال أخذ وجه با رعایت قوانین و مقررات مربوط اقدام نمایند.

ماده ۴۰- وزارت نفت موظف است جهت توسعه، اصلاح و تجهیز پالایشگاه های کشور به عرضه انواع سوخت مورد نیاز بخش حمل و نقل کشور با رعایت استانداردهای زیست محیطی همکاری نماید.

ماده ۴۱- سازمان حفاظت محیط زیست موظف است با همکاری وزارتخانه های کشور، راه و ترابری و نفت، مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و شهرداری ها برای کاهش مصرف سوخت و آلودگی هوا از طریق اجرای استانداردهای زیست محیطی اقدام نماید.

ماده ۴۲- کلیه دستگاه های اجرایی دولتی و غیردولتی موظفند به منظور تسهیل در ارائه خدمات غیر حضوری متقاضیان؛

الف- فرآیندهای کاری خود را اصلاح و مراکز تماس، با کانال های تلفنی، پیام کوتاه و پایگاه اینترنتی ایجاد نمایند.
ب- تمامی خدمات خود شامل فرم ها، فرآیندها، شرایط، آدرس ها، تعرفه های خدمات، نحوه دسترسی آن را در پایگاه اینترنتی به طور کامل توصیف، اطلاع رسانی، به روزرسانی و تا حد اکثر ممکن اجرایی و قابل ارائه نمایند.

ماده ۴۳- وزارتخانه های بازرگانی و ارتباطات و فناوری اطلاعات مکلفند به منظور کاهش تعداد مراجعات حضوری متقاضیان؛ زیرساخت ها، مجوزها و تسهیلات لازم برای فروش الکترونیکی و توزیع کالا و خدمات از طریق اصناف را فراهم نمایند.

فصل نهم: تولیدکنندگان و توزیع کنندگان انرژی

ماده ۴۴- وزارت نیرو از طریق شرکت های تابعه موظف است خرید برق از تولیدکنندگان آن را در محل تحویل و به اندازه ظرفیت های تولید برق تضمین کند و به این منظور از طریق عقد قراردادهای پنج ساله یا بیشتر، مطابق شرایط زیر اقدام نماید:

الف- اتصال مولدهای موضوع این ماده به شبکه بدون دریافت هزینه های عمومی برقراری انشعاب، صورت می گیرد.

ب- در مواقع خروج اضطراری و یا خروج برای تعمیرات، با تشخیص وزارت نیرو از انشعاب برقرار شده برای تأمین برق مشترک تا سطح ظرفیت مولد بدون پرداخت هزینه اشتراک، استفاده می گردد.

پ- مشترکینی که اقدام به احداث مولد در محل مصرف می نمایند، از اولویت قطع برق در زمان های کمبود در شبکه سراسری خارج می شوند.

ماده ۴۵- وزارتخانه های نفت و نیرو موظفند واحدهای صنعتی، ساختمانی، کشاورزی و عمومی را که به تولید همزمان برق و حرارت و برودت در محل مصرف اقدام می کنند، از امکانات و تسهیلاتی که به صورت عمومی اعلام می شود بهره مند سازند.





ماده ۴۶- کلیه اشخاص حقیقی و حقوقی مجری طرح های نیروگاهی، پالایشگاهی، پتروشیمی و صنایع پایین دستی نفت و گاز و واحدهای صنعتی که خود اقدام به تولید برق می نمایند، موظفند در مطالعه احداث واحدهای جدید، نسبت به بررسی فنی و اقتصادی به کارگیری سامانه های بازیافت انرژی از جمله تولید همزمان برق، حرارت و برودت و استفاده از توربین های انبساط گاز موازی با شیرهای فشارشکن پشتیبان به عنوان ایستگاه تقلیل فشار گاز ورودی به نیروگاه برای تولید برق بدون سوخت اقدام نمایند و در صورت مثبت بودن نتیجه مطالعه امکان سنجی و بررسی های فنی و اقتصادی موظفند واحدهای یاد شده را از ابتداء به صورت سامانه های بازیافت انرژی احداث کنند. تبصره ۱- در صورت منفی بودن نتایج مستدل مطالعات امکان سنجی و بررسی های فنی و اقتصادی در طراحی و ساخت واحدهای مزبور باید امکان افزودن تجهیزات بازیافت انرژی و تولید همزمان پیش بینی گردد تا در صورت توجیه فنی و اقتصادی لازم در هر زمان از مراحل بهره برداری، امکان تبدیل آن به سامانه بازیافت انرژی و تولید همزمان میسر باشد.

تبصره ۲- واحدهای موجود نیروگاهی، پالایشگاهی، پتروشیمی و صنایع پایین دستی نفت و گاز موظفند ظرف سه سال از تاریخ تصویب این قانون نسبت به انجام مطالعه امکان سنجی و بررسی های فنی و اقتصادی افزودن سامانه بازیافت انرژی تولید همزمان به واحدهای خود اقدام نمایند.

تبصره ۳- وزارتخانه های ذیربط موظفند بر حسن اجرای این ماده نظارت نمایند.

ماده ۴۷- به منظور مدیریت تولید و مصرف برق، گاز و آب در کشور، وزارتخانه های نیرو و نفت حسب مورد موظفند:

- ۱- دستورالعمل فنی همسان طراحی، ساخت، تأمین، نصب و بهره برداری زیرساخت و تجهیزات اندازه گیری و کنترل شبکه هوشمند را تعیین، ابلاغ و اجراء نمایند.
- ۲- برای همه متقاضیان جدید اشتراک، فقط کنتورهای هوشمند مجهز به سیستم قرائت و کنترل هوشمند بار و امکانات فناوری اطلاعاتی روزآمد را نصب نمایند.
- ۳- حداکثر ظرف مدت پنج سال کنتورهای همه مشترکین موجود با اولویت مشترکین پر مصرف و همچنین شبکه های توزیع و انتقال را با کنتورها، زیرساخت و تجهیزات مجهز به سامانه قرائت و کنترل هوشمند با فناوری اطلاعاتی روزآمد جایگزین نمایند.

تبصره- سامانه های قرائت، کنترل و فناوری اطلاعات برق، گاز و آب به صورت هماهنگ و یکپارچه طراحی، اجراء و بهره برداری خواهد شد.

ماده ۴۸- وزارت نیرو موظف است نسبت به حمایت از تشکیل شرکت های غیردولتی توزیع و فروش حرارت و گسترش آن در کل کشور به منظور خرید حرارت بازیافتی از نیروگاه های تولید برق و فروش آن به واحدهای صنعتی و ساختمانی اقدام نماید.

ماده ۴۹- وزارت نفت موظف است ایجاد، توسعه و اصلاح شبکه گازرسانی در هر منطقه را در هماهنگی کامل با توسعه شبکه توزیع حرارت، برنامه ریزی نماید.

ماده ۵۰- به منظور همسوسازی رفتار بنگاه های تولید برق با منافع ملی، قیمت فروش سوخت به نیروگاه های با بازده متوسط سالانه برق و حرارت سی درصد و کمتر، با بیست درصد افزایش نسبت



به قیمت تعیین شده در قانون هدفمند کردن یارانه ها و قیمت فروش سوخت به نیروگاه های با بازده متوسط سالانه تولید برق و حرارت هفتاد درصد و بیشتر، با بیست درصد تخفیف نسبت به قیمت تعیین شده در قانون هدفمند کردن یارانه ها تعیین می گردد. سایر نیروگاه ها رقم متناسبی را که با افزایش بازده نیروگاه کاهش می یابد و براساس آیین نامه مربوط، به عنوان بهای سوخت می پردازند. مبالغ اضافی دریافتی پس از کسر مبالغ تخفیف داده شده به حساب درآمد عمومی نزد خزانه داری کل کشور واریز می شود تا صرف توسعه بازیافت تلفات نیروگاه ها شود.

ماده ۵۱- وزارتخانه های نیرو و نفت حسب مورد موظفند طرح های مرتبط با افزایش بازده انرژی موضوع این فصل از قانون را متناسب با میزان افزایش بازده از حمایت های مقرر در این قانون که به صورت عمومی اعلام می شود بهره مند سازند.

ماده ۵۲- به منظور ارتقاء بهره وری، افزایش امنیت تأمین انرژی و مشارکت گسترده بخش غیردولتی در عرضه انرژی،

الف- وزارت نفت مکلف است با همکاری وزارت نیرو نسبت به حمایت مؤثر از تحقیقات، سرمایه گذاری، ترویج و توسعه واحدهای تولید همزمان برق و حرارت و بروودت از طریق بخش غیردولتی اقدام نماید.

ب- وزارت صنایع و معادن موظف است با حمایت از مراکز تحقیقاتی و صنایع مربوطه، برای توسعه دانش فنی بومی و خوداتکائی کشور در تأمین تجهیزات تولید همزمان برق، حرارت و بروودت اقدام نماید. کلیه ضوابط و آئین نامه های اجرایی این ماده سه ماه پس از تصویب این قانون با پیشنهاد وزارتخانه های نفت، نیرو و صنایع و معادن به تصویب هیأت وزیران می رسد.

ماده ۵۳- وزارت نیرو موظف است پس از انجام بررسی های کارشناسی و امکان سنجی و داشتن توجیه فنی و اقتصادی، حرارت مورد نیاز واحدهای آب شیرین کن تقطیری را از محل بازیافت تلفات نیروگاه های حرارتی تأمین نماید. سازمان مدیریت منابع آب و شرکت توانیر کلیه هماهنگی های لازم برای مناطق نیازمند به تأسیسات آب شیرین کن و احداث این واحدها با نیروگاه های حرارتی را به صورت یکپارچه به انجام خواهند رساند. وزارت نیرو موظف به گزارش سالانه اجرای این ماده به هیأت وزیران و مجلس شورای اسلامی است.

ماده ۵۴- کلیه واحدهای نیروگاهی، پالایشگاهی و پتروشیمی در چهارچوب بودجه سالانه موظفند نسبت به استقرار واحدهای مدیریت انرژی و انجام ممیزی انرژی اقدام و کلیه اقدامات بدون هزینه، کم هزینه و پرهزینه را به ترتیب اولویت زمان بازگشت سرمایه اجرا کنند.

- واحدهای فوق الذکر موظفند هر سه سال یک بار به تجدید ممیزی انرژی اقدام نمایند.

- وزارتخانه های نیرو و نفت حسب مورد موظفند بر حسن اجرای این ماده نظارت کنند و نتایج حاصله را به هیأت وزیران و مجلس شورای اسلامی گزارش نمایند.

ماده ۵۵- وزارتخانه های نفت و نیرو مکلفند سوخت، فرآورده های نفتی و گاز طبیعی و برق را با استانداردهای تدوین شده مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران عرضه نمایند.



ماده ۵۶- وزارت نفت موظف است در چهارچوب قانون هدفمندکردن یارانه ها سوخت لازم جهت تولیدکنندگان انرژی برق اعم از واحدهای صنعتی یا تولیدکنندگان محلی را به قیمتی که برای وزارت نیرو محاسبه می کند، تحویل نماید.

ماده ۵۷- وزارت صنایع و معادن موظف است برای صدور مجوز ایجاد واحدهای صنعتی، تأییدیه رعایت مصرف ویژه انرژی را از وزارتخانه های نیرو و نفت حسب مورد دریافت نماید.

ماده ۵۸- وزارت نفت مکلف است اقدامات لازم در جهت بهبود روش های انتقال حامل های انرژی از جمله حداکثرسازی انتقال فرآورده های نفتی از طریق خط لوله و راه آهن را با همکاری وزارت راه و ترابری به انجام رساند و به صورت سالانه اطلاع رسانی نماید.

ماده ۵۹- دولت مکلف است با استفاده از منابع حاصل از صادرات نفت کوره مازاد بر مصرف داخلی، تأمین مالی از طریق فاینانس، مشارکت بخش خصوصی و یا از محل منابع عمومی در چهارچوب بودجه های سنواتی نسبت به ارتقاء تکنولوژی و تکمیل زنجیره پالایش نفت خام پالایشگاه ها به گونه ای اقدام کند که سالانه با کاهش تولید حداقل دو درصد نفت کوره، ظرف پانزده سال متوسط تولید نفت کوره پالایشگاه ها را به حداکثر ده درصد نفت خام تحویلی برساند و فرآورده های بنزین، نفت گاز، نفت سفید، گاز مایع، نفت کوره و سایر فرآورده ها برابر استاندارد جهانی تولید شود.

تبصره- وزارت نفت مکلف است برنامه اجرائی احکام فوق را حداکثر ظرف سه ماه پس از تصویب این قانون تهیه و به اطلاع مجلس شورای اسلامی برساند.

ماده ۶۰- دولت مکلف است هر ساله نسبت به کاهش مصرف ویژه انرژی بخش های صنعت، کشاورزی، حمل و نقل عمومی، تجاری و خانگی اقدام نماید و به صورت سالانه اطلاع رسانی کند.

فصل دهم: انرژی های تجدیدپذیر و هسته ای

ماده ۶۱- وزارت نیرو موظف است به منظور حمایت از گسترش استفاده از منابع تجدیدپذیر انرژی، شامل انرژی های بادی، خورشیدی، زمین گرمایی، آبی کوچک (تا ده مگاوات)، دریایی و زیست توده (مشمول بر ضایعات و زائدات کشاورزی، جنگلی، زباله ها و فاضلاب شهری، صنعتی، دامی، بیوگاز و بیومس) و با هدف تسهیل و تجمیع این امور، از طریق سازمان ذیربط نسبت به عقد قرارداد بلندمدت خرید تضمینی از تولیدکنندگان غیردولتی برق از منابع تجدیدپذیر اقدام نماید. تبصره ۱- قیمت و شرایط خرید برق تولیدی از منابع تجدیدپذیر به پیشنهاد وزارت نیرو و تصویب هیأت وزیران تعیین می شود.

تبصره ۲- شرکت های تابعه وزارت نیرو اعم از شرکت های برق منطقه ای و نیز شرکت های توزیع موظفند با هماهنگی شرکت مدیریت شبکه برق ایران نسبت به تحویل و خرید برق از سازمان مربوطه اقدام نمایند.

تبصره ۳- منابع مالی مورد نیاز برای خرید تضمینی برق تولیدی از منابع تجدیدپذیر از محل ارزش سوخت صرفه جویی شده بر اساس سوخت های وارداتی مایع و قیمت های صادراتی گاز





و منافع حاصل از عدم تولید آلاینده ها و حفاظت از محیط زیست به ازاء برق تولیدی این قبیل نیروگاه ها تأمین و به وزارت نیرو پرداخت می شود. آیین نامه اجرائی این ماده شش ماه پس از تصویب این قانون به پیشنهاد مشترک وزارتخانه های نیرو و نفت به تصویب هیأت وزیران می رسد.

ماده ۶۲- وزارتخانه های نیرو و نفت موظفند به منظور ترویج کاربرد اقتصادی منابع تجدید شونده انرژی در سامانه های مجزای از شبکه از قبیل آبگرمکن خورشیدی، حمام خورشیدی، تلمبه بادی، توربین بادی، سامانه های فتوولتاییک، استحصال گاز از منابع زیست توده و صرفه جویی در هزینه های تأمین و توزیع سوخت های فسیلی، حمایت لازم را به صورت عمومی اعلام و از محل بودجه های مصوب سالانه خود یا منابع مذکور در ماده (۷۳) این قانون تأمین و پرداخت نمایند.

ماده ۶۳- سازمان انرژی اتمی مکلف است به منظور باز یافت انرژی از تلفات حرارتی نیروگاه های هسته ای به صورت گرمایش، سرمایش یا تولید آب شیرین، قبل از احداث نیروگاه های اتمی نسبت به مطالعات امکان سنجی به کار گیری تولید همزمان برق و حرارت در نیروگاه های مذکور اقدام و در صورت مثبت بودن نتیجه مطالعات، این نیروگاه ها را صرفاً به روش فوق الذکر احداث و بهره برداری نماید. این سازمان موظف به اجرای طرح های تحقیقاتی و مطالعاتی به منظور کاهش مصرف انرژی تأسیسات چرخه سوخت، بومی نمودن ساخت نیروگاه هسته ای و طرح های تحقیقاتی مرتبط با گداحت هسته ای است.

فصل یازدهم: آموزش و آگاه سازی

ماده ۶۴- وزارتخانه های آموزش و پرورش و علوم، تحقیقات و فناوری موظفند با همکاری وزارتخانه های نیرو و نفت نسبت به گنجاندن واحدهای درسی مدیریت انرژی در کلیه مقاطع تحصیلی و رشته های مرتبط، و به روز رسانی مطالب اقدام نمایند.

ماده ۶۵- وزارتخانه های کار و امور اجتماعی و آموزش و پرورش موظفند در تدوین و اجرای برنامه های آموزشی دوره های فنی و حرفه ای ذی ربط، آموزش مؤثر روش های بهینه سازی کاربرد انرژی را طبق نظر وزارتخانه های نفت و نیرو ملحوظ نمایند.

ماده ۶۶- وزارت علوم، تحقیقات و فناوری موظف است نسبت به ایجاد و گسترش گرایش های مرتبط با مدیریت انرژی در سطوح کارشناسی ارشد و دکترا در دانشگاه های کشور و همچنین گنجاندن واحد درسی با عنوان مدیریت انرژی در دوره های کاردانی و کارشناسی رشته های مهندسی و سایر رشته های مرتبط ظرف یک سال پس از تصویب این قانون برنامه ریزی و اقدام نماید.

ماده ۶۷- وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، سازمان صدا و سیما جمهوری اسلامی ایران، سازمان تبلیغات اسلامی و شهرداری ها موظفند با همکاری وزارتخانه های نیرو و نفت در برنامه ریزی و اجرای فعالیت های فرهنگی و تبلیغاتی، اشاعه فرهنگ مصرف منطقی انرژی و اصلاح رفتار و الگوی مصرف را ملحوظ نمایند. تبصره- پخش آگهی های تبلیغاتی در مورد تجهیزات انرژی بر از شبکه های مختلف سازمان صدا و سیما منوط به رعایت معیارها و مشخصات فنی انرژی بری موضوع ماده (۱۱) این قانون است.

ماده ۶۸- وزارت مسکن و شهرسازی موظف است برای تهیه مواد آموزشی مورد نیاز جهت آموزش کاربردی



روشهای بهینه سازی انرژی در ساختمان و تأسیسات مکانیکی و برقی و برگزاری دوره های آموزشی برای مهندسان، کاردانان و معماران تجربی شاغل در بخش ساختمان اقدام نموده و در آزمون های تعیین صلاحیت آنان، موارد فوق را ملحوظ نماید.

ماده ۶۹- وزارت نیرو موظف است با همکاری وزارت صنایع و معادن نسبت به تدوین و برگزاری دوره های آگاه سازی و آموزش کاربردی مدیریت انرژی عمومی و تخصصی برق و حرارت برای مدیران انرژی واحدهای صنعتی و همچنین فارغ التحصیلان موضوع مواد (۶۴) و (۶۶) این قانون، در مرکز ملی آموزش مدیریت انرژی در صنعت اقدام و به آموزش گیرندگان گواهینامه اعطاء نماید. تبصره- کلیه واحدهای صنعتی موضوع ماده (۲۴) این قانون موظفند مدیران انرژی خود را با اولویت فارغ التحصیلان موضوع مواد (۶۴) و (۶۶) این قانون از دارندگان گواهینامه موضوع این ماده منسوب نمایند.

ماده ۷۰- معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور موظف است هر شش ماه یک بار اطلاعات بخش انرژی (نفت، گاز، فرآورده ها و برق) را از وزارتخانه های نفت و نیرو اخذ و از طریق رسانه ها به اطلاع عموم مردم برساند.

فصل دوازدهم: سایر مقررات

ماده ۷۱- وزارتخانه های نفت و نیرو حسب مورد با پیشنهاد آیین نامه و صدور دستورالعمل های موردنیاز، بر اجرای دقیق این قانون نظارت و نتایج آن را به هیأت وزیران و دستگاه های ذیربط گزارش می نمایند.

ماده ۷۲- وزارتخانه ها و دستگاه های متولی زیربخش های تأمین و مصرف انرژی موظفند با هماهنگی معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور، راهکارهای بهبود بهره وری موضوع این قانون را ارائه و اجراء نمایند.

ماده ۷۳- به منظور حمایت از اجرای راهکارهای بهینه سازی مصرف و ارتقاء کارایی انرژی در چهارچوب اهداف و مواد این قانون به وزارتخانه های نفت و نیرو اجازه داده می شود از محل صرفه جویی های ناشی از اجرای این قانون، بودجه های سنواتی و منابع داخلی شرکت های دولتی تابعه، تسهیلات مالی لازم را تأمین نمایند. مقدار تسهیلات مالی این ماده توسط شورای عالی انرژی تعیین می شود.

ماده ۷۴- وزارتخانه های نفت و نیرو و سایر وزارتخانه ها و دستگاه های مسئول در این قانون موظفند سالانه گزارشی از میزان اثربخشی سیاست ها و اقدامات مربوط به صرفه جویی انرژی به تفکیک حامل ها و بخش های اقتصادی مصرف کننده انرژی را به معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور جهت جمع بندی و انعکاس آن به هیأت وزیران و مجلس شورای اسلامی، ارسال دارند.





ماده ۷۵- دولت موظف است :

الف- اعتبارات مورد نیاز برای اجرای تکالیف مندرج در این قانون را حسب مورد در قالب بودجه سنواتی دستگاه ها، وجوه اداره شده، منابع داخلی شرکت های دولتی یا ایجاد تعهد از محل تسهیلات داخلی و خارجی و بازپرداخت آن از محل صرفه جویی های حاصله در لوایح بودجه سنواتی پیش بینی نماید.

ب- آیین نامه های مورد نیاز که متضمن ضمانت اجرای احکام و تکالیف این قانون است به استثناء مواردی که در مواد این قانون تصریح شده است را حداکثر ظرف شش ماه تهیه و به تصویب هیأت وزیران برساند.

قانون فوق مشتمل بر هفتاد و پنج ماده و بیست تبصره در جلسه علنی روز چهارشنبه مورخ چهارم اسفند ماه یکهزار و سیصد و هشتاد و نه مجلس شورای اسلامی تصویب و در تاریخ ۱۳۸۹/۱۲/۱۱ به تأیید شورای نگهبان رسید.

۱-۸- از قانون برنامه اول توسعه

آنچه از قانون برنامه اول توسعه که مرتبط با مبحث قوانین و الزامات کشوری در حوزه انرژی، می باشد شامل بند «ب» این قانون است که در زیر به آن اشاره شده است.

ب - خط مشی ها

۴-۱ ایجاد رشد اقتصادی در جهت افزایش تولید سرانه، اشتغال مولد و کاهش وابستگی اقتصادی با تأکید بر تولید محصولات استراتژیک و مهار تورم از طریق:

۴-۴- افزایش بهره برداری از ظرفیت های موجود صنعتی با اختصاص ارز با نرخ رسمی به تولید کالاهای حساس و ضروری سهمیه بندی شده و تولید ماشین آلات صنعتی ارز ترجیحی برای تولید سایر کالاهای ضروری و واردات ماشین آلات صنعتی، و واردات بدون انتقال ارز برای تولید بقیه کالاها و نیز تأمین کالاهای حساس و ضروری اضافه بر میزان سهمیه بندی شده.

۴-۱-۴- تأمین کالاهای مصرفی حساس و ضروری در حداقل مورد نیاز جامعه.

۴-۴-۲- تجدید نظر در روش قیمت گذاری محصولات تولیدی، وارداتی و صادراتی به نحوی که از تولید و صادرات حمایت گردد.

۴-۴-۳- رعایت اولویت در تأمین گاز پروژه های تزریق گاز به منظور جلوگیری از هزروزی نفت خام و پرهیز شدید از برداشت گاز کلاهدک مخازن نفت.

۴-۴-۴- اولویت در اکتشاف و استخراج گاز از مخازن مشترک با کشورهای همجوار.

۴-۴-۵- جانشین نمودن بیشترین مقدار از گاز طبیعی به جای فرآورده های نفتی و سایر سوخت های انرژی زا و توزیع گاز به ترتیب برای مصارف نیروگاه ها، صنایع، تجاری و خانگی با اولویت مناطق پرمصرف کشور، مناطق سردسیر و نواحی نزدیک جنگل.

۴-۴-۶- اولویت در جمع آوری گازهای همراه نفت میادین مختلف فلات قاره.

۴-۴-۷- اولویت در تأمین برق مورد نیاز بخش های تولیدی کشور.

۴-۴-۸- بهبود بهره برداری از تأسیسات صنعت برق کشور از طریق افزایش ضریب بهره برداری، ضریب بار و راندمان حرارتی نیروگاه ها و کاهش تلفات انرژی در شبکه های انتقال و توزیع.

۴-۴-۹- سیاستگذاری در زمینه مصرف بهینه انرژی و صرفه جویی در سوخت و انرژی، توسط وزارتخانه های نیرو و نفت و رعایت دقیق اولویت های بخش انرژی (برق، نفت و گاز) توسط وزارتخانه های صنعتی و بازرگانی در مورد وسایل و تجهیزات مصرف کنندگان انرژی.



۹-۱- از قانون برنامه دوم توسعه

موارد مرتبط با بحث انرژی از قانون برنامه دوم توسعه را می توان در بخش های مختلفی ملاحظه نمود که در ادامه آورده شده است:

هدف های کلان کیفی

- ۱- تلاش در جهت تحقق عدالت اجتماعی.
- ۲- رشد فضائل بر اساس اخلاق اسلامی و ارتقاء کمی و کیفی و فرهنگ عمومی جامعه.
- ۳- هدایت جوانان و نوجوانان در عرصه های ایمان مذهبی، فرهنگ خودی، خلافت، علم، هنر، فن، و تربیت بدنی و مناسب انسانی، خانوادگی و اجتماعی و مشارکت در صحنه های فرهنگی، اجتماعی، سیاسی و اقتصادی.
- ۴- افزایش بهره وری
- ۵- تربیت نیروی انسانی مورد نیاز.
- ۶- رشد و توسعه پایدار اقتصادی با محوریت بخش کشاورزی.
- ۷- اصلاح ساختار نظارتی اجرائی و قضائی کشور در جهت تحقق اهداف برنامه.
- ۸- تقویت مشارکت عامه مردم و اتخاذ تدابیر لازم برای نظارت شایسته و پیوسته بر اجرای برنامه.
- ۹- تلاش در جهت کاهش وابستگی اقتصاد کشور به درآمدهای حاصل از نفت و توسعه بیش از پیش صادرات غیرنفتی.
- ۱۰- حفظ محیط زیست و استفاده بهینه از منابع طبیعی کشور.
- ۱۱- تقویت بنیه دفاعی کشور در چار چوب سیاست ها و تدابیر فرماندهی معظم کل قوا.
- ۱۲- رعایت اصول عزت و حکمت و مصلحت کشور در سیاست خارجی.
- ۱۳- تلاش در جهت حاکمیت کامل قانون و حفظ امنیت همه جانبه آحاد مردم و ترویج فرهنگ احترام به قانون، نظم اجتماعی و وجدان کار ۱۴- نظام دهی و بکارگیری تحقیقات به عنوان ابزاری برای حل مشکلات و توسعه کشور.
- ۱۵- ایجاد تعادل در بخش های اقتصادی (تعاونی، خصوصی و دولتی)
- ۱۶- تقویت و ترویج ارزش های انقلاب اسلامی در عرضه کردن منابع مالی و امکانات دولتی

۴- افزایش بهره وری از طریق:

- ۱- گسترش فرهنگ کار و تولید و تقویت وجدان کاری به منظور افزایش بهره وری از نیروی انسانی.
- ۲- استفاده هر چه بهتر از امکانات و نیروی انسانی و تخصیص بهینه آن با توجه به ضرایب و اولویت های منظور شده در برنامه و توجهات لازم.
- ۳- نظارت و ارزیابی مستمر و پیگیری در جهت حسن اجرای برنامه ها و بررسی نتایج.
- ۴- تنظیم زمانبندی لازم برای طرح ها و پروژه ها و تاکید بر کاهش قیمت تمام شده تولیدات و کالاهای داخلی و خدمات عمومی کشور.
- ۵- افزایش کارایی دستگاه های اجرایی، کاهش هزینه های عمومی و کارآمد نمودن دستگاه ها، شرکت ها و موسسات دولتی، بانک ها و نهادهای انقلاب اسلامی.





- ۶- جلوگیری از ریخت و پاش و اسراف و تبذیر در بودجه های عمومی و دستگاه ها، شرکت ها، و مؤسسات دولتی، بانک ها و نهادهای انقلاب اسلامی.
- ۷- تاکید بر تربیت و انتخاب مدیران شایسته و کارآمد و اعمال سیاست های تنبیهی و تشویقی به منظور افزایش کارایی.
- ۸- اصلاح سیستم حقوق و دستمزد بر مبنای طرح کارانه و بهره وری متناسب با شرایط اقتصادی کشور.
- ۹- اصلاح سیستم جمع آوری و پردازش آمار و اطلاع رسانی به صورت متمرکز.
- ۱۰- تشویق و ترغیب مصرف جامعه به سمت استفاده بهینه از منابع از طریق مراکز مختلف آموزشی، فرهنگی، تبلیغی و اقتصادی.
- ۱۱- تکیه بر استفاده بهینه از انرژی و جلوگیری از اتلاف آن.
- ۱۲- ایجاد و تقویت سیستم های کنترل کیفیت.
- ۱۳- تاکید بر بکارگیری تکنولوژی مناسب با توجه به شرایط اشتغال نیروی انسانی، سرمایه و مواد اولیه.
- ۱۴- گسترده تر کردن دامنه انتخاب مدیران و توجه به توانمندی های آنها با رعایت اصول اعتقادی.

۱۰- حفظ محیط زیست و استفاده بهینه از منابع طبیعی کشور از طریق:

- ۱- تاکید بر حفظ، احیاء، توسعه و بهره برداری اصولی از منابع طبیعی.
- ۲- توسعه عملیات تفضیلی اکتشافات و تجهیز و آماده سازی معادن مورد نیاز صنایع کشور.
- ۳- بهره برداری هر چه بیشتر از معادن جهت تأمین مواد اولیه کارخانجات تولیدی کشور و جایگزین کردن مواد خام و نیمه ساخته داخلی به جای مواد وارداتی.
- ۴- برداشتن کلیه موانع و ایجاد همه گونه تسهیلات برای مشارکت معدنکاران غیر دولتی در انجام فعالیت های اکتشافی و تولیدی.
- ۵- تاکید بر اجرای طرح های افزایش نرخ بهره برداری از آب های تأمین نشده با تکمیل شبکه های آبیاری و زهکشی و انجام عملیات تجهیز و نوسازی اراضی و اجرای پوشش آنها.
- ۶- تدوین ضوابط و استانداردها، معیارها و شاخص های لازم زیست محیطی و اصلاح چارچوب حقوقی و قانون موجود در کلیه زمینه ها با بهره گیری از آخرین یافته های علمی و هماهنگ با شرایط و امکانات کشور.
- ۷- استفاده بهینه از انرژی از طریق تغییر الگوهای مصرف، افزایش بهره وری انرژی مصرفی و استفاده از انرژی های پاک و جانشین.
- ۸- حفظ و احیاء منابع طبیعی تجدید شونده، حفظ گونه های گیاهی کمیاب، جلوگیری از بیابان زائی و کوشش در جهت کویرزدائی، جلوگیری از فرسایش و آلودگی خاک، آلودگی هوا، آلودگی های آب های سطحی و زیر زمینی و محیط زیست دریائی، جلوگیری از تخریب و انهدام زیستگاه های حیات وحش کشور و نیز استفاده مناسب از منابع کانی کشور با ملحوظ نمودن ضوابط زیست محیطی.
- ۹- استفاده بهینه از سموم و کود در بخش کشاورزی و استفاده از روش های بیولوژیکی برای کنترل آفات به منظور کاهش در استفاده از سموم.

تبصره ۱۹:

بند (و)

و- دولت موظف است به منظور اعمال صرفه جوئی و منطقی کردن مصرف انرژی و حفاظت از محیط زیست اقدامات زیر را به انجام برساند:



۱- تعیین مشخصات و معیارهای فنی در مورد سیستم ها و تجهیزات انرژی بر، به ترتیبی که کلیه تولید کنندگان و وارد کنندگان چنین تجهیزاتی، ملزم به رعایت این مشخصات و معیارها باشند. کمیته ای متشکل از نمایندگان وزارت نیرو، وزارت نفت و مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی و وزارتخانه صنعتی ذیربط، مسؤولیت تهیه این مشخصات فنی و پیشنهاد آیین نامه های اجرایی آن به دولت را، به عهده خواهد داشت.

۲- تعیین و اعمال تعرفه های بازرگانی (برای واردات) و عوارض (برای تولیدات داخلی) به نحوی که در صورت عدم رعایت مشخصات فنی و معیارهای تعیین شده از طرف دولت، تولید کنندگان و وارد کنندگان این تجهیزات مشمول پرداخت این گونه عوارض و تعرفه ها گردند.

۳- تنظیم ساعات کار اصناف توسط وزارت بازرگانی به منظور کاهش مصرف انرژی آنها در ساعات اوج مصرف برق و انرژی و برقراری انضباط اجتماعی.

۴- تنظیم برنامه فصلی کار کارخانجات و صنایع توسط وزارتخانه های مربوط به نحوی که مصرف برق انرژی در ماه های دارای حداکثر مصرف کاهش یابد.

۵- تدوین و اجرای ضوابط لازم به منظور اعطای تسهیلات مالی با نرخ های ترجیحی به صنایع و مؤسسات برای اجرای عملیات مربوط به اصلاح ساختار مصرف انرژی.

۶- تخصیص ۲ درصد درآمد حاصل از فروش حامل های انرژی در طول برنامه جهت انجام تحقیقات لازم در زمینه صرفه جوئی و مدیریت بر مصرف انرژی توسط وزارتخانه های مربوطه.

۷- تهیه و تنظیم مقررات و ضوابط مربوط به رعایت استانداردهای مصرف انرژی در ساختمان ها به منظور پرهیز از اتلاف انرژی و تنظیم و اجرای روش های تشویقی در این مورد توسط کمیته ای متشکل از نمایندگان وزارتخانه های مسکن و شهرسازی کشور، نفت و نیرو.

۸- اختصاص بخشی از مطالب کتب درسی مدارس و دانشگاه ها به موضوع اهمیت آب و انواع انرژی و ضرورت مدیریت بر مصرف آن و آموزش عمومی جامعه از طریق صدا و سیما و مطبوعات در این زمینه به منظور اشاعه فرهنگ صرفه جوئی و پرهیز از اتلاف و اسراف منابع.

۹- تهیه ضوابط مربوط به تشکیل واحد مدیریت انرژی در صنایع مؤسسات که توان مصرفی آنها بیش از ۵ مگاوات برق و یا مصرف سالانه انرژی آنها بیش از معادل ۵۰۰ متر مکعب نفت باشد و آموزش کارشناسان این واحد توسط وزارت های نفت و نیرو.

۱-۱۰- از قانون برنامه سوم توسعه

بند (ه) ماده ۲، ماده ۵ و فصل پانزدهم قانون برنامه توسعه، موارد مرتبط با بخش انرژی می باشد که در ادامه آورده شده است.

ماده ۲ بند ه- عدم گسترش تشکیلات دولت با تأکید بر کوچک سازی دولت از سطوح پایین هرم تشکیلات از طریق تجمیع کلیه فعالیت های مربوط به یک وزارتخانه (به جز شرکت های مستقل) در سازمان استانی واحد.

بر اساس این ضوابط باید ترتیبی اتخاذ شود که:

۱- امور انرژی.

۲- امور کشاورزی، دام، توسعه و عمران روستائی.

۳- امور صنعت و معدن.

در سه وزارتخانه تجمیع شود.



دولت موظف است به منظور تحقق این ماده، عناوین وزارتخانه ها و سازمان های مستقل را همراه با حدود مأموریت ها و اختیارات هر یک از آنها و تبیین اعمال حاکمیت و اعمال تصدی در حیطه فعالیت هر دستگاه و نحوه تحقق آنها همراه با پیش بینی زمان بندی مناسب برای تحقق آن در طول سال اول برنامه سوم تنظیم و ظرف یک ماه اقدامات قانونی لازم معمول شود.

ماده ۵- افزایش قیمت کالاها و خدمات توسط دستگاه ها و شرکت های دولتی سالیانه بیش از ده درصد مجاز نیست و با ملحوظ داشتن افزایش بهره وری و کاهش هزینه ها قیمت گذاری کالا و خدمات شرکت های دولتی به استثنای آن دسته از اقلامی که در مورد آنها حکم قانونی خاص در این قانون و قوانین بودجه سنواتی وجود دارد، در چارچوب ضوابط اعلام شده از سوی هیأت وزیران خواهد بود و چنانچه دولت به هر دلیل فروش کالا یا خدمات هر یک از شرکت های دولتی را به قیمتی کمتر از قیمت تعیین شده به شرح فوق تکلیف کند، مابه التفاوت قیمت محاسبه شده و قیمت تکلیف شده از محل اعتبارات و منابع دولت به شرکت ذینفع پرداخت می گردد.

فصل پانزدهم - انرژی

ماده ۱۲۱- دولت موظف است به منظور اعمال صرفه جویی، منطقی کردن مصرف انرژی و حفاظت از محیط زیست، اقدامات زیر را انجام دهد:

الف- تهیه و تدوین معیارها و مشخصات فنی مرتبط با مصرف انرژی در تجهیزات، فرایندها و سیستم های مصرف کننده انرژی، به ترتیبی که کلیه مصرف کنندگان، تولید کنندگان و وارد کنندگان این تجهیزات، فرایندها و سیستم ها ملزم به رعایت این مشخصات و معیارها باشند. معیارهای مذکور توسط کمیته ای متشکل از نمایندگان وزارت نیرو، وزارت نفت، مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، سازمان حفاظت محیط زیست و وزارتخانه ذیربط تدوین می شود. نحوه تصویب این معیارها را هیأت وزیران تعیین خواهد کرد.

ب- تهیه آیین نامه تعیین ساعات کار اصناف در ایام سال به ویژه در فصل اوج مصرف برق توسط وزارت بازرگانی با همکاری وزارتخانه های نیرو و کشور.

ج- تنظیم برنامه فصلی ساعات کار کارخانه ها و صنایع توسط وزارتخانه های ذیربط به نحوی که مصرف برق و انرژی در ماه هایی که دارای حداکثر مصرف هستند، کاهش یابد و سیاست های تشویقی برای مصرف کنندگان در غیر ساعات اوج مصرف، اعمال گردد.

تبصره- در صورت قطع برق با ایجاد محدودیت به نسبت ضرر و زیان وارده مصرف کنندگان از پرداخت دیماند و سایر پرداخت های مربوط معاف خواهد بود.

د- تدوین مقررات و ضوابط مربوط به رعایت استانداردهای مصرف انرژی در طراحی و ساخت ساختمان ها در بخش دولتی و غیردولتی به منظور پرهیز از اتلاف انرژی و تنظیم و اجرای روش های تشویقی در مورد ساختمان های موجود برای بکارگیری استانداردهای مصرف انرژی توسط کمیته ای متشکل از نمایندگان وزارتخانه های مسکن و شهرسازی، کشور، نفت، صنایع، نیرو و سازمان برنامه و بودجه و نظام مهندسی کشور.

تبصره- قیمت انرژی برای واحدهایی که مصرف سالانه سوخت آنها بیش از پنج هزار مترمکعب معادل نفت کوره و یا قدرت مورد استفاده آنها بیش از پنج مگاوات است، در صورت عدم رعایت معیارها، ضوابط و آیین نامه های مذکور در این ماده با ارائه فرصت مناسب، افزایش خواهد یافت.



آیین نامه اجرائی این ماده توسط سازمان برنامه و بودجه و دستگاه های اجرائی ذیربط تهیه و به تصویب هیأت وزیران خواهد رسید.

۱۱-۱- از قانون برنامه چهارم

مواد مرتبط با مبحث انرژی از قانون برنامه چهارم در ادامه آورده شده است:

ماده ۳:

تبصره ۲: دولت مکلف است تا پایان سال دوم برنامه چهارم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران ضمن اتخاذ تمهیدات لازم برای کاهش مصرف فرآورده های نفتی و افزایش ظرفیت حمل و نقل عمومی، نیاز داخلی به فرآورده های نفتی را از محل تولیدات پالایشگاه های داخل کشور و با فرآورده های جایگزین تولید داخل، تأمین نماید. صنایع خودروسازی و سایر کارخانجات مرتبط مکلف به برنامه ریزی جهت کاهش مصرف حامل های انرژی و یا سازگار ساختن محصولات خود با فرآورده های جایگزین، مانند گاز طبیعی فشرده در خودروها می باشند. دولت مکلف است ساز و کار لازم را برای حمایت از اجرای این تبصره فراهم ساخته و بودجه مورد نیاز را برای حمایت از تغییرات یاد شده در بودجه سالیانه پیش بینی نماید.

تبصره ۳: دولت مکلف است تا پایان سال ۱۳۸۳ گزارش مربوط به اجرای وظیفه مندرج در ماده (۵) قانون برنامه سوم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران مصوب ۱۳۷۹/۱/۱۷ برای افزایش بهره وری و کاهش هزینه ها را تهیه و تقدیم مجلس شورای اسلامی نماید.

تبصره ۴: به منظور کاهش مصارف غیرضرور و صرفه جویی در مصرف برق و گاز، به شرکت های برق و گاز اجازه داده می شود از مصرف کنندگان غیرتولیدی با مصارف بالاتر از الگوی مصرف، جریمه مقطوع دریافت و به درآمد عمومی در خزانه واریز نمایند. دولت سقف های الگوی مصرف و میزان جریمه مذکور را هر سال ضمن تبصره های لایحه بودجه به مجلس شورای اسلامی پیشنهاد می نماید.

تبصره ۵: صدا و سیما جمهوری اسلامی ایران موظف است از طریق شبکه های سراسری و استانی خود نسبت به تنویر افکار عمومی در خصوص ضرورت اعمال مصرف بهینه در مصادیق ماده واحده اقدام و گزارش عملکرد خود را ماهانه به کمیسیون های برنامه و محاسبات و انرژی مجلس شورای اسلامی تقدیم نماید.

تبصره ۶: آیین نامه اجرایی این ماده واحده توسط سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور با همکاری دستگاه های اجرایی ذیربط تهیه و حداکثر ظرف دو ماه از زمان ابلاغ به تصویب هیأت وزیران خواهد رسید.

ماده ۵:

الف) تمام دستگاه های اجرایی ملی و استانی مکلفند در تدوین اسناد ملی، بخشی، استانی و ویژه سهم ارتقاء بهره وری کل عوامل تولید در رشد تولید مربوطه را تعیین کرده و الزامات و راهکارهای لازم برای تحقق آنها را برای تحول کشور از یک اقتصاد نهاده محور به یک اقتصاد بهره ور محور با توجه به محورهای زیر مشخص نمایند به طوریکه سهم بهره وری کل عوامل در رشد تولید ناخالص داخلی حداقل به سی و یک و سه دهم درصد برسد:





۱- هدف گذاری های هر بخش و زیربخش با شاخص های ستانده به نهاده مشخص گردد به طوریکه متوسط رشد سالانه بهره وری نیروی کار، سرمایه و کل عوامل تولید به مقادیر حداقل ۳/۵، ۱ و ۲/۵ درصد برسد.

۲- سهم رشد بهره وری کل عوامل و اهداف بهره وری نیروی کار، سرمایه بخش ها و زیربخش های کشور بر اساس همکاری دستگاه های اجرائی کشور و انجمن های علمی و صنفی مربوطه و توافق سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور تعیین می گردد.

ب) سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور مکلف است نسبت به بررسی عملکرد دستگاه های اجرائی در زمینه شاخص های بهره وری و رتبه بندی دستگاه های اجرایی اقدام نموده و تخصیص منابع مالی برنامه چهارم توسعه و بودجه های سنواری را با توجه به برآوردهای مربوطه به ارتقای بهره وری کل عوامل تولید و همچنین میزان تحقق آنها به عمل آورده و نظام نظارتی فعالیت ها، عملیات و عملکرد مدیران و مسئولین را بر اساس ارزیابی بهره وری متمرکز نماید.

ج) به منظور تشویق واحدهای صنعتی، کشاورزی، خدماتی دولتی و غیر دولتی و در راستای ارتقای بهره وری با رویکرد ارتقای کیفیت تولیدات و خدمات و تحقق راهبردهای بهره وری در برنامه، به دولت اجازه داده می شود جایزه ملی بهره وری را با استفاده از الگوهای تعالی سازمانی طراحی و توسط سازمان ملی بهره وری ایران طی سال های برنامه چهارم به واحدهای بهره ور در سطوح مختلف اهدا نماید.

د) آیین نامه اجرائی این ماده متضمن چگونگی تدوین شاخصهای مؤثر در سنجش بهره وری در دستگاه های اجرائی، به پیشنهاد سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور به تصویب هیأت وزیران می رسد.

ماده ۷، تبصره ۶:

م) دولت موظف است منابع لازم جهت اجرای بخش انرژی های نو موضوع ماده (۶۲) قانون تنظیم بخشی از مقررات مالی دولت مصوب ۱۳۸۰/۱/۲۷ را از محل بند (الف) ماده (۳) برنامه تامین نماید.

ماده ۲۰:

مواد (۱۰۸)، (۱۲۱)، (۱۲۲) و (۱۳۴) قانون برنامه سوم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران مصوب ۱۳۷۹/۱/۱۷ و اصلاحیه های آن برای دوره برنامه چهارم (۱۳۸۸-۱۳۸۴) تنفیذ می گردد.

ماده ۱۲۱- دولت موظف است به منظور اعمال صرفه جویی، منطقی کردن مصرف انرژی و حفاظت از محیط زیست، اقدامات زیر را انجام دهد:

الف- تهیه و تدوین معیارها و مشخصات فنی مرتبط با مصرف انرژی در تجهیزات، فرایندها و سیستم های مصرف کننده انرژی، به ترتیبی که کلیه مصرف کنندگان، تولید کنندگان و وارد کنندگان این تجهیزات، فرایندها و سیستم ها ملزم به رعایت این مشخصات و معیارها باشند. معیارهای مذکور توسط کمیته ای متشکل از نمایندگان وزارت نیرو، وزارت نفت، مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، سازمان حفاظت محیط زیست و وزارتخانه ذیربط تدوین می شود.

نحوه تصویب این معیارها را هیأت وزیران تعیین خواهد کرد.

ب- تهیه آیین نامه تعیین ساعات کار اصناف در ایام سال به ویژه در فصل اوج مصرف برق توسط وزارت بازرگانی با همکاری وزارتخانه های نیرو و کشور.

ج- تنظیم برنامه فصلی ساعات کار کارخانه ها و صنایع توسط وزارتخانه های ذیربط به نحوی که مصرف برق و انرژی در ماه هایی که دارای حداکثر مصرف هستند، کاهش یابد و سیاست های تشویقی برای مصرف کنندگان





در غیر ساعات اوج مصرف، اعمال گردد.

تبصره- در صورت قطع برق با ایجاد محدودیت به نسبت ضرر و زیان وارده مصرف کنندگان از پرداخت دیماند و سایر پرداخت های مربوط معاف خواهد بود.

د- تدوین مقررات و ضوابط مربوط به رعایت استانداردهای مصرف انرژی در طراحی و ساخت ساختمان ها در بخش دولتی و غیردولتی به منظور پرهیز از اتلاف انرژی و تنظیم و اجرای روش های تشویقی در مورد ساختمان های موجود برای بکارگیری استانداردهای مصرف انرژی توسط کمیته ای متشکل از نمایندگان وزارخانه های مسکن و شهرسازی، کشور، نفت، صنایع، نیرو و سازمان برنامه و بودجه و نظام مهندسی کشور.

تبصره- قیمت انرژی برای واحدهایی که مصرف سالانه سوخت آنها بیش از پنج هزار مترمکعب معادل نفت کوره و یا قدرت مورد استفاده آنها بیش از پنج مگاوات است، در صورت عدم رعایت معیارها، ضوابط و آیین نامه های مذکور در این ماده با ارائه فرصت مناسب، افزایش خواهد یافت. آیین نامه اجرائی این ماده توسط سازمان برنامه و بودجه و دستگاه های اجرائی ذیربط تهیه و به تصویب هیأت وزیران خواهد رسید.

ماده ۶۵:

دولت موظف است، نسبت به تدوین اصول توسعه پایدار بوم شناختی، به ویژه در الگوهای تولید و مصرف و دستورالعمل های بهینه سازی مربوطه اقدام نماید. دستگاه های مرتبط موظف به رعایت اصول و دستورالعمل های مذکور در طرح ها و برنامه های اجرایی خود می باشند.

ماده ۶۶:

کلیه دستگاه های اجرایی و مؤسسات و نهادهای عمومی غیر دولتی موظفند، جهت کاهش اعتبارات هزینه ای دولت، اعمال سیاست های مصرف بهینه منابع پایه و محیط زیست، برای اجرای برنامه مدیریت سبز شامل: مدیریت مصرف انرژی، آب، مواد اولیه و تجهیزات (شامل کاغذ)، کاهش مواد زائد جامد و بازیافت آنها (در ساختمان ها و وسائل نقلیه)، طبق آیین نامه ای که توسط سازمان حفاظت محیط زیست و سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور با همکاری دستگاه های ذیربط تهیه و به تصویب هیأت وزیران خواهد رسید، اقدام نمایند.

۱-۱۲- از قانون برنامه پنجم توسعه

سیاست های کلی نظام در خصوص انرژی

الف- سیاست های کلی نفت و گاز

- ۱- اتخاذ تدابیر و راهکارهای مناسب برای گسترش اکتشاف نفت و گاز و شناخت کامل منابع کشور.
- ۲- افزایش ظرفیت تولید صیانت شده نفت متناسب با ذخایر موجود و بر خور داری کشور از افزایش قدرت اقتصادی و امنیتی و سیاسی.
- ۳- افزایش ظرفیت تولید گاز، متناسب با حجم ذخایر کشور به منظور تأمین مصرف داخلی و حداکثر جایگزینی با فرآورده های نفتی
- ۴- گسترش تحقیقات بنیادی و توسعه ای و تربیت نیروی انسانی و تلاش برای ایجاد



مرکز جذب و صدور دانش و خدمات فنی - مهندسی انرژی در سطح بین الملل و ارتقاء فن آوری در زمینه های منابع و صنایع نفت و گاز پتروشیمی

۵- تلاش لازم و ایجاد سازماندهی قانونمند برای جذب منابع مالی مورد نیاز (داخلی و خارجی) در امر نفت و گاز در بخش های مجاز قانونی

۶- بهره برداری از موقعیت منطقه ای و جغرافیایی کشور برای خرید و فروش و فرآوری و پالایش و معاوضه و انتقال نفت و گاز منطقه با بازارهای داخلی و جهانی

۷- بهینه سازی مصرف و کاهش شدت انرژی

۸- جایگزینی صادرات فرآورده های نفت و گاز و پتروشیمی به جای صدور نفت خام و گاز طبیعی

ب- سیاست های کلی سایر منابع انرژی

۱- ایجاد تنوع در منابع انرژی کشور و استفاده از آن با رعایت مسائل زیست محیطی و تلاش برای افزایش سهم انرژی های تجدیدپذیر با اولویت انرژی های آبی

۲- تلاش برای کسب فن آوری و دانش هسته ای و ایجاد نیروگاه های هسته ای به منظور تأمین سهمی از انرژی کشور به تربیت نیروهای متخصص

۳- گسترش فعالیت های پژوهشی و تحقیقاتی در امور انرژی های گداحت هسته ای و مشارکت و همکاری علمی و تخصصی در این زمینه

۴- تلاش برای کسب فن آوری و دانش فنی انرژی های نو و ایجاد نیروگاه ها از قبیل بادی و خورشیدی و پیل های سوختی و زمین گرمایی در کشور

۱-۳- تکالیف ۲۰ گانه مصوبه هیأت دولت (مورخ ۱۳۸۸/۳/۲) جهت اصلاح الگوی مصرف انرژی

۱- توسعه نیروگاه های سیکل ترکیبی و تولید همزمان برق و حرارت بگونه ای که راندمان نیروگاه های حرارتی سالانه ۱ درصد افزایش یابند بنحوی که در پایان برنامه پنجم توسعه به ۴۱ درصد برسد.

۲- کاهش تلفات شبکه های انتقال توزیع سالانه ۱/۵ درصد و در پایان برنامه ۵ ساله توسعه با ۱۴ درصد از طریق :

۱-۲- بهینه سازی شبکه های فرسوده

۲-۲- اصلاح لوازم اندازه گیری

۳-۲- جمع آوری انشعابات غیرمجاز

۳- توزیع حداقل ۵۰ میلیون شعله لامپ کم مصرف یارانه ای به منظور اصلاح الگوی مصرف روشنایی

۴- اصلاح الگوی مصرف با هماهنگی بسیج و ستاد امور مساجد کشور از طریق توزیع لامپ کم مصرف در مراکز مذهبی، زیارتی و مساجد

۵- توسعه فرهنگ الگوی مصرف از طریق طراحی و اجرای دوره های آموزشی و تدوین متون در تمامی مقاطع تحصیلی با همکاری وزارت آموزش و پرورش با هدف توسعه فرهنگ الگوی مصرف

۶- پیاده سازی کامل شبکه هوشمند قرائت و مدیریت مشترکین در راستای بهینه کردن مصرف انرژی

۷- بسط و توسعه تولید پراکنده و متمرکز (DG & CHP) و تضمین خرید برق از تولیدکنندگان

۸- دریافت قیمت تمام شده برق از واحدهای اداری و ارگان های اجرایی مشمول ماده ۵ قانون مدیریت خدمات کشوری

۹- اصلاح روشنایی معابر و تکلیف به رعایت این امر توسط دستگاه های دولتی چون وزارت راه و ترابری ،



نیروی انتظامی و شهرداری ها

- ۱۰- رتبه بندی انرژی لوازم خانگی و جلوگیری از ورود محصولات با رتبه های پایین تر از A و B
- ۱۱- ارتقاء تولیدات لوازم خانگی ساخت داخل حداقل به میزان ۲ رتبه طی ۲ سال آینده
- ۱۲- فراهم نمودن سازوکارهای مناسب توسط وزارت صنایع و معادن در جهت تعویض وسایل و تجهیزات انرژی بر فرسوده و کم بازده با وسایل و تجهیزات دارای رتبه A و B
- ۱۳- تأمین گاز مصرفی نیروگاه ها توسط وزارت نیرو
- ۱۴- ممنوعیت استفاده از چیلرهای تراکمی توسط وزارتخانه ها، سازمان ها، شرکت ها و موسسات دولتی و در صورت نیاز استفاده از چیلرهای جذبی به جای چیلرهای تراکمی
- ۱۵- ممنوعیت استفاده از کولرهای گازی جدید برای دستگاه های دولتی در مناطقی که میزان رطوبت آنها در تابستان کمتر از ۳۰ درصد باشد.
- ۱۶- شرکت ها و موسسات دولتی متقاضی دریافت انشعاب برق بیش از پانصد کیلووات موظف به نسبت تولید همزمان برق و حرارت (CHP) می باشند.
- ۱۷- رعایت و استمرار بخشنامه معاونت اول رئیس جمهوری به منظور کاهش ۱۰ درصدی مصرف برق در بخش های دولتی
- ۱۸- ارائه راهکارهای لازم جهت بسط و توسعه شرکت های خدماتی انرژی (ESCO)
- ۱۹- اعمال جرائم به مصرف کنندگانی که الگوی مصرف را رعایت نمی نمایند.
- ۲۰- وزارت نیرو موظف به نظارت بر حسن اجرای این مصوبه خواهند بود.

۱۴-۱- استاندارد مدیریت انرژی و سایر استانداردهای ملی انرژی مرتبط با فرآیندها و

تجهیزات صنعت پتروشیمی

۱-۱۴-۱- استاندارد سیستم های مدیریت انرژی

- عنوان استاندارد: سیستم های مدیریت انرژی، الزامات همراه با راهنمای استفاده
 - شماره استاندارد: استاندارد ملی ایران - ISIRI - ISO 50001
 - تهیه کننده استاندارد: موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران
- استاندارد «سیستم های مدیریت انرژی - الزامات با راهنمای مورد استفاده» که پیش نویس آن در کمیسیون های مربوط توسط موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران تهیه و تدوین شده و در اجلاس کمیته ملی استاندارد برق و الکترونیک مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می شود.
- برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استاندارد های ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی استفاده کرد.
- منبع و مأخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:
- ISO-500001:2011, Energy management systems-Requirements with guidance for use
- هدف از تدوین این استاندارد قادر ساختن سازمان ها برای استقرار سیستم ها و فرآیندهای مورد





نیاز برای بهبود عملکرد انرژی، از قبیل بازدهی، استفاده و مصرف انرژی است. اجرای این استاندارد به منظور هدایت سازمان به سمت کاهش انتشارات گازهای گلخانه ای، هزینه انرژی، و دیگر موارد تاثیر گذار بر محیط زیست از طریق مدیریت نظام مند انرژی است. این استاندارد در همه نوع سازمان ها صرف نظر از اندازه، شرایط جغرافیایی، اجتماعی و فرهنگی کاربرد دارد. اجرای موفقیت آمیز این استاندارد بستگی به تعهد تمام سطوح و فعالیت های سازمان، بخصوص مدیریت ارشد دارد.

این استاندارد که در اواسط سال ۲۰۱۱ میلادی به طور رسمی انتشار یافته است، الزامات یک سیستم مدیریت انرژی برای توسعه و اجرای یک خط مشی انرژی، استقرار اهداف خرد و کلان، و اقدامات عملی را مشخص می کند که در بردارنده الزامات قانونی و اطلاعات مربوط به استفاده مناسب انرژی می باشند. یک سیستم مدیریت انرژی سازمان را قادر می سازد که اقدام لازم برای دستیابی به تعهدات خط مشی، بهبود عملکرد انرژی و اثبات انطباق با الزامات سیستمی این استاندارد را انجام دهد. بکارگیری این استاندارد می تواند به گونه ای سازماندهی شود که با الزامات سازمان از قبیل پیچیدگی سیستم، میزان مستندسازی و منابع متناسب شده و برای فعالیت های تحت کنترل سازمان اعمال گردد.

این استاندارد بر اساس چارچوب بهبود مستمر «طراحی^۱ - اجرا^۲ - بررسی^۳ - اقدام^۴» استوار بوده و مدیریت انرژی را در تمامی فعالیت های سازمان جاری می سازد.

یادآوری - این رویکرد به صورت خلاصه به شرح زیر می باشد:

- طرح ریزی: هدایت بازنگری انرژی و ایجاد خط مبنای انرژی، شاخص های عملکرد انرژی، اهداف کلان، اهداف خرد و اقدامات عملی مورد نیاز برای دریافت نتایج بر اساس فرصت های بهبود عملکرد انرژی و خط مشی انرژی سازمان.

- اجرا: اجرای اقدامات عملی مدیریت انرژی

- بررسی: پایش و اندازه گیری فرآیندها و شاخص های کلیدی فعالیت هایی که عملکرد انرژی را نسبت به خط مشی انرژی و اهداف کلان تعیین می کنند و گزارش نتایج.

- اقدام: انجام اقداماتی برای بهبود مداوم عملکرد انرژی و سیستم مدیریت انرژی

استفاده همگانی این استاندارد موجب استفاده موثرتر منابع انرژی در دسترس، افزایش رقابت و کاهش انتشارات گازهای گلخانه ای و دیگر اثرات زیست محیطی خواهد شد. این استاندارد صرف نظر از نوع انرژی مورد استفاده، قابل استفاده است.

این استاندارد می تواند برای صدور گواهی، تایید و خود اظهاری سیستم مدیریت انرژی یک سازمان استفاده شود. این استاندارد الزامات مطلق برای عملکرد انرژی تعهد شده در خط مشی انرژی سازمان و التزام به انطباق با الزامات قانونی و دیگر الزامات کاربردی را ایجاد نمی کند. بنابراین دو سازمان با فعالیت مشابه، اما دارای عملکرد انرژی متفاوت می توانند با الزامات این استاندارد انطباق داشته باشند. مستندسازی در این استاندارد بر مبنای عناصر مشترک موجود در همه استانداردهای سیستم مدیریت است، که در سطح بالایی با استاندارد ISO-9001 (مدیریت کیفیت) و استاندارد ISO-14001 (مدیریت محیط زیست) مطابقت دارد. سازمان می تواند سیستم مدیریت خود را با دیگر استانداردهای سیستم مدیریت همچون کیفیت، محیط زیست، ایمنی و بهداشت شغلی، و غیره ادغام نماید.

1. Plan
2. Do
3. Check
4. Act





۱- هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد تعیین الزامات برای استقرار، اجرا، نگهداری و بهبود سیستم مدیریت انرژی در یک سازمان است، که سازمان قادر خواهد بود، یک رویکرد نظام مند برای دستیابی به بهبود مداوم عملکرد انرژی، شامل بازدهی انرژی، مصرف و استفاده انرژی را در نظر بگیرد. این استاندارد الزامات قابل کاربرد در استفاده و مصرف انرژی شامل، اندازه گیری، مستند سازی و گزارش دهی، طراحی و تهیه خدمات برای تجهیزات، سیستم ها، فرآیندها و کارکنانی که در عملکرد انرژی تاثیر دارند، را تعیین می کند. این استاندارد برای تمام متغیرهای موثر بر عملکرد انرژی که قابل پایش بوده و به وسیله سازمان تحت تاثیر قرار می گیرند، کاربرد خواهد داشت. این استاندارد برای سیستم مدیریت انرژی و برای استفاده مستقل طراحی شده است و می تواند در سایر سیستم های مدیریتی ادغام یا در کنار آنها قرار گیرد.

این استاندارد در هر سازمانی که در نظر دارد انطباق با خط مشی انرژی بیان شده خود و انطباق با سایر الزامات را تضمین و اثبات کند، کاربرد خواهد داشت. این انطباق می تواند به وسیله خود ارزیابی و خوداظهاری انطباق یا به وسیله ثبت و صدور سیستم مدیریت انرژی به وسیله یک سازمان بیرونی تایید شود.

۲- مراجع الزامی

هیچ گونه مرجع الزامی در این استاندارد کاربرد ندارد.

۳- اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد اصطلاحات و تعاریف به شرح زیر به کار می روند:

۳-۱- مرزها^۱

حدود فیزیکی و یا حدود سازمانی تعریف شده به وسیله سازمان.
یادآوری - به عنوان مثال فرآیند، گروهی از فرآیندها، یک واحد، یک سازمان داخلی یا چندین سایت که تحت کنترل یک سازمان هستند.

۳-۲- بهبود مداوم^۲

تکرار یک فرآیند که نتایج آن باعث افزایش عملکرد انرژی و سیستم مدیریت انرژی می شوند.
یادآوری ۱ - فرآیند استقرار اهداف و یافتن فرصت هایی برای بهبود یک فرآیند مداوم است.
یادآوری ۲ - دستیابی به بهبود مداوم می تواند به وسیله بهبود در کل عملکرد انرژی که سازگار با خط مشی انرژی سازمان است، تحقق یابد.

۳-۳- اصلاح^۳

عمل بر طرف نمودن یک عدم انطباق کشف شده

1. Boundaries
2. continual improvement
3. correction



یادآوری - این تعریف از استاندارد ISO-9000 سال ۲۰۰۵ گرفته شده است.

۳-۴- اقدام اصلاحی^۱

عمل بر طرف نمودن دلایل یک عدم انطباق کشف شده
یادآوری ۱- ممکن است بیش از یک دلیل برای یک عدم انطباق وجود داشته باشد.
یادآوری ۲- اقدام اصلاحی برای پیشگیری از وقوع مجدد انجام می گیرد در حالی که اقدام پیشگیرانه به منظور پیشگیری از وقوع انجام می گیرد.
یادآوری ۳- این تعریف از استاندارد ISO-9000 سال ۲۰۰۵ گرفته شده است.

۳-۵- انرژی^۲

الکتریسیته، سوخت ها، بخار، گرما، هوای فشرده، و دیگر موارد مشابه.
یادآوری ۱- در این استاندارد عبارت انرژی به شکل های مختلف انرژی اطلاق می شود که شامل انرژی های تجدید پذیر که قابل خریداری، ذخیره سازی، آماده سازی، قابل استفاده در تجهیزات یا در فرآیند بوده یا قابل بازیافت می باشند.

۳-۶- خط مبنای انرژی^۳

مقادیر کمی مرجع فراهم شده به عنوان مبنا برای مقایسه عملکرد انرژی
یادآوری ۱- یک خط مبنای انرژی منعکس کننده یک دوره از زمان است.
یادآوری ۲- یک خط مبنای انرژی می تواند با استفاده از متغیرهای تاثیرگذار بر استفاده و یا مصرف انرژی همچون سطح تولید، درجه حرارت در روز (دمای بیرونی) و غیره قاعده مند شود.
یادآوری ۳- خط مبنای انرژی برای محاسبه صرفه جویی انرژی، به عنوان مرجع قبل و بعد از اجرای اقدامات بهبود عملکرد انرژی نیز استفاده می شود.

۳-۷- مصرف انرژی^۴

مقدار کمی انرژی مصرف شده

۳-۸- بازدهی انرژی^۵

نسبت یا رابطه کمی بین خروجی عملکرد، خدمت، کالاها یا انرژی و ورودی انرژی
یادآوری ۱- مثال های تبدیل بازدهی انرژی، انرژی مورد نیاز به انرژی استفاده شده، خروجی به ورودی، انرژی تئوری مورد استفاده برای عملیات به انرژی مورد استفاده برای عملیات.
یادآوری ۲- ورودی و خروجی باید به صورت واضح در کمیت و کیفیت مشخص شده و قابل اندازه گیری باشند.

-
1. corrective action
 2. energy
 3. energy baseline
 4. energy consumption
 5. energy efficiency





۳-۹- سیستم مدیریت انرژی^۱

مجموعه‌ای از عناصر وابسته یا متعامل برای استقرار خط مشی انرژی و اهداف انرژی و فرآیندها و روش‌های اجرایی برای دست‌یابی به این اهداف.

۳-۱۰- اهداف کلان انرژی^۲

پیامد یا مجموعه قابل‌دستیابی مشخص شده برای برآورده نمودن خط مشی سازمان در ارتباط با عملکرد انرژی.

۳-۱۱- عملکرد انرژی^۳

نتایج قابل اندازه‌گیری مرتبط با بازدهی، استفاده و مصرف انرژی
یادآوری ۱- در زمینه سیستم‌های مدیریت انرژی، نتایج می‌توانند در رابطه با خط مشی انرژی، اهداف خرد و اهداف کلان و دیگر الزامات عملکرد انرژی اندازه‌گیری شوند.
یادآوری ۲- عملکرد انرژی یک جزء از عملکرد سیستم مدیریت انرژی است.

۳-۱۲- شاخص عملکرد انرژی^۴

مقدار کمی یا اندازه‌گیری عملکرد انرژی که به وسیله سازمان تعریف شده است.
یادآوری- شاخص عملکرد انرژی می‌تواند به وسیله اندازه‌گیری ساده، نسبت یا یک مدل پیچیده تشریح شود.

۳-۱۳- خط مشی انرژی^۵

بیانیه‌ای است که بوسیله سازمان از مقاصد کلی و جهت‌گیری سازمان در خصوص عملکرد انرژی و مشخصاً به وسیله مدیریت ارشد بیان شده باشد.
یادآوری- خط مشی انرژی چارچوبی برای انجام و تنظیم اهداف خرد و کلان انرژی فراهم می‌نماید.

۳-۱۴- بازنگری انرژی^۶

تعیین عملکرد انرژی سازمان بر مبنای داده‌ها و دیگر اطلاعات هدایت‌کننده برای شناسایی فرصت‌های بهبود.
یادآوری- در دیگر استانداردهای ملی یا منطقه‌ای، مفاهیمی همچون شناسایی و بازنگری جنبه‌های انرژی یا سند انرژی در مفهوم بازنگری انرژی گنجانده شده است.

۳-۱۵- خدمات انرژی^۷

فعالیت‌ها و نتایج مرتبط با تهیه و با استفاده انرژی

1. energy management system
2. energy objective
3. energy performance
4. energy performance indicator
5. energy policy
6. energy review
7. energy services

۳-۱۶- هدف خرد انرژی^۱

الزام عملکرد انرژی جزئی و قابل کمی قابل کاربرد برای سازمان یا بخش هایی از آن که از اهداف کلان ناشی شده و برای دستیابی به این اهداف لازم است که تعیین و برآورده شود.

۳-۱۷- استفاده انرژی^۲

روش نوع کاربرد انرژی

یادآوری - مثال هایی در این مورد عبارتند از: تهویه، روشنایی، گرمایش، سرمایش، حمل و نقل، فرایندها و خطوط تولید

۳-۱۸- افراد ذینفع^۳

شخص یا گروهی که از عملکرد انرژی سازمان تحت تاثیر قرار خواهد گرفت.

۳-۱۹- ممیزی داخلی^۴

فرآیندی سیستماتیک، مستقل و مدون برای به دست آوردن شواهد و ارزیابی آن به صورت عینی برای تعیین گستره ای که الزامات برآورده شده اند.
یادآوری - برای اطلاعات بیشتر به پیوست الف مراجعه شود.

۳-۲۰- عدم انطباق^۵

عدم برآورده شدن یک الزام

۳-۲۱- سازمان^۶

شرکت، بنگاه، تجارتخانه، موسسه اقتصادی یا موسسه، یا بخش یا ترکیبی از آنها، ثبت شده یا نشده، عمومی یا خصوصی، که فعالیت ها و مدیریت خاص خود را داشته و توانایی کنترل مصرف انرژی خود را داشته باشد.
یادآوری - سازمان میتواند شخص یا گروهی از اشخاص باشد.

۳-۲۲- اقدام پیشگیرانه^۷

اقدامی برای برطرف نمودن دلیل یک عدم انطباق بالقوه

یادآوری ۱ - ممکن است بیش از یک دلیل برای یک عدم انطباق بالقوه وجود داشته باشد.
یادآوری ۲ - اقدام پیشگیرانه برای پیشگیری از وقوع یک رویداد انجام می گیرد در حالی که اقدام اصلاحی برای جلوگیری از بروز مجدد رویداد در نظر گرفته می شود.

1. energy target
2. energy use
3. interested audit
4. internal audit
5. nonconformity
6. organization
7. preventive action





۳-۲۳- روش اجرایی^۱

روشی مشخص شده برای انجام یک فعالیت یا فرآیند
یادآوری ۱- روش های اجرایی می توانند مستند شده یا نباشند.
یادآوری ۲- زمانی که روش اجرایی مدون شود اصطلاح «روش اجرایی مستند شده» یا «روش
اجرایی مدون» به طور مکرر استفاده می شود.

۳-۲۴- سابقه^۲

مستندی که در آن نتایج به دست آمده یا شواهد فراهم آمده در اجرای فعالیت ها آورده شده است.
یادآوری - سوابق می توانند استفاده شوند برای مثال، مدرک قابل ردیابی و شواهد فراهم شده
صحه گزاری، اقدام اصلاحی و پیشگیرانه.

۳-۲۵- دامنه کاربرد^۳

حدود فعالیت ها، امکانات و تصمیماتی که سازمان از طریق یک سیستم مدیریت انرژی تشریح
کرده است که می تواند شامل مرزهای متفاوتی باشد.
یادآوری - دامنه کاربرد می تواند شامل انرژی مرتبط با حمل و نقل نیز باشد.

۳-۲۶- استفاده مناسب انرژی^۴

استفاده در نظر گرفته شده برای مصرف اساسی انرژی و یا پتانسیل قابل توجه ارائه شده برای
بهبود عملکرد انرژی
یادآوری - معیار مناسب بودن توسط سازمان تعیین خواهد شد.

۳-۲۷- تیم مدیریت انرژی^۵

شخص یا گروه مسئول اجرای موثر فعالیت های سیستم مدیریت انرژی برای به دست آوردن
بهبود عملکرد انرژی.
یادآوری - اندازه و طبیعت سازمان و منابع قابل دسترسی، تعیین کننده اندازه تیم مدیریت انرژی
خواهند بود. تیم مدیریت انرژی می تواند یک نفر مانند نماینده مدیریت باشد.

۳-۲۸- مدیر ارشد^۶

شخص یا گروهی از افراد که هدایت و کنترل سازمان را در بالاترین سطح برعهده دارند.
یادآوری - مدیر ارشد، سازمان را بر اساس آنچه که در دامنه کاربرد و مرزهای سیستم مدیریت
انرژی تعیین شده است، کنترل می کند.

1. procedure
2. Record
3. scope
4. significant energy use
5. energy management team
6. top management



۴- الزام سیستم مدیریت انرژی

۴-۱- الزامات کلی

سازمان باید :

- (الف) یک سیستم مدیریت انرژی مطابق الزامات این استاندارد استقرار، مدون، اجرا، نگهداری و بهبود دهد.
- (ب) دامنه و مرزهای سیستم مدیریت انرژی را تعریف نماید.
- (پ) چگونگی برآورده شدن الزامات این استاندارد برای دستیابی به بهبود مداوم عملکرد انرژی و سیستم مدیریت انرژی را تعیین نماید.

۴-۲- مسئولیت مدیریت

۴-۲-۱- مدیریت ارشد

مدیریت ارشد باید تعهد خود برای پشتیبانی سیستم مدیریت انرژی و بهبود مداوم را به طور موثر اثبات نماید، به طوری که:

- (الف) خط مشی انرژی را تعیین، استقرار، اجرا و نگهداری نماید.
- (ب) یک نفر را به عنوان نماینده مدیریت انتخاب و تشکیلات تیم مدیریت انرژی را تصویب نماید.
- (پ) منابع مورد نیاز را برای استقرار، اجرا، نگهداری و بهبود سیستم مدیریت انرژی و نتیجه عملکرد انرژی فراهم نماید.

- یادآوری - منابع شامل منابع انسانی، مهارت های مشخص شده، فن آوری و منابع مالی می باشند.
- (ت) دامنه کاربرد و مرزهای تشریح شده به وسیله سیستم مدیریت انرژی را شناسایی نماید.
- (ث) اهمیت مدیریت انرژی را در داخل سازمان انتقال دهد.
- (ج) اطمینان حاصل نماید که اهداف خرد و کلان تعیین شده اند.
- (ح) عملکرد انرژی در طرح ریزی بلند مدت در نظر گرفته می شود.
- (ر) اطمینان حاصل نماید که نتایج اندازه گیری شده و در فواصل زمانی تعیین شده گزارش می شوند.
- (ز) بازنگری های مدیریت را هدایت نماید.

۴-۲-۲- نماینده مدیریت

- مدیریت ارشد باید نماینده یا نمایندگانی را انتخاب نماید که دارای مهارت و صلاحیت مناسب بوده و جدا از سایر مسئولیت هایش دارای مسئولیت و اختیارات زیر باشد:
- (الف) اطمینان حاصل نماید که سیستم مدیریت انرژی بر طبق الزامات این استاندارد استقرار، اجرا، نگهداری و به طور مداوم بهبود می یابد.
- (ب) افرادی را با اختیارات متناسب و دارای سطح مناسب مدیریتی برای همکاری با نماینده مدیریت برای پشتیبانی از فعالیت های مدیریت انرژی شناسایی نماید.
- (پ) عملکرد انرژی را به مدیریت ارشد گزارش دهد.
- (ت) عملکرد سیستم مدیریت انرژی را به مدیریت ارشد گزارش دهد.
- (ث) اطمینان حاصل نماید که طرح ریزی فعالیت های مدیریت انرژی برای پشتیبانی خط مشی انرژی طراحی شده اند.



ج) معیار و روش های مورد نیاز برای اطمینان از این که عملیات و کنترل سیستم مدیریت انرژی موثر است، تعیین نماید.

ح) آگاهی و دانش در مورد خط مشی انرژی و اهداف کلان را در تمام سطوح سازمان ارتقاء دهد.

۴-۳- خط مشی انرژی

خط مشی انرژی می بایست تعهد سازمان برای دستیابی به بهبود عملکرد انرژی را بیان نماید. مدیریت ارشد باید خط مشی انرژی را تعریف نماید و اطمینان حاصل کند که:

الف) متناسب با طبیعت و مقیاس استفاده و مصرف انرژی سازمان است.

ب) شامل تعهد برای بهبود مداوم عملکرد انرژی است.

پ) شامل تعهد برای اطمینان از دسترسی به اطلاعات و منابع لازم برای دستیابی به اهداف خرد و کلان است.

ت) شامل تعهد برای اطمینان از انطباق با الزامات قانونی قابل کاربرد و دیگر الزاماتی است که سازمان در خصوص بازدهی، استفاده و مصرف انرژی تصویب کرده است.

ث) چارچوبی برای تنظیم و بازنگری اهداف خرد و کلان فراهم می نماید.

ج) خرید خدمات و محصولات بازده انرژی و طراحی برای بهبود عملکرد انرژی را پشتیبانی می نماید.

ح) مدون شده و در تمام سطوح سازمان درک و انتقال یافته است،

ح) به طور منظم بازنگری و در صورت نیاز به روز می شود.

۴-۴- طرح ریزی انرژی

۴-۴-۱- کلیات

سازمان باید یک فرآیند طرح ریزی انرژی را مدون و هدایت نماید. طرح ریزی انرژی باید با خط مشی انرژی سازگار بوده و باید فعالیت ها را به سمت بهبود مداوم عملکرد انرژی هدایت نماید. طرح ریزی انرژی باید در بر گیرنده بازنگری فعالیت هایی باشد که بر عملکرد انرژی سازمان تاثیر دارند.

یادآوری ۱- در دیگر استانداردهای ملی یا منطقه ای مفاهیمی همچون شناسایی و بازنگری جنبه های انرژی یا مفهوم پروفایل انرژی در مفهوم بازنگری انرژی آمده است.

۴-۴-۲- قوانین و دیگر الزامات

سازمان باید الزامات قانونی قابل کاربرد و دیگر الزاماتی که سازمان در ارتباط با بازدهی، مصرف و استفاده انرژی تصویب کرده است را شناسایی، اجرا و به آنها دسترسی داشته باشد.

سازمان باید چگونگی کاربرد این الزامات را برای استفاده، مصرف و بازدهی انرژی تعیین نماید و باید اطمینان حاصل نماید که الزامات قانونی و دیگر الزامات که سازمان تصویب کرده است در استقرار، اجرا و نگهداری سیستم مدیریت انرژی در نظر گرفته شده اند. الزامات قانونی و دیگر الزامات باید در فواصل زمانی تعیین شده بازنگری شوند.





۴-۳-۳- بازنگری انرژی

سازمان باید بازنگری انرژی را توسعه، ثبت و نگهداری نماید، روش شناسی و معیار مورد استفاده برای توسعه بازنگری انرژی باید مدون شود. برای توسعه بازنگری انرژی سازمان باید:

الف) موارد بارز کاربری انرژی بر اساس اندازه گیری و دیگر داده ها را تجزیه و تحلیل نماید، یعنی:

- منابع کنونی انرژی را شناسایی نماید

- مصرف و استفاده گذشته و حال انرژی را ارزیابی نماید

ب) موارد بارز کاربری انرژی را بر اساس مصرف و استفاده انرژی شناسایی و تعیین نماید، یعنی:

- امکانات، تجهیزات، سیستم ها، فرآیندها و کارکنانی که برای یا از طرف سازمان کار می کنند و اثر قابل توجهی بر مصرف و استفاده انرژی دارند را شناسایی نماید.

- دیگر موارد موثر بر استفاده مناسب انرژی را شناسایی نماید.

- عملکرد کنونی انرژی، امکانات، تجهیزات، سیستم ها و فرآیندهای مرتبط با استفاده مناسب انرژی شناسایی شده را تعیین نماید.

- مصرف و استفاده آینده انرژی را برآورد نماید.

پ) فرصت های بهبود عملکرد انرژی را شناسایی، اولویت بندی و ثبت نماید.

یادآوری - فرصت های بهبود می تواند مربوط به منابع بالقوه انرژی، استفاده از انرژی تجدید پذیر، یا دیگر منابع جایگزین انرژی همچون انرژی مازاد باشد.

بازنگری انرژی باید در فواصل زمانی تعریف شده و در صورت تغییرات عمده در امکانات، تجهیزات، سیستم ها یا فرآیندها به روز شود.

۴-۴-۴- خط مبنای انرژی

سازمان باید یک خط مبنای انرژی را با استفاده از اطلاعات موجود در بازنگری انرژی اولیه، دوره مناسب را برای مصرف و استفاده انرژی سازمان در نظر بگیرد. تغییرات در عملکرد انرژی باید نسبت به خط مبنای انرژی اندازه گیری شود. تنظیمات مربوط به خط مبنای انرژی باید زمانی انجام شود که:

- شاخص های عملکرد انرژی تاثیر زیادی بر مصرف و استفاده انرژی ندارند.

- تغییرات عمده در فرآیندها، الگوهای عملیاتی یا سیستم های انرژی به وجود آمده است، یا بر طبق یک روش قبلاً تهیه شده باشد. در ضمن خط مبنای انرژی باید نگهداری و ثبت شود.

۴-۴-۵- شاخص های عملکرد انرژی

سازمان باید شاخص های عملکرد انرژی مناسبی برای پایش و اندازه گیری عملکرد انرژی تعیین نماید. روش شناسی مربوط به تعیین و به روز کردن شاخص های عملکرد انرژی باید ثبت و به طور منظم بازنگری شود. شاخص های عملکرد انرژی باید بازنگری شده و به طور مناسب با خط مبنای انرژی مقایسه شوند.

۴-۴-۶- اهداف کلان، اهداف خرد و طرح های عملی مدیریت انرژی

سازمان باید اهداف کلان و خرد را نسبت به کار کردها، سطوح، فرآیندها یا امکانات سازمان ایجاد، اجرا، نگهداری و مدون نماید. چارچوب های زمانی باید برای دستیابی به اهداف خرد و کلان ایجاد شود.

اهداف خرد و کلان باید با خط مشی انرژی هماهنگ باشند. اهداف خرد باید با اهداف کلان هماهنگ باشند. در هنگام ایجاد و بازنگری اهداف خرد و کلان، یک سازمان باید الزامات قانونی و



سایر الزامات، استفاده مناسب انرژی و فرصت های بهبود عملکرد انرژی را همانگونه که در بازنگری انرژی تعیین شده است، در نظر بگیرد. همچنین سازمان باید منابع مالی، شرایط تجاری و عملیاتی، انتخاب فناوری و دیدگاه های افراد ذینفع را در نظر بگیرد. سازمان باید طرح های عملی برای دستیابی به اهداف خرد و کلان را ایجاد، اجرا و نگهداری نماید. طرح های عملی باید شامل موارد زیر باشد:

- تعیین مسئولیت پذیری

- وسایل و چارچوب زمانی که به وسیله آنها تک تک اهداف خرد قابل دستیابی هستند.

- شرحی از روشی که باید بهبود عملکرد انرژی به وسیله آن تصدیق شود، و شرحی از روشی که نتایج را تصدیق می کند.

طرح های عملی باید مدون شده و در فواصل زمانی تعیین شده به روز شوند.

۴-۵-۵- اجرا و عملیات

۴-۵-۱- کلیات

سازمان باید طرح عملی و دیگر خروجی های حاصل از فرآیند طرح ریزی را برای اجرا و عملیات استفاده نماید.

۴-۵-۲- صلاحیت، آموزش و آگاهی

سازمان باید اطمینان حاصل کند که هر یک از کارکنان که برای، یا از طرف سازمان کار می کنند و مرتبط با استفاده های مناسب انرژی هستند، دارای صلاحیت بر مبنای تحصیلات، آموزش، مهارت ها یا تجارب مناسب هستند. سازمان باید آموزش های لازم مربوط به کنترل مصارف اصلی انرژی و اجرای سیستم مدیریت انرژی را تعیین نماید. سازمان همچنین باید آموزش ها و دیگر اقدامات لازم برای برآورده ساختن این نیازها را فراهم نماید.

سازمان باید اطمینان حاصل کند، افرادی که برای، یا از طرف سازمان کار می کنند، به موارد زیر آگاهی دارند:

الف) اهمیت انطباق با خط مشی انرژی، روش های اجرایی و الزامات سیستم مدیریت انرژی.

ب) نقش، مسئولیت ها و توانایی های آنها در دستیابی به الزامات سیستم مدیریت انرژی.

پ) مزایای بهبود عملکرد انرژی.

ت) تاثیر فعالیت های آن ها به صورت واقعی یا بالقوه بر مصرف و استفاده انرژی و اینکه چگونه فعالیتها و رفتار آنها در دستیابی به اهداف خرد و کلان تاثیر خواهد داشت و پیامد بالقوه انحراف از روش های اجرایی تعیین شده چیست.

۴-۵-۳- ارتباطات

سازمان باید ارتباطات داخلی را با مراعات عملکرد انرژی و سیستم مدیریت انرژی متناسب با اندازه سازمان برقرار نماید. سازمان باید فرآیندی را برای کارکنانی که برای یا از طرف سازمان کار می کنند برای ارائه نظر و پیشنهادات بهبود در سیستم مدیریت انرژی ایجاد و اجرا نماید. سازمان می بایست نحوه ارتباطات بیرونی در مورد خط مشی انرژی، سیستم مدیریت انرژی





و عملکرد انرژی را تعیین نماید و تصمیمات خود را مدون سازد. اگر ارتباطات بیرونی برقرار گردید، سازمان موظف است روشی برای ارتباطات بیرونی ایجاد و اجرا نماید.

۴-۵-۴- مستندسازی

۴-۵-۱- الزامات مستندسازی

سازمان باید اطلاعات را به صورت کاغذی، الکترونیکی یا هر روش دیگری برای تشریح عناصر اصلی سیستم مدیریت انرژی و تعامل بین آنها، ایجاد، اجرا و نگهداری کند.

مستندات سیستم مدیریت انرژی باید شامل:

(الف) دامنه کاربرد و مرزهای سیستم مدیریت انرژی

(ب) خط مشی انرژی

(پ) اهداف خرد و کلان انرژی و طرح های عملی

(ت) مدارک، شامل سوابقی که به وسیله این استاندارد لازم شده اند و سایر مدارک مورد نیاز که به وسیله سازمان تعیین شده اند، باشد.

یادآوری - حجم مدارک برای سازمان های مختلف به دلایل زیر متفاوت است:

(الف) اندازه سازمان و نوع فعالیت ها

(ب) پیچیدگی فرآیندها و تعامل بین آنها

(پ) صلاحیت کارکنان

۴-۵-۲- کنترل مدارک

مدارک الزامی شده به وسیله این استاندارد و سیستم مدیریت انرژی باید تحت کنترل قرار گیرند.

این عمل در مورد مدارک فنی هر جایی که تناسب داشته باشد، نیز می باشد.

سازمان باید یک روش اجرایی برای موارد زیر ایجاد، اجرا و نگهداری نماید:

(الف) تصویب مدارک از نظر تناسب و کفایت پیش از انتشار

(ب) به طور متناوب و در صورت لزوم بازنگری و به روزرسانی شوند

(پ) اطمینان حاصل شود که تغییرات و وضعیت بازنگری کنونی مستندات مشخص شده اند

(ت) اطمینان حاصل شود نسخه های مربوطه مدارک کاربردی در نقاط استفاده در دسترس هستند

(ث) اطمینان حاصل شود که مدارک خوانا و به راحتی قابل شناسایی باقی خواهند ماند

(چ) اطمینان حاصل شود مستندات برون سازمانی که به وسیله سازمان برای طرح ریزی و عملیات سیستم مدیریت انرژی تشخیص داده شده اند و توزیع آنها کنترل می شود.

(ج) از استفاده ناخواسته مدارک غیر معتبر پیشگیری شده و مدارکی که به هر منظور نگهداری می شوند به طور مناسب نگهداری خواهند شد.

۴-۵-۵- کنترل عملیات

سازمان باید فعالیت هایی را که مرتبط با مصارف اصلی انرژی هستند و نیز آنهایی که با خط مشی انرژی، اهداف خرد و کلان انرژی و طرح های اجرایی سازگار هستند، به منظور حصول اطمینان از این که تحت شرایط مشخص شده زیر انجام می گیرند، تعیین و طرح ریزی نماید:

(الف) ایجاد و تنظیم معیار عملیات مؤثر و استفاده های مناسب انرژی که نبود آنها می تواند منجر به یک انحراف قابل توجه از عملکرد مؤثر انرژی شود.



ب) از امکانات، فرآیندها، سیستم ها و تجهیزات، طبق معیارهای عملیاتی بهره برداری و نگهداری نماید. پ) ارتباط مناسب کنترل های عملیاتی با کارکنانی که برای یا از طرف سازمان کار می کنند. یادآوری - زمانی که برای احتمال وقوع حوادث یا وضعیت های اضطراری یا حوادث بالقوه از قبیل تهیه تجهیزات، طرح ریزی انجام گیرد، سازمان می تواند عملکرد انرژی را طوری انتخاب نماید که در آن چگونگی مقابله با این وضعیت ها تعیین شود.

۴-۵-۶- طراحی

سازمان باید در طراحی جدید، اصلاح و نوسازی امکانات، تجهیزات، سیستم ها و فرآیندها که اثر قابل توجهی بر عملکرد انرژی دارند، کنترل عملیاتی و فرصت های بهبود عملکرد انرژی را در نظر بگیرد. نتایج ارزیابی عملکرد انرژی باید تا جایی که مناسب است در ویژگی ها، طراحی و تهیه فعالیت های پروژه های مربوطه دخالت داده شوند. در ضمن نتایج فعالیت طراحی می بایست ثبت گردد.

۴-۵-۷- تهیه خدمات انرژی، محصولات، تجهیزات و انرژی

اگر تهیه خدمات، محصولات و تجهیزات روی استفاده از انرژی تاثیر دارند و یا می توانند داشته باشند، سازمان باید تامین کنندگان را آگاهی دهد که تهیه خدمات بر مبنای عملکرد انرژی تا حدودی ارزیابی شده است. سازمان باید معیاری برای ارزیابی استفاده، مصرف و بازدهی انرژی بر مبنای طول عمر عملیاتی مورد انتظار یا طرح ریزی شده زمانی که تهیه انرژی مورد استفاده محصولات، تجهیزات، و خدمات تاثیر قابل توجه بر عملکرد انرژی سازمان دارند، ایجاد و اجرا نماید. سازمان باید ویژگی های خرید انرژی به صورت کاربردی برای استفاده موثر انرژی را تعریف و مدون نماید.

۴-۶- بررسی

۴-۶-۱- پایش، اندازه گیری و تحلیل

سازمان باید اطمینان حاصل کند که مشخصه های کلیدی عملیاتی خود که عملکرد انرژی را تعیین می نمایند، در فواصل زمانی تعیین شده پایش، اندازه گیری و تحلیل می شوند. مشخصه های کلیدی باید حداقل شامل موارد زیر باشد:

- الف) استفاده های مناسب انرژی و دیگر خروجی های بازنگری انرژی
 - ب) متغیرهای مربوط به استفاده مناسب انرژی
 - پ) شاخص های عملکرد انرژی
 - ت) اثر بخشی طرح های عملی در دستیابی به اهداف خرد و کلان.
 - ث) ارزیابی واقعی مصرف انرژی در مقابل مصرف انرژی مورد انتظار.
- نتایج پایش و اندازه گیری مشخصه های کلیدی باید ثبت شوند.

یک طرح اندازه گیری انرژی، متناسب با اندازه و پیچیدگی سازمان است و تجهیزات پایش و اندازه گیری باید تعیین و استقرار یابند.





یادآوری - اندازه گیری می تواند دارای محدوده ای شامل اندازه گیری های رایج در یک سازمان کوچک تا سیستم های کامل اندازه گیری و پایش باشد که مجهز به نرم افزارهای کاربردی با توانایی ترکیب داده ها و تحلیل خودکار آنهاست. در هر حدودی سازمان وسایل و روش های اندازه گیری را تعیین نماید. سازمان باید نیازهای اندازه گیری را به صورت دوره ای تعیین و بازنگری نماید.

سازمان باید اطمینان حاصل کند که تجهیزات مورد استفاده در پایش و اندازه گیری، مشخصه های کلیدی داده هایی را فراهم می نمایند که دارای درستی و قابل تکرار هستند. سوابق کالیبراسیون و دیگر فعالیت های درستی و تکرار پذیری باید نگهداری شوند. سازمان باید انحرافات اساسی در عملکرد انرژی را بررسی و نسبت به آنها تصمیم گیری نماید. شایان ذکر است نتایج این فعالیت ها می بایست نگهداری شوند.

۴-۶-۲- ارزیابی الزامات قانونی و دیگر الزامات

سازمان باید در فواصل زمانی طرح ریزی شده، انطباق با الزامات قانونی و سایر الزاماتی را که سازمان تشخیص می دهد با استفاده و مصرف انرژی مرتبط هستند، ارزیابی نماید. سوابق نتایج این ارزیابی های انطباق باید نگهداری شوند.

۴-۶-۳- ممیزی داخلی سیستم مدیریت انرژی

سازمان باید در فواصل زمانی مشخصی، ممیزی داخلی انجام دهد تا اطمینان حاصل کند که سیستم مدیریت انرژی:

- با مقدمات طراحی شده برای مدیریت انرژی از جمله الزامات این استاندارد مطابقت دارد.
- با اهداف خرد و کلان ایجاد شده مطابقت دارد
- به صورت اثر بخش استقرار یافته، نگهداری شده و عملکرد انرژی را بهبود می دهد.
- یک برنامه زمانبندی ممیزی باید به گونه ای تدوین شود که وضعیت و اهمیت فرآیندها و سطوح ممیزی شده و نتایج ممیزی قبلی را در نظر بگیرد.
- انتخاب میزان و اجرای ممیزی باید واقع بینی و بی طرفی فرآیند ممیزی را تضمین کند.
- سوابق نتایج ممیزی باید نگهداری شده و به مدیریت ارشد گزارش شوند.

۴-۶-۴- عدم انطباق ها، اصلاح، اقدام اصلاحی و پیشگیرانه

سازمان باید پتانسیل عدم انطباق ها و عدم انطباق های موجود را با اصلاحات و با در نظر گرفتن اقدام اصلاحی و پیشگیرانه که شامل موارد زیر است تشریح نماید:

- (الف) پتانسیل های عدم انطباق و عدم انطباق ها را بازنگری کند.
 - (ب) تعیین دلایل عدم انطباق ها و پتانسیل عدم انطباق ها.
 - (پ) ارزیابی نیاز به اقدام برای اطمینان از این که عدم انطباق ها دیگر تکرار نخواهند شد.
 - (ت) تعیین و اجرای اقدام های مناسب مورد نیاز.
 - (ث) نگهداری سوابق اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه.
 - (ج) بازنگری اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه در نظر گرفته شده.
- اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه باید متناسب با اهمیت واقعیت و پتانسیل مشکلات باشند و پیامدهای عملکرد انرژی در نظر گرفته شوند. سازمان باید اطمینان حاصل کند که هر گونه تغییرات مورد نیاز در سیستم مدیریت انرژی اعمال می شود.



۴-۶-۵- کنترل سوابق

سازمان باید سوابق لازم برای اثبات انطباق با الزامات سیستم مدیریت انرژی و این استاندارد و نتایج عملکرد انرژی حاصل شده را ایجاد و نگهداری نماید. سازمان باید کنترل های لازم برای شناسایی، بازیابی و حفاظت سوابق را تعریف و اجرا نماید، همچنین سوابق باید خوانا، قابل شناسایی و قابل ردیابی به فعالیت مربوطه باشند.

۴-۷-۷- بازنگری مدیریت

۴-۷-۱- کلیات

مدیریت ارشد باید در یک دوره زمانی برنامه ریزی شده، سیستم مدیریت انرژی را برای اطمینان تناوب پایداری، کفایت و اثر بخشی بازنگری کند.

۴-۷-۲- ورودی بازنگری مدیریت

ورودی های بازنگری مدیریت باید شامل موارد زیر باشند:

(الف) اقدامات انجام گرفته در خصوص بازنگری های مدیریت قبلی

(ب) بازنگری خط مشی انرژی

(پ) بازنگری عملکرد انرژی و شاخص های آن

(ت) نتایج ارزیابی انطباق با الزامات قانونی و تغییر در قوانین و دیگر الزامات که سازمان تعیین کرده است

(ث) حدودی که اهداف خرد و کلان انرژی برآورده شده اند

(ج) نتایج ممیزی سیستم مدیریت انرژی

(چ) وضعیت اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه

(ح) تعریف عملکرد انرژی برای دوره بعدی، و توصیه هایی جهت بهبود

۴-۷-۳- خروجی های بازنگری مدیریت

خروجی های بازنگری مدیریت باید شامل هر گونه تصمیمات یا اقدامات مرتبط با موارد زیر باشد:

(الف) تغییرات در عملکرد انرژی سازمان

(ب) تغییرات در خط مشی انرژی

(پ) تغییرات در شاخص های عملکرد انرژی

(ت) تغییرات در اهداف خرد و کلان یا دیگر عناصر سیستم مدیریت انرژی هماهنگ با تعهد سازمان برای بهبود مداوم

(ث) تغییر تخصیص منابع

۱-۴-۲- معیار مصرف انرژی در فرآیندهای تولید الفین، آمونیاک، متانول، اوره و آروماتیک

استاندارد های مذکور توسط موسسه تحقیقات و استاندارد صنعتی ایران تصویب و ابلاغ گردیده است:

۱- هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین معیار مصرف انرژی در فرآیندهای مختلف تولید ۱- الفین



۲- آمونیاک ۳- متانول ۴- اوره ۵- آروماتیک می باشد. در این استاندارد نحوه ارزیابی و اندازه گیری میزان مصرف انرژی در فرآیندهای تولید موجود در صنایع پتروشیمی و واحدهای جدیدالاحداث ارائه می گردد.

۲- مراجع الزامی

مدارک الزامی ذکر شده در متن استانداردها حاوی مقرراتی است که در متن استاندارد ملی ایران به آن ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می شود. در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه ها و تجدید نظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن ها ارجاع داده شده است همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه های بعدی آن ها مورد نظر است. استفاده از مراجع یاد شده برای این استانداردها الزامی است.

۳- اصطلاحات و تعاریفات

در این استانداردها واژه ها و اصطلاحات با تعاریف زیر به کار می رود.

۳-۱ مصرف ویژه انرژی^۱ (SEC)

مصرف ویژه انرژی عبارت از میزانی از انرژی است که به ازای یک واحد تولید مصرف می شود. این شاخص یک شاخص جهانی است که در تمام دنیا برای مقایسه میزان مصرف انرژی کارخانجات مختلف پذیرفته شده است. در این استاندارد، مصرف ویژه انرژی عبارت است از میزان کل انرژی مصرف شده (مجموع برق، سوخت، بخار) به ازاء هر تن محصول تولیدی در یک دوره ارزیابی که بر حسب گیگا ژول بر تن بیان می گردد.

$$SEC = \frac{E_{tot}}{P} \quad \text{رابطه (۱)}$$

که در آن :

SEC: مصرف ویژه انرژی (بر حسب گیگا ژول بر تن)

P: محصول با ارزش تولید شده در یک دوره ارزیابی (بر حسب تن)

E_{tot} : کل انرژی مصرف شده در یک دوره ارزیابی (بر حسب گیگا ژول)، که از رابطه زیر محاسبه می شود.

$$E_{tot} = M_f \times H_f + M_v \times H_v + E_e \times \left(\frac{3.6}{0.35}\right) \times 10^{-3} \quad \text{رابطه (۲)}$$

که در آن :

E_e : برق مصرفی در یک دوره ارزیابی (بر حسب کیلووات ساعت) و شامل کل برق مصرفی اعم از برق مصرفی فرآیند و سایر سرویس های جانبی نظیر هوای مصرفی، هوای ابزار دقیق، نیتروژن، آب خنک کننده، آب آشامیدنی، آب آتش نشانی و غیره است.

عدد ۰/۳۵: متوسط راندمان تبدیل سوخت به برق در سیکل نیروگاهی

عدد ۳/۶: ضریب تبدیل کیلووات ساعت به مگاژول و عدد ۱۰^{-۳}: ضریب تبدیل مگاژول به گیگاژول است.

M_f : سوخت مصرف شده در یک دوره ارزیابی (بر حسب لیتر، متر مکعب نرمال، کیلوگرم)

H_f : ارزش حرارتی واحد سوخت مصرفی (بر حسب گیگاژول بر لیتر، گیگاژول بر مترمکعب نرمال و یا گیگاژول بر کیلوگرم). ارزش حرارتی سوخت مصرفی، طبق اعلام رسمی مراجع ذیصلاح و بر اساس ارزش حرارتی سوخت هر منطقه در نظر گرفته می شود.

1. Specific Energy Consumption





M_v: بخار مصرفی خریداری شده در یک دوره ارزیابی (بر حسب کیلوگرم)
 ارزش حرارتی بخار مصرفی با استفاده از مشخصات ترمودینامیکی آن (دما و فشار) تعیین می گردد.

۳-۲- معیار مصرف انرژی

حداکثر مصرف ویژه انرژی در فرآیندهای تولید محصول مورد نظر که کل مصرف انرژی بیش از آن مجاز نمی باشد.

۳-۳- فرآیند موجود

فرآیند تولیدی که قبل از تصویب این استاندارد بهره برداری شده و در حال حاضر فعال است.

۳-۴- فرآیند جدیدالاحداث

فرآیند تولیدی که پس از تصویب این استاندارد مجوز تاسیس پیدا می کند.

۳-۵- واحد موجود

به واحدی اطلاق می گردد که از یک یا چند فرآیند موجود تشکیل شده است.

۳-۶- واحد جدیدالاحداث

واحد تولیدی که از یک یا چند فرآیند جدیدالاحداث تشکیل شده است.

۳-۷- دوره ارزیابی

مدت زمان ارزیابی رعایت معیار مصرف انرژی بوده و برابر با یک سال کامل تولید واحد تولیدی است.

۳-۸- اطلاعات تولید

میزان محصول تولید شده کارخانه در هر دوره ارزیابی است.
 یادآوری (۱): واحدهای موجود و جدیدالاحداث ملزم به رعایت معیارهای مصرف انرژی مندرج در جداول معیار مصرف انرژی فرآیندهای تولید، می باشند.
 یادآوری (۲): کارخانه موظف است اطلاعات میزان تولید خود را در فاصله زمانی هر دوره ارزیابی، حداکثر ظرف مدت یک ماه پس از پایان هر دوره ارزیابی، کتبا به موسسه استاندارد تحویل نماید. چنانچه ظرف مهلت معین شده کارخانه میزان تولید خود را اعلام ننماید، کارخانه مشمول قوانین عدم رعایت ضوابط استانداردهای ملی مشمول مقررات استاندارد اجباری خواهد بود.
 یادآوری (۳): ارزش حرارتی سوخت مصرفی طبق اعلام رسمی مراجع ذیصلاح و بر اساس ارزش حرارتی سوخت هر منطقه در نظر گرفته می شود.
 یادآوری (۴): شرکت پخش فرآورده های نفتی و شرکت گاز هر استان موظف به ارائه مشخصات سوخت مصرفی از قبیل ارزش حرارتی و آنالیز سوخت به کارخانه درخواست کننده در کوتاهترین زمان ممکن می باشد و در غیر این صورت حداقل ارزش حرارتی گاز معادل ۳۷/۲۴ مگاژول بر متر مکعب نرمال در نظر گرفته می شود.
 یادآوری (۵): در کارخانجاتی که دارای چند فرآیند تولید مختلف می باشند، معیار مصرف انرژی با استفاده از رابطه زیر تعیین می گردد:

$$\text{معیار مصرف انرژی} = \frac{\sum_i (\text{ظرفیت واقعی تولید در فرآیند } i * \text{معیار مصرف انرژی فرآیند } i)}{\sum_i (\text{ظرفیت واقعی تولید محصول } i \text{ کارخانه})}$$



در مورد کارخانجاتی که علاوه بر بهره برداری از فرآیندهای موجود، اقدام به راه اندازی یک یا چند فرآیند جدیدالاحداث نمایند، معیار مصرف انرژی با استفاده از رابطه فوق محاسبه می شود. بدیهی است که در رابطه مذکور با توجه به نوع فرآیندهای موجود و جدیدالاحداث، به ترتیب معیارهای مصرف انرژی مربوط به فرآیندهای موجود و جدیدالاحداث مندرج در جدول ۱ استفاده خواهد شد.

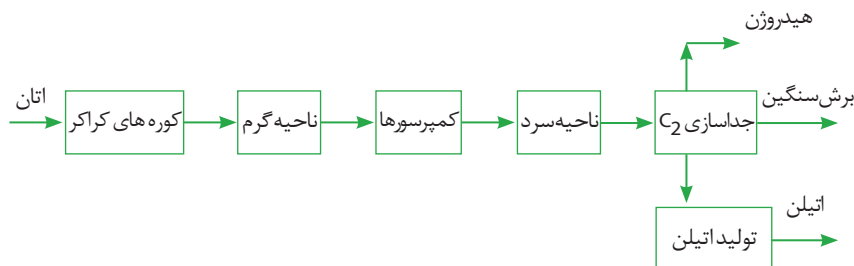
یادآوری (۶): در مورد خطوط تولیدی که جزء هیچ یک از انواع فرآیندهای تعریف شده در جدول قرار نمی گیرند، تعیین معیار مصرف انرژی بر اساس نزدیک ترین تکنولوژی فرآیند تولیدی به آن در نظر گرفته می شود.

۱-۱۴-۲-۱- استاندارد انرژی فرآیند الفین

- عنوان استاندارد: الفین - معیار مصرف انرژی در فرآیندهای تولید
- شماره استاندارد: استاندارد ملی ایران، ۱۳۳۷۰، چاپ اول
- تهیه کننده: موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

۱- واحد تولید الفین

خوراک پس از مخلوط شدن با بخار آب با نسبت مشخص به کوره ها تزریق می شود و در شرایط عملیاتی مشخص از لحاظ دما و فشار و طی یک واکنش گرما گیر عمل دی هیدروژناسیون از ملکول های اتان به اتیلن تولید می شود. بدین ترتیب فرآورده خروجی از کوره ها شامل اتیلن و سایر محصولات می باشد. در فرآیندهای جداسازی، محصول اتیلن خالص به عنوان محصول اصلی تولید می شود. دیگر محصولات به عنوان محصول جانبی می باشد. اتان تولیدی به عنوان خوراک به خوراک اولیه اضافه می شود.



۲- نحوه محاسبه و اندازه گیری مصرف ویژه انرژی

برای این منظور لازم است مصرف ویژه انرژی کارخانه در یک دوره ارزیابی بر اساس روابط (۱) و (۲) تعیین شده و با معیارهای مصرف انرژی آن کارخانه مقایسه گردد.

۲-۱- نحوه اندازه گیری و محاسبه مصرف انرژی

میزان مصرف انرژی یک کارخانه تولید الفین بر اساس مدارک و مستندات صادره از مراجع ذیصلاح از قبیل قبوض مربوط به خرید انواع حامل های انرژی (برق و سوخت) و همچنین مستندات مربوط به بخار خریداری شده برای دوره ارزیابی تعیین می شود. اطلاعات مصرف حامل های انرژی (برق، سوخت و بخار) می بایستی در صورت های مالی مصوب مجمع عمومی آن کارخانه قید گردد.



۲-۲- نحوه اندازه گیری و محاسبه میزان محصول الفین تولیدی

با توجه به دشواری های اندازه گیری مستقیم، میزان وزن محصول الفین تولیدی بر اساس مقادیر اعلام شده توسط کارخانه در نظر گرفته می شود. در هر صورت مقدار تولید که توسط کارخانه اعلام می گردد، می بایستی با مقادیر قید شده در صورت مالی مصوب مجمع عمومی آن کارخانه که به تأیید موسسات حسابرسی رسیده است، مطابقت نماید.

۳- تعیین معیار مصرف انرژی در فرآیندهای موجود و جدیدالاحداث تولید الفین

معیار مصرف انرژی در فرآیندهای تولید الفین به صورت جدول ۱-۱ تعیین می گردد.

جدول ۱-۱ : استاندارد مصرف انرژی فرآیند الفین

ردیف	نام لیسانس	کد مجتمع	معیار - گیگا ژول بر تن محصول
۱	Lummus-1372	BIPC	$SEC \leq 22/2$
۲	TPL-1375	TPC	$SEC \leq 20/2$
۳	سایر	-	$SEC \leq 25/7$
۴	جدیدالاحداث	-	$SEC \leq 20$

۱-۴-۲- استاندارد انرژی فرآیند آمونیاک

- عنوان استاندارد: آمونیاک - معیار مصرف انرژی در فرآیندهای تولید
- شماره استاندارد: استاندارد ملی ایران، ۱۳۳۷۱، چاپ اول
- تهیه کننده: موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

۱- واحد تولید آمونیاک

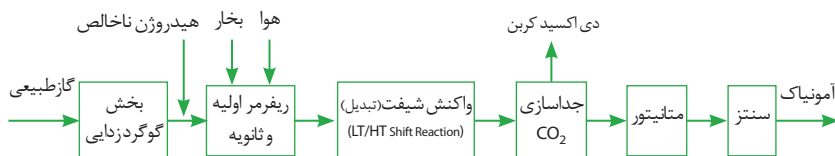
گاز طبیعی ابتدا از بسترهای کبالت مولیبدن و اکسید روی عبور می نماید تا ترکیبات گوگردی که به عنوان یکی از سموم کاتالیست ها می باشند، از جریان گاز فرآیندی حذف شوند. جریان فرآیندی سپس با بخار آب مخلوط شده و به ریفرمر اولیه ارسال می شود تا عملیات ریفرمینگ و شکست ترکیبات هیدروکربوری موجود در گاز انجام شده و به ترکیباتی از قبیل H_2 و CO و CO_2 تبدیل شود. با افزودن هوا در ریفرمر ثانویه علاوه بر تامین نیتروژن مورد نیاز فرآیند آمونیاک، میزان شکست هیدروکربن های موجود در جریان فرآیندی افزایش می یابد.

با توجه به اینکه ترکیبات اکسیژن باعث مسمومیت کاتالیست قسمت سنتز آمونیاک می شوند، ترکیبات مذکور در راکتورهای LT/HT Shift Reaction به CO_2 تبدیل می شوند و در ادامه ترکیب CO_2 نیز توسط حلال از جریان فرآیندی تفکیک می شود. به منظور جلوگیری از بروز





تأثیرات نامطلوب مقادیر جزئی CO و CO_2 باقیمانده، جریان فرآیندی به بخش متانیتور^۱ ارسال می شود تا باقیمانده CO و CO_2 موجود در آن به ترکیبات متان تبدیل شود. در این مرحله جریان فرآیند عمدتاً شامل H_2 و N_2 بوده و به بخش سنتز ارسال می شود تا در مجاورت کاتالیست اکسید آهن، واکنش شیمیایی بین هیدروژن و نیتروژن در راکتور سنتز انجام و محصول آمونیاک تولید می گردد. آمونیاک تولیدی پس از سردسازی به آمونیاک مایع تبدیل و جهت ذخیره سازی به مخازن مربوط ارسال می گردد.



۲- نحوه محاسبه و اندازه گیری مصرف ویژه انرژی

برای این منظور لازم است مصرف ویژه انرژی کارخانه در یک دوره ارزیابی بر اساس روابط (۱) و (۲) تعیین شده و با معیارهای مصرف انرژی آن کارخانه مقایسه گردد.

۲-۱- نحوه اندازه گیری و محاسبه مصرف انرژی

میزان مصرف انرژی یک کارخانه تولید آمونیاک بر اساس مدارک و مستندات صادره از مراجع ذیصلاح از قبیل قبوض مربوط به خرید انواع حامل های انرژی (برق و سوخت) و همچنین مستندات مربوط به بخار خریداری شده برای دوره ارزیابی تعیین می شود. اطلاعات مصرف حامل های انرژی (برق، سوخت و بخار) می بایستی در صورت های مالی مصوب مجمع عمومی آن کارخانه قید گردد.

۲-۲- نحوه اندازه گیری و محاسبه میزان محصول آمونیاک تولیدی

با توجه به دشواری های اندازه گیری مستقیم، میزان وزن محصول آمونیاک تولیدی بر اساس مقادیر اعلام شده توسط کارخانه در نظر گرفته می شود. در هر صورت مقدار تولید که توسط کارخانه اعلام می گردد، می بایستی با مقادیر قید شده در صورت مالی مصوب مجمع عمومی آن کارخانه که به تأیید موسسات حسابرسی رسیده است، مطابقت نماید.

۳- تعیین معیار مصرف انرژی در فرآیندهای موجود و جدیدالاحداث تولید آمونیاک

معیار مصرف انرژی در فرآیندهای تولید آمونیاک به صورت جدول ۱-۲ تعیین می گردد.

1. Methanation



جدول ۱-۲: استاندارد مصرف انرژی فرآیند آمونیاک

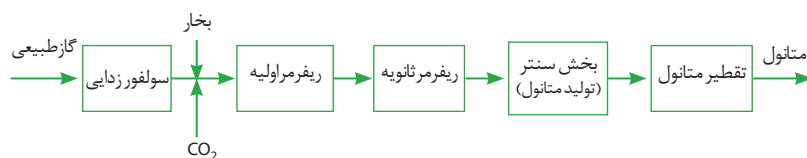
ردیف	نام لیسانس	کد مجتمع	معیار مصرف انرژی (گیگا ژول بر تن محصول)
۱	KELLOGG-1356	RPC1,2	$SEC \leq 46/9$
۲	M.W.KELLOGG-1375	KHPC	$SEC \leq 33/2$
۳	ICI-1364	SPC	$SEC \leq 38/6$
۴	M.W.KELLOGG-1386	PPC	$SEC \leq 29/6$
۵	Ammonia Casle-1386	RPC3	$SEC \leq 49/7$
۶	M.W.KELLOGG-1387	KPIC	$SEC \leq 38/4$
۷	جدیدالاحداث	-	$SEC \leq 31$

۱-۴-۲-۳- استاندارد انرژی فرآیند متانول

- عنوان استاندارد: متانول- معیار مصرف انرژی در فرآیندهای تولید
- شماره استاندارد: استاندارد ملی ایران، ۱۳۳۷۲، چاپ اول
- تهیه کننده: موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

۱- واحد تولید متانول

خوراک ابتدا به بخش سولفور زدائی و ریفورمر اولیه وارد و سپس به ریفورمر ثانویه ارسال می گردد. به همراه خوراک گاز طبیعی، گاز CO_2 به ریفورمر تزریق می شود. گازهای خروجی از ریفورمر به عنوان گاز سنتز به بخش سنتز متانول ارسال می گردد. در این بخش ابتدا فشار گاز سنتز توسط کمپرسور سنتز بالا برده می شود و پس از مخلوط شدن با گاز گردشی به راکتورهای سنتز تزریق می شود. متانول خام خروجی از بخش سنتز در مخزن متانول ذخیره شده و سپس برای آب زدائی و خالص سازی به بخش تصفیه متانول ارسال می گردد و در نهایت متانول تولیدی در مخازن ذخیره می شود.



۲- نحوه محاسبه و اندازه گیری مصرف ویژه انرژی

برای این منظور لازم است مصرف ویژه انرژی کارخانه در یک دوره ارزیابی بر اساس روابط (۱) و (۲) تعیین شده و با معیارهای مصرف انرژی آن کارخانه مقایسه گردد.





۲-۱- نحوه اندازه گیری و محاسبه مصرف انرژی

میزان مصرف انرژی یک کارخانه تولید متانول بر اساس مدارک و مستندات صادره از مراجع ذیصلاح از قبیل قبوض مربوط به خرید انواع حامل های انرژی (برق و سوخت) و همچنین مستندات مربوط به بخار خریداری شده برای دوره ارزیابی تعیین می شود. اطلاعات مصرف حامل های انرژی (برق، سوخت و بخار) می بایستی در صورت های مالی مصوب مجمع عمومی آن کارخانه قید گردد.

۶۹

۲-۲- نحوه اندازه گیری و محاسبه میزان محصول متانول تولیدی

با توجه به دشواری های اندازه گیری مستقیم، میزان وزن محصول متانول تولیدی بر اساس مقادیر اعلام شده توسط کارخانه در نظر گرفته می شود. در هر صورت مقدار تولید که توسط کارخانه اعلام می گردد، می بایستی با مقادیر قید شده در صورت مالی مصوب مجمع عمومی آن کارخانه که به تأیید موسسات حسابرسی رسیده است، مطابقت نماید.

۳- تعیین معیار مصرف انرژی در فرآیندهای موجود و جدیدالاحداث تولید متانول

معیار مصرف انرژی در فرآیندهای تولید متانول به صورت جدول ۱-۳ تعیین می گردد.

جدول ۱-۳: استاندارد مصرف انرژی فرآیند متانول

ردیف	نام لیسانس	کد مجتمع	معیار - گیگا ژول بر تن محصول
۱	Topso-1383	FNPC	$SEC \leq 29/4$
۲	Lurgi-1369	SPC	$SEC \leq 36/1$
۳	Lurgi-1385	ZPC	$SEC \leq 30/1$
۴	Lurgi-1378	KPC	$SEC \leq 34/8$
۵	جدیدالاحداث	-	$SEC \leq 29/5$

۱۴-۲-۴- استاندارد انرژی فرآیند اوره

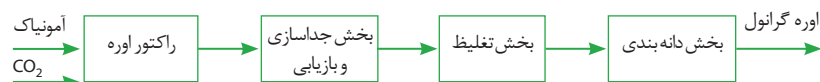
- عنوان استاندارد: اوره - معیار مصرف انرژی در فرآیندهای تولید
- شماره استاندارد: استاندارد ملی ایران، ۱۳۳۷۳، چاپ اول
- تهیه کننده: موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

۱- واحد تولید اوره

خوراک مصرفی این واحد شامل گاز CO₂ و آمونیاک می باشد که فشار گاز CO₂ توسط کمپرسور و فشار آمونیاک توسط پمپ تا ارقام مورد نظر افزایش یافته و به فرآیند تولید وارد می شوند و پس از انجام واکنش های شیمیائی بین CO₂ و آمونیاک دریافتی، ترکیب کاربامات آمونیوم تولید می گردد. کاربامات تولیدی به راکتور واحد اوره ارسال شده تا ترکیب فوق به اوره و آب تجزیه شود. با توجه به اینکه غلظت محلول اوره تولیدی پائین می باشد لذا عملیات تغلیظ محلول اوره در چند مرحله انجام و غلظت محلول



اوره افزایش می یابد. محلول تغلیظ شده، جهت دانه بندی به بخش گرانولاسیون ارسال می گردد تا اوره مذاب به صورت اوره جامد (گرانول) تبدیل گردد. گرانول اوره تولیدی جهت تنظیم دانه بندی به قسمت غربال ارسال و گرانول ها با اندازه مشخص به عنوان محصول نهائی تفکیک می شود و پس از عبور از بخش خنک سازی به عنوان محصول نهایی به انبار ارسال می گردد.



۲- نحوه محاسبه و اندازه گیری مصرف ویژه انرژی

برای این منظور لازم است مصرف ویژه انرژی کارخانه در یک دوره ارزیابی بر اساس روابط (۱) و (۲) تعیین شده و با معیارهای مصرف انرژی آن کارخانه مقایسه گردد.

۲-۱- نحوه اندازه گیری و محاسبه مصرف انرژی

میزان مصرف انرژی یک کارخانه تولید اوره بر اساس مدارک و مستندات صادره از مراجع ذیصلاح از قبیل قبوض مربوط به خرید انواع حامل های انرژی (برق و سوخت) و همچنین مستندات مربوط به بخار خریداری شده برای دوره ارزیابی تعیین می شود. اطلاعات مصرف حامل های انرژی (برق، سوخت و بخار) می بایستی در صورت های مالی مصوب مجمع عمومی آن کارخانه قید گردد.

۲-۲- نحوه اندازه گیری و محاسبه میزان محصول اوره تولیدی

با توجه به دشواری های اندازه گیری مستقیم، میزان وزن محصول اوره تولیدی بر اساس مقادیر اعلام شده توسط کارخانه در نظر گرفته می شود. در هر صورت مقدار تولید که توسط کارخانه اعلام می گردد، می بایستی با مقادیر قید شده در صورت مالی مصوب مجمع عمومی آن کارخانه که به تأیید موسسات حسابرسی رسیده است، مطابقت نماید.

۳- تعیین معیار مصرف انرژی در فرآیندهای موجود و جدیدالاحداث تولید اوره

معیار مصرف انرژی در فرآیندهای تولید اوره به صورت جدول ۱-۴ تعیین می گردد.

جدول ۱-۴: استاندارد مصرف انرژی فرآیند اوره

ردیف	نام لیسانس	کد مجتمع	معیار - گیگا ژول بر تن محصول
۱	Stami Carbon-1356	RPC1,2	$SEC \leq 5/6$
۲	Stami Carbon-1373	KHPC	$SEC \leq 4/8$
۳	Stami Carbon-1342	SPC	$SEC \leq 4/9$
۴	Stami Carbon-1386	PPC	$SEC \leq 5/8$
۵	سایر	-	$SEC \leq 6/6$
۷	جدید الاحداث	-	$SEC \leq 3/2$



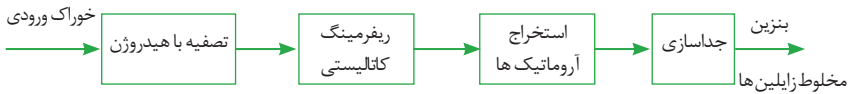


۱-۱۴-۵- استاندارد انرژی فرآیند آروماتیک

- عنوان استاندارد: آروماتیک - معیار مصرف انرژی در فرآیندهای تولید
- شماره استاندارد: استاندارد ملی ایران، ۱۳۳۷۴، چاپ اول
- تهیه کننده: موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

۱- واحد تولید آروماتیک

خوراک با استفاده از هیدروژن در حضور کاتالیست تصفیه می شود. سپس ریفرمینگ کاتالیستی انجام شده و ریفرمت (ترکیبات واسطه) حاوی درصد بالایی از آروماتیک حاصل می گردد. ترکیبات آروماتیکی از ترکیبات غیر آروماتیکی جدا می شود. ترکیبات آروماتیکی حاصله به وسیله تقطیر از یکدیگر جدا می گردند.



۲- نحوه محاسبه و اندازه گیری مصرف ویژه انرژی

برای این منظور لازم است مصرف ویژه انرژی کارخانه در یک دوره ارزیابی بر اساس روابط (۱) و (۲) تعیین شده و با معیارهای مصرف انرژی آن کارخانه مقایسه گردد.

۲-۱- نحوه اندازه گیری و محاسبه مصرف انرژی

میزان مصرف انرژی یک کارخانه تولید آروماتیک بر اساس مدارک و مستندات صادره از مراجع ذیصلاح از قبیل قبوض مربوط به خرید انواع حامل های انرژی (برق و سوخت) و همچنین مستندات مربوط به بخار خریداری شده برای دوره ارزیابی تعیین می شود. اطلاعات مصرف حامل های انرژی (برق، سوخت و بخار) می بایستی در صورت های مالی مصوب مجمع عمومی آن کارخانه قید گردد.

۲-۲- نحوه اندازه گیری و محاسبه میزان محصول آروماتیک تولیدی

با توجه به دشواری های اندازه گیری مستقیم، میزان وزن محصول آروماتیک تولیدی بر اساس مقادیر اعلام شده توسط کارخانه در نظر گرفته می شود. در هر صورت مقدار تولید که توسط کارخانه اعلام می گردد، می بایستی با مقادیر قید شده در صورت مالی مصوب مجمع عمومی آن کارخانه که به تائید موسسات حسابرسی رسیده است، مطابقت نماید.

۳- تعیین معیار مصرف انرژی در فرآیندهای موجود و جدیدالاحداث تولید آروماتیک

معیار مصرف انرژی در فرآیندهای تولید آروماتیک به صورت جدول ۱-۵ تعیین می گردد.



جدول ۱-۵: استاندارد مصرف انرژی فرآیند آروماتیک

ردیف	نام لیسانس	کد مجتمع	معیار - گیگا ژول بر تن محصول
۱	Engelhard-UOP-HRI-1375	BIPC	$SEC \leq 18/1$
۲	Axens-UHDE-SINOPEC-1383	BSPC	$SEC \leq 20/1$
۳	UHDE-1386	BPC	$SEC \leq 19$
۴	سایر	-	$SEC \leq 24/3$
۵	جدید الاحداث	-	$SEC \leq 11/6$

۱-۱۴-۳- معیارها و مشخصات فنی مصرف انرژی در فرآیندهای تولید مواد پلاستیکی به شکل

اولیه و لاستیک مصنوعی

- عنوان استاندارد: معیارها و مشخصات فنی مصرف انرژی در فرآیندهای تولید مواد پلاستیکی به شکل اولیه و لاستیک مصنوعی
- شماره استاندارد: استاندارد ملی ایران، ۹۶۴۸، چاپ اول
- تهیه کننده: موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

۱- هدف و دامنه کاربرد

۱-۱- هدف

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین معیار مصرف انرژی در فرآیندهای مختلف تولید مواد پلاستیکی به شکل اولیه و لاستیک مصنوعی برای واحدهای موجود و جدید الاحداث می باشد. در این استاندارد نحوه ارزیابی و اندازه گیری میزان انرژی مصرفی در فرآیندهای مواد پلاستیکی به شکل اولیه و لاستیک مصنوعی ارائه می شود. فرآیندهای تولید شامل تولید مواد اولیه پلاستیک ها (مشمول بر خانواده پلیمرهای اتیلن، پروپیلن، استایرن، وینیل کلراید، اولفین های هالوژنیت، وینیل استات، پلیمرهای پلی استات، پلی اترها، رزین های اپوکسید، پلی کربنات ها، رزین های آلکیدی، پلی آمیدها، آمینو رزین ها، رزین های فنولیک، پلی یورتان ها، سیلیکون ها، رزین های نفتی، پلی ترپن ها، پلی سولفایدها و پلیمرهای طبیعی تغییر یافته مثل پروتئین های سخت شده) و تولید لاستیک ها (شامل تولید لاستیک های طبیعی و مصنوعی) در دامنه کاربرد این استاندارد قرار می گیرند. در این استاندارد محصولات پلی پروپیلن، پلی اتیلن سبک، پلی اتیلن سبک خطی، پلی اتیلن سنگین، پلی وینیل کلراید (پی وی سی)، استایرن بوتادین رابر، پلی استایرن، اکریلونیتریل بوتادین استایرن، پلی بوتادین رابر، کریستال ملامین، رزین پلی کربنات، رزین اپوکسی و پلی اتیلن ترفتالات مد نظر می باشند.

۲- مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می شود.





در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه ها و تجدیدنظرهای بعدی آن موردنظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آنها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه های بعدی آنها مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

۱-۲- استاندارد ملی ایران به شماره ۴۹۴۶-۱۳۷۸ نمادها و علائم اختصاری پلاستیک ها.

۳- اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد علاوه بر تعاریف استاندارد ملی ایران به شماره ۴۹۴۶، اصطلاحات و یا واژه ها با تعاریف زیر نیز به کار می رود.

۳-۱- مصرف ویژه انرژی (SEC)

مصرف ویژه انرژی، عبارت از انرژی مصرفی به ازای یک تن محصول تولیدی می باشد. در تحلیل مصارف انرژی، حامل های انرژی به دو بخش انرژی فسیلی و الکتریکی تفکیک می شوند.

۳-۱-۱- مصرف ویژه انرژی الکتریکی

حامل های انرژی تأثیر گذار بر روی میزان پارامتر مصرف انرژی ویژه الکتریکی شامل میزان برق، هوا و نیتروژن فشرده و آب سرمایش مصرفی واحد می باشد. هوا و نیتروژن فشرده مصرفی واحد نیز به معادل الکتریسیته مصرفی خود تبدیل شده است. با در نظر گرفتن راندمان کمپرسور برابر با ۸۰ درصد و فشار هوای فشرده تولیدی برابر با ۷ بار، میزان انرژی مصرفی به ازای تولید هر کیلوگرم هوای فشرده، ۳۲۰ کیلوژول یا ۰/۰۹ کیلووات ساعت خواهد بود. براساس محاسبات صورت گرفته، میزان انرژی الکتریکی مصرفی به ازای تولید یک متر مکعب آب خنک کننده معادل ۰/۰۹۱۲ کیلووات ساعت است.

$$SEC_e = \frac{E + 0.09 * CA + 0.0912 * CW}{P}$$

SEC_e : مصرف ویژه انرژی الکتریکی (بر حسب کیلووات ساعت بر یک تن محصول تولیدی)

E : مقدار برق مصرفی (بر حسب کیلووات ساعت)

CA : مجموع مقادیر هوا و ازت فشرده (بر حسب کیلوگرم)

CW : مقدار آب خنک کننده (بر حسب متر مکعب)

P : محصول تولیدی (بر حسب تن)

۳-۲- مصرف ویژه انرژی حرارتی

در مورد سوخت های مازوت و گاز طبیعی که مستقیماً در واحدهای تولیدی مورد استفاده قرار می گیرند، ارزش حرارتی معادل آنها در نظر گرفته شده و برای بخار، میزان آنتالپی سیال بر عدد ۰/۸ تقسیم شده است تا بخار نیز تبدیل به معادل انرژی سوخت اولیه خود شود. ضریب ۰/۸ مبین راندمان بویلر می باشد. جهت محاسبه انرژی بخار کندانس برگشتی، از آنتالپی مایع اشباع در فشار مربوطه استفاده می گردد.



$$SEC_{th} = \frac{[m_{fueloil} \square HV_{fueloil} + m_{gas} \square HV_{gas} + (m_{steam} \square HV_{steam}) / 0.8 \cdot m_{cond} \square h_f] \square 10^{-6}}{P}$$

SEC_{th} : مصرف ویژه انرژی حرارتی (بر حسب گیگاژول بر یک تن محصول تولیدی)؛
 $m_{fueloil}$: جرم مازوت مصرفی (بر حسب کیلوگرم)
 $HV_{fueloil}$: ارزش حرارتی مازوت (بر حسب کیلوژول بر کیلوگرم)؛
 m_{gas} : جرم گاز طبیعی مصرفی (بر حسب کیلوگرم)
 HV_{gas} : ارزش حرارتی گاز طبیعی (بر حسب کیلوژول بر کیلوگرم)
 m_{steam} : جرم بخار مصرفی (بر حسب کیلوگرم)؛
 HV_{steam} : ارزش حرارتی بخار (بر حسب کیلوژول بر کیلوگرم)
 m_{cond} : جرم بخار کندانس برگشتی (بر حسب کیلوگرم)؛
 h_f : آنتالپی مایع اشباع (بر حسب کیلوژول بر کیلوگرم)؛
 P : محصول تولیدی (بر حسب تن).

۳-۱-۳- مصرف انرژی ویژه کلی

مصرف ویژه انرژی کل از مجموع دو مصرف انرژی ویژه الکتریکی و حرارتی ذکر شده به دست می آید. عدد $3/6$ که در مقدار SEC_e ضرب شده است به دلیل تبدیل واحد کیلووات ساعت به مگاژول و عدد 10^{-3} ضریب تبدیل مگاژول به گیگاژول و عدد 0.3 مبین راندمان تولید برق از انرژی فسیلی می باشد.

$$SEC_{total} = SEC_{th} + SEC_e \cdot 10^{-3} \cdot \frac{3.6}{0.3}$$

SEC_{total} : مصرف ویژه انرژی کل (بر حسب گیگاژول بر یک تن محصول تولیدی)

۳-۲- فرآیندهای تولید مواد پلاستیکی به شکل اولیه و لاستیک مصنوعی

در این بخش، به معرفی فرآیندهای مختلف تولید محصولات از جنس مواد پلاستیکی به شکل اولیه و لاستیک مصنوعی پرداخته می شود. به علت حجم زیاد اطلاعات موجود در این زمینه، فقط رئوس فرآیندها ارائه شده است.

۳-۲-۱- اکریلو نیتریل بوتادی ان استایرن

روش اول: تولید پلیمر اکریلونیتریل بوتادی ان استایرن توسط پلیمریزاسیون امولسیون
 روش دوم: تولید پلیمر اکریلونیتریل بوتادی ان استایرن توسط پلیمریزاسیون توده ای

۳-۲-۲- پلی وینیل کلراید

روش اول: تولید PVC از منومر VCM با استفاده از پلیمریزاسیون سوسپانسیون، (فرآیند شرکت chisso)

روش دوم: تولید پلی وینیل کلراید (PVC) از منومر در وینیل کلراید (VCM) با استفاده از پلیمریزاسیون سوسپانسیون





روش سوم: تولید رزین های پلی وینیل کلراید سوسپانسیون از منومر وینیل کلراید (VCM) با استفاده از فرآیند Vinnolit

۳-۲-۳- پلی اتیلن

روش اول: فرآیند Borstar

روش دوم: فرآیند Compact

روش سوم: فرآیند Unipol PE

روش چهارم: تولید پلی اتیلن با استفاده از تکنولوژی Spherilene

روش پنجم: فرآیند Innovene

روش ششم: تولید پلی اتیلن به روش Philips LPE

۳-۲-۴- پلی اتیلن ترفتالات

فرآیند تولید ناپیوسته (Batch)

۳-۲-۵- پلی پروپیلن

روش اول: فرآیند Mitsui Chemical

روش دوم: تولید انواع پلی پروپیلن تحت لیسانس BP Amoco

روش سوم: فرآیند Borstar

روش چهارم: فرایند فاز گازی یونیون کربید؛

روش پنجم: تولید پلی پروپیلن با استفاده از پلیمریزاسیون فاز گازی در راکتور لوله ای؛

روش ششم: فرآیند Spheripol

۳-۲-۶- پلی بوتادین

روش Catadiene

۳-۲-۷- ملامین

روش اول: فرآیند Montedison

روش دوم فرآیند Chemie Linz

۳-۲-۸- پلی استایرن

روش NSCC/UOP

۳-۲-۹- پلی کربنات ها

روش پلیمری شدن تراکمی در سطح مشترک برای تولید پلی کربنات ها

۳-۲-۱۰- تولید لاستیک استایرن بوتادی ان

تولید SBR از استایرن و بوتادی ان



۴- معیارهای مصرف انرژی در فرآیندهای «تولید محصولات مواد پلاستیکی به شکل اولیه و لاستیک مصنوعی»

۴-۱- تولیدکنندگان محصولات مواد پلاستیکی به شکل اولیه و لاستیک مصنوعی موجود در کشور جدول ۴-۱ محصولات فوق الذکر تولید شده در کشور (منظور محصولات ذکر شده در بند هدف و دامنه کاربرد است) را نشان می دهد. همانطور که در جدول ملاحظه می شود، مجتمع های تولیدکننده محصولات پلیمری با کدهای مشخص تعریف شده اند.

۴-۲- معیار مصرف انرژی برای فرآیندهای تولید محصولات مواد پلاستیکی به شکل اولیه و لاستیک مصنوعی موجود در کشور

معیار مصرف انرژی فرآیندهای تولید محصولات فوق الذکر موجود در کشور (منظور محصولات ذکر شده در بند هدف و دامنه کاربرد است)، در جدول ۴-۱ ارائه شده است.

۴-۳- معیار مصرف انرژی برای فرآیندهای تولید محصولات مواد پلاستیکی به شکل اولیه و لاستیک مصنوعی جدید الاحداث

معیار مصرف انرژی برای فرآیندهای جدید الاحداث تولید محصولات (منظور محصولات ذکر شده در بند هدف و دامنه کاربرد است)، به صورت جدول ۴-۱ می باشد.

۵- نحوه ارزیابی و اندازه گیری مصرف انرژی

ارزیابی و اندازه گیری عملکرد مصرف انرژی در واحد به صورت سالانه انجام می گیرد.

۵-۱- نحوه اندازه گیری و محاسبات مصرف انرژی (حرارتی و الکتریکی) در یک سال

برای ارزیابی مصرف انرژی در یک واحد تولیدی، از مستندات رسمی مصرف انرژی شامل قبوض سوخت و برق مصرفی صادره از سوی سازمان های ذیصلاح و مستندات رسمی تولید استفاده می شود.

۵-۲- نحوه اندازه گیری و محاسبه میزان تولید محصولات ذکر شده در بند هدف و دامنه کاربرد در یک سال

مقدار تولید هر یک از محصولات فوق الذکر، براساس مقادیر اعلام شده توسط تولیدکننده در نظر گرفته می شود.

این مقدار که از سوی تولیدکننده اعلام می شود باید با مقادیر قید شده در دفاتر و اسناد موجود در واحدهای تولیدی مطابقت نماید.

۵-۳- نحوه محاسبه مصرف انرژی ویژه کلی (SEC_{total})

مصرف انرژی ویژه کلی (SEC_{total}) با استفاده از مقادیر سالیانه مصرف انرژی حرارتی و الکتریکی (براساس بند ۵-۱) و مقادیر سالیانه تولید محصولات پلاستیکی به شکل اولیه و لاستیک مصنوعی (براساس بند ۵-۲) براساس روابط مندرج در بند ۳ محاسبه می شود.



جدول ۱-۶: فهرست مواد به همراه کد مجتمع های تولید کننده آنها در کشور

کد مجتمع تولید کننده محصول										نام محصول
PPCAR	NPCUR	NPCAK	NPCBI	PPCTN	NPCTB	NPCKH	NPCTG	NPCKZ	PPCNZ	
			✓							پلی اتیلن سبک (LDPE)
✓		✓			✓					پلی اتیلن سبک خطی (LLDPE)
✓		✓	✓		✓					پلی اتیلن سنگین (HDPE)
✓			✓	✓					✓	پلی پروپیلن (PP)
			✓							پلی وینیل کلراید (PVC)
✓										پلی بوتادین رابر (PBR)
							✓			پلی اتیلن ترفنالات (PET)
								✓		پلی کربنات
					✓					پلی استایرن (PS)
	✓					✓				کریستال ملامین
								✓		اپوکسی رزین
					✓					اکریلو نیتریل بوتادین استایرن (ABS)
			✓							استایرن بوتادین رابر (SBR)



جدول ۷-۱: معیار مصرف انرژی برای فرآیندهای تولید محصولات ذکر شده در بند هدف و دامنه کاربرد موجود در کشور

نام محصول	کد مجتمع	نوع تکنولوژی	معیار مصرف ویژه انرژی کل SEC total (گیگا ژول بر تن)
اکریلو نیتریل بوتادین استایرن (ABS)	NPC-TB	CHEILL	۱۸/۸۱
پلی وینیل کلراید (PVC)	NPC-BI	HULZ	۵/۷۱
پلی اتیلن سبک (LDPE)	NPC-BI	MITSUI TOATSU	۱۳/۰۱
پلی اتیلن سبک خطی (LLDPE)	PPC-AR	BP	۸/۱۹
	NPC-TB	BP	۱۱/۷۴
	NPC-AK	BP	۸/۸۵
پلی اتیلن سنگین (HDPE)	NPC-AK	BASSEL	۱۰/۰۱
	NPC-BI	MITSUI TOATSU	۳۱/۰۱
	PPC-AR	Bassel	۱۳/۸۵
	NPC-TB	BP	۹/۴۵
پلی پروپیلن (PP)	PPC-AR	Bassel	۸/۲۴
	NPC-BI	MITSUI TOATSU	۴۳/۶۴
	PPC-PN	-----	۸/۳
	PPC-NZ	Bassel	۶/۳۷
کریستال ملامین	NPC-KH	یورو تکنیکا	۶۰/۷۹
	NPC-UR	CNCCC	۶۶/۹۸
پلی بوتادین رابر (PBR)	PPC-AR	NIPPON ZEON	۲۶/۰۸
پلی استایرن انبساطی (EPS)	NPC-TB	SUNPOR	۱۶/۹۲
پلی استایرن مقاوم (HIPS)		Elf Atochem	۵/۰۲
پلی استایرن معمولی (GPPS)		Elf Atochem	۵/۰۲
استایرن بوتادین رابر (SBR)	NPC-BI	JSR	۳۳/۴۳
اپوکسی رزین	NPC-KZ	سالز گیتز	۲۳/۴۴
پلی اتیلن ترفتالات (PET)	NPC-TG	Zimmer (Grmany)	۵/۷





جدول ۸-۱: معیار مصرف انرژی برای فرآیندهای تولید محصولات ذکر شده در بند هدف و دامنه کاربرد جدیدالاحداث

معیار مصرف ویژه انرژی کل SEC total تکنولوژی های جدید			نوع محصول
کل (گیگا ژول بر تن محصول)	حرارتی (گیگا ژول بر تن محصول)	الکتریکی (کیلو وات ساعت بر تن محصول)	
۸/۶۰۸	۳/۱۶۱	۴۵۴	اکریلونیتریل بوتادین استایرن (ABS)
۱۰/۱۱۸	۸/۱۷۶	۱۶۲	اپوکسی رزین
۴۲/۰۱۸	۳۱/۹۱۴	۸۴۲	کریستال ملامین
۴۲/۳۸۱	۳۳/۵۳۱	۷۳۸	پلی بوتادین (PB)
۳۷/۱۳۱	۱۸/۷۳۸	۱۵۳۳	پلی کرینات
۷/۲۷۹	۱/۳۶۱	۴۹۳	پلی اتیلین سنگین (HDPE)
۵/۳۹۵	۰/۷۳۸	۳۸۸	پلی اتیلین سبک (LDPE)
۵/۳۹۵	۰/۷۳۸	۳۸۸	پلی اتیلین سبک خطی (LLDPE)
۵/۵۶۴	۴/۳۳۴	۱۰۳	پلی اتیلن ترفتالات (PET)
۱۸/۷۴۷	۱۳/۰۵۰	۴۷۵	استایرن بوتادین رابر (SBR)
۴/۵۷۳	۱/۵۲۳	۲۵۴	پلی وینیل کلراید (PVC)
۶/۳۹۶	۱/۰۰۶	۴۴۹	پلی پروپیلین (PP)
۲/۴۵۴	۱/۰۸۶	۱۱۴	پلی استایرن (PS)
۲۰/۸۴	۱۳/۰۰۶	۶۵۰	پلی بوتادین رابر (PBR)

یادآوری ۱: آغاز مرحله اول اجرای این استاندارد از اول فروردین سال ۱۳۸۷ (۱۳۸۷/۱/۱) خواهد بود.
یادآوری ۲: واحدهای جدید الاحداث به واحدهای تولیدی اطلاق می گردد که پس از تصویب این استاندارد مبادرت به خرید ماشین آلات و احداث خط تولید می نمایند.

تدوین استاندارد مصرف انرژی محصولات پلیمری بر اساس اطلاعات و مستندات سال ۱۳۸۵ توسط وزارت نیرو و موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به انجام رسید. نظر به لزوم بازنگری و ارزیابی عملکرد شرکت های مورد مطالعه و همچنین افزایش تعداد واحد های تولیدی برای محصولات مذکور مجدداً در سال ۱۳۸۸-۱۳۸۹ پروژه ای برای بازنگری استاندارد مذکور و پایش عملکرد مجتمع های مورد مطالعه توسط شرکت بهینه سازی مصرف سوخت کشور تعریف گردید. در این پروژه علاوه بر واحدهای قبلی، واحدهای جدید پلیمری و واحدهای اوره و آمونیاک و متانول به عنوان واحدهای مصرف کننده عمده مورد مطالعه قرار گرفت. خروجی پروژه مذکور معیار های مصرف انرژی برای فرآیندهای مورد مطالعه و ابلاغ و ارجاع آن به کلیه سازمان های مرتبط جهت تصمیم گیری و بهره برداری بوده است.





۱-۱۴-۴- معیار مصرف انرژی در فرآیندهای تولید آمونیاک، اوره، متانول و محصولات پلیمری
 با توجه به لزوم کنترل مصرف انرژی واحدهای صنعتی موجود، در حال احداث و یا در حال
 طراحی می‌بایست شرایط موجود و احداث واحدهای جدید را به الگوهای جهانی نزدیک ساخت.
 بدین گونه در این پروژه، فاکتورها و شاخص‌های مصرف ویژه انرژی در واحدهای موجود
 تولیدکننده ی اوره، آمونیاک، متانول و محصولات پلیمری براساس داده‌های عملیاتی موجود
 تا حد امکان براساس داده‌های سه سال اخیرشان محاسبه گردید و در مورد طراحی واحدهای
 جدیدالاحداث نیز داده‌های جهانی موجود در تولید این محصولات از مدارک موجود استخراج و
 برای تعیین معیار واحدهای در حال احداث و یا در حال طراحی مورد استفاده قرار گرفت.

بدون شک نظارت و هدف‌گذاری یکی از مهمترین وظایف مدیریت انرژی جهت بهینه‌سازی در
 مصرف انرژی است و این مهم بدون اندازه‌گیری حامل‌های مختلف انرژی در مجتمع‌های پتروشیمی
 موجود و تعیین معیارها و استانداردهای مناسب (همانند شرایط طراحی و استانداردهای جهانی)
 جهت مطالعه و بررسی وضعیت مصرف انرژی در اینگونه مجتمع‌ها و مجتمع‌های جدیدالاحداث
 امکان پذیر نمی‌باشد.

لذا در نهایت نیز با توجه به انحراف واحدهای موجود از مقادیر طراحی‌شان، این نوع واحدها
 توسط تیمی از کارشناسان با تجربه در این امر مورد بررسی قرار گرفت و بر این اساس، واحدهای
 مورد بررسی به پنج گروه تقسیم شدند:

۱- واحدهایی که بعلت مشکلات عملیاتی به شرایط بهره‌برداری نرمال نرسیده و به همین دلیل
 دارای وقفه‌های تولید می‌باشند.

الزام و معیار: کاهش شاخص انرژی‌بری واحد تا سقف حداکثر ۱۲۰ درصد شاخص طراحی در
 یک بازه زمانی ۲ ساله.

۲- واحدهایی که شاخص مصرف انرژی آنها علیرغم رسیدن به شرایط بهره‌برداری نرمال، بیش از
 ۲۰ درصد از شاخص طراحی انحراف مثبت دارد.
الزام و معیار: کاهش حداقل ۵۰٪ انحراف از شاخص انرژی‌بری طراحی، در یک بازه زمانی ۲ ساله.

۳- واحدهایی که در شرایط بهره‌برداری مناسب‌تری قرار دارند لیکن شاخص انرژی‌بری عملیاتی
 آنها حداکثر تا ۲۰ درصد بالاتر از شاخص طراحی است.
الزام و معیار: کاهش حداقل ۳۰٪ انحراف از شاخص انرژی‌بری طراحی، در یک بازه زمانی ۲ ساله.

۴- واحدهایی شاخص انرژی‌بری آنها بعلت بهره‌برداری مطلوب در حد طراحی یا کمتر از آن
 قرار دارد.
الزام و معیار: کاهش حداقل ۲ درصدی شاخص مصرف انرژی عملیاتی در یک بازه زمانی ۲ ساله.

۵- واحدهای در دست طراحی
الزام و معیار: شاخص انرژی‌بری این واحدها بر اساس نرم‌های جهانی در جداول مربوطه بر



حسب هر محصول ارایه شده است. این معیارها بر اساس متوسط مقادیر جهانی بنحوی انتخاب شده که امکان انتخاب یک لیسانس از بین چند لیسانس با انرژی بری مناسب را بر اساس ملاحظات فنی و اقتصادی فراهم آورد.

گروه بندی های فوق به همراه الزامات هر گروه در جدول شماره ۱-۹ خلاصه شده است. همچنین نتایج عددی و معیارهای تعیین شده جهت کاهش مصرف انرژی ویژه در جداول ۱-۱۰ الی ۱۴-۱ بترتیب برای محصولات اوره، آمونیاک، متانول و محصولات پلیمری ارائه گردیده است.

۸۱

جدول ۱-۹: گروه بندی های مجتمع های پتروشیمی با توجه به معیار شاخص مصرف انرژی ویژه کل

گروه	توصیف وضعیت گروه	شرح الزام گروه
۱	واحدهایی که به شرایط بهره برداری نرمال نرسیده اند.	کاهش شاخص انرژی بری فرآیند تا سطح ۱۲۰ درصد شاخص طراحی طی ۲ سال.
۲	واحدهایی که شاخص انرژی بری آنها علیرغم رسیدن به بهره برداری حداقل ۲۰ درصد بالاتر از طراحی است.	کاهش حداقل ۵۰ درصدی در انحراف شاخص عملیاتی از طراحی طی ۲ سال.
۳	واحدهایی که شاخص انرژی بری آنها حداکثر ۲۰ درصد بالاتر از طراحی است.	کاهش حداقل ۳۰ درصدی در انحراف شاخص عملیاتی از طراحی طی ۲ سال.
۴	واحدهایی که شاخص انرژی بری آنها در حد طراحی و کمتر از طراحی است.	کاهش حداقل ۲ درصدی در شاخص مصرف انرژی عملیاتی طی ۲ سال.
۵	واحدهای در دست طراحی	رعایت معیار ارائه شده برای فرآیند مربوطه

جدول ۱-۱۰: معیار شاخص مصرف ویژه انرژی کل در مجتمع های پتروشیمی تولید کننده اوره

ردیف	نام مجتمع پتروشیمی	گروه	طراحی [MJ/ton]	عملیاتی [MJ/ton]	انحراف %	معیار [MJ/ton]
۱	پردیس	۱	۳۷۹۶	۷۵۶۷	۳/۹۹	۴۵۵۵
۲	شیراز	۴	۵۹۲۹	۵۹۳۵	۰/۱	۵۸۱۶
۳	رازی	۲	۶۸۷۲	۱۰۵۶۳	۵۳/۷	۸۷۱۸
۴	خراسان	۲	۵۰۳۷	۶۶۱۱	۳۱/۲	۵۸۲۴
۵	متوسط کشور	-	۵۱۱۲	۷۹۷۳	-	-
۶	معیار جهت احداث واحدهای جدید	-	-	-	-	۳۹۱۴



جدول ۱-۱۱ : معیار شاخص مصرف ویژه انرژی کل در مجتمع‌های پتروشیمی
تولیدکننده آمونیاک

ردیف	نام مجتمع پتروشیمی	گروه	طراحی [MJ/ton]	عملیاتی [MJ/ton]	انحراف %	معیار [MJ/ton]
۱	پردیس	۳	۳۱۹۷۷	۳۵۲۷۹	۱۰/۳	۳۴۲۸۸
۲	شیراز	۴	۳۴۱۸۳	۳۲۲۸۵	-۵/۶	۳۱۶۳۹
۳	رازی ۱ و رازی ۲	۲	۳۸۳۵۲	۵۶۸۲۸	۴۸/۲	۴۷۵۹۰
۴	رازی ۳	۱	۴۱۴۰۶	۶۳۳۳۸	۵۳	۴۹۶۸۷
۵	خراسان	۲	۳۱۷۰۵	۳۸۱۵۵	۲۰/۳	۳۴۹۳۰
۶	کرمانشاه	۱	۳۲۰۲۸	۴۸۵۲۸	۵۱/۵	۳۸۴۳۳
۷	متوسط کشور	-	۳۵۶۰۶	۴۵۰۸۴	-	-
۸	معیار جهت احداث واحدهای جدید	-	-	-	-	۳۲۵۱۴

جدول ۱-۱۲ : معیار شاخص مصرف ویژه انرژی کل در مجتمع‌های پتروشیمی
تولیدکننده متانول

ردیف	نام مجتمع پتروشیمی	گروه	طراحی [MJ/ton]	عملیاتی [MJ/ton]	انحراف %	معیار [MJ/ton]
۱	زاگرس	۳	۲۸۶۳۸	۳۰۶۹۶	۷/۲	۳۰۰۷۶
۲	شیراز	۳	۳۳۶۷۰	۳۶۶۶۳	۸/۹	۳۵۷۶۵
۳	خارک	۳	۳۳۴۵۸	۳۵۳۹۳	۵/۸	۳۴۸۱۳
۴	فن‌آوران	۲	۲۷۱۰۲	۳۲۷۹۹	۲۱/۰	۲۹۹۵۱
۵	متوسط کشور	-	۲۹۲۵۹	۳۲۸۳۱	-	-
۶	معیار جهت احداث واحدهای در دست طراحی	-	-	-	-	۳۰۷۷۰



جدول ۱۳-۱: معیار شاخص مصرف انرژی کل در مجتمع‌های پتروشیمی تولید کننده محصولات پلیمری

ردیف	محصول	نام مجتمع پتروشیمی	گروه	طراحی [MJ/ton]	عملیاتی [MJ/ton]	انحراف %	معیار [MJ/ton]	مقدار جهت احداث واحدهای در دست طراحی [MJ/ton]
۱	پلی اتیلن سنگین	امیرکبیر	۴	۹۶۳۹	۶۹۱۲	-۲۸٫۳	۶۷۷۴	۶۲۳۳
		اراک	۴	۱۷۰۵۱	۱۰۶۲۹	-۳۷٫۷	۱۰۴۱۷	
		آریا ساسول	۴	۶۲۵۳	۵۴۷۶	-۱۲٫۴	۵۳۶۶	
		بندر امام	۴	۲۳۷۳۵	۱۴۰۶۳	-۴۰٫۷	۱۳۷۸۱	
		تبریز	۳	۶۳۳۵	۷۰۱۳	۱۰٫۷	۶۸۱۰	
		جم	۳	۹۸۸۲	۱۱۱۶۷	۱۳	۱۰۷۸۲	
		ماژون	۴	۱۰۷۷۶	۶۳۱۶	-۴۱٫۴	۶۱۹۰	
		متوسط کشور	-	۱۲۵۳۴	۹۰۱۴	-	-	
		آریا ساسول	۱	۱۲۱۰۶	۷۹۷۶	-۳۴٫۱	۷۸۱۶	
		بندر امام	۳	۱۱۰۵۲	۱۱۸۷۱	۷٫۴	۱۱۶۲۵	
۲	پلی اتیلن سبک	لا	-	۱۱۵۳۶	۳۸۴۷۱	-	در مرحله راه اندازی	۱۰۴۴۰
		متوسط کشور	-	۱۱۸۴۳	۸۹۷۳	-	-	
		اراک	۴	۶۹۲۹	۶۶۳۳	-۴٫۳	۶۵۰۰	
		تبریز	۳	۳۷۱۹	۳۷۵۵	۱	۳۷۴۴	
		جم	۱	۸۶۴۱	۱۹۵۳۸	۱۲۶٫۱	۱۰۳۶۹	
۳	پلی اتیلن	متوسط خطی	-	۷۳۴۸	۱۰۰۹۷	-	-	۵۳۷۲
		پلی استایرن انبساطی	۴	۱۴۳۷۲	۱۳۷۹۷	-۴٫۰	۱۳۵۲۱	
		پلی استایرن معمولی	۳	۳۴۷۴	۳۹۴۱	۱۳٫۴	۳۸۰۱	
		پلی استایرن مقاوم	۳	۳۳۵۱	۳۷۳۸	۱۱٫۵	۳۶۲۲	



ادامه جدول ۱-۳: معیار شاخص مصرف انرژی کل در مجتمع های پتروشیمی تولید کننده محصولات پلیمری

ردیف	محمول	نام مجتمع پتروشیمی	گروه	طراحی [MJ/ton]	عملیاتی [MJ/ton]	انحراف %	معیار [MJ/ton]	معیار جهت احداث واحدهای در دست طراحی [MJ/ton]
۷	پلی پروپیلن	اراک	۴	۶۵۹۸	۶۵۶۶	-۰/۵	۶۴۳۵	۴۹۴۵
		بندر امام	-	۲۷۹۰۸	۵۶۶۴۴	۱۰۳	کار نمی کند	
		جم	۴	۷۶۵۱	۷۵۶۵	-۱/۱	۷۴۱۴	
		نوبت زرشیمی	۳	۲۱۳۶	۲۳۲۰	۸/۶	۲۲۶۵	
		پلی ناز	۴	۱۰۴۵۴	۷۰۱۲	-۳۲/۹	۶۸۷۲	
		مارون	۳	۷۵۹۸	۸۵۶۱	۱۲/۷	۸۲۷۲	
		متوسط کشور	-	۷۸۳۹	۸۵۲۶	۸/۸	-	
۸	اپوکسی رزین	خوزرستان	۲	۵۹۰۰	۷۲۲۱	۲۲/۴	۶۵۶۱	۷۱۷۰
۹	پلی کریبات	خوزرستان	۱	۱۶۳۷	۹۱۶۰	۴۴۷/۹	۱۹۹۴۴	۳۹۵۲۶
۱۰	ABS	تبریز	۲	۱۲۷۲۹	۱۵۷۲۴	۲۳/۵	۱۴۲۲۷	۵۹۶۸
۱۱	PET	تندگوین ۱	۲	۱۱۳۹۷	۱۵۰۶۰	۳۲/۱	۱۳۲۲۹	۲۹۰۰
		تندگوین ۲	-	۴۸۳۱	۷۷۵	-۸۴/۰	نمایش داده مناسب	
۱۲	SBR	بندر امام	۳	۱۷۴۰۰	۱۹۵۱۸	۱۲/۲	۱۸۸۸۳	۱۸۷۸۲
۱۳	PBR	اراک	۳	۲۱۸۰۴	۲۳۲۹۵	۲/۷	۲۲۲۱۸	۱۸۲۶۸
		آبادان	۴	۹۷۲۱	۷۵۳۴	-۲۲/۵	۷۳۸۳	
		بندر امام	۴	۵۵۳۷	۵۱۴۹	-۷	۵۰۴۶	
۱۴	PVC	متوسط کشور	-	۶۶۰۵	۵۸۰۶	-	-	۲۵۶۴
		ارومیه	۳	۶۰۷۵۸	۶۱۶۹۰	۱/۵	۶۱۴۱۰	
		خراسان	۲	۶۱۱۰۶	۷۵۲۸۵	۲۲/۲	۶۸۱۹۶	
۱۵	ملاکین	متوسط کشور	-	۶۲۹۱۰	۷۱۱۸۲	-	-	۳۰۴۹۷



جدول ۱-۱۴: معیار مصرف انرژی ۱۸ محصول پلیمری و غیر پلیمری واحدهای جدیدالاحداث

ردیف	نام محصول	معیار مصرف انرژی	واحد
۱	اوره	۳۹۱۴	Mj/ton
۲	آمونیاک	۳۲۵۱۴	Mj/ton
۳	متانول	۳۰۷۷۰	Mj/ton
۴	پلی اتیلن سنگین	۵۵۰۰	Mj/ton
۵	پلی اتیلن سبک	۱۰۴۴۰	Mj/ton
۶	پلی اتیلن سبک خطی	۵۳۷۲	Mj/ton
۷	پلی استایرن انبساطی	۳۴۷۶	Mj/ton
۸	پلی لستایرن معمولی	۱۶۱۰	Mj/ton
۹	پلی استایرن مقاوم	۱۸۴۰	Mj/ton
۱۰	پلی پروپیلن	۴۹۴۵	Mj/ton
۱۱	اپوکسی رزین	۷۱۷۰	Mj/ton
۱۲	پلی کربنات	۳۶۱۰	Mj/ton
۱۳	ABS	۵۹۶۸	Mj/ton
۱۴	PET	۲۹۰۰	Mj/ton
۱۵	SBR	۱۸۷۸۲	Mj/ton
۱۶	PBR	۱۸۲۶۸	Mj/ton
۱۷	PVC	۳۵۶۴	Mj/ton
۱۸	ملامین	۳۰۴۹۷	Mj/ton

۱-۱۴-۵- معیار مصرف انرژی در تجهیزات فرآیندی

۱-۱۴-۵-۱- استاندارد انرژی چیلرهای تراکمی تبخیری (با کندانسور و اواپراتور آب - خنک)

• عنوان استاندارد: چیلرهای تراکمی تبخیری (با کندانسور و اواپراتور آب - خنک)

• شماره استاندارد: استاندارد ملی ایران، ۲-۳۶۷۸، چاپ اول

• تهیه کننده: موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

۱- هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد تعیین روش اندازه گیری مصرف انرژی و دستورالعمل بر چسب انرژی چیلرهای^۱ با کندانسور آب - خنک^۲ و اواپراتور^۳ آب خنک است که در آنها از سیکل تراکمی تبخیری استفاده می شود و شامل یک یا چند کمپرسور سرمایی از نوع رفت و برگشتی، قسمت اواپراتور و کندانسور آب - خنک همراه با کلیه اجزا و کنترل های ضروری جهت کارکرد دستگاه به صورت مجموعه بوده و ظرفیت برودتی آنها بین ۱۰ تا ۱۰۰ تن تبرید می باشد.

1. Liquid chilling packages

2. Water-cooled condenser

3. Evaporator



یادآوری: در این استاندارد از این به بعد برای سهولت از واژه «چیلر» بجای عبارت «چیلر تراکمی تبخیری با کندانسور و اواپراتور آب-خنک» استفاده می‌شود. این استاندارد امکان تطابق شاخص‌ها را با محدوده بازه‌بندی برچسب انرژی فراهم می‌آورد تا بر مبنای آن چیلرها از نظر مصرف انرژی رده‌بندی شوند. این استاندارد شرایط بهره‌برداری از چیلر را مشخص نمی‌کند.

۲- مراجع الزامی

مدیرک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که متن این استاندارد به آن ارجاع داده شده است. به این ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد محسوب می‌شود. در مورد مراجع دارای تاریخ چاپ و یا تجدید نظر (در صورت وجود)، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی این مدارک مورد نظر نیست. با این وجود بهتر است کاربران ذینفع این استاندارد، امکان کاربرد آخرین اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای مدیرک الزامی زیر را مورد بررسی قرار دهند. در مورد مراجع بدون تاریخ چاپ و یا تجدیدنظر، آخرین چاپ و یا تجدیدنظر آن مدارک الزامی ارجاع داده شده مورد نظر است.

استفاده از مرجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

- استاندارد ملی ایران به شماره ۳۶۷۸ سال ۱۳۷۴: چیلر- روش‌های آزمون.

۳- اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد واژه‌ها و اصطلاحات با تعاریف زیر همراه با اصطلاحات و واژه‌های تعریف شده در استاندارد ملی ایران به شماره ۳۶۷۸ به کار می‌روند:

۳-۱- چیلر

دستگاهی است که با استفاده از یک سیکل سرمایی جهت انتقال حرارت از یک مایع به سیال واسطه که معمولاً آب یا هوا می‌باشد طراحی شده است. کندانسور سیال سرمازا ممکن است به صورت یکپارچه با دستگاه همراه و یا اینکه مجزا باشد.

۳-۲- کندانسور آب - خنک

عبارت است از یک مبدل حرارتی که در آن سیال سرمازا معمولاً در پوسته از حالت بخار به مایع تبدیل می‌شود. حرارت حاصل از عمل تقطیر به آب درون لوله‌ها و یا درون کوپل‌های پوسته داده می‌شود. در حین این فرآیند کاهش دمای فوق داغ بخار سیال سرمازا و مادون سرد شدن مایع سیال سرمازا نیز می‌تواند صورت بگیرد.

۳-۳- اواپراتور مایع

یک مجموعه کارخانه ساخت است که در آن مایع و سیال سرمازا در تبادل حرارتی با یکدیگر قرار داشته و سبب تبخیر سیال سرمازا و سرد شدن مایع می‌شود.

۳-۴- مایع

سیالی است که در اواپراتور سرد می‌شود و با سیال سرمازا در حالت مایع تفاوت دارد.



۳-۵- تن تبرید

برابر است با ۳/۵۱۶ کیلو وات.

۳-۶- اثر خالص تبرید

حاصل ضرب گذر وزنی مایع در اختلاف آنتالپی ورودی و خروجی مایع بوده و واحد آن بر حسب واحد حرارت بر واحد زمان می باشد.

۸۷

۴- تعیین اندازه گیری مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی چیلر

۴-۱- تعیین شاخص مصرف انرژی

شاخص مصرف انرژی براساس میزان مصرف انرژی چیلر بر واحد برودت آن تعیین می شود که به کمک آن مصرف انرژی دستگاه در شش گروه مصرف انرژی مطابق جداول ۱-۱۵ و ۱-۱۶ و ۱-۱۷ بازبندی می شود. مقدار اندازه گیری شده شاخص مصرف انرژی باید در گستره مقادیر جداول ۱-۱۵ و ۱-۱۶ و ۱-۱۷ باشد و حداقل مقدار قابل قبول از ۱/۱۵ تا سال ۱۳۸۲، ۱/۱ تا سال ۱۳۸۵ و ۰/۹۵ برای سال های بعد از ۱۳۸۵، نباید کمتر باشد. مقدار کمتر به عنوان عدم مطابقت با این استاندارد محسوب می شود. شاخص مصرف انرژی به دست آمده در ردیف ۳ برچسب انرژی مشخص می گردد.

۴-۲- تعیین مقادیر ظرفیت

مقادیر ظرفیت اسمی و ظرفیت واقعی چیلر بر حسب تن برودتی که به شرح زیر تعیین می شود باید در ردیف ۴ برچسب انرژی درج شود.

۴-۲-۱- تعیین مقادیر ظرفیت های برودتی

ظرفیت خالص تبرید (ظرفیت واقعی) چیلر مطابق بند ۱۰ از استاندارد ملی ایران به شماره ۳۶۷۸ تعیین می شود.

۴-۲-۱-۱- شرایط عمومی

دستگاه چیلر باید نشست یابی، رطوبت گیری و تخلیه شده و پس از پر شدن به وسیله سیال سرمازای مورد نیاز، به کنترل کننده ها و وسایل لازم برای ثبت اطلاعاتی که در بند ۹ از استاندارد ملی ایران به شماره ۳۶۷۸ آمده است، مجهز شود.

- اواپراتور و کندانسور آب- خنک بهتر است قبل از انجام آزمون شسته شده باشند.

- چیلر باید به مدت زمان کافی کار کند تا از کارکرد صحیح آن با در نظر گرفتن موارد بند ۷-۲ از استاندارد

ملی ایران به شماره ۳۶۷۸ مطمئن شده و سپس آزمون را شروع کنید.

- گازهای غیر قابل تقطیر قبل از انجام آزمون باید از سیستم خارج شده باشند.

- سایر عملیات و رواداری های آزمون باید مطابق بند ۷-۲ از استاندارد ملی ایران به شماره ۳۶۷۸ انجام و در نظر گرفته شود.

۴-۳- تعیین مقدار توان مصرفی دستگاه

اندازه گیری مقدار توان مصرفی چیلر باید مطابق مقرراتی باشد که در استاندارد ملی ایران به شماره ۳۶۷۸ تعیین شده است.



۵- مقررات بازه بندی گروه های مصرف انرژی

در جدول ۱-۱۷ بازه بندی که براساس مقادیر میزان مصرف انرژی چیلر بر واحد برودت معین شده است ارائه شده است که رتبه و یا گروه مصرف انرژی دستگاه براساس حدود تعریف شده در آن معین می شود. بازه بندی با شاخص های A تا F مشخص شده است.

۶- برچسب انرژی

برچسب انرژی صفحه ای حاوی اطلاعات مربوط به معیارها و مشخصات فنی در هر محصول و مقایسه آن با معیارها و مشخصات فنی مصوب است. اطلاعات مندرج بر روی برچسب باید به صورت خوانا و واضح باشد. برچسب باید بر روی دستگاه در محلی نصب شود که به راحتی قابل رویت باشد.

۶-۱- موارد مندرج در برچسب

۱- علامت استاندارد و نام برچسب

۲- بازه بندی از A تا F

۳- شاخص بازه انرژی

۴- ظرفیت دستگاه (بر حسب تن برودتی)

۵- نام شرکت تولید کننده

۶- مدل.

یادآوری ۱: گروه مصرف انرژی توسط موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و بر اساس نتایج آزمون به دست آمده، تعیین و به سازنده اعلام می شود.

یادآوری ۲: سازنده موظف است علامت استاندارد انرژی را در صورت اخذ مجوز استفاده از پروانه کاربرد آن بر روی دستگاه نصب نماید.

یادآوری ۳: نام تولیدکننده، مدل و نوع دستگاه مورد استفاده باید بر اساس اطلاعات مندرج در پلاک مشخصات دستگاه بر روی برچسب درج شود.

یادآوری ۴: سازنده می تواند جهت سهولت در امر چاپ، برچسب را در دو تکه تهیه کند. لازم به ذکر است اطلاعات قسمت سمت چپ، در تمامی چیلرها ثابت بوده و فقط اطلاعات قسمت سمت راست برچسب متغیر می باشد.

۶-۲- رنگ های مورد استفاده

رنگ های مورد استفاده بر روی برچسب بر اساس رنگ های اصلی چاپ (روش CMYK) و به رنگ های فیروزه ای (Cyan)، زرشکی روشن (Magenta)، زرد (Yellow) و سیاه (Black) می باشد.

با ترکیب در صد هایی از رنگ های فوق شکل کلی برچسب رنگی حاصل می شود. ترکیب قرار گرفتن رنگ ها نیز به صورت CMYK است. به طور مثال 07X0 بیانگر آن است که صفر درصد فیروزه ای، ۷۰ درصد زرشکی روشن، ۱۰۰ درصد زرد و صفر درصد سیاه با یکدیگر ترکیب شده اند، بر این اساس هر کدام از رده ها با کدهای رنگی زیر مشخص می شوند:





پیکان ها:

۱: X0 X 0

۴: 00 X 0

۲: 70 X 0

۵: 03 X 0

۳: 30 X 0

۶: 07 X 0

۸۹

جدول ۱-۱۵: بازه بندی گروه های مصرف انرژی چیلر برای تعیین شاخص مصرف انرژی
(تا سال ۱۳۸۲)

بازه مصرف انرژی	توان مصرفی به ازای هر تن تبرید
A	$kW/ton < 0.7$
B	$0.7 \leq kW/ton < 0.8$
C	$0.8 \leq kW/ton < 0.9$
D	$0.9 \leq kW/ton < 1.5$
E	$1.0 \leq kW/ton < 1.15$
F	$1.15 \leq kW/ton < 1.3$

جدول ۱-۱۶: بازه بندی گروه های مصرف انرژی چیلر برای تعیین شاخص مصرف انرژی
(از سال ۱۳۸۲ تا سال ۱۳۸۵)

بازه مصرف انرژی	توان مصرفی به ازای هر تن تبرید
A	$kW/ton < 0.65$
B	$0.65 \leq kW/ton < 0.75$
C	$0.75 \leq kW/ton < 0.85$
D	$0.85 \leq kW/ton < 0.95$
E	$0.95 \leq kW/ton < 1.1$
F	$1.1 \leq kW/ton < 1.2$

جدول ۱-۱۷: بازه بندی گروه های مصرف انرژی چیلر برای تعیین شاخص مصرف انرژی
(سال های ۱۳۸۵ به بعد)

بازه مصرف انرژی	توان مصرفی به ازای هر تن تبرید
A	$kW/ton < 0.5$
B	$0.5 \leq kW/ton < 0.6$
C	$0.6 \leq kW/ton < 0.7$
D	$0.7 \leq kW/ton < 0.8$
E	$0.8 \leq kW/ton < 0.95$
F	$0.95 \leq kW/ton < 1.1$



۱-۱۴-۵-۲- استاندارد انرژی کمپرسورهای تبرید

- عنوان استاندارد: کمپرسورهای تبرید - روش اندازه گیری مصرف انرژی
- شماره استاندارد: استاندارد ملی ایران، ۴۳۳۵-۲، چاپ اول
- تهیه کننده: موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

۱- هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد تعیین روش اندازه گیری و تعیین شاخص و حدود مجاز مصرف انرژی کمپرسورهای تبرید خانگی یک طبقه از نوع جابه جایی مثبت می باشد. این استاندارد امکان تطابق شاخص تعیین شده را با محدوده مجاز مصرف انرژی فراهم می آورد تا بر مبنای آن کمپرسورها از نظر مصرف انرژی شناسایی شوند.

یادآوری: در این استاندارد از این به بعد برای سهولت از واژه «کمپرسور» به جای عبارت «کمپرسورهای تبرید خانگی» استفاده می شود.

۲- مراجع الزامی

مدیرک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که متن این استاندارد به آن ارجاع داده شده است. به این ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد محسوب می شود. در مورد مراجع دارای تاریخ چاپ و یا تجدیدنظر (در صورت وجود)، اصلاحیه ها و تجدیدنظرهای بعدی این مدارک مورد نظر نیست. با این وجود بهتر است کاربران ذینفع این استاندارد، امکان کاربرد آخرین اصلاحیه ها و تجدیدنظرهای مدیرک الزامی زیر را مورد بررسی قرار دهند. در مورد مراجع بدون تاریخ چاپ و یا تجدیدنظر، آخرین چاپ و یا تجدیدنظر آن مدارک الزامی ارجاع داده شده مورد نظر است. استفاده از مرجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

استاندارد ملی ایران به شماره ۴۳۳۵ سال ۱۳۷۷: کمپرسورهای تبرید - روش های آزمون تعیین ظرفیت.

۳- اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد واژه ها و اصطلاحات با تعاریف زیر همراه با اصطلاحات و واژه های تعریف شده در استاندارد ملی ایران به شماره ۴۳۳۵ به کار می روند:

۳-۱- موتور کمپرسور بسته^۱

به مجموعه موتور الکتریکی و کمپرسور گویند که هر دو در یک پوسته بسته، بدون هیچگونه شفت بیرونی و آب بند شفت قرار گرفته و موتور الکتریکی در مخلوطی از روغن و بخار مبرد کار می کند.

۳-۲- کمپرسور جابه جایی مثبت^۲

کمپرسوری می باشد که فرایند تراکم در آن توسط تغییر حجم داخلی محفظه تراکم صورت می گیرد.

1. Hermetic motor compressor

2. Positive displacement compressor

۳-۳- ظرفیت برودتی (ϕ)

حاصلضرب گذر حجمی مبرد عبوری از کمپرسور، حاصل از آزمون، و اختلاف بین آنتالپی مخصوص مبرد در نقطه اندازه گیری در ورود به کمپرسور و آنتالپی مخصوص مایع اشباع در دمای متناظر فشار رانش آزمون در نقطه اندازه گیری در خروج از کمپرسور.

۳-۴- توان مصرفی (P_t)

توان در محور کمپرسور برای یک کمپرسور باز یا توان در پایانه الکتریکی موتور برای یک کمپرسور بسته یا (نیمه بسته) بعلاوه توان جذب شده توسط اجزای جنبی لازم برای کارکرد کمپرسور نظیر پمپ روغن.

۳-۵- نسبت بازده انرژی (EER)

نسبت ظرفیت برودتی کمپرسور بر حسب بی تی یو بر ساعت (Btu/h) به توان مصرفی کمپرسور بر حسب وات (W)

۴- تعیین اندازه گیری مصرف انرژی کمپرسور

۴-۱- تعیین شاخص بازده انرژی

برای تعیین شاخص بازده انرژی کمپرسور تبرید خانگی از کمیت نسبت بازده انرژی (EER) استفاده می شود که به کمک آن مصرف انرژی دستگاه اندازه گیری می شود و از معادله زیر به دست می آید:

$$EER = \frac{\text{ظرفیت برودتی } (\phi)}{\text{توان مصرفی کمپرسور } (P_t)} \quad \text{نسبت بازده انرژی}$$

که در آن:

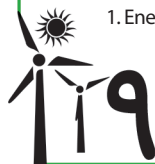
ϕ : ظرفیت برودتی بر حسب بی تی یو بر ساعت (Btu/h)

P_t : توان مصرفی دستگاه بر حسب وات (W)

حداقل مقدار اندازه گیری شده نسبت بازده انرژی قابل قبول باید مطابق مقادیر جدول ۱-۱۸ باشد. مقدار کمتر به عنوان عدم مطابقت با این استاندارد محسوب می شود. مقدار نسبت بازده انرژی تا دو رقم اعشار باید درج شود.

جدول ۱-۱۸: حداقل نسبت بازده انرژی کمپرسورهای تبرید خانگی برای تعیین شاخص مصرف انرژی

EER	(HP) ظرفیت کمپرسور بر حسب اسب بخار
EER = 3.88	1/8
EER = 3.71	1/6
EER = 4	1/5
EER = 4	1/4



۴-۲- تعیین ظرفیت برودتی کمپرسور

مقدار ظرفیت برودتی کمپرسور باید مطابق یکی از روش‌های ارائه شده در استاندارد ملی ایران به شماره ۴۳۳۵ تعیین شود.

۴-۲-۱- دستورالعمل عمومی

تعیین ظرفیت برودتی یک کمپرسور با در نظر گرفتن موارد زیر است:

الف- برآورد گذر جرمی مبرد، به دست آمده در هر روش آزمون مورد استفاده به کمک دستگاهی که در بخش خارجی مدار آزمون نصب شده است، بین خروجی و ورودی کمپرسور، مطابق آنچه که در بندهای ۸ تا ۱۵ استاندارد ملی ایران به شماره ۴۳۳۵ شرح داده شده است.

ب- تعیین خواص ترمودینامیکی مبرد از جداول شناخته شده شامل: انتالپی مخصوص مبرد در حالت مایع اشباع در فشار رانش کمپرسور و انتالپی مخصوص آن در فشار و دمای مکش کمپرسور. بازده حجمی با استفاده از معادله بند ۶-۷-۲ از استاندارد ملی ایران به شماره ۴۳۳۵ تعیین می‌شود. در حین آزمون، کمپرسور تبرید باید به همه وسایل جنبی و اضافی لازم برای کارکرد رضایت بخش آن در حین استفاده معمول مجهز گردد.

۴-۳- تعیین مقدار توان مصرفی دستگاه

اندازه گیری مقدار توان مصرفی دستگاه باید مطابق مقرراتی باشد که در استاندارد ملی ایران به شماره ۴۳۳۵ تعیین شده است.

۱-۴-۵-۳- استاندارد انرژی کولر گازی و یا پمپ گرما از نوع اتاقی بدون کانال (سرد و یا

سرد و گرم)

• عنوان استاندارد: کولر گازی و یا پمپ گرما از نوع اتاقی بدون کانال - روش اندازه گیری مصرف

انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی

• شماره استاندارد: استاندارد ملی ایران، ۲-۱۶-۶۰

• تهیه کننده: موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

۱- هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد تعیین روش اندازه گیری مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی کولرهای گازی اتاقی سرد و یا پمپ گرما از نوع اتاقی سرد و گرم یکپارچه (مجموعه یکپارچه مستقل^۱) بدون کانال و با چگالنده‌های^۲ هوا - خنک و آب - خنک و پمپ‌های گرما با چگالنده‌های هوا - خنک می‌باشد. کولرهایی که در دامنه کاربرد این استاندارد قرار دارند محدود به سیستم‌هایی می‌باشند که شامل یک مدار تبرید منفرد بوده و دارای یک تبخیر کننده^۳ و یک چگالنده هستند. همچنین اینگونه دستگاه‌ها علاوه بر سرمایش و گرمایش محیط، وظیفه به گردش در آوردن هوا و حذف گرد و غبار را بگونه ای که شرایط آسایش و راحتی در اتاق فراهم شود به عهده دارند.

1. Single packaged non - ducted air conditioners

2. Condensers

3. Evaporator





این استاندارد امکان تطابق شاخص ها را با محدوده بازه بندی برچسب انرژی فراهم می آورد تا بر مبنای آن کولر ها از نظر مصرف انرژی رده بندی شوند.

یادآوری: در این استاندارد از این به بعد برای سهولت از واژه «دستگاه» بجای عبارت «کولر گازی و یا پمپ گرما از نوع اتاقی بدون کانال (سرد و / یا سرد و گرم)» استفاده می شود.

۱-۲- این استاندارد در موارد زیر کاربرد ندارد:

- الف - پمپ های گرما با منبع تأمین گرما از آب؛
- ب - کولر و پمپ گرمای دو تکه^۱ و چند تکه^۲؛
- یادآوری: منظور از کولرهای چند تکه، کولرهایی است که دارای دو یا چند واحد اتاقی^۳ می باشند که متصل به یک یا چند واحد بیرونی^۴ باشد.
- پ - کولرهایی که برای استفاده با کانال الحاقی طراحی شده اند (استاندارد ملی ایران به شماره ۶۹۴۲ سال ۱۳۸۲: کولر گازی و یا پمپ گرما با کانال (سرد و یا سرد و گرم) - روش های آزمون تعیین مقادیر عملکرد)؛
- ت - کولرهای قابل حمل (غیر پنجره ای^۵).

۲- مراجع الزامی

مدرک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که متن این استاندارد به آن ارجاع داده شده است. به این ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد محسوب می شود. در مورد مراجع دارای تاریخ چاپ و یا تجدیدنظر (در صورت وجود)، اصلاحیه ها و تجدیدنظرهای بعدی این مدارک مورد نظر نیست. با این وجود بهتر است کاربران ذینفع این استاندارد، امکان کاربرد آخرین اصلاحیه ها و تجدیدنظرهای مدرک الزامی زیر را مورد بررسی قرار دهند. در مورد مراجع بدون تاریخ چاپ و یا تجدیدنظر، آخرین چاپ و یا تجدید نظر آن مدارک الزامی ارجاع داده شده مورد نظر است.

استفاده از مرجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

استاندارد ملی ایران به شماره ۶۰۱۶ سال ۱۳۸۲: کولر گازی و یا پمپ گرما از نوع اتاقی بدون کانال (سرد و یا سرد و گرم) روش های آزمون تعیین مقادیر عملکرد.

۳- اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد واژه ها و اصطلاحات با تعاریف زیر همراه با اصطلاحات و واژه های تعریف شده در استاندارد ملی ایران به شماره ۶۰۱۶ به کار می روند:

۳-۱- کولر گازی از نوع اتاقی بدون کانال (سرد و / یا سرد و گرم)

عبارت است از:

- الف - یک مجموعه مستقل و محصور که به منظور نصب در پنجره و یا دیوار طراحی و مونتاژ شده است؛
- ب - یک مجموعه (مجموعه ها) مستقل دو قسمتی است که قسمتی از آن در پنجره، دیوار یا روی سقف

1. Split system non - ducted air conditioners
2. Multi split - conditioners
3. Indoor - units
4. Out door- units
5. Windowless





و قسمت دیگر آن در فضای بیرون نصب می شود. این دستگاه عمدتاً به منظور تحویل آزاد (بدون کانال) هوای تهویه شده به یک فضای بسته، اتاق یا ناحیه (فضای مورد نظر) طراحی شده است، و شامل یک منبع سرمایش برای ایجاد سرما و رطوبت گیری بوده و نیز می تواند شامل وسایلی برای ایجاد گرما (بجز پمپ گرما)، به گردش درآوردن و پالایش هوا باشد. همچنین این دستگاه می تواند شامل وسایلی برای ایجاد گرما، رطوبت زنی، تهویه یا تخلیه هوا باشد و به گونه ای ساخته شود که بیش از یک مجموعه باشد و از مجموعه های مجزا تشکیل شده باشد (سیستم دو یا چند تکه)، این مجموعه های مجزا باید به گونه ای طراحی شوند که با یکدیگر مورد استفاده قرار گیرند و مقررات ارائه شده در این استاندارد برای تعیین ظرفیت براساس کل مجموعه به صورت سوار شده است.

۳-۲- پمپ گرما از نوع اتاقی بدون کانال (سرد و / یا سرد و گرم)

عبارت است از :

الف- یک مجموعه مستقل و محصور که به منظور نصب در پنجره یا دیوار طراحی و مونتاژ شده است؛
 ب - یک مجموعه (مجموعه ها) مستقل دو قسمتی است که قسمتی از آن در پنجره، دیوار یا روی سقف و قسمت دیگر آن در فضای بیرون نصب می شود. این دستگاه عمدتاً به منظور تحویل آزاد (بدون کانال) هوای تهویه شده به یک فضای بسته، اتاق یا ناحیه (فضای مورد نظر) طراحی شده است و وظیفه آن تأمین سرمایش و گرمایش در فصول مورد نظر می باشد. چنانچه وظیفه سرمایش و رطوبت گیری از این دستگاه مورد نظر باشد، پمپ گرما می تواند به گونه ای ساخته شود که گرما را از فضای تهویه شده گرفته و به بیرون هدایت کند.

۳-۳- هوای متعارف^۱

هوای متعارف دارای مشخصات زیر است :

- دمای حباب خشک هوا ۲۰ درجه سلسیوس؛
- فشار جو ۱۰۱/۳۲۵ کیلو پاسکال؛
- چگالی جرمی ۱/۲۰۴ کیلو گرم بر متر مکعب.

۳-۴- ظرفیت سرمایش کل^۲

جمع مقادیر گرمای محسوس و نهان می باشد که کولر و یا پمپ گرما می تواند در یک بازه زمانی^۳ معین از یک فضای تهویه شده جذب کند.

۳-۵- ظرفیت گرمایش^۴

مقدار گرمایی می باشد که پمپ گرما می تواند در یک بازه زمانی معین به یک فضای تهویه شده اضافه کند.

1. Standard air
 2. Total cooling capacity
 3. Interval of time
 4. Heating capacity



۳-۶- ظرفیت سرمایش نهان؛ ظرفیت رطوبت گیری از اتاق^۱

مقدار گرمای نهانی می باشد که کولر می تواند در یک بازه زمانی معین از یک فضای تهویه شده جذب نماید.

۳-۷- ظرفیت سرمایش محسوس^۲

مقدار گرمای محسوسی می باشد که کولر می تواند در یک بازه زمانی معین از یک فضای تهویه شده جذب نماید.

۹۵

۳-۸- نسبت بازده انرژی^۳، (EER)

نسبت ظرفیت سرمایش کل به توان ورودی مؤثر در هر سری شرایط تعیین شده را بازده انرژی می نامند. (هنگامی که مقدار EER بی بعد اعلام می شود باید دانست که مقدار آن از نسبت وات بر وات حاصل شده است).

۳-۹- ضریب عملکرد^۴ (گرمایش)، (COP)

نسبت ظرفیت گرمایش به توان ورودی مؤثر در هر شرایط تعیین شده را ضریب عملکرد گویند.

۳-۱۰- توان ورودی مؤثر^۵ (P_E) (توان مصرفی مؤثر)

میانگین توان مصرفی الکتریکی کولر و یا پمپ گرما در فواصل زمانی معین که از دستگاه های زیر حاصل می شود: توان ورودی حاصل از کارکرد کمپرسور و هر توان ورودی که صرف برفک زدایی می شود، به غیر از گرم کن های الکتریکی کمکی که برای عمل برفک زدایی مورد استفاده قرار نمی گیرد؛
- توان ورودی کلیه وسایل ایمنی و کنترل دستگاه کولر و یا پمپ گرما؛
- توان ورودی وسایل واسطه انتقال حرارت در کولر (نظیر بادزن، پمپ).

۳-۱۱- توان ورودی کل^۶ (P_T) (توان مصرفی کل)

توان ورودی که برای کارکرد کلیه اجزای الکتریکی کولر داده می شود.

۴- تعیین اندازه گیری مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی دستگاه

۴-۱- تعیین شاخص بازده انرژی

برای تعیین شاخص بازده انرژی کولر گازی و یا پمپ گرما از کمیت نسبت بازده انرژی (EER) استفاده می شود که به کمک آن مصرف انرژی دستگاه اندازه گیری می شود و از معادله زیر به دست می آید:

$$EER = \frac{\text{ظرفیت سرمایش کل } (\varphi_{tc}) \text{ و یا ظرفیت گرمایش کل } (\varphi_{th})}{\text{توان مصرفی کولر } (P_T)}$$

1. Latent cooling capacity ; room dehumidifying capacity

2. Sensible cooling capacity

3. Energy efficiency ratio

4. Coefficient of Performance (COP)

5. Effective power input

6. Total power input



که در آن :

φ_{tc} : ظرفیت سرمایش کل بر حسب کیلووات (kW)

φ_{th} : ظرفیت گرمایش کل بر حسب کیلووات (kW)

P_t : توان مصرفی کولر بر حسب کیلو وات (kW)

نسبت بازده انرژی بی بعد می باشد و مقدار اندازه گیری شده باید در گستره مقادیر جدول ۱-۲۰ باشد و حداقل مقدار قابل قبول از $EER=1/78$ نباید کمتر باشد. مقدار کمتر به عنوان عدم مطابقت با این استاندارد محسوب می شود. شاخص بازده انرژی به دست آمده در ردیف ۲ برچسب انرژی مشخص می گردد و مقدار نسبت بازده انرژی تادورقم اعشار در ردیف ۴ برچسب انرژی باید درج شود.

۴-۲- تعیین مقادیر ظرفیت های دستگاه

مقدار ظرفیت سرمایش و یا گرمایش که به شرح زیر تعیین می شود باید در ردیف ۳ برچسب انرژی درج شود.

۴-۲-۱- تعیین مقادیر ظرفیت های سرمایش

۴-۲-۱-۱- شرایط عمومی

کلیه دستگاه هایی که در دامنه کاربرد این استاندارد قرار دارد باید دارای ظرفیت های سرمایش و نسبت بازده انرژی (EER) باشد که مطابق مقررات مندرج در این استاندارد، استاندارد ملی ایران به شماره ۶۰۱۶ و شرایط مندرج در جدول شماره ۱-۱۹ تعیین ظرفیت شده است.

۴-۲-۱-۲- شرایط دما

۴-۲-۱-۲-۱- شرایط آزمونی که در جدول شماره ۱-۱۹ ستونهای T_1 ، T_2 و T_3 تعریف شده است به عنوان شرایط استاندارد تعیین ظرفیت در نظر گرفته می شود.

۴-۲-۱-۲-۲- دستگاه هایی که فقط برای استفاده در مناطق معتدل^۱ مشابه شرایط جدول ۱-۱۹ ستون T_1 ، ساخته شده است باید دارای پلاک مشخصاتی باشد که نشان دهد ظرفیت های مندرج بر روی آنها در شرایط مشخص فوق به دست آمده است و دستگاه از نوع (T_1) (شرایط معتدل) شناخته می شود.

۴-۲-۱-۲-۳- دستگاه هایی که فقط برای استفاده در مناطق خنک^۲ مشابه شرایط جدول ۱-۱۹ ستون T_2 ، ساخته شده است باید دارای پلاک مشخصاتی باشد که نشان دهد ظرفیت های مندرج بر روی آنها در شرایط فوق به دست آمده است و دستگاه از نوع (T_2) (شرایط خنک) شناخته می شود.

۴-۲-۱-۲-۴- دستگاه هایی که فقط برای استفاده در مناطق گرم^۳ مشابه شرایط جدول ۱-۱۹ ستون T_3 ، ساخته شده است باید دارای پلاک مشخصاتی باشد که نشان دهد ظرفیت های مندرج بر روی آنها در شرایط فوق به دست آمده است و به عنوان دستگاه از نوع (T_3) (شرایط گرم) شناخته می شود.

۴-۲-۱-۲-۵- دستگاه هایی که برای استفاده در مناطقی بیشتر از یکی از انواع اقلیمی که در جدول ۱-۱۹، ستونهای T_1 ، T_2 و T_3 تعریف شده است ساخته می شود باید دارای پلاک مشخصاتی باشد که نشان دهد ظرفیت های مندرج بر روی آنها در چه شرایط و با چه آزمونی به دست آمده است.

1. Moderate climate

2. Cool climate

3. Hot climate





۴-۲-۱-۳- شرایط مقدار گذر هوا

هنگام تعیین مقادیر گذر هوا به منظور تعیین ظرفیت کولر، آزمون‌ها باید در شرایط استاندارد (به جدول شماره ۱-۱۹ رجوع شود) و با فشار ایستایی صفر در خروجی هوای دستگاه و در شرایطی که سیستم تبرید در حال کار می‌باشد و فرآیند چگالش (بخار آب روی کویل^۱) به حالت تعادل رسیده مقاومت سیستم ایجاد نشود تا بتوان برای اختلاف فشار جو آزمون با شرایط استاندارد اصلاحات است انجام گیرد. کلیه مقادیر گذر هوا باید برحسب متر مکعب بر ثانیه هوای متعارف، موصوف در بند ۳-۳، بیان شود.

۴-۲-۱-۴- شرایط آزمون

۴-۲-۱-۴-۱- پیش شرط ها :

الف - برای تعیین ظرفیت کولر در صورتیکه از روش گرماسنجی استفاده شود باید دو روش به طور همزمان برای اندازه گیری ظرفیت استفاده شود. یک روش ظرفیت کولر را در سمت اتاقی گرماسنج و روش دیگر ظرفیت کولر را در سمت بیرونی گرماسنج تعیین می‌کند.

برای اینکه دو آزمون همزمان، معتبر باشد و مورد قبول واقع شود این دو باید در محدوده چهار درصد مقدار به دست آمده در سمت اتاقی گرماسنج باشد. در مورد کولرهای بدون کانال که دارای چگالنده آب خنک می‌باشد، مقدار گرمایی که به آب خنک کننده منتقل می‌شود به جای مقدار به دست آمده در سمت بیرونی گرماسنج ملاک عمل می‌باشد؛

ب - ظرفیت های به دست آمده از آزمون باید شامل ظرفیت سرمایش محسوس، ظرفیت سرمایش نهان یا ظرفیت سرمایش کل باشد که در سمت اتاقی گرماسنج به دست آمده است؛

پ - آزمون ها باید در شرایط انتخاب شده انجام شود و هیچگونه تغییری در سرعت بادزن ایجاد نشود.

ت - موقعیت دریچه‌ها، موقعیت دریچه‌های تنظیم، سرعت‌های بادزن و غیره باید بگونه‌ای تنظیم شود که بتوان به بیشترین ظرفیت سرمایش دست یافت مگر آنکه در دستورالعمل سازنده مورد دیگری قید شده باشد. چنانچه آزمون ها در شرایط دیگری به غیر از شرایط فوق انجام شود باید این شرایط به همراه ظرفیت‌های سرمایش تعیین شده ثبت شود؛

ث - هنگام آزمون تعیین ظرفیت، قبل از شروع به ثبت داده، شرایط آزمون باید حداقل یک ساعت ثابت نگه داشته شده و سپس داده‌های آزمون ثبت شود.

۴-۲-۱-۴-۲- مدت انجام آزمون : آزمون باید در طول ۳۰ دقیقه انجام شود، و در هر ۵ دقیقه قرائت های آزمون ثبت شود. به طوریکه هفت سری قرائت مطابق جدول شماره (۱۲) از استاندارد ملی ایران به شماره ۶۰۱۶ به دست آید.

۴-۲-۲- تعیین مقدار ظرفیت گرمایش

به بند ۵ از استاندارد ملی ایران به شماره ۶۰۱۶ مراجعه نمایید.

۴-۳- تعیین مقدار توان مصرفی دستگاه

اندازه گیری مقدار توان مصرفی دستگاه باید مطابق مقرراتی باشد که در استاندارد ملی ایران به شماره ۶۰۱۶ تعیین شده است.

1. Condensate equilibrium



جدول ۱-۱۹: شرایط آزمون تعیین ظرفیت سرمایش

شرایط آزمون استاندارد			کمیت
T3	T2	T1	
۲۹ ۱۹	۲۱ ۱۵	۲۷ ۱۹	دمای هوای ورودی به سمت اتاق گرماسنج (°C) حباب خشک حباب مرطوب
۴۶ ۲۴	۲۷ ۱۹	۳۵ ۲۴	دمای هوای ورودی به سمت بیرونی گرماسنج (°C) حباب خشک حباب مرطوب (۱)
۳۰ ۲۵	۲۲ ۲۷	۳۰ ۳۵	دمای آب چگالنده (۲) (°C) ورودی خروجی
بسآمد اعلام شده (۳)			بسآمد آزمون
ولتاژ اعلام شده (۴)			ولتاژ آزمون
T1 = ظرفیت سرمایش اعلام شده در شرایط استاندارد برای آب و هوای معتدل؛ T2 = ظرفیت سرمایش اعلام شده در شرایط استاندارد برای آب و هوای خنک؛ T3 = ظرفیت سرمایش اعلام شده در شرایط استاندارد برای آب و هوای گرم. (۱) هنگام آزمون چگالنده‌های هوا خنک که در آنها آب چگالیده شده در سمت تبخیر کننده، در سمت چگالنده تبخیر نمی‌شود شرایط دمای حباب مرطوب مورد نیاز نیست. (۲) معرف دستگاه‌هایی است که با برج‌های خنک‌کن کار می‌کند. برای دستگاه‌هایی که برای مصارف دیگری طراحی شده اند، در ظرفیت‌های کولر سازنده باید دمای آب ورودی و خروجی از چگالنده یا گذر جریان آب و دمای آب ورودی را اعلام کند. (۳) اگر دو مقدار بسآمد برای کولر اعلام شده است کولر باید با هر دو بسآمد مورد آزمون قرار گیرد. (۴) اگر دو مقدار ولتاژ برای کولر اعلام شده است کولر باید با هر دو ولتاژ آزمون شود یا چنانچه یک ظرفیت برای کولر اعلام می‌شود، کولر با ولتاژ پایین تر مورد آزمون قرار گیرد.			

برای دستیابی به اطلاعات بیشتر به بند ۴ از استاندارد ملی ایران به شماره ۶۰۱۶ مراجعه نمایید.

جدول ۱-۲۰: بازه بندی گروه‌های بازده انرژی دستگاه برای تعیین شاخص بازده انرژی

EER	گروه بازده مصرف انرژی
EER > 3.00	A
3.00 > EER > 2.80	B
2.80 > EER > 2.60	C
2.60 > EER > 2.40	D
2.40 > EER > 2.20	E
2.20 > EER > 2.00	F
2.00 > EER > 1.78	G





۱-۱۴-۵-۴- استاندارد انرژی دیگ های بخار

- عنوان استاندارد: دیگ های بخار - مشخصات فنی و روش آزمون تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی
- شماره استاندارد: استاندارد ملی ایران، ۱۳۷۸۲، چاپ اول
- تهیه کننده: موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

۱- هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد تعیین الزامات مربوط به روش اندازه گیری مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی دیگ های بخار می باشد. این استاندارد امکان تطابق شاخص ها را با محدوده بازه بندی برچسب انرژی فراهم می آورد تا بر مبنای آن دیگ های بخار از نظر مصرف انرژی رده بندی شوند. این استاندارد برای کلیه انواع دیگ های بخار لوله آبی با گردش طبیعی آب و لوله آتشی، کاربرد دارد.

۲- مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آنها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می شود. در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه ها و تجدید نظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آنها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه های بعدی آنها مورد نظر است. استفاده از مرجع زیر برای این استاندارد الزامی است: استاندارد ملی ایران شماره ۴۲۳۱ «طراحی و ساخت دیگ های بخار و آب داغ از نوع پوسته ای با ساختمان جوش شده» ASME PTC 4- Fired Steam Generators

۳- اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، واژه ها و اصطلاحات با تعاریف زیر به کار می روند.

۳-۱- دیگ بخار

دیگ بخار به مخزن تحت فشار بسته ای اطلاق می شود که در داخل آن سیالی برای استفاده در خارج از آن گرمای بپند. این گرما توسط احتراق سوخت (جامد، مایع، گاز) یا توسط انرژی هسته ای یا برق تولید می شود.

۳-۲- دیگ بخار لوله آتشی^۱

در این نوع دیگ ها، گازهای احتراق داخل لوله ها و آب در اطراف لوله ها جریان می یابد و در اثر انتقال حرارت، آب به بخار تبدیل و از سیستم خارج می شود. تیپ های مختلف این نوع دیگ ها بسته به جریان گاز داخل لوله به صورت دوگزر، سه گزر و چهار گزر می باشد. به طور معمول، در مواردی که به بخار اشباع نیاز می باشد، از این نوع دیگ های بخار استفاده می شود.

۳-۳- دیگ بخار لوله آبی^۲

در این نوع دیگ ها، آب و بخار آب در داخل لوله ها و گازهای داغ در بیرون لوله ها جریان دارد و در اثر

1. Fire tube boilers
2. Water tube boilers





انتقال حرارت آب به بخار تبدیل شده و از آن خارج می شود. به طور معمول، در فشارهای کاری و ظرفیت های بالای بخار و همچنین در مواردی که به بخار فوق اشباع نیاز می باشد، از این نوع دیگ های بخار استفاده می شود.

۳-۴- ارزش حرارتی

مقدار حرارتی که از احتراق واحد حجم یا واحد جرم گاز در فشار ثابت برابر با ۱۰۱۳/۲۵ میلی بار تولید می شود. اجزاء مخلوط قابل احتراق باید در شرایط مرجع بوده و محصولات احتراق نیز به همان شرایط مرجع برگردانده شوند. سوخت های حاوی هیدروژن، همواره دو ارزش حرارتی دارند که به صورت زیر می باشد:

- ارزش حرارتی ناخالص^۱ (ارزش حرارتی بالا) که در آن آب تولید شده توسط احتراق به حالت مایع فرض می شود.

- ارزش حرارتی خالص^۲ (ارزش حرارتی پایین) که در آن آب تولید شده توسط احتراق، به حالت بخار فرض می شود.

یکاهای هر یک از دو کمیت فوق مگاژول بر مترمکعب گاز خشک در شرایط مرجع یا مگاژول بر کیلوگرم گاز خشک می باشد.

۳-۵- راندمان حرارتی دیگ بخار

عبارت است از نسبت انرژی مفید خروجی (بخار تولیدی) به انرژی ورودی، که به صورت درصد بوده و از رابطه زیر محاسبه می گردد.

$$100 \times (\text{انرژی ورودی} / \text{انرژی مفید خروجی}) = \text{راندمان حرارتی دیگ بخار}$$

- راندمان حرارتی ناخالص دیگ بخار: در صورتی که در رابطه فوق از ارزش حرارتی ناخالص (GHV) جهت محاسبه انرژی ورودی استفاده گردد راندمان محاسبه شده، راندمان حرارتی ناخالص دیگ بخار نامیده می شود.

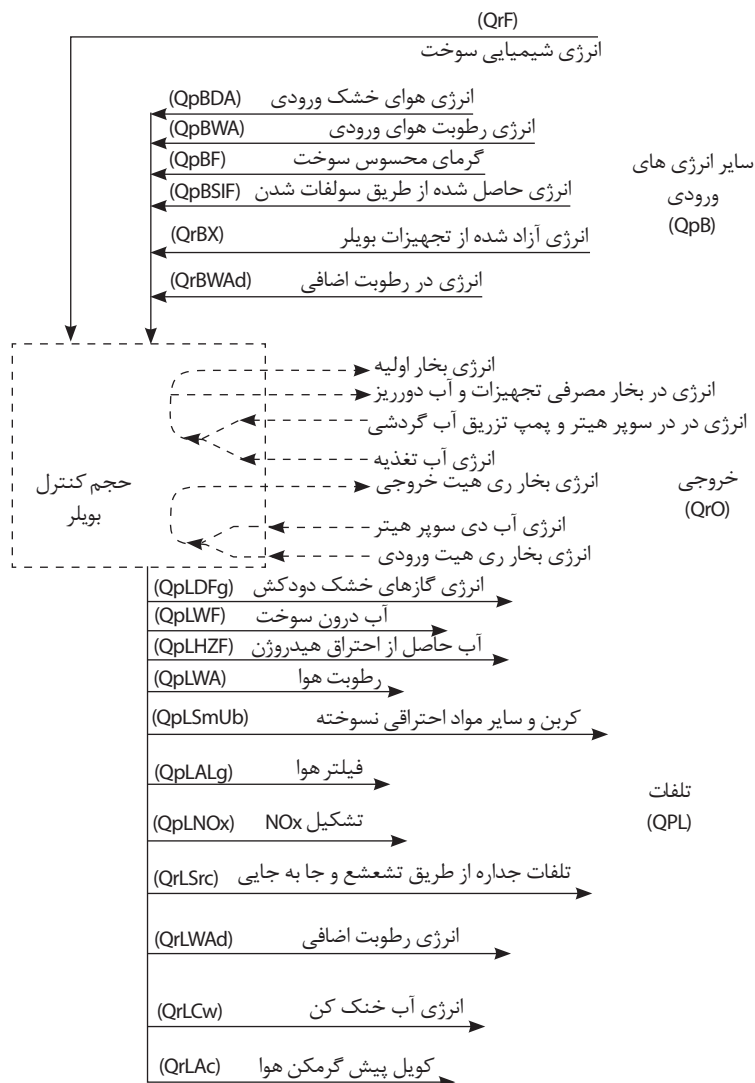
- راندمان حرارتی خالص دیگ بخار: در صورتی که در رابطه فوق از ارزش حرارتی خالص (NHV) جهت محاسبه انرژی ورودی استفاده گردد راندمان محاسبه شده، راندمان حرارتی خالص دیگ بخار نامیده می شود.

1. Gross Heat Value (GHV)

2. Net Heat Value (NHV)



به طور معمول دیگ های بخار دارای خروجی ها و ورودی های متعددی می باشند که در شکل زیر نشان داده شده است:



شکل ۱: ورودی ها و خروجی های دیگ بخار

۴- روش تعیین راندمان دیگ بخار

با توجه به اینکه معیار مصرف انرژی در مورد دیگ های بخار بر اساس راندمان حرارتی در نظر گرفته شده است، در اندازه گیری راندمان دیگ بخار، می بایست از روش بالانس انرژی (غیر مستقیم) بر مبنای آخرین ویرایش کد ASMEPTC استفاده گردد.



در این روش، از معادله بالانس انرژی جهت تعیین راندمان استفاده می شود.
تلفات + خروجی = سایر انرژی های ورودی + انرژی سوخت
در این حالت راندمان عبارت است از:

$$100 \times (\text{انرژی ورودی} / \text{انرژی مفید خروجی}) = \text{راندمان}$$

$$100 \times [\text{انرژی سوخت} / (\text{تلفات} - \text{سایر انرژی های ورودی} + \text{انرژی سوخت})] = \text{راندمان}$$

$$100 \times [\text{انرژی سوخت} / (\text{تلفات} - \text{سایر انرژی های ورودی}) + 1] = \text{راندمان}$$

۴-۱- شرایط کاری دیگر های بخار در زمان آزمون

در خصوص دیگر های بخار جدید و در حال کار، شرایط ایزو (دمای °C ۱۵/۵ و فشار ۱ Atm و رطوبت ۶۰ درصد) شرایط آزمون مرجع بوده و جهت محاسبه راندمان، می بایست شرایط آزمون دیگر بخار، نسبت به شرایط مرجع تصحیح گردد.

۴-۲- بار کاری دیگر های بخار در زمان آزمون

در خصوص دیگر های بخار جدید، بار کاری جهت انجام آزمون، ماکزیمم بار کارکرد پیوسته (MCR)^۱ و در خصوص دیگر های بخار در حال کار، بار کاری جهت انجام آزمون در محدوده ۵۰ درصد تا ۱۰۰ درصد ماکزیمم بار کارکرد پیوسته (MCR) می باشد.

۵- معیار مصرف انرژی دیگر های بخار موجود

به منظور تعیین معیار مصرف انرژی و مرجع گذاری بازدهی انرژی در دیگر های بخار، از روش Decimal و تحلیل آماری بر روی دیگر های بخار در حال بهره برداری استفاده شده است. به این ترتیب حد پایین معیار مصرف انرژی برای دیگر های بخار لوله آبی، راندمان ناخالص ۷۵ درصد و برای دیگر های بخار لوله آتشی، راندمان ناخالص ۷۴ درصد می باشد.

۶- معیار مصرف و گرید انرژی دیگر های بخار جدید

معیار مصرف و گرید انرژی دیگر های بخار جدید به طور دو جدول مستقل برای دیگر های بخار صنعتی و دیگر های بخار ریهیت دار ارائه گردیده است که مطابق جداول ۲۱-۱ و ۲۲-۱ می باشد.

جدول ۲۱-۱: گرید انرژی دیگر های بخار صنعتی

گرید انرژی	محدوده راندمان حرارتی ناخالص (درصد)	ردیف
A	$\square \square \geq 84$	۱
B	$83 \leq \square \square \square 84$	۲
C	$82 \leq \square \square \square 83$	۳
D	$81 \leq \square \square \square 82$	۴
E	$80 \leq \square \square \square 81$	۵
F	$79 \leq \square \square \square 80$	۶
G	$78 \leq \square \square \square 79$	۷

1. Maximum Continuous Rating



جدول ۱-۲۲: گرید انرژی دیگ های بخار ریهیت دار

گرید انرژی	محدوده راندمان حرارتی ناخالص (درصد)	ردیف
A	$\square\square \geq 87$	۱
B	$86 \leq \square\square\square 87$	۲
C	$85 \leq \square\square\square 86$	۳
D	$84 \leq \square\square\square 85$	۴
E	$83 \leq \square\square\square 84$	۵
F	$82 \leq \square\square\square 83$	۶
G	$81 \leq \square\square\square 82$	۷

۱-۶- برچسب انرژی

برچسب انرژی صفحه ای حاوی اطلاعات مربوط به معیارها و مشخصات فنی بویلر و مقایسه آن با معیارها و مشخصات فنی مصوب است. اطلاعات مندرج بر روی برچسب باید به صورت خوانا و واضح باشد. برچسب باید بر روی دستگاه در محلی نصب شود که به راحتی قابل رویت باشد.

۲-۶- موارد مندرج در برچسب

۱- علامت استاندارد و نام برچسب؛

۲- گرید انرژی دیگ بخار

۳- راندمان احتراق ناخالص دیگ بخار

۴- کاربرد دیگ بخار (نیروگاهی / غیر نیروگاهی)؛

۵- نوع دیگ بخار (ریهیت دار / صنعتی)؛

۶- ساختار دیگ بخار (لوله آبی / لوله آتش)؛

۷- نوع سیستم کنترل احتراق دیگ بخار (اندازه گیری تنظیمی / تنظیم مکانیکی)؛

۸- ظرفیت تولید بخار بر حسب ton/hr؛

۹- فشار بخار تولیدی دیگ بخار بر حسب barg؛

۱۰- محل نصب دیگ بخار؛

۱۱- سازنده دیگ بخار؛

۱۲- سال ساخت دیگ بخار.

یادآوری ۱: گروه بازده مصرف انرژی توسط موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و بر اساس نتایج آزمون به دست آمده، تعیین و به سازنده اعلام می شود.

یادآوری ۲: نام سازنده، ساختار، نوع دستگاه و باید بر اساس اطلاعات مندرج در پلاک مشخصات دستگاه بر روی برچسب درج شود.



۷- الزامات دیگ های بخار لوله آبی و لوله آتشی

الف) دیگ های بخار لوله آبی

- راندمان حرارتی آنها می بایست بالاتر از مقادیر ذکر شده در معیار، در ظرفیت عملکرد نامی بر اساس ادعای سازنده باشد.
- می بایست مجهز به سامانه تنظیم نسبت سوخت به هوا به روش اندازه گیری-تنظیمی، با حداقل قابلیت اندازه گیری بر روی اکسیژن و مونوکسید کربن باشند.
- می بایست مجهز به سامانه کنترل تاخیراندازی سوخت و هوا^۱ باشند.
- می بایست مجهز به سامانه کنترل آب دور ریز^۲ باشند.
- در صورتی که الکتروفن هوای احتراق آنها از نوع ولتاژ پایین باشد، می بایست مجهز به تجهیزات تغییر دور فرکانسی^۳ باشند. شایان ذکر است که در خصوص الکتروفن های ولتاژ متوسط استفاده از این تجهیزات به صورت اختیاری بوده و تغییر دبی هوای احتراق به کمک سامانه دمپری نیز قابل قبول می باشد.

ب) دیگ های بخار لوله آتشی

- راندمان حرارتی آنها می بایست بالاتر از مقادیر ذکر شده در معیار، در ظرفیت عملکرد نامی بر اساس ادعای سازنده باشد.
- می بایست مجهز به سامانه تنظیم نسبت سوخت به هوا به روش اندازه گیری-تنظیمی، با حداقل قابلیت اندازه گیری بر روی اکسیژن و مونوکسید کربن باشند.
- می بایست مجهز به سامانه کنترل تاخیراندازی سوخت و هوا باشند.
- الکتروفن هوای احتراق آنها می بایست مجهز به تجهیزات تغییر دور فرکانسی باشند.

۱۵-۱- مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان ایران

مطابق با ماده ۳۳ قانون نظام مهندسی کشور، مسئولیت نظارت عالیه بر اجرای ضوابط و مقررات ملی ساختمان در طراحی و اجرای تمامی ساختمان ها بر عهده وزارت مسکن و شهرسازی است. وزارت مسکن و شهرسازی بر مبنای این ماده اقدام به انتشار مقررات ملی در بیست مبحث نموده است که مبحث ۱۹ آن مربوط به صرفه جویی در مصرف انرژی در ساختمان می باشد. مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان در سال ۱۳۷۰ به تصویب هیات محترم وزیران رسید و اجرای آن در ساختمان های کشور الزامی گردید. این مبحث چندین بار بازنگری شده که آخرین آن در سال ۱۳۸۹ بوده و بعد از بازنگری چاپ و به کلیه ارگان های کشوری ابلاغ شده است.

۱-۱۵-۱- فواید اجرای مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان

اکثر مردم بر این تفکرند که اجرای مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان سبب افزایش هزینه های ساختمان می شود و این در حالی است که چنانچه این مبحث در ساختمان به درستی اجرا گردد، علاوه بر اینکه هزینه های اولیه ساخت را کاهش می دهد، با توجه به صرفه جویی انجام شده در هزینه های بهره برداری و مصرف انرژی ساختمان، برای مصرف کننده سودآور نیز خواهد بود. اجرای

1. Cross limiting
2. Blow down
3. Variable speed drive



مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان شامل عایق کاری سیستم تاسیسات و لوله‌ها، عایق کاری جداره خارجی ساختمان و نصب پنجره‌های دوجداره استاندارد در ساختمان کمتر از ۵٪ سبب افزایش هزینه‌های ساختمان در این قسمت می‌شود ولی از طرف دیگر ظرفیت سیستم گرمایش و سرمایش مورد نیاز ساختمان را می‌توان تا ۴۰٪ نسبت به شرایطی که این مبحث اجرا نمی‌شود، کوچکتر انتخاب کرد که به نوبه خود کاهش زیاد هزینه‌ها را در این قسمت به دنبال دارد. بنابراین چنانچه در طراحی و ساخت ساختمان اصول اولیه مهندسی رعایت شود علاوه بر ایجاد فضای مناسب برای زندگی ساکنین و افزایش سطح رفاه جامعه، سبب کاهش هزینه‌های اولیه نیز می‌شود. به طور کلی می‌توان از مزایای اجرای مبحث ۱۹ مقررات ملی در ساختمان موارد زیر را نام برد.

- ۱- کمک به اقتصاد خانواده
 - ۲- افزایش رفاه نسبی در نتیجه مصرف صحیح انرژی
 - ۳- کمک به اقتصاد ملی
 - ۴- کاهش مصرف سوخت و در نتیجه کاهش آلودگی‌های ناشی از آن
 - ۵- امکان برقراری دمای ثابت
 - ۶- تنظیم دمای دلخواه در اتاق به منظور تأمین شرایط آسایش
 - ۷- کاهش ظرفیت اولیه سیستم گرمایش و سرمایش تا ۴۰٪
 - ۸- کاهش استهلاک سیستم گرمایش و سرمایش
 - ۹- توزیع متعادل حرارت و امکان برقراری دماهای متفاوت در هر اتاق
 - ۱۰- کاهش حداقل ۵۰٪ مصرف سوخت و هزینه‌های مربوطه
- متن مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان از مراجع معتبر قابل تهیه بوده و از ذکر مجدد آن صرف نظر شده است.



۱-۱۵- از قانون بودجه سال ۱۳۹۳

بند ق تبصره ۲) در سال ۱۳۹۳ اجازه داده می‌شود:

وزارت نفت از طریق شرکت های دولتی تابعه ذی ربط برای اجرای طرح های نفت و گاز از جمله افزایش ظرفیت تولید نفت خام و گاز با اولویت مخازن مشترک و افزایش ظرفیت پالایش نفت خام و میعانات گازی و محصولات پتروشیمی، رشد صادرات فرآورده های نفتی و جلوگیری از سوختن گازهای همراه نفت و جایگزینی گاز داخلی یا وارداتی به جای فرآورده های نفتی ذی ربط تا سقف یکصد میلیارد (۱۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰) دلار به صورت ارزی یا معادل ریالی آن با رعایت قانون اجرای سیاست های کلی اصل چهل و چهارم (۴۴) قانون اساسی اقدام به سرمایه گذاری به روش بیع متقابل، ساخت، بهره برداری و تحویل (BOT) و یا روش های موضوع بند (ب) ماده (۲۱۴) قانون برنامه پنج ساله پنجم توسعه جمهوری اسلامی ایران با تضمین خرید محصول، اجازه به فروش داخلی یا صادرات برای بلندمدت (حداقل ده سال) قرارداد منعقد و یا مجوزهای لازم را برای سرمایه گذاری صادر نماید و همچنین به منظور اجرای طرح های بهینه سازی، کاهش گازهای گلخانه ای و کاهش مصرف انرژی در بخشهای مختلف از جمله صنعت (با اولویت صنایع انرژی بر) و حمل و نقل عمومی و ریلی درون و برون شهری، ساختمان، توسعه استفاده از انرژی های تجدیدپذیر، گسترش استفاده از CNG (با اولویت شهرهای بزرگ و مسیر راههای اصلی بین شهری) و تولید خودروهای کم مصرف، به وزارت نفت اجازه داده می شود با رعایت قانون اجرای سیاست های کلی اصل چهل و چهارم (۴۴) قانون اساسی با متقاضیان و سرمایه گذاران بخش خصوصی و عمومی با اولویت استفاده از تجهیزات ساخت داخل، قرارداد منعقد نماید.

توجیه فنی و اقتصادی و زیست محیطی، زمان بندی اجراء و بازپرداخت و سقف تعهد دولت در هریک از طرح ها با پیشنهاد وزارت نفت به تصویب شورای اقتصاد می رسد.

تعهد بازپرداخت اصل سرمایه گذاری های موضوع این بند به عهده دولت بوده و شرکت ملی نفت ایران منابع ناشی از صادرات سوخت صرفه جویی حاصل شده (نفت خام معادل) را در هر پروژه پس از اعلام وزارت نفت در سالهای سررسید به سرمایه گذار پرداخت و همزمان به حساب بدهکار دولت (خزانه داری کل کشور) منظور و تسویه حساب می نماید.

به شرکت های تابعه و وابسته وزارت نفت اجازه داده می شود با رعایت قانون اجرای سیاست های کلی اصل چهل و چهارم (۴۴) قانون اساسی با سرمایه گذار بخش غیردولتی مشارکت نمایند. طرح های موضوع این بند تا سقف تعهد دولت تا پانصد میلیون (۵۰۰,۰۰۰,۰۰۰) دلار یا معادل ریالی آن به تأیید وزیر نفت و بیش از آن با پیشنهاد وزیر نفت به تأیید شورای اقتصاد می رسد.

تبصره ۲۱- در اجرای قانون هدفمند کردن یارانه ها مصوب ۱۳۸۸، ۱۰، ۱۵ به دولت اجازه داده می شود در سال ۱۳۹۳ منابع مالی حاصل از اصلاح قیمت کالاها و خدمات موضوع قانون مذکور و منابع یارانه ای آن را با استفاده از انواع روشهای پرداخت نقدی و غیرنقدی و خدمات بیمه ای بین خانوارهای هدف و نیازمند توزیع و با اولویت بخش تولید اجراء نماید. طبق بند ب این تبصره، مبلغ یکصد هزار میلیارد (۱۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰) ریال در اجرای ماده (۸) قانون هدفمند کردن یارانه ها با اولویت کمک به بخش تولید، بهبود حمل و نقل عمومی و بهینه سازی مصرف انرژی در واحدهای تولیدی، خدماتی و مسکونی هزینه می شود.



۱-۱۶- از سیاست های کلی اقتصاد مقاومتی، ابلاغی از طرف مقام معظم رهبری

بند ۴) استفاده از ظرفیت اجرای هدفمندسازی یارانه‌ها در جهت افزایش تولید، اشتغال و بهروری، کاهش شدت انرژی و ارتقاء شاخص‌های عدالت اجتماعی.

بند ۸) مدیریت مصرف با تأکید بر اجرای سیاست‌های کلی اصلاح الگوی مصرف و ترویج مصرف کالاهای داخلی همراه با برنامه ریزی برای ارتقاء کیفیت و رقابت پذیری در تولید.

بند ۱۵) افزایش ارزش افزوده از طریق تکمیل زنجیره ارزش صنعت نفت و گاز، توسعه تولید کالاهای دارای بازدهی بهینه (براساس شاخص شدت مصرف انرژی) و بالا بردن صادرات برق، محصولات پتروشیمی و فراورده‌های نفتی با تأکید بر برداشت صیانتی از منابع.

بند ۱۶) صرفه جویی در هزینه‌های عمومی کشور با تأکید بر تحول اساسی در ساختارها، منطقی سازی اندازه دولت و حذف دستگاه‌های موازی و غیرضرور و هزینه‌های زاید.

۱-۱۷- از قانون بودجه سال ۹۴

بند ۱۱ تبصره ۱) در اجرای مواد (۱۳۳) و (۱۳۹) قانون برنامه پنجساله پنجم توسعه جمهوری اسلامی ایران در خصوص توسعه انرژی‌های نو و با هدف امنیت بخشی به انرژی کشور و کاهش آلاینده‌ها، دولت مجاز است در سال ۱۳۹۴ طرح نصب نیروگاه های کوچک و پیش گرم کن های خورشیدی بر فراز بام ها، بوستان ها و معابر کشور را اجراء نماید. این طرح به صورت مشارکت پنجاه درصد (۵۰٪) با متقاضیان و در مناطق عشایری با مشارکت پانزده درصد (۱۵٪)، از محل منابع حاصل از بند (ز) تبصره (۹) این قانون اجرا می شود.

بند ۱۱ تبصره ۱) وزارت نفت موظف است در راستای اجرای ماده (۲۴) قانون افزایش بهروری بخش کشاورزی و منابع طبیعی مصوب ۱۳۸۹/۴/۲۳ در صورت رعایت الگوی کشت نسبت به تأمین اعتبار برق دار کردن چاههای کشاورزی اقدام کند.

از بند ۱۹ تبصره ۱) کلیه دستگاه های اجرایی موظفند در سال ۱۳۹۴ نسبت به اجرای طرح های کاهش مصرف انرژی و آب مصرفی خود با جلب سرمایه گذاری شرکتهای خدمات انرژی متعلق به بخش خصوصی اقدام کنند. کمک مالی به طرحهای فوق الذکر و بازپرداخت اصل و سود سرمایه گذاری انجام شده پس از تأیید سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور از محل اعتبار ردیف ۳۶- ۵۵۰۰۰۰ این قانون تأمین می شود. آیین نامه اجرائی این تبصره با پیشنهاد سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور به تصویب هیأت وزیران می رسد.

اشخاص حقیقی و حقوقی کمک گیرنده موظفند ضمن رعایت کامل قانون ضوابط پرداخت کمک و یا اعانه به افراد و مؤسسات غیردولتی موضوع ماده (۷۱) قانون محاسبات عمومی کشور مصوب ۱۳۷۸/۸/۱۷، به ویژه تبصره (۱) ماده (۱) قانون مذکور، مبالغ دریافتی را هزینه کنند. تأمین و پرداخت کمک در سال جاری به منزله تداوم کمک در سال آتی نیست و انجام هرگونه تعهد توسط کمک گیرنده با فرض تأمین مجدد در سال آتی، ممنوع است.

تبصره ۲۱) در اجرای قانون هدفمند کردن یارانه ها مصوب ۱۳۸۸/۱۰/۱۵ به دولت اجازه داده می شود در سال ۱۳۹۴ منابع مالی حاصل از اصلاح قیمت کالاها و خدمات موضوع قانون مذکور و ردیف های یارانه ای این قانون را با استفاده از انواع روشهای پرداخت نقدی و غیرنقدی به خانوارهای هدف و نیازمند، توزیع و همچنین برای ارائه خدمات حمایتی و کمک به بخش تولید اقدام نماید. طبق بند ب این



تبصره، تا مبلغ پنجاه و دو هزار میلیارد (۵۲.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰) ریال در اجرای ماده (۸) قانون هدفمند کردن یارانه‌ها برای کمک به بخش تولید، بهبود حمل و نقل عمومی و بهینه‌سازی مصرف انرژی در واحدهای تولیدی، خدماتی و مسکونی و جلوگیری از آلودگی محیط زیست هزینه نماید.

تبصره ۲۴) شرکت های دولتی سودده (به استثنای شرکت دولتی تابعه وزارت نفت) و بانک های دولتی موظفند به ترتیب یک درصد (۱٪) و دودرصد (۲٪) از هزینه های خود را که در پیوست شماره (۳) این قانون آمده با تأکید بر هزینه های اداری و عمومی صرفه جویی کنند. درآمد حاصله از پنجاه درصد (۵۰٪) سود ویژه و یک دوازدهم مالیات ماهانه شرکتها و بانک های مزبور به مبلغ هفده هزار میلیارد (۱۷.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰) ریال پس از واریز به خزانه متناسب با وصولی از محل ردیف ۱۴۹-۵۳۰۰۰۰ در اختیار وزارت آموزش و پرورش قرار می گیرد تا در امور مربوط به پرداخت مطالبات فرهنگیان هزینه شود.





الزامات مدیریت انرژی Energy Management Requirements



فصل دوم: قوانین، الزامات و استانداردهای بین المللی مدیریت انرژی

سند حاضر با هدف ارائه راهنمایی و حفظ یکپارچگی در تدوین مستندات مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست شرکت ملی صنایع پتروشیمی، توسط مدیریت HSE شرکت تهیه شده و کلیه حقوق آن محفوظ و متعلق به آن شرکت می باشد.

۱-۲- شاخص های جهانی مصرف انرژی جهت تولید محصولات پتروشیمی

آژانس بین المللی انرژی شاخص های جهانی مصرف انرژی مربوط به تولید محصولات اصلی پتروشیمیایی و شیمیایی را بر اساس بهترین تکنولوژی در سال ۲۰۰۹ به شرح جدول زیر ارائه نموده است. در جدول ذیل SEC حرارتی و الکتریکی با احتساب یا بدون احتساب ارزش حرارتی خوراک ارائه گردیده است. همچنین در سمت چپ جدول مقادیر فوق بر حسب انرژی نهایی و در سمت راست جدول بر حسب انرژی اولیه (با احتساب راندمان تبدیل) ارائه شده است.

جدول ۱-۲: شاخص های جهانی مصرف انرژی برای تولید محصولات اصلی پتروشیمی

Process	In final energy (GJ/t)				In primary energy terms (GJ/t) ⁽¹⁾			
	Electricity	Feed-stock	Fuel	Steam	Electricity	Feedstock	Fuel	Steam
Organic								
Acetic acid	0.5			4.1	1.2			4.6
Acetone	0.2			9.8	0.5			10.9
Acrylonitrile (CAN)	0.8		0.3	-6.4	2.1		0.3	-7.1
Adipic acid ²	0.5		1.0	18.5	1.2		1.0	20.6
Benzene (steam cracking)	0.3	0	13.1	-1.4	0.7	0	13.1	-1.5
Benzene (aromatics extraction)	0.1	45		2.0	0.1	45		2.2
Benzene (steam cracking)	0.3		13.1	-1.4	0.7	0	13.1	-1.5
Butadiene (c4 separation)	0.5	0		6.7	1.3	45		7.5
Butylene	0.1	45		2.0	0.1	45		2.2
Caprolactam	1.1		0.2	-3.2	2.6		0.2	-3.6
Cumene			2.1	-2.8			2.1	-3.1
Cyclohexane ²	0.1			-1.6	0.2			-1.8
Dimethyl terephthalate			4.7				4.7	
Diphenylmethane diisocyanate	3.2			0.9	8.0			1.0
(MDI) ²	0.8			22.2	2.0			23.1
Ethanol ^{2,3}	0.3	45	13.1	-1.4	0.7	45	13.1	-1.5
Ethylene ⁴	0.1			3.3	0.2			3.6
Ethylbenzene (EB)	0.2		4.4		0.6		4.4	
Ethylene dichloride (EDC)	0.2		0.8	3.5	0.5		0.8	3.9
Ethylene oxide (EO)	0.8		2.5		2.0		2.5	
Formaldehyde ⁵	0.8			-4.8	1.9			-5.3
Isopropyl alcohol (IPA)	0.1		5.2	5.4	0.2		5.2	6.0
Maleic anhydride	0.1			2.0	0.3			2.2
Melamine ⁵	1.9		7.9	3.9	4.7		7.9	4.3
Methacrylate	0.1			2.0	0.3			2.2
Methanol from natural gas ⁶		20		8.5		20		9.4
Methyl tert butyl ether (MTBE)	0.1			0.8	0.1			0.9
Oxo-alcohols	2.5			2.3	1.0			2.1



Process	In final energy (GJ/t)				In primary energy terms (GJ/t) ⁽¹⁾			
	Electricity	Feedstock	Fuel	Steam	Electricity	Feedstock	Fuel	Steam
Phenol	0.6			9.1	1.5			10.1
Phthalic anhydride	0.7		20		1.8		20	
Propylene (steam craching)	0.3	45	13.1	-1.4	0.7	45	13.1	-1.5
Propylene (FCC)7	0.1	45		2.0	0.1	45		2.2
Propylene oxide2	0.8			14.2	2.1			15.8
Purified terephthalic acid(PTA)	0.3			2.6	0.8			2.9
Styrene				7.7				8.6
Toluene(aromatics extraction)8	0.1	22.5		2.0	0.1	22.5		2.2
Toluene diisocyanate(TDI)5	2.8			21.7	7.0			24.1
Xylene (aromatics extraction)	0.1	45		2.0	0.1	45		2.2
p-Xylene	0.2		6.3	0.8	0.5		6.3	0.9
Vinyl acetate monomer2	3			2.8	7.5			3.1
Vinyl chloride monomer	0.4		2.7		1.0		2.7	
Urea	0.3			2.2	0.6			2.5
Plastics								
Phenolic resins5				10.0				11.1
Polycarbonate	2.2			10.3				11.5
Polyethylene, high density (HDPE)	0.9			1.0	2.2			1.1
Polyethylene, low density (LDPE)	3.5			-2.1	8.8			-2.4
Polyethylene, linear low density (LLDPE)	0.4			1.6	1.1			1.8
Polyethylene terephthalate(PET)	0.7		4.1		1.8		4.1	
Polypropylene(PP)	0.9			0.1	2.2			0.1
Polystyene (PS)	0.4		0.5		1.0		0.5	
Polyvinyl chloride (PVC)	0.6		0.5	1.2	1.6		0.5	1.4
Urea formaldehyde (UF)& other resins & fibres9	0.2			2.0	0.5			2.8
Synthetic rubber & latex9	2.5			19.9	6.2			22.1
Inorganic								
Ammonia from natural gaz6	0.3	20.7	10.9	-3.9	0.7	20.7	10.9	-4.3
Ammonia from coal6	3.7	20.7	17.3	-1.3	9.3	20.7	17.3	-1.4
Ammonia from oil6	0.5	20.7	16.1	-1.5	0.7	20.7	16.1	-1.7
Carbon Black10	1.8	32.8			4.5	32.8		
Chlorine11	10			1.9	25			2.1
Oxygen	0.6				1.6			
Soda Ash12			4.1	10				11.1
Titanium dioxide13	2.8			8.4	7.0		4.1	9.3



1. Final energy has been converted to primary energy assuming a steam production efficiency of 90% and a power generation efficiency of 40%.

2. Where BPT values were not available, the BPTs were estimated assuming that they are 20% lower than current specific energy use.

3. The value for steam use (22.2 GJf/t) includes both the production of ethanol from fermentable sugar (13.9 GJf/t) and the production of fermentable sugar from agricultural crops (8.3 GJf/t).

4. This dataset has been used for the entire ethylene production except for ethylene production by steam cracking of ethane, for which the fuel use is estimated to be 5 GJ/t higher. One reason for this higher fuel use is that ethane crackers are generally designed with less heat integration and higher flue gas temperatures. Another reason is that ethane steam crackers essentially yield only ethylene whereas naphtha steam crackers produce also other compounds (propylene, butadiene, BTX); as a consequence the average calorific value of the output is larger (by approx. 2 GJ/t) in the case of ethane and propane steam crackers compared to steam crackers operated on naphtha and gas oil and therefore the process energy is also somewhat larger (higher endothermicity).

5. No feedstock value is given for formaldehyde, melamine, TDI and phenolic resins because this has already been accounted for in the production of the relevant raw materials (i.e. ammonia, methanol, propylene, benzene, toluene, and urea) (see main text for explanation).

6. Ammonia and methanol are most commonly produced from natural gas and therefore the BPT values for this feedstock are used for all countries with the exception of India and China where also coal and oil are widely used as feedstock (see text below). The best practice final energy use for oil-based ammonia production is assumed

to be 30% higher compared to natural gas-based ammonia production (AIChE, 2008; IFA, 2009b). The best practice final energy use for coal-based ammonia production is assumed to 50% higher than natural gas-based ammonia production (IFA, 2009b). The best practice final process energy use for coal-based production of methanol is assumed to be 50% higher compared to natural gas-based methanol production (process energy use for natural gas: 10 GJ/t-methanol, for coal: 15 GJ/t-methanol; IEA, 2007).

7. Energy data for propylene extraction in FCC process were not available and have therefore been approximated using the dataset for aromatics extraction.

8. Half of all toluene consumption is utilized as raw material in other aromatics





production, i.e. for xylene production via hydro proportionation and for benzene production via dealkylation. Thus, one cannot assign the full calorific value (45 GJ/t) to each of these chemicals as feedstock value as it will lead to substantial double counting. Therefore the feedstock value of toluene is corrected by the share of its consumption which is further processed to other aromatics (by 50%).

9. The BPT value is for urea formaldehyde (UF) resin production only, however it is used for the entire product group due to lack of representative BPT energy data for each product. This process covers the production of: acrylic fibres, nylon fibres, polyester fibres, acrylonitrile-butadiene-styrene (ABS), styrene acrylonitrile (SAN) resins, Melamine-formaldehyde resin, UF resin and polyester solid state resins. The BPT value for 'Synthetic rubber & latex' actually stands for ethylene propylene rubber (EPDM) production. Due to lack of data, the same BPT value is used also for the production of polybutadiene (PB) rubber, styrene-butadiene rubber (SBR) and related styrene-butadiene (SB) polymers.

10. These values are net energy requirements. This means that released energy in the form of steam or power is credited (see main text for explanation). For example, tail gas in carbon black production may be used for heating of dryers process and partly for steam (and sometimes power) generation. The output of tail gas is therefore deducted from the gross energy requirements in order to calculate the net energy requirements.

11. Energy values refer to one tonne of chlorine production, but cover the electrolysis of sodium chloride as a whole, i.e. including the concentration of sodium hydroxide to 50% concentration. The best practice (membrane process) technique has a current density of 0.3 – 0.4 A/cm². Based on industry information it is acknowledged that it is typically not possible to operate the plant full-time at the energy-efficient current density. Therefore a range of current densities has been specified for the best practice performance. The steam consumed for brine preparation and sodium hydroxide (NaOH) concentration are accounted for as well as the power requirements for rectifiers. Power required for NaOH cooling, hydrogen cooling and drying, liquefaction/evaporation of chlorine and its gas compression are excluded from the system boundaries. For the by-product hydrogen, no credits are given (approximately 3.4 GJ/t-Cl₂ based on the LHV of hydrogen by-produced).

12. BPT values refer to synthetic production only. In North America (USA and Canada), soda ash is exclusively produced by mining which requires less energy than the synthetic routes. Therefore no savings are estimated for soda ash production in the US and Canada.

13. The values refer to the lowest recorded energy use of the chloride process route among the two processes employed world-wide. The other process is the sulphate process which is less energy efficient than the chloride process.



۲-۲- پتانسیل افزایش بهره‌وری انرژی در صنایع شیمیایی و پتروشیمیایی جهان
پتانسیل افزایش بهره‌وری انرژی در صنایع شیمیایی و پتروشیمیایی بر اساس کشورهای مورد مطالعه توسط IEA و بر مبنای SECBPT مشتمل بر سوخت و خوراک مطابق جدول ذیل می‌باشد.

جدول ۲-۲: پتانسیل افزایش بهره‌وری انرژی در صنایع شیمیایی و پتروشیمیایی

	Final process energy and feedstock use (incl.electricity)				Final process energy and feedstock use (excl.electricity)			
	Reported energy use (PJ/yr)	BPT energy use(PJ/yr)	EEI	Improve-ment potentials	Reported energy use (PJ/yr)	BPT energy use(PJ/yr)	EEI	Improve-ment potentials
USA	7321	5655	0.77	22.7%	6412	4928	0.77	23.1%
China	5323	5332	1.00	(-0.2%)	4301	4514	1.05	(-5.0%)
Japan	2252	1959	0.87	13.0%	2053	1800	0.88	12.3%
Korea	1562	1594	1.02	(-2.1%)	1416	1477	1.04	(-4.3%)
Saudi Arabia	1369	1058	0.77	22.7%	1369	1058	0.77	22.7%
Germany	1241	1209	0.97	2.6%	1064	1068	1.00	(-0.3%)
India	1096	1133	1.03	(-3.3%)	1096	1133	1.03	(-3.3%)
Benelux	1092	1147	1.05	(-5.1%)	1004	1077	1.07	(-7.3%)
Taiwan	859	738	0.85	14.1%	736	640	0.87	13.1%
Canada	843	766	0.91	9.2%	776	712	0.92	8.2%
Feance	714	631	0.88	11.5%	627	561	0.90	10.5%
Brazila ²	651	576	0.88	11.6%	572	513	0.90	10.4%
Italy	457	408	0.89	10.7%	389	354	0.91	9.1%
World	35217	29940	0.85	15.0%	31529	26990	0.86	14.4%

Sources: Chemweek (2007a, b, c, d); IEA Energy Balances for OECD and non-OECD countries (2008b, c); IFA (2009); RFA (2009); SRI Consulting (2008); USGS (2007a, b); IEA Estimates

1. The calculated BPT energy use (determined by multiplying the production volumes with the BPT values) has been divided for all countries by an estimated global coverage of 95% in order to account for the fact that some production processes have not been considered. The estimated coverage value of 95% was confirmed for a few countries (Brazil, France, Italy, Taiwan and the world), but it may be inaccurate for others.

2. In the case of Brazil, the production of ethanol is not accounted for because this would lead to very high negative improvement potentials (-44%). This indicates that bio-ethanol manufacture is not part of the chemical and petrochemical sector in energy statistics, but part of the conversion sector or in the agro industrial sector in Brazilian energy statistics



۳-۲- تخمین پتانسیل کاهش مصرف انرژی در صنایع شیمی و پتروشیمی جهان

تخمین پتانسیل کاهش مصرف انرژی در صنایع شیمی و پتروشیمی در جهان بر مبنای مطالعات IEA مطابق جدول ذیل گزارش شده است.

جدول ۳-۲: تخمین پتانسیل کاهش مصرف انرژی در صنایع شیمی و پتروشیمی جهان

	Estimated savings (EJ/yr)	
	Final energy	Primary energy
BPT-Process heat ¹	4.5	5.0
BPT-Electricity ^{1,2}	0.7	1.8
Process integration ^{1,3}	0.8	0.9
CHP ⁴	2	2
Recycling & Energy Recovery	2.2	2.4
Total	10.2	12.1

1. Primary energy savings have been estimated assuming 40% average power generation efficiency and 90% steam production efficiency.

2. It is likely that the total energy saving potential, which is based on the situation in OECD Europe, is underestimated especially in developing countries and some newly industrialized countries.

3. This is limited to heat cascading and process integration in material flows only.

4. Energy savings from increased use of CHP are assigned to fuel due to the negligible share of power which is used as input to generate electricity.

۴-۲- مقایسه شاخص های متوسط SEC در کشورهای مختلف

مقایسه شاخص های متوسط مصرف انرژی SEC در کشورهای مورد مطالعه IEA با متوسط جهانی (GJ/t) مطابق جدول ذیل می باشد.

جدول ۴-۲: مقایسه شاخص های متوسط انرژی SEC در کشورهای مختلف

	World	Japan	Benelux	Germany	USA	Brazil	Canada	China	France	India	Italy	Korea	Saudi Arabia	Taiwan
Steam cracking, fuel & Steam ¹	16.9	12.6	15.3	15.7	18.3	17.1	18.3	16.7	15.4	16.7	15.9	12.6	18.3	16.7
Ammonia, fuel & Steam ²	41.6	35.0	35.0	37.3	38.0	36.0	37.9	49.6	37.2	40.2	35.7	42.0	36.0	37.0
Methanol, fuel & Steam ³	10.9	N/A	10.0	12.4	11.4	10.0	10.0	15.0	10.0	10.9	0.0	N/A	10.0	10.0
Chlorine, fuel & Steam ⁴	2.9	1.9	1.2	2.3	4.7	4.4	4.7	2.7	2.3	0.6	0.4	1.9	2.9	2.9
Chlorine, electricity ⁴	10.8	10.0	11.1	11.0	10.6	10.8	10.6	14.4	11.4	11.2	12.2	10.0	10.8	10.8
Soda ash, fuel & Steam ⁵	10.9	10.6	11.6	11.6	6.9	11.7	6.9	13.8	11.6	13.6	12.6	10.6	11.6	13.7
Soda ash, , electricity ⁵	0.2	0.2	0.3	0.3	0.0	0.3	0.0	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2



۵-۲- مقادیر متوسط SEC برای تولید محصولات اصلی در اروپای غربی

مقادیر متوسط SEC برای تولید محصولات اصلی در اروپای غربی ۱ طبق گزارشات آژانس بین المللی انرژی مطابق جدول زیر است.

جدول ۵-۲: مقادیر متوسط SEC برای تولید محصولات اصلی در اروپای غربی

Process	In final energy (GJ/t)				In primary energy (GJ/t)			
	Electricity	feedstock	Fuel	Steam	Electricity	feedstock	Fuel	Steam
	GJ/t	GJ/t	GJ/t	GJ/t	GJ/t	GJ/t	GJ/t	GJ/t
Organic								
Acetic acid	1.0			5.7	2.5			6.3
Acetone	1.3			13.9	3.3			15.5
Acrylonitrile(CAN)	0.8		0.3	-4.5	2.1		0.3	-5.0
Adipic acid	1.4		1.2	25.7	3.6		1.2	28.6
Benzene(steam cracking)	See: Table12							
Benzene(aromatics extraction)	0.1	45	1.03	3.2	0.2	45		3.6
Benzene(steam cracking)								
Butadiene(c4 separation)	0.7	45		7.3	1.7			8.1
Butylene	0.7	45		7.3	0.2	45		3.6
Caprolactam	1.7		0.2	4.1	4.2		0.2	4.5
Cumene	0.1			1.8	0.1			2.0
Cyclohexane				-1.3				-1.4
Dimethyl terephthalate(DMT)			6.0				6.0	
Diphenylmethane diisocyanate (MDI)	4.0			1.1	10.0			1.2
Ethanol	1.0	13.9		10.4	2.5	13.9		11.6
Ethylene								
Ethylbenzene(EB)	0.1			3.9	0.2			4.4
Ethylene dichloride (EDC)	0.3		5.3		0.7		5.3	
Ethylene glycol(EG)	0.3		1.1	8	0.7		1.1	9
Ethylene oxide(EO)	1.2		3.1		3.1		3.1	
Formaldehyde	0.9			-5.7	2.3			-6.4
Isoprpyl alcohol(IPA)	0.1		6.2	6.8	0.3		6.2	7.2
Maleic anhydride	0.1			2.4	0.3			2.7
Melamine	2.1		9.0	19.4	5.3		9.0	21.6
Methacrylate	1.4		10.0	7.7	3.6		10.0	8.6
Methanol from natural gas								
Methanol from coal								
Methyl tert butyl ether (MTBE)	0.1			1.5	0.2			1.7





ادامه جدول ۲-۵: مقادیر متوسط SEC برای تولید محصولات اصلی در اروپای غربی

Process	Electricity	feedstock	Fuel	Steam	Electricity	feedstock	Fuel	Steam
	GJ/t	GJ/t	GJ/t	GJ/t	GJ/t	GJ/t	GJ/t	GJ/t
Oxo-alcohols	1.2			25	3.0			2.8
Phenol	1.0			9.6	2.1			10.7
Phthalic anhydride	0.8		24.0				24.0	
Propylene (steam craching)	See: Table12							
Propylene (FCC)	0.1	45		3.2	0.2	45		3.6
Propylene oxide	1.0			18.0	2.6			19.8
Purified terephthalic acid(PTA)	1.7		1.6	1.7	4.2		1.6	1.8
Styrene				9.2				10.3
Toluene (aromatics extraction)	0.1	45		3.2	0.2	45		3.6
Toluene diisocyanate (TDI)	2.8		24.8	7.3	6.9		24.8	8.1
Xylene (aromatics extraction)	0.1	45		3.2	0.2	45		3.6
p-Xylene	0.7		1.4	6.7	1.7		1.4	7.5
Vinyl acetate monomer	3.6			4.8	9			5.3
Vinyl chloride monomer	0.7		3.6	0.5	1.8		3.6	0.6
Urea	0.3			3.9	0.7			4.4
Plastics								
Phenolic resins				12.0				13.3
Polycarbonate	2.7			12.9	6.8			14.3
Polyethylene, high density(HDPE)	0.9			2.9	2.3			3.2
Polyethylene, low density(LDPE)	3.5			0.1	8.9			0.1
Polyethylene, linear low density (LLDPE)	1.0		4.9	1.4	2.6			1.6
Polyethylene terephthalate(PET)	0.8				2.1		4.9	
Polypropylene (PP)	1.0		0.5	1.0	2.6			1.1
Polystyene (PS)	0.4		0.6	0.0	0.9		0.5	
Polyvinyl chloride (PVC)	0.7			1.4	1.8		0.5	1.5
Urea formaldehyde (UF)& other resins & fibres	0.2			2.5	0.5			2.8
Synthetic rubber & latex	2.8				7.1			25.5
Inorganic								
Ammonia from natural gaz	See: Table12							
Ammonia from coal								
Ammonia from oil								
Carbon Black	1.8	32.8	19.9		4.5	32.8	19.9	
Chlorine	See: Table12							
Oxygen	0.8				1.9			
Soda Ash	See: Table12							
Titanium dioxide	5.5		13.0	11.7	13.7		13.0	13.0



1. For chemicals for which no source is given the current specific energy consumption has been assumed to be 20% higher than the Best Practice Technology (BPT) value

2. Specific energy consumption of titanium dioxide is estimated based on the global shares of chloride and sulphate processes and the average specific energy consumption as given in IPTS (2007a). The SEC value for TiO₂ production includes the following processes: TiO₂ usage ore preparation and oxidation/calcination, TiO₂ usage finishing and effluent treatment.

۲-۶- عمده کدهای استانداردهای جهانی مرتبط با صنایع نفت، گاز و پتروشیمی
عمده کدهای استاندارد ASME مربوط به ارزیابی عملکرد تجهیزات مورد استفاده در صنایع نفت، گاز و پتروشیمی عبارتند از:

ASME Performance Test Codes:

- PTC1 - 1999 - General Instructions • PTC2 - 1980 (R1985) - Code on Definitions and Values
- PTC4- 1998 - Fired Steam Generators
- PTC4.2 - 1969 (R1997) - Coal Pulverizes
- PTC4.3 - 1968 (R1991) - Air Heaters
- PTC4.4 - 1981 (R1992) - Gas Turbine Heat Recovery Steam Generators
- PTC5 - 1949 - Reciprocating Steam Engines
- PTC6 - 1996 - Steam Turbines
- PTC6A - 2001 - Test Code for Steam Turbines - Appendix to PTC 6
- PTC6-REPORT - Guidance for Evaluation of Measurement Uncertainty in Performance Tests of Steam Turbines
- PTC6-S - Procedures for Routine Performance Test of Steam Turbines
- PTC7.1 - 1962 (R1969) - Displacement Pumps
- PTC8.2 - 1990 - Centrifugal Pumps
- PTC9 - 1970 (R1997) - Displacement Compressors, Vacuum Pumps and Blowers
- PTC10 - 1997- Test Code on Compressors and Exhausters
- PTC11 - 1984 (R1995) - Fans
- PTC12.1 - 2000 - Closed Feed water Heaters
- PTC12.2 - 1998 - Steam Surface Condensers
- PTC12.3 - 1997 - Deaerators
- PTC12.4 - 1992 (R1997) - Moisture Separator Reheaters
- PTC17 - 1973 (R1997) - Reciprocating Internal-Combustion Engines
- PTC18 - 1992 - Hydraulic Prime Movers
- PTC18.1 - 1978 (R1984) - Pumping Mode of Pump/Turbines
- PTC19.1 - 1998 - Measurement Uncertainty
- PTC19.2 - 1987(R1998) - Pressure Measurement





- PTC19.3 - 1974 (R1998) - Temperature Measurement
- PTC19.5 - 1972 - Application, Part II of Fluid Meters: Interim Supplement on Instruments and Apparatus

- PTC19.5.1 - 1964 - Weighing Scales
- PTC19.7 - 1980 (R1988) - Measurement of Shaft Power
- PTC19.8 - 1970 (R1985) - Measurement of Indicated Power
- PTC19.10 - 1981 - Flue and Exhaust Gas Analyses
- PTC19.11 - 1997 - Steam and Water Sampling, Conditioning, and Analysis in the Power Cycle
- PTC19.14 - 1958 - Linear Measurements
- PTC19.22 - 1986 (R1998) - Digital Systems Techniques
- PTC19.23 - 1980 (R1985) - Guidance Manual for Model Testing
- PTC20.1 - 1977 (R1988) - Speed and Load-Governing Systems for Steam Turbine-Generator

Units

- PTC20.2 - 1965 (R1986) - Over speed Trip Systems for Steam Turbine-Generator Units
- PTC20.3 - 1970 (R1986) - Pressure Control Systems Used on Steam Turbine Generator Units
- PTC21 - 1991 - Particulate Matter Collection Equipment
- PTC22 - 1997 - Performance Test Code on Gas Turbines
- PTC23 - 1986 (R1997) - Atmospheric Water Cooling Equipment
- PTC24 - 1976 (R1982) - Ejectors
- PTC25 - 1994 - Pressure Relief Devices
- PTC26 - 1962 - Speed Governing Systems for Internal Combustion Engine Generator Units
- PTC28 - 1965 (R1985) - Determining the Properties of Fine Particulate Matter
- PTC29 - 1965 (R1985) - Speed-Governing Systems for Hydraulic Turbine-Generator Units
- PTC30 - 1991 (R1998) - Air Cooled Heat Exchangers
- PTC31 - 1972 (R1991) - Ion Exchange Equipment
- PTC32.1 - 1969 (R1992) - Nuclear Steam Supply Systems
- PTC33 - 1978 (R1991) - Large Incinerators
- PTC33 - 1979 - Large Incinerators Codes and Appendix Package
- PTC33A - 1980 - Abbreviated Incinerator Efficiency Test
- PTC36 - 1998 - Measurement of Industrial Sound
- PTC38 - 1980 (R1985) - Determining the Concentration of Particulate Matter in a Gas Stream
- PTC39.1 - 1980 (R1991) - Condensate Removal Devices for Steam Systems
- PTC40 - 1991 - Flue Gas Desulfurization Units
- PTC42 - 1988 (R1998) - Wind Turbines
- PTC46 - 1997 - Overall Plant Performance
- PTCPM - 1993 - Performance Monitoring Guidelines for Steam Power Plants





National Petrochemical Company

Energy Management Requirements





الزامات مدیریت انرژی Energy Management Requirements



فصل سوم: راهنمای استقرار سیستم مدیریت انرژی

سند حاضر با هدف ارائه راهنمایی و حفظ یکپارچگی در تدوین مستندات مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست شرکت ملی صنایع پتروشیمی، توسط مدیریت HSE شرکت تهیه شده و کلیه حقوق آن محفوظ و متعلق به آن شرکت می باشد.

۳-۱- مفاهیم و اصول مورد استفاده در مدیریت انرژی

مدیریت انرژی به یک برنامه سیستماتیک برای چگونگی کنترل، استفاده منطقی از انرژی و همچنین کاهش اتلاف انرژی به حداقل ممکن، بدون اینکه به نیازهای اصلی یک فرآیند اثر بگذارد، اطلاق می‌شود.

۳-۱-۱- اصول مدیریت انرژی

عوامل مهم در مدیریت انرژی به موارد ذیل بستگی دارد:

الف) خرید انرژی با مناسب ترین قیمت ممکن.

ب) اداره امور انرژی با بازدهی بالا و سرمایه گذاری لازم در این راستا.

بعضی از روش هایی که می توان بوسیله آنها مدیریت انرژی را اجرا نموده شامل موارد زیر هستند:

۱- تدوین و توسعه روش ها و استراتژی های انرژی.

۲- دریافت نقطه نظرات مدیریت رده بالا و انتقال آنها به رده پایین.

۳- تعیین یک مدیر انرژی.

۴- ایجاد پشتوانه قانونی برای اجرای برنامه انرژی.

۵- سعی در تربیت و آموزش پرسنل مدیریت انرژی.

۶- تعیین مسئولیت برای استفاده کنندگان نهایی انرژی.

۷- انجام ممیزی انرژی.

۸- استفاده از روش ردیابی و هدف یابی. (M&T: monitoring & Targeting)

۹- داشتن معیار و روش صحیح برای سرمایه گذاری در انرژی.

۱۰- اطمینان از ملحوظ نمودن مسأله کارایی انرژی در طراحی و برنامه ریزی کلیه فرآیندها، ساختمان ها و تجهیزات.

۱۱- اطمینان از لحاظ شدن موضوع کارایی انرژی در برنامه روش های نگهداری و تعمیرات

۱۲- آموزش در زمینه انرژی بوسیله افراد متخصص انرژی در راستای شناسایی راهکارهای مورد نیاز.

۱۳- ایجاد انگیزه و آگاه سازی در کلیه پرسنل.

۱۴- بکارگیری روش های تبلیغاتی.

۱۵- حفظ اهمیت و تأکید مسأله کارایی انرژی در فرهنگ و راه و روش شرکت به طوری که همیشه سرلوحه فعالیت های شرکت باشد.

پ) دسترسی به فن آوری مناسب و به جا در صنعت مربوط.

از نقطه نظر روش های عملی، دسترسی به فن آوری مناسب در سه سطح امکان پذیر است.

۱- بدون هزینه (یا نگهداری خوب)

۲- کم هزینه (هزینه قابل برگشت در کوتاه مدت)

۳- با هزینه بالا



جدول زیر بیان کننده راه حل های صرفه جویی انرژی است.

جدول ۳-۱: روش های صرفه جویی انرژی بر اساس میزان هزینه

روش ها	مثال ها	تأکیدها
بدون هزینه (بوسیله نگهداری مطلوب)	- تنظیم مجدد سیستم های کنترل کننده - خاموش نمودن سیستم ها در زمانی که احتیاج نیست - برطرف نمودن نشتی ها - برنامه ریزی مجدد بارها (load)	تأکید روی رفتار و عادات پرسنل با استفاده از فن آوری های موجود در کارخانه
کم هزینه	- سیستم نگهداری و پیشگیری - کنترل گیج ها (اندازه گیرها) و درجه تابلو - روش ردیابی و هدفیابی - عایق کاری - آموزش مصرف کنندگان نهایی	استفاده و ادغام تکنولوژی هایی که نیاز به سرمایه گذاری کم هزینه دارند و در گیر نمودن پرسنل
هزینه بالا	- سیستم های باز یافت حرارتی - امکان جایگزینی سوخت - سیستم های مدیریت انرژی	سرمایه گذاری در تکنولوژی هایی که نیاز به سرمایه گذاری زیاد دارند و درگیر نمودن بعضی از پرسنل

- روش بدون هزینه به طور معمول بوسیله خود پرسنل با تأکید بر استفاده از تجهیزات موجود با راندمان بالا صورت می گیرد، که برای دستیابی به این هدف باید پرسنل دارای آگاهی، انگیزه و اختیار باشند.
- روش کم هزینه، حرکت به سمت استفاده از فناوری برای حل مشکلات است، با این تفاوت که استفاده از نقطه نظرات خود پرسنل خیلی ضروری می باشد.
- روش با هزینه بالا، تأکید بر استفاده از تکنولوژی جهت دستیابی به صرفه جویی انرژی است. برای دستیابی به اهدافی که نیاز به سرمایه گذاری بالا دارند باید قبل از هر تصمیم گیری، مسائل فنی و مالی به طور دقیق مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرند ولی در اینجا باز نباید نقش پرسنل را کم جلوه داد.

۳-۲-۱-۳- اجزای برنامه مدیریت انرژی

انگیزه های حرکت به سوی مدیریت انرژی، عموماً به دلیل افزایش قیمت یا کاهش میزان ذخایر انرژی است، اما حتی شرکت هایی که با افزایش شدید قیمت انرژی مواجه نشده اند نیز به این حقیقت پی برده اند که ۸ مدیریت انرژی به نوبه خود مفید و موجب از بین رفتن تلفات و در نتیجه کاهش هزینه ها می شود. بدون توجه به انگیزه های لازم، تا زمانی که مدیریت رده بالای یک شرکت تعهدات لازم را نپذیرد، یک برنامه مدیریت انرژی موفق نخواهد شد. اجرای یک برنامه موفق مدیریت انرژی مستلزم آشنایی با موارد مختلفی است که در ادامه به اختصار معرفی می شوند.

۳-۱-۲- مرحله اولیه

- مدیریت
- کمیته مدیریت انرژی
- هماهنگ کننده مدیریت





۳-۱-۲-۲- مرحله ممیزی و تجزیه و تحلیل

- بررسی به عملکرد گذشته
- ممیز انرژی
- تجزیه و تحلیل و شبیه سازی
- ارزیابی اقتصادی

۳-۱-۲-۳- مراحل تکمیلی

- اهداف
- کاربرد اصول مدیریت انرژی
- سرمایه گذاری های بزرگ
- پیگیری برنامه

۳-۱-۲-۴- برنامه ریزی برای مدیریت انرژی

انگیزه شروع یک برنامه معمولاً از یک نقطه آغاز می شود. در برخی موارد ممکن است مدیر عامل شرکت باشد که براساس اطلاعات انرژی مصرفی شرکت، مواجه شدن با مشکلات را پیش بینی می نماید. در مورد دیگر ممکن است افزایش هزینه های انرژی، انگیزه های مالی برای شروع یک برنامه باشد. هزینه های انرژی بخش قابل توجهی از کل هزینه های عملیاتی را تشکیل می دهند، البته برخی از این هزینه ها به صورت پنهان و غیرمستقیم بر سایر هزینه ها تأثیر می گذارد.

۳-۱-۲-۵- مرحله آغاز

به محض اینکه تصمیم به آغاز یک برنامه گرفته شد، مدیر انرژی باید گام هایی مشخص برای اطمینان از پذیرش و موفقیت این برنامه، بردارد. نخستین قدم آن است که باید با توجه به اندازه و پیچیدگی شرکت، کمیته ای متشکل از نمایندگان هر یک از بخش های مختلف مؤسسه با بخش مصرف کننده انرژی تشکیل دهد.

۳-۱-۲-۶- تعریف ممیزی انرژی

ممیزی انرژی به روشی گفته می شود که طی آن با انجام سلسله اقداماتی می توان مقادیر مصرف انواع حامل های انرژی و موفقیت های این مصارف را در محل های مصرف و به تفکیک مصرف کنندگان انرژی مشخص و معین نموده و در نهایت نیز با روش مقایسه ای نسبت به شناسایی و ارزیابی وضعیت انرژی پرداخت.

هدف: تعیین مقادیر مصرف و شاخص های انرژی برای بخش ها یا محصولات مختلف در مجتمع، شناسایی فرصت های بهینه سازی و کاهش مصرف انرژی و در نهایت ارزیابی فنی و اقتصادی اجرای راهکارهای موثر در دستیابی به صرفه جویی در مصرف انرژی و کاهش انتشار آلاینده های زیست محیطی ناشی از مصرف انرژی.

برخی موانع موجود در انجام ممیزی انرژی عبارتند از:



- نبود اطلاعات کافی در مورد ممیزی انرژی و فواید آن.
- نقش کم اهمیت انرژی در هزینه‌ها.
- محدودیت منابع انسانی، فنی و مالی.
- فقدان دستگاه‌های اندازه‌گیری در کارخانه.
- فقدان دسترسی به آمار مصرف انرژی و مواد در کارخانه‌ها.
- عدم توجه به ملاحظات محیط زیستی ناشی از مصرف انرژی.

انواع (سطوح) ممیزی انرژی :

- بررسی و سنجش مصرف انرژی (برآورد تقریبی از مصرف، پتانسیل‌ها و امکانات صرفه‌جویی از طریق بازبینی و مشاهده ظاهری)
- ممیزی انرژی مقدماتی (اولیه) (برآورد اولیه از مصرف انرژی)
- ممیزی کوتاه انرژی
- ممیزی جامع انرژی (تفصیلی)
- برآورد جامع از مصرف انرژی با جزئیات کامل

نوع اول: بررسی و سنجش مصرف انرژی

هدف: هدف از این نوع ممیزی، بررسی موقعیت‌های اصلی مصرف انرژی و شناسایی امکانات صرفه‌جویی انرژی است.

مشخصات:

- گروه مهندسی از سه متخصص تشکیل شده است.
- ممیزی به طور معمول در طول یک روز انجام می‌شود.
- در هر ۶ یا ۱۲ ماه تکرار و انجام می‌شود.
- به بازدید قبلی نیازی نیست.
- گزارش کار می‌باید یک هفته پس از انجام ممیزی ارائه شود.
- گزارش نهایی شامل موارد زیر است:
- خلاصه‌ای از چگونگی توزیع مصرف انرژی و همچنین وضعیت هزینه‌ها.
- بیان مشاهدات در باره برنامه‌های موجود مدیریت انرژی.
- تهیه فهرستی از پتانسیل‌های صرفه‌جویی انرژی.

نوع دوم: ممیزی انرژی مقدماتی

هدف:

- بیان کمی صرفه‌جویی‌ها در مصرف و هزینه‌های انرژی.

مشخصات:

- گروه ممیزی شامل ۴ متخصص است.
- به طور عادی ۳ تا ۵ روز طول می‌کشد و به طور معمول هر سال یکبار انجام می‌گیرد.
- بازدید، بررسی و سنجش مصرف انرژی از قبل باید انجام شده باشد.
- گزارش می‌باید تا یک ماه پس از انجام ممیزی ارائه شود.



گزارش نهایی شامل موارد زیر خواهد بود:

- اطلاعات اساسی گزارش شده در بررسی و بازدید از مصارف انرژی.
- بیان کمی صرفه‌جویی‌هایی که در عمل امکان‌پذیر هستند.
- بیان عددی نتایج ممیزی در هر یک از زمینه‌های مصرف انرژی.
- ارائه توصیه‌های خاص.

نوع سوم: ممیزی جامع انرژی (مفصل)

هدف: ارائه گزارش مهندسی در مورد فرایند یا سیستم‌هایی که دارای زمینه‌های (پتانسیل‌های) بالایی صرفه‌جویی انرژی هستند.

مشخصات:

- گروه ممیزی در این حالت شامل ۵ متخصص می‌باشد.
- طول دوره ممیزی ۴ تا ۱۶ هفته است و به طور معمول هر دو یا سه سال انجام می‌شود.
- 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، برآورد هزینه‌ها و صرفه‌جویی‌ها.
 - بیان جزئیات و آنالیز اقتصادی زمینه‌های صرفه‌جویی انرژی.
 - طرح‌ریزی برای اجرای پروژه‌های تعریف شده در زمینه‌های صرفه‌جویی در مصرف انرژی.
- مشکلات موجود در اجرای توصیه‌های حاصل از انجام ممیزی انرژی:
 - محدودیت‌های مالی و اقتصادی.
 - نبود آگاهی از حدود و دامنه ممیزی‌ها (از سوی تیم ممیزی).
 - عدم آگاهی از آنچه که از ممیزی انرژی مورد انتظار است (از سوی مشتری).
 - تأخیر در ارائه گزارش‌ها که سبب می‌شود تا توصیه‌ها نامربوط تلقی شوند.
 - سهل‌انگاری در ممیزی که باعث فقدان جدیت در تلاش و کوشش‌ها می‌شود.

روال ممیزی انرژی

- تعریف مرزهای ناحیه و 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 لازم.
- توجه به ایجاد روابط اجتماعی و انسانی مناسب.
- آماده‌سازی جداول و چک لیست‌های لازم.
- به دست آوردن اطلاعات بیشتر از افراد مطلع.
- اشخاص و بخش‌هایی که طی ممیزی انرژی مقدماتی و جامع می‌باید مورد مذاکره و ملاقات



قرار گیرند، عبارتند از:

- بخش مالی
- بخش خرید
- بخش فنی
- بخش حمل و نقل
- گروه مدیریت انرژی
- گروه تحقیق و توسعه
- بخش پرسنلی
- مدیر عامل یا مدیریت رده بالا

۳-۱-۷- ماتریس مدیریت انرژی و جایگاه آن در برنامه‌ریزی

برنامه‌ریزی، مهم‌ترین عنصر کلیدی در مدیریت انرژی است. برنامه‌ریزی مرحله‌ای مهم‌تر از تصمیم‌گیری است. چرا که ایده صرفه‌جویی انرژی را با توجه به محدودیت‌های سازمان تبدیل به فعالیت‌های سازمان به صورت مجموعه‌ای منسجم و مرتب می‌نماید.

یکی از راه‌های تعیین وضعیت موجود هر سازمان از لحاظ مصرف انرژی، معین کردن جایگاه سازمان در ماتریس مدیریت انرژی است. سطرهای این ماتریس (از سطح ۰ تا ۴) نشان دهنده پیچیدگی و تکامل سازمان در قبال مدیریت مؤثر انرژی و ستون‌بندی آن در ارتباط با موضوعات کلیدی مدیریت (تاسیسات انرژی، سازماندهی انرژی، انگیزه صرفه‌جویی در میان کارکنان، سیستم‌های اطلاعاتی انرژی، بازاریابی و سرمایه‌گذاری در امر انرژی) می‌باشد. استفاده از ماتریس مدیریت انرژی به دو دلیل زیر توصیه شده است.

- ۱- کمک به شناخت وضعیت موجود مدیریت انرژی و سیاست‌های جاری مدیریت انرژی در سازمان.
 - ۲- کمک به سازماندهی و بهبود مدیریت انرژی در سازمان.
- ماتریس مدیریت انرژی روشی ساده و سریع برای تعیین وضعیت موجود سازمان از نظر مصرف انرژی است. برای استفاده از این ماتریس، لازم است موضوعاتی را معین کرد که در سازمان مورد نظر نسبت به سایر مسائل، بحرانی‌تر است. به طور خلاصه:
- می‌بایست وضعیت و جایگاه سازمانی هر شخص در ماتریس مدیریت انرژی مشخص شود.
 - می‌بایست روی ستون‌هایی که می‌توان بیشترین پیشرفت را حاصل نمود تکیه شود.
 - موانع پیشرفت را معین و راه‌های غلبه بر آن مشکلات تعیین گردد.
 - فرصت‌های بهینه‌سازی مصرف انرژی را مشخص کرده و تصمیم‌گیری شود که چگونه می‌توان از این فرصت‌ها بهره‌برداری نمود.
 - برای بهبود فعالیت‌ها، همه کارکنان از مدیران عالی تا کارگران ساده را درگیر نمود.
- با استفاده از ماتریس مدیریت انرژی - سازمان‌ها از نظر مدیریت انرژی در پنج سطح زیر قرار می‌گیرند:

سطح صفر:

در این سازمان‌ها، واحدی تحت عنوان مدیریت انرژی وجود ندارد و هیچ برنامه‌ای در قبال مصرف انرژی در سازمان موجود نیست.

هیچ فرد 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 گرانبهایی برای سازمان در سود بردن از کاهش مصرف انرژی و رفع آثار سوء زیست محیطی از اتلاف انرژی از دست می‌رود.

سطح اول

با وجود این که در این گونه سازمان‌ها سیاست روشنی در قبال انرژی و مصرف آن وجود ندارد، سازمان یک متخصص انرژی را استخدام کرده است. این شخص، اطلاعات اولیه‌ای براساس قبض‌های مصرف انرژی تهیه می‌کند و گزارش لازم را در واحدی که کار می‌کند، ارائه می‌نماید. فرد مزبور، از طریق تماس‌های غیررسمی با کسانی که به طور مستقیم 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 غیررسمی با استفاده کنندگان انرژی در سازمان در تماس است. در این نوع سازمان‌ها اساساً به سرمایه‌گذاری در بهینه‌سازی مصرف انرژی، اهمیتی داده نمی‌شود یا این موضوع در سازمان از اولویت بسیار کمی برخوردار است.

سطح دوم

در این سازمان‌ها، مدیران ارشد به اهمیت انرژی واقف شده‌اند اما در عمل تعهد لازم و کافی را به بهینه‌سازی مصرف انرژی ندارند و یا از فعالیت‌های واحد مدیریت انرژی حمایت لازم را نمی‌کنند. کارکنان انرژی زیر نظر بخش فنی هستند و گزارشاتی به کمیته‌ای که متشکل از افراد دیگر سازمان است، ارائه می‌کنند. به همین دلیل اثربخشی مدیریت انرژی در عمل بسیار محدود است.

نقطه قوت: وجود افرادی به عنوان پرسنل واحد مدیریت انرژی که جهت فعالیت‌های مربوط به مدیریت انرژی گمارده شده‌اند.

نقطه ضعف: مدیریت انرژی هنوز از طرف مدیریت بالای سازمان حمایت کافی نمی‌شود و به جای برخورداری از یک برنامه منسجم انرژی به طور معمول با هر پروژه بهینه‌سازی مصرف انرژی به طور مجزا، سیستماتیک و نظام یافته 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 اطلاعاتی جامع و منسجم 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 نبوده، بلکه جزئی از مأموریت اصلی سازمان محسوب می‌شود.

نقطه ضعف: مدیریت انرژی هنوز به صورت کاملاً جامع و به هم پیوسته در سازمان تجلی پیدا نکرده است. مدیران به جای اینکه بهینه‌سازی مصرف انرژی را به عنوان بخشی از مسئولیت‌ها و وظایف خود بدانند، اغلب این موضوع را یک کار فنی تلقی می‌کنند.





سطح چهارم

در این قبیل سازمان‌ها، مسئولیت روشنی در قبال مصرف انرژی برای کلیه مدیریت‌ها وجود دارد. مدیر انرژی به طور منظم از طریق مجاری ارتباطی رسمی و غیررسمی سازمان بر رفتار مصرف کنندگان انرژی در سازمان تأثیر می‌گذارد و کارآیی مصرف انرژی در کل سازمان بهبود می‌یابد. در مدیریت مالی سازمان، سیستم اطلاعاتی جامعی از هزینه‌های مصرف انرژی و منافع حاصل از صرفه‌جویی انرژی وجود دارد. مدیریت انرژی، با توجه به برنامه‌های مصوب صرفه‌جویی انرژی، روی برنامه و مقایسه اهداف با عملکرد واقعی مصرف انرژی نظارت کرده و گزارشات لازم را از چگونگی پیشرفت برنامه انرژی تهیه و تدوین می‌کند. هیأت مدیره سازمان خود را در قبال صرفه‌جویی انرژی و نتایج برنامه‌های بهینه‌سازی متعهد و مسئول می‌داند.

نقطه قوت: مدیریت انرژی به صورتی جامع در سیستم‌های مدیریتی سازمان جا افتاده است.

نقطه ضعف: خطر امکان افزایش نامه‌نگاری در فعالیتهای مدیریت انرژی وجود دارد.

۳-۲- آشنائی با سیستم مدیریت انرژی BS EN16001

قوانین ملی و بین المللی موجود درباره مدیریت انرژی و همچنین قوانین و مقررات مذکور در آینده ای نه چندان دور می‌توانند یکی از معضلات و مشکلات پیچیده و بغرنج به حساب آیند. توجه به کمبود منابع تولید انرژی و هزینه های بالای آن، بر اهمیت مقوله صرفه جویی در انرژی و مدیریت مطلوب و بهینه آن می‌افزاید لذا مدیریت مطلوب انرژی خصوصاً در صنایع تولیدی و مادر که از مصرف انرژی بالایی برخوردارند، اهمیت بیشتری پیدا خواهند کرد. استاندارد جدید EN16001 سیستم مدیریت انرژی - الزامات و راهنمایی پیاده سازی و استقرار (در تاریخ ۱۰ تیرماه ۱۳۸۸ منتشر گردیده است که در جهت کاهش مصرف انرژی و مدیریت انرژی فرایندهای سازمان کمک شایانی می‌کند.

این استاندارد الزاماتی را برای یک سیستم مدیریت انرژی مشخص می‌نماید که می‌تواند یک سازمان را قادر به توسعه و پیاده سازی خط مشی و اهداف پیرامون نیازمندی‌ها و الزامات قانونی در مورد جنبه های انرژی نماید. این استاندارد می‌تواند در تمامی سازمانها با هر نوع فعالیت و هر اندازه و ابعاد پیاده سازی شود. این استاندارد سازمانها و شرکت ها را با یک چارچوب یکسان در جهت استقرار سیستم و فرایندهای مورد نیاز برای بهبود اثربخشی انرژی هدایت می‌کند و کمک موثری در جهت صرفه جویی اقتصادی و کاهش گازهای گلخانه ای با استفاده از مدیریت سیستمی انرژی می‌نماید.

BS EN16001 در هر سازمانی که خواهان مدیریت انرژی خود و بهبود عملکرد آن از طریق استقرار، پیاده سازی، نگهداری و بهبود یک سیستم مدیریت انرژی به صورت سیستماتیک باشد، قابل اجراست. با استقرار این استاندارد، سازمان ها می‌توانند الزامات بهبود عملکرد انرژی خود را از طریق دریافت گواهینامه سیستم مدیریت انرژی اثبات نمایند.

این استاندارد می‌تواند هم به صورت جداگانه و هم به صورت یکپارچه با سایر سیستمهای مدیریتی مستقر گردد. زیرساخت های مورد نیاز این استاندارد همانند زیرساخت های مورد نیاز ISO 14001، سیستم مدیریت زیست محیطی می‌باشد.

۳-۲-۱- سر فصل الزامات و مدل سیستم مدیریت انرژی BS EN16001:2009

۱- دامنه فعالیت

۲- هدف



۳- الزامات سیستم مدیریت انرژی

۳-۱- الزامات عمومی

۳-۲- خط مشی انرژی

۳-۳- طرح ریزی

۳-۳-۱- شناسایی و بازنگری جنبه های انرژی :

۳-۳-۲- الزامات قانونی و سایر الزامات

۳-۳-۳- اهداف کلان و خرد و برنامه ها

۳-۴- اجرا و عملیات

۳-۴-۱- منابع، نقش ها، مسئولیت ها و وظایف

۳-۴-۲- آگاهی، آموزش، شایستگی

۳-۴-۳- ارتباطات

۳-۴-۴- مستند سازی سیستم مدیریت انرژی

۳-۴-۵- کنترل مستندات

۳-۴-۶- کنترل عملیات

۳-۵- کنترل

۳-۵-۱- پایش و اندازه گیری

۳-۵-۲- ارزیابی انطباق

۳-۵-۳- عدم انطباق، اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه

۳-۵-۴- کنترل سوابق

۳-۵-۵- ممیزی داخلی سیستم مدیریت انرژی

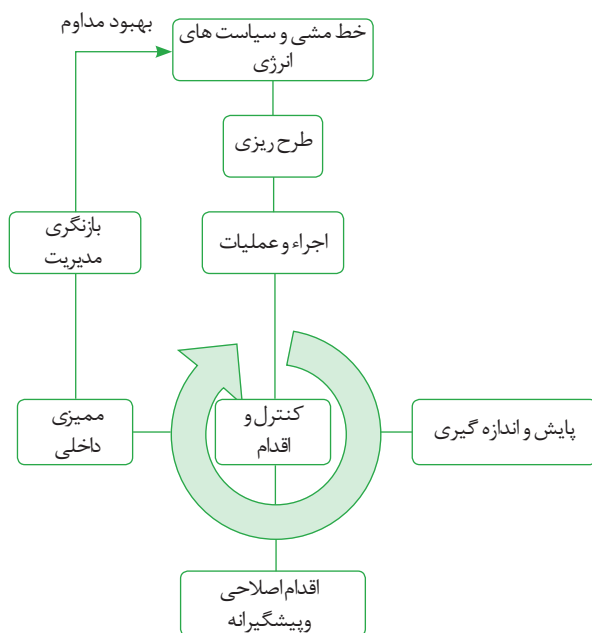
۳-۶- بازنگری سیستم مدیریت انرژی توسط مدیریت ارشد

۳-۶-۱- عمومی

۳-۶-۲- ورودیهای بازنگری مدیریت

۳-۶-۳- خروجی های بازنگری مدیریت





شکل ۱-۳: مدل سیستم مدیریت انرژی EN16001

۳-۲-۳- مراحل استقرار سیستم مدیریت انرژی EN16001:2009

مهمترین فعالیت ها جهت طراحی و پیاده سازی سیستم جامع مدیریت انرژی به شرح ذیل می باشد:

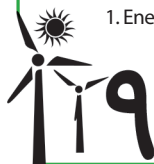
(۱) فعالیت های مرتبط با مدیریت ارشد

- تعیین کمیته مدیریت انرژی و نماینده مدیریت در کمیته مدیریت انرژی با تعریف مسئولیت ها و اختیارات به همراه آموزش های لازم در جهت استقرار سیستم مدیریت انرژی .
- تعیین و تدوین خط مشی انرژی و همچنین اهداف و تهیه برنامه های عملیاتی و اجرایی مدیریت انرژی .
- تعریف پروژه های بهبود و طرح های توسعه به عنوان اهداف کوتاه مدت ، میان مدت و بلند مدت .
- شناسایی و تعیین شاخص های عملکرد انرژی (EPI)^۱ در کلیه سطوح سازمان .

(۲) کنترل مدارک و سوابق

- تحت کنترل در آوردن کلیه مدارک ، فرمها ، نقشه ها ، ... و ارائه روشی جهت نگهداری ، دسته بندی و کدینگ مدارک و سوابق مربوط به کلیه تجهیزات و مصارف انرژی .
- ایجاد روشی جهت بازنگری مستندات (در صورت نیاز) و اطمینان از به روز بودن و کفایت فرم ها و روش های اجرایی .

1. Energy Performance Indicators



۳) شناسایی و بازنگری جنبه های انرژی

- شناسایی و تعیین جنبه های انرژی.
- تعیین محل هایی که جنبه های انرژی را شناسایی می کند مانند فرآیندها، تجهیزات، ساختمان ها و ...
- تعیین عوامل و مصارف انرژی فعلی و گذشته بر پایه اندازه گیری وضع موجود و سایر داده ها.
- شناسایی تجهیزاتی انرژی بر و تخمین مصرف انرژی.
- تحت کنترل قرار دادن جنبه های انرژی و انجام اقدامات اصلاحی لازم.
- شناسایی و تعیین اولویت بندی فرصت های بهبود برای جنبه های انرژی.

۴) مدیریت منابع و زیر ساخت ها

- تأمین منابع مورد نیاز در جهت تحقق اهداف و برنامه ها (اعم از تجهیزات، امکانات یک واحد جدید، سیستم های نرم افزاری و غیره)
- تعیین شرایط احراز برای کلیه مشاغل بر اساس تحصیلات، تجربه، مهارت و توانمندی ها و بر اساس آن گزینش، استخدام و آموزش نیروهای انسانی.
- تعیین صلاحیت ها برای پست های سازمانی موثر بر سیستم مدیریت انرژی، ارزیابی دوره ای پرسنل و ارزیابی آنها.

۵) ارزیابی انطباق

- طراحی مکانیزم های کنترل انرژی.
- تعیین و طراحی مکانیزمی جهت ارزیابی انطباق سیستم مدیریت انرژی با مقررات و الزامات قانونی.
- ارائه گزارشات منظم و ثبت سوابق ارزیابی ها مطابق با روش های تعیین شده.

۶) نگهداری و تعمیرات تجهیزات و ماشین آلات

- تهیه شناسنامه فنی کلیه دستگاه ها و ماشین آلات و تهیه و تدوین کلیه دستورالعمل های کاری تجهیزات و دستگاه ها.
- تهیه و تدوین برنامه زمانبندی جهت سرویس و نگهداری تجهیزات و دستگاه ها برای کاهش مصرف انرژی.
- تعیین اثربخشی تجهیزات برای میزان مصرف انرژی.

۷) ارزیابی پیمانکار / مشاور و تأمین کنندگان انرژی

- شناسایی تأمین کنندگان و پیمانکاران موثر برای انرژی.
- ارزیابی تأمین کنندگان و تعیین حجم و اولویت همکاری آنان.
- ثبت نتایج عملکردی تأمین کنندگان و اعمال تغییرات در امتیازات و اولویت های همکاری و تأثیر در همکاری های بعدی.



**۸) ارتباطات**

- تعیین ارتباطات داخلی و برون سازمانی در کلیه سطوح سازمانی موثر بر سیستم مدیریت انرژی.
- تعیین مکانیزمی جهت نحوه مسئولیت پذیری و پاسخگویی پرسنل مرتبط با سیستم مدیریت انرژی.

۹) کنترل عملیات

- تعیین و شناسایی عملیات و فعالیت های مرتبط با اهداف و برنامه ها با در نظر گرفتن جنبه های انرژی.
- تعیین و شناسایی مراحل طراحی، تهیه و تدارک، راه اندازی، عملیات و نگهداری.
- طراحی مکانیزمی جهت کنترل مراحل طراحی، تهیه و تدارک، راه اندازی، عملیات و نگهداری.
- طراحی مکانیزمی جهت تحت کنترل قرار دادن فعالیت های مرتبط با جنبه های انرژی.

۱۰) پایش و اندازه گیری

- طراحی مکانیزمی جهت اندازه گیری و پایش عملکرد سیستم مدیریت انرژی.
- ایجاد طرح های کنترل و اندازه گیری انرژی.
- تعیین شاخص های کلیدی عملیاتی انرژی.

۱۱) اقدامات اصلاحی / پیشگیرانه

- تعیین مکانیزم رفع موارد نامنطبق، پیشگیری از بروز موارد عدم انطباق و بررسی و ریشه یابی علل بوجود آمدن مشکل.
- پیگیری اقدامات لازم جهت رفع موارد عدم انطباق شامل؛ مسئولیت انجام، مهلت اجرا، بررسی اقدامات به عمل آمده و اثر بخش بودن آنها به همراه صدور اقدامات پیشگیرانه مؤثر جهت بهبود مستمر سیستم مدیریت انرژی.

۱۲) تجزیه و تحلیل اطلاعات و داده ها

- طراحی کلیه فعالیت های مذکور با قابلیت اندازه گیری و تبدیل به عدد و نمودارهای آماری.
- تعیین مکانیزم ارائه گزارشات لازم و مورد نیاز سیستم مدیریت انرژی و مدیریت ارشد سازمان با استفاده از تکنیکهای آماری، نقشه های فرایند، نمودارها، گراف ها و جداول.
- تجزیه و تحلیل اطلاعات با استفاده از انواع نمودارها، گزارشات آماری، تعیین وضعیت کلی اثر بخشی سیستم مدیریت انرژی، مغایرت ها، مشکلات و موانع.

۱۳) ممیزی داخلی

- طراحی مکانیزمی جهت بازبینی و بازرسی عملکرد سیستم مدیریت انرژی در بازه های زمانی مشخص با آموزش ممیزین داخلی و برنامه ریزی ممیزی داخلی.
- تهیه چک لیست های ممیزی و اجرای ممیزی داخلی و ثبت و رسیدگی به مشاهدات ممیزی و موارد عدم انطباق ممیزی.



۱۴) بازنگری مدیریت

- طراحی مکانیزمی جهت بازنگری عملکرد و برگزاری جلسات منظم به منظور بررسی اثر بخشی سیستم مدیریت انرژی.
- تعیین ورودی ها و خروجی های بازنگری مدیریت سیستم انرژی.
- تعیین راهکارها و فرصت های بهبود سیستم مدیریت انرژی.

۳-۲-۳- دستاوردهای استقرار سیستم مدیریت انرژی EN۱۶۰۰۱:۲۰۰۹

- ۱- تدوین، بررسی سیاست های کلان مجموعه در زمینه مدیریت انرژی
- ۲- طراحی تشکیلات سازمانی، منابع انسانی و مالی مورد نیاز برای مدیریت انرژی
- ۳- تهیه برنامه آگاه سازی و آموزش پرسنل در زمینه انرژی
- ۴- ایجاد پایگاه داده های انرژی
- ۵- ایجاد سیستم پایش و گزارش دهی دوره ای
- ۶- تهیه چک لیست ها و تدوین برنامه ممیزی انرژی دوره ای
- ۷- شناسایی و امکان سنجی فنی و اقتصادی فرصت های صرفه جویی انرژی
- ۸- اولویت بندی و اجرای پروژه های صرفه جویی انرژی
- ۹- ایجاد سیستم کنترل و بازبینی سالانه
- ۱۰- پایین آوردن هزینه های انرژی بدون کاهش سطح کیفیت مصرف
- ۱۱- آزادسازی منابع مالی و صرف آن در توسعه سایر بخش ها
- ۱۲- به حداقل رساندن آسیب های زیست محیطی
- ۱۳- پایه گذاری سیستم بهره وری انرژی در سیستم ها و تجهیزات انرژی بر اصلی





الزامات مدیریت انرژی Energy Management Requirements

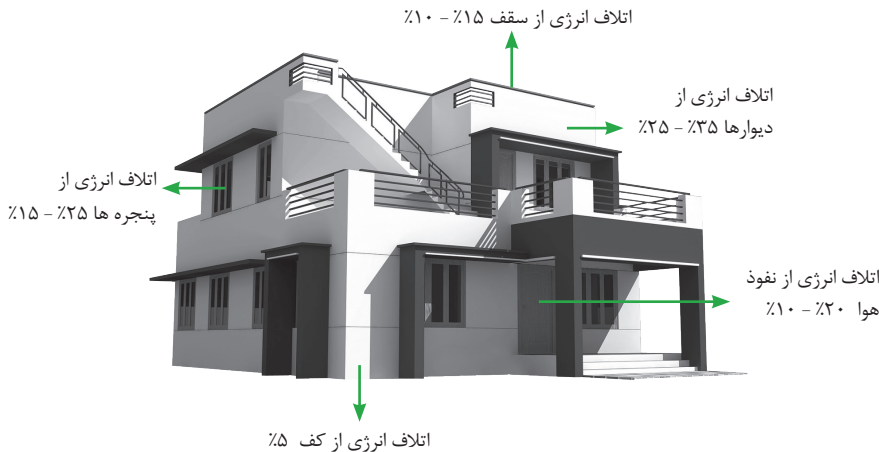


فصل چهارم: راهنمای مدیریت انرژی در ساختمان‌ها

سند حاضر با هدف ارائه راهنمایی و حفظ یکپارچگی در تدوین مستندات مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست شرکت ملی صنایع پتروشیمی، توسط مدیریت HSE شرکت تهیه شده و کلیه حقوق آن محفوظ و متعلق به آن شرکت می باشد.

۴-۱- عایق کاری ساختمان‌ها

عایق کاری جداره های خارجی ساختمان، می تواند ۳۵ تا ۵۵ درصد از اتلاف حرارت ناشی از سقف، کف و دیوارهای مجاور فضای آزاد را کاهش دهد. انتخاب روش مناسب عایق کاری ساختمان نیازمند توجه فنی اقتصادی بوده و به عوامل مختلفی نظیر وضعیت جدار، هزینه عایق کاری، نمای خارجی ساختمان و غیره بستگی دارد. همچنین روش های عایق کاری ساختمان های احداث شده با ساختمان های در حال ساخت متفاوت می باشد. در شکل ۴-۱ میزان اتلاف انرژی از قسمت های مختلف ساختمان نشان داده شده است.



شکل ۴-۱: نمایش میزان اتلاف انرژی از قسمت های مختلف ساختمان

۴-۱-۱- عایق کاری دیوارهای ساختمان در هنگام ساخت

بهترین زمان برای عایق کاری ساختمان، در زمان دیوارکشی و در هنگام ساخت می باشد که بسیار راحت تر و با هزینه کمتری نسب به ساختمان های احداث شده انجام می پذیرد. در زمان ساخت یک بنا، از روش های مختلف و متنوعی جهت عایق کاری ساختمان می توان استفاده نمود. می توان عایق کاری را ضمن اجرای نمای ساختمان (آجر نما، سنگ و کامپوزیت آلومینیوم) انجام داد. همان طور که در جدول (۴-۱) ملاحظه می شود، اجرای عایق کاری با استفاده از عایق های معدنی (پشم شیشه، پشم سنگ، پشم سرباره) نیاز به اجرای سازه فلزی و یا چوبی دارد که عایق در بین آن قرار داده شده و نمای ساختمان بر روی آن اجرا می شود. از این رو از این روش به نام «عایق کاری با سازه» یاد می شود. روش دیگر عایق کاری، «عایق کاری بدون سازه» است که برای عایق هایی نظیر یونولیت و پلی استایرن (XPS) که از استحکام کافی برخوردار هستند، نیازی به اجرای سازه نمی باشد و نمای ساختمان مستقیماً بر روی آن اجرا می شود. روش دیگر عایق کاری «عایق کاری با مصالح عایق» است که با استفاده از مصالح و بلوک های عایق حرارتی و با هزینه پایین تر و سهولت بیشتری، انجام می پذیرد.



جدول ۴-۱: روش های مختلف عایق کاری دیوارهای ساختمان در هنگام ساخت

روش عایق کاری	نوع عایق	جزئیات اجرایی عایق کاری	هزینه عایق کاری	سرعت عمل و سهولت اجراء
عایق کاری دیوار با استفاده از روش ساندویچ پانل یونولیتی	پلی استایرن	ملات سیمان / مش بندی فلزی / یونولیت	کم	خوب
عایق کاری دیوار با استفاده از بلوک های بتن گازی	بلوک بتن گازی	بلوک بتون گازی / ملات	کم	عالی
عایق کاری دیوار با استفاده از بلوکهای لیکا	بلوک لیکا	بلوک لیکا / ملات	کم	خوب
عایق کاری دیوار با روش LSF و ICF	یونولیت یا پشم شیشه	قاب بندی فلزی / عایق / برد سیمانی و یا گچی	بالا	عالی
عایق کاری ساختمان در نمای خارجی ساختمان	پشم شیشه	نمای ساختمان (آجر نما، سنگ یا کامپوزیت) / عایق / قاب فلزی / دیوار	بالا	متوسط
عایق کاری ساختمان در نمای داخلی ساختمان	عایق برد	عایق برد / دیوار	کم	عالی
عایق کاری کف از داخل با استفاده از عایق XPS	پلی استایرن XPS	کف / پلی استایرن XPS / ملات سیمان / سرامیک	متوسط	پائین
عایق کاری بام از خارج با استفاده از یونولیت	یونولیت	شن ماسه رودخانه ای / یونولیت / بام	کم	عالی

۴-۲-۱-۴- عایق کاری دیوارهای ساختمان احداث شده

در ساختمان های احداث شده، عایق کاری جداره ها مستلزم بازسازی ساختمان است. روش نخست، عایق کاری جداره ها از داخل و در روش دوم عایق کاری جداره ها از خارج ساختمان انجام می پذیرد. عموماً عایق کاری در نمایی انجام می شود که وضعیت نما در آن قسمت نامناسب باشد. به عبارت دیگر، اگر مدیریت ساختمان قصد بازسازی نمای خارجی ساختمان را داشته باشد، عایق کاری ضمن بازسازی نمای خارج انجام می پذیرد و در صورتیکه، وضعیت نمای داخل ساختمان نامطلوب و نیاز به ترمیم و بازسازی داشته باشد، عایق کاری از داخل انجام می پذیرد. در جدول زیر، روش های متداول عایق کاری ساختمان، ضمن بازسازی ارائه شده است. همانطور که در بخش قبل نیز اشاره شد، روش های عایق کاری از حیث اجرا به سه دسته تقسیم می شوند.

- عایق کاری با سازه
- عایق کاری بدون سازه
- عایق کاری با مصالح عایق



برای ساختمان های احداث شده، می توان از دو روش عایق کاری با سازه و بدون سازه استفاده نمود ولی نمی توان از مصالح عایق استفاده نمود.

جدول ۴-۲ روش های مختلف عایق کاری دیوارهای ساختمان احداث شده

روش عایق کاری	نوع عایق	جزئیات اجرایی عایق کاری	هزینه عایق کاری	سرعت عمل و سهولت اجرا
عایق کاری دیوار در نمای خارجی ساختمان	پشم شیشه	نمای ساختمان (آجرنما، سنگ یا کامپوزیت) / عایق / قاب فلزی / دیوار	بالا	پائین
عایق کاری دیوار از خارج با استفاده از عایق رول	عایق رول	عایق رول / دیوار	کم	عالی
عایق کاری دیوار از خارج با استفاده از عایق ترکیبی XPS-اندود سیمان	پلی استایرن XPS	اندود سیمان / پلی استایرن XPS / دیوار	متوسط	عالی
عایق کاری بام از خارج با استفاده از یونولیت	یونولیت	سنگ ریزه رودخانه ای / یونولیت / بام	کم	عالی
عایق کاری دیوار از داخل ساختمان با استفاده از عایق برد	عایق برد	عایق برد / دیوار	کم	عالی
عایق کاری دیوار از داخل با استفاده از سیستم کناف و عایق پشم شیشه	پشم شیشه	قاب فلزی / پشم شیشه / پتل گچی	بالا	عالی
عایق کاری دیوار از داخل با استفاده از قاب بندی، رابیس و عایق پشم شیشه یا یونولیت	یونولیت یا پشم شیشه	قاب فلزی / عایق / رابیس / گچ و خاک / گچ	بالا	پائین
عایق کف از داخل با استفاده از عایق XPS	پلی استایرن XPS	کف / پلی استایرن XPS / ملات سیمان / سرامیک	متوسط	پائین
نانو رنگ عایق	رنگ عایق	نانو رنگ / دیوار	کم	عالی

۴-۱-۳- نکات تکمیلی در خصوص عایق کاری ساختمان

به طور کلی عایق کاری ساختمان را می توان هم از طرف داخل و هم از خارج جدار اجرا نمود. در عایق کاری ساختمان از خارج، دیوارهای ساختمان نیز در حین گرمایش ساختمان گرم می شود.

- ۱- به جای پشم شیشه می توان از سایر عایق های معدنی نظیر پشم سنگ و پشم سربراه نیز استفاده نمود.
- ۲- این محصول میزان اتلاف حرارت ساختمان را در حدود ۱۰٪ کاهش می دهد.



دیوارهای گرم شده ساختمان، اینرسی حرارتی را در ساختمان افزایش می دهد و در زمان هایی که دمای هوای داخل ساختمان کاهش یابد، به محیط داخلی گرما، می بخشد و موجب ثبات دمایی در داخل ساختمان می شود. در این روش که بیشتر مناسب ساختمان های با کاربری دائم و مسکونی می باشد، تغییرات دمای داخل، تاثیر کمتری از تغییرات دمای خارج ساختمان می پذیرد و آسایش حرارتی ساختمان افزایش می یابد. در روش دوم، عایق کاری از سمت داخل ساختمان انجام می پذیرد و در حین گرمایش ساختمان، جداره های ساختمان گرم نمی شود و اینرسی حرارتی دیوارهای ساختمان به شدت کاهش می یابد. از اینرو شدت تغییرات دمای داخل ساختمان که اصطلاحاً با لختی اینرسی ساختمان شناخته می شود، به شدت افزایش می یابد. این نوع عایق کاری بیشتر برای ساختمان های اداری که دمای داخل ساختمان باید بسرعت به دمای مطلوب برسد، مناسب می باشد و بهتر است از ادوات و تجهیزات کنترل دما در داخل ساختمان استفاده شود، تا دمای یکنواخت محیط و آسایش حرارتی افراد تامین شود. با توجه به مباحث فوق، روش مطلوب برای عایق کاری ساختمان های اداری، از داخل می باشد. با این وجود، یکی از معیارهای اساسی برای انتخاب روش مناسب عایق کاری، وضعیت نمای دیوار از داخل و خارج ساختمان می باشد. از آنجایی که عایق کاری ساختمان همراه با بازسازی نمای ساختمان انجام می پذیرد. عموماً عایق کاری در نمایی انجام می شود که وضعیت نما در آن قسمت نامناسب باشد. به عبارت دیگر، اگر مدیریت ساختمان قصد بازسازی نمای خارجی ساختمان را داشته باشد، عایق کاری ضمن بازسازی نما انجام می پذیرد. موضوع دیگری که می بایست در انتخاب روش مناسب عایق کاری در نظر گرفت، مباحث اقتصادی پروژه می باشد. به طور کلی هزینه عایق کاری دیوارهای ساختمان، با توجه به هزینه بالاتر نماکاری از خارج ساختمان نسبت به نماکاری از داخل، روش های عایق کاری داخلی ساختمان کم هزینه تر می باشد.



شکل ۴-۲- تصویری از مراحل عایق کاری دیوار

۴-۲- عایق کاری پنجره های ساختمان

عایق کاری جداره های نورگذر، از اهمیت بسزایی در کاهش مصرف انرژی ساختمان برخوردار است و ضمن کاهش ۲۵ تا ۴۰ درصدی مصرف انرژی، آسایش حرارتی ساکنین ساختمان را فراهم می سازد. یکی از ضعیف ترین نقاط در پوسته خارجی ساختمان (از نظر انتقال حرارت) جداره های نور گذر یا پنجره ها هستند. دلیل این امر، ضخامت اندک، ضریب هدایت بالا و انتقال حرارت تشعشعی از این جداره ها می باشد. این جداره ها باید به گونه ای طراحی شوند که امکان بهره گیری از نور و انرژی خورشیدی را در ماه های مختلف سال تامین کرده و در عین حال میزان عایق کاری حرارتی و صوتی آنها نیز قابل قبول باشد. بهترین راه حل برای بهبود وضعیت پنجره ها از نظر انتقال حرارت، استفاده از پنجره های عایق است. پنجره های



عایق از ۴ جزء اصلی به شرح زیر تشکیل یافته است :

۱. قاب و بازشو پنجره که از پروفیل UPVC و یا آلومینیوم ترمال بریک ساخته شده است.
۲. شیشه دوجداره یا سه جداره
۳. لاستیک درزگیر EPDM
۴. پروفیل گالوانیزه به عنوان استراکچر پنجره

نسل جدید پنجره های عایق مجهز به پوشش LOW-e هستند که از انتقال انرژی تابشی خورشید نیز جلوگیری می کند.

۴-۲-۱- بررسی پنجره های عایق UPVC با شیشه چند جداره استاندارد

در ادامه به بررسی نکات ضروری در ساخت پنجره های عایق UPVC استاندارد پرداخته شده و عوامل تاثیر گذار در کیفیت این پنجره ها مورد ارزیابی قرار گرفته است. عملکرد مطلوب پنجره های دوجداره به ۳ عامل اساسی وابسته است.

۱- کیفیت پروفیل تولید شده

۲- کیفیت ساخت پنجره

۳- کیفیت نصب پنجره

در صورتی که هریک از مراحل فوق به درستی انجام نگیرد، پنجره مورد نظر از کیفیت مطلوبی برخوردار نخواهد بود. از اینرو در ادامه به بررسی اجمالی و کیفی عوامل موثر در مراحل فوق پرداخته شده است.

۱- کیفیت پروفیل تولید شده:

- هندسه پروفیل از نظر تعداد حفره های پروفیل، مقاومت داخلی استراکچر پروفیل و موارد از این دست تاثیر بسزایی در کیفیت پروفیل دارد. پروفیل می بایست حداقل ۳ تا ۴ حفره در مقطع عرضی داشته باشد، هرچه تعداد حفره ها و استراکچر داخلی پروفیل قوی تر باشد، ضمن استحکام بیشتر، دارای عایقیت صوتی و حرارتی بهتری نیز خواهد بود.

- ضخامت دیواره های خارجی که باید بیشتر از $2/0 + 3$ میلی متر باشد.

- ترکیب مواد اولیه پروفیل شامل موارد ذیل می باشد:

- مقدار PVC موجود در پروفیل که باید بیش از ۸۰ درصد باشد.
- مقدار Stabilizer پایدارکننده های رنگ، حرارت و مقاومت در برابر اشعه ماورا بنفش به میزان کافی باشد.

• عوامل بهبود دهنده ضربه از گرید مناسب و به مقدار کافی باشد.

• دی اکسید تیتانیوم جهت سفیدی رنگ PVC و مقاومت در برابر اشعه ماورا بنفش

• مقدار و کیفیت filler پرکنه ها همچون کربنات کلسیم (در پروفیل های ارزان قیمت به جای مواد افزودنی مورد نیاز همچون دی اکسید تیتانیوم، پایدارکننده ها، از مواد پرکن بی کیفیت استفاده می کنند).

- تست های انجام گرفته بر روی پارامترهای مختلف پروفیل شامل موارد ذیل است. (استاندارد

RAL-GZ ۱۶۷۱/۱ آلمان به عنوان مرجع بیشتر تولیدکنندگان UPVC می باشد)

• جرم واحد طول پروفیل براساس استاندارد ۶۸۴۰ isiri

• وزن مخصوص پروفیل براساس استاندارد ۶۸۴۰ isiri



- ابعاد پروفیل براساس استاندارد ۶۸۴۰ isiri
- مقاومت ضربه ای چارپی پروفیل براساس استاندارد ۶۸۴۰ isiri
- مقاومت در برابر ضربه در دمای پایین پروفیل براساس استاندارد ۶۸۴۰ isiri
- برگشت حرارتی پروفیل براساس استاندارد ۶۸۴۰ isiri
- رفتار پس از گرم شدن پروفیل براساس استاندارد ۶۸۴۰ isiri
- انحراف از خط راست پروفیل براساس استاندارد ۶۸۴۰ isiri
- قابلیت جوش پذیری پروفیل براساس استاندارد ۶۸۴۰ isiri
- رنگ پروفیل براساس استاندارد ۳-۲-۷۷۲۴ iso
- میزان رطوبت رزین PVC براساس استاندارد ۱۲۶۹ iso
- اندازه ذرات رزین PVC براساس استاندارد ۱۶۲۴ iso
- ریزش رزین PVC براساس استاندارد ۶۱۸۶ iso
- مقدار جذب روغن PVC براساس استاندارد ۱۷۵۵ din
- میزان رطوبت کربنات کلسیم براساس استاندارد ۷۸۷-۲ iso
- مقدار جذب روغن کربنات کلسیم براساس استاندارد ۵۷۸۷ iso

۲- کیفیت ساخت پنجره

یکی از مهمترین مراحل موثر در کیفیت یک پنجره دوجداره استاندارد، ساخت پنجره استاندارد می باشد. عوامل زیر در کیفیت ساخت پنجره UPVC تاثیرگذار است.

- استفاده از پروفیل گالوانیزه مناسب در پنجره UPVC

- جوش مناسب پروفیل های پنجره UPVC

- پنجره دوجداره مناسب UPVC

• شیشه جام از کیفیت مناسب، عاری از موج و حباب و با روش فلویت تولید شده باشد.

فاصله گذار مناسب مابین دو شیشه که هرچه بیشتر باشد، میزان عایق شدن صوتی و حرارتی شیشه بهتر خواهد بود. این مقدار می تواند بین ۸ تا ۱۶ میلیمتر باشد.

• اسپیسر باید دارای انعطاف کافی باشد، به نحوی که در خم کردن ترک نخورد. اسپیسر باید در گوشه ها خم شود و دو سر آن بهم بچسبد. (استفاده از اسپیسرهای ۴ تکه غیر استاندارد است).

• استفاده از رطوبت گیر در داخل فاصله گذار دوشیشه برای جذب رطوبت و جلوگیری از مه گرفتگی در فضای داخل شیشه

• "مقدار کافی و یکنواخت چسب بوتیل، بگونه ای که هیچ فاصله ای بین شیشه و فاصله گذار شیشه باقی نماند.

• تزریق گاز آرگون در فاصله بین شیشه ها

• "چسب عایق پلی سولفاید که از مخلوط نمودن دو ماده چسب و سختی ده تهیه و مورد استفاده قرار می گیرد.

• تست های صورت گرفته بر روی شیشه شامل موارد ذیل می باشد.

• تست دسیکانت (مواد رطوبت گیر)

• تست ظاهری شیشه



- تست چسب های آب بندی اولیه و ثانویه شیشه های دوجداره
- تست شیشه در دمای پایین به منظور کسب اطمینان از عدم بخارزدگی
- تست ابعادی شیشه دوجداره
- کیفیت مناسب یراق آلات شامل اسپانولیت، لولا، مولیون کانکتور
- لاستیک های هوابندی مناسب
- درزبندی پنجره از اهمیت بسزایی برخوردار است که بر اساس دو استاندارد زیر قابل ارزیابی است.
- استاندارد BSEN ۱۲۲۰۷:۲۰۰۰ برای تعیین کلاس هوابندی پنجره ها
- استاندارد BSEN ۱۲۲۰۸:۲۰۰۰ برای تعیین کلاس آب بندی پنجره ها

۳- کیفیت نصب پنجره

نصب صحیح پنجره از اهمیت بسزایی در میزان درزبندی ساختمان و کیفیت پنجره دو جداره دارد. از جمله عوامل تاثیر گذار می توان به موارد ذیل اشاره نمود.

- اندازه دقیق پنجره، در میزان درزبندی ساختمان تاثیر بسزایی دارد، بنابر این می بایست اندازه گیری به صورت صحیح انجام گیرد.

- تراز بودن پنجره نصب شده و پر کردن فضای خالی زیر پنجره، از پیچیدگی پنجره جلوگیری می کند.

- پر کردن فضای بین پنجره و قاب با استفاده از فوم های پرکننده

۴-۳- آشنایی با راهکارهای بهینه سازی انرژی در موتورخانه ساختمان

بهینه سازی در موتورخانه ساختمان نقش مهمی در تامین آسایش حرارتی ساکنین ساختمان دارد، تا جایی که از آن به عنوان « قلب ساختمان » نام برده اند. بهینه سازی مصرف انرژی در موتورخانه ساختمان ها به وسیله سرویس و تعمیرات دوره ای منظم، افزایش راندمان احتراق دیگ های آب گرم و مدیریت بر مصرف انرژی امکان پذیر می گردد. از جمله راهکارهای کاهش مصرف انرژی در تاسیسات حرارتی و برودتی ساختمان می توان به موارد زیر اشاره نمود.

۴-۳-۱- نصب سیستم کنترل هوشمند موتورخانه

سیستم کنترل هوشمند موتورخانه، سیستمی است که امکان کنترل میزان گرمایش تولیدی در موتورخانه را با توجه به نیاز ساختمان، فراهم می سازد. صرفه جویی مصرف انرژی حاصل از عملکرد سیستم های کنترل هوشمند بر مبنای دمای خارج به دو دسته تقسیم می شوند.

- کنترل مصارف گرمایشی در زمان استفاده از ساختمان

- خاموشی یا آماده باش بودن موتورخانه پس از ساعت کاری ساختمان های غیر مسکونی

در موتورخانه های سنتی، دمای آب گرم چرخشی در سیستم گرمایشی ساختمان عموماً بر روی یک عدد ثابت (مثلاً ۷۰ تا ۸۰ درجه) تنظیم می شود. این دما برای یک نیمه شب سرد زمستانی مناسب بوده لیکن برای ساعات میانی روز مفید نیست.

این امر موجب گرمایش بیش از حد ساختمان و باز شدن پنجره ها توسط ساکنین برای تعدیل دمای اتاق ها و اتلاف انرژی می گردد. سیستم کنترل هوشمند موتورخانه با اندازه گیری دمای هوای خارج ساختمان، دمای آب گرم چرخشی را بر اساس نیاز گرمایشی ساختمان تنظیم



می کند، در نتیجه مصرف سوخت، ۱۵ تا ۲۰ درصد کاهش می یابد. همچنین در ساختمان های اداری، آموزشی و تجاری که از فضای ساختمان به صورت پاره وقت استفاده می شود، در ساعات غیر کاری نیازی به فعالیت موتورخانه نیست. با این وجود به دلیل عدم امکان خاموشی و یا کنترل تجهیزات، در عمل این موتورخانه ها به صورت دائم فعال هستند. در صورتیکه سیستم کنترل هوشمند موتورخانه توسط یک برنامه زمانبندی پس از ساعت کاری، موتورخانه را خاموش کرده و موجب صرفه جویی انرژی به میزان ۴۰ درصد در ساختمان های اداری، تجاری می شود. در شکل ۴-۳ سیستم کنترل هوشمند موتورخانه نشان داده شده است.

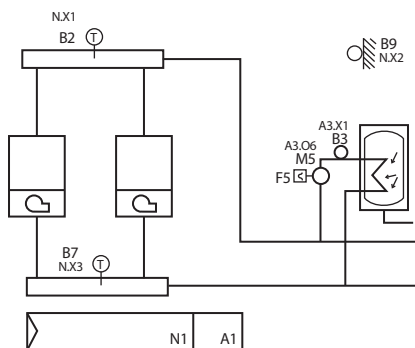
A1 و N1: کنترلر مرکزی و نمایشگر سیستم

B9: سنسور دمای خارج ساختمان

B2: سنسور دمای آبگرم رفت

B7: سنسور دمای آبگرم برگشت

B3: سنسور دمای آبگرم مصرفی



شکل ۴-۳: تصویر شماتیک سیستم کنترل هوشمند موتورخانه

مزایای استفاده از سیستم کنترل هوشمند موتورخانه:

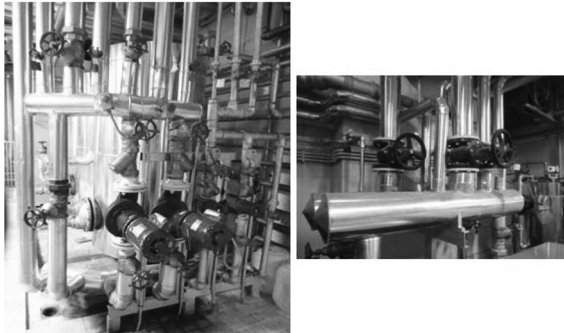
- کاهش ۱۵٪ مصرف انرژی در ساختمان های مسکونی
- کاهش ۴۰٪ مصرف انرژی در ساختمان های غیر مسکونی (اداری، تجاری، آموزشی)
- نصب سریع و آسان بدون انجام تغییرات مکانیکی در موتورخانه
- بهینه سازی و جلوگیری از مصارف ناخواسته انرژی
- تثبیت محدوده آسایش حرارتی ساکنین ساختمان
- قابلیت برنامه ریزی سیستم به صورت روزانه، هفتگی و سالیانه
- هزینه پایین و بازگشت سریع سرمایه

۴-۳-۲- عایق کاری در موتورخانه ها

موتورخانه به دلیل نقش تولید حرارت و برودت، پتانسیل بالایی در اتلاف انرژی حرارتی دارد. از این رو، عایق کاری دیگ های آب گرم، منبع آب گرم مصرفی، شیرها و لوله های آب گرم می تواند تا ۲۰ درصد



مصرف انرژی را کاهش دهد. تصویری از عایق کاری در شکل ۴-۴ نشان داده شده است.



شکل ۴-۴: تصویری از عایق کاری موتورخانه

دو روش متداول عایق کاری به شرح زیر می باشد.

۱- استفاده از عایق های معدنی (پشم شیشه، پشم سنگ و پشم سرباره)

در روش سنتی عایق کاری موتورخانه ها، از عایق های معدنی پتویی برای عایق کاری سطوح مختلف تجهیزات با دمای بالا استفاده می شود. از آنجایی که میزان عایق بودن این مواد با جذب رطوبت، کاهش می یابد، باید از یک پوشش ضد آب (ماستیکی) بر روی عایق استفاده شود.

۲- استفاده از عایق های EPDM و یا NBR/PVC

این عایق های نوین دارای مقاومت حرارتی بالاتری نسبت به عایق های معدنی هستند. همچنین رطوبت بر روی این عایق ها تاثیر ناچیزی دارد و نیازی به پوشش ضد آب ندارد. این عایق ها در دو نوع صفحه ای و لوله ای وجود داشته و به سهولت و با سرعت بالایی اجرا می شود. محدوده دمای کار این عایق از ۱۲۵ تا ۲۰۰ درجه سانتیگراد می باشد.

از جمله مواردی که در عایق کاری موتورخانه ها می بایست مد نظر گیرد می توان به موارد زیر اشاره نمود:

- استفاده از ضخامت مناسب عایق جهت عایق کاری تجهیزات با دمای سطوح بالا
- ایجاد پوشش ضد آب (ماستیکی) بر روی سطح عایق کاری جهت جلوگیری از جذب رطوبت در عایق های معدنی (پشم شیشه، پشم سنگ و پشم سرباره)
- عدم فشردگی عایق در گوشه ها (کاهش مقاومت حرارتی عایق) و تماس مستقیم عایق با سطوح (جلوگیری از اتلاف حرارت همرفتی)
- محاسبه و در نظر گرفتن ضخامت حداقل عایق کاری در لوله ها
- عایق کاری شیرها، فلنج ها و کلیه سطوح دما بالا جهت جلوگیری از تشکیل پل حرارتی

۴-۳-۳- تعمیر و نگهداری دیگ های آب گرم

یکی از بخش های مهم و تاثیر گذار در مصرف انرژی موتورخانه، تنظیم و سرویس بودن



دیگ های آبگرم و انجام تعمیرات و نگهداری منظم در این تجهیزات به عنوان مولد انرژی حرارتی می باشد. بدین منظور اقدامات زیر در موتورخانه ها ضروری می باشد.

۱- تمیز و تعمیر نمودن مشعل ها

به منظور تمیز نمودن سوخت در مشعل های گازی و مایع، سوخت از شیارها و پره های بسیار باریکی عبور داده می شود و وجود کثیفی و رسوب در این مسیرها، موجب مسدود شدن و کاهش دبی سوخت می شود. تعویض اوریفیس های اتمیزه کننده سوخت در مشعل های مایع باید در تعمیرات و نگهداری دوره ای انجام پذیرد. دوده زدگی، شکل و رنگ نامناسب شعله و لرزش و صدای غیر معمول مشعل از نشانه های تنظیم نبودن مشعل می باشد.

۲- تنظیم نسبت سوخت به هوا در مشعل ها

تنظیم نسبت سوخت به هوا در مشعل ها یکی از مهمترین راهکارهای کاهش مصرف سوخت است. در صورتی که میزان هوای اضافی کمتر از مقدار ذکر شده در جدول ۳-۴ باشد، احتراق به صورت ناقص خواهد بود و راندمان دیگ آبگرم کاهش می یابد. از طرف دیگر، در صورت افزایش هوای اضافی به بیش از مقدار مجاز، موجب خروج انرژی حرارتی از دودکش و در نهایت موجب اتلاف انرژی می گردد.

جدول ۳-۴- محدوده درصد هوای اضافی برای چند نوع سوخت

درصد اکسیژن دود خارجی		درصد هوای اضافی		سوخت
Max	Min	Max	Min	
۲/۷	۲	۱۵	۱۰	گاز طبیعی
۳/۵	۲/۳	۲۰	۱۲/۵	نفت سفید
۴/۲	۳/۳	۲۵	۲۰	مازوت

۳- دوده زدایی محفظه احتراق دیگ آبگرم

دوده زدایی محفظه احتراق از جمله اقداماتی است که موجب افزایش انتقال حرارت به سیال آب درون دیگ و افزایش راندمان دیگ آبگرم می شود و می بایست در تعمیرات دوره ای به صورت منظم انجام شود.

۴- جلوگیری از نشستی هوا در دیگ آبگرم

یکی از راه های جلوگیری از اتلاف حرارت، جلوگیری از نشستی هوا در دیگ های آب گرم است که موجب کاهش دمای محفظه احتراق و کاهش راندمان دیگ آبگرم می شود. در صورتی که دمای دود به کمتر از نقطه شبنم سوخت برسد، علاوه بر کاهش راندمان دیگ، خوردگی نیز در مسیر دود به وجود می آید. بنابراین درزها و شکاف های موجود در مسیر دود می بایست با استفاده از درزگیرهای مناسب پوشانده شود.

۵- نصب دمپر در دودکش ها

دودکش دیگ آبگرم، ضمن خارج کردن گازهای حاصل از احتراق، مهمترین منبع اتلاف انرژی محسوب می شود. بنابراین طراحی صحیح و کنترل شرایط دودکش از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. تنظیم بودن فشار دود در محفظه احتراق نقش به سزایی در احتراق، شکل شعله و انتقال حرارت مطلوب دارد. وجود مکش کافی و در عین حال افزایش زمان انتقال حرارت در دیگ های آبگرم از اهمیت به سزایی برخوردار است.



جلوگیری از خروج گازهای حاصل از احتراق از دودکش دیگ پس از خاموشی مشعل، مانع کاهش دمای جدار داخلی دیگ می شود. بدین منظور می توان از دمپرهای مناسب دودکش استفاده نمود که به سه دسته تقسیم می شوند.

- دمپرهای بارومتريک
- دمپرهای گرمایی
- دمپرهای الکترومکانیکی

۴-۴- ادوات کنترل دما، شیر ترموستاتیک

یکی از راهکارهای کاهش مصرف انرژی تنظیم دمای محیط می باشد. مطالعات صورت گرفته نشان می دهد که به ازای کاهش یک درجه سانتیگراد دمای داخل ساختمان، در حدود ۶ درصد مصرف انرژی ساختمان کاهش می یابد. از طرف دیگر، شرایط آسایش ساکنین ساختمان با دمای محیط رابطه مستقیم دارد و تنظیم دما، آسایش حرارتی ساکنین ساختمان را تامین می کند. در زیر به برخی از مزایای ترموستات ها و کنترل کننده های دما به اختصار اشاره شده است:

- قابلیت استفاده برای رادیاتور، فن کویل های زمینی، سقفی، داکت اسپیل
- تنوع گسترده ترموستات های دیجیتال و آنالوگ دما
- قابلیت کارکرد به صورت دیجیتال با برنامه ریزی روزانه و هفتگی
- کنترل اتوماتیک و دستی دور فن
- کنترل باریموت و سیستم محدود کننده دما
- تنظیم دمای مطلوب محیط به صورت موضعی و تامین آسایش حرارتی ساکنین ساختمان
- جلوگیری از اتلاف انرژی و کاهش هزینه سوخت مصرفی تا ۲۰ درصد
- دمای فضاهای داخل ساختمان به علل مختلفی در مکان های مختلف ساختمان و در زمان های مختلف همواره دچار تغییر می شود که از آن جمله می توان به موارد زیر اشاره نمود.
- تغییر دمای هوای خارج ساختمان در طول شبانه روز که بر روی دمای فضاهای داخل ساختمان اثر مستقیم دارد.
- با توجه به موقعیت اتاق های مختلف ساختمان (اتاق های شمالی، جنوبی و غیره) و سطح مجاور فضاهای خارج ساختمان، دما در فضاهای مختلف ساختمان متفاوت است.
- انتخاب تعداد پره های شوفاژ و یا سایز فن کوئل ها متناسب با بار حرارتی و برودتی هر فضا طراحی نشده باشد.
- شرایط آسایش دمایی افراد مختلف با یکدیگر متفاوت می باشد.
- گرم و سرد شدن فضا در اثر عوامل خارجی (تجمع افراد، باز بودن درب و پنجره، کارکرد دستگاه های برقی)

انواع تنظیم کننده ها و کنترلر های دما متناسب با نوع تاسیسات ساختمان به شرح زیر می باشد.

- ۱- ترموستات فن کوئل
- ۲- شیر ترموستاتیک رادیاتور
- ۳- ترموستات کولر آبی
- ۴- کنترلر هواساز





در سیستم های تاسیسات حرارتی و برودتی نظیر بخاری گازی، بخاری برقی و کولر آبی با توجه به ماهیت آن، امکان کنترل بر روی دما وجود ندارد.

۱- ترموستات های فن کوئل

ترموستات های فن کوئل وظیفه تنظیم دمای فن کوئل های هر فضای ساختمان را به صورت مستقل از دیگر بخش های ساختمان فراهم می سازد. تصویری از ترموستات فن کوئل در شکل ۴-۵ نشان داده شده است.



شکل ۴-۵: تصویری از یک ترموستات فن کوئل

ترموستات ها با توجه به قابلیت ها و کارایی آنها دارای تنوع فراوانی می باشند که برخی از قابلیت های آنها در ادامه اشاره شده است.

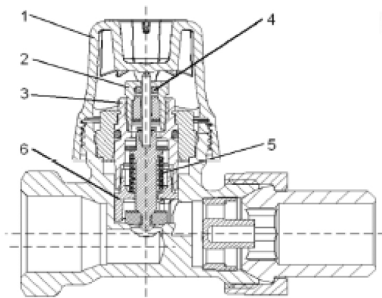
- ترموستات های دیجیتال و آنالوگ
- ترموستات های توکار و روکار
- تنظیم ۳ دور فن در فن کوئل، به صورت اتوماتیک و دستی
- تنظیم دمای مطلوب و تنظیم حد بیشینه و کمینه دما
- قابلیت تنظیم تک فصل (سرمايش يا گرمايش) و دو فصل (سرمايش و گرمايش)
- قابلیت برنامه ریزی فن کوئل به صورت هفتگی و روزانه
- قابلیت فرمان به شیرالات کنترلی
- مشخصات الکتریکی نظیر ولتاژ، آمپر و...
- تحت شبکه بودن ترموستات و اتصال به سیستم مدیریت یکپارچه ساختمان (BMS)

۲- شیر ترموستاتیک رادیاتور

این وسیله وظیفه کنترل دما را در رادیاتور و سیستم شوفاژ دارد. عملکرد کنترلی شیر ترموستاتیک رادیاتور بدین صورت است که شیر دارای یک کلاهک می باشد که قابلیت تنظیم دما را فراهم می سازد. در صورتیکه دمای هوا به بیش از مقداری که تنظیم شده افزایش یابد، شیر به صورت خودکار جریان آب گرم را قطع خواهد کرد. این عمل توسط مایع حساس ترموستات، با فرمان به شیر انجام می گیرد. مایع این ترموستات ها نسبت به هر گونه عوامل دیگر افزاینده دما، مانند تجمع افراد، کارکرد دستگاه های برقی یا تابش اشعه آفتاب به داخل



ساختمان، با توجه به دمای تنظیمی، عکس العمل نشان داده و دستور قطع جریان آب گرم رادیاتور را خواهد داد. نمونه ای از شیر ترموستاتیک رادیاتور در شکل ۴-۶ نشان داده شده است.



- ۱- کلاهک
- ۲- تشت بند
- ۳- دریچه شیر
- ۴- ارینگ
- ۵- فنر
- ۶- دهانه اوریفیس

شکل ۴-۶: نمای شماتیک شیر ترموستاتیک رادیاتور

از جمله مزایای شیر ترموستاتیک می توان به موارد زیر اشاره نمود.

- جلوگیری از اتلاف انرژی و کاهش هزینه سوخت تا ۲۰٪
- امکان کنترل دمای هر محیط به صورت مجزا و با دقت بالا بدون نیاز به مصرف هر نوع انرژی الکتریکی
- فراهم نمودن آسایش مصرف کنندگان با برخورداری از دمای یکسان در محیط
- کاهش میزان آلاینده های محیط زیست
- قابلیت استفاده از گرمای آزاد محیطی
- امکان محدود نمودن دما روی درجه دلخواه با هدف جلوگیری از تغییر آن توسط افراد غیر مسئول

۳- ترموستات کولر آبی

ترموستات کولر آبی، جهت کنترل عملکرد کولر آبی به منظور تنظیم دمای محیط به کار می رود که علاوه بر صرفه جویی در مصرف آب و برق، آسایش حرارتی ساکنین ساختمان را به دنبال دارد. این ترموستات دارای کلید کنترل دمای محیط، کلید دور تند و کند، کلید پمپ و کلید خاموش روشن بوده و به راحتی بر روی کولرهای آبی در داخل ساختمان نصب می شود. محل نصب ترموستات نباید در مسیر مستقیم باد کولر باشد که این موضوع در عملکرد صحیح ترموستات مؤثر است. از جمله مزایای سیستم کنترل کولر آبی می توان به موارد زیر اشاره نمود:

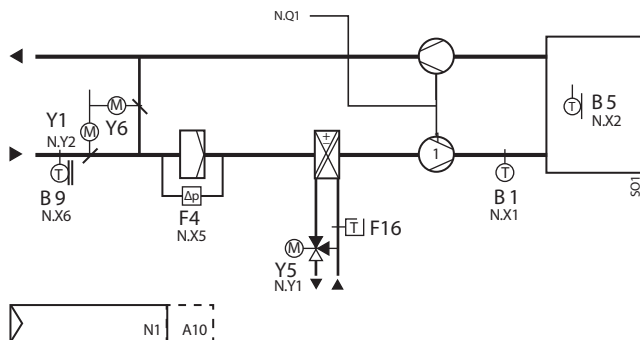
- صرفه جویی ۲۰ درصدی مصرف آب و برق
- طراحی زیبا با عملکرد آسان
- نصب آسان بدون تغییر در سیم کشی کلید کولر و قابل نصب بجای تمام کلیدهای فعلی
- قابلیت کنترل هوشمند دما، به طوریکه با گرم یا خنک شدن هوا، کولر به صورت اتوماتیک بر اساس نیاز مصرف کننده، موتور، پمپ کولر و یا هر دو را خاموش یا روشن می کند.





۴- کنترل هواسازها و ترموستات های اتاقی

در ساختمان هایی که از هواساز به منظور تامین سرمایش و گرمایش به صورت منطقه ای استفاده می کنند، کنترل دما با استفاده از ترموستات های اتاقی دما و سیستم کنترل هواسازها انجام می پذیرد. سیستم کنترل دمای هواسازها شامل کنترلر، سنسور دمای کانال رفت، شیرهای موتوری کوئل آب گرم و آب سرد، سنسور دمای خارج ساختمان، دمپر موتوری هوای تازه و ... می باشد. در شکل ۴-۷ نمایی از این سیستم نشان داده شده است.



شکل ۴-۷: تصویر شماتیک سیستم کنترل هواساز

برای هواساز، یک کلید سه وضعیتی (auto/manual/off) در نظر گرفته شده است تا سیستم را در حالت کنترل اتوماتیک، دستی و یا خاموش قرار دهد. در وضعیت اتوماتیک، سیستم کنترل فن هواساز را روشن نموده، سپس دمپر هوای تازه را باز می کند. با توجه به دمای هوای تازه و دمای هوای تغذیه و set point دمای اتاق، کنترلر میزان باز یا بسته بودن شیرهای سرمایش و گرمایش را تنظیم می کند. این سیستم همچنین قادر است با تنظیم زمان روشن شدن و خاموش شدن هواساز در ساعت های غیر اداری و یا شب، به مقدار قابل ملاحظه ای در مصرف انرژی صرفه جویی نماید. در تابستان سیستم سرمایش و در زمستان سیستم گرمایش کنترل شده و دمای مطلوب به دست خواهد آمد. لازم بذکر است که سیستم کنترل هواسازها با توجه به نوع هواسازها متفاوت می باشد و به سه دسته زیر تقسیم می شوند.

- هواساز بدون کانال برگشت، با ۱۰۰٪ هوای تازه

- هواساز با کانال برگشت

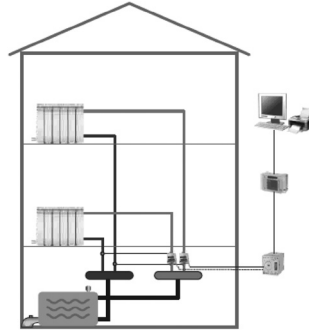
- هواساز با کانال برگشت و اگزاست

۴-۵- کنترل حرارتی

سیستم تفکیک هزینه مصرف انرژی سرمایشی و گرمایشی ساختمان که اصطلاحاً کنترل حرارتی (Cooling & Heat Meter) نامیده می شود، ابزاری است که به وسیله آن می توان میزان انرژی مصرفی هر واحد از ساختمان را با وجود کنترلر گاز مشترک اندازه گیری نمود. بدین ترتیب در مجتمع های مسکونی که سیستم سرمایش و گرمایش ساختمان به صورت موتورخانه مرکزی است، میزان مصرف انرژی هر واحد از ساختمان



به وسیله کنتورهای حرارتی که بر روی لوله های آب گرم چرخشی (سیستم شوفاژ و فن کوئل) و آب گرم مصرفی ساختمان نصب شده، اندازه گیری می شود. اجزای سیستم کنتور حرارتی شامل انرژی میترها، فلومیترها، کانورتر تجمیع، کنترلر شبکه و سیم کشی داخلی ساختمان است. اجرای سیستم کنترل حرارتی در شکل ۴-۸ نشان داده شده و در ادامه تشریح شده است.



شکل ۴-۸: اجزای سیستم کنترل حرارتی

۱- انرژی میتر

این وسیله بر روی لوله های آب گرم ورودی هر ساختمان نصب شده و با اندازه گیری دبی و اختلاف دمای آب، میزان انرژی مصرف شده در هر واحد ساختمان را اندازه گیری می کند. این اندازه گیرهای تحت شبکه، ضمن نمایش میزان مصرف انرژی بر روی LCD انرژی میتر، داده های مربوط به مصرف را به کانورتر تجمیع ارسال می کند. انرژی میترها در دو نوع مکانیکی (پروانه ای) و اولتراسونیک هستند. نوع اولتراسونیک که دارای هزینه بالاتری است، افت فشار کمتر و دقت بالاتری دارند. اندازه گیرهای پروانه ای عمدتاً در سایزهای ۱/۲، ۳/۴ و ۱ اینچ و تا دبی نامی $2/5 \text{ m}^3/\text{hr}$ مورد استفاده قرار می گیرند. لازم به ذکر است که افت فشار این تجهیز می بایست در محاسبات طراحی تاسیسات لحاظ گردد. در شکل ۴-۹ تصویری از یک انرژی میتر نشان داده شده است.



شکل ۴-۹: تصویری از یک انرژی میتر



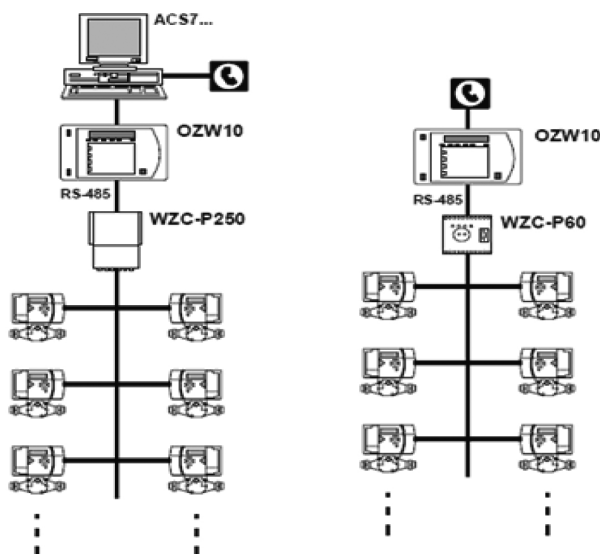
۲- فلومیتزر

این وسیله بر روی لوله های آب گرم و سرد مصرفی ساختمان نصب می شود و دبی آب گرم و سرد مصرفی هر واحد را اندازه گیری می کند. بدین وسیله ضمن تفکیک میزان مصرف آب هر واحد، می توان میزان انرژی مصرف شده در هر واحد جهت آب گرم مصرفی را تعیین نمود. این اندازه گیریهای تحت شبکه، ضمن نمایش میزان مصرف انرژی بر روی LCD فلومیتزر، داده های مربوط به مصرف را به کانورترتجمع ارسال می کنند. فلومیترها نیز در دو نوع مکانیکی (پروانه ای) و اولتراسونیک هستند. نوع اولتراسونیک که دارای هزینه بالاتری است، افت فشار کمتر و دقت بالاتری دارد. اندازه گیریهای پروانه ای عمدتاً در سایزهای ۱/۲، ۳/۴ و ۱ اینچ و تا دبی نامی $2/5 \text{ m}^3/\text{hr}$ مورد استفاده قرار می گیرند. لازم بذکر است که افت فشار این تجهیز می بایست در محاسبات طراحی تاسیسات لحاظ گردد.

۳- کانورترتجمع

کانورترتجمع وظیفه جمع آوری اطلاعات اندازه گیریهای واحدهای مختلف را داشته و در دو نوع WZC-P250 و WZC-P60 می باشد که به ترتیب داده های ۲۵۰ و ۶۰ ورودی را جمع آوری می کند. داده های اندازه گیری شده توسط انرژی میترها و فلومیترها توسط کانورترتجمع جمع آوری می گردد تا به کنترلر مرکزی ارسال شود.

بدین منظور می بایست از اندازه گیریهای تحت شبکه با پروتکل mbus، که یک پروتکل رایج می باشد، استفاده می شود. از کلیه اندازه گیریها می بایست یک سیم جهت انتقال داده ها به دستگاه کانورترتجمع برده می شود. شمایی از کانورترتجمع در شکل ۴-۱۰ نشان داده شده است.



شکل ۴-۱۰: تصویر شماتیک کانورترتجمع



۴- کنترل شبکه

اطلاعات کانورتر جمع به کنترل مرکزی ارسال می گردد و کنترل مرکزی وظیفه ثبت و نمایش اطلاعات مصرف انرژی کل واحدهای ساختمان را دارد. کنترل مرکزی ضمن نمایش مصرف هر واحد به صورت لحظه ای، قابلیت ثبت اطلاعات مصرف به صورت ماهیانه را نیز دارد. این سیستم می تواند به کامپیوتر، مودم و اینترنت متصل و مصرف کل ساختمان بر روی کامپیوتر مشاهده و بعد از تطابق با قبض گاز کل ساختمان، برای هر واحد قبض انرژی صادر نمود.

۴-۶- آشنایی با راهکار روشنایی بهینه، لامپ های پر بازده

روشنایی ساختمان یکی از بخش های عمده مصرف کننده انرژی الکتریکی در ساختمان می باشد که پتانسیل بالایی جهت اجرای راهکارهای بهینه سازی مصرف انرژی دارد. به طوریکه راهکارهای اصلاح روشنایی ساختمان به سه دسته تقسیم می شود.

- ۱- استفاده از ادوات کنترل روشنایی نظیر سنسورهای تشخیص حضور و روشنایی روز
- ۲- استفاده از تجهیزات و لامپ های بهینه مانند بالاست های الکتریکی و لامپ های T5، T8 و LED
- ۳- اصلاح سیستم روشنایی ساختمان

۱- ادوات و سیستم کنترل روشنایی ساختمان

• استفاده از سنسورهای تشخیص حضور:

با استفاده از سنسورهای تشخیص حضور، پس از زمان معینی از خروج افراد از محل، چراغ ها به صورت خودکار خاموش شده و با ورود مجدد آنها روشن می شود. سنسور تشخیص حضور در فضاهای با استفاده غیر دائم نظیر سرویس های بهداشتی، نمازخانه، راهروها و... که میزان تردد افراد کمتر می باشد نصب می شود. در فضاهای عمومی مانند راه پله، راهروها و غیره به دلیل تردد رفت و آمد در ساعات اداری تنظیم تایمر این سنسورها باید به گونه ای باشد که در ساعات اداری روشنایی فعال بوده و در طول شب خاموش گردد و تنها در زمان گشت دوره ای نگهبان جهت حفاظت از ساختمان در فضاهای عمومی استفاده نمود. نمونه هایی از این سنسورها در شکل ۴-۱۱ نشان داده شده است.



شکل ۴-۱۱: اشکال مختلف از سنسورهای تشخیص حضور

• استفاده از سنسورهای روشنایی روز:

با توجه به نقش مهم روشنایی طبیعی نور خورشید که از طریق جدارهای نور گذر ساختمان تامین می شود، تنظیم شدت روشنایی لامپ ها متناسب با میزان روشنایی روز می تواند مکمل خوبی جهت تأمین روشنایی یکنواخت فضاها باشد. از آنجایی که شدت و زاویه تابش نور خورشید





از طریق پنجره ها در ساعات مختلف روز و در فصول مختلف سال متفاوت است، میزان شدت نور لامپ ها می بایست متناسب با نور طبیعی قابل تغییر باشد. با استفاده از سنسورهای شدت روشنایی می توان میزان نور مصنوعی را در هر فضا تنظیم نمود.

• سیستم روشنایی هوشمند ساختمان (LMS)^۱

سیستم کنترل هوشمند روشنایی ساختمان، امکان مدیریت بر روشنایی ساختمان را فراهم می سازد. این سیستم مدل تکامل یافته بخش های قبل است که امکان کنترل از طریق سیستم BMS ساختمان را دارد. از جمله قابلیت های این سیستم می توان به موارد زیر اشاره نمود.

- سنسورهای روشنایی روز و تنظیم میزان نور چراغها متناسب با نور روز (نور طبیعی محیط)
- سنسور تشخیص حضور افراد
- امکان گروه بندی چراغها و کنترل آنها از سرور مرکزی مدیریت ساختمان
- امکان تعیین سطوح مختلف روشنایی برای کاربری های مختلف در مجموعه، ذخیره سازی این سطوح در سیستم و بازخوانی آنها در زمان های متفاوت
- امکان تنظیم میزان شدت نور هر یک از چراغ ها و یا لامپ ها به صورت برنامه زمانی
- امکان feed back گرفتن از وضعیت لامپ ها و بالاست ها در جهت سهولت تعمیر و نگهداری پروژه
- با توجه به اهمیت قابلیت Dimming لامپ ها در سیستم کنترل هوشمند روشنایی، جهت استفاده از این قابلیت، نیاز به استفاده از بالاستهای الکترونیکی قابل دیم با توجه به انواع مختلف لامپها می باشد. این لامپها می تواند از انواع لامپهای رشته ای یا هالوژن، لامپهای فلورسنت یا فلورسنت کم مصرف (CFL) و لامپهای HID باشد. لیکن، سیستم مورد استفاده باید شامل اجزاء زیر باشد:
- دیمرها و بالاست های الکترونیکی به عنوان Actuator های تنظیم شدت نور
- سنسورها شامل : light sensor و presence detector
- کلیدهای فرمان ورودی برای فرمان دادن به سیستم توسط کاربر
- سیستم کنترل مرکزی جهت دریافت اطلاعات و ارسال فرامین مناسب به عملگرها
- برای کنترل شدت روشنایی می توان یکی از دو روش ۱-۷ و روش کنترلی DALI استفاده نمود که دارای قابلیت هایی نظیر تنظیم شدت روشنایی متناسب با روشنایی روز هستند.

۲- استفاده از تجهیزات و لامپ های بهینه

• استفاده از بالاست های الکترونیکی:

یکی دیگر از راهکارهای کاهش مصرف انرژی، استفاده از بالاست های الکترونیکی در لامپ های فلورسنت می باشد. امتیاز اصلی این بالاست ها کاهش تلفات بالاست و همچنین افزایش راندمان لامپ به علت ایجاد فرکانس بالا می باشد. به طوری که تلفات بالاست به ازای یک لامپ ۳۶ وات به ۴ وات کاهش می یابد. در بالاست های مغناطیسی به علت وارد کردن شوک در زمان قطع و وصل لامپ های فلورسنت، طول عمر لامپ ها از حد استاندارد کاهش می یابد. این درحالیست که استفاده از بالاست های الکترونیکی از بروز چنین شوکهایی در زمان سوئیچینگ و قطع برق جلوگیری می نماید. از جمله مزایای بالاستهای الکترونیکی به موارد زیر می توان اشاره نمود:

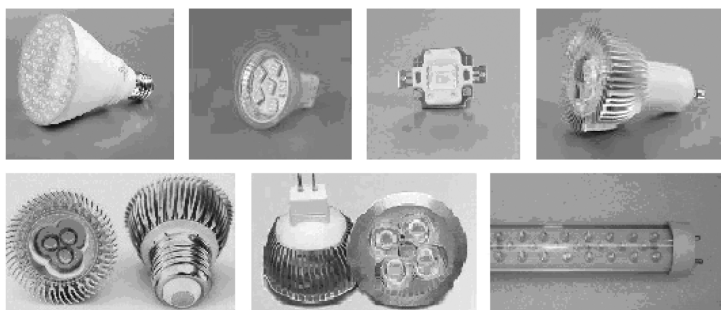
- افزایش بازده نور

1. Light management system





- کاهش تلفات بالاست (در نتیجه بازده مدار افزایش می یابد)
- عدم نیاز به خازن گذاری جهت ایجاد ضریب توان واحد
- راه اندازی کنترل شده و شرایط کاری مطلوب تر (در نتیجه عمر لامپ افزایش می یابد)
- عدم مصرف انرژی در حالت لامپ سوخته
- محافظت از لامپ در مقابل نوسانات برق
- طول عمر بالاتر بالاستهای الکترونیکی نسبت به بالاست های القایی
- استفاده از لامپ های پر بازده
- لامپ های پر بازده به دسته ای از لامپ ها اطلاق می شود که نسبت شدت روشنایی (LM) آنها به میزان توان مصرفی لامپ عدد بالایی باشد.
- لامپ های T5 و T8
- یکی از راهکارهای کاهش مصرف انرژی در ساختمان های دولتی استفاده از لامپهای فلورسنت T8 و ترجیحاً از نوع ترای بند به جای لامپهای فلورسنت معمولی (T12) می باشد. مزایای استفاده از لامپ فلورسنت T8 با پوشش ترای بند نسبت به لامپهای فلورسنت معمولی عبارتند از:
- افزایش طول عمر لامپ
- افزایش بهره نوری و شار نوری
- افت نور کمتر
- ثابت بودن شار نوری با گذشت زمان
- توان مصرفی ثابت و همچنین کاهش مصرف به میزان حداقل ۱۰ درصد
- شاخص نمود رنگ خوب
- لامپ LED
- لامپ های LED نسل جدید لامپ های پر بازده می باشد که از چند LED که به شکل های مختلف در یک مجموعه کنار یکدیگر نصب می شود. LED ها از تکنولوژی دیودها یا نیمه رساناهای حالت جامد بهره می برند که انرژی الکتریکی را به فتون ها (نور روشنایی) و حرارت تبدیل می کند. از این رو یکی از قسمتهای مهم لامپ های LED مبدل های حرارتی (Heat sink) جهت دفع حرارت می باشد.
- نمونه هایی از لامپ های LED در شکل ۴-۱۲ نشان داده شده است. از جمله مزایای لامپ های LED می توان به موارد ذیل اشاره نمود:
- طول عمر لامپ های LED استاندارد به بیش از ۵۰ هزار ساعت می رسد
- راندمان لامپ های LED بین ۹۰ تا ۱۲۰ لومن بر وات است.
- مصرف بسیار کم لامپ های LED
- ضریب وضوح رنگ لامپ های LED در حدود ۹۵ می باشد.
- قابلیت استفاده از کنترلرهای تنظیم شدت نور و دیم نمودن لامپ های LED
- تعداد کلید زنی بالای این لامپ ها در مقایسه با لامپ های فلورسنت
- عدم نیاز به بالاست و مقاوم بودن در برابر تغییر ولتاژ و شوک های خارجی
- عدم استفاده از جیوه در ساخت لامپ های LED برخلاف لامپ های فلورسنت
- دوستدار محیط زیست
- تمرکز شعاع نوری و کاهش آلودگی نوری



شکل ۴-۱۲: اشکال مختلف لامپ های LED

۳-اصلاح سیستم روشنایی ساختمان

• ممیزی شدت روشنایی فضاهای مختلف ساختمان

یکی از مشکلات دیگر روشنایی ساختمان ها، استفاده بیش از حد نیاز روشنایی در داخل ساختمان و به طور کلی ندانستن میزان روشنایی مورد نیاز در هر فضا می باشد. این موضوع موجب تنظیم نبودن نور در فضاهای مختلف و افزایش مصرف انرژی در ساختمان ها می گردد. بدین منظور، با ممیزی روشنایی ساختمان، میزان روشنایی هر فضا با استفاده از دستگاه لوکس متر، مورد سنجش قرار گرفته و مقدار روشنایی بر اساس مقدار مجاز آن فضا و با توجه به کاربری آن اصلاح می شود. بر اساس مبحث ۱۳ مقررات ملی ساختمان مقادیر متوسط شدت روشنایی (لوکس) اندازه گیری شده در ساختمان نباید از مقدار متوسط اعلام شده در جداول مقررات فوق الذکر کمتر باشد. مقادیر استاندارد بر اساس مقررات ملی ساختمان (مبحث ۱۳) برای فضاهای مختلف ساختمان در جدول زیر ارائه شده است.

جدول ۴-۴: مقادیر استاندارد میزان روشنایی برای فضاهای مختلف ساختمان

ردیف	نام محل	حداقل LUX	حداکثر LUX
۱	تمام کارهای عمومی	۲۰۰	۵۰۰
۲	ماشین نویسی و محل تایپ کردن	۳۰۰	۶۰۰
۳	حسابداری و استفاده از ماشین حساب	۳۰۰	۶۰۰
۴	بایگانی	۱۰۰	۳۰۰
۵	اتاق نقشه کشی	۵۰۰	۱۰۰۰
۶	اتاق کنفرانس	۲۰۰	۵۰۰
۷	اتاق انتظار و اطلاعات	۱۵۰	۵۰۰
۸	پلکان	۱۰۰	۱۵۰
۹	راهرو، سرسرا و آسانسور	۵۰	۱۵۰
۱۰	موتورخانه	۱۵۰	۲۰۰



• رعایت اصول صحیح طراحی در روشنایی ساختمان

رعایت اصول بهینه سازی مصرف انرژی در ساختمان در مباحث ۱۳ و ۱۹ مقررات ملی ساختمان مورد بررسی قرار گرفته است. انتخاب تعداد لامپ های هر فضا با توجه به شدت روشنایی مورد نیاز هر فضا و همچنین شعاع نوری لامپ ها از اهمیت بسزایی برخوردار است که می توان با استفاده از نرم افزارهایی نظیر DialLux روشنایی فضاهای مختلف را طراحی نمود. اصول اساسی روشنایی بهینه به شرح زیر است.

- روشنایی هر فضا، به صورت جداگانه کنترل شود.

- استفاده از دتکتورهای شدت نور برای تنظیم نور براساس نور در روز و دتکتورهای حرکتی در نقاط کم تردد

- گروه بندی چراغ های هر اتاق بگونه ای که امکان خاموش نمودن لامپ های کنار پنجره ها را در ساعاتی از روز فراهم سازد.

- استفاده از نور موضعی در هر فضا

- طراحی شدت روشنایی هر فضا با توجه به کاربری آن

- انتخاب قاب های چراغ با سطوح بازتابنده خوب

- استفاده از لامپ ها و بالاست های بهینه روشنایی

- چیدمان لامپ ها در هر اتاق بر اساس منحنی نور لامپ های مختلف و موقعیت پنجره ها

۴-۷- استفاده بهینه از انرژی خورشیدی

انرژی خورشیدی وسیع ترین منبع انرژی در جهان است. انرژی که از جانب خورشید در هر ساعت به زمین می تابد، بیش از کل انرژی است که ساکنان زمین در طول یک سال مصرف می کنند. برای بهره گیری از این منبع باید راهی جست تا انرژی پراکنده آن با راندمان بالا و هزینه کم به انرژی الکتریکی قابل مصرف تبدیل شود.

با توجه به محدودیت منابع سوخت فسیلی و زیانبار بودن استفاده غیر اصولی این گونه سوختها برای سلامت و محیط زیست، تحقیقات و کاربردهای انرژی های تجدیدپذیر در مجامع صنعتی و علمی از اهمیت ویژه ای برخوردار گشته است. در این میان انرژی خورشید، با توجه به اینکه انرژی کاملاً پاک و عاری از هر گونه آلودگی بوده و به عنوان منبع انرژی کاملاً ارزان شناخته شده است، اهمیت بیشتری پیدا می کند. موقعیت کشور ایران از نظر میزان دریافت انرژی خورشیدی کشور ایران در بین مدارهای ۲۵ تا ۴۰ درجه عرض شمالی قرار گرفته است و در منطقه ای واقع شده که به لحاظ دریافت انرژی خورشیدی در بین نقاط جهان در بالاترین رده ها قرار دارد.

میزان تابش خورشیدی در ایران بین ۱۸۰۰ تا ۲۲۰۰ کیلووات ساعت بر مترمربع در سال تخمین زده شده است که البته بالاتر از میزان متوسط جهانی است. در ایران به طور متوسط سالیانه بیش از ۲۸۰ روز آفتابی گزارش شده است که بسیار قابل توجه است.

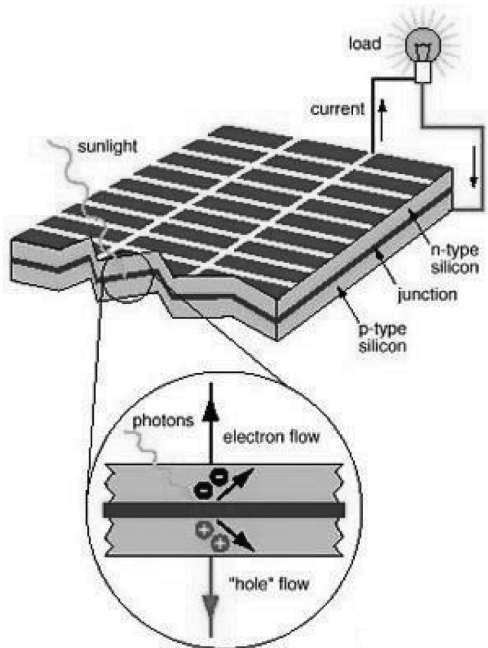
۴-۷-۱- روش های استفاده از انرژی خورشیدی

۱- استفاده از انرژی خورشید در تولید الکتریسیته

در این روش با استفاده از تکنولوژی های خاص، انرژی حاصل از نور خورشید به انرژی الکتریکی



تبدیل می شود. به پدیده‌ای که در اثر تابش نور بدون استفاده از مکانیزم‌های متحرک، الکتريسيته توليد کند پدیده فتوولتاييک، و به هر سيستمی که از اين پدیده‌ها استفاده کند، سيستم فتوولتاييک (خورشیدی) گویند. سلول خورشیدی یک ابزار غیر مکانیکی است که معمولاً از آلیاژ سیلیکون ساخته شده است. وقتی فوتون‌ها به یک سلول فتوولتاييک برخورد می کنند، فوتون‌های جذب شده، انرژی را برای توليد الکتريسيته فراهم می کنند. وقتی که نور خورشید توسط جسم نیمه رسانا جذب شود، الکترون اتم‌های جسم جابه جا می شوند. نحوه خاص ساخت سطح جسم باعث می شود، سطح جلویی سلول برای الکترون‌های آزاد بیشتر پذیرش یابد. بنابراین الکترون‌ها به طور طبیعی به سطح مهاجرت می کنند. زمانی که الکترون‌ها موقعیت خود را ترک می کنند، سوراخ‌هایی شکل می گیرد. از آنجایی که تعداد الکترون‌ها زیاد است و هر کدام یک بار منفی را حمل می کنند و به سطح جلویی سلول می روند، توازن بار بین سطوح جلویی و عقبی به هم خورده و یک اختلاف پتانسیل الکتریکی، شبیه قطب‌های مثبت و منفی یک باتری ایجاد می شود. وقتی که دو سطح از میان یک راه میانی مرتبط می شوند، الکتريسيته جریان می یابد. استفاده از پنل‌های فتوولتاييک در کشورهای پیشرفته به سرعت روبه گسترش است. پنل‌های فتوولتاييک در صورت ابری بودن هوا نیز می توانند برق توليد کنند، هر چند خروجی آنها کاهش می یابد. در یک روز بسیار ابری کم نور، یک سيستم فتوولتاييک ممکن است ۵ تا ۱۰ درصد نور خورشید در روزهای عادی را دریافت دارد، لذا خروجی آن نیز به همان میزان کم خواهد شد. پنل‌های خورشیدی در دمای پایین‌تر، برق بیشتری توليد می کنند. البته سيستم‌های PV در روزهای زمستانی کمتر از روزهای تابستانی انرژی توليد می کنند که علت آن نه برودت هوا، بلکه کاهش ساعات روز و پایین بودن زاویه تابش خورشید است. نحوه توليد الکتريسيته توسط انرژی خورشیدی در شکل ۴-۱۳ نشان داده شده است.



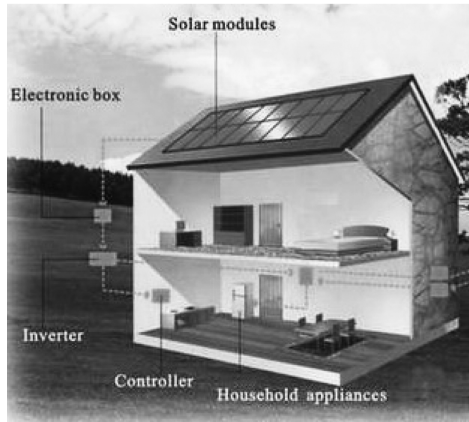
شکل ۴-۱۳: نحوه توليد الکتريسيته توسط انرژی خورشیدی



سیستم‌های فتوولتائیک یکی از پرمصرف‌ترین کاربردهای انرژی‌های نو هستند. از سری و موازی کردن سلول‌های آفتابی می‌توان به جریان و ولتاژ قابل قبولی دست یافت. به یک مجموعه از سلول‌های سری و موازی شده پنل (Panel) فتوولتائیک می‌گویند. به طور کلی یک سیستم فتوولتائیک از ۴ جزء اصلی تشکیل شده است:

- ۱- پانل‌های خورشیدی ۲- باتری ۳- تبدیل‌کننده برق (اینورتر) ۴- شارژ کنترلر

اجزای سیستم فتوولتائیک در شکل ۴-۱۴ نشان داده شده است.



شکل ۴-۱۴: اجزاء سیستم فتوولتائیک

مزایای استفاده از پانل‌های خورشیدی :

- عدم آلودگی محیط زیست
 - سهولت در نصب
 - عدم نیاز به سوخت‌های فسیلی یا موارد دیگر
 - عدم نیاز به سرویس و تعمیرات خاص
 - تامین رایگان انرژی الکتریکی پس از نصب و حذف هزینه‌های جاری
 - مناسب با شرایط آب و هوایی ایران و قابلیت کار در محدوده وسیعی از رطوبت درجه حرارت
 - استهلاک کم و طول عمر بالا
- موارد کاربرد:

- برق رسانی به مناطق دور از شبکه برق سراسری
- قابل استفاده در سیستم‌های روشنایی معابر، پارک‌ها و منازل و شرکت‌ها
- قابل استفاده در چادرهای عشایری
- پمپ کردن آب چاه‌ها
- چراغ‌های ترافیکی
- سیستم چراغ چشمک زن
- سیستم‌های مخابراتی و دوربین‌های کنترل از راه دور





۲- استفاده از انرژی حرارتی خورشید

این بخش از کاربردهای انرژی خورشید شامل دو گروه نیروگاهی و غیر نیروگاهی است.

۱) کاربردهای نیروگاهی

تأسیساتی که با استفاده از آنها انرژی حرارتی جذب شده خورشید به الکتریسیته تبدیل می‌شود نیروگاه حرارتی خورشیدی نامیده می‌شوند. در حقیقت انرژی حرارتی جذب شده از خورشید نقش انرژی حرارتی تامین شده توسط بویلر در نیروگاه‌های با سوخت فسیلی را دارد. این تأسیسات بر اساس انواع متمرکز کننده‌های موجود و بر حسب اشکال هندسی متمرکز کننده‌ها به سه دسته تقسیم می‌شوند:

- نیروگاه‌های حرارتی خورشیدی از نوع سهموی خطی
- نیروگاه‌های حرارتی از نوع دریافت کننده مرکزی
- نیروگاه‌های حرارتی از نوع بشقابی

۲) کاربردهای غیر نیروگاهی

- آبگرمکن خورشیدی

شاید به عنوان آسانترین و اقتصادی ترین روش استفاده از انرژی خورشیدی، گرم کردن آب با استفاده از آبگرمکن های خورشیدی باشد. زیرا با داشتن دانش کافی در باره تابش خورشید، به راحتی و به صورت بسیار موثرتر می توان انرژی خورشید را برای گرم کردن آب مصرفی منازل و حتی کاربرهای صنعتی بکار برد. پیشرفت های علمی روی آبگرمکن های خورشیدی در دهه های اخیر رشد چشمگیری داشته است. این نوع آبگرمکن ها نه تنها برای کاربردهای خانگی بلکه برای هتل ها، بیمارستان ها، ساختمان های اداری، صنایعی مانند نساجی، کاغذ سازی، صنایع غذایی و حتی گرم کردن آب استخرهای شنا در زمستان کاربرد فراوانی پیدا کرده اند.

- اجزاء آبگرمکن خورشیدی

یک آبگرمکن خورشیدی از اجزاء زیر تشکیل شده است:

- ۱- گردآورنده ۲- مخزن ذخیره ۳- کنترل کننده های اتوماتیک ۴- پمپ، لوله ها شیر آلات و اتصالات. اجزاء آبگرمکن خورشیدی در شکل ۴-۱۵ نشان داده شده است.



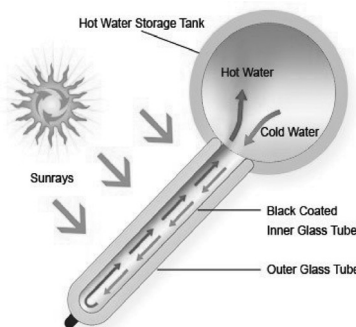
شکل ۴-۱۵: اجزاء آب گرمکن خورشیدی



- مزایای استفاده از آبگرمکن های خورشیدی عبارتند از:
 - عدم وجود ادوات متحرک در سیستم یعنی اینکه کاملاً بدون صدا می باشد.
 - بسیار قابل اطمینان بوده زیرا طول عمر پنل های آن پانزده الی بیست سال است.
 - پس از طی چهار الی پنج سال سرمایه اولیه پرداخت شده جهت نصب و راه اندازی سیستم برگشت داده می شود و تا پایان عمر پنل ها از انرژی رایگان خورشید استفاده می شود.
 - کاملاً امن و بی خطر بوده و همیشه در دسترس می باشد.
 - پاک وبدون آلاینده گی محیط زیست است.
 - در نهایت صرفه جوئی بسیار قابل ملاحظه در هزینه های انرژی را به ارمغان خواهد داشت.
- انواع سیستم های آبگرمکن خورشیدی

۱- سیستم های چرخش طبیعی (ترموسیفون)

با آنکه چندین دهه از ساخت نخستین آبگرمکن خورشیدی ترموسیفون می گذرد، اما با این حال یکی از تکنولوژی های برتر برای بکارگیری انرژی خورشید، استفاده از این نوع آبگرمکن ها می باشد. کارایی بالا، سهولت ساخت، عدم حضور قطعات متحرک و عدم نیاز به نگهداری، باعث برتری آبگرمکن های ترموسیفون نسبت به نوع دیگر، یعنی آبگرمکن های جابجایی اجباری شده است. در آبگرمکن های خورشیدی چرخش طبیعی، مخزن ذخیره در ارتفاع مشخصی (۳۰ تا ۶۰ سانتیمتر) نسبت به بالاترین قسمت گردآورنده قرار داده می شود تا از چرخش معکوس سیال در ساعاتی که تابش خورشید وجود ندارد، جلوگیری شود. در اوایل صبح، تابش خورشید باعث گرم شدن گردآورنده می شود. سیال گرم داخل آن با جا به جایی طبیعی بالا رفته، به مخزن ذخیره می رسد و آب سرد مخزن از پایین آن به داخل گردآورنده جاری می گردد. به این ترتیب چرخش طبیعی در جایی که تابش خورشید به اندازه کافی باشد، به خودی خود برقرار می شود. این سیستم بسیار ساده، کارا و قابل اطمینان بوده ولی در شرایط آب و هوایی سرد و دماهای زیر صفر درجه کارایی خوبی ندارد، و یخ زدن آب داخل لوله ها ممکن است منجر به شکستگی آنها شود. در سیستمهای مدار بسته (غیر مستقیم) معمولاً سیالی غیر از آب که نقطه انجماد پایین تری دارد (مانند مخلوط پروپیلن گلیکول و آب) بکار گرفته می شود. این سیستمها دو چرخه جداگانه دارند که از طریق یک مبدل گرمایی به یکدیگر متصل شده اند، و این مبدل گرما را از سیال داخل گردآورنده به آب مصرفی منزل منتقل می کند.

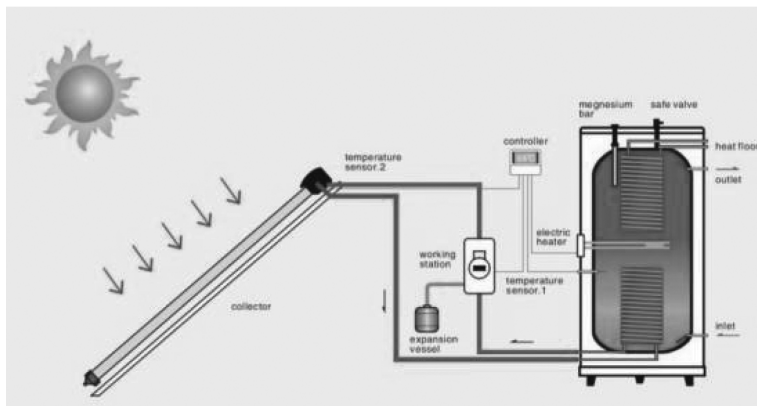


شکل ۴-۱۶: آبگرمکن خورشیدی از نوع سیستم های چرخش طبیعی



۲- آبگرمکن های جا به جایی اجباری

تفاوت اصلی این نوع سیستم با آبگرمکن ترموسیفون در اینست که سیال عامل داخل گردآورنده در این حالت توسط پمپ به گردش در می آید. مزیت اصلی این سیستم این است که می توان مخزن ذخیره آن را در موقعیت دلخواه و مناسب مثلا در فضای زیر شیروانی، داخل حمام و یا در اطراف سقف قرار داد. این نوع سیستمها نیز به دو دسته مدار باز و بسته تقسیم می شوند.



شکل ۴-۱۷: آبگرمکن خورشیدی از نوع جا به جایی اجباری

۴-۸- آشنایی با راهکارهای سیستم مدیریت ساختمان^۱ (BMS)

سیستم مدیریت هوشمند ساختمان، سامانه ای است هوشمند که وظیفه پایش و کنترل یکپارچه قسمت های مهم و حیاتی ساختمان اعم از سیستم گرمایش و سرمایش، روشنایی، امنیت، اطفاء حریق، دوربین های مدار بسته و غیره را به عهده دارد. این سیستم از مجموعه ای از حسگرها، عملگرها و کنترلرها تشکیل یافته که از طریق شبکه داخلی ساختمان با یکدیگر ارتباط داشته و با پایش مداوم بخش های مختلف ساختمان و اعمال فرمان به آنها، عملکرد اجزای مختلف ساختمان را کنترل می کنند. یکی از بارزترین مزایای سیستم هوشمند ساختمان، سهولت در مدیریت بخش های مختلف ساختمان است که ضمن راحتی و آسایش برای ساکنین ساختمان، موجب کاهش مصارف ناخواسته و تخصیص منابع انرژی به فضاهای در حین بهره برداری می شود. از آنجا که این سیستم ها برنامه پذیر هستند، با فشار دادن یک کلید، می توان یک سناریو را برای بخش های مختلف ساختمان پیاده سازی نمود. بدین ترتیب مدیر ساختمان می تواند از طریق سرور مرکزی بخش های مختلف ساختمان را کنترل نماید.

به عنوان مثال، در هنگام خروج از ساختمان، با انتخاب مد «خروج»، کلیه سیستم های روشنایی خاموش می شود، سیستم حرارتی و یا برودتی ساختمان بر روی کمترین توان کاری خود تنظیم و سیستم امنیتی فعال می شود.

۴-۸-۱- کنترل یکپارچه و مدیریت بخش های ساختمان

سیستم کنترل هوشمند این امکان را فراهم می سازد تا از طریق یکپارچه سازی مدیریت بخش های مختلف ساختمان، علاوه بر قابلیت های هوشمند سازی روشنایی، تهویه مطبوع، اطفاء حریق و غیره

1. Building Management System



بتوان سناریوهای متفاوتی را برای موارد مختلف طراحی نمود.

به عنوان مثال، سیستم BMS اقدام به کنترل بهینه سیستم روشنایی و تهویه مطبوع از طریق سیستم کنترل تردد می نماید. بدین صورت که در محل هایی که خالی از افراد و تردد است (برای حداقل مدت زمان مشخص) سیستم روشنایی را خاموش و سیستم تهویه مطبوع را در حالت Standby و یا خاموش قرار می دهد، تا در مصرف انرژی صرفه جویی شود و یا در صورت بروز حریق در بخشی از ساختمان، دوربین های آن بخش فعال، سیستم تهویه مطبوع خاموش و درب های محوطه بسته می شود تا آن موقعیت را از حریق ایزوله نماید.

۴-۸-۲- کنترل هوشمند موتورخانه و تاسیسات

سیستم های کنترل هوشمند تاسیسات حرارتی و برودتی ساختمان، با کنترل دمای داخل ساختمان و تجهیزات برودتی و حرارتی و پایش دمای خارج ساختمان موجب حذف مصارف ناخواسته و کاهش مصرف انرژی می گردد. با توجه به مطالعات صورت گرفته، استفاده از این سیستم موجب کاهش ۲۰ درصدی انرژی در ساختمان های مسکونی و تا ۴۰ درصد در ساختمان های تجاری و اداری می گردد. از دیگر مزایای سیستم، می توان به تامین شرایط آسایش و تهویه مطبوع اشاره نمود.

۴-۸-۳- کنترل روشنایی ساختمان

سیستم کنترل روشنایی ساختمان، با استفاده از کنترلر مرکزی، امکان کنترل روشنایی بخش های مختلف ساختمان را فراهم می کند. سنسورهای تشخیص حضور، روشنایی فضاهایی که ساکنین ساختمان در آن حضور دارند را فراهم می کند. همچنین در ساعات مختلف روز، با توجه به میزان بهره مندی از نور خورشید، شدت نور روشنایی ها تنظیم می شود که موجب کاهش مصرف انرژی می گردد.

۴-۸-۴- کنترل امنیت ساختمان

سیستم امنیتی ساختمان، با توجه به کاربری و نوع استفاده از ساختمان می تواند دارای سیستم دزدگیر، دوربین های مدار بسته و سیستم های تردد باشد. این سیستم کلیه تردد های داخل ساختمان را از طریق کارت های عبور و مرور به صورت اتوماتیک کنترل نموده و از ورود افراد غیر مجاز به مناطق حفاظت شده جلوگیری می نماید. بدین وسیله می توان بر روی کلیه مسیرها مدیریت نمود. دوربین های مدار بسته علاوه بر امکان کنترل بر روی بخش های مختلف ساختمان، در صورت ورود افراد غیر مجاز، امکان بررسی موقعیت مورد نظر را فراهم می نماید.

۴-۸-۵- سیستم اعلام و اطفاء حریق

این سیستم جهت رویت وضعیت حریق و اقدامات لازم تعبیه شده و از طریق یکپارچه سازی در سیستم BMS قابلیت مانیتورینگ و ارتباط با سیستم های دیگر مانند دوربین ها را دارد. در طراحی سیستم کشف و اعلام حریق هر فضا، آشکارسازهای متناسب با شرایط و کاربری فضا نظیر دتکتورهای دود نقطه ای، حرارتی یا سنسورهای دود شعاعی در نظر گرفته می شود و در مسیرهای منتهی به درب های خروج، در فواصل مناسب شستی فشاری جهت اعلام خطر



پیش بینی می گردد. برای آگاهی سریع ساکنان حاضر در محل وقوع حریق نیز از آژیر و زنگ مخصوص و بعضاً از علائم بصری هشدار دهنده استفاده می گردد.

۴-۸-۶- سیستم های کنترلی دیگر

از جمله سیستم های کنترلی دیگر که با توجه به کاربری ساختمان می تواند در زمره سیستم کنترل هوشمند ساختمان قرار گیرد می توان به سیستم کنترل پخش صوت، سیستم کنترل پرده و سیستم کنترل آبیاری اشاره نمود. سیستم پخش صوت و کنترل پرده، با استفاده از کنترلر مرکزی امکان استفاده در فضاهای مختلف و مطابق با برنامه های مختلف را دارد. به عنوان مثال، در زمان صبح، سیستم پخش صوت، یک موزیک ملایم در خانه پخش نماید، پرده ها کنار رود و سیستم کنترل آبیاری با استفاده از سنسورهای رطوبتی موجود در خاک، در صورت نیاز به آبیاری فضای سبز فعال شود.





National Petrochemical Company

Energy Management Requirements





الزامات مدیریت انرژی Energy Management Requirements



فصل پنجم:

راهنمای محاسبه
و تعیین شاخص مصرف
حامل های انرژی
در واحدهای فرآیندی
و غیر فرآیندی

سند حاضر با هدف ارائه راهنمایی و حفظ یکپارچگی در تدوین مستندات مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست شرکت ملی صنایع پتروشیمی، توسط مدیریت HSE شرکت تهیه شده و کلیه حقوق آن محفوظ و متعلق به آن شرکت می باشد.

۵-۱- مقدمه

یکی از مهمترین مراحل و الزامات افزایش بهره‌وری انرژی و بهینه سازی مصرف انرژی در صنعت، تعیین و کنترل شاخص های مصرف انرژی و مقایسه آن با شرایط بهینه واحد و مقادیر متعارف جهانی می باشد. یکی از شاخص های کاربردی در این زمینه، شاخص مصرف انرژی ویژه یا SEC می باشد که عبارت است از نسبت میزان مصرف انرژی واحد فرآیندی به میزان کل تولید محصولات با ارزش آن واحد در یک بازه زمانی معین که به صورت زیر تعریف می شود:

$$\text{کل انرژی مصرف شده در یک مدت مشخص} \\ \text{کل محصول تولیدی در یک مدت مشخص} = \text{شاخص مصرف انرژی ویژه}$$

انرژی مصرفی در یک واحد فرآیندی در قالب حامل های متفاوت انرژی نظیر سوخت گاز یا مایع، برق، بخار در سطوح مختلف، آب خنک کن، ازت، هوای فشرده و ابزار دقیق، آب یا سایر حامل های انرژی که از واحد سرویس های جانبی تامین می شود قرار می گیرد. بنابراین جهت محاسبه کل مصرف انرژی در یک واحد فرآیندی، لازم است که راندمان های تولید و تبدیل هر یک از حامل های انرژی از انرژی های اولیه لحاظ گردد. علاوه بر SEC که می تواند به صورت مجزا برای انرژی حرارتی، الکتریکی و یا کل محاسبه شود، می بایست مقدار مصرف هر یک از حامل های انرژی به تفکیک و به ازای تن تولید محصول با ارزش تولیدی محاسبه گردد. این امر امکان مقایسه و تعیین انحراف شدت مصرف هر یکی از حامل های انرژی را با شاخص های طراحی، نرمال و یا هدف گذاری شده را فراهم می آورد. این امر همچنین امکان تعریف اقدامات اصلاحی جهت بهینه سازی و کنترل مصرف انرژی را فراهم می آورد. از این رو لازم است جدولی مطابق فرمت زیر برای کنترل و گزارش میزان مصرف حامل های انرژی تهیه گردد.

جدول ۵-۱ فرمت پیشنهادی کنترل و گزارش میزان مصرف حامل های انرژی

ردیف	حامل انرژی	واحد اندازه گیری	شدت مصرف نرمال یا طراحی	شدت مصرف سه ماهه جاری	شدت مصرف تجمعی از ابتدای سال	انحراف سه ماهه جاری	انحراف از ابتدای سال
۱	الکتریسیته	Kwh/Ton					
۲	بخار HP	Ton/Ton					
۳	بخار MP	Ton/Ton					
۴	بخار LP	Ton/Ton					
۵	سوخت گاز طبیعی	NM3/Ton					
۶	FUEL GAS	NM3/Ton					
۷	سوخت مایع	M3/Ton					
۸	آب خنک کن	M3/Ton					
۹	هوای فشرده	NM3/Ton					
۱۰	هوای ابزار دقیق	NM3/Ton					
۱۱	ازت	NM3/Ton					
۱۲	آب DM	M3/Ton					
۱۳	کندانس بر گشتی						
۱۴							





برای محاسبه SEC برحسب انرژی بر تن تولید، تنها حامل های انرژی عبوری (ورودی و خروجی) از مرز واحد تولیدی (Battery Limit) مورد استفاده قرار می گیرند. بخشی از خوراک واحد نیز که پس از تبدیل و انجام واکنش، به سوخت تبدیل شده و در واحد مصرف یا از واحد به خارج ارسال می گردد نیز می بایست در محاسبات مد نظر قرار گیرد.

۵-۲- SEC Thermal یا مصرف انرژی ویژه حرارتی

الف- سوخت مصرفی: برای سوخت مصرفی گاز یا مایع، انرژی معادل سوخت از حاصلضرب مقدار مصرف سوخت در ارزش حرارتی آن در بازه زمانی مورد نظر محاسبه می گردد. در صورتی که سوخت مصرفی گاز طبیعی باشد ارزش حرارتی آن به طور متوسط ۳۷,۲۴ مگاژول بر نرمال متر مکعب در نظر گرفته می شود. (این عدد در محاسبات شرکت بهینه سازی مصرف سوخت کشور به عنوان مقدار متوسط ارزش حرارتی گاز طبیعی در محاسبات مورد استفاده قرار می گیرد)

ب- بخار مصرفی: بخار مصرف شده در واحد نیز می تواند در سطوح مختلف فشاری در خود واحد تولید شده و یا از بیرون واحد تأمین گردد. برای هر سطح از بخار ورودی یا خروجی (نه تولیدی) از BL واحد لازم است آنتالپی بخار با توجه به فشار و دمای آن محاسبه شده و آنتالپی آب ۲۵ درجه سانتی گراد از آن کم شود. حاصلضرب تفاوت آنتالپی در دبی بخار بیانگر انرژی معادل بخار خواهد بود که می بایست با لحاظ نمودن راندمان تبدیل بویلر، به انرژی معادل سوخت مصرفی یا گاز طبیعی تبدیل شود. برای این منظور راندمان متوسط بویلر معادل ۰.۸ (بر اساس پروژه تدوین استاندارد محصولات پلیمری انجام شده توسط وزارت نیرو) و یا ۰.۹۲ به عنوان راندمان تکنولوژی برتر Best practice (بر اساس پروژه تدوین استاندارد محصولات اوره، آمونیاک، متانول و ...) در نظر گرفته می شود.

ج- کندانس برگشتی: ارزش حرارتی کندانس برگشتی از حاصلضرب تفاوت آنتالپی کندانس برگشتی و آب ۲۵ درجه سانتی گراد در دبی کندانس برگشتی محاسبه می شود. بدیهی است که در این مرحله نیز لازم است راندمان بویلر مشابه حالت (ب) جهت محاسبه سوخت معادل گاز طبیعی لحاظ گردد. پس از تعیین ارزش حرارتی موارد مذکور، لازم است مصرف انرژی ویژه حرارتی (SEC Thermal) از تقسیم جمع جبری ارزش حرارتی انواع سوخت، انواع بخار و کندانس بر تن تولید در بازه زمانی مورد نظر محاسبه گردیده و با مقادیر طراحی یا نرمال که به طریق مشابه از داده های طراحی واحد استخراج می شود مقایسه گردد.

۵-۳- SEC Electrical یا مصرف انرژی ویژه الکتریکی

الف- برق مصرفی: برق مصرفی یا از طریق شبکه تأمین می شود و یا در خود مجتمع تولید می شود. در صورتیکه برق مصرفی از شبکه و یا خارج از B.L. واحد تأمین می گردد لازم است انرژی الکتریکی مصرفی برحسب واحدهایی نظیر MWH در بازه زمانی مذکور تعیین شود.

ب- هوای مصرفی: هوای مصرفی واحد نیز در صورتیکه از بیرون واحد تأمین می گردد لازم است در ابتدا برق مصرفی معادل آن محاسبه شود. برای این منظور فرض می شود که تراکم هوا در کمپرسوری با راندمان ۸۰ درصد انجام می شود. بر این اساس میزان انرژی مصرفی به ازای تولید هر کیلوگرم هوای فشرده، ۳۲۰ کیلوژول یا ۰.۸۹ کیلووات ساعت خواهد بود.

ج- نیتروژن مصرفی: انرژی معادل برای تولید هر مترمکعب نیتروژن به طور متوسط معادل ۷.۸۶ مگاژول در نظر گرفته می شود.

د- آب خنک کننده: در صورتیکه برق مصرفی برای سیستم آب خنک کننده در کنتور واحد لحاظ نشده باشد



می بایست انرژی الکتریکی معادل آن در محاسبات مد نظر قرار گیرد. میزان انرژی الکتریکی مصرفی به ازای تولید یک متر مکعب آب خنک کننده در برجهای خنک کننده به طور متوسط معادل ۰,۰۹۱۲ کیلووات ساعت است. پس از تعیین مصارف الکتریسیته معادل حامل های مرتبط انرژی، لازم است مصرف انرژی ویژه الکتریکی (SEC Electrical) از تقسیم جمع جبری مصارف انرژی الکتریکی بر تن تولید در بازه زمانی مورد نظر محاسبه گردیده و با مقادیر طراحی یا نرمال که به طریق مشابه از داده های طراحی واحد استخراج می شود مقایسه گردد.

۵-۴- محاسبه SEC Total یا مصرف ویژه انرژی کل

پس از تعیین SEC Thermal و SEC Electrical، شاخص مصرف ویژه انرژی کل از جمع دو شاخص حرارتی و الکتریکی با لحاظ نمودن راندمان تبدیل نیروگاهی محاسبه می گردد. بدین منظور SEC Electrical بر راندمان نیروگاهی تقسیم شده و پس از تبدیل واحد به Mj/ton با SEC Thermal جمع می شود.

$$SEC_{Electrical} / \eta_{Electrical} + SEC_{Thermal} = SEC_{Total}$$

برای این منظور راندمان ۰,۳ (بر اساس پروژه تدوین استاندارد محصولات پلیمری انجام شده توسط وزارت نیرو) و یا ۰,۳۵ به عنوان راندمان تکنولوژی برتر یا Best practice (بر اساس پروژه تدوین استاندارد محصولات اوره، آمونیاک، متانول و...) قابل استفاده خواهد بود.

مقایسه مصارف ویژه انرژی حرارتی، الکتریکی و کل در شرایط عملیاتی با شرایط مرجع (طراحی و استاندارد یا معیار های تدوین شده از سرس مراجع قانونی) و تعیین درصد انحراف در بازه های زمانی گزارش دهی می تواند اثر بخشی فعالیت ها و اقدامات صورت گرفته در راستای بهینه سازی انرژی را نمایان سازد. برای این منظور لازم است جدول زیر به همراه تحلیل دلایل مغایرتهای از سوی واحد مسئول تهیه و در اختیار واحدهای تخصصی قرار گیرد.

جدول ۵-۲: جدول مقایسه مصارف ویژه انرژی حرارتی، الکتریکی و کل در شرایط عملیاتی با شرایط مرجع و تعیین درصد انحراف در بازه های زمانی

ردیف	مورد	SEC مرجع		SEC عملیاتی		انحراف SEC عملیاتی از مقادیر مرجع، %			
		طراحی	استاندارد یا معیار	سه ماهه	تجمعی سالیانه	انحراف از طراحی		انحراف از استاندارد	
						سه ماهه	سالیانه	سه ماهه	سالیانه
۱	Thermal								
۲	Electrical								
۳	Total								

در خصوص واحدهای Utility یا سرویس های جانبی لازم است محاسبات مذکور به ازای واحد تولید حامل انرژی مورد نظر انجام شود. به عنوان مثال در واحد تولید بخار لازم است در ابتدا مصارف کلیه حامل های انرژی (تظیر، برق، بخار LP، هوای ابزار دقیق، سوخت، آب خنک کن و...) به ازای تن بخار تولیدی محاسبه و با مقادیر مرجع مقایسه شود. سپس SEC کل با توجه به ارزش حرارتی هر حامل انرژی و راندمان تبدیل به ازای تن محصول تولیدی که همان بخار است محاسبه و با مقادیر مرجع مقایسه گردد.





الزامات مدیریت انرژی Energy Management Requirements



فصل ششم: راهنمای مدیریت سیستم‌های تله‌های بخار

سند حاضر با هدف ارائه راهنمایی و حفظ یکپارچگی در تدوین مستندات مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست شرکت ملی صنایع پتروشیمی، توسط مدیریت HSE شرکت تهیه شده و کلیه حقوق آن محفوظ و متعلق به آن شرکت می باشد.

۱-۶- تله های بخار^۱

تله بخار شیر اتوماتیکی است که مانع از خروج بخار از سیستم شده و در صورت لزوم آب و یا گازهای نامحلول موجود در سیستم را تخلیه می نماید. تله های بخار به صورت موازی با سیستم نصب شده و وظیفه تخلیه کننداس موجود در خطوط را به عهده دارند.

۱-۱-۶- لزوم به کارگیری تله بخار

در گذشته های دور، کننداس موجود در خطوط بخار به غلط نادیده انگاشته می شد ولی با پیشرفت علم و تکنولوژی ارزش واقعی تله های بخار معلوم شده است. کننداس در واقع آب خالص و تقطیر شده ای می باشد که با صرف هزینه زیاد، عملیات شیمیایی خاصی به منظور برطرف کردن سختی موجود در آب بر روی آن صورت گرفته است و بایستی به طریق مقتضی جمع آوری و استفاده مجدد گردد. ضمناً دمای کننداس در حد قابل ملاحظه ای بوده که هزینه سوخت را دربر دارد. از طرفی آب موجود در خطوط توزیع بخار، باعث خورده شدن لوله ها می شود و ضمناً اگر میزان آب زیاد باشد، به علت سرعت بالای بخار، احتمال ضربه شدید به شیرآلات و در نتیجه صدمه دیدن آنها و حتی از هم پاشیدن سیستم در برخی نقاط وجود خواهد داشت. همچنین، آب به عنوان عایقی در برابر انتقال حرارت محسوب می شود که باعث کاهش نرخ انتقال حرارت در مصرف کننده ها و مبدل های حرارتی شده و در نتیجه کاهش راندمان کل سیستم را در پی خواهد داشت. وجود هوا و گازهای نامحلول در سیستم نیز به صورت مشابه باعث کاهش نرخ انتقال حرارت به میزان زیاد می گردد. مقاومت حرارتی که یک لایه از آهن به ضخامت $4/3$ فوت ایجاد می کند برابر مقاومت لایه ای از آب به ضخامت ۱ اینچ و یا معادل لایه ای از هوا به ضخامت $0/04$ اینچ می باشد. با دقت در اعداد مذکور لزوم برداشت سریع هوا و آب از سیستم مشخص می گردد. از طرفی وجود هوا در سیستم باعث کاهش سطح مقطع مفید برای عبور بخار شده و باعث تولید صدا نیز خواهد شد. هوا معمولاً در مبدل های حرارتی و نقاط مرتفع سیستم و انتهای مسیرهای لوله کشی انباشته می شود. مسئله دیگر این است که هوا بوسیله کننداس جذب شده و باعث کاهش pH کننداس می گردد (تولید اسید کربنیک) که به نوبه خود باعث خوردگی لوله ها و مصرف کننده ها و اجزاء مختلف سیستم می گردد. اگر چه تله های بخار وظیفه خروج هوا از سیستم خصوصاً هنگام راه اندازی را نیز به عهده دارند ولی به منظور تخلیه مناسب هوا بایستی از شیرهای تخلیه هوا در مناطق مناسب استفاده نمود.

۲-۶- انواع تله های بخار

به طور کلی می توان تله های بخار را به سه دسته مکانیکی، ترموستاتیک و ترمودینامیک تقسیم بندی نمود که بایستی از هر گروه در مکان مناسب با توجه به نوع و محل نصب، استفاده نمود. در زیر به طور اجمال به خصوصیات انواع تله های بخار و محل مناسب نصب آن اشاره می گردد.

۱-۲-۶- تله بخار مکانیکی

این نوع تله ها از پرکاربردترین انواع تله ها می باشند که با استفاده از تفاوت چگالی بین بخار و کننداس عمل می نمایند. بنابراین عواملی مثل دمای سیال و یا سرعت سیال در این تله ها

1. Steam Trap



تأثیر گذار نمی باشد.

الف) تله بخار مکانیکی از نوع Ball float

اجزاء اصلی این تله ها از یک توپ شناور و مکانیزم اهرم و شیر متصل تشکیل شده است. هنگام ورود کندانس به تله، توپ مذکور در آب غوطه ور شده به طرف بالا حرکت می کند و شیر اصلی خروجی تله را باز می نماید که این امر باعث خروج هوا از سیستم می گردد.

این نوع تله ها برای استفاده در مناطقی که نرخ انتقال حرارت زیاد و در نتیجه جریان پیوسته ای از کندانس وجود دارد (نظیر، مبدل های حرارتی، آبگرمکن ها، چیلرها، یونیت های ترها، کوئل حرارتی دستگاه های هوارسان و ...) مناسب می باشند. منحنی کارکرد تله های فوق، کاملاً منطبق با منحنی بار اشباع بوده و بدون توجه به دمای کندانس، آن را تخلیه می نمایند. این تله ها با توجه به شیر ترموستاتیک داخلی، قابلیت تخلیه بسیار عالی هوا در هنگام راه اندازی را دارند و نیز دارای سیستم Steam lock Releasing می باشند که هنگام گیر افتادن توده ای از بخار در پشت تله، به طور دستی می توان بخار مذکور را تخلیه نمود. مقاومت عالی در برابر ضربه چکش و ظرفیت عبور کندانس زیاد به نسبت اندازه کوچکشان از دیگر مزایای این نوع تله ها می باشد. هنگام انتخاب این تله ها بایستی به اختلاف فشار دو سر تله توجه نمود. چرا که اجزاء اصلی و خصوصاً اندازه Orifice تخلیه کندانس با توجه به اختلاف فشار دو سر تله متفاوت خواهد بود.

ب) تله بخار مکانیکی از نوع Inverted Bucket

در این دسته از تله های بخار نیز از تفاوت وزن مخصوص بین کندانس و بخار استفاده می شود. اساس کار آن با استفاده از یک سطل وارونه در داخل تله می باشد که هنگام ورود کندانس به داخل، در اثر وزن خود و غوطه ور شدن در آب به پایین می افتد و شیر خروجی تله را به منظور تخلیه کندانس باز می نماید و هنگام ورود بخار، با توجه به جمع شدن بخار در زیر سطل، به طرف بالا حرکت می نماید و شیر خروجی تله را می بندد. این نوع تله ها دارای ساختار داخلی بسیار محکم بوده و قابلیت تحمل فشارهای بالا (تا ۱۰۰ بار) و ضربه چکش را دارا بوده و جهت استفاده در مدار سوپر هیت نیز مناسب می باشند. همچنین دارای منحنی کارکرد مطابق با منحنی اشباع بخار بوده و بدون توجه به دمای سیال، کندانس را عبور خواهد داد. حساسیت تله به یخ زدگی، از نکاتی است که باید در هنگام انتخاب مورد توجه قرار گیرد. همچنین به علت ساختار داخلی آن، این نوع تله ها از قابلیت تخلیه هوای ضعیف تری نسبت به دیگر تله ها برخوردار می باشند و در صورت لزوم استفاده از آنها در مناطقی که نیاز به تخلیه سریع هوا دارند، بایستی از شیر هواگیر در نزدیکی آن استفاده نمود. از این نوع تله ها در کاربردهایی نظیر کلکتورهای اصلی توزیع بخار، مخازن گرم کننده سوخت، یونیت هیترها، خشک کن ها، پرسهای لاستیک، خشک شویی ها و رادیاتورهای بخار می توان استفاده نمود.

۶-۲-۲- تله بخار از نوع ترموستاتیک

این دسته از تله ها، با استفاده از تشخیص دمای سیال ورودی عمل می نمایند و منحنی کارکرد آنها همواره پایین تر از منحنی بخار اشباع می باشد. این تله ها به سه دسته ذیل تقسیم بندی می شوند:

Liquid Expansion -

Balanced Pressure -

Bimetallic -

الف - تله بخار ترموستاتیک از نوع Liquid Expansion

به منظور تخلیه کندانس سرد در هنگام shutdown و قطع سیستم کاملاً مناسب می باشند و بایستی



دقت شود که در دماهای بیش از ۱۰۰ درجه سانتیگراد بکار نروند. دارای قابلیت تخلیه بسیار عالی هوا در هنگام راه اندازی می باشند، به علت ساختار داخلی، این تله ها، در اثر ازدیاد فشار که در نتیجه منجر به افزایش دما خواهد شد بسته شده و ممکن است کندانس را به خوبی عبور ندهند و هرگز نباید در کاربردهایی که احتیاج به برداشت سریع آب از منطقه بخار دارند بکار روند. اساس کار تله های فوق با استفاده از کپسول حاوی مایع قابل انقباض و انبساط و دمای جوش کمتر از آب می باشد.

ب- تله بخار ترموستاتیک از نوع Ballanced Pressure

این نوع تله ها دارای کپسول کوچک محتوی مایع با دمای جوش پایین تر از آب می باشند. هنگامی که کندانس سرد و یا هوا وارد تله شود، کپسول فوق کوچک و جمع می گردد و شیر خروجی تله را باز می نماید که منجر به خروج کندانس خواهد شد. در صورت ورود بخار، به علت دمای بالای بخار، کپسول فوق منبسط شده و مانع خروج بخار خواهد شد. در اثر انتقال حرارت تله با محیط، کپسول مذکور مجدداً سرد شده و شیر خروجی را باز می نماید. دستگاه مذکور طوری طراحی شده است که به فشار سیال نیز واکنش نشان می دهد به طوری که در اثر ازدیاد فشار، زمان و دمای عملکرد تله نیز تغییر خواهد کرد و بدین صورت دستگاه خود را با تغییرات فشار در سیستم هماهنگ می نماید. این نوع تله ها کوچک، سبک و دارای قابلیت عبور کندانس به میزان زیاد نسبت به اندازه شان می باشند. قابلیت تخلیه خوب هوا در هنگام راه اندازی سیستم را دارا بوده و حتی در مناطق سرد و در مواقع خاموشی سیستم تقریباً غیرممکن است که یخ بزنند. در ضمن این تله ها قابلیت تحمل بخار سوپر هیت را دارند و همچنین دارای نگهداری بسیار ساده بوده و می توان شیر و کپسول را به راحتی و بدون جدا کردن تله از خط تعویض نمود. از موارد استفاده این تله ها می توان به ظروف گرم کننده (Boilipan) نظیر صنایع غذایی، ژاکت های بخار، اتوکلاوها و استرلیزه کننده ها در تجهیزات بیمارستانی، خشک کن ها، رادیاتورهای بخار، خطوط اصلی توزیع بخار، سپریتورها و خطوط Tracer اشاره نمود.

ج- تله بخار ترموستاتیک از نوع Bimettalic

این نوع تله ها نیز با استفاده از تفاوت دما بین کندانس و بخار کار می نماید. اساس کار آن با استفاده از دو فلز با ضریب انتقال حرارت متفاوت می باشد که از دو سر به هم جوش داده شده اند. این تله ها دارای خط واکنش دمای ثابت هستند که به منظور تطبیق آنها با منحنی اشباع، از دو یا چند المان در یک تله استفاده می شود. این کار باعث تقویت تله شده و باعث خواهد شد تا نیروی حاصل برای باز و بسته شدن دستگاه زیاده تر گردد. هنگام ورودی کندانس سرد به تله، المان های فوق در حالت عادی و صاف قرار دارند و شیر خروجی تله باز می باشد، به محض رسیدن کندانس داغ یا بخار، المان های فوق به حالت منحنی درآمده که منجر به بسته شدن شیر خروجی تله می شود.

قابلیت تخلیه خوب هوا حین راه اندازی سیستم، مقاومت در برابر ضربه چکش و کندانس خورنده بخار با فشار بالا از مزایای این تله ها می باشند. ضمن اینکه می توانند در محدوده گسترده ای از فشار بدون نیاز به تغییر در قطر orifice کار نمایند. این تله ها به عنوان شیر یکطرفه





نیز عمل کرده و در صورت برگشت کندانس بسته خواهند شد و نگهداری و تعمیرات بسیار آسان را نیز دارا می باشند از آنجا که این تله ها زیر دمای بخار اشباع کار می کنند، باید حتماً در انتهای یک پایه خنک کننده نصب شوند (مانند انواع تله دیگر تله های ترموستاتیک) و گرنه کندانس را بخوبی عبور نداد و باعث wate logging می شود. این تله ها در مواردی که احتیاج به برداشت سریع کندانس از سیستم باشد مناسب نبوده و در برابر تغییرات بار و یافشار سریع عمل نمی کند. نسبت به ناخالصی ها و مواد خارجی داخل بخار بسیار حساس بوده و قبل از آنها حتماً بایستی از صافی استفاده نمود. موارد استفاده این نوع تله تقریباً مشابه تله های Ballanced Pressure می باشد.

۶-۲-۳- تله بخار نوع ترمودینامیک

این نوع از تله ها با استفاده از خاصیت سرعت سیال کار می نمایند. هنگام ورود سیال با دمای پایین دیسک متحرکی که در خروجی تله و در قسمت فوقانی قرار داد غوطه ور و اجازه خروج کندانس را می دهد. با رسیدن بخار و یا کندانس دما بالا، به علت عبور سیال از یک گلوگاه و افزایش سرعت عبور، مقداری از کندانس به بخار تبدیل شده و پدیده فلاش روی می دهد که با توجه به تفاوت سطح مقطع در قسمت بالا و پایین دیسک، نیروی رو به پایین به دیسک بیشتر شده و تله بسته می شود تا اینکه بخار مجدداً کندانس شده و سیکل فوق از سر گرفته شود. تکرار سیکل ها به دمای بخار و شرایط محیط بستگی دارد. این نوع تله ها بین ۲۰ تا ۴۰ ثانیه بسته مانده و مجدداً باز خواهند شد. در فشارهای خیلی بالا و یا در مناطق سرد، به منظور کاهش آهنگ باز و بسته شدن تله، بایستی تله ها با عایق مناسب پوشانده شوند. این نوع تله ها می توانند بین حداقل و حداکثر ظرفیتشان بدون هیچ تغییر و تنظیمی کار نمایند، کوچک، ساده، سبک و دارای تعمیرات آسان نیز هستند. قابلیت استفاده در مدار سوپر هیت با فشارهای بسیار بالا را دارا بوده و در برابر ضربات چکش و یا ارتعاشات سیستم و نیز یخ زدگی مقاوم هستند. صدای کلیک هنگام کار تله که نشان دهنده باز و بسته شدن آن می باشد امکان کنترل وضعیت کاری آن را به راحتی به دست می دهد. در هنگام استفاده از این نوع تله باید دقت شود که اختلاف فشار بین دو سر تله کم نباشد چرا که سرعت بخار در زیر دیسک کم شده و کارکرد تله دچار اختلال خواهد شد. حداقل فشار ورودی به این تله ها ۰/۲۵ barg می باشد. دیسک متحرک به عنوان شیر یک طرفه نیز عمل می نماید و نیاز به نصب شیر یک طرفه نمی باشد. باید دقت نمود که اندازه تله بزرگتر از حد مناسب نباشد چرا که تعداد سیکل های باز و بسته شدن زیاد شده و باعث فرسایش دیسک متحرک خواهد شد. از موارد استفاده این نوع تله ها می توان به ظروف گرم کننده، گرم کننده های مخازن سوخت، خطوط Tracer ژاکت های بخار، تجهیزات خشک شویی، پرس ها، خطوط اصلی توزیع و کلکتورهای فشار بالا اشاره نمود. انواع دیگری از تله ها نیز نظیر Impulse و Labyrent نیز وجود دارد که به علت جلوگیری از طولانی شدن مبحث، از پرداختن به آنها خودداری می شود.

۶-۳- محل نصب تله های بخار

در نقاطی از سیستم های توزیع بخار که احتمال تشکیل کندانس وجود دارد، تله های بخار باید نصب شود تا کندانس حاصل را خارج نمایند. پاره ای از این نقاط به شرح زیر می باشند:

- خروجی مبدل های حرارتی و تجهیزاتی که از بخار به عنوان عامل انتقال حرارت استفاده می نمایند. (نظیر منابع آبگرم مصرفی، ظروف گرم کننده، مبدل های حرارتی، چیلرهای ابزیرشن، کویل حرارتی هوارسان ها، رادیاتورهای بخار، یونیت هیترهای بخار و ...)



- ورودی شیرهای تقلیل فشار و شیرهای کنترل دما به منظور جلوگیری از ورود کندانس با سرعت بالا به داخل شیر و در نتیجه ایجاد صدمه به شیر.
- انتهای خطوط توزیع بخار.
- کلکتورهای اصلی توزیع بخار.
- خروجی خطوط Tracer.
- پایین ترین نقطه رایزرهای بخار و حلقه های انبساط.
- فواصل حدود ۳۵ متر در روی خطوط مستقیم توزیع بخار.
- خروجی Seprator های موجود در خطوط بخار.

۶-۴- رعایت نکات نصب تله های بخار در خطوط برگشت کندانس

- کلیه خطوط اصلی توزیع بخار باید دارای شیب منفی (رو به پایین) به اندازه یک متر در طول ۲۵۰ متر، در جهت حرکت بخار باشند. در خطوط طولانی انتقال بخار که تراز لوله به مقدار زیادی پایین می آید، می توان از رایزرهای موضعی بخار همراه با تله نصب شده در پایین رایزر استفاده نمود.
- در مناطقی که به علت وضعیت سایت و یا عوامل دیگر ناچاراً لوله بایستی با شیب معکوس (رو به بالا) اجرا شود، نقاط تخلیه بایستی با فواصل نزدیکتر (هر ۱۵ متر) در نظر گرفته شود و قطر لوله بخار بزرگتر انتخاب می گردد. این امر باعث کاهش سرعت بخار شده و به کندانس موجود در قسمت زیرین لوله اجازه خواهد داد تا برخلاف جهت حرکت بخار جریان پیدا کرده و توسط تله ها به خارج از لوله انتقال پیدا نماید.
- شیب لوله کندانس به طرف تله بخار حدود ۱/۱۲۰ در نظر گرفته شود.
- کلیه انشعاب های خطوط بخار از قسمت فوقانی لوله گرفته شود تا از ورودی کندانس به داخل خطوط فرعی توزیع بخار جلوگیری به عمل آید.
- کاهش قطر لوله های بخار از قسمت فوقانی لوله انجام گیرد و قسمت زیرین لوله صاف باشد. در صورت کاهش قطر لوله از قسمت تحتانی، به علت ایجاد مانع در برابر حرکت کندانس، مقداری از کندانس در پشت محل تبدیل جمع شده و ایجاد مشکل خواهد نمود.
- نصب صافی های بخار قبل از شیرهای کنترل و شیرهای فشار شکن به صورت افقی انجام گیرد. اگر صافی ها به صورت عمودی نصب گردند، در زمان خاموشی سیستم مقداری از کندانس در داخل صافی ها جمع خواهد شد و در زمان راه اندازی مجدد سیستم، سرعت بالای بخار باعث خواهد شد تا کندانس با شدت به طرف شیر حرکت کرده و ایجاد ضربه و صدمه در شیر نماید.
- قبل از تله های بخار، صافی نصب گردد تا از ورود ذرات و ناخالصی های موجود در خط، به داخل تله جلوگیری به عمل آید (جز تله هایی که دارای صافی داخلی هستند). تله های بخار دارای اجزا متحرک کوچکی هستند که توسط اجسام و ذرات کوچک به راحتی گرفته شده از کار خواهند افتاد.
- به منظور با خبر بودن از وضعیت کاری تله های بخار، در ورودی کلیه تله ها از Sight Glass یا تر جیحا از تجهیزات مونیتورینگ تله های بخار^۱ استفاده شود.
- در خروجی تله های بخار که دارای شیر یک طرفه داخلی نبوده و یا به علت فشار زیاد در

1. Steam trap monitoring



خروجی تله (خط کندانس)، احتمال برگشت کندانس به داخل تله وجود دارد، حتماً بایستی از Check valve استفاده نمود. Back pressure ممکن است به علت فاصله زیاد عمودی خط کندانس نسبت به خروجی تله، فشار زیاد در خط کندانس، افزایش ناگهانی بار و یا کاهش فشار بخار ورودی به تله روی دهد. اختلاف فشار هر چه بیشتر در دو سر تله به عملکرد بهتر آن و ظرفیت بیشتر عبور کندانس کمک خواهد نمود. در مواردی که فشار خروجی تله برابر یا نزدیک به فشار ورودی باشد (کمتر از ۰/۱ بار) می توان از سیستم پمپ های مکانیکی استفاده نمود که بدون نیاز به برق و یا انرژی جداگانه، با استفاده از خط کوچک بخار مجرای ورودی به تله، کندانس را به ارتفاع لازم پمپاژ می نماید.

- شیرهای قطع و وصل مناسب از نوع کف فلزی یا توپکی در دو طرف مجموعه تله نصب گردند.
- حتی المقدور از بکار بردن Bypass در مجموعه تله خودداری شود. علت اصلی استفاده از Pypass باز کردن شیر در زمان راه اندازی سیستم به منظور کمک به تخلیه سریع کندانس و سرعت بخشیدن به عملیات Warm up می باشد. در حالیکه عملاً ثابت شده است پس از گذشت مدتی از کارکرد سیستم، قسمت های داخلی شیر ممکن است دچار صدمه شده و به نشت بخار منجر شود. در این صورت مقدار زیادی از بخار زنده بدون اطلاع و کنترل اوپراتور به داخل خط کندانس نشت نموده و اتلاف هزینه و مسائل بعدی را به دنبال خواهد داشت. همانطور که ذکر شد به منظور تخلیه کندانس در طول خطوط توزیع بخار، بایستی در فواصل حدود ۳۵ متر، فضای مناسب جهت جمع آوری کندانس به همراه مجموعه تله بخار در نظر گرفته شود که به (Pocket) معروف می باشد. از آنجایی که بخار دارای سرعت زیاد بوده و کندانس موجود در خطوط بر اثر وزن خود در قسمت پایین لوله در حال حرکت است، باید فضای مناسب جهت جمع آوری کندانس و انتقال آن به تله بخار فراهم شود. اگر انشعاب تله بخار، با قطر ناکافی مستقیماً از خط توزیع بخار گرفته شود، تنها مقدار بسیار ناچیزی از کندانس خارج خواهد شد زیرا سرعت بخار اجازه ورود کندانس به داخل انشعاب تله را نخواهد داد. همچنین اگر ارتفاع پاکت کوچک باشد، کندانس ورودی به پاکت سریعاً توسط بخار به خارج محفظه رانده خواهد شد. بنابراین در خطوط اصلی توزیع بخار و کلکتورهای بخار Pocket با ابعاد مناسب، پیش بینی شود.

۶-۵- انتخاب صحیح اندازه تله های بخار

ظرفیت تله های بخار به اندازه اریفیس، دمای کندانس و اختلاف فشار دو سر تله بستگی دارد. تله ها در اختلاف فشار ثابت، کندانس سرد را راحت تر از کندانس داغ عبور می دهند (به علت فلاش بخار در خروجی و ایجاد فشار برگشتی) و در دمای ثابت، اختلاف فشار بیشتر در دو سر آن منجر به گذر بیشتر جریان خواهد شد. میزان کندانس برای زمان راه اندازی سیستم در نظر گرفته می شود که معمولاً حدود ۲ برابر ظرفیت در حالت عادی کارکرد سیستم می باشد.

علت این امر سرد بودن لوله ها و تجهیزات در هنگام راه اندازی است که منجر به تشکیل کندانس بیشتر می شود و از طرفی به علت کاهش فشار بخار، ظرفیت عبور کندانس تله ها در هنگام راه اندازی کمتر از حالت عادی می باشد. بنابراین در نقاطی که از شیرهای کنترل استفاده شده است، به علت افت فشار بیشتر حین راه اندازی، ضریب اطمینان تا سه برابر افزایش پیدا خواهد کرد.

به منظور اندازه گذاری تله های بخار موارد زیر باید مشخص گردند:

- الف) در نظر گرفتن بار کندانس با اعمال ضرایب اطمینان لازم
- ب) فشار بخار ورودی به تله (بعد از گذر از شیرهای کنترل یا تجهیزات)
- ج) موارد ایجاد فشار برگشتی (Back Pressure) در خط کندانس



۶-۶- محاسبه بار حرارتی بخار تقطیر شده

میزان کندانس حاصل از تجهیزات مختلف را می توان به کمک فرمول های زیر محاسبه نمود:
- گرمایش آب توسط بخار (مبدل های حرارتی، آبگرم کن ها)

$$\text{Condensate (Lb/hr)} = \frac{1.1 \square \text{GPM} \square \Delta T (^{\circ}\text{F})}{2}$$

- گرمایش روغن توسط بخار:

$$\text{Condensate (Lb/hr)} = \frac{1.1 \square \text{GPM} \square \Delta T (^{\circ}\text{F})}{4}$$

- گرمایش هوا توسط کویل بخار:

$$\text{Condensate (Lb/hr)} = \frac{\text{GPM} \square \Delta T (^{\circ}\text{F})}{800}$$

(در مواردی که بخار مستقیماً به داخل آب تزریق می گردد، ضریب ۱/۱ حذف شود)

۶-۶-۱- محاسبه بار کندانس لوله ها هنگام راه اندازی سیستم

راه اندازی سیستم به دو صورت ممکن است انجام گیرد:

۱- راه اندازی به کمک اوپراتور

۲- راه اندازی اتوماتیک

در روش اول، اوپراتور تله های بخار را Bypass نموده و به کمک باز کردن شیرهای Bypass اجازه خروج کندانس را می دهد و در نتیجه تله های بخار می توانند با ظرفیت کمتری انتخاب شوند. در این روش تله های بخار باید بر اساس ظرفیتی معادل دو برابر مقدار کندانس سیستم در حالت عادی (به عنوان ضریب اطمینان) و نیز با توجه به فشار ورودی به تله (خط بخار) و فشار خروجی تله (خط کندانس) انتخاب گردند. در روش دوم که معمول تر و مناسب می باشد، تخلیه کندانس هنگام راه اندازی از طریق تله های بخار در زمان معین صورت می گیرد. از آنجائیکه میزان کندانس و فشار ورودی به تله ها در هر لحظه هنگام راه اندازی تغییر می نماید تخمین آن در هر لحظه کار مشکلی است. اندازه گذاری تله با داشتن میزان کندانس در هنگام راه اندازی و اعمال ضریب اطمینان اختلاف فشار دو سر تله انجام خواهد شد.

۶-۶-۷- نظارت وردیابی عملکرد تله های بخار

امروزه استفاده مؤثر و بهینه از بخار در صنایع، موتورخانه ها و سایت های بخار از مهمترین اهداف این مراکز می باشد. این امر مستلزم کارکرد صحیح و هماهنگی بین اجزا تشکیل دهنده سیستم و در نتیجه کل سیستم می باشد به طوریکه انرژی با حداکثر بازده و بدون اتلاف در سرتاسر مجموعه توزیع گردد.

یکی از اساسی ترین اجزاء هر سیستم بخار که باعث جریان صحیح بخار و افزایش راندمان می گردد تله بخار است که کندانس داغ را از سیستم جمع آوری کرده و برای استفاده مجدد به دیگ ارسال می نماید. با وجودی که بیش از صد سال از تولید اولین تله بخار می گذرد و تکنولوژی ساخت این تله ها به مرور زمان بهبود یافته است، وقفه های ناخواسته و ناگهانی حین کار تله ها دیده می شود و اولین چیزی که در این موارد لازم است فهمیده شود علت





از کار افتادن تله می باشد که بایستی به سرعت انجام گیرد. چرا که یک تله بخار خراب معادل کاهش راندمان سیستم و از دست دادن سرمایه می باشد. از عمده ترین مسائلی که در کارکرد تله ها حین ایجاد می شود، بلوکه شدن تله و نشت بخار از تله می باشد. در هنگام بلوکه شدن تله بخار، توده ای از بخار در پشت و داخل تله تشکیل شده و مانع از عبور کندانس به داخل تله می گردد و در کل باعث باقی ماندن آب در سیستم، کاهش راندمان و کاهش عمر اجزا سیستم خواهد شد. نشت بخار نیز همان طور که واضح است باعث اتلاف انرژی و کاهش راندمان و ایجاد خطر می گردد.

با تعیین سریع و صحیح علت از کار افتادن تله بخار می توان به اهداف زیر نائل شد:

- جلوگیری از اتلاف انرژی
 - بهبود عملکرد سیستم
 - بهبود سطح ایمنی در کل سیستم
 - کاهش زمان و هزینه تولید
 - کاهش اتلافات و نشتی های موتورخانه
 - کاهش صدمات زیست محیطی
 - کاهش هزینه های تعمیرات و نگهداری
- با توضیحات مذکور دیده می شود که هر سیستم بخار می بایست دارای امکانات مونیتورینگ تله های بخار باشد تا بتوان به اهداف بالا دست یافت و این امر می تواند به صورت دستی، اتوماتیک، محلی و یا کنترل از راه دور صورت گیرد.

۶-۸- محاسبه هزینه نشت بخار از تله ها

نشت بخار از لحاظ مالی و زیست محیطی هزینه ساز است و بنابراین توجه خاصی لازم است تا از کارکرد صحیح سیستم با حداقل خسارت به محیط زیست اطمینان حاصل شود. برای مثال، هر لیتر سوخت سنگین که برای جبران نشتی بخار سوزانده می شود حدود سه کیلو گرم گاز دی اکسید کربن به اتمسفر تخلیه می نماید. تله های بخار برای پوشش دادن شرایط مختلف کاری دارای اندازه های مختلفی می باشند که اندازه آنها به اختلاف فشار دو سر تله و میزان کندانس عبوری بستگی دارد. میزان نشتی بخار به اندازه تله و میزان فشار کاری شبکه وابسته است و هزینه نشت بخار نیز به اندازه و تعداد تله های معیوب و زمان کارکرد سیستم مربوط خواهد بود.

به طور مثال یک سایت بخار را در نظر بگیرید که دارای دویست تله بخار بوده و سالیانه ده درصد از تله ها دارای نشت بخار باشند. قطر متوسط تله ها ۲۰ mm و فشار ورودی به تله ها ۱۴ bar می باشد. ساعات کاری سایت ۲۴ ساعته و ۳۵۰ روز در سال می باشد. در این شرایط میزان نشتی بخار در طول سال به صورت زیر خواهد بود:

تعداد تله های دارای نشتی در طول سال	$20 = 200 \times 10\%$
میزان نشتی بخار از هر تله	۵۳ kg/hr
میزان نشتی بخار در طول سال	$8900 \text{ ton} = 1000 : (24 \times 350) \times 20 \times 53$

بنابراین با ضرب ۸۹۰۰ در هزینه کلی تولید بخار به ازای هر تن بخار، هزینه نشت بخار از تله ها به دست می آید که رقم قابل توجهی خواهد بود. همچنین میزان دی اکسید کربن آزاد شده به اتمسفر از احتراق سوخت برای جبران نشتی بخار مذکور حدود ۳۰۰۰ تن می باشد.



۶-۹- مسدود شدن تله های بخار

در صورت از کار افتادن تله ها، آب موجود در خطوط بخار به طور کامل برداشته نشده و در نتیجه بازده سیستم به طور مؤثر کاهش می یابد که هزینه آن با توجه به نوع فرایند متفاوت است. ضمناً خطرات زیادی نیز از لحاظ ایمنی به وجود خواهد آمد که میزان هزینه آن غیرقابل پیش بینی می باشد.

به منظور کاهش هزینه های سوخت و هزینه های اضافی ناشی از نشت بخار که ذکر گردید و نیز به منظور افزایش راندمان فرایند، چهار هدف مهم در مورد تله های بخار می بایست دنبال گردد:

- ۱- از کار افتادن تله به محض رخ دادن، مشخص گردد.
- ۲- از کار افتادن تله به طور صحیح مشخص گردد (انتخاب غلط تله بخار در حال کار، آسانتر از انتخاب صحیح تله بخار معیوب است)
- ۳- امکان رفع خرابی تله به محض مشخص شدن عیب آن.
- ۴- سیستم مونیتورینگ که بتواند اهداف بالا را به طور دقیق، مرتب و پیوسته دنبال نماید.

۶-۱۰- ایستگاه های پیش ساخته تله های بخار^۱

مجموعه های تله بخار عموماً دارای اتصالات زیادی بین شیرآلات و تله می باشند که عمده تاً دارای پتانسیل خوبی جهت نشت بخار و در نتیجه اتلاف انرژی هستند. از طرف دیگر، در صورت خراب شدن یک تله بخار، معمولاً زمان زیادی صرف تعویض و یا تعمیر تله می گردد که این مدت زمان به سهولت یا سختی جدا کردن تله از خط بستگی دارد. در بسیاری از موارد، جهت تعمیر تله ها باید قسمتی از سیستم بخار قطع شود و در سایت های بزرگ و مهمی نظیر صنایع پالایشگاهی و پتروشیمی، از کار افتادن یک تله بخار و قطع نمودن قسمتی از سیستم جهت تعمیر تله باعث صدمه به خط تولید شده و مخارج سنگینی را به دنبال خواهد داشت تا حدی که ترجیح داده می شود تله بخار معیوب همراه با نشتی بخار کار نماید و تعویض و یا تعمیر نگردد.

نسل جدیدی از تله های بخار و اتصالات همراه، تعویض و جایگزینی تله های بخار را تنها با باز نمودن دو عدد پیچ ظرف کمتر از چهار دقیقه امکان پذیر نموده است (این زمان در مورد تله های بخار جوشی یا دنده ای حدود دو ساعت می باشد). تله های بخار مذکور بر روی قطعات خاصی اصطلاحاً تحت عنوان اتصالات Universal که در روی لوله اصلی نصب می شوند، قرار می گیرند. علاوه بر خود تله، تجهیزات مجاور آن نظیر صافی، شیرهای ورودی و خروجی و شیر یک طرفه نیز می توانند به صورت از پیش آماده و به صورت پکیج ارائه شوند که طراحی منحصر به فرد آنها فضای نصب بسیار کمتری را نسبت به خطوط تله بخار معمولی اشغال خواهد کرد. شیرهای قطع و وصل به کار رفته در سیستم فوق از نوع پیستونی و مخصوص خطوط بخار و کندانس می باشد. در این شیرها به ندرت نشتی به وجود می آید و تعمیر و نگهداری آن به راحتی انجام می شود. استفاده از این سیستم باعث کاهش زمان و هزینه تعمیرات و نگهداری، به حداقل رساندن نشتی بخار و افزایش راندمان سیستم خواهد شد.

جنس اکثر قسمت های تجهیزات فوق Stainless Steel بوده که باعث افزایش عمر مفید سیستم می گردد. از لحاظ جایگیری نیز همان طور که اشاره شد، فضای لازم جهت نصب سیستم تله تا میزان کاهش خواهد یافت.

1. Compact steam trap station





۶-۱۱- طراحی و پیاده سازی سیستم مکانیزه مدیریت تله های بخار (STMS)^۱

در سال های اخیر بررسی بر روی اینکه چرا دائماً مشکلاتی در مورد تله های بخار ایجاد می گردد، صورت پذیرفت و ابتدا گمان و ظن اولیه بر این بود که شاید به دلیل نامناسب بودن تله های خریداری شده، این مشکلات دائماً تکرار می شوند. نکته بسیار قابل توجه اینکه در حال حاضر تله های بخار تحت عنوان یک تجهیز مورد توجه قرار نگرفته و هیچ گونه اطلاعات عمومی و تخصصی در سطح سازمان، در این رابطه وجود ندارد، به طوری که کارشناسان امر در تنظیم سفارش تله های بخار، نصب، تعمیر، تشخیص عملکرد آن و بسیاری موارد دیگر همواره با مشکلات و معضلاتی مواجه بوده اند و این معضلات و مشکلات باعث بروز نشتی های متعدد و عدم عملکرد مناسب تله های بخار شده است. لذا تشخیص زیربنایی، فقدان دانش و آگاهی لازم در ارتباط با تله بخار در سطح کلان موجود است. بنابراین به نظر می رسد اولین قدم در راستای بهبود اوضاع، افزایش سطح آگاهی در ارتباط با تله های بخار در سطح مجتمع های پتروشیمی کشور باشد. در قدم بعدی اجرای سیستمی تحت عنوان طراحی و پیاده سازی سیستم مکانیزه تعمیر و نگهداری تله های بخار می باشد که می تواند گامی بلند در راستای تحقق این امر مهم بردارد. یکی از مشکلات مهم در اکثر پتروشیمی های کشور، درصد پایین کندانسی است که از طریق ایستگاه های تله بخار به واحد UT باز گشت داده می شود. کندانس تخلیه شده از ایستگاه های تله بخار به علت دمای مناسب و خلوص بالا، پتانسیل بالایی داشته و با توجه به تعداد زیاد تله های بخار در سطح مجتمع های پتروشیمی و نرخ تشکیل کندانس در آن (بین ۵۰ تا ۶۰ درصد) ارزش ریالی زیادی را به همراه خواهد داشت. لذا یکی از اقداماتی که می بایست در آینده سیاست گذاری شود، بحث اجرای یک سیستم مناسب جهت بازگشت کندانس ایستگاه های تله بخار است. در بررسی به عمل آمده بر روی ایستگاه های تله بخار در واحدهای مختلف، مشکلات مختلفی گزارش شده است. برخی از مشکلات موجود به شرح ذیل می باشد:

- ۱- شرایط محیطی نامناسب
- ۲- استفاده از تله بخارهای Fail Close (تله بخارهایی که کندانس را از خود عبور نمی دهند)
- ۳- استفاده از تله بخارهای Fail Open (تله بخارهایی که بخار را از خود عبور می دهند)
- ۴- نشت بخار از آلمان های وابسته به ایستگاههای تله بخار
- ۵- نشت از اتصالات

۶-۱۱-۱- راهکارهای پیشنهادی جهت بهبود وضعیت

الف) اولین و مهم ترین گام در راستای بهبود وضعیت موجود در سطح کل واحدهای پتروشیمی کشور می بایست برداشته شود، آموزش کارکنان است. لذا با اجرای دوره های آموزشی عمومی، نیمه تخصصی و تخصصی در زمینه ایستگاه های تله بخار و سیستم های مونیتورینگ تله های بخار، روشهای نگهداری و تعمیرات آنها و با بهره گیری از اساتید مجرب و تجهیزات کارگاهی مناسب، می توان گامی بلند در جهت بهبود وضعیت موجود برداشت.

ب) اقدام بعدی، انتخاب متخصصین با تجربه جهت اجرای طرح مکانیزه ممیزی تله های بخار در مجتمع های پتروشیمی می باشد. اقدامات کلی در راستای اجرای این طرح که از پنج فاز تشکیل شده است، به ترتیب عبارتند از:

۱. مطالعات و اقدامات مقدماتی
۲. ممیزی سیستم های بخار و تله های بخار

1. Steam Trap Management System



۳. ثبت اطلاعات و تدوین برنامه ها
۴. مستند سازی و تحویل به کارفرما
۵. کنترل کیفی اقدامات اصلاحی

فاز اول: مطالعات و اقدامات مقدماتی

آغاز اجرای طرح ممیزی تله‌های بخار در هر واحد مستلزم دانستن اطلاعات فنی سیستم بخار آن واحد است. اطلاعاتی چون فشار خطوط بخار توزیع شده در هر واحد، ظرفیت بخار مصرفی واحد و میزان مصرف بخار دستگاه‌های مصرف کننده بخار از جمله این اطلاعات به شمار می‌روند. همچنین آگاهی از شرح فرآیند واحد نیز به تیم ممیزی، یک دید اولیه از واحد و کاربرد بخار در ناحیه‌های مختلف آن را خواهد داد.

یکی دیگر از مستنداتی که می‌بایست در این فاز جمع‌آوری و مورد بررسی قرار گیرد، نقشه‌های P&ID، Plot Plan و واحد است که می‌بایست از طریق مرکز اسناد واحد یا مرکز اسناد اصلی مجتمع جمع‌آوری شود. همچنین در این بخش و در صورت دسترسی، سوابق تعمیراتی تله‌های بخار نیز مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

فاز دوم: ممیزی سیستم‌های بخار و تله‌های بخار

مهمترین و زمان‌برترین فاز اجرای طرح ممیزی تله‌های بخار، فاز ممیزی سیستم بخار و تله‌های بخار است. در این فاز سیستم بخار هر واحد به طور کامل مورد بررسی قرار می‌گیرد و شرایط موجود در سایت با نقشه‌ها و مستندات هر واحد مطابقت داده می‌شود. بررسی خطوط بخار از Battery Limit هر واحد و از بالاترین فشار آغاز می‌شود و در هنگام بررسی خطوط، تمامی تله‌های بخار موجود در سطح واحد شناسایی و جانمایی می‌شوند. پس از بررسی تمام خطوط بخار واحد و شناسایی تله‌های بخار، برای هر تله بخار بر اساس فشار کاری، کاربرد تله بخار و ناحیه‌ای که تله بخار در آن قرار دارد، یک شماره شناسایی برای تله آن تعیین می‌شود. سپس این شماره شناسایی در نقشه‌های خطوط بخار تهیه شده از واحد اعمال می‌شود تا به عنوان یک نقشه جانمایی از تله‌های بخار جهت نگهداری در مرکز اسناد به واحد ارائه شود.

ممیزی تله‌های بخار یکی دیگر از قسمت‌های اصلی این بخش است. در این قسمت برای تمامی تله‌های بخار یک شناسنامه تهیه می‌شود که در آن تمامی مشخصات فنی ایستگاه تله بخار از قبیل مشخصات خود تله بخار، کاربرد تله بخار و وضعیت المان‌های وابسته به ایستگاه تله بخار نیز بررسی و ثبت می‌شود (نصب پلاک بر روی ایستگاه‌های تله بخار). در حین تکمیل این چک لیست، عملکرد تله بخار و تمامی المان‌های ایستگاه به وسیله ادوات تست بررسی شده و در چک لیست ثبت می‌شود. میزان مصرف بخار هر ایستگاه و مدت زمانی که می‌بایست هر ایستگاه در طول سال در سرویس قرار گیرد از دیگر مواردی است که در این شناسنامه یا چک لیست ثبت می‌شود.

فاز سوم: ثبت اطلاعات و تدوین برنامه ها

در این فاز از پروژه طرح مکانیزه ممیزی ایستگاه‌های تله بخار، اطلاعات چک لیست‌های





تهیه شده در نرم افزار^۱ STMS وارد و میزان اتلاف بخار در هر واحد برای هر تله بخار و همچنین براساس هر ناحیه محاسبه می شود. سه روش جهت تست تله های بخار به کار گرفته شده است. روش دیداری، تست حرارتی و تست های اوتراسونیک. با این کار تله های سالم و یا خراب (دارای نشتی یا مسدود) مشخص شده و همچنین برنامه تعمیراتی جامعی برای هر ایستگاه تله بخار تدوین می شود. پس از ورود اطلاعات به نرم افزار STMS کلیه اطلاعات اخذ شده از تله های بخار موجود در سایت که توسط تیم اجرایی برداشت شده، به منظور ایجاد آرشیو منطبق با استانداردهای موجود در پتروشیمی کشور، توسط اپراتور در نرم افزار مربوطه وارد می شود.

فاز چهارم: مستند سازی و تحویل به کارفرما

در این قسمت کلیه ایستگاه های تله بخار به طور دقیق بررسی و برای هر یک از آنها گزارش پیشنهادی اصلاحی تهیه می شود. همچنین براساس شرایط هر ایستگاه، المانهای مورد نیاز از قبیل شیرهای قطع و وصل، صافی و شیر یکطرفه بررسی و در صورت نیاز پیشنهاد نصب یا تعویض آن به واحد ارائه می شود. پس از تهیه گزارشات اصلاحی، مجموعه کاملی از اسناد تهیه شده، شامل چک لیست تله های بخار، گزارشات پیشنهادی و اصلاحی در مورد تله های بخار و المان های وابسته به ایستگاه و همچنین نقشه های تهیه شده از هر واحد در اختیار کارفرما قرار می گیرد.

فاز پنجم: کنترل کیفی اقدامات اصلاحی

پس از ارائه گزارشات به هر واحد، بخش تعمیرات می بایست مطابق با فرم های اصلاحی و پیشنهادی جهت رفع نواقص و معایب ایستگاه های تله بخار اقدام نماید. در این مرحله که همزمان با اقدام اصلاحی از سوی بخش تعمیرات آغاز می گردد، افراد متخصص در تمامی مراحل، از انتخاب تله بخار مناسب از انبار و حتی در صورت نیاز همکاری و مشاوره در جهت خرید تله بخار گرفته تا نظارت بر نصب و تصحیح ایستگاه در کنار مسئولین تعمیرات و برنامه ریزی خواهند بود.

۶-۱۲- دوازده مرحله جهت دستیابی موفق به برنامه مدیریت تله های بخار

در قسمت قبل مطالبی در مورد ضرورت اجرای طرح مکانیزه ممیزی تله های بخار در مجتمع های پتروشیمی و نیز اقداماتی که جهت عملیاتی نمودن این طرح مهم می بایست صورت پذیرد، بیان شده در این قسمت توصیه های تکمیلی جهت هر چه بهتر انجام شدن این طرح و نیز دستیابی به مدیریت موفق در مورد تله بخار، ارائه شده است.

۱- تشکیل تیم بخار و مسئول مربوط به آن

- اعضای تیم شامل مدیران، مهندسين، گروه ایمنی و تکنسین های تعمیر و نگهداری می باشد.
- مسئول تیم می بایست هماهنگ کننده تمامی امور مربوطه در طی انجام پروژه باشد.

۲- آموزش سیستم بخار

توسعه و گسترش برنامه هایی جهت آموزش افراد شاغل در سیستم جهت آشنایی با جنبه های گوناگون سیستم تله های بخار، برخی از اهم سر فصل های آموزش عبارتند از :

1. Steam Trap Management System





- تله های بخار
- بررسی علل بنیادی نواقص
- آزمایشات
- حل مشکلات
- ساینینگ صحیح
- Piping
- نصب و راه اندازی
- روش های بازیافت کندانس

۳- انتخاب تولید کننده های مختلف تله بخار جهت ارزیابی فرآیند

منطقی است که تله های بخار یک واحد از کارخانجات مختلفی خریداری گردد تا با مقایسه این تله های بخار بتوان بهترین تولید کننده را که محصولات آن حداقل میزان نشست بخار را دار می باشد جهت خرید در آینده، انتخاب نمود.

- انتخاب یک تا چهار تولید کننده تله بخار

- بعد از ارزیابی و مقایسه محصولات کارخانجات مختلف انتخاب بیش از دو تولید کننده توصیه نمی گردد.

۴- محل انجام تست

شش تا ده تله بخار را به عنوان نمونه انتخاب نمائید، مکانی که جهت این انجام این تست برگزیده می شود می بایست فضائی مناسب جهت نمایش عملکرد تله بخار باشد.

۵- در نظر گرفتن ملاحظات فرایندی و عملیاتی جهت طراحی و انتخاب تله های بخار

۶- شناسنامه دار نمودن تله های بخار

تمامی تله های بخار باید توسط یک کد منحصر به فرد و مخصوص به خود نام گذاری گردند. همچنین اطلاعات مهم و کاربردی بر روی هر کدام از آن ها ثبت شود. از جمله مواردی که می بایست در بررسی تله های بخار ثبت نمود عبارتند از:

- کاربرد
- کارخانه سازنده
- محل نصب
- ساینز
- ساینز اوریفیس
- کانکشن
- وضعیت

۷- آزمون تله های بخار

- بررسی تله بخار می تواند توسط پرسنل شرکت یا افرادی خارج از شرکت که دارای تجربه



لازم در این زمینه مستند، صورت پذیرد. لازم به ذکر است این بررسی باید شامل پارامترهایی باشد که در بالا به آن اشاره شد.

- برای هر تله بخار مدارک باید به صورت جداگانه تنظیم گردد.
- اگر واحد مورد نظر نیاز به ممیزی دارد باید افرادی جهت این کار اقدام نمایند که گواهینامه سطح ۱ یا سطح ۲ ممیزی در زمینه تله های بخار را دارا باشند.
- روش استفاده از آزمون تله های بخار به شرح ذیل می باشد:

- بازدید و بررسی بصری
- اندازه گیری دما : تشخیص دمای Up stream و Down stream توسط دستگاهی به نام Pyrometer صورت می پذیرد،
- "بررسی اولتراسونیک : این آزمون روشی بسیار دقیق جهت پیدا نمودن صداهایی با فرکانس بالا می باشد. در این روش تله های بخاری که فرکانس صدایی بیش از ۲۰۰۰۰ مگاهرتز تولید می نمایند شناسائی می شوند.
- شایان ذکر است افرادی که انجام تست های فوق به آنها محول می گردد نیازمند گذراندن دوره های آموزشی مرتبط می باشند.

- پیشنهاد جهت بازدید و تست تله های بخار برای مکان های مختلف
- | | |
|--------------------------------------|--------------|
| تله های بخار در فرآیند | هر سه ماه |
| تله های بخار فشار بالا | هر شش ماه |
| تله های بخار فشار متوسط و فشار پائین | هر شش ماه |
| تله های بخار در سیستم گرمایش ساختمان | دوبار در فصل |

۸- ایجاد استاندارد جهت نصب تله های بخار

ایجاد استاندارد جهت نصب تله های بخار در واحد باعث کاهش خرابی و نقص در تله ها می گردد. در واقع درصد قابل توجهی از مشکلات تله های بخار از نصب غیر صحیح آن ها ناشی می گردد. استانداردها به کارکنان این امکان را می دهد تا عملکرد هر تله را بهتر بشناسند و روش مناسب تری را جهت نصب به کار گیرند. این راهکار از تحمیل هزینه های اضافی از قبیل تعمیر زود هنگام تله ها جلوگیری می نماید.

۹- ایجاد استاندارد برای سایزینگ و طراحی تله های بخار

- سایزینگ مناسب تله ها عاملی بسیار مهم و کلیدی در افزایش راندمان تله های بخار می باشد به طوری که اگر طراحی عملیاتی صحیح، نصب دقیق و بی نقص صورت پذیرد ولی سایزینگ تله مناسب نباشد، باعث نشت بخار و به هدر رفتن آن از سیستم می گردد.
- قابل ذکر است می بایست از سایزینگ قسمت های مختلف سیستم اعم از شیر کنترل، لوله های بخار و غیره نیز اطمینان حاصل نمود.
- سایزینگ تنها به لوله ها محدود نمی شود بلکه سایزینگ قطر داخلی اوریفیس خروجی تله بخار نیز از اهمیت ویژه ای برخوردار است.



۱۰- مقایسه و تحلیل سیستم بخار قبل از تعویض و تعمیر تله های بخار

قبل از اینکه تله های بخار مورد تعویض و تعمیر قرار گیرند می بایست سیستم بخار مورد مقایسه و تحلیل قرار گیرد (Benchmarking).

۱۱- تعویض و تعمیر تله های بخار

- اگر تله های بخار مورد استفاده از کارائی لازم برخوردار نباشند می بایست با مدل های جدید که دارای راندمان بالاتری هستند، تعویض گردند.
- امروزه مدت زمان قابل اطمینان جهت کارائی بالای تله های بخار حدود ۶ سال تخمین زده می شود.

۱۲- جمع آوری و ثبت مقادیر حاصل از مقایسه (Benchmark) در یک جدول

با جمع آوری و ثبت مقادیر حاصل از مقایسه می توان به وضعیت تله های بخار پی برده و برنامه ریزی لازم جهت رسیدن به وضعیت مطلوب را انجام داد.
در خاتمه خاطر نشان می سازد که مراحل دوازده گانه فوق باید همواره به صورت دوره ای انجام شده و تنها به یک بار انجام آن اکتفا نشود.





الزامات مدیریت انرژی Energy Management Requirements



فصل هفتم:

راهنمای مدیریت
سیستم تولید و
توزیع بخار و جمع آوری
کندانس

سند حاضر با هدف ارائه راهنمایی و حفظ یکپارچگی در تدوین مستندات مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست شرکت ملی صنایع پتروشیمی، توسط مدیریت HSE شرکت تهیه شده و کلیه حقوق آن محفوظ و متعلق به آن شرکت می باشد.

۷-۱- مقدمه

دیگ بخار به مخزن تحت فشار بسته ای اطلاق می گردد که در داخل آن سیالی برای استفاده در خارج از آن گرم می شود. این گرما از طریق احتراق سوخت (جامد، مایع، گاز) یا انرژی هسته ای یا برق تولید می شود. دیگ های بخار غالباً به دو دسته عمده تقسیم می شوند که عبارتند از:

• دیگ بخار لوله آتشی^۱

در این نوع دیگ ها، گازهای احتراق داخل لوله ها و آب در اطراف لوله ها جریان می یابد و در اثر انتقال حرارت، آب به بخار تبدیل و از سیستم خارج می شود. تیپ های مختلف این نوع دیگ ها بسته به جریان گاز داخل لوله به صورت دو گذر، سه گذر و چهار گذر می باشد. به طور معمول، در مواردی که به بخار اشباع نیاز می باشد، از این نوع دیگ های بخار استفاده می شود.

• دیگ بخار لوله آبی^۲

در این نوع دیگ ها، آب و بخار آب در داخل لوله ها و گازهای داغ در بیرون لوله ها جریان دارد و در اثر انتقال حرارت آب به بخار تبدیل شده و از آن خارج می شود. به طور معمول، در فشارهای کاری و ظرفیت های بالای بخار و همچنین در مواردی که به بخار فوق اشباع نیاز می باشد، از این نوع دیگ های بخار استفاده می شود. موارد متعددی منجر به مدیریت صحیح انرژی در دیگ های بخار و تجهیزات مرتبط با آن می گردد که در این فصل به اهم این موارد پرداخته شده است.

۷-۲- نکات قابل تامل در ارتباط با دیگ های بخار

۷-۲-۱- بازدهی دیگ بخار

راندمان اغلب دیگ های بخار بین ۶۵ الی ۸۵٪ متغیر می باشد و لذا می بایست از به هدر رفتن انرژی (۱۵ الی ۲۵٪) جلوگیری نمود. البته جلوگیری از به هدر رفتن تمام انرژی غیر ممکن است ولی می توان با شناخت مسیرهای اتلاف، آن را به حداقل رساند. اتلاف حرارتی واژه ای است که به طور متداول برای به هدر رفتن انرژی بکار گرفته می شود.

۷-۲-۲- ابقاء انرژی

بر اساس قوانین فیزیک، انرژی همیشه ابقاء می شود. در فرآیند احتراق، انرژی شیمیایی به انرژی حرارتی تبدیل می شود. اگر انرژی موجود در بخار، گاز خروجی، تشعشعات دیگ بخار و دیگر انرژی هایی که از دیگ بخار خارج می شود با یک دیگر جمع شوند، مجموع آنها دقیقاً برابر با انرژی گاز، نفت و یا زغال سنگی خواهد بود که سوزانده شده است. به عبارت دیگر:

انرژی موجود در سوخت (گاز، نفت و زغال سنگ) = انرژی موجود در بخار + اتلاف حرارتی انرژی راندمان دیگ بخار، برابر است با درصد تبدیل زغال سنگ، نفت و یا گاز به انرژی.

معمولاً بهترین روش محاسبه راندمان دیگ بخار، برآورد میزان اتلاف انرژی است. برای این منظور، درصد اتلاف انرژی در بخشهای مختلف محاسبه و از ۱۰۰٪ کسر می گردد. عدد باقی مانده میزان راندمان دیگ بخار را نشان خواهد داد. به عبارت دیگر:

راندمان دیگ بخار = (اتلاف حرارت - ۱۰۰)٪

1. Fire tube boilers

2. Water tube boilers



۷-۲-۳- منابع اتلاف حرارت

قسمت اعظم اتلاف انرژی از طریق دودکش صورت می پذیرد. در بدترین شرایط حدود ۳۰ الی ۳۵٪ از کل انرژی اولیه از طریق دودکش خارج می شود. اتلاف انرژی از طریق دودکش شامل موارد زیر می گردد.

الف - اتلاف حرارت به دلیل گاز خشک

ب - اتلاف حرارت به دلیل رطوبت در سوخت

ج - اتلاف حرارت به دلیل آب ناشی از احتراق هیدروژن

میزان اتلاف انرژی حرارتی به دما و حجم گازی که از دیگ بخار خارج می شود بستگی دارد. بنابراین کاهش هر یک از دو مورد ذکر شده می تواند موجب کاهش اتلاف حرارتی شود. جلوگیری از اتلاف حرارت در دودکش به میزان صد در صد عملاً امکان پذیر نخواهد بود، مگر آنکه دمای گاز خروجی از دودکش به دمای هوای اطراف دیگ بخار کاهش داده شود که عملاً مقدور نیست. کاهش دمای گاز دودکش خروجی به زیر ۳۰۰ درجه فارنهایت به صلاح نیست چرا که دمای کمتر موجب تشکیل بخارهای اسید سولفوریک شده و نهایتاً خوردگی بسیار شدیدی ایجاد می نماید. چهار استراتژی عمده برای به حداقل رساندن اتلاف انرژی از دودکش به شرح زیر می باشد:

الف - به حداقل رساندن هوای اضافی

ب - پاکیزه نگهداشتن سطوح انتقال حرارتی

ج - بکارگیری تجهیزات بازیافت حرارت

د - کنترل نفوذ هوا به داخل دیگ بخار

زمانی که حجم هوای اضافی کم شود به تبع آن ضمن اینکه حجم گاز دودکش کاهش می یابد، دمای گاز خروجی از دودکش نیز کاهش خواهد یافت. چرا که سرعت گاز خروجی کم شده و در اثر کم شدن سرعت گاز خروجی، امکان جذب حرارت گاز در دیگ بخار به لحاظ افزایش زمان ماند در داخل مسیر خروجی ازدیاد می یابد. سود ناشی از کاهش اتلاف، بسیار چشمگیر است به طوری که به ازای کاهش ۱۵٪ هوای اضافی، ۱/۳٪ کاهش در اکسیژن و ۴۰ درجه فارنهایت کاهش در دمای گاز خروجی از دودکش، می توان یک درصد راندمان دیگ بخار را افزایش داد.

بخشی از اتلاف حرارتی از جداره های کوره احتراق (به صورت تشعشع) صورت می پذیرد. البته نمی توان اتلاف از دیواره های کوره احتراق را به میزان صد در صد کنترل نمود ولی می توان با استفاده از عایق های حرارتی مناسب آن را به حداقل رساند. میزان اتلاف حرارتی از دیگ های بخار که به نحو مناسبی عایق کاری شده اند، نباید بیش از حدودی باشد که در جدول (۷-۱) ارایه شده است. ارقام مندرج در جدول را می توان به عنوان راهنما برای برآورد و مقایسه اتلاف انرژی مورد استفاده قرار داد. همچنین از ارقام جدول مشخص است که اتلاف حرارتی از دیگ های بخار بزرگتر به مراتب کمتر از دیگ های بخار کوچک تر است.

جدول ۷-۱: میزان اتلاف حرارتی از دیگ های بخار با عایق کاری مناسب

اندازه دیگ بخار (کیلو بخار در ساعت)	اتلاف حرارتی به صورت تشعشع (%)
۱۰۰۰۰	۰/۵
۵۰۰۰	۰/۷
۲۵۰۰	۰/۹
۱۰۰۰	۱





جدول ۷-۳: نمونه کاربرگ جهت کنترل و خواندن ساعتی در یک شبانه روز

زمان (ساعت)	سطح آب	فشار بخار	فشار پمپ تغذیه	دمای آب تغذیه	دمای بخار تقطیر شده	دمای گاز خروجی	کنترل سطح آب	ستون آب	شیشه میزان آب	پمپ تغذیه	مخزن بخار تقطیر شده	عملکرد مشعل	تأمین سوخت	اصلاح آب	زیرکشی دیگ بخار	حضور منصدی	ملاحظات
۱																	
۲																	
۳																	
۴																	
۵																	
۶																	
۷																	
۸																	
۹																	
۱۰																	
۱۱																	
۱۲																	
۱۳																	
۱۴																	
۱۵																	
۱۶																	
۱۷																	
۱۸																	
۱۹																	
۲۰																	
۲۱																	
۲۲																	
۲۳																	
۲۴																	
۲۵																	



۷-۳- مدیریت مصرف انرژی در سیستم های بخار

اولین و اصلی ترین وظیفه دیگ های بخار، تولید بخار است. در بعضی از صنایع که ۴۰ تا ۶۰ درصد انرژی در بویلرها برای تولید بخار بکار می رود، استفاده بهینه و تعمیرات منظم دیگ بخار صرفه جوئی انرژی قابل توجهی را به دنبال خواهد داشت. به عنوان مثال، اگر برنامه تعمیرات مؤثری وجود نداشته باشد، تقریباً ۱۵ تا ۲۰ درصد تله های بخار به درستی کار نخواهند کرد. یکی دیگر از محل های تلف شدن انرژی، ناشی از دیگ های بخار است که ۳ تا ۵ درصد بخار تولیدی خواهد بود. خرابی و از بین رفتن عایق ها می تواند موجب ۵ تا ۱۰ درصد تلفات بخار بشود. خصوصاً وقتی که بر اثر ناشی بخار عایق ها خیس شده و اثر خود را از دست بدهند. تمیز نبودن توربین و مبدل های حرارتی نیز می تواند تا ۲۵ درصد از انرژی حرارتی بخار را تلف نماید. در سیستم های تولید بخار، وقتی که راجع به دستورالعمل تعمیرات و بهره برداری بحث می شود، بسیاری از مباحث همپوشانی دارند. صرف نظر از استفاده بخار در تعداد زیادی از فرآیندهای صنعتی و تولید الکتریسیته، بخار برای گرداندن پمپ ها، کمپرسورها و جلوگیری از یخ زدگی تجهیزات در زمستان نیز به کار می رود.

بهره برداری از سیستم های بخار بسیار پیچیده است، چون تولید، توزیع، بازیافت و کاربرد آن در چند مرحله مختلف انجام می پذیرد. پنج قاعده کلی وجود دارد که به منظور به حداکثر رسیدن کارایی تولید بخار باید رعایت شود. این قواعد عبارتند از:

- (۱) از دیدگاه ترمودینامیکی و اقتصادی همواره بایستی بخار در بالاترین فشار و درجه حرارت ممکن تولید گردد.

(۲) همواره می بایست بخار در فرآیند با پائین ترین فشار و درجه حرارت ممکن مصرف گردد.

(۳) در دیگ های بخار سوختی، بخار باید فقط به اندازه نیاز مصرف کننده نهائی تولید شود.

(۴) برای تقلیل فشار بخار از بهینه ترین تجهیزات ممکن استفاده گردد.

(۵) همواره بیشترین بخار ممکن می بایست از سیستم های بازیافت حرارت به دست آید.

طراحی مناسب سیستم بخار به میزان قابل ملاحظه ای در افزایش کارایی سیستم مؤثر می باشد. طراحی ضعیف سیستم تله های بخار یکی از نکاتی است که سبب عملکرد نامناسب یا از کار افتادن کامل سیستم می شود. سیستم های پایش بخار (مثلاً سیستم نشان دهنده درجه حرارت بخار در لوله های فرآیند) بارها باز و بسته می شود که اغلب نیز به جهت رفع یک مشکل کوچک همچون تعمیر یا تعویض تله بخاری که کار نمی کند، می باشد. بسیاری از ناشی ها، مسدود شدن مسیر و خراب شدن تجهیزات، نتیجه طراحی نامناسب می باشد. با طراحی مناسب سیستم عایقکاری و تعمیرات خوب می توان از تلفات حرارتی جلوگیری نمود. چون در سیستمهای بخار بخشهای زیادی وجود دارند که ممکن است دچار مشکل شوند، لذا تفکیک این مشکلات و دسته بندی آنها در گروه های مشترک، کمک خوبی به بهره برداری مناسب خواهد نمود.

۷-۳-۱- دستورالعمل عمومی بهره برداری

۱- با به کارگیری روش های تجزیه و تحلیل فرآیند و تکنیک های پیشرفته کنترل می توان مصرف انرژی مجموعه را به حداقل رسانید. در بسیاری از سیستم های بخار از پیشگرمکن ها برای گرم کردن آب تغذیه استفاده می شود. بهره برداری بهینه از پیش گرمکن ها، صرفه جوئی انرژی به



دنبال خواهد داشت. تنظیم کنترل های سیستم باید با دیدگاه صرفه جویی انرژی انجام گیرد.

۲- استفاده از سیستم های نامناسب خلاء باعث افزایش مصرف بخار خواهد شد و هر گونه نشستی موجود باید تعمیر و بر طرف شود.

۳- کلیه بخش های سیستم باید دارای چک لیست و دستورالعمل استاندارد بهره برداری باشند و بر اساس این دستورالعمل و چک لیست باید تله های بخار و تجهیزات پایش اضافی از مسیر و مدار خارج شوند، چون هر یک از آنها مقداری بخار مصرف می کنند.

۴- تنظیمات میزان و راهنمای مصرف بخار در تمامی تجهیزات و برای همه بخش های اصلی باید تهیه شود و این تنظیمات بایستی به طور منظم با توجه به تغییرات فرآیندی مورد بازنگری قرار گیرد تا بخار اضافی وارد سیستم نشده و مصرف بخار متناسب با بار سیستم باشد.

۵- هر مولد بخار را باید بر اساس مشخصات فنی و ضرایب کارآیی مربوط به خود بکار گرفت. به این ترتیب در زمانهایی که تقاضای مصرف بخار زیاد است، در ابتدا دیگ های بخار با کارآیی بیشتری تحت بار قرار گرفته و مصرف انرژی به حداقل خواهد رسید. همچنین در جاهایی که امکان انتخاب و جا به جایی دیگهای بخار وجود دارد، ابتدا باید از دیگ های کارآتر استفاده نمود.

۶- سیستم های بخار باید به طور مداوم و منظم مورد بازرسی قرار گیرد تا خطوط لوله بخاری که به ندرت مورد استفاده قرار می گیرند و امکان حذف آنها وجود دارد، از مسیر بخار حذف گردد. تنظیمات سیستم باید بر اساس احتیاجات و نیاز فرآیند انجام پذیرد. اگر این تنظیمات اتوماتیک نیستند، دستورالعمل های مربوطه باید کاملاً شفاف و روشن باشند تا کاربران بسادگی از عهده تنظیم سیستم برآیند.

۷- سیستم های پایش بخار باید به طور مطلق به حداقل تعداد لازم برسد، چون هر چه تعداد این تجهیزات بیشتر باشد، موجب کاهش کارآیی سیستم خواهد شد و بخشی از بخار را به مصرف می رساند. حتی می توان به فکر سیستم های جایگزین همچون سیستم های پایش از راه دور الکتریکی بود. البته لازم است تا هزینه های مربوطه نیز مورد محاسبه قرار گیرد.

۸- سیستم های توزیع بخار و بخار کندانس باید بگونه ای طراحی شود که خوردگی در لوله ها به حداقل رسیده و سیستم پالایش بتواند به طور مناسب و کارآ عمل کند.

۹- سیستم های بخار باید به نشانگرهای میزان بخار مجهز باشد تا بتوان تعادل بخار تولیدی و مصرفی در بخش های مختلف فرآیند را مورد محاسبه قرار داد.

۲-۳-۷- تله های بخار

در فصل قبل اطلاعات کاملی در مورد تله های بخار و سیستم های مدیریت انرژی مربوط به آن ها، بیان گردید در این قسمت نیز با توجه به اینکه تله های بخار تجهیزاتی جدا از سیستم های تولید و توزیع بخار و جمع آوری کندانس نمی باشد لیکن تکرار چکیده ای از نکات مهم مربوط به تله های بخار که به منظور استفاده بهینه از آن ها است امری ضروری می باشد.

۱) در هر منطقه کاری باید برنامه منظمی برای بررسی عملکرد تله های بخار وجود داشته باشد و هر از چندگاهی باید به آزمایش تله های بخار پرداخت (حداقل سالی یکبار).

۲) همه تله های بخار باید شماره گذاری شوند و محل آنها بر روی نقشه فرآیند مشخص شود تا بتوان به سادگی آنها را مورد آزمایش قرار داد و سوابق مربوطه را ثبت نمود. مسیرهای رفت و برگشت بخار به تله های بخار باید به خوبی عایق کاری شده باشد.



۳) کاربران و پرسنل تعمیر و نگهداری باید به خوبی آموزش دیده و با روشهای آزمایش تله های بخار آشنایی کامل داشته باشند. در جایی که نیاز به آزمایشات مافوق صوت وجود دارد باید پرسنل آموزش های خاص دیده باشند.

۴) در سیستم های تعمیر و نگهداری باید برای تعمیر تله های بخار از کار افتاده اولویت خاص قائل شد و به این ترتیب میزان خرابی ها را به حداقل رسانید. تله بخاری که از کار افتاده باشد، تقریباً ۵۰ تا ۱۰۰ پوند بخار را در هر ساعت تلف می نماید.

۵) همه تله های بخار موجود در سیستم بسته باید به خروجی مناسبی مجهز باشد تا به سادگی بتوان آزمایشات دوره ای را بر روی آنها انجام داد. در غیر این صورت باید تله های بخار را تعویض نمود.

۶) طراحی مناسب تله های بخار برای هر کاربرد خاص باید مورد توجه واقع شود و در هر فرآیندی از تله های بخار مناسب استفاده نمود.

۷) نکته مهم دیگر، توانایی مشاهده میزان خروجی از تله های بخار است. اگر چه روش های مختلفی همچون استفاده از تجهیزات مافوق صوت، منعکس کننده صدا و حرارت سنجی برای این کار وجود دارد، اما بهترین روش برای آزمایش عملکرد تله های بخار، مشاهده میزان خروجی است.

۸) اندازه گیری تله های بخار باید متناسب با بار کندانس بخار باشد. اندازه نامناسب تله بخار سبب تلف شدن بخار، انسداد و اشکالات مکانیکی می شود.

۹) سیستم های گردآوری بخار کندانس نیز باید به طور مناسبی طراحی شود تا باعث خرابی تله های بخار نشود و لوله های کندانس نیز باید به اندازه ای باشد که اگر ۱۰ درصد تله های بخار خراب شده باشد، همچنان قابلیت انتقال بخار را داشته باشد.

۷-۳-۳- نقش عایق ها در کاهش مصرف انرژی

۱- سیستم بخار باید به طور مداوم مورد بررسی قرار گیرد تا قسمت های بدون عایق و عایق های معیوب تعویض و یا تعمیر شود. این موضوع خصوصاً وقتی که تمامی عایق ها به منظور تعمیر نشستی ها برداشته شده باشد، بسیار مهم است.

۲- هر پنج سال یکبار باید خطوط انتقال بخار مورد بررسی قرار گیرد (یا یک پنجم تجهیزات در هر سال) و محل هایی که عایق کاری آنها معیوب شده است، تعمیر شود.

عوامل اصلی از بین رفتن عایق عبارتند از: رطوبت، عناصر شیمیایی و چربی ها در مسیرهای طولانی. تجهیزات اندازه گیری میزان مؤثر بودن عایق ها شامل تجهیزات گرمانگاری است که دمای سطح را با رنگهای مختلف نشان می دهد و برای مسیرها و بخشهای بزرگ ایده آل است. البته تجهیزات گرمانگاری دستی و کوچک نیز موجود می باشد که به تفنگ حرارتی مشهور است و دمای سطوح را با موج مادون قرمز اندازه گیری می کند. نوع دیگری از تجهیزات گرمانگاری ترمومتر سطحی است که باید به سطح مورد نظر متصل شود تا دمای آن را نشان دهد.

۳- بعد از هر نوع عملیات تعمیر، سطوحی که مورد تعمیر قرار گرفته، باید دقیقاً مورد بررسی قرار گیرد تا عایقهای مربوطه جایگزین و یا تعمیر شود. عایق هایی که قابلیت جدا شدن دارد، باید مجدداً روی تمامی تجهیزات پوشانده شود. آخرین قدم در هر برنامه تعمیر و نگهداری باید تعمیر، جایگزینی و نصب مجدد عایق ها باشد. اغلب تجهیزات سیستم مانند شیرها، توربین ها، پمپ ها و اتصالات بدون عایق رها می شود.

۴- در لوله گذاری های جدید باید ضخامت عایق کاری بهینه باشد.



۵- در طول بازرسی خطوط بخار سیستم، عایق کاری لوله ها باید مورد توجه خاص قرار گیرد تا عیوب زیر مشخص و رفع گردد.

- خرابی های مکانیکی
- ترک های محافظ های بخار
- شکستگی های تسمه ها و نوارها
- شکستگی و عیب در موانع و اتصالات جلوگیری کننده از ورود آب و هوا
- پوشش های آسیب دیده مقاوم در برابر آب و هوا

۷-۳-۴- نشتی ها

۱) تمام نشتی های بخار باید در اسرع وقت تعمیر و بر طرف شود. نشتی ها یکی از قابل مشاهده ترین نوع تلفات انرژی می باشد. جدول (۷-۴) میزان تلفات بخار را برای نشتی های با سایز های مختلف نشان می دهد. وجود نشتی بخار نشانگر بی تفاوتی مدیریت در مقابل بهره برداری بهینه از سیستم است که می تواند منجر به بروز خطراتی نیز بشود. برای رفع نشتی ها باید هزینه نمود و بدون هزینه نمی توان نشتی ها را کاهش داد. ۲) دستورالعمل استاندارد برای اثر گذاری و آب بندی اتصالات سیستم بخار و شیرها باید تهیه شود. ۳) در سیستم هایی که امکان قطع بخار وجود ندارد، باید از روش های تخصصی برای رفع نشتی ها در حین کار استفاده نمود. ۴) طراحی سیستم بخار باید طوری باشد که حداقل نشتی در آن وجود داشته باشد. به کارگیری حداقل اتصالات یکی از این راهکارهاست.

جدول ۷-۴: تخمین میزان تلفات نشتی بخار

فشار بخار (Psi)	اندازه سوراخ (اینچ)	تلفات بخار (lb/hr)	هزینه تلفات (\$/yr) ^۱
۱۱۵	$\frac{1}{16}$	۱۵	۴۰۰
۱۱۵	$\frac{1}{8}$	۶۰	۱۶۰۰
۱۱۵	$\frac{1}{4}$	۲۴۰	۶۴۰۰
۱۱۵	$\frac{1}{2}$	۱۰۱۰	۲۷۰۰۰
۱۱۵	۱	۳۹۰۰	۱۰۴۰۰۰
۴۱۵	$\frac{1}{6}$	۵۵	۱۴۵۰
۴۱۵	$\frac{1}{8}$	۲۲۰	۵۸۰۰
۴۱۵	$\frac{1}{4}$	۳۵۲۰	۹۲۸۰۰
۴۱۵	۱	۱۴۰۸۰	۳۷۲۰۰۰

۷-۳-۵- نقش فشار در کاهش مصرف انرژی

۱- به منظور کاهش مصرف انرژی عموماً باید بخار را در حداقل فشار ممکن تولید و مصرف نمود. تغییرات در تجهیزات و یا فرآیند اغلب امکان استفاده از بخار فشار پائین را به وجود می آورد.

۱. برای محاسبه هزینه سالانه تلفات، ارزش هر ۱۰۰۰ پوند بخار ۳ دلار منظور شده است.



این موضوع باید در مرحله طراحی سیستم مد نظر قرار گیرد و هر گونه توصیه ای در رابطه با تغییرات باید از دیدگاه اقتصادی نیز تجزیه و تحلیل شود.

- ۲- تا حد ممکن باید از بخار در فشارهای مختلف استفاده نمود به عبارت دیگر نباید فشار بخار تولیدی را از طریق شیرهای کنترل کاهش داد و یا بخار با فشار پائین را به محیط آزاد انتقال داد. به طور کلی لازم است تا کاهش فشار بخار تولیدی و یا رها سازی آن در محیط به حداقل برسد چرا که این موضوع باعث کاهش قابل ملاحظه ای در مصرف سوخت خواهد شد. میزان کاهش فشار بخار و یا بخار رها شده باید دائماً توسط لوازم اندازه گیری مورد پایش قرار گیرد.
- ۳- پیش گرمکنهای بخار باید برای بخار با پائین ترین فشار ممکن به کار برده شود. این کار اغلب با استفاده از لوله های سطحی (مسطح) امکان پذیر می باشد.

ملاحظات خاص در توربین ها

- توربین های بخار همواره باید با پائین ترین فشار خروجی ممکن مورد استفاده قرار گیرد. افزایش فشار خروجی عموماً بر اثر لوله گذاری نامناسب و یا مصرف زیاده از حد بخار بوجود می آید و کارایی توربین را کاهش می دهد. افت فشار زیاد بین خروجی توربین و بخار ورودی می تواند به معنی لوله گذاری نامناسب باشد. در توربین های چگالشی، فشار خروجی زیاد بر اثر مشکلات و عیوب سیستم خلاء ایجاد می شود.
- توربین های چگالشی خیلی کارآ نیستند و فقط ۱۵ تا ۲۰ درصد انرژی حرارتی بخار را جذب می نمایند. در بعضی حالات، باید امکان تعویض این توربینها با توربین های سطح بالا (Topping) موتورهای الکتریکی و یا توربین های مستقیم گازی را، بررسی نمود.
- در صورتی که آب تغذیه توربین به طور کامل تصفیه نشده باشد، موجب کثیفی پره ها و نتیجتاً موجب کاهش کارایی توربین می شود. آب تغذیه نامناسب همچنین سبب صدمات درازمدت و دائمی بر روی سطوح و دیواره های دیگ بخار و لوله های بخار فوق داغ خواهد شد.

۷-۴- مدیریت مصرف انرژی در تجهیزات جانبی دیگ های بخار

در این بخش به تجهیزات جانبی دیگهای بخار شامل فنها، پمپ های تغذیه آب، موتورها و توربین ها، محرکه های الکترونیکی موتور، وسایل نگهداری مواد و دمنده های دوده پرداخته می شود. همچنین در مورد تولید همزمان و فروش برق مازاد نیز بحث خواهد شد.

۷-۴-۱- فن ها

فن های دمنده (FD) و فن های مکند (ID) که عموماً در نیروگاه ها استفاده می شود، به سه دسته تقسیم می شود: فنیایی از نوع سانتریفوژ با پره های خمیده (air foil)، فنیایی با پره، صاف و فنیایی با پره شعاعی (Radial) فن های نوع اول بیشترین راندمان را دارند (در حدود ۹۰ درصد). سایر مزایای این نوع فن ها شامل: عملکرد پایدار، صدای کم و مناسب بودن برای کار در سرعت بالا می باشد. فن های با پره مستقیم و شعاعی بیشتر در جاهایی به کار می رود که امکان خوردگی بیشتر باشد. به عنوان مثال، فن های با پره خطی اصولاً برای خروجی اصلی گاز و فنها ی با پره شعاعی برای زیرکش از سیستم های جداکننده ذرات معلق استفاده می شود.





میزان هوا یا گاز عبوری از فن و فشار آن به یکی از روش های زیر کنترل می شود:

- کنترل دمپر ورودی
- کنترل پره های ورودی
- کنترل سرعت متغیر

تغییر وضعیت دمپر ها یا پره ها زمانی مورد استفاده قرار می گیرد که فن به یک موتور تک سرعت یا دو سرعت مجهز باشد. کارخانجات سازنده فن ها معمولاً تغییر وضعیت پره ها را به تغییر وضعیت دمپر ترجیح می دهند، چرا که کنترل جریان هوا توسط پره ها به نرمی صورت می پذیرد و در واقع چرخش و تغییر وضعیت پره ها موجب می شود که جریان هوا یا گاز در داخل مسیر متعادل باقی مانده و دچار آشفتگی نشود. اما کنترل سرعت متغیر در هر صورت بازدهی بیشتری داشته و توان ورودی مورد نیاز را برای مقابله با مقاومت سیستم، تحت شرایط معلوم، تنظیم می نماید. خصوصاً وقتی که از فن برای مدت طولانی و مکرر در بارهای کم استفاده شود.

نقاط کنترل برای تعمیرات فن

۱- فن ها و محل استقرارشان از نظر گرد و غبار باید به طور مداوم مورد بررسی قرار گیرد. انباشته شدن خاک و گرد و غبار موجب تغییر مشخصه کار فن شده و وزن آن را نیز افزایش می دهد و لذا باعث کاهش کارائی آن می گردد.

این بازرسی باید حداقل دو بار در سال انجام شود و تعداد آن در صورت قرار گرفتن فن در محیط آلوده از نظر گرد و غبار باید افزایش یابد.

۲- یاتاقان ها و بلبرینگ های فن از نظر پوشش و روغن کاری باید کنترل شود. فاصله آزاد بین فن و محل استقرار آن نیز باید کنترل گردد.

۷-۴-۲- پمپ های تغذیه آب دیگ بخار

وظیفه پمپ های تغذیه آب دیگ بخار، تحویل دادن آب تحت فشار به دیگ بخار است. این کار از طریق مکش آب از گرمکن های آب تغذیه و پمپ کردن آن به بویلر از مسیر گرمکن های فشار بالا انجام می شود. روش های زیادی برای کنترل حجم آب تغذیه و فراهم کردن ارتفاع مکش کافی برای پمپ ها وجود دارد. یک راه کنترل حجم، استفاده از موتورهای با کنترل سرعت متغیر است. روش دیگر استفاده از موتور الکتریکی با سرعت ثابت است که به یک سیستم کنترل سرعت متغیر هیدرولیکی متصل شده است.

در جاهایی که هزینه کنترل سرعت متغیر قابل پذیرش نمی باشد، حجم آب تغذیه را می توان بوسیله شیرهای مکانیکی در مسیر پمپ و دیگ بخار کنترل نمود. تصمیم گیری در این رابطه به سرمایه گذاری مورد نیاز برای سیستم کنترل سرعت متغیر و تأثیر آن بر صرفه جوئی انرژی بستگی دارد. شیر مکانیکی برای کنترل آب تغذیه افت زیادی در فشار بوجود می آورد و بنابراین لازم است تا ظرفیت ارتفاع آب افزوده گردد. در این نوع کاربرد، غلظت در هوزدا به مرز اشباع خواهد رسید و لذا لازم است که هوزدا تا حد ممکن نسبت به پمپ تغذیه دیگ بخار در ارتفاع بالاتری قرار گیرد تا ارتفاع مکش کافی را فراهم نماید. این ارتفاع ممکن است منجر به تغییر در سازه و لوله کشی اضافی شود که طبعاً هزینه هایی را در بر خواهد داشت. به جای تغییر سازه و لوله کشی اضافی می توان از پمپ کمکی در مسیر استفاده نمود. معمولاً حداقل دو پمپ تغذیه آب دیگ بخار در سیستم نصب می شود تا بنا به نیاز به تعمیرات دوره ای و ایرادات بوجود آمده در یک پمپ، دیگری



انجام وظیفه نماید. گردش آب تغذیه و بازگشت آن به هوازا در زمانی که از یک پمپ با موتور تک سرعته استفاده می شود و یا جریان آب پائین تر از حداقل جریان مجاز پمپ است، لازم خواهد بود. برای به گردش در آوردن پمپ های تغذیه آب دیگ بخار، معمولاً از توربین های بخار استفاده می شود چون سرعت توربین و پمپ همانند یک موتور با سرعت متغیر می تواند تغییر نماید. سیستم کنترل گردش اتوماتیک و یا شیر کنترل شده بوسیله سیستم کنترل یکپارچه می تواند وظیفه تغییر سرعت و جریان آب را به عهده بگیرد. پمپ های گردش مجدد آب باید طوری تنظیم شود که حداقل زمان عملکرد را داشته باشد تا حداکثر صرفه جوئی انرژی حاصل شود.

۷-۴-۳- موتورهای توربین ها

موتورهای الکتریکی القایی یا توربین های بخار می تواند فن ها، پمپها و سایر ماشین های موجود در فرآیند را بچرخاند. انتخاب هر یک از آنها بستگی به در دسترس بودن بخار و یا قیمت برق دارد. اگر بخار با فشار بالا موجود باشد و بخار با فشار کم نیز در فرآیند مورد استفاده باشد، توربین می تواند به عنوان کاهنده فشار عمل کرده و در عین حال موجب گردش فن و یا پمپ نیز بشود. اگر در فرآیند نیازی به بخار فشار پائین نباشد، می توان از توربین بخار تغلیظ شده استفاده کرد، هر چند که استفاده از این توربین ها در اندازه های پائین به صرفه نمی باشد. اگر الکتریسیته در مجموعه تولید شود، معمولاً استفاده از موتورهای الکتریکی به صرفه تر است.

امروزه موتورهای با راندمان بالا در بازار موجود است که بسیار پر هزینه بوده ولی راندمان آنها نیز زیاد است و از این طریق زمان بازگشت سرمایه را کوتاه می کند. مثلاً اگر هزینه هر کیلووات ساعت برق حدوداً ۶/۵ سنت و یا بیشتر باشد، اینگونه موتورها دارای توجیه اقتصادی خواهند بود.

جدول (۷-۵) راندمان اینگونه موتورها را به عنوان نمونه نشان می دهد.

جدول ۷-۵: راندمان موتور بر حسب اندازه

راندمان (درصد)	اندازه موتور (اسب بخار)
۸۴	۱۰-۵
۹۰	۴۰-۱۵
۹۴	۱۵۰-۵۰
۹۵	۲۰۰ و بالاتر

موتورها باید به طور منظم از نظر ارتعاش، پوشش بلبرینگ و یاتاقان ها مورد بررسی قرار گرفته و روغن کاری آنها نیز بر اساس دستورالعمل های بهره برداری و کارخانه سازنده انجام پذیرد. معمولاً موتورهای نصب شده از قدرت بیشتری نسبت به کاری که باید انجام دهند برخوردار می باشد و به عبارت دیگر دارای قدرت اضافی و در اندازه های بزرگتر انتخاب شده اند که موجب افزایش هزینه ها نیز می شود. بررسی های به عمل آمده نشان می دهد که بیش از ۶۰ درصد موتورهای صنعت زیاده از حد بزرگ انتخاب می شود.





۷-۴-۴- محرکه های الکترونیکی موتور

استفاده از نسل جدید محرکه های الکترونیکی موتور و ترکیب آنها با موتورهای راندمان بالا، قطعاً صرفه جوئی انرژی و کاهش هزینه تعمیرات را به دنبال خواهد داشت. این محرکه ها قابلیت کنترل جریان روشن و خاموش شدن موتورها، تنظیم سرعت، تغییر جهت گردش و حتی تغییر موقعیت موتور را دارند. محرکه های جدید شاخصه های حفاظتی مناسبی را برای موتور ارائه می دهند و به خوبی از عهده جریان الکتریکی زیاد (Inrush Current) و ضربه های ولتاژ ناگهانی در شبکه توزیع بر می آیند. از جمله دیگر شاخصه های حفاظتی می توان به محدود کردن جریان و قطع آن در صورت اضافه بار شدن موتور که بعضاً منجر به خرابی موتور می شود، اشاره نمود. محرکه الکترونیکی موتور همچنین می تواند سوختن سیم پیچ های موتور را به حداقل برساند.

مهمترین نکته در این محرکه ها صرفه جوئی انرژی است. به عنوان مثال تغییر سرعت گردش یک پمپ به جای بستن شیر در مسیر جریان می تواند به ۲۰ الی ۴۰ درصد صرفه جوئی برق منجر شود. قراردادن موتور در حالت آماده بکار، به جای گردش مداوم آن در حالت بی باری باعث صرفه جوئی انرژی می شود. به طور کلی یک موتور، سالانه ۱۰ تا ۲۰ برابر قیمت خود، انرژی الکتریکی مصرف می کند و هزینه نصب تجهیزات کنترل اغلب در کمتر از دو سال بازگشت داده می شود. تخمین زده می شود که کمتر از ۳ درصد موتورهای جریان متناوب از محرکه های الکترونیکی برخوردار باشد. بررسی دیگری نشان می دهد که حداقل یک چهارم موتورهای جریان متناوب را می توان به این تجهیزات مجهز نمود. عوامل دیگری که به استفاده از محرکه های الکترونیکی جذابیت می بخشد، عبارتند از: کاهش قیمتها، زمان پاسخگویی کوتاه تر، قابلیت اطمینان بیشتر، کاربردهای جدیدتر و مقبولیت بیشتر نزد مصرف کنندگان.

یکی دیگر از مزایای کنترل کننده الکترونیکی سادگی نصب، راه اندازی و تنظیم آن است. این تنظیمات از طریق صفحه کلید یا رابط سخت افزاری امکان پذیر است. کنترل کننده های جدید به صورت دیجیتال تنظیم می شود در حالیکه محرکه های آنالوگ قدیمی تر بوسیله پتانسیومترهای الکترومکانیکی تنظیم می شدند. این تنظیم کننده ها دائماً در معرض گرد و غبار بودند و اغلب به دفعات نیازمند کالیبره شدن و تنظیم مجدد می شدند. محرکه های الکترونیکی جدید دارای دامنه عملکرد بسیار وسیع تری هستند که این دامنه گسترده را مدیون ترکیب تکنیک های الکترونیک قدرت از جمله مدولاسیون پهنای باند (PWM) می باشند. محرکه های صنعتی قدیمی تر مانند یکسو سازهای کنترل شده سیلیکونی دارای دامنه تغییرات محدودی، در حد ۵ الی ۱۰ درصد بود، ولی با سیستمهای جدید، دامنه تغییرات از ۱۰ درصد شروع می شود و تا ۳۰ درصد نیز قابل افزایش است.

۷-۴-۵- تجهیزات کنترل مواد

نیروگاه های برق با سوخت جامد به سیستم های دریافت، ذخیره و جا به جایی سوخت و سیستم های جمع آوری، ذخیره و دفع خاکستر نیاز دارد. از جمله این سیستم ها کوره طراحی شده برای سوزاندن زغال سنگ، چوب، پسماندهای زباله غذایی، شهری و صنعتی می باشد. اندازه و پیچیدگی این سیستم ها بسیار متغیر است، اما همه آنها برای کار به انرژی نیاز دارد.

سیستم های کنترل سوخت رسانی

اکثر سیستم های کنترل سوخت رسانی به صورت مکانیکی با استفاده از تسمه و یا نقاله های کشنده، کار می کند. اما سیستم های بادی (با هوای فشرده) نیز وجود داشته و در صنعت کاربرد دارد. راهکارهای



صرفه جوئی انرژی برای تسمه نقاله ها خیلی کم و محدود است. البته بعضی از تجهیزاتی که به عنوان بخشی از سیستم تسمه نقاله کار می کنند، قابل بازنگری مجدد می باشند. به عنوان مثال یکی از مصرف کننده های اصلی توان در یک سیستم کنترل زغال آسیاب مواد است که برای خرد کردن زغال بکار می رود. در بعضی از حالات با تغییر نوع آسیاب و یا هنگامیکه جداکننده ها به خوبی عمل می کنند و زغال های ریز را جدا می نمایند می توان صرفه جوئی انرژی داشت. این زغالها را می توان تغییر مسیر داد تا از آسیاب مواد عبور نکنند و انرژی اضافی مصرف نشود، در بعضی اوقات نیز با تغییر محل خرید و تهیه زغال حتی ممکن است بتوان آسیاب مواد را از خط فرآیند حذف کرد. بخش های آلوده به گرد و غبار که در آنها تجهیزات الکتریکی وجود دارد، باید مورد شناسائی قرار گیرد تا با نظافت منظم موجب کاهش تلفات در این تجهیزات شود.

سیستم های جمع آوری گرد و غبار معلق باید در کنار تسمه نقاله های حمل مواد بکار گرفته شود. این سیستم ها معمولاً فیلترهای بسته بوده و باید در بازه های زمانی مشخص مورد نظافت قرار گیرند تا مصرف فن های موجود در آنها به حداقل برسد. از هر دو نوع سیستم های بادی کنترل سوخت (کم فشار و پر فشار) در فرآیندها استفاده می شود. باید توجه داشت که این سیستم ها نسبت به نوع مکانیکی معمولاً توان بیشتری مصرف می کنند اما از طرفی تعمیرات صحیح و منظم می تواند در مصرف این توان صرفه جوئی به عمل آورد. در بعضی از حالات می توان طراحی سیستم را مورد بازنگری قرار داد تا تغییر مسیرها به حداقل رسیده و از این طریق تلفات مسیر کاهش یابد. از جمله راه حل های میان مدت، جایگزینی کل سیستم های کنترل با سیستم بادی می باشد.

سیستم های کنترل خاکستر

اگر چه سیستم های کنترل خاکستر نسبت به سیستم کنترل سوخت با تناژ کمتری از مواد سرو کار دارند، اما اغلب توان مصرفی آنها به دلایل طراحی و شرایط بکارگیری، نسبت به حالت استاندارد بیشتر است. سیستم متداول کنترل خاکستر بدین شکل است که، با ایجاد خلاء در مجموعه ای از لوله ها و استفاده از تخلیه کننده های بخاری و یا دمنده های موتوری، خاکستر را به حرکت در آورده و جا به جا می کنند. از پاشش آب نیز برای متراکم کردن خاکستر های معلق در واحدهایی که زغال سنگ می سوزانند، استفاده می شود.

در سیستم های با ظرفیت بیش از ۱۵ تن در ساعت از دمنده های خلا استفاده می شود و در واحدهای کوچکتر معمولاً سیستم تخلیه بخاری بکار گرفته می شود. آلودگی آب و مشکلات بهره برداری باعث شده است که بسیاری از این سیستم ها از تخلیه بخار به دمنده های موتوری تغییر یابد. البته این تغییر باعث کاهش مصرف انرژی نیز می شود. اگر بنا باشد که از سیستم خلاء استفاده شود، نکته اساسی در عملکرد بهینه سیستم تعمیرات و نگهداری مناسب از لوله ها خواهد بود و لذا بکارگیری یک برنامه شناسائی نشتی ضروری خواهد بود چرا که نشتی سبب کاهش ظرفیت سیستم، افزایش زمان کار و تعمیرات لوله ها، اتصالات و تجهیزات فیلتر هوا شده، و از طرفی مصرف انرژی را نیز افزایش می دهد. اگر از سیستم تخلیه بخاری استفاده شود، لازم است تا پاشنده های بخار و گلوگاه ها مرتباً سرویس شوند.





سیستم های بادی کنترل خاکستر اغلب به صورت متناوب و دوره ای کار می کنند و خاکستر را به صورت بست های جابه جا می نمایند. با افزایش ظرفیت سیستم انتقال می توان مصرف انرژی را کاهش داد. اگر سیستم به صورت دستی کار کند، اپراتور باید حداکثر مقدار خاکستر را در بسته های جابه جا شونده بریزد. سیستم کنترل نیز باید به نحوی بهینه شود که زمان های غیر مفید به حداقل برسد. در حالت بکارگیری سیستم تسمه نقاله مداوم، اغلب از ظرفهای حمل خاکستر استفاده می شود و کنترل کننده ها باید از جا به جایی ظرف های خالی جلوگیری نمایند.

در واحدهای بزرگی که سوخت آنها زغال سنگ است، عملاً از یک سیستم مکانیکی استفاده می شود که مصرف انرژی بسیار کمی دارد اما در مقابل هزینه سرمایه گذاری برای تغییر سیستم زیاد خواهد بود. عموماً بویلرهایی که از مواد بیوماس به عنوان سوخت استفاده می کنند، دارای سیستم مکانیکی کنترل خاکستر می باشند و به طور کلی از سیستم های هیدرولیکی کنترل خاکستر به ندرت استفاده می شود، چون مصرف آب و انرژی بالایی را می طلبند. با تبدیل سیستمهای هیدرولیکی به سیستم های مکانیکی و یا بادی مصرف آب و انرژی بر اساس نوع تغییرات کاهش قابل توجهی می یابد.

۷-۴-۶- دمنده های دوده از دیگ بخار

انتقال مناسب حرارت یکی دیگر از عوامل مهم در بهره وری انرژی دیگ های بخار به شمار می رود. یکی از اجزاء جانبی بسیار مهم و مؤثر در عملکرد دیگ بخار، تمیز کردن سطوح جذب کننده حرارت در حین کار می باشد. این کار دو فعالیت مهم را در بر می گیرد:

۱) انتقال حرارت مناسب را تضمین می نماید (۲) از آلودگی سطوح دیگ بخار جلوگیری می کند. قسمت های کثیف و آلوده از جریان گاز جلوگیری کرده و محدودیت بار به وجود می آورد.

نصب سیستم های دمنده دوده بر روی کوره هایی که با زغال سنگ یا گازوئیل کار می کند، لازم است. چون میزان خاکستر گازوئیل ناچیز است و ذرات باقیمانده بسیار کوچک و قابل شستشو با آب هستند، لذا جداسازی، برطرف کردن و تغییر محل ذرات باقیمانده بوسیله شستشوی دیواره های کوره با آب در هنگام تعمیر سالانه انجام می شود. به این دلیل در کوره هایی که با گازوئیل کار می کنند، نصب سیستمهای دمنده دوده برای دیواره های کوره لزومی ندارد.

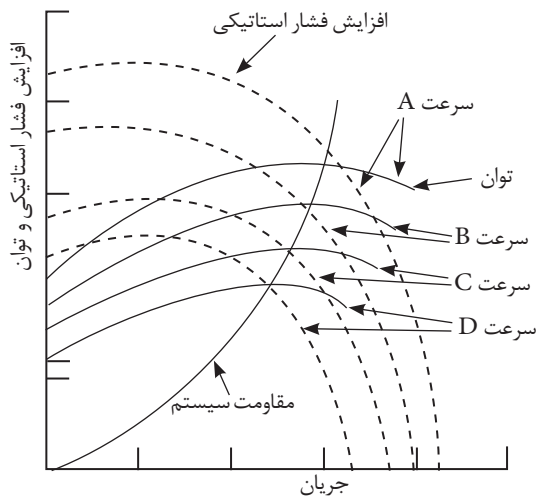
در دیگ های بخاری که سوخت مایع می سوزانند، بر روی سطوح لوله های بخش های فوق داغ و گرمکن های مجدد، خاکستر می نشیند. خصوصاً وقتی که از نفت کوره استفاده شود و به سوخت، مواد جامد و یا مایع نیز به منظور افزایش درجه حرارت افزوده شود، میزان خاکستر زیادتر می شود. خوشبختانه ذرات باقیمانده به راحتی خرد شده و از سطوح کنده می شوند و با بکارگیری دمنده های دوده به سهولت قابل رفع می باشد.

واحدهایی که از سوخت جامد (زغال سنگ، چوب) استفاده می کنند، به دمنده های دوده بیشتر و بزرگتری نیاز دارند که دائماً به واحد متصل بوده و کار کند. تعداد و اندازه دمنده ها بستگی به نوع سوخت و ذرات باقیمانده (خاکستر) آن دارد. بخار فوق داغ یا هوای فشرده به عنوان واسطه حذف و رفع ذرات به کار گرفته می شود و توسط یک دمنده از راه پاشنده های ساده و باریک، ذرات را جا به جا می کند و سطوح مورد نیاز را در شعاع ۲ متری تمیز می نماید. میزان ساعات کارکرد این سیستم، به مقدار خاکستر تولید شده بستگی دارد، ولی معمولاً بین ۴ تا ۸ ساعت می باشد. بخش های پیش گرمکن، گرمکن مجدد و تولید بخار داغ در دیگهای بخار از قسمت هایی هستند که باید مرتباً از نظر رفع دوده مورد توجه قرار گیرد و دمنده های دوده باید دائماً سطوح مربوطه را تمیز و عاری از دوده نماید.



عملکرد دمنده دوده

از آنجا که ذرات باقیمانده بر روی سطوح تشعشعی و جا به جایی حرارت دیگهای بخار متنوع بوده و از نوع سرباره سخت تا پودرهای خشک متغیر است، لذا ترتیب و دفعات کار سیستم دمنده دوده نیز از قاعده و قانون ثابتی تبعیت نمی کند و باید در حین کار تنظیم شود. بسته به نوع سوخت و میزان دوده حتی ممکن است در برخی موارد در یک دوره زمانی ۸ ساعته دمنده ها به طور کامل عمل نمایند. اپراتورها باید با توجه به میزان جذب دوده از راه مشاهده مستقیم و یا بازرسی در زمان خاموشی و تعمیرات، کار دمنده ها را تنظیم نمایند. تنظیمات جزئی و لازم بعداً قابل انجام خواهد بود و به مرور زمان دامنه و نحوه کار دمنده ها قابل پیش بینی و قابل برنامه ریزی خواهد بود.



شکل ۷-۱: منحنی افزایش فشار استاتیکی و توان نسبت به جریان هوا

۷-۴-۷- تولید همزمان برق و حرارت

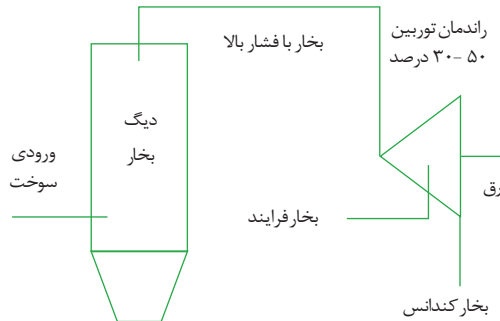
منظور از تولید همزمان، تولید الکتریسیته و انرژی حرارتی برای مصرف در فرآیند و یا مصارف جانبی توسط عملکرد یک سیستم است. به طور کلی در این سیستم در مقایسه با اینکه برق و حرارت به صورت جداگانه تولید شود، سوخت کمتری مصرف خواهد شد.

استفاده از سیستم تولید همزمان گام بزرگی در جهت حداکثر بهره وری انرژی و حداقل آلودگی به شمار می رود. به عنوان مثال در بسیاری از حالات، کارخانجات و مؤسسات، بخار مورد نیاز خود را تولید می کنند و برق مورد نیاز را از شرکت های تولید و توزیع برق خریداری می کنند. عموم سیستم های تولید همزمان مورد استفاده در صنایع، دارای کارایی حرارتی ۷۵-۸۵ درصد می باشد در حالیکه کارایی حرارتی سیستمهای تولید برق در حدود ۳۵ درصد است. البته بنا به میزان و درصد بخار و الکتریسیته تولید شده در سیستم تولید همزمان، کارایی واقعی آن بین ۶۶ تا ۸۰ درصد متغیر خواهد بود.

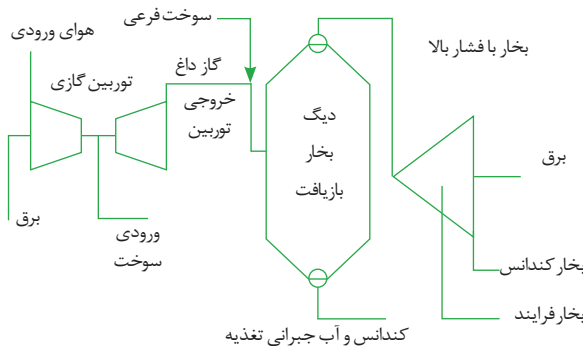




در این سیستم ها معمولاً بخار فشار بالا ابتدا انرژی الکتریکی را تولید می کند و سپس بخار خروجی از توربین به منظور استفاده در فرآیند بکار برده می شود. در این حالت با توجه به کارایی بالای سیستم (تا ۸۸ درصد) بین ۱۵ تا ۲۰ درصد در مصرف سوخت صرفه جوئی می شود. سوخت این سیستم می تواند گاز، سوخت مایع، زغال سنگ، چوب، پسماندهای جامد شهری و یا پسماندهای صنعتی باشد. در سیستم تولید همزمان گازی، بعد از تولید الکتریسیته، گاز گرم خروجی از محفظه توربین ژنراتور، برای تولید بخار بکار برده می شود. بخار تولیدی را می توان مجدداً برای تولید الکتریسیته و یا مصرف در فرآیند و یا گرمایش محیط بکار برد. کارایی حرارتی کلی تا حد ۹۰ درصد نیز قابل حصول می باشد. در حالیکه در یک سیستم جداگانه تولید برق و یا حرارت حداکثر کارایی قابل دستیابی ۵۸ درصد می باشد. سوخت مورد استفاده معمولاً گاز و یا گازوئیل است. نیروگاه های تولید همزمان عموماً به دو نوع تقسیم می شوند: در نوع اول، بخار ابتدا انرژی الکتریکی را تولید می نماید و تمامی و یا بخشی از انرژی حرارتی خروجی از توربین صرف فرآیند، گرمایش و یا سرمایش محیط می شود. در نوع دوم، حرارت تلف شده از فرآیند صنعتی و یا فرآیندهای دما بالا بازیافت شده و از طریق تولید بخار در یک دیگ بخار بازیافت، انرژی الکتریکی تولید می نماید.

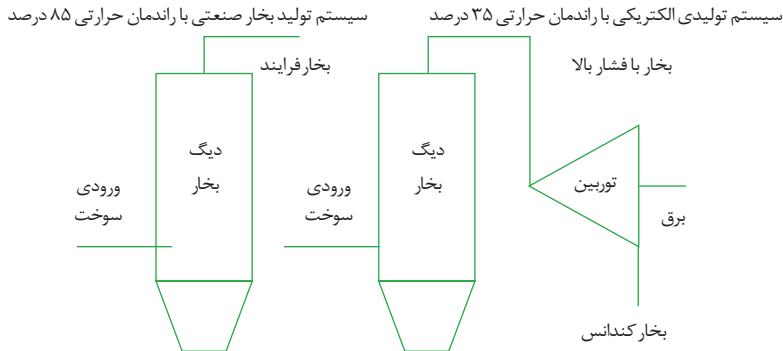


شکل ۲-۷: سیستم تولید همزمان برق و بخار صنعتی (کارایی حرارتی سیستم بین ۸۰ تا ۹۰ درصد)



شکل ۳-۷: سیکل ترکیبی توربین صنعتی جهت تولید همزمان برق و بخار (کارایی حرارتی سیستم بین ۸۰ تا ۹۰ درصد)





شکل ۷-۴: مقایسه سیستم های جداگانه و تولید همزمان برق و بخار

۷-۴-۸- فروش انرژی الکتریکی مازاد

یک جنبه اقتصادی دیگر برای سیستم های تولید همزمان برق و حرارت، توانایی فروش توان اضافی تولید شده است. بنابر مقررات وضع شده در هر کشور به جهت تشویق صنایع به استفاده از سیستم های تولید همزمان، معمولاً شرکت های تولید و توزیع برق، برق تولیدی صنایع را به قیمت های بالائی خریداری می کنند.

۷-۵- اصلاح آب دیگ های بخار

برای تولید بخار، آب یک سیال ضروری به شمار می آید. حفظ کیفیت آب موجب ارتقاء بازدهی و افزایش طول عمر دیگهای بخار می شود. استفاده از آب با کیفیت پائین باعث بروز مشکلات جدی برای دیگ های بخار شده و در خیلی مواقع موجب تخریب کامل آن می گردد. در این بخش متداولترین و جدی ترین مشکلاتی که در رابطه با دیگهای بخار صنعتی صورت می پذیرد تشریح و روشهای صحیح نگهداری از دیگهای بخار بیان می شود. معمولاً مشکلات دیگ های بخار خاص خود بوده و شدیداً به نوع آب و نحوه بهره برداری آن وابسته است، لیکن سعی بر آن است تا مبانی عمومی و متداول در این فصل تشریح گردد. بهره گیری از مشاورین ذیصلاح برای دستیابی به سیستم های مناسب اصلاح آب و یا استفاده از مواد شیمیایی مناسب، موجب افزایش بهره وری در دیگ های بخار خواهد شد.

۷-۵-۱- مشکلات آب دیگ های بخار

معمولاً مشکلات آب دیگ های بخار به دو گروه زیر قابل تقسیم بندی می باشد:

الف - مشکلات ناشی از ترسیب مواد یا رسوب گذاری

ب - مشکلات ناشی از خوردگی

از آنجائیکه این دو مورد از عمده ترین و متداولترین مشکلات دیگ های بخار به شمار می آید، بسیار محتمل است که هر دو مشکل به طور همزمان برای دیگ های بخار روی دهد. بسیاری از مشکلات خوردگی در اثر رسوب گذاری پدیدار می شود و همچنین در بسیاری از موارد عامل خوردگی باعث بروز مشکلات رسوب گذاری می شود. به هر حال هر دو مشکل فوق را می توان با تمهیدات علمی از میان برداشته و برطرف کرد.



۷-۵-۲- مشکلات رسوب گذاری

متداول ترین مشکل رسوب گذاری در اثر واکنش موادی چون کلسیم، منیزیم و سیلیکا با فلز دیگ بخار بوجود می آید. این مواد به طور گسترده ای در داخل آب تغذیه وجود دارد و بنابراین پتانسیل واکنش با فلز دیگ بخار همیشه وجود خواهد داشت. در اثر واکنش کلسیم، منیزیم و سیلیکا با فلز داخلی دیگ بخار، لایه سختی تشکیل می گردد که در اثر کاهش انتقال حرارت، زمینه لازم برای از دست رفتن بازدهی بوجود می آید. با افزایش ضخامت لایه رسوبی، لوله های داخل دیگ بخار تحت دمای مازاد قرار گرفته و نهایتاً ترکیدگی در آنها بوجود می آید. به عبارت دیگر لایه رسوبی همانند یک لایه نازک عایق بین گاز و آب دیگ بخار عمل می نماید. رسوب گذاری در دیگ های بخار می تواند بین ۱۰ تا ۱۲٪ از بازدهی سیستم بکاهد. رسوبات زمانی بوجود می آیند که حلالیت نمک های تشکیل دهنده رسوب در آب کاهش یافته و از طرفی دما و غلظت نمک ها افزایش یابد. زمانی که دمای آب تغذیه به سطح دمای دیگ بخار می رسد، حلالیت نمکهای تشکیل دهنده رسوب کاهش یافته و ترسیب بر سطح داخلی دیگ آغاز می شود. حلالیت مواد شیمیایی که به صورت عادی در آب تغذیه وجود دارد در جدول (۷-۶) ارائه شده است. این جدول نشان می دهد که در اثر افزایش دما از شرایط محیط به نقطه جوش، حلالیت مواد کاهش می یابد.

جدول ۷-۶ حلالیت ترکیبات شیمیایی موجود در آب در دماهای مختلف (g/100g)

ترکیب	دمای ۲۰°C	دمای ۱۰۰°C
ترکیبات کلسیم:		
بی کربنات	16.6	تخریب می شود
سولفات	0.255	0.205
ترکیبات منیزیم:		
بی کربنات		تخریب می شود
کربنات	0.039	0.0063
سولفات	35.1	50.2
ترکیبات سدیم:		
بی کربنات	9.6	تخریب می شود
کربنات	21.5	45.5
کلرید	35.89	38.99
هیدروکسید	109	337
سولفات	19.5	42.5

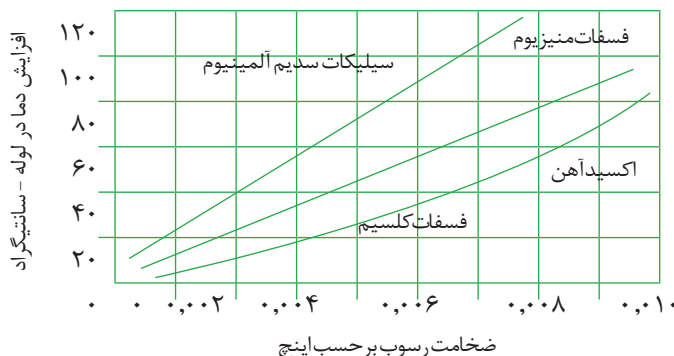
بنابراین عملی ترین روش برای جلوگیری از ترسیب مواد آن است که کلسیم و منیزیم موجود در آب تغذیه قبل از ورود به دیگ بخار حذف گردد. روش های حذف یا کاهش غلظت کلسیم و منیزیم از آب به خوبی شناخته شده و شامل بهره گیری از مواد شیمیایی، پلیمر و یا فسفات می باشد. شایان ذکر است که ترسیب مواد فوق در بخش اکونومایزر، پمپ های تغذیه و خطوط انتقال آب نیز رخ می دهد. تشکیل رسوب حتی در



دیگ های بخار با فشار کم نیز بوجود می آید، خصوصاً که در این نوع دیگ ها، آب ورودی، تحت فرآیند پیش تصفیه قرار نگرفته باشد.

رسوب گذاری سیلیکا نیز به همان طریق رسوبگذاری کلسیم و منیزیم تشکیل می شود با این تفاوت که جداسازی سیلیکا از منبع آب تغذیه به سادگی جداسازی کلسیم و منیزیم نیست. رسوبات سیلیکا در انواع مختلف سیلیکات منیزیم و سیلیس بی شکل پدیدار می شود. سیلیکات بی شکل به صورت لایه نازک و شیشه ماندی بر سطح داخلی دیگ بخار تشکیل می گردد که جداسازی آن بسیار دشوار است. معمولاً از محلولهای اسیدی (هیدروفلوریک) برای جدا نمودن لایه های شیشه ای مانند استفاده می شود. رسوبات سیلیکات منیزیم دارای بافت ناهموار بوده و جداسازی آن از سطح دیگ بخار نسبت به سیلیس بی شکل راحتتر است. رسوبات سیلیکاتی معمولاً در سیستم دیگهای بخار با فشار پائین دیده می شود و معمولاً این نوع سیستم ها فقط مجهز به جداسازی کلسیم و منیزیم بوسیله ژئولیت سدیم از آب می باشند.

در پاره ای از موارد رسوبات سیلیکاتی در دیگ بخار با فشار بالا نیز رویت شده است که عمدتاً ناشی از نشت سیلیکا از واحدهای آنیونی است. هر قدر که سیلیکات آب ورودی بیشتر و قلیائیت آب کمتر باشد، ترسیب لایه سیلیکاتی سریعتر صورت می پذیرد. خاصیت عایقی لایه سیلیکاتی به مراتب بیشتر از لایه های رسوبی کلسیم و منیزیم است و به همین دلیل باعث کاهش بازدهی بیشتر در دیگ های بخار می شود. معمولاً برای جلوگیری از ترسیب سیلیکات ها در دیگهای بخار، نسبت هیدرات قلیائیت به سیلیکای آب تغذیه را در حد ۳ به ۱ حفظ می نمایند. به طور کلی ساختار شیمیایی رسوب، تخلخل آن و روش بهره برداری از دیگ بخار به عنوان اصلی ترین عوامل در به هدر رفتن حرارت محسوب می شوند. به عنوان مثال ضخامت رسوب در حد سه میلی متر حدود ۲ الی ۳ درصد کاهش بازدهی در دیگ های بخار از نوع فایر تیوب و واتر تیوب را به دنبال خواهد داشت. دومین اثر مخرب رسوب گذاری در دیگهای بخار، به افزایش دمای لوله های فلزی باز می گردد که در بسیاری موارد موجب ترکیدگی لوله ها نیز می گردد. در دیگ های بخار مدرن که ویژگی آن نرخ بالای انتقال حرارت است، ترسیب لایه بسیار نازک موجب افزایش حرارت در لوله ها می گردد. در شکل (۷-۵) اثر رسوبات دیگ بخار بر دمای لوله نشان داده شده است.



شکل ۷-۵: اثر رسوب دیگ بخار بر دمای لوله



سومین اثر سوء ناشی از رسوب گذاری، ایجاد خوردگی در دیگ بخار است. معمولاً دیگ های بخار با ظرفیت بالای انتقال حرارت (بیش از ۷۵ هزار بی تی یو بر فوت مربع در ساعت) در معرض خوردگی های موضعی قرار می گیرند. در واقع رسوبات داخل دیگ بخار زمینه لازم را برای ایجاد خوردگی فراهم می آورد. اکسید های آهن از جمله موادی هستند که در سطح داخلی دیگ های بخار تجمع می یابند. اکسیدهای آهن یا از طریق آب خام وارد دیگ بخار می گردد و یا اینکه در اثر خوردگی داخلی ایجاد می شود. اکسیدهای آهن در رسوبات نرم و سخت دیگ های بخار حضور داشته و معمولاً در رسوبات نرم، جهت گیری آنها به سمت داخل دیگ بخار و در رسوبات سخت به سمت جدار دیگ بخار است. اکسیدهای آهن از جمله رسوبات خلل و فرج دار محسوب می شود که امکان نشت آب از دیگ بخار به داخل بخار را فراهم ساخته و مواد جامد محلول را بر جا می گذارد. مواد جامد محلول نظیر سود و شلات که در آب دیگ بخار وجود دارند، نهایتاً در خلل و فرج رسوبات اکسیدهای آهن ترسیب یافته و غلظت تجمعی آنها به هزاران قسمت در میلیون (ppm) خواهد رسید. تجمع غلظت بالای این مواد در نهایت منجر به خوردگی فلزی در داخل دیگ بخار خواهد شد. مؤثرترین روش مقابله با این پدیده، کاهش غلظت آهن در دیگ بخار است. بنابراین منبع آب تغذیه باید مورد پیش تصفیه (نظیر فیلتراسیون و زلال سازی) قرار گیرد. هنگامی که بخار تغلیظ شده مجدداً به داخل دیگ بخار هدایت شود، برای کاهش اثر خوردگی می بایست از روشهای شیمیایی مناسب جهت اصلاح کیفیت آب برگشتی بهره جست. اصلاح آب توسط مواد شیمیایی نظیر شلات ها، پلیمرها و فسفات ها موجب کاهش ترسیب یونهای آهن در دیگ بخار خواهد شد.

همچنین باید توجه خاصی به مراکز یا نقاطی که می تواند موجب افزایش غلظت آهن شود، به عمل آید. به عنوان مثال تجهیزات آهک زنی (سرد یا گرم)، فیلترها، تجهیزات سدیم زئولیت و پمپ های تغذیه از جمله مواردی است که می تواند موجب افزایش غلظت آهن در دیگهای بخار شود. بنابراین سیستم های یاد شده می بایست تحت نظارت دایم قرار گرفته و اطمینان کامل از عملکرد صحیح آنها به عمل آید.

۷-۵-۳- مشکلات خوردگی

اکسیژن محلول با مواد موجود در سطح داخل دیگ بخار واکنش داده و باعث تشکیل مواد جدید بر سطح فلز دیگ بخار می شود. به مرور زمان این مواد جدید بزرگتر شده و به داخل فلز دیگ بخار نفوذ نموده و نهایتاً منجر به از کار افتادن دیگ های بخار می شود. اکسیژن محلول موجود در آب تغذیه دیگ های بخار در اثر افزایش حرارت، واکنش زایی مضاعف پیدا نموده و باعث خوردگی در پیش گرمکن ها و اکونومایزرها می شود. اکسیژن محلولی هم که به نوعی وارد دیگ بخار می شود، باعث انواع تخریب در سیستم های غلطک های بخار، غلطکهای لای، لوله های دیگ و شیرآلات می گردد.

در این مسیر سیستم های خنک کن و لوله های تقطیر نیز صدمه خواهد دید. بنابراین حذف اکسیژن در مسیر استفاده از الزامات بسیار مهم به شمار می آید. کنترل اکسیژن محلول در منبع آب تغذیه از دو طریق هوازدایی و شیمیایی انجام می گیرد. سیستم های هوازدایی مدرن قادرند میزان اکسیژن محلول را تا حد ۱۵ قسمت در میلیارد (ppb) کاهش دهند و بدین ترتیب نیازی به افزودنی های شیمیایی برای جذب اکسیژن محلول وجود نخواهد داشت. به هر حال در صورت نیاز به استفاده از مواد شیمیایی برای حذف اکسیژن محلول، می توان از سولفات سدیم استفاده نمود، ضمن آنکه مواد آلی نیز مورد استفاده واقع می شوند. برخی از مواد شیمیایی، لایه نازکی بر سطح اکونومایزر و پیش گرمکن ایجاد نموده و از خوردگی جلوگیری می نماید. ذکر این نکته حائز اهمیت است که استفاده از مواد شیمیایی به تنهایی نمی تواند اثر بخشی روش هوازدایی را



داشته باشد و معمولاً استفاده از مواد شیمیایی نمی تواند میزان اکسیژن محلول را به زیر ۵۰ ppb در لیتر برساند. میزان اکسیژن در حد ۵۰ ppb قادر به ایجاد خوردگی می باشد. معمولاً حضور اکسیژن محلول و یادی اکسید کربن در بخار تغلیظ شده از عوامل اصلی ایجاد خوردگی به شمار می آید. حضور دی اکسید کربن موجب تشکیل اسیدهای کربنیک شده و نهایتاً pH بخار کاهش و خوردگی اسیدی حادث می گردد. عملکرد اکسیژن محلول کمی متفاوت با دی اکسید کربن است چرا که اکسیژن مستقیماً با فلز دیگ بخار واکنش برقرار نموده و باعث خوردگی می گردد. معمولاً خوردگی ناشی از حضور دی اکسید کربن در آن دسته از دیگ های بخار ملاحظه می شود که از مواد شیمیایی برای اصلاح آب تغذیه استفاده می گردد. بنابراین یکی از روش های جلوگیری از این نوع خوردگی استفاده از آب تقطیر شده به جای آب اصلاح شده توسط مواد شیمیایی می باشد. در اثر ترسیب موادی چون سود، حفره های عمیقی در سطح فلز دیگ های بخار بوجود می آید. این نوع رسوبات معمولاً در نقاطی از دیگ بخار که حرارت بالاتری داشته و یا ته نشست های خلل و فرج دار (نظیر اکسیدهای آهن) وجود دارد، پدیدار می شود. در زیر این نوع ترسیبها، سود آب دیگ بخار با غلظت بیشتری جمع شده و موجب خوردگی موضعی می گردد. شایان ذکر است که ایجاد خوردگی به روش فوق فقط مستلزم گذشت زمان به میزان چند ساعت تا چند روز است و مجموعاً نیاز به طی یک فرآیند طولانی ندارد. بنابراین شیمی آب دیگ بخار می بایست به صورت منظم و دایم مورد پایش قرار گرفته و به محض افزایش هیدروکسیدهای قلیایی می بایست نسبت به اصلاح مناسب آب اقدام نمود. همچنین جلوگیری از ترسیب های خلل و فرج دار اکسیدهای آهن نیز در عدم تشکیل این نوع خوردگی مؤثر است. یکی از منابع احتمالی ورود سود به داخل دیگ بخار، شارژ مجدد منبع تبادل آنیونی است. معمولاً برای شارژ منبع تبادل آنیونی از سود استفاده می شود که بخشی از آن همراه با آب تغذیه وارد دیگ بخار می شود. یکی دیگر از عوامل خوردگی در دیگ های بخار کاهش pH آب به زیر ۵/۸ است. معمولاً حضور رسوبات خلل و فرج دار اکسیدهای آهن در کاهش pH آب دیگ های بخار نقش مهمی دارند، علاوه بر این موضوع نشست اسیدهای سولفوریک و کلریدریک از بخش تقطیر آب و کندانسور برج های خنک کننده نیز به عنوان منابع احتمالی ورود اسید در نظر گرفته می شود. برای جلوگیری از خوردگی اسیدها، پایش مستمر pH آب بسیار حائز اهمیت است.

۷-۵-۴- اصلاح آب دیگ های بخار

اصلاح آب دیگ های بخار به سه دسته زیر قابل تقسیم است:

الف - اصلاح خارجی (بیرونی)

ب - اصلاح داخلی (درونی)

ج - اصلاح بخار تقطیر شده

کیفیت آب ورودی به انواع دیگ بخار متفاوت بوده و عمدتاً به ظرفیت و فشار آن بستگی دارد. به طور کلی هر قدر که فشار دیگ بخار افزایش یابد آب تغذیه باید با کیفیت مطلوبتری وارد دیگ شود. در جدول (۷-۷) رابطه فشار و کیفیت آب تغذیه ارائه شده است. البته آمار و ارقام این جدول نباید به عنوان کیفیت مطلق در نظر گرفته شود و لازم است تا برای تعیین دقیق پارامترها از مشاورین ذیربط استعلام نمود.





جدول ۷-۷: حد کیفیت مطلوب آب ورودی به دیگ های بخار

فشار عملیاتی (bar)								واحد	پارامتر
103.5-137.9	69.0-103.4	62.2-68.9	51.8-62.1	41.5-51.7	31.1-41.4	20.8-31.0	0-20.7		
Feed Water									
0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.04	0.04	mg/l	اکسیژن محلول
0.01	0.01	0.02	0.02	0.025	0.03	0.05	0.1	mg/l	آهن کل
0.01	0.01	0.015	0.015	0.02	0.02	0.025	0.05	mg/l	مس کل
غیر قابل تشخیص		0.05	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	mg/l	سختی کل (CaCO ₃)
0.2	0.2	0.2	0.5	0.5	0.5	1	1	mg/l	TOC غیر فرار
0.2	0.2	0.2	0.5	0.5	0.5	1	1	mg/l	مواد روغنی
9.0-9.6	9.0-9.6	8.5-9.5	7.5-10	7.5-10	7.5-10	7.5-10	7.5-10		pH در ۲۵°C
Boiler Water									
1	2	8	20	30	40	90	150	mg/l	سیلیس
تعیین نشده است		100	150	200	250	300	350	mg/l	سختی کل (CaCO ₃)
غیر قابل تشخیص			تعیین نشده است					mg/l	قلیائیت هیدروکسید آزاد (CaCO ₃)
100	150	1000	1500	2000	2500	3000	3500	mS/cm	هدایت الکتریکی در ۲۵°C بدون خنثی سازی

در بخش اصلاح بیرونی معمولاً جداسازی پارامترهای زیر مد نظر است:

الف - مواد معلق جامد

ب - سختی و دیگر ناخالصی های محلول

ج - اکسیژن محلول

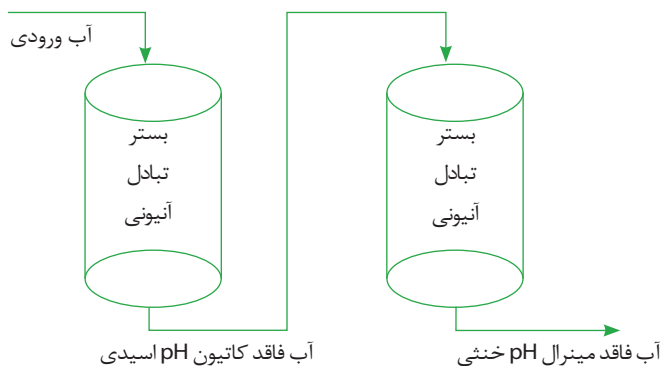
معمولاً منابع آب حاوی مقادیر متنابهی مواد معلق جامد (گل، سیلیت و باکتری) می باشد که در صورت ورود به دیگ بخار موجب اختلال در سیستم خواهد شد. فرآیند زلال سازی و فیلتراسیون قادر به جداسازی بخش عمده ای از مواد معلق جامد می باشد. بهترین حالت آن است که ابتدا آب از زلال ساز عبور داده شده و سپس مورد عمل فیلتراسیون واقع گردد. برای بهره گیری از روش زلال سازی معمولاً از منعقد کننده استفاده می شود. به عبارت دیگر منعقد کننده به آب خام اضافه می شود و در اثر افزودن مواد منعقد کننده اندازه ذرات بزرگ شده و در اثر نیروی ثقل ته نشین می گردند. سپس آب فوقانی به طرف واحد فیلتراسیون هدایت می گردد. لجن باقی مانده ناشی از افزودن منعقد کننده از بستر واحد عملیات جمع آوری و دفع می گردد. برای انجام عمل فیلتراسیون مناسب است تا از بستر شن - آنتراسیت استفاده نمود. به هر حال نوع فیلتر، عمق بستر فیلتر و دیگر پارامترهای طراحی بر اساس کیفیت آب ورودی و نوع آب مورد نیاز دیگهای بخار تعیین می گردد. جداسازی ناخالصی های دیگر نظیر کلسیم، منیزیم و سیلیس که موجب ایجاد رسوب در سطح داخلی دیگ بخار می شوند نیز از موارد الزامی برای بهره برداری بهینه از دیگ های بخار محسوب می شود. متداول ترین روشهای جداسازی مواد یاد شده مواردی چون استفاده از آهک، تبادل کاتیونی بوسیله سدیم (سدیم زئولیت)، اسمز معکوس، الکترولیز و یون زدایی (تبادل یونی) می باشند. ذکر این نکته حائز اهمیت است که انتخاب



یکی از روش های فوق الذکر وابسته به نوع آب مورد نیاز جهت تغذیه دیگ بخار است. اضافه نمودن آهک به آب خام موجب می شود که کلسیم، منیزیم و تاحدی سیلیس محلول در آب خام منعقد و به صورت جامد ته نشین شود.

شایان ذکر است که آهک به تنهایی نمی تواند کیفیت آب ورودی به دیگ بخار را تأمین نماید و لذا در مرحله دوم، استفاده از تبادل یونی و یا تبادل کاتیونی برای اصلاح کامل آب خام الزامی است. معمولاً از روش تبادل کاتیونی در دیگهای بخار با فشار کم (کمتر از ۴۵۰ psig) و تبادل آنیونی برای دیگ های بخار با فشار بالا (بیش از ۶۰۰ psig) استفاده می شود. فرآیند تبادل یونی به صورت خیلی ساده در مخازنی به اجراء گذارده می شود که حاوی رزین های تبادل یونی هستند. رزین نوعی پلاستیک جامد است که در اثر واکنش با آب خام به حالت محلول در نمی آید. رزین ها به دو دسته کاتیونی و آنیونی قابل تقسیم بندی می باشد که هر یک از این دو نوع قابلیت تبادل یونی را دارند. در روش تبادل یونی با استفاده از سدیم ژئولیت، پس از واکنش آب خام با رزین، کلسیم و منیزیم جذب و سدیم آزاد می گردد. استفاده از این روش جهت اصلاح آب فقط برای دیگ های بخار با فشار کم مناسب است.

برای دیگ های بخار با فشار بالا حتماً باید از آب فاقد مینرال استفاده نمود. معمولاً مخازن تبدیل آب خام به آب بدون مینرال از چند لایه یا بستر تبادل کاتیونی و متعاقب آن چند لایه تبادل آنیونی تشکیل شده است. در شکل (۶-۷) نمونه ساده ای از سیستم تبدیل آب خام به آب بدون مینرال ارایه شده است. در این سیستم ابتدا کاتیونهای آب خام شامل کلسیم، منیزیم و سدیم با مولکول هیدروژن تبادل می گردند. در این حالت آب خام فاقد کاتیون ها می شود ولی pH آن اسیدی شده و قابل استفاده در دیگ بخار نخواهد بود. در مرحله دوم آب خام فاقد کاتیون به مخزن تبادل آنیونی هدایت می شود و در آنجا آنیون هایی چون سولفید، کلرید، کربنات و سیلیکا با یونهای هیدروکسید تبادل می شوند و نهایتاً هیدروژن تولید شده در مرحله اصلاح کاتیونی با هیدروکسید تولید شده در مرحله اصلاح آنیونی با هم ترکیب و آب مناسب را برای استفاده در دیگ بخار تولید می نماید.

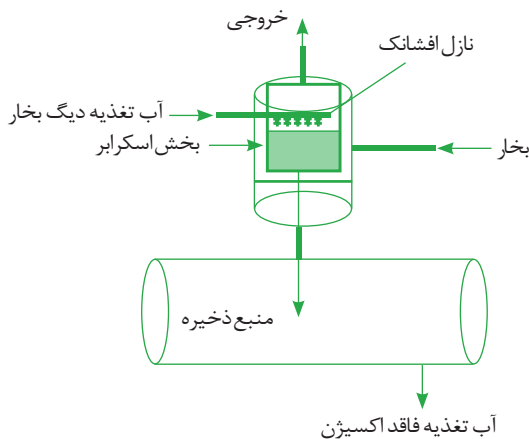


شکل ۶-۷: فرآیند مینرال زدایی دو بستری



شایان ذکر است که ظرفیت رزینهای تبادل آنیونی و کاتیونی محدود بوده و به مرور زمان پتانسیل اولیه خود را از دست می دهند. بنابراین هر چند گاه یک بار نیاز به شارژ مجدد رزین های تبدالی می باشد. برای این منظور از آب شور برای شارژ مجدد بسترهای تبادل کاتیونی از جنس سدیم زئولیت استفاده می شود. برای شارژ مجدد بسترهای تبادل کاتیونی و آنیونی به ترتیب از اسید کلریدریک (یا اسید سولفوریک) و سود سوزآور استفاده می شود.

دیگر روش های جداسازی ناخالصی از آب خام استفاده از اسمز معکوس، الکترولیز و الکترو دیالیز می باشد. همچنین در فرآیند اصلاح آب، ضروری است که اکسیژن محلول در آب خام و قبل از ورود به سیستم حذف گردد تا از ایجاد خوردگی جلوگیری شود. برای این منظور معمولاً از طریق گرم نمودن آب جهت کاهش اکسیژن محلول استفاده می شود. گرمای مورد نیاز برای افزایش دما از بخار دیگ تأمین می گردد (شکل ۷-۷). غلظت اکسیژن محلول قبل از ورود به دیگ بخار می بایست به کمتر از ۱۵ قسمت در بیلیون (ppb) کاهش یابد.



شکل ۷-۷: فرآیند هوا زدایی

برای بهره برداری بهینه از دستگاه اکسیژن زدایی باید توجه داشت که بخار آب از بخش هواکش به خوبی تهویه شود. بخاری که از دریچه تهویه به بیرون هدایت می شود می بایست قابل رویت بوده و ارتفاع آن حدود ۱۵ سانتی متر بالاتر از دریچه تهویه باشد. طول یا ارتفاع بخار قابل رویت نباید بیش از ۶۰ سانتی متر باشد چرا که در غیر اینصورت بخار، بی جهت در حال به هدر رفتن می باشد. همچنین بایستی اکسیژن محلول آب پس از افزایش دما به صورت مستمر اندازه گیری شود تا از حذف آن اطمینان حاصل گردد.

مطالبی که تاکنون ارائه شد بیشتر جنبه اصلاح آب خام و قبل از ورود به دیگ بخار را پوشش می دهد لیکن برای بهره برداری بهینه، مناسب است تا در داخل دیگ بخار نیز تمهیداتی اندیشیده شود. برای این منظور لازم است که سطح داخلی دیگهای بخار از لایه نازکی (عمدتاً اکسید آهن مغناطیسی و سیاه رنگ) برای جلوگیری از خوردگی آستر کشی شود. لذا برنامه های اصلاح آب باید به گونه ای برنامه ریزی شود که علاوه بر اصلاح آب خام، حفظ و نگهداری از آستر داخلی دیگ بخار را نیز در برگیرد. برای این منظور دو اقدام جدی برای تنظیم





مناسب غلظت اکسیژن محلول و pH آب ضروری است. قسمت اعظم اکسیژن محلول در واحد اکسیژن زدایی که قبلاً بحث شد جداسازی می شود، لیکن مقادیر بسیار کمی نیز وارد دیگ بخار شده و در ایجاد خوردگی تأثیر می گذارد. بنابراین در منبع تغذیه آب برای اکسیژن زدایی کامل باید از مواد شیمیایی بهره گرفت. معمولاً سولفید سدیم به عنوان عامل کاهنده اکسیژن محلول مورد استفاده قرار می گیرد.

استفاده از این ماده شیمیایی بسیار ارزان قیمت بوده و اثر بخشی آن نیز بسیار بالا است. البته استفاده بی رویه از سولفید سدیم در دیگهای بخار با فشار بیش از ۹۰۰ بار می تواند باعث ورود این ماده به بخار شده و در سیستم خنک کننده اختلال ایجاد نماید. در این گونه موارد می توان از جاذب های اکسیژن با پایه آلی استفاده نمود.

علاوه بر مواد یاد شده، استفاده از فسفات برای کاهش اکسیژن محلول نیز مرسوم است.

مزایای استفاده از فسفات به شرح زیر می باشد:

الف - فسفات نقش بافر را برای تنظیم pH ایفاء می نماید و بدین ترتیب موجب جلوگیری از خوردگی می شود.

ب - فسفات موجب ترسیب کلسیم و منیزیم به صورت رسوب نرم می گردد که به آسانی از دیگ بخار قابل جداسازی است.

ج - فسفات به تشکیل لایه نازک اکسیدها بر روی لایه داخلی دیگ بخار کمک نموده که بدین ترتیب جدار داخلی در برابر خوردگی مقاومت بیشتری پیدا می کند.

متداول ترین ترکیبات فسفات که در اصلاح آب دیگهای بخار بکار می روند موادی همچون فسفات سدیم (مونو فسفات سدیم، دی فسفات سدیم و تری فسفات سدیم) و یا پلی فسفات سدیم هستند. عملکرد تمامی مواد یاد شده تقریباً یکسان است و انتخاب هر یک از آنها تابع شرایط دیگ بخار می باشد. همانگونه که قبلاً ذکر شد استفاده از ترکیبات فسفات موجب تشکیل لجن حاوی کلسیم و منیزیم می شود که برای جداسازی آن می بایست برنامه منظمی تدوین گردد. گرچه استفاده از فسفات موجب افزایش تعداد دفعات پاک سازی دیگ بخار به لحاظ افزایش حجم لجن میگردد، لیکن تجربه نشان داده است که استفاده از این ماده در دیگ بخار خوردگی را به حداقل می رساند.

باید توجه داشت که استفاده از پلیمرها و شلاتها در اصلاح آب دیگ بخار موجب ترسیب کلسیم و منیزیم نمی شود بلکه با این مواد ادغام شده و ترکیب نسبتاً پایدارتری را بوجود می آورند. زیرکش (بلودان) از موارد اساسی در اصلاح آب دیگهای بخار به شمار می آید. هدف از زیرکش (بلودان) محدود ساختن غلظت ناخالصی ها به آب دیگ بخار است. میزان زیرکش بسیار حساس و بحرانی است، چنانچه مازاد زیرکش زیاد موجب افزایش بی رویه مصرف انرژی و هزینه های مرتبط با مواد شیمیایی می شود و زیرکشی کم نیز موجب افزایش غلظت ناخالصی ها در آب دیگ بخار می گردد. معیار دقیقی برای میزان زیرکشی در دسترس نمی باشد چرا که این میزان تابعی از کیفیت آب بوده و لذا می تواند بین ۱ الی ۲۵٪ متغیر باشد. حتی محل زیرکشی (بلودان) نیز می تواند از سطح آب در محل غلطک بخار، غلطک لای، هدر تحتانی و یا زیر دیگ بخار باشد. عمل زیرکش می تواند به صورت های مستمر و متناوب انجام شود. ذیلاً قواعد پایه که در عمل زیرکشی باید رعایت شوند، ارائه می گردد.



الف - در دیگ های بخار از نوع غلطکی بهتر است تا غلظت از طریق زیرکش در محل غلطک بخار صورت پذیرد. توصیه شده است که عمل زیرکشی از نوع مستمر انجام شود.

ب - زیرکش از محل غلطک لای موجب جدا سازی ذرات معلق جامد می گردد، ولی استفاده از این روش می تواند باعث ایجاد وقفه در جریان آب ورودی به دیگ بخار شده و صدمات جدی به دیگ وارد نماید. در صورتیکه زیرکش از قسمت تحتانی دیگ بخار انجام شود باید سعی شود تا در کوتاه ترین زمان این عمل انجام گیرد و به صورت منظم صورت پذیرد.

ج - در خصوص زیرکش از دیگ های بخار از نوع فایر تیوب می توان عمل زیرکش را به صورت مستمر یا متناوب انجام داد. یکی از روش های جلوگیری از اتلاف انرژی، نصب دستگاه بازیافت حرارت بوده که اکنون به صورت اقتصادی در بازار به فروش می رسند و ظرفیتهای پائین زیرکش واحد ۵۰۰ کیلوگرم در ساعت را پوشش می دهند.

سود به صورت ترکیب هیدروکسید سدیم یا هیدروکسید پتاسیم به طور جداگانه یا همزمان برای کنترل pH آب دیگ های بخار مورد استفاده قرار می گیرد. در بعضی موارد سود را به همراه پلی فسفات استفاده می نمایند. هیدرازین و آمونیاک از دیگر مواد شیمیایی هستند که در اصلاح آب دیگهای بخار بکار گرفته می شوند. استفاده از هیدرازین و آمونیاک در اصلاح آبهایی که دارای سختی زیاد هستند، توصیه نمی گردد چرا که اثر بخشی آنها در این نوع آبها بسیار ضعیف است. از طرفی هیدرازین که به نوعی از جمله مواد شیمیایی خطرناک محسوب می شود، به طور متداول در صنایع مورد استفاده واقع نمی شود و استفاده از آن بیشتر مختص نیروگاه های تولید برق است. خوردگی در کندانسورها، تله های بخار و لوله های تقطیر به طور متداول صورت می گیرد. لذا pH آب می بایست توسط مواد شیمیایی نظیر آمین ها در حد خنثی قرار گیرد.

متداول ترین آمین هایی که مورد استفاده قرار می گیرند مورفولین، سیکلو هکسیلامین و دی اتیل آمینو اتانول (DEAE) هستند. بهترین گزینه استفاده همزمان از مخلوط آمینها است و برای این منظور باید درصد اختلاط انواع آمین ها توسط مشاورین دیصلاح تعیین گردد. در اثر استفاده از انواع آمین ها لایه نازکی بر سطوح داخلی تأسیسات یاد شده ایجاد می گردد که مانع واکنش اکسیژن محلول با فلز بدنه تأسیسات می شود و بدین ترتیب از خوردگی جلوگیری به عمل می آید.

۷-۵-۵- سود اقتصادی ناشی از اجرای صحیح برنامه های اصلاح آب

در بخش های مختلف این فصل قویا و مکررا توصیه شد تا برای اصلاح آب خام و جلوگیری از خوردگی و دیگر صدمات از مشاورین خبره و دیصلاح استفاده شود. در یکی از کارخانه های واقع در آریزونا، مشاورین پی بردند که یکی از شش واحد برج خنک کننده کارخانه با بازدهی ۵۶٪ مشغول فعالیت است. پس از بررسی های دقیق مشخص شد که مشکل رسوب گذاری در سیستم حادث شده است و با استفاده از اسیدهای مناسب نسبت به رفع مشکل اقدام و بازدهی ۹/۵ درصدی حاصل شد. ادامه بررسی ها نشان داد که تعداد ۵ واحد از ۶ واحد برج های خنک کن نیز دارای گرفتگی و تجمع بیولوژیکی است که با استفاده از آب فشار قوی، نسبت به رفع گرفتگی ها اقدام شد. نهایتاً در اثر پاکسازی و اجرای برنامه های جدید اصلاح آب خام مجموعاً ۲۶ هزار دلار در مصرف مواد شیمیایی و ۷۰ هزار دلار در مصرف انرژی صرفه جوئی به عمل آمد. همچنین مصرف آب به میزان ده میلیون لیتر کاهش یافت. لذا اقدامات اصلاحی نه تنها موجب افزایش بهره وری می شود، بلکه از توقف خط تولید برای اجرای تعمیرات کلی نیز جلوگیری می نماید.



۷-۶- مدیریت مصرف انرژی در زمینه احتراق

سوزاندن بهینه سوخت مستلزم توجه و رسیدگی به کلیه وسایل احتراق می باشد. قبل از آنکه به مشکلات خاص برخی از سیستم های احتراق پرداخته شود، ابتدا آن دسته از مشکلات که به طور مشترک در سیستم های احتراق وجود دارد، مورد بحث و بررسی قرار خواهد گرفت.

۷-۶-۱- تزریق هوای اضافی

هوای اضافی به معنای میزان هوایی می باشد که بیش از حد تئوری که برای احتراق کامل سوخت نیاز است، وارد سیستم می گردد. هوای اضافی با فرآیند بهینه احتراق تداخل نموده و از بازدهی سیستم می کاهد. بنابراین با اجرای برنامه های خاص و مستمر، میزان هوا مرتباً مورد پایش قرار می گیرد تا تنظیمات لازم به عمل آید. ساده ترین و بهترین روش جلوگیری از ورود هوای اضافی آن است که منافذ و محل های ورود هوا به داخل محفظه احتراق شناسایی و مسدود گردند. برای پیدا کردن منافذ می توان با روشن کردن یک شمع و جهت گیری شعله شمع به طرف جریان هوا به نقطه مورد نظر پی برد. البته در روشهای پیشرفته، محفظه احتراق را با دود زیاد پر می کنند و این دود مسیر خود را از منافذ به بیرون پیدا و نهایتاً محل مورد نظر شناسایی می گردد. در نسلهای جدید کوره های احتراق، سیستمهای اندازه گیری اکسیژن تعبیه گردیده که به طور مستمر وضعیت هوای داخل کوره را مورد پایش قرار می دهد.

۷-۶-۲- دمای هوای احتراق

دمای هوای احتراق از عوامل متداول در بازدهی کلیه کوره های احتراق به شمار می آید. به عبارت دیگر دمای هوای احتراق می تواند شدیداً بازدهی دیگ بخار را تحت تأثیر قرار دهد. تغییر در دمای هوای احتراق مستقیماً بر میزان هوای مورد نیاز جهت احتراق کامل تأثیر می گذارد. بعبارت دیگر استفاده از هوای اضافی به منزله هدر رفتن انرژی، افزایش دمای دودکش و کاهش بازدهی دیگ بخار است. کمبود هوای لازم در کوره احتراق نیز موجب احتراق ناقص سوخت و ایجاد دوده می شود. برای کاهش اتلاف انرژی از مشعل های پیشرفته استفاده می شود تا حتی تحت ۱۵٪ هوای اضافی بتواند با توان لازم و با راندمان و بازدهی بالا به کار خود ادامه دهد. البته به علت تغییر دما در کوره احتراق (در فصلهای مختلف سال) میزان هوای اضافی نیز تغییر می یابد. در جدول (۷-۸) تأثیر تغییر دما بر سطح هوای اضافی نشان داده شده است.

جدول ۷-۸: تأثیر دما بر میزان هوای اضافی در کوره های احتراق

دمای هوا (فارنهایت)	تأثیر بر هوای اضافی (%)	حداکثر وضعیت مطلوب
۴۰	۲۵/۵	
۵۰	۲۰/۲	
۸۰	۱۵	نقطه تنظیم اولیه
۱۰۰	۹/۶	
۱۲۰	۱/۱	





از ارقام جدول می توان نتیجه گیری کرد که اگر دمای هوای احتراق به میزان ۳۰ درجه فارنهایت کاهش یابد، حدود ۵٪ به میزان هوای اضافی افزوده می شود و اگر کاهش دما به ۴۰ درجه فارنهایت برسد در آن صورت ۱۰٪ به هوای اضافی افزوده می شود. در صورتیکه کوره احتراق مجهز به سیستم اندازه گیری میزان اکسیژن نباشد، می توان از علایمی نظیر رنگ شعله، شکل شعله و حتی صدای کوره به تنظیم یا عدم تنظیم بودن کوره احتراق پی برد. علاوه بر کوره هایی که مجهز به دستگاه آنالیزور اکسیژن می باشند در سال های اخیر وسایل الکترونیکی پیشرفته تری وارد بازار شده است که از قابلیت های بالاتری برخوردارند. به عنوان مثال این نوع وسایل جدید ضمن آنالیز کیفی سوخت ورودی، تنظیمات لازم را به کوره احتراق نسبت به تغییر در کیفیت سوخت اعمال می نماید.

۷-۶-۳- نوع سیستم احتراق

سیستم احتراق گازی شامل تجهیزاتی چون کنتور گاز، افشانک (نازل) احتراق، سیستم کنتور و تحویل هوا و سیستم شعله می گردد. اگر کنترل اکسیدهای نیتروژن در سیستم وجود داشته باشد در آن صورت تجهیزات دیگری چون گردش مجدد گاز خروجی نیز در سیستم وجود خواهد داشت. بنابراین برای بهره وری بهینه از سیستم احتراق گازی کلیه تجهیزات فوق الذکر می بایست به خوبی اداره و مدیریت شوند. عمده ترین مواردی که باید در مورد سیستم های احتراق گازی در نظر گرفت به شرح زیر می باشد:

الف - در دیگ های بخار که دارای چندین مشعل می باشند آرایش و چیدمان مشعل ها باید به گونه ای باشد که استفاده همزمان از کلیه مشعل ها به حداقل برسد. برای چیدمان بهتر مشعل ها باید توجه خاصی به دمای محیط در بیرون از دیگ های بخار داشت.

ب - شیر آلات کنترل و تنظیم جریان گاز می بایست به صورت روزانه بررسی و از صحت دستور پذیری آنها توسط سیستم های کامپیوتری اطلاع حاصل نمود.

ج - فشار افشانک (نازل) گاز مرتباً بازدید شود.

د - دمنده های هوا و دستور پذیری آنها از سیستم های کامپیوتری مورد بررسی قرار گیرد.

ه - نسبت سوخت به هوا به تناسب بار تنظیم گردد.

و - سیستم مدیریت مشعل می بایست برای قله (پیک) هر بار تنظیم گردد و سیستم شعله باید طوری تنظیم شود که برای عملکرد ایمن، پذیرای حداقل هوای اضافی باشد.

ز - فشار گاز از مهمترین مواردی است که در عملکرد صحیح مشعل و بازدهی احتراق تأثیر مستقیم دارد. بنابراین فشار های غیر منظم موجب احتراق ناقص، تولید مونو اکسید کربن و دوده خواهد شد که نهایتاً منجر به کاهش بازدهی دیگ بخار می شود. یکی از مواردی که موجب غیر منظم شدن فشار گاز می گردد، سیستم های تحویل گاز شهری است و در پاره ای از موارد در گلاتورهای سیستم فشار گاز نیز در اثر گرفتگی موجب بالا و پائین شدن فشار گاز می گردد. سیستم های احتراق نفتی نیز شامل سیستم شیر آلات کنتور نفت، افشانک مشعل، سیستم های تحویل و کنتور هوا و سیستم مدیریت شعله می گردد. همانند مشعل های گازی اگر کنترل اکسیدهای نیتروژن در سیستم وجود داشته باشد در آن صورت تجهیزات دیگری چون کنترل و تنظیم اکسیدهای نیتروژن نیز وجود خواهد داشت. عمده ترین مواردی که باید در مورد سیستم های احتراق نفتی در نظر گرفت به شرح زیر می باشد:

الف - همانند مشعل های گازی، در دیگ های بخاری که دارای چندین مشعل می باشند، آرایش و چیدمان مشعل ها باید به شکلی باشد که استفاده همزمان از کلیه مشعل ها به حداقل برسد. برای چیدمان



بهتر مشعل ها باید توجه خاصی به تغییرات فصلی دمای محیط در بیرون از دیگ های بخار داشت.

ب - پاکسازی افشانک (نازل) مشعل برای دستیابی به بازدهی بیشتر از ضروریات است. معمولاً در مشعل های نفتی، تجمع دوده در نوک افشانک مشکل زا خواهد بود. بنابراین هرگونه تغییر رنگ در شعله و یا شکل شعله باید به منزله تجمع دوده تلقی و نسبت به پاک سازی آن اقدام شود.

ج - آن دسته از مشعل هایی که نفت سنگین می سوزانند می بایست به طور مرتب تحت مراقبت تغییرات شعله قرار گرفته و به تناسب دمای نفت تنظیم گردد. معمولاً مبدل های حرارتی کثیف موجب تغییر در دمای نفت می شود.

د - سیستم های باز چرخش نفت باید به خوبی عمل نموده و تحت فشار مورد نظر، نفت را به افشانک برساند. اگر فشار تحویل نفت به افشانک متغیر باشد، موجب احتراق ناقص و تجمع دوده و نهایتاً منجر به افزایش هزینه های تولید و کاهش بازدهی سیستم خواهد شد. بنابراین عوامل ایجاد تغییر در فشار نفت (شامل پمپ های فرسوده، شیرآلات قدیمی و محل های نشتی) می بایست ردیابی و نسبت به رفع مشکل اقدام شود. همچنین کمپرسورهای هوا برای حصول اطمینان از تنظیم سوخت به هوا می بایست مورد بازرسی قرار گیرند. سیستم های فعلی احتراق زغال سنگ عمدتاً مبتنی بر زغال سنگ پودر شده است. احتراق بستر سیال نیز از جمله سیستم های احتراق زغال سنگ به شمار می آید که به لحاظ پیچیدگی موضوع در این پروژه مورد بحث قرار نمی گیرد. تشابه زیادی بین سیستم های احتراق گاز و نفت با سیستم های احتراق زغال سنگ پودر شده وجود دارد. سیستم های زغال سنگ پودر شده دارای تجهیزات سوخت رسانی پیچیده تری نسبت به سیستم های نفتی و گازی می باشند. همانند سیستم های گازی و نفتی، سیستم های زغال سنگ پودر شده نیز دارای سیستم کنترل هوا و شعله بوده و سیستم احتراق آن با سوخت نفت و گاز است.

۷-۶-۴- چک لیست متصدیان سیستم های احتراق

الف - نشتی هوا بررسی شود. برای این منظور از فندکهای صنعتی به جای کبریت استفاده شود. به طور مرتب نقاط جوش بر روی کوره را بررسی نمائید.

ب - نفوذ هوا را به داخل مولد بخار بررسی نمائید.

ج - بازدهی (راندمان) دیگ بخار در مقاطع مختلف زمانی اندازه گیری شود.

د - دمای هوای احتراق بررسی شود. بخاطر داشته باشید که تغییرات دمای محیط بیرون در فصل های مختلف می تواند بر دمای هوای احتراق تأثیر بگذارد.

ه - نسبت سوخت به هوا بررسی شود.

و - کوره هایی که دارای چند مشعل هستند، باید بر روی حداکثر بار تنظیم شوند تا روشن شدن تمام مشعل ها به صورت همزمان کاهش یابد.

ز - در مورد سیستم های گازی، دستور پذیری شیرآلات از سیستم های کامپیوتری بررسی شود.

ح - فشار گاز به طور مرتب بررسی شود.

تمامی موارد ذکر شده باید در مقاطع مختلف زمانی بررسی و تکرار شود. معمولاً فروشندگان لوازم، تناوب بازرسی ها را به خریدار اعلام می نماید.





۷-۷- مدیریت مصرف انرژی در مورد کنترل دیگ های بخار

از سال ۱۹۵۰ میلادی تاکنون پیشرفت های چشمگیری در فن آوری های کنترل دیگ های بخار حاصل شده که موجب افزایش بازده و ارتقاء عملکرد آنها گردیده است. بسیاری از مدیران و مالکان سیستم های قدیمی، کنترل دیگ های بخار خود را با سیستم های کامپیوتری تعویض نموده اند و در اثر این اقدام علاوه بر دستیابی به راندمان بیشتر متوجه شدند که طول عمر دیگ های بخار نیز افزایش می یابد. از دیگر مزایای استفاده از سیستم های کنترلی کامپیوتری می توان به قابلیت اطمینان آن در کنترل واحدهای مختلف اشاره نمود. عبارت دیگر سیستم های کامپیوتری به طور همزمان تمام قسمت های تولید بخار را بررسی و در یک زمان تنظیمات لازم را اعمال می نماید. در جدول (۷-۹) مقایسه ای بین دو سیستم کنترل دستی و کامپیوتری به عمل آمده است. نتایج این جدول نشان می دهد که چرا باید از سیستم های کامپیوتری بهره گرفت.

جدول ۷-۹: مقایسه سیستم های کنترلی دستی و کامپیوتری

سیستم های کنترل دستی	سیستم های کنترلی کامپیوتری
نیاز مستمر به کالیبراسیون	یک بار تنظیم و رها کردن سیستم به حال خود
نیاز به تغییرات دستی	تغییرات توسط نرم افزاری کامپیوتری
دشواری در افزایش بار	سهولت در افزایش بار
دشواری در تعمیرات	تشخیص عیب و رفع آن
نیاز به جمع آوری آمار جداگانه	جمع آوری آمار از طریق نرم افزار
ضربه پذیری در برابر تغییرات ناگهانی	انعطاف پذیری در برابر تغییرات ناگهانی

۷-۷-۱- کنترل مشعل

دیگ های بخاری که مجهز به چندین مشعل با فن آوری های جدید ریز پردازها (میکروسور) هستند، عملکرد بهتری از خود نشان می دهند. سیستم های قدیمی قادر به اندازه گیری جریان هوا و سوخت به دیگ بخار بوده و متعاقب آن نسبت سوخت به هوا را برای احتراق بهینه تنظیم می نمود. زمانی که یکی از چند مشعل خاموش می شد، تنظیم سوخت به هوا برای سیستم های قدیمی دشوار بوده و در حقیقت نشت جریان هوا از مشعل خاموش به داخل محفظه احتراق باعث برهم خوردن نسبت سوخت و هوا می شد و عملاً بازدهی دیگ بخار کاهش می یافت. اما سیستم های جدید کامپیوتری که عمدتاً دارای منطق فازی هستند، تنظیمات دقیق تری از سوخت به هوا را فراهم می آورند و صرفه جویی سوخت را تا حد ۳٪ میسر می سازند. در حقیقت در سیستم های جدید کامپیوتری از تنظیم کننده خودکار و مستمر سوخت به هوا استفاده می شود. به عبارت دیگر محدود نمودن ورود هوای اضافی موجب جلوگیری از اتلاف حرارتی می شود. اغلب مشعل ها در زمان کاهش بار، نیاز به هوای (اضافی) بیشتری نسبت به زمان پرباری دارند، چرا که در دوره های کاهش بار، دمای شعله کاهش می یابد و تنظیم سوخت به هوا اثر بخشی خود را از دست می دهد. با کمک سیستم های هوشمند کامپیوتری میزان بار دیگ بخار شناسایی و تنظیمات لازم به عمل می آید. عبارت دیگر سیستم های کامپیوتری با اندازه گیری میزان اکسیژن در گاز خروجی، تنظیمات دقیق تری را در نسبت سوخت به هوا ایجاد می نمایند. اگر هوای احتراق بیش از حد کاهش یابد، احتراق ناقص حادث شده و بازدهی دیگ بخار کاهش می یابد. کمترین هزینه تولید بخار



زمانی صورت می پذیرد که هوای احتراق متناسب با نیاز تنظیم شده باشد (نه کمتر و نه بیشتر). بنابراین برای تنظیم بهتر سیستم سوخت به هوا علاوه بر کنترل کننده اکسیژن، وسیله دیگری برای کنترل مونواکسید کربن نیز تعبیه می گردد.

در حقیقت سیستم کامپیوتری با اندازه گیری غلظت مونواکسید کربن در گاز خروجی، دستور لازم را برای تنظیمات بهینه صادر می کند. ذکر این نکته حائز اهمیت است که در طرح جامع نیازسنجی بخار تمام بخش های صنعت به دقت مورد بررسی قرار می گیرد و بخار مورد نیاز هر واحد تعیین می گردد. تنظیمات دیگ بخار باید به نحوی برنامه ریزی شود که بخار مورد نیاز تولید و از تولید بی رویه جلوگیری شود. تنظیم فشار کوره موجب افزایش راندمان دیگ بخار می شود و از طرفی از تخریب دیگ بخار جلوگیری می کند. در اثر تغییر بار در دیگ بخار، فشار در داخل کوره تغییر یافته و به همین دلیل کوره با استفاده از یک برنامه غیر خطی نسبت به تنظیم فشار اقدام نموده و بازدهی دیگ بخار را حفظ می نماید. دمای بخار خروجی از دیگ بخار بر استفاده کنندگان بخار و عملکرد دیگ بخار تأثیر گذار است. اگر دمای بخار به حد کافی نرسد، امکان تخریب و سایشی که از بخار تغذیه می شوند وجود خواهد داشت و از طرفی دمای مازاد بر طراحی دیگ بخار موجب کوتاه شدن طول عمر دیگ بخار می گردد. برای تنظیم بهتر دمای بخار مورد نیاز در سیستم های جدید کامپیوتری از منطق فازی بهره گرفته می شود.

۷-۲- راهبردهای کنترل و پایش

استفاده از سیستم های کامپیوتری در کنترل فرآیندهای دیگ بخار موجب بهره برداری بهینه می گردد، لیکن باید در نظر داشت که اکثر سیستم های کامپیوتری فقط برای تنظیم عملکرد فرآیند و آمار برداری طراحی شده اند. لذا در صورت بروز مسایل و مشکلات جدید که نیاز به خاموش کردن کل سیستم است، مسئول فرآیندهای دیگ بخار می بایست رأساً تصمیم گیری نماید. به عبارت دیگر سیستم های کامپیوتری علاوه بر تنظیمات ساده و حساس، نسبت به ارسال آمار و اطلاعات دیگر بخش ها به متصدی اقدام می نماید. مسئول ذیربط با مشاهده آمار و اطلاعات می بایست تصمیم نهایی را در مورد خاموش کردن و یا ادامه فعالیت دیگ بخار اتخاذ نماید. از دیگر مزایای بهره گیری از سیستم های کامپیوتری می توان به عدم لزوم پر کردن فرم های بازرسی سیستم به صورت ساعتی یا روزانه اشاره نمود، چرا که اینگونه آمارها به طور مستمر توسط سیستم کامپیوتری جمع آوری، پردازش و در اختیار قرار می گیرد. پردازش داده ها توسط سیستم کامپیوتری موجب تسریع در انجام محاسبات پیچیده شده و از این بابت وقت مسئول دیگ بخار برای دیگر امور آزاد می شود. ضمن آنکه کلیه محاسبات بر اساس استانداردهای انجمن های بین المللی نظیر انجمن مهندسين مکانیک آمریکا (ASME) انجام می پذیرد. به عنوان مثال عملکرد توربین های گازی بر اساس محاسبات روش ASME-PTC-22 انجام می شود که طی آن محاسبات بازدهی حرارتی، برق حرارتی، مصرف ویژه سوخت توربین گازی و نرخ حرارتی توربین گازی اندازه گیری می شود. محاسبات ژنراتور باز یافت حرارت از بخار با روش ASME-PTC E-E انجام می شود که شامل موارد زیر می گردد:

- مصرف سوخت مشعل داکت
- بازدهی ژنراتور باز یافت حرارت از بخار
- تلفات ژنراتور باز یافت حرارت از بخار





- اثربخشی کلی ژنراتور باز یافت حرارت از بخار
- تعیین نقطه بهینه عملکرد سیستم باز یافت حرارت
- در خصوص محاسبات عملکرد توربین بخار از روش ASME-PTC 6 استفاده می شود که موارد زیر را تحت پوشش قرار می دهد:
- جریان بخار و آنتالپی کندانسور
- نرخ حرارتی توربین بخار
- بازدهی فشار بالا
- بازدهی فشار میانی
- بازدهی فشار پایین
- همچنین برای محاسبات دیگر عملکردها به شرح زیر عمل می شود:
- معادلات سیکل توربین (1-6-ASME)
- محاسبات عملکرد دیگ بخار (1-4-ASME)
- معادلات محاسبه عملکرد مکنده آب تغذیه
- در خصوص محاسبات عملکرد کندانسور از روش ASME-PTC-12.1 استفاده می شود که موارد زیر را در بر می گیرد:
- فشار کندانسور
- انتقال کلی حرارت
- فاکتور پاکیزگی نسبت به طراحی اولیه انتقال حرارت
- عمل خنک سازی سیستم
- تجمع و یا مقاومت بیولوژیکی در داخل سیستم
- دمای آب سرد
- عملکرد برج خنک کن
- کل سوخت مصرفی سیستم
- میزان استفاده از حرارت
- همانگونه که از موارد فوق الذکر مشخص است، آمار و اطلاعات در مورد عملکرد فعلی و طراحی شده همزمان در اختیار کاربر قرار می گیرد. در نهایت آمار و اطلاعات عملکرد فعلی با آن چیزی که سازنده مدعی آن بوده است به صورت منحنی در اختیار قرار می گیرد. بنابراین میزان تلفات سیستم سریعاً شناخته می شود و از لحاظ اقتصادی کمی می گردد. به طور خلاصه جهت ارزیابی عملکرد سیستم، موارد زیر کلیدی به شمار می آید:
- محاسبه لحظه به لحظه عملکرد سیستم
- اندازه گیری عملکرد مورد انتظار
- نمایش داده ها و نتایج برای مسئول سیستم
- محاسبه عملکرد کلی سیستم
- برای جلوگیری از صدور دستور نادرست جهت تصحیح وضعیت سیستم، بهتر است تار قام محاسباتی مورد آنالیزهای آماری قرار گیرد. این نوع آنالیزها مسئول دیگ بخار را از ۲ مورد زیر مطلع می نماید و بر اساس آن تصمیم صحیح اتخاذ خواهد شد.
- الف - آیا تغییر در عملکرد سیستم به لحاظ اندازه گیری غلط است؟
- ب - آیا تغییر در عملکرد سیستم به لحاظ خرابی در بخش های مختلف است؟



ذکر این نکته حائز اهمیت است که بازدهی یک دیگ بخار به تنهایی مربوط به طراحی آن دیگ به منظور دستیابی به بازدهی مورد نظر نیست، بلکه عوامل دیگری چون چیدمان واحدهای مختلف صنعت، فن آوری های عملیاتی و ساختار اهداف در بازدهی دیگ بخار مؤثر خواهند بود. این عوامل همچنین در اقتصاد احتراق تأثیر گذار می باشند. به طور کلی هر صنعت دارای چندین واحد مختلف می باشد که هر یک از آنها هزینه هایی را دربر می گیرد. به عنوان مثال انرژی بخار برای چرخاندن پمپ ها مورد استفاده واقع می شود و واحد تصفیه و اصلاح آب، مواد شیمیایی را به مصرف می رساند. بنابراین هزینه های کارخانه به تنهایی در اثر بکارگیری حداکثر بار برای استفاده از حداکثر بازدهی دیگ بخار صورت نخواهد پذیرفت. به عبارت دیگر هزینه های بخار می بایست دقیقاً محاسبه و در بهینه سازی کلی سیستم وارد شود.

به طور کلی هزینه های (قیمت تمام شده) بخار بر اساس فرمول زیر قابل محاسبه است:

$$\text{هزینه سوخت} \square (\text{انتالپی بخار} + \text{انتالپی آب تغذیه}) + \text{هزینه های وسایل یدکی} = \text{هزینه انرژی بخار} = \frac{\text{هزینه سوخت} \square (\text{ارزش حرارتی سوخت} \square \text{بازدهی})}{(\text{ریال/ساعت})}$$

برای بهره برداری صحیح از دیگ بخار می بایست تخصیص مناسب بار به اجراء گذارده شود. برای این منظور باید از فن بهینه سازی غیر خطی، استفاده نمود. در این فن تغییر در قیمت بخار و تغییرات بار به طور همزمان در نظر گرفته می شود. حتی در بعضی موارد شاید لازم باشد تا به منظور کاهش هزینه های تولید بخار، بار مورد نیاز از یک دیگ بخار که هزینه های بالاتری دارد به دیگ بخار دیگری که هزینه های کمتری دارد، منتقل شود.

۷-۸- مدیریت انرژی در تجهیزات باز یافت حرارت

تجهیزات باز یافت حرارتی در برگیرنده انواع مختلفی از مبدل های حرارتی می باشد که در محل هائی از فرآیند نصب شده و امکان جذب حرارت از گازهای حاصل از احتراق و گازهایی که از سوپر هیتر ها و بخش های تولید کننده بخار عبور کرده اند، را به وجود می آورد.

۷-۸-۱- اکونومایزرها

اکونومایزرها از راه جذب حرارت ناشی از گازهای خروجی از بخش سوپر هیتر انتهای واحد گرمایش مجدد یا گازهای خروجی از مجموعه تبخیر کننده های بویلر فاقد گرمایش مجدد، به بهبود راندمان دیگ بخار کمک می کنند. حرارت جذب شده به آب تغذیه منتقل می شود که با دمای بسیار پائین تری نسبت به بخار اشباع شده وارد دیگ بخار می شود.

اکونومایزر از مجموعه ای از لوله ها تشکیل شده است و در دو شکل استوانه ای و یا سطحی ساخته می شود. نوع استوانه ای معمولاً دارای لوله هایی با قطرهای مختلف است که می تواند دارای لوله های موئین و یا بخش هایی با حلقه های چند گانه باشد. لوله هایی که با سطوح داغ ارتباط دارند، عموماً از فولاد با کربن پائین ساخته می شود. چون فولاد حتی در مجاورت مایعی با اکسیژن پائین نیز در معرض خوردگی خواهد بود، لذا آب موجود در سیستم باید عملاً و به صورت ۱۰۰ درصد فاقد اکسیژن آزاد باشد. در ایستگاه های مرکزی و دیگر مجموعه های بزرگ معمول است





که از جداکننده های اکسیژن استفاده می کنند. در دیگ های بخار کوچک و فشار پائین، اکونومایزر از آهن ریخته گری شده ساخته می شود. کاربرد این نوع از اکونومایزرها معمولاً به فشارهای کمتر از ۵۰ Psig محدود می شود.

خوردگی و نشتی در اکونومایزر

در دیگ های بخار زغال سوز، تجمع ذرات باقیمانده از سوختن زغال موجب بروز خوردگی در لوله های اکونومایزر می شود. عملکرد مداوم در بالاتر از توان نامی و عدم کنترل هوای اضافی نیز باعث ایجاد خوردگی خواهد شد. وجود هر گونه مانع در مسیر عبور ذرات خاکستر زغال موجود در گازهای خروجی، بدلیل جمع شدن این ذرات در بخش هایی که مانع وجود دارد، موجب تسریع در خوردگی فلزات محیط می شود. لذا لازم است تا در برنامه تعمیر و نگهداری دوره ای سیستم، حتماً شستشوی لوله ها در زمانی که سیستم در مدار نمی باشد در نظر گرفته شود. بروز شکستگی و نشتی در لوله های اکونومایزر باید به سرعت مورد توجه واقع شود. هر گونه تأخیر در تعمیرات ممکن است منجر به خسارات جدی شود و تعمیرات جزئی را مبدل به تعمیرات اساسی نماید. عدم توجه به شکستگی در لوله های اکونومایزر، همچنین موجب مخلوط شدن آب موجود در لوله ها و ذرات معلق موجود در گازهای احتراق می شود.

یکی دیگر از نکاتی که باید در بکارگیری اکونومایزرها در زمانی که فشار در حال افزایش می باشد مورد دقت قرار گیرد، انباشته شدن بخار در اکونومایزر است. در طول این مدت هیچ آب تغذیه ای به اکونومایزر وارد نمی شود. با این حال، حتی در اکونومایزهایی که در مناطق کم فشار قرار گرفته اند، بخار تولید می شود و تا زمان جاری شدن آب تغذیه در آنجا باقی مانده و انباشته می شود. این مسأله موجب دشواری کنترل تخلیه آب اضافی شده و ضربات ناشی از آب را بوجود می آورد. برای رفع این مسأله می توان آب تغذیه را به طور مداوم تأمین نموده و همزمان بخار اضافی را از اکونومایزر خارج کرد و یا آب دیگ بخار را در اکونومایزر جاری کرد. اگر بین دیگ بخار و اکونومایزر یک خط لوله گردشی وجود داشته باشد، شیر موجود در این خط لوله باید در زمانهای جاری شدن مداوم آب تغذیه از اکونومایزر به دیگ بخار، باز باشد.

۷-۸-۲- گرم کن های هوا

گرمکن های هوا، بخشی از گرمای گازهای خروجی را قبل از ورود به محیط بیرونی جذب کرده و به عبارت دیگر سبب خنک شدن گازهای خروجی می شود و گرمای جذب شده از این راه را به هوای ورودی به سیستم احتراق منتقل می کند و به این ترتیب بازدهی سیستم احتراق افزایش می یابد.

در دیگ های بخار صنعتی گازسوز و یا مازوت سوز، لازم نیست که گرمای جذب شده توسط گرمکن های هوا به سوخت مایع و یا گاز طبیعی ورودی منتقل شود. اما در کوره های با سوخت زغال پودری، باید این حرارت را به پودر زغال ورودی منتقل نمود تا رطوبت موجود در آن قبل از احتراق کاهش یابد. در دیگ های بخار با سوخت جامد تا زمانی که رطوبت سوخت کمتر از ۲۵ درصد است نیازی به استفاده از این هوای گرم جذب شده نمی باشد. خوردگی مهمترین مشکل مرتبط با بهره برداری بهینه از گرمکن های هوا می باشد. گوگرد موجود در سوخت، رطوبت موجود در گاز و نوع احتراق همگی در ایجاد خوردگی سهیم هستند. در حالیکه طراحی خوب و بکارگیری روش های مناسب تعمیر و نگهداری سبب عملکرد بهینه گرمکن های هوا می شود. از جمله روش های مناسب تعمیر و نگهداری می توان به دوده زدائی و شستشوی با آب اشاره نمود.

دوده زدائی

بعضی از انواع گرمکنهای هوا به تجهیزات زدودن دوده مجهز می باشد. در این گرمکن ها از بخار فوق گرم یا



هوای فشرده خشک به عنوان واسطه تمیز کردن گرمکن استفاده می شود. البته استفاده از هوای فشرده خشک به بخار ترجیح دارد چون فاقد رطوبت است، ولی لازم است تا تمهیدات کافی برای استفاده از تله های بخار و جداکننده های رطوبت، به منظور حذف هر گونه رطوبت از هوا اندیشیده شود. همچنین تمهیدات مشابه در مورد استفاده از بخار نیز باید در نظر گرفته شود تا بخار تا حد ممکن فاقد هر گونه رطوبت باشد.

شستشو با آب

استفاده از آب برای جدا کردن ذرات ریز و فوق العاده ریز در جاهایی که نتوان از روش دوده زدائی استفاده کرد، مؤثر می باشد. بیشتر ذرات ریزی که در گرمکنها وجود دارند، قابل حل شدن در آب بوده و با استفاده از تجهیزات مناسب پاشش آب بسادگی از گرمکن هوا جدا می شود. شستشو با آب معمولاً زمانی انجام می شود که سیستم در مدار نیست. چنانچه بار دیگ بخار کم باشد و گرمکن هوا کاملاً در فضای ایزوله از دیگ بخار قرار گرفته باشد، عمل شستشو را می توان در زمان فعالیت سیستم نیز انجام داد.

۷-۹- بهینه سازی در سیستم های توزیع بخار

۷-۹-۱- کلکتورهای اصلی بخار و اتصال بهینه چند بویلر با یکدیگر

در مواردی که نیاز به بخار به مقدار زیاد باشد باید از چند بویلر به طور همزمان استفاده نمود و برای استفاده از بخار این بویلرها، باید ابتدا بخار کلیه بویلرها به یک کلکتور اصلی وصل و از آنجا به طرف مصرف کننده هدایت شود. در این حالت باید این اتصال به نحوی باشد که تمام بویلرها در یک شرایط بار کار کنند تا باعث نشود که یکی از بویلرها در بار کامل یا بالاتر و دیگری در ۲۰ درصد بار کامل باشد که این باعث می شود به یکی از بویلرها فشار وارد شود.

ضمناً علاوه بر رعایت چیدمان کلی کلکتورهای بخار، به منظور اطمینان از خروج بخار تولیدی از کلکتور به طرف مصرف کننده به نحو مطلوب و با بهترین کیفیت انجام گیرند باید به موارد زیر توجه کرد:

الف - بخار خروجی از دیگ ها و کلکتور حتی المقدور خشک و عاری از رطوبت باشد.

ب- مرحله Warm-up و راه اندازی کاملاً کنترل شده و تدریجی صورت گیرد.

ج- از امکان تحت فشار قرار گرفتن تصادفی و ناگهانی یک دیگ توسط بقیه دیگ ها ممانعت به عمل آید.

د- توزیع بخار به داخل سایت به نحو مناسب صورت گیرد.

۷-۹-۲- استفاده از شیرهای کنترل بخار (Control Valves)

جهت کنترل دما و فشار بخار به استفاده از شیرهای کنترل نیاز است تا با ایجاد افت فشار متناسب و محدود کردن عبور جریان، باعث تغییر دبی به میزان دلخواه شد. استفاده از شیرهای کنترل باعث ثابت نگه داشتن دما، فشار و یا میزان جریان یکنواخت و در نتیجه صرفه جویی اقتصادی می گردد.

انواع شیرهای کنترل عبارتند از:

- شیرهای کنترل دستی
- شیرهای کنترل ترموستاتیک
- شیرهای کنترل از نوع پیلوت دار
- شیرهای کنترل الکتریکی



- شیرهای کنترل نیوماتیکی

اگر قطر شیرهای کنترل بخار بزرگتر از حد باشد باعث ایجاد نوسان در پارامترهای مورد نظر (فشار یا دما) شده و در نتیجه منجر به کنترل ضعیف خواهد شد و همچنین خوردگی و فرسایش قسمت های داخلی شیر تشدید خواهد شد. اگر قطر آن کوچکتر از حد باشد، قادر به کنترل و عبور حداکثر بار نبوده و از طرفی باعث طولانی شدن زمان راه اندازی سیستم و کاهش راندمان کلی مجموعه خواهد شد. بهترین حالت برای انتخاب شیر وقتی است که بتواند در حالت ۹۰-۸۵٪ باز، عمل کنترل را انجام دهد. ضمناً قبل از شیرها حتماً باید از سپریتور و صافی استفاده نمود تا از جمع شدن آب داخل آنها جلوگیری گردد.

۷-۹-۳- شیرهای فشار شکن

امروزه اکثر دیگ های بخار به منظور کار در فشارهای نسبتاً بالا طراحی می شود در حالی که در بیشتر موتورخانه ها، مصرف کننده هایی با فشار کاری کمتر از فشار ماکزیمم دیگ ها وجود دارد. کارکرد دیگ با فشار کمتر از فشار طراحی منجر به کاهش بازده و نیز افزایش احتمال ورود آب به داخل سیستم خواهد شد و به همین دلیل دیگ ها باید با فشار ماکزیمم طراحی کار نمایند و در صورت لازم برای مصرف کننده های فشار پایین، با استفاده از شیرهای فشار شکن، فشار مناسب را تأمین نمود. ضمناً از آنجایی که در فشارهای پایین تر، میزان انرژی نهان بخار بیشتر از فشارهای بالاتر است، امکان انتقال حرارت بیشتر در مصرف کننده های فشار پایین میسر می باشد. همچنین کاهش فشار باعث کاهش میزان فلاش بخار در خروجی مصرف کننده ها و مجدداً افزایش راندمان خواهد شد. اساس کار تمامی شیرهای تقلیل فشار بخار بر پایه عبور جریان از روزه ای با قطر کوچک می باشد که در واقع حد فاصل قسمت های Plug و Seat بوده و هر چه این اندازه کوچکتر باشد، فشار بخار بیشتر کاسته خواهد شد.

انواع این شیرها عبارتند از:

- شیرهای فشار شکن با عملکرد مستقیم
- شیرهای فشار شکن از نوع پیلوت دار
- شیرهای فشار شکن نیوماتیکی

در انتخاب مناسب شیرهای فشار شکن باید به محل استفاده از شیر دقت نمود و از نحوه مصرف بخار اطلاع حاصل شود. در بارهای کوچک که افت بسیار زیادی مورد نظر نیست، بهترین انتخاب شیر با عملکرد مستقیم می باشد. در مصارف بیشتر بخار و به منظور کنترل بسیار دقیق، شیرهای از نوع پیلوت دار می تواند بهترین انتخاب باشد.

۷-۹-۴- تجهیزات سیستم توزیع بخار

در توزیع بخار ابتدا باید کیفیت بخار تولیدی برای مصرف کننده مناسب باشد و همچنین کم کردن تلفات خطوط توزیع بخار قبل از اینکه بخار به مرحله انتهای مسیر برسد بسیار حائز اهمیت می باشد. از جمله تلفاتی که می توان در سیستم توزیع به آن اشاره نمود عبارتند از:

- طراحی لوله های انتقال بخار
- عدم عایق کاری لوله ها و تلفات تشعشعی
- تلفات فلاش بخار
- عدم برگشت آب کندانس



۷-۹-۵- طراحی بهینه خطوط توزیع بخار (piping design)

در طراحی خطوط توزیع بخار سه نکته بسیار حائز اهمیت می باشد:
الف) انتخاب سایز (قطر) مناسب لوله ها بر حسب سرعت بخار، سرعت بخار برای فشارهای مختلف برابر است با:

$$P < 4\text{bar} : V = 20-25 \text{ m/s}$$

$$P > 4\text{bar} : V = 25-40 \text{ m/s}$$

ب) رعایت فاصله مناسب

در طراحی سیستم توزیع بخار باید مصرف کننده ها تا منبع تولید بخار کمترین فاصله را داشته باشند. یعنی کوتاهترین مسیر باشد تا از تلفات مسیر کاسته شود.

ج) عایق کاری

در اثر عدم عایق کاری یا عایق نامناسب، تلفات تشعشعی از لوله ها بسیار بالا می باشد. در عایق کاری لوله ها باید با توجه به دما و فشار بخار موجود، جنس عایق و ضخامت عایق مناسب انتخاب شود. برای کاهش تلفات باید اولاً کوتاه ترین مسیر تا مصرف کننده را انتخاب نمود ثانیاً اندازه لوله ها را تا آنجا که امکان پذیر است کوچکتر انتخاب کنیم. در جدول زیر تلفات حرارتی در لوله های بدون عایق و با عایق با توجه به قطر، دما و ضخامت عایق آورده شده است.

جدول ۷-۱۰: تلفات حرارتی در لوله های بدون عایق و با عایق بر حسب قطر لوله، دما و ضخامت عایق

قطر لوله (mm)	دمای سطح لوله (°C)	ضخامت عایق (mm)	تلفات حرارتی (w/m)	
			بدون عایق	با عایق
۱۰۰	۹۰	۲۸	۲۹۰	۶۷
	۱۵۰	۵۰	۷۷۰	۱۱۵
	۲۰۰	۶۴	۱۴۴۰	۱۴۴
۱۵۰	۹۰	۳۸	۴۱۰	۹۰
	۱۵۰	۵۰	۱۲۵۰	۱۷۰
	۲۰۰	۶۴	۱۹۲۰	۱۸۵
۲۰۰	۹۰	۳۸	۵۳۰	۱۱۰
	۱۵۰	۵۰	۱۴۴۰	۱۹۵
	۲۰۰	۶۴	۲۶۴۰	۲۴۰

برای مثال اگر لوله ای به قطر ۱۰۰ mm و به طول ۶۰ m و با دمای ۲۰۰ °C بدون عایق داشته باشیم تلفات حرارتی در اثر عدم عایقکاری با فرض کارکرد ۴۰۰۰ ساعت در سال و راندمان ۸۰ درصد بویلر برابر است با:

$$Loss = \frac{(1440 - 144) \times 60 \times 4000}{0.8} = 388800000 \text{ w/yr} = 1320 \text{ MJ/yr}$$



در نتیجه در لوله کشی سیستم بخار باید تمام خطوط، شیرها و فلنج ها کاملاً عایق کاری شده تا از تلفات تشعشعی ناشی از عدم عایق کاری جلوگیری شود.

۷-۹-۶- محاسبه میزان پاشش مستقیم بخار (Flash Steam)

یکی از راه های کاهش تلفات در سیستم توزیع بخار جلوگیری از فلاش بخار و یا بازیافت آن می باشد، چون دارای انرژی بالا برای بازیافت می باشد و همچنین کیفیت (خشکی) بخار مصرفی بالا می رود و یکی از راه های بازیافت آن استفاده از فلاش بخار برای پیش گرمایش آب در واحدهای فشار پایین می باشد. مقدار فلاش بخار تابعی از فشار بخار می باشد یعنی هر چه فشار بالاتر رود فلاش بیشتر خواهد شد.

۷-۹-۷- نشتی های بخار

یکی از آشکارترین منابع تلفات در سیستم توزیع، نشتی بخار از شیرهای معیوب، اتصالات و فلنج ها می باشد. این نشتی ها که به راحتی قابل تشخیص می باشد باید برطرف گردد زیرا یک نشتی کوچک می تواند انرژی زیادی را تلف نماید. به عنوان مثال در یک سیستم با فشار بخار ۷ bar با سوراخی به اندازه ۰/۸ mm، بیش از ۱۵۰۰ لیتر سوخت مایع در سال تلف می شود.





National Petrochemical Company

Energy Management Requirements





الزامات مدیریت انرژی
Energy Management Requirements



فصل هشتم:

راهنمای برنامه ریزی و اجرای ممیزی انرژی عبوری

سند حاضر با هدف ارائه راهنمایی و حفظ یکپارچگی در تدوین مستندات مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست شرکت ملی صنایع پتروشیمی، توسط مدیریت HSE شرکت تهیه شده و کلیه حقوق آن محفوظ و متعلق به آن شرکت می باشد.



۸-۱- تعریف ممیزی انرژی (Energy Audit)

ممیزی انرژی به روشی گفته می شود که طی آن با انجام سلسله اقداماتی می توان مقادیر مصرف انواع حامل های انرژی و موفقیت های این مصارف را در محل های مصرف و به تفکیک مصرف کنندگان انرژی مشخص و معین نموده و در نهایت نیز با روش مقایسه ای نسبت به شناسایی و ارزیابی وضعیت انرژی پرداخت.

هدف: تعیین مقادیر مصرف و شاخص های انرژی برای بخش ها یا محصولات مختلف در مجتمع، شناسایی فرصت های بهینه سازی و کاهش مصرف انرژی و در نهایت ارزیابی فنی و اقتصادی اجرای راهکارهای موثر در دستیابی به صرفه جویی در مصرف انرژی و کاهش انتشار آلاینده های زیست محیطی ناشی از مصرف انرژی.

عمده ترین موانع موجود در انجام ممیزی انرژی عبارتند از:

- عدم اطلاع کافی در مورد ممیزی انرژی و فواید آن
- نقش کم اهمیت انرژی در هزینه ها
- محدودیت منابع انسانی، فنی و مالی

نکات مهمی که پیرامون ممیزی انرژی باید مد نظر باشد عبارتند از:

- ۱- گروه ممیزی باید شامل تخصص های فنی لازم مربوطه باشد.
 - ۲- تکرار و تداوم اجرای ممیزی انرژی بستگی به تاثیر فعالیت ها و اقدامات برنامه مدیریت انرژی دارد.
 - ۳- موفقیت ممیزی انرژی بستگی به آمادگی ها و پیش زمینه هایی دارد که قبل از انجام اقدامات عملی فراهم شده اند.
 - ۴- گزارش ممیزی باید در مدت زمان مشخص تهیه و تکمیل گردد.
 - ۵- توصیه ها و پیشنهادی های ارائه شده باید بر اساس اولویت های هزینه ای و زمانی طبقه بندی شوند.
 - ۶- باید توجه داشت که زمانیکه اقدامات پیشنهادی و توصیه ها اجرا نشوند، تغییر مهمی در مصرف انرژی ملاحظه نخواهد شد.
- با عنایت به مراتب فوق، مصرف انرژی یکی از هزینه های عمده قابل کنترل در اغلب سازمانها است و پتانسیل قابل توجهی در کاهش مصرف و در نتیجه هزینه مربوطه وجود دارد. صرفه جویی های متنوعی را می توان بدون افزایش هزینه قابل توجه و با سرمایه گذاری اندک کسب کرد. حال آنکه صرفه جویی بیشتر معمولاً با سرمایه گذاری بیشتر قابل اکتساب است که معمولاً نرخ بازگشت سرمایه مناسبی دارد. از این رو است که سرمایه گذاری در خصوص بهره وری انرژی می تواند به سود آوری بیشتر منجر شود.
- ممیزی انرژی از جمله فعالیت های موثر هر سازمان است که مایل به کنترل هزینه های انرژی و خدمات خود می باشد. این ممیزی مشخص می نماید 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 نمونه گیری برنامه ریزی شده و بهبود هزینه های جاری» تعریف شده است. در اینجا واژه «ممیزی انرژی» منظورهای زیر را برآورد می کند:



- (۱) به دست آوردن مقدار و چگونگی مصرف انرژی یا تبدیل آن از شکلی به شکل دیگر
- (۲) مشخص کردن فرصتهای کاهش انرژی
- (۳) برآورد اقتصادی روشهای کاهش مصرف فوق
- (۴) فرموله کردن توصیه های بهبود فرآیند

۸-۱-۱- اجرای ممیزی انرژی

- ۱- بررسی اطلاعات ثبت شده و یا اندازه گیری مصرف انرژی
- ۲- تشخیص اجزاء پر مصرف انرژی
- ۳- تشریح تفصیلی داده های مورد نیاز
- ۴- محاسبه موازنه جرم و انرژی برای به دست آوردن تلفات انرژی
- ۵- دسته بندی فرصتهای صرفه جویی انرژی
- ۶- تخمین پتانسیل های صرفه جویی برای هر یک از این فرصتها
- ۷- برآورد هزینه هر یک از طرح ها
- ۸- تعیین اولویت های صرفه جویی مصرف انرژی

۸-۱-۲- اولویت ها در ممیزی انرژی

با توجه به ارزیابی عملکرد جاری، اولویتهای در ممیزی انرژی را می توان تعیین کرد. معمولاً انرژی با حداکثر هزینه را در اولویت نخست قرار می دهند. همچنین ضمن رعایت استانداردهای لازم، بایستی امکانات بالقوه صرفه جویی مشخص گردد. در برخی از طرح ها اولویت به زمینه هایی اختصاص می یابد که صرفه جویی 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 زمینه هایی که امکان صرفه جویی در آنها وجود دارد مشخص نمودن مقدار و هزینه انرژی و خدماتی است که در محل استفاده می شود. این موضوع نه تنها شامل سوخت ها: اعم از نفت، زغال سنگ، گاز یا انرژی الکتریکی است بلکه در برگیرنده آب و در بعضی موارد سوخت مصرفی و وسائل نقلیه نیز می باشد.

پس از تکمیل این بررسی باید نرخ خریداری خدمات مورد ارزیابی قرار گیرد. زیرا بدون شک سرمایه گذاری در پروژه های مهندسی به صلاح نیست مگر اینکه نتوان 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 صرفه جویی های حاصل از بهبود وضعیت خریدها و پروژه های مهندسی را حفظ و نظارت نمود، می توان با استفاده از تکنیک های استاندارد، نظارت و هدف گذاری^۱ منابع موجود را به گونه موثرتری مدیریت نموده و صرفه جویی ها را افزایش داد. برای این منظور ضروری است تصویر دقیقی از مصرف جاری انرژی را به دست آورد. باید تعیین کرد که چه مقدار انرژی به صورت های گوناگون استفاده می شود، هزینه های واحد هر

1. Monitoring and Targeting



یک چيست، مورد استفاده هر کدام مشخص شده و تعيين شود که کدام مورد استفاده اساسی و کدام استفاده غير اساسی دارد.

این اطلاعات را می توان از منابع زیر به دست آورد:

- صورت حساب های سوخت، برق و آبرسانی برای حداقل یکسال
- بررسی اطلاعات ثبت شده و یا اندازه گیری شده از مصرف انرژی
- اطلاعات مربوط به تولید

۸-۱-۳- 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
- ترتیب دادن جلسات و مصاحبه های مورد نظر با بخش های مختلف کارخانه
- تعیین نمودن احتیاجات لجستیکی مورد نیاز و تهیه ابزار دقیق
- آشنایی با فرآیند تولید دستگاه های انرژی بر، تجهیزات طرح و ایجاد انگیزش و حساسیت لازم در مدیران برای توافق در انجام 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 جهت جمع آوری اطلاعات و انجام اندازه گیری های مربوطه جهت درک جزئیات بیشتر روش های مدیریت مصرف انرژی

ج- خاتمه کار ممیزی انرژی

- تجزیه و تحلیل اطلاعات جمع آوری شده (حرارتی و الکتریکی)
- تهیه گزارش ممیزی انرژی به منظور ارائه راهکارها و توصیه های لازم به مدیران کارخانه
- تشکیل جلسات و ارائه گزارش ممیزی انرژی و رهنمودهای آن به مدیران کارخانه جهت آگاهی از وضعیت موجود، روش های اصلاحی و ایجاد انگیزش

۸-۱-۴- انواع سطوح ممیزی انرژی

• ممیزی انرژی مقدماتی (عبوری)^۱

- هدف از انجام ممیزی انرژی مقدماتی بیان کمی صرفه جویی ها در مصرف و هزینه های انرژی در مناطق انرژی بر کارخانه و میزان پتانسیل صرفه جویی در آن و شناخت و ارائه راهکارهای اصلاحی می باشد.
- برای انجام ممیزی مشخصات زیر لازم است:
- گروه ممیزی شامل ۴ متخصص (برق- مکانیک- شیمی- فرآیند) می باشد که می تواند در گروه های 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.

1. Walk through Audit





- عمدتاً گزارش نهایی شامل موارد زیر خواهد بود:

- اطلاعات اساسی گزارش شده و بیان کمی صرفه جوئی های امکان پذیر و اعلام توصیه های خاص

• ممیزی انرژی جامع (تفصیلی)^۱

هدف:

ارائه گزارش مهندسی در مورد فرآیند یا سیستم هایی که دارای 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 توصیه های فنی و مهندسی و برآورد هزینه ها و صرفه جویی ها
- بیان جزئیات و آنالیز اقتصادی زمینه های صرفه جویی انرژی
- طرح ریزی برای اجرای پروژه های تعریف شده در زمینه های صرفه جویی در مصرف انرژی

۸-۱-۵- روال ممیزی انرژی

- تعریف مرزهای ناحیه یا محدوده ای که تحت ممیزی انرژی قرار می گیرد و همچنین بیان تمامی جزئیات محاسبات انجام شده

- طرح ریزی و اجرای اقدامات لازم ممیزی انرژی
- جمع آوری داده ها و اطلاعات با استفاده از اسناد ثبت شده و قابل دسترس، مذاکره و گفتگو با افراد و اندازه گیری های عملی و لازم
- ایجاد و توجه به روابط اجتماعی و انسانی مناسب
- آماده سازی جداول و چک لیستهای لازم
- به دست آوردن اطلاعات بیشتر از افراد مطلع در محل

۸-۱-۶- روشهای اجرایی در انجام ممیزی انرژی مقدماتی

مقدمات:

- ۱- بحث و مذاکره با ارباب رجوع در مورد اقداماتی که می بایست انجام شود.
- ۲- جمع آوری اطلاعات در مورد مصرف و هزینه انرژی
- ۳- بازبینی هر یک از زمینه های شناسایی شده و جمع آوری اطلاعات مربوطه
- ۴- شناسایی مواردی که می بایست اندازه گیری شوند
- ۵- شناسایی پتانسیل های صرفه جویی در مصرف انرژی
- ۶- امکان بیان نتایج، یافته ها و پیشنهادات

1. Detailed Audit



پس از ممیزی:

- ۱- ارزیابی دقیق به همراه جزئیات مفصل و طبقه بندی مصارف انرژی
- ۲- تجزیه و تحلیل کامل کارآیی مصرف انرژی از طریق موازنه های جرم و انرژی
- ۳- بیان کمی کلیه تلفات و پتانسیل های صرفه جویی در مصرف انرژی
- ۴- تجزیه و تحلیل و امکان سنجی مقدماتی جهت اجرای موارد صرفه جویی انرژی
- ۵- تهیه و ارائه پیشنهاد پروژه های امکان پذیر صرفه جویی و ترسیم جداول اجرایی هر یک از پروژه ها
- ۶- ارزیابی فعالیت های جاری و برنامه ریزی شده مدیریت انرژی
- ۷- تهیه گزارش نهایی ممیزی

۸-۱-۷- روشهایی اجرایی ممیزی انرژی جامع (تفصیلی)

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 پروژه های انرژی که مطالعه و ارزیابی مهندسی شده اند و در عین حال شناخت نیازمندی های این پروژه (از قبیل اندازه گیری های لازم، ایمنی، جمع آوری داده ها و ...)

ب- پیش زمینه ها

- ۱- بحث و مذاکره با کارفرما در مورد فعالیت هایی که می بایست انجام شوند.
- ۲- جمع آوری کامل اطلاعات و داده های لازم در مورد مصارف کلی و جزئی (خاص) انرژی و هزینه های مربوطه
- ۳- بازدید از هر یک از زمینه هایی که اجرای پروژه های انرژی در مورد آنها امکان پذیر بوده و قبلاً شناسایی و اطلاعات عملکردی مربوطه نیز جمع آوری شده است.
- ۴- بحث و تبادل نظر با افراد در رابطه با نیازهای خاص پروژه های صرفه جویی انرژی که پیشنهاد شده اند.
- ۵- بررسی جزئی تر تلفات آشکار انرژی و ارائه توصیه های مربوطه (در صورت امکان) که منجر به صرفه جویی در مصرف انرژی و هزینه ها شود.

ج- پس از ممیزی

- ۱- تجزیه و تحلیل طبقه بندی شده از مصرف انرژی همراه با جزئیات کامل
- ۲- تجزیه و تحلیل عملکرد مصرف انرژی با توضیحات کامل و با برقراری موازنه های دقیقتر جرم و انرژی
- ۳- ارزیابی تخمین های به کار برده شده در مورد صرفه جویی انرژی که قبلاً در ممیزی انرژی مقدماتی مطرح گردیده است.
- ۴- شناسایی فرصت های صرفه جویی انرژی
- ۵- ارائه پیشنهادات فنی جهت کاهش مصرف انرژی برای هر یک از فرصت های شناسایی شده
- ۶- بررسی و تایید قابلیت اجرایی پروژه های انرژی پیشنهاد شده از نقطه نظر فنی و اقتصادی
- ۷- تهیه طرح پیشنهادی برای بودجه هر یک از پروژه های پیشنهادی



- ۸- ترجیحاً، ارائه راه های موجود جهت تهیه امکانات مالی اجرایی پروژه های صرفه جویی در مصرف انرژی
- ۹- طرح و توصیه ها و پیشنهادهایی در مورد بهبود سیستم مدیریت انرژی موجود
- ۱۰- تهیه گزارش نهایی ممیزی انرژی که بیانگر تمامی نتایج مربوطه، توصیه ها و پیشنهادات عملی و اجرایی است. حال پس از بیان تعاریف و کلیات مورد نیاز در زمینه ممیزی انرژی، ممیزی عبوری و تفصیلی، به بحث اصلی این بخش یعنی اجرای ممیزی انرژی عبوری در بخش های مختلف سیستم پرداخته می گردد.

۲۳۱

۸-۲- اجرای ممیزی عبوری در سیستم های روشنایی

نکات کلی

- نور خروجی از یک منبع روشنایی با واحد لومن مورد سنجش قرار می گیرد.
 - لومن بر وات نسبت میزان روشنایی تولید شده به ازای انرژی مصرف شده را نشان می دهد که هر چه این نسبت بیشتر باشد، راندمان سیستم روشنایی بالاتر خواهد بود.
 - مقدار روشنایی قابل دسترس در مکان مورد آزمایش بر حسب واحد foot-candles توسط یک نورسنج دستی قابل مشاهده می باشد.
- برای آشنایی بیشتر با ویژگی های انواع مختلف لامپ ها، اطلاعات مفیدی در جداول ۸-۱ و ۸-۲ ارائه شده است.

جدول ۸-۱: مشخصات انواع لامپ های متداول

Type	Color	Lumens/ Watt	Restrike (Min)	Full Output (Min)	Avg Lamp Life 1000 (Hours)
Incandescent	Warm yellow	8-24*	-	-	0.75-3.5
Fluorescent	Varies, a lot of Options are available	60-100	-	-	7.5-20
Mercury Vapor	Very blue white- tends to get greenish with time	35-55	3-7	3-7	10-24
Metal Halide	"white", significant color shift with time	60-110	7-15	2-5	6-20
High Pressure Sodium	Yello orange	40-125	2-6	1-2	7.5-24
Low Pressure sodium	VERY monochro- matic yellow	70-180	-	7-15	10-18

جدول ۸-۲: اختلاف های موجود در لامپ های فلوروسنت و اجزاء آن ها

Lamp	Ballast	Relative Energy Consumption for same lighting level as standard lamp and magnetic ballast.
Standard	Standard magnetic	100%
Standard	Efficient magnetic	87%
Standard	Electronic	75%
Efficient	Standard magnetic	90%
Efficient	Efficient magnetic	80%
Efficient	Electronic	68%
T8	Ballast	56%



پرسش‌ها

- (۱) آیا چراغ‌هایی در فضاها ی خالی وجود دارند؟ ☐ بلی ☐ خیر
- (۲) آیا روشنایی خارجی در طول روز وجود دارد؟ ☐ بلی ☐ خیر

• خاموش نمودن دستی چراغ‌های موجود: از آنجایی که هیچگونه سرمایه‌گذاری در این روش نیاز نمی‌باشد لذا این روش مناسب‌ترین شیوه در صرفه‌جویی انرژی روشنایی است.

• "نصب سنسورهای photo electric و occupancy: این روش راهکاری مطمئن‌تر جهت بهینه‌سازی بیشتر بدون نیاز به اوپراتور می‌باشد که در اماکنی مثل پمپ‌خانه، اتاق ملاقات، حمام، انبار یا محل ذخیره‌سازی، دارای کاربرد می‌باشد.

• جایگزینی لامپ‌های بخار سدیم فشار بالا (HPS) در محیط‌های کم‌استفاده با لامپ‌های فلوروسنت که علاوه بر عدم نیاز به بازرسی، از سرعت نصب بالایی نیز برخوردار می‌باشند: هر چند لامپ‌های HPS دارای راندمان بالایی می‌باشند ولی زمان طولانی restrike، این نوع لامپ‌ها را به یک انتخاب نامناسب برای محیط‌های کم‌استفاده بدل نموده است (زمان گرم شدن این لامپ‌ها قدری طولانی می‌باشد).

• جایگزینی یا تعمیر photocontrol‌های معیوب.

(۳) آیا میزان روشنایی موجود از مقدار توصیه شده آن بیشتر می‌باشد؟ ☐ بلی ☐ خیر

استفاده از یک نور سنج دستی جهت اندازه‌گیری میزان روشنایی موجود در محیط مورد نظر و مقایسه آن با مقادیر پیشنهادی جدول ۸-۳ توصیه می‌گردد.

جدول ۸-۳: میزان روشنایی مورد نیاز در قسمت‌های مختلف

Type	Foot- candles	Type	Foot- candles
Assembly/ Inspection		Warehouse	
Simple	20-50	Inactive	5-10
Moderate	50-100	Active	
Complex	100-200	Large items	10-20
Very Complex	200-500	Small items	20-50
Exacting	500-1000	Boiler Room	20-50
Machine Shops			
Rough Bench	20-50		
Fine bebch or			
Machine work	200-500		
Control Room	20-100	Corridor's, Lobbies	10-20
Mechanical Room	20-50	Office	40-100

• کاهش میزان روشنایی در جاهایی که امکان آن وجود دارد: برای برخی از فضاها میزان روشنایی در نظر گرفته بیشتر از حد مجاز است از جمله این محیط‌ها می‌توان به فضای انبار و کريدور اشاره نمود.

• کاهش میزان روشنایی کل و نصب task lighting: این روش می‌تواند در عین حالیکه روشنایی



مناسب را با متمرکز نمودن نور در نقطه مورد نظر فراهم نماید، میزان روشنایی کل را نیز کاهش می دهد.

۴) آیا لامپ رشته ای در سیستم روشنایی مورد نظر نصب شده است؟ ☐ بلی ☐ خیر

• جایگزینی لامپ رشته ای با لامپ های فلوروسنت T8 و بالاست های الکترونیکی مناسب :

لامپهای فلوروسنت حدود ۲۵٪ تا ۳۵٪ انرژی کمتری نسبت به لامپهای رشته ای برای تولید همان سطح روشنایی مصرف می کنند. طول عمر آنها نیز حدود ۱۰ برابر بیشتر از طول عمر لامپهای رشته ای است. این لامپها حدود ۲۰٪ از انرژی الکتریکی را به انرژی نورانی تبدیل می نمایند.

امروزه سازندگان لامپهای فلوروسنت دریافته اند که هرچه قطر و طول لامپ کمتر باشد، مصرف انرژی کمتری دارد. لامپهای فلوروسنت با توجه به قطر آنها به دسته های T2, T5, T8, T10 و T12 تقسیم می گردند، طول عمر لامپهای فلوروسنت T8 و T12، مشابه و در حدود ۲۰ هزار ساعت است. با گذشت زمان میزان نوردهی لامپها کاهش می یابد. در مقایسه این دو می توان گفت که با گذشت ۴۰ درصد از طول عمر لامپ ها، هنوز ۹۰ درصد نوردهی اولیه نوع T8 و ۸۰ درصد نوع T12 برقرار است. لامپ های T8 به همراه بالاست الکترونیکی، به طور معمول ۳۲ درصد مصرف انرژی کمتری نسبت به لامپهای T12 با بالاست مغناطیسی دارند. لامپهای T5 نیز دارای بالاست الکترونیکی نیز حدود ۴۵ درصد مصرف انرژی کمتری نسبت به لامپهای T12 دارند.

• جایگزینی لامپ رشته ای با لامپ های فلوروسنت فشرده (CFL): لامپ فلوروسنت فشرده (CFL) یا لامپ پربازده که در ایران به لامپ کم مصرف معروف شده است، نوعی از لامپهای فلوروسنت با قطر کم است. این لامپ از نظر نحوه ی نصب مشابه لامپهای رشته ای می باشند. لامپ های CFL با توجه به کاهش مصرف انرژی نسبت به لامپهای رشته ای (حدود یک- پنجم) و جایگزینی آسان آنها با لامپهای رشته ای، گزینه ی مناسبی برای صرفه جویی در مصرف انرژی به شمار می روند.

• جایگزینی لامپ های رشته ای با لامپ های بخار سدیم فشار بالا (HPS) در اماکنی که رنگ روشنایی حائز اهمیت نمی باشد : امروزه این نوع لامپ ها تبدیل به محبوب ترین نوع لامپ ها برای روشنایی فضای بیرون گردیده اند، محفظه تخلیه این لامپ ها، علاوه بر جیوه دارای سدیم و گاز کریپتون برای راه اندازی است و از اکسید آلومینیوم ساخته می شود که در برابر فعالیت شیمیایی بخار سدیم پرفشار و دمای بالا مقاوم است. این ماده به سادگی شکل پذیر نمی باشد و بنابراین الکترودها به میله های مولیبدنی که در هر یک از دو انتهای محفظه تخلیه از طریق ذوب شدن جوش خورده است، متصل می گردند. برخی از انواع لامپ های بخار سدیم پر فشار، دارای یک راه انداز داخلی می باشند که امکان عبور جریان از بالاست را می دهد و پس از آن با باز کردن یک مدار، ولتاژ پالسی بسیار زیاد را در دو سر محفظه تخلیه برقرار می کند. برخی دیگر نیز مانند لامپ های متال هالاید، نیاز به راه انداز الکترونیکی خارجی به همراه بالاست دارند. عیب اصلی لامپ های HPS کیفیت رنگ نامناسب آنها است. این لامپ ها نوری تولید می نمایند که برای روشنایی داخلی مناسب نمی باشد.

• جایگزینی لامپ های رشته ای با لامپ های پربازده متال هالاید (MH) در اماکنی که کیفیت و رنگ نور مورد توجه می باشد : نور این لامپ ها اغلب سفید رنگ بوده و در حالت کلی بازدهی بیشتری نسبت به لامپ های HPS ندارند. به طور تقریبی استفاده از این لامپ باعث افزایش ۸۰ درصدی راندمان سیستم روشنایی می گردد در ضمن قابل ذکر است این نوع لامپ ها برای رسیدن به حداکثر میزان روشنایی نیاز به دقایقی وقت دارند.



(۵) آیا در سیستم روشنایی از لامپ های فلوروسنت استاندارد استفاده گردیده است؟

بلی ☐ خیر ☐

• جایگزینی لامپ های فلوروسنت و بالاست آن با فلوروسنت های مدل T8: با انجام این عمل راندمان سیستم حدوداً ۳۵ تا ۴۵ درصد افزایش می یابد در ضمن استفاده از لامپ های T8 با بالاست و تجهیزات لامپ های فلوروسنت استاندارد در یک وسیله و نیز بالعکس قرار گیری لامپ فلوروسنت استاندارد در متعلقات لامپ T8 می تواند مشکل ساز باشد.

(۶) آیا فلوروسنت های موجود دارای بالاست های مغناطیسی می باشند؟ بلی ☐ خیر ☐

• نصب بالاست های الکترونیکی: با استفاده از بالاست های الکترونیکی ۱۰ تا ۲۵ درصد به میزان راندمان افزوده می گردد هر چند تعیین نوع بالاست نصب شده بدون بازرسی بصری ممکن است قدری دشوار باشد.

(۷) آیا در سیستم روشنایی از لامپ های بخار جیوه استفاده می گردد؟ بلی ☐ خیر ☐

در گذشته به سبب عمر طولانی، این نوع لامپ بسیار مورد توجه قرار می گرفت. در حالیکه امروزه به این نکته پی برده شده است که این نوع لامپ ها به هیچ وجه اقتصادی نبوده و راندمان بالایی ندارد زیرا با گذشت زمان میزان روشنایی آن ها کاسته شده در حالیکه همچنان به همان میزان اولیه انرژی مصرف می نماید.

• جایگزینی لامپ های بخار جیوه با لامپ های پر بازده متال هالید در اماکنی که کیفیت و رنگ نور حائز اهمیت می باشد.

• جایگزینی لامپ های بخار جیوه با لامپ های فلوروسنت T8 و بالاست الکترونیکی متناسب با آن.

۸-۳- اجرای ممیزی عبوری در موتور ها و تجهیزات مرتبط با آن

نکات کلی

• برخی از مهمترین قوانین سرانگشتی جهت محاسبه میزان مصرف انرژی الکتریکی در موتور ها در جدول ۸-۴ قابل مشاهده می باشد:

جدول ۸-۴ برآورد پارامترهای مربوط به موتورها

هزینه عملیاتی یک موتور با بار ۷۵%	۶۰\$ به ازای هر یک HP
توان الکتریکی لازم موتور	۳ کیلو وات به ازای هر HP ۵ بار گذاری موتور
آمپر مصرفی موتور ۴۶۰ ولت سه فاز در load کامل	۱/۲ آمپر به ازای هر HP بارگذاری موتور
آمپر مصرفی موتور ۲۳۰ ولت سه فاز در load کامل	۲/۴ آمپر به ازای هر HP بارگذاری موتور

در ارتباط با مقادیر جدول فوق فرض شده است که:

- موتور ۷۵٪ بارگذاری شده و در این میزان بارگذاری دارای راندمان ۹۰٪ می باشد.



– $0.05 \text{ $/kilowatthour (kWh)}$ برای تامین الکتریسیته هزینه می گردد.

– موتور یک شیفت در روز و به مدت ۸ ساعت، ۵ روز در هفته و ۵۰ هفته در سال در حال کار است.

• از جدول ۵-۸ می توان برای تخمین میزان قیمت، هزینه ها، راندمان و صرفه جویی موتور استفاده کرد:

جدول ۵-۸: برآورد قیمت و راندمان موتورها

توان موتور HP	قیمت موتورهای استاندارد به ازای هر HP	برای موتورهای با راندمان بالا به ازای هر HP	افزایش راندمان	صرفه جویی سالیانه برای یک شیفت کاری
5-10	۵۵ تا ۷۰ دلار به ازای هر HP	۱۳ تا ۲۰ دلار به ازای هر HP	3.5-5.0	۳ تا ۵ \$ به ازای هر HP
15-30	۵۵ تا ۶۰ دلار به ازای هر HP	۱۰ تا ۱۵ دلار به ازای هر HP	3.5-5.0	۳ تا ۴/۵ \$ به ازای هر HP
40-125	۵۵ تا ۶۰ دلار به ازای هر HP	۱۰ تا ۱۵ دلار به ازای هر HP	3.0-3.5	۲/۵ تا ۳ \$ به ازای هر HP
150-300	۵۵ تا ۶۰ دلار به ازای هر HP	۱۰ تا ۱۵ دلار به ازای هر HP	2.0-3.0	۲ \$ به ازای هر HP

هدف از تدوین جدول فوق ارزیابی پتانسیل های موجود در زمینه صرفه جویی می باشد.

– موتورها در ۵۰٪ از بارگذاری کامل دارای عامل قدرت و کارایی نسبتاً ثابت می باشند اما سپس این دو فاکتور (عامل قدرت و کارایی) به سرعت سیر نزولی طی می نمایند.

– موتورهای بزرگتر دارای راندمان بیشتری نسبت به انواع کوچکتر آن می باشند.

– کنترل دور موتور (VSD) وسیله الکترونیکی است که سرعت چرخش موتور را با تغییر فرکانس تغییر می دهد که به سه دسته زیر تقسیم می گردد:

۱- Voltage Source Inverter (VSI)

۲- Current Source Inverter (CSI)

۳- Pulse Width Modulated (PWM)

برخی از مزایای استفاده از درایورها عبارتند از:

(۱) جریان راه اندازی پایین تر در مقایسه با روش های دیگر که باعث افزایش طول عمر موتور می شود.

(۲) صرفه جویی در انرژی و کاهش هزینه برق مصرفی

(۳) بالا بردن کارایی موتورهای AC

(۴) رنج گسترده ای از سرعت های مختلف و ایجاد گشتاور مورد نیاز

(۵) کاهش جریان های پیک موتور در هنگام راه اندازی

(۶) حفاظت از قسمت های مکانیکی سیستم و جلوگیری از تنش های ایجاد شده بر روی تجهیزات مکانیکی

(۷) جلوگیری از استهلاک ادوات مکانیکی از طریق کاهش جریان راه اندازی موتور

(۸) جبران سازی برخی خطاهای شبکه

(۹) ایجاد گشتاور بالا در لحظه راه اندازی تا ۲۰۰٪ گشتاور نامی

(۱۰) جلوگیری از شوک های الکتریکی روی شبکه برق از طریق کاهش جریان راه اندازی موتور



(۱۱) افزایش طول عمر تجهیزات با تنظیم سرعت موتور با شرایط بار در حین کار

(۱۲) جایگزینی سیستم جدید راه اندازی موتور با تابلوهای قدیمی برق

(۱۳) اشغال کمتری از فضای تابلو و کاهش زمان مونتاژ تابلو و عیب یابی سریع به علت هوشمندی بالای سیستم

(۱۴) با کاهش دور موتور برای کاربردهایی که به دور کمتری از دور نامی موتور نیاز دارند، علاوه بر کاهش هزینه های نگهداری و تعمیر ادوات، توان مصرفی نیز به صورت تصاعدی کاهش می یابد.

(۱۵) باتوجه به سیستم گشتاور متغیر درایو (در مصارف پمپاژ آب) در صورت کاهش میزان آب ذخیره شده در چاه، گشتاور موتور تغییر خواهد کرد و به همان نسبت میزان برق مصرفی کاهش خواهد یافت.

(۱۶) حفاظت موتور و عیب یابی آن

(۱۷) توقف موتور به صورت کاملاً نرم و با شیب خطی

(۱۸) کنترل روی مدت زمان رسیدن به دور نامی و زمان توقف

پرسش ها

(۱) آیا موتور با راندمان استاندارد در سیستم نصب شده است؟ ☐ بلی ☐ خیر

• جایگزینی موتورهای استاندارد با موتورهای با راندمان بالا

- برای موتورهایی با قدرت بین ۵ تا ۳۰ اسب بخار، ۵ - ۳/۵ درصد افزایش راندمان تخمین زده می شود.

- برای موتورهایی با قدرت بین ۴ تا ۱۲۵ اسب بخار، ۳/۵ - ۳ درصد افزایش راندمان تخمین زده می شود.

- برای موتورهایی با قدرت ۱۵۰ اسب بخار و بیشتر از آن ۲ درصد افزایش راندمان تخمین زده می شود.

- میزان صرفه جوئی در هزینه های انرژی سالانه، از رابطه زیر تخمین زده می شود:

$$ES = 0.746 \times HP \times \%L \times N \times C \times \left[\frac{1}{E_{StdEff}} - \frac{1}{E_{HighEff}} \right]$$

که در آن:

ES = The annual energy cost savings (\$/yr)

Hp = Mototr Horsepower

%L = Percent Mototr Load divided by 100

N = Annual Hours of Operation at this load

C = Cost of electricity (\$/kWh)

E_{Std Eff} = Standard Motor Efficiency, as a fraction

E_{HighEff} = High Efficiency Motor Efficiency, as a fraction





۲) آیا در سیستم drive belt (V-belt) های استاندارد نصب گردیده است؟ ☐ بلی ☐ خیر

• جایگزینی V-belt هایی که دارای شکاف و بریدگی هستند با V-belt های مدل ۱ HTD

- با این تغییر ۲٪ افزایش بازدهی قابل پیش بینی می باشد.

۳) آیا در مدتی که فرآیند و سایر تجهیزات در حال عملیات نمی باشند، موتور در حال کار می باشد؟

☐ بلی ☐ خیر

• کاهش مدت زمان عملیات تجهیزات به کمترین میزان ممکن: خاموش نمودن دستگاه هادر زمانهای صرف نهار و یا دیگر زمان هایی که امکان قطع تجهیزات وجود دارد.

• نصب تایمر، سنسور سطح، سنسور مواد و سایر کنترلرها جهت عملکرد اتوماتیکی و یا غیر فعال نمودن تجهیزات در زمان های لازم.

۴) آیا امکان استفاده از ژنراتور DC جهت کنترل دور موتور دستگاه وجود دارد؟ ☐ بلی ☐ خیر

• جایگزینی مجموعه ژنراتور با کنترل دور موتور نیمه هادی^۲: قبل از ورود تجهیزات کنترل دور موتور نیمه هادی که از لحاظ اقتصادی نیز مقرون به صرفه می باشد، ژنراتورهای DC جهت کنترل دور موتور مورد استفاده قرار می گرفته است. این نوع کنترل دور موتور (نیمه هادی) علاوه بر دارا بودن راندمان بالا باعث می گردد که دستگاه به طور مناسبتری شروع به کار نماید.

- با ترکیب Drive، ژنراتور و موتور در یک سیستم ژنراتور DC بازده کلی حدودا ۶۰ الی ۷۰٪ تخمین زده می شود و همچنین با نصب کنترل دور موتور نیمه هادی (VSDs) ۲۵٪ افزایش بازده رخ خواهد داد.

۵) آیا امکان استفاده از Eddy Current drives جهت کنترل دور موتور وجود دارد؟

☐ بلی ☐ خیر

• جایگزینی Eddy Current drives با کنترل دور موتور نیمه هادی:

Eddy Current drives یکی دیگر از روشهای قدیمی و کم بازده جهت کنترل دور موتور می باشد به طوری که از معایب این روش می توان به نیاز به مراقبت های بیشتر، گران تمام شدن تعویض قطعات و مشکل در جایگذاری قطعات اشاره نمود.

- بازده ۸۶٪ برای eddy current clutch در میزان سرعت کامل و بازده ۶۴٪ در سه چهارم سرعت تخمین زده می شود که با اعمال تغییر شرح داده شده فوق ۱۰٪ افزایش راندمان قابل پیش بینی می باشد.

۶) آیا موتور نصب شده همواره در بخشی از بار کامل عمل می نماید؟

☐ بلی ☐ خیر

• تعویض موتورهای بزرگ (Oversized) با موتورهای کوچکتر که دارای راندمان انرژی قابل قبولی می باشد. معایب استفاده از موتورهای Oversized عبارتند از:

- موتور در بار کامل کار نمی نماید.

- بازده موتور به سرعت کاهش یافته به طوریکه موتور در ۵۰٪ ظرفیت کامل عمل می نماید.

- ضریب توان کاهش یافته و هزینه مصرف انرژی راکتیو افزایش می یابد.

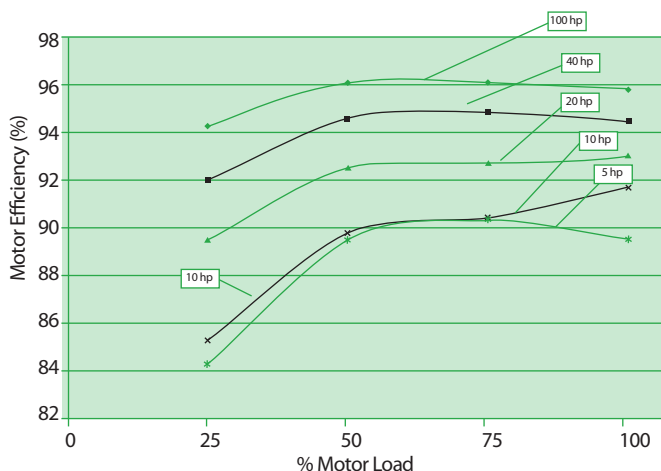
1. High Torque Drive

2. solid state variable speed drives



- به دلیل افزایش تلفات، هزینه مصرف برق به طور چشمگیری افزایش می یابد.
- هزینه کلی خرید موتور، نصب خازن، حفاظت و کنترل نیز افزایش می یابد.

در نمودار شکل ۸-۱ با توجه به نوع موتور، در hp های مختلف با در نظر گرفتن درصد بار موتور بازده قابل مشاهده خواهد بود.



شکل ۸-۱: نمودار راندمان و بار موتور ۱۸۰۰ rpm نوع Open Drip Proof

درصد بار موتور توسط رابطه زیر قابل محاسبه می باشد:

$$\% \text{ Motor Load} = \left[\frac{\text{Measured kw}}{\text{Calculated kw at Full load}} \right] \times 100$$

که در آن:

$$\text{Calculated kw at Full load} = \left[\frac{\text{HP}_{\text{rated}}}{\text{Mtr.Eff}_{\text{full load}}} \times \frac{0.746 \text{ kw}}{\text{HP}_{\text{rated}}} \right]$$

به عنوان مثال: موتوری با قدرت ۵۰ اسب بخار و دارای راندمان ۹۰٪ در بار کامل می باشد در ضمن مقدار قدرت این موتور نیز ۲۵ kw اندازه گیری شده است، درصد بار موتور عبارتند از:

$$\begin{aligned} \text{Calculated kw @ Full load} &= \left[\frac{50 \text{ HP}_{\text{rated}}}{0.90_{\text{full load eff}}} \times \frac{0.746 \text{ kw}}{\text{HP}_{\text{rated}}} \right] = 41 \text{ kw} \\ \% \text{ Motor Load} &= \left[\frac{25 \text{ kw}_{\text{measured}}}{41 \text{ kw}_{\text{calculated}}} \right] \times 100 = 60\% \end{aligned}$$

۸-۴- اجرای ممیزی عبوری در فن ها و پمپ ها

نکات کلی

- با بهینه نمودن شرایط عملیاتی می توان راندمان پمپ مورد نظر را به راحتی از ۵۰٪ به ۸۰٪ ارتقاء داد.





- هنگام تغییر و تعویض پمپ ها و فن ها و یا در هنگام تنظیم rpm آن ها، از کار کرد دستگاه تحت شرایط جدید پیش بینی شده، اطمینان حاصل گردد.
- فشار و هد سیستم از مقدار مجاز در نظر گرفته شده برای پمپ ها و فن نباید تجاوز نماید.
- از ایجاد Surge point می بایست ممانعت به عمل آید (Surge points) زمانی رخ می دهد که فن یا پمپ توانائی انجام فعالیت در دو جریان مختلف در یک فشار را دارا می باشد).

پرسش ها

۱) آیا پمپ و فن نصب شده برای انجام عملیات از اندازه و وضعیت مناسبی برخوردار می باشند؟

بلی ☐ خیر ☐

- کاهش سرعت پمپ یا فن با تنظیم چرخ قرقره (sheave) و یا تعویض موتور :
- در بسیاری از مواقع تنظیم سرعت پمپ و فن منجر به افزایش کارائی سیستم می گردد.
- در بعضی از مواقع ممکن است موتورها در rpm های مختلف کار کنند که این مورد مخصوصا زمانی که موتور مورد نظر oversize باشد، رخ می دهد.
- نصب موتورهای دو سرعت می تواند پیشنهاد مناسبی جهت افزایش راندمان باشد.
- تعمیر و تعویض پروانه پمپ : پروانه پمپ مهمترین بخش پمپ می باشد چرا که اندازه، شکل و سرعت آن ظرفیت پمپ را در تمام شرایط تعیین می نماید. نوع پروانه با تیغه ساده کونیک و با روپوش منفرد معمولا در صنایع کوچک به کار می رود، پروانه با تیغه ساده همچنین می تواند دارای دور و پوش باشد. نوع دیگر این پروانه دارای تیغه خمیده یا شعاعی است. این پروانه غالبا برای انتقال مواد شامل توده های جامد یا ذرات درشت معلق به کار می رود و سرعت بیشتری به ماده پمپ شونده می بخشد.
- تعویض پمپ یا فن در حال کار با مدلی با راندمان بالاتر: گاهی اوقات علیرغم انجام عملیات گوناگون جهت افزایش بازده سیستم، ممکن است این امر حاصل نگردد که در این نوع مواقع تعویض دستگاه آخرین راهکار می باشد.

۲) آیا سیستم مورد بررسی دارای برج های خنک کننده می باشد؟

بلی ☐ خیر ☐

- نصب کنترل دور موتور نیمه هادی بر روی فن های برج های خنک کننده: فن برج های خنک کننده غالبا در سرعت ثابت (۶۰ هرتز) کار می کنند و یا ممکن است موتورهای دو سرعت باعث به حرکت در آوردن آنها گردد. شرایط هوای محیط (دمای حباب تر) در محل برج خنک کننده، موقعیت خنک سازی در برج و نصب کنترل دور موتور (VSD) بر روی موتور فن برج خنک کننده از عواملی هستند که می تواند منجر به افزایش راندمان سیستم گردد.
- فرصت های صرفه جوئی انرژی زیرمی بایست برای تک تک برج های خنک کننده مورد ارزیابی قرار گیرد:
- تعویض نوع جنس سطوح برج خنک کن با انواع سلولی جهت بهبود راندمان انتقال حرارت.
- استفاده از افشانک های (spray nozzle) غیر قابل انسداد و زنگ زدگی جهت بهبود توزیع آب در برج.
- نصب فن های ایرودینامیکی با راندمان بالا.
- نصب موتورهایی با بازده انرژی بالا در فن های برج خنک کن و پمپ ها.
- بهینه سازی برج های خنک کننده هزینه تامین آب سرد را جهت عملیات خنک سازی، کاهش می دهد.
- به وسیله کاهش درجه حرارت آب خنک کننده راندمان دستگاه و یا روند سردسازی افزایش می یابد.



۳) آیا پمپ و فن به منظور کنترل میزان جریان قابلیت کاهش فشار را دارا می باشند؟

بلی □ خیر □

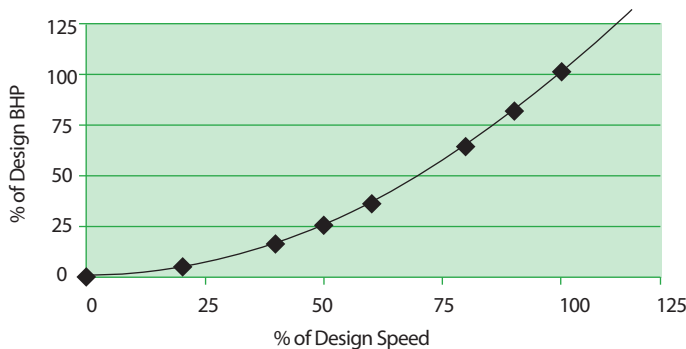
• تعویض کنترل دریچه گاز (throttle control) با کنترل on-off: کنترل on-off زمانیکه پمپ در حال حفظ سطح مخزن به جای جریان ثابت است مورد استفاده قرار می گیرد.

• تعویض کنترل دریچه گاز در پمپ یا فن با کنترل دور موتور نیمه هادی: کنترل های دور موتور یا همان VSD می توانند منجر به صرفه جوئی انرژی قابل توجهی گردند، هرچند میزان و مقدار این صرفه جوئی به شرایط مختلف بستگی دارد، با این حال اگر کنترل دور با کنترل دریچه گاز جایگزین گردد غالباً ظرف مدت یک یا نهایتاً دو سال هزینه ای که بابت سرمایه گذاری صورت پذیرفته بازگردانده می شود (این در حالی است که با توان ۶۰ الی ۷۰٪ از جریان کامل و نه به صورت تمام وقت سیستم کار نماید).

• جهت دستیابی به نخستین تخمین به منظور تعیین میزان صرفه جوئی انرژی با کاهش جریان برای سیستم کنترل VSD پمپ ها و فن ها جایی که امکان افت فشار با کاهش جریان وجود دارد، جدول و گراف (قدرت و سرعت موتور) زیر مورد استفاده قرار می گیرد.

جدول ۸-۶: میزان پتانسیل صرفه جوئی انرژی از کاهش سرعت دستگاه های گریز از مرکز

Percent of full flow	Percent Energy saved
100%	0%
90%	19%
80%	36%
60%	64%
50%	75%
40%	84%



شکل ۸-۲: نمودار قدرت و سرعت موتور

برای مثال اگر سرعت (rpm) موتور محرک ۵۰ اسب بخاری یک پمپ یا فن از ۱۸۰۰ rpm به ۹۰۰ rpm یعنی به میزان ۵۰٪ کاهش پیدا کند، مقدار اسب بخار مورد نیاز به ۷۵٪ کاهش پیدا می نماید.



• جایگزینی throttle control با کنترل پره های ورودی (inlet vane control): پره های ورودی گزینه مناسبی جهت مواردی همانند سیستم جمع آوری گرد و غبار که در آن حجم هوا (فوت مکعب در دقیقه جریان هوا (CFM)) متغیر در حالیکه سرعت هوا و افت فشار نسبتاً ثابت است، می باشد. قابل ذکر است هنگام کاهش شدید در میزان جریان هوا (کمتر از ۳۰٪) کارائی پره ورودی همانند throttle بوده و راندمان آن ها به صورت قابل توجهی کاهش می یابد.

۴) آیا از کنترل bypass جهت تغییر جریان خروجی پمپ استفاده می شود؟

بلی ☐ خیر ☐

• جایگزینی کنترل دریچه گاز در پمپ یا فن با کنترل دور موتور نیمه هادی: استفاده از کنترل کننده های دور موتور هم در بهبود بهره وری تولید و هم در صرفه جوئی مصرف انرژی در کاربردهائی نظیر فنها، پمپها و دیگر محرکه های کارخانجات، در سال های اخیر کاملاً تجربه شده است. کنترل کننده های دور موتور قادرند مشخصه های بار را به مشخصه های موتور تطبیق دهد. این اسباب توان راکتیو ناچیزی از شبکه می کشد و لذا نیازی به تابلوهای اصلاح ضریب بار ندارد. در زیر به مزایای استفاده از کنترل دور موتور اشاره می شود:

- ۱- در صورت استفاده از کنترل کننده های دور موتور به جای کنترلرهای مکانیکی، در کنترل جریان سیالات، به طور مؤثری در مصرف انرژی صرفه جوئی حاصل می شود. این صرفه جوئی علاوه بر پیامدهای اقتصادی آن موجب کاهش آلاینده های محیطی نیز می شود.

- ۲- ویژگی اینکه کنترل کننده های دور موتور قادرند موتور را نرم راه اندازی کنند موجب می شود علاوه بر کاهش تنش های الکتریکی روی شبکه، از شوک های مکانیکی به بار نیز جلوگیری شود. این شوک های مکانیکی می تواند باعث استهلاک سریع قسمت های مکانیکی، بیرینگ ها و کوپلینگ ها، گیربکس و نهایتاً قسمت هائی از بار شود. راه اندازی نرم، هزینه های نگهداری را کاهش داده و به افزایش عمر مفید محرکه ها و قسمت های دوار منجر خواهد شد.

- ۳- جریان کشیده شده از شبکه در هنگام راه اندازی موتور با استفاده از درایو کمتر از ۱۰٪ جریان اسمی موتور است.

- ۴- کنترل کننده های دور موتور نیاز به تابلوهای اصلاح ضریب قدرت ندارند.

- ۵- در صورتی که نیاز بار ایجاب کند با استفاده از کنترل کننده دور، موتور می تواند در سرعت های پائین کار کند. کار در سرعت های کم منجر به کاهش هزینه های تعمیر و نگهداشت ادواتی نظیر بیرینگها، شیرهای تنظیم کننده و دمپر ها خواهد شد.

- ۶- یک کنترل کننده دور قادر است رنج تغییرات دور را، نسبت به سایر روشهای مکانیکی تغییر دور، به میزان قابل توجهی افزایش دهد. علاوه بر آن از مسائلی چون لرزش و تنش های مکانیکی نیز جلوگیری خواهد شد.

- ۷- کنترل کننده های دور مدرن امروزی با مقدرات نرم افزاری قوی خود قادرند راه حل های متناسبی برای کاربردهای مختلف صنعتی ارائه دهند.



۸-۵- اجرای ممیزی عبوری در سیستم های بخار

نکات کلی

- "روزنه ای به سایز $\frac{1}{8}$ اینچ در یک سیستم ۱۰۰ PSI اتلافی به اندازه ۶۰۰ Mbtu/yr در بر خواهد داشت.
- به ازای هر 40°F افزایش دمای دودکش یک درصد از راندمان بویلر کاسته می شود.
- "راندمان احتراق و پارامترهای عملیاتی بویلر جهت سوخت های مختلف به شرح جدول زیر می باشد:

جدول ۸-۷ راندمان احتراق و پارامترهای عملیاتی بویلر جهت سوخت های مختلف

سوخت	راندمان هدف %	هوای اضافی %	اکسیژن %	دی اکسیدکربن %	سایر
Natural Gas	۸۰-۸۳	۲۱-۲۸	۴-۵	۹ - ۹/۶	منواکسید کربن در حدود ۴۰۰ ppm
Oil	۸۴-۸۷	۲۲-۲۹	۴-۵	۱۱/۹-۱۲/۶	
Coal	۸۳-۸۴	۲۶-۳۴	۴/۵-۵/۵	۱۳/۷-۱۴/۶	

پرسش ها

۱) آیا میزان دمای دودکش بسیار بالا و قابل توجه می باشد؟

بلی ☐ خیر ☐

- دمای بهینه دودکش غالباً بین ۵۰ تا ۱۰۰ درجه فارنهایت بالای فشار بخار اشباع شده (در بیشترین میزان درجه حرارت) در یک بویلر بخار اشباع می باشد.
- ثبت دمای دودکش پس از تنظیم نمودن بویلر گامی مهم جهت دستیابی به نتایجی دقیق تر در یک فرآیند بهینه می باشد.
- اگر دمای دودکش بالاتر از دماهای اشاره شده در جدول ۸-۸ باشد می تواند سبب انتقال حرارت ضعیف و یا احتراق بیش از حد هوا گردد.

جدول ۸-۸: فشار بویلر و میزان بیشترین دمای دودکش

فشار بویلر (barg)	ماکزیمم دمای دودکش ($^{\circ}\text{C}$)
۲	۱۹۰
۵	۲۱۵
۷	۲۲۷
۸/۵	۲۳۵

- دمای کمتر از 275°F برای دودکش سبب کاهش میزان چگالش می گردد.
- تنظیم نمودن بویلر (کاستن هوای احتراق اضافی).





• تمیز نمودن بویلر و رفع رسوبات سمت آب و سمت محفظه احتراق.

• پیش گرم نمودن هوای احتراق.

(۲) آیا بویلر در شرایط احتراق ناقص در حال فعالیت می باشد؟

بلی ☐ خیر ☐

تعیین وجود احتراق ناقص بدون بهره گیری از آنالیزور گاز دودکش کاری دشوار است. افزایش تدریجی میزان دوده و یا میزان مصرف سوخت برای load بویلر می تواند از نشانه های وجود احتراق ناقص باشد. آنالیزور گاز دودکش امکان سنجش میزان O_2 و CO_2 و نیز رساندن این پارامترها به مقدار مناسب جهت انجام یک فرآیند بهینه راه میسازد.

(۳) آیا آب زیرکش بویلر (blow-down) به صورت دستی کنترل می گردد؟

بلی ☐ خیر ☐

شیر تخلیه (Blow down valve) بویلر شامل یک شیر تخلیه در عقب و در قسمت زیرین دیگ می باشد. این شیر برای کنترل غلظت جامدات حل نشده (T.D.S) آب داخل دیگ باید گاه به گاه باز شده تا اجازه دهد آب تازه با سختی پائین تر وارد بویلر شود.

توجه شود که این شیر، وقتی در زیر فشار کار می باشد باید فقط به داخل منبع یا Blow down pit منتهی شده و آب بلودان به داخل آن منبع ریخته شود. این شیر حتما وقتی بویلر تحت فشار است و هدف کاهش T.D.S آب بویلر است باید باز شود.

(۴) آیا امکان تعیین تعداد تله های بخار نا کارآمد در سیستم وجود دارد؟

بلی ☐ خیر ☐

• به طور کلی اتلاف تله ها به دو طریق انجام می گیرد:

الف - نشستی بخار از داخل تله که در اثر یکی از عوامل زیر است:

- قطعات داخلی تله دچار صدمه شده که در این صورت باید نسبت به بازدید و تعویض قطعات اقدام نمود.

- ایجاد شرایط کامل no-load که در عمل و حتی در بخار سوپر هیت نیز هیچگاه پیش نخواهد آمد.

در شرایط عادی کاری سیستم و حالت نرمال که همواره مقدار کمی از کندانس داخل خط بخار و پشت تله موجود می باشد، اتلاف بخار از داخل تله های بخار باید صفر باشد.

ب - اتلاف بخار از طریق تبادل حرارت و تشعشع از طریق بدنه تله بخار.

این اتلاف ربطی به میزان بار نداشته و تابع اندازه بدنه تله، درجه حرارت محیط و دمای بخار ورودی به تله بوده و به طور طبیعی در مورد تمامی تله ها (چه سالم و چه ناسالم) صادق می باشد. به طور مثال تله های بخار با سطح جانبی کمتر دارای میزان اتلاف کمتری خواهند بود و یا در صورت نصب تله در محیط های سردتر اتلاف بخار بیشتر خواهد شد.

• قابل اطمینان ترین شیوه جهت شناسایی تله های نا کارآمد استفاده از ابزارهای تراسونیک می باشد.

(۵) آیا سیستم بازگشت کندانس به اتمسفر تخلیه می گردد؟

بلی ☐ خیر ☐

در زمان کاهش فشار کندانس اشباع، مقداری از مایع تبدیل به بخار در فشار پایین تر می گردد (فلاش). این عمل در برخی از مواقع عمدا جهت تولید بخار انجام می شود و گاهی نیز نا خواسته صورت می پذیرد. بسته به اختلاف فشار، میزان انرژی بخار فلاش معمولا ۱۰ الی ۴۰ درصد انرژی کندانس اولیه است. در





بسیاری از مواقع بخار به اتمسفر تخلیه و اتلاف می شود در حالی که با نصب یک مبدل حرارتی در محل تخلیه می توان آن را بازیافت نمود.

۶) آیا از سیستم بازگشت کندانس باز در مجموعه استفاده می گردد؟ (در این حالت سیال کندانس شده به بویلر باز نمی گردد)

بلی ☐ خیر ☐

بازگشت کندانس با خلوص بالا موجب کاهش تلفات بلودان بویلر و نیاز به آب تغذیه می گردد. این امر باعث ۱۵ الی ۱۸ درصد کاهش در سوخت مصرفی جهت گرمایش آب شده و علاوه بر آن هزینه تهیه آب و عملیات شیمیایی مربوطه را می کاهد. همچنین کاهش بلودان باعث کاهش هزینه های سیستم دفع فاضلاب می گردد. سیستم کندانس نیز باید به دقت جهت رفع نشستی ها مورد بررسی قرار گیرد. در صورت نبود یا ضعف سیستم برگشت کندانس، پس از محاسبات اقتصادی نصب یک سیستم جدید و اطمینان از صرفه آن اقدام لازم به عمل آید. (از این رو نصب سیکل بازگشت کندانس امری ضروری می باشد)

۷) آیا بویلر مکررا در حال cycling می باشد؟

بلی ☐ خیر ☐

فعالیت بویلر در مقدار بار ناقص باعث کاهش راندمان آن می گردد و همچنین cycling مکرر عاملی جهت کاهش راندمان کلی عملیات و عمر مفید بویلر می گردد در ضمن cycling پیوسته می تواند نشانگر وجود بویلر oversize باشد. از اینرو استفاده از چندین بویلر کوچکتر به جای یک بویلر بزرگ از اقدامات موثر در این زمینه می باشد.

۸) آیا کرائی و راندمان سیستم بخار به صورت دستی مشخص می گردد؟

بلی ☐ خیر ☐

- نصب دماسنج جهت اندازه گیری دمای گاز دودکش بویلر .
- نصب دستگاهی جهت اندازه گیری آب تغذیه (make-up) مصرف شده در بویلر.

۹) آیا میزان جریان در فن های دمشی و مکشی (induced draft & forced draft) به کمک

روش throttling کنترل می گردد؟

بلی ☐ خیر ☐

- نصب کنترل دور موتور (VSD) بر روی فن های دمشی و مکشی بویلر.
- بویلرها غالباً ۲۴ ساعت در شبانه روز و ۳۶۵ روز در سال در حال فعالیت می باشند از اینرو نیاز به بررسی نحوه عملکرد آن ها و تجهیزات وابسته در دوره های زمانی نزدیک به هم امری ضروری جهت بهینه سازی مصرف انرژی می باشد.

۱۰) آیا هرگونه امکان جهت بازیافت حرارت در سیستم وجود دارد؟

بلی ☐ خیر ☐

گازهای داغی که از درون بویلر و سوپرهیتر عبور می کنند، در زمان خروج همچنان داغ

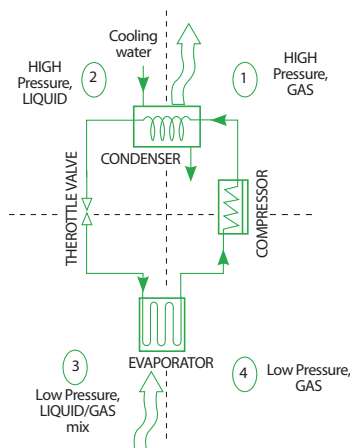


می باشند. لذا می توان از انرژی حرارتی موجود در این گازها، برای افزایش راندمان بویلر استفاده کرد. برای این منظور، گازهای داغ را از درون اکونومایزر عبور می دهند. اکونومایزر یک مبدل حرارتی است که آب تغذیه از میان آن عبور داده شده و از حرارت گازهای داغ خروجی برای گرم کردن این آب استفاده می شود. بدین ترتیب، آب تغذیه با دمای بالاتری به درون بویلر فرستاده شده و انرژی کمتری را برای تبخیر جذب می کند. لذا در این حالت، با یک مقدار انرژی مشخص، می توان آبگرم و یا بخار بیشتری را تولید کرد. نتیجه ی این امر افزایش در راندمان بویلر است. به طور کلی، افزایش ۱۰ درجه سلسیوسی در دمای آب تغذیه، باعث افزایش ۲ درصدی راندمان بویلر می شود.

۸-۶- اجرای ممیزی عبوری در سیستم های خنک سازی

نکات کلی

- به ازای هر درجه فارنهایت افت فشار هد، مصرف انرژی کمپرسور ۱ تا ۱/۵ درصد کاهش می یابد.
 - به ازای هر درجه فارنهایت افزایش فشار مکش، مصرف انرژی کمپرسور ۲ تا ۳ درصد کاهش می یابد.
- تصویری از یک سیکل ساده خنک سازی در شکل ۸-۳ نشان داده شده است.



شکل ۸-۳: تصویری از یک سیکل ساده خنک سازی

پرسش ها

- آیا سیستم خنک سازی مورد نظر با اعمال روش های زیر بهینه می گردد؟

☐ بلی
 ☐ خیر

 - بهینه سازی فشار مرحله ورودی
 - صرفه جوئی در سیستم های تک مرحله ای
 - استفاده از موتورهای دو سرعت و یا کنترل دور موتور (VSD) در کندانسورها و فن های تبخیر کننده ها.
 - خاموش نمودن فن های کندانسور و تبخیر کننده در زمان هایی که مورد استفاده قرار نمی گیرند.

- آیا کمپرسورهای خنک سازی به صورت دستی یا نیمه اتوماتیک عمل می نمایند؟

☐ بلی
 ☐ خیر



• نصب کنترلرهای کامپیوتری جهت فراهم نمودن شرایط مطلوب برای فعالیت کمپرسورها در بیشترین راندمان ممکن.

۳) آیا انجام فعالیت در کمترین میزان فشار مکش جهت حفظ میزان تولید و یا تثبیت دمای ذخیره سازی مطلوب، امری ضروری می باشد؟

بلی ☐ خیر ☐

• کمپرسورهایی که در بیشترین میزان فشار مکش خود فعالیت می نمایند از لحاظ بهره وری انرژی در سطح بالاتری قرار دارند.

• افزایش افت فشار مکش سبب افزایش کار کمپرسور می گردد.

• افزایش ظرفیت تبخیر کننده جهت کاهش دمای approach آن و افزایش فشار مکش (میزان صرفه جوئی کمپرسور که نتیجه فعالیت در بیشترین فشار مکش است غالباً مصرف اضافی انرژی فن تبخیر کننده را جبران می نماید).

۴) آیا از تنظیم کننده های فشار معکوس^۱ جهت کنترل فشار مکش استفاده می گردد؟

بلی ☐ خیر ☐

• حتی الامکان از تنظیم کننده های فشار معکوس استفاده نگردد.

۵) آیا امکان توزیع زمانی انجام فرآیندهای سنگین و سایر عملیات های تبرید به صورت مناسب تری وجود دارد؟

بلی ☐ خیر ☐

• اعمال تغییر بار در هنگام مصرف زیاد انرژی و یا ذخیره سازی حرارت در زمان مصرف کم انرژی از جمله مواردی می باشند که منجر به کاهش تقاضای انرژی کل می گردند.

۶) آیا فشار هد به میزان قابل توجهی از مقدار مجاز پیش بینی شده بیشتر می باشد؟

بلی ☐ خیر ☐

Minimum Head Pressure	
Ammonia	93 psig
R12	72 psig
R134a	72 psig

• ایجاد شرایطی جهت عمل نمودن سیستم در حداقل فشار هد ممکن.

• نصب سیستم خنک سازی تر موسیفون جهت سرد نمودن روغن کمپرسور.

• ایجاد ظرفیت چگالش اضافی جهت کاهش فشار تخلیه.

1. back pressure regulators (BPRs)



۷) آیا کمپرسورها از برنامه ای منظم جهت نگهداری و سرویس بهره مند می باشند؟ اگر پاسخ مثبت است موارد زیر از اصول این برنامه ریزی می باشد.

بلی ☐ خیر ☐

- نگهداری و حفاظت از کندانسورهای تبخیری.
- تخلیه گازهای چگالش ناپذیر همانند CO₂ و هوا.

۲۴۷

۸) آیا امکان بهینه سازی سیستم کنترل ذوب برفک (defrost control) تبخیر کننده، وجود دارد؟

بلی ☐ خیر ☐

• کوئل های تبخیر کننده برای ایجاد شرایطی جهت ماکزیمم انتقال حرارت می بایست عاری از هر گونه یخ و برفک باشد.

- مدت زمان برفک زدائی می بایست کاهش یافته و از هر گونه اتلاف زمان در انجام این عمل اجتناب گردد.
- برفک زدائی گاز گرم نسبت به روش الکتریکی ارجح می باشد.
- برفک زدائی به کمک آب نسبت به روش گاز گرم در اولویت قرار دارد.

۹) آیا هر گونه امکان جهت باز یافت حرارت در سیستم وجود دارد؟

بلی ☐ خیر ☐

- بهره گیری از کندانسورهایی با قابلیت حداقل میزان اتلاف حرارتی.
- عایق کاری سطوح کولر و فریزر.

۸-۷- اجرای ممیزی عبوری در سیستم های هوای فشرده

نکات کلی

• بسیاری از کمپرسورهای هوا دارای گیج (gage) فشار و ظرفیت (شامل افت فشار در بین جداکننده روغن و خشک کن) می باشند.

- افت فشارهای بالا از طریق تجهیزات و خطوط می بایست مورد بررسی قرار گیرد.
- کاهش فشار ارادی مانند کاهش فشار از طریق شیرها و رگولاتورها مورد توجه قرار گیرد.
- میزان درصد ظرفیت و فشار اندازه گیری شده برای کمپرسور و خشک کن هوا ثبت و نیز اطلاعات روی پلاک (nameplate data) برای خشک کن های هوا، کمپرسورهای هوا و درایو موتورها یادداشت گردد.
- پارامترهای معمول مرتبط با سیستم هوای فشرده با تعاریف در جدول ۸-۹ قابل مشاهده می باشد:



جدول ۸-۹: تعاریف رایج مربوط به سیستم های هوای فشرده

Term	Meaning
CFM	Cubic feet per Minute of Air Flow
ICFM	Air flow at inlet flange
ACFM	Actual air flow delivered after compressor losses
ACFM-FAD	Air flow before filter (Free-Air Delivery)
SCFM	Equivalent air flow at standard conditions (2- different standards use this same term)
Psi	Pressutre in pounds per square inch
Psig	Psi gauge, refred to atmospheric Pressutre
Psia	Psi absolute, which is 14.7 as sea level
Standard Conditions	
- CAGI(Compressed Air & Gas Institute) :	14.7 psia, 60 °F 0% rh(relative humidity
- ASME	14.7 psia 68°F, 36% rh

• نقطه شبنم دو نوع از خشک کن ها:

- خشک کن خنک کننده ۳۵°F تا ۳۸°F

- خشک کن دسی کانت (Desiccant Dryers) ۴۰°F -

(در خشک کن های دسی کانت از مواد شیمیایی جذب کننده رطوبت استفاده می شود از جمله ژله سیلیسی و یا آلومین فعال، این خشک کن ها قادر هستند تقریبا تمام رطوبت هوای فشرده را جذب کنند) • هر CFM هوای فشرده در ۱۰۰ psig نیازمند: ۱/۳ تا ۱/۵ اسب بخار، ۱/۴ تا ۱/۷ کیلووات و ۱۰\$ تا ۲۰\$ در سال می باشند.

پرسش ها

۱) آیا تاسیسات دارای کمپرسورهای مارپیچی گریز از مرکز (Centrifugal Screw Compressors) که در بیش از ۷۰٪ از زمان در کمتر از ظرفیت بار کامل عمل نماید، می باشد؟

☐ بلی ☐ خیر

۲) آیا از کنترل دریچه گاز (throttle control) جهت تنظیم ظرفیت خروجی کمپرسور استفاده می گردد؟

☐ بلی ☐ خیر

• جایگزینی کنترل دریچه گاز با کنترل Load-Unload: برای یک کمپرسور مارپیچی با کنترل دریچه گاز، انجام عملیات در کمتر از ۷۰ تا ۸۰ درصد ظرفیت فاقد هرگونه بهره وری انرژی می باشد. (در کنترل load/unload حرکت موتور به طور پیوسته قطع می گردد، ولی کمپرسور مطابق فشار خروجی خاموش می شود)

• کمپرسورهای با کنترل دریچه گاز حدود ۷۰٪ توان بار کامل خود را در زمانیکه هیچگونه هوایی را ارسال نمی کنند، مصرف می نمایند.

۳) آیا در سیستم مورد نظر از کنترل Turn Valve استفاده می گردد؟

☐ بلی ☐ خیر

• جایگزینی کنترل Turn Valve با کنترل Load-Unload.





۴) آیا در سیستم مورد نظر از کنترل شیر مکش (Poppet Valve) استفاده می گردد؟

بلی ☐ خیر ☐

• جایگزینی کنترل شیر مکش با کنترل Load-Unload.

۵) آیا تاسیسات مورد نظر بیش از یک کمپرسور دارد که از یک منبع مشترک تغذیه می کنند، ؟ آیا این

کمپرسورها با ظرفیتی کمتر از ظرفیت کامل خروجی (cfm) فعالیت می نمایند؟

بلی ☐ خیر ☐

هنگامیکه از بیش از یک کمپرسور استفاده می گردد غالباً یکی از آن ها می بایست با بیشترین ظرفیت و راندمان کار کند.

• تنظیم دستی کمپرسورهای متوالی

• نصب کنترلر اتوماتیکی کمپرسورهای متوالی

۶) آیا کمپرسورها برای مدت زمان طولانی در ظرفیت صفر (بدون ظرفیت) کار می نمایند؟

بلی ☐ خیر ☐

• خاموش نمودن دستی کمپرسور هوا: اگر کمپرسورهای هوا در آخر هفته و یا در طول شب کاربردی ندارند می توان به طور دستی آن ها را خاموش نمود.

• نصب تایمر قطع بر روی کمپرسور هوا: تایمر قطع در زمانی که کمپرسور در دوره بدون بار در حال کار است با قطع برق باعث خاموش شدن کمپرسور می گردد. این شیوه به ویژه در مقطع زمانی کوتاه مثل طول شب که هوا نیاز به تصفیه دارد، مفید می باشد. کمپرسورها می بایست در انتهای هر شیفت تولید خاموش و تنها در زمانی که احتیاج است شروع به کار نماید.

۷) آیا فشار تخلیه کمپرسورها بیش از ۱۱۰ psig می باشد؟

بلی ☐ خیر ☐

اگر کمپرسورها در محدوده فشاری بیش از ۹۰ تا ۱۱۰ psig کار کنند می بایست بررسی شود که آیا این میزان فشار زیاد مورد نیاز می باشد یا خیر. غالباً میزان این فشار در حالت عادی از ۸۰ psig تجاوز نمی کند هر چند وجود تلفات در خطوط این مقدار را به ۱۰۰ تا ۱۱۰ psig افزایش می دهد.

• کاهش فشار تحویل داده شده توسط کمپرسور هوا به حداقل مقدار ممکن که مورد نیاز سیستم می باشد.

• نصب سیستم پایپینگ حلقه ای (looped piping)

• نصب لوله های بزرگتر

۸) آیا از هوای پر فشار جهت استفاده از کارهایی که نیاز به آن (هوای پر فشار) نیست استفاده می گردد؟

بلی ☐ خیر ☐

هوای فشرده ممکن است جهت کاربردهای نامناسب و بی موردی مثل خشک کردن موضعی و هوادهی (aeration) مورد استفاده قرار گیرد در این هنگام blower کم فشار و یا یک فن می تواند انتخاب مفیدتری باشد.

• استفاده از تجهیزاتی مانند blower، فن و یا کمپرسورهایی با قدرت پائین (اسب بخار کمتر) که قابلیت تحویل هوا با فشار کم را دارند.



۹) آیا سیستم هوای فشرده دارای میزان قابل توجهی نشتی هوا می باشد؟

بلی ☐ خیر ☐

• زمانیکه کارخانه تعطیل بوده و در حال تولید نمی باشد (مانند وقت نهار) مناسب ترین زمان جهت پیدا نمودن نشتی ها می باشد.

• جهت تعیین نشتی هوای کل در یک کارخانه توجه به میزان loading کمپرسور هوا، تحویل هوا در هنگام استراحت و یا سایر زمان هایی که از هوا استفاده نمی گردد، ضروری می باشد.

• استفاده از ابزار اولتراسونیک مطمئن ترین روش جهت تعیین مکان نشتی می باشد.

• نقاط رایج نشتی عبارتند از: منافذ شیر، سیلندرهای پنوماتیک و شلنگ ها.

• نشتی هوا باعث مصرف بیش از ۳۵٪ هوای اضافی در سیستم می گردد.

• جدول ۸-۱۰ بیانگر میزان هزینه سالانه ناشی از نشت هوا می باشد. (مقادیر بر مبنای ACFM ۱۰۰۰ برای کمپرسورهای مارپیچی که در ۱۰۰ psig با راندمان ۲۰٪ در حال کار است می باشد. راندمان موتور کمپرسور برابر ۹۰٪ و دمای هوای ورودی برابر ۷۰ °F و فشار ۱۴/۷ psia است. کمپرسور ۱۲ ساعت در روز، ۵ روز در هفته و ۵۰ هفته در سال و در مجموع ۳۰۰۰ ساعت در سال کار می کند. هزینه الکتریسیته برابر ۵ / kWh در نظر گرفته شده است.)

جدول ۸-۱۰: میزان هزینه سالانه ناشی از نشت هوادر سیستم های هوای فشرده

Opening Diameter	1/64"	1/32"	1/16"	1/8"	1/4"	1/2"
Air escaping Each leak Annual, k Wh	0.50 CFM	1.5 CFM	6.5 CFM	26 CFM	104 CFM	415 CFM
Annual cost	249 kwh \$12	746 kwh \$37	3,233 kwh \$162	12,931 kwh \$647	51,723 kwh \$2,586	206,393 kwh \$10,320

مثال: برای یک سیستم هوای فشرده که در ۱۰۰ psig کار می کند و دارای یک نشتی به قطر ۱/۸ اینچ و اتلافی هوایی به اندازه ۲۶۳ ft³ در دقیقه می باشد میزان هزینه سالانه آن برابر است با:

$$kwh / yr = \left[(26cfm) \times \frac{1bhp}{5cfm} \times \frac{0.746kw}{(bph)(0.90eff)} \times \frac{3000hrs}{yr} \right] = 12.931kwh / yr$$

$$\left(\frac{12.931kwh}{yr} \right) \times \left(\frac{\$0.5}{kwh} \right) = \$647 / yr$$

۱۰) آیا تاسیسات دارای کمپرسور هوا از نوع پره دوار (rotary vane) می باشد؟

بلی ☐ خیر ☐

• جایگزینی کمپرسور پره دوار با کمپرسور مارپیچی گریز از مرکز با بازده بالا.

۱۱) آیا سیستم مورد نظر دارای خشک کن های هوای دسی کانت (desiccant air dryers) می باشد؟

بلی ☐ خیر ☐





- خشک کن های هوای دسی کانت توانائی تولید هوای بسیار خشک را دار ند هر چند نسبت به خشک کن های سرد کن (refrigerated dryers)، انرژی بیشتری مصرف می نمایند.
- جایگزینی خشک کن های هوای دسی کانت با خشک کن های هوای سرد کن
 - نصب خشک کن احیاء کننده با قابلیت کنترل ظرفیت.
 - نصب خشک کن های هوای دسی کانت با قابلیت گرم شدن داخلی.

(۱۲) آیا آب خنک کننده کمپرسور به فاضلاب تخلیه می گردد؟

☐ بلی ☐ خیر

- "استفاده از آب خنک کننده کمپرسور و تبدیل آن به آب گرم جهت استفاده برای سایر مصارف مانند تمیز کاری و یا پیش گرم نمودن آب تغذیه (makeup) بویلرها.

(۱۳) آیا افت فشار در تجهیزات کمکی مانند خشک کن ها، جداکننده های روغن و یا فیلترها بیش از حد مجاز می باشد؟

☐ بلی ☐ خیر

- تعویض فیلترها، تعمیرات اساسی تجهیزات به منظور کاهش افت فشار.
- "سایز نمودن مناسب تجهیزات جهت مطابقت با مقدار جریان هوا در عین رعایت میزان افت فشار مجاز و مقبول.

(۱۴) آیا هوای فشرده بهترین utility جهت اجرای برنامه مورد نظر در سیستم می باشد؟

☐ بلی ☐ خیر

- جایگزینی هوای فشرده مورد استفاده با سایر utility ها برای مثال جابه جا کردن موتور پنوماتیکی با موتور الکتریکی یا موتور هیدرولیکی.
- جایگزینی ژنراتور خلاء نوع ونتوری با پمپ خلاء.

(۱۵) آیا در سیستم مورد نظر از هرگونه نازل هوا استفاده می گردد؟

☐ بلی ☐ خیر

(۱۶) آیا نازل های هوا جهت تامین بیشترین بهره وری طراحی شده اند؟

☐ بلی ☐ خیر

- نصب نازل های مهندسی: اینگونه نازل ها غالباً علاوه بر استفاده از هوای کمتر دارای راندمان بیشتری نیز می باشند.

(۱۷) آیا کمپرسور هوای موجود در سیستم دارای برنامه تعمیر و نگهداری منظم می باشد؟

☐ بلی ☐ خیر

- انجام کنترل modulating (کنترل کردن حجم ورودی تا رسیدن به دبی مورد نیاز).
- روانکاری به موقع کمپرسور.
- تمیز و یا تعویض نمودن فیلتر ورودی.



۸-۸- اجرای ممیزی عبوری در سیستم های هیدرولیکی

پرسش ها

۱) آیا در فرآیند تولید از پمپ های هیدرولیکی استفاده می گردد؟

بلی ☐ خیر ☐

پمپ در یک سیستم هیدرولیک انرژی مکانیکی محرک را به انرژی هیدرولیکی تبدیل می کند. پمپ سیال هیدرولیک رامکیده و به یک سیستم تزریق می کند. مقاومت های موجود در سر راه جریان، فشار متناسب با خود را در سیستم برقرار می کند و حد اکثر فشاری که بر قرار می شود تابع جمع کل مقاومت های ناشی از عوامل ایجاد مقاومت داخلی و خارجی و اندازه جریان است. پارامترهایی که در زیر ارائه شده است از جمله مواردی است که در ایجاد فرصت صرفه جوئی انرژی کارآمد می باشند:

• نصب آکومولاتور (accumulator)

آکومولاتور هیدرولیکی به عنوان یک منبع ثانویه، با ذخیره پتانسیل سیال غیر قابل تراکم (تحت فشار قرار گرفته توسط عامل خارجی) می تواند در هنگام نیاز، مورد استفاده قرار گیرد. به منظور ذخیره سازی انرژی از مکانیزم های وزنه ای، فنری، و یا گازی استفاده می شود. این آکومولاتور به سه دسته کلی زیر تقسیم می گردد:

- پیستونی

- دیافراگمی

- کیسه ای

معمولاً آکومولاتور هیدرولیکی درست در بالای پمپ جهت نرم کردن جریان و جلوگیری از ضربه قوچ نصب می گردد.

• نصب VSD بر روی پمپ های هیدرولیک.

• نصب پمپ های جا به جایی متغیر جهت بار متغیر هیدرولیک.

• نصب تعدیل کننده فشار جهت unload نمودن پمپ های هیدرولیکی.

۸-۹- اجرای ممیزی عبوری در کوره های خشک کن

پرسش ها

۱) آیا در فرآیند تولید از کوره های خشک کن استفاده می گردد؟

بلی ☐ خیر ☐

• حفظ سرعت مطلوب فن های کوره در حین چرخه خشک کردن با نصب کنترل دور موتور متغیر (VSD)

• نصب کنترل دمای منطقه ای جهت صرفه جوئی در انرژی و ایجاد یکنواختی در عملیات خشک کردن.

• نصب سیستم باز یابی بخار.

• بررسی های سیستماتیک مکرر که شامل مواردی مثل درب ها، کف ها، مسیر ها، ادوات کنترلی، گرمایشی، اسپری، سیستم های تهویه، واگن ها، ادوات جا به جایی مواد و موارد عمومی مربوط به نگهداری باشد. جهت اطمینان از کامل بودن بررسی های انجام پذیرفته، اپراتور های کوره می بایست نسبت به ثبت شرایط کوره و ادوات مربوطه بر روی یک لیست کنترلی اقدام نمایند.



۸-۱۰- چک لیست های مورد استفاده در ممیزی عبوری

در ادامه برخی از چک لیست ها و جداول راهنمای مورد استفاده در ممیزی عبوری به صورت نمونه آورده شده است.

چک لیست سیستم مدیریتی					
ردیف	مورد بررسی	وضعیت	W	S	ملاحظات و توضیحات
۱	آیا شرکت مدیر یا کارشناس انرژی دارد.	بلی ☐ خیر ☐			
۲	آیا کمیته انرژی، متشکل از کارشناسان بخشهای مرتبط تشکیل شده است	بلی ☐ خیر ☐			
۳	آیا اهداف کلان و خرد مجتمع در راستای بهینه سازی مصرف انرژی تعیین شده اند	بلی ☐ خیر ☐			
۴	آیا اولویت بندی و برنامه اجرایی برای دستیابی به اهداف تعیین شده شرکت، تدوین شده است	بلی ☐ خیر ☐			
۵	آیا گزارشهای ماهانه شدت مصرف انرژی مجتمع تهیه می شود	بلی ☐ خیر ☐			
۶	آیا گزارشهای سه ماهه شدت مصرف انرژی مجتمع تهیه می شود	بلی ☐ خیر ☐			
۷	آیا گزارشهای سالانه شدت مصرف انرژی مجتمع تهیه می شود	بلی ☐ خیر ☐			
۸	آیا تحلیل های اقتصادی بر روی مصارف انرژی انجام می شود.	بلی ☐ خیر ☐			
۹	آیا تحلیل مغایرتهای طراحی و عملیاتی مصارف انرژی انجام می شوند	بلی ☐ خیر ☐			
۱۰	آیا راهکارهای مناسب بر اساس تحلیلهای انجام شده اتخاذ شده است	بلی ☐ خیر ☐			
۱۱	آیا ممیزی های عبوری انرژی سالانه در مجتمع انجام می شود	بلی ☐ خیر ☐			
۱۲	آیا اقدامات اصلاحی یا پیشگیرانه بر اساس نتایج ممیزی انجام می شود	بلی ☐ خیر ☐			





چک لیست سیستم تولید و توزیع بخار

ردیف	مورد بررسی	وضعیت	W	S	ملاحظات و توضیحات
۱	آیا نمودار توزیع بخار در اطاق کنترل واحد موجود است	بلی ☐ خیر ☐			
۲	آیا بین فشار و دمای عملیاتی و طراحی مغایرتی وجود دارد	بلی ☐ خیر ☐			
۳	وضعیت دستگاه‌های اندازه‌گیری و کنترل سیستم تولید بخار				
۱-۳	وضعیت آنالیزور اکسیژن در گازهای خروجی کیفی / کمی				
۲-۳	وضعیت سیستم اندازه‌گیری و کنترل سوخت مصرفی				
۳-۳	وضعیت سیستم اندازه‌گیری و کنترل هوای مصرفی				
۴-۳	امکان آنالیز/انجام آنالیزهای دوره‌ای بر روی گازهای احتراق				
۵-۳	دمای گازهای احتراق خروجی طراحی عملیاتی				
۴	وضعیت نشی آب و بخار				
۵	وضعیت بویلر، مخزن کندانس و خطوط لوله مربوطه				
۶	وضعیت عایقکاری سیستم گرمایش مخزن و خطوط لوله				
۷	آیا مقدار کندانس برگشتی اندازه‌گیری می‌شود	بلی ☐ خیر ☐			
۱-۷	نسبت کندانس برگشتی عملیاتی / طراحی				
۸	شدت مصرف یا تولید بخار HP در شرایط عملیاتی به طراحی				
۹	شدت مصرف یا تولید بخار MP در شرایط عملیاتی به طراحی				
۱۰	شدت مصرف یا تولید بخار LP در شرایط عملیاتی به طراحی				
۱۱	آیا کنترل بر روی میزان آب بلودان بویلر ها انجام می‌شود	بلی ☐ خیر ☐			
۱۲	آیا امکان بازیافت حرارت از آب بلودان وجود دارد	بلی ☐ خیر ☐			
۱۳	وضعیت عایق کاری سیستم توزیع بخار چگونه است				
۱۴	بالانس جرم و حرارت و محاسبه راندمان بویلر ها به صورت دوره‌ای انجام می‌شود؟				
۱۵	وضعیت ظاهری تله‌های بخار در سطح واحد				
۱۶	برنامه دوره‌ای مشخصی برای تست نشی تله‌های بخار اجرا می‌شود؟				
۱۷	آیا کندانس تله‌های بخار جمع‌آوری می‌شود؟	بلی ☐ خیر ☐			
۱۸	عملکرد Damper بر روی جریان گازهای احتراق بویلر ها در حالت Standby برای کنترل تلفات حرارتی				
۱۹	آیا پتانسیل سنجی افزایش راندمان بویلر ها انجام شده است؟				
۲۰	وضعیت پروژه‌های انجام شده در زمینه بهبود سیستم فوق				



چک لیست سیستم هوای فشرده

ردیف	مورد بررسی	وضعیت	W	S	ملاحظات و توضیحات
۱	آیا اطلاعات فنی کمپرسور ها و Driver آنها موجود است؟				
۲	آیا سایز کمپرسورهای نصب شده مناسب است؟				
۳	زمان عملکرد Idle کمپرسورها چگونه است؟				
۴	سیستم کنترل کمپرسور ها منجر به عملکرد موثر می گردد؟				
۵	نسبت زمان Operation و Idle آنها چگونه است؟				
۶	آیا فشار خروجی کمپرسور بر روی حداقل مقدار ممکن برای تامین نیاز های مصرف کنندگان تنظیم شده است؟				
۷	آیا سیستم سرمایه گذاری مناسب بر روی ورودی کمپرسور (خصوصا کمپرسورهای هوا) نصب شده است؟				
۸	آیا هوای فشرده مصرفی فقط در موارد نیاز واقعی و اجتناب ناپذیر مصرف می شود؟				
۹	آیا امکان جایگزینی الکتریسیته بجای هوای فشرده در بعضی از مصرف کننده ها وجود دارد؟				
۱۰	آیا نشتی یابی جریان هوای فشرده و رفع نشتی به صورت دوره ای انجام می شود؟				
۱۱	آیا امکان کاهش فشار هوای فشرده مصرفی در سیستم توزیع بر اساس نیاز واقعی سیستم وجود دارد؟				
۱۲	نسبت شدت مصرف هوای فشرده در شرایط عملیاتی به طراحی				
۱۳	وضعیت پروژه های انجام شده در زمینه بهبود عملکرد سیستم فوق				

چک لیست الکتریسیته

ردیف	مورد بررسی	وضعیت	W	S	ملاحظات و توضیحات
۱	آیا ترانسفورمر Oversize در واحد موجود است؟				
۲	آیا مصرف کننده ای به عنوان گلوگاه در سیستم توزیع موجود است؟				(کوتاه کردن یا تعویض پره ها)
۳	ضریب توان به صورت ماهانه ثبت و تحلیل می شود؟				
۴	آیا مصرف کننده عمده ای در مواقع غیر نیاز در سرویس است؟				
۵	آیا امکان مدیریت بار و پیک زدایی بررسی شده است؟				
۶	بار ماکزیمم و مینیمم و منحنی بار در یک دوره زمانی (روزانه ...) ثبت و تحلیل می شود؟ (اخذ نمونه)				
۷	امکان نصب تصحیح کننده ضریب بار بررسی شده است؟				



چک لیست الکتریسیته - روشنایی

ردیف	مورد بررسی	وضعیت	W	S	ملاحظات و توضیحات
۱	آیا چراغها در محوطه های خالی روشن هستند؟				
۲	آیا چراغها در محوطه های باز در طول روز روشن هستند؟				
۳	آیا سطح روشنایی بیشتر از سطح استاندارد است؟				
۴	آیا از لامپ های رشته ای استفاده می شود؟				
۵	آیا امکان تعویض لامپ ها با لامپهای با راندمان بالاتر بررسی شده است؟				

چک لیست پمپ ها

ردیف	مورد بررسی	وضعیت	W	S	ملاحظات و توضیحات
۱	آیا پمپ های غیر ضروری خاموش می شوند؟				
۲	آیا هد خروجی پمپ اصلی بیشتر از مقدار مورد نیاز است؟				(کوتاه کردن یا تعویض پره ها)
۳	آیا میزان جریان Bypass پمپ های اصلی زیاد است؟ امکان کنترل با سیستم VSD وجود دارد؟				
۴	سایز پمپ				
۵	آیا پمپ Oversize است؟				
۶	امکان جایگزینی پمپ بزرگ با چند پمپ کوچکتر وجود دارد؟				
۷	سیستم کنترل دور تعبیه یا امکان سنجی شده است؟				
۸	وضعیت ظاهری پمپ چگونه است؟				





چک لیست کوره ها (هر کوره جداگانه بررسی شود)

ردیف	مورد بررسی	وضعیت	W	S	ملاحظات و توضیحات
۱	تعداد کوره های موجود				
۲	آنالیز گازهای دریافتی (ثبت مقادیر طراحی و عملیاتی)				
۳	آنالیز گازهای احتراق (ثبت مقادیر طراحی و عملیاتی)				
۴	آیا آنالیزور اکسیژن در مسیر گازهای دودکش موجود است؟				
۵	آیا سیستم کنترل هوای اضافی کوره وجود دارد؟				
۶	مقدار هوای اضافی کوره (ثبت مقادیر طراحی و عملیاتی)				
۷	LHV گازهای دریافتی کوره (ثبت مقادیر طراحی و عملیاتی)				
۸	مقدار گاز در یافتی کوره (ثبت مقادیر طراحی و عملیاتی)				
۹	راندمان کوره محاسبه و ثبت می شود				
۱۰	مغایرتهای راندمان های عملیاتی و طراحی تحلیل می شود				
۱۱	امکانسنجی افزایش راندمان عملیاتی کوره ها انجام شده است				

چک لیست آب خنک کننده (در صورت وجود برج خنک کن قسمتهای مشترک برای هر برج جداگانه بررسی شود)

ردیف	مورد بررسی	وضعیت	W	S	ملاحظات و توضیحات
۱	آیا آب Cooling در شرکت تامین می شود				
۲	تعداد برجهای خنک کن موجود در واحد				
۳	مصرف آب خنک کن در گردش (ثبت طراحی و عملیاتی)				
۴	آیا مقادیر آب جبرانی و Blowdown ثبت و کنترل می شود				
۵	وضعیت فن ها و پمپ های در سرویس چگونه است؟				
۶	سیستم کنترل فن و پمپ در سرویس چگونه است؟				
۷	وضعیت ظاهری برج خنک کن				
۸	سیکل غلظتی برج				
۹	آیا راندمان عملیاتی برج محاسبه و ثبت می شود				
۱۰	آیا پروژه ای در جهت بهبود عملکرد سیستم فوق انجام شده است				





چک لیست سیستم فلرینگ						
ردیف	مورد بررسی	وضعیت	W	S	ملاحظات و توضیحات	
۱	تعداد فلر های کارخانه که گاز از واحد های عملیاتی به آنها ارسال می شود					
۲	آنالیز گازهای ارسالی به هر فلر (ثبت مقادیر طراحی و عملیاتی)				مقادیر برای هر فلر اخذ شود	
۳	دبی متوسط عملیاتی و طراحی گازهای ارسالی به فلر (ثبت هر دو مقدار)				مقادیر برای هر فلر اخذ شود	
۴	آیا Knockout Drum در مسیر فلر موجود است؟					
۵	آیا Liquid Seal در مسیر فلر موجود است؟					
۶	آیا تا بحال پروژه خاصی بر روی فلر انجام گرفته است؟					
۷	LHV گازهای ارسالی به فلر (در دو حالت طراحی و عملیاتی)				مقادیر برای هر فلر اخذ شود	
۸	آیا امکان استفاده از گاز فلر بررسی شده است؟				میکرو توربین، ...	

چک لیست موتور ها و فن ها						
ردیف	مورد بررسی	وضعیت	W	S	ملاحظات و توضیحات	
۱	آیا اطلاعات فنی موتورهای مصرف کننده عمده موجود است.	بلی ☐ خیر ☐				
۲	آیا برنامه تعمیر و نگهداری هر کدام از موتور ها به صورت مناسب اجرا می شود؟	بلی ☐ خیر ☐				
۳	آیا سطوح موتور ها و منافذ تهویه آنها با استفاده از سیستم Vacuum به صورت دوره ای تمیز می شوند؟	بلی ☐ خیر ☐				
۴	آیا لیستی از موتور ها بر اساس طول عمر و سایز آنها به منظور تعویض و تعمیر به موقع آنها موجود است؟	بلی ☐ خیر ☐				
۵	وضعیت مصرف الکتریسیته موتورهای تعمیری پس از انجام تعمیرات بررسی و تایید شده است؟	بلی ☐ خیر ☐				
۶	آیا موتور ها در موارد غیر ضروری خاموش هستند؟	بلی ☐ خیر ☐				
۷	وضعیت ظاهری پوسته موتور ها چگونه است ؟	بلی ☐ خیر ☐				
۸	آیا موتور عمده ای با load پایین کار می کند ؟	بلی ☐ خیر ☐				
۹	آیا سیستم کنترل دور بر روی موتورهای عمده موجود است؟	بلی ☐ خیر ☐				



چک لیست فن ها

ردیف	مورد بررسی	وضعیت	W	S	ملاحظات و توضیحات
۱	فن های اضافی به صورت متوالی خاموش می شوند؟				
۲	وضعیت ظاهری فن				
۳	آیا برنامه تعمیر و نگهداری، تمیز کاری و روغن کاری هر کدام از فن ها به صورت مناسب اجرا می شود				
۴	وضعیت Damper ها از لحاظ کنترل و آب بندی در زمان بسته بودن Damper چگونه است؟				
۵	وضعیت پره ها (تنظیم صحیح زاویه، وضع ظاهری سطوح پره)				
۶	وضعیت اتصالات الکتریکی فن ها				
۷	کیفیت هوای خروجی فن چگونه است (بیانگر رطوبت و تشکیل جرم روی سطوح داخلی Duct است ؟)				
۸	وضعیت Duct هوا (اتصالات و نشتی ها) چگونه است.				
۹	وضعیت فیلتر هوا چگونه است؟				

چک لیست سیستم های تهویه مطبوع

ردیف	مورد بررسی	وضعیت	W	S	ملاحظات و توضیحات
۱	در ساختمان سیستم تهویه مکانیکی وجود دارد؟	بلی ☐ خیر ☐			
۲	در ساختمان فن مرکزی موجود است که وظیفه تهویه کل ساختمان را عهده دار باشد؟	بلی ☐ خیر ☐			
۳	شما توانائی کنترل سیستم تهویه مکانیکی خود را دارید؟	بلی ☐ خیر ☐			
۴	آیا امکان از کار انداختن دستی یا اتوماتیکی اجزاء مختلف سیستم تهویه مکانیکی در مواقع ضروری وجود دارد؟ (در قسمت توضیحات هر جزء به طور مجزاء بررسی گردد)	بلی ☐ خیر ☐			
۵	آیا فضای لازم جهت تهویه کل ساختمان موجود است؟	بلی ☐ خیر ☐			
۶	آیا فن های سقفی در ساختمان نصب شده اند؟ (اگر پاسخ مثبت است چه تعداد)	بلی ☐ خیر ☐			
۷	به نظر شما طراحی ساختمان در بهبود تهویه مطبوع تاثیر گذار است؟	بلی ☐ خیر ☐			
۸	آیا طراحی ساختمان های جدید و یا نوسازی بناهای موجود می تواند از عوامل افزایش میزان تهویه طبیعی بر شمرده شوند؟	بلی ☐ خیر ☐			
۹	آیا ساختمان به صورت صحیح و کافی عایق بندی شده است؟	بلی ☐ خیر ☐			
۱۰	آیا ساختمان از سایه مناسب جهت جلوگیری از رسیدن آفتاب به اتاق ها و فضاهای گوناگون برخوردار است؟ (در صورت مثبت بودن در توضیحات اشاره شود چه نوع سایه ای، درخت، پرده و)	بلی ☐ خیر ☐			
۱۱	سیستم های تهویه مکانیکی هر چند وقت یکبار مورد بازرسی و سرویس قرار می گیرند؟	بلی ☐ خیر ☐			





National Petrochemical Company

Energy Management Requirements





الزامات مدیریت انرژی Energy Management Requirements



فصل نهم:

راهنمای تعیین
راندمان انرژی تجهیزات
مهم مصرف و تبدیل
انرژی و راهکارهای
بهره برداری بهینه

سند حاضر با هدف ارائه راهنمایی و حفظ یکپارچگی در تدوین مستندات مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست شرکت ملی صنایع پتروشیمی، توسط مدیریت HSE شرکت تهیه شده و کلیه حقوق آن محفوظ و متعلق به آن شرکت می باشد.

۹-۱- تعیین راندمان انرژی در کوره ها

۹-۱-۱- انواع کوره ها و طبقه بندی آن ها

بر اساس روش تولید حرارت، کوره ها به دو دسته کلی احتراقی (که از سوخت استفاده می نمایند) و الکتریکی تقسیم می شوند. در کوره های احتراقی، بر اساس نوع سوخت می توان آن ها را به طور کلی به صورت نفتی، ذغال سنگی و گازی طبقه بندی کرد. همچنین بر اساس روش تغذیه مواد، کوره ها را می توان به دو دسته ۱- کوره تناوبی، گسسته یا دوره ای، ۲- کوره های پیوسته تقسیم بندی کرد. بر اساس روش بازیابی گرمای تلف شده کوره ها به دو دسته باز یابنده و احیا کننده طبقه بندی می شوند.

۹-۱-۲- هدف از انجام تست کارائی^۱

- به دست آوردن راندمان کوره ها
 - دستیابی به مصرف انرژی ویژه (SEC)
- در کارائی کوره ها پارامترهای مختلفی از جمله حجم بهره برداری از کوره، میزان هوای اضافی، دمای نهائی و غیره، نقش دارند.

بالانس حرارتی در یک کوره

بالانس حرارتی راهکاری جهت آشنائی با مفاهیمی همچون اتلاف حرارت و راندمان کوره ها به صورت عددی می باشد. بنابراین می توان گفت انجام بالانس حرارتی یک پیش نیاز جهت بهینه سازی مصرف انرژی در کوره ها است.

۹-۱-۳- تعاریف راندمان و مصرف انرژی ویژه در کوره ها

$$1. \text{Furnace Efficiency, } \eta = \frac{\text{Heat output}}{\text{Heat input}} \times 100$$

$$= \frac{\text{Heat in stock (material) (k cals)}}{\text{Heat in fuel / electricity (k cals)}} \times 100$$

$$2. \text{Specific Energy Consumption} = \frac{\text{Quantity of fuel or energy consumed}}{\text{Quantity of material processed}}$$

۹-۱-۴- استاندارد مرجع

- Japanese Industrial Standard (JIS) GO702 «Method of heat balance for continuous furnaces for steel»

۹-۱-۵- روش های تست نمودن راندمان کوره

اتلاف حرارت در کوره های fuel fired ممکن است به طرق مختلفی صورت پذیرد که عمده این روش ها عبارتند از:

۴) تلفات ناشی از گرمای خروجی از دودکش به صورت گرمای آشکار و نهان و نیز احتراق ناقص.

1. Performance Test



(۵) تلفات ناشی از دیواره ها و کف کوره.

(۶) اتلاف حرارت به محیط اطراف توسط انتقال حرارت تشعشعی و جا به جایی.

(۷) اتلاف حرارت به واسطه نشت گازها به فضای خارج از طریق منافذ، شکاف ها و ورودی.

راندمان کوره ها

راندمان کوره عبارتند از نرخ کار مفید خروجی به حرارت ورودی و توسط دو روش مستقیم و غیر مستقیم تعیین می گردد.

۱-۵-۱-۹- روش مستقیم

یک روش جهت دستیابی به راندمان کوره، اندازه گیری میزان سوخت مصرفی به ازاء واحد وزن محصول تولیدی توسط کوره می باشد.

$$\text{Thermal efficiency of the furnace} = \frac{\text{Heat in the stock}}{\text{Heat in the fuel consumed}}$$

صورت کسر فوق توسط رابطه زیر به دست می آید :

$$Q = m \times C_p (t_2 - t_1)$$

که در آن :

Q = Quantity of heat in kCal

m = Weight of the material in kg

C_p = Mean specific heat, kCal/kg °C

t₂ = Final temperature desired, °C

t₁ = Initial temperature of the charge before it enters the furnace, °C

۱-۵-۲- روش غیر مستقیم

پارامترهایی که در روش غیر مستقیم می بایست اندازه گیری گردند به شرح ذیل می باشد :

(۲) وزن خوراک

(۳) دمای سقف و دیواره های کوره

(۴) دمای گاز خروجی از دودکش

(۵) آنالیز گاز خروجی از دودکش

(۶) میزان مصرف سوخت

در ادامه بحث جهت درک بهتر چگونگی استفاده از روش مستقیم و غیر مستقیم برای محاسبه راندمان کوره ها، مثالی ارائه شده است .

مثال: یک کوره oil-fired reheating دارای دمای عملیاتی حدود ۱۳۴۰ درجه سانتی گراد بوده و مصرف متوسط سوخت آن ۴۰۰ litres/hour می باشد. دمای گاز خروجی از دودکش بعد از پیش گرم شدن توسط هوا ۷۵۰ درجه سانتی گراد است. هوا توسط پیش گرم کن هوا از دمای محیط که ۴۰ درجه سانتی گراد



می باشد تا ۱۹۰ درجه سانتی گراد گرم می شود. ضخامت دیواره های کوره برابر ۴۶۰ میلیمتر بوده (x) و دارای ۱ متر طول (D) و ۱ متر عرض می باشد. سایر اطلاعات مورد نیاز در زیر آمده است. از هر دو روش مستقیم و غیر مستقیم می توان راندمان کوره را به صورت زیر تعیین کرد.

Flue gas temperature after air preheater	= 750 °C
Ambient temperature	= 40 °C
Preheated air temperature	= 190 °C
Specific gravity of oil	= 0.92
Average fuel oil consumption	= 400 Litres / hr
	= 400 $\times$ 0.92 = 368 kg/hr
Calorific value of oil	= 10000 kCal/kg
Average O ₂ percentage in flue gas	= 12%
Weight of stock	= 6000 kg/hr
Specific heat of Billet	= 0.12 kCal/kg/ °C
Surface temperature of root and side walls	= 122 °C
Surface temperature other than heating and soaking zone	= 85 °C

حل :

(۱) میزان اتلاف حرارت آشکار در گاز خروجی از دودکش

$$\text{Excess air} = \frac{O_2\%}{21 - O_2\%} \times 100$$

(where O₂ is the % of oxygen in flue gas = 12 %)

$$= 12 \times 100 / (21 - 12)$$

$$= 133\% \text{ excess air}$$

Theoretical air required to burn 1 kg of oil = 14 kg (Typical value for all fuel oil)

Total air supplied = Theoretical air $\times$ (1 + excess air/100)

Total air supplied = 14 $\times$ 2.33 kg / kg of oil

= 32.62 kg / kg of oil

Sensible heat loss = m $\times$ C_p $\times$ Δ T

m

= Weight of flue gas

= Actual mass of air supplied / kg of fuel + mass of fuel (1kg)

= 32.62 + 1.0 = 33.62 kg / kg of oil

C_p

= Specific heat of flue gas

= 0.24 kCal/kg / °C

Δ T

= Temperature difference

Heatloss = m $\times$ C_p $\times$ Δ T

= 33.62 $\times$ 0.24 $\times$ (750-40) = 5729 k cal/kg of oil

$$\% \text{Heat loss in flue gas} = \frac{5729 \times 100}{10000} = 57.29\%$$





با توجه به محاسبات فوق میزان اتلاف حرارت در گاز خروجی از دودکش برابر ۵۷/۲۹٪ برآورد گردید.

۲) اتلاف ناشی از تبخیر رطوبت موجود در سوخت

$$\% \text{ Loss} = \frac{M(584 + 0.45(T_{fg} - T_{amb}))}{GCV} \times 100$$

که در آن :

M = kg of Moisture in 1 kg of fuel oil (0.15 kg/kg of fuel oil)

T_{fg} = Flue Gas Temperature

T_{amb} = Ambient temperature

GCV = Gross Calorific Value of Fuel

$$\% \text{ Loss} = \frac{0.15(584 + 0.45(750 - 40))}{10000} \times 100 = 1.36\%$$

بنابراین میزان این اتلاف برابر ۱/۳۶٪ به دست می آید.

۳) اتلاف ناشی از تبخیر آب تشکیل شده به سبب وجود هیدروژن در سوخت

$$\% \text{ Loss} = \frac{9 \times H_2(584 + 0.45(T_{fg} - T_{amb}))}{GCV} \times 100$$

که در آن :

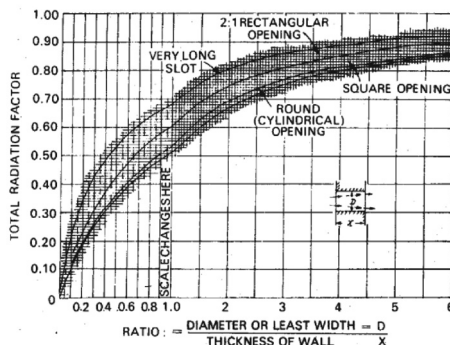
H₂-kg of H₂ in 1 kg of fuel oil (0.1123 kg/kg of fuel oil)

$$\frac{9 \times 0.1123(584 + 0.45(750 - 40))}{10000} \times 100 = 9.13\%$$

میزان اتلاف ناشی از تبخیر آب ۹/۱۳٪ محاسبه گردید.

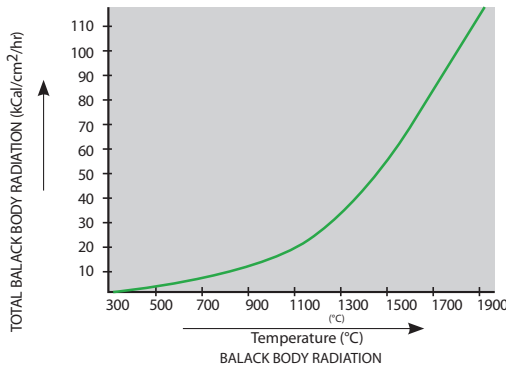
۴) میزان اتلاف ناشی از ورودی های کوره

بدیهی است بدنه کوره ای که دارای منافذ و شکاف باشد بستری جهت خروج حرارت می باشد. میزان این اتلاف حرارت توسط محاسبه تابش جسم سیاه در دمای کوره و ضرب این مقدار در ضریب قابلیت انتشار (معمولا ۰/۸) و فاکتور تشعشع، محاسبه می شود. فاکتور تشعشع به کمک گراف (۹-۱) و نیز میزان اتلاف تابش جسم سیاه مستقیما از گراف (۹-۲)، قابل دستیابی است.



شکل ۹-۱: گراف محاسبه فاکتور تشعشع





شکل ۹-۲: گراف محاسبه تابش جسم سیاه

با توجه به اطلاعات داده شده در ابتدای مثال، ضخامت دیواره های کوره برابر ۴۶۰ میلیمتر بوده (x) و دارای ۱ متر طول (D) و ۱ متر عرض می باشد و دمای کوره ۱۳۴۰ درجه سانتی گراد است، مقدار اتلاف حرارت ناشی از روزنه ها (Q) از روابط ذیل محاسبه می گردد:

The shape of the opening is square and $D/X = 1/0.46 = 2.17$

The factor of radiation = 0.71

Black body radiation corresponding to $1340^{\circ}\text{C} = 36.00 \text{ k cal/cm}^2/\text{hr}$

Area of opening = $100 \text{ cm} \times 100 \text{ cm} = 10000 \text{ cm}^2$

Emissivity = 0.8

Total heat loss = Black body radiation $\times$ Area of opening $\times$

Factor of radiation $\times$ Emissivity = $36 \times 10000 \times 0.71 \times 0.8 = 204480 \text{ kcal/hr}$

Equivalent oil loss = $204480/10000 = 20.45 \text{ kg/hr}$

% Heat loss = $20.45/368 \times 100 = 5.56\%$

میزان اتلاف ناشی از ورودی های کوره برابر ۵/۵۶٪ محاسبه گردید.

۵) اتلاف حرارت از طریق بدنه کوره

روش اول - اتلاف حرارت تابشی از طریق سطح کوره

میزان اتلاف حرارت از بدنه کوره برابر حاصل جمع جا به جایی طبیعی و تشعشع حرارتی می باشد که این مقدار می تواند توسط دمای سطح کوره، محاسبه شود. برای اینکه کار از دقت و صحت بیشتری برخوردار باشد می بایست دمای سطح کوره در قسمت های مختلف آن اندازه گیری و میانگین آن ها لحاظ شود.

$$Q = a \times (t_1 - t_2)^{5/4} + 4.88E \left[\left(\frac{t_1 + 273}{100} \right)^4 - \left(\frac{t_2 + 273}{100} \right)^4 \right]$$

که در آن :

Q: Quantity of heat release in kCal / W/m²

a : factor regarding direction of the surface of natural convection ceiling = 2.8,
side walls = 2.2, hearth = 1.5

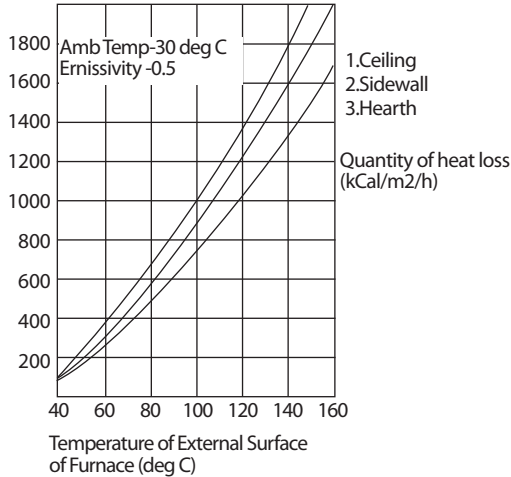




- t_1 : temperature of external wall surface of the furnace ($^{\circ}\text{C}$)
 t_2 : temperature of air around the furnace ($^{\circ}\text{C}$)
 E : emissivity of external wall surface of the furnace

روش دوم- اتلاف حرارت تابشی از طریق سطح کوره

شکل (۹-۳) ارتباط بین دمای سطح خارجی دیوار و میزان حرارت اتلاف شده را نشان می دهد.



شکل ۹-۳: میزان حرارت آزاد شده در دماهای مختلف

توسط گراف فوق می توان مقدار حرارت تلف شده از سقف، دیوارها و کف کوره را به دست آورد.

Heat loss through roof and sidewalls:

$$\begin{aligned} \text{Total average surface temperature} &= 122^{\circ}\text{C} \\ \text{Heat loss at } 122^{\circ}\text{C} &= 1252 \text{ kCal} / \text{m}^2 / \text{hr} \\ \text{Total area of heating + soaking zone} &= 70.18 \text{ m}^2 \\ \text{Heat loss} &= 1252 \text{ kCal} / \text{m}^2 / \text{hr} \times 70.18 \text{ m}^2 \\ &= 87865 \text{ kCal/hr} \end{aligned}$$

$$\text{Equivalent oil loss (a)} = 8.78 \text{ kg} / \text{hr}$$

$$\begin{aligned} \text{Total average surface temperature of area} \\ \text{other than heating and soaking zone} &= 85^{\circ}\text{C} \\ \text{Heat loss at } 85^{\circ}\text{C} &= 740 \text{ kCal} / \text{m}^2 / \text{hr} \\ \text{Total area} &= 12.6 \text{ m}^2 \\ \text{Heat loss} &= 740 \text{ kCal} / \text{m}^2 / \text{hr} \\ &= 9324 \text{ kCal/hr} \end{aligned}$$

$$\text{Equivalent oil loss (b)} = 0.93 \text{ kg} / \text{hr}$$

$$\text{Total loss of fuel oil} = a + b = 9.71 \text{ kg/hr}$$

$$\text{Total percentage loss} = 9.71 / 368$$

$$= 2.64 \%$$



مقدار گرمای اتلافی توسط بدنه کوره (سقف، دیوار ها و روزنه ها) برابر ۲/۶۴٪ است.

۶) سایر موارد اتلاف حرارت

موارد دیگری همانند احتراق ناقص سوخت، اتلاف از طریق کف سازه و غیره نیز می تواند منجر به اتلاف حرارت در کوره ها شود.

محاسبه راندمان کوره

بعد از محاسبه اتلاف از طرق مختلف به محاسبه راندمان کوره از طریق مستقیم و غیر مستقیم پرداخته می شود.

۱) روش مستقیم

Fuel input	= 400 litres / hr
	= 368 kg/hr
Heat input	= 368 x 10000 = 36,80,000 kCal
Heat output	= m x C _p x ΔT
	= 6000 kg x 0.12 x (1340-40)
	= 936000 kCal
Efficiency	= 936000 x 100 / (368 x 10000)
	= 25.43 %
	= 25 % (app)
Total Losses	= 75 % (app)

مقدار راندمان توسط روش مستقیم حدود ۲۵٪ و میزان کل اتلاف ۷۵٪ محاسبه گردید.

۲) روش غیر مستقیم

1. Sensible heat loss in flue gas	= 57.29 %
2. loss due to evaporation of moisture in fuel	= 1.36 %
3. loss due to evaporation of water formed from H ₂ in fuel	= 9.13 %
4. Heat loss due to openings	= 5.56 %
5. Heat loss through skin	= 2.64 %

Total losses = 75.98 %

Furnace Efficiency = 100 - 75.98

= 24.02 %

Specific Energy Consumption =

= 66.6 Litre of fuel / tonne of Material (stock)

در روش غیر مستقیم مقدار راندمان ۲۴/۰۲٪، میزان کل اتلاف ۷۵/۹۸٪ و مصرف انرژی ویژه ۶۶/۶ Lit of fuel/tonne of stock برآورد شده است.





۹-۱-۳- فاکتورهای موثر بر عدم کارایی کوره ها

- طراحی نامناسب
- استفاده از مشعل نامناسب
- استفاده از دودکش نامرغوب
- عدم وجود سیستم بازیافت گرمای تلف شده
- عدم وجود ادوات کنترلی
- عملیات و حفظ و نگهداری نامناسب
- مقدار زیاد اتلاف
- عایق کاری نامناسب

۹-۱-۶- فرمت جمع آوری داده ها جهت ارزیابی کارایی در کوره ها

در جداول زیر فرمت جمع آوری داده و پارامترهای اندازه گیری نشان داده شده است.

Stock

Charge amount in furnace	Charging temperature	Discharging temperature	Discharge material
Ton/ hr	°C	°C	Kg/ ton

Fuel Analysis

Fuel type	Consumption	Components of heavy oil						Gross calorific value	Temperature
		C	H2	O2	N2	S	Water content		
	Kg/ hr	%	%	%	%	%	%	kCal/kg	°C

Fuel gas Analysis

Temperature	Composition of dry exhaust gas		
	CO2	O2	CO
°C	%	%	%



Cooling water

Amount of Water	Inlet temperature	Outlet temperature
Kg/ton	°C	°C

۹-۱-۷-اطلاعات سودمند

در جداول زیر حجم کوره، میزان سوخت و راندمان چند نوع کوره جمع آوری شده است. از آنجاییکه مقادیر ذیل از کوره‌هایی به دست آمده که مورد تأیید آژانس ممیزی انرژی می باشد، لذا می تواند معیار مناسبی جهت مقایسه و نتیجه گیری با انواع کوره های در حال کار باشد.

Typical furnace efficiency for reheating and forging furnaces(As observed in few trials Undertaken by an Energy Auditing Agency on such furnaces)

Pusher Type Billet Reheating Furnace (for rolling mills)

Furnace Capacity	Specific Fuel Consumption	Thermal Efficiency Achieved
Upto 6 T/hr	40-45 Ltrs/ tonne	52%
7-8 T/hr	35-40 Ltrs/ tonne	58.5%
10-12 T/hr	33-38 Ltrs/ tonne	63%
15-20 T/hr	32-34 Ltrs/ tonne	66.6%
20 T/hr & above	30-32 Ltrs/ tonne	71%

Pusher Type forging furnace

Furnace Capacity	Specific Fuel Consumption	Thermal Efficiency Achieved
500-600 kg/hr	80-90 Ltrs/ tonne	26%
1-0 T/hr	70-75 Ltrs/ tonne	30%
1.5-2.5 T/hr	65-70 Ltrs/ tonne	32.5%
2.5-3.0 T/hr	55-60 Ltrs/ tonne	38%

The above fuel consumption figures were valid when the furnaces were found to be operating continuously at their rated capacity

۹-۲- تعیین راندمان انرژی در سیستم های تولید همزمان برق و حرارت^۱ و توربین های گاز

توربین های گاز صنعتی برای تولید توان الکتریکی، توربین های گازی هستند که توان تولید شده به وسیله آنها، مستقیماً و یا پس از تغییر سرعت دوران در جعبه دنده، به ژنراتور منتقل شده و در آنجا به انرژی الکتریکی تبدیل می شود. این نوع توربین گاز، می تواند به صورت سیکل ساده (Single Cycle) و یا سیکل ترکیبی (Combined Cycle) باشد. در حالت سیکل ساده، گازهای خروجی از آگروز توربین که می تواند تا ۶۰۰ درجه سانتیگراد دما داشته باشد، مستقیماً وارد هوا شده و انرژی باقی مانده در آن هدر می رود. ولی در حالت سیکل ترکیبی، یک یا دو

1. Cogeneration





توربین گاز با یک توربین بخار کوپل شده و گازهای خروجی از توربین گاز در بخشی به نام بویلر بازیاب، آب بازگشتی از کندانسور توربین بخار را که توسط پمپ فشرده شده، به بخار تبدیل می کنند. در نتیجه در حالت سیکل ترکیبی، از انرژی موجود در گازهای خروجی از آگروز توربین گاز استفاده شده و بویلر توربین بخار بدون نیاز به سوخت، بخار آب تولید می کند. بنابراین، با استفاده از این روش، راندمان سیکل افزایش می یابد. توربوژنراتورها همچنین می توانند به صورت تولید همزمان برق و گرما (Cogeneration) استفاده شوند که در این ترکیب، گاز خروجی از آنها برای تولید آب گرم و یا هوای گرم ساختمان ها و کارخانجات استفاده می شود.

۹-۲-۱- اهداف انجام تست کارائی^۱

هدف از تست کارائی سیستم های Cogeneration تعیین میزان برق و حرارت تولید شده در واحد می باشد و همچنین این ارزیابی می تواند نشانگر روشی مناسب جهت نگهداری بهتر سیستم پس از یک overhaul کامل باشد. حتی در بعضی از موارد هدف از این سنجش ایجاد تغییر و نوسازی در کل واحد می باشد.

۹-۲-۲- تست کارائی و تعاریف

- تعریف کارائی کل واحد

1. Overall plant heat rate, kcal/kwh

$$= \frac{\text{Mass flow rate of steam} \times (\text{Enthalpy of steam, kcal/kg} - \text{Enthalpy of feed water, kcal/kg})}{\text{Power output, kw}}$$

$$2. \text{ Overall plant fuel rate kg/kwh} = \frac{\text{Fuel consumption* in kg/hr}}{\text{Power output, kw}}$$

*Total fuel consumption for turbine and steam

- تعریف راندمان توربین های بخار

Steam Turbine Performance

$$\text{Turbine cylinder efficiency \%} = \frac{\text{Actual enthalpy drop across turbine, kcal/kg}}{\text{Isentropic enthalpy drop across the turbine, kcal/kg}} \times 100$$

- تعریف راندمان توربین های گازی

$$\text{Air compressor efficiency \%} = \frac{\text{Theoretical temperature rise across the compressor, } ^\circ\text{C}}{\text{Actual temperature, } ^\circ\text{C}} \times 100$$

$$\text{Overall gas turbine efficiency (compressor+gas turbine) \%} = \frac{\text{Power output, kw} \times 860}{\text{Fuel input for gas turbine, kg/hr} \times \text{GCV of fuel, kcal/kg}} \times 100$$

- تعریف راندمان ژنراتور بخار با قابلیت بازیافت حرارت

Heat Recovery Steam Generator (HRSG) efficiency, %

$$= \frac{\text{Steam generated, kg/hr} \times (h_s, \text{ kcal/kg} - h_w, \text{ kcal/kg})}{[\text{Mass flow of flue gas, kg/hr} \times \text{Cp}(t_{in} - t_{out})] + [\text{auxiliary fuel consumption, kg/hr} \times \text{GCV of fuel, kcal/kg}]} \times 100$$

1. Performance Test



که در آن :

h_s = enthalpy of steam

h_w = enthalpy of feed water

t_{in} = inlet temperature of flue gas

t_{out} = outlet temperature of flue gas

۹-۲-۳- استاندارد مرجع

Modern power station practices by British electricity International (Pergamon Press) ASME PTC 22 - Gas turbine performance test.

۹-۲-۴- روش انجام تست

روند انجام این آزمایش در هر واحد به عواملی همچون تجهیزات و شرایط عملیاتی واحد بستگی دارد. بررسی موردی در این بخش در مورد سیستم based co-generation coal fired steam بوده و شامل مراحل زیر می باشد.

۹-۲-۴-۱- مدت زمان آزمایش

معمولاً ۸ ساعت آزمایش بر روی سیستم می تواند اطلاعات معتبر و قابل قبولی در اختیار کارشناسان قرار دهد. البته این زمان برای سیستمی با نوسانات برق و میزان بخار مصرفی ممکن است به ۲۴ ساعت هم برسد.

۹-۲-۴-۲- اندازه گیری و جمع آوری اطلاعات

برخی از تجهیزات پیشنهادی جهت اندازه گیری عملکرد، به شرح ذیل می باشد :

Steam flow measurement	: Orifice flow meters
Fuel flow measurement	: Volumetric measurement / Mass flow meters
Air flow / Fuel gas flow	: Venturi / Orifice flow meter/ Iron gun/ Pitot tubes
Fuel gas Analysis	: Zirconium Probe Oxygen analysis
Unburnt Analysis	: Gravimetric Analysis
Temperature	: Thermocouple
Cooling water flow	: Orifice flow meter/ weir / channel flow/ non-contact flow meters
Pressure	: Bourdon Pressure Gauges
Power	: Trivector meter / Energy meter
Condensate	: Orifice flow meter

نکته: از انجام آزمایش در شرایط پایا (steady state) اطمینان حاصل گردد.

جهت ارزیابی عملکرد سیستم های cogeneration جمع آوری دو دسته اطلاعات ضروری می باشد.

(۱) اطلاعات در ارتباط با انرژی حرارتی





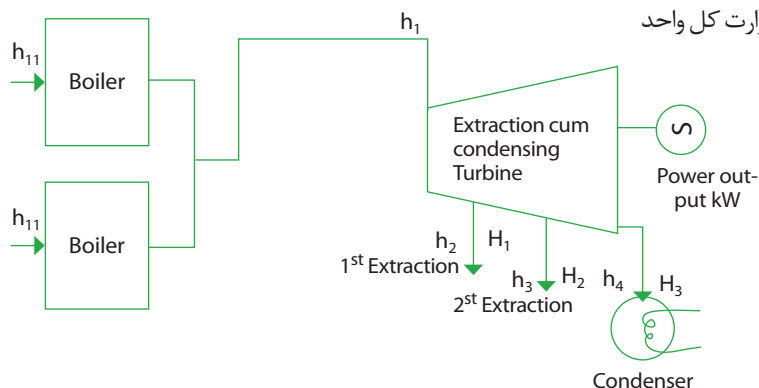
I. Thermal Energy:		Flow	Pressure	Temperature
1	Steam inlet to turbine	✓	✓	✓
2	Fuel input to Boiler/ Gas turbine	✓	-	-
3	Combustion air	✓	✓	✓
4	Extraction Steam to process	✓	✓	✓
5	Back Pressure Steam to Process	✓	✓	✓
6	Condensing steam	✓	✓	✓
7	Condensate from turbine	✓	-	✓
8	Turbine bypass steam	✓	-	-
9	Flue gas to HRSG	-	✓	✓
10	Exit flue gas	-	-	✓ + Consumption
11	Cooling water to condenser	✓	✓	✓

۲) اطلاعات در مورد انرژی الکتریکی

- میزان برق تولید شده توسط هر توربین به طور مجزا
- مقدار متوسط برق تولید شده در هر ساعت
- میزان برق دریافتی از utility
- مقدار برق تولید شده توسط سیستم DC
- میزان مصرف برق

۹-۲-۳- محاسبات مربوط به توربین های بخار در سیستم های Cogeneration: دیاگرام جریان فرآیند برای واحد Cogeneration در شکل زیر قابل مشاهده بوده و مواردی که در این قسمت مورد محاسبه قرار می گیرند شامل دو مورد زیر می باشد:

- راندمان توربین
- نرخ حرارت کل واحد



شکل ۹-۴: دیاگرام جریان فرآیند برای واحد Cogeneration



مرحله اول:

- محاسبه مقدار حرارت واقعی استخراج شده در توربین در هر مرحله.

Steam Enthalpy at turbine inlet	: h_1 kCal / kg
Steam Enthalpy at 1 st extraction	: h_2 kCal / kg
Steam Enthalpy at 2 nd extraction	: h_3 kCal / kg
Steam Enthalpy at Condenser	: h_{4*} kCal / kg

به علت مرطوب (نمناک) شدن بخار در مرحله چگالش، مقدار آنتالپی بخار را نمی توان با آنتالپی بخار اشباع یکسان لحاظ نمود، مقدار dryness معمولاً بین ۰/۹۲-۰/۸۸ می باشد که این مقدار می تواند به منظور حدس اولیه برای تخمین افت حرارت در مرحله آخر لحاظ گردد.

$$\left. \begin{array}{l} \text{Heat extraction from inlet} \\ \text{to stage -1 extraction (h}_5\text{)} \end{array} \right\} : h_1 - h_2 \text{ kCal / kg}$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{Heat extraction from} \\ \text{1}^{\text{st}} - 2^{\text{nd}} \text{ extraction (h}_6\text{)} \end{array} \right\} : h_2 - h_3 \text{ kCal / kg}$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{Heat extraction from 2nd} \\ \text{Extraction - condenser (h}_7\text{)} \end{array} \right\} : h_3 - h_4 \text{ kCal / kg}$$

مرحله دوم:

از دیاگرام (H-S Diagram) Mollier میزان حرارت تئوری استخراج شده برای شرایط مذکور در مرحله اول، تخمین زده می شود. نکات زیر جهت آشنائی با این دیاگرام ضروری می باشد:

- زمانی که انبساط در توربین یک فرآیند آدیاباتیکی باشد، آنتروپی ثابت خواهد بود. بنابراین با رسم خطی عمودی از نقطه ورودی (موازی محور ۷ ها) به وضعیت کندانس می رسم.
- آنتالپی را در نقطه ای که خطوط استخراج و فشار چگالش با خط عمودی رسم شده برخورد می نمایند، قرائت کنید.

• افت حرارت تئوری برای مراحل مختلف انبساط محاسبه شود.

Theoretical Enthalpy after 1 st extraction	: H_1
Theoretical Enthalpy after 2 nd extraction	: H_2
Theoretical Enthalpy at condenser conditions	: H_3
Theoretical heat extraction from inlet to stage 1 extraction, h_8	: $h_1 - H_1$
Theoretical heat extraction from 1 st - 2 nd extraction, h_9	: $H_1 - H_2$
Theoretical heat extraction from 2 nd extraction - condensation, h_{10}	: $H_2 - H_3$





مرحله سوم:

- محاسبه راندمان توربین

$$\text{Efficiency of 1}^{\text{st}} \text{ stage} \left(\frac{h_5}{h_8} \right) = \frac{\text{Heat extraction actual}}{\text{Heat extraction theoretical}} = \frac{h_1 - h_2}{h_1 - H_1}$$

$$\text{Efficiency of 2}^{\text{nd}} \text{ stage} \left(\frac{h_6}{h_9} \right) = \frac{\text{Heat extraction actual}}{\text{Heat extraction theoretical}} = \frac{h_2 - h_3}{H_1 - H_2}$$

$$\text{Efficiency of condensing stage} : \frac{h_7}{h_{10}}$$

مرحله چهارم:

- محاسبه میزان نرخ حرارت واحد

$$\text{Heat rate, kCal / kWh} = \frac{M * (h_1 - h_{11})}{P}$$

M - Mass flow rate of steam in kg/hr

h₁ - Enthalpy of inlet steam in kCal/kgh₁₁ - Enthalpy of feed water in kCal/kg

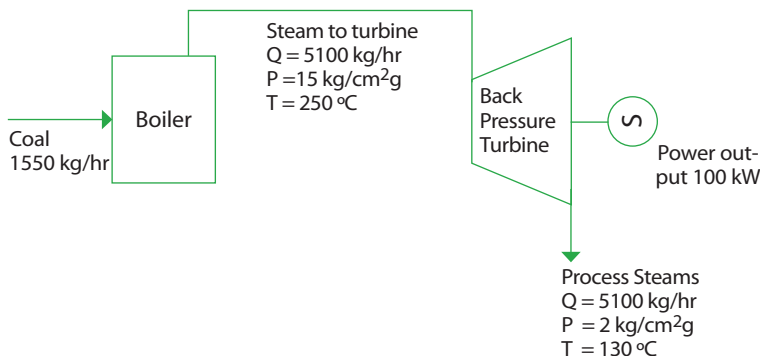
P - Average Power generated in kW

مقدار حرارت مصرفی واحد عبارت است از :

$$\text{Planet heat consumption} = \frac{\text{fuel consumed for power generation, kg/hr}}{\text{Power generated, kW}}$$

مثال - محاسبات مربوط به سیستم های تولید همزمان و توربین های بخار

یک واحد تولیدی با میزان تولید ۴۰ kilo litres اتانول و مجهز به سیستم Cogeneration را در نظر بگیرید. نوع توربین مورد استفاده در این واحد back pressure است. میزان بخار و برق مورد نیاز واحد به ترتیب برابر ۵/۱ Tons/hr و ۱۰۰ kW می باشد. ارزش گرمایی زغال سنگ نیز برابر ۴۰۰۰ Cal/kg است. دیاگرام جریان فرآیندی واحد تولیدی مورد بحث در زیر رسم شده است.



شکل ۹-۵: دیاگرام جریان فرآیندی برای یک واحد Cogeneration کوچک



حل مسئله:

مرحله (۱)

حرارت کل بخار در شرایط ورودی توربین در $1/5 \text{ kg/cm}^2$ و 250°C : $h_1 = 698 \text{ kCal/kg}$

مرحله (۲)

حرارت کل بخار در شرایط خروجی توربین در 2 kg/cm^2 و 130°C : $h_2 = 648 \text{ kCal/kg}$

مرحله (۳)

انرژی حرارتی ورودی به توربین به ازای هر کیلوگرم بخار ورودی ($h_1 - h_2$)

$$(698 - 648) = 50 \text{ kCal/kg}$$

مرحله (۴)

Total steam flow rate, Q1	= 5100 kg/hr
Power generation	= 100 kW
Equivalent thermal energy	= $100 \times 860 = 86,000 \text{ kCal/hr}$

مرحله (۵)

میزان انرژی ورودی به توربین

$$\text{Energy input to the turbine} = 5100 \times 50 = 2,55,000 \text{ kCal/hr.}$$

مرحله (۶)

راندمان تولید نیروی turbo alternator

$$\begin{aligned} \text{Power generation efficiency of the turbo alternator} &= \frac{\text{Energy output}}{\text{Energy input}} \times 100 \\ &= \frac{86,000}{2,55,000} \times 100 = 34\% \end{aligned}$$

مرحله (۷)

محاسبه راندمان توربین

Efficiency of the turbo alternator	= 34%
Efficiency of Alternator	= 92%
Efficiency of gear transmission	= 98%

$$\begin{aligned} \text{Efficiency of Turbine} &= \frac{\text{Power generation efficiency of turbo alternator}}{\text{Efficiency of gear transmission} \times \text{Efficiency of Alternator}} \\ &= \frac{0.34}{0.98 \times 0.92} = 0.38 \end{aligned}$$

مرحله (۸)

مقدار بخار bypassing توربین

$$\text{Quantity of steam bypassing the turbine} = \text{Nil}$$





مرحله ۹)

میزان زغال سنگ مصرف شده در بویلر

$$\text{Coal consumption of the boiler} = 1550 \text{ kg / hr}$$

مرحله ۱۰)

نرخ حرارت کل واحد

Overall plant heat rate, kCal/kWh

$$= \text{Mass flow rate of steam} \times \frac{(\text{Enthalpy of steam, kCal/kg} - \text{Enthalpy of feed water, kCal/kg})}{\text{Power output, kW}}$$

$$= \frac{5100 \times (690 - 30)}{100}$$

$$= 34068 \text{ kCal/kWh}^*$$

نرخ سوخت کل واحد با احتساب بویلر برابر است با :

$$\begin{aligned} \text{Overall plant fuel rate including boiler} &= 1550/100 \\ &= 15.5 \text{ kg coal / kW} \end{aligned}$$

۹-۳- تعیین راندمان انرژی در بویلرها

کارایی بویلرها اعم از راندمان و میزان نرخ تبخیر با گذشت زمان کاهش می یابد. دلیل این مسئله را می توان در عواملی همانند احتراق ناقص، رسوب گرفتگی، نگهداری نامناسب و ضعف عملیاتی جستجو نمود، البته عواملی نظیر کیفیت نامطلوب سوخت و آب نیز در بدتر شدن وضعیت دخیل می باشد. تست کارایی جهت و چگونگی حرکت به سوی بویلری با راندمان بالاتر را به متخصصین امر نشان می دهد که در واقع این امر پیش زمینه ای جهت حصول به بهینه سازی انرژی در صنایع می باشد.

۹-۳-۱- اهداف انجام تست کارایی

- محاسبه راندمان بویلرها
- محاسبه میزان نرخ تبخیر

۹-۳-۲- تست کارایی و تعاریف

- تعریف راندمان بویلر

$$\begin{aligned} \text{Boiler Efficiency, } \eta &= \frac{\text{Heat output}}{\text{Heat input}} \\ &= \frac{\text{Heat in steam output (kcal)}}{\text{Heat in fuel input (kcal)}} \times 100 \end{aligned}$$



- تعریف نسبت تبخیر

$$\text{Evaporation Ratio} = \frac{\text{Quantity of steam generation}}{\text{Quantity of fuel consumption}}$$

۹-۳-۳- استانداردهای مرجع

-British standards, BS845: 1987

-basis of gross calorific value (GCV)

-ASME Standard: PTC-4-1 Power Test Code for Steam Generating Units

این استانداردها از معتبرترین استانداردهای موجود در ارتباط با تست کارایی بویلرها بوده و شامل موارد ذیل می باشد:

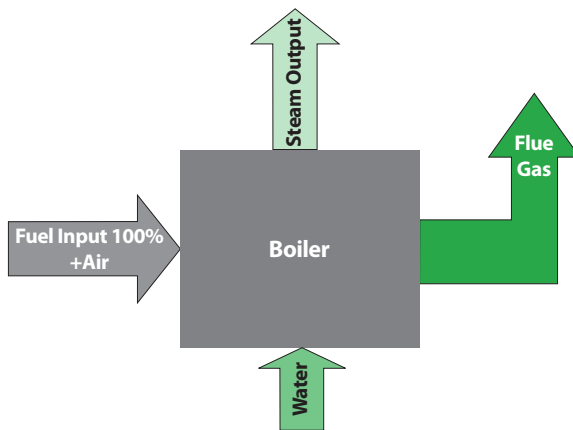
(الف) بخش اول: روش مستقیم (روش ورودی و خروجی)

(ب) بخش دوم: روش غیر مستقیم (روش اتلاف حرارتی)

۹-۳-۴- روش مستقیم اندازه گیری کارایی

این متد به روش ورودی و خروجی معروف می باشد چون در واقع در این روش تنها به حرارت مفید ورودی و خروجی نیاز است. در این روش راندمان از رابطه زیر به دست می آید:

$$\text{boiler efficiency} = \frac{\text{heat output}}{\text{heat input}}$$



$$\text{Efficiency} = \frac{\text{Heat addition to steam}}{\text{Gross Heat in fuel}} \times 100$$

$$\text{Boiler Efficiency} = \frac{\text{Steam flow rate} \times (\text{steam enthalpy} - \text{feed water enthalpy}) \times 100}{\text{Fuel firing rate} \times \text{Gross calorific value}}$$



۹-۳-۴-۱- مثال جهت روش مستقیم

در بویلری که از زغال سنگ به عنوان سوخت استفاده می شود (coal-fired) مقدار زغال سنگ ورودی به عنوان خوراک و نیز اختلاف سطح آب ثبت شده است. اطلاعات حرارت ورودی و خروجی به شرح زیر است:

Quantity of steam generated (output)	: 8 TPH
Steam pressure / temperature	: 10 kg/cm ² (g)/ 180 °C
Enthalpy of steam (dry & Saturated)	
at 10 kg/cm ² (g) pressure	: 665 kCal/kg
Feed water temperature	: 85 °C
Enthalpy of feed water	: 85 kCal/kg

Heat input data

Quantity of coal consumed (Input)	: 1.6 TPH
GCV of coal	: 4000 kCal/kg

محاسبات

راندمان بویلر عبارتند از:

$$\text{boiler efficiency} = \frac{Q \times (H-h) \times 100}{(q \times \text{GCV})}$$

که در آن :

- Q = Quantity of steam generated per hour (kg/hr)
- q = Quantity of fuel used per hour (kg/hr)
- GCV = Gross calorific value of the fuel (kCal/kg)
- H = Enthalpy of steam (kCal/kg)
- h = Enthalpy of feed water (kCal/kg)

$$\text{Boiler Efficiency} = \frac{8\text{TPH} \times 1000\text{kg/T} \times (665-85) \times 100}{1.6\text{TPH} \times 1000\text{kg/T} \times 4000\text{kcal/kg}} = 72.5\%$$

میزان نسبت تبخیر عبارت است از :

$$\text{Evaporation Ratio} = 8 \text{ Tone of steam} / 1.6 \text{ Tone of coal} = 5$$

۹-۳-۴-۲- مزایا و معایب روش مستقیم

مزایا

- کارشناسان واحد به سرعت می توانند راندمان بویلر را به دست آورند.
- برای محاسبه راندمان به پارامترهای محدودی احتیاج است.
- تعداد تجهیزات جهت دستیابی به راندمان اندک می باشد.



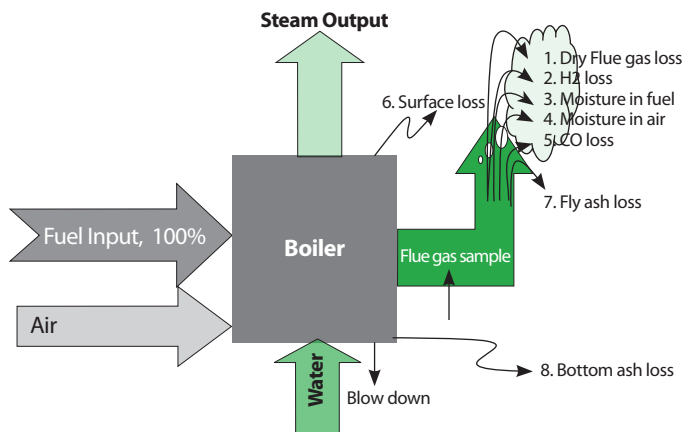
معایب

- دلیل پائین بود راندمان را نشان نمی دهد.
- در مراحل گوناگون مقدار اتلاف و نوع آن را مشخص نمی نماید.
- به دلیل مقدار بیش از حد رطوبت بخار، ممکن است نرخ تبخیر و مقدار راندمان عددی غیر واقعی و گمراه کننده باشند.

۹-۳-۵- روش غیر مستقیم اندازه گیری کارایی

راندمان بویلرها از طریق شناسایی عوامل مختلفی که منجر به اتلاف می گردند، قابل محاسبه است. همان طور که قبلاً بیان شد در روش مستقیم اتلاف حرارت محاسبه نمی گردد (این مورد یکی از معایب مهم این روش است) که این مسئله یکی از مهمترین تفاوت های این دو روش محسوب می گردد. یکی از مزیت های مهم این روش این است که خطاها در میزان اندازه گیری، در تعیین راندمان نقشی نخواهد داشت.

اتلاف حرارت در بویلرها از طرق مختلفی صورت می پذیرد، شکل زیر بیانگر این موضوع می باشد.



$$\text{Efficiency} = 100 - (1+2+3+4+5+6+7+8) \text{ (by Indirect Method)}$$

موارد مختلف اتلاف عبارتند از:

- ۱- اتلاف به علت گازهای خشک دودکش
- ۲- اتلاف به سبب هیدروژن موجود در سوخت (H₂)
- ۳- اتلاف به علت رطوبت موجود سوخت (H₂O)
- ۴- اتلاف به سبب رطوبت موجود در هوا (H₂O)
- ۵- اتلاف به علت منواکسیدکربن (CO)
- ۶- اتلاف به سبب انتقال حرارت تشعشعی و جا به جایی
- ۷- اتلاف ناشی از خاکسترهای معلق (کربن)
- ۸- اتلاف ناشی از خاکسترهای ته مانده در بویلر (کربن)





۹-۳-۵-۱- اندازه گیری های لازم جهت تست ارزیابی
جهت به دست آوردن کارائی و راندمان بویلرها محاسبه موارد ذیل الزامی می باشد.
الف) آنالیز گاز دودکش :

- ۱) درصد CO_2 و O_2 در گاز دودکش
- ۲) درصد CO در گاز دودکش
- ۳) دمای گاز دودکش

ب) استفاده از فلومتر جهت اندازه گیری :

- ۱) سوخت
- ۲) بخار
- ۳) آب ورودی
- ۴) آب کندانس شده
- ۵) هوای احتراق

ج) اندازه گیری دما در :

- ۱) گاز دودکش
- ۲) بخار
- ۳) آب Makeup
- ۴) کندانس های برگشتی به سیستم
- ۵) هوای احتراق
- ۶) سوخت
- ۷) آب ورودی به بویلر به عنوان خوراک

د) اندازه گیری فشار در :

- ۱) بخار
- ۲) سوخت
- ۳) هوای احتراق اعم از اولیه و ثانویه
- ۴) Draft

ه) شرایط آب شامل:

- ۱) مقدار کل مواد محلول (TDS)
- ۲) pH
- ۳) نرخ و مقدار Blow down

۹-۳-۵-۲- شرایط آزمایش و توصیه هایی جهت بهبود عملیات در روش غیرمستقیم
الف) تست کارائی بویلر موارد ذیل را شامل نمی گردد :





- تلفات ناشی از Blow down
- بخار جهت دوده زدائی (Soot blower steam)
- مصرف انرژی در تجهیزات کمکی (همانند فن، پمپ، مشعل و ..)

- (ب) پیش نیازها و آماده سازی شرایط جهت انجام آزمایش
- استفاده از سوخت مرغوب با مقدار مناسب
 - تا زمانی که بویلر کمتر از ظرفیت معمول کار نکند، انجام تست الزامی نمی باشد.
 - تنظیم جدول و نمودار جهت اطلاعات به دست آمده.
 - تعیین روش کلی عملیات
 - نمونه گیری و آزمایش بر روی سوخت و خاکستر
 - از صحت آنالیز سوخت و خاکستر در آزمایشگاه، اطمینان حاصل گردد.
 - نوع blow down و روش اندازه گیری کنترل شود.
 - از کارائی مناسب تمامی تجهیزات اطمینان حاصل گردد.
 - از عدم نشت هوا در محفظه احتراق اطمینان حاصل شود.

(ج) محل نمونه گیری گاز دودکش

پیشنهاد می گردد جهت نمونه گیری از گاز دودکش جایی انتخاب گردد که دارای بیشترین دما باشد چون در این نقطه علاوه بر بیشترین دما، ماکزیمم دبی گاز نیز وجود خواهد داشت.

- (د) آنالیز گاز دودکش
- انجام تست اکسیژن و دی اکسید کربن
 - انجام تست منواکسید

- (و) برنامه ریزی جهت انجام آزمایش
- در حالت معمول زمان انجام تست حدوداً بین ۴ تا ۸ ساعت به طول می انجامد.
 - برای انجام یک آزمایش موفق می بایست تمامی شرایط فراهم گردد از آن جمله چک نمودن تجهیزات، سوخت و آب و نیز حضور نیروی انسانی مجرب جهت انجام هر چه بهتر تست.
 - در حین انجام آزمایش می بایست مقدار کافی سوخت و آب ذخیره شده در دسترس باشد زیرا قطع نمودن آزمایش به دلیل فراهم نبودن مقدار سوخت و آب لازم باعث افزایش خطا در نتایج عملیات می گردد.
 - می بایست شرایط انجام آزمایش و نمونه گیری در تجهیزات مورد نظر، توسط کارگران بخش مربوطه فراهم گردد.
 - برای محاسبه راندمان بویلر اطلاعات حاصله از انجام تست طبقه بندی و در جدولی ثبت گردد.

۹-۳-۵-۳- روابط و روند محاسبات راندمان بویلر در روش غیر مستقیم

برای محاسبه راندمان بویلر در روش غیر مستقیم می بایست اتلاف از طرق مختلف که در بحث قبل نام برده شد، یک به یک محاسبه گردند. تمامی این موارد به نوعی به مقدار سوخت



مصرف شده بستگی دارد بنابراین مقایسه بویلرهای گوناگون با وضعیت های مختلف کاری آسان تلقی می گردد.
فرمول تبدیل تجزیه گروهی به تجزیه نهائی طبق رابطه زیر می باشد :

$$\% C = 0.97C + 0.7 (VM + 0.1A) - M(0.6 - 0.01M)$$

$$\% H_2 = 0.036C + 0.086 (VM - 0.1A) - 0.0035M^2 (1 - 0.02M)$$

$$\% N_2 = 2.10 - 0.020 VM$$

C: درصد کربن

M: درصد رطوبت

A: درصد خاکستر

VM: درصد ماده فرار

جهت محاسبه اتلاف از طرق مختلف ابتدا نیاز به محاسبه میزان هوای تثوری جهت احتراق و درصد هوای اضافی می باشد. روابط لازم جهت این محاسبات در جدول زیر قابل مشاهده می باشد.

جدول ۹-۱: روابط مورد نیاز جهت محاسبات راندمان بویلر در روش غیر مستقیم

a) Theoretical air required for combustion	=	$\frac{[(11.6 * C) + (34.8 * (H_2 - O_2/8)) + (4.35 * S)]}{100 \text{ kg/kg of fuel. [from fuel analysis]}}$
		Where C, H ₂ , O ₂ and S are the percentage of carbon, hydrogen, oxygen and sulphur present in the fuel.
b) % Excess Air supplied(EA)	=	$\frac{O_2\%}{21 - O_2\%} * 100 \quad \text{[from flue gas analysis]}$
		Normally O ₂ measurement is recommended. IF O ₂ measurement is not available, use CO ₂ measurement
		$\frac{7900 * [(CO_2\%)_t - (CO_2\%)_a]}{(CO_2\%)_a * [100 - (CO_2\%)_t]} \quad \text{[from flue gas analysis]}$
Where, (CO ₂ %) _t	=	Theoretical CO ₂
(CO ₂ %) _a	=	Actual CO ₂ % measured in flue gas
(CO ₂) _t	=	$\frac{\text{Moles of C}}{\text{Moles of N}_2 + \text{Moles of C}}$
Moles of N ₂	=	$\frac{\text{Wt of N}_2 \text{ in theoretical air}}{\text{Mol.wt of N}_2} + \frac{\text{Wt of N}_2 \text{ in fuel}}{\text{Mol.Wt of N}_2}$
Moles of C	=	$\frac{\text{Wt of C in fuel}}{\text{MolecularWt of C}}$
c) Actual mass of air supplied/ kg of fuel(AAS)	=	$\{ 1 + EA/100 \} * \text{theoretical air}$



در ادامه به بررسی اتلاف از طرق مختلف در بویلرها و روابط مربوط به آن ها پرداخته می شود.

۱- اتلاف به علت گاز خشک دودکش

این مورد بیشترین سهم اتلاف بویلر را دارد که از رابطه زیر قابل محاسبه می باشد.

$$L_1 = \frac{m \cdot C_p \cdot (T_f - T_a)}{\text{GCV of fuel}} \cdot 100$$

که در آن :

L_1 = % Heat loss due to dry flue gas

m = Mass of dry flue gas in kg/kg of fuel

= Combustion products from fuel : $\text{CO}_2 + \text{SO}_2 + \text{Nitrogen in fuel} + \text{Nitrogen in the actual mass of air supplied} + \text{O}_2 \text{ in flue gas.}$
($\text{H}_2\text{O/water vapour}$ in the flue gas should not be considered)

C_p = Specific heat of flue gas in $\text{kCal/kg } ^\circ\text{C}$

T_f = Flue gas temperature in $^\circ\text{C}$

T_a = Ambient temperature in $^\circ\text{C}$

- جهت دستیابی به روش ساده و سریع برای محاسبه راندمان بویلرها توجه به نکات زیر

توصیه می گردد:

• روش ساده جهت تعیین تلفات گاز خشک دودکش عبارتند از :

$$\text{Percentage heat loss due to dry flue gas} = \frac{m \times C_p \times (T_f - T_a) \times 100}{\text{GCV of fuel}}$$

Total mass of flue gas (m)/kg of fuel = mass of actual air supplied/kg of fuel + 1 kg of fuel

- بخار آب از هیدروژن و رطوبت موجود در سوخت و هوا در حین عملیات احتراق تشکیل می شود.

تلفات ناشی از این ترکیبات تا زمانی که به طور مجزا به عنوان تلفات ناشی از گاز مرطوب دودکش محاسبه نشود شامل اتلاف به علت گاز خشک دودکش، نخواهند بود.

۲- اتلاف ناشی از تبخیر آب تشکیل شده به علت هیدروژن موجود در سوخت

احتراق هیدروژن دلیلی برای اتلاف حرارت می باشد زیرا محصول احتراق آب می باشد و این

آب تبدیل به بخار و در نتیجه منجر به اتلاف می گردد.

$$L_2 = \frac{9 \cdot \text{H}_2 \cdot [584 + C_p(T_f - T_a)]}{\text{GCV of fuel}} \cdot 100$$

که در آن :

H_2 = kg of hydrogen present in fuel on 1 kg basis

C_p = Specific heat of superheated steam in $\text{kCal/kg } ^\circ\text{C}$

T_f = Flue gas temperature in $^\circ\text{C}$

T_a = Ambient temperature in $^\circ\text{C}$

584 = Latent heat corresponding to partial pressure of water vapour





۳- اتلاف حرارتی به سبب رطوبت موجود در سوخت
مقدار این اتلاف از طریق رابطه زیر به دست می آید :

$$L_3 = \frac{M * [584 + C_p(T_f - T_a)]}{\text{GCV of fuel}} * 100$$

که در آن :

M = kg moisture in fuel on 1 kg basis

C_p = Specific heat of superheated steam in kCal/kg °C

T_f = Flue gas temperature in °C

T_a = Ambient temperature in °C

584 = Latent heat corresponding to partial pressure of water vapour

۴- اتلاف ناشی از رطوبت موجود در هوا

بخار به شکل رطوبت در هوای ورودی، پس از عبور کردن از بویلر به شکل superheat در خواهد آمد و این امر موجب اتلاف حرارت می شود. مقدار جرم بخار که حاوی هوا می باشد از جدول زیر به دست می آید.

Dry- Bulb	Wet Bulb	Relative Humidity	Kilogram water per Kilogram dry air (Humidity factor)
Temp °C	Temp °C	(%)	
20	20	100	0.016
20	14	50	0.008
30	22	50	0.014
40	30	50	0.024

$$L_4 = \frac{\text{AAS} * \text{humidity factor} * C_p * (T_f - T_a) * 100}{\text{GCV of fuel}}$$

که در آن :

AAS = Actual mass of air supplied per kg of fuel

Humidity factor = kg of water/kg of dry air

C_p = Specific heat of superheated steam in kCal/kg °C

T_f = Flue gas temperature in °C

T_a = Ambient temperature in °C

۵- اتلاف حرارتی به علت احتراق ناقص

محصولاتی که در اثر سوخت ناقص به وجود می آید می تواند با اکسیژن ترکیب شده و با صرف انرژی بیشتر مجدداً سوخته شود. این محصولات حاوی CO, H₂ و هیدروکربن های مختلف بوده و به طور کلی



هرآنچه در گاز خروجی از دودکش بویلرها یافت می شود، شامل می گردد. مونوکسید کربن تنها گازی است که غلظت آن به راحتی از طریق تست کارائی قابل تشخیص است.

$$L_5 = \frac{\%CO * C}{\%CO + \%CO_2} * \frac{5744}{GCV \text{ of fuel}} * 100$$

- L_5 = % Heat loss due to partial conversion of C to CO
 CO = Volume of CO in flue gas leaving economizer (%)
 CO_2 = Actual Volume of CO_2 in flue gas (%)
 C = Carbon content, kg / kg of fuel

or

When CO is obtained in ppm during the flue gas analysis

$$CO \text{ formation } (M_{CO}) = CO \text{ (in ppm)} * 10^{-6} * M_f * 28$$

$$M_f = \text{Fuel consumption in kg/hr}$$

$$L_5 = M_{CO} * 5744^{\circ}$$

$^{\circ}$ Heat loss due to partial combustion of carbon

۶- اتلاف حرارت از طریق انتقال حرارت تشعشی و جابجایی

به طور معمول مبنا و پایه اتلاف سطحی و سایر تلفات به نوع و ساینز بویلر مورد نظر بستگی دارد که در ادامه به این مقادیر اشاره شده است.

For industrial fire tube / packaged boiler = 1.5 to 2.5%

For industrial watertube boiler = 2 to 3%

For power station boiler = 0.4 to 1%

این نوع اتلاف زمانی قابل محاسبه است که مساحت و دمای سطح بویلر مشخص باشد.

$$L_6 = 0.548 * [(T_s / 55.55)^4 - (T_a / 55.55)^4] + 1.957 * (T_s - T_a)^{1.25} * \text{sq.rt of } [(196.85 V_m + 68.9) / 68.9]$$

که در آن :

- L_6 = Radiation loss in W/m^2
 V_m = Wind velocity in m/s
 T_s = Surface temperature (K)
 T_a = Ambient temperature (K)

۷- اتلاف حرارتی ناشی از خاکسترهای (کربن) معلق

$$L_7 = \frac{\text{Total ash collected / kg of fuel burnt} * G.C.V \text{ of fly ash} * 100}{GCV \text{ of fuel}}$$





۸- اتلاف ناشی از خاکسترهای (کربن) ته مانده در بویلر

$$L_8 = \frac{\text{Total ash collected per kg of fuel burnt} * \text{G.C.V of bottom ash} * 100}{\text{GCV of fuel}}$$

بالانس حرارتی

بالانس حرارتی نشان دهنده تمامی تلفات ذکر شده فوق می باشد که به کمک آن می توان راندمان بویلر را محاسبه نمود. راندمان در بویلرها عبارت است از اختلاف بین انرژی ورودی به بویلر و تلفات حرارتی محاسبه شده. جدول زیر بالانس حرارتی بویلر را نشان می دهد.

جدول ۹-۲: بالانس حرارتی بویلر

Input/ Output parameter		kCal/ kg of fuel	%
Heat Input in fuel	=		100
Various Heat losses in boiler			
1.Dry fuel gas loss	=		
2.Loss due to hydrogen in fuel	=		
3.Loss due to moisture in fuel	=		
4.Loss due to moisture in air	=		
5.Partial combustion of C to CO	=		
6.Surface heat losses	=		
7.Loss due to Unburnt in fly ash	=		
8.Loss due to Unburnt in bottom ash	=		
Total Losses	=		
Boiler efficiency = 100(1+2+3+4+5+6+7+8)			

۹-۳-۶- مثال - محاسبه راندمان بویلر

۹-۳-۶-۱- محاسبه راندمان بویلر از نوع زغال سنگی^۱

داده های زیر اطلاعات مربوط به بویلری است که در آن از زغال سنگ به عنوان سوخت استفاده می گردد، محاسبه راندمان بویلر از طریق روش غیر مستقیم طبق مراحل ذیل می باشد.



Fuel firing rate	=	5599.17 kg/ hr
Steam generation rate	=	21937.5 kg/ hr
Steam pressure	=	43 kg/ cm ² (g)
Steam temperature	=	377 °C
Feed water temperature	=	96 °C
% CO ₂ in Fuel gas	=	14
% CO ₂ in Fuel gas	=	0.55
Average Fuel gas temperature	=	190 °C
Ambient temperature	=	31 °C
Humidity in ambient air	=	0.0204 kg / kg dry air
Surface temperature of boiler	=	70 °C
Wind velocity around the boiler	=	3.5 m/s
Total Surface area of boiler	=	90 m ²
GCV of Bottom ash	=	800 kCal/ kg
GCV of fly ash	=	452.5 kCal/ kg
Ratio of bottom ash to fly ash	=	90:10
Fuel Analysis (in%)		
Ash content in fuel	=	8.63
Moisture in coal	=	31.6
Carbon content	=	41.65
Hydregen content	=	2.0413
Nitrogen content	=	1.6
Oxygen content	=	14.48
GCV of coal	=	3501 kCal/ kg

مرحله (۱)

محاسبه میزان هوای تئوری مورد نیاز

Theoritical air required for = $[(11.6 * C) + \{34.8 * (H_2 - O_2/8) + (4.35 * S)\}]/100$
complete combustion kg/kg of coal

$$= [(11.6 * 41.65) + \{34.8 * (2.0413 - 14.48/8) + (4.35 * 0)\}]/100$$

$$= \mathbf{4.91 \text{ kg / kg of coal}}$$



مرحله ۲)

محاسبه درصد دی اکسید کربن تئوری

$$\%CO_2 \text{ at theoretical condition} = \frac{\text{Moles of C}}{\text{Moles of } N_2 + \text{Moles of C}}$$

$$(CO_2)_t \text{ where, Moles of } N_2 = \frac{\text{Wt of } N_2 \text{ in theoretical air}}{\text{Mol.wt of } N_2} + \frac{\text{Wt of } N_2 \text{ in fuel}}{\text{Mol.wt of } N_2}$$

$$\text{Moles of } N_2 = \frac{4.91 * 77/100}{28} + \frac{0.016}{28} = 0.1356$$

$$\text{Where moles of C} = 0.4165/12 = 0.0347$$

$$(CO_2)_t = \frac{0.0347}{0.1332 + 0.0347}$$

$$(CO_2)_t = 20.37\%$$

مرحله ۳)

محاسبه درصد هوای اضافی مورد نیاز

$$\text{Actual } CO_2 \text{ measured in flue gas} = 14.0\%$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Excess air supplied (EA)} &= \frac{7900 * [(CO_2 \%)_t - (CO_2 \%)_a]}{(CO_2 \%)_a * [100 - (CO_2 \%)_t]} \\ &= \frac{7900 * [20.37 - 14]}{14 * [100 - 23.37]} \\ &= 45.17\% \end{aligned}$$

مرحله ۴)

محاسبه جرم واقعی هوای مورد استفاده

$$\begin{aligned} \text{Actual mass of air supplied} &= \{1 + EA / 100\} * \text{theoretical air} \\ &= \{1 + 45.17 / 100\} * 4.91 \\ &= 7.13 \text{ kg/kg of coal} \end{aligned}$$

مرحله ۵)

محاسبه جرم واقعی گاز خشک دودکش

$$\begin{aligned} \text{Mass of dry flue gas} &= \text{Mass of } CO_2 + \text{Mass of } N_2 \text{ content in the fuel} + \\ &\quad \text{Mass of } N_2 \text{ in the combustion air supplied} + \text{Mass} \\ &\quad \text{of oxygen in flue gas} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mass of dry flue gas} &= \frac{0.4165 * 44}{12} + 0.016 + \frac{7.13 * 77}{100} + \frac{(7.13 - 4.19) * 23}{100} \\ &= 7.54 \text{ kg / kg of coal} \end{aligned}$$



مرحله ۶)

محاسبه تلفات از طرق مختلف

۱- اتلاف حرارتی از طریق گاز خشک دودکش

$$\begin{aligned}
 1. \% \text{ Heat loss in dry flue gas } (L_1) &= \frac{m * C_p * (T_f - T_a)}{\text{GCV of fuel}} * 100 \\
 &= \frac{7.54 * 0.23 * (190 - 31)}{3501} * 100 \\
 L_1 &= \mathbf{7.88 \%}
 \end{aligned}$$

۲- اتلاف حرارتی به سبب تشکیل آب به علت هیدروژن موجود در سوخت

$$\begin{aligned}
 2. \% \text{ Heat loss due to formation of water from H}_2 \text{ in fuel } (L_2) &= \frac{9 * H_2 * \{584 + C_p (T_f - T_a)\}}{\text{GCV of fuel}} * 100 \\
 &= \frac{9 * 0.02041 * \{584 + 0.45(190 - 31)\}}{3501} * 100 \\
 L_2 &= \mathbf{3.44 \%}
 \end{aligned}$$

۳- اتلاف حرارت به علت رطوبت موجود در سوخت

$$\begin{aligned}
 3. \% \text{ Heat loss due to moisture in fuel } (L_3) &= \frac{M * \{584 + C_p (T_f - T_a)\}}{\text{GCV of fuel}} * 100 \\
 &= \frac{0.316 * \{584 + 0.45(190 - 31)\}}{3501} * 100 \\
 L_3 &= \mathbf{5.91 \%}
 \end{aligned}$$

۴- اتلاف حرارت به سبب رطوبت موجود در هوا

$$\begin{aligned}
 4. \% \text{ Heat loss due to moisture in air } (L_4) &= \frac{\text{AAS} * \text{humidity} * C_p * (T_f - T_a) * 100}{\text{GCV of fuel}} \\
 &= \frac{7.13 * 0.0204 * 0.45 * (190 - 31)}{3501} * 100 \\
 L_4 &= \mathbf{0.29 \%}
 \end{aligned}$$

۵- اتلاف حرارتی به دلیل تبدیل ناقص کربن به منواکسید کربن

$$\begin{aligned}
 5. \% \text{ Heat loss due to partial conversion of C to CO } (L_5) &= \frac{\% \text{ CO} * C}{\% \text{ CO} + (\% \text{ CO}_2)_a} * \frac{5744}{\text{GCV of fuel}} * 100 \\
 &= \frac{0.55 * 0.4165}{0.55 + 14} * \frac{5744}{3501} * 100 \\
 L_5 &= \mathbf{2.58 \%}
 \end{aligned}$$





۶- اتلاف حرارتی به علت انتقال حرارت تشعشی و جابجایی

$$\begin{aligned}
 6. \% \text{ Heat loss due to radiation and conversion } (L_6) &= 0.548 * [(343/55.55)^4 - (304/55.55)^4] + 1.957 * \\
 &\quad (343 - 304)^{1.25} * \text{sq.rt of } [(196.85 * 3.5 + 68.9) / 68.9] \\
 &= 937.6 \text{ w/m}^2 \\
 &= 937.6 * 0.86 \\
 &= 806.336 \text{ kCal /m}^2 \\
 \text{Total radiation and conversion loss per hour} &= 806.336 * 90 \\
 &= 72570 \text{ kCal}
 \end{aligned}$$

$$\% \text{ radiation and conversion loss} = \frac{72570 * 100}{3501 * 5599.17}$$

$$L_6 = 0.37 \%$$

۷- اتلاف حرارت به سبب خاکسترهای معلق

$$\begin{aligned}
 7. \% \text{ Heat loss due to unburnt in fly ash} \\
 \% \text{ Ash in coal} &= 8.63 \\
 \text{Ratio of bottom ash to fly ash} &= 90 : 10 \\
 \text{GCV of fly ash} &= 452.5 \text{ kCal/kg} \\
 \text{Amount of fly ash in 1 kg of coal} &= 0.1 * 0.0863 \\
 &= 0.00863 \text{ kg} \\
 \text{Heat loss in fly ash} &= 0.00863 * 452.5 \\
 &= 3.905 \text{ kCal / kg of coal} \\
 \% \text{ heat loss in fly ash} &= 3.905 * 100 / 3501
 \end{aligned}$$

$$L_7 = 0.11 \%$$

۸- اتلاف حرارت به علت خاکسترهای ته مانده در بویلر

$$\begin{aligned}
 8. \% \text{ Heat loss due to unburnt in bottom ash} \\
 \text{GCV of bottom ash} &= 800 \text{ kCal/kg} \\
 \text{Amount of bottom ash in 1 kg of coal} &= 0.9 * 0.0863 \\
 &= 0.077 \text{ kg} \\
 \text{Heat loss in bottom ash} &= 0.077 * 800 \\
 &= 62.136 \text{ kCal/kg of coal} \\
 \% \text{ Heat loss in bottom ash} &= 62.136 * 100 / 3501
 \end{aligned}$$

$$L_8 = 1.77 \%$$



راندمان بویلر به کمک روش غیرمستقیم :

$$\begin{aligned}
 \text{Boiler efficiency by indirect method} &= 100 (L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5 + L_6 + L_7 + L_8) \\
 &= 100 - (7.88 + 3.44 + 5.91 + 0.29 + 2.58 + \\
 &\quad 0.25 + 0.11 + 1.77) \\
 &= 100 - 22.23 \\
 &= \mathbf{77.77 \%}
 \end{aligned}$$

جدول زیر معرف بالانس حرارتی بویلر مورد بحث می باشد.

Input / Output Parameter		kCal/ kg of coal	% loss
Heat Input	=	3501	100
losses in boiler			
1.Dry flue gas, L_1	=	275.88	7.88
2.Loss due to hydrogen in fuel, L_2	=	120.88	3.44
3.Loss due to moisture in fuel, L_3	=	206.91	5.91
4.Loss due to moisture in air, L_4	=	10.15	0.29
5.Partial combustion of C to CO, L_5	=	90.32	2.58
6.Surface heat losses, L_6	=	20.7	0.37
7.Loss due to Unburnt in fly ash, L_7	=	3.85	0.11
8.Loss due to Unburnt in bottom ash, L_8	=	61.96	1.77
Boiler efficiency = $100 - (L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5 + L_6 + L_7 + L_8) = 77.65\%$			

۹-۳-۶-۲- محاسبه راندمان بویلر از نوع نفتی^۱

داده های زیر اطلاعات مربوط به بویلری است که در آن از نفت به عنوان سوخت استفاده می گردد، محاسبه راندمان بویلر از طریق روش غیر مستقیم طبق مراحل ذیل می باشد.

Ultimate analysis(%)		
Carbon	=	84
Hydregen	=	12
Nitrogen	=	0.5
Oxygen	=	1.5
Surphur	=	1.5
Moisture	=	0.5
GCV of fuel	=	1000 kCal/ kg
Fuel firing rate	=	2648.125 kg/ hr
Surface temperature of boiler	=	80°C
Surface area of boiler	=	90 m ²
Humidity	=	0.025 kg/ kg of dry air
Wind speed	=	3.8 m/s
Flue Analysis (in%)		
Flue gas temperature	=	190°C
Ambient temperature	=	30°C
CO ₂ % in Flue gas by volume	=	10.8
O ₂ % in Flue gas by volume	=	7.4

1. oil fired boiler





الف) هوای تئوری مورد نیاز :

$$\begin{aligned} \text{a) Theoretical air required} &= [(11.6 * C) + \{[34.8 * (H_2 - O_2/8)] + (4.35 * S)\}] / 100 \\ &\text{kg/kg of fuel. [from fuel analysis]} \\ &= [(11.6 * 84) + \{[34.8 * (12 - 1.5/8)] \\ &\quad + (4.35 * 1.5)\}] / 100 \\ &= \mathbf{13.92 \text{ kg/kg of oil}} \end{aligned}$$

ب) میزان هوای اضافی مصرفی :

$$\begin{aligned} \text{b) Excess Air supplied (EA)} &= (O_2 * 100) / (21 - O_2) \\ &= (7.4 * 100) / (21 - 7.4) \\ &= \mathbf{54.4 \%} \end{aligned}$$

ج) جرم واقعی هوای مصرفی و گاز خشک دودکش :

$$\begin{aligned} \text{c) Actual mass of air supplied/kg} &= \{1 + EA/100\} * \text{theoretical air of fuel (AAS)} \\ &= \{1 + 54.4/100\} * 13.92 \\ &= 21.49 \text{ kg / kg of fuel} \\ \text{Mass of dry flue gas} &= \text{Mass of } (CO_2 + SO_2 + N_2 + O_2) \text{ in flue gas} + N_2 \\ &\quad \text{in air we are supplying} \\ &= \frac{0.84 * 44}{12} + \frac{0.015 * 64}{32} + 0.005 + \frac{7.4 * 23}{100} + \frac{21.49 * 77}{100} \\ &= \mathbf{21.36 \text{ kg / kg of oil}} \end{aligned}$$

د) اتلاف حرارتی از طرق گوناگون

- اتلاف از طریق گاز خشک دودکش :

$$\begin{aligned} \% \text{ Heat loss in dry flue gas} &= \frac{m * C_p * (T_f - T_a)}{\text{GCV of fuel}} * 100 \\ &= \frac{21.36 * 0.23 * (190 - 30)}{10000} * 100 \\ L_1 &= \mathbf{7.86 \%} \end{aligned}$$

- اتلاف در اثر تبخیر آب ناشی از وجود هیدروژن در سوخت

$$\begin{aligned} \text{Heat loss due to evaporation of} &= \frac{9 * H_2 * \{584 + C_p (T_f - T_a)\}}{\text{GCV of fuel}} * 100 \\ \text{water due to } H_2 \text{ in fuel (\%)} &= \frac{9 * 0.12 * \{584 + 0.45 (190 - 30)\}}{10000} * 100 \\ L_2 &= \mathbf{7.08 \%} \end{aligned}$$



- اتلاف حرارتی به علت رطوبت موجود در سوخت :

$$\begin{aligned} \% \text{ Heat loss due to moisture in fuel} &= \frac{M * \{584 + C_p (T_f - T_a)\}}{\text{GCV of fuel}} * 100 \\ &= \frac{0.005 * \{584 + 0.45 (190 - 30)\}}{10000} * 100 \end{aligned}$$

$$L_3 = 0.033 \%$$

- اتلاف حرارتی به سبب رطوبت موجود در هوا :

$$\begin{aligned} \% \text{ Heat loss due to moisture in air} &= \frac{\text{AAS} * \text{humidity} * C_p * (T_f - T_a)}{\text{GCV of fuel}} * 100 \\ &= \frac{21.36 * 0.025 * 0.45 * (190 - 30) * 100}{10000} \end{aligned}$$

$$L_4 = 0.38 \%$$

- اتلاف حرارت بر اثر انتقال حرارت تشعشعی و جابه جایی :

$$\begin{aligned} \text{Radiation and conversion loss (L}_5\text{)} &= 0.548 * [(T_g/55.55)^4 - (T_a/55.55)^4] + 1.957 \\ &\quad * (T_s - T_a)^{1.25} * \text{sq.rt of } [(196.85 V_m + 68.9) / 68.9] \\ &= 0.548 * [(353/55.55)^4 - (303/55.55)^4] + 1.957 \\ &\quad * (353 - 303)^{1.25} * \text{sq.rt of } [(196.85 * 3.8 + 68.9) / 68.9] \\ &= 1303 \text{ w/m}^2 \\ &= 1303 * 0.86 \\ &= 1120.58 \text{ kCal /m}^2 \\ \text{Total radiation and conversion loss per hour} &= 1120.58 * 90 \text{ m}^2 \\ &= 100852.2 \text{ kCal} \end{aligned}$$

$$\% \text{ Radiation and conversion loss} = \frac{100852.2 * 100}{10000 * 2648.125}$$

$$L_6 = 0.38 \%$$

Normaly it is assumed as 0.5 to 1 % for simplicitly

راندمان بویلر به کمک روش غیرمستقیم :

$$\begin{aligned} \text{Boiler efficiency by indirect method} &= 100 (L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_6) \\ &= 100 - (7.86 + 7.08 + 0.033 + 0.38 + 0.38) \\ &= 100 - 15.73 \\ &= 84.27 \% \end{aligned}$$



جدول زیر معرف بالاترین حرارتی بویلر مورد بحث می باشد.

Input / Output Parameter		kCal/ kg of furnace oil	% loss
Heat Input	=	1000	100
losses in boiler			
1.Dry flue gas, L_1	=	786	7.86
2.Loss due to hydrogen in fuel, L_2	=	708	7.08
3.Loss due to moisture in fuel, L_3	=	3.3	0.033
4.Loss due to moisture in air, L_4	=	38	0.38
5.Partial combustion of C to CO, L_5	=	0	0
6.Surface heat losses, L_6	=	38	0.38
Boiler efficiency = $100 - (L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5 + L_6) = 84.27\%$			

۹-۳-۷- عوامل موثر در کارایی بویلرها

عوامل زیادی در راندمان و کارایی بویلرها موثر می باشند که اعم این موارد در زیر بیان شده است :

- نظافت متناوب بویلرها
- استفاده پیوسته از بخار جهت دوده زدائی
- برنامه مناسب جهت پاکسازی آب و کنترل blow down
- کنترل Draft
- کنترل هوای اضافه
- درصد عملکرد بویلر
- دما و فشار تولید بخار
- عایق کاری مناسب بویلر
- کیفیت سوخت

۹-۳-۸- فرمت جمع آوری اطلاعات جهت تعیین راندمان بویلرها

Sheet 1- Technical specification of boiler	
1	Boiler ID code and Make
2	Year of Make
3	Boiler capacity rating
4	Type of Boiler
5	Type of fuel used
6	Maximum fuel flow rate
7	Efficiency by GCV
8	Steam generation pressure & superheat
9	Heat transfer area in m ²
10	Is there any waste heat recovery device installed
11	Type of draft
12	Chimney height in metre



Sheet 2- fuel analysis details		
Fuel Fired		
GCV of fuel		
Specific gravity of fuel (Liquid)		
Bulk density of fuel (Solid)		
Proximate Analysis	Date of Test	
1 Fixed carbon		%
2 Volatile matter		%
3 Ash		%
4 Moisture		%
Ultimate Analysis	Date of Test	
1 Carbon		%
2 Hydrogen		%
3 Sulphur		%
4 Nitrogen		%
5 Ash		%
6 Moisture		%
7 Oxygen		%
Water Analysis	Date of Test	
1 Feed Water TDS		ppm
2 Blow down TDS		ppm
3 pH of Feed Water		
4 pH of blow down		
Flue gas Analysis	Date of Test	
1 CO ₂		%
2 O ₂		%
3 CO		%
4 Flue gas temperature		°C

۹-۴- تعیین راندمان انرژی در مبدل های حرارتی

مبدل های حرارتی وسیله ای جهت انتقال حرارت از یک سیال به سیالی دیگر می باشد. طراحی، عملیات و نگهداری مناسب مبدل های حرارتی باعث استفاده بهینه و کاهش تلفات انرژی می گردد. طراحی نامناسب و عوامل جانبی همچون رسوب گرفتگی، به مرور زمان باعث کاهش کارایی مناسب مبدل ها می شود. علاوه بر نگهداری درست و علمی مبدل ها، ارزیابی دوره ای کارایی آنها امری ضروری می باشد، این بخش شامل روش های دقیق و کاربردی بررسی کارایی مبدل های حرارتی، کولرها و کندانسورها از طریق اطلاعات به دست آمده از این تجهیزات می باشد.

۹-۴-۱- هدف از انجام تست کارایی

هدف از انجام تست کارایی انرژی، تعیین ضریب کلی انتقال حرارت جهت ارزیابی کارایی مبدل می باشد. هر گونه انحراف از ضریب انتقال حرارت طراحی نشانگر ایجاد رسوب در مبدل می باشد.





۹-۴-۲- تست کارائی و تعاریف

ضریب کلی انتقال حرارت (U)

کارائی مبدل های حرارتی معمولاً توسط ضریب کلی انتقال حرارت ارزیابی می گردد که طبق رابطه زیر تعریف می گردد:

$$Q = U * A * \text{LMTD}$$

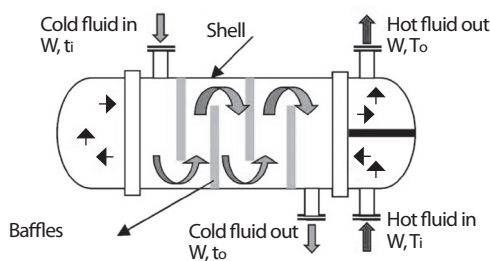
که در آن:

Q = Heat transferred in **kcal/hr**U = Overall heat transfer coefficient **kcal/hr/m²/°C**A = Heat transfer surface area in **m²**LMTD = Log mean temperature difference in **°C**

زمانیکه شدت جریان های سرد و گرم و دماهای ورودی ثابت باشد، ضریب انتقال حرارت با استفاده از رابطه فوق محاسبه می شود.

اجزاء مبدل های حرارتی

تصویر یک نمونه از مبدل حرارتی با معرفی قسمت های مختلف آن در شکل زیر قابل مشاهده است.



شکل ۹-۶: تصویری از یک نمونه مبدل حرارتی پوسته -لوله

طبق روابط زیر مقدار حرارت هم از طریق محاسبات در سمت سیال سرد و هم سمت سیال گرم قابل محاسبه است.

$$\text{Heat Duty for Hot fluid, } Q_h = W * C_{ph} * (T_i - T_o)$$

$$\text{Heat Duty for Cold fluid, } Q_c = W * C_{pc} * (t_o - t_i)$$

گاهی اوقات مقدار حرارت عملیاتی کمتر از مقدار طراحی شده می باشد که این امر ممکن است به علت اتلاف حرارت، رسوب گرفتگی در لوله ها، کاهش شدت جریان سرد و گرم و ... باشد.

۹-۴-۳- بررسی اصول تست راندمان مبدل های حرارتی

۹-۴-۳-۱- روند محاسبه ضریب انتقال کلی حرارت (U)

این متد، با محاسبه دوره ای ضریب کلی انتقال حرارت، روشی بسیار مناسب جهت ارزیابی عملکرد مبدل های



حرارتی محسوب می گردد. در این روش ثبت اطلاعات منجر به شناسایی عواملی می شود که در بروز کاهش راندمان و انتقال حرارت موثر است. اطلاعات ثبت شده می بایست حاوی ضرائب انتقال حرارت در ساعت و تاریخ مشاهده آن باشد. همچنین این مستندات به تنظیم برنامه ای دقیق و به موقع جهت تمیزکاری مبدل ها کمک شایانی می نماید. ضریب انتقال حرارت از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$U = Q / (A * LMTD)$$

که در آن:

Q: میزان انتقال حرارت

A: سطح انتقال حرارت مبدل

LMTD: اختلاف دمای لگاریتمی

روند گام به گام محاسبه ضریب کلی انتقال حرارت به شرح مراحل ذیل می باشد.

مرحله (۱)

مشاهده و خواندن پارامترهای مبدل حرارتی (در حالت پایا) و تکمیل جدول زیر :

Parameters	Units	Inlet	Outlet
Hot fluid flow, W	Kg/h		
Cold fluid flow, w	Kg/h		
Hot fluid temp, T	°C		
Cold fluid temp, t	°C		
Hot fluid Pressure, P	Bar g		
Cold fluid Pressure, p	Bar g		

مرحله (۲)

جمع آوری خواص فیزیکی جریان های ورودی و خروجی در قالب جدول زیر :

Parameters	Units	Inlet	Outlet
Hot fluid density, ρ_h	Kg/m ³		
Cold fluid density, ρ_c	Kg/m ³		
Hot fluid Viscosity,	MpaS*		
Cold fluid Viscosity,	MpaS		
Hot fluid Thermal Conductivity, k_h	kW/(m.K)		
Cold fluid Thermal Conductivity, k_c	kW/(m.K)		
Hot fluid specific heat Capacity, C_{ph}	kJ/(kg.K)		
Cold fluid specific heat Capacity, C_{pc}	kJ/(kg.K)		

* MpaS - Mega Pascal Scecond





سرعت و دانسیته از طریق نمونه گیری از جریان در زمان ثبت دما در آزمایشگاه، قابل تعیین می باشد. ظرفیت گرمای ویژه و ضریب هدایت حرارتی نیز اگر از طریق نمونه گیری حاصل نشود، از روی مراجع و هندبوک های معتبر قابل دستیابی می باشند.

مرحله (۳)

محاسبه پارامترهای حرارتی مبدل و مقایسه آن با داده های طراحی

Parameters	Units	Inlet	Outlet
Heat Duty, Q	kW		
Hot fluid side pressure drop, ΔP_h	bar	*	
Cold fluid side pressure drop, ΔP_c	bar	*	
Temperature Range hot fluid, ΔT	°C		
Temperature Range cold fluid, Δt	°C		
Copacity ratio, R	-----		
Effecitveness	-----		
Corrected LMTD, MTD	°C		
Heat Transfer Coefficient, U	Kw(m ² .k)		

مرحله (۴)

روابط زیر جهت محاسبه پارامترهای حرارتی مورد استفاده قرار می گیرد:

(۱) مقدار گرما

$$Q = q_s + q_1$$

که در این رابطه q_s گرمای آشکار و q_1 گرمای نهان می باشد.

برای محاسبه q_s :

$$q_s = W * C_{ph} * (T_i - T_o) / 1000 / 3600 \quad \text{in kW}$$

(or)

$$q_s = W * C_{pc} * (t_o - t_i) / 1000 / 3600 \quad \text{in kW}$$

و برای محاسبه q_1 :

$$q_1 = W * \lambda_h,$$

λ_h = Latent heat of Condensation of a hot condensing vapor

(or)

$$q_1 = W * \lambda_c, \text{ where } \lambda_c = \text{Latent heat of Vaporization}$$

(۲) افت فشار سیال گرم

$$\Delta P_h = P_i - P_o$$

(۳) افت فشار سیال سرد

$$\Delta P_c = P_i - P_o$$

(۴) اختلاف دمای سیال گرم

$$\Delta T = T_i - T_o$$

(۵) اختلاف دمای سیال سرد

$$\Delta t = t_o - t_i$$



(۶) میزان ظرفیت

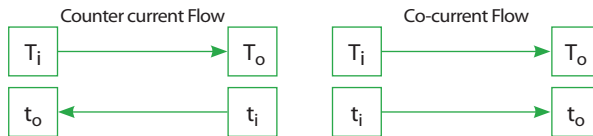
$$R = W * C_{ph} / w C_{pc} \text{ (or) } (T_i - T_o) / (t_o - t_i)$$

(۷) کارایی

$$S = (t_o - t_i) / (T_i - t_i)$$

(۸) اختلاف دمای لگاریتمی (LMTD)

(الف)



$$\text{LMTD Counter current Flow} = ((T_i - t_o) - (T_o - t_i)) / \ln ((T_i - t_o) - (T_o - t_i))$$

$$\text{LMTD Co current Flow} = ((T_i - t_i) - (T_o - t_o)) / \ln ((T_i - t_i) - (T_o - t_o))$$

(ب) فاکتور تصحیح LMTD جهت محاسبه جریان متقاطع

$$F = \frac{(R+1)^{1/2} * \ln ((1-SR) / (1-S))}{(1-R) * \ln \left\{ \frac{2-S(R+1-(R+1)^{1/2})}{2-S(R+1+(R+1)^{1/2})} \right\}}$$

(۹) تصحیح LMTD

$$F \times \text{LMTD}$$

(۱۰) ضریب کلی انتقال حرارت

$$U = Q / (A * \text{Corrected LMTD})$$

۹-۴-۲- مثال - محاسبه پارامترهای حرارتی در مبدل ها

الف) مبدل مایع - مایع

مبدل حرارتی پوسته - لوله ای با مشخصات زیر جهت کاهش دمای ترکیب نفتی طراحی شده است که در آن ترکیب نفتی در سمت پوسته و آب سرد در سمت لوله جای دارد.

Tube Side

- 460 Nos * 25.4mmOD * 2.11mm thick * 7211mm long
- Pitch - 31.75mm 30° triangular
- 2 Pass

Shell Side

- 787 mm ID
- Baffle space - 787 mm
- 1 Pass

اطلاعات موجود مطابق جدول زیر می باشد:

Parameters	Units	Inlet	Outlet
Hot fluid flow, W	Kg/h	719800	719800
Cold fluid flow, w	Kg/h	881150	881150
Hot fluid Temp, T	°C	145	102
Cold fluid Temp, t	°C	25.5	49
Hot fluid Pressure, P	Bar g	4.1	2.8
Cold fluid Pressure, p	Bar g	6.2	5.1





محاسبه پارامترهای حرارتی

- سطح انتقال حرارت برابر $264/55 \text{ m}^2$ است.

(۱) میزان گرما

$$Q = q_s + q_1$$

$$\text{Hot fluid, } Q = 719800 * 2.847 * (145 - 102) / 3600 = 24477.4 \text{ kW}$$

$$\text{Cold Fluid, } Q = 881150 * 4.187 * (49 - 25.5) / 3600 = 24083.4 \text{ kW}$$

(۲) افت فشار سیال گرم

$$\text{Pressure Drop} = P_i - P_o = 4.1 - 2.8 = 1.3 \text{ bar g.}$$

(۳) افت فشار سیال سرد

$$\text{Pressure Drop} = p_i - p_o = 6.2 - 5.1 = 1.1 \text{ bar g.}$$

(۴) اختلاف دمای سیال گرم

$$\text{Temperature Range } \Delta T = T_i - T_o = 145 - 102 = 43 \text{ }^\circ\text{C.}$$

(۵) اختلاف دمای سیال سرد

$$\text{Temperature Range } \Delta t = t_o - t_i = 49 - 25.5 = 23.5 \text{ }^\circ\text{C.}$$

(۶) میزان ظرفیت

$$\text{Capacity ratio, } R = (T_i - T_o) / (t_o - t_i) = 43/23.5 = 1.83$$

(۷) کارایی

$$\text{Effectiveness, } S = (t_o - t_i) / (T_i - T_o) = (49 - 25.5) / (145 - 25.5) = 23.5/119.5 = 0.20.$$

(۸) اختلاف دمای لگاریتمی (LMTD)

$$\text{a). LMTD, Counter Flow} = (96 - 76.5) / \ln(96/76.5) = 85.9 \text{ }^\circ\text{C.}$$

$$\text{b). Correction Factor to account for Cross flow}$$

$$F = \frac{(R+1)^{1/2} * \ln((1-SR)/(1-S))}{(1-R) * \ln \left\{ \frac{2-S(R+1-(R+1)^{1/2})}{2-S(R+1-(R+1)^{1/2})} \right\}}$$

$$F = 0.977.$$

(۹) تصحیح اختلاف دمای لگاریتمی

$$F * \text{LMTD} = 0.977 * 85.9 = 83.9 \text{ }^\circ\text{C.}$$

(۱۰) ضریب کلی انتقال

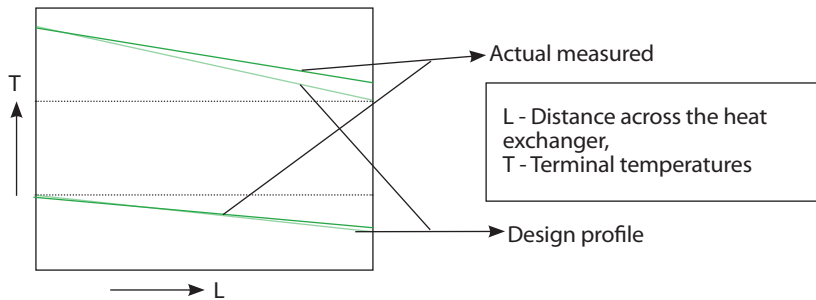
$$U = Q/A \Delta T = 24477.4 / (264.55 * 83.9) = 1.104 \text{ kW/m}^2 \text{ }^\circ\text{K}$$

مقایسه پارامترهای محاسباتی و طراحی:

Parameters	Units	Inlet	Outlet
Duty, Q	kW	24477.4	25623
Hot fluid side pressure drop, ΔPh	Bar	1.3	1.34
Cold fluid side pressure drop, ΔPc	bar	1.1	0.95
Temperature Range hot fluid, ΔT	°C	43	45
Temperature Range cold fluid, Δt	°C	23.5	25
Capacity ratio, R	-----	1.83	0.556
Effectiveness, S	-----	0.20	0.375
Corrected LMTD, MTD	°C	83.8	82.2
Heat Transfer Coefficient, U	Kw(m ² .k)	1.104	1.178



علل اختلاف بین مقادیر حاصله و طراحی



میزان گرما: این اختلاف به علت انحراف ظرفیت حرارتی مخصوص با دما می باشد، همچنین اتلاف از طریق تشعشع از سمت گرم پوسته از دیگر دلایل این اختلاف می باشد.

افت فشار: میزان اختلاف افت فشار سیال گرم سمت پوسته ناچیز و قابل چشم پوشی است.
اختلاف دما: انحراف در اختلاف دما به علت افزایش رسوب گرفتگی در سمت لوله (سیال سرد) می باشد.

ضریب انتقال حرارت: مقدار این ضریب در آزمایش به علت افزایش رسوب گرفتگی ناشی از کاهش سطح مفید انتقال حرارت، کمتر از مقدار طراحی شده می باشد.
عیب زدائی: رسوبات مبدل نیاز به پاکسازی دارد.

(ب) کندانسور سطحی

مبدل حرارتی پوسته - لوله ای با مشخصات زیر جهت چگالش بخار خروجی از توربین با آب سرد (سیال سمت لوله) طراحی شده است.

Tube Side

- 20648 Nos * 25.4mmOD * 1.22mm thk * 18300mm long
- Pitch - 31.75mm 60° triangular
- 1 Pass

اطلاعات موجود مطابق جدول زیر می باشد:

Parameters	Units	Inlet	Outlet
Hot fluid flow, W	Kg/h	939888	939888
Cold fluid flow, w	Kg/h	55584000	55584000
Hot fluid Temp, T	°C	NO data	34.9
Cold fluid Temp, t	°C	18	27
Hot fluid Pressure, P	m Bar g	52.3mbar	48.3
Cold fluid Pressure, p	Bar g	4	3.6



محاسبه پارامترهای حرارتی

- سطح انتقال حرارت برابر 27871 m^2 است.

(۱) میزان گرما

$$Q = q_s + q_L$$

Hot fluid, $Q = 576990 \text{ kW}$ Cold Fluid, $Q = 581825.5 \text{ kW}$

(۲) افت فشار سیال گرم

$$\text{Pressure Drop} = P_i - P_o = 52.3 - 48.3 = 4.0 \text{ mbar.}$$

(۳) افت فشار سیال سرد

$$\text{Pressure Drop} = p_i - p_o = 4 - 3.6 = 0.4 \text{ bar.}$$

(۴) اختلاف دمای سیال گرم

$$\text{Temperature Range } \Delta T = T_i - T_o = \text{No data}$$

(۵) اختلاف دمای سیال سرد

$$\text{Temperature Range } \Delta t = t_o - t_i = 27 - 18 = 9 \text{ }^\circ\text{C.}$$

(۶) میزان ظرفیت

Capacity ratio, $R = \text{Not significant in evaluation here.}$

(۷) کارایی

Effectiveness, $S = (t_o - t_i) / (T_i - T_o) = \text{Not significant in evaluation here.}$

(۸) اختلاف دمای لگاریتمی (LMTD)

Calculated considering condensing part only

$$\text{a). LMTD, Counter Flow} = ((34.9 - 18) - (34.9 - 27)) / \ln((34.9 - 18) / (34.9 - 27)) \\ = 11.8 \text{ deg C.}$$

b). Correction Factor to account for Cross flow

$$F = 1.0.$$

(۹) تصحیح اختلاف دمای لگاریتمی

$$\text{MTD} = F * \text{LMTD} = 1.0 * 11.8 = 11.8 \text{ }^\circ\text{C.}$$

(۱۰) ضریب کلی انتقال

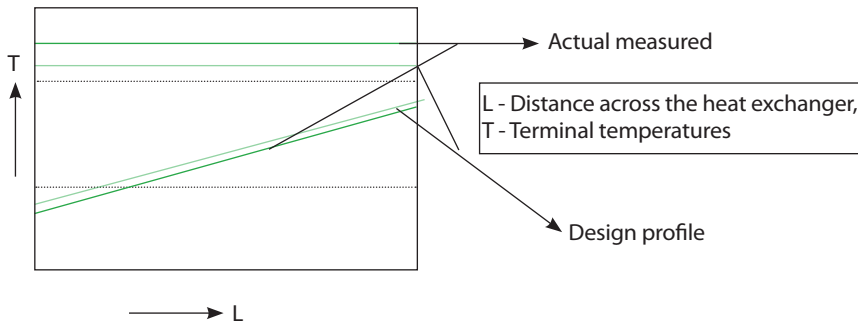
$$\text{Overall HTC, } U = Q / A \Delta T = 576990 / (27871 * 11.8) = 1.75 \text{ kW/m}^2 \text{ }^\circ\text{K}$$

مقایسه پارامترهای محاسباتی و طراحی:

Parameters	Units	Inlet	Outlet
Duty, Q	kW	576990	
Hot fluid side pressure drop, ΔP_h	mBar	4 mBar	
Cold fluid side pressure drop, ΔP_c	Bar	0.4	
Temperature Range hot fluid, ΔT	$^\circ\text{C}$		
Temperature Range cold fluid, Δt	$^\circ\text{C}$	(27-18)=9	(28-19)=9
Capacity ratio, R	-----		
Effectiveness, S	-----		
Corrected LMTD, MTD	$^\circ\text{C}$	11.8	8.9
Heat Transfer Coefficient, U	Kw(m^2 .k)	1.75	2.37



علل اختلاف بین مقادیر حاصله و طراحی



میزان گرما: این اختلاف به علت انحراف ظرفیت حرارتی مخصوص با دما می باشد، همچنین اتلاف از طریق تشعشع از سمت پوسته از دیگر دلایل این اختلاف می باشد.

افت فشار: فشار عملیاتی سمت سیال کندانس شونده به علت فشار معکوس ناشی از اجزاء چگالش ناپذیر، افزایش می یابد.

اختلاف دما: با مراجعه به سمت سیال سرد (آب خنک) تفاوتی در اختلاف دماها مشاهده نمی گردد. قابل ذکر است افزایش اختلاف دمای نهائی نشانگر عدم انتقال حرارت مناسب خواهد بود.

ضریب انتقال حرارت: ضریب انتقال حرارت به علت افزایش مقدار چگالش ناپذیر بخار، کاهش پیدا می نماید.

ج) مولد بخار

مبدل حرارتی پوسته - لوله ای با مشخصات زیر جهت تبخیر کلر (سیال سمت لوله) به وسیله بخار طراحی شده است.

Tube Side

- 200 Nos * 25.4mmOD * 1.22mm thick * 6000mm long
- Pitch - 31.75mm 30° triangular
- 2 Pass
- Area = 95.7.m²

اطلاعات موجود مطابق جدول زیر می باشد:

Parameters	Units	Inlet	Outlet
Hot fluid flow, W	Kg/h	5015	5015
Cold fluid flow, w	Kg/h	43500	43500
Hot fluid Temp, T	°C	108	108
Cold fluid Temp, t	°C	30	34
Hot fluid Pressure, P	Bar g	0.4	0.3
Cold fluid Pressure, p	Bar g	9	8.8



محاسبه پارامترهای حرارتی

(۱) میزان گرما

$$Q = q_s + q_L$$

$$\text{Hot fluid, } Q = 3130 \text{ kW}$$

$$\text{Cold Fluid, } Q = q_s + q_L = 180.3 \text{ kW} + 2948 \text{ kW} = 3128.3 \text{ kW}$$

(۲) افت فشار سیال گرم

$$\text{Pressure Drop} = P_i - P_o = 0.4 - 0.3 = 0.1 \text{ bar.}$$

(۳) افت فشار سیال سرد

$$\text{Pressure Drop} = p_i - p_o = 9 - 8.8 = 0.2 \text{ bar.}$$

(۴) اختلاف دمای سیال گرم

$$\text{Temperature Range } \Delta T = T_i - T_o = 0^\circ\text{C}$$

(۵) اختلاف دمای سیال سرد

$$\text{Temperature Range } \Delta t = t_i - t_o = 34 - 30 = 4^\circ\text{C.}$$

(۶) میزان ظرفیت

Capacity ratio, R = Not significant in evaluation here.

(۷) کارایی

Effectiveness, $S = (t_o - t_i) / (T_i - T_o)$ = Not significant in evaluation here.

(۸) اختلاف دمای لگاریتمی (LMTD)

Calculated considering condensing part only

$$\text{a). LMTD, Counter Flow} = ((108-30)-(108-34)) / \ln ((108-30)/(108-34)) = 76^\circ\text{C.}$$

$$\text{b). Correction Factor to account for Cross flow} \\ F = 1.0.$$

(۹) تصحیح اختلاف دمای لگاریتمی

$$\text{MTD} = F * \text{LMTD} = 1.0 * 76 = 76^\circ\text{C.}$$

(۱۰) ضریب کلی انتقال

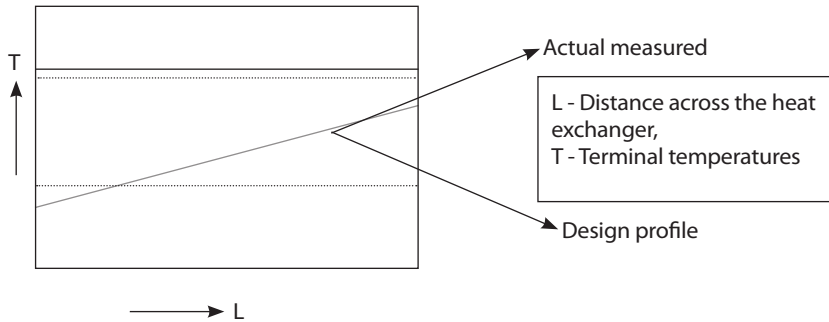
$$\text{Overall HTC, } U = Q / A \Delta T = 3130 / (95.7 * 76) = 0.43 \text{ kW/m}^2 \text{ } ^\circ\text{K}$$

مقایسه پارامترهای محاسباتی و طراحی :

Parameters	Units	Inlet	Outlet
Duty, Q	kW	3130	3130
Hot fluid side pressure drop, ΔP_h	Bar	0.1	Neg
Cold fluid side pressure drop, ΔP_c	Bar	0.2	
Temperature Range hot fluid, ΔT	$^\circ\text{C}$		
Temperature Range cold fluid, Δt	$^\circ\text{C}$	4	4
Capacity ratio, R	-----		
Effectiveness, S	-----		
Corrected LMTD, MTD	$^\circ\text{C}$	76	
Heat Transfer Coefficient, U	Kw($\text{m}^2 \cdot \text{k}$)	0.42	0.44



علل اختلاف بین مقادیر حاصله و طراحی



میزان گرما: اختلافی در این مورد مشاهده نمی گردد.

افت فشار: با وجود چگالش در سمت بخار افت فشار این سمت افزایش یافته است که این امر بیانگر وجود اجزاء چگالش ناپذیر در سمت مذکور است.

اختلاف دما: انحرافی مشاهده نمی گردد.

ضریب انتقال حرارت: با وجود عدم اختلاف در پروفایل دما در سمت کلر با افزایش فشار بیش از حد سیال سمت پوسته، ضریب انتقال حرارت کاهش پیدا خواهد کرد که این امر نشانگر وجود اختلال در چگالش بخار موجود در سمت پوسته می باشد.

عیب زدائی: به علت وارد شدن کلر به محیط پوسته در اثر نشت از لوله، مبدل نیاز به چک نمودن دارد، همچنین pH سیال چگالیده شده می بایست از نظر میزان اسیدی بودن مورد آزمایش قرار گیرد.

(د) گرمکن هوا

مبدل حرارتی لوله ای پره دار با مشخصات زیر جهت گرم نمودن هوا (سیال سمت لوله) با بخار طراحی شده است.

اطلاعات موجود مطابق جدول زیر می باشد:

Parameters	Units	Inlet	Outlet
Hot fluid flow, W	Kg/h	3000	3000
Cold fluid flow, w	Kg/h	92300	92300
Hot fluid Temp, T	°C	150	150
Cold fluid Temp, t	°C	30	95
Hot fluid Pressure, P	Bar g		
Cold fluid Pressure, p	mBar g	200 mBar	180 mBar



محاسبه پارامترهای حرارتی

Bare tube Area = 42.8 m² , Fined tube area = 856 m²

(۱) میزان گرما

Hot fluid, Q = 1748 kW

Cold Fluid, Q = 1726 kW

(۲) افت فشار سیال گرم

Pressure Drop = P_i - P_o = Neg

(۳) افت فشار سیال سرد

Pressure Drop = p_i - p_o = 200 - 180 = 20 mbar.

(۴) اختلاف دمای سیال گرم

Temperature Range ΔT = T_i - T_o = Not required

(۵) اختلاف دمای سیال سرد

Temperature Range Δt = t_i - t_o = 95 - 30 = 65 °C.

(۶) میزان ظرفیت

Capacity ratio, R = Not significant in evaluation here.

(۷) کارایی

Effectiveness, S = (t_o - t_i) / (T_i - T_o) = Not significant in evaluation here.

(۸) اختلاف دمای لگاریتمی (LMTD)

Calculated considering condensing part only

a). LMTD, Counter Flow = ((150-30)-(150-95))/ Ln ((150-30)/(150-95))
= 83.3 °C.

b). Correction Factor to account for Cross flow

F = 0.95

(۹) تصحیح اختلاف دمای لگاریتمی

MTD = F * LMTD = 0.95 * 83.3 = 79 °C.

(۱۰) ضریب کلی انتقال

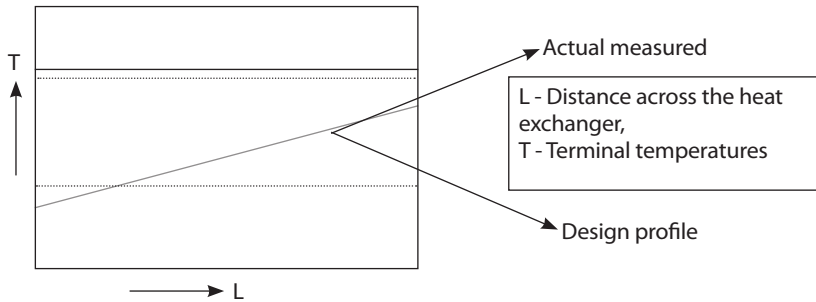
U = Q / A ΔT = 1748 / (856 * 79) = 0.26 kW/m² °K

مقایسه پارامترهای محاسباتی و طراحی:

Parameters	Units	Inlet	Outlet
Duty, Q	kW	1748	1800
Hot fluid side pressure drop, ΔPh	Bar	Neg	Neg
Cold fluid side pressure drop, ΔPc	Bar	20	15
Temperature Range hot fluid, ΔT	°C		
Temperature Range cold fluid, Δt	°C	65	65
Capacity ratio, R	-----		
Effectiveness, S	-----		
Corrected LMTD, MTD	°C	79	79
Heat Transfer Coefficient, U	Kw/ (m ² .k)	0.026	0.03



علل اختلاف بین مقادیر حاصله و طراحی



میزان گرما: اختلاف موجود در مقدار گرمای مبدل قابل انتظار است.
افت فشار: با وجود چگالش در سمت بخار، افت فشار سمت هوا افزایش یافته است که این امر نشانگر بروز choking و انسداد می باشد.
اختلاف دما: انحرافی مشاهده نمی گردد.
ضریب انتقال حرارت: کاهش یافته به علت کاهش راندمان پره لوله که ناشی از بروز choking در سمت هوا می باشد.

عیب زدائی: در صورت امکان با استفاده از تمیز کاری pulsejet و دمیدن هوای پرفشار به سمت سیال سرد (هوا)، جهت رفع مشکلات موجود اقدام گردد، همچنین تمیز کاری مکانیکی در زمانی که امکان خارج نمودن دستگاه از فرآیند وجود دارد، امری ضروری است.

۹-۵- تعیین راندمان انرژی در موتورهای و کنترل کننده دورهای آن

در اغلب بخشهای صنعتی، انرژی الکتریکی مهمترین منبع انرژی صنعت به شمار می رود. از آنجا که موتورهای الکتریکی، مصرف کننده اصلی انرژی الکتریکی در کارخانجات صنعتی می باشند. لذا بهینه سازی مصرف انرژی در موتورهای الکتریکی که موضوع این بخش است از اهمیت ویژه ای برخوردار خواهد بود. برای درک اهمیت بهینه سازی مصرف انرژی به عنوان نمونه به این مورد اشاره می شود که اگر راندمان موتورهای الکتریکی القایی موجود در اروپا تنها به میزان ۱٪ افزایش یابد، هزینه مصرف انرژی الکتریکی به میزان ۱/۶ میلیارد دلار در سال کاهش خواهد یافت.

۹-۵-۱- تست کارایی و تعاریف

- محاسبه راندمان موتورها :

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} = 1 - \frac{P_{loss}}{P_{in}}$$

که در آن :

P_{out} = Output power of the motor

P_{in} = Input power of the motor

P_{Loss} = Losses occurring in motor



- درصد loading موتورها عبارت است از :

$$\text{Motor Loading \%} = \frac{\text{Actual operating load of the motor}}{\text{Rated capacity of the motor}} \times 100$$

۹-۵-۲- استانداردهای مختلف تعیین بازدهی موتورها

مشخصات اصلی موتورهای الکتریکی در کشور آمریکا به وسیله قوانین تدوین شده توسط انجمن ملی تولید کنندگان وسایل الکتریکی تعیین شده و استاندارد IEEE 112 Method B مبنای می باشد. در کشور آلمان، مقررات IEC 34 با مشخصات الکتریکی و مکانیکی متفاوت، تحت عنوان EN 60034 و VDE 0530 مورد استفاده است. تکنیک های محاسبه تلفات برای استانداردهای IEC 34 و IEEE 112 متفاوت می باشد. به عنوان مثال در IEC یک تلفات اضافی معادل ۵/۰٪ توان نامی ورودی برای موتور الکتریکی تعریف می شود. در حالیکه در IEEE 112B این تلفات بسته به اندازه موتور بین ۹/۰٪ تا ۱/۲٪ منظور شده و روشی برای محاسبه آن با استفاده از چندین اندازه گیری تعریف می شود. قابل توضیح است که روش های تعیین تلفات در استانداردهای زیر نیز منظور شده است.

- استاندارد NEMA MG-1-1993 در قسمت MGI- 12.58.1 تحت عنوان - محاسبه راندمان و تلفات موتور.
- استاندارد کشور کانادا و CSA-C390-93 تحت عنوان، روش تعیین راندمان و ترانس مجاز و راندمان موتورهای القایی سه فاز.

۹-۵-۳- روش های تعیین بازدهی موتورها

کمیته ماشین های دوار انجمن مهندسين برق و الكترونيك IEEE استاندارد آزمایش و تعیین بازدهی موتورهای القایی چند فازه را تعیین و ارائه نموده است، IEEE 112-Method B، دقیق ترین و درعین حال زمانبر و پرهزینه ترین روش آزمایش می باشد. در این روش از تعریف اصلی راندمان موتور استفاده شده و توان های خروجی مکانیکی و ورودی الکتریکی، برای محاسبه بازدهی مستقیماً اندازه گیری می شوند.

انجمن استاندارد کشور کانادا (CSA) استاندارد، C(390)-M985، را پیشنهاد می کند. این استاندارد مشابه استاندارد توصیه شده از سوی انجمن تولید کنندگان وسایل الکتریکی آمریکا NEMA, MCI- 12.53 است که مشخصات دقیق تری نسبت به استاندارد IEEE 112-Method B دارد. مشخصه های اضافی، خطاهای مربوط به اشتباهات اپراتور را به حداقل می رساند. در هر دو استاندارد CSA و NEMA تلفات پراکنده بار منظور شده و به طور غیر مستقیم اندازه گیری می شود. به وسیله استانداردهای CSA و NEMA نتایج بازدهی مشابهی حاصل می شود. استانداردهای دیگر دارای نتایج با دقت کمتری برای راندمان موتور می باشند.

کمیسیون بین المللی الکترونیک IEC استاندارد IEC-34-2 را که در اروپا مورد استفاده قرار می گیرد پیشنهاد می نماید. در این استاندارد ترانسیمی برای بازدهی منظور شده و فرض می شود که تلفات پراکنده بار یک مقدار ثابتی مساوی با ۵/۰٪ توان بار کامل باشد. استاندارد انگلستان BS269 مشابه IEC-34-2 بوده و نتایج مشابهی دارد و نهایتاً در استاندارد کمیسیون الکترونیک ژاپن JEC, JEC-37 تلفات پراکنده بار نادیده گرفته شده و لذا نتایج کم اهمیت تری حاصل می شود. مقایسه استانداردهای فوق مبین این حقیقت است که این روش ها مشابه یکدیگر بوده و فقط از بابت اقداماتی که در هر آزمایش بایستی انجام شوند با هم متفاوت هستند. روش آزمایش IEEE گسترده ترین و دقیق ترین این روش هاست که در آن تمام تلفات موتور به وسیله یک دینامومتر اندازه گیری می شود. این موضوع سبب می شود که تلفات قدرت واقعی در داخل ماشین رخ دهد و همچنین عبور جریان



هوا با آنچه که در موقع کار نرمال ماشین وجود دارد مساوی باشد. متاسفانه این روش یکی از گران قیمت ترین روشهای آزمایش برای تولید کننده های ماشین بزرگ می باشد (به عبارت دیگر یک بار مناسب با کوپلینگ صحیح بایستی برای آزمایش در دسترس باشد). این مخارج هنگفت را می توان با استفاده از روش های جدید بارگذاری سنتتیکی که ماشین را به طور کامل بارگذاری می نماید صرفه جوئی نمود. در روش جدید از یک معکوس کننده الکترونیک قدرت با فرکانس سوئیچینگ بالا که به وسیله پردازشگر علامتی دیجیتالی کنترل می شود برای بارگذاری مصنوعی ماشین القائی استفاده شده است. در عین حال از سیستم نمونه برداری آن، برای محاسبه و ثبت کارآیی ماشین بهره گرفته می شود.

• آزمایش تعیین بازدهی موتور به وسیله دینامومتر

دینامومتر ساده ترین روش برای تعیین کارآیی موتور در شرایط کاری متفاوت می باشد. انجمن تولید کنندگان وسایل الکتریکی آمریکا NEMA استفاده از دینامومتر را برای تعیین بازدهی موتورهای از ۱ تا ۱۲۵ اسب بخار توصیه می کند. روش آزمایش با دینامومتر شرایطی نزدیک به وضعیت عملی کار موتور را فراهم می نماید. بنابر این، این روش برای تعیین بازدهی ماشین تحت آزمایش انتخاب شده است، نتیجه این آزمایش در قسمت های بعدی با نتایج حاصل از تعیین بازدهی به وسیله تکنیک های بارگذاری مصنوعی به منظور تعیین دقت و کارآیی این روش ها مقایسه خواهد شد.

• نتیجه آزمایش تعیین بازدهی به وسیله دینامومتر

از یک دینامومتر برای بارگذاری کامل بر روی یک ماشین القائی سه فاز، $5/7$ KW و Amp $13/9$ با روتور قفسه سنجابی عمیق استفاده شد. توان ورودی و تلفات کلی ماشین القائی در شرایط نامی کار موتور و درجه حرارت تثبیت شده 95°C = T ثبت و نهایتاً بازدهی محاسبه گردید که در زیر قابل مشاهده می باشد:

$$\eta = 0.895, \quad P_{\text{input}} = 8178 \text{ watts}, \quad P_{\text{loss total}} = 861 \text{ watts}$$

• تعیین بازدهی به وسیله بارگذاری سنتتیکی

روش های بارگذاری مصنوعی بر مبنای تغییر فرکانس منبع تغذیه ورودی در اطراف فرکانس نامی استوار است. در این روش ها از یک معکوس کننده با فرکانس سوئیچینگ بالا که به وسیله یک سیستم پردازشگر علامتی دیجیتالی کنترل می شود، برای تولید این چنین منبع تغذیه ای استفاده شده است. تغییر فرکانس منبع باعث می شود که تا ماشین متناوباً در شرایط موتوری و ژنراتوری کار کند. سه روش بارگذاری مصنوعی مورد استفاده و آزمایش قرار گرفته و نتایج ارائه شده است. در روش اول اینورتر با کمک مدار کنترل، منبعی با دو فرکانس مجزا تولید خواهد نمود (روش فرکانس دو گانه و یا DF). در روش دوم، مدولاسیون فرکانسی بر روی تغذیه انجام می شود (روش تغییر فرکانس و یا SF) و در نهایت در سومین روش، تغذیه ای ایجاد می شود که تولید یک میدان دوار مغناطیسی با سرعت ثابت و دامنه متغیر سینوسی نماید (روش حوزه دوار مغناطیسی با سرعت ثابت و یا CSORMF).





نتایج تعیین بازدهی در روش های مختلف در جدول زیر ارائه شده است.

نوع بارگذاری	Pinput	Plosstotal	η
دینامومتر (معمولی)	۸۱۷۸	۸۶۱	۰/۸۹۵
تغییر فرکانس SF	۸۳۷۳	۸۷۳	۰/۸۹۶
فرکانس دوگانه DF	۸۴۱۹	۹۱۹	۰/۸۹۱
حوزه مدار مغناطیسی با سرعت ثابت CSORMF	۸۲۲۴	۷۲۴	۰/۹۱۲

لازم به توضیح است که نتایج فوق در جریان نامی و در حرارت تثبیت شده یکسان، ثبت شده اند.

۹-۵-۴- روشهای عملی برای افزایش بازدهی موتورها

بالا بردن بازدهی متوسط موتورهای القائی به لحاظ اقتصادی از اهمیت ویژه ای برخوردار است. بدیهی است نحوه عمل و دستیابی به نتایج مطلوب به نوع و اندازه موتور، شرایط بارگذاری، نحوه نگهداری و غیره بستگی داشته و لذا نمی توان دستور العمل کلی برای ارتقاء بازدهی کلیه موتورهای القائی ارائه داد. به طور کلی اقدامات لازم برای بالا بردن بازدهی موتورهای القائی را می توان به دو دسته تقسیم نمود. دسته اول تمهیداتی است که در زمان طراحی و ساخت موتور باید بکار گرفت. دسته دوم شامل مجموعه اقدامات عملی جهت بالا بردن بازدهی موتورهای القائی در حال کار در صنایع می شود. اقدامات عملی ساده ای منجر به افزایش راندمان کار می شود به عنوان مثال مقدار معمول جریان بی باری در موتورهای القائی سه فاز در محدوده ۳ تا ۵ درصد جریان نامی موتور است. ولی در بررسی های به عمل آمده مشاهده شده است که در اکثر موارد جریان بی باری موتور بیشتر از این مقدار بوده و در برخی موارد تا ۱۲٪ جریان نامی نیز افزایش یافته است. این افزایش در جریان بی باری موتور بعلت عدم نگهداری صحیح از موتور است. در اکثر موارد این شرایط نامطلوب در حالات بارگذاری نیز مشاهده می شود. به این معنی که اعمال بار مکانیکی غیر مفید به محور موتور، به صورت اصطکاک های مکانیکی ناشی از عدم نگهداری صحیح، موجب می شود که موتور بار اعمال شده را در جریان الکتریکی بیشتری تامین کند و در واقع بخشی از توان الکتریکی ورودی صرف تامین بار و قسمت دیگر آن برای غلبه بر اصطکاک مکانیکی مصرف می شود.

بدین ترتیب موارد زیر را در ارتباط با تلفات اهمی موتور می توان بیان کرد:

- ۱- تلفات اهمی موتور متغیر بوده و تابعی از میزان و نحوه بارگذاری موتور می باشد.
- ۲- در بسیاری از موارد، عدم نگهداری صحیح از قسمت های چرخان موتور به ویژه بلبرینگ محور موتور، موجب ایجاد بار مجازی ناشی از افزایش اصطکاک مکانیکی شده و لذا جریان ورودی موتور در حالت بی باری و بار از حد مطلوب و اعلام شده توسط سازنده بیشتر خواهد شد.
- ۳- افزایش جریان ورودی موتور موجب بالا رفتن تلفات اهمی و حرارت ایجاد شده در سیم پیچ شده و لذا دمای اطراف سیم پیچ افزایش خواهد یافت.

از مشخصات بارز تلفات مکانیکی موتور، دشواری محاسبه میزان و تعیین منابع آن است. بخش عمده تلفات مکانیکی در قسمت های چرخان موتور بوده و ناشی از اصطکاک و بار می باشد و لذا میزان تلفات مکانیکی تا حد زیادی به شرایط نگهداری موتور بستگی دارد. با روغن کاری مناسب و به موقع بلبرینگ و نظافت قسمت های





چرخان موتور و همچنین اطمینان از بالانس بودن محور، میتوان تلفات مکانیکی موتور را به حداقل رساند. بدین ترتیب در ارتباط با تلفات مکانیکی موتور میتوان موارد زیر را اظهار داشت:

- ۱- میزان تلفات مکانیکی تابعی از شرایط نگهداری موتور است.
 - ۲- با انجام اقدامات مناسب در نگهداری موتور می توان تلفات مکانیکی را به سادگی در مقدار حداقل خود نگه داشت.
 - ۳- تلفات مکانیکی نیز منجر به افزایش درجه حرارت به ویژه در قسمت‌های چرخان موتور می شود.
- انواع تلفات موتور بدون توجه به نوع آن منجر به ایجاد حرارت می شود بدین ترتیب خنک کاری موتور بویژه در شرایطی که موتور زیر بار است از اهمیت ویژه ای برخوردار است. بالا رفتن درجه حرارت موتور باعث کاهش عمر مفید آن می شود.

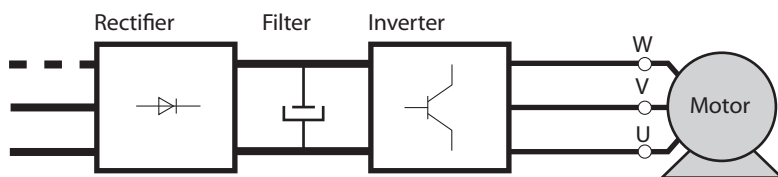
در موارد زیادی مشاهده شده است که عدم رعایت نکات ساده و مهم در نگهداری موتور باعث کاهش بازدهی سیستم خنک کن شده و درجه حرارت موتور در حالت بار نامی افزایش می یابد. در این گونه موارد گاهی اوقات به جای رفع اشکال نگهداری، اقدام به جایگزین کردن موتور با توان بیشتر می شود که این امر خود منجر به کاهش بازدهی سیستم و اتلاف انرژی می شود. بر اساس تجارب موجود، سیم پیچی موتورهای معیوب توسط افراد غیر متخصص نیز باعث بروز مشکل می شود. مشاهدات نشان می دهد که در برخی از موارد موتور به دفعات مورد سیم پیچی قرار می گیرد. عدم رعایت نکات فنی در عایق بندی موتور سیم پیچی شده و همچنین استفاده از ابزار و آلات غیر اصولی در درآوردن سیم پیچ سوخته شده موتور، نتایج بدی به دنبال دارد. به عنوان یک اصل تجربی، موتورهای که به این شیوه سیم پیچی مجدد می شوند برای کار با اینورتر یا کنترل کننده دور موتور مناسب نیستند. اغلب این موتورها به دلیل آسیب هایی که به مدار مغناطیسی آنها در حین سیم پیچی وارد می شود از جریان بی باری بالاتر از حد معمول برخوردار بوده و عایق بندی آنها برای کار با اینورتر مناسب نمی باشد. این نوع موتورها حرارت بیشتری نسبت به موتورهای سالم داشته و تلفات انرژی زیادی ایجاد می کنند. ضمناً این موتورها به مراتب آسیب پذیرتر از موتورهای فابریک می باشند. توصیه می گردد در سیم پیچی موتورهای آسیب دیده از تکنیسین های مجرب و ابزار آلات مناسب استفاده شود. ضمناً تا زمانی که اطمینان از فرآیند کار حاصل نشده باشد از استفاده از این نوع موتورها همراه با کنترل کننده دور موتور اجتناب شود.

۹-۵-۵- کنترل کننده های دور موتور

استفاده از موتورهای مجهز به کنترل کننده دور موتور، امکان اعمال تغییرات لازم در سرعت موتور فن و یا پمپ را به طور دائم فراهم آورده و بدین ترتیب می توان با توجه به فرآیند مورد نظر از اتلاف انرژی ایجاد شده در تنظیم کننده های مکانیکی جلوگیری نمود. با استفاده از درایو، موتور به بار تطبیق داده شده و هر گونه نیاز به خاموش و روشن کردن موتور و یا ادوات تنظیم کننده نظیر شیر یا دمبر حذف می گردد. همچنین کنترل دقیق سرعت و متعاقب آن توان خروجی قابل دسترسی بوده و با توجه به استفاده از مدارات الکترونیکی، استهلاک قسمت‌های کنترل کننده نیز



بسیار کم خواهد شد. تصمیم گیری در مورد استفاده از موتور با کنترل کننده دور متغیر بستگی به نوع کاربرد مورد نظر دارد. از آنجا که هزینه اولیه این سیستمها (کنترل کننده دور موتور) بیش از سایر روش ها بوده و با توجه به اینکه صرفه جوئی ناشی از بالا بودن بازدهی تنها به صورت کاهش هزینه راهبری نمایان می شود، لذا استفاده از موتورهای مجهز به کنترل کننده دور، در طول زمان منجر به صرفه جوئی اقتصادی می شود. معمولاً بسته به نوع کاربرد، زمان بازگشت سرمایه گذاری بین یک تا سه سال متغیر خواهد بود. متأسفانه در اکثر موارد مهمترین عامل در انتخاب قیمت اولیه است. بدین معنی که سیستم بر مبنای کمینه سازی هزینه اولیه انتخاب می شود. در حالی که در طول عمر مفید آن هزینه قابل توجهی صرف انرژی تلف شده و یا تعمیر و نگهداری می شود. اجزاء سیستم کنترل کننده دور موتور در شکل ۹-۷ نشان داده شده است.



شکل ۹-۷: اجزاء سیستم کنترل کننده دورهای موتور

کنترل کننده دور موتور انواع مختلفی دارد که قادر است انواع موتورهای AC و DC را کنترل کند. قیمت کنترلرها به نوع تکنولوژی به کار رفته در ساختمان آنها بستگی دارد. ساده ترین روش کنترل موتورهای AC تثبیت نسبت ولتاژ به فرکانس (یا کنترل V/F ثابت) می باشد. اینک این روش، به طور گسترده در کاربردهای صنعتی مورد استفاده قرار می گیرد. این نوع کنترلرها از نوع اسکالر بوده و به صورت حلقه باز با پایداری خوب عمل می کنند. مزیت این روش سادگی سیستم های کنترلی آن است. در مقابل، این نوع کنترلرها برای کاربردهای با پاسخ سریع مناسب نیست. روباتها و ماشینهای ابزار نمونه هایی از کاربردهای با دینامیک بالا هستند.

در این کاربردها روش های کنترلی برداری استفاده می شود. در روشهای کنترلی برداری با تفکیک مولفه های جریان استاتور به دو مولفه تورک ساز و فلو ساز، و کنترل آنها با استفاده از رگولاتورهای PI ترتیبی داده می شود که موتور AC نظیر موتور DC کنترل شود. بدین ترتیب تمام مزایای موتور DC از جمله پاسخ گشتاور سریع آنها در موتورهای AC نیز در دسترس خواهد بود. برای مثال پاسخ گشتاور در روش های برداری حدود ۲۰-۱۰ ms و در روش های کنترل مستقیم گشتاور (Direct Torque Control) این زمان حدود ۵ ms است.

۹-۵-۶- مزایای استفاده از کنترل کننده های دور موتور

مزایای استفاده از کنترل کننده های دور موتور هم در بهبود بهره وری تولید و هم در صرفه جوئی مصرف انرژی در تجهیزاتی نظیر فنها، پمپها، کمپرسورها و دیگر محرکه های کارخانجات، در سال های اخیر کاملاً به اثبات رسیده است. کنترل کننده های دور موتور قادرند مشخصه های بار را با مشخصه های موتور تطبیق دهند. در زیر به مزایای استفاده از کنترل کننده دور موتور اشاره شده است:

۱- در صورت استفاده از کنترل کننده های دور موتور به جای کنترلرهای مکانیکی، در کنترل جریان سیالات، به طور مؤثری در مصرف انرژی صرفه جوئی حاصل می شود. این صرفه جوئی علاوه بر پیامدهای





اقتصادی آن موجب کاهش آلاینده های محیطی نیز می شود.

۲- خاصیت راه اندازی نرم موتور به کمک کنترل کننده های دور موتور، موجب می شود علاوه بر کاهش تنش های الکتریکی روی شبکه، از شوک های مکانیکی نیز جلوگیری شود. این شوک های مکانیکی می تواند باعث استهلاک سریع قسمت های مکانیکی، بیرینگ ها و کوپلینگ ها، گیربکس و نهایتاً قسمتهائی از تجهیزات شود. راه اندازی نرم هزینه های نگهداری را کاهش داده و به افزایش عمر مفید محرکه ها و قسمتهای دوار نیز منجر خواهد شد.

۳- جریان کشیده شده از شبکه در هنگام راه اندازی موتور با استفاده از درایو کمتر از ۱۰٪ جریان اسمی موتور است.

۴- کنترل کننده های دور موتور نیاز به تابلوهای اصلاح ضریب قدرت ندارد.

۵- در صورتی که نیاز بار ایجاد کند، با استفاده از کنترل کننده دور، موتور می تواند در سرعت های پائین کار کند. کار در سرعت های کم منجر به کاهش هزینه های تعمیر و نگهداشت ادواتی نظیر بیرینگ ها، شیرهای تنظیم کننده و دمپر ها خواهد شد.

۶- کنترل کننده دور قادر است رنج تغییرات دور را، نسبت به سایر روش های مکانیکی تغییر دور، به میزان قابل توجهی افزایش دهد. علاوه بر آن از مسائلی چون لرزش و تنش های مکانیکی نیز جلوگیری خواهد شد.

۷- کنترل کننده های مدرن دور به کمک سیستم های نرم افزاری قوی خود قادرند راه حل های مناسبی برای کاربردهای مختلف صنعتی ارائه دهند.

۹-۶- تعیین راندمان انرژی در فن ها و دمنده ها

در این بخش در مورد روش تعیین کارائی فن هایی که در سایت نصب شده و در حال بهره برداری می باشند، توضیحاتی ارائه می گردد.

۹-۶-۱- هدف از تست کارائی

هدف از انجام چنین تستی، تعیین شرایط عملیاتی، میزان شدت جریان، قدرت ورودی و میزان کل افزایش فشار توسط فن می باشد.

۹-۶-۲- تست کارائی و تعاریف

فشار استاتیک: فشار استاتیک همان فشار ترمودینامیک واقعی است که با اولین جمله معادله برنولی بیان می شود.

$$\left(\frac{P}{\rho g} + \frac{V^2}{2g} + z\right)_1 = \left(\frac{P}{\rho g} + \frac{V^2}{2g} + z\right)_2$$

فشار دینامیک: مبین انرژی جنبشی واحد حجم هوا بوده و به عبارت دیگر همان جمله $V^2/2g$ می باشد چون نشان دهنده فشار ناشی از انرژی جنبشی سیال است.

فشار کل: عبارت است از مجموع فشار استاتیک و دینامیک در یک نقطه.

قدرت شفت فن: عبارت است از قدرت مکانیکی منتقل شده به شفت یک فن.

قدرت ورودی به موتور: به مقدار نیروی الکتریکی داده شده به موتور الکتریکی گفته می شود.



$$\text{Static Fan Efficiency \%} = \frac{\text{Volume in m}^3/\text{sec} * \text{total pressure in mmwc}}{102 * \text{Power to the shaft in (kw)}}$$

۹-۶-۳- استانداردهای مرجع

British Standard, BS 848 - Fans for general purposes Part 1, Methods of testing performance

۹-۶-۴- روش انجام آزمایش

• نکاتی در زمینه آزمایش در سایت

- قبل از انجام آزمایش در سایت می بایست از نکات ذیل اطمینان حاصل نمود:
- فن و متعلقاتش در شرایط مناسب و با سرعت مجاز در حال کار می باشد.
- انجام عملیات در شرایط پایا نظیر دمای ثابت.

• مکان اندازه گیری

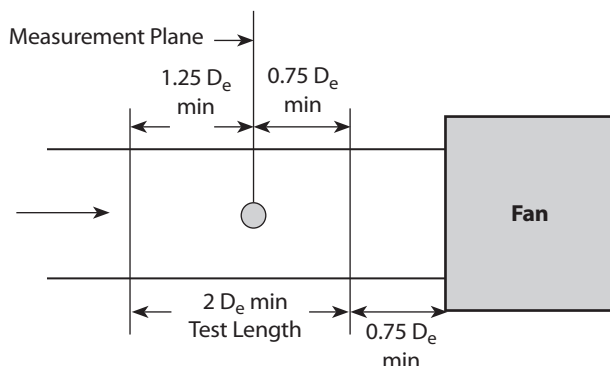
کلیات: فضایی که جهت اندازه گیری جریان انتخاب می شود باید مسیری مستقیم بوده (ترجیحاً سمت داخلی فن) و به گونه ای باشد که جریان هوا متقارن و فاقد هرگونه تلاطم باشد. بین جریان مورد اندازه گیری و فن، نشت هوا از و یا به کانال هوا می بایست به حداقل مقدار ممکن خود برسد. همچنین هرگونه خمیدگی و انسداد کانال هوا موجب ایجاد خطا در نتایج آزمایش می گردد.

طول آزمایش: قسمتی از کانال که در آن اندازه گیری جریان در نظر گرفته شده، طول آزمایش نامیده می شود که می بایست مستقیم و فاقد هرگونه انسداد باشد. این طول نباید دارای اندازه ای معادل کمتر از دوبرابر قطر کانال هوا باشد ($2D_e$). برای کانال های مستطیلی، قطر معادل D_e از رابطه زیر به دست می آید:

$$2 LW / (L + W)$$

که در آن L و W به ترتیب طول و عرض کانال بوده و برای کانال های دایره ای شکل D_e همان قطر کانال خواهد بود.

سمت ورودی فن: همانگونه که در شکل (۹-۸) قابل مشاهده است، بعد از اتمام محدوده طول آزمایش که معادل دو برابر قطر کانال می باشد، فاصله ای که جریان طی می نماید تا به فن برسد طولی معادل حداقل $0.75 D_e$ لحاظ می گردد و همچنین فاصله نقطه ای که در آن اندازه گیری صورت می پذیرد تا انتهای محدوده طول آزمایش نیز طولی معادل حداقل $0.75 D_e$ در نظر گرفته می شود.

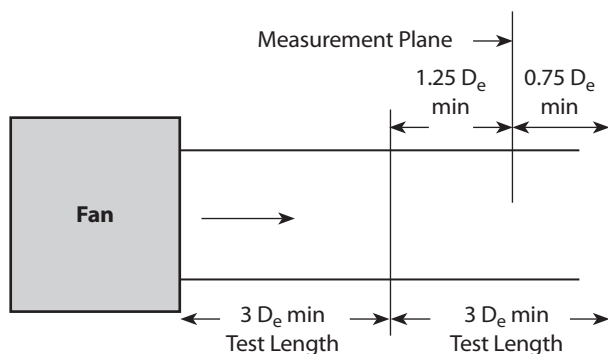


شکل ۹-۸: طول آزمایش و محل اندازه گیری در سمت ورودی فن



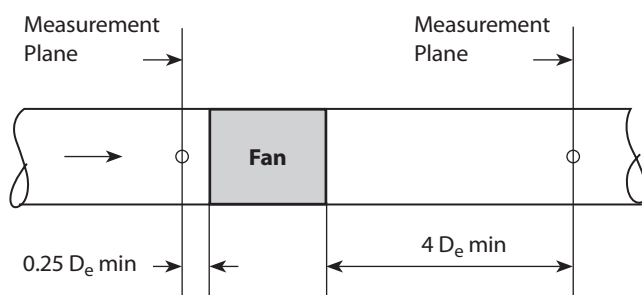
سمت خروجی فن: در قسمت خروجی فن، محدوده طول آزمایش از فن تا انتهای upstream طولی معادل حداقل $3 D_e$ دارد.

محل اندازه گیری جریان در سمت خروجی فن: محل اندازه گیری جریان می بایست در نقطه ای در محدوده طول آزمایش در سمت downstream و در فاصله ای به اندازه حداقل $1/25 D_e$ از انتهای طول آزمایش (در محدوده upstream)، صورت پذیرد.



شکل ۹-۹: طول آزمایش و محل اندازه گیری در سمت خروجی فن

محل اندازه گیری فشار: جهت دستیابی به میزان افزایش فشار توسط فن، می بایست فشار استاتیک در ناحیه ورودی و خروجی فن اندازه گیری و از عدم هرگونه تلفات فشار اطمینان حاصل گردد. همانطور که در شکل (۹-۱۰) قابل ملاحظه می باشد محل مناسب جهت اندازه گیری فشار در سمت ورودی فن نقطه ای به فاصله $0.25 D_e$ از فن و در سمت خروجی نقطه ای به فاصله $4 D_e$ از فن می باشد.



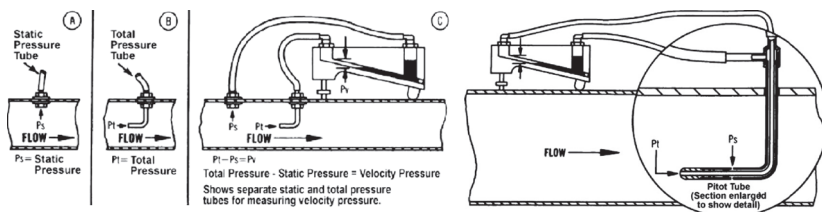
شکل ۹-۱۰: محل مناسب جهت اندازه گیری فشارهای ورودی و خروجی

• اندازه گیری سرعت هوا

سرعت هوا غالباً به کمک لوله پیتوت و بادسنج های دوار اندازه گیری می شود. قابل ذکر است که در صورت استفاده از لوله پیتوت این لوله می بایست به وسیله لوله ای غیر قابل نفوذ در مقابل هوا به دستگاه اندازه گیری فشار مرتبط شود و در صورت استفاده از بادسنج باید قبل از انجام تست قطر داخلی آن اندازه گیری شود.

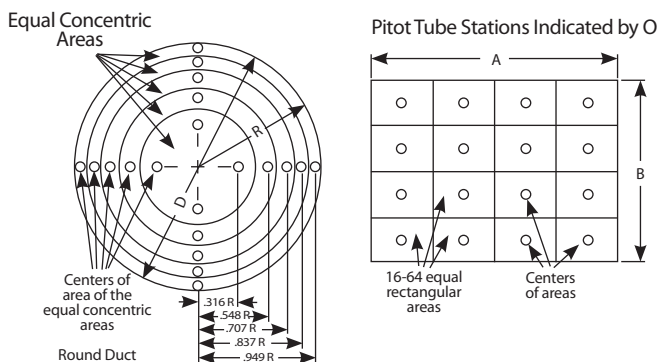


در شکل (۹-۱۱) انواع اندازه گیری فشار قابل مشاهده می باشد.



شکل ۹-۱۱: روش های اندازه گیری فشار

لوله پیتوت توانائی تشخیص فشار استاتیک و کل را دارا می باشد این در حالی است که مانومتر فشار سرعت^۱ (اختلاف فی مابین فشار کل و فشار استاتیک) را تخمین می زند. آنچه مسلم است سرعت جریان هوا در سرتاسر کانال یکسان نمی باشد، سرعت در دیواره های کانال به سبب وجود اصطکاک کمتر و در مرکز لوله بیشتر خواهد بود. جهت محاسبه متوسط سرعت کل در کانالی با قطر ۱۰۰ میلیمتر یا بیشتر می بایست در قسمت های مختلف مقدار فشار سرعت را توسط لوله پیتوت اندازه گیری نمود. جهت انجام این عمل به صورت هدفمند در کانال های دایروی و مستطیل شکل، شکل (۹-۱۲) وضعیت قرار گرفتن لوله پیتوت در حالات مختلف را نشان می دهد.



شکل ۹-۱۲: حالات مختلف قرار گیری لوله پیتوت در کانال های دایره ای و مستطیل شکل

همان طور که از شکل فوق ملاحظه می شود در کانال های دایره ای شکل خواندن فشار سرعت می بایست در سطح دایره هایی هم مرکز صورت پذیرد و با خواندن ۲۰ نقطه در امتداد دو قطر می توان به عددی منطقی در رابطه با سرعت فشار دست پیدا نمود. در کانال های مستطیل شکل این تعداد نقاط حداقل ۱۶ و حداکثر ۶۴ بار می باشد (همانطور که در شکل سمت راست فوق ملاحظه می شود کل کانال به ۱۶ مستطیل هم اندازه تقسیم شده و مرکز هر یک از این مستطیل ها محل مورد نظر جهت یادداشت سرعت هوا خواهد بود). سرعت واقعی از میانگین سرعت اندازه گیری شده در هر یک از این نقاط حاصل می شود. این امر

1. velocity pressure

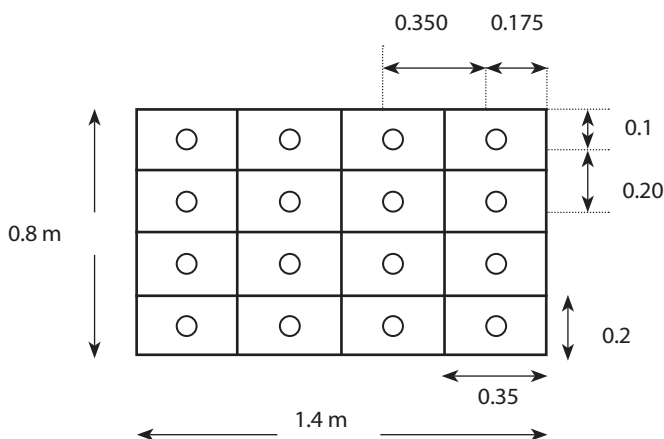


موجب کاهش چشمگیر خطا شده و بارعایت موارد مذکور سرعت هوا با صحت $\pm 2\%$ - قابل دستیابی می باشد. مثال هایی که در ادامه مطرح می گردد به درک بهتر مطالب گفته شده کمک خواهد نمود:

مثال - تعیین نقاط قرارگیری لوله پیتوت در کانال دایره ای شکل
برای کانالی دایره ای با قطر (D) ۱ متر و شعاع (R) 0.5 متر، فاصله نقاط مختلف از جداره کانال مطابق ستون سمت راست جدول ذیل می باشد:

0.5 - 0.5 x 0.949	0.0255
0.5 - 0.5 x 0.837	0.0815
0.5 - 0.5 x 0.707	0.1465
0.5 - 0.5 x 0.548	0.226
0.5 - 0.5 x 0.316	0.342
0.5 + 0.5 x 0.316	0.658
0.5 + 0.5 + 0.548	0.774
0.5 + 0.5 + 0.707	0.8535
0.5 + 0.5 + 0.837	0.9185
0.5 + 0.5 - 0.949	0.9745

مثال - تعیین نقاط قرارگیری لوله پیتوت در کانال مستطیلی شکل
برای کانالی مستطیلی شکل با طول و عرض $1/4$ و 0.8 متر، در ۱۶ نقطه اندازه گیری صورت پذیرفت. سطح کل کانال که عبارت است از $1/12 \text{ m}^2 = 1/4 \times 0.8$ به ۱۶ قسمت مساوی که مساحت هریک 0.07 m^2 می باشد، تقسیم گردید. (ابعاد هر مستطیل کوچک $0.35 \text{ m} \times 0.2 \text{ m}$ می باشد) شکل زیر نمایانگر ۱۶ نقاط تعیین شده می باشد.





• محاسبه میزان سرعت

بعد از به دست آوردن فشار سرعت در نقاط مختلف کانال، مقدار عددی سرعت در هر نقطه مطابق رابطه زیر محاسبه می گردد:

$$\text{Velocity (m/s)} = C_p \times \frac{\sqrt{2 \times g \times \Delta P \times \gamma}}{\gamma}$$

که در آن:

C_p = The pitot tube coefficient (Take manufacturer's value or assume 0.85)

ΔP = The average velocity pressure measured using pitot tube and inclined manometer by taking number of points over the entire cross-section of the duct, mm Water Column

$\square$ = Gas density, kg/m³ corrected to normal temperature

بادسنج:

مقدار سرعت در هر نقطه تعیین شده می بایست با در اختیار داشتن یک بادسنج ثابت در یک دوره زمانی (کمتر از ۱ دقیقه نباشد)، اندازه گیری گردد. هر مقدار خوانده شده توسط بادسنج به واحد سرعت یعنی m/s تبدیل و جداگانه مطابق با کالیبراسیون بادسنج، تصحیح می گردد. میانگین حسابی سرعت نقاط تصحیح شده بیانگر سرعت متوسط در کانال بوده و میزان نرخ جریان از حاصلضرب مساحت کانال هوا در سرعت متوسط حاصل می گردد.

• محاسبه دبی حجمی جریان

با یک بار اندازه گیری سطح مقطع عرضی کانال، میزان دبی جریان از رابطه زیر به دست می آید:

$$\text{Flow, (m}^3/\text{s)} = \text{Area (m}^2) * \text{Velocity (m/s)}$$

$$\text{Volume (flow)} = A * C_p * \sqrt{2 * 9.81 * \Delta p * \square}$$

• تعیین میزان توان ورودی

اندازه گیری توان: اندازه گیری توان می تواند توسط یک دستگاه توان سنج مناسب، صورت پذیرد. برای این کار شدت جریان و ولتاژ اندازه گیری شده و توان با فرض فاکتور ۰/۹، از رابطه زیر به دست می آید:

$$p = \sqrt{3 * V * I * \cos \phi}$$

سیستم انتقال: تاثیر سیستم انتقال در تعیین راندمان فن ها امری اجتناب ناپذیر می باشد. مقادیر زیر به عنوان مبنای راندمان سیستم انتقال مورد استفاده قرار می گیرد:

Properly lubricated precision spur gears	98% for each step
Flat belt drive	97%
V-belt drive	95%

• محاسبه راندمان فن

$$\text{Fan efficiency} = \frac{\text{Volume in m}^3 / \text{sec} * \text{total pressure in mm WC}}{102 * \text{power input to fan shaft in kW}}$$



$\text{power input to fan shaft} = \text{Power input to the motor} * \eta \text{ of motor at the}$
 $\text{corresponding loading} * \text{transmission system } \eta$

۹-۶-۵- مثال - تست کارایی فن هوا خنک کن

این مثال شامل اندازه گیری و محاسبات مربوط به double inlet fan در یک واحد تولیدی، می باشد.

الف) پارامترهای طراحی :

Volume = 292 m³/sec
 Static Pressure = 609.6 mmwc

ب) پارامترهای اندازه گیری شده :

Temperature = 32 °C
 Speed = 740 RPM

Inlet Damper Position%	Suction Pressure (-) mmwe	Outlet Pressure (+)mmwe	Measure velocity Pressure(Δp).mmwe	Volume m ³ /Sec.	Amps (I)	Power Consumption (Kw)
80%	ONE SIDE 25,22,20 Average = 22.33	455,462,480,478 Average= 468.75	Average= 70	166.6	220	2127KW
	ANOTHER SIDE 15,18,23,21 Average= 19.25	459,464,473,479,480,470 Average= 470.83	Average= 70			

تجهیزات مورد استفاده :

- برای فشار مکش، فشار خروجی : مانومتر لوله U شکل
- برای اختلاف فشار : مانومتر لوله خمیده شکل
- برای دما : گرماسنج جیوه ای
- برای سرعت فن : سرعت سنج
- برای خط جریان : Tong tester

ج) محاسبات تعیین راندمان فن
 - دانسیته گاز :

$$\begin{aligned} \text{a) Gas Density} &= \frac{273 * 1.293}{273 + T^{\circ}\text{C (at site condition)}} \\ (\text{Corrected to NTP}) &= \frac{273 * 1.293}{273 + 32^{\circ}\text{C (at site condition)}} \\ &= 1.15 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$





– دبی حجمی جریان :

$$b) \text{ Volume} = C_p * A \sqrt{\frac{2 * 9.81 * \Delta p * \square}{\square}}$$

C_p = Pitot tube constant, 0.85

A = Area of rectangular duct in m^2 , $1.029 * 5.502$

Δp = Average velocity pressure measured by pitot tube by taking measurement at number of points over the entire cross section of the duct. (see Table)

$\square$ = Density at test condition, 1.15 kg/m^3

$$\text{Flow (v)} = \frac{0.85 * 1.029 * 5.502 \sqrt{2 * 9.81 * 70 * 1.15}}{1.15}$$

$$v = 166.6 \text{ m}^3 / \text{sec}$$

– قدرت ورود به موتور :

$$\begin{aligned} c) (P1) = \text{Power input to the motor (kW)} &= \frac{\sqrt{3 * V * I * \cos \phi}}{1000} \\ &= \frac{\sqrt{3 * 6600 * 220 * 0.9}}{1000} \\ &= 2263 \text{ kW} \end{aligned}$$

– قدرت ورودی به شفت فن :

d) P = Power input to the fan shaft

= Power input to the motor (kW) * Efficiency of motor (%) at the operating load * transmission efficiency

Motor efficiency = 0.94

p = $2263 * 0.94 * 1$ (as motor was direct coupled)

= 2127 kw

– راندمان فن :

$$e) \text{ Fan Efficiency \%} = \frac{\text{Volume in m}^3 / \text{Sec} * \text{total pressure in mmwc}}{102 * \text{Power input to the shaft in (kW)}}$$

Where 102 is a conversion constant

For double inlet fan,

The total Volume of

$$\text{air, m}^3 / \text{Sec} = 166.6 * 2 = 333.2$$

$$\text{Total static pressure,} = 468.75 - (-22.33) = 491$$

mmwc (ΔP_{static} , across the fan)

$$\text{Fan Efficiency} = \frac{333.2 * 491}{102 * 2127} * 100$$

$$\text{Static Fan Efficiency} = 75 \%$$



۹-۶-۶- فاکتورهای موثر در راندمان فن ها

- نشتی، عدم گردش مناسب و سایر نواقص موجود در سیستم
- تخمین نامناسب مقاومت جریان
- اتلاف بیش از اندازه در اجزاء سیستمی که نزدیک به خروجی فن می باشد.
- اختلال در کارائی فن ناشی از خمیدگی و یا نقص در سایر اجزاء سیستم، که نزدیک به ورودی فن می باشند.
- خطا در اندازه گیری هایی که در سایت صورت می پذیرد.

۹-۷- تعیین راندمان انرژی در پمپ های آب

- به طور کلی پمپ به دستگاهی گفته می شود که انرژی مکانیکی را از یک منبع خارجی اخذ و به سیالی که از آن عبور می نماید انتقال می دهد. در نتیجه انرژی سیال بعد از خروج از ماشین افزایش می یابد. پمپ ها بسته به نحوه انتقال انرژی به سیال به دو دسته تقسیم بندی می شود:
- (۱) پمپ های دینامیکی: که انتقال انرژی از آنها به سیال به طور دائمی است.
 - (۲) پمپ های جا به جایی: که انتقال انرژی از آنها به سیال به صورت متناوب یا پریودیک است.
- می توان پمپ ها را براساس نحوه عملکردشان به گونه ای دیگر نیز دسته بندی کرد:
- ۱- پمپ های سانتریفوژ (جریان شعاعی) ۲- پمپ های محوری ۳- پمپ های نیمه سانتریفوژ (یا با جریان مختلط)

عامل مهمی که در راندمان انرژی یک پمپ نمود دارد، میزان تطبیق پمپ مورد استفاده با شرایط کل سیستم می باشد، از اینرو ممکن است پمپی با راندمان بالا انتخاب گردد ولی به سبب عدم تطابق با سیستم، پمپ در پایین ترین حد ممکن از لحاظ راندمان، عمل نماید، علاوه بر مسئله ذکر شده، عامل دیگری که منجر به کاهش راندمان شود، رسوب گرفتگی در ادوات گردشی پمپ می باشد. ارزیابی کارائی پمپ ها این امکان را فراهم می سازد تا از شرایط موجود جهت دستیابی به بیشترین راندمان استفاده شود.

۹-۷-۱- هدف از تست کارائی

- تعیین راندمان پمپ طی شرایط عملیاتی.
- "تعیین مقاومت سیستم و operating duty point مربوط به پمپ و مقایسه آن با مقدار مورد نظر در طراحی.

۹-۷-۲- تست کارائی و تعاریف

- ظرفیت پمپ (Q): میزان دبی حجمی مایع منتقل شده در واحد زمان (m^3/hr یا m^3/sec)
- ظرفیت پمپ با N یعنی سرعت چرخشی پمپ متناسب می باشد.
- هد کل (H): اختلاف بین فشار خروجی و مکش. هد پمپ ها نشانگر میزان کار خالص انجام شده در واحد وزن مایع گذرنده از ورودی تا خروجی پمپ، می باشد. سه نمونه هد رایج در پمپ ها عبارتند از:
- (۱) هد استاتیک





(۲) هد سرعت

(۳) هد اصطکاک

مقاومت سیستم: عبارتند از حاصل جمع هدهای اصطکاک در مقاومت و هد استاتیک کل.
راندمان پمپ: عبارت است از قدرت سیال و کار مفید انجام شده توسط پمپ تقسیم بر مقدار نیروی مصرفی
توسط شفت پمپ.

$$\text{Pump efficiency} = \frac{\text{Hydrolic power, } P_h}{\text{Power input to the pump shaft}} * 100$$

که در آن:

$$\text{Hydrolic power } P_h(\text{kw}) = Q * (h_d - h_s) * \rho * g / 1000$$

Q = Volume flow rate (m^3/s), ρ = density of the fluid (kg/m^3),

g = acceleration due to gravity (m/s^2), $(h_d - h_s)$ = Total head in metres

۹-۷-۳- آزمایش تعیین راندمان پمپ

در تعیین راندمان پمپ ها سه فاکتور مهم جریان، هد و قدرت نقش اساسی ایفا می نمایند که در بین این سه پارامتر، اندازه گیری جریان دارای اهمیت بیشتری می باشد. متدهای زیر روش اجمالی اندازه گیری جریان را معرفی می نماید که با توجه به قابلیت دسترسی و شرایط سایت قابل انتخاب می باشد.

• اندازه گیری دبی جریان (Q)

روش های اندازه گیری دبی جریان عبارتند از:

(۱) روش ردیاب BS5857

(۲) جریان سنج فراصوت

(۳) روش پر نمودن تانک

(۴) نصب جریان سنج لحظه ای (on-line flowmeter) در سیستم

(۱) روش ردیاب: این روش به سبب حساسیت و دقت بالا، شیوه مناسبی جهت اندازه گیری جریان آب سرد می باشد. در این روش ردیاب در میزان مشخصی از آب سرد برای لحظاتی تزریق می گردد و از نقطه ای از سیستم که ردیاب کاملاً با آب سرد مخلوط شد، نمونه گیری به عمل می آید. دبی جرمی جریان از رابطه ذیل به دست می آید:

$$q_{cw} = q_1 * C_1 / C_2$$

که در آن:

q_{cw} = cooling water mass flow rate, kg/s

q_1 = mass flow rate of injected tracer, kg/s

C_1 = concentration of injected tracer, kg/kg

C_2 = concentration of tracer at downstream position during the plateau period of constant concentration, kg/kg

معمولاً ردیاب مورد استفاده کلرید سدیم می باشد.



۲) جریان سنج فراصوت

جهت انجام این روش نکات زیر توصیه می گردد:

- اندازه گیری در طول کافی از لوله که از هر گونه عوامل ایجاد اختلال در جریان اعم از زانوئی، سه راهی و سایر اتصالات به دور باشد، صورت پذیرد.
- بخشی از لوله که اندازه گیری در آن انجام می شود می بایست جهت رفع زنگ زدگی و تراز نمودن لوله جهت انجام تست، به آرامی چکش کاری گردد.
- جهت افزایش دقت اندازه گیری جریان، قسمتی از لوله که دارای عیب و نقص می باشد می تواند با لوله ای نو جایگزین گردد.

۳) **روش پر نمودن تانک:** این متد یکی از ساده ترین و کم هزینه ترین روش جهت اندازه گیری میزان جریان می باشد. در این روش مقدار جریان با یادداشت میزان اختلاف سطح تانک در یک پریود زمانی مشخص از ابتدا تا زمانی که ورود جریان به تانک متوقف می گردد، قابل اندازه گیری خواهد بود.

۴) **نصب جریان سنج لحظه ای در سیستم:** اصولی ترین و دقیق ترین روش جهت تعیین میزان جریان، نصب جریان سنج (on-line flowmeter) در سیستم می باشد، در این روش احتمال وقوع خطا نسبت به سایر روش ها بسیار اندک خواهد بود.

• تعیین هد کل (H)

هد مکش^۱ (h_s): عبارت است از مقداری که فشار سنج در ورودی پمپ نمایش می دهد که می بایست به واحد متر تبدیل گردد ($10 \text{ m} = 1 \text{ kg/cm}^2$).

هد خروجی^۲ (h_d): عبارت است از مقداری که فشار سنج در خروجی پمپ نشان می دهد.

• محاسبه نیروی هیدرولیکی (اسب بخار مایع)

$$\text{Hydraulic power } P_h(\text{kW}) = Q * (h_d - h_s) * \rho * g / 1000$$

$Q = \text{Volume flow rate (m}^3/\text{s)}$, $\rho = \text{density of the fluid (kg/m}^3)$, $g = \text{acceleration due to}$

$\text{gravity (m/S}^2)$, $(h_d - h_s) = \text{Total head in metres}$

• اندازه گیری قدرت ورودی به موتور

میزان قدرت ورودی به موتور (P_m) با استفاده از یک دستگاه ساده آنالیز کننده نیرو قابل دستیابی می باشد.

• میزان قدرت شفت پمپ

قدرت شفت پمپ (P_s) از حاصل ضرب قدرت ورودی به موتور در مقدار راندمان موتور (در ظرفیت موجود)، به دست می آید.

$$P_s = P_m * \eta_{\text{Motor}}$$

1. Suction head
2. Discharge head



• راندمان پمپ

راندمان پمپ عبارتند از حاصل تقسیم نیروی هیدرولیکی بر قدرت شفت پمپ.

$$\eta_{\text{Pump}} = \frac{P_h}{P_s}$$

مثال - محاسبه راندمان پمپ

در یک واحد شیمیائی از یک پمپ cooling water جهت خنک سازی و تبرید فرآیند استفاده می گردد. در طی انجام آزمایش پارامترهای ذیل اندازه گیری شده است:

پارامترهای اندازه گیری شده:

Pump flow, Q	0.4 m ³ /s
Power absorbed, P	325 kW
Suction head (Tower basin level), h ₁	+1 m
Delivery head, h ₂	55 m
Height of cooling tower	5 m
Motor efficiency	88%
Type of drive	Direct coupled
Density of water	996 kg/ m ³

محاسبه راندمان فن:

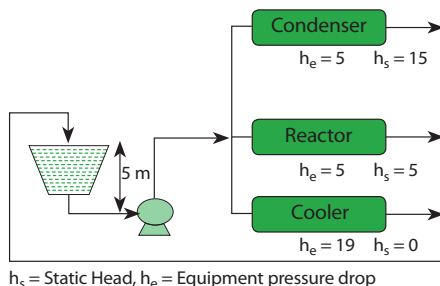
Flow delivered by the pump	0.4 m ³ /s
Total head, h ₂ - (+ h ₁)	54 m
Hydraulic power	0.4 * 54 * 996 * 9.81/1000 = 211 kW
Actual power consumption	325 kW
Overall system efficiency	(211 * 100) / 325 = 65%
Pump efficiency	65/0.88 = 74%

۹-۷-۴- تعیین مقاومت سیستم و Duty point

هدف از این بخش به دست آوردن نمودار مقاومت سیستم می باشد که کمک شایانی به درک وضعیت پمپ در سیستم می نماید، در ادامه با طرح مثالی به چگونگی دستیابی به این نمودار، پرداخته می شود.

مثال: موقعیت تجهیزات

مطابق طرح شماتیک شکل (۹-۱۳)، واحد تبرید (Cooler) در سطح ۰،۰ و واحد چگالش (Condenser) در سطحی به ارتفاع ۱۵ متر از سطح زمین واقع شده است. افت فشار طراحی مربوط به Cooler که در سطح زمین قرار دارد برابر ۱/۹ kg/cm² می باشد. سایر اطلاعات مورد نیاز همان اطلاعات ارائه شده در قسمت قبل می باشد.



شکل ۹-۱۳: طرح شماتیک سیستم مورد نظر جهت تعیین نمودار مقاومت



جهت ترسیم نمودار مقاومت سیستم می بایست ۴ مرحله طی شود که این مراحل به ترتیب عبارتند از:

مرحله (۱) تقسیم مقاومت سیستم به دو قسمت هداستاتیک و دینامیک.

- تعیین هداستاتیک

هد استاتیک: ۱۵ m

- تعیین هد دینامیک: از تفاضل هد کل و هداستاتیک

$$۵۴ - ۱۵ = ۳۹ \text{ m}$$

مرحله (۲) بررسی ماکزیمم مقاومت در قسمت های مختلف سیستم

مقاومت در قسمت های مختلف به قرار جدول (۳-۹) می باشد:

جدول ۳-۹: بررسی مقاومت در قسمت های مختلف سیستم

S.no	System	Condenser loop resistance,m	Reactor loop resistance,m	Cooler loop resistance,m
1	Supply line from pump	15	10	15
2	Static head	15	5	Nil(cooler at ground level)
3	Equipment	5	5	19
4	Return line from equipment to CT	15	10	15
5	Tower head	-	-	5
6	Total	50	30	54

مرحله (۳) ترسیم نمودار مقاومت سیستم

برای کندانسور با هداستاتیک ۱۵ m و هد دینامیک ۳۹ m هد کل برابر ۵۴ متر خواهد بود و با محاسبه مقاومت سیستم در دبی های مختلف جریان اعداد جدول (۴-۹) به دست می آید. در ادامه نمودار میزان هد در مقابل درصد جریان در شکل (۹-۱۴) ترسیم شده است.

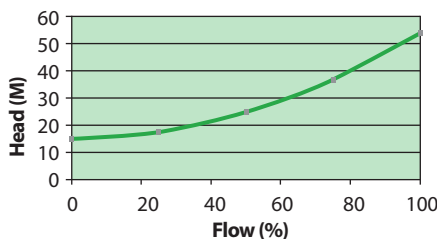
جدول ۴-۹: مقدار هد کل به ازای دبی های مختلف جریان

S.no	Flow (%)	Dynamic head	Static head,m	Total head,m
1	100	39	15	54
2	75	21.9	15	36.9
3	50	9.75	15	24.75
4	25	2.44	15	17.44





مرحله ۴) نمودار مقاومت سیستم به ازای درصد جریان از جمله نمودارهای راندمان پمپ محسوب می شود که توسط فروشندگان تهیه می گردد و وسیله ای جهت مقایسه *actual operating duty* point می باشد. همچنین نشانگر این است که آیا پمپ با بیشترین راندمان در حال کار است یا خیر.



شکل ۹-۱۴ : نمودار میزان هد نسبت به درصد جریان

۸-۹- تعیین راندمان انرژی در کمپرسورها

کارایی و راندمان در کمپرسورها و سیستم های هوای فشرده پس از گذشت دوره زمانی معین به شدت کاهش می یابد که عوامل مختلفی من جمله عدم نگهداری مناسب و استهلاک دستگاه در بروز این مسئله سهیم می باشد. از این رو با توجه به موارد مذکور، ارزیابی کارایی سیستم به صورت دوره ای امری ضروری بوده و کمک شایانی به بهبود وضعیت سیستم هوای فشرده می نماید.

۸-۹-۱- هدف از تست کارایی

- میزان واقعی هوای آزاد ارسال شده (FAD)^۱ توسط کمپرسور
- مقدار نیروی ایزوترمال مورد نیاز
- راندمان حجمی
- میزان نیروی مخصوص مورد نیاز
- جهت ارزیابی کارایی انرژی، راندمان واقعی سیستم با مقادیر حاصل از طراحی / استاندارد مقایسه می گردد.

۸-۹-۲- تست کارایی و تعاریف

نسبت تراکم: عبارت است از فشار مطلق خروجی از مرحله نهائی تقسیم بر فشار مطلق ورودی.
نیروی ایزوترمال: عبارت است از کمترین نیروی ممکن جهت فشرده نمودن هوا با فرض شرایط ایزوترمال.
بازده ایزوترمال: عبارت است از نسبت نیروی ایزوترمال به نیروی شفت.
راندمان حجمی: عبارت است از نسبت هوای آزاد ارسالی به حجم Compressor Swept
نیروی مخصوص مورد نیاز: عبارت است از نسبت نیروی مصرفی (با واحد کیلووات) به حجم ارسال شده در شرایط محیط.

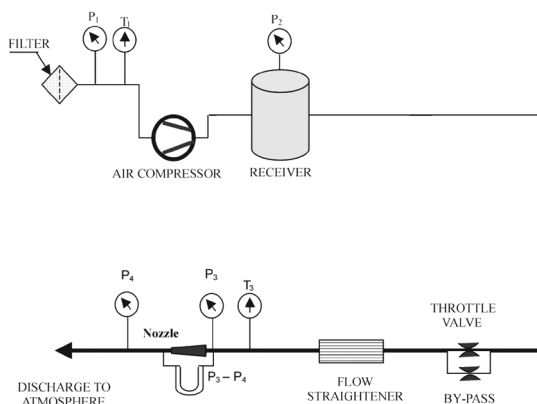
۸-۹-۳- نکات مربوط به انجام آزمایش

- اندازه گیری هوای آزاد ارسالی (FAD) به کمک روش نازل
- نحوه قرارگیری تجهیزات در طی انجام آزمایش : چیدمان تجهیزات مورد نیاز آزمایش و ابزارآلات

1. Free Air Delivery



اندازه گیری مطابق شکل (۹-۱۵) می باشد.
 • اندازه های نازل: با توجه به میزان ظرفیت سایز مناسب مطابق جدول (۹-۵) پیشنهاد می گردد.



شکل ۹-۱۵: نحوه قرارگیری تجهیزات و ادوات در طی انجام آزمایش

جدول ۹-۵: انتخاب سایز نازل با توجه ظرفیت موجود

Nozzle size (mm)	Capacity (m ³ /hr)
6	3-9
10	9-30
16	27-90
22	60-170
33	130-375
50	300-450
80	750-2000
125	1800-5500
165	3500-10000

• اندازه گیری و مدت زمان انجام آزمایش

همانطور که از شکل (۹-۱۵) قابل مشاهده است، جریان پس از عبور از فیلتر وارد کمپرسور شده و به ترتیب پس از عبور از Receiver، شیر فشار شکن (معمولاً در این قسمت فشار تا نصف کاهش پیدا می نماید)، صاف کننده جریان و در انتها نازل، به اتمسفر تخلیه می گردد. پس از چیدمان سیستم، اندازه گیری های زیر صورت می پذیرد:

- فشار Receiver
- فشار و دما قبل از نازل
- افت فشار طرفین نازل
- سرعت کمپرسور
- اندازه گیری مقدار kwh، kw و amps drawn





ادوات مورد نیاز جهت انجام آزمایش

- حرارت سنج یا ترموکوپل
- فشار سنج یا مانومتر
- فشارسنج دیفرانسیلی یا مانومتر
- نازل استاندارد
- رطوبت سنج
- سرعت سنج / استروبوسکوپ
- آنالیزور الکتریسیته مورد نیاز

۹-۸-۴- روند انجام محاسبات در روش نازل

الف) میزان هوای آزاد ارسالی با واحد m^3/s

$$Q_f = k * \pi * \frac{d^2}{4} * \frac{T_1}{P_1} * \left[\frac{2 (P_3 - P_4) (P_3 * P_a)}{T_3} \right]^{1/2}$$

که در آن :

k	:	Flow coefficient - as per IS
d	:	Nozzle diameter, m
T ₁	:	Absolute inlet temperature, °K
P ₁	:	Absolute inlet pressure, kg/cm ²
P ₃	:	Absolute Pressure before nozzle, kg/cm ²
T ₃	:	Absolute temperature before nozzle, °K
R _a	:	Gas constant for air, 287.1 J/kg k
P ₃ - P ₄	:	Differential pressure across the nozzle, kg/cm ²

ب) راندمان ایزوترمال

$$\begin{aligned} \text{Isothermal Efficiency} &= \text{Isothermal power / Input power} \\ \text{Isothermal power (kW)} &= \frac{P_1 * Q_f * \log_e r}{36.7} \end{aligned}$$

که در آن :

P ₁	=	Absolute inlet pressure, kg/cm ²
Q _f	=	Free air delivered, m ³ /hr
r	=	Pressure ratio, P ₂ /P ₁

ج) نیروی مخصوص مصرفی

$$\text{Specific power consumption at rated discharge pressure} = \frac{\text{Power consumption, kW}}{\text{Free Air Delivered, m}^3/\text{hr}}$$

د) بازده حجمی

$$\text{Volumetric efficiency} = \frac{\text{Free air delivered, m}^3/\text{min}}{\text{Compressor displacement, m}^3/\text{min}} * 100$$



Compressor Displacement $= \frac{\pi}{4} * D^2 * L * S * \chi * n$ جابه‌جایی کمپرسور
که در آن :

- D = Cylinder bore, m
L = Cylinder stroke, m
S = Compressor speed, rpm
 χ = 1 for single acting and 2 for double acting cylinders
n = No. of cylinders

۹-۸-۵- مثال - محاسبات بازده ایزوترمال مربوط به کمپرسور رفت و برگشتی

مرحله (۱) محاسبه دبی حجمی جریان

- k : Flow coefficient (Assumed as 1)
d : Nozzle diameter : 0.08 m
P₂ : Receiver Pressure = 3.5 kg / cm²(a)
P₁ : Inlet pressure = 1.04 kg/cm² (a)
T₁ : Inlet air temperature = 30 °C or 303 °K
P₃ : pressure before nozzle = 1.08 kg / cm²
T₃ : Temperature before the nozzle = 40 °C or 313 °K
P₃ - P₄ : Pressure drop across the nozzle = 0.036 kg / cm²
R_a : Gas constant : 287 Joules / kg °K

$$\begin{aligned} \text{Free Air Delivered } Q_f &= k * \frac{\pi}{4} * d^2 * \frac{T_1}{P_1} * \left[\frac{2 (P_3 - P_4) (P_3 * P_a)}{T_3} \right]^{1/2} \\ &= 1 * \frac{\pi}{4} * (0.08)^2 * \frac{303}{1.04} * \left[\frac{2 * 0.036 * 1.08 * 287}{313} \right]^{1/2} \\ &= 0.391 \text{ m}^3/\text{sec} \\ &= 1407.6 \text{ m}^3/\text{h}. \end{aligned}$$

مرحله (۲) محاسبه نیروی ایزوترمال مورد نیاز

$$\text{Isothermal Power (kW)} = \frac{P_1 * Q_f * \log_e r}{36.7}$$

$$P_1 = \text{Absolute intake Pressure} = 1.04 \text{ kg / cm}^2 \text{ (a)}$$

$$Q_f = \text{Free Air Delivered} = 1407.6 \text{ m}^3 / \text{h}.$$

$$\text{Compression ratio } r = \frac{3.51}{1.04} = 3.36$$

$$\text{Isothermal Power} = \frac{1.04 * 1407.6 * \log_e 3.36}{36.7} = 48.34 \text{ kW}$$

مرحله (۳) محاسبه بازده ایزوترمال

$$\text{Motor input power} = 100 \text{ kW}$$

$$\text{Motor and drive efficiency} = 86 \%$$

$$\text{Compression input power} = 86 \text{ kW}$$

$$\text{Isothermal efficiency} = \frac{\text{Isothermal Power}}{\text{Compressor input Power}} * 100$$

$$= \frac{48.34 * 100}{86.0} = 56\%$$





۹-۸-۶- تعیین نیروی ویژه مورد نیاز

$$\text{Specific power consumption} = \frac{\text{Actual power consumed by the compressor}}{\text{Measured Free Air Delivery}}$$

در مثال فوق میزان دبی اندازه گیری شده برابر $1407.6 \text{ m}^3/\text{hr}$ و مقدار قدرت مصرفی واقعی 100 kw می باشد بنابراین خواهیم داشت :

$$\begin{aligned} \text{Specific power requirement} &= \frac{100}{1407.6} \\ &= 0.071 \text{ kW/m}^3.\text{hr} \end{aligned}$$

۹-۸-۷- تعیین میزان هوای آزاد ارسالی (FAD) به کمک روش Pump up :

روش دیگر جهت دستیابی به مقدار هوای آزاد ارسالی توسط کمپرسور، روش Pump up می باشد، هر چند این روش از میزان دقت و صحت کمتری برخوردار است اما هنگامی که استفاده از روش نازل به هر دلیلی امکان پذیر نباشد، قابل استفاده خواهد بود.

• روش ساده جهت تعیین میزان ظرفیت در سایت

- درپچه تخلیه آب را باز و آب موجود را به صورت کامل خارج نموده، همچنین می بایست Receiver و خط لوله تماماً تخلیه گردد. قابل ذکر است از بسته بودن کامل خط تله آب (watertrapline) در هنگام انجام آزمایش اطمینان حاصل گردد.

- کمپرسور روشن و کروномتر فعال گردد.

- مدت زمان لازم جهت رسیدن از حالت اولیه (P_1) به فشار عملیاتی نرمال (P_2)، یادداشت گردد.

- میزان ظرفیت به کمک رابطه زیر به دست می آید.

$$Q = \frac{P_2 - P_1}{P_0} * \frac{V}{T}, \text{ Nm}^3 / \text{Minute}$$

مقدار واقعی هوای آزاد خروجی :

که در آن :

P_2	:	Final pressure after filling ($\text{kg/cm}^2 \text{ a}$)
P_1	:	Initial Pressure ($\text{kg/cm}^2 \text{ a}$) after bleeding
P_0	:	Atmospheric Pressure ($\text{kg/cm}^2 \text{ a}$)
V	:	Storage volume in m^3 which includes receiver, after cooler, and delivery piping
T	:	Time take to build up pressure to P_2 in minutes

معادله فوق برای زمانی که دمای هوای کمپرس شده برابر دمای هوای محیط باشد، کاربرد دارد (منظور تراکم ایزوترمال است)، در صورتی که در حالت معمولی دمای واقعی هوای کمپرس شده در خروجی ($t_2^\circ \text{C}$) بیشتر از دمای هوای محیط ($t_1^\circ \text{C}$) می باشد که در این حالت برای تصحیح FAD از فاکتور تصحیح زیر استفاده می گردد :

$$(273 + t_1) / (273 + t_2)$$



مثال: ادوات مورد استفاده جهت آزمایش تعیین ظرفیت کمپرسور، مقادیر زیر را در اختیار قرار داده اند (فرض گردد دمای نهائی هوای کمپرس شده برابر دمای محیط است)، محاسبات مربوط به تعیین دبی هوا به شرح ذیل می باشد:

Piston displacement	:	16.88 m ³ /minute
Theoretical compressor capacity	:	14.75 m ³ /minute @ 7 kg/cm
Compressor rated rpm 750	:	Motor rated rpm : 1445
Receiver Volume	:	7.79 m ³
Additional hold up volume, i.e.,		
pipe / water cooler, etc., is	:	0.4974 m ³
Total volume	:	8.322 m ³
Initial pressure, P ₁	:	0.5 kg/cm ²
Final pressure, P ₂	:	7.03 kg/cm ²
Atmospheric pressure, P ₀	:	1.026 kg/cm ²
Time taken to buildup pressure from P ₁ to P ₂	:	4.021 minutes
Compressor output, m ³ /minute	:	$\frac{(P_2 - P_1) * \text{Total Volume}}{\text{Atm. Pressure} * \text{Pumpup time}}$
	:	$\frac{(7.03 - 0.5) * 8.322}{1.026 * 4.021} = 13.17 \text{ m}^3/\text{minute}$

۹-۹- تعیین راندمان انرژی در سیستم های تهویه مطبوع (HVAC Systems)

سیستم های تهویه مطبوع و تبرید از موارد مهم مصرف انرژی در ساختمان ها و صنایع فرآیندی محسوب می گردد که مواردی همچون تغییر در میزان Loadig، تغییرات فصلی، عملیات و نحوه نگهداری در چگونگی کارکرد آن ها دخیل می باشد. بنابراین ارزیابی راندمان آن ها کمک شایانی به بهبود وضعیت این سیستم ها از لحاظ مصرف انرژی می نماید.

۹-۹-۱- هدف از تست راندمان

هدف از این تست، بازبینی راندمان سیستم های تبرید به کمک متد اندازه گیری می باشد. این آزمایش میزان ظرفیت خنک سازی و انرژی مورد نیاز در شرایط واقعی عملیاتی را مشخص می نماید. هدف از انجام این تست تخمین مصرف انرژی به ازای ظرفیت واقعی در مقابل شرایط عملیاتی می باشد.

۹-۹-۲- تست راندمان و تعاریف موجود

تن تبرید^۱: یک تن تبرید عبارت است از مقدار برودت دریافت شده به وسیله ذوب یک تن (۲۰۰۰ پوند معادل ۸۹۳ کیلوگرم) یخ صفر درجه در یک روز.

(3024 kCal/h, 12,000 Btu/h or 3.516 thermal Kw)

1. Tons of refrigeration (TR)



ظرفیت تبرید^۱ : عبارت است از حاصل ضرب مقدار دبی جرمی آب تبخیر کننده در اختلاف آنتالپی آب ورودی و خروجی به کولر که به صورت kCal/h ، تن تبرید بیان می گردد.

میزان kW/ton: عبارت است از نیروی وارده به موتور کمپرسور تقسیم بر تناژ محصول سرد تولید شده، قابل ذکر است kW/ton کمتر نشانگر راندمان بیشتر می باشد.

ضریب کارائی^۲ : عبارت است از مقدار انرژی گرمائی جذب شده توسط آب سیستم (سرماى تولیدی) در اوپراتور به انرژی گرمائی معادل کار انجام شده.

نسبت راندمان انرژی^۳ : عبارت است از نسبت میزان انتقال گرما (برحسب Btu/hr) به مصرف برق کلی دستگاه (برحسب وات). EER بیشتر نمایانگر راندمان بیشتر در واحد می باشد.

۹-۳- روند انجام اندازه گیری

بعد از برقراری شرایط پایا، سه نوع دیتا می بایست در فاصله زمانی کمتر از ۵ دقیقه اندازه گیری گردد.

• تعیین ظرفیت تبرید

این آزمایش شامل اندازه گیری میزان گرمای منتقل شده از آب گذرنده از تبخیر کننده می باشد که با تعیین موارد زیر قابل دسترسی می باشد:

- مقدار دبی آب

- اختلاف دمای آب ورودی و خروجی

حرارت منتقل شده از آب سرد به عواملی همچون دبی جرمی آب سرد، اختلاف دمای آب و گرمای ویژه آب بستگی دارد. ظرفیت تبرید به ازای واحد تن از رابطه زیر به دست می آید:

$$\text{Net refrigeration capacity (TR)} = \frac{m * C_p * (t_{in} - t_{out})}{3024}$$

که در آن:

m = mass flow rate of chilled water, kg/hr

C_p = Specific heat, kcal/kg°C

t_{in} = Chilled water temperature at evaporator inlet, °C

t_{out} = Chilled water temperature at evaporator outlet, °C

دقت در اندازه گیری میزان دما در سیستم های تبرید و تهویه مطبوع بسیار حائز اهمیت بوده و می بایست محاسبات تا یک رقم اعشار ادامه یابد.

روش اندازه گیری جریان

در صورت عدم وجود جریان سنج آنلاین در سیستم، دبی آب سرد به کمک روش های زیر قابل اندازه گیری می باشد:

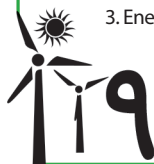
- از طریق اندازه گیری میزان بالا و پائین آمدن سطح جریان در تانک

- اگر افت فشار سمت آب به مقدار مورد نظر در طراحی نزدیک باشد می توان فرض نمود که دبی آب پمپ همان مقدار لحاظ شده در طراحی می باشد.

1. Net Refrigerating Capacity

2. Coefficient of Performance (COP)

3. Energy Efficiency Ratio (EER)



• تعیین قدرت کمپرسور

قدرت کمپرسور با استفاده از یک نیرو سنج ساده بر حسب واحد Kw قابل دستیابی است. در صورت عدم وجود نیروسنج میزان آمپر به کمک یک عدد آمپرسنج آنلاین و یا Tong Tester قابل خواندن می باشد. مقدار قدرت با فرض فاکتور قدرت ۰/۹ از رابطه زیر به دست می آید:

$$\text{Power (kW)} = \sqrt{3 * V * I * \cos\phi}$$

• محاسبات تعیین راندمان

راندمان انرژی در چیلرها غالباً توسط یکی از سه رابطه ذیل تعریف می گردد:

1. Coefficient of performance

$$\text{COP} = \frac{\text{Kw refrigeration effect}}{\text{Kw input}}$$

2. Energy efficiency ratio

$$\text{EER} = \frac{\text{Btu/hr refrigeration effect}}{\text{Watt input}}$$

3. Power per Ton

$$\text{Kw/Ton} = \frac{\text{Kw input}}{\text{Tons refrigeration effect}}$$

ابتدا توسط داده های در اختیار، مقدار Kw/ton محاسبه می گردد:

$$\text{a) kW/ton rating} = \frac{\text{Measured compressor power, kW}}{\text{Net refrigeration Capacity (TR)}}$$

با استفاده از این داده ها و نیز روابط زیر (این اطلاعات متعلق به انجمن تبرید آمریکا می باشد) سایر پارامترهای راندمان انرژی به دست می آید.

COP = 0.293 EER	EER = 3.413 COP
kW/Ton = 12 / EER	EER = 12 / (kW/Ton)
kW/Ton = 3.516 / COP	COP = 3.516 / (kW/Ton)

$$\text{b) Coefficient of performance (COP)} = \frac{3.516}{\text{kW/ton rating}}$$

$$\text{c) Energy Efficiency Ratio (EER)} = \frac{12}{\text{kW/ton rating}}$$

• ارزیابی کارایی سیستم های تهویه مطبوع

در سیستم های تهویه مطبوع دبی هوا در سمت AHU (Air Handling Unit) توسط یک بادسنج و نیز دمای حباب خشک و تر در AHU ورودی و خروجی قابل اندازه گیری می باشد. این داده ها به کمک نمودار شکل (۹-۱۶) جهت تعیین آنتالپی مورد استفاده قرار می گیرند.

$$\text{Heat load (TR)} = \frac{m * (h_{in} - h_{out})}{4.18 * 3024}$$

که در آن:

m = mass flow rate of air, kg/hr

h_{in} = enthalpy of inlet air at AHU, kJ/kg

h_{out} = enthalpy of outlet air AHU, kJ/kg

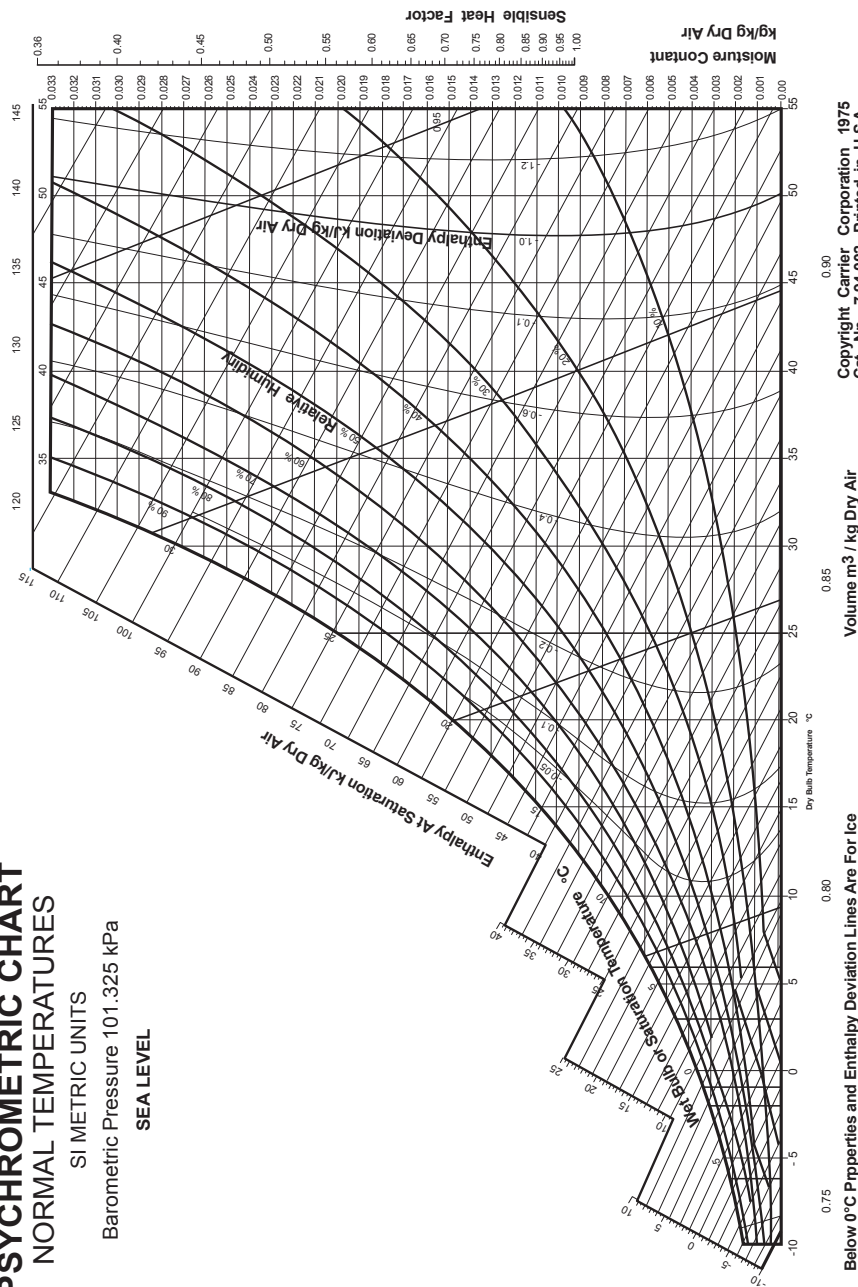


PSYCHROMETRIC CHART

NORMAL TEMPERATURES

SI METRIC UNITS

Barometric Pressure 101.325 kPa
SEA LEVEL



Copyright Carrier Corporation 1975
Cat. No. 7-94.002 Printed in U.S.A.

Below 0°C Properties and Enthalpy Deviation Lines Are For Ice

شکل (۱۶-۹) نمودار تعیین آنتالپی در سیستم های تهویه مطبوع



۹-۴-۹- اندازه گیری های ثبت شده در طول انجام آزمایش

تمامی ابزار آلات اعم از دماسنج ها و فشارسنج ها می بایست جهت اندازه گیری موارد زیر کالیبره گردد.

تبخیر کننده

- الف) دمای آب ورودی به تبخیر کننده
- ب) دمای آب خروجی از تبخیر کننده
- ج) مقدار دبی آب سرد
- د) اختلاف فشار آب ورودی و خروجی به تبخیر کننده

کمپرسور

الف) نیروی الکتریکی ورودی به کمپرسور بر حسب KW

۹-۵-۹- مثال- محاسبات تعیین راندمان سیستم تبرید

در سیستم خنک سازی یک واحد تولیدی، اتیلن گلیکول به عنوان مبرد ثانویه مورد استفاده قرار می گیرد. ظرفیت طراحی ۴۰ TR و هدف از انجام تست، دستیابی به ظرفیت عملیاتی و تعیین راندمان انرژی می باشد. مقدار دبی جریان با خاموش نمودن پمپ ثانویه و اندازه گیری اختلاف سطح تانک، به دست آمده است.

داده های اندازه گیری شده:

Temperature of ethylene glycol entering evaporator	= (-) 1 °C
Temperature of ethylene glycol leaving evaporator	= (-) 4 °C
Ethylene glycol flow rates	= 13200 kg/hr
Evaporator ethylene glycol pressure drop (inlet to outlet)	= 0.7 kg/cm ²
Power input to compressor electrical power, kW	= 39.5 kW
Specific heat capacity of ethylene glycol	= 2.34 kCal/kg °C

محاسبات:

$$\begin{aligned} \text{Net refrigeration Capacity (TR)} &= \frac{m \cdot c_p \cdot (t_{in} - t_{out})}{3024} \\ &= \frac{13200 \cdot 2.34 \cdot (-1 - (-4))}{3024} \\ &= 30.65 \text{ TR} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{kW/ton rating} &= \frac{\text{Measured compressor power, kW}}{\text{Net refrigeration Capacity (TR)}} \\ &= \frac{39.5 \text{ kW}}{30.65 \text{ TR}} \\ &= 1.29 \text{ kW/ TR} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Coefficient of performance (COP)} &= \frac{3.516}{\text{kW/ton rating}} \\ &= \frac{3.516}{1.29} \\ &= 2.73 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Energy Efficiency Ratio (EER)} &= \frac{12}{\text{kW/ton rating}} \\ &= \frac{12}{1.29} \\ &= 9.3 \end{aligned}$$





۹-۱۰- تعیین راندمان انرژی سیستم های روشنایی

سیستم های روشنایی از جمله سیستم هایی هستند که در اماکن گوناگون من جمله صنایع مختلف، ساختمان های تجاری، اداری و مسکونی کاربرد بسیار گسترده ای دارد. هدف اصلی از انجام این بحث ایجاد شرایطی جهت دریافت بیشترین روشنایی در ازای کمترین مقدار نیروی مصرفی می باشد.

۹-۱۰-۱- هدف از تست کارایی انرژی

هدف از انجام تست راندمان، محاسبه Installed Efficiency بر حسب lux/watt/m^2 (موجود و یا طراحی شده) برای کل سیستم روشنایی می باشد. مقایسه مقادیر محاسبه شده با استانداردهای موجود، شرایط را جهت حرکت به سوی استفاده از سیستم روشنایی با راندمان بیشتر فراهم می سازد.

۹-۱۰-۲- تست کارایی و تعاریف موجود

Lumen: مقدار نور مرئی که از یک منبع روشنایی دریافت می شود یا میزان شار نوری که از هر استاردیان زاویه فضائی خارج می شود.

Illuminance: در واقع چگالی شار درخشندگی بر روی سطح است، که به وسیله واحد Foot candle یا لوکس (Lux) در واحد متریک (اندازه گیری می شود).

Lux: واحد اندازه گیری شدت روشنایی در دستگاه متریک است و در واقع مقدار نور واقع در صفحه ای یک متر مربعی است که در آن به طور یک نواخت شار نوری یک لومن بر آن بتابد. در واقع $10/76$ لوکس مساوی با یک Foot candle است. یک لوکس مساوی با 0.09 Foot candle است. و یک دلوکس مساوی ده لوکس است. **Circuit Watts**: عبارت است از مقدار نیروی مورد استفاده لامپ و ballast در طی انجام تست ارزیابی.

Installed Load Efficiency: عبارت است از مقدار متوسط روشنایی حاصله در یک فضای افقی بر مقدار نیروی مورد نیاز جهت ایجاد این روشنایی که با واحد (lux/W/m^2) نمایش داده می شود.

Lamp Circuit Efficiency: رابطه نور خروجی را با توان ورودی توصیف می کند. بهره وری به صورت لومن بر وات (lm/W) بیان می شود. حداکثر مقدار بهره وری برابر 68 لومن بر وات است که از یک لامپ فرضی که هیچ گونه تلفات ندارد و همه تشعشع آن در طول موج $555/0$ میکرون صورت می گیرد به دست می آید. در مورد لامپهای التهابی ۸ تا ۲۰ لومن بر وات است که پایین ترین بهره وری را در میان لامپها دارند، برای لامپهای فلورسنت تا حدود ۹۰ لومن بر وات، برای لامپهای جیوه ای تا حدود ۵۰ لومن بر وات و برای لامپهای سدیمی تا بیشتر از ۱۰۰ لومن بر وات است که بالاترین بهره وری را در میان لامپها دارند.

Installed Power Density: مقدار توان به کار رفته برای دستیابی به 100 lux روشنایی در محدوده ای مشخص یا در کل ساختمان را گویند که بر حسب وات بر واحد سطح بر 100 lux (لوکس $\text{W/m}^2/100 \text{ lux}$) بیان می شود.

$$\text{Installed power density (W/m}^2/100 \text{ lux)} = \frac{100}{\text{Installed load efficacy (lux/w/m}^2)}$$

$$\text{Installed Load Efficacy Ratio (ILER)} = \frac{\text{Actual Lux/w/m}^2}{\text{Target Lux/w/m}^2} \text{ or } \frac{\text{Target w/m}^2/100\text{lux}}{\text{Actual w/m}^2/100\text{lux}}$$



Color Rendering Index (CRI): این شاخص تعیین کننده این است که رنگ واقعی یک جسم تا چه اندازه به رنگ ظاهری آن در زیر نور یک منبع مرجع مرتبط، نزدیک است. شاخص وضوح رنگ که به اختصار CRI یا Ra نمایش داده می شود عددی بین ۰ تا ۱۰۰ است که هر چه این عدد بالاتر باشد نمود رنگ واقعی تر است.

۹-۱۰-۳- مقدمات قبل از اندازه گیری

- قبل از انجام اندازه گیری موارد ذیل می بایست رعایت گردد:
- تمامی لامپ ها می بایست در طی انجام آزمایش روشن و فاقد هرگونه کثیفی و لک باشد.
 - نباید هیچگونه مانعی بر سر راه مسیر روشنایی بالاخص در نقطه اندازه گیری وجود داشته باشد.
 - در هنگام خواندن داده اطمینان حاصل نمودن از موارد ذیل الزامی می باشد:
 - روشنایی سنج از دقت کافی برخوردار باشد
 - چیدمان صحیح و کافی نقاط مورد اندازه گیری
 - نحوه مناسب قرار گیری روشنایی سنج
 - از عدم هر گونه انسداد و انعکاس از سطح مورد اندازه گیری اطمینان حاصل گردد.

۹-۱۰-۴- روند انجام ارزیابی در سیستم های روشنایی

• تعیین حداقل تعداد و وضعیت نقاط اندازه گیری

محاسبه شاخص اتاق (Room Index):

$$RI = \frac{L * W}{H_m (L+W)}$$

که در آن :

L : طول اتاق

W : عرض اتاق

H_m : ارتفاع نصب چراغ از سطح کار می باشد که این مقدار برای دفاتر کار حدود ۰/۷۵ متر بالاتر از سطح زمین و برای فضاهای تولیدی ۰/۸۵ متر بالاتر از کف اتاق فرض می گردد.

ممکن است واحد مقادیر اندازه گیری شده متر، یارد یا فوت باشد ولی آنچه مهم است می بایست مقادیر مورد بررسی هم واحد باشند. در جدول (۹-۶) حداقل تعداد نقطه مورد اندازه گیری مشخص شده است.

جدول ۹-۶: تعیین حداقل تعداد نقطه مورد اندازه گیری

ROOM INDEX	Minimum number of measurement points
Below 1	9
1 and below 2	16
2 and below 3	25
more than 3	36

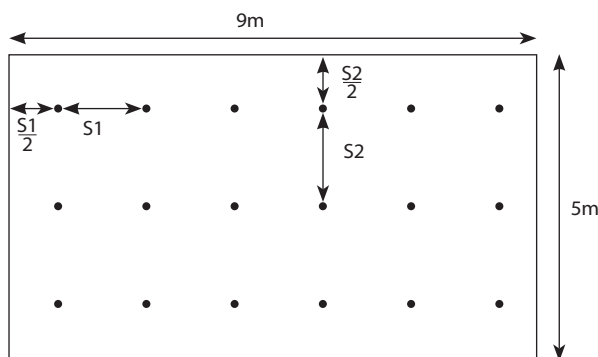




برای مثال برای اتاقی با ابعاد طول ۹ متر، عرض ۵ متر و ارتفاع نصب چراغ ۲ متر خواهیم داشت :

$$RI = \frac{9 \times 5}{2(9+5)} = 1.607$$

مطابق جدول فوق حداقل تعداد نقاط مورد اندازه گیری برابر ۱۶ است اما از آنجایی که تشکیل آرایش منظم با این تعداد نقطه در داخل یک مستطیل امکان پذیر نمی باشد، لازم است تعداد نقاط به عدد ۱۸ (۳×۶) افزایش پیدا کند، فاصله بین این نقاط در شکل زیر مشخص می باشد.



بنابراین در این مثال، فاصله بین نقاط مورد اندازه گیری در راستای طول اتاق برابر $1/5 \text{ m} = 9 \div 6$ و فاصله نقاط انتهایی تا دیوار اتاق نیز برابر $0/75 \text{ m} = 1/5 \div 2$ خواهد بود و همچنین فاصله بین نقاط در راستای عرض اتاق برابر $1/67 \text{ m} = 5 \div 3$ و فاصله نقاط انتهایی تا دیوار اتاق نیز برابر $0/83 \text{ m} = 1/67 \div 2$ منظور می گردد.

• مراحل انجام محاسبه جهت تعیین **Installed Load Efficacy** و **Installed Load Efficacy Ratio (ILER)** در یک سیستم روشنایی

مرحله ۱) اندازه گیری مساحت اتاق مورد نظر جهت انجام آزمایش

مرحله ۲) محاسبه شاخص اتاق (RI)

مرحله ۳) تعیین مقدار نیروی برق مورد استفاده (Total Circuit Watts)

مرحله ۴) به دست آوردن مقدار وات مصرفی بر سطح اتاق که از طریق تقسیم مقدار عددی مرحله سوم بر مرحله اول قابل دسترسی می باشد.

مرحله ۵) با استفاده از یک روشنایی سنج (لوکس متر) مقدار روشنایی تعیین گردد.
(Eav. Maintained)

مرحله ۶) از تقسیم مقادیر مراحل پنجم بر چهارم مقدار **Installed Load Efficacy** که بر حسب (lux/W/m^2) نمایش داده می شود، تعیین می گردد.

مرحله ۷) تعیین مقدار target lux/W/m^2 که با توجه به مقدار RI به دست آمده و نوع فضائی که در آن آزمایش صورت می گیرد از جدول (۷-۹) قابل تعیین می باشد.

مرحله ۸) محاسبه **Installed Load Efficacy Ratio (ILER)** که از طریق تقسیم مقادیر مرحله ششم بر هفتم صورت می پذیرد.



جدول ۹-۷: تعیین مقدار lux/W/m² target با توجه با مقدار RI و نوع محیط

Room Index	Commercial Lighting (Offices, Retail stores etc.)& very clean industrial applications, Standard or good colour rendering Ra:40-85	Industrial lighting (Manufacturing areas, Workshops, Warehousing etc.) Standard or good colour rendering Ra: 40-85	Industrial lighting Installations where Standard or good colour rendering is not essential but some colour discrimination is required. Ra: 20-40
5	53(1.89)	49(2.04)	67(1.49)
4	52(1.92)	48(2.08)	66(1.52)
3	50(2.00)	46(2.17)	65(1.54)
2.5	48(2.08)	44(2.27)	64(1.56)
2	46(2.17)	42(2.38)	61(1.64)
1.5	43(2.33)	39(2.56)	58(1.72)
1.25	40(2.50)	36(2.78)	55(1.82)
1	36(2.78)	33(3.03)	52(1.92)

• ارزیابی ILER

جهت ارزیابی این پارامتر مقدار عددی ILER به سه بازه تقسیم می گردد:

- $0.75 \leq m$ به بالا: این مقدار مناسب و کاملاً قابل قبول می باشد.
- بین 0.51 تا 0.74 : بازه متوسط بوده و در صورت امکان سیستم بازبینی و پیشنهادات ارائه شده مرور گردد.
- کمتر از 0.5 : راندمان پائین و نیاز به اقدام جدی ضروری است.

۹-۱۰-۵- مثال - تعیین ILER

برای مثال مطرح شده در قسمت قبل (اتاقی با ابعاد طول ۹ متر، عرض ۵ متر و ارتفاع نصب چراغ ۲ متر) ۸ مرحله مذکور جهت تعیین مقدار ILER به شرح زیر می باشد:

مرحله ۱) اندازه گیری مساحت اتاق مورد نظر جهت انجام آزمایش:

$$\text{Area} = 45 \text{ m}^2$$

مرحله ۲) محاسبه شاخص اتاق (RI):

$$\text{RI} = 1.93$$

مرحله ۳) تعیین مقدار نیروی برق مورد استفاده (Total Circuit Watts):

$$\text{Total circuit watts} = 990 \text{ W}$$

مرحله ۴) به دست آوردن مقدار وات مصرفی بر سطح اتاق که از طریق تقسیم مقدار عددی مرحله سوم بر مرحله اول قابل دسترسی می باشد:

$$\text{W/m}^2 = \frac{990}{45} = 22$$



مرحله ۵) با استفاده از یک روشنایی سنج (لوکس متر) مقدار روشنایی تعیین گردد:

$$E_{av.maint.} = 700$$

مرحله ۶) از تقسیم مقادیر مراحل پنجم بر چهارم مقدار Installed Load Efficacy که بر حسب (lux/W/m²) نمایش داده می شود، تعیین می گردد:

$$Lux/W/m^2 = \frac{700}{22} = 31.8$$

مرحله ۷) تعیین مقدار target lux/W/m² که با توجه به مقدار RI به دست آمده و نوع فضائی که در آن آزمایش صورت می گیرد از جدول قابل تعیین می باشد:

$$Target\ Lux/W/m^2 = 46$$

مرحله ۸) محاسبه Installed Load Efficacy Ratio (ILER) که از طریق تقسیم مقادیر مرحله ششم بر هفتم صورت می پذیرد:

$$ILER = \frac{31.8}{46} = 0.7$$



فهرست منابع

- (۱) «مواخذ قانونی و راهبردهای بهینه سازی مصرف انرژی در کشور»، سازمان بهره وری انرژی ایران (سابا)، سال ۱۳۸۹.
- (۲) استانداردهای شماره ۱۳۳۷۰، ۱۳۳۷۱، ۱۳۳۷۲، ۱۳۳۷۳، ۱۳۳۷۴، ۲۰۹۶۴۸، ۲۰۳۶۷۸-۲، ۴۳۳۵-۲، ۶۰۱۶ و ۱۳۷۸۲ بر گرفته از موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.
- (۳) محمدتقی جعفرزاده، احمد خوش گرد، مهدی شریف، قدرت اس. نصیری، «معیار مصرف انرژی در فرآیندهای تولید آمونیاک، اوره، متانول و محصولات پلیمری»، شرکت ملی صنایع پتروشیمی، شهریور ۱۳۸۹.
- (۴) «مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان، وزرات مسکن و شهرسازی (معاونت امور مسکن و ساختمان)»، ۱۳۸۸.
- (۵) عبدالرضا کرباسی - محمد علی شفیعی زاده، «بهره وری انرژی در دیگ های بخار»، وزارت نیرو - سازمان بهره وری انرژی ایران (سابا)، ۱۳۸۵.
- (۶) سید قاسم نوری نجفی، امیر عباس صدیقی، «انتقال تکنولوژی از طریق مکانیسم توسعه پاک»، ۱۳۸۶.
- (۷) اعظم محمدباقری، «تاثیر مکانیزم توسعه پاک پروتکل کیوتو بر انتقال فن آور یهای پاک و سازگار با محیط زیست در صنعت نفت»، مؤسسه . مطالعات بین المللی انرژی ، ۱۳۸۵.
- 8) Deger Saygin, Martin k. Patel, Cecilia Tam, Dolf. Gielen, " Chemical and petrochemical sector – potential of best practice technology and other measures for improving energy efficiency", IEA information paper, September 2009.
- 9) Maarten Neelis, Ernst Worrell and Eric masanet, " Energy efficiency improvement and cost saving opportunities for the petrochemical industry", LBNI-964E, June 2008.
- 10) " Global industrial energy efficiency benchmarking " , UNIDO, November 2010.
- 11) Christopher B. Milan, PE, CEM "A Guide Book For Performing Walk Through Energy Audit Of Industrial Facilities", Bonneville Power Administration, Energy Efficiency Department, 905 N.E. 11th Avenue, Portland, Oregon 97208 ,503-230-3611 ,cbmilan@bpa.gov.
- 12)
- "ENERGY PERFORMANCE ASSESSMENT OF BOILERS"
- "ENERGY PERFORMANCE ASSESSMENT OF FURNACES"
- "ENERGY PERFORMANCE ASSESSMENT OF COGENERATION AND TURBINES (GAS, STEAM)"
- "ENERGY PERFORMANCE ASSESSMENT OF HEAT EXCHANGERS"
- "ENERGY PERFORMANCE ASSESSMENT OF MOTORS AND VARIABLE SPEED DRIVES"
- "ENERGY PERFORMANCE ASSESSMENT OF FANS AND BLOWERS"
- "ENERGY PERFORMANCE ASSESSMENT OF WATER PUMPS"
- "ENERGY PERFORMANCE ASSESSMENT OF COMPRESSORS"
- "ENERGY PERFORMANCE ASSESSMENT OF HVAC SYSTEMS"
- "ENERGY PERFORMANCE ASSESSMENT OF LIGHTING SYSTEMS",
- Indian Bureau of Energy Efficiency (سورای ملی بهره وری کشور هند)
- 13) Steam system best practices. 2009. Available at <http://www.swagelokenergy.com>.
- 14) <http://www.eecm.ir> مصرف انرژی و کاهش مصرف انرژی
- 15) <http://www.energy star.ir>



National Petrochemical Company

Energy Management Requirements





National Petrochemical Company

Energy Management Requirements



WWW.NPCHSE.NET

National Petrochemical Co.
Health, Safety and Environment Section

Environment Department



خیابان ملاصدرا، خیابان شیخ بهایی شمالی
تلفن: ۰۲۱-۸۸۴۲۰۸۷۰ فکس: ۰۲۱-۸۸۴۹۷۶
صندوق پستی: ۱۹۳۹۵-۶۸۹۶