مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان (مدیریت انرژی در ساختمان‌ها) ـکد۵۵۲برق

Topic 19 National Building Regulations (Energy Management in Buildings) - Electrical Code 552

(۱)

Dr Ahmad Baran Cheshmeh
honam_h@yahoo.com

مدیریت وممیزی مصرف انرژی الکتریکی

مدیریت انرژی و افزایش بهره‌وری انرژی مدت‌های مدیدی اســت که مورد توجه صنعت و تجارت بوده اســت. بطور کلی موضوع مدیریت انرژی به عنوان یک رشــته علمــی جداگانه پس از اولین بحران نفتی ســال ۱۹۷۳ به تکامل رســید و پس از بحران نفتی دوم در ســال ۱۹۷۹ و زمانی که قیمت انرژی به طور چشــمگیری افزایش یافت، موثــر واقع گردید. اصولا حوزه مدیریت انرژی به پنج دوره زمانی تقسیم می‌گردد که عبارتند از مرحله اول (سال‌های ۱۹۸۱-۱۹۷۳) صرفه جویی انرژی، مرحله دوم (ســال‌های ۱۹۹۰-۱۹۸۰) مدیریت انرژی، مرحله ســوم (ســال‌های ۱۹۹۰- ۲۰۰۰) خرید انرژی، مرحله چهارم (ســال‌های ۲۰۱۰-۲۰۰۰) پاسخگویی به مسایل تغییرات آب و هوایی و مرحله پنجم (سال‌های ۲۰۲۰-۲۰۱۰) فناوری‌های پاک.

❖ اصطلاحات و تعاریف انرژی

- **انرژی (Energy)**

الکتریسیته، سوخت فسیلی ، حرارت، بخار، هوای فشرده ، انرژی های تجدید پذیر و هر گونه منابع مشابه

انرژی اولیه (Primary Energy)

صورتی از انرژی که در معرض هیچ گونه فرایند تبدیل قرار نگرفته باشد.

(در طبیعت در دسترس است.)

- **انرژی ثانویه (Secondary/ Derived Energy)**
- از فرایند تبدیل بر روی انرژی اولیه بدست می آید.
- **انرژی نهایی (Final Energy)**

هر نوع انرژی اعم از اولیه یا ثانویه که پس از کسر تلفات توزیع و مقادیر ذخیره شده، برای خرید در دسترس مصرف کننده قرار می گیرد.

❖ اصطلاحات انرژی

➢ انرژی مفید (Useful Energy):

انرژی که عملا برای انجام کار مورد نیاز است. تفاوت انرژی مفید با انرژی نهایی در کارایی دستگاه ها و لوازم مصرف کننده انرژی است.

➢ شدت مصرف انرژی (Energy Intensity):

انرژی مورد نیاز برای تولید مقدار معینی از کالا و خدمات ؛ این شاخص به طور سالانه از تقسیم مصرف نهایی انرژی به تولید ناخالص داخلی هر کشور به دست می آید.

➢ تولید ناخالص داخلی (GDP): (Gross Domestic Product)

ارزش کالاها و خدمات تولید شده در داخل کشور در یک سال

رتبه ایران در تولید ناخالص داخلی: ۳۰ از بین ۱۴۳ کشور

رتبه ایران در شدت مصرف انرژی : ۱۲۶از بین ۱۴۳ کشور(رتبه ۱۸ شدت انرژی بالا)

❖ اصطلاحات انرژی

- **مصرف ویژه انرژی(Specific Energy Consumption):**

میزان مصرف انرژی به ازای یک واحد تولید محصول

مانند: گیگا ژول به تن آجر تولیدی،کیلووات ساعت به ازای متر مکعب هوای فشرده

- **کاربری انرژی (Energy Use)**

نوع کاربرد انرژی

مانند: روشنایی،گرمایش،سرمایش

- **عملکرد انرژی (energy performance)**

نتایج قابل اندازه گیری مرتبط با بازدهی،کاربری و مصرف انرژی

- **برچسب انرژی(Energy Labeling)**

صفحه ای حاوی اطلاعات مصرف انرژی یا بازدهی انرژی یک تجهیز و یا یک ساختمان

علاوه بر بار اقتصادی عوامل دیگری نیز وجود دارد که ضرورت بهینه سازی مصرف انرژی را می رساند: استفاده بی رویه از انرژی فسیلی که باعث افزایش آلودگی محیط زیست می شود.

بالا بودن رشد جمعیت و نیاز به تقاضای بیشتر انرژی

محدودیت منابع انرژی به دلیل تهدیدناپذیر بودن آن

رشد بالای مصرف انرژی به دلیل الگوی ناصحیح مصرف انرژی

عدم وجود سیستم بازیافت انرژی

وجود صنایع و کارخانجات فرسوده

متکی بودن اقتصاد ملی به درآمدهای نفتی

افزایش گازهای گلخانه ای و باران های اسیدی

❖ اهمیت انرژی در سطح ملی و بین المللی

جنبه های اهمیت انرژی

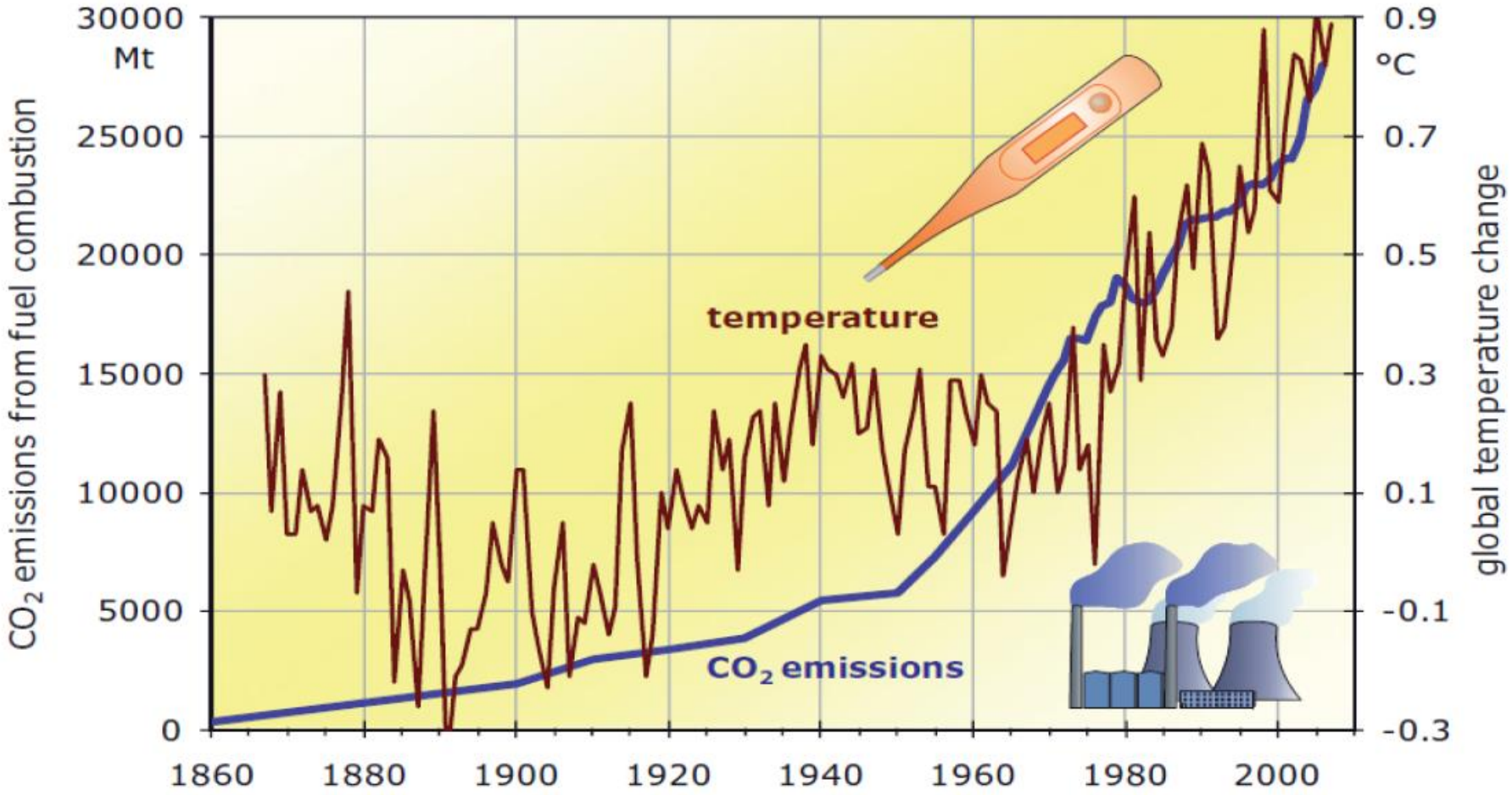
مقابله با تغییرات آب و هوا

تغییر در شـــرایط جوی منجر به الگوهای آب و هوایی غیرعادی و نامتعارف و افزایش ســـطح دریا می شـــود. تجمع گازهای گلخانه ای مانند دی اکســـید کربن و متان که توســـط فعالیت‌های بشر تولید می شوند، منجر به گرم شدن کره زمین می شوند. سوزاندن سوخت‌های فسیلی مانند زغال ســـنگ، نفت و گاز، اساسی‌ترین منبع انتشار کربن هســـتند. علیرغم پیشرفت‌های اخیر در منابع تجدیدپذیر انرژی مانند انرژی خورشیدی و بیوسوخت ها، هنوز سوخت های فسیلی نقش مهمی را به عنوان منبع اصلی برای تولید الکتریسیته ایفا می‌کنند.

از زمان اعلام پروتوکل کیوتو و پیمان کپنهاگ، جامعه بین المللی آگاهی‌های لازم را در خصوص ضرورت کاهش گازهای گلخانه ای(GHG) به منظورکاهش دمای متوسط جهانی تا زیر ۲ درجه سلســـیوس نسبت به سطح پیش از صنعتی شدن کســـب کرده است. برای این منظور بسیاری از کشورها اقداماتی را در راستای یافتن راه کارهایی برای صرفه جویی در انرژی انجام داده اند. برای مثـــال ایالات متحده امریکا اســـتانداردهای جدیدی را در رابطه با اقتصاد ســـوخت تدوین نموده اســـت، اتحادیه اروپا هدفی را پایه ریزی کرده که بر مبنای آن تقاضای انرژی را تا ســـال ۲۰۲۰ تا ۲۰ درصد کاهش خواهد داد. چین یک کاهش ۱۶ درصدی در شدت انرژی را تا سال ۲۰۱۵ مورد هدف قرار داده اســـت و ژاپن متعهد شـــده است تا مصرف الکتریســـیته را تا سال ۲۰۳۰ به میزان ۱۰ درصد کاهش دهد. هنگ کنگ به موازات بیست اقتصاد دیگر جنوب شرقی آسیا در نظر دارد تا شدت انرژی را تا سال ۲۰۳۰ حداقل به میزان ۲۵درصد نسبت به سال ۲۰۰۵ کاهش دهد.

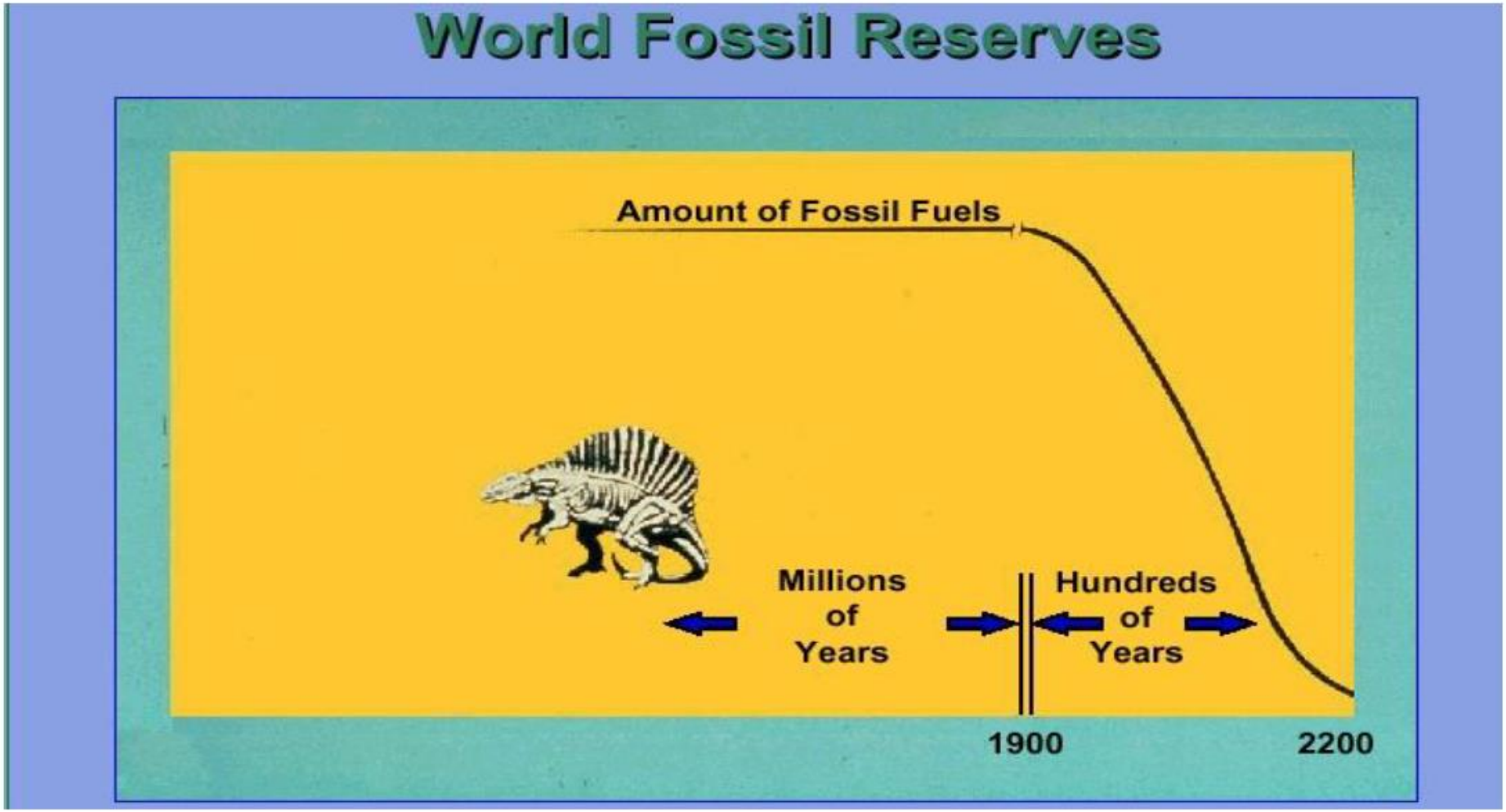
به خاطر این اهداف ملی، منطقه ای و سیاست‌های حمایت کننده، بسیاری از قدرتها استانداردهای مدیریت انرژی خود را به منظور کمک به صنایع و برای ایجاد اســتراتژی و نقشــه راهنمای خود توسعه داده اند. برای مثال استاندارد سیستم مدیریت انرژی EN 16001 در اروپا، ANSI/MSE 2000 در ایــالات متحده آمریکا، B0071 در کــره، VD14602 در آلمان، DS 2403:2001 در دانمارک، SS627750:2003 در ســوئد، AS3595:1990 در استرالیا، PLUS 1140:1995 در کانــادا و GB/T-23331 در چین وجود دارد. اجرای ISO 50001 باعث می شــودکه تلاش های بســیاری از کشــورها و مناطق با یکدیگر همگام شــده و استانداردهای یکســانی به منظور بهبود مدیریت انرژی برای تجارت‌های گوناگون فراهم شود.

❖ اهمیت انرژی در سطح ملی و بین المللی



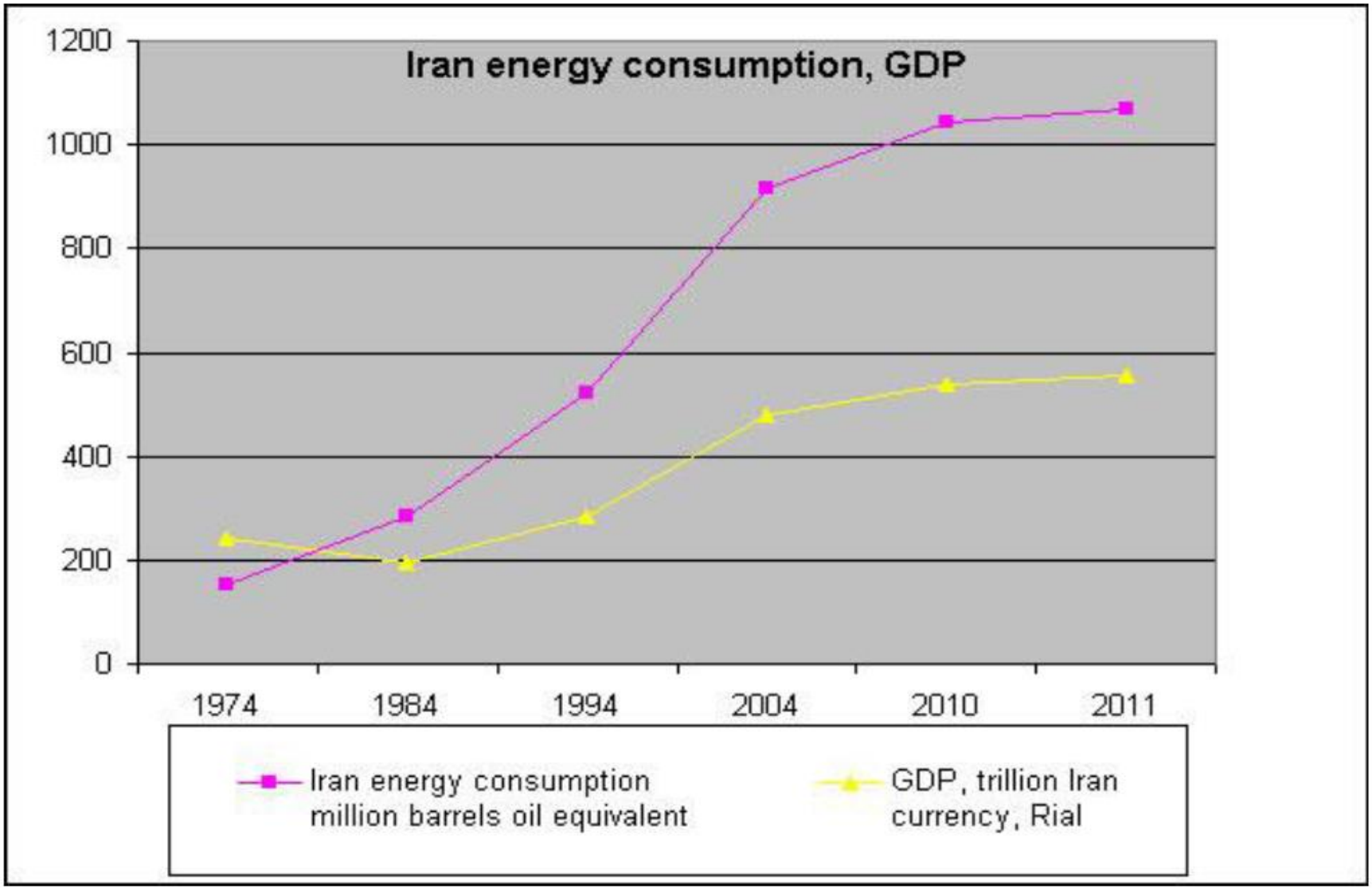
تغییرات دما و میزان دی اکسید کربن در کره زمین از سال 1860 تا 2000

❖ اهمیت انرژی در سطح ملی و بین المللی



آنچه طی میلیون ها سال بوجود آمده در چند سده درحال اتمام است!!!

تحلیل مصارف انرژی و شاخص تولید ناخالص داخلی



❖ اهمیت انرژی در سطح ملی و بین المللی

شاخص های اقتصادی و انرژی ایران در سال ۲۰۱۸

Population (million)	**81.8**
GDP (billion 2015 USD)	**436.17**
Energy Production (Mtoe)	**406.25**
Exports (Mtoe)	**90.0**
Net Imports (Mtoe)	**-8.4**
TPES (Mtoe)	**265.72**
Electricity Consumption* (TWh)	**273.28**
CO2 Emissions ** (Mt of CO2)	**579.6**

❖ اهمیت انرژی در سطح ملی و بین المللی

شاخص های اقتصادی و انرژی ترکیه در سال ۲۰۱۸

Population (million)	**82.27**
GDP (billion 2015 USD)	**989.54**
Energy Production (Mtoe)	**40.37**
Net Imports (Mtoe)	**109.62**
Export	**-4.65**
TPES (Mtoe)	**144.2**
Electricity Consumption* (TWh)	**272.5**
CO2 Emissions ** (Mt of CO2)	**374.13**

ممیزی انرژی ساختمان

ممیزی(Audit)انرژی ساختمان می تواند به عنوان روش اندازه گیری و ثبت مصرف انرژی واقعی در یک مجموعه ساختمانی و اساساً به منظورهدف کاهش و کمینه کردن مصرف انرژی (بیان شده در واحدمصرف انرژی و نه ارزشهای مالی) شناسایی شود.

به عبارت دیگر ممیزی انرژی، درک چگونگی مصرف انرژی درساختمان و چگونگی ارتباط اجزاء سیستم با یکدیگر و نحوه اثرگذاری محیط خارجی بر ساختمان از لحاظ انتقال انرژی می باشد.

مراحل مختلف ممیزی ساختمان

روش انجام مراحل مختلف ممیزی ساختمان شامل موارد زیر می باشد:

۱-تجزیه و تحلیل و شناسایی ساختمانهای موجود:

انواع ساختمان، دسته بندی ساختمانها، میزان مصرف انرژی بر واحد سطح، قیمتها وهزینه ها، محاسبات روزانه درجه حرارت، شرایط آب و هوایی و رطوبت محیط

۲-تعیین اهداف انجام ممیزی:

تعیین اهداف صرفه جویی ۱۰ ٪ ، ۱۵ ٪ ،۲۰ ٪ و ... ، زمان برگشت سرمایه و میزان سرمایه گذاری لازم

۳-انتخاب تعدادی ساختمان نمونه

۴-بازدید از ساختمانها:

کنترل مصالح، کنترل پنجره ها، شرایط عمومی، موتورخانه، سیستم سرمایش/گرمایش،

لوله کشی، فن کویل ها و رادیاتورها

مراحل مختلف ممیزی ساختمان

۵- جمع آوری اطلاعات مربوطه به ساختمان:

نقشه های ساختمان، نقشه های تأسیسات و قبوض مصرف انرژی

۶-پردازش اطلاعات:

شرح اطلاعات عمومی ساختمان و میزان مصرف انرژی در ساختمان

۷- جمع آوری اطلاعات مربوطه به هزینه های اجرای اقدامات صرفه جویی:

پنجره ها، عایق کاری سقف، عایق کاری دیوارها، سیستم گرمایش و سرمایش و سایرموارد

۸-برآورد اقتصادی:

تخمین هزینه، برآورد ارزش ریالی انرژی و محاسبه زمان برگشت سرمایه

۹- ارائه مدلهای مختلف اجرای طرحهای پیشنهادی:

تهیه مدل اجرایی، نحوه هزینه شدن بودجه و نحوه تأمین مالی (سرمایه گذاری)

۱۰- نظارت فنی و عمومی:

گزارش عملکرد، نتایج فنی و گزارش نهایی

انرژی الکتریکی

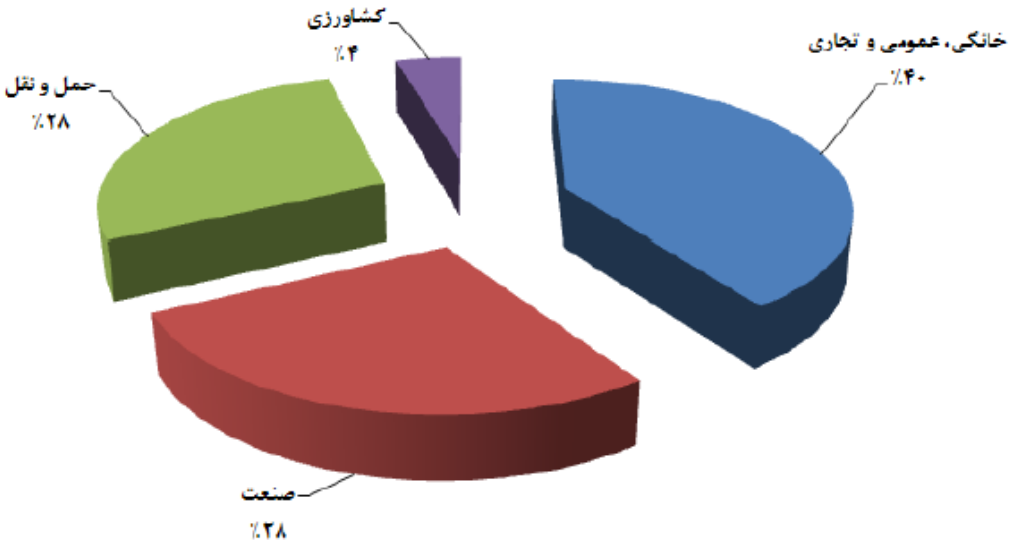
انرژی الکتریکی به دلیل قابلیت اندازه گیری و کنترل بهتر و قابلیت تبدیل آسان به انواع دیگر انرژی از یکسو و به دلیل محدودیت ناشی از عدم امکان ذخیره سازی از سوی دیگر، نسبت به سایر انواع انرژیها متمایز است. سرمایه گذاری انرژی در تاسیسات تولید برق برحسب نیروگاه های مختلف از ۳۰۰ تا ۱۰۰۰ دلار برای هر کیلووات قدرت اسمی متفاوت است و بالاخره در شرایط کشور ما برای تولید، انتقال و توزیع یک کیلووات قدرت الکتریکی در حدود ۱۵۰۰ دلار سرمایه گذاری اولیه و صرف دوره زمانی نسبتا طولانی (۴ تا ۱۰ سال) ضروری است.

ترکیب تولید برق در ایران

تحلیل روند مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی ایران

- انرژی در بخش ها و فعالیت های غیر مولد مصرف می شود
- بازدهی انرژی در بخش های مصرف کننده پایین است
- سهم بالای از مصرف انرژی فسیلی و الکتریکی مربوط به بخش ساختمان است
- بیشتر ساختمان ها دارای بازدهی پایینی در مصرف منابع هستند و تلفات زیادی در مصرف دارند
- مصرف انرژی در ساختمان تاثیری بر ارزش اقتصادی کلان ندارد.

سهم مصارف انرژی بخشهای مختلف از کل انرژی مصرفی در کشور در سال ۱۳۹۰



❖ مصرف انرژی در ایران در مقایسه با سایر کشورها

- در سال ۱۳۷۵ مصرف نهایی انرژی در ایران ۵۹۷ میلیون بشکه معادل نفت خام و در سال ۱۳۸۶ برابر با ۹۷۵ میلیون بشکه معادل نفت خام که افزایشی بیش از ۶۳ درصد در مصرف انرژی را نشان می دهد.

- ایران در بین ۲۱۱ کشور جهان ۲۱مین مصرف کننده انرژی الکتریکی است و در بخش مسکن بعد از روسیه و امریکا رتبه سوم را دارا می باشد

- مصرف سرانه انرژی به ازای هر نفر ۵ برابر کشور اندونزی با ۲۲۵ میلیون جمعیت، ۲ برابر چین و ۴ برابر هند می باشد.

- مصرف متوسط خودروهای تولیدی ایران ۷/۱۰ لیتر به ازای هر ۱۰۰ کیلومتر در دنیا معادل ۵/۵ لیتر در هر ۱۰۰ کیلومتر است

❖ مصارف در ایران در مقایسه با سایر کشورها

الگو	مقیاس	کشورهای OECD	IRAN
مصرف برق خانگی	کیلووات در سال	۹۰۰	۲۹۰۰
سرانه مصرف گاز	متر مکعب	۲۰۰	۵۰۹
آب آشامیدنی سرانه	متر مکعب در سال	۱	۷
بنزین	لیتر برای ۱۰۰ کیلومتر	۴	۹
مصرف نان هر نفر	کیلو درسال	۶۰	۱۶۰
مصرف شکر	کیلو در سال	۲۲	۳۰
حمل و نقل عمومی	درصد استفاده	۷۰	۱۵
انرژی تجدید پذیر	درصد نسبت به سوخت	۲۰	۲
بازیافت منابع	به نسبت مصرف	بیش از ۵۰ درصد	کمتر از ۲۰ درصد
تعطیلی در سال	روز	۲۸	۳۸

ضرورت مدیریت مصرف برق در صنایع کشور

- **راه حل های پیش رو در برابر رشد سریع مصرف برق:**
  - افزایش بیش از پیش ظرفیت تولید: این امر به مفهوم مصرف بیشتر منابع مالی در بخشهای ناهمگن با نیازهای واقعی اقتصادی کشور است که با توجه به محدودیت منابع مالی عملا امکان پذیر نمی باشد.
  - تصحیح الگوی مصرف برق و به عبارتی دیگر حذف مصارف غیر ضروری یا جابه جایی زمانی مصرف و ... که هم به سود مصرف کننده بوده و در عین حال به توزیع عادلانه تر منابع کشور نیز منتهی میگردد.
- **نتایج مدیریت مصرف**
  - از دید مصرف کننده: کاهش هزینه برق
  - از دید سیستم برق و اقتصاد عمومی کشور: تقلیل مخارج سرمایه گذاری، فراهم کردن زمینه های پخش اقتصادی قدرت، کاهش قیمت تمام شده برق و افزایش کارآیی و ضریب اطمینان سیستم برق

دسته بندی مدیریت مصرف برق

- **بر اساس دوره اجرای تصمیمات:**
  - کوتاه مدت
  - میان مدت
  - بلندمدت
- **از دیدگاه نوع مصرف:**
  - مدیریت مصرف در روشنایی
  - سرمایش و گرمایش
  - تجهیزات موتوری
  - فرآیند

زمینه های اصلی مدیریت انرژی

۱) کنترل های بهینه

۲) بهینه سازی ظرفیت

۳) کاهش بارهای غیر ضروری

۴) استفاده از فرآیندهای کارآمدتر

۵) استفاده بیشتر از تجهیزات مدرن با راندمان بالا

۶) بکارگیری روشهای مخصوص جهت کاهش تلفات، همچون تصحیح ضریب توان یا اصلاح سیستمهای توزیع برای کاهش تلفات اهمی

۷) نگهداری انرژی بصورت موثر و تقلیل تلفات (عایقبندی، بازیافت گرمای حاصل از تلفات)

۸) جستجوی موقعیتهائی برای مصرف و تولید متوالی انرژی (CHP)

۹) آزمودن فرصتهایی برای تبدیل بهینه انرژی (مانند درایو موتور به جای گیربکس یا محرکه برقی به جای تجهیزات پنوماتیک)

انگیزه های مدیریت انرژی از دیدگاه تولید

۱) **کاهش مصرف برق در ساعات پیک شبکه و در نتیجه کند شدن روند احداث نیروگاه**

۲) **کاهش و به تعویق انداختن سرمایه گذاری های لازم جهت احداث شبکه انتقال و توزیع**

۳) **بهره برداری بهینه از ظرفیتهای موجود شبکه تولید، انتقال و توزیع**

۴) **کاهش مساله ناپایداری احتمالی و در نتیجه بهبود قابلیت اطمینان شبکه**

۵) **کاهش انواع تلفات سیستم شامل داخلی نیروگاهها، انتقال و فوق توزیع و توزیع**

انگیزه های مدیریت انرژی از دیدگاه مصرف کنندگان

۱) **کاهش سرمایه گذاری های اولیه به جهت طراحی و انتخاب مناسب تجهیزات مانند ترانسفورماتورها، الکتروموتورها و اجزاء تاسیسات الکتریکی**

۲) **افزایش راندمان و کاهش تلفات برق با استفاده از ظرفیت کامل ماشین آلات**

۳) **کاهش هزینه های برق حاصل از اصلاح مصرف و انتخاب تعرفه مناسب**

انگیزه های مدیریت انرژی از دیدگاه محیط زیست

- **مصرف بهینه برق منجر به کاهش مصرف انرژی اولیه شـــده و در نهایت انتشار آلاینده های زیست محیطـــی کمتـــر مـــی شـــود. آلودگی هوا، سلامتی جامعه را تهدید میکند و هزینه اجتمـــاعی مضاعفی را ایجاد می نماید.**

آلودگی زیست محیطی ناشی از مصرف انرژی و زیان های اقتصادی مرتبط

❖ حوزه های استاندارد سازی

- عملکرد انرژی تجهیزات
- معیار مصرف انرژی در فرآیندها
- انرژی های تجدید پذیر
- سیستم مدیریت انرژی
- ارزیابی صرفه جویی های انرژی

از شـــاخصه‌های عمده مدیریت انرژی ، شـــکل‌گیری استانداردهای مدیریت انرژی در سطح ملی و بین‌المللی نظیر ASME و EN است. یکی از شاخصه‌های قابل توجه مدیریت انرژی توســعه استانداردهای بین‌المللی مدیریت انرژی می‌باشد. در سال ۲۰۱۱ میلادی، سازمان جهانی استانداردســازی (ISO) اقدام به معرفی استاندارد بین‌المللی سیستم مدیریت انرژی تحت عنوان ISO 50001 کرد

و تاکنون تعدادی از اســتانداردهای ســری این خانواده شــامل ISO 50002، ISO 50015، ISO 50006، ISO 50004، ISO 50003 منتشــر شده و تعدادی بیشتری نیز در حال تدوین می‌باشــند. با انتشار سایر استانداردهای سری ۵۰۰۰۰ و توسعه فناوری‌هایی نظیر اینترنت اشیاء، شاید بتوان دهه آینده را دوره سیستمی شدن مدیریت انرژی نامید.

اســتاندارد سیســتم مدیریت انرژی ISO 50001 شــامل الزامات به همراه راهنمای اســتفاده، در ماه جوئن ســال ۲۰۱۱ انتشار یافته اســت. این استاندارد توسط کمیته مدیریت انرژی (ISO/PC 242) ســازمان بین المللی استاندارد (ISO) توسعه یافته اســت. این استاندارد بر مبنای عوامل مشــترکی که می توانند در تمام استانداردهای سیســتم مدیریت ISO از جمله سیســتم مدیریت کیفیت (ISO 9001) و سیســتم مدیریت محیط زیست (ISO 14001) یافت شوند، توسعه یافته است.

استاندارد ISO 50001

بر اساس تعریف تصریح شده دراستاندارد ISO 50001 انرژی در حالتهای مختلف وجود دارد از جمله الکتریسیته، سوخت، بخار، حرارت، هوای فشرده و انرژی‌های تجدیدپذیر که می توانند خریداری شده، ذخیره شده، تصفیه شده و یا در تجهیز یا فرآیندی استفاده یا بازیافت شوند. هدف اصلی از انتخاب سیستم مدیریت انرژی توانمند کردن یک سازمان برای بهبود عملکرد انرژی است که به طور کلی شامل استفاده انرژی، کارایی و مصرف انرژی به روشی سیستمی و منظم است.

بـــه عنوان یـــک عضو جدید در خانواده اســـتاندارد بیـــن المللی، ISO 50001 بـــر مبنای عناصر مشـــترکی که در بین دیگر اســـتانداردهای سیستم مدیریت حاکم اســـت، توسعه داده شده است در نتیجه ســـازگاری بســـیاری بالایی با آنها دارد. این اســـتاندارد به طور قابل توجهی هم راستا با اســـتاندارد سیســـتم مدیریت کیفیت (ISO 9001) و استاندارد سیســـتم مدیریت محیط زیست (ISO 14001) می‌باشد.

جدول مقایسه‌ای بین سرفصل‌های اصلی سیستم‌های مدیریت ISO ۹۰۰۱، ISO 50001 و ISO 14001 است.

محتوی	ISO 50001	ISO 14001	ISO 9001
مفهـوم اصلـی بـرای پایه ریزی راهنما	بر مبنای مصرف انرژی کل سازمان یا یک فرآیند تولید خاص	بـر مبنای مفاهیـم محیط زیست	بر مبنای کیفیت مورد نیاز مشتریان
خط مشی	خط مشـی انـرژی در این اسـتاندارد، سیاست سازمان در مدیریت انرژی را نشـان می‌دهد. این خط مشی یک چارچوب برای پایـه‌ریزی اهداف خرد و کلان در راسـتای بهبـود عملکـرد انـرژی فراهم می آورد.	خط مشی استاندارد محیط زیسـت نشـان مـی دهـد کـه چطور یک سـازمان به موضوعات مربوط به محیط زیست رسیدگی می کند از جمله: تعهد بـه حفاظـت محیط زیست و اهداف خرد و کلان مربوطه. ایـن خـط مشـی معمولا شامل تعهد سـازمانها برای جلوگیری از آلودگی محیط زیست، تطابق منظم و بهبود مستمر است.	برآوردن نیازهای مشتریان

ادامه جدول مقایسه‌ای بین سرفصل‌های اصلی سیستم‌های مدیریت ISO ۹۰۰۱، ISO 50001 و ISO 14001 است.

محتوی	ISO 50001	ISO 14001	ISO 9001
استراتژی	انجام بازنگری های انرژی به منظور شناسایی فعالیت های مربوط به مصارف بارز انرژی، پایه‌ریزی خط مبنای انرژی و شاخص های عملکرد انرژی. همچنین تطابق با الزامات قانونی مربوطه، ایجاد اهداف خرد و کلان انرژی و طرح‌های اجرایی.	تطابق با الزامات قانونی محیط زیستی، ایجاد اهداف خرد و کلان محیط زیستی و طرح های اجرایی.	ایجاد اهداف خرد و کلان و طرح های مدیریتی با کیفیت
خط مبنا	خط مبنای انرژی یک عامل اساسی برای ایجاد سیستم است.	چنین نیازی وجود ندارد	چنین نیازی وجود ندارد

❖ معیار مصرف انرژی

مصرف ویژه انرژی SEC یکی از شاخص های بین المللی ارزیابی وضعیت مصرف انرژی در تجهیزات، فرآیند ها و ساختمان ها و سامانه های مصرف کننده انرژی است که برابر است با مصرف انرژی به ازای واحد تولید محصول

$$SEC = \frac{E}{P}$$

E = مصرف انرژی بر حسب مگاژول ، کیلو وات ساعت، یا هر واحد دیگر

P= تولید محصول یا خدمت بر حسب تن ، مترمکعب ، متر مربع زیر بنا و....

وضعیت این شاخص وابسته به میزان تولید ، شرایط آب و هوایی، نوع محصول و مواد اولیه ، شرایط عملیاتی تولید و ..... دارد.

❖ اصطلاحات مربوط به معیار مصرف انرژی

- **تجهیزات انرژی بر:** شامل ماشن آلات ،تجهیزات وکالاهای است که در بخش های مختلف صنعتی،ساختمان،حمل و نقل ، کشاورزی ،تجاری و عمومی استفاده می شوند و مصرف کننده یا تبدیل کننده انرژی هستند.
- **سامانه ها ی انرژی بر:** فرآیندهای تولیدی و خدماتی و تاسیسات صنعتی و غیر صنعتی که در آنها انرژی مصرف،تبدیل یا منتقل می شود.
- **معیارها و مشخصات فنی:** استانداردهای مصرف، بازدهی و شدت انرژی در تجهیزات،فرآیندها و سامانه های مصرف کننده انرژی
- **برچسب مصرف انرژی:**صفحه ای حاوی اطلاعات مربوط به مصرف ،بازدهی و معیار انرژی تجهیزات و یا سامانه ها
- **بازدهی انرژی:** نسبت بین خروجی،عملکرد ،کالا یا خدمت به ورودی انرژی در یک تجهیز یا فرآیند

❖ فعالیت های استانداردسازی در معیار مصرف انرژی

- استانداردهای بر چسب انرژی تجهیزات و لوازم خانگی و اداری
- استانداردهای معیارمصرف انرژی در فرآیندهای تولیدی و خدماتی
- استانداردهای بر چسب انرژی برای مصرف انرژی در ساختمان های مسکونی و اداری
- استانداردهای ویژگی های عملکردی مصالح و تجهیزات ساختمان از نظر انرژی

دفتر نظارت بر اجرای استاندارد معیار مصرف انرژی و محیط زیست
کرج- شهر صنعتی- صندوق پستی: ۱۶۳-۳۱۵۸۵
تلفن: ۰۲۶-۳۲۸۶۱۱۰۶
فکس: ۰۲۶-۳۲۸۶۱۱۰۷
سازمان ملی استاندارد ایران

فهرست استانداردهای تجهیزات انرژی بر برقی و هیدروکربوری

تاریخ آخرین بازنگری: مرداد ماه ۱۴۰۲

تعداد کل استانداردهای ملی معیار مصرف انرژی تجهیزات انرژی بر تدوین شده (برقی، هیدروکربوری، سایر): ۴۹ استاندارد

استانداردهای ملی معیار مصرف انرژی در تجهیزات انرژی بر برقی: ۳۳ استاندارد

استانداردهای ملی معیار مصرف انرژی در تجهیزات انرژی بر هیدروکربوری: ۱۵ استاندارد

استانداردهای ملی معیار مصرف انرژی در بخش سایر تجهیزات: ۱ استاندارد

تعداد کل استانداردهای ملی معیار مصرف انرژی تجهیزات انرژی بر اعلام اجباری شده (برقی، هیدروکربوری، سایر): ۳۵ استاندارد

استانداردهای ملی معیار مصرف انرژی در تجهیزات انرژی بر برقی اعلام اجباری شده: ۲۳ استاندارد

استانداردهای ملی معیار مصرف انرژی در تجهیزات انرژی بر هیدروکربوری اعلام اجباری شده: ۱۲ استاندارد

استانداردهای ملی معیار مصرف انرژی در بخش سایر تجهیزات اعلام اجباری شده: --

* توضیح : علت عدم اعلام اجباری سایر ۱۴ استاندارد مصوب عبارتند از :

۱- استاندارد در مرحله تدوین می باشد.

۲- استاندارد در مرحله تخصیص شماره می باشد.

۳- آزمایشگاه همکار تایید صلاحیت نشده است.

ردیف	نام کالای مشمول	شماره استاندارد ملی ایران	نوع مصرف تجهیز	اولین چاپ		آخرین چاپ				توضیحات
				تاریخ تصویب چاپ اول	اولین تاریخ اعلام اجرای اجباری	وضعیت تجدید نظر / اصلاحیه	تاریخ تصویب آخرین تجدیدنظر/اصلاحیه	تصویر اگهی	تاریخ اعلام اجرای اجباری آخرین تجدیدنظر/اصلاحیه	
۱	انوی برقی خانگی - مشخصات فنی و روش آزمون تعیین معیار مصرف انرژی و دستور العمل بر چسب انرژی	۷۸۷۲	برقی	۸۷/۰۸/۱۴		تجدید نظر اول		206	۸۸/۰۴/۰۱	تجدیدنظر اول
۲	ماشین های لباسشویی تمام اتوماتیک خانگی - معیارها و مشخصات فنی مصرف انرژی و برچسب انرژی	۲۰۹۲۶-۲	برقی	۹۵/۱۱/۳۰	۹۶/۱۱/۰۹			63		این استاندارد جایگزین استاندارد ملی شماره ۳۷۷۲-۱ می باشد.
۳	ماشین-های الکتریکی گردان- معیارها و مشخصات فنی مصرف انرژی و برچسب انرژی موتورهای الکتریکی AC تغذیه شونده از خط	۳۷۷۲-۳۰-۱-۱	برقی	۹۶/۰۳/۰۳	۹۷/۰۸/۲۷	اصلاحیه شماره ۱	۹۸/۱۰/۲۴	1	۹۹/۰۶/۲۴	این استاندارد جایگزین دو استاندارد ملی شماره ۷۸۷۴ و ۷۹۶۶ می باشد.
۴	ماشین-های الکتریکی گردان- معیارها و مشخصات فنی مصرف انرژی و برچسب انرژی موتورهای AC سرعت متغیر	۳۷۷۲-۳۰-۱-۲	برقی	۹۶/۰۵/۲۴	اعلام اجباری نشده					
۵	ماشین-های الکتریکی گردان- معیارها و مشخصات فنی مصرف انرژی و برچسب انرژی موتورهای جریان مستقیم بدون جاروبک	۳۷۷۲-۳۰-۱-۳	برقی	۹۶/۰۷/۱۷	۹۷/۱۰/۱۴			4		

❖ استاندارد بر چسب انرژی ساختمان های مسکونی و غیر مسکونی

- استاندارد ملی ۱۴۲۵۳ : ساختمان های مسکونی – تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل تعیین بر چسب انرژی
- استاندارد ملی ۱۴۲۵۴ : ساختمان های غیر مسکونی –تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل تعیین بر چسب انرژی

ISIRI
14253
1st. Edision

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران
Institute of Standards and Industrial Research of Iran

استاندارد ملی ایران
۱۴۲۵۳
چاپ اول

ساختمان های مسکونی- تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی

Residential Building- Criteria for Energy Consumption and Energy Labeling Instruction

❖ برچسب مصرف انرژی

➢برچسب انرژی صفحه ای حاوی اطلاعات تجهیزات انرژی بر است که در آن شاخص عملکرد انرژی رتبه بندی شده و در رده های A تا G و به وسیله رنگ بندی سبز تا قرمز معرفی می گردد.

➢هدف از این شاخص مقایسه تجهیزات پربازده و کم بازده است و اطلاع رسانی به مصرف کنندگان در خصوص شاخص مصرف انرژی که به وسیله بازدهی انرژی تعریف می گردد.

➢در برچسب انرژی تجهیزات نام واحد تولیدی ،نام محصول،مدل محصول به همراه میزان مصرف انرژی و علامت استاندارد که در داخل آن واژه "انرژی" قید شده است، نشان داده می شود.

❖ رده های بازدهی انرژی در بر چسب مصرف انرژی

- رده A–B : دارای پتانسیل صرفه جویی انرژی بالا نسبت به سایر تجهیزات گروه
- رده C–D : دارای پتانسیل صرفه جویی انرژی متوسط
- رده E–F : دارای پتانسیل صرفه جویی انرژی کم
- رده G : فاقد پتانسیل صرفه جویی قابل ملاحظه

➢ **برچسب مصرف انرژی**:صفحه ای حاوی اطلاعات مربوط به مصرف ،بازدهی و معیار انرژی تجهیزات و یا سامانه ها

❖ برچسب انرژی

برچسب انرژی ساختمان‌های مسکونی		انرژی	۱
بازدهی بیشتر A B C D E F G بازدهی کمتر		B	۲
R=	(میزان مصرف انرژی ساختمان نسبت به ساختمان ایده‌آل)	نسبت انرژی:	۳
	(برحسب کیلو وات ساعت بر مترمربع در سال)	شاخص مصرف انرژی:	۴
مسکونی		کاربری	۵
تهران		شهر	۶
نیمه خشک	(بر اساس تقسیم‌بندی ۸ گانه)	اقلیم	۷
	بر حسب m^2	زیربنای مفید	۸
		کدپستی:	۹
		آدرس :	۱۰

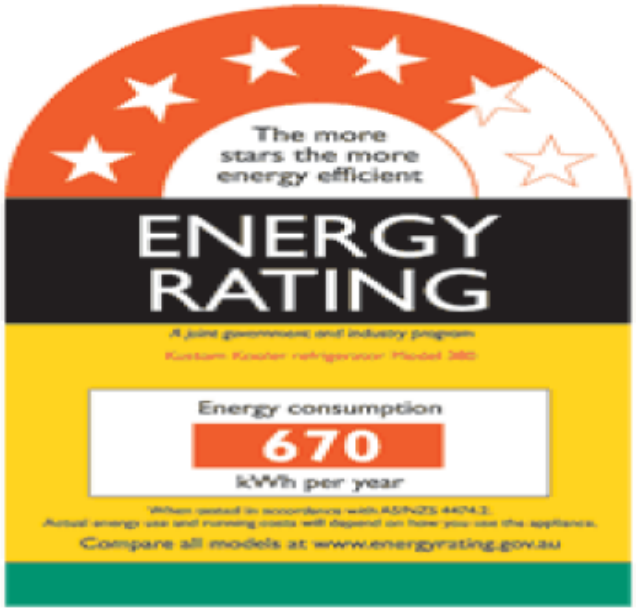
❖ برچسب مصرف انرژی

- بخش خانگی و اداری پتانسیل بالایی برای کاهش مصرف انرژی دارد. میلیون‌ها وسیله برقی در خانه‌ها وجود دارد که با افزایش بازدهی انرژی آن‌ها، مصرف و پیک بار به شدت کاهش می‌یابد.
- برچسب انرژی یک ساختمان نشان دهنده وضعیت بازدهی انرژی تجهیزات و لوازم داخل ساختمان بعلاوه کیفیت طراحی ساختمان از منظر مصرف انرژی است
- تجربه نشان داده است که وجود برچسب انرژی مردم را به خرید تجهیزات پربازده‌تر و تولیدکنندگان را نیز به عرضه محصولات با مصرف انرژی کمتر سوق می‌دهد.

❖ انواع برچسب مصرف انرژی

➢ برچسب تاییدی Endorsement label

نشان دهنده این است که سازنده حداقل الزامات سازمان صادر کننده برچسب انرژی را برآورده کرده است.



❖ انواع برچسب مصرف انرژی

➢ برچسب مقایسه ای Comparative Label

این برچسب میزان مصرف انرژی دستگاه را نشان داده و این عدد را با بهترین و بدترین حالت مقایسه می‌کند

Most Member States have voluntarily developed labels based on the EU energy label

RICARDO-AEA

Format	Member State	Rating categories	Example
Based on EU Energy label	Denmark, France, Romania, Spain, Netherlands, Finland	A-G categories	
	Germany	A+ to G	
	UK	A-N categories (2 per band)	
Own style	Belgium	A-G categories	
	Austria	Continuous comparative label	
	Hungary Italy Sweden	List format	N/A

❖ انواع برچسب مصرف انرژی

➢ برچسب اطلاعاتی Information – Only Label:

این برچسب تنها اطلاعاتی را در ارتباط با مشخصات، مصرف انرژی و در برخی از موارد میزان آلاینده‌های هوا، آلاینده‌های صوتی و مصرف آب دستگاه نشان می‌دهد.

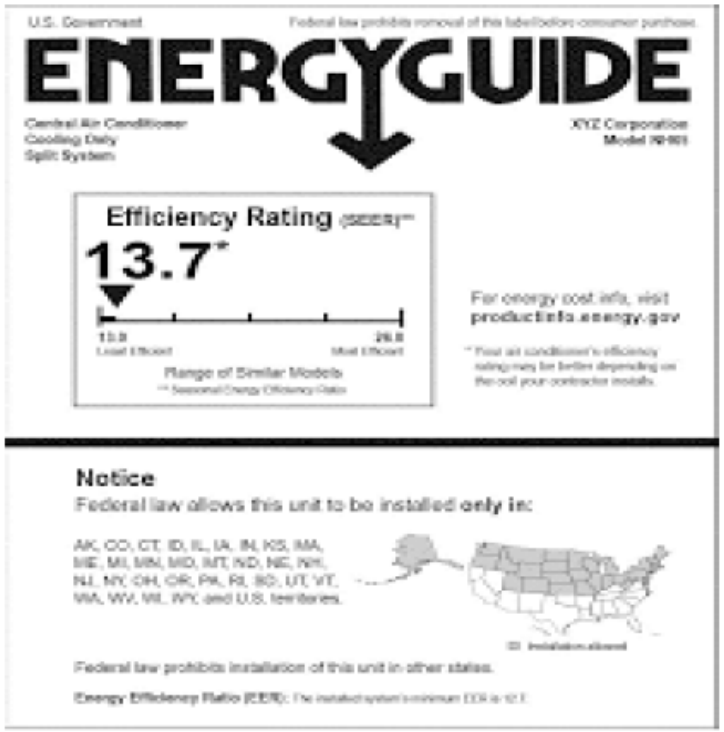


Figure 2 – Sample Proposed Central Air Conditioner Label

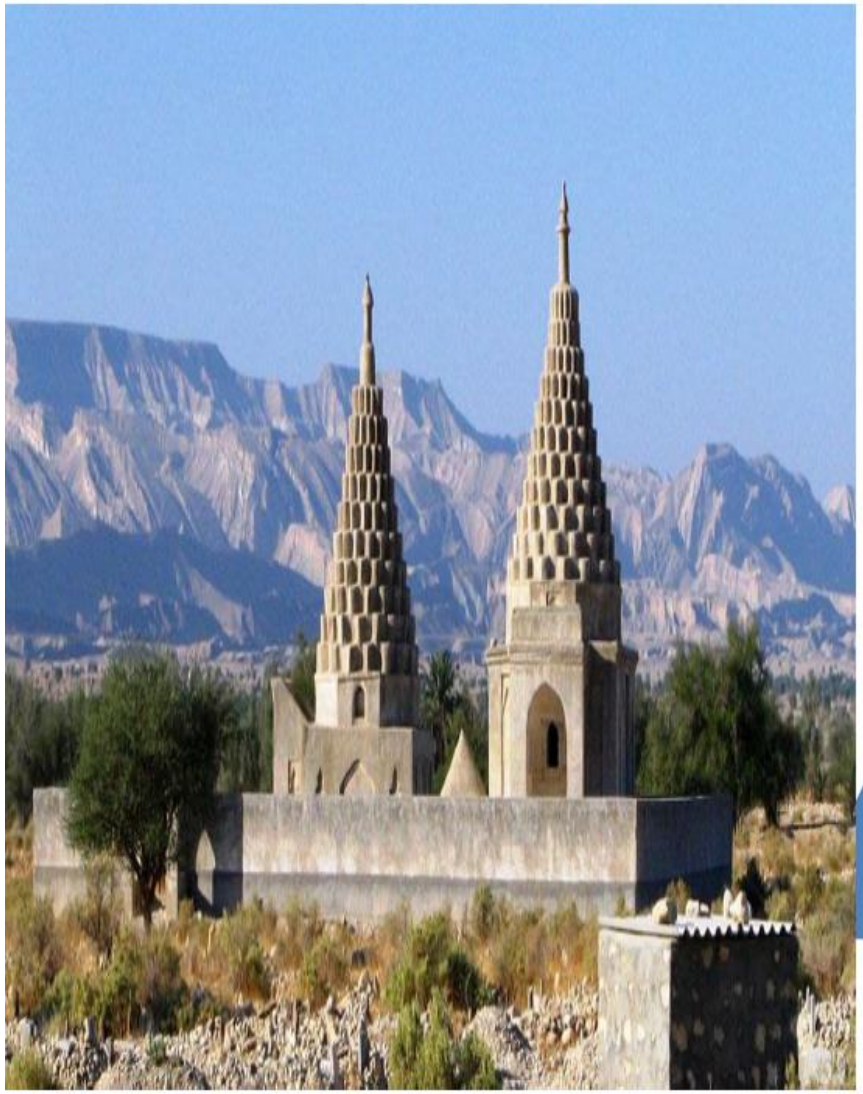
❖ مزایای بازدهی انرژی و برچسب انرژی

- اطلاع رسانی وضعیت مصرف انرژی تجهیزات و ماشین آلات به مصرف کنندگان
- کاهش هزینه و سرمایه گذاری در تامین انرژی
- افزایش رونق اقتصاد ملی از طریق کاهش صورتحساب انرژی
- کاهش وابستگی به سوخت های فسیلی
- کمک به کاهش آلودگی و جلوگیری از تغییرات آب و هوایی
- کاهش نیاز به منابع بیشتر برای تبدیل و عرضه انرژی
- ارائه اطلاعات اختصاصی هر نوع تجهیز حرارتی و الکتریکی برای مدیریت انرژی در سطح کلان کشوری

❖ فعالیت های استانداردسازی در معیار مصرف انرژی

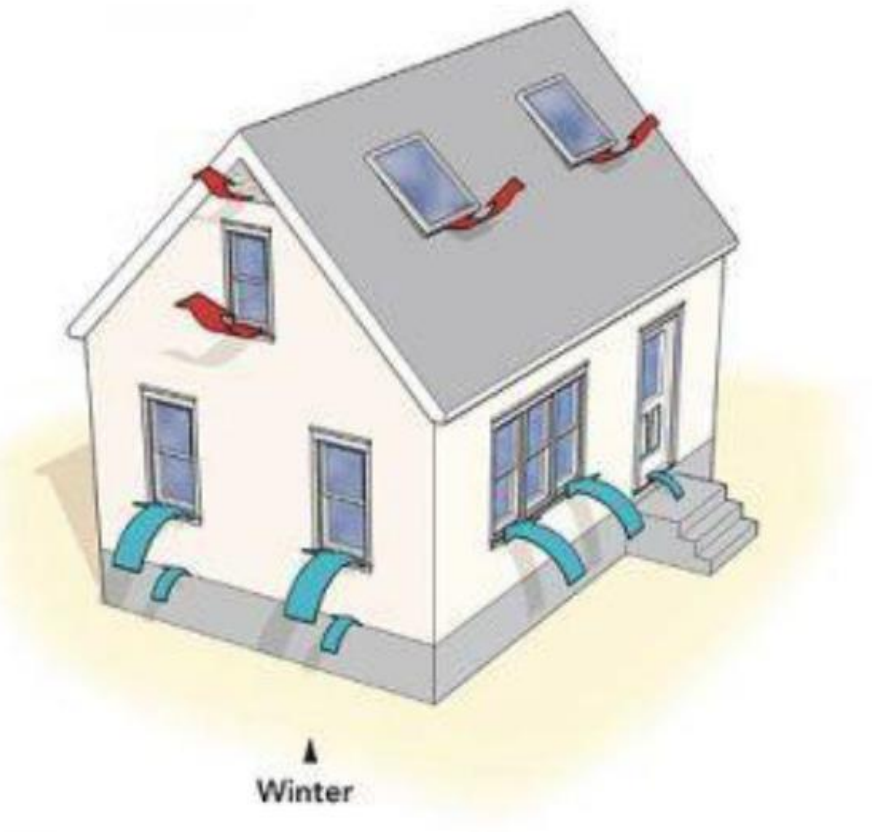
- استانداردهای بر چسب انرژی تجهیزات و لوازم خانگی و اداری
- استانداردهای معیارمصرف انرژی در فرآیندهای تولیدی و خدماتی
- استانداردهای بر چسب انرژی برای مصرف انرژی در ساختمان های مسکونی و اداری
- استانداردهای ویژگی های عملکردی مصالح و تجهیزات ساختمان از نظر انرژی

❖ عوامل موثر مصرف انرژی ساختمان های مسکونی و غیر مسکونی



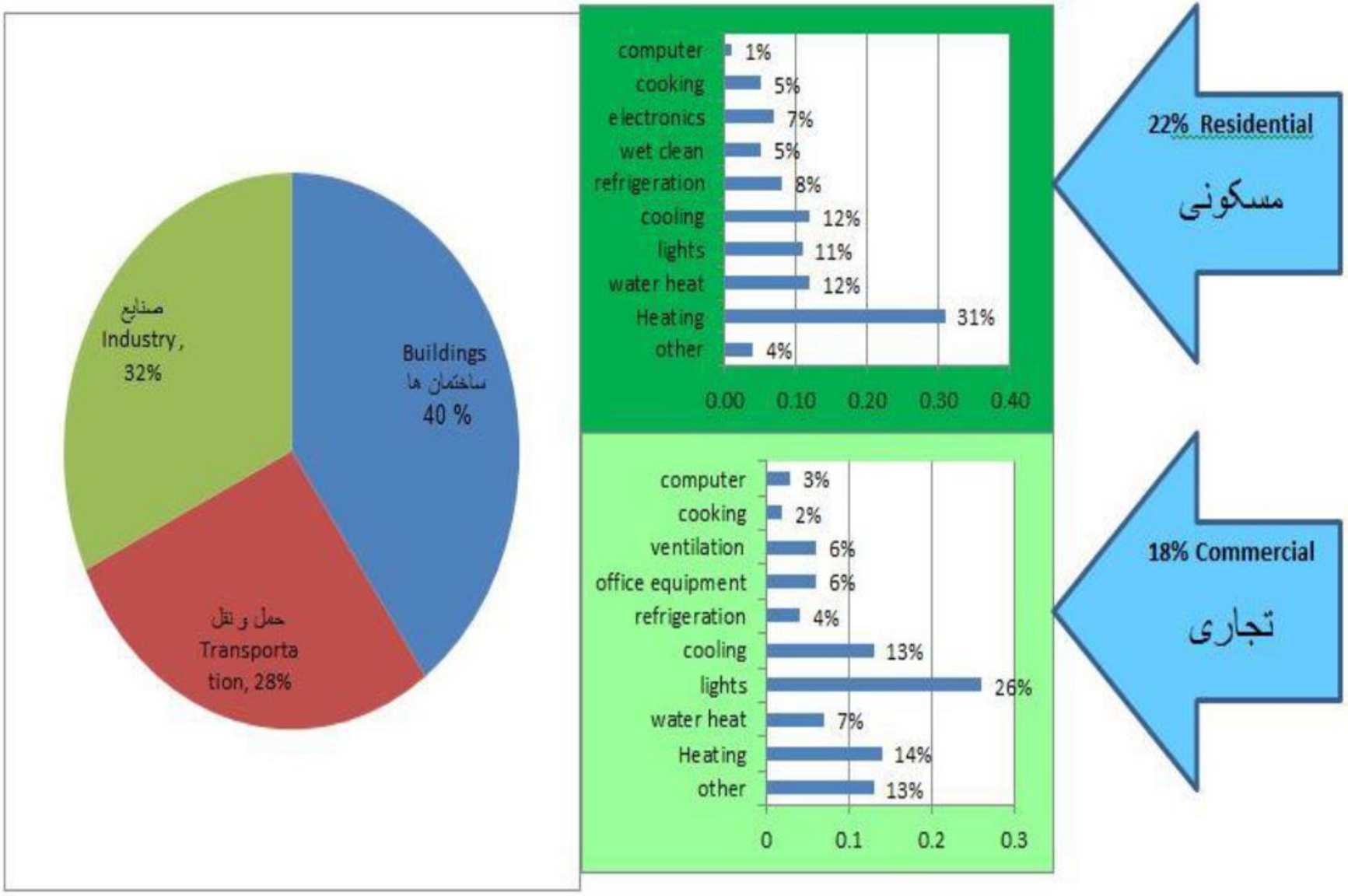
- مصالح ساختمانی
- معماری ساختمان
- تاسیسات و تجهیزات
- رفتار و فرهنگ ساکنین

❖ مصارف اصلی انرژی ساختمان های مسکونی



- سرمایش و گرمایش (۴۵ درصد)
- وسایل و تجهیزات (۲۵ درصد)
- روشنایی(۱۵ درصد)
- تلفات (۱۵ درصد)

❖ سهم مصارف انرژی ساختمان های مسکونی و غیر مسکونی



❖ اهداف استانداردهای برچسب انرژی ساختمان

- تعیین رده مصرف انرژی ساختمان که نشان دهنده عملکرد انرژی ساختمان است
- تشریح ارتباط بین مصرف انرژی و زیر بنای ساختمان
- تشریح ارتباط بین مصرف انرژی و نوع کاربری ساختمان
- تشریح ارتباط بین شرایط اقلیمی و مصرف انرژی ساختمان
- تشریح ارتباط بین رفتار ساکنان و مصرف انرژی ساختمان
- مطابقت عملکرد انرژی ساختمان با معیارهای استاندارد ملی

❖ دامنه کاربرد استانداردهای برچسب انرژی ساختمان

ساختمان های موجود

ساختمان های کوچک : ساختمان های با زیر بنای کوچکتر از ۱۰۰۰ متر مربع

ساختمان های بزرگ : ساختمان های با زیر بنای بزرگتر از ۱۰۰۰ متر مربع

ساختمان های در دست ساخت

ساختمان های کوچک : ساختمان های با زیر بنای کوچکتر از ۱۰۰۰ متر مربع

ساختمان های بزرگ : ساختمان های با زیر بنای بزرگتر از ۱۰۰۰ متر مربع

❖ عوامل تاثیر گذار بر مصرف انرژی ساختمان

- نوع ساختمان
- اندازه ساختمان
- ساکنان
- شرایط اقلیمی
- کاربری

❖ مراحل تعیین برچسب انرژی ساختمان های موجود

۱- تعیین زیر بنای مفید ساختمان

- مجموع سطح فضاهای کنترل شده در ساختمان زیر بنای مفید ساختمان می باشد.
- فضای کنترل شده بخش های از ساختمان می باشند که به دلایل خاص تا دمای مشخصی گرم یا سرد می شوند.

❖ مراحل تعیین برچسب انرژی ساختمان های موجود

۲- تعیین اقلیم ساختمان

❖ شرایط اقلیمی ۸ گانه کشور

نوع اقلیم	میانگین دما در تابستان (c)	میانگین رطوبت نسبی در تابستان ٪	میانگین دما در زمستان (c)	میانگین رطوبت نسبی در زمستان٪	نمونه شهر
بسیار سرد	۳۰ -۲۵	۵۵-۴۵	۱۵-تا ۵-	۷۵-۶۵	سراب
سرد	۴۰ -۳۵	۴۰-۲۵	۱۰- تا۵-	۷۵-۶۵	تبریز
معتدل بارانی	۳۰-۲۵	بیشتر از ۶۰	۵ تا ۰	بیشتر از ۶۰	رشت
نیمه معتدل بارانی	۳۵-۳۰	بیشتر از ۵۰	۵ تا۰	بیشتر از ۶۰	مغان
نیمه خشک	۴۰-۳۵	۴۵-۲۰	۵ تا ۰	۶۰-۴۰	تهران
گرم و خشک	۴۵-۳۵	۲۰-۱۵	۱۰تا ۰	۵۰-۳۵	زاهدان
بسیار گرم و خشک	۵۰-۴۵	۳۰-۲۰	۱۰ تا ۵	۷۰-۶۰	اهواز
بسیار گرم و مرطوب	۴۰-۳۵	بیشتر از ۶۰	۲۰ تا ۱۰	بیشتر از ۶۰	بندرعباس

❖ مراحل تعیین برچسب انرژی ساختمان های موجود

۳- جمع آوری قبض های مصرفی حامل های انرژی در دوره ارزیابی

➢ **محاسبه مصرف انرژی سالیانه ساختمان :**

$$E_{anual} = \frac{\sum_{i}(Q_{Fi} \times HV_i \times 0.278) + Q_E \times F_c}{A}$$

QF = مصرف حامل انرژی
HV = ارزش حرارتی حامل انرژی
QE =مصرف انرژی الکتریکی
Fc = ضریب تبدیل برق به انرژی اولیه (۳/۷ بر اساس راندمان ۲۷ درصد تولید و توزیع برق در کشور)
A = زیر بنای مفید ساختمان

❖ مراحل تعیین برچسب انرژی ساختمان های موجود

۴- محاسبه رده انرژی ساختمان با استفاده ازنسبت مصرف انرژی ساختمان به مصرف انرژی یک ساختمان ایده ال در شرایط اقلیمی مربوطه

$$R = \frac{E_{anual}}{E_{ideal}}$$

- **ساختمان ایده ال ساختمانی است که کلیه راهکارها و الزامات مصرف انرژی در آن رعایت شده است.**
- **مصارف انرژی ساختمان ایده ال در جدول ۳ استاندارد داده شده است.**

❖ شاخص مصرف انرژی ساختمان ایده ال

جدول ۳- شاخص مصرف انرژی ساختمان مسکونی ایده آل در اقلیم‌های مختلف بر حسب $kWh/m^2/year$

اقلیم	ساختمان	
	مسکونی کوچک	مسکونی بزرگ
۱، ۲	۱۱۱	۱۰۲
۳، ۴	۱۵۶	۱۰۶
۵	۸۳	۸۷
۶	۸۶	۷۵
۷	۱۵۰	۱۳۸
۸	۱۳۰	۱۱۸

❖ مراحل تعیین برچسب انرژی ساختمان های موجود

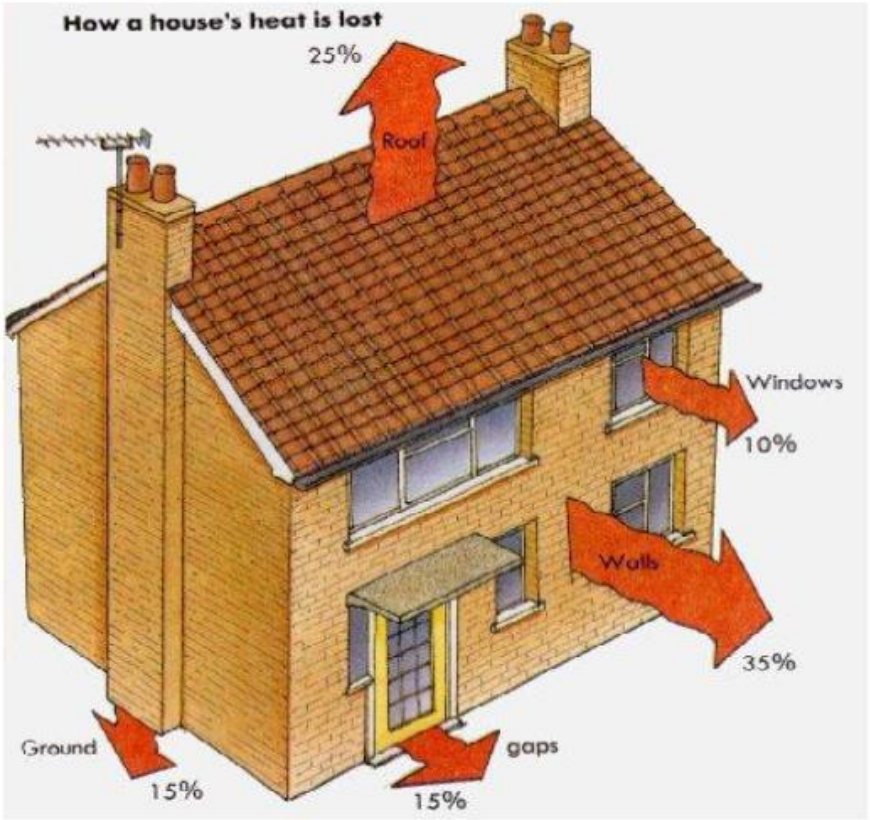
۵- تعیین رده انرژی ساختمان با استفاده از جدول ۴ استاندارد

جدول ۴- تعیین رده مصرف انرژی ساختمان بر اساس نسبت انرژی *(R)*

رده مصرف انرژی	کاربری	
	مسکونی بزرگ	مسکونی کوچک
A	$R < 1$	$R < 1$
B	$1.0 \leq R < 2.0$	$1.0 \leq R < 1.9$
C	$2.0 \leq R < 2.9$	$1.9 \leq R < 2.7$
D	$2.9 \leq R < 3.7$	$2.7 \leq R < 3.4$
E	$3.7 \leq R < 4.4$	$3.4 \leq R < 4.0$
F	$4.4 \leq R < 5.0$	$4.0 \leq R < 4.5$
G	$5.0 \leq R < 5.4$	$4.5 \leq R < 5.0$
برچسب تعلق نمی گیرد	$5.4 \leq R$	$5.0 \leq R$

❖ مراحل تعیین برچسب انرژی ساختمان های در دست ساخت

- محاسبه انرژی ساختمان در بخش گرمایش و سرمایش
- محاسبه مصرف انرژی در بخش آب گرم مصرفی
- محاسبه انرژی ساختمان در بخش روشنایی
- محاسبه کل انرژی مصرفی در ساختمان



❖ برچسب انرژی ساختمان های غیر مسکونی

جدول ۳- شاخص مصرف انرژی ساختمان غیرمسکونی ایده آل
در اقلیم‌های مختلف بر حسب $kWh/m^2/year$

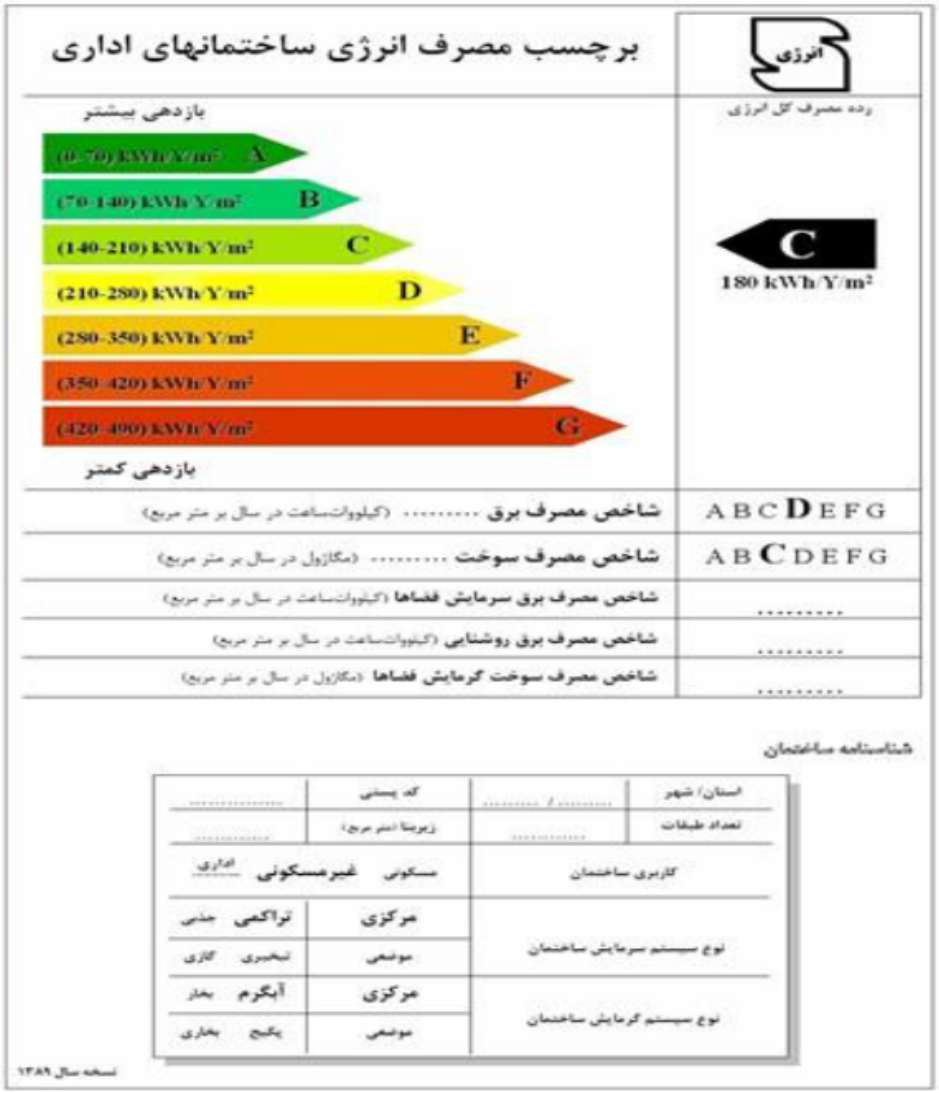
اقلیم	شاخص	
	ساختمان دولتی	ساختمان خصوصی
۱، ۲	۸۰	۱۲۰
۳، ۴	۶۴	۱۵۲
۵	۷۴	۱۲۴
۶	۶۴	۱۱۷
۷	۸۶	۱۲۱
۸	۹۱	۱۹۷

جدول ۴- تعیین رده مصرف انرژی ساختمان غیر مسکونی بر اساس نسبت انرژی *(R)*

رده مصرف انرژی	ساختمان اداری دولتی	ساختمان اداری خصوصی
A	$R < 1$	$R < 1$
B	$1.0 \leq R < 2.0$	$1.0 \leq R < 2.2$
C	$2.0 \leq R < 3.0$	$2.2 \leq R < 3.2$
D	$3.0 \leq R < 4.0$	$3.2 \leq R < 4.0$
E	$4.0 \leq R < 5.0$	$4.0 \leq R < 4.6$
F	$5.0 \leq R < 6.0$	$4.6 \leq R < 5.2$
G	$6.0 \leq R < 7.0$	$5.2 \leq R < 5.5$
برچسب تعلق نمی گیرد	$7.0 \leq R$	$5.5 \leq R$

❖ اطلاعات برچسب انرژی ساختمان

- علامت استاندارد و نام برچسب
- رده انرژی ساختمان
- نسبت انرژی R
- شاخص مصرف انرژی
- کاربری ساختمان
- شهر و اقلیم
- زیر بنای مفید ساختمان
- آدرس ساختمان



❖ جمع بندی

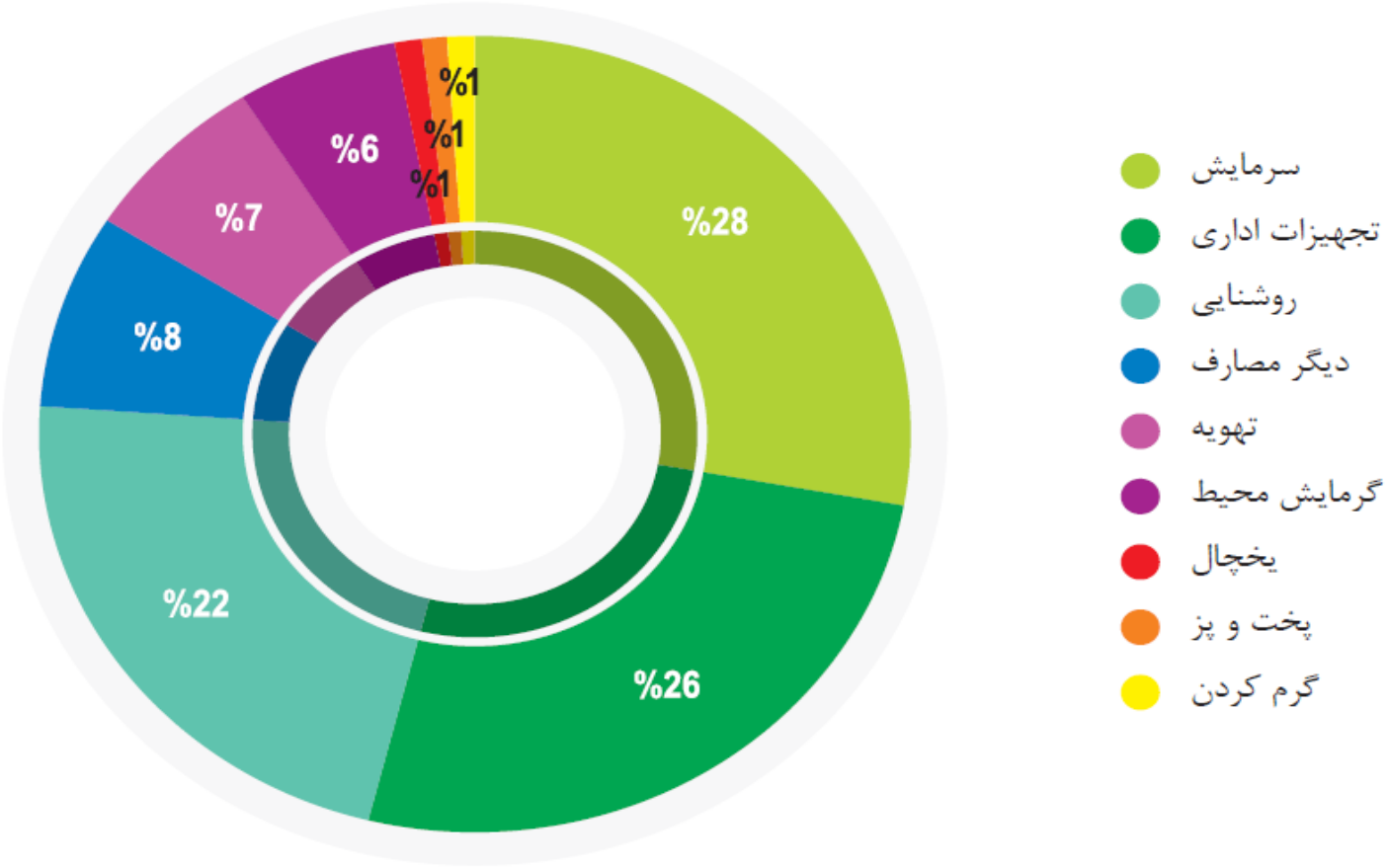
- توجه به برچسب انرژی ساختمان و تجهیزات جزو مواردی است، که باید مورد توجه مصرف کنندگان،کاربران و متخصصان انرژی باشد.
- با توجه به این که سهم بیشتر انرژی مصرفی در کشور مربوط به بخش ساختمان است با تعیین برچسب انرژی ساختمان و ارتقا بازدهی انرژی در این بخش می توان بر تعداد زیادی از چالش های انرژی در کشور غلبه کرد.
- چند مورد از مزیت استفاده از برچسب انرژی بصورت زیر می باشد:
- به انتخاب درست و آگاهانه در هنگام خرید کمک می‌کند.
- مصرف کنندگان را با میزان کارایی و بازدهی انرژی ساختمان و تجهیزات آشنا می‌کند.
- به بهینه سازی مصرف انرژی و کاهش هزینه انرژی مصرفی کمک می‌کند.
- میزان آلودگی محیط زیست را کاهش می‌دهد.
- اطلاعات مهمی را درباره ساختمان در اختیار می گذارد.

❖ جمع بندی و پیشنهادات

- برچسب انرژی یکی از نمادهای بسیار مهم اطلاع رسانی به مصرف کنندگان گروههای مختلف تجهیزات و ساختمان است و همه سطوح جامعه را می تواند پوشش دهد.
- هر چند برچسب انرژی دارای اطلاعات مختصری از ویژگی مصرف انرژی می باشد اما با توجه به شکل و نماد و طراحی آن قابل درک توسط همه گروههای جامعه می باشد بنابراین وظیفه همه دست اندرکاران انرژی است که در این زمینه اطلاع رسانی لازم را انجام دهند.
- بهترین روش برای تشریح بر چسب انرژی و مزایای آن راهنمایی و اطلاع رسانی مزایای هزینه ای و مسائل زیست محیطی رده های آن است.

ایجاد پروفایل انرژی

پروفایل انرژی یک ابزار مفید اســـت که امکان داشـــتن نگاه دقیق تری به جزئیات مصرف انرژی سازمان را برای مدیریت فراهم می کند. شکل مثالی از یک پروفایل انرژی است.



جدول. مثالی از یک برگه اطلاعات انرژی

نوع تجهیزات	نام برند و شماره مدل	شماره سریال	محل تجهیزات	نوع انرژی	توان (kW)	مصرف انرژی در سال ۲۰۱۳ (kJ)			
						ژانویه	فوریه	مارچ	آپریل
چیلر A									
چیلر B									
چیلر C									
بویلر 1									
بویلر 2									
روشنایی در کارگاه A									
روشنایی در کارگاه B									
PAU 1									
PAU 2									
خشک کننده فر									
کمپرسور هوای ۲۰ اسب بخار									

عملکرد پمپ های سری و موازی

آشنایی با پمپ های سری و موازی
(SERIES AND PARALLEL PUMPS)

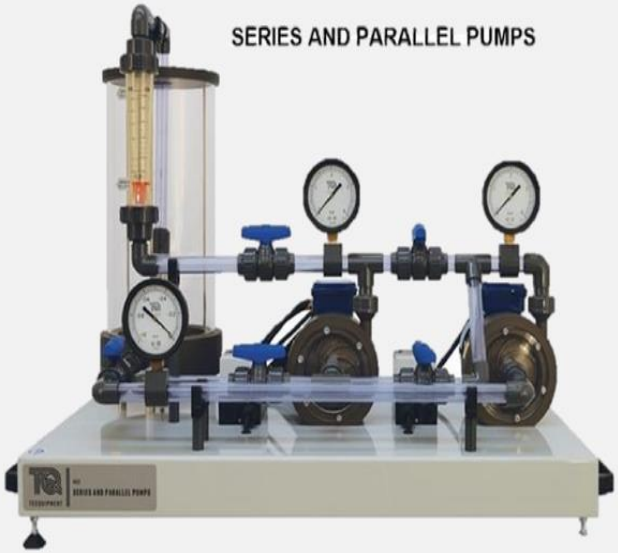
پمپ آب گرم پمپی است که آب گرم را حمل می کند. برای این کار معمولاً از یک یا چند پمپ استفاده می شود. در حین نصب، کاربر باید مطابق با مهندسی استفاده و طراحی خط لوله، اتصال موازی یا سری را طراحی کند.

روش های زیادی برای تغییر شرایط کار سیستم پمپ وجود دارد که یکی از آن ها سنتز عملکرد تجهیزات پمپ چندگانه است. هنگامی که یک پمپ نمی تواند شرایط کار را داشته باشد، پمپ های سری و موازی وارد عمل می شوند تا جریان و هدایت مطلوب حاصل شود.

پمپ های چند مرحله ای

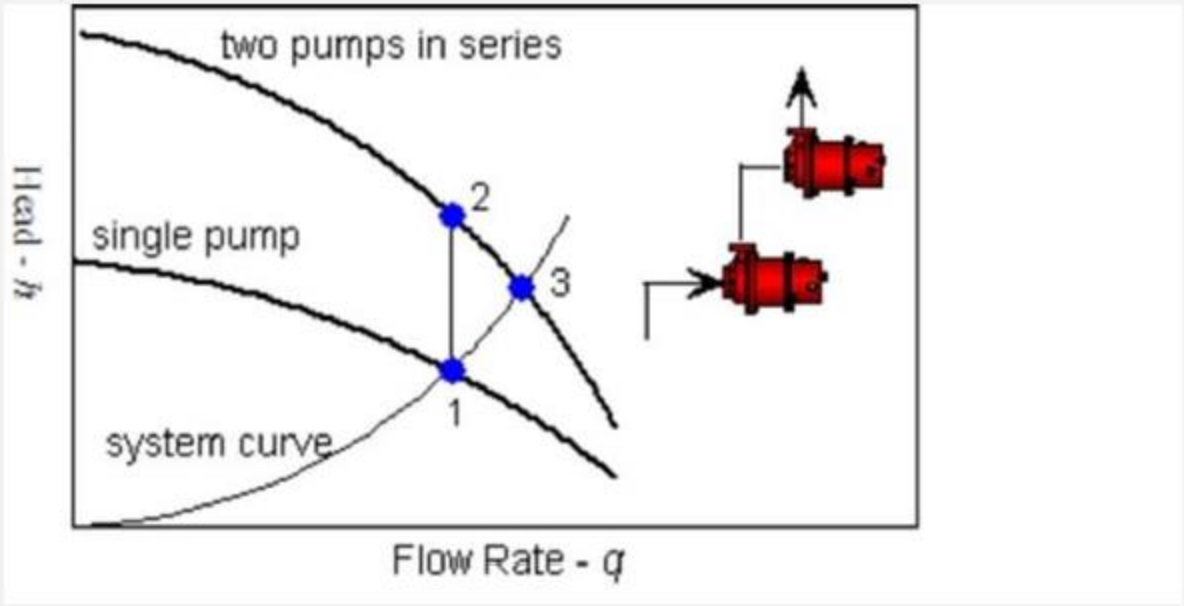
نقش عملکرد چند مرحله ای پمپ های سری و موازی به صورت زیر است:

هدف از پمپ های چند مرحله ای به صورت سری، افزایش هد و هدف اتصال موازی، افزایش جریان است. هنگامی که لوله خروجی پمپ چند مرحله ای اول، به لوله مکش پمپ دوم متصل می شود، دو پمپ چند مرحله ای به صورت سری باهم بسته شده اند.
اتصال سری پمپ های چند مرحله ای اغلب برای تحت فشار قرار دادن شبکه لوله آب استفاده می شود. ایستگاه پمپاژ تقویت کننده شبکه آبرسانی فضای باز، پمپ های چند مرحله ای را به صورت سری تصویب می کند.



اتصال سری پمپ های چند مرحله ای اغلب برای تحت فشار قرار دادن شبکه لوله آب استفاده می شود. ایستگاه پمپاژ تقویت کننده شبکه آبرسانی فضای باز، پمپ های چند مرحله ای را به صورت سری تصویب می کند.

نمودار و شماتیک سری پمپ های چند مرحله ای در شکل زیر نشان داده شده است:



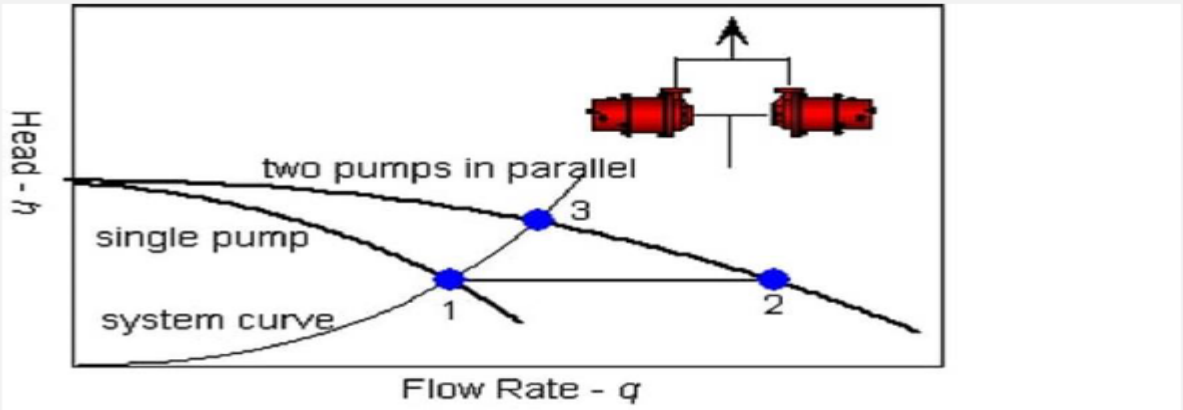
هرگاه اولین پمپ چند مرحله ای و پمپ دوم هنگامی که لوله های مکش به هم متصل می شوند و لوله های خروجی نیز به هم متصل می شوند به آن اتصال موازی پمپ های چند مرحله ای می گویند.

هنگامی که یک پمپ چند مرحله ای نمی تواند نیازهای جریان را تأمین کند یا هنگامی که یک پمپ با جریان بیش از حد باعث افزایش هزینه های کار می شود، استفاده از عملکرد موازی را توصیه می کنند.

حالت عملکرد موازی می تواند تعداد پمپ های شروع به کار را با توجه به میزان مصرف آب و اوج مصرف آب تنظیم کند و باعث کاهش هزینه های عملیاتی شود.

شکل شماتیک اتصال موازی پمپ های چند مرحله ای به شرح زیر است:

شکل شماتیک اتصال موازی پمپ های چند مرحله ای به شرح زیر است:



لازم به ذکر است که هنگام اتصال پمپ های چند مرحله ای به صورت موازی یا سری، باید از پمپ های چند مرحله ای از همان نوع و مشخصات برای اتصال استفاده شود.

بررسی اتصال موازی پمپ ها

اتصال موازی پمپ ها به این معنی است که چندین پمپ دارای یک لوله خروجی هستند. هر پمپ یک شیر چک جداگانه دارد. پس از اینکه پمپ ها به طور موازی کار می کنند، جریان های زیر همان سر اضافه می شوند.

یعنی:

Q موازی Q = پمپ 1 Q + پمپ 2 Q + پمپ 3 Q +..... + پمپ n

در هر صورت، هنگامی که یک یا چند پمپ خاموش باشد، نقطه کار تک پمپ تغییر خواهد کرد. دلیل آن این است که پس از تغییر تعداد پمپ ها، یک منحنی مشخصه موازی جدید وجود دارد که همان منحنی مشخصه خط لوله است.

نقطه تقاطع (نقطه شرایط کار سیستم) و موقعیت اصلی کار به طور قابل توجهی تغییر کرده اند. فرض کنید سه پمپ به طور موازی کار می کنند اگر یکی از آنها خاموش باشد، جریان شامل دو پمپ موازی می شود و نقطه شرایط کار نقطه تقاطع بین سه اتصال موازی و سیستم به نقطه تقاطع بین دو اتصال موازی و سیستم تبدیل می شود.

در این زمان، شرایط کار هر پمپ از سه شرایط عملیاتی موازی اولیه خود یعنی از جهت جریان بزرگ خارج می شود. به همین ترتیب، اگر تعداد واحدها افزایش یابد، وضعیت برعکس می شود.

ویژگی های عملکرد موازی

1. می توان منبع آب را افزایش داد و جریان در شبکه های آب برابر است با مجموع آب خروجی هر پمپ موازی.
2. میزان دبی و هد ایستگاه پمپ را می توان با تعداد پمپ روشن و خاموش تنظیم کرد تا به هدف صرفه جویی در انرژی و تأمین آب سالم برسد. به عنوان مثال، هنگام طراحی ایستگاه پمپاژ آبگیری، جریان با توجه به متوسط جریان ساعتی شهر و روز، بزرگ و هد با توجه به سطح پایین آب رودخانه در نظر گرفته می شود. بنابراین، در بهره برداری واقعی، به دلیل تغییر در سطح آب رودخانه، تغییر در مصرف آب در شبکه لوله های شهری و غیره، الزاماً شامل تنظیم شروع و توقف واحدهای ایستگاه پمپ آبگیر خواهد بود. علاوه بر این، حتی بیشتر ضروری است که شروع و توقف واحد ایستگاه پمپاژ آب را تنظیم کنید.
3. هنگامی که یکی از پمپ های آب، موازی کار می کند، پمپ های دیگر همچنان می توانند به تأمین آب ادامه دهند، بنابراین پمپاژ آب به صورت موازی، انعطاف پذیری برنامه زمان بندی عملکرد ایستگاه پمپاژ و قابلیت اطمینان منبع آب را بهبود می بخشد که در ایستگاه های پمپاژ یک حالت عملیاتی معمول است.

بررسی اتصال سری پمپ ها

اتصال سری پمپ ها به طور عمده مشکل کمبود هد را برطرف می کند. بعد از اتصال سری، دبی پمپ بدون تغییر است و هد مجموع دو پمپ است. در استفاده واقعی، به منظور جلوگیری از مصرف آب کافی از پمپ پایین دست به پمپ بالادست، میزان جریان پمپ پایین دستی معمولاً تنظیم می شود تا از مصرف آب کافی از پمپ بالادست اطمینان حاصل شود.

ویژگی های عملکرد سری

برای عملکرد پشت سرهم، فشار خروجی پمپ n-1، فشار ورودی پمپ n است. برای سری های مسافت طولانی، از بین رفتن پمپ ها باید کم شود.

بنابراین، تحمل فشار، تحمل و مهر و موم شفت پمپ پشت سر باید مورد نیاز باشد، در غیر این صورت باعث شکستگی پوسته، آسیب درزگیر شفت، گرم شدن یاتاقان و غیره می شود.

همانطور که در مورد اتصال موازی، اگر یک یا چند پمپ خاموش باشد، شرایط عملکرد بقیه پمپ ها نیز تغییر خواهد کرد. معمولاً در طراحی اولیه، با توجه به بالاترین میزان مصرف آب و نقاط نامطلوب، باید دبی جریان مشخص شود و سپس تعداد پمپ های اقتصادی با توجه به هد جریان تعیین شود.

در این زمان، میزان دبی یک پمپ منفرد این است:

Q واحد Q = کل مقدار

تفاوت میان پمپ های سری و موازی

بررسی تفاوت های میان پمپ های سری و موازی در فهم بهتر ما در بکار بردن مناسب هر یک از روش ها بیشتر کمک خواهد کرد.

در شرایط ایده آل، رابطه بین جریان و هد دو پمپ از یک مدل و مشخصات به صورت زیر است:

هنگامی که به صورت سری وصل می شوند:

$$Q = Q1 = Q2$$

$$H = H1 + H2$$

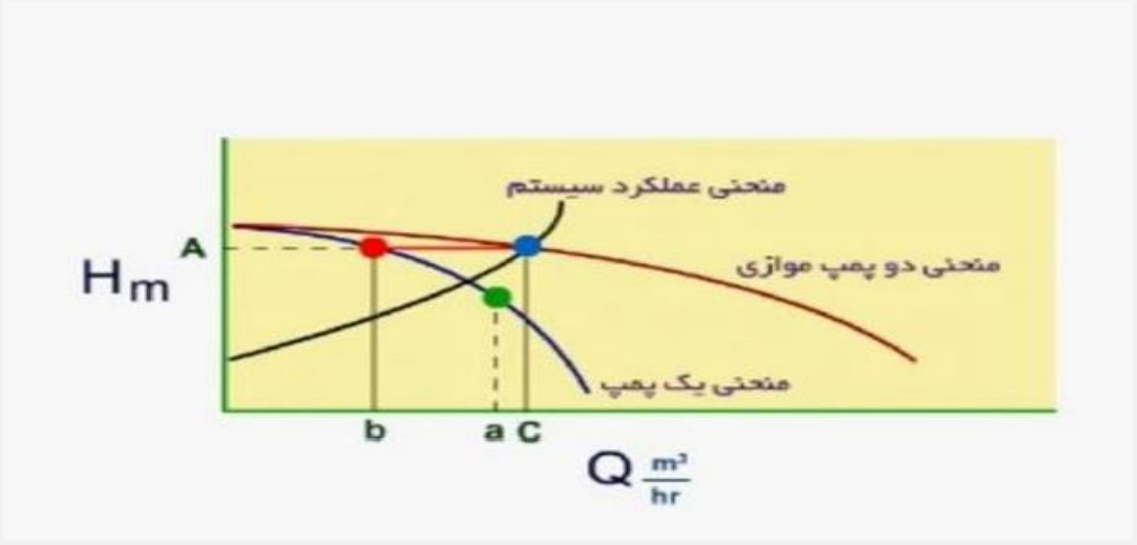
وقتی به طور موازی متصل می شوند:

$$Q = Q1 + Q2$$

$$H = H1 = H2$$

از دو فرمول فوق می توان دریافت که وقتی دو یا چند پمپ به صورت سری متصل می شوند تغییر بزرگی در جریان ایجاد نمی شود و هدها روی هم قرار می گیرند و وقتی دو یا چند پمپ آب گرم به طور موازی به هم

متصل می شوند، هد سیستم تغییر چندانی نمی کند اما جریان بیشتر از قبل است.



پمپ های موازی اغلب هنگامی استفاده می شوند که یک پمپ تنها نمی تواند نیازهای جریان را تأمین کند. پمپ های آب در گردش در سیستم گرمایشی غالباً به صورت موازی برای تأمین نیازهای جریان به هم وصل می شوند و پمپ های آب در حالت آماده به کار نیز به طور موازی متصل می شوند.

انرژی الکتریکی مصرفی

مقدار انرژی الکتریکی مصرف شده برای تأمین نیروی محرکه پمپ را توان الکتریکی مصرفی پمپ می‌نامند و از رابطه زیر محاسبه می‌گردد:

$$E = P.t = V.I.T$$

در این رابطه :

E انرژی مصرفی برحسب وات ساعت

P_i توان مصرفی (ورودی) بر حسب وات W

V اختلاف پتانسیل الکتریکی بر حسب ولت V

I شدت جریان الکتریکی بر حسب آمپر A

$$\eta = \frac{P_o}{P_i} = \frac{\Delta P \times Q}{V \times I}$$

t زمان روشن بودن الکترو پمپ برحسب ساعت

راندمان واقعی الکتروپمپ‌ها بین ۳۰ تا ۴۰ درصد است. که این مقدار در حالت بهترین نقطه راندمان پمپ اتفاق خواهد افتاد و با کاهش یا افزایش دبی و یا هد از نقطه بهترین راندمان و یا تغییر در قطر پروانه (به‌ویژه کاهش قطر) و یا افزایش دور موتور، این مقدار کمتر خواهد شد.

قواعد تشابه(similarity or affinity)گروهی از قوانین هستند که بر پمپ های سانتریفیوژ حاکم می باشند. در سال های اخیر، این گونه قوانین برای پیش بینی عملکرد پمپ هنگام کار در مناطق و مکان هایی که دارای سیستم الکتریکی متفاوتی هستند، مورد استفاده قرار می گیرند.

اگر سرعت پمپ که با مقیاس دور بر دقیقه(rpm) سنجیده می شود تغییر کند، مشخصه های عملکردی نیز دچار تغییر می شوند. این تغییرات را می توان با استفاده از قوانین تشابه محاسبه کرد. در ابتدا به تعریف علائم زیر می پردازیم:

Q دبی جریان یا ظرفیت که بر اساس واحدهای گالن بر دقیقه، لیتر بر دقیقه و متر مکعب بر ساعت سنجیده می شود. H هد یا همان نیروی مایع که به صورت ارتفاع بر حسب متر یا فوت سنجیده می شود. bhp انرژی لازم برای پمپاژ مایع بر حسب کیلو وات و یا اسب بخار می باشد. N سرعت شفت که بر حسب دور بر دقیقه اندازه گیری می شود. D قطر پروانه می باشد.

- تغییرات دبی به طور مستقیم با تغییرات سرعت متناسب است.
- تغییرات هد به طور مستقیم با مربع تغییرات سرعت متناسب است.
- تغییرات توان به طور مستقیم با مکعب تغییرات سرعت متناسب است.
- تغییرات جریان به طور مستقیم با تغییرات قطر پره متناسب است.
- تغییرات هد به طور مستقیم با مربع تغییرات قطر پره متناسب است.
- تغییرات توان با مکعب تغییرات قطره پره متناسب است.

پس خواهیم داشت:

$$Q_2 = Q_1(\frac{D_2}{D_1}) \quad (۱)$$

$$H_2 = H_1(\frac{D_2}{D_1})^2 \quad (۲)$$

$$bhp_2 = bhp_1(\frac{D_2}{D_1})^3 \quad (۳)$$

$$Q_2 = Q_1(\frac{N_2}{N_1}) \quad (۴)$$

$$H_2 = H_1(\frac{N_2}{N_1})^2 \quad (۵)$$

$$bhp_2 = bhp_1(\frac{N_2}{N_1})^3 \quad (۶)$$

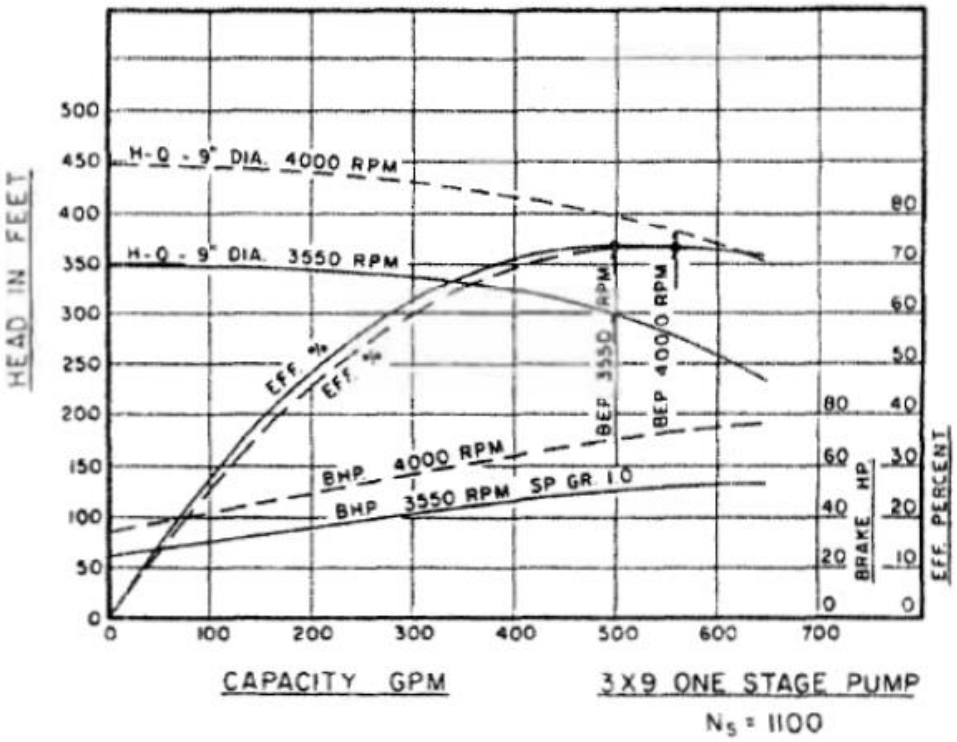
$$Q_2 = Q_1(\frac{D_2}{D_1} * \frac{N_2}{N_1}) \quad (۷)$$

$$H_2 = H_1(\frac{D_2}{D_1} * \frac{N_2}{N_1})^2 \quad (۸)$$

$$bhp_2 = bhp_1(\frac{D_2}{D_1} * \frac{N_2}{N_1})^3 \quad (۹)$$

مثال:

پمپی با الکتروموتور ۳۵۵۰ دور بر دقیقه نمودار عملکردی مشابه نمودار زیر دارد. اگر دور موتور به ۴۰۰۰ دور در دقیقه افزایش یابد، عملکرد پمپ جدید را محاسبه کنید؟



شکل - نمودار عملکرد پمپ در دور ۳۳۵۰

فاکتور تصحیح برای عملکرد در ۴۰۰۰ دور در دقیقه برابر است با:

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{4000}{3550} = 1.13 \qquad (\frac{N_2}{N_1})^2 = 1.27 \qquad (\frac{N_2}{N_1})^3 = 1.43$$

پس برای هر پارامتر دلخواه خواهیم داشت:

$$Q_2 = Q_1 * 1.13$$

$$H_2 = H_1 * 1.27$$

$$bhp_2 = bhp_1 * 1.43$$

پس با افزایش دور الکتروموتور، تمامی پارامترهای دبی، هد و توان پمپ افزایش می یابد.

مثال:

اگر قطر پروانه پمپی با الکتروموتور ۳۰۰۰ دور در دقیقه ۱۰ درصد کاهش یابد، مصرف انرژی این پمپ چقدر کاهش می یابد؟

با توجه به رابطه شماره ۳ خواهیم داشت:

$$bhp_2 = bhp_1(\frac{D_2}{D_1})^3 = bhp_1(\frac{0.9D_1}{D_1})^3 = bhp_1 * 0.729$$

پس در حدود ۲۷ درصد کاهش می یابد.

توصیف تکنولوژی

محرک سرعت متغیر (VSD) در پمپ‌های آب خنک مرکزی

variable speed drive

مشکل

به طور کلی، ظرفیت کلی سرمایش یک سیستم تهویه هوای مرکزی بر اساس بالاترین ظرفیت سرمایش و ظرفیت مازاد طراحی می شود. اما در عملکرد واقعی، معمولا تقاضای سرمایش به بالاترین ظرفیت نمی رسد. در نتیجه، مصرف انرژی سیستم‌های تهویه هوا همیشه از تقاضای واقعی بیشتر است و مقدار زیادی از انرژی هدر می‌رود.

راه حل

یـک محرک سـرعت متغیر (VSD) همراه بـا یک نرم افزار کنترل می‌توانـد برای پمپ‌های آب خنک نصب شـود تا پارامتر های عملکرد سیسـتم تهویه هوا ازجملـه ظرفیت بارگیری و ضریب عملکرد (COP) را بهینه کند. با نصب VSD، ضمن تامین تقاضای سـرمایش، عملکرد سیسـتم تهویه مطبوع در تمام مدت به طور مطلوب حفظ می شـود. برای مثال، زمانی که دمای کارخانه بالا باشد، VSD با افزایش دادن سرعت پمپ های آب، باعث جریان آب خنک بیشتری می شود و بالعکس. در طول ساعات شب که هم فعالیت های تولید و هم تعداد کارگران در کارخانه کاهش می یابند، کمترین نیروی سرمایش مورد نیاز است. VSD می تواند میزان جریان آب خنک را بر اسـاس این نوسانات در تقاضای واقعی تنظیم کند تا کارایی عملیات را به حداکثر رسانده و باعث صرفه جویی در انرژی شود.

تاثیر در هزینه

VSD می تواند حدود ۵۳ الی ۸۱ درصد در مصرف الکتریسیته صرفه جویی کند. دوره بازگشـت سرمایه از ۳ ماه تا ۱/۷ سال پیش بینی می‌شود.

صفحه کنترل پمپ های آب خنک