

بہ نام حضرت دوست

بہ نام حضرت دوست

کہ ہرچہ هست از اوست

کہ ہرچہ هست از اوست
کہ ہرچہ ہے
ہست
از اوست



روشهای مدیریت و ممیزی انرژی در ساختمان

مدرس: احمد رضا طاهری اصل



چگونگی ممیزی انرژی ساختمان با بررسی یک ممیزی انرژی در یک ساختمان نمونه به طور خلاصه



HANDBOOK OF Energy Audits 9TH EDITION

Albert Thumann, P.E., C.E.M.
Terry Niehus, P.E., C.E.M.
William J. Younger, C.E.M.

آیین کار ممیزی انرژی ساختمان‌ها

مکاتر جهروز کارای
مهندس فرهنگ طهماسبی
مهندس مهدیه ابروش
مهندس کامران مکتبی
مهندس نیلوفر عاشقی
مهندس سعید شمدری
دکتر ریما فیاضی

ترانس تخصصی
شماره نشریه ۳۴۰ - ۳۴۰



مبحث نوزدهم:
صرفه جویی در مصرف انرژی

مقررات ملی ساختمان

۱۳۸۱



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Institute of Standards and Industrial Research of Iran

ISIRI

14253

1st. Edition



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



قوانین مدیریت انرژی در ساختمان

- مطابق با ماده ۳۳ قانون نظام مهندسی کشور مسئولیت نظارت عالیه بر اجرای ضوابط و مقررات ملی ساختمان در طراحی و اجرای تمامی ساختمانها بر عهده وزارت مسکن و شهرسازی است.
- وزارت مسکن بر مبنای این ماده اقدام به انتشار مقررات ملی در بیست و دو مبحث نموده است که **مبحث ۱۹ آن مربوط به صرفه جویی مصرف انرژی در ساختمان می باشد.**



سازمان نظام مهندسی ساختمان
استان اصفهان

اولین دوره ممیزی و بازرسی انرژی سازمان نظام مهندسی ساختمان استان اصفهان



مبحث نوزدهم:

صرفه جویی در مصرف انرژی

مقررات ملی ساختمان

۱۳۸۱





بر اساس مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان رعایت موارد زیر در ساختمان الزامی است.

- عایق کاری دیوارهای خارجی ساختمان
- نصب پنجره‌های دوجداره با قاب‌های فلزی ترمال بریک، چوبی و یا PVC استاندارد
- عایق کاری کانال‌های هوا، لوله‌های تاسیسات و سیستم تولید آب گرم
- نصب سیستم‌های کنترل کننده موضعی نظیر شیرهای ترموستاتیک بر روی رادیاتورها
- نصب سیستم‌های کنترل مرکزی هوشمند و مجهز به سنسور اندازه‌گیری دمای هوای محیط



براساس ضوابط مندرج در مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان حداقل مدارک مورد نیاز جهت اخذ پروانه ساختمان به شرح زیر می باشد:

- گواهی صلاحیت مهندس یا شرکت طراح
- چک لیست انرژی
- چک لیست کنترل پوسته خارجی ساختمان
- نقشه های ساختمان
- مشخصات فیزیکی مصالح و سیستم های عایق حرارت مورد استفاده در ساخت اجزای پوسته خارجی ساختمان
- مشخصات فنی سیستم های تاسیسات گرمایی، سرمایی، تهویه، تهویه مطبوع، تامین آب گرم مصرفی و روشنایی مورد استفاده در ساختمان ها



فواید اجرای مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان

- کمک به اقتصاد خانواده
- افزایش رفاه نسبی در نتیجه مصرف صحیح انرژی
- کمک به اقتصاد ملی
- کاهش مصرف سوخت و در نتیجه کاهش آلودگیهای ناشی از آن
- امکان برقراری دمای ثابت در محل
- تنظیم دمای دلخواه در اتاق به منظور تأمین شرایط آسایش
- کاهش ظرفیت اولیه سیستم گرمایش و سرمایش تا ۴۰٪
- کاهش استهلاک سیستم گرمایش و سرمایش
- توزیع متعادل حرارت و امکان برقراری دماهای متفاوت در هر اتاق
- حداقل ۵۰٪ کاهش مصرف سوخت و هزینه‌های مربوطه
- بهره مندی از نور مناسب و کاهش مصرف انرژی الکتریکی
- کاهش آلودگیهای محیط زیستی به سبب کاهش آلودگیهای نیروگاهی

برچسب انرژی در ساختمان

برچسب انرژی صفحه ای حاوی اطلاعات مربوط به مصرف انرژی و یا نسبت انرژی ساختمان می باشد.

هدف از الصاق برچسب های انرژی، افزایش سطح آگاهی افراد نسبت به میزان مصرف انرژی ساختمان می باشد. در برچسب انرژی، رده های انرژی مصرفی ساختمان از **A** تا **G** درجه بندی شده است. به طوری که رده **A** نشان دهنده بیشترین بازدهی و رده **G** نشان دهنده کمترین بازدهی است.

- جمع آوری الگوها و ضوابط بین المللی استاندارد مصرف

- انرژی و برچسب انرژی

- بررسی، مقایسه مدارک، ضوابط و الگوها

- انجام شبیه سازی و محاسبات بر روی ساختمانهای تپ

- تحلیل نتایج و جمع بندی

- تدوین استاندارد مصرف انرژی و الگوی ارائه برچسب انرژی

- با در نظر گرفتن ضوابط مطرح در مبحث ۱۹ مقررات ملی

ساختمان





کاربرد و فواید برچسب انرژی ساختمان چیست؟؟؟؟

- ۱- توجه عمومی به مصرف انرژی در ساختمان ها
- ۲- کاهش آلودگی محیط زیست از طریق کاهش مصرف انرژی
- ۳- آگاهی استفاده کنندگان، سازندگان و خریداران ساختمان ها نسبت به میزان مصرف انرژی ساختمان ها
- ۴- تبدیل بازدهی انرژی ساختمان ها به یکی از معیارها برای ارزیابی، ساخت، خرید و فروش ساختمان
- ۵- حفظ ذخایر کشور





کاربری -

با توجه به نوع کاربری اعم از اداری و مسکونی دو استاندارد ۱۴۲۵۳ و ۱۴۲۵۴ تدوین گردیده است که استاندارد اول مربوط به ساختمان های مسکونی و استاندارد دوم مربوط به ساختمان های غیر مسکونی می باشد.

استاندارد ۱۴۲۵۳ - ساختمان های مسکونی به دو دسته ساختمان های کوچک با مساحت زیربنای مفید کمتر از ۱۰۰۰ مترمربع و ساختمان های بزرگ با مساحت زیربنای مفید بیشتر از ۱۰۰۰ مترمربع تقسیم شده اند.

استاندارد ۱۴۲۵۴ - ساختمان های غیر مسکونی به دو دسته ساختمان های اداری دولتی و ساختمان های اداری خصوصی تقسیم شده اند.



ممیزی انرژی در ساختمان؟

■ ممیزی انرژی در ساختمان شامل یک معاینه دقیق به منظور تعیین:

- ۱- چگونگی مصرف انرژی واحد
- ۲- برآورد میزان هزینه‌های اولیه ← جهت کاهش مصرف انرژی ساختمان می‌باشد .
- ۳- ارائه یک برنامه پیشنهادی



ممیزی انرژی ساختمان می تواند به عنوان روش اندازه گیری و ثبت مصرف انرژی واقعی در یک مجموعه ساختمانی و اساساً به جهت هدف کاهش و کمینه کردن مصرف انرژی (بیان شده در واحد مصرف انرژی و نه ارزشهای مالی) شناسایی شود. ممیزی انرژی حیطة هایی را که انرژی بطور مؤثر استفاده می شود و یا به هدر می رود را شناسایی می کند. همچنین حیطة هایی که بیشترین پتانسیل برای صرفه جویی انرژی را دارا هستند و برای استقرار الگوی مصرف مناسب می باشند را شناسایی می کند. به عبارت دیگر ممیزی انرژی، درک چگونگی مصرف انرژی در ساختمان و چگونگی ارتباط اجزاء سیستم با یکدیگر و نحوه اثرگذاری محیط خارجی بر ساختمان از لحاظ انتقال انرژی می باشد. رویکردهای مختلفی به ممیزی انرژی ساختمان وجود دارد ولی مراحل زیر تقریباً در همه رویکردها مشترک است:



مرحله ۱: ممیزی داد همهای تاریخی

مرحله ۲: ارزشیابی کلی

مرحله ۳: تجزیه و تحلیل و مطالعه تفصیلی

xxx
kWh/m².year



اولین دوره ممیزی و بازرسی انرژی سازمان نظام مهندسی ساختمان استان اصفهان

یک ممیزی انرژی کامل به غیر از هدف صرفه جویی انرژی می تواند به عنوان یک ابزار کمکی در مورد ایجاد یک بانک اطلاعات و سوابق مصرف انرژی، پیش بینی هزینه های انرژی، بیان الگوهای مصرف و نسبت های کارآیی استقرار بازنگری های عملی و اجرایی بکار گرفته شود.

برای آشنایی بیشتر با مفهوم ممیزی انرژی، ارائه تعاریف و واژگانی در این زمینه ضروری به نظر می رسد.

اولین تعریف ممیزی انرژی مربوط به **ANSI** است طبق این تعاریف استاندارد ممیزی مطالعه ای روشنمند یا یک ارزیابی جهت جمع آوری اطلاعات میباشد .

سازمان جهانی استاندارد برای استاندارد سازی نیز تعاریف خود را در قالب ایزو (استاندارد ISO 19011) ارائه کرده است که شامل موارد زیر میباشد:

۱. ممیزی Audit

ممیزی عبارت از یک فرآیند نظام مند، مستقل و مکتوب برای گردآوری شواهد ممیزی و ارزیابی عینی آن به منظور تعیین میزان برآورده شدن معیارهای ممیزی می باشد.

۲. برنامه ممیزی Audit Program

برنامه ممیزی عبارت از مجموعه ای از یک یا چند ممیزی برنامه ریزی شده در یک چارچوب زمانی مشخص و با هدف دستیابی به هدفی خاص است.

۳. معیارهای ممیزی Audit Criteria

معیارهای ممیزی عبارت از مجموعه ای از خط مشی ها، روشهای اجرایی یا الزاماتی که به عنوان م أخذ مورد استفاده قرار می گیرند می باشد.

۴. شواهد ممیزی Audit Evidence

شواهد ممیزی، عبارتند از سوابق، اظهارات و گزلهشات مربوط به واقعیات عینی یا سایر اطلاعات مرتبط با معیارهای ممیزی و قابل رسیدگی. شواهد ممیزی ممکن است کمی و یا کیفی باشند.

۵. یافته های ممیزی Audit Findings

یافته های ممیزی عبارتند از نتایج حاصل از ارزیابی شواهد جمع آوری شده، نسبت به معیاره ای ممیزی . یافته های ممیزی ممکن است حاکی از انطباق یا عدم انطباق نسبت به معیارهای ممیزی باشند، یا امکان بهبود را شناسایی کند .

۶. نتیجه گیریهای ممیزی Audit Conclusion

نتیجه گیریهای ممیزی، عبارتست از ماحصل یک ممیزی، که پس از بررسی و در نظر گرفتن مش اهدات و همه یافته های ممیزی، توسط گروه ممیزین ارائه می گردد .

۷. متقاضی ممیزی Audit Clients

متقاضی ممیزی عبارتست از سازمان یا شخصی که خواستار انجام یک ممیزی توسط میزان میشود.

۸. ممیزی شونده Auditee

ممیزی شونده، عبارتست از سازمانی که مورد ممیزی قرار میگیرد.

۹. ممیز Auditor

ممیز، عبارتست از شخص واجد مهارت و شایستگی، که ممیزی را برگزار می نماید. بطور کلی ممیز کسی است که قابلیت لازم برای ممیزی مورد نظر را احراز کرده باشد.

۱۰. گروه ممیزی Audit Team

گروه ممیزی، عبارتست از یک یا چند ممیزی که یک عملیات ممیزی را اجرا می نمایند.

۱۱. کارشناس فنی Technical Expert

کارشناس فنی، فردی است که دانش یا تخصص ویژه‌ای را در رابطه با موضوع ممیزی ارائه می کند. دانش ویژه یا تخصصی، عبارت از دانش یا مهارت تخصصی درباره سازمان، فرآیند یا فعالیتی که قرار است ممیزی شود، یا زبان و راهنماییهای فرهنگی دیگر می باشد.

۱۲. شایستگی Competence

شایستگی عبارتست از توانایی اثبات شده در مورد بکارگیری مهارت و دانش.

در کنار این تعاریف، روش شناسی ممیزی نیز به درک مراحل ممیزی انرژی کمک کرده و حد و آن را روشنتر می نماید .



انواع ممیزی انرژی :

قبل از شروع به ممیزی انرژی، داشتن یک تصور کلی از هدف پروژه و میزان تلاشی که برای برآوردن انتظارات آن، باید صورت بگیرد، مفید است. چهار نوع یا سطح عمده از ممیزی انرژی وجود دارد که هر یک، ممکن است توقعات مورد انتظار از ممیزی را برآورده کند. سطوح اصلی ممیزی، به ترتیب افزایش پیچیدگی عبارتند از:

نوع ۰ - ممیزی بهینه کاوی (**Benchmarking audit**)

نوع ۱ - ممیزی عبوری : (**Walk through audit**)

نوع ۲ - ممیزی استاندارد

نوع ۳ - شبیه سازی کامپیوتری





نوع ۰ - ممیزی بهینه کاوی (Benchmarking audit)

در این نوع ممیزی، بر اساس قبوض مصرف انرژی، یک تحلیل مفصل مقدماتی از میزان مصرف انرژی و هزینه های آن، انجام می گیرد و شاخص های معیاری نظیر مصرف انرژی سالانه در واحد سطح (**British » BTU thermal unit** « در فوت مربع « **Square foot** « در سال) و بهای انرژی مصرفی سالانه در واحد سطح (**Dollars of energy per square foot per year**)، تعیین میشود.

نوع ۱ - ممیزی عبوری : (Walk through audit)

ممیزی عبوری، همانطور که از نامش پیداست، گشت زنی در ساختمان به منظور بازرسی چشمی هر یک از سیستم های مصرف انرژی است. این روش معمولاً، شامل ارزیابی اطلاعات مربوط به مصرف انرژی برای تحلیل میزان مصرف و الگوهای مصرف است، همچنین نتایج حاصل از تحلیل با میانگین های صنعتی یا معیارهای موجود برای ساختمانهای مشابه، مقایسه می شود. با اینکه این روش کم هزینه ترین نوع ممیزی است اما می تواند تخمین اولیه ای از پتانسیل صرفه جویی و فهرستی از فرصت های کم هزینه برای بهینه سازی مصرف، از طریق اصلاح روشهای بهره برداری و نگهداری ارائه کند.



نوع ۲ - ممیزی استاندارد

ممیزی استاندارد برای کمی سازی انرژی و تلفات آن، و از طریق مرور و تحلیل دقیق تر مشخصات تجهیزات، سیستمها، و روش های بهره برداری انجام می گیرد. این تحلیل ممکن است شامل برخی اندازه گیری ها و تست ها در محل ساختمان نیز باشد که برای کمی نمودن مصرف انرژی و بازده سیستم های مختلف لازم است.

نوع ۳ - شبیه سازی کامپیوتری

ممیزی سطح ۳ جزئیات بیشتری از مصرف انرژی توسط کارکرد و ارزیابی جامع تری از الگوهای مصرف انرژی را در برمی گیرد. این روش با استفاده از نرم افزارهای شبیه سازی کامپیوتر اجرا می شود و در آن ممیز، یک شبیه سازی کامپیوتری از سیستم های ساختمان ایجاد خواهد کرد که می تواند با در نظر گرفتن شرایط آب و هوایی و متغیرهای دیگر، مصرف یک ساله انرژی را پیش بینی کند. هدف ممیز، ایجاد یک مدل پایه منطبق با مصرف واقعی انرژی ساختمان است.



روش انجام مراحل مختلف ممیزی ساختمان :

۱. تجزیه و تحلیل و شناسایی ساختمانهای موجود

انواع ساختمان، دسته بندی ساختمانها، میزان مصرف انرژی بر واحد سطح، قیمتها و هزینه 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 کوئلها و رادیاتورها

۵. جمع آوری اطلاعات مربوطه به ساختمان

نقشه های ساختمان، نقشه های تأسیسات و قبوض مصرف انرژی



روش انجام مراحل مختلف ممیزی ساختمان :

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 سایر موارد

۸. برآورد اقتصادی

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

۹. ارائه مدل های مختلف اجرای طرح های 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



فرآیند ممیزی :

اولین مرحله در هر ممیزی انرژی باید جمع آوری قبوض انرژی و انجام ممیزی بهینه کاوی باشد و وقتی که سطح واقعی ممیزی مورد نیاز تعیین شد، می توانید اطلاعاتی در مورد اجزای ساختمانی و مکانیکی که بر مصرف انرژی ساختمان تأثیر می گذارند جمع آوری نموده و اطلاعاتی هم در مورد مشخصات بهره برداری از ساختمان تهیه کنید.

کارهای قبل از بازدید :

کارهای قبل از دیدن محل، برای شناخت جنبه های اساسی ساختمان مهم است. این آماده سازی اولیه کمک می کند تا بازدیدی با بالاترین بهره وری زمانی داشته باشید و ایجاد مزاحمت برای ساکنین ساختمان را نیز به کمترین میزان می رساند.





مبحث نوزدهم:

صرفه جویی در مصرف انرژی

مقررات ملی ساختمان

۱۳۸۱

تعیین گروه و گونه بندی ساختمان مطابق مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان



گروه بندی استانها از نظر میزان مصرف انرژی مورد نیاز براساس مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان

گروه	نیاز به انرژی	نام استانها
الف	زیاد	هرمزگان، بوشهر، آذربایجان شرقی، چهارمحال و بختیاری، اردبیل، آذربایجان غربی، همدان، خوزستان و زنجان
ب	متوسط	اصفهان ، سمنان، کردستان، قزوین، کرمان، کرمانشاه، مرکزی، فارس، ایلام، خراسان شمالی، خراسان جنوبی و خراسان رضوی
ج	کم	لرستان، گیلان، قم، گلستان، مازندران، سیستان و بلوچستان، کهگیلویه و بویراحمد و یزد

۱۹-۲-۲-۱ گونه بندی کاربری ساختمان

ساختمانها از نظر نوع کاربری به چهار گروه الف تا د تقسیم می شوند.

گروه بندی کاربری در این مبحث بر اساس سه عامل زیر تعیین شده است:

۱- نوع تداوم استفاده از ساختمان در طول سال و در طول شبانه روز

۲- شدت اختلاف دمای احتمالی بین داخل و خارج ساختمان

۳- اهمیت تثبیت دمای فضاهای داخل ساختمان

نوع کاربری الف	مسکونی، بیمارستان، هتل، مهمانسرا، آسایشگاه، مرکز تحقیقاتی، خوابگاه، زایشگاه، سردخانه
نوع کاربری ب	ایستگاه رادیو و تلویزیون، مرکز اصلی یا فرعی مخابرات، مرکز اصلی یا شعبه بانک، ایستگاه اصلی و مرکز کنترل مترو، بخش اداری ساختمان صنعتی، ساختمان آموزشی، خانه بهداشت، ساختمان پست و پلیس و آتشنشانی، مجتمع فنی - حرفه ای، سالن غذخوری، دانشسرا و مرکز تربیت معلم، ساختمان آموزشی دانشگاهی، ساختمان اداری یا تجاری بزرگ ، کتابخانه.
نوع کاربری ج	اردوگاه جهانگردی، بنای یادبود، ترمینال فرودگاه بین المللی یا داخلی، استادیوم ورزشی سرپوشیده، فروشگاه، تعمیرگاه بزرگ، کارخانه صنعتی (غیر از موارد ذکر شده در کاربری د)، نمایشگاه، باشگاه، تاتر، سینما، سالن اجتماع و کنفرانس.
نوع کاربری د	انبار، تعمیرگاه کوچک، کارگاه کوچک، کارخانه صنعتی اتومبیل سازی، نورد و ذوب فلزات، سیلو و مشابه آنها، پارکینگ در طبقات، آشیانه حفاظتی هواپیما، ساختمان ایستگاه وسایل نقلیه زمینی، ساختمانهای میوه و تر بار، ایستگاه فرعی مترو، ترمینال راه آهن، پناهگاه، ساختمان کشتارگاه.

در صورتی که بخش یا بخش هایی از ساختمان با مساحت بیش از ۱۵۰ متر مربع و با کاربری متفاوت از کاربری عمومی ساختمان (کاربری بخش بزرگتر ساختمان) جزو فضاهای داخلی ساختمان محسوب شود لازم است برای هر بخش گروه بندی جداگانه در نظر گرفته شود و مقررات خاص مربوط به آن گروه بندی رعایت شود.



۱۹-۲-۲-۲ گونه بندی جغرافیایی نیاز انرژی گرمایی - سرمای سالانه ساختمان

مناطق مختلف کشور از نظر سطح نیاز انرژی گرمایی - سرمای سالانه ، به سه گروه تقسیم می گردند:

- نیاز انرژی گرمایی - سرمای کم
- نیاز انرژی گرمایی - سرمای متوسط
- نیاز انرژی گرمایی - سرمای زیاد



گونه‌بندی جغرافیایی نیاز انرژی گرمایی - سرمایی سالانه محل ساختمان

نام شهر	نیاز انرژی	نیاز گرمایی زیاد	نیاز سرمایی زیاد	گرم و مرطوب
۱	آبدان	زیاد	x	
۲	آبادچی - فریدن	زیاد	x	
۳	آباده	متوسط	x	
۴	آبعلی	زیاد	x	
۵	آجی‌چای	زیاد		
۶	آزادشهر	کم		x
۷	آستارا	متوسط	x	
۸	آغاچاری	زیاد		x
۹	آمل	کم		
۱۰	اوج	زیاد	x	
۱۱	احمدآباد - درودزن	متوسط	x	
۱۲	احمدوند	متوسط	x	
۱۳	اختوان گلپایگان	زیاد	x	
۱۴	اراک	متوسط	x	
۱۵	اردبیل	زیاد	x	
۱۶	اردستان	متوسط	x	
۱۷	اردکان - فارس	متوسط	x	
۱۸	ارومیه	زیاد	x	
۱۹	استور	متوسط	x	
۲۰	اسدآباد - بیرجند	متوسط	x	
۲۱	اسکو	زیاد	x	
۲۲	اصفهان	متوسط	x	
۲۳	افراچال	کم		





۱۹-۲-۲-۳ گونه بندی سطح زیر بنای مفید ساختمان

ساختمان ها از نظر سطح زیر بنای مفید به دو گروه تقسیم می گردند:

- زیربنای مفید کمتر از یا مساوی با ۱۰۰۰ متر مربع
- زیربنای مفید بیش از ۱۰۰۰ متر مربع

۱۹-۲-۲-۴ گونه بندی شهر محل استقرار ساختمان

شهرها در این مبحث به دو گروه تقسیم می گردند:

- شهرهای بزرگ: مراکز استانها و شهرهای با بیش از یک میلیون نفر جمعیت

- شهرهای کوچک: شهرهای با کمتر از یک میلیون نفر جمعیت که مرکز استان نیستند.



۱۹-۲-۲-۵ گروه بندی ساختمانها از نظر میزان صرفه جویی در مصرف انرژی

- گروه ۱- ساختمانهای با صرفه جویی در مصرف انرژی زیاد
- گروه ۲- ساختمانهای با صرفه جویی در مصرف انرژی متوسط
- گروه ۳- ساختمانهای با صرفه جویی در مصرف انرژی کم
- گروه ۴- ساختمانهای بدون صرفه جویی در مصرف انرژی

شهرهای کوچک		شهرهای بزرگ		طبقه بندی جغرافیایی از نظر نیاز انرژی (ب-۳-۱)	گروه بندی انواع کاربری ساختمانها (ب-۳-۲)
زیربنای بیش از ۱۰۰ متر مربع	زیربنای کمتر از ۱۰۰ متر مربع	زیربنای بیش از ۱۰۰ متر مربع	زیربنای کمتر از ۱۰۰ متر مربع		
گروه ۲	گروه ۲	گروه ۱	گروه ۱	زیاد	الف
گروه ۳	گروه ۲	گروه ۲	گروه ۲	متوسط	
گروه ۴	گروه ۴	گروه ۳	گروه ۳	کم	ب
گروه ۲	گروه ۲	گروه ۱	گروه ۲	زیاد	
گروه ۳	گروه ۳	گروه ۲	گروه ۳	متوسط	ج
گروه ۴	گروه ۴	گروه ۳	گروه ۴	کم	
گروه ۲	گروه ۲	گروه ۲	گروه ۲	زیاد	د
گروه ۳	گروه ۳	گروه ۳	گروه ۳	متوسط	
گروه ۴	گروه ۴	گروه ۴	گروه ۴	کم	د
گروه ۴	گروه ۴	گروه ۴	گروه ۴	متوسط	
گروه ۴	گروه ۴	گروه ۴	گروه ۴	کم	د
گروه ۴	گروه ۴	گروه ۴	گروه ۴	متوسط	
گروه ۴	گروه ۴	گروه ۴	گروه ۴	کم	د
گروه ۴	گروه ۴	گروه ۴	گروه ۴	متوسط	

جدول ب-۳-۳ گروه بندی ساختمانها از نظر نیاز به صرفه جویی انرژی (۱)



۱۹-۲-۳ عوامل ویژه فرعی

- شرایط بهره گیری از انرژی خورشیدی

- نوع انرژی مصرفی (برقی و غیر برقی) برای تأمین گرمایش، سرمایش و آب گرم مصرفی

- نسبت سطح پوسته خارجی نورگذر ساختمان به سطح زیربنای مفید آن

- استفاده از سیستم های نوین تهویه

- نحوه استفاده از ساختمان با کاربری غیر مسکونی (مداوم یا منقطع)

۱۹-۲-۳-۱ گونه بندی از نظر شرایط بهره گیری از انرژی خورشیدی

- وجود امکان بهره گیری از انرژی خورشیدی

- عدم وجود امکان بهره گیری از انرژی خورشیدی

۱۹-۲-۳-۲ گونه بندی از نظر نوع انرژی مصرفی

ساختمانها از نظر نوع انرژی مصرفی به دو بخش تقسیم می گردند:

غیر برقی: ساختمانهایی که کمتر یا مساوی ۵۰٪ انرژی مصرفی آنها جهت گرمایش، سرمایش، تهویه مطبوع از نوع برقی است.

برقی: ساختمانهایی که بیش از ۵۰٪ انرژی مصرفی آنها جهت گرمایش، سرمایش، تهویه و تهویه مطبوع از نوع برقی است.

در ساختمانهایی که گرمایش با استفاده از سیستم **غیر برقی** صورت می گیرد:

- اگر سرمایش توسط سیستم های تبخیری یا جذبی تأمین گردد نوع انرژی مصرفی غیر برقی تلقی می گردد.
- اگر سرمایش توسط سیستم های **مکانیکی برقی** تأمین گردد نوع انرژی مصرفی برقی تلقی می گردد.

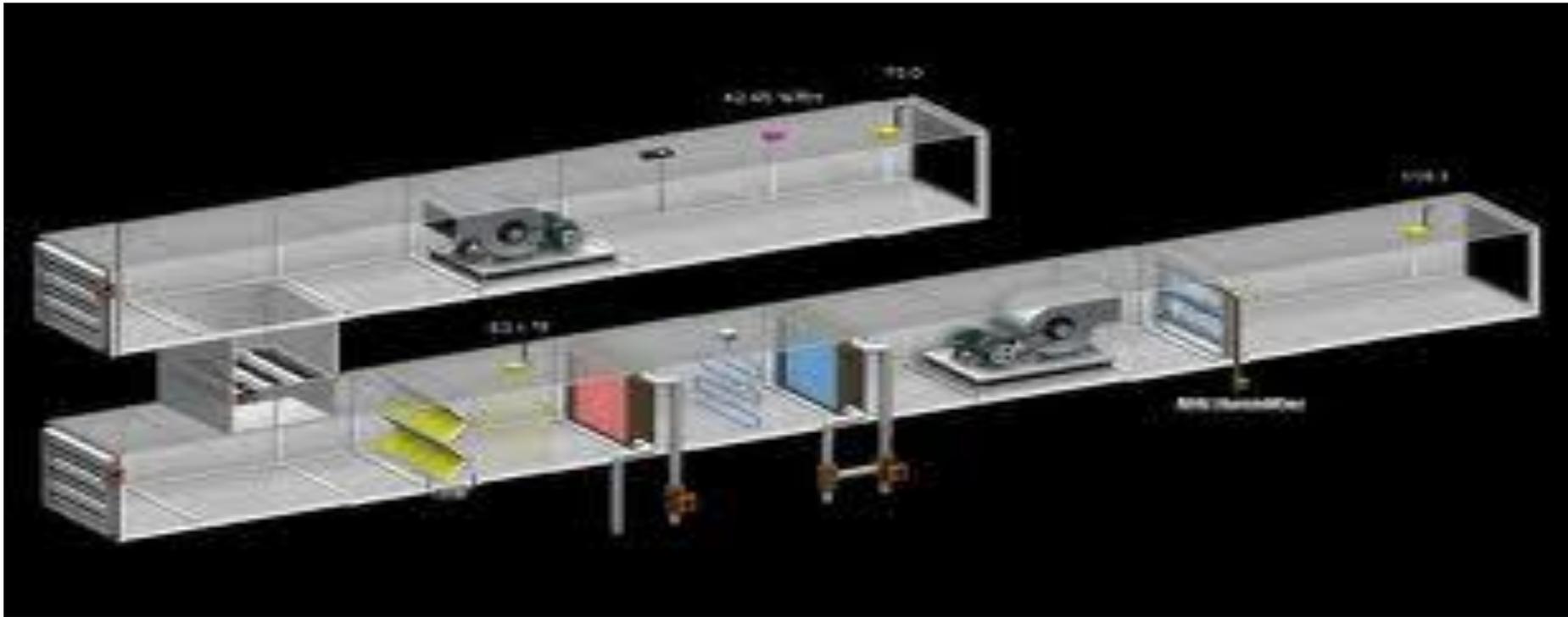
در ساختمانهایی که گرمایش با استفاده از سیستم های برقی صورت می گیرد نوع انرژی مصرفی برقی تلقی می گردد.



۱۹-۲-۳-۳ گونه بندی از نظر استفاده از سیستم های نوین تهویه

- استفاده از سیستم های نوین تهویه

- عدم استفاده از سیستم های نوین تهویه





۱۹- ۲- ۳- ۴ گونه بندی از نظر نسبت سطح پوسته خارجی نورگذر ساختمان به سطح زیربنای مفید آن

AG: سطح پوسته خارجی نورگذر

Ah: سطح زیربنای مفید

برای ساختمانهای گروه ۱:

الف) نسبت سطح پوسته خارجی نورگذر به سطح زیربنای مفید ساختمان کمتر از یا مساوی با ۱:۱۲

$$(AG \leq Ah/12)$$

ب) نسبت سطح پوسته خارجی نورگذر به سطح زیربنای مفید ساختمان بیشتر از ۱:۱۲

$$(AG > Ah/12)$$



برای ساختمانهای گروه ۲ و ۳:

الف) نسبت سطح پوسته خارجی نورگذر به سطح زیربنای مفید ساختمان کمتر از یا مساوی با ۱:۹
($AG \leq Ah/9$)

ب) نسبت سطح پوسته خارجی نورگذر به سطح زیربنای مفید ساختمان بیشتر از ۱:۹
($AG > Ah/9$)



۱۹-۲-۳-۵ گونه بندی ساختمانها با کاربری غیر مسکونی

ساختمانهای غیر مسکونی از نظر نحوه استفاده به دو بخش تقسیم می گردند:

- **استفاده منقطع:** در صورتی استفاده از ساختمان (یا بخشی از آن) منقطع تلقی می شود که بتوان در هر شبانه روز حداقل ده ساعت کنترل دما (در محدوده دمای متعارف در زمان اشغال فضاها) را متوقف کرد.
- **استفاده مداوم:** در صورتی استفاده از ساختمان (یا فضاهای داخلی آن) مداوم تلقی می شود که تعریف استفاده منقطع در مورد ساختمان (یا فضای مربوطه) صادق نباشد.

اگر از بعضی فضاهای ساختمان بصورت مداوم، و از برخی دیگر بصورت منقطع استفاده گردد، نوع استفاده از بخش بزرگتر ملاک تصمیم گیری برای کل ساختمان است مگر آنکه مساحت بخش یا بخشهای کوچکتر بیش از ۱۵۰ متر مربع باشد. در این صورت محاسبات حرارتی هر نوع فضا باید بصورت مستقل انجام شود.

فضاهای با استفاده منقطع، در حالت های زیر با استفاده مداوم تلقی می شوند:

- اینرسی حرارتی زیاد جداره‌های فضاهای مربوطه
- فضاهایی که در آن دما را نمی توان بیش از ۷ درجه سانتیگراد زیر محدوده دمای متعارف پایین آورد.

Economic housing



XXX
kWh/m².year

Full energy consumption building



راهکار	وضعیت ساختمان	انرژی مصرفی ساختمان (Kwh/m ²)
وضعیت موجود را حفظ کنید	بسیار خوب	کمتر از ۲۰۰
مصارف انرژی ساختمان را مورد بازنگری قرار داده و راهکارهای جلوگیری از تلفات انرژی را در آن بیابید.	دارای مشکل	بین ۲۰۰ تا ۳۰۰
برنامه‌های بهینه‌سازی مصرف انرژی را به اجرا درآورید. به این منظور حتماً از خدمات مشاوره‌ای کارشناسان انرژی بهره‌مند شوید.	دارای مشکلات اساسی	بین ۳۰۰ تا ۴۰۰
بازبینی سیستم‌های مصرف کننده انرژی و در صورت امکان تعویض آن	سیستم‌های موجود غیرکارا می باشند	بیش از ۴۰۰

بررسی ساختمان نمونه:



گاز طبیعی 124387 m^3

1693122 Kwh

8400 m^2



۱- متوسط انرژی حرارتی مصرفی سالانه

۲- متوسط انرژی الکتریکی مصرفی سالانه

۳- مساحت کل زیربنا ساختمان

انرژی حرارتی مصرفی در طول یک سال : $124387 \text{ m}^3/\text{year} * 39 \text{ Mj/m}^3 = 4851093 \text{ Mj/year}$

انرژی الکتریکی مصرفی در طول یک سال : 1693122 Kwh/year

کل مصرف انرژی ساختمان در طول سال :

$(4851093 \text{ Mj/year} * 0.27778 \text{ Kwh/Mj}) + 1693122 \text{ Kwh/year} = 3040658 \text{ Kwh/year}$

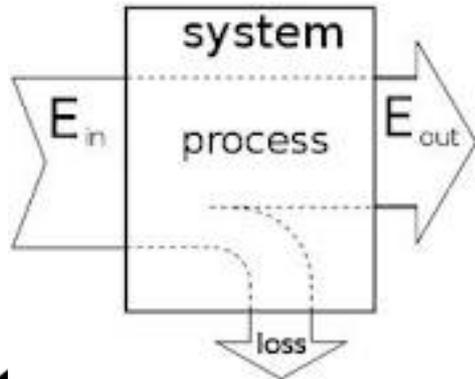
مساحت کل زیربنا ساختمان : 8400 m^2

وضعیت انرژی ساختمان :

$(3040658 \text{ Kwh/year}) / (8400 \text{ m}^2) = 362 \text{ Kwh/m}^2$

مشکلات بهره وری انرژی

ساختمان بسیار اساسی است.



وظایف پیش از بازدید (از محل)



- ❖ بررسی آماری مصارف و قبوض انرژی ساختمان
- ❖ تعیین نوع و میزان مصارف انرژی بخش های مختلف ساختمان

۱) اطلاعات مربوط به مصرف انرژی ساختمان را در یکی دو سال اخیر، جمع آوری و مرور کنید. اطلاعات را جدول بندی کرده و نمودار داده ها را رسم کنید. الگوی فصلی، جهش های غیر عادی و دقت قبض ها را بررسی کنید. رسم نمودار برای اطلاعات مربوط به مصرف و هزینه، درک نحوه مصرف انرژی هر ساختمان را آسانتر می کند.



وظایف پیش از بازدید (از محل)

جمع آوری اطلاعات ساختمان



❖ جمع آوری اطلاعات عمومی ساختمان اعم از نقشه های تاسیسات، الکتریکی و روشنایی و ...

❖ تهیه فهرست تجهیزات عمده مصرف کننده انرژی

❖ تهیه فهرست پارامترهای اندازه گیری جهت ممیزی ساختمان

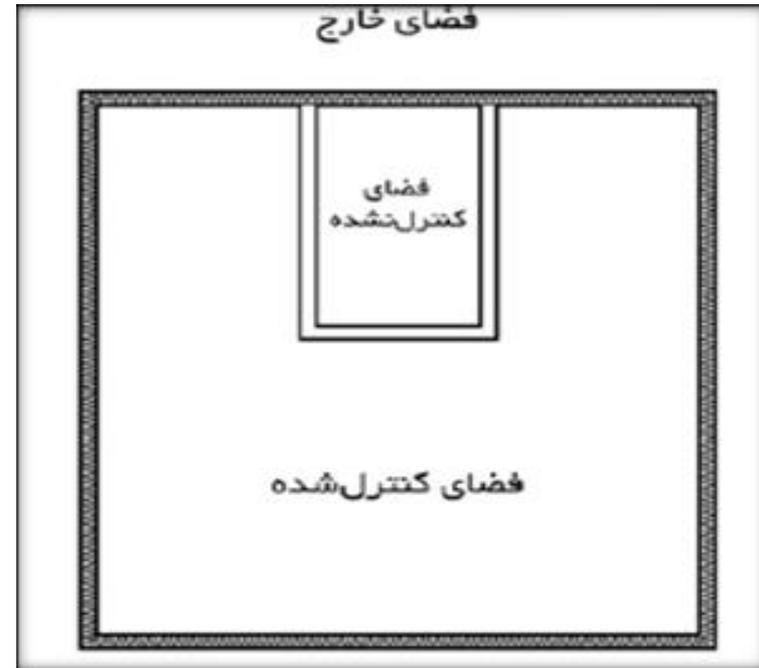
۲) نقشه ها و مشخصات مکانیکی، معماری و الکتریکی مربوط به بنای اصلی، و هرگونه توسعه یا بازسازی که بعدها انجام شده، را بدست آورید.

۳) بر روی کاغذی پلان ساده طبقات (**Simple floor plan**) ساختمان را رسم کنید. چند نسخه از آن تهیه کنید تا هنگام بازدید از محل، برای یادداشت برداری از آنها استفاده کنید.

از کپی های جداگانه برای یادداشت اطلاعات مربوط به محل تجهیزات **HVAC** و کنترل ها، نواحی گرمایشی، سطوح روشنایی و دیگر سیستمهای مربوط به انرژی استفاده کنید.

وظایف پیش از بازدید (از محل)

۴) بطور تقریبی مساحت فضایی را که قرار است بهینه سازی شود، با استفاده از ابعاد خارجی ساختمان و تعداد طبقات محاسبه کنید. نواحی را که قرار نیست بهینه سازی یا استفاده شوند می توان از مساحت تقریبی کم کرد.



فضای کنترل شده

بخش هایی از فضای داخل ساختمان، اعم از فضای زیستی و غیر زیستی، که به علت داشتن عملکرد خاصی، بطور مداوم و تا دمایی برابر و یا بالاتر (یا پایین تر) از دمای زیستگاه، گرم (یا خنک) می شوند. شرایط حرارتی آنها در ساختمانهای مجاور ساختمان مورد نظر، از نوع فضای کنترل شده تلقی می شوند مگر آنکه از نوع ذکر شده در تعریف فضاهای کنترل نشده باشند.



۵) شرح حالی از نمایه ساختمان که شامل سن بنا، وضعیت تصرف، توصیف بنا و شرایط فعلی سیستم های معماری، مکانیکی و الکتریکی آن می باشد، تهیه کنید.





تهیه پرسشنامه انرژی و تعیین سهم مصارف نامی

۱- اطلاعات عمومی ساختمان

۲- لیست کلیه مصرف کننده های الکتریکی و فسیلی ساختمان (منابع تامین انرژی؟)

۳- لیست تجهیزات موجود در موتورخانه (منابع تامین انرژی؟)

۴- لیست تجهیزات روشنایی (منابع تامین انرژی؟)

۵- بررسی مصالح بکاررفته در پوسته خارجی (اطلاعات پوشش های ساختمان)

۶- بررسی و تیپ بندی درب ها و پنجره ها و تعیین مسامت آنها

۶) از فرمهای ممیزی برای جمع آوری داده، سازماندهی و مستند سازی همه اطلاعات مربوط به ساختمان و تجهیزات استفاده کنید. نظام نامه ممیزی شامل چک لیستها و جداول زمانبندی تجهیزات است و فرم های دیگری نیز از منابع گوناگون وجود دارد. حتی می توانید خودتان فرمی برای برآوردن نیازهای خاص خود تهیه کنید. برای صرفه جویی در وقت، قبل از بازدید، تا جایی که ممکن است فرمها را با استفاده از نقشه ها و ویژگی های ساختمان پر کنید.



تعیین سهم مصارف انرژی تجهیزات (تراز نامی)

یکی از مواردی که کمک شایانی در راستای تعیین اولویت جهت انجام اندازه گیری و همچنین برنامه ریزی مدیریت انرژی ساختمان می کند بحث تراز نامی مصرف کننده های انرژی ساختمان (هم الکتریکی و هم فسیلی) می باشد لذا با توجه به اطلاعات جمع آوری شده در پرسشنامه انرژی نسبت تعیین میزان مصرف انرژی هر بخش و یا هر مصرف کننده خاص اقدام می نمائیم.

با در اختیار داشتن ساعات کار دستگاه و سایر اطلاعات ، مصرف انرژی برای هر وسیله یا دستگاه را می توان به شرح فرمول زیر محاسبه نمود:

$$E = Q * L * T$$

E- انرژی مصرفی بر حسب کیلووات ساعت و یا مگاژول بر ساعت

Q- توان مصرفی بر حسب کیلووات و یا مگاژول

L- بار، بدون واحد (ضریب همزمانی کارکرد)

T- ساعات کارکرد تجهیز



اولین دوره ممیزی و بازرسی انرژی سازمان نظام مهندسی ساختمان استان اصفهان

مثال :

یک موتور با قدرت ۱۰ اسب بخار (با کارایی ۸۵٪) یک کمپرسور را که ۲۴ ساعت در شبانه روز روشن است می چرخاند. تناوب کاری کمپرسور (با بار / بدون بار) ۳۰ درصد است میزان مصرف ماهانه آن را تعیین کنید؟

$$\text{کیلووات} \frac{\text{کیلووات}}{\text{اسب بخار}} = \frac{۱۰ \text{ اسب بخار}}{۰.۸۵} * ۰.۷۴۶ = ۸.۷۸ \text{ کیلووات}$$

$$\text{مصرف انرژی} = \frac{۱۹۲۲}{۸۲} \text{ Kwh/mo} = \frac{۷۳۰ \text{ ساعت}}{\text{ماه}} * ۰.۳۰ * ۸.۷۸ \text{ کیلووات} = \text{مصرف انرژی}$$

مثال :

یک دیگ آب گرم با ظرفیت حرارتی مشعل برابر ۱۰۰۰۰۰۰ کیلوکالری بر ساعت (با راندمان ۹۰٪) وظیفه تولید آب گرم یک ساختمان اداری را بعده دارد ساعات کاری ساختمان فوق ۸ ساعت در روز و ۲۵ روز در ماه بوده و دیگ فوق در هر ساعت ۲ دقیقه روشن و ۲ دقیقه خاموش است میزان مصرف ماهانه آن را تعیین کنید؟

با فرض مصرف سوخت گاز طبیعی و ارزش حرارتی ۸۶۰۰ کیلوکالری بر متر مکعب

$$\text{مصرف انرژی} = \frac{۴۶۵۲۲۲}{۲۲۲} \text{ Mj/mo} = \frac{۲۰۰ \text{ ساعت}}{\text{ماه}} * ۰.۵ * \frac{۴/۱۸۷ \text{ مگاژول}}{۱۰۰۰ \text{ کیلوکالری}} * \frac{۱۰۰۰۰۰۰ \text{ کیلوکالری}}{۰.۹۰} = \text{مصرف انرژی}$$

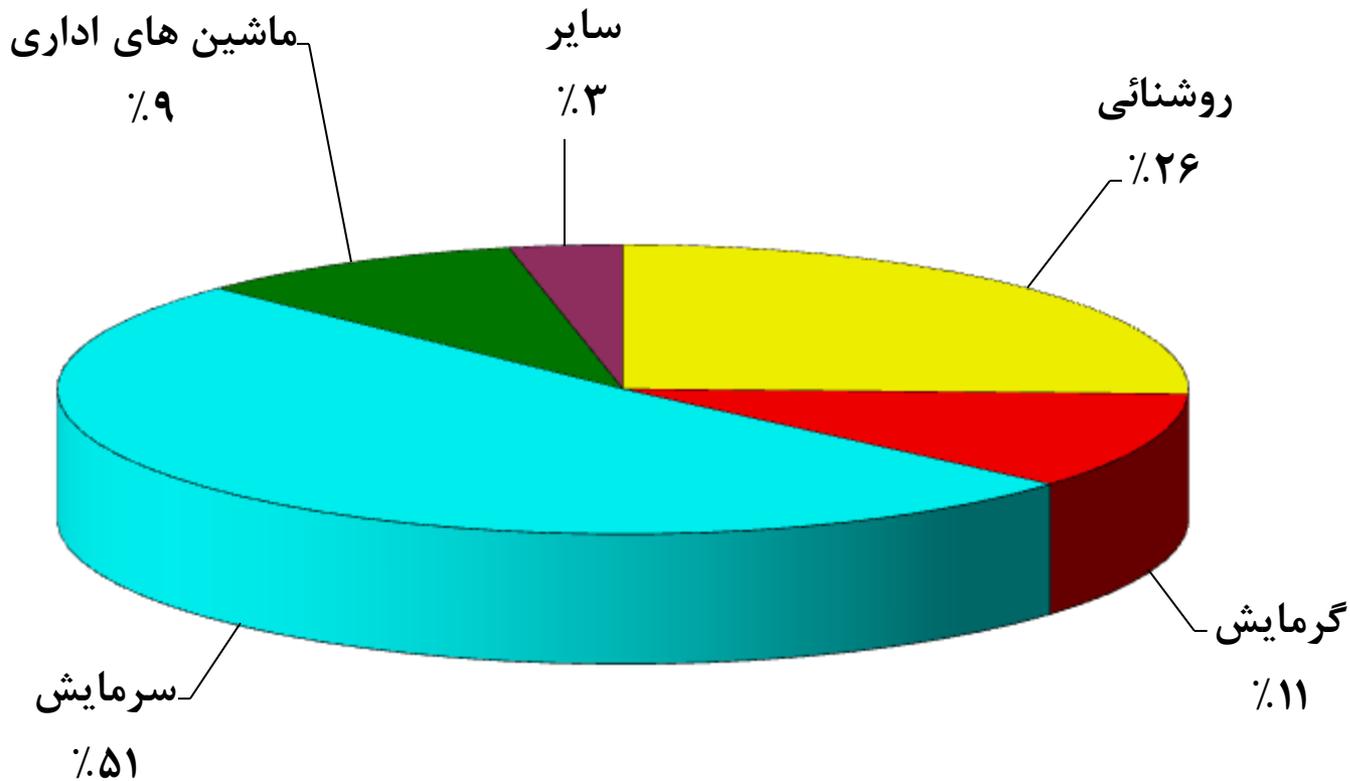


تجهیزات مصرف کننده انرژی در ساختمان اداری

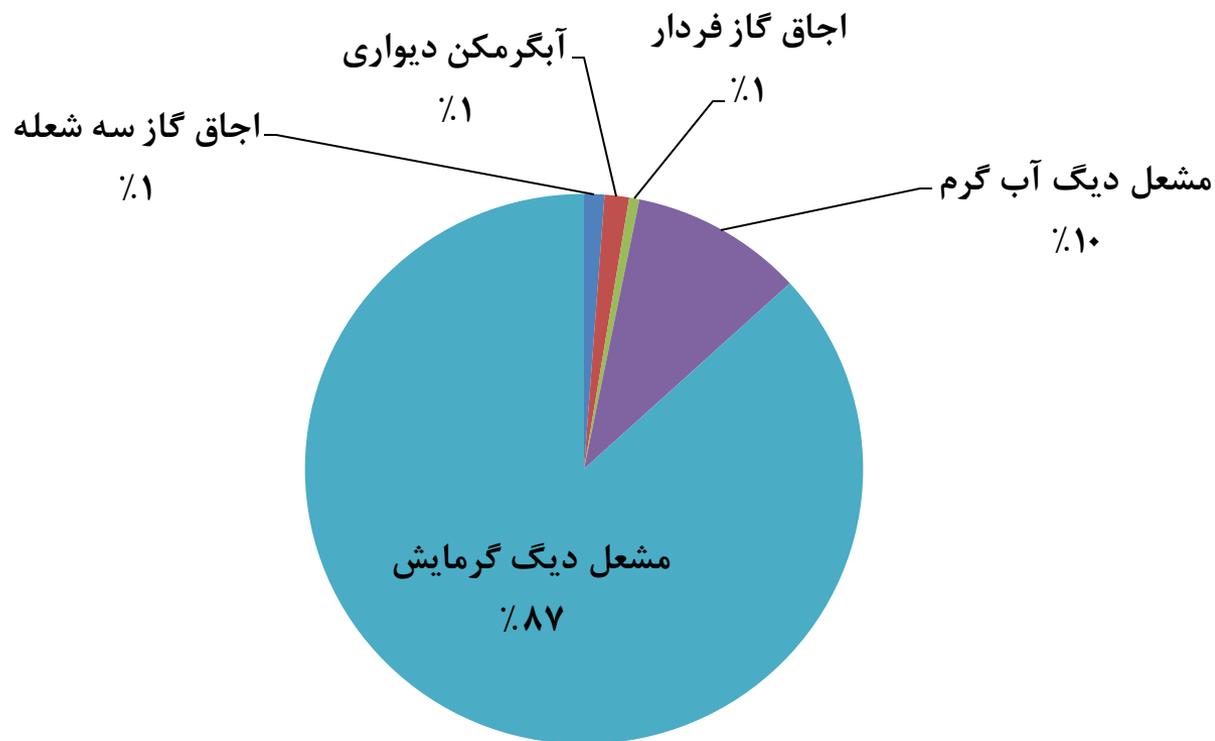
درصد	انرژی مصرفی فصل معتدل	تعداد روز	ساعت کارکرد	ضریب	توان مصرفی	تعداد	نام تجهیزات	نوع سیستم
مصرف برق	(KWh)	کارکرد	در ۲۴ hr	همزمانی	(KW)			
61.1	6716	60	8	0.8	0.053	330	فلورسنت	
4.1	449	60	8	0.8	0.03	39	"	
3.4	369	60	8	0.8	0.06	16	رشته ای	روشنائی
0.0	0	60	8	0.8	0.05	0	هالوژن	(داخلی)
0.1	7	60	8	0.8	0.018	1	کامپکت	
0.0	0	60	8	0.8	0.011	0	"	
68.6	7541				15.71			مجموع
0.0	0	0	8	0.9	0.08	5	فن کوئل ۴۰۰	
0.0	0	0	8	0.9	0.125	11	فن کوئل ۶۰۰	
0.0	0	0	8	0.9	0.17	26	فن کوئل ۸۰۰	تهویه
0.7	72	60	8	0.75	0.2	1	هواکش سرویسیها	
0.7	72				5.73			مجموع
0.2	18	60	2	0.5	0.15	2	تلویزیون (۲۱")	
16.7	1836	60	6	0.75	0.2	34	کامپیوتر	ماشین های
3.3	360	60	4	0.5	0.25	12	پرینتر	اداری
0.7	72	60	1	0.5	0.6	4	اسکندر	دستگاه های
0.8	84	60	4	0.5	0.1	7	فاکس	عمومی
5.2	576	60	8	0.8	0.3	5	دستگاه کپی	
26.8	2946				9.50			مجموع
2.0	216	60	12	1	0.15	2	یخچال	سایر
2.0	216	60	12	1	0.3	1	آب سرد کن	
3.9	432				0.6			مجموع
100.0	10991	کل انرژی مصرفی (فصل معتدل) =			31.54	: (دیماند کل مصرف کننده ها)		کل توان مصرفی



تراز نامی مصرف انرژی الکتریکی ساختمان اداری



تراز نامی مصرف انرژی حرارتی ساختمان



درصد	مصرف سالانه m ³ /year	تعداد روز کاری day/year	ساعت کارکرد hr/day	ظرفیت نامی m ³ /hr	تعداد	نام تجهیزات
۱.۱۸	۱۵۰۰	۲۵۰	۳	۰.۵	۴	اجاق گاز سه شعله
۱.۴۲	۱۸۰۰	۲۵۰	۳	۲.۴	۱	آبگرمکن دیواری
۰.۵۹	۷۵۰	۲۵۰	۳	۱	۱	اجاق گاز فردار
۱۰.۰۲	۱۲۷۵۰	۲۵۰	۳	۱۷	۱	مشعل دیگ آب گرم
۸۶.۷۹	۱۱۰۴۰۰	۱۲۰	۲۰	۲۳	۲	مشعل دیگ گرمایش
۱۰۰	۱۲۷۲۰۰					



شاخص های مصرف انرژی در ساختمان

۷) شاخص مصرف انرژی (**Energy Utilization Index**) را بر حسب **Btu/sq ft/year** یا بر حسب **Kwh/m2/year** محاسبه کنید و با استفاده از نمودار ارائه شده در بخش حسابداری انرژی، آن را با **EUI** های انواع ساختمان های مشابه مقایسه کنید. **EUI** با تبدیل مصرف سالانه انواع سوختها به **Btu** یا **Kwh** و تقسیم حاصل آن بر مساحت تقریبی ساختمان بر حسب فوت مربع یا مترمربع محاسبه می شود.

$$\text{شاخص مصرف انرژی در ساختمان} = \frac{\text{میزان مصرف انرژی یکسال (Annual Energy Consumption)}}{\text{مساحت زیربنای ساختمان (Building Area)}} = \text{Energy Consumption}$$

شاخص مصرف انرژی حرارتی (Heat Energy Consumption Index(MJ/m2.year)

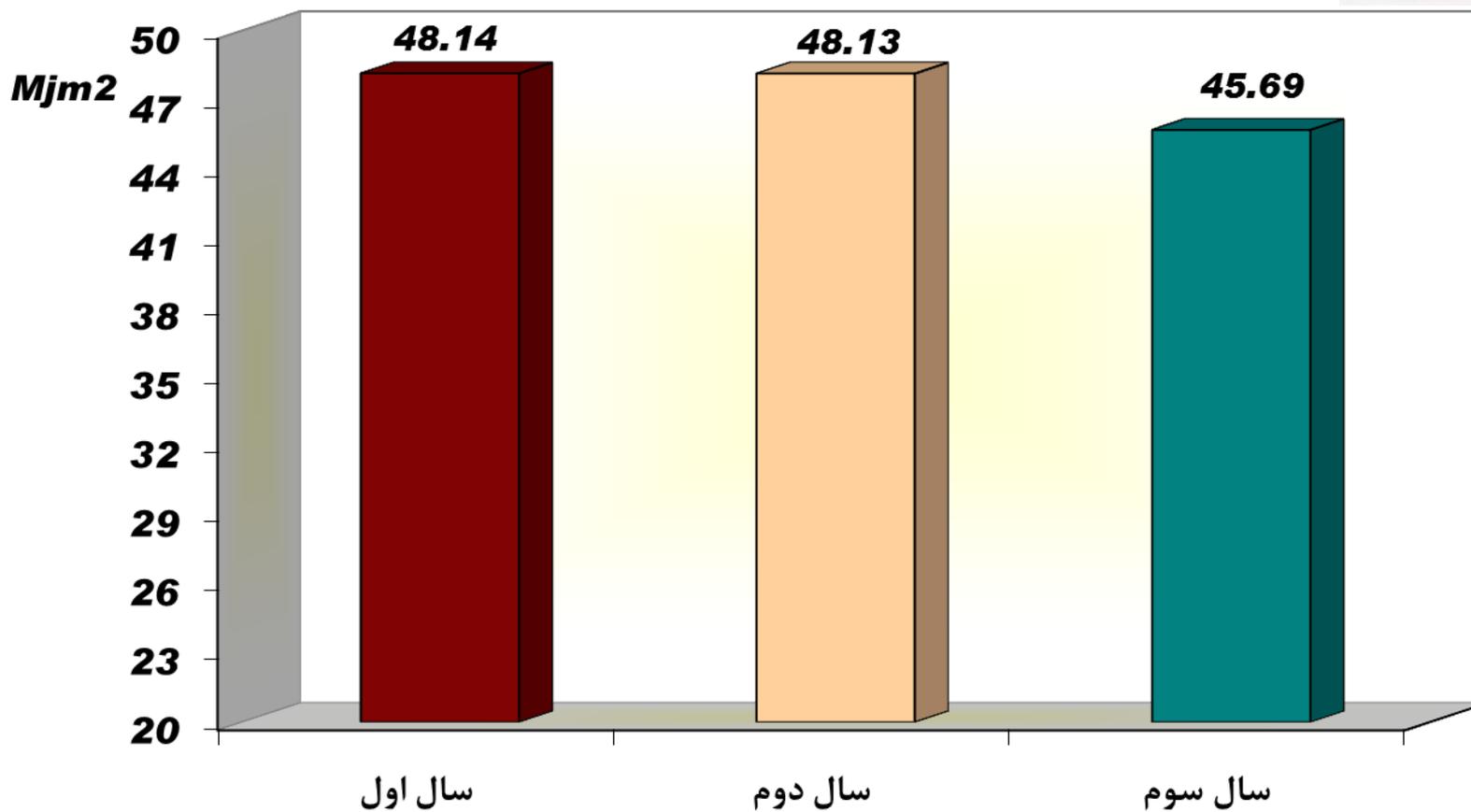
$$\text{مصرف سوخت طی یکسال} = \frac{\text{انرژی حرارتی سوخت (گاز طبیعی)* (Heating Value)}}{\text{مساحت کل فضاهاى کنترل شده (Total Heated Area)}}$$

شاخص مصرف انرژی الکتریکی (Electric Energy Consumption Index(Kwh/m2.year)

$$\text{کل انرژی الکتریکی برای تامین بار سرمایش، روشنایی، ماشینهای اداری و... ساختمان} = \frac{\text{(Total Electric Energy Cons)}}{\text{مساحت کل فضاهاى کنترل شده (Total Electric Area)}}$$



اولین دوره ممیزی و بازرسی انرژی سازمان نظام مهندسی ساختمان استان اصفهان



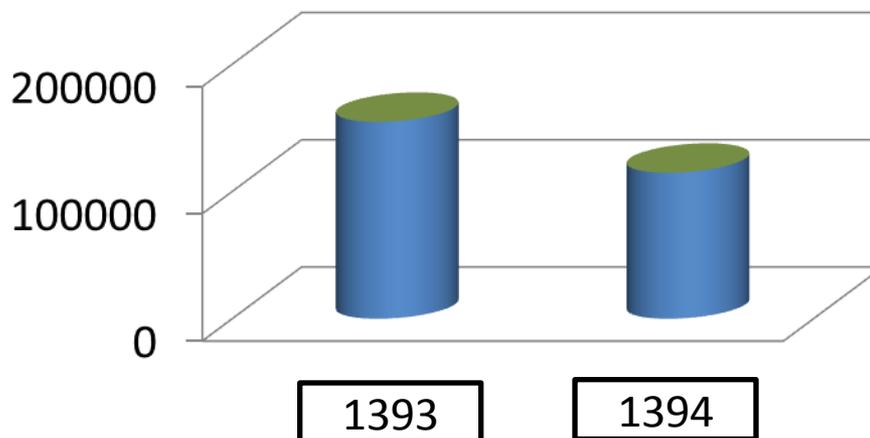


بررسی ساختمان نمونه:

ساختمان نمونه :

- ۱- متوسط انرژی حرارتی مصرفی سالیانه (گاز طبیعی) $124387 m^3$
- ۲- متوسط انرژی الکتریکی مصرفی سالیانه $1693122 Kwh$
- ۳- مساحت کل زیربنای مفید ساختمان $8400 m^2$

$$EUI = 10374725096(Btu) / 90416.8864(ft^2) = 114743.22(Btu/ft^2)$$





ایجاد یک طرح اولیه از محل :

طرح اولیه از محل ساختمان یا مجموعه را تهیه کنید
طرح فوق حاوی اطلاعات زیر :

- محل نسبی و طرح اجمالی ساختمان (ها)
- نام و شماره پلاک هر ساختمان، (اگر شماره ندارند عددی به آنها اختصاص دهید)
- سال بنای هر ساختمان و الحاقات آن
- متر مربع (مساحت زیر بنا) هر ساختمان و الحاقاتش
- محل، نوع انرژی های مصرفی و شماره شناسه کنتورهای ساختمان
- نواحی مربوط به هر کنتور
- محل تجهیزات و دستگاه های گرمایشی و سرمایشی
- پیکان نشان دهنده جهت شمال
- اطلاعات مربوط به شاخص انرژی ساختمان
- خروجی های ناشی از نمودارهای مصارف انرژی





وظایف حین بازدید از محل :

طوری برنامه ریزی کنید که حداقل یک روز کامل را صرف بازدید از هر ساختمان کنید .

همه ابزارهای مورد نیاز خود را هنگام بازدید از محل در دسترس داشته باشید. ابزارهای اولیه عبارتند از:

چاقوی جیبی - دوربین - دوربین دوچشمی -

ماشین حساب

دفترچه یادداشت



متر نواری



چراغ قوه



دستگاه ثبت کننده داده کوچک
Mini data logger



رطوبت سنج



نورسنج



دماسنج جیبی





■ قبل از بازدید ساختمان، نشستی با مدیر ساختمان داشته باشید و نمایه های مصرف انرژی را با هم مرور کنید.

■ پلان طبقه را در نقشه خود با ساختمان واقعی تطبیق دهید تا تفاوت اساسی با هم نداشته باشند. در پلان طبقه برای یادداشت محل تجهیزاتی مانند دیگهای بخار، چیلرها، آبگرم کن ها استفاده کنید.





- در حین گشت زنی در ساختمان، از تجهیزات مکانیکی، روشنایی، فضای کار داخلی، نواحی مشترک و راهروها و فضای خارجی از جمله پشت بام عکس بگیرید. این عکس ها به هنگام مستند سازی شرایط موجود و بحث مسائل و مشکلات با همکاران مفید واقع می شوند.
- مقدار پایه سطوح روشنایی، دما، رطوبت نسبی و ولتاژها را اندازه بگیرید.





■ بلافاصله پس از ممیزی، یادداشت هایتان را مرور کرده و ابهام زدایی کنید.

■ فهرست های (اقدامات بالقوه بهینه سازی انرژی) **Energy Conservation Measures**

و **O&M** (بهره برداری و نگهداری) پیشنهادی خود را مرور و اصلاح کنید. اقداماتی را که فاقد پتانسیل صرفه جویی هستند، حذف کرده و علت حذف هر یک را مستند سازی کنید.

■ همه چارتهها، نمودارها، توصیفات ساختمان، ورقه های اطلاعات ممیزی، اندازه عکس ها را در یک زونکن سه حلقه ای مرتب کنید.





حسابداری انرژی و تحلیل آن

باید مراحل زیر طی شود تا مطمئن شوید همه اطلاعات لازم برای انجام یک ارزیابی کامل و دقیق از مصرف انرژی را در اختیار دارید:

- اطمینان حاصل کنید که رو نوشت تمام صورت حساب ها را دریافت کرده اید.
- صورت حساب ها را برای هر ساختمان مرتب کنید.
- محل تمام کنتورهای اصلی و فرعی معلوم شود.
- تعداد کل کنتورها را با تعداد قبوض مطابقت داشته باشد.
- مشخص کنید هر کنتور مرتبط هست یا نه.
- مساحت تهویه شده محاسبه شود.





■ بارهای پایه :

بارهای پایه، سیستم های مصرف کننده انرژی هستند که مقدار پیوسته ای از انرژی در طول سال مصرف می کنند. بار پایه را می توان با ترسیم یک خط افقی که از نقطه میانگین کمترین مصرف برای هر نوع حامل انرژی، در یک نمودار مصرف انرژی یا هزینه می گذرد، ایجاد کرد.

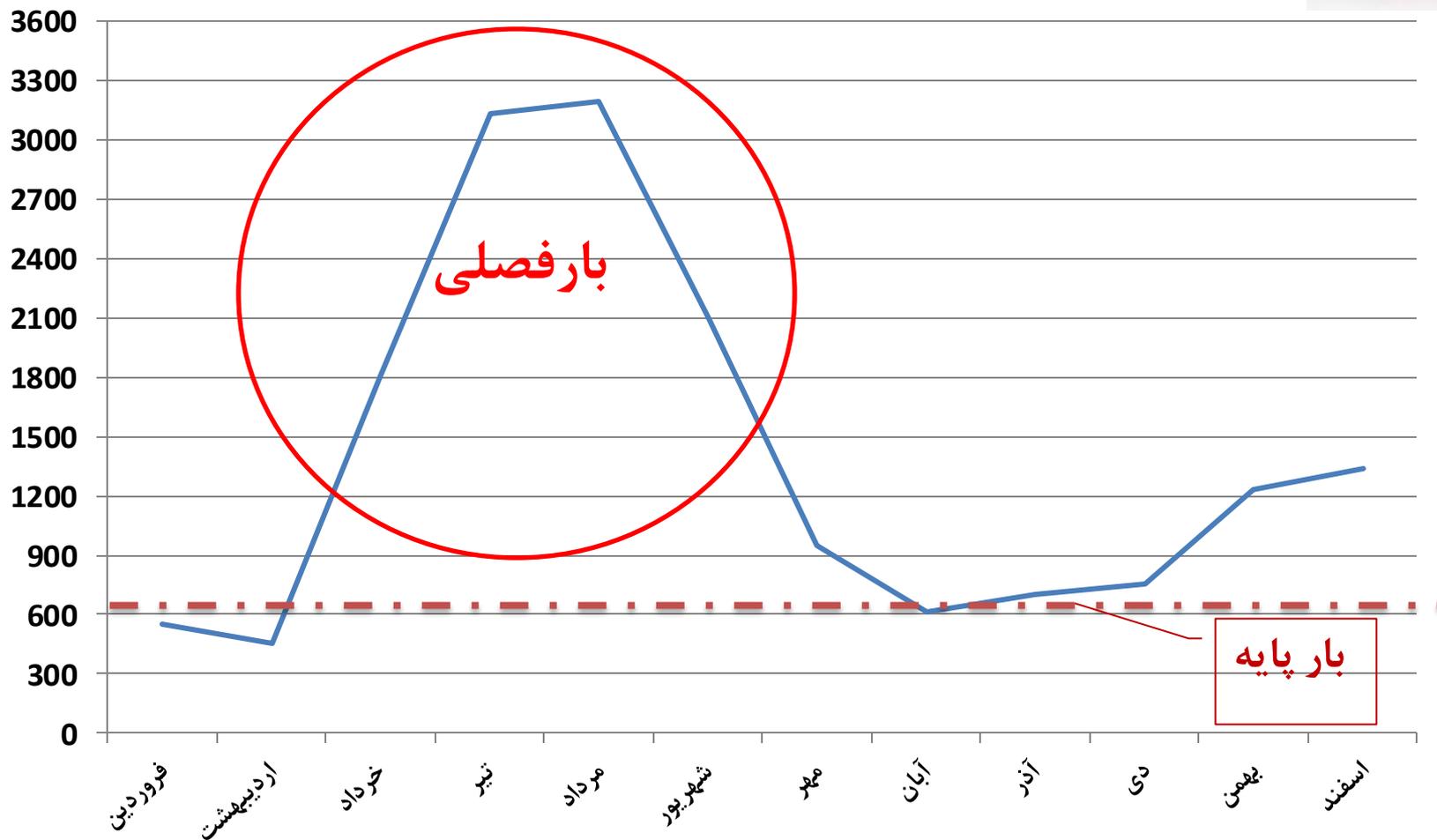
بار پایه نشان می دهد که تلاش های بهینه سازی باید در این زمینه متمرکز شود.

□ بارهای فصلی :

بارهای فصلی، مانند گرمایش و تهویه مطبوع، به عنوان بخشی از مصرف یا هزینه که در بالای خط بار پایه واقع شده، قابل تشخیص است. بارهای فصلی می تواند حائل تغییر در آب و هوا یا تغییر در بهره برداری از ساختمان، از جمله فصل مدرسه، باشند.

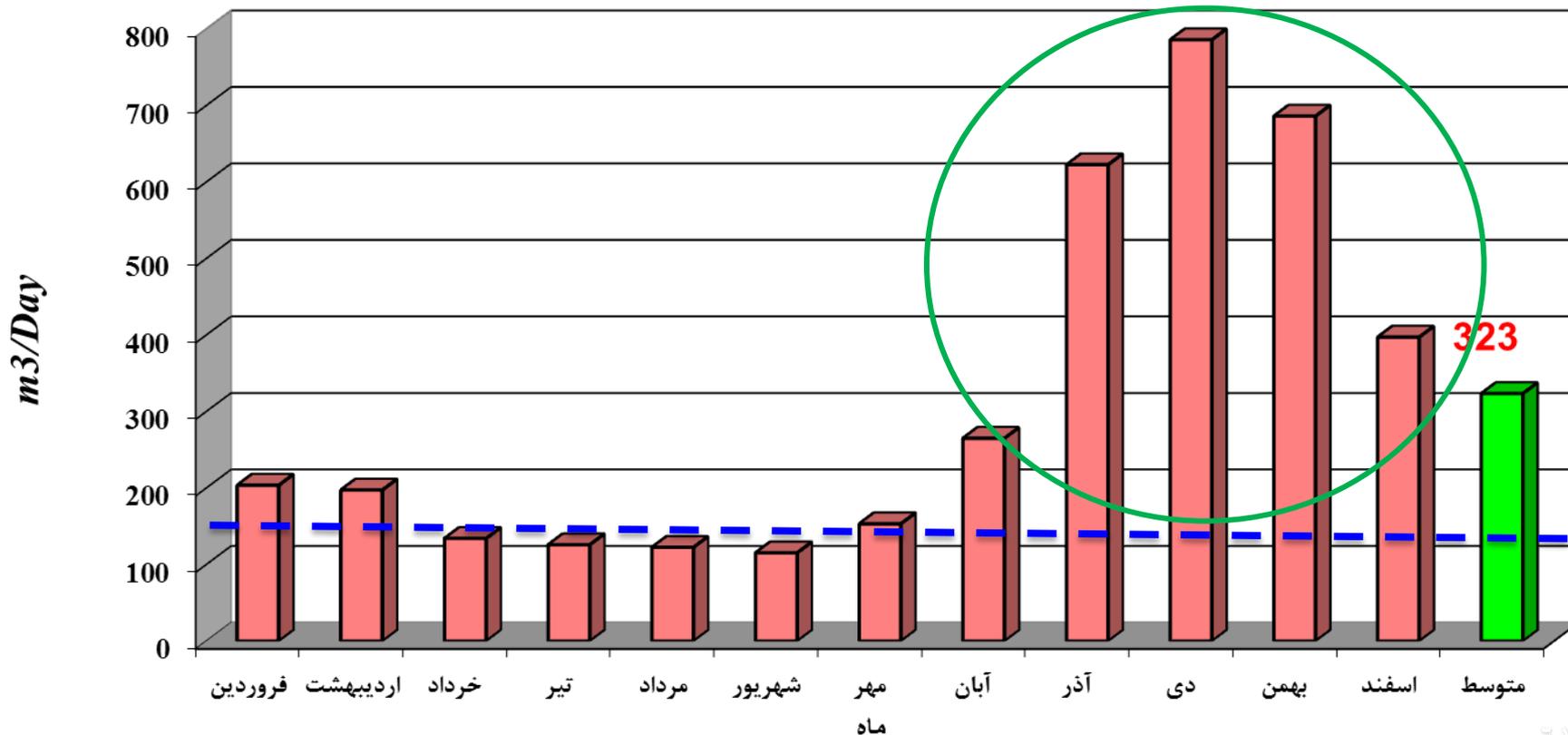


نمودار مصرف برق روزانه ساختمان





مصرف گاز ساختمان نمونه (متوسط مصرف روزانه)



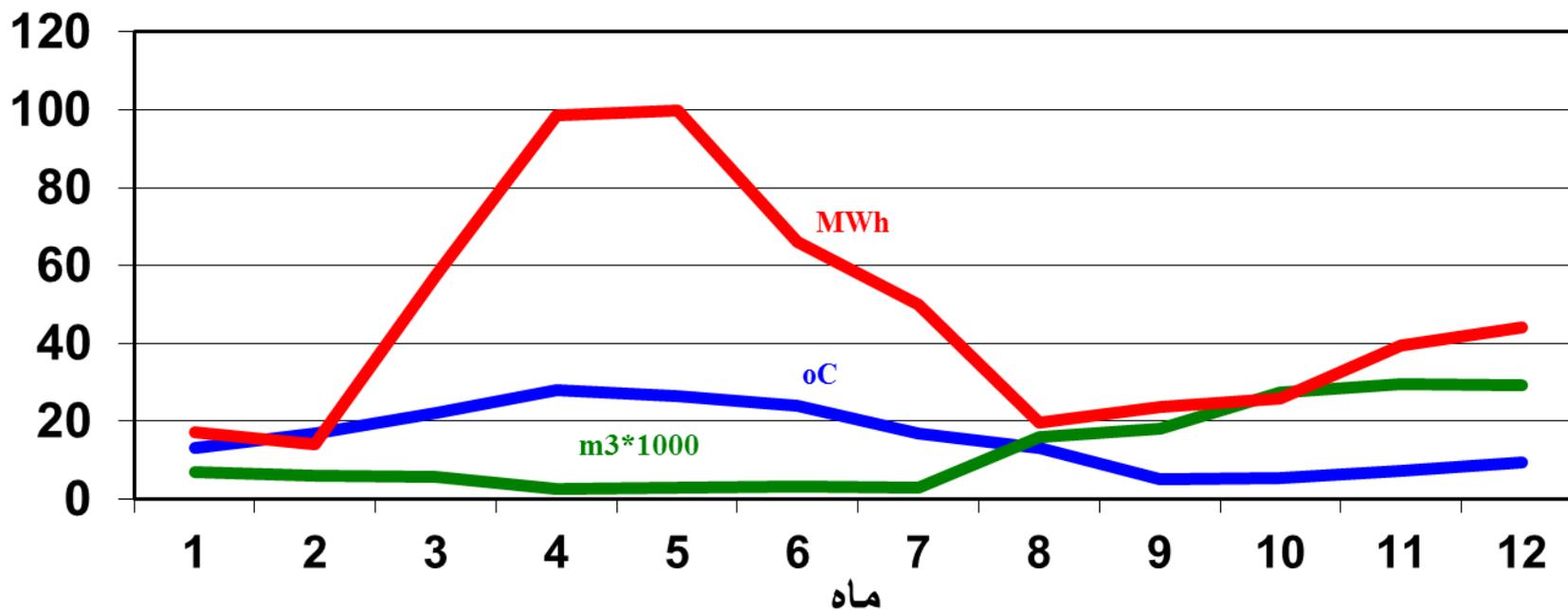


تهیه اطلاعات هواشناسی

متوسط %	رطوبت بالا %	رطوبت پایین %	متوسط OC	بیشینه OC	کمینه OC	ماه
51.5	100	3	13.8	29.4	-1.8	فروردین
50.5	100	1	17.4	30.8	4	اردیبهشت
23	44	2	22.9	37	8.8	خرداد
48.5	94	3	25.9	40	11.8	تیر
27	51	3	26.45	41.1	11.8	مرداد
45	88	2	22.65	36.5	8.8	شهریور
41	76	6	18	33	3	مهر
57.5	100	15	9.1	25.8	-7.6	آبان
57	95	19	6.6	19.8	-6.6	آذر
57.5	97	18	4	19.6	-11.6	دی
44	84	4	4.9	21.8	-12	بهمن
51.5	95	8	4.6	21.8	-12.6	اسفند



روند تغییرات مصرف انرژی در مقایسه با دمای منطقه



متوسط دما

مصرف گاز (m3*1000)

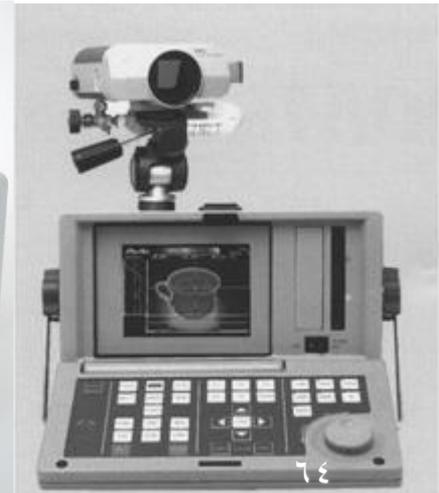
مصرف برق (MWh)



اندازه گیری الکتریکی و حرارتی



- ۱- اندازه گیری شدت روشنایی توسط لوکس متر
- ۲- اندازه گیری دما، رطوبت و سرعت هوای اتاقی توسط دیتا لاگر
- ۳- اندازه گیری توان مصرفی از فیدرهای روشنایی، تاسیسات و.. توسط آنالایزر توان
- ۴- اندازه گیری گازهای احتراق توسط آنالایزر احتراق
- ۵- اندازه گیری دبی آب گرم و سرد مصرفی توسط دبی سنج آلتراسونیک





موارد کاربرد آنالیزور احتراق:

- دیگ های بخار و کوره های صنعتی
- تنظیم مشعلهای صنعتی و خانگی
- ممیزی زیست محیطی
- تعیین فشار و سرعت گازهای خروجی



موارد کاربرد دبی سنج آلتراسونیک

- اندازه گیری دبی سیالات بدون هیچ گونه تداخل در مسیر جریان مایعات
- اندازه گیری بدون توقف فرآیند
- نصب آسان و سریع جهت اندازه گیری
- قابلیت اندازه گیری بدون نیاز به دانستن فشار مایعات
- دامنه وسیع ($99 \text{ m/s} - 0.001 \text{ m/s}$)





جمع کننده داده ها (Data Logger 454)



اندازه گیری و ذخیره پارامترهایی از قبیل درجه حرارت ، رطوبت نسبی ، سرعت سیال ، فشار و افت فشار



دستگاه آنالیزور برق

اندازه گیری و ذخیره کلیه پارامترهای الکتریکی از جمله توان اکتیو ، توان راکتیو ، توان ظاهری ، جریان هر فاز ، ولتاژ هر فاز ، ضریب توان



روز درجه گرمایش و سرمایش

Heating and Cooling Degree Day

درجه روز گرمایشی و درجه روز سرمایشی از عواملی هستند که بستگی به درجه حرارت متوسط هوا در طی یک روز دارند و نشاندهنده این هستند که چه میزان باید درجه حرارت متوسط هوا در طی یک روز افزایش یا کاهش یابد تا برای زندگی انسان مناسب شود و از طرف دیگر چه مقدار انرژی باید صرف گرم کردن یا خنک کردن هوا کرد.

انحراف میانگین درجه حرارت روزانه از درجه حرارت آسایشی انسان (دمای آستانه)، درجه روز نامیده می شود.

برای محاسبه درجه روز گرمایشی و درجه روز سرمایشی در یک روز دو نکته را باید در نظر گرفت اول اینکه باید مقدار درجه **حرارت مبنا یا آستانه** را مشخص کرد، (درجه حرارت مبنا در آمریکا ۶۵ درجه فارنهایت که معادل ۱۸.۳ درجه سانتیگراد است منظور میشود) و دوم اینکه در محاسبه آن باید **درجه حرارت متوسط روزانه** را در نظر گرفت.



با توجه به دمای آستانه (سازمان هواشناسی در ایران آستانه‌های ۱۸ و ۲۱ درجه سانتی‌گراد را به ترتیب برای گرمایش و سرمایش پیشنهاد داده است) اگر متوسط دمای هوا از مقدار آستانه ۲۱ درجه سانتی‌گراد تجاوز کند، در آن روز نیاز به خنک‌سازی یا سرمایش محیط ایجاد خواهد شد. میزان نیاز سرمایشی در دوره معین N روزه، به درجه - روز سرمایش یا CDD معروف است که از رابطه (۱) محاسبه شده است:

$$CDD = \sum_1^N (T - \theta), \quad \theta < T \quad \text{رابطه (۱)}$$

همچنین در پایین‌تر از دمای آستانه، احساس سرما پیش می‌آید که برای دستیابی به شرایط آسایش محیطی بایستی محیط تا حد معینی گرم شود. میزان درجه روز گرمایشی نیز از طریق رابطه (۲) محاسبه شده است:

$$HDD = \sum_1^N (\theta - T), \quad \theta > T \quad \text{رابطه (۲)}$$

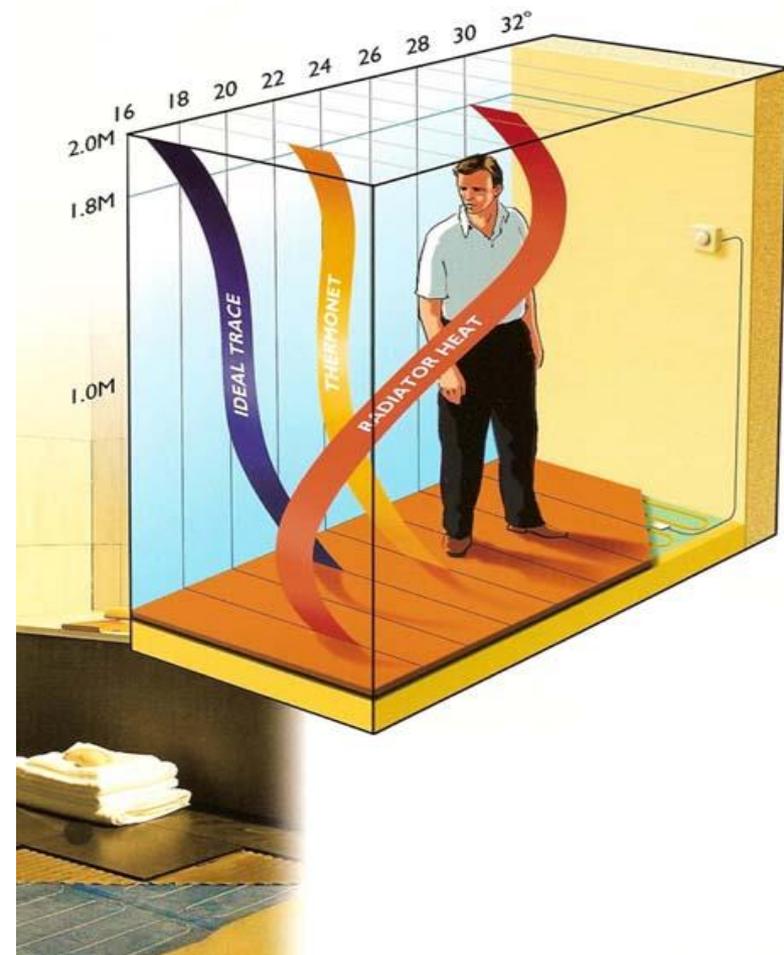
که در آنها T میانگین دمای روزانه و θ مقدار آستانه است.



محدوده آسایش حرارتی

محدوده آسایش حرارتی انسان از ۲۰ تا ۲۶ درجه سانتی گراد است که از حداقل ۱۸ درجه در مناطق سردسیر تا حداکثر ۲۸ درجه در مناطق گرمسیر قابل گسترش می باشد.

مطابق استاندارد **ASHRAE** دمای مینا در زمستان ۱۸ درجه سانتیگراد و در تابستان ۲۱ درجه سانتیگراد مشخص شده است.





از این رو هر چه درجه حرارت متوسط روزانه هوا کمتر باشد، درجه روز گرمایشی بیشتر و نیز مصرف سوخت بیشتری پیش بینی خواهد شد. مقدار گرمای مورد نیاز برای حفظ درجه حرارت هوا در یک ساختمان به طور خطی متناسب با درجه روز گرمایشی است. این رابطه خطی بدین مفهوم است که با دو برابر شدن درجه روز گرمایشی معمولاً مصرف سوخت دو برابر خواهد شد در صورتی که تعداد درجه روزهای گرمایشی در طول سال محاسبه شده باشد، سوخت مورد نیاز برای گرمایش منطقه را می توان تخمین زد.

محاسبه درجه روز گرمایشی در ماه ژانویه (۳۱روز) در زابل؟

خواهیم داشت:

درجه حرارت متوسط $۸/۵$ درجه سانتی گراد

$$HDD = ۳۱(۱۸/۳ - ۸/۵) = ۳۰۳/۸$$



محاسبه دمای خنثی بر اساس معادله مربوطه

Relative Humidity	Air temperature	Equation
Any	Less than 10	$T_n = 0.1985 T_o + 17.82$
Any	10 _ 15	$T_n = 0.4521 T_o + 14.826$
30 % - 70 % rh	15-30	$T_n = 0.5552 T_o + 12.767$
More than 30 % rh	More than 30	$T_n = 0.3289 T_o + 19.324$
less than 30 % rh	More than 30	$T_n = 0.3187 T_o + 19.309$
More than 70 % rh	15-30	$T_n = 0.511 T_o + 12.6$
less than 30 % rh	15-30	$T_n = 0.54 T_o + 12.1$

می توان با اضافه و کم کردن عدد ثابت ،ردیف ،حدود آسایش حرارتی را در فصول گرم (متوسط دمای بالای ۲۴ درجه)و در فصول سرد متوسط دمای زیر ۲۴درجه را برای هر منطقه به دست آورد .



محدوده آسایش حرارتی و دمای خنثی ساختمان نمونه در استان اصفهان

	اسفند	بهمن	دی	آذر	آبان	مهر	شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین
دمای خنثی	۱۸/۷۳	۱۸/۷۹	۱۸/۶۱	۱۹/۱۳	۱۹/۶۲	۲۲/۷۶	۲۵/۳۴	۲۶/۳۸	۲۷/۱۴	۲۴/۴۶	۲۲/۴۲	۲۰/۴۲

ماه	دما OC	رطوبت %	دمای خنثی OC	دمای خنثی بالا 4.2 0c	دمای خنثی پایین 2.7 0c
فروردین	13.8	51.5	20.29	24.49	17.59
اردیبهشت	17.4	50.5	22.27	26.47	19.57
خرداد	22.9	23	23.45	27.65	20.75
تیر	25.9	48.5	25.65	29.85	22.95
مرداد	26.45	27	25.225	29.425	22.525
شهریور	22.65	45	23.325	27.525	20.625
مهر	18	41	22.6	26.8	19.9
آبان	9.1	57.5	17.91	22.11	15.21
آذر	6.6	57	17.66	21.86	14.96
دی	4	57.5	17.76	21.96	15.06
بهمن	4.9	44	17.931	22.131	15.231
اسفند	4.6	51.5	17.874	22.074	15.174

با توجه به جدول حدود آسایش حرارتی و دمای خنثی در جدول روبرو آمده است



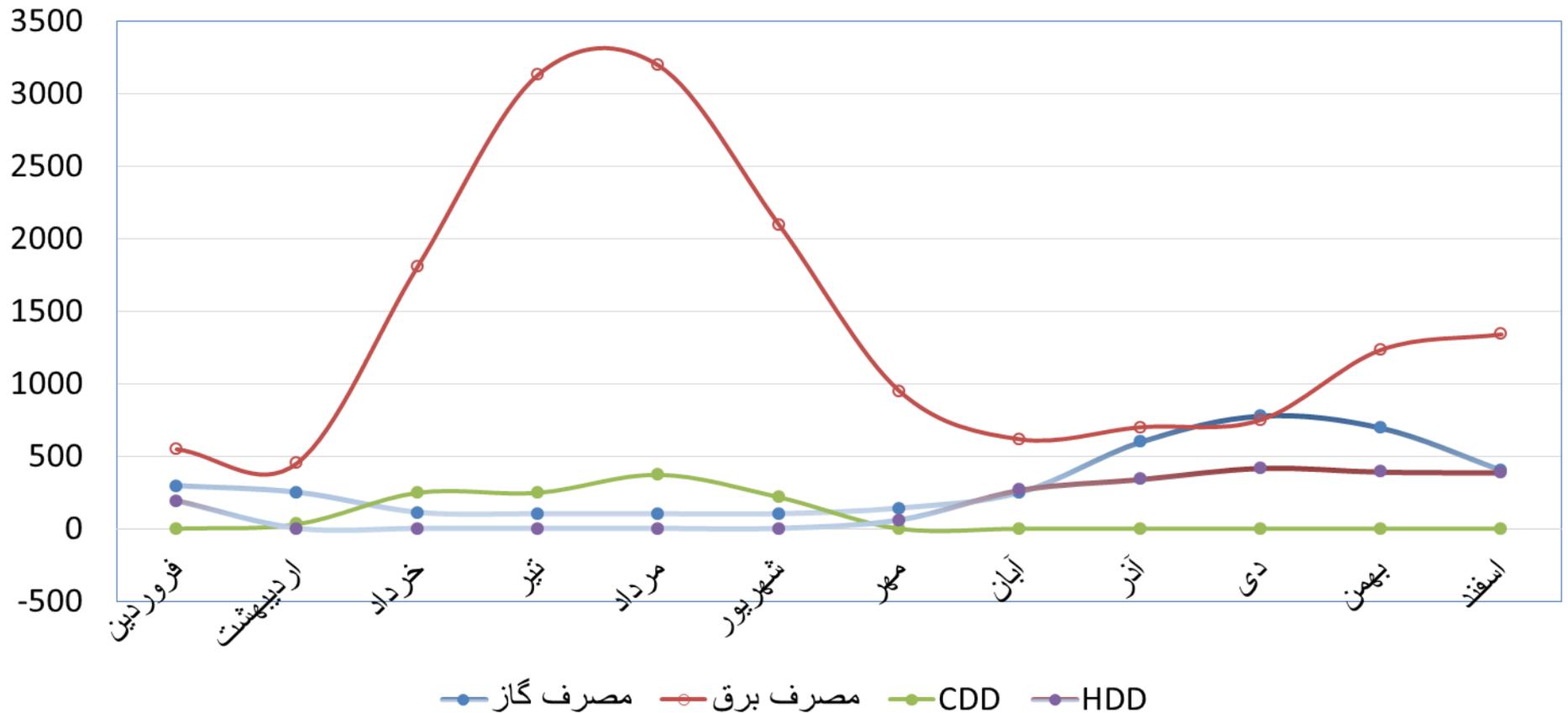
جدول تعیین روز- درجه شهر اصفهان

CDD_HDD

روز- درجه	اختلاف درجه حرارت	درجه دمای آسایش	تعداد روزماه	متوسط درجه حرارت	ماه						
Tin=26 OC	Tin=26 OC	Tin=24 OC	Tin=24 OC	Tin=22 OC	Tin=22 OC	DD	OC	OC		OC	
378/2	12/2	316/2	10/2	254/2	8/2	192/2	6/2	20	31	13/8	فروردین
93	3	31	1	-31	-1	-31	-1	22	31	23	اردیبهشت
-155	-5	-217	-7	-279	-9	-248	-8	23	31	31	خرداد
-248	-8	-310	-10	-372	-12	-248	-8	26	31	34	تیر
-341	-11	-403	-13	-465	-15	-372	-12	25	31	37	مرداد
-124	-4	-186	-6	-248	-8	-217	-7	23	31	30	شهریور
180	6	120	4	60	2	60	2	22	30	20	مهر
507	16/9	447	14/9	387	12/9	267	8/9	18	30	9/1	آبان
582	19/4	522	17/4	462	15/4	342	11/4	18	30	6/6	آذر
660	22	600	20	540	18	420	14	18	30	4	دی
633	21/1	573	19/1	513	17/1	393	13/1	18	30	4/9	بهمن
620/6	21/4	562/6	19/4	504/6	17/4	388/6	13/4	18	29	4/6	اسفند
3374/8		3171/8		2689/8		2031/8					گرمایش
-589		-930		-1364		-1085					سرماایش



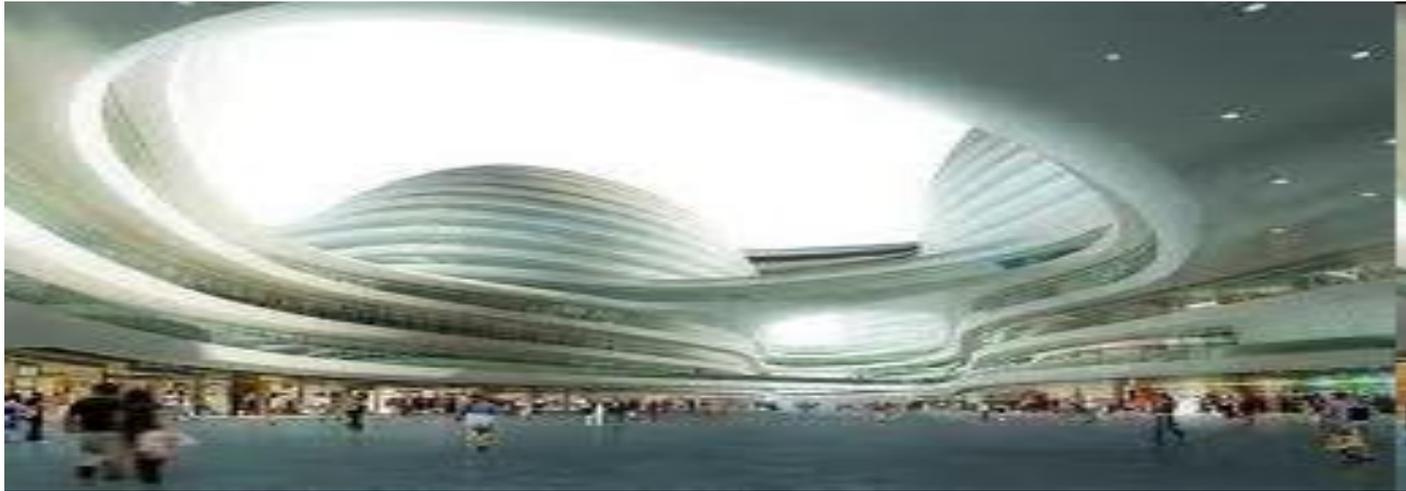
مقایسه مصارف انرژی با روز درجه





سازمان نظام مهندسی ساختمان
استان اصفهان

اولین دوره ممیزی و بازرسی انرژی سازمان نظام مهندسی ساختمان استان اصفهان





■ ممیزی پوشش ساختمان :

پوشش ساختمان (Building envelope) به آن دسته از عناصری اطلاق می شود که فضاهای تعدیل شده را احاطه می کنند و انرژی حرارتی از طریق آنها می تواند منتقل شود . بهترین زمان برای بهسازی پوشش ساختمان در همان مرحله طراحی اولیه است .



عموما برای ممیزی پوشش ساختمان باید داده های زیر جمع آوری شود :

۱. مشخصات و مصالح ساختمان

■ جهت گیری ساختمان (Orientation)

■ جهت گیری پوشش های شیشه ای و مناطق تبرید

■ جزئیات ساخت و ساز کف ، دیوارها و سقف ساختمان



راه‌های انتقال حرارت در ساختمان



انتقال حرارت از سه راه صورت می‌گیرد:

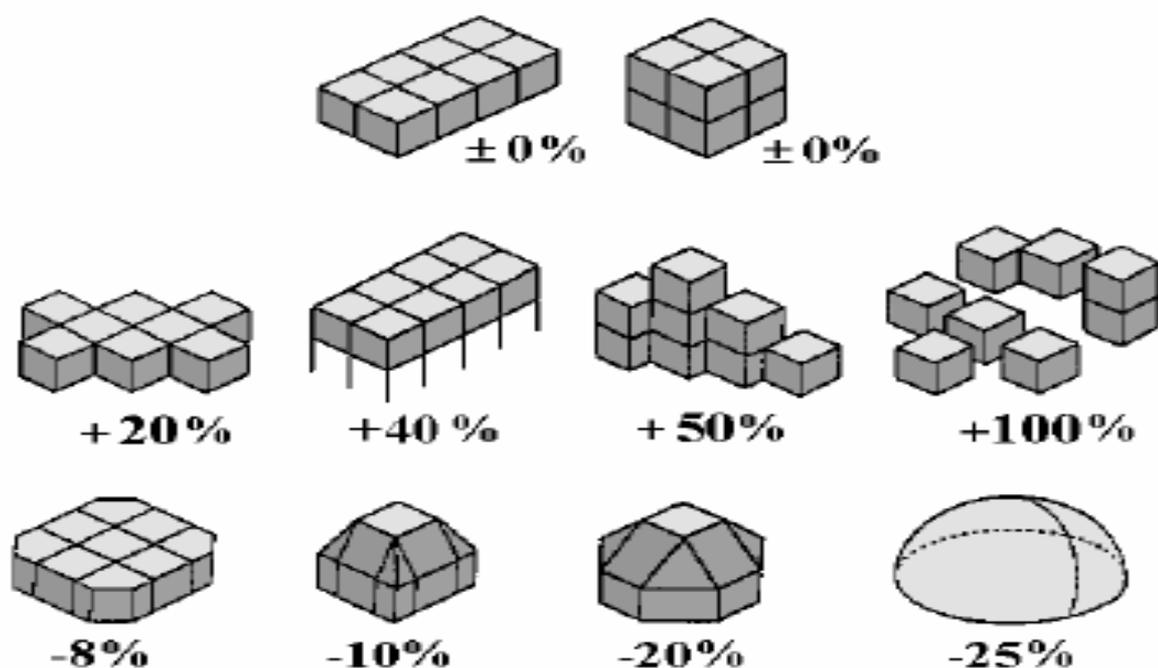
- هدایت از پوسته خارجی

- جریان همرفت

- تشعشع

در اکثر موارد،
سهم هدایت حرارت
در مقایسه با
جریان همرفتی و تشعشع
قابل ملاحظه است.

اهمیت شکل ساختمان در انتقال حرارت از پوسته خارجی آن



هر چه کالبد
ساختمان مترکم‌تر
و بیرون‌آمدگی‌ها
و تورفتگی‌های
آن کمتر باشد،
انتقال حرارت از
پوسته خارجی آن
کمتر خواهد بود.



پوسته ساختمان از دیوارها ، سقف و کف تشکیل شده است که جدا کننده شرایط داخل ساختمان از محیط بیرون میباشد برای ایجاد شرایط آسایش داخل لازم است پارامترهای زیر توسط پوسته ساختمان کنترل گردد .

● جریان حرارتی

● جابجایی هوا

● ورود برف و باران

● جابجایی رطوبتی (بخار)

● انرژی خورشیدی

● روشنایی





- اتلاف حرارت از طریق اجزای پوسته ساختمان (دیوار، سقف، در یا پنجره) را با معادله ساده زیر محاسبه نمود:

$$Q = U \times A \times (T_2 - T_1)$$

Q = نرخ اتلاف حرارت (W)

U = ضریب انتقال حرارت (W/M².°C)

R = مقاومت حرارتی هر یک از اجزا ساختمان (M².°C/W)

A = مساحت (m²)

T₂ = دمای داخل (°C)

T₁ = دمای بیرون (°C)

- دمای داخل برای درها و پنجره ها، میانگین دمای اتاق و برای سقف میانگین دمای سقف است. دمای بیرون همان دمای طراحی تابستان یا زمستان است. قابل ذکر است مقدار Q برای هر یک از اجزا پوسته ساختمان محاسبه می شود و اتلاف حرارت از طریق اجزای پوسته ساختمان مجموع کل اتلاف حرارت هر یک از اجزا (در، دیوار و پنجره) می باشد.



■ روش برآوردی حدودی از میزان انتقال حرارت محسوس سالانه پوسته :

با استفاده از مقادیر روز درجه گرمایش و سرمایش سالانه شهرکسب حرارت محسوس اجزای پوسته ساختمان در اوقات گرم و اتلاف حرارت محسوس اجزای پوسته ساختمان در اوقات سرد از طریق روابط زیر محاسبه می گردد :

$$HL_e = \frac{U * A * HDD * 24}{1000}$$

$$HGe = \frac{U * A * CDD * 24}{1000}$$

HL_e : اتلاف حرارت هر یک از اجزای پوسته در اثر انتقال حرارت در اوقات سرد سال [kWh]

HGe : کسب حرارت هر یک از اجزای پوسته در اثر انتقال حرارت در اوقات گرم سال [kWh]

U : ضریب انتقال حرارت هر یک از اجزای پوسته [W/m².K]

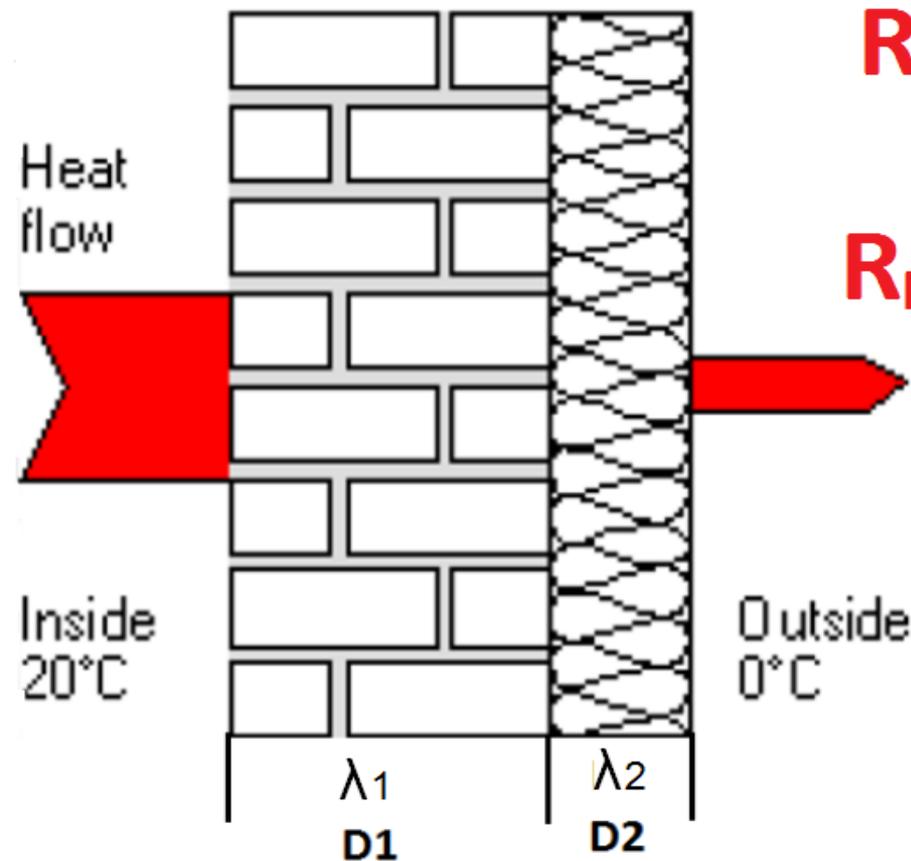
A : مساحت هر یک از اجزای پوسته [m²]

HDD : روز درجات گرمایش سالانه محل استقرار ساختمان

CDD : روز درجات سرمایش سالانه محل استقرار ساختمان



Low U-value

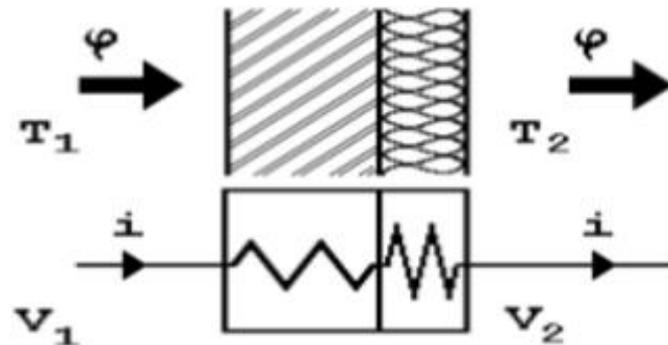


$$R = \frac{D}{\lambda}$$

$$R_M = \frac{D_1}{\lambda_1} + \frac{D_2}{\lambda_2} + \frac{D_3}{\lambda_3} + \dots$$

$$R_T = \frac{1}{h_i} + R_M + \frac{1}{h_e}$$

$$U = \frac{1}{R_T}$$



مثال (۱) مقاومت حرارتی 5cm پلی‌استایرن:

$$d = 0.05 \text{ [m]}$$

از جدول مبحث ۱۹ $\lambda = 0.047 \text{ [W/mK]}$

$$R = d / \lambda = 0.05 / 0.047 = 1.063 \text{ [m}^2\text{K/W]}$$

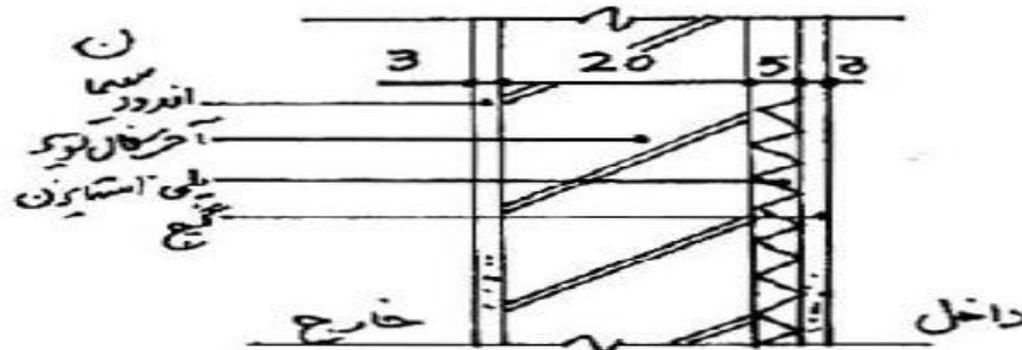
مثال (۲) مقاومت حرارتی 5cm آهن:

$$d = 0.05 \text{ [m]}$$

از جدول مبحث ۱۹ $\lambda = 72 \text{ [W/mK]}$

$$R = d / \lambda = 0.05 / 72 = 0.0007 \text{ [m}^2\text{K/W]}$$

محاسبه مقاومت حرارتی یک دیوار خارجی:



$$R = 0.02 / 0.35 \text{ گچ} + 0.05 / 0.047 \text{ پلی‌استایرن} + 0.20 / 1.35 \text{ سفال توپر} + 0.03 / 1.15 \text{ اندود سیمان} = 0.057 + 1.063 + 0.148 + 0.026 = R = 1.294 \text{ [m}^2\text{K/W]}$$



تمرین: تلفات گرمایی از دیوار را که طول آن $3/5$ m و ارتفاع آن $2/8$ m می باشد محاسبه کنید. در صورتی که اختلاف دمای دو طرف دیوار 30°C و U دیوار $1/5 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}}$ باشد.

$$Q = U \cdot A (t_i - t_o)$$

$$U = 1/5 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}} \quad A = L \times h \quad L = 3/5 \text{ m}$$

$$h = 2/8 \text{ m} \quad A = 3/5 \text{ m} \times 2/8 \text{ m} = 9/8 \text{ m}^2$$

$$t_i - t_o = \Delta t = 30^{\circ}\text{C} \quad H = 1/5 \times 9/8 \times 30$$

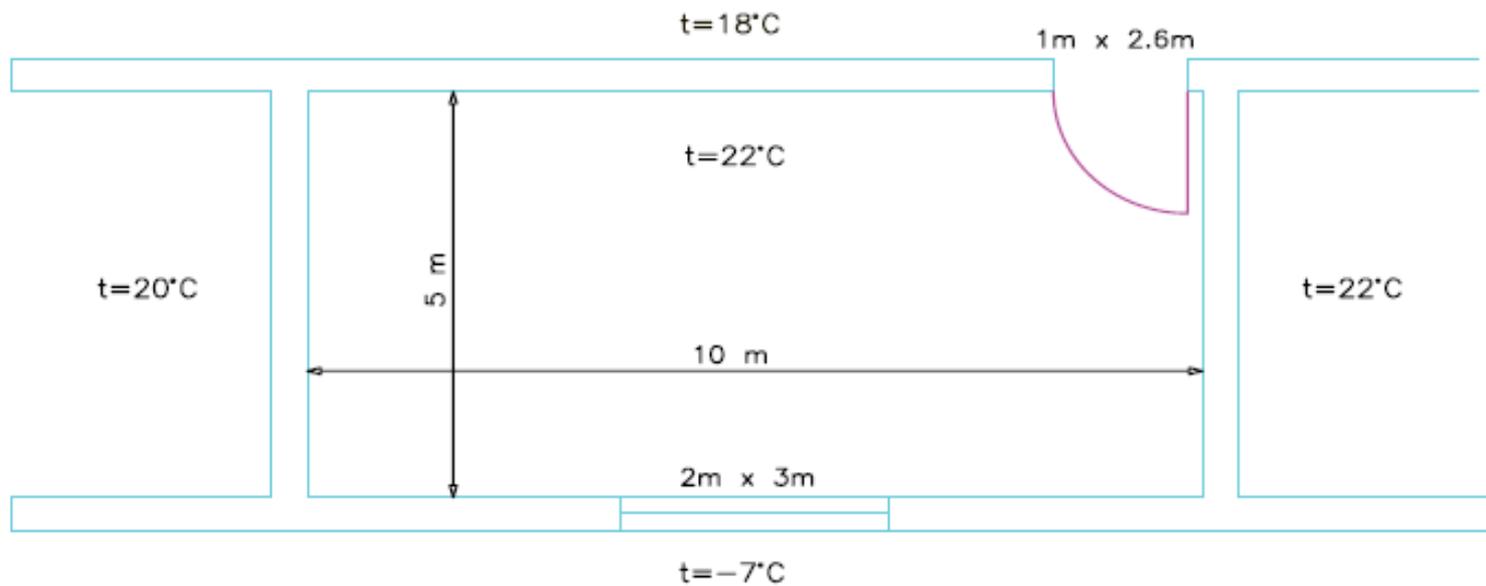
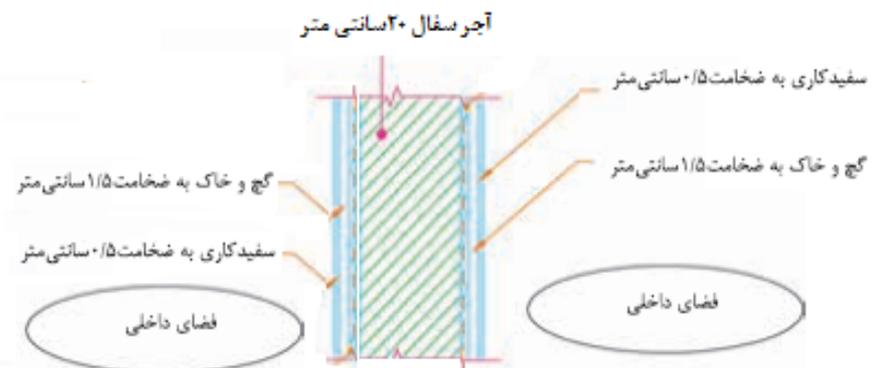
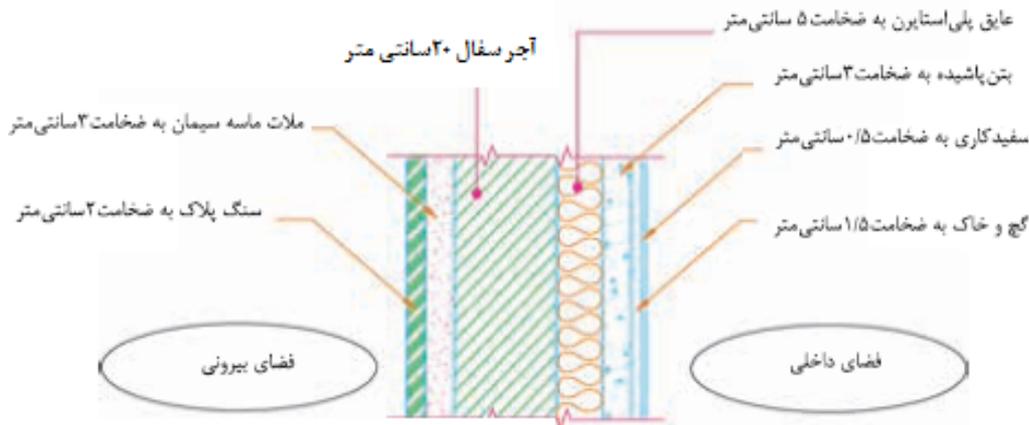
$$Q = 441 \text{ W}$$

تمرین: با توجه به پلان شکل زیر دیوارهای داخلی و دیوارهای خارجی را در جدول مشخص کنید.

و سپس تلفات حرارتی از هریک از دیوارها را محاسبه نمائید؟

مصالح دیوارهای خارجی:

مصالح دیوارهای داخلی:





تلفات نفوذ و نشست هوا

- اتلاف حرارتی که در اثر نفوذ از طریق درز های اطراف در و پنجره صورت می گیرد بوسیله یکی از دو تکنیک روش سطح (*area method*) یا روش درز (*crack method*) محاسبه می شود.
- اتلاف حرارت از راه نفوذ هوا (*Infiltration*)

$$Q = 1.232 \times fa \times (T2 - T1)$$

$Q =$ نرخ اتلاف حرارت (W)

$fa =$ نرخ جریان نفوذ هوا (L/s)

$T2 =$ دمای داخل (C°)

$T1 =$ دمای خارج (C°)

ضریب تبدیل به واحد رایج = ۱.۲۳۲



■ تبادل حرارت از پوسته در اثر نشت و نفوذ هوا :

منظور از نشت و نفوذ هوا ورود یا خروج ناخواسته هوا از طریق پوسته است . با توجه به این نکته که نفوذ هوا ناخواسته است .

■ روش تعویض هوا :

یک ساختمان درزبندی شده می تواند تنها ۰٫۲۵ بار در ساعت تعویض هوا داشته باشد ، در صورتی که ممکن است ساختمانی با نفوذ هوای زیادی ۲ بار در ساعت نیز تعویض هوا داشته باشد . پس از تعیین میزان تعویض هوا ، تبادل حرارت محسوس ناشی از نفوذ هوا از رابطه زیر تعیین می گردد :

$$Q = 0.33 n \cdot V \cdot \Delta t$$

توان حرارتی تبادل شده در
اثر نشست و نفوذ هوا [W]

n : دفعات تعویض هوای ساختمان [بار در ساعت]

V : حجم ساختمان [m³]

Δt : اختلاف دمای مورد نظر در طراحی [K] یا [c]



■ تعیین میزان نفوذ هوا با استفاده از گاز ردیاب :

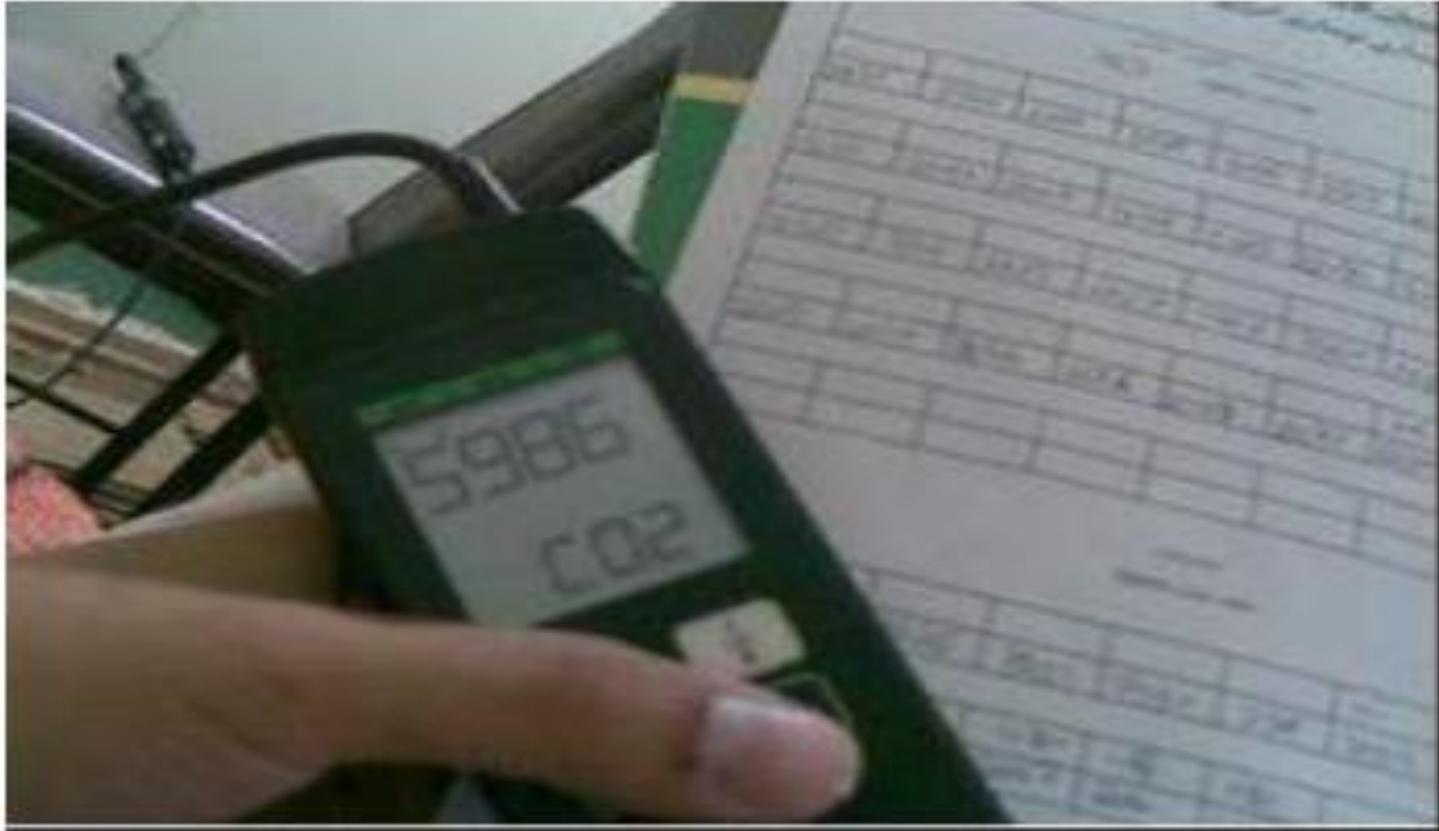
در این روش، میزان نفوذ هوا در ساختمان مورد ممیزی، در شرایط آب و هوایی زمان آزمایش تعیین می گردد .
از اطلاعات حاصل از این اندازه گیری ها، برای برآورد اتلاف انرژی از طریق ورود و نفوذ هوا و همچنین تعیین کیفیت هوای داخل استفاده می شود .

مزیت این روش :

در شرایط حاکم، نظیر اختلاف فشار، و همچنین جریان ها و نشت هوا در قسمت های مختلف ساختمان در زمان اندازه گیری هیچ تغییری صورت نمی گیرد .

■ مراحل تعیین میزان نفوذ هوا با گاز ردیاب :

تعیین در ارتباط بودن مناطق ساختمان با یکدیگر، بررسی اینکه تمامی فضا ها از نقطه نظر نفوذ هوا به یک شکل عمل میکنند ،
گاز ردیاب باید در تمامی قسمت های ساختمان یکنواخت باشد برای این منظور گاز باید به طور کامل در هوامخلوط شود و گاهی استفاده از دمنده ها برای گردش هوا لازم است .



اندازه‌گیری میزان نفوذ هوا از روش گاز ردیاب



ممیزی تاسیسات حرارتی و برودتی ساختمان

❖ ممیزی نفوذ هوا به ساختمان

\dot{V} : حجم هوای نفوذی به ساختمان در مدت زمان t

$$ACH = \frac{\dot{V}}{V_{blgd}} - \frac{1}{t} \ln \left[\frac{C_0}{C(t)} \right]$$

V_{blgd} : حجم ساختمان یا فضایی که در آن گاز تزریق می شود .

$C(t)$: غلظت گاز شاخص در لحظه t

C_0 : غلظت گاز شاخص در زمان t_0

t : زمان نمونه گیری غلظت گاز شاخص

$$C_0 = 36100 \text{ ppm}$$

$$C(t) = 4600 \text{ ppm}$$

$$t = 1:57 = 1.59 \text{ hr}$$

$$ACH = \frac{1}{3.35} \ln \left[\frac{36100}{4600} \right] \cong 1.056$$

Time	CO2 [PPM]	Time	CO2 [PPM]	Time	CO2 [PPM]
16:29:18 PM	36100	17:15:56 PM	8100	17:51:56 PM	6200
16:29:51 PM	34700	17:16:02 PM	8800	17:52:04 PM	6100
16:30:34 PM	32100	17:23:03 PM	7600	18:01:01 PM	6000
16:31:05 PM	30500	17:23:32 PM	7500	18:01:08 PM	6000
16:57:49 PM	12200	17:24:02 PM	7500	18:08:08 PM	5900
16:58:09 PM	11800	17:33:37 PM	7500	18:09:48 PM	5600
16:58:36 PM	12400	17:33:43 PM	6700	18:10:37 PM	5500
17:07:03 PM	9300	17:36:49 PM	6800	18:10:41 PM	5000
17:07:15 PM	9100	17:36:55 PM	6600	18:20:23 PM	4800
17:07:23 PM	9000	17:43:26 PM	6400	18:26:38 PM	4700
17:15:49 PM	9100	17:51:34 PM	6600	18:26:54 PM	4600



ب. روش غلظت ثابت :

در این روش، مقدار گاز ردیاب اندازه گیری می شود و غلظت آن را در طول انجام کار به صورت ثابت نگه داشته می شود. لازم است به صورت مداوم، مقدار گاز به داخل حجم فضا به میزانی تزریق گردد که غلظت اندازه گیری شده آن در هوا ثابت بماند.

$$n = q / (C_s \times V)$$

ج. روش تزریق ثابت :

در این حالت، مقدار ثابتی از گاز تزریق می گردد، و غلظت گاز در طول زمان اندازه گیری می شود.

غلظت گاز ردیاب

زمان (h)

جریان گاز ردیاب (m^3/h)

$$n = (q - \exp(-nt)) / C_s(t) \times V$$

نرخ تعویض هوا ($h/1$)

حجم ساختمان (m^3)



نفوذ هوا

- منافذ هوا را درزگیری کنید و هزینه های گرمایش و سرمایش را تا ۲۰٪ کاهش دهید .
- نفوذ هوا به داخل ساختمان در مواقع زیر روی میدهد :

هنگامی که هوای گرم بالا میرود هوای سرد از لای درزها وارد ساختمان میشود و جای آن را میگیرد. وجود سقفهای بلند و نورگیرها و نیز باز بودن دودکش شومینه ها میتواند این پدیده را تشدید کند. نیروی باد سبب میشود که هوا با فشار از لابه لای درزها وارد ساختمان شود. بخاریها با سوزاندن هوای داخل ساختمان و فرستادن آن از راه دودکش به بیرون، موجب مکیده شدن هوای سرد بیرون به داخل ساختمان میشوند. هواکشها، کانالهای کولر و دریچه های تنهویی هوا که گاهی در ساختمانها نصب میشوند باعث خروج هوای داخل ساختمان میشوند، سپس جای آنرا هوایی که از بیرون می آید میگیرد.



ممیزی انرژی سیستم روشنایی

■ برای انجام ممیزی روشنایی، انجام مراحل زیر ضروری است :

۱. آنچه را دارید ارزیابی کنید

■ طبقه بندی فضا، دفتر، انبار، مخازن، و غیره .

■ مشخصات فضا، ارتفاع، عرض، طول، رنگ و وضعیت سطوح .

■ مشخصات قاب ها (**fixture**)، نوع لامپ، تعداد قابها، شرایط روشنایی، روش های کنترل، ارتفاع نصب قابها، بالاست (**ballast**) و توان لامپ .

۲. ارزیابی سطوح روشنایی و کیفیت روشنایی (**Lighting Quality**)

■ شمع - فوت ها (**foot - candle**) را با استفاده از نورسنج اندازه گیری کنید

■ انواع روشنایی ها را در اتاق و یا منطقه خلاصه و جمع بندی کنید

■ وجود تابش ها (**glare**) و ضد نورهای (**contrast**) اضافی را بررسی کنید

■ با کاربران در مورد سطوح روشنایی، کنترل ها، و کیفیت بحث کنید

■ اندازه های شمع _ فوت را با توصیه های **IES** برای انجام کار مورد نظر، مقایسه کنید .





- جهت کاهش مصرف انرژی سیستم نورپردازی:

کاهش توان مصرفی سیستم نورپردازی (شامل منابع روشنایی مانند لامپ ها و دستگاه های مبدل الکتریکی مانند بالاست)

کاهش زمان استفاده از سیستم های نورپردازی از طریق سیستم های نورپردازی
کاهش تعداد لامپ ها

- فرایند ممیزی انرژی سیستم نورپردازی:

سه پرسش اساسی:

چه میزان نور مورد نیاز است؟

نور چگونه باید کنترل شود؟

چگونه می توان روشنایی را به شکل کار اتری تامین نمود؟



• مراحل ممیزی انرژی سیستم نورپردازی:

۱. تعیین وضعیت موجود بر پایه بررسی مدارک یا بازدید از ساختمان:

-ثبت خصوصیات تجهیزات نورپردازی (نوع لامپ ها، تعداد لامپ ها، وضعیت آن ها، روش های کنترل،

ارتفاع محل قرارگیری لامپ ها و بالاست)

-طبقه بندی اتاق ها بر اساس فعالیت های متفاوت جاری در آنها (دفاتر، انباره

-ثبت خصوصیات اتاق ها (ارتفاع، عرض، طول، رنگ و مشخصات سطوح)





۲. ارزیابی تراز روشنایی و کیفیت نورپردازی هنگام بازدید از ساختمان :

- اندازه گیری روشنایی فضا

- ترسیم طرحی از نحوه آرایش انواع لامپ ها در اتاق ها

- کنترل خیرگی و کنتراست بیش از حد

- گفتگو با استفاده کنندگان درباره تراز روشنایی، ساعات استفاده از لامپ ها، کیفیت روشنایی و نحوه

کنترل

- مقایسه روشنایی های اندازه گیری شده با مقادیر مندرج شده در مقررات





۳. شناسایی و ارزیابی فرصت های صرفه جویی در مصرف انرژی سیستم های نورپردازی:

- بررسی امکان کاهش تعداد لامپ ها در برخی فضاها
- بررسی امکان جایگزینی لامپ هایی با بهره نوری بالاتر
- بررسی امکان نورپردازی موضعی محل کار
- بررسی امکان تعویض یا خارج نمودن بالاست ها (در صورت نیاز)
- بررسی امکان بهره گیری از انواع کنترل کننده هائی سیستم نورپردازی
- بررسی امکان بهره گیری از کاهنده های نور
- بررسی امکان بهره گیری بیشتر از نور طبیعی





۴. برآورد مصرف انرژی اولیه سیستم های نورپردازی:

- محاسبه کل توان سیستم های نورپردازی

- محاسبه توان سیستم های نورپردازی در واحد سطح و محاسبه با مقادیر توصیه شده

- برآورد مصرف انرژی سیستم های نورپردازی

- تعیین سهم مصرف انرژی سیستم نورپردازی از کل مصرف انرژی ساختمان



۵. محاسبه صرفه جوئی انرژی حاصل از انجام اقدامات بهینه سازی منتخب:

- تعیین مجموع توان سیستم های نورپردازی پس از اقدامات بهینه سازی

- تعیین تغییرات در ساعات عملکرد سالانه در صورت تغییر کنترل نورپردازی

- محاسبه صرفه جویی انرژی سیستم های نورپردازی

- محاسبه کاهش هزینه انرژی سیستم های نورپردازی





نمونه‌ای از اندازه‌گیری‌های شدت روشنایی محوطه :

میزان روشنایی ساختمان و مقایسه با شرایط مرجع

$$RI = \frac{(L * W)}{H * (L+W)}$$

H : ارتفاع روشنایی تا سطح کار

L و W طول و عرض اتاق

تعداد نقاط اندازه‌گیری بر اساس RI محاسبه شده طبق جدول زیر می‌باشد.

حد اقل نقاط	RI
9	کمتر از ۱
16	بین ۱ و ۲
25	بین ۲ و ۳
36	بزرگتر از ۳

فاصله نقاط اندازه‌گیری تا دیوار نصف فاصله نقاط اندازه‌گیری از یکدیگر در هر امتداد در نظر گرفته می‌شود.



❖ تعیین ضریب نور روز با تقسیم شدت روشنایی سطوح افقی داخلی به شدت روشنایی سطوح افقی خارجی.

(برای دستیابی به ضریب نور دقیق، باید اندازه گیری روشنایی های داخلی و خارجی همزمان صورت گیرد.)

❖ مشخص نمودن میزان نورپردازی و سطح روشنایی مورد نیاز روی نمودار را بر اساس مصرف واقعی یا برآورد شده انرژی سیستم های نورپردازی ساختمان مشخص کرد.

❖ در نظر گرفتن هزینه های مربوط به افزایش انرژی گرمایی و کاهش انرژی سرمایی ناشی از کاهش بار

❖ سیستم های نورپردازی در صورت کاربرد سایبان یا پرده، هزینه های مربوط به آنها بر اساس ضریب نور روز اندازه گیری شده و برآوردهای مصرف انرژی باید در نظر گرفته شود.



اولین دوره ممیزی و بازرسی انرژی سازمان نظام مهندسی ساختمان استان اصفهان

هر شمع _ فوت برابر با روشنایی روی سطحی به اندازه یک فوت مربع است که در آن جریان یکنواخت یک لومن (Lumen) پخش شده است . روش لومن از روی این تعریف توسعه داده شده و توسط فرمول زیر نشان داده شده است :

(واحد اندازه گیری روشنایی)

مساحت اتاق بر حسب فوت مربع سطح شمع _ فوت مورد نیاز برای کار

$$N = \frac{F_1 \times A}{Lu \times L_1 \times L_2 \times Cu}$$

تعداد لامپ های مورد نیاز

ضریب بهره برداری

لومن خارجی برای هر لامپ (واحد اندازه

ضریب استهلاک خاک گرفتگی

گیری شدت نور لامپ)

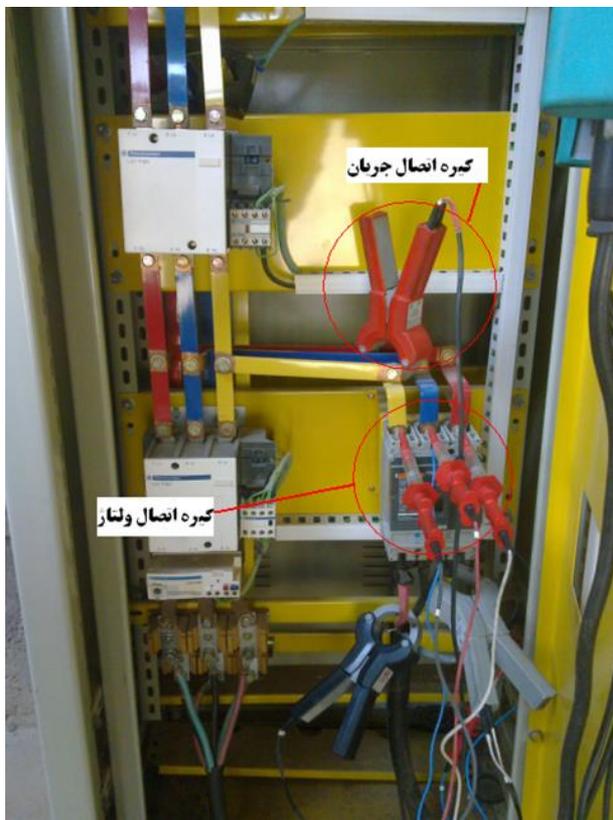
ضریب استهلاک لامپ





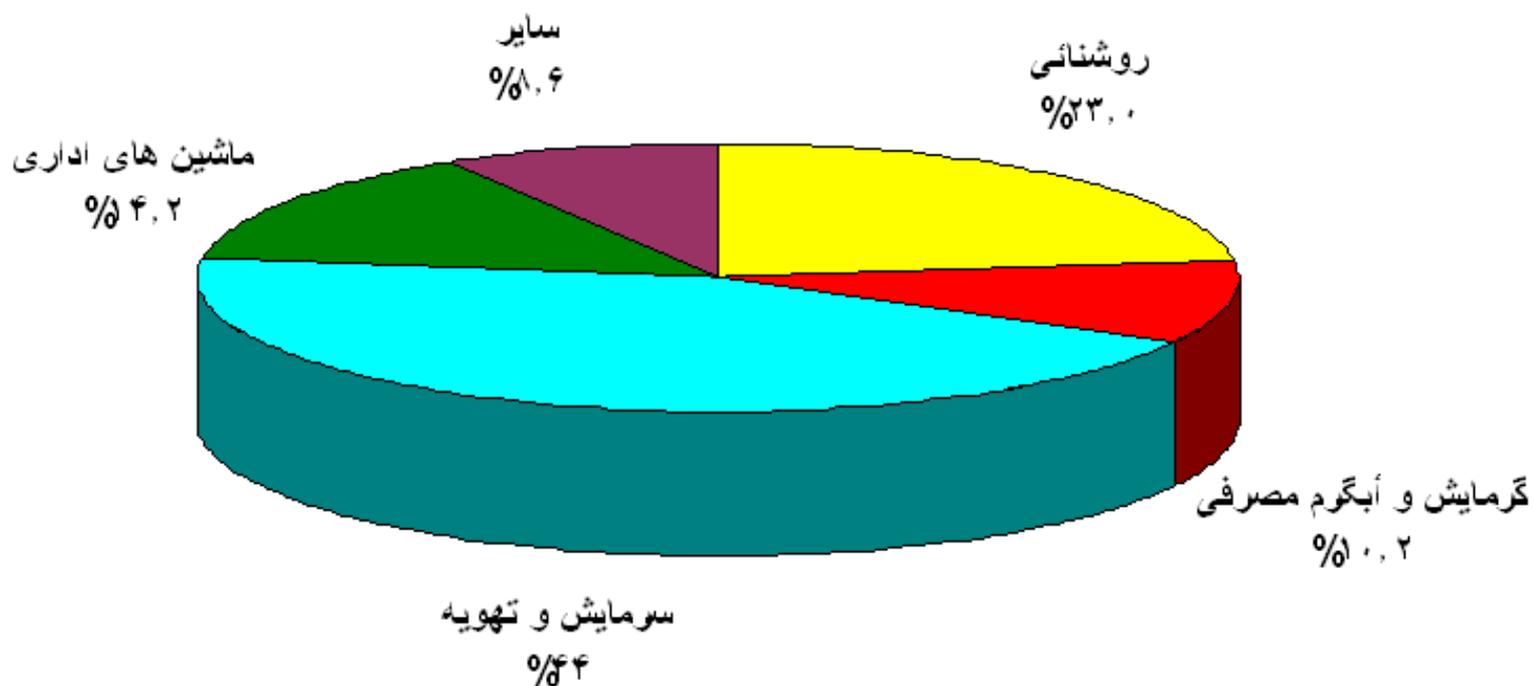
دستگاه آنالیزور برق

اندازه گیری و ذخیره کلیه پارامترهای الکتریکی از جمله توان اکتیو ، توان راکتیو ، توان ظاهری ، جریان هر فاز ، ولتاژ هر فاز ، ضریب توان جهت تعیین تراز عملی مصرف سیستم های مصرف کننده انرژی الکتریکی





نمودار تراز مصرف انرژی الکتریکی ساختمان اداری (کل سال)





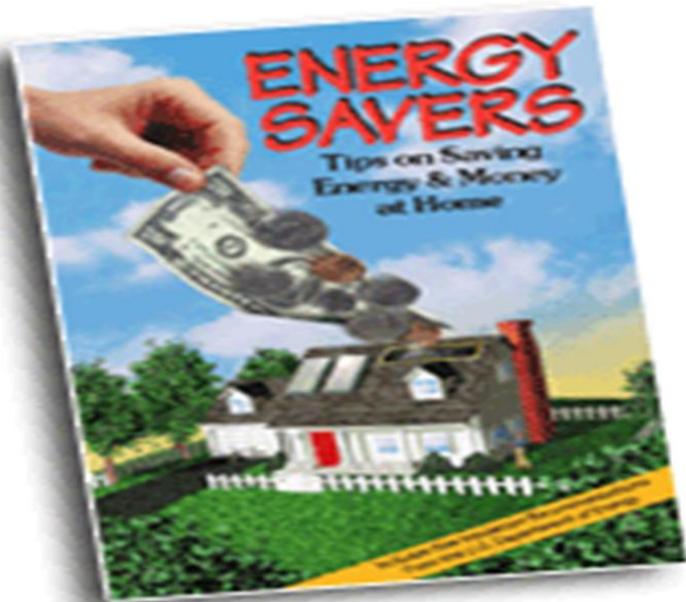
پردازش اطلاعات اندازه گیری شده و تعیین اتلافات انرژی

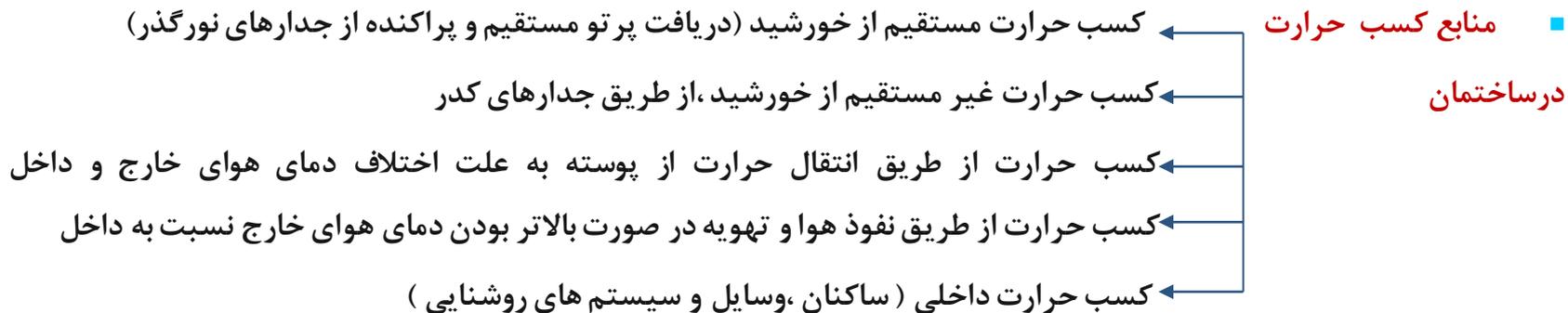


محاسبات بار گرمایشی ساختمان

Heating Load

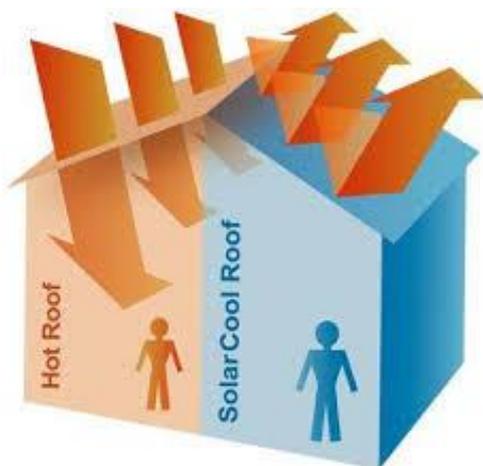
محاسبات بار سرمایشی ساختمان
cooling Load





به عنوان مثال :

در ساختمان های اداری ،با توجه به تعداد زیاد افراد و تجهیزات اداری و نسبت زیاد عمق فضا به بدنه ها ،کسب حرارت داخلی سهم قابل توجهی را به خود اختصاص می دهد و رفتار حرارتی ساختمان بیشتر تحت تأثیر رفتار کارکنان و بهره برداران قرار می گیرد .





■ اجزای شفاف و نیمه شفاف پوسته ساختمان :

جداره های نورگذر و به طور معمول جدارهای شفاف و نیمه شفاف ضریب انتقال حرارت بیشتری نسبت به اجزای کدر پوسته ساختمان دارند و از نقاط ضعف عمده در انتقال حرارت به حساب می آیند .



■ ضریب انتقال حرارت جدارهای نورگذر :

انتقال حرارت ناشی از اختلاف دمای هوای دو سمت جدارهای نورگذر نیز ،مانند جدارهای کدر ،با استفاده از ضریب انتقال حرارت تعیین می شود . (تعیین ضریب انتقال حرارت جدارهای نورگذر به سبب مسایلی مانند تفاوت جریان حرارت در مرکز و گوشه شیشه ها و گازهای مورد استفاده و اثر انواع پوشش ها ،پپچیده تر است .

ضریب انتقال حرارت جدارهای نورگذر بر اساس مقادیر مندرج در مراجع معتبر (مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان) تعیین و یا با استفاده از نرم افزارهایی نظیر LBNL Window مشخص می شود .



■ ضریب کسب حرارت خورشیدی :

ضریب کسب حرارت خورشیدی بیانگر درصدی از پرتو خورشید تابیده شده در کل طیف به پنجره است که با عبور از پنجره وارد ساختمان می شود .

(این ضریب بین ۰ تا ۱ میتواند تغییر کند) $0 < X < 1$

ضریب صفر : پنجره ای است که به طور کامل در برابر ورود پرتوهای خورشید مقاومت می کند .

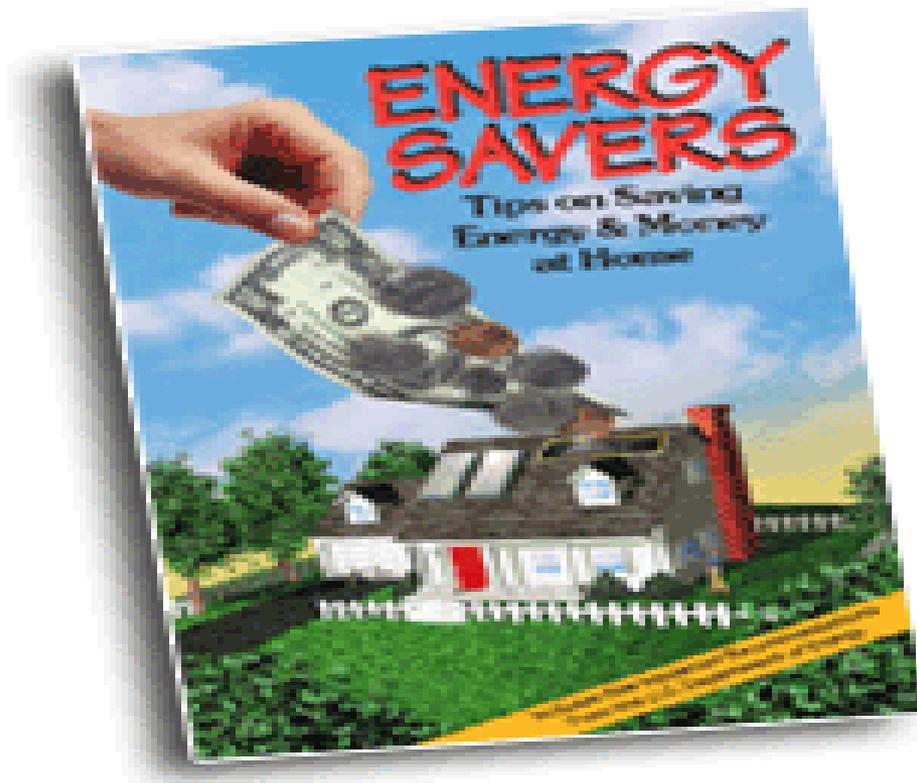
ضریب یک : پنجره ای که در برابر تابش خورشید هیچ مقاومتی از خود نشان نمی دهد .

در پنجره های واقعی ، ضریب کسب حرارت خورشیدی به طور معمول از ۰٫۲ تا ۰٫۹ است .





محاسبات بار سرمایشی ساختمان cooling Load





■ بار برودتی (cooling load)

■ نرخ گرمایی است که باید از محیط خارج شود تا دما و رطوبت محیط حفظ شود. دمای هوای بیرون، رطوبت، تعداد افراد در محل از جمله پارامترهایی است که در محاسبات بار سرمایی تاثیر دارند.

■ در محاسبه بار بیشتر از پارامترها و روش های تعیین شده در **استاندارد ASHRAE** استفاده می شود. شرایط طراحی در استاندارد **ASHRAE** بر اساس حداکثر دمای خشک و تر تعیین می شود. اگر چه پارامترهای دیگری از جمله بار روشنایی و سایر وسایل برقی گرمازا و افراد نیز تاثیر زیادی در بار سرمایی دارد.



بررسی راهکارهای بهینه سازی مصرف انرژی



تعیین تلفات با اجرای راهکارهای مطروحه و تعیین بازگشت سرمایه

تخمین صرفه جوئی، برآورد اقتصادی و تعیین بازگشت سرمایه

کلیه محاسبات جهت تخمین و برآورد میزان صرفه جوئی و همچنین تعیین مدت بازگشت سرمایه با اعمال ضرائب مربوط به راهکارها انجام گردیده و میزان تلفات و میزان انرژی مصرفی در شرایط اعمال راهکارها تعیین و از حالت قبل (فعلی) کسر می گردد تا میزان صرفه جوئی انرژی در اثر اعمال راهکارها تعیین گردد.





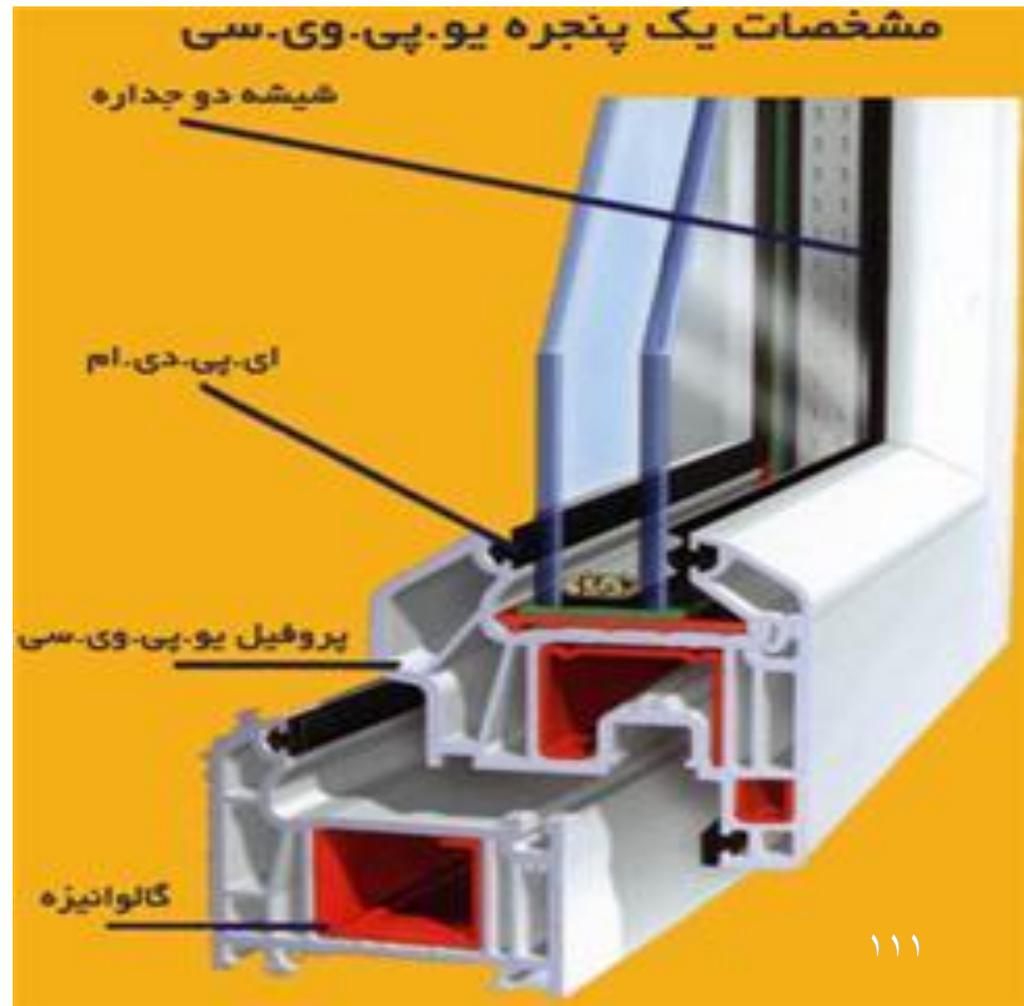
صرفه جویی انرژی با پنجره های دو جداره

■ ۳۰٪ از کل تلفات حرارتی ساختمان از پنجره ها صورت می گیرد.

■ یک پنجره با شیشه تک جداره تقریباً ۱۰ برابر یک دیوار عایقکاری شده هم اندازه خود تلفات حرارتی دارد.

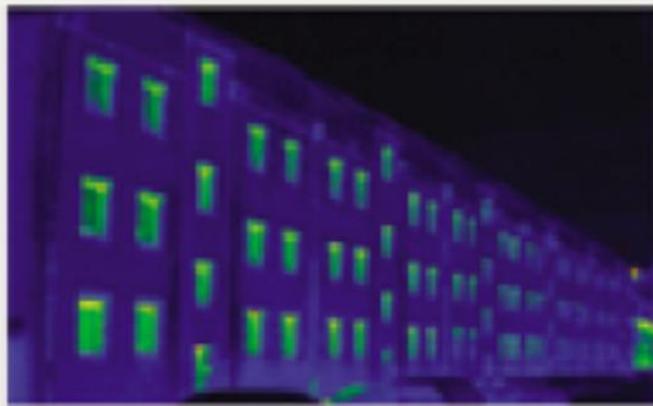
مشکلات عمده :

- بالا بودن تلفات حرارت،
- فراهم نشدن آسایش ساکنین،
- بخار گرفتن پنجره ها برای کاستن

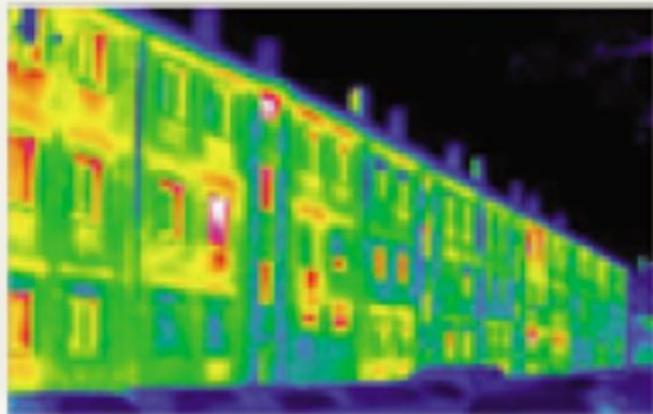




جلوگیری از تلفات حرارتی پنجره ها



پنجره یو پی وی سی با شیشه دو جداره



پنجره آلومینیومی با شیشه تک جداره



نوع پنجره	ضخامت شیشه mm	نوع عایق	ضخامت عایق mm	ضریب انتقال حرارت w/m ² k
آلومینیومی با شیشه تک جداره	۴	-	-	۵/۸
یو پی وی سی با شیشه دو جداره	۶-۴	هوای خشک	۱۰	۱/۸
یو پی وی سی با شیشه دو جداره	۶-۴	آرگون	۱۰	۱/۴

مقدار	نماد	کمیت
?	Q	مقدار صرفه جویی شده در مصرف سوخت
$5,8 - 1,4 = 4,4 \text{ w/m}^2\text{k}$	KΔ	اختلاف ضرایب انتقال حرارت
۲۰۰ m ^۲	A	مساحت پنجره ها
۱۵ °C	TΔ	اختلاف دمای بیرون و داخل ساختمان
۱۸۰ × ۲۰ × ۳۶۰۰ / ۱۰۰۰ = ۱۲۹۶۰	D	بازه زمانی مورد محاسبه
۰,۷	η	بازدهی سیستم حرارتی
۳۵,۰۰۰ KJ/m ^۳	P	ارزش حرارتی سوخت مورد استفاده

$$4.4 \times 200 \times 15 \times 12960$$

$$Q = \frac{4.4 \times 200 \times 15 \times 12960}{0.7 \times 35000} \approx 7000 \text{ m}^3$$



انتقال حرارت در پوسته ساختمان

رسانایی

(در دیوار، کف و سقف درصد بالایی از اتلاف با رسانایی می باشد)

تشعشع

(در جدارهای نورگذر بالاترین اتلاف از طریق تشعشع صورت می گیرد)

همرفت

بهبود و بهسازی پوسته ساختمان

پوسته ساختمان شامل کلیه سطوح پیرامونی ساختمان می باشد که با فضای خارج در ارتباط است
پوسته ساختمان شامل دیوار، سقف، کف، در، سطوح نورگذر و ... می باشد.



پارامترهای موثر در افزایش بار از طریق پوسته ساختمان

انتقال حرارت پوسته ساختمان

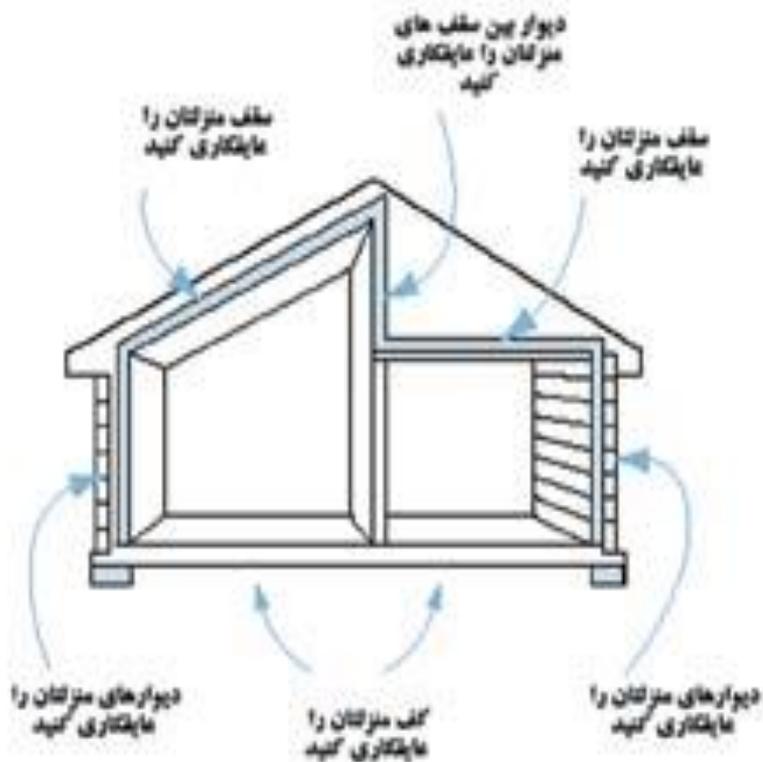
تلفات ناشی از نشت یا نفوذ هوا

تابش خورشید بر پوسته ساختمان



عایقکاری ساختمان

عایقکاری کاراترین تکنیک به منظور استفاده هوشمندانه انرژی است. یک منزل عایقکاری شده، در زمستان دما را ۵ درجه گرمتر و در تابستان ۱۰ درجه خنکتر نگه می دارد. تمام سقف ها، دیوارها و کف منزلتان را عایق بندی نمایید.



فضاها و ساختمانها

با استفاده مداوم

عایق کاری در خارج
(اینرسی حرارتی بالا)

با استفاده منقطع

عایق کاری در داخل
(اینرسی حرارتی پایین)



گزارش ممیزی :

روال کلی فعالیت های ممیزی، عبارتست از تعیین کل مصارف انرژی و هزینه های آن، تعیین سیستم های انرژی، ارزیابی شرایط سیستم ها، تحلیل تأثیر اقدامات بهسازی بر آن سیستم ها، و نوشتن گزارش ممیزی انرژی، این گزارش باید شرایط فعلی ساختمان را از لحاظ پوشش، تجهیزات، روشنایی و وضعیت تصرف، شرح دهد و در ادامه راهکارهایی برای بهبود بازده از طریق اصلاح و بهسازی در بخشهای بهره برداری و نگهداری، O&M ها و از طریق اقدامات بهینه سازی انرژی، CEM ها پیشنهاد کند.

در ادامه اجزای اصلی گزارشی که به خوب سازماندهی شده به اجمال بررسی می شود:

I. خلاصه اجرایی :

خلاصه اجرایی باید ساده، صریح و مربوط به توضیح شرایط فعلی، راهکارهای توصیه شده، و مزایای انجام هر یک از آنها باشد. در این بخش مقدمه مختصری در مورد ساختمان بگنجانید و هدف ممیزی و نتایج کلی حاصل از آن را شرح دهید. یک مدیر اجرایی ممکن است تنها همین مقدمه یک یا دو صفحه ای را بخواند، پس مطمئن شوید که در آن، اقدامات مشخصی را که می خواهید انجام گیرد، به صراحت بیان کرده اید.



II. اطلاعات ساختمان :

این بخش تاریخچه ای در مورد ساختمان، کاربری، سیستم های مکانیکی، و نمایه بهره برداری از آن را ارائه می دهد. باید توصیفی از پوشش ساختمان، قدمت و تاریخچه ساخت آن، برنامه زمانی بهره برداری از آن، تعداد کارکنان و الگوی های تصرف، و بحثی در مورد برنامه بهره برداری و نگهداری از آن گنجانده شود.

III. خلاصه ساختمان :

در این بخش، اطلاعات حسابداری انرژی مربوط به یک یا دو سال آخر گنجانده می شود. چارت ها و نمودارهایی که برای تجزیه و تحلیل تهیه شدند و به آسان قابل درک هستند و الگوهای کلی مصرف ساختمان را نشان می دهند، به این بخش پیوست کنید.

IV. اقداماتی برای بهینه سازی انرژی ECMها :

این بخش را با فهرست خلاصه ای از اقدامات بهینه سازی انرژی آغاز کنید که ضوابط مالی وضع شده توسط مالک یا مدیر ساختمان را محقق می کند. برای هر اقدام، نان، هزینه تخمینی و بازگشت سرمایه آن را در یک جدول خلاصه بگنجانید و به دنبال هر جدول، توضیح یک یا دو صفحه ای برای اقدام بهینه سازی انرژی و محاسبات پشتیبان آن اضافه نمایید.



V. اقدامات بهره برداری و نگهداری (O&M) :

این بخش به مسائل بهره برداری و نگهداری اختصاص می یابد که در حین بازدید از محل مشاهده شده اند. موارد و نکات کم هزینه مربوط به بهره برداری و نگهداری که باید مورد توجه قرار گیرند، در این بخش مطرح میشوند.

VI. پیوست ها





سازمان نظام مهندسی ساختمان
استان اصفهان

اولین دوره ممیزی و بازرسی انرژی سازمان نظام مهندسی ساختمان استان اصفهان

با نهایت سپاس و تشکر از توجه

حضار محترم



سازمان نظام مهندسی ساختمان
استان اصفهان



واحد انرژی نظام مهندسی ساختمان
استان اصفهان