

طراحی بهینه سیستم های HVAC

با نگرش همیش مصرف انرژی

مؤلف

حسین انتظاری

نشر ترخون

سرشناسه :

حسین انتظاری

Hossein Entezari

طراحی بهینه سیستم های HVAC با نگرش کاهش مصرف انرژی

عنوان:

نشر ترخون، ۱۳۹۷ تهران

۱۱۶ ص.مصور :

۹۷۸-۶۲۲-۶۸۷۳-۰۰۱-۷

جلد ۱۰۰۰

مشخصات نشر :

مشخصات ظاهر :

شابک:

تیراژ:

تهران - خیابان پاسداران - بهارستان ۱۰ - خیابان مریم - ساختمان مریم - پلاک ۷ واحد ۱۱

نشانی ساختمان مری: ۱۹۵، ۱۱۶۶۵

کد پستی:

نوبت چاپ:

تاریخ چاپ:

کاهش مصرف انرژی HVAC پدیده طراحی بهینه سیستم های

مؤلف: حسین انتظاری

ناشر: ترخون

نوبت چاپ: اول - ۱۳۹۸

تیراژ: ۱۰۰۰ جلد

قیمت: ۳۰۰۰۰۰ ریال

شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۶۸۷۳-۰۰۱-۷



کلیه حقوق قانونی و شرعی برای مؤلف محفوظ است. تکثیر تمامی یا قسمتی از این اثر به صورت حروفچینی، چاپ مجدد، چاپ افست، پلکپی، فتوکپی و انواع دیگر چاپ ممنوع است. این اثر مشمول قانون حمایت مولفان، مصنفان و هنرمندان مصوب سال ۱۳۴۸ است. هر کس تمامی یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه ناشر، ناشر و مولفان، پخش یا عرضه کند، مورد پیگرد قانونی قرار می گیرد.

۸	مقدمه
۱۰	اهداف طرح
۱۲	خلاصه اقدامات صورت گرفته و چالشها
۱۳	روش و پیشنهاد طرح
۱۴	مقدمه طرح
۱۴	معرفی case study
۱۵	ساختمان پشتیبانی هواپیمایی جمهوری اسلامی ایران
۱۵	معرفی ساختمان
۱۷	ویژگیهای تأسیسات ساختمان
۱۹	ساختمان سلول درمانی پژوهشکده دیان :
۱۹	معرفی ساختمان
۲۰	تأسیسات ساختمان
۲۱	بررسی ساختمان و تخمین بار
۲۱	مشخصه های ساختمان و منابع بار حرارتی
۲۵	استاندارد های طراحی
۲۵	محل تجهیزات و سرویس ها
۲۷	تخمین بار تهویه مطبوع
۲۷	بارهای خارجی
۳۷	بارهای داخلی
۴۶	تخمین بار گرمایش
۴۷	محاسبات بار در ارتفاعات بالا:

شرایط طرح	۴۸
شرایط طرح نرمال - تابستان	۴۸
شرایط طرح حداکثر - تابستان	۴۹
شرایط طرح نرمال - زمستان	۵۰
شرایط طرح برای آسایش افراد در داخل	۵۲
شرایط طرح داخل برای مصارف صنعتی تهویه مطبوع	۵۳
محاسبه بار حرارتی و برودتی ساختمان از طریق نرم افزار	۵۶
گزارش گیری از نرم افزار	۵۶
بار حرارتی و برودتی ساختمان نمونه	۵۷
شبیه سازی انرژی	۵۸
تحلیل و شبیه سازی انرژی در ساختمان نمونه	۶۰
ورود اطلاعات نرخ حامل های انرژی	۶۰
انتخاب و طراحی نوع سیستم	۶۲
انتخاب و طراحی plant ^۱ بر اساس نوع سیستم	۶۸
تعریف ساختمان برای نرم افزار	۷۰
طراحی و انتخاب چیلر ، برج خنک کن و بویلر	۷۳
شبیه سازی ^۱ و نتیجه گیری از تحلیل انرژی	۷۷
خلاصه مصرف انرژی سالانه	۷۸
هزینه سالانه اجزاء مختلف	۸۶
هزینه سالانه مصارف hvac و غیر hvac	۹۰
نتایج اولیه و مقایسه آنها	۹۴

- ۹۴.....مقایسه سیستم ها ساختمان هما از نقطه نظر سهم مصرف انرژی
- ۹۹.....پیشنهاد فراگیری تحقیق
- ۱۰۰.....نتایج شبیه سازی در شرایط رعایت استاندارد مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان
- ۱۰۱.....هزینه سالانه اجزاء مختلف :
- ۱۰۵.....هزینه سالانه مصارف hvac و غیر hvac
- ۱۰۹.....مقایسه سیستم ها ساختمان هما از نقطه نظر سهم مصرف انرژی با استاندارد M۱۹ ...
- ۱۱۲.....تحلیل انحصاری^۱ (۲)
- ۱۱۴.....نتیجه گیری و پیشنهادت
- ۱۱۶.....منابع

فهرست جداول:

جدول ۱: ازدیاد حرارت حاصل از خورشید از طریق شیشه معمولی، عرض جغرافیایی ۳۰ درجه [ASHRAE Handbook, ۲۰۰۵]	۲۸
جدول ۲: ازدیاد حرارت حاصل از خورشید از طریق شیشه معمولی، عرض جغرافیایی ۴۰ درجه [ASHRAE Handbook, ۲۰۰۵]	۲۹
جدول ۳: زوایای سمت و ارتفاع خورشیدی [ASHRAE Handbook, ۲۰۰۵]	۳۰
جدول ۴: ضرایب انباشت بار، ازدیاد حرارت حاصل از خورشید از طریق شیشه [ASHRAE Handbook, ۲۰۰۵]	۳۱
جدول ۵: اختلاف درجه حرارت معادل (درجه فارنهایت) [ASHRAE Handbook, ۲۰۰۵]	۳۴
جدول ۶: سراب انتقال حرارت کلی دیوارهای ساختمان [ASHRAE Handbook, ۲۰۰۵]	۳۵
جدول ۷: استاندارد های تجدید هوا [ASHRAE Handbook, ۲۰۰۵]	۳۶
جدول ۸: ازدیاد حرارت حاصل از افراد [ASHRAE Handbook, ۲۰۰۵]	۳۹
جدول ۹: ازدیاد حرارت حاصل از ریل رستوران (الکتریکی) [ASHRAE Handbook, ۲۰۰۵]	۴۰
جدول ۱۰: ازدیاد حرارت حاصل از وسایل، خوراک (گاز سوز) [ASHRAE Handbook, ۲۰۰۵]	۴۱
جدول ۱۱: ازدیاد حرارت حاصل از لامپ و وسایل مختلف [ASHRAE Handbook, ۲۰۰۵]	۴۲
جدول ۱۲: ازدیاد حرارت حاصل از موتور های الکتریکی [ASHRAE Handbook, ۲۰۰۵]	۴۴
جدول ۱۳: شرایط طرح خارج- تابستان و رستوران [ASHRAE Handbook, ۲۰۰۵]	۴۵
جدول ۱۴: شرایط طرح پیشنهادی برای داخل- تابستان و زمستان [ASHRAE Handbook, ۲۰۰۵]	۵۰
جدول ۱۵: شرایط طرح داخل نمونه- کاربردهای صنعتی [ASHRAE Handbook, ۲۰۰۵]	۵۱
جدول ۱۶: بار حرارتی و برودتی ساختمان نمونه	۵۸
جدول ۱۷: نرخ برق مصرفی	۶۱
جدول ۱۸: نرخ گاز طبیعی	۶۳
جدول ۱۹: مشخصات سیستم چیلر و هواساز	۶۶
جدول ۲۰: مشخصات سیستم اسپلیت	۶۸
جدول ۲۱: مشخصات سیستم فن کوئل	۶۶
جدول ۲۲: مشخصات تاسیسات مرکزی چیلر و هواساز	۶۸
جدول ۲۳: مشخصات تاسیسات مرکزی سیستم اسپلیت	۷۰
جدول ۲۴: مشخصات تاسیسات مرکزی با فن کوئل	۷۰
جدول ۲۵: مشخصات ساختمان با تاسیسات چیلر و هواساز	۷۱
جدول ۲۶: مشخصات ساختمان با تاسیسات اسپلیت	۷۲
جدول ۲۷: مشخصات ساختمان با پایانه های حرارتی فن کوئل	۷۳
جدول ۲۸: مشخصات چیلر تراکمی طراحی شده	۷۴
جدول ۲۹: مشخصات برج خنک کننده طراحی شده	۷۵
جدول ۳۰: مشخصات بویلر طراحی شده	۷۶

۷۶	جدول ۳۱: مشخصات چیلر جذبی طراحی شده
۷۸	جدول ۳۲: Annual Costs. chilled water(com)
۷۸	جدول ۳۳: Annual Energy Consumption. chilled water(com)
۷۹	جدول ۳۴: Annual Cost per Unit Floor Area. chilled water(com)
۷۹	جدول ۳۵: Component Cost as a Percentage of Total Cost. chilled water(com)
۸۰	جدول ۳۶: Annual Costs. split AHU
۸۰	جدول ۳۷: Annual Energy Consumption. split AHU
۸۱	جدول ۳۸: Annual Cost per Unit Floor Area. split AHU
۸۱	جدول ۳۹: Component Cost as a Percentage of Total Cost. split AHU
۸۲	جدول ۴۰: Annual Costs. terminal units
۸۲	جدول ۴۱: Annual Energy Consumption. terminal units
۸۳	جدول ۴۲: Annual Cost per Unit Floor Area terminal units
۸۳	جدول ۴۳: Component Cost as a Percentage of Total Cost. terminal units
۸۴	جدول ۴۴: Annual Costs. chilled water(abs)
۸۴	جدول ۴۵: Annual Energy Consumption. chilled water(abs)
۸۵	جدول ۴۶: Annual Cost per Unit Floor Area. chilled water(abs)
۸۵	جدول ۴۷: Component Cost as a Percentage of Total Cost. chilled water(abs)
۸۶	جدول ۴۸: هزینه سالانه سیستم چیلر و هواساز (تراکمی)
۸۷	جدول ۴۹: هزینه سالانه سیستم اسپلیت
۸۸	جدول ۵۰: هزینه سالانه سیستم فن کویل
۸۹	جدول ۵۱: هزینه سالانه سیستم چیلر و هواساز (جذبی)
۹۰	جدول ۵۲: هزینه سالانه سیستم چیلر و هواساز (تراکمی)
۹۱	جدول ۵۳: هزینه سالانه سیستم اسپلیت
۹۲	جدول ۵۴: Annual HVAC & Non-HVAC Cost Totals - terminal units
۹۲	جدول ۵۵: هزینه سالانه سیستم فن کویل
۹۳	جدول ۵۶: هزینه سالانه سیستم چیلر و هواساز (جذبی)
۹۸	جدول ۵۷: محاسبات اقتصادی ساختمان هوابمایی هما
۹۹	جدول ۵۸: محاسبات اقتصادی ساختمان پژوهشکده رویان
۱۰۱	جدول ۵۹: هزینه سالانه سیستم چیلر و هواساز (تراکمی، مبحث ۱۹)
۱۰۲	جدول ۶۰: هزینه سالانه سیستم چیلر و هواساز (جذبی، مبحث ۱۹)
۱۰۳	جدول ۶۱: هزینه سالانه سیستم اسپلیت (مبحث ۱۹)
۱۰۴	جدول ۶۲: هزینه سالانه سیستم فن کویل (مبحث ۱۹)
۱۰۵	جدول ۶۳: هزینه سالانه سیستم چیلر و هواساز (تراکمی، مبحث ۱۹)
۱۰۶	جدول ۶۴: هزینه سالانه سیستم چیلر و هواساز (تراکمی، مبحث ۱۹)

- جدول ۶۵: هزینه سالیانه سیستم اسپلت (مبحث ۱۹) ۱۰۷
- جدول ۶۶: هزینه سالیانه سیستم فن کویل (مبحث ۱۹) ۱۰۸
- جدول ۶۷: محاسبات اقتصادی ساختمان هواپیمایی هما با استاندارد m^{۱۹} ۱۱۳
- جدول ۶۸: محاسبات اقتصادی ساختمان پژوهشکده رویان با استاندارد m^{۱۹} ۱۱۳

مقدمه

گسترش شهرنشینی و ایجاد روزافزون مجتمع های مسکونی و ساختمان ها از یک سو و مسئله تامین اقتصادی هوای مطبوع و مناسب با توجه به نیاز ساکنین و اقتضای نوع ساختمان از سوی دیگر موجب پیشرفت سریع تکنیک های سرمایش و گرمایش در نیم قرن اخیر گردیده است به طوری که دانش حرارت مرکزی و تهویه مطبوع خود به چندین شاخه تخصصی تقسیم می شود که احاطه و اشراف کامل بر تمامی جزئیات سیستم های متعارف در سطح جهان شاید پس از سالها مطالعه و تجربه عملی نیز حاصل نشود. لی طرح کلیه سیستم های حرارت مرکزی و تهویه مطبوع قطع نظر از نوع آنها بر پایه اصول مشترکی صورت می گیرد که شناخت و رعایت این اصول و دستیابی به یک سیستم گرمایش و سرمایش مطلوب نقشی تعیین کننده خواهد داشت. (U.S. Department of Energy)

این پایان نامه به منظور طراحی سیستم های تهویه مطبوع بر طبق اصول و ضوابط و با در نظر گرفتن تمام جوانب و جزئیات و با استفاده از نرم افزار در محاسبات، طراحی دقیق و بهینه و با نگرش کاهش مصرف انرژی برای ساختمان را ارائه می دهد. در این میان نقش انرژی بسیار پر رنگ می باشد. مقدار انرژی مصرفی هر یک بخش های سیستم تاسیسات حرارتی و برودتی، نقش موثری در انرژی مصرفی کل خواهد داشت. می توان گفت طراحی صحیح و اصولی سیستم های تهویه مطبوع علاوه بر در نظر گرفتن عوامل شرایط آسایش در ساختمان، نوع مصرف انرژی و مقدار آن نیز می باشد که خود ممکن است تاثیر فراوانی در انتخاب نوع سیستم تاسیسات مرکزی را به دنبال داشته باشد. در دنیای امروز که دنیای مبتنی بر اقتصاد می باشد، انرژی و هزینه های مصارف انواع سوخت، سهم عظیمی از این اقتصاد را تشکیل می دهد. در این میان وجود فرهنگ های گوناگون در سراسر دنیا عواملی را در جهت شکل گیری نوع زندگی و به تبع آن نوع فرهنگ مصرف انرژی را

حاصل می شود و در هر فرهنگ شرایط آسایش و رفاه متفاوت تلقی می شود ولی آن چیز که مسلم و واقعی در میان تمام فرهنگها می باشد، شرایط آسایش محل زندگی یا همان ساختمان است که فراهم آوردن این آسایش هزینه های خاص خود را دارد. عامل مستقیم و تاثیرگذار در اقتصاد هر خانواده در خصوص این شرایط در ساختمان، وجود یک سیستم تاسیسات تهویه مطبوع مناسب می باشد که عواملی که در بالا به آن اشاره کردیم در آن موثر و وجود آن ها الزامی می باشد. [کاشانی

حصار. ۱۲.۷]



شکل ۱: عوامل موثر در طراحی سیستم های تهویه مطبوع

اما دنیای تاسیسات را می توان به اقیانوسی با عمق زیاد تصور کرد که در این میان شناخت و اطلاعات کافی از سیستم های تاسیسات و طراحی بهینه و صحیح و سپس انتخاب مناسب این سیستم ها با در نظر گرفتن تمام عوامل مهندسی و اقتصادی نقش به سزای در ارائه یک الگوی مناسب از طراحی صحیح در جهت کاهش حداکثری مصرف انرژی ایفاء می کند.

همانطور که می دانید در کشور ایران نیز بیشترین مصارف نهایی در بخش خانگی می باشد که بیشترین سهم را در این مصرف تاسیسات حرارتی و برودتی ساختمانها شامل می شود.

در این طرح، طراحی پایه ای از بهینه سیستم های تاسیسات مرکزی را براساس کاهش مصرف انرژی در این سیستم ها بررسی می کنیم. با امید به طراحی و انتخاب اصولی سیستم های تهویه مطبوع و حرارت مرکزی از سوی صاحبان امر، مهندسان و پیمانکاران در جهت کاهش مصرف انرژی شود (Trends. ۲۰۰۵).

اهداف طرح

با توجه به اینکه در طراحی ساختمان عناصر و المانهای مختلفی درگیر می باشند لذا همواره در این طراحی بحث بهینه سازی انرژی از اهمیت ویژه ای برخوردار می شود. در طراحی ساختمان همواره طراحی معماری از اهمیت ویژه ای برخوردار است. که بر اساس شرایط اقلیمی و بومی مناطق مختلف صرفه نظر از بحث انرژی امروزه طراحی می شود بنابراین پس از طراحی معماری مهمترین عاملی که در طراحی ساختمان مورد نیاز است مبحث آسایش حرارتی ساکنین مد نظر قرار می گیرد. که همواره امروزه بر اساس طراحی بار حرارتی و برودتی بر اساس استانداردهای موجود طراحی می شود با توجه به اینکه فرموله کردن کلیه عناصر در زمینه به دست آوردن بار حرارتی و برودتی در ساختمان کار بسیار مشکلی است. در این صورت می توانیم در مورد کاهش مصرف انرژی یک ساختمان اظهار نظر

نماییم. یعنی می توانیم در مرحله اول مهمترین عامل در کاهش مصرف انرژی را بدست آوریم و در زمینه این عوامل به ترتیب اولویت آنها را طبقه بندی کنیم و سپس به ترتیب اولویت (عاملی که بیشترین تاثیر را در تلفات مصرف انرژی در ساختمان را دارد)

لذا در نهایت تغییر هر یک از پارامترهای آن به میزان بهینه مصرف انرژی در ساختمان برسیم و در گام های بعدی با پیشنهاد سناریوهای مختلفی بهینه بودن آن را آنالیز کنیم و سناریو بهینه را استخراج نماییم لذا در این طرح سعی شده است به کمک مدل های موجود حرارتی همچون نرم افزار کریر و همچنین المانهای موثر در مصرف انرژی را مدل نموده و با مدل کردن آنها به مهمترین و موثرترین عامل کاهش مصرف انرژی در ساختمان رسید. پس از انتخاب مهمترین عامل موثر با توجه به امکانات نرم افزار کریر می توانیم سناریوهای مختلفی را برای آن ساختمان مورد تجزیه و تحلیل قرار دهیم مسلما هرمدام که مصرف انرژی را در طول عمر مفید یک ساختمان کاهش دهیم به عنوان بهترین سناریو انتخاب شود. اما چون نرم افزار کریر فقط قادر است از نظر فیزیکی و همچنین تکنولوژی بهینه بودن سناریوی انتخابی را پیشنهاد دهد در قدم نهایی سناریو ما را از نظر اقتصادی مورد تجزیه و تحلیل قرار خواهیم داد.

در طراحی و سپس اجراء سیستم های تاسیسات مرکزی ساختمان ها که اتفاقا یکی از بخش های پر مصرف انرژی می باشد، ملاحظات زیادی مانند مقدار مصرف انرژی دستگاه ها، انتخاب بهینه سیستم ها و اساسا انتخاب نوع سیستم گرمایشی و سرمایشی مناسب و بهینه در یک ساختمان اصلا مطرح نیست و فقط به آسایش حداکثری و افزایش اطمینان برای ساکنان از تامین سرمایش، گرمایش و دیگر سیستم های تاسیسات ساختمان دقت می شود. بنابراین اینکه بتوان بهترین یا بهینه ترین سیستم تاسیسات مرکزی قبل از طراحی را انتخاب کرد و اینکه بهترین راه برای این کار چیست جزو اهداف و مجهولات طرح می باشد و در این میان پارامترهای

اساسی و متغیرهای گوناگونی از قبیل کاربری، تاثیرات جوی، موقعیت جغرافیایی، متراژ و حجم ساختمان و حتی ایام تعطیلات موجود در هر سال (به طور میانگین برای هر کشور) وجود خواهد داشت که در میان پروژه با آن برخورد خواهیم کرد.

خلاصه اقدامات صورت گرفته و چالشها

در کشور ما ایران اولین عاملی که روی کیفیت و نوع سیستم های تاسیسات مرکزی ساختمان و حتی خود ساختمان تاثیر می گذارد نظر کارفرما و مقدار هزینه ای است که کارفرما روی یک پروژه می تواند سرمایه گذاری کند، است. بدون در نظر گرفتن آینده ای از آن سیستم از لحاظ انرژی، که این خود چندین برابر هزینه اولیه برابر تاسیسات مرکزی است. اما می توان با انتخاب درست و بهینه یک سیستم تاسیساتی از ابتدا اتلاف انرژی آن بخش عظیم را کاهش داد و این کاهش به قدری زیاد است که می توان در سطح کلان صرف صرف برای مطرح کردن داشته باشد، همانطور که می دانید علم تاسیسات علمی بی انتها و اقیانوسی از اطلاعات با عمقی زیاد می باشد و سیستم ها و دستگاه های مدرن و به روز دنیا هر روزه به بازار می آیند که همه آنها با توجه به اینکه توانسته اند در هر یک کمتر کردن مصرف انرژی قدم مثبتی بردارند مورد استفاده قرار می گیرند .

پس در ابتدا شناسایی و آشنایی کامل از این سیستم ها در درجه اول و سپس انتخاب یک سیستم با تمام ملاحظات آن از میان سیستم های مختلف موجود در دنیا که برای یک ساختمان بهینه باشد در قدم بعد می تواند از درجه اهمیت بالایی برخوردار باشد .

می توان گفت به این مسئله که چرا یک سیستم تاسیساتی مثلا هواساز مرکزی برای یک ساختمان انتخاب شده نه سیستم دیگری مثل فن کویل یا رادیاتور یا همین طور سیستم سرمایشی مرکزی مثل چیلر جذبی نه چیلر تراکمی یا کولر آبی نه زنت و ... از نقطه نظر انرژی و هزینه های آتی که به همراه خواهد داشت، دقت کمی

شده است و مهندسان پس از تعیین سیستم از سوی کارفرما یا هر فرد دیگری فقط به دنبال طراحی آن می روند یا اگر سیستم مناسب تری پیشنهاد شود هیچ مرجع و مستندات علمی از لحاظ مصرف انرژی و بهینه بودن سیستم پیشنهادی برای آن ارائه نمی دهند و صرفاً از نقطه نظر آسایش و فنی به آن نگاه می کنند. اما کمتر کسی به انتخاب یک سیستم مرکزی تاسیساتی از دید انرژی یک به علاوه پوشش دادن مسائل فنی مهندسی نگاه کرده اند.

روش و پیشنهاد طرح

اگر بتوان راهی برای اینکه قبل از یک طراحی یا اینکه اصلاً چه چیزی را باید طراحی کرد پیدا کرد، که بتواند ثابت کند از لحاظ مصرف انرژی بهینه می باشد، کار بسیار جدید و در سطح خرد که نظیری صورت گرفته است. اینکه بدانیم در طراحی ساختمان با شرایط خاص خود باید به چه سناریوهایی توجه داشت تا بتوان سیستم بهینه را طراحی کرد و نیز بتوان در نظر علمی تکیه کرد، حرکتی نو و جدید می باشد. اگر به این هدف دست یابیم در ابتدا می توان، پیمانکاران، کارفرمایانی که در طراحی ساختمان و سیستم های تاسیساتی سروکار دارند و سپس می توان در کلان موضوع به شکل گیری نظامی مشخص برای اینکه هر فرد خودسرانه به انتخاب و طراحی ساختمان و سیستم تاسیساتی نپردازد و سرانجام یک راه علمی برای کمک گرفتن بیاید، از آن بهره ببرند.