A-PDF Watermark DEMO: Purchase from www.A-PDF.com to remove the watermark

آموزش طراحی سیستمهایHVAC با نرم افزار

Carrier (HAP 4.41)

مدرس: احسان رضایی

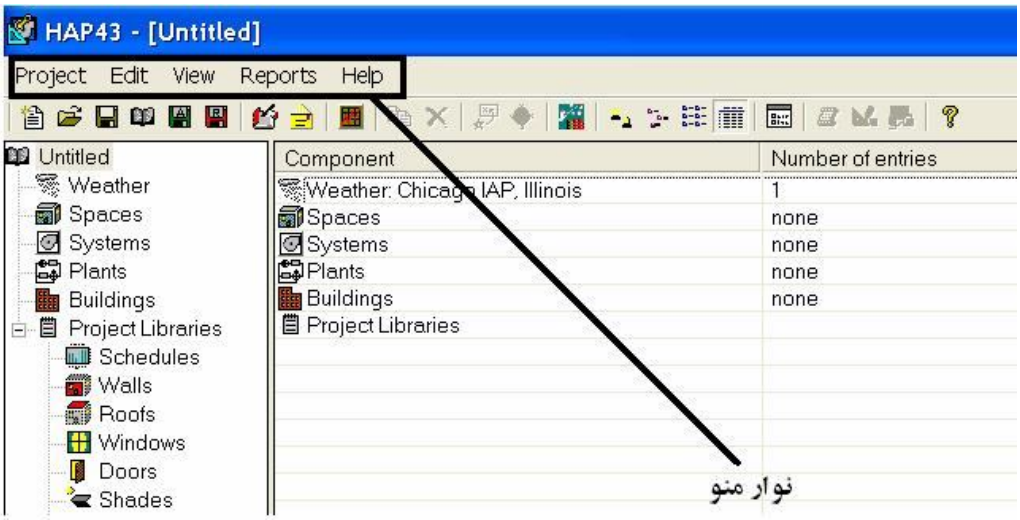
http://mohandes-iran.com

آشنایی با محیط نرم افزار

با نرم افزار CARRIER می توانیم بار سرمایشی و گرمایشی ساختمان را محاسبه کرده و سیستم گرمایش و سرمایش مناسب برای آن طراحی نماییم.پس از نصب نرم افزار با محیط زیر روبرو می شویم.از نوار منو گزینه Projectرا انتخاب کرده و New را انتخاب می نماییم.اگر پروژه ای را قبلا ذخیره کرده باشیم از گزینه Open استفاده می کنیم.

در نوار منو در قسمت Project بر روی گزینه Propertiesکلیک کرده و نام پروژه و دیگر مشخصات آن را وارد می نماییم و OK می کنیم.با گزینه Saveپروژه را ذخیره می کنیم.

برای انتقال پروژه ذخیره شده از یک رایانه به سیستم دیگر بایستی ابتدا آن را Archive نماییم.این گزینه در نوار منو،گزینه Projectدیده می شود.پروژه با پسوندE3A. ذخیره می شود.پس از انتقال آن با گزینه Retrieveاز نوار منو ،گزینه Projectپروژه انتقال داده شده را باز می کنیم.باید دقت شود که نسخه های دو نرم افزار بر روی دو سیستم ذکر شده از یک Version باشد.بنابراین با Copy & pasteکردن صرف ، نمی توان اطلاعات ذخیره شده را منتقل کرد.



گزینه Import Dataدرقسمت Project نوارمنو، برای انتقال اطلاعات از یک پروژه به پروژه مشابه می باشد.

در نوار منو گزینهEdit،Duplicate برای کپی کردن اطلاعات مربوط به فضایی به فضای دیگردر پروژه جاری است.بدون اینکه مجددا اطلاعات را وارد کنیم.این گزینه برای تسریع در انجام پروژه بسیار کاربرد دارد.

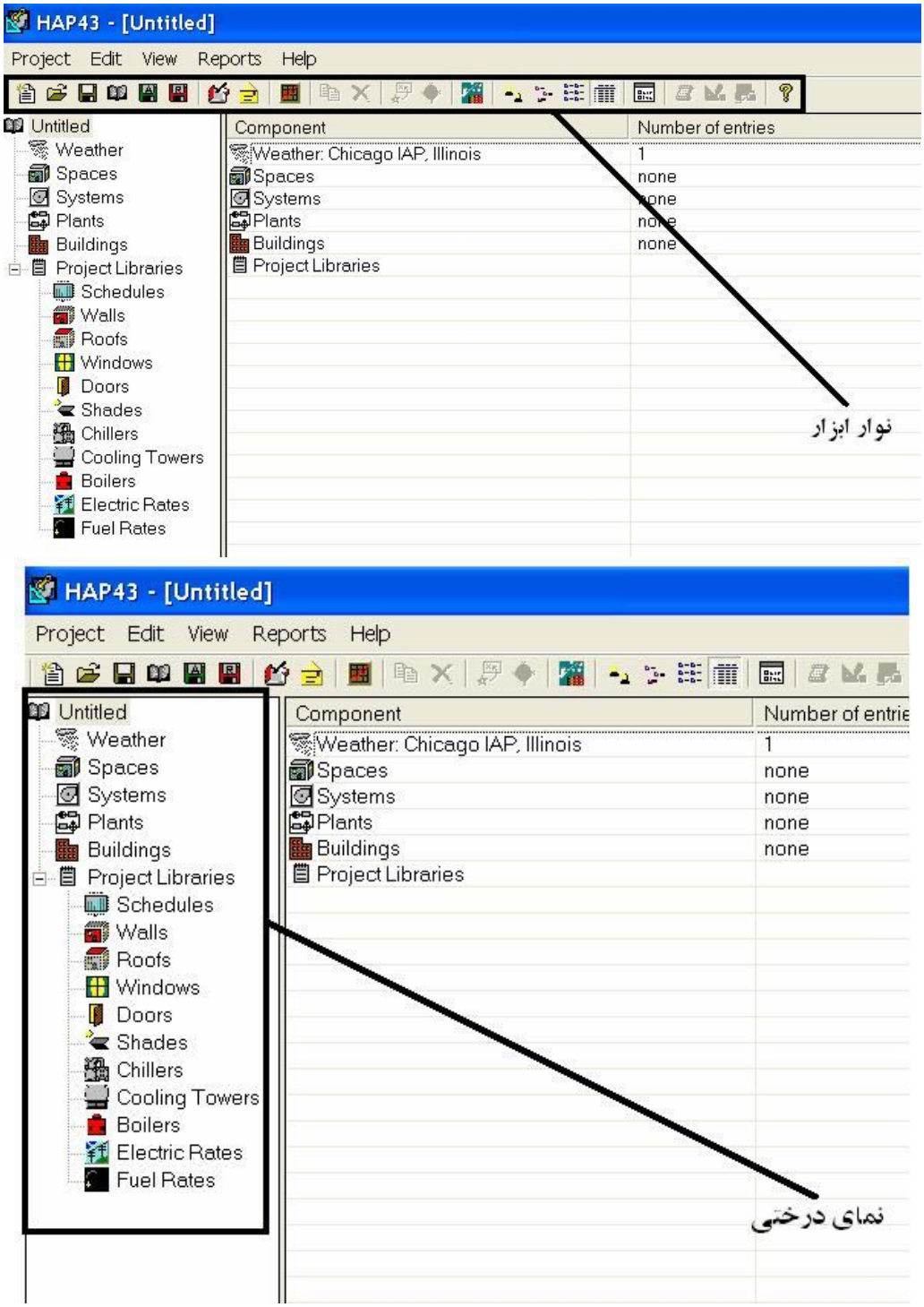
در نوار منو،برای تصحیح اطلاعات وارد شده از گزینه Replace در قسمت Edit ،استفاده می کنیم.

اگر پس از وارد کردن اطلاعات مربوط به فضاها متوجه شدیم که نقشه را در جهت اشتباه وارد کرده ایم، از گزینهRotateدر Edit استفاده می کنیم.

در نوار منو،گزینه Optionsدر تب Viewسیستم محاسبه را مشخص میکنیم که متریک است یا انگلیسی.

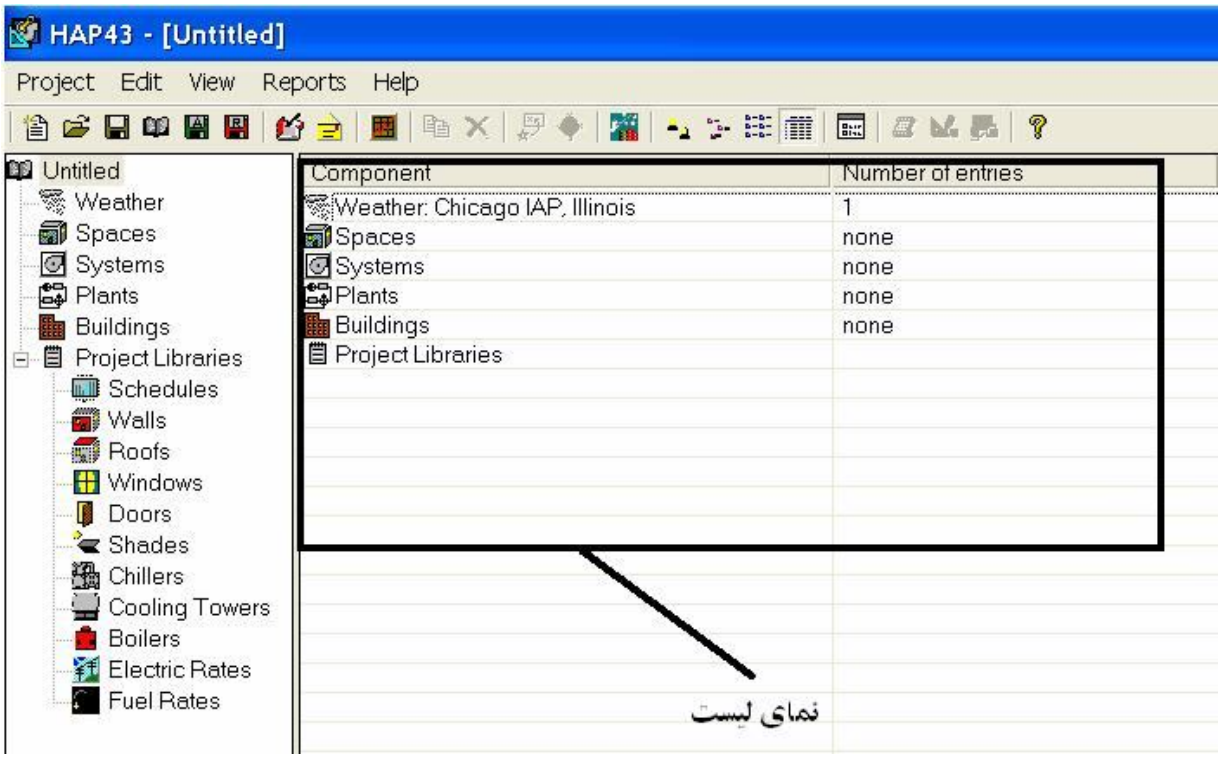
نوار ابزار،Shortcutاطلاعات آمده در قسمت نوار منو می باشد.با بردن موس به روی هر یک نمایان می شود که Shortcut مربوط به کدام منو می باشد.

http://mohandes-iran.com



در نمای درختی با کلیک بر روی هر یک از قسمت ها آن قسمت در نمای لیست فعال می شود.با کلیک بر روی عبارت مورد نظر در نمای لیست به وارد کردن اطلاعات مربوطه می پردازیم.

http://mohandes-iran.com



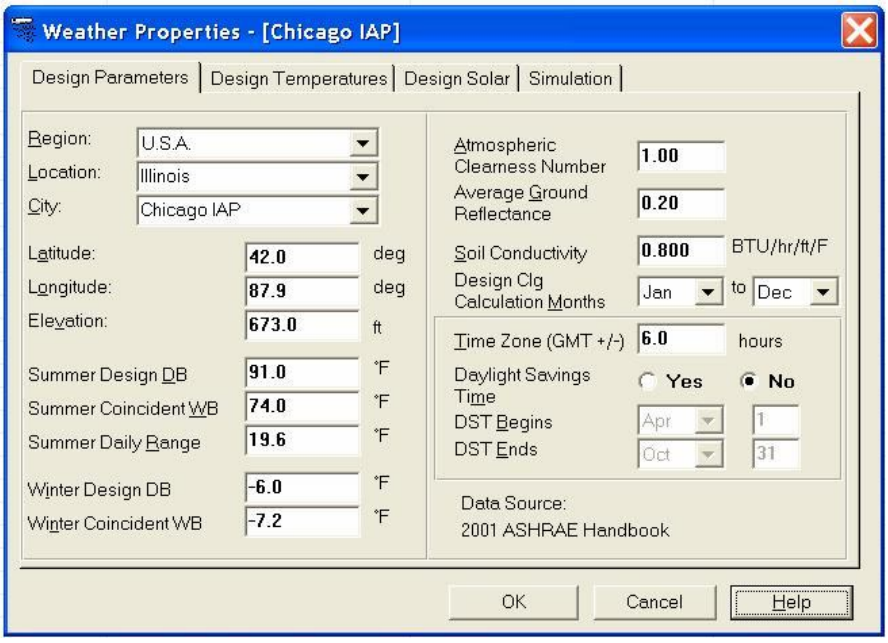
http://mohandes-iran.com

فصل اول:وارد کردن مشخصات آب و هوایی در نرم افزار

Properties

در این فصل به معرفی گزینه ها و امکانات مختلف نرم افزر برای وارد کردن اطلاعات مربوط به شرایط آب و هوایی اشاره شده است.با انتخاب گزینه Weatherاز پنجره اصلی برنامه ،فرم مورد نیاز برای وارد کردن اطلاعات اقلیمی ظاهر می شود.همانطور که در شکل دیده می شود این فرم شامل سه قسمت است:

1.designe parameter;
2.design temperature;
3.design solar;



Design Parameters:(پارامترهای طراحی)

در این قسمت برخی از مشخصه های ساختمان از قبیل جهت ساختمان،شرایط محلی و...تعریف می شوند که به طور مفصل به تشریح هریک از آنها می پردازیم.

Region /Locatin /City:

در این قسمت می بایست قاره،کشور و شهر مورد نظری را که می خواهیم ظرفیت سنجی آن را انجام دهیم به HAP معرفی کنیم.

http://mohandes-iran.com

Latitude:

مقدار عرض جغرافیایی در محاسبات مربوط به تشعشع خورشید به کار می رود و تاثیر مهمی روی جهت و تابش خورشید در هر روز دارد.مقدار مثبت عرض جغرافیایی برای شهرهای واقع در نیمکره شمالی و مقادیر منفی آن برای شهرهای واقع در نیمکره جنوبی به کار می روند.

Longitude:

مقدار طول جغرافیایی نیز در محاسبات مربوط به تابش خورشید نقش دارد .جهت و شدت تابش خورشید به موقعیت آن در آسمان بستگی دارد.شهر های واقع در نیمکره غربی دارای طول جغرافیایی مثبت و شهرهای واقع در نیمکره شرقی دارای طول جغرافیایی منفی هستند.

Elevation:

از آنجاییکه مشخصه های هوا با تغییر ارتفاع تغییر می کند ،مقدار ارتفاع از سطح دریا برای محاسبات بار حرارتی و برودتی شهر مورد نظر نیاز می باشد.مقادیر مثبت این ارتفاعمربوط به شهرهای بالای سطح دریا و مقادیر منفی نیز برای شهرهای پایین تر از سطح دریا می باشد.

Summer design DB:

در این قسمت گرمترین درجه حرارت خشک هوای خشک را وارد می کنیم.به عبارتی این دما ،دمای پیک گرمترین ماه سال است.

Summer coincident WB:

این گزینه متوسط درجه حرارت مرطوب منطبق بر درجه حرارت خشک طرح خارج برای تابستان است.

Summer daily range:

این گزینه اختلاف بین درجه حرارت خشک حداکثر و حداقل یک روز در طی گرمترین ماه سال را بیان می کند.

Winter design DB:

دمای خشک طرح زمستان سردترین درجه حرارت خشک هوای خارج را تعریف می کند.

Winter coincident WB:

این گزینه متوسط درجه حرارت مروب منطبق بر درجه حرارت خشک طرح خارج برای زمستان است.از این دما برای انجام محاسبات مربوط به رطوبت هوا استفاده می شود.

Atmospheric Clearness Number:

این عدد ضریبی برای تصحیح پروفایل تابش خورشید برای شرایط مه آلود یا غبار آلود می باشد.برنامه این عدد را برای شرایط آب و هوایی تمیز1,15وبرای هوای مه آلود و غبارآلود 0,85 فرض می کند.

Average Ground Reflectance:

این عدد مقدار انعکاس تابش خورشید توسط زمین اطراف ساختمان را بیان می کند و برای هر جهتی از ساختمان و تمامی ماه های سال استفاده می شود.بنابراین این عدد فقط به نوع زمین اطراف ساختمان بستگی دارد.مقدار پیش فرض برنامه برای همه شهرها0,2 می باشد.در جدول زیر سایر مقادیر نشان داده شده اند.

http://mohandes-iran.com

Surface type	reflectance
بتن تازه	0,31-0,34
بتن قدیمی	0,21-0,25
چمن	0,21-0,31
تخته سنگ	0,2
آسفالت	0,14
آجر	0,35
محوطه شهری	0,1

Soil Conductivity:

این گزینه به ضریب هدایت گرمایی خاک اطراف ساختمان اشاره می کند.مقدار ضریب هدایت حرارتی در محاسبه انتقال حرارت از طریق دیوارهای زیرزمین و کف زیرزمین مورد استفاده قرار می گیرد.مقدار این ضریب به ترکیب بندی ساختار خاک محل ساختمان و مقدار رطوبت آن بستگی دارد.مقدار پیش فرض برنامه برای این ضریب0.8Btu/hr Ft °F(1.38W/mK)است.ضریب هدایت حرارتی نمونه برای انواع مختلف خاک در جدول زیر داده شده است:

classification	Normal range	Low	High
شن و ماسه	0,35-1,45	0,45	1,3
گل و لای	0,5-1,45	0,45	1,3
خاک رس	0,5-0,95	0,65	0,9
مخلوط گل و ماسه	0,5-1,45	0,55	1,3

Design Calculation Month:

این گزینه دامنه ماه هایی را که در محاسبات مربوط به بار طراحی بار برودتی برای سیستم ها و دستگاه ها مطرح می شوند را تعریف می کند .در واقع این گزینه محدوده ماه هایی را که ممکن است ماکزیمم بارهای فضاها ،زون ها،سیستم ها و دستگاه ها در آن اتفاق افتد را تعریف می کند.معمولا بهترین انتخاب ،ماه های می(اردیبهشت-خرداد)و اکتبر(شهریور-مهر)هستند.

Time Zone:

این گزینه اختلاف زمانی بین زمان محلی نقطه مورد نظر و مدار مبدا (گرینویچ)بر حسب ساعت را بیان می کند.مناطقی که در سمت غرب مدار مبدا واقع شده اند دارای اختلاف زمانی مثبت و مناطق سمت شرق مدار مبدا دارای اختلاف زمانی منفی هستند.

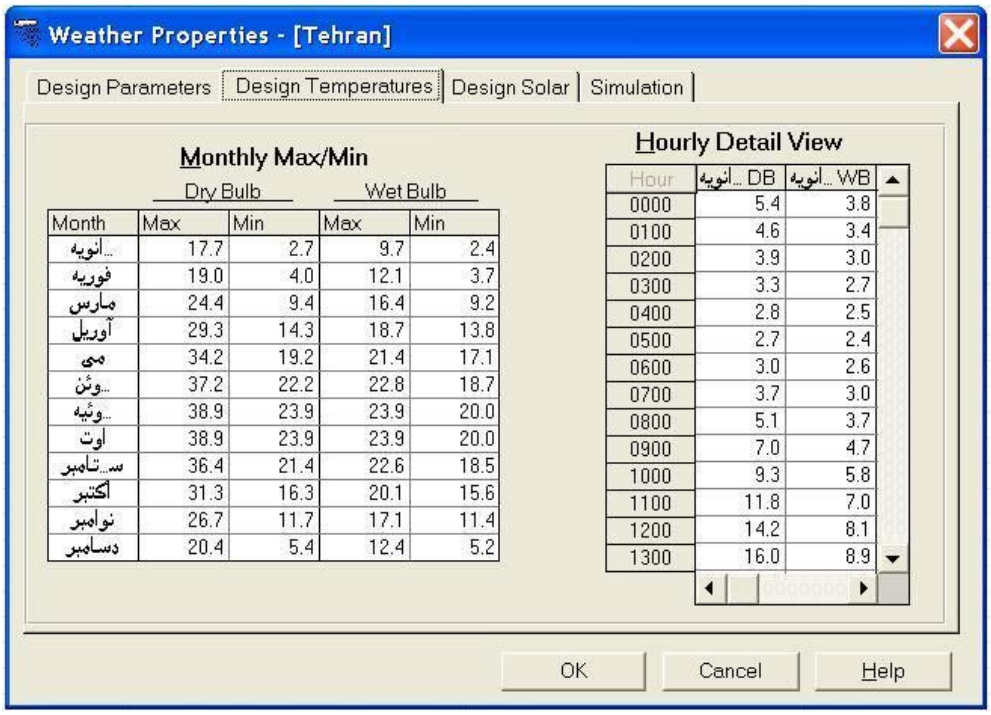
http://mohandes-iran.com

Daylight Saving Time:

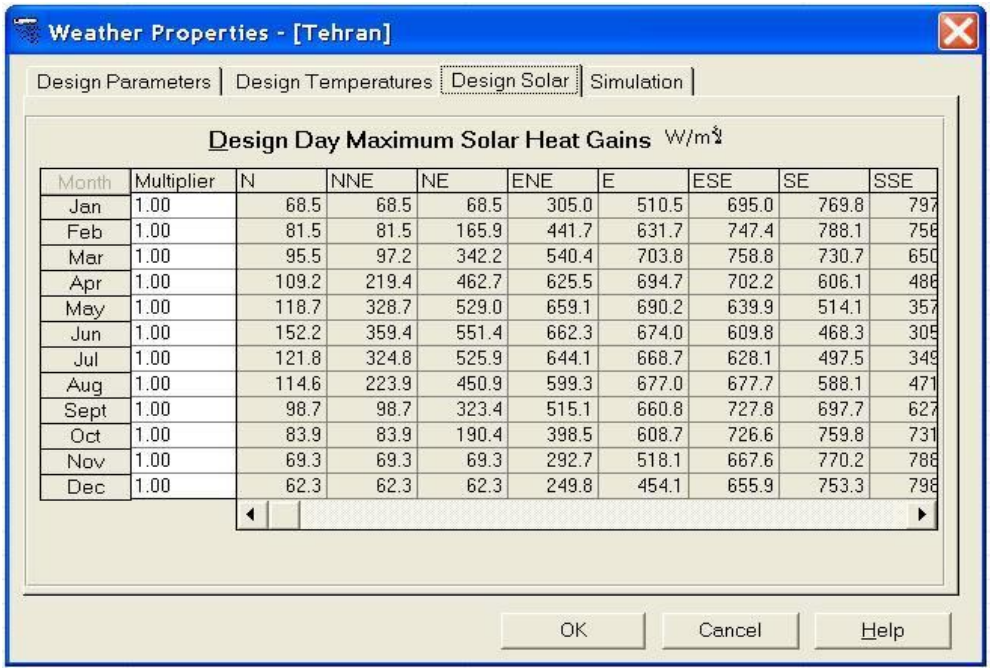
اگر در کشوری ساعت ماه های سال به عقب یا جلو کشیده شود در این قسمت گزینه Yes را انتخاب می کنیم.چون در ایران تغییر ساعت داریم بنابراین گزینه DST begins بیانگر اولین ماه تغییر ساعت 21 march و گزینه DST end بیانگر آخرین ماه تغییر 21 sep است.

Design temperature:

براساس پارامترهای طراحی برای شهر مورد نظر که در قسمت قبل وارد برنامه شد پروفیل درجه حرارت و رطوبت برای هر 24 ساعت از 12ماه سال توسط برنامه ایجاد خواهد شد.این پروفیل ها اساس محاسبات بار حرارتی و برودتی هستند.



http://mohandes-iran.com

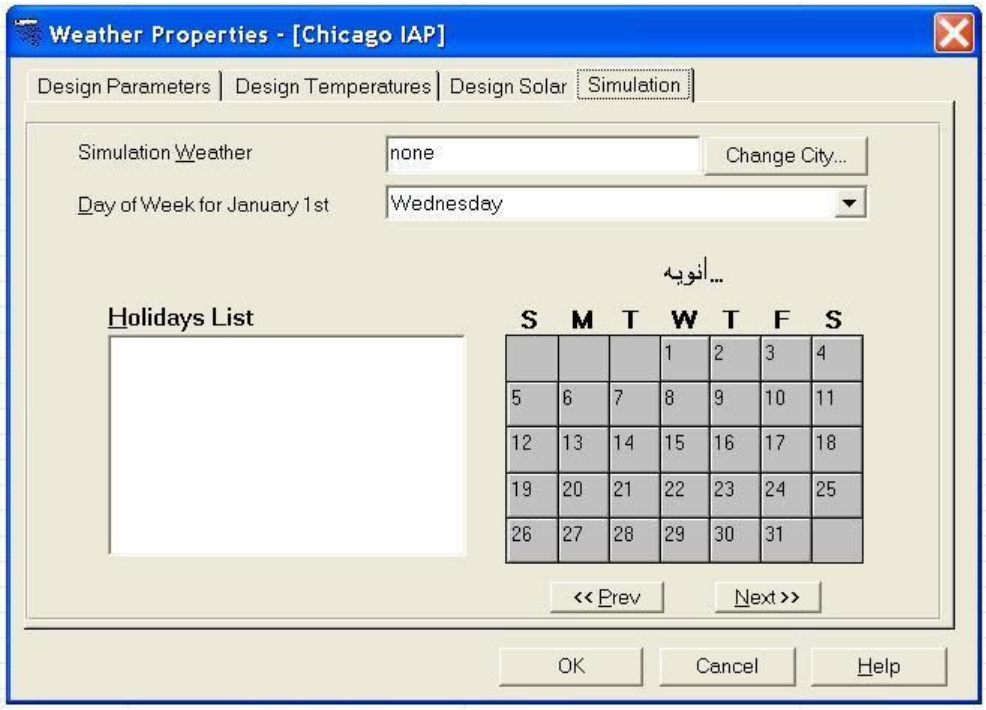


Month	Multiplier	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE
Jan	1.00	68.5	68.5	68.5	305.0	510.5	695.0	769.8	797
Feb	1.00	81.5	81.5	165.9	441.7	631.7	747.4	788.1	758
Mar	1.00	95.5	97.2	342.2	540.4	703.8	758.8	730.7	650
Apr	1.00	109.2	219.4	462.7	625.5	694.7	702.2	606.1	486
May	1.00	118.7	328.7	529.0	659.1	690.2	639.9	514.1	357
Jun	1.00	152.2	359.4	551.4	662.3	674.0	609.8	468.3	305
Jul	1.00	121.8	324.8	525.9	644.1	668.7	628.1	497.5	349
Aug	1.00	114.6	223.9	450.9	599.3	677.0	677.7	588.1	471
Sept	1.00	98.7	98.7	323.4	515.1	660.8	727.8	697.7	627
Oct	1.00	83.9	83.9	190.4	398.5	608.7	726.6	759.8	731
Nov	1.00	69.3	69.3	69.3	292.7	518.1	667.6	770.2	788
Dec	1.00	62.3	62.3	62.3	249.8	454.1	655.9	753.3	798

Design solar:

بر اساس پارامترهای طراحی برای شهر مورد نظر برنامه پروفیل حرارتی بدست آمده از تابش خورشید را برای هر 24ساعت از 12ماه سال ایجاد می کند .این پروفیل ها در محاسبات مربوط به بار دیوار،سقف و پنجره به کار می روند.ضریب Multiplier برای تغییر دادن مقادیر پروفیل فوق به کار می رود.به طور مثال ضریب 1,2 مقدار 20% به حرارت های ناشی از تابش خورشید خواهد افزود.همانطور که از Toolbar فوق الذکر مشاهده می شود کمترین مقدار تابش برای جهت شما و بیشترین مقدار آن برای جهات شرق،غرب و جنوب غرب است.از این اعداد نتیجه می شود که دیوارهای شرق و غرب ساختمان در صورت در معرض تابش خورشید بودن بهتر است عایق داشته باشند و یا پنجره هایی که در این جهات واقع شده اند بهتر است دو جداره باشند همچنین بار ناشی از جهت شمال ناچیز بوده و می توان از آن صرفنظر کرد.

http://mohandes-iran.com



Simulation:

شبیه سازی

Change City:

درقسمت Change Cityشهر مورد نظر را انتخاب می نماییم

Day of week for January 1st:

در این قسمت اولین روز سال(میلادی) را مشخص می کنیم که معادل چه روزی از هفته می باشد.

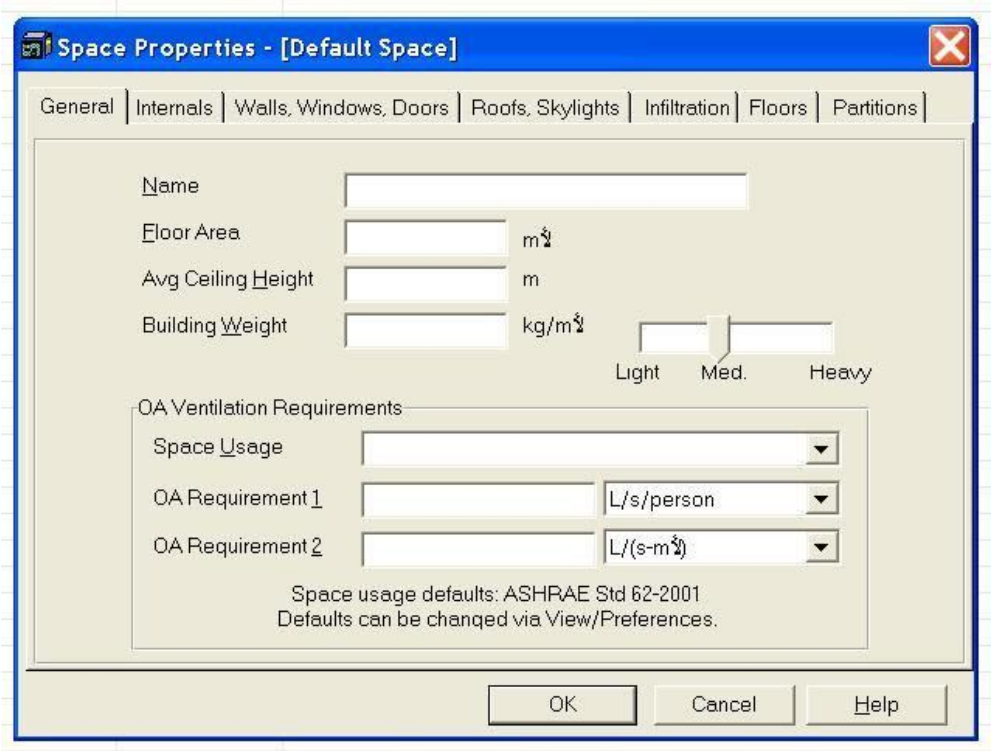
Holidays List:

در این بخش روزهای تعطیل هر ماه را انتخاب می کنیم.با کلیک روی گزینه Next به ماه بعدی می رویم

http://mohandes-iran.com

فصل دوم-وارد کردن مشخصات فضاها به نرم افزار

با انتخاب گزینه Space از پنجره اصلی برنامه، فرم مورد نظر برای وارد کردن مشخصه های هر فضا ظاهر می شود.



A. General:

1. Name:

نام فضاهایی که در حال وارد کردن مشخصات آن هستیم را در این قسمت وارد می کنیم.

2. Floor Area:

در این قسمت مساحت کل زیر بنای یک فضا وارد می شود .از این فضا برای بهره حرارتی منابع مختلفی نظیر روشنایی ه،حضور افراد و...مورد استفاده قرار می گیرد.همچنین از این فضا و مساحت در محاسبه میزان هوای ورودی نیز استفاده می شود.

3. Avg Ceiling Height:

این مقدار فاصله کف تا سقف ها را برای هر فضا تعیین می کند.ارتفاع هر فضا همراه با مساحت زیر بنای آن در محاسبه حجم هوای مورد نیاز برای فضای مورد نظر مورد استفاده قرار می گیرد.

http://mohandes-iran.com

4. Building weight:

در این قسمت وزن کل فضای مورد نظر شامل وزن دیوارهای داخلی ،کف،سقف و محتویات فضا وارد می شود.مقدار وزن ساختمان تاثیر مهمی در حفظ و ذخیره حرارت دارد.برای محاسبه وزن یک فضا می توان از رابطه زیر استفاده نمود:

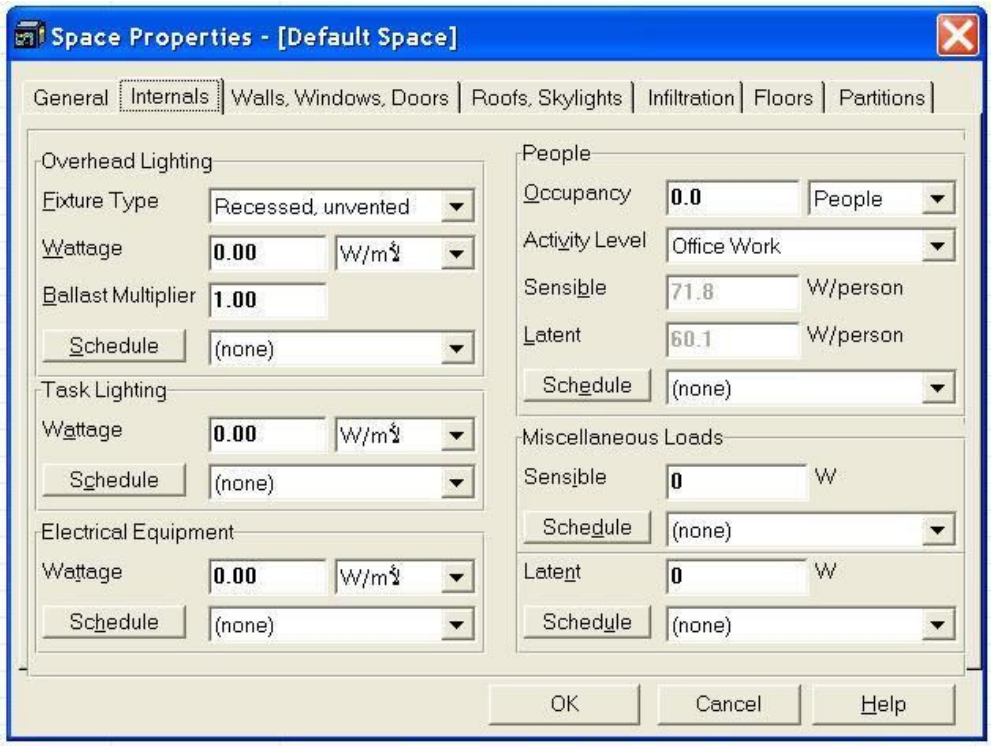
وزن فضا بر واحد سطح=(نصف وزن دیوارهای داخلی+وزن جدارهای خارجی)/مساحت کف فضا

به صورت یک اصل تجربی برای دیوارهای پیش ساخته با ضخامت کمتر از 10سانتی متر وزن ساختمان $15LB/Ft^2$ و برای دیوارهای سبک نظیر دیوارهای ساختمان های مسکونی که ضخامت آن ها بین 10تا 20 سانتی متر است وزن ساختمان$50LB/Ft^2$ و برای ساختمان های اداری ،درمانی،آموزشی وزن ساختمان متوسط و معادل$70LB/Ft^2$ در شرایطی که ضخامت دیوارها حدود15تا25 سانتی متر در نظر گرفته می شودو نهایتا برای دیوارهای سنگین با ضخامت 25 تا 50 سانتی متر که عموما در سوله ها و کارگاه های صنعتی با ارتفاع کف تا سقف بالا به کار می روند وزن ساختمان به صورت سنگین معادل$130\ LB/Ft^2$ در نظر گرفته می شود.

5. OA Ventilation Requirement:

از این گزینه زمانی استفاده می شود که فضای مورد نیاز باید هوای تازه وارد این فضا شود.مانند بیمارستان ها ،سالن های غذاخوری.با انتخاب فضاهای تعریف شده در Default سیستم ،Cfm/person و Cfm/Ft^2 مورد نیاز سیستم تعریف می شود.

http://mohandes-iran.com



B. Internal:

1. Fixture Type:

این گزینه نوع لوازم روشنایی استفاده شده در فضا را تعریف می کند.سه انتخاب توسط برنامه تعریف شده است:

1.1. Recessed Unvented:

نوعی روشنایی است که در سقف های کاذب نصب می شود ولی نه هوای تغذیه از سقف کاذب عبور می کند نه هوای برگشتی.

1.2. Recessed Vented:

نوعی روشنایی است که در سقف کاذب نصب می شود ولی مقداری از هوای برگشتی از سقف کاذب عبور می کند.

1.3. Free Hanging:

لامپ های معمولی که از سقف اویزان است.چنان چه در ساختمانی از دو نوع روشنایی استفاده شود نوع روشنایی در نرم افزار به حالت غالب است،یعنی نوع روشنایی که مقدار آن بیشتر است در نظر گرفته می شود.

http://mohandes-iran.com

2. Wattage:

این گزینه مقدار وات مصرفی برای لوازم روشنایی مورد استفاده تعریف شده را بیان می کند و مربوط به کل وات چراغ هاست هنگامی که کل روشنایی های فضا روشن باشند.

توجه داشته باشید هنگامی که روشنایی ها از نوع فلورسنت باشد ولتاژ لامپ ها توسط ضریب بالاست(ترانس مهتابی)افزایش می یابد تا توان مصرفی لامپ هنگام راه اندازی نیز در نظر گرفته شود.در جدول زیر حداقل ولتاژ به ازای سطح کف اتاق داده شده است:

مصرف برق برحسب وات بر فوت مربع سطح کف	نوع ساختمان
3	آرایشگاه و سالن زیبایی
2	بانک
2	بیمارستان
5	دفاتر
0,5	راهرو ها و کریدورها
2	رستوران
2	ساختمان های صنعتی و تجاری
2	سالن دادگاه
1	سالن های دولتی و سخنرانی
3	فروشگاه ها
2	کلوپ ها
1	کلیسا و مساجد
0,5	گاراژها و انبار تجاری
3	مدرسه
2-3	منزل مسکونی
2	هتل

3. Ballast multiplier:

برای چراغ های فلورسنت توان به دو شکل مصرف می شود.یکی برای خود لامپ و دیگری هنگام راه اندازی.برنامه توان کل را با ضرب کردن توان مصرف لامپ در ضریب بالاست محاسبه می کند.این ضریب بین 1 و2 است و معمولا 1,25 در نظر گرفته می شود.توجه داشته باشید برای سایر لامپ ها این ضریب 1 است.

http://mohandes-iran.com

4. Schedule:

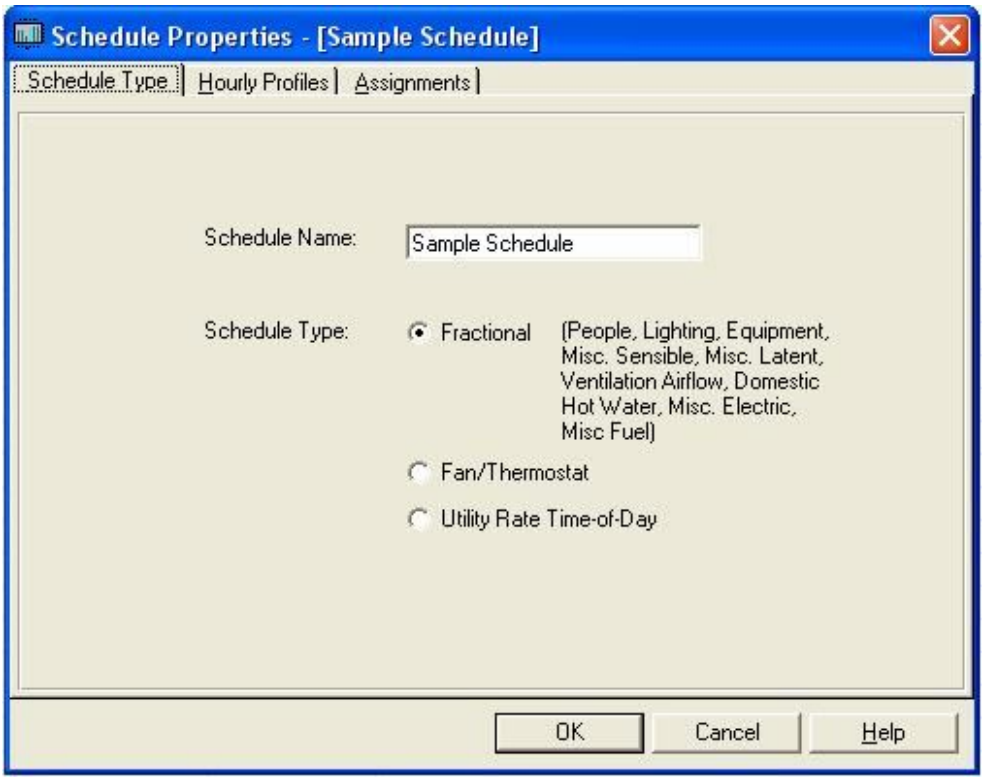
به طور کلی در شبانه روز برای عناصر حرارت زا در یک فضا از قبیل افراد،روشنایی ها،وسایل الکتریکی و... دو دوره فعال و غیر فعال وجود دارد.از این جدول برای مشخص کردن درصد حضور هر یک از این عوامل در ساعات گوناگون استفاده می شود.این جدول را به دو طریق می توان تعریف کرد:

4,1.ایجاد یک جدول جدید

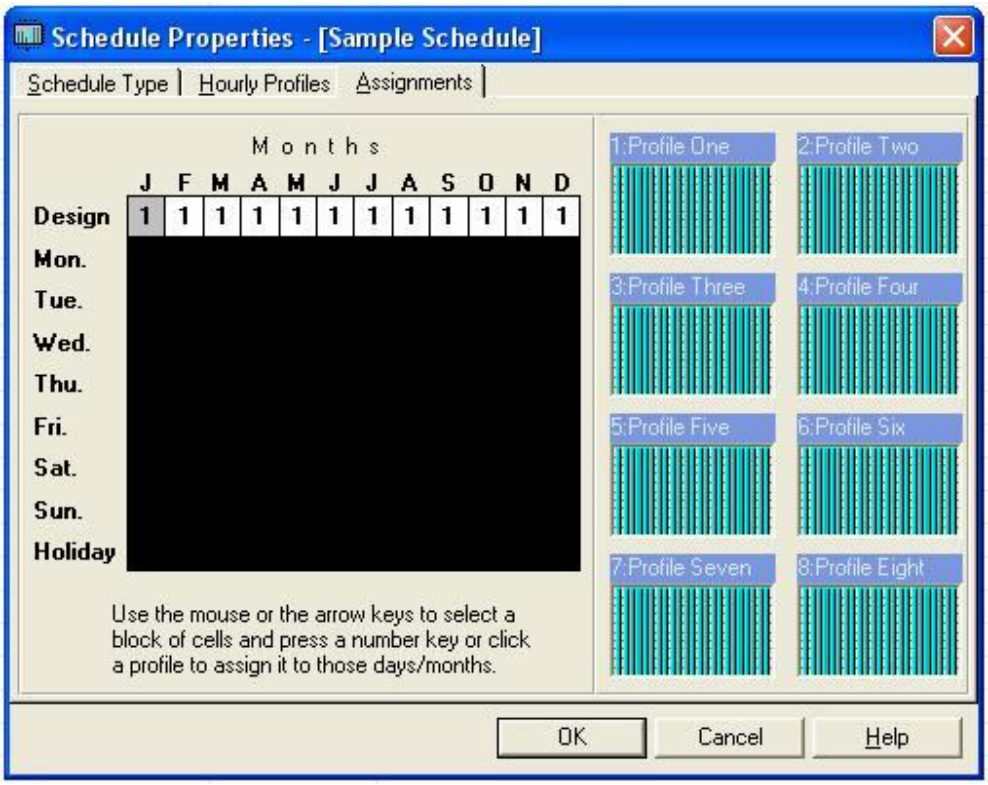
با انتخاب گزینه Create new schedule می توان جدول جدیدی ایجاد کرد.مطمئن باشید که نوع جدول انتخاب شده در حالت Fractional باشد.در این نوع تعریف بیشترین مقدار بهره حرارتی برای هرساعت بر حسب درصد بیان می شود.

4,2.انتخاب یک جدول

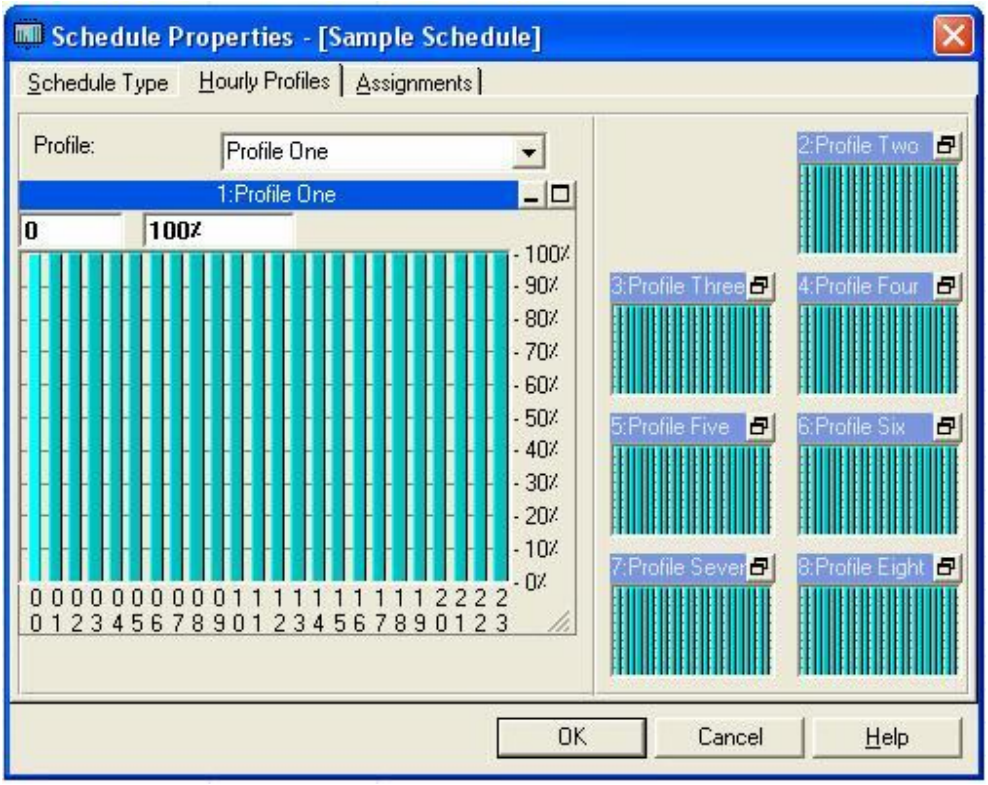
اگر از قبل جدولی ایجاد و ذخیره شده باشد می توان آن را انتخاب کرد.



http://mohandes-iran.com



http://mohandes-iran.com



5. Task Lighting:

در صورتی که منبع روشنایی به غیر از مواردیکه بیان شد باشد مقدار وات مصرفی آن در این قسمت وارد می شود.برای تغییرات در دوره عملکرد این روشنایی ها نیز می توان از جدول زمانی استفاده کرد.در صورتیکه از هیچ منبع روشنایی اضافی در فضا استفاده نشده باشد مقدار آن را صفر وارد می کنیم.به عبارت دیگر در قسمت Overhead lighting فقط مشخصات روشنایی های موجود روی سقف و در این قسمت مشخصات سایر روشنایی ها نظیر چراغ های روی دیوار،چراغ خواب،چراغ مطالعه و...وارد نرم افزار می گردد.

6. Electrical equipment:

این قسمت مربوط به مصرف انرژی و حرارت تولید شده توسط لوازم و تجهیزات الکتریکی از قبیل کامپیوتر،پرینتر،موتورهای الکتریکی و... می باشد.در این قسمت نیز یک جدول زمانی،دوره کاری و تغییرات روزانه حرارتی تولید شده توسط این تجهیزات را مشخص می کند.

7. People:

در این قسمت بیشترین تعداد افراد حاضر در فضا تعیین می شود.این مقدار می تواند به دو صورت $m^2/person$ و یا تعداد افراد وارد برنامه شود.بهره کل حرارتی افراد بستگی به نوع فعالیت افراد دارد.برنامه هفت نوع فعالیت را پیشنهاد می کند که در قسمت Activity level قید گردیده است.چنان چه بخواهید مستقیما بهره حرارتی افراد را تعیین کنید از گزینه User defined استفاده کنید.

http://mohandes-iran.com

8. Miscellaneous load:

از این گزینه برای مدل کردن بار حرارتی تولیدی یا اتلافی توسط منابع حرارتی غیر الکتریکی نظیر اجاق گازها ،محفظه های تبرید و یخچال های فروشگاه های بزرگ و غیره استفاده می شود.مقدار وارد شده باید بیشترین گرمای مخصوص تولید شده توسط این منابع باشد.مقادیر مثبت این بارها بیانگر حرارت تولید شده و مقادیر منفی بیانگر گرمای هدر رفته می باشد.یکی از عمده ترین منابع تولید این بارها تجهیزات آشپزخانه می باشد.مقدار حرارت تولید شده توسط این تجهیزات را در صورتیکه دارای هود باشند می توان با توجه به ظرفیت بیان شده بر روی صفحه مشخصات دستگاه و ضریب بهره و تشعشع از رابطه زیر محاسبه نمود:

$Q_{(محسوس)} = Q_{(مصرفی)} \times Fr \times Fu = Q_{(مصرفی)}$

درابطه فوق Fu ضریب بهره، Fr ضریب تشعشع، FL ضریب بار و Q مصرفی نیز ظرفیت دستگاه می باشد.مقدار ضرایب فوق را می توان با توجه به نوع دستگاه از جدول زیر بدست آورد.

نوع وسیله الکتریکی/با بخار	ضریب بهره	ضریب تشعشع	ضریب بار
Griddle	0.16	0.45	0.07
Fryer	0.06	0.43	0.03
Convection oven	0.42	0.17	0.07
Charbroile	0.83	0.29	0.24
Open-top range Without oven	0.34	0.46	0.16
Hot-top range without oven	0.79	0.47	0.37
With oven	0.59	0.48	0.28
Steam cooker	0.13	0.3	0.04

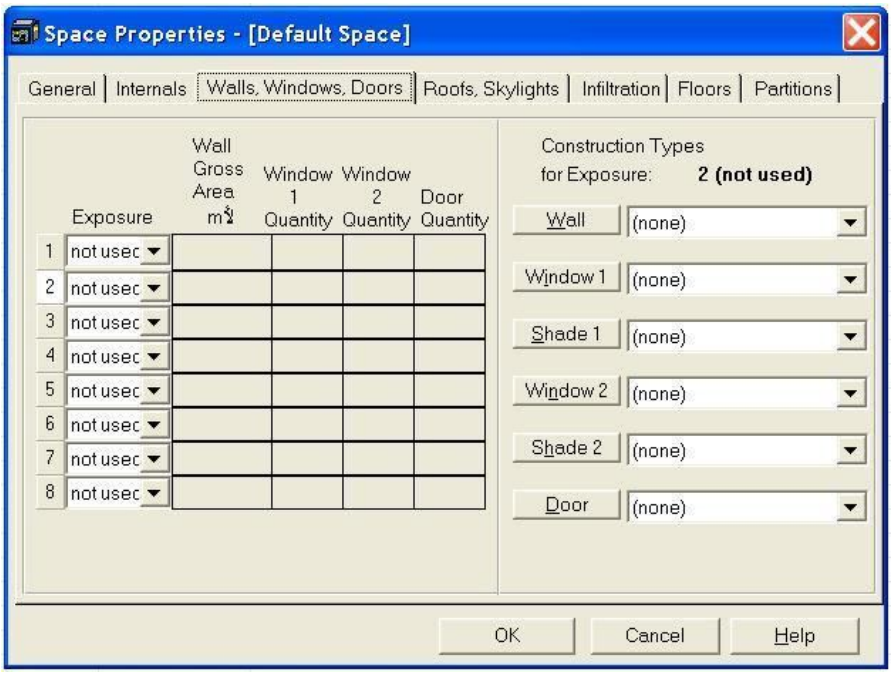
نوع وسیله گاز سوز	ضریب بهره	ضریب تشعشع	ضریب بار
Griddle	0,25	0,25	0,06
Fryer	0,07	0,35	0,02
Convection oven	0,42	0,2	0,08
Charbroile	0,62	0,18	0,11
Open-top range Without oven	0,34	0,17	0,06

http://mohandes-iran.com

وقتی تجهیزات آشپزخانه فاقد هود باشند و یا هود آن ها به کانال تخلیه هوا متصل نباشد 50% انرژی مصرفی به عنوان بار سرمایش در نظر گرفته می شود.تجهیزات بیمارستان ها،آزمایشگاه ها نیز از جمله منابع مهم حرارت زا هستند معمولا حرارت تولید شده از طریق تجهیزات یک آزمایشگاه حدود $15\text{-}70\ BTU/hr\ Ft^2$ است.

C. Walls,Windows,Doors:

این قسمت شامل اطلاعاتی راجع به جهت دیوارهای عمودی و پنجره های و درب و جهات آنهاست.با انتخاب این قسمت و در قسمت چپ فرم فوق جدولی برای وارد کردن اطلاعات مربوط به دیوارهای خارجی است.



C.1. Wall Gross Area:

این گزینه مربوط به مساحت کل دیوار است و نباید مساحت درب ها ،پنجره ها را از آن کم کرد زیرا بعدا در طی محاسبات بار ،برنامه مساحت خالص دیوار را با کم کردن مساحت پنجره ها و درب ها از ان محاسبه خواهد کرد.

	Exposure	Wall Gross Area ft²	Window 1 Quantity	Window 2 Quantity	Door Quantity
1	N	100.0	0	0	0
2	E	100.0	0	0	0
3	S	100.0	0	0	0
4	W	100.0	0	0	0
5	not usec				
6	not usec				
7	not usec				
8	not usec				

http://mohandes-iran.com

C.2. Window Quantities:

تعداد پنجره های از یک نوع خاص که در دیوار به کار رفته است در این قسمت وارد می شود.به طور کلی در نوع پنجره می توان برای هر دیوار تعریف کرد.ولی تعداد پنجره های موجود در دیوار برای هر نوع محدودیتی ندارد.

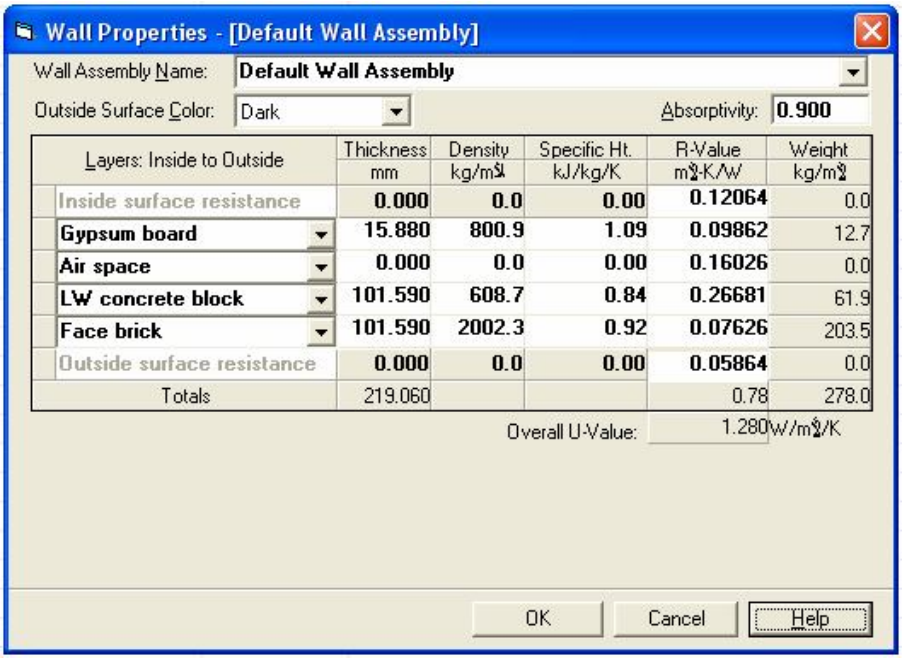
C.2 Door quantities:

در این قسمت تعداد درب های استفاده شده در جهت مورد نظر مشخص می شود.

Construction Type For Exposure:

در قسمت راست فرم فوق مشخصات دیوارها،پنجره ها،سایبان ها و درب ها وارد می شود.

http://mohandes-iran.com



Walls:

ساختار مصالح به کار رفته و سایر جزییات مربوط به دیوارها در این قسمت وارد می شود.این جزییات عبارتند از:

Outside surface Colour:

رنگ سطح خارجی دیوار را می توان از لیست ان انتخاب نمود.با انتخاب رنگ دیوار مقدار جذب مربوط به رنگ آن نمایش داده می شود.

Absorptivity:

استفاده از ضریب 0,9 را برای سطوح دیوارهای خارجی توصیه می کند زیرا غالبا آلودگی هوا موجب تیره شدن رنگ دیوارها می شود.

Thickness:

در این قسمت ضخامت هر لایه مشخص می شود.این ضخامت در محاسبه جرم لایه که حاصل ضرب ضخامت لایه در دانسیته آن است و مقاومت حرارتی لایه مورد استفاده قرار می گیرد.

http://mohandes-iran.com

Density:

دانسیته(جرم واحد حجم) هر لایه در این قسمت وارد می شود.برای لایه های غیر همگن مثل بلوک های بتنی توخالی یک مقدار کلی را برای دانسیته در نظر می گیریم.

Specific Heating:

حرارت مخصوص برای محاسبه ظرفیت حرارتی مواد و مصالح به کار رفته در هر لایه به کار می رود.

R-value:

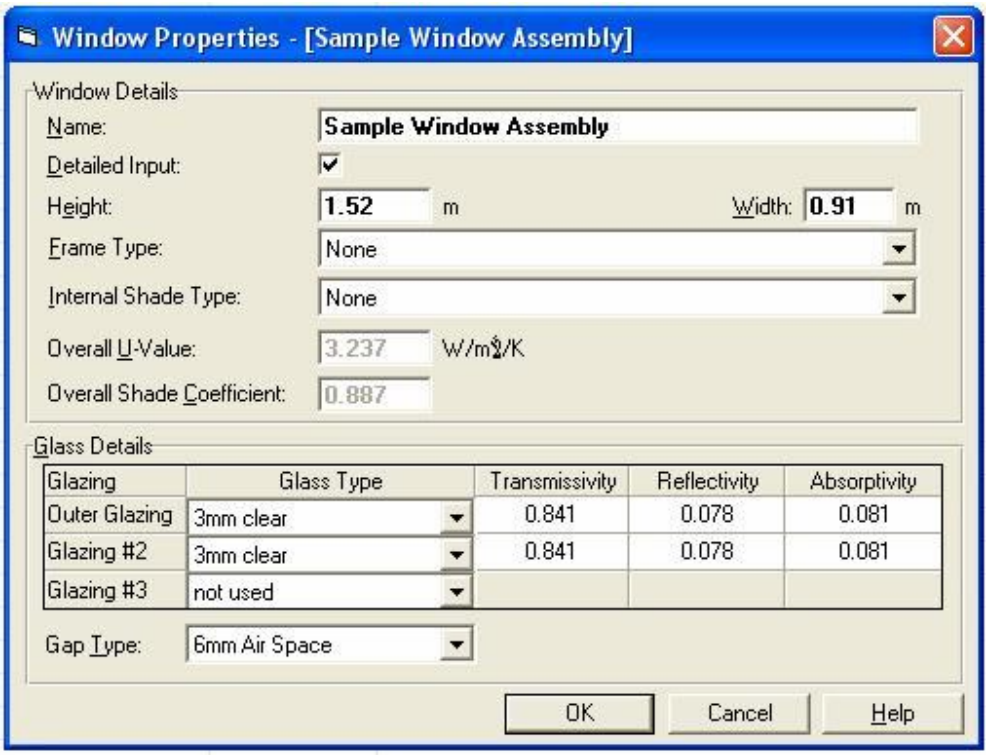
این مقدار،مقاومت حرارتی هر لایه را مشخص می کند.مقاومت سطح داخلی(inside surface resistance)در واقع ضریب انتقال حرارت بین درونی ترین لایه و هوای داخل فضا و مقاومت سطوح خارجی(outside surface resistance) ضریب انتقال حرارت بین لایه خارجی دیوار و هوای بیرون است.

همچنین برای وارد کردن یک لایه جدید می توان از ترکیب کلیدهای Alt+Insert استفاده نمود.برای پاک کردن یک لایه نیز می توان از Alt+Delete استفاده نمود.

http://mohandes-iran.com

Windows:

هنگامی که فرم Toolbar پنجره را انتخاب می کنیم دو روش برای وارد کردن مشخصات پنجره وجود دارد.



Detailed input:

هنگامی که این قسمت انتخاب می شود تمام گزینه های فرم فوق به جز U-value(ضریبU)و(Shade Coefficient)یا همان ضریب سایه فعال می شوند.این حالت برای تعریف کردن مشخصات پنجره از قبیل قاب سایه بان های داخلی ،عرض و ارتفاع پنجره و خصوصیات شیشه های پنجره و خصوصیات شیشه های پنجره به کار می رود با توجه به این ورودی ها نرم افزار ضرایب U و سایه را تخمین می زند هنگامی کهDetailed input وارد نشود فقط کافی است برای کامل کردن فرم فوق ،ضریب انتقال حرارتU،ضریب سایه ،عرض و ارتفاع پنجره را وارد کنیم.

Frame type:

این قسمت نوع قاب به کار رفته در پنجره را مشخص می کند.نوع قاب پنجره در محاسبات هدایت حرارتی از طریق پنجره مورد استفاده قرار می گیرد.

http://mohandes-iran.com

Internal shade:

این قسمت نوع سایبان های داخلی نظیر لوور دراپه،پرده کرکره و... را مشخص می کند.برخی از سایبانهایی که در این قسمت می توان برگزید عبارتند از :

Vertical blinds:کرکره عمودی

Vertical blinds-light:کرکره روشن

Vertical blinds-medium:کرکره نیمه روشن

Drap-open weave-light:لوردراپه باز به رنگ روشن

Drap-semi-open weave-Dark:لوردراپه تیره و نیمه بار

Roler shades-light-translucent:سایه بان غلطکی و نیمه روشن

Venetion-blind:کرکره

Glass detail:

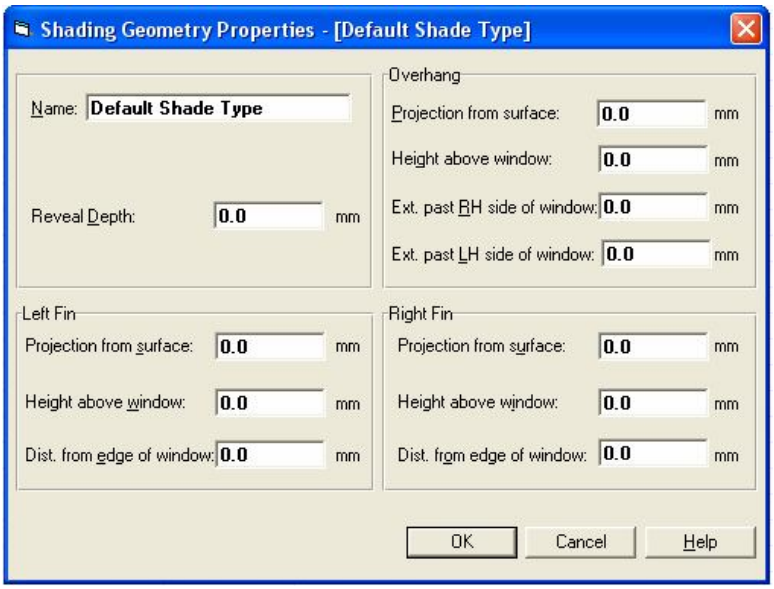
در این قسمت مشخصه های شیشه پنجره وارد برنامه می شود.نوع شیشه در Glass type تعریف می شود.Gap type نیز فاصله بین شیشه در شیشه های چند جداره و همچنین ماده ای که این فاصله را پر کرده است را تعریف می کند.این فاصله معمولا از گازهای نجیب مانند آرگون پر می شود.

Overal shade coefficient:

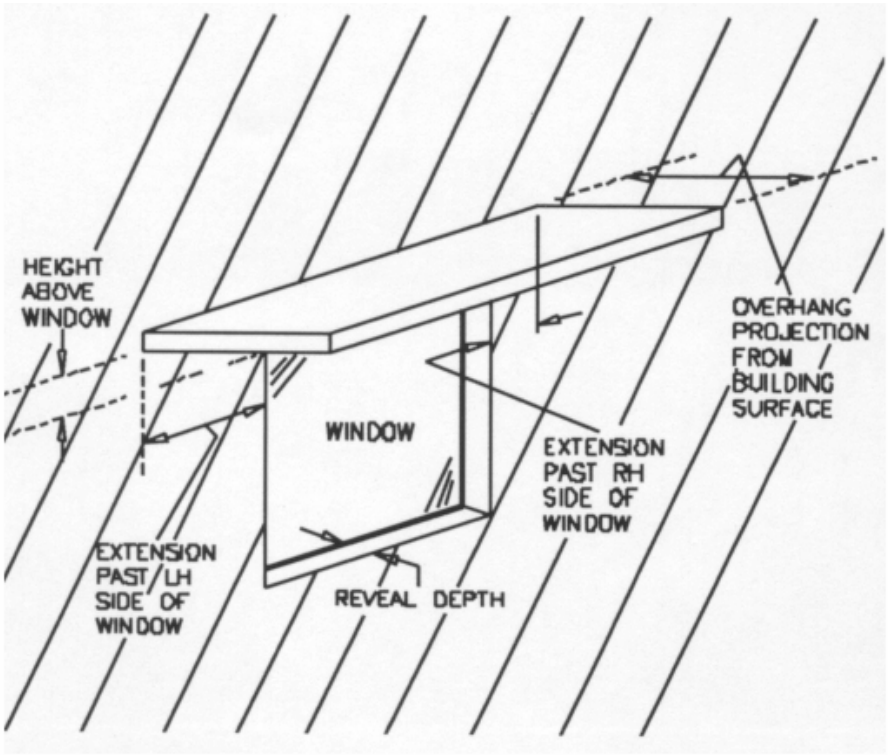
این ضریب را می توان از کاتالوگ های کارخانه سازنده پنجره بدست آورد.

Shade:

در این فرم اطلاعات مربوط به سایه بان خارج پنجره وارد برنامه می شود.در ادامه به توصیف این اطلاعات می پردازیم:



http://mohandes-iran.com



Reveal depth:

این گزینه فاصله بین سطح خارجی دیوار و سطح بیرونی شیشه پنجره را نشان می دهد.به عبارت دیگر این گزینه مقدار تورفتگی پنجره از سطح نمای ساختمان است.

Projection from surface:

این فاصله،فاصله بین سطح ساختمان ولبه خارجی پنجره را که عمود بر سطح ساختمان اندازه گیری می شود،تعریف می کند.

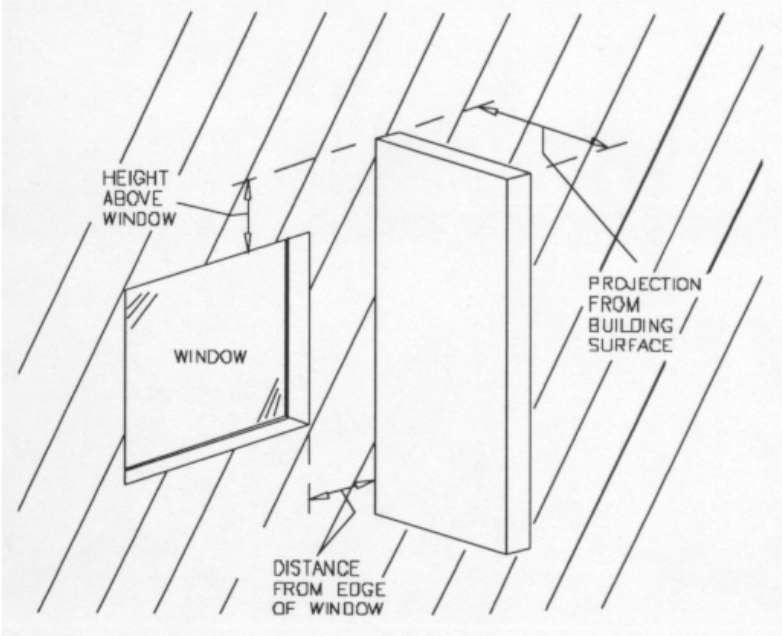
High above window:

این گزینه فاصله بین لبه بالایی دهانه پنجره با لبه بالایی پنجره را که به صورت موازی با پنجره اندازه گیری می شود تعریف می کند.

http://mohandes-iran.com

Fin Dimension:

پره(fin)یک جلوآمدگی عددی از سطح ساختمان است که در طرفین پنجره واقع شده است.شکل زیر تصویر یک پره را نشان می دهد.شرح مشخصات هر پره در زیر آمده است



Distance from edje of window:

این گزینه فاصله بین لبه دهانه پنجره با لبه پره را تعریف می کند.:

High above window:

این گزینه فاصله بین لبه بالایی دهانه پنجره با لبه بالایی پنجره را که به صورت موازی با پنجره اندازه گیری می شود تعریف می کند.

Projection from surface:

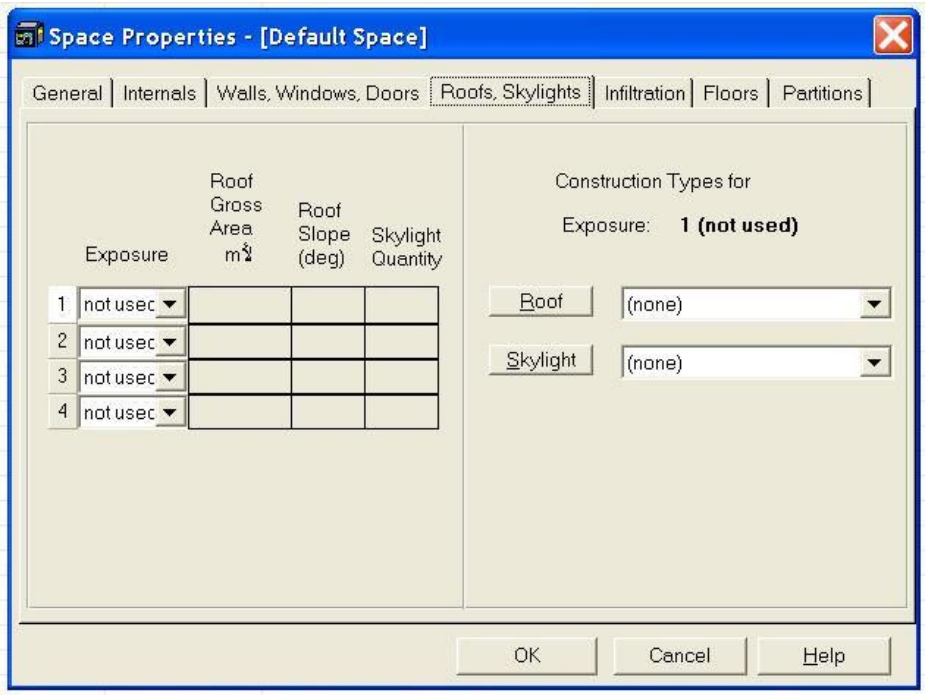
این فاصله،فاصله بین سطح ساختمان ولبه خارجی پنجره را که عمود بر سطح ساختمان اندازه گیری می شود،تعریف می کند.

http://mohandes-iran.com

D. ROOF-SKY LIGHT:

مشخصات سقف و نور گیرها

این قسمت شامل اطلاعاتی راجع به سقف ونورگیرهاست.اطلاعات این قسمت شبیه موارد ذکر شده در قسمت قبلی (پنجره،درب ودیوار)می باشد.



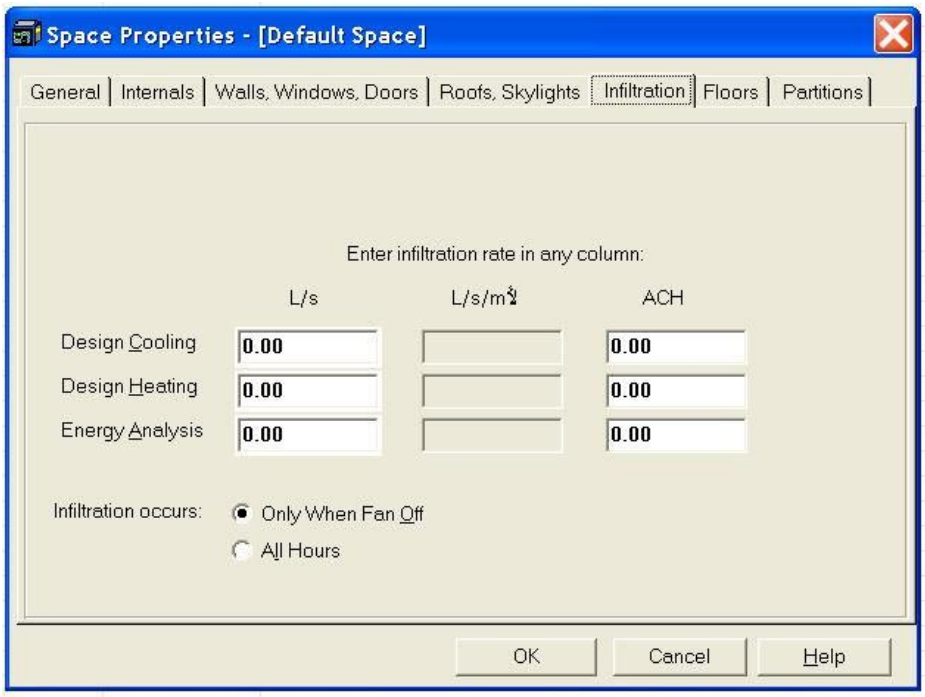
Expousure : در این قسمت می توان جهت جغرافیایی سقف را وارد نرم افزار کرد.

Roof Gross Area: مساحت سقف را وارد نرم افزار می کنیم.لازم به ذکر است نرم افزار مساحت کف فضا رابه عنوان سقف در حافظه ذخیره شده وارد می کند.

Roof Slope:منظور همان شیب سقف از نظر شیب بندی می باشد که معمولاشیب 5درجه می باشد.

Skylight Quantity:تعداد نورگیرهای معرفی شده به نرم افزار درفضای تعریف شده می باشد.

http://mohandes-iran.com



E. INFILTRATION

از آنجا که هوای تازه معمولا دارای محتوای حرارتی متفاوتی نسبت به هوای فضای تهویه شده می باشد لذا ورود آن به داخل فضای تهویه شده موجب تحمیل مقدار بار به این فضا خواهد شد.نفوذ هوا به علل مختلفی از جمله سرعت باد ،ایجاد مکش در ساختمان و... رخ می دهد.حال به جزییات فضای فوق الذکر می پردازیم

Design Cooling:

از این مقدار برای محاسبات مربوط به بار برودتی استفاده می شود.نتیجه این محاسبات در اندازه گیری تجهیزات برودتی به کار می رود.

Design Heating:

از این مقدار برای محاسبات مربوط به بار حرارتی استفاده می شود.نتیجه این محاسبات در اندازه گیری تجهیزات حرارتی به کار می رود.

Energy Analysing:

از این مقدار برای شبیه سازی میزان مصرف انرژی سالیانه استفاده می شود و مقدار آن در محاسبات مربوط به هزینه های عملکرد و بهره بداری و میزان انرژی سالیانه به کار می رود.

http://mohandes-iran.com

ACH:

این گزینه مقدار هوای نفوذی را برحسب تعویض هوا در هر ساعت تعریف می کند.در اینصورت برنامه مقدار کل نفوذ هوا را با ضرب کردنACH در حجم فضا بدست می آورد.همچنین می توان میزان هوای نفوذی را بر حسبCfm و یاCfm/Ft² وارد برنامه نمود.این مقدار از فرمول زیر بدست می آید:

V=V*ACH/60

در رابطه فوق V حجم هوای نفوذی بر حسبCfm ،V حجم فضای مورد نظر بر حسبFt³ وACH دفعات تعویض هوا در هر ساعت می باشد و مقدار آن از جدول زیر بدست می آید.

نوع ساختمان	دفعات تهویه در ساعت	نوع ساختمان	دفعات تهویه در ساعت
آشپزخانه	2-4	کارخانجات	1-4
اتاق خواب	1-2	استخر سرپوشیده	1-1,5
اتاق نشیمن	1-1,2	مغازه عمومی	1,5-2
دستشویی و توالت	3-4	کلاس درس	2-3
هال و راهرو	1,5-2	کتابخانه	2
اتاق اداری	1,5-2	لابراتوار	4
سالن ورزش	2	مسجد	1-2
سالن رستوران	2	گاراژ عمومی	4-5
سالن اجتماعات	2,5-3	بخشهای بیمارستان	2,5-3
بانک	1-1,2	اطاق عمل	4
نمایشگاه	2-3		

دفعات تعویض هوا در ساعت	نوع اتاق
1	برای اتاق هایی که یک دیوار،درب و یا پنجره رو به خارج دارند
1,5	برای اتاق هایی که دو دیوار،درب و یا پنجره رو به خارج دارند
2	برای اتاق هایی که سه یا چهار دیوار،درب و یا پنجره رو به خارج دارند
2,5	برای راهروهای ورودی ساختمان
0,5	برای اتاق هایا فضاهای فاقد درب و پنجره رو به خارج مانند راهرو،هال که در وسط ساختمان واقع شده اند

http://mohandes-iran.com

لازم به ذکر است به علت بالاتر بودن سرعت باد در فصل زمستان معمولا مقدار نفوذ هوای خارج در زمستان بیشتر از تابستان است.به طور تجربی می توان مقدار نفوذ هوای خارج در زمستان را 20%بیشتر از مقدار آن در تابستان در نظر گرفت.از فرمول تجربی زیر نیز برای محاسبه مقدار نفوذ هوای تازه که بر بار ساختمان اضافه می کند می توان استفاده نمود.

ACH=(m²)مساحت پنجره*10.8*0.5

این مقدار نفوذ هوای تازه درHeating می باشد.همان طور که ذکر شد،مقدارACH در حالتCooling ،20% کمتر از این مقدار در حالتHeating می باشد.

پس از محاسبه حجم هوای نفوذی از طریق رابطه زیر مقدار بار ناشی از آن بدست می آید.

$Q=1.08*V*(t_1-t_o)$

در رابطه فوقQ بار حرارتی ناشی از هوای ورودی(BTU/hr)،Vحجم فضای نفوذی،t_1 دمای طرح داخلt_o دمای طرح خارج می باشد.همچنین عدد 1,08ضریب هوا در شرایط استاندارد می باشد.(شرایط استاندارد،شرایط هوا در سطح دریا با دمای70 درجه فارنهایت و فشار بارومتریک29,92 میلیگرم جیوه می باشد.)

Only When Fan Off:

این گزینه محاسبات هنگامی که فن خاموش است و نفوذ هوا به داخل داریم استفاده می شود.به عبارت دیگر این محاسبات مربوط به بار ناشی از نفوذ هوا به داخل را برای زمان هایی که در طول آنها جدول زمانی برای سیستم مورد نظر در حالت غیر فعال است محدود خواهد کرد.

All Hours:

با انتخاب این گزینه بارهای ناشی از نفوذ هوا به داخل ساختمان در تمام ساعات روز و بدون توجه به اینکه سیستم تهویه مطبوع روشن است یا خاموش محاسبه خواهد شد.انتخاب این گزینه برای وقتی که از هوای تازه استفاده نمی شود منطقی تر است.

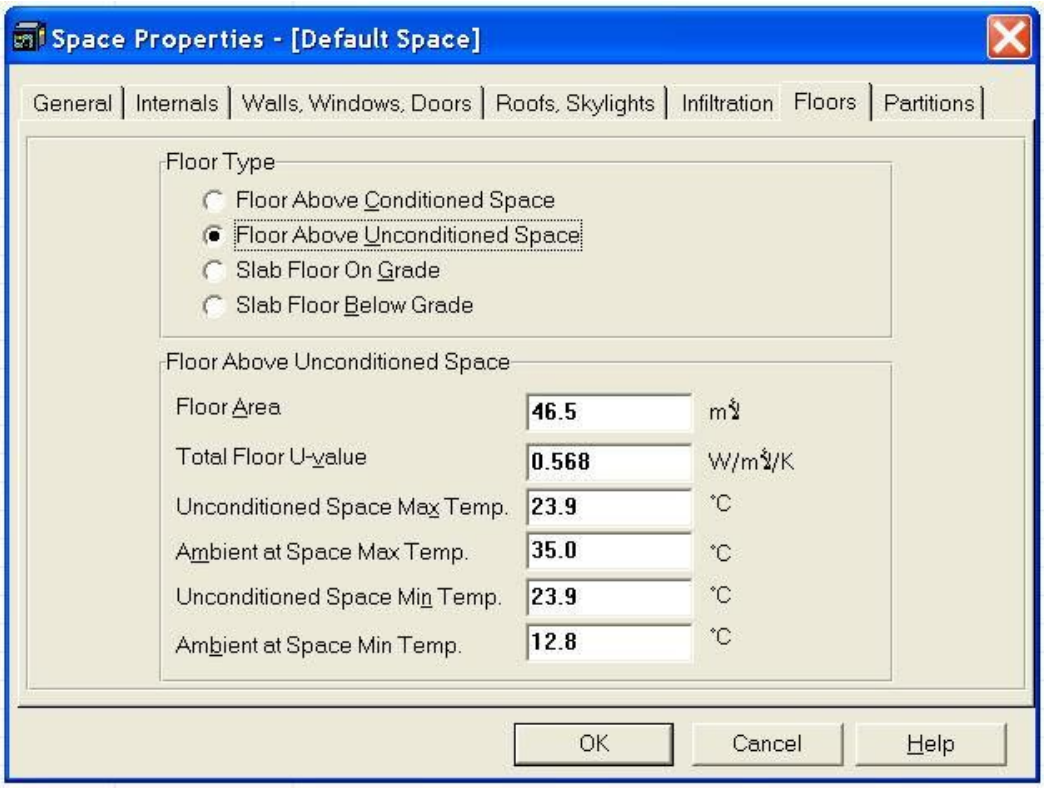
http://mohandes-iran.com

F. Floors

افت ناشی از کف معمولا ناچیز است و به خاط تغییرات اندک درجه حرارت خاک زیر کف،مقدار آن در طول سال نسبتا ثابت می ماند.حال به توضیح قسمت های مختلف کف می پردازیم

Floor above condition space:

برنامه فرض می کند انتقال حرارت از طریق کف هایی که بالای فضای تهویه شونده قرار گرفته اند اندک است.



Floor Above Uncondition Space:

به علت اختلاف درجه حرارت هوا بین یک فضا و یک ناحیه تهویه نشده مانند گاراژ،موتورخانه ،انبارو...باید انتقال حرارت بین این دوفضا محاسبه شود.برای انجام محاسبات ورودی های زیر مورد نیاز است:

Floor Area:

در این قسمت مساحت کل آن قسمت از کف که بالای ناحیه تهویه نشده قرار گرفته وارد می شود.

http://mohandes-iran.com

Total Floor U-valve:

در این قسمت ضریب انتقال حرارت کل برای کف وارد می شود.در محاسبه این ضریب علاوه بر مصالح به کار رفته در کف پوشش هایی از قبیل فرش،کاشی و...درصورت وجود اید درنظر گرفته شود.

Unconditioned Space Max Temp:

در این گزینه ماکزیمم دمای فضای تهویه نشده در تابستان مشخص می شود.

Ambient At Space Max Temp:

دمای هوای خارج،در تابستان هنگامی که دمای فضای تهویه نشده به ماکزیمم مقدار خود می رسد در این قسمت وارد می شود.

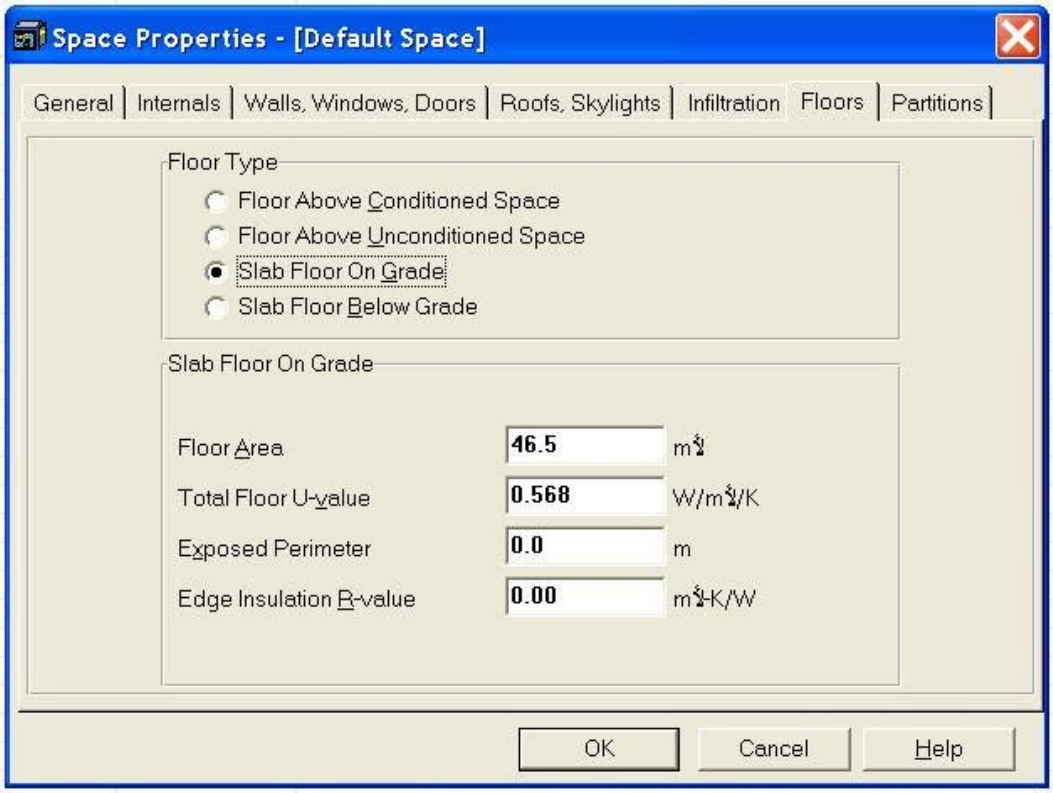
Unconditioned Space Min Temp:

در این گزینه کمترین دمای فضای تهویه نشده در تابستان مشخص می شود.

Ambient At Space Min Temp:

دمای هوای خارج،در زمستان هنگامی که دمای فضای تهویه نشده به مینیمم مقدار خود می رسد در این قسمت وارد می شود.

http://mohandes-iran.com



Slab Floor On Grade:

انتقال حرارت از طریق کف به خاک زیرش در این قسمت بررسی می شود.در واقع در این قسمت مشخصات کفی که روی زمین واقع شده است تعریف می شود.جزییات این قسمت در زیر توضیح داده شده است

Floor Area:

در این قسمت کل مساحت کفی که روی زمین قرار گرفته است وارد می شود.

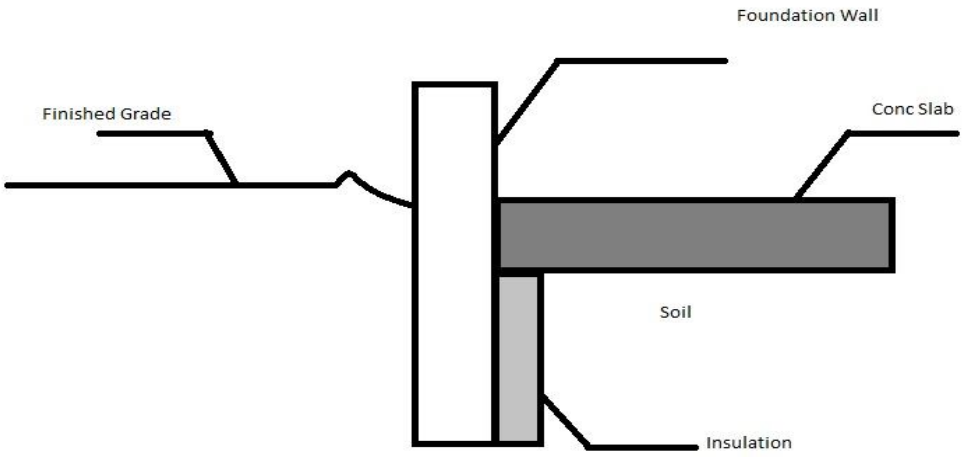
Exposed Perimeter:

در این قسمت محیط قسمتی از کف که از پشت به خاک بوده و در معرض انتقال حرارت از زمین قرار گرفته وارد می شود.در واقع در این قسمت آن مقدار از محیط کف که با بیرون در ارتباط است وارد برنامه می شود.

http://mohandes-iran.com

Edge Insulation R-value:

تجربه نشان داده است در مورد طبقاتی که کف آنها مستقیما روی سطح زمین قرار می گیرد در فصل زمستان اتلاف حرارت بیشتر با محیط کف متناسب است تا با سطح کف،از این رو در این مناطق سرد بهتر است برای کاهش اتلاف حرارت از کف واقع بر روی سطح زمین،محیط کف را به نحو موثری عایق کرد.دراین قسمت مقاومت حرارتی عایق به کار رفته در داخلی ترین لایه کف تعریف می شود.اگر از عایق استفاده نشده باشد مقدار آن را صفر وارد کنید.شکل زیر جزییات بیشتری را نمایش می دهد.



برای محاسبه انتقال حرارت کف متصل به زمین می توان از رابطه زیر استفاده نمود:

$$qf = \frac{P(T-T).K}{\pi[\ln\left(\frac{1}{b}+\frac{\pi w}{K}+Rf+Rsi+Rs+\frac{1}{hi}\right)-\ln\left(\frac{1}{ho}+Rf+Rsi+Rs+\frac{1}{hi}\right)]}$$

پهنای موثر کف=W

مقاومت حرارتی اسلب کف=Rsi

مقاومت حرارتی کف شامل مصالح به کاررفته در کف،کاشی،فرش و...=Rs

بهره حرارتی از کف ساختمان=qf

محیط قسمتی از کف که با خاک در ارتباط است=P

درجه حرارت هوای خارج=T_a

درجه حرارت هوای اتاق=T_r

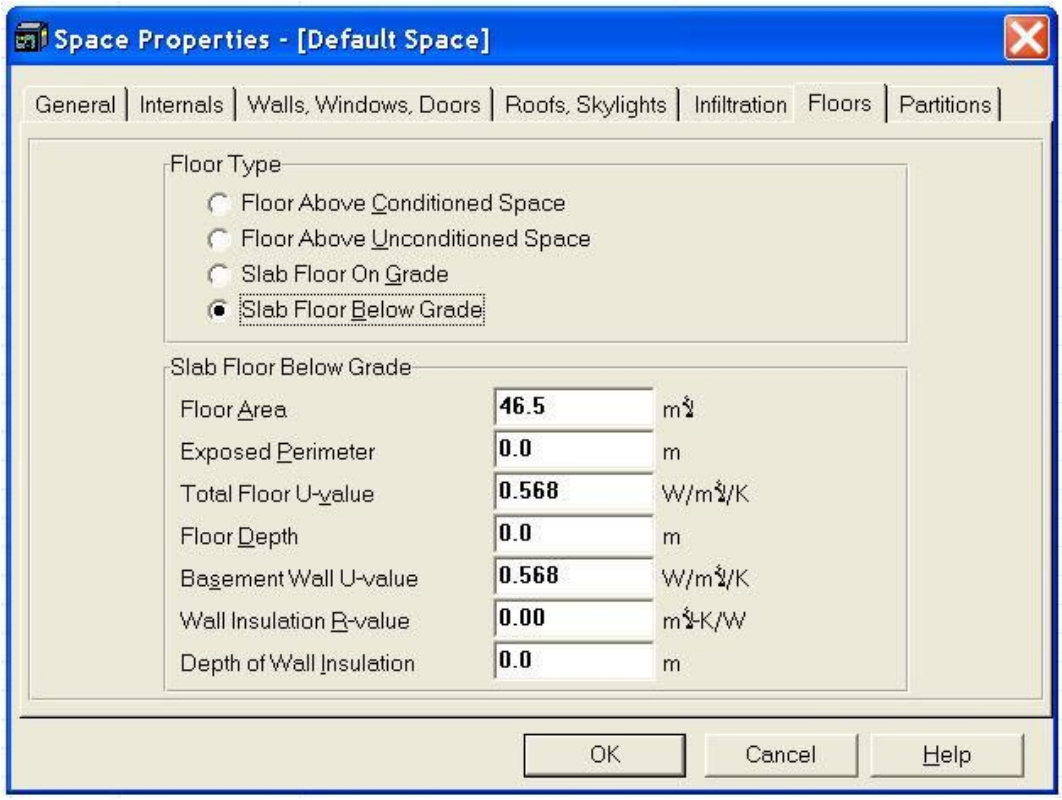
http://mohandes-iran.com

هدایت حرارتی خاک=K_β

ضریب اتقال حرارت جابجایی سطح بیرونی که در سیستم متریک$(w/m^2°K)$3.41و در سیستم انگلیسی$BTU/hrFt^2°F$6می باشد=ho

ضریب اتقال حرارت جابجایی سطح داخلی که در سیستم متریک $(w/m^2°K)$6.13و در سیستم انگلیسی$BTU/hrFt^2°F$ 1.08می باشد=hi

مقاومت حرارتی فونداسیون دیوار که در سیستم متریک $(w/m^2°K)$0.289و درسیستم انگلیسی$Ft^2°F hr/BTU$ 1.64 می باشد.=Rf



Slab Floor Below Grade:

در این نوع کف،کسب حرارت از کف و دیوارهای زیرزمین بررسی می شود.جهت بررسی این انتقال حرارت موارد زیر باید وارد برنامه شود.

Floor Area:

در این قسمت مساحت کل کف زیرزمین وارد می شود.معمولا مساحت کف زیرزمین با مساحت فضایی که روی آن قرار گرفته است برابر است ولی در هر حال فقط مساحت قسمتی از کف زیرزمین که زیر فضای مورد نظر واقع شده است.در این قسمت وارد می شود.

http://mohandes-iran.com

Basement Wall U-valve:

در این قسمت ضریب مقاومت حرارتی دیوارهای زیرزمین وارد می شود.

Exposed Perimeter:

محیط قسمتی از کف زیرزمین که با خاک اطراف در ارتباط است در این قسمت وارد می شود.

Total Floor U-valve:

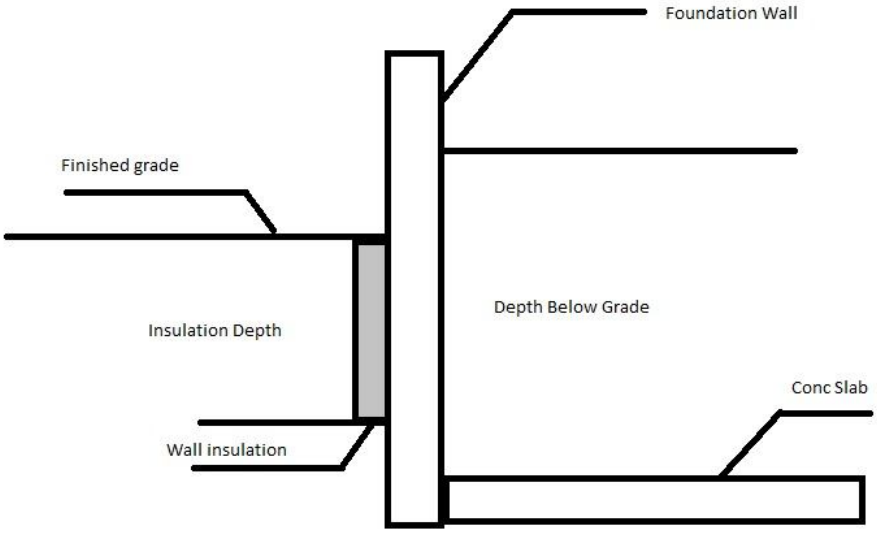
در این قسمت ضریب انتقال حرارت کف زیرزمین وارد می شود.در محاسبه این ضریب علاوه بر مصالح به کار رفته در کف زیرزمین پوشش هایی از قبیل کاشی ،فرش و... در نظر گرفته می شود.

Floor Depth:

فاصله بین پایه ساختمان تا سطح زیرزمین در این قسمت وارد برنامه می شود.این فاصله در محاسبه مساحت دیوارهای زیرزمین و انتقال حرارت از طریق کف و دیوارهای زیرزمین به کار می رود.

Depth Of Wall Installation:

عمق عایق به کار رفته در دیوارهای زیرزمین (درون خاک)در این قسمت وارد برنامه می شود.زیرا غالبا این عایق را در تمام سطح دیوار به کار نمی برند.بلکه در قسمتی از که نزدیک سطح زمین است و اتلاف حرارتی در آنجا رخ می دهد از این عایق بندی استفاده می شود.جزییات بیشتر در شکل زیر نشان داده شده است:



http://mohandes-iran.com

در تابستان کسب حرارت و دیوارهای زیرزمین آنقدر ناچیز است که می توان از آن صرفنظر کرد،بنابراین در محاسبات بار برودتی ساختمان ،کسب حرارت از کف و دیوارهای زیرزمین صفر در نظر گرفته می شود.

دمای زمین بیشتر متاثر از منابع گرمایی زیرزمین می باشد،ولی اطلاعات کاملی از دماهای اطراف زمین اطراف ساختمان موجود نیست،در نتیجه دمای زمین را بر حسب دمای بیرون طبق جدول صفحه می توان بدست آورد:

درجه حرارت هوای بیرون	30-	20-	10-	0	10	20
درجه حرارت خاک	40	45	50	55	60	65

مقدار انتقال حرارت از کف زیرزمین از رابطه زیر محاسبه می شود:

$Q=u.A(t_b-t_g)$

درجه حرارت دمای داخل زمین=tb

درجه حرارت زمین=tg

انتقال حرارت از کف زیرزمین=q

مساحت مشرف به خاک=A

ضریب انتقال حرارت=u

همچنین وقتی دیوارهای ساختمان درون خاک قرار گرفته باشد برای محاسبه اتلاف حرارت آن بخش از دیوارها که در تماس با خاک هستند از رابطه زیر استفاده می شود

$Q=PF(t_i-t_o)$

انتقال حرارت از دیوارهای درون خاک=Q

محیط دیوارهای مشرف به خاک=P

ضریب پیرامون=F

درجه حرارت هوای داخل زیرزمین=t_i

درجه حرارت هوای خارج=t_o

مقادیر ضریب هدایت حرارتی برای کف و دیوارهای درون خاک و ضرایب پیرامون را می توان از جداول زیر بدست آورد:

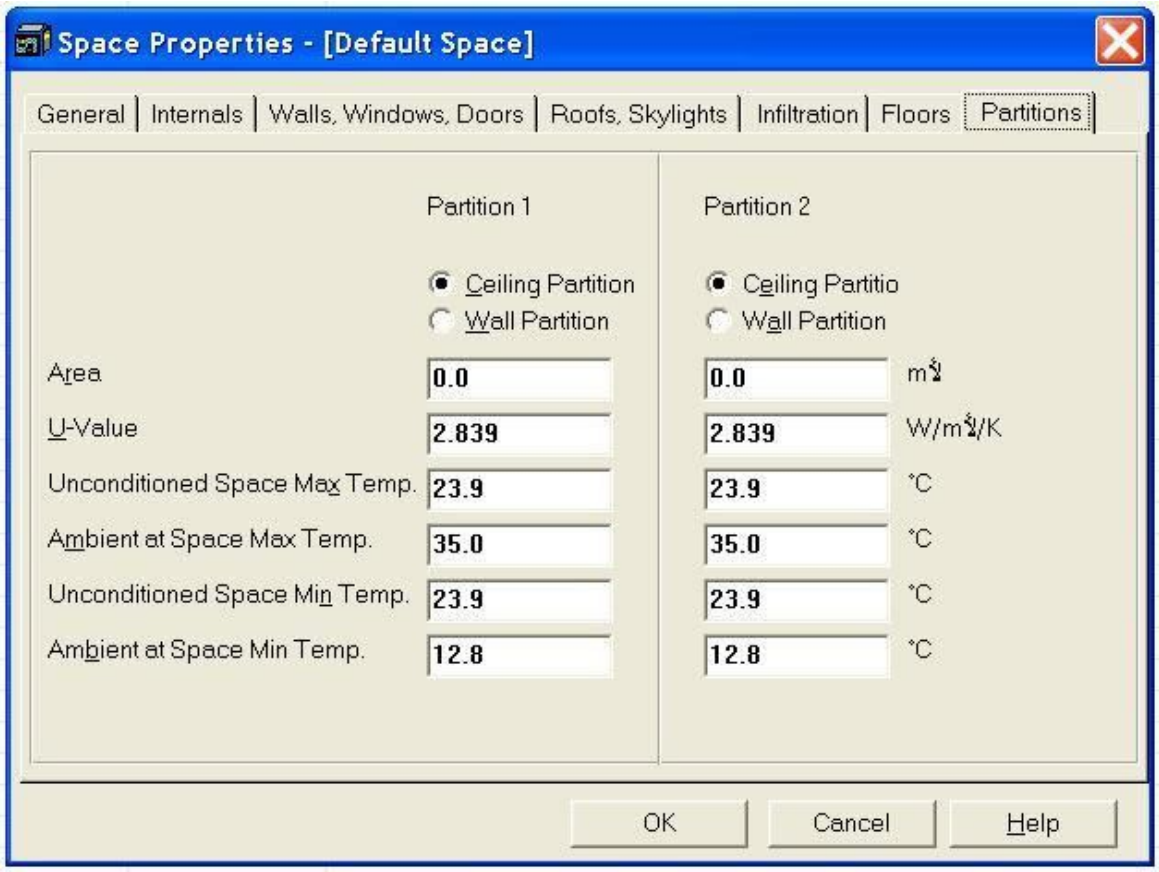
ضریب انتقال حرارت	کف یا دیوار
0,05	کف زیرزمین
0,08	بیشتر از 3فوت دیوار پایین تر از سطح زمین

http://mohandes-iran.com

G. PARTITION

پارتیشن ها سطوحی هستند که اگر چه در معرض تشعشع خورشید قرار ندارند ولی به علت وجود اختلاف درجه حرارت در دو طرف انها مداری حرارت به طریق هدایت از آنها عبور می کند.شیشه،دیوار،سقف،کف،درب و...که در معرض تشعشع قرار ندارند ولی مشرف به فضای تهویه نشده و یا فضاهایی هستند که درجه حرارت درون آنها متفاوت با درجه حرارت فضای مورد نظر است را می توان به عنوان پارتیشن در نظر گرفت.به طور کلی چنانچه اختلاف دمای دو طرف یک جداربیشتر از3°Fباشد آن جدار به عنوان پارتیشن و چنانچه این اختلاف دما کمتر از3 درجه فارنهایت باشد به عنوان جدار داخلی فرض می شود.

اگر چه مبنای محاسبه درجه حرارت فضای تهویه نشده برای تابستان نیز مشابه زمستان است ولی وقتی در شرایط تابستانی قرار داریم یا فضای تهوه نشده داراری منابع غیر معمول تولید حرارت است باید اصلاحات لازم صورت بگیرد.در کاربردهای معمول و رایج می توانیم از فرمول های زیر برای تخمین درجه حرارت فضای تهویه نشده استفاده کرد:



http://mohandes-iran.com

1.وقتی فضای تهویه نشده مجاور، وضعیت عادی داشته باشد:

In summer:Tu=Ti+(To-Ti)*0.5
In winter:Tu=To+x:15<x<25°F

2.وقتی فضای تهویه نشده دارای منابع حرارتی غیر عادی باشد:

In summer:Tu=Ti+(To-Ti)*0.667
In winter:tu=To+x:15<x<25°F

درجه حرارت فضای تهویه نشده=Tu

درجه حرارت فضای تهویه شده=Ti

درجه حرارت هوای خارج=To

در برنامه امکان تعریف دو نوع پارتیشن(سقف یا دیوار)برای هر فضا وجود دارد.

Area:

مساحت خالص دیوار یا سقف پارتیشن که مجاور فضای تهویه نشده قرار دارد در این قسمت وارد می شود

U-valve:

ضریب انتقال حرارت پارتیشن در این قسمت وارد می شود.

Unconditioned space max & min temp:

در این قسمت بیشترین(_در تابستان)و کمترین(در زمستان)درجه حرارت فضای تهویه نشده مشخص می شود.

Ambient at space max & min temp:

در این قسمت بیشترین(در تابستان) و کمترین(در زمستان)درجه حرارت هوای خارج وقتی که بیشترین و کمترین درجه حرارت فضای تهویه نشده اتفاق می افتد وارد برنامه می شود.به طور کلی هنگامی که تخمین صحیحی از این درجه حرارت در دست نباشد می توان برای گزینهAmbient at space min temp درجه حرارت طرح خارج در زمستان و برای گزینه Ambient at space max temp درجه حرارت طرح خارج در تابستان را در نرم افزار وارد می کنیم.

http://mohandes-iran.com

فصل سوم-سیستم های تاسیسات تهویه مطبوع

سیستم تهویه مطبوع پیچیده ترین سیستم تاسیساتی در بخش ساختمان است که قادر است درجه حرارت و رطوبت داخل یک فضا را با استفاده از گرمایش، رطوبت، زنی و خشک کردن هوا کنترل نماید.

این سیستم ها در حالت کلی به صورت زیر تقسیم بندی می شوندک

الف) سیستم های تمام هوایی all system

ب) سیستم های تمام آبی all water system فن کویل، رادیاتور

ج) سیستم های هوایی- آبی air and water system فن کویل و هواساز

د) سیستم های تهویه توسط ماده برد direct refrigerate system

هـ) سیستم های سرمایش تبخیری evaporative air cooling system کولر آبی ایرواشر

الف) سیستم های تمام هوایی

در این سیستم ها سیال اولیه هواست که به کمک یک فن از روی کویل های دستگاه هواساز که محتوی سیال ناقل حرارت آب سرد، آب گرم، یا بخار هستند عبور داده می شود و پس از طی یک سری تحولات دیگر نظیر رطوبت زنی، به کمک سیستم کانال به فضای مورد تهویه فرستاده می شود، هوای سرد باید گرمای فضای مورد نظر را به خود جذب می کند و سپس از اتاق خارج می شود و در دستگاه هوا ساز خنک می شود و بار دیگر از طرف دیگر میزان حرارت محسوسی یک مقدار هوا می تواند به خود جذب کند از رابطه زیر به دست می آید:

$Q_s=1.08*cfm*\Delta t$

به ضریب 1,1 عامل هوا می گویند که مقدار آن در شرایط استاندارد سطح دریا و دمای 60 درجه فارنهایت برابر 1,1 (1/08) است وبا تغییر ارتفاع از سطح دریا مقدار این ضریب نیز تغییر می کند.

بدین ترتیب در صورت وجود شرایط استاندارد از رابطه $cfm = \frac{Q_s}{1.08*\Delta t}$ می توان حجم هوای عبور کرده از کویل را بر حسب cfm به دست آورد. در رابطه فوق Δt اختلاف درجه حرارت های داخل فضا و ورودی به فضاها است. درجه حرارت هوای تهویه شده س از کویل سرمایش درجه حرارت هوای ورودی به فضا نیست. بلکه باید در محاسبه درجه حرارت هوای ورودی به فضا تاثیرات گرمای وارد شده به این هوا بر اثر عملکرد فن دمنده و نیز گرمای وارد شده بر اثر گرمال کانال ورودی و یا هر گرمای دیگری که بین کویل و دریچه هوای ورودی به فضا هوا را گرم می کند دخالت داده شود.

بدیهی است با تغییر بار محسوس فضا به منظور کنترل وضعیت آسایش فضا یا باید مقدار cfm ورودی به فضا تغییر کند و یا درجه حرارت هوای ورودی به فضا

در بعضی از سیستم های تاسیساتی مقدار هوادهی ثابت است ولی درجه حرارت هوای ورودی به فضا تغییر می کند این سیستم ها اصطلاحا حجم ثابت-دما تغییر یا CAV نامیده می شود.

در سیستم های دیگری درجه حرارت هوای ورودی به فضا ثابت نگه داشت می شود مقدار cfm ورودی به فضا تغییر می کند. چنین سیستم هایی را اصطلاحا حجم متغیر دما ثابت یا VAV می گویند. سیستم هایی هم وجود دارند که بر اساس ادغام در سیستم فوق کار می کنند و VVT نامیده می شوند.

http://mohandes-iran.com

1-سیستم های حجم ثابت- دما متغیر CAV

از این سیستم ها برای تامین سرمایش یک زون و یا چندین زون استفاده می شود در این سیستم ها برای تغییر درجه حرارت ورودی به فضا از روش های زیر استفاده می شود

a) باز گرمایش در ترمینال هر زون terminal reheat

در این روش درجه حرارت هوا تا میزانی که بتواند جوابگوی بدترین زون باشد سرد شده و به کلیه زون ها فرستاده می شود در ابتدای هر زون یک کویل باز گرمایش که توسط ترموستات اتاقی کنترل می شود قرار دارد هوا با حجم ثابت و درجه حرارت پایین به این کویل می رسد و در آن جا با توجه به نیاز هر فضا گرم می شود.

b) مخلوط کردن هوای گرم و سرد Mixed Air

در این روش هوا ساز مرکزی در جریان هوای سرد و گرم را تولید می کند هوای سرد به مقداری که بدترین زون را سرمایش دهد سرد می شود ترموستات هر فضا هوای سرد و گرم را به تناسب با هم مخلوط می کند و لذا درجه حرارت فضا را روی مقدار معینی تنظیم می کند. اگر مخلوط شدن این دو هوا در هواساز صورت گیرد هواساز از نوع چند زونه محسوب خواهد شد و به آن سیستم حجم ثابت چند زونه گویند در صورتی که جریان هوای سرد و گرم از طریق دو کانال مجزا به فضا برسند و در ترمینال فضا و به فرمان ترموستات با هم مخلوط شوند و هوای مخلوط وارد فضا شود سیستم را دو کاناله حجم ثابت می نامند. به طور کلی سیست های تمام هوایی حجم ثابت-دما متغیر به انواع زیر تقسیم می شوند:

1- حجم ثابت با باز گرمایش ترمینالی CAV with terminal reheat
2- حجم ثابت دو کاناله CAV Double Duct
3- دو کاناله با گرمایش زون CAV-DD with subzone heating
4- دو کاناله با کویل سرمایش CAV-DD with draw thru cooling coil
5- دو کاناله حجم ثابت با دو فن
6- سیستم چند زونه حجم ثابت- درجه حرارت متغیر CAV Multizone
7- چند زونه با گرمایش زون CAV MZ with subzone heating
8- چند زونه با سه پلنوم Three Deck multizone
9- چند زونه با کویل سرمایش قبل از فن CAV-MZ with draw thru cooling coil

2-سیستم های حجم متغیر- دما ثابت VAV

این سیستم ها در مورد استفاده گوناگونی دارند به ویژه در جاهایی که بار سرمایی در سراسر طول سال حدودا ثابت است مانند زون های داخلی ساختمان های بزرگ این سیستم ها به انواع زیر تقسیم می شوند:

1. سیستم حجم متغیر همراه با گرمایش محیطی
2. سیستم حجم متغیر با جعبه القا VAV with induction box
3. سیستم حجم متغیر با ترمینال مجهز به فن VAV with fan powerd terminal
4. سیستم حجم متغیر با گرمایش ترمینالی VAV with terminal reheat
5. سیستم حجم متغیر دو کاناله VAV double duct
6. سیستم حجم متغیر چند زونه VAV multizone

http://mohandes-iran.com

ب) سیستم های تمام آبی

سیستم های تمام آبی به سیستم هایی اطلاق می شود که در آن آب پس از سرد یا گرم شدن به فضای مورد نظر اطلاق می یابد در فضا آب گرم یا سرد از عبور از کویل ترمینال باعث انتقال حرارت به فضا و یا جذب حرارت از فضا می شود.

این سیستم ها به انواع زیر تقسیم بندی می شود:

- سیستم رادیاتور
- پانل های دیواری، سقفی
- فن کویل

مهمترین و رایج ترین سیستم تمام آبی فن کویل است. فن کویلی ترمینالی است که از یک فیلتر با راندمان کم و یک یا چند فن سانتریفیوژ همراه با کویل سرد و گرم تشکیل شده است هوای ورودی به فن کویل ابتدا از روی فیلتر عبور کرده و سپس از قسمت فن و بعد ازآن از کویل عبور می کند و وارد فضا می شود کویل گرمایش این سیستم ها می تواند توسط آب گرم یا بخار و یا به جای کویلگ رمایش از المان الکتریکی نیز استفاده کرد.

شبکه لوله کشی فن کویل به یکی از سه روش دو لوله ای، سر لوله ای و یا چهار لوله ای صورت می گیرد در سیستم دو لوله ای آب سرد یا گرم توسط دو لوله رفت و برگشت به فن کویل وارد و از آن خارج می شود. در این سیستم در تابستان ها آب سرد و در زمستان ها آب رگرم در لوله ها جریان می یابد. این سیستم لوله کشی نمی تواند در حالت سرمایش و گرمایش را به طور همزمان با هم داشته باشد و لذا چنانچه برخی از فضاها نیاز به سرمایش و برخی دیگر نیاز به گرمایش داشته باشند نمی توان از این سیستم استفاده نمود.

سیستم سرلوله ای دارای یک لوله آب گرم ورودی، یک لوله آب سرد ورودی و یک لوله مشترک برگشت است. لوله برگشت مشترک نیز آب سرد و گرم، را به چیلر و بویلر موتورخانه مرکزی هدایت می کند. از این سیستم نیز نمی توان به طور هم زمان سرمایش و گرمایش گرفت.

در سیستم چهار لوله ای هر فن کویل دارای دو کویل سرد و گرم و یا دارای یک کویل مشترک است. دو لوله آب سرد و گرم را به این کویل ها می رسانند و دو لوله نیز آب سرد و گرم را از این کویل ها برگشت می دهند از این سیستم ها می توان به طور همزمان یا سرمایش و یا گرمایش گرفت.

مبنای انتخاب فن کویل بار اوج سرمایی اتاق است اگر هوای تازه توسط دریچه پشت فن کویل وارد فضا شود در محاسبه بار سرمایی مقدار آن وارد می شود ولی چنانچه از طریق هواساز مستقلی تامین شود بار هوای تازه در محاسبات بار سرمایی منظور نخواهد شد. در تابستان هوای تازه معمولا تا 70 درجه فارنهایت سرد می شود. در زمستان ها هوای تازه به اندازه درجه حرارت داخل فضا گرم می شود انتخاب چیلرهای مرکزی نیز بر اساس بار کل فضا به علاوه بار های تازه خواهد بود.

ج) سیستم های هوایی- آبی:

در این سیستم ها آب سرد یا گرم در موتورخانه مرکزی توسط چیلرها بویلرها تولید شده و از طریق لوله هایی به ترمینال اتاق می رسد. هوای سرد یا گرم نیز در هواساز مرکزی تهویه شده و از طریق کانال هایی به ترمینال اتاق وارد می شود

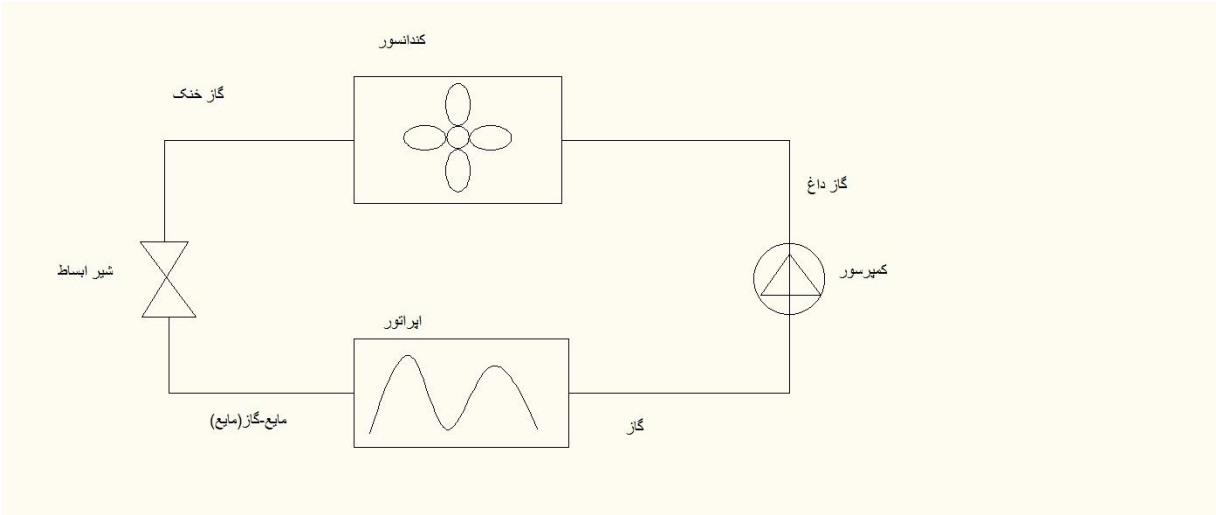
ترمینال های سیستم های تهویه مطبوع هوایی- ابی واحد های القایی، واحدهای فن کویل و یا پانل های تابشی هستند. در این سیستم ها هوایی که در دستگاه هواساز تهویه می شود و از طریق مجاری کانال به ترمینال و یا مستقیما به اتاق وارد می شود هوای ثانویه و آب سرد یا گرم شده در موتورخانه مرکزی آب ثانویه نامیده می شود سیستم لوله کشی اب ثانویه می تواند به صورت دو لوله ای سه لوله ای و چهارلوله ای باشد.

http://mohandes-iran.com

د) سیستم های تهویه توسط ماده مبرد:

در این سیستم ها تمام تجهیزات تبرید نظیر کمپرطور و کندانسور به همراه تجهیزات مربوط به هواساز از نظیر کویل سرمایش فن همراه کویل گرمایش و غیره در یک دستگاه گرد آمده اند. کویل سرمایش این سیستم ها از نوع انبساط مستقیم DX بوده و بهترین مزیت آن ها در این است که به سیستم تهویه مرکزی نیاز ندارند. کندانسور می تواند توسط آب یا هوا خنک شود این دستگاه ها به صورت یکپارچه هستند که در آن ها تمام تجهیزات در یک واحد استقرار یافته اند و یا به صورت مجزا هستند که در این حالت کمپرسور و کندانسور خارج از ساختمان قرار می گیرند و اپراتور شیر انبساط و فن همراه در داخل فضا مستقر می شوند.

سیکل تبرید:



وقتی کمپرسور دستگاه کار می کند گاز از طریق لوله های ورودی مکش در اثر پایین امدن پیستون مکیده می شود وفضای خالی سیلندر را پر می کند انگاه پیستون بالا رفته و باعث افزایش فشار گاز می شود سپس گاز فشرده شده وارد کندانسور شده و از لوله های مارپیچی آن عبور می کند و بدین ترتیب قسمتی از گرمای خود را به بیرون منتقل می کند گاز مبرد پس از پشت سر گذاشتن این مرحله به ورودی لوله مویی هدایت می شود. در این هنگان چون حجم از یکباره در حد زیادی کم می شود گاز به مایع تبدیل شده و وارد اوپراتور می گردد در اواپراتور فرایند سرماسازی رخ داده و سرمای ایجاد شده از طریق فن اواپراتور به مکان مورد نظر منتقل می شود.

پکیج های تهویه مطبوع

پکیج های تهویه مطبوع بخش اعظم تولیدات کارخانجات بزرگ سازنده تجهیزات تهویه مطبوع را تشکیل می دهند این واحدهای یکپارچه دارای تجهیزات کامل برای تهویه مطبوع یک مکان هستند تجهیزات نظیر کمپرسور کندانسور اواپراتور شیرهای کنترل فن و سایر متعلقات در یک جا گرد آمده و دستگاه یکپارچه را به وجود آورده اند.

واحدهای یکپارچه علاوه بر سیستم حجم ثابت- دما متغیر به صورت دما ثابت-حجم متغیر چند زونه و حجم متغیر-دما متغیر نیز تولید می شوند. چیلرهای تراکمی آب خنک یا هوا خنک پشت بای از این نوع سیستم ها می باشند.

http://mohandes-iran.com

از دیگر سیستم های تهویه توسط ماده مبرد می توان سیستم های تهویه مطبوع مجزا split کامت اسپیلت و کولرهای پنجره ای را نام برد

سیستم حجم ثابت - دما متغیر(CAV) در پکیج های یکپارچه

این سیستم ساده ترین و کم هزینه ترین سیستم بوده و در تناژهای پایین بیشترین کاربرد را دارد در این سیستم واحد یکپارچه مقدار ثابتی هوا با دمای متغیر را به داخل اتاق می فرستد لذا از این سیستم در زون هایی استفاده می شود که فضاهای مختلف آن دارای خصلت بار یکسان باشند ترموستات در یکی از فضاها و یا در مسیر کانال برگشت قرار گرفته و از طریق فرمان به کنترل کنند. و شیر کنترل کویل دمای هوای خروجی را متناسب با نیاز تغییر می دهد با توجه به نحوه عملکرد این سیستم ها مشخص است که نباید از آن ها در ساختمان هایی با چندین زون استفاده کرد مگر آن که برای هر زون از یک دستگاه یکپارچه استفاده شود و یا برای هر یک از زون ها از کویل باز گرمایش استفاده کرد

سیستم حجم متغیر دما ثابت(VAV) در پکیج های یکپارچه

در این سیستم مقدار هوادهی به اتاق ها متناسب با بار اتاق تغییر می کند دبی های هوای ورودی به اتاق ثابت است یک واحد یکپارچه VAV می تواند تعدادی زون را تغذیه کند. دمای هر زون توسط ترموستاتی که در آن زون قرار داده شده کنترل می شود ترموستات دمپر ترمینال VAV را تغییر حالت می دهد و بدین ترتیب میزان هوای ورودی به اتاق تغییر می کند چگونگی میزان کنترل هوادهی فن از طریق پره های هادی فن و یا از طریق دور فن صورت می گیرد در روش اول روی فن پره هایی قرار می گیرد که هوا هنگام عبور از روی پره ها چرخش پیدا می کند.

این امر باعث تغییر منحنی فن می گردد در این روش می توان میزان هوادهی را از 75% تا 100% تغییر داد در روش دوم همراه با بالا رفتن فشار هوای داخل کانال رفت دور فن کم می شود این امر باعث کاهش مقدار هوادهی می گردد.

سیستم حجم متغیر - دما متغیر VVT در پکیج های یکپارچه

در این سیستم که ادغامی از دو سیستم CAV,VAV می باشد به کاهش هوای ورودی به فضاها در حالت بار ناقص فشار هوا در کانال هوای رفت افزایش می یابد یک فشار سنج این افزایش فشار را حس کرده و به پسر کانال کنار گذر فرمان می دهد سپس دمپر باز شده و مقداری از هوای رفت وارد کانال برگشت می شود چنانچه واحد یکپارچه دارای کویل گرمایش باشد می توان به فضاها گرمایش نیز دارد.

-سیستم چند زونه MZ

این سیستم ها در ساختمان هایی با چندین زون ورود استفاده قرار می گیرد زون ها از طریق کانال به سیستم متصل شده و هوای تهویه شده را دریافت می کنند هواساز هر زون از نوع CAV بوده و دارای یک کویل سرد و یک کویل گرم است. دمپرهای مربوط به هر زون متناسب با نیاز آن زون مقداری هوای سرد را با مقداری هوای گرم مخلوط می کنند و از طریق یک کانال به زون مورد نظر می رسانند.

انتخاب پکیج ها

از آنجایی که پکیج ها به طور کامل در کارخانه استفاده می شوند ظرفیت آن ها در محدوده خاص قرار دارد. انتخاب بهینه دستگاه یکپارچه زمانی می تواند صورت گیرد که نسبت $\frac{CFM}{TON}$ دستگاه در محدوده $350 \leq \frac{CFM}{TON} \leq 450$ قرار داشته باشد چنانچه نسبت فوق

http://mohandes-iran.com

در محدوده مذکور قرار نداشته باشد می توان با افزایش یا کاهش دمای هوای ورودی به اتاق و یا ضریب کنار گذر کویل (Bypass CFM Factor) اتاق را تغییر داد به قسمی که این نسبت حدودا برقرار شود.

نکته مهم این است که اگر برای فضایی از صد در صد هوای بیرون (Full Fresh)استفاده شود این نسبت باید به صورت $150 \leq \frac{CFM}{TON} \leq 250$ باشد.

هـ) سیستم های سرمایش تبخیری

تجهیزات سرمایش تبخیری هوا را می توان به دو گروه سرمایش بخیری مستقیم direct evapratuve و سرمایش تبخیری غیر مستقیم indirect evaprative تقسیم کرد.

در سرمایش تبخیری مستقیم هوا در تماس با آب خنک می شود که این تمام ممکن است توسط سطح مرطوب گسترده یا توسط افشانک ها صورت گیرد.

در سیستم های غیر مستقیم هوا دریک مبدل حرارتی که جریان هوای ثانویه از ان می گذرد سرد می شود هوای ثانویه را می توان توسط یک برج خنک کننده سرد کرد.

سرمایش تبخیری مستقیم

تماس مستقیم هوا با آب در این سرمایش از طریق سطح پوشال و یا مواد پلاستیکی خاصی صورت می گیرد. آب در هنگام تماس با هوا گرمای آن را گرفته و بخار می شود و در نتیجه هوا که گرمایش را از دست داده خنک شده و رطوبت آن افزایش می یابد.

راندمان های کولرهای تبخیری در شرایط مطلوب حدود 80% می باشد افت فشار به سبب وجود پوشال ها نیز حدود 0/1 اینچ آب است. در ایرواشرها راندمان دستگاه بر طبق تعداد نازل ها و تعداد ردیف آن ها تعریف می شود برای محاسبه و انتخاب کولر آبی بر اساس بارهای فضا می توان از رابطه زیر استفاده کرد:

$$cfm = \frac{V(ft^3)}{3}$$

ایرواشرها: در ایرواشرها یک سری افشانک وجود دارد که آب را با فشار به صورت پودر در اورده و به داخل جریان هوا می پاشد.

سرمایش تبخیری غیر مستقیم

در سرمایش تبخیری غیر مستقیم هوای خارج یا هوای در حال تخلیه از فضای تهویه شده از یک مبدل حرارتی عبور می کند این هوا که هوای ثانویه(Secondary Air) نامیده می شود به روش های زیر می تواند سرد شود.

1. مرطوب کردن سطح مبدل حرارتی به صورت مستقیم
2. عبور از درون یک بستر سرمایش تبخیری
3. پاشش آب
4. تبخیرکننده دیسکی و ...

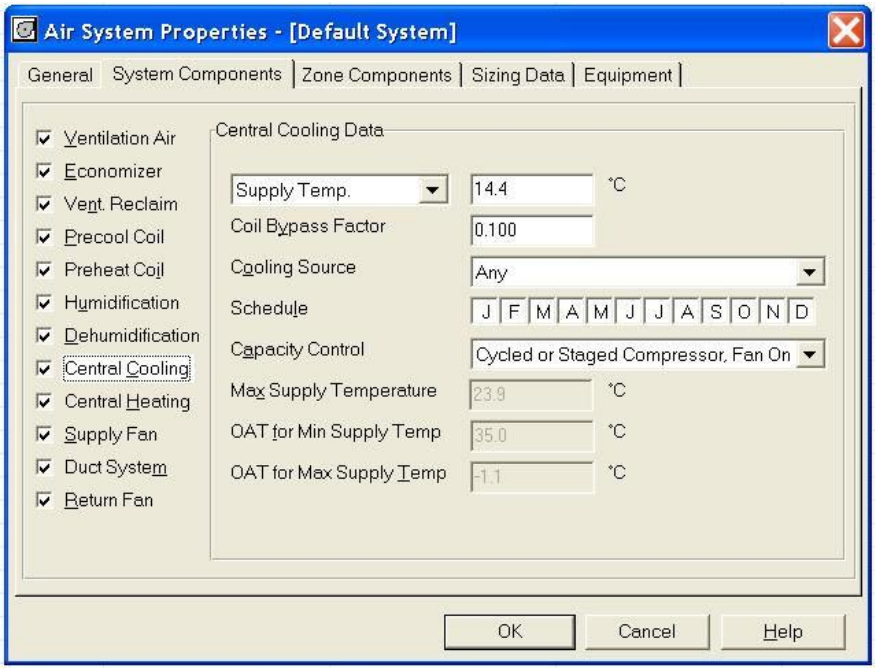
پس از سرد شدن سطح مبدل حرارتی توسط هوای ثانویه جریان هوای اولیه از سمت دیگر سطح مبدل حرارتی عبور کرده و بر روی آن سرمایش محسوس انجام شده و به درون فضای مورد نظر تغذیه خواهد شد.

http://mohandes-iran.com

فصل چهارم-وارد کردن مشخصات سیستم تهویه مطبوع در نرم افزار

یکی از مهمترین تصمیماتی که توسط مهندسی طراح سیستم تهویه اخذ می شود انتخاب صحیح نوع سیستم تهویه مطبوع برای یک فضا یا ساختمان است.

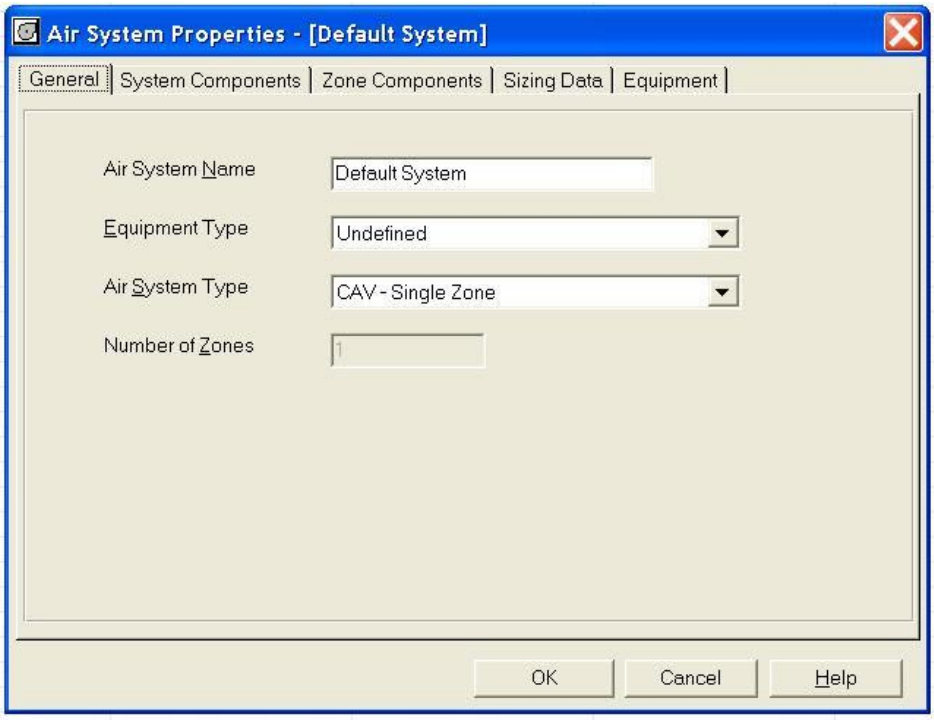
با انتخاب گزینه System از پنجره اصلی برنامه،فرم مورد نظر برای وارد کردن اطلاعات ظاهر می شود.همانطور که مشاهده می شود این فرم شامل 5 قسمت زیر است:



General;
System components;
Zone components;
Sizing data;
Equipment ;

http://mohandes-iran.com

A. General:



A.1.Air System Name

در این قسمت نامی برای سیستم در نظر گرفته می شود.

A.2.Equipment type

انتخاب نوع تجهیزات ،انواع سیستم هایی را که در گزینه بعدیAir system type وارد برنامه خواهد شد ،اجزا و کنترل گرهای آن سیستم ها و منابع حرارتی و برودتی آنها را تعیین می کند.در این قسمت می توان از طبقه بندی زیر استفاده نمود:

A.2.1.Undefined

از این گزینه زمانی استفاده می شود که تخمین اولیه ای از بار در دسترس است ولی نوع تجهیزات هنوز مشخص نیست.به عبارت دیگر برای مطالعه طراحی و بررسی جزییات سیستمی که تجهیزات آن هنوز مشخص نیست از این گزینه استفاده می شود از طرف دیگر نرم افزار تا هنگامی که مشخصات سیستم را در نرم افزار تعریف نکرده باشیم،گزارش محاسباتش را ارئه نمی نماید.به عبارت دیگر هنگامی که بخواهیم بار سرمایشی و گرمایشی فضاها را بدون در نظر گرفتن اثرات سیستم بدست آوریم می توان از گزینه Undefined استفاده نمود.

A.2.2.Packaged roof top units

در سیستم های پکیج انبساط مستقیم یکپارچه افقی، کویل سرمایشی انبساط مستقیم از نوع مبردی بوده و کویل گرمایشی آنها می تواند آبگرم ، بخار و یا الکتریکی باشد.نوع کویل گرمایشی با توجه به کاربرد پروژه تعیین می شود.

http://mohandes-iran.com

با انتخاب این سیستم در گزینه Air system type سیستم های زیر فعال خواهد شد که هر کدام به تفکیک در بخش قبل توضیح داده شدند:

- CAV-single zoneسیستم حجم ثابت یک منطقه ای.
- CAV-terminal reheat:سیستم حجم ثابت با کویل بازگرمایش در ترمینال ورودی.
- CAV-2deck multizone:سیستم حجم ثابت چند منطقه ای دو کاناله.
- CAV-3deck multizone:سیستم حجم ثابت چند منطقه ای سه کاناله.
- CAV-dual duct:سیستم حجم ثابت دو منطقه ای.
- CAV-tempering ventilation:سیستم حجم ثابت با صد درصد هوای تازه.
- VAV:سیستم حجم متغیر-دما ثابت.
- VAV-1-fan dual duct:سیستم حجم متغیر دو کاناله با یک فن.
- VAV-2-fan dual duct:سیستم حجم متغیر دو کاناله با دو فن.
- VVT:سیستم حجم متغیر-دما متغیر.

برای ساختمان هایی که تمام فضاهای آن یک زون در نظر گرفته می شوند و شرایط فضاها به جهت درجه حرارت و رطوبت تقریبا می تواند یکسان باشد نظیر ساختمان های مسکونی،اداری و تجاری بیشتر از Cav-single zone استفاده می شود .در این سیستم ها شرایط فقط با یک ترموستات کنترل می شود.ولی چنانچه ساختمان به چندین زون تقسیم شده باشد یا به تعداد زون ها از سیستم single zoneاستفاده نمود یا باید از سایر گزینه ها نظیرVAVیاmultizoneاستفاده نمود.

A.2.3.Packaged vertical units:

پکیج انبساط مستقیم یکپارچه عمودی

این پکیج ها نیز از نوع مبردی بوده و کویل گرمایشی آنها نیز می تواند آبگرم ،بخار یا الکتریکی باشد.به طور کلی منظور از عبارتPackage این است که تمامی متعلقات سیستم نظیر اوپراتور ،کندانسورو کمپرسور در یک دستگاه به صورت یکپارچه قرار دارند.این پکیج ها که به صورت ایستاده هستند بیشتر در لابی هتل ها،رستوران هاو...و بیشتر بصورتDucted یا Free blowمی باشند.در حالتDuctedهوای سرد شده توسط دستگاه از طریق کانال به قسمت های مختلف ساختمان هدایت می شود و درحالت Free blowدستگاه بصورت آزاد وزش می کند.با انتخاب این دستگاه یکی از انواع سیستم های زیر فعال می شود:

- Cav-single zone
- Cav-terminal reheat
- Vav
- VVt

http://mohandes-iran.com

A.2.4.Spilit air handling system

هوارسان انبساط مستقیم دوتکه

این دستگاه از مبرد جهت سرمایش و از آبگرم ،بخار یا برق جهت گرمایش استفاده می شود.تفاوت این دستگاه با دوحالت قبل در دوتکه بودن آن است.به عبارت دیگر در این سیستم اپراتور و شیر انبساط داخل فضا و کندانسینگ یونیت (کندانسور و کمپرسور)در خارج ساختمان قرار می گیرند.غالبا در فضاهایی که صدا اهمیت زیادی داردنظیر فضاهای مسکونی،آموزشی و درمانی برای اجتناب از سروصدای کمپرسور آن را درفضای بیرون ساختمان نظیر پشت بام یا حیاط قرار می دهند و سپس بین واحد داخلی و واحد خارجی لوله کشی می کنند.طول لوله کشی بین این دو واحد اهمیت داشته و به معیارهای کارخانه سازنده بستگی دارد.در صورتی که طول لوله کشی بین این دو واحد بیش از طول لوله کشی مجاز باشد مشکلاتی از قبیل کاهش راندمان سیستم و برگشت روغن می تواند رخ دهد.

A.2.5.Chilled water Air heating units

هواساز

سرمایش هواسازها توسط کویل آب سرد و گرمایش آنها نیز از طریق کویل آب گرم،بخار و یا الکتریکی انجام می شود.آب سرد هواساز توسط چیلر تامین می گردد.هواسازها می توانند به صورت یک منطقه ای و یا چند منطقه ای حجم ثابت و یا حجم متغیر و یا یک کاناله و دو کاناله ساخته شوند وتقریاب در تمامی ساختمان ها قابلیت کاربرد دارند.

A.2.6.Terminal units

سیستم های پایانه ای

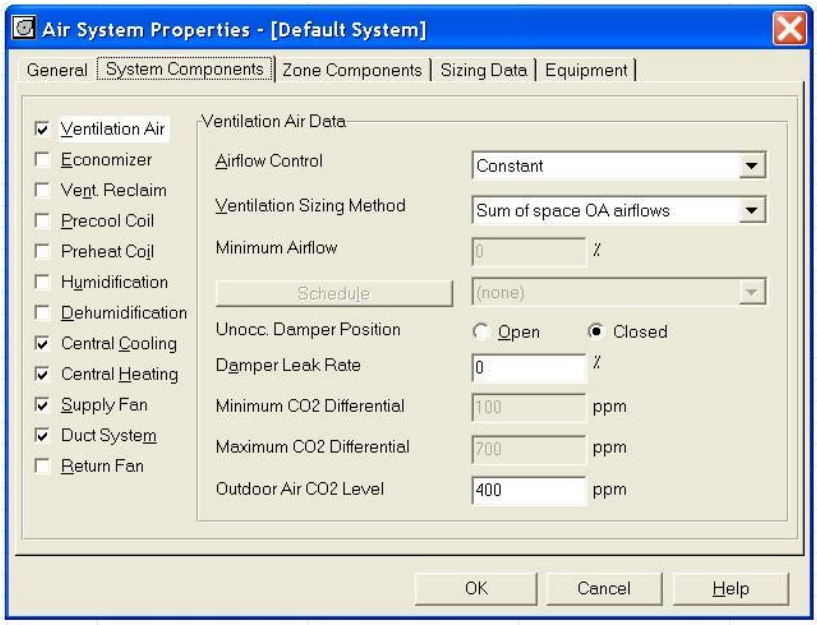
این سیستم ها در داخل فضاهایی که باید سرم و گرم کنند قرار می گیرند با انتخاب این دستگاه می توان انواع سیستم های زیر را از قسمت Air system typeانتخاب نمود

1- Packaged DX fancoil:کولر گازی پنجره ای یکپارچه
2- split DX fancoil:کولر گازی دیواری دوتکه
3- Water source heat pump:پمپ گرمایی آبی-آبی
4- 2pipe fancoil:فن کویل دو لوله ای
5- 4pipe fancoil:فن کویل چهار لوله ای

A.3.Number of zone

فضاهایی از ساختمان که دارای مشخصه های یکسانی در بار هستند به عنوان یک Zone در نظر گرفته می شود و تعداد این زون ها در این قسمت وارد برنامه می شود.برنامه محاسبات بار را برای هر زون به صورت جداگانه انجام می دهد.

http://mohandes-iran.com



B.system components:

جزییات و اجزای سیستم

با انتخاب این گزینه به وارد کردن اطلاعاتی راجع به اجزای موجود در سیستم ها نظیر فن ها،کویل هاو... می پردازیم:

ورودی های این قسمت مربوط به میزان هوای تازه(Fresh air)است که باید برای تهویه ساختمان توسط سیستم تهویه مطبوع فراهم شود.گزینهAir flow control مربوط به انواع کنترل کننده های تهویه هواست.در این قسمت اگرConstant controlانتخاب شود برنامه مقدار هوای تازه مورد نیاز برای تهویه ساختمان را تا زمانی که سیستم روشن بوده و مشغول به کار است ثابت در نظر می گیرد.اگر از گزینهScheduleاستفاده شود برنامه مقدار تعیین شده برای هوای تازه مورد نیاز را مطابق با دوره زمانی تعریف شده به کار می برد.گزینه Prepertional مقدار هوای تازه مورد نیاز برای ساختمان را متناسب با مقدار کل هوای مورد نیاز برای تهویه ساختمان در هر ساعت از روز در نظر می گیرد با انتخاب عبارت تناسبی proportional گزینه minimum air flow فعال می شود که بیانگر کمترین هوای تازه ای است که باید تامین شود.معمولا برای ساختمانهای معمولی مقدار آن10 تا20%در نظر گرفته می شود.همچنین گزینه demand control ventilation در قسمتAir flow controlمقدار هوای تازه مورد نیاز برای ساختمان را از طریق مقدار دی اکسید کربن موجود در ساختمان کنترل می کند که با انتخاب آن باید گزینه های زیر کامل شود:

http://mohandes-iran.com

Base vent. rate:

این گزینه کمترین مقدار هوای تازه ای که باید توسط سیستم تهویه مطبوع فراهم شود تا سطح CO_2 موجود در ساختمان از مقدار مجاز آن بیشتر نشود بیان می کند.مقدار آن به کاربری ساختمان بستگی داردو بین 15 تا50% متغیر است.برای ساختمان های معمولی این مقدار 25%ست.

Minimum CO_2 differential:

این گزینه کمترین اختلاف مجاز بین میزان CO_2 داخل و خارج ساختمان را بیان می کند.به عنوان مثال اگر میزان CO_2هوای خارج 400ppm1 و کمترین اختلاف مجاز بینCO_2 داخل و خارج 100ppm باشد.آن گاه هنگامی که CO_2 داخل ساختمان کمتر از500ppm باشد دمپر هوای تازه توسط کنترلرDCV(Demand control ventilation) برای فراهم کردن مقداری هوای تازه باز می شود.

Maximum CO_2 differential:

این گزینه بیشترین اختلاف مجاز بین میزان CO_2 داخل و خارج ساختمان را بیان می کند.

Outdoor Air CO_2 level:

این گزینه مقدار CO_2 موجود در هوای خارج را بیان می کند که به اقلیم منطقه بستگی دارد.معمولا این عدد400ppm در نظر گرفته می شود.

Ventilation sizing method:

توسط این گزینه کابر نحوه محاسبه میزان هوای تازه ای که برای تهویه ساختمان باید توسط سیستم فراهم شود را تعیین می کند.با اتخاب گزینه Sum of space of air flow برنامه مقدار هوای تازه مورد نیاز هر زون را از جمع هوای تازه مورد نیاز فضاهای آن زون انتخاب می کند.گزینه بعدی از استاندارد ASHRAE 62 استفاده می کند.

[1] ppm:parts per million

http://mohandes-iran.com

Unocc. damper position:

این گزینه وضعیت دمپر هوای تازه را به جهت باز یا بسته بودن هنگامی که سیستم تهویه مطبوع خاموش است سوال می کند.اگر گزینه Closed انتخاب شود کاربر باید میزان نشتی دمپر در حالت بسته بودن را در قسمت Damper leak rate وارد نرم افزار کند.مقدار این نشتی معمولا بین 2تا5% است.

معمولا دمپرها برحسب Cfm/Ft^2 و در فشار یک اینچ آب بیان می شود.با مشخص بودن نشتی دمپر در افت فشار یک اینچ می توان به راحتی نشتی آن در سایر افت ها را بدست آورد.این عمل با ضرب مقدار نشتی در افت یک اینچ در ریشه دوم فشار کاری واقعی دمپر بدست می آید.به عنوان مثال اگر میزان نشتی یک دمپر در فشار یک اینچ $10Cfm/Ft^2$ باشد مقدار نشتی آن در فشار4in hg برابر است با:

$$Leakage=10*\sqrt{4}=20\ Cfm/Ft^2$$

مطابق استانداردASHRAE ماکزیممم میزان نشتی از دمپرها باید4Cfm به ازای هر فوت مربع دمپر در فشار کاری یک اینچ باشد.ولی در هر صورت میزان نشتی دمپرها به کیفیت ساخت آن ها بستگی دارد.

Economizer data:

در برخی از ماه های سال که دمای هوای بیرون مناسب است از هوای خارج برای سرمایش ساختمان استفاده می شود و دستگاه های برودتی نظیر چیلرها یا پکیج ها خاموش است و یا با ظرفیت کامل کار نمی کند.چرخه با صرفه(Economy cycle)معمولا برای سیستم های تمام هوایی به کار می رود.برای تعیین زمان استفاده از هوای خارج برای سرمایش فضاها معیارهای متفاوتی وجود دارد که وابسته به شرایط هوای خارجی هستند و در قسمت کنترل نرم افزار تعریف می شوند.

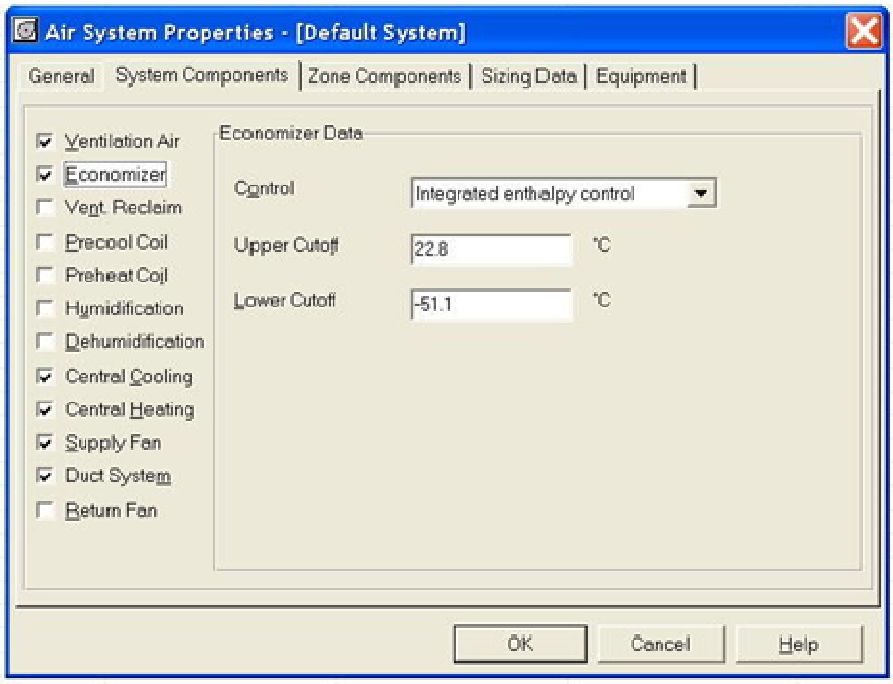
Control:

هنگامی که آنتالپی هوای برگشتی بیش از آنتالپی هوای تازه بیرون باشد از کنترلEntegrated Enthalpy استفاده می شود.در این حالت دمپرها در وضعیتی قرار می گیرند که از هوای خارج به اندازه کافی جهت سرمایش استفاده شود.

هنگامی که دمای خشک هوای برگشتی بیشتر از دمای خشک هوای تازه باشد از کنترل نوع Entegrated dry-bulb استفاده می شود و هنگامی که درجه حرارت هوای تازه خارج کمتر از درجه حرارت هوای خروجی از کویل سرمایشی دستگاه باشد از کنترل نوع Non-Entegrated dry-bulb استفاده خواهد شد.

http://mohandes-iran.com

همچنین بعضی اوقات می خواهیم Economizer بین دماهای خاصی از هوای بیرون عمل کند.در اینصورت گستره این دماها را در قسمت های Upper and lower cut off وارد می نماییم.چنانچه محدودیتی وجود نداشته باشد Upper=150°F و lower=-50°F خواهد بود.



Vent. Reclaim:

این گزینه سیستم های بازیافت انرژی را از نوع هوا به هوا (Air to Air energy recovery system)را تعریف می کند.در این سیستم ها با استفاده از تجهیزات بازیافت حرارت و توسط تبادل حرارت بین هوای تازه مورد نیاز(Fresh air)و هوای تخلیه(Exhaust air)مقدار آنتالپی هوای ورودی به ساختمان در تابستان کاهش و در زمستان افزایش می یابد.تجهیزات بازیافت انرژی می تواند حرارت محسوس (Sensible heat)و یا حرارت کل(S.H and L.H)را بازیابی کند.

Thermal efficiency:

در این قسمت راندمان مبدل حرارتی مشخص می شود که معمولا بین 50تا 70% است و اگر از ابتدا مشخص نشده باشد آن را 60% در نظر می گیریم.در برخی از مبدل های حرارتی باید توان تعریف شود.برای مشخص شدن این مفهوم ابتدا باید انواع مبدل های حرارتی بازیافت را تعریف کرد:

http://mohandes-iran.com

1)مبدل حرارتی هوا به هوا از نوع چرخه حرارتی(Heat wheels)

این مبدل به صورت یک استوانه گردان است که در آن جریان هوای تخلیه و تغذیه مخالف همدیگر(Counter flow)عبور می کند.این استوانه با عناصر واسطه ای که midea نامیده می شود پر می شود.این عناصر را به گونه ای می توان انتخاب نمود که فقط حرارت محسوس یا کل منتقل شود.جنس این عناصر معمولا از فلز ،مواد معدنی یا مصنوعی است.چنان چه مبدل از این نوع باشد در قسمت Input KW در نرم افزار باید توان موتور جهت به حرکت درآوردن چرخ بیان شود.

2)مبدل لوله ای(Heat pipe)

در این مبدل هوای گرم از روی انتهای تبخیر کننده لوله حرارتی عبور کرده و سیالعامل که یک مبرد است تبخیر می گردد.جنس این لوله ها معمولا مسی با پره های آلومینیومی است.در این نوع مبدل Input KW صفر است.

3)حلقه بازیافت انرژی توسط کویل(Pump-Around system)

در این نوع مبدل در کویل آبی در مسیر جریان های حرارتی هوای تازه قرار می گیرند.این کویل ها در یک حلقه بسته که در آن سیال انتقال حرارت نظیر آب و ضد یخ پمپ می شود قرار دارند.بازده این مبدل 45تا60% استو توان مورد نیاز برای پمپ باید در قسمت Input KW در نرم افزار وارد شود.

4)حلقه های بازیافت آنتالپی با چرخ جاذب رطوبت(Desiccant wheel)

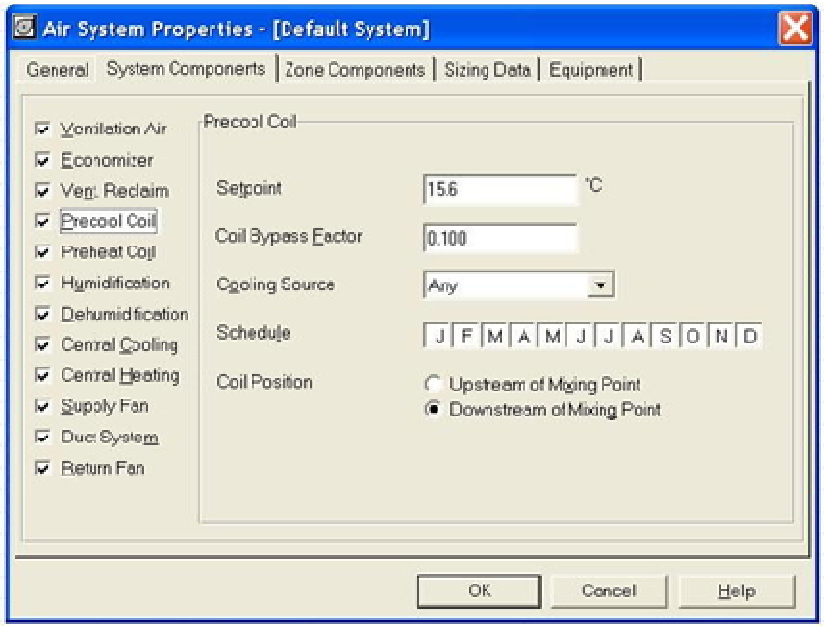
در این نوع مبدل که از نوع هوا به مایع یا مایع به هوا است ،یک مایع جاذب (Sorbent)به طور پیوسته بین جریان های هوای تازه و تخلیه گوش می کند.حداقل ماده جاذب معمولا لیتیوم برماید و آب است.حداکثر درجه حرارت هوای تازه در تابستان در ورود به این مبدل 115°Fو در زمستان حداقل این درجه می تواند-40°F باشد.هنگامی که از این مبدل استفاده می شود باید توان مورد نیاز جهت پمپی که برای گردش ماده جاذب به کار می رود را در قسمت Input KW وارد شود.

همچنین منظور از Schedule ماه هایی از سال است که از سیستم بازیافت انرژی استفاده می شود.به طور کلی زمانی که از چرخه صرفه جو(Economizer)استفاده می شود یا زمانی که شرایط هوای خارج نزدیک به شرایط هوای داخل است(نظیر ماه های فروردین و مهر در تهران)از این سیستم استفاده می شود.

به طور کلی استفاده از این سیستم ها در ایران زیاد متداول نیست.اخیرا زمزمه های استفاده از آن مطرح شده است در حالی که از این سیستم در کشورهای صنعتی استفاده می شود.

http://mohandes-iran.com

Precool coil:



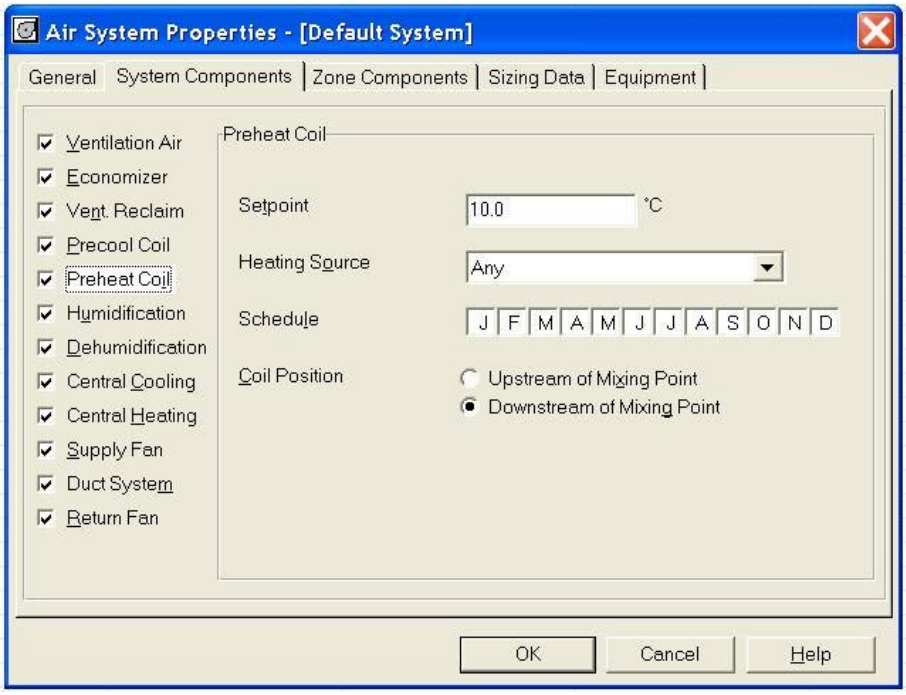
این قسمت برای وارد کردن اطلاعات مربوط به کویل بازسرمایشی مورد استفاده قرار می گیرد.در اقلیم های گرم و مرطوب که میزان رطوبت هوای بیرون بالاست عملیات تهویه هوا شامل رطوبت گیری از هوای بیرون معمولا باید در دو مرحله انجام شود که مرحله اول این عملیات در کویل Precool و مرحله دوم ان در کویل اصلی سرمایش صورت می گیرد.در قسمتset point دمایی که برای کنترل کویل به کار می رود مشخص می شود.برنامه فرض می کند که کویل توسط یک ترموستات که در پایین دست آن قرار گرفته است کنترل می شود.به عنوان مثال اگر نقطه تنظیم کویل 60°F باشد و دمای هوای ورودی بیشتر از این مقدار باشد کویل بازسرمایشی عمل کرده و هوا را تا60°Fخنک می کند.در قسمتCooling sourceمنبع سرمایش برای کویل مشخص می شود.این منابع به نوع تجهیزاتی که در قسمت قبل انتخاب شده است بستگی دارد.در قسمتScheduleماههایی از سال که کویل در آن عمل می کند مشخص می شود.برای مشخص شدن این ماه ها باید دکمه ماهی که در آن کویل عمل می کند پایین باشد.

در قسمتcoil positionموقعیت کویل تعیین می شود.کویل می تواند در بالادست (Up stream)یا پایین دست (Down stream)جایی که هوای تازه بیرون با هوای برگشتی مخلوط می شود قرار بگیرد.

http://mohandes-iran.com

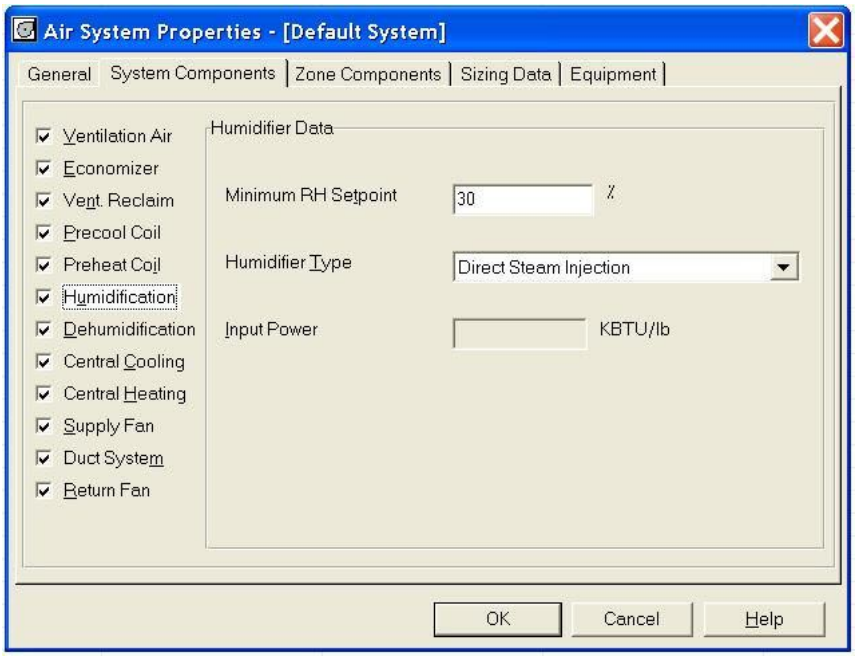
Preheat coil:

این قسمت برای وارد کردن اطلاعات مربوط به کویل پیش سرمایشی مورد استفاده قرار می گیرد.در اقلیم های سرد در زمستان غالبا از این کویل به عنوان یک کویل اضافی برای جلوگیری از یخ زدگی کویل اصلی استفاده می شود.توضیحات این قسمت شبیه توضیحات Precool coilاست.



http://mohandes-iran.com

Humidification:



این قسمت شامل اطلاعاتی در مورد تجهیزات رطوبت زنی است.کنترل رطوبت با یک سنسور رطوبت هوا که در مسیر هوای برگشتی قرار گرفته است انجام می شود.بهترین شرایط آسایش در محدوده رطوبت نسبی 30 تا60% قرار دارد.

Minimum RH setpoint:

در این قسمت کمترین مقدار مجاز رطوبت نسبی فضا وارد نرم افزار می گردد.این مقدار رطوبت برای فضای مسکونی30% است.برای مراکز پردازش داده ها کم بودن مقدار رطوبت باعث ایجاد الکتریسیته ساکن می شود،لذا رطوبت پیشنهادی برای این مراکز بین 35 تا50% می باشد.

Humidifier type:

در این قسمت باید نوع رطوبت زن را انتخاب نمود که در ادامه توضیح داده شده است.

http://mohandes-iran.com

1.Heated pan humidifier

(رطوبت زن های دارای تشتک گرم)

محدوده ظرفیت این رطوبت زن ها بسیار وسیع است.تشتک این زطوبت زن توسط یک مبدل حرارتی که با بخار یا آب گرم تغذیه می شود تشکیل شده و گرم می شود.اگر مبدل حرارتی بخار باشد فشار آن بین 5 تا 15psi و اگر آب گرم باشددمای آن از 400°F به بالاست.

2.Direct steam injection

(رطوبت زن با تزریق مستقیم بخار)

توسط این رطوبت زن بخار مستقیما به هوا اضافه می شود.درجه حرارت هوا در طی افزودن رطوبت ثابت باقی می ماند و بخار نیز توسط یک بویلر بخار کم فشار تولید خواهد شد.این بخار توسط افشانک تزریق بخار (nozzle)و یا با استفاده از چند مانیفولد(manifold)دارای پوشش بخار(steam jacket) به درون هوا پاشش می شود.

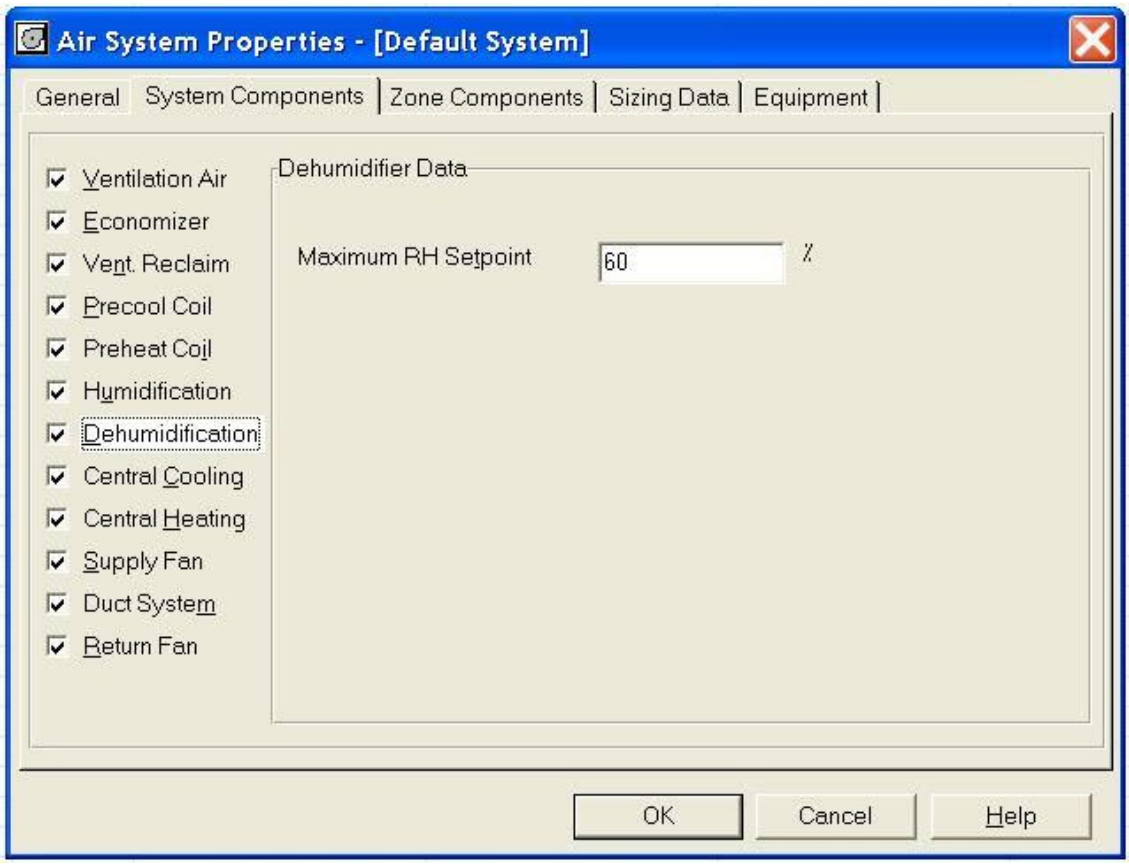
3.self-contained steam

(رطوبت زن خود کفا از نظر تولید بخار)

اگر از این رطوبت زن ها استفاده شود باید انرژی مورد نیاز برای تبخیر یک پوند آب بر حسب کیلووات ساعت وارد قسمت input گردد.power

http://mohandes-iran.com

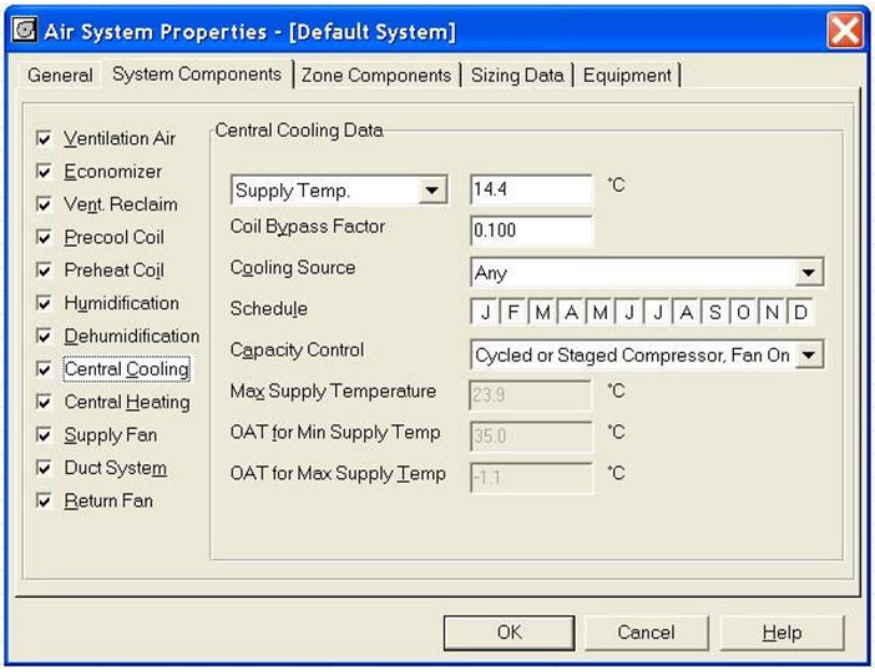
Dehumidification:



در این قسمت اطلاعات مربوط به رطوبت زدا مشخص می شود.برای این منظور در قسمتMaximum RH set point ماکزیممم رطوبت نسبی که باید توسط کنترلر رطوبت زن حفظ شود وارد می شود.

http://mohandes-iran.com

Central cooling:



اطلاعات مربوط به کویل سرمایش مرکزی در این قسمت وارد می شود.یکی از گزینه های مهم این قسمت ضریب بای پس کویل (Coil bypass factor)می باشد.این ضریب ناشی از مشخصات فیزیکی و مشخصات کارکرد دستگاه های تهویه مطبوع می باشد و نمایانگر بخشی از هواست که از درون کویل عبور می کند بدون آنکه هیچ تغییری در آن رخ دهد.اثر مشخصه های فیزیکی و عملکردی دستگاه بر ضریب بای پس عبارتست از:

1)افزایش ضریب میان بر به دلیل کاهش سطح انتقال حرارت دستگاه

2)کاهش ضریب میان بر به دلیل کاهش سرعت هوا در حین عبور از دستگاه

ضریب بای پس(میان بر)از مشخصاتی است که در کاتالوگ های کارخانه سازنده کویل ارائه می گردد.چنانچه این کاتالوگ ها در دسترس نباشد می توان از جداول زیر استفاده نمود.

http://mohandes-iran.com

ضریب میان بر کویل	نوع کاربردی	مثال
۰,۳-۰,۵	A small total load or a load that is some what larger with a low sensible heat factor(high latent load)	Residance
۰,۲-۰,۳	Typical comfort application with a relatively small total load or a low sensible hear factor with a some what larger load	Residance,small retail shop,factory
۰,۱-۰,۲	Typical comfort application	Dept,store,bank,factory
۰,۰۵-۰,۱	Application with high internal sensible loads or requiring a large amount of outdoor air for ventilation	Dept,store,restaurant,factory
۰-۰,۱	All outdoor air applications	Hospital operating room,factory

عمق	بدون پاشش آب		با پاشش آب	
کویل	۸	۱۴	۸	۱۴
ردیف	velocity			
	۳۰۰-۷۰۰	۳۰۰-۷۰۰	۳۰۰-۷۰۰	۳۰۰-۷۰۰
۲	۰,۴۲-۰,۵۵	۰,۲۲-۰,۳۸		
۳	۰,۲۷-۰,۴	۰,۱-۰,۲۳		
۴	۰,۱۹-۰,۳	۰,۰۵-۰,۱۴	۰,۱۲-۰,۲۲	۰,۰۳-۰,۱
۵	۰,۱۲-۰,۲۳	۰,۰۲-۰,۰۹	۰,۰۸-۰,۱۴	۰,۰۱-۰,۸
۶	۰,۰۸-۰,۱۸	۰,۰۱-۰,۰۶	۰,۰۶-۰,۱۱	۰,۰۱-۰,۰۵
۸	۰,۰۳-۰,۰۸		۰,۰۲-۰,۰۵	

http://mohandes-iran.com

Supply temp:

این گزینه معرف درجه حرارت هوا پس از کویل سرمایشی است که معمولا بین 50تا 60درجه فارنهایت می باشد.

Schedule:

این گزینه معرف ماه هایی از سال است که کویل سرمایشی باید کار کند.

Capacity control:

این گزینه نحوه کنترل هوای سرد شده توسط کویل سرمایشی را بیان می کند.در این قسمت می توان یکی از کنترل های زیر را انتخاب نمود.

a. constant temp fan cycled:

این نوع کنترل که فقط مختص سیستم های CAV-single zone می باشد فقط در حالت روشن یا خاموش برای فن تغذیه (فن اپراتور)فراهم می آورد.

b.constant temp fan on:

در این نوع کنترل فرض بر این است که فن تغذیه همواره در زمانی که ساختمان نیاز به تهویه دارد روشن است و هوا با دمای ثابتی که کاربر در قسمت supply temp تعیین کرده است وارد فضا می شودو بنابراین چون بار هر فضا در ساعات مختلف فرق می کند،مقدار حجم هوا باید متغیر باشد و بنابراین از این نوع کنترل در سیستم هایCAV terminal reheat VAV استفاده می شود.

c. cycled or stage compress on,fan on

در این نوع کنترل ،کنترل بار سرمایشی ساختمان توسط مرحله ای عمل کردن کمپرسور انجام می شود.

d. Tempreture reset by greatest zone

در این نوع کنترل بیشترین درجه حرارت هوای خروجی از کویل سرمایشی مشخص می شود.به عبارت دیگر در این نوع کنترل زونی که دارای بیشترین بار در تابستان است انتخاب شده و کنترل بر اساس آن انجام می شود.با انتخاب این نوع کنترل گزینه Max supply tempفعال می شود.در این صورت درجه حرارت هوای خروجی از کویل سرمایشی همواره بین این درجه حرارت و درجه حرارتSupply tempخواهد بود.به عبارت دیگر در قسمتSupply tempکمترین درجه حرارت مورد نیاز در خروجی از کویل برای تامین سرمایش فضا و در گزینه Maximum supply tempدرجه حرارت زونی که بالاترین بار برودتی را دارد وارد می شود و به محض آنکه درجه حرارت این زون به Maximum supply tempرسید درجه حرارت خروجی از کویل سرد به عدد supply temp می رسد.

http://mohandes-iran.com

e. Temperature reset by outdoor air schedule:

در این کنترل ترموستات در هوای خارج نصب شده و درجه حرارت هوای خروجی از کویل که در قسمت supply temp وارد برنامه شده بود منطبق بر آن کنترل خواهد شد.

Max supply tempreture:

درجه حرارتی است که هنگامی که زدن دارای بیشترین بار سرمایشی به ان می رسد،درجه حرارت هوای خروجی از کویل باید معادلsupply temp شود.

Out for min supply temp:

درجه حرارتی است که وقتی هوای خارج که ترموستات در آن نصب شده است به آن می رسد درجه حرارت هوای خروجی از کویل باید معادلsupply temp گردد.

Out for max supply temp:

درجه حرارتی است که وقتی هوای خارج که ترموستات در آن نصب شده است به آن می رسد درجه حرارت هوای خروجی از کویل باید معادلmax supply temp گردد.

بنابراین با انتخاب گزینه درجه حرارت هوای خروجی از کویل همواره بین دو مقدار supply temp و max supply tempخواهد بود.

به عنوان مثال فرض کنید کمترین درجه حرارت هوای خروجی از کویل supply temp=57°F بوده و مقدار max supply temp=67°F باشد.از طرفی فرض کنید بخواهیم وقتی درجه حرارت هوای خارج 95°F و بیشتر می شود.دمای خروجی از کویل سرمایشی برای تامین برودت فضای داخل57°F باشد و چنانچه درجه حرارت هوای خارج 50°Fو کمتر می شود دمای هوای خروجی از کویل سرمایشی67°F باشد و در اینصورت خواهیم داشت:

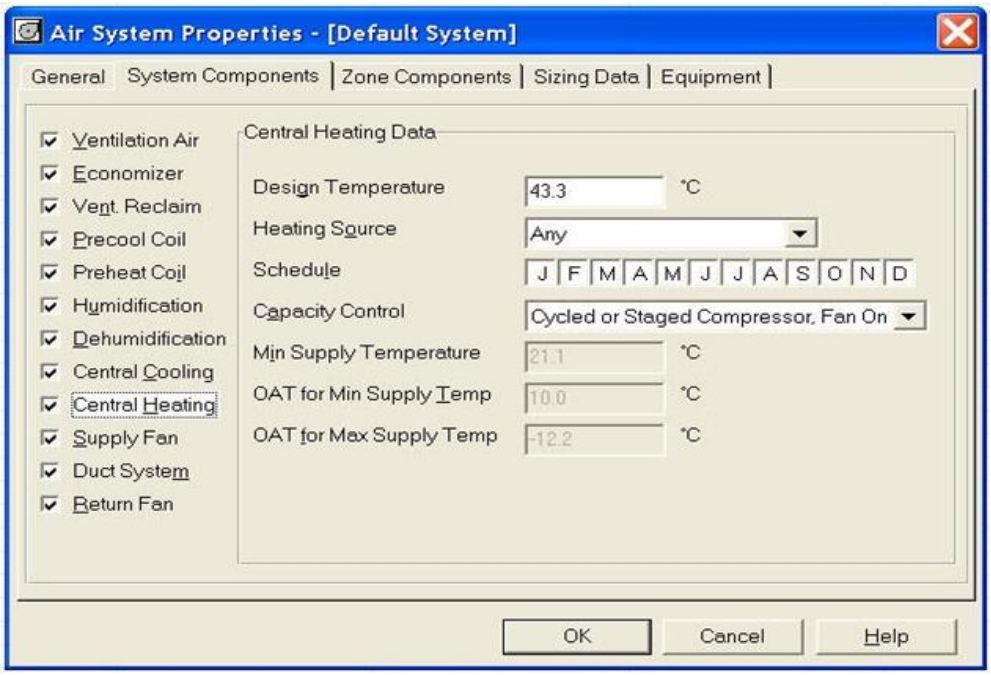
Oat for max supply temp=95°F

Oat for min supply temp=50°F

هنگامی که درجه حرارت هوای خارج بین50°F و95°F باشد برنامه از یک درون یابی خطی استفاده خواهد کرد.

http://mohandes-iran.com

Central Heating:



در جدول مربوط به این قسمت Design temperature ماکزیمم دمای هوای تغذیه ای را که در هنگام گرمایش زون ها وارد ترمینال آنها می شود تعیین می کند.

Heating Source:

چگونگی تامین حرارت برای کویل را تعیین می کند.

Schedule:

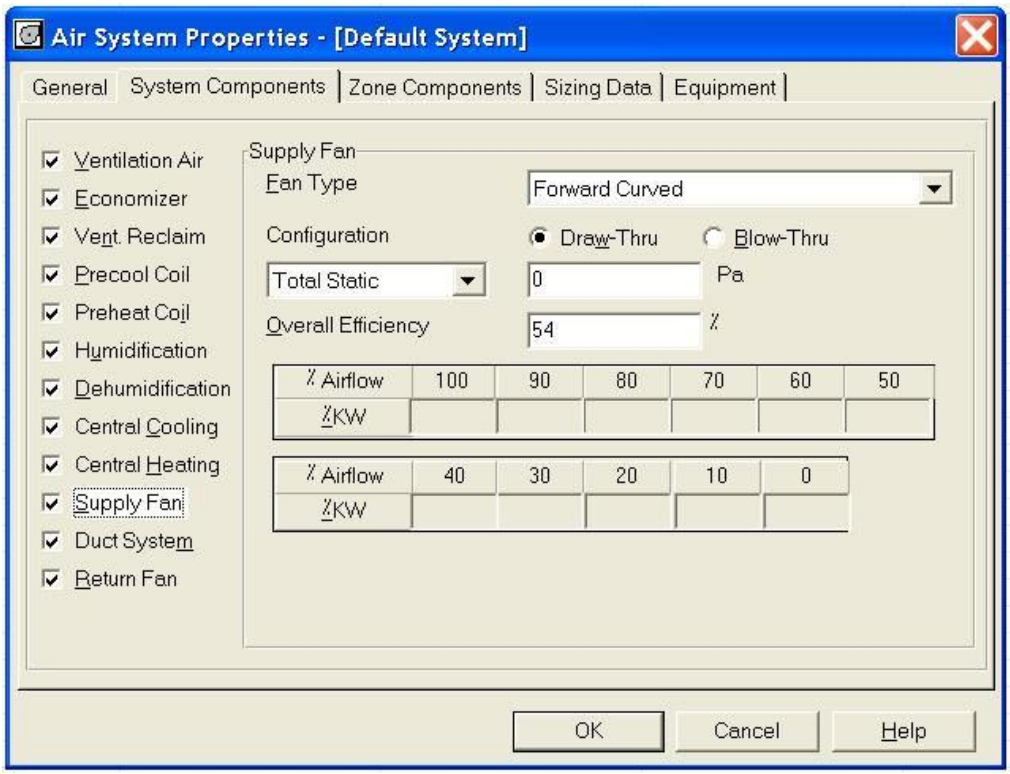
این گزینه ماه هایی از سال را که کویل گرمایشی مرکزی کار می کند را مشخص می سازد.

Capacity Control:

این گزینه چگونگی کنترل خروجی کویل را مشخص می کند.مشخصات این قسمت شبیه Central cooling است.

http://mohandes-iran.com

Supply Fan:



فن یک پمپ هواست که با ایجاد اختلاف فشار تولید جریان می کند.پروانه فن(impeller)بر روی هوا کار انجام می دهد و مقدار انرژی جنبشی و استاتیک را افزایش می دهد.

به طور کلی فن ها به دو گروه فن های گریز از مرکز(Centrifugal)و فن های جریان محوری(Axial flow)تقسیم می شوند.در فن های گریز از مرکز هوا در جهت محور فن وارد و در جهت عمود بر محور فن خارج می شود.این فن ها بر حسب انحنای تیغه هایشان به سه دسته انحنا به جلو(Forward curve blade)،انحنا به عقب(Backward curve blade)و رادیال(Radial)تقسیم بندی می شوند.

در فن های جریان محوری(Axial flow) هوا به موازات محور فن جریان می یابد.این فن ها به سه دسته پروانه ای (propeller fan)،پره محوری(vex axial) و نوع پروانه ای در لوله(tube axial)تقسیم می شوند اکنون به برنامه باز می گردیم.

http://mohandes-iran.com

Configuration:

این گزینه موقعیت فن را نسبت به کویل سرمایشی مشخص می سازد.اگر فن در پایین دست کویل سرمایشی باشد(در این صورت قسمت پرفشار فن روی کویل می افتد)Draw-thru و اگر در بالادست کویل سرمایشی قرار گرفته باشد(در اینصورت قسمت کم فشار فن روی کویل می افتد)Blow -thru انتخاب می شود موقعیت فن تغذیه در محاسبات مربوط به بار نهان کویل سرمایشی موثر است.

فشار استاتیک عامل مهمی در انتخاب فن ها و اندازه کانال هوا می باشد.این فشار مجموع تلفات فشار اجزای داخلی و تلفات فشار خارجی در سیستم توزیع هوا می باشد.فشار کل فن نیز مجموع فشار استاتیکی و فشار سرعتی فن است و لذا کمی بیشتر از فشار استاتیکی است.

برای دستگاه های تهویه مطبوع یکپارچه و بدون کانال کشی فشار کل فن بین 1-0,5 اینچ آب در نظر گرفته می شود.

برای دستگاه های هواساز،طول کانال کشی متوسط و سیستم با سرعت کم فشار کل فن بین 1,5-0,75 اینچ آب در نظر گرفته می شود.

برای دستگاه های هواساز،طول کانال کشی زیاد و سیستم با سرعت کم فشار کل فن بین 2-1,25اینچ آب در نظر گرفته می شود.

برای دستگاه های هواساز،طول کانال کشی متوسط و سیستم با فشار بالا فشار کل فن بین 4-2 اینچ آب در نظر گرفته می شود.

برای دستگاه های هواساز،طول کانال کشی زیاد فشار کل فن بین 6-3اینچ آب در نظر گرفته می شود.

همچنین منظور از BHP در برنامه،توان مرکزی موتور فن(Break horse power)و منظور از motor KW توان ورودی موتور فن است.

مقدار راندمان فن ها در جدول زیر بیان گردیده است:

Fan type	%η	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Forward cuved	54	21	27	33	40	46	54	61	72	81	91	100
Fc with dampers	50	28	32	38	43	48	55	64	73	82	91	۱۰۰
Fc with variable frequency drive	48	6	7	9	13	19	25	35	44	60	77	۱۰۰
Fc with variable Speed drive	44	6	7	9	13	19	25	35	44	60	77	۱۰۰
Fc with inlet Guide vanes	54	30	30	30	30	30	31	36	45	57	74	۱۰۰
BI/AF	54	44	53	61	69	76	54	90	96	99	101	۱۰۰
BI/AF with inlet guide vanes	50	40	43	46	49	52	56	60	67	73	83	۱۰۰
BI/AF with variable speed drive	42	5	7	10	13	15	21	30	42	57	77	۱۰۰
BI/AF with variable freg drive	43	5	7	10	13	15	21	30	42	57	77	۱۰۰
Controlled pitch axial	54	4	6	8	13	17	24	33	45	60	78	۱۰۰

http://mohandes-iran.com

Duct system:

در این قسمت اطلاعاتی نظیر مقدار حرارت بدست آمده یا تلف شده از کانال تغذیه ،میزان نشتی آن،کانال یا پلنوم برگشت و... وارد برنامه می شود.

Supply duct data:

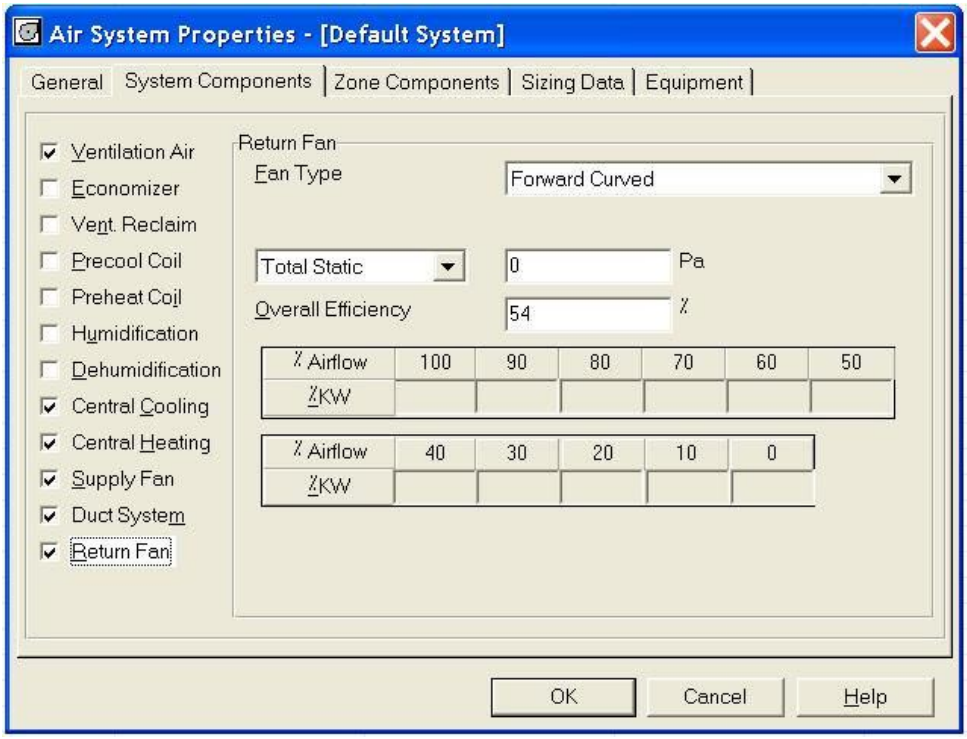
این گزینه مربوط به کانال هوای رفت بوده و Duct heat gainمیزان بهره حرارتی آن را(حرارتی که توسط آن جذب می شود)تعریف می کند.معمولا کانال رفت و برگشت را عایق کاری می کنند.بنابراین چنانچه عایق کاری با ضخامت و جنس خوبی انجام شده باشد.تقریبا اتلاف حرارتی نخاهیم داشت ولی چنانچه عایق کاری ضعیف باشد می توان مقدار آن را بین 2تا5% در نظر گرفت.مقدار متوسط Duct leakage(میزان نشتی کانال) را نیز می توان بین 2 تا5% در نظر گرفت.

Return duct or plenum data:

برای برگشت هوا نیز می توان از کانال برگشت یا پلنوم برگشت استفاده نمود.پلنوم برگشت به فضای بین سقف کاذب و سقف اصلی ساختمان گفته می شود.در این حالت هوای برگشت از طریق دریسچه هایی که در سقف کاذب کار گذاشته شده اند وارد پلنوم شده و به هواساز می رسد.اگر لامپ ها در داخل سقف کاذب کار شده باشند مقدار قابل ملاحظه ای از انرژی گرمایی خود را به هوای برگشت بالای سقف کاذب خواهند داد.با انتخاب پلنوم برگشت بهره حرارتی بدست آمده از سقف ،دیوار و روشنایی را باید در نرم افزار وارد نمود که اعداد 70-30% در خود نرم افزار صحیح می باشد.

http://mohandes-iran.com

Return fan:

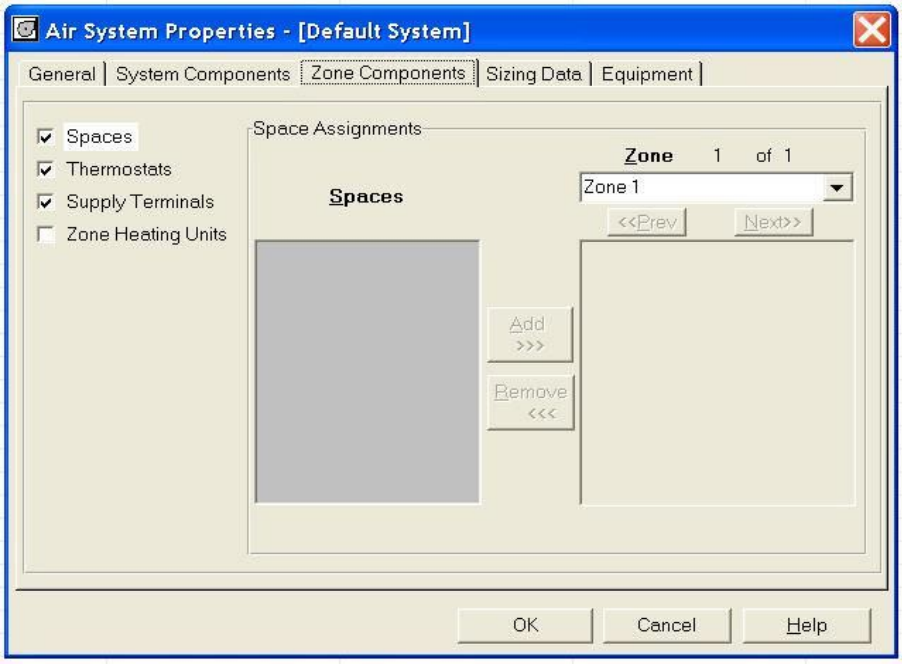


از فن برگشت هنگامی استفاده می شود که اختلاف چگالی و دمای هوا به طور طبیعی باعث برگشت هوا نشود.به طور مثال هنگامی که طول مسیر کانال برگشت زیاد است ممکن است چنین حالتی رخ بدهد.در اینصورت از فن برگشت استفاده می شود که مشخصات آن شبیه قسمت Supply fan است که قبلا توضیح داده شد.

http://mohandes-iran.com

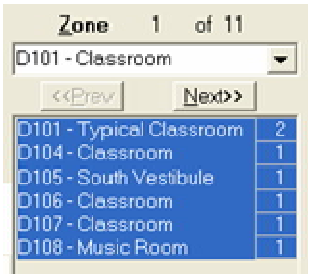
C.Zone components:

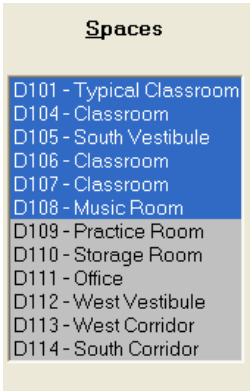
همانطور که ملاحظه می گردد این قسمت شامل 4قسمت ذیل است:



1.Space:

در این قسمت مجموعه فضاهایی که تشکیل دهنده یک زون هستند مشخص می گردند.برای اضافه کردن هر فضا به یک زون ،ابتدا فضای مورد نظر را انتخاب و سپس آن را به کمک دکمهAddبه زون مورد نظر اضافه می کنیم.

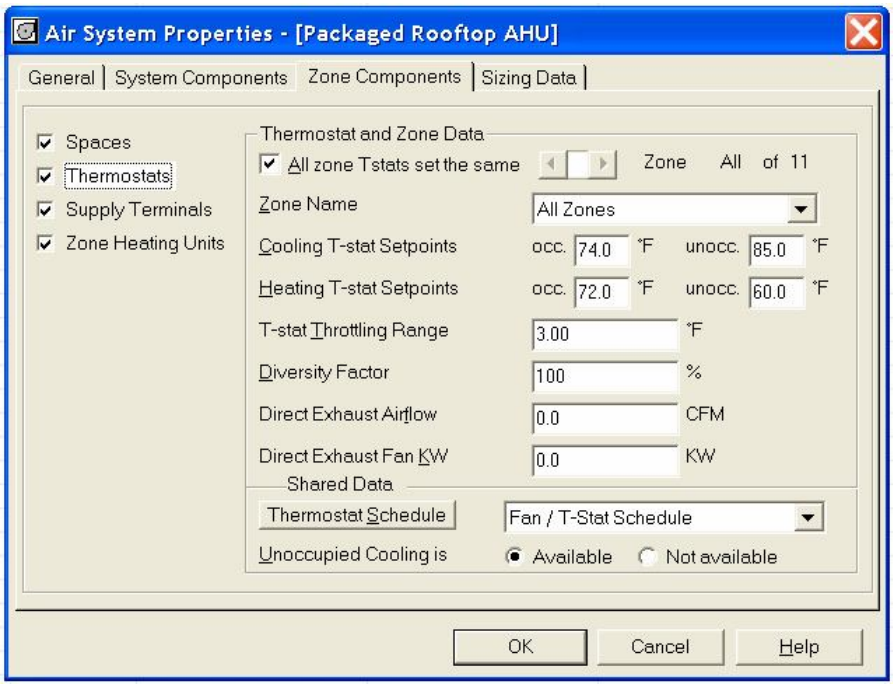




http://mohandes-iran.com

2.Thermostats:

در این قسمت اطلاعات مربوط به ترموستات وارد برنامه می شود.



2.1.All Zone Tstates Set The Same:

اگر این قسمت انتخاب شودبه معنای آن است که برای تمام زون ها اطلاعات یکسانی وارد برنامه میشود.اگر اطلاعات هر زون با زون دیگر فرق داشته باشد این قسمت انتخاب خواهد شد.

2.2.Cooling Tstat Setpoint & Heating Tstat Setpoint:

این قسمت درباره نقطه تنظیم ترموستات برای سرمایش و گرمایش در دوره فعالیت و غیر فعالیت سیستم تهویه مطبوع است.

2.3.Diversity Factor:

این گزینه برای تغییر دادن بارهای ناشی از سکونت افراد و روشنایی ها مورد استفاده قرار می گیرد.قبلا در قسمت جداول زمانی (Schedule)دوره کاری افراد و روشنایی ها مشخص شده بود.این ضریب مواقعی که درصدهای بیان شده در این جداول زمانی با واقعیت اختلاف پیدا می کند استفاده می شود و معمولا برای زون هایی که تغییرات حضور افراد و روشنایی ها در آن فضا زیاد است به کار می رود.به عنوان مثال اگر حضور افراد برای یک فضا در یک ساعت مشخص90% باشد و ضریب اختلاف نیز60%در نظر گرفته شودبرنامه از ضریب54%برای حضور افراد در آن ساعت خاص استفاده می کند.

60/100*90=54

http://mohandes-iran.com

2.4.Direct Exhust Airflow:

خروجی مستقیم هوا می تواند به دو صورت طبیعی و اجباری باشد،اگر خروج هوا طبیعی باشد مقدار آن را در این قسمت وارد می کنیم.

2.5.Direct Exhust FanKW:

اگر خروج هوا اجباری باشد توان ورودی فن هواکش را در این قسمت وارد نرم افزار می کنیم.

2.6.Thermostat Schedule:

دوره کاری سیستم در این قسمت وارد می شود.در این قسمت باید گزینه Fan/thermostat انتخاب شده و برای ساعت هایی که سیستم کار می کند در قسمتHeurly profilesاز گزینهOCCو برای ساعاتی که سیستم خاموش است از گزینهUNOCC استفاده می شود.

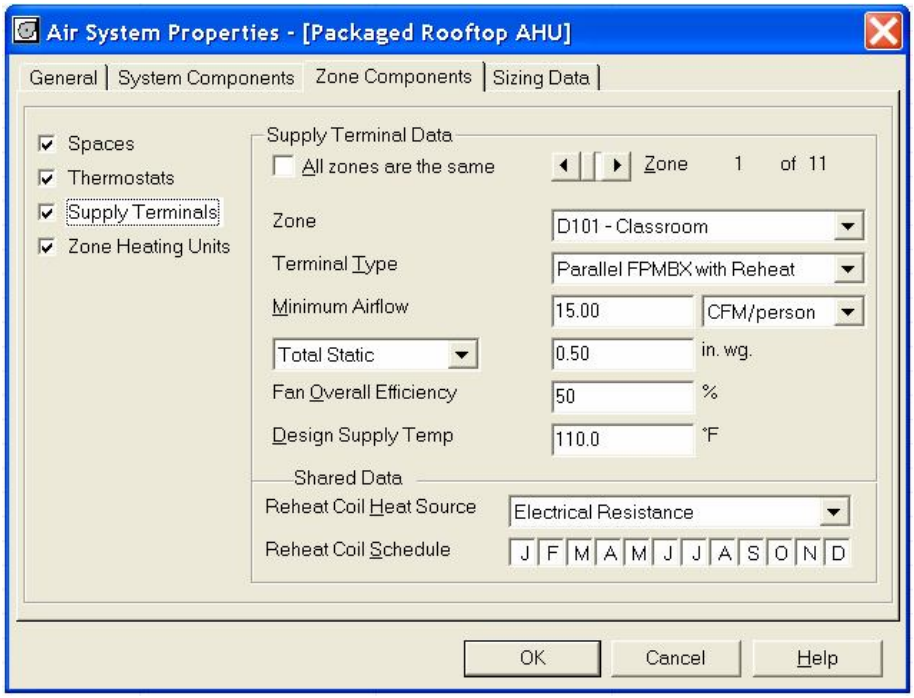
2.7.Unoccupied Cooling :

این گزینه مشخص می کند که سرمایش در طی دوره زمانی غیر فعال سیستم انجام می شود یا نه،اگر در این دوره سرمایش داشته باشیم از گزینهAvailableو در غیر اینصورت از گزینه not available استفاده می شود.این گزینه ها برای مشخص کردن اثر انباشت حرارتی به کار می رود.زیر ادر طی دوره کاری غیر فعالیت،حرارت می تواند در جرم ساختمان نیز ذخیره شود و در هنگام دوره کاری فعال اثر خود را در بار ساختمان نشان دهد.

http://mohandes-iran.com

3.Supply Terminals:

در این قسمت اطلاعاتی راجع به ترمینال های تغذیه هر زون نظیر دفیوزرها و جعبه هایVAV وارد برنامه می شود.



3.1.Minimum Airflow:

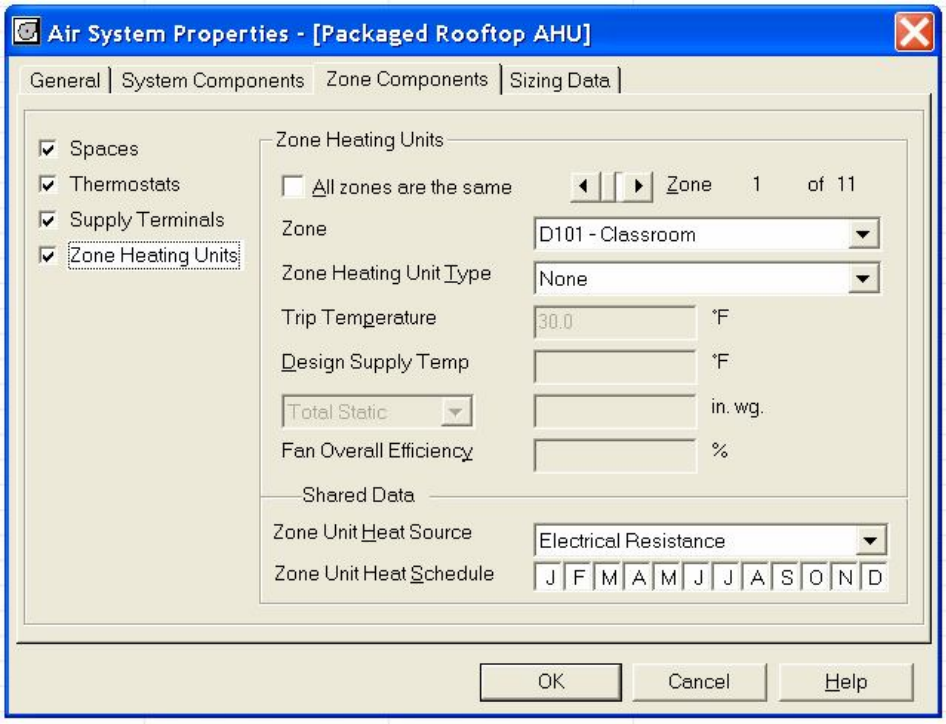
در این قسمت کمترین هوای تغذیه مورد نیاز برای زون مورد نظر تعریف می شودومقدار آن با هوای تغذیه ای که بر اساس بار پیک زدن مورد نیاز است مقایسه می شود.به عنوان مثال اگر مینیمم هوای مورد نیاز برای یک زون 25Cfm/person بوده و بر اساس پیک بار محسوس هوای مورد نیاز ان زون854Cfm باشد،ماکزیمم افراد حاضر در آن زون 40 نفر باشند برنامه از عدد 25*40=1000Cfm به جای 854Cfm برای هوای مورد نیاز آن زون استفاده خواهد کرد.

3.2.Fan Overall Efficiency:

در این قسمت بازده فن جعبه اختلاط ترمینال مشخص می شود.اگر ترمینال مشخص شده از نوع جعبه اختلاط مجهز به فن باشد(Parallel fan powered mixing box teminal)دمای هوای تغذیه در هنگام گرمایش در این قسمت وارد برنامه می شود.در قسمتReheat coil heat sourceمنبع حرارتی کویل بازگرمایش و در قسمت Reheat coil schedule ماههایی از سال که در طی آنها این کویل ها عمل می کند مشخص می شود.

http://mohandes-iran.com

4.Zone Heating Units:



این گزینه هنگامی استفاده می شود که بخواهیم یک واحد گرمایش اضافی در یک زون مستقر سازیم.این اتفاق در دو صورت ممکن است اتفاق بیفتد.

در حالت اول در صورتیکه سیستم مرکزی تهویه مطبوع زون فقط برای سرمایش طراحی شده باشد می توان از یک سیستم مجزا جهت تامین گرمایش آن زون استفاده نمود که در این صورت مشخصات این سیستم گرمایشی در این قسمت وارد نرم افزار می شود.

حالت دوم نیز هنگامی است که در سیستم تهویه مرکزی سیستم تامین گرمایش دیده شده ولی ممکن است در بعضی از ماه های سال فقط برخی از فضاهای این زون نیاز به گرمایش داشته باشند و مابقی فضاها نیاز به گرمایش نداشته باشند ولی در صورت استفاده از سیستم حرارت مرکزی همه فضاها گرم خواهندشد.بنابراین در چنین مواردی فقط برای فضاهایی که در ماه های غیر سرد نیاز به گرمایش دارند از یک سیتم گرمایش مجزا استفاده می شودکه مشخصات آن را باید توسط این گزینه وارد نرم افزار نمود.

http://mohandes-iran.com

4.1.All Zone Are The Same

چنان چه همه زون های ساختمان از چنین قاعده ای جهت گرمایش پیروی کنند باید این عبارت انتخاب گردد.

4.2.Zone Heating Unit Type

در این قسمت نوع سیستم گرمایشی انتخاب می شود.

a.Baseboard OAT Control

یک سیستم گرمایشی است که با فن و به صورت اجباری گرمایش را انجام می دهد.از جمله این سیستم ها می توان به فن کویل،یونیت هیترو...اشاره نمود.منظور از OAT control این است که خاموش و روشن شدن این سیستم ها بر حسب درجه حرارت است.

b.fan coil OAT control

یک سیستم گرمایشی است که با فن و به صورت اجباری گرمایش انجام می دهد.از جمله این سیستم ها می توان به فن کویل،یونیت هیتر و...اشاره نمود.

c.Baseboard Room Tstat Control

منظور رادیاتور یا هر سیستم گرمایش طبیعی است که کنترل آن توسط ترموستات اتاقی انجام می شود.

d.fan coil Room Tstat Control:

منظور یک سیستم گرمایش اجباری است که کنترل آن توسط ترموستات اتاقی انجام می شود.

4.3.Trip Temperature:

این دما عبارت است از دمایی که وقتی هوای بیرون از آن کمتر می شود سیستم گرمایش شروع به کار می کند.یعنی برنامه فرض می کند بیشترین بار گرمایشی زمانی اتفاق می افتد که درجه حرارت هوای بیرون در زمستان معادل درجه حرارت داخل است که در قسمت Weatherوارد برنامه شده است.

Design Supply Temp.

این گزینه درجه حرارت هوای خروجی از سیستم گرمایشی است و بطور استاندارد معمولا بین 95 تا120درجه فارنهایت است.برای شرایطی که در آن آسایش افراد مورد توجه است این دما 110 درجه انتخاب می گردد.

http://mohandes-iran.com

Zone Unit Heat Source:

این قسمت برای انتخاب سیالی که تامین کننده میزان این گرمایش است به کار می رود و می تواند یکی از گزینه های آبگرم(Hot water)،بخار(Steam)یا کویل الکتریکی باشد.

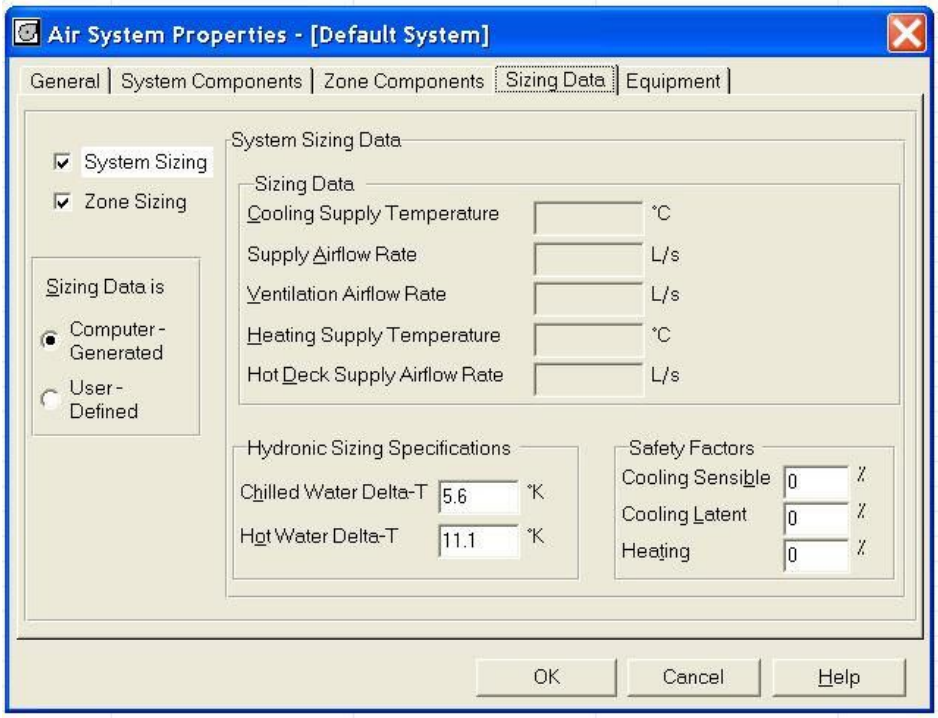
Zone Unit Heat Schedule:

ماه هایی است که از این سیستم گرمایشی استفاده می شود.

Fan Overall Efficiency:

اگر از یک سیستم حرارتی اجباری نظیر یونیت هیتر استفاده می شود در اینصورت باید مقدار افت فشار کل استاتیکی آن را در قسمت total staticو راندمان فن را در قسمت fan overall efficiency وارد برنامه کرد.

D.Sizing data:



http://mohandes-iran.com

از این قسمت برنامه برای دو هدف استفاده می شود.**Zone sizing , system sizing**

در هر کدام از این دو مورد اطلاعات سایز گذاری را به دو صورت می توان مشخص نمود.یا این اطلاعات توسط خود برنامه ایجاد می شود(computer generated)و یا توسط کاربر مشخص می شود.(user defined).

System sizing:

Cooling supply temperature:

دمای هوای تغذیه برای عمل سرمایش است.هوای تغذیه هوایی است که به ترمینال زون ها وارد می شود.

Supply airflow rate:

میزان هوادهی فن تغذیه است.

Ventilation airflow rate:

میزان هوای خروجی برای تهویه مورد نیاز سیستم

Heating supply temperature:

دمای هوای تغذیه برای عمل گرمایش است.

Chilled water data-T:

اختلاف دمای بین آب ورودی و خروجی از کویل سرمایشی که منبع سرمایش آن ها آب سرد است.

Hot water data-T:

اختلاف دمای بین آب ورودی و خروجی از کویل گرمایشی که منبع سرمایش آن ها آب داغ است.

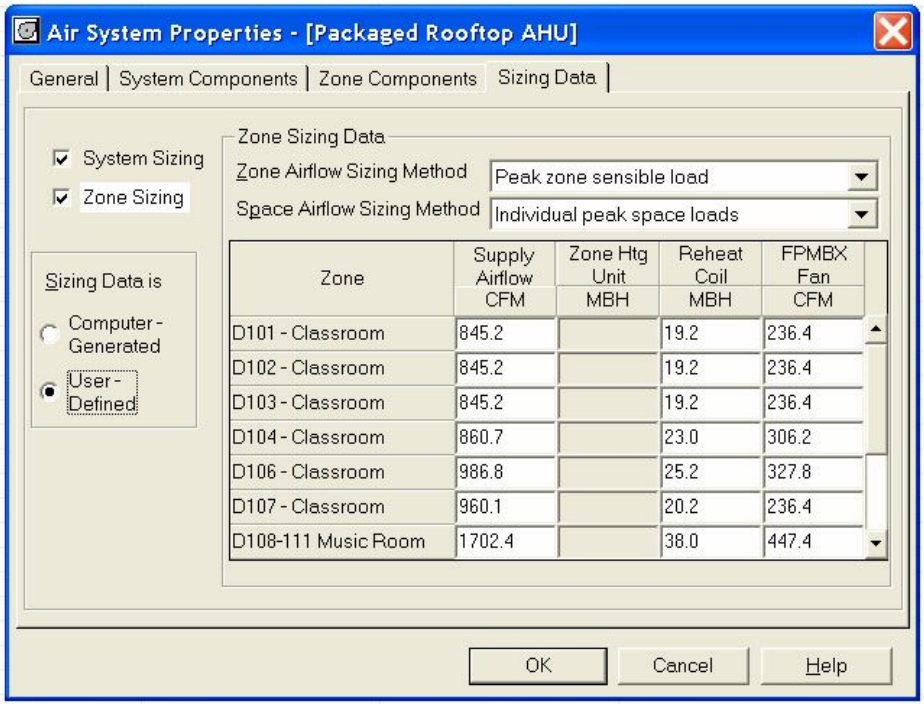
Safty factor:

ضریب اطمینان برای سه حالتcooling sensibleوcooling latentوHeatingوارد برنامه می شود و معمولا 10% فرض می گردد.

http://mohandes-iran.com

Zone sizing:

در این قسمت روش های اندازه گیری جریان هوای زون ها و فضاها مشخص می شود.



چهار روش برای اندازه گیری وجود دارد که در زیر به آن ها اشاره شده است:

1.Zone method=pick zone sensible load Space method=concident space load

دراین روش مقدار هوای تغذیه برای هر زون بر اساس بار محسوس پیک آن زون محاسبه می شود و سپس این مقدار هوا بر اساس بار محسوس سرمایشی هر فضا بین فضاهای موجود در آن زون تقسیم می شود.به عنوان مثال یک زون شامل دو فضا را در نظر بگیرید که ماکزیمم بار محسوس21600Btu/hr بوده و میزان مورد نیاز آن 1000Cfm است.اوج بار زون در ساعت4شهریور اتفاق می افتد.بار فضاها در این زمان 8000Btu/hr و13600Btu/hr است.بنابراین میزان هوای مورد نیاز برابر است با:

فضای اول:

(1000Cfm*8000Btu/hr)/(21600Btu/hr)=370Cfm

فضای دوم:

(1000Cfm*13600Btu/hr)/(21600Btu/hr)=630Cfm

http://mohandes-iran.com

2. Zone method=pick zone sensible load Space method=individual pick space load

در این روش مقدار هوای تغذیه برای هر زون بر اساس اوج بار محسوس آن زون محاسبه می شود و مقدار فضاهای آن زون بر اساس بار اوج محسوس هر فضا بدست می آید.

3.Zone method=pick zone sensible load Space method=Zone cfm/ft² or l/sm²

در این روش مقدار هوای تغذیه برای هر زون بر اساس بار محسوس پیک آن زون محاسبه می شودو این مقدار بر اساس ضریب Cfm/ft^2 بین فضای آن زون تقسیم می شود.به عنوان مثال فرض کنید میزان هوای مورد نیاز یک زون بر اساس بار اوج آن زون 1000Cfm است.زون دو فضا را در بر می گیرد که مساحت کف آن ها $600Ft^2$ و $900\ Ft^2$ است.بنابراین Cfm/Ft^2 بدست می آید:

فضای اول:

600*0.67=400Cfm

فضای دوم:

900*0.67=600Cfm

4.Zone method=sum of space airflow Space method= individual pick space load

در این روش مقدار هوای تغذیه برای هر زون بر اساس بار محسوس پیک آن فضا محاسبه می شود.در اینصورت میزان هوای تغذیه زون،مجموع میزان هواهای تغذیه فضاهای آن زون خواهد بود.به عنوان مثال یک زون شامل دو فضا را در نظر بگیرید.بار اوج یکی از این فضاها در ساعت یک شهریور ماه با هوای مورد نیاز 550Cfm اتفاق می افتد.و بار اوج فضای دوم در ساعت5 شهریور با هوای 600Cfmاتفاق می افتد.بنابراین هوای مورد نیاز زون مقدار1150Cfm خواهد بود.

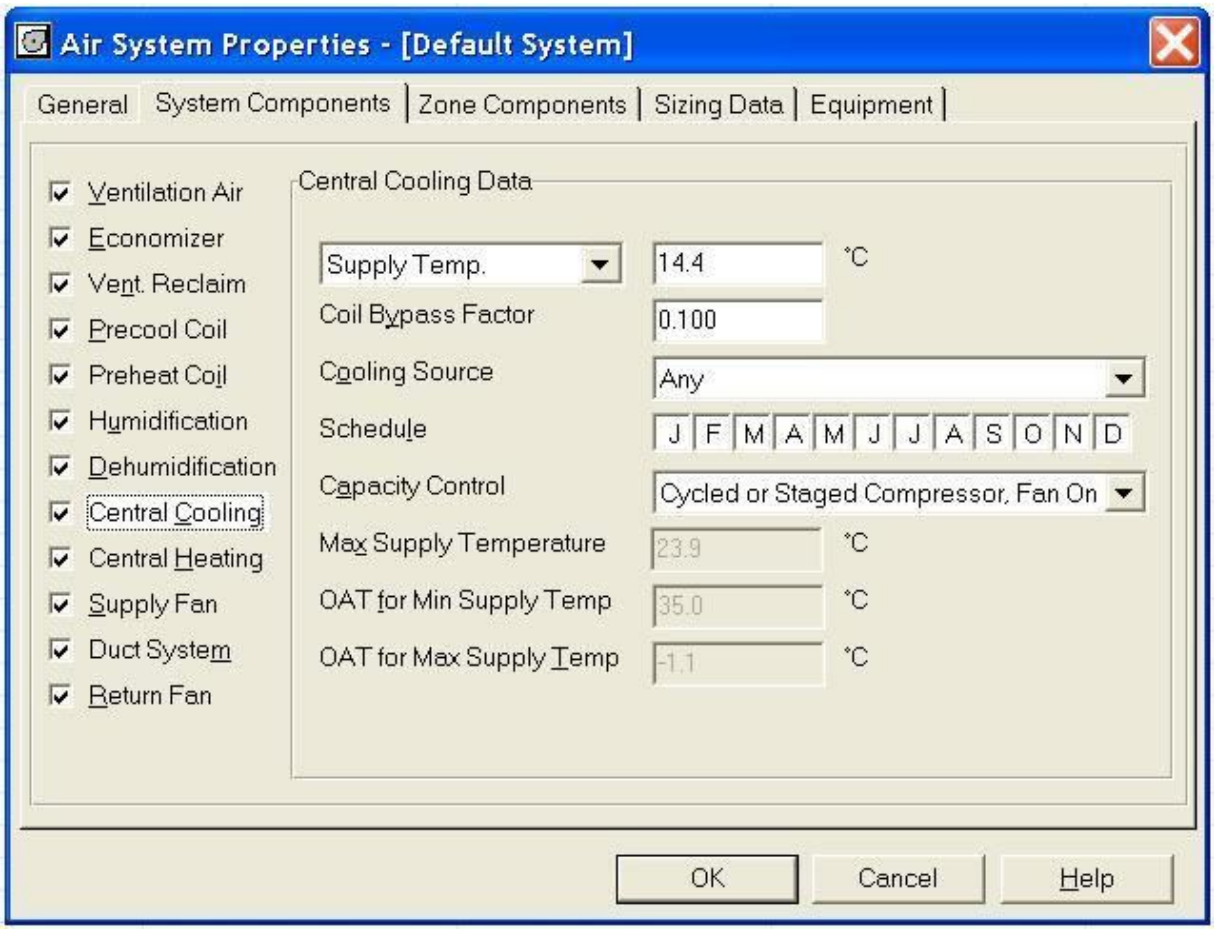
http://mohandes-iran.com

فصل پنجم-شبیه سازی سیستم های HVAC در نرم افزار

الف-شبیه سازی کولر آبی در نرم افزار

سیستم هایی که در نرم افزار carrier وجود دارد همگی دارای کویل سرمایشی هستند که سیال خنک کننده آن ها یا آب سرد خروجی از چیلر است و یا مبرد در سیستم های Dx در حالی که در کو.لر آبی کویل وجود ندارد و این دستگاه بر اساس فرایند سرمایش تبخیری کار می کند. برای شبیه سازی این سیستم در نرم افزار به قسمت سیستم وارد شده و در قسمت Air system name عبارت evaporative system و در قسمت equipment type گزینه undefined را انتخاب می نماییم همچنین از آنجا که نمی توان با کولر آبی های هر فضا را از فضای دیگر در نظر گرفت در قسمت Air system type عبارت CAV-single zone انتخاب می شود.

پس از انتخاب سیستم وارد قسمت system component شده و در آنجا جزییات سیستم را تعریف می نماییم. برای این منظور در قسمت ventilation Air نحوه محاسبه میزان هوای تازه را مطابق شکل زیر sun of space flow در نظر بگیرید. سپس در قسمت central cooling مطابق شکل زیر نحوه ایجاد برودت توسط کولر آبی تعریف می شود.



http://mohandes-iran.com

Ventilation Air

- Air flow control: constant
- Ventilation sizing method: sum space of Air flow
- Unocc. Dawper position: open
- Outdor Air Co_2 level: 400 ppm

Central cooling

همان طور که مشاهده می شود supply temp که درجه حرارت هوای خروجی از کولر آبی ورود به فضا می باشد عددی بین 85-70 درجه فارنهایت می باشد. به عبارت دیگر درجه حرارت هوای خروجی از کولر آبی حدود 10-7 درجه فارنهایت بالاتر از درجه حرارت مرطوب محیط در نظر گرفته می شود.

Supply tempreture: 80 F
Coil by pass factor: 0.05
Cooling secure: Any
Schedule: may, october
Capacity control: constant temp. Fan cycled

شبیه سازی Fan کولر آبی بدین صورت است که نحوه قرار گیری فن کولر آبی نسبت به پوشال اطراف آن Draw- thru است.

Fan type: forward curve
Configuration: Draw thru
Total static: 1.50 in.wg
Overall efficiency: 60%

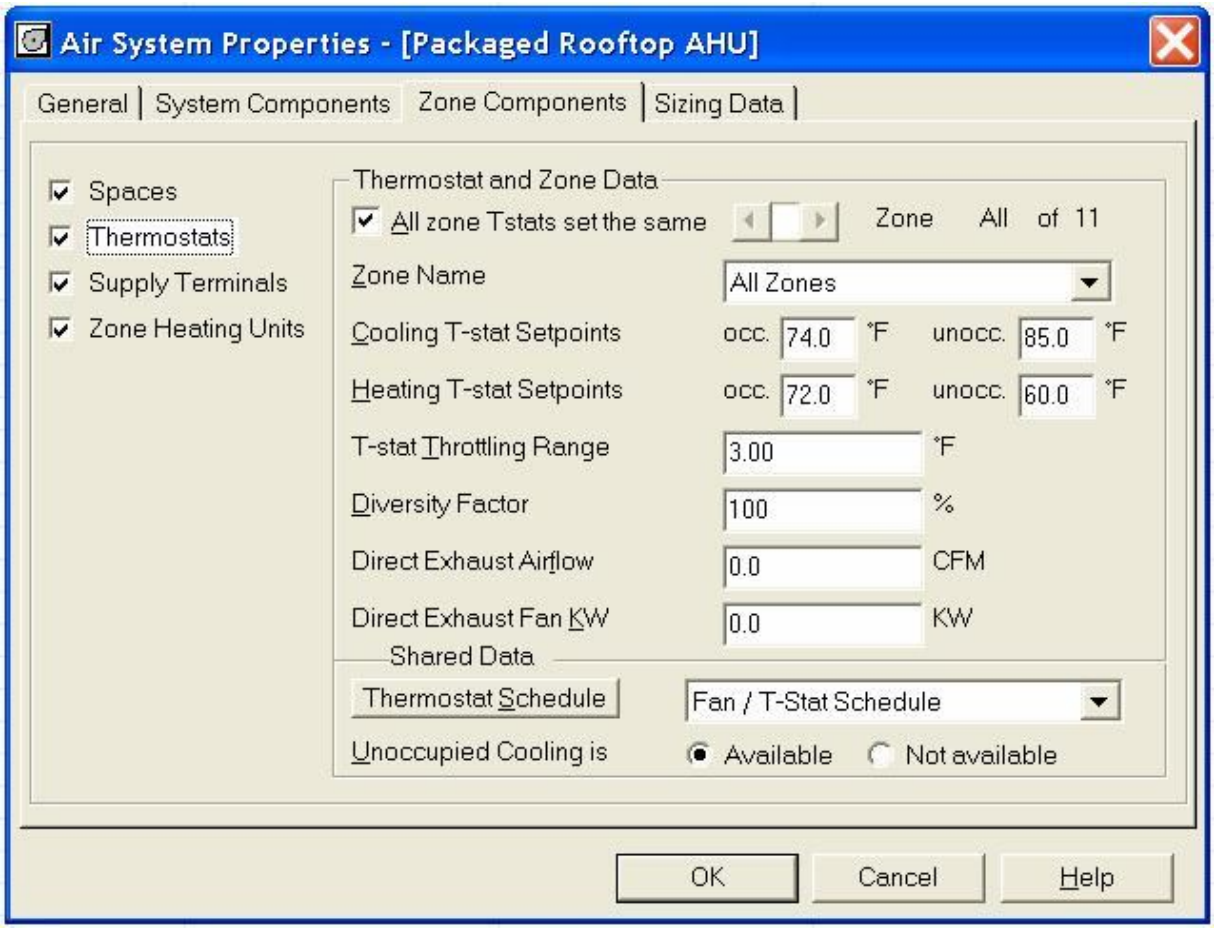
http://mohandes-iran.com

Zone components

Space: در این قسمت همه ی زون ها را با هم انتخاب کرده و add می کنیم

Thermostats: در این قسمت طرح داخل را برای شرایط تابستانی 95-90 درجه را در نرم افزار وارد می کنیم.

از آنجا که کولرآبی از صد در صد هوای بیرون استفاده می نمایند در قسمت general در پنجره space مطابق شکل زیر مقدار هوای تازه هر فضا را مطابق 100% of supply Air در نظر می گیریم.



پس از انجام محاسبات و گزارش گیری توسط نرم افزار میزان هوادهی توسط کولر آبی توسط نرم افزار ارائه می شود که به صورت طبیعی بسیار بالاتر از هنگامی است که از دستگاه های دیگر نظیر هواساز پکیج و .. استفاده می نماییم. برای بررسی صحت نتایج می توان از فرمول تجربی زیر استفاده نمود.

$$Air\ flow = \frac{v}{k} * 1.5 \qquad k = \frac{DB - WB}{10}$$

http://mohandes-iran.com

حجم ساختمان بر حسب ft^3 و k ضریب ثابتی است که از اختلاف درجه حرارت DB,WB هوای خارج قسمت تقسیم بر 10 به دست می آید. عدد به دست آمده در نرم افزار چون نشت هوا از کانال و اتلاف حرارتی را حساب می کند همواره بین 25-30% بیشتر از این رابطه تجربی است.

ب-شبیه سازی ایرواشر در نرم افزار

تقریبا تمام چیزی که در مورد شبیه سازی کولر آبی گفته شد در مورد ایرواشر نیز صادق است. با این تفاوت که اگر در ایرواشر کویل‌آبگرم وجود داشته باشد در زمستان عملیات گرمایش را انجام می دهد. کویل گرمایش می تواند از نوع بخار یا الکتریکی نیز باشد در صورت وجود چنین کویلی در ایرواشر باید آن را در قسمت heating coil در قسمت system components وارد نمود.

محاسبات مقدار آب مورد نیاز برای تولید سرمایش در کولر آبی و ایرواشر که با عبارت water flow در قسمت Air system sizing summer بر حسب gpm بیان می شود با مقدار gpm واقعی آب مورد نیاز متفاوت است بدین دلیل که در آن نرم افزار از رابطه زیر جهت محاسبه gpm استفاده می نماید $Q=500gpm*\Delta t$

در صورتی که برای سیستم های سرمایشی تبخیری این رابطه کاربری نداشته و دقیق نیست و از رابطه زیر می توان مقدار gpm آب ایرواشر و کولر آبی را محاسبه نمود.

لازم به ذکر است مقدار k برای ایرواشرهای کلاس I 150 و برای کلاس II معادل 125، کلاس III معادل 100 در نظر می گیرند. بدیهی است هر چه اقلیم خارج مرطوب تر باشد (wb به DB نزدیک تر باشد) باید از ایرواشر کلاس بالاتر استفاده نمود. برای شهرهایی نظیر تهران اصفهان، یزد، مشهد، شیراز کلاس II انتخاب مناسبی است.

ج-شبیه سازی پکیج انبساط مستقیم که full fresh می باشند.

در برخی از پروژه ها نظیر اتاق عمل یا ریکاوری و .. که به صد در صد خارج نیاز است باید با سیستمی مستقل هوای مورد نیاز تامین شود در این تبدیل پروژه ها از پکیج های انبساط مستقیم استفاده می شود چون درجه حرارت و رطوبت نسبی در کل فضا باید ثابت باشد سیستم از نوع حجم ثابت یک زونه در نظر گرفته می شود

برای شبیه سازی این سیستم ها در نرم افزار با توجه به نیاز فضا به صد در صد هوای تازه ابتدا در بخش space و در قسمت general گزینه oA ventilation عبارت 100% of supply air انتخاب شود.

System- General

- Air system Name: D. X system
- Equipment type: pockaged roof top units
- Air system type: CAV-Single zone

System components

در این سیستم با توجه به استفاده پکیج از صد در صد هوای خارج عبارت های زیر را تکمیل می کنیم:

Ventilation Air:
Air flow control: constant
Ventilation sizing method: sum of space oA air Flow

از آنجا که در اتاق های عمل یا آزمایشگاه ها که از صد در صد هوای بیرون استفاده می شود از فیلترهای بسیار قوی استفاده می شود باید در قسمت supply fan افت فشار واقعی دستگاه در قسمت total static وارد نرم افزار گردد. در این فضاها معمولا از پیش

http://mohandes-iran.com

فیلترهای الومینیومی و از فیلترهای میانی نظیر فیلترهای صفحه ای یا کیسه ای و نهایتا از فیلتر هپا استفاده می شود. که به طور متوسط می توان افت فشار آن ها را 2inhg در نظر گرفت بنا بر این افت فشار ناشی از فیلترها 2inhg خواهد بود که البته باید به این افت فشار اعداد مربوط به افت فشار کویل سرمایشی، گرمایشی، افت فشار کانال هوا و ... اضافه شود که در این صورت افت فشاری که فن دستگاه باید تامین نماید به بیش از 4inhw خواهد رسید.

نکته دیگر این که فن های سانتریفیوژ فوروارد تا افت فشار 2.5 inhw را به راحتی تامین می نماید ولی چنانچه مقدار افت فشار بالاتر رود به شدت راندمان دستگاه پایین می اید در چنین شرایطی که افت فشار بالاتر از 2.5 inhw است برای جلویگری از کاهش راندمان از فن های سانتریفیوژ backward که تا افت فشار 6inhw را تامین می کند استفاده می شود.

در این حالت باید از زینه back word در قسمت fan type استفاده نمود که راندمان این فن را معمولا 70-50% است.

برای بررسی صحت نتایج حاصل از محاسبات توجه نمایید که همواره وقتی سیستمی از صد در صد هوای خارج استفاده می نماید باید رابطه زیر بین هوادهی فن دستگاه با ظرفیت سرمایشی کویل آن وجود داشته باشد.

$$150 \leq \frac{CFM}{TON} \leq 250$$

انحراف بیش از حد از رابطه فوق بیانگر عملکرد نادرست سیستم است پایین تر بودن از عدد 100 در حسب یخ زدگی و بالاتر بودن این عدد از 300 باعث پایین آمدن راندمان سیستم می شود.

ضمنا هر چه مقدار هوای تازه در سیستمی افزایش می یابد ضریب bypass factor سیستم کاهش می یابد.

به طور کلی برای سیستم هایی که از صد در صد هوای تازه استفاده می کنند این ضریب B.F=0/05 می باشد.

همچنین کویل سرمایشی دستگاه هایی که باید صد در صد هوای تازه را از هوای خارج گرفته و به درجه حرارت 65≤ suplly type ≤ 55 برساند معمولا 6 یا 8 ردیف است.

د-شبیه سازی در سیستم فن کویل برای تامین سرمایش و گرمایش و هواساز برای تامین هوای تازه

برای شبیه سازی در سیستم فن کویل و هواساز در قسمت space مقدار هوای تازه مورد نیاز برای هوای تازه هر فضا را در گزینه OA ventilation requirement وارد می نماییم.

System/ general

- Air system name: D.X system
- Equipment type: terminal unit
- Air system type: 2-pipe fancoil or 4-pipe fancoil

همان طور که مشاهده می شود در قسمت ventilation دو گزینه وجود دارد:

1. Direct ventilation
2. Common ventilation system

گزینه اول به منظور تامین هوای تازه پنجره یا هر گشودگی دیگر که روی جدارهای خارجی ساختمان نصب شده است می باشد ولی در این روش چون ممکن است به زیبایی نمای برونی ساختمان خدشه وارد نماید معمولا از این روش استفاده نمی شود.

http://mohandes-iran.com

گزینه دوم به مفهوم استفاده از یک دستگاه فن یا هواساز برای تامین هوای تازه ساختمان است که همان گزینه مدنظر است با انتخاب گزینه direct قسمت vent system component غیرفعال شده و با انتخاب گزینه common فعال می شود که باید مشخصات هواساز وارد نرم افزار شود:

مشخصات هواساز

* cooling coil
- set point= 75° F (24c)
Coil bypass= 0.05
Cooling source= chilled water
Schedule- may- october

برای وارد کردن مشخصات هواساز باید گزینه های زیر که در قسمت vent system component وجود دارد وارد نرمافزار شود:

1. Ventilation Air
2. Cooling coil=کویل گرمایشی در صورت وجود
3. Heating coil=کویل سرمایشی در صورت وجود
4. Vent fan=فن هوای تازه
5. Duct system

لازم به ذکر است که سایر گزینه ها در صورت وجود باید برای سیستم تعریف شوند

در قسمت cooling coil باید مشخصات کویل سرمایشی هواساز تعریف شود وظیفه این کویل کم کردن درجه حرارت هوای خارج تا درجه حرارت می تواند اندکی کمتر از درجه حرارت فضای داخل در تابستان باشد. که در این صورت به عنوان یک سیستم کمکی برای فن کویل ها تلقی خواهد شد.

همچنین مقدار coil bypass factor=0.05 است در قسمت schedule نیز فقط ماه های تابستانی که ساختمان نیازمند هوای تازه است انتخاب می گردد

در قسمت heating coil باید مشخصات کویل گرمایشی هواساز تعریف شود مطابق توضیحات کویل سرمایشی در کویل گرمایشی نیز باید درجه حرارت طرح داخل یا دمایی بیشتر در قسمت set point وارد نرم افزار شود. در قسمت fan duct (vent fan) مشخصات فن تامین کننده هوای تازه وارد نرم افزار می شود

ه -شبیه سازی کولر گازی

General
- Air system name: D.X system
- Equipment type: terminal coil
- Air system type:

1)کولر گازی پنجره ای pachage DX fancoil

2) کولر گازی مجزاsplit DX fancoil

چون این سیستم قادر به تامین هوای تازه نیست پس در قسمت ventilation گزینه direct را انتخاب می نماییم مگر این که از سیستم کمکی دیگری نظیر هواسازی و .. استفاده شود که در این صورت common را انتخاب می نماییم.

* zone component
* comman data

http://mohandes-iran.com

-design supply temp: 55-65
-coil bypass factor: coil (0.1-0.4) معمولا 0/15 در نظر گرفته می شود
Heating coil
-heat source: Air source heatpump
-design supply tempretion: 100-115°F برای سیستم های کویل گرمایشی و یا هیت پمپ

در قسمت fan control نحوه کنترل باز فضا تغییر می شود معمولا بار هر فضا به دلایل مختلف ممکن است کم یا زیاد شود که در این صورت اگر فن کولر گازی کم و زیاد شود از گزینه fan cycle و اگر فن روی یک دور ثابت کار کند و کمپرسور چند مرحله ای باشد از گزینه fan on استفاده می شود که در این صورت با مرحله ای عمل کردن کمپرسور بار فضا کنترل خواهد شد.
گزینه ventilation sizing method هنگامی فعال می شود که ورود مستقیم هوای تازه به داخل فضا را انتخاب کرده باشیم. در این صورت چون هوای تازه موجب افزایش بار ساختان دارد و طبیعتا ظرفیت کولر گازی را افزایش خواهد داد باید مقدار آن را مشخص کرد.
این مقدار می تواند از جمع مقدار هوای تازه مورد نیاز هر فضا در قسمت OA ventilation requirment که دارد برنامه شده به دست آید که در این صورت sum of space OA air flow انتخاب می شود.
در قسمت terminal unit نیز باید کمترین مقدار هوای تازه مورد نیاز زون در گزینه minimum Air flow وارد نرم افزار گردد. برنامه این عدد را با اعدادی که از جمع هوای تازه مورد نیاز این زون هابه دست امده مقایسه می کند و بیشترین عدد در محاسبات لحاظ می گردد.

و-شبیه سازی رادیاتور در نرم افزار

از آنجا که رادیاتور یک سیستم گرمایش طبیعی است که بدون فن و بر اساس اختلاف درجه حرارت کار می کند انتخاب ان بر اساس تعداد پره هایش صورت می گیرد. بنابراین ابتدا باید بار گرمایشی آن فضا محاسبه و سپس با توجه به توان هر پره برای تولید گرمایش تعداد پره های رادیاتور به دست می آید
برای شبیه سازی رادیاتور پس از وارد کردن شرایط آب و هوا و فضاها وارد قسمت system می شویم.
Genral/ equipment type: undedined
General/ Air system type: CAV single zone

سپس در قسمت system component باید یک central heating central coiling را بر می داریم.
همچنین در قسمت supply fan مقدار افت استاتیکی فن را صفر وارد می کنیم.
قسمت zone component پنجره های space, themostate را مطابث توضیحات قبل تکمیل می نماییم و در قسمت terminal unit مقدار minimum air flow را صفر وارد می کنیم.
در قسمت zone heating unit و در قسمت zne heating unit type باید عبارت زیر را انتخاب نماییم. Base board.
Room tstat control که بیانگر رادیاتور است ماه هایی ازسال که رادیاتور استفاده می شود نیز در قسمت shared data وارد می گردد.

http://mohandes-iran.com

در قسمت sizing data مقدار ضریب اطمینان safty factor را برای heating =%15 در نظر می گیریم. برای صحت بار گرمایشی به دست آمده برای زون باید مقدار عدد ارائه شده در نرم افزار عبارت zone heating coil load ملاک قرار گیرد ونه Maximum heating load.

http://mohandes-iran.com

(جداول کاربردی)

ردیف	نام استان	نام شهر	شرایط جغرافیایی					شرایط تابستانی در ساعت ۱۵:۰۰							شرایط زمستانی ساعت ۶		وضعیت سرمایش تبخیری		نیاز انرژی
			عرض جغرافیایی deg.	ارتفاع از سطح دریا ft.	فشار بارومتریک in.Hg.	ضریب محسوس Sen.	ضریب نهان Lat.	دمای خشک DB °F	تغییرات روزانه DR °F	دمای مرطوب WB °F	رطوبت نسبی RH% ۱۲:۳۰	رطوبت نسبی RH% ۱۵:۰۰	مقدار رطوبت GR/LB	نقطه شبنم DP °F	دمای خشک DB °F	رطوبت نسبی RH%	یک مرحله ای کولر آبی	دو مرحله ای مطابق ASHRAE	
۲۰	اصفهان	خوانسار	33.22	7380	22.75	0.824	0/519	88.5	25	58.72	22	19.21	50.59	41.41	9.5	77	64.6	55.7	زیاد
۲۱		اردستان	33.27	3950	25.88	0.938	0.591	102	32	67.63	21	17.82	62.56	50.27	22	74	74.5	64.5	متوسط
۲۲		اصفهان	32.6	5170	24.73	0.896	0.564	97.5	26	62.64	17	14.84	47.46	41.95	21	72.5	69.6	59.1	متوسط
۲۴		دانشگاه صنعتی	32.83	5350	24.57	0.89	0.561	97	28	63.24	19	16.41	52.09	44.13	19	70	69.9	59.9	متوسط
۲۵		پولاد شهر	32.48	5460	24.47	0.886	0.558	95	28	64.87	25	21.57	64.85	49.71	20	80	70.9	62	متوسط
۲۶		خمینی شهر	32.68	5230	24.68	0.894	0.536	95.5	29	61.28	17	14.59	43.96	39.95	17.5	77	68.1	57.6	زیاد
۲۷		خوراسگان	32.6	5170	24.73	0.896	0.564	97	27	62.28	17	14.76	46.48	41.41	19.5	74	69.2	58.6	متوسط
۲۸		داران	33	7840	22.36	0.81	0.51	86	30.5	57.68	24	20.3	50.25	40.5	-0.5	80	6.3.3	54.7	زیاد
۲۹		دامنه فریدن	33	7540	22.61	0.819	0.516	86	30.5	57.72	24	20.3	49.67	40.8	-0.5	80	63.3	54.7	زیاد
۳۰		دهاقان	31.93	7050	23.04	0.835	0.526	91.5	37.5	61.04	24	19.62	56.12	44.37	7.5	80	67.1	58.1	متوسط
۳۱		زرین شهر	32.38	5575	24.36	0.883	0.556	95	28	64.83	25	21.57	65.14	49.71	20	80	70.8	62	زیاد
۳۲		سمیرم	31.4	8070	22.16	0.803	0.506	87	29	59.12	26	22.19	57.3	43.9	10.5	83	64.6	56.4	زیاد
۳۳		شاهین شهر	32.83	5360	24.57	0.98	0.561	97	28	63.24	19	16.41	52.09	44.13	19	82	69.9	59.9	متوسط
۳۴		شهرضا	32	5983	23.99	0.869	0.547	94	33.5	62.72	23	19.25	57.16	45.9	21	79	68.9	59.7	متوسط
۳۵		فریدن	32.9	7500	22.65	0.821	0.517	86	30.5	57.72	24	20.3	49.59	40.8	-5	80	63.3	54.7	زیاد
۳۶		فلاورجان	32.55	5345	24.57	0.89	0.561	96	28	63.64	21	18.13	55.85	45.93	19.5	77	70.1	60.3	متوسط
۳۷		کاشان	34	3120	26.69	0.967	0.609	106	29.5	71.12	18.5	18.48	72.04	54.87	24	75	78.1	68.3	متوسط
۳۸		گلپایگان	33.45	6000	23.97	0.869	0.547	93	31.5	60.72	20	16.91	48.61	41.74	12.5	80	67.1	57.3	متوسط
۳۹		مبارکه	32.33	5460	24.47	0.886	0.558	95	28	64.87	25	21.57	64.85	49.71	20	72	70.9	62	متوسط
۴۰		میمه	33.4	6500	23.52	0.852	0.537	91.5	34.5	61.64	24.5	20.36	57.04	45.33	9	81	67.6	58.7	زیاد
۴۱		نائین	32.87	5070	24.83	0.899	0.566.	98.5	29.5	64.15	19	16.29	53.59	45.13	19.5	77	71	60.8	متوسط
۴۲		نجف آباد	32.63	5410	24.51	0.888	0.559	97	31.5	63	19	16.11	51.24	43.65	18	70	69.8	59.5	متوسط
۴۳		نطنز	33.53	5410	24.51	0.888	0.559	93	35.5	63.12	25	20.69	58.29	46.97	18	70	69	60	متوسط

ردیف	نام استان	نام شهر	شرایط جغرافیایی					شرایط تابستانی در ساعت ۱۵:۰۰							شرایط زمستانی ساعت ۶		وضعیت سرمایش تبخیری		نیاز انرژی
			عرض جغرافیایی deg.	ارتفاع از سطح دریا ft.	فشار بارومتریک in.Hg.	ضریب محسوس Sen.	ضریب نهان Lat.	دمای خشک DB °F	تغییرات روزانه DR °F	دمای مرطوب WB °F	رطوبت نسبی RH% ۱۲:۳۰	رطوبت نسبی RH% ۱۵:۰۰	مقدار رطوبت GR/LB	نقطه شبنم DP °F	دمای خشک DB °F	رطوبت نسبی RH%	یک مرحله ای کولر آبی	دو مرحله ای مطابق ASHRAE	
۱	آذربایجان شرقی	اسکو	37.75	4990	24/9	0.902	0.563	93	32.5	68.51	37	31.12	86.87	58.03	10	85	73.4	66.6	زیاد
۲		اهر	38.48	4400	25.45	0.922	0.581	88	33	67.71	45	37.6	87.84	58.95	7.5	77	71.7	66.1	زیاد
۳		بستان آباد	37.83	5710	24.24	0.878	0.553	89.5	37	72.31	57	46.65	120.89	66.44	-10.5	77	75.7	71.2	زیاد
۴		پارس آباد مغان	39/65	145	29.76	1.078	0/679	95.5	24.5	77.39	51	44.84	113.8	70.72	21.5	85	81	67.2	متوسط
۵		تبریز	37.8	4480	25.38	0.92	0.579	93	24	64.39	25.5	23.75	62.73	49.82	12.5	80	69.9	61.7	زیاد
۶		جلفا	38.93	2360	27.45	0.995	0.626	99.5	23.5	73.31	34	30.11	93.12	62.7	14.5	86	78.5	71.4	متوسط
۷		سراب	37.95	5510	24.42	0.885	0.557	87	35	63.99	37.5	30.97	72.81	52.73	-2	70.5	68.5	61.9	زیاد
۸		مشکین شهر	38.38	4580	25.28	0.916	0.577	86.5	32	66.67	45	37.77	84.63	57.75	-5	74	70.6	64.8	زیاد
۹		مراغه	37.4	4755	25.12	0.91	0.573	94	31.5	71.71	43	36.39	104.25	63.32	13.5	82	76.1	70.3	زیاد
۱۰		میانه	37/33	3610	26/21	0.95	0.598	96	29	75.27	47	40.36	118.19	68.08	9.5	83	79.4	74	زیاد
۱۱		مرند	38.43	4375	25.48	0.923	0.581	92	29	66.59	33	28.26	74.55	54.52	6.5	84	71.6	64.4	زیاد
۱۲	آذربایجان غربی	ارومیه	37.53	4400	25.45	0.922	0.581	88	26.5	65	39.5	31.86	73	53.93	10.5	82	69.5	62.9	زیاد
۱۳		خوی	38.55	3750	25.96	0.941	0.592	91.5	28	67.79	41	31.34	79.96	56.93	9.5	86	72.5	65.8	زیاد
۱۴		ماکو	39.3	5350	24.57	0.89	0.561	87	21.5	65.59	39	34.69	81.23	55.83	5	78	70.1	64	زیاد
۱۵		مهاباد	36.77	4400	25.45	0.922	0.581	93	33.5	67.79	35	29.28	79.83	56.34	8.5	81	72.8	65.7	زیاد
۱۶		میاندوآب	36.96	4260	25.59	0.927	0.584	93	32.5	66.47	31.5	26.49	71.72	53.6	11	85	71.7	64.1	زیاد
۱۷	اردبیل	اردبیل	38.25	4300	25.55	0.926	0.583	85.5	29	68.47	52	44.34	95.49	61.36	-7.5	78	71.8	67.1	زیاد
۱۸		خلخال	37.63	5740	24.21	0.877	0.562	84	23	68.71	50	42.68	101.89	61.63	-7.5	88	72.3	67.4	زیاد
۱۹		خلخال- فیروزآباد	37.58	3575	26.25	0.951	0.599	94	32	67.67	36	25.76	72.33	54.52	-3	57.5	73.1	65.3	زیاد

http://mohandes-iran.com

ردیف	نام استان	نام شهر	شرایط جغرافیایی					شرایط تابستانی در ساعت ۱۵:۰۰							شرایط زمستانی ساعت ۶		وضعیت سرمایش تبخیری		نیاز انرژی
			عرض جغرافیایی deg.	ارتفاع از سطح دریا ft.	فشار بارومتریک in.Hg.	ضریب محسوس Sen.	ضریب نهان Lat.	دمای خشک DB °F	تغییرات روزانه DR °F	دمای مرطوب WB °F	رطوبت نسبی RH% ۱۲:۳۰	رطوبت نسبی RH% ۱۵:۰۰	مقدار رطوبت GR/LB	نقطه شبنم DP °F	دمای خشک DB °F	رطوبت نسبی RH%	یک مرحله ای کولر آبی	دو مرحله ای مطابق ASHRAE	
۴۴	اصفهان	اختخوان گلپایگان	33.4	6560	23.47	0.85	0.536	91.5	33.5	61.72	25	20.89	58.67	46	5	70	67.6	59	زیاد
۴۵		انار	30.35	4620	25.25	0.915	0.576	101.5	32	61.72	11.5	9.75	34.37	34.45	9.5	63	69.9	57.3	کم
۴۶	ایلام	ایلام	33.62	4720	25.15	0.911	0.574	95	31.5	67.12	30	25.4	74.46	54.13	24	75	72.6	64.7	متوسط
۴۷		ایوان	33.82	4000	25.84	0.936	0.59	95	31.5	67.31	30	25.4	72.45	54.13	24	75	72.8	65	متوسط
۴۸	بوشهر	بندر بوشهر	29	16	29.9	1.083	0.682	104	18.5	83.71	48	43.71	143.55	77.62	42.5	85	87.7	82.7	زیاد
۴۹		بندر دیر	27.83	40	29.87	1.082	0.682	110.5	29.5	93.12	61	52.71	212.7	89.35	42	70.5	96.5	92.7	زیاد
۵۰		بندر گناوه	29.57	7	29.91	1.084	0.683	100.5	15	86.12	61	56.48	167.99	82.29	41.5	78	88.9	85.5	زیاد
۵۱		بوشهر	29	16	29.9	1.083	0.682	104	18.5	83.71	48	43.71	143.55	77.62	42.5	85	87.7	82.7	زیاد
۵۲		جزیره خارک	29.27	10	29.91	1.084	0.682	105	18	85.04	49	44.75	151.61	79.24	46	76.5	89	84.1	زیاد
۵۳		جزیره سیری	25.88	56	29.86	1.082	0.681	99	11	90	75	70.86	203.4	87.98	55	76	91.8	89.7	زیاد
۵۴		خارک	29.27	10	29.91	1.084	0.682	105	18	85.04	49	44.75	151.61	79.24	46	76.5	89	84.1	زیاد
۵۵		کنگان	27.83	65	29.85	1.081	0.681	110.5	29.5	93.12	61	52.71	212.9	89.35	42	70.5	96.5	92.7	زیاد
۵۶		گناوه	29.57	6.5	29.91	1.084	0.683	100.5	15	86.12	61	56.48	167.99	82.29	41.5	78	88.9	85.5	زیاد
۵۷	تهران	آبعلی	35.76	8035	22.19	0.804	0.506	79	19.5	55.2	28	25.09	49.87	40.42	4.5	74	59.9	52.4	زیاد
۵۸		امین آباد	35.58	3300	26.52	0.961	0.605	100.5	31.5	68.23	23.5	19.97	65.49	52.13	21.5	84	74.6	65.2	متوسط
۵۹		اوین	35.78	4985	24.9	902	0.568	95	23.5	72.51	41.5	36.67	109.41	64.42	19	67	77	71.1	متوسط
۶۰		همند آبسرد-دماوند	35.65	5900	24.06	0.872	0.549	88	30.5	59.2	23	19.48	74.71	41.37	4.5	81	64.9	56	زیاد
۶۱		پارک شهر	35.67	4020	25.82	0.935	0.589	97	26	71.31	35	30.55	93.14	60.96	22.5	80	76.4	96.5	متوسط
۶۲		پالایشگاه	35.55	3800	26.03	0.943	0.594	101.5	32	70.43	27	22.9	79.07	56.7	17.5	80	76.6	68	متوسط
۶۳		تجریش	35.8	4920	24.97	0.905	0.57	96	24.5	74.27	44	38.69	119	66.85	18.5	85	78.6	73	متوسط
۶۴		تهران	35.68	3900	25.93	0.94	0.592	100	27	47.73	35	30.44	101.36	63.44	24	74	78.7	71.7	متوسط
۶۵		ورامین	35.32	3000	26.81	0.971	0.612	100.5	33	69.47	26	21.92	71.19	54.67	19	86	75.6	66.8	متوسط
۶۶		کرج	35.8	4460	25.4	0.92	0.58	96	30	63.99	24.5	20.47	57.4	47.51	17	80.5	69.9	61	متوسط

ردیف	نام استان	نام شهر	شرایط جغرافیایی					شرایط تابستانی در ساعت ۱۵:۰۰							شرایط زمستانی ساعت ۶		وضعیت سرمایش تبخیری		نیاز انرژی
			عرض جغرافیایی deg.	ارتفاع از سطح دریا ft.	فشار بارومتریک in.Hg.	ضریب محسوس Sen.	ضریب نهان Lat.	دمای خشک DB °F	تغییرات روزانه DR °F	دمای مرطوب WB °F	رطوبت نسبی RH% ۱۲:۳۰	رطوبت نسبی RH% ۱۵:۰۰	مقدار رطوبت GR/LB	نقطه شبنم DP °F	دمای خشک DB °F	رطوبت نسبی RH%	یک مرحله ای کولر آبی	دو مرحله ای مطابق ASHRAE	
۶۷	تهران	ده صومعه	35.95	4920	24.97	0.905	0.57	94	42	63.99	26	20.79	59.34	47.92	12	76	69.9	61	متوسط
۶۸		پارک شهر	35.67	4020	25.82	0.935	0.589	97	26	71.31	35	30.55	93.14	60.96	22.5	80	76.4	69.5	متوسط
۶۹		ساوه	35	3260	26.56	0.962	0.606	102.5	27	75	34	29.62	103.83	64.79	24	66	80.5	73.2	متوسط
۷۰		شهر ری	35.58	3476	26.34	0.955	0.601	100.5	31.5	68.12	23.5	19.97	65.92	52.13	21.5	84	74.5	65/2	متوسط
۷۱		شهریار	35.06	4360	25.49	0.924	0.582	97	26.5	68.51	29	25.25	77.68	55.64	20	74	74.2	66.2	متوسط
۷۲	چهار محال	شهرکرد	32.32	6750	22/3	0.844	0.532	92	35	65.23	18.5	22.96	72.62	51.39	6.5	81	71.1	62.8	زیاد
۷۳		بروجن	31.92	7050	23.04	0/835	0.526	91.5	37.5	61.04	24	19.62	56.12	44.37	7/5	80	67.1	581	زیاد
۷۴	خ-جنوبی	بیرجند	32.88	4850	25.03	0.907	0.571	98	28.5	62.4	16	13.8	44.2	40.45	14.5	72	69.5	58.7	کم
۷۵		طبس	33.6	2165	27.65	1.002	0.631	112	25/5	74.27	20	17.64	77.94	57.98	28	74	81.8	71.5	متوسط
۷۶	خراسان رضوی	بجستان	34.35	4100	25.74	0.933	0.587	99.5	33	69.87	29	24.44	80.37	56.83	19	60	75.8	67.6	متوسط
۷۷		تربت حیدریه	35.28	4370	25.43	0.921	0.58	94.5	23.5	63.24	21.5	16.87	50.18	44.07	13	84	69.7	59.9	متوسط
۷۸		تربت جام	35.22	2980	26.83	0.972	0.612	98	24.5	70.23	30	26.41	79.61	57.73	11.5	76	75.7	68	متوسط
۷۹		سبزه وار	36.2	3150	26.66	0.966	0.608	100.5	26	66.27	19	16.62	54.04	47.22	18.5	79	73.1	63	متوسط
۸۰		فردوس	34	4050	25.79	0.934	0.588	100	30	66.71	21.5	18.41	61.08	49.54	17	80	73.3	63.7	متوسط
۸۱		قائن	33.73	4720	25.15	0.911	0.574	94	31	72.51	45	38.18	109.38	64.7	12	58	76.8	71.1	متوسط
۸۲		کاشمر	25.18	3450	26.37	0.955	0.602	101.5	23.5	68	21	18.61	63.21	51.04	24	74	74.6	65	متوسط
۸۳		گناباد	34.35	3610	26.21	0.95	0.598	100.5	37	69.47	27	22.3	74.1	55.13	15.5	80	75.6	66.9	متوسط
۸۴		مشهد	36/28	3180	26.63	0.965	0.608	99	29	68.19	25	21.51	67/13	52.91	10	89	74.3	65/4	متوسط
۸۵		نیشابور	36/2	3970	25.87	0.937	0.59	96	32	64.87	23	19.43	56.9	47.76	11	84	71.1	61.3	متوسط

http://mohandes-iran.com

ردیف	نام استان	نام شهر	شرایط جغرافیایی					شرایط تابستانی در ساعت ۱۵:۰۰							شرایط زمستانی ساعت ۶		وضعیت سرمایش تبخیری		نیاز انرژی
			عرض جغرافیایی deg.	ارتفاع از سطح دریا ft.	فشار بارومتریک in.Hg.	ضریب محسوس Sen.	ضریب نهان Lat.	دمای خشک DB °F	تغییرات روزانه DR °F	دمای مرطوب WB °F	رطوبت نسبی RH% ۱۲:۳۰	رطوبت نسبی RH% ۱۵:۰۰	مقدار رطوبت GR/LB	نقطه شبنم DP °F	دمای خشک DB °F	رطوبت نسبی RH%	یک مرحله ای کولر آبی	دو مرحله ای مطابق ASHRAE	
۸۶	خراسا شمالی	بجنورد	37.47	3510	26.31	0.953	0.6	95	30	68.67	32.5	27.74	77.79	56.55	9.5	82	73.9	66.5	متوسط
۸۷		درگز	37.47	1280	28.56	1.035	0.652	97.5	27	80	55	47.77	134.94	74.43	15.5	78.5	83.5	79	متوسط
۸۸		سرخس	36.53	900	28.96	1.046	0.661	102.5	35	72.27	28	23.4	74.75	58.12	14	86.5	78.3	69.7	متوسط
۸۹		قوچان	37.1	3990	25.85	0.936	0.59	92.5	30.5	66.12	31	26.34	69.49	53.02	4	83.5	71.3	63.6	متوسط
۹۰		گلمکان-خراسان	36.47	4265	25.58	0.927	0.584	91.5	26	67.31	35	30.45	78.84	56.14	14	75.5	72.1	65.3	متوسط
۹۱	خوزستان	آبادان	30.35	7	29.91	1.084	0.683	116	32	81.91	28	23.98	110.5	70.02	41	85	88.7	79.9	زیاد
۹۲		آغا جاری	30.75	90	29.82	1.08	0.68	115.5	37.5	73.31	15	12.5	56.27	51.26	34	85	87.7	69.6	زیاد
۹۳		اندیمشک	32.45	490	29.39	1.065	0.671	114	36	74.87	19	15.93	69.96	56.73	35	82	82.7	71.8	زیاد
۹۴		اهواز	31.32	40	29.87	1.082	0.682	115.5	32	82	30	25.66	113.58	70.78	37	87	88.5	88.1	زیاد
۹۵		اهواز-سالنامه	31.32	40	29.87	1.082	0.682	115.5	33	74.12	-	-	-	-	38	86.5	82.1	70.3	زیاد
۹۶		ایذه	31.8	2740	27.07	0.981	0.618	106	36.5	76.87	34	28.27	107.92	66.44	34.5	69	82.7	75.1	زیاد
۹۷		باغ ملک	31.5	2950	26.86	0.973	0.613	103	30	82.47	51	43.76	155.72	76.76	36.5	62	86.5	81.6	متوسط
۹۸		بندر ماهشهر	30.55	16	29.9	1.083	0.682	111	30	77.04	25	21.55	85.71	62.81	39	78	83.8	74.6	زیاد
۹۹		حمیدیه-خوزستان	31.48	175	29.73	1.077	0.678	114	40	84.04	36	29.59	13.24	74.6	35.5	83	90	82.5	زیاد
۱۰۰		خرمشهر	30.43	10	29.91	1.084	0.682	109.5	24	78.08	28	24.85	94.82	65.66	40.5	84	84.3	75.9	زیاد
۱۰۱		دزفول	32.4	470	29.42	1.066	0.671	115.5	37.5	73.91	19	14.67	64.29	54.47	33.5	91	81.9	70.7	زیاد
۱۰۲		رامهرمز	31.27	525	29.35	1.064	0.67	114	34	82.91	33	27.95	124.4	72.88	37.5	83	89.1	81.3	زیاد
۱۰۳		گتوند-خوزستان	32.2	490	29.39	1.065	0.671	117.5	42	81.19	25.5	21.63	105.7	68.24	36	74	88.4	79.1	زیاد
۱۰۴		شوشتر	32.05	141	29.76	1.078	0.679	114.5	32	75.23	18.5	15.82	69.61	56.94	36	86	83	72.1	زیاد
۱۰۵		مسجد سلیمان	32	850	29.91	1.051	0.662	118	26	73.51	13	11.47	56.98	50.85	36.5	79	82.4	69.8	زیاد
۱۰۶		هویزه	31.43	105	29.8	1.08	0.68	111.5	35.5	78.31	27.5	23.07	93.55	65.18	35	87	84.9	76	زیاد
۱۰۷		هفت تپه	32.08	265	29.63	1.074	0.676	113	37	78.31	26	21.68	92.24	64.62	33.5	86	85.2	76	متوسط

ردیف	نام استان	نام شهر	شرایط جغرافیایی					شرایط تابستانی در ساعت ۱۵:۰۰							شرایط زمستانی ساعت ۶		وضعیت سرمایش تبخیری		نیاز انرژی
			عرض جغرافیایی deg.	ارتفاع از سطح دریا ft.	فشار بارومتریک in.Hg.	ضریب محسوس Sen.	ضریب نهان Lat.	دمای خشک DB °F	تغییرات روزانه DR °F	دمای مرطوب WB °F	رطوبت نسبی RH% ۱۲:۳۰	رطوبت نسبی RH% ۱۵:۰۰	مقدار رطوبت GR/LB	نقطه شبنم DP °F	دمای خشک DB °F	رطوبت نسبی RH%	یک مرحله ای کولر آبی	دو مرحله ای مطابق ASHRAE	
۱۰۸	زنجان	زنجان	36.67	5410	24.51	0.888	0.559	91.5	30.5	63.72	28	23.78	64.04	49.43	2	80	69.27	61.2	زیاد
۱۰۹	سمنان	دامغان	36.15	3840	25.99	0.942	0.593	96	26	71.91	38	33.15	97.47	62.41	18	72	76.7	70.2	متوسط
۱۱۰		سمنان	35.33	3730	26.12	0.946	0.596	101	20	70.27	22.5	22.05	76.98	56.07	24	70/5	76.6	67.8	متوسط
۱۱۱		شاهرود	36.4	4530	26.33	0.918	0.578	95	25	66.51	27.5	24.1	70.09	52.71	16.5	80	72.2	64	متوسط
۱۱۲		گرمسار	36.55	2790	27.02	0.979	0.617	102	29.5	72.91	30.5	26.22	88.7	60.9	20.5	75.5	78.7	70.8	متوسط
۱۱۳	سیستان و بلوچستان	ایرانشهر	27.2	1860	27.95	1.013	0.683	113.5	25.5	74.87	20	18.3	79.99	59	38	63.5	82.3	72.2	زیاد
۱۱۴		بمپور	27.2	1670	28.15	1.02	0.642	113	34.5	81.31	32	27.01	121.78	71.03	30	45	87.6	79.6	زیاد
۱۱۵		چابهار	25.28	33	29.88	1.083	0.682	98.5	16.5	83.91	60	55.09	153.93	79.66	50	76	86.8	83.1	زیاد
۱۱۶		خاش	28.2	4620	25.25	0.915	0.576	101.5	32	68.12	23	19.51	69.29	52.31	21	70	74.7	65.3	متوسط
۱۱۷		زاهدان	29.5	4430	25.36	0.919	0.579	99.5	30	63	12	1274	42.82	39.98	19.5	70	70.4	59.1	کم
۱۱۸		زابل	31	1560	28.27	1.024	0.645	109.5	26	71.12	17	14.94	59.82	51.45	25	76	78.7	67.8	متوسط
۱۱۹	فارس	آباده	31.18	6580	23.45	0.85	0.535	94	31	60.52	18.5	15.69	47.55	40.63	19	67.5	67.2	57.1	متوسط
۱۲۰		احمد آباد درودزن	30.2	1800	28.02	1.015	0.639	95	37	73.71	46	37.82	100.09	65.31	22.5	79	77.9	72.2	متوسط
۱۲۱		شیراز	29.6	4900	24.84	0.9	0.567	100.5	31	60.72	16	10.11	34.09	33.86	26	78	68.4	56.4	کم
۱۲۲		فسا	28.97	4535	25.33	0.918	0.578	103	28.5	66	17	14.7	54.23	45.96	29	77	73.4	62.6	کم
۱۲۳		کازرون	29.6	2410	27.4	0.993	0.625	109.5	36.5	87.19	51	42.52	180.45	81.71	31.5	77	91.6	86.4	زیاد
۱۲۴		لار	27.68	2620	27.19	0.985	0.62	108.5	37	79.63	36	29.92	122.7	70.22	38	73	85.4	78.1	متوسط
۱۲۵		مرودشت	29.8	5230	24.68	0.894	0.563	98	33.5	63.6	19	15.95	51.96	44.18	24.5	81.5	70.4	60.2	کم
۱۲۶		نیریز	29.2	5280	24.63	0.892	0.562	97	33.5	63.95	21	17.62	55.82	45.98	27	74	70.5	60.8	زیاد
۱۲۷		نورآباد ممسنی	30.12	3020	26.79	0.971	0.611	107	31.5	69.08	17.5	14.94	58.67	49.5	33	83.5	76.6	65.7	کم

http://mohandes-iran.com

ردیف	نام استان	نام شهر	شرایط جغرافیایی					شرایط تابستانی در ساعت ۱۵:۰۰							شرایط زمستانی ساعت ۶		وضعیت سرمایش تبخیری		نیاز انرژی
			عرض جغرافیایی deg.	ارتفاع از سطح دریا ft.	فشار بارومتریک in.Hg.	ضریب محسوس Sen.	ضریب نهان Lat.	دمای خشک DB °F	تغییرات روزانه DR °F	دمای مرطوب WB °F	رطوبت نسبی RH% ۱۲:۳۰	رطوبت نسبی RH% ۱۵:۰۰	مقدار رطوبت GR/LB	نقطه شبنم DP °F	دمای خشک DB °F	رطوبت نسبی RH%	دو مرحله ای مطابق ASHRAE	یک مرحله ای کولر آبی	
۱۲۸	قزوین	آوج	35.63	6430	23.59	0.855	0.538	89.5	34.5	62.04	28.5	23.65	62.14	47.62	4.5	72	59.4	67.5	زیاد
۱۲۹		بوئین زهرا	35.77	4200	25.65	0.929	0.585	97.5	33	71.12	35	29.45	91.75	60.36	10	76	69.2	76.3	متوسط
۱۳۰		تاکستان	36.07	4150	25.69	0.931	0.586	95.5	32.5	65.83	26	21.9	63.67	50.54	11	79	63	71.7	متوسط
۱۳۱		قزوین	36.27	4230	25.62	0.928	0.585	95.5	28.5	66.83	23.5	22.58	67.95	52.18	13	83	64.2	72.7	متوسط
۱۳۲	قم	قم	34.63	3045	26.77	0.97	0.611	104	32	68.91	20.5	17.42	62.76	51.25	24	69	65.9	75.9	کم
۱۳۴	کردستان	بیجار	35.87	6350	23.86	0.864	0.544	90.5	30	61.08	27	20.23	54.14	44.36	3	73	58	66.9	زیاد
۱۳۵		چناره	35.6	4800	25.08	0.909	0.572	95	33	64.79	25	21	61.56	49	8	83	62	70.8	زیاد
۱۳۶		سقز	36.23	4920	24.97	0.905	0.57	94	36	65.23	28	23.13	66.1	50.76	0.5	80	62.6	70.9	زیاد
۱۳۷		سنندج	35.32	4500	25.03	0.907	0.571	98.5	36.5	63.72	20	15.5	50.52	43.83	8.5	82.5	60.3	70.6	متوسط
۱۳۸	کرمان	بافت	29.28	7450	22.69	0.822	0.518	91.5	25	63.95	29	25.37	73.97	51.16	17	73	61.6	69.4	متوسط
۱۳۹		بم	29.1	3480	26.34	0.954	0.601	105	22	67.91	17	15.21	57.29	48.42	30	36	64.5	75.3	کم
۱۴۰		جیرفت	28.67	2250	27.56	0.999	0.629	109	32	75.39	26	22.16	90.34	61.97	36	74	73.1	82.1	متوسط
۱۴۱		چغارت	31.6	4400	25.45	0.922	0.581	105	26.5	69.39	20.5	17.93	70.07	52.83	24	70	66.5	76.5	متوسط
۱۴۲		کرمان	30.28	5740	24.21	0.877	0.552	97.5	32	59.72	15	11.41	36.64	34.98	11.5	73	55.8	67.1	متوسط
۱۴۳		رفسنجان	30.42	4950	24.94	0.903	0.569	98.5	34	70.91	33.5	28.06	92.68	59.85	21	72	69	76.4	متوسط
۱۴۴	کرمانشاه	باختران	34.4	4335	25.52	0.924	0.582	97.5	39	62.12	16.5	13.45	41.63	39.43	14	86	58.3	69.1	متوسط
۱۴۵		قصر شیرین	34.5	985	28.87	1.046	0.659	109.5	37.5	77.31	29	24.05	95.08	64.72	30	78	75.1	83.7	متوسط
۱۴۶		کرند-باختران	34.3	4920	24.97	0.905	0.57	96	23.5	60.32	14	12.37	37.37	36.21	22	85	56.3	67.4	متوسط
۱۴۷	کهگیلویه	گچساران	30.43	3445	26.37	0.956	0.602	108.5	32.5	67.51	14	11.9	49.5	44.66	31.5	87.5	63.7	75.7	کم
۱۴۸																			
۱۴۹		یاسوج	30.82	6130	23.86	0.864	0.544	94	44	62.3	24	18.98	56.67	45.53	14.5	84	59.5	68.8	زیاد

ردیف	نام استان	نام شهر	شرایط جغرافیایی					شرایط تابستانی در ساعت ۱۵:۰۰							شرایط زمستانی ساعت ۶		وضعیت سرمایش تبخیری		نیاز انرژی
			عرض جغرافیایی deg.	ارتفاع از سطح دریا ft.	فشار بارومتریک in.Hg.	ضریب محسوس Sen.	ضریب نهان Lat.	دمای خشک DB °F	تغییرات روزانه DR °F	دمای مرطوب WB °F	رطوبت نسبی RH% ۱۲:۳۰	رطوبت نسبی RH% ۱۵:۰۰	مقدار رطوبت GR/LB	نقطه شبنم DP °F	دمای خشک DB °F	رطوبت نسبی RH%	دو مرحله ای مطابق ASHRAE	یک مرحله ای کولر آبی	
۱۵۰	گلستان	آمل	36.42	250	29.65	1.074	0.677	89	15	79.71	73	67.34	141.05	76.85	29	88.5	87.5	79.2	کم
۱۵۱		گرگان-آشتیان	34.55	5870	24.09	0.873	0.55	90.5	26.5	64.07	30	26.02	69.18	51	15	67	69.3	61.6	کم
۱۵۲		گنبد	37.25	148	29.76	1.078	0.679	99.5	24	81.23	52.5	46.37	133.51	75.35	27.5	84.5	84.8	80.2	کم
۱۵۳		آزاد شهر	37.08	423	29.46	1.067	0.672	96	25.5	79.04	55	48.1	125.58	73.27	27.5	83	82.4	78	کم
۱۵۴	گیلان	بند انزلی	37.47	-50	30	1.087	0.685	85	13.5	77.12	77	59.05	121.71	72.9	33	91	79.4	76.3	کم
۱۵۵		آستارا	38.43	-72	29.99	1.087	0.684	90.5	20	78.83	67	60.19	130.32	74.88	28	87.5	81.1	78.1	متوسط
۱۵۶		رودبار	36.85	820	29.04	1.052	0.663	92.5	23	76.63	56	49.55	117.59	70.94	31	76	79.8	75.6	کم
۱۵۷		رشت	37.27	-12	29.95	1.085	0.683	89.5	16.5	78.31	67	61.31	128.89	74.5	28	92	80.55	77.63	کم
۱۵۸		فومن	37.2	-10	29.93	1.084	0.683	91.5	23	79.91	69	61.02	136.81	76.24	30	84	82.2	79.2	کم
۱۵۹		لاهیجان	37.2	7	29.91	1.084	0.683	88.5	19	78.04	63.5	60.49	127.2	74.09	31	85	80.3	77.3	کم
۱۶۰	لرستان	خرم آباد	33.53	3850	25.89	0.938	0.591	102.5	38	65.47	17.5	14.91	51.44	45.17	20.5	23	72.6	62	کم
۱۶۱		دره تخت ازنا	33.36	6560	23.47	0.85	0.536	89.5	36	60.04	24	19.75	52.03	42.93	-3	85	65.9	57	زیاد
۱۶۲		شیروان بروجرد	33.76	4565	25.3	0.917	0.577	96	40.5	67.91	31/5	25.44	76.48	55.01	12.5	79	73.5	65.6	زیاد
۱۶۳		لردگان	31.5	5180	24.72	0.896	0.564	98	35	64.03	20	16.66	45.19	45.31	19.5	80	70.8	60.8	متوسط
۱۶۴		درود	33.48	4800	25.08	0.909	0.572	92	36.5	61.32	22	18.09	48.19	42.68	0.5	83.5	67.45	58.2	متوسط
۱۶۵		سپید دشت	30.2	1800	28.02	1.015	0.639	95	37	73.71	46	37.82	100.09	65.31	22.5	79	77.9	72.2	کم
۱۶۶		نوژیان	35.26	6500	23.52	0.852	0.537	88.5	24	59.72	23/5	20.63	52.57	43.25	13.5	48	65.4	56.9	زیاد
۱۶۶	مازندران	بابل	36.55	-10	29.93	1.084	0.683	90.5	22	78.31	66	85.66	127.19	74.11	28	89	80.7	77.5	کم
۱۶۷		بابلسر	36.7	-65	29.99	1.086	0.684	88.7	13.9	78.5	64	61.04	126	73.89	32	93.5	80	77	کم
۱۶۸		نوشهر	36.65	-65	29.99	1.086	0.684	85	12.5	77.51	75	70.24	129.87	74.78	31	88.5	79.1	76.9	کم
۱۶۹		رامسر	36.9	-69	29.99	1.087	0.684	85	14	76	72	66.69	121.09	72.74	30.5	92	77.8	75.3	کم
۱۷۰		قائمشهر	36.47	131	29.77	1.079	0.679	90.5	19	78	64	57.81	125.95	73.67	28	89.5	80.5	77.2	کم
۱۷۱		چالوس	36.65	98	29.81	1.08	0.68	85	12.5	76.91	75	70.04	128.15	74.21	31	88.5	78.5	76.4	کم
۱۷۲		ساری	36.57	131	29.77	1.079	0.679	92.5	22.5	79.04	63	55.89	129.73	74.53	26.5	92	81.7	78.2	کم

http://mohandes-iran.com

ردیف	نام استان	نام شهر	شرایط جغرافیایی					شرایط تابستانی در ساعت ۱۵:۰۰							شرایط زمستانی ساعت ۶		وضعیت سرمایش تبخیری		نیاز انرژی
			عرض جغرافیایی deg.	ارتفاع از سطح دریا ft.	فشار بارومتریک in.Hg.	ضریب محسوس Sen.	ضریب نهان Lat.	دمای خشک DB °F	تغییرات روزانه DR °F	دمای مرطوب WB °F	رطوبت نسبی RH% ۱۲:۳۰	رطوبت نسبی RH% ۱۵:۰۰	مقدار رطوبت GR/LB	نقطه شبنم DP °F	دمای خشک DB °F	رطوبت نسبی RH%	یک مرحله ای کولر آبی	دو مرحله ای مطابق ASHRAE	
۱۷۳	مرکزی	اراک	34.08	5750	24.2	0.877	0.552	96	31.5	62.72	20	16.94	52.97	44.17	10	79	69.3	59.4	متوسط
۱۷۴		تفرش	34.68	6230	23.77	0.861	0.542	92.5	28	62.08	23	19.81	56.66	45.43	12.5	79	68.1	59.1	زیاد
۱۷۵		گرکان- آشتیان	34.55	5870	24.09	0.873	0.55	90.5	26.5	64.07	30	26.02	69.18	51	15	67	69.3	61.6	زیاد
۱۷۶		دلیجان	34	5020	24.87	0.901	0.568	99.5	34	70	30	25.15	85.7	57.63	11.5	65	75.9	67.8	متوسط
۱۷۷	هرمزگان	بندر عباس	27.2	33	29.88	1.083	0.682	105	17	89.47	57.5	54.3	187.39	85.54	45.5	80	92.6	88.9	زیاد
۱۷۸		بندر لنگه	26.55	33	29.88	1.083	0.682	103.5	14	88.87	61	56.82	185.72	85.27	50	75.5	91.8	88.3	زیاد
۱۷۹		جاسک	25.63	16	29.9	1.083	0.682	99	9	87.59	67	63.96	182.49	84.76	55.5	67	89.8	87.1	زیاد
۱۸۰		حاجی آباد	28.30	2950	26.86	0.973	0.613	108.5	27.5	74.63	25	21.79	89.82	61.08	34	71	81.4	72.3	متوسط
۱۸۱		قشم	26.95	100	29.81	1.08	0.68	106.5	17.5	88.04	56	49.74	175.02	83.41	56.5	72.5	91.6	87.4	زیاد
۱۸۲		کیش	26.5	100	29.81	1.08	0.68	102	15	85.19	56.5	50.95	158.7	80.49	53	79	88.5	84.4	زیاد
۱۸۳		میناب	27.15	131	29.77	1.079	0.679	108.5	26	83.08	40	35.14	131.88	75.01	43.5	71	88.1	81.7	زیاد
۱۸۴		جاسک	25.63	16	29.9	1.083	0.682	99	9	87.59	67	63.96	182.49	84.76	55.5	67	89.8	87.1	زیاد
۱۸۵	همدان	سوباشی	35.2	6700	23.35	0.846	0.533	87	32	62.4	33.5	28.13	69.11	50.13	-2	70	67.3	60.1	زیاد
۱۸۶		ملایر	34.28	5740	24.21	0.877	0.552	95	32	60.12	16	13.51	40.83	37.63	11	64	67	56.3	متوسط
۱۸۷		همدان	34.8	6070	23.91	0.866	0.546	93	37.5	62.72	25.5	20.41	58.97	46.62	2/5	84.5	68.7	59.8	زیاد
۱۸۸		نوژه- همدان	35.2	5500	24.43	0.885	0.557	94	28.5	61.32	20	16.3	47.41	41.59	-1/5	85	67.8	57.9	زیاد
۱۸۹	یزد	اردکان	30.3	7350	22.78	0.825	0.52	86	28	66.04	45	38.6	94.71	57.91	13	67	70	64.5	متوسط
۱۹۰		حنا	31.2	7700	22.48	0.814	0.513	88.5	33.5	58.72	23	19.17	51.1	41.36	5	80	64.6	55.6	زیاد
۱۹۱		حجت آباد پیشکوه	31.7	4920	24.97	0.905	0.75	90.5	26.5	59.72	19.5	16.91	43.13	39.77	19.5	76	65.8	56.2	متوسط
۱۹۲		یزد	31.88	4000	25.85	0.936	0.59	104	27	65	15	12.08	44.89	41.65	22.5	71	72.7	6.1	کم

http://mohandes-iran.com

شـــــرایط داخـــــــــل

نام مکان	درجه حرارت سانتیگراد	درجه حرارت فارنهایت
مدرسه		
کلاس درس	22-23	72-74
سالن اجتماعات	20-22	68-72
سالن ورزش	13-18	55-65
توالت و حمام	21	70
رختکن	18-30	65-68
آبدارخانه	19	66
نهارخوری	18-21	65-70
اطاق بازی	16-18	60-65
ادیتوریم (تئاتر- سالن نمایش)	24	75
بیمارستان		
اطاق خصوصی	22-23	72-74
اطاق خصوصی مربوط به جراحی	21-27	70-80
اطاق عمل	21-35	70-95
بخش	22-23	72-74
آشپزخانه و رختشویخانه	19	66
توالت	20	68
حمام	21-27	70-80
تئاتر		
سالن تئاتر	20-22	68-72
اطاق بزرگ	20-22	68-72
توالت	20	68
هتل - مسکونی		
اطاق خواب و حمام	24	75
نهارخوری- نشیمن	22	72
آشپزخانه و رختشویخانه	19	66
اطاق بازی	18-20	65-68
توالت	20	68
ساختمانهای تجاری- صنعتی	23-24	73-75
فروشگاه بزرگ	18-20	65-68
ساختمانهای عمومی	22-23	72-74
حمام هوای گرم	49	120
حمام سونا	43	110
کارخانه	16-18	60-65
موتورخانه	10-16	50-60
کارگاه رنگرزی	27	80

http://mohandes-iran.com

جدول ساعت احتمالی بار ماکزیمم در کشورمان برای اطاقهای مختلف

جهت قرار گرفتن اطاقها	ساعت بار ماکزیمم برودتی احتمالی
1- اطاقهائیکه در قسمت شرق ساختمان واقع می‌باشند و دارای شیشه و دیوار بیشتری در این جهت می‌باشند.	8 الی 10 صبح
2- اطاقهائیکه در قسمت جنوب ساختمان هستند و...	12 الی 3 بعدازظهر
3- اطاقهائیکه در قسمت غربی ساختمان هستند و ...	4 الی 6 بعدازظهر
4- اطاقهائیکه در قسمت شمالی ساختمان هستند و ...	5 الی 6 بعدازظهر

http://mohandes-iran.com

قابلیت هدایت حرارت برای مصالح مختلف

مواد		ρجرم مخصوص $\frac{Kg}{m^3}$	Kقابلیت هدایت حرارتی $\frac{W}{m-^oK}$	Kقابلیت هدایت حرارتی $\frac{Kcal}{hr.m.^oC}$
چوب		750<ρ<600	0/23	0/2
آهن		7870	72	62
فولاد		7780	52	45
چدن		7500	55	48
آلومینیم		2700	230	200
مس		8930	380	330
سرب		11340	35	30
روی		7130	110	95
شیشه		2700	1/15	1
	2جداره		1/7	
	2جداره خلاءدار		1/3	
سنگها	گرافیت	3000<ρ<2500	3/5	3
	بازالت	3000<ρ<2500	3/5	3
	مرمر	2600ρ<	2/91	2/5
	معمولی	3300<ρ<2000	1/4	1/2
خاکهای پخته- آجر		2000<ρ<1700	1	0/9
بتن با دانه‌بندی سنگین		2400<ρ<2200	1/75	1/15
		2100<ρ<1800	1/4	1/2
بتن با دانه‌بندی سبک		1600<ρ<1400	0/52	0/45
		1200<ρ<1000	0/35	0/3

http://mohandes-iran.com

مواد	ρجرم مخصوص $\frac{Kg}{m^3}$	Kقابلیت هدایت حرارتی	
		$\frac{W}{m-^oK}$	$\frac{Kcal}{hr.m.^oC}$
ملات سیمان- شفتهٔ سیمان	2100<ρ<1800	1/15	1
گچ و خاک	1100<ρ<900	1/15	1
پشم معمولی- پشم شیشه	30<ρ<20	0/041	0/035
چوبهای سنگین	1000<ρ<800	0/29	0/25
اسفالت	2110	1/15	1
ماسهٔ خشک	1500	0/35	0/3
ماسهٔ مرطوب	-	1	0/9
کاشی لعابی	-	0/7	0/6
کاشی پلاستیکی	-	0/23	0/2
کائوچو	1100	0/16-1/23	0/14-0/2
کاغذ و کارتن	-	0/13	0/11
گچ	1300<ρ<1100	0/7	0/6
صفحات فشرده شده از ذرات چوب	1000<ρ<850	0/21	0/18
صفحات فشرده شده از پشم	500	0/10	0/09
مواد پلاستیکی	50 100	0/042	0/036
پوکهٔ معدنی	-	0/15	0/13
قیرگونی(3لایه قیر-2لایه گونی)	-	0/25	0/21

http://mohandes-iran.com

جدول تعیین مقدار U برای انواع دیوارها بر مبنای $\frac{Kcal}{hr.m^2.^oC}$

ردیف	انواع دیوارها	ضخامت دیوار به Cm				
	دیوارهای آجری	**11**	**22**	**32**	**45**	**56**
1	دیوار آجری بدون اندود	2/9	1/9	1/4	1/1	1
2	دیوار آجری با اندود داخلی	2/7	1/8	1/3	1/1	0/9
3	دیوار آجری با نمای خارجی سنگی به ضخامت 1Cm و اندود داخلی	2/2	1/6	1/2	1	0/8
4	دیوار آجری با نمای خارجی سنگ و اندود داخلی به ضخامت 2Cm	1/9	1/4	1/1	0/9	0/8
5	دیوار آجری با پوشش چوبی از داخل به ضخامت 2Cm	1/4	1/1	0/9	0/8	0/7
6	دیوار آجری با اندود خارجی با پوشش داخلی از چوب به ضخامت 2/5Cm	0/9	0/8	0/7	0/6	0/5
	دیوارهای بتون					
1	دیوار بتون بدون اندود	3/7	3	2/7	2/2	2
2	دیوار بتون با اندود به ضخامت 1Cm	3/2	2/7	2/3	2/1	1/9
3	دیوار بتون با پوشش چوبی به ضخامت 2Cm	1/6	1/4	1/3	1/2	1/1
4	دیوار بتون با اندود گچی به ضخامت 2/5Cm	1	0/95	0/9	0/85	0/8
5	دیوار بتون مجوف و اندود شده	1	0/9	0/85	0/8	-

http://mohandes-iran.com

تعیین ضریب U برای سقف $\frac{Kcal}{hr.m^2.^oC}$

انواع سقفها	ضخامت سقف به Cm				
	7/5	10	15	20	30
سقف بتونی با اسفالت و اندود در داخل	3/1	2/9	2/5	2/2	1/7
سقف بتونی با اسفالت بدون اندود	3/6	3/3	2/8	2/4	1/9
سقف بتونی با اسفالت و 5 سانتیمتر عایق	1/1	1/1	1	0/85	0/8
سقف بتونی با اسفالت و 5 سانتیمتر عایق و اندود	0/6	0/6	0/6	0/55	0/55
سقف بتونی با اسفالت با 12 میلیمتر عایق غیراندود	1/6	1/6	1/5	1/4	1/3
سقف بتونی با اسفالت و سقف کاذب	-	1/7	1/6	1/6	1/4
سقف بتونی با آجر مجوف به ضخامت 15Cm با اسفالت و اندود گچ	-	-	2/2	-	-
سقف معمولی آجری با اسفالت و اندود گچ	-	-	-	2	

برای انواع در و پنجره مقدارU

نوع در و پنجره	$\frac{Kcal}{hr.m^2.^oC}$
درب چوبی (داخلی یا خارجی)	2
پنجره‌های داخلی شیشه‌دار	3
پنجره چوبی با شیشه (خارجی)	4/5
درب آهنی (داخلی یا خارجی)	5
پنجره آهنی با شیشه	5
پنجره ویترینی	5
پنجره مضاعف با کادر چوبی	2
پنجره مضاعف با کادر فلزی	2/8
پنجره فلزی با شیشه مضاعف	3/2
پنجره چوبی با شیشه مضاعف	3

http://mohandes-iran.com

برای کف مقدار U

درجه حرارت اطاق برحسب درجه سانتیگراد	16	18	22
انواع کف		$\frac{Kcal}{hr.m^2.^oC}$	
کف بتونی یا موزائیک فرش	0/6	1	1/3
کف چوبی	0/5	0/7	1
کف خاکی یا شنی با موزائیک فرش	1	1/4	2
کف با چوب بست و پارکت یا فرش	1	1/2	1/5

http://mohandes-iran.com

نفوز هوا ار درز پنجره ها و دربها بر حسب متر مکعب در ساعت به ازاءیک متر طول درز q7 را بدست میدهد.

نوع درب و پنجره	مشخصات درب و پنجره	سرعت باد به کیلومتر در ساعت			
		8	16	25	32
پنجره چوبی	با درز لخت بدون زهوار (نصب معمولی)	0/65	2	3/6	5/5
پنجره چوبی	با درز پوشیده، زهواردار (نصب معمولی)	0/37	1/2	2/2	3/3
پنجره چوبی	با درز لخت بدون زهار (نصب بد)	2/5	6/4	10/3	14
پنجره چوبی	با درز پوشیده با زهوار (نصب بد)	0/56	1/8	3/2	4/7
پنجره‌های معمولی با دو لنگه بازشو	با درز لخت بدون زهوار (نصب معمولی)	1/9	4/4	6/9	9/6
	با درز پوشیده با زهوار (نصب معمولی)	0/56	1/8	3/2	4/7
پنجره‌های فلزی با زهوار لاستیکی	پنجره‌های صنعتی با محور گردنده افقی	4/8	10	16/3	22/6
	پنجره‌های ساختمانهای مسکونی	1/3	3	4/9	7
	پنجره‌های با طرح معماری	1/4	3/3	5/9	8
دربها	دربهای گردان یا محور گردنده عمودی با نصب معمولی	2/8	8/2	13/5	17/2
	دربها با نصب خوب	2/5	6/4	10	14/2
	دربها با نصب بد	5	12/7	20	28

http://mohandes-iran.com

دفعات تهویه (مقدار هوای تازه)

نوع ساختمان	دفعات تهویه در ساعت	نوع ساختمان	دفعات تهویه در ساعت
آشپزخانه	2-4	کارخانجات	1-4
اطاق خواب	1-2	استخر پوشیده	1-1/5
اطاق نشیمن	1-1/2	مغازه عمومی	1/5-2
دستشوئی و توالت	3-4		
هال و راهرو	1/5-2	کلاس درس	2-3
اطاق اداری	1/5-2	کتابخانه	2
سالن ورزش	2	لابراتوار	4
سالن رستوران	2	مسجد	1-2
سالنهای اجتماع	2/5-3	گاراژ عمومی	4-5
بانک	1-1/2	بخشهای بیمارستان	2/5-3
نمایشگاه	2-3	اطاق عمل	4

ضرایب سایبا ن برای شیشه‌هائی که در برابر تشعشع خورشید، سایبان دارند

نوع پوشش پنجره	رنگ پوشش	ضریب سایه‌بان
پرده پارچه‌ای داخلی معمولی که دو طرف آن آزاد باشد	رنگ تیره یا متوسط	0/25
پرده پارچه‌ای داخلی معمولی که بالا و طرفین آن چسبیده به ساختمان باشد	رنگ تیره یا متوسط	0/35
پرده کرکره در داخل ساختمان با زاویه 45^o	رنگ روشن رنگ متوسط رنگ تیره	0/56 0/65 0/75
پرده کرکره در خارج ساختمان با زاویه 45^o	رنگ روشن با پوشش کامل شیشه	0/15
	رنگ روشن با پوشش $\frac{2}{3}$ شیشه	0/43
آفتابگیرهای خارجی مانند پرده‌های آلومینی و غیره با زاویه تابش خورشید		
10 درجه	رنگ سیاه رنگ متوسط	0/52 0/46
20 درجه	رنگ سیاه رنگ متوسط	0/40 0/36
30 درجه	رنگ سیاه رنگ متوسط	0/25 0/24
40 درجه	رنگ سیاه رنگ متوسط	0/22 0/15

http://mohandes-iran.com

TABLE 7 —TRANSMISSION COEFFICIENT U— MASONRY FLOORS AND WALLS IN GROUND

(Use only in conjunction with *Table 8*)

Floor or Wall	Transmission Coefficient U Btu/(hr) (sq ft) (deg F)
*Basement Floor	.05
Portion of Wall exceeding 8 feet below ground level	.08

*Some additional floor loss is included in perimeter factor, see *Table 8*.

Equations:

Heat loss through floor, Btu/hr = (area of floor, sq ft) × (U value) × (basement — ground temp).

Heat loss through wall below 8 foot line, Btu/hr = (area of wall below 8 ft line, sq ft) × (U value) × (basement — ground temp).

NOTE: The factors in *Tables 7 and 8* may be used for any thickness of uninsulated masonry wall or floor, but there must be a good contact (no air space which may connect to the outdoors) between the ground and the floor or wall. Where the ground is dry and sandy, or where there is cinder fill along wall or where the wall has a low heat transmission coefficient, the perimeter factor may be reduced slightly.

TABLE 8 —PERIMETER FACTORS

FOR ESTIMATING HEAT LOSS THROUGH BASEMENT WALLS AND OUTSIDE STRIP OF BASEMENT FLOOR

(Use only in conjunction with *Table 7*)

Distance of Floor From Ground Level	Perimeter Factor (q)
2 Feet above	.90
At ground level	.60
2 Feet below	.75
4 Feet below	.90
6 Feet below	1.05
8 Feet below	1.20

Equation:

Heat loss about perimeter, Btu/hr = (perimeter of wall, ft) × (perimeter factor) × (basement — outdoor temp).

TABLE 9 —GROUND TEMPERATURES

FOR ESTIMATING HEAT LOSS THROUGH BASEMENT FLOORS

Outdoor Design Temp (F)	−30	−20	−10	0	+10	+20
Ground Temp (F)	40	45	50	55	60	65

http://mohandes-iran.com

TABLE 6 —TRANSMISSION COEFFICIENT U—WINDOWS, SKYLIGHTS, DOORS & GLASS BLOCK WALLS

Btu/(hr) (sq ft) (deg F temp diff)

GLASS

	Vertical Glass							Horizontal Glass			
	Single	Double			Triple			Single		Double (¼")	
Air Space Thickness (in.)		¼	½	¾-4	¼	½	¾-4	Summer	Winter	Summer	Winter
Without Storm Windows	1.13	0.61	0.55	0.53	0.41	0.36	0.34	0.86	1.40	0.50	0.70
With Storm Windows	0.54							0.43	0.64		

DOORS

Nominal Thickness of Wood (inches)	U Exposed Door	U With Storm Door
1	0.69	0.33
1¼	0.59	0.32
1½	0.52	0.30
1¾	0.51	0.30
2	0.46	0.28
2½	0.38	0.25
3	0.33	0.23
Glass (¾" Herculite)	1.05	0.43

HOLLOW GLASS BLOCK WALLS

Description*	U
5¾x5¾x3⅞" Thick—Nominal Size 6x6x4 (14)	0.60
7¾x7¾x3⅞" Thick—Nominal Size 8x8x4 (14)	0.56
11¾x11¾x3⅞" Thick—Nominal Size 12x12x4 (16)	0.52
7¾x7¾x3½" Thick with glass fiber screen dividing the cavity (14)	0.48
11¾x11¾x3⅞" Thick with glass fiber screen dividing the cavity (16)	0.44

1959 ASHAE Guid

Equation: Heat Gain or Loss, Btu/hr = (Area, sq ft) × (U value) × (outdoor temp − inside temp)

*Italicized numbers in parentheses indicate weight in lb per sq ft.

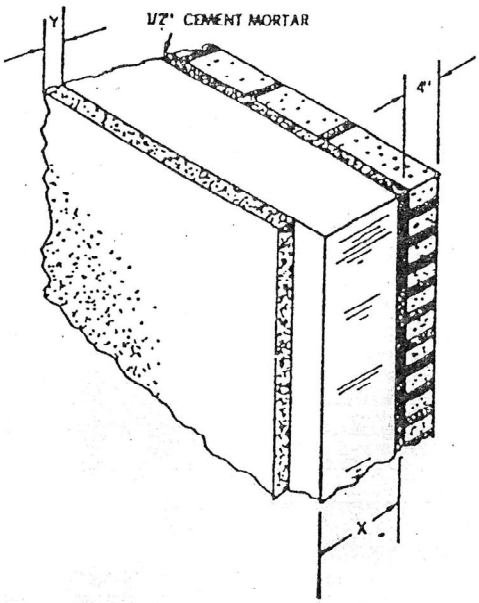
http://mohandes-iran.com

TABLE 3 —THERMAL RESISTANCES R—BUILDING AND INSULATING MATERIALS

(deg F per Btu) / (hr) (sq ft)

MATERIAL	DESCRIPTION	THICKNESS (in.)	DENSITY (lb per cu ft)	WEIGHT (lb per sq ft)	RESISTANCE R	
					Per Inch Thickness $\frac{1}{k}$	For Listed Thickness $\frac{1}{c}$
BUILDING MATERIALS						
BUILDING BOARD Boards, Panels, Sheathing, etc	Asbestos-Cement Board		120	—	0.25	—
	Asbestos-Cement Board	⅛	120	1.25	—	0.03
	Gypsum or Plaster Board	⅜	50	1.58	—	0.32
	Gypsum or Plaster Board	½	50	2.08	—	0.45
	Plywood		34	—	1.25	—
	Plywood	¼	34	0.71	—	0.31
	Plywood	⅜	34	1.06	—	0.47
	Plywood	½	34	1.42	—	0.63
	Plywood or Wood Panels	¾	34	2.13	—	0.94
	Wood Fiber Board, Laminated or Homogeneous		26	—	2.38	—
			31	—	2.00	—
	Wood Fiber, Hardboard Type		65	—	0.72	—
	Wood Fiber, Hardboard Type	¼	65	1.35	—	0.18
	Wood, Fir or Pine Sheathing	$^{25}/_{32}$	32	2.08	—	0.98
	Wood, Fir or Pine	1⅜	32	4.34	—	2.03
BUILDING PAPER	Vapor Permeable Felt		—	—	—	0.06
	Vapor Seal, 2 Layers of Mopped 15 lb felt		—	—	—	0.12
	Vapor Seal, Plastic Film		—	—	—	Negl
WOODS	Maple, Oak, and Similar Hardwoods		45	—	0.91	—
	Fir, Pine, and Similar Softwoods		32	—	1.25	—
MASONRY UNITS	Brick, Common	4	120	40	—	.80
	Brick, Face	4	130	43	—	.44
	Clay Tile, Hollow:					
	1 Cell Deep	3	60	15	—	0.80
	1 Cell Deep	4	48	16	—	1.11
	2 Cells Deep	6	50	25	—	1.52
	2 Cells Deep	8	45	30	—	1.85
	2 Cells Deep	10	47	35	—	2.22
	3 Cells Deep	12	40	40	—	2.50
	Concrete Blocks, Three Oval Core Sand & Gravel Aggregate	3	76	19	—	0.40
		4	69	23	—	0.71
		6	64	32	—	0.91
		8	64	43	—	1.11
		12	63	63	—	1.28
	Cinder Aggregate	3	68	17	—	0.86
		4	60	20	—	1.11
		6	54	27	—	1.50
		8	56	37	—	1.72
		12	53	53	—	1.89
	Lightweight Aggregate (Expanded Shale, Clay, Slate or Slag; Pumice)	3	60	15	—	1.27
		4	52	17	—	1.50
		8	48	32	—	2.00
		12	43	43	—	2.27
	Gypsum Partition Tile:					
	3"x12"x30" solid	3	45	11	—	1.26
	3"x12"x30" 4-cell	3	35	9	—	1.35
	4"x12"x30" 3-cell	4	38	13	—	1.67
	Stone, Lime or Sand		150	—	0.08	—

http://mohandes-iran.com



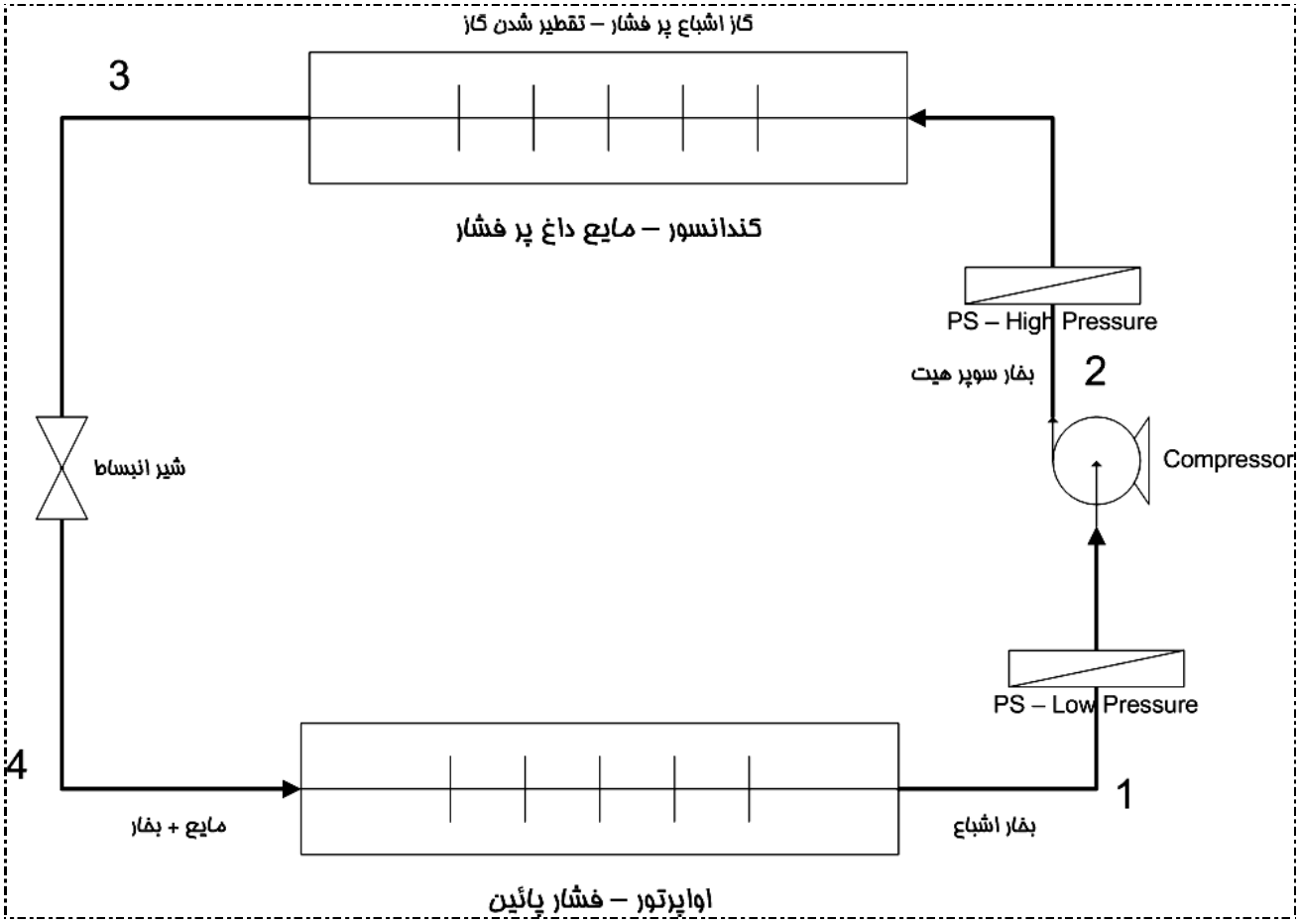
دیوار بتنی
(نمای آجری)

۴۵ ـ ضریب انتقال حرارت u بر حسب Btu/hr ft^2°F

مصالح دیوار(۷)	ضخامت (x)			
	۶"	۸"	۱۰"	۱۲"
دیوار خالص بدون نازك كاری	۰/۳۹	۰/۳۶	۰/۳۳	۰/۳۰
"۱/۲ گچ کاری مستقیما" روی بتن	۰/۳۷	۰/۳٤	۰/۳۰	۰/۲۹
"۱/۲ گچ کاری روی تخته کوبی و لایه نمد	۰/۲٤	۰/۲۳	۰/۲۱	۰/۲۰
"۳/٤ گچ کاری روی شیار فلزی و لایه نمد	۰/۲۷	۰/۲۵	۰/۲۳	۰/۲۲
"۱/۲ گچ کاری روی تخته کوبی وگچ و "۲لایه نمد و ۱۳/۸ گچ مجوف	۰/۱۸	۰/۱۷	۰/۱۶	۰/۱۵
"۱/۲ گچ کاری روی "۳/۸ تخته کوبی وگچ و لایه نمد	۰/۲۵	۰/۲٤	۰/۲۲	۰/۲۱
"۱/۲ گچ کاری روی "۱/۲ عایق چوبی ولایه نمد	۰/۱۷	۰/۱۶	۰/۱٤	۰/۱۲
"۱/۲ گچ کاری روی "۱ عایق چوبی ولایه نمد	۰/۱۵	۰/۱٤	۰/۱۲	۰/۱۱
"۱/۲ گچ کاری روی "۳/۲ عایق چوبی ولایه نمد	۰/۱۳	۰/۱۲	۰/۱۱	۰/۱۰
"۱/۲ گچ کاری روی "۲ عایق چوبی ولایه نمد	۰/۱۱	۰/۱۰	۰/۰۹	۰/۰۸

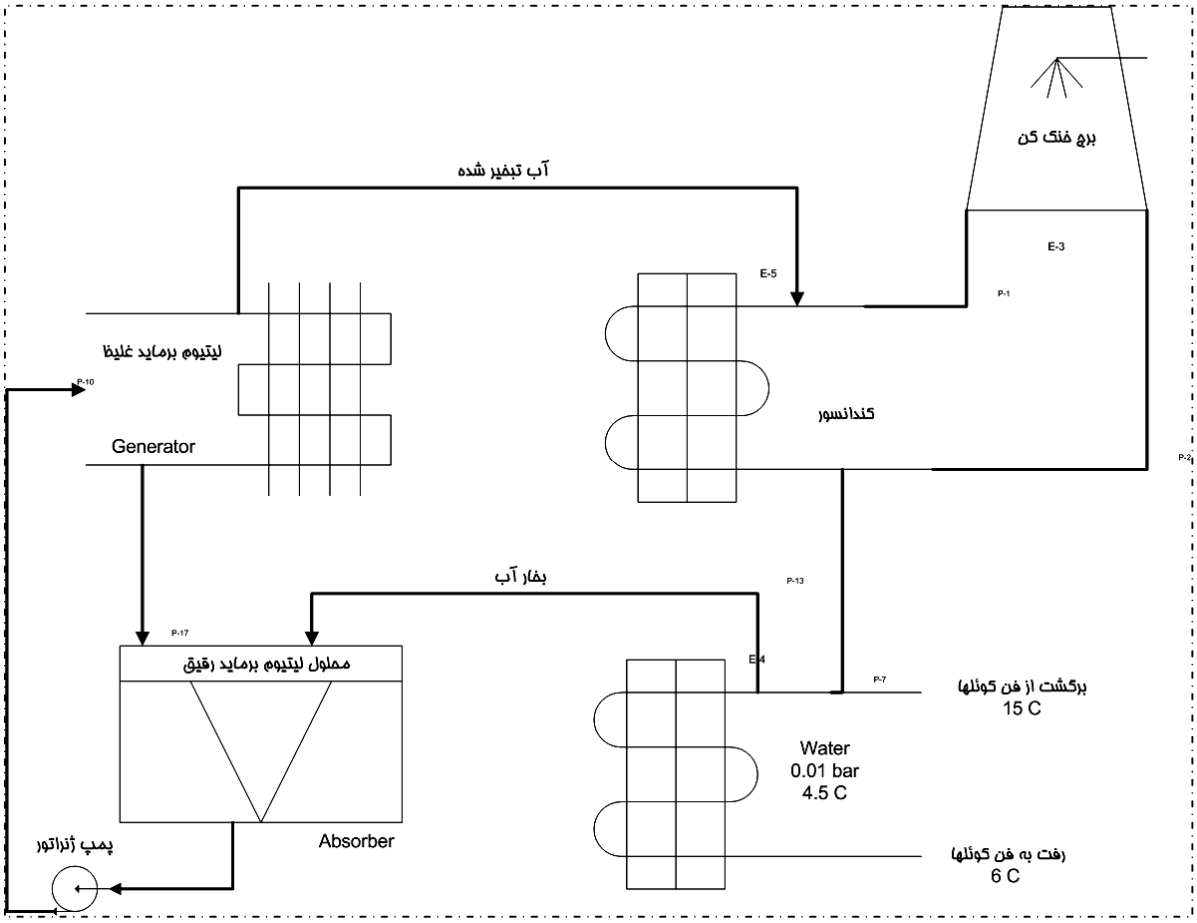
http://mohandes-iran.com

چرخه چیلر های تراکمی :

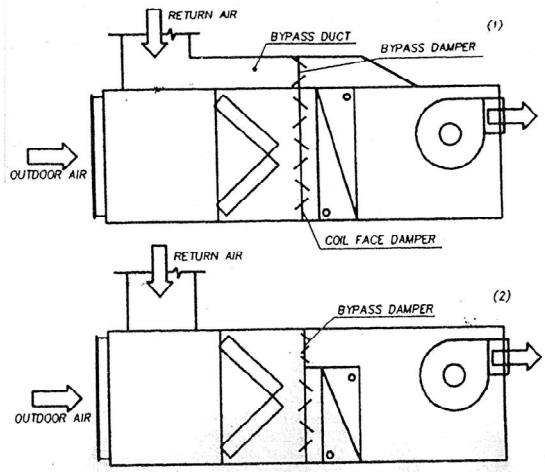


http://mohandes-iran.com

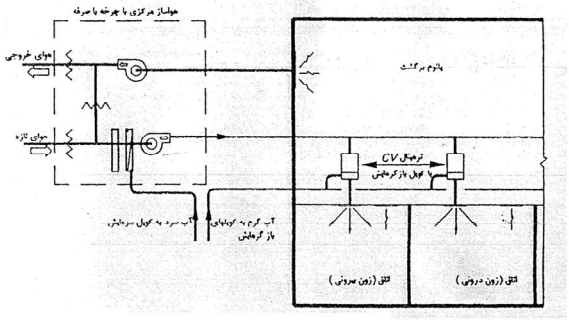
چرخه کار چیلرهای جذبی :



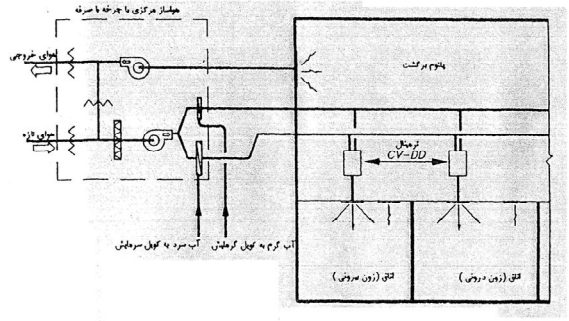
http://mohandes-iran.com



شکل (۲-۱) کنترل دمپر رخ و کنارگذر

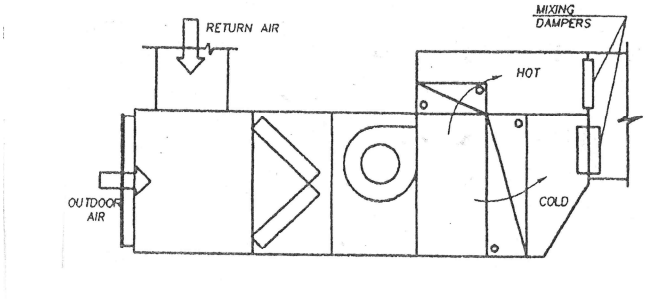


سیستم CAV با بازگرمایش ترمینالی

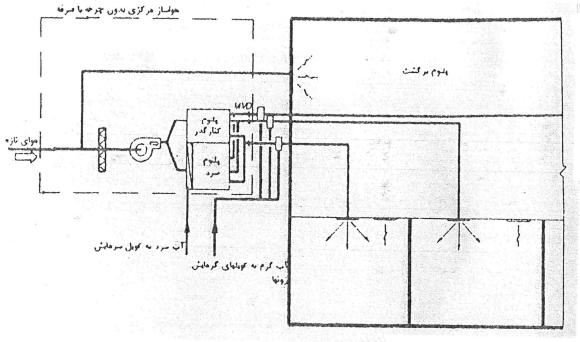


سیستم حجم ثابت CAV دو کاناله (CAV - DD)

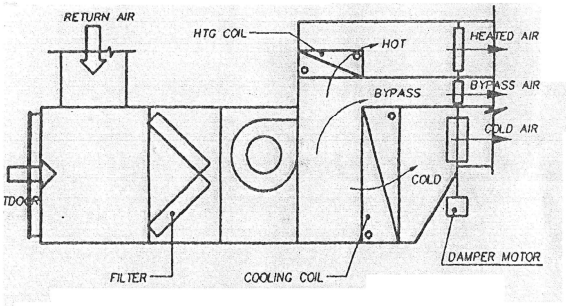
http://mohandes-iran.com



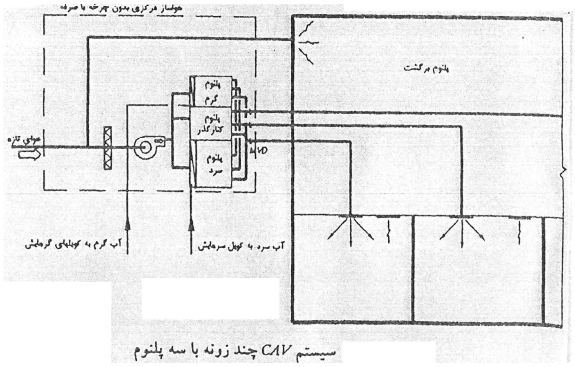
هواساز حجم ثابت چند زونه CAV-MZ



سیستم CAV چند زونه با کویل بازگرمایش

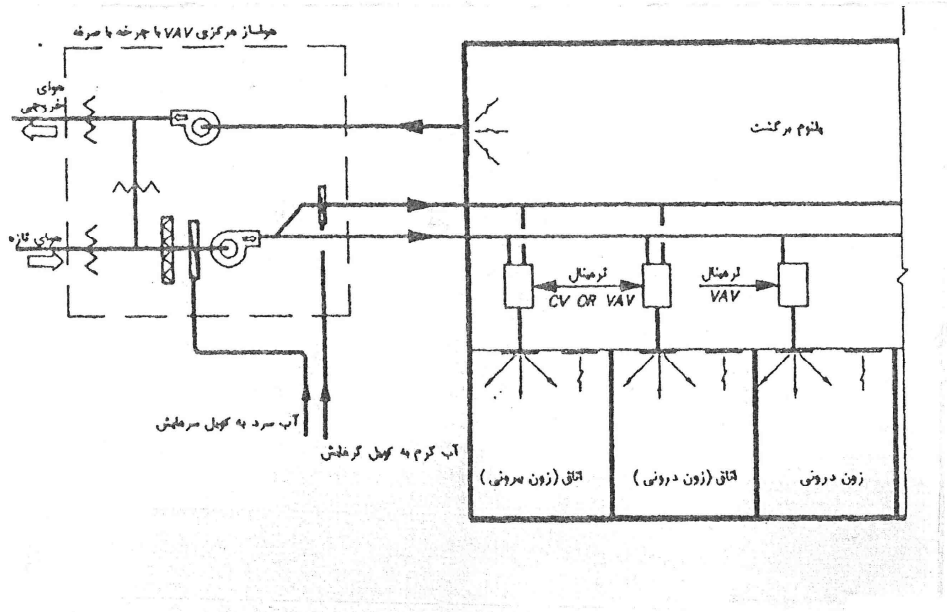


هواساز CAV چند زونه با سه پلنوم

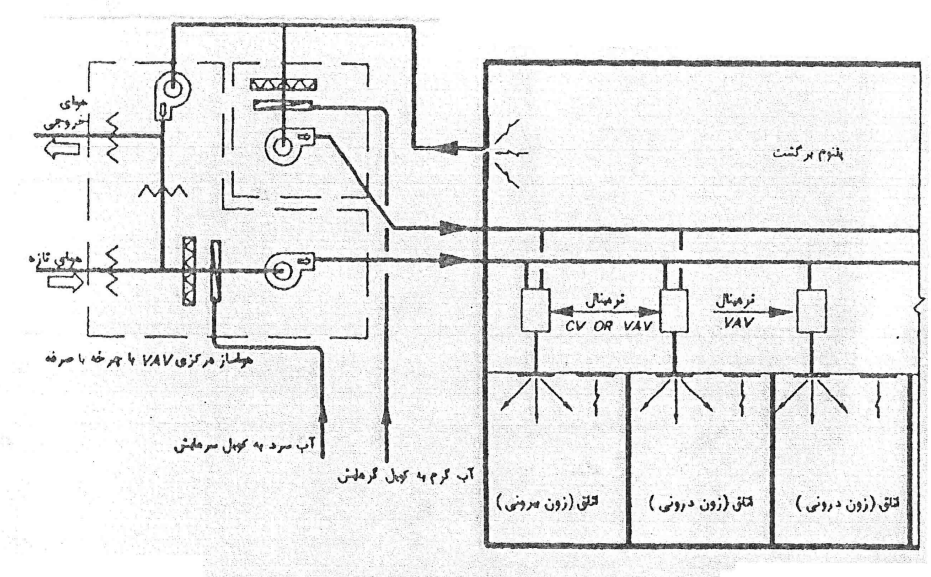


سیستم CAV چند زونه با سه پلنوم

http://mohandes-iran.com



سیستم حجم متغیر دو کاناله با کویل سرمایش قبل از فن



سیستم حجم متغیر VAV دو کاناله با دو فن

http://mohandes-iran.com

تبدیل واحدها

ضرایب تبدیل واحدهای طول

Unit	M	foot	inch	yard	Mile
m	1	3.280	39.370	1.094	$6.213*10^{-4}$
foot	$3.048*10^{-1}$	1	12	0.333	$1.894*10^{-4}$
Inch	$2.54*10^{-2}$	0.083	1	0.028	$1.578*10^{-5}$
Yard	$9.144*10^{-1}$	3	36	1	$5.682*10^{-4}$
Mile	1609.344	5280	63360	1760	1

ضرایب تبدیل واحدهای سطح

Unit	m^2	in^2	ft^2	yd^2	$mile^2$
m^2	1	1550	10.764	1.196	$3.861*10^{-7}$
in^2	$6.452*10^{-4}$	1	$6.944*10^{-3}$	$7.716*10^{-4}$	$2.491*10^{-10}$
ft^2	$9.290*10^{-2}$	144	1	0.111	$3.587*10^{-8}$
yd^2	$8.361*10^{-1}$	1296	9	1	$3.228*10^{-7}$
$mile^2$	$2.58999*10^{6}$	$4.01448*10^{9}$	$27.8784*10^{6}$	$3.097*10^{6}$	1

http://mohandes-iran.com

ضرایب تبدیل واحدهای حجم

Unit	m^3	liter	gallon (us)	ft^3	in^3	yd^3
m^3	1	1000	264.172	35.315	61023.7	1.308
liter	10-3	1	0.264	0.0353	61.024	$1.308*10^{-3}$
gallon (us)	$3.785*10^{-3}$	3.785	1	0.1337	231	$4.951*10^{-3}$
ft^3	$28.317*10^{-3}$	28.317	7.480	1	1728	0.0370
in^3	$16.387*10^{-6}$	$16.387*10^{-3}$	$4.329*10^{-3}$	$5.787*10^{-4}$	1	$2.143*10^{-5}$
yd^3	0.765	764.555	201.974	27	46656	1

ضرایب تبدیل واحدهای دبی حجمی

Unit	m^3/s	m^3/min	m^3/h	ft^3/min (c.f.m)	gal/min (g.p.m)
m^3/s	1	60	3600	2118.87	15850
m^3/min	$1.667*10^{-2}$	1	60	35.314	264
m^3/h	$2.778*10^{-4}$	$1.667*10^{-2}$	1	0.5886	4.403
ft^3/min (c.f.m)	$4.719*10^{-4}$	0.0283	1.699	1	7.48
gal/min (g.p.m)	$6.3*10^{-5}$	$3.785*10^{-3}$	0.2271	0.1337	1

http://mohandes-iran.com

ضرایب تبدیل واحدهای توان

Unit	Abb.	W	Kcal / h	Btu / h	Hp
1watt =	W	1	$859.843*10^{-3}$	3.41214	$1.34102*10^{-3}$
1kilocal per hour =	Kcal/h	1.163	1	3.96832	$1.55961*10^{-3}$
1 British Thermal Unit per hour =	Btu/h	$2.93071*10^{-1}$	0.251996	1	$3.93015*10^{-4}$
1 horsepower =	Hp	745.700	641.186	2544.431	1

ضرایب تبدیل واحدهای دما

Unit	Symbol	T (^oK)	T_c (^oC)	T_f (^oF)
1 kelvin	T (^{o}k) =	T	T-273.15	1.8 (T_c-273.15)+32
1 degree Celsius	T_c (^{o}C) =	T_c+273.15	T_c	1.8T_c+32
1 degree Fahrenheit	T_f (^{o}F) =	5.9 (T_f-32)+273.15	5.9 (T_f-32)	T_f

http://mohandes-iran.com

ضرایب تبدیل واحدهای سرعت

Unit	m / s	km / h	ft / s	ft / min (f.p.m)	mile / h	Knot
m / s =	1	3.6	3280	196.8	2.237	1.944
km / h =	0.278	1	0.911	54.68	0.621	0.54
ft / s =	0.3048	1.097	1	60	0.682	0.592
ft / min (f.p.m) =	0.00508	0.01828	0.0167	1	0.011	0.00987
mile / h =	0.447	1.609	1.467	88	1	0.869
Knot =	0.5144	1.852	1.688	101.269	1.151	1

ضرایب تبدیل واحدهای انتقال هدایت حرارتی

Unit	w / m².°k	Kcal / h.m².°k	Btu / h.ft².°F
w / m².°k =	1	0.8598	0.1761
Kcal / h.m².°k =	1.163	1	0.2048
Btu / h.ft².°F =	5.678	4.882	1

http://mohandes-iran.com

ضرایب تبدیل واحدهای انرژی

Unit	J	Cal	BTU
J =	1	0.23885	$9.478*10^{-4}$
Cal =	4.186	1	$3.968*10^{-3}$
BTU =	1055	251.996	1

ضرایب تبدیل واحدهای جرم

Unit	Symbol	Kg	Lb	gr	Oz
1 kilogram	Kg	1	2.20462	15432	35.274
1 pound	Lb	0.4536	1	7000	16
1 gram	Gr	$6.485*10^{-5}$	$1.429*10^{-4}$	1	0.002288
1 ounce	Oz	0.02835	0.0625	437.5	1

http://mohandes-iran.com

ضرایب تبدیل واحدهای فشار

Unit	symbol	pa	Bar	Atm	Psi	kp/cm^2	$In.H_2O$	In.Hg	Torr
1 newton per square meter	Pa =	1	105	$9.869*10^{-6}$	$1.450*10^{-4}$	$1.0197*10^{-5}$	$4.014*10^{-4}$	$2.953*10^{-4}$	$7.5*10^{-3}$
1 bar	Bar =	105000	1	0.987	14.504	1.0197	401.463	29.53	7500
1 standard atmoshpere	Atm =	101325	1.01325	1	14.696	1.033	406.782	29.921	760
1 pound-force per square inch	Psi =	$6.895*10^3$	$6.895*10^{-2}$	0.068	1	$7.03*10^{-2}$	27.68	2.036	51.715
1 kilopound per square centimeter	Kp/cm^2 =	$9.806*10^4$	0.9807	0.968	14.223	1	$3.937*10^2$	28.959	735.56
1 inch of water	$In.H_2O$ =	249.09	$2.490*10^{-2}$	$2.458*10^{-3}$	0.0361	$25.4*10^{-4}$	1	0.0736	1.868
1 barometric inch of mercury	In.Hg =	$33.86*10^2$	0.03386	0.0334	0.491	0.0345	13.595	1	25.4
1 milimeter of mercury	Toor = mmHg =	133.322	$133.32*10^{-5}$	$1.316*10^{-3}$	0.01933	$13.595*10^{-4}$	0.5352	0.0394	1

http://mohandes-iran.com

نفوذ و تجدید هوا:

هوای تازه معمولا دارای محتوای حرارتی متفاوتی نسبت به هوای فضای تهویه می‌باشد. بنابراین ورود آن به اطاق باعث بوجود آمدن اتلاف بار خواهد شد.

هوای خارج به دو طریق زیر بطورطبیعی و یا اجباری وارد اطاق می گردد:

الف- بوسیله نفوذ هوا از طریق درها- پنجره‌ها- هواکشها.

ب- بوسیله تجدید هوا

الف - نفوذ هوا: نفوذ هوا بداخل ممکن است توسط وزش باد یا اختلاف جرم مخصوص و یا هر دو صورت گیرد.

وزش باد: در قسمتهایی از ساختمان که در مجاورت با وزش باد هستند، فشار باد باعث می‌شود که مقداری هوا از طریق جداره‌ها واطراف دربها و پنجره‌ها بداخل نفوذ کند و این هوای نفوذی بنوبه خود باعث ایجاد فشار جزئی در داخل ساختمان شده و در نتیجه اختلاف فشار ایجاد شده باعث می شود به همان مقدار که هوا بدرون نفوذ کرده از سمت دیگر که باد نیست، نشت نماید.

اختلاف جرم مخصوص: اختلاف درجه حرارت و رطوبت بین هوای خارج و داخل، موجب اختلاف فشاری بین هر دو طرف دیوار، در بالا و پائین دیوار شده و در تابستان در بالای دیوار، نفوذ هوا بداخل و در پائین نفوذ هوا به خارج را به وجود می‌آورد (البته در زمستان برعکس است). هوای ورودی توسط نفوذ هوا باعث افزایش دمای اطاق و احتمالا بالا بردن رطوبت نسبی آن می گردد، به همین دلیل باعث بالا رفتن ظرفیت دستگاههای تهویه مطبوع خواهد شد.

ب- تجدید هوا (تهویه هوا): اصولا به لحاظ خارج کردن و یا رقیق کردن بو و دود و همچنین تأمین اکسیژن کافی برای اشخاص، می‌باید مقداری هوای تازه جهت تجدید هوای داخل وارد اطاق نمائیم و هرچقدر تراکم در ساختمان بیشتر باشد نیاز به تجدید هوای بیشتری است.

محاسبه بار سرمایی نفوذ یا تهویه هوای خارج

بار سرمایی نفوذ یا تهویه هوای خارج به دو صورت محسوس (Sensible)و نهان (Latent)صورت می گیرد که فرمولهای آنها بقرار زیر است:

http://mohandes-iran.com

الف: بار سرمایی نفوذ یا تهویه از نوع محسوس

Qs = بار سرمایی نفوذ یا تهویه از نوع محسوس [w] Qs = 20/4 (cmm)Δt

Δt = اختلاف دمای خارج و داخل [°C] cmm = دبی هوای نفوذی یا تهویه [m^3/min]

ب: بار سرمایی نفوذ یا تهویه از نوع نهان*

Q_L = بار سرمایی نفوذ یا تهویه از نوع نهان [w] Q_L = 50000 (cmm)ΔW

ΔW : تغییرات نسبت رطوبت [kg/kgd.a] cmm : دبی هوای نفوذی یا تهویه [m^3/min]

1-) ضرب خواهند شد .BF و (BF**توجه:** برای محاسبه بار تهویه بای‌پاس شده و بای‌پاس نشده، فرمولهای بالا بترتیب در

محاسبه دبی هوای نفوذی

1-روش درزی (Crack Method)

در این روش مقدار υ^o برحسب طول درزهای درها و پنجره‌هایی که هوای خارج از طریق آنها وارد اطاق می‌گردد، محاسبه می‌شود.

$$cmm = \frac{\upsilon^o \times l}{60}$$

υ^o = مقدار هوایی که بازاء واحد طول درز، وارد می‌گردد $\left[\frac{m^3}{hr \times m}\right]$

از جدول l : طول درزها [m] cmm : دبی هوای نافذ درزی [m3/min]

http://mohandes-iran.com

مقدار هوای نفوذی بازاء واحد طول درز دربها و پنجره‌ها

نوع درب یا پنجره	سرعت باد برحسب km / hr				
	8	16	24	32	40
درب معمولی چوبی یا فلزی					
از نظر نفوذ مطمئن	2/4	3/6	4/8	7/2	9/6
از نظر نفوذ غیرمطمئن	4/8	12/6	20/4	28/8	36/6
پنجره ساده فلزی					
با نفوذ معمولی	4/5	10	16	26	30
پنجره دو لنگه فلزی					
از نظر نفوذ مطمئن	2	6	10	15	20
از نظر نفوذ غیرمطمئن	7	15	23	32	45
پنجره دو لنگه چوبی					
از نظر نفوذ مطمئن	2	3	11	17	24
از نظر نفوذ غیرمطمئن	9	23	37	51	66

مسئله: محاسبه کنید مقدار دبی هوای نفوذی را برای اطاقی که دارای یک درب فلزی به ابعاد 1x2/2 مترمربع و دو پنجرهٔ ساده فلزی به ابعاد 1x1/2 روبه هوای خارج دارد (سرعت باد 16km/hr)

پنجره l = 2(1+1.2) x2 = 4 x2.2 = 8.8 متر در l = 2(1+2.2) = 2 x3.2 = 6.4 متر

پنجره υ^o = 10 در υ^o = 3.6

پنجره $cmm = \frac{10 \times 8.8}{60} = 1.47$ کل cmm = 0.38 + 1.47 = 1.85 در $cmm = \frac{3.6 \times 6.4}{60} = 0.38$

$$cmm = \frac{\upsilon^o \times l}{60}$$

2-روش حجمی (حجم هوای نفوذی)- در این روش، حجم هوای نفوذی براساس مقدار تعویض هـوای نفـوذی اسـت، این روش ساده‌تر از روش درزی بوده، لکن دارای دقت کمتری است. (طراحان معمـولا روش درزی و حجمـی را محاسـبه کرده بزرگترین cmm را انتخاب می‌کنند).

http://mohandes-iran.com

n : تعداد تعویض در ساعت از جدول زیر [1/hr] V : حجم اطاق [m^3]

$$cmm = \frac{V \times n}{60}$$

جدول تعداد تعویض در ساعت براساس موقعیت اطاق

N = تعداد تعویض در ساعت [1/hr]	موقعیت
$\frac{1}{2}$	اطاقهائیکه بدون در و پنجره رو به خارج می‌باشند مانند راهرو یا هال که در وسط ساختمان هستند یا اطاقهائیکه در و پنجره رو به خارج ندارند
1	اطاقهائیکه از یک دیوار در و پنجره روبه خارج دارند
$1\frac{1}{2}$	اطاقهائیکه از دو دیوار در و پنجره رو به خارج دارند
2	اطاقهائیکه از سه یا چهار دیوار در و پنجره رو به خارج دارند
2	راهروهای ورودی

توجه:

1-برای اطاقهائیکه درب و پنجره خیلی خوبی داشته باشند که نفوذ از آنها خیلی کم باشد، معمولا 50% مقادیر جدول قابل قبول است.

2-برای ساختمانهای تجارتی (فروشگاه- بانک و ...) که در آنها غالباً باز است. اگر عرض درب حداقل 90 باشد cm.) حاصل اضافه می‌کنیم.3cm% به مقدار cm

مسئله: اطاقی به ابعاد 3/2x4x2/8 مترمکعب دارای یک درب رو به هال و دو پنجره رو به خارج است، مقدار دبی هوای نفوذی آنرا از روش حجمی بیابید.

V = 3.2x4 x2.8 = 35.84 مترمکعب $n = 1\frac{1}{2} = 1.5$ از جدول

$$cmm = \frac{V \times n}{60} \qquad cmm = \frac{35.84 \times 1.5}{60} = 0.9$$

http://mohandes-iran.com

3- روش دربی- این روش بیشتر برای اماکن عمومی واقتصادی مانند رستورانها- مغازه‌ها- بانکها و غیره بکار می‌رود. درهای این ساختمانها غالباً بر دو نوع است: 1- نوسانی، 2- گردون.

$cmm = N_P \times \upsilon \times N$ N_P = تعداد نفرات عبوری [Person]

υ: مقدار هوای تازه به ازائ هر نفر باری یک در از جدول زیر: $\left[\frac{cmm}{Person \times 1 Door}\right]$

cmm : دبی هوای نفوذی دربی N : تعداد دربها

مقدار هوای تازه از میان دربهای گردان و نوسانی

محل	دربهای گردان	دربهای نوسانی
بانک	0/20	0/28
بیمارستان	-	0/10
رستوران	0/06	0/07
سالن نهارخوری	0/14	0/18
آرایشگاه	0/10	0/13
ادارات	0/07	0/09
فروشگاه عمومی	0/28	0/37
فروشگاه کفش	0/10	0/13
فروشگاه لباس	0/06	0/07

مسئله: محاسبه کنید مقدار هوای نفوذی از طریق درهای آرایشگاهی که دارای دو درب ورودی گردان می‌باشد، تعداد افراد حاضر در سالن در گرمترین ساعت استفاده از آن بطور متوسط 10 نفر می‌باشد.

جدول $\Rightarrow \upsilon = 0.1\frac{cmm}{Pr \times door}$ cmm = 10 x 0.1 x 2 = 2

$cmm = N_P \times \upsilon \times N$

محاسبه دبی هوای تهویه (cmm)

1-روش نفری- براساس مقدار هوای لازم و اکسیژن لازم نسبت به تعداد نفرات در وضع و حالت مختلف آنها محاسبه شده است.

$$cmm = \frac{N_P \times \upsilon_1}{60}$$

http://mohandes-iran.com

N_P = تعداد نفرات در اطاق

υ_1 = مقدار هوای لازم برای هر نفر برحسب $\left[\frac{cm.h}{Person}\right]$ از جدول

2-روش سطحی - در صورتیکه تعداد اشخاص و ساکنین اطاق معلوم نباشد در اینصورت می‌توان دبی هوای تهویه لازم را برای سطح اطاق بطریق زیر بدست آورد.

$$cmm = \frac{A \times \upsilon_2}{60}$$

υ_2 = حجم هوای تهویه نسبت به هر مترمربع سطح در ساعت از جدول $\left[\frac{m^3}{hr \times m^2} = \frac{cm.h}{m^2}\right]$

A = سطح اطاق $[m^2]$

cmm = دبی هوای تهویه

مسئله: محاسبه کنید دبی هوای تهویه را برای سالن سینمائی به ابعاد 20×45 مترمربع تعداد افراد بطور متوسط در سالن 600 نفر می‌باشد.

جدول $\Rightarrow \upsilon_1 = 20 cmh / Pr$ و $\upsilon_2 = 40 cmh / m^2$

$$cmm = \frac{N_P \times \upsilon_1}{60} = \frac{600 \times 20}{60} = 200$$ نفری

$$cmm = \frac{A\upsilon_2}{60} = \frac{900 \times 40}{60} = 600$$ سطحی

$600 > 200 \Rightarrow$ جواب cmm = 600

http://mohandes-iran.com

دبی هوای تهویه نفری و سطحی

نوع محل	وضع کشیدن سیگار	$\upsilon_1[cmh / Person]$		υ_2 $[cmh / m^2]$
		حداقل	معمولی	
آپارتمان	گاهی	20	40	5
دفتر خصوصی	گاهی	20	30	5
دفتر خصوصی	زیاد	50	60	5
دفتر عمومی	گاهی	20	30	-
اطاق جلسات	زیاد	60	100	25
راهرو	-	-	-	5
اطاق عمل	-	-	-	40
بخش	-	20	40	-
لابراتوار	بعضی	30	90	-
اطاق بیمار	-	50	60	6
رستوران	زیاد	20	24	80
نهارخوری	زیاد	24	30	80
مغازه	-	15	20	2
اطاق هتل	-	-	-	40
تئاتر	-	15	15	-
سینما	گاهی	15	20	40
توالت	- گاهی	-	-	40
سالن بانک	-	-	20	40
کارخانه	-	15	20	2
سالن انتظار	-	-	-	20
استخر سرپوشیده	-	-	-	-
حمام	-	-	-	-
آزمایشگاه	-	-	-	-
آشپزخانه کوچک	-	-	-	-
آشپزخانه بزرگ	-	-	-	-
آشپزخانه متوسط	-	-	-	-

پایان

احسان رضایی

http://mohandes-iran.com