

**مشخصات فنی عمومی و اجرایی**  
**پست ها، خطوط فوق توزیع و انتقال**  
**سیستم های سرمایش و گرمایش و تهویه مطبوع در**  
**پست های فشار قوی**  
نشریه شماره ۴۶۸



جمهوری اسلامی ایران

**مشخصات فنی عمومی و اجرایی**  
**پست ها، خطوط فوق توزیع و انتقال**  
**سیستم های سرمایش و گرمایش و تهویه مطبوع**  
**در پست های فشار قوی**  
**نشریه شماره ۴۶۸**

وزارت نیرو - شرکت توانیر  
طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت برق  
[www.tavanir.ir](http://www.tavanir.ir)

معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور  
معاونت نظارت راهبردی  
دفتر نظام فنی اجرایی  
<http://tec.mporg.ir>





بسمه تعالی

ریاست جمهوری

معاون برنامه ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور

|                    |                                                         |
|--------------------|---------------------------------------------------------|
| شماره : ۱۰۰/۱۱۰۶۰۸ | بخشنامه به دستگاههای اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران |
| تاریخ : ۱۳۸۷/۱۱/۲۰ |                                                         |

موضوع :

مشخصات فنی عمومی و اجرایی پست‌ها، خطوط فوق توزیع و انتقال - سیستم‌های سرمایش و گرمایش و تهویه مطبوع در پست‌های فشار قوی

به استناد آیین نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی ، موضوع ماده (۲۳) قانون برنامه و بودجه و در چارچوب نظام فنی و اجرایی کشور (مصوبه شماره ۴۲۳۳۹/ت/۳۳۴۹۷هـ -، مورخ ۱۳۸۵/۴/۲۰ هیأت محترم وزیران)، به پیوست نشریه شماره ۴۶۸ دفتر نظام فنی اجرایی، با عنوان «مشخصات فنی عمومی و اجرایی پست‌ها، خطوط فوق توزیع و انتقال - سیستم‌های سرمایش و گرمایش و تهویه مطبوع در پست‌های فشار قوی» از نوع گروه سوم ابلاغ می‌شود.

دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور، پیمانکاران و عوامل دیگر می‌توانند از این نشریه به عنوان راهنما استفاده کنند و در صورتی که روش‌ها، دستورالعمل‌ها و راهنمای بهتری در اختیار داشته باشند، رعایت مفاد این بخشنامه الزامی نیست.

عوامل یاد شده باید نسخه‌ای از دستورالعمل‌ها، روش‌ها یا راهنماهای جایگزین را به دفتر نظام فنی اجرایی، ارسال کنند.

امیرمنصور برقی

معاون برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور



# اصلاح مدارک فنی

## خواننده گرامی:

دفتر نظام فنی اجرایی معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور با استفاده از نظر کارشناسان برجسته، مبادرت به تهیه این دستورالعمل نموده و آن را برای استفاده به جامعه مهندسی کشور عرضه نموده است. با وجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایرادهایی نظیر غلطهای مفهومی، فنی، ابهام، ابهام و اشکالات موضوعی نیست. از این رو، **از شما خواننده گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هرگونه ایراد و اشکال فنی، مراتب را به صورت زیر گزارش فرمایید:**

- ۱- شماره بند و صفحه موضوع مورد نظر را مشخص کنید.
  - ۲- ایراد مورد نظر را به صورت خلاصه بیان دارید.
  - ۳- در صورت امکان، متن اصلاح شده را برای جایگزینی ارسال نمایید.
  - ۴- نشانی خود را برای تماس احتمالی ذکر فرمایید.
- کارشناسان این دفتر نظرهای دریافتی را به دقت مطالعه نموده و اقدام مقتضی را معمول خواهند داشت. پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می‌شود.

**نشانی برای مکاتبه:** تهران، میدان بهارستان، خیابان صفی علی شاه  
معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، دفتر نظام فنی اجرایی

سازمان مرکزی - تهران ۱۱۴۹۹۴۳۱۴۱ - خیابان صفی علی شاه

<http://tec.mporg.ir>



## بسمه تعالی

### پیشگفتار

در اجرای ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه و در چارچوب نظام فنی و اجرایی کشور و به منظور تعمیم استانداردهای صنعت برق و ایجاد هماهنگی و یکنواختی در طراحی و اجرای پروژه‌های مربوط به تولید، انتقال و توزیع نیروی برق، معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور (معاونت نظارت راهبردی - دفتر نظام فنی اجرائی) با همکاری وزارت نیرو - شرکت توانیر در قالب طرح «ضوابط و معیارهای فنی صنعت برق» اقدام به تهیه مجموعه کاملی از استانداردهای مورد لزوم نموده است.

نشریه حاضر با عنوان «مشخصات فنی عمومی و اجرایی پست‌ها، خطوط فوق توزیع و انتقال - سیستم‌های سرمایش و گرمایش و تهویه مطبوع در پست‌های فشار قوی» به منظور شناسایی سیستم‌های سرمایش و گرمایش و تهویه مطبوع و گردش هوا در ساختمانها و فضاهای مسقف و همچنین نحوه انتخاب سیستم‌های فوق‌الذکر برای ساختمانهای پست‌های فوق توزیع و انتقال در اقلیم‌های مختلف تهیه و تدوین شده است. مطالب مورد بحث شامل معرفی سیستم‌های تهویه مطبوع، سرمایش و گرمایش و کاربرد آنها در پستهای فشار قوی و همچنین ضوابط طراحی و دستورالعمل‌های نصب و نگهداری سیستم‌های مزبور می‌باشد.

معاونت نظارت راهبردی به این وسیله از کوشش‌های دست‌اندرکاران به ثمر رسیدن این نشریه و همچنین سازمان‌ها و شرکت‌های مهندسی مشاور که با اظهارنظرهای سازنده خود این معاونت را در جهت غنا بخشیدن به آن یاری نموده‌اند سپاسگزاری و قدردانی نموده و توفیق روزافزون آنان را از درگاه ایزد یکتا آرزومند است.

### معاون نظارت راهبردی

۱۳۸۷



## مشخصات فنی عمومی و اجرایی پست ها، خطوط فوق توزیع و انتقال - سیستم های سرمایش و گرمایش و تهویه مطبوع در پست های فشار قوی - نشریه شماره ۴۶۸

### تهیه کننده

این مجموعه به وسیله شرکت مهندسين مشاور نیرو با همکاری آقایان مهندسین محمد باقر حدادی، محمود قائمی و مرحومه سرکار خانم مهندس رامک شهرستانی و آقای دکتر عارف درودی تهیه و تدوین شده است و توسط آقای اسماعیل زارعی مورد ویراستاری قرار گرفته است.

### کمیته فنی

این نشریه همچنین در کمیته فنی طرح با مشارکت مجری و مشاور طرح و نمایندگان شرکت های مهندسی مشاور تحت پوشش وزارت نیرو به شرح زیر بررسی، اصلاح و تصویب شده است.

|                                 |                                                   |
|---------------------------------|---------------------------------------------------|
| آقای مهندس جمال بیانی           | وزارت نیرو - سازمان توانیر - مجری طرح             |
| آقای مهندس بهمن الله مرادی      | سازمان توسعه برق ایران                            |
| خانم مهندس کاظم جواهری          | مهندسین مشاور نیرو                                |
| آقای دکتر عارف درودی            | مهندسین مشاور نیرو                                |
| آقای مهندس علی رحیم زاده خوشرو  | کارشناس معاونت برنامه ریزی توانیر - دفتر فنی شبکه |
| آقای مهندس سعید رنجکش           | شرکت مشانیر                                       |
| آقای مهندس سید حسن عرب اف       | مهندسین مشاور قدس نیرو                            |
| خانم مهندس مریم قمری نژاد       | مهندسین مشاور قدس نیرو                            |
| آقای مهندس بهروز قهرمانی        | سازمان توسعه برق ایران                            |
| آقای مهندس سید جمال الدین واسعی | پژوهشگاه نیرو                                     |
| آقای مهندس احسان الله زمانی     | وزارت نیرو - سازمان توانیر - دبیر کمیته فنی طرح   |

مسئولیت کنترل و بررسی نشریه در راستای اهداف دفتر نظام فنی اجرائی به عهده آقایان مهندسین پرویز سیداحمدی و محمدرضا طلاکوب بوده است.



## فهرست مطالب

| <u>عنوان</u>                                                                           | <u>صفحه</u> |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>فصل اول- سیستم‌های تهویه مطبوع، سرمایش و گرمایش و کاربرد آنها در پستهای فشارقوی</b> |             |
| ..... مقدمه                                                                            | ۳           |
| ۱-۱- کلیات                                                                             | ۳           |
| ۲-۱- مقررات استاندارد جهت کارکرد دستگاه‌ها                                             | ۳           |
| ۱-۲-۱- کلاس A: مکان‌هایی که در آن از تهویه مطبوع استفاده می‌شود                        | ۴           |
| ۲-۲-۱- کلاس B: سرمایش و گرمایش در محیط‌های سربسته                                      | ۴           |
| ۳-۲-۱- کلاس C: مکان‌هایی که در زیر سرپناه قرار گرفته‌اند                               | ۴           |
| ۴-۲-۱- کلاس D: مکان‌های روباز                                                          | ۵           |
| ۳-۱- انواع سیستم‌های تهویه مطبوع                                                       | ۶           |
| ۱-۳-۱- سیستم انبساط مستقیم                                                             | ۶           |
| ۲-۳-۱- سیستم تمام آب                                                                   | ۷           |
| ۳-۳-۱- سیستم تمام هوا                                                                  | ۹           |
| ۴-۳-۱- سیستم هوا- آب                                                                   | ۱۴          |
| ۵-۳-۱- سیستم پمپ حرارتی                                                                | ۱۵          |
| ۶-۳-۱- مقایسه انواع سیستم‌های تهویه مطبوع                                              | ۱۶          |
| ۷-۳-۱- سیستم‌های تهویه مطبوع برای ساختمان‌های مختلف پست                                | ۱۶          |
| ۱-۷-۳-۱- سیستم تهویه مطبوع سالن کنترل                                                  | ۱۶          |
| ۲-۷-۳-۱- سیستم تهویه باتری‌خانه                                                        | ۱۷          |
| ۳-۷-۳-۱- سیستم تهویه کلیدخانه                                                          | ۱۷          |
| ۴-۷-۳-۱- سیستم تهویه گالری کابل                                                        | ۱۷          |
| ۴-۱- سیستم‌های گرمایش                                                                  | ۱۸          |
| ۱-۴-۱- گرمایش مرکزی با آب گرم                                                          | ۱۸          |
| ۲-۴-۱- گرمایش مرکزی با آب داغ                                                          | ۱۸          |
| ۳-۴-۱- سیستم گرمایش مرکزی با بخار                                                      | ۱۹          |
| ۴-۴-۱- سیستم گرمایش مرکزی با هوای گرم                                                  | ۱۹          |
| ۵-۴-۱- انتخاب سیستم گرمایش برای پست‌های فشارقوی                                        | ۱۹          |
| <b>فصل دوم - طراحی سیستم‌های سرمایشی و گرمایشی در پستهای فشارقوی</b>                   |             |
| ۱-۲- مقدمه                                                                             | ۲۳          |
| ۱-۱-۲- تعاریف                                                                          | ۲۳          |
| ۲-۲- تقسیمات اقلیمی ایران                                                              | ۲۳          |

|    |                                                             |
|----|-------------------------------------------------------------|
| ۲۶ | ۳-۲- اهداف عمده طراحی اقلیمی .....                          |
| ۳۰ | ۴-۲- طراحی سرمایشی .....                                    |
| ۳۰ | ۱-۴-۲- بارهای برودتی .....                                  |
| ۳۰ | ۱-۴-۲-۱- بارهای برودتی ناشی از جذب حرارت توسط ساختمان ..... |
| ۳۰ | ۲-۴-۱-۲- حرارت اکتسابی از پنجره‌ها .....                    |
| ۳۲ | ۲-۴-۱-۳- تهویه هوا (نفوذ هوای تازه) .....                   |
| ۳۲ | ۲-۴-۱-۴- گرمای حاصل از سیستم و منابع داخلی .....            |
| ۳۳ | ۲-۴-۱-۵- ضریب بار نهان و بار سرمایی کل .....                |
| ۳۴ | ۵-۲- طراحی گرمایشی .....                                    |
| ۳۴ | ۱-۵-۲- بارهای گرمایشی .....                                 |
| ۳۴ | ۲-۵-۱-۱- تلفات حرارتی از جداره‌ها .....                     |
| ۳۴ | ۲-۵-۱-۲- تلفات حرارتی از راه نفوذ یا تهویه هوا .....        |
| ۳۴ | ۲-۵-۱-۳- بار حرارتی آبگرم مصرفی ساختمان .....               |
| ۳۵ | ۶-۲- محاسبه و انتخاب اجزاء حرارتی برودتی .....              |
| ۳۵ | ۲-۶-۱- انتخاب دیگ .....                                     |
| ۳۶ | ۲-۶-۲- تعیین قطر دودکش .....                                |
| ۳۶ | ۲-۶-۳- محاسبه و انتخاب نوع مشعل .....                       |
| ۳۶ | ۲-۶-۴- محاسبه حجم منبع سوخت .....                           |
| ۳۷ | ۲-۶-۵- محاسبه حجم منبع انبساط .....                         |
| ۳۷ | ۲-۶-۶- انتخاب پمپ سیرکولاتور .....                          |
| ۳۸ | ۲-۶-۷- انتخاب مبدل حرارتی .....                             |
| ۳۹ | ۲-۶-۸- انتخاب چیلر .....                                    |
| ۴۰ | ۲-۶-۹- انتخاب هواکش .....                                   |
| ۴۰ | ۲-۶-۱۰- انتخاب هواساز و اسپلیت یونیت از کاتالوگ .....       |
| ۴۰ | ۲-۶-۱۱- طراحی لوله‌کشی .....                                |
| ۴۱ | ۲-۶-۱۲- نکات کلی در طرح سیستم لوله‌کشی .....                |
| ۴۲ | ۲-۶-۱۳- نکات اساسی در طراحی موتورخانه .....                 |
| ۴۲ | ۲-۶-۱۴- کنترل در سیستم‌های تهویه مطبوع .....                |
| ۴۳ | ۲-۷- یک نمونه از طراحی .....                                |
| ۴۳ | ۲-۷-۱- اطلاعات پلان ساختمان .....                           |
| ۴۴ | ۲-۷-۲- شرایط نگهداری فضاها .....                            |
| ۴۴ | ۲-۷-۳- محاسبه بارهای حرارتی و برودتی .....                  |
| ۴۴ | ۲-۷-۳-۱- محاسبه بار دمای حرارتی اکتسابی از جداره‌ها .....   |
| ۴۹ | ۲-۷-۳-۲- محاسبه بار حرارتی و برودتی ناشی از تعویض هوا ..... |
| ۴۹ | ۲-۷-۳-۳- بار سرمایشی ناشی از افراد .....                    |
| ۴۹ | ۲-۷-۳-۴- بار سرمایشی کل .....                               |
| ۴۹ | ۲-۷-۳-۵- بار گرمایشی کل .....                               |

- ۶-۳-۷-۲- انتخاب اسپلیت یونیت برای اتاق کنترل ..... ۴۹
- ۷-۳-۷-۲- یک نمونه طراحی برای فضاهایی که فقط نیاز به تهویه هوا دارند ..... ۵۰

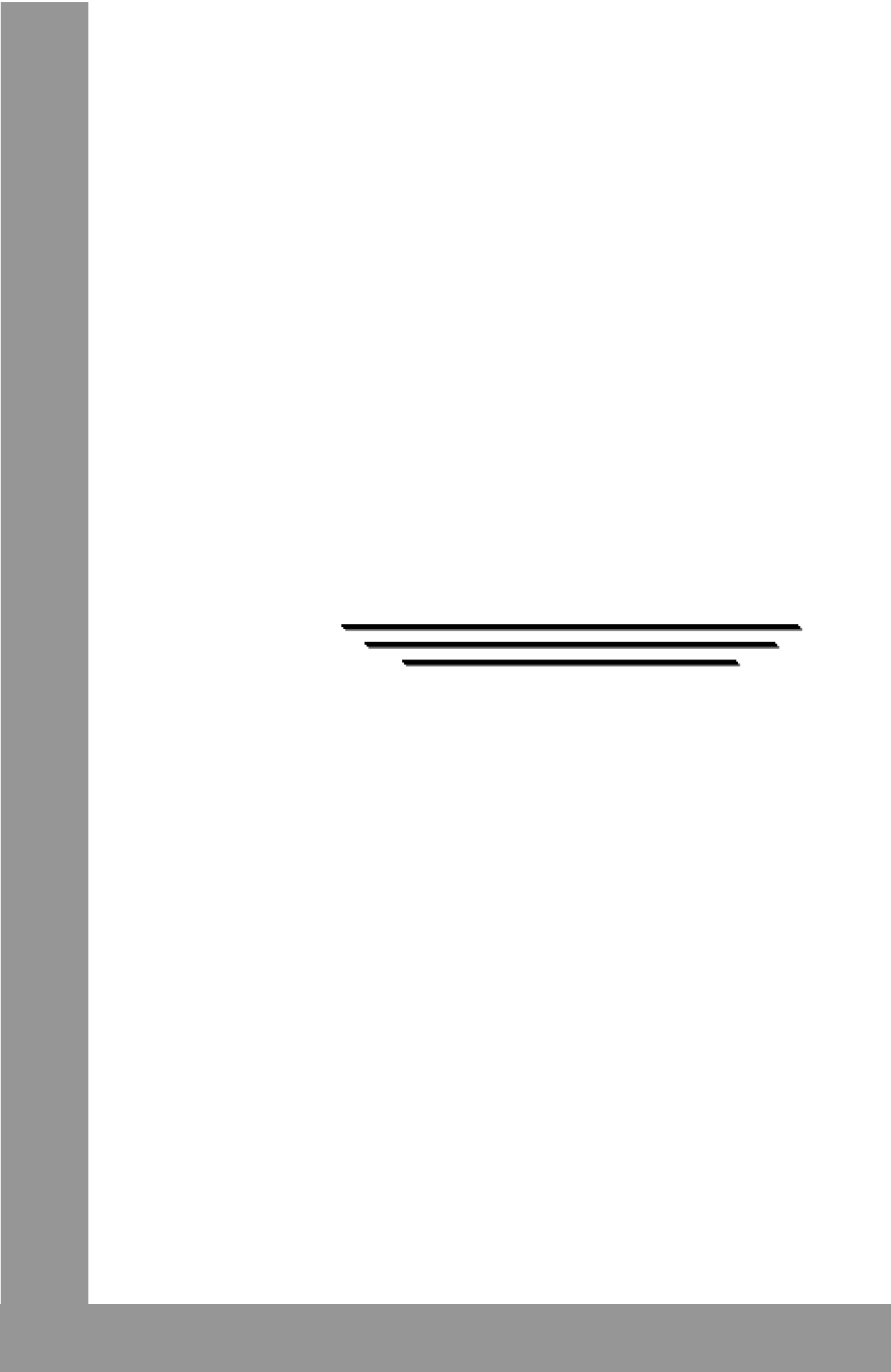
### فصل سوم- مشخصات فنی دستگاه‌های تهویه مطبوع سرمایش و گرمایش

- ۱-۳- چیلر ..... ۶۳
- ۲-۳- برج خنک کن ..... ۶۳
- ۳-۳- دیگ ..... ۶۴
- ۱-۳-۳- دیگ‌های چدنی ..... ۶۴
- ۲-۳-۳- دیگ‌های فولادی ..... ۶۴
- ۴-۳- آبگرمکن ها ..... ۶۴
- ۱-۴-۳- آبگرمکن‌های مستقیم ..... ۶۴
- ۲-۴-۳- آبگرمکن‌های غیرمستقیم ..... ۶۴
- ۵-۳- منبع انبساط ..... ۶۵
- ۱-۵-۳- منبع انبساط باز ..... ۶۵
- ۲-۵-۳- منبع انبساط بسته ..... ۶۵
- ۶-۳- هواکش ..... ۶۵
- ۷-۳- هواساز ..... ۶۵
- ۸-۳- هواسوی ..... ۶۵
- ۹-۳- کندانسور ..... ۶۵
- ۱-۹-۳- کندانسور تبخیری ..... ۶۵
- ۲-۹-۳- کندانسور هوایی ..... ۶۶

### فصل چهارم - دستورالعمل‌های نصب و نگهداری

- ۱-۴- نصب ..... ۷۳
- ۲-۴- مسئولیت ..... ۷۳
- ۳-۴- نگهداری پیشگیرانه ..... ۷۳
- ۴-۴- جداول کار دستگاه ..... ۷۴
- ۵-۴- قطعات یدکی ..... ۷۴
- ۶-۴- نیازهای اساسی ..... ۷۴
- ۷-۴- تعمیر و نگهداری دستگاهها ..... ۷۵
- ۱-۷-۴- دستورالعمل نگهداری چیلرها ..... ۷۵
- ۱-۱-۷-۴- شیرهای سرویس ..... ۷۵
- ۲-۱-۷-۴- وسایل ایمنی ..... ۷۵
- ۳-۱-۷-۴- آزمایش نشت ..... ۷۵
- ۲-۷-۴- مراقبت و نگهداری از برج خنک کن ..... ۷۵
- ۱-۲-۷-۴- فن‌ها ..... ۷۶

|    |                                                                      |         |
|----|----------------------------------------------------------------------|---------|
| ۷۶ | ..... تراز کردن و روانکاری                                           | ۲-۲-۷-۴ |
| ۷۶ | ..... پخش آب                                                         | ۳-۲-۷-۴ |
| ۷۶ | ..... قطره گیرها                                                     | ۴-۲-۷-۴ |
| ۷۶ | ..... جلبک                                                           | ۵-۲-۷-۴ |
| ۷۷ | ..... نظافت و تمیزکاری                                               | ۶-۲-۷-۴ |
| ۷۷ | ..... سطح آب                                                         | ۷-۲-۷-۴ |
| ۷۷ | ..... حفاظت در زمستان                                                | ۸-۲-۷-۴ |
| ۷۷ | ..... دستورالعمل نگهداری دیگ                                         | ۳-۷-۴   |
| ۷۷ | ..... بازرسی های اساسی سالانه دیگ                                    | ۱-۳-۷-۴ |
| ۷۸ | ..... برنامه جامع برای تعمیر و نگهداری که شامل بررسی های اپراتورهاست | ۲-۳-۷-۴ |
| ۷۹ | ..... دستورالعمل نگهداری مشعل                                        | ۴-۷-۴   |
| ۸۰ | ..... عیب یابی و رفع عیب                                             | ۱-۴-۷-۴ |
| ۸۰ | ..... دستورالعمل نگهداری دستگاه هواشوی                               | ۵-۷-۴   |
| ۸۰ | ..... نظافت و تمیز کاری                                              | ۱-۵-۷-۴ |
| ۸۱ | ..... فن                                                             | ۲-۵-۷-۴ |
| ۸۱ | ..... روانکاری                                                       | ۳-۵-۷-۴ |
| ۸۱ | ..... دستورالعمل نگهداری فیلتر                                       | ۶-۷-۴   |
| ۸۱ | ..... روش تمیز کردن                                                  | ۱-۶-۷-۴ |
| ۸۱ | ..... دستورالعمل نصب و نگهداری دستگاه های خودکفا (پکیج)              | ۷-۷-۴   |
| ۸۱ | ..... نصب                                                            | ۱-۷-۷-۴ |
| ۸۲ | ..... نگهداری                                                        | ۲-۷-۷-۴ |
| ۸۲ | ..... دستورالعمل نگهداری کندانسورها                                  | ۸-۷-۴   |
| ۸۲ | ..... بازرسی                                                         | ۱-۸-۷-۴ |
| ۸۲ | ..... نظافت و تمیزکاری                                               | ۲-۸-۷-۴ |
| ۸۳ | ..... روغن کاری                                                      | ۳-۸-۷-۴ |
| ۸۵ | ..... مراجع                                                          |         |



\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



## مقدمه

با توجه به جهت‌گیری صنعت برق به سوی استاندارد کردن موضوعات و نیاز رسیدن به یک شرایط هماهنگ و یکسان، همچنین تحصیل و حفظ کیفیت مبانی قابل قبول در زمینه‌های مختلف از جمله بحث تهویه و سرمایش و گرمایش در پست‌های ۶۳ تا ۴۰۰ کیلوولت ایران، این نشریه تدوین شده است.

این نشریه بر شناسایی سیستم‌های سرمایش و گرمایش و گردش هوا در ساختمان‌ها و فضاهای مسقف و همچنین نحوه انتخاب سیستم‌های فوق‌الذکر برای ساختمان‌های پست‌های فوق توزیع و انتقال در مناطق مختلف کاربرد دارد.

## ۱-۱- کلیات

هدف از تهویه و سرمایش و گرمایش، ایجاد مکانی مناسب از لحاظ دما، فشار، رطوبت، صدا، آلودگی (گرد و غبار و تعفن و...) برای کارمندان و دستگاهها است تا در محیطی با بهترین راندمان کار کنند.

ساختمان‌ها دارای تلفات حرارتی و برودتی بوده و انرژی را از داخل به بیرون و یا بالعکس منتقل می‌کنند. این تلفات ناشی از درزها، پنجره‌ها و همچنین انتقال حرارت از جداره‌های دیوار و سقف، باز و بسته شدن درهای ورود و خروج و یا منابع حرارتی داخلی می‌باشد. لذا لازم است سیستمی بکار رود تا این تلفات و تغییرات انرژی را جبران کند. این سیستم در فصول سرد با تولید حرارت محیط را گرم می‌کند و در فصلهای گرم با تولید برودت، شرایط مطبوع را ایجاد می‌کند.

وجود رطوبت همراه با دمای بالا در دستگاهها ایجاد خوردگی و زنگ‌زدگی می‌کند. از طرف دیگر وجود رطوبت همراه با شرایط نامناسب موجب کاهش تحمل عایقی مثلاً در تابلوهای ۲۰ کیلوولت شده و احتمال ایجاد اتصال کوتاه در کنتاکتورها، رله‌ها و سایر دستگاهها را بالا می‌برد.

دما هم اثرات نامطلوبی بر سیستم دارد. گرم بودن هوا به همراه خاصیت ذاتی سیمهای حامل جریان و دستگاههای برقی در تولید حرارت، نه تنها شرایط کاری سیستم‌ها را نامناسب می‌سازد بلکه در مواقعی می‌تواند موجب سوختگی دستگاهها و قطع برق و احیاناً آتش‌سوزی شود.

بنابراین در ساختمانهای پست‌های فشار قوی نیاز به سیستمی است که بتواند رطوبت و دما را به دقت کنترل نموده و در حد مطلوب نگاه دارد تا احتمال وقوع این پدیده‌ها کاهش یابد. علاوه بر این اپراتورهای پست بایستی در این اماکن در شرایط مناسب قرار داشته باشند تا با آسایش به وظیفه حساس خود عمل کنند. انتخاب نوع سیستم تهویه مطبوع با توجه به شرایط اقلیمی و محیطی پست انجام می‌گیرد. بنابراین در پست‌ها ابتدا بایستی نیازهای شرایط هوا تعیین شود و سپس با توجه به سایر عوامل یاد شده نوع سیستم حرارتی و برودتی را تعیین نمود.

## ۱-۲- مقررات استاندارد جهت کارکرد دستگاهها

ساختمان‌ها و نواحی مختلف را می‌توان طبق استاندارد IEC شماره ۱-۶۵۴-۶۰ در چهار کلاس A و B و C و D دسته‌بندی نمود که هر کدام از این دسته‌بندی‌ها شرایط خاصی از قبیل محدوده دما و رطوبت‌نسبی برای کارکرد دارند که توسط دستگاههای اندازه‌گیری و کنترل در محیط اندازه‌گیری می‌شوند.

برای کلاس‌های مختلف (A و B و C و D) چند محدوده برای دما و رطوبت ارائه شده که این محدوده‌ها در استاندارد IEC شماره ۳-۶۰۷۲۱-۳ آمده است. اعمال این محدوده‌ها بستگی به اهمیت شرایط برای دستگاه‌ها یا اپراتورهای آن مکان دارد.

### ۱-۲-۱- کلاس A: مکان‌هایی که در آن از تهویه مطبوع استفاده می‌شود

در چنین مکان‌هایی هم رطوبت و هم دما می‌بایستی در محدوده‌های مشخص قرار گیرند. به عنوان مثال مکان‌هایی که در آن دستگاه‌های کامپیوتری الکترونیکی (که به شرایط محیطی حساس بوده و نیاز به کنترل دقیق این شرایط دارند) قرار گرفته‌اند را می‌توان از جمله این مناطق به حساب آورد. سالن کنترل پستهای فشار قوی هم در این کلاس قرار می‌گیرد. این کلاس شامل کلاس آب و هوایی 3K1 در استاندارد IEC شماره ۳-۶۰۷۲۱-۳ است که به شرح زیر تعریف می‌گردد:

3K1: این کلاس فضاهای تهویه شده بسته که در آن رطوبت هوا و دمای هوا بصورت پیوسته کنترل می‌شود را در برمی‌گیرد.

### ۱-۲-۲- کلاس B: سرمایش و گرمایش در محیط‌های سر بسته

در این نوع مکان‌ها تنها دمای هوا کنترل می‌شود. بعبارت دیگر دستگاه‌های سرمایش و گرمایش تنها دما را در محدوده استاندارد نگه می‌دارند. مکان‌هایی که در آن پرسنل بطور پیوسته کار نموده و همچنین محل نگهداری تجهیزات از جمله این کلاس خواهند بود.

این کلاس به ۳ بخش B1, B2, B3 تقسیم شده که به کلاس‌های آب و هوایی زیر مرتبط هستند:

B1 (3K2): این کلاس همانند کلاس 3K1 بوده با این تفاوت که فقط کنترل دما در آن بصورت پیوسته صورت می‌گیرد و رطوبت کنترل نمی‌شود. در این کلاس هم گرمایش و هم سرمایش و هم رطوبت‌زنی برای نگهداری حالت مورد نیاز صورت می‌گیرد (به ویژه هنگامی که اختلاف زیادی بین آب و هوای آن فضا و محیط خارج وجود داشته باشد).

B2 (3K3 و 1K2): این کلاس همانند کلاس 3K1 بوده با این تفاوت که فقط دما کنترل می‌شود (رطوبت کنترل نمی‌شود). هم گرمایش و هم سرمایش در این ناحیه صورت می‌گیرد به ویژه هنگامی که اختلاف دمای زیادی بین محیط و فضای داخل باشد.

B3 (3K4): این کلاس همانند کلاس 3K3 بوده با این تفاوت که این کلاس مکان‌هایی را با گستره وسیعی از رطوبت نسبی پوشش می‌دهد.

### ۱-۲-۳- کلاس C: مکان‌هایی که در زیر سرپناه قرار گرفته‌اند

برای مکان‌هایی که در زیر سرپناه قرار گرفته‌اند دمای هوا و رطوبت نسبی هیچکدام کنترل نمی‌شوند اما تجهیزات از تابش مستقیم نور خورشید، باران و فشار باد و غیره محافظت می‌شوند. مکان‌های محصور که گرمایش و سرمایش برای آنها منظور نمی‌شود نیز از این دسته‌اند.

در این مکان‌ها معمولاً از سرمایش و گرمایش استفاده نمی‌شود و تعویض و تهویه هوا با روش‌های طبیعی صورت می‌گیرد. حداقل دما ممکن است برابر دمای محیط باشد ولی ماکزیمم دما معمولاً بیشتر از دمای محیط است (به دلیل تابش خورشید روی سایه‌بان). انبارهای ضایعات و اتاقک‌های وسایل از اینگونه مناطق می‌باشند.

کلاس C خود به سه بخش C1, C2 و C3 تقسیم می‌شود که مربوط به کلاس‌های آب و هوایی زیر است:

C1 (3K5; 1K3): این کلاس همانند کلاس 3K3 فضاهای بسته را شامل می‌شود با این تفاوت که نه دما و نه رطوبت هیچکدام کنترل نمی‌شوند. در این فضا فقط از گرمایش استفاده می‌شود، آن هم هنگامی که اختلاف دمای این ناحیه با محیط بیرون زیاد باشد.

C2 (3K6): در این کلاس، همانند کلاس 3K5 دما و رطوبت هیچکدام کنترل نمی‌شوند.

C3 (3K7): برای مکان‌های روبازی که مستقیماً با محیط خارج ارتباط دارند بکار می‌روند. این مکانها شامل نقاطی است که بصورت جزئی از محیط خارج (باران و تشعشع) حفاظت می‌شوند.

۱-۲-۴-کلاس، D: مکان‌های، روباز

در مناطق روباز دما و رطوبت هیچکدام کنترل نمی‌شوند و تجهیزات در شرایط اتمسفر به سر می‌برند. بنابراین در اثر تابش آفتاب، باد، باران، تگرگ، برف و یخزدگی، قرار دارند.

در محیط‌های روباز تشعشعات جوی در افزایش یا کاهش دمای دستگاهها اهمیت دارد. همچنین در محیط‌های روباز تغییرات شرایط سرعت اتفاق می‌افتد و تفاوت دمای سایه و آفتاب اهمیت بسزایی برای دستگاهها دارا بوده چرا که دمای دستگاهها بسرعت تغییر می‌کند. در این مکانها حد بالایی دما، دمای محاز سطح دستگاهها است.

کلاس D خود به دو بخش D1, D2 تقسیم می شود که مربوط به کلاس های آب و هوایی زیر است:

D1 (4K2 و 1K8): مربوط به مکان‌های روبازی است که کاملاً در معرض آب و هوای محیط اطراف بوده و محدود به مناطق با آب و هوای معتدل روبه سرد، گرم و خشک و نسبتاً گرم و خشک می‌شود.

D2 (4K3): همانند کلاس 4K2 بوده با این تفاوت که مربوط به مناطقی می‌شود که عموماً دارای آب و هوای سرد، گرم و مرطوب و معتدل می‌باشند.

پارامترهای آب و هوایی این مکان‌ها در جدول زیر آمده است.

جدول ۱-۱: پارامترهای آب و هوایی و شرایط بحرانی برای کلاس‌های مختلف مطابق استاندارد IEC شماره ۱-۶۰۵۴

| علائم درون پرانتز کلاسهای آب و هوایی هستند که از استانداردهای IEC 60721-3-1, IEC 60721-3-2 و IEC 60721-3-4 استخراج شده‌اند |                      |                      |                      |                      |             |                      |             |              | واحد             | پارامتر محیطی              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------|----------------------|-------------|--------------|------------------|----------------------------|
| D2<br>(4K3)                                                                                                                | D1<br>(4K2)<br>(1K8) | C3<br>(3K7)<br>(1K5) | C2<br>(3K6)<br>(1K3) | C1<br>(3K5)<br>(1K3) | B3<br>(3K4) | B2<br>(3K3)<br>(1K2) | B1<br>(3K2) | A1*<br>(3K1) |                  |                            |
| -50                                                                                                                        | -33                  | -40                  | -25                  | -5                   | +5          | +5                   | +15         | +20          | °C               | حداقل درجه حرارت هوا       |
| +40                                                                                                                        | +40                  | +70                  | +55                  | +45                  | +40         | +40                  | +30         | +25          | °C               | حداکثر درجه حرارت هوا      |
| 15                                                                                                                         | 15                   | 10                   | 10                   | 5                    | 5           | 5                    | 10          | 20           | %                | حداقل رطوبت نسبی           |
| 100                                                                                                                        | 100                  | 100                  | 100                  | 95                   | 95          | 85                   | 75          | 75           | %                | حداکثر رطوبت نسبی          |
| 0.03                                                                                                                       | 0.26                 | 0.1                  | 0.5                  | 1                    | 1           | 1                    | 2           | 4            | g/m <sup>3</sup> | حداقل رطوبت مطلق           |
| 36                                                                                                                         | 25                   | 35                   | 29                   | 29                   | 29          | 25                   | 22          | 15           | g/m <sup>3</sup> | حداقل رطوبت مطلق           |
| 1120                                                                                                                       | 1120                 | 1120                 | 1120                 | 700                  | 700         | 700                  | 700         | 500          | W/m <sup>3</sup> | تشعشع خورشیدی              |
| 0.5                                                                                                                        | 0.5                  | 0.1                  | 0.5                  | 0.5                  | 0.5         | 0.5                  | 0.5         | 0.1          | °C /min          | میزان تغییرات درجه حرارت** |

\* تلورانس  $\pm 2^{\circ}\text{C}$  برای مقادیر دمایی ذکر شده

\*\* در مواقعی که ذکر شده باشد بایستی مدنظر قرار داده شود.

### ۱-۳- انواع سیستم‌های تهویه مطبوع

گزینش صحیح نوع سیستم تهویه مطبوع برای یک فضا یا ساختمان بخصوص، تصمیم بسیار حساسی است که توسط مهندس طراح اخذ می‌شود. در این انتخاب علاوه بر نظر طراح، نظر کارفرما و یا ساکنین و امکانات و شرایط ساختمان نیز دخالت دارند. عمده‌ترین مسائلی را که باید مورد نظر طراح سیستم تهویه مطبوع قرار گیرد می‌توان به ترتیب زیر برشمرد:

- امکانات مالی شخص یا سازمان سرمایه‌گذار
  - فضا یا ساختمان شامل هدف، موقعیت مکانی
  - مشخصات خارج ساختمان شامل دما، رطوبت، باد، تابش آفتاب، سایه
  - تغییرات بار حرارتی داخل ساختمان شامل چراغها، سایر مولدهای حرارتی و...
  - جنبه‌های فیزیکی فضا یا ساختمان از نظر تطبیق با سیستم تهویه مطبوع، تجهیزات و تنظیم عملکرد سیستم تحت بار حرارتی
  - انتظارات و ایده‌های شخص کارفرما در مورد کیفیت هوای محیط
- تهویه مطبوع به صورت تهویه طبیعی، تهویه هوا بصورت اجباری (استفاده از فن)، تهویه تحت فشار، سرمایش همراه با سیرکولاسیون هوا و سرمایش مجزای مستقر در اتاق (مانند کولرگازی) انجام می‌گیرد.
- در جدول زیر نوع سیستم تهویه مطبوع مناسب برای کلاس‌های مختلف اشاره شده در قسمت قبل آورده شده است.

جدول ۱-۲: نوع سیستم تهویه مطبوع مناسب برای کلاس‌های مختلف

| کلاس فضا | نوع سیستم تهویه مطبوع |                        |                |                                 |                           |
|----------|-----------------------|------------------------|----------------|---------------------------------|---------------------------|
|          | تهویه طبیعی           | تخلیه هوا بصورت اجباری | تهویه تحت فشار | سرمایش همراه با سیرکولاسیون هوا | سرمایش مجزا مستقر در اتاق |
| 3K1      | -                     | -                      | -              | +                               | +) +                      |
| 3K2      | -                     | -                      | -              | +                               | +                         |
| 3K3      | +) +                  | +) +                   | +) +           | +                               | +                         |
| 3K4      | +) +                  | +) +                   | +) +           | +                               | +                         |
| 3K5      | +) +                  | +) +                   | +) +           | +                               | +                         |

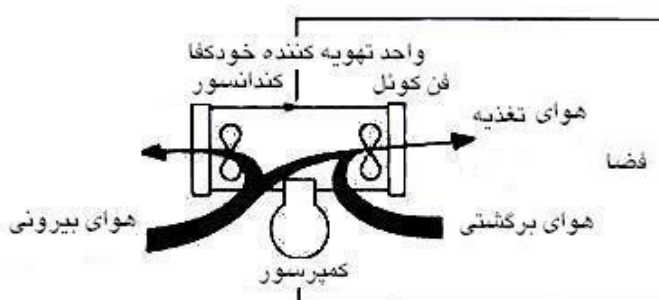
\* بایستی کنترل سرمایشی مدنظر قرار گیرد

\*\* وابسته به دمای ماکزیمم و بارهای حرارتی

انواع سیستم‌های تهویه مطبوع به لحاظ ساختاری به صورت زیر تقسیم‌بندی می‌شوند.

### ۱-۳-۱- سیستم انبساط مستقیم<sup>۱</sup>

این سیستم شامل یک واحد تهویه‌کننده خودکفاست که می‌تواند در داخل فضای مورد تهویه یا در مجاورت آن نصب شود. مایع مبرد مستقیماً در داخل کویل‌های این واحد تبخیر گردیده، هوای عبوری از روی کویلها و نتیجتاً فضای اتاق را خنک می‌کند. گرمایش فضای مورد نظر می‌تواند توسط همین واحد و یا بطور جداگانه صورت پذیرد. شکل (۱-۱) سیستم انبساط مستقیم را بطور شماتیک نشان می‌دهد.



شکل ۱-۱: سیستم انبساط مستقیم

واحد تهویه خودکفا را می‌توان برای تهویه مطبوع انفرادی اتاق‌ها یا در فضای ساختمان‌های مسکونی، ادارات، تاسیسات تجاری یا یک گروه از اتاق‌ها یا دفاتر استفاده نمود.

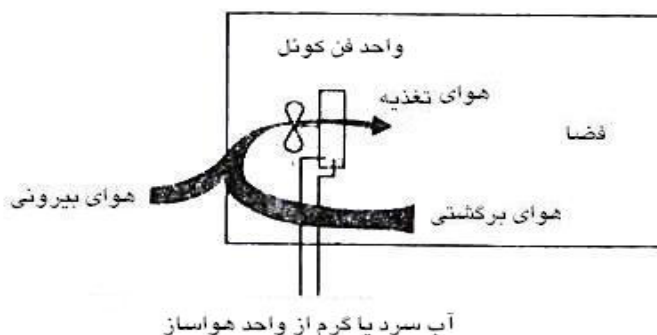
این دستگاه شامل قسمت‌های زیر است:

- مجرای ورود هوای خارج بمنظور تهویه
- مجرای بازگشت هوای جریان‌یافته در اتاق‌ها به دستگاه
- قسمت پالایش هوا از آلودگی‌ها
- قسمت رانش هوا
- قسمت توزیع هوا در فضاهای مورد تهویه
- قسمت تهیه سیال سردکننده برای بخش سرمایش و رطوبت‌گیری هوا.

با اضافه کردن قسمت گرمایش در زمستان این واحد تهویه می‌تواند در تمام طول سال عمل تهویه مطبوع اتاق را انجام دهد.

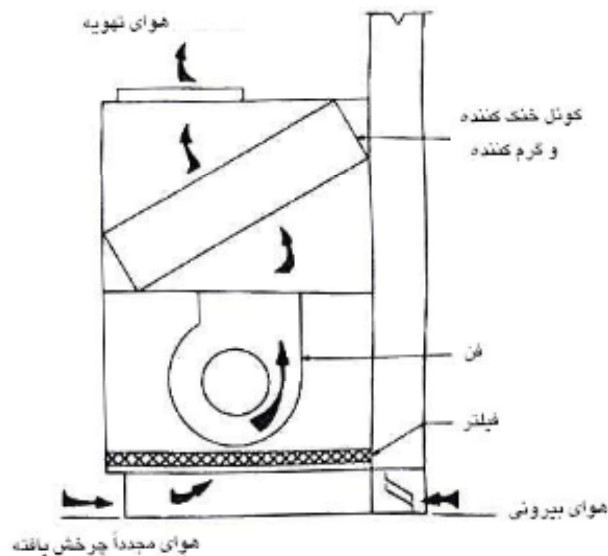
### ۱-۳-۲- سیستم تمام آب<sup>۱</sup>

در این سیستم سیال ناقل حرارت (آب سرد یا آب گرم) در محل جداگانه‌ای (مانند موتورخانه) ایجاد شده و سپس به داخل کویل‌های مبدل حرارتی اتاق (مثلاً فن کوئل) ارسال می‌گردد و در آنجا هوایی را که توسط فن با سرعت از روی کویل عبور می‌کند، سرد یا گرم می‌نماید. شکل (۱-۲) سیستم تمام آب را بطور شماتیک نشان می‌دهد.



شکل ۱-۲: سیستم تمام آب

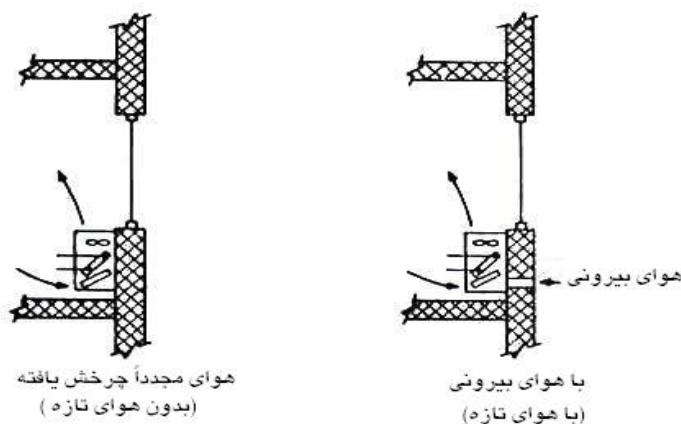
این سیستم که برای تهویه اتاق‌ها یا فضاهای ساختمان مورد استفاده قرار می‌گیرد شامل دستگاه فن کویل است که در داخل اتاق یا فضای مورد نظر نصب می‌شود (شکل ۱-۳).



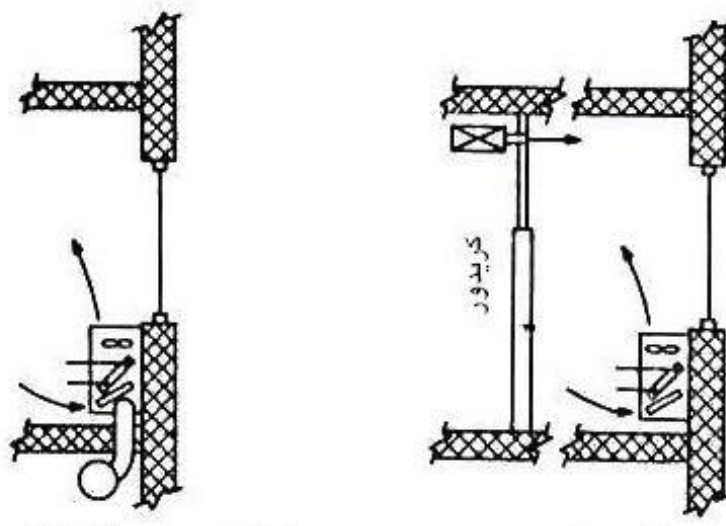
شکل ۱-۳: واحد فن کویل اتاق

آب سرد یا گرم مورد نیاز جهت سرمایش یا گرمایش اتاق، در مرکز جداگانه‌ای تهیه شده و از طریق لوله‌کشی به کویل این دستگاه ارسال می‌گردد. دمای اتاق مورد تهویه را می‌توان از طریق کنترل دبی آب گرم یا سرد ورودی به کویل توسط یک شیر موتوری و یا با تغییر سرعت فن و با فرمان یک ترموستات تثبیت نمود. هوای تازه مورد لزوم برای تهویه می‌تواند از طریق سوراخی که روی دیوار تعبیه می‌شود مستقیماً از خارج تامین گردد (شکل ۱-۴). همچنین این هوای تازه را می‌توان در یک مرکز جداگانه تهیه نموده به دستگاه فن کویل ارسال کرد که در اینصورت یک سیستم هوا-آب خواهیم داشت و احتیاجی به تعبیه سوراخ روی دیوار جهت ورود هوای خارج به دستگاه نخواهد بود (شکل ۱-۵). البته می‌توان بجای ارسال هوای تازه به دستگاه فن کویل، آن را از طریق دریچه‌هایی که در راهروها تعبیه می‌شوند مستقیماً توسط سیستم کانال، از مرکز تهیه هوای تازه به راهروها و از آنجا به اتاق‌ها وارد نمود.

دستگاه فن کویل برای ساختمان‌های دارای اتاق‌های متعدد و نسبتاً کوچک از قبیل هتل‌ها، ادارات و ساختمان‌های پزشکی کوچک قابل استفاده است. سیستم هوا - آب نیز برای ساختمان‌هایی که به دلایل معماری تعبیه سوراخ‌های ورودی هوای خارج روی دیوارهای آن مجاز نیست، مناسب خواهد بود.



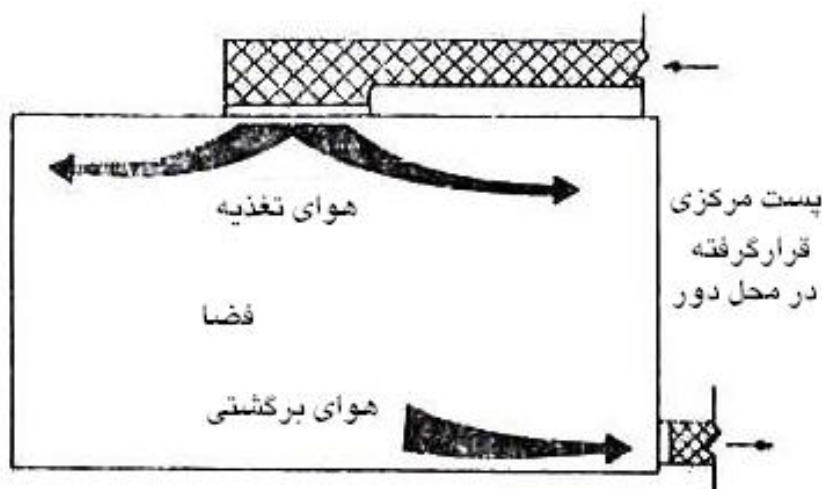
شکل ۱-۴: واحد فن کویل اتاقی، بدون هوای تازه و با هوای تازه که مستقیماً از خارج وارد دستگاه می‌شود



شکل ۱-۵: واحد فن کویل، زمانیکه هوای تازه اتاق توسط مرکز جداگانه‌ای تهیه می‌شود (سیستم هوا-آب)

### ۱-۳-۳- سیستم تمام هوا

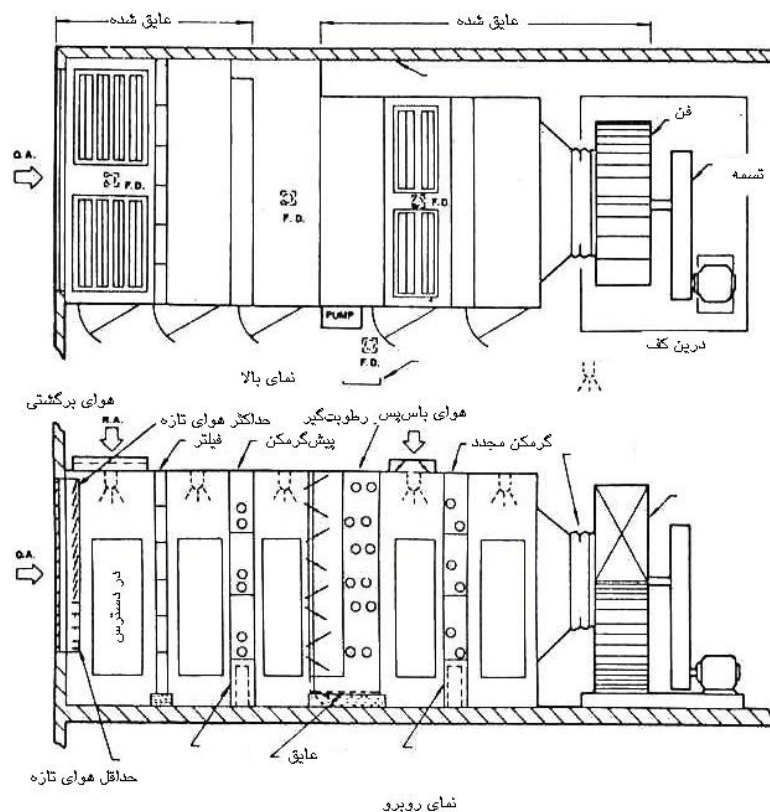
در این سیستم دستگاه تهیه‌کننده هوای مطبوع در محلی دور از فضای مورد تهویه و در خارج از ساختمان قرار می‌گیرد. سیال ناقل حرارت (آب سرد، آب گرم یا بخار) به داخل کویل‌های دستگاه تهویه مطبوع مرکزی (هواساز) ارسال شده و هوایی را که توسط فن سرعت از روی این کویل‌ها عبور داده می‌شود سرد یا گرم می‌کند. این هوا پس از انجام یک سلسله تحولات دیگر (از قبیل رطوبت‌زنی و غیره) از طریق کانال به فضای مورد تهویه فرستاده می‌شود. شکل (۱-۶) یک سیستم تمام هوا را بطور شماتیک نشان می‌دهد.



شکل ۱-۶: سیستم تمام هوا

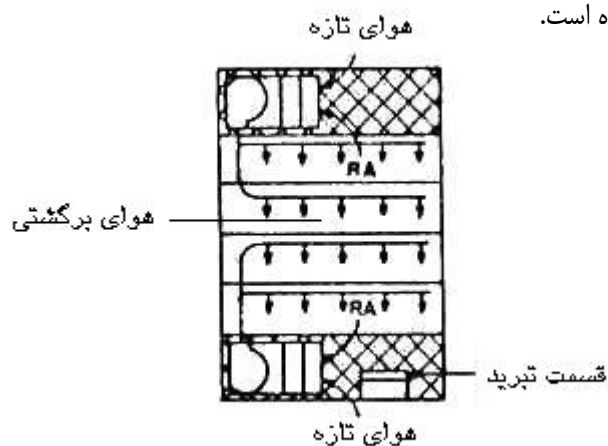
دستگاهی که وظیفه تهیه هوای مطبوع را به عهده دارد و به دستگاه هواساز موسوم است در شکل (۱-۷) نشان داده شده و شامل قسمت‌های زیر است:

- مجرای ورود هوای خارج بمنظور تهویه
- قسمت پیش گرمایش هوا
- مجرای بازگشت هوای جریان یافته در اتاق‌ها به دستگاه
- وسایل پالایش هوا از آلودگی‌ها
- وسایل سرمایش و رطوبت‌گیری هوا (شستشوی هوا)
- وسایل گرمایش در زمستان یا گرمایش مجدد در تابستان بمنظور دست یافتن به دمای دلخواه
- قسمت رطوبت‌زنی
- قسمت رانش هوا
- مجرای جریان هوا به سوی فضا‌های مورد تهویه
- وسایل توزیع هوا در فضا‌های مورد تهویه
- تجهیزات جانبی برای دستگاه هواساز مانند محفظه تخلیه هوا، کویل گرمایی، کویل سرمایی و خروجی با عملکرد بی‌صدا
- بخش‌های مربوط به تهیه سیال سردکننده برای قسمت سرمایش و رطوبت‌گیری هوا، رانش آب یا محلول نمک مبرد و
- مجرای انتقال آب یا محلول نمک مبرد بین مبدل‌های حرارتی و تهیه بخار یا آب گرم در موتورخانه نصب می‌شوند. قسمت
- مربوط به خنک کردن آب کندانسور نیز در فضای آزاد ایجاد می‌گردد.



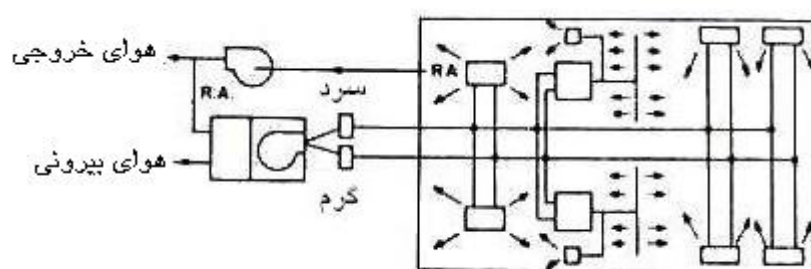
شکل ۱-۷: نمای بالا و روبروی یک واحد هواساز<sup>۱</sup>

در شرایطی که بار سرمایی تغییر کند، بمنظور تثبیت دمای اتاق از سیستم تمام هوا با کنترل دبی هوا استفاده می‌شود. در این سیستم دبی هوای ورودی به اتاق یا فضای مورد تهویه متغیر خواهد بود. جهت گرمایش در زمستان دستگاه هواساز را می‌توان به کویل گرمایی نیز مجهز نمود. دریچه‌های خروج هوا در این سیستم باید قادر باشند که دبی هوا را بدون ایجاد سروصدا تغییر دهند. این سیستم که در شکل (۸-۱) نشان داده شده است در ساختمان‌هایی که قسمت‌های مختلف آن دارای بار حرارتی متغیر می‌باشند (از قبیل ادارات) قابل استفاده است.



شکل ۱-۸: سیستم تمام هوا با کنترل دبی هوا (دبی هوا متغیر و دمای اتاق ثابت است)

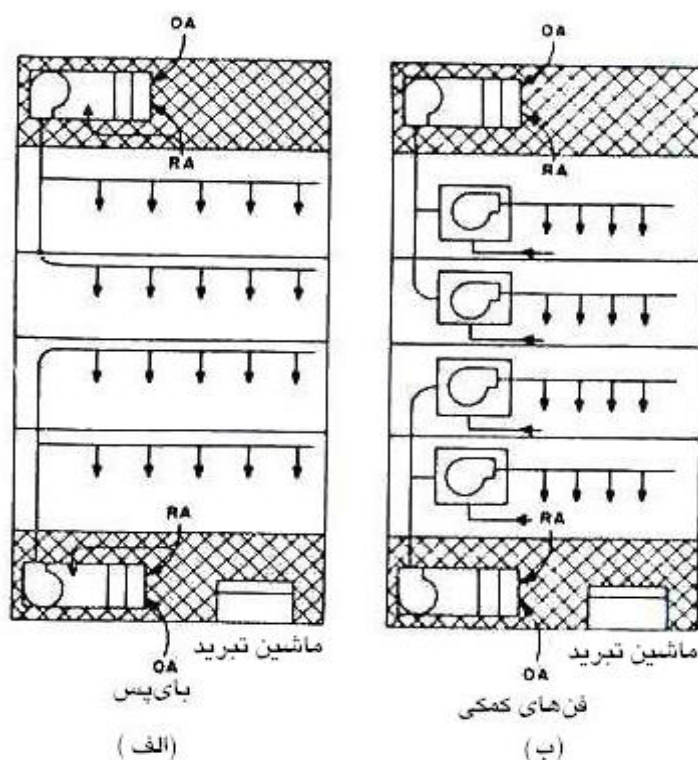
در سیستم دو کاناله، ارسال هوا از مرکز به فضاهای مورد تهویه از طریق دو کانال صورت می‌گیرد که یکی هوای سرد و دیگری هوای گرم را منتقل می‌کند. هوا از این دو کانال، جهت اختلاط و کنترل دبی وارد محفظه‌ای می‌شود و عمل تخلیه هوای گرم و سرد تحت فرمان یک ترموستات که در فضای مورد تهویه نصب گردیده به نسبت‌های مختلف و مناسب در این محفظه انجام می‌گیرد. سیستم دو کاناله از این امتیاز ویژه برخوردار است که علاوه بر فصول سرد و گرم می‌تواند در فصول معتدل نیز مورد استفاده قرار گیرد و نیز قادر است گرمایش و سرمایش یک ساختمان را بطور همزمان بنحو مطلوبی انجام دهد. مثلاً در ساختمانی که اتاق‌های مشرف به خارج آن احتیاج به گرمایش و اتاق‌های میانی آن احتیاج به سرمایش دارند، می‌توان با استفاده از این سیستم هر دو نظر را تامین نمود. شکل (۹-۱) این سیستم را نشان می‌دهد.



شکل ۹-۱: سیستم تمام هوای دو کاناله

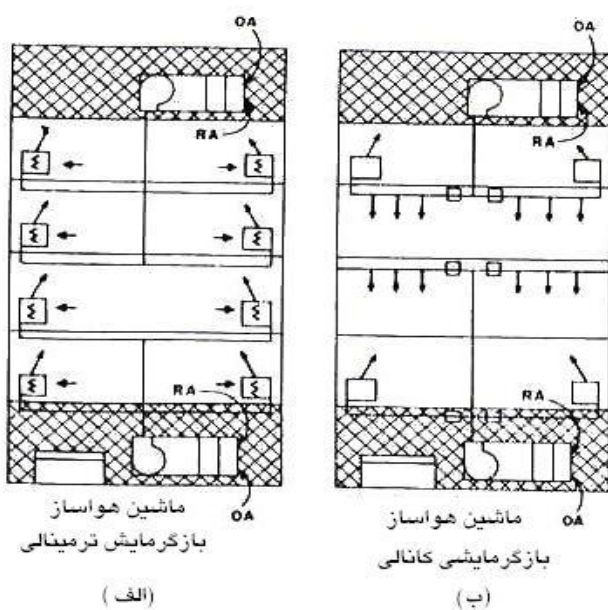
یکی دیگر از طرق جبران تغییرات بار سرمایی ساختمان عبارت است از کاهش مقدار هوایی که از روی کویل سرمایی دستگاه هواساز عبور می‌کند بدون آنکه نهایتاً در مقدار هوای ورودی به اتاق تغییری ایجاد شود. طریق برآوردن این خواسته، ایجاد یک بای‌پاس در مسیر راه هوای برگشتی از اتاق‌ها به دستگاه هواساز است بطوریکه بخشی از هوای برگشتی (به دلخواه) از روی کویل سرمایی عبور نکند. این مقدار هوا پس از اختلاط با هوایی که از روی کویل سرمایی عبور کرده است به اتاق‌ها ارسال می‌شود، (شکل ۱۰-۱-الف). در این فرآیند مقدار هوایی که مشمول عمل بای‌پس شده است به دلیل عبور نکردن از روی کویل سرمایی، تنها سرد نمی‌شود ولی اعمال دیگر برای ایجاد طراوت و مطبوعیت روی آن انجام می‌گیرد. راه دیگر برای نیل بدین مقصود، استفاده از فن‌های کمکی<sup>۱</sup> در اتاق یا فضای مورد تهویه است (شکل ۱۰-۱-ب). در این روش هوای رطوبت‌گیری شده در هواساز تهیه شده و به سمت فن‌های کمکی مستقر در فضای مورد تهویه ارسال می‌گردد و در آنجا پس از اختلاط با هوای اتاق از دهانه خروجی فن کمکی وارد فضای اتاق می‌گردد.

1-Booster fans



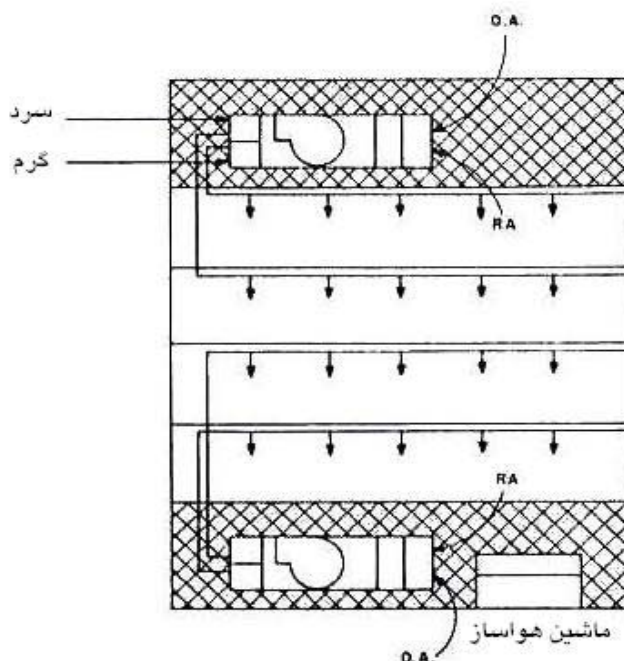
شکل ۱-۱۰: سیستم تمام هوا با مسیر فرعی هوای برگشت

در سیستم گرمایش مجدد مطابق شکل (۱-۱۱) هوای مطبوع تهیه شده توسط هواساز قبل از ورود به فضای مورد تهویه، بوسیله دستگاه‌های گرمکنی که در خروجی هوا و یا در داخل کانال تعبیه شده‌اند، بازگرمایش می‌شود. دستگاهی که بازگرمایش هوا را انجام می‌دهد می‌تواند یک واحد القایی باشد.



شکل ۱-۱۱: سیستم تمام هوا با گرمایش مجدد

در سیستم چندناحیه‌ای، هوای مطبوع قسمت‌های مختلف ساختمان که دارای شرایط داخلی متفاوتی می‌باشند در داخل یک دستگاه هواساز تهیه شده از طریق کانال‌های جداگانه به این قسمت‌ها ارسال می‌گردد. دستگاه هواسازی که در این سیستم بکار می‌رود دارای دهانه‌های خروجی متعددی بوده اصطلاحاً بنام چندناحیه‌ای<sup>۱</sup> خوانده می‌شود. شکل شماره (۱-۱۲) این دستگاه را نشان می‌دهد.



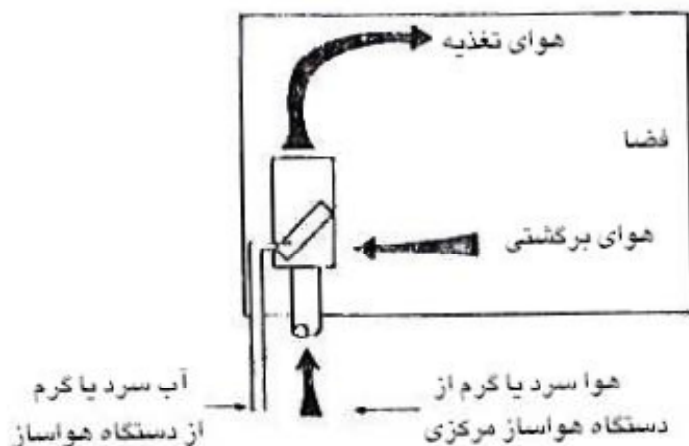
شکل ۱-۱۲: سیستم چند ناحیه‌ای تمام هوا

### ۱-۳-۴- سیستم هوا - آب

در این سیستم که بطور شماتیک در شکل (۱-۱۳) نشان داده شده است، آب گرم و یا آب سرد تهیه شده در دستگاه‌هایی که دور از فضای مورد تهویه قرار دارند به داخل مبدل حرارتی اتاق ارسال گردیده بخش اعظم بار حرارتی اتاق را جبران می‌کنند. از طرف دیگر مقداری هوای گرم یا سرد که آن نیز در یک دستگاه هواساز مرکزی تهیه شده، به اتاق فرستاده می‌شود که وظیفه تامین تنها اندکی از بار حرارتی اتاق را بردوش دارد ولی در عوض نیاز اتاق را به هوای تازه برآورد می‌کند. مبدل حرارتی اتاق می‌تواند فن‌کویل باشد. کویل فن‌کویل‌ها در زمستان به آب گرم و در تابستان به آب سرد چیلر مربوط است. در بین فصول گرم و سرد ممکنست بعضی از کویل‌ها در چند ناحیه به آب گرم و در برخی نواحی دیگر به آب سرد مربوط شوند. این همان چیزی است که ضرورت لوله‌کشی فن‌کویل را به تعداد سه و یا چهار لوله ایجاب می‌کند که کنترل آن قدری پیچیده است.

تاسیسات فن‌کویل شامل قسمت‌های زیر است:

- یک یا چند دستگاه مولد گرما جهت تولید آب گرم
- یک یا چند دستگاه تهیه آب سرد چیلر
- دستگاه‌های دستی و یا اتوماتیک جهت مربوط کردن کویل‌های فن‌کویل به آب گرم و یا آب سرد در فصل‌های مختلف

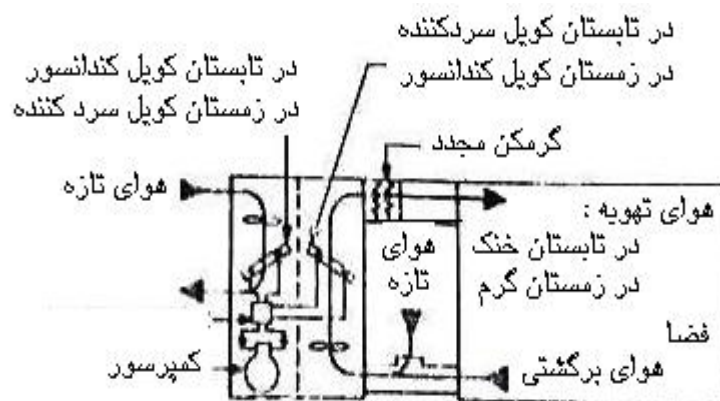


شکل ۱-۱۳: سیستم هوا-آب

در این سیستم قطر لوله‌های حامل آب گرم یا سرد بطرف مبدل حرارتی اتاق کوچکتر از سیستم تمام آب بوده و کانال‌های ارسال هوا از واحد هواساز به اتاق مورد نظر نیز کوچکتر از سیستم تمام هوا خواهند بود که این امر در ساختمان‌های بزرگ با اتاق‌های متعدد باعث کاهش هزینه اولیه سیستم تهویه مطبوع می‌گردد.

### ۱-۳-۵- سیستم پمپ حرارتی

سیستمی است که قابلیت سرمایش یا گرمایش ساختمان را به اقتضای فصل دارد. این سیستم اساساً یک واحد تبرید است که می‌توان از طریق یک شیر مخصوص، مسیر سیال مبرد را در آن تغییر داده و اواپراتور آن را به کندانسور یا بالعکس تبدیل نمود. بدین ترتیب هوا در عبور از روی کویلی که در تابستان نقش اواپراتور را بازی می‌کند، خنک شده و در زمستان با گذر از روی همین کویل که توسط شیر مخصوص تبدیل به کندانسور شده است، گرم می‌گردد. شکل (۱-۱۴) سیستم پمپ حرارتی را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۱۴: سیستم پمپ حرارتی

تمام سیستم‌های تهویه مطبوع را می‌توان به سیستم پمپ حرارتی تبدیل نموده و با استفاده از مکانیزم مذکور، آب گرم، آب سرد و یا هوای گرم و سرد را به اقتضای فصل بوسیله ماشین برودتی و بدون نیاز به دیگ تهیه کرد. استفاده از این سیستم باعث می‌شود که هزینه اولیه تاسیسات و نیز فضای مورد نیاز در موتورخانه کاهش یابد. همچنین به دلیل عدم استفاده از سوخت‌های فسیلی، آلودگی هوا کاهش یافته و سیستم در مقابل خطر آتش‌سوزی از ایمنی بیشتری برخوردار خواهد بود. اسپلیت یونیت‌ها هم جز همین دسته قرار می‌گیرند و در پست‌های فشارقوی بیشتر این سیستم رایج است.

### ۱-۳-۶- مقایسه انواع سیستم‌های تهویه مطبوع

کاربرد سیستم‌های تمام هوا در مناطق مرطوب است. در این مناطق به دلیل بالا بودن رطوبت نسبی می‌بایست از سیستمی استفاده شود که رطوبت‌زدایی را بصورت موثر انجام دهد که سیستم‌های تمام هوا از عهده چنین عملی بخوبی برمی‌آیند. بنابراین استفاده از سیستم‌های تمام هوا در این نوع مناطق توصیه می‌شود.

سیستم‌های هوا - آب نسبت به سیستم تمام هوا و سیستم‌های آبی و انبساط مستقیم نسبت به دو مورد اخیر فضای کمتری را اشغال می‌کنند. در مناطق سرد و گرم - خشک استفاده از روش‌های آبی یا آبی - هوایی مناسبتر از سیستم‌های تمام هوا است. استفاده از سیستم تمام هوای چند ناحیه در ساختمان‌های فضاهای متفاوت بسیار مناسب است. زیرا در این نوع سیستم شرایط هر ناحیه جداگانه تنظیم می‌شود. سیستم کانال مضاعف و دو کانالی در ساختمان‌هایی که تغییرات بار محسوس آنها زیاد است مفید می‌باشد. سیستم‌های تهویه مطبوع آبی و انبساط مستقیم برای مناطقی با باران‌های کم مناسب هستند و لذا در اقلیم‌های گرم و مرطوب کاربرد نخواهند داشت.

### ۱-۳-۷- سیستم‌های تهویه مطبوع برای ساختمان‌های مختلف پست

#### ۱-۷-۳-۱- سیستم تهویه مطبوع سالن کنترل

از آنجائیکه پرسنل بهره‌برداری بطور دائم در سالن کنترل پست‌های فشار قوی حضور دارند و همچنین به دلیل وجود تابلوها و کابینت‌ها، سالن کنترل از لحاظ وجود سیستم‌های تهویه مطبوع یکی از مکانهای مهم پست‌های فشار قوی بشمار می‌آید. رطوبت بالا عمدتاً در محیط‌های بسته در اثر تغییر ناگهانی درجه حرارت، تبدیل به مایع شده که ممکن است باعث شکست عایقی یا خوردگی در قسمت‌های فلزی گردد که جهت جلوگیری از این مسئله ضمن رعایت این مورد توسط طراح تجهیزات، تمهیداتی در طراحی و ساخت ساختمان کنترل پست نظیر تعبیه تهویه و گرمایش مناسب یا استفاده از دستگاه‌های ضد تشکیل رطوبت باید در نظر گرفته شود.

در اثر مواد آلوده و معلق در هوای محیط اطراف هادی‌ها خوردگی گالوانیک بوجود می‌آید که با جذب رطوبت توسط آنها این خوردگی افزایش می‌یابد. آلودگی روی تجهیزات داخل ساختمان کنترل از قبیل تابلوها و کابینت‌ها (به دلیل اینکه این محیط‌ها را نمی‌توان بطور صددرصد از اثر آلودگی حفظ نمود) اثر می‌گذارد. مواردی که میزان آلودگی محیط زیاد است باید از فیلترها با سیستم تهویه تحت فشار استفاده نمود. در محاسبه بارهای حرارتی و برودتی اتاق کنترل و بخصوص بار برودتی در تابستان می‌بایست بار

حرارتی تابلوها و کابل‌های برق و کامپیوترها در نظر گرفته شود و با توجه به وسعت و گستردگی تجهیزات و مصرف برقشان درصدی به بارهای برودتی اضافه گردد.

بطور کلی در پستهایی که دارای ساختمان کنترل کوچکی هستند، می‌بایستی سعی بر آن باشد که از سوخت‌های فسیلی کمتر استفاده شده و ترجیحاً از تجهیزاتی نظیر اسپلیت یونیت‌های دو فصلی یا هیترالکتریکی و کولرهای گازی استفاده شود. ولی در پستهایی که شامل اتاق‌های کنترل بزرگ و گسترده هستند و کارکنان زیادی نیز در آنجا مشغول بکار می‌باشند می‌توان از سیستم هواساز (دوفصلی) و فن کویل استفاده نمود. از مزایای این سیستم تهیه هوای تازه به اندازه مورد نیاز، تصفیه هوای ورودی به فضا، کنترل مقدار رطوبت و عدم ایجاد صدا در فضای مورد نظر می‌باشد.

در پست‌های با کنترل DCS و برای اتاقک‌های کنترل محلی (BCR) فقط تهویه هوا صورت می‌گیرد. در هر صورت در مناطق گرم، سرمایش این اتاقکها می‌تواند توسط کولر گازی انجام گیرد.

### ۱-۳-۷-۲- سیستم تهویه باتری‌خانه

در باتری‌خانه احتمال تجمع گازهای هیدروژن وجود داشته و چنانچه این گازها به درصد مشخصی برسند احتمال انفجار وجود دارد. همچنین در اثر رطوبت، محیط اسیدی شده و ایجاد خوردگی می‌نماید. بنابراین وجود سیستم تهویه در باتری‌خانه اجباری است. وجود سیستم گرمایش یا سرمایش در زمستان و تابستان در اتاق باتری‌خانه باعث عدم حضور کارکنان در این اتاق ضرورتی ندارد و فقط وجود سیستم تهویه هوا کافی خواهد بود. تهویه هوا در چنین اتفاقی باید حداقل ۱۵ مرتبه در ساعت باشد و هواکش‌های مربوطه نیز باید دارای مشخصات ضدانفجار و ضد اسیدی باشند.

### ۱-۳-۷-۳- سیستم تهویه کلیدخانه

بعلت وجود تابلوهای متعدد در اتاق کلیدخانه و گرمازا بودن آنها، وجود سیستم تهویه نیاز می‌باشد. اگر پست برق مورد نظر در محل جغرافیایی گرم واقع شده باشد و به دلیل گرمازا بودن وسایل و تجهیزات داخل کلیدخانه امکان بالاتر رفتن دما از حد استاندارد (که در مشخصات فنی تجهیزات مربوطه ذکر شده است) وجود داشته باشد، می‌بایست سیستم سرمایش برای اتاق مذکور در نظر گرفته شود (معمولاً از نوع کولر گازی یا اسپلیت یونیت و یا هواساز). ولی برای پست‌هایی که در مناطق سردسیر و یا معتدل قرار دارند فقط تعبیه سیستم تهویه و هواکش کافی خواهد بود.

کلیدخانه پست‌ها را می‌توان در کلاس B دسته‌بندی نمود. بنابراین حداکثر دمای مجاز (با توجه به عدم حضور دائمی پرسنل در این اتاق) حدود ۴۰ درجه سانتیگراد است. در صورتیکه برای این فضا فقط تهویه از طریق فن یا هواکش در نظر گرفته شود دمای این اتاق را می‌توان در حداقل ۵ درجه سانتیگراد بالای دمای محیط نگه داشت و بنابراین در مناطقی که دمای محیط بالا است می‌بایست از تجهیزات خنک‌کننده تا حدی که دما را تا دمای ۴۰ درجه سانتیگراد کاهش دهد استفاده شود.

### ۱-۳-۷-۴- سیستم تهویه گالری کابل

برای این ناحیه هیچگونه سیستم تهویه‌ای در نظر نمی‌گیرند و تهویه هوا بصورت طبیعی صورت می‌گیرد. در صورت وجود اطاق دیزل در پست می‌بایستی برای آن فن در نظر گرفت.

## ۱-۴- سیستم‌های گرمایش

سیستم‌های گرمایش به دو دسته گرمایش محلی و گرمایش مرکزی تقسیم می‌شوند.

### ۱-۴-۱- گرمایش مرکزی با آب گرم

فشار این سیستم در حدود فشار جو است، لذا دمای آب گرم ناقل حرارت با توجه به نقطه جوش آب در ارتفاعی که سیستم در آن کار می‌کند تعیین می‌گردد که معمولاً از ۹۰ درجه سانتیگراد تجاوز نمی‌نماید. این سیستم را می‌توان بنوبه خود برحسب چگونگی گردش آب به ترتیب زیر طبقه‌بندی نمود:

**الف- سیستم با جریان طبیعی:** که در آن گردش آب در اثر نیروی ترموسیفون ناشی از اختلاف وزن مخصوص آبگرم رفت و برگشت و بدون کمک عامل خارجی (پمپ) صورت می‌گیرد. به دلیل محدود بودن نیروی ترموسیفون و عدم توانایی آن برای مقابله با افت فشار زیاد در مسیر لوله‌کشی، این سیستم تنها برای ساختمان‌های کوچک قابل استفاده است. دمای آب رفت در این سیستم معمولاً بین ۶۰ تا ۸۰ درجه سانتیگراد و اختلاف دمای آب رفت و برگشت حدود ۱۰ تا ۲۰ درجه سانتیگراد در نظر گرفته می‌شود. فرمول کلی برای تعیین فشار جریان طبیعی آب گرم به قرار زیر است:

$$H=h(d_2-d_1)\times 27.72 \quad (1-1)$$

که در آن:

$H$ : فشار جریان برحسب اینچ آب

$h$ : فاصله عمودی بین مرکز دیگ و واحد حرارتی (ارتفاع گردش آب) برحسب اینچ

$d_1-d_2$ : به ترتیب وزن مخصوص آب گرم رفت و برگشت ( $lb/in^3$ ) است.

**ب - سیستم با جریان اجباری:** در این سیستم انرژی لازم برای گردش آب و غلبه بر افت فشارهای مسیر توسط یک پمپ تامین می‌گردد، لذا سرعت گردش آب بیشتر بوده و اختلاف دمای آب رفت و برگشت را می‌توان تقلیل داد. مناسبترین اختلاف دمای آب رفت و برگشت برای این سیستم حدود ۱۰ درجه سانتیگراد است. دمای آب رفت در این سیستم بین ۷۰ تا ۹۰ درجه سانتیگراد در نظر گرفته شود.

### ۱-۴-۲- گرمایش مرکزی با آب داغ

در این سیستم که بیشتر در تاسیسات بزرگ مورد استفاده قرار می‌گیرد، دمای آب از حد نقطه جوش آن در فشار جو فراتر رفته تا حداکثر ۲۰۰ درجه سانتیگراد می‌رسد. بدیهی است که در چنین حالتی دیگر سیستم نمی‌تواند تحت فشار اتمسفر کار کند بلکه باید بترتیبی فشار سیستم را بالا برد تا حدی که آب در دماهای بالا به بخار تبدیل نشود. برای نیل بدین مقصود، در سیستم‌های حرارت مرکزی با آب داغ از منابع انبساط بسته استفاده می‌گردد. این منابع علاوه بر وظیفه جبران نوسانات حجمی آب سیستم که ناشی از تغییرات دمای آب می‌باشد، مسئولیت ایجاد فشار مناسب را توسط بالشتکی از هوا، بخار یا یک گاز بی اثر مانند ازت که نیمی از حجم منبع را اشغال می‌کند، به عهده دارند. فشار این بالشتک بر روی سطح آب داخل منبع را می‌توان به دلخواه روی سوپاپ اطمینانی که

روی منبع قرار دارد، تنظیم نمود. نکته قابل توجه در سیستم‌های حرارت مرکزی با آب داغ این است که فشار سیستم بنحو کاملاً مطمئنی کنترل گردد تا نه از میزان لازم فراتر رفته و بحد خطرناکی برسد و نه آنقدر نزول کند که امکان تبخیر آب فراهم شود. گردش آب در سیستم‌های گرمایش مرکزی با آب داغ حتماً بصورت اجباری و توسط پمپ صورت می‌گیرد.

### ۱-۴-۳- سیستم گرمایش مرکزی با بخار

در این سیستم سیال ناقل حرارت، بخار است. مقدار حرارتی که توسط بخار حمل می‌شود نسبت به آب گرم یا آب داغ بسیار قابل ملاحظه است (حدود ۵۰ برابر). این سیستم برای مناطق بسیار سرد و مکانهایی با ساختمان‌های پراکنده که از یک مرکز گرمایش تغذیه می‌شوند، بسیار مناسب است.

### ۱-۴-۴- سیستم گرمایش مرکزی با هوای گرم

در این سیستم سیال ناقل حرارت، هواست. گرم کردن هوا ممکن است بطور مستقیم در کوره هوای گرم یا بصورت غیرمستقیم توسط آب گرم یا بخار ارسالی از دیگ در وسایلی مانند هواساز و فن کویل انجام پذیرد. گردش هوای گرم نیز می‌تواند مانند گردش آب گرم، بصورت طبیعی یا اجباری (توسط فن) صورت گیرد.

**الف- گردش طبیعی هوا:** نیروی محرک هوا در این سیستم همانا اختلاف وزن مخصوص هوای گرم متصاعد و هوای سرد متنازل می‌باشد. هوا پس از گرم شدن در کوره از داخل کانال به محل‌های مورد نظر ارسال گردیده پس از گرم کردن محیط با از دست دادن مقداری از حرارت خود سردتر شده از طریق کانال برگشت به کوره هوای گرم باز می‌گردد. بدیهی است که در این سیستم نیز باید مقاومت در مسیر کانال کمتر از سیستم اجباری باشد تا هوا قدرت گردش طبیعی در تمام قسمت‌های مورد نظر را داشته باشد.

**ب- گردش اجباری هوا:** در این سیستم نیروی محرک هوا توسط فن تامین می‌گردد. این فن ممکن است در کوره هوای گرم و یا در وسایلی مانند هواساز و فن کویل قرار داشته باشد. در این سیستم نیز هوای گرم ارسالی به محل مورد نظر پس از گرم کردن محیط به دستگاه گرم کننده هوا باز می‌گردد، ولی سرعت گردش هوا بیشتر بوده و نسبت به حالت قبلی کنترل بهتری را می‌توان روی این فرآیند اعمال نمود.

### ۱-۴-۵- انتخاب سیستم گرمایش برای پست‌های فشارقوی

در ساختمان‌های پست‌های فشار قوی با توجه به وسعت فضای ساختمان و امکان گرمایش یکنواخت و بدور از آلودگی، در صورت عدم استفاده از اسپلیت یونیت‌ها استفاده از سیستم گرمایش مرکزی توصیه می‌شود. در میان سیستم‌های گرمایش مرکزی (آب گرم، آب داغ، بخار، هوای گرم و تشعشی) سیستم‌های آب گرم، بخار و هوای گرم متداولتر است. شایان ذکر است که سیستم تشعشی در ایران کاربرد ندارد و سیستم آب داغ نیز نیاز به تجهیزات و کنترل‌های متعددی دارد که کاربرد آن را بسیار محدود نموده است. سیستم‌های بخار و هوای گرم به دلیل توانایی در گرم کردن محیط در اقلیم‌های سرد و بسیار سرد و برای پست‌های فشار قوی با ساختمان‌های بزرگ و فضاهای وسیع مناسبتر می‌باشند. سیستم آب گرم در کلیه مناطق آب و هوایی کاربرد دارد.







## ۲-۱-۱- مقدمه

برای طراحی سیستم‌های سرمایشی و گرمایشی در پست‌های فشارقوی، ابتدا بایستی بارهای حرارتی و برودتی را محاسبه نموده و سپس به طراحی سیستم‌ها و تجهیزات مناسب برای جبران این بارها پرداخت.

## ۲-۱-۱-۲- تعاریف

**شرایط طرح:** عبارتست از دما و رطوبتی که محاسبات بار حرارتی ساختمان بر مبنای آن صورت می‌گیرد.

**دمای طرح خارج:** دمای طرح خارج برای طراحی گرمایشی عبارتست از میانگین حداقل دمای هوای خارج در زمستان و برای طراحی سرمایشی عبارتست از میانگین حداکثر دمای هوای خارج در تابستان.

**دمای طرح داخل:** شرایط طرح داخل ساختمان از نظر دما و رطوبت نسبی است که برای کلاسهای مختلف در استاندارد IEC شماره ۱-۶۰۶۵۴ آمده است. مقدار مناسب این پارامتر بسته به نظر مهندس طراح و با استفاده از جدول ۲-۷ پیوست ۲-۱ انتخاب می‌گردد.

## ۲-۲- تقسیمات اقلیمی ایران

هدف از مطالعات اقلیمی، ایجاد فضاهایی است که بتوان با مصرف حداقل انرژی، شرایط محیطی مناسبی در آن ایجاد شود. در بین نقاط مختلف کشور می‌توان نقاطی را یافت که در ارتباط با نیازهای حرارتی فضاهای داخلی ساختمان و اجزا و عناصر کالبدی شرایط یکسانی داشته باشند. هدف از این بخش تعیین گروه‌هایی است که در برگزیده ایستگاه‌های با شرایط یکسان از نظر نیازهای حرارتی فضاهای داخلی باشند. مرجع این کار نقشه پهنه‌بندی اقلیمی ایران - مسکن و محیط‌های مسکونی بوده و این تقسیم‌بندی‌ها در کلیه مطالعات معماری و محاسبه درصد سالانه نیازهای حرارتی ساختمان‌ها کاربرد خواهند داشت.

شرایط آب و هوایی شامل شرایط زمستانی و شرایط تابستانی بوده و دارای تقسیم‌بندی به صورت جدول زیر است:

جدول ۲-۱: انواع شرایط آب و هوایی

| تقسیم‌بندی تابستانی     |                | تقسیم‌بندی زمستانی |            |
|-------------------------|----------------|--------------------|------------|
| شدیداً گرم و خشک        | مناسب          | مناسب              | شدیداً سرد |
| شدیداً گرم و نیمه مرطوب | معتدل          |                    | خیلی سرد   |
| گرم و مرطوب             | مرطوب          |                    | سرد        |
| خیلی گرم و مرطوب        | نیمه گرم       |                    | نسبتاً سرد |
| گرم                     | نیمه گرم و خشک |                    | نیمه سرد   |
| گرم و خشک               | خیلی گرم       |                    | خنک        |
|                         | خیلی گرم و خشک |                    | معتدل      |

با توجه به اطلاعات مربوط به پارامترهای آب و هوایی کشور و در نظر گرفتن یک گروه اقلیمی مشابه برای ایستگاه‌هایی که هم از نظر تابستانی و هم از نظر زمستانی وضعیت مشابهی داشته‌اند می‌توان تمامی مناطق کشور را در یکی از تقسیم‌بندی‌های زیر قرار داد:

|                                |                                     |
|--------------------------------|-------------------------------------|
| ۱- شدیداً سرد- مناسب           | ۱۹- نسبتاً سرد- خیلی گرم            |
| ۲- شدیداً سرد- معتدل           | ۲۰- نسبتاً سرد- خیلی گرم و خشک      |
| ۳- خیلی سرد- معتدل             | ۲۱- نسبتاً سرد- گرم و مرطوب         |
| ۴- خیلی سرد- مرطوب             | ۲۲- نسبتاً سرد- خیلی گرم و مرطوب    |
| ۵- خیلی سرد- نیمه گرم          | ۲۳- نیمه سرد- نیمه گرم              |
| ۶- خیلی سرد- نیمه گرم و خشک    | ۲۴- نیمه سرد- گرم و خشک             |
| ۷- خیلی سرد- گرم و مرطوب       | ۲۵- نیمه سرد- خیلی گرم              |
| ۸- سرد- معتدل                  | ۲۶- نیمه سرد- خیلی گرم و خشک        |
| ۹- سرد- نیمه گرم               | ۲۷- خنک- مرطوب                      |
| ۱۰- سرد- نیمه گرم و خشک        | ۲۸- خنک- گرم و خشک                  |
| ۱۱- سرد- خیلی گرم              | ۲۹- خنک - خیلی گرم و خشک            |
| ۱۲- سرد- گرم و مرطوب           | ۳۰- خنک - شدیداً گرم و خشک          |
| ۱۳- نسبتاً سرد- معتدل          | ۳۱- خنک - خیلی گرم و نیمه مرطوب     |
| ۱۴- نسبتاً سرد- مرطوب          | ۳۲- خنک - خیلی گرم و مرطوب          |
| ۱۵- نسبتاً سرد- نیمه گرم       | ۳۳- معتدل - شدیداً گرم و خشک        |
| ۱۶- نسبتاً سرد- نیمه گرم و خشک | ۳۴- معتدل - شدیداً گرم و نیمه مرطوب |
| ۱۷- نسبتاً سرد- گرم            | ۳۵- معتدل - خیلی گرم و مرطوب        |
| ۱۸- نسبتاً سرد- گرم و خشک      | ۳۶- مناسب- خیلی گرم و مرطوب         |

برخی از انواع شرایط آب و هوایی فوق از نقطه نظر شرایط آب و هوایی موثر در شکل‌گیری و ساخت مسکن و محیط‌های مسکونی دارای ویژگیهای یکسانی بوده و لذا می‌توان اقلیم‌های مشابه را در یک گروه اقلیمی قرار داد و کشور را به طور کلی به ۸ گروه اقلیمی به صورت زیر جدول ۲-۲ تقسیم‌بندی نمود. در مرجع [۶] نوع اقلیم شهرهای مختلف کشور با توجه به اطلاعات آب و هوایی سازمان هواشناسی کشوری ذکر شده است.

جدول ۲-۲: گروه‌های اقلیمی ایران و زیرگروه‌های متناظر

| گروه اقلیمی<br>زیر گروه | گروه اقلیمی شماره ۱ | گروه اقلیمی شماره ۲      | گروه اقلیمی شماره ۳ | گروه اقلیمی شماره ۴     | گروه اقلیمی شماره ۵          | گروه اقلیمی شماره ۶        | گروه اقلیمی شماره ۷            | گروه اقلیمی شماره ۸      |
|-------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|-------------------------|------------------------------|----------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| ۱                       | شدیداً سرد- مناسب   | شدیداً سرد- معتدل        | خیلی سرد- مرطوب     | خیلی سرد- گرم و مرطوب   | نسبتاً سرد- نیمه گرم         | نسبتاً سرد- خیلی گرم و خشک | خنک - خیلی گرم و خشک           | خشک- خیلی گرم و مرطوب    |
| ۲                       |                     | خیلی سرد- معتدل          | نسبتاً سرد- مرطوب   | سرد- گرم و مرطوب        | نسبتاً سرد- نیمه گرم و خشک   | نیمه سرد- نیمه گرم         | خنک - شدیداً گرم و خشک         | معتدل - خیلی گرم و مرطوب |
| ۳                       |                     | خیلی سرد- نیمه گرم       | خنک- مرطوب          | نسبتاً سرد- گرم و مرطوب | نسبتاً سرد - گرم             | نیمه سرد- خیلی گرم         | خنک- شدیداً گرم و نیمه مرطوب   | مناسب- خیلی گرم و مرطوب  |
| ۴                       |                     | خیلی سرد- نیمه گرم و خشک |                     |                         | نسبتاً سرد- گرم و خشک        | نیمه سرد- گرم و خشک        | معتدل- شدیداً گرم و خشک        |                          |
| ۵                       |                     | سرد- معتدل               |                     |                         | نسبتاً سرد- خیلی گرم         | نیمه سرد- خیلی گرم و خشک   | معتدل- شدیداً گرم و نیمه مرطوب |                          |
| ۶                       |                     | سرد- نیمه گرم            |                     |                         | نسبتاً سرد- خیلی گرم و مرطوب | خنک - گرم و خشک            |                                |                          |
| ۷                       |                     | سرد- نیمه گرم و خشک      |                     |                         | سرد- خیلی گرم                |                            |                                |                          |
| ۸                       |                     | نسبتاً سرد- معتدل        |                     |                         |                              |                            |                                |                          |

## ۲-۳- اهداف عمده طراحی اقلیمی

برای طراحی اقلیمی ساختمان‌ها، ابتدا بایستی درصد سالانه نیازهای حرارتی ساختمان معلوم گردد و با توجه به آن طراحی اقلیمی صورت گیرد. برای این منظور درصد سالانه نیازهای حرارتی ساختمان و به تبع آن اهداف طراحی اقلیمی، برای تمامی مناطق آب و هوایی کشور، بصورت خلاصه در جدول ۲-۳ آورده شده است.

برای شرح جدول مثالی می‌آوریم. برای مثال در گروه اقلیمی ۲، زیر گروه شدیداً سرد - معتدل درصد نیازهای حرارتی به شرح زیر است:

- نیاز به گرمایش مکانیکی: ۴۴٪ از کل سال
- امکان بهره‌گیری از انرژی خورشیدی در گرمایش فضاهای داخلی: ۲۱٪ از کل سال
- امکان کنترل فضاهای داخلی با استفاده از مصالح ساختمانی سنگین: ۸٪ از کل سال
- شرایط آسایش: ۱۱٪ از کل سال

در چنین اقلیمی نیاز به گرمایش مکانیکی بیش از دیگر نیازهاست. در صورت بهره‌گیری کامل از انرژی خورشیدی در گرمایش فضاهای داخلی این نیاز در ۴۴٪ یعنی حدود نیمی از سال وجود خواهد داشت. در غیر اینصورت، یعنی در صورتی که جهت استقرار ساختمان، جهت پنجره‌ها و نورگیرهای اصلی و نوع مصالح ساختمانی به کار گرفته شده در فضاهای داخلی، امکان کسب، جذب و ذخیره‌سازی انرژی خورشیدی را فراهم نسازند در ۶۵٪ از کل سال تنها با استفاده از سیستم‌های حرارتی مرسوم می‌توان شرایط حرارتی مناسب را برقرار ساخت. بنابراین در چنین اقلیمی جلوگیری از اتلاف حرارت مهم‌ترین هدف است و جلوگیری از اتلاف در نتیجه برخورد بادهای سرد زمستانی به نماهای اصلی ساختمان و بهره‌گیری از انرژی خورشیدی در اولویتهای دوم و سوم قرار دارند. از آنجا که در مواقع گرم سال، در صورت کنترل تابش آفتاب و بهره‌گیری از عملکرد حرارتی مصالح ساختمانی سنگین، نیازهای حرارتی فضاهای داخلی به طور طبیعی تأمین خواهد شد، محافظت ساختمان در برابر تابش آفتاب و بهره‌گیری از نوسان روزانه دمای هوا، اهداف بعدی طراحی اقلیمی در این ایستگاه خواهد بود. بطور کلی اهداف طراحی اقلیمی به ترتیب اولویت بصورت زیر است:

- ۱- کاهش اتلاف حرارت ساختمان
- ۲- کاهش تأثیر باد در اتلاف حرارت ساختمان
- ۳- بهره‌گیری از انرژی خورشیدی در گرمایش ساختمان
- ۴- محافظت ساختمان در برابر تابش آفتاب
- ۵- بهره‌گیری از نوسان روزانه دمای هوا

جدول ۲-۳: درصد نیازهای حرارتی ساختمان و اهداف عمده طراحی اقلیمی در ۸ گروه کشور

| گروه<br>شماره |                    | شرایط آب و هوایی در دو فصل بحرانی<br>زمستان - تابستان |       | حدود تقریبی درصد سالیانه نیازهای حرارتی ساختمان                                 |       |                         |                             |                      |                |                                  |                          |                                       |                                              |                                       |                                    | اهداف عمده طراحی اقلیمی (شماره‌ها ترتیب اولویت را نشان می‌دهند) |                                    |                             |                  |                             |                                 |                                        |  |  |  |  |
|---------------|--------------------|-------------------------------------------------------|-------|---------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------------------|-----------------------------|----------------------|----------------|----------------------------------|--------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|------------------|-----------------------------|---------------------------------|----------------------------------------|--|--|--|--|
|               |                    |                                                       |       | گرمایش<br><br>با استفاده از سیستمهای مکانیکی<br><br>با استفاده از انرژی خورشیدی |       | شرایط آسایش بصورت طبیعی | سرمایش طبیعی                |                      | سرمایش مکانیکی |                                  | کاهش اتلاف حرارت ساختمان | کاهش تأثیر باد در اتلاف حرارت ساختمان | بهره‌گیری از انرژی خورشیدی در گرمایش ساختمان | محافظت ساختمان در برابر هوای گرم خارج | محافظت ساختمان در برابر تابش آفتاب | بهره‌گیری از نوسان روزانه دمای هوا                              | بهره‌گیری از شرایط مناسب هوای خارج | ایجاد کوران در فضاهای داخلی | افزایش رطوبت هوا | جلوگیری از افزایش رطوبت هوا | محافظت ساختمان در برابر بارندگی | کاهش تأثیر بادهای غبار آلود بر ساختمان |  |  |  |  |
|               |                    |                                                       |       |                                                                                 |       |                         | ایجاد کوران در فضاهای داخلی | مصالح ساختمانی سنگین | کولر آبی       | کولر گازی - سیستمهای تهویه مطبوع |                          |                                       |                                              |                                       |                                    |                                                                 |                                    |                             |                  |                             |                                 |                                        |  |  |  |  |
| ۱             | شدیداً سرد - مناسب | ۵۵-۵۰                                                 | ۲۵-۲۰ | ۱۰-۵                                                                            |       |                         |                             |                      |                | ۱                                | ۲                        | ۳                                     |                                              |                                       |                                    |                                                                 |                                    |                             |                  |                             |                                 |                                        |  |  |  |  |
|               | ۲                  | شدیداً سرد- معتدل                                     | ۵۵-۴۰ | ۳۰-۱۵                                                                           | ۱۰-۰  |                         |                             |                      |                | ۱                                | ۲                        | ۳                                     |                                              |                                       |                                    |                                                                 |                                    |                             |                  |                             |                                 |                                        |  |  |  |  |
|               |                    | خیلی سرد- معتدل                                       | ۴۵-۳۵ | ۳۵-۲۰                                                                           | ۲۰-۱۰ |                         |                             |                      |                | ۱                                | ۲                        | ۳                                     |                                              |                                       |                                    |                                                                 |                                    |                             |                  |                             |                                 |                                        |  |  |  |  |
|               |                    | خیلی سرد- نیمه گرم                                    | ۴۰-۳۰ | ۳۰-۲۰                                                                           | ۱۵-۱۰ |                         |                             |                      | ۵-۰            | ۱                                | ۲                        | ۳                                     |                                              |                                       |                                    |                                                                 |                                    |                             |                  |                             |                                 |                                        |  |  |  |  |
|               |                    | خیلی سرد- نیمه گرم و خشک                              | ۳۵-۳۰ | ۲۰-۱۵                                                                           | ۱۵-۱۰ |                         | ۵-۰                         |                      |                | ۱                                | ۲                        | ۳                                     |                                              |                                       |                                    |                                                                 |                                    |                             |                  |                             |                                 |                                        |  |  |  |  |
|               |                    | سرد- معتدل                                            | ۳۵-۳۰ | ۲۵-۲۰                                                                           | ۲۰-۱۵ |                         |                             |                      |                | ۱                                | ۲                        | ۳                                     |                                              |                                       |                                    |                                                                 |                                    |                             |                  |                             |                                 |                                        |  |  |  |  |
|               |                    | سرد- نیمه گرم                                         | ۳۰-۲۵ | ۲۰-۱۵                                                                           | ۱۵-۱۰ |                         |                             |                      |                | ۱                                | ۲                        | ۳                                     |                                              |                                       |                                    |                                                                 |                                    |                             |                  |                             |                                 |                                        |  |  |  |  |
|               |                    | سرد نیمه گرم و خشک                                    | ۴۰-۳۵ | ۲۵-۲۰                                                                           | ۱۰-۵  |                         |                             |                      | ۵-۰            | ۱                                | ۲                        | ۳                                     |                                              |                                       |                                    |                                                                 |                                    |                             |                  |                             |                                 |                                        |  |  |  |  |
|               |                    | نسبتاً سرد- معتدل                                     | ۳۵-۲۵ | ۳۰-۲۵                                                                           | ۲۰-۱۰ |                         |                             |                      |                | ۱                                | ۲                        | ۳                                     |                                              |                                       |                                    |                                                                 |                                    |                             |                  |                             |                                 |                                        |  |  |  |  |
| ۳             | خیلی سرد- مرطوب    | ۴۵-۴۰                                                 | ۲۵-۲۰ | ۱۰-۵                                                                            |       |                         |                             |                      | ۱              | ۲                                | ۳                        |                                       |                                              |                                       |                                    |                                                                 | ۴                                  |                             |                  |                             |                                 |                                        |  |  |  |  |
|               | نسبتاً سرد- مرطوب  | ۲۰-۱۵                                                 | ۳۰-۲۵ | ۲۰-۱۵                                                                           |       |                         |                             | ۵-۰                  | ۱              | ۲                                | ۵                        |                                       |                                              |                                       |                                    |                                                                 | ۴                                  |                             | ۷                | ۱                           |                                 |                                        |  |  |  |  |
|               | خنک- مرطوب         | ۲۰-۱۰                                                 | ۳۵-۲۵ | ۲۵-۱۵                                                                           |       |                         |                             |                      | ۱              | ۲                                | ۵                        |                                       |                                              |                                       |                                    |                                                                 | ۴                                  |                             | ۷                | ۱                           |                                 |                                        |  |  |  |  |

ادامه جدول ۲-۳

| گروه<br>شماره |       | شرایط آب و هوایی در دو فصل<br>بحرانی زمستان - تابستان |       | حدود تقریبی درصد سالیانه نیازهای حرارتی ساختمان |                             |                         |                             |                      |                |                                  |                          |                                       |                                              | اهداف عمده طراحی اقلیمی (شماره‌ها ترتیب اولویت را نشان می‌دهند) |                                    |                                    |                                    |                             |                  |                                                            |                                                             |
|---------------|-------|-------------------------------------------------------|-------|-------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------|-----------------------------|----------------------|----------------|----------------------------------|--------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
|               |       |                                                       |       | گرمایش                                          |                             | شرایط آسایش بصورت طبیعی | سرمایش طبیعی                |                      | سرمایش مکانیکی |                                  |                          |                                       |                                              |                                                                 |                                    |                                    |                                    |                             |                  |                                                            |                                                             |
|               |       |                                                       |       | با استفاده از سیستمهای مکانیکی                  | با استفاده از انرژی خورشیدی |                         | ایجاد کوران در فضاهای داخلی | مصالح ساختمانی سنگین | کولر آبی       | کولر گازی - سیستمهای تهویه مطبوع | کاهش اتلاف حرارت ساختمان | کاهش تأثیر باد در اتلاف حرارت ساختمان | بهره‌گیری از انرژی خورشیدی در گرمایش ساختمان | محافظت ساختمان در برابر هوای گرم خارج                           | محافظت ساختمان در برابر تابش آفتاب | بهره‌گیری از نوسان روزانه دمای هوا | بهره‌گیری از شرایط مناسب هوای خارج | ایجاد کوران در فضاهای داخلی | افزایش رطوبت هوا | جلوگیری از افزایش رطوبت هوا با استفاده از سیستمهای مکانیکی | محافظت ساختمان در برابر بارندگی با استفاده از انرژی خورشیدی |
| ۴             | ۳۵-۴۰ | ۲۰-۲۵                                                 | ۵-۱۰  | ۱۵-۲۰                                           | ۵-۱۰                        |                         | ۵-۱۰                        |                      | ۵-۱۰           | ۱                                | ۲                        | ۳                                     | ۵                                            | ۴                                                               |                                    | ۶                                  |                                    | ۷                           |                  |                                                            |                                                             |
|               | ۳۰-۳۵ | ۱۵-۲۰                                                 | ۱۵-۲۰ | ۱۵-۲۰                                           | ۵-۱۰                        |                         | ۵-۱۰                        |                      | ۵-۱۰           | ۱                                | ۲                        | ۳                                     | ۵                                            | ۴                                                               | ۷                                  | ۶                                  |                                    | ۸                           |                  |                                                            |                                                             |
|               | ۱۵-۲۰ | ۲۵-۳۵                                                 | ۱۰-۲۰ | ۵-۱۰                                            |                             | ۵-۱۰                    |                             | ۵-۱۰                 | ۱              | ۲                                | ۳                        | ۵                                     | ۴                                            | ۷                                                               | ۶                                  |                                    | ۸                                  | ۱                           |                  |                                                            |                                                             |
| ۵             | ۲۰-۲۵ | ۲۵-۳۰                                                 | ۱۵-۲۰ |                                                 | ۵-۱۰                        |                         | ۰-۵                         |                      | ۲              | ۳                                | ۴                        | ۴                                     | ۴                                            | ۴                                                               |                                    |                                    |                                    |                             |                  |                                                            |                                                             |
|               | ۲۵-۳۰ | ۲۰-۳۰                                                 | ۱۰-۲۵ |                                                 | ۵-۱۰                        |                         |                             |                      | ۱              | ۲                                | ۳                        | ۴                                     | ۴                                            | ۴                                                               |                                    |                                    | ۵                                  |                             |                  |                                                            |                                                             |
|               | ۱۵-۲۵ | ۲۰-۲۵                                                 | ۱۵-۲۰ |                                                 | ۱۰-۱۵                       |                         |                             | ۵-۱۵                 | ۲              | ۳                                | ۴                        | ۳                                     | ۳                                            | ۱                                                               | ۲                                  |                                    | ۴                                  |                             |                  | ۵                                                          |                                                             |
|               | ۱۵-۲۵ | ۲۰-۳۰                                                 | ۱۵-۲۵ |                                                 | ۱۰-۱۵                       |                         |                             | ۵-۱۰                 | ۲              | ۳                                | ۴                        | ۳                                     | ۳                                            | ۱                                                               | ۲                                  |                                    | ۴                                  |                             |                  | ۵                                                          |                                                             |
|               | ۱۵-۲۵ | ۲۰-۲۵                                                 | ۱۵-۲۰ |                                                 | ۱۰-۱۵                       |                         |                             |                      | ۲              | ۳                                | ۴                        | ۳                                     | ۳                                            | ۱                                                               | ۲                                  |                                    |                                    |                             |                  | ۴                                                          |                                                             |
|               | ۱۰-۱۵ | ۲۰-۳۵                                                 | ۱۵-۲۰ |                                                 | ۵-۱۰                        |                         |                             |                      | ۲              | ۳                                | ۴                        | ۱                                     | ۱                                            | ۲                                                               |                                    | ۳                                  |                                    |                             |                  |                                                            |                                                             |
|               | ۲۵-۳۰ | ۲۰-۲۵                                                 | ۱۰-۱۵ |                                                 | ۵-۱۰                        |                         |                             |                      | ۱              | ۲                                | ۳                        | ۴                                     | ۴                                            | ۲                                                               |                                    |                                    |                                    |                             |                  |                                                            |                                                             |

ادامه جدول ۲-۳

| اهداف عمده طراحی اقلیمی (شماره‌ها ترتیب اولویت را نشان می‌دهند) |                                 |                             |                  |                             |                                    |                                    |                                    |                                       |                                              |                                       |                          | حدود تقریبی درصد سالیانه نیازهای حرارتی ساختمان |          |                     |                             |                         |                             |                                |   |                             |                                | گروه<br>شماره | شرایط آب و هوایی در دو فصل<br>بحرانی زمستان - تابستان |
|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|------------------|-----------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------|----------|---------------------|-----------------------------|-------------------------|-----------------------------|--------------------------------|---|-----------------------------|--------------------------------|---------------|-------------------------------------------------------|
| کاهش تأثیر بادهای غبار آلود بر ساختمان                          | محافظت ساختمان در برابر بارندگی | جلوگیری از افزایش رطوبت هوا | افزایش رطوبت هوا | ایجاد کوران در فضاهای داخلی | بهره‌گیری از شرایط مناسب هوای خارج | بهره‌گیری از نوسان روزانه دمای هوا | محافظت ساختمان در برابر تابش آفتاب | محافظت ساختمان در برابر هوای گرم خارج | بهره‌گیری از انرژی خورشیدی در گرمایش ساختمان | کاهش تأثیر باد در اتلاف حرارت ساختمان | کاهش اتلاف حرارت ساختمان | سرمایش مکانیکی                                  |          | سرمایش طبیعی        |                             | شرایط آسایش بصورت طبیعی | گرمایش                      |                                |   |                             |                                |               |                                                       |
|                                                                 |                                 |                             |                  |                             |                                    |                                    |                                    |                                       |                                              |                                       |                          | کولر گازی - سیستمهای تهویه مطبوع                | کولر آبی | مصاح ساختمانی سنگین | ایجاد کوران در فضاهای داخلی |                         | با استفاده از انرژی خورشیدی | با استفاده از سیستمهای مکانیکی |   |                             |                                |               |                                                       |
| ۵                                                               |                                 |                             |                  |                             |                                    | ۴                                  | ۲                                  | ۱                                     | ۴                                            | ۷                                     | ۶                        | ۱۵-۲۰                                           |          | ۵-۱۰                |                             | ۲۰-۲۵                   | ۱۵-۲۰                       | ۱۰-۱۵                          | ۶ | نسبتاً سرد - خیلی گرم و خشک |                                |               |                                                       |
|                                                                 |                                 |                             |                  |                             |                                    | ۴                                  | ۲                                  | ۱                                     | ۴                                            | ۶                                     | ۵                        | ۵-۱۰                                            |          | ۱۰-۱۵               |                             | ۱۰-۱۵                   | ۲۰-۲۵                       | ۱۵-۲۰                          |   |                             | نیمه سرد- نیمه گرم             |               |                                                       |
| ۵                                                               |                                 |                             |                  |                             |                                    | ۴                                  | ۲                                  | ۱                                     | ۴                                            | ۷                                     | ۶                        | ۱۰-۱۵                                           |          | ۵-۱۰                |                             | ۱۵-۲۰                   | ۱۵-۲۰                       | ۱۰-۱۵                          |   |                             | نیمه سرد- خیلی گرم             |               |                                                       |
| ۵                                                               |                                 |                             | ۴                |                             |                                    | ۴                                  | ۲                                  | ۱                                     | ۴                                            | ۷                                     | ۶                        |                                                 | ۵-۱۰     | ۱۰-۱۵               |                             | ۱۵-۲۵                   | ۲۰-۲۵                       | ۱۵-۲۰                          |   |                             | نیمه سرد- گرم و خشک            |               |                                                       |
| ۵                                                               |                                 |                             |                  |                             |                                    | ۴                                  | ۲                                  | ۱                                     | ۴                                            | ۷                                     | ۶                        | ۱۵-۲۰                                           |          | ۱۰-۱۵               |                             | ۲۰-۲۵                   | ۱۵-۲۰                       | ۱۰-۱۵                          |   |                             | نیمه سرد- خیلی گرم و خشک       |               |                                                       |
| ۵                                                               |                                 |                             | ۴                |                             |                                    | ۴                                  | ۲                                  | ۱                                     | ۴                                            | ۷                                     | ۶                        |                                                 | ۱۰-۱۵    | ۱۵-۲۰               |                             | ۲۵-۳۰                   | ۱۵-۲۰                       | ۰-۵                            |   |                             | خنک - گرم و خشک                |               |                                                       |
| ۵                                                               |                                 |                             |                  |                             |                                    | ۴                                  | ۲                                  | ۱                                     | ۴                                            |                                       | ۶                        | ۱۰-۲۰                                           |          | ۱۰-۱۵               |                             | ۲۰-۲۵                   | ۲۰-۲۵                       | ۵-۱۰                           | ۷ | خنک - خیلی گرم و خشک        |                                |               |                                                       |
| ۵                                                               |                                 |                             |                  |                             |                                    | ۴                                  | ۲                                  | ۱                                     | ۴                                            |                                       |                          | ۲۰-۳۵                                           |          | ۱۰-۱۵               |                             | ۱۵-۲۵                   | ۲۰-۲۵                       | ۰-۵                            |   |                             | خنک- شدیداً گرم و خشک          |               |                                                       |
| ۶                                                               |                                 | ۵                           |                  |                             |                                    | ۴                                  | ۲                                  | ۱                                     | ۴                                            |                                       |                          | ۱۵-۳۰                                           |          | ۵-۱۵                |                             | ۲۰-۲۵                   | ۱۵-۲۵                       | ۰-۵                            |   |                             | خنک- شدیداً گرم و نیمه مرطوب   |               |                                                       |
| ۵                                                               |                                 |                             |                  |                             |                                    | ۴                                  | ۲                                  | ۱                                     | ۴                                            |                                       |                          | ۲۵-۳۰                                           |          | ۵-۱۰                |                             | ۲۰-۲۵                   | ۱۵-۲۰                       |                                |   |                             | معتدل- شدیداً گرم و خشک        |               |                                                       |
| ۶                                                               |                                 | ۵                           |                  |                             |                                    | ۴                                  | ۲                                  | ۱                                     | ۴                                            |                                       |                          | ۳۰-۳۵                                           |          | ۵-۱۵                |                             | ۲۰-۲۵                   | ۱۵-۲۰                       |                                |   |                             | معتدل- شدیداً گرم و نیمه مرطوب |               |                                                       |
| ۶                                                               |                                 | ۵                           |                  | ۳                           |                                    |                                    | ۲                                  | ۱                                     | ۴                                            |                                       |                          | ۲۵-۳۰                                           |          | ۵-۱۰                |                             | ۱۵-۲۵                   | ۲۰-۲۵                       | ۰-۵                            | ۸ | خنک- خیلی گرم و مرطوب       |                                |               |                                                       |
|                                                                 |                                 | ۴                           |                  | ۳                           |                                    |                                    | ۲                                  | ۱                                     | ۵                                            |                                       |                          | ۳۵-۵۰                                           |          |                     |                             | ۱۵-۲۵                   | ۵-۱۰                        |                                |   |                             | معتدل- خیلی گرم و مرطوب        |               |                                                       |
|                                                                 |                                 | ۴                           |                  | ۳                           |                                    |                                    | ۲                                  | ۱                                     |                                              |                                       |                          | ۴۰-۴۵                                           |          |                     |                             | ۲۵-۳۰                   |                             |                                |   |                             | مناسب- خیلی گرم و مرطوب        |               |                                                       |

## ۲-۴- طراحی سرمایشی

### ۲-۴-۱- بارهای برودتی

برای محاسبه بارهای برودتی بایستی بارهای حرارتی محسوس بدست آمده از موارد زیر محاسبه شود:

الف- اجزاء ساختمان شامل دیوارها، کف و سقف

ب- پنجره‌ها

ج- بارهای ناشی از تعویض هوا و نفوذ هوای تازه

د- پرسنل و تجهیزات برقی

پس از آن بار نهان را به صورت درصدی از بار محسوس قرار داده و در نهایت مجموع این دو بار، بار برودتی کل را نتیجه می‌دهد.

### ۲-۴-۱-۱- بارهای برودتی ناشی از جذب حرارت توسط ساختمان

این بار بواسطه حرارت دریافتی از طریق دیوارهای رو به خارج و یا رو به محیط تهویه نشده و همچنین از طریق سقف، کف و درب‌ها تولید می‌شود که برای محاسبه آن از رابطه زیر استفاده می‌شود.

$$q_d = u.A.(CLTD) \quad (1-2)$$

که در آن:

$u$ : ضریب کلی هدایت حرارتی  $[Btu / ft^2 hr^{\circ}F]$  برای سطح مورد نظر بوده که به نوع مصالح به کار رفته و وزن و ضخامت آنها وابسته است. این ضریب برای ترکیبی از جنس‌ها و ضخامتهای مختلف متداول مصالح، دیوارها و درها در مرجع [۱] آمده است.

$A$ : سطح مشرف به فضای تهویه نشده  $[ft^2]$

$CLTD$ : اختلاف دمای بار سرمایشی  $[^{\circ}F]$  می‌باشد. این پارامتر را می‌توان از جدول ۲-۸ پیوست ۲-۱ بدست آورد. برای این منظور

بایستی، علاوه بر مشخص بودن دمای طرح خارج و میزان تغییرات روزانه دمای هوا، جهت درها و دیوارها نیز معلوم باشد. در این

جدول برای مشخص کردن نرخ تغییرات روزانه درجه حرارت هوا از حروف  $L$ ،  $M$  و  $H$  استفاده شده است که مفاهیم زیر را دارا

هستند:

$L$ : تغییرات کم درجه حرارت هوا را مشخص می‌کند (زیر  $16^{\circ}F$ )

$M$ : تغییرات متوسط درجه حرارت هوا را مشخص می‌کند (بین  $16^{\circ}F$  -  $25^{\circ}F$ )

$H$ : تغییرات شدید درجه حرارت هوا را مشخص می‌کند (بالا تر از  $25^{\circ}F$ )

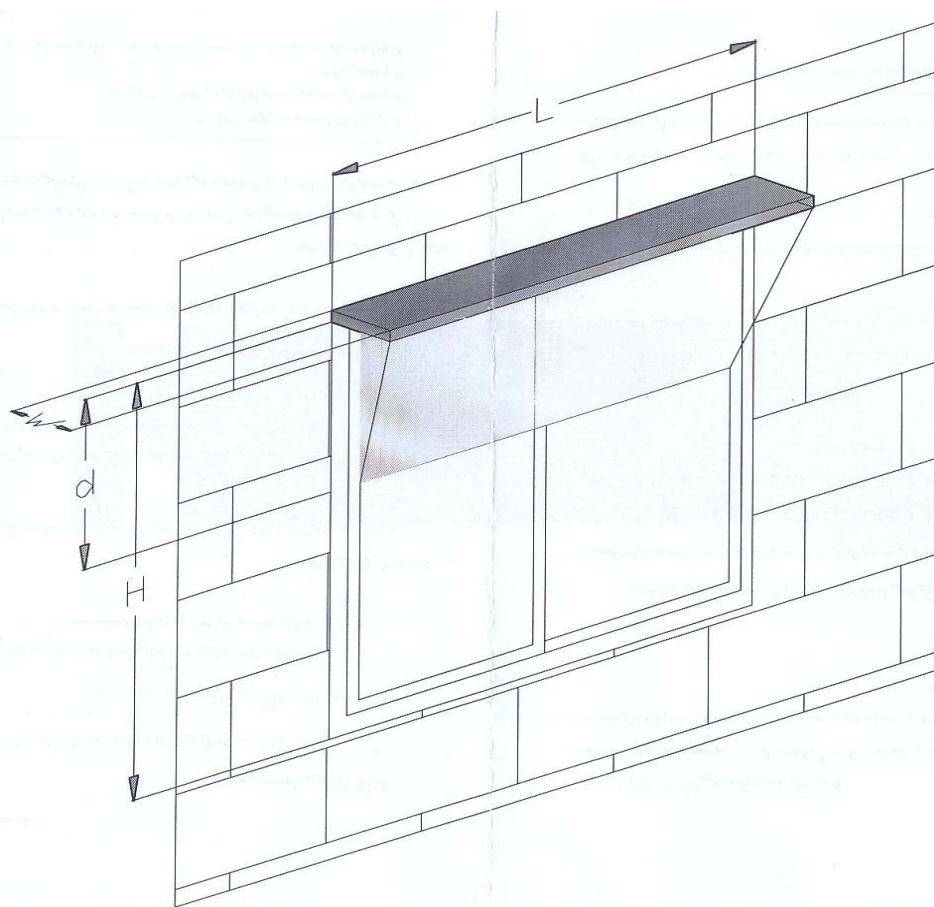
### ۲-۴-۱-۲- حرارت اکتسابی از پنجره‌ها

این بار ناشی از حرارت اکتسابی از طریق پنجره‌ها توسط تشعشع خورشیدی و نیز جابجایی و هدایت حرارت بوده که از رابطه زیر

بدست می‌آید:

$$q_w = (GLF)_s . A_s + (GLF)_R . A_R \quad (2-2)$$

جمله اول مربوط به قسمت سایه و جمله دوم مربوط به قسمت در معرض تابش خورشید است. برای محاسبه این بار ابتدا بایستی سطح آفتاب خور پنجره ( $A_R$ ) و سطح زیر سایه پنجره ( $A_S$ ) مشخص گردد. برای محاسبه  $A_S$  از ضریب سایه (SLF) استفاده می‌شود. بدین گونه که اگر پهنای سایبان ( $W$ ) در این ضریب ضرب شود طولی از پنجره که زیر سایه قرار می‌گیرد یعنی ( $d$ ) بدست می‌آید (شکل ۱-۲ را مشاهده کنید).



شکل ۱-۲: طریقه یافتن سطح زیر سایه پنجره

$$d = W \times SLF \quad (3-2)$$

سطح در معرض سایه نیز از رابطه زیر حاصل می‌گردد:

$$A_s = L \times d \quad (4-2)$$

برای بدست آوردن ضریب سایه (SLF) بایستی عرض جغرافیایی محل مورد نظر و همچنین جهت قرارگیری پنجره معلوم باشد، با این معلومات می‌توان ضریب سایه را از جدول ۹-۲ پیوست ۱-۲ استخراج کرد.

ضریب GLF را می‌توان از جدول ۱۰-۲ پیوست ۱-۲ استخراج نمود که برای این منظور بایستی دمای طرح خارج، نوع پنجره (تک جداره یا دوجداره بودن آن)، نوع سایبان و نیز جهت پنجره‌ها معلوم باشد. در ضمن برای آن قسمت از پنجره که در سایه قرار گرفته است جهت شمال را در نظر می‌گیریم.

#### ۲-۴-۱-۳- تهویه هوا (نفوذ هوای تازه)

اصولاً مقدار تجدید هوای مورد لزوم بستگی به تعداد افراد، ارتفاع سقف و میزان بوها و گازهای تولیدشده در فضای مورد نظر دارد که میزان آن برای فضاهای مختلف در جدول ۱۱-۲ پیوست ۱-۲ آمده است.

دمای هوای تازه ورودی به فضای مورد نظر برابر با دمای طرح خارج است و لذا مقداری بار سرمایشی برای رساندن دمای هوای خارج به دمای طرح داخل مورد نیاز است. این بار توسط رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$q_i = 1.1 Q \Delta t \quad (5-2)$$

که در آن:

$$\Delta t: \text{برابر اختلاف دمای خشک طرح داخل و خارج } [^{\circ}\text{F}] = (t_o - t_i)$$

Q: مقدار هوادهی به اتاق [CFM] است که از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$Q = \frac{n \times V}{60} \quad (6-2)$$

که در آن:

n: تعداد دفعات تعویض هواست که از جدول ۱۱-۲ پیوست ۱-۲ استخراج می‌شود.

V: حجم فضای مورد نظر  $[\text{ft}^3]$  می‌باشد.

#### ۲-۴-۱-۴- گرمای حاصل از سیستم و منابع داخلی

این گرما توسط افراد، چراغ‌ها، وسایل و تجهیزات الکتریکی واقع در فضاها ایجاد می‌شود. حرارت محسوس تولید شده از هر فرد

را می‌توان برابر ۲۱۵  $\frac{\text{Btu}}{\text{hr}}$  در نظر گرفت. برای محاسبه بار حرارتی ناشی از لامپ‌ها و تجهیزات الکتریکی بایستی توان آنها را در

ضریب ۳/۴ ضرب نمود. در این صورت بار حاصل از افراد ( $q_m$ ) و بار حاصل از تجهیزات و لامپ‌ها ( $q_e$ ) از رابطه زیر بدست می‌آید.

$$q_m = 215 \times \text{تعداد افراد} \quad (7-2)$$

$$q_e = P \times 3.4 \quad (8-2)$$

که در آن:

P: جمع توان لامپ‌ها و تجهیزات الکتریکی موجود در فضای مورد نظر می‌باشد [Watt]

برای اتاق‌های معمولی مانند دفاتر بطور میانگین می‌توان مجموع بار حاصل از افراد و تجهیزات را برابر  $230 \frac{\text{Btu}}{\text{hr}}$  به ازای هر فرد در نظر گرفت.

## ۲-۴-۱-۵- ضریب بار نهان و بار سرمایی کل

تمامی بارهای محاسبه شده در بخش‌های قبل بارهای محسوس بوده و بارهای نهان در نظر گرفته نشده بودند. بار سرمایی کل مجموع بار محسوس و نهان است. از این رو برای لحاظ کردن بارهای نهان بطور متوسط برای مناطق مرطوب ضریب  $1/3$  و برای مناطق خشک و معمولی ضریب  $1/2$  را به عنوان ضریب بار نهان (LF) در نظر می‌گیریم. در نتیجه بار کل از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$q_t = q_s \times LF \times SF \quad (2-8)$$

که در آن:

$q_s$ : مجموع بارهای محسوس محاسبه شده در قسمت‌های قبل  $\left[ \frac{\text{Btu}}{\text{hr}} \right]$  که از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$q_s = q_d + q_w + q_i + q_m + q_e \quad (2-9)$$

LF: ضریب بار نهان

SF: ضریب اطمینان که بسته به نظر طراح بین ۱ تا  $1/15$  انتخاب می‌شود.

فرآیند محاسبه بارهای برودتی بطور خلاصه در جدول ۲-۴ آمده است.

جدول ۲-۴: خلاصه فرآیند محاسبه بارهای سرمایشی

| منبع بار                                 | معادله مورد استفاده                                                | جداول مورد استفاده و توضیحات مربوطه                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| سطوح شیشه و پنجره                        | $q_w = (GLF)A$                                                     | GLF را از جدول ۲-۱۰ پیوست ۱-۲ استخراج می‌کنیم، توجه شود که برای قسمت سایه و در معرض آفتاب بایستی سطوح مربوطه و GLF مربوطه بکار رود، برای بدست آوردن قسمت سایه از ضریب SLF استفاده می‌شود که آنرا بایستی از جدول ۲-۹ پیوست ۱-۲ استخراج نمود و برای GLF قسمت سایه بایستی جهت شمال را در نظر گرفت. |
| درها                                     | $q_d = u_d A (CLTD)$                                               | مقادیر CLTD از جدول ۲-۸ پیوست ۱-۲ استخراج می‌شوند و $u_d$ از مرجع [۱] استخراج می‌شود.                                                                                                                                                                                                           |
| دیوارهای خارجی                           | $q_d = u_w A (CLTD)$                                               | مقادیر CLTD از جدول ۲-۸ پیوست ۱-۲ استخراج می‌شوند و $u_w$ از مرجع [۱] استخراج می‌شود.                                                                                                                                                                                                           |
| پارتیشن‌های رو به محیط تهویه نشده        | $q_d = u_p A \Delta t$                                             | $\Delta t$ : اختلاف دمای بین فضای تهویه شده و تهویه نشده می‌باشد و $u_p$ از مرجع [۱] استخراج می‌شود.                                                                                                                                                                                            |
| سقف و بام                                | $q_d = u_r A (CLTD)$                                               | CLTD از جدول ۲-۸ پیوست ۱-۲ استخراج می‌شود و $u_r$ از مرجع [۱] استخراج می‌شود.                                                                                                                                                                                                                   |
| کف‌های مشرف به محیط باز                  | $q_d = u_f A (CLTD)$                                               | CLTD از جدول ۲-۸ پیوست ۱-۲ استخراج می‌شود و $u_f$ از مرجع [۱] استخراج می‌شود.                                                                                                                                                                                                                   |
| تعویض و تجدید هوا                        | $q_i = 1.1 Q \Delta t$<br>$Q = n \times \text{حجم اتاق} \times 60$ | $n$ : دفعات تعویض هوا بوده و مقدار آن از جدول ۲-۱۱ پیوست ۱-۲ استخراج می‌شود و $\Delta t$ اختلاف دمای خشک طرح داخل و خارج می‌باشد.                                                                                                                                                               |
| بارهای داخلی- افراد، روشنایی‌ها- تجهیزات | $230 \frac{\text{Btu}}{\text{hr}}$<br>بطور میانگین<br>برای هر فرد  | در کاربردهای خاص که در آن تجهیزات بسیاری موجود است، مانند باتری‌خانه، بار هر شخص برابر $215 \frac{\text{Btu}}{\text{hr}}$ در نظر گرفته شود و به ازای هر مصرف‌کننده الکتریکی توان آن وسیله بر حسب وات ضربدر $3/4$ قرار داده شود.                                                                 |
| بار کل                                   | $q_t = q_s \times LF \times SF$                                    | LF ضریب بار نهان بوده که بطور متوسط بین $1/2$ تا $1/3$ در نظر گرفته می‌شود و SF ضریب اطمینان بوده که بین ۱ تا $1/15$ است.                                                                                                                                                                       |

## ۲-۵- طراحی گرمایشی

### ۲-۵-۱- بارهای گرمایشی

برای محاسبه بارهای گرمایشی بایستی مجموع موارد زیر در نظر گرفته شود:

۱- حرارت تلف شده از جدارها

۲- گرمایش هوای سرد نفوذی

۳- تأمین آب گرم مصرفی را در نظر بگیریم.

**نکته:** در صورت استفاده از آبگرمکن بار گرمایشی تنها شامل موارد ۱ و ۲ خواهد بود و انتخاب خود آبگرمکن بر مبنای مورد سوم انجام می‌گیرد.

### ۲-۵-۱-۱- تلفات حرارتی از جدارها

تلفات حرارتی جدارها شامل انتقال حرارت از دیوارها، سقف، کف، پنجره و غیره می‌باشد. این تلفات بصورت هدایتی دوجداره و بصورت جابجایی در نزدیکی سطح مربوط به جداره است. برای محاسبه این تلفات از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$q_1 = uA(t_i - t_0) \quad (10-2)$$

که در آن  $u$  از مرجع [۱] بدست می‌آید و  $A$  سطح مشرف به محیط تهویه نشده یا محیط خارج است.

$t_i$ : درجه حرارت خشک طرح داخل  $[^{\circ}\text{F}]$

$t_0$ : درجه حرارت خشک طرح خارج  $[^{\circ}\text{F}]$

### ۲-۵-۱-۲- تلفات حرارتی از راه نفوذ یا تهویه هوا

بار حرارتی ناشی از تهویه هوا همانند تهویه هوا در تابستان بوده با این تفاوت که در تابستان هوای ورودی را بایستی سرد کنیم تا به دمای اتاق برسد ولی در زمستان بایستی گرمایش روی هوای تازه صورت گیرد.

$$q_2 = 1.1Q(t_i - t_0) \quad (11-2)$$

که در آن  $Q$  از رابطه (۶-۲) بدست می‌آید.

### ۲-۵-۱-۳- بار حرارتی آبگرم مصرفی ساختمان

برای محاسبه بار حرارتی که برای تهیه آبگرم مصرفی ساختمان به دیگ تحمیل می‌شود، لازم است در ابتدا درجه حرارت و مقدار آبگرم مصرفی ساختمان تعیین گردد.

## الف- دمای آبگرم:

دمای آب ورودی به آبگرمکن حدود  $60^{\circ}\text{F}$  درجه فارنهایت و خروجی از آن  $140^{\circ}\text{F}$  درجه فارنهایت در نظر گرفته می‌شود.

**ب- مقدار آبگرم مصرفی:**

مقدار حداکثر آبگرم مصرفی هر وسیله بصورت تجربی در جدول ۱۲-۲ پیوست ۱-۲ آمده است. با ضرب، ضریب تقاضا در این مقدار حداکثر، مقدار واقعی مصرف آبگرم بدست می آید. برای تعیین حجم منبع آبگرم مصرفی، ضریبی تحت عنوان ضریب ذخیره در جدول ۱۲-۲ پیوست ۱-۲ ارائه شده است که با ضرب آن در مقدار واقعی آبگرم مصرفی، حجم منبع آبگرم حاصل می شود:

$$\text{ضریب تقاضا} \times \text{حداکثر مصرف آبگرم در ساعت} = \text{مقدار واقعی مصرف آبگرم در ساعت} \quad (۱۲-۲)$$

$$\text{ضریب ذخیره منبع} \times \text{ضریب تقاضا} \times \text{حداکثر مصرف آبگرم در ساعت} = \text{حجم منبع آبگرم} \quad (۱۳-۲)$$

**ج- محاسبه بار حرارتی آبگرم مصرفی:**

بار حرارتی آبگرم از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$q_3 = V \times 8.33(t_2 - t_1) \quad (۱۳-۲)$$

که در آن:

$V$ : مقدار واقعی آبگرم مصرفی [GPH] که از جدول ۱۲-۲ پیوست ۱-۲ بدست می آید.

$t_1$ : دمای آب شهر ورودی به آبگرمکن که معمولاً  $60^\circ\text{F}$  در نظر می گیریم.

$t_0$ : دمای آبگرم خروجی از آبگرمکن که معمولاً  $140^\circ\text{F}$  در نظر گرفته می شود.

**۲-۶- محاسبه و انتخاب اجزاء حرارتی برودتی****۲-۶-۱- انتخاب دیگ**

جهت انتخاب دیگ ابتدا باید بار حرارتی کلی ساختمان ( $q_t$ ) که مرکب از تلفات حرارتی اتاق ها به اضافه بار حرارتی آبگرم مصرفی است، تعیین شود و سپس با در دست داشتن  $q_t$  بر حسب اینکه سیال ناقل گرما، آب باشد یا بخار، نوع دیگ را مشخص نموده و ضمن در نظر گرفتن درصدی اضافه بار بابت تلفات حرارتی خود دیگ و لوله ها، با مراجعه به کاتالوگ سازنده، دیگ مناسب انتخاب شود. به این ترتیب بار مبنای انتخاب دیگ  $q_B$  بصورت زیر خواهد بود:

$$q_B = q_t (SF_B) \quad (۱۵-۲)$$

که در آن:

$q_B$ : قدرت دیگ  $\left[ \frac{\text{k Cal}}{\text{hr}} \right]$

$q_t$ : بار حرارتی کل ساختمان  $\left[ \frac{\text{k Cal}}{\text{hr}} \right]$  که مجموع تلفات حرارتی و بار آبگرم مصرفی می باشد.

$SF_B$ : ضریب اطمینان که بین ۱/۰۵ تا ۱/۲ در نظر گرفته می شود.

حال با معلوم بودن  $q_B$ ، دیگ مناسب از روی کاتالوگ سازنده انتخاب می شود. اگر قدرت دیگ از  $400 \frac{\text{kBtu}}{\text{hr}}$  بیشتر بود بهتر

است بجای استفاده از یک دیگ از چند دیگ استفاده کرد تا بسته به سرمای هوا بتوان از یک یا همگی آنها استفاده کرد و در صورت خرابی یکی از دیگ ها تمام سیستم گرمایش ساختمان از کار نمی افتد.

## ۲-۶-۲- تعیین قطر دودکش

تصادد دود از دودکش در اثر اختلاف وزن مخصوص دود و هوای سرد خارج صورت می‌گیرد، لذا ارتفاع دودکش با اختلاف دمای دود و هوای بیرون (حدود  $400^{\circ}\text{F}$ ) نسبت مستقیم دارد. نیروی کشش دودکش باید به میزانی باشد که کلیه افت‌های موجود در مسیر حرکت دود را جبران کند. برای انتخاب سطح مقطع دودکش بایستی قدرت دیگ و ارتفاع دودکش آن معلوم باشد که با استفاده از این دو، سطح مقطع مناسب را می‌توان از جدول ۲-۱۳ پیوست ۲-۱ استخراج کرد.

## ۲-۶-۳- محاسبه و انتخاب نوع مشعل

برای انتخاب هر مشعل مشخصات فنی زیر را باید قبلاً مشخص نمود:

- قدرت حرارتی: عبارتست از مقدار انرژی حرارتی حاصل از احتراق کامل سوخت در هر ساعت. قدرت حرارتی مشعل بر حسب

$$\text{KCal/hr} \text{ مشخص می‌شود.}$$

- نوع سوخت مصرفی: که گاز یا گازوئیل یا مازوت و دوگانه گاز- گازوئیل یا گاز- مازوت می‌باشد.

**تعیین قدرت حرارتی مشعل:** برای این منظور ابتدا باید قدرت حرارتی دیگ را معین نموده و سپس با احتساب ۱۰ تا ۳۰ درصد اضافی بابت راندمان دیگ و مشعل، به کاتالوگ مشعل مراجعه نمود. از آن جاییکه در محاسبات سرانگشتی معمولاً بازای هر متر مربع زیربنای ساختمان مقدار ۱۲۰ تا ۱۸۰ کیلوکالری بر ساعت قدرت حرارتی برای دیگ در نظر گرفته می‌شود خواهیم داشت:

$$(1.3 \text{ تا } 1.1) \times (120 \text{ تا } 180) \times \text{سطح زیربنای ساختمان} = \text{قدرت حرارتی مبنای انتخاب مشعل} \quad (2-16)$$

**دبی سوخت مصرفی مشعل:** دبی سوخت مصرفی مشعل بر حسب کیلوگرم بر ساعت بصورت زیر بدست می‌آید:

$$W = \frac{q_B}{FL \times E} \quad (2-17)$$

که در آن:

FL: ارزش حرارتی سوخت مصرفی  $\left[ \frac{\text{kCal}}{\text{kg}} \right]$

W: دبی سوخت مصرفی مشعل  $[\text{kg/hr}]$

$q_B$ : قدرت حرارتی دیگ  $[\text{kCal/hr}]$  است که مجموع افت‌های حرارتی و بار حرارتی آب گرم مصرفی می‌باشد.

E: راندمان مشعل

ارزش حرارتی سوخت‌ها متفاوت است ولی بطور میانگین می‌توان آن را برابر  $10000 \frac{\text{kCal}}{\text{kg}}$  انتخاب نمود.

## ۲-۶-۴- محاسبه حجم منبع سوخت

حجم منبع سوخت با توجه به میزان سوخت مصرفی مشعل و میزان زمانیکه سوخت باید ذخیره شود (معمولاً مصرف یکماه) از طریق فرمول زیر محاسبه می‌گردد:

$$\text{حجم منبع سوخت [لیتر]} = W \times 1.2 \times T \times n \times B \quad (2-18)$$

که در آن:

$W$ : دبی سوخت مصرفی مشعل  $[kg/hr]$

$T$ : تعداد ساعات کار سیستم در شبانه روز

$n$ : تعداد روزهایی که مایلیم در آن مدت، سوخت را ذخیره کنیم

$B$ : درصد انقطاع کار سیستم در شبانه روز

ضریب  $1/2$  در رابطه فوق حجم مخصوص گازوئیل بر حسب لیتر بر کیلوگرم است. برای مازوت این مقدار برابر  $1/1$  خواهد بود.

از آنجائیکه سیستم در طول شبانه روز خاموش و روشن می شود درصد انقطاع  $B$  اعمال شده است. این ضریب معمولاً بین ۵۰ تا ۶۵ درصد است. معمولاً منبع سوخت را برای ذخیره سوخت حداقل یکماه محاسبه می کنند.

با در دست داشتن حجم منبع و مشخصات آن نظیر ابعاد، شکل، جنس، ضخامت بدنه و سایر ملحقات منبع سوخت به کاتالوگ مربوطه مراجعه و منبع مورد نظر انتخاب می شود.

## ۲-۶-۵- محاسبه حجم منبع انبساط

منبع انبساط که با هوای آزاد در ارتباط است در خط مکش پمپ و بالاتر از بالاترین مبدل حرارتی ساختمان (حداقل ۷ فوت بالاتر) نصب می شود. اتصال منبع انبساط به خط مکش پمپ سبب می گردد که سمت مکش تحت فشار اتمسفر قرار داشته باشد و هوا نتواند به داخل سیستم نفوذ کند. به منظور در چرخش انداختن آب منبع انبساط، دو لوله، یکی برای رفت و دیگری برای برگشت آب از منبع انبساط در نظر گرفته می شود. حجم منبع انبساط را می توان از رابطه زیر حساب کرد:

$$V_e = \frac{q_B}{6400} \quad (2-19)$$

که در آن:

$q_B$ : قدرت حرارتی دیگ  $\left[ \frac{kCal}{kg} \right]$

$V_e$ : حجم منبع انبساط باز بر حسب گالن است.

برای انتخاب منبع انبساط بسته، با توجه به ظرفیت دیگ و از روی کاتالوگ انجام می گیرد.

## ۲-۶-۶- انتخاب پمپ سیرکولاتور

پمپ سیرکولاتور در سیستم حرارت مرکزی با جریان اجباری از نوع سانتریفوژ ممکن است در مسیر رفت یا برگشت آب نصب شود. برای انتخاب پمپ از روی کاتالوگ دو پارامتر مقدار کل آب در گردش (دبی پمپ) و افت فشار در مسیر رفت و برگشت از دیگ تا آخرین واحد حرارتی (هد پمپ) بایستی معلوم باشد. با در نظر گرفتن این دو عامل و راندمان پمپ، می توان قدرت پمپ را از روی منحنی مشخصه ای که در کاتالوگ پمپ ارائه می شود تعیین نمود.

الف- هد پمپ: برای محاسبه هد پمپ بایستی بیشترین طول از دیگ (چیلر) تا دورترین مبدل حرارتی را بدست آورده و افت فشار را در ۳ برابر این طول اعمال کنیم (یکی بخاطر مسیر رفت، یکی مسیر برگشت و دیگری بخاطر اتصالات در مسیر). افت فشار را  $2/5$  فوت در هر ۱۰۰ فوت لوله در نظر می گیریم.

$$(۲۰-۲) \quad \text{افت فشار دیگ (چیلر) از روی کاتالوگ} + \text{افت فشار هواساز یا فن کویل} + (3L \times \frac{2.5}{100} = 0.075L) = \text{هد پمپ [ft]}$$

ب- دبی پمپ: برای بدست آوردن دبی پمپ از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$(۲۱-۲) \quad \text{GPM} = \frac{q_t}{10000}$$

که در آن  $q_t$ : بار حرارتی کل ساختمان است  $[\text{Btu/hr}]$ .

در این رابطه اختلاف دمای آب رفت و برگشت  $20^\circ\text{F}$  در نظر گرفته شده، برای مقادیر  $\Delta t$  غیر از  $20^\circ\text{F}$  بایستی GPM

بدست آمده را در ضریب  $\frac{20}{\Delta t}$  ضرب کنیم تا GPM واقعی بدست آید. برای لوله کشی آب سرد مقدار  $\Delta t$  را  $10^\circ\text{F}$  در نظر می‌گیرند.

## ۲-۶-۷- انتخاب مبدل حرارتی

رایج‌ترین مبدل‌های حرارتی عبارتند از:

- رادیاتور

- فن کویل

مزایا و معایب سیستم رادیاتور و فن کویل به شرح زیر است:

### الف- مزایای سیستم رادیاتور:

- هزینه اولیه کمتر و ارزانه‌تر نسبت به سیستم فن کویل
- راهبری و تعمیرات نگهداری ساده‌تر نسبت به سیستم فن کویل

### ب- معایب سیستم رادیاتور:

- عدم کنترل دما و رطوبت
- چون جابجایی بصورت طبیعی می‌باشد، هوا در داخل تقریباً ساکن می‌ماند
- عدم گردش و تجدید هوا
- عدم کارایی این سیستم در تابستان

### ج- مزایای سیستم فن کویل:

- در این سیستم جابجایی بصورت اجباری و توسط فن صورت می‌گیرد، بنابراین راندمان بالاتر است و هوای داخل فضا در حال چرخش است.
- میزان دما توسط ترموستات نصب شده در اتاق کنترل می‌شود و رطوبت هوا تا حدودی گرفته می‌شود.
- امکان ورودی هوای تازه، تجدید هوا و همچنین تصفیه هوا
- امکان استفاده از فن کویل در تمام فصول سال

### د- معایب سیستم فن کویل:

- گرانه‌تر بودن سیستم فن کویل نسبت به رادیاتور

- گرانتر بودن هزینه تعمیرات نگهداری نسبت به سیستم رادیاتور

جهت انتخاب رادیاتورها، در کاتالوگ مربوطه مقدار حرارتی که یک پره می تواند منتقل کند مشخص گردیده است. از تقسیم بار حرارتی اتاق بر مقدار گرمای منتقله توسط پره، تعداد پره های لازم برای رادیاتور بدست می آید. برای انتخاب فن کویل به مشخصات زیر نیاز است:

- بار حرارتی کل گرمایی و سرمایی اتاق  $\left[ \frac{\text{Btu}}{\text{hr}} \right]$  که مطابق بندهای ۲-۳ و ۲-۴ محاسبه می گردد.

- دبی هوای مورد نیاز جهت حمل بار حرارتی [CFM] که از رابطه زیر بدست می آید:

$$\text{CFM} = \frac{\text{ERSH}}{1.08(t_r - t_{\text{adp}})(1 - \text{BF})} \quad (2-22)$$

که در آن:

ERSH: مجموع بارهای سرمایشی محسوس در اتاق  $\left[ \frac{\text{kCal}}{\text{kg}} \right]$

$t_r$ : دمای خشک طرح تابستانی اتاق

$t_{\text{adp}}$ : دمای نقطه شبنم دستگاه که می توان آن را برابر  $52^\circ \text{F}$  در نظر گرفت. برای محاسبه دقیق تر این پارامتر به مرجع [۱] رجوع شود.

BF: ضریب بای پس که بین  $0/2$  تا  $0/3$  در نظر گرفته می شود.

با ارائه این مشخصات و از روی کاتالوگ مربوطه، فن کویل مناسب می تواند انتخاب گردد.

## ۲-۶-۸- انتخاب چیلر

چیلر یک مبدل حرارتی است که آب سردی را که در کویل های هواساز یا فن کویل ها، جریان دارد تأمین می کند. چیلرها از نظر سیستم تبرید به دو دسته تراکمی و تبخیری تقسیم می شوند که نوع متداول آن در ایران تراکمی است. نظر به اینکه در ساختمان پست ها بار سرمایی از تناژ پایین (حدود ۲۰ تا ۳۰ تن) برخوردار است، لذا از یک دستگاه چیلر پکیج می توان استفاده کرد.

پکیجها کلیه اجزاء سیستم تبرید از قبیل کندانسور، شیر انبساط، کمپرسور و ... را بصورت مجتمع روی یک فونداسیون دارا می باشند. برای انتخاب چیلر از روی کاتالوگ لازم است چند پارامتر زیر در دسترس باشد:

- ظرفیت سرمایی چیلر بر حسب تن تبرید: ظرفیت سرمایی چیلر با احتساب ۱۰ درصد ضریب اطمینان بابت افت قدرت و افت ظرفیت سرمایی چیلر ناشی از فرسودگی دستگاه در آینده از رابطه زیر حساب می شود:

$$\text{ظرفیت سرمایی چیلر [تن تبرید]} = \frac{q_t \times 1.1}{12000} \quad (2-23)$$

که در آن  $q_t$ : بار سرمایشی کل  $\left[ \frac{\text{Btu}}{\text{hr}} \right]$  است.

- دمای آب سرد خروجی از چیلر که این دما معمولاً بین  $40^\circ \text{C}$  تا  $50^\circ \text{C}$  درجه فارنهایت می باشد.

- دبی آب سرد خروجی از چیلر: عبارتست از آب سردی که در کل سیستم جریان می یابد و از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$\left[ \frac{\text{gal}}{\text{min}} \right] \text{ دبی آب سرد در جریان} = \frac{q_t}{5000} \quad (2-24)$$

- اختلاف دمای آب سرد ورودی و خروجی چیلر که معمولاً  $10^\circ \text{C}$  درجه فارنهایت در نظر گرفته می شود.

- دمای آب خروجی از کندانسور که معمولاً بین ۸۵ تا ۱۰۵ درجه فارنهایت در نظر گرفته می‌شود. اختلاف دمای آب ورودی و خروجی کندانسور معمولاً ۱۰ درجه فارنهایت می‌باشد.
- دمای تقطیر: منظور دمای تقطیر بخار مبرد در کندانسور است و معمولاً مقدار آن بین ۱۰۰ تا ۱۲۵ درجه فارنهایت در نظر گرفته می‌شود.

## ۹-۶-۲- انتخاب هواکش

برای محاسبه ظرفیت هواکش می‌بایست ابتدا حجم اتاق را محاسبه نمود و سپس حجم فضایی که در ساعت تعویض می‌شود را بدست آورد. به عنوان مثال اگر ابعاد اتاق را  $h, b, a$  فرض کنیم و تعداد دفعات تعویض هوا را برابر ۱۵ در نظر بگیریم ظرفیت هواکش مذکور برابر  $15 abh$  بر حسب  $m^3/hr$  بدست می‌آید که با توجه به کاتالوگ سازنده هواکش و نمودار مربوطه نوع هواکش و توان برق مصرفی آن بدست می‌آید.

در مواقعی که هواکش دیواری یا پنجره‌ای نصب می‌شود و هواکش در داخل کانال قرا نمی‌گیرد، فشار استاتیک سیستم صفر فرض می‌گردد و معمولاً هواکش از نوع هواکش‌های جریان محوری (دیواری یا سقفی) انتخاب می‌شود. این هواکش‌ها در بازار با قطر پروانه‌ای ۱۵۰ تا ۵۵۰ میلیمتر موجود هستند که با توجه به ظرفیتشان و حجم هوای تعویضی مورد نیاز، توان مصرفی برق آنها متغیر است که معمولاً زیر ۱ کیلووات می‌باشند. برای دبی زیر ۶۰۰۰ متر مکعب بر ساعت موتور هواکش‌ها تک‌فاز بوده و توان برق آنها از رابطه (۱۸/دبی هوا) بر حسب وات بدست می‌آید. در مورد هواکش‌های با ظرفیت بین ۶۰۰۰ تا ۱۲۰۰۰ مترمکعب بر ساعت موتور هواکش‌ها هم بصورت تک‌فاز و هم سه‌فاز موجود است و توان برق مصرفی آنها بطور تقریبی از رابطه (۱۵/دبی هوا) بر حسب وات بدست می‌آید.

## ۱۰-۶-۲- انتخاب هواساز و اسپلیت یونیت از کاتالوگ

- مشخصاتی که برای انتخاب هواساز باید در اختیار داشته باشیم به قرار زیر است:
- دبی کل هوای مورد نیاز جهت حمل بار حرارتی ساختمان (CFM)
- بار حرارتی کل ساختمان (سرمایی و گرمایی) ( $Btu/hr$ ) که از بندهای ۲-۳ و ۲-۴ بدست می‌آید.
- فشار استاتیک فن هواساز ( $in. wg$ ) (فقط برای هواساز) که روش یافتن آن به تفصیل در مرجع [۳] آمده است.

## ۱۱-۶-۲- طراحی لوله‌کشی

روش‌های طرح و محاسبه شبکه لوله‌کشی که در ذیل آمده هم برای آب گرم (در گرمایش) و هم برای آب سرد (در سرمایش) معتبر خواهد بود.

برای لوله‌کشی رفت معمولاً از سیستم بسته استفاده می‌شود. چنین سیستم‌هایی معمولاً شامل یک منبع انبساط بودن که با هوای آزاد در ارتباط است.

معمولاً برای لوله‌های برگشت از سیستم لوله‌کشی با برگشت مستقیم استفاده می‌شود. در این روش قطر لوله برگشت در تمام مسیر برابر قطر لوله رفت متناظر خواهد بود، چون در این سیستم افت فشار در مسیر لوله‌کشی به مبدل‌های نزدیک‌تر به دیگ (چیلر)، کمتر از افت فشار در مسیر لوله‌کشی به مبدل‌های دورتر از دیگ (چیلر) است.

### - محاسبات سیستم لوله‌کشی

برای لوله‌کشی بایستی موارد زیر در نظر گرفته شود:

الف- تعیین مناسبترین محل نصب واحدهای مبدل‌های حرارتی و رسم بهترین مسیر لوله‌کشی از دیگ (چیلر) به مبدل‌ها بر روی نقشه ساختمان

ب- انتخاب محدوده مناسب برای سرعت گردش آب: سرعت مناسب حرکت آب در لوله‌ها برای مکان‌هایی که سرو صدا حائز اهمیت می‌باشد (داخل ساختمان) بین ۲ تا ۴ فوت بر ثانیه و برای نواحی خارج ساختمان تا بیش از ۱۰ فوت بر ثانیه انتخاب می‌گردد.

ج- تعیین مقدار دبی آبی که توسط لوله مورد نظر حمل می‌شود که توسط رابطه زیر بدست می‌آید:

$$G = \frac{Q}{10000} \times \frac{20}{\Delta t} \quad (25-2)$$

که در آن:

Q: بار حرارتی (برودتی) که توسط آب درون لوله حمل می‌شود (Btu/hr)

E: دبی آب موردنظر (GPM)

$\Delta t$ : اختلاف دمای آب رفت و برگشت که معمولاً این مقدار در گرمایش ۲۰ درجه فارنهایت و در سرمایش ۱۰ درجه فارنهایت در نظر گرفته می‌شود.

د- تعیین نرخ افت فشار مناسب: نرخ مناسب افت فشار ۲/۵ فوت در هر ۱۰۰ فوت طول در نظر گرفته می‌شود.

ه- تعیین قطر لوله‌ها: با معلوم بودن مقدار حرارتی که توسط آب در لوله مورد نظر حمل می‌شود با مراجعه به نمودار شکل ۲-۲ از پیوست ۱-۲، از تقاطع خطوط بار حرارتی و افت فشار مناسب (۲/۵ فوت در هر ۱۰۰ فوت طول لوله)، نقطه‌ای بدست می‌آید که با توجه به آن می‌توان، سرعت و قطر را خواند. اگر سرعت در گستره مناسب قرار گرفت قطر مناسب قابل قبول است، در غیر اینصورت بایستی قطر بزرگتر را انتخاب نمود.

### ۲-۶-۱۲- نکات کلی در طرح سیستم لوله‌کشی

- جهت سهولت تخلیه آب باید تمام لوله‌های افقی شیب ملایمی بین صفر تا ۳ درصد به طرف موتورخانه داشته باشند: این امر موجب هدایت هوا به بالاترین نقطه و سیستم خواهد شد.
- به منظور تخلیه هوای سیستم باید در مرتفع‌ترین قسمت لوله‌ها در موتورخانه، شیر هواگیر نصب شود بطوریکه تخلیه هر واحد حرارتی توسط شیر هواگیری مربوطه صورت می‌گیرد.
- برای جلوگیری از تغییر شکل لوله‌های طویل در اثر انبساط حرارتی، باید برای لوله‌های مستقیمی که بیش از ۳۰ فوت طول دارند از حلقه انبساطی استفاده نمود.

- جهت افزایش طول عمر لوله‌ها و در صورت لزوم سهولت دستیابی به آنها بهتر است لوله‌هایی که از کف ساختمان عبور می‌کنند از درون کانال مخصوص و لوله‌های عمودی که داخل دیوار قرار دارند از داخل یک کانال که با درب مخصوص پوشیده می‌شوند، عبور داده شوند.
- برای اتصال لوله‌های از ۱/۲ تا ۲ اینچ از اتصالات رزوه‌ای و برای لوله‌های ۲ اینچ از خم و جوش یا اتصال فلنجی استفاده شود.
- از آنجائیکه در سیستم حرارت مرکزی از لوله سیاه استفاده می‌شود باید حتماً آنرا عایق کرد تا از یکطرف از تأثیر رطوبت محفوظ بماند و از طرفی تلفات حرارتی آنها به حداقل ممکن کاهش یابد.
- پر کردن سیستم با آب بهتر است از طریق دیگ صورت بگیرد. این امر باعث می‌شود که همزمان با بالا رفتن سطح آب در سیستم، هوای داخل لوله‌ها به طرف منبع انبساط از نوع باز هدایت شده تخلیه گردد. البته منبع انبساط از طریق شناور خود که با لوله‌کشی آب شهر ارتباط دارد در طول فعالیت سیستم کاهش آب را جبران خواهد کرد.
- منبع دو جداره آبگرمکن را باید حتی‌القدور تا ۱/۵ فوت بالاتر از دیگ نصب نمود تا در صورت خاموش بودن پمپ سیرکولاتور، آب بتواند تحت نیروی ترموسیفون گردش طبیعی داشته باشد.
- برای طرح لوله‌کشی آب سرد یا آب گرم روش‌های مختلفی وجود دارد، مثلاً می‌توان ایندو را مستقل از هم طراحی کرد. بنابراین دو لوله رفت (سرد و گرم) و دو لوله برگشت خواهیم داشت. یا می‌توان از یک لوله مشترک جهت سرمایش و گرمایش استفاده کرد و برگشت آن را هم فقط یکی در نظر گرفت. اما نوع سوم که معمولتر است به این ترتیب است که از دو لوله مجزا جهت رفت آبگرم و آبسرد استفاده می‌شود ولی برگشت آن از یک لوله استفاده می‌شود.

## ۲-۶-۱۳- نکات اساسی در طراحی موتورخانه

- معمولاً تجهیزات موتورخانه بعد از انجام طراحی سیستم حرارتی و برودتی و از روی کاتالوگهای سازندگان تجهیزات انتخاب می‌گردد. پارامترهای مهم برای طراحی موتورخانه به شرح زیر است:
- تفکیک و دسته‌بندی کردن تجهیزات و دستگاه‌های حرارتی از برودتی تا حدامکان
  - پیش‌بینی لازم فضا جهت تعمیرات دستگاه‌های حرارتی و برودتی
  - انتخاب مسیر مناسب برای لوله‌ها
  - عایق کاری لوله‌ها به صورت مناسب و رنگ آمیزی لوله‌ها با رنگهای استاندارد
  - انشعاب‌گیری مناسب از کلکتور و رعایت اصول فنی لوله‌کشی
  - تهویه فضای موتورخانه و تأمین هوای تمیز موتورخانه

## ۲-۶-۱۴- کنترل در سیستم‌های تهویه مطبوع

- کنترل دما در نواحی که از سیستم تهویه مطبوع انفرادی استفاده می‌کنند، توسط فرمان یک ترموستات که داخل اتاق یا فضای مورد تهویه نصب می‌شود، صورت می‌گیرد. این ترموستات می‌تواند پس از رسیدن دما بحد تنظیم شده روی آن، به فن

فن کویل فرمان قطع یا وصل دهد و یا با فرمان دادن به یک شیر موتوری دبی آب گرم یا آب سرد ورودی به کویل را کم یا زیاد و یا بای پس کند.

- در کنترل مرکزی می توان نسبت به تغییرات دمای هوای برگشتی به هواساز، میزان هوای خروجی از هواساز و یا دبی آبگرم و یا آب سرد ورودی به کویل هواساز را با فرمان ترموستات کم یا زیاد نمود. می توان در کانال برگشتی به هواساز یک ترموستات قرار داد که با کم و زیاد شدن دمای هوای برگشتی از ساختمان که حاکی از تغییرات دمای هوا در داخل ساختمان است. این ترموستات همزمان به دمپرموتور و یک شیر موتوری فرمان می دهد. دمپرموتور پره های دمپر را باز و بسته می کند و شیر موتوری میزان دبی آبگرم یا آب سرد ورودی به کویل گرم یا سرد را تغییر می دهد.

## ۷-۲- یک نمونه از طراحی

در زیر یک نمونه از طراحی سرمایشی و گرمایشی ساختمان های پست ۲۳۰ کیلوولت واقع در شهر تهران ارائه می شود.

نام شهر: تهران

عرض جغرافیایی: ۳۵/۷ درجه

ارتفاع: 4002 ft

دمای خشک طراحی در تابستان: 102 °F

دمای مرطوب طراحی در تابستان: 75 °F

تغییرات روزانه دمای هوا در تابستان: 27 °F

دمای خشک طراحی در زمستان: 20 °F

دمای خشک طراحی در زمستان: 16.2 °F

## ۷-۱-۲- اطلاعات پلان ساختمان

- دیوارهای مشرف به خارج: آجر مجوف ۸ اینچ با روکاری بیرونی از آجرنمای ۴ اینچ و نازک کاری داخلی مجموع دو طرف

$$\frac{5}{8} \text{ اینچ از ماسه و اندود گچ (ضریب کلی هدایتی حرارتی برابر } 0.29 \frac{\text{Btu}}{\text{hr.ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}} \text{ با استفاده از مرجع [1]).}$$

- دیوارهای داخلی: بلوک سیمانی با  $\frac{5}{8}$  اینچ اندود گچ، روی هر دو طرف دیوار (ضریب کلی هدایت حرارتی برابر

$$0.41 \frac{\text{Btu}}{\text{ft}^2 \cdot \text{hr.} \cdot ^\circ\text{F}} \text{ با استفاده از مرجع [1]).}$$

- پنجره ها: شیشه دو جداره معمولی که برای سایبان داخلی آن از پرده کرکره استفاده می شود و پهنای سایبان خارجی آن ۱ فوت است و ارتفاع همه پنجره ها ۶/۷ فوت می باشد.

- درها: در اتاق ها چوبی و به ضخامت ۲ اینچ است. ارتفاع درها ۷/۸ فوت می باشد (ضریب کلی هدایت حرارتی درها برابر

$$0.45 \frac{\text{Btu}}{\text{ft}^2 \cdot \text{hr.} \cdot ^\circ\text{F}} \text{ با استفاده از مرجع [1]).}$$

- سقف: سقف از بتن، شن، ماسه و در سمت داخل از پلاستر معلق جمعاً به ضخامت کل ۱۲ اینچ به اضافه ۲ اینچ عایق روی

بام ضریب کلی هدایت حرارتی برابر  $0.13 \frac{\text{Btu}}{\text{ft}^2 \cdot \text{hr} \cdot ^\circ \text{F}}$  با استفاده از مرجع [۱].

- کف: بتن با ماسه و موزائیک (ضریب کلی هدایت حرارتی برابر  $0.17 \frac{\text{Btu}}{\text{ft}^2 \cdot \text{hr} \cdot ^\circ \text{F}}$  با استفاده از مرجع [۱].

## ۲-۷-۲- شرایط نگهداری فضاها

شرایط نگهداری فضاها در جدول زیر آمده است.

جدول ۲-۵: شرایط نگهداری فضاها

| فضای موردنیاز         | حالت طرح داخل                       |                                                                            |                                                  | حداقل میزان تهویه هوا (مرتبه در ساعت) |
|-----------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------|
|                       | دمای تابستان ( $^{\circ}\text{F}$ ) | دمای زمستان ( $^{\circ}\text{F}$ )                                         | رطوبت نسبی (%)                                   |                                       |
| اتاق کنترل            | $74 \pm 4$                          | $74 \pm 4$                                                                 | توسط مهندس مربوطه بایستی در رنج مطلوبی قرار گیرد | 2                                     |
| اتاق استراحت          | $74 \pm 4$                          | $74 \pm 4$                                                                 | توسط مهندس مربوطه بایستی در رنج مطلوبی قرار گیرد | 2                                     |
| دفتر                  | $74 \pm 4$                          | $74 \pm 4$                                                                 | توسط مهندس مربوطه بایستی در رنج مطلوبی قرار گیرد | 3                                     |
| آشپزخانه              | $74 \pm 4$                          | $74 \pm 4$                                                                 | توسط مهندس مربوطه بایستی در رنج مطلوبی قرار گیرد | 12                                    |
| سرویس بهداشتی         | $74 \pm 4^*$                        | $74 \pm 4^*$                                                               | کنترل نمی‌شود                                    | 6                                     |
| راهرو                 | $74 \pm 4^*$                        | $74 \pm 4^*$                                                               | کنترل نمی‌شود                                    | 1                                     |
| اتاق PLC              | $T \leq 104$                        | نیاز به گرمایش ندارد و $20^{\circ}\text{F}$ بیشتر از محیط در نظر گرفته شود | کنترل نمی‌شود                                    | -                                     |
| باتری‌خانه            | $T \leq 104$                        | نیاز به گرمایش ندارد و $20^{\circ}\text{F}$ بیشتر از محیط در نظر گرفته شود | کنترل نمی‌شود                                    | 15                                    |
| کلیدخانه              | $T \leq 104$                        | نیاز به گرمایش ندارد و $20^{\circ}\text{F}$ بیشتر از محیط در نظر گرفته شود | کنترل نمی‌شود                                    |                                       |
| اتاق کنترل محلی (BCR) | $T \leq 104$                        | نیاز به گرمایش ندارد و $20^{\circ}\text{F}$ بیشتر از محیط در نظر گرفته شود | کنترل نمی‌شود                                    | 2                                     |

\* نیاز به سرمایش و گرمایش ندارد ولی بخاطر در ارتباط بودن آن با محیط‌های تهویه شده، با آن محیط‌ها همدمای فرض شده است.

## ۲-۷-۳- محاسبه بارهای حرارتی و برودتی

در جدول ۲-۶ محاسبات مربوط به اتاق کنترل به عنوان نمونه آورده شده است. محاسبات دیگر فضاها نیز به همین منوال

صورت می‌گیرد.

## ۲-۷-۳-۱- محاسبه بار دمای حرارتی اکتسابی از جداره‌ها

کلیه ابعاد درها، دیوارها و پنجره‌های اتاق کنترل در جدول ۲-۶ آمده است. فاصله بین سقف تا کف در همه فضاها ۱۰ فوت است.

- یک نمونه محاسبه از جدول ۲-۶:

برای مثال در ضلع شرقی، دیواری رو به محیط خارج وجود دارد که ابعاد آن  $۵۳ \times ۱۰$  فوت است و نیز یک در به ابعاد  $۷/۸ \times ۳$  فوت و ۳ پنجره به ابعاد  $۶/۷ \times ۶$  فوت و یک پنجره به ابعاد  $۶/۷ \times ۱۲$  فوت وجود دارد. برای محاسبه بار سرمایش دیوار از رابطه ۲-۱ استفاده می‌کنیم.

$$u = 0.29 \left[ \frac{\text{Btu}}{\text{h.ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}} \right]$$

$$A = (53 \times 10) - (3 \times 7.8) - 3 \times (6 \times 6.7) - (12 \times 6.7) = 305.6 \text{ [ft}^2\text{]}$$

با توجه به جدول ۲-۸ پیوست ۱-۲ داریم:

$$\left. \begin{array}{l} 27^\circ\text{F} \rightarrow H = \text{تغییرات روزانه دمای هوا} \\ \text{شرقی} \rightarrow \text{جهت دیوار} \\ ۱۰۲ \rightarrow \text{دمای طراحی} \end{array} \right\} \rightarrow \text{CLTD} = 25^\circ\text{F}$$

$$\Rightarrow q_d = u.A.(CLTD) = 0.29 \times 305.6 \times 25 = 2215.6$$

محاسبات بار سرمایشی برای در نیز به همین صورت انجام می‌گیرد.

برای محاسبه بار گرمایش دیوار از رابطه ۲-۱۰ استفاده می‌کنیم:

$$t_o = 20^\circ\text{F} = \text{دمای خشک طراحی زمستانی}$$

$$t_i = 74^\circ\text{F} = \text{دمای طرح داخل}$$

$$\Rightarrow q_d = u.A.(t_i - t_o) = 0.29 \times 305.6 \times (74 - 20) = 4785.7$$

محاسبات بار گرمایشی در و پنجره‌ها نیز به همین صورت انجام می‌گیرد.

برای محاسبه بار سرمایشی پنجره به ابعاد  $۶/۷ \times ۱۲$  فوت می‌بایستی از رابطه ۲-۲ استفاده شود. برای این کار ابتدا باید  $A_R$  و  $A_S$  محاسبه شوند.

برای یافتن  $A_R$ ،  $A_S$  ابتدا بایستی ضریب سایه از جدول ۲-۹ پیوست ۱-۲ استخراج شود، بدین گونه که:

$$\left. \begin{array}{l} \text{شرقی: جهت قرار گیری پنجره} \\ 53.7^\circ: \text{عرض جغرافیایی} \end{array} \right\} \rightarrow \text{SLF} = 0.8$$

سپس با استفاده از روابط ۲-۳ و ۲-۴ سطح در معرض سایه پنجره بدست می‌آید که در آن  $W$  پهنای سایبان برابر ۱ فوت و  $L$

عرض پنجره برابر ۱۲ می‌باشد:

$$\Rightarrow d = W \times \text{SLF} = 1 \times 0.8 = 0.8 \text{ ft}^2$$

$$A_s = L \times d = 12 \times 0.8 = 9.6 \text{ ft}^2$$

$$A_R = A - A_s = 12 \times 6.7 - 9.6 = 70.8 \text{ ft}^2$$

برای بدست آوردن GLF از جدول ۱۰-۲ پیوست ۱-۲ استفاده می‌شود. برای این منظور داریم:

$$\left. \begin{array}{l} \text{دوجداره معمولی: نوع شیشه} \\ \text{شرق: جهت قرارگیری پنجره} \\ \text{102°F: دمای طراحی} \\ \text{پرده کرکره: نوع سایبان} \end{array} \right\} \Rightarrow (GLF)_R = 46.4 \text{ Btu/hr.ft}^2$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{دوجداره معمولی: نوع شیشه} \\ \text{شمال (چون زیرسایه قرار دارد): جهت قرارگیری پنجره} \\ \text{102°F: دمای طراحی} \\ \text{پرده کرکره: نوع سایبان} \end{array} \right\} \rightarrow (GLF)_S = 22.4 \text{ Btu/hr.ft}^2$$

$$\Rightarrow q_w = (GLF)_S A_S + (GLF)_R A_R = (22.4 \times 9.6) + (46.4 \times 70.8) = 215 + 3285.1 = 3500.1 \text{ Btu/hr}$$

بقیه محاسبات مربوط به جدول ۶-۲ به طرز مشابه انجام می‌گیرد.

جدول ۲-۶: بارهای حرارتی اکتسابی از جداره‌ها

| فضای موردنظر | جهت       | آیتم  | ابعاد (ft) | موقعیت        | سطح خالص (ft <sup>2</sup> ) | ضریب انتقال حرارت u [Btu / h.ft <sup>2</sup> .F] | GLF [Btu / h.ft <sup>2</sup> ] | CLTD [°F] | $\Delta t [^{\circ}F]$ |         | بار سرمایشی [Btu / hr] | بار گرمایشی [Btu / hr] |
|--------------|-----------|-------|------------|---------------|-----------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------|-----------|------------------------|---------|------------------------|------------------------|
|              |           |       |            |               |                             |                                                  |                                |           | تابستانی               | زمستانی |                        |                        |
| اتاق کنترل   | ضلع شرقی  | دیوار | 53×10      | رو به خارج    | 305.6                       | 0.29                                             | -                              | 25        | -                      | 54      | 2215.6                 | 4785.7                 |
|              |           | در    | 3×7.8      | رو به خارج    | 23.4                        | 0.45                                             | -                              | 25        | -                      | 54      | 263.3                  | 568.6                  |
|              |           | پنجره | 3×(6×6.7)  | زیر سایه      | 14.4                        | 0.55                                             | 22.4                           | -         | -                      | 54      | 322.6                  | 3581.8                 |
|              |           |       |            | در معرض آفتاب | 106.2                       |                                                  | 46.4                           | -         | -                      |         | 4927.7                 |                        |
|              |           |       | 12×6.7     | زیر سایه      | 9.6                         | 0.55                                             | 22.4                           | -         | -                      | 54      | 215                    | 2387.9                 |
|              |           |       |            | در معرض آفتاب | 70.8                        |                                                  | 46.4                           | -         | -                      |         | 3285.1                 |                        |
|              | ضلع شمالی | دیوار | 48×10      | رو به خارج    | 249                         | 0.29                                             | -                              | 15        | -                      | 54      | 1083.1                 | 3899.3                 |
|              |           | در    | 9×7.8      | رو به خارج    | 70.2                        | 0.45                                             | -                              | 15        | -                      | 54      | 473.9                  | 1705.9                 |
|              |           | پنجره | 2×(6×6.7)  | زیر سایه      | -                           | 0.55                                             | -                              | -         | -                      | 54      | -                      | 2387.9                 |
|              |           |       |            | در معرض آفتاب | 80.4                        |                                                  | 22.4                           | -         | -                      |         | 1801                   |                        |
|              |           |       | 12×6.7     | زیر سایه      | -                           | 0.55                                             | -                              | -         | -                      | 54      | -                      | 2387.9                 |
|              |           |       |            | در معرض آفتاب | 80.4                        |                                                  | 22.4                           | -         | -                      |         | 1801                   |                        |

ادامہ جدول ۲-۶

[illegible]

## ۲-۳-۷-۲- محاسبه بار حرارتی و برودتی ناشی از تعویض هوا

با توجه به اینکه ابعاد اتاق کنترل  $53 \times 48 \times 10$  فوت است و استاندارد تعویض هوا در آن ۲ مرتبه در ساعت، خواهیم داشت:

$$Q = \frac{2 \times 53 \times 48 \times 10}{60} = 848 \text{ CFM}$$

اختلاف طرح داخل و خارج در تابستان برابر است با:

$$\Delta t_s = (102 - 74) = 28^\circ \text{ F}$$

اختلاف طرح داخل و خارج در زمستان برابر است با:

$$\Delta t_w = (74 - 20) = 54^\circ \text{ F}$$

از این رو بار سرمایشی و گرمایشی ناشی از تعویض هوا به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{بار سرمایشی} = 1.1Q\Delta t = 1.1 \times 848 \times 28 = 26118 \text{ Btu/hr}$$

$$\text{بار گرمایشی} = 1.1Q\Delta t = 1.1 \times 848 \times 54 = 50371 \text{ Btu/hr}$$

## ۲-۳-۷-۳- بار سرمایشی ناشی از افراد

با فرض حضور سه نفر در اتاق کنترل داریم:

$$q = 3 \times 230 = 690 \text{ Btu/hr}$$

## ۲-۳-۷-۴- بار سرمایشی کل

$$q_t = (49890 + 26118 + 690) \times 1.2 \times 1.05 = 96640 \frac{\text{Btu}}{\text{hr}}$$

$$\frac{96640}{12000} = 8 \text{ ton}$$

## ۲-۳-۷-۵- بار گرمایشی کل

$$q_t = (61404 + 50371) \times 1.05 = 117364 \frac{\text{Btu}}{\text{hr}}$$

## ۲-۳-۷-۶- انتخاب اسپلیت یونیت برای اتاق کنترل

$$\text{بار سرمایشی} = 96640 \text{ Btu/hr}$$

$$\text{بار گرمایشی} = 117364 \text{ Btu/hr}$$

$$\text{ERSH} = \text{بار سرمایشی محسوس} = 49890 + 26118 + 690 = 76698$$

$$\text{BF} = 0.25$$

$$T_{\text{adp}} = 52^\circ \text{ F}$$

از رابطه زیر داریم:

$$RCFM = \frac{ERSH}{1.08(t_r - t_{adp})(1 - BF)} = 4304$$

با توجه به اعداد داده شده و کاتالوگ اسپیلت یونیت می‌توان مدل آن را انتخاب نمود.

۷-۳-۷-۲- یک نمونه طراحی برای فضاهایی که فقط نیاز به تهویه هوا دارند.

فضاهایی مانند اتاق باتری، تهویه مطبوع روی آن صورت نمی‌گیرد و فقط هوای درون آن فضاها تعویض می‌گردد. برای اینگونه فضاها بایستی فن مناسب انتخاب نمود. برای مثال می‌خواهیم یک فن مناسب برای اتاق باتری به ابعاد  $21 \times 16.5 \times 10$  فوت که استاندارد تعویض هوا در آن ۱۵ مرتبه در ساعت است انتخاب کنیم. برای دبی هوا داریم:

$$CFM = 21 \times 16.5 \times 10 \times 15 = 51975$$

حال با این مقدار فن مورد نظر را از کاتالوگ مربوطه انتخاب می‌کنیم.

-

جدول ۲-۷: دمای پیشنهادی طرح داخل برای شرایط تابستان و زمستان

| Type of application                                                                                                        | SUMMER       |               |                              |              |                              | WINTER              |               |                              |              |                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------|------------------------------|--------------|------------------------------|---------------------|---------------|------------------------------|--------------|------------------------------|
|                                                                                                                            | Deluxe       |               | Commercial Practice          |              |                              | With humidification |               | Without Humidification       |              |                              |
|                                                                                                                            | Dry-Bulb (F) | Rel. Hum. (%) | Temp. swing <sup>+</sup> (F) | Dry-Bulb (F) | Temp. swing <sup>+</sup> (F) | Dry-Bulb (F)        | Rel. Hum. (%) | Temp. swing <sup>+</sup> (F) | Dry-Bulb (F) | Temp. swing <sup>+</sup> (F) |
| GENERAL COMFORT<br>Apt., House, Hotel, Office<br>Hospital, School, etc.                                                    | 74-76        | 50-45         | 77-79                        | 50-45        | 2 to 4                       | 74-76               | 35-30         | -3 to -4                     | 75-77        | -4                           |
| RETAIL SHOPS<br>(Short term occupancy)<br>Band, Barber of Beauty<br>Shop, Dept. Store,<br>Supermarket, etc.                | 76-78        | 50-45         | 78-80                        | 50-45        | 2 to 4                       | 72-74               | 35-30**       | -3 to -4                     | 73-75        | -4                           |
| LOW SENSIBLE HEAT<br>FACTOR<br>APPLICATIONS<br>(High Latent Load)<br>Auditorium, Church, Bar,<br>Restaurant, Kitchen, ect. | 76-78        | 55-50         | 78-80                        | 60-50        | 1 to 2                       | 72-74               | 40-35         | -2 to -3                     | 74-76        | -4                           |
| FACTORY COMFORT<br>Assembly Areas,<br>Machining Rooms, etc.                                                                | 77-80        | 55-45         | 80-85                        | 60-50        | 3 to 6                       | 68-72               | 35-30         | -4 to -6                     | 70-74        | -6                           |

\* The room design dry- bulb temperature should be reduced when hot radiant panels are adjacent to the occupant and increased when cold panels are adjacent, to compensate for the increase or decrease in radiant heat exchange from the body. A hot or cold panel may be unshaded glass or glass block windows (hot in summer, cold in winter) and thin partitions with hot or cold spaces adjacent. An unheated slab floor on the ground or walls below ground level are cold panels during the winter and frequently during the summer also. Hot tanks, furnaces or machines are hot panels,

<sup>+</sup> Temperature swing is above the thermostat setting at peak summer load conditions,

<sup>+</sup> Temperature swing is below the thermostat setting at peak winter load conditions (no lights, people or solar heat gain).

\*\* Winter humidification in retail clothing shops is recommended to maintain the quality texture of goods.

جدول ۲-۸: مقادیر CLTD برای طرح سرمایشی

| Design temperature, °F                                            |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |     |     |
|-------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|----|-----|-----|
| Daily Temperature Range*                                          | 85 |    | 90 |    |    | 95 |    |    | 100 |    | 105 | 110 |
|                                                                   | L  | M  | L  | M  | H  | L  | M  | H  | M   | H  | M   | H   |
| All walls and doors                                               |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |     |     |
| North                                                             | 8  | 3  | 13 | 8  | 3  | 18 | 13 | 8  | 18  | 13 | 18  | 23  |
| NE and NW                                                         | 14 | 9  | 19 | 14 | 9  | 24 | 19 | 14 | 24  | 19 | 24  | 29  |
| East and West                                                     | 18 | 13 | 23 | 18 | 13 | 28 | 21 | 18 | 28  | 23 | 28  | 33  |
| SE and SW                                                         | 16 | 11 | 21 | 16 | 11 | 26 | 21 | 16 | 26  | 21 | 26  | 31  |
| South                                                             | 11 | 6  | 16 | 11 | 6  | 21 | 16 | 11 | 21  | 16 | 21  | 26  |
| Roofs and ceilings                                                |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |     |     |
| Attic or flat built-up                                            | 42 | 37 | 47 | 42 | 37 | 51 | 47 | 42 | 51  | 47 | 51  | 56  |
| Floors and ceilings                                               |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |     |     |
| Underconditioned space, over unconditioned room, over crawl space | 9  | 4  | 12 | 9  | 4  | 14 | 12 | 9  | 14  | 12 | 14  | 19  |
| Partitions                                                        |    |    |    |    |    |    |    |    |     |    |     |     |
| Inside or shaded                                                  | 9  | 4  | 12 | 9  | 4  | 14 | 12 | 9  | 14  | 12 | 14  | 19  |

<sup>a</sup> Cooling load temperature differences (CLTDs) for single family detached houses, duplexes, or multifamily, with both east and west exposed walls or only north and south exposed walls, °F.

\* L denotes low daily range, less than 160 F; M denotes medium daily range, 16 to 25 °F; and H denotes high daily range, greater than 25 °F.

جدول ۲-۹: ضریب سایه

| Direction<br>Window Faces | Latitude, Degrees N |     |     |     |     |     |     |
|---------------------------|---------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                           | 24                  | 32  | 36  | 40  | 44  | 48  | 52  |
| East                      | 0.8                 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 |
| SE                        | 1.8                 | 1.6 | 1.4 | 1.3 | 1.1 | 1.0 | 0.9 |
| South                     | 9.2                 | 5.0 | 3.4 | 2.6 | 2.1 | 1.8 | 1.5 |
| SW                        | 1.8                 | 1.6 | 1.4 | 1.3 | 1.1 | 1.0 | 0.9 |
| West                      | 0.8                 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 |

Note: Shadow length below the overhang equals the shade line factor times the overhang width. Values are averages for the 5 h of greatest solar intensity on August 1.

جدول ۲-۱: ضریب بار شیشه (GLF)

| Design Temperature °F                                                     | Regular Single Glass |     |     |     |     |     | Regular Double Glass |     |     |     |     |     | Heat- Absorbing Double Glass |    |    |     |     |     | Clear Triple Glass |     |     |
|---------------------------------------------------------------------------|----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------------------------------|----|----|-----|-----|-----|--------------------|-----|-----|
|                                                                           | 85                   | 90  | 95  | 100 | 105 | 110 | 85                   | 90  | 95  | 100 | 105 | 110 | 85                           | 90 | 95 | 100 | 105 | 110 | 85                 | 90  | 95  |
| <b>No inside shading</b>                                                  |                      |     |     |     |     |     |                      |     |     |     |     |     |                              |    |    |     |     |     |                    |     |     |
| North                                                                     | 34                   | 36  | 41  | 47  | 48  | 50  | 30                   | 30  | 34  | 37  | 38  | 41  | 20                           | 20 | 23 | 25  | 26  | 28  | 27                 | 27  | 30  |
| NE and NW                                                                 | 63                   | 65  | 70  | 75  | 77  | 83  | 55                   | 56  | 59  | 62  | 63  | 66  | 36                           | 37 | 39 | 42  | 44  | 44  | 50                 | 50  | 53  |
| East and West                                                             | 88                   | 90  | 95  | 100 | 102 | 107 | 77                   | 78  | 81  | 84  | 85  | 88  | 51                           | 51 | 54 | 56  | 59  | 59  | 70                 | 70  | 73  |
| SE and SW <sup>b</sup>                                                    | 79                   | 81  | 86  | 91  | 92  | 98  | 69                   | 70  | 73  | 76  | 77  | 80  | 45                           | 46 | 49 | 51  | 54  | 54  | 62                 | 63  | 65  |
| South                                                                     | 53                   | 55  | 60  | 65  | 67  | 72  | 46                   | 47  | 50  | 53  | 54  | 57  | 31                           | 31 | 34 | 36  | 39  | 39  | 42                 | 42  | 45  |
| Horizontal skylight                                                       | 156                  | 156 | 161 | 166 | 167 | 171 | 137                  | 138 | 140 | 143 | 144 | 147 | 90                           | 91 | 93 | 95  | 96  | 98  | 124                | 125 | 127 |
| <b>Draperies, Venetian blinds, translucent roller shades, fully drawn</b> |                      |     |     |     |     |     |                      |     |     |     |     |     |                              |    |    |     |     |     |                    |     |     |
| North                                                                     | 18                   | 19  | 23  | 27  | 29  | 33  | 16                   | 16  | 19  | 22  | 23  | 26  | 13                           | 14 | 16 | 18  | 19  | 21  | 15                 | 16  | 18  |
| NE and NW                                                                 | 32                   | 33  | 38  | 42  | 43  | 47  | 29                   | 30  | 32  | 35  | 36  | 39  | 24                           | 24 | 27 | 29  | 29  | 32  | 28                 | 28  | 30  |
| East and West                                                             | 45                   | 46  | 50  | 54  | 55  | 59  | 40                   | 41  | 44  | 46  | 47  | 50  | 33                           | 33 | 36 | 38  | 38  | 41  | 39                 | 39  | 41  |
| SE and SW <sup>b</sup>                                                    | 40                   | 41  | 46  | 49  | 51  | 55  | 36                   | 37  | 39  | 42  | 43  | 46  | 29                           | 30 | 32 | 34  | 35  | 37  | 35                 | 35  | 38  |
| South                                                                     | 27                   | 28  | 33  | 37  | 38  | 42  | 24                   | 25  | 28  | 31  | 31  | 34  | 20                           | 21 | 23 | 25  | 26  | 28  | 23                 | 23  | 26  |
| Horizontal skylight                                                       | 78                   | 79  | 83  | 86  | 87  | 90  | 71                   | 71  | 74  | 76  | 77  | 79  | 58                           | 59 | 61 | 63  | 63  | 65  | 69                 | 69  | 71  |
| <b>Opaque roller shades, fully drawn</b>                                  |                      |     |     |     |     |     |                      |     |     |     |     |     |                              |    |    |     |     |     |                    |     |     |
| North                                                                     | 14                   | 15  | 20  | 23  | 25  | 29  | 13                   | 14  | 17  | 19  | 20  | 23  | 12                           | 12 | 15 | 17  | 17  | 20  | 13                 | 13  | 15  |
| NE and NW                                                                 | 25                   | 26  | 31  | 34  | 36  | 40  | 23                   | 24  | 27  | 30  | 30  | 33  | 21                           | 22 | 24 | 26  | 27  | 29  | 23                 | 23  | 26  |
| East and West                                                             | 34                   | 36  | 40  | 44  | 45  | 49  | 32                   | 33  | 36  | 38  | 39  | 42  | 29                           | 30 | 32 | 34  | 35  | 37  | 32                 | 32  | 35  |
| SE and SW <sup>b</sup>                                                    | 31                   | 32  | 63  | 40  | 42  | 46  | 29                   | 30  | 33  | 35  | 36  | 39  | 26                           | 27 | 29 | 31  | 32  | 34  | 29                 | 29  | 31  |
| South                                                                     | 21                   | 22  | 27  | 30  | 32  | 36  | 20                   | 20  | 23  | 26  | 27  | 30  | 18                           | 19 | 21 | 23  | 24  | 26  | 19                 | 20  | 22  |
| Horizontal skylight                                                       | 60                   | 61  | 64  | 68  | 69  | 72  | 57                   | 57  | 60  | 62  | 63  | 65  | 52                           | 52 | 55 | 57  | 57  | 59  | 56                 | 57  | 59  |

a Glass load factors (GLFs) for single – family detached houses, duplexes, or multifamily residences, with both east and west exposed walls or only north and south exposed walls, Btu/h ft<sup>2</sup>.

b Correct by + 30% for latitude of 48° and by -30% for latitude of 32°. Use linear interpolation for latitude from 40 to 48 and from 40 to 32°

جدول ۲-۱۱: استانداردهای تهویه

| محل مورد تهویه            |                               | هوای لازم برای هر نفر<br>CFM | CFM بر فوت مربع<br>سطح کف | دفعات تعویض هوا بر<br>ساعت |
|---------------------------|-------------------------------|------------------------------|---------------------------|----------------------------|
| آپارتمانها                | معمولی                        | 20                           | -                         | 2                          |
|                           | دولوکس                        | 30                           | 0.33                      | -                          |
| آرایشگاه مردانه           |                               | 15                           | -                         | 2                          |
| آشپزخانه‌ها               | رستوران                       | -                            | 4                         | 20-25                      |
|                           | منزل                          | -                            | 2                         | 10-15                      |
| اتاق انتظار عمومی         |                               | -                            | -                         | 4                          |
| انبارها                   |                               | -                            | -                         | 2-3                        |
| بانک                      |                               | 10                           | -                         | 2                          |
| بیمارستان                 | اتاق خصوصی                    | 30                           | 0.33                      | -                          |
|                           | اتاق عمومی                    | 20                           | -                         | -                          |
|                           | اتاق عمل                      | 50                           | 2                         | -                          |
|                           | کودکان                        | 15                           | -                         | -                          |
|                           | مجروحین                       | 20                           | -                         | -                          |
| تالار کنفرانس             |                               | 15                           | -                         | 5                          |
| توالت (تخلیه هوا)         |                               | -                            | 2                         | 4-8                        |
| تونل                      |                               | -                            | -                         | 6                          |
| حمام                      |                               | -                            | -                         | 6                          |
| دراگ استور                |                               | 10                           | -                         | -                          |
| دفتر کار                  | خصوصی                         | 25-30                        | 0.25                      | 3                          |
|                           | عمومی                         | 15                           | 0.25                      | 4                          |
| راه پله و راهرو           |                               | -                            | 0.25                      | 1-1/2                      |
| رستوران                   | غذاخوری                       | 15                           | -                         | 6                          |
|                           | زیرزمین                       | -                            | -                         | 8                          |
|                           | کافه تریا                     | 12                           | -                         | 5                          |
| سالن زیبایی بانوان        |                               | 10                           | -                         | 2                          |
| سالن کنواسیون             |                               | 20                           | -                         | 6                          |
| سینما و تئاتر             |                               | 15                           | -                         | 5-10                       |
| فروشگاه                   | بزرگ                          | 7 1/2                        | 0.05                      | 2-4                        |
|                           | کوچک                          | 10                           | -                         | 2-4                        |
| کارخانجات                 |                               | 10                           | 0.10                      | 1-4                        |
| کارگاه ریسندگی            |                               | 20                           | -                         | 6                          |
| کارگاه ریخته‌گری          |                               | -                            | -                         | 15-20                      |
| کلیسا و مسجد              |                               | 20-30                        | -                         | 8                          |
| گاراژ                     |                               | -                            | 1                         | -                          |
| لابراتوار                 |                               | 20                           | -                         | 5                          |
| مدرسه                     |                               | 15                           | -                         | -                          |
| موتورخانه تأسیسات         |                               | -                            | -                         | 4                          |
| هتل‌ها                    |                               | 30                           | 0.33                      | -                          |
| قواعد کلی برای<br>مکانهای | بدون دود سیگار                | 7 1/2                        | -                         | -                          |
|                           | با مقداری دود سیگار           | 10-15                        | -                         | -                          |
|                           | با مقدار زیاد دود سیگار       | 15-30                        | -                         | -                          |
|                           | با مقدار بسیار زیاد دود سیگار | 50                           | -                         | -                          |

جدول ۲-۱۲: میزان مصرف آبگرم بر حسب نوع ساختمان و نوع وسایل بهداشتی

| وسيله بهداشتی<br>نوع ساختمان | حداکثر مصرف آبگرم بر حسب گالن بر ساعت (GPH) |                           |          |     |                |                        |                  |                 |                  |               | ضریب تقاضا | ضریب ذخیره منبع * |
|------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------|----------|-----|----------------|------------------------|------------------|-----------------|------------------|---------------|------------|-------------------|
|                              | دستشویی و<br>توالیت خصوصی                   | دستشویی و<br>توالیت عمومی | وان حمام | دوش | سینک آبدارخانه | سینک<br>ظرفشویی        | ماشین<br>ظرفشویی | سینک<br>رختشویی | ماشین<br>رختشویی | لگن<br>پاشویی |            |                   |
| آپارتمان                     | 3                                           | 5                         | 20       | 100 | 10             | 15                     | 20               | 25              | 75               | 3             | 0.35       | 1.25              |
| منازل مسکونی                 | 3                                           | -                         | 20       | 100 | 10             | 15                     | 20               | 25              | 75               | 3             | 0.35       | 1.25              |
| هتل                          | 3                                           | 10                        | 20       | 100 | 20             | 30                     | 50-150           | 35              | 150              | 3             | 0.35       | 0.8               |
| ورزشگاه                      | 3                                           | 10                        | 30       | 300 | -              | -                      | -                | -               | -                | 12            | 0.40       | 1                 |
| بیمارستان                    | 3                                           | 8                         | 20       | 100 | 20             | 20                     | 50-150           | 35              | 150              | 3             | 0.50       | 0.6               |
| کلوپ                         | 3                                           | 8                         | 20       | 200 | 20             | 20                     | 50-150           | 35              | 150              | 3             | 0.30       | 0.9               |
| کارخانجات                    | 3                                           | 15                        | -        | 300 | -              | 20                     | 20-100           | -               | -                | 12            | 0.60       | 1                 |
| ادارات                       | 3                                           | 8                         | -        | -   | 20             | 20                     | -                | -               | -                | -             | 0.30       | 2                 |
| مدارس                        | 3                                           | 15                        | -        | 300 | 20             | 20                     | 20-100           | -               | -                | -             | 0.60       | 1                 |
| خوابگاه دانشجویی             | 3                                           | 10                        | -        | 200 | 20             | 20                     | 50-150           | 30              | 100              | 12            | 0.4        | 1                 |
| رستورانها:                   | شستشو با دست                                |                           |          |     |                | شستشو با ماشین ظرفشویی |                  |                 |                  |               |            |                   |
| برای هر پرس غذا              | 1.5                                         |                           |          |     |                | 2.5                    |                  |                 |                  |               | 0.3        | 1.25              |

## فرمولهای محاسباتی:

۱- ضریب تقاضا × حداکثر مصرف آبگرم [GPH] = مقدار واقعی مصرف آبگرم

۲- ذخیره منبع × ضریب تقاضا × ضریب × حداکثر مصرف آبگرم [GPH] = ظرفیت منبع آبگرم

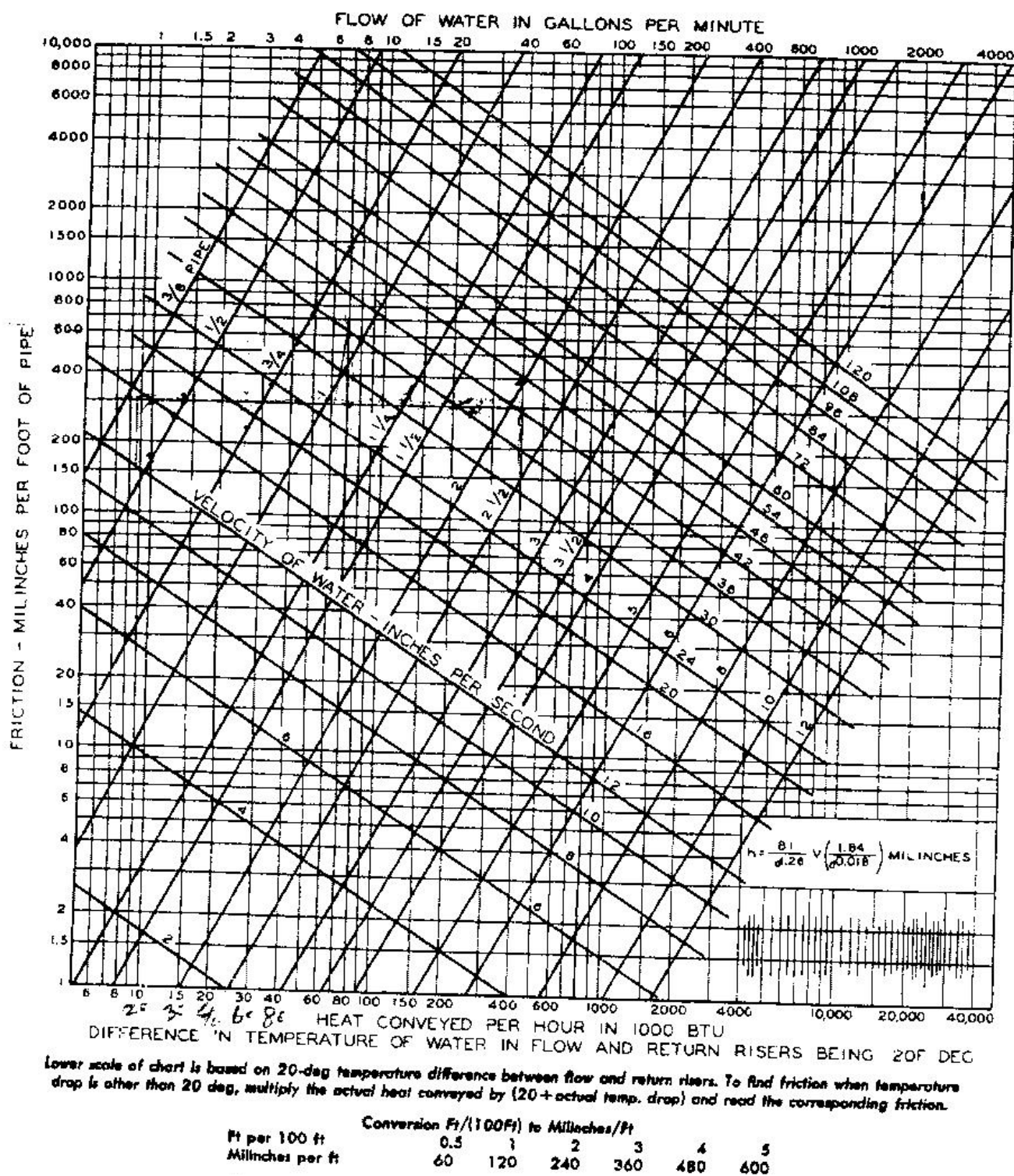
\* بدلیل اینکه پس از مصرف 0.7 تا 0.25 آبگرم منبع، بقیه آب موجود در آن سرد می شود، بعنوان

یک قاعده کلی، حجم منبع ذخیره آبگرم را باید بین 0.25 تا 0.3 بیش از مقدار واقعی مصرف

آبگرم ساختمان در نظر گرفت، ولی این خود بستگی به یکنواخت یا غیریکنواخت بودن مصرف آبگرم در ساختمان دارد. بعنوان مثال، در ساختمانهایی همچون هتل و بیمارستان که تقاضای آبگرم آنها تقریباً یکنواخت است، ضرایب ذخیره منبع را می توان بترتیب تا 0.8 و 0.6 **تقلیل** داده در عوض ظرفیت حرارتی آبگرمکن را افزایش داد.

جدول ۲-۱۳: سطح مقطع دودکش بر حسب قدرت دیگ و ارتفاع دودکش

| ارتفاع دودکش بر حسب فوت         |       |       |       |     |      | قدرت دیگ<br>[Btu / hr] |
|---------------------------------|-------|-------|-------|-----|------|------------------------|
| 132                             | 99    | 66    | 49.5  | 33  | 16.5 |                        |
| سطح مقطع دودکش بر حسب اینچ مربع |       |       |       |     |      |                        |
|                                 |       |       |       |     | 62   | 80000                  |
|                                 |       |       |       |     | 70   | 120000                 |
|                                 |       |       |       | 65  | 93   | 160000                 |
|                                 |       |       | 65    | 81  |      | 200000                 |
|                                 | 62    | 77.5  | 91.5  | 113 |      | 280000                 |
| 73                              | 81    | 101   | 118   | 146 |      | 360000                 |
| 84                              | 99    | 122.5 | 143   | 178 |      | 440000                 |
| 93                              | 108.5 | 139.5 | 155   |     |      | 520000                 |
| 108.5                           | 124   | 155   | 186   |     |      | 600000                 |
| 139.5                           | 155   | 186   | 217   |     |      | 700000                 |
| 155                             | 170.5 | 217   | 263.5 |     |      | 800000                 |
| 170.5                           | 201.5 | 248   | 279   |     |      | 900000                 |
| 201.5                           | 217   | 279   | 310   |     |      | 1000000                |
| 217                             | 248   | 294.5 | 356.5 |     |      | 1100000                |
| 232.5                           | 263.5 | 325.5 | 387.5 |     |      | 1200000                |
| 263.5                           | 279   | 356.5 | 418.5 |     |      | 1300000                |
| 279                             | 310   | 387.5 | 449.5 |     |      | 1400000                |
| 294.5                           | 325.5 | 418.5 | 480.5 |     |      | 1500000                |
| 325.5                           | 356.5 | 434   | 511.5 |     |      | 1600000                |



شکل ۲-۲: نرخ افت فشار ناشی از جریان آب در لوله‌های آهنی





Three horizontal lines of varying lengths, centered on the page. The lines are black and have a consistent thickness. The top line is the longest, the middle line is slightly shorter, and the bottom line is the shortest. They are all parallel to each other.



## مقدمه

در این فصل مشخصات فنی دستگاه‌های تهویه مطبوع و سرمایش و گرمایش ارائه خواهد شد.

### ۳-۱- چیلر<sup>۱</sup>

ظرفیت سرمایی چیلر باید برابر با بار سرمایی کل ساختمان با احتساب ۱۰ درصد ضریب اطمینان بابت افت قدرت و فرسودگی دستگاه در آینده باشد.

دمای آب سرد خروجی از چیلر که همان آب سردی است که به کویل هواساز یا فن کویل و سایر دستگاه‌های خنک‌کننده موجود ارسال می‌گردد باید بین ۴۰ تا ۵۰ درجه فارنهایت باشد.

دبی آب سرد خروجی از چیلر که همان مقدار آب سردی است که در سیستم جریان دارد بایستی با توجه به مقدار بار برودتی ساختمان و دمای رفت و برگشت آب محاسبه شود.

اختلاف دمای آب سرد ورودی و خروجی چیلر که همان دمای آب سرد رفت و برگشت سیستم است باید حدود ۱۰ درجه فارنهایت باشد.

دمای خروجی آب خنک‌کننده کندانسور می‌بایستی بین ۸۵ تا ۹۵ درجه فارنهایت بوده و اختلاف دمای آب ورودی و خروجی کندانسور نیز حدود ۱۰ درجه فارنهایت باشد.

دمای تقطیر بخار مبرد در کندانسور باید بین ۱۰۰ تا ۱۲۵ درجه فارنهایت باشد و برای هر تن تبرید ظرفیت سرمایی چیلر می‌بایستی حدود ۸۰۰ لیتر بر ساعت آب خنک‌کننده کندانسور در نظر گرفته شود.

### ۳-۲- برج خنک‌کن

در برج خنک‌کن با جریان متقاطع، دمای آب ورودی به برج خنک‌کن که همان دمای آب خروجی از کندانسور است، می‌بایستی حدود ۹۵ درجه فارنهایت و دمای آب خروجی از برج خنک‌کن که همان دمای آب ورودی به کندانسور است باید حدود ۸۵ درجه فارنهایت باشد.

برج خنک‌کن را باید در فضای آزاد نصب نمود و بهتر است روی زمین و در نزدیکی مرکز تاسیسات باشد ولی در مواقعی که محدودیت فضا وجود دارد و می‌توان آن را روی سقف ساختمان قرار داد که در اینصورت باید سقف ساختمان تحمل وزن برج خنک‌کن با آب را داشته باشد. وزن برج خنک‌کن متناسب با میزان بار برودتی می‌باشد.

کندانسور تبخیری را می‌توان هم در فضای باز و هم در داخل ساختمان نصب نمود و اگر در داخل ساختمان نصب شود برای رساندن هوای تازه به آن باید از کانال و یک فن استفاده نمود. فن با فشاری معادل ۷ میلیمتر آب جریان هوای تازه را به داخل کانال تسریع می‌کند.

آبی که از آبفشان پاشیده می‌شود و در تشتک زیرین دستگاه جمع شده و توسط پمپ مجدداً به آبفشان ارسال می‌شود باید دارای یک شناور کنترل جهت جبران آب در صورت کمبود باشد.

### ۳-۳- دیگ

#### ۳-۳-۱- دیگ‌های چدنی

هر دیگ چدنی باید دارای یک حفره در جلوی دیگ جهت نصب مشعل و یک حفره در عقب دیگ جهت خروج دودهای حاصل از احتراق باشد. همچنین باید روی بدنه دیگ سوراخهایی برای اتصال لوله‌های رفت و برگشت آب، شیراظمینان، فشارسنج، دماسنج و ترموستات تعبیه گردند.

بدنه دیگ‌های چدنی باید تحمل فشار تا ۵ اتمسفر را داشته باشد.

#### ۳-۳-۲- دیگ‌های فولادی

##### الف- دیگ فولادی با لوله‌های آتش

در این نوع دیگ‌ها دود یا همان هوای داغ از داخل لوله‌ها عبور می‌کند. آب نیز از روی این لوله‌ها می‌گذرد و داغ می‌شود. این نوع دیگ‌ها بخاطر مشکل آب‌بندی می‌بایستی برای فشار پایین و دبی پایین بکار روند. این دیگ‌ها باید تحمل فشار ۱۷ بار را داشته باشند.

##### ب- دیگ فولادی با لوله‌های آب

در این نوع دیگ‌ها آب از درون لوله گذشته و هوای داغ از روی سطح لوله‌ها می‌گذرد و آب درون لوله‌ها را داغ می‌کند. در این نوع دیگ به علت عبور آب از درون لوله، می‌توان از فشارهای بالاتر نیز استفاده نمود. این نوع دیگ می‌بایست تحمل فشار ۶۲ بار را داشته باشد.

### ۳-۴- آبگرمکن‌ها

#### ۳-۴-۱- آبگرمکن‌های مستقیم

آبگرمکن‌های مستقیم با سوخت مایع و گاز و آبگرمکن‌های الکتریکی هستند که باید راندمان حرارتی آنها بالای ۷۰ درصد باشد.

#### ۳-۴-۲- آبگرمکن‌ها غیرمستقیم

##### الف- منبع دوجداره

این نوع منابع که استوانه‌ای هستند باید دارای نسبت بالایی از طول به قطر باشند. در این نوع منابع عایق‌پیچی ضروری است. جنس این منابع باید از آهن گالوانیزه بوده و راندمان حرارتی آنها باید حدود ۹۵ درصد باشد.

### ۳-۵- منبع انبساط

#### ۳-۵-۱- منبع انبساط باز

منبع انبساط می‌بایست در ارتفاع حداقل  $2/5$  متر بالاتر از بالاترین رادیاتور نصب گردد و حجم منبع انبساط تا لوله سرریز می‌بایست حداقل از ۶ درصد حجم آب سیستم بیشتر باشد. منبع انبساط باید دارای یک انشعاب آب و یک شناور باشد که کسری آب سیستم را جبران نماید.

#### ۳-۵-۲- منبع انبساط بسته

این نوع منبع انبساط باید دارای یک شیرفشارشکن برای تامین کسری آب سیستم از شبکه آبرسانی باشد که فشار آن برابر با فشار سیستم، تنظیم می‌شود. منبع انبساط بسته باید دارای یک شیر یکطرفه برای جلوگیری از ورود آب گرم به آب تغذیه و همچنین شیراطمینان که در فشاری بالاتر از فشار سیستم تنظیم شده است، باشد. حجم منبع انبساط بسته برای سیستم سرمایش برابر نصف حجم منبع انبساط برای سیستم گرمایش می‌باشد.

### ۳-۶- هواکش

انتخاب هواکش با توجه به دبی هوا مورد نیاز و فضای موجود برای نصب و سطح صدا با توجه به نوع استفاده از ساختمان صورت می‌گیرد. سطح صدای قابل قبول حداکثر ۷۰ دسی‌بل است و برای اتاقهای اداری حداکثر ۵۰ دسی‌بل می‌باشد.

### ۳-۷- هواساز

دستگاه هواساز را باید حتی‌المقدور نزدیک اتاقهایی که قرار است تهویه شوند و در داخل اتاقی که مخصوص آن در نظر گرفته شده قرار داد تا طول مسیر کانال کشی کاهش یابد.

### ۳-۸- هواشوی

آبی که برای شستشوی هوا در دستگاه هواشوی بکار می‌رود باید قبل از گردش مجدد در دستگاه هواشوی تمیز شده و از یک صافی عبور کند و اجرام و ذرات از آن گرفته شوند. در مناطق سردسیر باید از کویل گرمکن آب برای جلوگیری از یخ زدگی استفاده شود.

### ۳-۹- کندانسور

#### ۳-۹-۱- کندانسور تبخیری

در یک کندانسور تبخیری، گرما از کویل در حال تبخیر جذب می‌شود. آب از تشت زیر دستگاه پمپ شده و از طریق یک سری افشانک (Nozzle) روی کویل پاشیده می‌شود. در همین زمان هوا نیز از پایین وارد دستگاه شده و به قسمت بالا جریان می‌یابد و

در مسیر با کویل و آب پاشیده شده برخورد کرده و آن را خنک می‌کند و نهایتاً پس از رسیدن به قطره‌گیرها به فن رسیده و از آن جا به بیرون رانده می‌شود.

در صورتیکه دستگاه در فضای باز نصب شده باشد از نظر تامین هوای تازه مشکلی وجود ندارد ولی اگر در داخل ساختمان قرار گرفته باشد، برای رساندن هوای تازه به آن باید از کانال و فن استفاده شود.

آبی که از آیفشان پاشیده شده و در تشتک زیرین دستگاه جمع می‌شود می‌بایست توسط یک شناور کنترل گردد.

### ۳-۹-۲- کندانسور هوایی

در کندانسورهای هوایی می‌بایست جهت تامین بار لازم، کار فن‌ها را کنترل کرد و یا سرعت موتور فن را تغییر داد.

جدول (I) - مقادیر نامی و مشخصات سیستم سرمایش و گرمایش و تهویه مطبوع

| ردیف     | شرح                                               | مشخصات فنی                                                                                    |
|----------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>۱</b> | <b>مشخصات سیستم</b>                               |                                                                                               |
| ۱-۱      | ولتاژ نامی سیستم                                  | ۶۳(۶۶)/۱۳۲/۲۳۰/۴۰۰                                                                            |
| ۲-۱      | فرکانس نامی سیستم                                 | ۵۰                                                                                            |
| <b>۲</b> | <b>شرایط عملکرد</b>                               |                                                                                               |
| ۱-۲      | حداکثر درجه حرارت محیط                            | ۴۰/۴۵/۵۰/۵۵                                                                                   |
| ۲-۲      | حداقل درجه حرارت محیط                             | -۲۵/-۳۰/-۳۵/-۴۰                                                                               |
| ۳-۲      | ارتفاع از سطح دریا                                | ۱۰۰۰/۱۵۰۰/۲۰۰۰/۲۵۰۰                                                                           |
| ۴-۲      | حداکثر سرعت باد                                   | ۳۰/۴۰/۴۵                                                                                      |
| ۵-۲      | رطوبت نسبی                                        | بیش از ۹۰/۹۵/۹۵                                                                               |
| ۶-۲      | شدت تابش خورشیدی                                  | *                                                                                             |
| ۷-۲      | سطح آلودگی منطقه                                  | سبک/متوسط/سنگین/خیلی سنگین                                                                    |
| <b>۳</b> | <b>مشخصات سیستم سرمایش و گرمایش و تهویه مطبوع</b> |                                                                                               |
| ۱-۳      | ساختمان کنترل                                     |                                                                                               |
| ۱-۱-۳    | مساحت ساختمان                                     | *                                                                                             |
| ۲-۱-۳    | ارتفاع ساختمان                                    | *                                                                                             |
| ۳-۱-۳    | مساحت پنجره‌ها                                    | *                                                                                             |
| ۴-۱-۳    | جهت قرارگیری پنجره‌ها                             | شمالی/جنوبی/شرقی/غربی                                                                         |
| ۵-۱-۳    | نوع سیستم گرمایش                                  | حرارت مرکزی با رادیاتور/<br>فن کویل/هواساز/یونیت هیتر/(واحد تهویه<br>اتاقی)/پکیج/هیترالکتریکی |
| ۶-۱-۳    | نوع سیستم سرمایش                                  | هواساز/فن کویل/کولرگازی/پکیج                                                                  |
| ۷-۱-۳    | آیا به رطوبت‌گیر نیاز دارد؟                       | *                                                                                             |
| ۸-۱-۳    | تعداد دستگاه‌های گرم کننده موجود در ساختمان       | بلی/خیر<br>(رادیاتور/فن کویل/یونیت هیتر/<br>هیترالکتریکی)                                     |
| ۹-۱-۳    | تعداد دستگاه‌های سرد کننده موجود در ساختمان       | (کولرگازی/فن کویل)                                                                            |
| ۱۰-۱-۳   | ظرفیت کل دستگاه‌های گرم کننده                     | (Btu/hr)                                                                                      |
| ۱۱-۱-۳   | ظرفیت کل دستگاه‌های سرد کننده                     | (Btu/hr)                                                                                      |
| ۲-۳      | باتری‌خانه:                                       |                                                                                               |
| ۱-۲-۳    | مساحت اتاق                                        | *                                                                                             |
| ۲-۲-۳    | ارتفاع اتاق                                       | *                                                                                             |
| ۳-۲-۳    | نوع سیستم تهویه                                   | تعوین هوا (هواکش)                                                                             |
| ۴-۲-۳    | ظرفیت                                             | *                                                                                             |
| ۵-۲-۳    | طریق نصب                                          | *                                                                                             |
| ۶-۲-۳    | تعداد مورد نیاز                                   | *                                                                                             |
| ۷-۲-۳    | جنس هواکش                                         | ضدانفجار و ضداسید                                                                             |
| ۸-۲-۳    | دفعات تعویض هوای اتاق                             | ۱۵ مرتبه در ساعت                                                                              |

ادامه جدول (I) - مقادیر نامی و مشخصات سیستم سرمایش و گرمایش و تهویه مطبوع

| ردیف   | شرح                                                  | مشخصات فنی                                                                |
|--------|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| ۳-۳    | کلیدخانه:                                            |                                                                           |
| ۱-۳-۳  | مساحت اتاق                                           | $m^2$                                                                     |
| ۲-۳-۳  | ارتفاع اتاق                                          | m                                                                         |
| ۳-۳-۳  | نوع سیستم تهویه                                      | تعوین هوا (هواکش)                                                         |
| ۴-۳-۳  | ظرفیت                                                | $m^3/hr$                                                                  |
| ۵-۳-۳  | تعداد مورد نیاز                                      |                                                                           |
| ۶-۳-۳  | طریق نصب                                             | سقفی/دیواری/پنجره‌ای                                                      |
| ۷-۳-۳  | تعداد دفعات تعوین هوای اتاق                          | مرتبه در ساعت                                                             |
| ۸-۳-۳  | آیا نیاز به تجهیزات سرمایش می‌باشد؟                  | (بلی/خیر)                                                                 |
| ۹-۳-۳  | در صورت نیاز به تجهیزات سرمایش، درجه حرارت داخل اتاق | $^{\circ}C$                                                               |
| ۱۰-۳-۳ | نوع دستگاه سرمایش                                    | کولرگازی/پکیج/فن<br>کویل/هواساز                                           |
| ۴-۳    | قسمت اداری و دفاتر کار:                              |                                                                           |
| ۱-۴-۳  | مساحت بنای ساختمان                                   | $m^2$                                                                     |
| ۲-۴-۳  | ارتفاع سقف اتاق‌ها                                   | m                                                                         |
| ۳-۴-۳  | مساحت پنجره‌های اتاق‌ها                              | $m^2$                                                                     |
| ۴-۴-۳  | جهت قرارگیری پنجره‌ها                                | شمالی/شرقی/غربی/جنوبی                                                     |
| ۵-۴-۳  | نوع سیستم گرمایش                                     | حرارت مرکزی بارادیاتور/<br>فن کویل/هواساز/یونیت<br>هیتر/پکیج/هیترالکتریکی |
| ۶-۴-۳  | نوع سیستم سرمایش                                     | هواساز/فن کویل/کولرگازی/پکیج<br>/هواشوی                                   |
| ۷-۴-۳  | تعداد دستگاههای گرم کننده                            | *                                                                         |
| ۸-۴-۳  | تعداد دستگاههای سرد کننده                            | *                                                                         |
| ۹-۴-۳  | ظرفیت دستگاههای گرم کننده                            | (Btu/hr)                                                                  |
| ۱۰-۴-۳ | ظرفیت دستگاههای سرد کننده                            | (Btu/hr)                                                                  |
| ۵-۳    | اتاق کنترل محلی (BCR):                               |                                                                           |
| ۱-۵-۳  | نوع سیستم تهویه                                      | *                                                                         |
| ۲-۵-۳  | نوع سیستم سرمایش                                     | *                                                                         |

جدول (II) - خصوصیات فنی تضمین شده سیستم‌های سرمایش و گرمایش و تهویه مطبوع که باید توسط پیشنهاددهنده به‌مراه مناقصه ارائه گردد

| مشخصات فنی                  | شرح                             | ردیف     |
|-----------------------------|---------------------------------|----------|
|                             | <b>اطلاعات عمومی</b>            | <b>۱</b> |
|                             | نام سازنده و نام کشور سازنده    | ۱-۱      |
|                             | علامت مشخصه                     | ۲-۱      |
|                             | استاندارد اجرایی                | ۳-۱      |
|                             | مشخصات محل و شرایط محیطی        | ۴-۱      |
| $^{\circ}\text{C}$          | حداکثر درجه حرارت محیط در طراحی | ۱-۴-۱    |
| $^{\circ}\text{C}$          | حداقل درجه حرارت محیط در طراحی  | ۲-۴-۱    |
| m                           | ارتفاع از سطح دریا در طراحی     | ۳-۴-۱    |
| m/s                         | حداکثر سرعت مجاز باد در طراحی   | ۵-۴-۱    |
| درصد                        | رطوبت نسبی                      | ۶-۴-۱    |
|                             | <b>سیستم گرمایش</b>             | <b>۲</b> |
| آب گرم-آب داغ-بخار-هوای گرم | سیستم حرارت مرکزی               | ۱-۲      |
| Bar                         | فشار سیال                       | ۱-۱-۲    |
| $^{\circ}\text{C}$          | دمای سیال خروجی از ساختمان      | ۲-۱-۲    |
| $^{\circ}\text{C}$          | دمای سیال ورودی به ساختمان      | ۳-۱-۲    |
| Btu/hr                      | ظرفیت حرارتی کل سیستم           | ۴-۱-۲    |
|                             | رادیاتور                        | ۲-۲      |
| $\text{m}^2$                | سطح حرارتی کل                   | ۱-۲-۲    |
|                             | جنس رادیاتور                    | ۲-۲-۲    |
|                             | تعداد مورد نیاز                 | ۳-۲-۲    |
|                             | فن کویل                         | ۳-۲      |
| cfm                         | دبی جریان هوا                   | ۱-۳-۲    |
| L/Sec.                      | دبی جریان آب گرمایش             | ۲-۳-۲    |
| L/S                         | دبی جریان آب سرمایش             | ۳-۳-۲    |
| Btu/hr                      | ظرفیت حرارتی                    | ۴-۳-۲    |
| Btu/hr                      | ظرفیت برودتی                    | ۵-۳-۲    |
|                             | تعداد مورد نیاز                 | ۶-۳-۲    |
|                             | یونیت هیتر:                     | ۴-۲      |
| Btu/hr                      | ظرفیت حرارتی                    | ۱-۴-۲    |
| Cfm                         | دبی جریان هوا                   | ۲-۴-۲    |
| L/S                         | دبی جریان آب                    | ۳-۴-۲    |
|                             | هواساز:                         | ۵-۲      |
| Btu/hr                      | ظرفیت حرارتی هواساز             | ۱-۵-۲    |
|                             | اجزاء تشکیل دهنده هواساز        | ۲-۵-۲    |
| Cfm                         | دبی جریان هوا                   | ۳-۵-۲    |
| L/S                         | دبی جریان آب                    | ۴-۵-۲    |
| kW                          | توان موتور                      | ۵-۵-۲    |

ادامه جدول (II) - خصوصیات فنی تضمین شده سیستم‌های سرمایش و گرمایش و تهویه مطبوع که باید توسط پیشنهاددهنده به همراه مناقصه ارائه گردد

| ردیف  | شرح                              | مشخصات فنی         |
|-------|----------------------------------|--------------------|
| ۶-۲   | هیتر الکتریکی:                   |                    |
| ۱-۶-۲ | توان برقی هیتر                   | kW                 |
| ۲-۶-۲ | ظرفیت حرارتی                     | Btu/hr             |
| ۳-۶-۲ | ولتاژ نامی                       | volt               |
| ۷-۲   | پکیج (واحد تهویه مطبوع اتاقی):   |                    |
| ۱-۷-۲ | ظرفیت حرارتی                     | Btu/hr             |
| ۲-۷-۲ | اجزاء تشکیل دهنده                |                    |
| ۳-۷-۲ | توان الکتریکی                    | kW                 |
| ۳     | <u>سیستم‌های سرمایش</u>          |                    |
| ۱-۳   | فن کویل (مشابه سیستم‌های گرمایش) |                    |
| ۲-۳   | هواساز:                          |                    |
| ۱-۲-۳ | ظرفیت برودتی هواساز              | Btu/hr             |
| ۲-۲-۳ | دمای هوای خروجی از هواساز        | $^{\circ}\text{C}$ |
| ۳-۲-۳ | تعداد مورد نیاز                  |                    |
| ۳-۳   | پکیج (واحد تهویه مطبوع اتاقی):   |                    |
| ۱-۳-۳ | ظرفیت برودتی                     | Btu/hr             |
| ۲-۳-۳ | تعداد مورد نیاز                  |                    |
| ۴-۳   | کولر گازی:                       |                    |
| ۱-۴-۳ | ظرفیت برودتی                     | Btu/hr             |
| ۲-۴-۳ | تعداد مورد نیاز                  |                    |
| ۳-۴-۳ | توان مصرفی                       | kW                 |
| ۴-۴-۳ | راندمان                          |                    |
| ۵-۴-۳ | برچسب انرژی                      |                    |
| ۵-۳   | گاز خنک کننده:                   |                    |
| ۱-۵-۳ | دمای تبخیر                       | $^{\circ}\text{F}$ |
| ۲-۵-۳ | دمای چگالش                       | $^{\circ}\text{F}$ |
| ۳-۵-۳ | نسبت تراکم                       |                    |
| ۴-۵-۳ | ضریب عملکرد                      |                    |

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



## مقدمه

در این فصل دستورالعمل‌های نصب و نگهداری سیستم‌های سرمایش و گرمایش ارائه خواهد شد.

## ۴-۱- نصب

هنگام نصب تاسیسات، بهره‌بردار سیستم باید در کوران این موارد قرار گیرد: انتخاب نوع و اندازه صحیح دستگاه‌ها به جهت ضروریات کنترل، نصب دستگاه‌ها در جای صحیح و روی فونداسیون مناسب برای پرهیز از انتقال ارتعاشات یا صدا به محل ساختمان، وسعت مناسب موتورخانه و وجود فضای کافی برای سرویس یا تعمیر دستگاه‌ها، نصب تاسیسات به گونه‌ای که کثافات و اجرام ناخواسته به داخل سیستم وارد نشوند (در مورد دستگاه‌های تبرید)، کاملاً کیپ و غیر قابل نفوذ بودن سیستم، خشک کردن کامل سمت مبرد (فشار ضعیف) چیلر با وسایل مکانیکی یا شیمیایی قبل از گازدهی به دستگاه، واریسی دقیق تمامی وسایل و ادوات ایمنی سیستم هنگام راه‌اندازی

## ۴-۲- مسئولیت

بهره‌بردار، مسئول کیفیت کار و نگهداری دستگاه‌ها و تجهیزات سیستم تهویه مطبوع است تا با کمترین هزینه، آسایش مورد نظر تامین شود. باید برنامه خاصی برای کار سیستم تهیه شود تا با حداقل ساعات کار دستگاه‌ها، شرایط آسایش در ساختمان برقرار گردد. کارکرد اقتصادی سیستم سرمایش منوط به درک و بهره‌گیری از این موارد است:

- تاثیر ضریب همزمانی<sup>۱</sup> و ضریب ذخیره<sup>۲</sup>
- تثبیت مقدار هوای خارج ورودی به ساختمان در حداقل ممکن
- کنترل صحیح دمای آب کندانسور
- عملکرد سیستم چند چیلری به نحوی که هر یک از چیلرها حداکثر بازدهی را داشته باشند.

## ۴-۳- نگهداری پیشگیرانه

سرویس و نگهداری پیشگیرانه، مخارج عملیاتی سیستم و مدت زمان بطالت آن (جهت انجام تعمیرات) را به شدت کاهش می‌دهد. باید توجه داشت که هزینه تعمیر دستگاه و تعویض قطعات گاه ممکن است بسیار زیاد باشد. نگهداری پیشگیرانه موجب افزایش طول عمر دستگاه‌ها نیز خواهد شد.

جهت اجرای موثر برنامه نگهداری پیشگیرانه لازم است معلوم گردد که چه کارهایی باید انجام گیرند، اطمینان حاصل شود که این کارها حتماً انجام گرفته‌اند، تاثیر اجرای این برنامه در مدت زمان های معین مورد ارزیابی قرار گرفته و تغییرات مقتضی جهت بهبود کار اعمال گردند.

1-Diversity factor

2-Storage factor

باید برای تمام دستگاهها و تجهیزات برگه بازرسی و جدول تناوب کارکرد با توجه به دستورالعمل‌های کارخانجات سازنده دستگاهها، تهیه شود.

گزارش انجام بررسی‌های لازم و تعویض قطعات در زمان‌های مقتضی، باید توسط مهندس یا تکنسین نگهدار سیستم در برگه‌های مخصوص درج شود.

برخی شرکت‌های سازنده چیلر برنامه کامل نگهداری پیشگیرانه را در یک کتابچه راهنما در اختیار خریدار دستگاه قرار می‌دهند و معمولاً مسئولیت این کار را نیز متخصصین همان شرکت عهده‌دار می‌شوند.

#### ۴-۴- جداول کار دستگاه<sup>۱</sup>

لازم است که مسئول راهبری سیستم، این جداول را در کنار چیلر و دیگ شوفاژ داشته باشد. اطلاعات مندرج در این جداول شامل دماها و فشارها، سطوح روغن و مبرد، آمپراژ و وضعیت کنترل موتور است. این اطلاعات در ارزیابی نحوه کار دستگاه و نیز رفع عیوب آن مفیدند. برای مثال، در یک چیلر سانتریفوژ اختلاف دمای تقطیر و دمای آب خروجی از کندانسور در یک شرایط بار معین، به شناخت بازده کار دستگاه و تاثیر منفی عواملی مثل رسوب گرفتن یا کثیف شدن لوله‌های کندانسور در بازده دستگاه، کمک می‌کند.

#### ۴-۵- قطعات یدکی

باید فهرستی از قطعاتی که بیشترین موارد تعویض را دارند تهیه کرده و با توجه به دوره زمانی تعویض آنها به تعداد کافی خریداری و انبار شوند. البته در این مورد بهتر است با کارخانه سازنده دستگاه مشورت شود.

#### ۴-۶- نیازهای اساسی

نیازهای اساسی در تعمیر و نگهداری سیستم عبارتند از: نظافت و تمیزی، کپ و غیر قابل نفوذ بودن، روانکاری به موقع و وجود وسایل ایمنی

- نظافت و تمیزی باید شامل کل سیستم تهویه مطبوع، اعم از داخل دستگاهها و محل نصب آنها باشد. تمیزی سیستم نشانه‌ای از توان مدیریتی مسئولین راهبری و نگهداری سیستم است. وجود کثافات و رسوب در دستگاهها روی میزان انتقال حرارت، جریان سیالات و روغن تاثیر منفی گذاشته و موجب ناکارایی و خرابی زودهنگام اجزاء سیستم می‌شود.
- کپ و غیر قابل نفوذ بودن چیلر به جهت اجتناب از اتلاف روغن و مبرد و جلوگیری از ورود آب، هوا و سایر مواد غیر قابل تقطیر به دستگاه، واجد اهمیت است. هوا و آب می‌توانند مشخصات شیمیایی مبرد را تغییر داده و از این طریق موجبات خوردگی اجزاء دستگاه کاهش بازده سیکل تبرید را فراهم کنند.

- موتورها، دمپرها و غیره باید منظمآ روانکاری شده و سیستم روغنکاری چیلر نیز باید همواره در وضعیت خوب نگهداشته شود. قصور در این کار سبب تخریب ناپهنگام یاتاقانها شده و می تواند خسارات عمده ای را به سیستم وارد سازد.
- تمامی وسایل ایمنی باید همواره سالم و فعال نگهداشته شوند. این وسایل از بروز اشکالات کوچکی که می توانند سبب خسارات بزرگ شوند جلوگیری می کنند و بدین لحاظ هرگز نباید آنها را از سیستم در حال کار جدا کرد.

#### ۴-۷- تعمیر و نگهداری دستگاهها

در این مبحث اطلاعاتی در مورد دستگاههای مورد استفاده در سیستمهای تهویه مطبوع ارائه می شود که شامل توصیف اجمالی هر کدام و توصیه هایی درباره کار و نگهداری آنهاست. به دلیل تعدد مدلها و تفاوت های هر نوع از این دستگاهها که توسط کارخانجات مختلف ساخته شده اند، این اطلاعات ممکن است همیشه کاربرد نداشته باشند. اما چیزی که باید به یاد سپرده شود این است که همواره دستورالعمل کارخانه سازنده بر هر توصیه دیگری مقدم است.

#### ۴-۷-۱- دستورالعمل نگهداری چیلرها

##### ۴-۷-۱-۱- شیرهای سرویس

دیفراگم شیرهای سرویس دستگاه باید هر ۲ یا ۳ سال تعویض شود.

##### ۴-۷-۱-۲- وسایل ایمنی

وسایل مختلف کنترل مثل قطع دما - پایین و فلو سوئیچهای آب سرد و آب خنک کننده کندانسور، باید هر شش ماه از نظر صحت کارکرد مورد بازرسی قرار گیرند.

##### ۴-۷-۱-۳- آزمایش نشت

در این آزمایش باید خلاء چیلر با گاز نیتروژن شکسته شده و داخل آن با استفاده از ترکیب مبرد R-12 و نیتروژن تحت فشار قرار گیرد. در این مورد هرگز نباید از هوا استفاده شود. بررسی وجود یا عدم نشت نیز باید توسط یک دستگاه نشت یاب الکترونیک بسیار دقیق انجام گیرد. در این مورد ممکن است کارخانه سازنده روش خاصی را توصیه کند که حتماً باید مراعات گردد. در تنظیم برنامه نگهداری پیشگیرانه مربوط به سایر اجزاء دستگاه، باید به دستورالعمل کارخانه سازنده کاملاً توجه نمود که بر حسب طرح دستگاه ممکن است شامل این موارد باشد: اصلاح محلول لیتیوم بروماید، اضافه کردن اکتایل الکل، اجرای آزمایش نشتی جین کار، بازرسی سیستم های آب بندی در پمپ های باز، روغن کاری موتورهای کنترل ظرفیت و اتصالات مربوطه، بازرسی و تمیز کردن سرهای افشاننده محلول، تجزیه و تحلیل محلول لیتیوم بروماید در دوره های زمانی معین.

#### ۴-۷-۲- مراقبت و نگهداری از برج خنک کن

برج خنک کن مانند هر وسیله مکانیکی دیگر، تنها زمانی می تواند به نحو مطلوب و با بازده مورد انتظار کار کرده و حداکثر دوام را داشته باشد که طبق برنامه ای منظم تحت مراقبت و نگهداری قرار گیرد. معمولاً کارخانجات سازنده برج خنک کن دستورالعمل

زمانبندی شده‌ای را جهت بازرسی و سرویس قسمت‌های مختلف برج تولیدیشان ارائه می‌دهند. چنانچه برج خنک‌کن در فصل زمستان نیز فعال باشد، پر واضح است که برای حصول اطمینان از عملکرد صحیح دستگاه و تمامی کنترل‌ها و کشف هرگونه یخ‌زدگی در مراحل اولیه، باید از برج و متعلقات آن بطور منظم بازرسی عینی صورت گیرد.

بدنه فلزی، تشت زیرین و پایه‌های دستگاه باید منظم با یک رنگ محافظ مرغوب رنگ‌کاری شوند. در بعضی مکان‌ها جهت محافظت در برابر زنگ‌زدگی و پوسیدگی، لازم است این رنگ‌کاری همه ساله انجام گیرد. باید برای این کار یک برنامه منظم تدوین شود و فواصل زمانی بین رنگ‌کاری‌ها نباید از ۳ سال تجاوز کند.

پیچ و مهره‌های برج‌های چوبی باید سالانه مورد بازرسی قرار گرفته و هنگامی که اجزاء برج خشک هستند، با آچار سفت شوند.

#### ۴-۷-۲-۱- فن‌ها

فن‌ها باید راحت بچرخند. ظرفیت فن‌های جریان محوری پروانه‌ای را عموماً می‌توان با میزان کردن زاویه پره‌ها تنظیم کرد. یکسان بودن زاویه همه پره‌ها واجد اهمیت است و در تنظیم باید توجه نمود که قدرت لازمه از حد توان موتور تجاوز نکند.

#### ۴-۷-۲-۲- تراز کردن و روانکاری

همترازی فن‌های جعبه دنده‌ای، از موتور گرفته تا چرخ دنده و فن، باید سالانه واریسی شود. تراز کردن باید در محدوده کوپلینگ‌ها، یا طبق معمول بین (۰/۰۵ تا ۰/۰۷ میلیمتر) صورت گیرد.

سطح روغن جعبه دنده باید هر هفته بازمینی شود. روغن باید هر سال، یا بعد از ۳۰۰۰ ساعت کار بی‌وقفه برج، تعویض شود. محرک‌های تسمه‌ای باید هر ماه بازمینی شده و میزان سفتی و تراز آنها به طور صحیح تنظیم گردد. تسمه‌ها نباید آنقدر سفت باشند که بار زائدی را به یاتاقان تحمیل کنند و نباید به قدری شل باشند که در جای خود سر بخورند.

#### ۴-۷-۲-۳- پخش آب

پخش آب در برج باید واریسی شده و یکنواخت نگه داشته شود. مجاری آب باید بررسی شوند که گرفتگی نداشته باشد. سیستم پاشش آب و سرهای آب‌فشان باید از نظر تمیزی و فشار پاشش آب (چندان که در طرح منظور شده)، واریسی گردند. در بیشتر برج‌های خنک‌کن فشار پاشش آب تقریباً ۳Psi می‌باشد.

#### ۴-۷-۲-۴- قطره‌گیرها<sup>۱</sup>

قطره‌گیرها باید عاری از جلبک بوده و به نحو مطلوب نگهداری شوند، قطره‌گیرهای فلزی را باید همه ساله تمیز و رنگ کرد.

#### ۴-۷-۲-۵- جلبک<sup>۲</sup>

جلبک باید از تمام قسمت‌های برج خنک‌کن پاک شود. برای جلوگیری از رشد مجدد جلبک و حفاظت لوله‌ها و تجهیزات برج، باید آب را تصفیه کرد.

1-Eliminators

2-Algae

#### ۴-۷-۲-۶- نظافت و تمیزکاری

تشت زیرین برج باید هر هفته تخلیه و شستشو گردد. صافی نیز باید طبق زمان بندی معین، منظمأً بازبینی و تمیز شود.

#### ۴-۷-۲-۷- سطح آب

شیر شناور باید چنان تنظیم گردد که سطح آب در تشت زیرین برج به اندازه کافی بالا باشد تا از ایجاد گرداب در خروجی آب جلوگیری شده و برای جبران آبی که تبخیر یا همراه هوا به بیرون برج رانده می شود، آب تازه به میزان لازم به برج وارد گردد.

#### ۴-۷-۲-۸- حفاظت در زمستان

تشت زیرین برج و کلیه لوله ها، شیرها و غیره که در معرض هوای سرد قرار دارند، باید برای فصل سرد که دستگاه خاموش است، تخلیه شوند.

#### ۴-۷-۳- دستورالعمل نگهداری دیگ

##### ۴-۷-۳-۱- بازرسی های اساسی سالانه دیگ

- بازرسی دیگ و متعلقات آن
- مرور آنچه که به وسیله اپراتورها ثبت شده است
- بازرسی و تمیزکاری مشعل
- گشودن درب جلویی و بازبینی آجرهای نسوز
- بازرسی آجرهای نسوز درب جلویی و تعمیر آنها در صورت لزوم
- بستن و آب بندی درب جلویی با واشر نو، در صورت لزوم
- گشودن درب عقبی و بازبینی آجرهای نسوز
- بازرسی آجرهای نسوز درب عقبی با واشر نو در صورت لزوم
- بستن و آب بندی درب عقبی با واشر نو در صورت لزوم
- تمیزکاری و خلاء سازی سمت آتشخوار و لوله دود<sup>۱</sup>
- بازبینی سمت آب از نظر رسوب گرفتگی، خوردگی یا دیگر ضایعات، سمت آبخور با آب پرفشار تمیز شود.
- خارج کردن، بازکردن، تمیز کردن و بازبینی شیر قطع کن سطح پایین آب<sup>۲</sup>
- تمیز کردن سیستم هوای پودر کننده<sup>۳</sup> (منبع، کمپرسور و غیره)
- تعویض همه واشرهای دریچه بازدید و آدمرو

1- Breeching

2-Cut off valve

3-Air Atomizing system

- بررسی کارکرد کنترل‌ها، همبندها<sup>۱</sup> و تنظیمات در صورت لزوم
- بررسی عملکرد فن
- بررسی کنترل‌های آب تغذیه
- روشن کردن مشعل و کاراندازی دیگ و نشت‌یابی درها در صورت امکان
- بررسی کیفیت احتراق و تنظیم آن در صورت لزوم
- بازنگری نتایج بازرسی، بحث روی هر موردی که نیاز به تعمیر دارد و بهبود هر آنچه که لازم است.

#### ۴-۷-۳-۲- برنامه جامع برای تعمیر و نگهداری که شامل بررسی‌های اپراتورهاست

##### الف - روزانه

- بررسی سطح آب
- لردگیری دیگ<sup>۲</sup>
- لردگیری ستون آب
- بررسی عینی احتراق
- تصفیه و عمل‌آوری آب طبق برنامه از پیش تعیین شده
- یادداشت کردن فشار و دمای آب تغذیه
- یادداشت کردن دمای دود
- یادداشت کردن فشار و دمای روغن
- یادداشت کردن فشار گاز
- یادداشت کردن فشار هوای پودرکننده
- یادداشت کردن دمای آب رفت و برگشت دیگ
- یادداشت کردن مصرف آب جبرانی

##### ب - هفتگی

- بررسی بسته شدن کامل شیر سوخت
- بررسی هماهنگی هوا و سوخت
- بررسی چراغها و هشداردهنده‌ها
- واریسی کنترل‌های کارکرد و کنترل‌های حدی<sup>۳</sup>
- بررسی کنترل‌های ایمنی<sup>۴</sup> و کنترل‌های همبندی
- نشت‌یابی و رسیدگی به سر و صدا، لرزش و شرایط غیر عادی دیگر

---

1-Interlocks

2- Blow down

3-Operating controls & limit controls

4-Safety controls

**ج - ماهانه یا فصلی**

- بازرسی مشعل
- تجزیه و تحلیل احتراق
- بررسی بادامکها<sup>۱</sup>
- بررسی احتمال نشت دود
- بررسی برای یافتن نقاط داغ
- مرور نتایج حاصله از بررسیهای روزانه و هفتگی

**د - نیم سالانه**

- تمیز کردن شیر قطع کن سطح پایین آب
- خارج کردن و تمیز کردن گرمکن سوخت
- بازرسی آجرهای نسوز
- تمیزکاری پمپ سوخت و فیلتر آب
- تمیزکاری صافی هوا و جداکننده هوا / روغن<sup>۲</sup>
- بررسی تراز بودن کویلینگ پمپ هوا

**هـ- سالانه**

- تمیز کاری سطح آتشخوار
- تمیز کاری لوله دود
- بازرسی سطوح آبخور و در صورت نیاز تعمیر آنها و اصلاح برنامه تصفیه آب

**۴-۷-۴- دستورالعمل نگهداری مشعل**

- کلید برق مشعل را در وضعیت خاموش قرار دهید.
- فتوسل را بیرون آورده با یک پارچه خشک و لطیف آن را تمیز کنید.
- اتصال کابل‌های ولتاژ قوی ترانسفورمر را باز کنید.
- اتصال لوله‌های سوخت را از پمپ باز کنید.
- شعله پخش کن را باز و تمیز کنید.
- نازل و اجزاء داخلی آن را تمیز کنید.
- الکترودها را به دقت تمیز کرده در جای خود قرار دهید و بررسی کنید که تنظیم باشد.
- فیلتر داخل پمپ را خارج و به دقت تمیز کرده در سر جایش قرار دهید.
- کابل‌ها و لوله‌های باز شده را مجدداً به نحو صحیح متصل کنید.

1-Cams

2- Air/oil separator

#### ۴-۷-۱- عیب‌یابی و رفع عیب

- در صورت بروز هر گونه اشکالی در کار مشعل ابتدا:
- شرایط کار مشعل را بررسی کنید.
  - اطمینان حاصل کنید که برق مشعل وصل است.
  - مطمئن شوید که جریان سوخت مشعل به طور صحیح برقرار است.
  - اجزاء تنظیم شدنی مشعل در وضع مطلوب قرار دارند.
  - مشعل را خاموش و دوباره روشن کنید تا از صحت انجام این فرآیند مطمئن شوید.

#### ۴-۷-۵- دستورالعمل نگهداری دستگاه هواشوی

نگهداری دستگاه هواشوی باید شامل موارد زیر باشد:

#### ۴-۷-۵-۱- نظافت و تمیز کاری

- لازم است قسمت‌ها و اجزاء زیر در فواصل زمانی معین، مرتباً از اجرام و کثافات پاک شوند:
- تیغه‌های دمپر و میله‌های رابط آنها (در صورتی که دستگاه دمپر داشته باشد) در این مورد باید زنگ را نیز از روی تیغه‌ها زدود.
  - فن و موتور فن
  - کل قسمت آبفشان شامل لوله‌های اصلی<sup>۱</sup>، لوله‌های قائم<sup>۲</sup> و نازل‌ها (سرهای آبفشان)<sup>۳</sup>، هرگونه گرفتگی نازل‌ها می‌تواند روی فشار، مقدار و کیفیت بارش آب تاثیر منفی بگذارد.
  - تشت زیرین دستگاه (که آب پس از شستن هوا در آن جمع می‌شود) و شناور فلوسوئیچ
  - تیغه‌های قطره گیر<sup>۴</sup>
  - صافی<sup>۵</sup> - اگر صافی از نوع خود پاک‌شو<sup>۶</sup> نیست باید هر هفته تمیز شود.
  - واشر لاستیکی و کلید درزبندها
  - سینی تجمع لجن<sup>۷</sup>

---

1-Headers  
 2- Stand pipes  
 3- Spray nozzles  
 4- Eliminator blades  
 5- Strainer  
 6- Self-cleaning  
 7- Sludge collection pan

## ۴-۷-۵-۲- فن

زوایای تیغه‌ها و فواصل آنها باید منظم‌اً بازرسی و در صورت لزوم تنظیم شوند. در فواصل زمانی معین باید موتور فن طبق دستورالعمل کارخانه سازنده پیاده شده و مورد بازرسی قرار گیرد.

## ۴-۷-۵-۳- روانکاری

لازم است یاتاقان‌های فن هر ۴ ماه بازرسی و گریس کاری شوند (با گریس مقاوم در برابر آب) یاتاقان‌های محور اصلی صافی خودکار (در صورت وجود این نوع صافی در هواشوی) باید بازرسی شوند. اگر یاتاقان‌ها مداوماً زیر آب کار می‌کنند، باید سالی یکبار روانکاری شوند و چنانچه بیرون از آب کار می‌کنند فواصل روانکاوای هر ۳ ماه یک بار است.

## ۴-۷-۶- دستورالعمل نگهداری فیلتر

فیلترهای تجاری ظرفیت زیادی برای نگهداری ذرات دارند و برای مدتی طولانی مقدار نسبتاً ثابتی از جریان هوا را عبور می‌دهند. بعد از مدتی که فیلتر کثیف شد، مقاومت در سر راه جریان هوا به سرعت افزایش می‌یابد. با بررسی شرایط کار در فصول مختلف سال، سرعت تجمع ذرات در فیلترها معلوم خواهد شد. با این بررسی‌ها، باید برنامه‌ای منظم برای رسیدگی به فیلترها منظور شود. با یک فشارسنج می‌توان به فرا رسیدن زمان رسیدگی به فیلترها پی برد. فشارسنج‌ها ممکن است به طور دائمی در قبل و بعد از فیلترها نصب شوند و یا به صورت دستی و موقت برای اندازه‌گیری فشار در خروجی‌ها مورد استفاده قرار گیرند.

## ۴-۷-۶-۱- روش تمیز کردن

- صافی یکبار مصرف در صورت کثیف شدن با صافی جدیدی تعویض می‌شود. از این رو باید صافی یدکی همواره موجود باشد.
- در بسیاری از موارد از دو ردیف فیلتر یکبار مصرف در سر راه جریان هوا استفاده می‌شود. می‌توان جهت صرفه‌جویی در هزینه، فیلتر خروجی را به جای فیلتر ورودی (که بیشتر کثیف می‌شود) قرارداد و باز هم از آن استفاده کرد و به جای فیلتر خروجی یک فیلتر تازه گذاشت.

## ۴-۷-۷- دستورالعمل نصب و نگهداری دستگاههای خودکفا (پکیج)

## ۴-۷-۷-۱- نصب

دستگاههای پکیج تهویه مطبوع به لحاظ اینکه در فضای اداری نصب می‌شوند، ظاهری زیبا دارند. باز به همین دلیل طوری ساخته می‌شوند که حداقل سطح صدا را داشته باشند. عامل سطح صدا در تعیین محل استقرار و نصب دستگاه باید به دقت مورد توجه قرار گیرد.

برای کار رضایتبخش دستگاه پکیج باید ولتاژ مورد نیاز در حداکثر توان آن تامین شود. برق ورودی، سطح مقطع سیم‌ها و سایر اجزاء الکتریکی دستگاه باید کاملاً مورد توجه باشند.

#### ۴-۷-۲- نگهداری

- باید جریان هوا به طور کامل برقرار باشد.
- فیلترها باید منظم‌اً تمیز شوند.
- سینی‌های چگالیده (آبچکه)، کوئل‌ها و سایر اجزاء دستگاه باید در هر فصل تمیز شوند.
- مدار مبرد باید کاملاً کیپ و بدون منفذ بوده و شارژ مبرد مطابق نیاز، برقرار باشد.
- نباید گذاشت کنترل‌ها کثیف شوند.
- مشعل در سیستم گرمایش دستگاه باید آماده کار نگهداشته شود.

#### ۴-۷-۸- دستورالعمل نگهداری کندانسورها

##### ۴-۷-۸-۱- بازرسی

- کندانسور هر چند وقت یکبار منظم‌اً بازرسی شود. اینکه فواصل زمانی بازرسی‌ها چقدر باشد، به چگونگی استفاده و محل نصب کندانسور بستگی دارد.
- کوئل کندانسور از نظر صدمات فیزیکی و سهولت جریان هوا از روی آن، بازرسی شود.
- فن از نظر سالم و میزان بودن تسمه محرک (در صورتیکه محرک آن تسمه‌ای باشد) و رواداری‌های مجاز بازرسی شود.
- موتور و کنترل‌های مربوطه از نظر صحت سیم‌ها و اتصالات و نیز عدم خرابی عایق‌ها بازرسی شده و با استفاده از آمیتر<sup>۱</sup> و اهم‌متر<sup>۲</sup>، مدارهای الکتریکی مورد بررسی قرار گیرند.
- لرزه‌گیرها و پایه‌های موتور در فواصل زمانی معین مورد بازرسی قرار گیرند.
- یاتاقان‌های فن با گوش دادن به صدای چرخش آن و یا چرخاندن پره با دست (هنگام خاموشی فن) از نظر صحت مورد بررسی قرار گیرند.

##### ۴-۷-۸-۲- نظافت و تمیزکاری

- کندانسور باید در شروع هر فصل کار (آغاز فصل گرم) و نیز در فواصل زمانی معین در طول فصل تمیزکاری شود. طول این فواصل زمانی بستگی به نحوه استفاده و شرایط محل نصب دارد.
- آلودگی‌های مربوط به هوا و گرد و غبار باید از روی شبکه ورودی هوا، سطح کوئل و فن، با استفاده از برس، جاروبرقی یا پاشش آب کم فشار، زدوده شوند. می‌توان از هوای پرفشار نیز برای این منظور استفاده کرد. البته سابقاً گاز مبرد در شستشو و تمیزکاری کندانسور به کار می‌رفت که اخیراً با توجه به موضوع نازک شدن لایه ازن و پیمان‌های جهانی، این کار توصیه نمی‌شود.

1-Ammeter

2-Ohmmeter

- تمیزکاری کویل‌های خشک و غیر چوبی بهتر است با وزش هوای پرفشار به سمت خروجی و مکش هوا از سمت ورودی کویل صورت گیرد. در جایی که روی کویل با لایه‌ای از روغن یا گریس چرب شده باشد، می‌توان از محلول ضعیف یک ماده پاک کننده حل شده در آب داغ برای تمیز کردن کویل استفاده کرد.
- سطح موتور باید از هرگونه آلودگی پاک شده و سوراخ‌های هواگیری با وزش هوای پرفشار یا با مکش هوا، تمیز شوند. اگر برای تمیز کردن کویل از آب استفاده می‌شود، باید دقت نمود که به سوراخ‌های هواگیری پاشیده نشود. برای تمیزکاری موتورهای باز<sup>۱</sup> نباید از آب استفاده کرد.
- کثافات و آلودگی‌ها باید از سینی زیر کندانسور زدوده شده و سوراخ‌های تخلیه آن کاملاً تمیز شوند.

#### ۴-۷-۸-۳- روغن کاری

روغن کاری باید طبق دستورالعمل کارخانه سازنده انجام گیرد.



## مراجع

- [1] handbook of air conditioning system design, carrier corp, 1976
- [2] ASHRAE 1997, hand book of fundamentals
- [3] ASHRAE 2000, hand book of system, equipments
- [۴] محاسبات تأسیسات ساختمان، سید مجتبی طباطبائی چاپ ششم: ۱۳۷۸
- [۵] استانداردهای IEC 60721-3-4, IEC 60721-3-3, IEC 60721-3-1, IEC 60651-1
- [۶] پهنه‌بندی اقلیمی ایران مسکن و محیط‌های مسکنی، مرتضی کسائی- تهران: مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، ۱۳۷۱



## خواننده گرامی

دفتر نظام فنی اجرایی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور با گذشت بیش از سی سال فعالیت تحقیقاتی و مطالعاتی خود، افزون بر چهارصد عنوان نشریه تخصصی- فنی، در قالب آیین‌نامه، ضابطه، معیار، دستورالعمل، مشخصات فنی عمومی و مقاله، به صورت تالیف و ترجمه، تهیه و ابلاغ کرده است. نشریه حاضر در راستای موارد یاد شده تهیه شده، تا در راه نیل به توسعه و گسترش علوم در کشور و بهبود فعالیت‌های عمرانی به کار برده شود. فهرست نشریات منتشر شده در سال‌های اخیر در سایت اینترنتی <http://tec.mporg.ir> قابل دستیابی می‌باشد.

## دفتر نظام فنی اجرایی



## این نشریه

- با عنوان «مشفصات فنی عمومی و اجرایی پست ها، خطوط فوق توزیع و انتقال - سیستم های سرمایش و گرمایش و تهویه مطبوع در پست های فشار قوی» شامل مباحث مربوط به سیستم های تهویه مطبوع، سرمایش و گرمایش و گردش هوا و کاربرد آنها در پست های فشار قوی، ضوابط طراحی سیستم های مزبور با توجه به اقلیم مورد نظر، مشفصات فنی دستگاهها و تجهیزات مورد استفاده، و دستوالعمل های نصب و نگهداری سیستم های یاد شده می باشد.

