



درسنامه آزمون‌های کارشناسی رسمی کتاب دوم: مبحث تأسیسات مکانیکی

رشته‌های تأسیسات ساختمانی
برق، ماشین و تأسیسات کارخانجات
(دادگستری و قوه قضائیه)

ویژه مهندسان برق، مکانیک و صنایع



مؤلف:

مهندس داریوش هادی زاده
کارشناس رسمی دادگستری و اولین
مدرس دوره‌های کارشناسی رسمی



سرشناسه:
عنوان و نام پدیدآور:
مشخصات نشر:
مشخصات ظاهری:
شابک:
وضعیت فهرست‌نویسی:
یادداشت:
شماره کتابشناسی ملی:

هادی‌زاده، داریوش ۱۳۴۶-
درس‌نامه آزمون‌های کارشناسی رسمی (کتاب دوم: مبحث تأسیسات مکانیکی) رشته‌های تأسیسات
ساختمانی، برق، ماشین و تأسیسات کارخانجات (دادگستری و قوه قضائیه) / مولف: داریوش هادی‌زاده
تهران: نوآور، ۱۳۹۶
۴۰۰ ص.
۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۳۷۰-۱
فیفا مختصر.
فهرست‌نویسی کامل این اثر را در نشانی: <http://opac.nlai.ir> قابل دسترسی است.
۵۱۳۲۲۳۵

درسنامه آزمون‌های کارشناسی رسمی کتاب دوم: مبحث تأسیسات مکانیکی



نشر نوآور

مؤلف: مهندس داریوش هادی‌زاده
ناشر: نوآور
شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه
نوبت چاپ
شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۶۸-۳۷۰-۱
قیمت:

مرکز بخش:

نوآور، تهران، خیابان انقلاب، خیابان فخر رازی، خیابان شهدای ژاندارمری
نرسیده به خیابان دانشگاه ساختمان ایرانیان، پلاک ۵۸، طبقه دوم، واحد ۶
تلفن: ۹۲ - ۰۲۱۶۶۴۸۴۱۹۱
www.noavarpub.com

کلیه حقوق چاپ و نشر این کتاب مطابق با قانون حقوق مؤلفان و
مصنفان مصوب سال ۱۳۴۸ برای ناشر محفوظ و منحصراً متعلق به نشر
نوآور می‌باشد. لذا هرگونه استفاده از کل یا قسمتی از این کتاب (از
قبیل هر نوع چاپ، فتوکپی، اسکن، عکس برداری، نشر الکترونیکی، هر
نوع انتشار به صورت اینترنتی، سی‌دی، دی‌وی‌دی، فیلم فایل صوتی یا
تصویری و غیره) بدون اجازه کتبی از نشر نوآور ممنوع بوده و شرعاً
حرام است و متخلفین تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

نشر نوآور ضمن قدردانی و ارج نهادن به اعتماد شما به کتاب‌های این انتشارات، به استحضارتان می‌رساند که همکاران این انتشارات، اعم از مؤلفان و مترجمان و کارگروه‌های مختلف آماده‌سازی و نشر کتاب، تمامی سعی و همت خود را برای ارائه کتابی درخور و شایسته شما فرهیخته گرامی به کار بسته‌اند و تلاش کرده‌اند که اثری را ارائه نمایند که از حداقل‌های استاندارد یک کتاب خوب، هم از نظر محتوایی و غنای علمی و فرهنگی و هم از نظر کیفیت شکلی و ساختاری آن، برخوردار باشد.

با این وجود، علی‌رغم تمامی تلاش‌های این انتشارات برای ارائه اثری با کمترین اشکال، باز هم احتمال بروز ایراد و اشکال در کار وجود دارد و هیچ اثری را نمی‌توان الزاماً مبرا از نقص و اشکال دانست. از سوی دیگر، این انتشارات بنابه تعهدات حرفه‌ای و اخلاقی خود و نیز بنابه اعتقاد راسخ به حقوق مسلم خوانندگان گرامی، سعی دارد از هر طریق ممکن، به‌ویژه از طریق فراخوان به خوانندگان گرامی، از هرگونه اشکال احتمالی کتاب‌های منتشره خود آگاه شده و آن‌ها را در چاپ‌ها و ویرایش‌های بعدی آن‌ها رفع نماید.

لذا در این راستا، از شما فرهیخته گرامی تقاضا داریم در صورتی که حین مطالعه کتاب با اشکالات، نواقص و یا ایرادهای شکلی یا محتوایی در آن برخورد نمودید، اگر اصلاحات را بر روی خود کتاب انجام داده‌اید پس از اتمام مطالعه، کتاب ویرایش‌شده خود را با هزینه انتشارات نوآور، پس از هماهنگی با انتشارات، ارسال نمایید، و نیز چنانچه اصلاحات خود را بر روی برگه جداگانه‌ای یادداشت نموده‌اید، لطف کرده عکس یا اسکن برگه مزبور را با ذکر نام و شماره تلفن تماس خود به ایمیل انتشارات نوآور ارسال نمایید، تا این موارد بررسی شده و در چاپ‌ها و ویرایش‌های بعدی کتاب اعمال و اصلاح گردد و باعث ارتقا و هرچه پربارتر شدن محتوایی کتاب و ارتقاء سطح کیفی، شکلی و ساختاری آن گردد.

نشر نوآور، ضمن ابراز امتنان از این عمل متعهدانه و مسئولانه شما خواننده فرهیخته و گرانقدر، به‌منظور تقدیر و تشکر از این همدلی و همکاری علمی و فرهنگی، در صورتی که اصلاحات درست و بجا باشند، متناسب با میزان اصلاحات، به رسم ادب و تشکر و قدرشناسی، نسخه دیگری از همان کتاب و یا چاپ اصلاح‌شده آن و نیز از سایر کتب منتشره خود را به‌عنوان هدیه، به انتخاب خودتان، برایتان ارسال می‌نماید، و در صورتی که اصلاحات تأثیرگذار باشند در مقدمه چاپ بعدی کتاب نیز از زحمات شما تقدیر می‌شود.

همچنین نشر نوآور و پدیدآورندگان کتاب، از پیشنهادها، نظرات، انتقادات و راه‌کارهای شما عزیزان در راستای هرگونه بهبود کتاب، و هرچه بهتر شدن سطح کیفی و علمی آن صمیمانه و مشتاقانه استقبال می‌نمایند.

نشر نوآور

تلفن: ۰۲۱۶۶۴۸۴۱۹۱-۲

www.noavarpub.com
info@noavarpub.com

با توجه به عدم مشخص بودن منابع آزمون‌های کارشناسی رسمی دادگستری و قوه قضائیه و گستردگی منابع و مآخذ این آزمون‌ها، وجود کتابی جامع که همپوشانی خوبی با سؤالات این آزمون‌ها داشته باشد و بتواند نیاز داوطلبان را تا حدود زیادی بر طرف نماید، لازم به نظر می‌رسید. از این رو با توجه به تجربیات تدریس در دوره‌های مختلف کارشناسی رسمی، نظام مهندسی و همچنین بررسی سؤالات دوره‌های مختلف این آزمون‌ها، اقدام به تهیه این مجموعه نمودیم. این کتاب که به منظور درسنامه‌ای جامع جهت آمادگی آزمونهای کارشناسی رسمی «رشته تأسیسات ساختمانی» و همچنین «رشته برق ماشین و تأسیسات کارخانجات» در بخش تأسیسات مکانیکی تهیه گردیده است، حاوی مطالب متنوعی در حوزه‌های تأسیسات مکانیکی صنعت و ساختمان شامل مباحث گرمایش، تبرید، آبرسانی، فاضلاب، سایکومتری، گازرسانی و اطفاء حریق می‌باشد که چکیده‌ای از کتاب دو جلدی مرجع کامل طرح و اجرای تأسیسات مکانیکی ویژه آزمونهای کارشناسی رسمی دو رشته فوق می‌باشد. در این کتاب ضمن شرح مباحث به منظور ارتباط بهتر خواننده با مطالب مطروحه، شکل‌ها و مثال‌هایی نیز آورده شده است.

لازم به ذکر است که مهندسان برق و مهندسان مکانیک باید به هر دو حوزه مطالب تأسیسات الکتریکی و تأسیسات مکانیکی در آزمون کارشناسی رسمی مسلط باشند.

بنابراین داوطلبانی که در آزمون کارشناسی رسمی «رشته تأسیسات ساختمانی» شرکت می‌نمایند می‌بایست «کتاب اول: مبحث تأسیسات الکتریکی کارخانجات و ساختمان» تألیف دکتر مهدی عرب صادق و «کتاب دوم: مبحث تأسیسات مکانیکی کارخانجات و ساختمان» تألیف مهندس داریوش هادی‌زاده که توسط نشر نوآور به چاپ رسیده‌اند را تهیه نمایند. و داوطلبانی که در آزمون کارشناسی رسمی «رشته برق، ماشین و تأسیسات کارخانجات» شرکت می‌نمایند می‌بایست علاوه بر دو کتاب فوق، «کتاب سوم: ماشین‌آلات، ارزیابی و تولید» تألیف مهندس محمد میلانی از همین ناشر را نیز تهیه نمایند.

در پایان ضمن آرزوی موفقیت در آزمون پیش‌رو و سربلندی مهندسان عزیز در تمامی مراحل زندگی، ضمن تشکر از همه کسانی که در تهیه و تولید این کتاب زحمت کشیده‌اند از شما خواننده عزیز تقاضا دارم که با ارائه نظرات خود از طریق سایت و تلفن‌های نشر نوآور ما در هر چه بهتر شدن این کتاب در چاپ‌های بعدی یاری فرمایید.

کلیه حقوق چاپ و نشر این کتاب مطابق با قانون حقوق مؤلفان و مصنفان و هنرمندان مصوب سال ۱۳۴۸ و آیین‌نامه اجرایی آن مصوب ۱۳۵۰، برای ناشر محفوظ و منحصراً متعلق به نشر نوآور است. لذا هر گونه استفاده از کل یا قسمتی از مطالب، اشکال، نمودارها، جداول و تصاویر این کتاب، در دیگر کتب، مجلات، نشریات، سایت‌ها و موارد دیگر، و نیز هر گونه بهره‌برداری از مطالب این کتاب تحت هر عنوانی از قبیل چاپ، فتوکپی، اسکن، تایپ از آن، تهیه فایل پی‌دی‌اف و عکس‌برداری از کتاب، و همچنین هر نوع انتشار به صورت اینترنتی، الکترونیکی، سی‌دی، دی‌وی‌دی، فیلم، فایل صوتی یا تصویری و غیره بدون اجازه کتبی از نشر نوآور ممنوع و غیرقانونی بوده و شرعاً نیز حرام است، و متخلفین تحت پیگرد قانونی و قضایی قرار می‌گیرند.

با توجه به اینکه هیچ کتابی از کتب نشر نوآور به صورت فایل ورد یا پی‌دی‌اف و موارد این‌چنین، توسط این انتشارات در هیچ سایت اینترنتی ارائه نشده است، لذا در صورتی که هر سایتی اقدام به تایپ، اسکن و یا موارد مشابه نماید و کل یا قسمتی از متن کتب نشر نوآور را در سایت خود قرار داده و یا اقدام به فروش آن نماید، توسط کارشناسان امور اینترنتی این انتشارات، که مسئولیت اداره سایت را به عهده دارند و به طور روزانه به بررسی محتوای سایت‌ها می‌پردازند، بررسی و در صورت مشخص شدن هرگونه تخلف، ضمن اینکه این کار از نظر قانونی غیر مجاز و از نظر شرعی نیز حرام می‌باشد، وکیل قانونی انتشارات از طریق وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، پلیس فتا (پلیس رسیدگی به جرایم رایانه‌ای و اینترنتی) و نیز سایر مراجع قانونی، اقدام مقتضی به عمل آورده، و طی انجام مراحل قانونی و اقدامات قضایی، خاطیان را مورد پیگرد قانونی و قضایی قرار داده و کلیه خسارات وارده به این انتشارات و مؤلف از متخلفان اخذ خواهد شد.

همچنین در صورتی که هر یک از کتابفروشی‌ها، اقدام به تهیه کپی، جزوه، چاپ دیجیتال، چاپ ریسو، اُفتست از کتب انتشارات نوآور نموده و اقدام به فروش آن نمایند، ضمن اطلاع‌رسانی تخلفات کتابفروشی مزبور به سایر همکاران و مؤذعین محترم، از طریق وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، اتحادیه ناشران، و انجمن ناشران دانشگاهی و نیز مراجع قانونی و قضایی اقدام به استیفای حقوق خود از متخلف می‌نماید.

خرید، فروش، تهیه، استفاده و مطالعه از روی نسخه غیراصل کتاب،

از نظر قانونی غیرمجاز و شرعاً نیز حرام است.

انتشارات نوآور از خوانندگان گرامی خود درخواست دارد که در صورت مشاهده هر گونه تخلف از قبیل موارد فوق، مراتب را یا از طریق تلفن‌های انتشارات نوآور به شماره‌های ۲-۶۶۴۸۴۱۹۱ و ۰۲۱ ۶۶۴۸۴۱۹۱ و ۰۹۱۲۳۰۷۶۷۴۸ و یا از طریق ایمیل انتشارات به آدرس info@noavarpub.com و یا از طریق منوی تماس با ما در سایت www.noavarpub.com به این انتشارات ابلاغ نمایند، تا از تضییع حقوق ناشر، پدیدآورنده و نیز خود خوانندگان محترم جلوگیری به عمل آید، و در راستای انجام این امر مهم، به عنوان تشکر و قدردانی، از کتب انتشارات نوآور نیز هدیه دریافت نمایند.

۱- انتخاب سیستم مناسب گرمایش ساختمان‌ها

روش‌های گوناگونی جهت گرمایش ساختمان‌های مسکونی، اداری، صنعتی، تجاری و... وجود دارد که در این قسمت به بررسی برخی از آنها پرداخته می‌شود. در هر صورت شرایط آسایش از نظر دما، رطوبت نسبی، سرعت هوا و تابش بایستی تأمین شود.

۱-۱- گرمایش مرکزی با آب (موتورخانه)

یکی از مناسب‌ترین روش‌ها برای گرمایش ساختمان‌های مسکونی و غیر مسکونی روش حرارت مرکزی با آب می‌باشد. در این سیستم یک موتورخانه مرکزی وجود دارد که آب گرم سیرکولاسیون دیگ، جهت تأمین گرمایش ساختمان توسط پمپ به قسمت‌های مختلف پمپاژ می‌شود، یکی از محاسن این روش امکان تأمین هم‌زمان گرمایش و آب گرم مصرفی ساختمان است که توسط مبدل (کوئیلدار، صفحه‌ای، دوجداره و یا لوله و پوسته) در موتورخانه انجام می‌شود. هزینه اولیه اجرای موتورخانه در مقایسه با سایر سیستم‌ها خیلی زیاد نیست ولی هزینه اپراتوری و مصرف انرژی آن در مقایسه با دیگر سیستم‌ها مثلاً سیستم شوفاژ دیواری (پکیج) کمتر است. ساختمان باید فضای مناسب برای احداث موتورخانه داشته باشد. از دیگر محاسن موتورخانه مرکزی این است که در مناطقی که گاز کشی نشده است و یا در مواقعی که امکان کاهش فشار و یا قطع گاز وجود دارد موتورخانه می‌تواند (در صورتیکه مشعل آن دوگانه‌سوز باشد) روشن باشد. در این سیستم تنها دیگ‌ها دارای دودکش هستند از دیگر مزایای این روش امکان استفاده از سیستم لوله‌کشی گرمایش جهت خنک کاری ساختمان در تابستان (در صورتی که سیستم لوله‌کشی بدین منظور محاسبه شده باشد) وجود دارد. پیشنهاد می‌شود در ساختمان‌های بیش از ۱۰ واحد آپارتمانی و نیز ساختمان‌های ویلایی بیش از ۲۵۰ متر مربع از سیستم حرارت مرکزی استفاده شود. این سیستم برای سالن‌ها، و فضاهایی که ارتفاع فضا یا اطاق کمتر از ۴ متر است مناسب است.

۲-۱- گرمایش با شوفاژ دیواری (پکیج)

در این سیستم هم‌زمان گرمایش و آبگرم مصرفی ساختمان توسط موتورخانه کوچکی که بصورت یکپارچه و پکیج در آمده و در داخل و یا محدوده فضای مورد نظر نصب می‌شود، تأمین می‌شود از مهمترین مزایای این روش استقلال سیستم گرمایشی واحدها از موتورخانه مرکزی و از همدیگر می‌باشد. از معایب این سیستم تأمین هوای احتراق از فضایی که پکیج در آن نصب شده است می‌باشد که در فضاهای کوچک و درزبند ممکن است باعث کمبود اکسیژن و خفگی شود (البته در سالهای اخیر نوعی از پکیج ساخته شده که تأمین هوای احتراق و تخلیه گازهای احتراق آن هم‌زمان توسط یک دودکش دوجداره از بیرون از فضای نصب پکیج انجام می‌شود) از دیگر معایب این روش، دودکش مستقل برای هر پکیج است که در این صورت در ساختمان‌های مسکونی با تعداد آپارتمان‌های زیاد تعداد دودکش‌ها نیز زیاد خواهد شد و محدودیت‌های اجرایی را به دنبال خواهد داشت ضمن اینکه در این حالت مصرف انرژی نسبت به سیستم حرارت مرکزی بیشتر خواهد شد علاوه بر این به دلیل نصب در فضای داخلی واحدها حجمی از فضا را اشغال می‌کنند هم چنین خطر نشت گاز خام و یا نشت گاز منواکسید کربن (CO) وجود دارد. پکیج‌ها معمولاً در دو نوع تک مبدل و دو مبدل ساخته می‌شوند که دو مبدل‌ها یکی از مبدل‌ها وظیفه تأمین گرمایش و دیگری تأمین آب گرم مصرفی را برعهده دارد بدیهی است که مصرف سوخت و گاز دو مبدل‌ها بیشتر است.

۳-۱- گرمایش با بخاری

این روش گرمایش ساختمان، توسط متخصصان پیشنهاد نمی‌شود و برای مناطق مسکونی مناسب نمی‌باشد هر بخاری نیاز به لوله‌کشی تأمین سوخت (معمولاً گاز طبیعی)، دودکش مجزا و تأمین هوای احتراق مناسب دارد. توزیع گرما در این روش مناسب نبوده و در ساختمان‌های مسکونی با تعداد آپارتمان‌های زیاد تعداد دودکش‌ها نیز زیاد خواهد شد و محدودیت‌های اجرایی را به دنبال خواهد داشت خطر نشت گاز خام و یا نشت گاز منواکسید کربن (CO) و همچنین خطر کمبود اکسیژن محل نصب وجود دارد. دو نوع بخاری

گاز سوز وجود دارد با دودکش و بدون دودکش، در مبحث ۱۴ مقررات ملی ساختمان حداقل حجم فضایی که بصورت معمولی درزبند باشد برای نصب بخاری‌های گاز سوز بدون دودکش را یک متر مکعب برای هر $0/21$ کیلو وات ذکر کرده است. در ضمن حجم فضای نصب دستگاهها باید بیش از یک متر مکعب برای هر 177 کیلو کالری دستگاه باشد. حداکثر ظرفیت حرارتی بخاری گازسوز بدون دودکش $11/7$ کیلووات ($40/000$ بی تی یو بر ساعت یا $10/000$ کیلوکالری در ساعت) می‌باشد. علی‌رغم مجاز بودن نصب بخاری گازسوز در ساختمان‌های مسکونی (تحت شرایط بسیار خاصی) بهتر است از این امر اجتناب شود و فقط با تأیید مهندس ناظر در مکان‌هایی که تعویض هوای مناسبی دارند نصب شوند مانند فروشگاه‌ها، مغازه‌ها، بانک‌ها و ...

۴-۱- گرمایش با یونیت هیتر

این سیستم برای سالن‌ها و کارخانجات و فضاهایی که نیاز کمی به هوای تازه دارند و یا هوای تازه آنها به روش دیگری تأمین می‌شود کاربرد دارد. معمولاً هوای گرمی که توسط این دستگاه تأمین می‌شود توسط آب گرم تولیدی دیگ در موتورخانه تأمین می‌شود در واقع این روش هم یکی از مشتقات حرارت مرکزی می‌باشد ولی بجای سیرکولاسیون آب به داخل رادیاتورها و یا فن کویلها، درون کویل یونیت هیترها انجام می‌شود در این روش توزیع گرما توسط بادزن پشت کویل حرارتی دستگاه انجام می‌شود یونیت هیترها در داخل فضایی که می‌خواهد گرم شود نصب می‌شوند و با گردش هوای محیط آن را گرم می‌کنند این دستگاهها برای فضاهای با ارتفاع زیاد توصیه نمی‌شوند.

۵-۱- گرمایش با وسایل تابشی

این سیستم در ساختمان‌ها و سالن‌های صنعتی که ارتفاع فضا زیاد است و از طرفی نه نیاز است و نه مقرون به صرفه است که کل فضا گرم شود و فقط نقاط خاصی از ساختمان لازم است گرم شوند (مثلاً محل کار کارگران، دستگاهها و...) مورد استفاده قرار می‌گیرد، مثلاً بعضی از کارخانجات هستند که ارتفاع سالنهای آنها از کف تا 20 متر هم می‌رسد در این صورت گرم نمودن تمام این ارتفاع از نظر فنی و اقتصادی غیر قابل توجیه است، بنابراین بهترین گزینه استفاده از تابش گرهای گرمایی است. همچنین است فضاهایی که تردد در آنها بسیار زیاد است. این دستگاهها در ارتفاع نصب شده و می‌توانند از سقف به صورت آویزان و یا بر روی دیوار نصب شوند. طبیعتاً به دلیل خروج محصولات احتراق به داخل فضا، بایستی اگر است فن‌هایی جهت خروج هوای آلوده پیش‌بینی شود. توزیع حرارت در این روش خیلی مناسب و کنترل شده نیست.

۶-۱- گرمایش با هوا ساز

این سیستم برای ساختمان‌ها، سالن‌ها، کارخانجات و صنایعی که نیازمند هوای تازه به مقدار مناسبی می‌باشند و یا در اماکنی که ممکن است آلودگی هوای محیط زیاد باشد و دائماً نیاز به هوای تازه دارند کاربرد دارد همچنین برای ساختمان‌های اداری و مسکونی و... نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند، هوای گرمی که توسط این دستگاه تأمین می‌شود باید توسط آب خروجی از دیگ در موتورخانه تأمین شده باشد. در واقع این روش هم یکی از مشتقات حرارت مرکزی می‌باشد ولی بجای پمپاژ آب به داخل رادیاتورها و یا فن کویل‌ها، به درون کویل هواساز ارسال می‌شود و ارسال هوای گرم توسط فن دستگاه هواساز و توزیع آن توسط کانالها انجام می‌شود. معمولاً هواسازها در جایی باید نصب شوند که تأمین هوای تازه به آسانی صورت پذیرد (مثلاً بر روی بام و یا در ارتفاع مناسبی از کف). برای گرمایش سالن‌ها و فضاهای با ارتفاع زیاد مناسب نیستند. خطر یخ زدن سیستم در صورت نصب در فضای آزاد در زمستان (در هنگام قطع برق)، انتقال ارتعاشات فن دستگاه به سازه، مشکلات اجرایی نصب در ارتفاع، حجم زیاد کانال کشی از معایب این سیستم است ولی تأمین هوای تازه به هر نسبت دلخواه، استفاده از هوای برگشتی، فیلتراسیون هوا از محاسن این سیستم است. از دیگر مزایای این روش این است که جهت خنک‌کاری ساختمان در تابستان می‌توان از کانالها استفاده کرد (در صورتی که سیستم کانال کشی بدین منظور محاسبه شده باشد)

۷-۱- گرمایش با شومینه

این روش برای گرم کردن اماکن مسکونی و یا موارد مشابه مورد استفاده قرار می‌گیرد. گرمایش ساختمان تنها توسط شومینه مجاز نبوده و معمولاً با سایر سیستم‌های گرمایشی ساختمان همراه بوده و بیشتر در مواقع اضطراری مورد استفاده قرار می‌گیرد. این روش یکی از روشهای فانتزی بوده و نمی‌تواند توزیع مناسب گرما را انجام دهد هر شومینه نیاز به لوله‌کشی گاز طبیعی، دودکش مجزا و تأمین هوای احتراق مناسب دارد، مانند بخاری و پکیج در ساختمان‌های با تعداد آپارتمان‌های زیاد، تعداد دودکشها نیز زیاد خواهد شد و محدودیتهای اجرایی را به دنبال خواهد داشت. خطر نشت گاز خام و نشت گاز منو اکسید کربن (CO) به داخل فضا، همچنین خطر

کمبود اکسیژن محل نصب وجود دارد ضمناً به دلیل اینکه بخشی از شعله مستقیماً به داخل محیط وارد می‌شود کثیف شدن سطوح داخلی ساختمان، دیوارها و پرده‌ها و... را به دنبال دارد.

۸-۱- گرمایش با پمپ حرارتی

در فضاهایی که خنک کاری توسط کولرهای گازی و یا مینی چیلرها انجام می‌شود می‌توان در زمستان با معکوس کردن سیکل تبرید، گرمایش فضا را نیز تأمین کرد، بدین صورت که اواپراتوری که در تابستان هوا را خنک می‌کرده است در زمستان و ماههای سرد سال، نقش کندانسور را ایفاء می‌کند و هوا را گرم می‌کند این روش برای مکانهایی که زمستانهای سرد دارد و نیز فضاهایی که محیط بیرون مرطوب است مناسب نیست. هزینه برق و انرژی آن بالا بوده و نمی‌تواند توزیع مناسب گرما را انجام دهد.

۹-۱- گرمایش از کف

در سیستم‌های گرمایشی متداول، تا ۷۰٪ گرما نزدیک سقف جمع می‌شود و نزدیک کف دمای پایین‌تری داریم. گرما باید در جایی تولید شود که به آن بیشتر نیاز است، یعنی در کف. در این سیستم، گردش آب گرم از درون شبکه‌ای از لوله‌هایی (معمولاً لوله‌های ۵ لایه) که در زیر کف نصب می‌شود انجام می‌گیرد و حرارت را به آرامی توزیع می‌کند.

در سیستم گرمایش کفی شبکه لوله تمام کف را پوشش می‌دهد و بدین ترتیب توزیع حرارت بصورت یکنواخت است. حداکثر دمای کف در این سیستم ۲۹ درجه سانتیگراد است. آب گرم ورودی از طریق موتورخانه، پکیج، یا کلکتورهای خورشیدی تأمین، و از طریق کلکتورهای ویژه توزیع می‌شود. سیستم گرمایش کفی برای کف‌های مختلف با پوشش‌های متفاوت از جمله سنگ، سرامیک، پارکت، و موکت مناسب است.

تغییرات دما در سیستم‌های گرمایشی با رادیاتور بخاطر توزیع نامناسب حرارت بسیار زیاد است اما در سیستم گرمایش کفی، حرارت به آرامی و به صورت یکنواخت توزیع می‌شود و با موازنه‌ی چهار عامل اصلی راحتی، یعنی دمای محیط، گرمایش تابشی، جریان هوا، و رطوبت نسبی، برای انسان احساس مطبوعی فراهم می‌شود. سیستم گرمایش کفی در کشورهای صنعتی به صورت جزئی از معماری مدرن بدل شده است و در حال گسترش است. هیچ سطح داغ و یا لبه‌ی تیزی وجود ندارد، و برای بیماری‌های آلرژیک مانند آسم، و بیماری‌های مفصلی مانند رماتیسم بسیار مناسب است. در مجموع، سیستم گرمایش کفی ۳۰٪ تا ۵۰٪ باعث کاهش مصرف انرژی می‌شود. ارزش افزوده برای ساختمان: ارزش یک منزل، با میزان آسایشی که برای ساکنینش فراهم می‌کند نسبت مستقیم دارد. سیستم حرارتی گرمایش از کف که انتقال حرارت به صورت تشعشعی (تابشی) سهم زیادی در فرآیند گرمایشی آن دارد. به طور کلی سه نوع روش گرمایش از کف موجود است:

الف) گرمایش با هوای گرم، ب) گرمایش با جریان الکتریسیته، ج) گرمایش با آب گرم

گرمایش با آب یکی از مشتقات گرمایش با پکیج است (البته در سیستم‌های حرارت مرکزی، آب سیرکولاسیون گرمایش کف می‌تواند توسط دیگی مجزا با دمای کاری متناسب در موتورخانه انجام شود) و یکی از مناسب‌ترین روشهای گرم کردن می‌باشد. در این روش آب گرم در لوله‌هایی که در کف ساختمان بصورت رفت و برگشتی (U شکل) و یا کلکتوری اجراء شده است به گردش در آمده و به تدریج کف گرم شده و هوای گرم به آرامی به سمت بالا حرکت کرده و گرمای یکنواختی ایجاد می‌کند. مصرف انرژی در این روش کم است هزینه اجراء و راه‌اندازی کمی بیش از سایر سیستم‌ها است جنس لوله‌هایی که در کف اجراء می‌شوند بهتر است لوله‌های ترکیب فلز و پلیمر (۵ لایه) باشد.

در این سیستم گرمایشی معمولاً دمای آب گرم موجود در لوله‌های کف خواب بین ۲۸ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد که در مقایسه با سایر روشهای موجود، که دمای آب بین ۶۰ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد است، ۴۰ تا درصد در مصرف انرژی صرفه‌جویی می‌شود.

۱۰-۱- گرمایش با کوره هوای گرم

این روش گرمایش معمولاً برای محیط‌های غیر مسکونی پیشنهاد می‌شود. دستگاهها ممکن است در فضای مورد نظر نصب شوند در این صورت گرم شدن همزمان بصورت تشعشعی و نیز جابجایی انجام می‌شود. برای هدایت محصولات احتراق باید از دودکش مناسب استفاده شود. هم چنین دستگاهها ممکن است در خارج از فضا نصب شوند و هوای گرم را توسط کانال به فضای مورد نظر هدایت کنند کنترل دمای خروجی از کوره ممکن است به سختی انجام شود هزینه اجرای این روش از سایر موارد مشابه کمتر می‌باشد.

جدول ۱- مقایسه روش‌های مختلف گرمایشی

حرارت موضعی						حرارت مرکزی				نوع سیستم	
کوره هوای گرم	دستگاه‌های تابشی	شومینه	بخاری	پکیج		پمپ حرارتی	هواساز	یونیت هیتر	فن کویل	رادیاتور	آیتم
				گرمایش از کف آبی	رادیاتور						
کم	متوسط	کم	کم	نسبتاً زیاد	متوسط	زیاد	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	هزینه اولیه
کم	کم	کم	کم	کم	کم	زیاد	نسبتاً کم	نسبتاً کم	نسبتاً کم	خیلی کم	هزینه بهره‌برداری
نامناسب	نامناسب	نامناسب	نامناسب	خوب	مناسب	نامناسب	مناسب	مناسب	مناسب	مناسب	توزیع حرارت
دارد	دارد	دارد	دارد	دارد	دارد	ندارد	ندارد	دارد	دارد	دارد	نیاز به تأمین هوای تازه
دارد	دارد	دارد	دارد	دارد	دارد	ندارد	ندارد	ندارد	ندارد	ندارد	خطر نشست گاز خام
دارد	دارد	دارد	دارد	دارد	دارد	ندارد	ندارد	ندارد	ندارد	ندارد	خطر نشست گاز CO
دارد	دارد	دارد	دارد	دارد	دارد	ندارد	ندارد	ندارد	ندارد	ندارد	خطر کمبود اکسیژن
ندارد	ندارد	ندارد	ندارد	ندارد	دارد	ندارد	دارد	دارد	دارد	دارد	امکان تأمین آبگرم مصرفی
ص-ع	ص	م	م-ت-ع	م	م-ت-ع	م-ت-ع	م-ص-ع	ص	م-ت-ع	م-ت-ع	قابل استفاده برای ساختمان‌های
آری	آری	آری	آری	خیر	آری	آری	خیر	آری	آری	آری	اشغال بخشی از فضای مفید
خیر	خیر	خیر	خیر	خیر	خیر	دارد	آری	آری	آری	خیر	امکان استفاده برای خنک‌کاری
خیر	خیر	خیر	خیر	خیر	خیر	خیر	آری	آری	آری	آری	امکان استفاده از سوخت مایع
-----	-----	دارد	دارد	ندارد	دارد	دارد	ندارد	ندارد	ندارد	ندارد	استقلال کاربری
م = مسکونی ت = تجاری ع = عمومی ص = صنعتی											

۲- محاسبات بارهای گرمایی

۲-۱- بارهای گرمایشی و محاسبه آنها

در طراحی و انتخاب سیستم‌های گرمایشی، مهمترین پارامتر بدست آوردن بارهای گرمایی است اگر بتوان این بارها را محاسبه کرد می‌توان مانند فلوچارت زیر تجهیزات و سایر المانهای موتورخانه را محاسبه و انتخاب کرد.

در محاسبه بارهای گرمایی، پارامترهای زیادی باید مد نظر قرار بگیرند، مانند نوع کاربری فضا، دمای طرح داخل، دمای طرح خارج، کیفیت و آنالیز دیوارها و جداره‌ها. علاوه بر این اطلاعات دیگری مانند رطوبت نسبی، ارتفاع از سطح دریا و... باید مورد ملاحظه قرار بگیرند.

برای محاسبه بارهای حرارتی بنا به مقتضیات می‌توان یا از روش دقیق یا سریع استفاده کرد.



شکل ۱- فلودیاگرامی از یک موتورخانه آب گرم با منبع انبساط باز

۱-۱-۲- محاسبه بارهای گرمایی به روش دقیق

در این روش باید انتقال حرارتی را که از انحاء مختلف صورت می‌گیرد (تلفات حرارتی) را محاسبه کرد. در زمستان و فصول سرد انتقال حرارت و پرت حرارتی عمدتاً از سه طریق صورت می‌گیرد و باید آنها را به دقت محاسبه کرد. الف) انتقال حرارت از طریق جداره‌ها. ب) انتقال حرارت از طریق نفوذ و تعویض هوا. ج) بار حرارتی به واسطه مصرف آبگرم مصرفی.

۱-۱-۱-۲- انتقال حرارت از طریق جداره‌ها

بدین منظور:

الف) ابتداء باید آنالیز ماتریال جداره‌ها (عمدتاً جداره‌های خارجی) مانند کف، سقف، دیوار، در و پنجره را بدست آورد. ب) ضریب انتقال حرارت ماتریال را از جدول ۴ مشخص کرده و مقاومت آنها را با توجه به ضخامتشان از فرمول (۱) محاسبه کرد. ج) مقاومت فیلم هوای داخل و خارج را با توجه به فرمول‌های زیر تعیین کرد.

$$\frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_o} = R_{in} + R_{out} = 0,06 + 0,11 = 0,17 \frac{m^2.k}{W} \quad \text{سطوح عمودی (دیوار، درب و پنجره):}$$

$$\frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_o} = R_{in} + R_{out} = 0,05 + 0,09 = 0,14 \frac{m^2.k}{W} \quad \text{سطوح افقی روبه بالا (سقف):}$$

$$\frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_o} = R_{in} + R_{out} = 0,05 + 0,17 = 0,22 \frac{m^2.k}{W} \quad \text{سطوح افقی روبه پایین (کف):}$$

- سپس با استفاده از فرمول (۲) و (۳) مقاومت کلی و ضریب انتقال حرارت کلی را محاسبه می‌کنیم

$$R = \frac{X}{K} \quad (1)$$

$$\sum R = R_{in} + \frac{X_1}{K_1} + \frac{X_2}{K_2} + \frac{X_3}{K_3} + R_{out} \quad (2)$$

$$U = \frac{1}{\sum R} = \frac{1}{R_{in} + \frac{X_1}{K_1} + \frac{X_2}{K_2} + \frac{X_3}{K_3} + R_{out}} \quad (3)$$

- از جدول ۱ دمای طرح داخل و از جدول ۲ دمای طرح بیرون را با توجه به نوع کاربری فضا (مسکونی، تجاری، اداری و...) استخراج می‌کنیم.

$$Q = U \times A \times \Delta T \quad (4) \quad \text{و) با توجه به فرمول (۴) نرخ انتقال حرارت را بدست می‌آوریم.}$$

○ محاسبه نرخ انتقال حرارت ناشی از کف و سقف ساختمان‌ها

ساختمان‌ها می‌توانند شکل‌های گوناگون و متنوعی داشته باشند و ممکن است چند طبقه باشند و یا یک طبقه، علاوه بر این ممکن است ساختمان زیر زمین و یا پارکینگ داشته باشد. در ساختمان‌های چند طبقه معمولاً به دلیل اینکه اختلاف دمای طبقات کم است از محاسبه تلفات حرارتی کف و سقف طبقات میانی می‌توان صرف نظر کرد، مگر آنکه ساختمان به گونه‌ای باشد که کاربری طبقات آن

با هم فرق داشته باشد و دمای طبقات مختلف با هم متفاوت باشد. اگر کف ساختمان و یا پایین‌ترین واحد فاقد زیر زمین و یا پارکینگ باشد می‌توان نرخ اتلاف بار گرمایی آن را بصورت زیر محاسبه کرد:

اگر ساختمان دارای پارکینگ باشد که تعویض هوای مکانیکی داشته باشد دمای پارکینگ را با دمای طرح خارج و داخل گرفت. سقف ساختمان ممکن است از نوع شیروانی و یا مسطح باشد. در مورد اول اگر هوای زیر شیروانی تهویه مکانیکی شود، دمای آن دمای طرح خارج است در غیر این صورت دمای این فضاها را بصورت تقریبی می‌توان میانگین دمای طرح خارج گرفت.

○ محاسبه نرخ انتقال حرارت فضاهای کنترل نشده (قسمتهایی که نیاز به گرم شدن ندارند)

برخی از نقاط ساختمان وجود دارد که نیاز به تأمین دمای در حد اتاق‌ها و فضاهای داخلی ندارند (مانند راهروها، انباری‌ها، زیرزمین‌ها و موارد مشابه) ولی به دلیل اختلاف دمای این قسمت‌ها با فضاهای داخلی، پرت حرارتی وجود خواهد داشت که باید تلفات حرارتی آنها را محاسبه کرد. معمولاً بصورت تقریب می‌توان دمای این نقاط را میانگین دمای طرح داخل و دمای طرح خارج گرفت. مثلاً برای یک ساختمان اداری داخل شهر تهران، دمای این نقاط را می‌توان ۱۰ درجه سانتیگراد گرفت.

۲-۱-۱-۲- تعیین نرخ انتقال حرارت ناشی از تعویض هوا

برای تعیین مقدار حرارتی که لازم است هوای نفوذی را گرم کند دو روش وجود دارد:

○ روش درزی

در این روش با توجه به طول درز پنجره‌ها و قسمت‌های باز شو ساختمان و مقدار نفوذ هوا از طریق آن می‌توان هوای نفوذی را بدست آورد و متعاقباً حرارت لازم برای آنرا محاسبه کرد.

○ روش حجمی

این روش بر اساس تعداد تعویض هوا صورت می‌گیرد، بدینصورت که تعداد تعویض هوا را که برای ایجاد شرایط مطبوع لازم است از جداول مربوطه اقتباس کرده و با توجه به حجم فضا، دبی هوا را بدست می‌آوریم سپس مقدار حرارتی را که لازم است این حجم هوا را

گرم کند محاسبه می‌کنیم. در سیستم IP داریم:

$$\dot{V} = V \times n / 60 \quad (5)$$

$$Q = 1.08 \times \dot{V} \times (t_i - t_o) \times \lambda \quad (6)$$

$$\dot{V} = \frac{V \times n}{3600} \quad (7)$$

در سیستم SI فرمول‌های فوق بدینصورت است:

$$Q = \dot{m} \times c_p \times \Delta T = \rho \times \dot{V} \times c_p \times \Delta T \quad (8)$$

n - تعداد دفعات تعویض هوای اتاق یا محل مورد در ساعت از جدول هوارسانی

V - حجم فضای مورد نظر بر حسب فوت مکعب. (مترمکعب)

\dot{V} - حجم هوای نفوذی بر حسب فوت مکعب بر ساعت. (مترمکعب بر ثانیه)

t_i - دمای طرح داخل بر حسب فارنهایت. (سانتی‌گراد)

t_o - دمای طرح خارج بر حسب فارنهایت. (سانتی‌گراد)

Q - نرخ انتقال حرارت بر حسب بی تی یو بر ساعت. (وات)

ρ - چگالی هوا به کیلوگرم بر مترمکعب (در شرایط استاندارد 1.2 kg/m^3)

c_p - گرمای ویژه هوا به ژول بر کیلوگرم درجه کلونین $\left(1005 \frac{\text{J}}{\text{kgK}} \right)$

λ - نسبت چگالی هوای محیط به هوای استاندارد

۲-۱-۱-۳- تعیین نرخ انتقال حرارت حاصل از آبگرم مصرفی^۱

بدین منظور، ابتداء باید مصرف کننده‌ها را شناسایی کرده و مقدار مصرف آبگرم مصرفی آنها را از جدول فصل آب و آبرسانی بدست آورده و سپس با توجه به ضریب تقاضا و از طرفی افزایش دمای آب ورودی، مبادرت به محاسبه بار حرارتی ناشی از آبگرم مصرفی نمود.

$$\dot{V}_{ac} = \dot{V}_1 \times K_1 \quad (9)$$

۱. برای اطلاعات بیشتر به قسمت محاسبات مبدلها مراجعه شود.

$$Q = 1/33 \times V_{ac} \times (t_2 - t_1) \quad (10)$$

که: $Q, t_2, t_1, K_1, V_{ac}, V_1$ به ترتیب، حداکثر مقدار آب گرم مصرفی، مقدار واقعی مصرف آبگرم بر حسب گالن بر ساعت، ضریب تقاضا، دمای آب ورودی به منبع بر حسب فارنهایت (معمولاً $40^\circ F$)، دمای آب خروجی از منبع بر حسب فارنهایت ($140^\circ F$)، و بار حرارتی آبگرم مصرفی بر حسب بی تی یو بر ساعت می باشد.

مقدار تلفات حرارتی ناشی از آب گرم مصرفی برای هر واحد آپارتمانی با وسایل بهداشتی معمولی بصورت تقریبی 30000 Btu/h می باشد.

۲-۱-۲- محاسبه بارهای گرمایی به روش سریع

این روش مبتنی بر تجربه و اعداد و ارقام بدست آمده از پروژه‌هایی است که در یک محل خاص انجام شده، و دارای دقت پایین بوده و نمی‌تواند مبنایی برای طراحی باشد ولی محدوده‌ای را برای طراحی مشخص می‌کند، مثلاً برای شهر تهران بصورت سرانگشتی برای ساختمان‌های چند طبقه و ویلایی می‌توان ارقام ذیل را مد نظر قرار داد:

برای ساختمان‌های تا سه طبقه: بدون احتساب آبگرم مصرفی 120 کیلو کالری بر ساعت برای هر متر مربع تا سه متر ارتفاع.

برای ساختمان‌های بیش از سه طبقه: بدون احتساب آبگرم مصرفی 150 کیلو کالری بر ساعت برای هر متر مربع تا سه متر ارتفاع.

برای ساختمان‌های ویلایی با احتساب آبگرم مصرفی: 250 کیلو کالری بر ساعت برای هر متر مربع تا سه متر ارتفاع.

بصورت تقریب ضریب انتقال حرارت کلی (U) برای جدارهای مختلف:

برای دیوارهای خارجی معمولاً $0.4 - 0.2 \text{ Btu/h.ft}^2.F$ در نظر گرفته می‌شود.

برای سقف‌های معمولی $0.38 \text{ Btu/h.ft}^2.F$ در نظر گرفته می‌شود.

برای پنجره‌های معمولی $1/13 \text{ Btu/h.ft}^2.F$ در نظر گرفته می‌شود.

برای درها به ضخامت یک اینچ $0.69 \text{ Btu/h.ft}^2.F$ در نظر گرفته می‌شود.

برای کلیه ساختمان‌ها، $0.60 - 0.20 \text{ Btu/h.ft}^2.F$ ، بطور متوسط $0.40 - 0.25 \text{ Btu/h.ft}^2.F$

ساختمان‌های با سیستم‌های 100% از هوای بیرون مانند بیمارستانها و آزمایشگاهها: $0.120 - 0.40 \text{ Btu/h.ft}^2.F$

جدول ۲- دمای طرح داخل و رطوبت مطلوب هوا مکانهای مختلف

نوع ساختمان	تابستان				زمستان	
	محل‌های لوکس		محل‌های معمولی		با رطوبت زنی	
	دمای خشک	رطوبت نسبی	$^\circ F$	%	$^\circ F$	%
آپارتمان، منزل مسکونی، هتل، بیمارستان، اداره، مدرسه	۷۴-۷۶	۵۰-۴۵	۷۷-۷۹	۵۰-۴۵	۷۴-۷۶	۳۵-۳۰
مکانهایی با مدت اشغال محدود: بانک، آرایشگاه، فروشگاه، سوپر مارکت و...	۷۶-۷۸	۵۰-۴۵	۷۸-۸۰	۵۰-۴۵	۷۴-۷۲	۳۵-۳۰
مکانهایی با گرمای نهان زیاد: تالار کنفرانس، مسجد، کلیسا، رستوران، تئاتر سینما و غیره	۷۶-۷۸	۵۵-۵۰	۷۸-۸۰	۶۵-۶۰	۷۴-۷۲	۳۵-۴۰
ساختمان‌های صنعتی و کارخانجات، سالن اجتماعات، سالن ماشین آلات و...	۷۷-۸۰	۵۵-۴۵	۸۰-۸۵	۵۰-۶۰	۷۲-۶۸	۳۰-۳۶

جدول ۳- شرایط طراحی تابستانی و زمستانی مراکز استانی ایران

ارتفاع از سطح دریا (ft)	عرض جغرافیایی	تابستان				نام شهر	رج
		زمستان دمای خشک $^\circ F$	دامنه تغییرات $^\circ F$	دمای تر $^\circ F$	دمای خشک $^\circ F$		
۵۷۵۰	۳۴/۰۸	۱۰	۳۱/۵	۶۲/۷۲	۹۶	اراک	۱
۴۳۰۰	۳۸/۲۵	-۷/۵	۲۹	۶۸/۴۷	۸۵/۵	اردبیل	۲
۴۴۰۰	۳۷/۵۳	۱۰/۵	۲۶/۵	۶۵	۸۸	ارومیه	۳
۵۱۷۰	۳۲/۶	۲۱	۳۰/۵	۶۲/۶۴	۹۷/۵	اصفهان	۴
۴۰	۳۱/۳۲	۳۷	۳۲	۸۲	۱۱۵/۵	اهواز	۵
۴۷۲۰	۳۳/۶۴	۲۴	۳۱/۵	۱۲/۶۷	۹۵	ایلام	۶
۲۵۱۰	۳۷/۴۷	۳۰	۳۰	۶۸/۶۷	۹۵	بجنورد	۷
۳۳	۲۷/۲	۴۵/۵	۱۷	۸۹/۴۷	۱۰۵	بندر عباس	۸
۱۶	۲۹	۴۲/۵	۱۸/۵	۸۸/۷۱	۱۰۴	بوشهر	۹