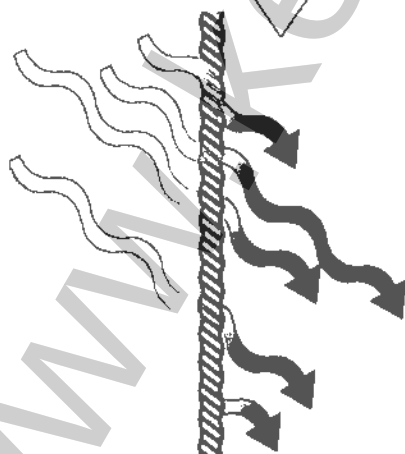


● نورمن سی . هریس

تهویه مطبوع

روشهای نوین



● مهندس مهران بمانی
● ویراسته: زنده یاد مهندس محمد دانش



نویداران



شرکت مهندسی کتاب

Harris, Norman

هریس، نورمن

روش‌های نوین تهویه مطبوع / مولف نورمن هریس؛ مترجم مهران بهمانی. - تهران:
نوپردازان، ۱۳۸۳.
۴۱۲ ص: مصور، نمودار.

ISBN-964-8142-31-9

فهرست‌نویسی بر اساس اطلاعات فیبا.

Modern air conditioning
practice, 3rd ed, c1983.

عنوان اصلی:

۱. تهویه مطبوع. الف. بهمانی، مهران، مترجم. ب. عنوان.

۶۹۷/۹۳

TH۷۶۸۷/۵۴۹۹
۱۳۸۳

۸۳-۲۹-۱۸

کتابخانه ملی ایران

کتاب	روش‌های نوین تهویه مطبوع
تألیف	نورمن هریس
ترجمه	مهندس مهران بهمانی
ناشر	نوپردازان
قطع	رحلی
نوبت	اول
تاریخ	بهار ۱۳۸۳
تیراژ	۲۰۰۰ نسخه
صفحات	۴۸۸
شابک	۹۶۴-۸۱۴۲-۳۱-۹



شرکت مهندسی کتاب



نوپردازان

مراکز پخش

کتابیران، میدان انقلاب، ابتدای خیابان کارگر شمالی، کوچه بهرمانی، پلاک ۵۵،
تلفن: ۶۴۹۴۱۷۴-۶۴۱۸۵۷۹

نوپردازان، خیابان لبافی نژاد، بین اردیبهشت و فروردین، پلاک ۲۰۶،
تلفن: ۶۴۱۱۷۳-۶۴۹۲۴۰۹

پیشگفتار

روش‌های نوین تهویه مطبوع کتابی پایه برای تکنسین‌ها و مهندسان اجرایی در صنایع تهویه مطبوع است. این کتاب راهنمایی عالی برای نقشه‌کش‌های معماری، طراحان، مهندسان فروش، و پیمانکاران تهویه مطبوع نیز هست. کتاب حاضر به ویژه برای دانشگاه‌ها و نهادهای آموزشی بسیار مناسب است، ولی تأکید کتاب بر عملی‌بودن روش‌های تهویه مطبوع آن را برای استفاده در مدارس فنی و حرفه‌ای، در برنامه‌های آموزشی صنعتی و نظامی، و برنامه‌های مطالعاتی در منزل هم مفید می‌کند.

ویرایش حاضر در پاسخ به تغییرات سریع در این صنایع طی دهه گذشته مورد تجدیدنظر و به روزشدن گسترده قرار گرفته است. سه چالش جدید در سال‌های اخیر کمابیش انقلابی در کار تهویه مطبوع ایجاد کرده‌اند. بحران انرژی، حرکت بسوی واحد متریک در ایالات متحده، و نیاز به توسعه و به‌کارگیری منابع تجدیدپذیر، به ویژه انرژی خورشیدی. ویرایش حاضر با نگرش به این تحولات جدید به‌عنوان موضوع‌های اصلی فراهم شده است.

اولاً، بحران انرژی باعث شده است که صنایع توجهی عاجل به افزایش بازدهی تجهیزات و بهبود استانداردهای عایق‌کاری جهت کنترل تلفات و کسب گرما داشته باشند. در این کتاب بر الزامات انرژی طی دهه‌های اخیر به‌طور مشروح بحث شده است.

ثانیاً، صنایع تهویه مطبوع، همراه با کل دیگر صنایع در ایالات متحده درگیر تغییر تدریجی از سیستم اندازه‌گیری متداول در ایالات متحده (USCS) به سیستم بین‌المللی واحدها (SI) هستند. در این کتاب تأکید اصلی بر واحدهای USCS باقی‌مانده است، چون این سیستم هنوز در ایالات متحده استاندارد بوده، ولی در عین حال سیستم متریک نیز با حفظ برخی اختصارات غیر SI معرفی و به‌کار گرفته شده است. دانشجویانی که از این کتاب استفاده می‌کنند، قادر خواهند بود تا به سادگی تبدیل به سیستم متریک را انجام دهند. هم مفاهیم نظری و هم کاربردی برحسب واحدهای متریک ارائه شده‌اند، و بسیاری مسائل نمونه برای دانشجویان برحسب واحدهای متریک فراهم شده‌اند. بخش‌ها و مسائل متریک از متن اصلی سیستم انگلیسی جدا شده‌اند، در نتیجه مدرسان و دانشجویان می‌توانند از رویکرد متریک به اندازه لازم استفاده کنند.

ثالثاً، از دیرباز علایق ملی به منابع تجدیدپذیر انرژی، به ویژه به انرژی خورشیدی، وجود دارد، در این ویراسته، فیزیک پایه تابش خورشیدی در یکی از فصول نخستین آمده و پس از بیان کامل اصول و روش‌های تهویه مطبوع، یک فصل کامل به گرمایش و سرمایش خورشیدی اختصاص یافته است.

این ویرایش از کتاب روش‌های نوین تهویه مطبوع برای استفاده در آموزش ضمن کار و سرویس اولیه، و نیز کارآموزی کارکنان فنی و حرفه‌ای در صنعتی فراهم شده است که به سرعت، به‌صورت کمابیش ماهیانه تغییر می‌کند. در این کتاب به فراوانی از عکس‌ها، نمودارها، و طرح‌ها جهت تکمیل متن استفاده شده است. در انتهای هر فصل جمع‌بندی‌هایی از مطالب، تأکید بر اصول مهم به قصد مرور در مطالب هر فصل آمده است. هم‌چنین در انتهای هر فصل تمرینات و مسائل منتخبی برای گسترش توانایی دانشجویان در تحلیل سیستم‌های تهویه مطبوع و حل مسائل طراحی و کاربردی ارائه شده است. به علاوه، هر فصل شامل تعدادی مسئله نمونه برای مثال با حل کامل است تا شیوه‌های درست تحلیل و حل تشریح شود.

ریاضیات مورد نیاز در حد متوسط و در حد توانایی اغلب فارغ‌التحصیلان دبیرستانی است. کاربرد گسترده نمودارها، ترسیمات و جداول، محاسبات مفصل را مگر برای ارائه اصول نظری، غیرضروری ساخته است.

تأکید کتاب بر روش‌های عملی و کاربردی تهویه مطبوع است، ولی اصول نظری و پایه نیز به‌طور کامل تشریح شده‌اند. فیزیک تهویه مطبوع تا حدی به تفصیل در فصول نخست بیان شده است. به استثنای مبحث سایکرومتریک (رطوبت‌سنجی) در ارتباط با آسایش انسان که برای کتابی در این سطح استثنایی است، به‌طور کامل توضیح داده شده است. فصول جامعی به ترمودینامیک سیکل تبرید و جریان سیال مرتبط با توزیع هوا اختصاص یافته‌اند. چون در این متن تأکید بر تهویه مطبوع آسایش است، شرح گسترده‌ای درباره ارتباط هوا با آسایش انسان ارائه شده است.

بیشتر اعتبار این کتاب به سه مشاور من است که دانش تخصصی و تجربیات طولانی خود را در مرور و به روز کردن فصول و بخش‌های مربوط به گرمایش زمستانی، انرژی خورشیدی، و سیستم متریکی SI در تهویه مطبوع به کار گرفته‌اند. اگر این صفحات عالی از آب در آمده‌اند، به خاطر آن است این افراد در آن دست داشته‌اند. در صورتی که خطا و اشتباهی وجود داشته باشد، این افراد از هرگونه سرزنشی مبرا هستند.

نورمن هریس

سانتا باربارا، کالیفرنیا

www.ketab.ir

فهرست مطالب

فصل ۱. مقدمه.....	۱
۱-۱ توسعه و موقعیت کنونی صنعت تهویه مطبوع.....	۱
۲-۱ مبنای فیزیولوژیک تهویه مطبوع.....	۳
۳-۱ رده‌بندی سیستم‌های تهویه مطبوع.....	۴
۴-۱ اجزای دستگاه تهویه مطبوع.....	۶
۵-۱ فرصت‌های شغلی در صنعت تهویه مطبوع.....	۸
فصل ۲. مروری بر اصول اساسی.....	۱۱
۱-۲ دما.....	۱۱
۲-۲ مقیاس دمای فارنهایت.....	۱۱
۳-۲ مقیاس دمای سلیسیوس یا سانتیگراد.....	۱۱
۴-۲ مقایسه مقیاس‌های فارنهایت و سانتیگراد.....	۱۲
۵-۲ ماهیت گرما.....	۱۳
۶-۲ مولکول‌ها و گرما.....	۱۴
۷-۲ واحدهای اندازه‌گیری.....	۱۵
۸-۲ واحدهای فرعی.....	۱۶
۹-۲ واحدهای کار، انرژی و توان.....	۱۷
۱۰-۲ چگالی، وزن مخصوص (چگالی نسبی) و حجم مخصوص.....	۱۹
۱۱-۲ فشار و اندازه‌گیری آن.....	۲۱
۱۲-۲ فشارسنج‌ها.....	۲۳
فصل ۳. انرژی گرمایی و تغییر حالت ماده.....	۲۷
۱-۳ انرژی گرمایی.....	۲۷
۲-۳ محاسبات گرمایی.....	۲۷
۳-۳ هم‌ارز مکانیکی گرما.....	۲۸
۴-۳ سه حالت ماده.....	۲۹
۵-۳ فشار، دما و تغییر حالت.....	۳۰
۶-۳ منحنی دما - گرما (T - H) برای آب.....	۳۰
۷-۳ تهویه مطبوع و اندازه‌گیری محتوای گرمایی.....	۳۳
۸-۳ جوشش به عنوان فرایند تغییر حالت.....	۳۴
۹-۳ فشار بخار و نقطه جوشش.....	۳۵
فصل ۴. انتقال گرما.....	۴۱
۱-۴ راستای جریان گرما.....	۴۱
۲-۴ شیوه‌های انتقال گرما.....	۴۱

۴۱	۲-۴	رسانش
۴۲	۴-۴	رسانندگی گرمایی
۴۶	۵-۴	جابه‌جایی (همرفت)
۴۷	۶-۴	تابش
۴۹	۷-۴	قانون تابش استفان - بولتزمن
۴۹	۸-۴	کاربرد فرایندهای انتقال گرما در تهویه مطبوع
۵۰	۹-۴	اهمیت رساناها و عایق‌ها

۵۵	فصل ۵. خواص رطوبت سنجی هوا	
۵۵	۱-۵	ترکیبات هوا
۵۶	۲-۵	بخار آب در هوا
۵۶	۳-۵	قوانین گازها
۵۸	۴-۵	خواص مخلوط هوا - بخار آب
۶۰	۵-۵	محتوای رطوبت هوا یا مقدار رطوبت
۶۳	۶-۵	اندازه‌گیری رطوبت - سایکرومتری (رطوبت سنجی)
۶۶	۷-۵	دمای خشک
۶۶	۸-۵	دمای تر
۶۸	۹-۵	اندازه‌گیری مقدار گرما (محتوای گرمایی)
۶۹	۱۰-۵	دمای نقطه شبنم
۶۹	۱۱-۵	روابط میان دماهای تر و خشک، نقطه شبنم، رطوبت نسبی و آنتالپی

۷۵	فصل ۶. هوا و آسایش افراد	
۷۵	۱-۶	دمای هوا و سلامت بشر
۷۶	۲-۶	تنظیم دمای بدن
۷۷	۳-۶	لزوم تهویه
۷۸	۴-۶	مفهوم دمای موثر
۷۹	۵-۶	نمودار آسایش و ناحیه آسایش
۷۹	۶-۶	محدودیت‌های نمودار آسایش
۸۰	۷-۷	بررسی‌های اخیر در مورد دمای موثر و آسایش انسان
۸۲	۸-۶	عوامل مورد توجه در طراحی
۸۳	۹-۶	آسایش با توجه به بقای انرژی

۸۷	فصل ۷. نمودار رطوبت سنجی	
۸۷	۱-۷	ترسیم یک نمودار رطوبت سنجی
۸۹	۲-۷	نمودار رطوبت سنجی - تعریف‌ها
۹۱	۳-۷	قرائت نمودار رطوبت سنجی
۹۲	۴-۷	تغییر شرایط هوا
۹۳	۵-۷	گرمایش هوا بدون افزایش رطوبت
۹۳	۶-۷	گرمایش و رطوبت‌زنی
۹۴	۷-۷	سرمایش با آنتالپی ثابت - سرمایش بی دررو
۹۵	۸-۷	سرمایش با مقدار رطوبت ثابت - بدون رطوبت‌زدایی
۹۵	۹-۷	سرمایش با رطوبت‌زدایی

۹۶	اختلاط مقادیر مختلف هوا.....	۱۰-۷
۹۸	نقطه شبنم دستگاه.....	۱۱-۷
۹۸	ضریب گرمای محسوس.....	۱۲-۷
۱۰۰	اصول رطوبت سنجی و سیستم متریک.....	۱۳-۷
۱۰۳	حل مسائل کاربردی با نمودار رطوبت سنجی.....	۱۴-۷

۱۱۳	فصل ۸. تحلیل بار تهویه مطبوع.....	
۱۱۳	۱-۸ دسته‌بندی بار.....	
۱۱۵	۲-۸ تغییرپذیری بار سرمایی.....	
۱۱۶	۳-۸ شرایط طرح.....	
۱۱۷	۴-۸ انتقال گرمای ساختمان.....	
۱۲۹	۵-۸ تابش خورشیدی.....	
۱۳۲	۶-۸ جذب گرما از هوای بیرون.....	
۱۳۶	۷-۸ بار ناشی از ساکنان.....	
۱۳۶	۸-۸ چراغ‌های الکتریکی، موتورها و وسایل خانگی.....	
۱۳۸	۹-۸ بار حاصل.....	
۱۳۸	۱۰-۸ کسب گرما از منابع متفرقه.....	
۱۴۰	۱۱-۸ شرایط طرح زمستانی.....	
۱۴۱	۱۲-۸ انواع بارهای گرمایی.....	
۱۴۱	۱۳-۸ تلفات گرمایی ساختمان.....	
۱۴۴	۱۴-۸ بار گرمایی ناشی از تهویه و نفوذ هوا.....	
۱۴۶	۱۵-۸ اتلاف گرمایی کانال‌ها و نشستی هوا.....	
۱۴۶	۱۶-۸ محاسبه اتلاف گرمایی در گرمایش الکتریکی.....	
۱۴۸	۱۷-۸ تغییر استانداردهای عایق‌بندی و ساخت.....	

۱۵۵	فصل ۹. بررسی بار و محاسبات آن.....	
۱۵۵	۱-۹ تحلیل مهندسی بار تهویه مطبوع.....	
۱۶۱	۲-۹ تحلیل نیمه مهندسی با استفاده از برگه ارزیابی بار سرمایی.....	
۱۶۶	۳-۹ تحلیل بار به شیوه میانبر برای سرمایش تابستانی.....	
۱۶۷	۴-۹ محاسبات بار برای تهویه مطبوع اماکن مسکونی.....	
۱۷۳	۵-۹ تحلیل بار تهویه مطبوع در شرایط غیر حداکثر یا شرایط طرح.....	
۱۷۳	۶-۹ راه‌حل‌های کامپیوتری برای محاسبات بار.....	

۱۷۹	فصل ۱۰. انتخاب تجهیزات - سرمایش و رطوبت‌زدایی.....	
۱۷۹	۱-۱۰ شیوه‌های حذف گرما و رطوبت.....	
۱۸۲	۲-۱۰ معادلات اساسی.....	
۱۸۵	۳-۱۰ شرایط هوای ورودی - اختلاط هوا.....	
۱۸۶	۴-۱۰ ضریب میانبر.....	
۱۸۶	۵-۱۰ ارتباط بین ضریب میانبر، نقطه شبنم دستگاه، و ضریب گرمای محسوس.....	
۱۹۱	۶-۱۰ مسائل انتخاب تجهیزات.....	
۱۹۷	۷-۱۰ اتاقک‌های افشانه آب سرد.....	
۱۹۷	۸-۱۰ اصول کنترل تهویه مطبوع در سرمایش تابستانی.....	

فصل ۱۱. انتخاب تجهیزات - گرمایش و رطوبت‌زنی	۲۰۵
۱-۱۱ منابع گرما	۲۰۵
۲-۱۱ احتراق سوخت‌ها	۲۰۶
۳-۱۱ مشعل‌ها و تجهیزات همراه	۲۰۶
۴-۱۱ شیوه‌های متعادل کردن بار گرمایی	۲۰۸
۵-۱۱ شیوه‌های تامین گرمای هوا	۲۰۸
۶-۱۱ اصول گرمایش با آب گرم (هیدرونیک)	۲۱۱
۷-۱۱ انتخاب تجهیزات انتهایی سیستم‌های آب گرم	۲۱۳
۸-۱۱ سیستم‌های گرمایشی بخار کم فشار	۲۱۷
۹-۱۱ رطوبت‌زنی هوا برای تهویه مطبوع زمستانی	۲۱۷
۱۰-۱۱ الزام‌های بار گرمایی	۲۲۰
۱۱-۱۱ مقدار هوای لازم برای گرمایش با هوای اجباری	۲۲۱
۱۲-۱۱ گرمایش الکتریکی	۲۲۲
۱۳-۱۱ آینده سیستم‌های گرمایشی	۲۲۵

فصل ۱۲. اصول تبرید	۲۲۹
۱-۱۲ ترمودینامیک مقدماتی تبرید	۲۲۹
۲-۱۲ انترپزی	۲۳۱
۳-۱۲ مبردها	۲۳۱
۴-۱۲ سیکل تبرید تراکمی	۲۳۲
۵-۱۲ تحلیل یک سیکل	۲۳۴
۶-۱۲ نمایش ترسیمی خواص مبرد	۲۳۶
۷-۱۲ توصیف نمودار مولیر	۲۳۶
۸-۱۲ تحلیل یک سیکل تبرید تراکمی نمونه‌وار بر نمودار مولیر	۲۳۹
۹-۱۲ ریاضیات سیکل تبرید تراکمی	۲۴۲
۱۰-۱۲ کارایی دستگاه‌های تبرید	۲۴۵
۱۱-۱۲ پمپ گرمایی	۲۴۶
۱۲-۱۲ آزمون‌های کارایی واقعی	۲۴۷
۱۳-۱۲ شاخص‌های تجاری کارایی: نسبت اسب بخار به تن تبرید، نسبت کارایی انرژی (EER)؛ و نسبت کارایی انرژی فصلی (SEER)	۲۴۷
۱۴-۱۲ ظرفیت کمپرسور	۲۴۸
۱۵-۱۲ تبرید سانتریفوژ	۲۵۱
۱۶-۱۲ اجزای اساسی یک سیستم تبرید جذبی	۲۵۲
۱۷-۱۲ سیستم‌های تبرید آمونیاکی	۲۵۳
۱۸-۱۲ سیستم‌های جذبی برمید لیتیومی	۲۵۴

فصل ۱۳. اجزای سیستم تبرید	۲۵۹
۱-۱۳ کمپرسورهای رفت و برگشتی	۲۶۰
۲-۱۳ فشارها و دماهای کاری کمپرسورهای رفت و برگشتی	۲۶۳
۳-۱۳ کمپرسورهای سانتریفوژ (گریز از مرکز)	۲۶۴
۴-۱۳ عوامل موثر در انتخاب تجهیزات کمپرسور رفت و برگشتی یا سانتریفوژ	۲۶۵
۵-۱۳ تجهیزات تبرید جذبی	۲۶۶

۲۶۸	۶-۱۳ راه‌اندازی موتور
۲۶۹	۷-۱۳ مدارهای اساسی راه‌اندازی موتور
۲۷۴	۸-۱۳ کوپل‌های انبساط مستقیم (DX)
۲۷۷	۹-۱۳ آب سردکن‌ها
۲۷۹	۱۰-۱۳ کندانسورهای آب - خنک شونده
۲۷۹	۱۱-۱۳ کندانسورهای هوا - خنک شونده
۲۸۰	۱۲-۱۳ کندانسورهای تبخیری
۲۸۱	۱۳-۱۳ واحدهای میعانی آب سردکن
۲۸۱	۱۴-۱۳ واحدهای میعان انبساط مستقیم
۲۸۲	۱۵-۱۳ مبانی خنک کردن آب با هوای بیرونی
۲۸۲	۱۶-۱۳ حوضچه آب افشانی
۲۸۳	۱۷-۱۳ برج‌های خنک کننده در هوای محیط
۲۸۳	۱۸-۱۳ برج‌های خنک کننده با جریان مکانیکی
۲۸۵	۱۹-۱۳ محاسبات برج خنک کننده
۲۸۶	۲۰-۱۳ شیوه‌های کنترل ظرفیت

فصل ۱۴. پمپ گرمایی

۲۹۱	۱-۱۴ اصول اساسی
۲۹۲	۲-۱۴ چگونگی کار پمپ گرمایی
۲۹۴	۳-۱۴ جزئیات سیستم پمپ گرمایی هوا به هوا و کنترل‌های آن
۲۹۶	۴-۱۴ محدودیت‌های ظرفیت گرمایشی
۲۹۶	۵-۱۴ عدم تعادل بحرانی
۲۹۸	۶-۱۴ ملاحظات مربوط به جریان هوا
۲۹۸	۷-۱۴ کنترل‌های پمپ گرمایی
۲۹۹	۸-۱۴ انواع دیگر پمپ‌های گرمایی
۳۰۲	۹-۱۴ بررسی اقتصادی پمپ گرمایی

فصل ۱۵. سیستم‌های تهویه مطبوع

۳۰۵	۱-۱۵ دسته‌بندی سیستم‌های تهویه مطبوع
۳۰۶	۲-۱۵ سیستم‌های مرکزی بزرگ
۳۰۶	۳-۱۵ عوامل موثر در طراحی و نصب سیستم‌های مرکزی
۳۱۱	۴-۱۵ سیستم‌های تهویه مطبوع یکپارچه
۳۱۴	۵-۱۵ سیستم‌های یکپارچه برای ساختمان‌های چند ناحیه‌ای
۳۱۸	۶-۱۵ نتیجه‌گیری کلی

فصل ۱۶. گرمایش و سرمایش خورشیدی

۳۱۹	۱-۱۶ مقدمه‌ای بر نظریه انرژی خورشیدی
۳۲۰	۲-۱۶ انرژی خورشیدی - منبع و نحوه سنجش آن
۳۲۲	۳-۱۶ تابش خورشیدی در سطح زمین - آفتاب‌گیری
۳۲۴	۴-۱۶ تاثیر زاویه شیب
۳۲۴	۵-۱۶ روش‌های طراحی سیستم گرمایش خورشیدی
۳۲۵	۶-۱۶ طراحی سیستم غیر فعال

۳۲۶	۷-۱۶ سیستم‌ها با بهره‌گیری مستقیم
۳۲۷	۸-۱۶ دیوارهای ذخیره ساز گرما - دیوارهای ترومب
۳۲۹	۹-۱۶ سیستم گلخانه‌ای
۳۳۰	۱۰-۱۶ سیستم‌های سیفون گرمایی
۳۳۱	۱۱-۱۶ طراحی سیستم فعال
۳۳۲	۱۲-۱۶ کلکتورهای خورشیدی با صفحات تخت
۳۳۵	۱۳-۱۶ قابلیت ذخیره سازی گرما
۳۳۶	۱۴-۱۶ شیوه‌های گرمایش محیط
۳۳۸	۱۵-۱۶ کارایی (بازدهی) کلکتور
۳۴۰	۱۶-۱۶ مراحل اساسی در انتخاب تجهیزات خورشیدی
۳۴۴	۱۷-۱۶ سیستم پمپ گرمایی همراه با انرژی خورشیدی
۳۴۵	۱۸-۱۶ سرمایه‌گذاری با محرک خورشیدی
۳۴۶	۱۹-۱۶ سیکل سرمایی رانکین با انرژی خورشیدی
۳۴۶	۲۰-۱۶ ترکیب پمپ گرمایی - کلکتور خورشیدی
۳۴۸	۲۱-۱۶ اصول اساسی کارکرد سلول فتو ولتایی
۳۴۹	۲۲-۱۶ وضعیت کنونی و آینده نوید بخش سلول‌های خورشیدی
۳۵۵	فصل ۱۷. اصول، جریان سیال
۳۵۵	۱-۱۷ اصول استاتیک سیالات
۳۵۸	۲-۱۷ جریان سیال - معادله پیوستگی (قانون بقای جرم)
۳۵۹	۳-۱۷ معادله برنولی
۳۶۰	۴-۱۷ لوله پیتوت - استاتیک
۳۶۱	۵-۱۷ پمپ‌ها و دمنده‌ها
۳۶۴	۶-۱۷ مقاومت در برابر جریان و اتلاف اصطکاکی
۳۶۷	۷-۱۷ جریان در سیستم‌های لوله کشی و کانال کشی
۳۷۳	فصل ۱۸. توزیع هوا
۳۷۴	۱-۱۸ استانداردهای جریان هوا
۳۷۴	۲-۱۸ سیستم‌های توزیع هوا
۳۷۵	۳-۱۸ کانال کشی
۳۷۸	۴-۱۸ توزیع هوا در اتاق‌ها
۳۸۰	۵-۱۸ انواع خروجی‌های هوای ورودی
۳۸۲	۶-۱۸ ملاحظات مربوط به سر و صدا در سیستم‌های توزیع هوا
۳۸۳	۷-۱۸ شبکه‌های هوای برگشتی
۳۸۳	۸-۱۸ انتخاب دیفیوزرهای پیرامونی
۳۸۶	۹-۱۸ انتخاب شبکه‌ها و دریچه‌ها
۳۸۸	۱۰-۱۸ انتخاب دیفیوزرهای سقفی
۳۸۹	۱۱-۱۸ اصول جریان هوا در کانال‌ها
۳۹۴	۱۲-۱۸ سیستم‌های کانال کشی - ملاحظات کلی
۳۹۶	۱۳-۱۸ تعیین ابعاد کانال - مقدمات
۳۹۷	۱۴-۱۸ شیوه اصطکاک برابر
۳۹۸	۱۵-۱۸ اتلاف فشار استاتیک در اتصالات کانال

۴۰۳	۱۶-۱۸ تعیین ابعاد کانال‌های هوای برگشتی
۴۰۴	۱۷-۱۸ روش‌های تعیین ابعاد کانال اماکن مسکونی
۴۰۵	۱۸-۱۸ دمنده‌های سیستم‌های تهویه مطبوع
۴۰۸	۱۹-۱۸ شیوه‌های تمیز کردن هوا
۴۱۱	۲۰-۱۸ آزمایش و متعادل کردن سیستم‌های توزیع هوا

۴۱۹	فصل ۱۹. کنترل سیستم‌های تهویه مطبوع
۴۱۹	۱-۱۹ عملکردهای اساسی سیستم‌های کنترل
۴۲۰	۲-۱۹ عوامل طراحی سیستم کنترل
۴۲۲	۳-۱۹ انرژی‌دار کردن سیستم‌های کنترل
۴۲۴	۴-۱۹ ترموستات‌ها
۴۲۶	۵-۱۹ کنترل کننده‌های رطوبت
۴۲۷	۶-۱۹ کنترل کوره‌ها و بویلرها
۴۲۳	۷-۱۹ کنترل‌های سیستم تبرید
۴۲۷	۸-۱۹ سیستم‌های کنترل برای تأسیسات سرمایش با ظرفیت زیاد
۴۲۹	۹-۱۹ یک نمونه سیستم کنترل برای کاربرد مرکزی، چند ناحیه‌ای
۴۴۰	۱۰-۱۹ سیستم‌های کنترل برای تمام سال در کاربردهای خانگی و تجاری کوچک
۴۴۱	۱۱-۱۹ کنترل دمپرها و شیرها در سیستم‌های بزرگ
۴۴۴	۱۲-۱۹ کنترل‌ها برای ساختمان‌های چند طبقه

۴۴۹	فصل ۲۰. سیستم‌های سرمایش تبخیری
۴۴۹	۱-۲۰ اصول رطوبت سنجی سرمایش تبخیری
۴۵۲	۲-۲۰ انواع کولرهای تبخیری
۴۵۳	۳-۲۰ کارایی کولرهای تبخیری
۴۵۴	۴-۲۰ محدودیت‌های کولر تبخیری
۴۵۵	۵-۲۰ گرفتن گرما با سرمایش تبخیری
۴۵۸	۶-۲۰ سرمایش تبخیری صرفاً گرمای محسوس را انتقال می‌دهد
۴۵۸	۷-۲۰ ترکیب سرمایش تبخیری با گرمایش زمستانی
۴۵۸	۸-۲۰ ترکیب سرمایش تبخیری با تبرید مکانیکی
۴۵۹	۹-۲۰ نصب، نگهداری، و تمیزکردن تجهیزات سرمایش تبخیری

۴۶۳	پیوست ۱. تعاریف، معادل‌ها و ضرایب تبدیل USCS - متریک
۴۶۵	پیوست ۲. داده‌ها و ضرایب تبدیل مختلف خورشیدی
۴۶۷	فهرست نمایه
۴۷۱	واژه‌نامه فارسی - انگلیسی

آن هر سال توسعه می‌یابد. آب و هوای داخل محیط محصور را می‌توان در فضاهای بزرگ کنترل کرد، همان گونه که در فلک نمای مشهور هوستون⁽²⁾ (شکل ۱-۱) انجام شده است. این سیستم غول‌پیکر که در زمان نصب بزرگترین «سیستم تهویه مطبوع هوای داخل» بود، در فضایی به ارتفاع 208 ft (حدود 63 لیتر) و به مساحت 10 ایکر (40500 متر مربع) هوای مطبوعی در تابستان و زمستان برای بازیکنان و اجرای تفریحات ورزشی فراهم می‌کند.

میلیون‌ها خانه در تمام سال تهویه مطبوع می‌شوند که در بسیاری از آنها واحدهای کوچک تهویه مطبوع متشابه شکل ۱-۲ نصب شده‌اند و نیز تعداد بی‌شماری از اتاق‌های هتل‌ها، بیمارستان‌ها و آپارتمان‌ها توسط واحدهای تهویه مطبوع (واحدهای فن‌کوئل) (شکل ۱-۳) سرد و گرم می‌شوند.

تهویه مطبوع جایگاه فعلی خود را به عنوان یک صنعت بزرگ در اثر تجارب موفق تجاری و به دلیل مهارت فنی مهندسان و تکنیسین‌هایی کسب کرده که توانسته‌اند سیستم‌های گرمایش، تهویه مکانیکی و تهویه (HVAC)⁽³⁾ را طراحی، نصب و بهره‌برداری کنند. چشم‌انداز رشد این صنعت بسیار عالی است، ولی با چالشهایی روبروست. «تجارت به روال معمول» نمی‌تواند موفقیت را حفظ کند.

سه چالش عمده سالهای آتی

هر صنعتی، با چالشهایی روبرو است، ولی در سال‌های آتی سه چالش عمده در برابر صنعت تهویه مطبوع قرار دارد:

۱. بحران انرژی: سیستم‌های تهویه مطبوع انرژی زیادی مصرف می‌کنند که بیشتر آن هنوز از سوخت‌های فسیلی به دست می‌آید. به هر اقدامی برای کاهش مصرف انرژی در سرمایش و گرمایش، توسط به کارگیری عایق‌های گرمایی بهتر و افزایش کارایی سیستم‌ها و تجهیزات باید دست زد.

کنترل هوای درون ساختمان یک صنعت مهم در دنیا به شمار می‌رود. تنها در برخی نقاط دنیا مردم می‌توانند در تمام سال بدون نیاز به گرمایش زمستان و/یا سرمایش تابستان به راحتی زندگی و فعالیت کنند. علم و تخصص ایجاد شرایط آب و هوایی کنترل شده در درون محیط یک ساختمان (در فضای محصور) تهویه مطبوع نامیده می‌شود.

امروزه کمابیش در تمام کشورهای دنیا مهندسان تهویه مطبوع، معمارها، پیمانکاران ساختمانی و تکنیسین‌ها دست‌اندرکار بهبود شرایط هوای محیط درون خانه‌ها، کارخانه‌ها، اماکن تجاری، بیمارستان‌ها و ادارات هستند. برای لحظه‌ای به پیامدهای از کار افتادن تمام دستگاههای تهویه مطبوع فکر کنید. نه تنها در چند لحظه دما و رطوبت در بیشتر مواقع غیر قابل تحمل خواهد شد، بلکه فرآیندهای صنعتی دچار پیامدهای منفی شده و کلیه فعالیت‌های مربوط به کامپیوترها، ادوات الکترونیکی، صنایع هواپیمایی، ابزار دقیق و شبکه‌های مخابراتی - و در حقیقت بسیاری از حوزه‌های مصرف پیشرفتهای نوین دچار وقفه خواهند شد. تهویه مطبوع در تجارت، صنعت، مدارس، بیمارستان‌ها، هتل‌ها، تماشاخانه‌ها، رستوران‌ها و منازل یک وسیله تجملی نیست، بلکه بخش ضروری از زندگی مدرن به شمار می‌آید.

۱-۱ توسعه و موقعیت کنونی صنعت تهویه مطبوع

گرمایش (گرم‌سازی) زمستانی روشی است که از قرن‌ها قبل شناخته شده، ولی سرمایش (سردسازی) مطبوع تابستانی مربوط به سالهای اخیر است. تبرید مکانیکی در اوایل سالهای ۱۹۰۰ به موفقیت تجاری دست یافت و توانایی بالقوه آن برای سرد کردن هوا شناخته شد. در سال ۱۹۱۷ ویلیس کریپر^(۱) مطالعه هدفمند «شرایط» مخلوط بخار آب - هوا را شروع کرد و زمان کوتاهی پس از آن مهندسان و مخترعان شروع به طراحی تجهیزات مناسبی برای سرمایش هوا با سیستم‌های تبرید کردند. در طی سالهای ۱۹۳۰ تولید تجهیزات تهویه مطبوع شکل تجاری به خود گرفت و در دهه ۱۹۵۰ این صنعت تثبیت شد. در سالهای ۱۹۶۰ دوره «پذیرش مشتری» یا عصر «تقاضای مشتری» (مشتری‌گرایی) درآمیخت و در سالهای بعد، رشد این صنعت بسیار فوق‌العاده بود.

کاربردهای جدید تهویه مطبوع و تجهیزات و شیوه‌های جدید

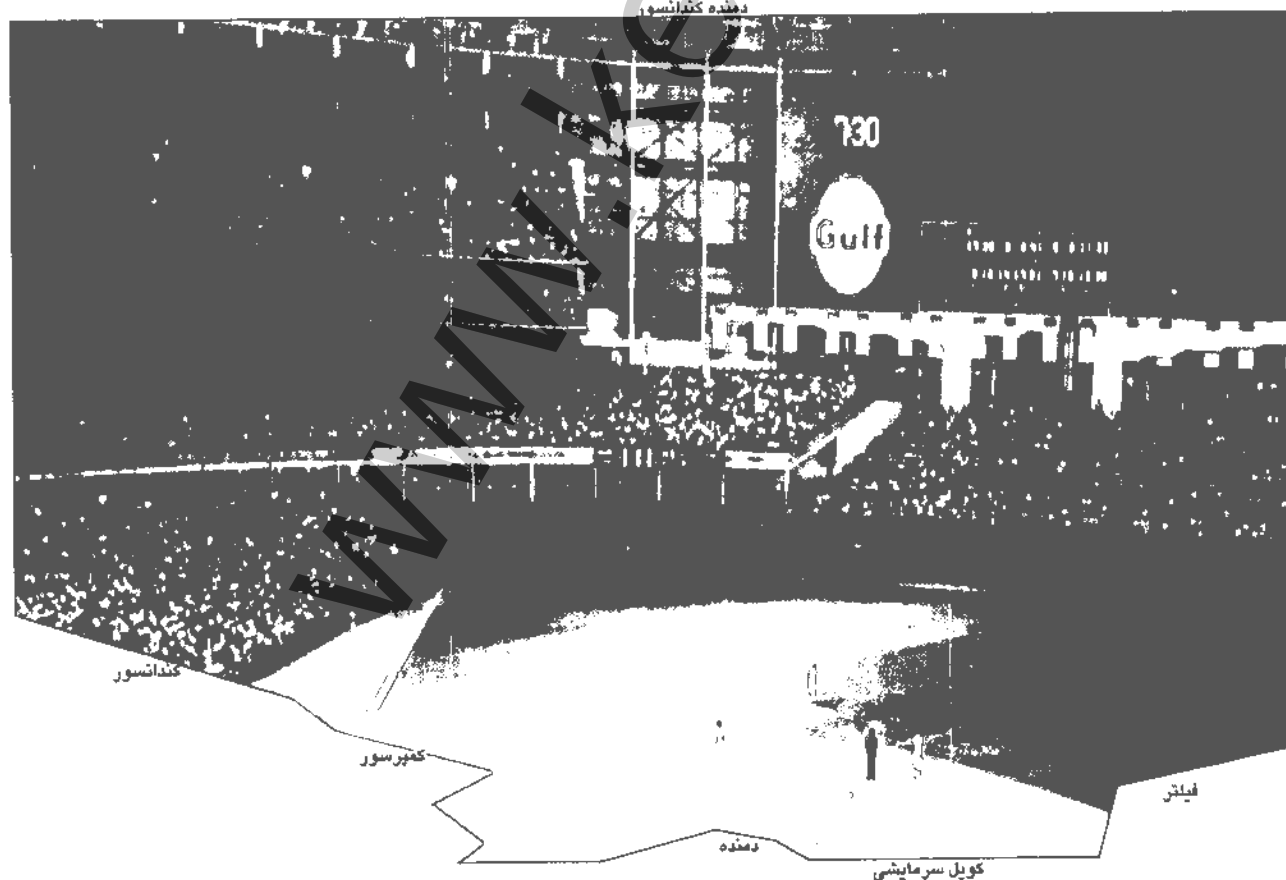
1- Willis H. Carrier

2- Houston Astrodome

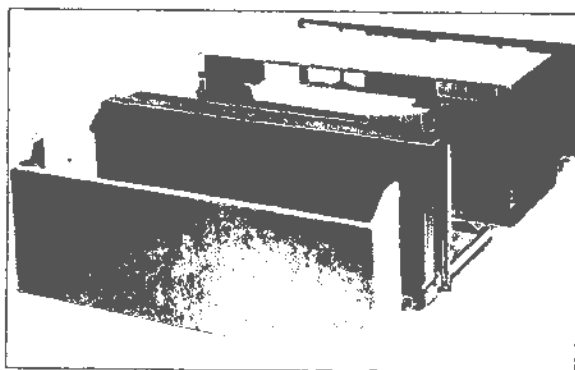
3- Heating, Ventilating and Air Conditioning



شکل ۱-۱. یکی از بزرگترین سیستم‌های تهویه مطبوع جهان، تهویه مطبوع فلک نمای هوستون را تامین می‌کند. این سیستم، در برابر رطوبت زیاد و دمای بیرونی که به 105°F می‌رسد شرایط خنک و مطبوعی را برای بازیگران و تماشاگران فراهم می‌کند.



شکل ۱-۲. یک دستگاه تهویه مطبوع برای اتاق که به طور مجزا و خودکفا کنترل می‌شود (a) نمای باز شده که نحوه اتصال اجزا را نشان می‌دهد. (b) نمای نصب شده در اتاق یک هتل.



(a)



(b)

شکل ۱-۳. یک واحد کوچک تهویه مطبوع با نمای برش خورده. این دستگاه برای نصب بر روی سقف یا در فضای زیر شیروانی طراحی شده و برای اماکن مسکونی مناسب است.

محدوده دمایی آسایش بخش در جدول زیر مشخص شده است:

محدوده دما		
°F	°C	
۶۵-۷۴	۱۸-۲۳	زمستانی (با پوشاک معمولی)
۷۰-۸۴	۲۰-۲۹	تابستانی (با پوشاک سبک)

تفاوت محدوده دمایی مناسب برای زمستان و تابستان تا حدی به دلیل تفاوت پوشاک و تا حدی به دلیل تغییر سوخت و ساز داخلی بدن از زمستان به تابستان است.

در بسیاری از کشورها و مکان‌ها نوعی از تهویه مطبوع (گرمایش تابستانی یا سرمایش زمستانی) برای راحتی و سلامت انسان لازم است. کشورهایی که در نواحی استوایی قرار دارند و دارای رطوبت و دمای بالایی هستند، نیاز همیشگی به تهویه مطبوع دارند. گردشگری صنعت مهمی در بسیاری از این کشورها به شمار می‌رود و انواع دستگاه‌های تهویه مطبوع برای پاسخگویی به تقاضای گردشگران رو به افزایش خواهد گذاشته مگر این که کمبود انرژی، توسعه در این نواحی را متوقف کند.

تهویه مطبوع به معنای صحیح، مفهومی بسیار گسترده‌تر از کنترل دما دارد. چهار وضعیت جوی بر آسایش انسان اثر می‌گذارد که عبارتند از:

۱- سیستم بین‌المللی آحاد (SI) شکلی از سیستم متریک است که کاربرد آن در بیشتر کشورها و صنایع رسماً پذیرفته شده است؛ اما در مواردی که سنجش‌های متریک در این کتاب به کار رفته‌اند، نشانه اختصاری آحاد اصولاً منطبق با کاربری در این صنعت به کار رفته‌اند نه منطبق با استانداردهای SI

۲. فن‌آوری انرژی خورشیدی: انرژی خورشیدی یک منبع تجدیدپذیر و در دسترس تمام روزهای غیر ابری است. تابش خورشید در یک روز صاف، در اغلب نقاط، برای تامین انرژی مورد نیاز گرمایش، تهویه مکانیکی و تهویه مطبوع (HVAC) کفایت می‌کند. در آینده انرژی خورشیدی تاثیر شگفت‌انگیزی بر صنعت تهویه مطبوع خواهد داشت.

۳. سیستم متریک^(۱): کل صنایع تهویه مطبوع باید به سوی استفاده از سیستم متریک حرکت کند. این تبدیل واحدها در بخشهای تحقیق و توسعه آغاز شده و در حال گسترش در بخش ساخت تجهیزات است. طی این دوره گذار، مهندسان و تکنیسین‌ها در صنعت تهویه مطبوع باید در هر دو سیستم انگلیسی و متریک دارای مهارت باشند.

در این بخش صرفاً سه چالش عمده را ذکر کردیم. این موارد بارها در این کتاب موضوع اصلی بحث خواهند بود. آینده‌کسانی که در این صنعت تحصیل و فعالیت می‌کنند، با تشخیص اهمیت اساسی و کاربردی موارد یاد شده، تا حد زیادی بهبود خواهد یافت.

۲-۱ مبنای فیزیولوژیک تهویه مطبوع

حداکثر گرمی و سردی فصول، حتی در مناطق معتدل، بیش از حد تحمل اکثر افراد است. دمای زمستانی در برخی نقاط تا 50°F (-46°C) نیز کاهش می‌یابد. از سوی دیگر، دمای تابستانی به 105°F (41°C) می‌رسد و در برخی نواحی تا 120°F (49°C) بالا می‌رود. محدوده دمایی که باعث احساس آسایش در افراد شود، بستگی بسیار به نوع پوشاک، میزان فعالیت بدنی و رطوبت هوا دارد، ولی برای افرادی که در محیط‌های بسته به فعالیت سبکی مشغولند،



شکل ۱-۴. توزیع گرما توسط رادیاتورها با قاعده پهن. پوشش‌های فلزی تزئینی، رادیاتورهای آب گرم (یا بخار) را محصور می‌کند. به این رادیاتورها برای افزایش سطح، به منظور حداکثر تابش و انتقال گرما به هوای اتاق، پره‌های مسی، آلومینیومی یا فولادی افزوده شده است.

زمستانی، گرمایش هوا و افزایش مقدار رطوبت هوا تا حد قابل قبول است. گرمایش زمستانی با توزیع هوای گرم در فضاهای مختلف از طریق کانال کشی یا چرخش آب گرم یا بخار در رادیاتورهای دارای پره (شکل ۱-۴) یا در هواگردان‌ها (فن‌کوئل‌ها) انجام می‌شود. گرما توسط کوره حرارتی یا دیگ آب گرم یا بخار با سوخت گاز، نفت یا زغال سنگ و یا توسط گرم‌کننده‌های (هیترهای) الکتریکی؛ پمپ گرمایی الکتریکی، یا توسط کلکتورهای انرژی خورشیدی تامین می‌شود. برای رسیدن به شرایط آسایش، تنظیم رطوبت هوا در محیط گرم شده الزامی است. که می‌تواند به صورت ساده یا افشانه‌ای و یا با انواع دورانی پیچیده انجام شود. گرمایش الکتریکی با استفاده از المنت‌های مقاومتی کاربردهای بسیار در اماکن مسکونی، تجاری و صنعتی دارد.

(b) سیستم‌های تهویه مطبوع تابستانی: این سیستم‌ها هر چهار وضعیت هوا را برای آسایش تابستانی کنترل می‌کنند. موضوع اصلی در این سیستم‌ها سرمایش هوا و گرفتن رطوبت اضافی از آن است. سرمایش معمولاً توسط تبرید مکانیکی صورت می‌گیرد. رطوبت‌زدایی با میعان بخار آب موجود در هوا بر روی سطوح سرد کوئل انجام می‌شود.

(c) سیستم‌های تهویه مطبوع تمام سال: در این سیستم‌ها ترکیبی از تجهیزات گرمایش و سرمایش، همراه با کنترل‌کننده‌های خودکار و اجزای مربوط به آن، چهار شرط آسایش فرد را برای تمام سال تامین می‌کنند. طراحی و کاربرد این گونه دستگاه‌ها هدف اصلی کتاب حاضر است.

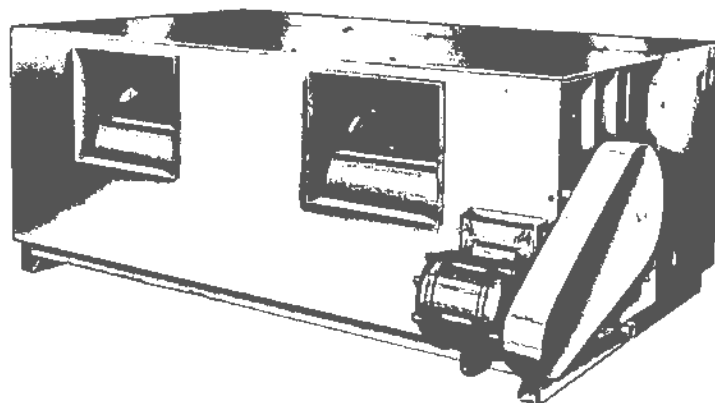
۱. دمای هوای محیط اطراف: این کمیت برحسب درجه فارنهایت ($^{\circ}\text{F}$) یا سانتیگراد ($^{\circ}\text{C}$) اندازه‌گیری می‌شود.
۲. رطوبت هوا: به معنای مقدار رطوبت هواس و ارتباط آن با آسایش انسان در فصل ۶ به طور مشروح بیان خواهد شد.
۳. پاکی هوا: افراد در هنگام تنفس هوای آلوده، حتی اگر در محدوده دما و رطوبت مناسب باشد، دچار ناراحتی خواهند شد.
۴. جریان هوا: حتی در صورت رضایت‌بخش بودن دما، رطوبت و پاکی هوا، اندکی جریان هوا برای ایجاد آسایش ضروری است.

در تهویه مطبوع به معنای دقیق آن، باید هر چهار عامل یاد شده برای آسایش فرد تامین شوند.

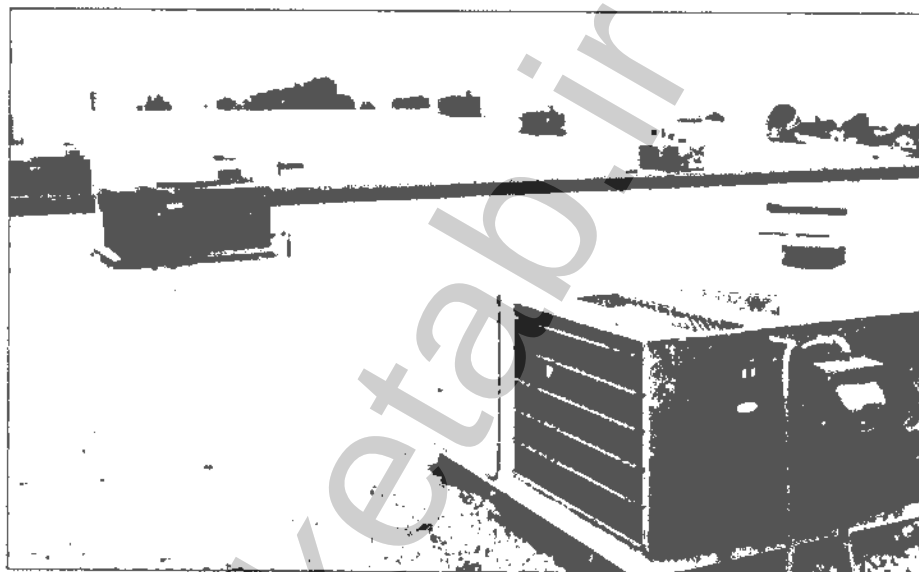
۳-۱ رده‌بندی سیستم‌های تهویه مطبوع

روش‌های مختلفی برای رده‌بندی سیستم‌های تهویه مطبوع وجود دارد و مناسب است که واژه‌شناسی برخی از آنها را برای پیگیری هوشمندانه فصول آتی فرا بگیریم.

۱. رده‌بندی براساس عملکرد اصلی: سیستم‌های تهویه مطبوع برحسب عملکرد خود به دو نوع کلی تقسیم می‌شوند.
 - (a) سیستم‌های تهویه مطبوع آسایشی: هدف این سیستم‌ها ایجاد شرایط هوای مناسب برای سلامتی، آسایش و افزایش کارایی افراد است. سیستم‌های تهویه مطبوع موجود در خانه‌ها ادارات، فروشگاه‌ها، رستوران‌ها، تماشخانه‌ها، بیمارستان‌ها، مدارس و اماکن عمومی از این قبیل هستند.
 - (b) سیستم‌های تهویه مطبوع صنعتی: مقصود اصلی از این سیستم‌ها کنترل شرایط محیطی در کارهای تحقیقاتی و تولیدی است. تولرانس‌های تولید در صنایع الکترونیک، فضایی و کامپیوتری و در تمام صنایع خودکار با سرعت زیاد نیاز به کنترل دقیق دما، رطوبت و خلوص هوا دارد. سیستم‌های تهویه مطبوع در کارخانجات کاغذسازی، نساجی و شیرینی‌سازی، واحدهای چاپ و ظهور عکس نیز ضروری به شمار می‌آید. در برخی از سیستم‌های صنعتی آسایش افراد هم تامین می‌شود.
۲. دسته‌بندی براساس فصول سال:
 - (a) سیستم‌های تهویه مطبوع زمستانی: این سیستم‌ها در صورت طراحی و نصب مناسب، شرایط محیط محصور، یعنی دما، رطوبت، پاکی هوا و حرکت هوا را برای آسایش زمستانی تامین می‌کنند. موضوع اصلی در تهویه مطبوع



شکل ۱-۵. یک واحد تهویه مطبوع مستقر در یک محفظه به نام اتاق تاسیسات مکانیکی. این واحدها در کارخانه مونتاژ شده و شامل کویل (پیچکها)ی گرمایشی و سرمایش، دمنده‌ها، فیلترها، ورودی هوای بیرونی (تازه) و کنترل کننده‌های لازم برای عمل خودکار هستند. هر یک از این واحدها قادر به تغذیه یک بخش از کل سیستم است. تجهیزات تبرید و گرمایش در یک اتاق تاسیسات مرکزی، در محلی مانند زیر زمین ساختمان قرار دارند.



شکل ۱-۶. دستگاه‌های تهویه مطبوع یکپارچه نصب شده روی پشت‌بام با استفاده از چند تادستگاه می‌توان ظرفیت موردنیاز را تامین و تمام نواحی را کنترل کرد. استفاده از این دستگاه‌ها در فروشگاه‌ها، سالن‌های ورزشی، مدارس و ساختمان‌های یک طبقه متداول است.

۳. دسته‌بندی براساس چیدمان تجهیزات

(a) سیستم‌های مرکزی: در این سیستم‌ها، اجزاء مختلف دستگاه که توسط مهندس طراح انتخاب شده، از سازنده خریداری و در مکان مشخصی نصب می‌شوند. تجهیزات تبرید و گرمایش در اتاق تاسیسات مرکزی نصب شده و فرآیندهای مطبوع کننده هوا در یک یا چند ناحیه مختلف به نام «اتاق تاسیسات مکانیکی» صورت می‌گیرند (شکل ۱-۵) از این قسمت‌ها، هوای مطبوع از طریق کانال‌های فلزی به اتاق‌های مختلف ساختمان توزیع می‌شود. بسیاری از سیستم‌ها با ظرفیت زیاد از این‌گونه هستند، ولی این سیستم‌ها برای هتل‌ها و ادارات که کنترل هر اتاق یا ناحیه باید به طور مجزا صورت گیرد، چندان مناسب نیستند.

(b) سیستم‌های یکپارچه (پکج): وضعیت سال‌های اخیر و پیش‌بینی آینده نشان از افزایش به کارگیری سیستم‌های یکپارچه دارد. در این سیستم‌ها، دستگاه‌های تهویه مطبوع به طور یکجا توسط کارخانه سازنده مونتاژ و آماده می‌شود.

یک سیستم یکپارچه قادر است تمام یک ساختمان را از طریق کانال کشی مناسب تغذیه کند یا می‌توان چند واحد مجزا را برای قسمت‌های مختلف ساختمان به کار برد بسیاری از دستگاه‌های یکپارچه برای نصب در خارج از ساختمان یا فضای ارائه خدمات طراحی می‌شوند، مانند مدل سقفی (شکل ۱-۶) یا مدل‌های زمینی که فضای اشغال کف ساختمان را به حداقل می‌رساند.

(c) سیستم‌های ترکیبی: این نوع سیستم، ترکیبی از سیستم‌های مرکزی و یکپارچه است. تجهیزات گرمایش و تبرید در داخل اتاق تاسیسات مرکزی قرار می‌گیرند (شکل ۱-۷). انرژی گرمایی آب گرم یا بخار، از طریق لوله‌ها به واحدهای تهویه مطبوع مستقر در اتاق‌ها، انتقال می‌یابد. هم‌چنین آب سرد از دستگاه تبرید مرکزی توسط لوله‌ها، به همان واحدهای مستقر در اتاق‌ها جریان می‌یابد. واحدهای تهویه مطبوع ممکن است در یک اتاق، و برای همان اتاق نصب شوند، یا می‌توانند با نصب بر بالای سقف و از طریق کانال



شکل ۷-۱. اتاق تاسیسات مرکزی برای یک سیستم تهویه مطبوع بزرگ. یک کمپرسور سانتریفوژ (هواشرگriez از مرکزی) و دستگاه آب سردکن در سمت راست از وسط تصویر و دیگ‌های آب گرم در سمت چپ زمینه عکس قرار دارند. آب سرد و آب گرم با لوله‌کشی به واحدهای تهویه مطبوع مستقر در نزدیکی نواحی تحت کنترل انتقال می‌یابند.

هوای مطبوع یکنواختی به قسمت فروش می‌رسد. کانال ورودی می‌تواند به شکل بخشی از تزیین سقف ساختمان جاسازی شود به دریچه و کانال هوای برگشتی توجه کنید. در این تصویر نمایی از اتاق تاسیسات مرکزی بزرگ‌نمایی شده تا تمام اجزای اصلی آن نشانی داده شود. (این تصویر با تناسب مقیاس رسم نشده است). در ادامه به شرح مختصر هر یک از اجزا و عملکرد آنها می‌پردازیم. اعداد ذکر شده در نمودار (شکل ۹-۱) منطبق با اعداد بندهای زیر و نشانه هر یک از تجهیزات مورد اشاره هستند.

۱. بویلر (دیگ) آب گرم: تامین کننده آب گرم تحت فشار با دمای حدود 195°F (90°C) است.

۲. کویل (پیچک) آب گرم: در واحد تهویه مطبوع از چندین دور لوله مسی با پره‌های مسی یا آلومینیومی ساخته شده و گرما را به هوایی که روی کویل می‌دمد، انتقال می‌دهد. آب گرم ممکن است به رادیاتورهای پره‌دار شماره ۱۲ در شکل ۹-۱ پمپ شود تا گرمای اضافی در مجاورت دیوارهای اطراف یا پنجره‌ها را تامین کند.

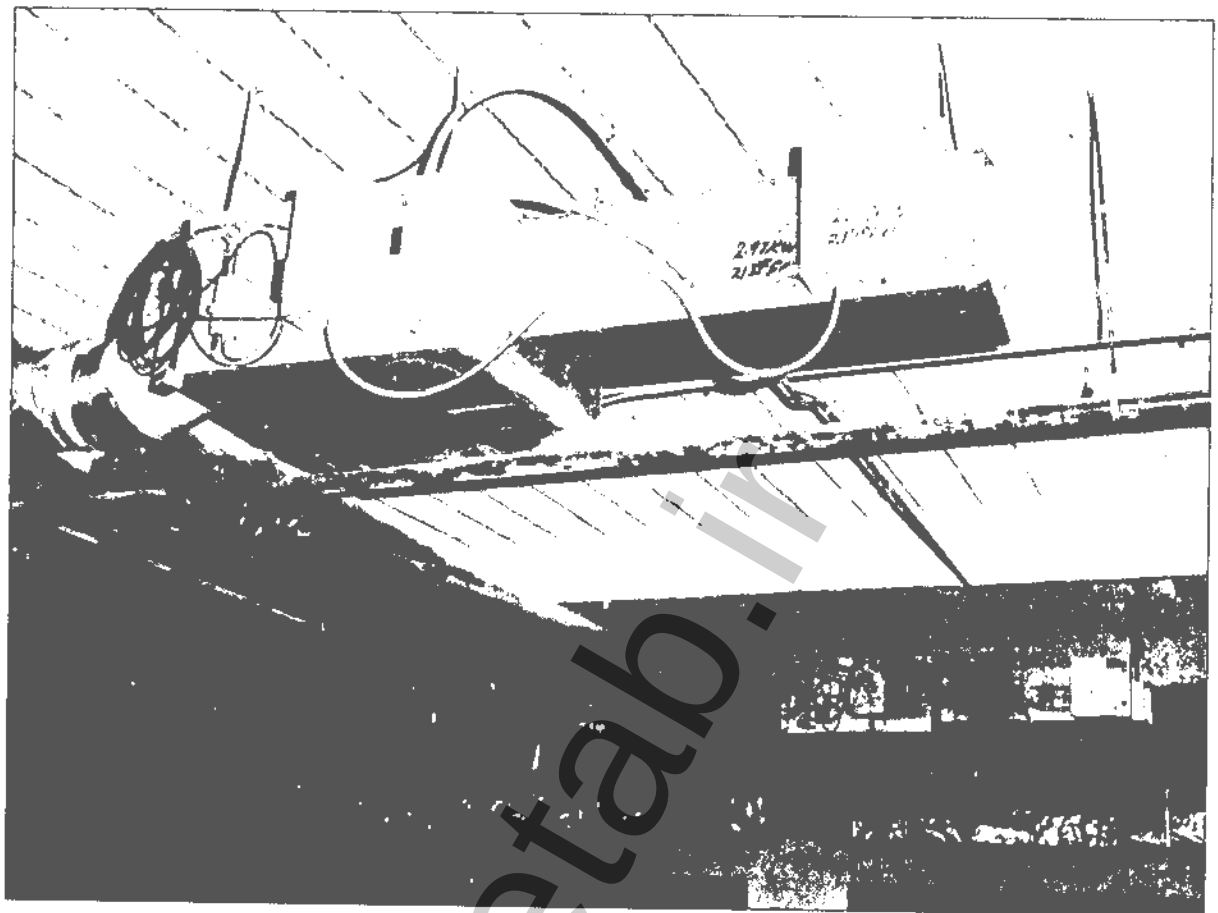
۳. دستگاه تبرید: از یک کمپرسور رفت و برگشتی چند سیلندری که محرک آن موتوری الکتریکی است و یک کندانسور (چگالنده) هواخنک تشکیل می‌شود. در کمپرسور از مبردهایی نظیر

کشی چند اتاق را تغذیه کنند. (شکل ۸-۱). کارایی این گونه واحدهای تهویه مطبوع با ترموستات‌های نصب شده در اتاق‌ها یا محل‌های دریافت خدمات تنظیم می‌شود.

۴-۱ اجزای دستگاه تهویه مطبوع

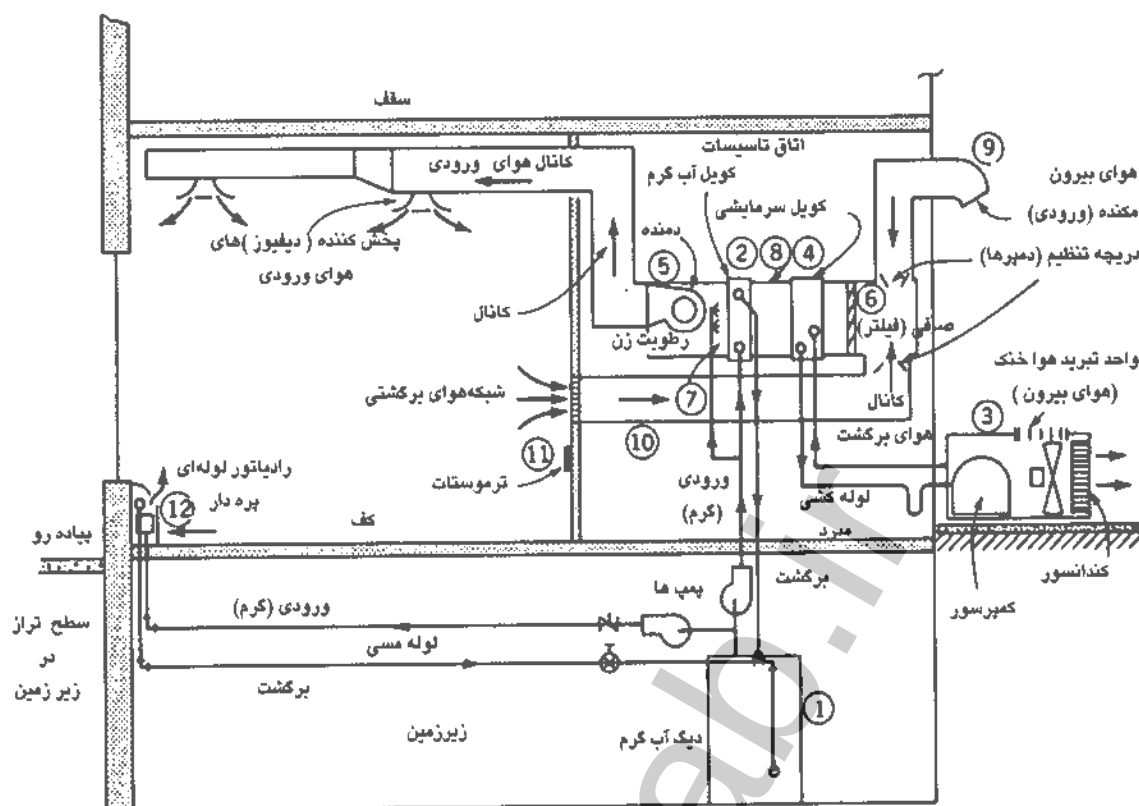
در فصل‌های بعدی، تجهیزات مختلف لازم برای انجام تهویه مطبوع تشریح می‌شود. ارائه این مباحث به دلیل فقدان زمینه علمی فنی برای افراد مبتدی در این فصل بیهوده است. اما برای کمک به ایجاد ارتباط بین مباحث فنی و علمی اساسی در چند فصل بعدی با کار اجرایی تهویه مطبوع، اجزای اصلی یک دستگاه نمونه‌وار تهویه مطبوع برای تمام سال در اینجا به اختصار و به کمک نمودار تشریح می‌شود. جهت سهولت بررسی دستگاه متوسطی که در یک لباس فروشی کوچک نصب شده، به عنوان مثال انتخاب شده است. باید تاکید کرد این مثال فقط یکی از روش‌های ممکن برای انجام تهویه مطبوع در چنین فروشگاه‌هایی است. هر چند دقت در این طراحی نمونه‌وار برای آشنایی با فصول بعد مفید خواهد بود.

شکل ۹-۱ مقطع عمودی فروشگاه مورد نظر را نشان می‌دهد که در آن یک کانال مرکزی هوای ورودی در زیر سقف فروشگاه قرار گرفته و از طریق دریچه‌های این کانال،



شکل ۱-۸. واحدهای تهویه مطبوع نصب شده در بالای سقف کاذب. هر واحد یک یا چند دفتر اداری کوچک را در ساختمانی چند طبقه تغذیه می‌کند. در این سیستم از یک (گرم کننده) (هیتر) الکتریکی به توان 2.97kW استفاده شده است. به کانال‌های تامین هوای کشیده شده از اتاق تاسیسات مرکزی توجه کنید.

۷. رطوبت زن: از نوع پاشیدنی (افشانکی) است که رطوبت مورد نیاز را در حالت گرمایش زمستانی به هوای ورودی اضافه می‌کند. عملکرد این قسمت توسط یک دستگاه بنام رطوبت سنج که در فضای تهویه شده یا کانال برگشت هوا قرار دارد کنترل می‌شود.
۸. محفظه یا اتاقک هوارسان: که یک اتاقک فلزی است که تمام سطوح بیرونی آن عایق‌بندی شده و شامل کویل‌های سرمایشی و گرمایشی، دمنده‌ها و فیلترها است. کانال هوای تازه و هوای برگشتی به محفظه اختلاط که در پشت دمنده و فیلتر قرار دارد، متصل می‌شوند.
۹. ورودی هوای بیرونی: طبق استانداردهای محلی، میزان هوای تازه مورد نیاز را به محیط تهویه شونده می‌رساند. این میزان معمولاً ۱۰ فوت مکعب در دقیقه (ft^3/min) به ازای هر فرد است.
۱۰. کانال هوای برگشتی: هوا را از محیط تهویه شد به واحد مطبوع‌کننده هوا منتقل می‌کند تا با هوای تازه مخلوط شود و دوباره عملیات مطبوع سازی روی آن انجام گیرد.
- فرئون-۲۲ (R-22) استفاده می‌شود و کندانسور این مبرد را به صورت مایع به کویل‌های سرمایشی تحویل می‌دهد.
۴. در کویل‌های سرمایشی، مایع مبرد در دمای حدود 40°F (45°C) تبخیر می‌شود. هنگامی که سیستم در چرخه تابستانی قرار دارد، دمای هوای خروجی از کویل را می‌توان به تناسب وضع هوای بیرونی و تهویه مناسب در محیط مورد نظر کنترل کرد. کویل سرمایشی به عنوان یک رطوبت‌زدا در حالت تابستانی عمل می‌کند. هنگامی که هوای مرطوب و گرم با سطوح سرد کویل برخورد می‌کند، رطوبت موجود در هوا به حالت مایع درآمده و از روی کویل به صورت قطرات آب سرازیر می‌شود؛ بنابراین، رطوبت هوای خروجی از کویل سرمایشی، کمتر از هوای ورودی است.
۵. دمنده یا فن: برای به جریان انداختن هوای کافی به طرف کویل و عبور هوا از داخل کانال‌های ورودی به سمت دریچه‌های مختلف طراحی می‌شود و به کار می‌رود.
۶. فیلتر یا صافی: هوای برگشتی و هوای ورودی تازه را فیلتر کرده و آلاینده‌ها و ذرات گرد و غبار را از آن جدا می‌کند.



شکل ۹-۱. نمودار یک سیستم تهویه مطبوع برای تمام سال برای یک مرکز تجاری کوچک. این سیستم تنها یکی از شیوه‌های ممکن برای تهویه مطبوع این ساختمان است.

۱۱. دماسنج (ترموستات): که در محیط تهویه شونده قرار می‌گیرد و به خلاصه

عنوان کنترل کننده اصلی، وظیفه کنترل قسمت‌های دیگر را به عهده دارد. ترموستات کل سیستم را تحت عملکرد خودکار نگه می‌دارد. حتی در نواحی معتدل، حداکثر و حداقل دما در فصول تابستانی و زمستانی بیش از محدوده آسایش افراد است.

۱۲. رادیاتورهای پره‌دار که نزدیک به کف اتاق نصب می‌شوند. چهار شرط جوی مؤثر در آسایش عبارتند از (۱) دما، (۲) رطوبت، (۳) پاک‌ی هوا و (۴) جریان هوا. یک سیستم تهویه مطبوع کامل باید تمام این چهار وضعیت را تنظیم کند.

سیستم‌های تهویه مطبوع براساس عملکرد اصلی خود به دسته‌های زیر تقسیم می‌شوند:

۱. سیستم‌های تهویه مطبوع آسایشی

۲. سیستم‌های تهویه مطبوع صنعتی

رده‌بندی دیگر این سیستم‌ها براساس فصل سال است. برای این اساس، رده‌بندی به قرار زیر خواهد بود:

۱. سیستم‌های تهویه مطبوع زمستانی

۲. سیستم‌های تهویه مطبوع تابستانی

۳. سیستم‌های تهویه مطبوع برای تمام سال

رده‌بندی سوم براساس چیدمان تجهیزات و به شرح زیر است:

۱. سیستم‌های مرکزی

۲. سیستم‌های یکپارچه

۳. سیستم‌های ترکیبی

سیستم یاد شده نمونه‌ای از هزاران دستگاه تجاری تهویه مطبوع تمام سالی با ابعاد کوچک یا متوسط است. در برخی از سیستم‌ها به جای گرمایش با آب گرم از هوای گرمی که مستقیماً از مبدل حرارتی در کوره‌های گاز سوز یا نفت سوز، یا از پمپ حرارتی حاصل می‌شود، استفاده می‌کنند. بعضی از صاحبان فروشگاه‌ها و اماکن تجاری، استفاده از دستگاه‌های یکپارچه تهویه مطبوع با قابلیت نصب در محیط یا (در صورت یک طبقه بودن بنا) روی پشت بام را ترجیح می‌دهند.

۵-۱ فرصت‌های شغلی در صنعت تهویه مطبوع

فرصت‌های کاری در صنایع تهویه مطبوع برای افراد فنی بسیار و متنوع است و با رشد این صنعت پیوسته افزایش می‌یابد. اهل فن معتقدند که بیشترین نیاز به تکنیسین‌ها، مهندسان مکانیک و مهندسان فروش وجود دارد که با افزایش تعداد شاغلین و فرصت‌های شغلی قابل انتخاب همراه است.

۳. چند مورد از عدم توانایی یک سیستم تهویه مطبوع صنعتی را برای تامین آسایش رضایت بخش کارکنان در محیط، فهرست کنید.

۴. دو مسئله اساسی در تهویه مطبوع زمستانی کدامند؟ در تهویه مطبوع تابستانی کدامند؟

۵. سه دلیل برای گرایش به سوی تجهیزات یکپارچه را بیان کنید.
۶. در سال‌های اخیر استفاده از واحدهای سقفی گسترش یافته است. سه دلیل ممکن برای متداول شدن این واحدها ارائه کنید.

۷. یک سیستم تهویه مطبوع دارای یک واحد تبرید مرکزی برای گردش آب سرد و یک واحد مرکزی گرمایش برای تامین بخار با فشار کم است. آب سرد و بخار به اتاق تاسیسات جداگانه تحویل می‌شوند که هر یک از این اتاق‌ها یک ناحیه را تهویه می‌کنند. چه تجهیزاتی باید در هر اتاق یا در مجاورت هر ناحیه قرار گیرند.

۸. به چه دلیل یک قطعه اضافی در تجهیزات برای افزودن رطوبت (رطوبت‌زنی) هوا در سیکل زمستانی لازم است در صورتی که تجهیزات اضافی برای گرفتن رطوبت اضافی (رطوبت زدایی) در سیکل تابستانی لازم نیست.

۹. اجزای ضروری یک سیستم توزیع هوا چیستند؟
۱۰. عملکرد هر یک از قطعات تجهیزاتی را که احتمالاً در یک محفظه تهویه مطبوع بزرگ یافت می‌شوند نام ببرید و تشریح کنید.

۱۱. پنج نام تجاری از تجهیزات تهویه مطبوع را که غالباً پیمانکاران تاسیساتی به کار می‌برند فهرست کنید.

تجهیزات تبرید
تجهیزات گرمایش یا پمپ حرارتی که می‌تواند گرمایش و سرمایش را تامین کند.

کوئل سرمایشی
کوئل گرمایشی
دمنده

صافی یا فیلتر
رطوبت زن

رادیاتورها و کنوکتورها (مبدل‌ها)
واحدهای فن کوئل

سیستم توزیع هوا شامل کانال‌ها و دریچه‌ها
سیستم هوای برگشتی
سیستم هوای ورودی تازه
ترموستات‌ها، رطوبت سنج‌ها، دمپرها (دریچه‌های تنظیم)، و کنترل کننده‌های آنها.

تمرین‌ها

۱. سه یا چهار عامل مهم گسترش صنایع تهویه مطبوع را در ۳۰ سال گذشته بیان کنید؟ تأثیر بحرانی انرژی بر صنایع را در ۱۰ سال آینده چگونه می‌بینید؟
۲. از چهار شرط مربوط به جو کدامیک بر آسایش تأثیر دارند، فرض کنید که دما، رطوبت، و پاکی هوا به طور مناسب کنترل می‌شوند، چرا جریان هوا یک عامل به حساب می‌آید؟ (برای پاسخ به پرسش، مراجع جنبی ممکن است مورد نیاز باشند)