

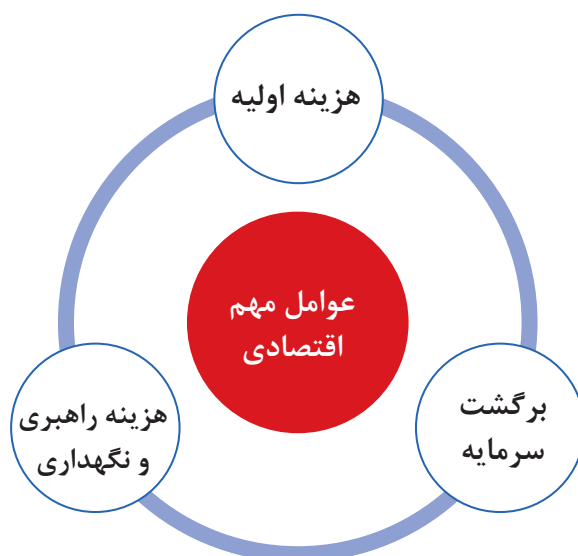
پودمان ۳

انتخاب سیستم‌ها

انتخاب سیستم تهویه مطبوع مناسب برای ساختمان از حساس‌ترین تصمیماتی است که مهندس طراح با آن مواجه است. در این گزینش باید به رضایت شخصی که سرمایه‌گذاری لازم را انجام می‌دهد، ساکنین ساختمان و تطابق لازم میان سیستم انتخاب شده و ساختمان موردنظر، توجه شود. تفاوت زیادی بین سرمایش معمولی یک اتاق یا ساختمان کوچک و تهویه مطبوع ساختمان‌های بزرگ با تکیه بر رعایت تمام اصول فنی و شرایط محیطی از جمله معماری، حذف ارتعاشات و صداهای مزاحم وجود دارد. تهویه مطبوع کامل، محیطی را به وجود می‌آورد که درجه حرارت، رطوبت، جابه‌جایی هوا، پاکیزگی و عدم آلودگی هوا، تجدید هوا و سطح صداهای ایجاد شده در حد مطلوب و قابل قبول خواهد بود. عوامل مهم اقتصادی که از نظر خریدار در انتخاب سیستم مطرح هستند عبارت است از:

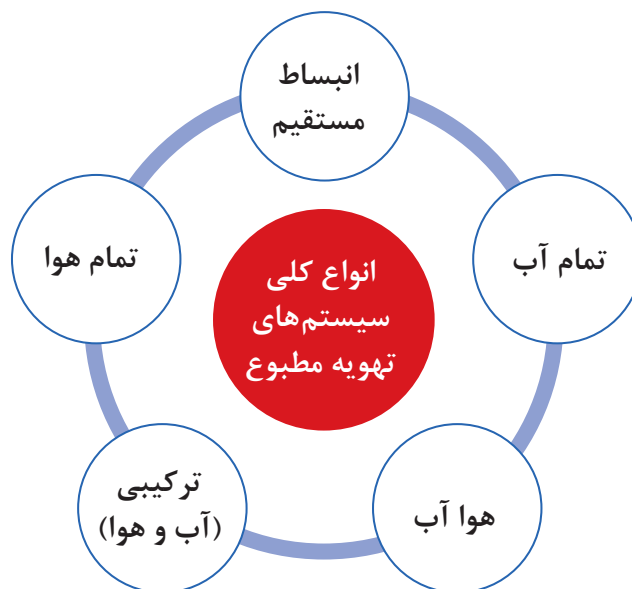
در رابطه با هریک از فاکتورهای تأثیرگذار در ایجاد تهویه مطبوع مناسب با یکدیگر تبادل نظر کنید.

گفت‌وگوی
کلاسی



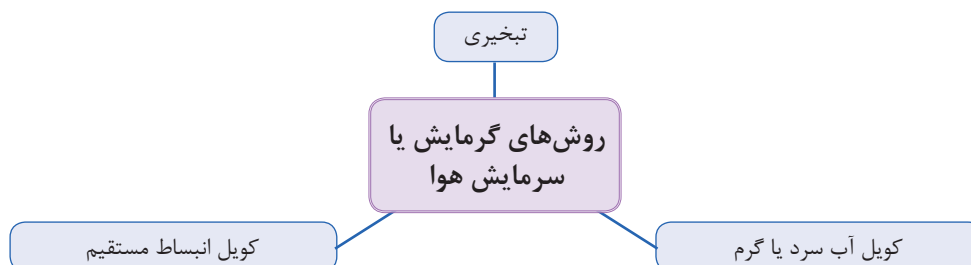
جوانب اقتصادی

یک پروژه تأسیساتی ممکن است در زمره یکی از انواع سرمایه‌گذاری (کوتاه‌مدت، میان‌مدت یا بلندمدت) قرار گیرد و ممکن است سرمایه‌گذار مبنای بر هزینه اولیه حداقل، که با سرمایه‌گذاری اصلی خرید دستگاه‌ها و هزینه عملیاتی متوازن شده باشد و یا حداقل سرمایه‌گذاری جهت خرید دستگاه‌ها و هزینه عملیاتی، قرار دهد. وجه مشترک میان تمام سرمایه‌گذاری‌ها برگشت سودآور سرمایه می‌باشد. سیستم‌های تهویه مطبوع براساس سه عامل انتقال انرژی گرمایی یعنی آب، هوا و سیال مبرد به چهار صورت اجرا می‌شود.



سیستم تمام هوا

در این سیستم، هوای مورد نیاز به سه روش سرد و یا گرم شده و از طریق سیستم کانال‌کشی به فضای موردنظر هدایت می‌شود.



الف) تبخیری: از دستگاه‌هایی مانند کولر آبی، زنت و ابروآشر برای سرمایش یا گرمایش هوا استفاده می‌شود. در ابروآشر هوای آلوده توسط فن که در انتهای دستگاه قرار دارد به‌داخل دستگاه مکیده شده و پس از عبور از فیلترهای غبارگیر هوای نسبتاً تمیز وارد محفظه آب‌فشان می‌شود. هوا پس از برخورد با قطرات پودری آب که از نازل‌ها پاشیده می‌شود پس از تبادل گرما با آب و خنک شدن، از دستگاه خارج می‌شود.



در این روش فقط از کانال رفت استفاده می‌شود زیرا هوای خروجی از دستگاه رطوبت بالایی داشته و امکان استفاده مجدد از این هوا وجود ندارد.

عملکرد و ساختمان دستگاه زنت را با ابروآشر و کولر آبی مقایسه نمایید.

پژوهش کنید



ب) کویل آب:

دستگاه هواساز از قسمت‌های مختلفی تشکیل می‌شود که عبارت‌اند از: فیلتر، فن دمنده، کویل‌های گرمایشی و سرمایشی و تجهیزات کنترلی و رطوبت زن. در هواسازها جهت تأمین گرمای موردنیاز برای کویل گرمایشی معمولاً از آب داغ، برق و یا بخار و جهت تأمین سرمای مورد نیاز برای کویل سرمایشی از آب سرد استفاده می‌شود.



شکل ۱ - هواساز

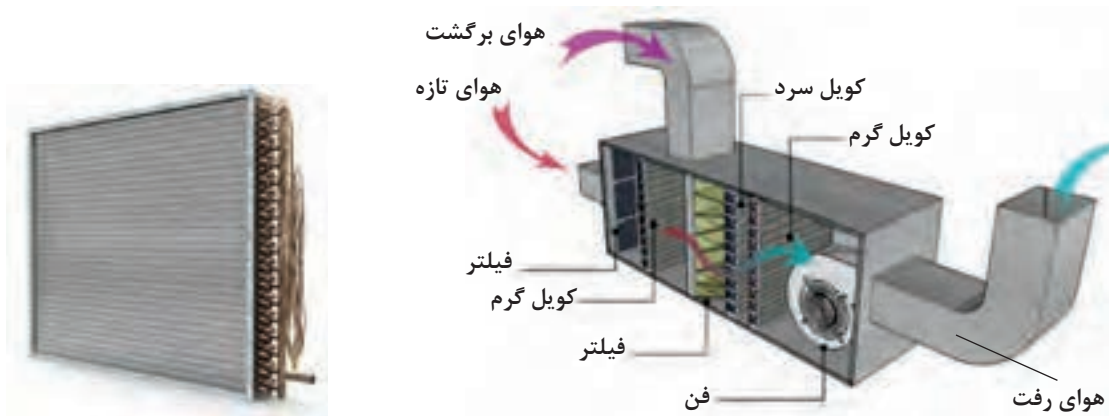
هوای برگشتی از ساختمان پس از اختلاط با هوای تازه در محفظه دستگاه هواساز و پس از عبور از کویل‌های سرمایشی و گرمایشی و سیستم رطوبت‌زن (در فصول سرد) وارد ساختمان می‌شود. فرایند رطوبت‌زنی با استفاده از نازل‌های پاشنده آب و یا شبکه بخار می‌باشد و فرایند رطوبت‌گیری توسط کویل‌های سرمایشی صورت می‌پذیرد. هواسازها از نظر نوع هوادهی به دو صورت افقی و عمودی ساخته می‌شوند.

پ) کویل انبساط مستقیم:

در این نوع هواساز به جای استفاده از آب، مبرد موجود در کویل دمای هوای اطراف آن را کاهش یا افزایش می‌دهد. مبرد موجود در این سیستم از نوع فریون‌ها می‌تواند باشد.

در روش استفاده از کویل آب و یا کویل انبساط مستقیم مقداری از هوای رفت تخلیه شده و به جای آن هوای تازه وارد سیستم توزیع هوا می‌شود.

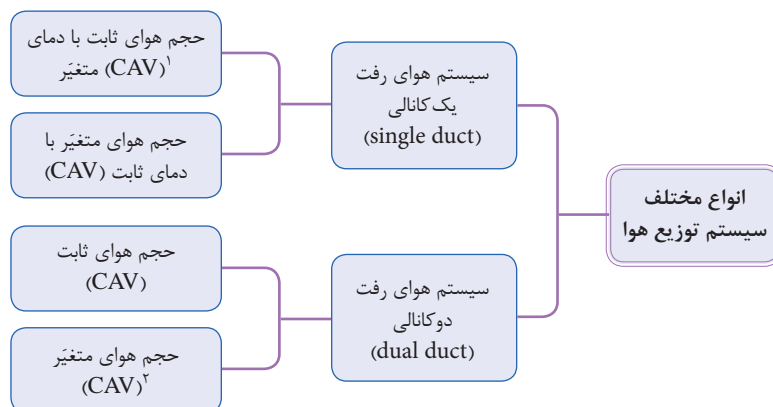
نکته



شکل ۳- کویل انبساط مستقیم (DX)

شکل ۲- هواساز با کویل انبساط مستقیم (DX) (روف تاپ)

انواع سیستم‌های توزیع هوا



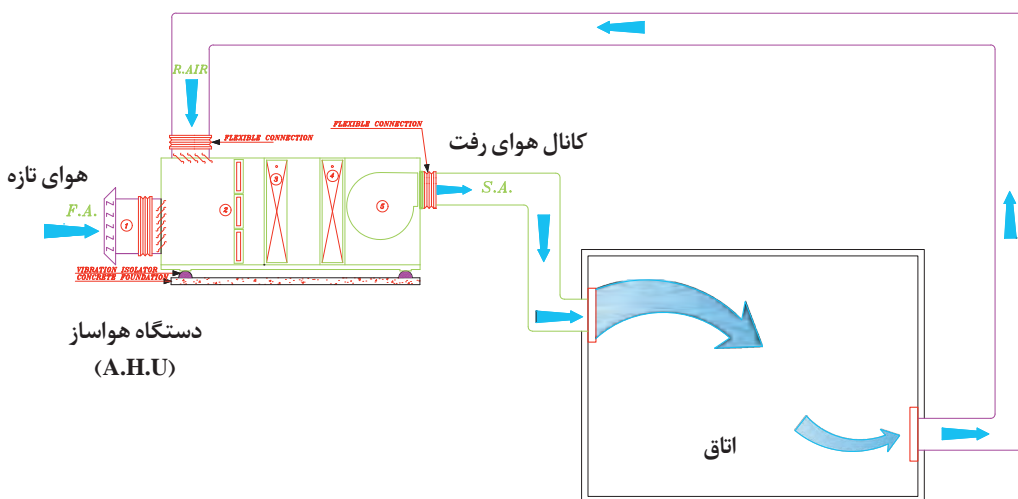
۱- CAV-Constant Air Valume

۲- VAV-Variable Air Valume

سیستم هوای رفت یک کانالی با حجم هوای ثابت CAV

از روش‌های متداول تهویه مطبوع می‌باشد. در این سیستم با تغییر دمای هوا بار سرمایی و یا گرمایی ورودی به اتاق تنظیم شده و جریان هوای رفت در کانال ثابت می‌باشد.

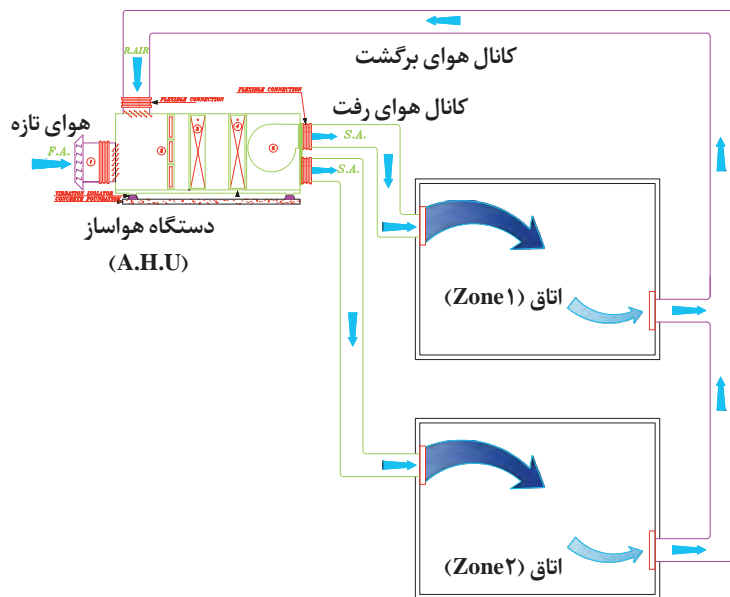
کانال هوای برگشت



شکل ۴- سیستم هوای رفت یک کانالی با حجم هوای ثابت یک منطقه‌ای

سیستم هوای رفت یک کانالی با حجم هوای ثابت چند منطقه‌ای

Single duct (CAV) – Single Zone System



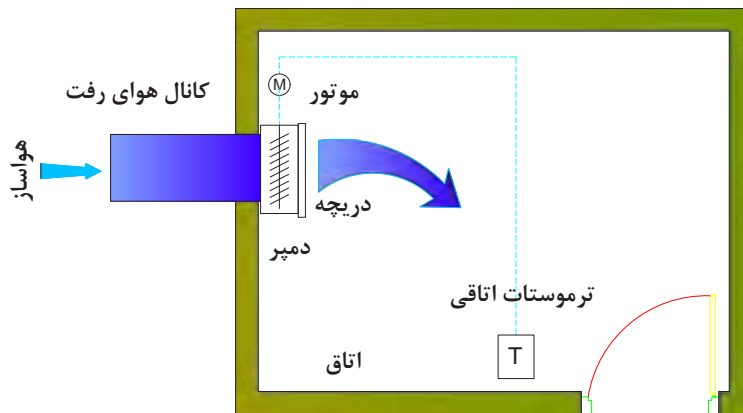
در صورتی که بخواهیم تهویه مطبوع چند اتاق با دماهای متفاوت را توسط یک دستگاه هواساز انجام دهیم از این روش استفاده می‌نماییم. خروجی دستگاه هواساز به چند قسمت تقسیم شده و از هر خروجی یک کانال تا اتاق امتداد می‌یابد. در انتهای کانال یک کویل دوباره گرم‌کن برای تنظیم دمای هر اتاق نصب می‌شود.

شکل ۵- سیستم هوای رفت یک کانالی با حجم هوای ثابت چند منطقه‌ای

سیستم هوای رفت یک کانالی با حجم هوای متغیر VAV

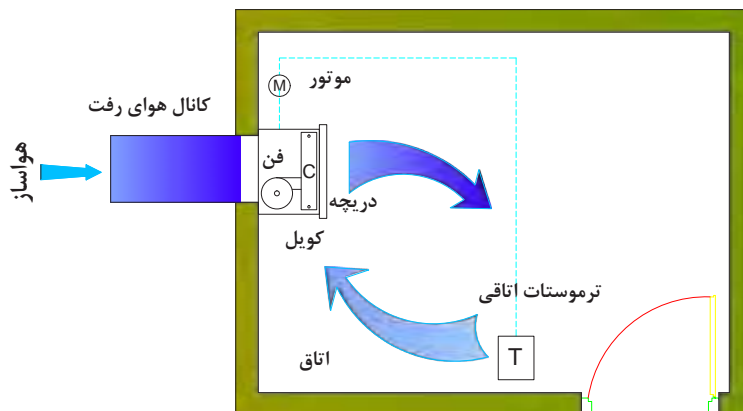
در این سیستم برای تغییر درجه حرارت اتاق مقدار حجم هوای ورودی را تغییر داده و درجه حرارت هوای خروجی از دستگاه تقریباً ثابت است.

برای تنظیم حجم هوای ورودی به هر فضا می‌توان از روش‌های زیر استفاده نمود:
الف) به کارگیری دمپر اتوماتیک در ورودی هوا



شکل ۶- سیستم هوای رفت یک کانالی با حجم هوای متغیر و با دمپر اتوماتیک

ب) استفاده از فن ثانویه برای تنظیم دبی هوا

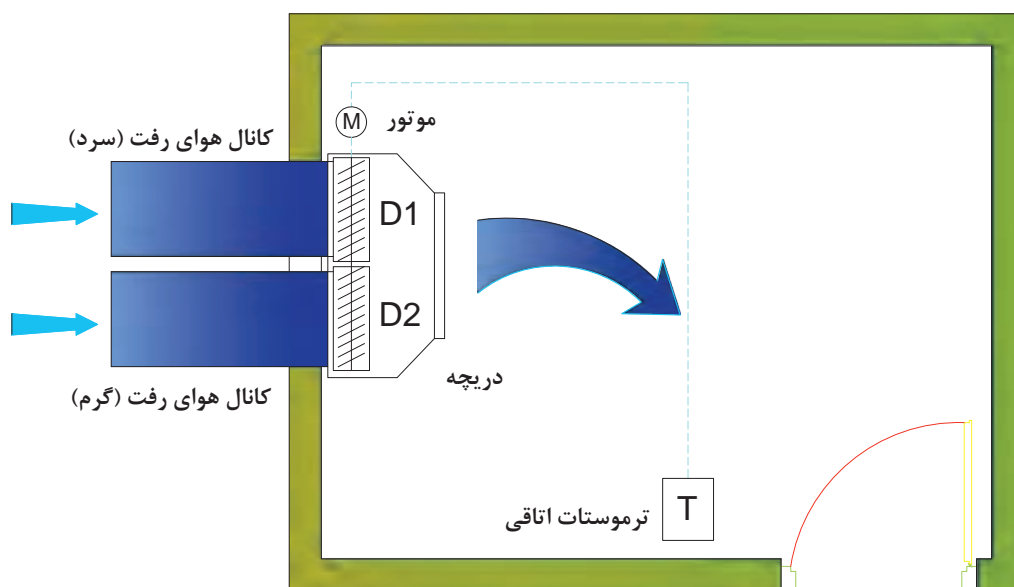


شکل ۷- سیستم هوای رفت یک کانالی با حجم هوای متغیر با فن ثانویه

سیستم‌های حجم متغیر به دلیل به کارگیری تجهیزاتی همچون دمپر اتوماتیک و فن ثانویه برای هر اتاق هزینه بیشتری را در برخواهد داشت.

سیستم هوای رفت دوکانالی با حجم ثابت CAV – Dual duct

سیستم تمام هوای دوکانالی یکی از سیستم‌های مدرن است که می‌توان برای ساختمان‌های چندناحیه‌ای از قبیل مدارس، ادارات و ... و برای مناطقی که دمای هر اتاق به‌طور جداگانه کنترل شود به کار برد. در این روش دو کانال برای تأمین هوای گرم و هوای سرد اتاق از دستگاه به سمت اتاق‌ها کشیده می‌شود و در هر اتاق یک جعبه اختلاط (Mixing box) برای اختلاط دو هوا تعبیه می‌گردد. مقدار هوای سرد یا گرم مورد نیاز برای تنظیم دما با توجه به فرمان ترموستات از دمپر موتوری عبور کرده و در جعبه اختلاط یکی شده و وارد اتاق می‌شود.



Register = دریچه ورودی هوا

Damper = دمپر تنظیم جریان هوا

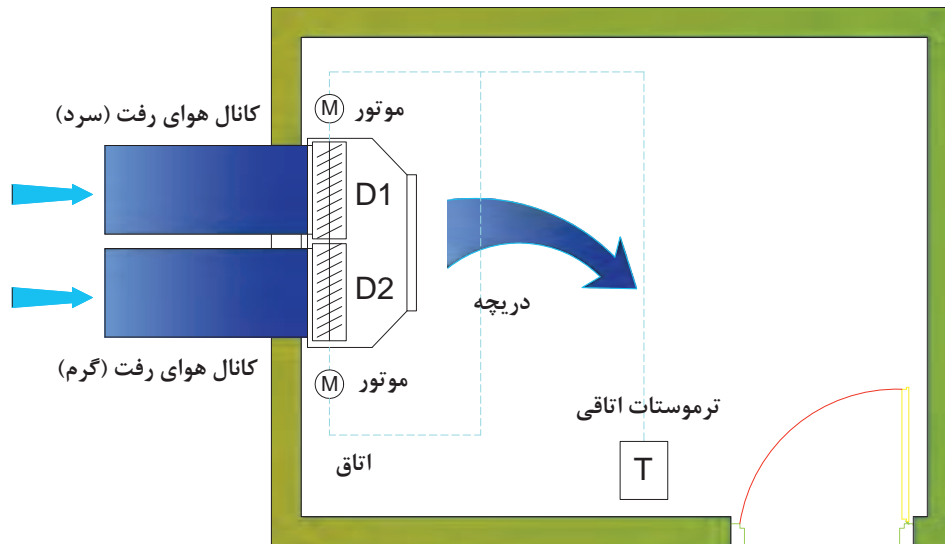
Motor = موتور فرمان اتوماتیک

Thermostat = ترموستات تنظیم درجه حرارت

شکل ۸- ترمینال سیستم هوای رفت دوکانالی با حجم هوای ثابت و با دو دمپر سری شده

سیستم هوای رفت دوکانالی با حجم متغیر VAV – Dual duct

در این روش هوای سرد و گرم رفت با دو کانال به جعبه اختلاط وارد شده و پس از اختلاط توسط دمپر اتوماتیک و یا فن ثانویه به صورت حجم متغیر وارد اتاق می‌شود.

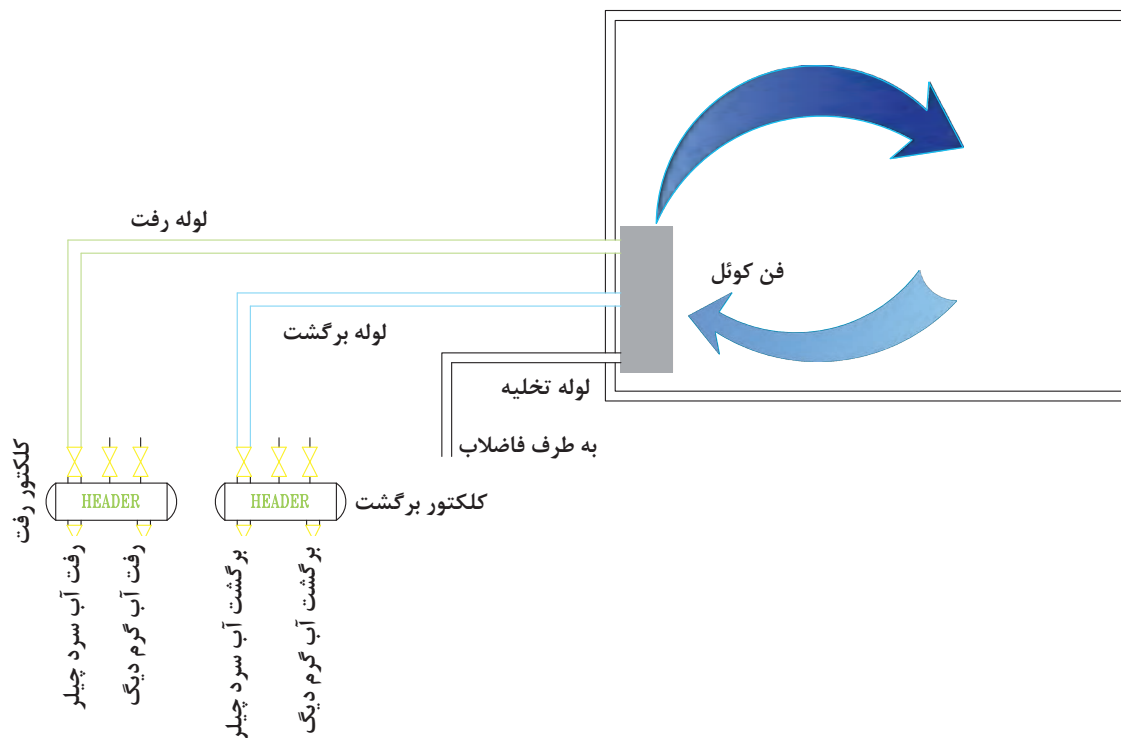


شکل ۹- سیستم هوای رفت دوکانالی با حجم هوای متغیر و با دو دمپر اتوماتیک (Multi Automatic Damper)

- ۱- در هریک از سیستم‌های توزیع هوا کنترل دما توسط چه وسیله‌ای صورت می‌گیرد؟
- ۲- در صورتی که دمای تمامی اتاق‌ها یکسان باشد کدام روش مناسب است؟

سیستم تمام آب

در موتورخانه مرکزی آب سرد توسط چیلر و آب گرم توسط دیگ تأمین شده و با استفاده از سیستم لوله کشی به دستگاه‌های توزیع که در اتاق نصب شده‌اند منتقل می‌شوند.



شکل ۱۰- سیستم تمام آب شامل لوله رفت و برگشت فن کوئل

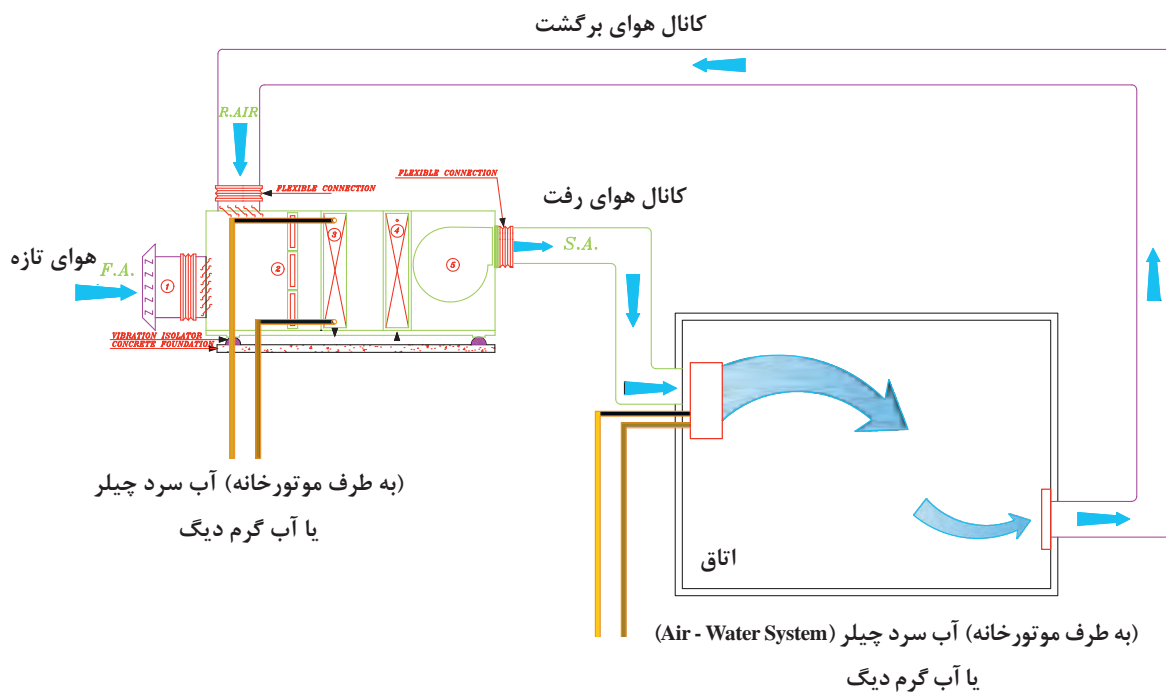
سیستم تمام آب را با سیستم تمام هوا مقایسه کنید.

گفت‌وگوی
کلاسی



سیستم هوا-آب

در این سیستم هوا در هواساز به دمای مورد نظر نزدیک شده و توسط شبکه کانال کشی به اتاق منتقل می‌شود. همچنین آب سرد و گرم توسط شبکه لوله کشی از موتورخانه به طرف دستگاه توزیع اتاقی انتقال می‌یابد. از مزایای این روش می‌توان به تأمین هوای تازه مورد نیاز توسط شبکه کانال کشی، کاهش ابعاد شبکه کانال کشی و قطر شبکه لوله کشی اشاره نمود.



شکل ۱۱- سیستم هوا - آب شامل کانال هوا و لوله آب (سرد یا گرم) (Air - Water System)

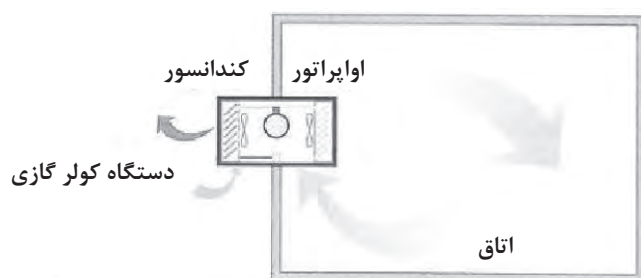
روش کنترل دمای اتاق چگونه صورت می‌گیرد؟

گفت‌وگوی
کلاسی



سیستم انبساط مستقیم

در این سیستم تمام تجهیزات تبرید نظیر کمپرسور، کندانسر، کویل سرمایش و فن هوادهی در یک دستگاه قرار دارد. کویل سرمایش این سیستم از نوع انبساط مستقیم (DX) است. این دستگاه به صورت یکپارچه (Package) و یا دو تکه (Split) و در ظرفیت‌های متنوع ساخته می‌شود. معمولاً از این سیستم در فضاهایی استفاده می‌شود که نیاز به کنترل درجه حرارت مجزا و یا سیستم تهویه مطبوع مستقل داشته باشد.



شکل ۱۲- سیستم کویل انبساط مستقیم
(DX - Coil System)

سیستم انبساط مستقیم را با سیستم تمام هوا مقایسه نمایید.

انواع دستگاه‌های تهویه مطبوع یا انبساط مستقیم DX را نام برده و با یکدیگر از نظر ساختمان و عملکرد مقایسه نمایید.

گفت‌وگوی
کلاسی



پژوهش



محاسبات تلفات گرمایی ساختمان

یادآوری

اتلاف گرمایی (heat loss) یک ساختمان، مقدار گرمایی است که به‌روش‌های مختلف از محیط گرم ساختمان در زمستان به هوای سرد بیرون انتقال می‌یابد. بار گرمایی (heating load) مقدار گرمایی است که برای ثابت نگه‌داشتن دمای هوا در داخل ساختمان، به وسیله دستگاه‌های گرمایی تولید می‌شود.



اتلاف گرمایی شامل دو قسمت است:

۱- تلفات پوسته ساختمان

■ تلفات جداره‌های خارجی

■ تلفات سقف

■ تلفات کف

■ تلفات از طریق درها و پنجره‌ها

$$H_1 = UA(T_i - T_o)$$

۲- تلفات هوای تازه

■ تلفات هوای تازه و تخلیه (خواسته)

■ تلفات گرمایشی ناشی از نفوذ هوا (ناخواسته)

$$H_2 = C_p V(T_i - T_o)$$

پس از تعیین دمای طرح داخل و خارج از ساختمان محاسبات تلفات گرمایی را به ترتیب انجام می‌دهیم.

شرایط طرح هوای داخل:

■ با توجه به فرمول کلی $H_1 = UA(T_i - T_o)$ یکی از عوامل تعیین‌کننده اتلاف گرمایی، دانستن دمای

هوای داخل T_i است که دمای آسایش ساختمان نیز محسوب می‌شود. دمای هوای پیشنهادی مکان‌های

مختلف، در جدول شرایط طرح داخل آمده است:

مکان	دمای طرح (°C)	مکان	دمای طرح (°C)
گالری‌های هنری	۲۰	آزمایشگاه‌ها	۳۰
سالن‌های تجمع	۱۸	اتاق‌های مشاوره	۲۰
کافه‌ها	۱۸	کتابخانه‌ها	۲۰
کانتین‌ها	۲۰		
کلیساها	۱۸	دفاتر	
		عمومی	۲۰
کارخانجات		خصوصی	۲۰
کارهای نشستنی	۱۹	مراکز پلیس	۱۸
کارهای سبک	۱۶	رستوران‌ها	۱۸
کارهای سنگین	۱۳		
		هتل‌ها	
آپارتمان‌ها و خانه‌ها		اتاق‌های خواب (استاندارد)	۲۲
اتاق‌های نشیمن	۲۱	اتاق‌های خواب (لوکس)	۲۲

مکان	دمای طرح (°C)	مکان	دمای طرح (°C)
اتاق‌های خواب	۱۸	اتاق‌های عمومی	۲۱
حمام‌ها	۲۲		
هال ورودی	۱۶	مدارس و دانشکده‌ها	
		کلاس‌های درس	۱۸
بیمارستان‌ها		اتاق‌های سخنرانی	۱۸
راهروها	۱۶		
دفاتر	۲۰	فروشگاه‌ها	
اتاق‌های عمل	۱۲-۱۸	کوچک	۱۸
نگهبانی	۱۸	بزرگ	۱۸
سالن‌های ورزشی	۲۱	استخرهای شنا	
انبارها	۱۶	اتاق‌های رخت‌کن	۲۲
		سالن استخر	۲۶

دمای هوای پیشنهادی مکان‌های مسکونی بین ۲۲°C تا ۱۸°C می‌باشد.

نکته



شرایط طرح هوای خارج:

این دما متوسط دما در سردترین شرایط در سال‌های مختلف برای محل مربوط (مطابق آمار سازمان هواشناسی) است. در قسمت اقلیم‌بندی یا تیپ‌بندی محاسبات بار سرمایی، می‌توان از دمای متوسط زمستانه برای مناطق مختلف در هر گروه خاص استفاده نمود. در جدول میانگین کمینه دمای زمستانی هوای شهرهای مختلف ارائه شده است.

نام شهر	میانگین کمینه دمای زمستانی (°C)	نام شهر	میانگین کمینه دمای زمستانی (°C)
آبادان	+۳	ساری	-۳
آمل	-۲	سبزوار	-۸
اراک	-۱۲	سراب	-۱۹
اردبیل	-۲۳	سمنان	-۵
ارومیه	-۱۳	سنندج	-۱۴
اصفهان	-۷	سیرجان	-۷
اهواز	+۳	شهرکرد	-۱۴
ایلام	-۴	شیراز	-۴
بابل	-۲	کرج	-۹

نام شهر	میانگین کمینه دمای زمستانی (°C)	نام شهر	میانگین کمینه دمای زمستانی (°C)
بجنورد	-۱۳	کرمان	-۹
بستان‌آباد	-۲۴	کاشان	-۴
بندرعباس	+۸	کرمانشاه	-۱۰
بوشهر	+۶	کیش	+۱۱
بیرجند	-۹	گرگان	-۱
تبریز	-۱۱	فیروزکوه	-۲۲
تهران	-۴	قائم‌شهر	-۳
تهران (تجریش)	-۷	قزوین	-۱۱
خرم‌آباد	-۷	قشم	+۱۲
خوی	-۱۴	قم	-۴
دزفول	+۱	مشهد	-۱۰
رشت	-۳	نیشابور	-۱۲
زاهدان	-۸	همدان	-۱۹
زنجان	-۱۶	یزد	-۶

اتلاف گرمایی از جداره‌های گرمایی H_1 :

برای محاسبه اتلاف گرمایی از جداره‌های ساختمان از قبیل دیوار، سقف، کف، در، پنجره و شیشه از فرمول زیر استفاده می‌کنیم.

$$H_1 = UA (T_i - T_o)$$

اتلاف گرمایی محسوس ناشی از هدایت بر حسب watt H_1

مساحت دیوار خالص (پس از کسر مساحت در و پنجره) یا مساحت در و یا پنجره $A = [m^2]$

$$U = \left[\frac{w}{m^2 \cdot k} \right] = \text{ضریب کلی هدایت گرمایی دیوار، در و یا پنجره}$$

دمای طرح داخل $T_i = k$

دمای طرح خارج $T_o = k$

نکته



علت بیان دما برحسب کلوین به این دلیل است که در سیستم SI، دما باید برحسب کلوین (K) باشد ولی چون به طور معمول در مسائل از اختلاف دما استفاده می‌کنیم و اختلاف دمای کلوین و سیلسیوس یکسان است.

جدول ۱- مقدار U برای دیوارهای متداول برحسب $W/m^2.K$

شرح	ضخامت (سانتی‌متر)	بدون اندود		فقط با اندود داخلی		با اندود داخلی و نمای سنگی		با اندود داخلی و نمای سیمانی		دیوار داخلی با اندود از دوطرف	
		بدون عایق	با عایق* ۲/۵cm	بدون عایق	با عایق* ۲/۵cm	بدون عایق	با عایق* ۲/۵cm	بدون عایق	با عایق* ۲/۵cm	بدون عایق	با عایق* ۲/۵cm
دیوار با آجر فشاری	۱۱	۳/۲۵	۱/۰۷	۲/۸۰	۱/۰۲	۲/۴۷	۰/۹۷	۲/۴۱	۰/۹۶	۲/۴۵	۰/۹۷
	۲۲	۲/۲۵	۰/۹۴	۲/۰۲	۰/۸۹	۱/۸۴	۰/۸۶	۱/۸۱	۰/۸۵	۱/۸۳	۰/۸۵
	۳۳	۱/۷۲	۰/۸۳	۱/۵۸	۰/۸۰	۱/۴۷	۰/۷۷	۱/۴۵	۰/۷۶	-	-
	۴۵	۱/۳۷	۰/۷۴	۱/۲۷	۰/۷۱	۱/۲۰	۰/۶۹	۱/۲۸	۰/۷۱	-	-
دیوار با آجر مجوف سفالی	۱۱	۳/۳۳	۱/۰۸	۲/۸۵	۱/۰۳	۲/۵۲	۰/۹۸	۲/۴۶	۰/۹۶	۲/۵۰	۰/۹۸
	۲۲	۲/۲۲	۰/۹۳	۲/۰۰	۰/۸۹	۱/۸۳	۰/۸۵	۱/۸۰	۰/۸۵	۱/۸۲	۰/۸۵
دیوار با بلوک سیمانی	۱۰	۳/۳۸	۱/۰۸	۲/۸۵	۱/۰۳	۲/۵۵	۰/۹۸	۲/۴۹	۰/۹۷	۲/۵۳	۰/۹۸
	۲۰	۲/۷۳	۱/۰۱	۲/۴۰	۰/۹۶	۲/۱۶	۰/۹۲	۲/۱۱	۰/۹۱	۲/۱۵	۰/۹۲
دیوار با بلوک بتن اسفنجی	۱۰	۱/۱۳	-	۱/۰۷	-	۱/۰۲	-	۱/۰۱	-	۱/۰۲	-
	۲۰	۰/۶۳	-	۰/۶۱	-	۰/۵۹	-	۰/۵۹	-	۰/۵۹	-
دیوار بتنی	۱۰	۴/۴۱	۱/۱۷	۳/۶۱	۱/۱۰	۳/۰۸	۱/۰۵	۳/۰۰	۱/۰۴	۳/۰۵	۱/۰۵
	۲۰	۱/۲۵	۰/۷	۱/۱۸	۰/۶۸	۱/۱۱	۰/۶۶	۱/۱۰	۰/۶۵	۱/۱۱	۰/۶۶
دیوار پلی استایرن با بتن پاشیده	۱۱	۰/۴۴	-	۰/۴۳	-	۰/۴۳	-	۰/۴۲	-	۰/۴۳	-

$$k = 0.04 \frac{W.m}{m^2.K} \text{ * عایق از نوع استایرن با قابلیت هدایت گرمایی}$$

نکته



مرجع اصلی محاسبات مقدار U مرکز تحقیقات مسکن و شهرسازی است.

جدول ۲- مقدار U برای انواع در و پنجره

نوع در و پنجره	$\frac{W}{m^2.K}$
در چوبی (داخلی و خارجی)	۲/۳
پنجره‌های داخلی شیشه‌دار	۳/۵
پنجره چوبی با شیشه (خارجی)	۵/۲
در آهنی (داخلی یا خارجی)	۵/۸
پنجره آهنی با شیشه	۵/۸
پنجره ویترونی	۵/۸
پنجره مضاعف با کادر چوبی	۳/۲
پنجره مضاعف با کادر فلزی	۳/۳
پنجره فلزی با شیشه مضاعف	۳/۷
پنجره چوبی با شیشه مضاعف	۳/۵
پنجره UPVC با شیشه ساده	۵/۸
پنجره UPVC با شیشه دوجداره (۱۲ میلی‌متر فاصله هوایی)	۱/۷
پنجره UPVC با شیشه دوجداره (۶ میلی‌متر فاصله هوایی)	۲/۸
شیشه یک جداره	۵/۶
شیشه دوجداره با ۲۰ mm فضای خالی	۲/۹
شیشه دوجداره با ۱۲ mm فضای خالی	۳
شیشه دوجداره با ۶ mm فضای خالی	۳/۴
شیشه دوجداره با ۳ mm فضای خالی	۴
شیشه سه جداره با ۲۰ mm فضای خالی	۲
شیشه سه جداره با ۱۲ mm فضای خالی	۲/۱
شیشه سه جداره با ۶ mm فضای خالی	۲/۵
شیشه سه جداره با ۳ mm فضای خالی	۳

جدول ۳- مقدار U برای سقف‌های مختلف $\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$

ضخامت سقف به cm					انواع سقف
۳۰	۲۰	۱۵	۱۰	۷/۵	
۲	۲/۵	۲/۹	۳/۴	۳/۶	سقف بتونی با آسفالت و اندود در داخل
۲/۲	۲/۸	۳/۳	۳/۸	۴/۲	سقف بتونی با آسفالت بدون اندود
۰/۹	۱	۱/۲	۱/۳	۱/۳	سقف بتونی با آسفالت و (۵ سانتی‌متر) عایق
۰/۶	۰/۶	۰/۷	۰/۷	۰/۷	سقف بتونی با آسفالت و (۵ سانتی‌متر) عایق و اندود
۱/۵	۱/۶	۱/۷	۱/۹	۱/۹	سقف بتونی با آسفالت و (۱۲ سانتی‌متر) عایق بدون اندود
۱/۶	۱/۹	۱/۹	۲	-	سقف بتونی با آسفالت و سقف کاذب
		۲/۵			سقف بتونی با آجر میان تهی به ضخامت (۱۵ سانتی‌متر) و آسفالت و اندود
	۲/۳				سقف معمولی آجری با آسفالت و اندود گچ

اتلاف گرمایی از کف و دیوارهای متصل به زمین:

برای محاسبه مقدار انتقال گرما از دیوارها و کف متصل به زمین، می‌توان برحسب دمای زمین مقدار اتلاف گرمایی هر مترمربع کف و دیوار متصل به زمین را از جدول تلفات گرمایی از کف به دست آورد و در مساحت کف یا دیوار متصل به زمین ضرب کرد.

جدول ۴- تلفات گرمایی از کف و دیوارهای زیرزمین

مناطق *	دمای زمین $^\circ C$	اتلاف گرمایی از کف $\frac{W}{m^2}$	اتلاف گرمایی از دیوارهای زیرزمین $\frac{W}{m^2}$
سردسیر	۵	۱۰	۲۰
معتدل	۱۰	۶	۱۲
گرمسیر	۱۵	۳	۶

* میانگین دمای کمینه زمستانی کمتر از $5^\circ C$ - مناطق سردسیر

میانگین دمای کمینه زمستانی بین $0^\circ C$ تا $5^\circ C$ - مناطق معتدل

میانگین دمای کمینه زمستانی بیشتر از $0^\circ C$ - مناطق گرمسیر

تلفات گرمایی از راه نفوذ یا تعویض هوا (H_p): برای محاسبه تلفات گرمایی از راه نفوذ یا تعویض هوا، ابتدا باید مقدار هوای نفوذ را محاسبه کنیم. چگونگی ورود هوا به داخل ساختمان :

نفوذ هوا به داخل ساختمان همواره یکی از روش‌های مهم دفع گرما در زمستان است.

۱- سرعت باد: سرعت باد باعث ایجاد فشار در سمت مشرف به باد و همچنین خلأ ملایمی در سمت داخل ساختمان شده، سبب نفوذ هوای خارج از درز درها و پنجره‌ها به‌ویژه به داخل می‌شود. در زمستان نفوذ هوا از پایین ساختمان و رانش هوا از بالای ساختمان خواهد بود.

مقدار هوای نفوذی بستگی دارد به میزان بسته بودن درها و پنجره‌ها، ارتفاع ساختمان، کیفیت روکار ساختمان، جهت و سرعت وزش باد و یا مقدار هوایی که برای تهویه یا تعویض در نظر گرفته می‌شود. تهویه هوا به منظور تأمین اکسیژن مصرف شده توسط ساکنین و یا خروج دوده و گرما و غبار ناشی از بعضی وسایل در مکان‌هایی مثل کارخانجات امری ضروری است. این امر ممکن است به‌طور طبیعی با باز کردن درها و پنجره‌ها و یا به‌صورت اجباری توسط بادزن صورت گیرد. در محاسبات گرمایش مرکزی، حجم هوای ورودی به داخل ساختمان را می‌توان با یکی از روش‌های زیر محاسبه نمود:

(۱) روش درزی (۲) روش حجمی

۱- روش حجمی :

در این روش جهت محاسبه مقدار هوای نفوذی از این فرمول استفاده می‌شود: $V = v \times n$

■ حجم هوای نفوذی بر حسب مترمکعب در ساعت $v = [CFH]$

■ حجم اتاق یا محیط موردنظر بر حسب مترمکعب v

■ دفعات تعویض هوای اتاق در ساعت از جدول n

همان‌طور که از فرمول فوق استنباط می‌گردد، در این روش مقدار هوای نفوذی از پایه تعداد دفعاتی که در مدت یک ساعت، هوای اتاق با هوای تازه تعویض می‌شود، برآورد می‌گردد.

تعداد تعویض هوا در ساعت	وضعیت اتاق
۰/۵	اتاق بدون در و پنجره خارجی
۱	اتاق با در و پنجره خارجی از یک طرف
۱/۵	اتاق با در و پنجره خارجی از دو طرف
۲	اتاق با در و پنجره خارجی از سه یا چند طرف

توجه: برای اتاق‌های در و پنجره‌دار، با زهوار و درزبند خوب، ۵۰٪ ارقام جدول منظور شود.
برای منازل مسکونی $\frac{3}{4}$ ارقام جدول محاسبه می‌شود.

نکته



باید توجه نمود تعداد دفعات تعویض (n) که در جدول ارائه گردیده بر مبنای نفوذ و تهویه طبیعی هوا و بدون کمک وسایلی نظیر ونتیلاتور است.

با استفاده از روش حجمی مقدار V را برای اتاق‌ها محاسبه می‌کنیم.
در فضاهایی از قبیل آشپزخانه، کارگاه و... که از هواکش استفاده می‌شود، میزان هوای تازه نفوذی برابر با دبی یا ظرفیت هواکش (ونتیلاتور) خواهد بود.

۲- محاسبه بار گرمایی هوای نفوذی :

پس از محاسبه حجم هوای نفوذی به داخل اتاق، از طریق فرمول زیر، مقدار بار گرمایی آن را محاسبه می‌کنیم.

$$H_v = C_p \rho V (T_r - T_{od})$$

اتلاف گرمایی محسوس ناشی از نفوذ برحسب $H_v = \text{watt}$

$$V = \left[\frac{\text{m}^3}{\text{hr}} \right] \text{ دبی هوای نفوذی برحسب}$$

$$C_p = \left[\frac{\text{W}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \right] \text{ ضریب گرمایی ویژه هوا در فشار ثابت در شرایط استاندارد}$$

ρ = جرم مخصوص هوا در شرایط استاندارد

$$H_v = \frac{1}{3} n V (T_i - T_o) \text{ پس از اعمال مقادیر استاندارد و ساده‌سازی خواهیم داشت:}$$

n = تعداد تعویض هوای اتاق در ساعت در اثر نفوذ هوا

V = (m^۳) حجم هوای اتاق برحسب

$$nV = \left(\frac{\text{m}^3}{\text{hr}} \right) \text{ دبی حجمی هوای نفوذی برحسب}$$

ضرایب تصحیح در محاسبات بار گرمایی

اتلاف گرمایی محاسبه شده برای بعضی از ساختمان‌ها که شرایط ویژه‌ای دارند، نمی‌تواند ملاک تعیین ظرفیت دستگاه‌های گرمایش باشد. بنابراین لازم است که درصدی بار اضافی به‌عنوان ضرایب تصحیح به مقدار بار محاسبه شده اضافه شود که در برگه‌های محاسباتی تحت عنوان ضرایب تصحیح به‌صورت زیر تعریف می‌شوند.

جدول ۵- ضریب جهت

جهت جدار	ضریب
شمال و شرق	۱۰٪
مغرب	۵٪

۱- ضریب جهت

۲- ضریب موقعیت:

برای سطوحی که بادگیر هستند ۵٪ تا ۱۰٪
بادگیر بودن جدارها بستگی به جهت وزش باد دارد و در هر شهر متفاوت است و با تغییر وضعیت آب و هوا تغییر می‌کند (در ایران معمولاً از غرب به شرق است)

۳- ضریب تناوب:

جدول ۶- ضریب تناوب

ساختمان‌هایی که فقط روزها گرم می‌شوند	۱۰٪ تا ۱۵٪
ساختمان‌هایی که روزها مورد استفاده نیستند	۲۵٪ تا ۳۰٪
ساختمان‌هایی که برای مدت طولانی گرم نمی‌شوند	تا ۵۰٪

۴- ضریب ارتفاع:

برای اتاق‌هایی که بیش از ۱۵ فوت (۴/۵) متر ارتفاع دارند با استفاده از جدول زیر :

جدول ۷- ضریب ارتفاع

ارتفاع برحسب متر	۱۱	۱۰	۹	۸/۲	۷/۳	۶/۴	۵/۵	۴/۵
ارتفاع برحسب فوت	۳۶	۳۳	۳۰	۲۷	۲۴	۲۱	۱۸	۱۵
درصد اضافی	۲۰	۱۷/۵	۱۵	۱۲/۵	۱۰	۷/۵	۵	۲/۵

مثال: تلفات گرمایی از نمازخانه اداره‌ای در شهر قم و با دیوار شمالی و ارتفاع ۵/۵ متر برابر ۶۰۰۰ وات است. اتلاف گرمایی نمازخانه پس از در نظر گرفتن ضرایب تصحیح به صورت زیر محاسبه می‌شود:

پاسخ: به دلیل اینکه نمازخانه اداره فقط روزها گرم می‌شود ضریب تناوب طبق جدول ۱۵ درصد و چون ارتفاع نیز از ۴/۵ متر بیشتر است طبق جدول، ضریب ارتفاع ۵ درصد با توجه به اینکه دیوار در ضلع شمالی است باید ضریب جهت ۱۰ درصد در نظر گرفته شود. چون دیوار در ضلع شمالی است باد غالب در نظر نمی‌گیریم.

$$H = 6000W, F = \%15 + \%5 + \%10 = \%30$$

$$H = H + (F \times H) = 6000 + (\%30 \times 6000) = 6000 + 1800 = 7800W$$

F = Factor * ضریب

برگ محاسباتی نمونه

در این قسمت برگ محاسباتی نمونه ارائه شده است که برای محاسبات دستی (به کمک اکسل) می‌توان از آن استفاده نمود:

برگه محاسباتی بار گرمایی														
اتاق:		سالن‌ها ل و پذیرایی			حجم: ۴۴۵/۵۰m ^۳			طول: ۱۳/۵m			دمای طرح داخل: ۲۲(C)ti			
طبقه:		همکف			تاریخ: ۱۳۹۵/۰۶/۰۵			عرض: ۱۱m			دمای طرح خارج: ۴/۴۴(C)to			
کاربری:		مسکونی						ارتفاع: ۳m			اختلاف دما: ۲۶/۴۴(C)ti.to			
اتلاف گرمایی از جدارها														
اتلاف گرمایی کلی (W)	جمع ضرایب (درصد)	ضریب تناوب (درصد)	ضریب موقعیت (درصد)	ضریب ارتفاع (درصد)	ضریب جهت (درصد)	اتلاف گرمایی (W)	اختلاف دما (C)	U W m ^۲ -C	سطح خالص (m ^۲)	سطح کم شده (m ^۲)	ارتفاع یا عرض (m)	طول (m)	تعداد	جدار و جهت
۱۲۵۵/۲۷	۵	۰	۵	۰	۰	۱۱۹۵/۵۰	۲۶/۴۴	۱/۷۹	۲۵/۲۶	۷/۷۴	۳	۱۱	۱	دیوار خارجی جنوبی
۵۵۸/۶۸	۵	۰	۵	۰	۰	۵۳۲/۰۸	۲۶/۴۴	۲/۶	۷/۷۴	۰/۰۰	۱/۸	۴/۳	۱	پنجره خارجی جنوبی
۰/۰۰	۵	۰	۵	۰	۰	۰/۰۰	۲۶/۴۴	۵/۸	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	در خارجی جنوبی
۰/۰۰	۱۰	۰	۰	۰	۱۰	۰/۰۰	۲۶/۴۴	۱/۸۲	۰/۰۰	۰/۰۰	۳	۶	۰/۰۰	دیوار خارجی شرقی
۰/۰۰	۱۰	۰	۰	۰	۱۰	۰/۰۰	۲۶/۴۴	۲/۶	۰/۰۰	۰/۰۰	۱/۸	۰/۷۵	۰/۰۰	پنجره خارجی شرقی
۰/۰۰	۵	۰	۰	۰	۵	۰/۰۰	۲۶/۴۴	۱/۸۲	۰/۰۰	۰/۰۰	۳	۶	۰/۰۰	دیوار خارجی غربی
۰/۰۰	۰	۰	۰	۰	۵	۰/۰۰	۲۶/۴۴	۲/۵	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	پنجره خارجی غربی
۰/۰۰	۰	۰	۰	۰	۵	۰/۰۰	۲۶/۴۴	۵/۸	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	در خارجی غربی
۱۴۲۸/۳۸	۰	۰	۰	۰	۰	۱۴۲۸/۳۸	۱۵/۱	۰/۶۳۷	۱۴۸/۵۰	۰/۰۰	۱۱	۱۳/۵	۱	کف
۰/۰۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۰	۰	۱/۵	۰/۰۰	۰/۰۰	۱۱	۱۳/۵	۰/۰۰	سقف
۲۷۹۶/۸۲	۰	۰	۰	۰	۰	۲۷۹۶/۸۲	۱۵/۱	۲/۵۲	۷۳/۵۰	۰/۰۰	۳	۲۴/۵	۱	دیوار داخلی
۰/۰۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۰			۰/۰۰	۰/۰۰				
۰/۰۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۰			۰/۰۰	۰/۰۰				
۰/۰۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۰			۰/۰۰	۰/۰۰				
۰/۰۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۰			۰/۰۰	۰/۰۰				
۵۸۳۰/۶۱	اختلاف دما (C)۲۶/۴۴× ارتفاع (m)۳× عرض (m)۱۱× طول (m)۱۳/۵× ۱/۵ hr/l× ۱/۳ (اتلاف گرمایی هوای تازه)													
۱۱۸۶۹/۷۷	جمع کل تلفات گرمایی													

سیستم‌های سرمایشی در تهویه مطبوع

تعریف تبرید: اگر گرما را از یک محیط خارج کنیم به آن محیط سرد می‌گوییم؛ همان‌طور که اگر از ورود نور به یک محیط جلوگیری کنیم به آن محیط، تاریک می‌گوییم. گرفتن گرما از یک محیط با دمای پایین و انتقال آن به یک محیط با دمای بالاتر را تبرید گویند.

کارکردهای مختلفی از سیستم‌های سرمایشی در زمینه صنعت، بهداشت و ساختمان را به کلاس ارائه دهید.

پژوهش کنید

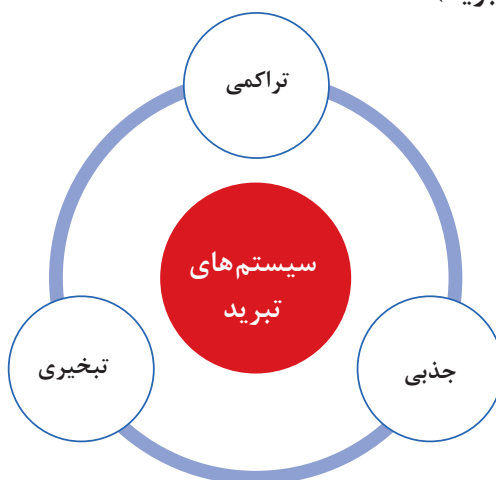


نکته



با توجه به بیان کلازیوس از اصل دوم ترمودینامیک انتقال گرما از یک محیط با دمای پایین به یک محیط با دمای بالا به خودی خود امکان‌پذیر نیست و نیاز به یک منبع دارد.

سیستم‌های سرمایشی (تبرید):



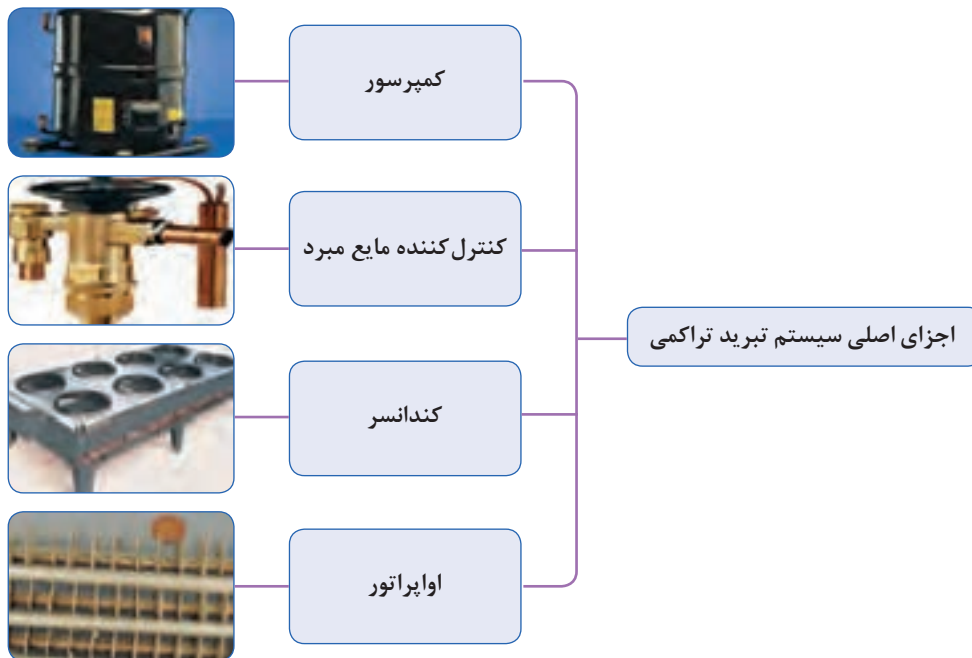
در مورد سیستم‌های تبرید پیرامون خود بحث نمایید.

گفت‌وگوی کلاسی

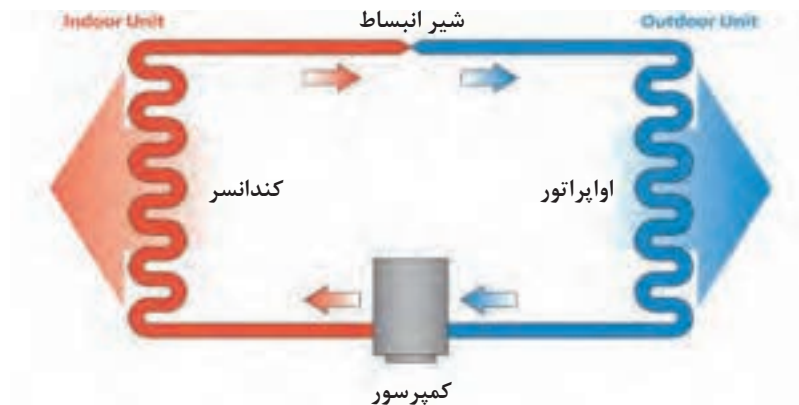


الف) سیستم تبرید تراکمی تبخیری

در سردکردن با عملیات مکانیکی از یک کمپرسور برای متراکم کردن گاز استفاده می‌شود و به این ترتیب سیکل حاصله را سیکل تراکمی می‌نامند.



ماده سرمازا در اواپراتور، گرمای محیط اطراف خود را جذب کرده و در کندانسر آن را دفع می‌کند. به عبارت دیگر کمپرسور گاز سرمازا را در وضعیتی قرار می‌دهد که گرما را که قبلاً و از محیطی با فشار کم جذب کرده بود پس بدهد. چون کمپرسور گرما را از محیطی به محیط دیگر انتقال می‌دهد به آن پمپ گرمایی نیز می‌گویند. یک سیستم سردکننده از یک قسمت فشار قوی و یک قسمت فشار ضعیف تشکیل شده است که گرما از سمت فشار ضعیف گرفته می‌شود و در سمت فشار قوی دفع می‌شود.

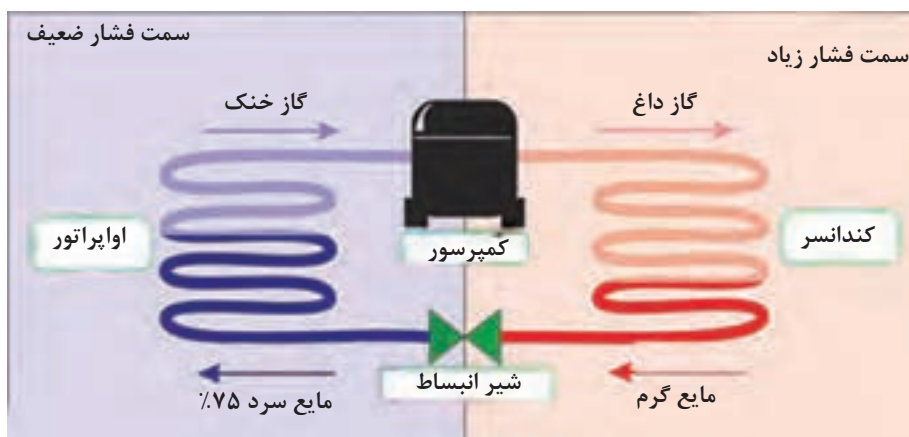


شکل ۱۳- سیکل تبرید

اجزای اصلی یک سیستم تبرید تراکمی:

سمت فشار ضعیف: شیر انبساط - اواپراتور

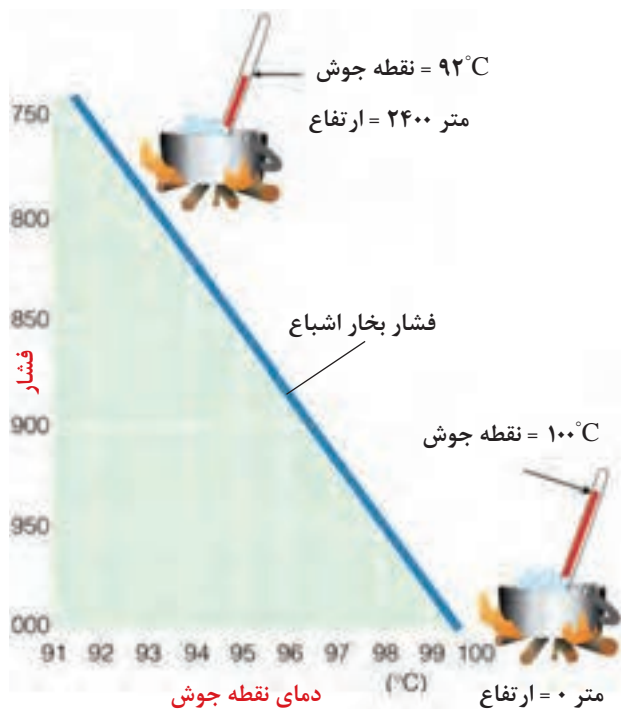
سمت فشار زیاد: کمپرسور - کندانسر



شکل ۱۴- چرخه تبرید

رابطه دما و فشار

همان طور که می دانید آب خالص در کنار ساحل دریا و فشار یک اتمسفر در دمای 100°C درجه سلسیوس به جوش می آید و هرچه از سطح دریا به سمت ارتفاعات پیش برویم بر اثر کاهش فشار نقطه جوش آب نیز پایین می آید.





به نظر شما زودپز چه تأثیری بر دمای نقطه جوش آب دارد؟

پرسش
کلاسی



نکته



تقریباً به ازای هر ۳۰۰ متر افزایش ارتفاع از سطح دریا 1°C از دمای جوش آب کاسته می‌شود.

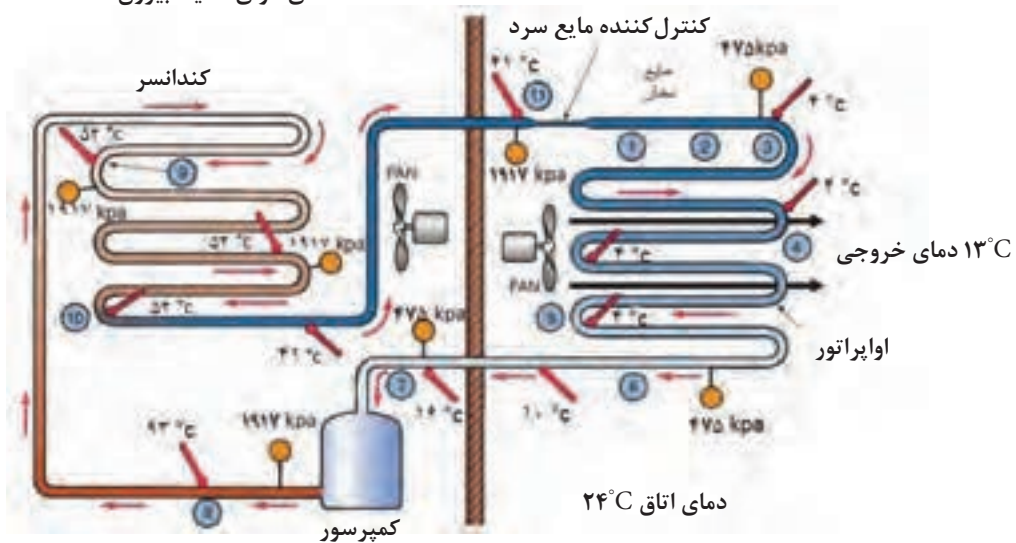
آب در ارتفاع ۱۵۰۰ متری در چه دمایی به جوش می‌آید؟

پرسش
کلاسی



رابطه فشار و دما بر روی مبردها

دمای هوای محیط بیرون 35°C



مبرد R-۲۲



بیان کنید چرا دمای مبرد در ورود به کندانسر زیاد و در خروجی آن کم است؟



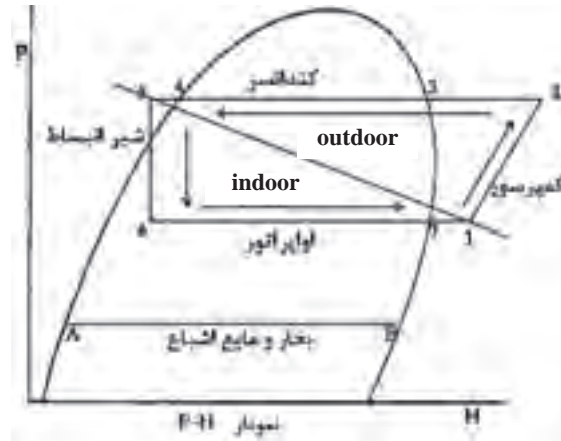
با توجه به شکل و داده‌های زیر جدول را تکمیل کنید.

93°C - 42°C - 15°C - 469 kpa - 1930 kpa - 469 kpa



قسمت	دما $^{\circ}\text{C}$	فشار kpa
۱		۱۹۳۰
۲		
۳	۵	
۴		

اصول کارکرد سیکل تراکمی در یخچال





با توجه به شکل دما - فشار و نمودار P-H جدول زیر را تکمیل کنید.


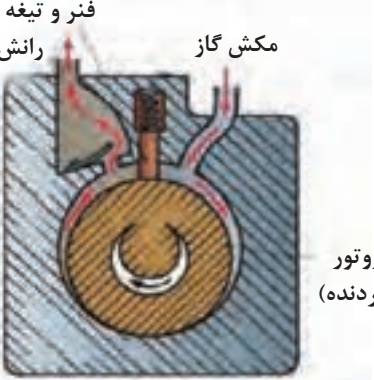





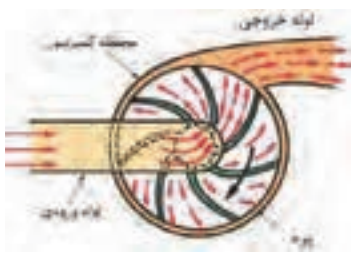
شرح فرایند	محل فرایند	فرایند
افزایش فشار گاز	کمپرسور	۱-۲
دفع گرمای گاز فوق داغ		۲-۳
		۳-۴
	کندانسر	۴-۵
		۵-۶
جذب گرما - مخلوط گاز و مایع		۶-۷
	اوپراتور	۷-۱

کمپرسور

کمپرسور قلب یک سیستم تراکمی است. کمپرسور بخار سرد مبرد را از قسمت اواپراتور از طریق لوله مکش (برگشت- ساکشن) جذب کرده و پس از متراکم نمودن آن از طریق لوله رفت (دهش - دیس شارژ) با فشار و دمای بالا به سمت کندانسر هدایت می‌کند.



انواع کمپرسور		
شکل	ساختمان	نام کمپرسور
		پیستونی

		<p>روتاری</p>
		<p>اسکرال</p>
		<p>اسکرو</p>
		<p>سانتریفیوژ</p>

کدام یک از کمپرسورهای ذکر شده ویژه مناطق گرمسیر می‌باشد؟ چرا؟

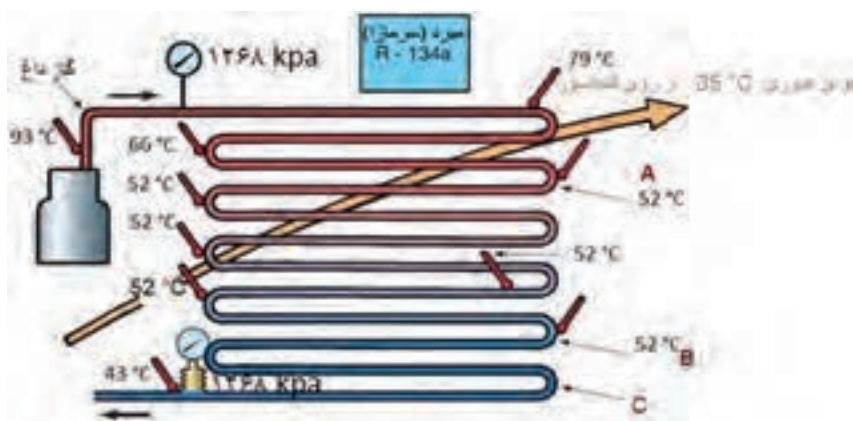
پژوهش کنید





کدام یک از انواع کمپرسورها در کولرهای گازی مورد استفاده قرار می گیرد؟

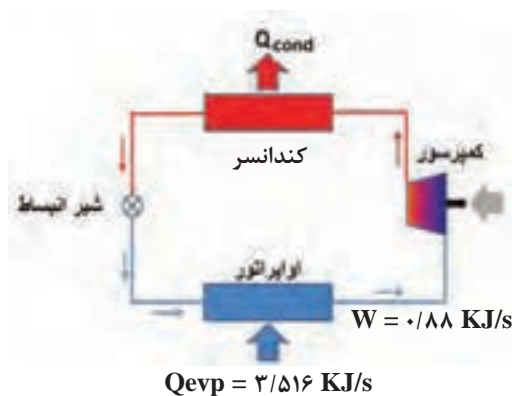
کندانسر یا تقطیرکننده: کندانسر یک مبدل گرمایی است که گاز داغ مبرد را پس از خروج از کمپرسور بر اثر تبادل گرمایی با سیالی دیگر مانند هوا یا آب خنک تقطیر کرده و به مایع مبرد تبدیل می کند. در تصویر زیر حالت های فشار و دما برای مبرد R-134a بیان شده است.



در کدام یک از نقاط A، B، یا C بخار مبرد شروع به مایع شدن می کند؟

گرمای دفع شده در کندانسر = گرمای جذب شده در اواپراتور + گرمای حاصل از تراکم در کمپرسور

$$Q_{\text{comp}} + Q_{\text{evap}} = Q_{\text{cond}}$$



با توجه به شکل بالا در صورتی که گرمای جذب شده

در اواپراتور $3.516 \frac{\text{KJ}}{\text{sec}}$ و گرمای حاصل از تراکم

در کمپرسور $0.88 \frac{\text{KJ}}{\text{sec}}$ باشد مقدار گرمای دفع




شده در کندانسر را بر حسب $\frac{\text{KJ}}{\text{sec}}$ محاسبه کنید.

ضریب عملکرد

برای بیان بازده در سیستم‌های سردکننده از ضریب عملکرد استفاده می‌کنیم. ضریب عملکرد عبارت است از نسبت سرمای ایجاد شده در اواپراتور به انرژی الکتریکی مصرفی در کمپرسور در شکل بالا ضریب عملکرد $\frac{3/516}{0/88} = 4$ که عددی بزرگتر از واحد است. یعنی به ازای هر کیلو وات انرژی مصرف شده، ۴ کیلو وات سرما حاصل شده است.

انواع کندانسر

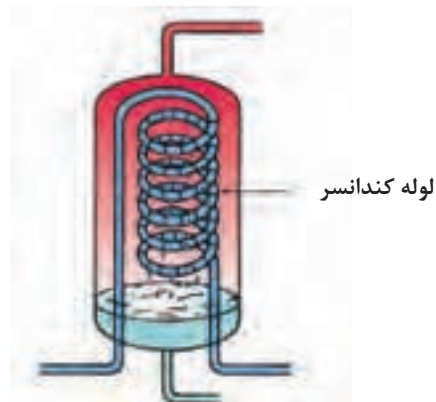
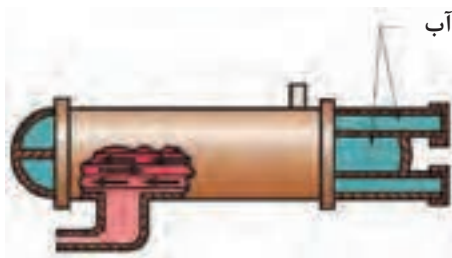
کندانسرها به سه دسته تقسیم می‌شوند

انواع کندانسر		
نوع	کاربرد	شکل
۱- کندانسر هوایی: در این نوع کندانسر گاز مبرد به صورت مستقیم با هوا خنک می‌شود.	بیشتر در مناطق حاره‌ای با رطوبت بالا	
۲- کندانسر آبی: در این نوع کندانسر گاز مبرد با آب برج خنک کننده خنک می‌شود.	در مناطق گرم و خشک	
۳- کندانسر تبخیری: در این نوع کندانسر گاز مبرد با لوله مسی وارد فضای برج خنک کننده شده و ضمن خنک شدن با آب، با هوا نیز به صورت هم‌زمان خنک می‌شود.	در مناطق با فشار و دمای بالا	

با توجه به جدول بالا در مورد هریک از کندانسرها بحث کنید.

گفت‌وگوی
کلاسی





با توجه به شکل بالا مسیر سیال خنک کننده و مبرد را روی شکل مشخص کنید.

کار کلاسی



وسیله انبساط مایع مبرد

وظیفه وسیله انبساط مایع مبرد ایجاد افت فشار در سیکل تبرید است.



- ۱- با توجه به شکل سیکل تبرید مایع مبرد در کدام قسمت سیکل تبرید قرار می گیرد؟
- ۲- در سیستم های با ظرفیت پایین، از کدام نوع کنترل کننده مایع مبرد استفاده می شود؟

گفت وگویی کلاسی

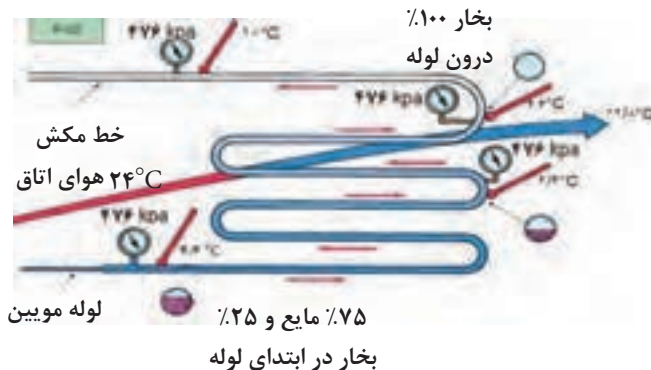


یکی از مزایای لوله موئین این است که به هنگام خاموشی کمپرسور، جریان مبرد از سمت فشار زیاد سیستم به سمت کم فشار ادامه می یابد تا تعادل فشار در سیستم برقرار شود، بنابراین کمپرسور بی بار راه اندازی می شود. انتخاب صحیح کنترل کننده مایع مبرد بستگی به ظرفیت سیستم سرمایی کمپرسور دارد.



چرا به هنگام خاموش کردن یخچال، بلافاصله نباید دستگاه را روشن نماییم؟

اوپراتور یا تبخیر کننده



اوپراتور همانند کندانسر یک مبدل گرمایی است که گرما را از محیط اطراف خود جذب می‌کند و باعث خنک شدن محیط می‌شود. اوپراتور با جذب گرما از سیال دیگر مانند آب یا هوا مبرد را تبخیر کرده و به گاز مبرد تبدیل می‌کند. مبرد در ابتدای ورود به اوپراتور مایع است ولی در انتهای اوپراتور باید بخار کامل باشد.



- ۱- به چه دلیل مبرد در خروجی اوپراتور باید به صورت ۱۰۰٪ به بخار تبدیل شود؟
- ۲- آیا مایع ورودی به اوپراتور می‌تواند ۱۰۰٪ مایع اشباع باشد؟ چرا؟

انواع اوپراتورها

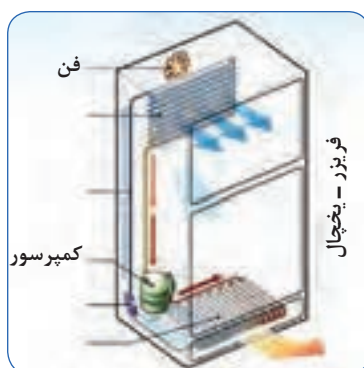
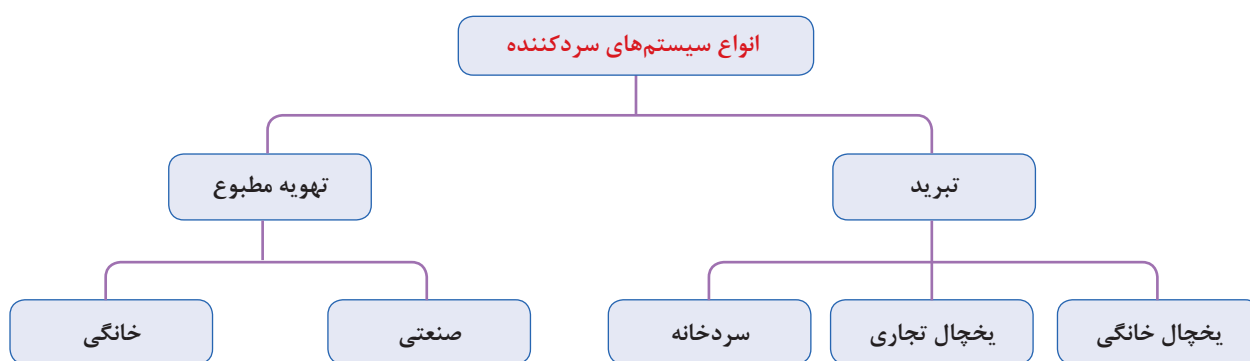
شکل	کاربرد	نوع
	در یخچال، صنایع تهویه مطبوع مانند کولر دوتکه و چیلرها استفاده می‌شوند.	هوایی
	در چیلرها، صنایع نفت و گاز و داروسازی و... کاربرد دارند.	آبی



چرا در زیر اواپراتورهای یخچال و کولر، برای جمع‌آوری آب و تخلیه آن سینی قرار می‌دهند؟

انواع سیستم‌های سردکننده

سیستم سردکننده خانگی - یخچال خانگی

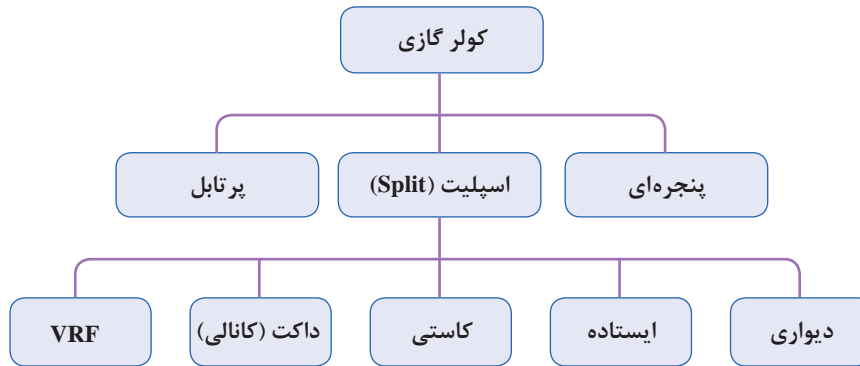


اجزای اصلی تشکیل‌دهنده یخچال



کولر گازی

نوعی از سیستم‌های تهویه مطبوع می‌باشد که شامل چرخه سرمایش مبتنی بر تراکم و انبساط گاز است.



تفاوت کولر گازی با کولر آبی در چیست؟

گفت‌وگوی
کلاسی



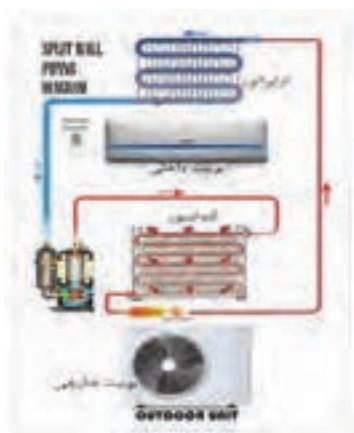
دوتکه (split): کلمه اسپلیت در لاتین به معنای دوتکه یا جدا از هم می‌باشد. دستگاه اسپلیت از دو بخش داخلی (Indoor) و خارجی (Outdoor) تشکیل شده است. ارتباط بین واحد داخلی و خارجی توسط دو لوله مسی به عنوان لوله مکش و دهش برقرار می‌شود.

دلایل استفاده از قرار دادن کمپرسور در بخش خارجی چیست؟

کار کلاسی



انواع کولر دوتکه (اسپلیت)



دیواری



ایستاده



سقفی (کاستی)



داکت (کانالی)



سیستم تهویه مطبوع مرکزی VRF



هرکدام از هنجریان در مورد عملکرد یکی از انواع کولر گازی پژوهش نموده و به کلاس ارائه نمایید.



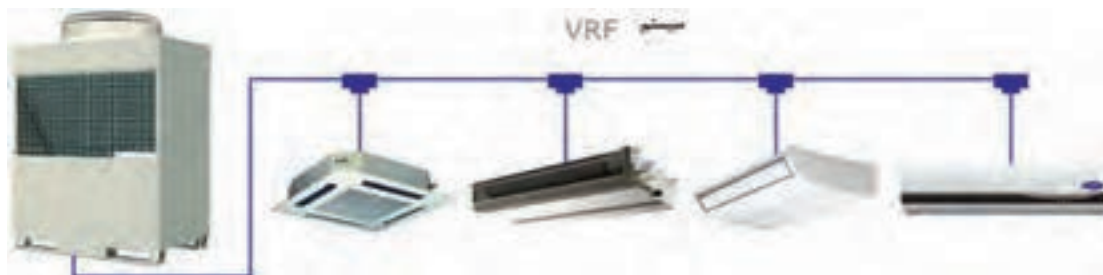
کولر گازی پرتابل : اغلب واحدهای تهویه مطبوع ثابت هستند و امکان جابه‌جایی آنها وجود ندارد یا اینکه به راحتی قابل جابه‌جایی نیستند. اما این محدودیت در کولر گازی پرتابل وجود ندارد و به راحتی با چرخ‌هایی که در زیر دستگاه تعبیه شده است و با ابعاد کوچک می‌توان آن را تغییر وضعیت داد تا در زاویه و محل موردنظر شما قرار گیرد. در قسمت پشت کولر گازی پرتابل لوله‌ای خرطومی شکل وجود دارد که از آن حرارت موتور خارج می‌شود، لذا یک سر این لوله باید به بیرون هدایت شود. ظرفیت کولرهای گازی پرتابل معمولاً از ۱۵ هزار BTU فراتر نیست و برای اتاق‌های کوچک مناسب هستند.



مزایا و معایب کولر گازی پرتابل را مورد بررسی قرار دهید.

سیستم VRF (Variable Refrigerant Flow)

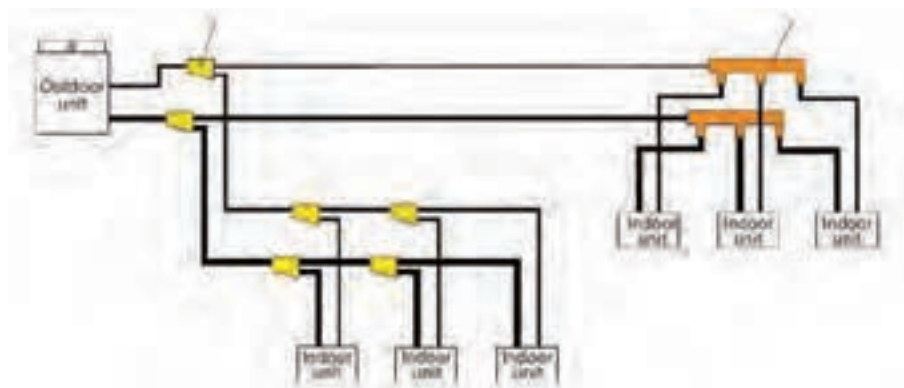
VRF به معنی جریان مبرد متغیر است و یک نوع سیستم تهویه مطبوع مرکزی می‌باشد. این سیستم خود دارای انواع زیر است:



۱- سیستم فقط سرمایش: این سیستم شامل قطعات زیر است و قابلیت آن فقط ایجاد سرمایش در پنل‌های داخلی می‌باشد.

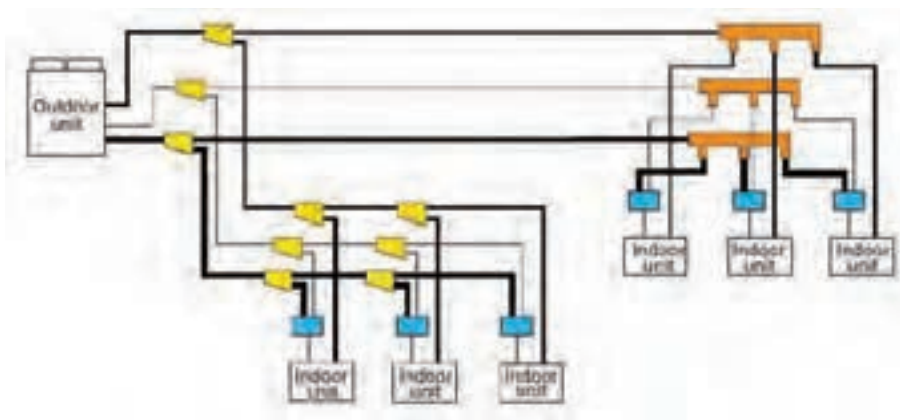
۲- سیستم فقط گرمایش

۳- سیستم هیت پمپ سرمایشی و گرمایشی



شکل ۱۵- نمای سیستم VRF در حالت‌های ۱ و ۲ و ۳

۴- سیستم هیت پمپ با قابلیت بازیافت انرژی (HR VRF) این قابلیت را به یونیت‌های داخلی می‌دهند که به‌طور همزمان چند یونیت در حالت سرمایش و چند یونیت در حالت گرمایش عمل کنند. بیشتر سازندگان VRF برای این سیستم از روش سه لوله‌ای با چیدمان خاص دریچه‌ها استفاده می‌کنند. خط مایع، خط گاز داغ و خط مکش هر یونیت داخلی با استفاده از دریچه‌های کنترل شونده از سه لوله انشعاب می‌گیرد. هر یونیتی که بخواهد در حالت گرمایش عمل کند دریچه‌های خط گاز داغ و مایع را باز کرده و به عنوان کندانسر عمل می‌کند. همچنین گرمای دفع شده از یونیتی که در حال سرمایش است با استفاده از مبدل‌های حرارتی جذب و به مبرد مدار یونیت در حال گرمایش داده می‌شود و بدین ترتیب گرما بازیافت شده و در مصرف انرژی (روشن بودن کمپرسورها) صرفه‌جویی می‌شود.



مثلاً اگر یک یونیت در حال سرمایش با COP یا ضریب عملکرد ۳/۵ و یونیت دیگری در حال گرمایش با COP معادل ۴/۵ باشد، میزان COP سیستم بازیافت برابر ۸ می‌باشد. البته باید توجه کرد که در همه ایام سال و یا در همه ساختمان‌ها ممکن است به گرمایش و سرمایش همزمان نیاز نباشد. در برخی ساختمان‌ها ممکن است گاهی و یا همیشه این نیاز وجود داشته باشد که تعدادی از واحدها نیاز به گرمایش و تعداد دیگری نیاز به سرمایش داشته باشند. به عنوان مثال در پروژه‌هایی که اتاق برق و اتاق سرور وجود دارد در چهار فصل سال نیاز به سرمایش وجود دارد. پس اگر در زمستان سیستم در حالت گرمایش همه اتاق‌های پروژه باشد اتاق‌های سرور و اتاق برق نیاز به سرمایش دارند.

چرا استفاده از گرمایش سیستم‌های اسپلیت و VRF به نفع اقتصاد کشور نمی‌باشد؟

گفت‌وگوی
کلاسی



در مورد راندمان نیروگاه‌های کشور تحقیق کنید و نتایج را به کلاس ارائه دهید.

پژوهش‌کنید



در مورد تفاوت چیلر با سیستم جریان مبرد متغیر VRF تحقیق کرده و در کلاس ارائه دهید.

پژوهش‌کنید



دیگر سیستم‌های تبرید:

چیلر

چیلر دستگاهی است که برای سرد کردن آب به عنوان سیال واسطه برای خنک کردن هوای محیط توسط دستگاهی مانند هواساز و فن کوئل مورد استفاده قرار می‌گیرد.

انواع چیلر

جذبی

تراکمی



تجهیزات
نیروگاهی

کاربرد چیلر

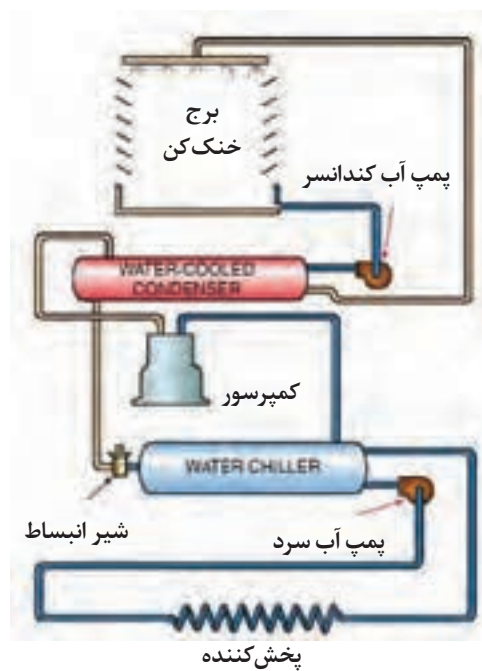
تهویه مطبوع

تولید مواد
غذایی و
آشامیدنی

داروسازی

چیلر تراکمی: همان گونه که از نام آن مشخص است این دستگاه سردکننده براساس سیکل تبرید تراکمی تبخیری کار می کند. چیلر تراکمی در ظرفیت های کوچک (مینی چیلر) و در ظرفیت های بزرگ تر ساخته می شود و تا حدود ۵۰۰ تن تبرید موجود است.

اجزای اصلی چیلر تراکمی با کندانسر آبی	
	کمپرسور
	کندانسر
	اوپراتور
	شیر انبساط



با توجه به تصویر بالا عملکرد چیلر تراکمی را با کولر گازی مقایسه کنید.

گفت و گوی
کلاسی





اجزای اصلی چیلر جذبی

ژنراتور	با گرما دادن باعث جدا شدن محلول لیتیوم بروماید (محلول جاذب) از آب (مبرد) می‌شود
کندانسر	موجب تقطیر بخار آب برگشتی از ژنراتور می‌شود
اوپراتور	باعث کاهش دمای آب سرد تهویه درون لوله‌های اوپراتور می‌گردد
جذب کننده	برای جذب بخار مبرد (آب) در سیستم استفاده می‌شود و از ماده لیتیوم بروماید به عنوان محلول جاذب استفاده می‌شود

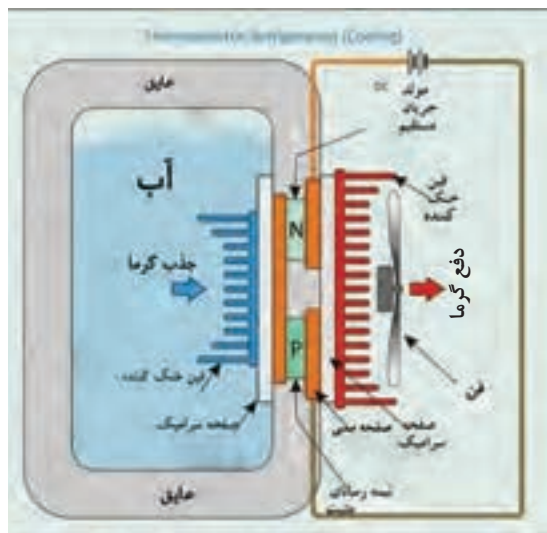
پرسش
کلاسی



- چگونه می‌شود با استفاده از برق اما بدون استفاده از کمپرسور سرما تولید کرد؟
- آیا می‌دانید یخچال خودروها چگونه کار می‌کند؟

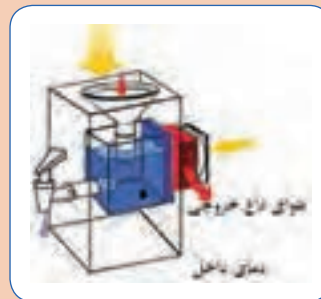
ترموالکتریک: یکی دیگر از روش‌های ایجاد سرما است؛ با این تفاوت که به جای ماده سرمازا از انرژی الکتریکی به عنوان انتقال دهنده گرما استفاده می‌شود و گرما را از محیط داخل جذب و به محیط بیرون منتقل می‌کند.

اعمال اختلاف ولتاژ، باعث حرکت الکترون‌ها در ماده می‌شود و حرکت الکترون‌ها از یک سمت به سمت دیگر باعث ایجاد اختلاف دما می‌شود. عنصر اصلی سیستم‌های ترموالکتریک، نیمه‌هادی‌ها هستند. نیمه‌هادی‌ها گروهی از مواد هستند که از نظر توانایی هدایت الکتریکی بین هادی‌ها و عایق‌ها قرار دارند. این عناصر انرژی الکتریکی را به راحتی از خود عبور نمی‌دهند. انتقال انرژی الکتریکی در این مواد به عواملی مانند تحریک نوری، افزایش دما و میزان ناخالصی‌ها (منظور از ناخالصی عنصر یا عناصر دیگری است غیر از عنصر اصلی یا پایه. مثلاً اگر عنصر پایه سیلیسیوم باشد ناخالصی می‌تواند آلومینیوم یا فسفر باشد) بستگی دارد.





با توجه به فیلم ارائه شده و شکل زیر نحوه کار ترموالکتریک را توضیح دهید.



انتخاب کولر گازی

برای محاسبه بار سرمایی به داده‌های زیر نیاز داریم:

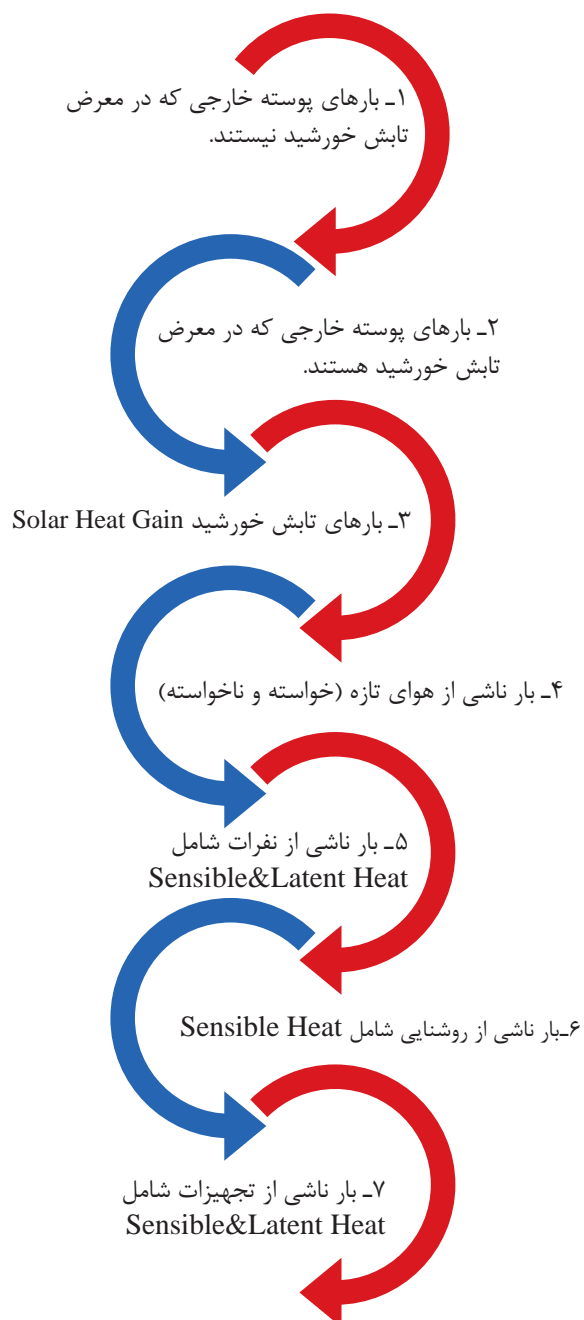
- ۱- مساحت زیربنا
 - ۲- تعداد افراد
 - ۳- تعداد دستگاه‌های گرمازا
 - ۴- اقلیم (گروه آب و هوایی)
- در این برآورد برای ساختمان‌های مسکونی از افراد و دستگاه‌های گرمازا صرف‌نظر شده و صرفاً مساحت و اقلیم مدنظر قرار داده می‌شود.

کلیات:

محاسبات بار تهویه مطبوع با گرمایش مرکزی متفاوت است، زیرا علاوه بر انواع جدارها، جهت قرارگیری جدار از قبیل شمالی، جنوبی، شرقی یا غربی هم مؤثر است و علاوه بر آن در ساعات مختلف نیز اتلاف بار اتاق‌ها فرق می‌نماید، زیرا به علت جابه‌جایی خورشید و تغییرات میزان تشعشع آفتاب در جهات مختلف، هر اتاق در یک زمان مشخص بیشترین اتلاف بار را خواهد داشت.

تعیین زمان (ساعت) برای محاسبه بار سرمایی	
اتاق‌هایی که پنجره و دیوار خارجی آنها	زمان مورد محاسبه
در جهت شرق east قرار دارد	۹ الی ۱۰ صبح

۱۲ ظهر تا ۲ بعدازظهر	در جهت جنوب south قرار دارد
۴ تا ۶ بعدازظهر	در جهت غرب west قرار دارد
۶ تا ۸ بعدازظهر	در جهت شمال north قرار دارد
۴ تا ۶ بعدازظهر	محاسبات کل ساختمان در تمام جهات Block load



مراحل محاسبه بار سرمایی به شکل زیر است:

$$H_s = UA (T_o - T_i) \bullet$$

$$H_s = UA (T_o + T - T_i) \bullet$$

T : ناشی از انباشت گرما (عوامل مؤثر: رنگ - ساعت -

جرم واحد سطح)

$$H_s = I \left(\frac{W}{m} \right) A (f_1 f_2 f_3) \bullet$$

I : شدت تابش

f_1 : ضریب محلی شامل: f_2 ضریب قاب پنجره - f_3

ضریب شفافیت (transparency) - f_4 ضریب ارتفاع

(افزایش ارتفاع رقیق تر شدن هوا) f_5 ضریب نقطه

شبیم DP (افزایش ذرات آب در هوا)

f_6 : ضریب جرم مصالح

f_7 : ضریب سایبان یا Shade factor

$$H_s = 20/4 \dot{V} (T_o - T_i) \bullet$$

$$H_L = 5000 \dot{V} (\omega_o - \omega_i) \bullet$$

نکات مهم:

در محاسبات بار سرمایی، متغیرها زیاد است، جهت تابش خورشید در روز، تعداد نفرات در لحظات مختلف، میزان بار هوای تازه و.... بنابراین برای جلوگیری از پیچیدگی معادلات بهترین راهکار، حل تک تک ۷ پارامتر بالا به صورت مستقل است.

۱- در محاسبات جداره‌هایی که در معرض نور خورشید نیستند، پیک بار معمولاً در گرم‌ترین ساعت روز (ساعت ۱۵) است و به صورت مستقل قابل حل است.

۲- نکته جالب اینکه طبق عرض جغرافیایی کره زمین، ایران در عرضی از زمین قرار دارد که بیشتر خشک و گرم هستند شبیه شهرهای قم، سمنان و کاشان است. اما همین عرض جغرافیایی مشابه در ایران برای نمونه همدان - قم یا شهرکرد - اصفهان - یزد و یا ارومیه - ساری و مشهد در یک عرض قرار دارند ولی از نظر آب و هوایی بسیار متفاوت هستند علت اصلی آن هم تغییرات ارتفاع و کوه و دریاچه است. برای هر کدام از گروه‌های آب و هوایی سه حالت وجود دارد که عبارت‌اند از:

نوع کاربری اقلیم	مسکونی W/m^2	اداری W/m^2	تجاری W/m^2
معتدل و مرطوب	۱۰۰-۱۵۰	۱۵۰-۲۰۰	۲۰۰-۳۰۰
گرم و خشک	۱۵۰-۱۷۵	۱۷۵-۲۲۵	۲۲۵-۳۰۰
گرم و مرطوب	۱۷۵-۲۲۵	۲۲۵-۳۰۰	۳۰۰-۳۵۰

در گروه‌های آب و هوایی بالا عدد کوچک‌تر برای محیط‌هایی که غیرآفتاب‌گیر بوده یا از یک طرف به محیط ارتباط داشته و تعداد پنجره‌های آن کم است و عدد بیشتر برای محیط‌های با تعداد پنجره بیشتر است.

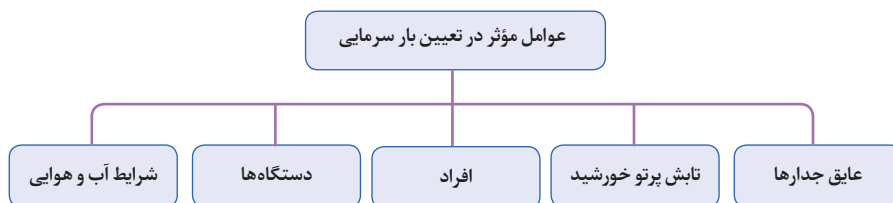
نکته



جدول ۸ - اقلیم آب و هوایی برخی شهرهای ایران

تیپ (۱) گرم و خشک		تیپ (۲) گرم و مرطوب		تیپ (۳) معتدل و مرطوب	
آبادیه	قم	آبادان	بندر عباس	آستارا	گرگان
اردستان	قمشه	آغاچاری	بندر بوشهر	آستانه	لاهیجان
اصفهان	کاشان	اهواز	بندر جاسک	آمل	منجیل
اقلید	کاشمر	اندیمشک	بندر خرمشهر	ارومیه	نور
بافق	کرمان	بهبهان	بندر یلم	بابل	
باشت	کهگزیک	حمیدیه	بندر ماهشهر	بانه	
بیرجند	گرمسار	دزفول	بندر خرمشهر	بابلسر	
تهران	نجف آباد	دشت آزادگان	بندر گناوه	بندرانزلی	
چهرم	نیریز	رامهرمز	بندر امام	بندر ترکمن	
جیرفت	یاسوج	سوسنگرد	جزیره قشم	بهشهر	
خمینی شهر	یزد	شوش	جزیره کیش	تنکابن	
دامغان		شوشتر		چالوس	
رفسنجان		کهنوج		رامسر	
زاهدان		لار		روانسر	
سمنان		مسجد سلیمان		ساری	
سیرجان		میناب		صومعه سرا	
شیراز		چابهار		فومن	
فسا		بندر عسلویه		قائم شهر	

عوامل مؤثر در تعیین بار سرمایی:



مثال: مقدار بار سرمایی یک واحد مسکونی به مساحت ۱۵۰ متر مربع را بیابید. این ساختمان در بندرعباس واقع شده است.

$$Q_1 = 150 \times 175 = 26250 \frac{\text{BTU}}{\text{hr}} = 7/5 \text{TR}$$

$$Q_2 = 150 \times 225 = 33750 \frac{\text{BTU}}{\text{hr}} = 9/6 \text{TR}$$

بار برودتی را برای یک واحد مسکونی با متراژ ۱۵۰ مترمربع به دست آورید و با مثال قبل مقایسه کنید. این ساختمان در شهر خود شما واقع شده است.

کار کلاسی



نکته



TR= Ton of Refrigeration

$$1\text{TR} = 3500\text{ W} \quad \text{و} \quad 1\text{W} = \frac{3}{4} \frac{\text{BTU}}{\text{hr}}$$

بار برودتی را برای یک واحد اداری به مساحت ۱۰۲ متر مربع و دارای ۱۲ پرسنل و ۱۱ رایانه به دست آورید و با مثال قبل مقایسه کنید. این ساختمان در اهواز واقع شده است.

کار کلاسی



نکته



هر رایانه به طور متوسط ۱۷۵W گرما تولید می نماید.

مثال: مقدار بار سرمایی یک واحد تجاری به مساحت ۲۴ متر مربع. این ساختمان در همدان واقع شده است. (برای شهرهای سرد مانند همدان کمترین مقدار برای تجاری W ۲۰۰ آورده شده است).

$$Q = 24 \times 200 = 4800\text{W} = 1/4\text{TR}$$

بار برودتی برای یک واحد تجاری به مساحت ۱۸ متر مربع را به دست آورید و با مثال قبل مقایسه کنید. این ساختمان در شهر خود شما واقع شده است.

کار کلاسی



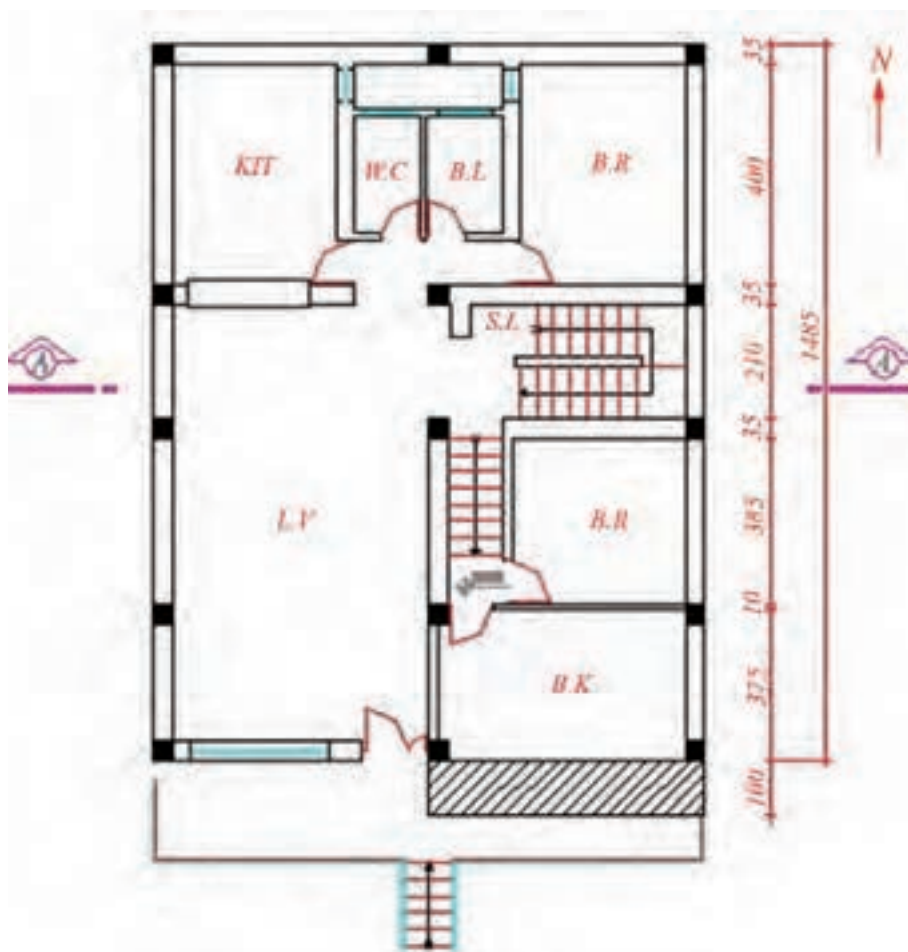
تمام موارد مثال و پرسش‌های داده شده را در جدول زیر بیاورید.

کار کلاسی



کولر انتخابی	بار سرمایی			اقلیم	تعداد کامپیوتر	تعداد افراد	زیربنا m ²	نوع ساختمان	
	KW	TR	Btu hr						
				گرم و مرطوب	-	-	۱۵۰	مسکونی	مثال ۱
									کار کلاسی ۱
									مثال ۲
									کار کلاسی ۲
									مثال ۳
									کار کلاسی ۳

مثال: مقدار بار سرمایشی دیوار غربی منزلی واقع در شهر اهواز را در ساعت ۱۰ صبح محاسبه کنید.
 $A = 30 \text{ m}^2$ جنس دیوار آجری ۲۲ سانتی متر و بدون عایق



حل:

با توجه به نوع اقلیم (شهر اهواز در منطقه گرم و مرطوب واقع شده است) به جدول تیپ ۲ در همراه هنرجو مراجعه کرده:

$$H_S = U \times A \times \Delta T$$

$$H_S = 0.65 \times 30 \times (46 - 26) = 390 \text{ W}$$

مثال بالا را برای اقلیم گرم و خشک حل نمایید.

پرسش
کلاسی





مثال: مقدار بار سرمایشی دیوار شرقی به مساحت ۲۵ متر مربع را در ساعت ۹ صبح حساب کنید. زمان محاسبه آخر تیرماه
موقعیت جغرافیایی ۴۰ درجه شمالی و دیوار آجری
۲۲ سانتی‌متر بدون عایق می‌باشد.

$$H_s = U \times A \times CLTD$$

$$U = \frac{W}{m^2} \text{ ضریب انتقال حرارت}$$

CLTD = اختلاف دمای بار سرمایشی

حل: با استفاده از جدول همراه هنرجو مقدار اختلاف دمای بار سرمایشی در ساعت ۹ صبح برابر است با:
CLTD = ۴°C بنابراین بار برودتی مسئله:

$$H_s = 0.65 \times 25 \times 4 = 65W$$

مقدار بار سرمایشی دیوار شرقی یک کلاس درس به مساحت ۳۰ مترمربع را در ساعت ۱۰ صبح محاسبه نمایید.

پرسش
کلاسی



مثال: مقدار بار سرمایشی پنجره‌ای معمولی در ضلع غربی در معرض تشعشع و بدون سایبان را در ساعت ۳ بعد از ظهر در شهر تهران محاسبه نمایید.

$$H_s = L \left(\frac{W}{m^2} \right) \times A \times f \quad \text{مساحت پنجره} \quad A = 2m^2$$

L: مقدار تشعشع آفتاب در ساعات مختلف بر حسب وات بر مترمربع
در جدول همراه هنرجو



$L = 812 \frac{W}{m^2}$ با مراجعه به جدول همراه هنرجو ضرایب تصحیح f عبارت‌اند از:

$$f = 1/17 \text{ قاب پنجره} \quad f = 1 \text{ ارتفاع}$$

$$f = 0.902 \text{ نقطه شبنم} \quad f = 1 \text{ بدون سایبان}$$

$$H_s = 812 \times 2 \times (1 \times 0.902 \times 1/17) = 1713W$$

مقدار بار سرمایشی پنجره‌ای رنگ شده در ضلع شرقی در معرض تشعشع و سایبان خارجی را در ساعت ۹ صبح در شهر اصفهان محاسبه نمایید.

مثال: مقدار بار سرمایشی حاصل از هوای تازه برای کلاس درسی با دو دیوار خارجی واقع در قم و با ظرفیت ۱۵ نفر را محاسبه نمایید. ابعاد کلاس: $8m \times 5m \times 3m$

حل:

$$H_S = 20/4 \times V_{inf} \times (T_o - T_i)$$

ابتدا مقدار نفوذپذیری هوا (V_{inf}) را محاسبه می‌کنیم

$$V_{inf} = \frac{\text{حجم فضا} \times A_C}{60} \text{ m}^3/\text{min}$$

$$\text{حجم کلاس: } 8 \times 5 \times 3 = 120 \text{ m}^3$$

تعداد تغییرات هوا در ساعت با توجه به جدول همراه هنرجو: A_C

$$V_{inf} = \frac{120 \times 1/5}{60} = 3 \text{ m}^3 / \text{min}$$

$$H_S = 20/4 \times V_{inf} \times (T_o - T_i)$$

$$H_S = 20/4 \times 3 \times (40 - 23/8) = 991/4 \text{ W}$$

مقدار بار سرمایشی حاصل از هوای تازه برای کلاس درسی با چهار دیوار خارجی واقع در تهران و با ظرفیت ۲۰ نفر را محاسبه نمایید. ابعاد کلاس: $8m \times 5m \times 3m$

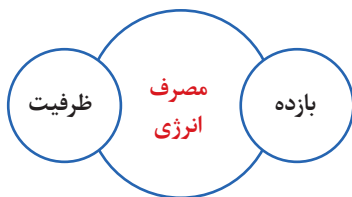
برای انتخاب کولر گازی موارد زیر مورد توجه قرار می‌گیرد:

- ۱- انتخاب برند و گارانتی
- ۲- مصرف برق و برچسب انرژی
- ۳- انتخاب ظرفیت سرمایش کولر گازی
- ۴- انتخاب دستگاه از روی کاتالوگ



در زیر یک نمونه کاتالوگ جهت انتخاب دستگاه نشان داده شده است.

مدل		واحد	CW-CM18BR3	CW-CR18BR3	CW-CM18BP3	CW-CM24GR3
ظرفیت		W	5275	5276	5277	7032
توان ورودی		W	2100	2189	1875	2500
رطوبت زدایی		L/h	1.8	1.8	1.8	2.6
گردش هوا (کم، متوسط، زیاد)		m ³ /h	770/690/590	770/690/590	780/690/630	920/820/740
ضریب بازده انرژی		W/W	2.51	2.41	2.81	2.81
نوع مبرد		Kg	R22/0.61	R22/0.55	R22/0.66	R22/0.84
صدای نویز داخلی (کم، متوسط، زیاد)		(dB(A	56/53/51	56/53/50	61/58/55	62/59/56
صدای نویز خارجی		(dB(A	62/59/56	62/59/56	67/63/59	67/64/61
منبع تغذیه		Ph.v.Hz	220-240V,50Hz,1P	220-240V,50Hz,1P	220-240V,50Hz,1P	220-240V,50Hz,1P
حداکثر جریان		A	14.2	15	17	19
جریان قفل موتور		A	49	53	54.1	54
حداکثر توان مصرفی ورودی		W	2800	3000	3450	-
کمپرسور	برند		GMCC	GMCC	KK	GMCC
	نوع		Rotary	Rotary	PISTON	Rotary
کندانسور	تعداد ردیف	عدد	2	2	2	2
	فاصله فین	mm	1.2	1.2	1.2	1.3
	نوع و قطر لوله خارجی	mm	innergroove,Φ ^۵ tube	innergroove,Φ ^۵ tube	innergroove,Φ ^۵ tube	innergroove,Φ ^۹ , ^{۵۲} tube
	تعداد لوله	عدد	3	3	4	-
سایر						
طراحی فشار		MPa	2.94/1.0	2.94/1.0	2.94/1.0	2.94/1.0
نوع کنترل			مکانیکی (سلکتوری)	ریموت کنترل	مکانیکی (سلکتوری)	مکانیکی (سلکتوری)
دمای عملکرد	داخلی	C*	17-32	17-32	17-32	17-32
	خارجی	C*	18-52	18-52	18-43	18-43
ابعاد		mm	428*680*660	428*680*660	428*680*660	515*815*660
ابعاد بسته بندی		mm	515*815*746	515*815*746	515*815*746	515*815*746
وزن خالص بسته بندی		Kg	51.8/56.3	53/57	63/67.6	58/63



انتخاب کولرهای گازی دو تکه (اسپلیت)

برای انتخاب کولر گازی به دو معیار باید توجه شود:

۱- ظرفیت مورد نیاز

۲- ضریب EER

برای محاسبه ظرفیت کولرهای دوتکه، همانند کولرهای پنجره‌ای عمل می‌کنیم، به مثال‌های زیر توجه کنید.

مثال : مقدار بار سرمایی یک واحد اداری به مساحت ۱۰۷ متر مربع را به‌دست آورید. (این ساختمان در منطقه معتدل و مرطوب واقع شده است.)

$$Q = 107 \times 150 = 16050 \text{ W} = 54570 \frac{\text{Btu}}{\text{hr}}$$

پاسخ:

یعنی یک دستگاه ۳۰ هزار بی تی یو بر ساعت و یک دستگاه ۲۴ هزار بی تی یو بر ساعت مورد نیاز است. البته این چیدمان بسته به نوع نقشه محیط قابل انعطاف است.

● تمرین

بار برودتی را برای یک واحد اداری به مساحت ۱۱۰ متر مربع به‌دست آورید و با مثال قبل مقایسه کنید. این ساختمان در منطقه گرم و خشک واقع شده است.

تأسیسات بهداشتی

تأسیسات بهداشتی بخشی از تأسیسات مکانیکی ساختمان است که شامل طراحی^۱، ترسیم^۲، انتخاب مصالح^۳، چگونگی اجرا^۴، آزمایش^۵، راه‌اندازی^۶ و نگهداری^۷ می‌شود که حیطه‌های زیر را دربر می‌گیرد:

- ۱- لوله‌کشی آب سرد و گرم مصرفی در داخل ساختمان
- ۲- شبکه تهیه و ذخیره آب گرم مصرفی
- ۳- شبکه تأمین فشار آب سرد مصرفی و آب گرم مصرفی
- ۴- شبکه جمع‌آوری و هدایت فاضلاب داخل ساختمان تا نقطه دفع از ساختمان
- ۵- شبکه لوله‌کشی هواکش فاضلاب
- ۶- شبکه جمع‌آوری و هدایت آب باران به داخل
- ۷- نصب لوازم بهداشتی داخل ساختمان

- ۱- Designing
- ۲- Drawing
- ۳- Materials
- ۴- Performance
- ۵- Test
- ۶- Start up
- ۷- Repair & Maintenance

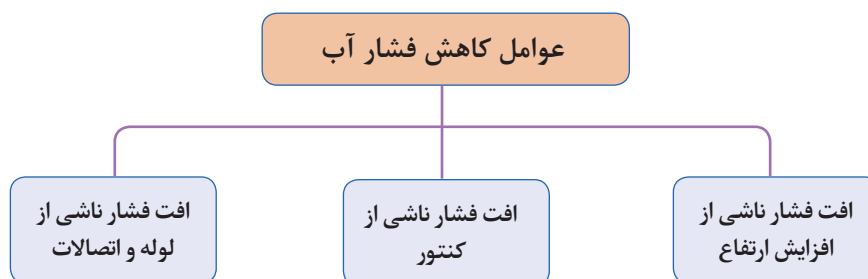
محاسبه لوله کشی آب

با هدف برآورد مقدار مصرف واقعی آب^۱ (متوسط مصرف شبانه‌روزی یک فرد ایرانی ۱۵۰ لیتر) و تعیین قطر لازم^۲، برای انتقال آب به شیرهای مصرف انجام می‌گردد.

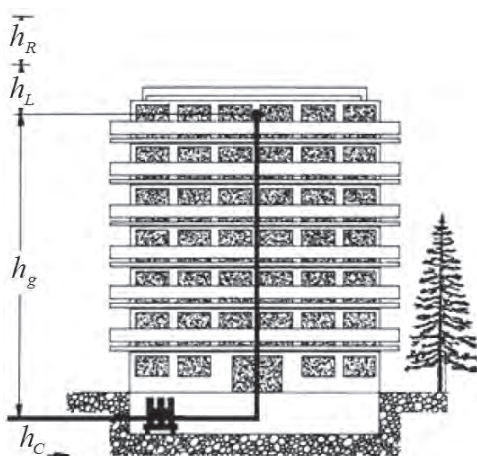
– محاسبه فشار مورد نیاز یک ساختمان

برای اینکه در شیرهای برداشت فشار موردنیاز را تأمین کنیم باید بر عوامل مؤثر بر کاهش فشار غلبه کنیم پس برای محاسبه فشار به دو عامل نیاز داریم:

- حداقل فشار موردنیاز در شیر برداشت
- عوامل مؤثر بر افت فشار شبکه که خود بر سه نوع هستند.



$$H = h_g + h_L + h_C + h_R$$



شکل ۱۶- افت فشارهای آب مصرفی ساختمان

فشار مورد نیاز شبکه: H

ارتفاع هندسی (اختلاف ارتفاع بین کنتور تا بالاترین

نقطه مصرف آب): h_g

■ اصلی‌ترین عامل در تعیین امکان بهره‌مندی از فشار آب شهر)

افت فشار جزئی در لوله‌ها، شیرآلات و سایر وسایل نصب شده در شبکه: h_L

افت فشار در کنتور: h_C

■ (افت فشار مجاز در کنتور آب حداکثر ۱ بار است)

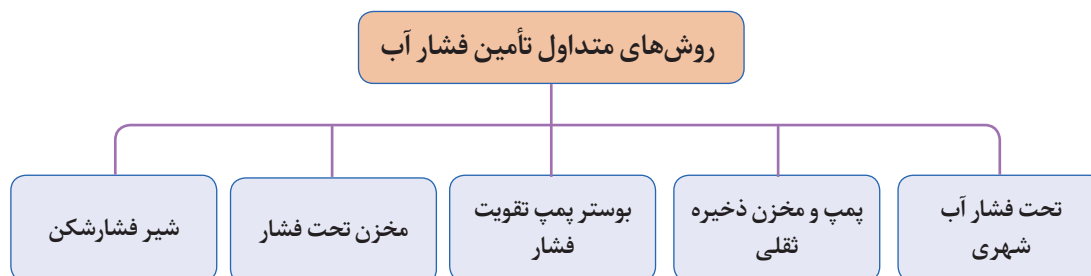
حداقل فشار مطلوب در بالاترین و دورترین واحد پشت

مصرف‌کننده: h_R

۱- Supply Fixture Unit (SFU)

۲- Pipe Sizing

– **تأمین فضای آب ساختمان:** فشار آب ساختمان، در ساعات پرمصرف، باید بتواند آب بالاترین وسیله بهداشتی را به مقدار کافی تأمین نماید به طوری که سرعت خروج آب از شیر موردنظر مطابق استانداردهای مقررات ملی باشد. برای تأمین یا تنظیم این فشار در شبکه لوله کشی توزیع آب آشامیدنی باید یکی از سیستم‌های نمودار زیر یا ترکیبی از آنها نصب شود:



۱- شبکه تحت فشار آب شهری

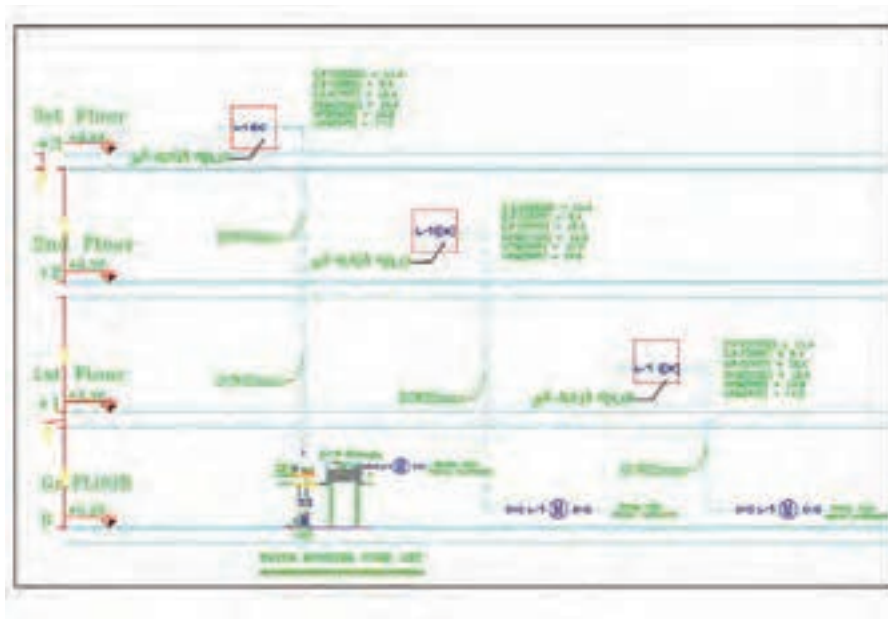
● به دلیل اختلاف فشار آب شهری در نقاط مختلف و عدم اطلاعات کافی، مهندس طراح باید با توجه به تجربیات قبلی و یا با بررسی فشار آب در اماکن مجاور محل احداث ساختمان در مورد کافی بودن فشار آب شهر تصمیم‌گیری نماید.

در مورد فشار آب شهر خود، تحقیق و نتیجه را به کلاس ارائه نمایید.

تحقیق

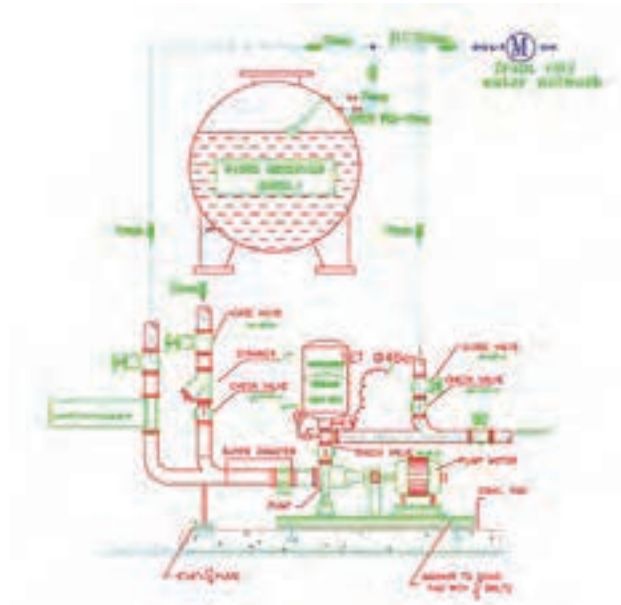


برای نمونه در شهر قم مناسب‌ترین ارتفاع آب‌دهی حداکثر ۱۰ متر است (مناسب تا طبقه دوم)



۲- پمپ بدون مخزن تحت فشار و با مخزن تحت فشار

- طبق شکل زیر در مخازن تحت فشار، فشار آب لازم با استفاده از بالشتک هوا ایجاد شده و لذا می‌توان آنها را در هر جای ساختمان حتی در موتورخانه نیز نصب نمود.



شکل ۱۷- دیتیل نصب پمپ زمینی خانگی به همراه مخزن ذخیره و تحت فشار



۳- استقرار مخزن ذخیره بر روی بام

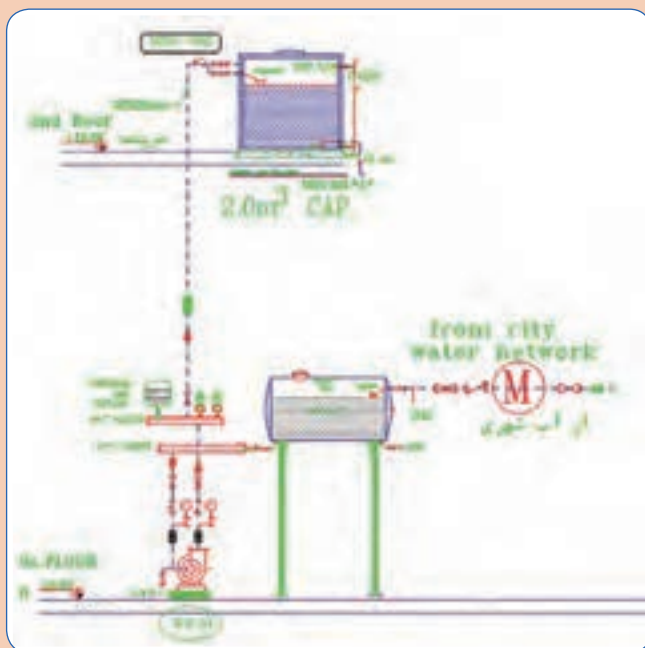
برای ساختمان‌های مسکونی با بیش از ۴ طبقه یا بیش از ۱۰ واحد مسکونی پیش‌بینی مخزن ذخیره آب ضروری است. حجم مخزن ذخیره آب بایستی جواب‌گوی ۱۲ ساعت مصرف، براساس ۱۵۰ لیتر در شبانه‌روز باشد.



شکل ۱۸- مخزن ذخیره در ارتفاع

با توجه به شکل روبه‌رو حجم مخزن ثقلی مناسب برای یک ساختمان ۵ طبقه ۲ واحدی که در هر واحد به‌طور متوسط ۳ نفر ساکن باشند چند لیتر خواهد بود؟

پرسش
کلاسی



شکل ۱۹- پمپ تأمین فشار آب طبقات ساختمان مسکونی به همراه مخزن ذخیره در بام

مثال: با توجه به رایزر دیاگرام زیر، فشار لازم برای آبرسانی با پمپ تأمین فشار برای واحد طبقه چهارم یک ساختمان چند متر است؟

با توجه به شکل برای تأمین فشار مناسب پمپ بایستی بر عوامل کاهش فشار غلبه نماید بنابراین داریم:

$$H = h_g + h_L + h_C + h_R$$

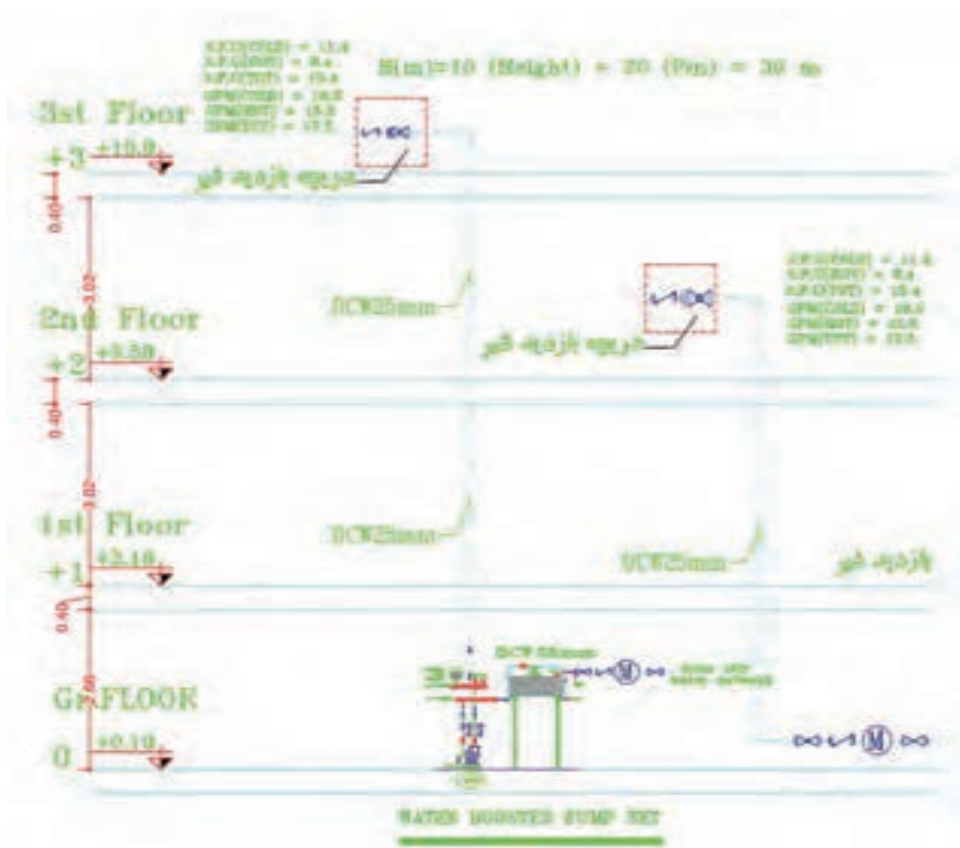
بر طبق تجربه کاری و برای ساده‌سازی افت فشارهای شبکه آبرسانی مجموعه افت فشارهای جزئی در لوله‌کشی معادل ۲۰ متر در نظر گرفته می‌شود، بنابراین داریم :

$$H = h_g + h_L + h_C + h_R = h_g + 20\text{ m}$$

با توجه به رابطه بالا پس از ساده‌سازی متوجه می‌شویم برای محاسبه هد پمپ باید ارتفاع هندسی (اختلاف ارتفاع بین کنترت تا بالاترین نقطه مصرف آب) را به‌دست بیاوریم و با عدد ۲۰ جمع کنیم تا هد پمپ به‌دست بیاید.

$$H = h_g + 20\text{ m} = 10 + 20 = 30\text{ m}$$

هد مورد نیاز پمپ ۳۰ متر یا حدود ۳ بار (bar) و یا حدود ۳ اتمسفر (Atm) و یا حدود ۴۵ پوند بر اینچ مربع (PSI) خواهد بود.



The diagram illustrates a multi-lane highway with 10 lanes in each direction. The lanes are numbered 1 through 10 on the left side, corresponding to the lanes. The right side of the diagram shows the opposite direction of travel. The diagram is titled "Diagram of a multi-lane highway".

Key features of the diagram include:

- Lane Markings:** Solid and dashed lines separating the lanes.
- Median:** A central barrier separating the two directions of travel.
- Signage:** Various traffic signs, including speed limit signs (e.g., 100 km/h, 80 km/h, 60 km/h, 40 km/h, 30 km/h, 20 km/h, 10 km/h, 5 km/h, 0 km/h) and directional signs.
- Vehicle Flow:** Arrows indicating the direction of traffic flow.
- Accident Scene:** A small accident scene is depicted on the right side of the highway, involving a car and a truck.

$$LP = \frac{Q}{r}$$

- مهم‌ترین مشکل مخزن ثقلی لزوم تقویت سازه برای تحمل وزن آن و نیز محافظت از مخزن در برابر نورخورشید و یخ‌زدگی است.
- نکته: طبق مبحث ۱۶ مقررات ملی ساختمان، در صورت استفاده از مخزن تحت فشار و مخزن ذخیره، نصب مستقیم پمپ روی لوله انشعاب آب شهری مجاز نیست و نیاز به مخزن روزانه قبل از پمپ است.

محاسبه ساینز لوله آب بهداشتی ساختمان

با توجه به هدف آبرسانی، کدام یک از موارد زیر در تعیین قطر لوله مؤثر خواهد بود؟

تعداد طبقات	بله
تعداد واحد	
مقدار آب مصرفی ساختمان	
ارتفاع ساختمان	
سرعت آب در لوله	
تعیین الگوی مصرف هر نفر در شبانه‌روز	
قطر لوله اصلی و قطر کنتور	
افت فشار شبکه لوله‌کشی	



برآورد قطر لوله آبرسانی (pipe sizing)

برای اینکه به یک شیر برداشت آب برسانیم باید قطر لوله تغذیه آن طوری طراحی شود که بتواند دو عامل زیر را پوشش دهد:

- میزان آب مورد نیاز
- فشار آب مورد نیاز

جدول زیر که برگرفته از مبحث شانزدهم مقررات ملی ساختمان ایران است، حداکثر مقدار آب مورد نیاز و حداقل قطر نامی لوازم بهداشتی را نشان می‌دهد.

جدول ۹- حداکثر مقدار آب مورد نیاز در لوازم بهداشتی

شیر		حداکثر مقدار جریان	حداقل قطر نامی لوله
نام	نماد	(لیتر بر دقیقه)	(میلی متر)
روشویی	LAV	۶	۱۰
دوش	SH	۸	۱۵
سینک ظرفشویی	K.S	۸	۱۵
شیرآفتابه	MT	۶	۱۵
فلاش تانک	FT	۶	۱۵
ماشین رختشویی	CW	۸	۱۵

برای محاسبه قطر لوله به صورت دقیق، روش‌های مهندسی متفاوتی وجود دارد که استانداردها و کدها آن را توصیه نموده‌اند و در این روش‌ها به طور معمول طراح علاوه بر دو عامل نامبرده باید به عواملی همچون میزان فشار آب ورودی، نوع کنتور، نوع لوله‌های به کاررفته، تعداد طبقات، طول لوله‌کشی، فشار مورد نیاز برای هر مصرف‌کننده، حداکثر سرعت جریان آب، مقدار دبی و افت فشارها توجه کند. به کارگیری روش‌های دستی برای این موضوع وقت‌گیر است و با کاربرد نرم‌افزاری آن در پودمان‌های دیگر این کتاب آشنا خواهید شد. ولی برای اینکه بتوانیم یک محاسبه سرانگشتی نیز داشته باشیم روش تجربی زیر را به کار می‌گیریم:

روش تجربی محاسبه قطر لوله:

در این روش فقط با داشتن دبی مورد نیاز عمل قطرزنی را انجام می‌دهیم. برای اینکه مقدار آب مورد نیاز هر مصرف‌کننده را داشته باشیم به مبحث شانزدهم مقررات ملی ساختمان ایران مراجعه و از آنجا با توجه به جدول زیر دبی آب مورد نیاز هر شیر برداشت را پیدا کرده و در معادله زیر قرار می‌دهیم. در این معادله قطر داخلی لوله بر حسب میلی‌متر و دبی آب بر حسب لیتر بر دقیقه باید قرار داده شود:

$$Q = \text{دبی آب در لوله} \text{ L/min}$$

$$d = \text{قطر داخلی لوله} \text{ mm}$$

پس از به دست آوردن قطر داخلی چنانچه لوله مربوط به یک شیر است آن را با جدول حداقل قطر مقایسه می‌کنیم که از آن کمتر نباشد. ولی چنانچه لوله مربوط به تغذیه چند وسیله است با توجه به نوع لوله‌ای که انتخاب کرده‌ایم از جدول مربوط قطر مورد نیاز را به دست می‌آوریم.

مثال: قطر لوله آب ورودی به یک دوش چند میلی‌متر است؟
از جدول بالا مقدار آب برای دوش ۸ لیتر بر دقیقه تعیین می‌شود پس قطر داخلی لوله:
از جدول حداقل قطر ۱۵ را باید انتخاب کنیم.

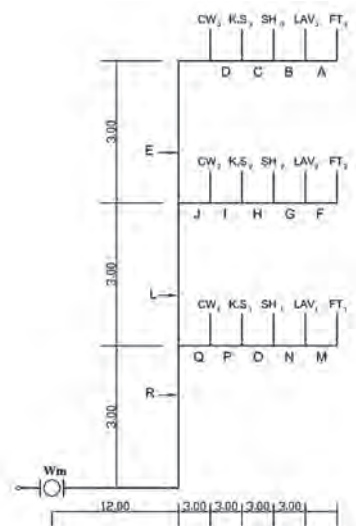
کار کلاسی



قطر لوله‌های آب یک ساختمان سه طبقه نشان داده شده را به صورت تجربی به دست آورید و جدول زیر را کامل نمایید. فرض کنید لوله‌های به کار رفته پنج لایه پلیمری با مشخصات زیر است:

جدول ۱۰- مشخصات یک نوع لوله پنج لایه پلیمری

نام خط	دبی خط $Q(L/min)$	قطر داخلی $d(mm)=$	قطر نامی $D(mm)$
A,F,M			
B,G,N			
C,H,O			
D,I,P			
E,J,Q			
L			
R			



جمع آوری و دفع فاضلاب و آب باران

مقدمه

فقط بخش کوچکی از آب مصرفی به صورت تبخیر از دسترس خارج می شود و بقیه نهایتاً به منابع و جریان آب های سطحی یا زیرزمینی برخواهد گشت و در همین سیکل است که آلودگی احتمالی می تواند به آسانی وارد آب های زیرزمینی، شبکه های آبرسانی شهری، مزارع و معادن مختلف شود. یکی از انواع فاضلاب، فاضلاب بهداشتی ساختمان های مسکونی می باشد که در حقیقت می توان گفت که آب مصرفی جهت بهداشت فردی و شست و شوی لوازم، تبدیل به فاضلاب می گردد. در این سیستم موارد ذیل بررسی می شود:

- مقدار فاضلاب

- هواکش فاضلاب

- مشخصات لوله کشی شبکه فاضلاب

مقدار فاضلاب: مقدار فاضلاب بهداشتی برابر ۸۵ درصد آب مصرفی افراد می باشد که با استفاده از جداول استاندارد و نیز شیب لوله های عمودی و افقی انتقال فاضلاب، ساینز انتخاب می گردد.

هواکش فاضلاب: جهت کارکرد بهتر شبکه فاضلاب داخلی ساختمان و خروج هوا و بویهای مزاحم از داخل سیستم فاضلاب شبکه هواکش (vent) طراحی می گردد. طبق استانداردها برای هریک از وسایل بهداشتی بایستی یک عدد لوله هواکش منظور کرده و پس از به هم پیوستن آنها لوله مذکور را به خارج ساختمان انتقال داد.

مراحل محاسبه یک شبکه لوله کشی فاضلاب، هواکش و آب باران مناسب به شکل زیر است:



محاسبه شبکه لوله‌کشی گاز ساختمان

مراحل محاسبه یک شبکه لوله‌کشی گاز مناسب به شکل زیر است که در پودمان نرم‌افزار به آن پرداخته می‌شود.



سیستم اطفای حریق

مقدمه

بروز آتش‌سوزی در اغلب موارد، خسارات جبران‌ناپذیری را چه از نظر جانی و چه از نظر مالی به دنبال خواهد داشت و لذا دسترسی به مقدار آب کافی برای آتش‌نشانی بسیار مهم می‌باشد. مقدار آب مورد نیاز آتش‌نشانی معمولاً برحسب درجه خطرات آتش‌سوزی و با در نظر گرفتن نوع ساختمان‌ها و امکان استفاده از خدمات اطفای حریق شهری متفاوت می‌باشد و جهت تعیین آن اکثراً از مبانی و معیارهای مطرح شده در استانداردهای انجمن ملی حفاظت از آتش‌سوزی آمریکا (NFPA) استفاده می‌شود که قبل از پرداختن به معیارها بد نیست که شرح مختصری در مورد ساختار آتش‌سوزی و کلاس‌های مختلف داشته باشیم. به‌طور خلاصه سه عامل در ادامه حریق مؤثرند که عبارت‌اند از سوخت، حرارت و اکسیژن که این سه عامل به نام «مثلث حریق» شناخته می‌شوند. چنانچه هر کدام از این سه عامل از مثلث حذف شوند، حریق مهار می‌شود.

انواع کلاس‌های آتش‌سوزی

روش مهار کردن حریق و در واقع از بین بردن عوامل سه‌گانه فوق‌الذکر بستگی به کلاس آتش‌سوزی دارد که ذیلاً شرح داده می‌شود:

آتش‌سوزی کلاس A: شامل آتش‌سوزی‌هایی می‌شود که آب در خاموش کردن آنها نقش زیادی دارد نظیر آتش گرفتن چوب، کاغذ، منسوجات، مواد پلاستیکی و زباله که آب با از بین بردن گرما و یا به عبارت دیگر با خنک کردن آتش، باعث خاموش شدن آن می‌شود.

آتش‌سوزی کلاس B: شامل آتش‌سوزی‌هایی می‌شود که مواد خاموش‌کننده در پوشش دادن و خاموش کردن آنها نقش زیادی خواهند داشت نظیر آتش گرفتن بنزین، گازوئیل، نفت، گریس، چربی، روغن و کلاً مایعات

و گازهای قابل اشتعال.

آتش سوزی کلاس C: شامل آتش سوزی در تجهیزات الکتریکی است که استفاده از مواد خاموش کننده غیر هادی الکتریکی حائز اهمیت می باشد و برای اطفای آن لازم است که اکسیژن از حوزه عملکرد آتش دور گردد و بدین منظور گازهای خنثی و سنگین تر از هوا را با فشار بر روی مواد مشتعل پاشیده و حریق را مهار می نمایند.

آتش سوزی کلاس D: شامل آتش سوزی های مواد فلزی قابل اشتعال نظیر سدیم، پتاسیم، منیزیم، زیرکونیم و تیتانیوم می باشد که بایستی حتماً از انواع مواد تأیید شده برای آتش سوزی خاص فلزات قابل اشتعال استفاده گردد.

با توجه به توضیحات بالا و نظر به طبیعت مواد موجود در این پروژه، می توان نتیجه گرفت که فقط کلاس آتش سوزی A را در ساختمان خواهیم داشت که به منظور اطفای آنها به تناسب از آب، CO₂ و پودر خشک استفاده خواهد شد.

همان طور که توضیح داده شد کلاس های آتش سوزی، نوع مواد لازم برای اطفای حریق را مشخص می نمایند ولی جهت در نظر گرفتن مقدار ذخیره آب، بایستی به مقدار مواد موجود قابل اشتعال و سرعت توسعه حریق توجه داشت که بر این اساس تقسیم بندی های دیگری را به شرح زیر خواهیم داشت:

- متصرفات با خطر آتش سوزی کم (Light Hazard): این اماکن شامل باشگاه ها، هتل ها، کلیساها، مراکز آموزشی، بیمارستان ها، انستیتوها، کتابخانه ها (به جز انبارهای بزرگ کتاب)، موزه ها، نوانخانه ها، نقاهتگاه ها، دفاتر اداری، ساختمان های مسکونی، قسمت پذیرایی رستوران ها، تئاترها و سالن های نمایش (به جز صحنه نمایش) می گردند.

- متصرفات با خطر آتش سوزی معمولی - گروه ۱ (Ordinary Hazard - 1st Group): این اماکن شامل گاراژ، پارکینگ ها، نانوائی ها، کارخانجات نوشابه سازی، صنایع کنسروسازی، کارخانجات لبنیات سازی، صنایع الکترونیک، کارخانجات ساخت شیشه و فرآورده های شیشه ای، رختشوی خانه ها و قسمت سرویس رستوران ها می گردند.

با توجه به توضیحات فوق، مشخص است که این پروژه، طبقه بندی مربوط به «متصرفات با خطر آتش سوزی کم» و گروه «۱» و «متصرفات با خطر آتش سوزی معمولی» را دارا می باشد.

تجهیزات سیستم آتش نشانی

۱- جعبه های آتش نشانی

- کد NFPA-14، کلاً موارد مربوط به جعبه های آتش نشانی را بیان می نماید. در این کد، سه کلاس I، II و III وجود دارد که کلاس های I و III، در مورد تجهیزاتی است که فقط مورد استفاده پرسنل سازمان آتش نشانی است و کلاس II در مورد تجهیزاتی است که امکان اطفای حریق را توسط ساکنین ساختمان و

افراد معمولی میسر می‌نماید. دبی هر جعبه در این کلاس، ۱۰۰ گالن بر دقیقه با فشار ۶۵ پوند بر اینچ مربع بوده و زمان ذخیره آب ۳۰ دقیقه پیشنهاد شده است.

- تعداد رایزرها و یا جعبه‌های واقع در هر طبقه از ساختمان، به نحوی است که کلیه نقاط ساختمان، در صورت استفاده از شلنگ‌هایی به طول ۲۵ متر حداکثر با فاصله‌ای حدود ۲۰ فوت (۶/۱ متر) در دسترس آب باشند.

۲- اطفای حریق با خاموش‌کننده‌های دستی مناسب کلاس‌های B و C:

طبق توصیه‌های NFPA، استفاده از اطفاء‌کننده‌های مناسب کلاس‌های B و C (کپسول‌های پودر خشک، CO_۲ و...) در کنار اطفاء‌کننده‌های آبی (اسپرینکلرها و جعبه‌های آتش‌نشانی) ضروری می‌باشد که در این پروژه با توجه به آشپزخانه صنعتی و در نتیجه وجود چربی‌ها و روغن و وجود تابلوهای برق و موارد مشابه استفاده از کپسول‌های حاوی CO_۲ و یا پودر خشک ضروری می‌باشد که در این ارتباط، نکات زیر مدنظر قرار خواهند گرفت.

الف) خاموش‌کننده‌های مزبور، در محل‌های آشکار، سریع‌الوصول و راه‌های عمومی حرکت ساکنین ساختمان و نزدیک به راه‌های خروجی ساختمان نصب می‌شوند.

ب) تعداد کپسول‌های مورد نیاز برای قسمت‌های مختلف، مطابق جداول ارائه شده در کد NFPA10، انتخاب می‌شود.

۱- با توجه به نوع سیستم تهویه مطبوع و پخش‌کننده‌های گرمایی ستون سمت راست را به ستون سمت چپ متصل کنید:

نوع سیستم	پخش‌کننده
<input type="radio"/> انبساط مستقیم	<input type="radio"/> فن کویل
<input type="radio"/> تمام آب	<input type="radio"/> کولر گازی
<input type="radio"/> تمام هوا	<input type="radio"/> فن کویل + هواساز
<input type="radio"/> هوا آب	<input type="radio"/> هواساز

۲- کدام دستگاه در دسته‌بندی سردکننده‌های تبخیری قرار نمی‌گیرد؟

(الف) کولر آبی (ب) فن کویل (پ) زنت (ت) ایرواشر

۳- تفاوت عمده دو سیستم توزیع هوای VAV و CAV در چیست؟

چنانچه به دو سؤال از سه سؤال بالا پاسخ صحیح دهید می‌توانید به مرحله بعد راه یابید.

۱- محاسبات بار گرمایشی یک ساختمان که نقشه و شرایط طرح آن توسط هنرآموز در اختیار شما قرار داده شده است را انجام دهید و در برگ محاسباتی درج نمایید.

۲- در یک سیکل تبرید تراکمی کولر گازی که فشار و دماهای مختلف در آن نشان داده شده است رابطه فشار و دما را تحلیل کنید.

۳- یک پلان ساختمان که در آن سیستم VRF اجرا شده است را تهیه و تحلیل کنید که سرمایش یا گرمایش یا هردو چگونه در آن انجام می‌شود.

چنانچه به دو سؤال از سه سؤال بالا پاسخ دهید نمره قابل قبول را دریافت و به مرحله بعد راه یابید.

۱- بار تهویه مطبوع تابستانی را برای یک پلان ساختمانی محاسبه و کولر گازی‌های مورد نیاز آن را انتخاب کنید.

۲- با توجه به رایزر دیاگرام سیستم آبرسانی و فاضلاب قطر لوله‌ها و پمپ مورد نیاز برای تأمین آب را انتخاب نمایید.

ارزشیابی در این درس براساس شایستگی است. برای هر پودمان یک نمره مستمر (از ۵ نمره) و یک نمره شایستگی پودمان (نمرات ۱، ۲ یا ۳) باتوجه به استانداردهای عملکرد جدول ذیل برای هر هنرجو ثبت می‌گردد. امکان جبران پودمان‌های در طول سال تحصیلی برای هنرجویان و براساس برنامه‌ریزی هنرستان وجود دارد.

جدول ۱۱- الگوی ارزشیابی پودمان انتخاب سیستم

تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	استاندارد عملکرد	نتایج	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نمره
انتخاب سیستم	محاسبه سیستم‌های سرمایشی و گرمایشی ساختمان براساس نوع سیستم طراحی شده	بالاتر از حد انتظار	<ul style="list-style-type: none">- محاسبات سیستم گرمایشی برابر استانداردها- محاسبات سیستم سرمایشی برابر استانداردها- محاسبات سیستم آبرسانی- طراحی سیستم تهویه مطبوعیک ساختمان با توجه به معیارهای طراحی- انتخاب پمپ آبرسانی با توجه به نوع ساختمان	۳
		در حد انتظار (کسب شایستگی)	<ul style="list-style-type: none">- محاسبات سیستم گرمایشی برابر استانداردها- محاسبات سیستم سرمایشی برابر استانداردها- محاسبات سیستم آبرسانی	۲
		پایین‌تر از حد انتظار (عدم احراز شایستگی)	<ul style="list-style-type: none">- محاسبات سیستم گرمایشی برابر استانداردها	۱
نمره مستمر از ۵				
نمره شایستگی پودمان از ۳				
نمره پودمان از ۲۰				