

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

تأسیسات برودتی

رشته تأسیسات

زمینه صنعت

شاخه آموزش فنی و حرفه‌ای

شماره درس ۱۸۶۳

تأسیسات برودتی/ مؤلفان: احمد شعبانی، احمد آقازاده‌هریس، حسین مرتضوی.	۶۲۱
– تهران: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۴.	/۵
۲۳۱ص. : مصور. – (آموزش فنی و حرفه‌ای؛ شماره درس ۱۸۶۳)	ت ۱۴۸ /
متون درسی رشته تأسیسات، زمینه صنعت.	۱۳۹۴
برنامه‌ریزی و نظارت، بررسی و تصویب محتوا: کمیسیون برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی رشته تأسیسات دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش وزارت آموزش و پرورش.	
۱. سردسازی و دستگاه‌های سردکننده. الف. ایران. وزارت آموزش و پرورش.	
کمیسیون تألیف کتاب‌های درسی رشته تأسیسات. ب. عنوان. ج. فروست.	

همکاران محترم و دانش آموزان عزیز :

پیشنهادات و نظرات خود را درباره محتوای این کتاب به نشانی
تهران - صندوق پستی شماره ۴۸۷۴/۱۵ دفتر تألیف کتاب‌های درسی
فنی و حرفه‌ای و کاردانش، ارسال فرمایند.

پیام نگار (ایمیل) info@tvoccd.sch.ir
وب‌گاه (وب‌سایت) www.tvoccd.sch.ir

این کتاب براساس نتایج حاصل از پرسشنامه‌ها و کتاب‌های حاشیه‌نویسی شده هنرآموزان گرامی و پرسشنامه‌های هنرجویان گرامی و متخصصان در فرایند اعتباربخشی توسط اعضای کمیسیون تخصصی رشته تأسیسات در سال تحصیلی ۹۱-۱۳۹۰ مورد بازنگری و اصلاح قرار گرفت.

وزارت آموزش و پرورش

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

برنامه‌ریزی محتوا و نظارت بر تألیف : دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

نام کتاب : تأسیسات برودتی - ۴۹۵/۸

مؤلفان : احمد شعبانی، حسین مرتضوی (فصل ۸)، احمد آقازاده هریس، رضا افشاری نژاد و حمیدرضا نقیب‌زاده

اعضای کمیسیون تخصصی : داود بیطرفان، حسن ضیغمی، محمد قربانی، امیر لیلانز مهرآبادی و سیدحسن میرمنتظری

آماده‌سازی و نظارت بر چاپ و توزیع : اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی

تهران : خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)

تلفن : ۹-۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار : ۸۸۳۰۹۲۶۶، کدپستی : ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹

وب‌سایت : www.chap.sch.ir

مدیر امور فنی و چاپ : سیداحمد حسینی

رسام : ابوالفضل شریفیان، مریم دهقان‌زاده

طراح جلد : مریم کیوان

صفحه‌آرا : زهره بهشتی شیرازی

حروفچین : فاطمه ضیاء، سیده فاطمه طباطبایی

مصحح : فاطمه شریفی، مهناز طالعی

امور آماده‌سازی خبر : فریبا سیر

امور فنی رایانه‌ای : پیمان حبیب‌پور، سیده شیوا شیخ‌الاسلامی

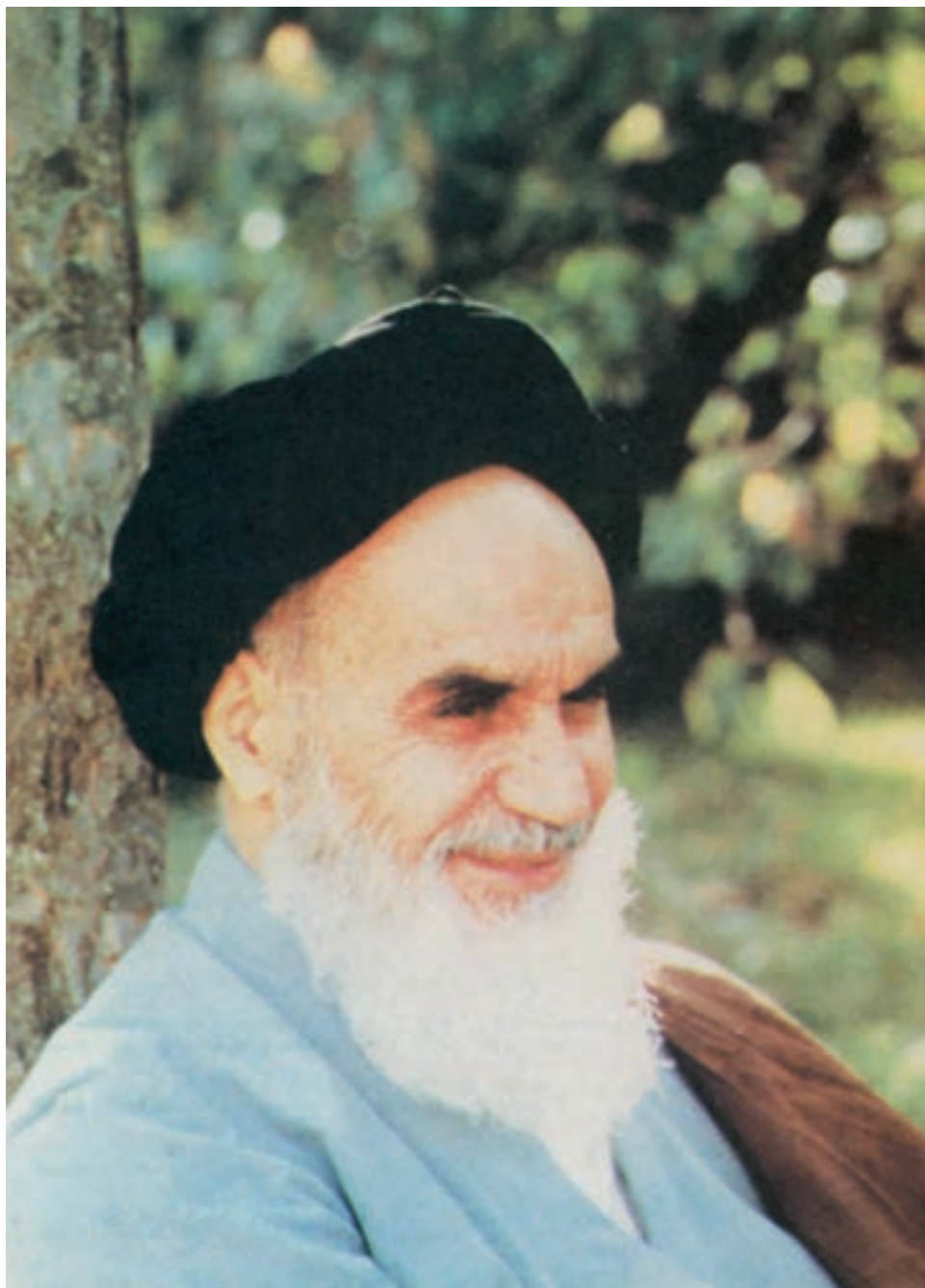
ناشر : شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران : تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱ (داروبخش)

تلفن : ۵-۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار : ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی : ۱۳۹-۳۷۵۱۵

چاپخانه : شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»

سال انتشار : ۱۳۹۴

حق چاپ محفوظ است.



شما عزیزان کوشش کنید که از این وابستگی بیرون آید و احتیاجات کشور خودتان را
برآورده سازید، از نیروی انسانی ایمانی خودتان غافل نباشید و از اتکای به اجانب بپرهیزید.
امام خمینی «قدّس سرّه الشّریف»

فهرست

			مقدمه
۴۴	۳-۳- انواع کمپرسور تناوبی		
۴۷	۳-۴- روغن کاری کمپرسور		
۴۸	۳-۵- کنترل ظرفیت	۲	فصل اول : کلیات
۴۹	۳-۶- تعیین قدرت کمپرسور یخچال ها و فریزرها	۲	۱-۱- گرما (حرارت)
۵۱	۳-۷- پرسش و تمرین	۳	۱-۲- مولکول ها و گرما
		۳	۱-۳- دما (درجه حرارت)
۵۶	فصل چهارم - کندانسرها	۵	۱-۴- سه حالت ماده
۵۸	۴-۱- ضریب عملکرد	۶	۱-۵- نمودار دما - گرما (T-H) برای آب
۵۸	۴-۲- انواع کندانسر	۷	۱-۶- بخار اشباع و مایع اشباع
۵۸	۴-۳- کندانسرهاى هوایی	۱۰	۱-۷- نمودار دما - حجم آب
۵۹	۴-۴- کندانسرهاى آبی	۱۴	۱-۸- فشار
۶۲	۴-۵- برج خنک کن	۱۸	۱-۹- پرسش و تمرین
۶۳	۴-۶- کندانسر تبخیری		
۶۴	۴-۷- انتخاب کندانسینگ یونیت (واحد تقطیر)	۲۲	فصل دوم - سیکل تبرید
۶۶	۴-۸- پرسش و تمرین	۲۳	۲-۱- تبرید (سردسازی)
		۲۴	۲-۲- تن تبرید
۷۰	فصل پنجم - کنترل کننده های مایع مبرد	۲۴	۲-۳- فرایند تبرید
۷۱	۵-۱- لوله موین	۲۵	۲-۴- رابطه فشار و دمای جوش
۷۲	۵-۲- شیر انبساط خودکار	۲۸	۲-۵- رابطه فشار و دما برای مبردهای مختلف
۷۲	۵-۳- شیر انبساط ترموستاتیک	۳۰	۲-۶- چرخه تبرید
۷۵	۵-۴- شیر انبساط الکترونیک	۳۲	۲-۷- تغییرات فشار و دما در چرخه تبرید
۷۶	۵-۵- انتخاب شیر انبساط	۳۳	۲-۸- بررسی چرخه تبرید با نمودار P-H
۷۷	۵-۶- انتخاب لوله موین	۳۶	۲-۹- پرسش و تمرین
۸۰	۵-۷- پرسش و تمرین		
		۴۰	فصل سوم - کمپرسورها
۸۲	فصل ششم - اوپراتورها	۴۱	۳-۱- انواع کمپرسور
۸۲	۶-۱- انواع اوپراتور	۴۳	۳-۲- کمپرسورهای تناوبی

۱۲۱	۸-۷- ویژگی های مواد سرمازا	۸۵	۶-۲- تقطیر در اوپراتورها
۱۲۱	۸-۸- سازگاری مواد سرمازا	۸۵	۶-۳- فشار کاری اوپراتور
۱۲۱	۸-۹- رنگ سیلندر ماده سرمازا	۸۶	۶-۴- پخش کننده ها در اوپراتور
۱۲۲	۸-۱۰- سیالات کریوژنیک	۸۷	۶-۵- جهت جریان هوا از روی کویل اوپراتور
۱۲۳	۸-۱۱- روغن های تبرید	۸۸	۶-۶- برفک زدایی یا دیفراست
۱۲۶	۸-۱۲- پرسش و تمرین	۸۸	۶-۷- انتخاب اوپراتور
		۹۵	۶-۸- پرسش و تمرین

فصل نهم - کنترل ها

۱۳۰	۹-۱- ترموستات (دمپا)
۱۳۳	۹-۲- ترمو دیسک (ترموستات محافظ)
۱۳۴	۹-۳- تایمر دیفراست
۱۳۴	۹-۴- رله های استارت
۱۳۸	۹-۵- اورلود یا کلید محافظ جریان اضافی
۱۳۹	۹-۶- کنترل فشار کم (L.P.C)
۱۳۹	۹-۷- کنترل فشار زیاد (H.P.C)
۱۴۱	۹-۸- کنترل فشار روغن (O.P.C)
۱۴۱	۹-۹- کنترل رطوبت
۱۴۲	۹-۱۰- پرسش و تمرین

فصل دهم - دستگاه های سردکننده خانگی و

۱۴۶	تجاری
۱۴۶	۱۰-۱- یخچال
۱۵۰	۱۰-۲- آب سردکن
۱۵۲	۱۰-۳- یخچال های ویترونی
۱۵۴	۱۰-۴- برآورد بار سرمایی یخچال و فریزر
۱۵۵	۱۰-۵- سردخانه (اتاق های سرد)
	۱۰-۶- برآورد بار سرمایی سردخانه های
۱۵۶	کوچک
۱۵۹	۱۰-۷- پرسش و تمرین

فصل یازدهم - دستگاه های تهویه مطبوع

۱۶۳	۱۱-۱- هوا
-----	-----------

فصل هفتم - تجهیزات جانبی دستگاه های

۹۸	سرد کننده
۹۸	۷-۱- جداکن روغن
۱۰۰	۷-۲- مخزن مایع سرمازا
۱۰۱	۷-۳- فیلتر درایر
۱۰۲	۷-۴- سایت گلاس (شیشه رویت)
۱۰۳	۷-۵- شیر برقی
۱۰۳	۷-۶- مبدل گرمایی
۱۰۴	۷-۷- تله مایع مبرد (آکومولاتور)
۱۰۵	۷-۸- شیر اطمینان کندانسور
۱۰۵	۷-۹- درپوش های ذوب شونده
۱۰۶	۷-۱۰- شیرهای سرویس رانش و مکش کمپرسور
۱۰۶	۷-۱۱- هیتر کارتر کمپرسور
۱۰۸	۷-۱۲- صدا خفه کن
۱۰۸	۷-۱۳- لرزه گیر
۱۱۰	۷-۱۴- پرسش و تمرین

فصل هشتم - مواد سرمازا و روغن ها

۱۱۴	۸-۱- مواد سرمازا و محیط زیست
۱۱۵	۸-۲- اثر گلخانه ای
۱۱۶	۸-۳- ضریب ODP
۱۱۷	۸-۴- مواد سرمازای هالوکربنی
۱۲۰	۸-۵- مواد سرمازای پایه معدنی
۱۲۰	۸-۶- روش شماره گذاری مواد سرمازا

۱۸۷	۱۱-۱۷- کولر آبی	۱۶۳	۱۱-۲- دمای هوا
۱۹۴	۱۱-۱۸- پرسش و تمرین	۱۶۳	۱۱-۳- رطوبت هوا
		۱۶۳	۱۱-۴- دمای حباب خشک هوا
۲۰۶	فصل دوازدهم - سیستم های دیگر تبرید	۱۶۳	۱۱-۵- دمای حباب مرطوب
۲۰۶	۱۲-۱- سیستم تبرید جذبی کریر	۱۶۵	۱۱-۶- دمای نقطه شبنم
۲۱۱	۱۲-۲- یخچال جذبی	۱۶۵	۱۱-۷- رطوبت ویژه
	۱۲-۳- سیستم تبرید پاششی با مواد مبرد	۱۶۵	۱۱-۸- رطوبت نسبی
۲۱۲	مصرف شدنی	۱۶۶	۱۱-۹- نمودار سایکرومتریک
۲۱۳	۱۲-۴- سیستم سرد ساز ترموالکتریک	۱۶۹	۱۱-۱۰- منطقه آسایش
۲۱۸	۱۲-۵- پرسش و تمرین	۱۷۰	۱۱-۱۱- کولر گازی پنجره‌ای
۲۲۰	واژه‌نامه تأسیسات	۱۷۵	۱۱-۱۲- کولر گازی اسپلیت
۲۲۷	پیوست‌ها	۱۷۹	۱۱-۱۳- انواع کولرهای گازی اسپلیت
۲۳۱	منابع و مآخذ		۱۱-۱۴- مدار الکتریکی کولرگازی اسپلیت
		۱۸۲	اسپلیت
		۱۸۶	۱۱-۱۵- انتخاب کولرگازی
			۱۱-۱۶- محاسبه بار برودتی فضاها
		۱۸۶	مختلف

به نام خداوند جان و خرد کزین برتر اندیشه برنگذرد

مقدمه

آب و هوای بیشتر نقاط کره زمین طوری است که انسان برای زندگی توأم با آسایش در تابستان نیاز به دستگاه‌های خنک کننده هوا و تهویه مطبوع دارد و اغلب خانه‌ها دارای حداقل یک یخچال و فریزر می‌باشند. امروزه دستگاه‌های سردکننده خانگی و تجاری مانند یخچال، فریزر، کولر و... جزء لاینفک زندگی بشر شده است. کارخانه‌های زیادی در دنیا و در کشور ما به ساخت دستگاه‌های سردکننده و تهویه مطبوع اشتغال دارند و به پیشرفت قابل توجهی هم در این زمینه نایل آمده‌اند.

ساخت، نصب، راه‌اندازی، تعمیر و نگهداری دستگاه‌های سردکننده و تهویه مطبوع یکی از مشاغل مفید جامعه ما است و متخصص و تحصیل کرده در این رشته می‌تواند در یکی از زمینه‌های یاد شده کار کند و به عنوان یک شهروند مفید و سازنده جامعه شناخته شود. کتاب تأسیسات برودتی که پیش‌روی شما قرار گرفته است، اصول کار سیستم‌های سردکننده، ساختمان و طرز کار آن‌ها را آموزش می‌دهد و هنرجو پس از پایان آموزش این کتاب می‌تواند اصول کار و ساختمان دستگاه‌های سردکننده را توضیح دهد، کنترل‌ها و تجهیزات جانبی و هدف از کاربرد آن‌ها را بیان نماید و با استفاده از کارهای عملی که در کارگاه زیر نظر هنرآموزان خویش انجام می‌دهد معلومات مقدماتی لازم برای گام نهادن در زمینه تأسیسات برودتی پیدا می‌کند.

کتاب در دوازده فصل تدوین شده است. در فصل اول کلیات مربوطه و پیش‌نیازها بیان شده است. در فصل دوم تحت عنوان سیکل تبرید، اصول کار سیستم‌های سردکننده را براساس فرآیند تغییر حالت مایع به بخار تشریح می‌نماید و اجزای اصلی یک دستگاه سردکننده مکانیکی را معرفی می‌نماید. فصل‌های سوم، چهارم، پنجم و ششم به اجزاء اصلی سیستم‌های سردکننده شامل، کمپرسورها، کندانسرها، کنترل‌کننده مایع و اواپراتورها اختصاص دارند و در این فصل‌ها انواع، ساختمان، اصول کار هر یک از آن‌ها را شرح می‌دهد. فصل هفتم تحت عنوان تجهیزات جانبی دستگاه‌های سردکننده وسایلی را که علاوه بر چهار جزء اصلی در سیستم‌های سردکننده مورد استفاده قرار می‌گیرد، شرح می‌دهد و هدف از نصب آن‌ها، ساختمان و طرز کار آن‌ها را توضیح می‌دهد.

در فصل هشتم کتاب ویژگی‌های مواد سرمازا، کاربرد آن‌ها، تأثیر آن‌ها بر محیط زیست و روش شماره‌گذاری آنها سیلندرهای نگهداری مواد سرمازا پرداخته شده است و همچنین در این فصل روغن‌های مورد استفاده در دستگاه‌های سردکننده نیز معرفی شده است. فصل نهم کتاب اختصاص به کنترل‌های الکتریکی مورد استفاده در دستگاه‌های سردکننده دارد، در این فصل کنترل‌های دما و فشار مورد بحث و بررسی قرار گرفته و ساختمان، کاربرد، طرز کار آن‌ها پرداخته شده است. فصل دهم چند نمونه از دستگاه‌های سردکننده خانگی و تجاری معرفی شده و به ساختمان، کاربرد، طرز کار آن‌ها پرداخته شده است. فصل یازدهم تحت عنوان دستگاه‌های تهویه مطبوع، ضمن معرفی ویژگی‌های هوا وسایکرومتریک اصول کار و ساختمان کولرگازی پنجره‌ای و اسپیلیت و کولرآبی را شرح می‌دهد. فصل دوازدهم تحت عنوان سیستم‌های دیگر به تشریح روش‌های دیگر تبرید غیر از روش تبرید مکانیکی می‌پردازد و سیستم تبرید جذبی، پاششی و ترموالکتریک در این قسمت معرفی می‌شوند.

برای ایجاد علاقه در هنرجویان و نتیجه‌گیری مطلوب از کتاب پیشنهاد می‌شود:

- ۱- از هنرجویان خواسته شود درمورد دستگاه سردکننده، اجزای اصلی و جانبی آن‌ها تحقیق کنند. این تحقیق می‌تواند شامل جمع‌آوری کاتالوگ - جستجوی اینترنتی و جمع‌آوری نرم‌افزارهای ارائه شده از سوی تولیدکنندگان باشد.
- ۲- از مدیران صنعت و صنعت‌گران موفق، اساتید دعوت شود تا درباره نقش دستگاه‌های سردکننده در زندگی، پیشرفت‌های

جدید و ... برای هنرجویان سخنرانی کنند.

۳- بازدید گروهی از کارخانه‌های تولیدکننده و نمایشگاه‌های بین‌المللی انجام شود که در ایجاد علاقه به کار و رشته بسیار مؤثر می‌باشد.

هنرجویان پس از پایان دوره سه ساله، دوره دو ساله کاردانی را پیش روی خود دارند که در یکی از دو گرایش: ۱- تأسیسات حرارت مرکزی و تهویه مطبوع، ۲- تأسیسات تبرید به تحصیل خود ادامه دهند. در هر رشته زمینه فعالیت در مورد دستگاه سردکننده وجود دارد و می‌تواند وارد دنیای وسیع تأسیسات سردکننده‌ها اعم از تحصیلات و کار شود.

مؤلفان از اعضای کمیسیون تخصصی رشته تأسیسات که کتاب را با دقت و حوصله مورد بررسی قرار دادند و اصلاح نمودند صمیمانه تشکر می‌نمایند و از شما برادران همکار، اساتید، صاحب‌نظران و هنرجویان می‌خواهند که نواقص و نارسایی‌ها را اعلام فرمایید و با انتقادهای و پیشنهادهای خود مؤلفان را راهنمایی فرمایید.

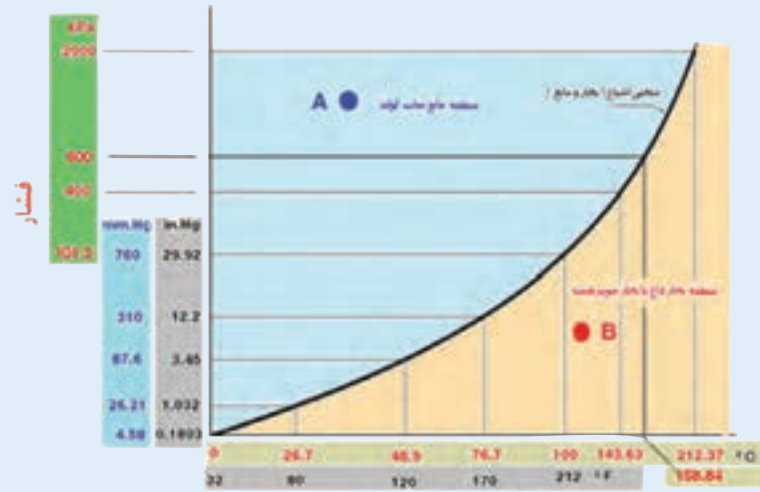
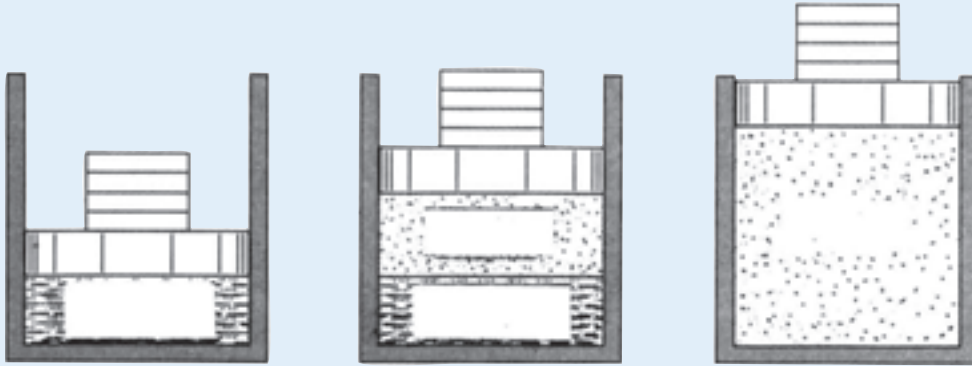
از این که توفیق تألیف این کتاب نصیب ما شده است خداوند منان راسپاسگزار هستیم.

و من الله التوفیق — مؤلفان

هدف کلی

شناخت اصول، استانداردها، طرز کار و روش انتخاب دستگاه‌های سردکننده و تهویه مطبوع خانگی

فصل اول



دما (درجه حرارت)

کلیات

پس از پایان آموزش این فصل از هنرجو انتظار می‌رود بتواند :

- ۱- گرما را توضیح دهد.
- ۲- نظریه جنبشی مولکولی را توضیح دهد.
- ۳- دما را توضیح دهد.
- ۴- اندازه‌گیری دما را توضیح دهد.
- ۵- نمودار دما - گرما را برای آب شرح دهد.
- ۶- بخار اشباع و مایع اشباع را شرح دهد.
- ۷- نمودار دما - حجم آب را توضیح دهد.
- ۸- فشار را تعریف کند.
- ۹- فشار اتمسفر - فشار نسبی و فشار مطلق را توضیح دهد.

۱- کلیات

۱-۱- گرما (حرارت)

سوراخ کاری تولید می‌شد و آبی که برای خنک کردن مته‌ها به کار برده می‌شد توجه او را جلب کرد و این حقیقت را برای تامسون روشن کرد که گرما هنگامی تولید می‌شود که روی مته‌ها کار مکانیکی انجام شود. این نتیجه‌گیری نقطه‌ای برای اشتباه بودن نظریه کالریک بود. آزمایش‌های دیگری که پژوهشگران بعدی مانند ژول^۲، فاراد^۳ و ماکسول^۴ انجام دادند نظریه تامسون را تأیید کرد. مفهوم پیشین از گرما به عنوان سیالی مرموز منسوخ شد و ایده نوبی از گرما به عنوان انرژی حرکت مولکولی پذیرفته شد این مفهوم را اغلب فرضیه جنبشی - مولکولی می‌نامند.

فلاسفه زمان باستان بر این باور بودند که گرما سیالی نادیدنی است که از جسم گرم به سوی جسم سرد می‌رود و از کالری (معادل لاتین گرما) برای معرفی این سیال به کار برده می‌شد. آزمایش‌های تامسون^۱ (۱۸۱۴-۱۷۵۳) ثابت کرد که گرما در واقع انرژی حرکتی مولکول‌هاست.

تامسون در حدود سال ۱۷۹۵ در یک کارخانه نظامی کار می‌کرد. سوراخ کاری توپ‌های برنجی یکی از کارهایی بود که زیر نظر او انجام می‌گرفت. گرمای خیلی زیادی که در هنگام

۱- Sir Benjamin Thompson (۱۷۵۳-۱۸۱۴)

۲- Michael faraday (۱۷۹۱-۱۸۶۷)

۳- Jam Prescott joule(۱۸۱۸-۱۸۸۹)

۴- James Maxwell(۱۸۳۱-۱۸۷۹)

۱-۲- مولکول‌ها و گرما

می‌کنیم انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل مولکول‌های آن افزایش می‌یابد. طبق نظریه «جنبشی مولکولی» گرما مجموع انرژی پتانسیل و انرژی جنبشی مولکول‌هاست. واحد اندازه‌گیری گرما در سیستم SI، ژول^۱ «J» است.

طبق نظریه جنبشی - مولکولی همه اجسام از ذرات ریزی به نام مولکول تشکیل شده‌اند چون مولکول‌های اجسام حرکت می‌کنند «انرژی جنبشی» دارند و به سبب وضع و حالتی که نسبت به یکدیگر دارند «انرژی پتانسیل» نیز دارند. وقتی جسمی را گرم

بیشتر بدانیم

کیلو کالری، کالری^۲ (cal) و بی تی یو^۳ (Btu) واحدهای دیگری هستند که در اندازه‌گیری مقدار گرما به کار می‌روند.

$$1 \text{ Cal} = 4186 \text{ J}$$

$$1 \text{ Btu} = 252 \text{ Cal}$$

$$1 \text{ kcal} = 1000 \text{ Cal}$$

$$1 \text{ kcal} = 397 \text{ Btu} \approx 4 \text{ Btu}^*$$

۱-۳- دما (درجه حرارت)

به‌طور کامل بسته و عایق باشد کبریتی روشن کنید و سپس دماسنج نصب شده در اتاق را به دقت تحت نظر بگیرید با وجود اینکه دمای شعله کبریت بالای 1000°C می‌باشد نمی‌توانید مقدار گرمایی را که هوای اتاق را گرم می‌کند اندازه بگیرید سپس اجازه دهید یک شمش فولادی به وزن 300 kg و دمای 200°C داخل همان اتاق بیاوریم در مدت زمان کمتری، دیگر نیازی به دماسنج جهت گرفتن دمای اضافه شده به هوای اتاق از طریق شمش فولادی را نداریم و آشکارا افزایش دمای اتاق احساس می‌شود. گرچه دمای شعله کبریت خیلی بیشتر از شمش فولادی می‌باشد اما شمش فولادی گرمای خیلی بیشتری داشته و دمای اتاق را بالا می‌برد. (شکل ۱-۱)

وقتی به جسمی گرما می‌دهیم سرعت مولکول‌ها و انرژی داخلی آن افزایش می‌یابد. این افزایش به صورت افزایش دما متجلی می‌شود. برعکس با گرفتن گرما (انرژی) از جسم، سرعت مولکول‌ها و دمای جسم کاهش می‌یابد.

دما را نباید با گرما که شکلی از انرژی است اشتباه کرد. دما میزان سرعت حرکت مولکول‌های یک جسم را نشان می‌دهد. در حالی که گرما نه تنها نشان دهنده میزان سرعت حرکت مولکول‌هاست بلکه تعیین‌کننده تعداد مولکول‌هایی است که تحت تأثیر آن قرار گرفته‌اند. مثلاً یک قاشق مسی (100 گرمی) که تا 800 درجه سلسیوس گرم شده است به اندازه یک شمش مسی 5 کیلو گرمی که تا 200 درجه سلسیوس گرم شده است گرما ندارد ولی دمای آن بیشتر است و یا فرض کنید در اتاقی که نشست‌اید

۱- Joule

۲- Calorie

۳- British Thermal Unit (B.t.u)

* یک Btu تقریباً برابر گرمایی است که از سوختن یک چوب کبریت آزاد می‌شود.

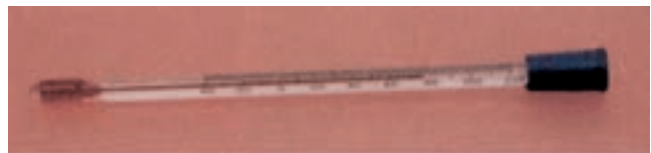


شکل ۱-۱- شعله کبریت دمای بیشتری را از شمش فولادی دارد با وجود این شمش فولادی گرمای بیشتری را در وجود خود نگه داشته و هوای اتاق را بیشتر گرم خواهد کرد.

۱-۳-۱- اندازه گیری دما: وسیله اندازه گیری دما، عقربه‌ای و الکترونیکی را نشان می‌دهد. دماسنج است. شکل ۱-۲ انواع دماسنج‌های با ساقه شیشه‌ای،



ج) دماسنج الکترونیکی



الف) دماسنج با ساقه شیشه‌ای



ب) دماسنج عقربه‌ای

شکل ۱-۲

$$K = 273 + 100 = 373$$

مثال: کم‌ترین دمای ممکن °K است.

این مقدار برابر چند درجه سلسیوس است؟

$$K = 273 + ^\circ C$$

$$0 = 273 + ^\circ C \rightarrow ^\circ C = -273$$

واحد سنجش دما در سیستم SI کلین (K) است. درجه

سلسیوس واحد دیگری است که در اندازه گیری دما متداول است.

$$K = C + 273$$

مثال: دمای جوش آب °C 100 است. دمای جوش آب

بر حسب درجه کلین خواهد بود:

$$K = 273 + ^\circ C$$

بیشتر بدانیم

واحد متداول دیگر در اندازه‌گیری دما درجه فارنهایت (°F) است. برای تبدیل دمای فارنهایت به سلسیوس و برعکس از فرمول زیر استفاده می‌شود.

$$\frac{F-32}{180} = \frac{C}{100}$$

مثال: دمای جوش آب بر حسب درجه فارنهایت خواهد بود:

$$\frac{F-32}{180} = \frac{100}{100}$$

$$100(F-32) = 100 \times 180$$

$$100F - 3200 = 18000$$

$$100F = 21200$$

$$F = 212$$

از فرمول‌های زیر نیز می‌توان برای تبدیل درجه سلسیوس به فارنهایت و برعکس استفاده کرد.

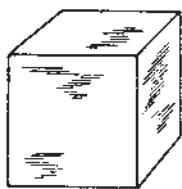
$$C = \frac{5}{9}(F-32)$$

$$F = \frac{9}{5}C + 32$$

۱-۴ سه حالت ماده

در دماهای بالاتر از 100°C به گاز یا بخار تبدیل می‌شود. به همین ترتیب سرب معمولاً جامد است ولی در 327°C مایع و در 1621°C بخار می‌شود. دی‌اکسید کربن معمولاً به صورت گاز است ولی در دمای 79°C جامد (یخ خشک) می‌شود. در شکل ۱-۳ سه حالت جامد، مایع و گاز مربوط به آب را ملاحظه می‌کنید.

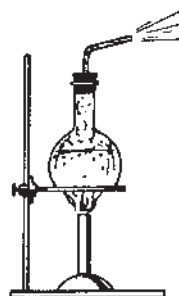
در دماها و فشارهای معمولی، مواد به سه حالت دیده می‌شوند. به صورت جامد مانند فلز و چوب، به صورت مایع مانند آب، الکل و بنزین و به صورت گاز مانند اکسیژن، ازت و دی‌اکسید کربن. ما از روی عادت فکر می‌کنیم که آب همیشه مایع است ولی ما می‌دانیم که در دمای زیر 0°C آب جامد (یخ) می‌شود یا



یخ (جامد)
 0°C و پایین‌تر



آب (مایع)
 0°C تا 100°C



بخار آب داغ (بخار)
 100°C و بالاتر

شکل ۱-۳ - سه حالت ماده (آب)

نمی‌شوند. در مورد مایعات قانون پاسکال دارای اهمیت است طبق این قانون فشار وارد بر یک نقطه از مایع عیناً به تمام نقاط آن وارد می‌شود.

آب در دمای اتاق و فشار جو به حالت مایع است در این حالت مولکول‌های آب به قدر کافی از هم دور هستند که بر روی هم بلغزند و شکل ظرف را به خود بگیرند ولی از هم جدا

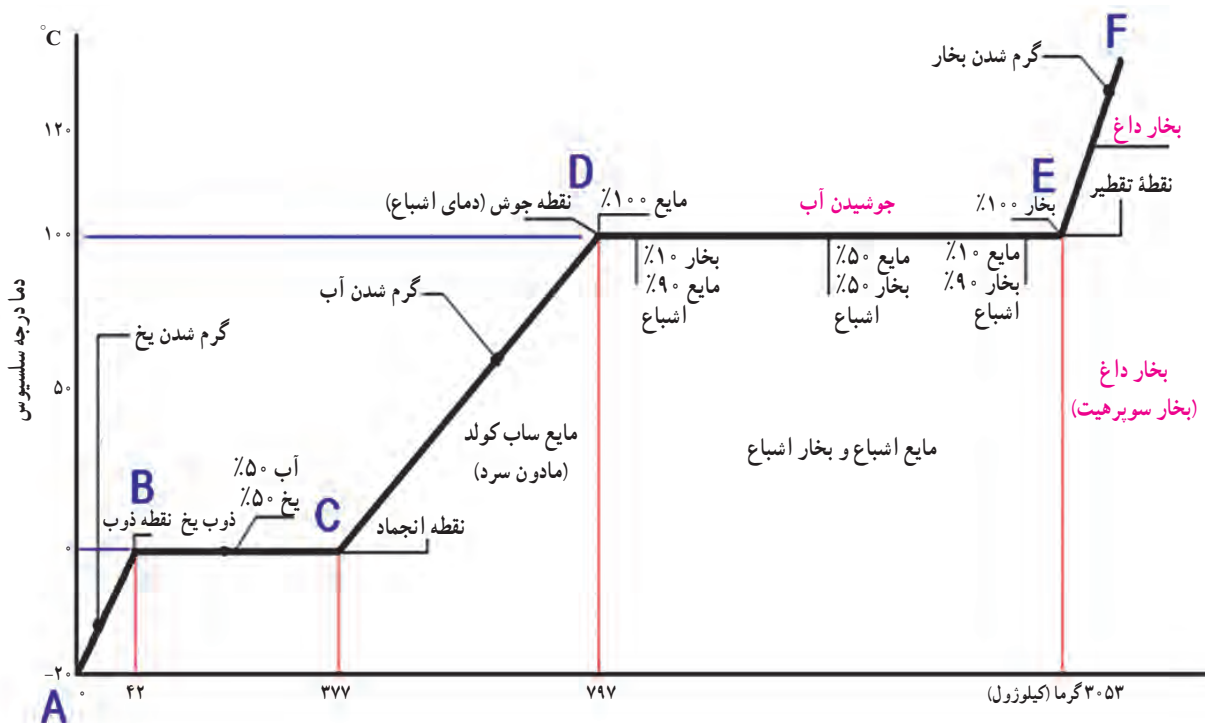
بیشتر شود میزان ارتعاش بیشتر می‌شود، از آن جایی که آب ماده متداولی است و تغییر حالت آن در فشار جو و دماهای معمولی روزمره صورت می‌گیرد از آب به عنوان مثال برای بررسی تغییر حالت استفاده می‌کنیم.

۵-۱- نمودار دما-گرما (T-H) برای آب

یک کیلوگرم یخ با دمای 2°C در ظرفی که دماسنجی داخل آن است آماده می‌کنیم. ظرف را توسط شعله‌ای گرم می‌کنیم و تغییرات حاصل بر روی دمای آب در حالت‌های مختلف بر روی نموداری که محور افقی آن بر حسب kJ (کیلو ژول) و محور عمودی آن بر حسب درجه سلسیوس ($^{\circ}\text{C}$) مدرج شده است درج می‌نماییم. نموداری مطابق شکل ۴-۱ به دست می‌آید.

اگر در فشار جو به آب گرما داده شود تا دما به 100°C برسد آب می‌جوشد و بخار آب تشکیل می‌شود و تغییر حالت از مایع به گاز صورت می‌گیرد. بخار آب همان حالت گازی آب است. در حالت گازی مولکول‌ها از هم دورند و نیروی بین مولکولی خیلی کم است. مولکول‌ها می‌توانند آزادانه در هر جهتی حرکت نمایند و به همدیگر برخورد نمایند برعکس مایعات که تراکم‌پذیر نیستند گازها تراکم‌پذیر می‌باشند.

اگر آب را سرد کنیم تا دمای آن به 0°C برسد تشکیل یخ آغاز می‌شود. در حالت یخ آب به صورت جامد است. جسم جامد حالتی از ماده است که بدون اتکا به چیزی شکل و وضعیت خود را حفظ می‌کند. مولکول‌ها در یک جا ثابت هستند و دائماً در حال ارتعاش می‌باشند. دامنه ارتعاش آن‌ها به میزان دما بستگی دارد هر چه دما کمتر باشد ارتعاش مولکول کمتر است و اگر دما



شکل ۴-۱- نمودار دما-گرما

نقطه A نشان‌دهنده یک کیلوگرم یخ 2°C در ابتدای آزمایش است. با گرم شدن ظرف دمای یخ افزایش پیدا می‌کند تا در نقطه B دمای یخ به 0°C می‌رسد خط مورب AB افزایش در نقطه B با دمای 0°C یخ شروع به ذوب شدن می‌نماید.

نقطه A نشان‌دهنده یک کیلوگرم یخ 2°C در ابتدای آزمایش است. با گرم شدن ظرف دمای یخ افزایش پیدا می‌کند تا در نقطه B دمای یخ به 0°C می‌رسد خط مورب AB افزایش

— **نقطه جوش**^۲: دمایی را که در آن هر مایعی در فشار ثابت معینی به جوش می‌آید، نقطه جوش می‌نامند. نقطه جوش آب در فشار اتمسفر برابر با 100°C است. نقطه جوش هر مایع به فشار وارد بر سطح آن بستگی دارد. افزایش فشار وارد بر سطح مایع سبب بالا رفتن نقطه جوش می‌شود.

— **گرمای محسوس**^۳: به گرمایی که سبب بالا رفتن دمای جسم شود گرمای محسوس گویند. در نمودار ۱-۴ گرمای داده شده به یخ از نقطه A تا B (42kJ) و گرمای داده شده به آب از نقطه C تا D (42kJ) را گرمای محسوس گویند زیرا موجب بالا رفتن دمای یخ از 0°C تا 20°C و بالا رفتن دمای آب از 0°C تا 100°C شده است.

— **گرمای نهان**^۴: به گرمایی که در دمای ثابت به یک جسم داده می‌شود تا سبب تغییر حالت آن جسم شود گرمای نهان گفته می‌شود و به صورت گرمای نهان ذوب و گرمای نهان تبخیر وجود دارد. در نمودار ۱-۳ 335kJ گرمایی که از نقطه B تا C به آب داده می‌شود گرمای نهان ذوب آب و 2256kJ گرمایی که از نقطه D تا E در حین جوش به آب داده شده است گرمای نهان تبخیر می‌باشد.

۶-۱- بخار اشباع و مایع اشباع

یک کیلوگرم آب در داخل سیلندر و پیستون نشان داده شده در شکل ۵-۱ را در نظر می‌گیریم. فرض می‌کنیم پیستون و وزنه روی آن فشار یک اتمسفر را در سیلندر برقرار نمایند و دمای اولیه آب 20°C باشد. با انتقال گرما به آب دمای آن بالا می‌رود و حجم نیز کمی افزایش می‌یابد (فشار ثابت است). این حالت در شکل ۵-۱ الف نشان داده شده است.

با ادامه گرمادهی وقتی دمای آب به 100°C می‌رسد تغییری در حالت (فاز) مشاهده می‌شود که در شکل ۵-۱ ب نشان داده شده است یعنی مقداری از مایع به بخار تبدیل می‌شود. در طول این فرایند دما ثابت باقی می‌ماند ولی حجم به مقدار قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌یابد.

با ادامه گرمادهی به ظرف زمانی می‌رسد که تمام آب مایع به

گرم کردن ظرف ادامه دارد ملاحظه می‌شود که درجه دماسنج روی 100°C ثابت مانده و تغییری نمی‌کند ولی به تدریج به میزان آب اضافه می‌شود و از مقدار یخ کاسته می‌گردد. معلوم می‌شود که گرمای داده شده صرف تبدیل یخ به آب شده است. خط افقی دما ثابت BC ذوب شدن یخ در دمای 100°C را نشان می‌دهد. در نقطه C آخرین ذره یخ آب می‌شود. در فاصله نقطه B تا نقطه C، $335\text{kJ} = 42 - 377$ گرما به یخ داده شده است.

پس از تمام شدن فرآیند ذوب یخ مشاهده می‌کنیم که دما افزایش پیدا می‌کند. هر چه بر میزان گرمای داده شده افزوده می‌شود، میزان دمای آن نیز افزایش می‌یابد. تا در نقطه D دما به 100°C می‌رسد و آب به جوش می‌آید. خط مورب CD افزایش دمای آب از 0°C تا 100°C را نشان می‌دهد. در این مرحله $420\text{kJ} = 377 - 797$ گرما به آب داده شده است.

از نقطه D که آب به جوش می‌آید باز هم ملاحظه می‌شود که با افزایش گرما دما ثابت می‌ماند این فرآیند تا نقطه E که آخرین ذره مایع به بخار تبدیل می‌شود ادامه دارد در این مرحله $2256\text{kJ} = 797 - 3053$ گرما به آب اضافه شده است. خط EF نشان می‌دهد اگر بخار تولیدی در ظرف بسته باشد و عمل گرمادهی ادامه یابد دمای بخار بالاتر خواهد رفت.

با توجه به نمودار مذکور به تعاریف زیر می‌پردازیم.

— **نقطه ذوب**^۱: نقطه ذوب عبارت از دمایی است که هر جسم جامد در فشار معینی در آن دما به مایع تبدیل می‌شود. نقطه ذوب آب (یخ) در فشار اتمسفر برابر 100°C است. افزایش فشار وارد بر جسم به جز در چند مورد سبب بالا رفتن نقطه ذوب آن می‌شود. در بعضی از مواد مانند یخ افزایش فشار سبب کاهش نقطه ذوب می‌شود.

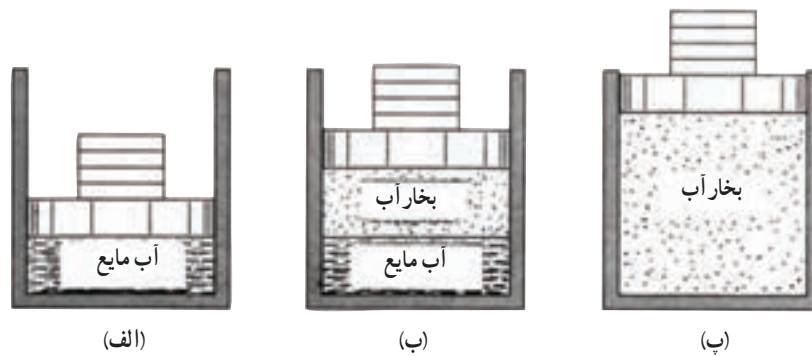
— **گرمای نهان ذوب**: گرمای نهان ذوب یک جسم جامد برابر است با مقدار گرمایی که به یک کیلوگرم از آن جسم جامد در نقطه ذوب بدهیم تا در همان دما به مایع تبدیل شود. گرمای نهان ذوب برابر با گرمایی است که در نمودار در فاصله نقطه B تا نقطه C به آب داده شد که برابر $335 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ می‌باشد.

۱- Melting point

۲- Sensible Heat

۲- Boiling point

۴- Latent Heat



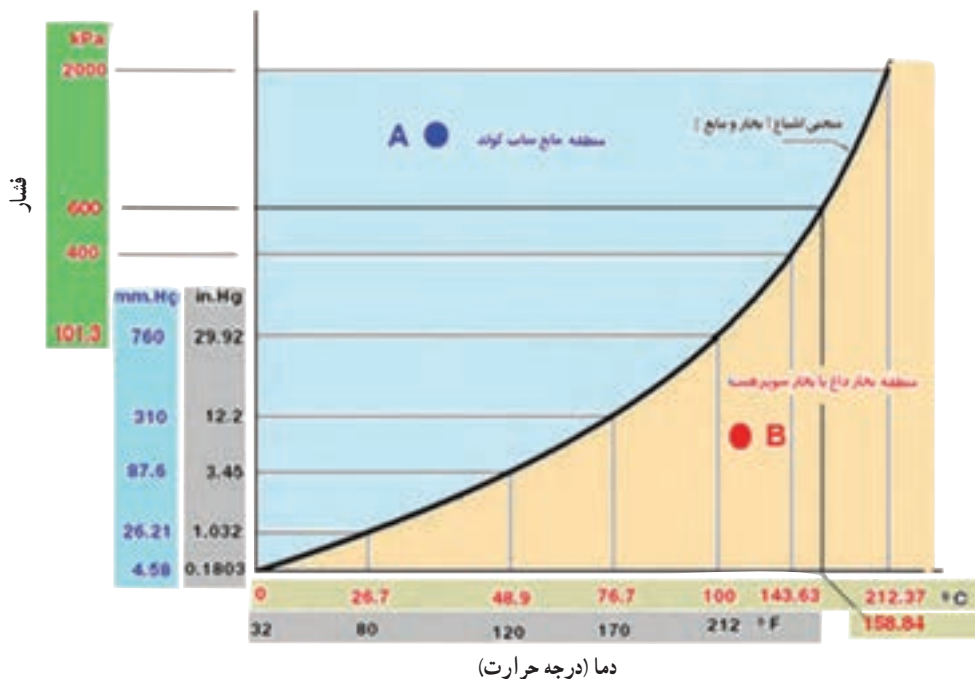
شکل ۱-۵- بخار اشباع و فشار اشباع

خالص رابطه معینی بین فشار اشباع و دمای اشباع وجود دارد. که نمونه‌ای از آن در منحنی «فشار - دما» در شکل ۱-۶ نشان داده شده است. این منحنی رابطه فشار با دمای اشباع برای آب را نشان می‌دهد.

چنانچه ماده‌ای به صورت مایع در دما و فشار اشباع وجود داشته باشد «مایع اشباع»^۱ نامیده می‌شود. اگر دمای مایعی کمتر از دمای اشباع در یک فشار معین باشد مایع «بیش سرد» یا «ساب کول»^۲ خوانده می‌شود (نقطه A).

بخار آب تبدیل می‌شود این حالت در شکل ۱-۵- پ نشان داده شده است. هرگونه افزایش گرما به این ظرف موجب بالا رفتن دمای بخار آب می‌شود.

در یک فشار معین عبارت «دمای اشباع» نشان‌دهنده دمایی است که عمل جوش در آن اتفاق می‌افتد. فشار مربوط به دمای اشباع را فشار اشباع می‌نامند. بنابراین برای آب دمای جوش 100°C دمای اشباع در فشار یک اتمسفر است و فشار یک اتمسفر فشار اشباع در دمای 100°C می‌باشد. برای هر ماده



شکل ۱-۶- منحنی - فشار - دما برای آب

۱ - Saturated liquid

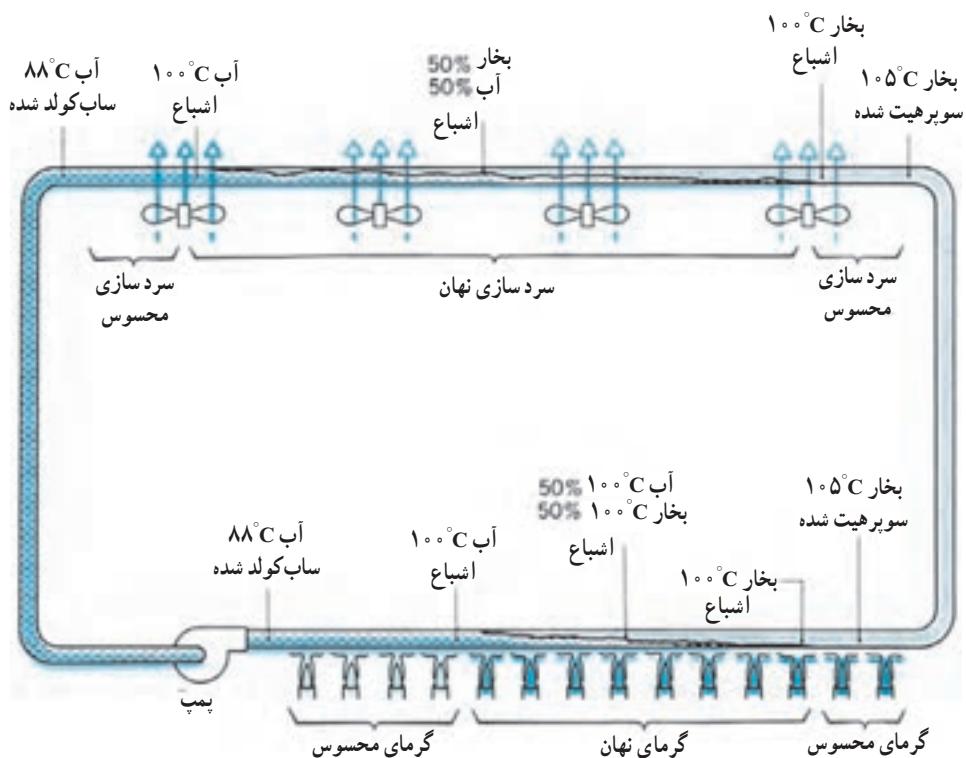
۲ - Subcooled liquid

آب به بخار تبدیل می‌شود. گرمای داده شده به آب در این مرحله از نوع گرمای نهان است. وقتی تمام آب به جوش آمده و تبدیل به بخار شود افزایش گرما باعث افزایش دمای بخار تا 105°C می‌شود (گرمای محسوس) و بخار سوپرهیت حاصل می‌شود.

و اگر در قسمت‌های بعدی با استفاده از فن‌های سردکننده اقدام به گرفتن گرما از سیستم نماییم، ابتدا بخار سوپرهیت گرمای خود را از دست می‌دهد (گرمای محسوس) و به دمای اشباع 100°C می‌رسد. با ادامه عمل گرماگیری بخار اشباع تبدیل به مایع اشباع می‌شود (گرمای نهان) و در نهایت مایع سبک کولد با دمای 88°C به دست می‌آید که وارد پمپ می‌گردد.

هرگاه ماده به صورت بخار در فشار اشباع وجود داشته باشد به آن «بخار اشباع» گویند. و اگر بخار در دمایی بالاتر از دمای اشباع باشد، «بخار بیش گرم» یا «بخار داغ» یا «بخار سوپرهیت» نامیده می‌شود (نقطه B).

مثال : شکل ۱-۷ مفاهیم دمای اشباع، ساب کول شدن و سوپرهیت شدن به یکدیگر گره می‌زند. سیستم بسته‌ای در نظر بگیرید که تمام قسمت‌های آن به طور تقریب در فشار اتمسفریک نگه داشته شده باشد. آب خروجی از پمپ دارای دمایی 88°C است که در شرایط ساب کولد قرار دارد. با افزودن گرما دمای آب تا 100°C بالا می‌رود (گرمای محسوس). اگر به گرما دادن ادامه دهیم دما در 100°C (دمای اشباع) ثابت می‌ماند در حالی که



شکل ۱-۷- سیال (آب) با گرفتن و پس دادن گرما می‌تواند بجوشد یا تقطیر شود.

پرسش: در شکل ۸-۱ حالت بخار و مایع را مشخص کنید.

- مایع اشباع
- مایع ساب کولد
- بخار اشباع
- بخار سوپر هیت



ب

- مایع ساب کولد
- مایع اشباع
- بخار اشباع
- بخار سوپر هیت



الف

- بخار سوپر هیت
- بخار اشباع
- مایع اشباع
- مایع ساب کولد



د

- مایع اشباع
- بخار اشباع
- مایع ساب کولد
- بخار سوپر هیت



ج

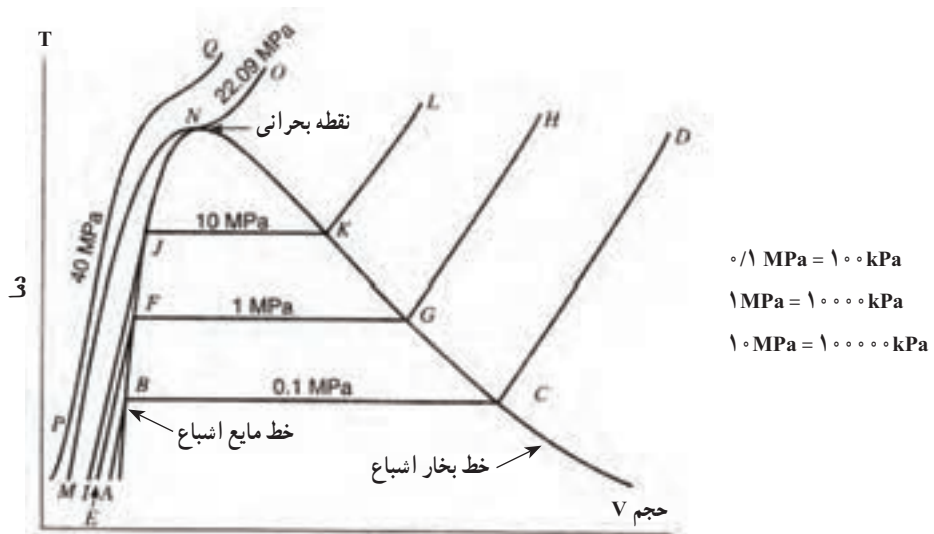
شکل ۸-۱

پیوستن نقاط B، F، J و ... و N به دست می آید را خط مایع اشباع گویند و خطی را که از به هم پیوستن نقاط N، K، G و ... و N به دست می آید خط بخار اشباع گویند.

اگر خط های دمای ثابت مانند BC، FG، IK و ... را با هم مقایسه کنیم مشاهده می شود که هر چه فشار بیشتر می شود، طول خط دمای ثابت کوچکتر می شود تا در نقطه بحرانی تبدیل به یک نقطه (N) می شود.

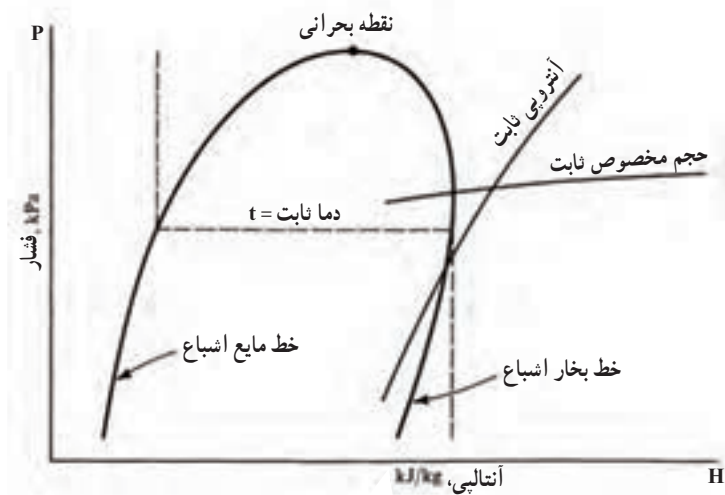
۱-۷- نمودار دما - حجم آب

نمودار دما - گرما را که در شکل ۴-۱ برای آب در فشار ۱۰۰ kPa ترسیم شده است دوباره نگاه کنید اگر از فاز جامد صرف نظر کرده فاز مایع و بخار آن را در فشارهای مختلف برای آب رسم کنیم، نموداری مانند شکل ۹-۱ به دست می آید که ABCD در فشار ۱۰۰ kPa، EFGH در فشار ۱۰۰۰۰ kPa و IJKL در فشار ۱۰۰۰۰۰ kPa رسم شده است. خط منحنی که از به هم



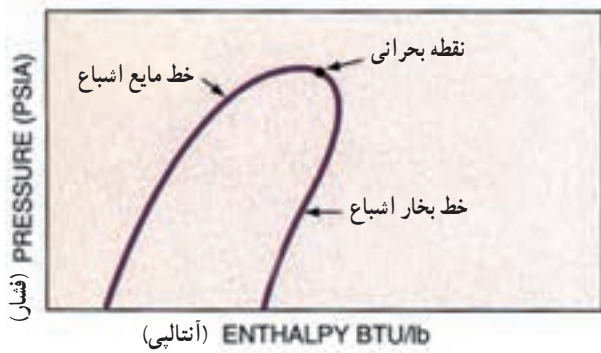
شکل ۹-۱- نمودار دما، حجم آب، نشان دهنده فازهای مایع و بخار (این نمودار با مقیاس رسم نشده است).

برای هر ماده‌ای نموداری شبیه آن چه برای آب در شکل ۹-۱ مشاهده کردید ترسیم می‌شود. از نمودار P-H استفاده می‌شود. در شکل ۱۰-۱ یک نمودار نمودار ترسیم شده را نمودار T-V می‌گویند. در P-H معرفی شده است.



شکل ۱۰-۱- نمودار فشار - آنتالپی یا نمودار P-H

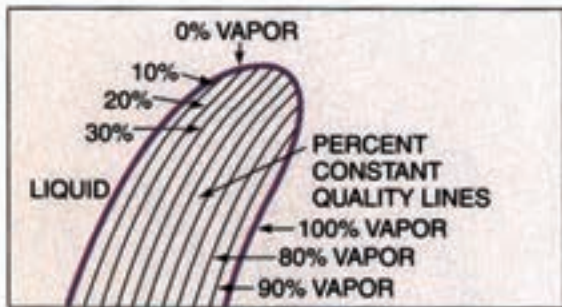
شکل‌های ۱۱-۱ خط‌های نمودار P-H را به صورت دیگری معرفی می‌نماید. در شکل ۱۲-۱ نمودار P-H ماده‌ی سرمازای R-۲۲ را مشاهده می‌کنید.



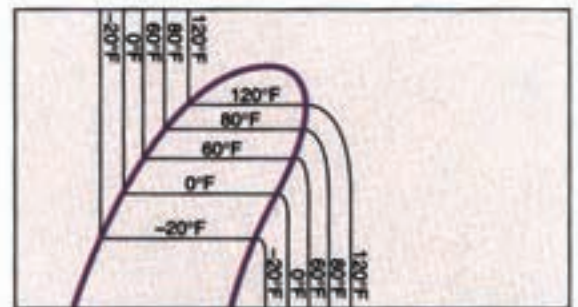
(آنتالپی) (فشار)



ناحیه های ساب کولد - اشباع - سوپر هیت



خط های عیار ثابت (درصد بخار)

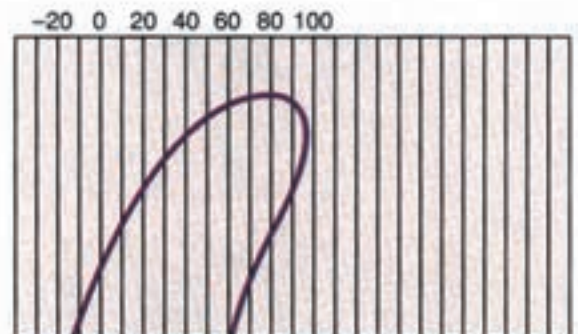


خط های دما ثابت

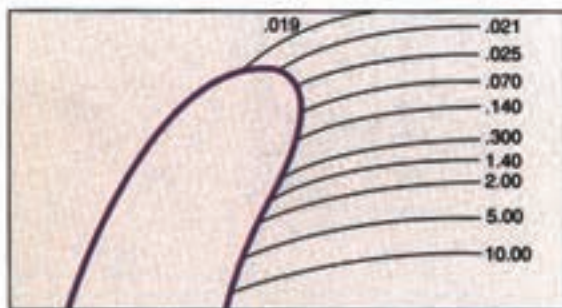


خط های آنترپی ثابت

(BTU/lb)

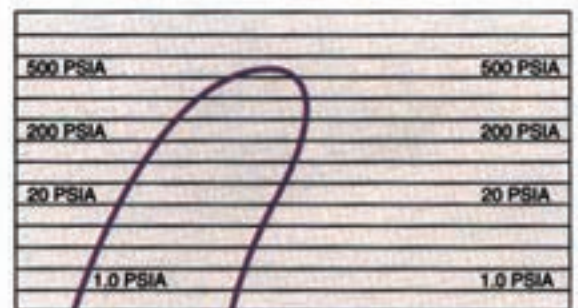


خط های آنتالپی ثابت



خط های حجم ویژه ثابت

(ft³/lb)



خط های فشار ثابت

شکل ۱۱-۱- معرفی خط های نمودار P-H

۸-۱- فشار

همان طور که در شکل ۱۳-۱ ملاحظه می‌کنید دو بلوک A

و B دارای وزن یکسان می‌باشند اما فشاری که از طرف بلوک A بر سطح میز وارد می‌شود بسیار کمتر از فشاری است که از طرف بلوک B بر روی سطح میز وارد می‌شود.

$$\text{فشار بلوک A: } 1 \text{ kg} = 10 \text{ N}$$

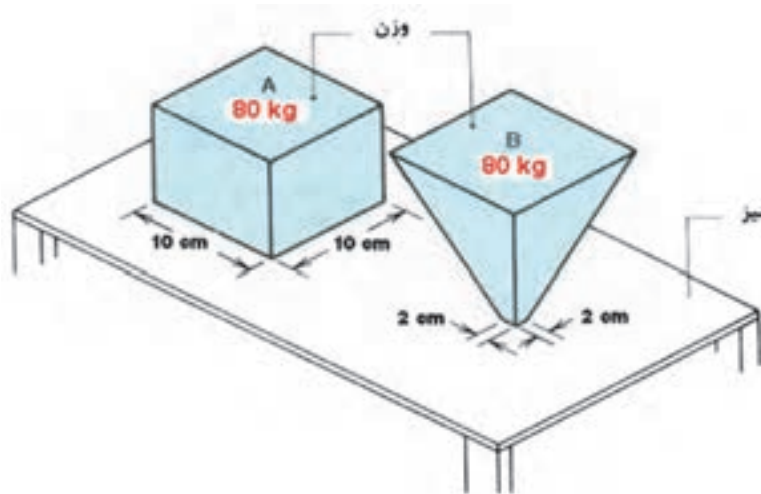
$$P = \frac{10}{0.1} = 100 \text{ N/m}^2 = 10 \text{ kPa}$$

فشار بلوک B:

$$P = \frac{10}{0.04} = 250 \text{ N/m}^2 = 25 \text{ kPa}$$

فشار عبارت است از مقدار نیروی وارد بر سطح $p = \frac{F}{A}$.

در این رابطه اگر نیرو (F) بر حسب نیوتن و سطح (A) بر حسب متر مربع باشد فشار (P) بر حسب N/m^2 یا پاسکال (Pa) خواهد شد. در رابطه فوق هر چه نیرو بزرگ‌تر شود و مساحت کوچک‌تر گردد فشار حاصل بیشتر و بیشتر خواهد بود. فرو کردن پونز بر سطح یک چوب به راحتی انجام می‌شود زیرا مساحت نوک پونز بسیار کم و فشار حاصل بسیار زیاد است.

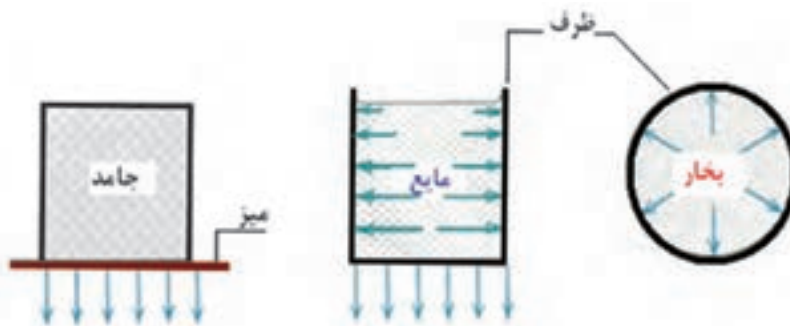


شکل ۱۳-۱- هر بلوک نیرویی معادل ۸۰ کیلوگرم روی میز وارد می‌کند. بلوک A فشاری بر 10 KPa به وجود می‌آورد در حالی که بلوک B فشار برابر 250 KPa را موجب می‌شود.

آن بستگی به ارتفاع مایع دارد. در گازها در تمام سطوح به طور یکسان اعمال می‌شود.

شکل ۱۴-۱- فشار را در سه حالت مختلف ماده نشان

می‌دهد. در یک جسم جامد فشار فقط مستقیماً رو به پایین اعمال می‌شود. در مایعات فشار در سطح جانبی ظرف اعمال شده و مقدار



شکل ۱۴-۱- فشارهای اعمالی برای جامدات، مایعات و بخار

۱-۸-۱- فشار نسبی: فشار نسبی یا فشار مانومتری

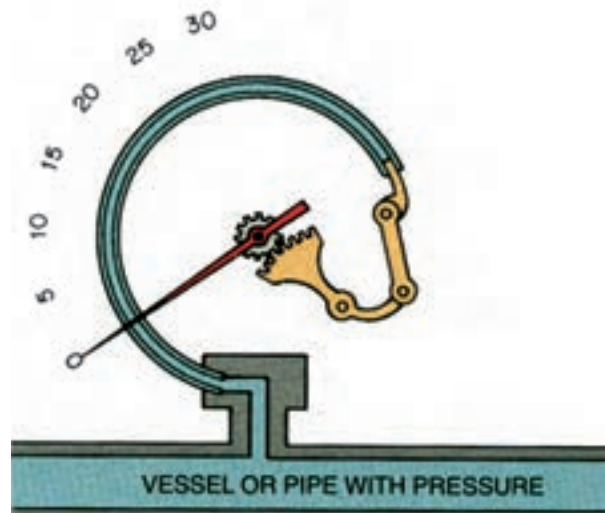
فشاری است که فشارسنج نشان می‌دهد. فشارسنج‌ها فقط اختلاف فشار میان فشار واقعی سیال و فشار جو را اندازه می‌گیرند و طوری درجه‌بندی شده‌اند که در فشار جو، صفر را نشان می‌دهند بدین لحاظ خواندن فشار راحت‌تر می‌شود.

برای اندازه‌گیری فشار نسبی از مانومتر یا فشارسنج بوردون استفاده می‌شود (شکل ۱-۱۵). فشار نسبی را با P_g نشان می‌دهند.



شکل ۱-۱۵- فشارسنج بوردون

لوله بوردون لوله فلزی خمیده بیضی شکلی است که میزان خمیدگی آن بر اثر افزایش فشار سیال داخل لوله کمتر و بر اثر

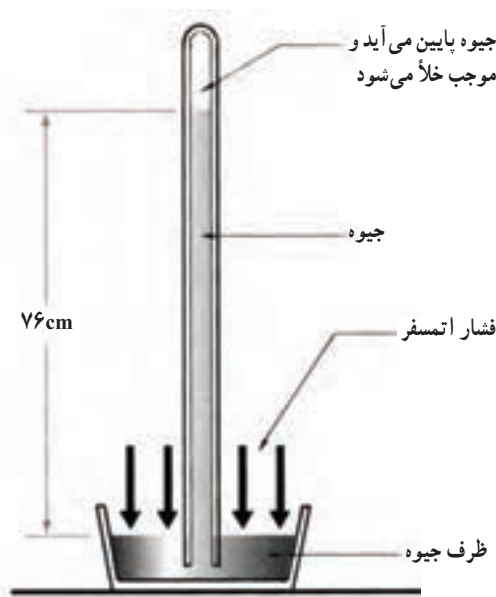


شکل ۱-۱۶- نمایش شماتیک مکانیزم فشارسنج بوردون

کاهش فشار بیشتر می‌شود هر تغییری در خمیدگی لوله از طریق دنده‌ها به عقربه منتقل می‌شود (شکل ۱-۱۶). جهت و مقدار حرکت عقربه به جهت و اندازه خمیدگی لوله بستگی دارد.

۱-۸-۲- فشار اتمسفر: اطراف کره زمین را پوششی

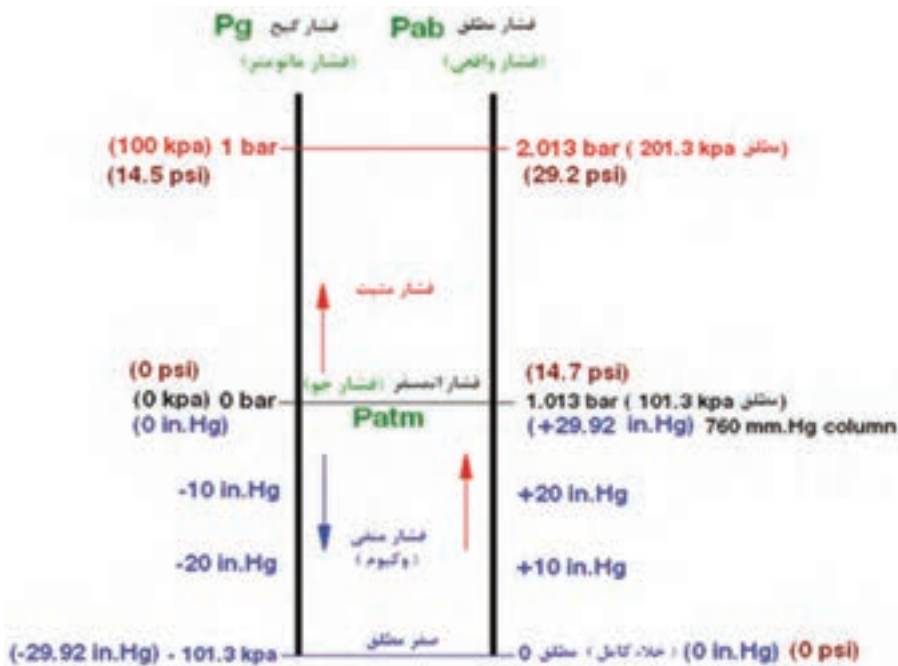
از هوا دربر گرفته است. چون هوا دارای جرم بوده و در معرض جاذبه است، فشاری اعمال می‌کند که فشار جو یا فشار اتمسفر نام دارد. ستونی از هوا را به سطح یک متر مربع در نظر بگیرید که از سطح زمین، همتراز سطح دریا تا حد بالای جو ادامه دارد. جرم این ستون هوا به اندازه‌ای است که نیروی جاذبه وارد بر آن در سطح دریا (سطح قاعده ستون) برابر 101325N می‌شود. چون کل این نیرو بر سطح 1m^2 وارد می‌شود فشار حاصل از جو در سطح دریا 101325N/m^2 (نیوتن بر متر مربع) یا پاسکال (Pa) است. این همان مقدار فشار جو در سطح دریا است که گاهی فشار یک اتمسفر نیز گفته می‌شود. دقت کنید که فشار یک اتمسفر تقریباً برابر فشار یک بار (bar) است. فشار جو ثابت نبوده با ارتفاع تغییر می‌کند و با افزایش ارتفاع فشار جو کاهش می‌یابد. فشار اتمسفر به وسیله بارومتر اندازه‌گیری می‌کنند و به همین جهت به آن فشار بارومتری نیز می‌گویند (شکل ۱-۱۷). از آن جایی که فشار هر محل با ارتفاع از سطح دریا تغییر می‌کند به آن فشار محلی نیز گویند.



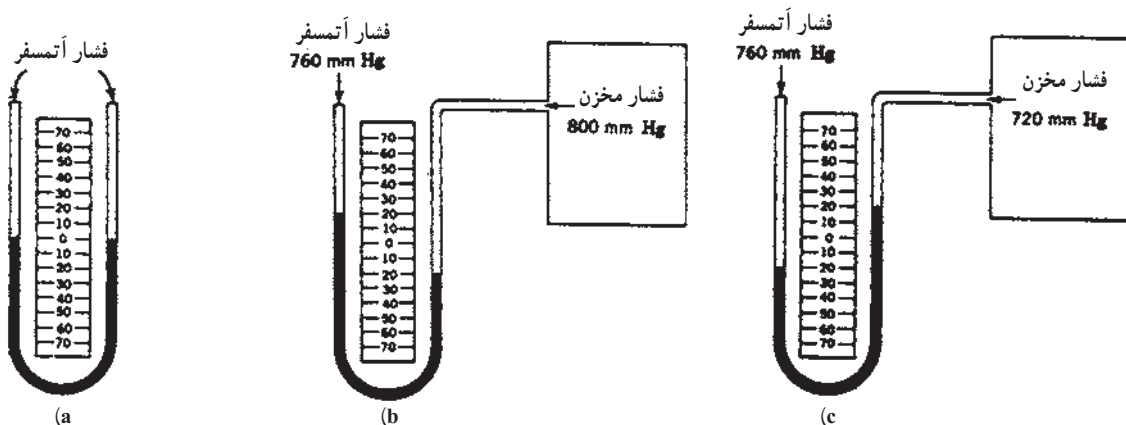
شکل ۱-۱۷- بارومتر جیوه‌ای

علامت منفی نشان می‌دهند. رابطه بین فشار نسبی و فشار مطلق در شکل ۱۸-۱ آمده است. شکل ۱۹-۱ بیان دیگری برای روشن شدن رابطه بین فشار نسبی و فشار مطلق است.

۳-۸-۱- فشار مطلق: فشار کل یا واقعی یک سیال است. فشار مطلق مجموع فشار نسبی و فشار اتمسفر محلی است. فشار نسبی = فشار اتمسفر + فشار مطلق
 $P_{ab} = P_b + P_g$
 در صورتی که فشار نسبی کمتر از فشار جو باشد آن را با



شکل ۱۸-۱- نسبت بین فشار گیج و فشار مطلق



شکل ۱۹-۱- (a) فشار وارد (فشار اتمسفر) به دو سمت لوله برابر و سطح جیوه نیز در لوله برابر است. (b) نشان می‌دهد که فشار مخزن ۴۰ میلی متر جیوه از فشار اتمسفر بیشتر است. (c) نشان می‌دهد که فشار مخزن ۴۰ میلی متر جیوه از فشار اتمسفر (۷۶۰ mmHg) کمتر است.

اینچ مربع) و ارتفاع ستون جیوه (inHg) استفاده می کنند. Psig
نشانه فشار مانومتری و Psia نشانه فشار مطلق است.

$$\begin{aligned} 1 \text{ atm} &= 1.013 \text{ bar} = 14.7 \text{ psi} = 760 \text{ mm.Hg} \\ &= 29.92 \text{ in.Hg} = 10.33 \text{ m.w} = 101325 \text{ pa} \\ &= 1.033 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

واحد های فشار: واحد فشار در سیستم SI، پاسکال (Pa) یا نیوتن بر متر مربع N/m^2 است. واحد دیگر فشار بار (bar) است. یک بار معادل 100000 Pa است. فشار بر حسب ارتفاع ستون جیوه (cmHg، mmHg) و ارتفاع ستون آب (mwc) نیز سنجیده می شود. در سیستم انگلیسی معمولاً از واحدهای Psi (پوند بر



۸-۱- پرسش و تمرین

پرسش‌های چهارگزینه‌ای

- ۱- با گرم کردن یک جسم کدام تغییر در مولکول‌های آن ایجاد می‌شود:
- الف) کاهش انرژی پتانسیل و انرژی جنبشی
ب) افزایش انرژی پتانسیل و انرژی جنبشی
ج) کاهش انرژی پتانسیل
د) کاهش انرژی جنبشی
- ۲- در تغییر بخار 100°C به بخار 110°C کدام فرایند زیر انجام یافته است؟ (امتحان نهایی - شهریور 90°)
- الف) گرم کردن نهان
ب) گرم کردن محسوس
ج) گرم کردن نهان و محسوس
د) ساب کولد و سوپرهیت
- ۳- هنگام تغییر حالت یخ به آب کدام فرایند انجام می‌شود؟
- الف) ساب کولد
ب) سوپرهیت
ج) گرم کردن محسوس
د) گرم کردن نهان
- ۴- مقدار گرمایی که به یک کیلوگرم از جسم جامد در نقطه ذوب بدهیم تا به مایع در همان دما تبدیل شود نامیده می‌شود (امتحان نهایی - خرداد 91)

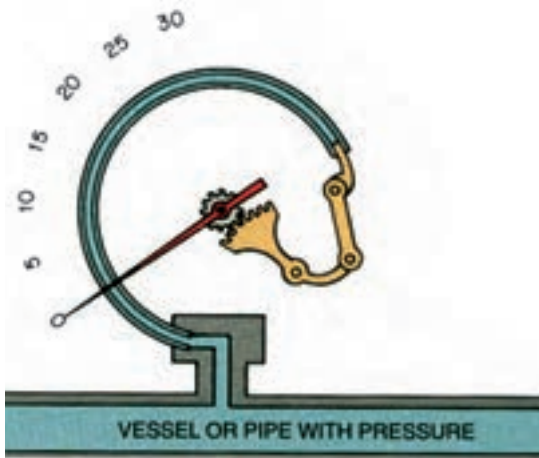
- الف) نقطه ذوب
ب) گرمای نهان ذوب
ج) گرمای محسوس
د) سوپرهیت
- ۵- به گرمایی که سبب بالا رفتن دمای جسم می‌شود چه می‌گویند؟
- الف) گرمای محسوس
ب) گرمای نهان
ج) گرمای فوق گرم
د) گرمای داغ
- ۶- در کدام حالت ماده، فشار در تمام سطوح به طور یکسان اعمال می‌شود؟
- الف) جامدات
ب) مایعات
ج) گازها
د) مایعات و گازها

۷- شکل مقابل کدام وسیله اندازه‌گیری را نشان می‌دهد؟

الف) بارومتر

ب) فشارسنج بوردون

ج) دماسنج عقربه‌ای



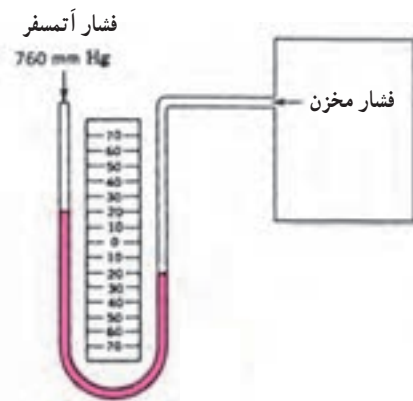
پرسش‌های درست و نادرست

- ۸- واحد اندازه‌گیری گرما در سیستم SI ژول است.
 درست نادرست
- ۹- در یک فشار معین عبارت دمای اشباع دمایی است که عمل تقطیر اتفاق می‌افتد. (امتحان نهایی شهریور ۹۱)
 درست نادرست
- ۱۰- نقطه جوش هر مایع به فشار وارد بر سطح آن بستگی دارد.
 درست نادرست
- ۱۱- هرگاه ماده‌ای به صورت بخار در فشار اشباع وجود داشته باشد بخار سوپرهیت گویند.
 درست نادرست
- ۱۲- شکل مقابل حالت مایع ساب کولد را نشان می‌دهد.
 درست نادرست
- ۱۳- مقدار نیروی وارد بر واحد سطح را فشار گویند.
 درست نادرست
- ۱۴- برای اندازه‌گیری فشار محلی از مانومتر استفاده می‌شود.
 درست نادرست



سئوالات کامل کردنی

- ۱۵- براساس نظریه جنبشی مولکولی، گرما مجموع و مولکول‌های یک جسم می‌باشد.
- ۱۶- دما میزان مولکول‌های یک جسم را نشان می‌دهد.
- ۱۷- ده درجه سلسیوس معادل درجه کلونین می‌باشد.
- ۱۸- اگر بخار در دمایی بالاتر از دمای اشباع باشد نامیده می‌شود.
- ۱۹- مقدار فشار در مایعات به بستگی دارد.
- ۲۰- در شکل روبه‌رو فشار مخزن برابر با میلی متر جیوه است. (امتحان نهایی خرداد ۸۹)



واژه مناسب را در جای خالی بنویسید.

(بارومتر - دما - گرمای محسوس - بخار داغ - گرمای نهان - مانومتر - فشار - بخار اشباع)

۲۱- کلوبین واحد اندازه گیری می باشد.

۲۲- افزایش سبب بالارفتن نقطه جوش می شود.

۲۳- گرمایی که در دمای ثابت به یک جسم داده می شود تا سبب تغییر حالت آن جسم شود گفته

می شود.

۲۴- هرگاه ماده به صورت بخار در فشار اشباع وجود داشته باشد به آن گویند.

۲۵- برای اندازه گیری فشار نسبی از استفاده می شود.

پرسش های تشریحی

۲۶- گرما را بر اساس نظریه فلاسفه قدیم تعریف نمایید.

۲۷- تفاوت دما و گرما را شرح دهید.

۲۸- مایع اشباع را شرح دهید.

۲۹- بخار اشباع را شرح دهید.

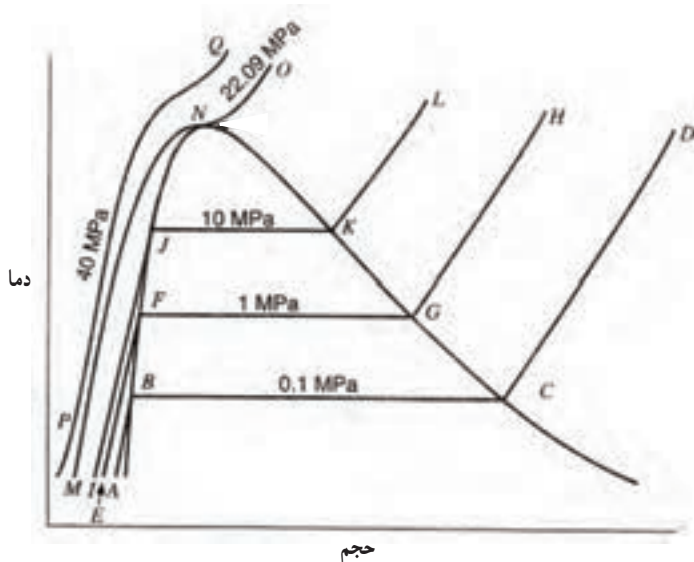
۳۰- مایع سبک کولد را تعریف کنید.

۳۱- بخار سوپرهیت را تعریف کنید.

۳۲- در نمودار دما - حجم شکل مقابل

خط مایع اشباع، خط بخار اشباع و نقطه بحرانی

را مشخص کنید.



۳۳- در صورتی که فشار محلی $14/7 \text{ Psi}$

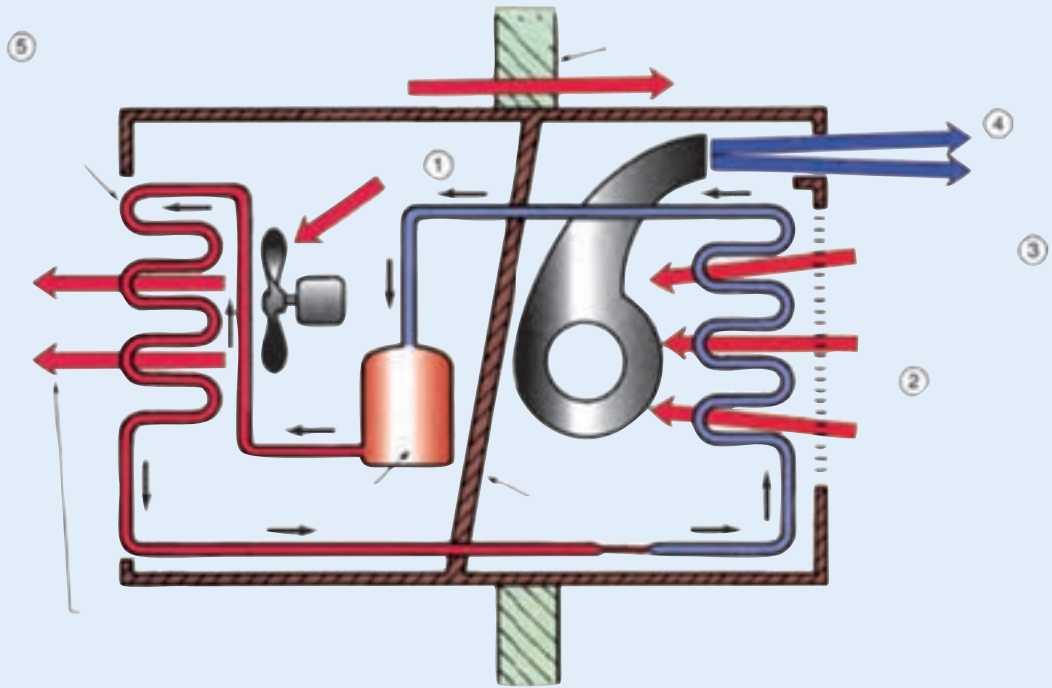
و فشار سنج عدد 15 Psi را نشان دهد فشار مطلق را حساب نمایید.

۳۴- سه حالت ماده را شرح دهید.

۳۵- رابطه دمای اشباع و فشار اشباع را بیان کنید.

۳۶- منطقه مایع سبک کولد و بخار سوپرهیت را بر روی منحنی فشار - دما تعیین کنید.

۳۷- نمودار دما - گرما را ترسیم کرده و قسمت های مختلف نمودار را مشخص نمایید.

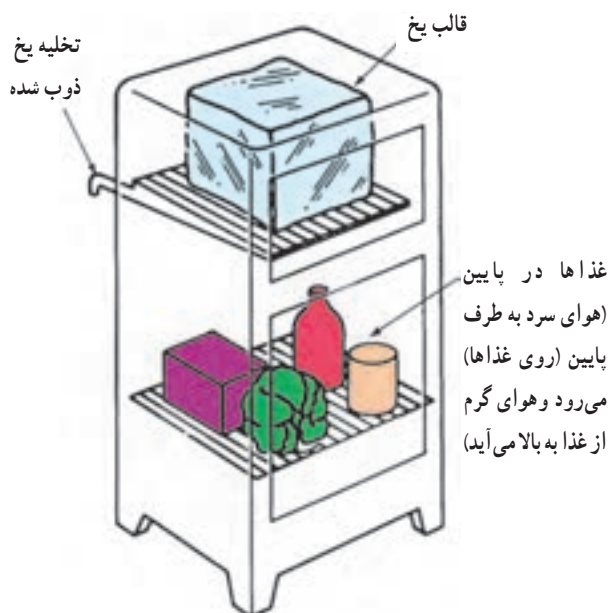


سیکل تبرید

پس از پایان این فصل هنرجو باید بتواند :

- ۱- تبرید را توضیح دهد.
- ۲- تن تبرید را بیان نماید.
- ۳- فرآیند تبرید را شرح دهد.
- ۴- رابطه فشار و دمای جوش را بیان کند.
- ۵- رابطه فشار و دمای جوش را برای مبردهای مختلف شرح دهد.
- ۶- سیکل تبرید را توضیح دهد.
- ۷- تغییرات دما و فشار را در سیکل تبرید توضیح دهد.
- ۸- سیکل تبرید را با نمودار P-H بررسی نماید.

۲- سیکل تبرید



شکل ۱-۲- جعبه های یخ ابتدا از چوب سپس از فلز ساخته شده با چوب پنبه عایق کاری می شود. اگر قسمت سرد شونده با قالب یخ در یک محفظه قرار می گرفت یک یخچال ساخته می شد.

نگهداری مواد غذایی یکی از وظایف مهم صنعت تبرید است. سرعت فاسد شدن مواد غذایی با کند شدن حرکت مولکولی کم می شود زیرا کند شدن حرکت مولکولی رشد باکتری فاسد کننده مواد غذایی را کم می کند. در زیر نقطه انجماد رشد باکتری های فاسد کننده غذا بسیار کم می شود.

در گذشته محصولات لبنی و سایر محصولات فاسد شدنی در سردترین اتاق منزل، سرداب (زیرزمین)، چاه یا چشمه نگهداری می شد. همچنین از جعبه های دارای یخ نیز برای نگهداری مواد غذایی استفاده می شد. یخ در هنگام ذوب شدن گرمای مواد غذایی را جذب می کند و آن ها را سرد کرده خنک نگه می دارد شکل (۱-۲). در اوایل قرن بیستم میلادی تولید یخ توسط دستگاه های سرد کننده مکانیکی آغاز شد و در جعبه هایی برای فروش عرضه شد با این حال همه مردم نمی توانستند نسبت به خرید آن اقدام نمایند.

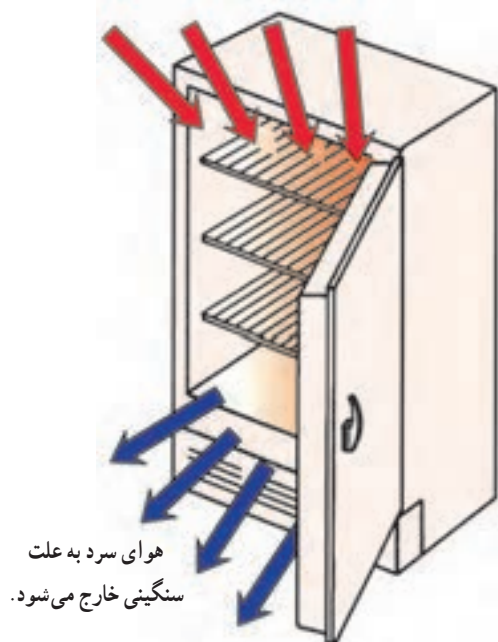
در همین سال ها بعضی کارخانه ها و سازندگان، یخچال خانگی را تولید کردند که مورد استقبال قرار گرفت و امروزه کمتر خانه ای است که حداقل دارای یک یخچال نباشد. از تبرید و سردسازی امروزه در تأمین آسایش مردم، لوازم سردکننده خانگی و تجاری و همچنین تهویه مطبوع ساختمان ها و اتومبیل ها استفاده می شود.

۱-۲- تبرید (سردسازی)

تبرید عبارت است از گرفتن گرما از محلی که می خواهیم سرد کنیم و انتقال آن به محیطی بزرگ تر که تغییر محسوسی در دمای آن ایجاد نمی شود.

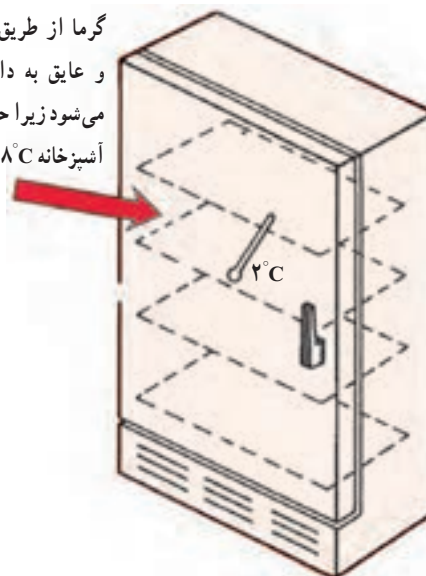
دما در یک آشپزخانه معمولی در تابستان 32°C و در زمستان 18°C است. دمای داخل یخچال در قسمت غذاهای تازه حدود 2°C است. گرما به طور طبیعی از جای گرم به جای سرد جریان می یابد. بنابراین گرمای اتاق حتی از طریق جدارهای عایق شده یخچال به داخل یخچال انتقال می یابد. وقتی در یخچال باز می شود و غذای گرم در آن قرار می گیرد هم گرمای غذا و هم جابه جایی هوای گرم اتاق با هوای سرد یخچال باعث می شود که به گرماهای داخل یخچال اضافه شود که گرمای اضافه شده باید خارج شوند تا از بالا رفتن دمای داخل یخچال جلوگیری گردد (شکل های ۲-۲ تا ۲-۴).

هوای گرم جای هوای سرد را می گیرد.

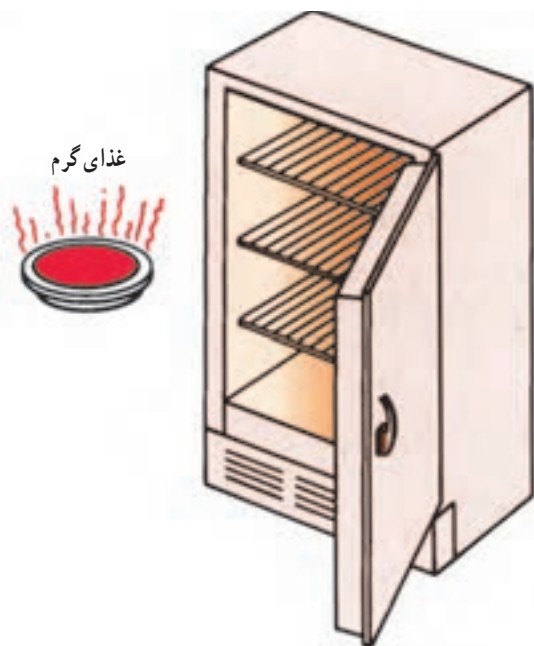


شکل ۲-۲- هوای سرد داخل یخچال به علت سنگینی بیرون می آید و هوای گرم جای آن را می گیرد.

گرما از طریق دیواره ها و عایق به داخل منتقل می شود زیرا حداقل دمای آشپزخانه 18°C است.



شکل ۲-۳- گرما از میان دیواره به داخل محفظه یخچال از طریق هدایت انتقال می یابد. دیواره ها دارای عایق هستند ولی نمی توانند به طور کامل از نفوذ گرما جلوگیری کنند.



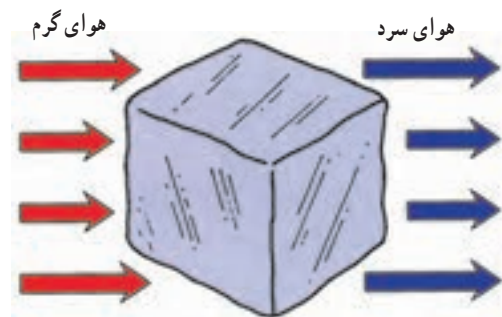
شکل ۲-۴- غذای برداشته شده از اتاق یا اجاق، به یخچال گرما اضافه می کند که به منزله نفوذ گرما تلقی می شود. این گرمای اضافه شده باید گرفته شود و الا دمای داخل یخچال بالا خواهد رفت.

۲-۲- تن تبرید^۱

دستگاه‌های سردکننده باید دارای یک سیستم تعیین ظرفیت باشند تا امکان مقایسه آنها وجود داشته باشد. برای اندازه‌گیری قدرت سرمایی در دستگاه‌های سردکننده کوچک از وات و در دستگاه‌های بزرگ‌تر از کیلووات استفاده می‌شود.

برای ارزیابی قدرت دستگاه‌های سردکننده واحد دیگری وجود دارد و به زمانی برمی‌گردد که از یخ برای سرد کردن استفاده می‌کردند. در این روش قدرت سرمایی دستگاه‌های کوچک را به بی‌تی‌یو در ساعت و قدرت سرمایی دستگاه بزرگ‌تر را به تن سرمایی می‌سنجند. یک تن سرمایی معادل سرمایی است که یک تن یخ در اثر ذوب شدن در ۲۴ ساعت تولید می‌کند و معادل ۱۲۰۰۰ بی‌تی‌یو در ساعت است. (شکل ۲-۵)

$$\begin{aligned} 1 \text{ TR} &= 12000 \frac{\text{BTU}}{\text{hr}} \\ 1 \text{ TR} &= 3000 \frac{\text{Kcal}}{\text{hr}} \\ 1 \text{ TR} &= 3480 \text{ W} \approx 3500 \text{ W} \\ 1 \text{ TR} &\approx 3/5 \text{ KW} \end{aligned}$$



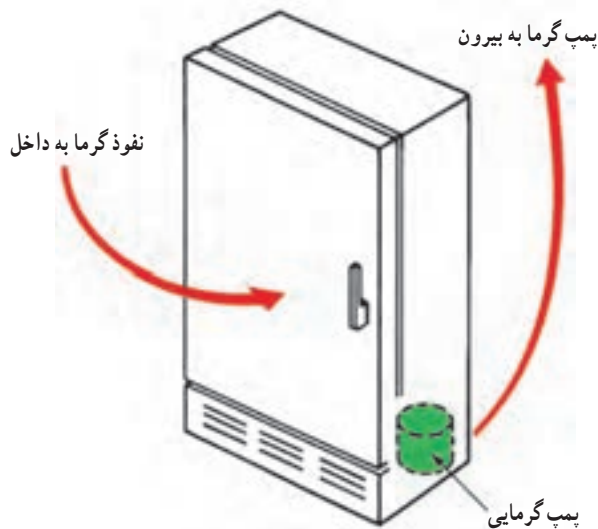
۱ تن یخ (۲۰۰۰ پوند)

شکل ۲-۵- سرمایی ایجاد شده توسط یک تن یخ صفر درجه در ۲۴ ساعت تن سرمایی است.

۲-۳- فرایند تبرید

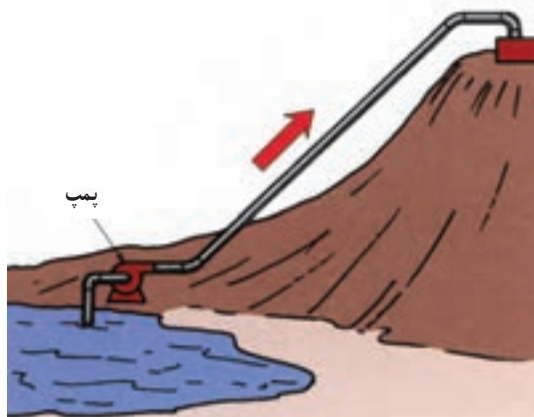
یخچال باید گرما را از سطح دمایی 18°C تا 2°C محفظه داخل یخچال به سطح دمایی 32°C تا 18°C داخل اتاق پمپ نماید. قطعات تشکیل دهنده یخچال با همراهی همدیگر این وظیفه را انجام

می‌دهند (شکل ۲-۶). نفوذ گرما به داخل یخچال دمای آن را بالا می‌برد ولی فرصت بالا رفتن دمای مواد غذایی داخل یخچال پیش نمی‌آید زیرا بالا رفتن دمای مواد غذایی باعث فساد آنها می‌شود. بنابراین وقتی دمای هوای داخل یخچال تا حد معینی بالا رود سیستم سردکننده یخچال شروع به کار می‌کند و گرما را از یخچال خارج می‌کند.



شکل ۲-۶- گرمای نفوذی به یخچال باید از آن خارج شود.

فرایند پمپ گرما از یخچال را با فرایند پمپ آب از دره به بالای تپه می‌توان مقایسه کرد. پمپ از یک موتور الکتریکی به عنوان انرژی کار استفاده می‌کند (شکل ۲-۷).



شکل ۲-۷- پمپ گرما از داخل یخچال 2°C به خارج با دمای 24°C همانند پمپ آب از پایین تا بالای تپه است.

یک آتمسفر یا 760 میلی متر جیوه روی سطح آن اعمال می شود جدول ۸-۲ رابطه فشار و دما را نشان می دهد. این جدول نشان می دهد که اگر بخواهیم آب را در 6°C بجوشانیم باید فشار روی سطح آب را کم کنیم تا $7/01$ mmHg یا $0/09347$ bar برسد. در چیلرهای جذبی از آب به عنوان ماده سرمازا استفاده می کنند با اگر بخواهیم آب در دمای بالاتر از 100°C مثلاً، 250°C بجوشانیم باید فشاری برابر $39/776$ bar بر روی آب وارد شود این کاری است که در دیگ های بخار انجام می شود.

تبرید فرآیندی است که طی آن گرما از محیط با دمای پایین تر به محیط با دمای بالاتر حرکت می کند بنابراین نیاز به انرژی دارد.

۴-۲- رابطه فشار و دمای جوش

آب خالص در کنار دریا در دمای 100°C می جوشد. دمای جوش آب در ارتفاعات کمتر از 100°C است. نقطه جوش آب با تغییر فشار روی آن تغییر می کند. وقتی می گوئیم آب در کنار دریا در دمای 100°C می جوشد به معنای آن است که در کنار دریا فشار

جدول ۸-۲- رابطه فشار و دمای اشباع برای آب

درجه $^{\circ}\text{C}$	فشار اشباع		درجه $^{\circ}\text{C}$	فشار اشباع		درجه $^{\circ}\text{C}$	فشار اشباع	
	mmHg (ab)	bar (ab)		mmHg (ab)	bar (ab)		PSI (ab)	bar (ab)
-5	3/011	0/004013	46	75/666	0/10088	102	15/77	1/0876
-4	3/278	0/004369	48	83/706	0/11163	104	16/91	1/1666
-3	3/380	0/004505	50	92/482	0/12335	106	18/13	1/2504
-2	3/567	0/004754	52	102/083	0/13612	108	19/41	1/3390
-1	4/217	0/005623	54	112/509	0/15001	110	20/77	1/4326
0	4/58	0/006108	56	123/835	0/16510	112	22/20	1/5316
2	5/29	0/007054	58	136/06	0/18146	114	23/72	1/6361
4	6/097	0/008129	60	149/337	0/19917	116	25/32	1/7464
6	7/01	0/009347	62	163/813	0/2184	118	27/01	1/8628
8	8/04	0/010721	64	173/939	0/2391	120	28/78	1/9854
10	9/21	0/012277	66	196/141	0/2615	125	33/65	2/3208
12	10/512	0/014016	68	214/217	0/2856	130	39/16	2/7011
14	11/963	0/015974	70	233/794	0/3117	135	45/38	3/130
16	13/628	0/018170	72	254/721	0/3396	140	52/40	3/614
18	15/466	0/02062	74	277/222	0/3696	145	60/24	4/155
22	19/824	0/02643	78	326/727	0/4365	160	89/61	6/180

ادامه جدول ۸-۲- رابطه فشار و دمای اشباع برای آب

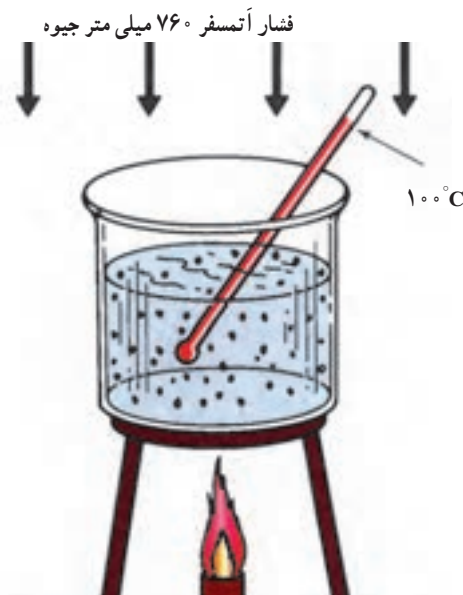
درجه °C	فشار اشباع		درجه °C	فشار اشباع		درجه °C	فشار اشباع	
	mmHg (ab)	bar (ab)		mmHg (ab)	bar (ab)		PSI (ab)	bar (ab)
۲۴	۲۲/۳۶۶	۰/۰۲۹۸۲	۸۰	۳۵۵/۲۲۹	۰/۴۷۳۶	۲۰۰	۲۲۵/۴۸	۱۵/۵۵۱
۲۶	۲۵/۲۰۲	۰/۰۳۳۶۰	۸۲	۳۸۵/۰۰۶	۰/۵۱۳۳	۲۵۰	۵۷۶/۷۵	۳۹/۷۷۶
۲۸	۲۸/۳۴۴	۰/۰۳۷۷۹	۸۴	۴۱۶/۸۸۴	۰/۵۵۵۸	۳۰۰	۱۲۴۵/۸۴	۸۵/۹۲
۳۰	۳۱/۸۱۰	۰/۰۴۲۴۱	۸۶	۴۵۰/۸۶۲	۰/۶۰۱۱	۳۵۰	۲۳۹۷/۸۶	۱۶۵/۳۷
۳۲	۳۵/۶۵۰	۰/۰۴۷۵۳	۸۸	۴۸۷/۱۶۵	۰/۶۴۹۵			
۳۴	۳۹/۸۸۸	۰/۰۵۳۱۸	۹۰	۵۲۵/۸۶۸	۰/۷۰۱۱			
۳۶	۴۴/۵۵۳	۰/۰۵۹۴۰	۹۲	۵۶۷/۰۴۶	۰/۷۵۶۰			
۳۸	۴۹/۶۸۴	۰/۰۶۶۲۴	۹۴	۶۱۰/۹۲۵	۰/۸۱۴۵			
۴۰	۵۵/۳۱۷	۰/۰۷۳۷۵	۹۶	۶۵۷/۵۷۹	۰/۸۷۶۷			
۴۲	۶۱/۴۹	۰/۰۸۱۹۸	۹۸	۷۰۷/۲۳۳	۰/۹۴۲۹			
۴۴	۶۸/۲۶۳	۰/۰۹۱۰۱	۱۰۰	۷۶۰	۱/۰۱۳۱			

این امر باعث می شود که پختن غذاهایی نظیر سیب زمینی، لوبیا به علت نیاز به زمان بیشتر سخت تر شود یا تخم مرغ در چنین ارتفاعی در حالت آب پز سفت نشود.

شکل ۹-۲ ظرف آبی را نشان می دهد که در کنار دریا در دمای 10°C می جوشد اگر این ظرف به قله کوهی برده شود نقطه جوش تغییر می کند (شکل ۱-۲). علت آن رقیق تر شدن اتمسفر (جو) و کم شدن فشار است.

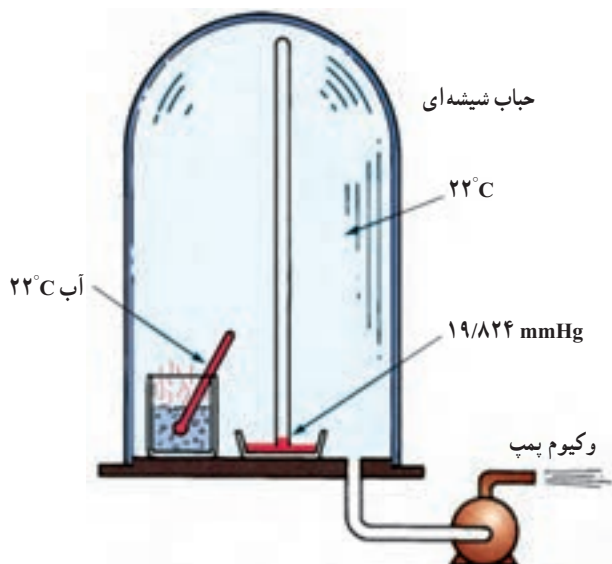


شکل ۱۰-۲- آب در فشار $633/9$ میلی متر جیوه در دمای 95°C می جوشد.



شکل ۹-۲- آب در کنار دریا در 100°C می جوشد.

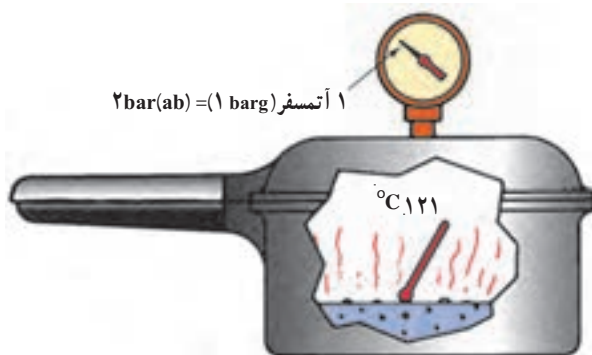
مطابق شکل ۱۲-۲ چنانچه یک ظرف آب خالص با دماسنج و یک بارومتر در داخل یک حباب شیشه‌ای قرار گیرد و وکیوم پمپ روشن شود (فرض کنید دمای آب و دمای اتاق 22°C باشد) وقتی فشار حباب شیشه‌ای به $19/824 \text{ mmHg}$ برسد آب شروع به جوشیدن می‌کند.



شکل ۱۲-۲- وقتی فشار داخل ظرف شیشه‌ای به $19/824$ میلی‌متر جیوه برسد آب در دمای اتاق (22°C) می‌جوشد.

با قرار دادن غذا در یک ظرف بسته‌ای که می‌تواند افزایش فشار پیدا کند نظیر دیگ زودپز فشار را حدود یک اتمسفر افزایش می‌دهیم تا فشار مطلق ۲ اتمسفر شود. در این حالت دمای جوش آب به 121 افزایش می‌یابد (شکل ۱۱-۲).

مطالعه جدول رابطه فشار / دما معلوم می‌نماید که وقتی فشار افزایش پیدا کند، نقطه جوش نیز افزایش می‌نماید و هرگاه فشار کاهش یابد نقطه جوش نیز پایین‌تر می‌آید.



شکل ۱۱-۲- آب در فشار ۲ اتمسفر در دمای 121°C می‌جوشد.

بیشتر بدانیم

رابطه دمای جوش با ارتفاع از سطح دریا

تقریباً به ازای هر 300 متر افزایش ارتفاع از سطح دریا 25 میلی‌متر جیوه از فشار جو کاسته می‌شود.

مثال: در ارتفاع 1500 متری از سطح دریا فشار جو چند میلی‌متر جیوه است؟

$$\text{میلی‌متر جیوه } 125 = \frac{1500}{300} \times 25 = \text{مقدار کاهش فشار}$$

$$\text{میلی‌متر جیوه } 635 = 760 - 125 = \text{مقدار فشار جو}$$

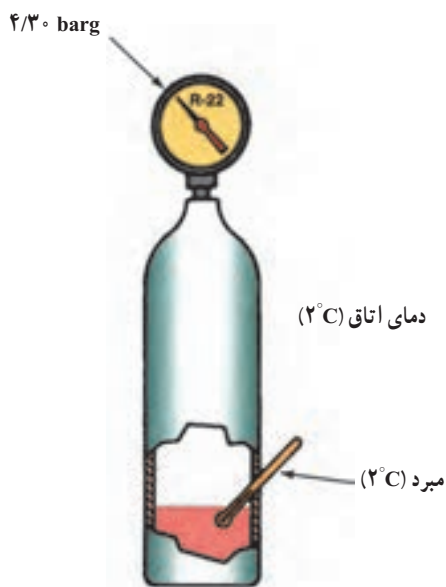
تقریباً به ازای هر 300 متر افزایش ارتفاع از سطح دریا 1°C از دمای جوش آب کاسته می‌شود.

مثال: در ارتفاع 1500 متری آب در چه درجه‌ای می‌جوشد؟

$$5^{\circ}\text{C} = \frac{1500}{300} = \text{مقدار کاهش نقطه جوش}$$

$$95^{\circ}\text{C} = 100 - 5 = \text{دمای جوش در ارتفاع } 1500 \text{ متری}$$

حال اگر سیلندر با دمای 22°C را به اتاقی با دمای 38°C ببریم به آرامی می جوشد و بخار بیشتری تولید می کند. با تولید بخار فشار نیز افزایش می یابد تا به $13/6 \text{ barg}$ مطابق جدول ۲-۱۶ برسد (شکل ۲-۱۵).



شکل ۲-۱۴ در دمای 2°C فشار $4/30 \text{ barg}$ است.



شکل ۲-۱۵ در دمای 38°C فشار نسبی $13/6 \text{ barg}$ است.

۲-۵- رابطه فشار و دما برای مبردهای مختلف

یک سیلندر حاوی مبرد $\text{R}-22$ در اتاقی با دمای 22°C قرار می دهیم تا دمای آن برابر دمای هوای اتاق شود. قسمتی از سیلندر توسط مایع و قسمتی توسط بخار پر شده است و دارای دمای 22°C است. فشار معادل آن از جدول ۲-۱۶ $8/61 \text{ barg}$ است و فشارسنج روی سیلندر نیز همان فشار $8/61 \text{ barg}$ را نشان می دهد. (شکل ۲-۱۳)



شکل ۲-۱۳ در دمای 22°C فشارسنج فشار $8/61 \text{ barg}$ را نشان می دهد.

اگر همان سیلندر را به اتاق با دمای 2°C منتقل کنیم تا پس از گذشت زمان لازم به دمای سردخانه برسد، فشار سیلندر با توجه به جدول ۲-۱۶ به $4/30 \text{ barg}$ می رسد زیرا وقتی سیلندر سرد می شود قسمتی از بخار در آن به مایع تبدیل می شود تا فشار داخل سیلندر کاهش یابد (شکل ۲-۱۴).

اگر سیلندری که اکنون در دمای 2°C است به اتاق گرم تر با دمای 22°C برگردانیم تا به دمای اتاق برسد مایع داخل سیلندر در اثر گرم شدن به آرامی می جوشد و بخار تولید می کند. تولید بخار باعث افزایش فشار می شود و فشار سیلندر به $8/61 \text{ barg}$ معادل دمای 22°C از جدول ۲-۱۶ می رسد.

جدول ۱۶-۲- رابطه فشار و دما برای مبردهای مختلف

Temperature		REFRIGERANT					
°C	°F	R-۱۲ barg/mmHg	R-۲۲ barg/mmHg	R-۱۳۴a barg/mmHg	R-۴۱۰a barg/mmHg	R-۵۰۲ barg/mmHg	R-۵۰۷ barg/mmHg
-۵۰	-۵۸/۰	۴۶۷*	۲۷۶*	۵۳۶*	۰/۰۳	۱۴۹*	۱۱۴*
-۴۸	-۵۴/۴	۴۳۵*	۲۲۴*	۵۰۹*	۰/۱۴	۱۷*	۴۶*
-۴۶	-۵۰/۸	۴۰۰*	۱۶۸*	۴۷۹*	۰/۲۷	۲۰*	۰/۰۴
-۴۴	-۴۷/۲	۳۶۳*	۱۰۷*	۴۴۷*	۰/۴۰	۰/۰۷	۰/۱۴
-۴۲	-۴۳/۶	۳۲۳*	۴۲*	۴۱۱*	۰/۵۴	۰/۱۷	۰/۲۶
-۴۰	-۴۰/۰	۲۷۹*	۰/۰۴	۳۷۳*	۰/۷۰	۰/۲۸	۰/۳۸
-۳۶	-۳۲/۸	۱۸۲*	۰/۲۵	۲۸۵*	۱/۰۴	۰/۵۳	۰/۶۵
-۳۴	-۲۹/۲	۱۲۸*	۰/۳۷	۲۳۶*	۱/۲۳	۰/۶۷	۰/۸۰
-۳۰	-۲۲/۰	۷/۶*	۰/۶۳	۱۲۴*	۱/۶۶	۰/۹۷	۱/۱۳
-۲۶	-۱۴/۸	۰/۱۷	۰/۹۲	۰/۰۱	۲/۱۴	۱/۳۱	۱/۵۱
-۲۲	-۷/۸	۰/۳۸	۱/۲۶	۰/۲۱	۲/۶۸	۱/۶۹	۱/۹۳
-۱۸	-۰/۴	۰/۶۲	۱/۶۳	۰/۴۴	۳/۲۹	۲/۱۲	۲/۴۰
-۱۴	۶/۸	۰/۸۸	۲/۰۶	۰/۷۰	۳/۹۷	۲/۶۰	۲/۹۳
-۱۰	۱۴/۰	۱/۱۸	۲/۵۴	۰/۹۹	۴/۷۳	۳/۱۳	۳/۵۲
-۶	۲۱/۲	۱/۵۰	۳/۰۶	۱/۳۳	۵/۵۷	۳/۷۲	۴/۱۷
-۲	۲۸/۴	۱/۸۷	۳/۶۵	۱/۷۱	۶/۵۰	۴/۳۷	۴/۸۸
۰	۳۲/۰	۲/۰۷	۳/۹۷	۱/۹۱	۷/۰۰	۴/۷۲	۵/۲۷
۲	۳۵/۶	۲/۲۸	۴/۳۰	۲/۱۳	۷/۵۳	۵/۰۸	۵/۶۷
۶	۴۲/۸	۲/۷۲	۵/۰۱	۲/۶۱	۸/۶۵	۵/۸۶	۶/۵۴
۱۰	۵۰/۰	۳/۲۱	۵/۸۰	۳/۱۳	۹/۸۸	۶/۷۲	۷/۴۹
۱۴	۵۷/۲	۳/۷۵	۶/۶۶	۳/۷۱	۱۱/۲	۷/۶۴	۸/۵۲
۱۸	۶۴/۴	۴/۳۴	۷/۵۹	۴/۳۶	۱۲/۷	۸/۶۵	۹/۶۵
۲۲	۷۱/۶	۴/۹۸	۸/۶۱	۵/۰۶	۱۴/۳	۹/۷۴	۱۰/۹
۲۶	۷۸/۸	۵/۶۷	۹/۷۱	۵/۸۴	۱۶/۰	۱۰/۹	۱۲/۲
۳۴	۹۳/۲	۷/۲۴	۱۲/۲	۷/۶۱	۱۹/۸	۱۳/۵	۱۵/۲
۳۸	۱۰۰/۴	۸/۱۱	۱۳/۶	۸/۶۲	۲۲/۰	۱۵/۰	۱۶/۹

ادامه جدول ۱۶-۲- رابطه فشار و دما برای مبردهای مختلف

Temperature		REFRIGERANT					
°C	°F	R-۱۲ barg/mmHg	R-۲۲ barg/mmHg	R-۱۳۴a barg/mmHg	R-۴۱۰a barg/mmHg	R-۵۰۲ barg/mmHg	R-۵۰۷ barg/mmHg
۴۲	۱۰۷/۶	۹/۰۵	۱۵/۱	۹/۷۱	۲۴/۳	۱۶/۵	۱۸/۷
۴۶	۱۱۴/۸	۱۰/۱	۱۶/۷	۱۰/۹	۲۶/۸	۱۸/۲	۲۰/۷
۵۰	۱۲۲/۰	۱۱/۲	۱۸/۴	۱۲/۲	۲۹/۵	۲۰/۰	۲۲/۸
۵۴	۱۲۹/۲	۱۲/۳	۲۰/۳	۱۳/۵	۳۲/۳	۲۱/۹	۲۵/۱
۵۸	۱۳۶/۴	۱۳/۶	۲۲/۲	۱۵/۰	۳۵/۴	۲۳/۹	۲۷/۶
۶۲	۱۴۳/۶	۱۴/۹	۲۴/۳	۱۶/۶	۳۸/۷	۲۶/۱	۳۰/۲

* فشار بخار برحسب barg و مقادیر روشن (ایتالیک) برحسب mm.Hg می باشد اعداد ایتالیک (بولد شده) مقادیر خلأ است.

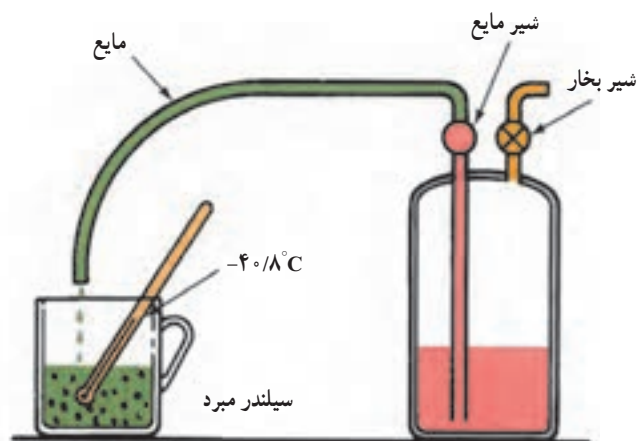
در این آزمایش فرض می کنیم که شیر به اندازه ای بزرگ است که بخار ایجاد شده به جو انتقال می یابد. اگر لوله باریکی به شیر مایع روی سیلندر وصل شود و شیر به آرامی باز شود مایع میرد در فنجان جمع شده و در دمای $^{\circ}\text{C} -41$ می جوشد (شکل ۱۷-۲).

۲-۶- چرخه تبرید^۱

یک کویل لوله مسی به شیر خروجی مایع سیلندر وصل می کنیم و شیر را طوری باز می کنیم تا مایع به تدریج در داخل لوله مسی وارد شود. دمای جوش مبرد $\text{R}-22$ در فشار یک اتمسفر $^{\circ}\text{C} -41$ است بنابراین مایع در داخل کویل در دمای $^{\circ}\text{C} -41$ می جوشد و گرمایی را که برای تبخیر لازم است از محیط اطراف می گیرد و آن را سرد می کند. اگر هوا با دمای $^{\circ}\text{C} 24$ از روی آن عبور نماید دمایش تا $^{\circ}\text{C} 13$ می تواند کاهش پیدا کند (شکل ۱۸-۲).

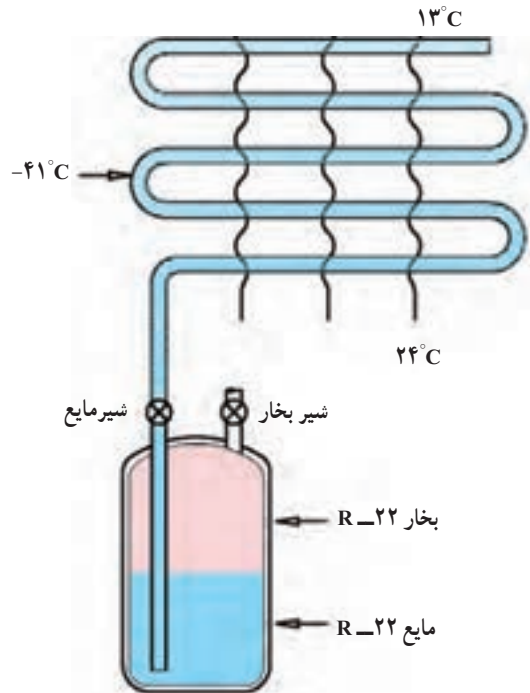
کویل لوله مسی را که مایع در داخل آن به حالت جوش درآمده و بخار می شود، کویل تبخیرکننده یا «اوپراتور» می نامند. برای این که تمام مایع خروجی تا انتهای کویل تبدیل به بخار شود باید با تنظیم شیر روی سیلندر مقدار معینی مایع وارد کویل لوله مسی شود. اگر شیر مایع بیش از حد باز باشد در خروجی کویل مایع خواهیم داشت و اگر بیش از حد بسته باشد مقدار مایع ورودی

مطالعه بیشتر جدول ۱۶-۲ نشان می دهد که وقتی فشار تا فشار جو پایین رود (barg) مبرد $\text{R}-22$ در دمای $^{\circ}\text{C} -41$ می جوشد. این حالت موقعی اتفاق می افتد که شیر سیلندر $\text{R}-22$ به آرامی باز شود و بخار فریون ۲۲ امکان رها شدن در جو را پیدا نماید. افت فشار بخار باعث می شود که مایع مانده در سیلندر به جوش آید و دمایش کاهش یابد. به ازای هر مقدار مایعی که می جوشد مقداری گرما جذب سیستم می شود و مقداری سرما ایجاد می نماید. در این حالت گرما از مایع $\text{R}-22$ گرفته می شود. وقتی فشار داخل تا فشار جو کاهش یابد سیلندر به دمای $^{\circ}\text{C} -41$ رسیده و از یخ پوشیده می شود.

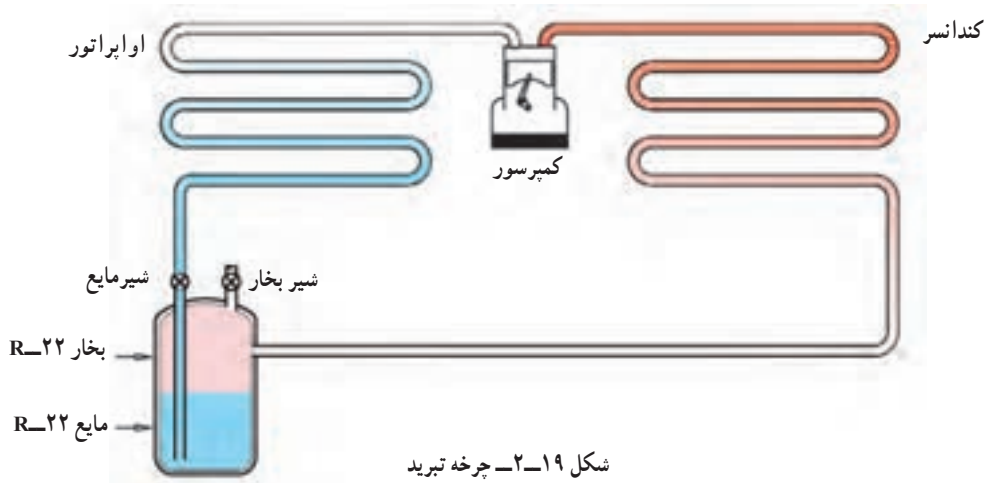


شکل ۱۷-۲-۲ $\text{R}-22$ در فشار جو در دمای $^{\circ}\text{C} -40/8$ می جوشد.

به کویل کم شده و قدرت سرمایی کویل خیلی کاهش می‌یابد. شیر تنظیم^۱ را شیر انبساط^۲ نیز می‌گویند. فریون ۲۲ را که در داخل کویل تبخیر شده و سرما ایجاد می‌کند ماده مبرد^۳ یا ماده سرمازا می‌گویند. در این سیستم دو اشکال عمده وجود دارد. اول این که علاوه بر هدر رفتن ماده سرمازای R-۲۲ این نوع مبرد نباید در جو رها شود^۴. اشکال دوم این است که ماده مبرد مصرف شده و کپسول خالی می‌شود بنابراین کار سیستم پیوسته نخواهد بود. برای جلوگیری از خروج گاز و هدر رفتن آن باید دستگاه‌های مکملی باشند تا گاز خارج شده را دوباره به حالت مایع درآورده و مورد استفاده قرار دهند. برای رسیدن به این هدف یک کمپرسور^۵ و یک کندانسر^۶ باید به سیستم اضافه کرد. کمپرسور گاز خروجی از اوپراتور را متراکم کرده با فشار و دمای زیاد وارد کندانسر می‌نماید. در کندانسر گاز داغ و متراکم شده توسط آب یا هوا خنک شده به مایع تبدیل می‌شود. مایع خروجی از کندانسر وارد سیلندر می‌شود و مجدداً مورد استفاده قرار می‌گیرد (شکل ۱۹-۲).



شکل ۱۸-۲. دمای کویل -41°C است هوای عبوری از آن می‌تواند از 24°C تا 13°C کاهش یابد.



شکل ۱۹-۲. چرخه تبرید

در شکل ۲۰-۲ اگر خطی از کمپرسور تا شیر انبساط کشیده شود، سیستم تبرید به دو قسمت فشار کم و فشار زیاد تقسیم می‌شود. کمپرسور و کندانسر جزء قسمت فشار زیاد سیستم بوده و خروجی شیر انبساط و اوپراتور جزء قسمت فشار کم می‌باشد.

به سیلندر مثال فوق در سیستم‌های سردکننده مخزن تجمع مایع^۷ یا رسیور می‌گویند در سیستم‌های سردکننده کوچک که مقدار مبرد جریانی کم است، مخزن تجمع مایع حذف می‌شود و سیستم به صورت شکل ۲۰-۲ در می‌آید.

۱ - Metering device

۲ - Refrigerant

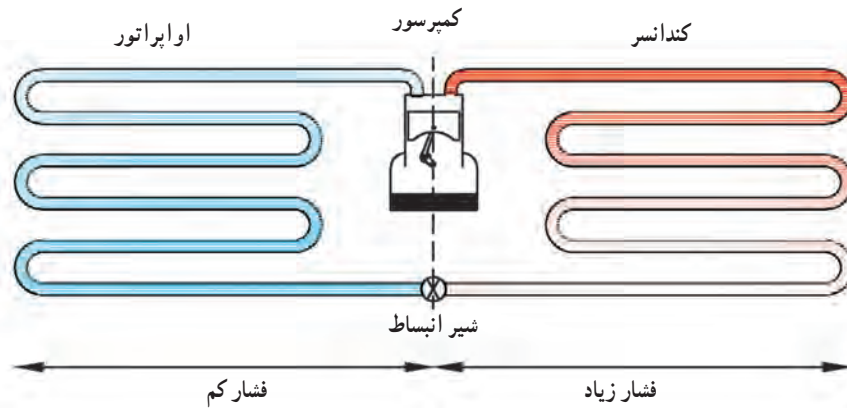
۵ - Compressor

۷ - Receiver

۲ - Expansion Valve

۴ - رها کردن مبردهای هالوکربنی در جو غیرقانونی است.

۶ - Condenser



شکل ۲۰-۲- چرخه تبرید - قسمت فشار کم - قسمت فشار زیاد

۲-۷- تغییرات فشار و دما در چرخه تبرید

۴- وقتی ماده سرمازا به وسط اوپراتور می‌رسد به صورت

۵۰٪ مایع و ۵۰٪ بخار درمی‌آید.

۵- در نقطه ۵ تمام مایع تبدیل به بخار می‌شود. دمای بخار

هنوز 5°C بوده و می‌تواند از هوای اتاق با دمای 24°C گرما جذب نماید. از این نقطه به بعد جذب گرما باعث افزایش دمای بخار می‌برد و سوپرهیت شدن آن می‌شود.

۶- در این نقطه بخار خالص با 5°C سوپرهیت خواهیم

داشت و دمای بخار می‌برد 1°C خواهد بود.

۷- تحت تأثیر مکش کمپرسور بخار به داخل آن کشیده

می‌شود. بخاری که اوپراتور را ترک می‌کند دارای دمای

1°C با 5°C سوپرهیت می‌باشد. فاصله بین خروجی اوپراتور

چرخه تبرید شکل ۲۱-۲ یک بار دیگر با توجه به

وضعیت فشار و دما در قسمت‌های مختلف آن ترسیم می‌کنیم و مطابق شماره‌هایی که بر روی شکل داده شده است به تشریح آن می‌پردازیم.

۱- مخلوطی از ۷۵٪ مایع و ۲۵٪ بخار شیر انبساط را

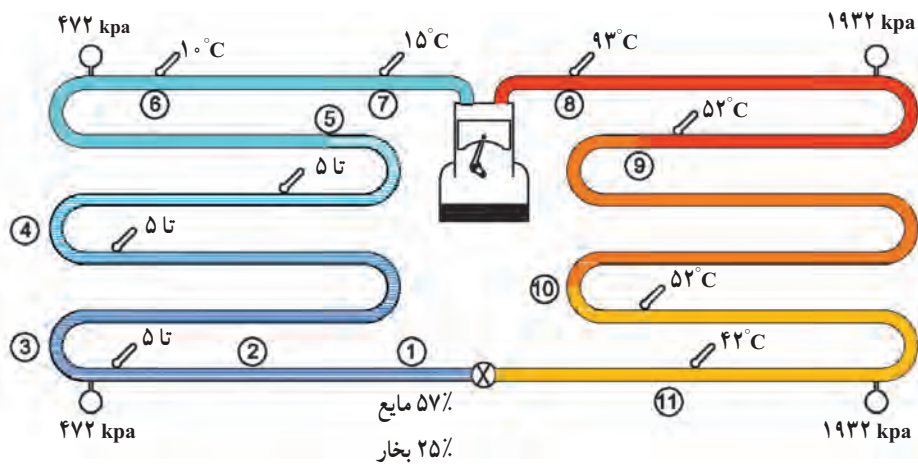
ترک کرده وارد اوپراتور می‌شود.

۲- مخلوط مایع و بخار فریون ۲۲ دارای فشار نسبی

472 kpa می‌باشد و دمای جوش متناسب با آن 5°C است.

۳- مخلوط مایع و بخار در حال حرکت در اوپراتور با

گرمایی که از هوای 24°C داخل اتاق می‌گیرد تبخیر می‌شود.



شکل ۲۱-۲- نمایش تغییرات دما و فشار در چرخه تبرید

کرده است و آماده شروع مجدد آن است.

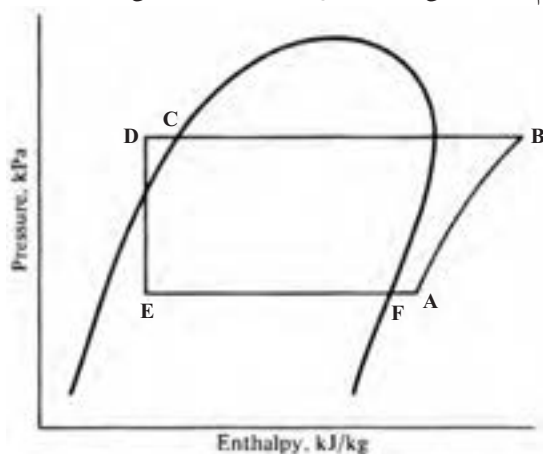
در چرخه تبرید

- ۱- اواپراتور گرما را به داخل سیستم جذب می کند.
- ۲- کمپرسور بخار حامل گرما را به کندانسر پمپ می کند.
- ۳- کندانسر گرما را از سیستم دفع می کند.
- ۴- شیر انبساط جریان ماده سرمازا را تنظیم می کند.

۸-۲- بررسی چرخه تبرید با نمودار P-H

اگر چرخه تبریدی که توضیح دادیم بر روی نمودار P-H

رسم کنید شکلی مانند شکل ۲-۲۲ به دست می آید.



شکل ۲-۲۲- نمودار PH چرخه تبرید تراکمی

برای ایجاد ارتباط بین شکل ۲-۲۱ با شکل ۲-۲۲ جدول

زیر را پر کنید.

و ورودی کمپرسور را خط مکش^۱ می گویند. برای جلوگیری از افزایش بیش از حد دمای مبرد در ورود به کمپرسور خط مکش را عایق می کنند. با این حال دمای ماده مبرد در ورود به کمپرسور به 15°C می رسد.

۸- گازی که از طریق خط رانش کمپرسور را ترک می کند دارای فشار و دمای بالایی است. خط رانش دارای دمای 93°C و فشار نسبی 1932 kPa می باشد. گرچه خط رانش کوتاه است ولی به علت اختلاف دمای زیاد با محیط گرمای خود را به آسانی به محیط منتقل می نماید. دمای محیط حدود 35°C فرض شده است.

۹- با دفع گرما از ماده سرمازا در خط رانش و کویل ابتدایی کندانسر در نقطه ۹ دما به 52°C می رسد. پس از این نقطه دما ثابت مانده دفع گرما باعث می شود که ماده سرمازا از حالت بخار به مایع تبدیل شود.

۱۰- تحول تبدیل بخار به مایع که از نقطه ۹ شروع می شود در نقطه ۱۰ پایان می یابد و در این نقطه ماده سرمازا به صورت 100% مایع در دمای 52°C است.

۱۱- با حرکت مایع در طول کویل عمل دفع گرما از کویل به محیط ادامه دارد و دمای مایع به دمای پایین تر از دمای تقطیر (اشباع) 52°C یعنی به حدود 42°C می رسد و می گویند مایع حدود 10°C ساب کولده^۲ (مادون سرد) شده است. مایع از طریق خط مایع به شیر انبساط می رسد و ماده سرمازا سیکل یا چرخه خود را کامل

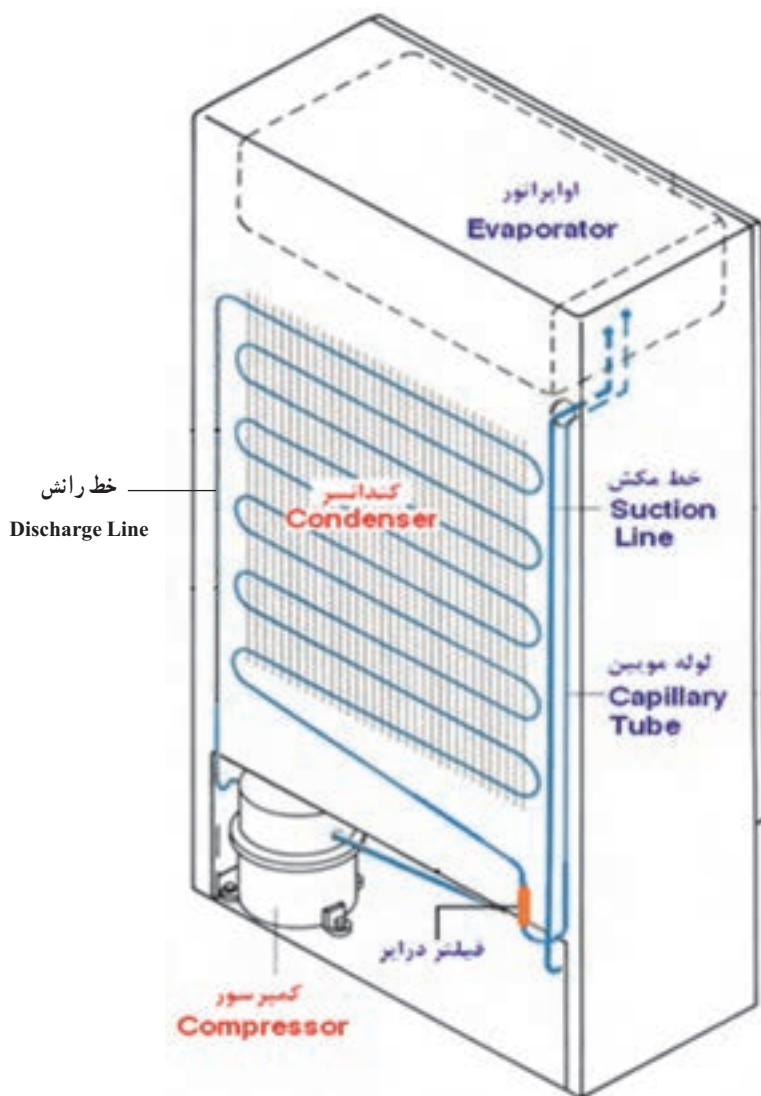
نام قسمت	مایع سابکول شده	مایع اشباع	بخار اشباع	بخار سوپر هیت شده	فشار KPa	دما $^{\circ}\text{C}$
A						
B					۱۹۳۲	
C						
D						۴۲
E						
F			✓			

۱- Suction Line

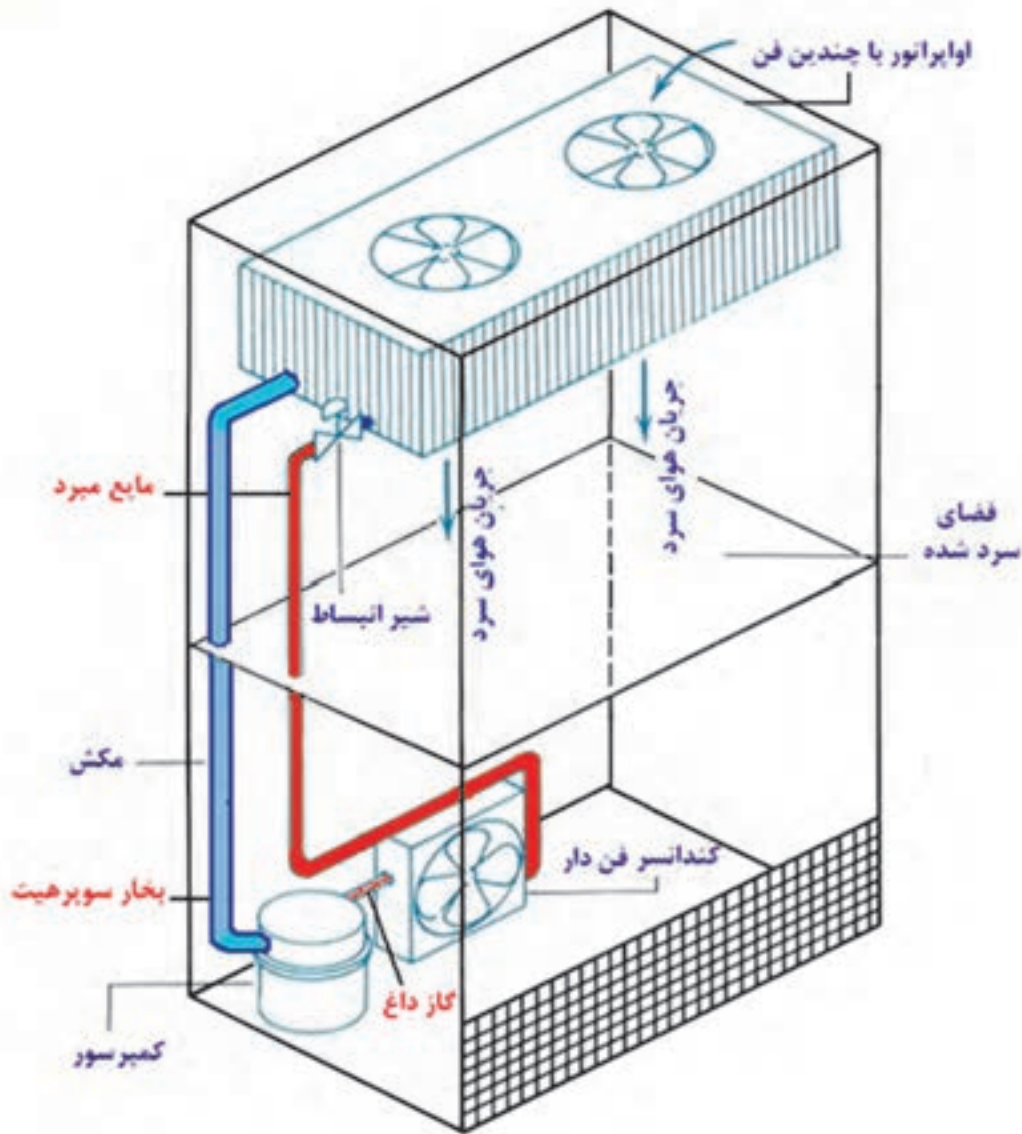
۲- Subcooled

کندانسر در پشت کابین نصب گردیده و کنترل کننده مایع که یک لوله باریک و بلندی است (لوله موین) از انتهای کندانسر به ابتدای اوپراتور که در داخل کابین است وصل شده است. شکل ۲۴-۲ یک دستگاه یخچال تجاری را نشان می دهد که کمپرسور و کندانسر در پایین یخچال نصب شده است. کابین شامل کویل اوپراتور و شیر کنترل مایع که درست در قسمت ورودی کویل نصب شده است می باشد. در چنین تأسیساتی هر دو کویل کندانسر و اوپراتور مجهز به فن بوده و هوا روی کویل ها دمیده می شود تا انتقال گرمای بیشتر و آسان تری داشته باشیم. در بیشتر یخچال فریزرهای خانگی هم یک یا دو فن نصب شده است.

اگر شما اساس سیکل تبرید توضیح داده شده در این فصل را فهمیده باشید زمینه کامل برای فهمیدن اصول کار اکثر سیستم های سردکننده نظیر یخچال ها، فریزرها، کولرهای گازی، آب سرد کن ها، کولر اتومبیل ها را خواهید داشت. انواع مختلف سیستم های تبرید تراکمی در تأسیسات متفاوت به کار برده شده اند، اساس کار همه آنها یکی است و تمامی این سیستم ها شامل کمپرسور، کندانسر، کنترل کننده مایع میرد و اوپراتور می باشند. در زیر چند نوع از این سیستم ها را بررسی می کنیم. شکل ۲۳-۲ یک یخچال معمولی خانگی را نشان می دهد به طوری که کمپرسور زیر کابین یخچال سوار شده است. کویل



شکل ۲۳-۲ در یک دستگاه یخچال خانگی، کمپرسور در قسمت پایین، کندانسر در پشت، کنترل کننده مایع میرد که یک لوله بلند و باریک است و اوپراتور در فضای داخلی آن نصب شده است.



شکل ۲۴-۲ یک یخچال تجاری با اوپراتور و کنترل کننده مایع میرد بدون حفاظ برای سرویس در داخل کابین

این که دمای اتاق 24°C و دمای کویل 5°C است انجام انتقال گرما قطعی است.

۴- این انتقال گرما هوای خروجی از کویل و ورودی به فن و خروجی از فن را به 13°C می‌رساند.

۵- دمای کویل بیرونی حدود 52°C است. این کویل

گرمای سیستم را به هوای بیرون منتقل می‌کند. دمای کویل 52°C

و دمای هوای بیرون 35°C است بنابراین انجام انتقال گرما از

دستگاه سردکننده به هوای بیرون نیز قطعی است.

شکل ۲۵-۲ نشان می‌دهد که گرمای ساختمان از طریق

کویل داخلی به سیستم تبرید انتقال یافته و سپس از طریق کویل

بیرونی از سیستم تبرید به هوای بیرونی منتقل می‌شود. کولر گازی

گرمای داخل ساختمان را به بیرون پمپ می‌کند. شرایط کار دستگاه

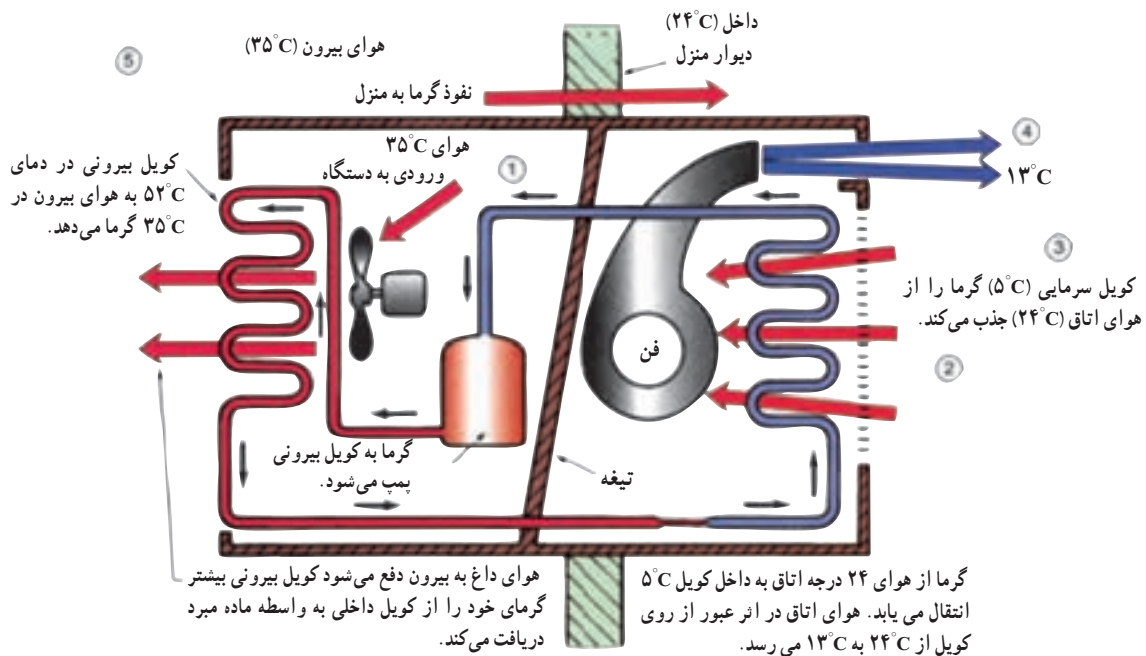
به شرح زیر است:

۱- دمای طرح هوای بیرون 35°C

۲- دمای طرح داخل 24°C

۳- دمای کویل سردکننده 10.5°C . این کویل گرما را از اتاق

به سیستم تبرید انتقال می‌دهد. لازم به یادآوری است با توجه به



شکل ۲۵-۲- کولر گازی

۹-۲ پرسش و تمرین



پرسش های چهار گزینه ای

- ۱- آب در کدام حالت زیر در دمای بالاتری به جوش می آید؟ (امتحان نهایی - خرداد ۹۱)
 - (الف) داخل کتری
 - (ب) داخل زودپز
 - (ج) در ارتفاع ۱۵۰۰ متری از سطح دریا
 - (د) در محلی هم سطح دریای آزاد
- ۲- در صورتی که فشار داخل زودپز ۱/۹۸ bar باشد آب داخل زودپز در چند درجه سانتی گراد به جوش می آید.
 - (الف) ۶۶
 - (ب) ۱۰۴
 - (ج) ۱۲۰
 - (د) ۱۳۰
- ۳- با خارج کردن هوای داخل ظرف سر بسته ای که تا نیمه آب دارد، دمای جوش آب
 - (الف) افزایش می یابد
 - (ب) کاهش می یابد
 - (ج) تغییری نمی کند
 - (د) دو برابر می شود
- ۴- کدام مورد درصد مایع و بخار مبرد خروجی از شیر انبساط می باشد.
 - (الف) ۷۵٪ مایع و ۲۵٪ بخار
 - (ب) ۲۵٪ مایع و ۷۵٪ بخار
 - (ج) ۵۰٪ مایع و ۵۰٪ بخار
 - (د) ۴۰٪ مایع و ۶۰٪ بخار
- ۵- در کدام قسمت چرخه تبرید گرمایی به مبرد اضافه و یا کم نمی شود. (امتحان نهایی - دی ۹۰)
 - (الف) اواپراتور
 - (ب) کندانسور
 - (ج) کمپرسور
 - (د) شیر انبساط

- ۶- مبرد در انتهای کندانسر به چه صورت می باشد؟ (امتحان نهایی - خرداد ۹۰)
- الف) مایع اشباع
 ب) مایع سوپرهیت
 ج) مخلوط مایع و بخار
 د) بخار فوق گرم
- ۷- بیشترین انتقال گرما در کجای سیکل تبرید رخ می دهد؟ (امتحان نهایی - شهریور ۹۰)
- الف) کمپرسور
 ب) کندانسر
 ج) اواپراتور
 د) شیر انبساط

پرسش های درست و نادرست

- ۸- تبرید فرایندی است که طی آن گرما از محیط با دمای بالا به محیط با دمای پایین حرکت می کند.
 درست نادرست
- ۹- گرما در اثر جابه جایی هوا و از طریق جداره های یخچال به داخل یخچال انتقال می یابد.
 درست نادرست
- ۱۰- اگر فشار روی سطح آب ۷۵/۶۶ mmHg باشد آب در دمای ۵۶ درجه سانتی گراد به جوش می آید.
 درست نادرست
- ۱۱- اساس کار یخچال، کولرگازی و کولر اتومبیل یکی می باشد.
 درست نادرست

پرسش های کامل کردنی

- ۱۲- واحد اندازه گیری قدرت سرمایی دستگاه های سرمایی بزرگ و می باشد.
- ۱۳- ۳۶۰۰۰ بی تی یو در ساعت معادل تن تبرید است.
- ۱۴- با افزایش فشار بر روی سطح آب، نقطه جوش آب می یابد.
- ۱۵- هرگاه سیلندر حاوی مبرد R-۱۲ را در اتاقی با دمای ۱۸ درجه سانتی گراد نگهداری شود فشار داخل سیلندر میلی متر جیوه می باشد.

واژه های مناسب را در جای خالی بنویسید.

- «تن تبرید - اواپراتور - بی تی یو در ساعت - کندانسر - شیر انبساط - حرکت مولکولی - کمپرسور»
- ۱۶- سرعت فاسد شدن مواد غذایی با کند شدن کم می شود.
- ۱۷- قدرت سرمایی دستگاه های سردکننده کوچک را با می سنجند.
- ۱۸- کویل لوله مسی را که مایع مبرد در داخل آن به حالت جوش در می آید و بخار می شود می نامند.

۱۹- کمپرسور و جزء قسمت فشار زیاد سیستم تبریدی می باشند.

۲۰- جریان ماده سرمازا توسط تنظیم می شود.

پرسش‌های تشریحی

۲۱- تبرید را تعریف کنید.

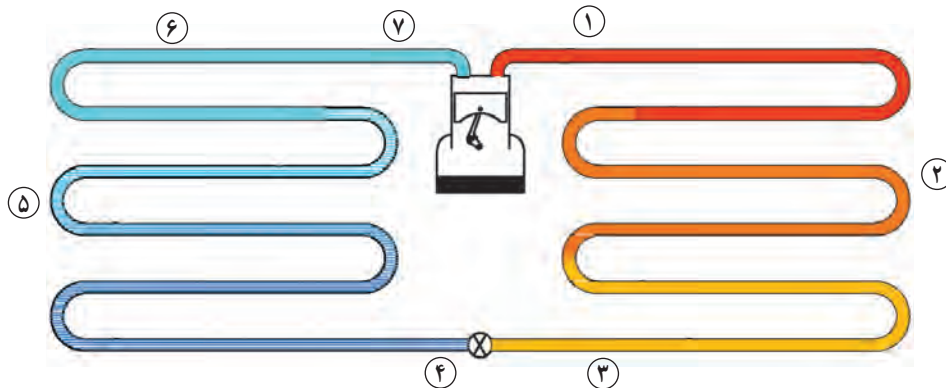
۲۲- تن سرمایی را تعریف کنید.

۲۳- قسمت‌های فشار کم و فشار زیاد در سیکل تبرید را بیان کنید.

۲۴- سیلندر متصل به یک کویل لوله مسی به عنوان یک دستگاه سردکننده را توضیح داده و اشکالات آن را

بنویسید.

۲۵- با توجه به سیکل تبرید شکل زیر جدول را برای مبرد R-۲۲ کامل کنید.



قسمت	دما °C	فشار KPa	حالت و درصد مبرد
۱	۹۳		
۲			
۳		۱۹۳۲	
۴			
۵			۵۰٪ مایع و ۵۰٪ بخار
۶			
۷			

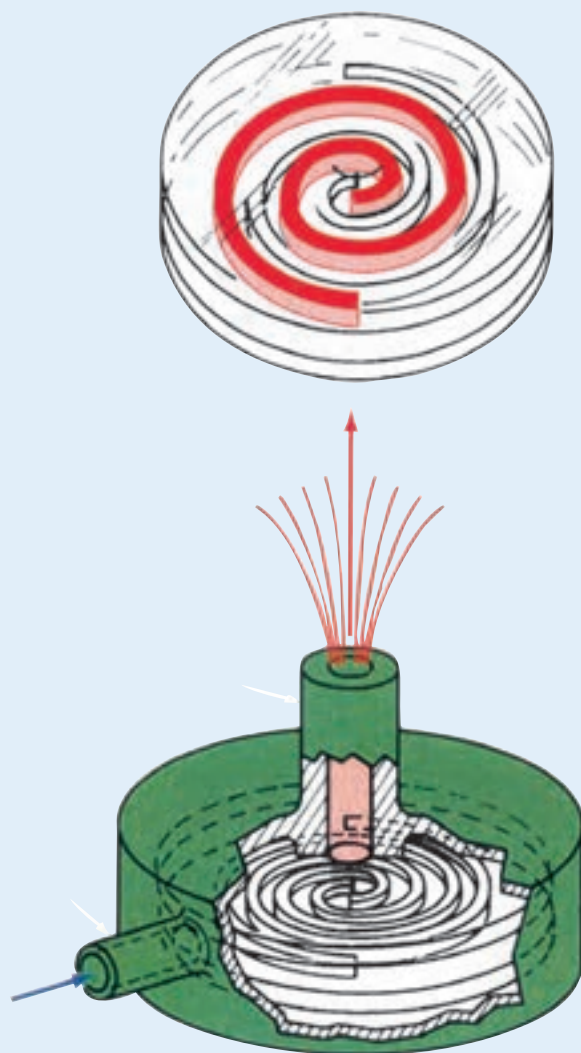
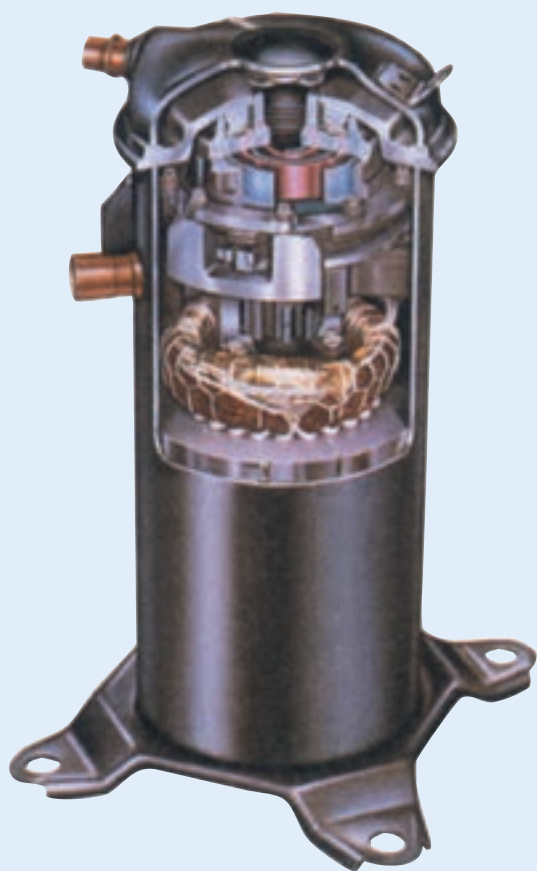
۲۶- اجزاء اصلی سیکل تبرید را به طور مختصر شرح دهید.

۲۷- چرا در اواپراتور و کندانسور با وجود جذب و دفع گرما، دما ثابت می‌ماند. (امتحان نهایی - خرداد ۹۰)

۲۸- نمودار P-H سیکل تبرید را ترسیم کرده و قسمت‌های مختلف آن را مشخص نمایید.

۲۹- تفاوت‌های یخچال خانگی، یخچال تجاری، کولر گازی را بنویسید.

فصل سوم

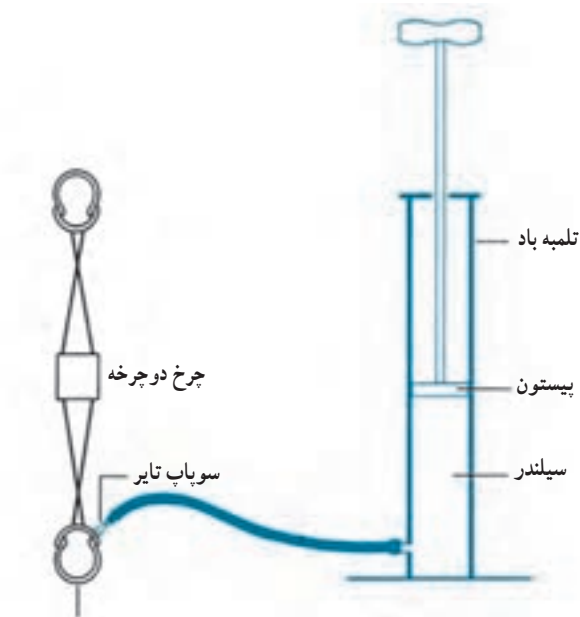


کمپرسورها

پس از پایان این فصل هنرجو باید بتواند :

- ۱- انواع کمپرسور را نام ببرد.
- ۲- اجزا اصلی کمپرسور تناوبی را نام ببرد.
- ۳- چگونگی کار کمپرسور تناوبی را توضیح دهد.
- ۴- انواع کمپرسور تناوبی را توضیح دهد.
- ۵- چگونگی کار کمپرسور بسته پنج لوله‌ای را از روی شکل توضیح دهد.
- ۶- روغن کاری کمپرسورها را توضیح دهد.
- ۷- لزوم کنترل ظرفیت را بیان کند.
- ۸- روش‌های کنترل ظرفیت را شرح دهد.
- ۹- تعیین قدرت کمپرسور یخچال‌ها و فریزرها را توضیح دهد.

۳- کمپرسورها



فشار ۳/۵ barg تایر

شکل ۱-۳- یک کمپرسور ساده

کمپرسور قلب یک سیستم تبرید تراکمی است که با ایجاد اختلاف فشار موجب گردش ماده سرمازا در سیستم می‌شود. شکل ۱-۳ تلمبه باد یک دوچرخه را که نوع ساده یک کمپرسور است نشان می‌دهد. تلمبه شامل یک سیلندر و یک پیستون است. پیستون در داخل سیلندر می‌تواند بالا و پایین حرکت کند. وقتی که پیستون به طرف بالا کشیده می‌شود، هوا در اثر فشار اتمسفر داخل سیلندر می‌شود و چنانچه پیستون را به پایین فشار دهیم حجم هوا کم شده و فشار آن بیشتر می‌شود. زمانی که فشار هوا در داخل سیلندر بیشتر از فشار هوا در داخل تایر دوچرخه بشود، سوپاپ روی تایر باز شده و هوا وارد تایر می‌شود. متراکم شدن هوا باعث برخورد بیشتر مولکول‌ها شده در نتیجه دمای هوا افزایش می‌یابد و موجب گرم شدن بدنه سیلندر می‌شود.

۱-۳- انواع کمپرسور

کمپرسورهای متداول در سیستم‌های تبرید عبارتند از:

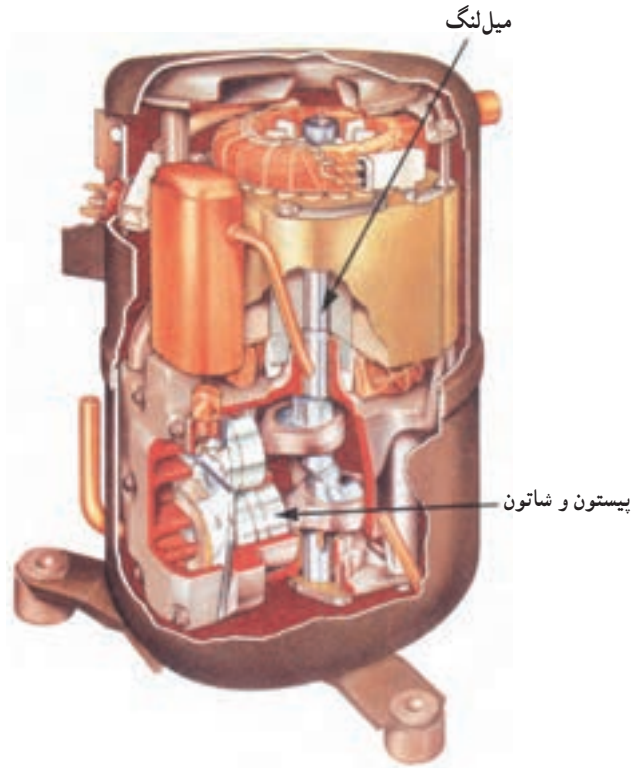
۱- کمپرسورهای تناوبی^۱

۲- کمپرسورهای سانتریفوژ (گریز از مرکز)^۲

۳- کمپرسورهای پیچی^۳ (اسکرو)

۴- کمپرسور طوماری (اسکرول)^۴

در شکل ۲-۳ کمپرسورهای مذکور نشان داده شده است.



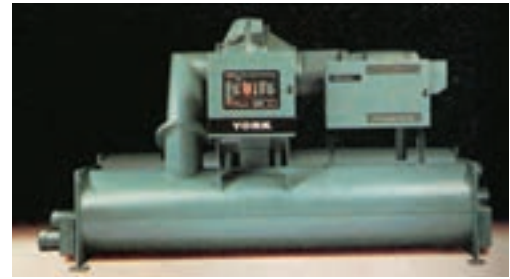
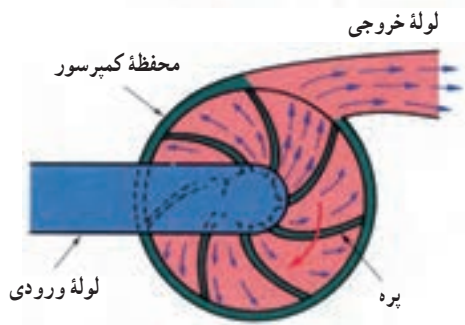
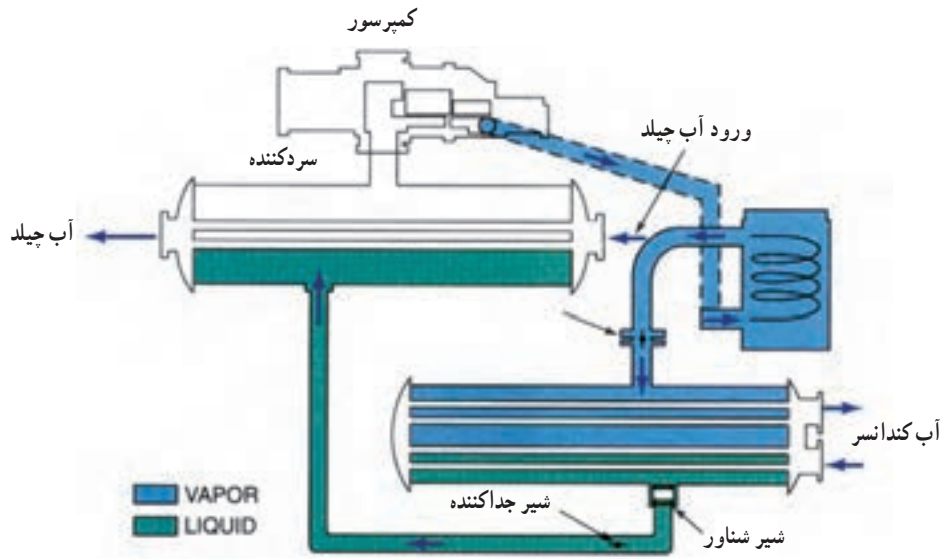
الف) کمپرسور تناوبی

۱- Reciprocating Compressors

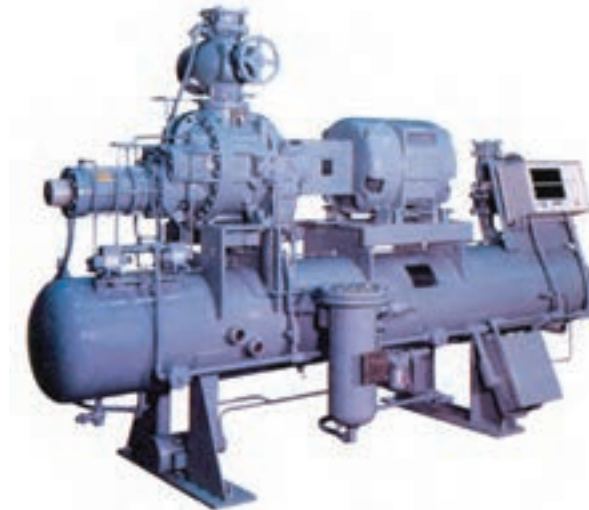
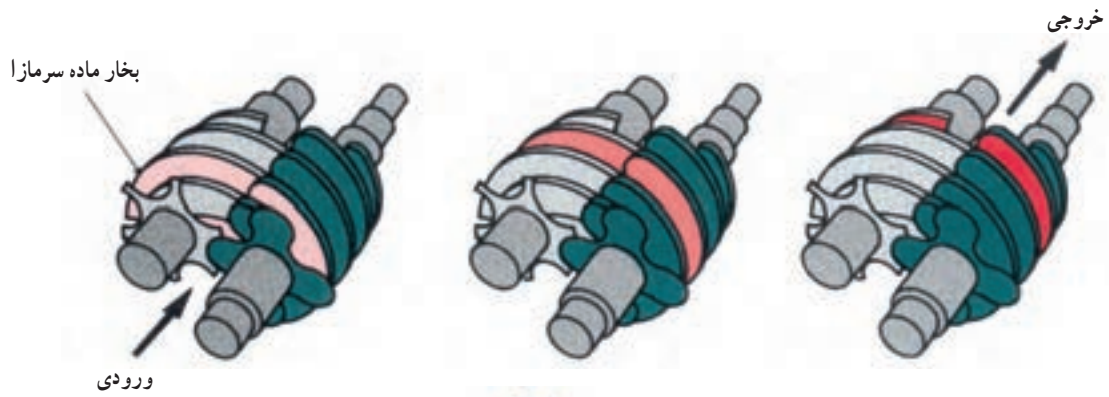
۲- Centrifugal Compressors

۳- Screw Compressors

۴- Scroll Compressors



(ب) کمبر سور سانتریفوژ



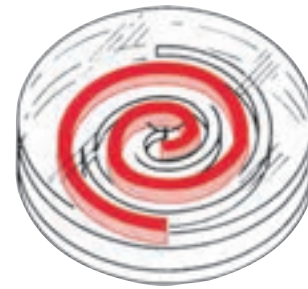
(ج) کمبر سور پیچی



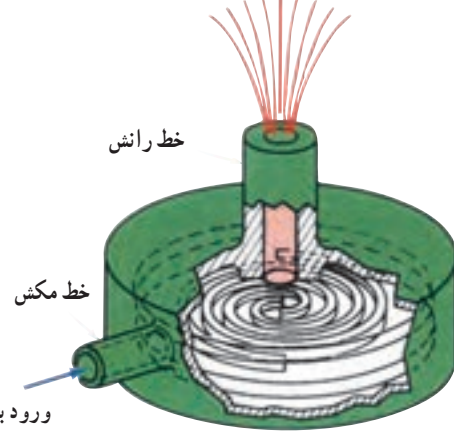
د) کمپرسور طوماری (اسکرول)

شکل ۲-۳- انواع کمپرسور

الف) کمپرسور تناوبی ب) کمپرسور سانتریفوژ ج) کمپرسور اسکرو د) کمپرسور اسکرول



خروج با
فشار زیاد

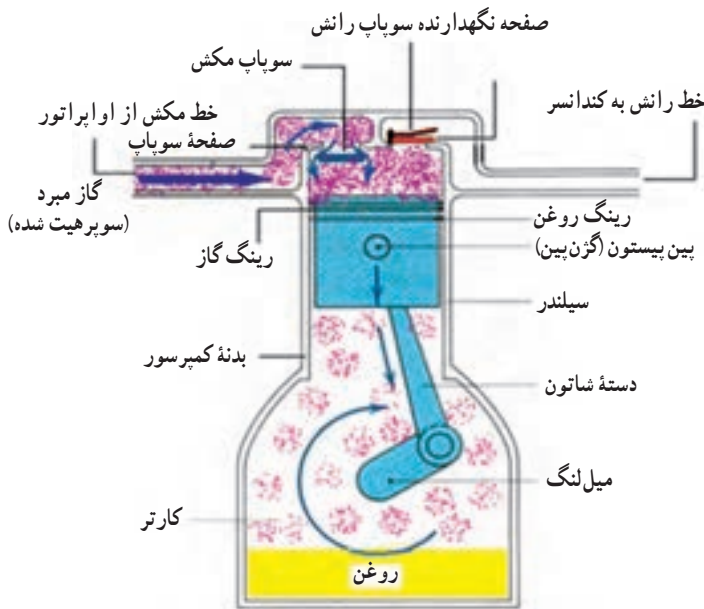


ورود با فشار کم

۲-۳- کمپرسورهای تناوبی

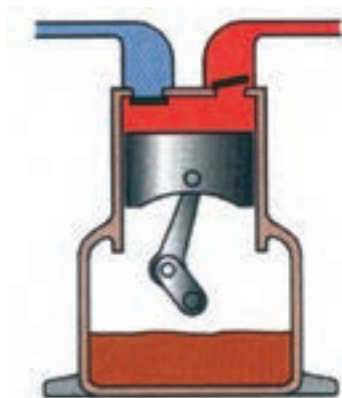
به این کمپرسورها کمپرسورهای رفت و برگشتی، کمپرسورهای سیلندر بیستونی و گاهی متقارن گویند.

کمپرسورهای تناوبی در اندازه‌های مختلف از $\frac{1}{4}$ تن تبرید تا ۱۰۰ تن تبرید در دسترس می‌باشند. شکل ۳-۳ قسمت‌هایی از کمپرسور تناوبی را نشان می‌دهد.



شکل ۳-۳- کمپرسور تناوبی

سوپاپ رانش می شود سوپاپ رانش باز شده و گاز به قسمت فشار بالای سیستم تخلیه می شود. (شکل ۳-۶)



شکل ۳-۶- پیستون رو به بالا حرکت می کند.

زمانی که پیستون به بالاترین نقطه خود (نقطه مرگ بالا می رسد) یک فضای خالی بین سرسیلندر و پیستون باقی می ماند که مقداری گاز پرفشار در این قسمت وجود دارد که تخلیه نمی شود و در سیکل بعدی مجدداً منبسط می شود. (شکل ۳-۷)



شکل ۳-۷- پیستون در نقطه مرگ بالا

۳-۳- انواع کمپرسور تناوبی

کمپرسور تناوبی بر سه گونه اند:

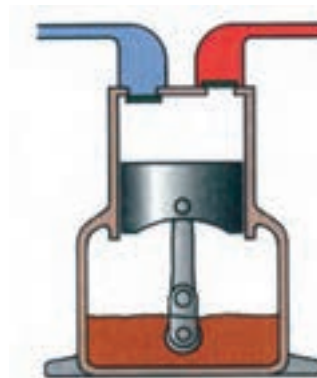
- ۱- کمپرسورهای بسته^۱
- ۲- کمپرسورهای نیمه بسته^۲
- ۳- کمپرسورهای باز^۳

وقتی پیستون به طرف پایین حرکت می کند به جایی می رسد که فشار داخل سیلندر کمتر از فشار خط مکش می شود. در این حال سوپاپ مکش باز می شود و گاز خط مکش وارد سیلندر شده و آن را پر می کند. (شکل ۳-۴)



شکل ۳-۴- پیستون رو به پایین حرکت می کند.

وقتی پیستون به پایین ترین نقطه (نقطه مرگ پایین) می رسد حجم سیلندر به بیشترین مقدار خود می رسد هر چند سیلندر در حال پر شدن است. (شکل ۳-۵)



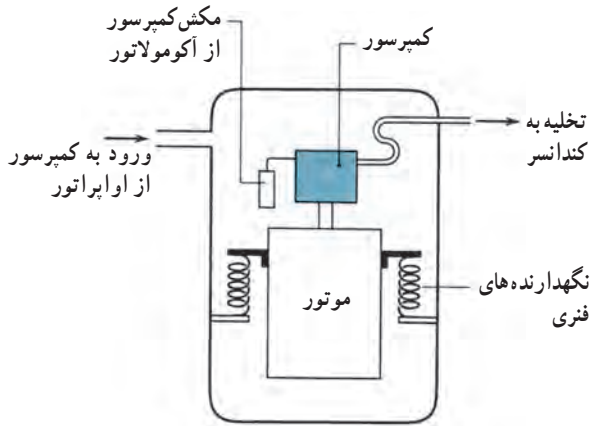
شکل ۳-۵- پیستون در نقطه مرگ پایین

وقتی پیستون شروع به بالا آمدن می کند سوپاپ مکش بسته می شود و بالا رفتن فشار در سیلندر آغاز می شود. در نزدیکی بالای سیلندر وقتی فشار داخل سیلندر بیشتر از فشار بالای

۱- Hermetic

۲- Semi Hermetic

۳- Open



شکل ۸-۳- یک کمپرسور تناوبی با فنرهای نگهدارنده در داخل پوسته



شکل ۹-۳- نمای ظاهری یک کمپرسور بسته

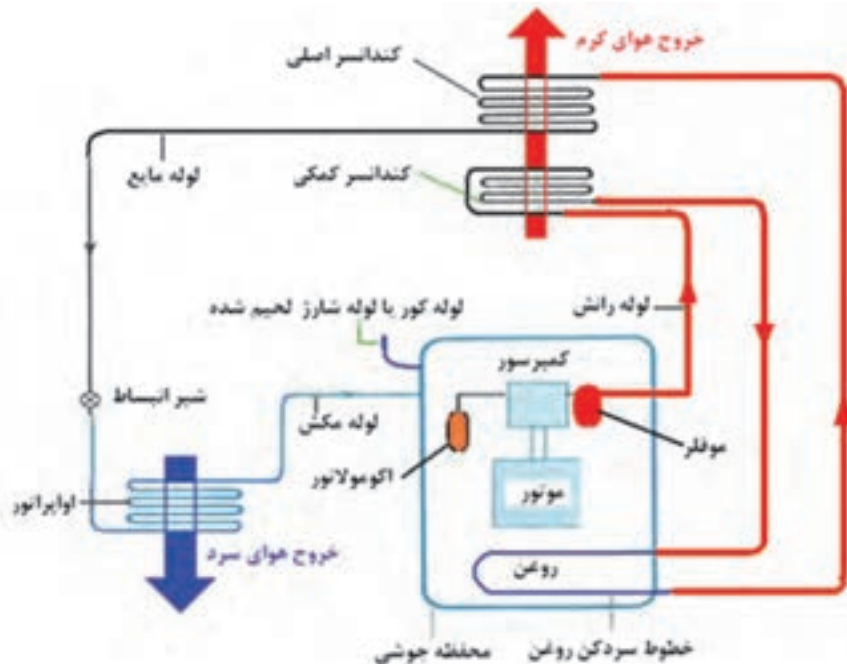
۱-۳-۳- کمپرسورهای بسته : کمپرسور بسته در

شکل های ۸-۳ و ۹-۳ نشان داده شده است. کمپرسور و موتور در داخل یک پوسته قرار گرفته و جوشکاری شده است. اگر موتور چنین کمپرسوری بسوزد یا سوپاپ آن بشکند کمپرسور غیر قابل استفاده می شود.

لوله مکش از اوپراتور به داخل پوسته منتقل شده است. محتویات داخل پوسته از جمله الکتروموتور به وسیله گاز سرمازا خنک می شود. قطر لوله رانش کوچک تر از قطر لوله مکش کمپرسور بوده و داخل کمپرسور از میان پوسته عبور کرده به کندانسر هدایت می شود. به طور معمول کمپرسورهای بسته را تا ظرفیت 2° تن تبرید تولید می کنند.

بر روی بیشتر کمپرسورهای بسته سه عدد لوله متصل شده است. برخی از کمپرسورهای بسته روی بدنه خود دو لوله اضافی دیگر برای خنک کاری روغن دارند که جمعاً پنج لوله به بدنه کمپرسور متصل است. این دو لوله به قسمت پایین کمپرسور (کارتز) وصل می شود. شکل ۱۰-۳ اتصال خنک کن روغن و عبور آن از پایین کمپرسور را نشان می دهد.

گاز داغ از رانش کمپرسور به سمت کندانسر کمکی رفته پس از عبور از آن کمی خنک می شود. گاز خنک شده از میان

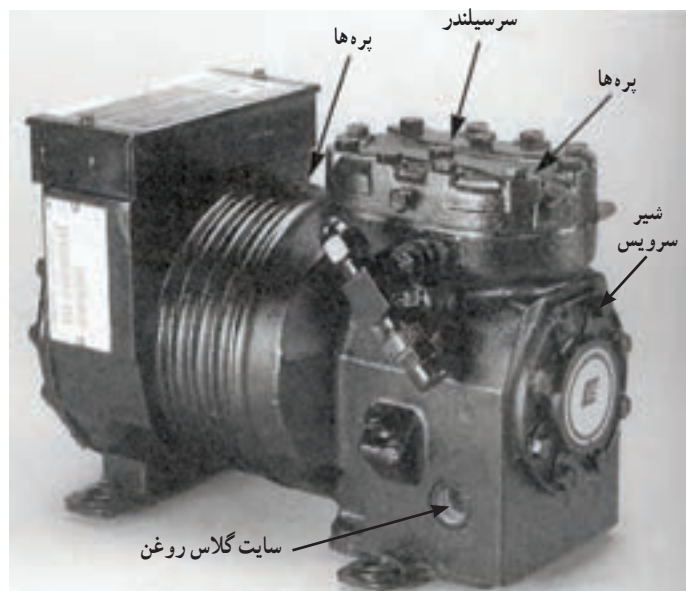
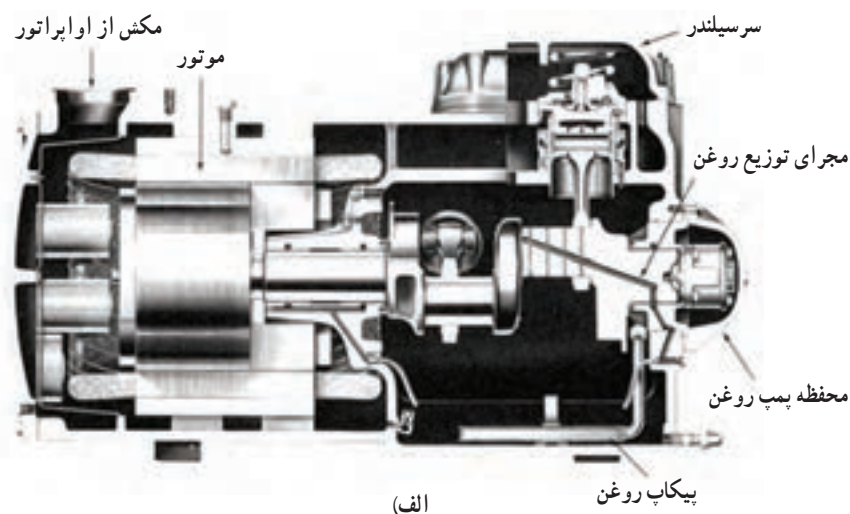


شکل ۱۰-۳- یک کمپرسور بسته با خنک کن روغن

با باز کردن چند پیچ قابل دسترس بوده و کلیه قطعات کمپرسور می‌تواند از هم جدا شده و تعمیر شوند. شیرهای سرویس روی قسمت مکش و رانش به بدنه کمپرسور متصل و قابل باز شدن هستند. یک عدد شیشه بر روی کارتر نصب شده تا سطح روغن کمپرسور را مشخص نماید. سرسیلندر کمپرسور، صفحه سوپاپ و پمپ روغن همگی قابل تعویض و تعمیر هستند. کمپرسورهای نیمه بسته زیر ۳ تن تبرید به ندرت استفاده می‌شوند.

کویلی که در ته کمپرسور نصب شده عبور کرده و گرمای روغن کمپرسور را خارج می‌کند سپس گاز از میان کندانسر اصلی عبور کرده و فرآیند معمولی سیستم انجام می‌شود.

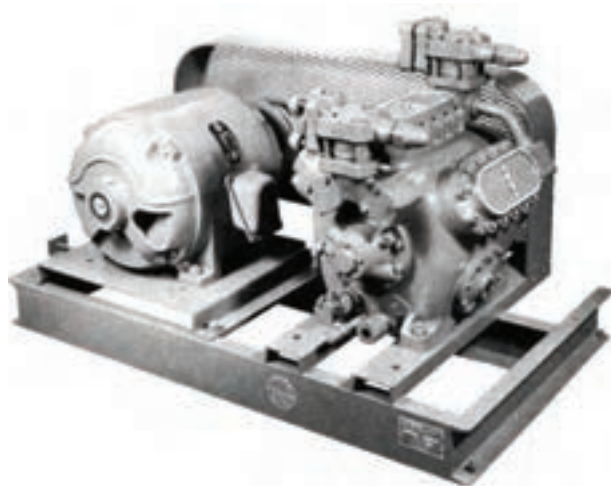
۲-۳-۳ کمپرسورهای نیمه بسته : کمپرسورهای نیمه بسته یا بسته قابل تعمیر می‌باشد که در اندازه‌های بزرگ تر ساخته می‌شوند (شکل ۱۱-۳). در این نوع کمپرسور، مجموعه موتور و کمپرسور در یک محفظه بسته می‌باشند که مجموعه فوق



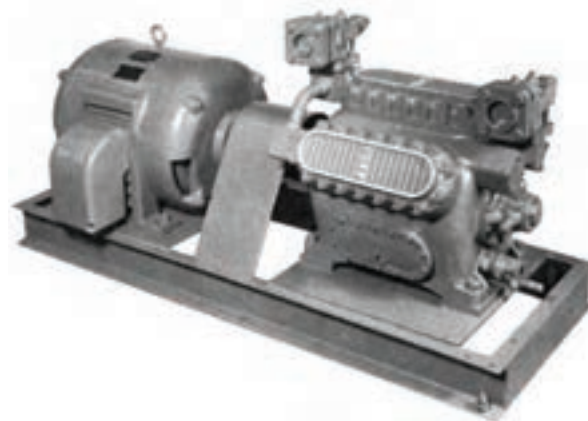
شکل ۱۱-۳- کمپرسور نیمه بسته
 (الف) برش خورده (ب) واقعی

۲-۳-۳- کمپرسورهای باز : به کمپرسورهایی گفته می‌شود که قسمت الکتروموتور (محرک) آن از کمپرسور جداست. ارتباط بین الکتروموتور با کمپرسور به دو صورت انجام می‌گیرد. **الف) اتصال مستقیم :** اتصال محور الکتروموتور به کمپرسور توسط یک کوپلینگ انجام می‌گیرد. چون محور کمپرسور از بدنه خارج می‌شود باید از کاسه نمد مناسب برای جلوگیری از نشت ماده سرمازا و روغن استفاده شود (شکل ۱۲-۳-الف)

ب) **اتصال توسط تسمه :** محورهای الکتروموتور و کمپرسور به موازات هم هستند. توسط چرخ تسمه و تسمه حرکت الکتروموتور به کمپرسور منتقل می‌شود. هرچند روش اتصال قدیمی است باز هم از آن در مواردی استفاده می‌شود. کمپرسورهای باز در ظرفیت‌های بالاتری ساخته می‌شوند. (شکل ۱۲-۳-ب)



ب) کمپرسور باز با اتصال توسط تسمه



الف) کمپرسور باز اتصال مستقیم

شکل ۱۲-۳- کمپرسور باز

شیارهای مرتبط به یاتاقان‌ها پرتاب می‌کند. روغن هم چنین به زیر پیستون و جداره سیلندر نیز پاشیده می‌شود. (شکل ۱۳-۳-الف). در نوع دیگر میل لنگ به طور عمودی در پوسته قرار گرفته است. با دور گرفتن موتور، روغن در اثر نیروی گریز از مرکز از مجرای طولی میل لنگ بالا آمده و قطعات گردنده را روغن کاری می‌کند. (شکل ۱۳-۳-ب) روغنکاری به روش پاششی در کمپرسورهای کوچک کاربرد دارد.

۴-۳- روغن کاری کمپرسور^۱

سطوح بین قطعات متحرک کمپرسورها باید روغن کاری شود. دو روش برای روغن کاری کمپرسور وجود دارد :

۱- روغن کاری به روش پاششی^۲

۲- روغن کاری به روش فشاری^۲ (اجباری)

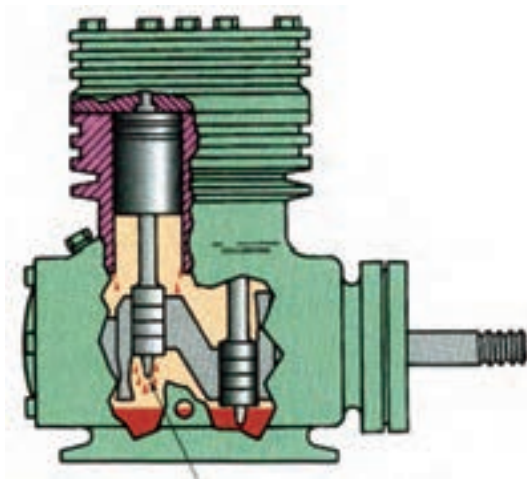
۱-۴-۳- در روش اول روغن کاری با گردش میل

لنگ در روغن داخل محفظه میل لنگ (کارتز) آغاز می‌شود. با هر بار گردش میل لنگ قاشقک روی آن روغن را به یاتاقان‌ها و

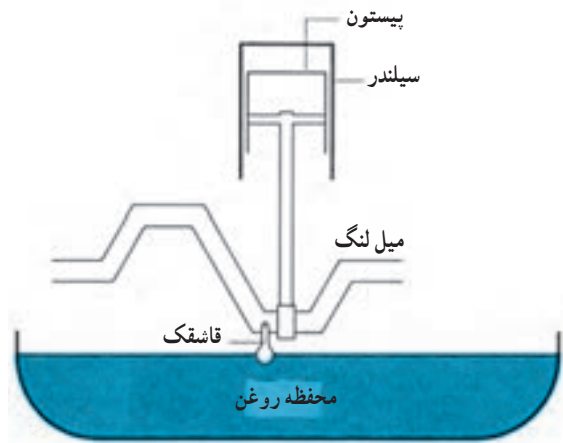
۱- Lubrication

۲- splash system

۳- force - feed or pressure system



ب



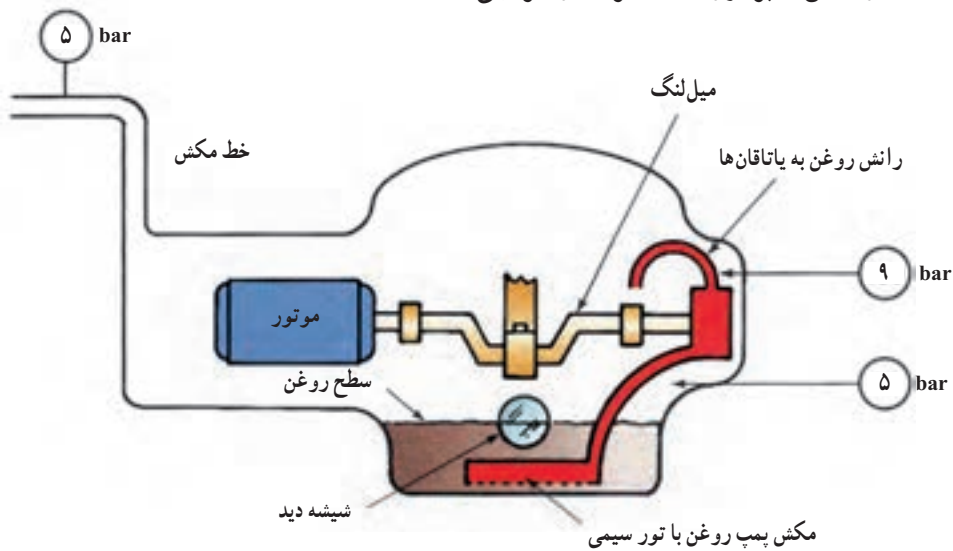
زیر کمپرسور

الف

شکل ۱۳-۳- روغن کاری پاششی کمپرسور

پمپ ۹ bar و فشار مکش کمپرسور ۵ bar باشد فشار خالص مفید پمپ ۴ bar خواهد بود. پمپ، روغن را از کارت گرفته و با فشار از طریق مجاری و راهگاه‌های میل لنگ به محل روغن کاری می‌رساند.

۲-۴-۳ در سیستم روغن کاری فشاری از یک پمپ روغن مطابق شکل ۱۴-۳ استفاده می‌شود. میل لنگ با سطح روغن در تماس نیست. پمپ روغن در انتهای میل لنگ قرار گرفته است و به وسیله میل لنگ می‌چرخد. فشار مکش پمپ روغن عملاً همان فشار مکش کمپرسور است. اگر فشار خروجی

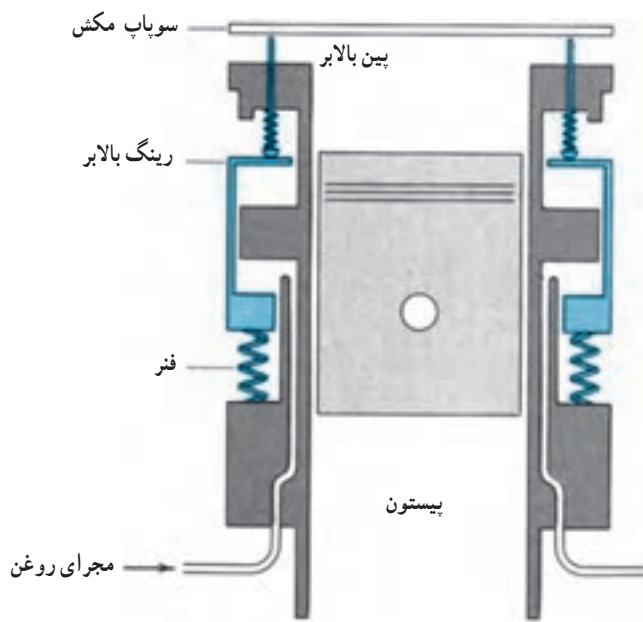


شکل ۱۴-۳- پمپ روغن

کمتر از ظرفیت طراحی کار می‌کند. باید تدابیری برای تناسب ظرفیت کمپرسور با سرمای مورد نیاز پیش بینی شود تا بتوان میزان سرمادهی را با توجه به کاهش دمای فضای مورد نظر کم

۵-۳- کنترل ظرفیت

یک سیستم تبرید برای سخت‌ترین شرایط طراحی و انتخاب می‌شود. بنابراین در بیشتر مواقع کمپرسور در ظرفیتی



شکل ۱۵-۳- مکانیزم بی بار کننده

وقتی کمپرسور خاموش است یا کلید کنترل ظرفیت ورود روغن به سیستم بی بار کننده را قطع می کند فشار فنر رینگ بالابر را بالا برده سوپاپ را بالا و باز نگه می دارد و سیلندر بی بار می شود.

۴-۳- تعیین قدرت کمپرسور یخچال ها و فریزرها

در شکل ۱۶-۳ انواع یخچال و فریزرهای خانگی در حجم و مدل های مختلف آمده است. در مقابل هر مدل یخچال یا فریزر نوع عایق مصرفی (پشم شیشه یا پلی یورتان) و ظرفیت کمپرسور با توجه به حجم آن قید شده است چنان چه مشاهده می کنید هر اندازه حجم یخچال یا فریزر بزرگ تر می شود ظرفیت کمپرسور نیز بیشتر می شود لیکن آنچه مهم است نوع عایق می باشد که در ظرفیت کمپرسور بیشتر اثرگذار است. در یک حجم برابر عایق فوم (پلی یورتان) بهتر از عایق پشم شیشه عمل کرده و باعث می شود ظرفیت کمپرسور کمتر شده و به نسبت هزینه تهیه کمپرسور و برق مصرفی آن نیز کاهش می یابد برای مثال در فریزر صندوقی خوابیده ۱۱ الی ۱۳ فوت مکعبی (۳۱۱-۳۶۸ لیتری) با عایق پشم شیشه کمپرسوری با توان $\frac{1}{5}$ اسب بخار نیاز است در حالی که فریزر فوق با همان حجم ولی با عایق فوم می تواند کمپرسوری با توان $\frac{1}{6}$ اسب را داشته باشد که از نظر اقتصادی به صرفه تر است.

کرد. ساده ترین روش کم کردن ظرفیت سرمایی خاموش و روشن کردن کمپرسور است که در یخچال های خانگی، کولرهای گازی و سیستم های کوچک به این روش عمل می شود.

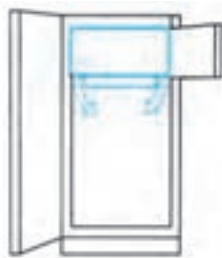
الکتروموتور کمپرسورهای بزرگ خاموش و روشن شدن های زیاد (بیشتر از یک بار در نیم ساعت) را تحمل نمی کند. بنابراین در کمپرسورهای بزرگ به روش های مختلف ظرفیت کمپرسور را کم می کنند تا با بار سرمایی مورد نیاز متناسب شود. یکی از روش های مورد استفاده بی بار کردن سیلندر است.

در روش بی بار کردن سیلندر سوپاپ مکش را به حالت باز نگه می دارند. سیلندری که سوپاپ مکش آن باز است سیلندر بی بار گفته می شود. در سیلندر بی بار عمل تراکم انجام نمی شود و توان خیلی کمی از موتور صرف حرکت بالا و پایین پیستون می شود.

در روش بی بار کردن از یک ترموستات چند مرحله ای استفاده می شود وقتی بار سرمایی یا به عبارتی سرمای مورد نیاز کم می شود دمای فضا کاهش می یابد. با فرمان یک مرحله از ترموستات یکی از سیلندرهای یک کمپرسور چهار سیلندری بی بار می شود و کمپرسور با سه سیلندر و با $\frac{3}{4}$ ظرفیت کار می کند. با ادامه یافتن کاهش نیاز سرمایی دمای فضا باز هم کاهش می یابد و مرحله دوم ترموستات فرمان بی بار شدن دومین سیلندر را صادر می کند و کمپرسور با $\frac{1}{2}$ ظرفیت به کار خود ادامه می دهد. اگر نیاز سرمایی باز هم کم شود سیلندر سوم بی بار می شود و کمپرسور با یک سیلندر و $\frac{1}{4}$ ظرفیت به کار خود ادامه می دهد. در صورتی که بار سرمایی باز هم کم شود و دمای فضا پایین تر رود کمپرسور خاموش می شود.


در شکل ۱۵-۳ شماتیک چگونگی بی بار شدن سیلندر و باز نگه داشتن سوپاپ نشان داده شده است. لازم به ذکر است که وقتی مسیر روغن بی بار کننده توسط شیر مغناطیسی قطع می شود یا کمپرسور خاموش است فشار فنر رینگ بالابر را بالا برده سوپاپ را باز نگه می دارد. اگر مسیر روغن باز باشد، فشار روغن بر فشار فنر غلبه می کند در نتیجه رینگ بالابر به طرف پایین حرکت می کند و سوپاپ مکش در محل خود قرار می گیرد.

یخچال های یک در با عایق پشم شیشه



Up to 12 cu ft $\frac{1}{4}$ hp
 12 to 14 cu ft $\frac{1}{4}$ hp
 14 to 16 cu ft $\frac{1}{4}$ hp
 Over 16 cu ft $\frac{1}{4}$ hp

یخچال های یک در با عایق پلی یورتان



Up to 13 cu ft $\frac{1}{4}$ hp
 13 to 15 cu ft $\frac{1}{4}$ hp
 Over 15 cu ft $\frac{1}{4}$ hp

یخچال های دو در با عایق پشم شیشه



Up to 12 cu ft $\frac{1}{4}$ hp
 12 to 14 cu ft $\frac{1}{4}$ hp
 14 to 16 cu ft $\frac{1}{4}$ hp
 Over 16 cu ft $\frac{1}{4}$ hp

یخچال های دو در با عایق فوم (پلی یورتان)



Up to 12 cu ft $\frac{1}{4}$ hp
 12 to 14 cu ft $\frac{1}{4}$ hp
 Over 14 cu ft $\frac{1}{4}$ hp

یخچال های بدون برفک با عایق پشم شیشه



Up to 14 cu ft $\frac{1}{4}$ hp
 14 to 17 cu ft $\frac{1}{4}$ hp
 Over 17 cu ft $\frac{1}{4}$ hp

یخچال های بدون برفک با عایق فوم



Up to 14 cu ft $\frac{1}{4}$ hp
 14 to 17 cu ft $\frac{1}{4}$ hp
 17 to 20 cu ft $\frac{1}{4}$ hp
 Over 20 cu ft $\frac{1}{4}$ hp

یخچال های سایه‌بای بدون برفک با عایق پشم شیشه




Up to 20 cu ft $\frac{1}{4}$ hp
 20 to 25 cu ft $\frac{1}{4}$ hp
 Over 25 cu ft $\frac{1}{4}$ hp

یخچال های سایه‌بای بدون برفک با عایق پلی یورتان



Up to 18 cu ft $\frac{1}{4}$ hp
 18 to 25 cu ft $\frac{1}{4}$ hp
 Over 25 cu ft $\frac{1}{4}$ hp

فریزر عمودی برفک‌دار با عایق پشم شیشه




Up to 10 cu ft $\frac{1}{4}$ hp
 10 to 12 cu ft $\frac{1}{4}$ hp
 12 to 15 cu ft $\frac{1}{4}$ hp
 15 to 19 cu ft $\frac{1}{4}$ hp
 Over 19 cu ft $\frac{1}{4}$ hp

عمودی بدون برفک

Vertical - No Frost
 Up to 17 cu ft $\frac{1}{4}$ hp
 Over 17 cu ft $\frac{1}{4}$ hp

فریزر عمودی برفک‌دار با عایق فوم

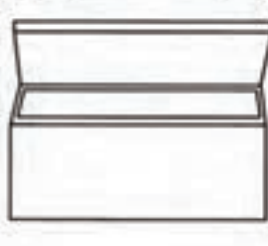


Up to 10 cu ft $\frac{1}{4}$ hp
 10 to 13 cu ft $\frac{1}{4}$ hp
 13 to 16 cu ft $\frac{1}{4}$ hp
 Over 17 cu ft $\frac{1}{4}$ hp

عمودی بدون برفک

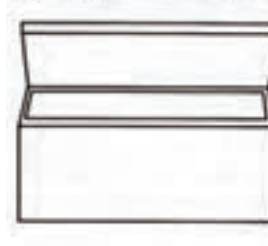
Vertical - No Frost
 Up to 16 cu ft $\frac{1}{4}$ hp
 Over 16 cu ft $\frac{1}{4}$ hp

فریزر صندوقی (خوابیده)



Up to 8 cu ft $\frac{1}{4}$ hp
 8 to 11 cu ft $\frac{1}{4}$ hp
 11 to 13 cu ft $\frac{1}{4}$ hp
 13 to 16 cu ft $\frac{1}{4}$ hp
 16 to 20 cu ft $\frac{1}{4}$ hp
 Over 20 cu ft $\frac{1}{4}$ hp

فریزر صندوقی (خوابیده)



Up to 10 cu ft $\frac{1}{4}$ hp
 10 to 13 cu ft $\frac{1}{4}$ hp
 13 to 16 cu ft $\frac{1}{4}$ hp
 Over 17 cu ft $\frac{1}{4}$ hp

شکل ۱۶-۳- قدرت کمپرسور برای انواع مختلف یخچال و فریزر با دو نوع عایق پشم شیشه و فوم



۷-۳- پرسش و تمرین

پرسش‌های چهار گزینه‌ای

۱- علت گرم شدن بدنه تلمبه باد در اثر حرکت پیستون داخل سیلندر کدام است.

الف) متراکم شدن هوا و برخورد بیشتر مولکول‌های هوا

ب) کاهش سرعت مولکول‌های هوا

ج) افزایش سرعت خروج هوا از تلمبه

د) تماس پیستون با بدنه سیلندر

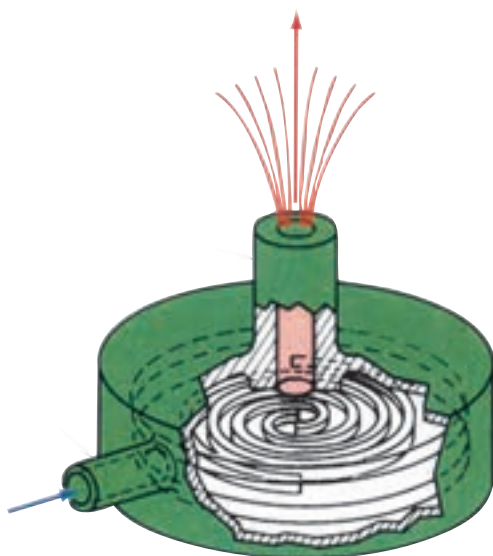
۲- شکل مقابل نمایش کدام نوع کمپرسور می‌باشد.

الف) تناوبی

ب) ساترنفوژ

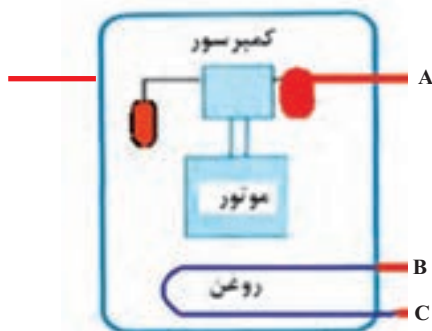
ج) اسکرو

د) اسکروول



۳- در شکل زیر (کمپرسور پنج لوله‌ای با خنک کن روغن) لوله‌های A، B، C به ترتیب به کجا نصب می‌شوند؟

(امتحان نهایی - خرداد ۹۱)



۱) کندانسر کمکی - کندانسر اصلی - کندانسر کمکی

۲) کندانسر اصلی - کندانسر کمکی - کندانسر اصلی

۳) کندانسر کمکی - کندانسر کمکی - کندانسر اصلی

۴) کندانسر اصلی - کندانسر اصلی - کندانسر کمکی

۴- کمپرسورهای تناوبی در ظرفیت‌های چند تن تبرید ساخته می‌شوند؟

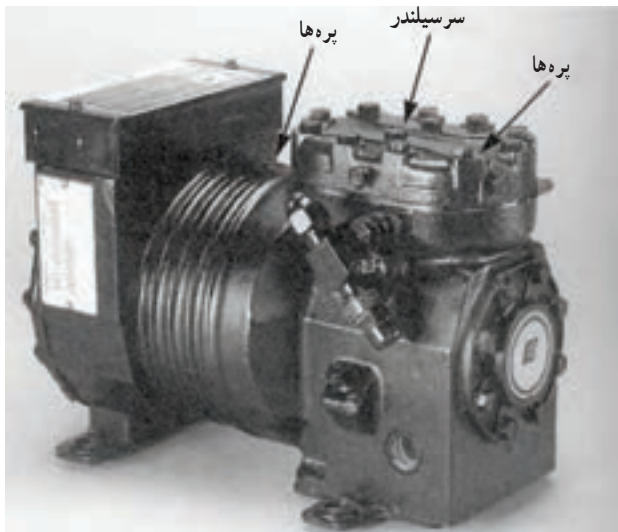
الف) ۴ تا ۱۰۰

ب) ۴ تا ۱۵۰

ج) $\frac{1}{4}$ تا ۱۰۰

د) $\frac{1}{4}$ تا ۱۵۰

۵- شکل زیر کدام کمپرسور را نشان می‌دهد؟ (امتحانات نهایی - دی ۹۰)



الف) بسته

ب) باز

ج) نیمه بسته

د) پیچی

۶- علت نصب شیشه بر روی کارتر کمپرسورهای نیمه بسته کدام است؟

الف) کنترل سطح روغن کمپرسور

ب) کنترل میزان ماده مبرد

ج) کنترل کار صحیح پمپ روغن

د) اطمینان از سالم بودن سیم پیچ کمپرسور

۷- علت به کارگیری کاسه نمد در کمپرسورهای باز کدام است؟

الف) انتقال گردش محور موتور به کمپرسور

ب) جلوگیری از نشت ماده سرمازا و روغن

ج) روغنکاری اجزاء داخل کمپرسور

د) کنترل سطح روغن داخل کمپرسور

پرسش‌های درست و نادرست

۸- به کمپرسورهای تناوبی کمپرسور رفت و برگشتی، سیلندر بیستونی و متقارن نیز می‌گویند.

درست نادرست

۹- در کمپرسور متقارن هنگامی که بیستون تا بالاترین قسمت سیلندر بالا می‌رود فشار خط مکش کم شده و

سوپاپ مکش باز می‌شود.

درست نادرست

۱۰- سوپاپ کمپرسورهای نیمه بسته به راحتی قابل تعویض است.

درست نادرست

۱۱- قطر لوله تخلیه کمپرسور بسته از قطر لوله مکش بزرگ‌تر است.

درست نادرست

۱۲- از کمپرسورهای نیمه بسته به ندرت زیر ۳ تن تبرید استفاده می‌شود.

درست نادرست

۱۳- الکتروموتور کمپرسورهای بزرگ، خاموش و روشن شدن بیشتر از ۲ بار در نیم ساعت را تحمل نمی‌کنند.

درست نادرست

سوالات کامل کردنی

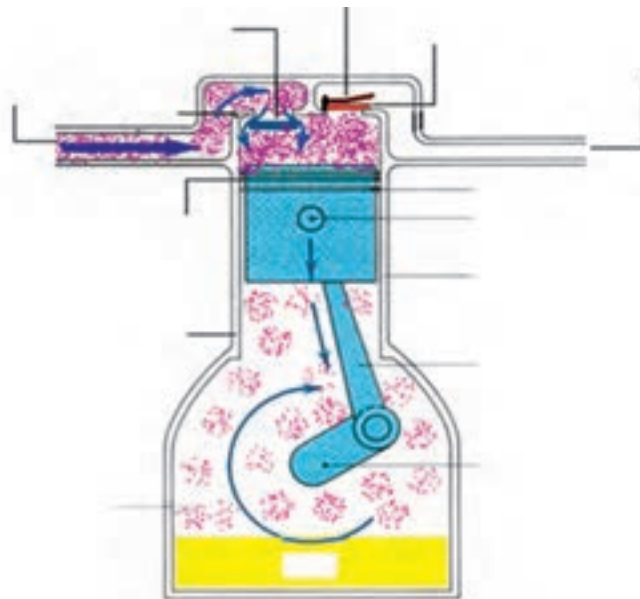
- ۱۴- به کمپرسورهای پیچی کمپرسور..... نیز گفته می شود.
- ۱۵- الکتروموتور کمپرسورهای بسته به وسیلهخنک می شود.
- ۱۶- کمپرسورهای بسته تا ظرفیتتن تبرید تولید می شود.
- ۱۷- کمپرسورهای رفت و برگشتی از نوع قابل تعمیر نمی باشند.
- ۱۸- روغن کاری کمپرسورها به روش و انجام می شود.
- ۱۹- در سیستم های بزرگ تبرید برای کنترل ظرفیت از روش استفاده می شود.

واژه مناسب را در جای خالی بنویسید.

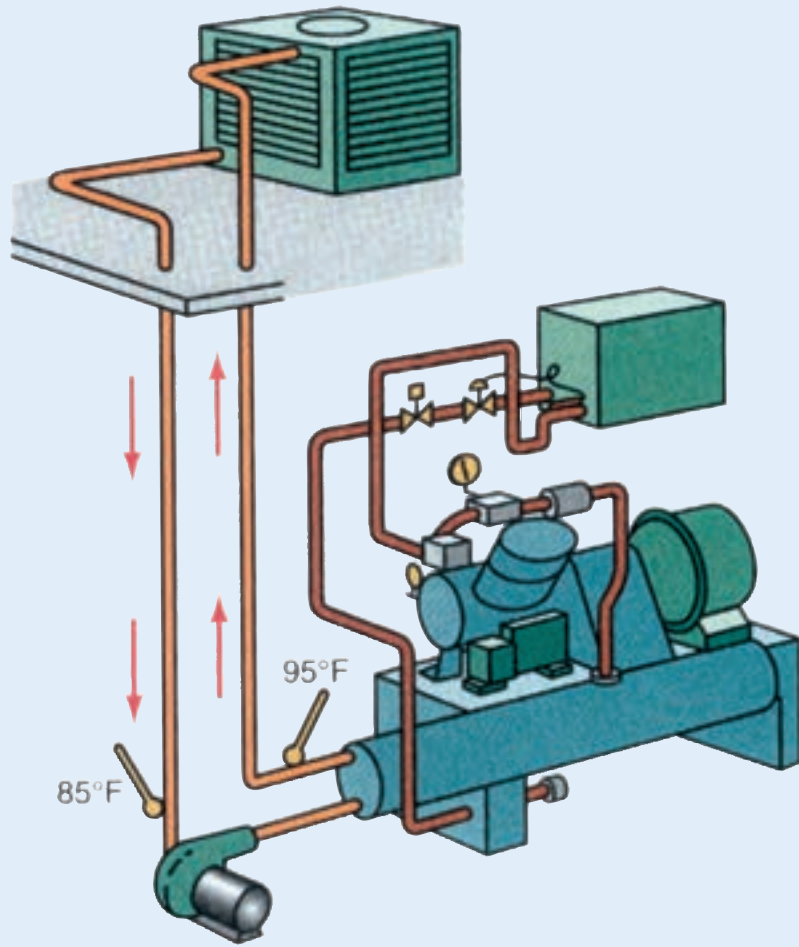
- «میل لنگ- کوبلینگ- متقارن- بی بار کردن سیلندر- کاسه نمد- شاتون- خاموش و روشن کردن کمپرسور»
- ۲۰- به کمپرسورهای تناوبی کمپرسورهای نیز می گویند.
 - ۲۱- در کمپرسورهای باز اتصال محور الکتروموتور به کمپرسور توسط انجام می گیرد.
 - ۲۲- در سیستم روغنکاری فشاری، پمپ روغن بر روی قرار می گیرد.
 - ۲۳- کنترل ظرفیت سیستم های کوچک تبرید به روش انجام می گیرد.
 - ۲۴- در کمپرسورهای باز برای جلوگیری از نشت روغن از استفاده می شود.

پرسش های تشریحی

- ۲۵- وظیفه کمپرسور را شرح دهید.
- ۲۶- انواع کمپرسورهای متداول در سیستم تبرید را نام ببرید.
- ۲۷- اجزاء مشخص شده بر روی شکل کمپرسور تناوبی را بنویسید.



- ۲۸- چگونگی مکش و رانش در کمپرسور تناوبی را شرح دهید. (امتحان نهایی - شهریور ۸۹)
- ۲۹- طرز کار کمپرسورهای پنج لوله‌ای را شرح دهید. (امتحان نهایی - دی ۸۹)
- ۳۰- کمپرسور باز را تعریف کرده و انواع آن را بنویسید.
- ۳۱- روغن کاری کمپرسور به روش پاششی و فشاری را توضیح دهید.
- ۳۲- علت به کارگیری روش‌های کنترل ظرفیت چیست.
- ۳۳- بی‌بار کردن کمپرسور با استفاده از ترموستات چند مرحله‌ای را شرح دهید.
- ۳۴- نحوه بی‌بار شدن سیلندر در روش کنترل ظرفیت با استفاده از بی‌بار کننده را شرح دهید.
- ۳۵- در یک کمپرسور چهار سیلندر در چند مرحله و چند درصد می‌توان ظرفیت کمپرسور را بی‌بار کرد. (امتحان نهایی - دی ۹۱)



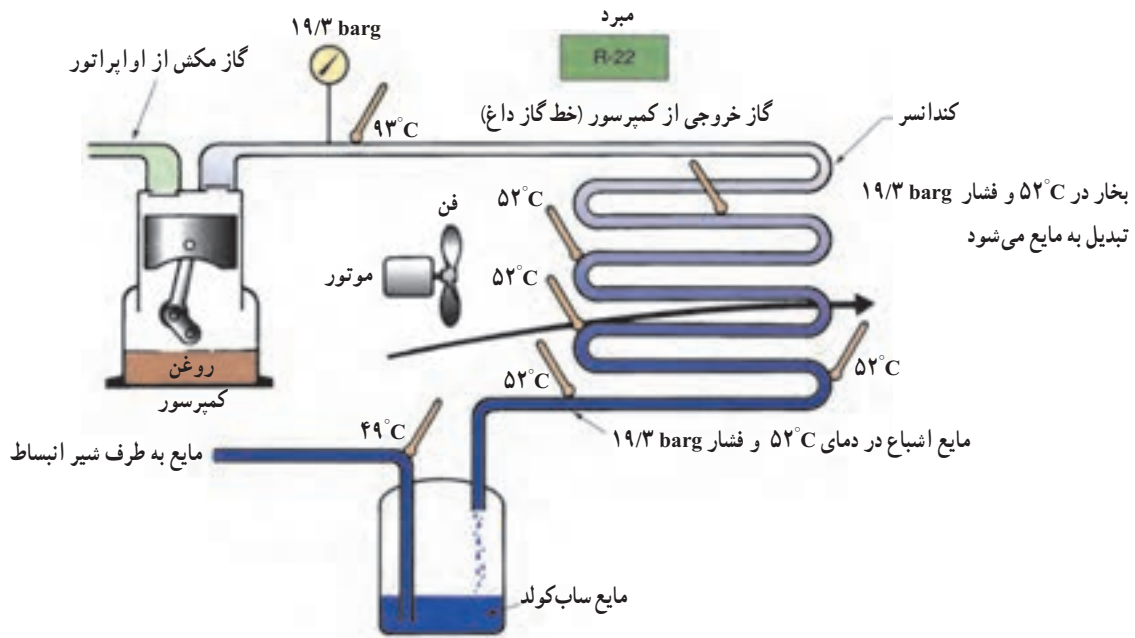
کندانسرها

پس از پایان این فصل هنرجو باید بتواند :

- ۱- ضریب عملکرد سیستم تبرید را توضیح دهد.
- ۲- انواع کندانسر را نام ببرد.
- ۳- کندانسره‌های هوایی را توضیح دهد.
- ۴- کندانسینگ یونیت را شرح دهد.
- ۵- کندانسره‌های آبی را توضیح دهد.
- ۶- انواع کندانسر آبی را از روی شکل شرح دهد.
- ۷- مقدار آب جریانی در کندانسره‌های آبی را حساب کند.
- ۸- برج خنک کن را توضیح دهد.
- ۹- کندانسر تبخیری را توضیح دهد.
- ۱۰- انتخاب کندانسینگ یونیت را توضیح دهد.

۴- کندانسرها^۱

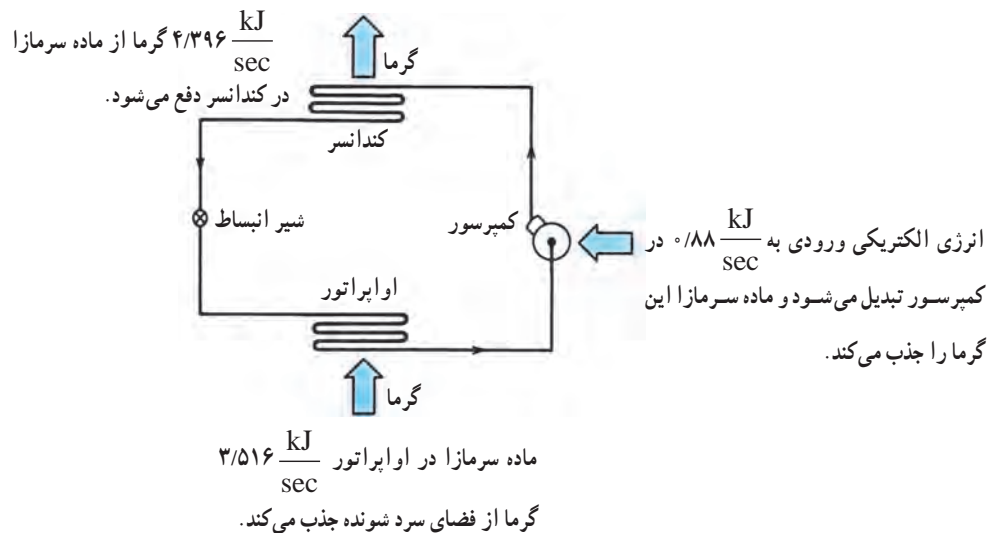
مادهٔ سرمازا پس از تراکم در کمپرسور وارد کندانسر می‌شود. در کندانسر گرمای گاز داغ به هوا یا آب انتقال می‌یابد و تبدیل به مایع می‌شود. گاز داغ ابتدا در کویل‌های اولیه تا دمای اشباع خنک می‌شود و سپس در دمای ثابت به حالت مایع در می‌آید (شکل ۴-۱).



شکل ۴-۱- بخار در داخل کندانسر به مایع تبدیل می شود.

گرمایی که از کندانسر دفع می شود معادل مجموع گرمای در کمپرسور است. (شکل ۴-۲)

جذب شده در اواپراتور و گرمای حاصل از تراکم (کار مکانیکی)



شکل ۴-۲- گرمای دفع شده در کندانسر معادل گرمای جذب در اواپراتور و گرمای جذب شده در کمپرسور است.

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

$$0/88 = 3/516 + 4/396$$

۴-۱- ضریب عملکرد^۱

برای بیان بازده در سیستم‌های سردکننده از ضریب عملکرد استفاده می‌کنیم. ضریب عملکرد عبارت است از نسبت سرمای ایجاد شده در اوپراتور به انرژی الکتریکی مصرفی در کمپرسور. در شکل ۴-۲ ضریب عملکرد $\frac{3/516}{0/88} = 4$ است که عددی بزرگ‌تر از واحد است یعنی به ازاء هر کیلووات انرژی مصرف شده، ۴ کیلووات سرما حاصل شده است.

۴-۲- انواع کندانسرها

کندانسرها به طور کلی سه نوع هستند:

- ۱- کندانسر هوایی
- ۲- کندانسر آبی
- ۳- کندانسر تبخیری

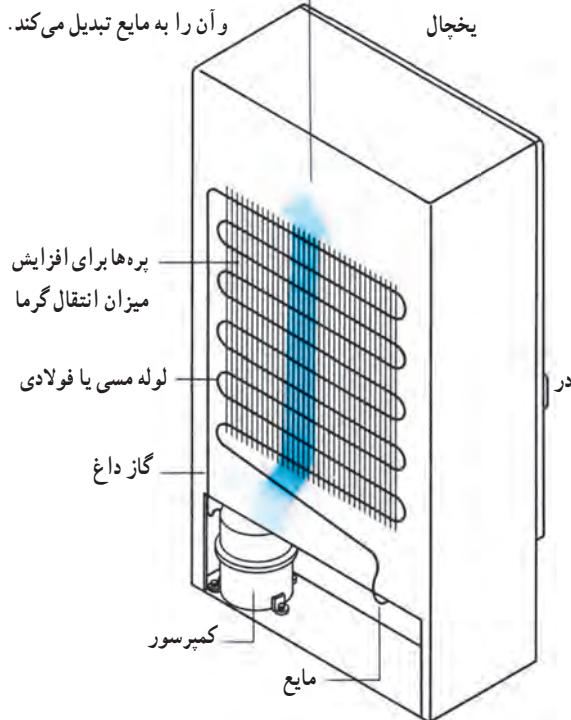
۴-۳- کندانسره‌های هوایی

در کندانسره‌های هوایی برای تقطیر گاز مبرد از هوا استفاده می‌کنند. دو نوع کندانسر هوایی وجود دارد که عبارت است از: ۱- کندانسر هوایی با جریان طبیعی ۲- کندانسر هوایی با جریان اجباری.

در کندانسر با جریان طبیعی هوا، دفع گرما از مبرد به نحوه جابه‌جایی و جریان طبیعی هوا بستگی دارد. این کندانسرها به علت داشتن ساختمان ساده و نداشتن قطعه متحرک، کم هزینه بوده و بسیار مطمئن عمل می‌کنند. ولی به لحاظ محدود بودن سرعت جریان هوا نیاز به یک سطح بزرگ‌تری دارند. لذا به طور معمول از کندانسره‌های نوع طبیعی در یخچال و فریزرهای خانگی استفاده می‌شود. شکل ۴-۳ کندانسر طبیعی نصب شده پشت یخچال از نوع میله و لوله بوده و گاهی این کندانسرها به شکل صفحه و لوله نیز ساخته می‌شوند.

در کندانسره‌های نوع اجباری هوا را توسط فن از میان کوئل کندانسر عبور می‌دهند. شکل ۴-۴ یک نوع کندانسر جریان

هوا به طور طبیعی در کندانسر جریان دارد گرمای ماده سرمازا را جذب کرده و آن را به مایع تبدیل می‌کند.

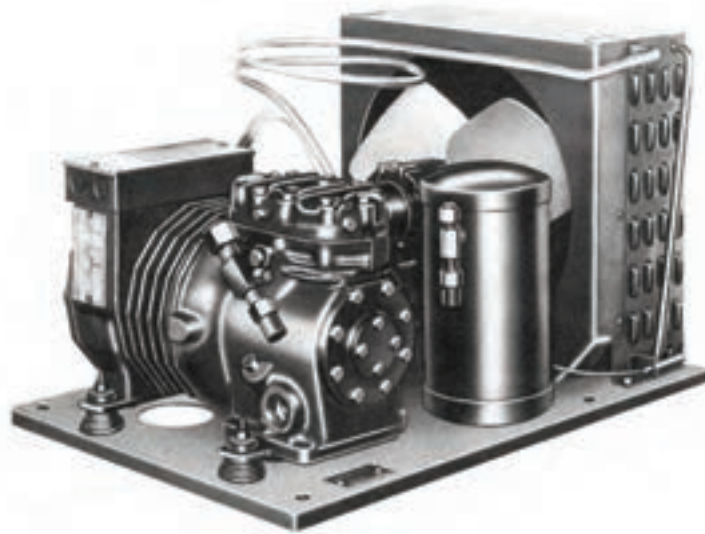


شکل ۴-۳- کندانسر یخچال خانگی

اجباری را در یک مجموعه نشان می‌دهد. این مجموعه را که در آن کمپرسور، کندانسر به همراه کنترل‌های الکتریکی روی یک شاسی سوار شده است، واحد تقطیر یا کندانسینگ یونیت می‌گویند. کندانسینگ یونیت‌ها برای انواع اتاقک‌های برودتی دستگاه یخ‌ساز، فریزرها و سایر تأسیساتی که ظرفیتشان از ۳ton (تن تبرید) تجاوز نکند به کار برده می‌شود. کندانسره‌های هوایی مورد استفاده برای سیستم‌های تا ۱۲۰ton مطابق شکل ۴-۵ به صورت یک واحد مستقل ساخته و به کار برده می‌شوند. در این نوع کندانسرها از چندین فن جهت عبور دادن هوا از روی کوئل استفاده می‌کنند. این کندانسرها برای نصب در هوای آزاد طراحی شده‌اند.

تذکر: دمای تقطیر در کندانسر هوایی ۱۵ تا ۲۰ درجه سلسیوس بیشتر از دمای هوای ورودی به کندانسر است.

^۱- coefficient of performance



شکل ۴-۴- کندانسینگ یونیت کوچک



شکل ۴-۵- کندانسینگ یونیت بزرگ

۴-۴- کندانسره‌های آبی

در کندانسره‌های آبی از آب 15°C تا 32°C به عنوان واسطه انتقال گرما استفاده می‌شود. انواع کندانسره‌های آبی عبارت‌اند از:

۱- پوسته و لوله

۲- پوسته و کویل

۳- لوله داخل لوله (دو لوله‌ای) که در شکل‌های ۴-۶ و

۴-۷ انواع کندانسر آبی نشان داده شده است.

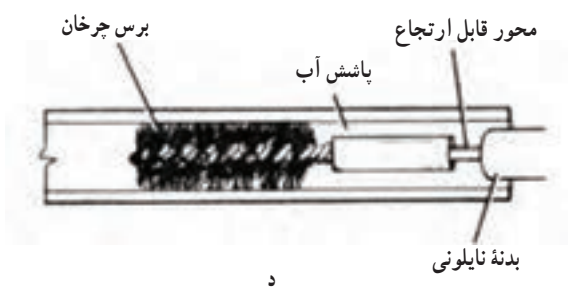
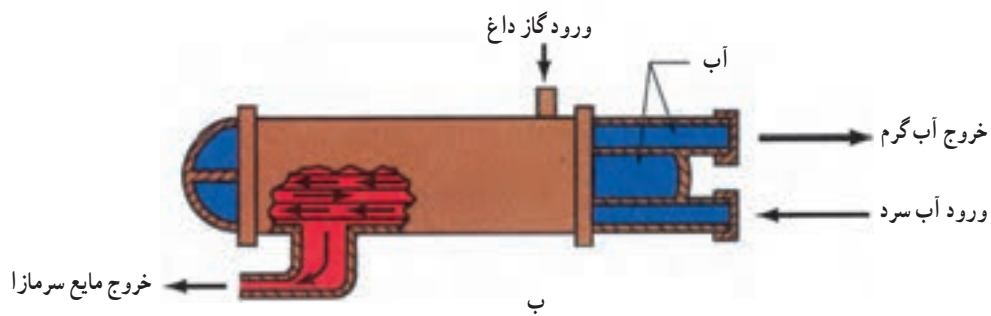
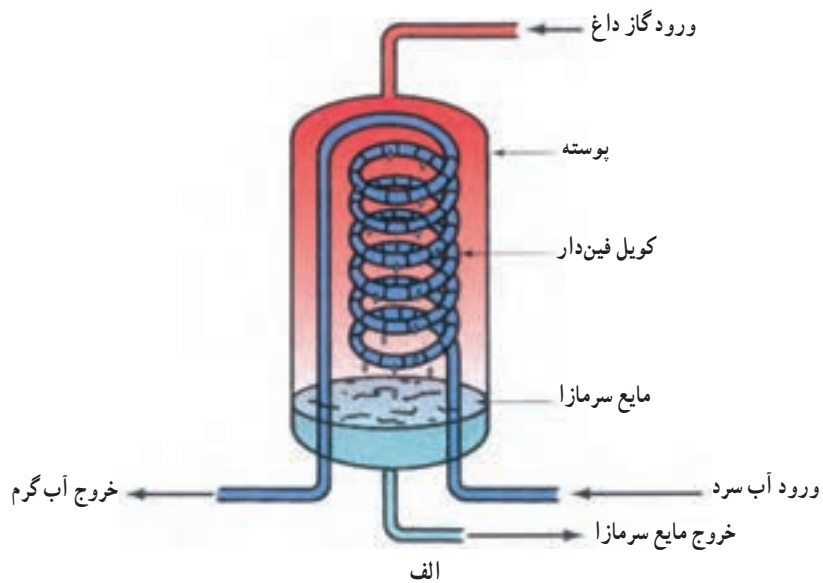
در کندانسره‌های آبی آب وارد لوله یا کویل می‌شود و گاز

داغ از سمت مخالف ورود آب، وارد پوسته می‌گردد. گرمای گاز داغ، انتقال یافته در نتیجه آب گرم‌تر می‌شود و گاز داغ، خنک شده و تقطیر می‌شود. در کندانسره‌های دو لوله‌ای آب وارد لوله داخلی می‌شود.

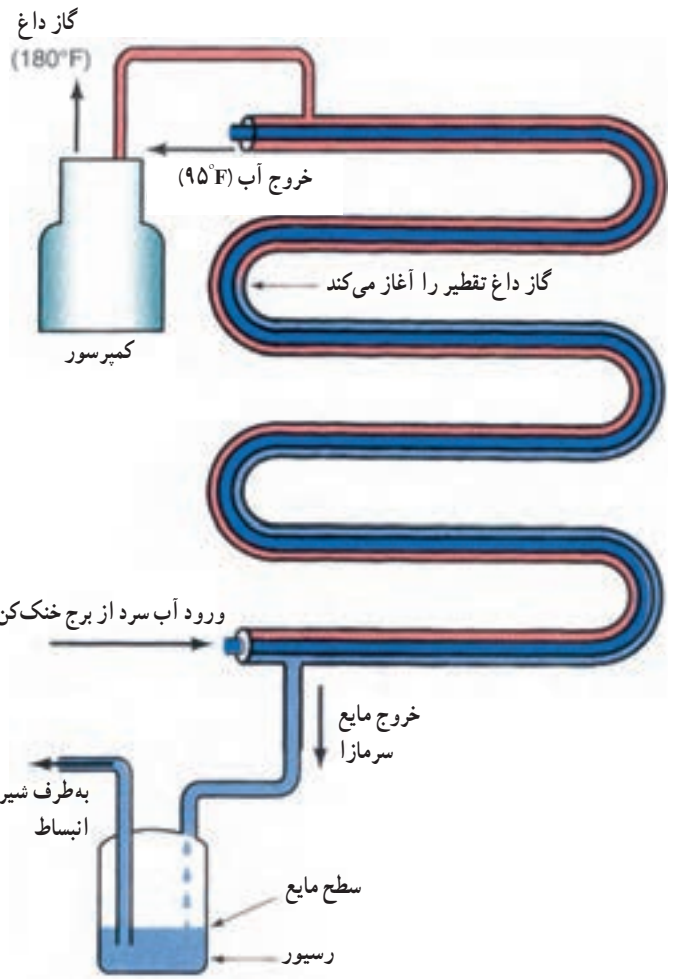
یک نکته عملی و تجربی این است که دمای تقطیر در حدود

16°C بالاتر از دمای آب خروجی از کندانسر و دمای آب خروجی

۱- در کتاب اصلی 1°F آمده است که معادل $5/6^{\circ}\text{C}$ است.



شکل ۶-۴ الف) کندانسر پوسته و کوئل ب) کندانسر پوسته و لوله ج) تمیز کردن لوله‌های کندانسر پوسته و لوله
د) برس مخصوص تمیز کردن لوله‌های کندانسر



شکل ۴-۷- کندانس لوله در لوله

$$= 63 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

$$= 63 \frac{\text{L}}{\text{hr}}$$

مثال: ظرفیت سرمایی یک چیلر ۷ تن است چنانچه از کندانسرای استفاده شود مقدار جریان آب چند لیتر در ساعت است؟

$$Q = 7 \times 600 \frac{\text{L}}{\text{hr}} = 4200 \frac{\text{L}}{\text{hr}}$$

جریان آب در داخل کندانسر می تواند مطابق شکل ۸-۴ باشد. آب ورودی می تواند آب شهر، آب رودخانه یا آب چاه باشد. به طور معمول آب خروجی توسط دستگاهی به نام برج خنک کن دوباره مورد استفاده قرار می گیرد.

از کندانسر حدود 6°C بالاتر از دمای آب ورودی به کندانسر خواهد بود.

بدین ترتیب به ازاء یک تن سرمایی حدود ۶۰۰ لیتر در ساعت آب لازم است، زیرا

$$Q = mc(t_2 - t_1)$$

$$Q = 1 \text{ تن سرمایی} = 12000 \frac{\text{Btu}}{\text{hr}} = 3516 \frac{\text{kJ}}{\text{s}}$$

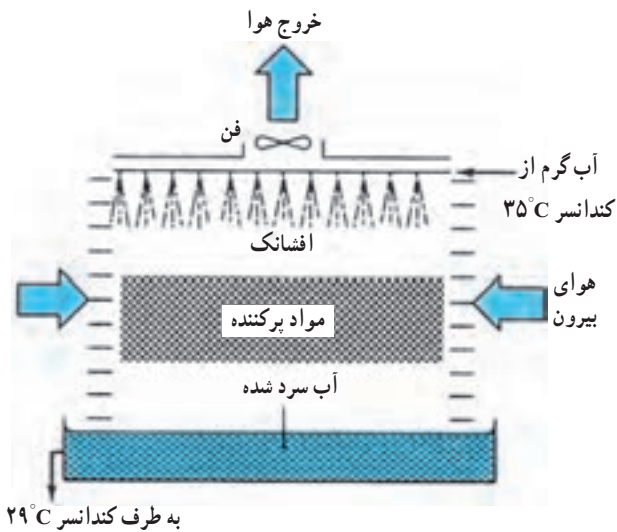
$$15000 \frac{\text{Btu}}{\text{hr}} \approx 4396 \frac{\text{kJ}}{\text{s}}$$

$$C = 4196 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$$

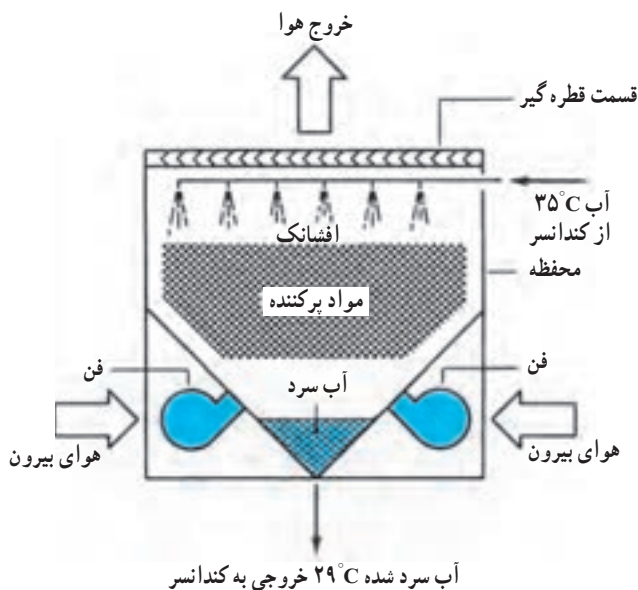
$$m = \frac{Q}{c(t_2 - t_1)} = \frac{4396}{4196 \times 6} = 0.175 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

$$= 0.175 \times 3600$$

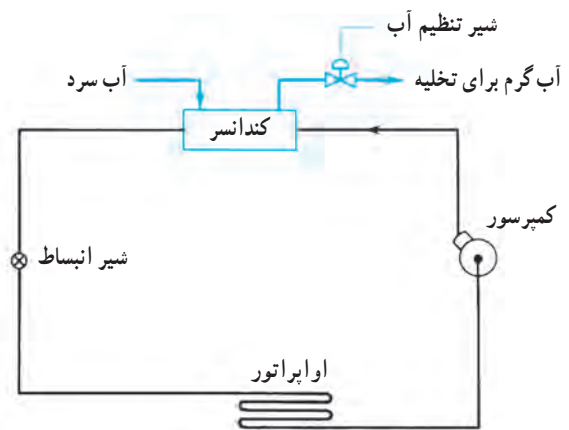
قسمتی از قطرات ریزی که از افشانک‌ها خارج می‌شوند در اثر تماس با هوا به آسانی تبخیر می‌شوند. گرمای لازم برای تبخیر از قسمت تبخیر نشده قطرات گرفته می‌شود و آنها را خنک می‌کند. آب خنک شده در تشتک برج جمع می‌شود و به داخل کندانسر برای استفاده مجدد هدایت می‌شود (شکل‌های ۴-۱۰ و ۴-۱۱). برج خنک‌کن مطابق شکل ۴-۱۲ نیاز به تغذیه تأمین آب تلف شده دارد زیرا در اثر تبخیر^۱، پرتاب به بیرون^۲ و تخلیه اجباری^۳،



شکل ۴-۱۰- برج خنک‌کن با جریان هوای مکشی



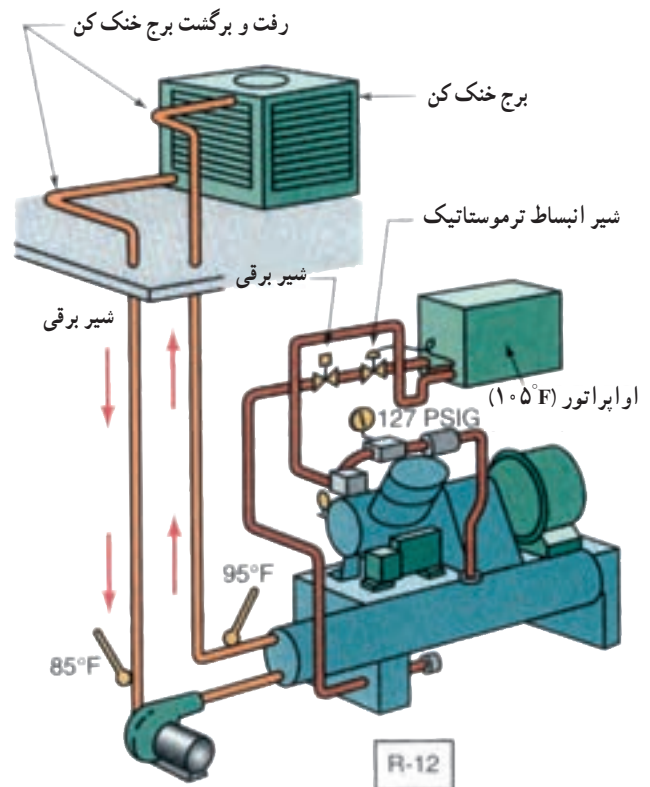
شکل ۴-۱۱- برج خنک‌کن با جریان هوای وزشی



شکل ۴-۸- سیستم تبرید با کندانسر آبی با یک بار مصرف آب

۴-۵- برج خنک‌کن

برج خنک‌کن آب گرم خروجی از کندانسر را خنک می‌کند تا مجدداً در کندانسر مورد استفاده قرار گیرد (شکل ۴-۹). در برج خنک‌کن آب گرم خروجی از کندانسر به افشانک‌ها پمپ می‌شود.



شکل ۴-۹- ارتباط برج خنک‌کن با کندانسنینگ یونیت



شکل ۱۲-۴

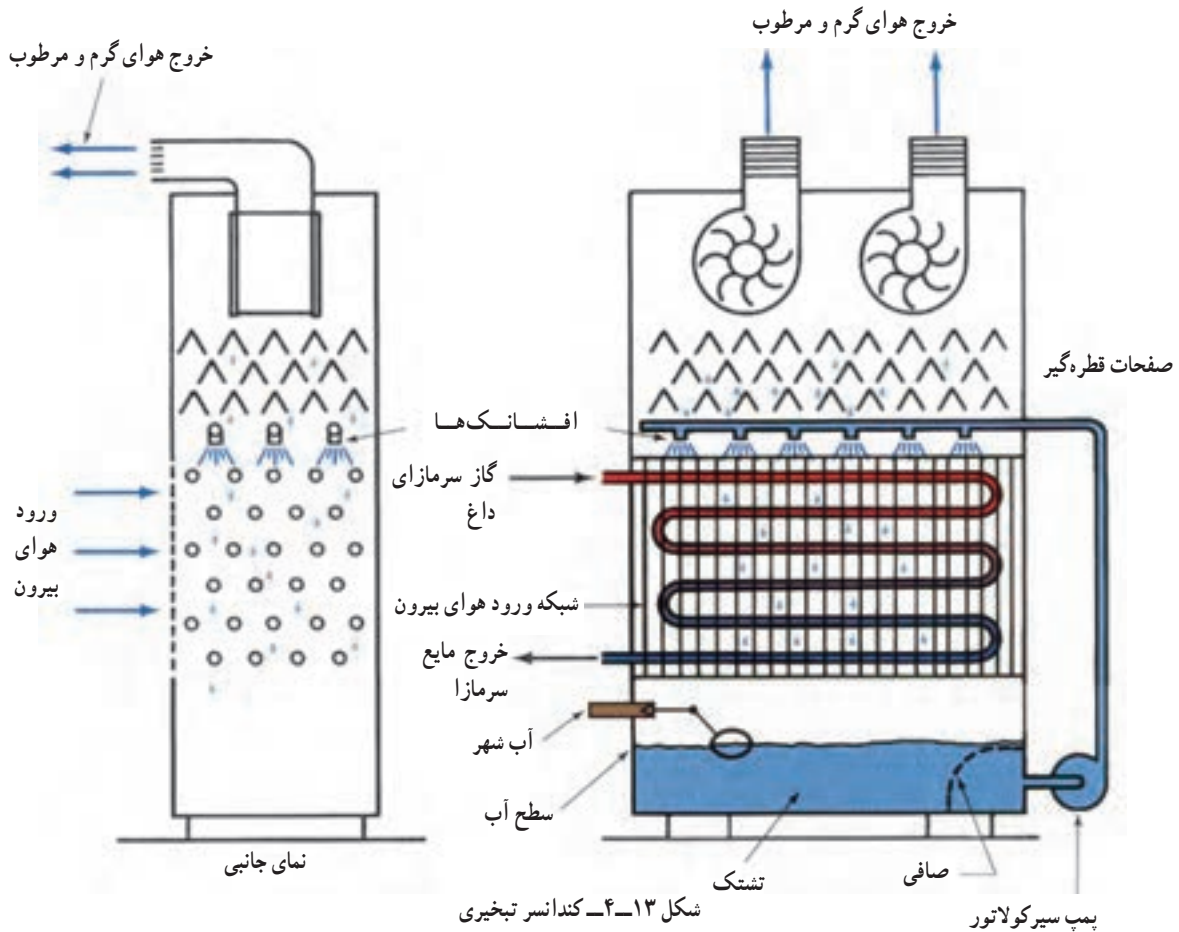
آب برج کم می‌شود و باید جبران شود. فن برج‌های خنک‌کن به دو دسته با جریان هوای مکشی (شکل ۱-۴) و جریان هوای وزشی (شکل ۱۱-۴) تقسیم می‌شوند.

در مورد تخلیه اجباری لازم به توضیح است که در اثر تبخیر آب و باقی ماندن املاح در آن غلظت آب زیاد می‌شود و رسوب گرفتگی کندانسر بیشتر می‌شود. برای کاهش غلظت آب و نگه داشتن آن در حد قابل قبولی قسمتی از آب تشنگ (۱۰ تا ۲۰ درصد) را تخلیه می‌نمایند.

۴-۶- کندانسر تبخیری^۱

کندانسر تبخیری را می‌توان ترکیبی از برج خنک‌کن و کندانسر در نظر گرفت. در سیستم‌های بزرگ که محدودیت مصرف در برج خنک‌کن وجود دارد و در سیستم کوچک که امکان استفاده از برج خنک‌کن نیست، کندانسر مناسبی است (شکل ۱۳-۴).

در برج‌های خنک‌کن از فن برای عبور دادن هوا از روی مواد پرکننده (مانند چوب) استفاده می‌شود. براساس محل قرارگیری



شکل ۱۳-۴- کندانسر تبخیری

پمپ سیرکولاتور

۱- Evaporative condensers

۷-۴- انتخاب کندانسینگ یونیت (واحد تقطیر)

کندانسرها همراه کمپرسور روی یک شاسی سوار شده به نام کندانسینگ یونیت یا واحد تقطیر خوانده می شوند بنابراین علاوه بر اینکه کندانسرها و کمپرسورها را به طور جداگانه می توان انتخاب نمود بیشتر این دو دستگاه یک جا انتخاب می شود.

برای انتخاب واحد تقطیر در سیستم Si جدول ۱۴-۴ تهیه و تنظیم شده است. در این جدول ظرفیت واحد تقطیر بر حسب کیلووات (kW) داده شده است و مقادیر جدول براساس فرضیات زیر می باشد.

در صورتی که کندانسر هوایی باشد درجه حرارت محیط 32°C فرض شده است.

برای کندانسرها یی دمای آب ورودی 24°C و دمای تقطیر 38°C فرض شده است.

همان طور که در شکل ۱۳-۴ مشاهده می شود توسط یک یا دو بادزن که در بالای محفظه کندانسر نصب شده اند هوا از پایین به بالا کشیده می شود و از لابه لای کویل های کندانسر عبور می کند. گاز سرمازا از بالا وارد کویل کندانسر شده از پایین خارج می شود. همزمان یک پمپ جریانی آب را از تشتک گرفته به افشانک هایی که در بالای کندانسر قرار گرفته است می رساند تا به صورت قطرات ریز بر روی سطح کویل پاشیده شوند. حرکت رو به بالای هوا موجب تبخیر بر روی سطح کویل می شود. عمل تبخیر موجب می شود که گرمای به مراتب بیشتری از ماده سرمازای داخل کویل گرفته شود. و توان دفع گرمای کویل را نسبت به حالتی که فقط هوا از روی آنها جریان یابد بیشتر می کند. علاوه بر این ها پره دار بودن کویل کمک بیشتری به دفع گرما می نماید.

جدول ۱۴-۴ ظرفیت واحد تقطیر بر حسب (kW)

Model Number	Saturated Suction Temperature ($^{\circ}\text{C}$)											
	6.5	1.5	-3.5	-8.5	-13.5	-16	-18.5	-21	-26	-31	-36	
TC-510/AH-12	17.15	14.27	11.96	9.23								
TC-500/AM-12			13.39	10.87	8.70	7.76						
TC-500/AL-12						9.51	8.50	7.64	5.92	4.44	3.14	
TC-600/AH-12	19.78	16.66	13.95	11.20								
TC-750/AH-12	25.66	21.27	17.66	14.24								
TC-750/AM-12			22.40	18.05	14.16	12.50						
TC-750/AL-12							10.33	9.00	6.76	5.07	3.82	
TC-900/AH-12	33.35	28.07	22.76	18.35								
TC-1000/AH-12	33.50	28.01	23.15	18.63								
TC-755/AH-22	27.65	23.12	19.02	16.91	15.21							
TC-900/AH-22	33.28	27.77	22.64	17.93								
TC-1000/AH-22	41.18	34.32	28.45	23.07	18.26							
TC-500/AL-502							9.21	8.19	6.17	4.65	3.26	
TC-600/AL-502						12.56	11.20	9.82	7.40	5.40	3.68	
TC-750/AL-502				18.26	16.53	15.02	13.28	10.19	7.61	5.50		
TC-1000/AL-502				23.09	20.68	18.57	16.57	12.75	9.36	6.52		
TC-500/WH-12	20.23	16.60	13.28	10.49								
TC-500/WM-12			14.94	11.85	9.20	8.03						
TC-500/WL-12						10.26	9.13	8.00	6.04	4.38	3.02	
TC-600/WH-12	22.49	18.49	14.94	11.85								
TC-750/WH-12	27.85	22.72	18.41	14.49								
TC-750/WM-12			24.38	18.94	14.64	12.60						
TC-750/WL-12							11.02	9.43	6.87	4.91	3.62	
TC-900/WH-12	36.84	30.19	24.38	18.94								
TC-1000/WH-12	36.99	30.19	24.45	19.31								
TC-755/WH-22	30.33	24.91	20.08	15.70								
TC-900/WH-22	36.99	29.89	23.85	18.79	14.49							
TC-1000/WH-22	44.23	36.52	29.89	23.77	18.34							
TC-1500/WH-22	61.72	47.10	38.63	30.48	24.15							
TC-500/WL-502						13.13	11.47	9.96	8.39	6.43	4.65	3.17
TC-600/WL-502						13.74	12.00	10.49	7.67	5.43	3.55	
TC-750/WL-502						19.62	17.50	15.40	13.74	10.26	7.55	5.28
TC-1000/WL-502						25.06	22.04	19.62	17.21	12.83	9.21	6.34

مکش در حالت اشباع می باشد که H به معنی حد بالا (بین 5°C تا 16°C) و L تا 5°C و M یعنی حد متوسط (بین 5°C تا 16°C) می باشند.

۵- اعداد سمت راست (۱۲ و ۲۲ و ۵۰۲) مشخص کننده نوع مبرد به کار برده شده در سیستم می باشد که به ترتیب فریون ۱۲ و فریون ۲۲ و فریون ۵۰۲ را نشان می دهند.

مثال: در صورتی که دمای اشباع گاز مبرد در قسمت مکش کمپرسور 5°C و ظرفیت واحد تقطیر 2 kW باشد مدل واحد تقطیر را تعیین نمایید.

حل: از جدول ۱۴-۴ با توجه به دمای مکش و ظرفیت واحد تقطیر، مدل دستگاه عبارت است (TC-1000/AL-502).

مثال: در صورتی که بخواهیم در سردخانه ای گوشت مرغ منجمد را در 18°C نگهداری نماییم و ظرفیت واحد تقطیر 1 kW محاسبه شده باشد مدل دستگاه واحد تقطیر را تعیین نمایید. با علم بر این که سردخانه در منطقه ای با آب و هوای مرطوب نصب گردیده و اختلاف دمای ماده مبرد جریانی با هوای سردخانه 8°C است.

حل: از جدول ۱۴-۴ با داشتن دمای سالن 18°C و $\text{TD} = 8^{\circ}\text{C}$ ، دمای اشباع ماده مبرد در مکش 26°C انتخاب و با توجه به ظرفیت دستگاه از مقادیر متن جدول دو مدل TC750/WL-502 و TC750/AL-502 را می توانیم انتخاب نماییم ولی به لحاظ اینکه سردخانه در منطقه ای با آب و هوای مرطوب نصب شده مدل هوایی TC750/AL-502 را انتخاب می نماییم.

در جدول ۱۴-۴ یازده مقیاس مختلف دمای مکش در حالت اشباع داده شده و ۳۳ مدل TC ارائه گردیده است که با داشتن بار سرمایی سیستم و انتخاب یک دمای مناسب برای گاز سرد اشباع ورودی به کمپرسور می توان مدل و مشخصات مناسبی برای واحد تقطیر انتخاب نمود.

برای انتخاب دمای مناسب برای گاز ورودی به کمپرسور با توجه به نوع محصول از جدول مشخصات گوشت، میوه و سبزی رطوبت نسبتی پیشنهادی را برداشت و مشخص نموده و با معلوم بودن نوع جریان هوا (طبیعی یا اجباری) از روی کویل اوپراتور مقدار TD (اختلاف دمای سالن و ماده مبرد جریانی) را تعیین و از دمای سالن کم می کنیم تا دمای اشباع معلوم گردد. همچنین از جدول بخار اشباع ماده مبرد مورد استفاده می توان فشار خط مکش را نیز به دست آورد.

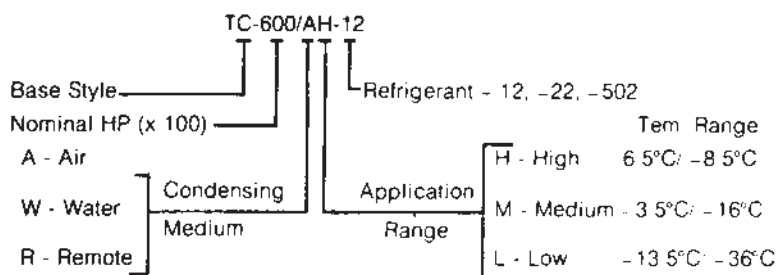
شکل ۱۵-۴ کد راهنمای مدل های واحد تقطیر به عنوان تعیین مشخصات با استفاده از شماره ویا حروف به ترتیب زیر می باشد:

۱- TC نوع مدل واحد تقطیر را نشان می دهد که از طرف کارخانه سازنده تعیین می شود.

۲- سه رقم شماره بعدی حاصل ضرب قدرت اسمی برحسب اسب بخار در عدد ۱۰۰ می باشد $(100 \times \text{HP})$ قدرت اسمی)

۳- حرف A و یا W بعد از اعداد سه رقمی معرف هوا یا آبی است که کندانسر را خنک می کند و R یعنی کندانسر هوایی جدا.

۴- حرف H یا M یا L به ترتیب شاخص حدود درجات



شکل ۱۵-۴ راهنمای کد مدل های واحد تقطیر



۸-۴- پرسش و تمرین

پرسش‌های چهارگزینه‌ای

- ۱- ورود گاز به کندانسر از کدام قسمت آن می‌باشد؟ (امتحان نهایی - خرداد ۹۱)
- الف) بالا
ب) پایین
ج) وسط
د) بالا یا پایین
- ۲- کدام مورد از انواع کندانسر نمی‌باشد؟
- الف) آبی
ب) هوایی
ج) تراکمی
د) تبخیری
- ۳- کدام مورد از انواع کندانسر هوایی با جریان طبیعی است؟
- الف) صفحه و لوله - پوسته و لوله
ب) صفحه و لوله - پوسته و کویل
ج) میله و لوله - پوسته و لوله
د) میله و لوله - صفحه و لوله
- ۴- با وجود کدام دستگاه می‌توان از آب مصرف شده در کندانسرهای آبی مجدداً استفاده کرد؟ (امتحان نهایی - شهریور ۹۰)

- الف) سختی گیر
ب) صافی
- ج) سختی گیر و صافی
د) برج خنک کن
- ۵- علت تخلیه اجباری آب برج خنک کن چیست؟ (امتحان نهایی - خرداد ۹۰)
- الف) دمای خیلی زیاد یا خیلی کم آب برج
ب) بالا بودن غلظت آب در برج
- ج) دمای خیلی کم آب برج
د) دمای خیلی زیاد آب برج

پرسش‌های درست و نادرست

- ۶- ضریب عملکرد عبارت است از نسبت سرمای ایجاد شده در اواپراتور به گرمای دفع شده در کندانسر.
 درست
 نادرست
- ۷- کندانسرهای هوایی در دو نوع جریان طبیعی و جریان اجباری ساخته می‌شوند.
 درست
 نادرست
- ۸- نصب کندانسینگ یونیت برای فریزرهای تا ظرفیت ۳ton مجاز می‌باشد.
 درست
 نادرست
- ۹- دبی آب مورد نیاز برای کندانسر آبی یک چیلر ۵ تنی برابر با ۲۰۰۰ لیتر در ساعت می‌باشد.
 درست
 نادرست
- ۱۰- برج‌های خنک کن بر اساس محل قرارگیری فن برج به دو دسته جریان هوای مکشی و وزشی تقسیم می‌شوند.
 درست
 نادرست

پرسش‌های کامل کردنی

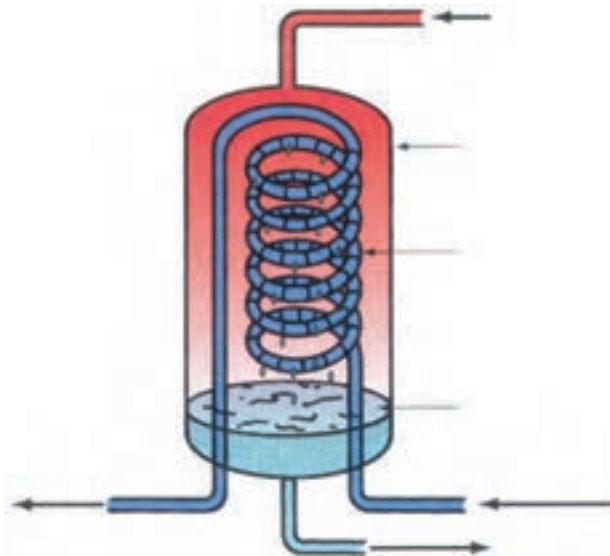
- ۱۱- گرمای دفع شده در کندانسر معادل مجموع گرمای و گرمای است.
- ۱۲- اگر دمای هوای ورودی به کندانسر 32°C باشد دمای تقطیر در کندانسر تا درجه سانتی‌گراد می‌باشد.
- ۱۳- در کندانسرهای آبی از آب با دمای درجه سانتی‌گراد به‌عنوان واسطه استفاده می‌شود.
- ۱۴- برای کاهش غلظت آب در برج خنک‌کن درصد آب برج را تخلیه می‌کنند.
- ۱۵- اگر دمای آب ورودی به کندانسر 3° درجه سانتی‌گراد باشد دمای تقطیر درجه سانتی‌گراد است.

واژه‌های مناسب را در جای خالی بنویسید.

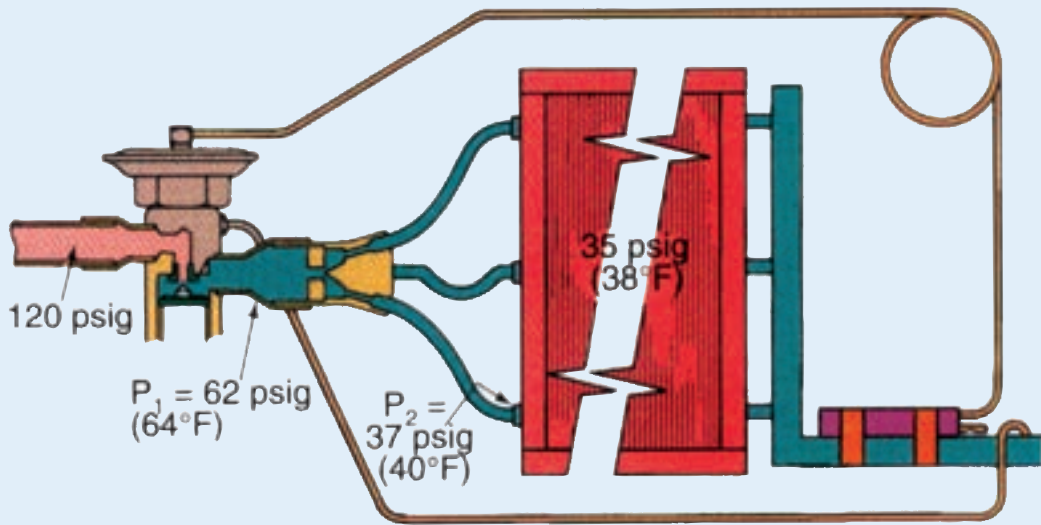
- «قطعه متحرک - ساب کولد - کندانسر - مکشی - اشباع - دو لوله‌ای»
- ۱۶- گاز داغ ابتدا در کویل‌های اولیه کندانسر تا دمای خنک و سپس در دمای ثابت به حالت مایع درمی‌آیند.
 - ۱۷- کندانسرهای هوایی به‌علت نداشتن بسیار مطمئن عمل می‌کنند.
 - ۱۸- کندانسر تبخیری ترکیبی از برج خنک‌کن و می‌باشد.
 - ۱۹- یکی از انواع کندانسرهای آبی، کندانسر می‌باشد.

پرسش‌های تشریحی

- ۲۰- کندانسینگ یونیت را شرح دهید.
- ۲۱- انواع کندانسرهای آبی را نام ببرید.
- ۲۲- شکل زیر کدام نوع کندانسر را نشان می‌دهد؟ با توجه به فلش‌های روی شکل نوع سیال ورودی یا خروجی در هر قسمت را مشخص نمایید.



- ۲۳- طرز کار برج خنک کن را شرح دهید.
- ۲۴- طرز کار کندانسر تبخیری را شرح دهید.



کنترل کننده‌های مایع مبرد

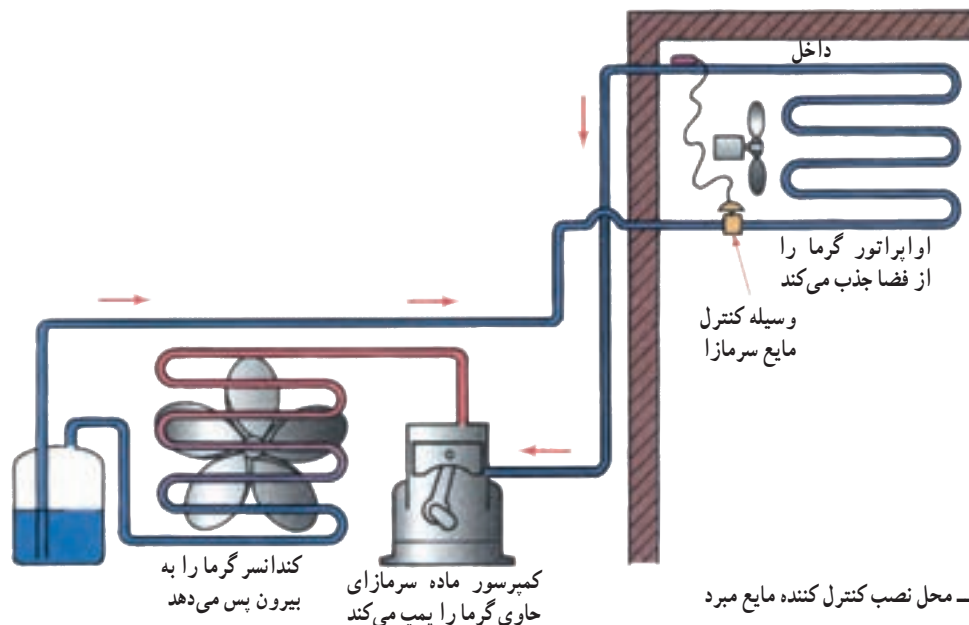
پس از پایان آموزش این فصل از هنرجو انتظار می‌رود بتواند:

- ۱- لوله موئین را شرح دهد.
- ۲- شیر انبساط خودکار را توضیح دهد.
- ۳- شیر انبساط ترموستاتیک را شرح دهد.
- ۴- شیر انبساط الکترونیک را شرح دهد.
- ۵- روش انتخاب شیر انبساط را توضیح دهد.
- ۶- روش انتخاب لوله موئین را شرح دهد.

۵- کنترل کننده‌های مایع مبرد^۱

در مسیر عبور مایع از کندانسرها و اپراتور از وسایلی به نام کنترل کننده مایع مبرد استفاده می‌شود. وظیفه این وسایل ایجاد افت فشار در مسیر می‌باشد. (شکل ۵-۱)

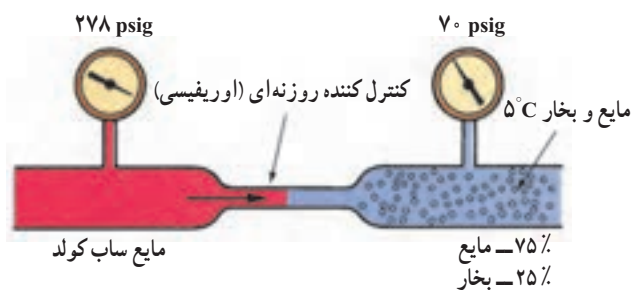
ساده‌ترین کنترل مایع مبرد یک روزنه یا اوریفیس^۲ است.



شکل ۵-۱- محل نصب کنترل کننده مایع مبرد

وجود اوریفیس در مسیر مایع مبرد موجب وقفه در عبور تمام جریان می شود و این اوریفیس نقطه ای است که بخش فشار بالای سیستم را از بخش فشار پایین سیستم جدا می کند.

در شکل ۲-۵ مایع ورودی به اوریفیس دارای فشار ۲۷۸ psig و دمای 11°F است. در حالی که مایع خروجی از آن دارای دمای 41°F می باشد که ۲۵٪ آن به صورت بخار درآمده و ۷۵٪ آن به صورت مایع است. بخار شدن ۲۵٪ از مایع عبوری باعث افت دمای مایع شده و دمای آن را به 41°F می رساند.



شکل ۲-۵- با کم کردن مقطع عبور افت فشار حاصل می شود.

متداول ترین وسایل کنترل مایع مبرد عبارت اند از:

۱- لوله موین^۱

۲- شیر انبساط خودکار^۲

۳- شیر انبساط ترموستاتیک^۳

۴- شیر انبساط الکترونیک^۴ که در شکل ۳-۵ نشان داده

شده اند.

۱- ۵- لوله موین

لوله های موین ساده ترین کنترل کننده مایع مبرد می باشند. که شامل یک لوله با طول معین و قطر کم است که در ورودی او پراتور نصب می شود. چون لوله موین و کمپرسور به طور سری در سیستم بسته شده اند بنابراین ظرفیت جریان در لوله الزاماً برابر ظرفیت تخلیه کمپرسور است. در نتیجه برای کار مؤثر سیستم، طول و قطر لوله موین باید متناسب با ظرفیت تخلیه کمپرسور باشد.

انتخاب صحیح لوله موین بستگی به دو عامل طول لوله و قطر لوله دارد. همان کاری که یک لوله موین کوتاه با قطر کم می تواند انجام دهد لوله موین بلند با قطر بزرگ تر نیز انجام می دهد. لوله با قطر بزرگ تر ترجیح داده می شود زیرا احتمال گرفتگی لوله موین کمتر است.

یکی از مزایای لوله موین این است که به هنگام خاموشی کمپرسور، جریان مبرد از سمت فشار زیاد سیستم به سمت فشار کم



ج



ب



الف

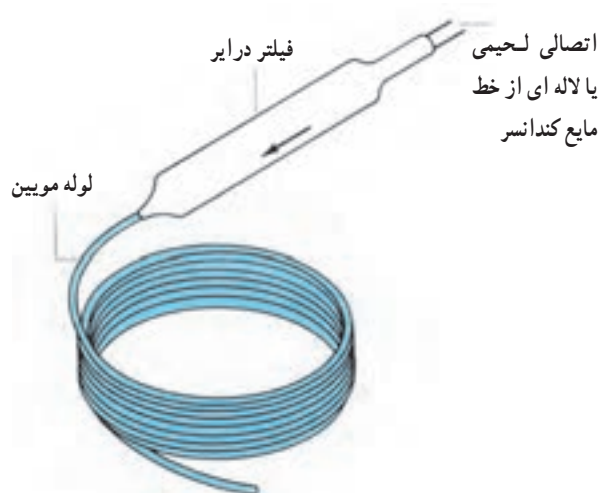
شکل ۳-۵- الف) شیر انبساط خودکار (ب) شیر انبساط ترموستاتیک (ج) شیر انبساط الکترونیک

۱- Capillary tube

۲- Automatic Expansion valve

۳- Thermostatic Expansion valve

۴- solid state controlled Expansion valve



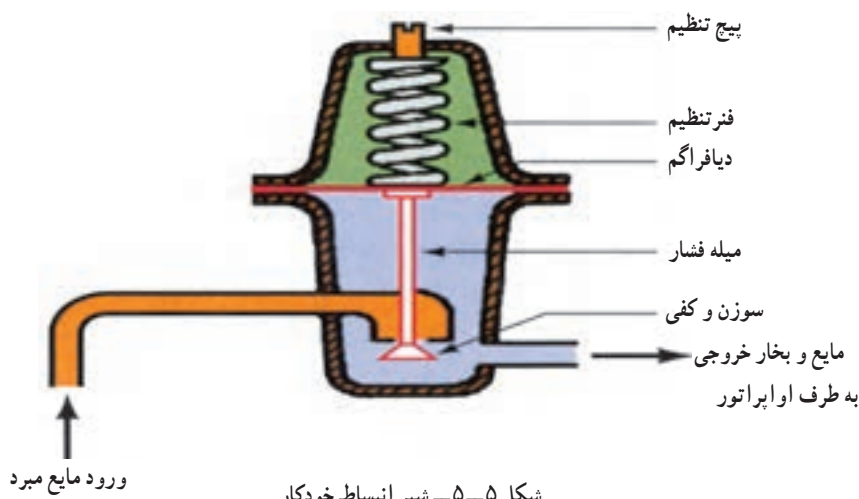
شکل ۴-۵- لوله مویین به همراه فیلتر درایر (برای محافظت در برابر گرفتگی)

ادامه می‌یابد تا تعادل فشار در سیستم برقرار شود. بنابراین کمپرسور بی‌بار راه اندازی می‌شود.

لوله مویین به طور معمول در سیستم‌های تبرید کوچک (در یخچال‌ها، فریزرها و کولرگازی) به کار می‌رود. در شکل ۴-۵ لوله مویین متصل به فیلتر درایر نشان داده شده است.

۲-۵- شیر انبساط خودکار

کار شیر انبساط خودکار حس کردن فشار داخلی اواپراتور و باز و بسته کردن مسیر جریان برای ایجاد یک فشار ثابت در اواپراتور است. فشار خروجی شیر انبساط (همان فشار ورودی اواپراتور) به زیر دیافراگم وارد می‌شود و شیر را در جهت بسته شدن حرکت می‌دهد. و فشار فنر از بالا بر دیافراگم وارد می‌شود و در جهت باز شدن شیر عمل می‌کند. شکل ۵-۵ شماتیک یک شیر انبساط خودکار را نشان می‌دهد.



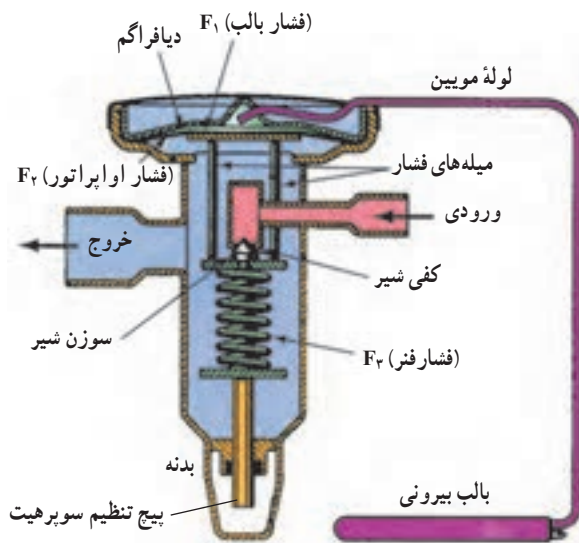
شکل ۵-۵- شیر انبساط خودکار

می‌باشد که این کار با حس کردن دما در قسمت خروجی اواپراتور و در نتیجه افزایش فشار سیال داخل بالب و لوله مویین ممکن می‌شود. شیر انبساط ترموستاتیک براساس سه نیروی حاصل از فشار بالب، فشار اواپراتور و فشار فنر عمل می‌کند. بالب شیر انبساط که خود حاوی همان مبرد داخل سیستم می‌باشد از دمای مبرد خروجی از اواپراتور متأثر می‌شود. فشار به وجود آمده از داخل بالب به قسمت بالای دیافراگم شیر منتقل می‌شود. فشار

این نوع شیر انبساط در تجهیزات کوچک برودتی که بار نسبتاً ثابت دارند استفاده می‌شود و عملکرد آن طوری است که وقتی کمپرسور خاموش می‌شود شیر انبساط بسته شده و تا کمپرسور مجدداً شروع به کار کند، بسته می‌ماند.

۳-۵- شیر انبساط ترموستاتیک

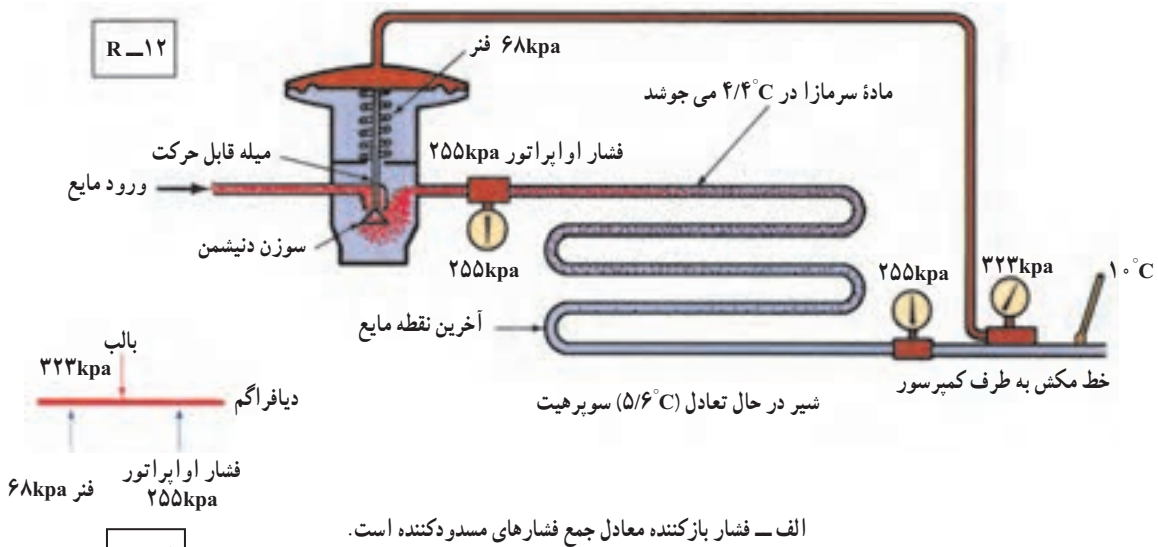
شیر انبساط ترموستاتیک مناسب‌ترین وسیله کنترل مایع مبرد



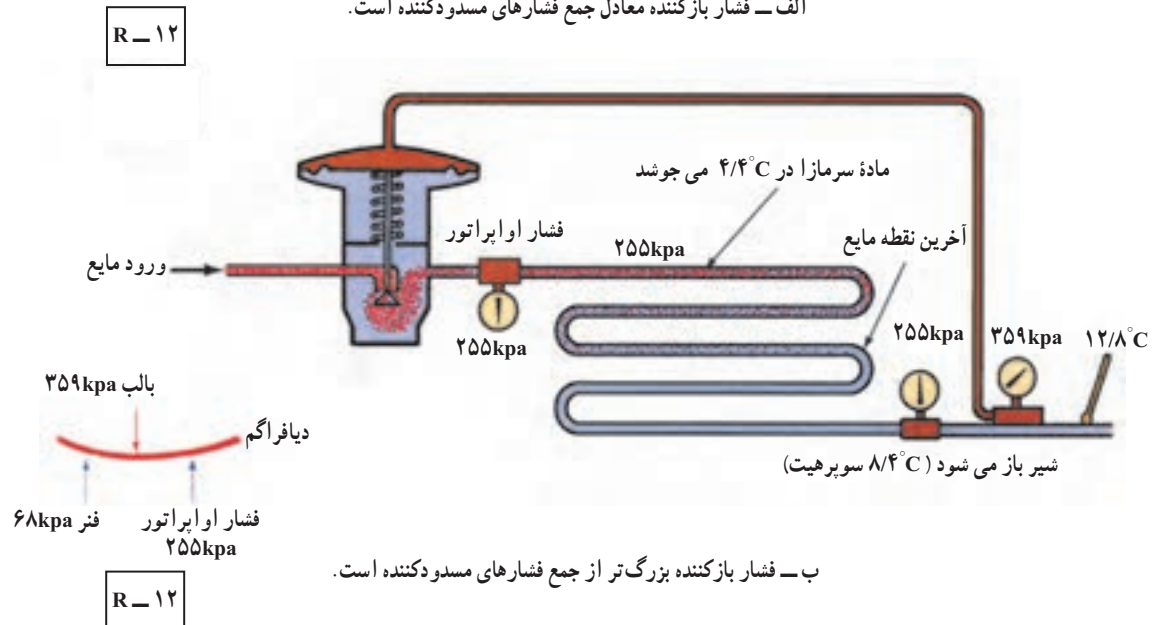
شکل ۵-۶ سه نیروی وارد بر دیافراگم شیر انبساط ترموستاتیک

اوپراتور به زیر دیافراگم منتقل می شود و فشار سوم به وسیله فنر ایجاد می شود که به زیر دیافراگم اعمال می شود. شکل ۵-۶ سه فشار متفاوت وارد شده به دیافراگم شیر انبساط ترموستاتیک را نشان می دهد.

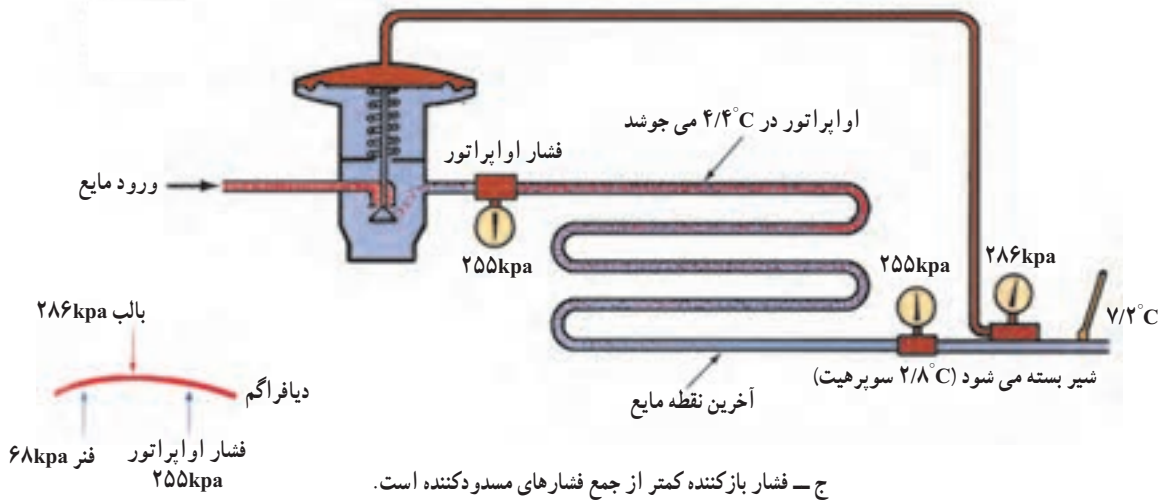
شکل های ۵-۷ سوپر هیت شدن بیشتر و کمتر را نشان می دهد. در تمام موارد مقدار سوپر هیت لازم به فشار فنر بستگی دارد. به این دلیل پیچ تنظیم فنر را «پیچ تنظیم سوپر هیت» می گویند.



الف - فشار بازکننده معادل جمع فشارهای مسدودکننده است.



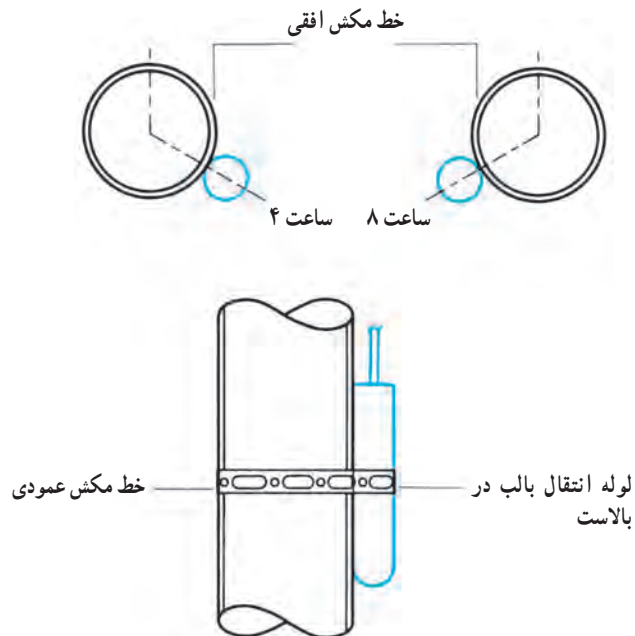
ب - فشار بازکننده بزرگ تر از جمع فشارهای مسدودکننده است.

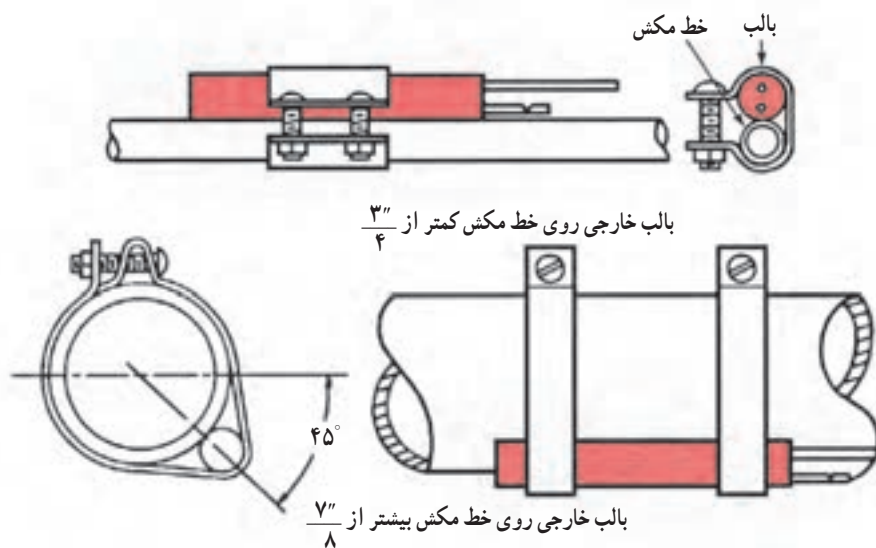


شکل ۷-۵- چگونگی تنظیم سوپرهیت مبرد در خروج از اواپراتور

کم کند. قبل از نصب بالب حتماً محل آن را روی لوله از هرگونه گرد و غبار و چربی تمیز کنید و با کمربند مخصوص محکم روی لوله ببندید و به طور مناسب از هوای محیط اطراف ایزوله کنید تا هیچ گونه تأثیری غیر از دمای لوله مکش روی آن اثر نکند. در لوله های مکش عمودی، بالب شیرطوری نصب می شود که لوله انتقال فشار در بالای بالب قرار گیرد.

محل نصب بالب حس کننده دما روی لوله در کارکرد صحیح شیر انبساط ترموستاتیک خیلی اهمیت دارد. موقعیت بالب بر روی لوله افقی مطابق شکل ۸-۵ در موقعیت ساعت ۴ یا ۸ است تا الزاماً به هر اندازه مایع مبرد کم دمایی را که از اواپراتور خارج می شود حس کند. دقت کنید که بالب حس کننده در قسمت زیر لوله موقعیت ساعت ۶ نصب نشود زیرا ممکن است یک لایه نازکی از روغن از داخل لوله به عنوان عایق عمل کند و حساسیت شیر را



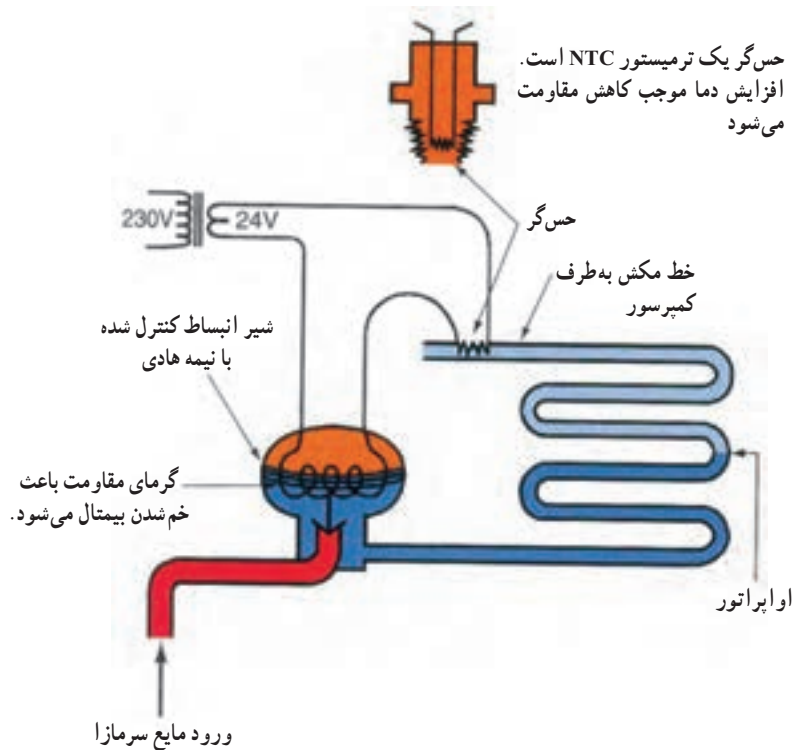


شکل ۸-۵- موقعیت پیشنهادی قرارگیری بالب حس کننده

ترمیستور کم می شود در نتیجه شدت جریان گذرنده از گرم کن بیشتر می شود و گرمای بیشتری توسط هیتر تولید شده و بیمتال شیر را در جهت باز شدن حرکت می دهد تا مایع بیشتری وارد اواپراتور شود. (شکل ۹-۵)

۴-۵- شیر انبساط الکترونیک

در این نوع شیر از یک ترمیستور به عنوان حس گر استفاده شده است وقتی دمای گاز خروجی از اواپراتور بالا رود مقاومت

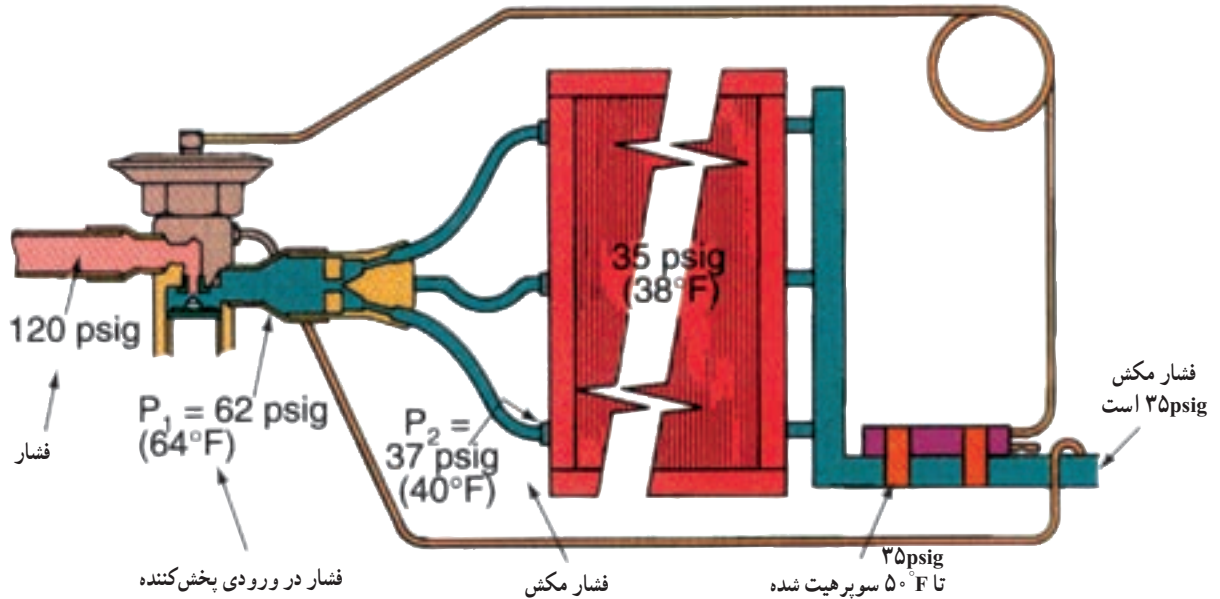


شکل ۹-۵- نحوه عملکرد شیر انبساط الکترونیک

۵-۵- انتخاب شیر انبساط

برای انتخاب شیر انبساط ترموستاتیک باید ظرفیت سرمایی و شرایط کار سیستم معلوم باشد. برای مثال با استفاده کاتالوگ سازنده در شکل ۱۱-۵ می‌بینیم شیر با ظرفیت نامی ۱ تن سرمایی در دمای اواپراتور 20°F هنگامی دارای ظرفیت ۱ تن است که افت فشار در

شیر انبساط 60 psi باشد. اگر دمای محیط 70°F باشد و انتظار رود که افت فشار در شیر در طول سال 125 psi باشد قدرت سرمایی شیر $1/3$ تن می‌شود. اگر این شیر در محیطی گرم‌تر قرار گیرد فشار ورودی افزایش یابد همان شیر دارای ظرفیت $1/6$ تن می‌شود زیرا بالارفتن فشار ورودی افت فشار را افزایش می‌دهد. (شکل ۱-۵)



شکل ۱-۵- فشارهای واقعی که در سیستم وجود دارد. افت فشار در شیر انبساط لزوماً برابر با فشار رانش منهای فشار مکش نیست بلکه افت فشار در پخش‌کننده که مقدار قابل توجهی است باید مورد توجه قرار گیرد.

		EVAPORATOR TEMPERATURE ($^{\circ}\text{F}$)															
		+50								+40							
		PRESSURE DROP ACROSS VALVE (psi)															
Model	Nominal Capacity (tons)	40	60	80	100	125	150	175	200	40	60	80	100	125	150	175	200
128	1/4	0.32	0.38	0.43	0.48	0.55	0.60	0.65	0.72	0.30	0.34	0.38	0.43	0.49	0.53	0.55	0.57
223	1/2	0.50	0.67	0.79	0.86	0.95	1.2	1.3	1.4	0.45	0.65	0.75	0.84	0.90	1.0	1.1	1.3
226	1	0.95	1.1	1.2	1.5	1.7	1.8	2.1	2.3	0.90	1.0	1.2	1.4	1.6	1.7	2.0	2.2
228	1-1/2	1.5	1.6	1.9	2.1	2.4	2.5	2.6	2.7	1.4	1.5	1.7	1.9	2.1	2.2	2.3	2.4
326	2	2.0	2.3	2.6	2.9	3.3	3.4	3.5	3.6	1.9	2.2	2.4	2.6	3.0	3.1	3.2	3.3
328	3	3.1	3.5	4.0	4.5	4.9	5.0	5.1	5.2	3.0	3.4	3.7	3.9	4.0	4.2	4.3	4.4
	4	4.0	5.0	5.9	6.8	8.0	8.5	9.4	10.0	3.5	4.5	5.2	6.0	6.6	7.4	8.0	8.5
426/428	5	4.6	5.7	6.5	7.3	8.5	9.3	10.1	10.8	4.4	5.0	5.3	6.5	7.1	7.9	8.6	9.5
407	7-1/2	7.4	9.1	10.5	11.7	13.0	13.5	14.0	14.4	7.0	8.0	9.3	10.3	11.5	11.7	12.0	12.4
	10	9.4	11.5	13.3	14.8	16.6	17.0	17.6	17.9	9.0	10.2	11.8	13.2	14.6	14.9	15.3	15.6
419	12-1/2	10.0	12.3	14.1	15.8	17.6	18.4	19.0	19.5	10.0	10.8	12.5	14.0	15.6	17.1	18.2	19.3
420	16	13.8	15.7	18.1	20.2	22.6	23.1	24.2	25.0	13.0	13.9	16.0	17.9	20.0	21.9	22.9	24.3
	19	16.2	18.6	21.5	23.9	26.6	27.3	28.4	29.3	15.9	16.5	19.0	21.2	23.6	24.5	25.6	27.5
	25	22.0	24.5	28.3	31.5	34.8	35.5	36.7	37.4	21.0	21.7	25.0	28.0	30.9	31.9	33.7	34.9

Model	Nominal Capacity (tons)	EVAPORATOR TEMPERATURE (°F)															
		CONDITION 1 +20								CONDITION 2 0							
		PRESSURE DROP ACROSS VALVE (psi)															
		60	80	100	125	150	175	200	225	60	80	100	125	150	175	200	225
128	1/4	0.24	0.28	0.31	0.34	0.39	0.44	0.50	0.53	0.22	0.25	0.28	0.31	0.34	0.36	0.39	0.40
223	1/2	0.50	0.63	0.70	0.79	0.92	1.0	1.2	1.3	0.48	0.55	0.63	0.70	0.88	0.97	1.1	1.2
226	1	1.0	1.1	1.2	1.3	1.5	1.6	1.7	1.9	0.89	1.0	1.1	1.2	1.4	1.5	1.6	1.8
228	1-1/2	1.5	1.6	1.7	1.8	2.0	2.1	2.2	2.4	1.3	1.4	1.5	1.7	1.9	2.0	2.1	2.2
326	2	1.9	2.1	2.3	2.5	2.7	2.9	3.0	3.2	1.7	2.0	2.1	2.3	2.5	2.6	2.7	3.1
328	3	3.0	3.3	3.5	3.7	3.9	4.0	4.2	4.4	2.8	2.9	3.0	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6
	4	3.2	4.0	4.5	5.6	6.3	7.0	7.6	8.2	3.0	3.5	4.0	4.8	5.9	6.6	7.0	7.8
426/428	5	3.7	4.2	4.7	6.0	7.1	7.6	8.2	8.6	3.5	4.0	4.3	5.2	6.3	7.0	7.5	8.0
407	7-1/2	5.9	6.8	7.6	8.4	9.3	9.6	9.9	10.1	4.6	5.0	5.4	6.0	6.6	7.2	7.8	8.4
	10	7.5	8.6	9.6	10.7	11.6	12.1	12.4	12.7	5.8	6.3	6.9	7.7	8.4	9.2	9.9	10.3
419	12-1/2	7.9	9.2	10.2	11.6	12.4	13.1	14.0	14.9	6.0	6.6	7.3	8.2	9.0	9.7	10.5	11.2
420	16	10.1	11.7	13.1	14.7	16.0	17.2	18.1	19.3	7.9	8.4	9.4	10.5	11.5	12.4	13.1	14.2
	19	12.0	13.9	15.6	17.6	19.0	20.5	21.8	23.0	9.4	10.0	11.1	12.4	13.6	14.7	15.3	16.4
	25	15.9	18.3	20.5	23.0	25.0	26.3	27.7	29.1	12.2	13.0	14.6	16.4	17.9	19.4	20.6	22.0

شکل ۱۱-۵- ظرفیت شیر برای افت فشارهای متفاوت.

حل : با توجه به داده‌های مثال و با مراجعه به نمودار مربوطه انتخاب لوله موین می‌تواند یکی از حالت‌زیر باشد :

لوله موین با قطر داخلی "۵۹" به طول "۵۴"

لوله موین با قطر داخلی "۶۴" به طول "۹۰"

لوله موین به قطر داخلی "۷۰" به طول "۱۲۷"

برای تعویض لوله موین با لوله موین اصلی در صورت نبودن لوله موین اصلی می‌توان از جدول ۱۳-۵ استفاده نمود.

مثال : قطر لوله موین اصلی دستگاه سردکننده "۵۸" و طول برابر "۷۰" است. اگر بخواهیم لوله موین اصلی را با لوله موین با قطرهای داخلی "۵۰"، "۵۵"، "۵۹" عوض کنیم در طول آن چه تغییری حاصل می‌شود؟

حل : با مراجعه به جدول ضریب تعویض را پیدا می‌کنیم.

برای تعویض با قطر "۵۰" طول لوله موین را در ضریب "۵۱" ضرب می‌کنیم.

مثال : اگر ظرفیت سرمایی سیستم ۲ تن سرمایی و دمای اوپراتور 2°F باشد مدل شیر انبساط را با توجه به شکل ۱۱-۵ تعیین کنید. اگر افت فشار در شیر انبساط ۱۷۵psi باشد.

حل : با توجه به شکل در دمای اوپراتور 2°F در ستون مربوط به افت فشار ۱۷۵psi نزدیک‌ترین قدرت سرمایی (۲/۱ تن) را پیدا می‌کنیم. مدل شیر در خط افقی را می‌خوانیم. شیر انبساط مدل ۲۲۸ و ظرفیت نامی $\frac{1}{3}$ تن را انتخاب می‌کنیم.

۶-۵- انتخاب لوله موین

برای انتخاب لوله موین می‌توان از نموداری مانند شکل ۱۲-۵ استفاده کرد.

مثال : برای یک دستگاه برودتی یا ماده سرمایی 5°R دمای مکش $18/3^{\circ}\text{C}$ و سوپرهیت 0°C لوله موین مناسب انتخاب کنید. اگر قدرت سرمایی کمپرسور $\frac{\text{Btu}}{\text{hr}}$ ۶۰۰۰ فرض شود.

برای تعویض با قطر ۰/۵۹٪ بایستی طول لوله موین را در

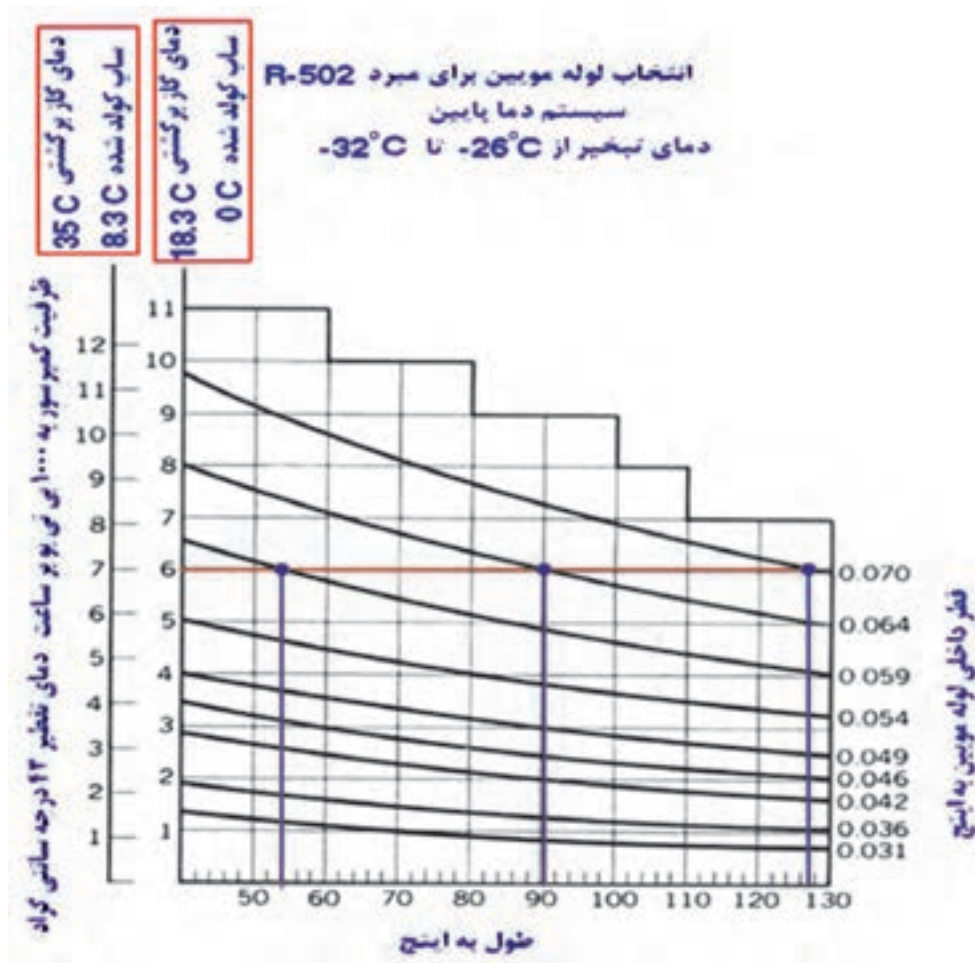
$$۷۰'' \times ۰/۵۱ = ۳۵/۷''$$

برای تعویض با قطر ۰/۵۵٪ بایستی طول لوله موین را در ۱/۵ ضرب کنیم.

$$۷۰'' \times ۱/۵ = ۱۰۵''$$

ضریب ۰/۸٪ ضرب کنیم.

$$۷۰'' \times ۰/۸۰ = ۵۶''$$



شکل ۱۲-۵- انتخاب لوله موین با توجه به ظرفیت سرمایی کمپرسور

جدول ۱۳-۵- تعویض لوله موین

قطر داخلی لوله موین اصلی	قطر داخلی لوله موین تعویضی					
	0.031	0.036	0.044	0.050	0.055	0.059
0.028	1.59					
0.030	1.16					
0.031	1.00					
0.032	0.86					
0.033	0.75	1.54				
0.034	0.65	1.35				
0.035	0.58	1.16				
0.036	0.50	1.00				
0.037		0.90				
0.038		0.80				
0.039		0.71				
0.040		0.62	1.55			
0.041		0.56	1.38			
0.042		0.50	1.24			
0.043			1.11			
0.044			1.00			
0.045			0.90			
0.046			0.82	1.47		
0.047			0.74	1.31		
0.048			0.67	1.20		
0.049			0.61	1.09		
0.050			0.56	1.00	1.56	
0.051			0.51	0.93	1.44	
0.052				0.85	1.32	
0.053				0.78	1.20	
0.054				0.70	1.09	
0.055				0.64	1.00	
0.056				0.60	0.94	
0.057				0.55	0.87	
0.058				0.51	0.80	1.50
0.059					0.73	1.00
0.060					0.67	0.73
0.064					0.50	0.54
0.070						
0.075						
0.080						
0.085						
0.090						



۷-۵- پرسش و تمرین

پرسش‌های چهارگزینه‌ای

- ۱- کدام مورد حالت میرد خروجی از اوریفیس را بیان می‌کند؟
 الف) ۱۵٪ مایع
 ب) ۶۰٪ مایع
 ج) ۷۵٪ بخار
 د) ۲۵٪ بخار
- ۲- انتخاب صحیح کدام یک از وسایل کنترل کننده میرد به طول و قطر آن بستگی دارد؟ (امتحان نهایی - خرداد ۹۱)

- الف) لوله موین
 ب) شیر انبساط ترموستاتیک و لوله موین
- ج) شیر انبساط الکترونیک و شیر انبساط ترموستاتیک
 د) شیر انبساط الکترونیک
- ۳- شیر انبساط ترموستاتیک در کدام قسمت سیکل تبرید نصب می‌شود؟
 الف) قبل از کمپرسور
 ب) بعد از کمپرسور
 ج) قبل از اواپراتور
 د) بعد از اواپراتور

پرسش‌های درست و نادرست

- ۴- وظیفه کنترل کننده مایع میرد ایجاد افت فشار در مسیر می‌باشد.
 درست
 نادرست
- ۵- لوله موین در یخچال و فریزر و کولر گازی به کار برده می‌شود.
 درست
 نادرست
- ۶- بالب حس کننده شیر انبساط ترموستاتیک در موقعیت ساعت ۲ یا ۵ نصب می‌شود.
 درست
 نادرست

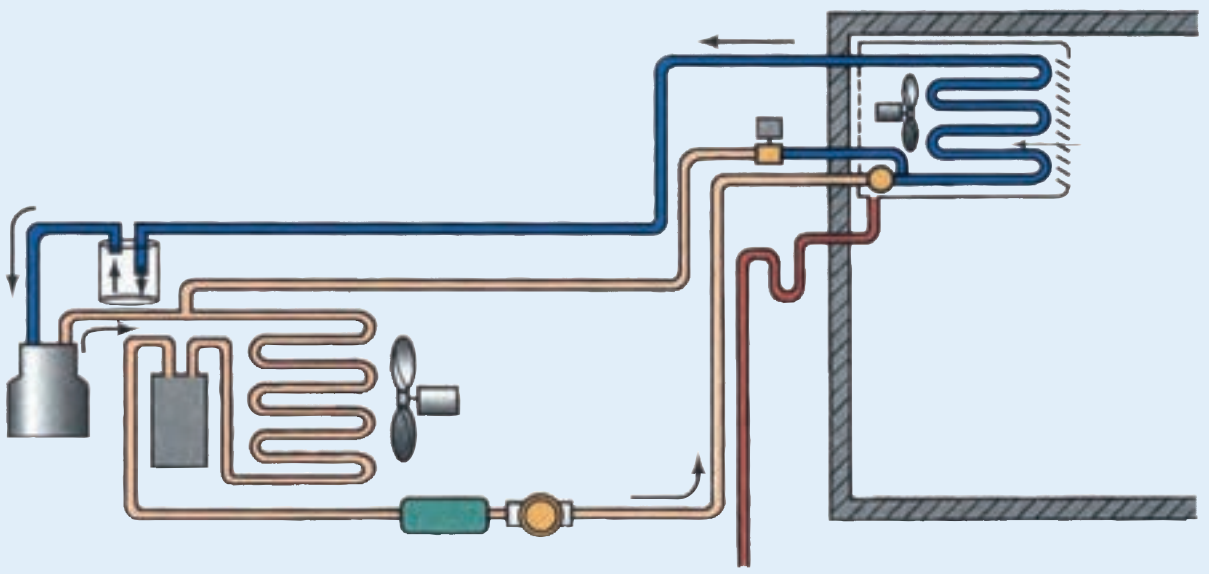
پرسش‌های کامل کردنی

- ۷- ساده‌ترین کنترل کننده مایع میرد می‌باشد.
- ۸- یکی از مزایای استفاده از لوله موین این است که به هنگام خاموشی کمپرسور در سیستم برقرار می‌شود.
- ۹- شیر انبساط خودکار در تجهیزات کوچک برودتی که بار دارند استفاده می‌شود.

پرسش‌های تشریحی

- ۱۰- انواع متداول وسایل کنترل کننده مایع میرد را نام ببرید.
- ۱۱- طرز کار شیر انبساط خودکار را شرح دهید.
- ۱۲- طرز کار شیر انبساط ترموستاتیک را شرح دهید.
- ۱۳- طرز کار شیر انبساط الکترونیک را شرح دهید.

فصل هشتم



اوپراتورها

- پس از پایان آموزش این فصل هنرجو باید بتواند :
- ۱- انواع اوپراتور را توضیح دهد.
 - ۲- چگونگی تقطیر در اوپراتورها را شرح دهد.
 - ۳- فشار کاری اوپراتورها را تعیین کند.
 - ۴- بخش‌کننده‌ها در اوپراتورها را توضیح دهد.
 - ۵- جهت درست حرکت هوا از روی کویل اوپراتور را توضیح دهد.
 - ۶- برفک‌زدایی یا دیفراست را شرح دهد.
 - ۷- روش انتخاب یک نوع اوپراتور را شرح دهد.

۶- اوپراتورها

است و می‌گوییم ماده سرمازا سوپرهیت شده است.

۱-۶- انواع اوپراتور

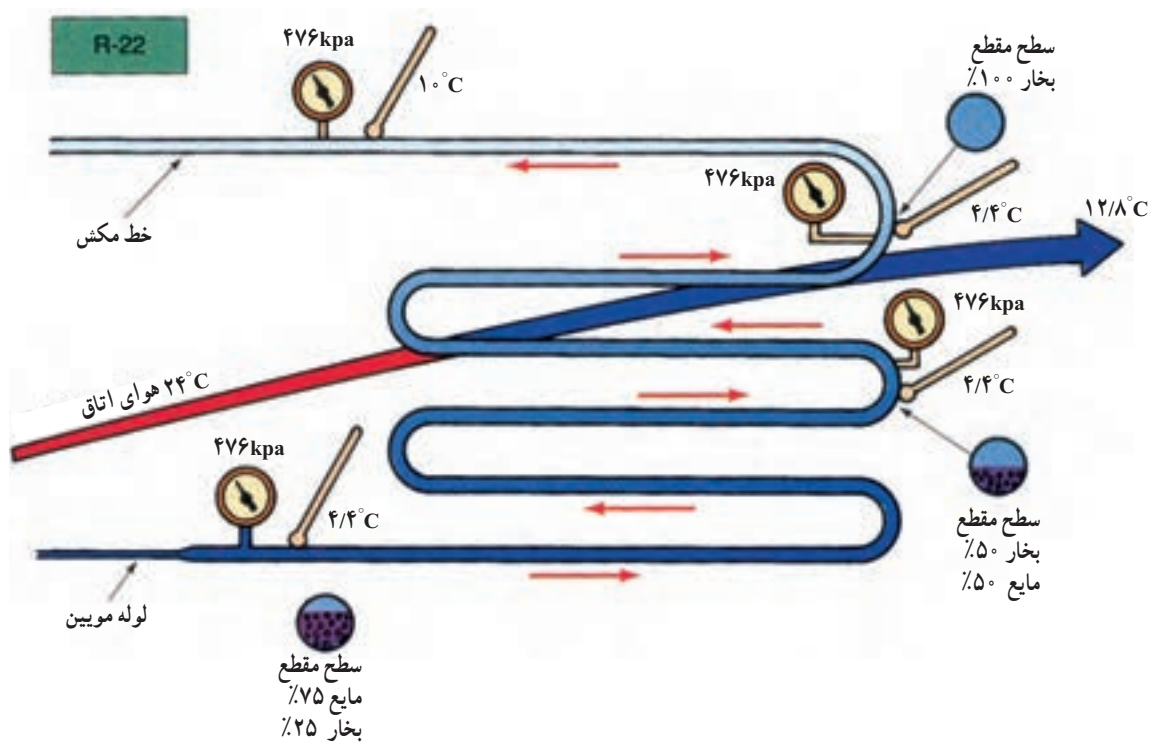
برای اوپراتورها دسته‌بندی‌های گوناگونی گفته شده است. اوپراتورها از نظر نوع تغذیه به دو دسته اوپراتورهای انبساط مستقیم یا خشک و اوپراتورهای پر تقسیم می‌شوند. از نظر چگونگی جریان هوا دو گونه‌اند با جریان اجباری هوا و با جریان طبیعی. همچنین اوپراتورها را می‌توان به دو دسته اوپراتورهای کویلی پرده‌دار و اوپراتورهای کویلی بدون پره تقسیم کرد.

۱-۱-۶- اوپراتورهای کویلی پرده‌دار :

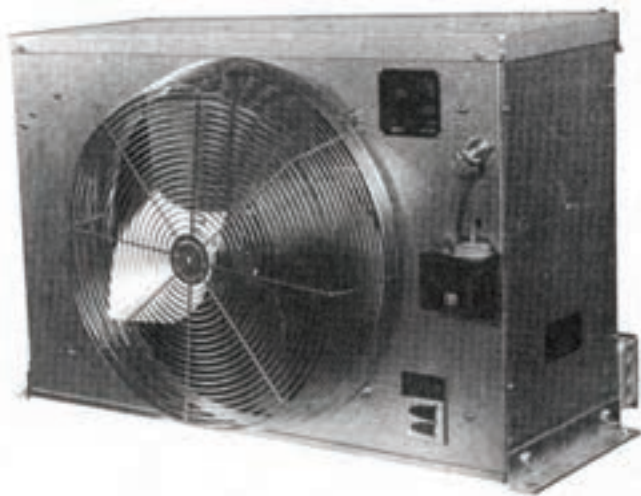
اوپراتورها ماده سرمازا در داخل لوله‌های مسی که به صورت کویل درآمده‌اند حرکت می‌کند. برای افزایش میزان تبادل گرما بین محیط پیرامون اوپراتور و ماده سرمازا آنها را پره‌دار می‌نمایند. تعداد پره‌های (فین‌های) اوپراتورهای پرده‌دار از ۷ تا ۱۴ پره در

اوپراتور یکی از چهار قسمت اصلی دستگاه‌های سردکننده است. در اوپراتور ماده سرمازا در دمایی پایین‌تر از دمای محیط اوپراتور می‌جوشد و گرمای مواد و محیط داخل اوپراتور را جذب نموده و آنها را سرد می‌کند. اوپراتور می‌تواند برای سرد کردن هوا، آب یا هرنوع مایع و گازی به کار برده شود.

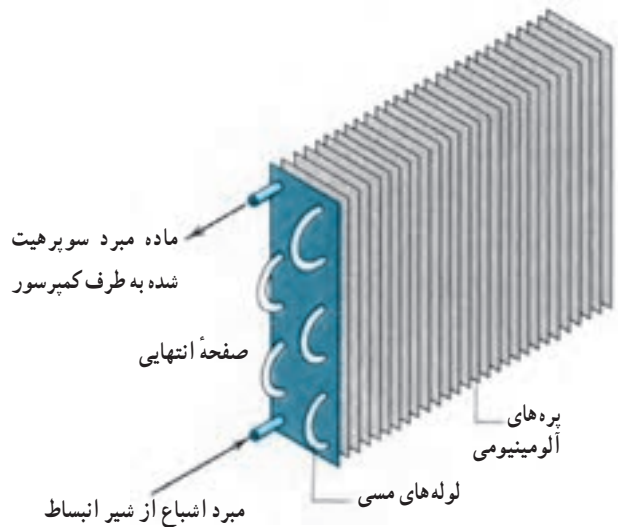
در شکل ۱-۶ دمای جوش ماده سرمازا در اوپراتور $4/4^{\circ}\text{C}$ است. ماده سرمازا پس از عبور لوله موئین به صورت مخلوطی از ۷۵٪ مایع و ۲۵٪ بخار است. هرچه ماده سرمازا پیش‌تر می‌رود گرمای بیشتری جذب کرده و از مقدار مایع آن کاسته شده به مقدار بخار آن افزوده می‌شود به طوری که در 90% از طول کویل ابتدای اوپراتور، ماده سرمازا به صورت مخلوطی از مایع و بخار است و دمای آن ثابت است، در 10% درصد طول انتهای کویل ماده سرمازا به صورت 100% درصد بخار است و با جذب گرما دمای آن بیشتر می‌شود و در انتهای کویل دمای آن 10°C



شکل ۱-۶- جریان ماده سرمازا در کویل اوپراتور



ب) شکل واقعی



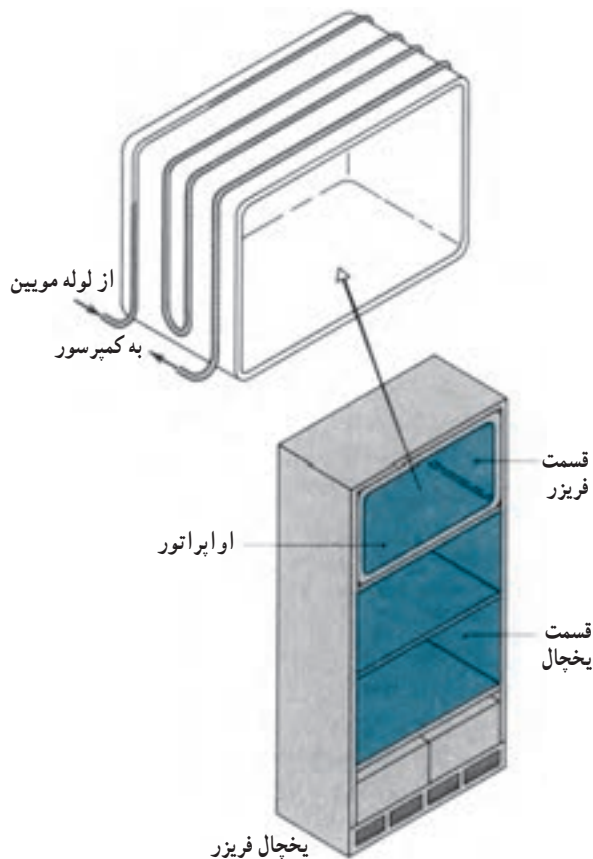
الف) شکل شماتیک

شکل ۲-۶- اوپراتور کویلی پره‌دار

هر اینچ است (شکل ۲-۶). این اوپراتور معمولاً از نوع جریان اجباری می‌باشد. با استفاده از این نوع اوپراتورها می‌توان در موقعیت‌های گوناگون هوا را سرد کرد و به وسیله کانال‌ها به فضاهای مورد نظر که الزاماً نزدیک دستگاه سردکننده نباشند فرستاد. شکل ۳-۶

۱-۲-۶- اوپراتورهای کویلی بدون پره: اوپراتور کویلی بدون پره یا اوپراتورهای صفحه‌ای در شکل‌های گوناگون

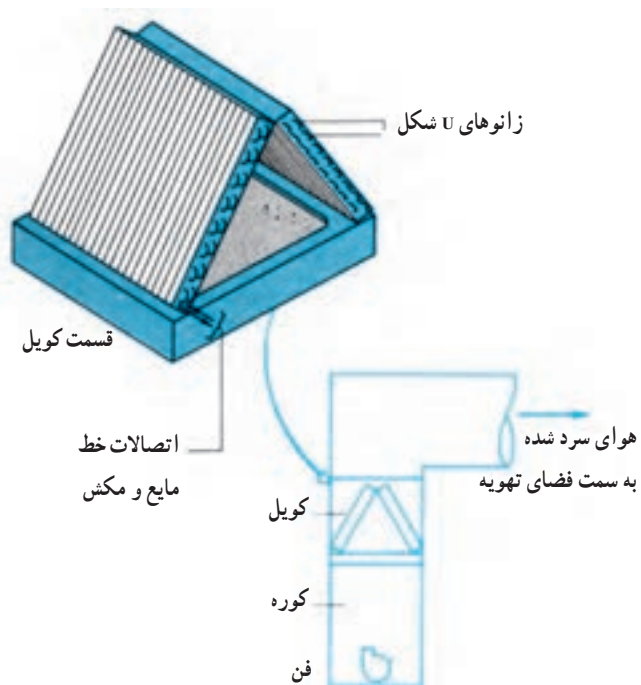
شکل ۶-۵ جایخی یک دستگاه یخچال را نشان می‌دهد که اوپراتور صفحه‌ای به شکل جایخی فرم داده شده است. در اغلب فریزرهای صندوقی از اوپراتورهای صفحه‌ای استفاده می‌شود. (شکل ۶-۶)



شکل ۶-۵ اوپراتور کویلی بدون پرده (فین) با جریان طبیعی هوا (اوپراتور صفحه‌ای)



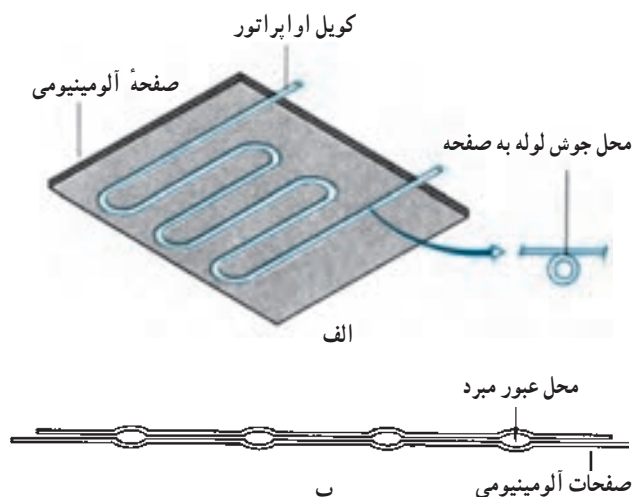
شکل ۶-۶ اوپراتور صفحه‌ای در دستگاه فریزر صندوقی



شکل ۶-۳ اوپراتور کویلی فین دار (پرده دار) با جریان اجباری هوا (فن دار)

ساخته می‌شود. در این اوپراتورها انتقال گرما با جریان طبیعی هوا صورت می‌گیرد. از این اوپراتورها معمولاً در دستگاه‌های سردکننده خانگی مانند یخچال و فریزر استفاده می‌شود.

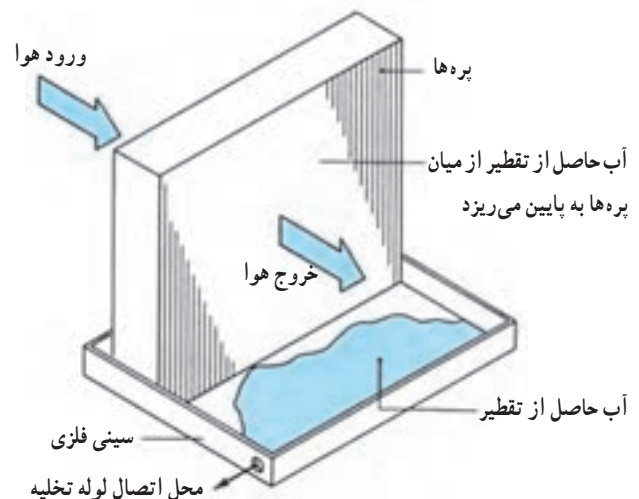
شکل ۶-۴ الف اوپراتور صفحه‌ای (کویلی بدون فین) را نشان می‌دهد که لوله حامل ماده سرمازا به صفحه آلومینیومی جوش شده است و در شکل ۶-۴ ب دو صفحه آلومینیومی طوری بهم پرس شده‌اند که محل‌هایی برای جریان ماده سرمازا باشند.



شکل ۶-۴ الف) اوپراتور کویلی بدون فین با جریان طبیعی هوا ب) اوپراتور صفحه‌ای (پرس دو صفحه آلومینیومی با شکل خاص)

۶-۲- تقطیر در اواپراتورها

اگر شما یک لیوان آب یخ را روی میز بگذارید طولی نمی کشد که سطح خارجی لیوان مرطوب می شود. خیزی سطح خارجی لیوان همان بخار آب هوای اطراف لیوان می باشد که در اثر تماس با سطح سرد لیوان، تقطیر شده و تبدیل به قطرات آب می شود. وقتی که هوا به وسیله اواپراتور خنک می شود معمولاً عمل تقطیر رخ می دهد. اگر دمای سطح اواپراتور پایین تر از دمای انجماد آب باشد، آب تقطیر شده روی سطح اواپراتور (به صورت برفک) منجمد می شود. در اواپراتورهای صفحه ای در اثر کارکرد سیستم برودتی به تدریج به ضخامت یخ اضافه شده و قبل از این که ضخامت یخ به مقدار قابل توجهی برسد بایستی به طریقی از آن جدا شود. در اواپراتورهای فین دار با جریان اجباری هوا که در دمای پایین تر از نقطه انجماد کار می کنند بایستی در هر روز چندین مرتبه عمل ذوب برفک (دیفراست) انجام گیرد. در اواپراتورهایی که در دمایی بین 0°C تا 10°C کار می کنند آب حاصل از تقطیر بخار از میان پره ها پایین ریخته و در سینی کف اواپراتور جمع شده و به بیرون منتقل می شود (شکل ۶-۷). توجه کنید که از کویل یک اواپراتور به ظرفیت ۳ تن تبرید بیش از ۷/۵ لیتر در ساعت آب تقطیر می شود.



شکل ۶-۷- آب حاصل از تقطیر در داخل سینی کف اواپراتور جمع شده سپس از طریق لوله تخلیه به بیرون منتقل می شود.

۶-۳- فشار کاری اواپراتور

دمای مبرد داخل کویل اواپراتور، مشخص کننده فشار داخلی آن می باشد. چنانچه دمای اواپراتور پایین تر از 1°C تا 3°C برسد سطح اواپراتور به اندازه کافی سرد می شود که آب تقطیر شده را منجمد نماید.

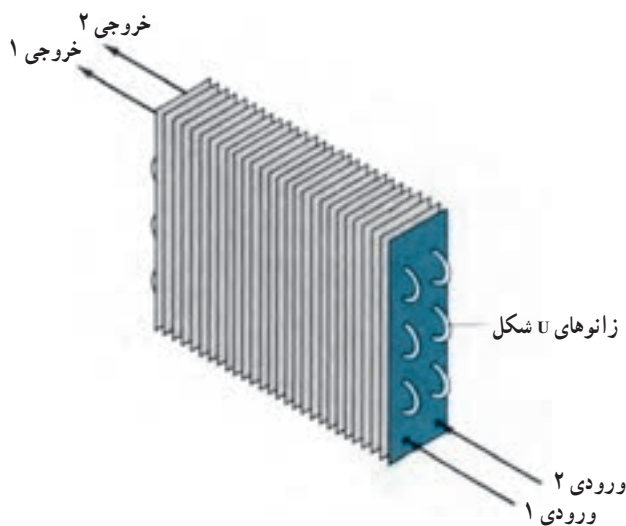
جدول ۶-۸- محدوده تقریبی فشار کار اواپراتور

فشار مکش نرمال	ماده مبرد	کاربرد
۲psi - ۱/۹	R-۱۲	یخچال فریزر خانگی
۶° - ۷°psi	R-۲۲	کولرهای گازی
۲۵ - ۳۵psi	R-۵۰۲	یخ ساز
۲۸ - ۳°psi	R-۱۳۴a	کولر اتومبیل

در جدول ۶-۸ فشار کاری اواپراتورها برای کاربردهای متفاوت قید شده است. چنانچه برای سیستم تبریدی فشار مکش ذکر نشده باشد می توان با استفاده از جدول مبردها فشار مکش را انتخاب نمود.

اگر نیاز باشد که دمای کابین و محصول داخل آن به یک دمای پایین برسد بایستی دمای هوایی که برای سرد کردن کابین به کار برده می شود سردتر باشد و در ضمن اواپراتوری که می خواهد هوای سرد را از خود خارج کند خود بایستی سردتر از هوای خروجی باشد. به عبارتی دمای هوای خروجی از اواپراتور که برای سرد کردن کابین و محصولات داخل آن به کار برده می شود $5/5^{\circ}\text{C}$ سردتر از دمای کابین و دمای اواپراتور یا دمای مبرد داخل کویل $5/5^{\circ}\text{C}$ سردتر از دمای هوای سرد خروجی از اواپراتور باشد.

مثال: لازم است دمای یک کابین یخچال با استفاده از مبرد R-۱۳۴a به دمای 11°C برسد دمای داخل کابین برابر 11°C - و دمای هوای سرد خروجی از اواپراتور برابر $16/5^{\circ}\text{C}$ - و دمای اواپراتور یا مبرد داخل کویل برابر 22°C - می باشد. با استفاده از جدول ۶-۱۶ (فشار و دمای اشباع مبردها) برای مبرد R-۱۳۴a فشار اشباع متناسب با دمای اشباع 22°C معادل ۰/۲۱ barg (۳psi) بدست می آید.

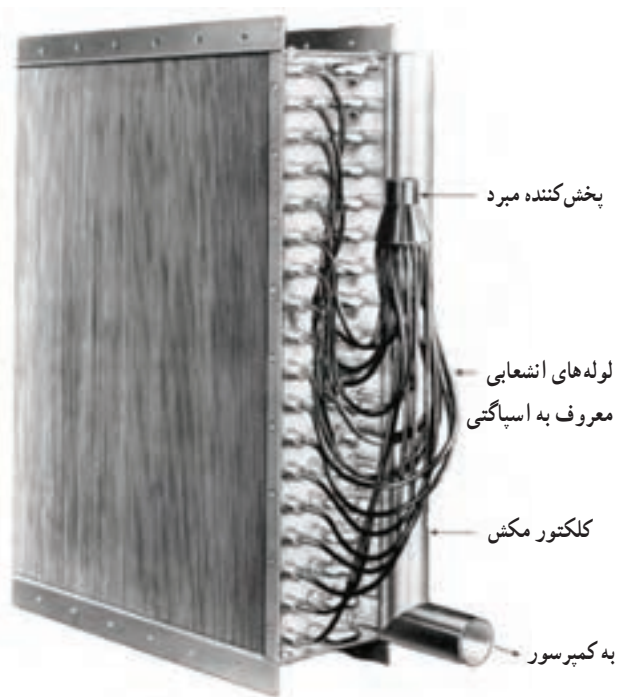


شکل ۹-۶- اواپراتور کویلی با دو مسیر رفت و برگشت مستقل

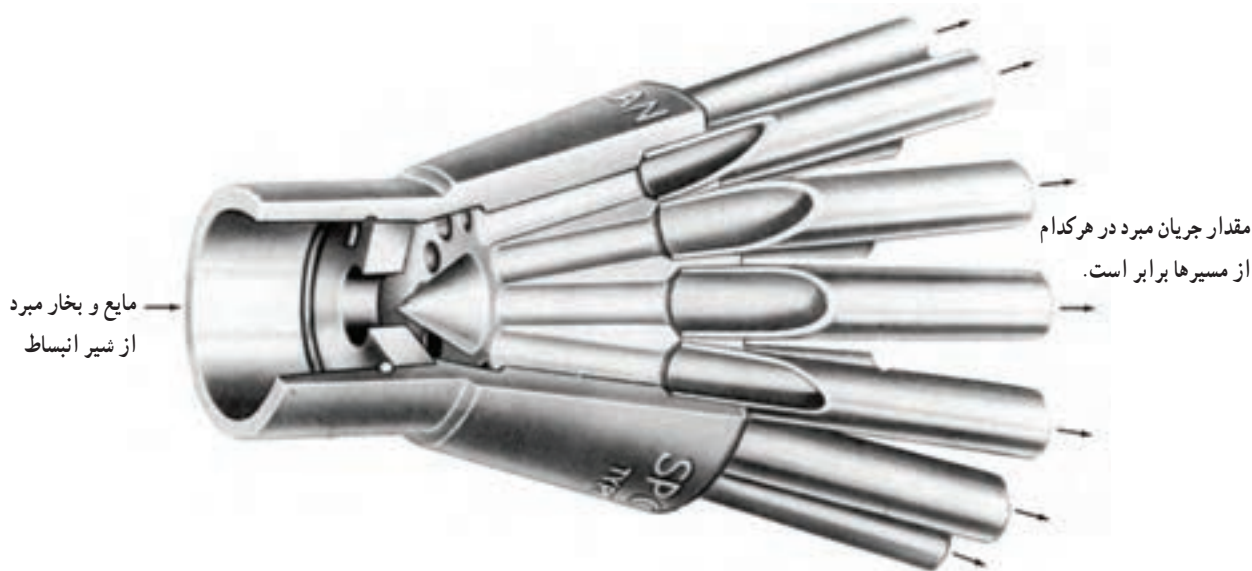
مثال : سیستم تبرید با مبرد R-۲۲ مربوط به یک سالن سردخانه که جهت نگهداری سیب درختی در نظر گرفته شده است موجود می باشد. مطلوب است فشار مکش کمپرسور در سیکل برودتی برحسب psig و barg. (دمای نگهداری سیب بین 0°C تا 1°C - می باشد که مادمای 1°C - در نظر می گیریم.)
 حل : دمای محصول معادل 1°C -، دمای هوای خروجی از اواپراتور $5/6^{\circ}\text{C}$ - و دمای اواپراتور یا مبرد داخل معادل 12°C - می باشد از جدول میردها برای مبرد R-۲۲ فشار اشباع متناسب با دمای 12°C - معادل ۲/۲۹barg (۳۳/۲psig) بدست می آید.

۴-۶- پخش کننده ها در اواپراتور

اگر کویل اواپراتور مانند شکل ۱-۶ تنها یک لوله خم شده باشد تمام ماده مبرد جریان ناچاراً بایستی از همان مسیر عبور نماید در کویل های بزرگ تر اجرای چنین کاری به خاطر افت فشار شدیدی که ایجاد می شود عملاً ممکن نیست. شکل ۹-۶ کویل اواپراتوری را نشان می دهد که دو مسیر رفت و برگشت دارد. ایجاد دو مسیر موازی در کویل اواپراتور بستگی به مقدار مبرد جریانی دارد. در اواپراتور با کویل بزرگ تر حتی ممکن است ۱۵ تا 20° مسیر جدا از هم تعبیه شود (شکل ۱۰-۶). در اواپراتور با مسیرهای بیشتر برای پخش مساوی ماده مبرد جریانی از وسیله ای به نام پخش کننده نظیر شکل ۱۱-۶ استفاده می کنند. در این سیستم ها مایع مبرد خروجی از مخزن ذخیره وارد شیر انبساط شده و به صورت مخلوط مایع و بخار، شیر انبساط را ترک کرده و قبل از ورود به کویل اواپراتور، وارد پخش کننده می شود. در داخل پخش کننده، ماده مبرد به صورت مساوی برای تمام مسیرها تقسیم شده و پس از جذب گرمای فضا نهایتاً در قسمت انتهایی کویل به وسیله یک عدد جمع کننده (کلکتور) گاز مبرد جمع شده و به سمت کمپرسور هدایت می شود. استفاده از پخش کننده در اواپراتور باعث می شود که افت فشار در تمام مسیرها با هم مساوی شده و در نهایت افت فشار کلی در اواپراتور کم می شود.



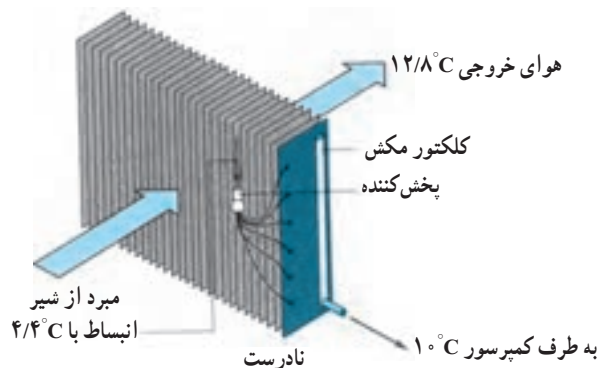
شکل ۱۰-۶- اواپراتور کویلی با چندین مسیر



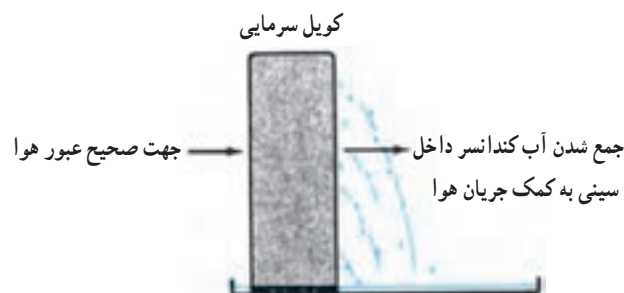
شکل ۱۱-۶- تقسیم کننده یا پخش کننده ماده مبرد

از $12/8^{\circ}\text{C}$ نخواهد رسید. در صورتی که در روش نصب صحیح شکل ۱۱-۶ با داشتن $4/4^{\circ}\text{C}$ دمای اشباع مبرد ورودی به کویل، هوای خروجی از کویل به $7/2^{\circ}\text{C}$ می رسد.

شکل ۱۴-۶ نحوه نصب صحیح سینی تخلیه آب تقطیر شده در زیر اواپراتور را نشان می دهد.



شکل ۱۳-۶ عبور نادرست هوا از روی کویل اواپراتور

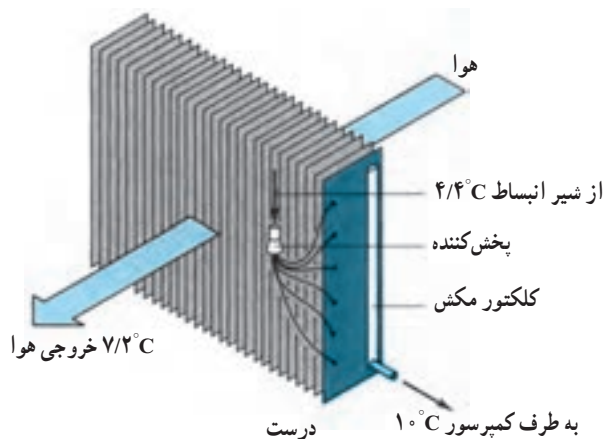


شکل ۱۴-۶ موقعیت نصب درست سینی کف اواپراتور

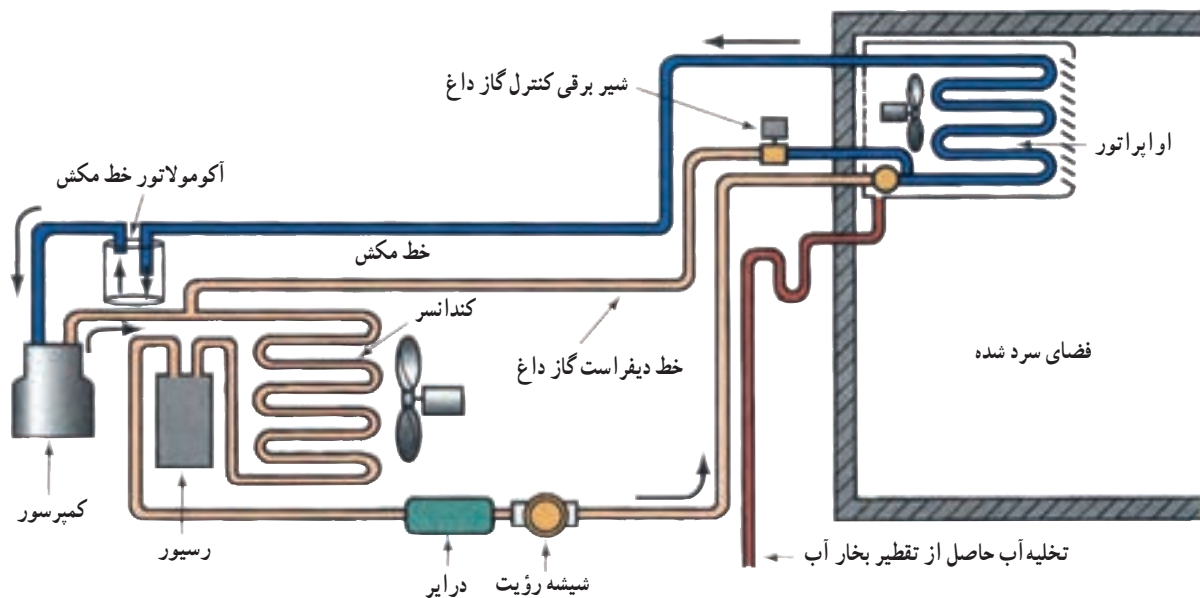
۵-۶- جهت جریان هوا از روی کویل اواپراتور

سمت ورودی و خروجی هوا از روی اواپراتور خیلی شبیه هم می باشند. بنابراین در موقع نصب آن باید توجه شود که برعکس قرار نگیرد زیرا موجب کاهش ظرفیت اواپراتور می شود. برای نصب صحیح کویل اواپراتور همیشه به خاطر بسپارید که هوای سرد در خروج از کویل بایستی با مبرد سرد در تماس باشد. شکل ۱۲-۶ روش درست جریان هوا از روی کویل و شکل ۱۳-۶ روش نادرست را نشان می دهد.

در شکل ۱۳-۶ با اواپراتوری که در $4/4^{\circ}\text{C}$ دمای مکش اشباع و $5/6^{\circ}\text{C}$ سوپرهیت می باشد دمای هوای خروجی به کمتر



شکل ۱۲-۶ عبور درست هوا از روی کویل اواپراتور



شکل ۱۶-۶- برفک زدایی با گاز داغ

برفک زدایی در فاصله زمانی کمتری انجام می گیرد برای انتخاب فاصله بین پره ها موارد زیر توصیه می شود.

فاصله فین ۶mm برای اتاق های نگهداری بالای 4°C
 فاصله فین ۸mm برای اتاق های نگهداری مرطوب با دمای
 بین 5°C تا 5°C
 فاصله فین ۱۰mm برای اتاق های نگهداری بین 5°C
 تا 25°C

فاصله فین ۱۲mm برای اتاق نگهداری 4°C تا 4°C با
 رطوبت بالا به انضمام تونل انجاماد
 فاصله فین ۱۵mm برای تونل های انجاماد
 فاصله فین ۱۸mm برای تونل های انجاماد با رطوبت بالا
 و محصول مرطوب بدون بسته بندی

مثال : دمای نگهداری سالن $t_i = -16^{\circ}\text{C}$ و درصد رطوبت
 نسبی در سالن ۸۵٪ می باشد در صورتی که اوپراتور از نوع فن دار
 انتخاب شود مدل اوپراتور را از روی کاتالوگ داده شده انتخاب
 کنید در صورتی که بار سرمایی ۵۵kW باشد.

حل :

۱- با توجه به دمای سردخانه اوپراتور انتخابی باید از
 نوعی باشد که فاصله بین فین های آن ۱۰mm باشد.

جدول ۱۷-۶- تعیین TD سردخانه برحسب تغییرات
 رطوبت نسبی (TD اختلاف دمای هوای سالن و ماده مبرد
 جریانی در داخل کویل اوپراتور)

رطوبت نسبی %	اختلاف درجه حرارت (TD) $^{\circ}\text{C}$	
	هوا با جریان طبیعی	هوا با جریان اجباری
۹۱-۹۵	۷-۸	۵-۶
۸۶-۹۰	۸-۹	۶-۷
۸۱-۸۵	۹-۱۰	۷-۸
۷۶-۸۰	۱۰-۱۱	۸-۹
۷۰-۷۵	۱۱-۱۲	۹-۱۰

پس از انتخاب مدل اوپراتور مشخصات دیگر اوپراتور
 مانند میزان جریان هوا ($\frac{\text{m}^3}{\text{h}}$)، سطح حرارتی (m^2)، حجم کویل
 (lit) قطر فن اوپراتور (mm) شدت جریان مصرفی (A) و قدرت
 الکتریکی فن (kW) را می توان از جدول استخراج نمود.

نمونه این جدول برای فواصل مختلف بین پره ها (فین ها)
 تهیه می شود. بنابراین یکی از عوامل مؤثر در انتخاب اوپراتور
 فاصله بین پره ها است هر چه فاصله پره ها کمتر باشد عمل

جدول ۱۸-۶ کاتالوگ نمونه انتخاب اوپراتور

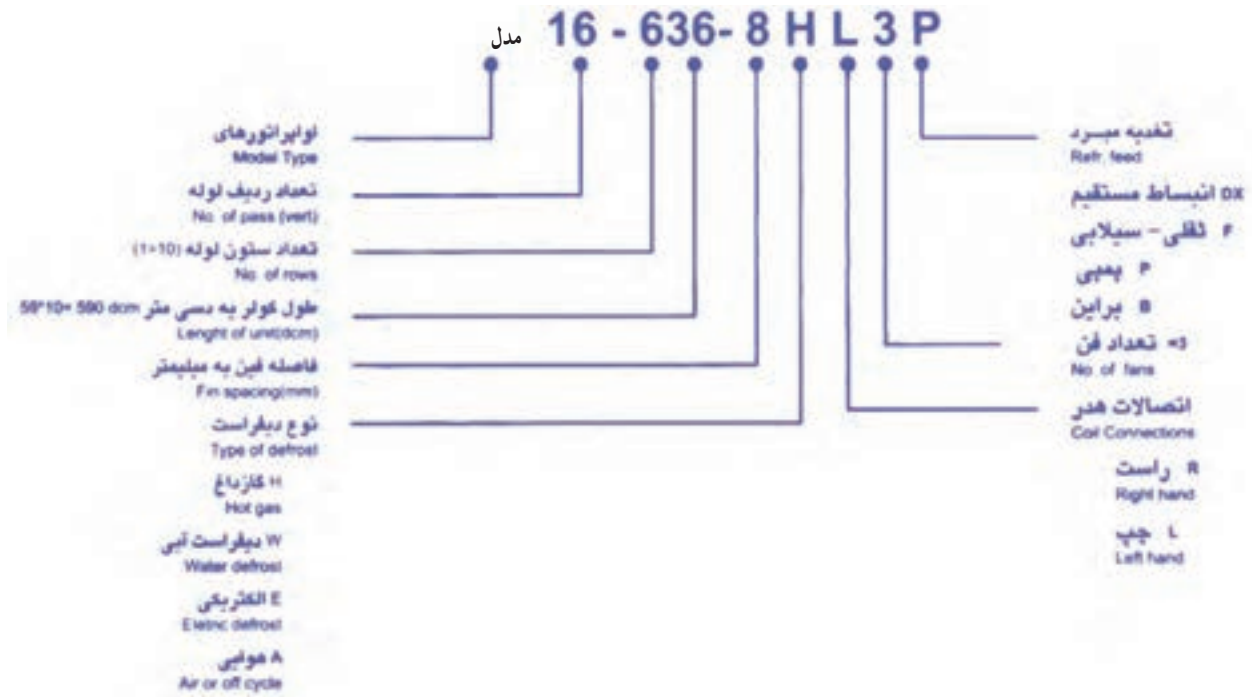
8mm FIN SPACING		TECHNICAL DATA							
	CAPACITY Te = -5°C w	CAPACITY Te = -30°C w	AIRFLOW m ³ /h	SURFACE m ²	COIL VOLUME lit	FANS			
						NO.	DIA.	A	KW
8-406-8	5101	4397	5700	20	7	1	450	0.88	0.45
8-606-8	7010	6042	5600	30	12	1	450	0.88	0.45
12-606-8	11500	9890	8300	45	16	1	500	1.95	0.76
12-806-8	13067	11237	8200	60	21	1	500	1.95	0.76
8-409-8	7525	6471	8400	30	10	1	500	1.95	0.76
8-609-8	10488	9019	8300	45	15	1	500	1.95	0.76
12-609-8	15606	13421	10600	68	24	1	630	1.55	0.72
12-809-8	20155	17333	10300	89	29	1	630	1.55	0.72
8-412-8	10495	9025	11400	40	12	2	450	0.88	0.45
8-612-8	14267	12269	11200	59	18	2	450	0.88	0.45
12-612-8	21059	18110	16600	89	28	2	500	1.95	0.76
12-812-8	26413	22715	16400	119	37	2	500	1.95	0.76
8-414-8	10966	9430	11400	46	14	2	450	0.88	0.45
8-614-8	16471	14165	11200	69	21	2	450	0.88	0.45
12-614-8	25165	21641	18600	104	36	2	560	2.1	0.9
12-814-8	31441	27039	18400	139	46	2	560	2.1	0.9
8-418-8	14910	12822	16800	60	18	2	500	1.95	0.76
8-618-8	20800	17888	16600	89	31	2	500	1.95	0.76
12-618-8	31215	26844	21200	134	40	2	630	1.55	0.72
12-818-8	40174	34549	20600	178	56	2	630	1.55	0.72
12-624-8	41693	35855	27900	179	56	3	560	2.1	0.9
12-824-8	51542	44326	27600	238	76	3	560	2.1	0.9
12-124-8	65112	55996	34400	298	91	2	630	4.2	2.3
16-624-8	62384	53650	47000	238	76	2	710	6	3.3
16-824-8	76475	65768	46000	317	101	2	710	6	3.3
16-124-8	88167	75823	45200	397	121	2	710	6	3.3
12-628-8	50957	43823	36000	208	61	2	630	4.2	2.3
12-828-8	63050	54223	35600	278	81	2	630	4.2	2.3
12-128-8	73670	63356	34400	347	101	2	630	4.2	2.3
16-628-8	66442	57140	47000	278	81	2	710	6	3.3
16-828-8	83771	72043	46000	370	111	2	710	6	3.3
16-128-8	97559	83917	45200	463	141	2	710	6	3.3
12-636-8	66159	56896	42400	268	81	4	630	1.55	0.72
12-836-8	82637	71067	41200	357	106	4	630	1.55	0.72
12-136-8	94004	80843	37200	446	131	4	630	1.55	0.72
16-636-8	80528	69254	54000	357	111	3	630	4.2	2.3
16-836-8	106753	91807	69000	476	141	3	710	6	3.3
16-136-8	131832	113375	67800	595	181	3	710	6	3.3
12-642-8	76342	65654	54000	312	91	3	630	4.2	2.3
12-842-8	99704	85745	53400	417	121	3	630	4.2	2.3
12-142-8	107952	92838	51600	521	151	3	630	4.2	2.3
16-642-8	94992	81693	72400	417	121	3	710	6	3.3
16-842-8	126047	108400	69000	556	161	3	710	6	3.3
16-142-8	148730	127907	67800	695	201	3	710	6	3.3

ادامہ جدول ۱۸-۶ کاتالوگ نمونہ انتخاب اوپراتور

10mm FIN SPACING TECHNICAL DATA									
	CAPACITY	CAPACITY	AIRFLOW	SURFACE	COIL	FANS			
	Te = -5°C W	Te = -30°C W	m ³ /h	m ²	VOLUME, lit	NO.	DIA.	A	KW
8-406-10	4594	3950	5900	16	7	1	450	0.88	0.45
8-606-10	6233	5360	5700	24	12	1	450	0.88	0.45
12-606-10	11225	9653	8400	36	16	1	500	1.95	0.76
12-806-10	12460	10715	8300	48	21	1	500	1.95	0.76
8-409-10	6679	5743	8500	24	10	1	500	1.95	0.76
8-609-10	9681	8325	8400	36	15	1	500	1.95	0.76
12-609-10	13794	11862	11000	54	24	1	630	1.55	0.72
12-809-10	18177	15632	10600	71	29	1	630	1.55	0.72
8-412-10	9378	8065	11900	32	12	2	450	0.88	0.45
8-612-10	12794	11002	11400	48	18	2	450	0.88	0.45
12-612-10	19128	16450	16800	71	28	2	500	1.95	0.76
12-812-10	24227	20835	16600	95	37	2	500	1.95	0.76
8-414-10	9609	8263	11900	37	14	2	450	0.88	0.45
8-614-10	14756	12690	11400	56	21	2	450	0.88	0.45
12-614-10	22901	19694	19000	83	36	2	560	2.1	0.9
12-814-10	29768	25600	18600	111	46	2	560	2.1	0.9
8-418-10	13361	11490	17000	48	18	2	500	1.95	0.76
8-618-10	18963	16308	16800	71	31	2	500	1.95	0.76
12-618-10	28115	24178	22000	107	40	2	630	1.55	0.72
12-818-10	36185	31119	21200	143	56	2	630	1.55	0.72
12-624-10	37472	32225	28500	143	56	3	560	2.1	0.9
12-824-10	46265	39877	27900	191	76	3	560	2.1	0.9
12-124-10	58910	52666	36600	238	91	2	630	4.2	2.3
16-624-10	59057	50789	48000	191	76	2	710	6	3.3
16-824-10	70608	60722	47000	254	101	2	710	6	3.3
16-124-10	83306	71643	46000	318	121	2	710	6	3.3
12-628-10	44919	38630	36600	167	61	2	630	4.2	2.3
12-828-10	56511	48599	36000	224	81	2	630	4.2	2.3
12-128-10	65541	56709	35600	278	101	2	630	4.2	2.3
16-628-10	57579	49517	48000	222	81	2	710	6	3.3
16-828-10	73393	63117	47000	297	111	2	710	6	3.3
16-128-10	86551	74433	46000	371	141	2	710	6	3.3
12-636-10	62086	53393	49000	214	81	4	630	1.55	0.72
12-836-10	77918	67009	42100	286	106	4	630	1.55	0.72
12-136-10	85997	73957	41200	357	131	4	630	1.55	0.72
16-636-10	67824	58328	54900	286	111	3	630	4.2	2.3
16-836-10	93294	80232	70500	381	141	3	710	6	3.3
16-136-10	122814	105620	69000	477	181	3	710	6	3.3
12-642-10	67078	57677	54900	250	91	3	630	4.2	2.3
12-842-10	85068	73158	54000	334	121	3	630	4.2	2.3
12-142-10	94825	81549	53400	417	151	3	630	4.2	2.3
16-642-10	78796	67764	72000	334	121	3	710	6	3.3
16-842-10	110535	95060	70500	445	161	3	710	6	3.3
16-142-10	133609	114930	69000	556	201	3	710	6	3.3

۲- مقدار TD را از جدول ۶-۱۶ تعیین می کنیم.
 $RH = \%85 \Rightarrow TD = 7 \text{ تا } 8^\circ\text{C}$
 ۳- دمای جوش میرد در اوپراتور انتخاب می کنیم.
 $Te = -16 - (7 \text{ تا } 8) = (-23 \text{ تا } -24)$
 ۴- بر روی کاتالوگ مورد نظر در ستون $Te = -3^\circ\text{C}$ به

پایین حرکت می کنیم تا به قدرت سرمایی $W 55000$ یا کمی بیشتر از آن برسیم مدل انتخابی 10-128-12 خواهد بود سایر مشخصات اوپراتور را از جدول استخراج نمایم.
 در شکل ۱۹-۱۶ مفهوم شماره های مدل اوپراتور تبیین شده است.



شکل ۱۹-۱۶- کد راهنمای مدل اوپراتور

با توجه به دمای سالن $ti = -1^\circ\text{C}$ و $TD = 8^\circ\text{C}$ تا 9°C می توانیم بنویسیم $te = -9^\circ\text{C}$ تا -1°C بنابراین با مشخص شدن te و ظرفیت، مدل مناسب اوپراتور را از جدول ۱۱-۱۲ انتخاب می کنیم که می شود دو دستگاه اوپراتور مدل ۱۰-۶۲۴-۱۶

با حجم هوادهی $\frac{m^3}{hr} 48000$ ، با سطح $191 m^2$ ، با حجم کویل $76 lit$ با دو عدد فن به قطر پروانه $71 mm$ با جریانی معادل $6A$ و قدرت $3/3 kW$ انتخاب می شود.

مثال: بار برودتی سردخانه ای که برای نگهداری سیب در نظر گرفته شده است معادل 100 کیلو وات می باشد. با توجه به فضای سالن لازم است دو دستگاه اوپراتور فن دار در محل نصب گردد. با توجه به اطلاعات یاد شده مدل مناسب اوپراتور را انتخاب نمایید.

حل: از جدول مشخصات میوه ها، دما و رطوبت نگهداری سیب به ترتیب 1°C و 78% انتخاب می کنیم. با استفاده از جدول ۱۷-۶ مقدار TD را معلوم می کنیم که عبارت است از: رطوبت نسبی سالن نگهداری سیب 78%

$$TD = 8^\circ\text{C} \text{ تا } 9^\circ\text{C} \Leftarrow$$

اوپراتور از نوع فن دار

۱- این شماره گذاری مربوط به کارخانه تولید کننده است و نیازی به حفظ کردن ندارد.

جدول ۲۰-۶ - مشخصات محصول برای نگهداری در سردخانه

گرمای نهان انجماد kj/kg.K	گرمای ویژه بعد از انجماد kj/kg.K	گرمای ویژه قبل از انجماد kj/kg.K	دمای انجماد °C	زمان نگهداری	رطوبت نسبی %	دمای سالن °C	محصول	product
							گوشت ها	Meats
۶۹	۱/۲۶	۲/۰۹	-۰/۵	۱۵ days	۷۰-۸۰	-۱، -۲/۲۵	زامبون	Bacon
۲۲۸	۱/۶۷	۳/۱۴	-۰/۵	۳ Weeks	۸۸-۹۲	۰، ۱	گوشت گاو تازه	Beef-fresh
				۹-۱۲ months	۹۰-۹۵	-۱۸، -۲۳	گوشت گاو منجمد	Beef-frozen
۲۲۱	۱/۶۷	۳/۰۱	-۱/۷۵	۵ days	۸۵-۹۰	۱، ۳/۲۵	گوشت تکه شده	Cut meat
۲۰۱	۱/۵۹	۲/۸۵	۰/۵	۳ weeks	۸۵-۸۷	-۱، -۲/۲۵	گوشت راسته	Loins
۱۹۴	۱/۲۶	۲/۸۰	-۱/۷۵	۲ weeks	۸۵-۹۰	-۱، -۲/۲۵	گوشت بره	Lamb
۲۱۲	۱/۶۳	۱/۶۵	-۱/۷۵	۱۵ days	۸۵-۹۰	-۱، -۲/۲۵	گوشت گوساله	Veal
۲۴۶	۱/۵۵	۳/۱۸	-۲/۷۵	۱۰ days	۸۵-۹۰	-۱، -۲/۲۵	ماکیان (طیور) تازه	Poultry fresh
				۱۰ months	۸۵-۹۰	-۱۸	ماکیان منجمد	Poultry frozen
۲۳۵	۱/۷۲	۳/۱۸	-۲/۲۵	۱۵ days	۸۰-۸۵	-۱	ماهی تازه	Fish fresh
				۶ months	۸۰-۸۵	-۱۸	ماهی منجمد	Fish Frozen
							سبزیجات	Vegetables
۲۷۷	۱/۹۷	۳/۶۴	-۱/۲۵	۳۰ days	۸۵-۹۰	۰، ۴/۵	حبوبات سبز	Beans green
۳۰۰	۲/۰۱	۳/۷۷	-۲/۷۵	۱-۳ months	۹۵-۹۸	۰، ۲/۲۵	چغندر قند	Beets tops off
۳۱۴	۲/۰۱	۳/۷۷	-۱/۵	۷-۱۰ days	۹۰-۹۵	۰، ۱/۷۵	گل کلم	Broccoli
۳۰۷	۱/۹۷	۳/۸۹	-۰/۵	۳-۴ months	۹۰-۹۵	۰، ۲/۲۵	کلم برگ	Cabbage
۲۹۳	۱/۸۸	۳/۸۹	-۰/۷۵	۴-۵ months	۹۵-۹۸	۰، ۲/۲۵	هویج	Carrots
۳۱۶	۱/۹۲	۳/۸۱	-۱/۲۵	۲-۴ months	۹۰-۹۵	۰، -۰/۵	کرفس	Celery
۲۵۱	۱/۵۹	۳/۶۰	-۱/۷۵	۴-۸ days	۸۵-۹۰	۰، -۵/۵	ذرت سبز	Corn green
۳۱۸	۲/۰۱	۳/۸۹	-۰/۷۵	۱۰-۱۴ days	۸۰-۸۵	۷/۲۵، ۱۰	خیار	Cucumbers
۳۱۶	۱/۹۲	۳/۷۷	-۰/۵	۲-۳ weeks	۹۰-۹۵	۰، ۲/۲۵	کاهو	Lettuce
۲۶۷	۱/۹۲	۳/۸۱	-۱/۷۵	۲-۴ weeks	۷۵-۸۵	۲/۲۵، ۴/۵	هندوانه	Melons
۳۰۲	۲/۱۳	۳/۸۱	-۱/۰	۶-۸ months	۷۰-۷۵	۰، ۲/۲۵	پیاز	Parsnips
۲۴۹	۱/۸۸	۳/۴۳	-۱/۷۵	۱-۲ weeks	۸۵-۹۰	۰، ۲/۲۵	لوبیای سبز	Peas green
۲۶۳	۱/۹۷	۳/۶۰	-۱/۷۵		۸۵-۹۰	۱۰، ۲۱	سیب زمینی	Potatoes
۳۰۰	۲/۱۳	۳/۸۵	-۱/۰	۱۰-۱۴ days	۹۰-۹۵	۰، ۲/۲۵	اسفناج	Spinach
۳۰۷	۱/۹۲	۳/۸۵	-۰/۷۵	۳-۵ weeks	۸۵-۹۰	۱۲/۷۵، ۱۵/۵	گوجه فرنگی سبز	Tomatoes green
۳۰۷	۱/۹۲	۳/۸۵	-۰/۷۵	۷-۱۰ days	۸۵-۹۰	۴/۵، ۱۰	گوجه فرنگی رسیده	Tomatoes ripe
۲۹۸	۱/۸۸	۳/۷۷	-۰/۷۵	۴-۵ months	۹۵-۹۸	۰، ۲/۲۵	شلغم	Turnips
۳۰۲	۱/۸۸	۳/۷۷	-۱/۰	۲-۴ months	۸۵-۹۰	۱/۷۵، ۴/۵	سبزی های مخلوط	Vegetables

گرمای نهان انجماد kj/kg. K	گرمای ویژه بعد از انجماد kj/kg. K	گرمای ویژه قبل از انجماد kj/kg. K	دمای انجماد °C	زمان نگهداری	رطوبت نسبی %	دمای سالن °C	محصول	product
							میوه‌ها	Fruits
۲۸۴	۱/۸۲	۳/۷۲	-۱/۷۵	۴-۸ months	۸۵-۸۸	۰، -۱/۰	سیب	Apples
۲۸۴	۲/۱	۳/۸۵	-۲/۲۵	۷-۱۴ days	۸۰-۸۵	۰، -۰/۵	زردآلو	Apricots
۲۵۱		۳/۷۷	-۲/۰	۱۰ days	۹۰-۹۵	۱۳، ۱۵/۵	موز	Bananas
۲۷۹	۲/۱	۳/۷۷	-۲/۰	۳-۱۰ days	۸۰-۸۵	۰، -۰/۵	توت	Berries
۲۸۴	۱/۹۷	۳/۸۱	-۲/۷۵	۱۰-۲۰ days	۸۵-۹۰	۲، ۴/۵	توت فرنگی	Strawberries
۶۰		۱/۴۶	-۱۵/۵	۳-۶ months	۶۵-۷۵	۰، -۲/۲۵	خرما	Dates
۱۰۰	۱/۳۴	۱/۹		۹-۱۲ months	۷۰-۷۵	۰، ۲/۲۵	میوه‌های خشک شده	Dried fruits
۲۶۰	۲/۴۷	۳/۵۶	-۴/۰	۳-۶ months	۸۵-۹۰	۰، -۱۰	انگور	Grapes
۲۸۹	۲/۱	۳/۸۱	-۲/۰	۶-۸ weeks	۸۵-۹۰	۰، -۱۰	گریپ فروت	Grapefruit
۲۹۳	۲/۱	۳/۸۱	-۲/۲۵	۱-۴ months	۸۵-۹۰	۱۲/۵، ۱۵/۵	لیمو	Lemons
۲۹۳	۲/۱	۳/۸۱	-۱/۵	۶-۸ weeks	۸۵-۹۰	۷/۲۵، ۱۰	لیموترش	Limes
۲۹۱	۱/۸۴	۳/۸۱	-۲/۰	۸-۱۰ weeks	۸۵-۹۰	۰، -۱۰	پرتغال	Oranges
۲۹۸	۱/۷۲	۳/۸۱	-۱/۵	۲-۴ weeks	۸۰-۸۵	۰/۵، -۰/۵	هلو	Peaches
۲۸۴	۲/۱	۳/۸۱	-۲/۲۵	۱-۷ months	۸۵-۹۰	۱/۷۵، -۰/۵	گلابی	Pears
۲۹۸	۲/۱	۳/۷۷	-۱/۵	۲-۴ weeks	۸۵-۹۰	۴/۵، ۷/۵	آناناس	Pineapples
۲۷۰	۲	۳/۶۸	-۲/۲۵	۳-۸ weeks	۸۰-۸۵	۱، -۰/۵	آلو	Plums
۲۸۴	۲/۱	۳/۷۷	-۲/۲۵	۲-۳ months	۸۰-۸۵	۱، -۰/۵	به	Quinces
							متفرقه	miscellaneous
۳۴/۹	۱/۴۲	۲/۶۸	-۱/۰	۶ months	۸۰-۸۵	-۱۸، -۲۰/۵	کره	Butter
۱۸۴	۱/۵۱	۲/۶۸	-۸/۲۵	۱۵ days	۷۵-۸۰	۱، -۱	پنیر	Cheese
۲۳۲	۱/۸۸	۳/۵۶	-۰/۲۵	۱۲ months	۸۵-۸۷	-۰/۵، -۱	تخم مرغ	Eggs
۱۴۴		۳/۲۲	-۱۸		۸۵	-۲۹	بستنی	Ice cream
۲۸۸	۲/۰۵	۳/۷۷	-۰/۵	۵ days	۸۰	۱/۷۵، ۴/۵	شیر	Milk



۸-۶- پرسش و تمرین

پرسش‌های چهار گزینه‌ای

- ۱- در هر اینچ از اوپراتور پره‌ای چند پره نصب می‌شود؟
 الف) ۲-۷
 ب) ۱۰-۱۷
 ج) ۷-۱۴
 د) ۱۴-۲۰
- ۲- اوپراتور سردکننده خانگی از کدام نوع است؟
 الف) پر
 ب) صفحه‌ای
 ج) کوپلی پره‌دار
 د) با جریان اجباری
- ۳- چنانچه سمت ورود و خروج هوا از روی کوپل اوپراتور برعکس باشد کدام اشکال ایجاد می‌شود؟
 الف) افزایش دمای سوپرهیت
 ب) افزایش حجم میرد عبوری
 ج) کاهش دمای میرد
 د) کاهش ظرفیت اوپراتور
- ۴- علت نصب هیتر بر روی کوپل اوپراتور کدام است؟
 الف) افزایش ظرفیت اوپراتور
 ب) افزایش تبادل حرارت
 ج) کاهش دمای ساب کولد
 د) ذوب برفک

پرسش‌های کامل کردنی

- ۵- در طی ۹۰٪ از طول کوپل اوپراتور دمای میرد است.
- ۶- در ابتدای کوپل اوپراتور ماده سرمازا به صورت است.
- ۷- دمای میرد داخل کوپل اوپراتور می‌بایستی درجه سانتی‌گراد سردتر از دمای هوای خروجی از اوپراتور باشد.

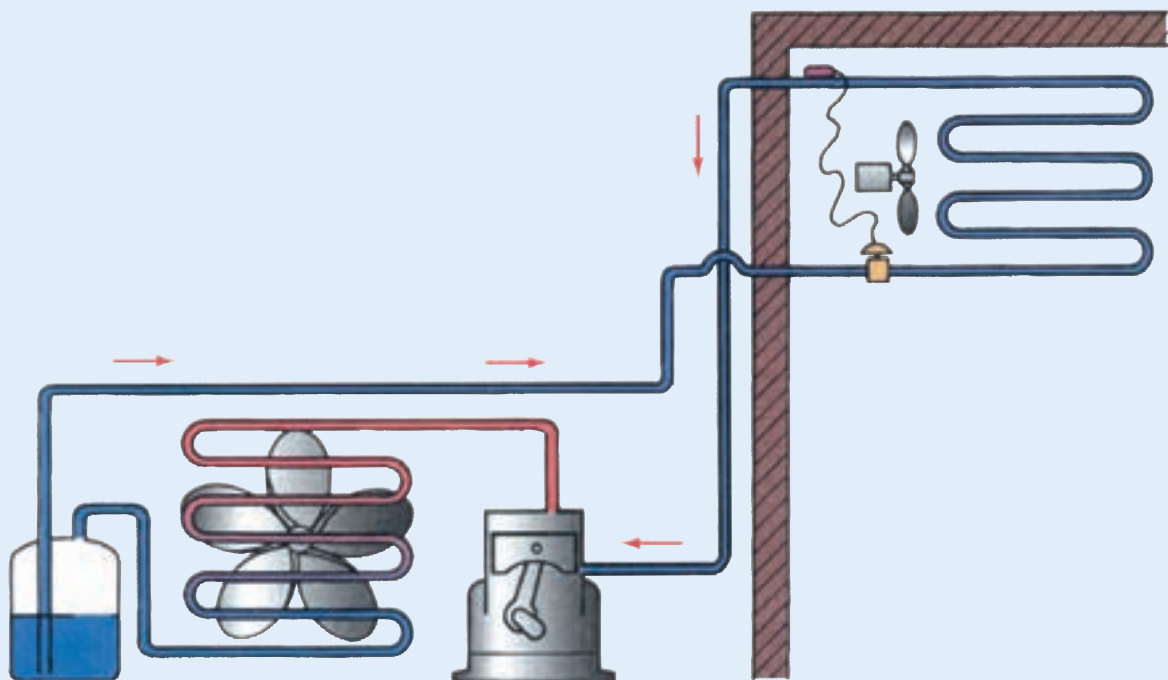
پرسش‌های درست و نادرست

- ۸- برای افزایش تبادل گرما در اوپراتور تعدادی پره بر روی کوپل اوپراتور قرار می‌دهند.
 درست نادرست
- ۹- اوپراتور اغلب فریزرهای صندوقی از نوع کوپلی پره‌دار ساخته می‌شود.
 درست نادرست
- ۱۰- در زمان دیفراست با گاز داغ کمپرسور، فن اوپراتور و فن کندانسر باید خاموش باشد. (امتحان نهایی - خرداد ۹۰)
 درست نادرست

پرسش تشریحی

- ۱۱- وظیفه اواپراتور را بیان کنید.
- ۱۲- چگونگی تغییرات حالت ماده مبرد در کویل‌های اواپراتور را بیان کنید.
- ۱۳- انواع اواپراتور از نظر نوع کویل، نوع تغذیه و چگونگی جریان هوا را نام ببرید.
- ۱۴- علت تشکیل یخ بر روی اواپراتور را شرح دهید.
- ۱۵- روش‌های برفک‌زدایی را مختصراً شرح دهید.
- ۱۶- در کدام روش دیفرانسیال، کمپرسور در زمان دیفرانسیال باید روشن باشد؟ (امتحان نهایی - شهریور ۸۹)
- ۱۷- اگر بخواهیم دمای کابین یک یخچال ویترینی 5°C باشد دمای هوای سردکننده، دما و فشار مبرد در اواپراتور را تعیین کنید. ماده مبرد مورد استفاده ۱۲-R باشد.

فصل هفتم



تجهیزات جانبی دستگاه‌های سردکننده

پس از پایان آموزش این فصل هنرجو باید بتواند :

- ۱- جداکن روغن را شرح دهد.
- ۲- مخزن مایع سرمازا (رسیور) را شرح دهد.
- ۳- فیلتر درایر را توضیح دهد.
- ۴- سایت گلاس را شرح دهد.
- ۵- ساختمان شیر برقی را توضیح دهد.
- ۶- مبدل گرمایی در دستگاه‌های سردکننده را شرح دهد.
- ۷- تله مایع مبرد یا آکومولاتور را شرح دهد.
- ۸- شیر اطمینان کندانس را توضیح دهد.
- ۹- شیر اطمینان از نوع دریوش ذوب شونده را شرح دهد.
- ۱۰- شیرهای سرویس رانش و مکش کمپرسور را توضیح دهد.
- ۱۱- هیتر کارتر را شرح دهد.
- ۱۲- صدا خفه‌کن یا موفلر کمپرسور را توضیح دهد.
- ۱۳- لرزه‌گیر کمپرسور را توضیح دهد.

۷- تجهیزات جانبی دستگاه‌های سردکننده

- | | |
|--|---|
| <p>۱-۷- جداکن روغن^۲</p> <p>جداکن روغن بین کمپرسور و کندانسر، روی خط گاز داغ مطابق شکل ۱-۷ نصب می‌شود.</p> <p>دستگاه فوق بیشتر روغن خارج شده از کمپرسور را از گاز داغ جدا کرده و مستقیماً به داخل کارتر کمپرسور برمی‌گرداند.</p> <p>شکل ۲-۷ نشان می‌دهد که چگونه سرعت گاز داغ در محفظه</p> | <p>هر سیستم تبرید تراکمی برای ایجاد سرما به چهار جزء اصلی ۱- کمپرسور ۲- کندانسر ۳- اواپراتور ۴- کنترل‌کننده مایع سرمازا نیاز دارد. در دستگاه‌های سردکننده وسایل دیگر نیز به کار رفته است که هدف از به کارگیری آنها ۱- تنظیم کار، ۲- حفاظت قطعات اصلی و ۳- آسان نمودن سرویس و تعمیر است. به این قطعات تجهیزات جانبی^۱ گویند.</p> |
|--|---|

تله روغن کم شده و باعث می شود که قطرات روغن به ته مخزن سقوط کنند. وقتی که سطح روغن در داخل محفظه بیشتر از سطح مجاز می شود، شناور بالا آمده طوری که مسیر برگشت روغن به طرف کمپرسور باز می شود. روغن با فشار زیادی که بر سطح آن از قسمت بالای مخزن اعمال می شود از مسیر باز شده به سمت کارتر کمپرسور که تحت فشار کم می باشد جریان می یابد.

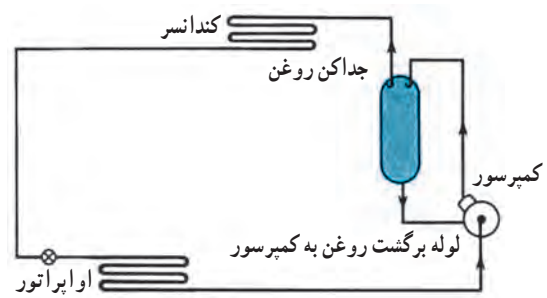
با ملاحظه و بررسی ساختمان تله روغن در شکل ۲-۷ مشخص است که این وسیله حتماً در حالت قائم نصب شود در غیر این صورت شیر شناوری ته مخزن صحیح عمل نمی کند. توجه شود که برای پیشگیری از تقطیر ماده سرمازا در جداکن روغن دور آن را عایق بندی می کنند. شکل ۳-۷ جداکن روغن و قرارگیری آن را نشان می دهد.

وظایف جداکن روغن به شرح زیر خلاصه می شود:

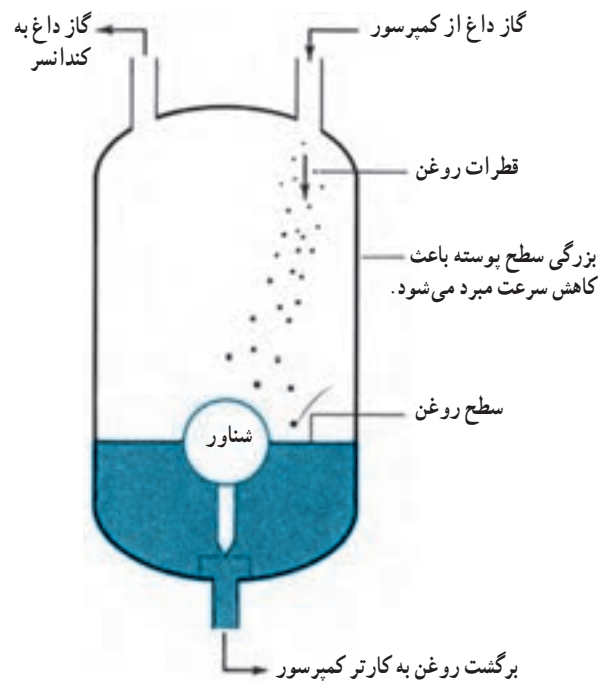
۱- جلوگیری و حفاظت کمپرسور از کارکرد بدون روغن
 ۲- پیش گیری از گردش روغن در سیکل تبرید، که در سطح داخلی لوله مانند عایق عمل کرده، مقدار انتقال گرما را در کندانس و اوپراتور کاهش می دهد.

۳- پیش گیری از جدا شدن موم از روغن

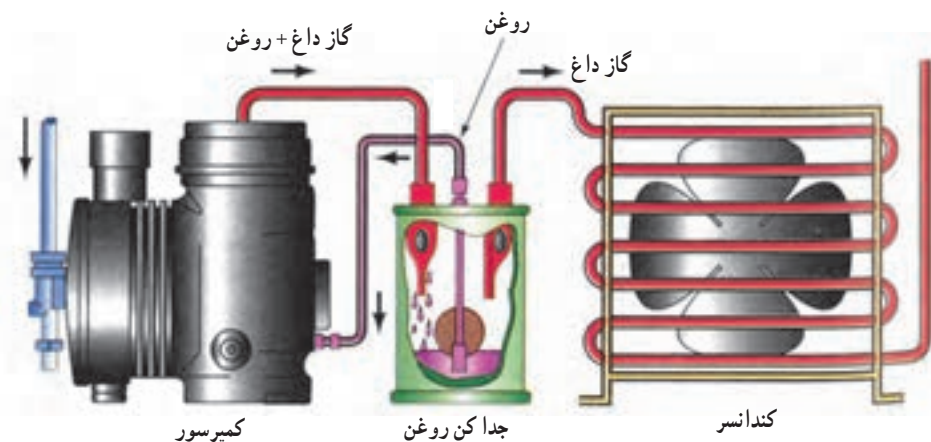
روغن های تبرید دارای مقداری موم هستند. در دماهای پایین (زیر 4°C) موم از روغن جدا می شود. موم جدا شده می تواند شیر انبساط را مسدود کرده و کار سیستم را مختل نماید.



شکل ۱-۷ جداکن روغن در روی خط گاز داغ نصب شده و مانع از سیر کولاسیون روغن در سیستم می شود.



شکل ۲-۷ اجزاء داخلی یک دستگاه جداکن روغن



ب- این شیر شناوری مبرد مایع را مانند روغن به کمپرسور برمی گرداند. بنابراین باید گرم نگه داشته شود تا از تقطیر گاز مبرد جلوگیری شود.



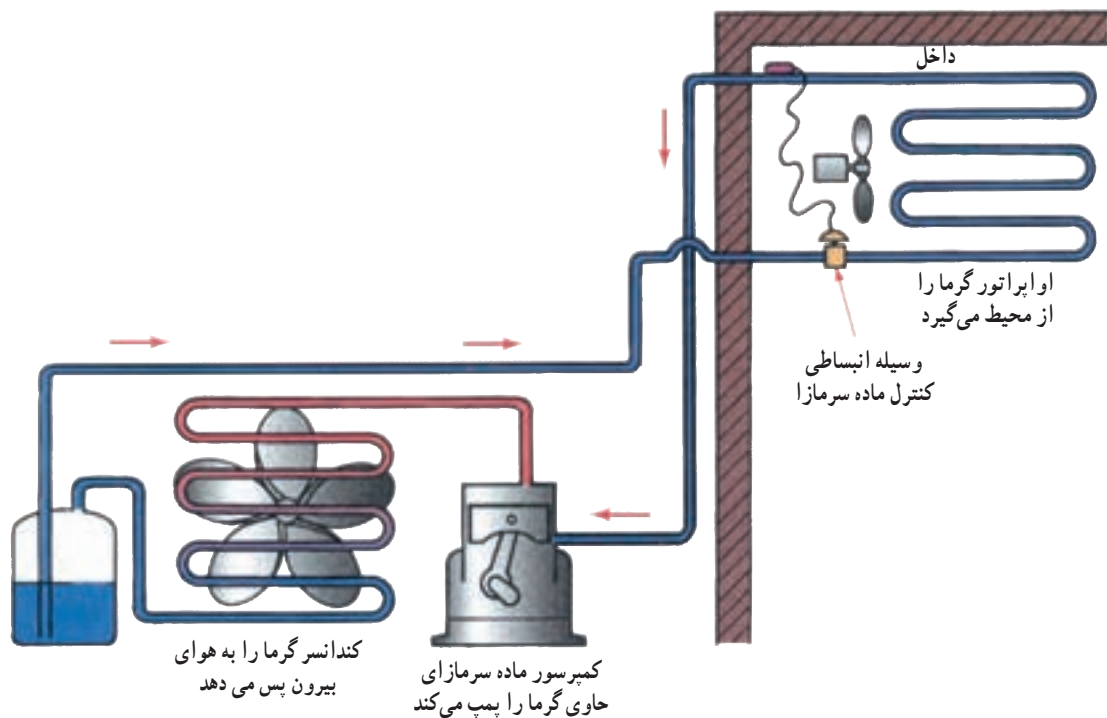
الف- جداکن روغن روی خط رانش نصب می شود.

شکل ۳-۷

۷-۲- مخزن مایع سرمازا^۱

استفاده دیگر مخزن در هنگام تعمیر سیستم است. در هنگام تعمیر تمام ماده سرمازا را در مخزن جمع می‌کنند تا از آزاد شدن آن در جو و هدر رفتن جلوگیری شود. به غیر از سیستم‌های تبرید خانگی (یخچال و فریزر) در اغلب سیستم‌های تبرید با کندانسرهاهی مخزن مایع مبرد (رسیور) وجود دارد. در سیستم‌های برودتی با کندانسر آبی، قسمت پایین پوسته به‌عنوان رسیور عمل می‌کند.

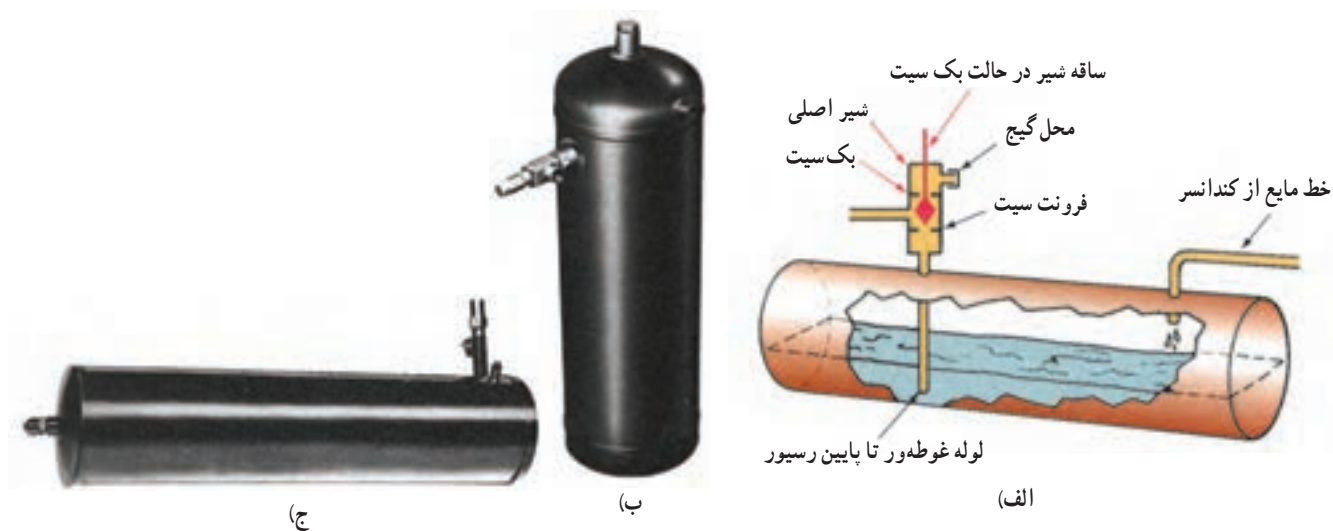
مطابق شکل ۷-۴ مخزن مایع سرمازا (رسیور) در انتهای کندانسر قرار می‌گیرد. تا در زمان کاهش بار سرمایی که به ماده سرمازای کمتری نیاز است ماده سرمازا در آن جمع شود. در این حالت سطح مایع در مخزن بالاتر می‌رود. در زمان افزایش بار سرمایی، ماده سرمازای بیشتری جریان یافته و سطح مایع در مخزن پایین می‌رود.



شکل ۷-۴- چگونگی قرارگیری رسیور در دستگاه سردکننده

به طرف شیر انبساط بفرستند. در شکل ۷-۵ الف اگر شیر در حالت فرونت سیت باشد مایع از رسیور خارج نمی‌شود، در حالی که شیر بک سیت است راه خروج مایع باز است.

رسیورها استوانه‌ای شکل بوده و در دو نوع افقی و عمودی ساخته و نصب می‌شوند (شکل ۷-۵). نوع افقی معمولاً زیر قاب موتور کمپرسور و نوع عمودی در کنار کندانسر و کمپرسور روی شاسی واحد تقطیر نصب می‌شوند. خروج مایع مبرد در هر دو نوع مخزن، از قسمت پایین انجام می‌شود تا بتواند مایع مبرد خالص را



شکل ۵-۷- رسیور افقی و عمودی

۷-۳- فیلتر درایر^۱

فیلتر درایر وسیله‌ای است که مواد خارجی را از مبرد می‌گیرد. این مواد خارجی می‌تواند خاک، روان‌ساز لچیم کاری، رطوبت و اسید تولید شده به وسیله رطوبت باشد. گرفتن مواد خارجی و رطوبت توسط مواد مختلف فشرده شده در داخل درایر انجام می‌گیرد. آلومینای فعال شده^۲، سلیکاژل^۳ مواد رطوبت‌گیر متداول مورد استفاده در فیلتر درایر می‌باشند. یک توری ریز در خروجی فیلتر درایر قرار می‌گیرد تا از گردش ناخالصی‌ها در سیستم جلوگیری شود. فیلتر درایر به دو صورت دائمی و با هسته قابل تعویض عرضه می‌شوند.

شکل ۶-۷ یک سری از فیلتر درایرهای کوچک را که در سیستم‌های کم ظرفیت قابل استفاده هستند نشان می‌دهد. فیلترهای درایر در خط مایع بعد از کندانسر و رسیور و قبل از لوله مویین یا شیر انبساط نصب می‌شوند.

شکل ۷-۷ یک فیلتر درایر بزرگ را که در محدوده ظرفیت ۲ تا ۱۵ تن تبرید به کار می‌رود نشان می‌دهد.

برای سیستم‌های بزرگ از فیلتر درایر با هسته قابل تعویض استفاده می‌شود (شکل ۸-۷- الف). قطعات داخلی یک فیلتر



شکل ۶-۷- فیلتر درایر قابل استفاده در سیستم‌های تبرید کوچک

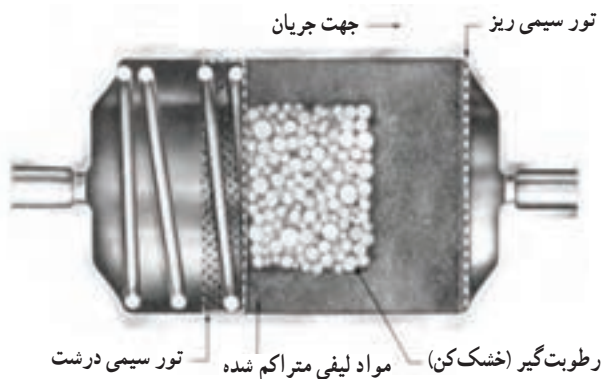
درایر با دو عدد هسته رطوبت‌گیر (کور درایر) در شکل ۸-۷- ب نشان داده شده است.

۱- Filter Drier

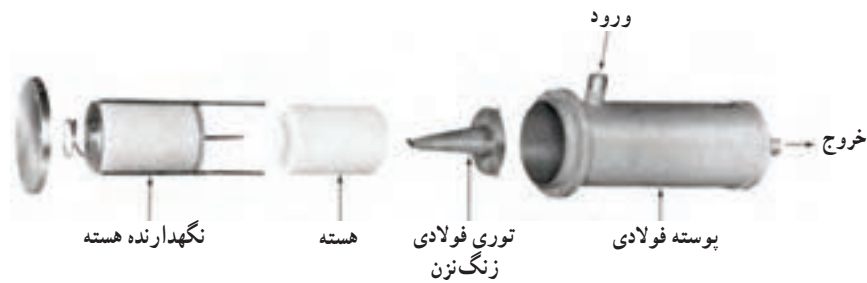
۲- Silica Gel

۲- Activated alumina

۳- Coredrier



شکل ۷-۷- فیلتر درایر خط مایع قابل استفاده در ظرفیت های ۲ تا ۱۵ تن تبرید



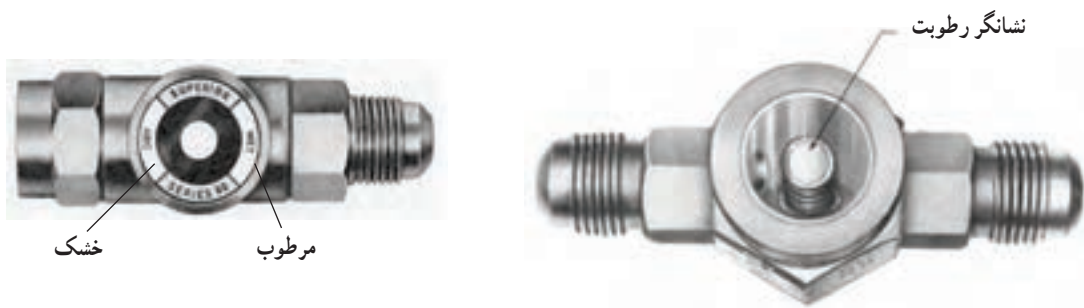
ب) اجزای فیلتر درایر
شکل ۷-۸- فیلتر درایر

۷-۴- سایت گلاس (شیشه رویت)^۱

رطوبت داخل سیستم را نیز نشان می دهند. نشانگر رطوبت در وسط شیشه سایت گلاس نصب می شود. وجود رطوبت در سیستم با تغییر رنگ «نشانگر رطوبت» مشخص می شود. مثلاً رنگ آبی نشان دهنده نبودن رطوبت و رنگ زرد نشان دهنده وجود رطوبت در سیستم است. (شکل ۷-۹)

سایت گلاس در خط مایع درست قبل از شیر انبساط و بعد از هر وسیله جانبی دیگر خط مایع، نصب می شود. اگر مبرد داخل سایت گلاس به صورت حباب دار و سفید باشد نشانه آن است که مقدار مایعی که عبور می کند کم است. بیشتر سایت گلاس ها

۱- sight glass

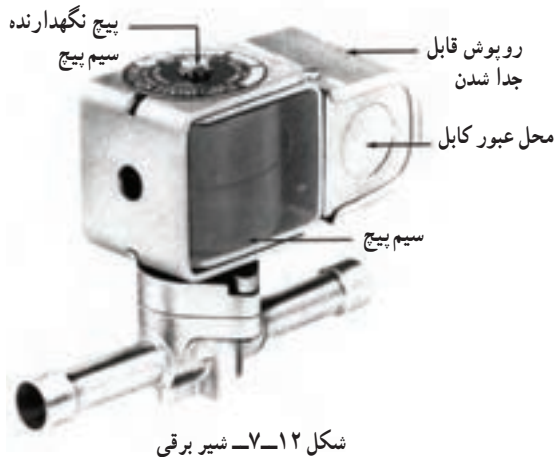


شکل ۹-۷- سایت گلاس (شیشه رویت)

۷-۵- شیر برقی

عموماً شیرهای برقی در یک سیستم تبرید بین رسیور و شیر انبساط نصب می‌شوند در این موقعیت به نام شیر برقی خط مایع^۱ نامیده می‌شود. شکل ۱۲-۷ نمای ظاهری یک شیر برقی را نشان می‌دهد.

شیر برقی وسیله‌ای است که برای باز و بسته کردن مسیر مایع مبرد در اثر فرمان ترموستات به کار می‌رود. شیر برقی از یک کوئل الکتریکی (سیم پیچ) و یک مغزی فلزی و بدنه تشکیل شده است. وقتی که انرژی الکتریکی به سیم پیچ اعمال می‌شود یک میدان مغناطیسی در اطراف آن ایجاد شده که باعث حرکت مغزی فلزی داخل سیم پیچ می‌شود (شکل ۱۰-۷).



شکل ۱۲-۷- شیر برقی



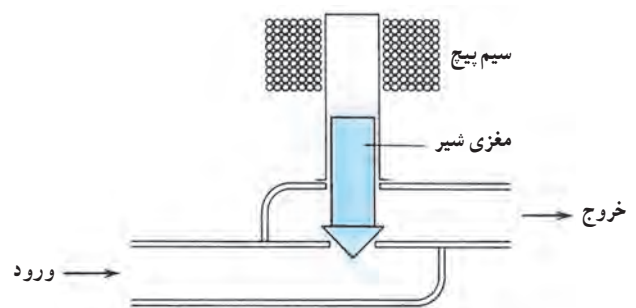
شکل ۱۰-۷- سیم پیچ به علاوه هسته فلزی شیر برقی

۷-۶- مبدل گرمایی^۲

در سیستم‌های پرودتی بیش سرد شدن مایع در ورود به شیر انبساط موجب افزایش راندمان اوپراتور می‌شود و همچنین بیش گرم شدن بخار مبرد در خروجی اوپراتور از ورود مایع به کمپرسور جلوگیری می‌نماید. برای بیش سرد شدن مایع مبرد و بیش گرم شدن بخار مبرد از مبدل گرمایی استفاده می‌شود. در مبدل گرمایی گاز خروجی از اوپراتور در اثر تبادل گرمایی با مایع خروجی از کندانسور بیش گرم و مایع خروجی از کندانسور بیش سرد می‌شود (شکل ۱۳-۷).

شکل ۱۱-۷ مکانیزم حرکت یک شیر برقی را نشان

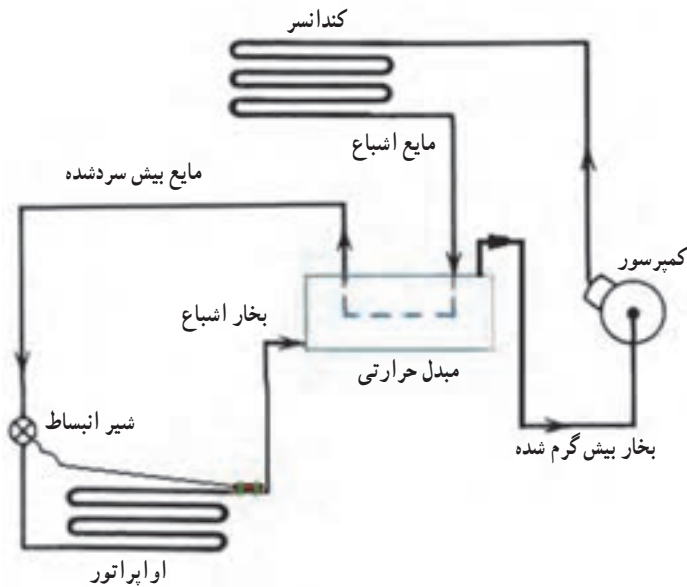
می‌دهد.



شکل ۱۱-۷- مکانیزم کار شیر برقی

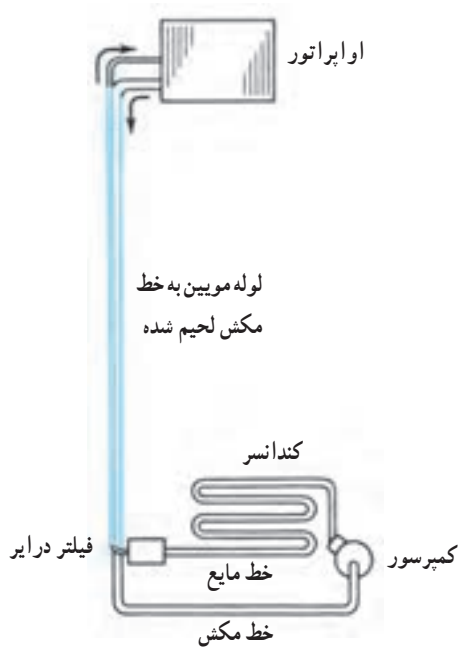
۱- Liquid line solenoid valve (LSV)

۲- Heat Exchanger

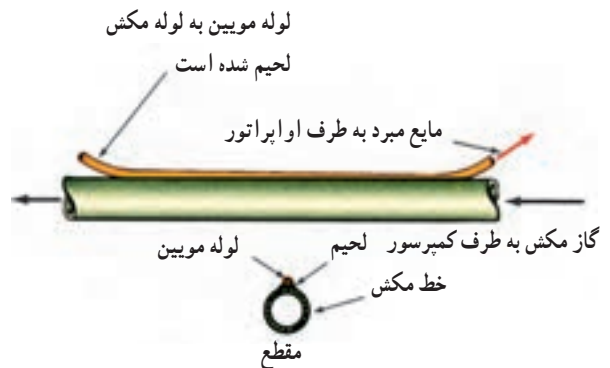


شکل ۷-۱۳- مبدل گرمایی جهت بیش سرد کردن مبرد در خط مایع و بیش گرم شدن بخار مبرد در خط مکش

در سیستم‌های کوچک خانگی مانند یخچال و یا فریزر که از لوله موئین به جای شیر انبساط استفاده می‌شود. لوله موئین را به لوله مکش لحیم می‌کنند تا تبادل گرمایی بهتری بین خط مکش و خط مایع انجام شود (شکل‌های ۷-۱۴).



ب- لحیم کاری لوله موئین به لوله خروجی اوپراتور و ایجاد یک مبدل گرمایی



الف- اتصال ساده خط مکش به خط مایع

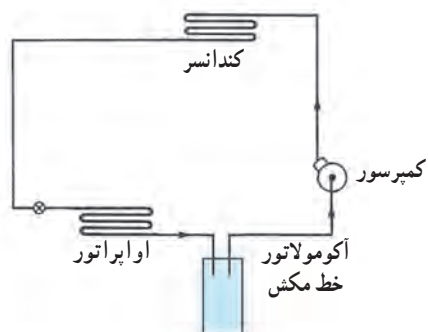
شکل ۷-۱۴- مبدل گرمایی در سیستم کوچک

مایع، جلوگیری از ورود مایع به کمپرسور است. ورود مایع از لوله مکش به داخل کمپرسور به لحاظ غیرقابل تراکم بودن آن، موجب وارد آمدن ضربات شدید از طرف پیستون به سرسیلندر،

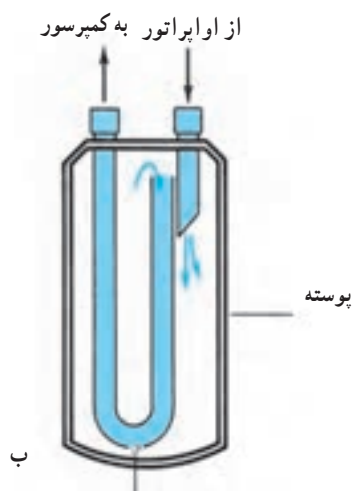
۷-۷- تله مایع مبرد (آکومولاتور)^۱

شکل ۷-۱۵ یک دستگاه آکومولاتور را نشان می‌دهد که بین اوپراتور و کمپرسور نصب شده است. هدف از نصب تله

که سطح روغن در آکومولاتور بالا می‌آید از راه این منفذ به داخل لوله مکش نفوذ کرده و به سمت کمپرسور برگشت می‌شود.



شکل ۱۵-۷- آکومولاتور در خط مکش نصب شده و مانع از رسیدن مایع مبرد به کمپرسور می‌شود.



وقتی سطح روغن بالا می‌آید این سوراخ امکان برگشت روغن به کمپرسور را فراهم می‌کند.

شکل ۱۶-۷- الف) آکومولاتور خط مکش ب) شکل شماتیک آکومولاتور

که شکستن سوپاپ‌ها و سرسیلندر و ترکیدگی خود پیستون و خرابی‌های دیگری را به همراه دارد.

در شرایطی که ماده مبرد خروجی از شیر انبساط بیشتر از ظرفیت اوپراتور باشد. در خروجی اوپراتور با مایع مبرد مواجه می‌شویم در این شرایط مایع مبرد خارج شده از اوپراتور در آکومولاتور به تله خواهد افتاد و درحالی که از طریق پوسته تله، جذب گرما می‌کند به تدریج تبخیر خواهد شد.

شکل‌های ۱۶-۷ یک آکومولاتور خط مکش و برش خورده آن را نشان می‌دهند.

منفذ کوچکی در قسمت ته لوله U شکل وجود دارد وقتی



الف

اطمینان و کندانسر نصب گردد. شکل ۱۷-۷ شیر اطمینان و برش خورده آن را نشان می‌دهد.

۷-۹- درپوش‌های ذوب‌شونده^۲

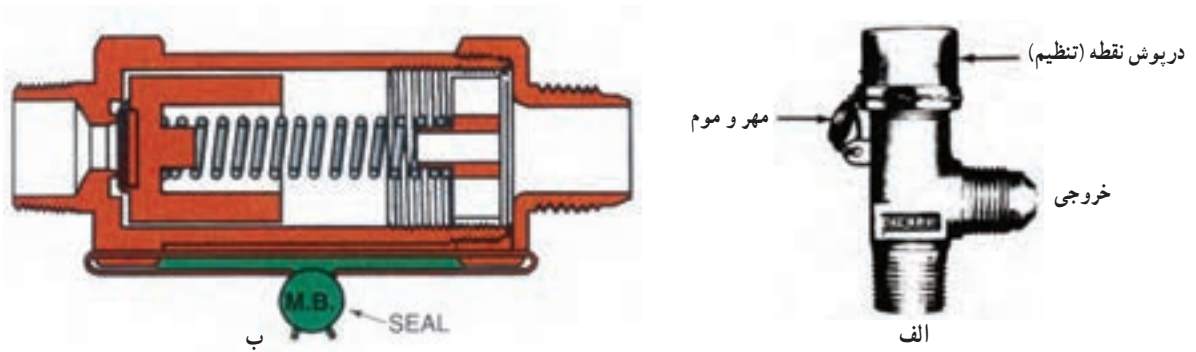
درپوش‌های ذوب‌شونده یکی دیگر از وسایل ایمنی است که عموماً روی کندانسر یا رسیور نصب می‌شوند (شکل ۱۸-۷). این درپوش‌ها نظیر درپوش‌های استاندارد می‌باشند به جز این که

۷-۸- شیر اطمینان کندانسر^۱

شیرهای اطمینان ظروف و مخازن را در فشار بالاتر از فشار طراحی محافظت می‌کنند. استفاده از این شیرها در اغلب استانداردهای معتبر توصیه شده است. در پوسته کندانسری که برای فشار ۲۰ اتمسفر طراحی شده است، اعمال فشار بیش از حد باعث گسیختگی و انفجار می‌شود. معمولاً محل نصب شیر اطمینان روی پوسته کندانسر می‌باشد و نباید قطع‌کننده‌ای بین شیر

۱- Relief valve

۲- Fusible caps



شکل ۱۷-۷ الف) شیر اطمینان (ب) برش خورده شیر اطمینان

آن است. شیر سرویس مکش به علت عبور گاز مبرد با فشار کم، بزرگ تر می باشد زیرا بایستی حجم بیشتری از گاز را عبور دهد درحالی که شیر سرویس رانش که گاز با فشار زیاد و مترکمتری را عبور می دهد کوچک تر است.

با وجود این شیرها، انجام سرویس و تعمیر در سیستم های سردکننده به سهولت انجام می گیرد. ساختمان شیرهای سرویس به تعمیرکار آن کمک می کند تا انجام عملیاتی مانند وکیوم، شارژ گاز، شارژ روغن، جدا کردن کمپرسور برای تعمیر راحت تر انجام دهند. در شکل ۱۹-۷ یک نمونه شیر سرویس و ساختمان داخلی آن نشان داده شده است.

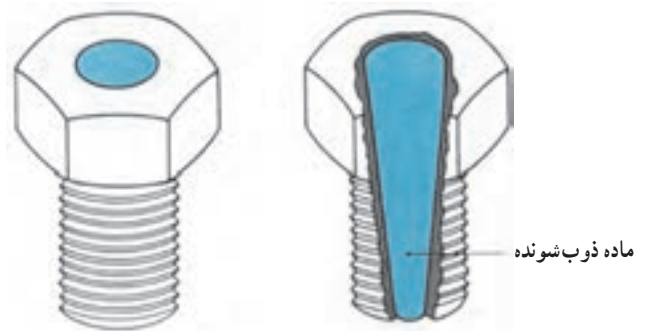
۱۱-۷- هیتر کارتر کمپرسور^۲

هیتر کارتر یک گرمکن الکتریکی است که برای گرم کردن محفظه میل لنگ (کارتر) استفاده می شود.

هدف از کاربرد هیتر این است که دمای کارتر را به اندازه کافی گرم نگه داریم تا از حل شدن مقدار قابل ملاحظه ماده مبرد در روغن جلوگیری شود. در غیر این صورت وقتی کمپرسور راه اندازی می شود مایع مبردی که در روغن حل شده است تغییر حالت ناگهانی (فلاش) می کند و مخلوط روغن و مبرد به صورت کف درآمده و مقدار زیادی روغن به همراه ماده سرمازا کمپرسور را ترک می کند. چند نوع هیتر کارتر در شکل ۲۰-۷ نشان داده شده است.

وسط درپوش ها در طول، سوراخ شده و موادی را داخل آن ها ذوب کرده اند. دماهای استاندارد برای درپوش های ذوب شونده 72°C ، 100°C ، 135°C می باشد. اعمال دماهای بیشتر از مقادیر فوق باعث ذوب شدن مواد داخل درپوش شده و مسیر مبرد به هوای بیرون باز می شود تا صدمات جدی بر سیستم وارد نیاید.

لازم است دقت شود که هیچ وقت درپوش های ذوب شونده با درپوش های معمولی تعویض نگردد.

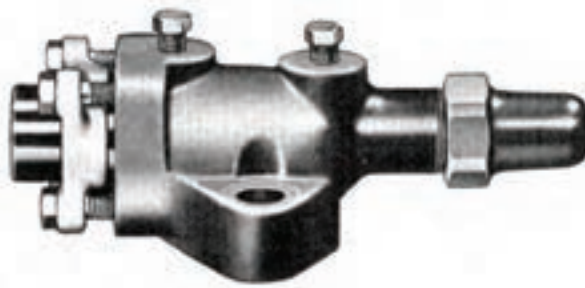


شکل ۱۸-۷ درپوش ذوب شونده

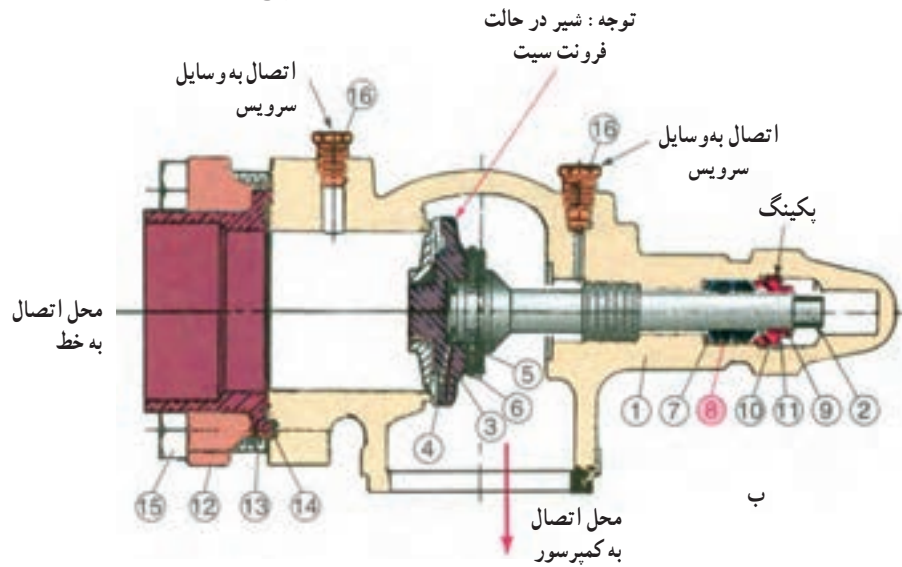
۱۰-۷- شیرهای سرویس رانش و مکش کمپرسور

این شیرها در قسمت ورود و خروج گاز مبرد به کمپرسور نصب می شوند. شیری که در نقطه ورود گاز به کمپرسور نصب شده است به نام شیر سرویس مکش و شیری که در محل خروج گاز از کمپرسور قرار دارد شیر سرویس رانش نامیده می شود. تنها اختلافی که بین این دو شیر سرویس وجود دارد معمولاً در اندازه

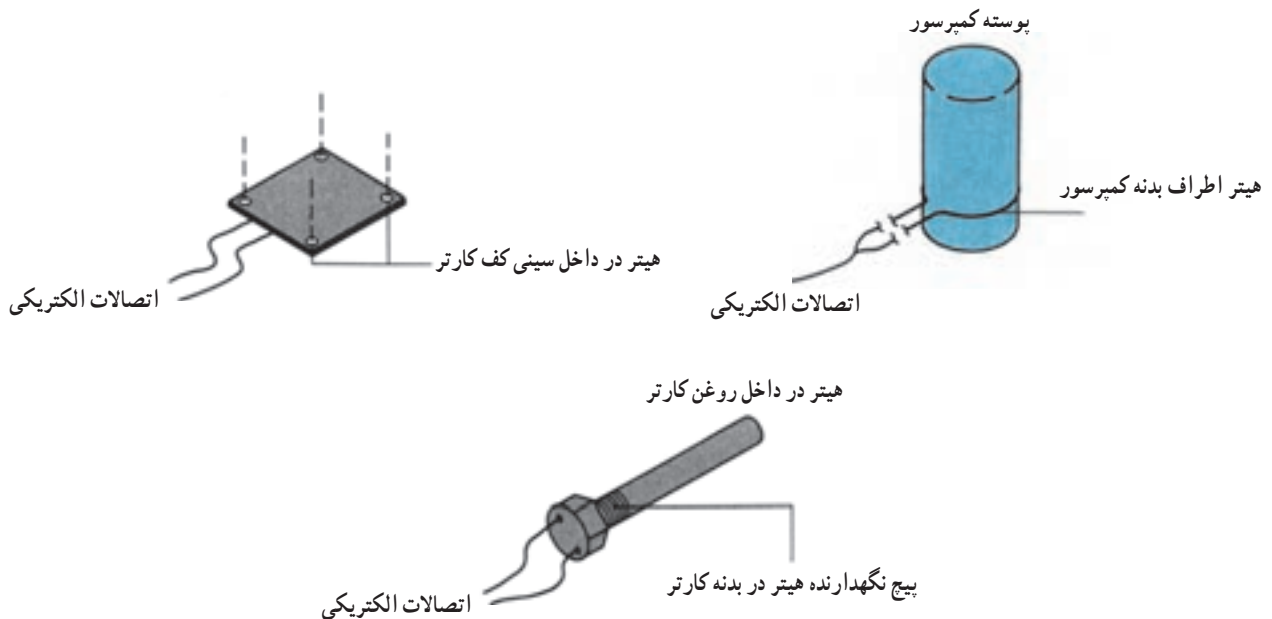
PCE NO.	DESCRIPTION	QUAN
1	BODY	1
2	STEM	1
3	SEAT DISC ASS'Y	1
4	DISC SPRING	1
5	DISC PIN	4
6	RETAINER RING	1
7	PACKING WASHER	1
8	PACKING	2*
9	PACKING GLAND	1
10	CAP	1
11	CAP GASKET	1
12	FLANGE	1
13	ADAPTER	1
14	GASKET	1
15	CAPSCREW	4
16	PIPE PLUG	2



الف



۱- بدنه ۲- ساقه ۳- نشیمن دیسک ۴- فنر دیسک ۵- بین دیسک ۶- حلقه نگهدارنده ۷- واشر پکینگ ۸- پکینگ (وسایل آب بندی)
 ۹- گلند پکینگ ۱۰- درپوش ۱۱- واشر درپوش ۱۲- فلنج ۱۳- آداپتور ۱۴- واشر ۱۵- پیچ ۱۶- درپوش لوله
 شکل ۱۹-۷ الف) شیر سرویس ب) برش خورده شیر سرویس



شکل ۲۰-۷ چند نوع هیتر روغن کارتر کمپرسور

هیتر می‌تواند در صفحه زیرین کمپرسور یا به صورت کمربند دور بدنه باشد و یا این که با استفاده از یک غلاف داخل کارتر رفته و مستقیماً روغن مبرد را گرم می‌کند. برای کنترل هیتر بایستی طوری عمل شود که در زمان خاموشی کمپرسور هیتر انرژی دار شده و کار کند و در زمان استارت کمپرسور از مدار خارج شود. سازندگان کمپرسور اغلب سفارش می‌کنند که هیتر ۲۴ ساعت قبل از کمپرسور وارد مدار شود و روغن را گرم کند تا از عدم وجود مبرد حل شده داخل روغن مطمئن شوند.

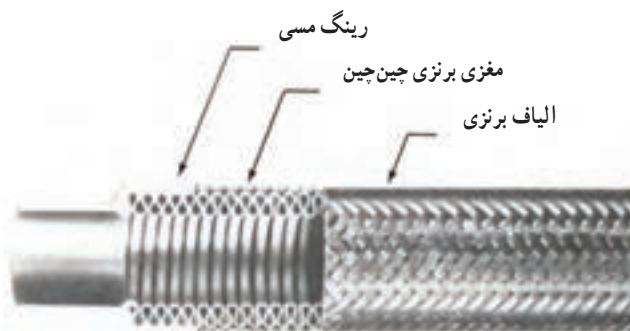
صحيح نصب شوند تا از به تله افتادن مقدار زيادی روغن در اثر کاهش سرعت گاز داغ جلوگیری شود. چنانچه در شکل دیده می‌شود برای جلوگیری از جمع شدن روغن در داخل صدا خفه‌کن اتصالات ورود و خروج، خارج از مرکز در نظر گرفته شده است. زمانی که قرار باشد موفلر در خط افق نصب شود بایستی اتصالات ورود و خروج آن در قسمت پایین قرار بگیرد. برای نصب در خط‌های قائم، جهت جریان مبرد در داخل موفلر حتماً به سمت پایین باشد.

۱۳-۷- لرزه گیر^۲

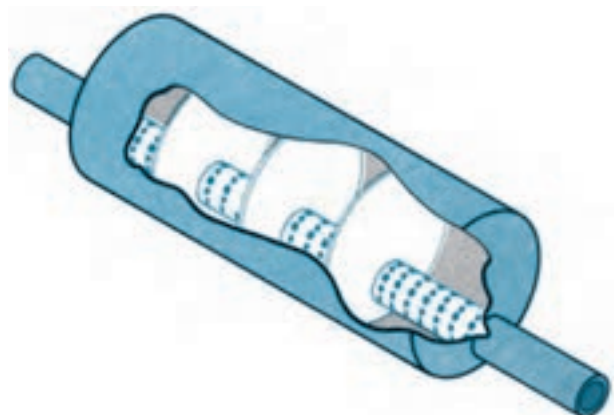
لرزه گیرها وسایلی هستند که مانع از انتقال لرزش کمپرسور به لوله‌های سیستم تبرید می‌شوند شکل‌های ۷-۲۲ و ۷-۲۳ نشان‌دهنده لرزه گیر و موقعیت نصب آن در سیستم تبرید است. مزیت استفاده از لرزه گیر در کاهش صدا و جلوگیری از بزرگ شدن نشست‌های ریز احتمالی در اتصالات می‌باشد. لرزه گیرها در اولین قسمت ممکن روی لوله‌های رانش و مکش کمپرسور نصب می‌شوند و ضمناً پس از لرزه گیر، لوله به‌طور مناسب و محکم با بست ثابت می‌شود تا لرزش کمپرسور به قسمت‌های دیگر غیر از یونیت منتقل نشود.

۱۲-۷- صدا خفه‌کن^۱

به همان دلیل که در اتومبیل‌ها برای کاهش صدای موتور از انباره آگزوز استفاده می‌شود بعضی مواقع در سیستم‌های تبرید نیز از صدا خفه‌کن یا موفلر استفاده می‌شود. صدا خفه‌کن‌ها می‌توانند در داخل یا خارج پوسته کمپرسور نصب گردند. بعضی از کارخانجات سازنده صدا خفه‌کن را در خط رانش در داخل پوسته کمپرسور جاسازی و نصب می‌کنند و نیز می‌توان صدا خفه‌کن را به صورت مجزا در خارج کمپرسور روی خط رانش نصب کرد. شکل ۷-۲۱ یک دستگاه صدا خفه‌کن را نشان می‌دهد. وقتی که گاز داغ از داخل صدا خفه‌کن عبور می‌کند سطح صدا پایین می‌آید. صدا خفه‌کن‌ها در خط رانش کمپرسور باید به صورت



شکل ۷-۲۲- لرزه گیر



شکل ۷-۲۱- شکل برش خورده یک موفلر (صدا خفه‌کن)



شکل ۲۳-۷- نحوه اتصال لرزه گیر در خط مکش و رانش کمپرسور



۱۴-۷- پرسش و تمرین

پرسش‌های چهارگزینه‌ای

- ۱- کدام یک بین کمپرسور و کندانسر نصب می‌شود؟ (امتحان نهایی - شهریور ۹۰)

الف) آکومولاتور	ب) جداکننده روغن
ج) رسیور	د) فیلتر درایر
- ۲- خروج مایع مبرد از قسمت مخزن مایع سرمازا انجام می‌شود.

الف) پایین	ب) بالا
ج) کنار مخزن	د) کنار یا بالا
- ۳- تغییر رنگ "نشان دهنده" در وسط شیشه سایت گلاس مشخص کننده کدام مورد است؟

الف) وجود روغن	ب) کمبود مایع مبرد
ج) افزایش فشار	د) وجود رطوبت
- ۴- محل نصب آکومولاتور کجاست؟ (امتحان نهایی - خرداد ۹۰)

الف) بین کمپرسور و اواپراتور	ب) بین کمپرسور و کندانسر
ج) بین کندانسر و شیر انبساط	د) قبل از اواپراتور
- ۵- علت استفاده از هیتر در کارتر کمپرسور چیست؟ (امتحان نهایی - شهریور ۹۰)

الف) جلوگیری از غلیظ شدن روغن	ب) تبخیر رطوبت موجود در روغن
ج) جلوگیری از حل شدن مبرد در روغن	د) جلوگیری از آزاد شدن موم روغن

پرسش‌های درست و نادرست

- ۶- مخزن رسیور در انتهای اواپراتور نصب می‌شود.

درست <input type="checkbox"/>	نادرست <input type="checkbox"/>
-------------------------------	---------------------------------
- ۷- فیلتر درایر در خط مایع بعد از کندانسر و رسیور و قبل از لوله موین نصب می‌شود.

درست <input type="checkbox"/>	نادرست <input type="checkbox"/>
-------------------------------	---------------------------------
- ۸- سایت گلاس در خط مایع قبل از شیر انبساط و بعد از هر وسیله جنبی دیگر خط مایع نصب می‌شود.

درست <input type="checkbox"/>	نادرست <input type="checkbox"/>
-------------------------------	---------------------------------
- ۹- در یخچال، لوله موین را به لوله مکش لحیم می‌کنند تا روغن از مبرد جدا شود.

درست <input type="checkbox"/>	نادرست <input type="checkbox"/>
-------------------------------	---------------------------------
- ۱۰- ورود مایع مبرد به کمپرسور سبب شکستن سوپاپ‌های کمپرسور می‌شود.

درست <input type="checkbox"/>	نادرست <input type="checkbox"/>
-------------------------------	---------------------------------
- ۱۱- هیتر کارتر کمپرسور در زمان خاموشی کمپرسور نبایستی خاموش باشد.

درست <input type="checkbox"/>	نادرست <input type="checkbox"/>
-------------------------------	---------------------------------

- ۱۲- لرزه گیرها در اولین قسمت ممکن بر روی لوله های رانش و مکش کمپرسور نصب می شوند.
 درست نادرست

پرسش های کامل کردنی

- ۱۳- در سیستم های بزرگ از فیلتر درایر با استفاده می شود.
 ۱۴- شیر برقی در سیستم تبرید بین و نصب می شود.
 ۱۵- هدف از نصب تله مایع جلوگیری از ورود مایع به است.
 ۱۶- معمولاً شیر انبساط بر روی نصب می شود.
 ۱۷- مزیت استفاده از کاهش صدا و جلوگیری از بزرگ شدن نشت های ریز احتمالی در اتصالات است.
 ۱۸- اگر مبرد در داخل سایت گلاس به صورت باشد، نشانه کمبود مایع مبرد است. (امتحان نهایی - دی ۸۹)

واژه مناسب جاهای خالی سوالات ۱۹ تا ۲۳ را بنویسید.

- «بیش سرد نمودن - بیش گرم نمودن - شیر انبساط - رطوبت گیر - رسیور - درپوش ذوب شونده - شیر سرویس»
 ۱۹- در سیستم های برودتی با کندانسر آبی، قسمت پایین پوسته به عنوان عمل می کند.
 ۲۰- سایت گلاس درست قبل از نصب می شود.
 ۲۱- از مبدل گرمایی برای بخار مبرد استفاده می شود.
 ۲۲- یکی از وسایل ایمنی است که بر روی کندانسر یا رسیور نصب می شود.
 ۲۳- وسایلی مانند به تعمیر کاران کمک می کند تا شارژ گاز راحت تر انجام شود.

پرسش های تشریحی

- ۲۴- علت به کارگیری تجهیزات جانبی دستگاه های سردکننده چیست؟
 ۲۵- هدف از نصب جداکننده روغن در سیستم های تبرید را بیان کنید.
 ۲۶- علت جدا شدن روغن از ماده مبرد را در یک جداکننده روغن، توضیح دهید.
 ۲۷- نحوه برگشت روغن به داخل کارتر کمپرسور را از یک جداکننده روغن بیان کنید.
 ۲۸- علت نصب رسیور در سیستم های تبرید را شرح دهید.
 ۲۹- علت نصب فیلتر درایر را بنویسید.
 ۳۰- از آلومینای فعال شده و سلیکاژل در داخل کدام یک از وسایل سیستم تبرید استفاده می شود؟ (امتحان نهایی - شهریور ۸۹)
 ۳۱- سایت گلاس چیست و محل نصب آن را در سیستم تبرید ذکر کنید.
 ۳۲- شیر برقی چیست؟
 ۳۳- قسمت های مختلف شیر برقی را ذکر کنید.

- ۳۴- علت نصب مبدل حرارتی در سیستم‌های تبرید را بنویسید.
- ۳۵- در سیستم‌های برودتی کم ظرفیت (یخچال‌های خانگی) نحوه نصب مبدل حرارتی را بیان کنید.
- ۳۶- در یک تله مایع مبرد، روغن مبرد نیز به تله خواهد افتاد؛ نحوه برگشت روغن به داخل کمپرسور را توضیح

دهید

- ۳۷- علت نصب درپوش‌های ذوب شونده را بنویسید.
- ۳۸- محل نصب شیرهای سرویس رانش و مکش و مشخصات هر شیر را بنویسید.
- ۳۹- محل نصب صدا خفه‌کن و علت نصب آن را در سیستم‌های تبرید توضیح دهید.
- ۴۰- نحوه نصب صدا خفه‌کن در شرایط افقی و عمودی را شرح دهید.

فصل هشتم



مواد سرمازا و روغن‌ها

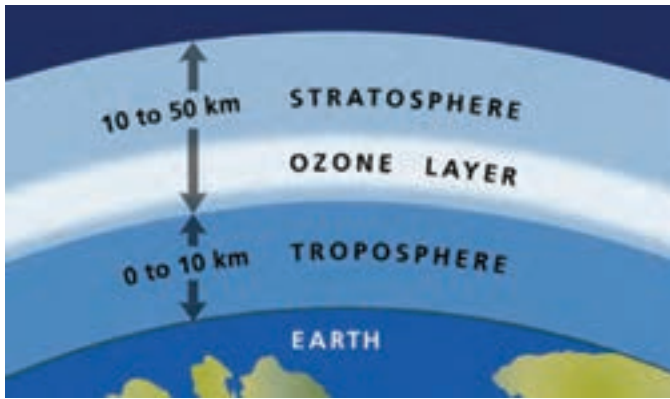
- پس از پایان آموزش این فصل هنرجو باید بتواند :
- ۱- تأثیر مواد سرمازا بر محیط زیست را شرح دهد.
 - ۲- اثر گلخانه‌ای را توضیح دهد.
 - ۳- ضریب BDP (توانایی ضریب لایه ازن) را بیان کند.
 - ۴- مواد سرمازای هالوکربنی را توضیح دهد.
 - ۵- CFC ها، HCFC و HFC را با معرفی نمونه شرح دهد.
 - ۶- مواد سرمازای پایه معدنی را با معرفی نمونه‌ها شرح دهد.
 - ۷- روش شماره‌گذاری مواد سرمازا را توضیح دهد.
 - ۸- ویژگی‌های مواد سرمازا را شرح دهد.
 - ۹- سازگاری مواد سرمازا را شرح دهد.
 - ۱۰- رنگ کپسول مواد سرمازای متداول را معرفی کند.
 - ۱۱- سیالات کریوژنیک را معرفی کند.
 - ۱۲- هدف از کاربرد روغن‌ها را در سیستم تبرید توضیح دهد.
 - ۱۳- ویژگی‌های روغن مورد استفاده در سیستم تبرید را توضیح دهد.
 - ۱۴- انواع روغن‌های مورد استفاده در سیستم تبرید را معرفی کند.

۸- مواد سرمازا و روغن‌ها

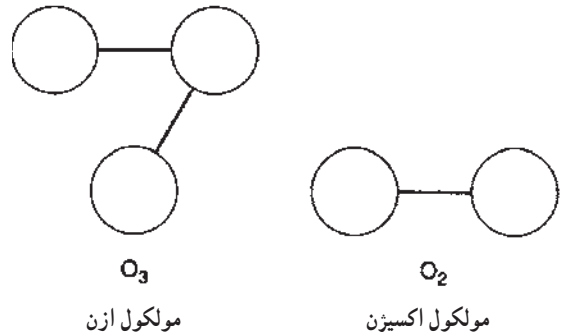
- در یک سیستم سردکننده سیالی که به طور پیوسته گرما را در اوپراتور جذب و از کندانسور دفع نماید ماده سرمازا (مبرد) نامیده می‌شود.
- ۳ اتم اکسیژن است (O_3) و مولکول اکسیژن که ما تنفس می‌کنیم دو اتم اکسیژن دارد (شکل ۸-۱).
- گاز ازن در لایه‌های بالای جو زمین و در ۱۳ تا ۴۸ کیلومتری بالای سطح زمین قرار دارد که این لایه از رسیدن پرتوهای ماوراء بنفش خورشید به سطح زمین جلوگیری می‌کند (شکل ۸-۲).
- نور خورشید مولکول ازن (O_3) را شکسته و آن را به ازن شکلی خاص از اکسیژن است که مولکول‌های آن شامل

۸-۱- مواد سرمازا و محیط زیست

ازن شکلی خاص از اکسیژن است که مولکول‌های آن شامل



شکل ۲-۸ - لایه‌های جو زمین



شکل ۱-۸ - مولکول ازن و اکسیژن

حیوانات، ضعف سیستم ایمنی انسان و کاهش زندگی گیاهی و دریایی می‌شود (شکل ۳-۸). براساس توافقنامه مونترال کانادا، مواد شیمیایی دارای کلر و برم و حلال‌ها (مانند مواد دمش فوم، حشره‌کش‌های خاص، مواد اطفاء حریق) طبق برنامه زمان‌بندی خاصی از رده‌ی مصرف خارج می‌شوند.

قابل توجه است که تعدادی از مبردها باعث افزایش دمای کره زمین می‌شوند که به آن‌ها گازهای گلخانه‌ای گفته می‌شود.

۲-۸ - اثر گلخانه‌ای

اثر گلخانه‌ای چیست؟ گازهای گلخانه‌ای چه گازهایی

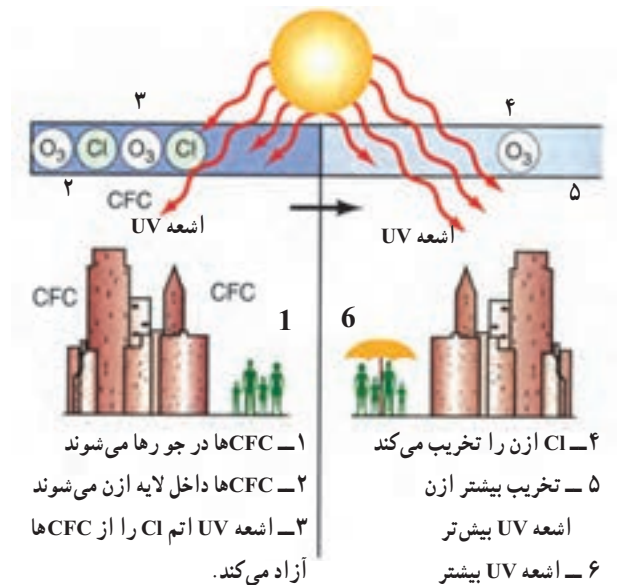
هستند؟

به مجموعه‌ای از گازها که مقداری از انرژی خورشید را در جو نگه می‌دارند و باعث گرم شدن جو می‌شوند، گازهای گلخانه‌ای می‌گویند. بخار آب (H_2O)، دی‌اکسید کربن (CO_2)، دی‌اکسید نیتروژن (NO_2) و متان (CH_4) گازهای گلخانه‌ای هستند. اگر این گازها نبودند انرژی گرمایی خورشید مجدداً به فضا برمی‌گشت و هوای زمین ۳۳ درجه سلسیوس سردتر از هوای فعلی می‌شد.

اثر گلخانه‌ای به افزایش دمای زمین در اثر وجود گازهای گلخانه‌ای در جو زمین گفته می‌شود.

آیا می‌دانید چرا به این گازها، گازهای گلخانه‌ای می‌گوییم؟ گلخانه یک اتاق شیشه‌ای است که نور خورشید از شیشه‌های آن به داخل می‌تابد و هوای گلخانه را گرم می‌کند، اما

مولکول اکسیژن (O_2) و یک اکسیژن آزاد (O) تبدیل می‌کند. در همان زمان از طریق فتوسنتز و ترکیب مولکول اکسیژن (O_2) با یک اکسیژن آزاد دیگر (O) ازن بیشتری تولید می‌شود، ازن به طور دائمی ساخته شده و در لایه فوقانی جو تخریب می‌شود و این موازنه میلیون‌ها سال است که ادامه دارد. ترکیبات شیمیایی کلردار ساخت بشر این روند دقیق را از موازنه خارج کرده است. یک مولکول کلردار می‌تواند تعداد زیادی مولکول ازن را از بین برده و باعث شود اشعه ماوراء بنفش بیشتری به زمین برسد و این اشعه برای انسان‌ها، حیوانات و گیاهان خطرناک است و سبب افزایش سرطان‌های پوست، افزایش آب مروارید در انسان‌ها و



شکل ۳-۸ - تخریب لایه ازن توسط ترکیبات کلردار

گیاهان و جانوران نتوانیم گرمای آن را تحمل کنیم. در ۱۰۰ سال گذشته دمای کره زمین ۴/۰ درجه سلسیوس زیادت‌ر شده است و همین امر دانشمندان را نگران کرده است.

۳-۸- ضریب ODP^۱

این ضریب توانایی مادهٔ سرمازا در تخریب لایه ازن را مشخص می‌کند. مواد سرمازای R-۱۱ و R-۱۲ با داشتن اثر تخریبی بیشتر لایه ازن دارای ODP=۱ بوده و سایر مواد سرمازا نسبت به آن سنجیده می‌شوند. تمامی مواد سرمازایی که دارای ODP غیر صفر می‌باشند باید به تدریج از چرخه بازار مصرف خارج شوند.

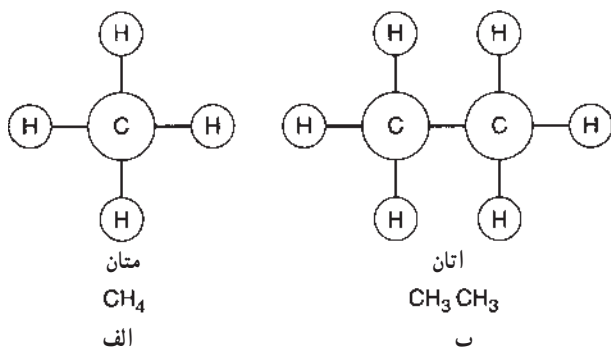
در جدول ۴-۸ نام چند ماده سرمازا با فرمول شیمیایی و مقدار ODP با درجه ایمنی آورده شده است.

شیشه‌های گلخانه اجازه نمی‌دهند این هوای گرم از گلخانه خارج شود، هوایی که در اطراف ماست شبیه یک گلخانه است. گازهای گلخانه در جو درست مثل شیشه‌های گلخانه عمل می‌کنند. نور خورشید پس از عبور از لایه‌های گازهای گلخانه‌ای وارد جو زمین می‌شود. زمانی که نور خورشید به سطح زمین می‌رسد مقداری از انرژی گرمایی آن توسط خاک، آب و سایر موجودات جذب می‌شود، مقداری هم در جو زمین می‌ماند و باقیمانده آن به فضا برمی‌گردد. اگر مقدار گازهای گلخانه‌ای در جو از حد طبیعی بالاتر باشد، انرژی کمتری به فضا برمی‌گردد، در نتیجه جو زمین گرم‌تر می‌شود و به دنبال آن دمای کره زمین بالا می‌رود.

اثر گلخانه‌ای، کره زمین را به اندازه‌ای گرم نگه می‌دارد که ما انسان‌ها بتوانیم بر روی آن زندگی کنیم، اما اگر اثر گلخانه‌ای شدت یابد ممکن است دمای زمین به قدری زیاد شود که ما و بقیه

جدول ۴-۸ - نام، فرمول شیمیایی، ODP و کلاس ایمنی تعدادی از مواد سرمازا

نام مبرد	فرمول شیمیایی مبرد	مقدار ODP	کلاس ایمنی
R-۱۱	CCl _۲ F	۱/۰	A _۱
R-۱۲	CCl _۲ F _۲	۱/۰	A _۱
R-۱۱۳	CCl _۲ FCClF _۲	۰/۸	A _۱
R-۱۱۴	CClF _۲ CClF _۲	۱/۰	A _۱
R-۱۱۵	CClF _۲ CF _۲	۰/۶	A _۱
R-۵۰۰	CFC-۱۲(۷۳/۸٪)/HFC-۱۵۲a(۲۶/۲٪)	۰/۷۴	A _۱
R-۵۰۲	HCFC-۲۲(۴۸/۸٪)/CFC-۱۱۵(۵۱/۲٪)	۰/۳۳	A _۱
R-۲۲	CHClF _۲	۰/۰۵	A _۱
R-۱۲۳	CHCl _۲ CF _۲	۰/۰۲	B _۱
R-۱۲۴	CHClFCF _۲	۰/۰۲	A _۱
R-۱۴۲b	CH _۲ CClF _۲	۰/۰۶	A _۱
R-۱۲۵	CHF _۲ CF _۲	۰	A _۱
R-۱۳۴a	CF _۲ CH _۲ F	۰	A _۱
R-۱۵۲a	CH _۲ CHF _۲	۰	A _۲



C=کربن
H=هیدروژن

شکل ۵-۸ - مولکول اتان و متان

هرگاه تعدادی از اتم‌های هیدروژن (H) از ساختار مولکولی اتان یا متان برداشته شوند و اتم‌های کلر (Cl) یا فلور (F) یا هردو جایگزین آنها شوند مولکول‌های جدیدی ایجاد می‌شود که به آنها مواد سرمازای هالوکربنی گویند.

شکل‌های ۶-۸ و ۷-۸ چگونگی ساخت مواد سرمازای

هالوکربنی^۱ را نشان می‌دهد.

مواد سرمازای هالوکربنی به سه گروه CFC ها، HCFC ها و

HFC ها تقسیم می‌شوند.

۱- CFC ها (کلروفلورو کربن‌ها): در این گروه به جای

در استاندارد ANSI مواد مبرد از لحاظ سمی بودن در دو کلاس A و B دسته‌بندی شده‌اند. کلاس A شامل مبردهایی است که درجه سمی بودن آن‌ها پایین است و کلاس B شامل مبردهایی است که درجه سمی بودن آن‌ها بالا است و همچنین مبردها به لحاظ قابلیت اشتعال در سه کلاس ۱، ۲ و ۳ قرار داده شده‌اند.

بنابراین مبردها به لحاظ ایمنی به قرار زیر دسته‌بندی

شده‌اند:

A۱ درجه سمی پایین و غیر قابل اشتعال

A۲ درجه سمی پایین و قابلیت اشتعال کم

A۳ درجه سمی پایین و قابلیت اشتعال بالا

B۱ درجه سمی بالا و غیر قابل اشتعال

B۲ درجه سمی بالا و قابلیت اشتعال کم

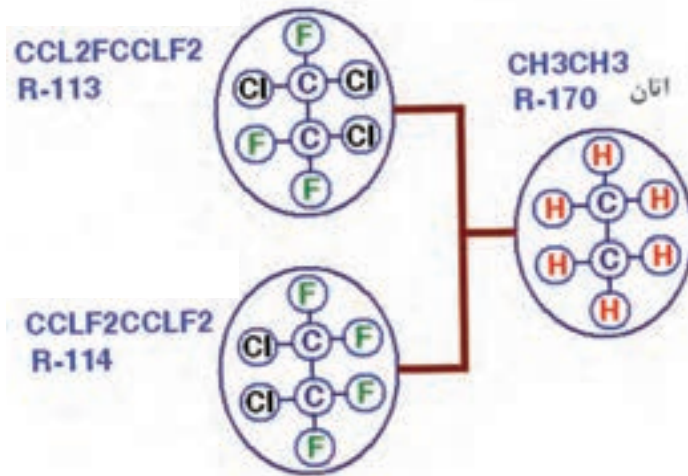
B۳ درجه سمی بالا و قابلیت اشتعال بالا

۴-۸ - مواد سرمازای هالوکربنی

مواد سرمازای هالوکربنی، اغلب از دو مولکول متان و اتان

ساخته شده‌اند. این دو مولکول شامل هیدروژن و کربن می‌باشند و

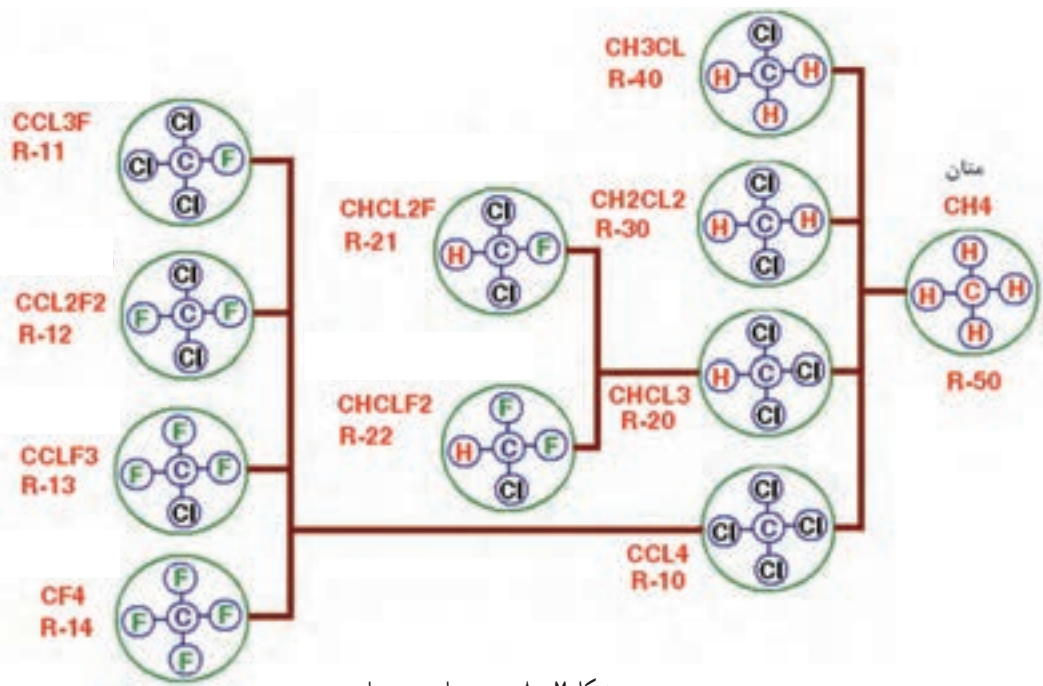
به آن‌ها هیدروکربن خالص می‌گویند (شکل ۵-۸).



شکل ۶-۸ - مبردهای سرد اتان

۱- عناصر گروه ۱۷ (اصلی) جدول تناوبی یعنی فلور (F)، کلر (Cl)، برم (Br)، ید (I) و استاتین را هالوژن‌ها می‌گویند این عناصر در حالت طبیعی دو اتمی هستند هالوژن از زبان

یونانی گرفته شده است و به معنای نمک‌زا است.



شکل ۷-۸ - مبردهای سرد متان

پاسخ: هم اتم هیدروژن و هم اتم فلوئور دارد اتم کلر ندارد پس جزء HFC ها است.

۱-۴-۸ CFC ها: این گازها وقتی به لایه فوقانی جو می‌رسند در مقابل مولکول‌های ازن واکنش نشان داده و باعث تخریب آن می‌شوند. هم چنین CFC ها در گرمای کره زمین نقش دارند و از سال ۱۹۹۵ تولید آن منع شده است و در جدول ۸-۸ مواردی از آن‌ها آمده است.

جدول ۸-۸ - CFCs

مبرد شماره	فرمول شیمیایی
R-۱۱	CCl_3F
R-۱۲	CCl_2F_2
R-۱۱۳	CCl_2FCClF_2
R-۱۱۴	$CClF_2CClF_2$
R-۱۱۵	$CClF_2CF_2$

مادهٔ سرمازای R-۱۱: در فشار جو با دمای $23/9^{\circ}C$ می‌جوشد در بعضی از خنک‌کننده‌های گریز از مرکز (کاربرد

اتم‌های هیدروژن (H)، کلر (Cl)، فلوئور (F) یا هر دو جایگزین شده‌اند اتم‌های هیدروژن در این گروه حذف شده است.

۲- HCFC ها (هیدروکلروفلوروکربن‌ها): در این گروه به جای تعدادی از اتم‌های هیدروژن، کلر، فلوئور یا هر دو جایگزین شده‌اند اتم هیدروژن تماماً حذف نشده است.

۳- HFC ها (هیدروفلوروکربن‌ها): در این گروه به جای تعدادی از اتم‌های هیدروژن، فلوئور جایگزین شده است. اتم هیدروژن تماماً حذف نشده است و این گروه بدون اتم کلر می‌باشند.

پرسش: ماده سرمازا با فرمول شیمیایی CCl_2FCF_3 جزء کدام گروه از مبردها است؟

پاسخ: در فرمول فوق اتم هیدروژن وجود ندارد کلر (Cl) و فلوئور (F) وجود دارند، پس جزء گروه CFC ها است.

پرسش: ماده سرمازا با فرمول شیمیایی CHF_2CF_2 جزء کدام گروه از مواد سرمازا است؟

پاسخ: چون دارای اتم کلر (Cl)، فلوئور (F) و هیدروژن (H) است پس جزء گروه HCFC ها است.

پرسش: ماده سرمازای با فرمول شیمیایی CHF_2CH_3 جزء کدام گروه است؟

در دستگاه‌های تهویه مطبوع و در یخچال‌های خانگی استفاده می‌شود.

رنگ کپسول آن سبز است.

ظرفیت برودتی آن ۶۰٪ بیشتر از R-۱۲ است، پس کمپرسور کوچک‌تری مورد نیاز است.

در دمای حدود ۲۲°C- در روغن حل می‌شود. بنابراین در دمای پایین باید از جداکننده روغن استفاده شود.

اگر چه کمتر از R-۱۲ به لایه ازن آسیب می‌رساند اما خدمات پس از فروش آن رو به کاهش است و تا سال ۲۰۲۰ متوقف می‌شود. در کمپرسورهای پیچی (Screw) و در دستگاه‌های با ظرفیت بیش از ۱۵ تن سرمایی از R-۱۳۴a به جای R-۲۲ استفاده می‌شود.

ضمناً R-۱۳۴a برای سیستم‌های کوچک‌تر و در سیستم‌های تبرید منازل تا جایگزینی مبرد مناسب و مقرون به صرفه به جای R-۲۲ مورد استفاده قرار می‌گیرد.

ماده سرمایی R-۴۱۰A نیز جایگزین مناسبی برای R-۲۲ است.

R-۴-۸-HFC ها: گروه سوم از گازها HFC ها می‌باشد، اتم کلر نداشته شامل هیدروژن، فلئور و اتم‌های کربن می‌باشد. لایه ازن را تخریب نکرده و در افزایش دمای کره زمین هم نقش کمتری دارد و جانشین مناسبی برای CFC ها و HCFC ها می‌باشد و تعدادی از آن‌ها در جدول ۸-۱ آمده است.

جدول ۸-۱- هیدروفلوروکربن

مبرد شماره	فرمول شیمیایی
R-۱۲۵	CHF _۲ CF _۳
R-۱۳۴a	CH _۲ FCF _۳
R-۲۳	CHF _۳
R-۳۲	CH _۲ F _۲
R-۱۴۳a	CH _۲ CF _۳
R-۱۵۲a	CH _۲ CHF _۲

دارد) و همچنین به عنوان حلال صنعتی برای تمیز کردن دستگاه‌ها استفاده می‌شود و چون در هر مولکول آن ۳ اتم کلر وجود دارد و لایه ازن را خیلی شدید تخریب می‌کند از مدت‌ها قبل استفاده آن ممنوع شده است.

ماده سرمایی R-۱۲: در سال ۱۹۲۶ اولین بار مورد استفاده قرار گرفت. در فشار جو با دمای ۳°C- به جوش می‌آید. ماده‌ای است بی‌رنگ، تقریباً بی‌بو، غیرسمی و غیرقابل اشتعال و خورنده نیست و رنگ کپسول آن سفید است. مقدار کمی آب در آن حل می‌شود. در تماس با شعله مستقیم تجزیه شده و بسیار سمی خواهد شد و در هر مولکول آن دو اتم کلر وجود دارد. اگر چه کم‌تر از R-۱۱ به لایه ازن صدمه می‌زند ولی باز هم تخریب آن زیاد بوده و تولید آن متوقف شده است^۱ و ماده سرمایی R-۱۳۴a جایگزین مناسبی برای آن می‌باشد.

R-۴-۸-HCFC ها: مقدار کمی کلر دارند و به همین دلیل در اتمسفر ثبات کمتری داشته و قدرت تخریب ازن کمتری نسبت به CFC دارند و تعدادی از آن‌ها در جدول ۸-۹ آمده است.

جدول ۸-۹-HCFC ها

مبرد شماره	فرمول شیمیایی
R-۲۲	CHClF _۲
R-۱۲۳	CHCl _۲ CF _۳
R-۱۲۴	CHClFCF _۳
R-۱۴۲b	CH _۲ CClF _۲

ماده سرمایی R-۲۲: ماده سرمایی که پایدار، غیرسمی، بدون اثر اکسیدکنندگی و غیرقابل اشتعال است. برای رسیدن به دمای پایین نیازی به کار کردن در فشار کم‌تر از جو نیست.

حلالیت آن در آب ۳ برابر R-۱۲ می‌باشد و ضرورت استفاده از رطوبت‌گیر افزایش می‌یابد. نقطه جوش آن در فشار یک اتمسفر ۴۰/۸°C- است و در دستگاه‌های تونل‌های انجماد سریع قابل استفاده است.

۱- طبق توافقنامه مونترال کانادا و به نام پروژیهی (به سوی هوای پاک) که ۱۰۸ کشور جهان آن را امضاء کرده‌اند مبنی بر حذف تدریجی CFC و HCFC و جایگزینی آن با HFC

مادهٔ سرمازای $R-134a$: با توجه به اثر تخریبی HCFCها^۱ و HCFCها بر لایه ازن مادهٔ سرمازای $R-134a$ جانشین مناسبی تشخیص داده شد. $R-134a$ به عنوان یک مبرد از خواص جانبی برخوردار است. زیرا قابلیت تخریب لایه ازن ODP در آن صفر بوده و همچنین قابلیت گرم نمودن جو زمین GWP^2 به شکل مستقیم در این ماده بسیار پایین است. یکی از شاخص‌هایی که استفاده از $R-134a$ را محدود ساخته است این است که روغن‌های معمولی، با این ماده قابل اختلاط نیستند. اما روان‌کننده‌های جدیدی طراحی شده‌اند که به سیستم $R-134a$ امکان می‌دهند تا با عمری طولانی و مؤثر کار کنند. دمای جوش $R-134a$ ، $26/15^\circ C$ - است. بنابراین در دمای بالاتر $26/15^\circ C$ - فشار اوپراتور و کندانس مثبت خواهد بود. این مبرد جانشین خوبی برای مبرد $R-12$ می‌باشد. ماده‌ای بی‌رنگ و بی‌بو است، در سیلندر $13/6$ کیلوگرمی، $22/7$ کیلوگرمی، 57 کیلوگرمی و ... در دسترس می‌باشد.

مادهٔ سرمازای $R-407$: مخلوطی از 52 درصد $R-134a$ و 25 درصد $R-125$ و 23 درصد $R-32$ می‌باشد. دارای نقطه جوش $4/5^\circ C$ - می‌باشد. اثر تخریبی بر لایه ازن ندارد و ضریب ODP آن صفر می‌باشد. جانشین مناسبی برای مبرد 22 شناخته شده است.

۵-۸- مواد سرمازای پایه معدنی

مواد سرمازایی که ساختمان شیمیایی آنها بر اساس هیدروکربن نیستند به عنوان مواد سرمازای پایه معدنی معرفی می‌شوند از جمله این مواد می‌توان از آمونیاک، آب، انیدرید کربنیک و انیدرید سولفور می‌توان نام برد.

۵-۸-۱- آمونیاک ($R-717-NH_3$): در سال ۱۸۷۳ برای اولین بار مورد استفاده قرار گرفت. تنها مادهٔ سرمازایی است که از گروه هیدروکربن‌ها نمی‌باشد و در دستگاه‌های

صنعتی، کارخانجات یخ‌سازی و بسته‌بندی به کار برده می‌شود و از ترکیب هیدروژن و ازت به دست می‌آید.

گازی است بی‌رنگ تا اندازه‌ای قابل اشتعال.

سمی است ولی نشت آن به علت بوی کاملاً مشخص و دود سفیدی که در مجاورت شمع گوگردی یا پودر گوگرد تولید می‌کند و به راحتی قابل تشخیص است.

در مجاورت رطوبت مس و برنز را فاسد کرده و خورنده می‌باشد ولی روی فولاد تأثیر ندارد.

به لایهٔ ازن آسیبی وارد نمی‌سازد.

نقطهٔ جوش آن در فشار اتمسفر $33^\circ C$ - می‌باشد.

دارای دمای رانش بالایی است (حدود $100^\circ C$) و

خنک کاری سر سیلندر با آب را مطلوب می‌سازد.

۵-۸-۲- آب $R-718$: حجم زیاد بخار آب در

هنگام جوش در اوپراتور طوری است که استفاده از آن را در کمپرسورهای معمولی و تراکمی غیر ممکن می‌سازد، همچنین خلأ لازم در قسمت اوپراتور خیلی زیاد و نگهداری آن دشوار است.

با این حال در سیستم‌های تهویه مطبوع به عنوان ماده سرمازا به طور رضایت بخش مورد استفاده است زیرا آب کاملاً بی‌ضرر است بو ندارد، سمی نیست و اگر مقدار زیادی از آن در یک ساختمان پرجمعیتی منتشر شود خطری ایجاد نمی‌کند. مسألهٔ حجم زیاد و خلأ زیاد با پیدایش کمپرسورهای گریز از مرکز و سیستم‌های جذبی حل شده است.

در سیستم‌های تهویه مطبوع از آب $4/4^\circ C$ که در فشار خیلی پایین ایجاد می‌شود استفاده می‌شود.

۶-۸- روش شماره گذاری مواد سرمازا

عدد نشان‌دهندهٔ ماده سرمازا یک عدد سه رقمی به صورت abc بعد از R (Refrigerant) می‌باشد و در مورد ماده سرمازای پایهٔ کربنی به روش زیر می‌توان از فرمول مبرد استخراج نمود.

۱- عموماً CFCها تخریب لایه ازن و گرم کردن هوای کرهٔ زمین را در پی دارند و تأثیر HCFCها کمتر و در HCFCها تخریب لایه ازن صفر است اما در بعضی از آنها قدرت گرم کردن هوای کرهٔ زمین بالا است و می‌توان $R-123$ (یک HCFC) و $R-152a$ (یک HFC) نام برد.

۲- حرف a نشان می‌دهد که فرمول شیمیایی $R-134$ دو یا چند ایزومر دارد که یکی از آنها $R-134a$ است.

۷-۸- ویژگی های مواد سرمازا

یک ماده سرمازا باید دارای ویژگی های زیر باشد :

- ۱- بر محیط زیست اثر تخریبی نداشته باشد.
- ۲- نقطه جوش آن پایین باشد.
- ۳- با جابه جایی مقدار کمی سرمای زیادی ایجاد کند.
- ۴- گرمای نهان تبخیر آن زیاد باشد.
- ۵- بر روی اجزای سیستم اثر شیمیایی نداشته باشد.
- ۶- سمی نباشد.
- ۷- قابل اشتعال نباشد.
- ۸- در صورت نشت، مواد غذایی را آلوده نکند.
- ۹- در صورت نشت قابل تشخیص باشد.
- ۱۰- اکسید کننده نباشد.

۸-۸- سازگاری مواد سرمازا

در انتخاب ماده سرمازا برای یک سیستم سرمایی، باید نوع ماده سرمازا با سیستم سازگار باشد. سازگاری شامل موارد زیر است :

- ماده سرمازا بر عایق سیم پیچ موتور بی اثر باشد.
- عدم تأثیر ماده سرمازا بر مواد پلاستیکی مانند واشرها.
- عدم تأثیر مبرد بر فلزاتی که با آن در تماس است مانند مس.
- سازگاری روغن مورد استفاده در سیستم با مبرد.
- به طور کلی قبل از شارژ یک سیستم با ماده سرمازایی غیر از ماده سرمازای قبلی باید از سازگاری ماده سرمازای جدید با مواد مورد استفاده در سیستم اطمینان حاصل کرد.

۹-۸- رنگ سیلندر ماده سرمازا

برای تشخیص کپسول های مواد سرمازا آنها را با رنگ های مختلف مشخص می کنند. این عمل از به کار بردن اشتباهی یک ماده به جای ماده دیگر در یک سیستم جلوگیری می کند و چون مواد سرمازا بر روی فلزات اثر می گذارند هر ۵ سال یک بار باید کپسول مواد سرمازا آزمایش شود و این مدت برای گازهای بی اثر ۱۰ سال است.

a تعداد کربن ها در فرمول منهای یک $a = c - 1$

b تعداد هیدروژن در فرمول به علاوه یک $b = H + 1$

c تعداد فلوئور در فرمول $c = F$

مثال : الف) شماره مبرد CH_4 چه عددی است؟

$$a = c - 1 = 1 - 1 = 0$$

$$b = H + 1 = 4 + 1 = 5$$

$$c = F = 0 \rightarrow R = 50$$

ب) شماره مبرد CHF_2Cl را بنویسید.

$$a = c - 1 = 1 - 1 = 0$$

$$b = H + 1 = 1 + 1 = 2$$

$$c = F = 2 \rightarrow R = 22$$

ج) کد مبرد CCl_2F_2 را بنویسید.

$$a = c - 1 = 1 - 1 = 0$$

$$b = H + 1 = 0 + 1 = 1$$

$$c = F = 2 \rightarrow R = 12$$

د) شماره شناسایی مبرد CH_2FCF_3 نوع a را بنویسید.

$$a = c - 1 = 2 - 1 = 1$$

$$b = H + 1 = 2 + 1 = 3$$

$$c = F = 4 \rightarrow R = 134a$$

- شماره گذاری مواد سرمازای پایه معدنی مانند آب،

آمونیاک : شماره مبرد یک عدد سه رقمی است که رقم اول آن ۷ و دو رقم بعدی جرم مولکولی آن هاست.

مثال : الف) شماره ماده سرمازای (NH_3) آمونیاک را

بنویسید.

$$H \text{ جرم اتمی} = 1, \quad N \text{ جرم اتمی} = 14$$

$$\Rightarrow 14 + 3 = 17 \rightarrow R = 717$$

ب) شماره ماده سرمازای آب (H_2O) را بنویسید.

$$\text{در نتیجه } 18 = 16 + 2 = \text{جرم مولکولی } H_2O$$

$$R = 718 \rightarrow O = 16, 2 \times 1 = 2 = \text{جرم مولکولی } H_2$$

ج) شماره ماده سرمازای انیدرید سولفورو (SO_2) را بنویسید.

$$32 = 16 \times 2 = \text{جرم مولکولی } O_2, \quad S \text{ جرم اتمی} = 32$$

$$\text{در نتیجه } 64 = 32 + 32 = \text{جرم مولکولی } SO_2$$

$$\rightarrow R = 764$$

تعدادی از مواد سرمازا با ذکر شماره ماده سرمازا و رنگ آن در جدول ۸-۱۱ و شکل ۱۲-۸ آمده است.

جدول ۱۱-۸- شماره میرد و رنگ بعضی از میردها

رنگ کپسول	شماره ماده سرمازا	رنگ کپسول	شماره ماده سرمازا	رنگ کپسول	شماره ماده سرمازا	رنگ کپسول	شماره ماده سرمازا
رنگ گلی	R-۴۱۰A	ارغوانی	R-۵۰۲	نقره‌ای	R-۷۱۷	زرد کرمی	R-۴۰VB
نارنجی	R-۴۰۴A	شکلاتی	R-۴۰۷C	آبی روشن	R-۱۳۴a	نارنجی	R-۱۱
		خاکستری روشن	R-۱۲۳	آبی تیره	R-۱۱۴	سفید	R-۱۲
		زرد خردلی	R-۴۰۱B	قهوه‌ای مایل به زرد	R-۴۰۹A	سبز	R-۲۲
		قهوه‌ای روشن	R-۴۰۲A	زرشکی	R-۱۱۳	زرد	R-۵۰۰



شکل ۱۲-۸- رنگ سیلندر بعضی از میردها

جدول ۱۳-۸- نقطه جوش سیالات کریوژنیک

نام سیال کریوژنیک	دمای جوش C
هیدروژن	R-۷۰۲ -۲۵۳
نتون	R-۷۲۰ -۲۴۶
هلیوم	R-۷۰۴ -۲۶۹
نیترژن	R-۷۲۸ -۱۹۶
اکسیژن	R-۷۳۲ -۱۸۳
آرگون	R-۷۴۰ -۱۸۶

۱۰-۸- سیالات کریوژنیک^۱

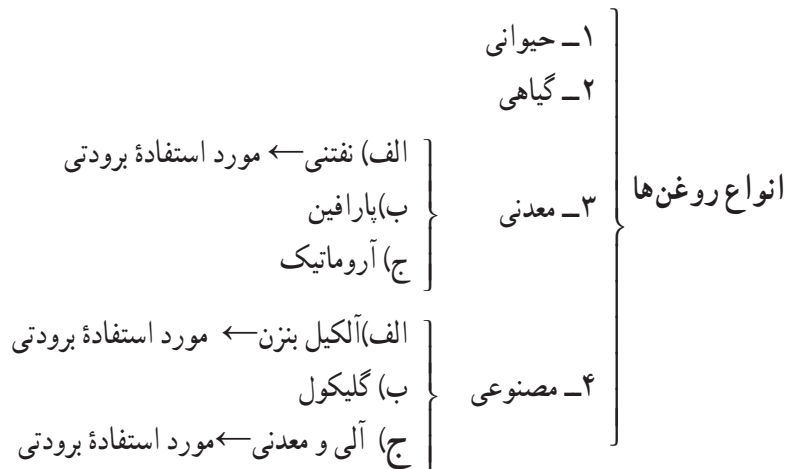
کلمه کریوژن به معنای تولیدکننده سرما است. به سیالاتی که بتوانند دمای بین -۱۴۴°C تا صفر مطلق (-۲۷۳°C) را تولید نمایند سیالات کریوژنیک می‌نامند. سیالات کریوژنیک دارای نقطه جوش پایین می‌باشند. (جدول ۱۳-۸)

۱۱-۸- روغن‌های تبرید

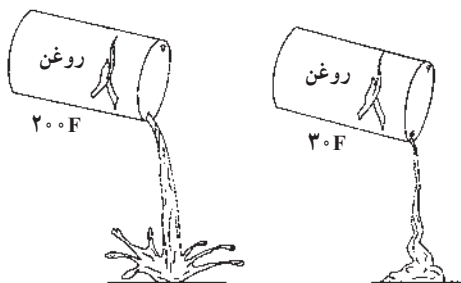
سرسیلندر می‌باشد. در هر حال روی کلیه سطوحی که کار می‌کنند باید یک لایه نازک روغن پاشیده شود. این عمل به وسیله رینگ‌های پیستون، صورت می‌گیرد (وقتی که پیستون جلو و عقب می‌رود). در کمپرسورهایی که فاقد رینگ هستند این عمل به وسیله پیستون صورت می‌گیرد، روغن باید سریعاً در تمام قسمت‌ها پخش شود. برای این منظور گرانروی روغن نباید خیلی زیاد باشد و از طرف دیگر اگر گرانروی خیلی پایین باشد نمی‌تواند لایه مناسبی را روی قطعات مختلف تشکیل دهد در نتیجه نمی‌تواند سطوح قطعات را در برابر سایش حفاظت کند.

۱-۱۱-۸- انواع روغن‌ها: یکی از روش‌های دسته‌بندی روغن‌ها به صورت زیر است:

هدف از روغن‌کاری خوب محافظت از قطعات متحرک و گازبندی قطعات می‌باشد و برای رسیدن به این منظور روغن مورد استفاده باید بامبرد و اجزای سیستم از نظر شیمیایی سازگاری داشته و به خوبی با آن مخلوط شود و کمترین میزان حلالیت را داشته باشد. در داخل سیلندر یک کمپرسور رفت و برگشتی لایه روغن در قسمت‌های مکش تحت تأثیر درجه حرارت پایین و در قسمت‌های نزدیک سرسیلندر تحت تأثیر درجه حرارت‌های تقریباً بالا قرار دارد. از آنجایی که گرانروی روغن با تغییر درجه حرارت تغییر می‌کند، در نتیجه در نزدیکی‌های قسمت مکش روغن دارای گرانروی بیشتری نسبت به قسمت نزدیک



دما پایین تر باشد گرانروی روغن بیشتر می‌شود و به سختی جریان می‌یابد (شکل ۱۴-۸). برای یخچال‌هایی که در دماهای 15°C - تا 18°C - کار می‌کنند از روغن‌هایی استفاده می‌شود که در دمای 29°C - جریان داشته باشد.



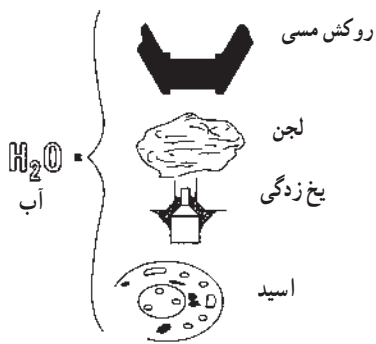
شکل ۱۴-۸- تغییر گرانروی (ویسکوزیته) روغن با دما

از روغن‌های معدنی و روغن‌های مصنوعی در سیستم‌های برودی استفاده می‌شود. ترکیبات مبرد بر پایه CFC و HCFC با روغن‌های معدنی پایه نفتنی بهتر کار می‌کند. ترکیبات مبرد بر پایه HFC با روغن‌های مصنوعی از نوع الکیل بنزن یا آلی معدنی بهتر کار می‌کند.

۱۱-۸-۲- خواص روغن‌های تبرید:

۱- روغن خیلی رقیق بین سطوح لغزنده باقی نمانده و فیلم (لایه نازک) روغن تشکیل نشده و سبب سایش قطعات می‌شود. روغن خیلی غلیظ بین سطوح متحرک به خوبی جریان نمی‌یابد.

گرانروی (غلظت) روغن با دمای آن رابطه دارد و هر چه

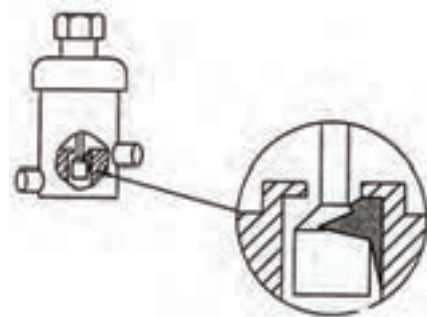


شکل ۱۷-۸ - تشکیل اسید

۲- روغن با اغلب مبردها مانند R-۱۲ مخلوط شده، رقیق می‌شود و می‌تواند به سادگی به همراه مبرد سیکل تبرید را طی کرده و به کمپرسور برگردد. البته روغن با بعضی از مبردها مانند R-۷۱۷ (آمونیاک) مخلوط نمی‌شود و حتی در خروج از کمپرسور رقیق نیست و به راحتی نمی‌تواند همراه مبرد سیکل را طی کرده و به کمپرسور برگردد و لذا در خروج از کمپرسور به منظور برگرداندن روغن به کمپرسور تله روغن نصب می‌شود.

۳- نقطه ریزش آن پایین باشد تا در تمام قسمت‌های سیستم جریان یابد.

۴- در دمای پایین موم کمتری از خود باقی بگذارد و تا حد امکان در هنگام تماس با سطوح سرد تولید موم نکند (شکل ۱۵-۸).



شکل ۱۵-۸ - نتیجه وجود موم در روغن

لازم به یادآوری است که روغن تبرید در ظروف سر بسته

۴ لیتری، ۲۰ لیتری و بشکه‌ای نگهداری می‌شود.

۳-۱۱-۸ - تشخیص روغن سالم :

(الف) بوی روغن : اگر از روغن داخل سیستم بروی به

هنگام باز شدن بوی نامطبوع به مشام برسد باید روغن تعویض شود.

(ب) رنگ روغن : نمونه‌ای از روغن داخل سیستم را در

ظرف شیشه‌ای بی‌رنگ ریخته اگر رنگ روغن روشن متمایل به

قهوه‌ای (برشته) باشد روغن سالم و اگر رنگ آن تیره باشد باید

روغن تعویض شود.

(ج) روش‌های آزمایشگاهی : روش‌های دیگری نیز وجود

دارد که در آزمایشگاه‌ها انجام می‌شود.

روغن‌های GS در مواد سرمازای HCFC و CFC مانند

R-۲۲ و R-۱۲ حل می‌شوند، بدون آنکه خواص خود را از

دست بدهند و با مواد سرمازای طبیعی مانند R-۷۱۷ و R-۶۰۰

و R-۲۹۰ خیلی خوب عمل می‌کنند.

در جدول ۸-۱۸ ویژگی‌های روغن‌های GS آمده است.

روغن‌های سری S - SL برای مبرد HFC مانند R-۱۳۴a و

R-۴۰۴a به کار می‌روند در جدول‌های ۸-۱۹ ویژگی‌ها و کاربرد

این روغن‌ها را ملاحظه می‌کنید.

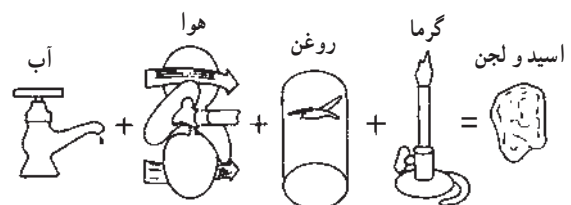
۵- روغن تبرید رطوبت نداشته باشد زیرا تماس رطوبت و

روغن با سطح قسمت پرفشار کمپرسور سبب ایجاد لجن و اسید

می‌شود (شکل‌های ۸-۱۶ و ۸-۱۷). که لجن می‌تواند مجرای

روغن در کمپرسور را مسدود کند و اسید سطوح داخلی را بساید

و در کمپرسور بسته به سیم پیچ موتور آسیب برساند.



شکل ۱۶-۸ - تشکیل لجن

جدول ۱۸-۸ - ویژگی های روغن های GS

TYPICAL DATA

Property			3GS	4GS	5GS
Density	15°C	g/cm ³	0.909	0.915	0.921
Color	ASTM		L0.5	L1.0	L1.0
Viscosity	40°C	mm ² /s	29.5	54.9	94.6
Viscosity	100°C	mm ² /s	4.31	5.97	7.78
Flash Point	COC	°C	178	188	208
Pour Point			-40	-35	-27.5
Total Acid No.	mgKOH/g		0.01	0.01	0.01
Aniline Point	°C		75.4	79.8	80.4
ge of Carton Case (4L Can x 6) is also available.					
*Suiso is a trademark of Sonneborn Inc. Water					
<p>For more information If there is any inquiry on our products, please contact us.</p>					

جدول ۱۹-۸ - ویژگی ها و کاربرد روغن های SL-S

O SL-32S						
ISO Viscosity Classification			ISO VG10	ISO VG15	ISO VG22	ISO VG32
Density	15°C	g/cm ³	0.928	0.940	0.951	0.956
Color	ASTM		L0.5	L0.5	L0.5	L0.5
Viscosity	40°C	mm ² /s	10.1	15.0	22.5	32.3
Viscosity	100°C	mm ² /s	2.50	3.22	4.14	5.14
Flash Point	COC	°C	182	196	212	230
Pour Point	°C		<-50	<-50	<-50	-22.5
Total Acid Number	mgKOH/g		0.01	0.01	0.01	0.01
Water Content	ppm		35	35	35	35
Miscibility	Oil/ R-134a=1/4	°C	-52	-40	-30	-20
Resistivity	25°C	Ωcm	5.0×10 ¹³	7.0×10 ¹³	4.0×10 ¹⁴	4.0×10 ¹⁴

Applications

Products	Compressor Type				Applications	Refrigerants			
	Recipro	Rotary	Turbo	Screw		R-134	R-404A	R-410A	R-407C
SUNISO SL-10S	○				Refrigerator, Freezer, Chiller	○	○	○	○
SUNISO SL-15S	○				Refrigerator, Freezer, Chiller	○	○	○	○
SUNISO SL-22S	○				Refrigerator, Freezer, Chiller	○	○	○	○
SUNISO SL-32S	○	○	○	○	Refrigerator, Freezer, Chiller, Dehumidifier	○	○		

*Suiso is a trademark of Sonneborn Inc.



۱۲-۸- پرسش و تمرین

پرسش‌های چند گزینه‌ای

- ۱- مواد سرمازای هالوکربنی اغلب از کدام مولکول‌ها تشکیل شده‌اند؟
 الف) متان و ازن
 ب) متان و اتان
 ج) اتان و ازن
 د) اتان و دی‌اکسید کربن
- ۲- در مبردهای گروه CFC به جای اتم هیدروژن کدام اتم‌ها جایگزین شده‌اند؟
 الف) ازن
 ب) کلر
 ج) فلئور
 د) کلر، فلئور یا هر دو
- ۳- کدام مورد از مواد سرمازای پایه معدنی نمی‌باشد؟
 الف) CHCl_3
 ب) R-717
 ج) R-718
 د) انیدرید سولفور
- ۴- شماره مبرد CHCl_2CF_2 چه عددی است؟
 الف) ۲۲-
 ب) ۱۱۳-
 ج) ۱۲۴-
 د) ۱۴۳ a-
- ۵- ترکیبات مبرد بر پایه HCFC با کدام نوع روغن بهتر کار می‌کند؟
 الف) حیوانی
 ب) گیاهی
 ج) معدنی
 د) مصنوعی
- ۶- برای سیستم‌هایی که با مبرد R-134a کار می‌کنند کدام روغن مناسب است؟ (امتحان نهایی - خرداد ۹۱)
 الف) ۳GS
 ب) ۴GS
 ج) ۵GS
 د) SL۱۰۰

پرسش‌های درست و نادرست

- ۷- با شدت اثر گلخانه‌ای دمای زمین افزایش می‌یابد.
 درست نادرست
- ۸- در مواد سرمازای HCFC به جای اتم هیدروژن، کلر یا ازن جایگزین می‌شود.
 درست نادرست
- ۹- فریون ۱۱- R دارای ۳ اتم کلر است. (امتحان نهایی - خرداد ۹۰)
 درست نادرست
- ۱۰- ماده سرمازا با فرمول شیمیایی CHCl_2CF_2 جزء گروه مواد سرمازای CFC ها می‌باشند.
 درست نادرست
- ۱۱- آمونیاک یکی از مبردهای پایه معدنی است. (امتحان نهایی - خرداد ۹۱)
 درست نادرست

- ۱۲- ماده سرمازا باید گرمای نهان تبخیر کمی داشته باشد. (امتحان نهایی - شهریور ۹۰)
□ درست □ نادرست

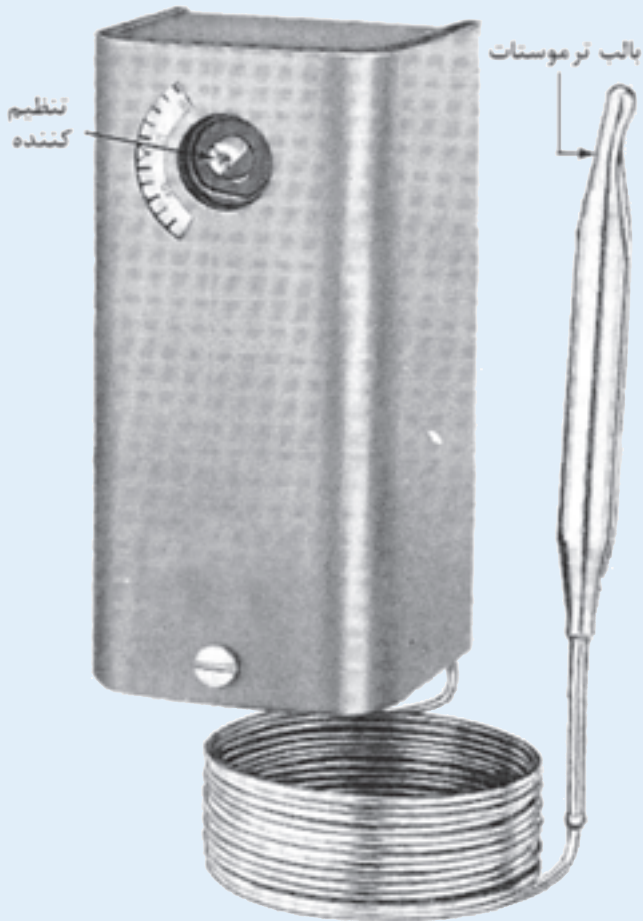
پرسش‌های کامل کردنی

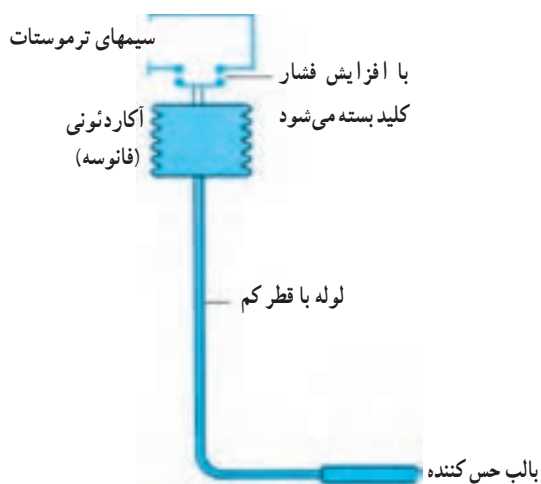
- ۱۳- لایه ازن موجود در جو زمین از رسیدن پرتوهای خورشید به زمین جلوگیری می‌کند.
۱۴- مواد سرمازای و دارای $ODP=1$ می‌باشند.
۱۵- مواد سرمازای گروه HFCها بدون اتم می‌باشند.
۱۶- فریون R-۲۲ جزء مواد سرمازای می‌باشد.
۱۷- مبرد از ترکیب سه مبرد R-۱۳۴a، R-۱۲۵ و R-۳۲ بدست می‌آید.
۱۸- از سیالات کربوژنیک است. (امتحان نهایی - شهریور ۹۰)

واژه‌های مناسب را در جای خالی بنویسید.

- (پایه معدنی - R-۱۳۴a - گرانروی - حلال صنعتی - R-۱۲ - گاز بندی - فشار - تست مدار)
۱۹- از مبرد R-۱۱ به عنوان نیز استفاده می‌شود.
۲۰- حلالیت فریون R-۲۲ در آب ۳ برابر فریون است.
۲۱- مبرد آمونیاک جزء مواد سرمازای می‌باشد.
۲۲- رنگ کپسول مبرد آبی روشن است.
۲۳- هدف از روغن کاری کمپرسورها محافظت از قطعات متحرک و قطعات است.
۲۴- هر چه دما پایین‌تر باشد روغن بیشتر است.
۲۵- چگونگی تخریب لایه ازن توسط CFCها را شرح دهید.
۲۶- اثر گلخانه‌ای را توضیح دهید.
۲۷- ضریب ODP را شرح دهید (امتحان نهایی - شهریور ۹۱)
۲۸- مواد سرمازای هالوکربنی را شرح دهید.
۲۹- خصوصیات مواد سرمازای CFCها را بنویسید.
۳۰- خصوصیات مواد سرمازای HCFCها را بنویسید.
۳۱- خصوصیات مواد سرمازای HFCها را بنویسید.
۳۲- مردهای گروه CFCها را نام برده و خصوصیات آن را مختصراً شرح دهید.
۳۳- مردهای گروه HCFCها را نام برده و خصوصیات آن را مختصراً شرح دهید.
۳۴- مردهای گروه HFCها را نام برده و خصوصیات آن را مختصراً شرح دهید.
۳۵- مواد سرمازای پایه معدنی را شرح دهید.
۳۶- مردهای گروه پایه معدنی را نام برده و خصوصیات آن را مختصراً شرح دهید.
۳۷- سازگاری مواد مبرد شامل چه چیزهایی می‌شود. (امتحان نهایی - شهریور ۹۰)
۳۸- ویژگی‌های مواد سرمازا را شرح دهید.

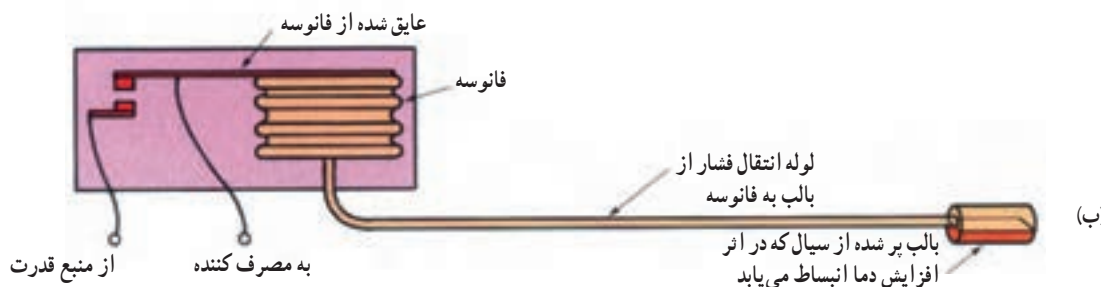
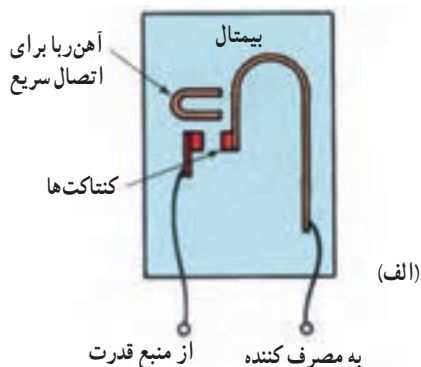
- ۳۹- سازگاری مواد مبرد شامل چه چیزهایی می‌شود.
- ۴۰- سیالات کربونیک را شرح داده و انواع آن را نام ببرید.
- ۴۱- هدف از کاربرد روغن در سیستم تبرید را توضیح دهید.
- ۴۲- در سیستم برودتی از چه روغن‌هایی استفاده می‌شود.
- ۴۳- خواص روغن‌های تبرید را شرح دهید.
- ۴۴- چگونگی تشخیص روغن سالم را بنویسید.





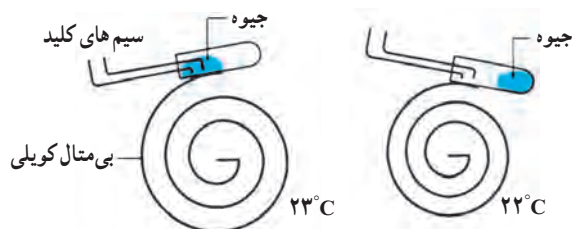
شکل ۳-۹- اساس کارکرد ترموستات بالب دار و فانوسه ای پر شده با مایع یا گاز

پرسیده و بر اساس حس کردن دما منبسط یا منقبض می شود. با افزایش دما گاز داخل کیسول منبسط شده و فشار اعمالی به محفظه آکاردئونی اضافه می شود که حرکت مکانیزم مذکور باعث بسته شدن پلاتین و روشن شدن سیستم برودتی می شود. عضو حس کننده (کیسول) می تواند با مایع نیز پر شود. این نوع ترموستات ها می توانند در خارج از فضای سردشونده نصب شوند. شکل ۴-۹- چگونگی عملکرد حس گرهای ترموستات ها را نشان می دهد.



شکل ۴-۹- نمایش عملکرد دو نوع حس گرهای دما. الف) بیمتالی ب) بالب و فانوسه

انبساط در فلزات مختلف متفاوت می باشد. وقتی که دو فلز غیرهم جنس که در تمام طول به هم جوش شده اند گرماده شوند بی متال به سمت فلزی که انبساط کمتری دارد، خم می شود. خم شدن بی متال باعث باز و بسته شدن پلاتین می گردد. بعضی مواقع برای به دست آوردن حرکت لازم جهت باز و بسته شدن پلاتین ترموستات از بی متال های طویل که به شکل کویل درآمده استفاده می شود مطابق (شکل ۲-۹).



شکل ۲-۹- بی متال کویلی در ترموستات تابستانی

مجموعه مکانیزم فوق را که می توان در داخل یک پوسته تا حد ممکن کوچک تر جاسازی نمود. این نوع ترموستات ها در داخل فضایی که قرار است دمای آن کنترل شود نصب شده و از دقت بالایی نیز برخوردار هستند.

شکل ۳-۹ یک ترموستات را نشان می دهد که کیسول حس کننده دما بیرون از ترموستات می باشد. داخل بالب از گاز

ترموستات‌های کانالی معمولاً داخل موتورخانه‌ها و بر روی دستگاه‌ها نصب می‌گردد. بنابراین لازم است از جنس مقاوم و فلزی ساخته شده باشد. ترموستات‌های کانالی اصولاً بلب‌دار خواهد بود و این بلب در داخل محلی که کنترل دمای آن مورد نظر است قرار داده می‌شود.

شکل ۵-۹ ترموستات اتاقی و شکل ۶-۹ ترموستات کانالی (با حس گر بیرونی) را نشان می‌دهد.

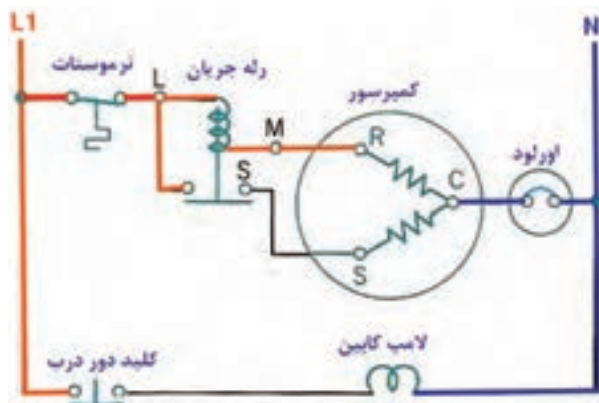


شکل ۶-۹ ترموستات کانالی

۱-۱-۹ انواع ترموستات: ترموستات‌ها از نظر نوع کاربری به دو گروه ترموستات‌های اتاقی و ترموستات‌های کانالی تقسیم می‌شوند. ترموستات‌های اتاقی در داخل اتاق و یا محلی که لازم است دمای آن کنترل گردد نصب می‌شود و به همین علت معمولاً این ترموستات‌ها با ظاهری لوکس و زیبا به بازار عرضه می‌شوند. در این نوع ترموستات‌ها مجموع عضو حس‌کننده و پلاتین داخل کاور ترموستات می‌باشند.



شکل ۵-۹ ترموستات اتاقی دو فصلی



شکل ۷-۹ مدار برقی یک دستگاه یخچال معمولی که ترموستات مستقیماً خط ولتاژ را کنترل می‌کند.

۲-۱-۹- موقعیت ترموستات در مدار الکتریکی:

ترموستات‌ها در کنترل دما و فرمان به تجهیزات به دو صورت در مدارهای الکتریکی نصب می‌شوند:

۱- به صورت مستقیم در مدار ولتاژ نصب می‌شوند. (شکل

(۹-۷)

۲- در مدار فرمان نصب شده و به صورت غیر مستقیم مدار ولتاژ (مدار قدرت) را کنترل می‌کنند.

ترموستات‌های خط ولتاژ، سری با موتور کمپرسور بسته شده و قادر به تحمل تمام جریان عبوری از کمپرسور هستند.

این روش نصب در سیستم های برودتی کم ظرفیت نظیر یخچال فریزرهای خانگی به کار برده می شود.

در سیستم های برودتی با ظرفیت بالا که ترموستات نمی تواند تمام جریان عبوری از کمپرسور یا موتور را تحمل نماید به طریق غیر مستقیم عملکرد کمپرسور کنترل می شود به طوری که ترموستات مستقیماً در مدار فرمان (کنترل) نصب شده و به طریق غیر مستقیم مدار قدرت را کنترل می کند.

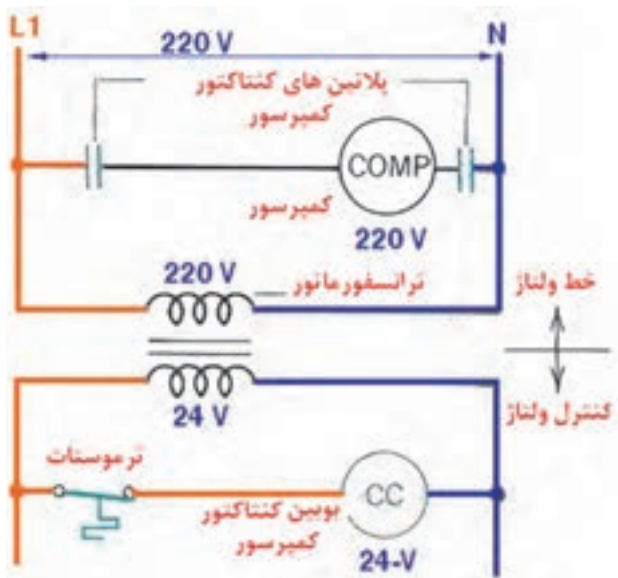
در این شرایط ترموستات با یک بوبین کوچک با جریان کم (بوبین کنتاکتور کمپرسور) سری نصب می شود و از این طریق ولتاژ خط قدرت را کنترل می کند. با بسته شدن پلاتین ترموستات، یک جریان کم از پلاتین ترموستات عبور کرده و بوبین کوچک را تحریک می کند. با تحریک بوبین در مدار کنترل، یک جریان خیلی بیشتری از خط ولتاژ وارد موتور و کمپرسور می شود. (شکل ۸ - ۹)

بین دمای وصل^۲ و دمای قطع^۴ تفاضل گفته می شود. ترموستاتی که روی ۲°C تنظیم شده است تا زمانی که دمای حس شده به ۴°C نرسد قادر به روشن کردن کمپرسور نیست و در ضمن تا زمانی که دمای حس شده به ۱°C افت نکند، نمی تواند کمپرسور را از مدار خارج کند. این ترموستات دارای نقطه تنظیم ۲°C و یک اختلاف ۴ سلسیوسی بین دماهای وصل و قطع می باشد. مقدار تفاضل به نوع محصول و جای عضو حس کننده بستگی دارد. هرگاه عضو حس کننده ترموستات در روی محصول نصب شده و دمای محصول را مستقیماً کنترل کند، تفاضل ۱°C تا ۲°C است از طرف دیگر، هرگاه عضو حس کننده ترموستات در سالن نصب شود و دمای محصول از طریق دمای سالن کنترل گردد تفاضل حدود ۳°C تا ۴°C است. در خیلی موارد عضو حس کننده ی ترموستات را روی اوپراتور نصب می کنند و دمای محصول را از طریق دمای اوپراتور کنترل می کنند که در این حالت تفاضل باید ۸°C تا ۱۲°C می باشد.

۹-۲- ترمو دیسک (ترموستات محافظ)

ترموستات نشان داده شده در شکل ۹-۹ ترمو دیسک یا ترموستات محافظ است. این ترموستات به صورت مناسب به کویل اوپراتور چسبیده و درجه حرارت سطح کویل را حس می کند. اگر هیتر دیفراسست قادر باشد، ذوب نمودن برفک اوپراتور را قبل از زمان برگشت تایمر به کار عادی انجام دهد، ترمو دیسک، هیتر را برای مدت زمان باقی مانده دیفراسست، از مدار خارج خواهد کرد. با این عمل انرژی به دو صورت ذخیره می شود.

اول اینکه مصرف انرژی از بابت کارکرد هیتر کمتر می شود و دوم، انرژی مورد نیاز برای سیستم برودتی برای خارج کردن گرمای هیتر هدر نمی رود. ترمو دیسک به صورت سری با هیتر دیفراسست در مدار نصب می شود. ترموستات از نوع زمستانی بوده به طوری که با افزایش درجه حرارت سطح اوپراتور، مدار هیتر دیفراسست را قطع می کند تا گرمای هیتر بی جهت وارد فضای سرد شده نشود. هنگامی که ترمو دیسک مدار هیتر را قطع می کند هیچ کدام از قسمت های سیستم برودتی برق دار نیست و فقط تایمر



شکل ۸-۹- بسته شدن کلید (ترموستات) باعث تحریک بوبین کنتاکتور در خط کنترل ولتاژ شده، پلاتین های مربوط به کنتاکتور در خط ولتاژ بسته می شوند و در نهایت کمپرسور با برق ۲۲۰V شروع به کار می کند.

۹-۱-۳- نحوه تنظیم ترموستات ها : ترموستات ها

دارای یک نقطه تنظیم^۱ و یک تنظیم تفاضلی^۲ می باشند. اختلاف

۱- Set Point

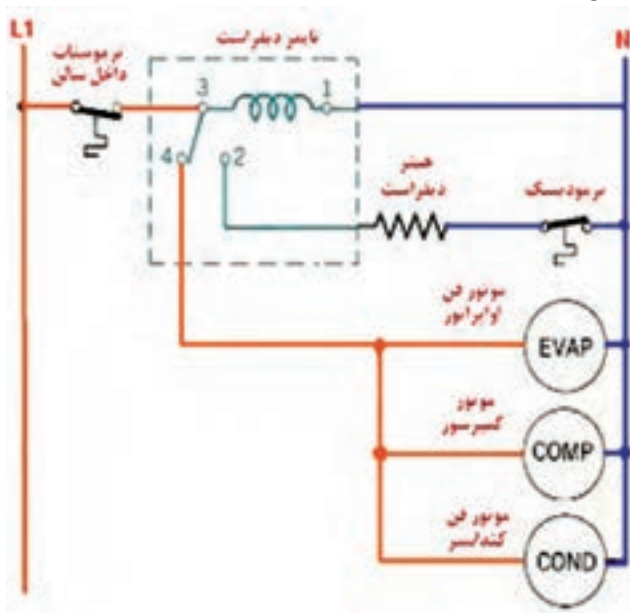
۲- cut in

۲- differential

۴- cut out

بستگی به مقدار برفک ایجاد شده بر روی اواپراتور دارد. تنظیم تعداد دفعات دیفراسست (۲، ۳، ۴ دفعه در ۲۴ ساعت) و مدت زمان هر دیفراسست (۱۰ تا ۶۰ دقیقه) به وسیله دستگاهی به نام تایمر دیفراسست انجام می‌گیرد.

شکل ۱۰-۹ مدار الکتریکی دیفراسست یک سیستم تبریدی را نشان می‌دهد که به وسیله تایمر دیفراسست کنترل می‌شود. مدار فوق شامل تایمر، هیتر و ترمودیسک است موتور تایمر دیفراسست بین ترمینال‌های ۱ و ۳ بوده و در تمام مدت به جز زمان قطع ترموستات برق دار است.



شکل ۱۰-۹- مدار الکتریکی دیفراسست

۹-۴- رله‌های استارت

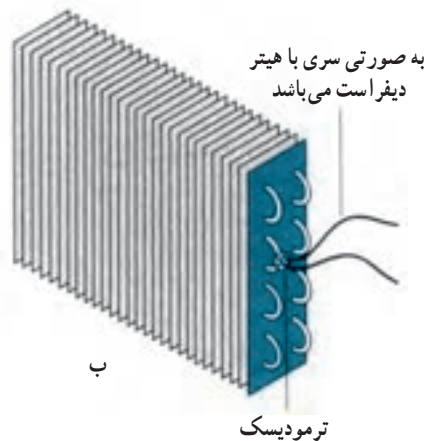
رله‌های استارت و سایلنر هستند که در کمپرسورهای تک‌فاز برای راه‌اندازی کمپرسور استفاده می‌شوند. انواع رله‌های استارت عبارت‌اند از:

- ۱- رله استارت از نوع جریان (رله جریان)
- ۲- رله استارت از نوع پتانسیلی (رله ولتاژ)
- ۳- رله استارت از نوع ترمیستوری (سرامیکی)

۱-۴-۹- رله جریان: رله جریان کلیدی است مغناطیسی شامل سیم پیچ کوچکی که به دور یک محفظه پیچیده شده و داخل



الف



ب

شکل ۹-۹- الف) ترمودیسک ب) موقعیت قرارگیری ترمودیسک

دیفراسست کار می‌کند تا زمان تنظیم شده برای دیفراسست به پایان برسد. پس از اتمام مدت دیفراسست موقعیت پلاتین ۳ به ۲ شکل ۱۰-۹ تعویض شده و به حالت ۳ به ۴ در می‌آید تا سیستم بروندی کارکرد عادی خود را از سر بگیرد.

۹-۳- تایمر دیفراسست

به علت پایین بودن دمای اواپراتور بخار آب موجود در هوا ضمن عبور از روی اواپراتور سرد شده به نقطه شبنم می‌رسد سپس منجمد می‌گردد و به صورت برفک و یخ روی کویل اواپراتور باقی خواهد ماند که نتیجه آن کاهش هوای عبوری و کاهش انتقال گرما بین اواپراتور و فضای مورد نظر می‌شود. هر دو مورد یاد شده کاهش ظرفیت برودتی سیستم را به دنبال خواهد داشت لذا باید با یک برنامه‌ی زمان بندی، برفک و یخ ایجاد شده بر روی اواپراتور ذوب گردد. مدت زمان ذوب برفک و تعداد دفعات در ۲۴ ساعت

شده و به سرعت نهایی می‌رسد. به محض رسیدن به سرعت نهایی جریان لحظه‌ای بالاتر (جریان راه‌اندازی) پایین آمده و کمپرسور با جریان عادی به کار ادامه می‌دهد. با کاهش جریان، میدان مغناطیسی در اطراف سیم پیچ رله جریان کم می‌شود. وقتی که کمپرسور تقریباً با تمام سرعت می‌چرخد میدان مغناطیسی اطراف سیم پیچ رله به اندازه کافی نیست که پلاتین را



شکل ۹-۱۱- رله جریان

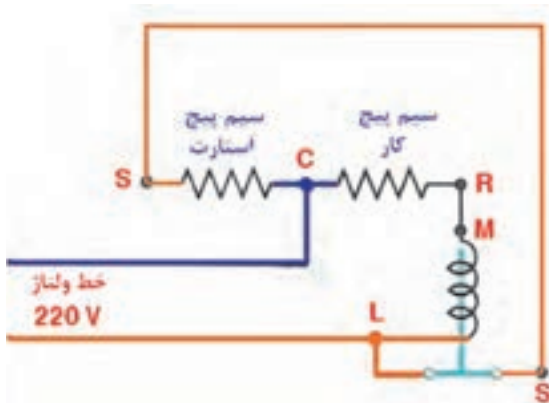
یک هسته آهنی وجود دارد. قطر سیم پیچ رله متناسب با قدرت کمپرسور انتخاب می‌شود و چون سیم پیچ رله با سیم پیچ اصلی (R) به طور سری در مدار قرار می‌گیرد دارای تعداد دور کم می‌باشد تا افت ولتاژ ایجاد نگردد. در داخل رله کلیدی وجود دارد که در حالت عادی اتصال آن باز است.

شکل ۹-۱۱- یک رله‌ی جریان را نشان می‌دهد.

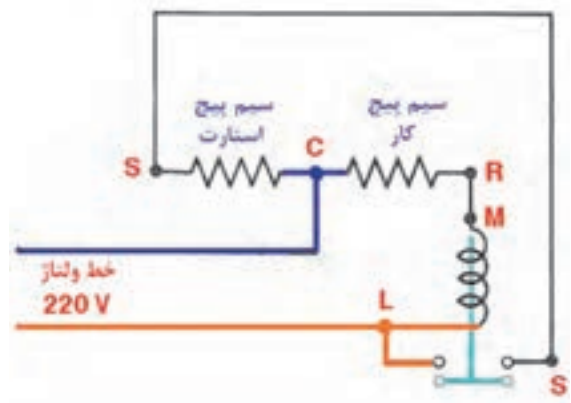
شکل ۹-۱۲- مدار الکتریکی رله‌ی جریان را بدون خازن

استارت و شکل ۹-۱۳- با خازن استارت نشان می‌دهد.

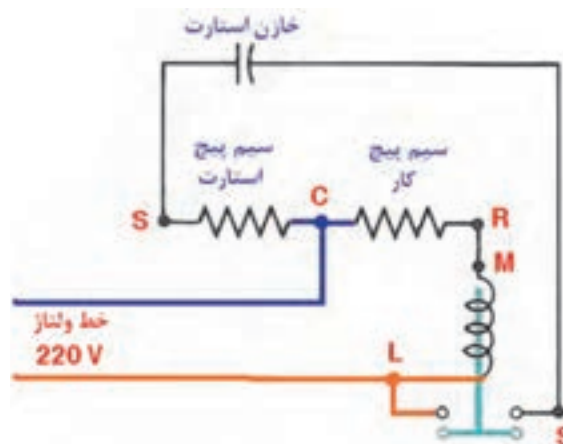
چنانچه مشاهده می‌شود سیم پیچ رله با سیم پیچ کار (اصلی) کمپرسور به صورت سری نصب شده است. وقتی که ولتاژ خط اعمال می‌شود یک جریان بالایی در یک لحظه از میان سیم پیچ اصلی عبور می‌کند. این جریان آنی از میان سیم پیچ رله نیز عبور کرده یک میدان مغناطیسی قوی به وجود آمده پلاتین رله را بالا می‌کشد تا تمام جریان از میان سیم پیچ استارت نیز عبور نماید. با برق‌دار شدن هر دو سیم پیچ (استارت و اصلی) کمپرسور استارت



شکل ۹-۱۲- ب- مدار الکتریکی رله جریان در کمپرسور تک فاز حین استارت



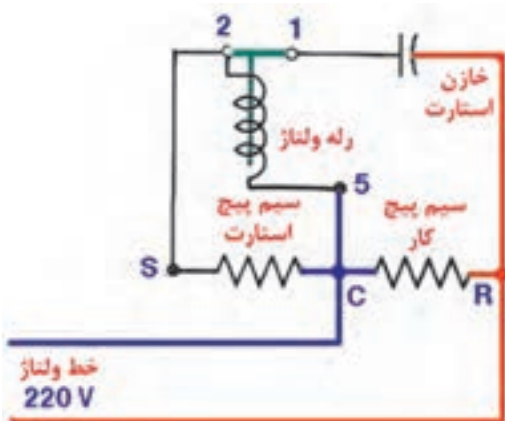
شکل ۹-۱۲- الف- مدار الکتریکی رله جریان در کمپرسور تک فاز قبل از استارت



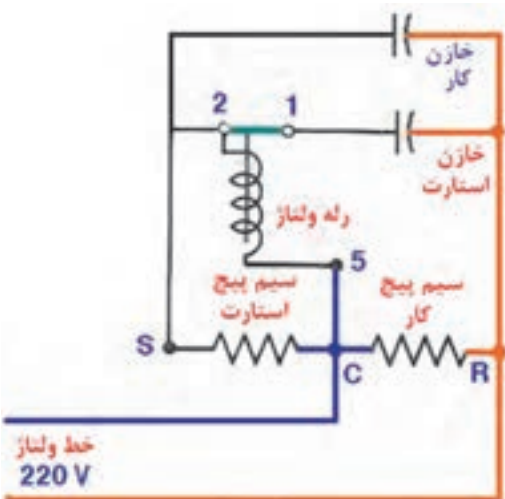
شکل ۹-۱۳- مدار الکتریکی رله جریان در کمپرسور تک فاز با خازن استارت

سیم پیچ استارت به اندازه کافی قوی است که بتواند پلاتین رله را پایین کشیده و باز نماید. با باز شدن پلاتین رله، خازن استارت و سیم پیچ استارت از مدار خارج می‌شوند، ولی با گردش کمپرسور تولید برق به وسیله سیم پیچ استارت خارج شده از مدار، به اندازه‌ای است که بتواند پلاتین رله را در حالت باز نگه‌دارد.

رله‌های پتانسیل به وسیله شماره ترمینال‌های ۵، ۲ و ۱ شناسایی می‌شوند. ترتیب شماره‌های ۵، ۲ و ۱ به عنوان مشترک، استارت و کار در یادگیری و به خاطر آوردن محل اتصالات به مدار برای شما کمک می‌شود.



شکل ۹-۱۵- مدار الکتریکی رله ولتاژ در کمپرسور تک فاز با خازن استارت



شکل ۹-۱۶- مدار الکتریکی رله ولتاژ در کمپرسور تک فاز با خازن استارت و خازن کار

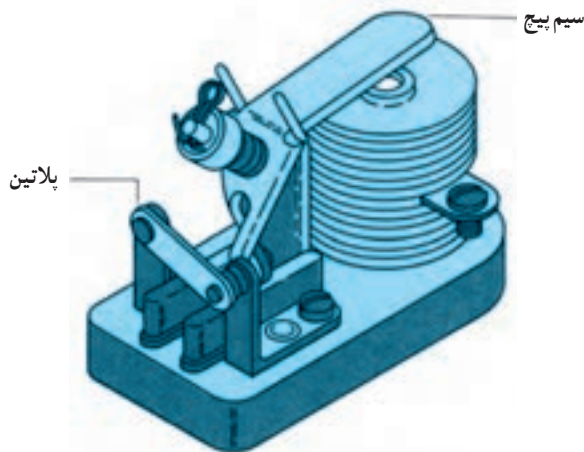
به حالت بسته نگه‌دارد و پلاتین رله در اثر وزن خود پایین افتاده باز می‌شود. باز شدن پلاتین، سیم پیچ استارت را از مدار خارج کرده و کمپرسور تنها به وسیله سیم پیچ اصلی به کار ادامه می‌دهد.
یادآوری:

۱- رله بایستی کاملاً تراز نصب شود.

۲- رله بایستی متناسب با ظرفیت کمپرسور باشد.

۳- رله‌های جریان نباید با موتورهای که هم خازن استارت و هم خازن کار^۲ دارند استفاده شود.

۲-۴-۹- رله ولتاژ (پتانسیل): از این رله در موتورهای که نیاز به گشتاور راه‌اندازی بالایی دارند استفاده می‌شود. مطابق شکل ۹-۱۴ رله ولتاژ شامل یک سیم پیچ با سطح مقطع کم و تعداد دور بیش‌تر نسبت به رله جریان است و پلاتین رله ولتاژ برعکس پلاتین رله جریان در حالت عادی (کمپرسور بدون برق) بسته می‌باشد. وقتی که ولتاژ شبکه وصل می‌شود فوراً دو جریان کاملاً موازی برقرار شده، یکی از جریان‌ها از میان سیم پیچ استارت و دیگری از میان سیم پیچ اصلی یا کار عبور می‌کند. به محض دور گرفتن کمپرسور سیم پیچ استارت نظیر یک ژنراتور عمل نموده و ولتاژی را به سیم پیچ رله اعمال می‌کند. (اساس کار موتور بر مبنای جریان الکتریکی از سیم پیچ می‌باشد و اساس کار ژنراتور بر مبنای قرار گرفتن سیم پیچ در میدان مغناطیسی است) وقتی که کمپرسور تقریباً به سرعت نهایی رسید میدان مغناطیسی اطراف کویل رله ولتاژ به واسطه اعمال برق تولیدی توسط



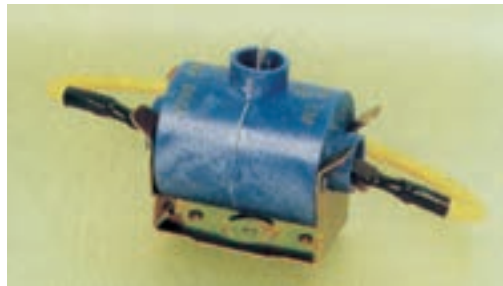
شکل ۹-۱۴- رله پتانسیل (ولتاژ)

۱- خازن استارت وسیله‌ای که برای کمک به راه‌اندازی در مدار کمپرسور قرار می‌گیرد و پس از رسیدن کمپرسور به ۷۵٪ دور نامی توسط رله به همراه سیم پیچ استارت از مدار خارج می‌شود.

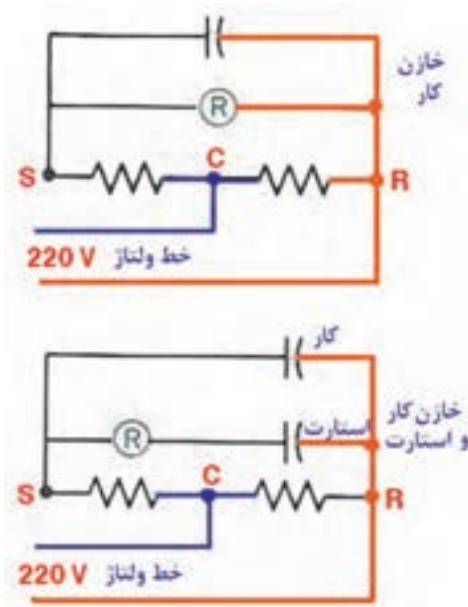
۲- خازن کار یا خازن دائمی - خازنی که در تمام مدت زمان کار کمپرسور برای ایجاد گشتاور مناسب در مدار باقی می‌ماند.

نشان می‌دهد. وقتی که کمپرسور در حال استراحت است رله سرد بوده مقاومت بسیار کمی دارد و مانند یک کلید بسته عمل می‌کند. وقتی که ولتاژ اعمال می‌شود هر دو سیم پیچ استارت و کار همزمان برق‌دار شده و کمپرسور استارت می‌کند. در طی چند ثانیه جریان عبوری از سیم پیچ استارت باعث داغ شدن رله سرامیکی می‌شود. داغ شدن رله باعث افزایش شدید مقاومت در رله شده و مانند یک کلید باز عمل نموده و سیم پیچ استارت را از مدار خارج می‌کند.

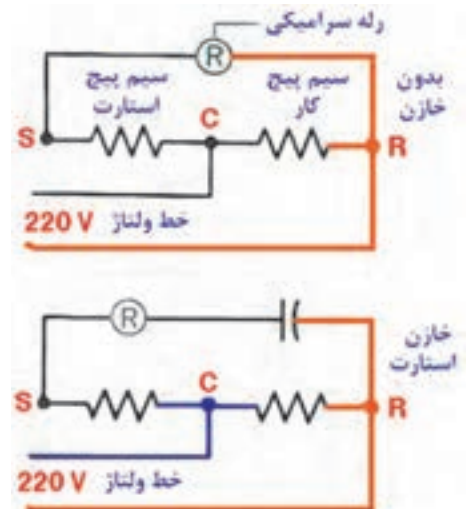
شکل ۹-۱۵ مدار الکتریکی رله ولتاژ با خازن استارت و شکل ۹-۱۶ مدار الکتریکی رله ولتاژ با خازن استارت و خازن کار را نشان می‌دهد.
 ۳-۴-۹- رله ترمیستوری (رله سنگی): در رله‌های سنگی کلید یا پلاتینی برای خارج کردن سیم پیچ استارت از مدار وجود ندارد. شکل ۹-۱۷ رله ترمیستوری را نشان می‌دهد. جنس رله‌ها از سرامیک بوده و با دما مقدار مقاومت آن‌ها تغییر می‌کند. شکل ۹-۱۸ الف و ب نحوه نصب این رله‌ها را در مدار الکتریکی



شکل ۹-۱۷- رله سرامیکی



شکل ۹-۱۸- ب- مدار الکتریکی کمپرسور مجهز به رله سنگی و خازن استارت و خازن کار



شکل ۹-۱۸- الف- مدار الکتریکی کمپرسور مجهز به رله سنگی بدون خازن و با خازن استارت

استارت را بیش‌تر در مدار نگه می‌دارند و به لحاظ مقاومت بالایی که دارند جریان زیادی از شبکه دریافت می‌کنند که خوب نیست. مزیت رله‌های سرامیکی نسبت به بقیه رله‌ها در کاربرد

تنها عیب رله‌های سرامیکی در عمل کرد نامحدود آنها در زمان روشن کردن کمپرسور است. به این معنی که رله‌ها بیش‌تر به زمان وابسته هستند لذا نسبت به دو نوع رله جریان و ولتاژ، سیم پیچ

همگانی آن هاست. یک رله سرامیکی را با انواع رله‌های جریان، ولتاژ که در کمپرسورهای $\frac{1}{12}$ hp تا $\frac{1}{4}$ hp به کار برده شده‌اند، می‌توان عوض کرد. این مشخصه رله‌های سرامیکی، کار تکنیسین کاربر را بسیار راحت‌تر کرده است.

۵-۹- اورلود یا کلید محافظ جریان اضافی

اورلود یک وسیله حفاظتی است و هنگامی که جریانی بیش‌تر از جریان مجاز کمپرسور از آن عبور کند و یا در اثر اختلال پیش آمده، کمپرسور بیش از اندازه گرم شود جریان برق را، قبل از این‌که با سیم پیچ کمپرسور صدمه‌ای برسد قطع می‌کند.

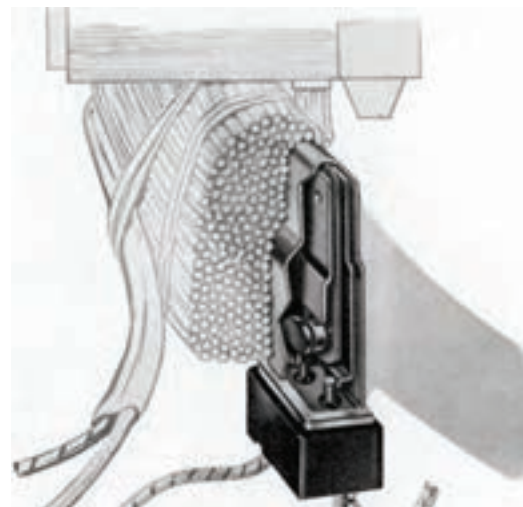
انواع اورلود :

۱- اورلود داخلی

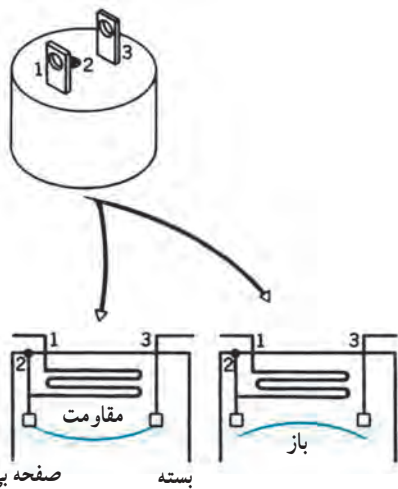
۲- اورلود خارجی

۱-۵-۹- اورلودهای داخلی : معمولاً در گرم‌ترین

محل در داخل سیم پیچ نصب می‌شوند. البته نصب اورلود داخلی



الف



صفحه بی‌متالی بسته

شکل ۲۰-۹- اورلود خارجی قابل استفاده در یخچال‌های خانگی

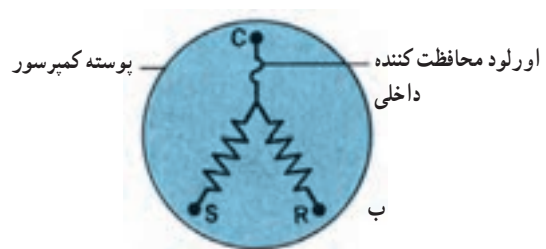
۳-۵-۹- قرارگیری اورلودها در مدار : اورلودها

به دو صورت در مدار کمپرسور قرار می‌گیرند.

۱- در کمپرسورهای تک فاز و در ظرفیت‌های کم مطابق

شکل ۲۱-۹ اورلود کمپرسور را مستقیماً خاموش می‌کنند به

عبارت دیگر در مدار قدرت قرار می‌گیرند.

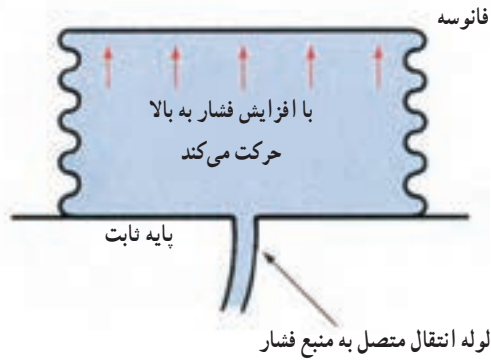


شکل ۱۹-۹- موقعیت اورلود داخلی

الف- موقعیت اورلود داخلی موتور در داخل سیم پیچ

ب- موقعیت اورلود داخلی در مدار کمپرسور بسته

این کنترل‌ها عموماً (نه همیشه) دارای یک دکمه ریست هستند. وقتی که کمپرسور به وسیله کنترل فشار زیاد خاموش می‌شود، با پایین آمدن فشار کمپرسور دوباره روشن نخواهد شد. باید بعد از تشخیص عیب و رفع آن دکمه ریست فشرده شده تا مجدداً کمپرسور وارد مدار شود. شکل ۹-۲۵ مجموعه کنترل فشار بالا و کنترل فشار پایین را در یک محفظه نشان می‌دهد.



شکل ۹-۲۳- کنترل فشار کم

شده روی کنترل کننده برسد برای جلوگیری از آسیب‌های جدی در تجهیزات (کمپرسور و کندانسر)، کمپرسور مستقیماً خاموش می‌شود. شکل ۹-۲۴ نمای ظاهری یک کنترل فشار زیاد را نشان می‌دهد.



دکمه ریست

نشانگر تنظیم

محل تنظیم

دریوش قابل جدا شدن



اتصال به سمت فشار بالا در سیستم تبرید

شکل ۹-۲۵- کلید فشار کم و زیاد

شکل ۹-۲۴- کلید فشار زیاد

۸-۹- کنترل فشار روغن^۱ (O.P.C)

کنترل فشار روغن را می‌توان همراه با کمپرسورهایی که روغن کاری آن‌ها با فشار (اجباری) انجام می‌شود به کار برد، اگر پمپ روغن نتواند فشار کافی و لازم برای روغن کاری را تأمین کند، کنترل فشار روغن کمپرسور را خاموش می‌کند. این کنترل براساس اختلاف فشار رانش پمپ و مکش کمپرسور کار می‌کند (شکل ۲۶-۹).



شکل ۲۶-۹- کنترل فشار روغن

مواد غذایی، از دست دادن رطوبت به صورت تبخیر سطحی است. کاهش رطوبت در میوه و سبزیجات با چروک شدن و پژمردگی، در مورد گوشت و پنیر و غیره باعث رنگ پریدگی، کوچک شدن و بدشدن قیافه ظاهری آنها است. لذا باید رطوبت محفظه یا سالن برای کاربردهای متفاوت در حد قابل قبول نگه داشته شود تا مشکلات ذکر شده بروز نکنند. وقتی که محصول در ظروف ضد رطوبت بسته بندی شده باشند، کنترل رطوبت محل نگهداری مهم نمی‌باشد. چنانچه قبلاً نیز توضیح داده شده، وقتی که یک سیستم

برودتی برای سرد کردن فضایی کار می‌کند در اثر پایین بودن دمای کویل اوپراتور و همچنین پایین آمدن دمای محفظه از نقطه شبنم (بخار آب موجود در فضا) رطوبت از محصول جدا شده و تقطیر می‌شود و یا به صورت برفک و یخ روی کویل اوپراتور جمع می‌شود. لذا جهت جبران کاهش رطوبت و تزریق رطوبت مورد نیاز در طی عملیات سرد کردن از سیستم رطوبت زن استفاده می‌شود و هدایت سیستم فوق به وسیله دستگاهی به نام کنترل رطوبت انجام می‌گیرد (شکل ۲۷-۹).



شکل ۲۷-۹- شکل ظاهری یک کنترل رطوبت

شکل ۲۸-۹- مدار الکتریکی کنترل رطوبت را نشان می‌دهد.

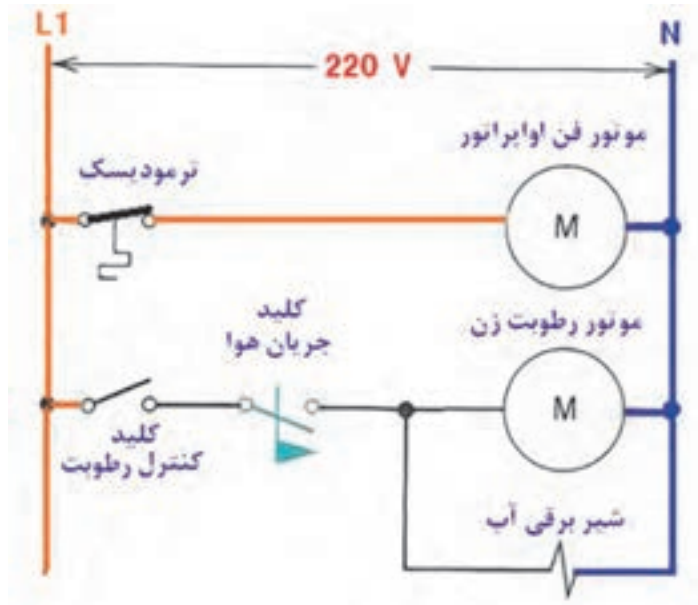
با علم به اینکه عملیات رطوبت زنی تنها زمانی مقدور می‌باشد که فن اوپراتور در حال کار باشد. لذا به بررسی مدار سیستم

۹-۹- کنترل رطوبت

برای نگهداری همه مواد غذایی فاسدشدنی در حالت طبیعی (بسته بندی نشده) مانند انواع گوشت (سفید و قرمز)، میوه، سبزیجات، پنیر، تخم مرغ علاوه بر کنترل دقیق دمای محفظه بایستی رطوبت محل نیز کاملاً کنترل شود. یکی از علل خراب شدن

رطوبت زن باشد، کلید کنترل رطوبت وصل شده موتور رطوبت زن و شیر برقی آب وارد مدار می شوند. پس از رسیدن میزان رطوبت سالن به حد مورد نظر، کنترل کننده رطوبت موتور رطوبت زن و شیر برقی آب را از مدار خارج می کند.

رطوبت زن می پردازیم. چنانچه در مدار مشخص است موتور فن اوپراتور پس از عملیات ذوب برفک وارد مدار نمی شود مگر اینکه سطح کویل کاملاً سرد شده و ترمودیسک وصل کند. پس از روشن شدن موتور فن اوپراتور، کلید جریان هوا وصل می شود در این وضعیت اگر رطوبت سالن کمتر از تنظیم روی کنترل کننده



شکل ۲۸-۹- سیستم رطوبت زنی با کلید جریان هوا

۱-۹- پرسش و تمرین



پرسش های چندگزینه ای

- ۱- کدام یک فقط در چند ثانیه اول راه اندازی کمپرسور عمل می کند؟ (امتحان نهایی - شهریور ۹۱)
 - (الف) رله
 - (ب) اورلود
 - (ج) ترمودیسک
 - (د) ترموستات
- ۲- سیم پیچ رله جریان با سیم پیچ به طور قرار می گیرد. (امتحان نهایی - شهریور ۹۰)
 - (الف) اصلی - سری
 - (ب) استارت - موازی
 - (ج) اصلی - موازی
 - (د) استارت - سری
- ۳- در چه صورت ترمودیسک، مدار برق هیتر دیفراست را قطع می کند؟
 - (الف) افزایش فشار اوپراتور
 - (ب) افزایش دمای کندانس
 - (ج) افزایش فشار کندانس
 - (د) افزایش دمای سطح اوپراتور

۴- کدام مورد از مزایای رله سنگی است؟

- الف) تحمل جریان بالا
ب) راه اندازی سریع
ج) کاربرد همگانی
د) قیمت ارزان
- ۵- معمولاً سنسور کنترل فشار زیاد به وصل می شود.
الف) مکش کمپرسور
ب) رانش کمپرسور
ج) خروجی اوپراتور
د) ورودی اوپراتور

پرسش های درست و نادرست

- ۶- در سیستم های برودتی با ظرفیت بالا ترموستات به طور مستقیم در مدار ولتاژ نصب می شود .
 درست نادرست
- ۷- ترمودیسک بر روی کویل اوپراتور نصب می شود.
 درست نادرست
- ۸- مدت زمان ذوب برفک توسط ترمودیسک تنظیم می شود.
 درست نادرست
- ۹- از رله جریان می توان در موتورهایی که هم خازن استارت و هم خازن کار دارند استفاده نمود.
 درست نادرست
- ۱۰- اورلود داخلی معمولاً در گرم ترین محل داخل سیم پیچ نصب می شود.
 درست نادرست

پرسش های کامل کردنی

- ۱۱- ترموستات ها از نظر نوع کاربرد به دو گروه و تقسیم می شوند.
- ۱۲- رله ها بایستی متناسب با انتخاب شوند.
- ۱۳- نام دیگر کلید محافظ جریان اضافی کمپرسور می باشد. (امتحان نهایی - خرداد ۹۰)
- ۱۴- در صورت بالا رفتن یا کمپرسور، اورلود خارجی برق کمپرسور را قطع می کند.
- ۱۵- کنترل فشار روغن بر اساس فشار و کار می کند. (امتحان نهایی - شهریور ۸۹)

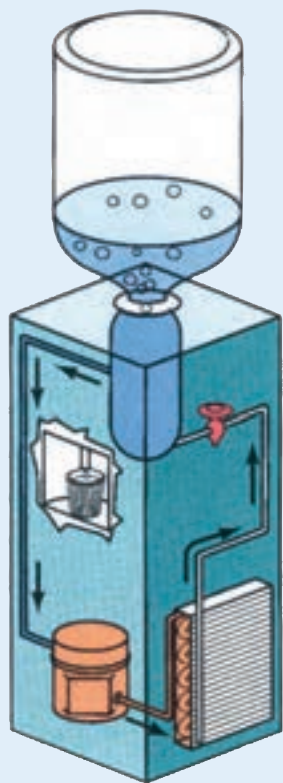
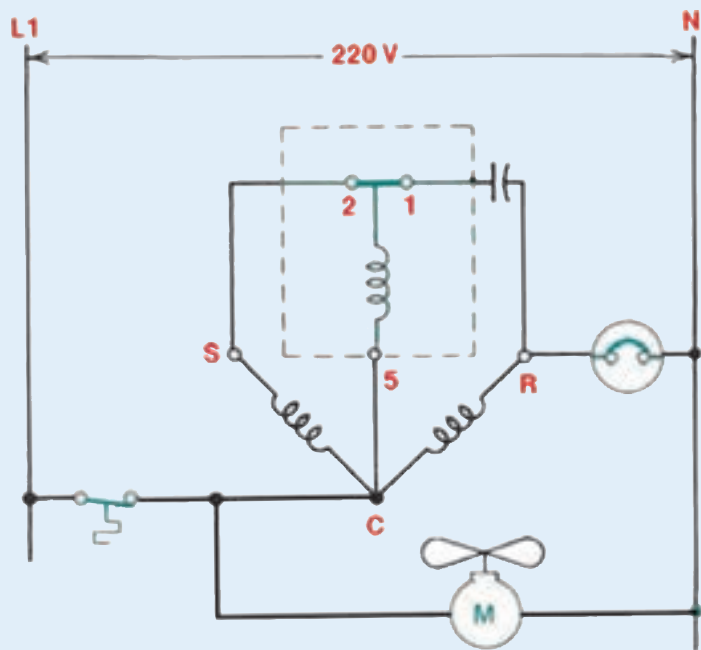
واژه مناسب را در جاهای خالی بنویسید.

(اورلود - L.P.C - مدار ولتاژ - کاربرد همگانی - ترمودیسک - H.P.C - سنگی)

- ۱۶- در سیستم های برودتی کم ظرفیت ترموستات به صورت مستقیم در نصب می شود.
- ۱۷- دو نوع از رله های استارت عبارتند از رله و رله ولتاژ می باشند.
- ۱۸- مزیت رله های ترمیستوری نسبت به بقیه رله ها در آنها است.
- ۱۹- از نظر نصب در دو نوع داخلی و خارجی وجود دارند. (امتحان نهایی - خرداد ۹۱)
- ۲۰- کنترل کمپرسور را در مقابل عوارض ناشی از پایین رفتن فشار محافظت می کند.

پرسش‌های تشریحی

- ۲۱- ترموستات را تعریف کنید.
- ۲۲- مکانیزم‌های حس‌کننده‌ی دما در ترموستات را نام ببرید.
- ۲۳- حس‌کننده‌ی بی‌متالی را شرح دهید.
- ۲۴- حس‌کننده‌ی بال‌دار را شرح دهید.
- ۲۵- دمای وصل (Cut in) و دمای قطع (Cut out) را شرح دهید.
- ۲۶- تنظیم تفاضلی (Differential) را شرح دهید.
- ۲۷- ترمودیسک و طرز کار آن را توضیح دهید.
- ۲۸- مزایای استفاده از ترمودیسک را بنویسید. (امتحان نهایی - شهریور ۹۰)
- ۲۹- طرز کار تایمر دیفراسست را توضیح دهید.
- ۳۰- رله استارت را تعریف کنید.
- ۳۱- رله جریان را شرح دهید.
- ۳۲- رله ولتاژ را شرح دهید.
- ۳۳- رله ترمیستوری (سنگی) را شرح دهید.
- ۳۴- نحوه اتصال رله جریان را در مدار الکتریکی کمپرسور توضیح دهید.
- ۳۵- نحوه اتصال رله ولتاژ را در مدار الکتریکی کمپرسور توضیح دهید.
- ۳۶- نحوه اتصال رله سنگی را در مدار الکتریکی کمپرسور توضیح دهید.
- ۳۷- اورلود چیست؟
- ۳۸- نحوه اتصال اورلود کمپرسورهای تک فاز را شرح دهید.
- ۳۹- نحوه اتصال اورلود کمپرسورهای سه فاز را شرح دهید.
- ۴۰- کنترل فشار کم را توضیح دهید.
- ۴۱- کنترل فشار زیاد را بیان کنید.
- ۴۲- کنترل فشار روغن را توضیح دهید.
- ۴۳- کنترل رطوبت را توضیح دهید.



دستگاه‌های سردکننده خانگی و تجاری

پس از پایان آموزش این فصل انتظار می‌رود هنرجو بتواند:

- ۱- ساختمان یخچال را توضیح دهد.
- ۲- طرز کار مدار الکتریکی یخچال را شرح دهد.
- ۳- مدار مکانیکی آب سردکن را شرح دهد.
- ۴- ساختمان الکتریکی آب سردکن را شرح دهد.
- ۵- یخچال‌های ویترونی را توضیح دهد.
- ۶- بار سرمایی یخچال و فریزر را برآورد نماید.
- ۷- ساختمان سردخانه پیش‌ساخته را توضیح دهد.
- ۸- بار سرمایی سردخانه‌های کوچک را برآورد نماید.

۱- دستگاه‌های سردکننده خانگی و تجاری

۱-۱- یخچال^۱

شده است.

شکل ۲-۱ الف) آرایش اجزای سیکل تبرید یک یخچال خانگی و شکل ۲-۱ ب) چگونگی قرارگیری کمپرسور، کندانسور، اواپراتور، و لوله موئین در یخچال نشان می‌دهد. کمپرسور در زیر کابین و کندانسور به صورت قائم به پشت کابین ثابت شده است. کنترل کننده مایع سرمازا از نوع لوله موئین است که ماده سرمازا را به داخل کویل اواپراتور صفحه‌ای که در داخل کابین و قسمت بالایی آن نصب شده است می‌رساند. فضای داخل اواپراتور به وسیله یک در از فضای داخل کابین جدا می‌شود. فضای داخل اواپراتور به عنوان فریزر است. هوایی که در بالای کابین سرد می‌شود سنگین شده به پایین کابین منتقل می‌شود.

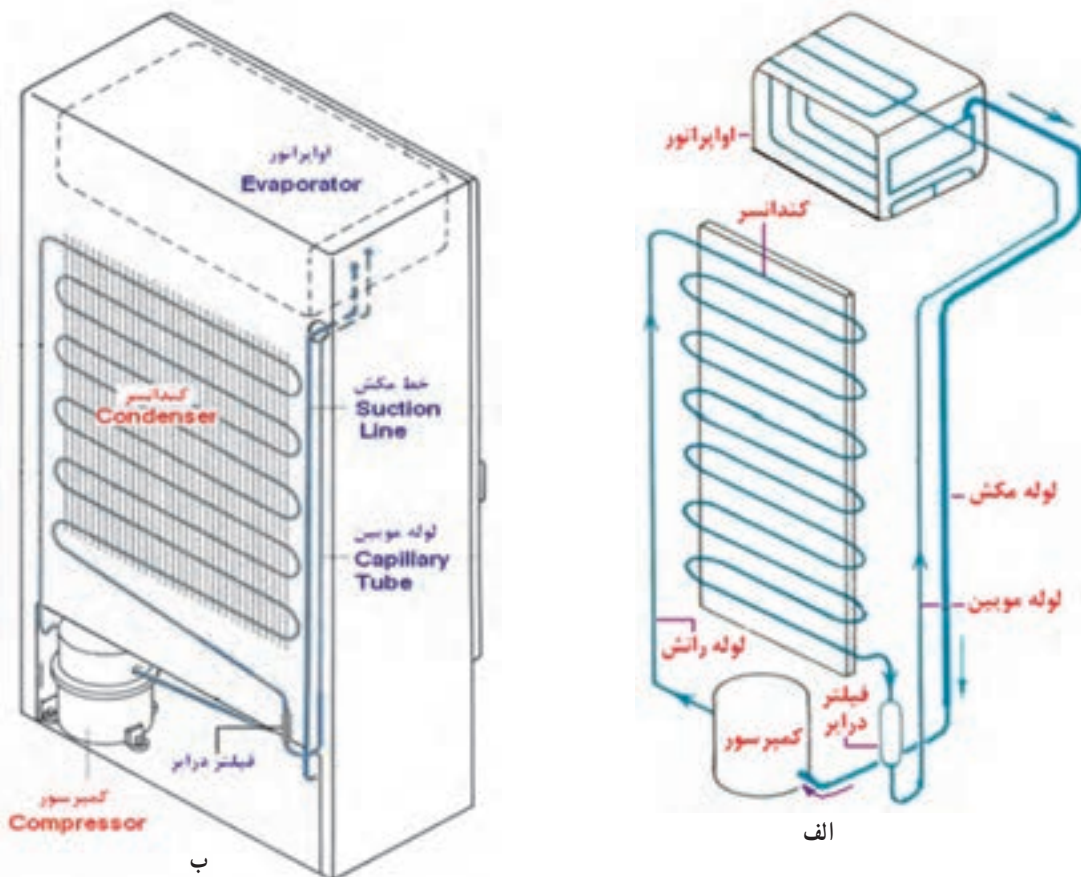
دستگاهی که برای نگهداری مواد غذایی فاسدشدنی در دمای کم استفاده می‌شود یخچال نامیده می‌شود.

۱-۱-۱ ساختمان یخچال: اجزای تشکیل دهنده یخچال را می‌توان به سه دسته الف) اجزای سیکل تبرید ب) اجزای الکتریکی ج) اجزای بدنه تقسیم نمود. کمپرسور، کندانسور، فیلتر درایر، اواپراتور، لوله موئین اجزای سیکل تبرید یخچال را تشکیل می‌دهند. موتور الکتریکی، ترموستات، رله استارت، اورلود، جعبه تقسیم، لامپ، سربیچ اجزای الکتریکی هستند و کابین، در، لاستیک دور در، دستگیره، پایه، لولا و قفل از اجزای بدنه یخچال می‌باشند. در شکل ۱-۱ یک نمونه یخچال خانگی نمایش داده



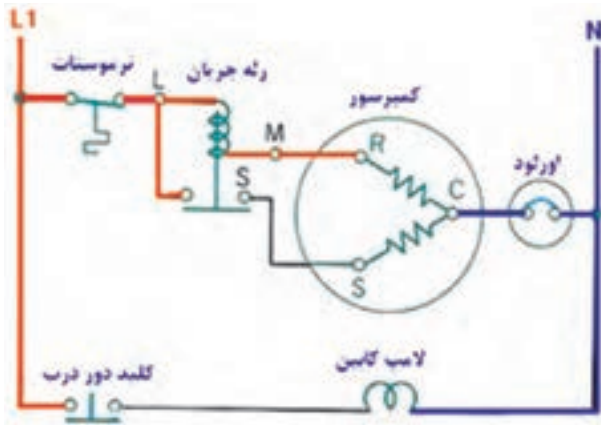
مشخصات :
 یخچال ۱۳ فوت
 برفک زدایی اتوماتیک
 ۶۶ کیلوگرم وزن خالص
 ابعاد ۶۳×۶۳×۱۶۰ سانتی متر
 سازگار با محیط زیست

شکل ۱-۱۰ یخچال



شکل ۲-۱۰ الف) آرایش اجزای سیکل تبرید در یخچال ب) قرارگیری اجزای سیکل تبرید در یخچال

شده و نسبت به محل فوق تنظیم می شود. روشنایی داخل کابین نیز به وسیله یک عدد لامپ تأمین می شود به طوری که با باز شدن در کابین یخچال کلید فشاری دور در مدار لامپ را وصل و لامپ روشن می شود با بستن کابین کلید دور در مدار لامپ را قطع می کند. شکل ۳-۱ مدار الکتریکی یک یخچال خانگی را نشان می دهد.



شکل ۳-۱- مدار برقی یک دستگاه یخچال معمولی

تحقیق : معادل انگلیسی یخچال Refrigerator به معنای

سردکننده است در مورد علت نامگذاری یخچال تحقیق کنید.

شکل ۴-۱ مدار الکتریکی یک دستگاه یخچال فریزر

را نشان می دهد کمپرسور دستگاه به وسیله رله جریان راه اندازی و به وسیله اورلود در مقابل جریان اضافی محافظت می شود کنترل کننده دما (ترموستات) به طور معمول در کابین یخچال نصب و تنظیم شده و مجموعه کمپرسور، فن کندانسور و فن اواپراتور را کنترل می کند به هنگام رسیدن دمای کابین به دمای تنظیم شده روی ترموستات، کمپرسور به همراه فن کندانسور و فن اواپراتور از مدار خارج می شوند. دیفراسن یخچال فریزر در مدار مربوطه به حالت طبیعی می باشد (خاموشی دستی سیستم).

شکل ۵-۱ طرح هایی به مدار اضافه می کند. لامپ های

کابین یخچال به طور موازی بسته شده اند و توسط یک کلید DPST دو پل تک راهه کنترل می شوند که فن اواپراتور را نیز تغذیه می کند.

محدوده دمایی قسمت جایخی (فریزر) 18°C تا 23°C -

است در حالی که قسمت یخچال در محدوده دمایی 2°C تا 7°C + می ماند و ترموستات یخچال می تواند دمای فریزر یا دمای کابین را حس نموده و فرمان روشن و خاموش شدن کمپرسور را بدهد.

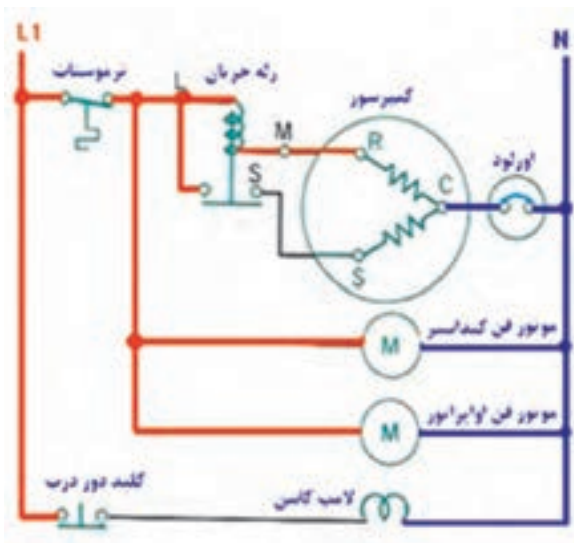
یخچال هایی که فضای فریزر و یخچال کاملاً از هم جدا شده اند دارای دو عدد اواپراتور می باشند. ماده مبرد ابتدا وارد کویل اواپراتور محفظه فریزر شده و سپس وارد کویل اواپراتور یخچال می گردد.

دمای ماده مبرد در لوله مکش به اندازه کافی بالا است تا در مجاورت هوای بیرون عرق نکند ولی با وجود این سازندگان یخچال ها لوله مکش را عایق بندی می کنند. بعضی از کمپرسورهای یخچال های خانگی دارای دو اتصال اضافی دیگر نیز در قسمت پایین خود دارند. این اتصالات برای خنک کاری روغن بوده که قبلاً در خصوص این موضوع و نحوه عملکرد آن توضیح کافی داده ایم.

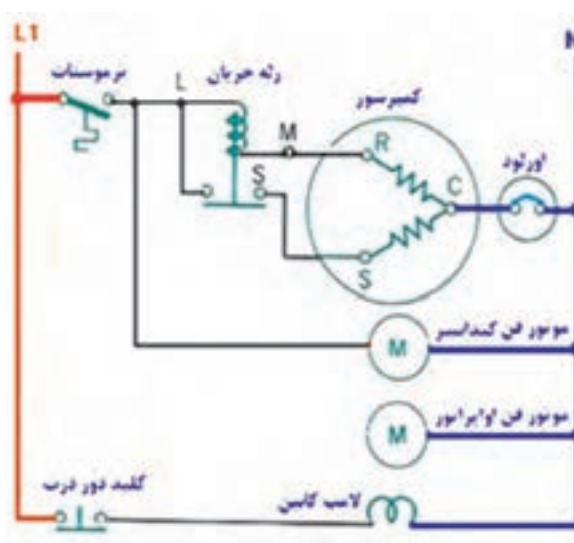
دور در یخچال ها لاستیک نرمی (که داخل آن آهنرباست) نصب شده که به هنگام بسته شدن در، فضای داخل را از فضای بیرون کاملاً جدا می کند. اگر نتواند این کار را انجام دهد هوای بیرون به داخل کابین نفوذ می کند کمپرسور بیش از حد نرمال روشن باقی می ماند. تا بتواند گرمای ناشی از نفوذ هوا را خارج کند و مقدار برفک به سرعت اضافه می شود. برای تست کیفیت لاستیک دور در می توانید از قطعه ورق کاغذی استفاده نمایید بدین صورت که اگر ورق کاغذی بین در و کابین قرار گرفته و در بسته شود ورق کاغذی بایستی بین در و بدنه گیر کند این کار را می توانید در چندین نقطه انجام دهید.

۲-۱-۱- طرز کار مدار الکتریکی یخچال :

راه اندازی کمپرسور با استفاده از رله جریان بوده و همچنین کمپرسور در مقابل جریان اضافی به وسیله اورلود محافظت می شود و یک عدد ترموستات به صورت سری در مدار کمپرسور نصب شده تا کمپرسور را در موقع لزوم روشن و خاموش نماید. بالب ترموستات داخل کابین یخچال یا جایخی (فریزر) نصب

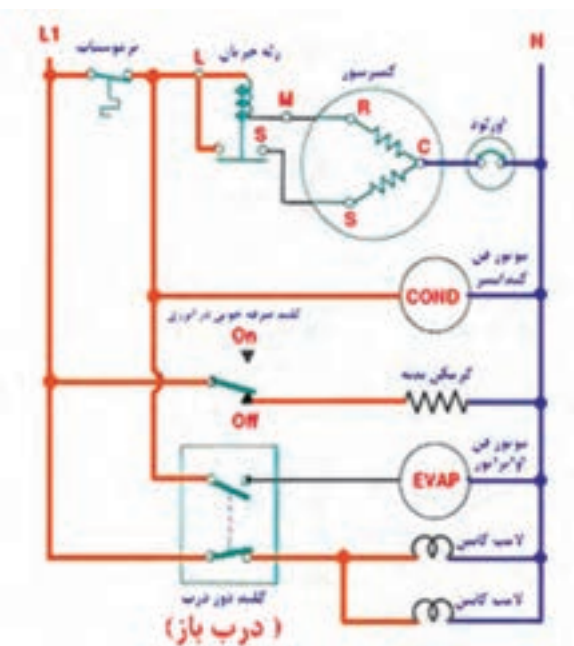


ب

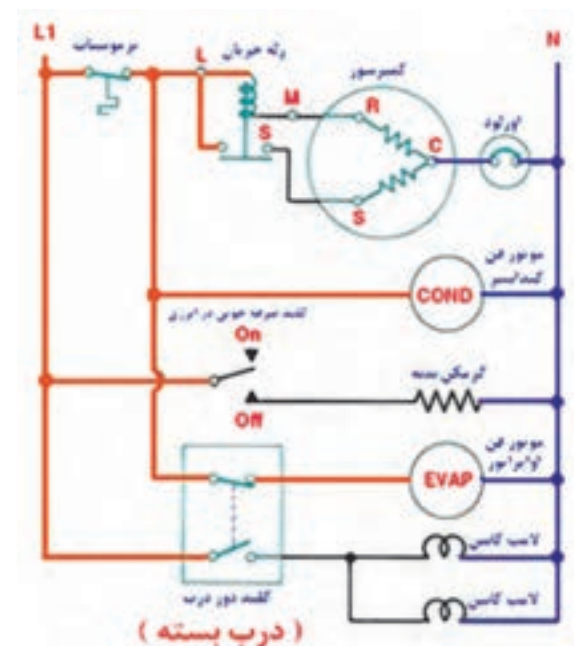


الف

شکل ۴-۱۰ مدار الکتریکی یک یخچال فریزر (الف) دستگاه در حال کار (ب) دستگاه اتوماتیک نموده و خاموش است



ب



الف

شکل ۵-۱۰ طرح دیگری از مدار الکتریکی یخچال، با کلید صرفه‌جویی (الف) در بسته (ب) در باز

بدنه پیچیده است تا در اثر سرد شدن بدنه رطوبت هوای بیرون بر روی بدنه تقطیر نشود. در بعضی از سیستم‌ها گرمکن‌ها دائماً در مدار هستند و در بعضی دیگر از کلید صرفه‌جویی انرژی استفاده می‌شود که در مواردی که رطوبت اتاق پایین باشد می‌توان با استفاده از کلید گرمکن بدنه یخچال را قطع کرد.

وقتی در باز می‌شود در حالی که سیستم تبرید کار می‌کند فن اواپراتور قطع خواهد شد. با این طرح از خروج هوای سرد در زمان باز شدن در جلوگیری به عمل می‌آید. گرمکن نشان داده شده ممکن است گرمکن بدنه، گرمکن دور در باشد این گرمکن یک سیم نیکل - کرومی است که دور

۲-۱۰- آب سردکن

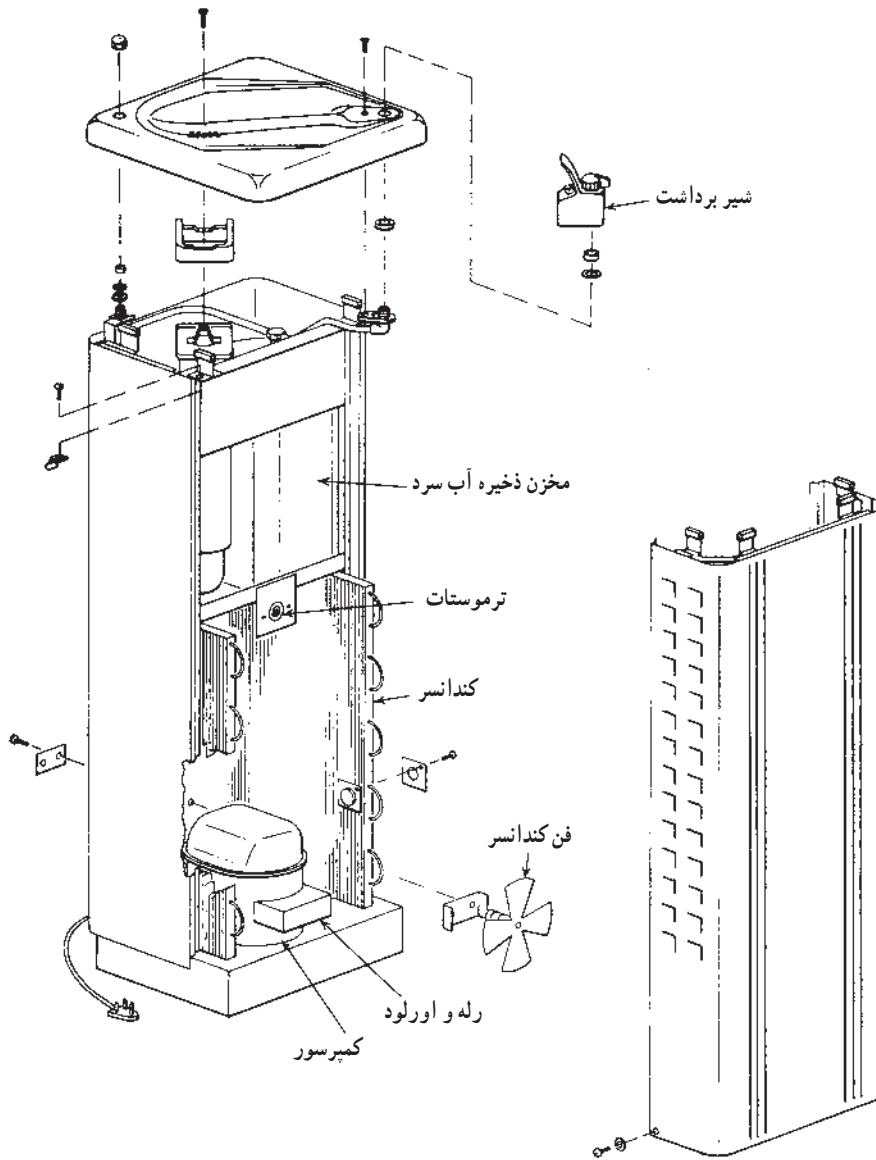
۱-۲-۱ مدار مکانیکی آب سردکن : شکل

۱-۶ نقشه انفجاری یک دستگاه آب سردکن را نشان می‌دهد.

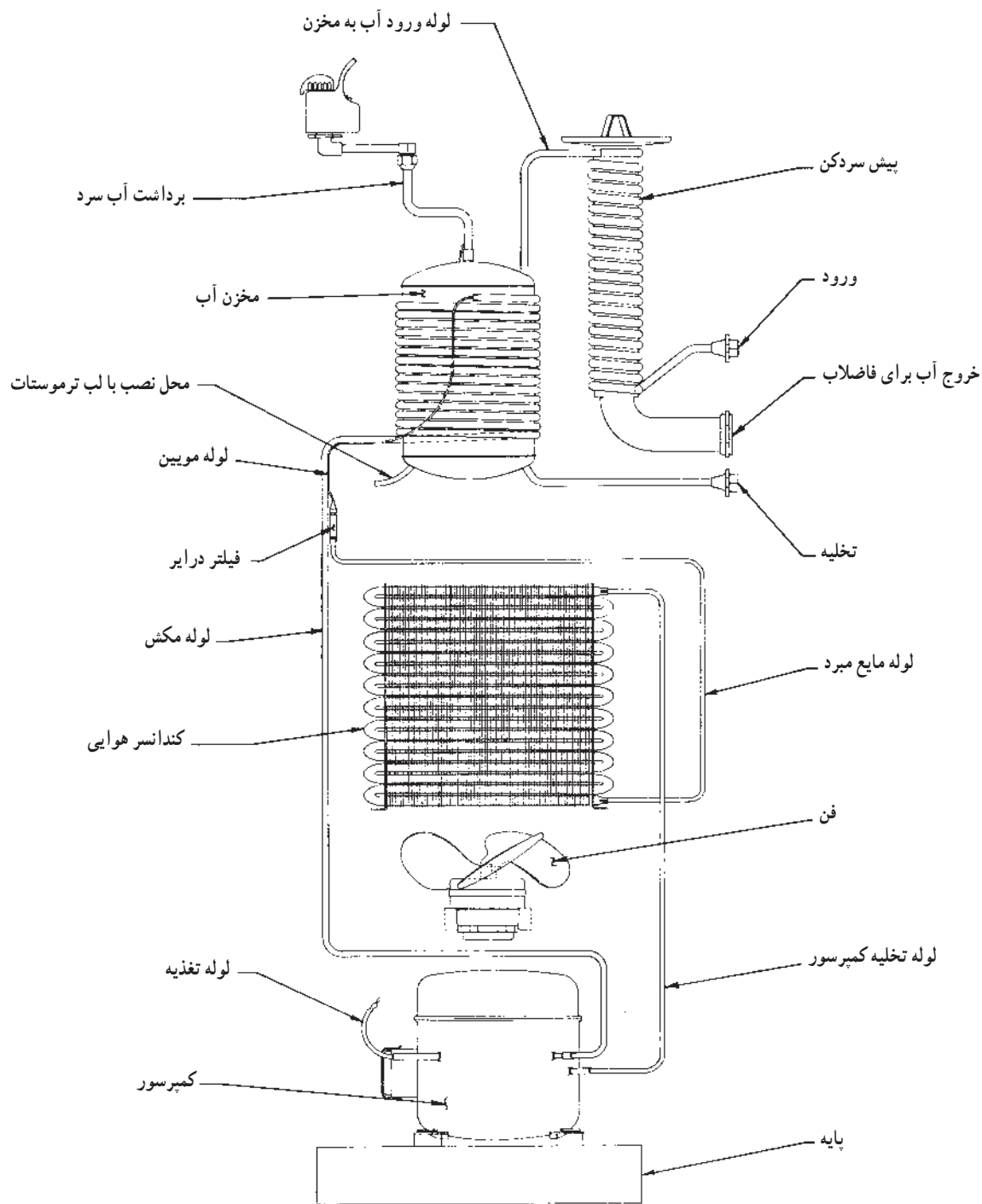
قسمت‌های مختلف دستگاه در شکل آمده است. شکل ۷-۱۰ نیز مدار مکانیکی دستگاه فوق را نشان می‌دهد.

آب شهر با دمای بین 16°C تا 26°C وارد دستگاه شده و با دمای مطلوب 1°C خارج می‌شود. مدار مکانیکی آب سردکن بسیار ساده است کمپرسور از نوع بسته با مبرد R-۱۲ یا R۱۳۴a،

کندانسر از نوع هوایی اجباری، کنترل‌کننده مایع مبرد لوله موین، اوپراتور کویلی به صورتی که به اطراف مخزن آب سرد پیچانده شده است. یک عدد ترموستات نیز دمای آب داخل مخزن را حس نموده و فرمان روشن و خاموش شدن به سیستم تبرید را می‌دهد آب شهر قبل از ورود به داخل مخزن آب سردکن به دور لوله تخلیه آب سرد مصرف شده پیچانده شده تا سرمای آب سرد خارج شده از مخزن جذب آب شهر ورودی به مخزن گردد، بدین وسیله راندمان دستگاه اضافه می‌شود.



شکل ۶-۱۰- شکل انفجاری آب سردکن



شکل ۷-۱ مدار مکانیکی یک دستگاه آب سردکن

۲-۲-۱ مدار الکتریکی آب سردکن

در شکل ۸-۱ مدار الکتریکی آب سردکن را ملاحظه می کنید. عموماً کمپرسور به وسیله رله ولتاژ راه اندازی می شود و از طریق ترموستات آب داخل مخزن آب سردکن کنترل

می شود. محدوده دمایی ترموستات معمولاً بین ۵ تا ۱۵ درجه سلسیوس می باشد. با وصل شدن ترموستات فن کندانسر نیز به همراه کمپرسور وارد مدار می شود. کمپرسور به وسیله اورلود محافظت می گردد.

۳-۱- یخچال‌های ویتیرینی

برای نمایش محصولات در فروشگاه‌های مواد غذایی از یخچال‌های ویتیرینی استفاده می‌شود تا تماشای محصولات مورد فروش برای مشتریان ممکن باشد. دمای یخچال‌های ویتیرینی برای کاربردهای مختلف در جدول ۱-۱ ارائه شده است.

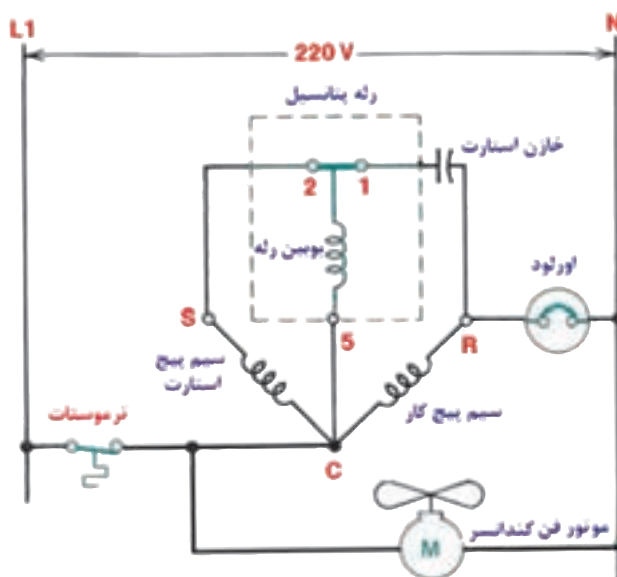
جدول ۱-۱- دمای مربوط به نگهداری در یخچال ویتیرینی

کاربرد	حداکثر دما °C	حداقل دما °C
گوشت بسته بندی نشده	۴	۲
گوشت بسته بندی	۳	۱
فراورده‌های کشاورزی	۷	۲
لبنیات	۶	۲
غذای منجمد	-۱۸	-
بستنی	-۲۴	-

یخچال‌های ویتیرینی در دو گونه صندوقی و ایستاده در بازار وجود دارند. یخچال صندوقی یا روباز هستند یا دارای دریچه‌اند. مشتری می‌تواند محصولات را ببیند. گوشت‌هایی که در یخچال‌های نوع باز نگهداری می‌شوند، به صورت بسته بندی بوده و با پلاستیک شفاف پوشانده می‌شوند. در این نوع یخچال‌ها اوپراتور ممکن است در زیر قرار گیرد. بادزن‌ها هوای سرد را از دریچه‌ها به فضای یخچال می‌دمند. پنل‌هایی بر روی بدنه قرار دارند که قابل جدا شدن بوده و با جدا کردن آنها، سرویس کویل و بادزن‌ها امکان پذیر می‌شود. شکل‌های ۱۱-۱ و ۱۲-۱ نمونه از یخچال ویتیرینی روباز هستند.

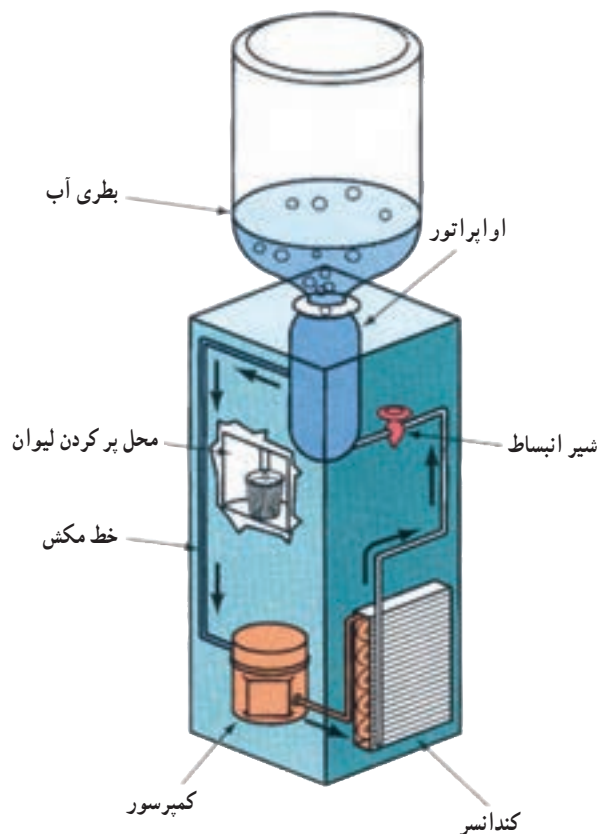


شکل ۱۱-۱- یخچال ویتیرینی باز
هوای سرد از بالای بدنه بر روی میوه‌ها جریان دارد.



شکل ۸-۱- مدار الکتریکی آب سردکن

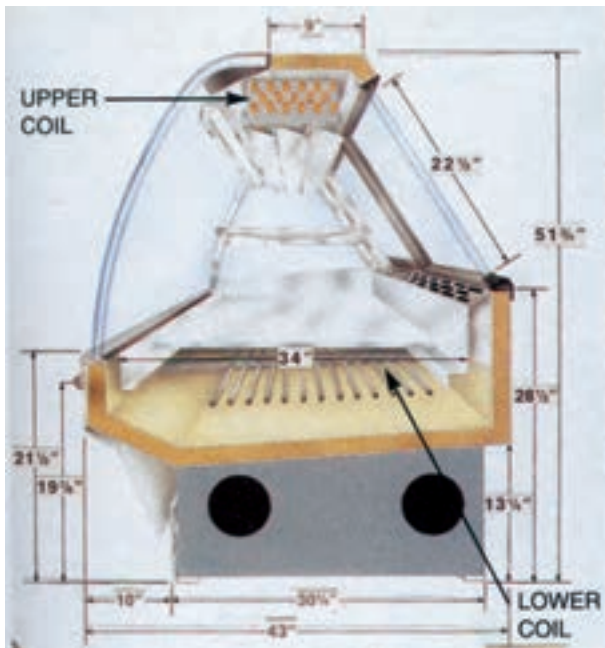
در شکل ۹-۱ چگونگی کار آب سردکن بطری دار نشان داده شده است. سیکل تبرید و چگونگی سرد شدن آب را توضیح دهید.



شکل ۹-۱- آب سردکن بطری دار

درهای کشویی این یخچال‌ها می‌توانند بالا و پایین روند و از سمتی به سمت دیگر کشیده شوند.

یخچال ویتربنی ایستاده معمولاً دارای درهایی هستند که مشتری می‌تواند محصولات داخل را مشاهده نماید. چنین دستگاه‌هایی ممکن است دارای واحد تقطیر در بیرون باشند. (شکل ۱۴-۱۰)



شکل ۱۳-۱۰- قرارگیری چند اوپراتور در یک بدنه به علت نیاز به سردکنندگی در بیش از یک جا



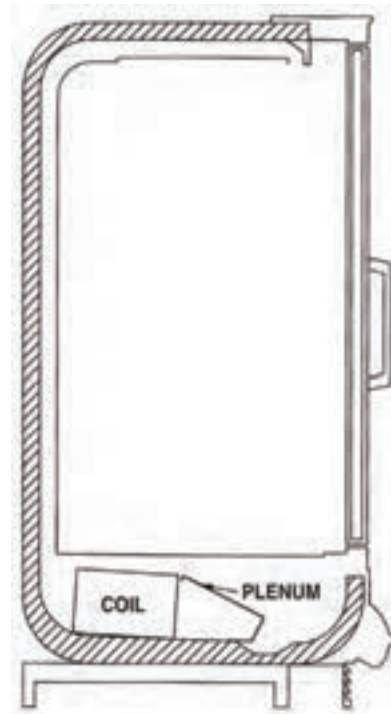
شکل ۱۲-۱۰- یخچال لینیات موقعیت اوپراتورها را نشان می‌دهد

در برخی از یخچال‌های صندوقی، قفسه‌های سرد در بالا قرار دارند. این قفسه‌ها باید دارای جریان درست هوا در پیرامون خود باشند. وقتی اوپراتور در بالا باشد معمولاً با اوپراتور قرار گرفته در پایین به صورت سری لوله کشی می‌شوند. (شکل ۱۳-۱۰) نوع بسته یخچال‌های صندوقی در دمای خیلی کم طراحی می‌شوند و برای نگهداری بستنی و مواد منجمد استفاده می‌شود.



شکل ۱۴-۱۰- در نوع ایستاده امکان برداشت محصول از داخل وجود دارد.

درهای یخچال‌های ایستاده را از شیشه دوجداره می‌سازند تا از تقطیر بخار آب بر روی شیشه جلوگیری نمایند. (شکل ۱۵-۱۰)



شکل ۱۵-۱۰- درها از شیشه‌های دوجداره برای جلوگیری از عرق کردن ساخته شده است.

جدول ۱۶-۱۰- بار برودتی یخچال و فریزر

فریزرهای پیش ساخته کوچک (۱۸-درجه سانتی‌گراد)		
بار برودتی (w)	تعداد در	حجم خارجی (متر مکعب)
۷۳۰	۱	۰/۷
۱۱۰۰	۲	۱/۵
۱۳۴۵	۳	۲
۱۸۲۰	۴	۳
۲۲۴۰	۵	۴

یخچال‌های پیش ساخته قفسه بندی شده (۵ و +۱ درجه سانتی‌گراد)		
بار برودتی (w)	حجم خارجی (متر مکعب)	
۲۹۰	۰/۵	
۴۳۰	۱	
۵۴۵	۱/۵	
۶۶۰	۲	
۷۶۵	۲/۵	
۸۷۰	۳	
۹۸۵	۴	
۱۱۶۰	۵	
۱۳۳۰	۶	
۱۴۵۰	۷	
۱۵۱۰	۸	

مثال: بار برودتی یخچالی به ابعاد $۱۶۰ \times ۶۳ \times ۶۳ \text{ cm}^3$ را از جدول ۱۶-۱۰ بدست آورید.

حل:

$$۱۶ \text{ dm} \times ۶/۳ \text{ dm} \times ۶/۳ \text{ dm} = ۶۳۵ \text{ dm}^3 = ۰/۶۳۵ \text{ m}^3$$

با مراجعه به جدول بار برودتی ۴۳۰ w بدست می‌آید.

۴-۱۰- برآورد بار سرمایی یخچال و فریزر

جدول ۱۶-۱۰ برای برآورد بار برودتی یخچال و فریزرهای پیش ساخته تجاری تهیه شده است. با داشتن حجم خارجی یخچال یا فریزر برحسب متر مکعب بار برودتی برحسب وات مشخص می‌شود درجه حرارت پیشنهادی برای یخچال $+۱/۵^\circ \text{C}$ و برای فریزر -۱۸°C است. برای یخچال و فریزر عایق مصرفی پلی‌یورتان به ضخامت ۲۵ میلی‌متر یا معادل آن و دمای محیط ۲۷°C فرض شده است. به ازاء هر در شیشه‌ای دو جداره ۲۶° وات به بار اضافه می‌شود.

۵-۱۰- سردخانه (اتاق‌های سرد)

فروشگاه‌های مواد غذایی برای ذخیره گوشت و مواد فاسدشدنی از سردخانه‌ها و یخچال‌های اتاق مانند استفاده می‌کنند. این سردخانه‌ها از قطعات پیش ساخته جدا از هم ساخته می‌شوند. اندازه‌های استاندارد و متداول این یخچال‌ها در جدول ۱۷-۱۰ نشان داده شده است.

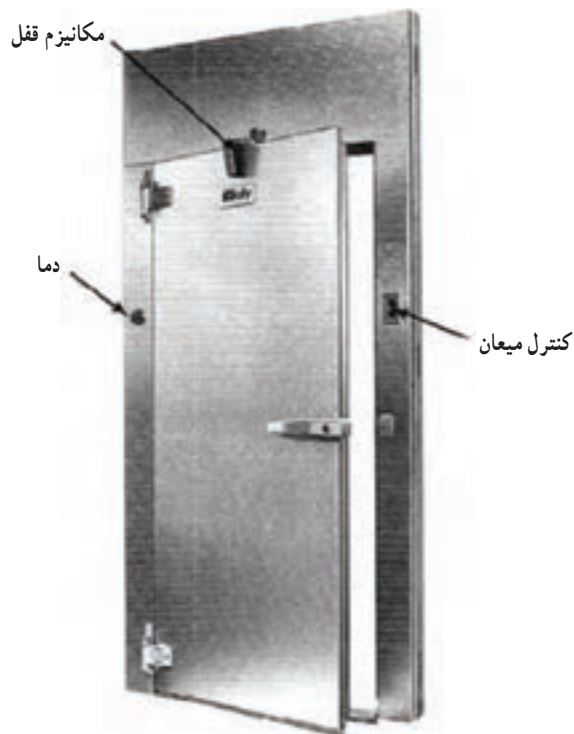
جدول ۱۷-۱۰- ابعاد استاندارد و متداول اتاق‌های سرد

ارتفاع متر	عرض متر	طول متر
۳	۱/۵	۲/۱۵
۳	۱/۸۵	۲/۴۵
۳	۲/۴۵	۲/۴۵
۳	۲/۱۵	۲/۷۵
۲/۳۰	۳	۳/۷۰
۲/۳۰	۱/۵	۱/۸۵
۲/۳۰	۱/۸۵	۱/۸۵
۲/۳۰	۱/۸۵	۲/۱۵



شکل ۱۹-۱۰- یک سردخانه پیش‌ساخته با کنترل از بیرون. دمای اتاق نگهداری ۳°C و از ماده سرمازای R-۵۰۲ استفاده شده است. سیستم نیمه خودکار است. به موقعیت پنل کنترل الکتریکی توجه کنید.

قفل و بست و دستگیره در این سردخانه به منظور ایمنی از داخل نیز باز می‌شوند. اطراف در به گرمکن‌های الکتریکی مجهز است تا از یخ‌زدن در جلوگیری شود (شکل ۲۰-۱۰).



شکل ۲۰-۱۰- در یک سردخانه پیش‌ساخته سیم‌های گرمایی در پیرامون در جاسازی شده است تا از عرق کردن و یخ‌زدن درهای بازشونده پیش‌گیری شود.

دو نمونه از اتاق‌های سرد در شکل‌ها ۱۸-۱۰ و ۱۹-۱۰ نشان داده شده است. در اتاق‌های سرد از اوپراتور کویلی فن‌دار استفاده می‌شود.



شکل ۱۸-۱۰- نمایش اجزاء یک سردخانه پیش‌ساخته که در محل مونتاژ می‌شود.



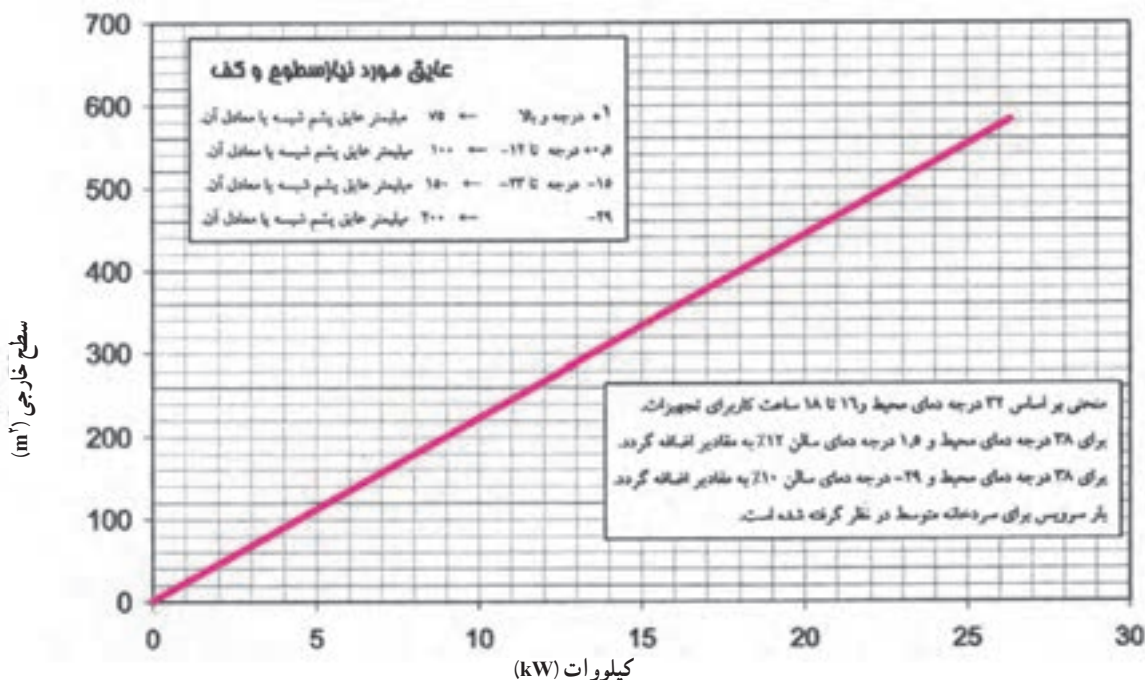
شکل ۲۱-۱۰- اتاق سرد جازدنی - که در محل قابل مونتاز است. پنل‌ها از فوم با فلز در هرسو ساخته شده‌اند. این جعبه پیش ساخته می‌تواند در بیرون یا داخل قرار گیرد.

اتاق‌های سرد به دو صورت ثابت و متحرک ساخته می‌شوند. نوع ثابت را در داخل اتاقی که از مصالح ساختمانی ساخته شده است اجرا می‌کنند، و نوع متحرک از پنل‌های پیش ساخته که در محل با پیچ و مهره مونتاز می‌شود، اجرا می‌کنند. پنل‌ها از دو لایه ورق فلزی و یک لایه عایق در وسط از جنس یولی اورتان یا پلاستوفوم تزریقی ساخته می‌شوند.

شکل ۲۱-۱۰ نمونه‌ای از ساختمان دیواره سردخانه‌ها را نشان می‌دهد.

۶-۱۰- برآورد بار سرمایی سردخانه‌های کوچک

در نمودار ۲۲-۱۰ برای برآورد صحیح بار سرمایی سردخانه‌های کوچک تا سطح خارجی ۵۵° تنظیم شده است. در محور عمودی این نمودار، مقادیر سطح کل خارجی سردخانه بر حسب متر مربع قید شده و در محور افقی بار سرمایی بر حسب کیلو وات نوشته شده است. استفاده از نمودار مذکور برای برآورد سریع بار سرمایی سردخانه بسیار ساده می‌باشد به طوری که مقدار سطح خارجی سردخانه را از ستون سمت چپ انتخاب و به طور افقی خطی ترسیم می‌کنیم تا خط مورب (خط



شکل ۲۲-۱۰- برآورد بار سرمایی سردخانه‌های پیش ساخته کوچک

بار) را قطع نماید از محل تقاطع به طور عمود حرکت کرده و مقدار بار سرمایی برحسب کیلو وات را روی محور افقی قرائت می‌کنیم. یادآوری چند نکته در استفاده از این نمودار لازم است:

- ۱- نمودار مذکور برای سردخانه‌های پیش ساخته تا سطح خارجی 55° متر مربع تهیه و تنظیم شده است.
- ۲- دمای محیط 32°C در نظر گرفته شده است.
- ۳- ساعت کار تجهیزات بین ۱۶ تا ۱۸ ساعت در ۲۴ ساعت در نظر می‌باشد.

- ۴- اگر دمای محیط 38°C و دمای سالن $1/5^{\circ}\text{C}$ باشد 10% به مقدار بار سرمایی به دست آمده از جدول اضافه نمایید.
- ۵- اگر دمای محیط 38°C و دمای سالن 29°C باشد 10% به مقدار بار سرمایی به دست آمده از جدول اضافه نمایید.
- ۶- نوع عایق مصرفی پشم شیشه یا معادل آن می‌باشد.
- ۷- ضخامت عایق برای سالن با دمای 1°C و بالاتر 75 میلی متر

- ضخامت عایق برای سالن با دمای 5°C تا 12°C ، 100 میلی متر
- ضخامت عایق برای سالن با دمای 15°C تا 23°C ، 150 میلی متر
- ضخامت عایق برای سالن با دمای 29°C برابر 200 میلی متر لحاظ گردیده است.

با توجه به اینکه این نمودار با شرایط ذکر شده تهیه و تنظیم شده اگر شرایط مسئله در خصوص برآورد بار سرمایی با شرایط مذکور هماهنگ باشد می‌توان از نمودار ارائه شده استفاده کرد در غیر این صورت بایستی بار سرمایی به روش معمول محاسبه شود.

مثال: سطوح خارجی سردخانه‌ای 160 متر مربع می‌باشد. سردخانه در محیطی قرار گرفته است که دارای دمای 32°C می‌باشد. اگر دمای سردخانه $1/5^{\circ}\text{C}$ و از 75 میلی متر عایق پشم شیشه در سردخانه استفاده شده باشد. بار سرمایی سردخانه را برآورد نمایید.

حل: عدد 160 متر مربع را روی محور عمودی انتخاب

می‌کنیم و با رسم خط افقی و برخورد آن با خط مورب به طور عمودی به سمت پایین حرکت می‌کنیم عدد 7 کیلو وات را می‌خوانیم از آن جایی که شرایط مسأله با شرایط ذکر شده در نمودار مطابقت می‌کند عدد 7kW جواب مسأله می‌باشد.

برای کم کردن محاسبه و برآورد سریع بار سرمایی سردخانه از نمودار، با داشتن ابعاد سالن در سایزهای مختلف، برای دو ارتفاع 3 متری و 4 متری سطح کل خارجی سردخانه از جدول $24-10$ به دست می‌آید.

در ستون اول طول سالن برحسب متر، در ستون دوم عرض سالن برحسب متر و در ستون سوم مقدار سطح کل خارجی سالن برای ارتفاع 3 متری برحسب متر مربع و در ستون چهارم مقدار سطح کل خارجی سالن برای ارتفاع 4 متری برحسب متر مربع قید شده است. برای مثال اگر سطح خارجی سالن به ابعاد $7 \times 4 \times 3$ برابر 122 متر مربع می‌باشد. اگر همین سالن دارای ارتفاع 4 متر باشد سطح خارجی آن برابر 144 متر مربع می‌شود.

مثال: سردخانه‌ای به ابعاد $4\text{m} \times 8\text{m} \times 10\text{m}$ جهت نگهداری بستنی ساخته شده است. عایق مصرفی از نوع پشم شیشه با ضخامت 200mm می‌باشد. درجه حرارت محیط 38°C و بار سرویس متوسط فرض می‌شود. بار برودتی سردخانه را از طریق روش کوتاه (استفاده از نمودار) برآورد نمایید. دمای نهایی سردخانه 29°C می‌باشد.

حل: از جدول $24-10$ با داشتن ابعاد سردخانه، سطح کل خارجی معادل 304 متر مربع انتخاب می‌شود مقدار سطح را از قسمت عمودی سمت چپ منحنی انتخاب کرده به طور افقی حرکت می‌کنیم پس از برخورد با خط بار، از محل تقاطع به سمت پایین رفته تا بار برودتی $13/6\text{kW}$ انتخاب شود. با توجه به شرایط داخل و خارج به مقدار 12% به مقدار فوق اضافه نموده تا بار برودتی مورد نیاز سردخانه انتخاب شود.

$$13/6 + 12\% (13/6) = 15/23\text{kW}$$

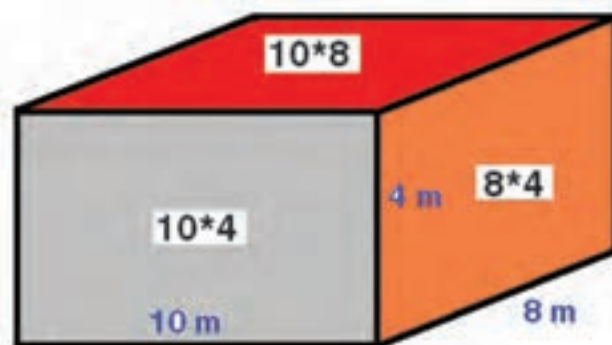
در صورتی که جدول $24-10$ در دسترس نباشد می‌توانیم سطح کل را محاسبه نماییم. (شکل $23-10$)

$$10 \times 4 \times 2 = 80 \text{ m}^2$$

$$8 \times 4 \times 2 = 64 \text{ m}^2$$

$$10 \times 8 \times 2 = 160 \text{ m}^2$$

$$80 + 64 + 160 = 304 \text{ m}^2 \quad \text{جمع کل سطح خارجی سردخانه} = 304 \text{ متر مربع}$$



شکل ۲۳-۱- محاسبه سطح کل جانبی

جدول ۲۴-۱- محاسبه سطح خارجی سردخانه بر اساس ارتفاع ۳ و ۴ متری بر حسب متر مربع

سطح خارجی (مترمربع)				سطح خارجی (مترمربع)			
ارتفاع ۴ متر	ارتفاع ۳ متر	عرض (متر)	طول (متر)	ارتفاع ۴ متر	ارتفاع ۳ متر	عرض (متر)	طول (متر)
۱۶۰	۱۳۶	۴	۸				
۱۶۸	۱۴۳	۴	۸/۵				
۱۷۶	۱۵۰	۴	۹				
۱۸۴	۱۵۷	۴	۹/۵				
۱۹۲	۱۶۴	۴	۱۰				
۲۰۸	۱۷۸	۴	۱۱				
۲۲۴	۱۹۲	۴	۱۲				
۱۱۲	۹۴	۵	۴				
۱۲۱	۱۰۲	۵	۴/۵				
۱۳۰	۱۱۰	۵	۵				
۱۳۹	۱۱۸	۵	۵/۵				
۱۴۸	۱۲۶	۵	۶				
۱۵۷	۱۳۴	۵	۶/۵				
۱۶۶	۱۴۲	۵	۷				
۱۷۵	۱۵۰	۵	۷/۵				
۱۸۴	۱۵۸	۵	۸				
۱۴۸	۱۲۶	۶	۵				
۱۵۸	۱۳۵	۶	۵/۵				
۱۶۸	۱۴۴	۶	۶				
۱۷۸	۱۵۳	۶	۶/۵				
۱۸۸	۱۶۲	۶	۷				
۱۹۸	۱۷۱	۶	۷/۵				
۲۰۸	۱۸۰	۶	۸				
۲۱۸	۱۸۹	۶	۸/۵				
۲۲۸	۱۹۸	۶	۹				
۲۴۸	۲۱۶	۶	۱۰				
۲۱۰	۱۸۲	۷	۷				
۲۲۱	۱۹۲	۷	۷/۵				
۲۳۲	۲۰۲	۷	۸				
۲۴۳	۲۱۲	۷	۸/۵				
۲۵۴	۲۲۲	۷	۹				
۲۶۵	۲۳۲	۷	۹/۵				
۲۷۶	۲۴۲	۷	۱۰				
۲۸۷	۲۵۲	۷	۱۰/۵				
۲۹۸	۲۶۲	۷	۱۱				
۳۲۰	۲۸۲	۷	۱۲				
۳۴۲	۳۰۲	۷	۱۳				
۲۲۰	۱۹۱	۸	۶/۵				
۲۳۲	۲۰۲	۸	۷				

سطح خارجی (مترمربع)				سطح خارجی (مترمربع)			
ارتفاع ۴ متر	ارتفاع ۳ متر	عرض (متر)	طول (متر)	ارتفاع ۴ متر	ارتفاع ۳ متر	عرض (متر)	طول (متر)
۴	۷۳	۳/۵	۸۸	۷/۵	۸	۲۱۳	۲۴۴
۴/۵	۷۹/۵	۳/۵	۹۵/۵	۸	۸	۲۲۴	۲۵۶
۵	۸۶	۳/۵	۱۰۳	۸/۵	۸	۲۳۵	۲۶۸
۵/۵	۹۲/۵	۳/۵	۱۱۰/۵	۹	۸	۲۴۶	۲۸۰
۶	۹۹	۳/۵	۱۱۸	۹/۵	۸	۲۵۷	۲۹۲
۶/۵	۱۰۵/۵	۳/۵	۱۲۵/۵	۱۰	۸	۲۶۸	۳۰۴
۷	۱۱۲	۳/۵	۱۳۳	۱۱	۸	۲۹۰	۳۲۸
۷/۵	۱۱۸/۵	۳/۵	۱۴۰/۵	۱۲	۸	۳۱۲	۳۵۲
۸	۱۲۵	۳/۵	۱۴۸	۱۳	۸	۳۳۴	۳۷۶
۹	۱۳۸	۳/۵	۱۶۳	۱۴	۸	۳۵۶	۴۰۰
۱۰	۱۵۱	۳/۵	۱۷۸	۱۵	۸	۳۷۸	۴۲۴
۱۲	۱۷۷	۳/۵	۲۰۸	۱۰	۱۰	۳۲۰	۳۶۰
۴	۸۰	۴	۹۶	۱۱	۱۰	۳۴۶	۳۸۸
۴/۵	۸۷	۴	۱۰۴	۱۲	۱۰	۳۷۲	۴۱۶
۵	۹۴	۴	۱۱۲	۱۳	۱۰	۳۹۸	۴۴۴
۵/۵	۱۰۱	۴	۱۲۰	۱۴	۱۰	۴۲۴	۴۷۲
۶	۱۰۸	۴	۱۲۸	۱۵	۱۰	۴۵۰	۵۰۰
۶/۵	۱۱۵	۴	۱۳۶	۱۶	۱۰	۴۷۶	۵۲۸
۷	۱۲۲	۴	۱۴۴	۱۷	۱۰	۵۰۲	۵۵۶
۷/۵	۱۲۹	۴	۱۵۲				

۷-۱۰ پرسش و تمرین



پرسش‌های چندگزینه‌ای

- محدوده دمایی قسمت جایی یخچال چند درجه سانتی گراد است؟
الف) ۲+ تا ۷+ ب) ۵- تا ۱۰- ج) ۵- تا ۱۸- د) ۱۸- تا ۲۲-
- در چه صورت گرمکن بدنه یخچال را توسط کلید صرفه جویی قطع می‌کنند؟
الف) بالا بودن رطوبت اتاق ب) پایین بودن رطوبت اتاق
ج) همزمان با روشن شدن هیتر دیفراست د) هنگام قطع هیتر دیفراست
- علت ساخت درب یخچال‌های ایستاده به صورت دو جداره کدام است؟
الف) از تقطیر بخار آب بر روی شیشه جلوگیری کند ب) در مقابل ضربه مقاوم باشند
ج) کاهش نفوذ هوا به یخچال د) زیبایی بیشتر یخچال
- بار برودتی یک فریزر با حجم خارجی ۳/۷ متر مکعب چند وات است؟
الف) ۸۷۰ ب) ۹۸۵ ج) ۱۸۲۰ د) ۲۲۴۰

پرسش‌های کامل کردنی

- در مدار الکتریکی یخچال با باز شدن درب یخچال موتور کمپرسور توسط خاموش می‌شود.
- دمای خروجی آب از آب سردکن درجه سانتی گراد در نظر گرفته می‌شود.
- در مدار الکتریکی آب سردکن عموماً کمپرسور توسط رله راه اندازی می‌شود.
- اوپراتور اتاق‌های سرد از نوع می‌باشد.

پرسش‌های درست و نادرست

- ۹- محدوده دمایی داخل یخچال ۷ تا ۱۸- درجه سانتی‌گراد است.
 درست نادرست
- ۱۰- در آب سردکن از میرد ۲۲-R استفاده می‌شود.
 درست نادرست
- ۱۱- اوپراتورهایی که در بالا و پایین یخچال صندوقی نصب می‌شوند به‌طور سری به یکدیگر متصل می‌شوند.
 درست نادرست
- ۱۲- برای جلوگیری از یخ زدن در سردخانه، اطراف در گرمکن الکتریکی نصب می‌کنند.
 درست نادرست

کلمات مناسب را در جای خالی بنویسید.

- «بدنه - پلاستوفوم - لوله تخلیه - اورلود - اوپراتور - لوله مکش - کندانسر»
- ۱۳- یکی از اجزای الکتریکی یخچال می‌باشد.
- ۱۴- در یخچال‌هایی که فضای فریزر و یخچال کاملاً از هم جدا هستند از دو عدد استفاده می‌شود.
- ۱۵- از سیم نیکل - کروم برای گرم کن دور استفاده می‌شود.
- ۱۶- لوله آب شهر قبل از ورود به مخزن آب سردکن به دور پیچانده می‌شود.
- ۱۷- عایق اتاق‌های سرد از جنس انتخاب می‌شوند.

پرسش‌های تشریحی

- ۱۸- اجزای تشکیل دهنده یخچال را شرح دهید.
- ۱۹- طرز کار مدار الکتریکی یخچال را توضیح دهید.
- ۲۰- طرز کار مدار الکتریکی یخچال با کلید صرفه جویی را شرح دهید.
- ۲۱- مدار مکانیکی آب سردکن را توضیح دهید.
- ۲۲- مدار الکتریکی آب سردکن را توضیح دهید.
- ۲۳- انواع یخچال‌های ویترونی را شرح دهید.
- ۲۴- کاربرد اتاق‌های سرد را توضیح دهید.
- ۲۵- انواع اتاق‌های سرد را شرح دهید.
- ۲۶- سردخانه‌ای به ابعاد $10m \times 8m \times 5m$ مفروض است. در صورتی که دمای داخل سردخانه $2^{\circ}C$ - و دمای هوای محیط $32^{\circ}C$ باشد.
- الف) ضخامت عایق سردخانه را تعیین کنید.
- ب) بار سرمایی سردخانه را از روی نمودار تعیین نمایید.
- ۲۷- سردخانه‌ای به ابعاد $12m \times 10m \times 4m$ با دمای محیط $38^{\circ}C$ و دمای داخلی $1/5^{\circ}C$ مفروض است. ضخامت عایق و بار سرمایی سردخانه را به دست آورید.

فصل پانزدهم



دستگاه‌های تهویه مطبوع

پس از پایان آموزش این فصل از هنرجو انتظار می‌رود:

- ۱- هوا و اتمسفر را توضیح دهد.
- ۲- دمای هوا، اتمسفر و محیط زندگی انسان را شرح دهد.
- ۳- رطوبت هوا را توضیح دهد.
- ۴- دمای حباب خشک را تعریف کند.
- ۵- دمای حباب مرطوب را شرح دهد.
- ۶- دمای نقطه شبنم را تعریف کند.
- ۷- رطوبت ویژه را توضیح دهد.
- ۸- رطوبت نسبی را توضیح دهد.
- ۹- نمودار سایکرومتریک را از روی شکل توضیح دهد.
- ۱۰- منطقه آسایش را از روی شکل توضیح دهد.
- ۱۱- کولر گازی پنجره‌ای را توضیح دهد.
- ۱۲- کولر گازی اسپلیت را شرح دهد.
- ۱۳- انواع کولرهای گاز اسپلیت را شرح دهد.
- ۱۴- مدار الکتریکی کولر گازی اسپلیت را از روی نقشه توضیح دهد.
- ۱۵- روش انتخاب کولر گازی را شرح دهد.
- ۱۶- بار برودتی فضاهای مختلف را برآورد نماید.
- ۱۷- طرز کار کولر آبی را توضیح دهد.

۱۱- دستگاه‌های تهویه مطبوع

انسان با تلاشی بی‌گیر در راه بهبود محیط زیست می‌کوشد تا شرایط زندگی بهتر و راحت‌تری را فراهم آورد. ایجاد تهویه مطبوع یکی از مهم‌ترین گام‌هایی است که برای رسیدن به این هدف برداشته شده است. تهویه مطبوع برای انسان آسایش و تندرستی می‌آورد و تأثیر خوبی روی عواطف و روان انسان باقی می‌گذارد.

حال این پرسش پیش می‌آید که تهویه مطبوع چیست؟ سیستم تهویه مطبوع چهار عامل زیر را در تابستان و زمستان

به طور خودکار کنترل می‌کند تا شرایط آسایش انسان را تأمین کند. عوامل گفته شده در بالا عبارتند از:

۱- دمای هوا

۲- رطوبت هوا

۳- سرعت گردش هوا

۴- پاکیزگی هوا

علاوه بر پیامد آسایش بخش تهویه مطبوع، بسیاری از صاحبان صنایع دریافته‌اند که تهویه مطبوع در کارخانه‌ها امکان کنترل کامل مراحل تولید را برای آنها فراهم آورده و کیفیت محصول تولیدی را بالا می‌برد.

سیستم تهویه مطبوع کامل باید هوا را برحسب نیاز گرم‌تر یا سردتر نموده، درصد رطوبت آن را کم یا زیاد، جریان و گردش آن را کنترل و تنظیم و نهایتاً آن را تصفیه کند انجام این مراحل دقیق و خودکار باشد.

۱۱-۱- هوا

لایه هوایی که زمین را دربرگرفته است کمی بیش از ۶۰۰ کیلومتر ضخامت دارد که به چند لایه مشخص تقسیم شده است. لایه‌ای از هوا که در این بخش بیش از همه مورد توجه ما است، لایه‌ای است که بین سطح دریا و ارتفاع ۵۰۰۰۰ پا (حدود ۱۵ کیلومتر) قرار دارد زیرا تا این ارتفاع است که تهویه و گرم کردن داخل هواپیما لازم می‌شود. لایه بین ۳۰۰۰۰ پا تا ۵۰۰۰۰ پای هوا را «تروپوسفر» و لایه بین سطح دریا تا ارتفاع ۳۰۰۰۰ پای «آتمسفر» می‌نامند. آتمسفر از مخلوط چند گاز تشکیل شده است و هریک از آن طبق قانون دالتون طوری عمل می‌کنند که گویا به تنهایی فضا را اشغال کرده‌اند.

هوا از نظر حجمی از ۷۸ درصد نیتروژن (ازت) و ۲۱ درصد اکسیژن و ۱ درصد گازها دیگر تشکیل شده است. این هوا را هوای خشک می‌نامند هوا در کلیه شرایط بخار آب همراه دارد و مقدار آن در هوا متغیر است.

۱۱-۲- دمای هوا

دمای هوا در نقاط سکون زمین بین ۵۴- تا ۵۴+ درجه سلسیوس^۱ می‌باشد. دمای مطبوع طبیعی ۲۲ درجه سلسیوس است.

دمای طبیعی بدن انسان ۳۷ درجه سلسیوس است. در بیشتر نقاط معتدل کره زمین دمای محیط کمتر از دمای بدن انسان است و به همین دلیل برای حفظ گرمای بدن به لباس و پوشاک نیاز است. در تابستان، هنگامی که دمای هوای محیط از ۳۷ درجه سلسیوس بیشتر می‌شود بدن انسان با تبخیر عرق بدن مقداری از گرمای خود را از دست می‌دهد. بنابراین برای حفظ دمای محیط در حد تهویه مطبوع گرم کردن آن در برخی موارد و خنک کردن آن در موارد دیگر امر ضروری به نظر می‌رسد.

۱۱-۳- رطوبت هوا

هوایی که در آن زندگی می‌کنیم، همیشه دارای مقداری بخار آب است و چون بدن انسان از طریق منافذهای پوست و دستگاه تنفس (در هنگام بازدم) مقدار قابل ملاحظه‌ای رطوبت از دست می‌دهد. دانستن اینکه هوا چگونه توانایی گرفتن این رطوبت را دارد و رطوبت هوا چه تأثیری بر رطوبت بدن از طریق سیستم تنفسی و منافذهای پوست دارد اهمیت زیادی دارد.

۱۱-۴- دمای حباب خشک هوا^۲

دمایی است که با دماسنج معمولی اندازه‌گیری شود.

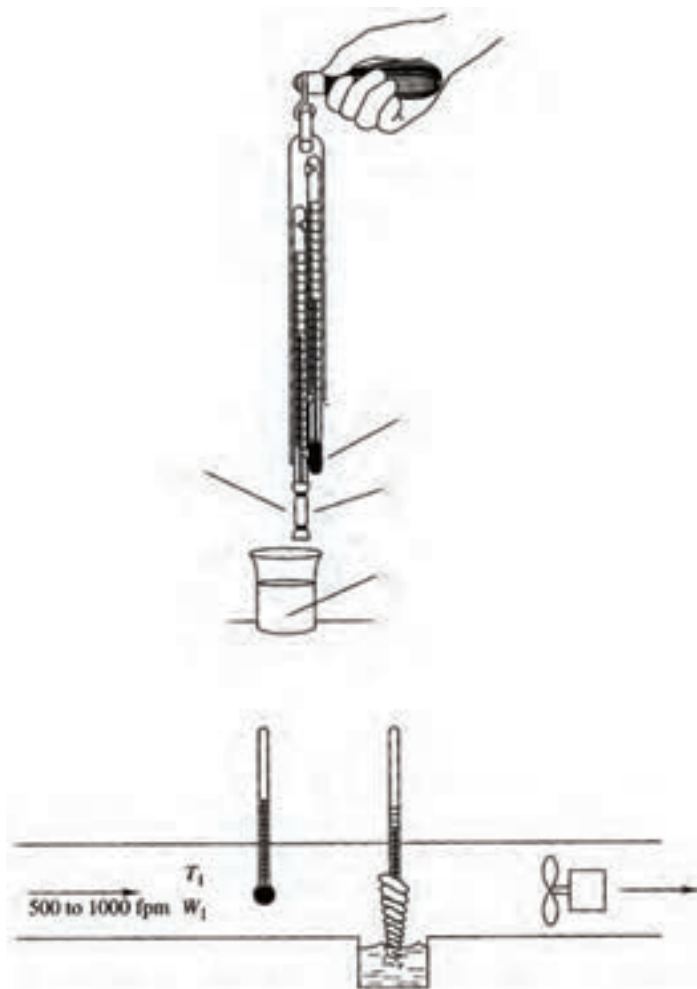
۱۱-۵- دمای حباب مرطوب^۳

دمای حباب مرطوب دمایی است که با دماسنجی اندازه‌گیری شود که مخزن آن با فنیله سفید و تمیزی که با آب مقطر خالص خیس شده باشد اندازه‌گیری شود (شکل ۱-۱۱). معمولاً دماسنج در این حالت دمای کمتری را نشان می‌دهد. تفاوت بین دمای حباب خشک و دمای حباب مرطوب بستگی

۱- ۶۵- تا ۱۳۰ درجه فارنهایت

۲- Dry Bulb Temperature

۳- Wet Bulb Temperature



شکل ۱-۱۱- دستگاه سایکرومتری برای اندازه‌گیری دمای حباب خشک و دمای حباب مرطوب

خشک و (DBT - WBT) کاهش حباب مرطوب. اعداد داخل جدول رطوبت نسبی را نشان می‌دهند.

درجه دقت اندازه‌گیری رطوبت با حباب مرطوب، به سرعت گذر هوا از روی حباب بستگی دارد. سرعت‌های 500 تا 1000 فوت در دقیقه ($2/5$ تا 5 متر در ثانیه) بهترین سرعت گذر هواست.

برای ایجاد سرعت نسبی در هوا دماسنج‌های خشک و مرطوب را روی تخته‌ای قرار داده و به وسیله دست در هوا می‌چرخانند. این مجموعه را «سایکرومتر» می‌نامند.

به مقدار رطوبت هوا در فضا دارد. هرگاه هوا صد درصد از بخار آب اشباع شده باشد هیچ گونه تبخیری روی فتیله صورت نخواهد گرفت در این حالت دماهای نشان داده شده توسط دماسنج‌های خشک و مرطوب یکسان خواهد بود ولی، اگر هوا صد درصد اشباع نباشد آب مقطر فتیله تبخیر می‌شود و فتیله را خنک‌تر می‌کند. از دماسنج خشک و دماسنج حباب مرطوب برای تعیین رطوبت هوا استفاده می‌شود در جدول ۲-۱۱ با داشتن دمای حباب خشک و دمای حباب مرطوب می‌توان درصد رطوبت نسبی را بدست آورد.

جدول ۲-۱۱- تعیین رطوبت نسبی با توجه به دمای حباب

جدول ۲-۱۱- تعیین رطوبت نسبی با توجه به اختلاف دمای حباب خشک با حباب مرطوب و دمای حباب خشک (F°)

DB TEMP	WB DEPRESSION																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
32	90	79	69	60	50	41	31	22	13	4																				
36	91	82	73	65	56	48	39	31	23	14	6																			
40	92	84	76	68	61	53	46	38	31	23	16	9	2																	
44	93	85	78	71	64	57	51	44	37	31	24	18	12	5																
48	93	87	80	73	67	60	54	48	42	36	34	25	19	14	8															
52	94	88	81	75	69	63	58	52	46	41	36	30	25	20	15	10	6	0												
56	94	88	82	77	71	66	61	55	50	45	40	35	34	26	24	17	12	8	4											
60	94	89	84	78	73	68	63	58	53	49	44	40	35	31	27	22	18	14	6	2										
64	95	90	85	79	75	70	66	61	56	52	48	43	39	35	34	27	23	20	16	12	9									
68	95	90	85	81	76	72	67	63	59	55	51	47	43	39	35	31	28	24	21	17	14									
72	95	91	86	82	78	73	69	65	61	57	53	49	46	42	39	35	32	28	25	22	19									
76	96	91	87	83	78	74	70	67	63	59	55	52	48	45	42	38	35	32	29	26	23									
80	96	91	87	83	79	76	72	68	64	61	57	54	54	47	44	41	38	35	32	29	27	24	21	18	16	13	11	8	6	1
84	96	92	88	84	80	77	73	70	66	63	59	56	53	50	47	44	41	38	35	32	30	27	25	22	20	17	15	12	10	8
88	96	92	88	85	81	78	74	71	67	64	61	58	55	52	49	46	43	41	38	35	33	30	28	25	23	21	18	16	14	12
92	96	92	89	85	82	78	75	72	69	65	62	59	57	54	51	48	45	43	40	38	35	33	30	28	26	24	22	19	17	15
96	96	93	89	86	82	79	76	73	70	67	64	61	58	55	53	50	47	45	42	40	37	35	33	31	29	26	24	22	20	18
100	96	93	90	86	83	80	77	74	71	68	65	62	59	57	54	52	49	47	44	42	40	37	35	33	31	29	27	25	23	21
104	97	93	90	87	84	80	77	74	72	69	66	63	61	58	56	53	51	48	46	44	41	39	37	35	33	31	29	27	25	24
108	97	93	90	87	84	81	78	75	72	70	67	64	62	59	57	54	52	50	47	45	43	41	39	37	35	33	31	29	28	26

۸-۱۱- رطوبت نسبی^۴

رطوبت نسبی، واژه‌ای است برای تشریح «مقدار رطوبت موجود در هوا در مقایسه با مقدار رطوبتی که هوا می‌تواند تا اشباع شدن کامل تحت دمای هوای مورد آزمایش به خود جذب کند».

رطوبت با درصد بیان می‌شود مانند ۳٪، ۷۵٪، ۱۰۰٪، و ...
به بیان دیگر
که در آن

$$RH = \frac{W_{at}}{W_s} \times 100$$

RH = رطوبت نسبی

Wat = رطوبت ویژه واقعی

Ws = رطوبت ویژه در حالت اشباع

با مراجعه به نمودار شکل ۳-۱۱ رطوبت ویژه در نقطه B ۱۱۱ گرین در هر پوند هوای خشک است نقطه B دارای دمای حباب خشک ۸۵°F است و مقدار رطوبت ویژه آن در حالت اشباع (نقطه C) ۱۸۳ گرین در هر پوند هوای خشک است بنابراین رطوبت

۶-۱۱- دمای نقطه شبنم^۱

دمایی است که در آن ذرات بخار آب موجود در هوا به ذرات آب قابل رویت تبدیل می‌شود. اگر هوا را سرد کنیم به حالتی می‌رسیم که در آن بخار آب شروع به تقطیر می‌نماید دمای هوا در این حالت دمای نقطه شبنم گویند. عرق کردن ظرف آب یخ به این معنی است که هوای پیرامون ظرف آب یخ به دمای نقطه شبنم رسیده است. هوا را در این زمان هوای اشباع^۲ می‌گویند.

۷-۱۱- رطوبت ویژه^۳

رطوبت ویژه یا مطلق مقدار واقعی رطوبت موجود در هوا است. این مقدار برحسب گرم یا کیلوگرم در هر کیلوگرم هوای خشک و در سیستم انگلیسی به صورت گرین در هر پوند هوای خشک بیان می‌شود. هر پوند معادل ۷۰۰ گرین است. رطوبت ویژه با حرف W نمایش می‌دهند.

۱- Dew Point Temperature

۲- Saturated Air

۳- Specific Humidity

۴- Relative Humidity

رطوبت اقلام آبدار منزل جذب شده سبب تاب برداشتن وسایل چوبی و ترک برداشتن آنها می شود.

۹-۱۱- نمودار سایکرومتریک

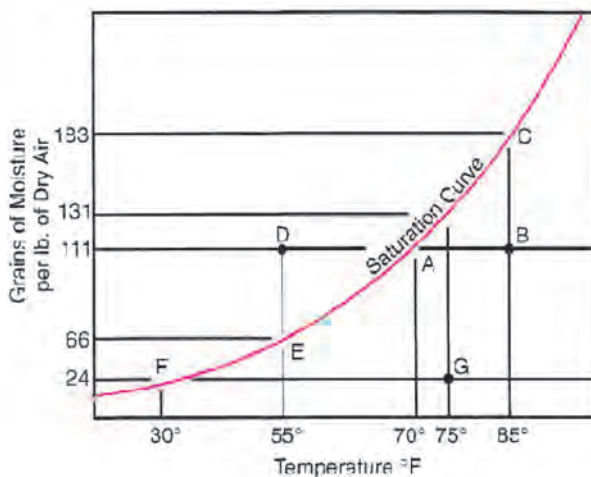
برای آسان شدن محاسبات و تعیین ویژگی های ترمودینامیکی هوا نمودار رطوبی هوا یا نمودار سایکرومتریک^۱ تهیه شده است که در آن با داشتن دو تا از ویژگی های ترمودینامیکی هوا دیگر ویژگی های آن را می توان تعیین کرد. ویژگی های ترمودینامیکی هوا عبارتند از:

- ۱- دمای حباب خشک (DBT)
- ۲- دمای حباب مرطوب (WBT)
- ۳- رطوبت نسبی (RH)
- ۴- دمای نقطه شبنم
- ۵- رطوبت ویژه (W)
- ۶- حجم مخصوص (V)
- ۷- آنتالپی (H)

در این نمودار بر روی محور طولی دمای حباب خشک و بر روی محور عمودی رطوبت ویژه قرار گرفته است.

در شکل ۴-۱۱ نمودار سایکرومتریک در سیستم انگلیسی و در شکل ۵-۱۱ نمودار سایکرومتریک در سیستم SI آورده شده است. شکل ۶-۱۱ راهنمای خطوط دمای خشک ثابت- دمای مرطوب ثابت- رطوبت ویژه ثابت- رطوبت نسبی ثابت- آنتالپی ثابت و حجم مخصوص ثابت بر روی نمودار است تا با توجه به آن بتوان از نمودار سایکرومتریک به آسانی استفاده کرد. با حل نمونه های زیر با نمودار سایکرومتریک آشنا خواهید شد.

- ۱- دمای حباب خشک 35°C و دمای حباب مرطوب 18°C است، رطوبت ویژه، رطوبت نسبی، حجم مخصوص و آنتالپی هوا را در این شرایط تعیین کنید.
- ۲- هوا در شرایط 3°C DB و $\text{RH} = 50\%$ است. رطوبت ویژه، دمای حباب مرطوب، آنتالپی و حجم مخصوص هوا



شکل ۳-۱۱- منحنی اشباع هوا از بخار آب. با افزایش درجه حرارت، مقدار آبی که هوا می تواند در خود نگه دارد بیشتر می شود.

نسبی در نقطه B $60/6 = 100 \times \frac{111}{183}$ درصد است.

خط AB نشان دهنده تغییر هوای اشباع پس از گرم شدن، و نقطه D نشان دهنده تغییر هوای اشباع پس از سرد شدن است. رطوبتی که بین نقطه D تا E نشان داده شده است رطوبتی است که تقطیر و از هوا جدا شده است. زیرا هوا در دمای مشابه نقطه D (۵۵ فارنهایت) فقط می تواند ۶۶ گرین رطوبت را در خود نگه دارد و مقدار رطوبت تقطیر شده برابر $111 - 66 = 45$ گرین است. حالت زمستانی هوا در نقطه F نشان داده شده است. هوای در دمای 30° درجه فارنهایت و رطوبت نسبی 100% درصد یعنی اشباع به داخل خانه کشیده می شود در این حالت هر پوند هوا ۲۴ گرین رطوبت دارد. اگر این هوا تا 75° درجه فارنهایت گرم شده و رطوبتی به آن افزوده نشود، وضعیت جدیدی پیدا می کند که با حرف G نشان داده شده است. هوای اشباع شده در شرایط نقطه G (دمای 75°) باید ۱۳۱ گرین رطوبت داشته باشد چون هوای ورودی ۲۴ گرین رطوبت داشت پس رطوبت نسبی $18/3 = 100 \times \frac{24}{131}$ درصد می شود. این گونه هوا برای آسایش انسان خیلی خشک است و سبب تبخیر سریع از طریق منافذ پوستی و مجاری تنفسی می شود. تحت این گونه شرایط،

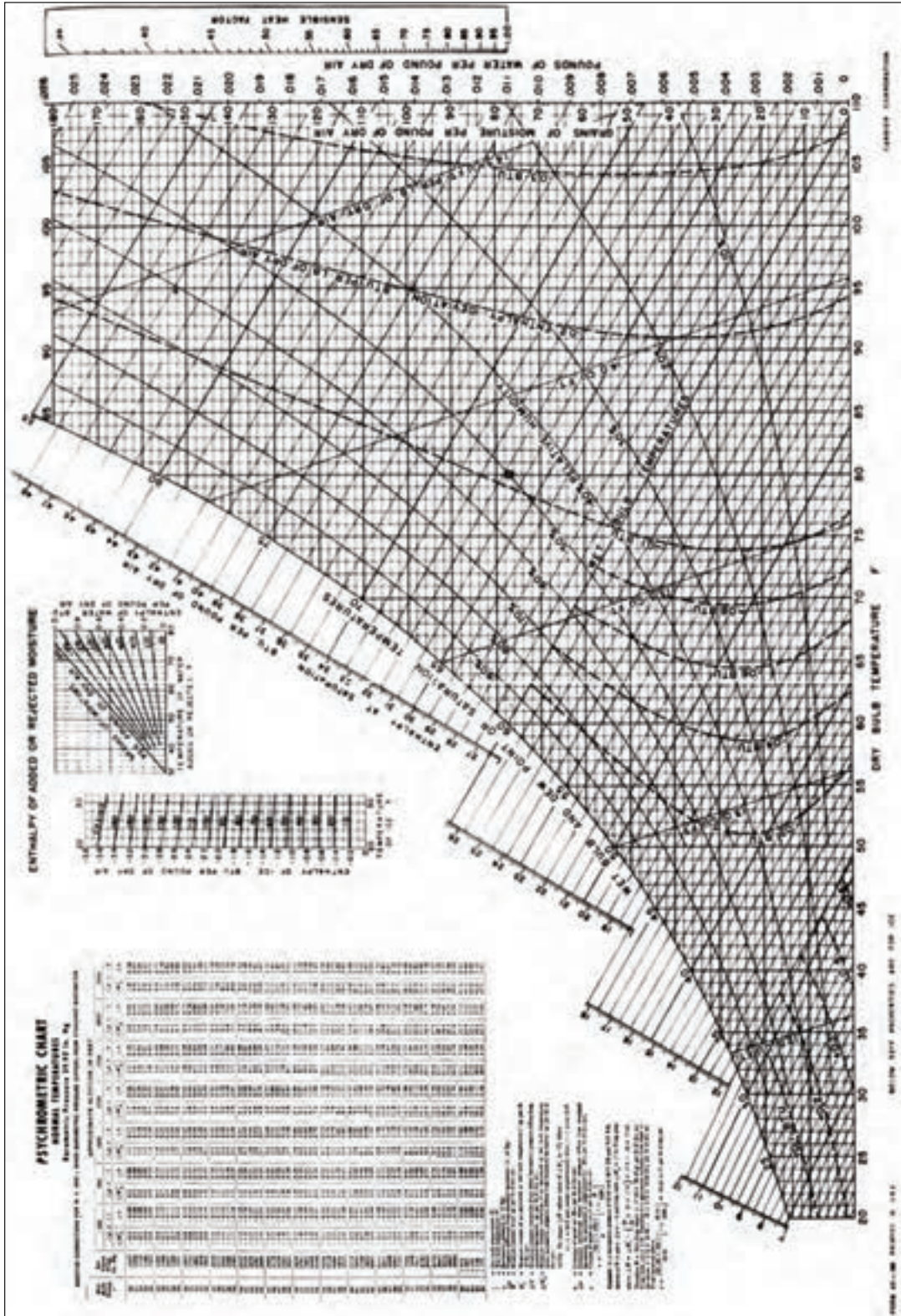
را از روی سایکرومتریک چارت پیدا کنید.

(الف) حجم مخصوص هوای سالن را پیدا کنید.
(ب) اگر ابعاد سالن ۵×۸×۱۰ متر باشد جرم هوای داخل

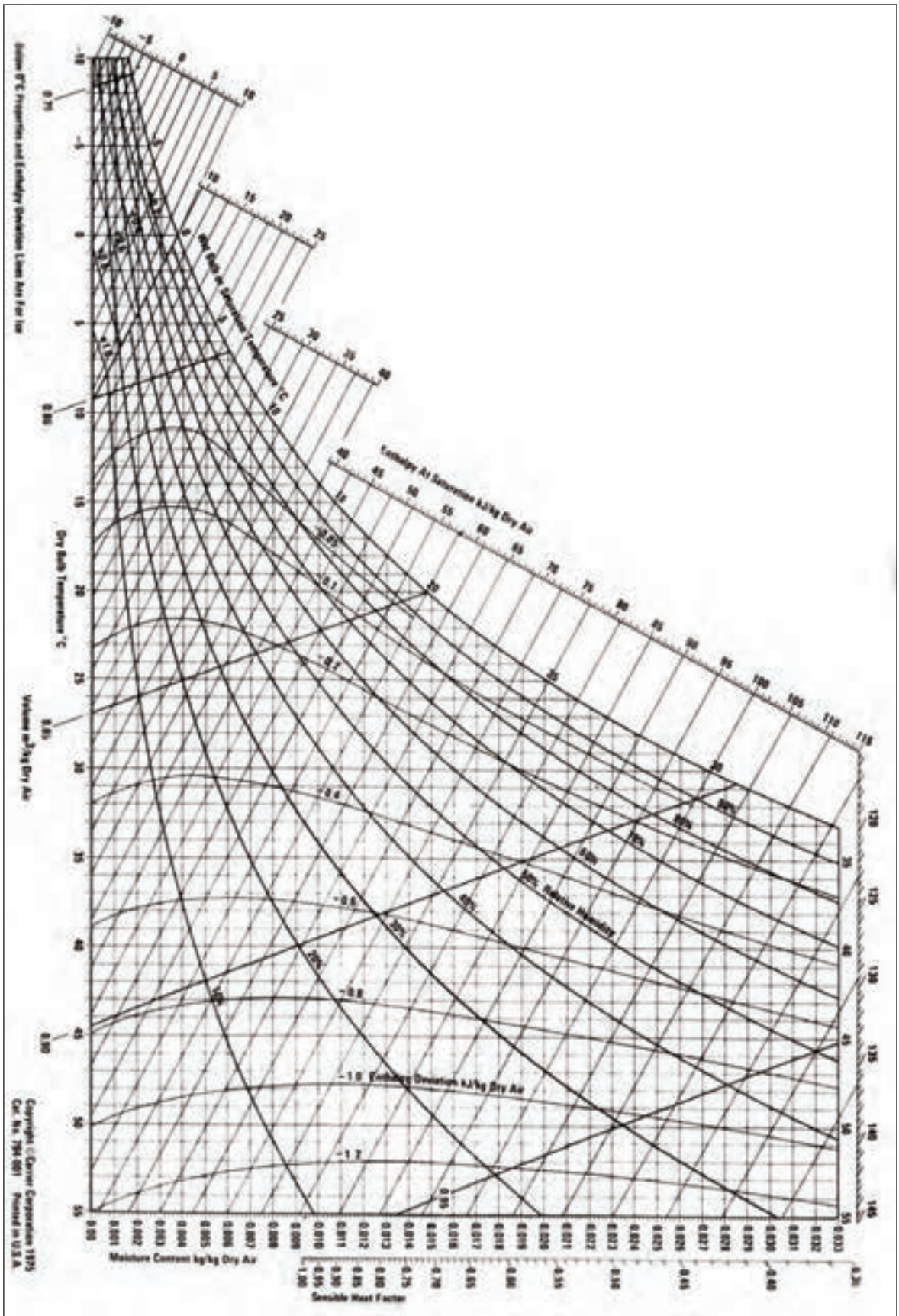
سالن چند کیلوگرم است.

۳- سایکرومتر مشخصات هوای داخل سالن را 22°CDB

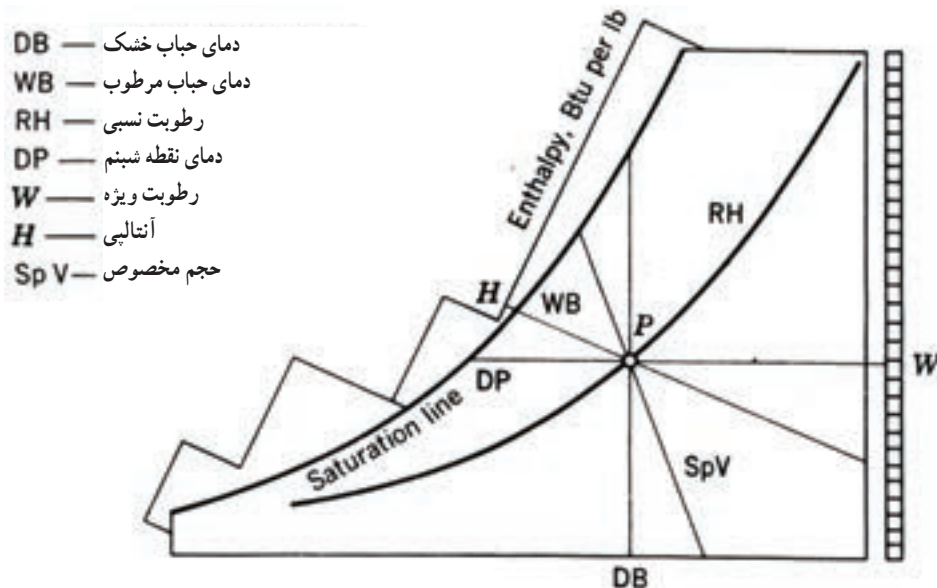
و 15°CWB نشان می‌دهد.



شکل ۴-۱۱- نمودار سایکرومتریک بر حسب واحدهای USCS (انگلیسی)



شکل ۱۱-۵ نمودار سایگرومتریک در سیستم واحدی SI



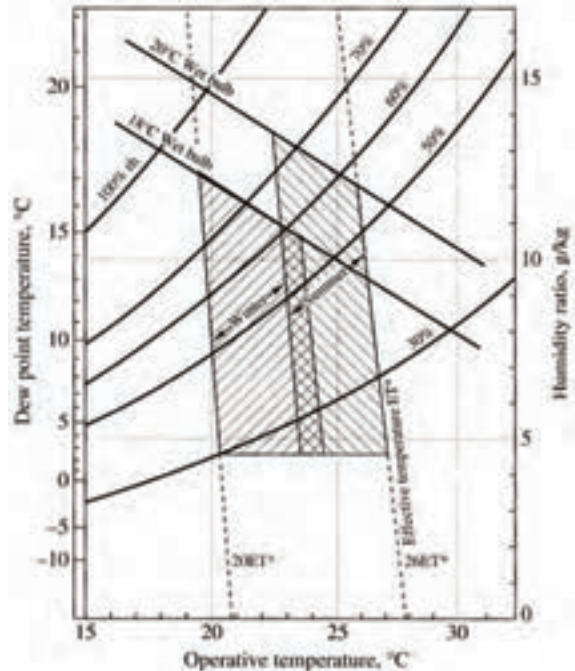
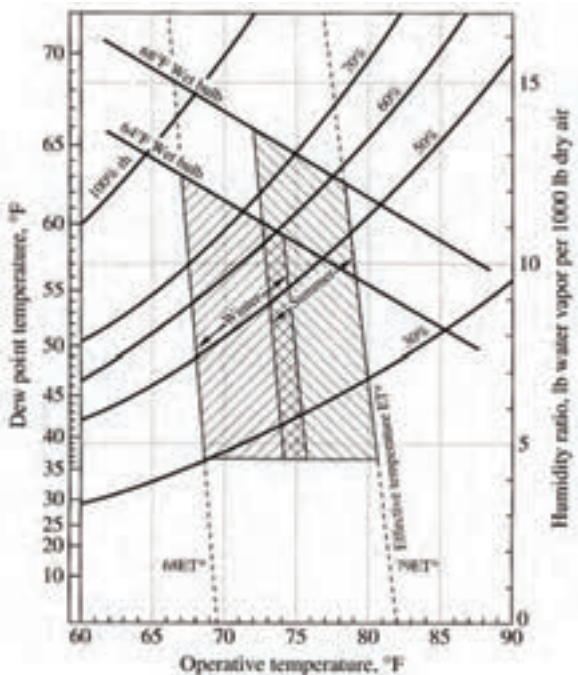
- DB — دمای حباب خشک
- WB — دمای حباب مرطوب
- RH — رطوبت نسبی
- DP — دمای نقطه شبنم
- W — رطوبت ویژه
- H — آنالپی
- SpV — حجم مخصوص

شکل ۱۱-۶- راهنمای استفاده از نمودار سایکرومتریک

۱۱-۱- منطقه آسایش

دمای پوست بدن یک فرد معمولی در راحت ترین حالت در زمستان با پوشیدن لباس مناسب دمای پوست بدن را در این دما نگه می داریم و در هوای گرم با عرق کردن بدن پوست به دمای گفته شده می رسد. شکل ۱۱-۷ منطقه آسایش در زمستان و تابستان را نشان می دهد دامنه هایی دمایی به عادت لباس پوشی مردم در زمستان و

شرایط آسایش در اثر ترکیب مطلوبی از دما، رطوبت، جریان و تمیزی هوا بدست می آید. با مقادیر گوناگون از عوامل گفته شده شرایط آسایش گوناگون بدست می آید. مثلاً رطوبت نسبی زیاد را که آسایش بخش نیست می توان با کاهش دما و افزایش سرعت جریان هوا جبران نمود.



شکل ۱۱-۷- منطقه آسایش در سیستم SI و انگلیسی

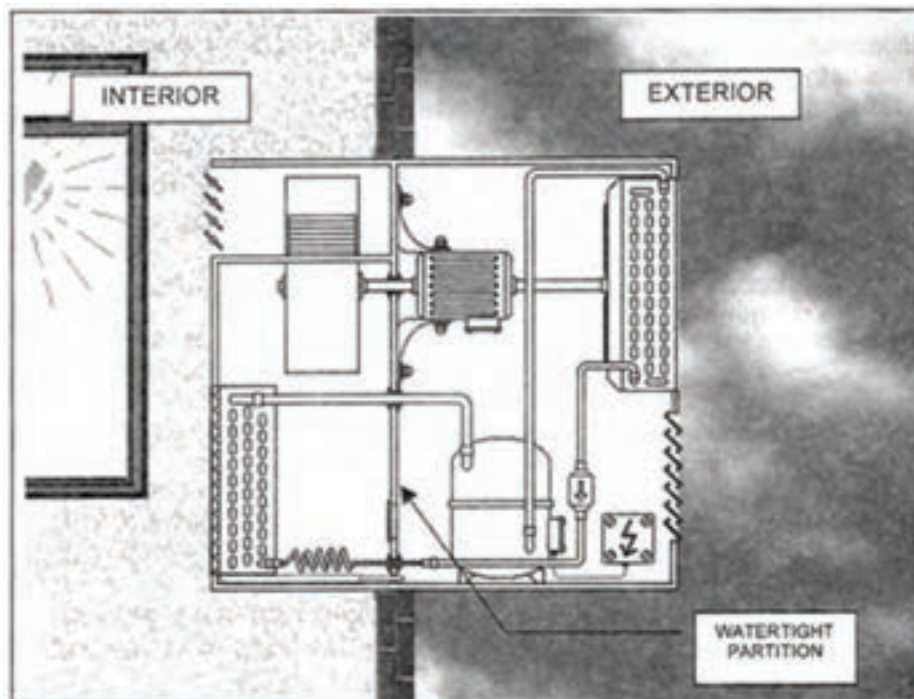
می‌باشد و چون در فضای قاب پنجره نصب می‌شود به آن «دستگاه تهویه مطبوع پنجره‌ای» می‌گویند. بیشتر شما این دستگاه را دیده‌اید که در بالای درگاه ورودی مغازه و دفاتر اداری و ... نصب شده است.

همان‌گونه که در شکل ۸-۱۱ نشان داده شده است یک قسمت از دستگاه در داخل اتاق قرار گرفته است و قسمت دیگر در بیرون اتاق واقع شده است.

تابستان توجه داشته است و فعالیت افراد در حالت نشسته و سبک فرض شده است. منطقه آسایش زمستانی برای سرعت جریان هوا در $\frac{15}{s} m$ و منطقه آسایش تابستانی در سرعت هوای $\frac{25}{s} m$ تهیه شده است.

۱۱-۱۱- کولر گازی پنجره‌ای

این نوع کولر گازی یک دستگاه تهویه مطبوع یک پارچه



شکل ۸-۱۱- دستگاه تهویه مطبوع پنجره‌ای از دو قسمت داخلی و خارجی تشکیل شده است.

دهد. در سیکل تبرید دیده‌اید که کندانسور گرمای جذب شده در اواپراتور و گرمای معادل کار کمپرسور را به بیرون انتقال می‌دهد. بنابراین چون می‌خواهیم اتاق را خنک کنیم دستگاه کندانسور باید در بیرون از اتاق باشد.

از آن جایی که کمپرسور مولد گرما و پرسر و صداست کمپرسور نیز باید بیرون از اتاق قرار گیرد.

برای آشنایی بیشتر اجزاء دستگاه تهویه مطبوع پنجره‌ای در شکل ۹-۱۱ را بنویسید.

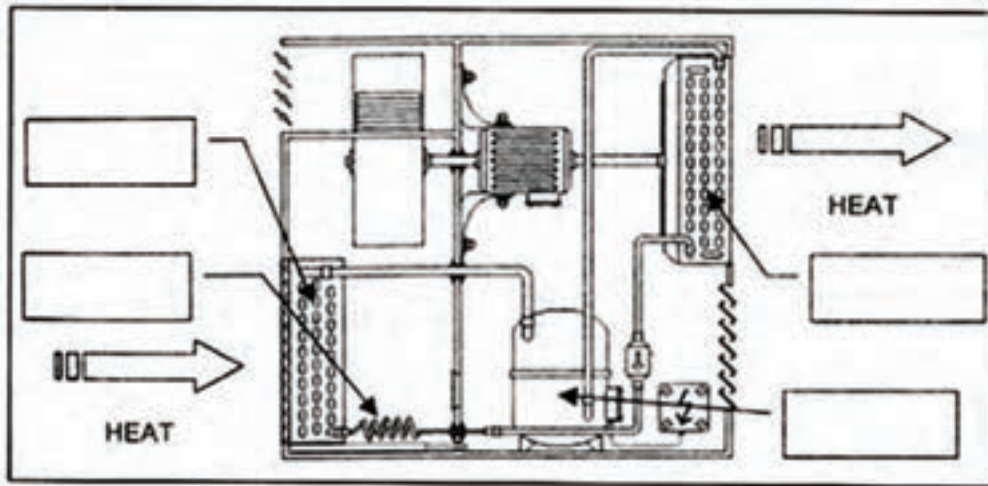
همچنین در شکل مشاهده می‌کنید که قسمت داخلی دستگاه به وسیله دیواره یا تیغه‌ای که امکان نفوذ آب و هوا را نمی‌دهد از قسمت خارجی آن جدا شده است.

فکر می‌کنید هدف از قرار دادن این دیواره در دستگاه چیست؟ کدام قسمت از دستگاه سردکننده تهویه مطبوع پنجره‌ای بیرون از اتاق قرار می‌گیرد؟

بدیهی است قسمت بیرونی دستگاه کندانسور است زیرا وظیفه کندانسور این است که گرمای اتاق را به فضای بیرون انتقال

فیلترها، فن‌ها، موتوری که فن‌ها را می‌چرخاند، تیغه‌ای را که از هرگونه مخلوط شدن هوای داخل و خارج از اتاق جلوگیری می‌کند بر روی شکل معرفی کنید.

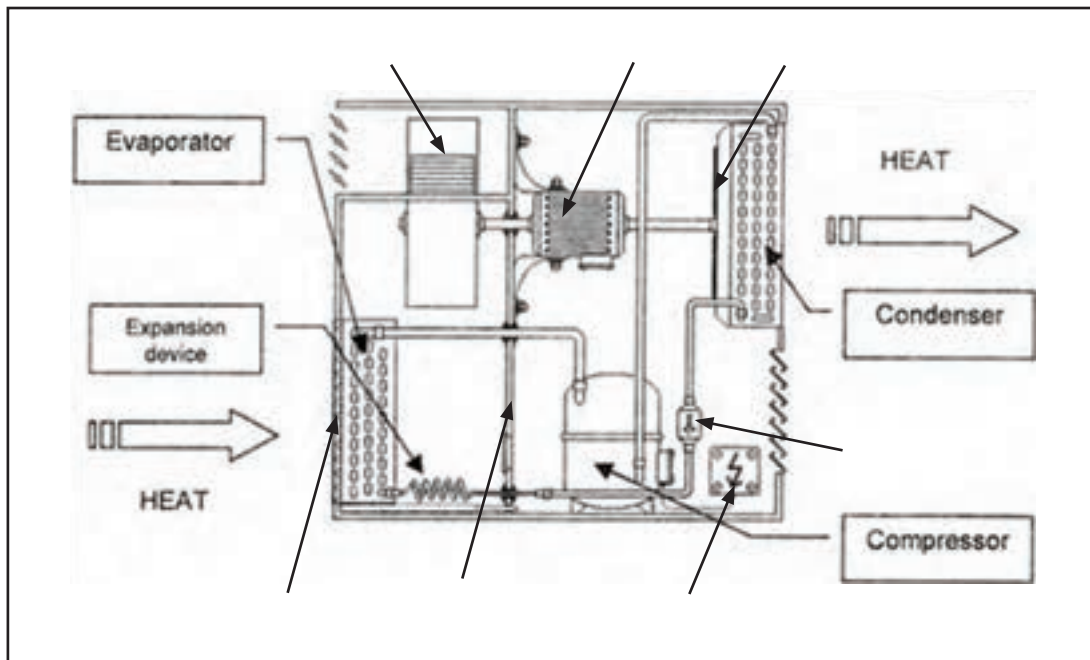
قطعات نشان داده شده در شکل ۱۱-۹ قطعات اصلی یک دستگاه سردکننده است ولی هر دستگاه سردکننده قطعات اضافی دیگری دارد که لازم است آنها را نیز بشناسید بنابراین سعی کنید



شکل ۱۱-۹- نامگذاری قطعات

خارج جلوگیری می‌کند بسیار مهم است زیرا دستگاه تهویه مطبوع پنجره‌ای دستگاهی نیست که هوای بیرون را گرفته و آن را خنک کند و سپس به داخل اتاق بفرستد.

درستی کار خود در نامگذاری قطعات دستگاه با شکل ۱۱-۱۰ مقایسه کنید. این که تیغه و دیواره دستگاه از برخورد هوای داخل و هوای



شکل ۱۱-۱۰- نامگذاری اجزای کولر گازی

از نظر مکانیکی سیستم تهویه مطبوع پنجره‌ای یا کولر گازی دارای سه مدار است :

۱- مدار هوای داخل

۲- مدار سیکل تبرید

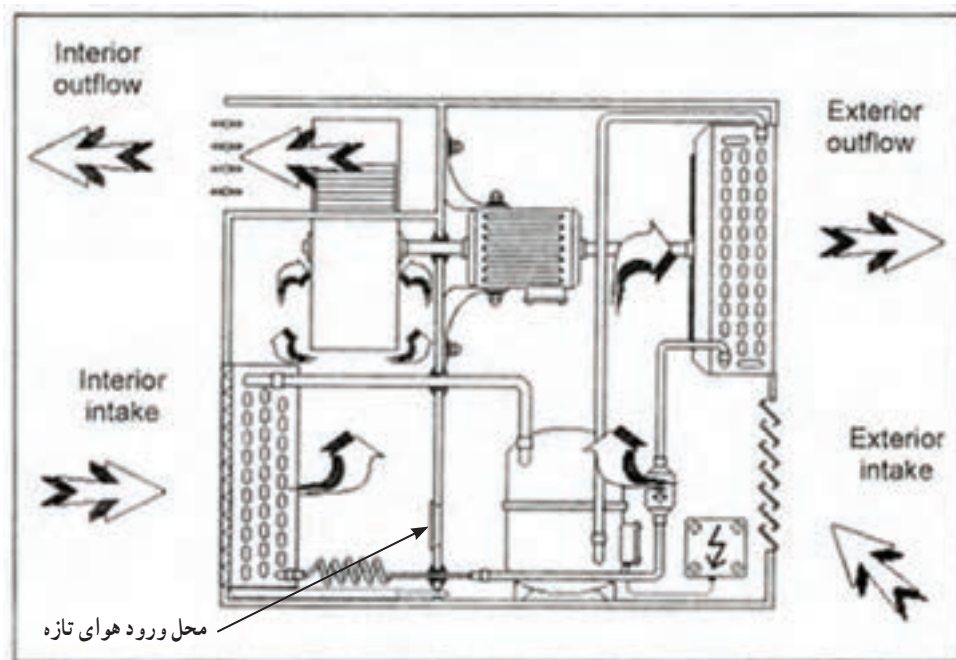
۳- مدار هوای بیرون (شکل ۱۱-۱۱ را ببینید)

۱- مدار هوای داخل : هوای اتاق توسط بادزن به درون دستگاه کشیده می‌شود. هوا در عبور از روی کویل‌های اواپراتور قسمتی از گرمای خود را به ماده سرمازای درون کویل می‌دهد و خنک می‌شود. هوای خنک توسط بادزن دستگاه به درون اتاق دمیده می‌شود.

۲- مدار سیکل تبرید : همانند همه دستگاه‌های سردکننده

ماده سرمازا در اواپراتور تبخیر شده گرمای هوای داخل را جذب می‌کند سپس به سمت کمپرسور حرکت نموده، در کمپرسور متراکم و داغ می‌شود. ماده سرمازای متراکم شده در کندانسر، گرمای خود را به هوای بیرون داده به مایع تبدیل می‌شود. بدین ترتیب گرمای جذب شده در اواپراتور به علاوه گرمایی که در اثر تراکم به ماده سرمازای داده می‌شود در کندانسر به هوای بیرون منتقل می‌گردد.

۳- مدار هوای بیرون : هوای بیرون توسط بادزن کندانسر از روی کویل‌های کندانسر عبور می‌کند و چون دمای هوای بیرون پایین‌تر از دمای سطح کویل‌های کندانسر است گرمای ماده سرمازای درون کویل کندانسر به هوای بیرون منتقل می‌شود.



شکل ۱۱-۱۱- تبیین سه مدار در کولر گازی

هنگامی که دمای اتاق به دمای تنظیم شده بر روی ترموستات برسد ترموستات عمل می‌کند و کمپرسور خاموش می‌شود.

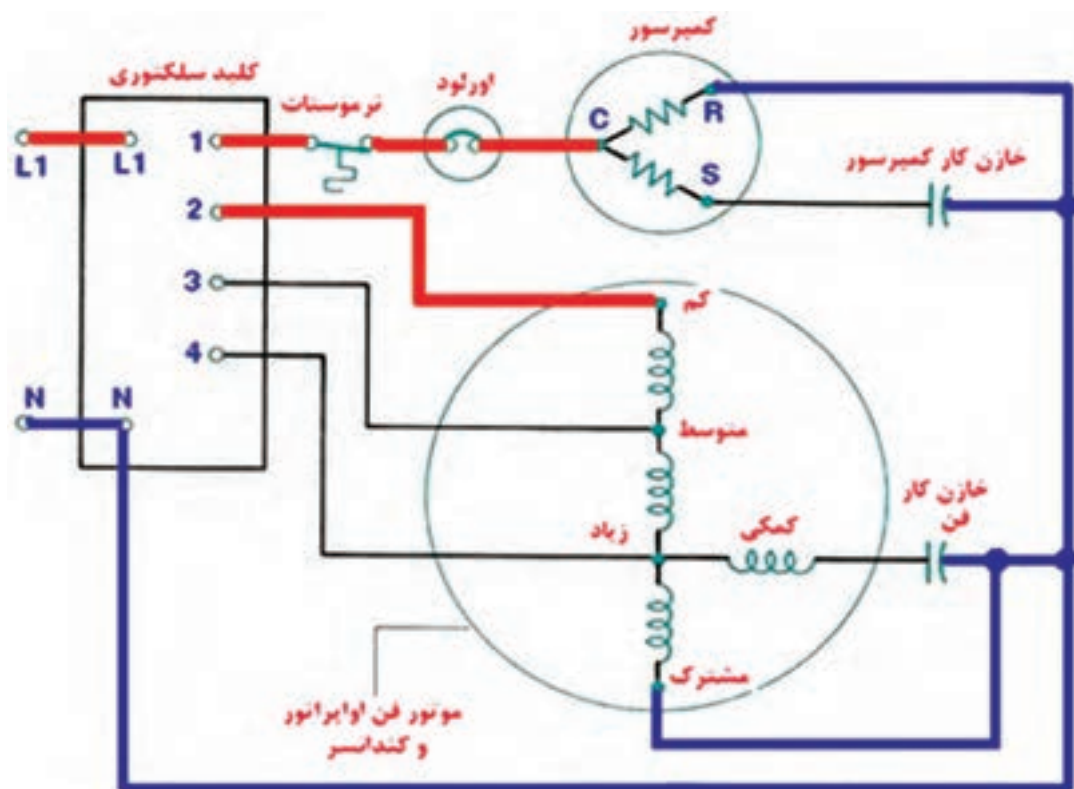
بر روی تیغه جدا کننده در قسمت بیرونی و داخلی دریچه‌ای وجود دارد تا با بازکردن آن امکان ورود مقدار کمی هوای بیرون به داخل فراهم شود. این هوا با هوای خروجی از اواپراتور مخلوط می‌شود و توسط بادزن به درون اتاق دمیده می‌شود. این عمل برای

تأمین هوای تازه اتاق پیش بینی شده است.

مدار الکتریکی : اغلب کولرهای گازی از کمپرسورهای

استفاده می‌کنند که الکتروموتور آنها از نوعی هستند که سیم پیچی استارت آنها در مدار می‌مانند و رله ندارند. ممکن است یک خازن دائمی بین سیم پیچی استارت و سیم پیچی اصلی وجود داشته باشد.

شکل ۱۱-۱۲ کولر گازی را نشان می‌دهد که یک الکتروموتور دو محوری را راه‌اندازی می‌کند که هم فن اواپراتور و هم فن کندانس را با سه سرعت زیاد، متوسط و کم بگرداند. کمپرسور می‌تواند با هر یک از سه سرعت موتور فن کار کند و از یک ترموستات فرمان می‌گیرد. در مدار موتور فن‌ها نیز از یک خازن دائمی الکترولیتی استفاده شده است.



موقعیت کلید سلکتوری	انحلال سن
سرماي زیاد	L1,1,4
سرماي متوسط	L1,1,3
سرماي کم	L1,1,2
دور سه فن	L1,4
دور متوسط فن	L1,3
دور کم فن	L1,2

شکل ۱۱-۱۲- مدار برقی کولر گازی

مشخصات فنی کولر گازی پنجره‌ای در جدول و شکل ۱۱-۱۳ ارائه شده است.



واحد	۲۴	۱۸	۱۲	شرح / مدل‌های
Btu/hr	۲۴۰۰۰	۱۸۰۰۰	۱۲۰۰۰	توان سرمایش
Btu/hr	۲۴۰۰۰	۱۸۰۰۰	۱۲۰۰۰	توان گرمایش (هیت پمپ)
W	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۲۰۰۰	توان گرمایش (الکتریکی)
Btu/hr	۲۵۰۰۰	۲۱۰۰۰	۱۴۰۰۰	توان سرمایش کمپرسور
Lit/hr	۴/۱	۳/۲	۲/۲	میزان جذب رطوبت
CFM	۴۲۰	۳۵۰	۲۵۰	حجم هوای در گردش
W	۲۵۰۰	۲۰۵۰	۱۳۵۰	توان مصرفی دستگاه
A	۱۳/۲	۱۰/۵	۷	جریان کل
mm	۴۳۰×۷۰۰×۶۶۰	۴۳۰×۷۰۰×۶۶۰	۴۳۰×۷۰۰×۶۶۰	ابعاد دستگاه (عرض×عمق×ارتفاع)
kg	۸۲	۷۷	۷۳	وزن خالص

شکل ۱۱-۱۳- مشخصات فنی سه مدل کولر گازی پنجره‌ای

۱۱-۱۲- کولر گازی اسپلیت

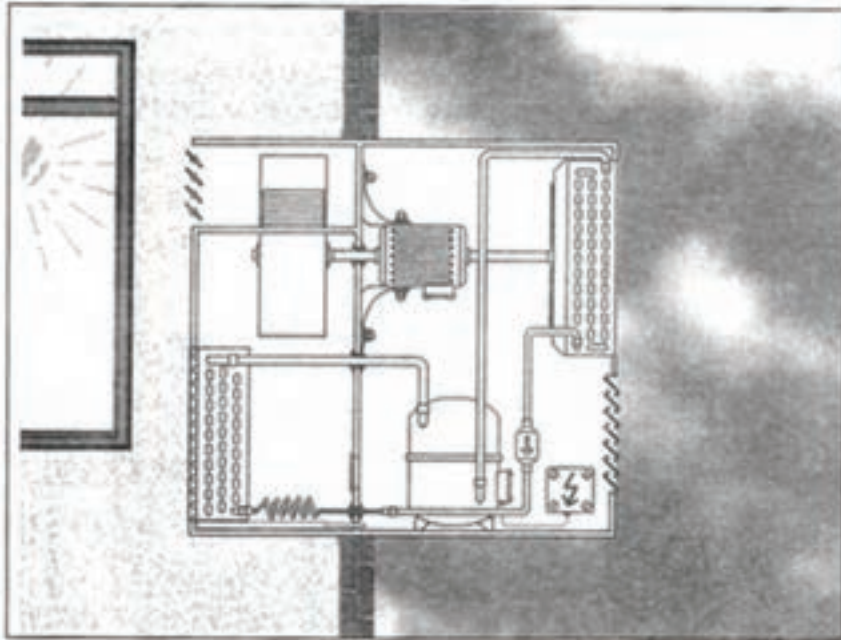
دستگاه تهویه مطبوع پنجره‌ای یا کولر گازی دو اشکال عمده دارد.

- شکل ظاهری آن جالب نیست و پر سروصداست.

- به علت قرارگیری در قاب پنجره یا حفره‌ای در دیوار

استفاده از آن راحت نیست.

اگرچه تیغه وسط باعث جدا شدن هوای خارج و هوای داخل شده است با این همه امکان عبور سروصدا از آن وجود دارد. (شکل ۱۱-۱۴)



شکل ۱۱-۱۴- کولر گازی نصب شده در حفره دیوار

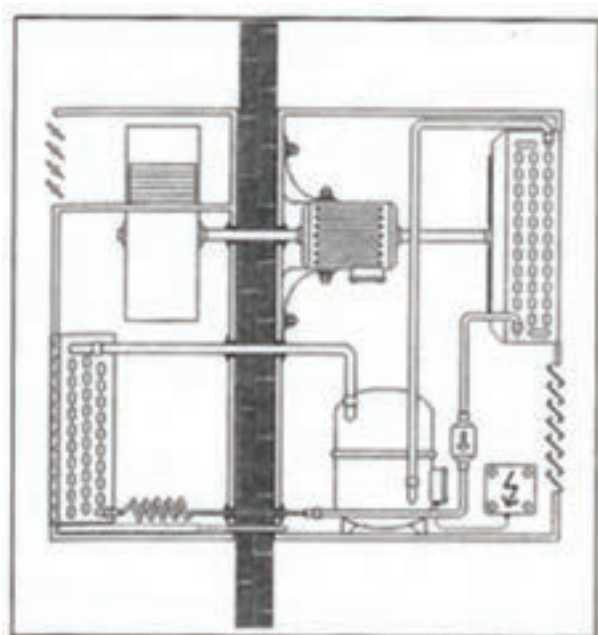
بنابراین چرا برای بهبود کاربرد آن از محل تیغه، دستگاه را به دو قسمت جدا از هم تقسیم نکنیم؟ به این ترتیب می‌توانیم فن کندانسور، کندانسور و کمپرسور را در سوی دیگر نصب کنیم تا مقدار زیادی از سروصدا را از بین ببریم. اوپراتور و فن اوپراتور که سروصدای زیادی ندارد در فضای داخل اتاق بماند.

آیا به نظر شما این سیستم مناسب و ایده‌آل است؟ شکل

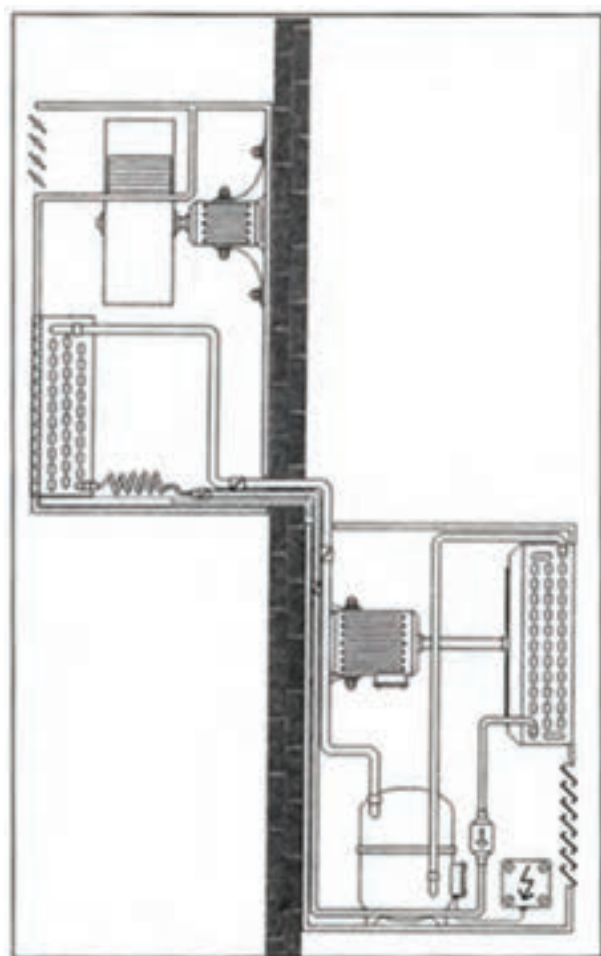
۱۱-۱۵ ببینید.

فن اوپراتور در داخل اتاق قرار می‌گیرد ولی موتور آن در خارج از اتاق است محور آن از میان دیوار عبور می‌کند در زمان ساخت برای این که فن دستگاه به خوبی بچرخد باید اطمینان حاصل کنیم که بخش‌های داخلی و خارجی کولر گازی به خوبی تراز شده باشند.

بنابراین، این طرح عملی نیست.



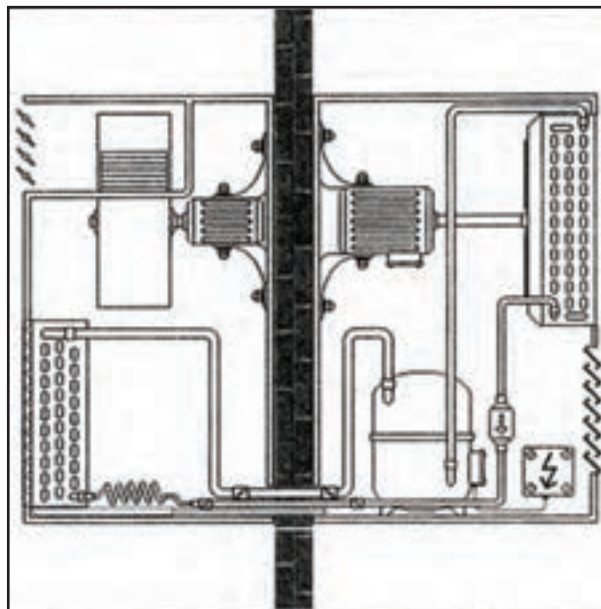
شکل ۱۱-۱۵- جداسازی دو قسمت کولر توسط دیوار



شکل ۱۷-۱۱- بخش داخلی و خارجی می‌توانند در دو سطح مختلف قرار بگیرند.

ولی در برخی موارد در بخش خارجی دستگاه نصب می‌شود. برای دستگاه‌هایی که ظرفیت سرمایی کمی دارند همانند آنهایی که برای اطاق خواب طراحی شده‌اند تولیدکنندگان ترجیح می‌دهند که لوله موئین را در بخش خارجی دستگاه قرار دهند. این روش صدای سوتی که به وسیله لوله موئین در هنگام روشن و خاموش شدن سیستم ایجاد می‌شود شنیده نمی‌شود. بدین ترتیب سیستم‌های تهویه مطبوع اسپلیت که امروزه رایج‌ترین سیستم تهویه مطبوع است معرفی گردید. در شکل ۱۸-۱۱ نمونه از سیستم‌های اسپلیت (جدا از هم) را مشاهده می‌کنید.

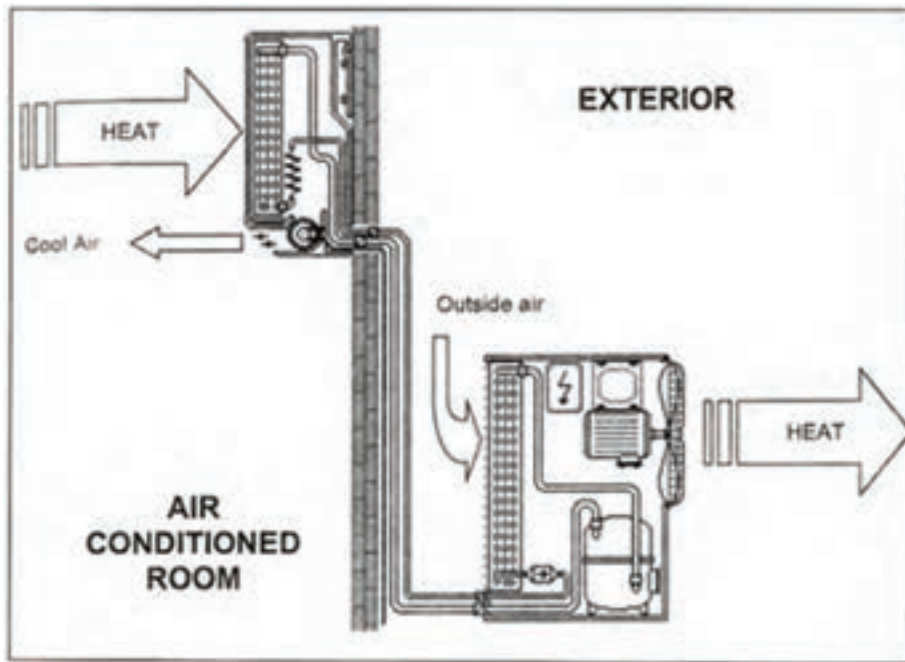
در طرح دیگر برای کم کردن سروصدا موتور دیگری به دستگاه اضافه می‌کنیم تا فن اواپراتور را بچرخاند در این حالت می‌توانیم موتوری با سروصدای پایین را انتخاب کنیم. (شکل ۱۶-۱۱)



شکل ۱۶-۱۱- برای فن اواپراتور یک موتور جداگانه در نظر می‌گیریم

با این اصلاح دستگاه تهویه مطبوع یک پارچه را به دستگاه تهویه دو قسمتی (دوپارچه) یا اسپلیت تبدیل می‌کنیم. یک قسمت که در داخل اتاق قرار می‌گیرد شامل اواپراتور و فن اواپراتور و موتور فن است که بخش داخلی نامیده می‌شود. قسمت دوم در خارج از اتاق تهویه شده قرار می‌گیرد شامل کندانسر، فن کندانسر و موتور فن کندانسر و کمپرسور می‌شود این قسمت را بخش خارجی یا واحد تقطیر^۱ می‌نامند. شکل ۱۷-۱۱ نشان می‌دهد که بخش خارجی دستگاه تهویه مطبوع الزامی ندارد که در مقابل بخش داخلی قرار گیرد. از آنجایی که دو بخش دستگاه توسط لوله به یکدیگر متصل شده‌اند می‌توانند در دو سطح مختلف قرار گیرند. در این نمونه لوله موئین، در بخش داخلی قرار گرفته است

۱- Condensing Unit or Condensing set or Condensing assembly



شکل ۱۸-۱۱- نمونه‌ای از سیستم تهویه مطبوع اسپلیت

وسيله کنترل ماده سرمازا^۱: در کولر گازی اسپلیت از لوله موین استفاده می‌شود.

تشتک جمع‌آوری آب تقطیر شده: هنگامی که هوا از روی اواپراتور می‌گذرد خنک می‌شود. بخشی از بخار آب موجود در هوا در اثر برخورد به سطح سرد اواپراتور تقطیر شده و در تشتکی در زیر اواپراتور قرار گرفته است جمع می‌شود و به وسیله لوله‌ای به بیرون از اتاق هدایت می‌گردد. اجزا مدار هوای داخل را در شکل ۱۹-۱۱ مشاهده می‌کنید.

ب) اجزای بخش خارجی

شبکه محافظ^۲: کار این شبکه محافظت از پره‌های کندانسور در برابر صدمات فیزیکی است.
کنند/تسری^۳: این دستگاه یک مبدل گرمایی است که گرمای ماده سرمازا را به هوای آزاد انتقال می‌دهد.

اجزای سیستم تهویه مطبوع اسپلیت

الف) اجزای بخش داخلی

تکیه‌گاه^۱: بخش داخلی دستگاه را به دیوار محکم و ثابت می‌کند.
صافی هوا^۲: گرد و غبار هوا را قبل از عبور از اواپراتور می‌گیرد.
اواپراتور^۳: یک مبدل گرمایی است که گرمای هوای اتاق می‌گیرد و هوا را خنک می‌کند.
بادزن اواپراتور^۴: هوای اتاق را از میان اواپراتور به درون خود مکیده سپس به درون اتاق می‌دمد. به‌طور معمول این فن از نوع گریز از مرکز است.
تیغه‌های هدایت هوا^۵: این تیغه‌ها به‌طور معمول خودکار و قابل تنظیم هستند و جریان هوای خروجی از اواپراتور در جهت‌های مختلف هدایت می‌کنند.

۱- support

۲- Evaporator

۵- Metering device

۷- Condenser

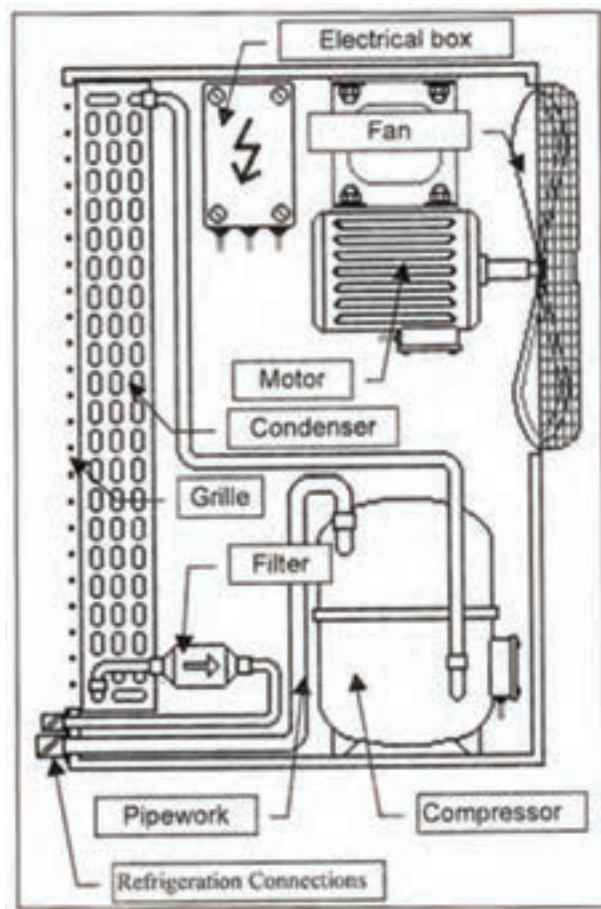
۲- Air Filter

۴- Evaporator Fan

۶- Grille

فیلتر درایر^۳: ناخالصی احتمالی همراه ماده سرمازا در عبور از فیلتر درایر گرفته می شود تا از مسدود شدن لوله موین جلوگیری شود همچنین بخار آب احتمالی همراه مبرد را جذب می کند وجود بخار موجب تولید اسید و صدمات جدی به سیستم سردکننده می شود.

اجزای بخش خارجی را در شکل ۱۱-۲۰ مشاهده می کنید.

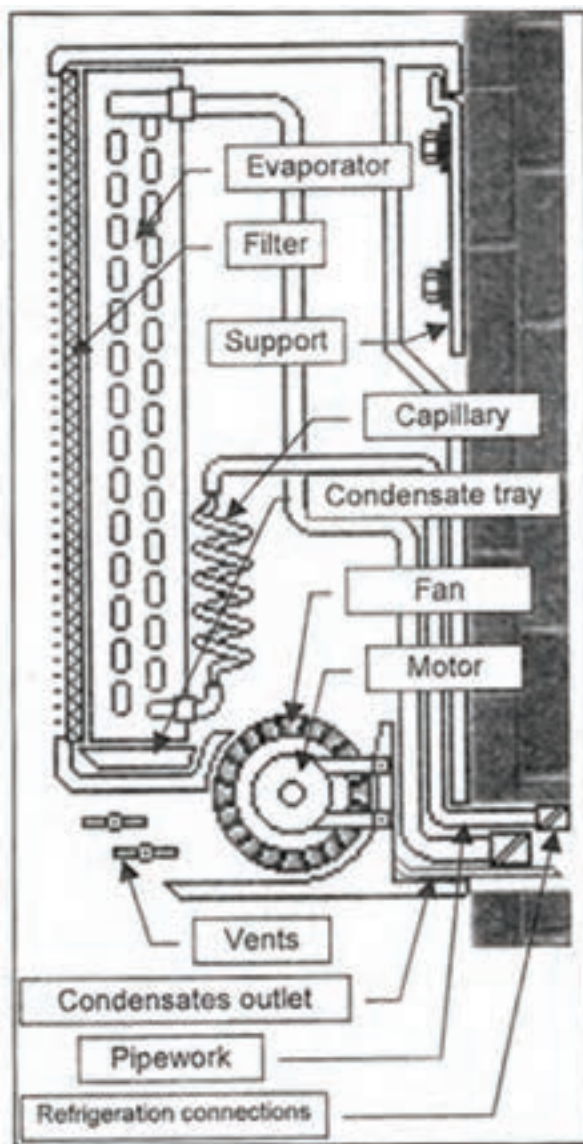


شکل ۱۱-۲۰ اجزای بخش خارجی کولر گازی اسپلیت

جعبه الکتریکی^۴: اتصال های الکتریکی مربوط بخش داخلی و خارجی در این جعبه قرار دارد.

پ) اجزای ارتباطی بین دو بخش داخلی و خارجی

لوله کشی مسی: اتصال لوله کشی بین بخش داخلی و



شکل ۱۱-۱۹ اجزای بخش داخلی کولر گازی اسپلیت

بادزن کند/نسر^۱: هوا را از روی کویل کندانسر عبور می دهد تا گرمای کویل گرفته شود. این بادزن به طور معمول از نوع محوری (ملخی) است.

کمپرسور^۲: وظیفه کمپرسور متراکم کردن ماده سرمازا و راندن آن به کندانسر است. با توجه به نوع آب و هوای محیط می تواند از نوع تناوبی - روتاری یا اسکروول باشد.

۱ - Condenser Fan

۲ - Filter and dryer

۳ - Compressor

۴ - Electrical Box

پیدااست یونیت داخلی بر روی دیوار نصب می‌گردد. این نوع از کولرهای اسپلیت دارای بیشترین تنوع در شکل ظاهری در میان انواع کولرهای اسپلیت‌اند. همچنین این کولر متداول‌ترین نوع کولر اسپلیت در بازار است و اغلب برندهای موجود در بازار کشور و جهان مدل‌های متنوعی از آن را ارائه می‌دهند.

نصب این نوع اسپلیت‌ها نیازی به تغییر در معماری داخلی ساختمان یا وجود داکت و پیش‌بینی ملزومات عمده‌ای نداشته و صرفاً طول لوله مسی میان یونیت‌های داخلی و خارجی و فاصله یونیت داخلی از سقف مطرح است.

این نوع کولر در ظرفیت‌های متنوعی از $7000 \frac{\text{Btu}}{\text{hr}}$ تا $36000 \frac{\text{Btu}}{\text{hr}}$ عرضه می‌شود و مجهز به یک برد الکترونیکی برای کنترل دستگاه خواهد بود. این نوع کولر در طیف گسترده‌ای از مکان‌ها نظیر منازل مسکونی و ادارات و ... مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند. (شکل ۲۱-۱۱)



شکل ۲۱-۱۱- اسپلیت دیواری

داخلی بیرون می‌آید و عموماً از قسمت پایین یونیت مکش هوا صورت می‌گیرد.

مزیت این کولرها نسبت به سایر کولرهای هم‌ظرفیت توانایی بالاتر دمنده یونیت داخلی (به اصطلاح پرتاب باد بیشتر) و در نتیجه پوشش کامل‌تر برای فضاهای بزرگتر نظیر سالن‌ها است.

بخش خارجی سیستم اسپلیت توسط لوله و فیتینگ مسی انجام می‌گیرد. بدین ترتیب لوله خروجی کندانس (فیلتر درایر) به ورودی اواپراتور (لوله مویین) و لوله مکش کمپرسور به خروجی اواپراتور توسط لوله کشی مسی متصل می‌شوند.

کابل کشی: ارتباط الکتریکی بین وسایل الکتریکی با جعبه الکتریک را فراهم می‌آورد.

۱۳-۱۱- انواع کولرهای گازی اسپلیت

کولرهای اسپلیت را به دو شیوه می‌توان دسته بندی کرد:

۱- شکل ظاهری یونیت داخلی و شرایط نصب

۲- مصرف انرژی و نوع ماده سرمازا

۱-۱۳-۱- دسته بندی انواع کولرهای اسپلیت

بر اساس شکل ظاهری و شیوه قرارگیری یونیت داخلی

۱- اسپلیت دیواری: این مدل همان‌گونه که از نام آن

۲- کولر اسپلیت ایستاده: این نوع کولر در ظرفیت‌های

متنوع بین $24000 \frac{\text{Btu}}{\text{hr}}$ تا $100000 \frac{\text{Btu}}{\text{hr}}$ تولید می‌شود.

همانگونه که از نامش آشکار است سازه نسبتاً بزرگ یونیت داخلی بر روی زمین مستقر شده و محل باد سرد از قسمت فوقانی یونیت



شکل ۲۲-۱۱- سه مدل کولر اسپلیت ایستاده



شکل ۲۳-۱۱- کولر اسپلیت کاستی

۳- کولر اسپلیت کاستی : این کولرها با قرار گرفتن

در سقف کاذب محیط مورد نظر و قابلیت تطابق رنگ و طراحی می‌توانند شرایط مناسب‌تری را برای معماران و طراحان داخلی فراهم نمایند. اما پیش نیاز استفاده از این نوع کولرها پیش‌بینی اندازه مورد نیاز در سقف کاذب و نصب شناسی مناسب برای نصب این نوع کولر می‌باشد.

همان‌طور که در شکل ۲۳-۱۱ نشان داده شده است

این کولر نیازی به کانال‌کشی نداشته و هوای سرد شده توسط آن مستقیماً به قسمت بالایی فضای مورد نظر دمیده می‌شود.

۴- کولرهای اسپلیت کانالی (داکت اسپلیت) :

کولر از نظر اجزای چرخه سرمایش مانند سایر مدل‌هاست و همانند

دارد. در صورت اشتباه در محاسبات یا عدم توجه کافی به آن صدای هوای عبوری از درون کانال و دریچه‌ها سبب برهم خوردن شرایط آسایش خواهد شد.

کولر کاستی در سقف کاذب تعبیه می‌گردد. لیکن هوای خنک شده توسط کویل از طریق یک شبکه کانال کشی و تعدادی دریچه هوا توزیع می‌گردد.

در این نوع کولرها محاسبه درست کانال اهمیت بیشتری



الف



ب

شکل ۱۱-۲۴- الف) یک نمونه داکت اسپلیت ب) داکت اسپلیت و کانال کشی فضا



شکل ۱۱-۲۵- نمونه کولر ایستاده سقفی زمینی

۵- کولرهای سقفی زمینی: نام آنها نشان می‌دهد که بر روی زمین یا سقف نصب می‌گردد اما باید توجه داشت که نصب آنها به صورت روکار انجام می‌شود. برای نصب بر روی سقف نیاز به تهیه شاسی متناسب با وزن دستگاه می‌باشد. (شکل ۱۱-۲۵)

۲-۱۱-۱۳- انواع کولرهای گازی اسپلیت از نظر

مصرف انرژی و نوع ماده سرمازا

۱- کولرهای گازی معمولی: این کولرها در ابتدا با

کمپرسورهای پیستونی کار می‌کردند و طراحان در مدل‌های بعدی از کمپرسورهای روتاری جهت بهینه‌سازی و بهبود استفاده نمودند و در ظرفیت‌های بیش از $3000 \frac{\text{Btu}}{\text{hr}}$ از کمپرسورهای اسکرال در این دستگاه‌ها بهره‌جستند. گاز مبرد R-۲۲ به دلیل داشتن ترکیبات کلر در صورت نشت می‌تواند اثر تخریبی بر لایه ازن داشته باشد.

همچنین با توجه به شرایط ترمودینامیکی گاز و طراحی دستگاه‌ها امکان دست‌یابی به رده‌های بالای انرژی در این نوع محصولات وجود نداشت.

۲- کولرهای گازی کم مصرف: با بکار بردن مبرد

R-۴۱۰ و تغییر شرایط ترمودینامیکی چرخه سرمایش امکان دستیابی به رده‌های انرژی بالاتر نظیر A یا بالاتر میسر شد.

مبرد مذکور دوستدار محیط زیست است و با حذف ترکیبات کلر در صورت نشت آسیب به لایه ازن وارد نمی‌کند. این گاز مبرد از ترکیبات دو گاز به دست می‌آید و شرایط چرخه سرمایشی دستگاه کاملاً متفاوت با گاز R-۲۲ است. یکی از تفاوت‌های عمده این دستگاه دگرگونی در شیوه شارژ گاز است که در صورت نشت می‌بایست کل گاز ترکیبی R-۴۱۰ تخلیه شده و مجدداً شارژ گاز صورت گیرد.

دستگاه‌هایی که از مبرد R-۴۱۰ بهره‌مندی دارند کمپرسورهای روتاری هستند. لازم به توضیح است که گاز دوستدار محیط زیست دیگری به نام R-۴۰۷ هم موجود است که شرایط عملکرد ترمودینامیکی آن بسیار نزدیک به مبرد R-۲۲ است. مبرد

R-۴۰۷ از سه گاز تشکیل شده است و در برخی چیلرها و مینی چیلرها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۳- کولرهای گازی دور متغیر (مجهز به دستگاه

اینورتر): روند رو به رشد انرژی مصرفی طراحان سیستم‌های تهویه مطبوع را به فکر کاهش هرچه بیشتر مصرف انرژی انداخته است. این کاهش مصرف به دستگاه‌های نوع قبل (کم مصرف با مبرد R-۴۱۰) محدود نمی‌گردد.

در محصولات اینورتر همان‌طور که نامشان بیان می‌دارد، تکنولوژی تغییر دور موتور دستگاه به کار رفته است.

در این دسته از کولرها سامانه کنترل بازخورد، تأثیر به‌سزایی بر هدایت چرخه سرمایش دارد؛ بدین معنا که از سنسورها جهت برآورد شرایط موجود در محیط تحت تهویه استفاده شده و با توجه به داده‌های ورودی، مدار فرمان دور موتور کمپرسور و در نتیجه میزان بار سرمایشی متناسب با شرایط به صورت پیوسته و نه پلکانی تغییر ایجاد می‌کند.

این سیستم کنترلی به سبب کاهش قابل توجه مصرف انرژی موفق به دستیابی به رده‌های انرژی چون A+++ و حتی A++++ می‌گردد. لازم به توضیح است که کمپرسورهای بکار رفته در این نوع محصولات از نوع روتاری هستند.

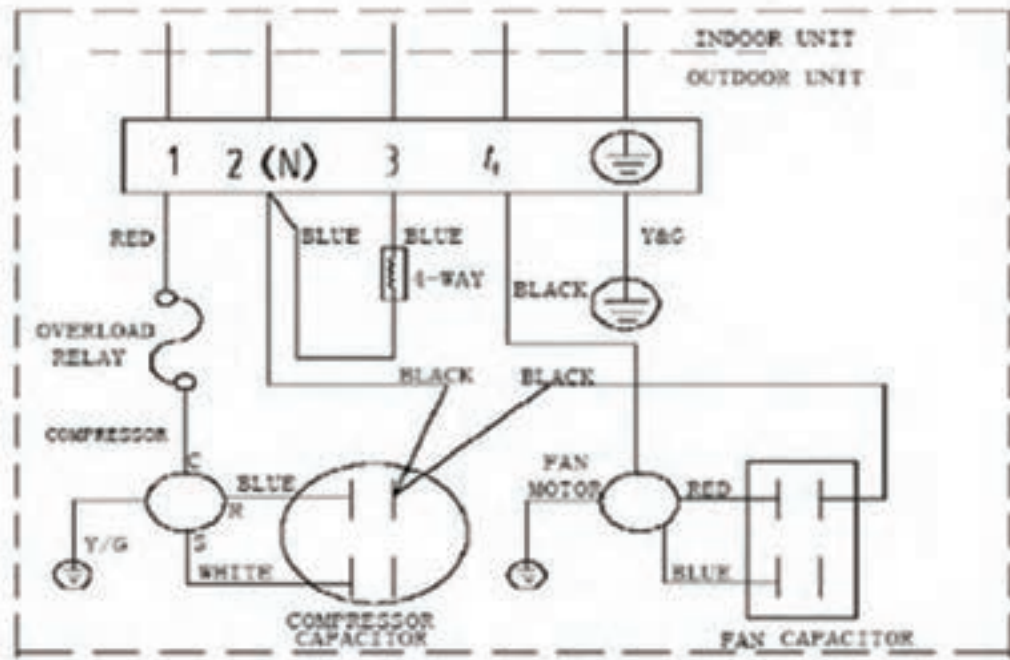
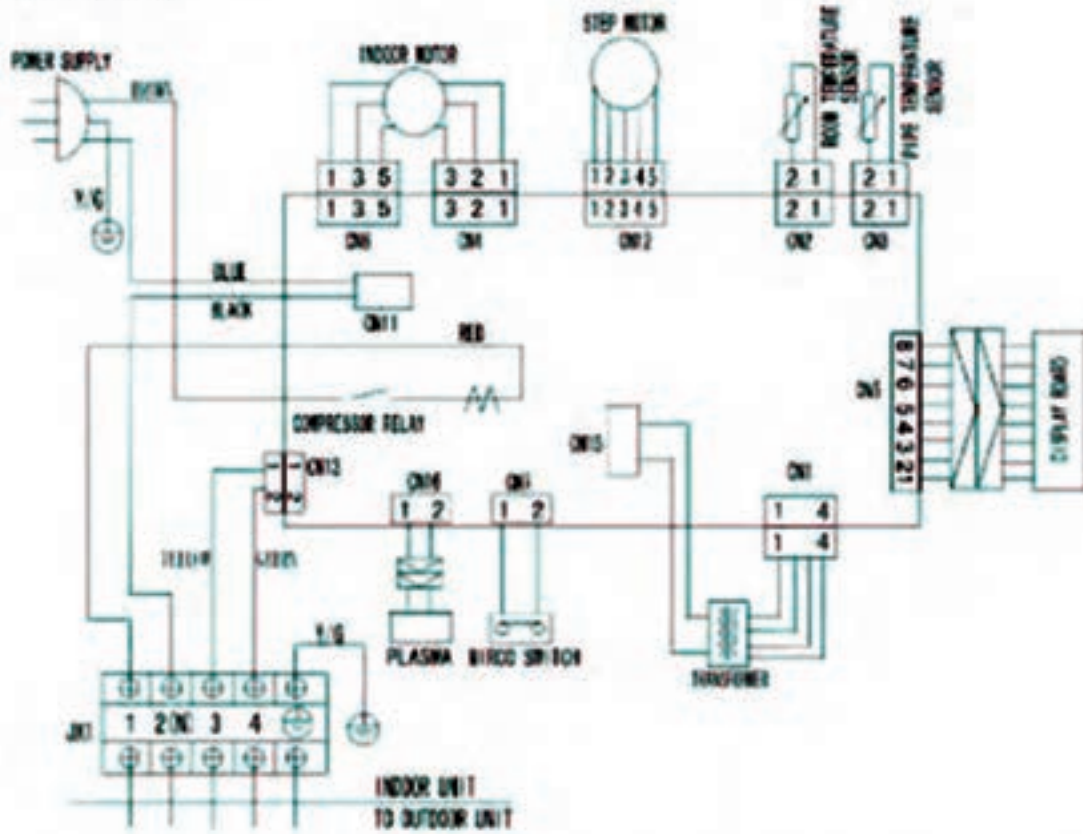
۱۴-۱۱- مدار الکتریکی کولر گازی اسپلیت

در شکل ۱۱-۲۶ یک نمونه نقشه مدار الکترونیک آمده است.^۱

در جدول ۱۱-۲۷ یک نمونه کاتالوگ کولرگازی اسپلیت آورده شده است.

۱- در طرح پرسش نهایی استفاده نشود.

7.2.5 MSH12HR



19

شکل ۲۶-۱۱- یک نمونه نقشه مدار کولر گازی اسپلیت

جدول ۲۷-۱۱- مشخصات فنی نمونه از کولر گازی اسپلیت

مدل					واحد	اطلاعات فنی کولرهای اسپلیت سرد و گرم	
B-30HR	B -24HR	B -18HR	B -12HR	B - 09HR		مشخصات منبع تغذیه	
1Ph, 220-240V, 50Hz	1Ph, 220-240V, 50Hz	1Ph, 220-240V, 50Hz	1Ph, 220-240V, 50Hz	1Ph, 220-240V, 50Hz	Ph-V-Hz		
30000	24000	18000	12000	9000	Btu/h	ظرفیت سرمایشی	قابلیت سرمایشی
3150	2650	2000	1300	1000	W	توان ورودی	
15	12.5	9.0	5.9	4.6	A	جریان مصرفی(کار)	
31000	27000	21000	13000	10000	Btu/h	ظرفیت گرمایشی	قابلیت گرمایشی
3150	2650	2200	1270	980	W	توان ورودی	
14.2	12	9.5	5.8	4.4	A	جریان مصرفی(کار)	
2.4	2.2	1.8	1.5	1.0	L/h	میزان رطوبت گیری	
70/66/63	70/66/63	53/50/46	38.5	39.5	W	توان ورودی موتور فن یونیت داخلی	
1150/1080 1020	1080/1020 960	800/730 600	580/500 420	450/400 350	m ³ /h (H/M/Lo)	میزان هوا دهی یونیت داخلی	
47/44/41	45/42/39	43/41/39	37/32/28	37/34/32	dB(A) (H/M/Lo)	میزان صدای یونیت داخلی	
225	225	220	195	195	mm	عمق	یونیت داخلی
330	330	292	265	250	mm	ارتفاع	
1080	1080	920	790	710	mm	پهنا	
17/21	17/21	13/15	9.0/11.0	8/9.5	Kg	وزن با بسته بندی / وزن خالص	
Rotary	Rotary	Rotary	Rotary	Rotary	—	نوع کمپرسور	
2574	2330	2025	1250/1285	970	W	مشخصات کمپرسور توان ورودی	
173	173	130	85	70	W	توان ورودی موتور فن یونیت خارجی	
2500	2500	2200	2000	1800	m ³ /h	میزان هوا دهی یونیت خارجی	
59	59	55	51	50	dB(A)	میزان صدای یونیت خارجی	
335	335	335	250	235	mm	عمق	یونیت خارجی
695	695	695	540	535	mm	ارتفاع	
845	845	845	780	700	mm	پهنا	
62/67	62/67	55/67	34/37	28.5/31	Kg	وزن بسته بندی/وزن خالص	
2400	2200	1150	900	800	g	میزان مبرد	
Φ16.0	Φ16.0	Φ12.7	Φ12.7	Φ9.53	mm	قطر لوله گاز	لوله کشی مبرد
Φ9.53	Φ9.53	Φ6.35	Φ6.35	Φ6.35	mm	قطر لوله مایع	
20	20	15	10	10	m	حدنکتر طول لوله مبرد	
10	10	8	5	5	m	حدنکتر اختلاف ارتفاع یونیت‌های داخلی و خارجی	
17-30	17-30	17-30	17-30	17-30	°C	دمای عملکرد	
(-7) - 56	(-7) - 56	(-7) - 56	(-7) - 45	(-7) - 45	°C	دمای محیط	
50~68	40~56	30~40	18~26	14~21	m ²	سطح مورد کاربرد	

ادامه جدول ۲۷-۱۱- مشخصات فنی نمونه از کولر گازی اسپلیت

مدل					واحد	اطلاعات فنی کولرهای اسپلیت سرد	
B - 30CR	B - 24CR	B - 18CR	B - 12CR	B - 09CR			
1Ph, 220-240V, 50Hz	1Ph, 220-240V, 50Hz	1Ph, 220-240V, 50Hz	1Ph, 220-240V, 50Hz	1Ph, 220-240V, 50Hz	Ph-V-Hz	مشخصات منبع تغذیه	
30000	24000	18000	12000	9000	Btu/h	ظرفیت سرمایشی	قابلیت سرمایشی
3150	2650	2000	1300	1000	W	توان ورودی	
15	12.5	9.0	5.9	4.6	A	جریان مصرفی (کوار)	
2.4	2.2	1.8	1.5	1.0	L/h	میزان رطوبت گیری	
70/66/63	70/66/63	53/50/46	38.5	39.5	W	توان ورودی موتور فن یونیت داخلی	
1150/1080/1020	1080/1020/960	800/730/600	580/500/420	450/400/350	m ³ /h (H/M/L)	میزان هوا دهی یونیت داخلی	
47/44/41	45/42/39	43/41/39	37/35/33	37/34/32	dB(A) (H/M/L)	میزان صدای یونیت داخلی	
225	225	220	195	195	mm	عمق	یونیت داخلی
330	330	292	265	250	mm	ارتفاع	
1080	1080	920	790	710	mm	پهنا	
17/21	17/21	13/15	9.0/11.0	8/9.5	Kg	وزن با بسته بندی / وزن خالص	
Rotary	Rotary	Rotary	Rotary	Rotary	—	مشخصات نوع کمپرسور	
2574	2330	2025	1250/1285	970	W	توان ورودی کمپرسور	
173	173	130	85	70	W	توان ورودی موتور فن یونیت خارجی	
2500	2500	2200	2000	1800	m ³ /h	میزان هوا دهی یونیت خارجی	
59	59	55	51	50	dB(A)	میزان صدای یونیت خارجی	
335	335	335	250	235	mm	عمق	یونیت خارجی
695	695	695	540	535	mm	ارتفاع	
845	845	845	780	700	mm	پهنا	
60/65	60/65	53/58	34/37	26.5/29	Kg	وزن با بسته بندی / وزن خالص	
2400	2000	1200	850	580	g	میزان فیلتر	
Φ16.0	Φ16.0	Φ12.7	Φ12.7	Φ9.53	mm	قطر لوله گاز	لوله کشی فیلتر
Φ9.53	Φ9.53	Φ6.35	Φ6.35	Φ6.35	mm	قطر لوله مایع	
20	20	15	10	10	m	حد اکثر طول لوله فیلتر	
10	10	8	5	5	m	حد اکثر اختلاف ارتفاع یونیت های داخلی و خارجی	
17-30	17-30	17-30	17-30	17-30	°C	دمای عملکرد	
18-56	18-56	18-56	18-45	18-45	°C	دمای محیط	
50~68	40~56	30~40	18~26	14~21	m ²	سطح مورد کاربرد	

۱۱-۱۵- انتخاب کولر گازی

مساحت فضا ارائه می‌دهد اعداد داخل جدول مساحت اتاق برحسب مترمربع است. کولرهای گازی معمولاً در ظرفیت‌های ۱۲۰۰۰، ۱۸۰۰۰، ۲۴۰۰۰، ۳۶۰۰۰، ۴۸۰۰۰ بی‌تی‌یو بر ساعت ساخته می‌شوند.

در صورتی که بار سرمایی ساختمان یا اتاق محاسبه شده باشد مبنای انتخاب کولر گازی خواهد بود. در بیشتر موارد برای انتخاب کولر گازی از روش‌های تقریبی استفاده می‌شود. جدول ۱۱-۲۸ روش انتخاب کولر گازی در مناطق معتدل را براساس

جدول ۱۱-۲۸- انتخاب کولر گازی بر اساس سطح بنا (m²)

ظرفیت بی‌تی‌یو بر ساعت	۱۲۰۰۰	۱۸۰۰۰	۲۴۰۰۰	۳۶۰۰۰	۴۸۰۰۰	نوع کاربری
مسکونی	۲۹	۴۳	۵۸	۸۸	۱۱۶	
اداری	۲۵	۳۷	۵۱	۷۴	۹۸	
بیمارستان	۲۰	۳۰	۴۱	۶۰	۸۰	
مغازه	۱۷	۲۵	۳۳	۵۰	۶۷	
رستوران	۱۴	۲۱	۲۹	۴۲	۵۷	

مختلف آورده شده است که پس از برآورد بار می‌توان دستگاه سردکننده با کولر گازی مورد استفاده را انتخاب نمود.
مثال: بار برودتی فروشگاه به مساحت ۱۰۰ مترمربع را بدست آورید. در جدول آمده است تن تبرید/مترمربع ۲۸-۳۷ یعنی در شرایط گرمایی معتدل بار سرمایی فروشگاه به ازاء ۳۷ مترمربع یک تن سرمایی است. بار سرمایی فروشگاه $2/7 = \frac{100}{37}$ تن سرمایی است.

$$2/7 \times 12000 \frac{\text{Btu}}{\text{hr}} = 32400 \frac{\text{Btu}}{\text{hr}}$$

بنابراین اگر بخواهیم از کولر گازی برای خنک کردن این فروشگاه استفاده کنیم یک کولر گازی با ظرفیت $\frac{36000}{\text{hr}}$ باید تهیه شود.

پیش فرض‌های تهیه این جدول به شرح زیر است:
دمای بیرون 43°C و دمای داخل اتاق قبل از روشن کردن دستگاه 32°C است و پس از روشن کردن دستگاه و پس از ایجاد شرایط تعادل، به حدود 24°C می‌رسد.
ارتفاع سقف: ۳ متر
طبقات در وسط ساختمان در نظر گرفته شده است و از وجوه شمال و جنوب پنجره دارد.

توجه: در صورتیکه ساختمان در طبقات آخر باشد و یا ارتفاع سقف آن بلندتر از ۳ متر باشد و یا در وجوه شرقی و غربی هم پنجره داشته باشد، ضریب اطمینانی در محاسبات باید منظور شود.

۱۱-۱۶- محاسبه بار برودتی فضاهای مختلف

در جدول ۱۱-۲۹ بار سرمایی تقریبی برای فضاهای

جدول ۱۱-۲۹- برآورد سریع بار سرمایی اماکن مختلف
بر حسب تن تبرید

تن تبرید / متر مربع	۱۸-۲۸	انبار
تن تبرید / متر مربع	۱۴-۲۸	بانک
تن تبرید / متر مربع	۹-۱۸	فروشگاه مدرن
تن تبرید / متر مربع	۳۲	انبارهای سرد
تن تبرید / متر مربع	۲۱	وزارتخانه‌ها
تن تبرید / متر مربع	۲۱-۲۳	طبقه زیرزمین
تن تبرید / متر مربع	۲۳-۲۶	همکف و اول و بالا
تن تبرید / متر مربع	۱۸-۲۸	انبار دارو
تن تبرید / متر مربع	۱۴-۱۸	کارخانجات
تن تبرید / متر مربع	۱۴-۱۸	رستوران (غذاخوری)
تن تبرید / متر مربع	۱۴-۲۸	انبار مواد غذایی
تن تبرید / متر مربع	۳۷-۴۷	اتاق‌های هتل
اتاق / تن تبرید	۳/۴	اتاق‌های بسته بندی گوشت
تن تبرید / ۲۴hr گوشت kg	۱۸۰۰	اتاق‌های نگهداری گوشت
		اداره‌ها
تن تبرید / متر مربع	۱۷-۱۸	خصوصی (غیر دولتی)
تن تبرید / متر مربع	۱۹-۳۷	عمومی (دولتی)
تن تبرید / متر مربع	۱۴-۱۸	پزشکی (بیمارستان‌ها)
تن تبرید / متر مربع	۱۸-۲۳	چاپخانه (کارگاه)
تن تبرید / متر مربع	۴۶-۵۵	چاپخانه (مسکونی)
		خانه‌های مسکونی
آپارتمان ۳ اتاقه / تن تبرید	۱	آپارتمان
آپارتمان ۵ اتاقه / تن تبرید	۱/۵	ساختمان معمولی
تن تبرید / متر مربع	۲۸-۳۷	فروشگاه
تن تبرید / صدلی	۱۷	سالن اجتماعات (تالار سخنرانی)

۱۱-۱۷- کولر آبی

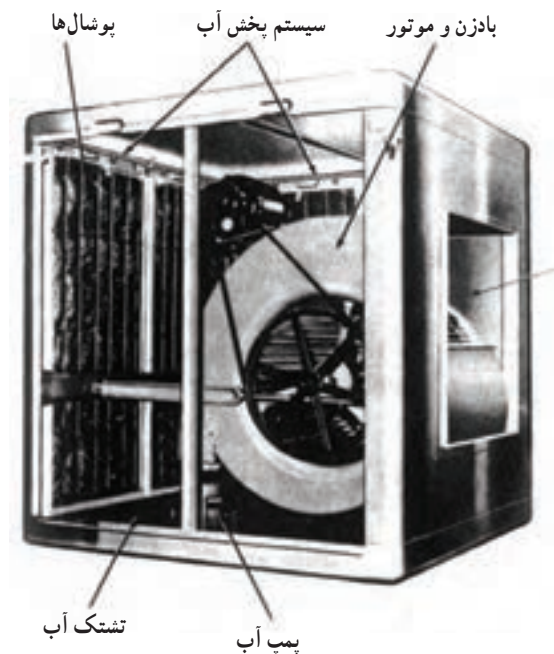
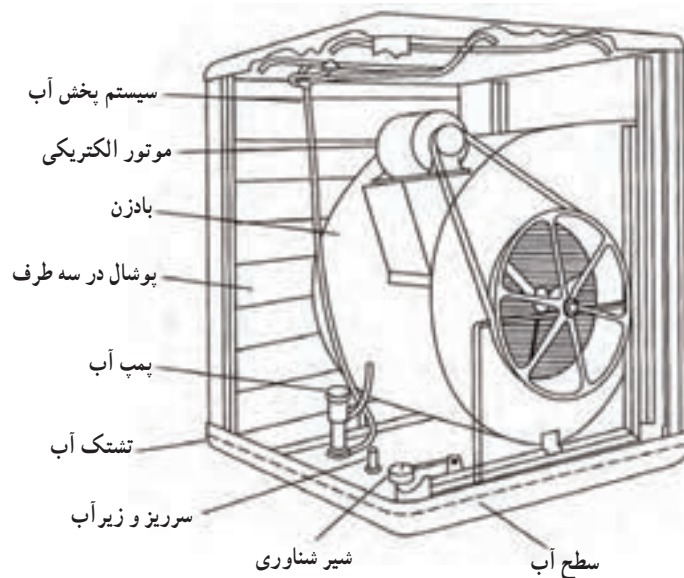
از نوع خنک کننده‌های تبخیری^۱ است در شکل ۱۱-۳۰ اجزاء اصلی یک سردکننده تبخیری موسوم به کولر آبی نشان داده شده است. بدنه آن فلزی بوده و به شکل مکعب ساخته می‌شود با آنکه روی آن رنگ آمیزی می‌شود ولی برای جلوگیری از زنگ زدگی آن را از ورق آهن گالوانیزه می‌سازند. سه طرف بدنه شبکه‌بندی شده و پشت شبکه‌ها صفحه پوشال قرار دارد. در سمت جلو دهانه ارسال هوا تعبیه شده است.

بادزن هوا از نوع سانتریفوژ (گریز از مرکز) است. برای گرداندن بادزن از یک الکتروموتور استفاده شده است. حرکت الکتروموتور توسط سیستم چرخ و تسمه به محور بادزن منتقل می‌شود. یک پمپ کوچک آب تشتک را بالا برده و توسط آب‌پخش کن‌های بالایی بر روی پوشال‌ها می‌ریزد و پوشال‌ها را دائماً خیس می‌کند پوشال مورد مصرف در کولر آبی از جنس چوب نپوسیدنی بوده، آب را به خوبی در خود نگه می‌دارد و در مقابل قارچ و کپک و باکتری مقاوم است. پوشال‌ها در یک پوشش توری در سطح قاب پخش شده است. پوشال‌ها باید نسبتاً متراکم باشد و برای این منظور باید در هر مترمربع سطح حدود ۱/۵ کیلوگرم پوشال گنجانده شود.

۱۱-۱۷-۱- طرز کار کولر آبی: آبی که یکنواخت

از آب پخش کن‌ها پاشیده می‌شود، پوشال‌ها را پیوسته خیس نگه می‌دارد. وقتی بادزن حرکت می‌کند هوای بیرون از روی پوشال‌های خیس می‌گذرد و باعث تبخیر بخشی از آب روی پوشال‌ها می‌شود. گرمای لازم برای تبخیر از هوا و باقیمانده آب گرفته می‌شود و در نتیجه هم هوا و هم آب خنک می‌شود.

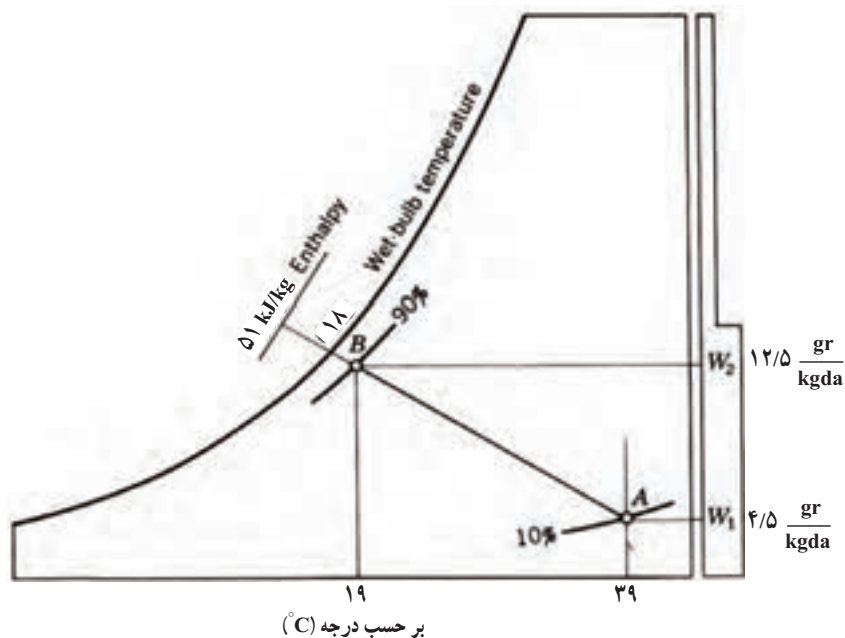
عمل تبخیر در کولر آبی در گرمای کلی ثابت و دمای حباب مرطوب ثابت انجام می‌گیرد. انجام عمل در گرمای کلی ثابت بدین معنا است که گرمایی نهان لازم برای تبخیر آب به صورت گرمای محسوس از هوا گرفته می‌شود و دمای حباب خشک هوا پایین می‌رود و دمای حباب مرطوب ثابت می‌ماند. هوای خروجی از کولر آبی علاوه بر خنکی از گرد و غبار نیز تصفیه شده وارد اتاق



شکل ۱۱-۳۰- اجزای کولر آبی

$$A \left\{ \begin{array}{l} 39^{\circ}\text{C}^{\circ}\text{DB} \\ 18^{\circ}\text{C}^{\circ}\text{WB} \\ \text{RH} = \%10 \\ W_A = 4/5 \frac{\text{gr}}{\text{kgda}} \\ H = 51 \text{kJ} / \text{kg} \end{array} \right.$$

می شود. شکل ۱۱-۳۱ بر روی نمودار سایکرومتریک مشخصات هوای ورود و هوای خروجی از کولر را نشان می دهد. اگر نقطه A معرف هوای ورودی به کولر باشد دارای شرایط دمای حباب خشک 39°C دمای حباب مرطوب 18°C و رطوبت نسبی آن 10% است.



شکل ۱۱-۳۱- تحول انجام در کولر آبی (تبخیری)

پرسش: مقدار مصرف آب یک کولر ۴۵۰۰ را در هر ساعت حساب کنید.

و اگر B معرف هوای خروجی از کولر باشد دمای حباب خشک ۱۹°C و دمای حباب مرطوب ۱۸°C و رطوبت نسبی ۹۰٪ خواهد بود.

$$4500 \text{ cfm} = \frac{4500 \text{ m}^3}{35/2 \text{ min}} = \frac{4500}{35/2} \times 60 = 7670 \frac{\text{m}^3}{\text{hr}}$$

هر متر مکعب هوا به طور متوسط ۱/۲ kg وزن دارد.

$$\rho = 1/2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$m = 7670 \times 1/2 = 9204 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

$$\Delta \text{gr} = 0/008 \text{ kg}$$

$$m_w = 9204 \times 0/008 = 73/63 \text{ kg} = 73/63 \text{ lit}$$

مصرف آب یک کولر ۴۵۰۰ در ساعت است.

۲-۱۷-۱۱- ظرفیت کولر آبی: مقدار هوادهی کولر

آبی برحسب سی اف ام^۱ یا متر مکعب در ساعت^۲ را هنگامی که دستگاه به تنهایی و بدون اتصال به شبکه و بدون افت فشار استاتیکی کار می کند ظرفیت اسمی کولر آبی گویند. کانال و دریچه ها با ایجاد

$$B \left\{ \begin{array}{l} 19^\circ \text{DB} \\ 18^\circ \text{WB} \\ \text{RH} = \%90 \\ W_B = 12/5 \frac{\text{gr}}{\text{kgda}} \\ H = 51 \text{ kJ/kg} \end{array} \right.$$

گرچه آنتالپی یا گرمای کلی ثابت است ولی با تبخیر آب از گرمای محسوس کم شده و دمای حباب خشک ۲°C کاهش یافته است.

$$W_B - W_A = 12/5 - 4/5 = 8 \frac{\text{gr}}{\text{kgda}}$$

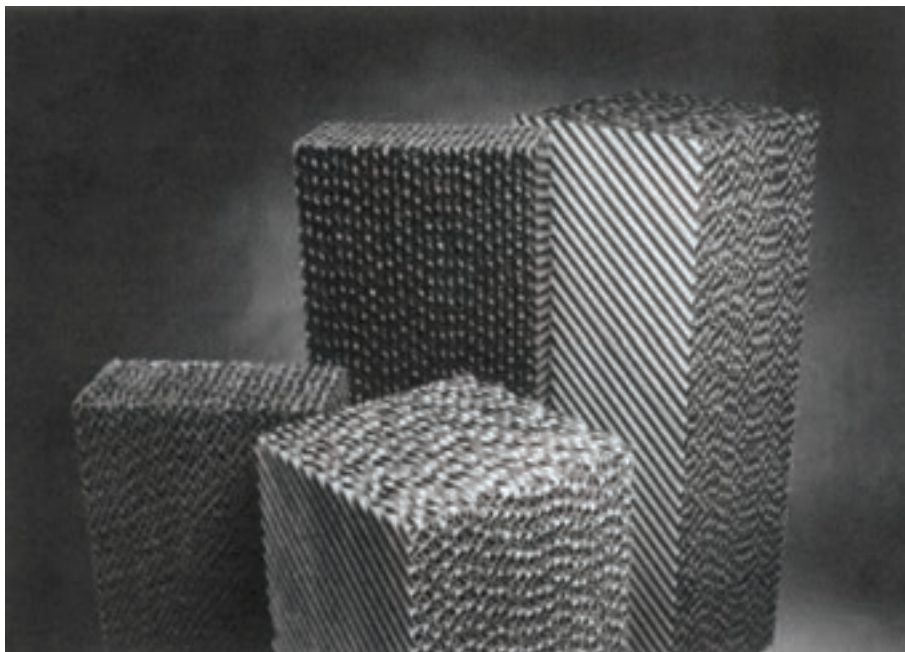
مقدار آب مصرف شده به ازاء یک کیلو گرم هوای خشک می باشد.

۱- CFM: Cubic feet Per minute

۲- $\frac{\text{m}^3}{\text{h}}$

مواد سلولزی جامد یا فایبرگلاس استفاده می کنند که ممکن است ضخامت آنها به ۱/۵ فوت (۴۶ سانتی متر) برسد. کولرهای از مواد سلولزی برای تبخیر استفاده می کنند می توانند تا ۲۰۰۰۰۰ فوت مکعب در دقیقه (۹۴ متر مکعب در ثانیه) هوادهی داشته باشند. در شکل ۱۱-۳۲ نمونه از مواد سلولزی را مشاهده می کنید.

افت فشار استاتیکی از ظرفیت هوادهی کولر می کاهند. کولرهای آبی در ظرفیت های از ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۰۰ سی اف ام (۱ تا ۱۰ متر مکعب در ثانیه) ساخته می شود سرعت خروجی هوا از کولر باید از ۵ فوت در ثانیه (۱/۵ متر در ثانیه) بیشتر نشود تا ورود آب اضافی به جریان هوا جلوگیری شود. کولرهای تبخیری بزرگتر از واسطه های تبخیری دیگر با ضخامت بزرگتر استفاده می کنید. در دستگاه های بزرگتر از



شکل ۱۱-۳۲- نمونه مواد سلولزی مورد استفاده در کولرهای تبخیری

و دمای هوای خروجی از کولر در شرایط مختلف - مقدار آب مصرفی - مقدار الکتریکی - هوادهی و... می توان بدست آورد.

جدول های ۱۱-۳۳ و ۱۱-۳۴ مشخصات فنی کولرهای آبی یک کارخانه را ارائه می دهد. از این جدول ها رطوبت نسبی

جدول ۳۳-۱۱- دمای هوای خروجی از کولر، مقدار مصرف آب در مدل‌های مختلف با توجه به دمای خشک و رطوبت نسبی محل

دمای هوای حباب خشک ورودی °C	رطوبت هوای ورودی %	دمای هوای خروجی °C	مصرف آب برای lit/h AC۳۵	مصرف آب برای lit/h AC۴۰	مصرف آب برای lit/h AC۴۸	مصرف آب برای lit/h AC۵۵	مصرف آب برای lit/h AC۷۰
۴۵	۱۰	۲۶/۴۸	۳۴	۴۷	۵۰	۵۲	۶۶
	۲۰	۲۹/۸	۲۸	۳۸	۴۰	۴۲	۵۲
	۳۰	۳۲/۸	۲۵	۳۲	۳۳	۳۷	۴۸
	۴۰	۳۵	۱۷	۲۵	۲۶	۲۹	۴۰
۴۰	۱۰	۲۳/۲	۳۲	۴۴	۴۶	۴۸	۶۱
	۲۰	۲۶/۰۸	۲۶	۳۵	۳۷	۳۹	۵۰
	۳۰	۲۸/۵۲	۲۱	۲۹	۳۰	۳۱	۴۰
	۴۰	۳۰/۸	۱۸	۲۵	۲۶	۲۷	۳۵
	۵۰	۳۲/۵۶	۱۳	۱۹	۲۰	۲۱	۲۶
۳۵	۱۰	۲۰/۰۸	۲۸	۳۹	۴۱	۴۳	۵۵
	۲۰	۲۲/۴	۲۴	۳۳	۳۴	۳۶	۴۵
	۳۰	۲۴/۶	۲۰	۲۸	۲۹	۳۰	۳۹
	۴۰	۲۶/۴	۱۶	۲۲	۲۳	۲۴	۳۱
	۵۰	۲۸/۲۸	۱۲	۱۶	۱۷	۱۸	۲۳
۳۰	۱۰	۱۶/۸۸	۲۵	۳۵	۳۷	۳۸	۴۹
	۲۰	۱۸/۸	۲۱	۲۹	۳۱	۳۲	۴۱
	۳۰	۲۰/۵۶	۱۸	۲۵	۲۶	۲۷	۳۵
	۴۰	۲۲/۲	۱۵	۲۱	۲۲	۲۳	۲۹
	۵۰	۲۳/۸۴	۱۳	۱۷	۱۸	۱۹	۲۴

جدول ۳۴-۱۱-الف) قدرت مصرفی- هوادهی- سطح مورد استفاده- وزن- مصرف آب- قدرت الکتروموتور مدل های مختلف
 ب) شرایط هوای خروجی ج) دمای هوای خروجی با توجه شرایط گوناگون

Inlet air temp. C°	Relative Humidity inlet air %	Outlet air temp. C°	Relative Humidity outlet air %
45	10	26	65
	20	29	72
	30	33	77
	40	35	79
40	10	23	68
	20	26	73
	30	29	78
	40	31	81
35	10	20	70
	20	23	75
	30	25	79
	40	26	83
30	10	17	72
	20	19	76
	30	21	81
	40	22	84

ب

COOLER SPECIFICATION	COOLER MODEL			
	AC 35	AC 40	AC 55	AC70
Power Consumption (watt)	530	530	690	890
Air Delivery(cfm)	2300	3500	3900	4900
Cooling Area(m3)	180	270	320	380
Weight(Net)(kg)	45	65	66	83
Water consumption in 20% relative humidity & 35 centigrade(Lit/hour)	24	33	36	45
Output Power (hp)	1/3	1/3	1/2	3/4

الف

Ambient Temperature °C	Percentage relative humidity								
	10	20	30	40	50	60	70	80	90
10	4	4.5	5.5	6	7	7.5	8	9	9.5
15	7.5	8.5	9.5	10.5	11	12	13	13.5	14
20	11	12	13	14.5	15.5	16.5	17.5	18.5	19
25	14.5	16	17	18.5	20	21	22	23	24
30	17.5	19.5	21	22.5	24	25	26.5	28	29
35	20	23	25	26.5	28.5	30	31.5	32.5	34
40	23	26.5	29	31	32.5	34.5			
45	26	29	32.5	35					
50	29	32.5	36.5						

Above represents approximate supply air temperature based on a minimum pad saturation of 80%

ج

۱۱-۱۷-۳- انتخاب کولر آبی: کولرهای آبی براساس مقدار هوادهی آنها برحسب فوت مکعب در دقیقه نامگذاری می‌شوند وقتی می‌گوییم کولر ۴۵۰۰ یعنی کولر آبی که در هر دقیقه ۴۵۰۰ سی اف ام هوا را وارد فضای تهویه شونده می‌کند. برای تعیین ظرفیت هوادهی کولر آبی از فرمول زیر می‌توان استفاده کرد.

$$CFM = \frac{V}{n}$$

V = حجم فضای مورد نظر برحسب فوت مکعب

n = زمان یک بار تعویض هوای اتاق بر حسب دقیقه از

جدول ۱۱-۳۵

مثال: هوادهی کولر مناسب برای فضایی به ابعاد $۸ \times ۶ \times ۳$ متر حساب کنید اگر ساختمان خصوصی و در منطقه گرمسیر واقع شده باشد. با توجه به جدول ۱۱-۳۵

پاسخ: با توجه به جدول مقدار $n=۲$ است پس

$$V = ۸ \times ۶ \times ۳ \times ۳۵/۳ \text{ ft}^3$$

$$CFM = \frac{۸ \times ۶ \times ۳ \times ۳۵/۳}{۲} = ۲۵۴۱/۶ \frac{\text{ft}^3}{\text{min}}$$

با توجه به مقدار CFM محاسبه شده می‌توان کولر مدل

AC40 را از جدول ۱۱-۳۴ الف انتخاب نمود.

جدول ۱۱-۳۵- زمان تعویض یک بار هوای اتاق به دقیقه

منطقه	ساختمان خصوصی	ساختمان عمومی
سردسیر	۳	۳/۵
معتدل	۲/۵ عمومی	۲
گرمسیر	۲	۱/۵



۱۸-۱۱ پرسش و تمرین

پرسش‌های چندگزینه‌ای

- ۱- از دستگاه سایکرومتری برای اندازه‌گیری کدام مورد استفاده می‌شود.
 الف) رطوبت نسبی
 ب) سرعت گردش هوا
 ج) رطوبت ویژه
 د) دمای حباب مرطوب
- ۲- کدام مشخصه هوا برای هوای اتاق که دارای دمای حباب خشک 33°C و دمای حباب مرطوب 22°C می‌باشد صحیح است.

الف) رطوبت نسبی ۴۹٪
 ب) رطوبت ویژه $\frac{\text{kg}}{\text{kg}}$ هوای خشک ۰/۰۱۶

ج) دمای نقطه شبنم $16/8^{\circ}\text{C}$
 د) آنتالپی $\frac{\text{kg}}{\text{kg}}$ هوای خشک ۷۵

- ۳- کدام مورد از اجزاء کولر گازی پنجره‌ای در مسیر مدار هوای داخلی کولر قرار می‌گیرد.
 الف) اواپراتور
 ب) کندانسر
 ج) کمپرسور
 د) فیلتر درایر
- ۴- کدام مورد مزیت کولر گازی اسپلیت ایستاده نسبت به سایر کولرهای گازی است.
 الف) مصرف کمتر انرژی
 ب) هزینه اولیه کمتر
 ج) توانایی بالاتر دمنده داخلی
 د) جاگیری کمتر واحد داخلی

پرسش‌های درست و نادرست

- ۵- دمای نقطه شبنم عامل تفاوت بین دمای حباب خشک و دمای حباب مرطوب هوای محیط می‌باشد.
 درست
 نادرست
- ۶- دمایی که در آن دما، ذرات بخار آب موجود در هوا به ذرات آب قابل رویت تبدیل می‌شوند را دمای نقطه شبنم گویند.
 درست
 نادرست
- ۷- سیسم پیچ استارت کمپرسور کولرهای گازی پس از راه‌اندازی توسط رله از مدار خارج می‌شود.
 درست
 نادرست
- ۸- فن اواپراتور از اجزای بخش خارجی کولر گازی اسپلیت می‌باشد.
 درست
 نادرست
- ۹- با استفاده از مبرد $R-410$ در کولرهای گازی، امکان دستیابی به رده‌ای بالاتر انرژی نظیر A یا بالاتر امکان پذیر شده است.
 درست
 نادرست

پرسش‌های پرکردنی

- ۱۰- دمای طبیعی بدن انسان درجه سانتی‌گراد است.
- ۱۱- در اتاق که دمای حباب خشک 72°F و اختلاف دمای حباب خشک با دمای حباب مرطوب 18°F باشد رطوبت نسبی درصد است.
- ۱۲- کولرهای گازی اسپلیت دیواری در ظرفیت‌های تا به بازار عرضه می‌شوند.
- ۱۳- کولر گازی در سقف کاذب نصب شده و نیازی به کانال کشی ندارد.
- ۱۴- برای خنک کردن اتاقی به مساحت 12m^2 که در یک ساختمان اداری خصوصی واقع شده می‌توان از کولر گازی با ظرفیت $\frac{\text{Btu}}{\text{hr}}$ استفاده نمود.

پرسش‌های تشریحی

- ۱۵- عوامل مؤثر در تأمین شرایط آسایش محیط زندگی انسان را نام ببرید.
- ۱۶- مشخصات یک سیستم تهویه مطبوع کامل را توضیح دهید.
- ۱۷- لایه هوایی که زمین را دربرگرفته است را شرح دهید.
- ۱۸- رطوبت هوا را شرح دهید.
- ۱۹- طریقه اندازه‌گیری دمای هوای مرطوب را توضیح دهید.
- ۲۰- هوای اشباع را تعریف کنید.
- ۲۱- رطوبت ویژه و رطوبت نسبی را شرح دهید.
- ۲۲- ویژگی‌های ترمودینامیکی هوا را نام برده و هر یک بر روی نمودار ۵-۱۱ مشخص نمایید.
- ۲۳- منطقه آسایش را از روی نمودار شرح دهید.
- ۲۴- سه مدار الکتریکی کولر گازی را شرح دهید.
- ۲۵- مدار الکتریکی کولر گازی را شرح دهید.
- ۲۶- تفاوت کولر گازی پنجره‌ای با کولر گازی اسپلیت را توضیح دهید.
- ۲۷- اجزاء بخش‌های داخلی، خارجی و ارتباطی کولر گازی اسپلیت را بنویسید.
- ۲۸- انواع کولر گازی اسپلیت را از نظر شکل ظاهری و شرایط نصب را نام ببرید.
- ۲۹- کولر گازی اسپلیت ایستاده را شرح دهید.
- ۳۰- کولر گازی اسپلیت کاستی را شرح دهید.
- ۳۱- کولر گازی اسپلیت کانالی را شرح دهید.
- ۳۲- کولر گازی اسپلیت سقفی زمینی را شرح دهید.
- ۳۳- انواع کولر گازی اسپلیت از نظر کاربرد و بازده انرژی را توضیح دهید.
- ۳۴- ساختمان و طرز کار کولر آبی را توضیح دهید.
- ۳۵- مقدار مصرف آب یک کولر آبی 7000 را در هر ساعت بدست آورید. (شرایط هوا را مانند مثال کتاب در نظر بگیرید.)

۳۶- ظرفیت کولرهای آبی را شرح دهید.

۳۷- مدل و مشخصات کولر آبی برای خنک کردن یک فضا به مساحت 50 m^2 با ارتفاع 3 m با کاربری عمومی که در منطقه گرمسیری قرار دارد را بدست آورید.

بادگیر شاهکار مهندسی ایران

بادگیرها

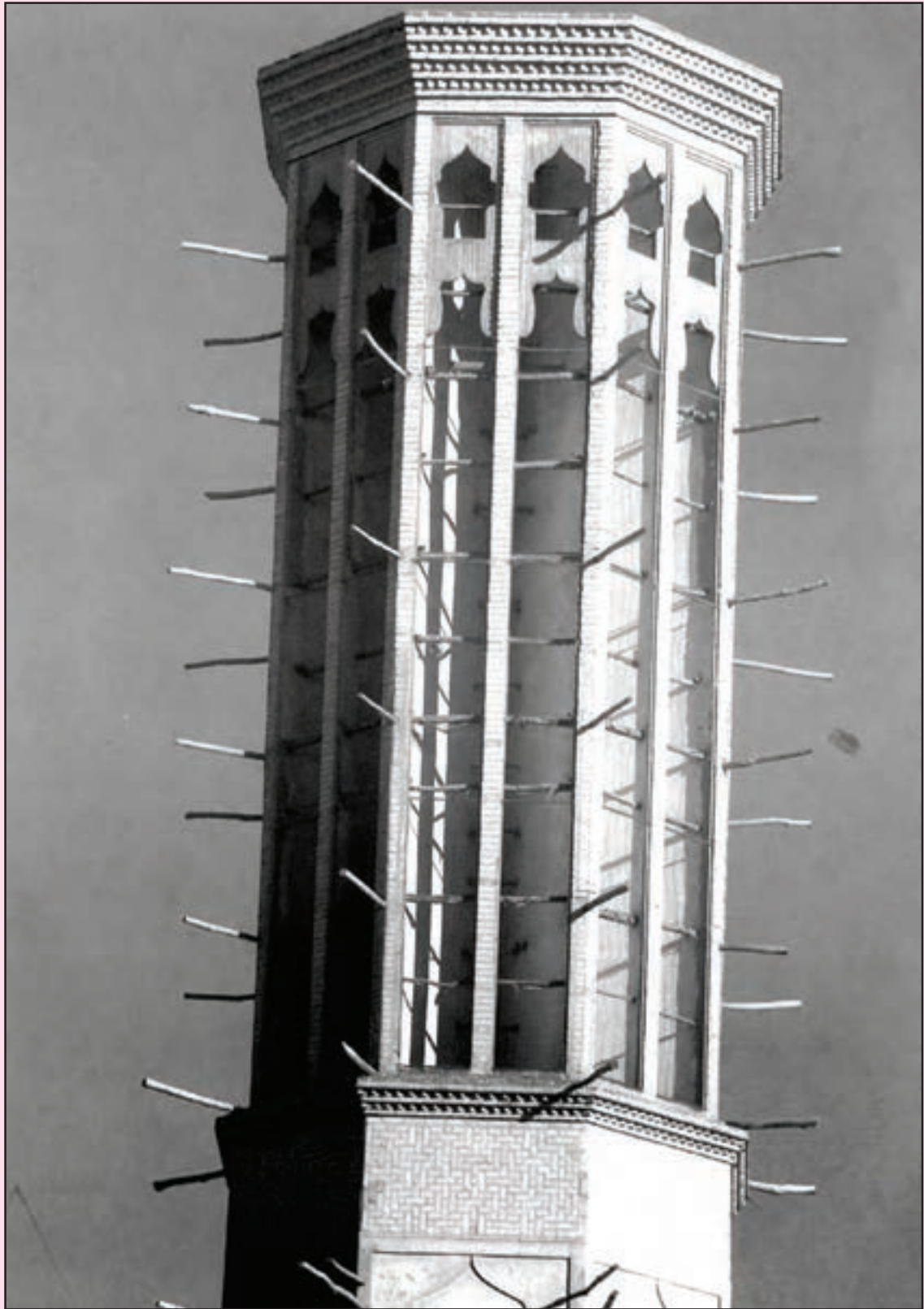
گرمای خیلی زیاد و اشعه سوزان خورشید در روزهای گرم و بلند تابستان آن چنان وجود بادگیرها را به خصوص در مناطق گرم کویری ضروری ساخته است که بی اغراق می توان گفت زندگی بدون آن ها غیر ممکن و طاقت فرسا می باشد. بادگیرها بسته به جهت وزش باد منطقه به صورت های چهارگوش، هشت گوش، مستطیل شکل و یا خرطومی شکل ساخته می شوند.

بادگیرهای چهارگوش و هشت گوش برای مناطقی مناسب ترند که باد جهت مشخصی ندارد و در تابستان جهت آن از شمال به جنوب یا از مشرق به مغرب می باشد. بادگیرهای مستطیل شکل بیشتر در مناطقی ساخته می شوند که در تابستان جهت باد در آن جا به طور معمول از شمال شرقی به جنوب غربی است و بادگیری خرطومی شکل مخصوص مناطقی با طوفان سهمگین سنی و گردبادها می باشد در این حالت بادگیر در جهت شمال شرقی ساخته می شود. شکل ۱ و شکل ۲ دو نمونه از بادگیرها را نشان می دهد. قسمت بالایی بادگیر دارای چندین محفظه مستطیل شکل دراز است که جریان باد از آن عبور می کند. طرح بادگیرهای مختلف از نظر ارتفاع، محفظه های عبور باد، محل بادگیر، نسبت به ساختمان و جهت وزش باد منطقه متفاوت است.

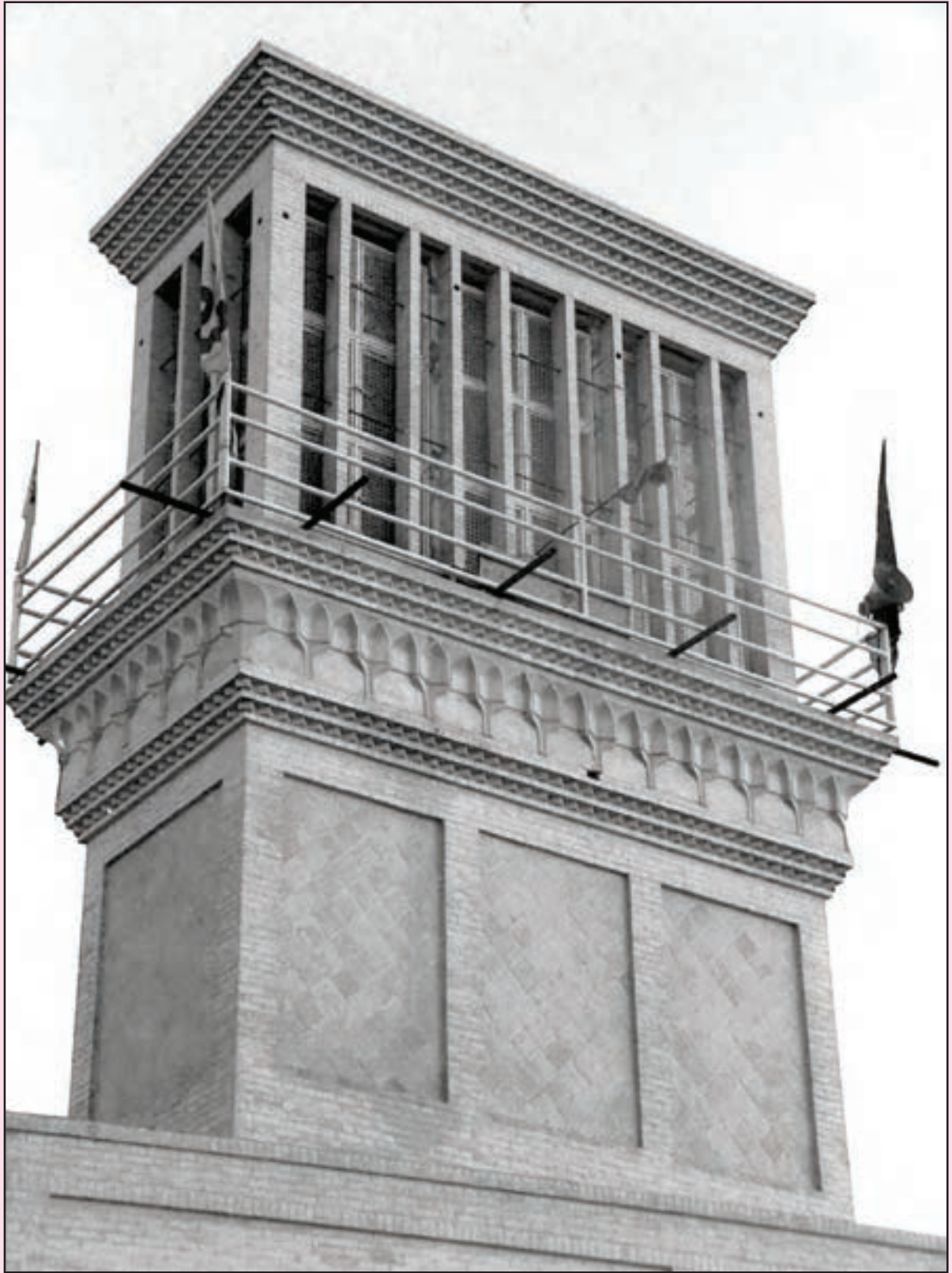
طرز کار بادگیر

عبور هوا از بادگیر به خاطر دما و چگالی هوا در اطراف آن است. اختلاف چگالی، کششی را به وجود می آورد که آن نیز خود جریان هوا به داخل و خارج را به دنبال دارد. جریان باد در پایین بادگیر به وسیله درهای اتاق زیر آن، قابل کنترل می باشد (در شهر یزد زیر بادگیرها ایوان بزرگی که معمولاً در ندارد قرار گرفته و به آن اصطلاحاً تالار می گویند). عمل یک بادگیر در یک شبانه روز به وضع باد و ساعت مربوطه بستگی دارد. در شب اگر وزش باد نباشد، بادگیر شبیه به یک دودکش عمل می کند (شکل های ۳ و ۴). یعنی جریان باد از پایین به بالا می باشد. دیوارهای بادگیر در مدت روز گرما را جذب کرده اند و گرما که به دیواره های داخلی بادگیر نفوذ کرده موجب می شود تا هوای داخل بادگیر را گرم کرده و به طرف بالا بفرستد.

شکل و ساختمان بالای بادگیر یعنی ضخامت دیوارها و مقطع افقی محفظه های باد طوری طرح ریزی شده اند که بتوانند گرمای به دست آمده را مدت زیادی نگهداری کنند تا عمل فوق به خوبی انجام گیرد. از آن جایی که چگالی هوای گرم از هوای سرد کمتر است فشار هوا در قسمت بالای بادگیر کمتر می باشد و این موجب می شود تا نیروی کششی در جهت چگالی کمتر ایجاد شود. در نتیجه هوای داخل تالار به طرف بالای بادگیر کشیده شده و هوای آزاد و خنک شب داخل تالار می شود (می دانیم که در کویر برخلاف روزها که هوا بسیار گرم است شب ها بسیار خنک و سرد می باشد).



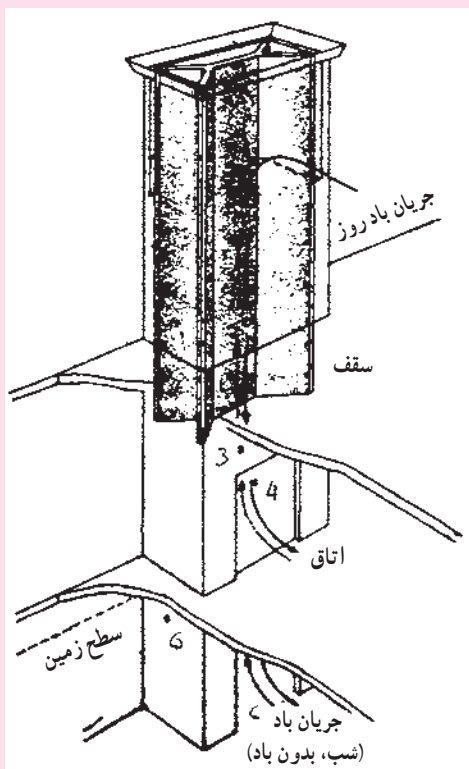
شکل ۱- بادگیر هشت گوش



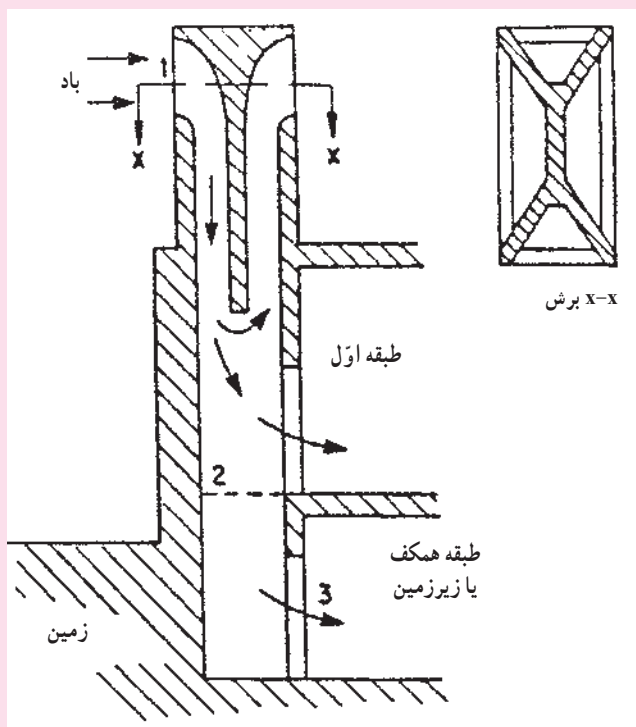
شکل ۲- بادگیر مستطیل شکل

حالتی که بیان شد برای زمانی بود که در هوای آزاد بادی در جریان نباشد. حال اگر باد نیز در جریان باشد با فشار از طریق محفظه‌ها داخل بادگیر می‌شود و اگرچه اندکی در اثر تماس با دیوارهای بادگیر گرم می‌شود، با این حال چون مقدار این گرما کم است هوای داخل تالار و یا اتاق را خنک‌تر از هوای اطراف می‌کند و عمل تبرید را هم چنان انجام می‌دهد.

روزها زمانی که باد وجود ندارد عمل بادگیر عکس عمل دودکش می‌باشد. دیواره‌های قسمت بالایی بادگیر که شب خنک شده‌اند باد داخل آن را سرد کرده و به طرف پایین می‌فرستند، باد خنک پس از عبور از داخل تالار به طرف خارج حرکت می‌کند حال اگر هنگام روز باد نیز وجود داشته باشد نسبت مقدار جریان باد افزایش می‌یابد البته این را باید در نظر گرفت که عمل بادگیرها در مدت یک روز یا یک شب ثابت نیست و در اثر افزایش و کاهش دما، شدت اشعه خورشید، سرعت باد و عوامل دیگر تغییر می‌کند.



شکل ۴- جریان هوا در شب و روز



شکل ۳- الگوی جریان هوا در بادگیر

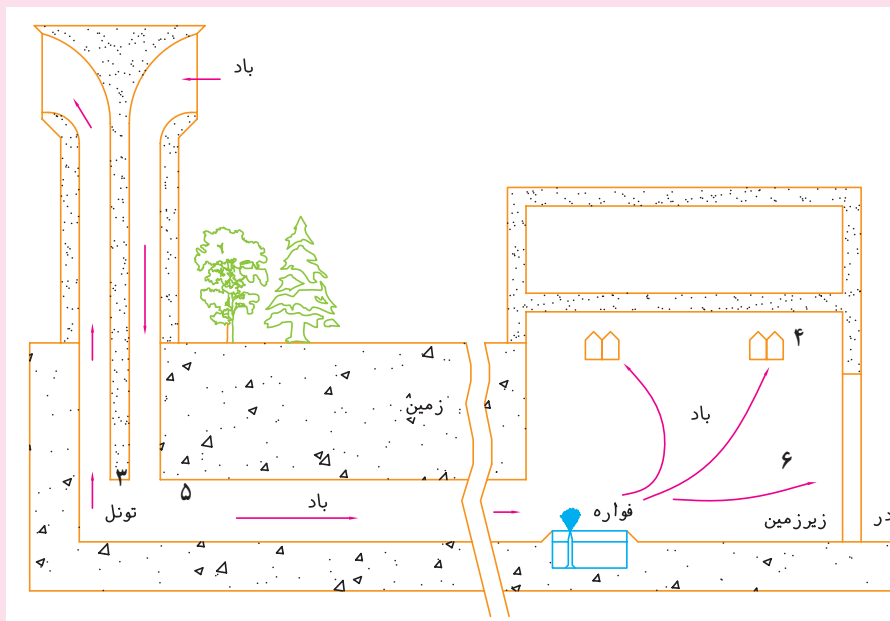
در شکل ۴ عمل یک بادگیر در مدت شبانه‌روز در بودن یا نبودن باد تغییر می‌کند. خطوط ممتد نشان‌دهنده جهت جریان هوا در روز و شب وقتی که باد باشد و خطوط چین نشان‌دهنده جریان هوا در شب بدون وزش باد می‌باشد. دیوار و مدخل عبور باد در مدت روز گرما را جذب می‌کنند و در شب گرما را پس می‌دهند روز بعد دیوارها خنک هستند وقتی باد نوزد هوای گرم مجاور در جهت کمان‌های ممتد از محفظه‌ها (۱) داخل می‌شود و پس از تماس با دیوار خنک می‌گردد درها در قسمت پایین بادگیر به اتاق یا تالار (۴) و زیرزمین (۶) باز می‌شوند.

استفاده از سیستم سرمایی تبخیری

آنچه تا این جا گفته شد مربوط به خنک کردن هوا و پایین آوردن دما بدون تغییر در مقدار رطوبت یا بخار آب موجود در هوا بود به طریقه دیگر نیز می توان از بادگیرها برای خنک کردن هوا و دما استفاده کرد و به علاوه رطوبت را تغییر داد. این عمل در بالا بردن میزان خنکی حائز اهمیت فراوانی بوده و نقش مهمی را بازی می کند.

به عنوان مثال موقعی که دیوارهای یک زیرزمین که بادگیر بالای آن قرار گرفته دارای نم باشد (هم چنان که معمولاً هست) عمل خنک کنندگی هوا نه تنها به وسیله بادگیر، بلکه به وسیله تبخیر رطوبت حاصله نیز انجام می پذیرد. چرا که رطوبت روی دیوار برای تبخیر احتیاج به جذب حرارت دارد و این کار را با جذب حرارت هوای جاری انجام می دهد. در حقیقت قبل از آن که استفاده از یخچال های برقی در شهرهای کویری متداول شود زیرزمین ها نقش مهمی را در تابستان ها به عهده داشتند و اکنون نیز حتی در سطح بسیار وسیعی از آن ها استفاده می شود. غیر از زیرزمین ها، راه دیگری نیز برای انتفاع از عمل تبخیر در تبرید وجود دارد و آن قرار دادن یک حوضچه یا یک فواره کوچک در زیر بادگیر می باشد (شکل ۵). در این حالت باد پس از خنک شدن در عبور از بادگیر به سطح آب و فواره برخورد کرده و بیش از پیش خنک می شود و به داخل اتاق راه می یابد.

در بعضی از شهرهای کویری حوضچه یا فواره ای در زیرزمین قرار می دهند و به این ترتیب به دمای مطلوبی دست می یابند از این ساختمان ها در شهر یزد بسیار استفاده می شود.

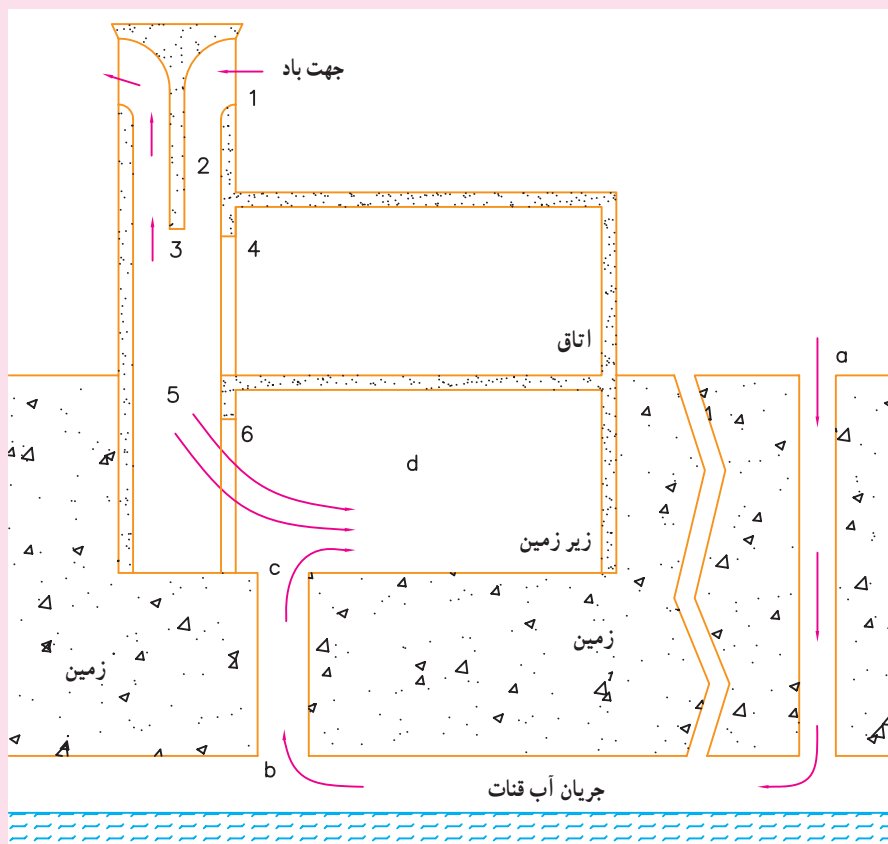


شکل ۵

عمل یک بادگیر به تنهایی بدون تغییر رطوبت در هوا می باشد، اما اگر بتوان به نحوی آب را وارد سیستم کرد می توان میزان رطوبت را نیز تغییر داد. دمای هوا در تماس با آب کاهش یافته و رطوبت آن افزایش می یابد. برای این منظور در بعضی از حالات بادگیر را حدود ۵۰ متر دورتر از ساختمان قرار می دهند و هوای آن را به وسیله کانال

از زیرزمین هدایت می‌کنند. این کانال در صورت امکان زیر درختان قرار داده می‌شود تا هنگامی که به درختان آب می‌دهند. آب جداره کانال را خیس کند و هوا را خنک کند (شکل ۵).

ترکیبی از بادگیر و یک جریان زیرزمینی که در اثر حرکت رودخانه خنک شده است می‌تواند دمای مطلوبی به دست دهد. هوای گرم از یک طرف (a) وارد کانال رودخانه زیرزمینی می‌شود. از طرفی باد از محفظه‌های بادگیر (۱) داخل شده و از اتاق (۴) و در زیرزمین وارد ساختمان می‌شود. عبور این باد از روی کانال عمودی بین رودخانه و زیرزمین باعث می‌شود تا هوای داخل کانال رودخانه به طرف بالا کشیده شود (شکل ۶).



شکل ۶

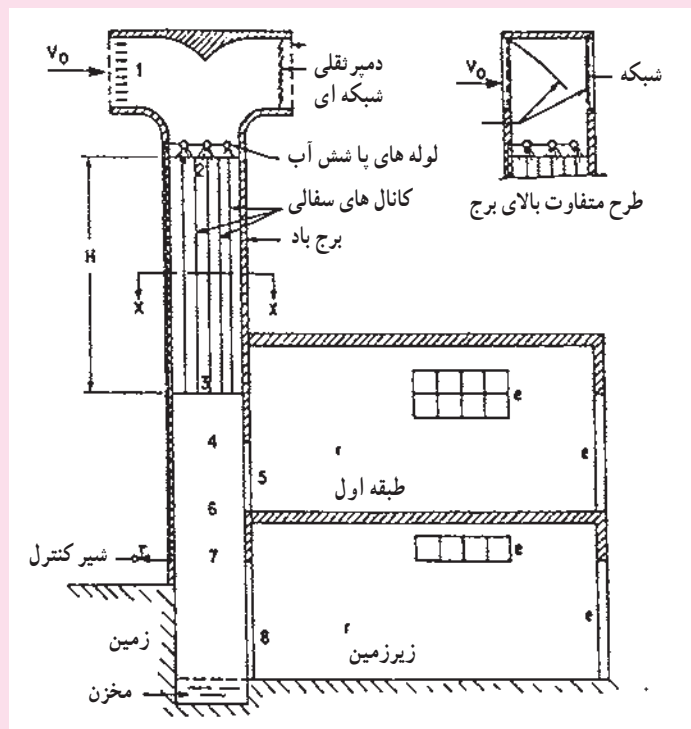
از آن جایی که آب زیرزمین معمولاً سرد است هوایی که از روی آن عبور کرده نیز خنک می‌باشد و بدین ترتیب کیفیت عمل تبرید بسیار بالا می‌رود. به همین مناسبت روی کانال عمودی یا در نزدیکی آن جای مناسبی برای نگهداری غذا و مواد فاسد شدنی است.

شب‌ها نیز این بادگیرها عمل تبرید را به خوبی انجام می‌دهند. گفتیم که شب‌ها بادگیرها عملی شبیه عمل دودکش‌ها را دارند یعنی هوای داخل ساختمان را به طرف بالا می‌کشند.

کشیده شدن هوای داخل ساختمان به طرف بالا، مکش هوای داخل کانال را به دنبال دارد که آن نیز خود موجب به جریان افتادن باد خنک می‌شود.

یکی از مشکلات استفاده از بادگیرها هدایت گردو خاک، حشرات و حتی پرندگان به داخل ساختمان می باشد و برای جلوگیری بایستی دارای تورهای فلزی باشند. یکی از راه های جلوگیری از ورود گرد و خاک افزایش بادگیرها می باشد که البته این کار مخارج زیادی دربر دارد. راه دیگر پهن تر کردن قسمت پایینی بادگیر از قسمت بالایی آن می باشد. افزایش مقطع عرضی پایین بادگیر باعث کاهش سرعت باد در پایین آن می باشد که به گردو خاک اجازه می دهد تا روی منطقه هایی که مخصوص این کار است بنشینند و داخل ساختمان نشود.

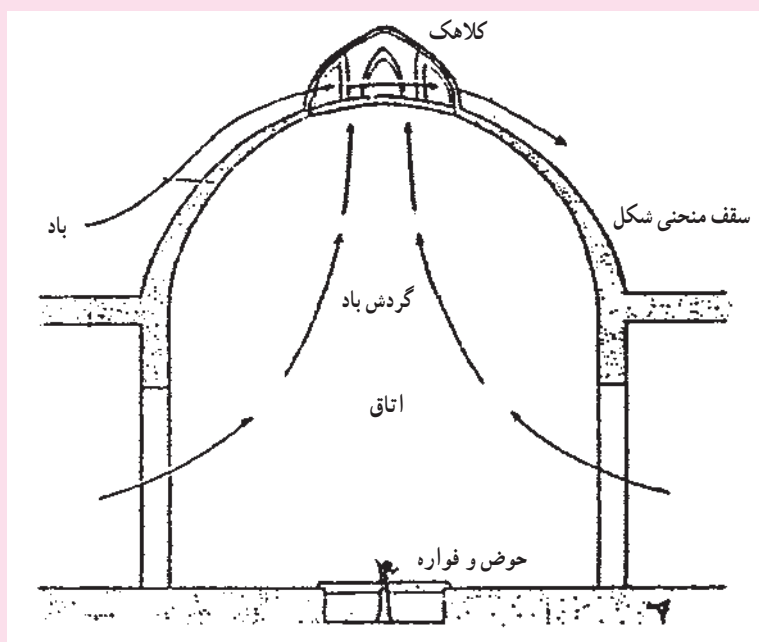
طرح پیشنهادی در شکل ۷ روش دیگر استفاده از سیستم سردکننده تبخیری را ارائه می دهد. آب بر روی لوله های سفالی پاشیده می شود به علت سفالی بودن لوله ها زود تبخیر نمی شود بلکه هم چنان که به پایین جریان می یابد، لوله های سفالی را مرطوب نگه می دارد. آب اضافی و جذب نشده توسط لوله ها در پایین بادگیر در مخزن انباشته می شود که ممکن است مورد استفاده قرار گیرد یا تخلیه شود (شکل ۷).



شکل ۷- طرح جدید برای استفاده سیستم سردکننده تبخیری در بادگیرها

در شهرهای کویری ایران که بیشتر بادگیرها در آن جا مورد استفاده قرار می گیرد هر چند وقت یک دفعه طوفان های شنی عظیمی به وجود می آید که راه حل های ذکر شده نمی تواند در مقابل آن ها کاری انجام دهد.

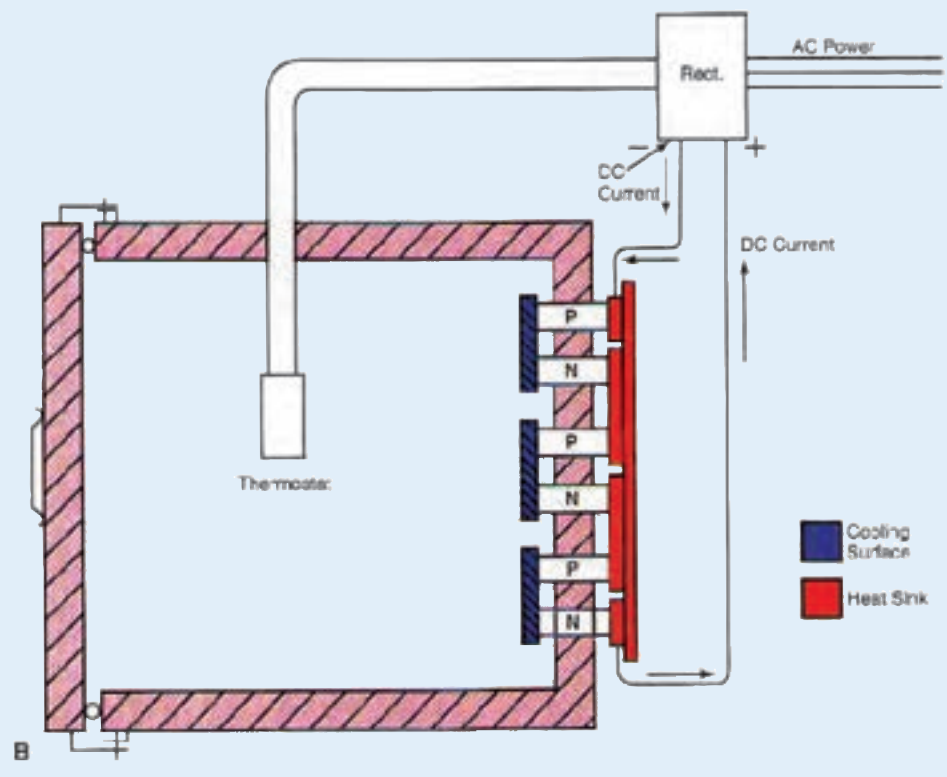
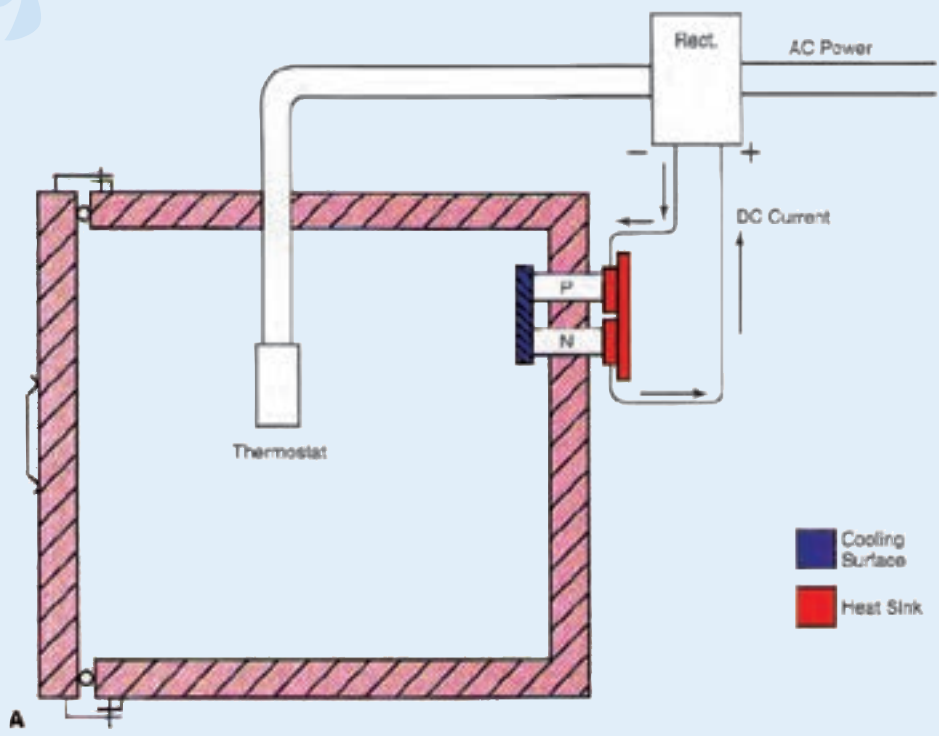
برای مقابله با چنین طوفان هایی کار گذاشتن فیلتر در محفظه های ورودی بادگیر می تواند مؤثر واقع شود. استفاده از باد در شهرهای کویری ایران چون کرمان، یزد، کاشان، بم، رفسنجان و غیره تنها از طریق بادگیرها صورت نمی گیرد و به روش های دیگری مانند اتاق هایی با سقف های منحنی شکل برای خنک کردن هوا و آب انبارهایی برای خنک کردن آب مورد استفاده قرار می گیرد.



شکل ۸

در شکل ۸ سقف منحنی شکل و جهت جریان باد را در آن ملاحظه می‌کنید (اتاق‌هایی که بدین شکل یعنی با سقف منحنی و یک کلاهک کوچک بالای آن و یک حوضچه با فواره وسط آن ساخته می‌شوند در شهر یزد به «هشتی» معروف هستند.)

سرعت باد هنگام عبور از داخل کلاهک سقف افزایش پیدا می‌کند و در نتیجه فشار آن کاهش می‌یابد اختلاف فشار حاصله بین کلاهک و زیر سقف باعث می‌شود تا باد جریان پیدا کند جهت جریان باد روی سقف نیز خروج باد داخل اتاق را به همراه دارد. بین این مسیر حوضچه و فواره آن وظیفه خنک کردن هوا را به عهده دارد. چنانچه به خاطر داشته باشید در قبل گفتیم که هوای گرم در برخورد با آب، گرمای خود را از دست می‌دهد و باعث تبخیر آب می‌شود و چون حرارت خود را از دست داده خنک می‌شود. مزیتی که سقف‌های منحنی شکل بر بادگیرها دارند این است که در ساخت آن‌ها برای جلوگیری از ریزش احتیاجی به چوب نیست و در بعضی از موارد ساخت آن‌ها راحت‌تر از بادگیر می‌باشد.



سیستم‌های دیگر تبرید

پس از پایان این فصل هنرجو باید بتواند :

- ۱- سیستم تبرید جذبی را تشریح نماید.
- ۲- یخچال جذبی و اصول کار آن را توضیح دهد.
- ۳- سیستم تبرید پاششی با مواد مبرد مصرف شدنی را توضیح دهد.
- ۴- سیستم تبرید ترموالکتریک را توضیح دهد.

۱۲- سیستم‌های دیگر تبرید

دمای بالا و تبخیر آن در فشار و دمای کم و گرفتن گرما از ماده‌ای که باید سرد شود شبیه سیکل تبرید تراکمی است. تفاوت عمده و اصلی بین سیستم تبرید جذبی و سیستم تبرید تراکمی در چگونگی انتقال مادهٔ سرمازا از سمت فشار کم به سمت فشار زیاد سیستم است. در سیستم تبرید تراکمی برای این منظور از کمپرسور استفاده می‌شود در حالی که در سیستم تبرید جذبی برای انتقال بخار کم دما و کم فشار از یک فرآیند شیمیایی استفاده می‌شود. دومین تفاوت عمده بین سیستم تبرید جذبی و سیستم تبرید تراکمی در نوع ماده سرمازا می‌باشد. ماده سرمازای مورد استفاده در سیستم‌های تراکمی هالوکربن‌ها در انواع مختلف می‌باشد. در حالی که ماده سرمازای مورد استفاده در سیستم جذبی کریر آب است. به کارگیری و استفاده از این سیستم‌ها در شرایط زیر توصیه می‌شود.

- ۱- وقتی که انرژی الکتریکی گران بوده و سوخت ارزان مانند گاز طبیعی در اختیار باشد.
- ۲- وقتی که در تابستان دیگ‌های بخار بلااستفاده باشند.

آنچه در فصل‌های گذشته مورد بحث و بررسی قرار گرفته است مربوط به دستگاه‌هایی است که براساس سیستم تبرید تراکمی کار می‌کنند که در آن‌ها برای گردش ماده سرمازا از کمپرسور استفاده می‌شود و اغلب دستگاه‌های سردکننده به خصوص دستگاه‌های سردکننده خانگی و تجاری براساس سیستم تبرید تراکمی کار می‌کنند. سیستم‌هایی که اجزای اصلی تشکیل دهندهٔ آنها حداقل دارای یک کمپرسور، یک کندانسر، یک شیر انبساط و یک اواپراتور می‌باشد.

سیستم‌های دیگر سردکننده سیستم‌هایی هستند که اصول کار آنها با اصول کار سیستم تبرید تراکمی یکی نیست. سیستم‌های تبرید جذبی کریر، سیستم تبرید جذبی سرول (یخچال نفتی)، سیستم تبرید پاششی و سیستم تبرید ترموالکتریک از جمله سیستم‌هایی هستند که در این فصل مورد بررسی و بحث قرار گرفته‌اند.

- ۱-۱۲- سیستم تبرید جذبی کریر
سیستم تبرید جذبی از نظر تقطیر ماده سرمازا در فشار و

۱-۱-۱۲ اصول کار سیستم های جذبی : در چیلر

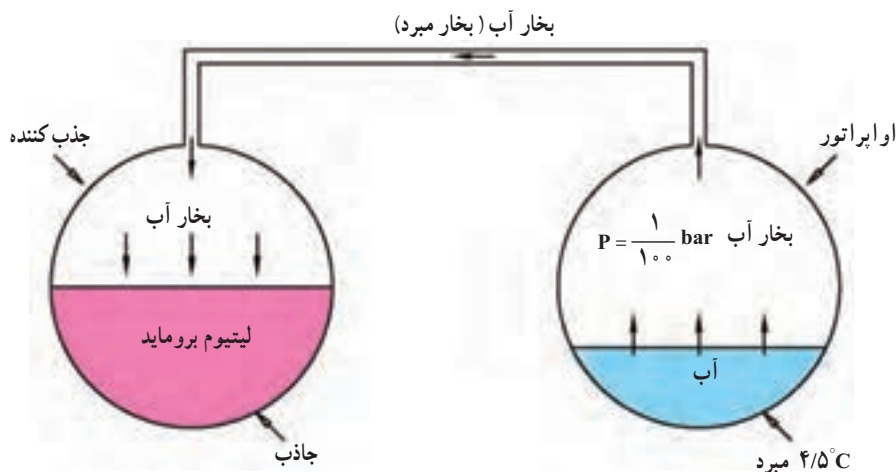
جذبی، مایع میرد آب می باشد. می دانید که آب در شرایط استاندارد (فشار یک اتمسفر) در 100°C به جوش می آید و در فشار یک دهم ($\frac{1}{10}$) اتمسفر آب در دمای 43°C تبخیر می شود و در فشار یک صدم ($\frac{1}{100}$) اتمسفر آب در دمای $4/5^{\circ}\text{C}$ تبخیر می شود.

در این سیستم ها از یک مایع دیگری به نام لیتیوم بروماید به عنوان جاذب استفاده می شود تا بخار آب را جذب نماید. انتخاب لیتیوم بروماید به عنوان جاذب به دلیل داشتن قدرت جذب عالی بخار آب، غیر سمی بودن، غیر قابل انفجار بودن و

نداشتن ترکیبات مضر می باشد.

برای درک بهتر، سیکل تبرید جذبی را مرحله به مرحله بررسی می کنیم.

در شکل ۱-۱۲ دو ظرف نشان داده شده است. یکی از ظرف ها (اوپراتور) محتوی آب و ظرف دیگر (جذب کننده) محتوی لیتیوم بروماید است. اگر بتوانیم هوای داخل دو ظرف را خالی کرده تا حدود $\frac{1}{100}$ اتمسفر (تقریباً خلاً کامل) برسانیم آب داخل اوپراتور در $4/5^{\circ}\text{C}$ تبخیر می شود (عمل تبخیر گرماگیر است) با تبخیر قسمتی از آب، بقیه آب داخل اوپراتور تا کمتر از $4/5^{\circ}\text{C}$ سرد می شود.



شکل ۱-۱۲- مجاورت بخار آب و لیتیوم بروماید در فشار کم باعث جذب بخار آب توسط لیتیوم می شود.

کرده و رقیق می شود و نهایتاً پس از مدتی قدرت جذب آب را از دست خواهد داد.

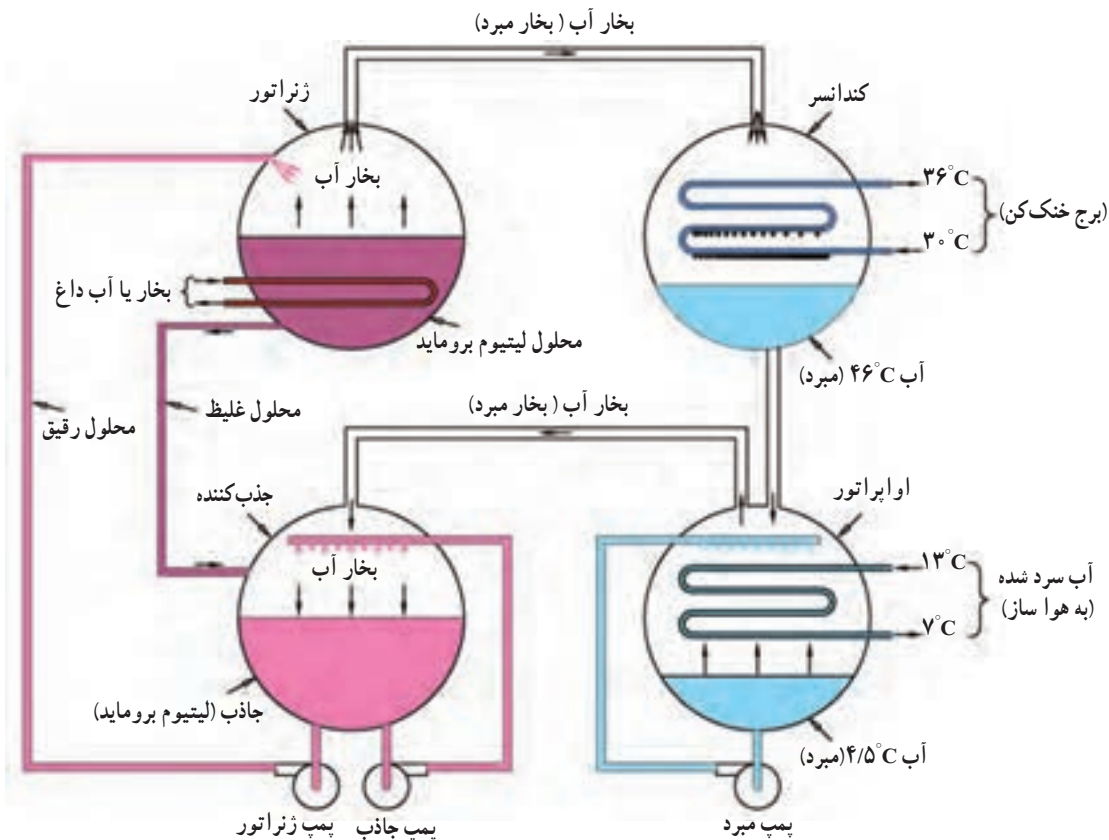
دوم این که مایع میرد (آب) موجود در اوپراتور مرتباً تبخیر شده و کم می شود و بالاخره تمام خواهد شد.

برای رفع مشکل اول به سیستم یک دستگاه ژنراتور اضافه می کنیم (شکل ۱۲-۳) تا محلول رقیق لیتیوم بروماید توسط یک پمپ به ژنراتور فرستاده شود و به وسیله بخار یا آب داغ به صورت غیر مستقیم گرما داده می شود. در اثر گرما محلول لیتیوم بروماید جوشیده و بخار آب از آن جدا می شود. بنابراین محلول باقی مانده در ژنراتور محلولی است غلیظ که به سمت جذب کننده هدایت می شود تا مجدداً بتواند بخار آب بیشتری را جذب نماید.

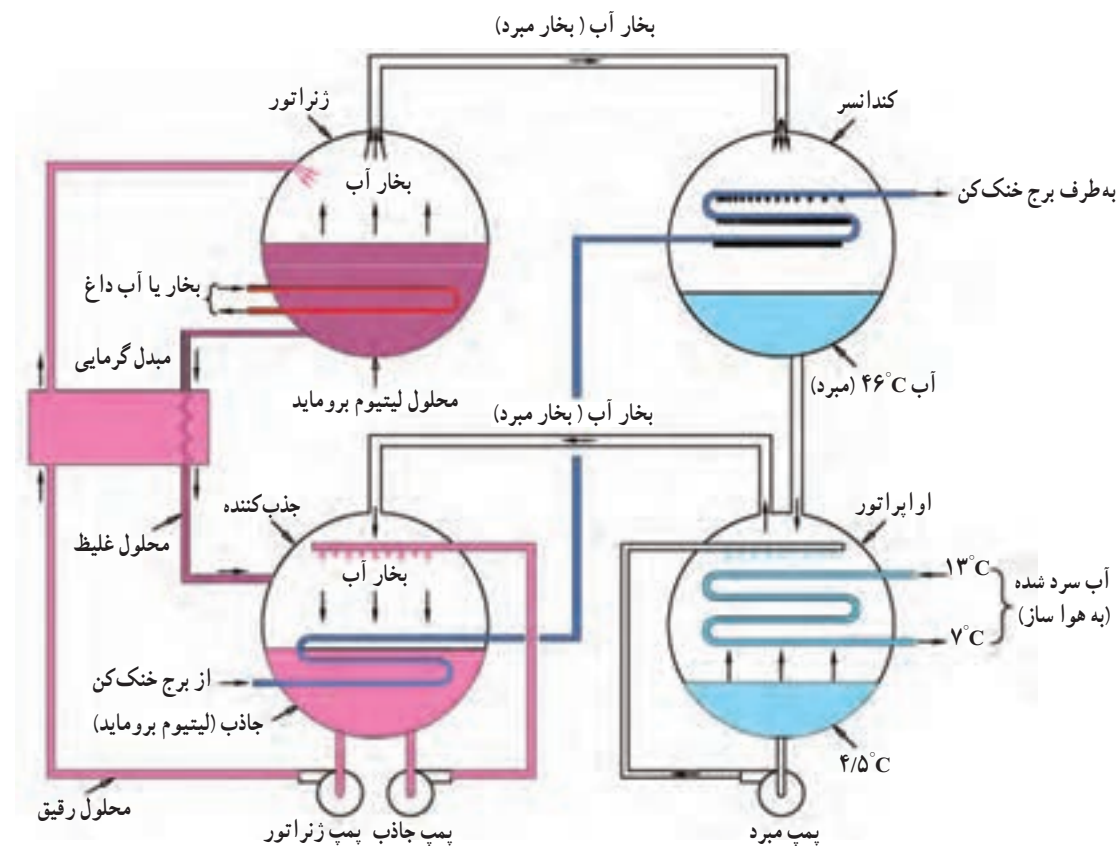
بخار تولید شده در اوپراتور به سمت جذب کننده رفته و به وسیله محلول لیتیوم بروماید جذب می شود. برای استفاده از سرمای تولید شده در اوپراتور می توان یک کویل در داخل آن نصب کرد (شکل ۱۲-۲).

برای بالا بردن راندمان، دو عدد پمپ به عنوان پمپ مایع سرمازا و پمپ مایع جاذب به سیستم اضافه می شود. پمپ مایع سرمازا آب سرد را روی کویل ریخته و شدت تبخیر را افزایش می دهد و پمپ جاذب، محلول لیتیوم بروماید را به صورت اسپری در ظرف لیتیوم بروماید می پاشد، در نتیجه قدرت جذب بخار آب را بیشتر می کند. سیستم فوق دارای دو اشکال عمده بوده که بایستی برطرف گردد.

اول این که محلول لیتیوم بروماید مرتباً بخار آب را جذب



شکل ۴-۱۲- با اضافه کردن یک دستگاه کندانسر و تقطیر مجدد بخارات آب سیکل بسته تشکیل می شود.



شکل ۵-۱۲- سیکل کامل یک سیستم تبرید جذبی

می‌دهند. توجه داشته باشید که در فشار یک صدم اتمسفر آب در $4/5^{\circ}\text{C}$ می‌جوشد در نتیجه می‌تواند دمای آب سرد را (آب هواساز) تا $6/5^{\circ}\text{C}$ پایین بیاورد. در شکل ۶-۱۲ یک عدد شیر کنترل بخار در مسیر ورود بخار به ژنراتور نصب شده است.

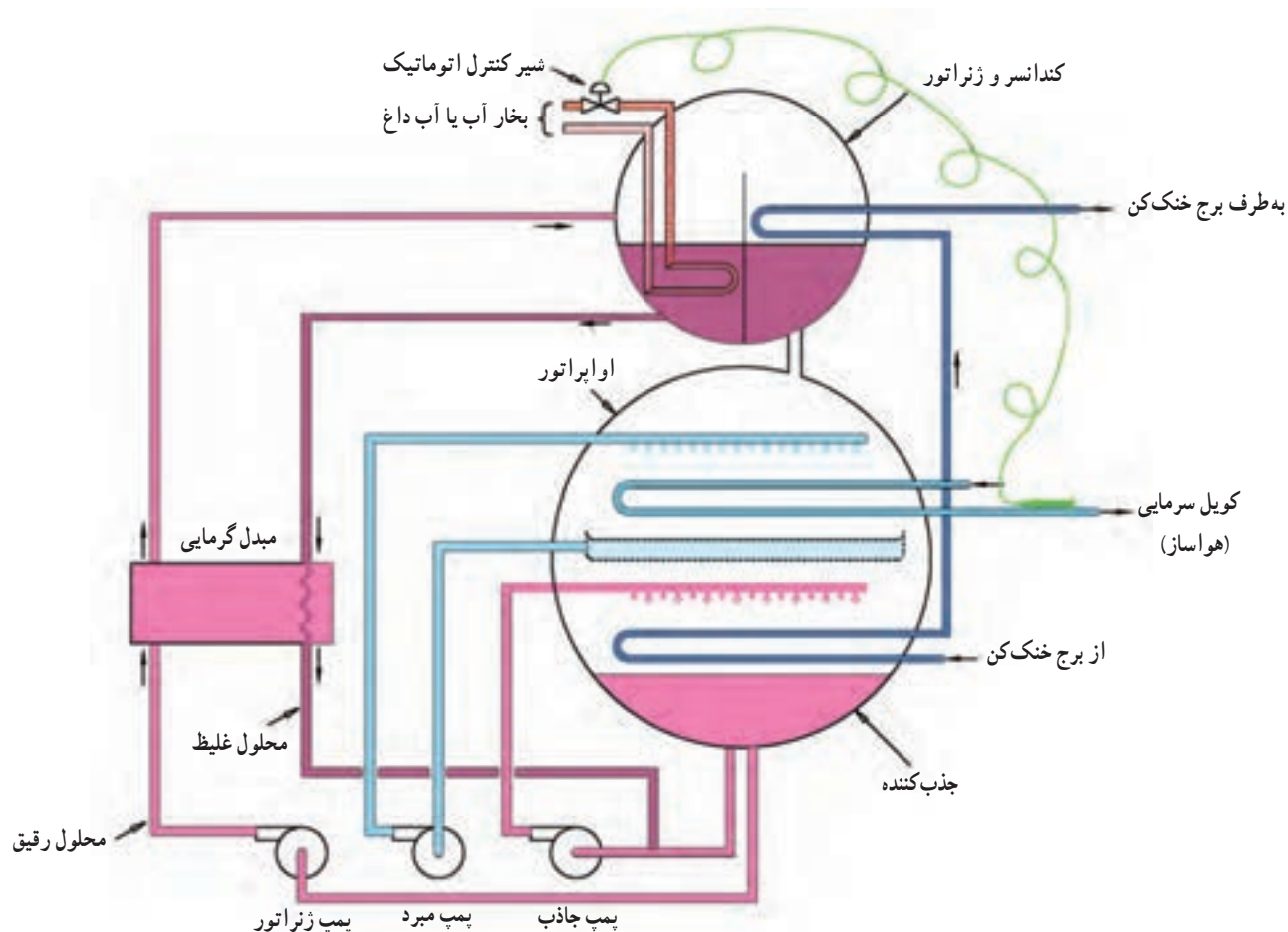
سنسور شیر از دمای آب کویل هواساز متأثر می‌شود. با کاهش دمای آب داخل کویل در قسمت خروجی اواپراتور، مقدار بخار ورودی به ژنراتور کسر می‌شود و برعکس.

با توجه به توضیحات بیان شده مسیر حرکت مبرد و جاذب در سیکل بسته به شرح زیر است. مسیر مبرد (آب) از کندانسر به اواپراتور، به جذب کننده و به ژنراتور سپس مجدداً به کندانسر می‌باشد و مسیر ماده جاذب (لیتیوم پروماید) از جذب کننده به ژنراتور و مجدداً به جذب کننده می‌باشد.

برای بالا بردن راندمان اولاً یک مبدل گرمایی بین ژنراتور و ایزویر (جذب کننده) قرار می‌دهند تا از طرفی محلول رقیق را که از جذب کننده به ژنراتور می‌رود را گرم کند و از طرف دیگر محلول غلیظ را که از ژنراتور به جذب کننده می‌رود سرد کند.

ثانیاً یک کویل در جذب کننده قرار می‌دهند و از داخل آن آب برج خنک کن را می‌گذرانند تا گرمای حاصل از حل شدن آب در لیتیوم پروماید را بگیرند (هر اندازه محلول لیتیوم پروماید سردتر و غلیظ تر شود قدرت جذب بخار آب بیشتری را پیدا می‌کند).

به لحاظ این که فشار مطلق کندانسر و ژنراتور تقریباً با هم برابر بوده (یک دهم اتمسفر) و فشار مطلق اواپراتور و جذب کننده نیز با هم برابر بوده (یک صدم اتمسفر) لذا کندانسر و ژنراتور را در یک پوسته، اواپراتور و جذب کننده را در یک پوسته دیگر قرار



شکل ۶-۱۲- سیکل کامل تبرید جذبی با تجهیزات اضافی

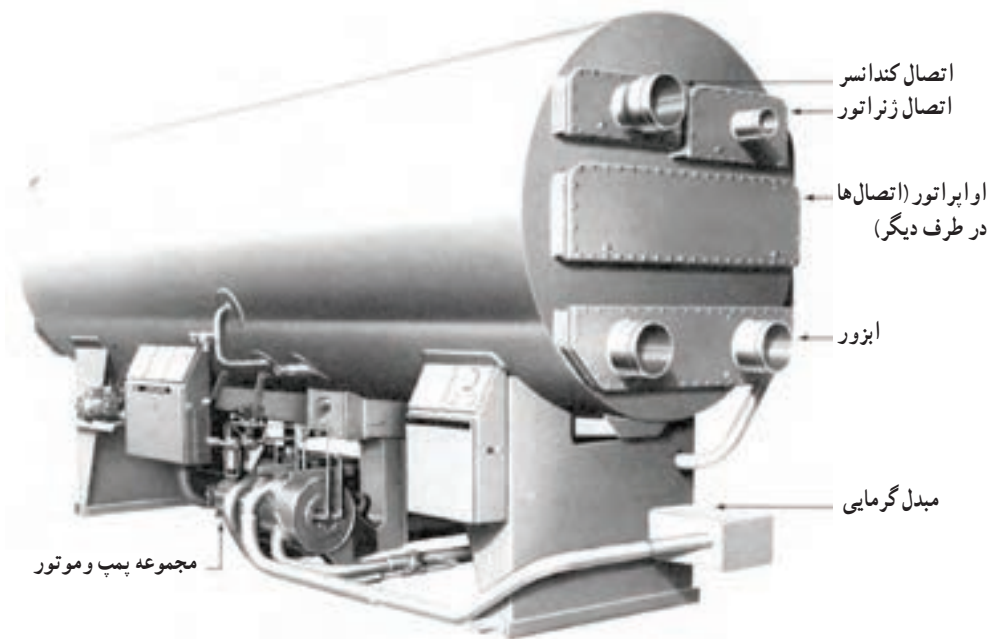
سیستم‌های جذبی دارای مشکلاتی به قرار زیر هستند.

۱- فشار خیلی پایین: نگهداری مطمئن اوپراتور در فشار خیلی پایین دشوار است به طوری که آب بتواند در دمای $4/5^{\circ}\text{C}$ بجوشد. کمترین و کوچک‌ترین نشتی باعث کاهش ظرفیت سیستم می‌شود.

۲- خوردگی: محلول لیتیوم بروماید یک نوع آب نمک است اگر هوا به داخل سیستم نفوذ کند لیتیوم بروماید باعث خوردگی قسمت‌های فولادی می‌گردد به تعبیری سیستم

غیر قابل استفاده می‌شود.

۳- کریستالیزاسیون: عمل تغییر حالت محلول از مایع به جامد است که باعث گرفتگی مسیر جریان محلول می‌شود. برای برطرف کردن آن بایستی لوله گرفته شده را گرما داده تا مسیر باز شود. سیستم‌های جذبی در تأسیسات تهویه مطبوع مراکز مسکونی و تجاری به کار برده می‌شوند. شکل ۷-۱۲ یک دستگاه چیلر جذبی را نشان می‌دهد.



شکل ۷-۱۲- یک نمونه چیلر جذبی با ظرفیت $150-100$ تن سرمایی

وزن از طریق تله مایع U شکل به جذب کننده هوایی می‌رود درحالی که بخار آمونیاک مستقیماً به کندانسر هوایی می‌رود که در آنجا تقطیر شود. سپس آمونیاک مایع در اثر نیروی وزن خود از طریق لوله U شکل از کندانسر به اوپراتور می‌ریزد و در اوپراتور با جذب گرما از فضای داخل کابین تبخیر می‌شود. بخار آمونیاک همراه با مقداری گاز هیدروژن از اوپراتور به جذب کننده می‌رود. در جذب کننده بخار آمونیاک در آب حل می‌شود. درحالی که گاز هیدروژن که میل ترکیبی با آب (جاذب) ندارد از جذب کننده گذشته به اوپراتور برمی‌گردد. علت استفاده از گاز هیدروژن

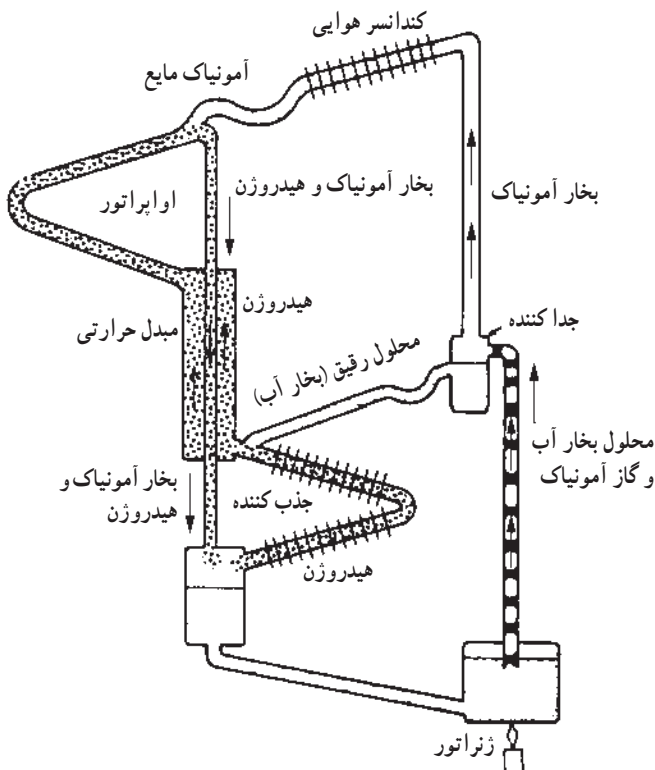
۱۲-۲- یخچال جذبی

در این سیستم از آب به عنوان جاذب و از آمونیاک به عنوان میرد استفاده شده است. زیرا که آب مقدار زیادی گاز آمونیاک را به خود جذب می‌کند، یخچال جذبی را در گذشته به نام یخچال نفتی می‌شناختند.

شکل ۸-۱۲ یک سیکل ساده یخچال نفتی را نشان می‌دهد وقتی گرما از طریق ژنراتور به محلول می‌رسد، گاز آمونیاک با مقداری بخار آب از محلول جدا شده از طریق لوله‌ای وارد جداکننده می‌شود و در محل جداکننده، بخار آب در اثر نیروی

شویم. سیکل نشان داده شده مربوط به یخچال سرول است. سایر یخچال‌های نفتی مانند الکترولوکس و سوپرفیکس و... نیز شبیه یخچال سرول کار می‌کنند. لازم به تذکر است که به جای شعله چراغ نفتی می‌توان از شعله گاز یا گرمکن الکتریکی استفاده کرد.

کاهش فشار بخار آمونیاک در اوپراتور و فراهم کردن امکان تبخیر مایع آمونیاک است.^۱ هدف از نصب دو عدد تله مایع به شکل U این است که مانع از خارج شدن گاز هیدروژن از اوپراتور و جذب کننده



شکل ۸-۱۲- سیکل یخچال جذبی سرول

می‌باشند. البته به علت ارزان بودن قیمت این نوع گازها، می‌توان به عنوان واسطهٔ تبرید فقط یک‌بار از آن‌ها استفاده کرد. از این سیستم‌های سردکننده در واگن قطارهای باری حامل مواد غذایی، و برای سرد نگه داشتن آن‌ها نیز می‌توان استفاده کرد. طرز عمل این نوع دستگاه‌ها دو گونه است:

۱- گذراندن ازت مایع از داخل صفحه تبرید و تبخیر آن

در هوا.

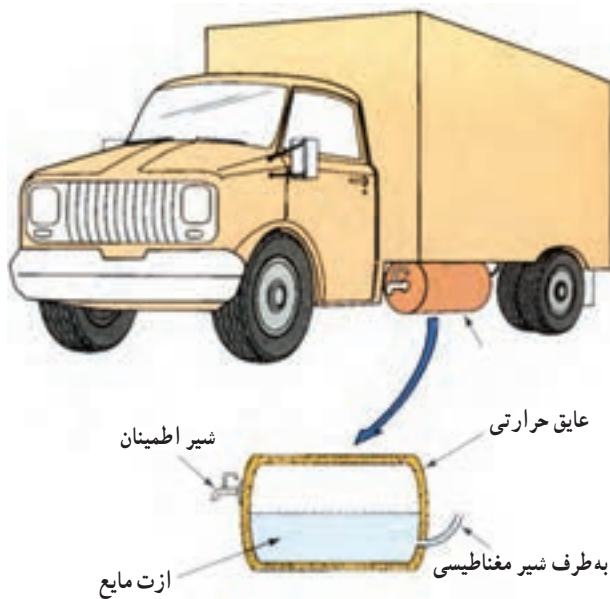
۳-۱۲- سیستم تبرید پاششی با مواد مبرد مصرف شدنی

استفاده از ازت و اکسیدکربن مایع، برای سرد کردن وسایل نقلیه مثل کامیون‌های حامل مواد غذایی، متداول است.

اصول اساسی سیستم‌هایی که از مایعات غیرسمی به عنوان سیال واسطه سردکنندگی استفاده می‌کنند عیناً مثل سایر سیستم‌های تبرید است منتها این سیستم‌ها فاقد دستگاه تراکم مثل کمپرسور

۱- سیکل جذبی یخچال‌های نفتی در اصل براساس قانون دالتون کار می‌کند که بیان می‌دارد فشار کلی هر مخلوط گاز یا بخار، مجموع فشارهای جزئی وارده توسط هر گاز یا بخار موجود در مخلوط است در این سیستم فشار کلی وارده توسط گاز و بخار واقعاً در تمام قسمت‌های سیکل یکسان است ولی به علت حضور هیدروژن و فشار جزئی که به طرف کم فشار سیستم (اوپراتور و جذب کننده) وارد می‌شود فشار جزئی وارده توسط بخار آمونیاک در این قسمت‌ها کمتر از آن مقداری خواهد بود که بخار آمونیاک در ژنراتور و کندانسر در غیاب هیدروژن وارد می‌کند در نتیجه آمونیاک می‌تواند در دما و فشاری پایین در اوپراتور تبخیر شود و در عین حال در فشار و دمای بالا در کندانسر تقطیر یابد.

سیستم‌های تبرید پاششی که ازت یا اکسیدکربن مصرف می‌کنند امکان ایجاد برودت با درجات حرارت دلخواه را دارند و برای میوه‌جات و سبزیجات و انواع مواد گوشتی چه در حالت انبار ثابت و چه در حالت سردخانه سیار بسیار مناسب و مفید می‌باشند. برای حفاظت سیستم معمولاً بر روی کپسول ذخیره ازت مایع شیر اطمینان نصب می‌شود. در شکل ۱۰-۱۲ کپسول ذخیره ازت مایع و محل نصب آن در کامیون نشان داده شده است.



شکل ۱۰-۱۲- جزئیات مخزن ذخیره ازت مایع

اتاق بار کامیون نیز دریچه اطمینان دارد به طوری که هرگاه فشار داخلی کامیون از فشار جو بیشتر شود، دریچه اطمینان به طور خودکار باز شده و اضافه فشار محیط بار را تخلیه می‌کند. ضمناً درهای ورودی کامیون نیز کلید اطمینانی دارند که با باز شدن در و قبل از وارد شدن شخص به داخل محیط سرد، جریان پاشش ازت را قطع می‌کند.

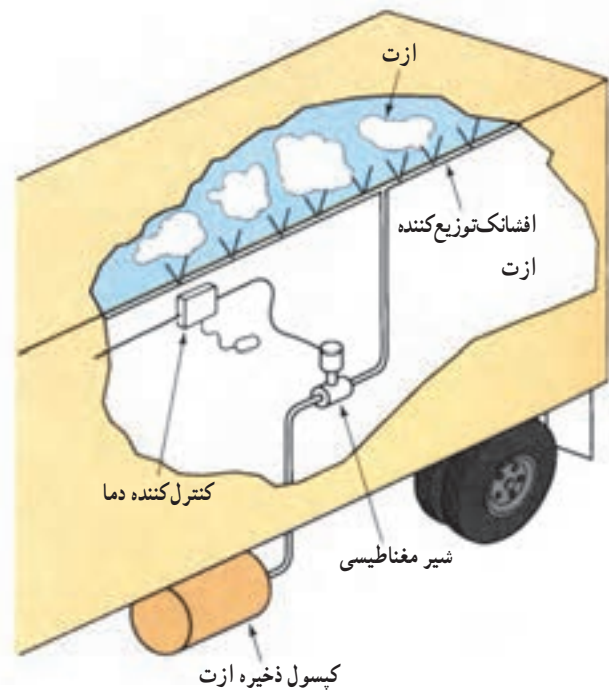
۱۲-۴- سیستم سردساز ترموالکتریک

یکی از روش‌های ایجاد سرما است به این معنی که به جای ماده میرد، از انرژی الکتریکی به عنوان حامل گرما استفاده می‌شود و گرما را از قسمتی جذب و به قسمت دیگر منتقل می‌نماید. با

۲- پاشش ازت مایع به وسیله یک افشانک به محیطی که باید سرد شود.

معمول‌ترین ماده مصرفی در این سیستم‌ها ازت مایع بوده و مایع اکسیدکربن نیز گاهی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در این سیستم‌ها ازت مایع به وسیله پمپ به کپسول‌های ذخیره تلمبه می‌شود بعضی کامیون‌ها دارای ۲ یا ۳ کپسول ازت می‌باشند که این کپسول‌ها به طور متوالی پر می‌شوند یعنی اول کپسول اولی پر شده و بعد کپسول دومی از راه کپسول اول پر می‌شود و الی آخر. وقتی که کپسول‌ها یا محفظه مایع ازت شارژ شدند و فضای مواد غذایی نیز در کامیون بارگیری شد، درجه حرارت کابین انتخاب و به وسیله ترموستات تنظیم می‌شود. ترموستات یا وسیله کنترل دما، از تغییرات دمای کابین متأثر شده و زمانی که دما افزایش یابد کنترل‌کننده درجه حرارت، شیر مغناطیسی لوله حامل ازت مایع را باز کرده و ازت مایع با فشار زیاد به طرف افشانک حرکت و به وسیله آن به داخل فضای بار کامیون پاشیده می‌شود. ازت مایع در موقع پاشش به صورت بخار درآمده و حرارت لازم برای تبخیر شدن را از محیط داخلی کامیون گرفته و آن‌جا را سرد می‌کند. به شکل ۹-۱۲ توجه کنید.



شکل ۹-۱۲- سیستم تبرید پاششی با ازت

این روش بدون این که از وسایل معمولی مثل کمپرسور و کنداسر و اوپراتور و غیره استفاده شود سرما تولید می گردد.

از ویژگی های دستگاه های سردکننده ترموالکتریک نداشتن قطعات متحرک، نداشتن صدا، یک پارچه بودن، عدم احتیاج به سرویس و تعمیر آنها می توان نام برد.

از مزایای دیگر این سیستم این است که چون فقط جریان الکتریکی است که ایجاد برودت می کند و در این سیستم لوله کشی و هدایت گاز و غیره وجود ندارد لذا به سادگی می توان از یک منبع انرژی استفاده کرده و چندین دستگاه را یک جا به کار انداخت. این دستگاه ها در هر حالتی قادر به کار هستند حتی زمانی که در حال نقل و انتقال باشند. اگر از لحاظ حجمی، دستگاه های ترموالکتریک را با دستگاه های سردکننده تراکمی مقایسه کنیم با ظرفیت سرمایی مساوی، دستگاه های ترموالکتریک دارای حجم کوچکتری خواهند بود.

۱-۴-۱۲- اصول کار سردساز ترموالکتریک: آیا می توان در یک سردساز با به کارگیری انرژی الکتریکی مستقیماً سرما ایجاد کرد و از هزینه کمپرسور، تبخیرکننده و لوله های رابط جلوگیری کرد.

اصل فیزیکی که تبرید ترموالکتریک^۱ بر پایه آن قرار گرفته است از سال ۱۸۳۴ شناخته شده است. تبرید ترموالکتریک در انتقال گرما از یک جا به جای دیگر الکترون ها را به کار می گیرد که سریع تر از مواد سرمازا هستند.

شکل ۱۱-۱۲ الف یک زوج ترموالکتریک ساده را نشان می دهد. زوج ترموالکتریک گرما را از درون یک فضای گرمابند شده به مبدل گرمایی حرکت می دهد. مبدل گرمایی در بیرون قرار گرفته است. الکترون ها گرما را سریع تر از مواد سرمازا حمل می کنند.

پره های^۲ روی اوپراتور (آبی تیره) جریان گرمایی را افزایش می دهند. پره های روی مبدل گرمایی بیرون (قرمز تیره) به انتقال گرما به هوای محیط بیرون کمک می کنند.

نیمه هادی ها^۳ موادی هستند که الکتریسیته را هدایت می کنند. ولی هدایت آنها درست مانند فلزات نیست. آنها موادی هستند که از عناصری مانند سلیکون، ژرمانیم یا ترکیبی از عناصر ساخته می شوند. نیمه هادی ها یا از نوع «نیمه هادی نوع N»^۴ می باشند که بوسیله بارهای منفی (الکترون ها) الکتریسیته را هدایت می کنند. یا از نوعی هستند که «نیمه هادی های نوع P»^۵ نامیده می شود که الکتریسیته را به وسیله بارهای مثبت هدایت می کنند که اغلب «حفره ها» یا «حفره های الکترونی» نامیده می شوند.

شکل ۱۱-۱۲ ب جریان ایجاد شده از مواد نوع P به مواد نوع N را نشان می دهد. جایی که N و P به هم متصل شده اند گرما را جذب می کند. سرهای مقابل آنها داغ می شوند و گرما را پس می دهند. یک اتصال ساده یک اثر سرمایی کوچک دارد. بنابراین چندین نقطه اتصال دوتایی N - P که به طور سری با هم متصل شوند سرمای قابل توجهی را تولید می کنند. شکل ۱۱-۱۲ ب را ببینید. گروه هایی از قطعات کوچک (مدول ها^۶) به روش موازی با هم متصل می شوند تا ظرفیت را بالا برند.

ترموستاتی در درون فضای سرد شده جریان الکتریکی در یک سوکننده (رکتیفایر) را کنترل می کند. رکتیفایر جریان مستقیم dc قطعات کوچک (مدول ها) را تأمین می کند. بدین ترتیب دمای درون یخچال نیز کنترل می شود.

در تبرید ترموالکتریک قطعات متحرک وجود ندارد. گذشته از ساختمان مدول ها، که کاملاً ساده هستند. راندمان گرمایی پایین است. مقدار اثر سرمایی بدست آمده با انرژی الکتریکی کمتر از سیستم تبرید معمول تراکمی است.

معکوس کردن جهت جریان در وسایل ترموالکتریک سطوح سرد و داغ را تعویض می کند. بدین ترتیب از همان وسیله ها برای گرم کردن و سرد کردن فضای گرمابند شده می توان استفاده کرد. از وسیله ترموالکتریک هم چنین در کنترل دمای تجهیزات الکترونیک (کامپیوتر، وسایل هوا فضا و غیره) استفاده می شود.

۱- Thermoelectric

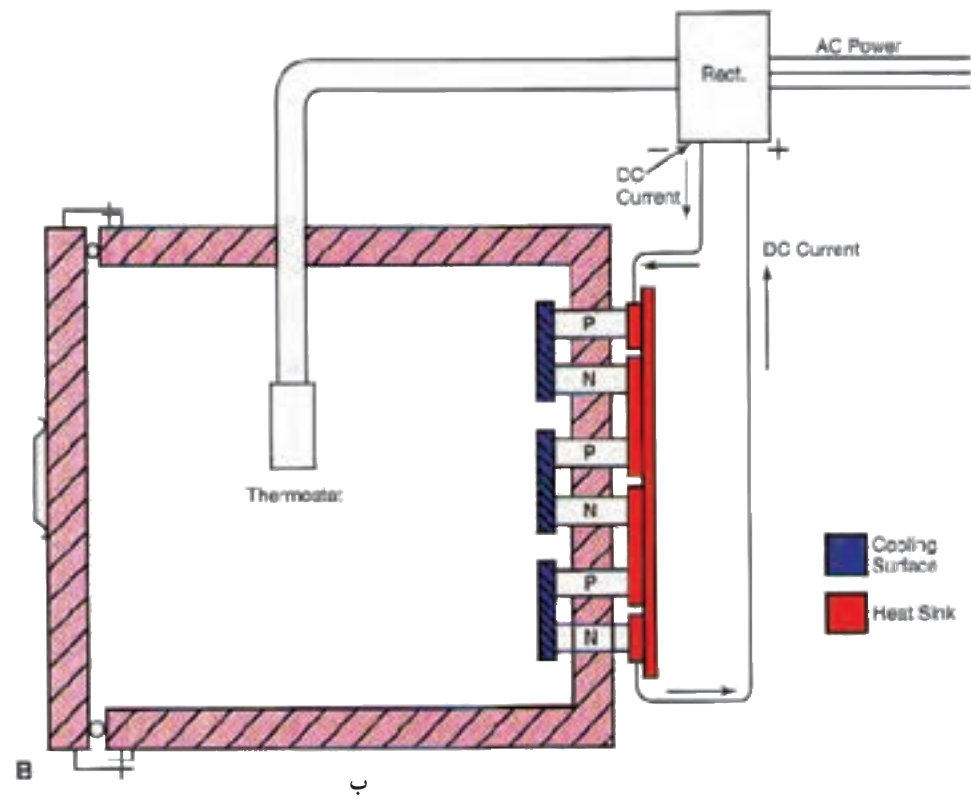
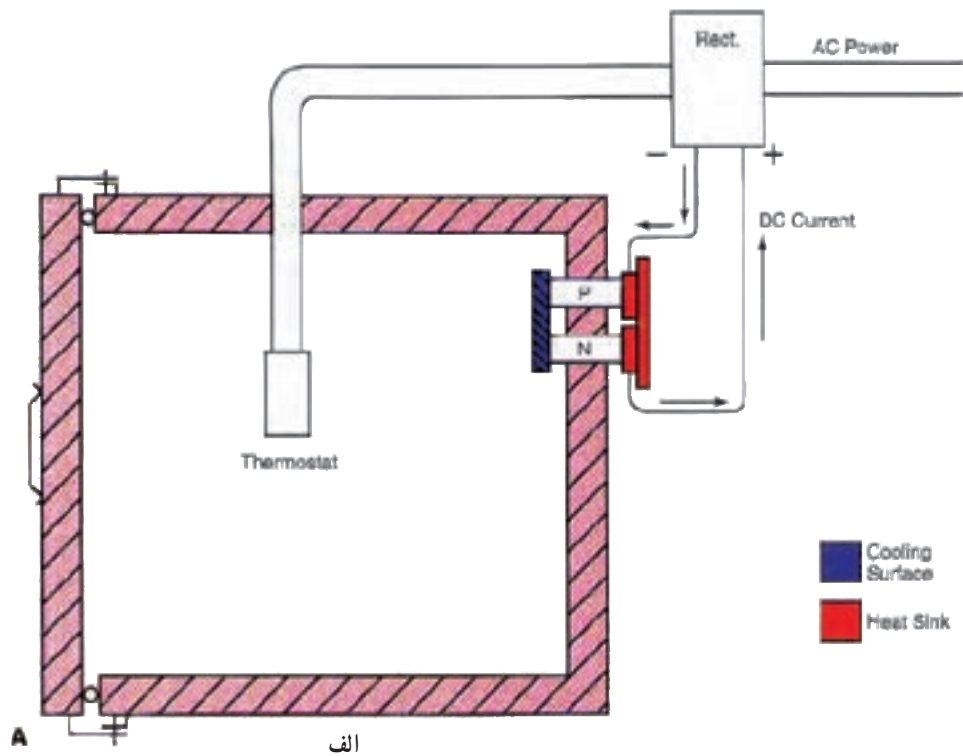
۲- Semi conductors

۵- P type semiconductors

۲- Fins

۴- N type Semi conductors

۶- Modules



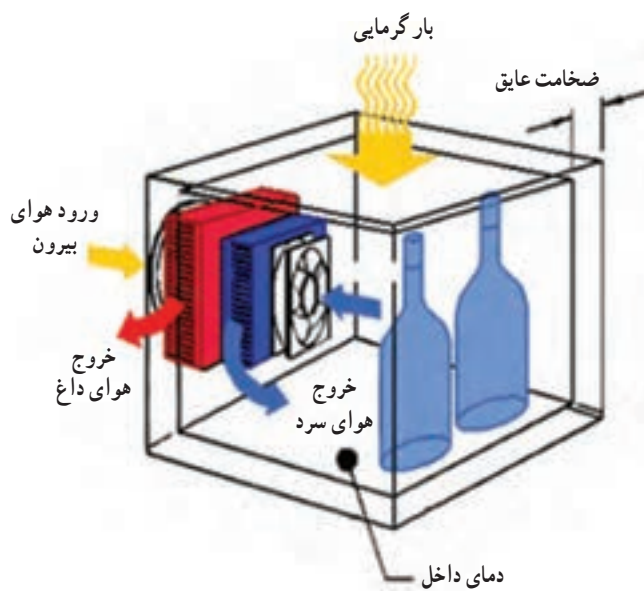
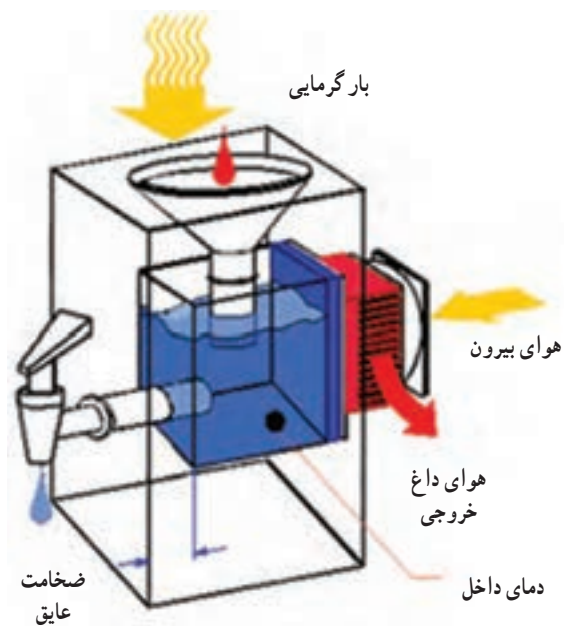
شکل ۱۱-۱۲- الف) نمودار زوج ترموالکتریک ساده، که برای سرد کردن فضای عایق شده به کار می‌رود. گرمای جذب شده توسط زوج ترموالکتریک توسط سطح گرمایی پرده‌دار به هوایی بیرون داده می‌شود. ب) یک سردکننده ترموالکتریک - سه زوج به طور سری بهم بسته شده‌اند تا اثر جذب گرما افزایش یابد.

۲-۴-۱۲- کاربردهای تبرید ترموالکتریک : چند

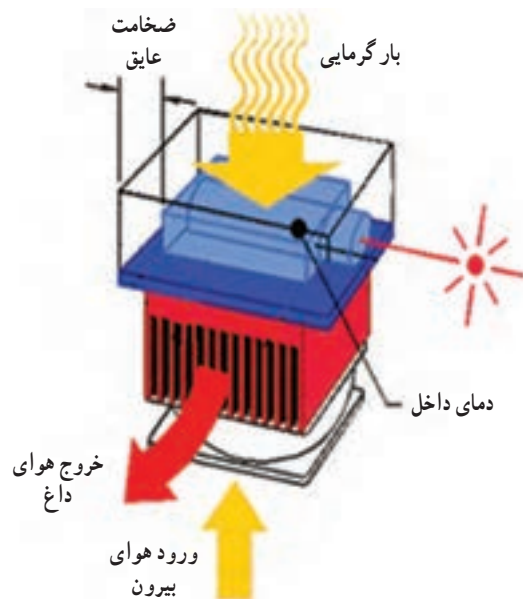
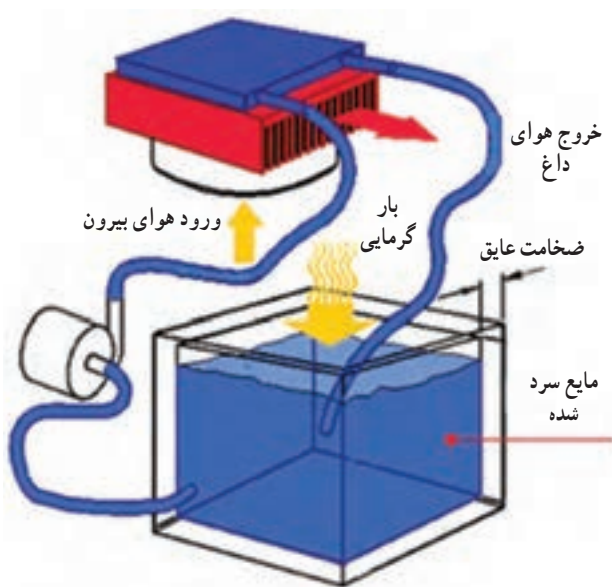
نمونه از کاربردهای تبرید ترموالکتریک در شکل های ۱۲-۱۲ تا ۱۲-۱۷ نشان داده شده است.

سردکن های مایع برای سرد کردن مایعات در حال گردش و همچنین مکان هایی که امکان نصب مجموعه تجهیزات پرودتی وجود نداشته باشد مورد استفاده قرار می گیرد. اساس کار این دستگاه بسیار ساده می باشد. سیالی که قرار است خنک شود

از یک طرف لوله وارد و از طرف دیگر لوله خارج می گردد. در صورت نیاز از یک پمپ سیرکولاتور کوچک که با برق ۱۲DC کار می کند استفاده می کنیم. اگر دمای سیال از دمای محیط کم تر باشد بایستی لوله های حامل مایع عایق کاری گردند. در صورتی که سیال مورد نظر آب باشد حداکثر دبی که در کارخانه سازنده برای پمپ تنظیم شده است معادل ۱/۶ لیتر در دقیقه می باشد.

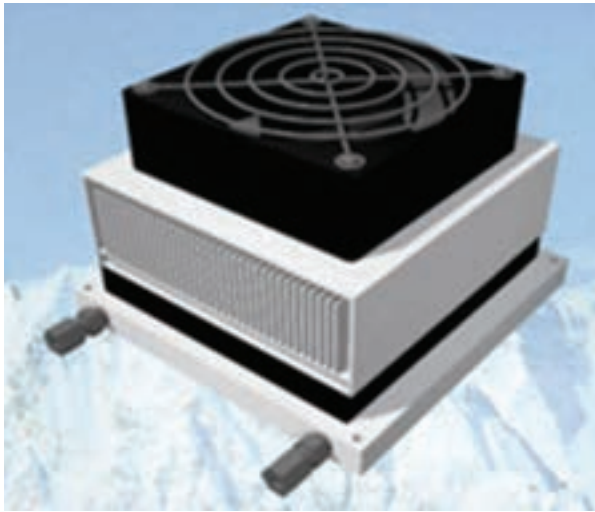


شکل ۱۲-۱۲- وجود مایع در مجاورت سطح سرد باعث سرد شدن آن می شود. شکل ۱۲-۱۳- دمای هوای داخل کابین در اثر عبور از روی سطح سرد، پایین می آید.

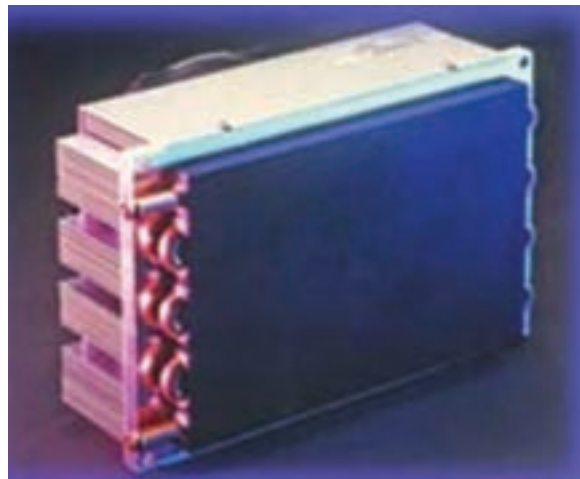


شکل ۱۲-۱۵- سیرکوله مایع از روی سطح سرد باعث سرمایش آن می شود.

شکل ۱۲-۱۴- سرمایش از طریق قرار گرفتن جسم جامد روی سطح سرد



شکل ۱۶-۱۲- سیستم تبرید ترموالکتریک برای خنک کردن هوا



شکل ۱۷-۱۲- سیستم تبرید ترموالکتریک برای خنک کردن مایعات



۵-۱۲- پرسش و تمرین

پرسش‌های چندگزینه‌ای

- ۱- کدام یک قدرت جذب عالی بخار آب را دارند؟ (امتحان نهایی - خرداد ۹۱)
- الف) جیوه
ب) فریون
ج) لیتیوم بروماید
د) الکل
- ۲- در چیلر جذبی مایع مبرد کدام است؟
- الف) آمونیاک
ب) آب
ج) ازت
د) اکسید کربن مایع
- ۳- شیر کنترل بخار در سیستم جذبی در کدام محل زیر نصب می‌شود؟ (امتحان نهایی - خرداد ۹۱)
- الف) ورودی بخار به ژنراتور
ب) ورودی بخار به کندانسر
ج) خروجی بخار اواپراتور
د) خروجی بخار از ژنراتور
- ۴- کدام مورد از مشکلات سیستم جذبی کرایست؟ (امتحان نهایی - خرداد ۹۰)
- الف) فشار بالا
ب) مصرف برق زیاد
ج) سروصدای زیاد
د) خوردگی
- ۵- هدف از نصب تله مایع در یخچال جذبی جلوگیری از خارج شدن است.
- الف) آمونیاک از کندانسر
ب) آمونیاک از ژنراتور
ج) هیدروژن از ژنراتور
د) هیدروژن از اواپراتور

پرسش‌های کامل کردنی

- ۶- تفاوت عمده بین سیستم تبرید تراکمی و سیستم تبرید جذبی و می‌باشد.
- ۷- سنسور شیر بخار نصب شده بر روی لوله بخار ورودی به ژنراتور از فرمان می‌گیرد.
- ۸- ماده جاذب یخچال‌های جذبی است. (امتحان نهایی - خرداد ۹۰)
- ۹- در سیستم برای ایجاد سرما به جای ماده مبرد از انرژی الکتریکی به‌عنوان حامل گرما استفاده می‌شود.
- ۱۰- در سیستم تبرید ترموالکتریک جابجا کردن گرما توسط انجام می‌گیرد.

پرسش‌های درست و نادرست

- ۱۱- مبدل گرمایی در سیستم‌های جذبی بین ژنراتور و اواپراتور قرار می‌گیرند. (امتحان نهایی - شهریور ۹۰)
- درست نادرست
- ۱۲- ماده جاذب در یخچال‌های نفتی لیتیوم بروماید است. (امتحان نهایی - شهریور ۹۰)
- درست نادرست

۱۳- استفاده از ازت و هیدروژن برای سرد کردن کامیون‌های مواد غذایی متداول است.

درست نادرست

۱۴- در ظرفیت‌های سرمای مساوی، دستگاه‌های ترموالکتریک از نظر حجمی بزرگتر از دستگاه‌های تراکمی

می‌باشند.

درست نادرست

۱۵- جریان برق دستگاه‌های ترموالکتریک توسط رکتیفایر تأمین می‌شود.

درست نادرست

واژه‌های مناسب را در جای خالی بنویسید.

«دمای - اواپراتور - فشار مطلق - اثر سرمای - ژنراتور - معکوس نمودن - فرایند شیمیایی»

۱۶- در سیستم تبرید جذبی برای انتقال مادهٔ سرمازا از استفاده می‌شود.

۱۷- در چیلر جذبی به دلیل اینکه کندانسور و ژنراتور با هم برابرند آنها را در یک پوسته قرار

می‌دهند.

۱۸- بخار آب جذب شده توسط لیتیوم بروماید در از آن جدا می‌شود.

۱۹- در وسایل ترموالکتریک با جهت جریان، سطوح سرد و داغ تعویض می‌شوند.

۲۰- مقدار بدست آمده در سیستم ترموالکتریک از سیستم تراکمی کمتر است.

پرسش‌های تشریحی

۲۱- به کارگیری و استفاده از سیستم جذبی کریر در چه شرایطی توصیه می‌شود؟ (امتحان نهایی - شهریور ۸۹)

۲۲- علت عبور آب برج خنک‌کن از جذب‌کننده را بیان کنید.

۲۳- قسمت‌های اصلی سیستم جذبی کریر را نام ببرید. (امتحان نهایی - شهریور ۹۰)

۲۴- سیستم جذبی دارای چه مشکلاتی هستند؟ نام ببرید. (امتحان نهایی - دی ماه ۸۹)

۲۵- طرز کار سیستم جذبی را مرحله به مرحله شرح دهید.

۲۶- کنترل ظرفیت سیستم جذبی کریر چگونه انجام می‌شود؟

۲۷- طرز کار یخچال نفتی را شرح دهید.

۲۸- سیستم تبرید پاششی با مواد مصرف‌شدنی را شرح دهید.

۲۹- در کدام سیستم تبرید ماده مبرد وجود ندارد؟ (امتحان نهایی - دی ماه ۸۹)

۳۰- مزایای سیستم سردسازی ترموالکتریک را بنویسید.

۳۱- اصول کار سردسازی ترموالکتریک را شرح دهید.

واژه نامه تأسیسات (انگلیسی – فارسی)

Centrifugal switch	کلید گریز از مرکز	واحد گرما در سیستم انگلیسی (بی تی یو)	
cfm (cubic feet per minute)	فوت مکعب در دقیقه	British Thermal Unit (Btu)	
Chapter	بخش – فصل	Burner	مشعل
Change of state	تغییر حالت	Bypass	بای پاس (مسیر کنار گذر)
Charging cylinder	سیلندر شارژ	Cad Cell or Cadmium Cell	فتوسل یا چشم الکتریکی
Chart	نمودار	Cable	کابل
Check valve	شیر یک سویه	Calorie	کالری (واحد گرما در سیستم متریک)
Chilled Water	آب سرد شده	Capacitor	خازن
Circuit	مدار	Capacitor – Start motor	خازن راه انداز موتور
Circuit breaker	قطع کننده مدار (کلید مینیاتوری)	Capacity	ظرفیت
Circulating pump	پمپ سیرکولاسیون	Capillary tube	لوله موئین
Cleanout	دریچه ای برای تخلیه سیستم	Carbon Dioxide (CO ₂)	دی اکسید کربن
Closed cycle	مدار بسته	Carbon monoxide	منواکسید کربن
Coil	کویل	Cathode	کاتد
Cold Junction	اتصال سرد	Cathodic Protection	محافظت کاتدی کنترل خوردگی
Cold water	آب سرد	Cavitation	کاویتاسیون (هوا گرفتن پمپ)
Common Neutral	اتصال مشترک زمین (نول)	Ceiling	سقف
Cooling Coil	کویل سرمایی	Celsius	سلسیوس (واحد دما در سیستم متریک)
Cooling Tower	برج خنک کن	Center	مرکز
Collector	جمع کننده	Centigrade Scale	مقیاس سانتی گراد
Combustion	احتراق	Centimeter	سانتی متر
Combustion Air	هوای احتراق	Central heating	گرمایش مرکزی
Combustion Chamber	محفظه احتراق	Central cooling	سرمایش مرکزی
Combustion Products	محصولات احتراق کامل	Centrifugal compressor	کمپرسور گریز از مرکز
Commercial Building	ساختمان تجاری	Centrifugal pump	پمپ گریز از مرکز

Design pressure	فشار طراحی	Compound Gauge	گیج مرکب
Design temperature	دمای طراحی	Compressor	کمپرسور
Dew Point	نقطه شبنم	Compressor Efficiency	راندمان کمپرسور
Diameter	قطر	Compressor Open Type	کمپرسور نوع باز
Diaphragm	دیافراگم (صفحه قابل انعطاف)	سیل کمپرسور وسیله گاز بند که در کمپرسورهای باز می باشد	Compressor Seal
Dielectric	دی الکتریک	بخار تقطیر شده	Condensate
دیفرانسیل (اختلاف بین نقطه وصل و نقطه قطع در کلیدهای اتوماتیک)	Differential	تقطیر	Condense
دریچه هوا	Diffuser	کندانسر (تقطیر کننده)	Condenser
دیود	Diode	فشار تقطیر	Condensing Pressure
مستقیم	Direct	دمای تقطیر	Condensing Temperature
اتصال مستقیم	Direct connected	واحد تقطیر یا کندانسینگ یونیت	Condensing Unit
اوپراتور انبساط مستقیم	Direct Expansion Evaporator	کنتاکتور (کلید مغناطیسی)	Contactors
تخلیه (محل خروج گاز داغ از کمپرسور)	Discharge	شیر اتوماتیک	Control Valve
جدا کردن	Disconnect	ولتاژ کنترل	Control Voltage
تشتک زیر اوپراتور	Drip pan	شاتون (قطعه ای که بیستون را به میل لنگ وصل می کند.)	شاتون (قطعه ای که بیستون را به میل لنگ وصل می کند.)
رطوبت گیر - خشک کن	Drier	جایبایی، وزش یا کنوکسیون	Connecting Rod
دمای حباب خشک	Dry Bulb Temperature	برج خنک کن	Cooling Tower
یخ خشک (کربن دی اکسید جامد)	Dry Ice	میل لنگ	Crankshaft
داکت (کانال)	Duct	جریان الکتریکی	Current
خارج از مرکز	Eccentric	رله جریان	Current Relay
راندمان	Efficiency	نقطه وصل	Cut in
دیفراسست الکتریکی	Electric Defrost	نقطه قطع	Cut out
گرمکن الکتریکی	Electric Heater	سیلندر	Cylinder
الکترونیک (علم نیمه هادی ها)	Electronics	سر سیلندر	Cylinder head
نشت یاب الکترونیکی (یک وسیله جهت نشت یابی)	نشت یاب الکترونیکی (یک وسیله جهت نشت یابی)	دمپر (وسیله کنترل مقدار هوا)	Damper
مبرد از سیستم تبرید)	Electronic Leak Detector	جریان مستقیم	dc (direct current)
انرژی	Energy	درجه	Degree
برچسب انرژی	Energy label	رطوبت گیر	Dehumidifier
مهندس	Engineer	رطوبت گیری	Dehumidification
انتالپی (گرما)	Enthalpy	دانسیته - چگالی	Density
رنگ ضد رطوبت	Epoxy		

fpm (feet per minute)	اف پی ام (فوت در دقیقه)	Equalizer Tube	لوله متعادل کننده
Freezing	انجماد	Equipment	تجهیزات
Frequency	فرکانس		سیم اتصال به زمین
Freon	فریون (مواد مبرد هالو کربنی)	Equipment Grounding Conductor (E)	
Fresh air	هوای تازه	Evacuation	وکیوم یا تخلیه هوا
Friction	اصطکاک - مالش	Evaporation	تبخیر
Fundamental	اساسی - اصلی	Evaporative condenser	کندانسر تبخیری
Furnace	کوره هوای گرم	Evaporator	اوپراتور (تبخیر کننده)
Fuse	فیوز (وسیله حفاظتی الکتریکی)	Evaporator Coil	کوئل اوپراتور
Fusible plug	دربوش ذوب شونده	Evaporator Dry Type	اوپراتور نوع خشک
	گیج و کیوم (وسیله ای جهت اندازه گیری	Evaporator Fan	فن اوپراتور
Gage Vacuum	فشارهای کمتر از فشار اتمسفر)	Evaporative cooler	سردکن تبخیری نظیر کولرهای آبی
Gage port	گیج پورت (محل نصب گیج)	Exhaust Opening	بازشو تخلیه
Gage pressure	فشار گیج یا فشار نسبی	Expansion Joint	اتصال انبساطی
Galvanizing	گالوانیزه کردن	Expansion Loop	حلقه انبساطی
gpm (Gallons per minute)	جی پی ام (گالن در دقیقه)	Expansion Valve	شیر انبساط
Gas	گاز	Expansion Tank	مخزن انبساط
Gas - Noncondensable	گاز غیر قابل تقطیر	External Equalizer	متعادل کننده خارجی
Gas pressure switch	کلید فشار گاز	Fahrenheit	فارنهایت
Gat valve	شیر کشویی	Fan	فن (پروانه)
Glass wool	پشم شیشه	Fan Coil	فن کوئل
	گرین (یکی از واحدهای وزن است. هر	Farad	فاراد (واحد سنجش ظرفیت خازن)
Grain	۷۰۰۰ گرین معادل یک پوند می باشد.)	Fault	خرابی
Grille	دریچه بدون دمپر	Filter	فیلتر
Ground	اتصال زمین در مدارهای الکتریکی	Fin	فین (پره)
Ground wire	سیم اتصال زمین یا سیم ارت	Finned Tubes	لوله های پره دار
	مشعل هالاید (وسیله تشخیص نشت در	Fire Damper	دمپر آتش
Halide torch	سیستم های تیرید با مبردهای هالو کربنی)	Flammability	قابلیت اشتعال
	هند هول (محفظه ای برای دسترسی دست	Flare	لاله سرلوله
Hand hole	به داخل مخازن و منابع می باشد.)	Float Valve	شیر شناور
Head pressure	فشار رانش (فشار خروجی کمپرسور)	Flooded Evaporator	اوپراتور پر
Heat	گرما	Flue Gas	محصولات احتراق که از دودکش خارج می شوند.

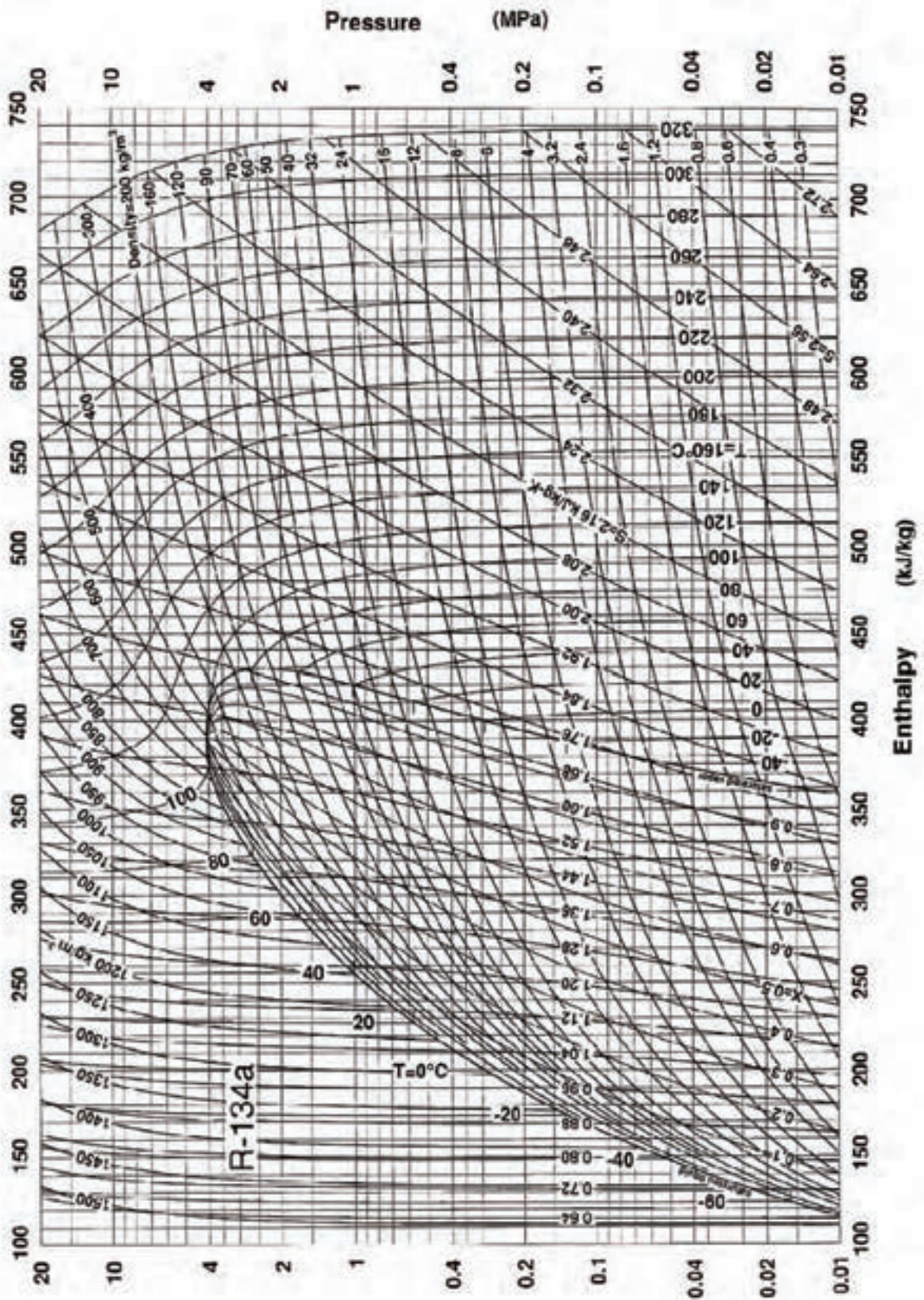
Kilowatt Hour (kwh)	کیلو وات ساعت واحد انرژی الکتریکی	Heat exchanger	مبدل گرمایی
Latent Heat	گرمای نهان	Heat load	بار گرمایی
Latent Heat of Condensation	گرمای نهان تقطیر	Heat loss	افت گرما
Latent Heat of Fusion	گرمای نهان ذوب	Heat of Fusion	گرمای ذوب (نهان)
Latent Heat of Melting	گرمای نهان ذوب	Heat pump	پمپ حرارتی
Latent Heat of Vaporization	گرمای نهان تبخیر	Heat transfer	انتقال حرارت
Limit Control	کنترل حد	Heating	گرمایی
Limit Switch	کلید حد	Heating coil	کویل گرمایی
Line	خط	Heating load	بار گرمایی
LineVoltage Thermostat	ترموستات خط ولتاژ	Heating out put	توان گرمایی خروجی (مفید)
Liquid line	خط مایع	Heating surface	سطح حرارتی
Liter	لیتر	Heating value	ارزش گرمایی
Load	بار	Height	ارتفاع
Low pressure Cutout	کنترل فشار کم	Hermetic compressor	کمپرسور بسته
Low side Pressure	سمت کم فشار	Hertz	هرتز (واحد فرکانس)
Manhole	منهول (دریچه آدم رو)	High pressure cut out	کلید قطع در فشار بالا
Manifold Gauges	مینفولد گیج (گیج چندراهه)	High side	سمت بالا
	مانومتر یا فشار سنج مورد استفاده در	Horsepower	اسب بخار
Manometer	فشارهای کم	Hot Gas	گاز داغ
Mass	جرم	Hot Gas Bypass	بای پاس گاز داغ
Mechanical Room	موتورخانه	Hot Gas Defrost	برفک زدایی به طریق گاز داغ
Mechanical Engineer	مهندس مکانیک	Humidifier	رطوبت زن
Microfarad	میکروفاراد	Humidistat	کنترل کننده رطوبت
Micron	میکرون معادل یک هزارم میلی متر	Humidity	رطوبت
Micron Gauge	میکرون گیج (فشارسنجی که برای اندازه گیری فشارهای خیلی پایین (وکیوم) به کار برده می شود.)	Hydrocarbons	هیدروکربن ها
Minute	دقیقه		هیدرونیک (سیستمی که سیال واسطه در آن، آب می باشد.)
Miscibility	قابلیت مخلوط دو مایع با یکدیگر	Hydronic	ترانس جرقه
Mixed air	مخلوط هوا	Ignition Transformer	سازمان بین المللی استانداردسازی (ایزو)
Moisture Indicator	نشان دهنده رطوبت	International Organization for Standardization (ISO)	مقیاس کلونین (دمای مطلق)
Molecule	مولکول	Kelvin Scale	کیلو وات
		Kilowatt (kw)	

Pound per square inch pressure (psi)	پوند بر اینچ مربع واحد اندازه گیری فشار	Motor	موتور
Power	قدرت (توان)	Motor Starter	راه انداز موتور
Power Factor	ضریب قدرت	Natural convection	کنو کسیون طبیعی
Pressure	فشار	Natural gas	گاز طبیعی
Pressure Drop	افت فشار	No _ Frost Freezer	فریزر بدون برفک
Pressure Regulator	رگلاتور فشار	Nominal	نامی - اسمی
Primary Air	هوای اولیه	Noncondensable	غیر قابل تقطیر
Psi	پی اس آی پوند بر اینچ مربع (واحد فشار)	Normally closed	معمولاً بسته
Psia	پوند بر اینچ مربع (مطلق)	Normally open	معمولاً باز
psig	پوند بر اینچ مربع (فشار نسبی)	Nozzle	نازل
Pump Down	پمپ دان	Ohm	اهم واحد سنجش مقاومت الکتریکی می باشد.
	خالی کردن بخارهای ناخواسته از داخل	Ohms Law	قانون اهم
Purging	سیستم یا فضای مورد نظر	Oil pump	پمپ روغن
Rankine	رانکین (درجه بندی مطلق دما در سیستم انگلیسی)	Oil Rings	رینگ روغن
Receiver	رسیور (مخزن مایع سرمازا)	Oil separator	جداکن روغن
Reciprocating	رفت و برگشتی		فشار کاری، فشار داخل سیستم در زمان کارکرد
Refrigerant	مبرد (ماده سرمازا)	Operating pressure	عادی دستگاه می باشد.
Relative Humidity	رطوبت نسبی	Orifice	اوریفیس سوراخ کوچک
Relief Valve	شیر اطمینان	Outside Air	هوای بیرون
Regulator	رگلاتور (کاهنده فشار)	Overload	اورلود
Repair	تعمیر	Overload Protector	محافظ اضافه بار
Reset	شروع به کار مجدد	Ozone	اُزن
Resistance	مقاومت	Packaged	پکیج بسته سرمایی یا گرمایی و یا هر دو
	هوای برگشتی هوایی که از اتاق وارد	Packing	وسيله گازبند
Return Air	هواساز می شود.	Parallel Circuit	مدار موازی
Reversed	معکوس شده	Pascal	پاسکال
Reversing valve	شیر معکوس کننده (شیر چهار راهه)	Piston	پیستون کمپرسور
	رایزر (لوله های بالا رونده که در داکت ها		گژین پین (پیستون را به شاتون وصل می کند.)
Riser	انجام می شود.)	Piston Pin	
Riser Diagram	رایزر دیاگرام	Piston Displacement	جابجایی پیستون
Roof	پشت بام	Pneumatic	پنوماتیک
		Potential Relay	رله پتانسیل - رله ولتاژ

Stator استاتور – قسمت ساکن موتور
 Steam Trap تله بخار
 Subcooled ساب کولد – بیش سرد شده
 Suction Line خط مکش
 Supply Air هوای ورودی
 Superheat سوپر هیت – بیش گرم
 Temperature Drop افت دما
 Temperature Rise افزایش دما
 Thermister ترمیستور
 Thermocouple ترموکوپل
 Thermodynamics ترمودینامیک
 Thermostat ترموستات
 شیر انبساط ترموستاتیک
 Thermostatic Expansion Valve
 Three – Way Valve شیر سه راهه
 Ton of Refrigeration تن تبرید
 Torque گشتاور یا نیروی چرخاننده
 Transformer ترانسفورماتور (مبدل ولتاژ و جریان)
 Vacuum وکیوم
 Valve شیر
 Valve plate صفحه سوپاپ
 Vapor بخار
 Vapor Line خط بخار
 Vapor Pressure فشار بخار
 Velocity سرعت
 Vent ونت
 تهویه (فرآیند تأمین هوای تازه یا بیرون
 Ventilation راندن هوا از فضای بسته)
 Ventilator وتیلاتور یا دمنده
 Viscosity ویسکوزیته
 Volt ولت (واحد پتانسیل الکتریکی)
 Voltage ولتاژ – فشار الکتریکی

Roof Drain تخلیه پشت بامی (کف شوی پشت بام)
 Room Thermostat ترموستات اتاقی
 Rotary Compressor کمپرسور دورانی
 Rotor روتور (قسمت گردنه موتور)
 Run Winding سیم پیچ کار، سیم پیچ اصلی
 Safety Control کنترل ایمنی
 Safety Valve شیر اطمینان – شیر ایمنی
 Saturated Air هوای اشباع شده
 Saturation Temperature دمای اشباع
 Schrader Valve شیر شریدر
 Second دومی – ثانیه
 Secondary Air هوای ثانویه
 Secondary Voltage ولتاژ خروجی در یک ترانسفورماتور
 Semihhermetic Compressor کمپرسور نیمه بسته
 Sensible Heat گرمای محسوس
 Service Valve شیر سرویس
 یک کمپرسور بسته قابل تعمیر
 Serviceable Hermetic Compressor
 Sensor حس کننده – حس گر
 Shell پوسته
 Shut Down خاموش کردن
 Shaft Seal سیل شفت – وسله گاز بند دور محور
 Sight glass سایت گلاس – شیشه دید
 Silver brazing لحیم کاری با سیم نقره
 Solenoid valve شیر برقی
 Solid جامد
 Specific gravity وزن مخصوص
 Specific heat گرمای ویژه
 Specific volume حجم مخصوص
 Split system سیستم دوتکه
 Start Winding سیم پیچ استارت یا راه انداز
 Starting Relay رله استارت

Welded	جوش داده شده	Voltage relay	رله ولتاژ
Wet bulb	دمای حباب مرطوب	Volume	حجم
Width	پهنا	Warm	گرم
Winter	زمستان	Water column	ستون آب
Wire	سیم	Water Cooler	آب سردکن
Work	کار	Water heater	آب گرم کن
Work shop	تعمیرگاه	Water meter	کنتور آب (شمارنده دبی عبوری)
Working pressure	فشار کاری	Water proof	ضد آب
Zero	صفر	Watt	وات (واحد توان الکتریکی می باشد.)
Zone	منطقه	Weight	وزن یا سنگینی



جدول تبدیل درجه حرارت سانتی گراد و فارنهایت

Temperature			Temperature			Temperature			Temperature		
Celsius	C or F	Fahr	Celsius	C or F	Fahr	Celsius	C or F	Fahr	Celsius	C or F	Fahr
-40.0	-40	-40.0	-6.7	+20	+68.0	+26.7	+80	+176.0	+60.0	+140	+264.0
-39.4	-39	-38.2	-6.1	+21	+69.8	+27.2	+81	+177.8	+60.6	+141	+265.8
-38.9	-38	-36.4	-5.5	+22	+71.6	+27.8	+82	+179.6	+61.1	+142	+267.6
-38.3	-37	-34.6	-5.0	+23	+73.4	+28.3	+83	+181.4	+61.7	+143	+269.4
-37.8	-36	-32.8	-4.4	+24	+75.2	+28.9	+84	+183.2	+62.2	+144	+291.2
-37.2	-35	-31.0	-3.9	+25	+77.0	+29.4	+85	+185.0	+62.8	+145	+293.0
-36.7	-34	-29.2	-3.3	+26	+78.8	+30.0	+86	+186.8	+63.3	+146	+294.8
-36.1	-33	-27.4	-2.8	+27	+80.6	+30.6	+87	+188.6	+63.9	+147	+296.6
-35.6	-32	-25.6	-2.2	+28	+82.4	+31.1	+88	+190.4	+64.4	+148	+298.4
-35.0	-31	-23.8	-1.7	+29	+84.2	+31.7	+89	+192.2	+65.0	+149	+300.2
-34.4	-30	-22.0	-1.1	+30	+86.0	+32.2	+90	+194.0	+65.6	+150	+302.0
-33.9	-29	-20.2	-0.6	+31	+87.8	+32.8	+91	+195.8	+66.1	+151	+303.8
-33.3	-28	-18.4	0	+32	+89.6	+33.3	+92	+197.6	+66.7	+152	+305.6
-32.8	-27	-16.6	+0.6	+33	+91.4	+33.9	+93	+199.4	+67.2	+153	+307.4
-32.2	-26	-14.8	+1.1	+34	+93.2	+34.4	+94	+201.2	+67.8	+154	+309.2
-31.7	-25	-13.0	+1.7	+35	+95.0	+35.0	+95	+203.0	+68.3	+155	+311.0
-31.1	-24	-11.2	+2.2	+36	+96.8	+35.6	+96	+204.8	+68.9	+156	+312.8
-30.6	-23	-9.4	+2.8	+37	+98.6	+36.1	+97	+206.6	+69.4	+157	+314.6
-30.0	-22	-7.6	+3.3	+38	+100.4	+36.7	+98	+208.4	+70.0	+158	+316.4
-29.4	-21	-5.8	+3.9	+39	+102.2	+37.2	+99	+210.2	+70.6	+159	+318.2
-28.9	-20	-4.0	+4.4	+40	+104.0	+37.8	+100	+212.0	+71.1	+160	+320.0
-28.3	-19	-2.2	+5.0	+41	+105.8	+38.3	+101	+213.8	+71.7	+161	+321.8
-27.8	-18	-0.4	+5.5	+42	+107.6	+38.9	+102	+215.6	+72.2	+162	+323.6
-27.2	-17	+1.4	+6.1	+43	+109.4	+39.4	+103	+217.4	+72.8	+163	+325.4
-26.7	-16	+3.2	+6.7	+44	+111.2	+40.0	+104	+219.2	+73.3	+164	+327.2
-26.1	-15	+5.0	+7.2	+45	+113.0	+40.6	+105	+221.0	+73.9	+165	+329.0
-25.6	-14	+6.8	+7.8	+46	+114.8	+41.1	+106	+222.8	+74.4	+166	+330.8
-25.0	-13	+8.6	+8.3	+47	+116.6	+41.7	+107	+224.6	+75.0	+167	+332.6
-24.4	-12	+10.4	+8.9	+48	+118.4	+42.2	+108	+226.4	+75.6	+168	+334.4
-23.9	-11	+12.2	+9.4	+49	+120.2	+42.8	+109	+228.2	+76.1	+169	+336.2
-23.3	-10	+14.0	+10.0	+50	+122.0	+43.3	+110	+230.0	+76.7	+170	+338.0
-22.8	-9	+15.8	+10.6	+51	+123.8	+43.9	+111	+231.8	+77.2	+171	+339.8
-22.2	-8	+17.6	+11.1	+52	+125.6	+44.4	+112	+233.6	+77.8	+172	+341.6
-21.7	-7	+19.4	+11.7	+53	+127.4	+45.0	+113	+235.4	+78.3	+173	+343.4
-21.1	-6	+21.2	+12.2	+54	+129.2	+45.6	+114	+237.2	+78.9	+174	+345.2
-20.6	-5	+23.0	+12.8	+55	+131.0	+46.1	+115	+239.0	+79.4	+175	+347.0
-20.0	-4	+24.8	+13.3	+56	+132.8	+46.7	+116	+240.8	+80.0	+176	+348.8
-19.4	-3	+26.6	+13.9	+57	+134.6	+47.2	+117	+242.6	+80.6	+177	+350.6
-18.9	-2	+28.4	+14.4	+58	+136.4	+47.8	+118	+244.4	+81.1	+178	+352.4
-18.3	-1	+30.2	+15.0	+59	+138.2	+48.3	+119	+246.2	+81.7	+179	+354.2
-17.8	0	+32.0	+15.6	+60	+140.0	+48.9	+120	+248.0	+82.2	+180	+356.0
-17.2	+1	+33.8	+16.1	+61	+141.8	+49.4	+121	+249.8	+82.8	+181	+357.8
-16.7	+2	+35.6	+16.7	+62	+143.6	+50.0	+122	+251.6	+83.3	+182	+359.6
-16.1	+3	+37.4	+17.2	+63	+145.4	+50.6	+123	+253.4	+83.9	+183	+361.4
-15.6	+4	+39.2	+17.8	+64	+147.2	+51.1	+124	+255.2	+84.4	+184	+363.2
-15.0	+5	+41.0	+18.3	+65	+149.0	+51.7	+125	+257.0	+85.0	+185	+365.0
-14.4	+6	+42.8	+18.9	+66	+150.8	+52.2	+126	+258.8	+85.6	+186	+366.8
-13.9	+7	+44.6	+19.4	+67	+152.6	+52.8	+127	+260.6	+86.1	+187	+368.6
-13.3	+8	+46.4	+20.0	+68	+154.4	+53.3	+128	+262.4	+86.7	+188	+370.4
-12.8	+9	+48.2	+20.6	+69	+156.2	+53.9	+129	+264.2	+87.2	+189	+372.2
-12.2	+10	+50.0	+21.1	+70	+158.0	+54.4	+130	+266.0	+87.8	+190	+374.0
-11.7	+11	+51.8	+21.7	+71	+159.8	+55.0	+131	+267.8	+88.3	+191	+375.8
-11.1	+12	+53.6	+22.2	+72	+161.6	+55.6	+132	+269.6	+88.9	+192	+377.6
-10.6	+13	+55.4	+22.8	+73	+163.4	+56.1	+133	+271.4	+89.4	+193	+379.4
-10.0	+14	+57.2	+23.3	+74	+165.2	+56.7	+134	+273.2	+90.0	+194	+381.2
-9.4	+15	+59.0	+23.9	+75	+167.0	+57.2	+135	+275.0	+90.6	+195	+383.0
-8.9	+16	+60.8	+24.4	+76	+168.8	+57.8	+136	+276.8	+91.1	+196	+384.8
-8.3	+17	+62.6	+25.0	+77	+170.6	+58.3	+137	+278.6	+91.7	+197	+386.6
-7.8	+18	+64.4	+25.6	+78	+172.4	+58.9	+138	+280.4	+92.2	+198	+388.4
-7.2	+19	+66.2	+26.1	+79	+174.2	+59.4	+139	+282.2	+92.8	+199	+390.2

The numbers in boldface in the center column refer to the temperature, either in Celsius or Fahrenheit which is to be converted to the other scale. If converting Fahrenheit to Celsius the equivalent temperature will be found in the left column. If converting Celsius to Fahrenheit, the equivalent temperature will be found in the column on the right.

پیوست ۴

تبدیل بین واحدهای فشار در سیستم SI و سیستم انگلیسی

	pascal	atm	bar	kg/cm ²	psi	mmHg	inHg	dyne/cm ²
pascal	1	9.8692×10^{-8}	10^{-5}	1.0192×10^{-5}	1.45038×10^{-4}	0.00750	2.953×10^{-4}	10
atm	101.325	1	1.01325	1.03323	14.6960	760.0	29.921	1013.250
bar	10^5	0.98692	1	1.01972	14.5038	750.062	29.530	10^6
kg/cm ²	98.066	0.96784	0.98066	1	14.223	735.559	28.959	980.665
psi	6894.8	0.068046	0.068948	0.07030696	1	51.715	2.0360	33.864
mmHg	133.32	0.00131579	0.0013332	0.0013595	0.0193368	1	0.03937	1333.2
inHg	3386.4	0.033421	0.033864	0.034532	0.491154	25.400	1	33.864
dyne/cm ²	0.100	9.8692×10^{-7}	10^{-6}	1.01972×10^{-6}	1.45038×10^{-5}	0.000750	2.953×10^{-5}	1

منابع و مآخذ

- حاج سقطی، اصغر، تأسیسات برودتی کد ۴۹۵/۸
- حاج سقطی، اصغر، اصول تبرید (ترجمه) دانشگاه علم و صنعت ایران
- زمانی پرویز، سلیمانی سپانوس، اصول نوین سردکننده‌ها (ترجمه) دانشگاه خواجه نصیر طوسی
- قدیری مقدم اصغر و دیگران، تأسیسات حرارتی کد ۴۹۴/۶
- کاظمی مازیار، برهانی صفا، اصول ترمودینامیک کلاسیک (ترجمه) انتشارات شهراب
- بروشورهای شرکت تراست
- ۱- Robert Chatenever, Air conditioning and Refrigeration for Professional
- ۲- Whitman. Johnson, tomczyk Refrigeration and Air Conditioning
- ۳- Norman C. Harris, Moder Air conditioning Practice McGraw. Hill
- ۴- ARI, Refrigeration and Air Conditioning
- ۵- Jan F. Kreider Ph. D, PC
Peter S. Curtiss, Ph. D
Ari Rabl, PhD
Heating and cooling of Bulding
- ۶- Wilbert F. Stoecker / Jerold W. Jones Refrigeration and Conditioning

