فصل هشتم

مواد سرمازا و روغن‌ها

هدف‌های رفتای: پس از پایان این فصل هنرجو باید بتواند :

۱ــ مبردها و محیط زیست را شرح دهد.

۲ــ مواد سرمازا را تشریح نماید.

۳ــ سیالات کریوژنیک را توضیح دهد.

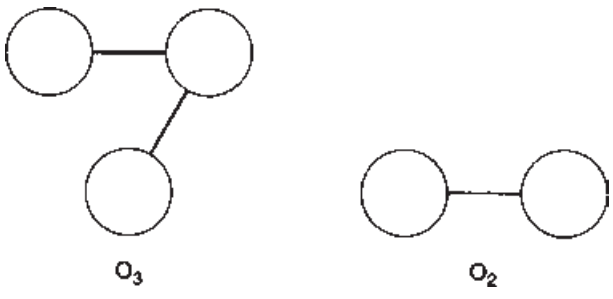
۴ــ روغن‌های تبرید را توصیف نماید.

۸ــ مواد سرمازا و روغن‌ها

در یک سیستم سردکننده سیالی که به طور پیوسته گرما را در اواپراتور جذب و از کندانسور دفع نماید ماده سرمازا (مبرد) نامیده می‌شود.

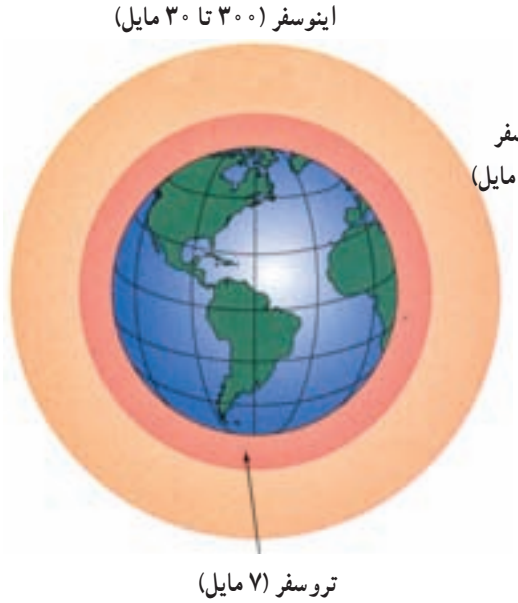
۱ــ۸ــ مواد سرمازا و محیط زیست

اُزن شکلی خاص از اکسیژن است که مولکول‌های آن شامل ۳ اتم اکسیژن است (O_3) و مولکول اکسیژن که ما تنفس می‌کنیم دو اتم اکسیژن دارد (شکل ۱ــ۸).



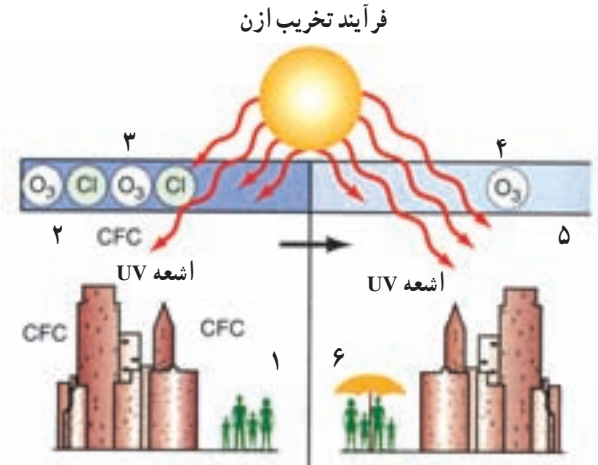
شکل ۱ــ۸ــ مولکول ازن و اکسیژن

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 ۲ــ۸).



شکل ۲ــ۸ــ لایه‌های جو زمین

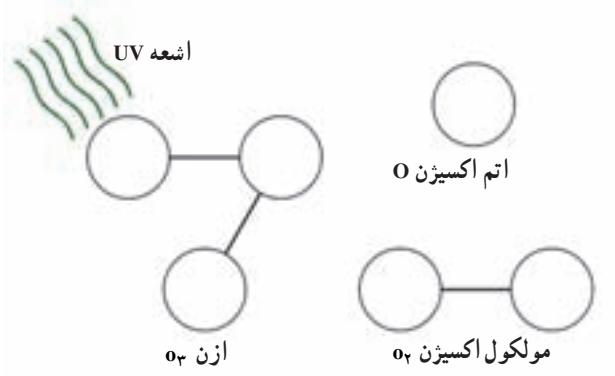
نور خورشید مولکول ازن (O_3) را شکسته و آن را به مولکول اکسیژن (O_2) و یک اکسیژن آزاد (O) تبدیل می‌کند. در همان زمان از طریق فتوسنتز و ترکیب مولکول اکسیژن (O_2) با یک اکسیژن آزاد دیگر (O) ازن بیشتری تولید می‌شود، ازن به طور دایمی ساخته شده و در لایه‌ی فوقانی جو تخریب می‌شود و این موازنه میلیون‌ها سال است که ادامه دارد. در بیست سال گذشته 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 حیوانات، ضعف سیستم ایمنی انسان و کاهش زندگی گیاهی و دریایی می‌شود (شکل ۳ــ۸). 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.



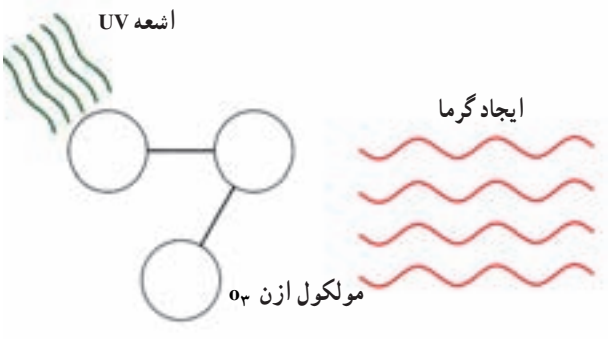
۱ــ CFC ها در جو رها می‌شوند
۲ــ CFC ها داخل لایه ازن می‌شوند
۳ــ اشعه UV اتم Cl را از CFC‌ها آزاد می‌کند.
۴ــ cl ازن را تخریب می‌کند
۵ــ تخریب بیشتر ازن
اشعه UV بیش‌تر
۶ ــ اشعه UV بیشتر

شکل ۳ــ۸ــ تخریب لایه ازن توسط ترکیبات کلردار

قابل توجه است که تعدادی از مبردها باعث افزایش دمای کره زمین می‌شوند که به آن‌ها گازهای گلخانه‌ای گفته می‌شود (شکل ۴ــ۸).



الف ــ مولکول ازن به‌وسیله اشعه ماورابنفش شکسته می‌شود



ب ــ در اثر شکستن مولکول ازن گرما تولید می‌شود

شکل ۴ــ۸

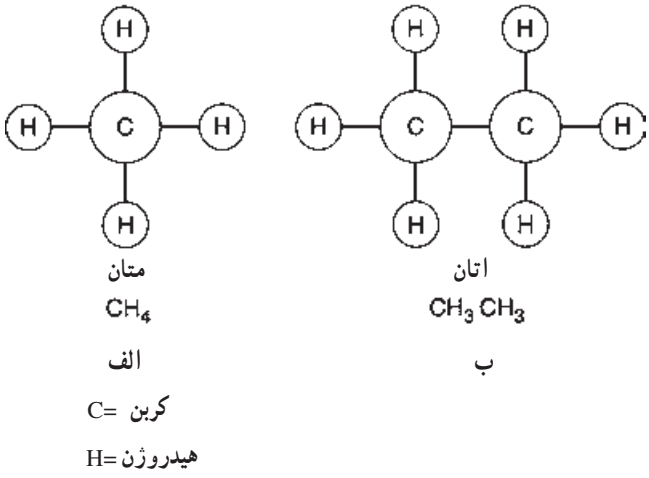
ضریب ODP[1]: این ضریب توانایی مبرد در تخریب ازن را مشخص می‌کند و مبردهای R ــ۱۱ و R ــ۱۲ با داشتن بالاترین اثر تخریبی لایه‌ی ازن دارای ODP واحد بوده و سایر مبردها نسبت به آن سنجیده می‌شوند و تمامی مبردهایی که دارای ODP غیر صفر می‌باشند به‌تدریج باید از بازار مصرف خارج شوند.

۲ــ۸ــ مواد سرمازا

اغلب مواد سرمازا، از دو مولکول متان و اتان ساخته شده‌اند. این دو مولکول شامل هیدروژن و کربن می‌باشند و به

۱ ــ Ozone Depletion Potential

آن‌ها هیدروکربن خالص می‌گویند (شکل ۵ــ۸).



شکل ۵ــ۸ــ مولکول اتان و متان

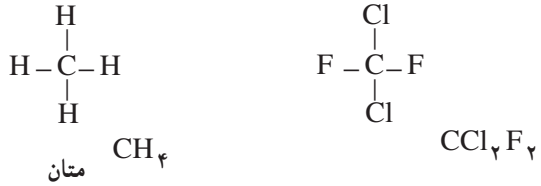
یک نمونه از گازهای خنک‌کننده که از متان یا اتان ساخته نشده است آمونیاک (NH_3) به شماره مبرد R ــ۷۱۷ است و شامل نیتروژن و هیدروژن بوده و مخرب لایه ازن نمی‌باشد.

هرگاه تعدادی از اتم‌های هیدروژن از ساختار مولکولی اتان یا متان برداشته شوند و کلر یا فلور یا هر دو جایگزین آن‌ها شوند مولکول‌های جدید ایجاد می‌شود که به آن‌ها مواد سرمازای هالوکربنی گویند.

در حال حاضر برای ایجاد سرما این نوع مواد بیش‌ترین مصرف را دارند مواد سرمازای هالوکربنی به سه گروه تقسیم می‌شوند :

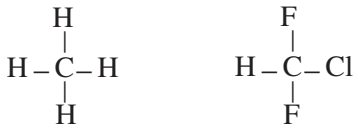
۱ــ کلروفلوروکربن‌ها یا CFCها: در آن‌ها به جای تمام اتم‌های هیدروژن کلر، فلور یا هر دو جایگزین می‌شوند.

CCl_2F_2 دی کلرودی فلورومتان

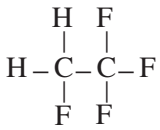


۲ــ هیدروکلروفلوروکربن‌ها یا HCFCها: به جای تعدادی از اتم‌های هیدروژن کلر، فلور یا هر دو جایگزین می‌شوند.

$HCClF_2$ دی فلورومنوکلرومتان



۳ــ هیدروفلوروکربن‌ها یا HFCها: به جای تعدادی از اتم‌های هیدروژن فلور جایگزین می‌شوند. CH_2FCF_3 تترافلور و اتان



۱ــ۲ــ۸ــ کلروفلوروکربن‌ها (CFC): شامل کلر، فلوروکربن می‌باشد این گازها وقتی به لایه فوقانی جو می‌رسند مولکول‌های آن‌ها تخریب نشده و در برخورد با جو پایدارند و توسط بادهای اتمسفری به لایه‌ی فوقانی جو می‌روند و در مقابل مولکول‌های ازن واکنش نشان داده و باعث تخریب آن می‌شوند. هم‌چنین CFCها در گرمای کره زمین نقش دارند و از سال ۱۹۹۵ تولید آن منع شده است و در جدول ۱ــ۸ مواردی از آن‌ها آمده است.

جدول ۱ــ۸ــ کلروفلوروکربن‌ها (CFCs)

فرمول شیمیایی	نام شیمیایی	مبرد شماره
CCL_3F	تری کلرو فلور ومتان	R ــ۱۱
CCl_2F_2	دی کلرودی فلور ومتان	R ــ۱۲
CCl_2FCClF_2	تری کلروتری فلور و اتان	R ــ۱۱۳
$CClF_2CClF_2$	دی کلروتترافلوروا تان	R ــ۱۱۴
$CClF_2CF_3$	کلروپنتافلور و اتان	R ــ۱۱۵

۱۱ــR دی کلرو فلورومتان (CCl_3F)

در فشار جو با دمای $23/9^\circ C$ می‌جوشد در بعضی از خنک‌کننده‌های گریز از مرکز (کاربرد دارد) و همچنین به عنوان حلال صنعتی برای تمیزکردن دستگاه‌ها استفاده می‌شد و چون در هر مولکول آن ۳ اتم کلر وجود دارد و لایه‌ی ازن را خیلی شدید تخریب می‌کند از مدت‌ها قبل استفاده‌ی آن ممنوع شده است.

R ــ ۱۲ دی کلرودی فلورومتان (CCl_2F_2)

در سال ۱۹۲۶ اوّلین بار مورد استفاده قرار گرفت. در فشار جو با دمای $-۳۰^{\circ}C$ 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 تجزیه‌ی شده و بسیار سمی خواهد شد و در هر مولکول آن دو اتم کلر وجود دارد. اگر چه کم‌تر از R ــ ۱۱ به لایه ازن صدمه می‌زند ولی باز هم تخریب آن زیاد بوده و تولید آن متوقف شده است[1] و مبرد R ــ ۱۳۴a جایگزین مناسبی برای آن می‌باشد.

۲ــ۲ــ۸ــ هیدروکلروفلوروکربن‌ها (HCFC):

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 ۲ــ۸ آمده است.

جدول ۲ــ۸ــ هیدروکلروفلوروکربن‌ها

فرمول شیمیایی	نام شیمیایی	مبرد شماره
$CHClF_2$	کلرودی فلورومتان	R ــ ۲۲
$CHCl_2CF_3$	دی کلروتری فلوروا تان	R ــ ۱۲۳
$CHClFCF_3$	کلروتترافلوروا تان	R ــ ۱۲۴
CH_3CClF_2	کلرودی فلورو اتان	R ــ ۱۴۲b

R ــ ۲۲ منوکلرودی فلورومتان ($CHClF_2$)

ماده سرمازایی که پایدار، غیرسمی، بدون اثر اکسیدکنندکی و غیرقابل اشتعال است.

برای رسیدن به دمای پایین نیازی به کارکردن در فشار کم‌تر از جو نیست.

حلالیت آن در آب ۳ برابر R ــ ۱۲ می‌باشد و ضرورت استفاده از رطوبت‌گیر افزایش می‌یابد.

نقطه‌ی جوش آن در فشار $-۴۰/۸^{\circ}C$ است و در دستگاه‌های تونل‌های انجماد سریع قابل استفاده است.

در دستگاه‌های تهویه مطبوع و در یخچال‌های خانگی استفاده می‌شود.

رنگ کپسول آن سبز است.

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

در دمای حدود $-۲۳^{\circ}C$ در روغن حل می‌شود. بنابراین در دمای پایین باید از جداکننده روغن استفاده شود.

اگر چه کمتر از R ــ 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 ۱۵۰ تن سرمایی از R ــ ۱۳۴a به جای R ــ ۲۲ استفاده می‌شود.

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

مبرد R ــ ۴۱۰A نیز جایگزین مناسبی برای R ــ ۲۲ است.

۳ــ۲ــ۸ــ هیدروفلوروکربن‌ها (HFC):

گروه سوم از گازها HFCها می‌باشد اتم کلر نداشته شامل هیدروژن، فلور و اتم‌های کربن می‌باشد. لایه ازن را تخریب نکرده و در افزایش دمای کره زمین هم نقش کمتری دارد و جانشین مناسبی برای CFCها و HCFCها می‌باشد و تعدادی از آن‌ها در جدول ۳ــ۸ آمده است[1].

جدول ۳ــ۸ــ هیدروفلوروکربن

فرمول شیمیایی	نام شیمیایی	مبرد شماره
CHF_2CF_3	پنتا فلوروا تان	R ــ ۱۲۵
CH_2FCF_3	تترافلوروا تان	R ــ ۱۳۴a
CHF_3	تری فلورومتان	R ــ ۲۳
CH_2F_2	دی فلورومتان	R ــ ۳۲
CH_3CF_3	تری فلوروا تان	R ــ ۱۴۳a
CH_3CHF_2	دی فلوروا تان	R ــ ۱۵۲a

۱ــ طبق توافقنامه مونترال کانادا و به نام پروژه‌ی (به سوی هوای پاک) که ۱۰۸ کشور جهان آن‌را امضا کرده‌اند مبنی بر حذف تدریجی CFC و HCFC و جایگزینی آن با HFC

مبرد R ــ ۱۳۴a تترافلورواتان: با توجه به اثر تخریبی CFCها[1] و HCFCها بر لایه ازن مبرد R ــ ۱۳۴a جانشین مناسبی تشخیص داده شد. R ــ ۱۳۴a به عنوان یک مبرد از خواص جانبی برخوردار است. زیرا قابلیت تخریب لایه ازن ODP در آن صفر بوده و هم‌چنین قابلیت گرم‌نمودن جو زمین GWP[2] به شکل مستقیم در این ماده بسیار پایین است. یکی از شاخص‌هایی که استفاده از R ــ ۱۳۴a محدود ساخته است این است که روغن‌های معمولی، با این ماده قابل اختلاط نیستند. اما روان‌کننده‌های جدیدی طراحی شده‌اند که به سیستم R ــ ۱۳۴a امکان می‌دهند تا با عمری طولانی و مؤثر کار کنند.

دمای جوش مبرد R ــ ۱۳۴a $-۲۶/۱۵^{\circ}C$ است. بنابراین در دمای بالاتر $-۲۶/۱۵^{\circ}C$ فشار اواپراتور و کندانسر مثبت خواهد بود. این مبرد جانشین خوبی برای مبرد R ــ ۱۲ می‌باشد. ماده‌ای بی‌رنگ و بی‌بو است، در سیلندر ۱۳/۶ کیلوگرمی، ۲۲/۷ کیلوگرمی، ۵۷ کیلوگرمی و ... در دسترس می‌باشد.

R ــ ۴۰۷: یک مبرد ترکیبی است و مخلوطی از ۵۲ درصد R ــ ۱۳۴a و ۲۵ درصد R ــ ۱۲۵ و ۲۳ درصد R ــ ۳۲ می‌باشد. دارای نقطه جوش $-۴۶/۵^{\circ}C$ می‌باشد. اثر تخریبی بر لایه ازن ندارد و ضریب ODP آن صفر می‌باشد. جانشین مناسبی برای مبرد ۲۲ شناخته شده است.

۴ ــ ۲ ــ ۸ ــ آمونیاک ($R۷۱۷-NH_۳$): در سال ۱۸۷۳ برای اوّلین بار مورد استفاده قرار گرفت. تنها ماده‌ی 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 لایه‌ی ازن آسیبی وارد نمی‌سازد.

نقطه‌ی جوش آن در فشار اتمسفر $-۳۳^{\circ}C$ می‌باشد.

دارای دمای رانش بالایی است (حدود $۱۰۰^{\circ}C$) و خنک‌کاری سر سیلندر با آب را مطلوب می‌سازد.

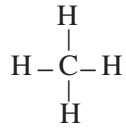
۵ ــ ۲ ــ ۸ ــ روش شماره‌گذاری مواد سرمازا: عدد نشان‌دهنده‌ی مبرد یک عدد سه رقمی به صورت $\overline{abc}$ بعد از R (Refrige rant) می‌باشد و در مورد مبرد پایه‌ی کربنی به روش زیر می‌توان از فرمول مبرد استخراج نمود.

a تعداد کربن‌ها در فرمول منهای یک $a = c - ۱$

b تعداد هیدروژن در فرمول به علاوه یک $b = H + ۱$

c تعداد فلوئور در فرمول $c = F$

مثال: الف ــ شماره مبرد $CH_۴$ چه عددی است؟

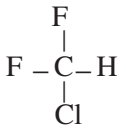


$a = c - ۱ = ۱ - ۱ = ۰$

$b = H + ۱ = ۴ + ۱ = ۵$

$c = F = ۰$ در نتیجه $۰۵۰ \rightarrow R - ۵۰$

ب ــ شماره مبرد $CHF_۲Cl$ را بنویسید.

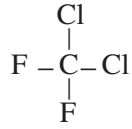


$a = c - ۱ = ۱ - ۱ = ۰$

$b = H + ۱ = ۱ + ۱ = ۲$

$c = F = ۲ \rightarrow$ در نتیجه $۰۲۲ \rightarrow R - ۲۲$

ج ــ کد مبرد $CCl_۲F_۲$ را بنویسید.



$a = c - ۱ = ۱ - ۱ = ۰$

$b = H + ۱ = ۰ + ۱ = ۱$

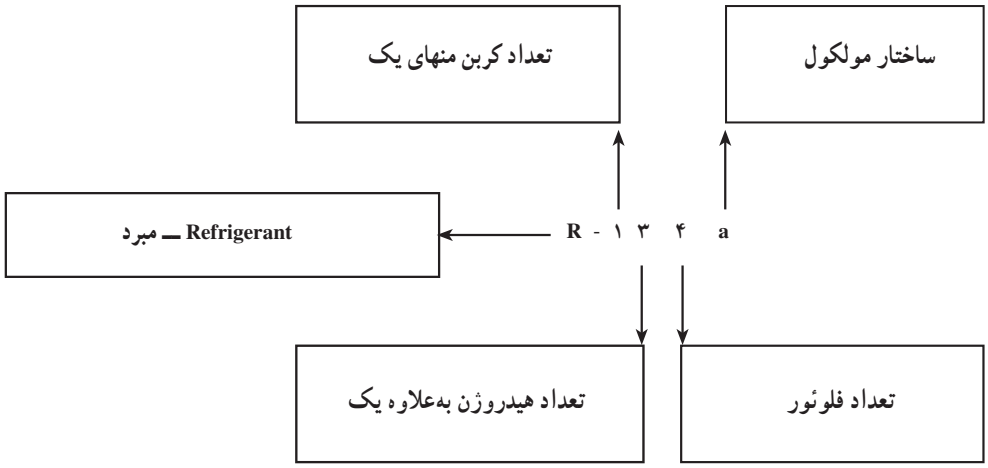
$c = F = ۲$ در نتیجه $۰۱۲ \rightarrow R - ۱۲$ بنابراین

---

۱ ــ عموماً CFCها تخریب لایه ازن و گرم‌کردن هوای کره‌ی زمین را در پی دارند و تأثیر HCFCها کم‌تر و در HFCها تخریب لایه‌ی ازن صفر است امّا در بعضی از آن‌ها قدرت گرم‌کردن هوای کره‌ی زمین بالا است و می‌توان R ــ ۱۲۳ (یک HCFC) و R ــ ۱۵۲a (یک HFC) نام برد.

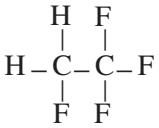
۲ ــ Global Warming Potential

د ــ شماره شناسایی مبرد CH_2FCF_3 را بنویسید.



$a = c - ۱ = ۲ - ۱ = ۱$

$b = H + ۱ = ۲ + ۱ = ۳$



$c = F = ۴$ بنابراین ۱۳۴ در نتیجه $R - ۱۳۴a$

ــ شماره‌گذاری مبردهای پایه‌ی معدنی مانند آب، آمونیاک

شماره مبرد یک عدد سه رقمی است که رقم اوّل آن ۷ و دو رقم بعدی جرم مولکولی آن‌هاست.

مثال: الف ــ شماره مبرد (NH_3) آمونیاک را بنویسید.

N جرم اتمی $= ۱۴$, H جرم اتمی $= ۱$

$\Rightarrow ۱۴ + ۳ = ۱۷ \rightarrow R = ۷۱۷$

ب) شماره مبرد آب (H_2O) را بنویسید.

در نتیجه H_2O جرم مولکولی $= ۱۶ + ۲ = ۱۸$

$O_2 = ۱۶ \times ۲ = ۳۲$ جرم مولکولی $H_2O \longrightarrow R - ۷۱۸$

ج) شماره مبرد انیدرید سولفورو (SO_2) را بنویسید.

S جرم اتمی $= ۳۲$, O_2 جرم مولکولی $= ۱۶ \times ۲ = ۳۲$

SO_2 جرم مولکولی $= ۳۲ + ۳۲ = ۶۴$ در نتیجه

$\rightarrow R - ۷۶۴$

۶ــ۲ــ۸ــ مشخصات مواد سرمازا: یکی از مشخصات مثبت CFCها و HCFCها پایداری مولکولی آن‌ها می‌باشد که همین خاصیت نقطه‌ی ضعف آن‌ها در جو می‌باشد.

مولکول‌های این دو دسته از مبردها پس از رهاشدن در جو به دلیل پایداری به سختی با سایر مواد واکنش نشان می‌دهد که این امر موجب عمر طولانی آن‌ها در جو شده و اجازه‌ی صعود این مواد به لایه‌های فوقانی جو را داده و در آن‌جا بر اثر تابش امواج (UV) ساختار آن‌ها شکسته شده و کلر آزاد می‌شود، مولکول ازن هم بسیار فعال بوده و در مجاورت اتم کلر شکسته می‌شود.

بنابراین یک اتم کلر می‌تواند منجر به نابودی هزاران مولکول ازن شود. این امر موجب رقیق‌شدن لایه‌ی ازن می‌شود.

۷ــ۲ــ۸ــ خواص مواد سرمازا: الف ــ یک ماده سرمازا باید دارای خواص زیر باشد :

۱ــ بر محیط زیست اثر تخریبی نداشته باشد (ازن دوست باشد)

۲ــ نقطه جوش آن پایین باشد (دمایی که مبرد در آن از مایع به بخار تبدیل می‌شود)

۳ــ با جابجایی مقدار کمی مبرد برودت زیادی ایجاد شود.

۴ــ گرمای نهان تبخیر آن زیاد باشد.

۵ــ بر روی اجزای سیستم اثر شیمیایی نداشته باشد.

۶ــ قابل اشتعال نباشد.

۷ــ سمی نباشد.

۸ــ در صورت نشت، مواد غذایی را آلوده نکند.

۹ــ در صورت نشت قابل تشخیص باشد.

۱۰ــ اکسیدکننده نباشد.

۸ــ۲ــ۸ــ سازگاری مبردها: در انتخاب ماده‌ی سرمازا برای یک سیستم سرمایی، باید نوع ماده با سیستم سازگار باشد. سازگاری مبرد شامل موارد زیر است :

ــ ماده مبرد بر عایق سیم‌پیچ موتور بی‌اثر باشد.

ــ عدم تأثیر ماده سرمازا بر مواد پلاستیکی مانند واشرها.

ــ عدم تأثیر مبرد بر فلزاتی که با آن در تماس است مانند مس.

ــ سازگاری روغن مورد استفاده در سیستم با مبرد.

به طور کلی قبل از شارژ یک سیستم با مبردی غیر از مبرد قبلی باید از سازگاری مبرد جدید با مواد مورد استفاده در سیستم اطمینان حاصل کرد.

۹ــ۲ــ۸ــ رنگ سیلندر مبرد: برای تشخیص کپسول‌های مواد سرمازا آن‌ها را با رنگ‌های مختلف مشخص می‌کنند. این عمل از بکاربردن اشتباهی یک ماده به جای ماده‌ی دیگر در یک سیستم جلوگیری می‌کند و چون مواد سرمازا بر روی فلزات اثر می‌گذارند هر ۵ سال یک بار باید کپسول مواد سرمازا آزمایش شود و این مدت برای گازهای بی‌اثر ۱۰ سال است.

تعدادی از مبردها با ذکر شماره‌ی ماده‌ی سرمازا و رنگ آن در جدول ۴ــ۸ و شکل ۶ــ۸ آمده است.

جدول ۴ــ۸ــ شماره مبرد و رنگ بعضی از مبردها

شماره ماده سرمازا	رنگ کپسول	شماره ماده سرمازا	رنگ کپسول	شماره ماده سرمازا	رنگ کپسول	شماره ماده سرمازا	رنگ کپسول
R_۴۰VB	زرد کرمی	R_۷۱۷	نقره‌ای	R_۵۰۲	ارغوانی	R_۴۱۰A	رنگ گلی
R_۱۱	نارنجی	R_۱۳۴a	آبی روشن	R_۴۰۷C	شکلاتی	R_۴۰۴A	نارنجی
R_۱۲	سفید	R_۱۱۴	آبی تیره	R_۱۲۳	خاکستری روشن		
R_۲۲	سبز	R_۴۰۹A	قهوه‌ای مایل به زرد	R_۴۰۱B	زرد خردلی		
R_۵۰۰	زرد	R_۱۱۳	زرشکی	R_۴۰۲A	قهوه‌ای روشن		

شکل ۶ــ۸ــ رنگ سیلندر بعضی از مبردها

۳ــ۸ــ سیالات کریوژنیک (دما پایین) Cryogenic Fluids

دمای بین $-144^{\circ}C$ تا صفر مطلق ($-273^{\circ}C$) را دامنه‌ی کریوژنیک نامند. به‌دست آوردن این دامنه دمایی با تبخیر مواد کریوژنیک که دارای نقطه‌ی جوش پایین هستند به سادگی امکان‌پذیر است. سیالات کریوژنیک متداول به قرار زیر است :

۱ــ (R ــ۷۰۲) هیدروژن
۲ــ (R ــ۷۲۰) نئون
۳ــ (R ــ۷۰۴) هلیوم
۴ــ (R ــ۷۲۸) ازت
۵ــ (R ــ۷۲۹) هوا
۶ــ (R ــ۷۳۲) اکسیژن
۷ــ (R ــ۷۴۰) آرگون

کلیه‌ی این گازها به صورت مایع مورد بحث هستند و رعایت نکاتی در هنگام کار با این سیال‌ها ضروری است از جمله جنس کپسول محتوی آن‌ها باید از فلزی باشد که مقاومت خود را در دماهای بسیار کم حفظ کند، چون حرارت مایع داخل کپسول‌ها بسیار کم است و باید آن‌ها را به خوبی عایق‌کاری کرد تا مقدار تبخیر آن کنترل شود. فشار داخل کپسول باید در سطحی پایین و متناسب با فشار بخار آن مایع حفظ شود. وجود شیر اطمینان، فشار اضافی را آزاد می‌کند و این دو عامل (عایق‌کردن و شیر اطمینان) سبب می‌شوند که دما و فشار مایع همیشه در حد مطمئن و بی‌خطر حفظ شود و اندازه‌گیری دمای این مایعات از صفر مطلق و برحسب کلوین است.

۴ــ۸ــ روغن‌های تبرید

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 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 به‌وسیله 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.

۱ــ۴ــ۸ــ انواع روغن‌ها: یکی از روش‌های دسته‌بندی روغن‌ها به صورت زیر است :

- **انواع روغن‌ها**
  - ۱ــ حیوانی
  - ۲ــ گیاهی
  - ۳ــ معدنی
    - الف ــ نفتنی ← مورد استفاده‌ی برودتی
    - ب ــ پارافین
    - ج ــ آروماتیک
  - ۴ــ مصنوعی
    - الف ــ آلکیل بنزن ← مورد استفاده‌ی برودتی
    - ب ــ گلیکول
    - ج ــ آلی و معدنی← مورد استفاده‌ی برودتی

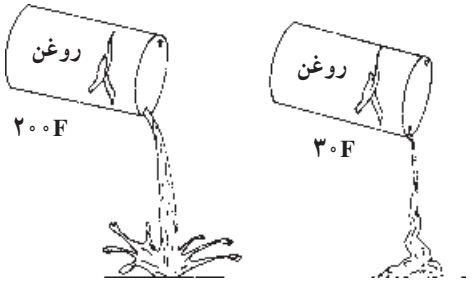
از روغن‌های معدنی و روغن‌های مصنوعی در سیستم‌های برودتی استفاده می‌شود. ترکیبات مبرد بر پایه CFC و HCFC با روغن‌های معدنی پایه نفتنی بهتر کار می‌کند. ترکیبات مبرد بر پایه HFC با روغن‌های مصنوعی از نوع الکیل بنزن یا آلی معدنی بهتر کار می‌کند.

۲ــ۴ــ۸ــ خواص روغن‌های تبرید:

۱ــ 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.

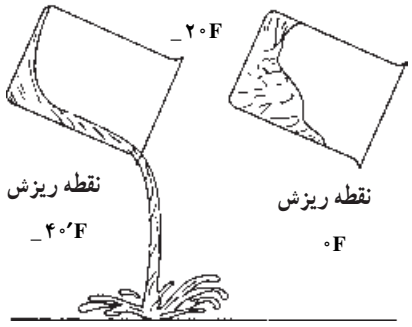
گرانروی (غلظت) روغن با دمای آن رابطه دارد و هر چه دما پایین‌تر باشد گرانروی روغن بیشتر می‌شود و به سختی جریان می‌یابد (شکل ۷ــ۸). برای یخچال‌هایی که در دماهای $-15^{\circ}C$ تا $-18^{\circ}C$ کار می‌کنند از روغن‌هایی استفاده می‌شود که در دمای $-29^{\circ}C$ جریان داشته باشد.



شکل ۷ــ۸ــ تغییر گرانروی (ویسکوزیته) روغن با دما

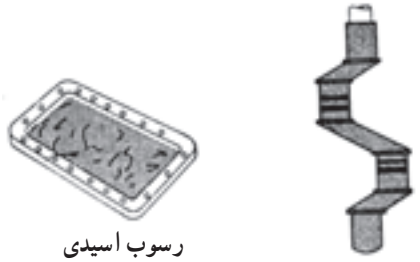
۲ــ روغن با اغلب مبردها مانند R ــ۱۲ مخلوط شده، رقیق می‌شود و می‌تواند به سادگی به همراه مبرد سیکل تبرید را طی کرده و به کمپرسور برگردد. البته روغن با بعضی از مبردها مانند R ــ۷۱۷ (آمونیاک) مخلوط نمی‌شود و حتی در خروج از کمپرسور رقیق نیست و به راحتی نمی‌تواند همراه مبرد سیکل را طی کرده و به کمپرسور برگردد و لذا در خروج از کمپرسور به منظور برگرداندن روغن به کمپرسور تله‌ی روغن نصب می‌شود.

۳ــ نقطه‌ی ریزش آن پایین باشد تا در تمام قسمت‌های سیستم جریان یابد (شکل ۸ــ۸).



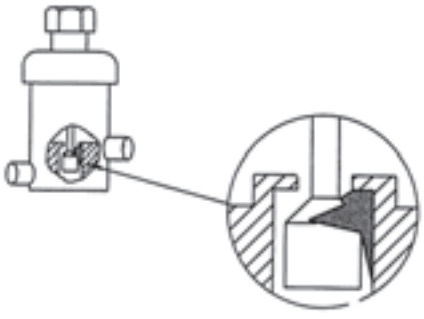
شکل ۸ــ۸ــ نقطه‌ی ریزش متفاوت در روغن‌ها

۴ــ تا حد امکان در هنگام تماس با سطوح داغ تولید کربن نکند. زیرا روغن‌های معدنی به‌وسیله گرما تجزیه می‌شوند و یک لایه کربن نرم و سبک باقی می‌گذارند و اگر چه اثر تخریبی ندارد ولی یک نوع آلودگی به حساب می‌آید که مطلوب نمی‌باشد (شکل ۹ــ۸).



شکل ۹ــ۸ــ ایجاد لایه کربن روی سطوح داخلی کمپرسور

۵ــ در دمای پایین موم کمتری از خود باقی بگذارد و تا حد امکان در هنگام تماس با سطوح سرد تولید موم نکند (شکل ۱۰ــ۸).



شکل ۱۰ــ۸ــ نتیجه وجود موم در روغن

۶ــ روغن تبرید رطوبت نداشته باشد زیرا تماس رطوبت و روغن با سطح قسمت پرفشار کمپرسور سبب ایجاد لجن و اسید می‌شود (شکل‌های ۱۱ــ۸ و ۱۲ــ۸). که لجن می‌تواند مجرای روغن در کمپرسور را مسدود کند و اسید سطوح داخلی را بساید و در کمپرسور بسته به سیم‌پیچ موتور آسیب برساند.

شکل ۱۱ــ۸ــ تشکیل لجن

شکل ۱۲ــ۸ــ تشکیل اسید

لازم به یادآوری است که روغن تبرید در ظروف سربسته‌ی ۴ لیتری، ۲۰ لیتری و بشکه‌ای نگهداری می‌شود و در مخزن روغن مبرد هیچ‌وقت بازنماند تا با جذب رطوبت هوا غیرقابل استفاده در سیستم نشود.

۳ــ۴ــ۸ــ تشخیص روغن سالم:

الف ــ بوی روغن: اگر از روغن داخل سیستم برودتی به هنگام بازشدن بوی نامطبوع به مشام برسد باید روغن تعویض شود.

ب ــ 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 ــ روش‌های آزمایشگاهی: روش‌های دیگری نیز وجود دارد که در آزمایشگاه‌ها انجام می‌شود.

باید به غلظت روغن‌ها توجه شود تا دقیقاً متناسب با درجه حرارت دستگاه سردکننده باشد.

وقتی‌که اطلاعات کافی از روغن‌ها در دسترس نباشد از جدول ۵ــ۸ می‌توان استفاده کرد و معمولاً برای سیستم تهویه (چیلر، کولرگازی، پکیج و...) از روغن ۴GS و برای سیستم‌های سردخانه‌ای از روغن ۳GS استفاده می‌شود و همچنین برای مبردهای ۱۳۴a از روغن SL۱۰۰ استفاده می‌شود.

جدول ۵ــ۸ــ مشخصات روغن مخصوص سیستم تبرید (روغن‌ها باید برحسب درجه حرارت کمپرسور، اواپراتور و نوع ماده‌ی سرمازا انتخاب شوند.)

ویسکوزیته روغن (غلظت)	نوع مبرد	وضعیت سرویس
۱۵۰ یا کمی بیشتر از آن	هر نوعی	درجه حرارت کمپرسور
۱۵۰ یا کمی بیشتر از آن	فریون‌ها ــ آمونیاک	طبیعی
۳۰۰ یا کمی بیشتر از آن		زیاد
۱۵۰ یا کمی بیشتر از آن	فریون‌ها	درجه حرارت اواپراتور
۳۰۰	آمونیاک	بالاتر از $-17^{\circ}C$
۱۵۰ یا کمی بیشتر از آن	فریون‌ها	بین $-17^{\circ}C$ تا $-40^{\circ}C$
۱۵۰ یا کمی بیشتر از آن	آمونیاک	
۱۵۰ یا کمی بیشتر از آن	فریون‌ها	کمتر از $-40^{\circ}C$
۱۵۰ یا کمی بیشتر از آن	آمونیاک	

پرسش و تمرین

۱ــ ماده سرمازا (مبرد) را تعریف کنید.
۲ــ ازن را توضیح دهید.
۳ــ گاز ازن مفید در کجای جو قرار دارد؟
۴ــ تأثیر مثبت گاز ازن را بنویسید.
۵ــ ضریب ODP را توضیح دهید.
۶ــ ODP واحد بیشترین ظرفیت تخریب لایه ازن را دارد یا کم‌ترین تخریب؟
۷ــ وقتی نورخورشید مولکول ازن را شکست چگونه کمبود ازن جبران می‌شود؟
۸ــ در ۲۰ سال گذشته چه عاملی سبب از بین رفتن لایه ازن شده است؟
۹ــ تخریب لایه ازن سبب چه زیان‌هایی می‌شود؟
۱۰ــ براساس توافقنامه مونترال چه موادی براساس زمان‌بندی خاصی از رده‌ی مصرف خارج می‌شوند؟
۱۱ــ گازهای گلخانه‌ای را توضیح دهید.
۱۲ــ اغلب گازهای خنک‌کننده از چه مولکول‌هایی تشکیل شده‌اند و به آن‌ها چه می‌گویند؟
۱۳ــ یک نمونه از گازهای خنک‌کننده که براساس متان یا اتان نیست را نام ببرید.
۱۴ــ آیا آمونیاک (NH_3) کاهش دهنده‌ی ازن می‌باشد؟
۱۵ــ مواد تشکیل دهنده‌ی آمونیاک را بنویسید.
۱۶ــ مواد سرمازای هالوکربنی را توضیح دهید.
۱۷ــ مواد سرمازای هالوکربنی به چند گروه تقسیم می‌شوند؟ آن‌ها را نام ببرید.
۱۸ــ کلروفلوروکربن‌ها یا CFCها چگونه ایجاد می‌شوند؟
۱۹ــ هیدروکلروفلوروکربن‌ها یا HCFCها چگونه ایجاد می‌شوند؟
۲۰ــ هیدروفلوروکربن‌ها یا HFCها چگونه ایجاد می‌شوند؟
۲۱ــ در کلروفلوروکربن‌ها موارد زیر را توضیح دهید.
الف ــ تعداد اتم و مولکول‌های تشکیل دهنده‌ی آن.
ب ــ چگونه به لایه‌ی فوقانی جو می‌رسند.
ج ــ در مقابل مولکول‌های ازن چه عکس‌العملی نشان می‌دهند.
د ــ آیا در افزایش دمای کره‌ی زمین نقش دارند؟
۲۲ــ R ــ ۱۱ را توضیح داده و اثر آن بر لایه ازن و کاربرد آن‌را بنویسید.
۲۳ــ R ــ ۱۲ را توضیح دهید.
۲۴ــ هیدروکلروفلوروکربن‌ها را توضیح دهید و تعدادی از آن‌ها را نام ببرید.
۲۵ــ جایگزین مناسب R ــ ۱۲ را نام ببرید.
۲۶ــ R ــ ۲۲ را توضیح دهید.
۲۷ــ هیدروفلوروکربن‌ها را توضیح دهید و تعدادی از آن‌ها را نام ببرید.

۲۸ــ آمونیاک ۷۱۷ــ R را توضیح داده و خواص آن‌را بنویسید.
۲۹ــ سازگاری مواد مبرد شامل چه چیزهایی می‌شود؟
۳۰ــ روش نام‌گذاری مواد سرمازا را بنویسید.
۳۱ــ چرا رنگ کپسول‌های مبرد متفاوت است؟
۳۲ــ سیالات کریوژنیک را توضیح دهید.
۳۳ــ سیالات کریوژنیک متداول را نام ببرید.
۳۴ــ چه نکاتی در کپسول سیالات کریوژنیک باید رعایت شود؟
۳۵ــ اندازه‌گیری دمای مایعات کریوژنیک برحسب چیست؟
۳۶ــ هدف از روغن‌کاری خوب چیست؟
۳۷ــ روغن مورد استفاده در تبرید باید چه خصوصیتی داشته باشد؟
۳۸ــ انواع روغن‌ها را نام ببرید.
۳۹ــ انواع روغن‌های معدنی را نام ببرید.
۴۰ــ انواع روغن‌های مصنوعی را نام ببرید.
۴۱ــ در سیستم برودتی از چه روغن‌هایی استفاده می‌شود؟
۴۲ــ ترکیبات بر پایه HCFC با چه روغنی بهتر کار می‌کند؟
۴۳ــ ترکیبات بر پایه HFC با چه روغنی بهتر کار می‌کند؟
۴۴ــ خواص مواد سرمازا را بنویسید؟
۴۵ــ نقاط مثبت CFCها و HCFCها را بنویسید.
۴۶ــ نقاط منفی (ضعف) CFCها و HCFCها را بنویسید.
۴۷ــ خواص روغن‌های تبرید را بنویسید.

فصل نهم

کنترل‌ها

هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل هنرجو باید بتواند :

۱ــ ترموستات را شرح دهد.
۲ــ تایمر دیفراست، انواع و کاربرد آن را توضیح دهد.
۳ــ رله‌های استارت، انواع و کاربرد آن‌ها را شرح دهد.
۴ــ اورلود یا کلید محافظ جریان اضافی را توضیح دهد.
۵ــ کنترل‌کننده فشار کم و کاربرد آن را بیان کند.
۶ــ کنترل کننده فشار زیاد و کاربرد آن را بیان کند.
۷ــ کنترل فشار روغن و کاربرد آن را بیان کند.
۸ــ کنترل رطوبت را بیان کند.
۹ــ ترمودیسک را توضیح دهد.

۹ــ کنترل‌ها

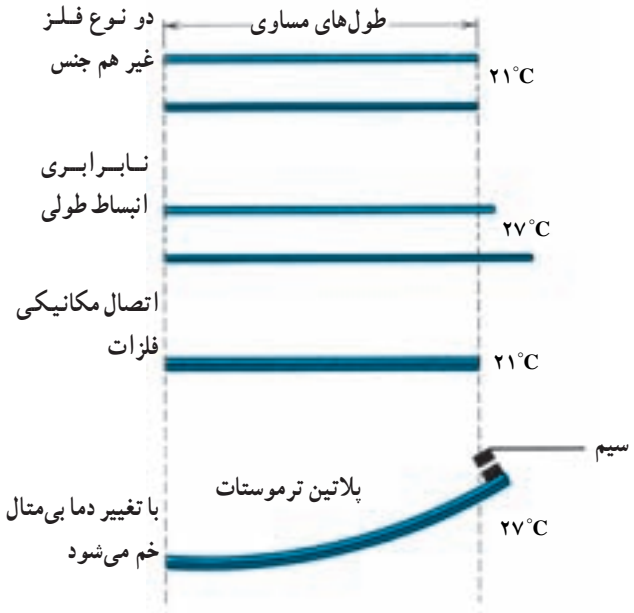
کنترل‌ها وسایلی هستند که با قطع، وصل، یا تنظیم جریان الکتریسیته یا سیال شرایط از پیش تعیین شده را حفظ نمایند.

۱ــ۹ــ ترموستات (دماپا)

ترموستات‌ها از طریق حس‌کردن دمای محفظه یا محصول به سیستم تبرید فرمان ادامه کار یا خاموش‌شدن می‌دهند، مکانیزم حس درجه حرارت به سه طریق زیر ممکن می‌شود :

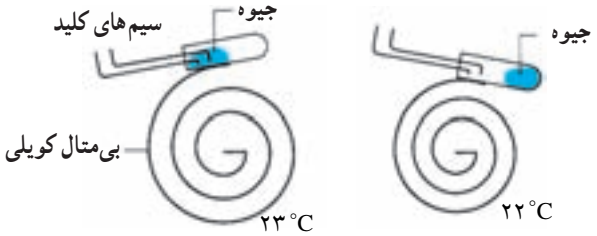
۱ــ قطعه بی‌متالی
۲ــ کپسول پرشده با گاز (با لب‌دار)
۳ــ کپسول پرشده با مایع

شکل ۱ــ۹ طریقه کار یک حس‌کننده بی‌متالی را نشان می‌دهد. تمام فلزات وقتی که گرما ببینند منبسط می‌شوند. مقدار



شکل ۱ــ۹ــ اساس کارکرد ترموستات‌های بی‌متالی

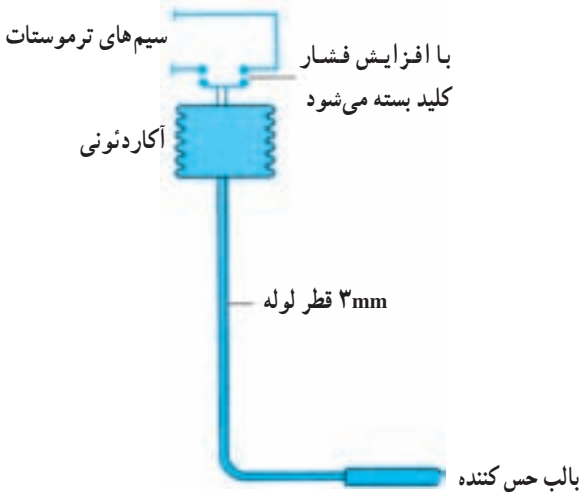
انبساط در فلزات مختلف متفاوت می‌باشد. وقتی که دو فلز غیرهم‌جنس که در تمام طول به هم جوش شده‌اند حرارت داده شوند بی‌متال به سمت فلزی که انبساط بیش‌تری دارد، خم می‌شود. خم‌شدن بی‌متال باعث باز و بسته‌شدن پلاتین می‌گردد. بعضی مواقع برای به‌دست آوردن حرکت لازم جهت بازوبسته شدن پلاتین ترموستات از بی‌متال‌های طویل که به شکل کویل درآمده استفاده می‌شود مطابق (شکل ۲ــ۹).



شکل ۲ــ۹ــ بی‌متال کویلی در ترموستات تابستانی

مجموعه مکانیزم فوق را که می‌توان در داخل یک کاور تا حد ممکن کوچک‌تر جاسازی نمود. این نوع ترموستات‌ها در داخل فضایی‌که قرار است دمایش کنترل شود نصب شده و از دقت بالایی نیز برخوردار هستند.

شکل ۳ــ۹ یک ترموستات را نشان می‌دهد که کپسول حس‌کننده‌ی دما بیرون از ترموستات می‌باشد. داخل کپسول از گاز پرشده و براساس حس‌کردن دما منبسط یا منقبض می‌شود.



شکل ۳ــ۹ــ اساس کارکرد ترموستات بالب‌دار پر شده با مایع یا گاز

با افزایش دما گاز داخل کپسول منبسط شده و فشار اعمالی به محفظه‌ی آکاردئونی اضافه می‌شود که حرکت مکانیزم مذکور باعث بسته‌شدن پلاتین و روشن‌شدن سیستم برودتی می‌شود. عضو حس‌کننده (کپسول) می‌تواند با مایع نیز پر شود. این نوع ترموستات‌ها می‌توانند در خارج از فضای سردشونده نصب شوند.

۱ــ۱ــ۹ــ انواع ترموستات: ترموستات‌ها از نظر نوع کاربری به دو گروه ترموستات‌های اطاقی 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 می‌باشد.

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 بالب‌دار خواهد بود و این بالب در داخل محلی که کنترل دمای آن موردنظر است قرار داده می‌شود.

ترموستات‌ها از نظر نوع قرارگیری در سیستم تغذیه الکتریکی می‌توانند در خط ولتاژ و یا کنترل خط ولتاژ به کار گرفته شوند. ترموستات‌های خط ولتاژ، به صورت سری با موتور کمپرسور بسته شده و قادرند تمام جریان عبوری از کمپرسور را تحمل نمایند. این روش نصب در سیستم‌های کوچک نظیر یخچال‌های خانگی به کار برده می‌شود.

کاربری ترموستات به عنوان کنترل خط ولتاژ برای سیستم‌های بزرگ‌تر بوده که ترموستات نمی‌تواند تمام جریان عبوری از کمپرسور را تحمل نماید. در این شرایط ترموستات با یک بوبین کوچک دارای جریان کم سری نصب می‌شود و از این طریق ولتاژ خط قدرت را کنترل می‌کند. با بسته‌شدن پلاتین ترموستات یک جریان کم از پلاتین ترموستات عبور کرده و بوبین کوچک را تحریک می‌کند. با تحریک بوبین فوق یک جریان خیلی بیشتری از یک مسیر دیگر می‌تواند وارد موتور کمپرسور شود.

کنترل‌کننده‌هایی نظیر ترموستات که دارای اتصالات الکتریکی هستند باید مجهز به وسیله‌ای برای بازوبسته‌شدن سریع پلاتین باشند تا از ایجاد قوس الکتریکی که باعث سوختن و بهم جوش شدن پلاتین می‌شود جلوگیری شود. کنترل کننده‌ها معمولاً به مکانیزم‌های ضامن‌دار به عنوان وسیله‌ای برای باز و بسته‌شدن سریع اتصالات مجهز هستند.

ترموستات‌ها یک نقطه‌ی تنظیم (Set Point) و یک تفاضل (Differential) دارند. هر دو رنج قابل تنظیم بوده و می‌توان ترموستات را برای هر نوع دمای وصل و قطع مورد نظر تنظیم کرد. اختلاف بین دمای وصل (Cut in) و دمای قطع (Cut out) تفاضل است. در حالت کلی مقدار تفاضل به کاربرد خاصّ و جای عضوحس‌کننده‌ی دما بستگی دارد. هرگاه عضو حس‌کننده‌ی دمای ترموستات در درون یا روی محصول کار گذاشته شود و دمای محصول را مستقیماً کنترل کند، تفاضل معمولاً کم است (۱°C یا ۲°C). از طرف دیگر، هرگاه عضو حس کننده و در سالن قرار داده شود و دمای سالن را کنترل کند تفاضل معمولاً در حدود ۳°C یا ۴°C است. در خیلی موارد عضو حس‌کننده‌ی ترموستات را روی اواپراتور نصب می‌کنند طوری که دمای سالن یا محصول به طور غیرمستقیم از طریق کنترل دمای اواپراتور کنترل می‌شود که در این حالت تفاضل باید زیاد باشد (۸°C تا ۱۲°C یا بیشتر) تا سیستم برودتی زود روشن و خاموش نشود. در حالتی که ترموستات دمای سالن یا محصول را مستقیم کنترل می‌کند میانگین دمای سالن یا محصول تقریباً میانگین دمای قطع و وصل می‌باشد که در ترموستات در رنج (Set Point) تنظیم می‌شود. بنابراین برای برقراری میانگین دمای سالن در (Set Point = ۲°C) ترموستات را می‌توان برای دمای وصل ۳/۵°C و دمای قطع تقریباً ۰/۵°C تنظیم کرد. از طرف دیگر هرگاه دمای سالن به طور غیرمستقیم از طریق کنترل دمای اواپراتور کنترل شود باید تنظیم قطع (Cut Out) به گونه‌ای تنظیم شود که TDی اواپراتور (اختلاف دمای اواپراتور و سالن) جبران شود. مثلاً برای میانگین دمای سالن ۲°C و با فرض TD اواپراتور ۵°C برای جبران TD اواپراتور، دمای قطع به جای ۰/۵°C روی ۴/۵°C – (۵°C – ۰/۵°C) تنظیم می‌شود. به محض روشن‌شدن کمپرسور، درجه حرارت اواپراتور سریعاً افت کرده و تقریباً به اندازه‌ی TD اواپراتور (۵°C) از دمای سالن کمتر می‌شود سپس سیستم برودتی روشن است تا دمای سالن به کمترین مقدار موردنظر یعنی ۰/۵°C کاهش یابد در این زمان دمای اواپراتور (که ترموستات آن را کنترل می‌کند) تقریباً ۴/۵°C– خواهد بود (۵°C کم‌تر از دمای سالن) که همان دمای قطع (Cut Out) می‌باشد.

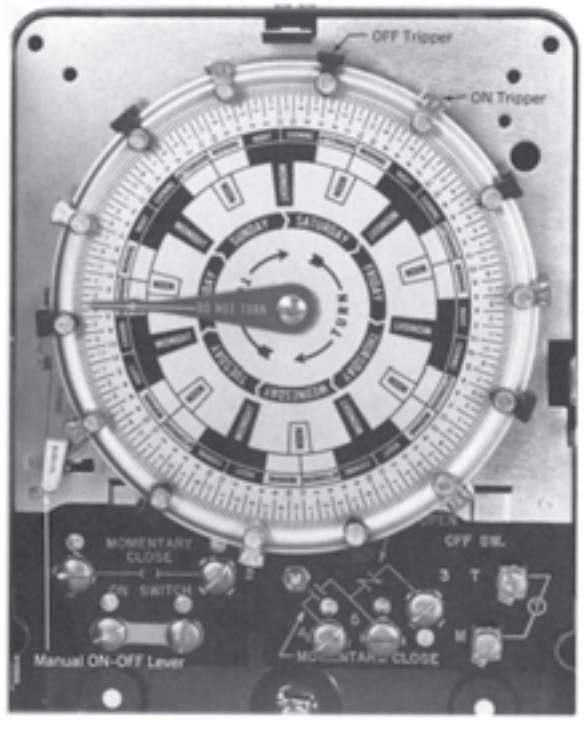
در کاربردهایی که در آن‌ها کنترل دقیق دمای سالن یا محصول موردنظر باشد معمولاً از ترموستاتی که دمای سالن یا محصول را مستقیماً کنترل می‌کنند بهترین نتیجه را می‌دهد. از طرف دیگر در کاربردهایی‌که در آن‌ها برفک‌زدایی در زمان خاموشی سیکل تبرید ضروری است و نوسانات دمای سالن یا محصول اشکالی ندارد، کنترل غیرمستقیم دمای سالن به وسیله کنترل دمای اواپراتور روش بهتری است.

صرف نظر از این‌که ترموستات دمای سالن یا محصول را به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم کنترل کند تنظیم مناسب دماهای وصل و قطع برای کارکرد خوب مهم است اگر دمای وصل و قطع خیلی نزدیک به هم باشد (تفاضل کم باشد) سیستم برودتی زیاد روشن و خاموش می‌شود که عمر تجهیزات خیلی کوتاه شده و شرایط نامطلوب ایجاد می‌شود. از طرف دیگر اگر دمای وصل و قطع خیلی دور از یک‌دیگر تنظیم شوند (تفاضل خیلی بزرگتر) زمان روشن و خاموش‌شدن طولانی‌تر شده طبیعتاً نامطلوب است.

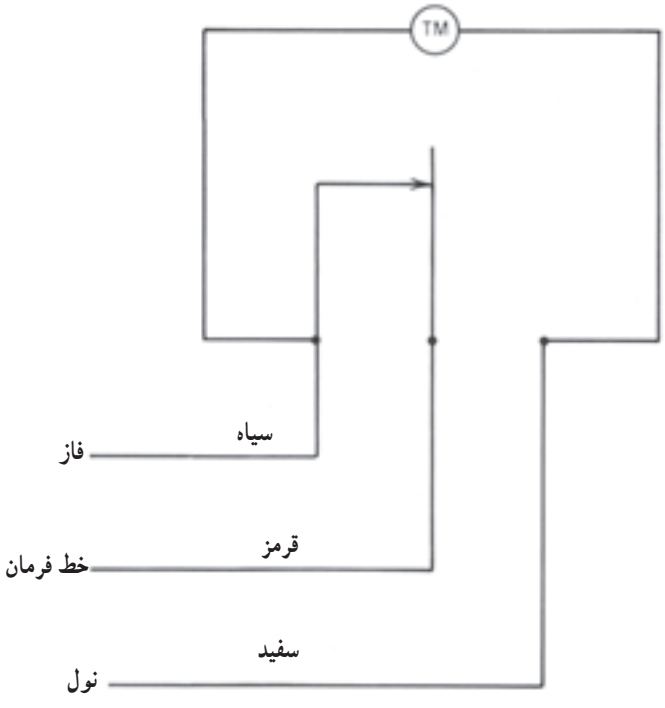
۲ــ۹ــ تایمر دیفراست

به علت پایین بودن دمای اواپراتور بخار آب موجود در هوا ضمن عبور از روی اواپراتور، سرد شده منجمد می‌گردد و به صورت برفک بر روی کویل اواپراتور باقی خواهد ماند که نتیجه‌ی آن کم‌شدن مقدار هوای عبوری و کاهش انتقال گرما بین اواپراتور و فضای موردنظر می‌شود. هر دو مورد یاد شده کاهش قدرت اواپراتور و سیستم تبرید را به دنبال خواهد داشت. لذا باید با یک برنامه‌ی صحیح در فاصله زمان‌های معینی برفک‌های ایجاد شده بر روی اواپراتور ذوب گردد.

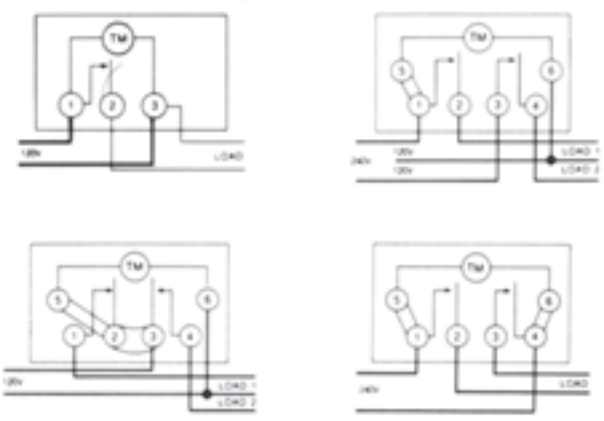
مدت زمان ذوب برفک (دیفراست) و تعداد دفعات در ۲۴ ساعت بستگی به مقدار برفک ایجاد شده بر روی اواپراتور دارد. تنظیم تعداد دفعات دیفراست (دو، سه و یا چهار دفعه در روز) و مدت زمان هر دیفراست (ده دقیقه تا یک ساعت) به وسیله‌ی دستگاهی به نام تایمر دیفراست یا ساعت دیفراست انجام می‌گیرد. اشکال ۶ــ۹ و ۵ــ۹ و ۴ ــ۹ انواع تایمرهای دیفراست را نشان



شکل ۴ــ۹ــ تایمر هفت روزی



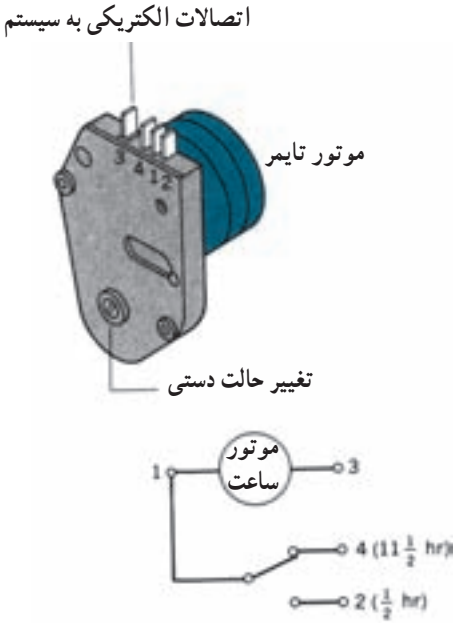
شکل ۵ــ۹ــ تایمر ۲۴ ساعتی



شکل ۶ــ۹ــ تایمر ۲۴ ساعتی با چندین نوع کارکرد

می‌دهد.

شکل ۷ــ۹ یک نوع تایمر زمانی را نشان می‌دهد. موتور تایمر مستقیماً به جریان برق متصل شده است (۳و۱). به هنگام چرخش موتور یک سری قطعات مکانیکی باعث تحریک پلاتین‌های تایمر برای باز یا بسته‌شدن می‌شوند. استفاده از این تایمرها در یخچال‌های خانگی، کارکرد عادی و دیفراست را



شکل ۷ــ۹ــ تایمر دیفراست قابل استفاده در یخچال‌های خانگی

به‌صورت اتوماتیک انجام می‌دهد.

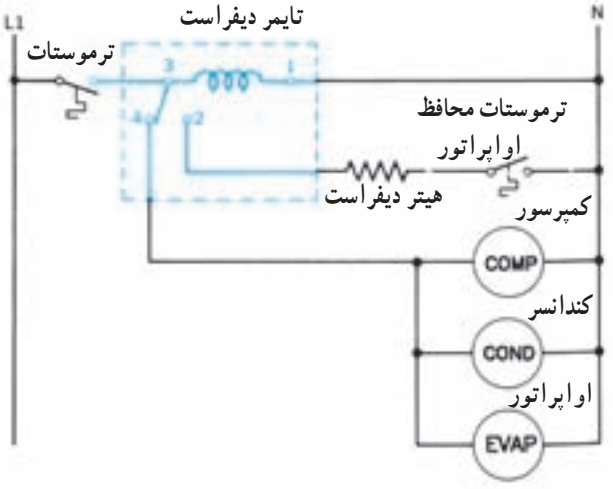
شکل ۸ــ۹ مدار الکتریکی دیفراست یک سیستم تبریدی را نشان می‌دهد که به‌وسیله یک تایمر دیفراست چهار سیم کنترل می‌شود. مدار فوق شامل یک تایمر، یک هیتر و یک ترمودیسک (ترموستات محافظ اواپراتور) است. موتور تایمر دیفراست بین ترمینال‌های ۱ و ۳ بوده و در تمام مدت به جز زمان قطع ترموستات کار برق‌دار است. سیستم تبرید به کار عادی خودش به مدت ۷ $\frac{۱}{۲}$ ساعت از طریق پلاتین ۳ به ۴ ادامه می‌دهد. ترمینال ۳ به ۲ باز است. پس از طی مدت زمان فوق، چرخش مکانیزم قطعات داخلی تایمر باعث می‌شود که ترمینال ۳ به ۴ باز و ۳ به ۲ بسته شود. سیستم تبرید از کار افتاده و هیتر دیفراست برای نیم ساعت ($\frac{۱}{۲}$h) برق‌دار می‌شود. بعد از نیم ساعت سیستم به کار عادی برگشت می‌کند اما اگر برفک اواپراتور در کمتر از نیم ساعت تمام شود درجه حرارت اواپراتور افزایش می‌یابد. افزایش دما در سطح اواپراتور باعث تحریک ترمودیسک شده، هیتر دیفراست از مدار خارج می‌شود. پس از این هیچ وسیله‌ای به جز موتور تایمر برق‌دار نیست و موتور تایمر نیز پس از اتمام زمان دیفراست

سیستم را به کار عادی برمی‌گرداند.

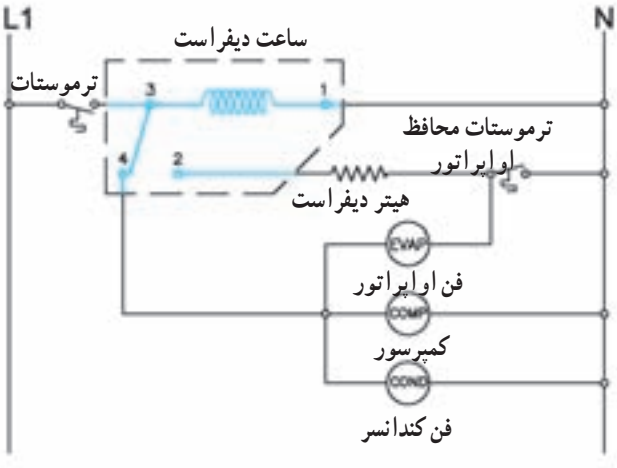
طراحی بعضی سیستم‌های تبرید به‌طریقی است که وقتی زمان دیفراست تمام می‌شود فقط کمپرسور و فن‌های کندانسر به کار کرد عادی برمی‌گردند و فن اواپراتور به‌وسیله ترموستات محافظ اواپراتور تا زمانی که سطح اواپراتور سرد شود به حالت خاموش نگه داشته می‌شود (عدم پرتاب گرما و قطرات آب حاصل از دیفراست بر سالن و روی محصول) (شکل ۸ــ۹ــ الف).

شکل ۹ــ۹ نحوه ارتباط الکتریکی یک تایمر دیفراست، به طریقه دیفراست با گاز داغ را در یخچال و فریزرهای خانگی نشان می‌دهد، ضمناً کندانسر سیستم از نوع طبیعی می‌باشد. در این روش برخلاف دیفراست الکتریکی، کمپرسور در تمام مدت دیفراست برای تهیه گاز داغ به حالت روشن باقی می‌ماند. برای جلوگیری از پخش گرما در محفظه کابین، فن اواپراتور به حالت خاموش در می‌آید تا فقط کویل اواپراتور گرم شود.

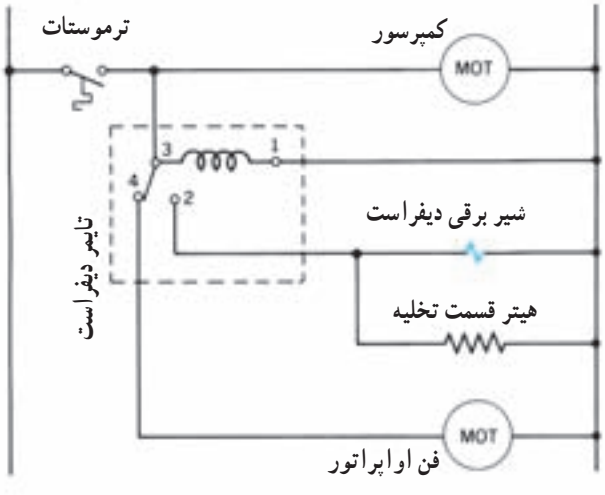
شکل ۱۰ــ۹ارتباط الکتریکی دستگاه تایمر دیفراست سه سیمه با نوع دیفراست الکتریکی در یک سیستم برودتی کوچک را نشان می‌دهد کارکرد عادی سیستم زمانی است که پلاتین ۱ به ۲ وصل باشد. کمپرسور به صورت مستقیم بین خط L_1 و N واقع می‌شود و موتور تایمر از طریق خط L_1 به ۱ به ۲، از داخل موتور و سپس از داخل هیتر دیفراست و خط N می‌رسد. با وجود این‌که موتور تایمر و هیتر با هم سری هستند فقط موتور



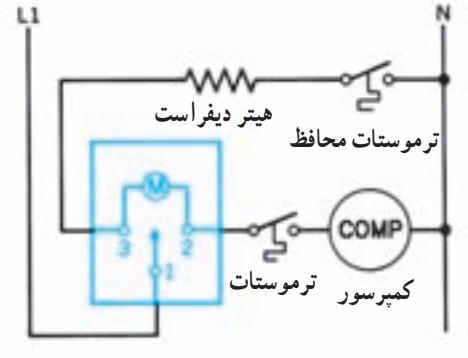
شکل ۸ــ۹ــ دیاگرام دیفراست الکتریکی یک سیستم تبرید



شکل ۸ــ۹ــ الف ــ دیاگرام دیفراست الکتریکی یک سیستم به روش دیگر



شکل ۹ــ۹ــ دیفراست با گاز داغ

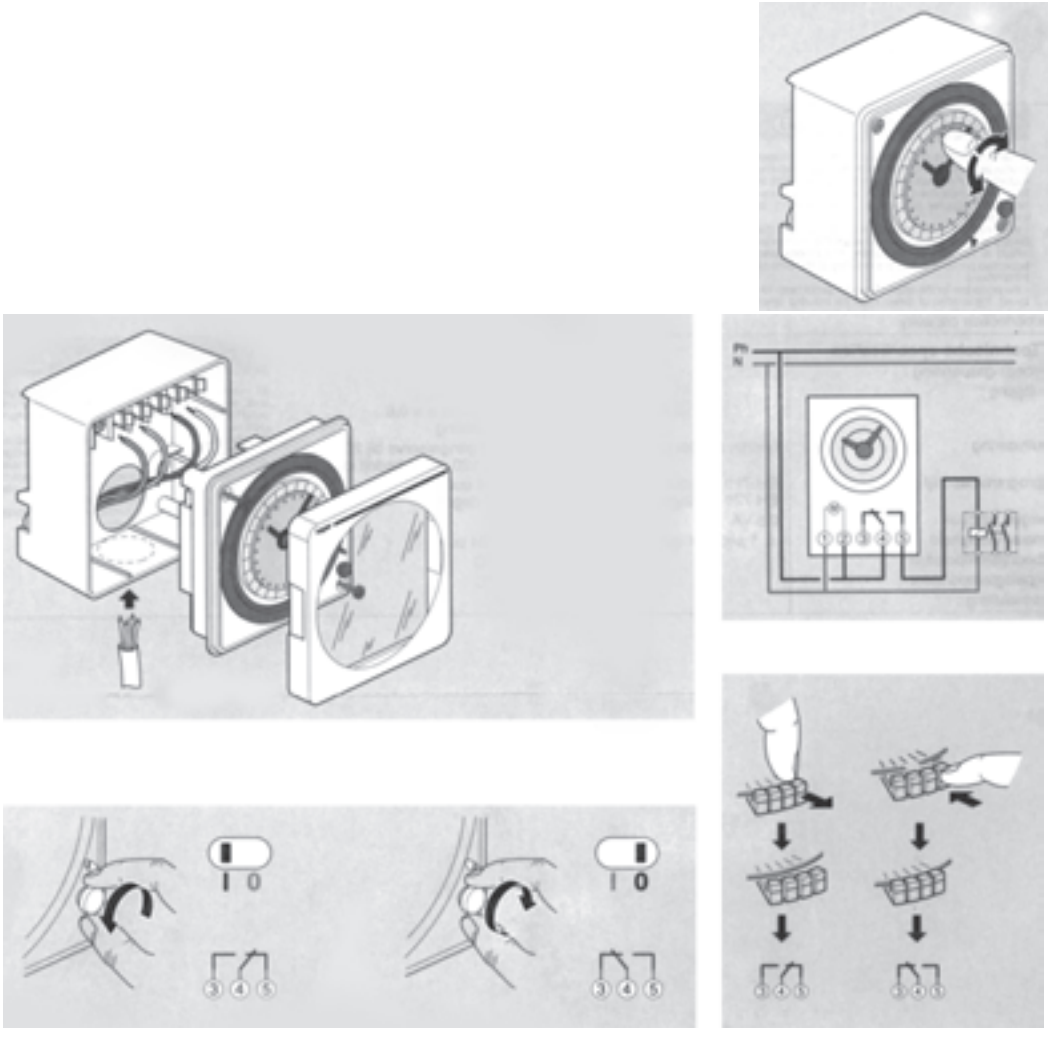


شکل ۱۰ــ۹ــ دیفراست الکتریکی با تایمر سه سیمه

تایمر کار می‌کند. مقاومت موتور تایمر در مقایسه با مقاومت هیتر خیلی بیش‌تر (چندین هزار اهم) است. بنابراین ولتاژ در میان موتور تایمر افت می‌کند و فقط یک مقدار خیلی کم جریان از میان هیتر دیفراست عبور کرده و یک مقدار جزئی گرما تولید می‌شود. در طی عمل دیفراست موقعیت کلید عوض شده ولتاژ هیتر از طریق L_1 به ۱ به ۳، از میان هیتر به N وصل می‌شود. ولتاژ موتور تایمر از طریق L_1 به ۱ به ۳، از میان موتور تایمر و از میان موتور کمپرسور به N وصل است. یک مقدار کم جریان از میان سیم‌پیچ کمپرسور عبور می‌کند ولی نمی‌تواند تأثیری در روشن شدن آن نماید.

تایمرهای دیفراست مورد استفاده در سیستم‌های تجاری مطابق شکل‌های ۴ــ۹ تا ۶ــ۹ هستند. تایمر شامل یک موتور (TM) که با برق کار می‌کند و یک صفحه‌ی مدرج که معمولاً به ۲۴ قسمت مدرج شده که هر قسمت نشانگر یک ساعت می‌باشد. عقربه روی صفحه در هر ۲۴ ساعت یک دور می‌زند با قراردادن خارهایی در سوراخ‌های روی صفحه‌ی مدرج می‌توان تعداد دفعات دیفراست و زمان دیفراست را با توجه به شرایط سیستم و مقدار برفک تنظیم کرد.

یک نوع دیگر از تایمرهای دیفراست مورد استفاده در سیستم‌های تجاری در شکل ۱۱ــ۹ آمده است. که نحوه‌ی تنظیم تایمر (تعداد دفعات دیفراست و مدت زمان دیفراست برای حداقل ده دقیقه مقدور می‌باشد) و نحوه ارتباط الکتریکی آن با سیستم برودتی را نشان می‌دهد.



شکل ۱۱ــ۹ــ یک نمونه تایمر دیفراست مورد استفاده در سیستم‌های تبرید تجاری

۳ــ۹ــ رله‌های استارت

رله‌های استارت وسایلی هستند که فقط در کمپرسورهای تک‌فاز در چند ثانیه اول راه‌اندازی کمپرسور استفاده می‌شوند.

انواع رله‌های استارت عبارتند از :

۱ــ رله استارت از نوع جریانی (رله جریان)

۲ــ رله استارت از نوع پتانسیلی (رله ولتاژ)

۱ــ رله جریان: رله جریان کلیدی است مغناطیسی شامل سیم‌پیچ کوچکی که به دور یک محفظه پیچیده شده و داخل یک هسته‌ی آهنی وجود دارد. قطر سیم‌پیچ رله متناسب با قدرت کمپرسور انتخاب می‌شود و چون سیم‌پیچ رله با سیم‌پیچ 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 ۱۲ــ۹ نحوه‌ی اتصال یک رله‌ی جریان را به یک کمپرسور نشان می‌دهد.

شکل ۱۴ــ۹ مدار الکتریکی رله‌ی جریان را بدون خازن استارت و با خازن استارت نشان می‌دهد.

چنان‌چه مشاهده می‌شود سیم‌پیچ رله با سیم‌پیچ کار (اصلی) کمپرسور به صورت سری نصب شده است. وقتی که ولتاژ خط اعمال می‌شود یک جریان بالایی در یک لحظه از میان سیم‌پیچ اصلی عبور می‌کند. این جریان آنی از میان سیم‌پیچ رله نیز عبور کرده یک میدان مغناطیسی قوی به‌وجود آمده پلاتین رله را بالا می‌کشد تا تمام جریان از میان سیم‌پیچ استارت نیز عبور نماید. با برق‌دار شدن هر دو سیم‌پیچ (استارت و اصلی) کمپرسور استارت 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 سیم‌پیچ رله به اندازه کافی نیست که پلاتین را به حالت بسته نگه دارد و پلاتین رله در اثر وزن خود پایین افتاده باز می‌شود. باز شدن پلاتین، سیم‌پیچ استارت را از مدار خارج کرده و کمپرسور تنها به وسیله‌ی سیم‌پیچ اصلی به کار ادامه می‌دهد.

یادآوری:

۱ــ رله بایستی کاملاً تراز نصب شود. مورد فوق به خاطر این است که کلید رله به‌وسیله‌ی نیروی وزن حرکت کرده و باز می‌شود.

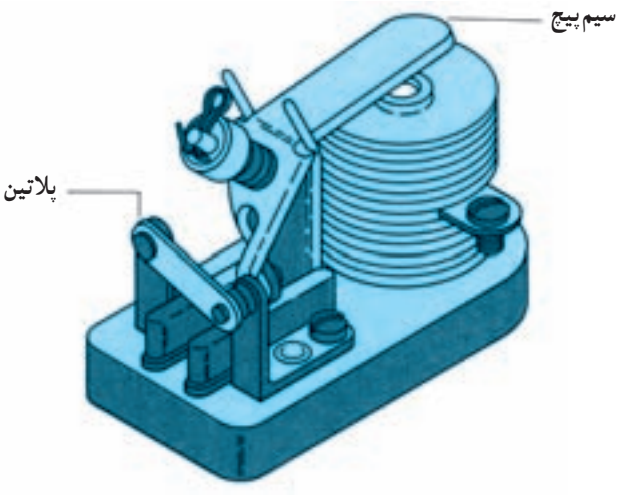
۲ــ رله بایستی دقیقاً با کمپرسور هماهنگ باشد. مشخصات جریان راه‌اندازی کمپرسورها با همدیگر متفاوت است بنابراین هر نوع رله جریان نمی‌تواند در راه اندازه‌ی یک کمپرسور به کار آید.

۳ــ رله‌های جریان نباید با موتورهایی که هم‌خازن استارت[1] و هم خازن کار[2] دارند استفاده شود چون احتمال دارد پلاتین‌های رله به واسطه قوس الکتریکی که در اثر ذخیره انرژی الکتریکی در خازن‌ها به‌وجود می‌آید نابود شوند.

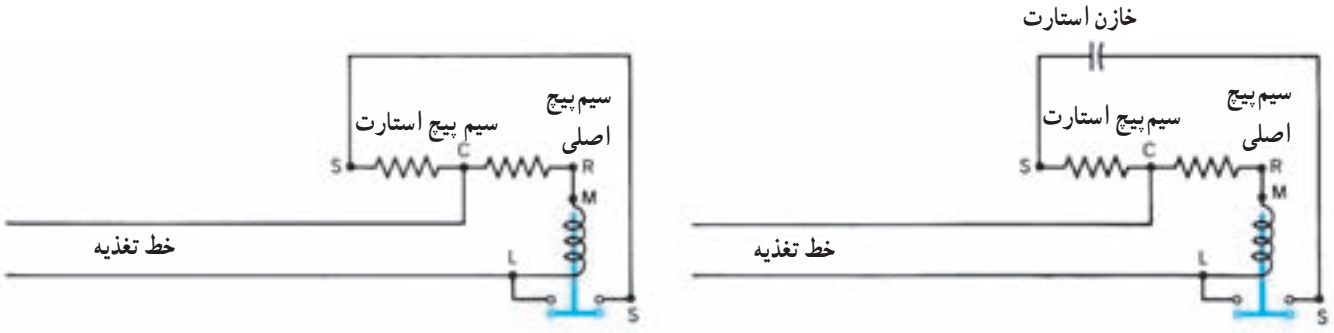
شکل ۱۲ــ۹ــ رله جریان

۱ــ 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 سیم‌پیچ استارت از مدار خارج می‌شود.

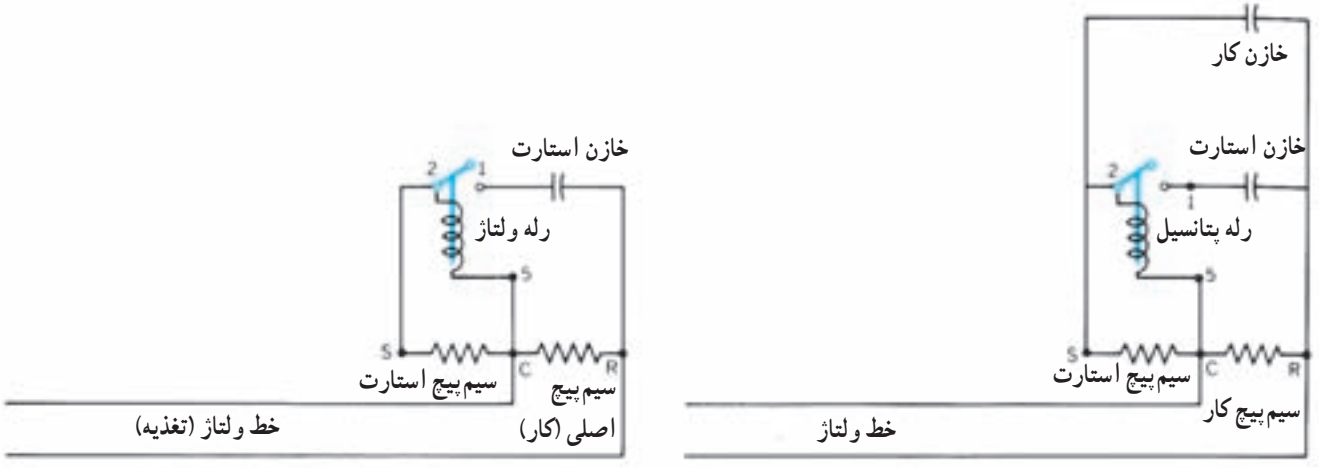
۲ــ خازن کار یا خازن دائمی ــ خازنی که در تمام مدت زمان کار کمپرسور برای ایجاد گشتاور مناسب در مدار باقی می‌ماند.



شکل ۱۳ــ۹ــ رله پتانسیل (ولتاژ)



شکل ۱۴ــ۹ــ مدار الکتریکی رله جریان در کمپرسور تک فاز با خازن استارت و بدون خازن استارت



شکل ۱۵ــ۹ــ مدار الکتریکی رله ولتاژ در کمپرسور تک فاز با خازن استارت و خازن کار و بدون خازن کار

۲ــ رله‌ی ولتاژ (پتانسیل): از این رله در موتورهایی که نیاز به گشتاور راه‌اندازی بالایی دارند استفاده می‌شود. رله ولتاژ شامل یک سیم‌پیچ با سطح مقطع کم و تعداد دور بیش‌تر نسبت به رله جریان است و کلید رله ولتاژ برعکس کلید رله جریان در

حالت عادی بسته می‌باشد.

شکل ۱۳ــ۹ نمای داخلی یک رله ولتاژ را نشان می‌دهد.

شکل ۱۵ــ۹ مدار الکتریکی رله ولتاژ را نشان می‌دهد.

وقتی‌که ولتاژ شبکه وصل می‌شود فوراً دو جریان کاملاً موازی برقرار شده، یکی از جریان‌ها از میان سیم‌پیچ استارت و دیگری از میان سیم‌پیچ اصلی یا کار عبور می‌کند. به محض دور گرفتن کمپرسور سیم‌پیچ استارت مانند یک ژنراتور عمل نموده و ولتاژی را به سیم‌پیچ رله اعمال می‌کند. وقتی‌که کمپرسور تقریباً به سرعت نهایی رسید میدان مغناطیسی اطراف کویل رله به واسطه اعمال برق تولیدی سیم‌پیچ استارت به اندازه‌ای قوی است که بتواند کلید رله را پایین کشیده و پلاتین را باز نماید. با باز شدن پلاتین رله، خازن استارت و سیم‌پیچ استارت از مدار خارج می‌شوند ولی با گردش کمپرسور تولید برق به‌وسیله سیم‌استارت خارج شده از مدار، به اندازه‌ی کافی است که پلاتین رله را به حالت باز نگه بدارد. رله‌های پتانسیل به‌وسیله شماره ترمینال‌های ۵، ۲ و ۱ شناسایی می‌شوند. ترتیب شماره‌های ۵، ۲ و ۱ به عنوان مشترک، استارت و کار در یادگیری و به خاطرآوردن محل اتصالات به برق برای شما کمک می‌شود.

۴ــ۹ــ اورلود یا کلید محافظ جریان اضافی

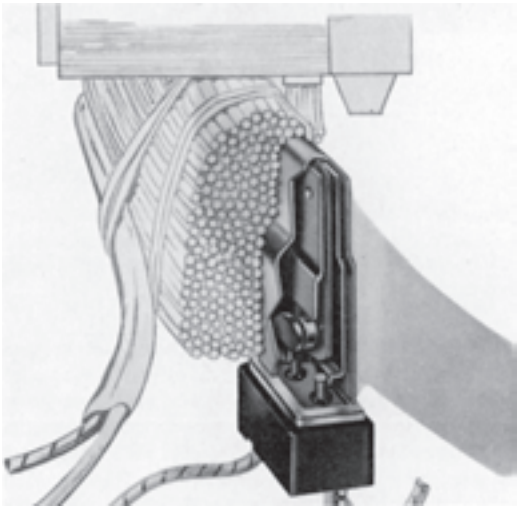
اورلود یک وسیله‌ی حفاظتی است و هنگامی که جریانی بیش‌تر از جریان مجاز کمپرسور از آن عبور کند و یا در اثر اختلال پیش آمده، کمپرسور بیش‌از اندازه گرم شود جریان برق را، قبل از این‌که با سیم‌پیچ کمپرسور صدمه‌ای برسد قطع می‌کند.

انواع اورلود :

۱ــ اورلود داخلی

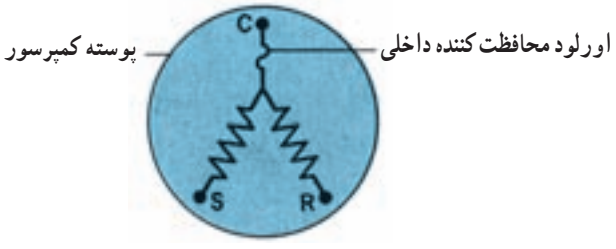
۲ــ اورلود خارجی

۱ــ اورلوردهای داخلی: معمولاً در گرم‌ترین محل در داخل سیم‌پیچ نصب می‌شوند. البته نصب اورلود داخلی بستگی به طراحی کمپرسور دارد ولی عموماً در تمام کمپرسورها چه بزرگ و چه کوچک نصب می‌شود (شکل ۱۶ــ۹).



شکل ۱۶ــ۹ــ موقعیت اورلود داخلی موتور در داخل سیم‌پیچ

اورلود داخلی در کمپرسورهای تک‌فاز به صورت سری با مدار ولتاژ کمپرسور نصب می‌شود به طوری‌که تمام جریان مورد نیاز برای کار کمپرسور از داخل اورلود نیز عبور می‌کند. بنابراین به هر دلیل ممکنه تعداد جریان عبوری برای کمپرسور، بیش از حد نرمال شود و یا این‌که سیم‌پیچ کمپرسور بیش از حد گرم شود اورلود کمپرسور را از مدار خارج خواهد کرد (شکل ۱۷ ــ۹).



شکل ۱۷ــ۹ــ موقعیت اورلود داخلی در مدار کمپرسور بسته

در کمپرسورهای بزرگ‌تر از ۳ تن اورلود داخلی دیگر توانایی حمل تمام جریان عبوری از کمپرسور را ندارد لذا بایستی به صورتی سری با مدار کنترل بسته شده و کمپرسور را به صورت غیرمستقیم از طریق مدار فرمان نه قدرت، کنترل نماید. این اورلودها فقط از طریق حس گرمای سیم‌پیچ، کمپرسور را حفاظت می‌کنند. لذا به هر دلیل ممکن دمای سیم‌پیچ به بیش از حد نرمال

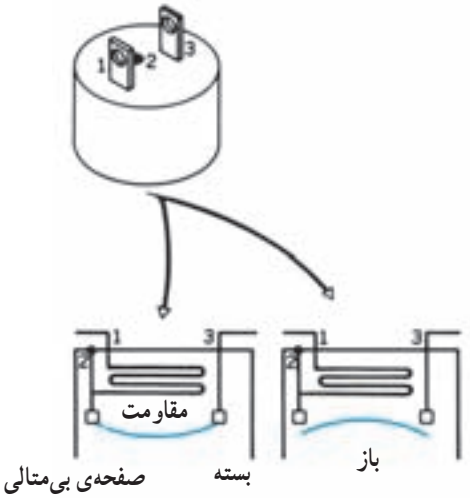
برسد از طریق مدار کنترل، برق بوبین کنتاکتور را قطع می‌نماید و کمپرسور خاموش می‌شود. پس از پایین‌آمدن دمای سیم‌پیچ مجدداً پلاتین اورلود بسته می‌شود.

۲ــ اورلود خارجی: اورلودهای خارجی عموماً از نوع بی‌متالی هستند و در مقابل دما و جریان موتور حساس می‌باشند. اورلودهای بی‌متالی در دو نوع زیر طراحی و ساخته می‌شوند :

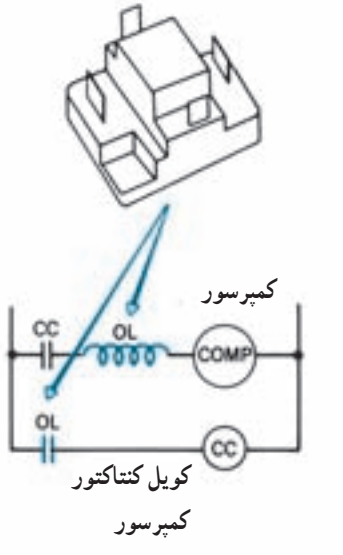
۱ــ موتور کمپرسور را مستقیماً از مدار خارج می‌کنند. یعنی در مدار ولتاژ موتور کمپرسور هستند و در صورت عمل‌کردن به صورت مستقیم کمپرسور را خاموش می‌کنند (شکل ۱۸ــ۹).

۲ــ موتور کمپرسور را به صورت غیرمستقیم از مدار خارج می‌کنند. یعنی در صورت عمل‌کردن مدار کنتاکتور یا استارتی را باز کرده و کمپرسور را خاموش می‌کنند (شکل ۱۹ــ۹).

اورلود نشان داده شده در شکل ۱۸ــ۹ مدار قدرت کمپرسور را مستقیم قطع می‌کند که عموماً در کمپرسور یخچال‌های خانگی به کار می‌رود که شامل یک تیغه‌ی بی‌متالی و یک مقاومت (هیتر) است که به صورتی سری به همدیگر متصل شده‌اند و تمام جریان کمپرسور از آن‌ها عبور می‌کند. وقتی که کمپرسور جریان بیش از حد نرمال از شبکه می‌کشد، مقاومت داخل اورلود داغ شده و کلید بی‌متالی باز می‌شود. بازشدن کلید همراه با صدا می‌باشد. (در درجه حرارت ۱۰۵°C قطع و در درجه حرارت ۶۱°C وصل می‌شود) اورلود در یک تا دو دقیقه ری‌ست خواهد شد و کمپرسور دوباره روشن می‌شود.



شکل ۱۸ــ۹ــ اورلود خارجی قابل استفاده در یخچال‌های خانگی



شکل ۱۹ــ۹ــ مدار الکتریکی حفاظت کمپرسور از طریق کنترل مدار فرمان

۵ــ۹ــ کنترل کننده فشار کم
(L.P.C) Low Pressure Control

کنترل‌کننده‌های فشار کم هم به عنوان کنترل کننده‌ی ایمنی و هم به عنوان کنترل کننده‌ی دما به کار برده می‌شوند. هرگاه کنترل‌کننده فشار کم به عنوان کنترل کننده‌ی ایمنی به کار رود، وقتی فشار سمت کم فشار به بیش از حد، پایین رود، مدار را قطع و کمپرسور را متوقف می‌کند و وقتی فشار سمت کم‌فشار به مقدار عادی برگردد مدار را بسته و کمپرسور را روشن می‌کند.

این کنترل کننده دارای ری‌ست اتوماتیک می‌باشد.

شکل ۲۰ــ۹ نمای ظاهری یک کنترل فشار کم را نشان می‌دهد.

۶ــ۹ــ کنترل‌کننده فشار زیاد
(H.P.C) High Pressure Control

H.P.C تنها به عنوان یک کنترل‌کننده‌ی ایمنی در سیستم تبرید به‌کار برده می‌شود. کنترل‌کننده‌ی فشار بالا، فشار سمت

پرفشار، را حس کرده و عمل می‌کند. معمولاً سنسور کنترل‌کننده به قسمت فشار خروجی کمپرسور وصل می‌شود (شکل ۲۷ــ۹). هرگاه فشار سمت پرفشار به هر دلیل ممکن (تقطیر نامناسب، شارژ اضافی مبرد، وجود هوا در سیستم و ...) به بیش از مقدار ری‌ست شده روی کنترل کننده برسد برای جلوگیری از آسیب‌های جدی در تجهیزات (کمپرسور و کندانسر)، کمپرسور مستقیماً خاموش می‌شود. شکل ۲۱ــ۹ نمای ظاهری یک کنترل فشار زیاد را نشان می‌دهد.

کلیدهای H.P.C عموماً (نه همیشه) دارای یک دگمه‌ی ری‌ست هستند. وقتی‌که کمپرسور به‌وسیله H.P.C خاموش می‌شود، کمپرسور دوباره روشن نخواهد شد حتی اگر فشار سمت پرفشار کاهش یابد. دگمه‌ی ری‌ست باید بعد از تشخیص عیب و رفع آن، فشرده شده تا مجدداً کمپرسور وارد مدار شود. شکل ۲۲ــ۹ مجموعه کنترل کننده فشار بالا و کنترل‌کننده‌ی فشار پایین را در یک محفظه نشان می‌دهد.

شکل ۲۱ــ۹ــ کلید فشار زیاد

شکل ۲۰ــ۹ــ کلید فشار کم

شکل ۲۲ــ۹ــ کلید فشار کم و زیاد

۷ــ۹ــ کنترل فشار روغن Oil Pressure Control (O.P.C)

کنترل فشار روغن را می‌توان همراه با کمپرسورهایی که روغن‌کاری آن‌ها با فشار (اجباری) انجام می‌شود به کار برد، اگر پمپ روغن نتواند فشار کافی و لازم برای روغن‌کاری را تأمین کند، کنترل فشار روغن کمپرسور را خاموش می‌کند. این کنترل براساس فشار رانش پمپ و فشار مکش کمپرسور کار می‌کند (شکل ۲۳ــ۹).

شکل ۲۳ــ۹ــ کنترل فشار روغن

۸ــ۹ــ کنترل رطوبت

برای نگهداری همه مواد غذایی فاسدشدنی در حالت طبیعی (بسته‌بندی نشده) مانند انواع گوشت (سفید و قرمز)، میوه، سبزیجات، پنیر، تخم‌مرغ علاوه بر کنترل دقیق دمای محفظه بایستی رطوبت محل نیز کاملاً کنترل شود. یکی از علل خراب‌شدن مواد غذایی، از دست‌دادن رطوبت به صورت تبخیر سطحی است. کاهش رطوبت در میوه و سبزیجات با چروک‌شدن و پژمردگی، در مورد گوشت و پنیر و غیره باعث رنگ‌پریدگی، کوچک‌شدن و بد شدن قیافه‌ی ظاهری است. لذا باید رطوبت محفظه یا سالن برای کاربردهای متفاوت در حد قابل قبول نگه داشته شود تا مشکلات ذکر شده بروز نکند. وقتی که محصول در ظروف ضد رطوبت بسته‌بندی شده باشند، کنترل رطوبت محل نگهداری مهم نمی‌باشد.

چنان‌چه قبلاً نیز توضیح داده شده، وقتی که یک سیستم

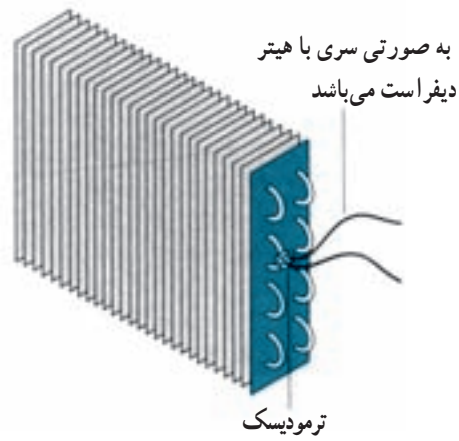
برودتی برای سردکردن فضایی کار می‌کند در اثر پایین بودن دمای کویل اواپراتور و همچنین پایین آمدن دمای محفظه از نقطه شبنم (بخار آب موجود در فضا) رطوبت از محصول جدا شده و تقطیر می‌شود و یا به صورت برفک و یخ‌روی کویل اواپراتور جمع می‌شود. لذا جهت جبران کاهش رطوبت و تزریق رطوبت مورد نیاز در طی عملیات سردکردن از سیستم رطوبت‌زن استفاده می‌شود و هدایت سیستم فوق به‌وسیله دستگاهی به نام کنترل رطوبت انجام می‌گیرد (شکل ۲۴ــ۹).

شکل ۲۴ــ۹ــ شکل ظاهری یک کنترل رطوبت

۹ــ۹ــ ترمودیسک (ترموستات محافظ)

ترموستات نشان داده شده در شکل ۲۵ــ۹ ترمودیسک یا ترموستات محافظ است. این ترموستات به صورت مناسب به کویل اواپراتور چسبیده و درجه حرارت سطح کویل را حس می‌کند. اگر هیتر دیفراست قادر باشد، ذوب نمودن برفک اواپراتور را قبل از زمان برگشت تایمر به کار عادی انجام دهد، ترمودیسک، هیتر را برای مدت زمان باقی‌مانده دیفراست، از مدار خارج خواهد کرد. با این عمل انرژی به دو صورت ذخیره می‌شود.

اول این‌که مصرف انرژی از بابت کارکرد هیتر کم‌تر می‌شود و دوم، انرژی مورد نیاز برای سیستم برودتی برای خارج‌کردن گرمای هیتر هدر نمی‌رود. ترمودیسک به صورت سری با هیتر دیفراست در مدار نصب می‌شود. ترموستات از نوع زمستانی بوده به‌طوری که با افزایش درجه حرارت سطح اواپراتور، مدار هیتر دیفراست را قطع می‌کند تا گرمای هیتر بی‌جهت وارد فضای سردشده نشود. هنگامی که ترمودیسک مدار هیتر را قطع می‌کند هیچ‌کدام از قسمت‌های سیستم برودتی برقدار نیست و فقط تایمر دیفراست کار می‌کند تا زمان تنظیم شده برای دیفراست به پایان برسد. پس از اتمام مدت دیفراست موقعیت پلاتین ۳ به ۲ شکل ۸ــ۹ تعویض شده و به حالت ۳ به ۴ در می‌آید تا سیستم برودتی کارکرد عادی خود را از سر بگیرد.



شکل ۲۵ــ۹ــ موقعیت نصب ترمودیسک برای حفاظت اواپراتور

پرسش و تمرین

۱ــ ترموستات را تعریف کنید.
۲ــ مکانیزم‌های حس‌کننده‌ی دما در ترموستات را نام ببرید.
۳ــ حس‌کننده‌ی بی‌متالی را شرح دهید.
۴ــ حس‌کننده‌ی بالب‌دار را شرح دهید.
۵ــ حس‌کننده‌ی بی‌متال کویلی با کپسول مایع را شرح دهید.
۶ــ انواع ترموستات‌ها را از لحاظ کاربرد نام ببرید.
۷ــ فرق بین ترموستات خط ولتاژ با ترموستات کنترل‌کننده خط ولتاژ را توضیح دهید.
۸ــ دمای وصل (Cut in) را شرح دهید.
۹ــ دمای قطع (Cut out) را شرح دهید.
۱۰ــ تفاضل (Differontial) را شرح دهید.
۱۱ــ تایمر دیفراست را تعریف کنید.
۱۲ــ انواع تایمر دیفراست سیستم‌های کم‌ظرفیت (یخچال، فریزر خانگی ...) را نام ببرید.
۱۳ــ فرق تایمر تجارتی با تایمر سیستم‌های برودتی خانگی را شرح دهید.
۱۴ــ طرز کار تایمر دیفراست را شرح دهید.
۱۵ــ رله استارت را تعریف کنید.
۱۶ــ انواع رله‌های استارت را نام ببرید.
۱۷ــ رله جریان را شرح دهید.
۱۸ــ رله ولتاژ را شرح دهید.
۱۹ــ نحوه اتصال رله جریان در مدار الکتریکی کمپرسور را توضیح دهید.
۲۰ــ نحوه اتصال رله ولتاژ در مدار الکتریکی کمپرسور را توضیح دهید.
۲۱ــ اورلود چیست؟
۲۲ــ انواع اورلودها را نام ببرید.
۲۳ــ کنترل فشار کم را توضیح دهید.
۲۴ــ کنترل فشار زیاد و کاربرد آن را بیان کنید.
۲۵ــ کنترل فشار روغن را توضیح دهید.
۲۶ــ کنترل رطوبت و طرز کار آن را بیان کنید.
۲۷ــ ترمودیسک و طرز کار آن را توضیح دهید.